

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO ALTERNATIVE AI SITI DI DEPOSITO

(Richieste CTVA del 22/12/2011 Prot. CTVA/2011/4534 e del 16/03/2012 Prot. CTVA/2012/1012)

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A.

SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A.

COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L.

SACYR S.A.U.

ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD

A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE

PRO-GEO HiPro
progettazione geotecnica *ingegneria*

Prof. Ing. G. Umiltà
Ordine Ing. Palermo n°1729



Ing. E. Pagani
Ordine Ing. Milano n°15408

IL CONTRAENTE GENERALE
PROJECT MANAGER
(Ing. P.P. Marcheselli)

STRETTO DI MESSINA
Direttore Generale
Ing. G. Fiammenghi

STRETTO DI MESSINA
Amministratore Delegato
Dott. P. Ciucci

Firmato digitalmente ai sensi dell' "Art.21 del D.Lgs. 82/2005"

Unità Funzionale COLLEGAMENTI VERSANTE SICILIA

Tipo di sistema CANTIERI

Raggruppamento di opere/attività SITI DI RECUPERO AMBIENTALE

Opera - tratto d'opera - parte d'opera TORRENTE SENIA

Titolo del documento RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

CZV0775_F0

CODICE

C G 0 0 0 0 P R G V S C Z C 4 S D 0 0 0 0 0 1 F 0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	08/06/2012	Emissione finale	DICA	E.FOTI	G. UMITA'

NOME DEL FILE: CZV0775_F0

revisione interna: __



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE (DICA)

CONVENZIONE TRA LA SOCIETA' EUROLINK S.C.p.A. E IL DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA



*Studi propedeutici relativi alla possibilità di impiego dei materiali di scavo
per il ripascimento delle coste e analisi rischio idraulico dei bacini
interessati dalle opere previste nel Progetto Definitivo del Collegamento
Stabile dello Stretto di Messina sul versante Sicilia*

TORRENTE SENIA – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Il Responsabile Scientifico
(Prof. Ing. Enrico FOTI)

Il Direttore del DICA
(Prof. Ing. Enrico FOTI)

Catania, Maggio 2012

INDICE

1	Premessa.....	3
2	Descrizione del torrente Senia.....	4
2.1	Generalità e indicazioni del P.A.I.....	4
2.2	Analisi dello stato dei luoghi in condizioni ante-operam.....	5
3	Analisi idrologica del torrente Senia.....	10
3.1	Caratteristiche morfologiche e idrologiche del bacino.....	10
3.2	Analisi delle piogge intense.....	10
3.3	Stima delle portate al colmo per vari tempi di ritorno.....	12
4	Modellazione idraulica del Torrente Senia in condizioni ante- operam.....	14
4.1	Simulazione del torrente Senia in condizioni ante-operam.....	14
4.2	Criticità rilevate sul Torrente Senia in condizioni ante-operam.....	18
5	Modellazione idraulica del Torrente Senia in condizioni post-operam.....	20
5.1	Opere previste da progetto.....	20
5.2	Simulazione del torrente Senia in condizioni post-operam.....	22
6	Analisi dei risultati e conclusioni.....	36
	Bibliografia.....	38
	Appendice A – Tabelle riassuntive dei parametri idraulici delle simulazioni effettuate ante-operam.....	39
	Appendice B – Tabelle riassuntive dei parametri idraulici delle simulazioni effettuate post-operam.....	43
	Appendice C–Quaderno delle sezioni ante-operam.....	59
	Appendice D–Quaderno delle sezioni post-operam.....	78

1 Premessa

Il territorio della Provincia di Messina è particolarmente esposto al rischio idraulico, come purtroppo anche testimoniato dall'alluvione del 1° ottobre 2009, che ha prodotto 37 vittime, oltre a ingentissimi danni, nonché dalle più recenti alluvioni del 1° marzo 2011 e, da ultimo, dall'alluvione del 22 novembre 2011, che ha causato 3 vittime.

In un territorio come quello sopra menzionato ogni nuova opera civile che si intende realizzare deve essere pensata, progettata e realizzata non solo nell'ottica delle funzioni che essa dovrà assolvere, ma anche come occasione ed opportunità per migliorare le condizioni di criticità esistenti.

In tale contesto, la EUROLINK SCpA ha chiesto la collaborazione del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA) dell'Università degli Studi di Catania, al fine di ottenere contributi metodologici nell'ambito del progetto definitivo delle opere di collegamento al ponte sullo stretto di Messina che insistono sul versante siciliano.

Gli studi condotti dal DICA sono stati rivolti alla valutazione del rischio idraulico per i torrenti che sono attraversati dalle opere di collegamento o per quelli in cui si prevede la realizzazione dei Siti di Recupero Ambientale (SRA) in aree prossime ai torrenti stessi.

La presente relazione illustra gli studi idrologici e idraulici condotti con riferimento al torrente Senia, nel cui bacino è prevista la realizzazione di un sito di recupero ambientale, denominato SRA4, e di varie opere idrauliche disposte sul torrente stesso finalizzate alla riduzione del rischio idraulico delle zone urbanizzate limitrofe.

Le verifiche idrauliche del torrente Senia e delle opere previste in progetto sono state condotte mediante simulazioni numeriche condotte con il software Hec-Ras.

2 Descrizione del torrente Senia

2.1 Generalità e indicazioni del P.A.I.

Il torrente Senia separa il Comune di Venetico, localizzato a Ovest del torrente, e il Comune di Valdina, localizzato a Est del torrente, nel territorio della provincia di Messina, con sbocco sul Mare Tirreno. Il torrente Senia si sviluppa per circa 5.1 km all'interno di un bacino di estensione pari 3.42 km² (quota massima dell'asta a 333 m s.l.m.m.) e sbocca nel Mare Tirreno. Come si evince dalla Figura 2.1, il bacino fa parte di un gruppo di bacini minori delimitati in destra idraulica dal bacino del torrente Saponara e in sinistra idraulica dal bacino del torrente Niceto.

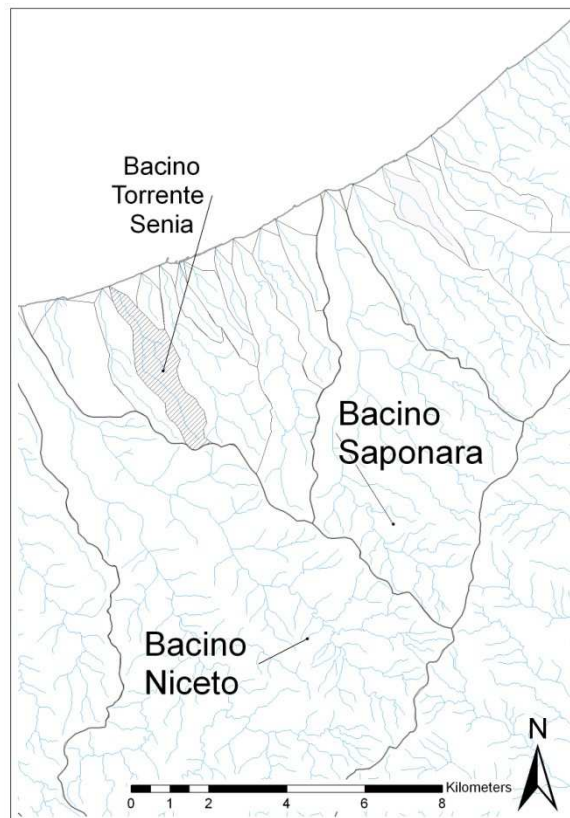


Figura 2.1 Bacino del Torrente Senia.

Il bacino del Torrente Senia è descritto all'interno del P.A.I Regione Sicilia - 1° Aggiornamento "Puntuale" CTR n. 588130. In particolare, il P.A.I. non indica aree potenzialmente inondabili per la zona compresa tra il bacino del torrente Saponara e il bacino Niceto all'interno del comune di Valdina, mentre all'interno del comune di Venetico viene indicato un sito di attenzione relativo al torrente Beviola localizzato a Nord del Comune stesso.

In Figura 2.2 si mostra uno stralcio della carta della pericolosità idraulica per fenomeni di

esondazione relativa alla zona prossima al torrente Senia che conferma l'assenza di aree potenzialmente inondabili così come individuate dal PAI. E' da rilevare, tuttavia, che le indicazioni del P.A.I. sono spesso frutto di analisi speditive e che, pertanto, appare opportuna una verifica attraverso metodologie più di dettaglio.



Figura 2.2 Stralcio carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione. (Fonte: P.A.I - 1° Aggiornamento "Puntuale" CTR n. 588130).

2.2 Analisi dello stato dei luoghi in condizioni ante-operam

Nel seguito si descrive lo stato dei luoghi del torrente Senia, così come rilevato durante il sopralluogo effettuato dal personale DICA in data 21/02/2012. Durante detto sopralluogo sono state rilevate le caratteristiche della maggior parte dei manufatti idraulici presenti lungo il corso d'acqua, e in particolare di quelli presenti nel tratto vallivo, maggiormente interessato da insediamenti urbani e produttivi. Le informazioni sui manufatti idraulici

desunte dal rilievo appena citato sono state integrate con quelle del rilievo topografico eseguito per conto della società EUROLINK S.C.p.A. in data 27/04/2012.

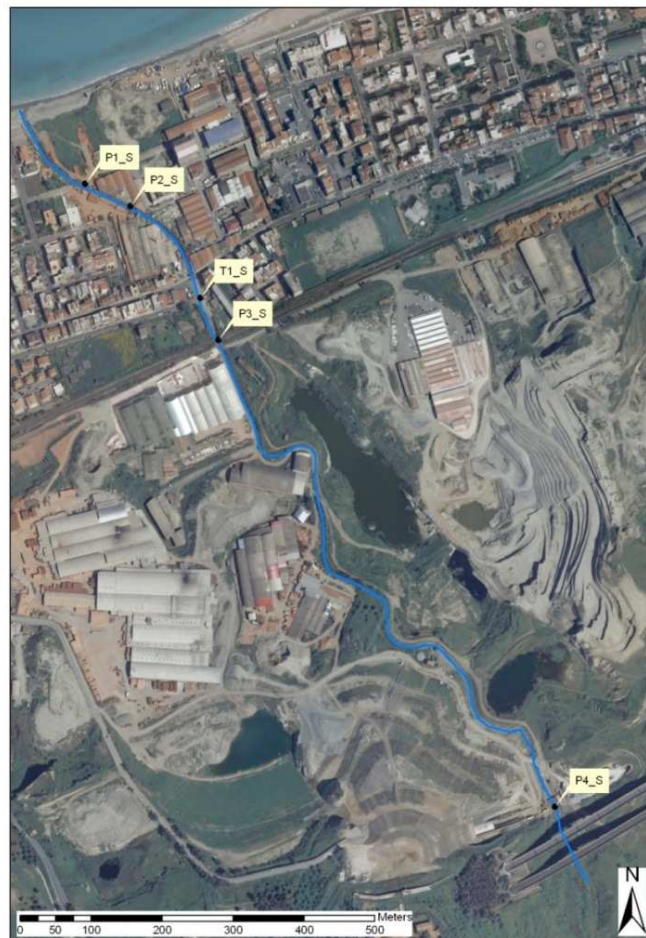


Figura 2.3 Torrente Senia: ubicazione dei manufatti principali.

Si precisa come la descrizione dei luoghi sia stata effettuata procedendo da valle verso monte, ovvero in senso opposto a quello della corrente. Tale scelta è dovuta al fatto che il sopralluogo è stato condotto risalendo il torrente dalla foce verso monte, al fine di meglio focalizzare l'attenzione sulla zona più intensamente urbanizzate ed interessata da manufatti idraulici e di attraversamento.

In figura 2.3 è riportata l'ortofoto del tratto di valle del Torrente Senia, con l'indicazione delle sezioni particolarmente significative interessate dal rilievo e opportunamente codificate. Nel seguito, si farà riferimento a tale codifica per indicare le sezioni, nonché alla documentazione fotografica riportata in calce al presente paragrafo.

In prossimità della foce, ai lati dell'alveo è presente un muro in calcestruzzo (IMG-1), il quale si estende sino al tratto tombinato (IMG-5), in prossimità della strada in Via Nazionale. In tale tratto vi sono due attraversamenti (P1_S, P2_S) mostrati in IMG-3 ,

IMG-4 ad uso interno di una fabbrica di laterizi. Il tratto tombinato (T1_S) si estende per una lunghezza di 50 m. A monte del tombino vi è un attraversamento ferroviario (P3_S) (IMG-7).

Il percorso del torrente prosegue in destra idraulica della sede stradale, in Via Senia (IMG-8), e risale sino al capannone, sito nella parte alta di Via Senia, per poi aggirarlo e proseguire verso una discarica in disuso (IMG-9).

Il tratto di monte è caratterizzato dalla presenza di un alveo sistemato con gabbioni e salti sino all'attraversamento ferroviario (P4_S) (IMG-12).

La Tabella 2.1 riporta le dimensioni dei manufatti rilevati sia durante il sopralluogo effettuato dal DICA, sia sulla base del rilievo topografico commissionato da Eurolink.

Tabella 2.1. Dimensione delle sezioni idrauliche in corrispondenza dei manufatti presenti nel corso d'acqua (rilevati in situ).

Nome	Localizzazione	Altezza [m]	Larghezza [m]
P1_S	Fabbrica laterizi (valle)	2.88	3.89
	Fabbrica laterizi (monte)	2.90	3.72
P2_S	Fabbrica laterizi (valle)	2.49	3.95
	Fabbrica laterizi (monte)	2.59	4.19
T1_S	Via Nazionale (valle)	2.74	4.00
	Via Valdina (monte)	1.71	2.96
P3_S	Ferrovia(valle)	3.89	6.29
	Ferrovia(monte)	3.90	6.40
P4_S	Ferrovia Nuova(valle)	5.73	14.54
	Ferrovia Nuova(monte)	5.70	14.51



IMG-1



IMG-1



IMG-3



IMG-4



IMG-5



IMG-6



IMG-7



IMG-8



IMG-9



IMG-10



IMG-11



IMG-12

3 Analisi idrologica del torrente Senia

3.1 Caratteristiche morfologiche e idrologiche del bacino

Considerate le modeste dimensioni del bacino in oggetto, le analisi idrologiche sono state effettuate con riferimento alla sezione di chiusura posta alla foce del torrente.

Al fine di determinare i tempi di corrivazione t_c in corrispondenza di tale sezione, si è proceduto ad una valutazione delle caratteristiche morfometriche, riportate in Tabella 3.1 (in cui A [km²] è l'area del bacino, L [km] è la lunghezza dell'asta, i è la pendenza dell'asta). Nella stessa tabella sono inoltre riportati: la velocità fittizia v_f , stimata da tabelle di letteratura, ed i tempi di corrivazione t_c , ottenuti come media dei risultati delle seguenti formule:

$$t_c = 0.066 \cdot \frac{L^{0.77}}{i^{0.385}} \quad (\text{Kirpich})$$

$$t_c = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i}} \quad (\text{Pezzoli})$$

$$t_c = \frac{L}{v_f} \quad (\text{Velocità fittizia})$$

$$t_c = \frac{0.108}{\sqrt{i}} (AL)^{1/3} \quad (\text{Pasini})$$

$$t_c = 0.1272 \sqrt{\frac{A}{i}} \quad (\text{Ventura})$$

$$t_c = 0.3716A^{0.6} \quad (\text{Di Stefano e Ferro})$$

Tabella 3.1. Caratteristiche morfometriche del bacino del torrente Senia, velocità fittizia e tempo di corrivazione relativo alla foce del torrente.

Sezione	A	L	i	v_f	t_c
	[km ²]	[km]	[%]	[m/s]	[ore]
Foce	3.42	5.1	6.5	1.5	0.90

3.2 Analisi delle piogge intense

Le stazioni pluviometriche in prossimità del bacino di interesse, per cui si dispone di serie di dati di lunghezza significativa, sono: Milazzo, Monforte S. G. e Calvaruso della Rete Osservatorio delle Acque della Regione Sicilia (ODA). Da un'analisi dell'influenza di

tali stazioni (tramite il metodo Inverse Distance Weighted) sull'area d'interesse, si può desumere che la stazione di Milazzo ha peso trascurabile. E' stata quindi effettuata un'analisi delle precipitazioni intense basate sulle registrazioni effettuate alle stazioni pluviometriche Monforte S. G. e Calvaruso. Per tali stazioni si hanno a disposizione i dati dei massimi annuali di precipitazione per le durate 1, 3, 6, 12 e 24 ore, per i periodi riportati nella Tabella 3.II.

Tabella 3.II. Stazioni pluviometriche considerate per l'analisi delle piogge intense del bacino del torrente Senia.

Codice ODA	Nome	Quota [m s.m.m.]	Attiva	Anno inizio	Anno fine	N° Oss.
10	Calvaruso	135	no	1972	2002	16
40	Monforte S. G.	320	no	1971	2002	31

A tali serie di dati sono stati adattati vari modelli probabilistici (Gumbel, Generalized Extreme Value, Gumbel Scala Invariante e GEV Scala Invariante). Con riferimento a quest'ultima metodologia, alla luce del ridotto tempo di corrivazione, l'invarianza di scala è stata ipotizzata per l'intervallo di durata 1-6 ore.

Il modello GEV Scala Invariante è quello che meglio si presta ad interpretare i dati, come risulta dai test statistici applicati e dall'esame dei grafici di Figura 3.1.

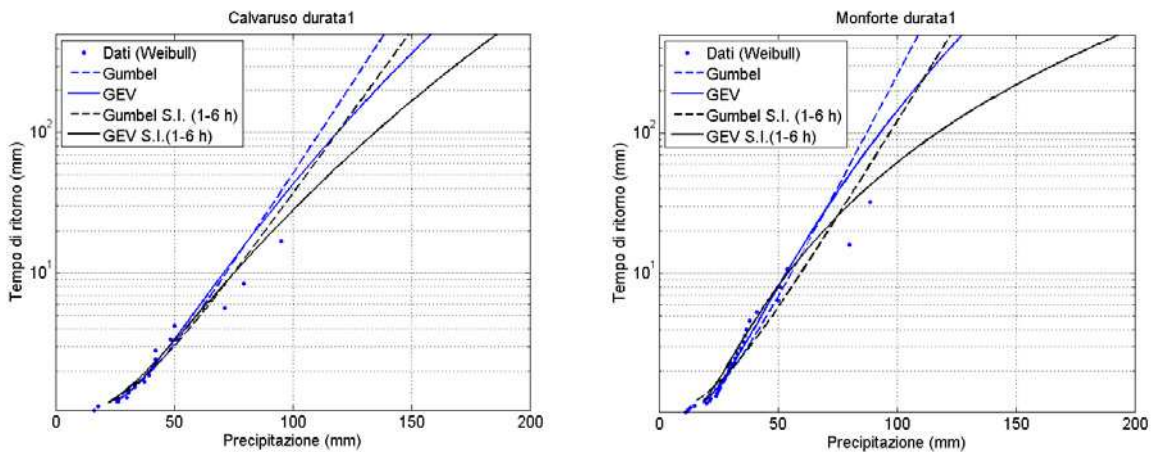


Figura 3.1 Bontà di adattamento di varie distribuzioni di probabilità ai massimi annuali di durata un'ora.

Per le curve di probabilità pluviometrica è stata utilizzata la seguente espressione monomia

$$h=at^n$$

essendo h l'altezza di pioggia in mm, t la durata in ore e a ed n parametri dipendenti dal tempo di ritorno.

Dal modello GEV Scala Invariante risultano i valori del parametro a delle curve di probabilità pluviometrica riportati in Tabella 3.III, per vari tempi di ritorno. Per il calcolo delle portate al colmo è stato impiegato il valore di media pesata tra le precipitazioni relative alle singole stazioni, secondo i pesi (determinati tramite spazializzazione IDW) riportati nella stessa tabella.

Tabella 3.III. Parametro a delle curve di probabilità pluviometrica per vari tempi di ritorno

Stazione	PESO	Tempo di ritorno (anni)							
		2	10	20	30	50	100	200	300
Calvaruso	0.44	38.19	75.23	91.70	101.83	115.20	134.58	155.54	168.60
Monforte S.G.	0.56	27.27	54.15	69.05	79.16	93.66	117.06	145.68	165.31
Media pesata		32.07	63.43	79.02	89.13	103.14	124.77	150.02	166.76

Poiché il tempo di corrivazione è risultato inferiore all'ora, per l'esponente n è stato considerato, per tutti i tempi di ritorno, il valore 0.386 (Ferro, 2002), determinato in esito a una analisi delle precipitazioni intense di breve durata in Sicilia.

3.3 Stima delle portate al colmo per vari tempi di ritorno

Le portate al colmo Q_c per vari tempi di ritorno sono state stimate attraverso la formula di Turazza:

$$Q_c = \frac{ChA}{3.6t_c} = \frac{Cat_c^{n-1}A}{3.6}$$

in cui A è l'estensione del bacino in km^2 , C il coefficiente di deflusso e t_c il tempo di corrivazione in ore. Per il coefficiente di deflusso C è stato scelto un valore cautelativo pari a 0.80.

Le portate ottenute in corrispondenza della foce sono riportate in Tabella 3.IV.

Tabella 3.IV. Portate al colmo alla foce del torrente Senia per vari tempi di ritorno.

Tempo di ritorno (anni)								
	2	10	20	30	50	100	200	300
Q [m³/s]	26.01	51.43	64.07	72.27	83.63	101.17	121.64	135.21

4 Modellazione idraulica del Torrente Senia in condizioni ante-operam

4.1 Simulazione del torrente Senia in condizioni ante-operam

La simulazione idraulica delle portate di piena all'interno del corso d'acqua è stata effettuata mediante il modello numerico unidimensionale HEC-RAS in condizioni di moto permanente, più cautelative rispetto a quelle di moto vario. Inoltre, la scelta di utilizzare la modellazione unidimensionale in moto permanente è connessa allo scopo dello studio, con il quale si vogliono che vuole verificare le condizioni di deflusso all'interno dell'alveo del torrente in oggetto e non le eventuali zone interessate da esondazione, nel qual caso sarebbe stato necessario adottare un codice 2D.

Sono stati considerati come input i valori di portata corrispondenti a diversi tempi di ritorno ($T_r=2, 10, 30, 50, 100, 200$ e 300 anni), ricavati dalle analisi idrologiche anzi descritte. Nella Tabella 4.I si riportano i valori di portata considerati.

Tabella 4.I. Valori delle portate per i diversi tempi di ritorno posti a base della modellazione idraulica

Tempo di ritorno [anni]	2	10	20	30	50	100	200	300
Q [m ³ /s]	26.01	51.43	64.07	72.27	83.63	101.17	121.64	135.21

Considerate le caratteristiche del torrente si sono imposte le seguenti condizioni al contorno:

- Altezza sezione di monte: pari all'altezza di moto uniforme;
- Quota del pelo libero alla sezione di valle: pari a 0 m s.l.m.m. (in corrispondenza della foce);
- Tipo di moto: misto (correnti lente e veloci).

Per quanto concerne i coefficienti di Manning n si sono considerate due principali tipologie di fondo e sponde dell'alveo, facendo riferimento ai seguenti valori (Rossi e Salvi, 1986):

- terra in cattive condizioni, corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia: $0.030 \text{ m}^{-1/3}/\text{s}$;
- canali in abbandono con grande vegetazione, corsi d'acqua con alveo in ghiaia e movimento di materiale sul fondo: $0.055 \text{ m}^{-1/3}/\text{s}$.

Ai fini della modellazione idraulica, le informazioni utilizzate sono state estratte dalla planimetria, dal profilo longitudinale e dalle sezioni trasversali al corso d'acqua così

come desunte dai rilievi topografici eseguiti per conto della società EUROLINK S.C.p.A.. Nella Figura 4.1 si riporta il profilo longitudinale del Torrente Senia, in cui si evidenzia la posizione dei manufatti principali, presenti lungo il corso d'acqua e modellati idraulicamente in questa sede.

Dalla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si riporta il profilo del pelo libero del torrente Senia in corrispondenza di portate con tempo di ritorno di 2 anni. Dal profilo si rileva una insufficienza dell'alveo a convogliare tali portate, sia pure di modestissimo tempo di ritorno. In particolare si rileva come il tombino T1_S entri in crisi. Com'è ovvio, le simulazioni effettuate in corrispondenza di portate caratterizzate da tempi di ritorno maggiori (qui non riportate per brevità) confermano tale insufficienza anche in corrispondenza di altre sezioni, come meglio descritto nel seguente paragrafo.

