



REPUBBLICA ITALIANA



Comune di Cicala

88040 - (Provincia di Catanzaro)
via Attanzio - Tel. 0968-85294 Fax 0968-85282



MINISTERO DELL'INTERNO

**DECRETO DEL DIPARTIMENTO PER GLI AFFARI INTERNI E TERRITORIALI
DEL MINISTERO DELL'INTERNO DEL 23/02/2021**

CONTRIBUTI PER L'ANNO 2021 PER INVESTIMENTI IN OPERE PUBBLICHE DI MESSA IN SICUREZZA
DEGLI EDIFICI E DEL TERRITORIO DI CUI ALL'ART. 1, COMMA 139 E SEGUENTI, LEGGE 145/2018

**RIQUALIFICAZIONE IDRAULICA
IDROGEOLOGICA DELLE AREE PROSSIME
AI CORSI D'ACQUA
CUP: I48C20000010001**



Tav. 4/A

PROGETTO ESECUTIVO

IL R.U.P.
Geom. L. BONACCI

TITOLO

**RELAZIONE IDRAULICA
TORRENTE SANT'ELIA**

SCALA:

Il Sindaco
Geom. A. FALVO

PROGETTISTI - R.T.P.

Ing. AMELIO G.

Ing. VITELLI G.

Ing. PERRI T.

Ing. MADIA F.

DATA:

FEBBARIO 2023

1. Introduzione

La ricostruzione dei profili di moto permanente, all'interno di un alveo naturale, è basata su una serie di ipotesi di base:

- ✓ Filetti rettilinei, assenza di curvatura della superficie liquida, distribuzione idrostatica lungo la normale al moto;
- ✓ Bidimensionalità;
- ✓ Portata costante.

L'andamento dei tiranti deriva dalla risoluzione, per tentativi, dell'equazione del moto:

$$\frac{\Delta H}{\Delta S} = -j \quad \text{dove} \quad H = z + h + \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad \text{rappresenta il carico totale della corrente calcolato}$$

rispetto un piano di riferimento.

La procedura che si adotta è la seguente: se si ipotizza che la corrente sia lenta, partendo dalla sezione di valle (dove si suppone che si instauri lo stato critico), determinate tutte le caratteristiche idrauliche della sezione (v_v , A_v , R_v , J_v , H_v) si passa alla sezione immediatamente a monte, in cui fissando un'altezza di tentativo h_m , calcolati V_m , A_m , R_m ,

J_m , H_m , si calcola il J_{medio} . il ΔH e da questi: $\frac{\Delta H}{-J_{medio}} = \Delta x_c$; se $\Delta x_c = \Delta x_{reale}$ OK, altrimenti si

fissa un altro valore di h_m .

Se il procedimento non converge, si fissa l'altezza critica nella sezione immediatamente a monte e si procede verso valle considerando corrente veloce. I problemi legati alla procedura sopra illustrata sono innumerevoli, e di non facile soluzione: valori differenti di scabrezza lungo la sezione, sezioni con forma non regolare.

La HEC, Hydrologic Engineering Center, ha sviluppato un software, l' HEC-RAS, che consente di ricostruire i profili di moto permanente all'interno di un alveo fluviale.

La presente relazione idraulica illustra, dunque, le ipotesi ed i calcoli necessari al tracciamento del profilo di rigurgito del **Torrente SANT'ELIA** generato dalla portata di piena stimata con un periodo di ritorno di 200 anni ($Q_{200} = 12.73 \text{ mc/s}$). La scelta della zona di intervento è il risultato di una serie di sopralluoghi effettuati nel Comune di Cicala, in particolare nella zona denominata PIETROGUALTIERI, dove il torrente è attraversato per mezzo di una strada interpoderale che presenta un ponte realizzato con travi in acciaio. Tale manufatto dovrà essere demolito e ricostruito per permettere il transito della portata due centennale.

Di seguito viene riportata la simulazione idraulica effettuata sul tronco di interesse del torrente Sant'Elia sia in nella condizione attuale che in quella di progetto.

La simulazione è stata condotta su di un tratto fluviale di circa 300 m, per il quale sono state rilevate 12 sezioni attraverso strumenti topografici. Per esigenze di calcolo sono state inserite, inoltre, 21 sezioni fittizie, mediante interpolazione di quelle effettivamente rilevate nel corso d'acqua.

2. Dati di input

Una volta noti il valore della massima portata al colmo, calcolata in corrispondenza del tempo di ritorno di 200 anni, sono stati ricostruiti i profili di moto permanente, all'interno del tronco d'alveo oggetto di studio, con l'ausilio del software fornito dalla HEC-RAS. Di seguito (*Figura 1*) si riporta lo schema (fuori scala) dell'asta fluviale con i punti di inserimento delle sezioni:

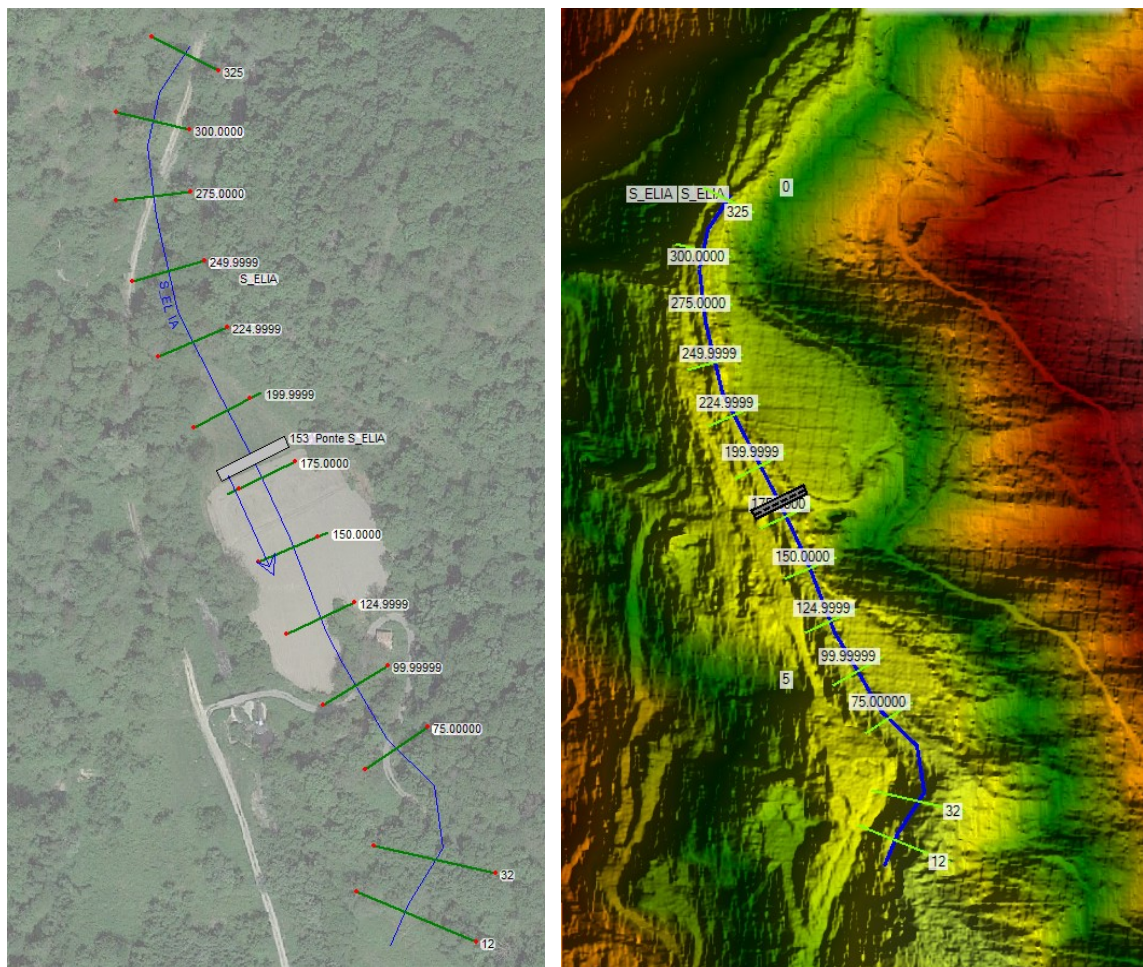


Fig. 1 - Schema zona intervento

I puntini rossi, in corrispondenza di ogni sezione tracciata in verde, rappresentano i limiti del main channel (savanella). Come input, sono state inserite nel programma le seguenti informazioni:

- ✓ sezioni trasversali,
- ✓ valori della scabrezza n di Manning;
- ✓ condizioni al contorno;
- ✓ portate.

3. Coefficienti di scabrezza di Manning

Una fase delicata è quella della scelta dei coefficienti di scabrezza: tenendo conto dei valori differenti che la scabrezza può assumere lungo l'alveo, per le sezioni sono state schematizzati valori differenti del coefficiente di Manning rispettivamente per golene e savanella. I dati, sono stati immessi tenendo conto dei valori riassunti nella *Tabella 1*:

1. CORSI D'ACQUA MINORI (LARGHEZZA DI PELO LIBERO AL LIVELLO DI PIENA < 30 METRI)	N
<i>A) CORSO D'ACQUA IN PIANURA</i>	
1. PULITO, DIRITTO, IN REGIME DI PIENA, SENZA INCLINAZIONI O BUCHE PROFONDE	0.030
2. COME SOPRA, MA CON MAGGIOR NUMERO DI CIOTTOLI ED ERBACCIA	0.035
3. PULITO, TORTUOSO, CON QUALCHE BUCO E DEPOSITO	0.040
4. COME SOPRA, MA CON QUALCHE CIOTTOLO ED ERBACCIA	0.045
5. COME SOPRA, IN REGIME DI MAGRA, CON SCARPATE E SEZIONI PIÙ IRREGOLARI	0.048
6. COME AL PUNTO 4, MA CON PIÙ CIOTTOLI	0.050
7. TRATTI CON CORRENTE LENTA, COPERTI DA ERBACCE, CON BUCHE PROFONDE	0.070
8. TRATTI MOLTO INERBATI, BUCHE PROFONDE, O FILONI PRINCIPALI CON GROSSI TRONCHI E SOTTOBOSCO	0.100
<i>B) CORSI D'ACQUA MONTANI, SENZA VEGETAZIONE IN ALVEO, SPONDE FREQUENTEMENTE RIPIDE, ALBERI E SOTTOBOSCO LUNGO LE SPONDE SOMMERGIBILI DURANTE LE PIENE</i>	
1. FONDO: GHIAIA, CIOTTOLI E QUALCHE MASSO	0.040
2. FONDO: CIOTTOLI CON GRANDI MASSI	0.050

Tab.1.1 - Valori di scabrezza di Manning-Corsi d'acqua minori

2. ALVEI DI ESONDAZIONE	N
<i>A) A PRATO, SENZA STERPAGLIA</i>	
1. ERBA BASSA	0.030
2. ERBA ALTA	0.035
<i>B) AREE COLTIVATE</i>	
1. SENZA COLTURA	0.030
2. COLTIVAZIONI A FILARI	0.035
3. COLTIVAZIONI A CAMPO	0.040

<i>C) SOTTOBOSCO</i>	
1. SOTTOBOSCO RADO, MOLTO ERBOSO	0.050
2. STERPAGLIE RADE ED ALBERI, IN INVERNO	0.050
3. COME SOPRA IN ESTATE	0.060
4. SOTTOBOSCO DA MEDIO FOLTO A FOLTO, IN INVERNO	0.070
5. COME SOPRA IN ESTATE	0.100
<i>D) ALBERI</i>	
1. CON SALICI, IN ESTATE, DRITTI	0.150
2. TERRA DISBOSCATA CON CEPPI SENZA GETTI	0.040
3. COME SOPRA MA CON MOLTI GETTI	0.060
4. ALBERI A GROSSO FUSTO CON POCO SOTTOBOSCO, LIVELLO DI PIENA AL DI SOTTO DELLE FRONDE	0.100
5. COME SOPRA MA CON LIVELLO DI PIENA CHE RAGGIUNGE LE FRONDE	0.120

Tab 1.2 - Valori di scabrezza di Manning-Alvei d'esondazione

3. <u>CORSI D'ACQUA MAGGIORI</u> (LARGHEZZA DI PELO LIBERO AL LIVELLO DI PIENA > 30 METRI)	N
A) SEZIONE REGOLARE SENZA MASSI O SOTTOBOSCO	TRA 0.025 E 0.06
B) SEZIONE IRREGOLARE SCABRA	TRA 0.035 E 0.10

Tab. 1.3 - Valori di scabrezza di Manning-Corsi d'acqua maggiori

Nel nostro caso si è scelto un valore abbastanza cautelativo sia per il left bank ed il right bank, che per il main channel e pari rispettivamente a 0.045 (presenza di vegetazione spontanea mista a ghiaia) sulle golene e 0.030 nella savanella.

4. Inserimento delle sezioni rilevate

Sono state rilevate 12 sezioni, avvalendosi di strumento topografico e gps e supportati della cartografia a disposizione. L' alveo è stato suddiviso in tronchi aventi caratteristiche omogenee. Per quello che riguarda l'opera d'arte, è stato necessario inserire come dati di input al programma, per ognuna di esse, una sezione a valle ed una a monte poste ad una distanza tale che la corrente non risenta delle perturbazioni che si generano nell'attraversamento dell'opera.

5. Assunzioni fatte per il calcolo

Tolleranza sul calcolo della superficie bagnata = 0.003

Tolleranza sul calcolo della profondità critica = 0.003

Massimo numero di iterazioni = 20

Tolleranza massima = 0.1

Tolleranza sulle caratteristiche di regime = 0.001

Calcolo della profondità critica solo dove necessario.