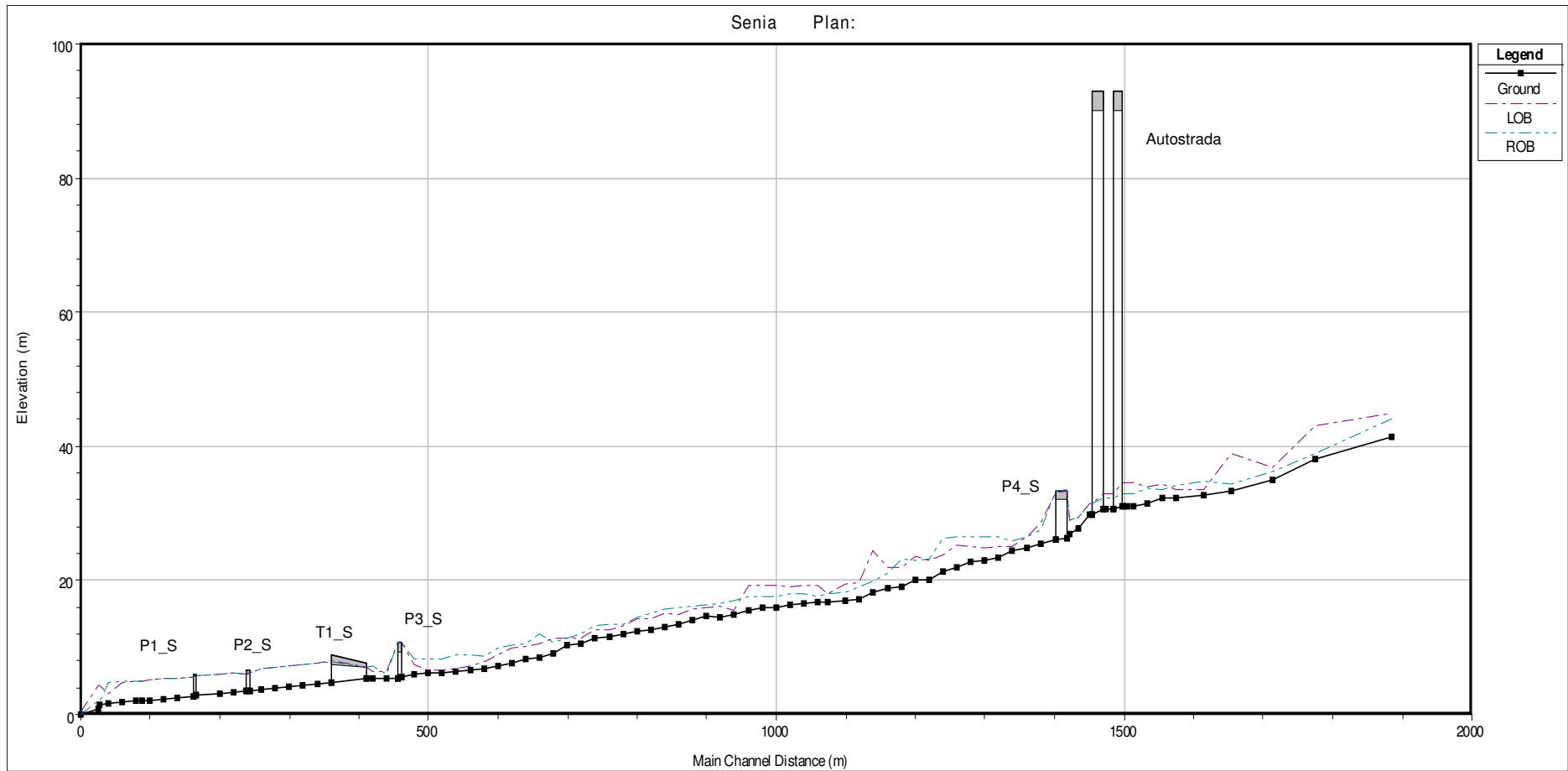


Figura 4.1 Profilo longitudinale del Torrente Senia in condizioni ante- operam.

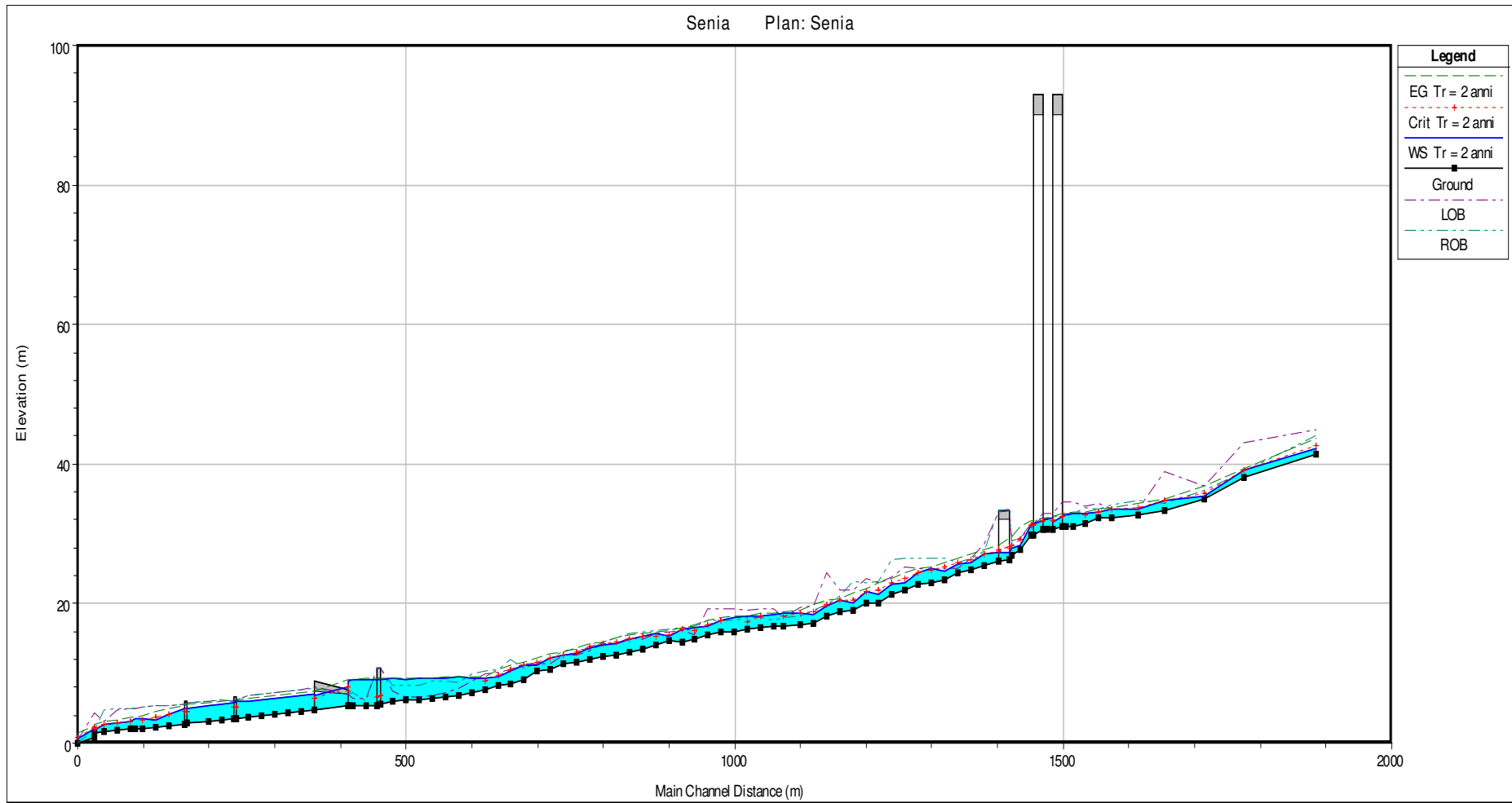


Figura 4.2. – Profilo longitudinale del pelo libero del torrente Senia per un valore di portata di $26.01 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\text{Tr} = 2 \text{ anni}$)

4.2 Criticità rilevate sul Torrente Senia in condizioni ante-operam

Allo stato attuale il tratto vallivo del torrente Senia non è in grado di far transitare all'interno dell'alveo portate con tempi di ritorno elevati. In particolare, il tombino di attraversamento della via Nazionale entra in crisi per portate corrispondenti a tempi di ritorno pari a circa 2 anni, mentre il tratto a valle di esso, che costeggia alcuni opifici, entra in crisi per portate corrispondenti a tempi di ritorno inferiori a 10 anni e comunque non presenta franchi sufficienti per un tempo di ritorno pari a già 2 anni.

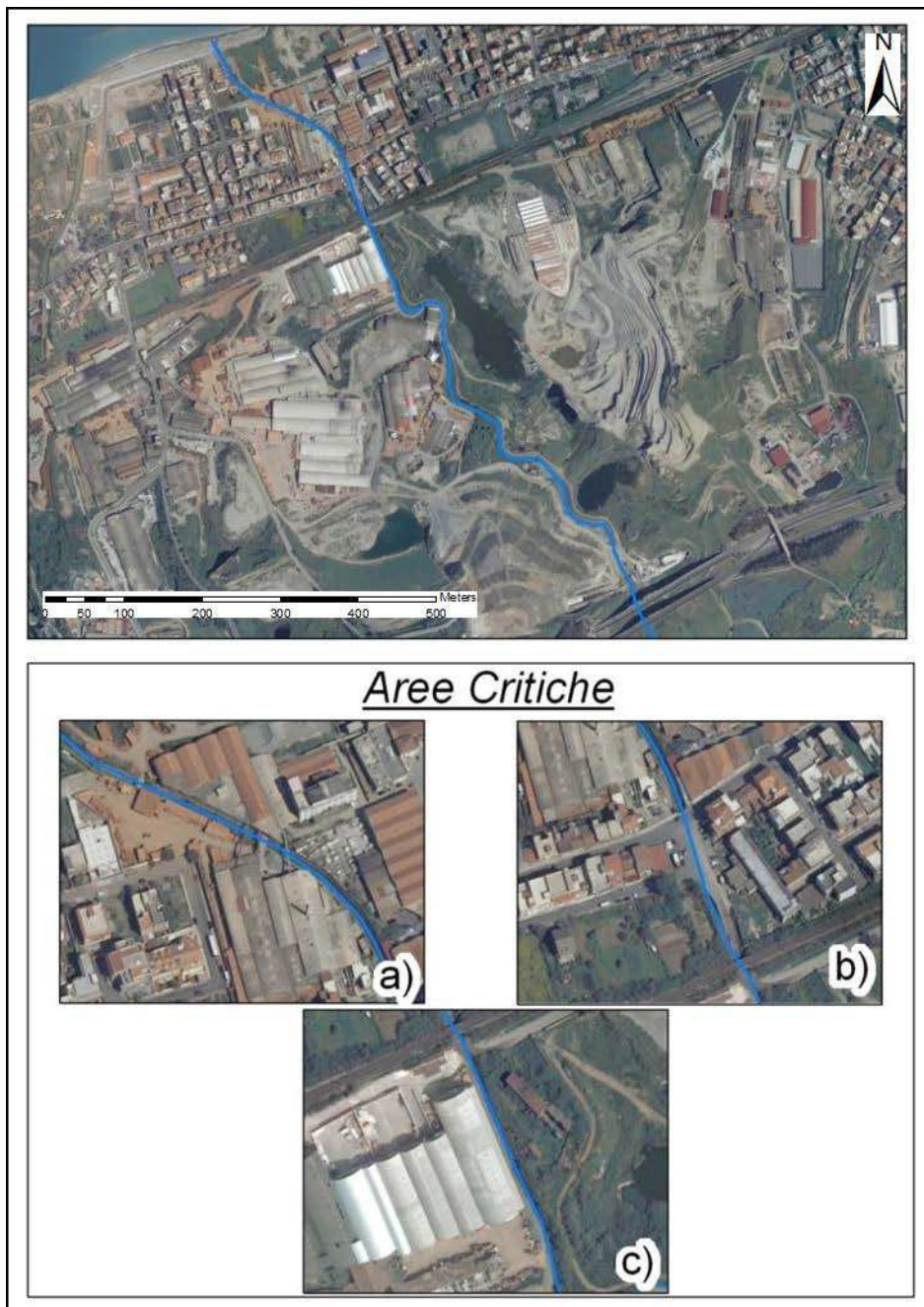


Figura 4.3 Aree critiche del Torrente Senia in condizioni ante-operam

Nella Figura 4.3 sono mostrate le principali aree critiche rilevate nelle simulazioni. In Tabella 4.II sono riassunti i valori di franco valutati in corrispondenza dei singoli manufatti idraulici. In particolare, in rosso sono evidenziati i valori critici del franco, ovvero quelli inferiori a 1 m o "negativi". Questi ultimi indicano, in effetti, l'esonazione del corso d'acqua a causa dell'insufficienza della sezione idraulica disponibile. Inoltre, si sono omessi i valori dei tiranti corrispondenti a tempi di ritorno maggiori di quelli per cui la sezione non verifica, in quanto privi di significato, considerata la natura monodimensionale e permanente della simulazione.

Tabella 4.II.Valori del franco in corrispondenza dei manufatti idraulici e di attraversamento al variare del tempo di ritorno in condizioni ante-operam. I trattini indicano valori dei tiranti corrispondenti a tempi di ritorno maggiori di quelli per cui la sezione non verifica, in quanto privi di significato.

Franco [m]	TR= 2 anni	TR= 10 anni	TR= 20 anni	TR= 30 anni	TR= 50 anni	TR= 100 anni	TR= 200 anni	TR= 300 anni
P4_S	4.74	4.25	3.88	3.78	3.67	3.51	3.34	0.65
P3_S	0.16	-	-	-	-	-	-	-
T1_S	-1.1	-	-	-	-	-	-	-
P2_S	0.23	-	-	-	-	-	-	-
P1_S	0.91	-	-	-	-	-	--	

Dall'analisi della Tabella 4.II si evince che gli attraversamenti manifestano criticità già per un tempo di ritorno di 2 anni, a cui corrisponde una portata di 26.01 m³/s. Solo per l'attraversamento P4_S, in corrispondenza del nuovo tracciato ferroviario, si rilevano delle criticità solo in corrispondenza a tempi di ritorno dell'ordine dei 300 anni.

5 Modellazione idraulica del Torrente Senia in condizioni post-operam

5.1 Opere previste da progetto

Le verifiche idrauliche di seguito riportate si riferiscono alle opere previste sul torrente Caracciolo descritte negli elaborati progettuali prodotti da Progeo e Hipro.

Procedendo da monte verso valle, gli interventi previsti sono i seguenti (vedi Figura 5.1):

- regimentazione corso d'acqua con gabbioni 6.00 m x 2.50 m del tratto di torrente compreso tra l'attraversamento della nuova ferrovia e lo sfioratore previsto da progetto, quest'ultimo posto a 600 m a valle dell'attraversamento della nuova ferrovia.
- realizzazione di uno sfioratore laterale, che permette il deflusso delle acque verso un canale scolmatore;
- regimentazione del corso d'acqua con gabbioni 6.00 m x 2.50 m del tratto compreso fra lo sfioratore laterale e il tombino T1_S.
- demolizione del tombino T1_S esistente e sostituzione con scatolare 5.00 m x 2.00 m;
- rimozione dei sedimenti e ripristino della sezione del canale esistente del tratto a valle del tombino T1_S;

Inoltre si prevede la realizzazione di un canale scolmatore, in uscita dallo sfioratore laterale, che si estende sino allo sbocco in mare a circa 600 metri Est rispetto allo sbocco a mare del torrente Senia. Il canale scolmatore sarà composto da un primo tratto di lunghezza pari a 272 m e dimensioni di 5.00 m x 2.50 m in c.l.s., un secondo tratto di lunghezza pari a 40 m con scatolare in c.a. gettato in opera, di forma rettangolare e di dimensioni pari a 5.00 m x 2.50 m, un terzo tratto di lunghezza pari a 112 m con scatolare in c.a. gettato in opera, di forma rettangolare e di dimensioni pari a 5.00 m x 2.00 m, e infine, da un quarto tratto di lunghezza pari a 273 m con scatolare in c.a. prefabbricato, di forma rettangolare e di dimensioni pari a 5.00 m x 2.00 m.

Il tracciato del canale scolmatore si innesta sull'alveo di un vecchio corso d'acqua, oggi non più alimentato a causa delle alterazioni che il territorio ha subito negli ultimi decenni dovute alla coltivazione di cave di prestito.

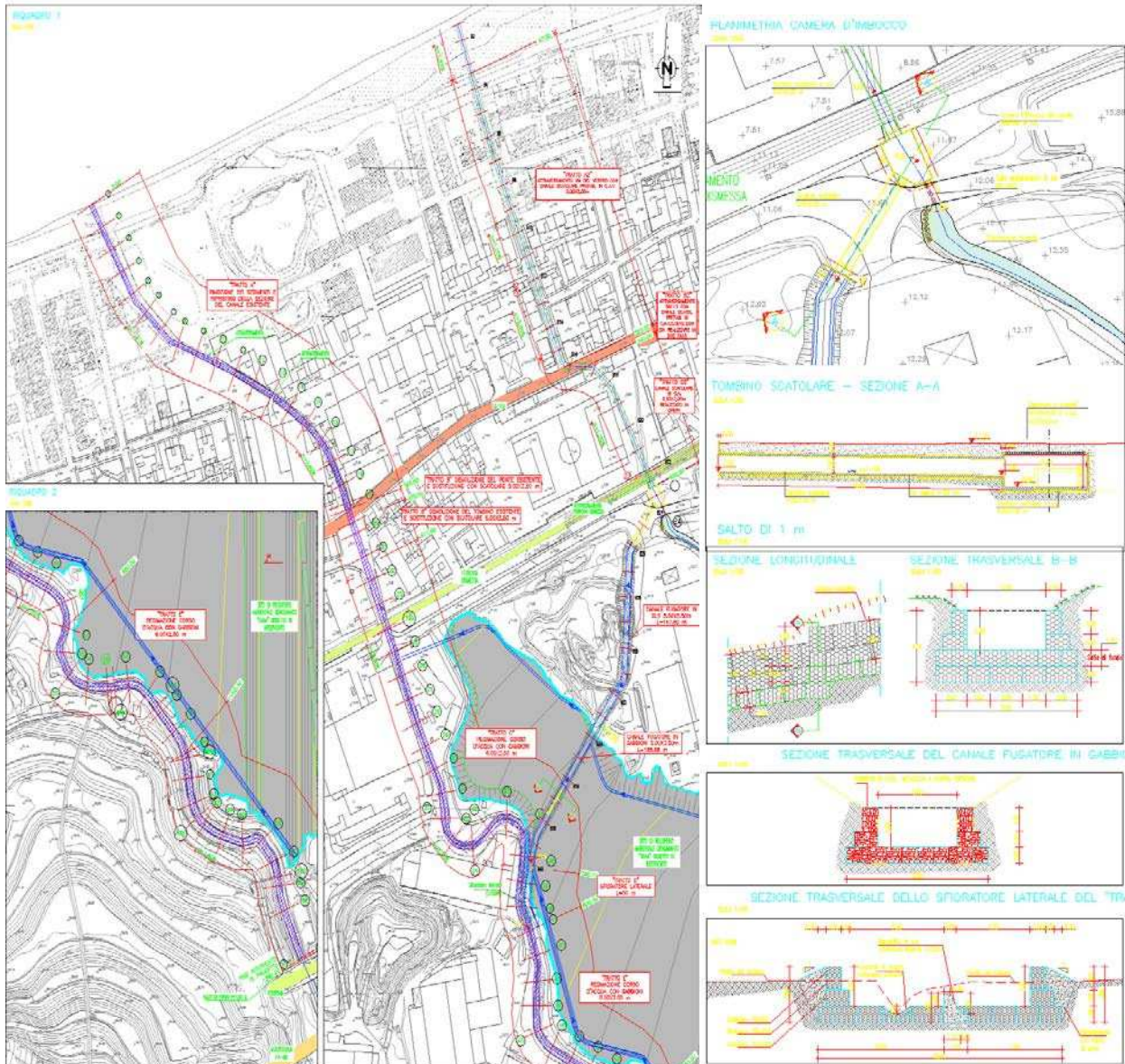


Figura 5.1 Planimetria del canale scolmatore, planimetria e sezione longitudinale della camera di imbocco, sezione trasversale del canale scolmatore e sezione trasversale dello sfioratore.

5.2 Simulazione del torrente Senia in condizioni post-operam

Le verifiche delle opere previste da progetto sono state condotte principalmente mediante il codice Hec-Ras in condizioni di moto permanente, il quale ha permesso di valutare l'interazione del corso d'acqua con i manufatti idraulici previsti da progetto. Sono stati considerati come input i valori di portata corrispondenti a diversi tempi di ritorno ($T_r=2, 10, 50, 100$ e 200 anni), ricavati dalle analisi idrologiche anzi descritte. La portata corrispondente a un tempo di ritorno di 300 anni, a differenza della condizione ante-operam, non è stata considerata, coerentemente con le specifiche tecniche di Ponte sullo Stretto, le quali indicano 200 anni come tempo di ritorno di riferimento per la progettazione di opere fluviali.

Considerate le caratteristiche del torrente si sono imposte le seguenti condizioni al contorno:

- Altezza sezione di monte: pari all'altezza di moto uniforme;
- Quota del pelo libero alla sezione di valle: pari a 0 m s.l.m.m. (in corrispondenza della foce);
- Tipo di moto: misto (correnti lente e veloci).

Per quanto concerne i coefficienti di Manning n si sono considerate quattro principali tipologie di fondo e sponde dell'alveo, facendo riferimento ai seguenti valori (Rossi e Salvi, 1986):

- pareti di cemento in non perfette condizioni, pareti in muratura: $0.015 \text{ m}^{-1/3}/\text{s}$;
- pareti in pietrame $0.018 \text{ m}^{-1/3}/\text{s}$;
- terra in cattive condizioni, corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia: $0.030 \text{ m}^{-1/3}/\text{s}$;
- Canali in abbandono con grande vegetazione, corsi d'acqua con alveo in ghiaia e movimento di materiale sul fondo: $0.055 \text{ m}^{-1/3}/\text{s}$.

Si precisa che nella modellazione del torrente Senia si è tenuto conto dell'azione dello sfioratore. Infatti il software Hec-Ras permette l'inserimento di tali manufatti idraulici definendo le caratteristiche geometriche dello sfioratore stesso. In particolare, si è considerato uno sfioro su soglia larga e un coefficiente di efflusso pari a 0.385 . Inoltre, le portate sfiorate valutate mediante Hec-Ras sono state utilizzate come portata in ingresso per le simulazioni del canale scolmatore. Nella Tabella 5.1 si riportano i valori delle portate fissate come condizione al contorno e le corrispondenti portate sfiorate.

Tabella 5.1.Valori delle portata fissate come condizioni in ingresso alla cassa di espansione e le portate sfiorate al variare del tempo di ritorno.

	Tr=2 anni	Tr=10 anni	Tr=50 anni	Tr=100 anni	Tr=200 anni
Portata in ingresso	26.01	51.43	83	101.17	121.64
Portata sfiorata	0.49	16.88	43.37	60.3	80.15

Nella Figura 5.2 si riporta il profilo longitudinale di progetto per il torrente Senia. Nella Figura 5.3 si riporta il profilo longitudinale di progetto del canale scolmatore.

Dalla Figura 5.4 alla Figura 5.13 si riportano i profili longitudinali dell'andamento della superficie libera ottenuti dalla simulazione, al variare del tempo di ritorno.

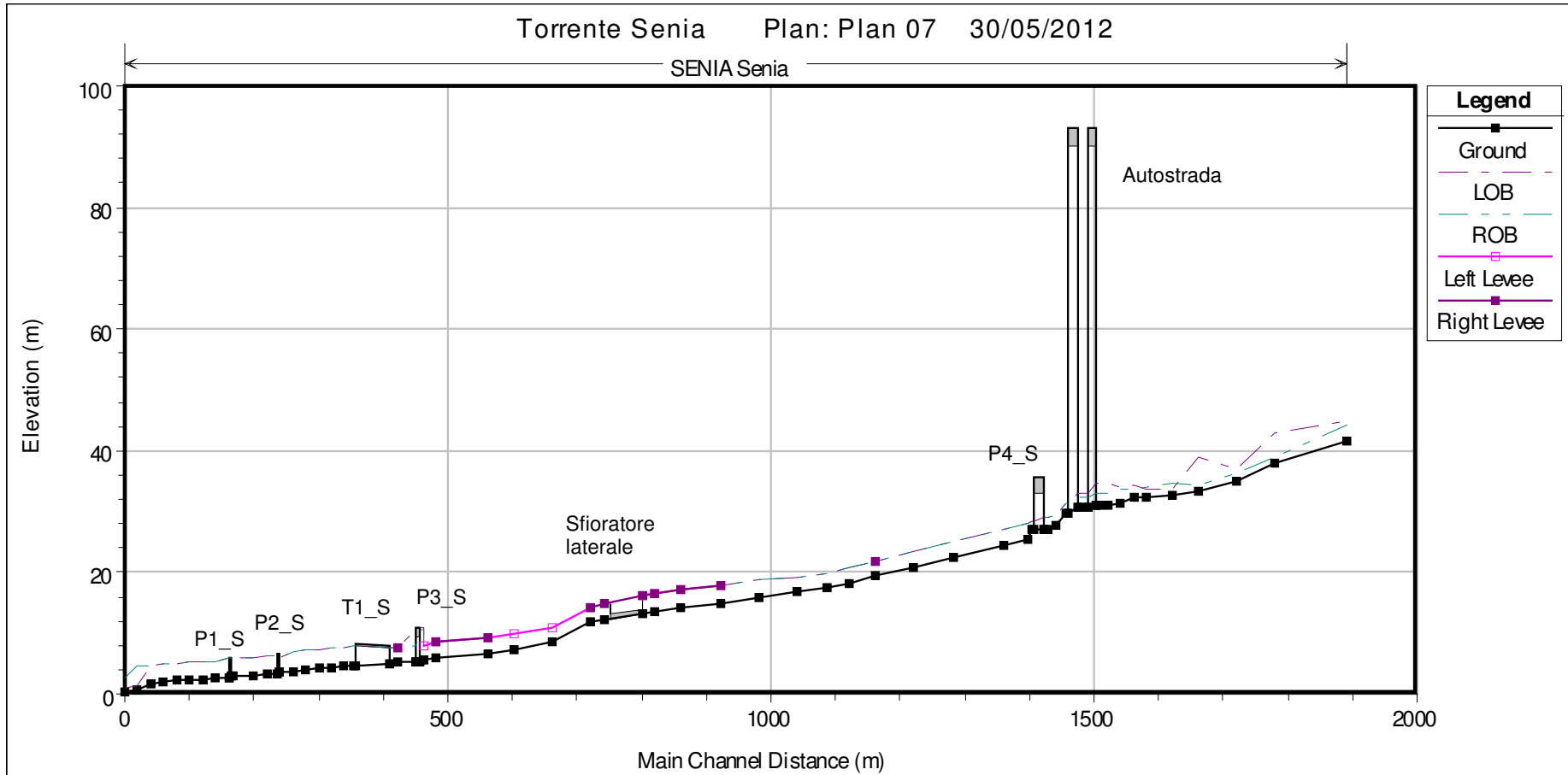


Figura 5.2 Profilo longitudinale di progetto del Torrente Senia utilizzato per la modellazione idraulica (in condizioni post-operam).