Caratteristiche della corrente: **Corrente Mixed**

6. Caratteristiche di portata

La simulazione è stata condotta sulla base dei seguenti valori di portata:

T	$Q_{C,T}(M^3/S)$
200-PF1	12.73

Coefficienti assunti per l'analisi:

- **coefficienti di espansione** e contrazione del flusso pari rispettivamente a 0.3 e 0.1;
- **coefficiente di Manning** pari a 0.030 per il letto del fiume e 0.045 per le aree golenali.

7. Condizioni al contorno

Fatta l'assunzione di Corrente Mixed, è necessario stabilire la condizione al contorno a valle e a monte del tratto oggetto dell'intervento.

Quella presa in considerazione, sia a valle che a monte, è la cosiddetta condizione di **Critical Depth**: in questa condizione si stabilisce che l'altezza d'acqua è uguale alla profondità critica che il programma calcola per il profilo.

8. Output del programma

Una volta inseriti i dati come illustrato nei precedenti paragrafi, il programma ha ricostruito i profili di moto permanente che si instaurano nel canale. I risultati vengono riportati di seguito.

Output del programma (Stato di fatto)

Di seguito si riportano le simulazioni effettuate per lo stato di fatto.

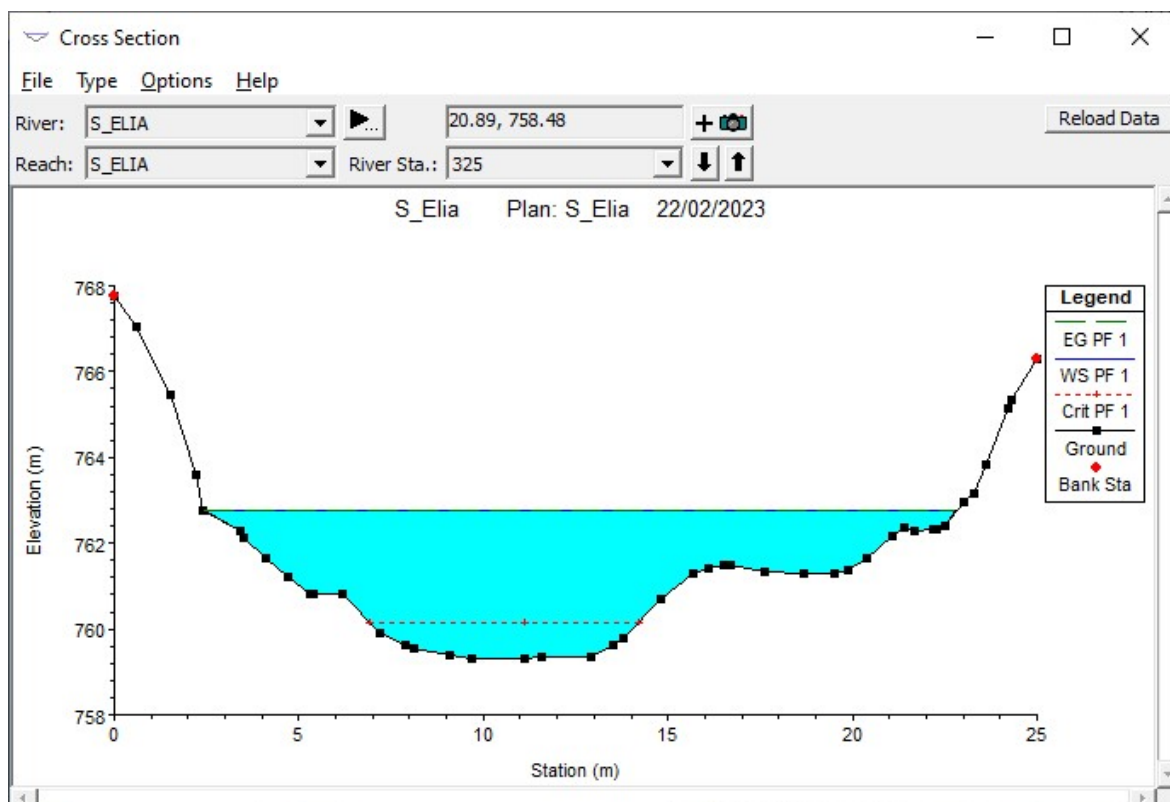


Fig. 2 - Sezione n° 325

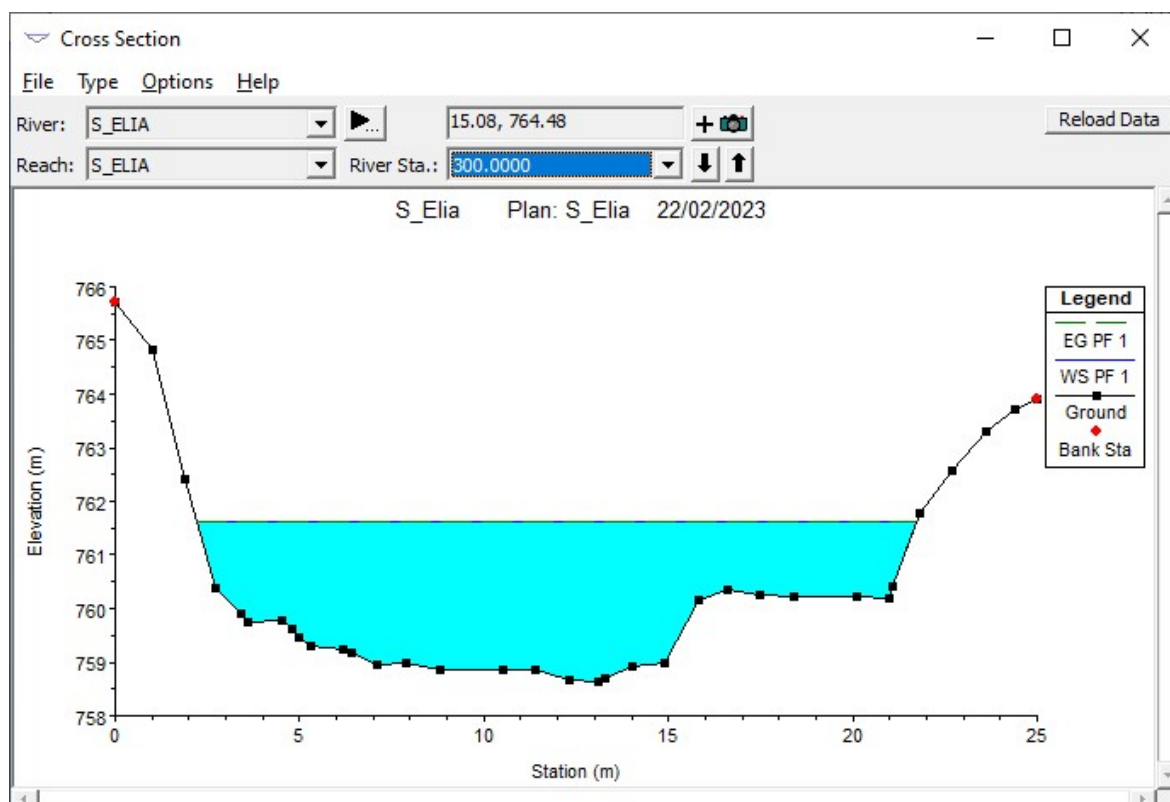


Fig. 3 - Sezione n° 300

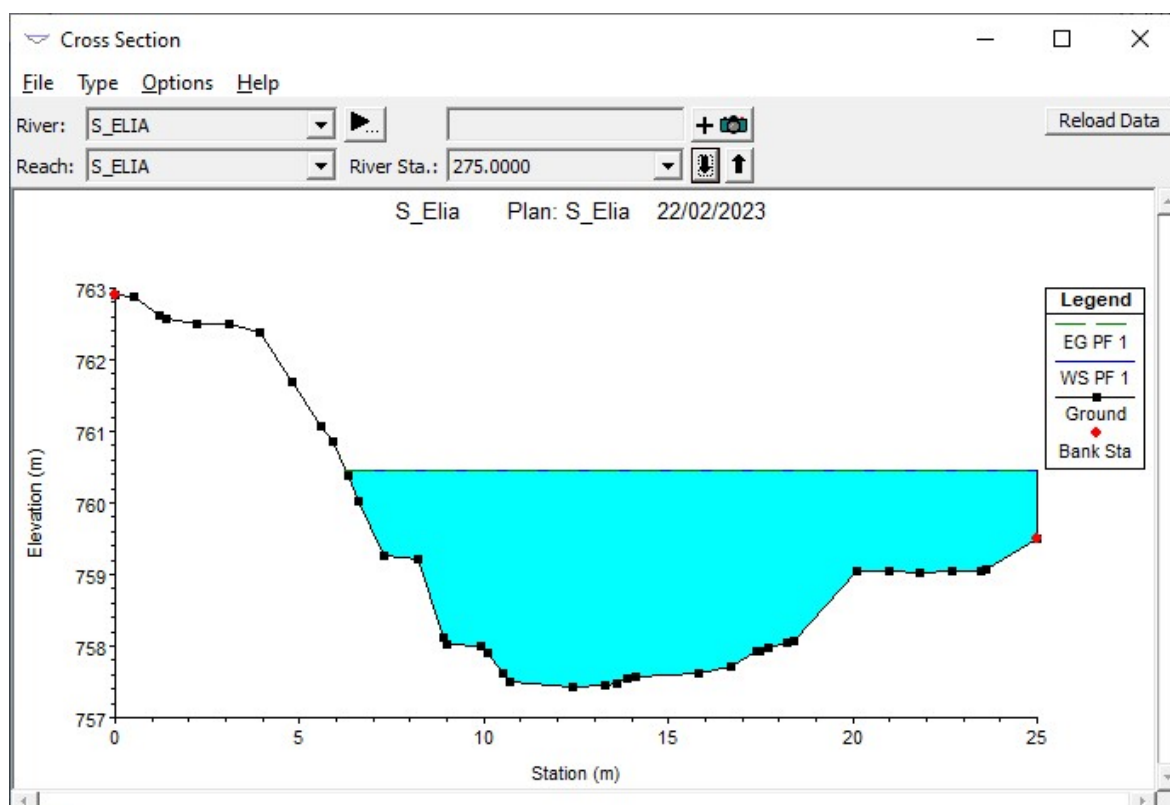


Fig. 4 - Sezione n° 275

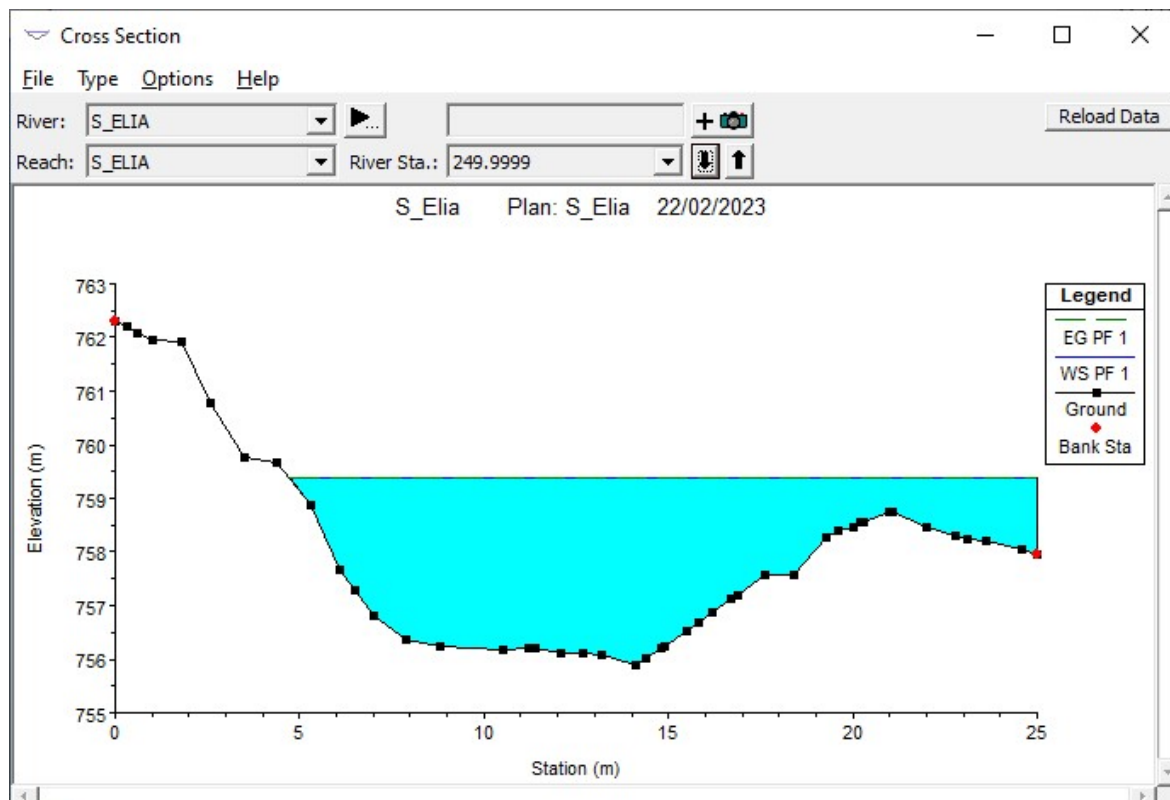


Fig. 5 - Sezione n° 250

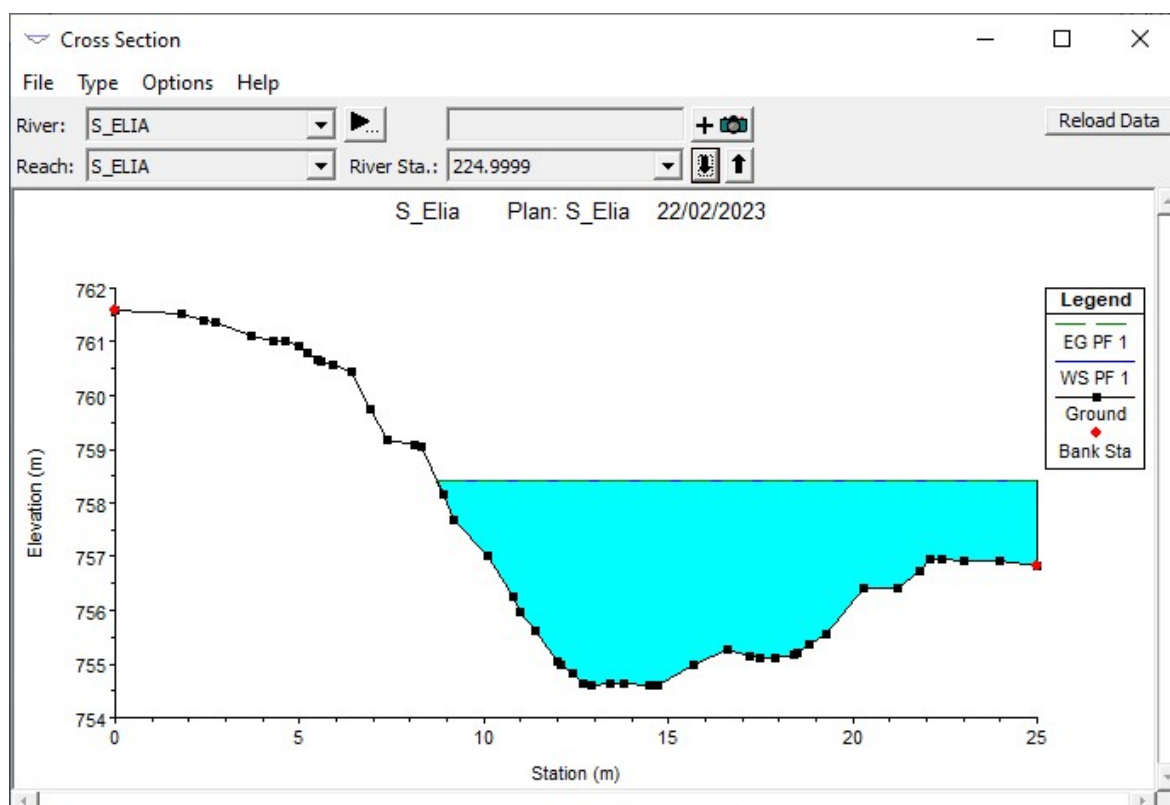


Fig. 6 - Sezione n° 225

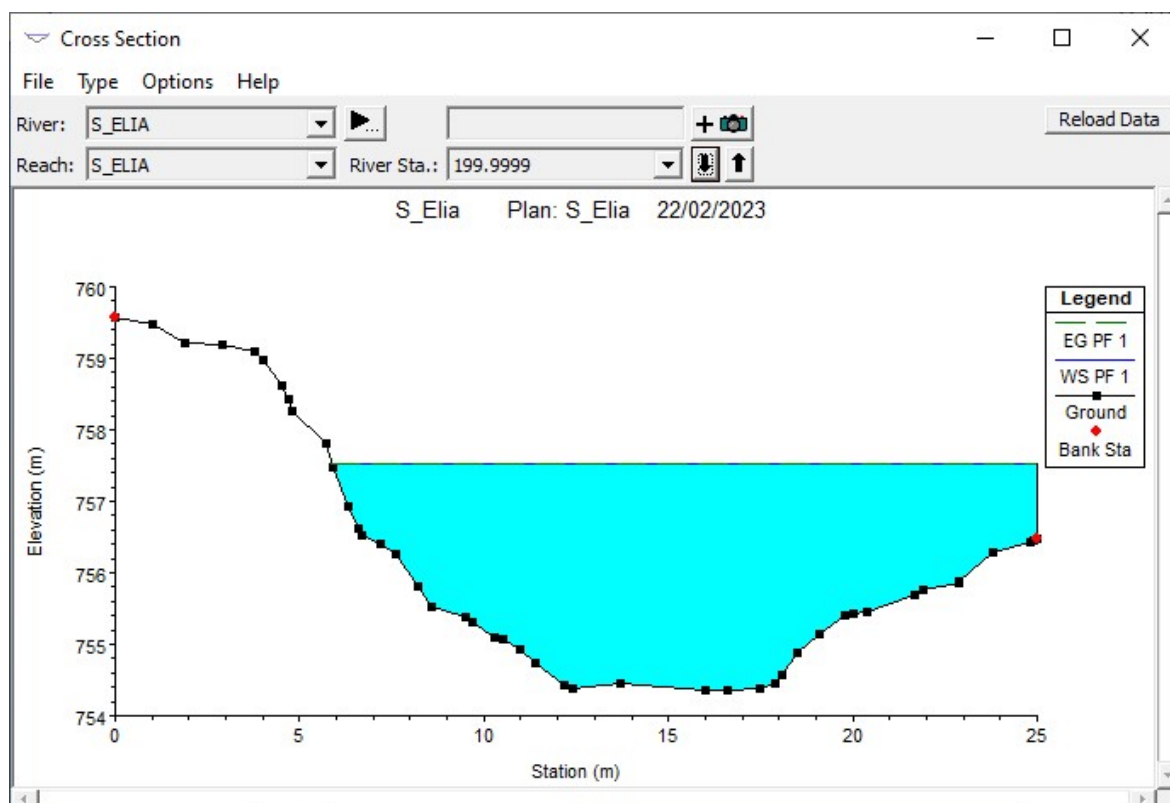


Fig. 7 - Sezione n° 200

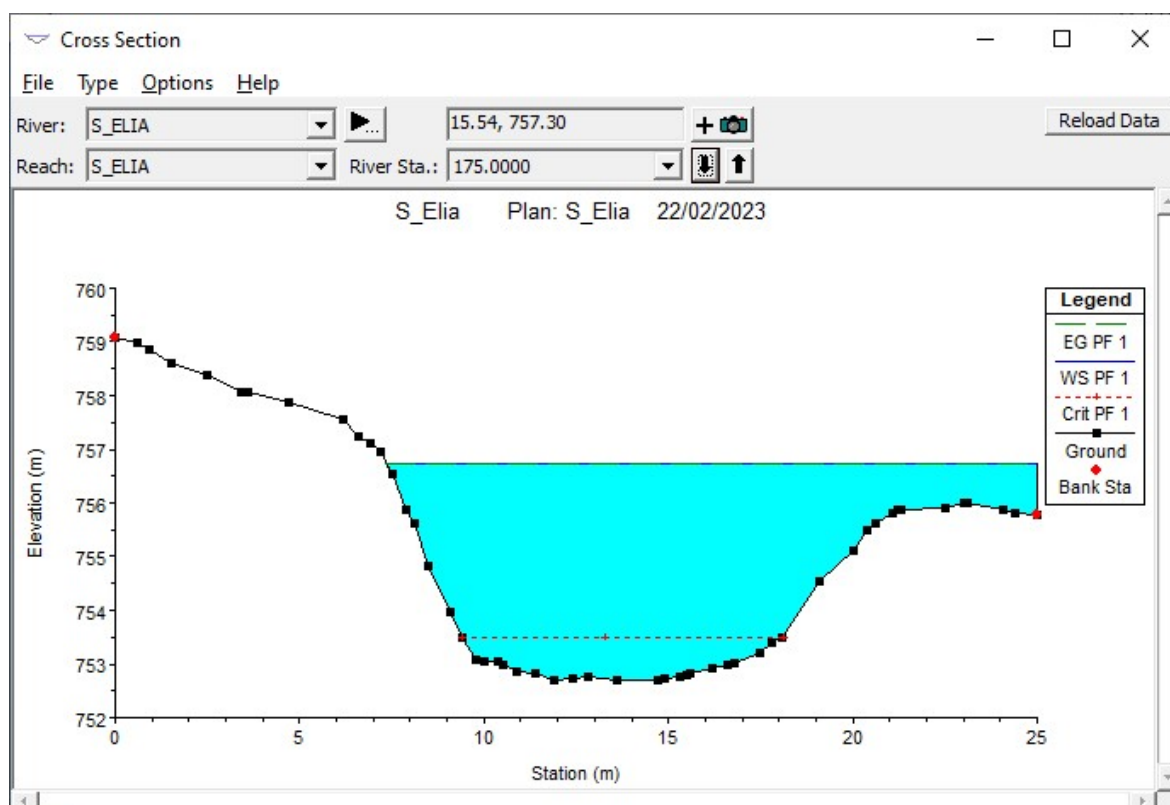


Fig. 8 - Sezione n° 175

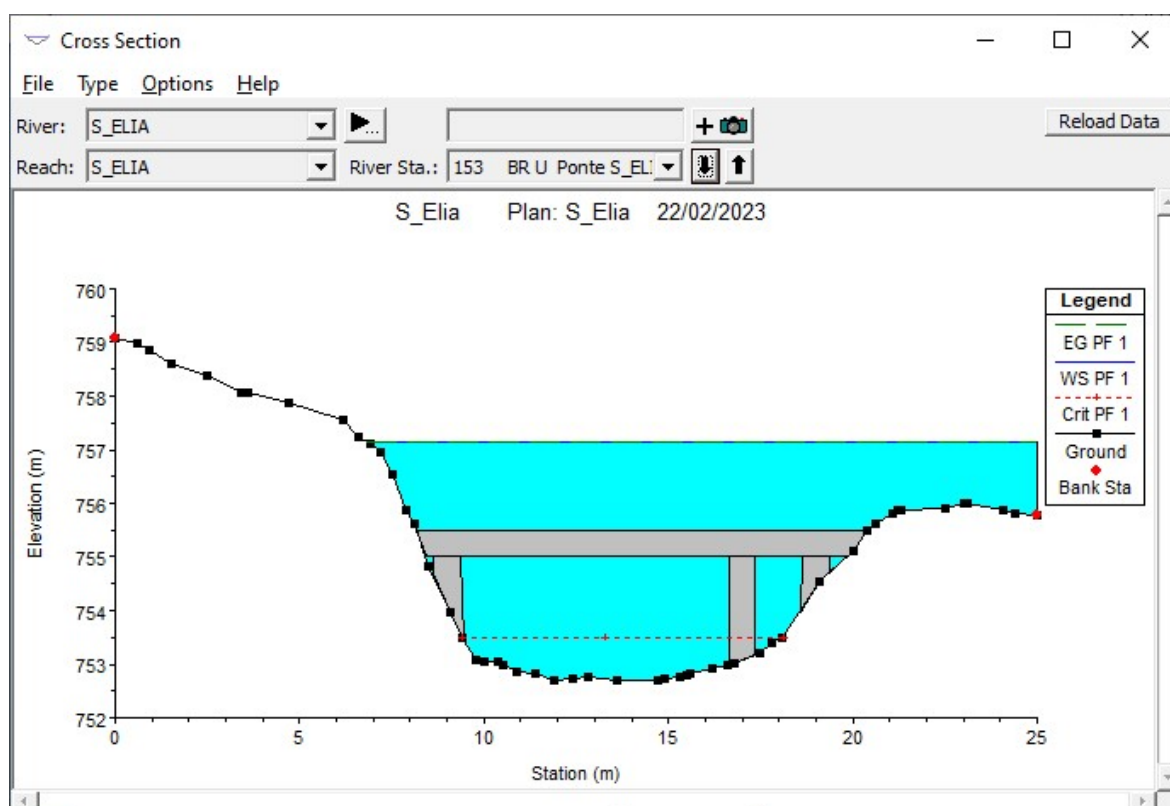


Fig. 9 - Sezione n° 153, Upstream

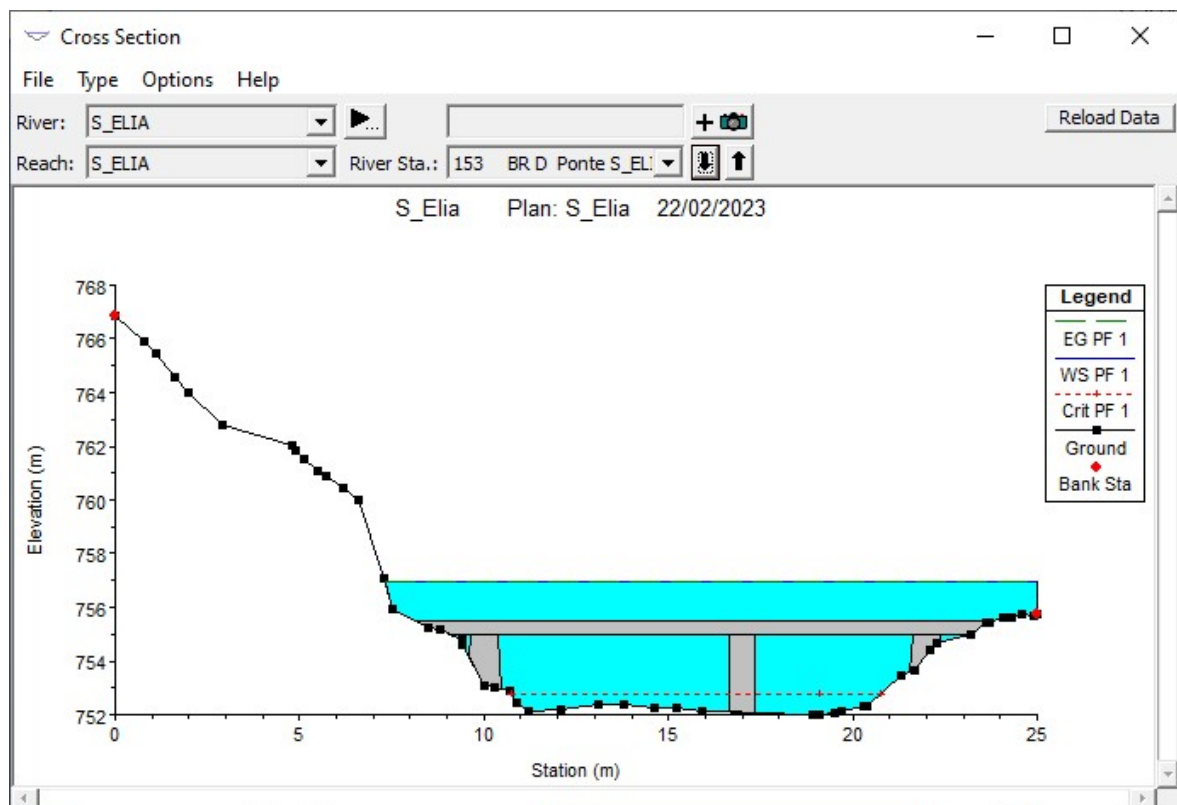


Fig. 10 - Sezione n° 153, Downstream

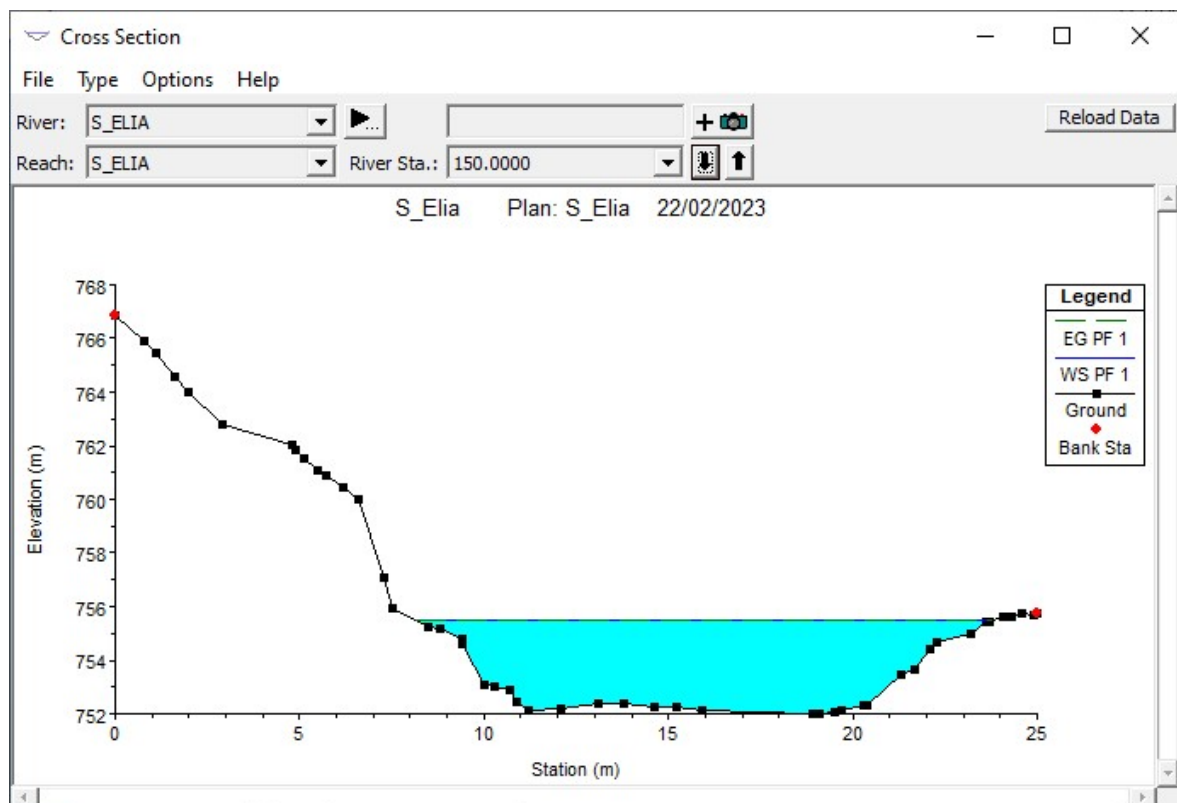


Fig. 11 - Sezione n° 150

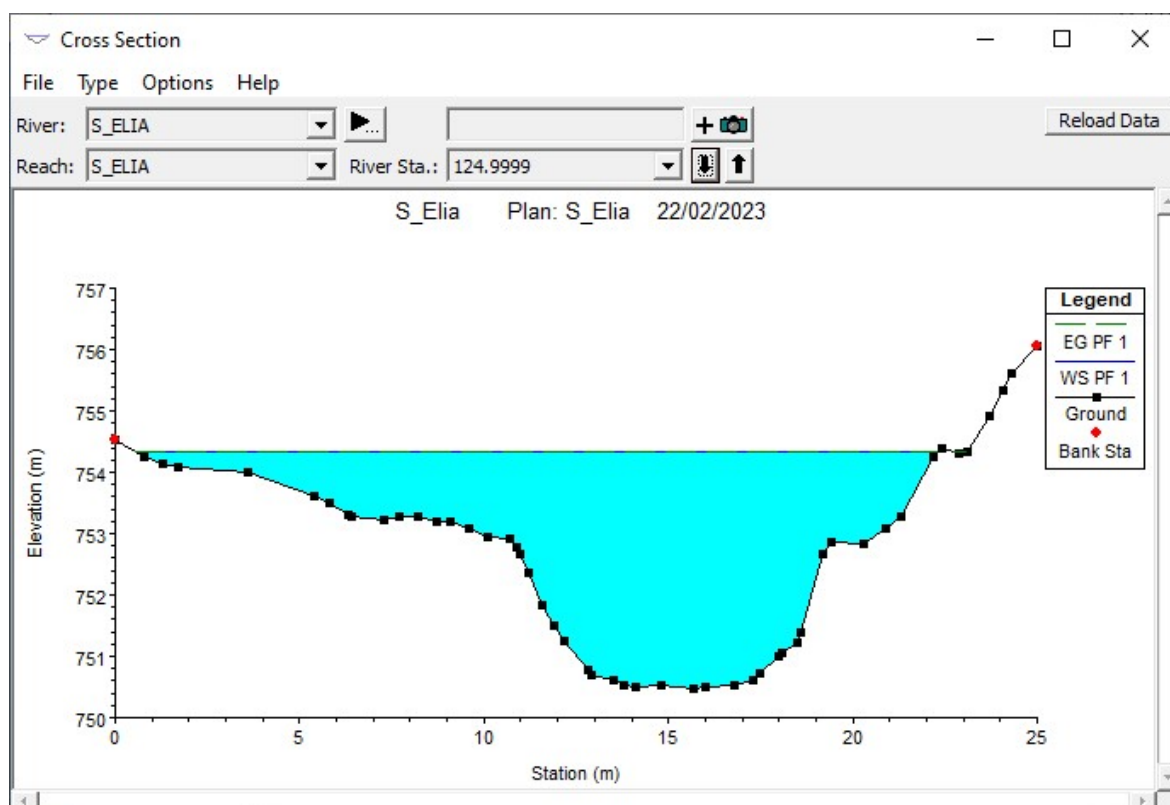


Fig. 12 - Sezione n° 125

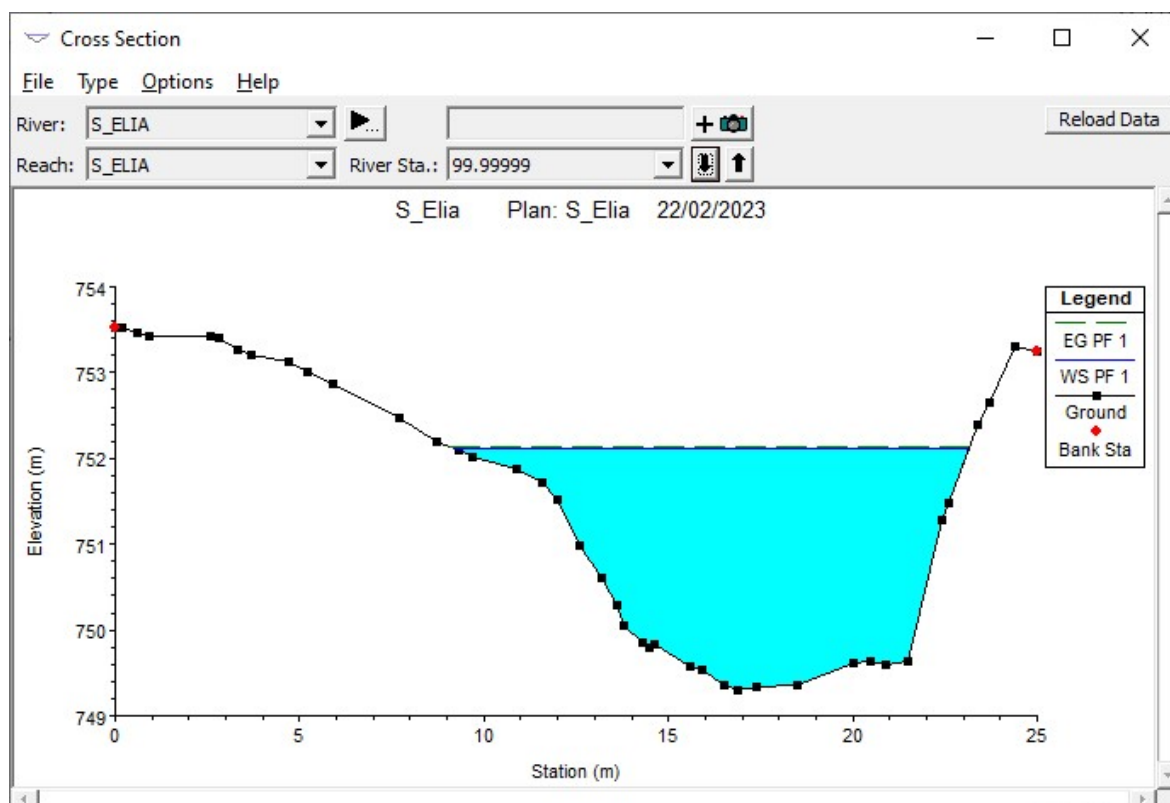


Fig. 13 - Sezione n° 100

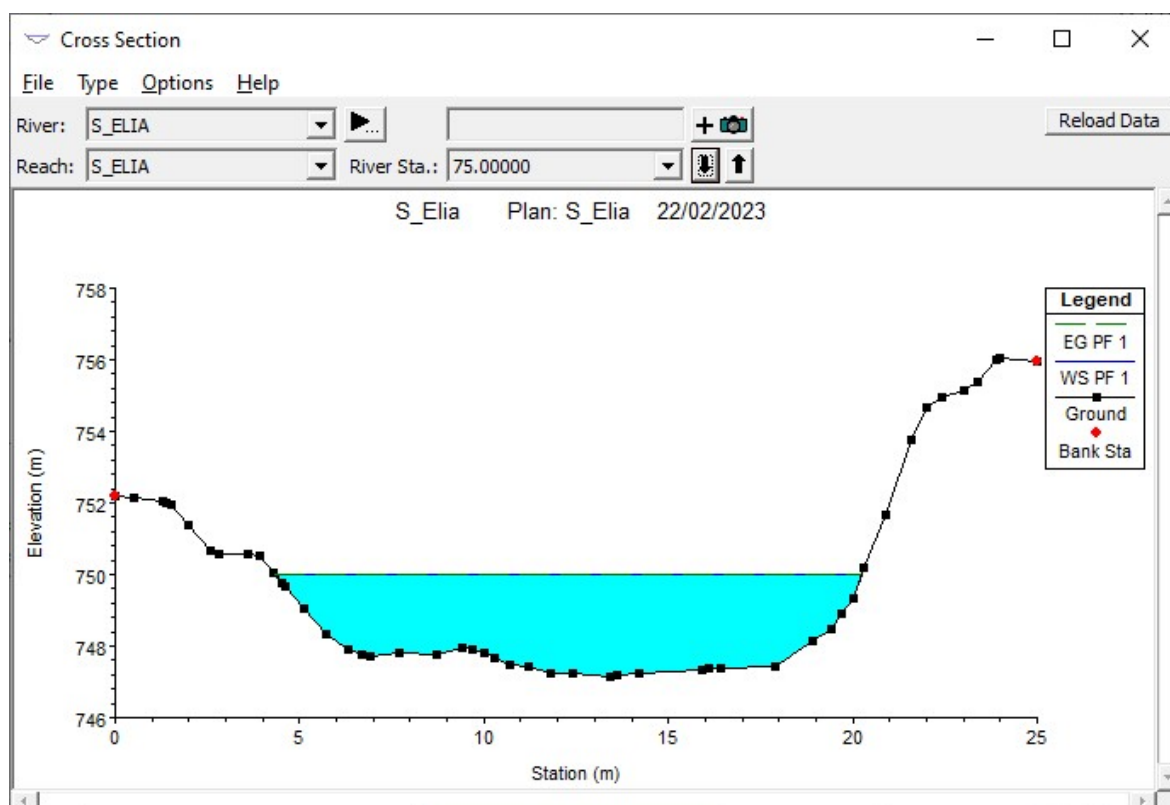


Fig. 14 - Sezione n° 75