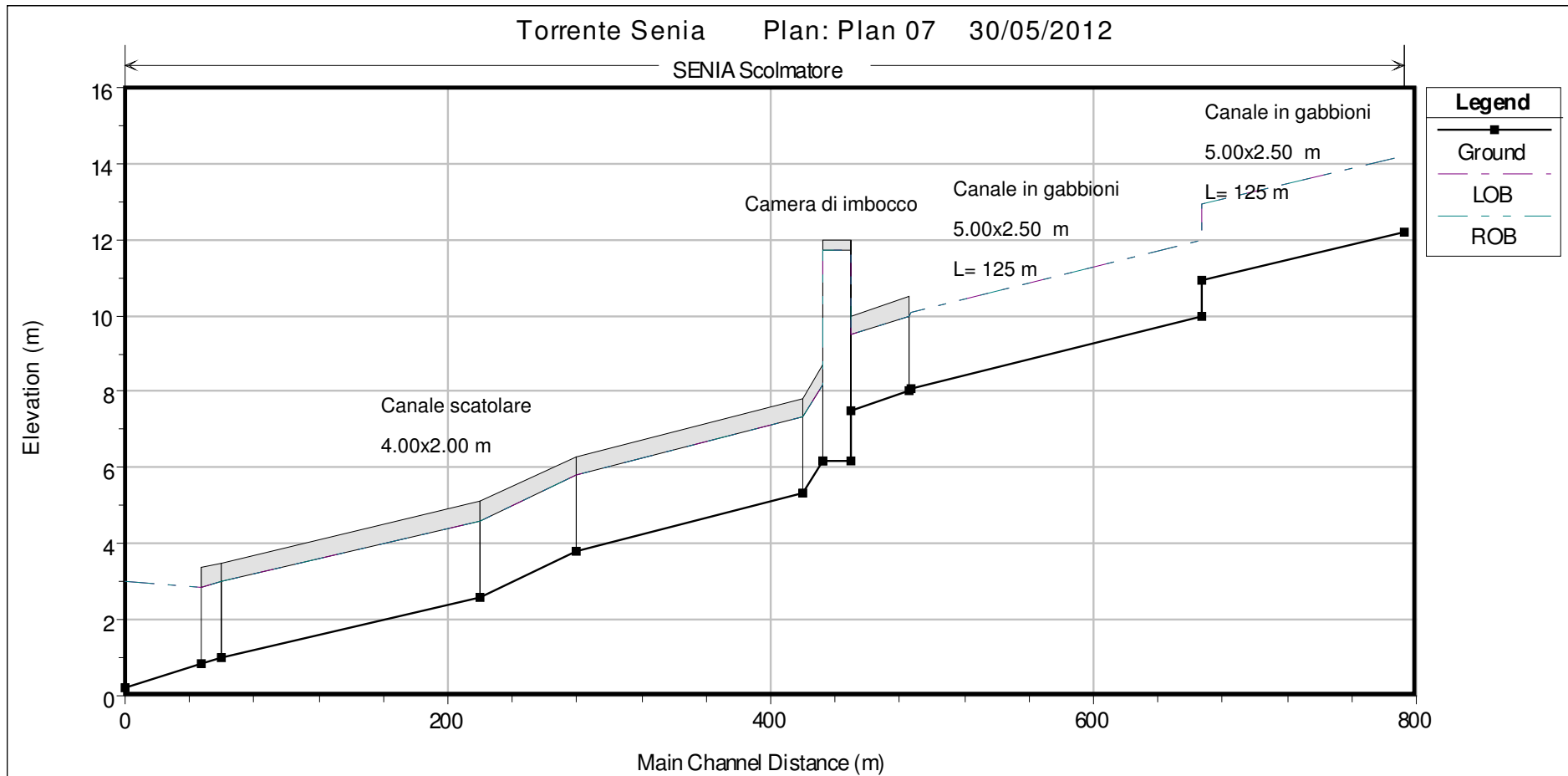


Figura 5.3 Profilo longitudinale di progetto del canale scolmatore utilizzato per la modellazione idraulica (in condizioni post-operam).

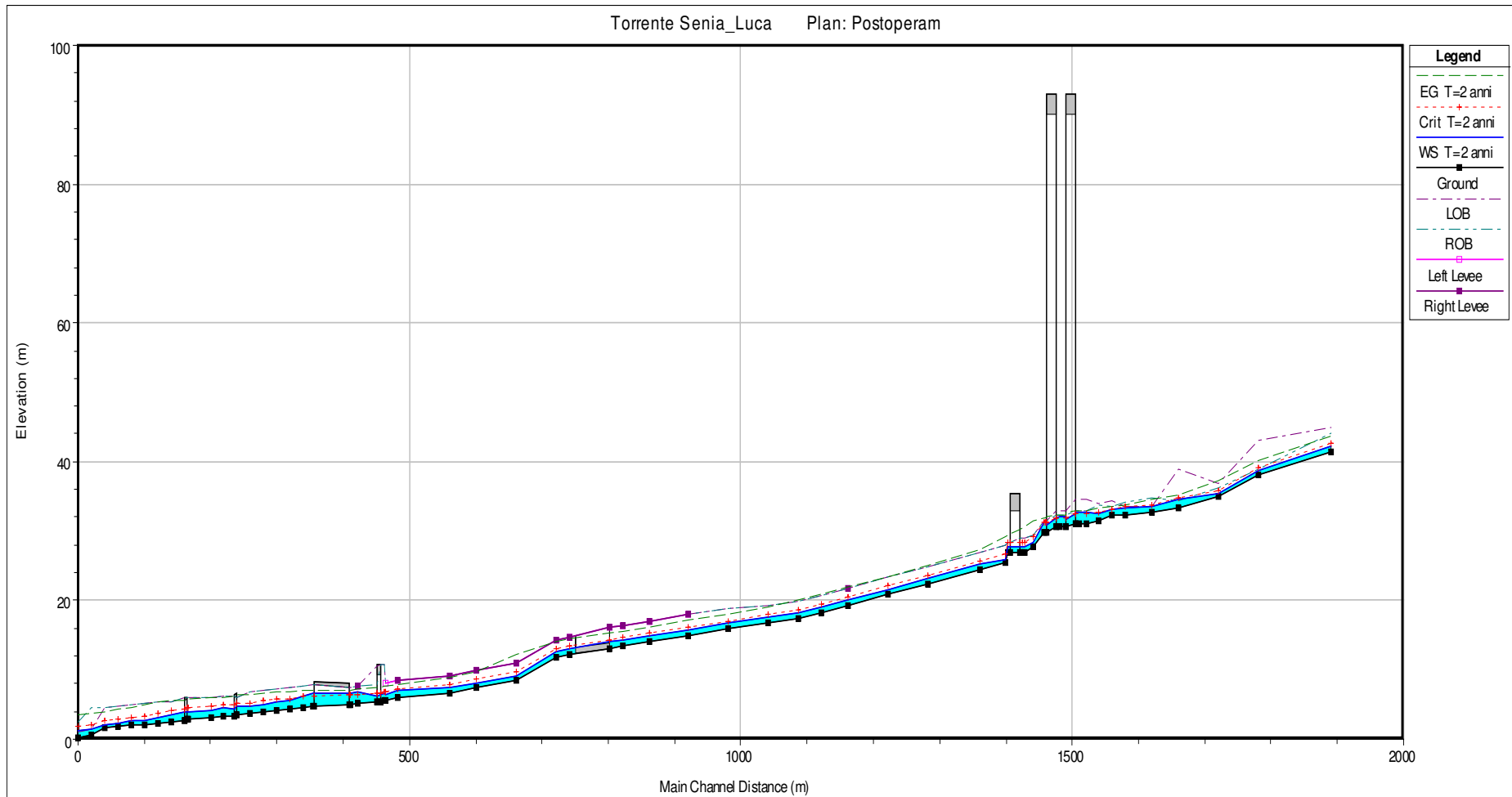


Figura 5.4. – Profilo longitudinale del pelo libero del torrente Senia per $T_r = 2$ anni (condizioni post-operam).

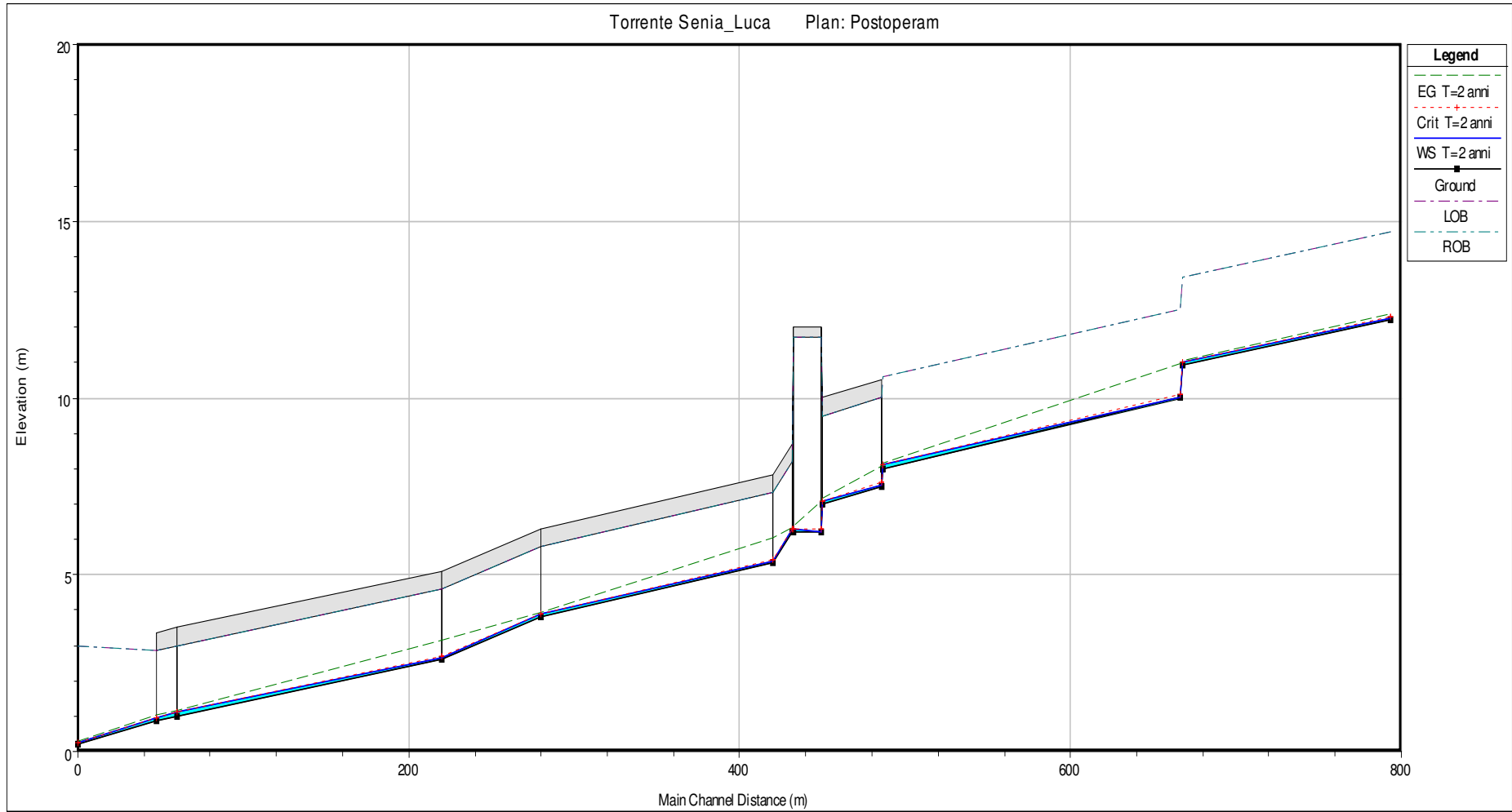


Figura 5.5. – Profilo longitudinale del pelo libero del canale scolmatore per $T_r = 2$ anni (condizioni post-operam).

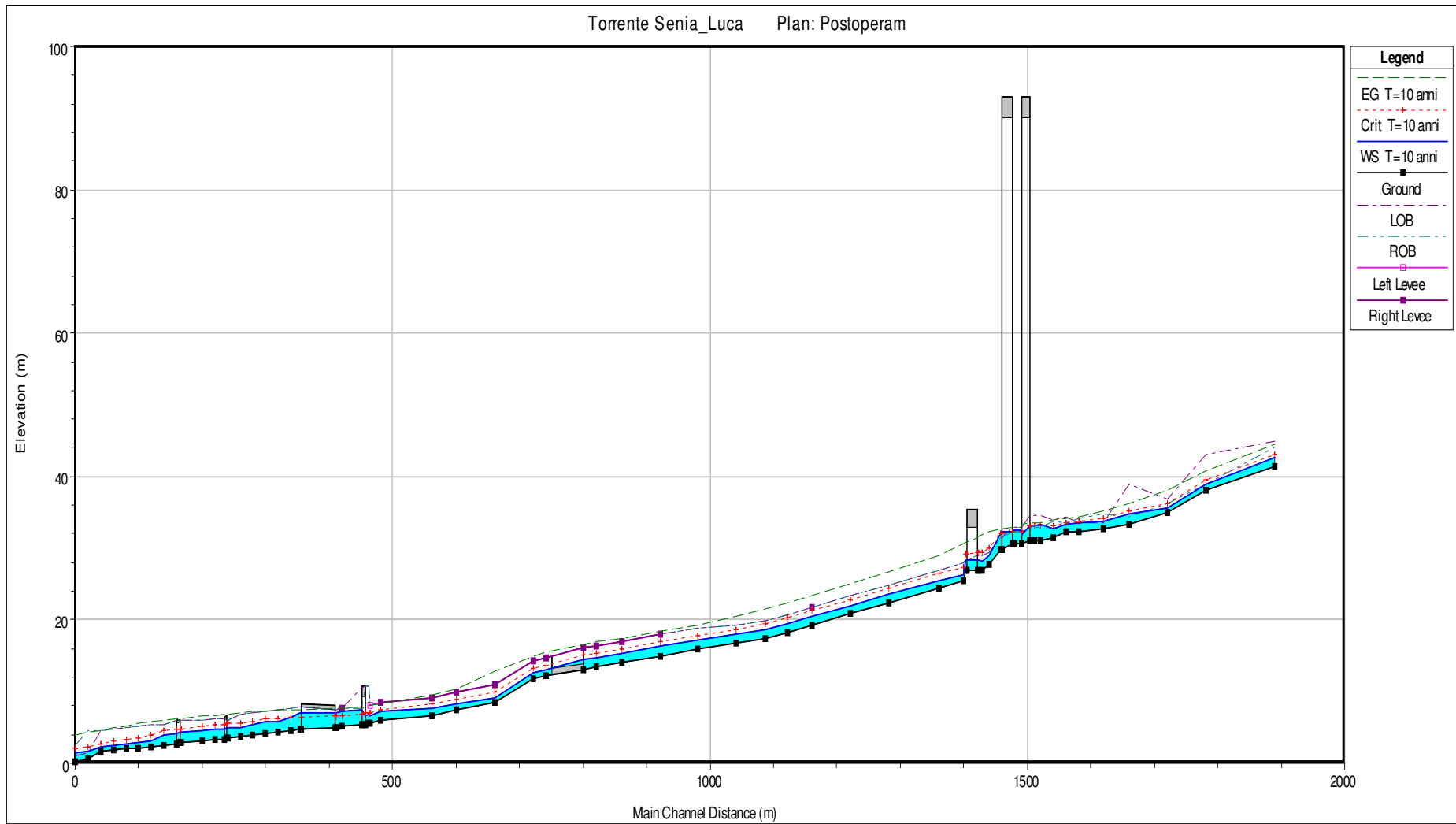


Figura 5.6. – Profilo longitudinale del pelo libero del torrente Senia per $T_r = 10$ anni (condizioni post-operam).

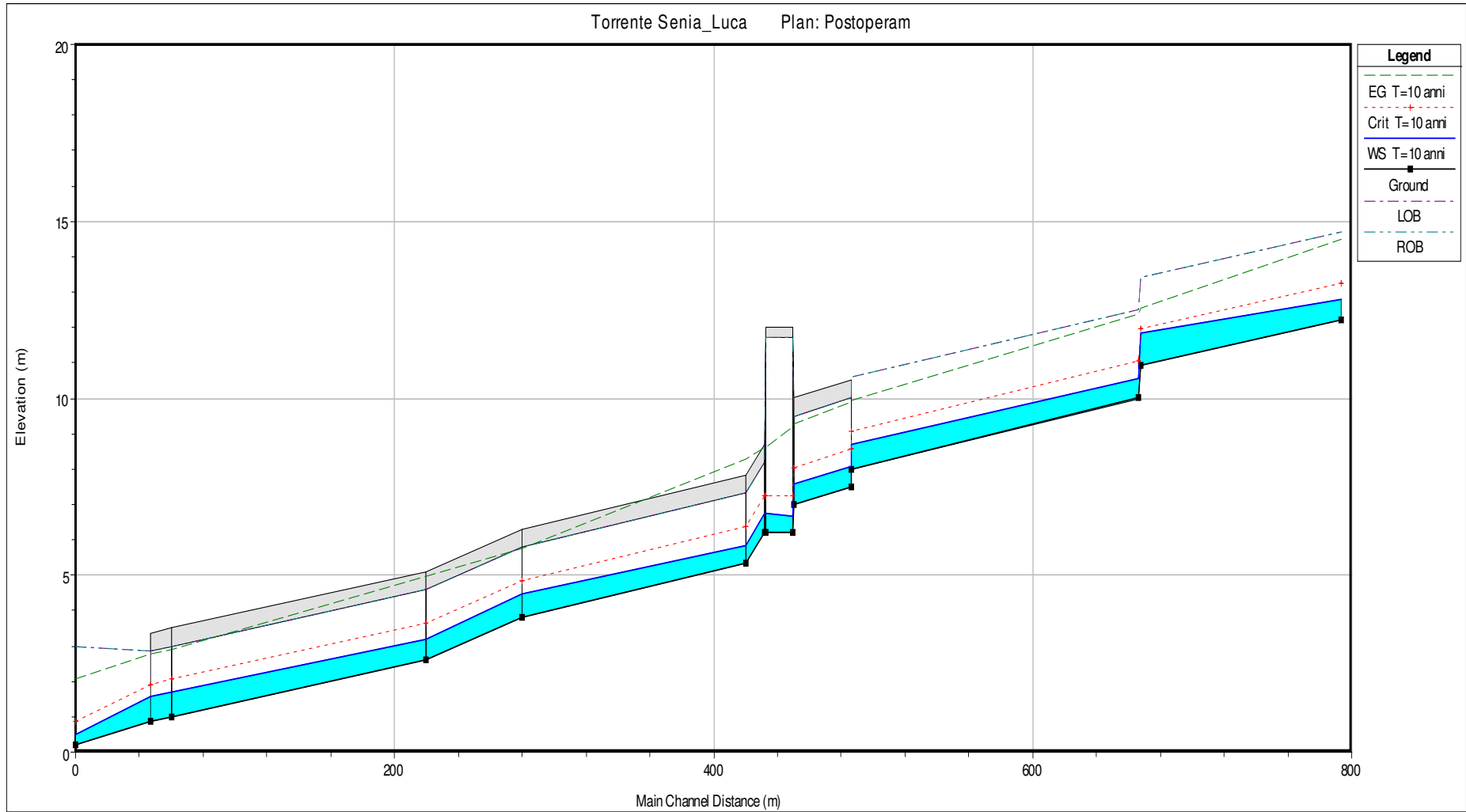


Figura 5.7. – Profilo longitudinale del pelo libero del canale scolmatore per $T_r = 10$ anni (condizioni post-operam).

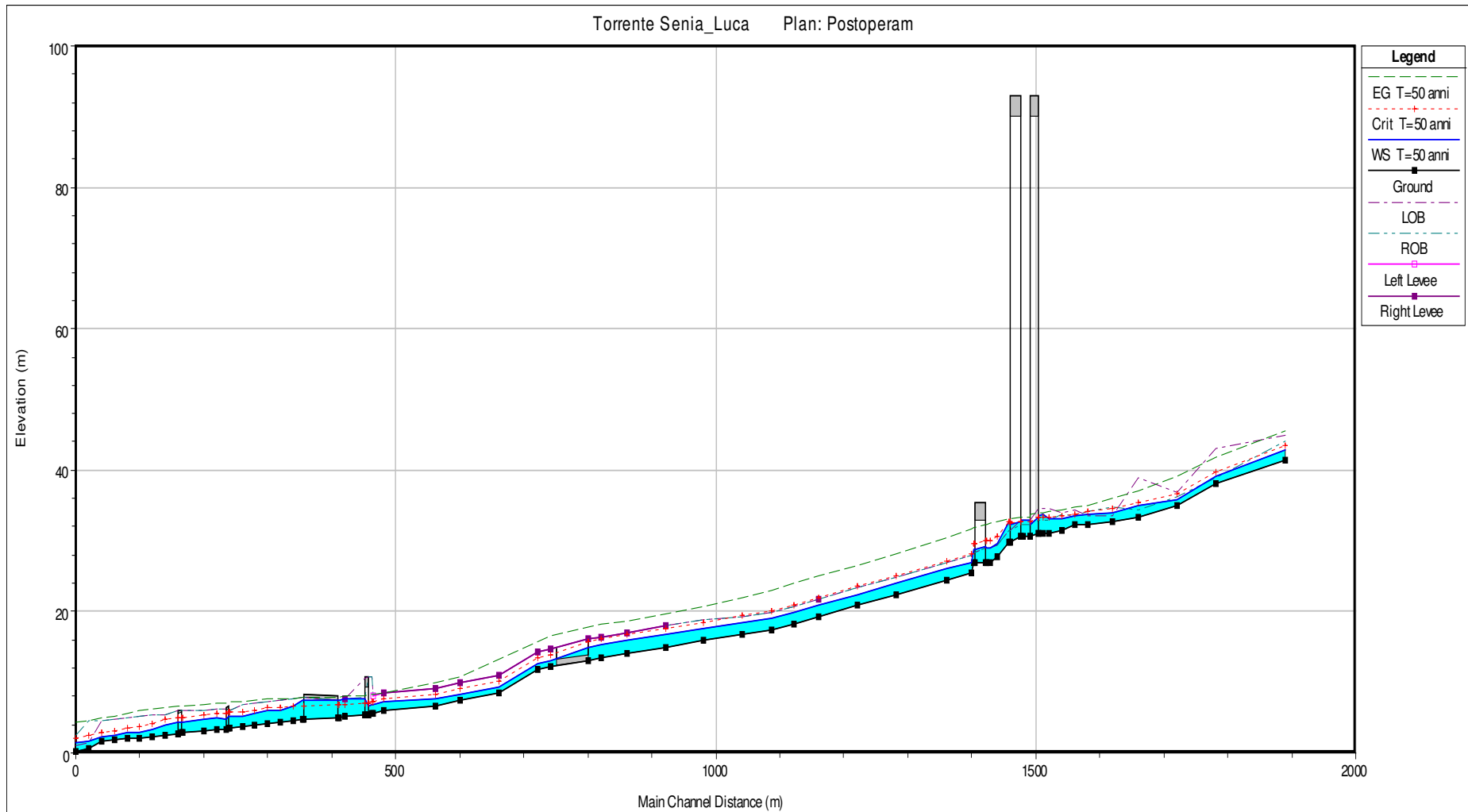


Figura 5.8. – Profilo longitudinale del pelo libero del torrente Senia per $T_r = 50$ anni (condizioni post-operam).

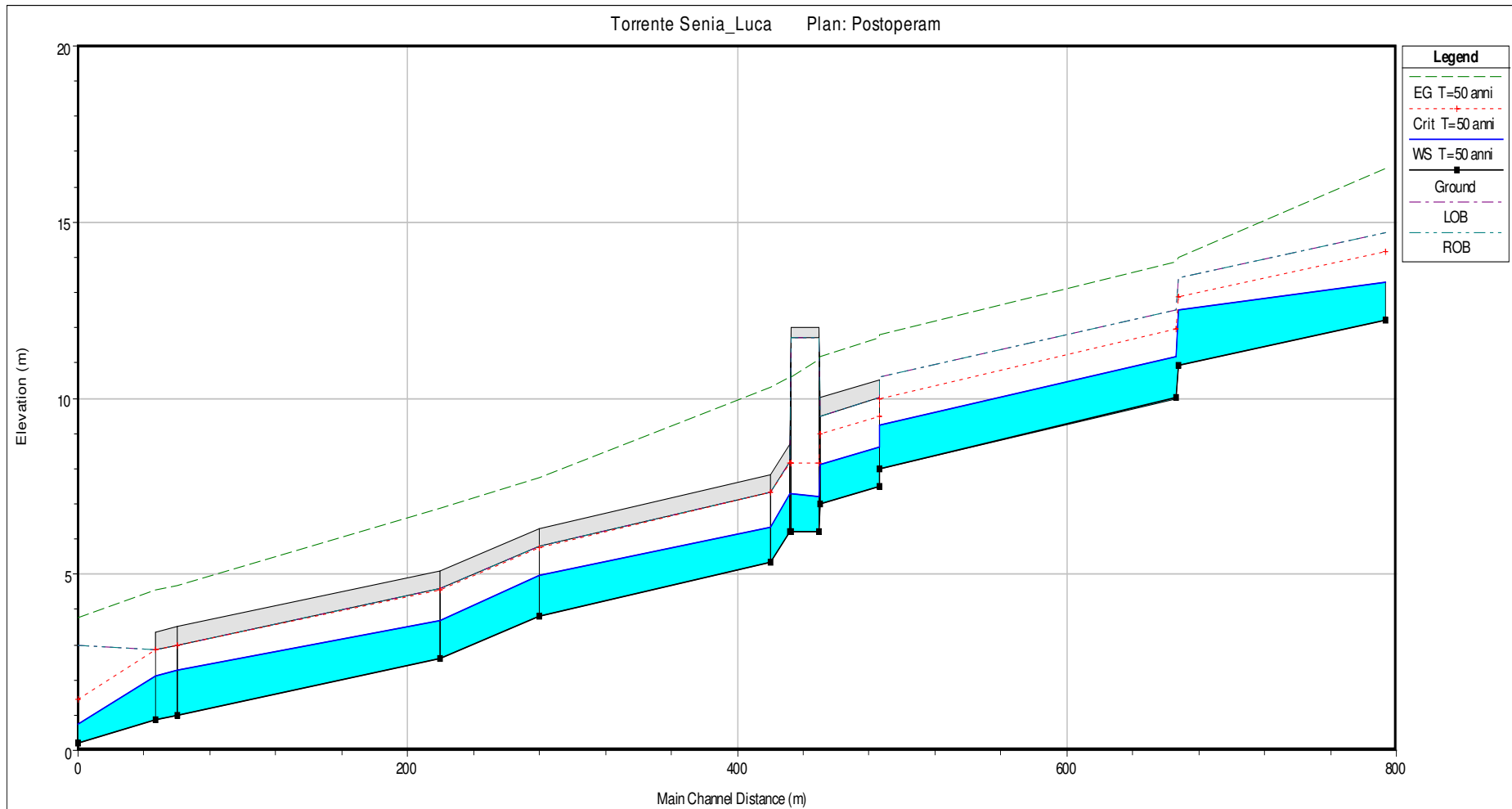


Figura 5.9. – Profilo longitudinale del pelo libero del canale scolmatore per $T_r = 50$ anni (condizioni post-operam).

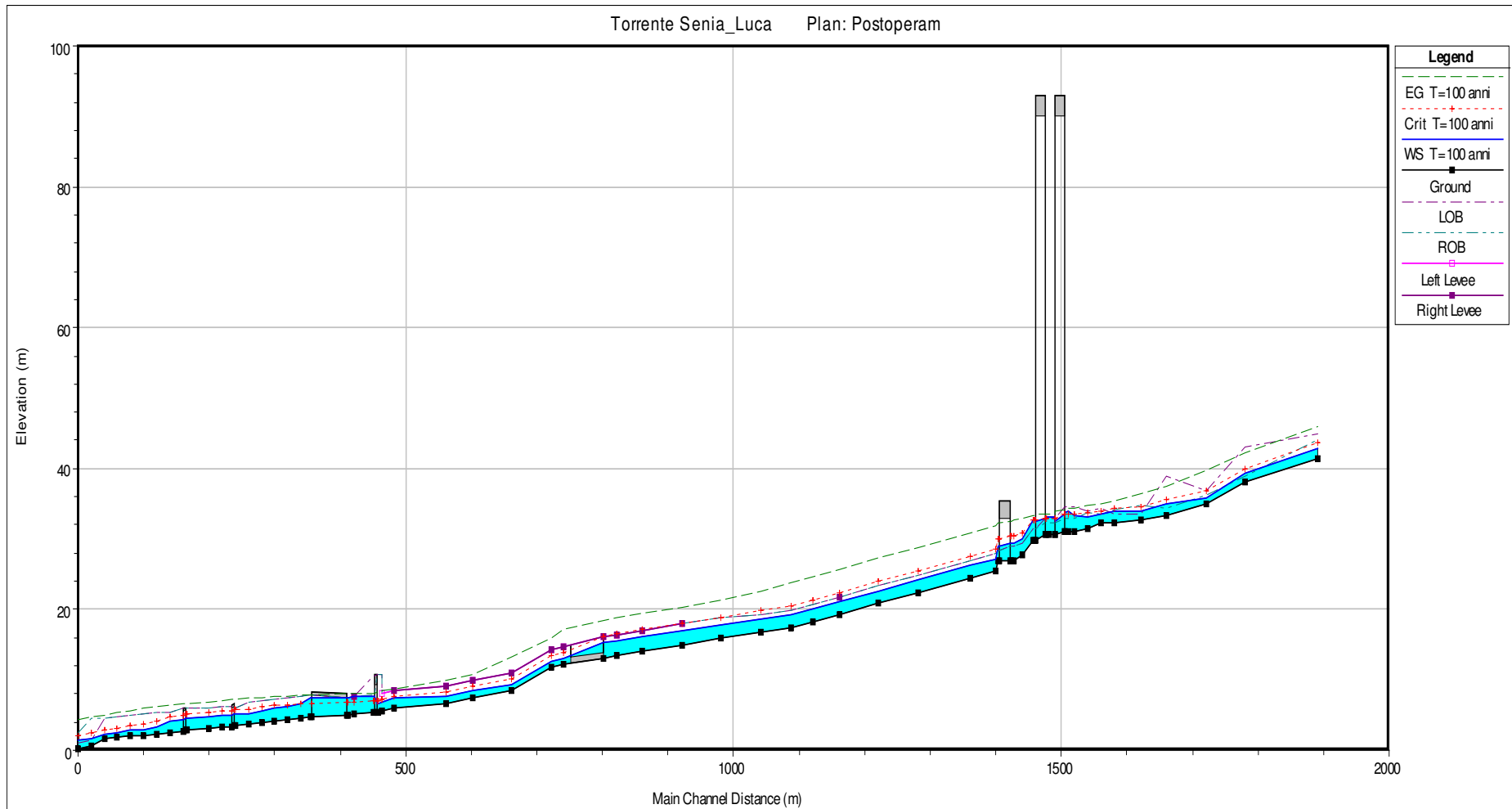


Figura 5.10. – Profilo longitudinale del pelo libero del torrente Senia per $T_r = 100$ anni (condizioni post-operam).

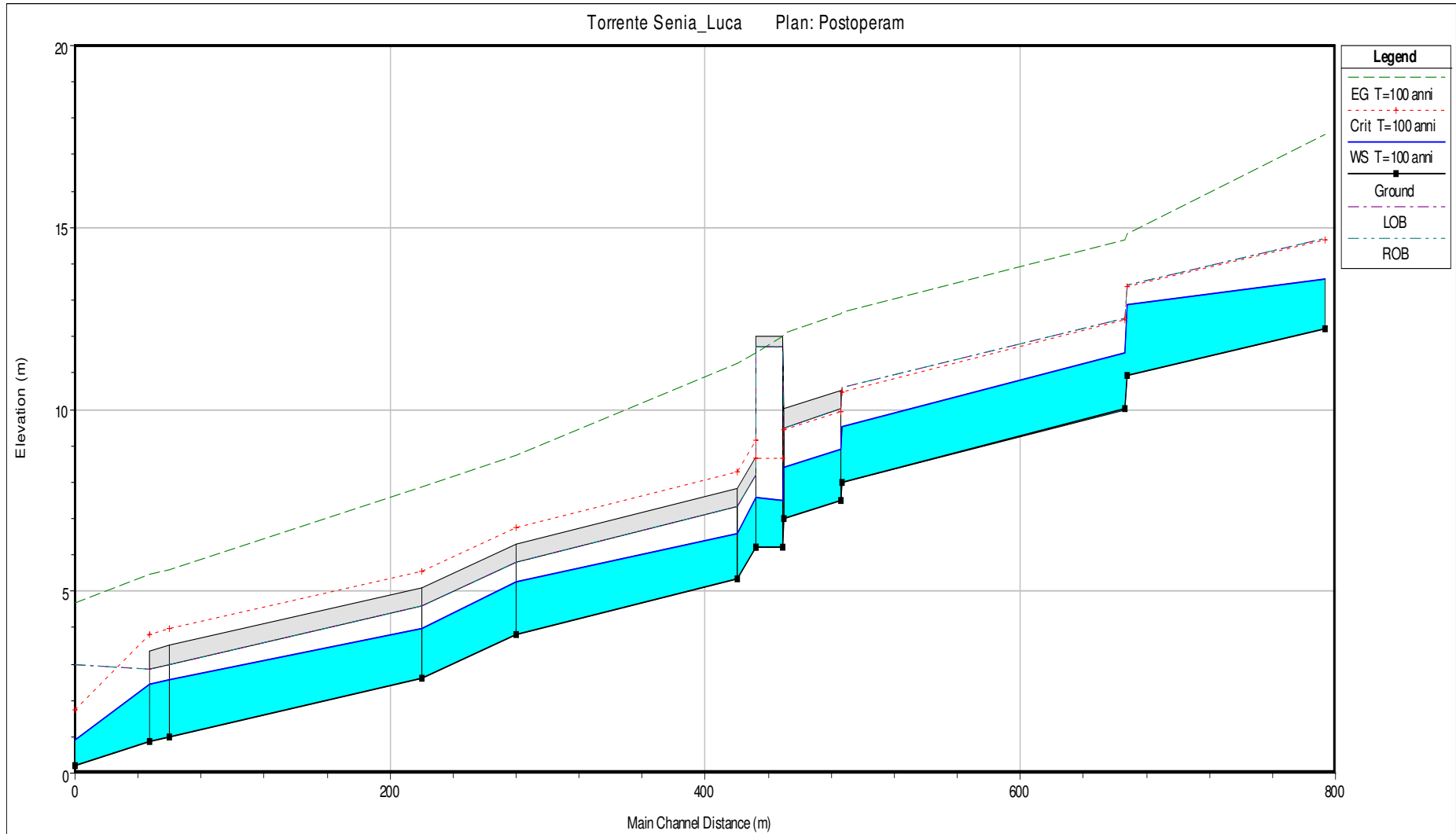


Figura 5.11. – Profilo longitudinale del pelo libero del canale scolmatore per $T_r = 100$ anni (condizioni post-operam).

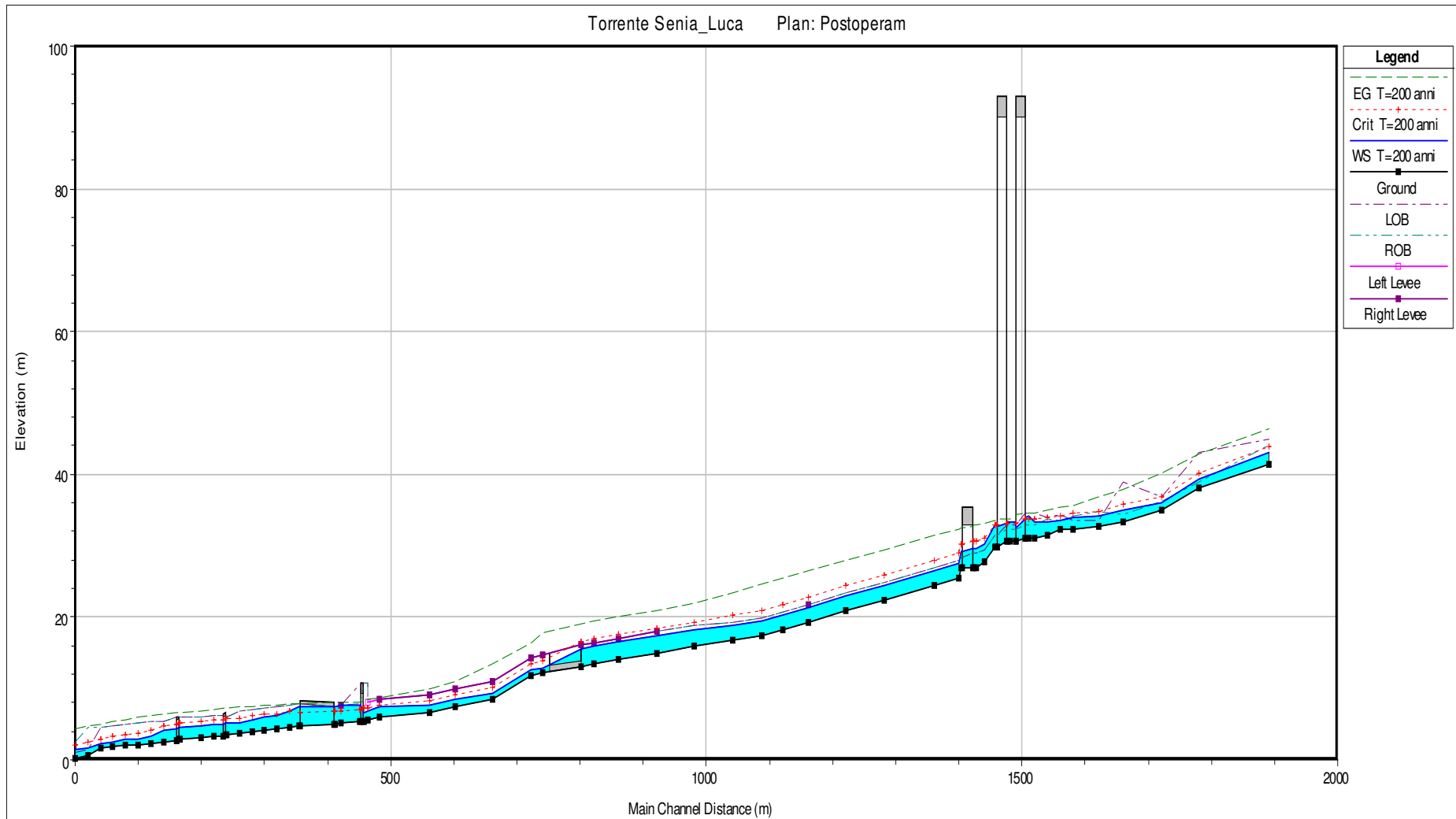


Figura 5.12. – Profilo longitudinale del pelo libero del torrente Senia per $T_r = 200$ anni (condizioni post-operam).

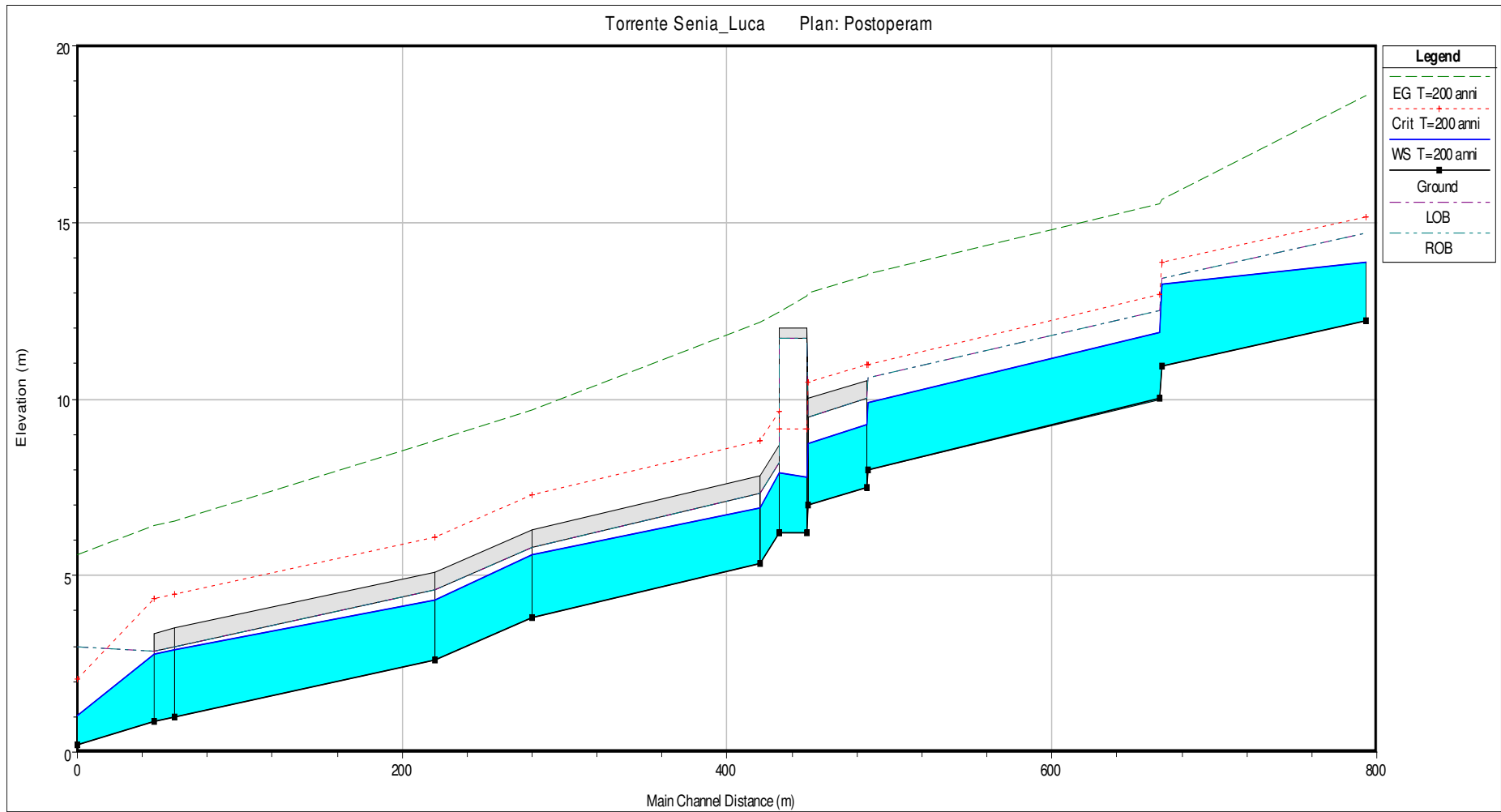


Figura 5.13. – Profilo longitudinale del pelo libero del canale scolmatore per $T_r = 200$ anni (condizioni post-operam).

6 Analisi dei risultati e conclusioni

Lo studio condotto ha riguardato la verifica idraulica del torrente Senia nella sua configurazione attuale (ante-operam) e in quella prevista a seguito della realizzazione delle opere comprese nel progetto definitivo del collegamento stabile tra la Sicilia e il Continente (post-operam). In particolare, le sistemazioni idrauliche previste da progetto sul torrente Senia sono finalizzate a mitigare il rischio idraulico in esito agli sversamenti delle acque del sito di recupero ambientale denominato SRA4.

Il progetto prevede importanti interventi volti all'adeguamento dell'alveo del torrente Senia e dei manufatti idraulici presenti (come il tombino in via Nazionale). Inoltre, al fine di ridurre le portate verso valle, si è prevista anche la realizzazione di un canale scolmatore, connesso al torrente mediante sfioratore laterale. Più precisamente, lo sfioratore laterale permetterà il convogliamento di parte delle portate che interessano il torrente Senia verso un canale che farà defluire le acque raccolte direttamente a mare. Il tracciato del canale scolmatore si innesta nell'alveo di un vecchio corso d'acqua, oggi non più alimentato a causa delle alterazioni che il territorio ha subito negli ultimi decenni per effetto della coltivazione di cave di prestito.

Lo studio è stato condotto effettuando preliminarmente un accurato sopralluogo dei tratti di torrente interessati direttamente o indirettamente dalle opere previste, conducendo un rilievo dei principali manufatti idraulici. Il rilievo insieme alle modeste dimensioni del bacino, hanno suggerito l'individuazione di una sezione di interesse ai fini della determinazione della portata da assumere alla base della verifica. Tale portata è stata valutata al variare del tempo di ritorno mediante la formula di Turazza, a partire dai dati pluviometrici delle stazioni di Calvaruso e Monforte, appartenenti alla Rete dell'Osservatorio dell'Acque.

Le verifiche idrauliche sono state condotte mediante il software Hec-Ras, in condizioni di moto permanente, più cautelative rispetto a quelle di moto vario. La scelta di utilizzare la modellazione in moto permanente è coerente allo scopo dello studio che vuole verificare le condizioni di deflusso all'interno dell'alveo del torrente in oggetto e non già verificare le eventuali zone interessate da esondazione.

La simulazione idraulica del Torrente Senia in condizioni ante-operam, ha evidenziato che, a causa della presenza di tratti di alveo caratterizzati da sezioni particolarmente ridotte, il sistema di deflusso delle acque entra in crisi già per tempi di ritorno ridotti, pari a circa a 2 anni, ben al di sotto di quanto la buona pratica progettuale imporrebbe per opere di difesa idraulica.

La verifica delle condizioni post-operam è stata effettuata considerando le diverse opere di sistemazione dell'alveo previste in progetto, nonché la presenza di un canale scolmatore e del relativo sfioratore.

I risultati della simulazione idraulica in condizioni post-operam hanno evidenziato che per tempi di ritorno dell'ordine dei 100 anni, le opere previste in progetto sono in grado di fare defluire in

sicurezza le portate. Il confronto tra condizioni ante-operam e post-operam evidenzia un aumento considerevole del tempo di ritorno cui corrispondono criticità idrauliche, e che pertanto può concludersi che le opere previste determinano una cospicua mitigazione del rischio idraulico delle aree densamente abitate all'interno del bacino del torrente Senia oggi presente.

Bibliografia

Rossi F. e Salvi F.(1986), Manuale di Ingegneria Civile, Cremonese, Roma

Appendice A – Tabelle riassuntive dei parametri idraulici delle simulazioni effettuate ante-operam

Di seguito si riportano i parametri idraulici ottenuti dalle simulazioni, dove i simboli indicano:

River Sta: nome della sezione; **Q Total:** portata totale che defluisce attraverso la sezione; **Min Ch El:** elevazione rispetto la quota del mare del fondo; **W.S. Elev.:** elevazione rispetto la quota del mare del pelo libero; **E.G. Elev.** elevazione rispetto la quota del mare dell'energia; **Vel Chnl:** velocità delle acque; **Flow Area :** superficie idraulica; **Top Width:** larghezza in superficie, **Froude # Chl:** numero di Froude.