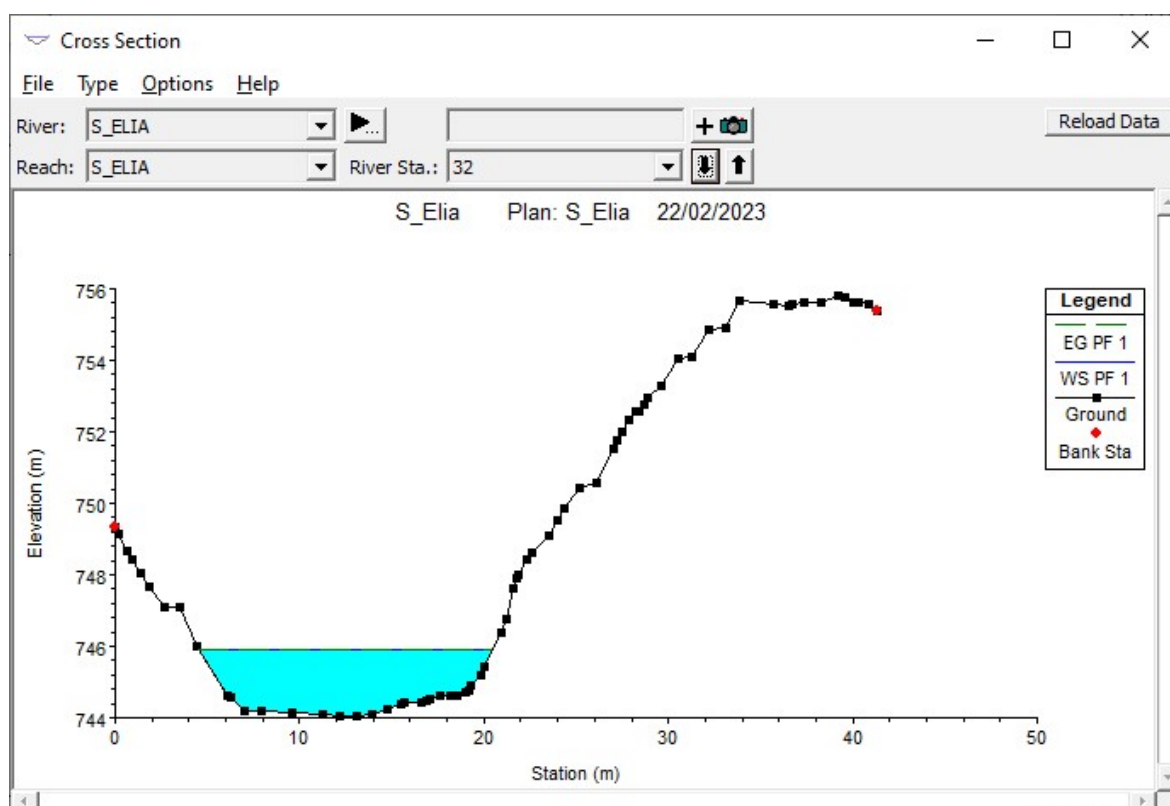


Fig. 15 - Sezione n° 32

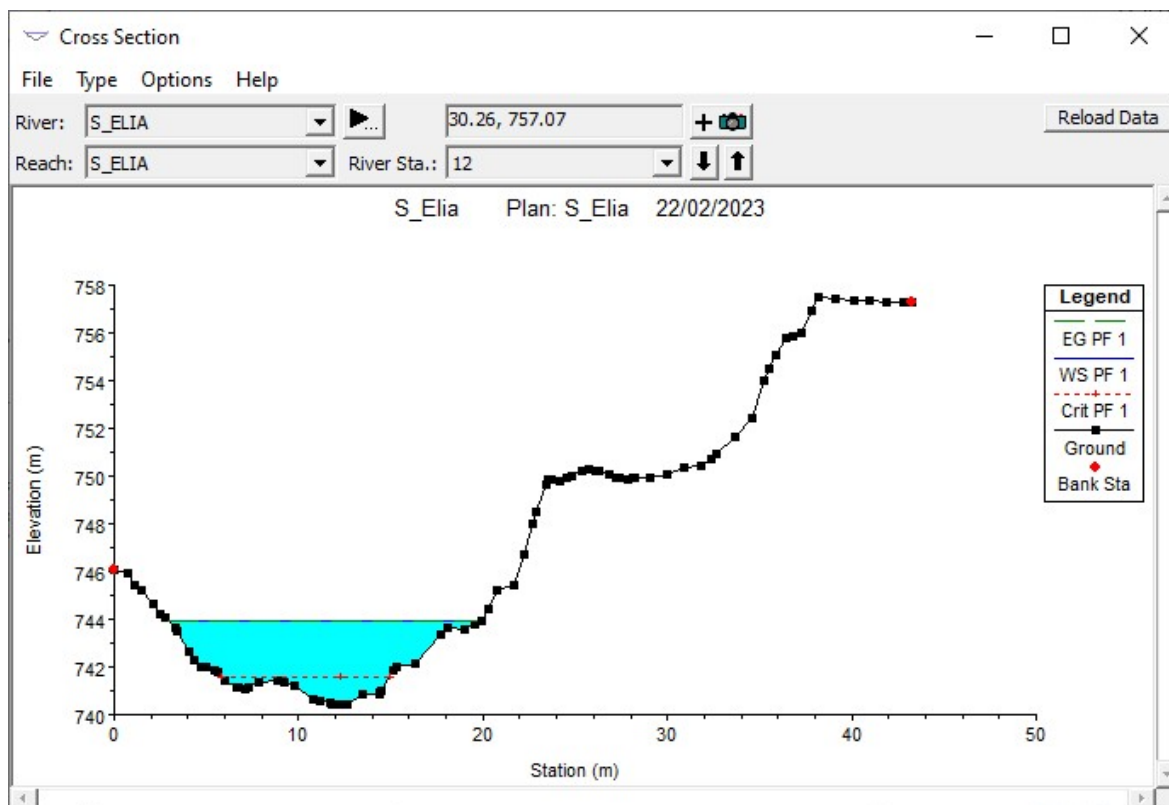


Fig. 16 - Sezione n° 12

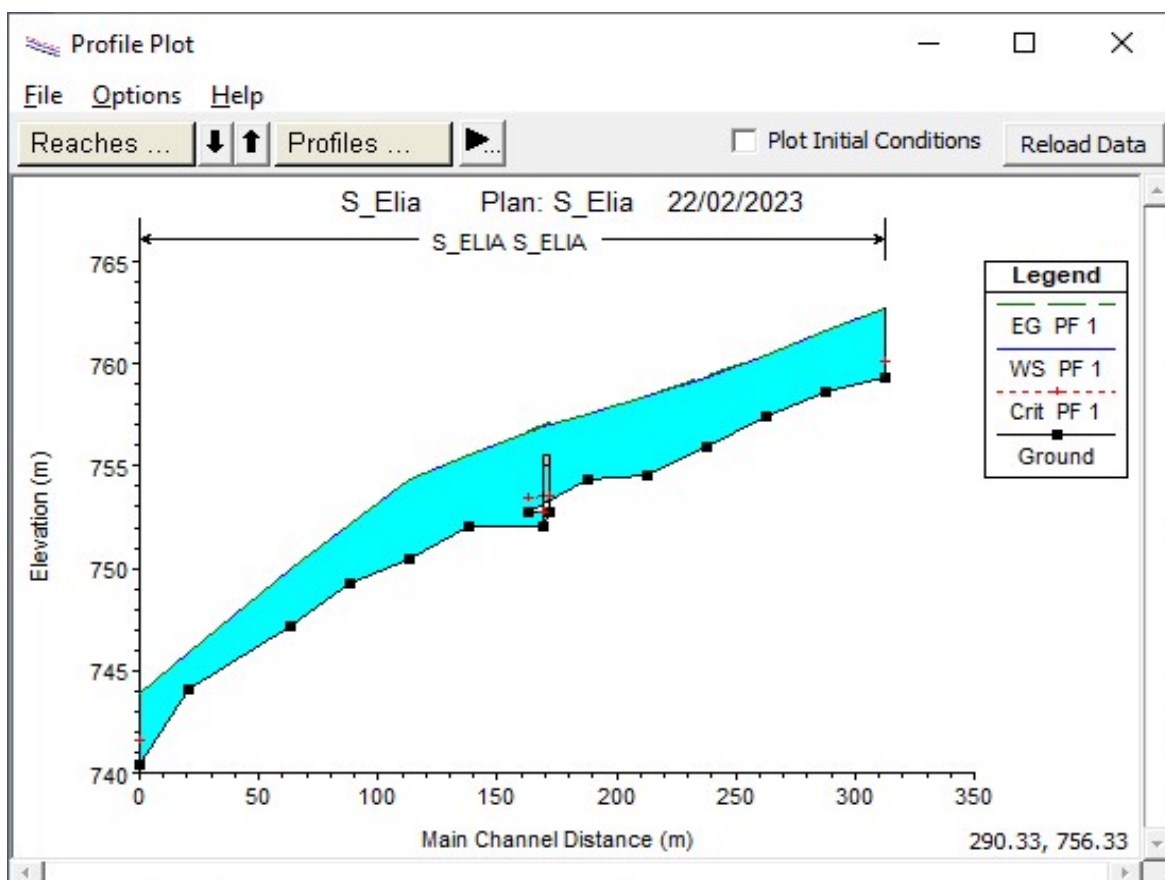


Fig. 17 – Profilo di moto permanente

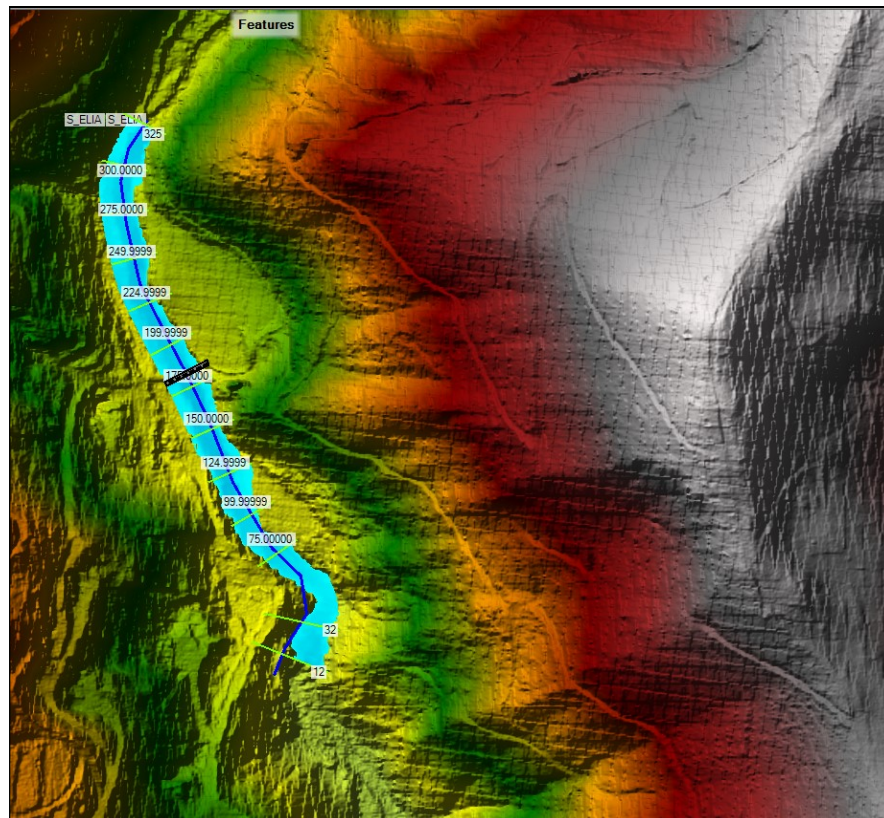


Fig. 18 – Vista tridimensionale delle aree inondate

Riassumendo i parametri fondamentali, quali i valori dei livelli idrici e delle velocità di corrente all'interno dell'alveo inciso e delle aree golenali o inondate interessate dallo studio, si ha quanto riportato nella tabella successiva:

Profile Output Table - Standard Table 1												
File Options Std. Tables Locations Help												
HEC-RAS Plan: S_Elia River: S_ELIA Reach: S_ELIA Profile: PF 1												Reload Data
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
S_ELIA	325	PF 1	12.73	759.30	762.74	760.16	762.75	0.046055	0.32	40.30	20.36	0.07
S_ELIA	300.0000	PF 1	12.73	758.65	761.61		761.61	0.045001	0.32	40.34	19.50	0.07
S_ELIA	275.0000	PF 1	12.73	757.44	760.45		760.46	0.047339	0.33	39.14	18.75	0.07