Torrente Senia - Tempo di ritorno di 2 anni										
River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1610	26.01	41.5	42.31	42.69	43.64	0.0800	5.09	5.11	10.99	2.39
1600	26.01	38	39.03	39.11	39.43	0.0201	2.8	9.28	17.12	1.22
1590	26.01	35	35.47	35.82	36.87	0.1264	5.23	4.97	14.58	2.86
1580	26.01	33.4	34.76	34.76	35.09	0.0100	2.58	11.09	19.82	0.92
1570	26.01	32.7	33.55	33.76	34.27	0.0531	3.77	6.89	17.21	1.9
1560	26.01	32.3	33.47	33.48	33.78	0.0131	2.46	10.57	17.54	1.01
1550	26.01	32.2	33.2	33.23	33.5	0.0156	2.44	10.64	20.38	1.08
1540	26.01	31.5	32.97	32.7	33.14	0.0046	1.83	14.25	16.86	0.63
1520	26.01	31.1	32.88		33.05	0.0044	1.82	14.27	16.12	0.62
1510	26.01	31.1	32.79		33	0.0059	2.04	12.74	15.04	0.71
1500	26.01	31.1	32.64	32.57	32.94	0.0094	2.44	10.67	13.75	0.88
1495	Bridge									
1490	26.01	30.7	32.22		32.38	0.0044	1.81	14.39	16.9	0.62
1470	26.01	30.7	32.11		32.32	0.0064	2.06	12.65	15.85	0.73
1460	26.01	30.7	31.99	31.93	32.28	0.0099	2.41	10.79	14.81	0.9
1455	Bridge									
1450	26.01	29.8	31.43	31.2	31.95	0.0114	3.2	8.14	6.05	0.8
1440	26.01	29.8	31.2	31.2	31.9	0.0173	3.71	7.01	5	1
1430	26.01	27.7	28.42	29.1	31.08	0.1236	7.23	3.6	5	2.72
1420	26.01	27	27.88	28.4	29.68	0.0686	5.95	4.38	5	2.03
1417.862	26.01	26.35	27.32	27.89	29.36	0.0780	6.33	4.11	4.95	2.22
1410	Bridge									
1401.671	26.01	26.17	27.37	27.63	28.33	0.0279	4.34	6	5.31	1.3

Torrente Senia - Tempo di ritorno di 2 anni

River Sta	Q Total	Min Ch EI	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
1379.873	26.01	25.42	27.06	27.1	27.78	0.0178	3.76	6.91	5.29	1.05
1359.877	26.01	24.86	25.96	26.32	27.22	0.0394	4.97	5.24	5.28	1.59
1339.881	26.01	24.51	25.66	25.89	26.49	0.0241	4.1	6.88	8.99	1.32
1319.881	26.01	23.48	24.64	25.17	25.86	0.0367	4.88	5.32	5.17	1.54
1299.881	26.01	23	25.08	24.91	25.31	0.0075	2.12	12.4	16.03	0.74
1279.881	26.01	22.7	24.33	24.33	25.05	0.0161	3.75	6.93	5.06	1.02
1259.881	26.01	21.87	23.08	23.58	24.49	0.0439	5.25	4.95	5.18	1.72
1239.881	26.01	21.37	22.68	23.08	23.69	0.0273	4.44	5.86	5.21	1.34
1219.881	26.01	20.18	21.35	21.95	22.89	0.0536	5.49	4.74	5.32	1.86
1199.881	26.01	20.02	21.66	21.67	22.18	0.0152	3.18	8.18	8.03	1.01
1179.881	26.01	19.08	20.04	20.59	21.56	0.0535	5.47	4.76	5.79	1.93
1159.881	26.01	18.92	20.47	20.48	20.79	0.0143	2.5	10.39	16.42	1.01
1139.882	26.01	18.15	19.7	19.97	20.43	0.0183	3.84	7.58	9.84	1.05
1119.889	26.01	17.28	18.46	18.94	19.84	0.0421	5.19	5.01	4.83	1.63
1099.887	26.01	16.94	18.69	18.69	19.14	0.0162	2.98	8.73	9.77	1.01
1074.816	26.01	16.8	18.53	18.25	18.74	0.0040	2.15	15.41	16.79	0.57
1060.676	26.01	16.77	18.5		18.67	0.0040	2.11	16.4	15.04	0.55
1039.887	26.01	16.62	18.14	18.14	18.53	0.0090	2.89	11.18	16.45	0.8
1019.888	26.01	16.28	18.13	17.39	18.24	0.0017	1.5	20.99	23.64	0.39
999.8883	26.01	16.04	18.02		18.19	0.0030	1.94	17.75	19.38	0.5
979.8883	26.01	15.85	17.68	17.68	18.07	0.0087	2.91	11.47	15.95	0.8
959.8886	26.01	15.49	16.68	16.99	17.7	0.0319	4.46	5.83	6.72	1.53
939.8886	26.01	14.88	16.62	16.25	16.7	0.0024	1.61	24.22	25.22	0.46
919.8886	26.01	14.55	16.28	16.28	16.6	0.0076	2.68	13.09	21.62	0.79
899.8884	26.01	14.61	15.31	15.58	16.18	0.0985	5.31	7.15	17.85	2.54
879.8885	26.01	13.99	15.77	15.31	15.86	0.0023	1.4	23.61	32.96	0.45
859.8885	26.01	13.42	15.25	15.25	15.73	0.0105	3.11	9	12.29	0.93
839.8885	26.01	12.94	14.9	14.92	15.49	0.0127	3.42	7.98	8.32	0.97
819.8886	26.01	12.55	14.2	14.47	15.13	0.0227	4.26	6.11	5.43	1.28
799.8884	26.01	12.32	14.12	14.23	14.54	0.0207	2.91	9.5	18.69	1.19
779.8886	26.01	11.93	13.64	13.81	14.19	0.0146	3.7	11.89	27.69	1.02
759.8884	26.01	11.56	12.74	13.01	13.65	0.0513	4.23	6.14	11.77	1.87
739.8885	26.01	11.4	12.68	12.68	13.12	0.0117	3.03	9.72	12.07	0.94
719.8886	26.01	10.66	12.25	12.32	12.85	0.0144	3.47	7.98	8.64	1.04

Torrente Senia - Tempo di ritorno di 2 anni

River Sta	Q Total	Min Ch EI	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
699.8884	26.01	10.32	11.18	11.51	12.28	0.0589	4.66	5.67	12.02	2.08
679.8899	26.01	9.12	11.2	11.2	11.6	0.0150	2.81	9.27	11.77	1.01
659.8897	26.01	8.49	10.38	10.65	11.17	0.0266	3.92	6.63	7.81	1.36
639.884	26.01	8.25	9.45	9.76	10.53	0.0347	4.62	5.63	6.37	1.57
619.942	26.01	7.72	9.4	8.93	9.59	0.0036	1.93	13.46	11.08	0.56
599.9419	26.01	7.28	9.34		9.52	0.0031	1.95	16.41	17.89	0.51
579.942	26.01	6.89	9.44		9.46	0.0002	0.64	46.45	27.99	0.15
559.9542	26.01	6.59	9.33		9.44	0.0015	1.5	18.62	11.92	0.32
539.9503	26.01	6.38	9.24		9.4	0.0027	2.06	16.51	7.86	0.4
519.9503	26.01	6.23	9.29		9.33	0.0011	1.3	33.11	20.99	0.26
499.9502	26.01	6.18	9.17		9.29	0.0016	1.82	19.78	8.53	0.34
479.9501	26.01	6.02	9.23		9.26	0.0002	0.83	44.81	28.24	0.16
461.0172	26.01	5.51	9.17	6.89	9.24	0.0007	1.17	22.19	6.41	0.2
460	Bridge									
455.7846	26.01	5.4	9.17		9.24	0.0007	1.13	22.99	6.28	0.19
439.9514	26.01	5.31	9.18		9.22	0.0007	1.08	29.41	8.89	0.18
419.9777	26.01	5.34	9.17		9.21	0.0005	0.96	34.66	14	0.16
411.6177	26.01	5.31	8.8	7.51	9.17	0.0055	2.67	9.97	3.12	0.47
400	Bridge									
360.1941	26.01	4.76	6.94		7.41	0.0092	3.01	8.63	4.01	0.66
339.9743	26.01	4.53	6.75		7.22	0.0092	3.03	8.59	4	0.66
319.9737	26.01	4.29	6.59		7.03	0.0087	2.97	8.76	3.98	0.64
299.9771	26.01	4.18	6.35		6.84	0.0100	3.12	8.33	4	0.69
279.9769	26.01	3.91	6.16		6.64	0.0096	3.09	8.41	3.93	0.67
259.978	26.01	3.67	6		6.45	0.0086	2.97	8.76	3.97	0.64
242.765	26.01	3.54	5.92	5.21	6.3	0.0069	2.73	9.54	4.19	0.58
240	Bridge									
238.5491	26.01	3.58	5.76		6.25	0.0099	3.1	8.38	3.93	0.68
219.9887	26.01	3.29	5.6		6.07	0.0092	3.02	8.61	3.84	0.64
199.988	26.01	3.07	5.43		5.88	0.0090	2.99	8.69	3.79	0.63
166.5374	26.01	2.82	4.92	4.57	5.51	0.0127	3.41	7.63	3.72	0.76
165	Bridge									
162.5737	26.01	2.78	4.93		5.44	0.0105	3.16	8.22	3.9	0.7

Torrente Senia - Tempo di ritorno di 2 anni

River Sta	Q Total	Min Ch EI	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
138.5482	26.01	2.49	4.22	4.22	5.07	0.0204	4.07	6.39	3.79	1
120.0008	26.01	2.31	3.38	3.7	4.54	0.0363	4.78	5.45	5.43	1.52
100	26.01	2.17	3.49	3.35	3.92	0.0098	2.9	8.96	7.47	0.85
87.87087	26.01	2.04	3.46		3.79	0.0069	2.53	10.29	7.87	0.71
80.00012	26.01	2.15	3.18	3.18	3.69	0.0144	3.18	8.19	8.17	1
60.00002	26.01	1.88	2.82	2.88	3.38	0.0172	3.3	7.89	8.63	1.1
40.00008	26.01	1.69	2.61	2.61	3.07	0.0141	3.02	8.63	9.42	1.01
26.68205	26.01	1.43	1.93	2.13	2.65	0.0953	3.77	6.9	26.5	2.36
25.76844	26.01	0.8	2.03	2.19	2.56	0.0211	3.35	9.82	26.59	1.27
0.314807	26.01	0.1	0.53	0.74	1.39	0.1500	4.11	6.33	30	2.86

Appendice B – Tabelle riassuntive dei parametri idraulici delle simulazioni effettuate post-operam

Di seguito si riportano i parametri idraulici ottenuti dalle simulazioni, dove i simboli indicano:

River Sta: nome della sezione; **Q Total:** portata totale che defluisce attraverso la sezione; **Min Ch El:** elevazione rispetto la quota del mare del fondo; **W.S. Elev.:** elevazione rispetto la quota del mare del pelo libero; **E.G. Elev.** elevazione rispetto la quota del mare dell'energia; **Vel Chnl:** velocità delle acque; **Flow Area :** superficie idraulica; **Top Width:** larghezza in superficie, **Froude # Chl:** numero di Froude.

Torrente Senia											
River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
96	T=200 anni	121.64	41.5	43.03	43.95	46.44	0.0300	8.19	14.86	15.79	2.69
96	T=100 anni	101.17	41.5	42.91	43.74	45.97	0.0300	7.74	13.07	15.12	2.66
96	T=50 anni	83	41.5	42.8	43.53	45.5	0.0300	7.28	11.41	14.51	2.62
96	T=10 anni	51.43	41.5	42.57	43.12	44.56	0.0300	6.25	8.22	13.17	2.53
96	T=2 anni	26.01	41.5	42.31	42.69	43.65	0.0300	5.13	5.07	10.96	2.41
90	T=200 anni	121.64	38	39.35	40.22	42.82	0.0362	8.25	14.75	17.28	2.85
90	T=100 anni	101.17	38	39.25	40.02	42.31	0.0370	7.74	13.07	17.23	2.84
90	T=50 anni	83	38	39.16	39.82	41.81	0.0373	7.2	11.52	17.18	2.81
90	T=10 anni	51.43	38	38.99	39.46	40.85	0.0375	6.04	8.52	16.86	2.71
90	T=2 anni	26.01	38	38.75	39.11	40.08	0.0351	5.11	5.09	12.32	2.54
87	T=200 anni	121.64	35	35.99	36.93	40.24	0.0484	9.14	13.41	18.54	3.32
87	T=100 anni	101.17	35	35.9	36.75	39.69	0.0491	8.63	11.76	17.46	3.29
87	T=50 anni	83	35	35.81	36.58	39.16	0.0500	8.11	10.24	16.4	3.27
87	T=10 anni	51.43	35	35.63	36.21	38.12	0.0532	6.99	7.35	15.39	3.23
87	T=2 anni	26.01	35	35.43	35.82	37.2	0.0673	5.88	4.42	14.38	3.39
84	T=200 anni	121.64	33.4	35.06	35.8	37.87	0.0231	7.77	17.2	20.43	2.4
84	T=100 anni	101.17	33.4	34.98	35.62	37.4	0.0217	7.2	15.45	20.25	2.3

Torrente Senia

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
84	T=50 anni	83	33.4	34.89	35.46	36.97	0.0201	6.61	13.77	20.09	2.2
84	T=10 anni	51.43	33.4	34.72	35.12	36.15	0.0169	5.37	10.24	19.73	1.95
84	T=2 anni	26.01	33.4	34.48	34.77	35.3	0.0144	4.02	6.51	12.71	1.71
82	T=200 anni	121.64	32.7	34.06	34.8	36.81	0.0293	7.35	16.55	20.09	2.58
82	T=100 anni	101.17	32.7	33.96	34.65	36.41	0.0289	6.92	14.61	19.29	2.54
82	T=50 anni	83	32.7	33.87	34.48	36	0.0292	6.47	12.84	19	2.51
82	T=10 anni	51.43	32.7	33.68	34.12	35.24	0.0309	5.53	9.3	18.42	2.48
82	T=2 anni	26.01	32.7	33.49	33.76	34.48	0.0299	4.41	5.9	16.09	2.32
80	T=200 anni	121.64	32.3	34.02	34.51	35.68	0.0149	5.71	21.31	22.88	1.89
80	T=100 anni	101.17	32.3	33.92	34.36	35.34	0.0134	5.29	19.13	21.32	1.78
80	T=50 anni	83	32.3	33.83	34.22	35	0.0120	4.8	17.28	20.51	1.67
80	T=10 anni	51.43	32.3	33.63	33.85	34.38	0.0093	3.82	13.46	18.71	1.44
80	T=2 anni	26.01	32.3	33.4	33.48	33.8	0.0069	2.8	9.31	16.72	1.2
79	T=200 anni	121.64	32.2	33.63	34.14	35.34	0.0191	5.78	21.05	27.25	2.1
79	T=100 anni	101.17	32.2	33.55	33.99	35.03	0.0182	5.39	18.79	26.14	2.03
79	T=50 anni	83	32.2	33.47	33.84	34.72	0.0165	4.95	16.77	24.59	1.91
79	T=10 anni	51.43	32.2	33.29	33.56	34.14	0.0139	4.09	12.57	21.66	1.71
79	T=2 anni	26.01	32.2	33.06	33.23	33.6	0.0130	3.25	8	18.53	1.58
78	T=200 anni	121.64	31.5	33.34	33.87	34.99	0.0143	5.7	21.32	22.49	1.87
78	T=100 anni	101.17	31.5	33.21	33.71	34.71	0.0135	5.43	18.63	20.28	1.81
78	T=50 anni	83	31.5	33.09	33.54	34.42	0.0127	5.12	16.21	18.38	1.74
78	T=10 anni	51.43	31.5	32.79	33.14	33.85	0.0128	4.57	11.24	15.2	1.7
78	T=2 anni	26.01	31.5	32.43	32.7	33.28	0.0159	4.08	6.37	12.02	1.79
77	T=200 anni	121.64	31.1	33.4	33.78	34.67	0.0081	5.04	25.02	24.15	1.46
77	T=100 anni	101.17	31.1	33.27	33.61	34.4	0.0078	4.72	22.03	23.55	1.42
77	T=50 anni	83	31.1	33.16	33.44	34.12	0.0074	4.35	19.31	21.94	1.36
77	T=10 anni	51.43	31.1	33.29	33.03	33.57	0.0020	2.37	22.35	23.62	0.71
77	T=2 anni	26.01	31.1	32.78	32.57	33	0.0022	2.05	12.71	15.03	0.71
76.5	T=200 anni	121.64	31.1	34.08	33.78	34.51	0.0019	2.98	42.52	27.47	0.74

Torrente Senia

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
76.5	T=100 anni	101.17	31.1	33.87	33.61	34.27	0.0019	2.87	36.78	26.36	0.74
76.5	T=50 anni	83	31.1	33.65	33.44	34.03	0.0020	2.77	31.26	25.34	0.75
76.5	T=10 anni	51.43	31.1	33.22	33.03	33.54	0.0024	2.54	20.72	23.29	0.78
76.5	T=2 anni	26.01	31.1	32.72		32.97	0.0027	2.2	11.8	14.47	0.78
76.4	T=200 anni	121.64	31.1	34.04	33.78	34.5	0.0020	3.05	41.59	27.27	0.76
76.4	T=100 anni	101.17	31.1	33.83	33.61	34.25	0.0021	2.95	35.77	26.18	0.77
76.4	T=50 anni	83	31.1	33.6	33.44	34.01	0.0023	2.88	30.02	25.11	0.79
76.4	T=10 anni	51.43	31.1	33.12	33.02	33.52	0.0032	2.8	18.55	20.92	0.88
76.4	T=2 anni	26.01	31.1	32.64	32.57	32.94	0.0035	2.45	10.64	13.73	0.89
76.1		Bridge									
75.1	T=200 anni	121.64	30.7	33.43		33.84	0.0016	2.92	44.65	30	0.69
75.1	T=100 anni	101.17	30.7	33.22		33.6	0.0017	2.79	38.51	30	0.7
75.1	T=50 anni	83	30.7	33.02		33.37	0.0019	2.67	32.5	26.96	0.72
75.1	T=10 anni	51.43	30.7	32.58		32.88	0.0020	2.44	21.7	22.93	0.73
75.1	T=2 anni	26.01	30.7	32.12		32.33	0.0023	2.03	12.83	15.95	0.72
75	T=200 anni	121.64	30.7	33.39		33.82	0.0017	2.99	43.47	30	0.72
75	T=100 anni	101.17	30.7	33.17		33.58	0.0019	2.9	36.91	30	0.74
75	T=50 anni	83	30.7	32.95		33.34	0.0022	2.82	30.73	25.84	0.78
75	T=10 anni	51.43	30.7	32.5		32.85	0.0026	2.65	19.85	21.56	0.81
75	T=2 anni	26.01	30.7	32.05		32.3	0.0029	2.23	11.66	15.31	0.82
73.3	T=200 anni	121.64	30.7	33.37	33.12	33.81	0.0018	3.03	42.84	30	0.73
73.3	T=100 anni	101.17	30.7	33.15	32.94	33.57	0.0020	2.95	36.24	30	0.76
73.3	T=50 anni	83	30.7	32.92	32.78	33.33	0.0023	2.9	29.96	25.62	0.8
73.3	T=10 anni	51.43	30.7	32.45	32.36	32.84	0.0030	2.8	18.7	20.67	0.87
73.3	T=2 anni	26.01	30.7	31.99	31.93	32.28	0.0036	2.41	10.77	14.8	0.9
73.2		Bridge									
73.15	T=200 anni	121.64	29.8	33.09	32.94	33.57	0.0021	3.62	42.2	29	0.64

Torrente Senia

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
73.15	T=100 anni	101.17	29.8	32.9	32.78	33.36	0.0022	3.49	36.83	28.21	0.63
73.15	T=50 anni	83	29.8	32.74	32.61	33.14	0.0020	3.28	32.32	26.9	0.61
73.15	T=10 anni	51.43	29.8	32.31	32.18	32.68	0.0021	3.02	21.54	22.52	0.61
73.15	T=2 anni	26.01	29.8	31.37	31.2	31.93	0.0046	3.31	7.86	5	0.84
73.1	T=200 anni	121.64	29.8	32.94	32.94	33.56	0.0029	4.07	37.93	28.52	0.73
73.1	T=100 anni	101.17	29.8	32.78	32.78	33.34	0.0028	3.86	33.44	27.23	0.71
73.1	T=50 anni	83	29.8	32.61	32.61	33.13	0.0027	3.67	28.99	25.89	0.7
73.1	T=10 anni	51.43	29.8	32.18	32.18	32.67	0.0029	3.4	18.74	20.13	0.7
73.1	T=2 anni	26.01	29.8	31.2	31.2	31.9	0.0063	3.71	7.01	5	1
73	T=200 anni	121.64	27.7	30.13	31.02	33.21	0.0170	8.33	17.06	14.42	1.71
73	T=100 anni	101.17	27.7	29.92	30.81	32.99	0.0182	8.13	14.2	13.16	1.74
73	T=50 anni	83	27.7	29.69	30.56	32.77	0.0200	7.94	11.44	11.47	1.79
73	T=10 anni	51.43	27.7	28.98	30.1	32.27	0.0323	8.04	6.4	5	2.27
73	T=2 anni	26.01	27.7	28.37	29.1	31.42	0.0559	7.74	3.36	5	3.01
72.2	T=200 anni	121.64	27	29.62	30.66	32.97	0.0172	8.41	15.95	10.66	1.66
72.2	T=100 anni	101.17	27	29.34	30.37	32.72	0.0194	8.3	13.07	9.68	1.73
72.2	T=50 anni	83	27	29.02	30.1	32.46	0.0232	8.22	10.15	8.56	1.85
72.2	T=10 anni	51.43	27	28.23	29.45	31.81	0.0365	8.38	6.13	5	2.42
72.2	T=2 anni	26.01	27	27.67	28.4	30.71	0.0555	7.72	3.37	5	3
72.1	T=200 anni	121.64	27	29.65	30.66	32.86	0.0162	8.25	16.31	10.78	1.62
72.1	T=100 anni	101.17	27	29.37	30.37	32.6	0.0182	8.12	13.42	9.8	1.68
72.1	T=50 anni	83	27	29.07	30.1	32.31	0.0212	7.99	10.6	8.74	1.77
72.1	T=10 anni	51.43	27	28.27	29.45	31.59	0.0327	8.07	6.37	5	2.28
72.1	T=2 anni	26.01	27	27.72	28.4	30.4	0.0461	7.26	3.58	5	2.74
71.2		Bridge									
71.1	T=200 anni	121.64	26.9	29.28	30.22	32.49	0.0132	8.46	16.34	11.18	1.75
71.1	T=100 anni	101.17	26.9	29.05	29.94	32.2	0.0144	8.26	13.81	10.96	1.8
71.1	T=50 anni	83	26.9	28.82	29.69	31.88	0.0156	7.99	11.42	9.92	1.84
71.1	T=10 anni	51.43	26.9	28.37	29.18	30.85	0.0172	6.99	7.48	7.37	1.84

Torrente Senia

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
71.1	T=2 anni	26.01	26.9	27.8	28.38	29.5	0.0188	5.78	4.5	5	1.95
71	T=200 anni	121.64	25.43	27.53	28.9	32.27	0.0227	9.64	12.61	6	2.12
71	T=100 anni	101.17	25.43	27.17	28.49	31.96	0.0268	9.7	10.43	6	2.35
71	T=50 anni	83	25.43	26.86	28.12	31.62	0.0316	9.66	8.59	6	2.58
71	T=10 anni	51.43	25.43	26.37	27.38	30.57	0.0416	9.08	5.66	6	2.98
71	T=2 anni	26.01	25.43	25.97	26.67	29.22	0.0583	7.99	3.26	6	3.46
69	T=200 anni	121.64	24.5	26.59	27.97	31.4	0.0232	9.72	12.51	6	2.15
69	T=100 anni	101.17	24.5	26.26	27.56	30.94	0.0259	9.58	10.56	6	2.31
69	T=50 anni	83	24.5	25.99	27.19	30.39	0.0282	9.3	8.92	6	2.43
69	T=10 anni	51.43	24.5	25.54	26.45	29.01	0.0313	8.26	6.23	6	2.59
69	T=2 anni	26.01	24.5	25.16	25.74	27.34	0.0313	6.54	3.98	6	2.56
65	T=200 anni	121.64	22.42	24.46	25.89	29.47	0.0245	9.91	12.27	6	2.21
65	T=100 anni	101.17	22.42	24.18	25.48	28.86	0.0260	9.59	10.55	6	2.31
65	T=50 anni	83	22.42	23.94	25.11	28.15	0.0264	9.09	9.13	6	2.35
65	T=10 anni	51.43	22.42	23.52	24.37	26.61	0.0262	7.79	6.6	6	2.37
65	T=2 anni	26.01	22.42	23.13	23.66	25.02	0.0251	6.09	4.27	6	2.3
62	T=200 anni	121.64	20.87	22.9	24.34	27.98	0.0250	9.98	12.19	6	2.24
62	T=100 anni	101.17	20.87	22.63	23.93	27.3	0.0259	9.58	10.56	6	2.3
62	T=50 anni	83	20.87	22.4	23.56	26.56	0.0260	9.04	9.18	6	2.33
62	T=10 anni	51.43	20.87	21.97	22.82	25.04	0.0259	7.76	6.63	6	2.36
62	T=2 anni	26.01	20.87	21.58	22.11	23.49	0.0257	6.14	4.24	6	2.33
59	T=200 anni	121.64	19.32	21.34	22.79	26.46	0.0253	10.03	12.13	6	2.25
59	T=100 anni	101.17	19.32	21.08	22.39	25.75	0.0259	9.58	10.56	6	2.3
59	T=50 anni	83	19.32	20.85	22.01	25	0.0259	9.03	9.2	6	2.33
59	T=10 anni	51.43	19.32	20.43	21.28	23.49	0.0258	7.75	6.64	6	2.35
59	T=2 anni	26.01	19.32	20.03	20.56	21.95	0.0258	6.15	4.23	6	2.34
57	T=200 anni	121.64	18.29	20.31	21.76	25.45	0.0254	10.04	12.11	6	2.26
57	T=100 anni	101.17	18.29	20.05	21.35	24.72	0.0258	9.57	10.57	6	2.3