S_ELIA	249.9999	PF 1	12.73	755.90	759.37		759.37	0.039791	0.30	43.02	20.26	0.06
S_ELIA	224.9999	PF 1	12.73	754.59	758.41		758.42	0.036850	0.31	41.14	16.27	0.06
S_ELIA	199.9999	PF 1	12.73	754.35	757.52		757.52	0.034681	0.30	43.05	19.13	0.06
S_ELIA	175.0000	PF 1	12.73	752.70	756.74	753.50	756.74	0.028435	0.28	45.79	17.64	0.06
S_ELIA	153 Ponte S_ELIA		Bridge									
S_ELIA	150.0000	PF 1	12.73	752.01	755.49		755.50	0.038323	0.32	39.77	15.65	0.06
S_ELIA	124.9999	PF 1	12.73	750.48	754.33		754.34	0.057909	0.33	39.14	22.09	0.08
S_ELIA	99.99999	PF 1	12.73	749.30	752.12		752.13	0.149886	0.52	24.70	13.97	0.12
S_ELIA	75.00000	PF 1	12.73	747.16	749.98		749.99	0.055396	0.36	35.01	15.87	0.08
S_ELIA	32	PF 1	12.73	744.05	745.90		745.92	0.201037	0.55	23.12	15.89	0.15
S_ELIA	12	PF 1	12.73	740.43	743.89	741.57	743.90	0.060120	0.36	35.03	16.76	0.08
Total flow in cross section.												

Tabella 2 – Risultati analitici del Software Hec-Ras

Output del programma (Stato di progetto)

Di seguito si riportano le simulazioni effettuate per lo stato di progetto.

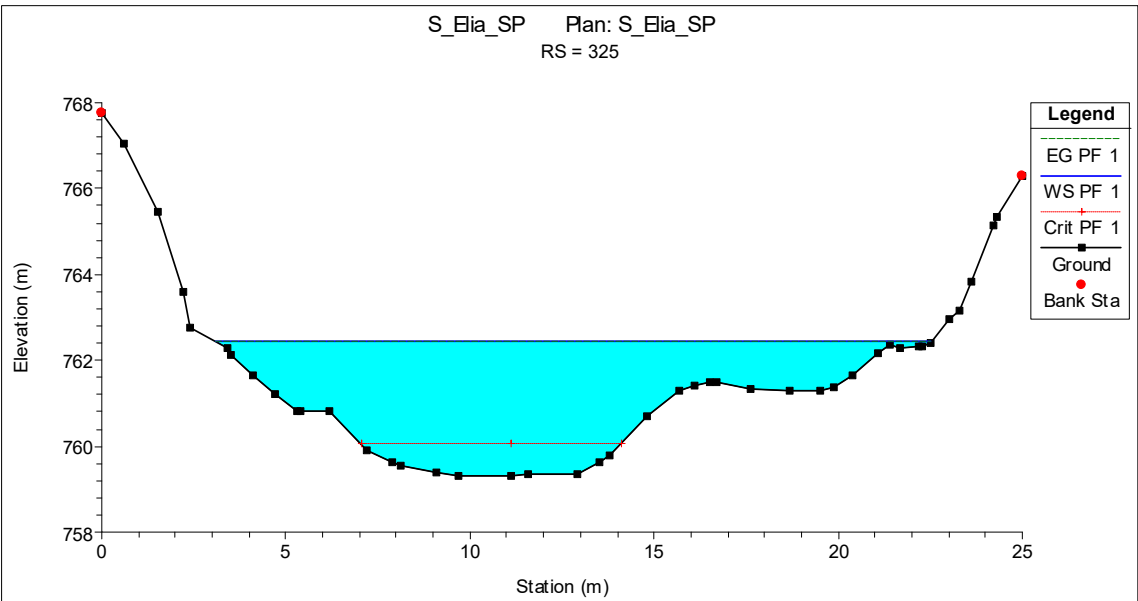


Fig. 19 – Sezione n° 325

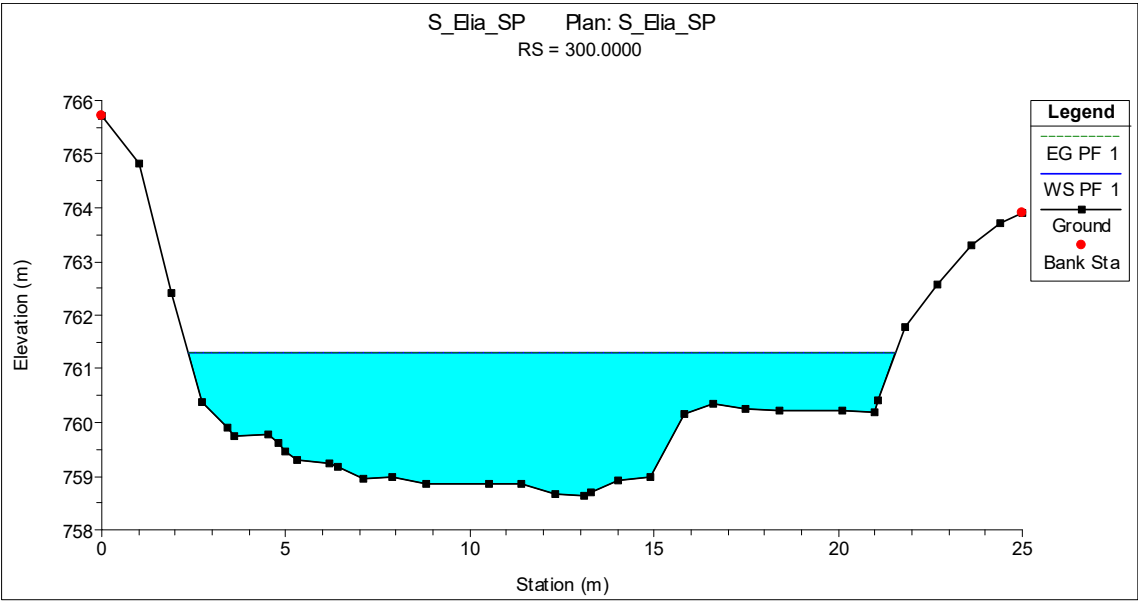


Fig. 20 – Sezione n° 300

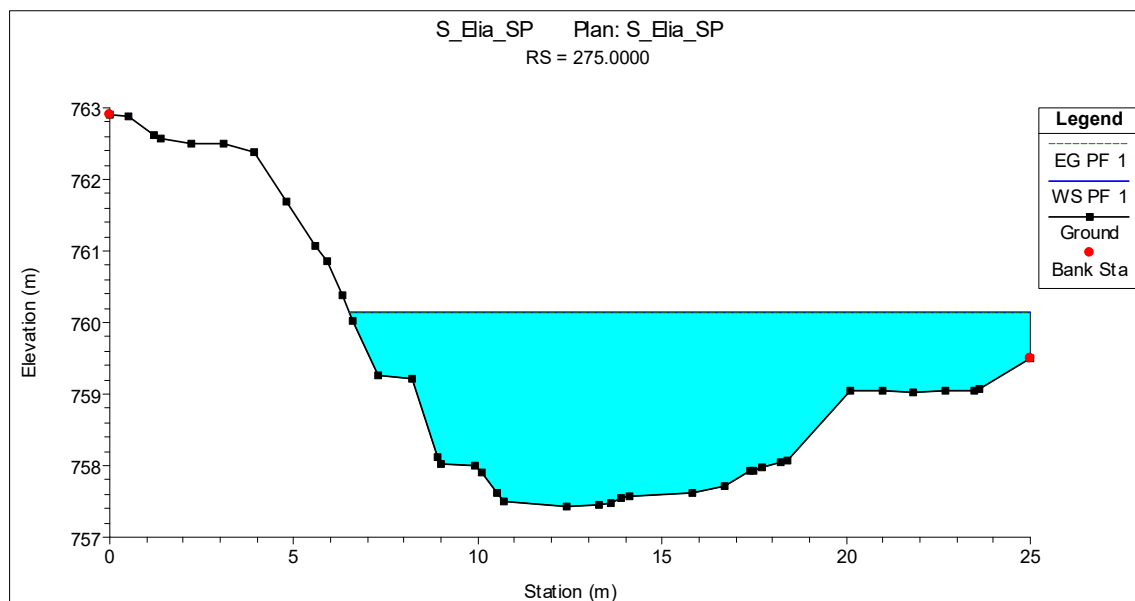


Fig. 21 – Sezione n° 275

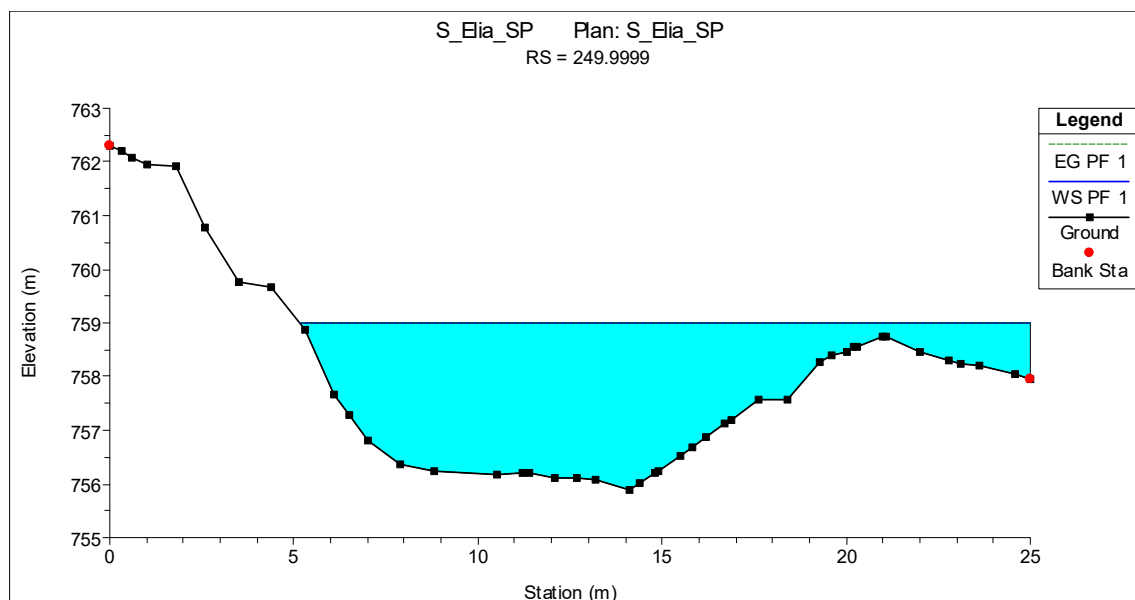


Fig. 22 – Sezione n° 250

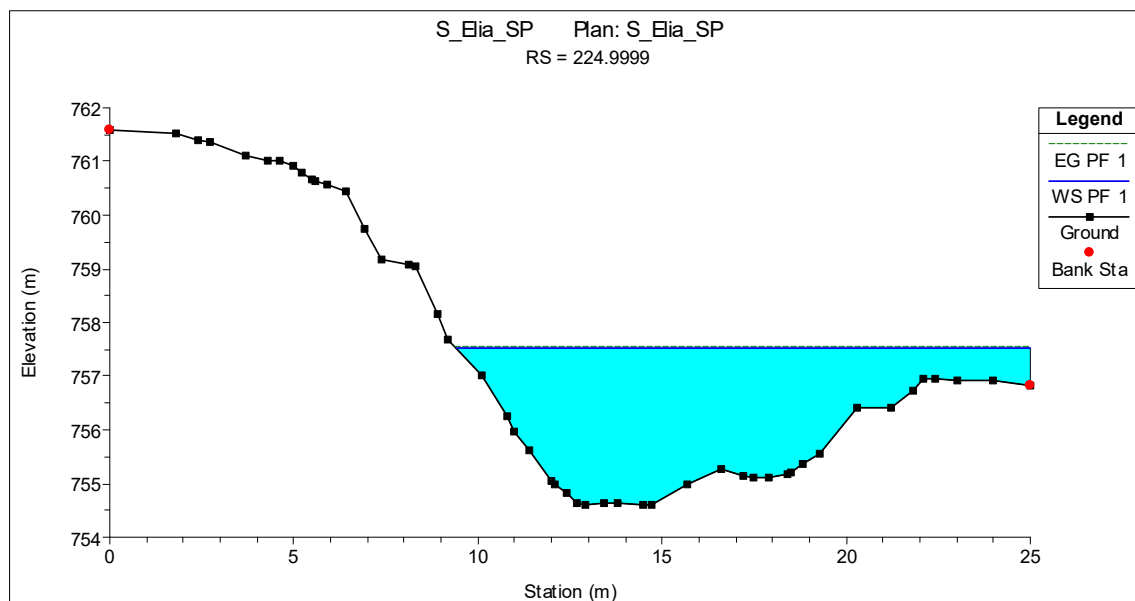


Fig. 23 – Sezione n° 225

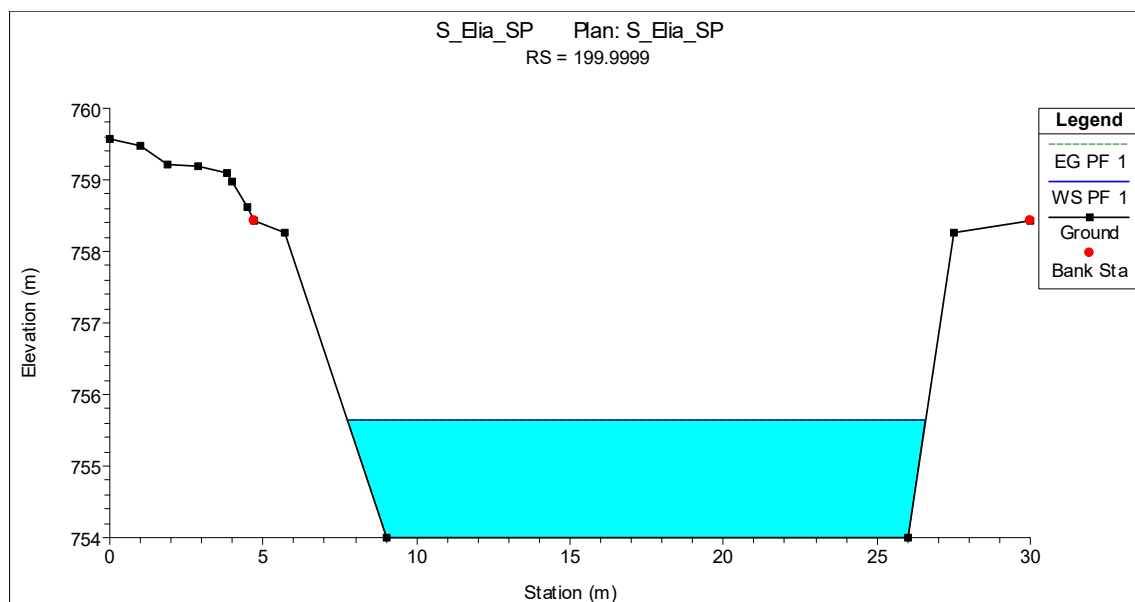


Fig. 24 – Sezione n° 200

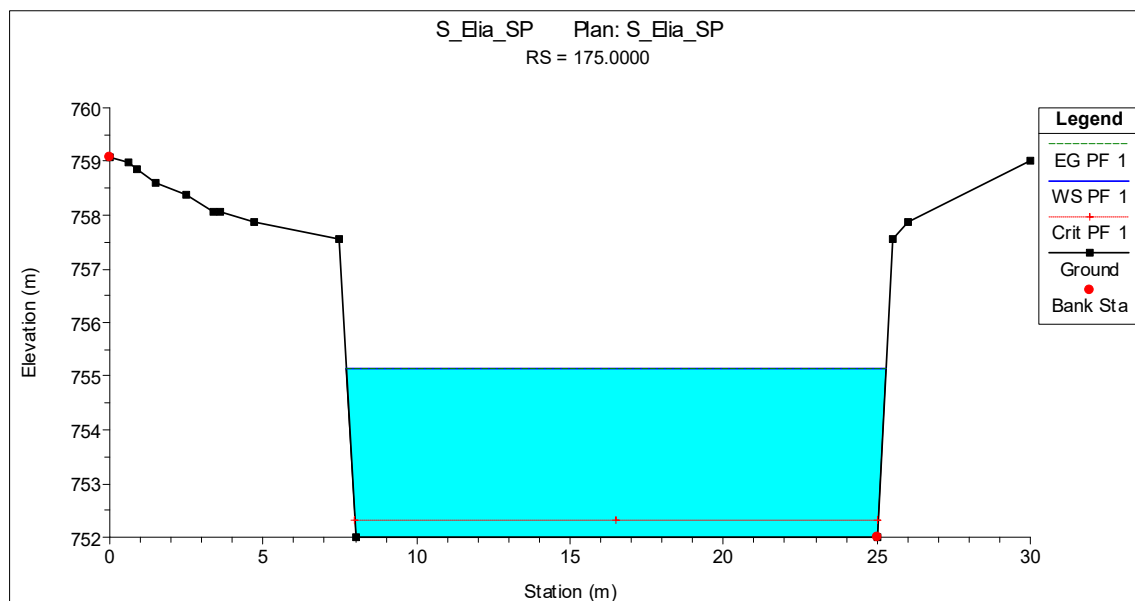


Fig. 25 – Sezione n° 175

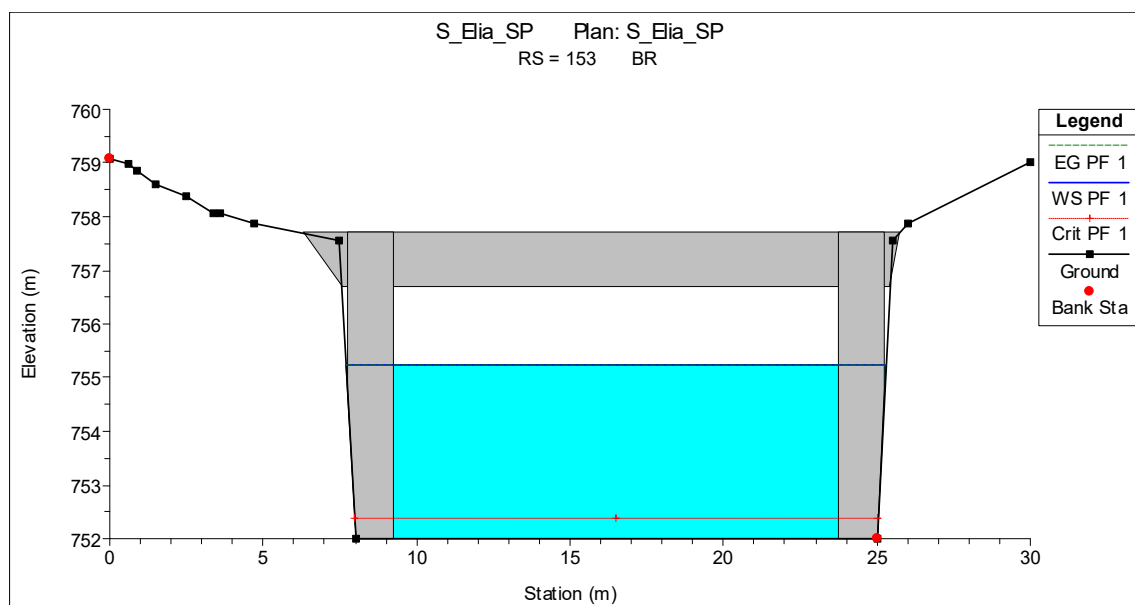


Fig. 26 – Sezione n° 153, Upstream

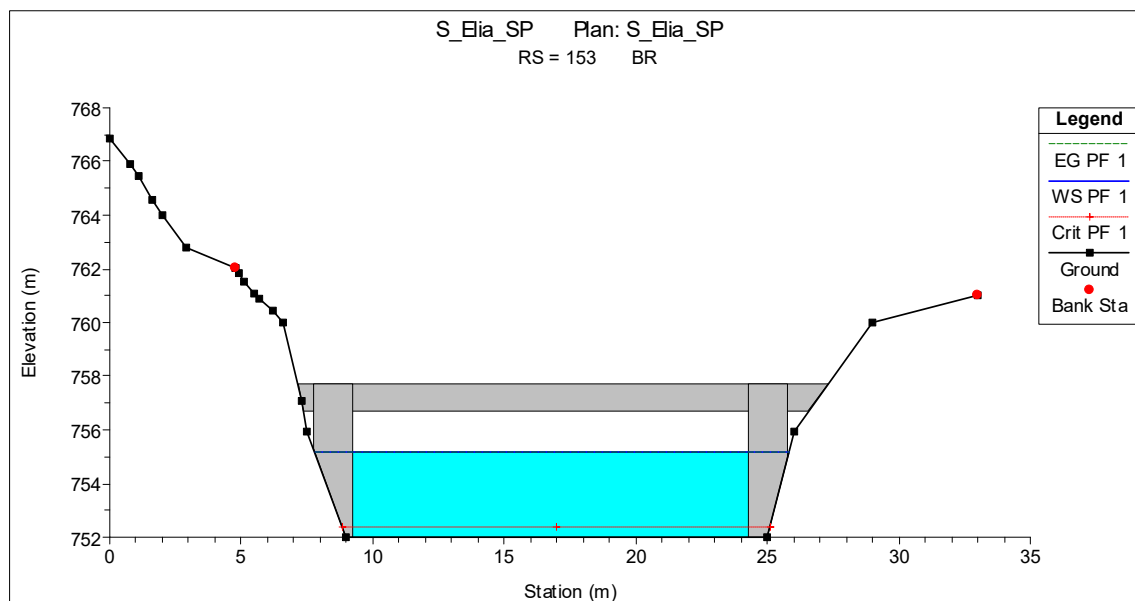


Fig. 27 – Sezione n° 153, Upstream, Downstream

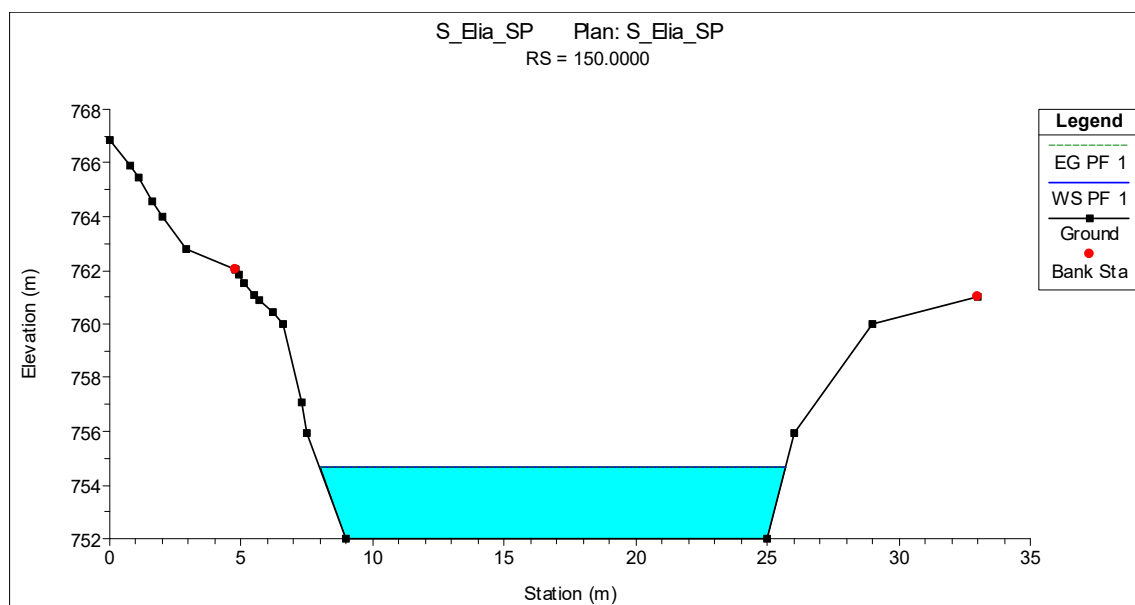


Fig. 28 – Sezione n° 150

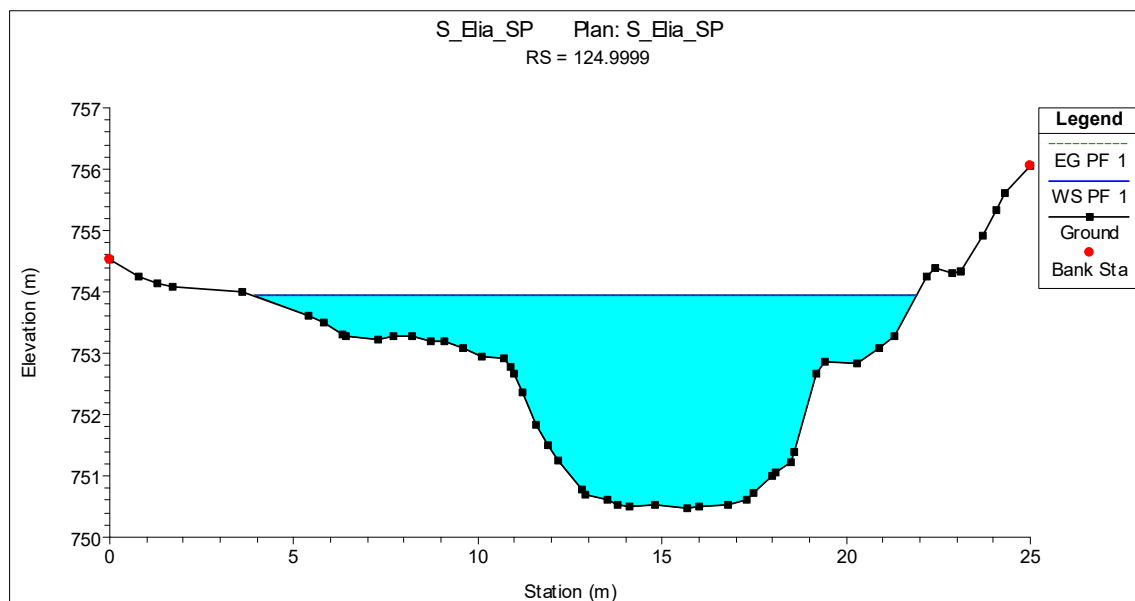


Fig. 29 – Sezione n° 125

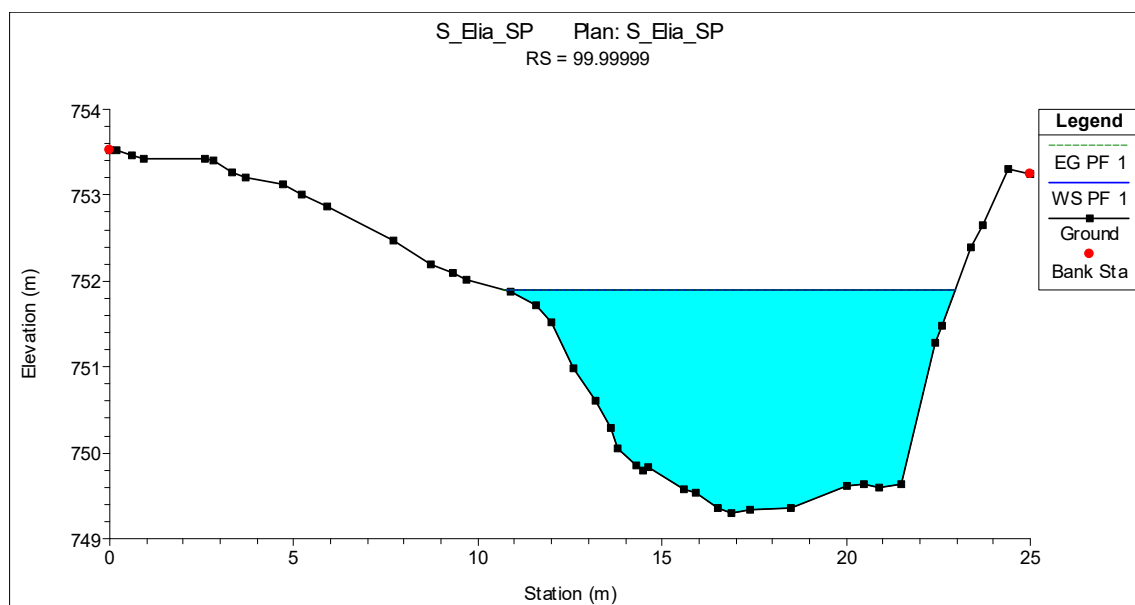


Fig. 30 – Sezione n° 100

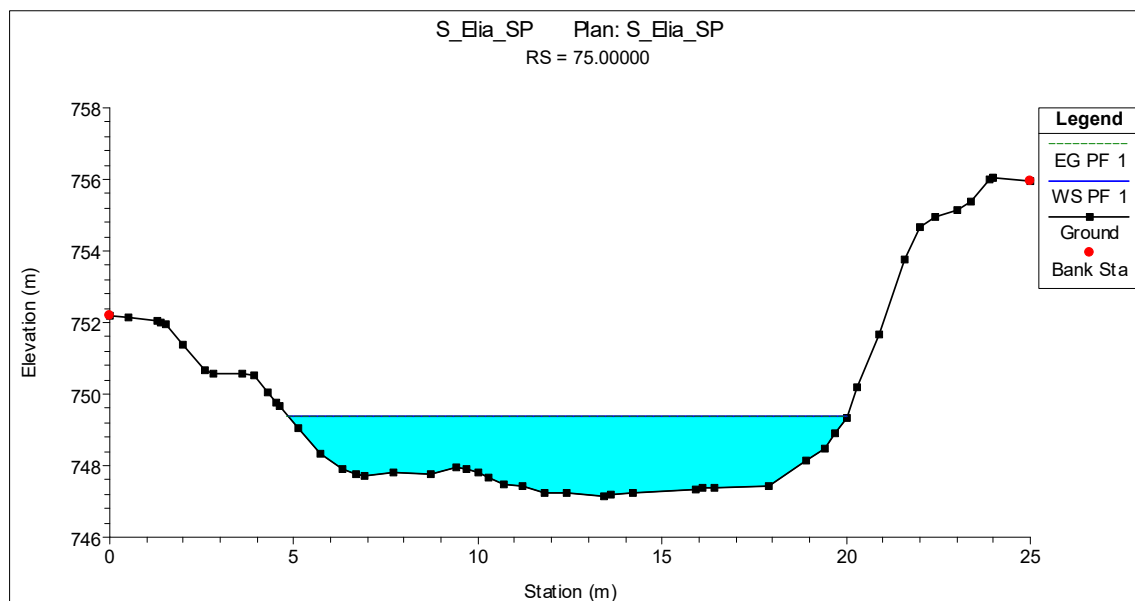


Fig. 31 – Sezione n° 75

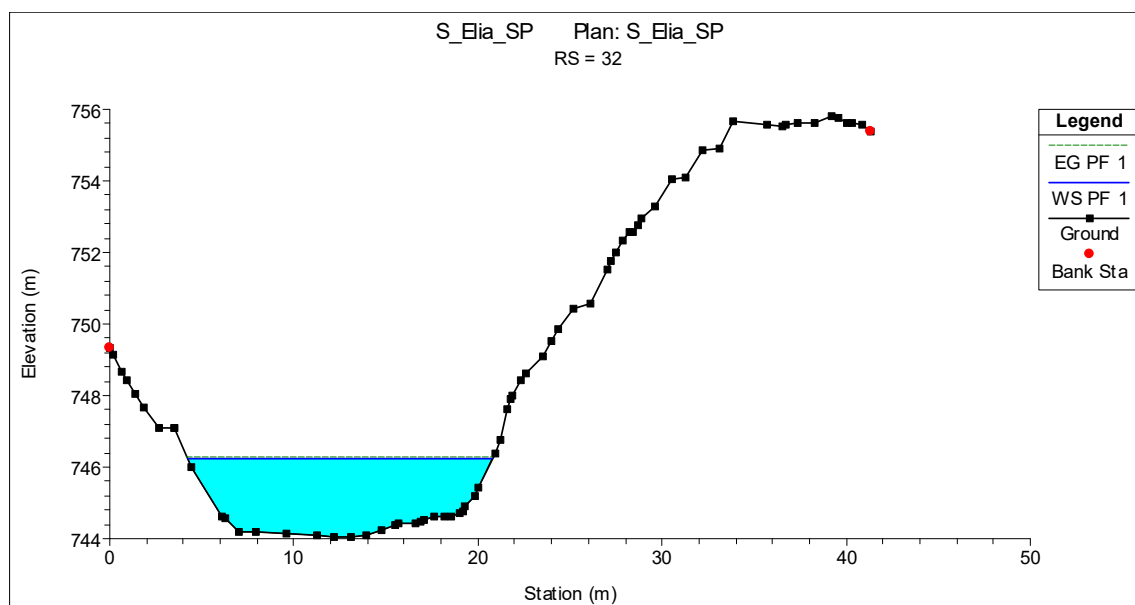


Fig. 32 – Sezione n° 32

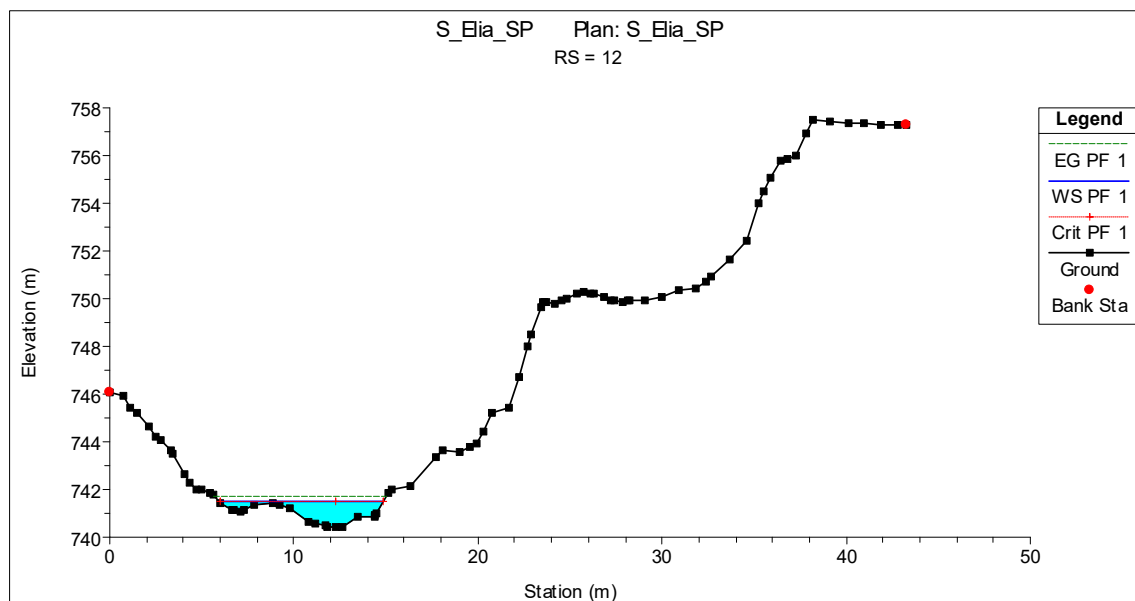


Fig. 33 – Sezione n° 12

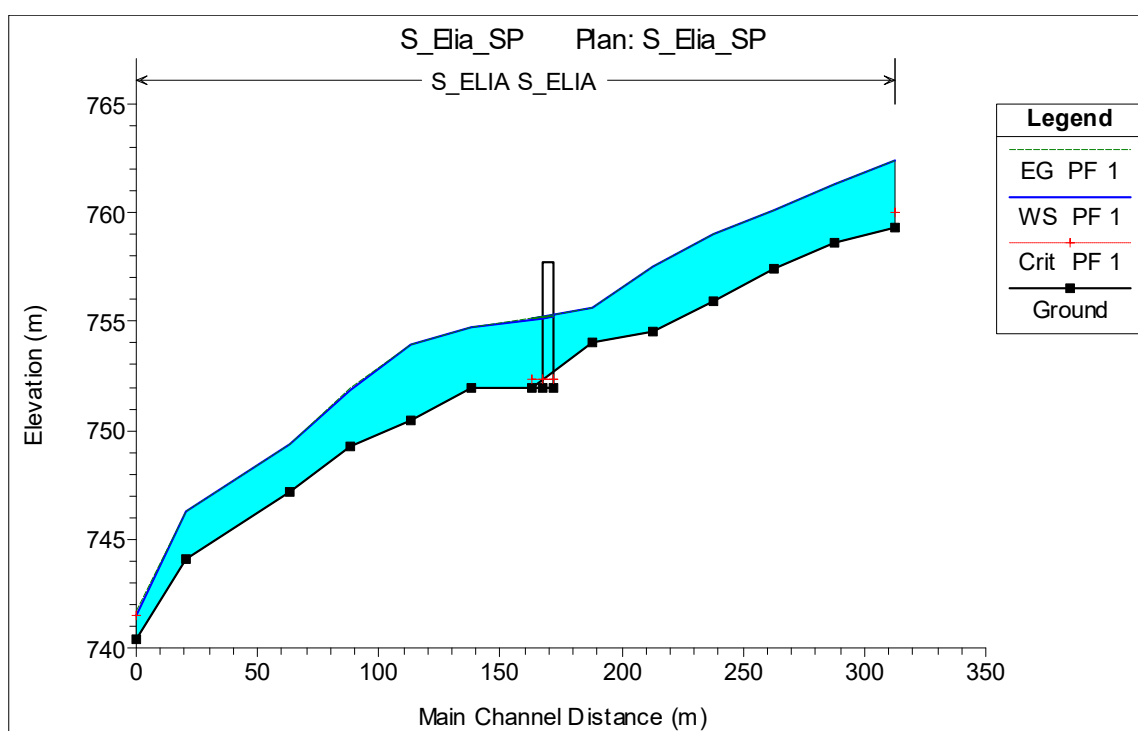


Fig. 34 – Profilo di moto permanente

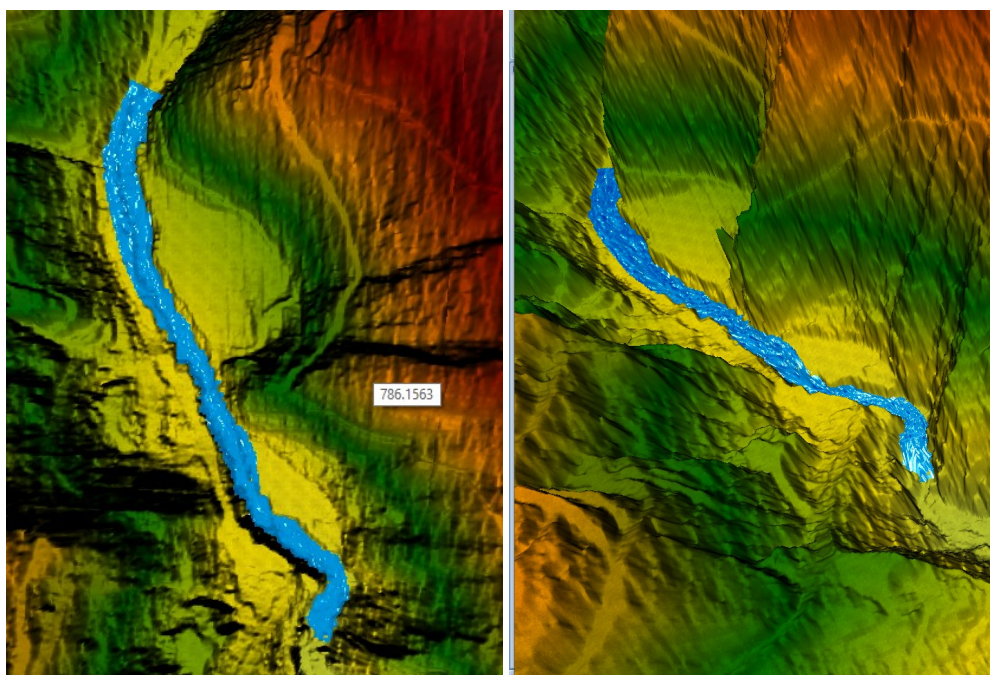