Torrente Senia

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
57	T=50 anni	83	18.29	19.82	20.98	23.97	0.0258	9.02	9.21	6	2.32
57	T=10 anni	51.43	18.29	19.4	20.24	22.45	0.0258	7.74	6.64	6	2.35
57	T=2 anni	26.01	18.29	19	19.53	20.92	0.0258	6.14	4.24	6	2.33
55.1	T=200 anni	121.64	17.46	19.49	20.93	24.57	0.0250	9.99	12.18	6	2.24
55.1	T=100 anni	101.17	17.46	19.24	20.52	23.83	0.0252	9.49	10.66	6	2.27
55.1	T=50 anni	83	17.46	19.01	20.15	23.08	0.0252	8.94	9.29	6	2.29
55.1	T=10 anni	51.43	17.46	18.58	19.41	21.57	0.0250	7.66	6.71	6	2.31
55.1	T=2 anni	26.01	17.46	18.18	18.7	20.04	0.0247	6.06	4.3	6	2.28
53	T=200 anni	121.64	16.74	18.92	20.21	23.33	0.0206	9.31	13.07	6	2.01
53	T=100 anni	101.17	16.74	18.66	19.8	22.59	0.0203	8.79	11.51	6	2.03
53	T=50 anni	83	16.74	18.42	19.43	21.87	0.0198	8.22	10.09	6	2.02
53	T=10 anni	51.43	16.74	17.98	18.69	20.42	0.0185	6.93	7.43	6	1.99
53	T=2 anni	26.01	16.74	17.56	17.98	18.99	0.0166	5.32	4.89	6	1.88
50	T=200 anni	121.64	15.84	18.16	19.31	22.04	0.0172	8.73	13.94	6	1.83
50	T=100 anni	101.17	15.84	17.89	18.9	21.34	0.0169	8.23	12.29	6	1.84
50	T=50 anni	83	15.84	17.64	18.53	20.66	0.0165	7.7	10.77	6	1.84
50	T=10 anni	51.43	15.84	17.15	17.79	19.32	0.0155	6.52	7.88	6	1.82
50	T=2 anni	26.01	15.84	16.69	17.08	18.02	0.0148	5.13	5.07	6	1.78
47	T=200 anni	121.64	14.94	17.34	18.41	20.98	0.0158	8.46	14.37	6	1.75
47	T=100 anni	101.17	14.94	17.05	18.01	20.31	0.0156	8	12.64	6	1.76
47	T=50 anni	83	14.94	16.78	17.63	19.66	0.0154	7.52	11.03	6	1.77
47	T=10 anni	51.43	14.94	16.27	16.89	18.39	0.0151	6.45	7.97	6	1.79
47	T=2 anni	26.01	14.94	15.78	16.18	17.13	0.0149	5.14	5.06	6	1.79
44	T=200 anni	121.64	14.04	16.47	17.51	20.02	0.0153	8.36	14.56	6	1.71
44	T=100 anni	101.17	14.04	16.17	17.11	19.37	0.0152	7.92	12.77	6	1.73
44	T=50 anni	83	14.04	15.89	16.73	18.74	0.0151	7.47	11.11	6	1.75
44	T=10 anni	51.43	14.04	15.37	16	17.49	0.0150	6.45	7.98	6	1.79
44	T=2 anni	26.01	14.04	14.88	15.28	16.23	0.0150	5.14	5.06	6	1.79
42	T=200 anni	121.64	13.44	15.87	16.91	19.41	0.0152	8.33	14.6	6	1.71

Torrente Senia

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
42	T=100 anni	101.17	13.44	15.57	16.51	18.76	0.0151	7.91	12.79	6	1.73
42	T=50 anni	83	13.44	15.29	16.13	18.13	0.0151	7.47	11.12	6	1.75
42	T=10 anni	51.43	13.44	14.77	15.4	16.89	0.0150	6.45	7.98	6	1.79
42	T=2 anni	26.01	13.44	14.28	14.68	15.63	0.0150	5.15	5.05	6	1.79
41	T=200 anni	121.64	13.14	15.57	16.61	19.11	0.0151	8.33	14.61	6	1.7
41	T=100 anni	101.17	13.14	15.27	16.21	18.46	0.0151	7.91	12.79	6	1.73
41	T=50 anni	83	13.14	14.99	15.83	17.83	0.0151	7.47	11.12	6	1.75
41	T=10 anni	51.43	13.14	14.47	15.1	16.59	0.0150	6.45	7.98	6	1.79
41	T=2 anni	26.01	13.14	13.98	14.38	15.33	0.0150	5.15	5.06	6	1.79
39		Lat Struct									
38	T=200 anni	41.49	12.2	12.91	13.89	17.77	0.0650	9.77	4.25	6	3.71
38	T=100 anni	40.87	12.2	12.95	13.88	17.15	0.0528	9.08	4.5	6	3.35
38	T=50 anni	39.63	12.2	12.99	13.85	16.56	0.0425	8.37	4.73	6	3.01
38	T=10 anni	34.55	12.2	13.04	13.7	15.44	0.0269	6.87	5.03	6	2.39
38	T=2 anni	25.52	12.2	13.02	13.42	14.4	0.0159	5.21	4.89	6	1.84
37	T=200 anni	41.49	11.8	12.6	13.49	16.38	0.0442	8.61	4.82	6	3.07
37	T=100 anni	40.87	11.8	12.64	13.48	16.02	0.0379	8.15	5.02	6	2.84
37	T=50 anni	39.63	11.8	12.66	13.45	15.64	0.0323	7.65	5.18	6	2.63
37	T=10 anni	34.55	11.8	12.67	13.3	14.88	0.0236	6.58	5.25	6	2.25
37	T=2 anni	25.52	11.8	12.59	13.02	14.06	0.0174	5.37	4.75	6	1.92
34	T=200 anni	41.49	8.5	9.26	10.19	13.47	0.0521	9.09	4.57	6	3.33
34	T=100 anni	40.87	8.5	9.26	10.18	13.34	0.0504	8.95	4.57	6	3.27
34	T=50 anni	39.63	8.5	9.25	10.14	13.18	0.0493	8.78	4.51	6	3.23
34	T=10 anni	34.55	8.5	9.19	10	12.76	0.0494	8.38	4.12	6	3.23
34	T=2 anni	25.52	8.5	9.04	9.72	12.17	0.0561	7.84	3.26	6	3.4
31	T=200 anni	41.49	7.41	8.39	9.11	10.92	0.0240	7.04	5.89	6	2.27
31	T=100 anni	40.87	7.41	8.39	9.09	10.86	0.0236	6.97	5.87	6	2.25

Torrente Senia

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch EI	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
23	T=200 anni	41.49	5.3	7.73	6.99	8.15	0.0018	2.84	14.61	6	0.58
23	T=100 anni	40.87	5.3	7.7	6.98	8.11	0.0018	2.84	14.41	6	0.58
23	T=50 anni	39.63	5.3	7.64	6.94	8.04	0.0018	2.82	14.03	6	0.59
23	T=10 anni	34.55	5.3	7.37	6.8	7.76	0.0019	2.79	12.4	6	0.62
23	T=2 anni	25.52	5.3	6.15	6.52	7.42	0.0139	4.99	5.12	6	1.72
22	T=200 anni	41.49	5.2	7.7	6.9	8.09	0.0016	2.77	14.99	6	0.56
22	T=100 anni	40.87	5.2	7.67	6.88	8.05	0.0017	2.76	14.79	6	0.56
22	T=50 anni	39.63	5.2	7.6	6.84	7.99	0.0017	2.75	14.41	6	0.57
22	T=10 anni	34.55	5.2	7.33	6.7	7.7	0.0018	2.71	12.76	6	0.59
22	T=2 anni	25.52	5.2	6.81	6.43	7.17	0.0021	2.64	9.67	6	0.66
21	T=200 anni	41.49	5	7.48	6.91	8.05	0.0027	3.35	12.39	5	0.68
21	T=100 anni	40.87	5	7.45	6.89	8.01	0.0027	3.34	12.23	5	0.68
21	T=50 anni	39.63	5	7.38	6.85	7.95	0.0027	3.32	11.92	5	0.69
21	T=10 anni	34.55	5	7.12	6.69	7.66	0.0029	3.26	10.6	5	0.71
21	T=2 anni	25.52	5	6.61	6.38	7.12	0.0033	3.17	8.06	5	0.8
20.1		Bridge									
19	T=200 anni	41.49	4.76	7.47		7.95	0.0008	3.07	13.53	5	0.6
19	T=100 anni	40.87	4.76	7.44		7.91	0.0008	3.05	13.38	5	0.6
19	T=50 anni	39.63	4.76	7.37		7.84	0.0008	3.03	13.07	5	0.6
19	T=10 anni	34.55	4.76	7.11		7.55	0.0008	2.93	11.77	5	0.61
19	T=2 anni	25.52	4.76	6.62		7	0.0008	2.75	9.28	5	0.64
18	T=200 anni	41.49	4.53	6.74	6.74	7.86	0.0025	4.68	8.86	4	1
18	T=100 anni	40.87	4.53	6.72	6.72	7.83	0.0025	4.66	8.77	4	1
18	T=50 anni	39.63	4.53	6.68	6.68	7.76	0.0025	4.61	8.59	4	1
18	T=10 anni	34.55	4.53	6.49	6.49	7.48	0.0024	4.41	7.84	4	1
18	T=2 anni	25.52	4.53	6.13	6.13	6.94	0.0022	3.98	6.41	4	1
17	T=200 anni	41.49	4.29	6.13	6.51	7.75	0.0041	5.64	7.36	4	1.33

Torrente Senia

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
17	T=100 anni	40.87	4.29	6.11	6.49	7.72	0.0041	5.62	7.28	4	1.33
17	T=50 anni	39.63	4.29	6.07	6.44	7.65	0.0041	5.57	7.11	4	1.33
17	T=10 anni	34.55	4.29	5.89	6.26	7.37	0.0041	5.38	6.42	4	1.36
17	T=2 anni	25.52	4.29	5.57	5.9	6.83	0.0042	4.98	5.13	4	1.4
16	T=200 anni	41.49	4.18	5.99	6.4	7.66	0.0042	5.72	7.25	4	1.36
16	T=100 anni	40.87	4.18	5.97	6.38	7.63	0.0042	5.7	7.17	4	1.36
16	T=50 anni	39.63	4.18	5.93	6.33	7.56	0.0042	5.66	7.01	4	1.36
16	T=10 anni	34.55	4.18	5.76	6.15	7.28	0.0043	5.47	6.32	4	1.39
16	T=2 anni	25.52	4.18	5.44	5.79	6.74	0.0044	5.06	5.05	4	1.44
15	T=200 anni	41.49	3.91	5.59	6.13	7.54	0.0052	6.19	6.7	4	1.53
15	T=100 anni	40.87	3.91	5.57	6.11	7.5	0.0053	6.17	6.62	4	1.53
15	T=50 anni	39.63	3.91	5.53	6.06	7.44	0.0053	6.13	6.46	4	1.54
15	T=10 anni	34.55	3.91	5.37	5.88	7.16	0.0053	5.93	5.83	4	1.57
15	T=2 anni	25.52	3.91	5.06	5.52	6.62	0.0056	5.53	4.62	4	1.64
14	T=200 anni	41.49	3.67	5.27	5.89	7.41	0.0059	6.47	6.41	4	1.63
14	T=100 anni	40.87	3.67	5.25	5.87	7.37	0.0059	6.45	6.34	4	1.64
14	T=50 anni	39.63	3.67	5.21	5.82	7.31	0.0060	6.41	6.18	4	1.65
14	T=10 anni	34.55	3.67	5.06	5.64	7.03	0.0061	6.21	5.56	4	1.68
14	T=2 anni	25.52	3.67	4.77	5.28	6.48	0.0064	5.8	4.4	4	1.77
13	T=200 anni	41.49	3.58	5.21	5.8	7.27	0.0056	6.35	6.53	4	1.59
13	T=100 anni	40.87	3.58	5.19	5.78	7.23	0.0056	6.33	6.46	4	1.59
13	T=50 anni	39.63	3.58	5.16	5.73	7.17	0.0057	6.29	6.3	4	1.6
13	T=10 anni	34.55	3.58	5	5.55	6.88	0.0057	6.08	5.68	4	1.63
13	T=2 anni	25.52	3.58	4.71	5.19	6.33	0.0060	5.65	4.52	4	1.7
12.9		Bridge									
12	T=200 anni	41.49	3.29	5.03	5.59	7.04	0.0054	6.28	6.61	3.8	1.52
12	T=100 anni	40.87	3.29	5.01	5.57	7	0.0054	6.26	6.53	3.8	1.52
12	T=50 anni	39.63	3.29	4.96	5.52	6.94	0.0055	6.23	6.36	3.8	1.54
12	T=10 anni	34.55	3.29	4.79	5.32	6.65	0.0056	6.04	5.72	3.8	1.57

Torrente Senia

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
12	T=2 anni	25.52	3.29	4.48	4.95	6.1	0.0058	5.64	4.53	3.8	1.65
11	T=200 anni	41.49	3.07	4.75	5.37	6.91	0.0060	6.52	6.37	3.8	1.61
11	T=100 anni	40.87	3.07	4.73	5.35	6.87	0.0060	6.49	6.29	3.8	1.61
11	T=50 anni	39.63	3.07	4.68	5.3	6.81	0.0061	6.46	6.13	3.8	1.62
11	T=10 anni	34.55	3.07	4.52	5.1	6.52	0.0062	6.27	5.51	3.8	1.66
11	T=2 anni	25.52	3.07	4.22	4.73	5.96	0.0065	5.86	4.36	3.8	1.75
10	T=200 anni	41.49	2.82	4.47	5.12	6.7	0.0062	6.61	6.28	3.8	1.64
10	T=100 anni	40.87	2.82	4.45	5.09	6.66	0.0062	6.59	6.2	3.8	1.65
10	T=50 anni	39.63	2.82	4.41	5.05	6.6	0.0063	6.55	6.05	3.8	1.66
10	T=10 anni	34.55	2.82	4.25	4.85	6.31	0.0064	6.35	5.44	3.8	1.69
10	T=2 anni	25.52	2.82	3.95	4.48	5.74	0.0067	5.92	4.31	3.8	1.77
9.5	Bridge										
9	T=200 anni	41.49	2.78	4.32	5	6.63	0.0066	6.74	6.15	4	1.73
9	T=100 anni	40.87	2.78	4.3	4.98	6.6	0.0066	6.72	6.08	4	1.74
9	T=50 anni	39.63	2.78	4.26	4.93	6.53	0.0067	6.68	5.94	4	1.75
9	T=10 anni	34.55	2.78	4.11	4.74	6.25	0.0068	6.47	5.34	4	1.79
9	T=2 anni	25.52	2.78	3.84	4.39	5.68	0.0071	6.01	4.25	4	1.86
8	T=200 anni	41.49	2.49	4.08	4.79	6.49	0.0069	6.88	6.03	3.8	1.74
8	T=100 anni	40.87	2.49	4.06	4.76	6.45	0.0070	6.85	5.96	3.8	1.75
8	T=50 anni	39.63	2.49	4.02	4.72	6.39	0.0070	6.82	5.81	3.8	1.76
8	T=10 anni	34.55	2.49	3.86	4.52	6.1	0.0072	6.62	5.22	3.8	1.8
8	T=2 anni	25.52	2.49	3.58	4.15	5.52	0.0076	6.18	4.13	3.8	1.89
7	T=200 anni	41.49	2.31	3.32	4.13	6.26	0.0105	7.6	5.46	5.4	2.41
7	T=100 anni	40.87	2.31	3.31	4.11	6.23	0.0106	7.57	5.4	5.4	2.42
7	T=50 anni	39.63	2.31	3.29	4.07	6.16	0.0107	7.52	5.27	5.4	2.43
7	T=10 anni	34.55	2.31	3.19	3.92	5.88	0.0110	7.26	4.76	5.4	2.47
7	T=2 anni	25.52	2.31	3.02	3.63	5.3	0.0118	6.7	3.81	5.4	2.55

Torrente Senia

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
6	T=200 anni	41.49	2.17	2.91	3.67	6.01	0.0141	7.8	5.32	7.2	2.89
6	T=100 anni	40.87	2.17	2.9	3.66	5.97	0.0142	7.76	5.26	7.2	2.9
6	T=50 anni	39.63	2.17	2.88	3.63	5.91	0.0143	7.7	5.15	7.2	2.91
6	T=10 anni	34.55	2.17	2.82	3.5	5.61	0.0148	7.41	4.66	7.2	2.94
6	T=2 anni	25.52	2.17	2.69	3.25	5.03	0.0157	6.77	3.77	7.2	2.99
5	T=200 anni	41.49	2.15	2.84	3.54	5.64	0.0134	7.41	5.6	8.1	2.84
5	T=100 anni	40.87	2.15	2.83	3.52	5.6	0.0134	7.37	5.54	8.1	2.84
5	T=50 anni	39.63	2.15	2.82	3.5	5.53	0.0135	7.3	5.43	8.1	2.85
5	T=10 anni	34.55	2.15	2.76	3.38	5.23	0.0136	6.96	4.96	8.1	2.84
5	T=2 anni	25.52	2.15	2.66	3.15	4.63	0.0135	6.22	4.1	8.1	2.79
4	T=200 anni	41.49	1.9	2.54	3.22	5.36	0.0145	7.43	5.58	8.7	2.96
4	T=100 anni	40.87	1.9	2.54	3.21	5.32	0.0145	7.4	5.53	8.7	2.96
4	T=50 anni	39.63	1.9	2.52	3.18	5.25	0.0146	7.32	5.41	8.7	2.96
4	T=10 anni	34.55	1.9	2.47	3.07	4.95	0.0147	6.97	4.95	8.7	2.95
4	T=2 anni	25.52	1.9	2.37	2.85	4.34	0.0146	6.22	4.1	8.7	2.89
3	T=200 anni	41.49	1.69	2.28	2.93	5.04	0.0154	7.36	5.64	9.5	3.05
3	T=100 anni	40.87	1.69	2.28	2.92	5.01	0.0154	7.32	5.58	9.5	3.05
3	T=50 anni	39.63	1.69	2.27	2.9	4.94	0.0154	7.24	5.48	9.5	3.04
3	T=10 anni	34.55	1.69	2.22	2.79	4.63	0.0154	6.87	5.03	9.5	3.02
3	T=2 anni	25.52	1.69	2.13	2.59	4.02	0.0151	6.09	4.19	9.5	2.93
2	T=200 anni	41.49	0.61	1.73	2.44	4.72	0.0145	7.66	5.41	8.69	3.1
2	T=100 anni	40.87	0.61	1.72	2.43	4.69	0.0145	7.62	5.36	8.65	3.09
2	T=50 anni	39.63	0.61	1.71	2.4	4.61	0.0144	7.55	5.25	8.59	3.08
2	T=10 anni	34.55	0.61	1.66	2.3	4.31	0.0141	7.21	4.79	8.31	3.03
2	T=2 anni	25.52	0.61	1.55	2.08	3.71	0.0136	6.51	3.92	7.76	2.92
1	T=200 anni	41.49	0.31	1.43	2.14	4.43	0.0146	7.68	5.41	8.68	3.1
1	T=100 anni	40.87	0.31	1.42	2.13	4.4	0.0145	7.64	5.35	8.65	3.1
1	T=50 anni	39.63	0.31	1.41	2.1	4.32	0.0145	7.56	5.24	8.58	3.09
1	T=10 anni	34.55	0.31	1.36	2	4.02	0.0143	7.23	4.78	8.3	3.04
1	T=2 anni	25.52	0.31	1.25	1.78	3.43	0.0138	6.55	3.89	7.74	2.95

Canale scolmatore

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
13	T=200 anni	80.15	12.2	13.86	15.17	18.59	0.0301	9.63	8.33	5	2.38
13	T=100 anni	60.3	12.2	13.56	14.65	17.55	0.0300	8.85	6.81	5	2.42
13	T=50 anni	43.37	12.2	13.29	14.17	16.54	0.0300	7.99	5.43	5	2.45
13	T=10 anni	16.88	12.2	12.78	13.25	14.51	0.0300	5.82	2.9	5	2.44
13	T=2 anni	0.49	12.2	12.26	12.3	12.38	0.0301	1.52	0.32	5	1.91
12	T=200 anni	80.15	10.92	13.26	13.89	15.65	0.0118	6.84	11.71	5	1.43
12	T=100 anni	60.3	10.92	12.88	13.37	14.81	0.0109	6.16	9.79	5	1.41
12	T=50 anni	43.37	10.92	12.52	12.89	14.02	0.0098	5.41	8.01	5	1.37
12	T=10 anni	16.88	10.92	11.84	11.97	12.53	0.0074	3.68	4.59	5	1.22
12	T=2 anni	0.49	10.92	11.02	11.02	11.07	0.0072	0.99	0.5	5	1
11	T=200 anni	80.15	10	11.9	12.97	15.51	0.0108	8.42	9.52	5	1.95
11	T=100 anni	60.3	10	11.54	12.45	14.68	0.0112	7.86	7.68	5	2.02
11	T=50 anni	43.37	10	11.19	11.97	13.88	0.0119	7.27	5.97	5	2.12
11	T=10 anni	16.88	10	10.56	11.05	12.4	0.0172	6.01	2.81	5	2.56
11	T=2 anni	0.49	10	10.02	10.1	10.96	0.4829	4.28	0.11	5	9.04
10	T=200 anni	80.15	8	9.89	10.97	13.55	0.0110	8.47	9.46	5	1.97
10	T=100 anni	60.3	8	9.54	10.46	12.67	0.0111	7.85	7.69	5	2.02
10	T=50 anni	43.37	8	9.22	9.97	11.79	0.0111	7.09	6.12	5	2.05
10	T=10 anni	16.88	8	8.68	9.05	9.95	0.0098	4.99	3.38	5	1.94
10	T=2 anni	0.49	8	8.1	8.1	8.15	0.0042	1.02	0.48	5	1.05
9.1	T=200 anni	80.15	7.5	9.26	10.97	13.49	0.0134	9.11	8.8	5	2.19
9.1	T=100 anni	60.3	7.5	8.92	9.96	12.61	0.0140	8.52	7.08	5	2.28
9.1	T=50 anni	43.37	7.5	8.61	9.47	11.72	0.0147	7.82	5.55	5	2.37
9.1	T=10 anni	16.88	7.5	8.06	8.55	9.88	0.0170	5.98	2.83	5	2.54
9.1	T=2 anni	0.49	7.5	7.53	7.6	8.09	0.2086	3.33	0.15	5	6.18
9	T=200 anni	80.15	7	8.76	10.47	13	0.0135	9.12	8.78	5	2.2
9	T=100 anni	60.3	7	8.42	9.46	12.1	0.0140	8.51	7.09	5	2.28
9	T=50 anni	43.37	7	8.12	8.97	11.19	0.0144	7.76	5.59	5	2.34