Fig. 35 – Vista tridimensionale delle aree inondate

Riassumendo i parametri fondamentali, quali i valori dei livelli idrici e delle velocità di corrente all'interno dell'alveo inciso e delle aree golenali o inondate interessate dallo studio, si ha quanto riportato nella tabella successiva:

Profile Output Table - Standard Table 1												
File Options Std. Tables Locations Help												
HEC-RAS Plan: S_Elia_SP River: S_ELIA Reach: S_ELIA Profile: PF 1												
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 #
S_ELIA	325	PF 1	12.73	759.30	762.74	760.16	762.75	0.046060	0.32	40.29	20.36	0.
S_ELIA	300.0000	PF 1	12.73	758.65	761.61		761.61	0.045040	0.32	40.33	19.49	0.
S_ELIA	275.0000	PF 1	12.73	757.44	760.45		760.45	0.047823	0.33	39.01	18.75	0.
S_ELIA	249.9999	PF 1	12.73	755.90	759.29		759.30	0.044551	0.31	41.46	20.17	0.
S_ELIA	224.9999	PF 1	12.73	754.59	757.74		757.75	0.091688	0.42	30.36	15.84	0.
S_ELIA	199.9999	PF 1	12.73	754.00	756.27		756.28	0.040923	0.31	41.54	19.56	0.
S_ELIA	175.0000	PF 1	12.73	752.00	752.38	752.38	752.58	13.963160	1.95	6.54	17.07	1.
S_ELIA	153 Ponte S_ELIA	Bridge										
S_ELIA	150.0000	PF 1	12.73	752.00	755.09		755.10	0.018945	0.24	52.55	17.96	0.