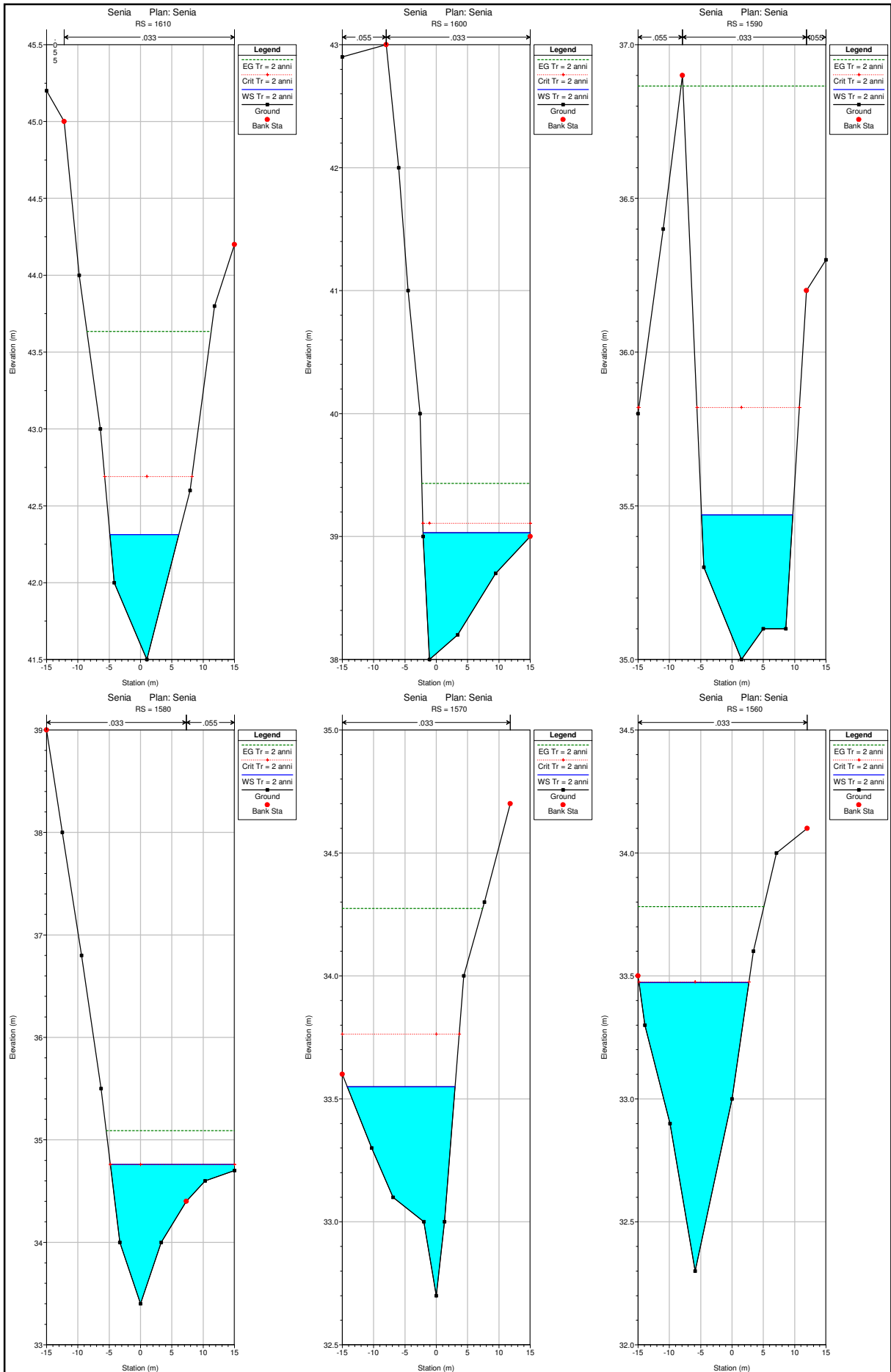
Canale scolmatore

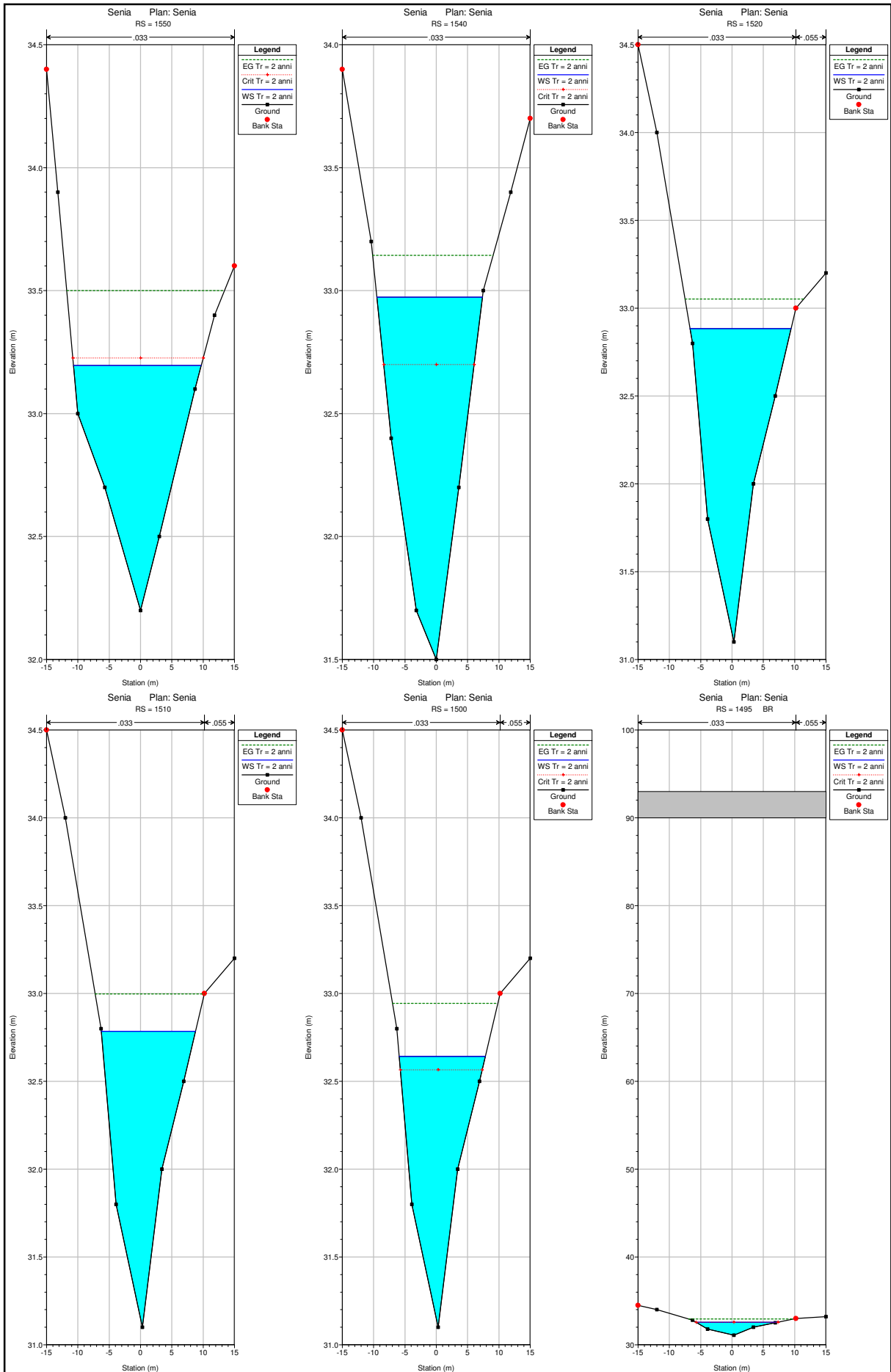
River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
9	T=10 anni	16.88	7	7.59	8.05	9.27	0.0150	5.74	2.94	5	2.39
9	T=2 anni	0.49	7	7.08	7.1	7.16	0.0078	1.23	0.4	5	1.39
8	T=200 anni	80.15	6.2	7.8	9.17	12.9	0.0175	10.01	8.01	5	2.52
8	T=100 anni	60.3	6.2	7.48	8.66	12.01	0.0188	9.43	6.39	5	2.66
8	T=50 anni	43.37	6.2	7.19	8.17	11.09	0.0205	8.75	4.95	5	2.81
8	T=10 anni	16.88	6.2	6.68	7.25	9.18	0.0277	7	2.41	5	3.22
8	T=2 anni	0.49	6.2	6.22	6.3	7.07	0.4079	4.07	0.12	5	8.37
7.1	T=200 anni	80.15	6.2	7.89	9.17	12.47	0.0150	9.48	8.45	5	2.33
7.1	T=100 anni	60.3	6.2	7.56	8.66	11.56	0.0157	8.86	6.81	5	2.42
7.1	T=50 anni	43.37	6.2	7.27	8.17	10.62	0.0163	8.11	5.35	5	2.5
7.1	T=10 anni	16.88	6.2	6.76	7.25	8.62	0.0175	6.04	2.79	5	2.58
7.1	T=2 anni	0.49	6.2	6.28	6.3	6.36	0.0093	1.3	0.38	5	1.51
7	T=200 anni	80.15	6.2	7.89	9.67	12.46	0.0150	9.47	8.46	5	2.32
7	T=100 anni	60.3	6.2	7.56	9.16	11.55	0.0156	8.85	6.82	5	2.42
7	T=50 anni	43.37	6.2	7.27	8.17	10.61	0.0162	8.09	5.36	5	2.49
7	T=10 anni	16.88	6.2	6.76	7.25	8.61	0.0173	6.02	2.8	5	2.57
7	T=2 anni	0.49	6.2	6.28	6.3	6.36	0.0075	1.22	0.4	5	1.37
6	T=200 anni	80.15	5.34	6.91	8.81	12.19	0.0183	10.18	7.87	5	2.59
6	T=100 anni	60.3	5.34	6.6	8.3	11.27	0.0196	9.58	6.3	5	2.72
6	T=50 anni	43.37	5.34	6.32	7.31	10.32	0.0212	8.86	4.89	5	2.86
6	T=10 anni	16.88	5.34	5.83	6.39	8.29	0.0271	6.95	2.43	5	3.18
6	T=2 anni	0.49	5.34	5.37	5.44	6.03	0.2743	3.61	0.14	5	7
5	T=200 anni	80.15	3.8	5.58	7.27	9.71	0.0130	9	8.91	5	2.15
5	T=100 anni	60.3	3.8	5.26	6.76	8.72	0.0127	8.24	7.32	5	2.17
5	T=50 anni	43.37	3.8	4.98	5.77	7.73	0.0123	7.35	5.9	5	2.16
5	T=10 anni	16.88	3.8	4.47	4.85	5.76	0.0100	5.04	3.35	5	1.97
5	T=2 anni	0.49	3.8	3.9	3.9	3.95	0.0043	1.03	0.48	5	1.06
4	T=200 anni	80.15	2.6	4.3	6.07	8.83	0.0148	9.43	8.5	5	2.31

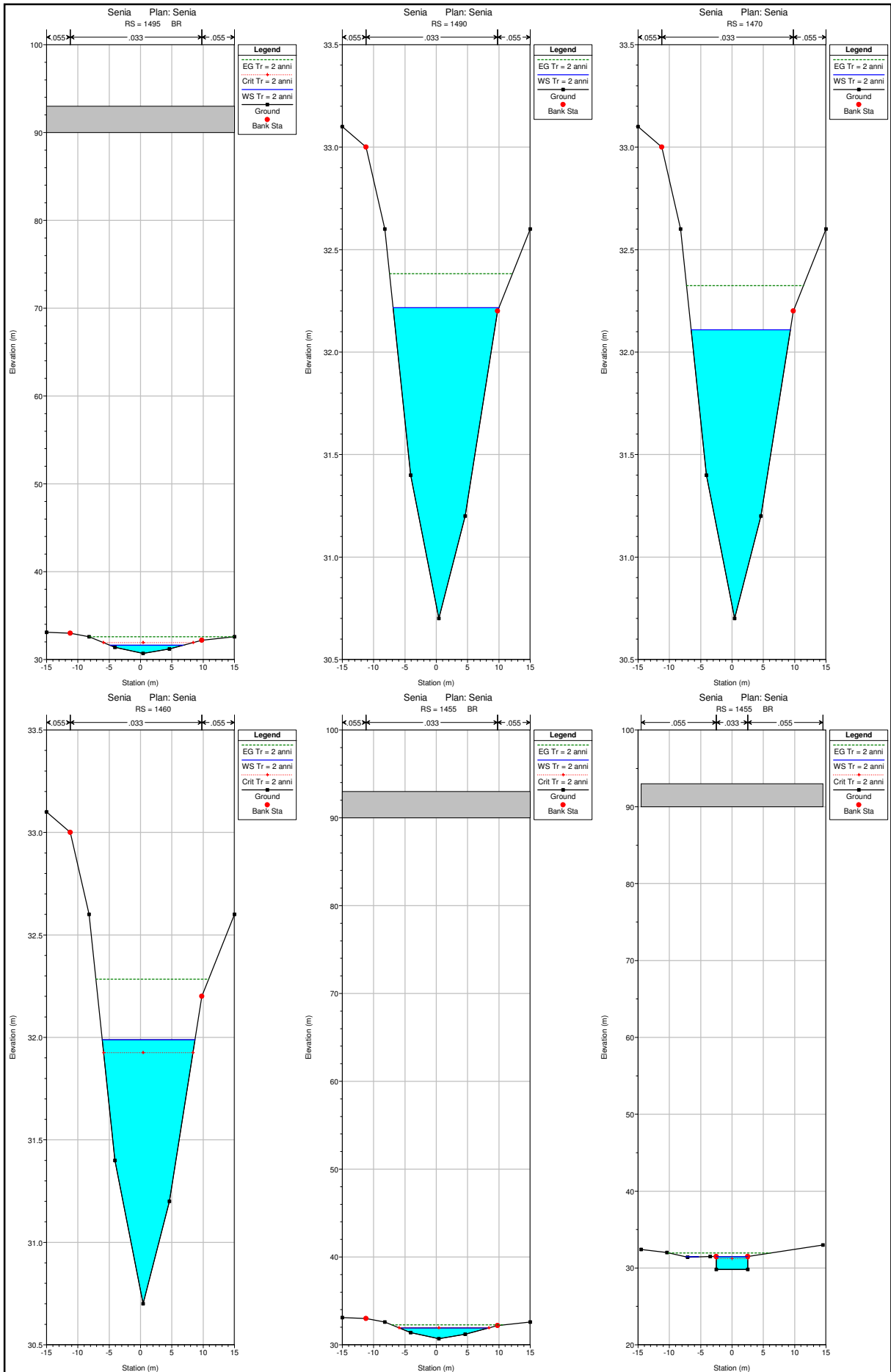
Canale scolmatore

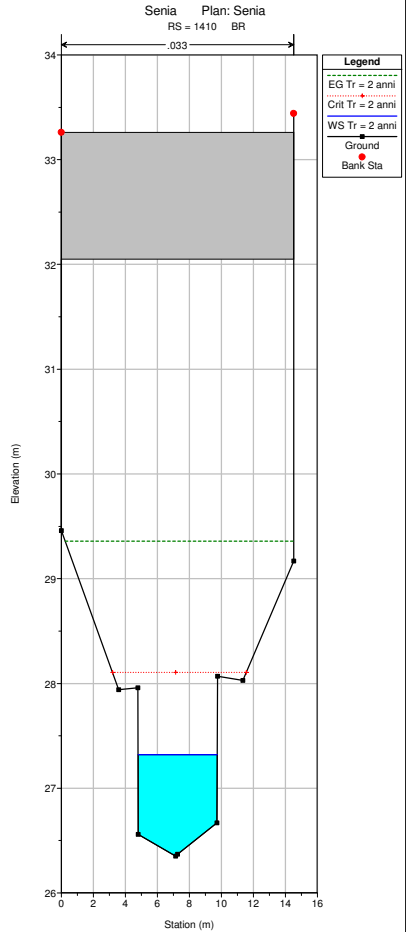
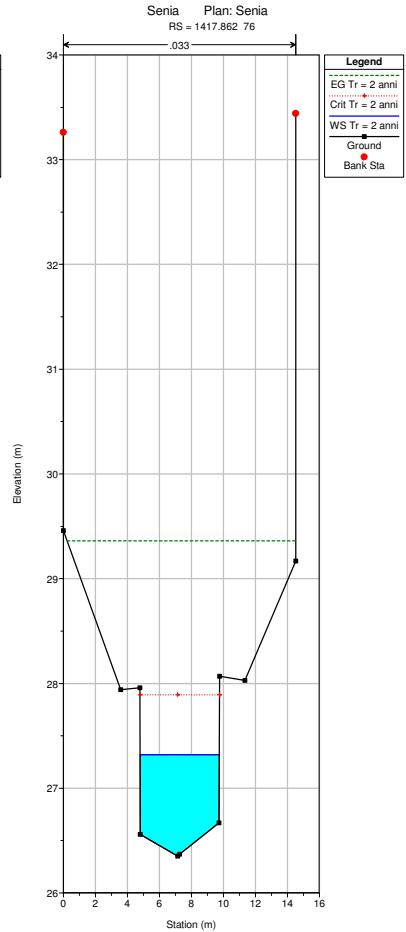
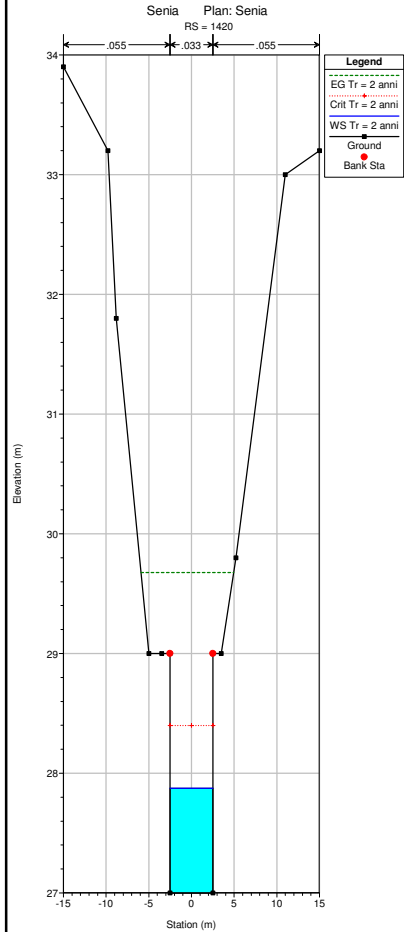
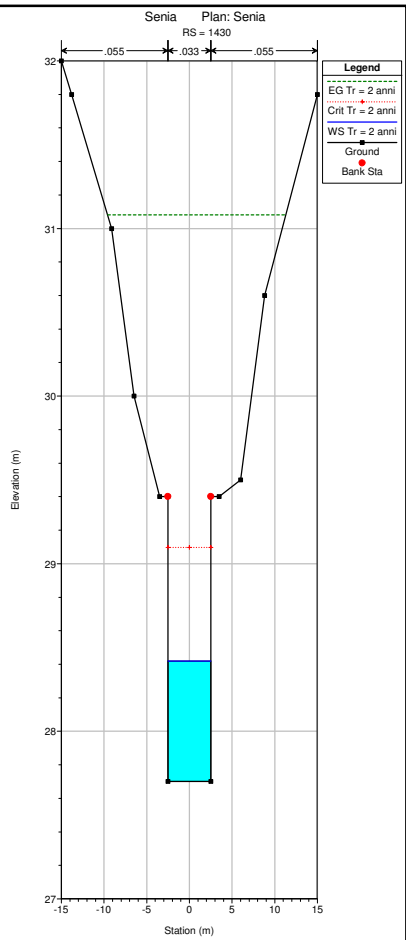
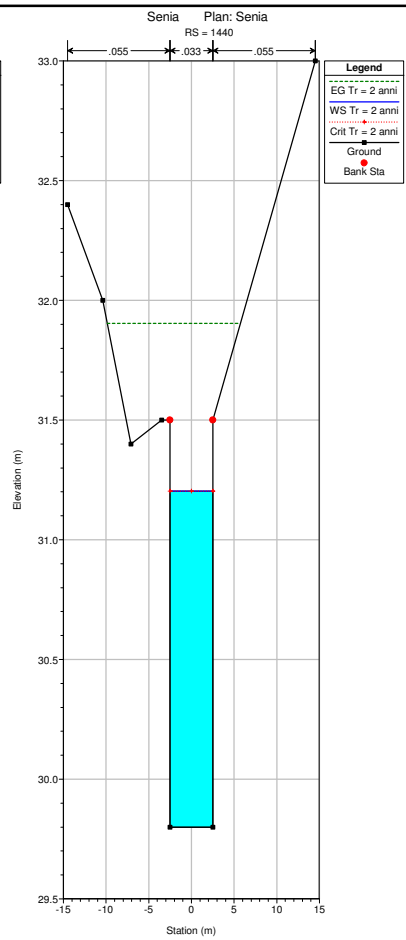
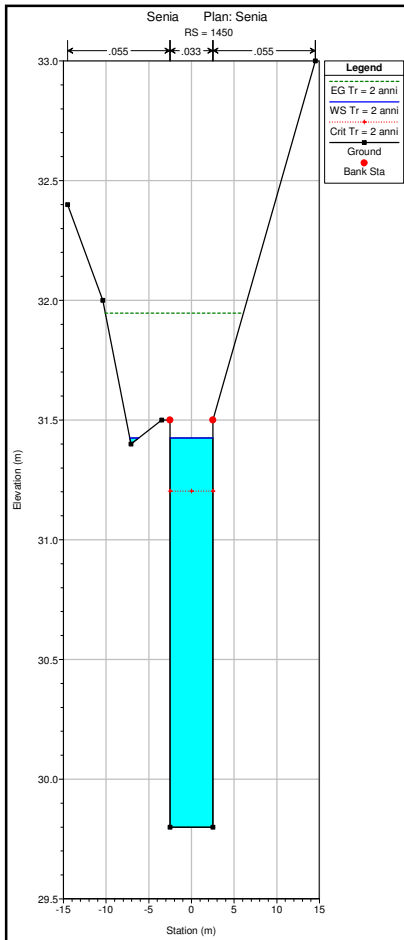
River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
4	T=100 anni	60.3	2.6	3.98	5.56	7.85	0.0150	8.71	6.92	5	2.36
4	T=50 anni	43.37	2.6	3.7	4.57	6.88	0.0151	7.9	5.49	5	2.41
4	T=10 anni	16.88	2.6	3.17	3.65	4.95	0.0165	5.92	2.85	5	2.5
4	T=2 anni	0.49	2.6	2.63	2.7	3.13	0.1731	3.14	0.16	5	5.68
3	T=200 anni	80.15	1	2.89	4.47	6.54	0.0109	8.46	9.47	5	1.96
3	T=100 anni	60.3	1	2.56	3.96	5.6	0.0106	7.72	7.81	5	1.97
3	T=50 anni	43.37	1	2.26	2.97	4.68	0.0102	6.9	6.29	5	1.96
3	T=10 anni	16.88	1	1.7	2.05	2.89	0.0089	4.84	3.49	5	1.85
3	T=2 anni	0.49	1	1.1	1.1	1.15	0.0038	0.99	0.49	5	1
2	T=200 anni	80.15	0.87	2.77	4.34	6.4	0.0109	8.44	9.49	5	1.96
2	T=100 anni	60.3	0.87	2.43	3.83	5.47	0.0106	7.72	7.81	5	1.97
2	T=50 anni	43.37	0.87	2.13	2.84	4.55	0.0102	6.9	6.29	5	1.96
2	T=10 anni	16.88	0.87	1.56	1.92	2.77	0.0091	4.88	3.46	5	1.87
2	T=2 anni	0.49	0.87	0.93	0.97	1.06	0.0167	1.55	0.32	5	1.97
1	T=200 anni	80.15	0.2	1.05	2.07	5.59	0.0231	9.44	8.49	10	3.27
1	T=100 anni	60.3	0.2	0.9	1.75	4.67	0.0239	8.6	7.01	10	3.28
1	T=50 anni	43.37	0.2	0.76	1.44	3.78	0.0248	7.69	5.64	10	3.27
1	T=10 anni	16.88	0.2	0.51	0.86	2.05	0.0269	5.51	3.06	10	3.18
1	T=2 anni	0.49	0.2	0.24	0.26	0.31	0.0143	1.13	0.43	10	1.73

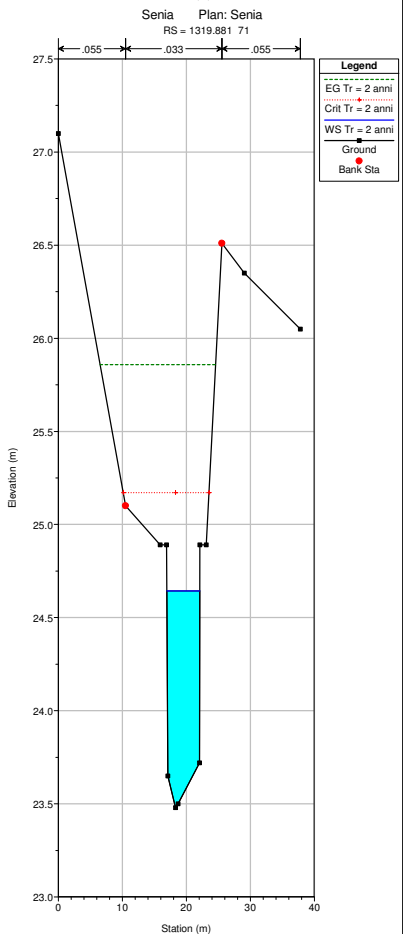
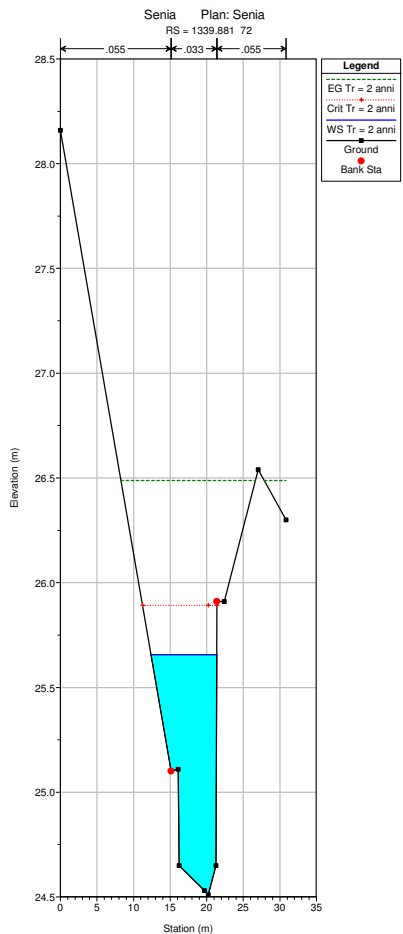
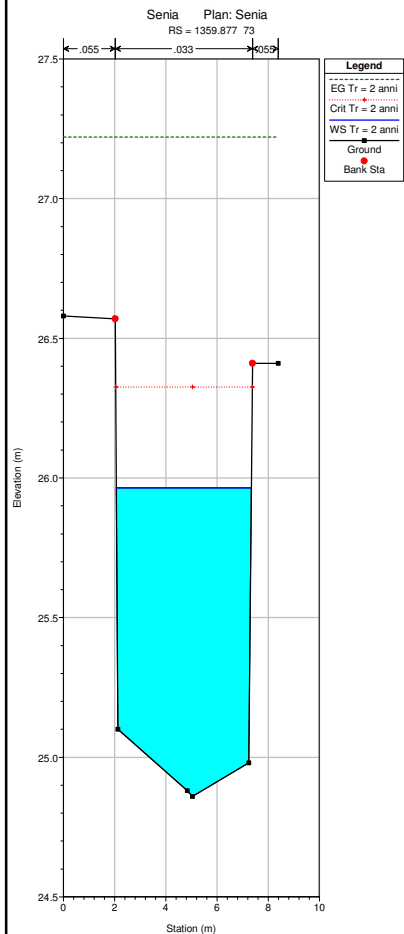
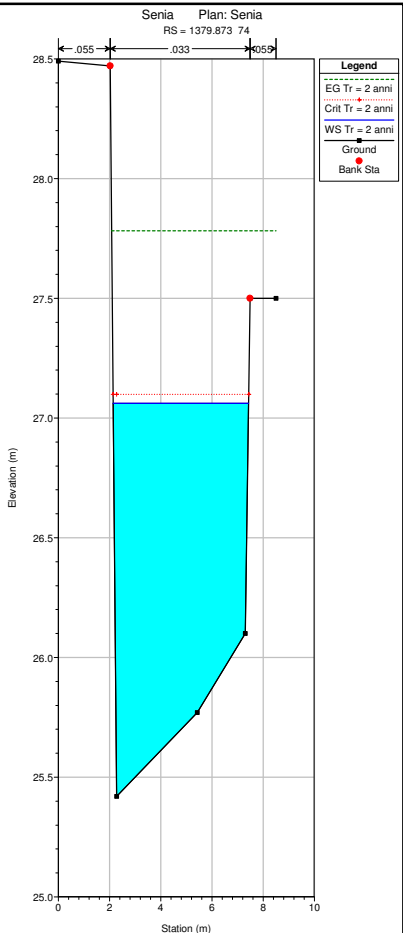
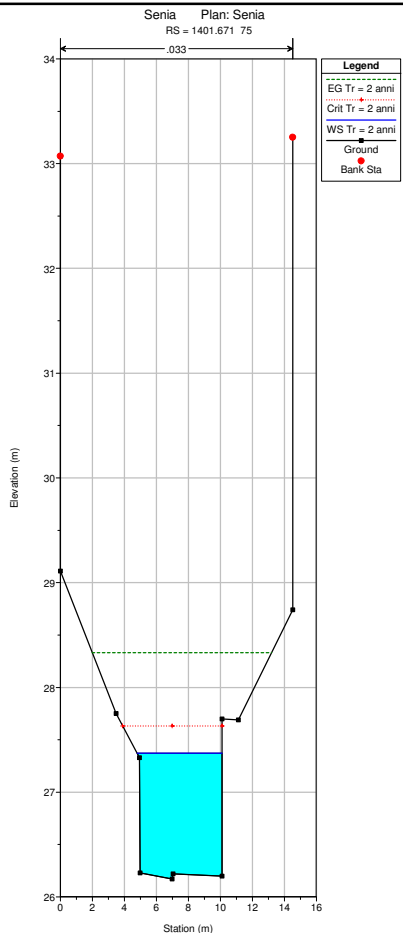
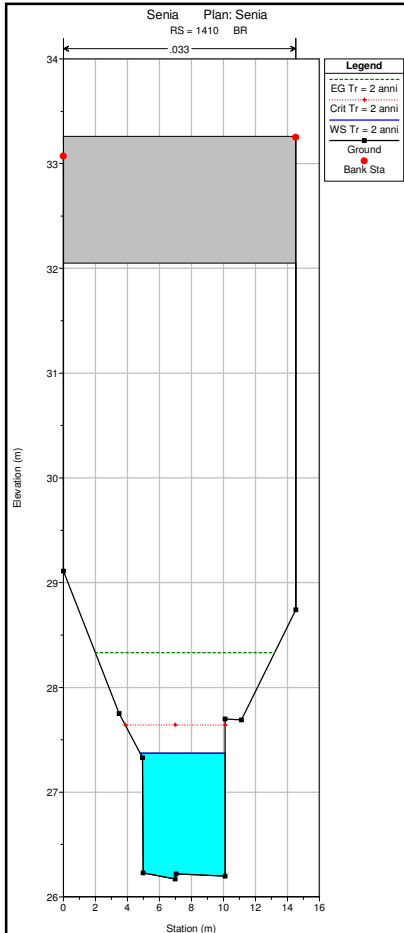
Appendice C–Quaderno delle sezioni ante-operam