S_ELIA	124.9999	PF 1	12.73	750.48	754.32		754.33	0.058356	0.33	39.00	22.01	0.
S_ELIA	99.99999	PF 1	12.73	749.30	752.24		752.25	0.127387	0.48	26.45	14.71	0.
S_ELIA	75.00000	PF 1	12.73	747.16	749.70		749.71	0.083291	0.42	30.52	15.56	0.
S_ELIA	32	PF 1	12.73	744.05	746.54		746.54	0.066115	0.38	33.54	17.05	0.

Tabella 3 – Risultati analitici del Software Hec-Ras

L'intervento prevede la demolizione e la ricostruzione di un ponte carrabile, in località Pietroguaitieri del Comune di Cicala, ad unica campata con luce di circa 15.58 mt e larghezza dell'impalcato di mt 4.5 oltre alla sistemazione di un tratto d'alveo, di circa 60 mt a cavallo del ponte (compreso tra le sezioni n.175 e n. 200), mediante la risagomatura

dell'alveo con un nuovo canale trapezoidale di base 15 mt ed altezza delle sponde di circa 4.00 m e nuovi muri d'argine in c.a..

Per il tratto interessato dal presente studio, le analisi condotte evidenziano come la portata duecentennale risulti contenuta tra le opere di intervento.

Per il nuovo attraversamento è previsto, inoltre, un franco minimo di mt. 1,50 in accordo con il D.M. 17/01/2018 ed smi.

Alla luce dei risultati ottenuti l'intervento proposto è tale da garantire la sicurezza idraulica del tratto analizzato.