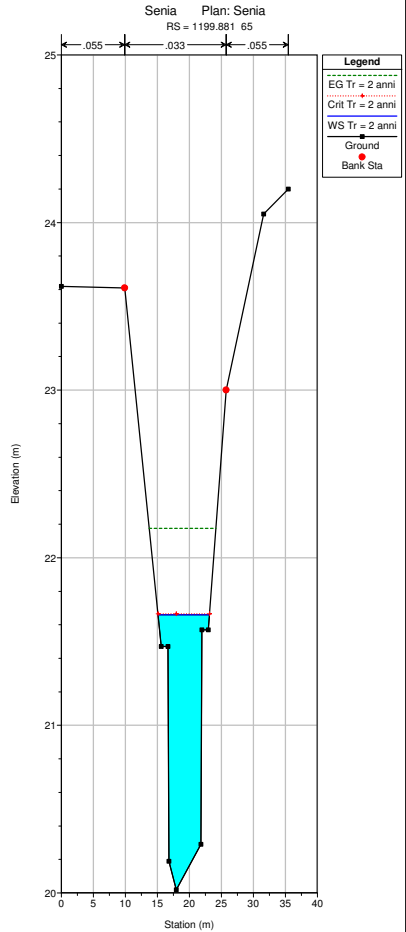
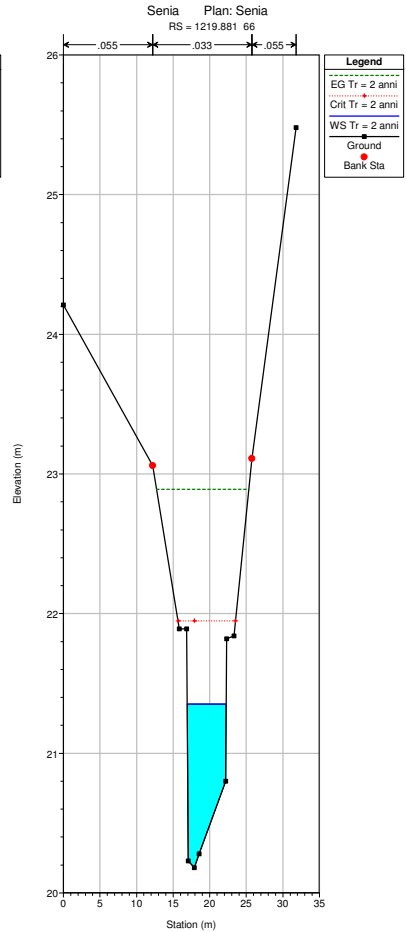
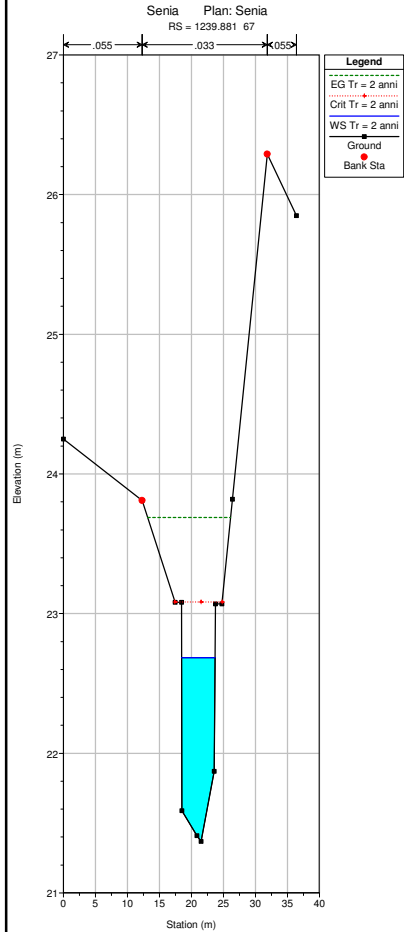
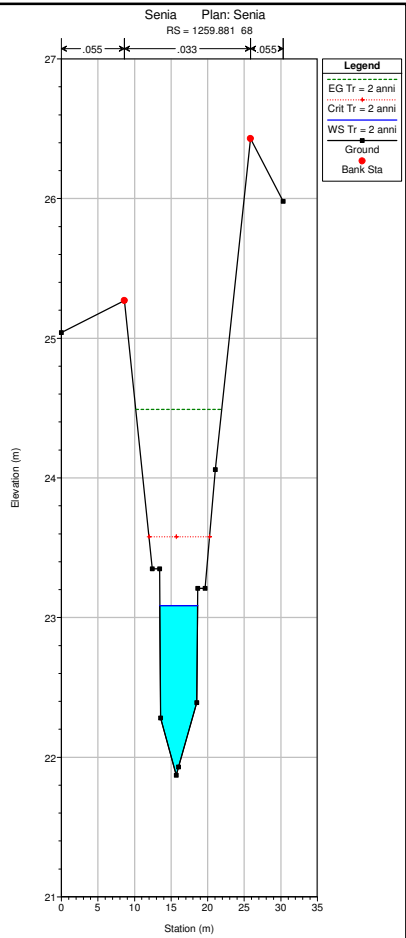
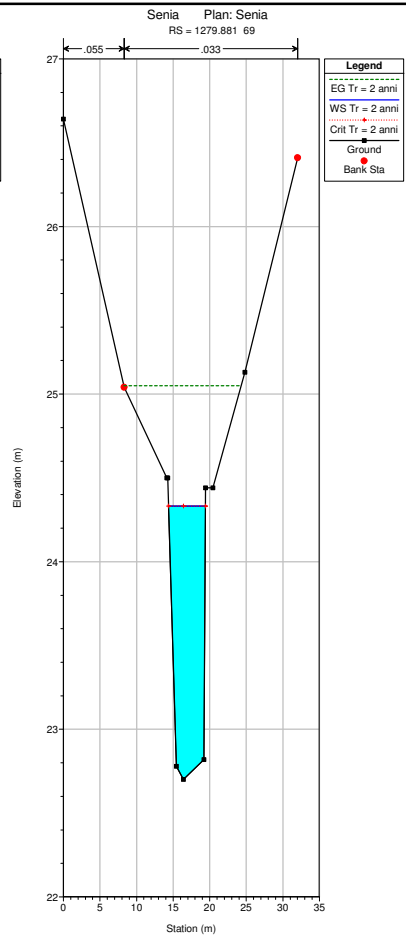
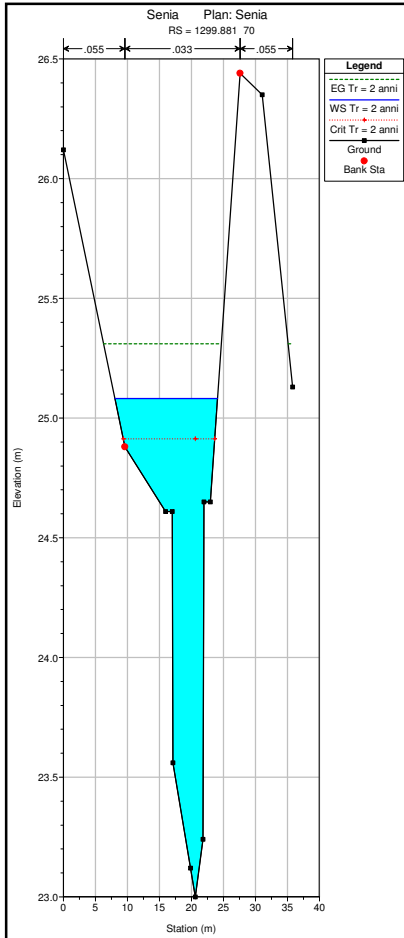


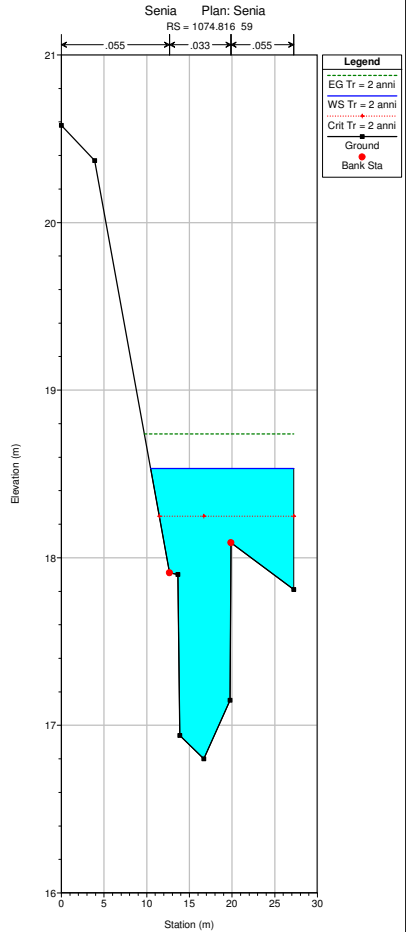
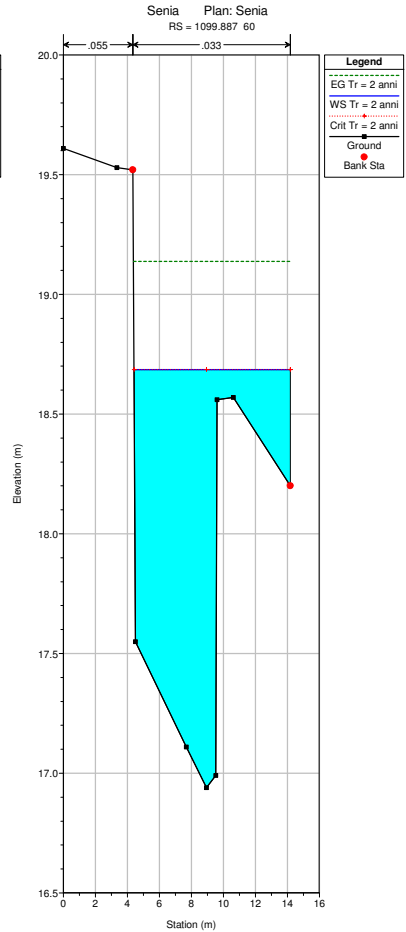
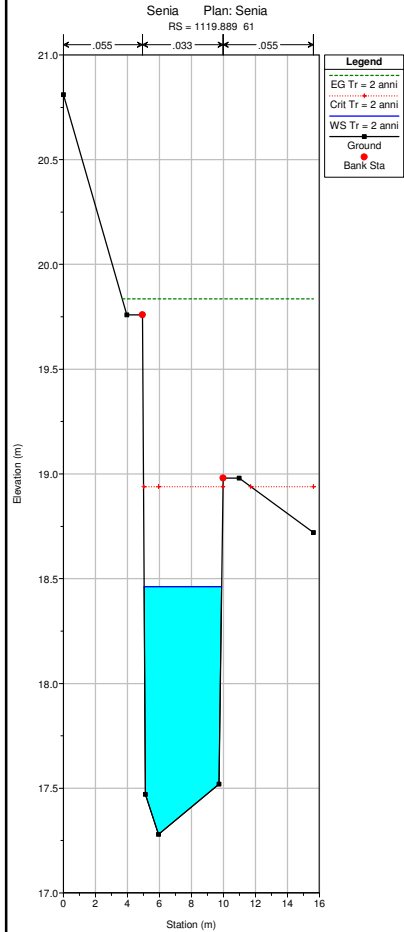
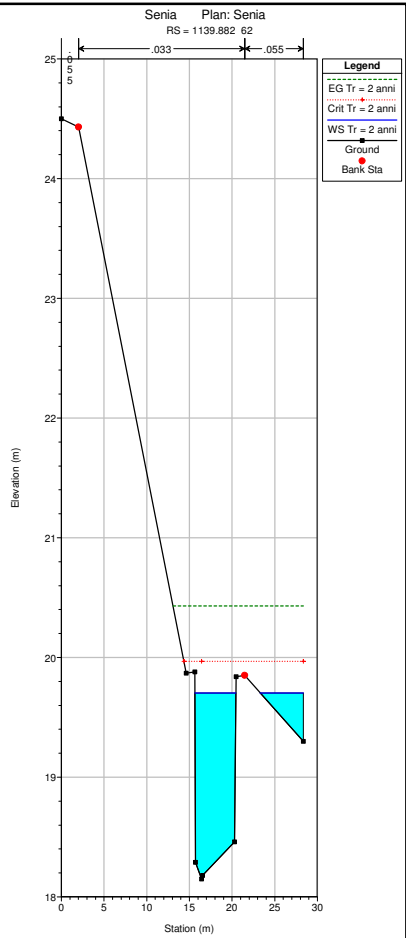
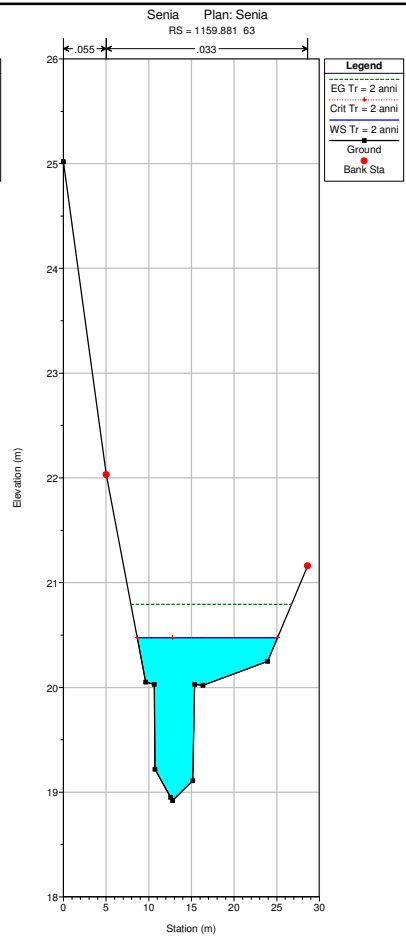
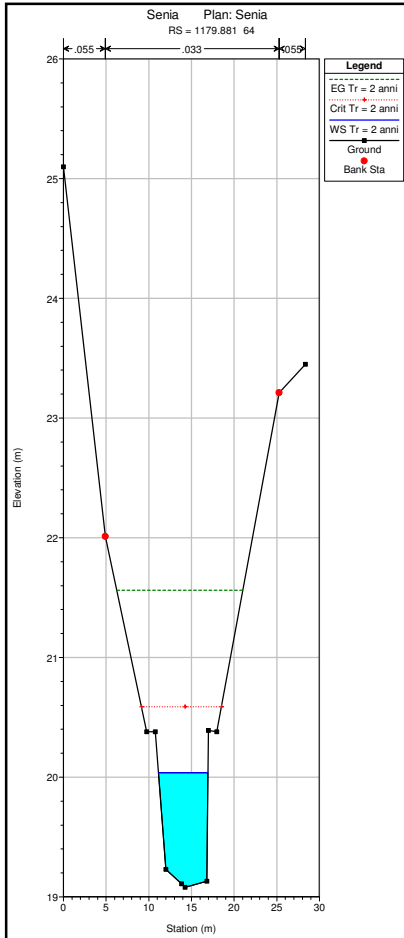


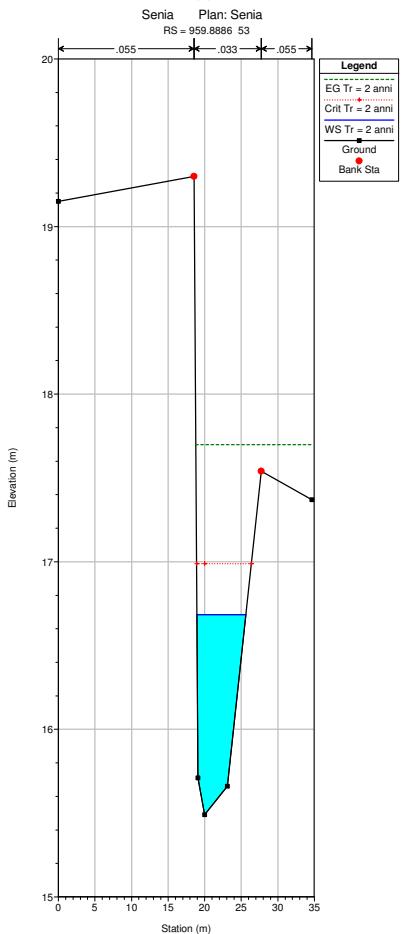
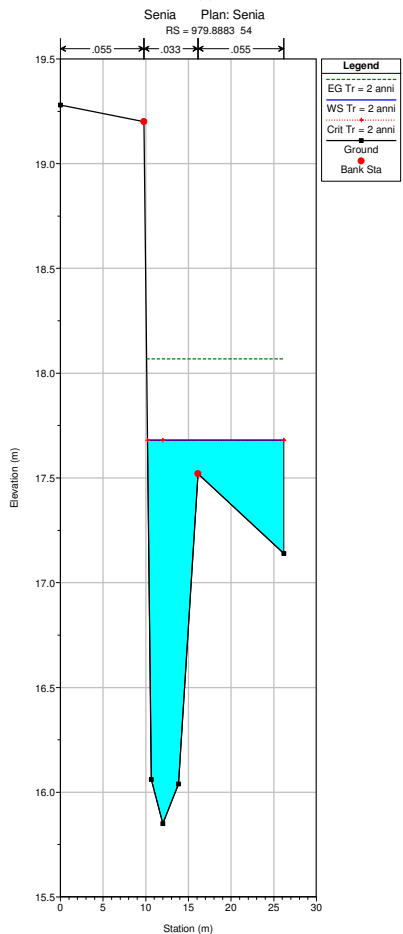
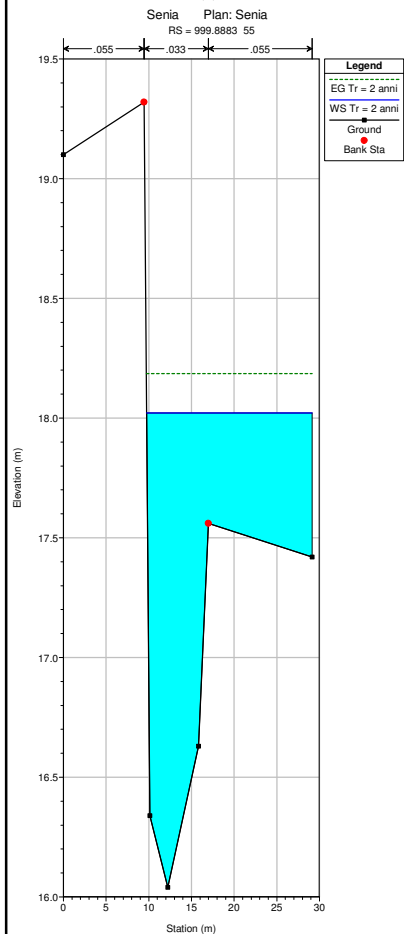
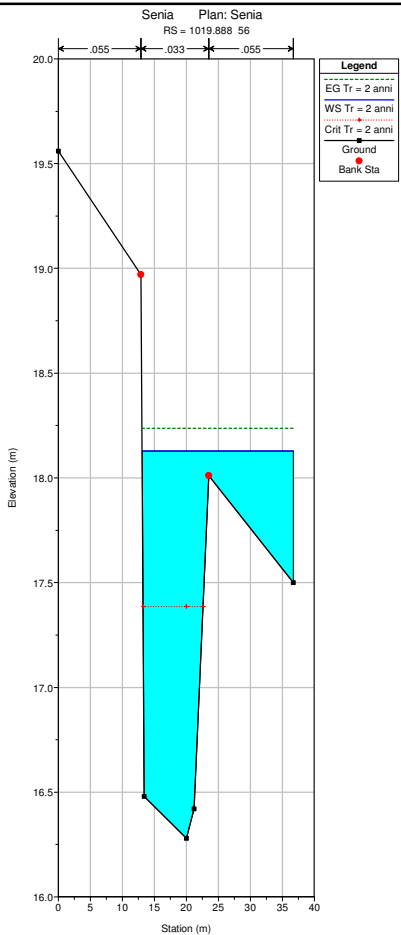
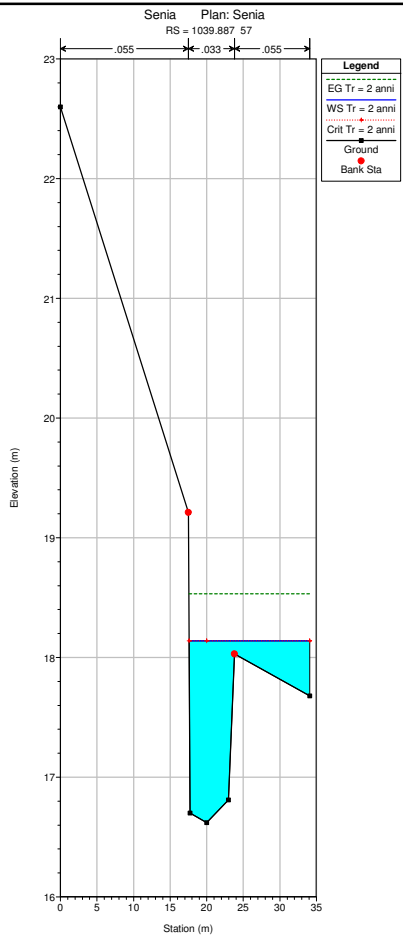
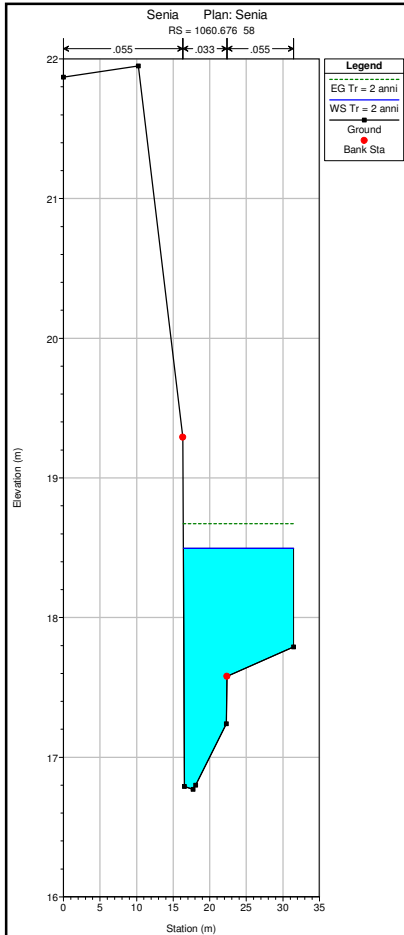


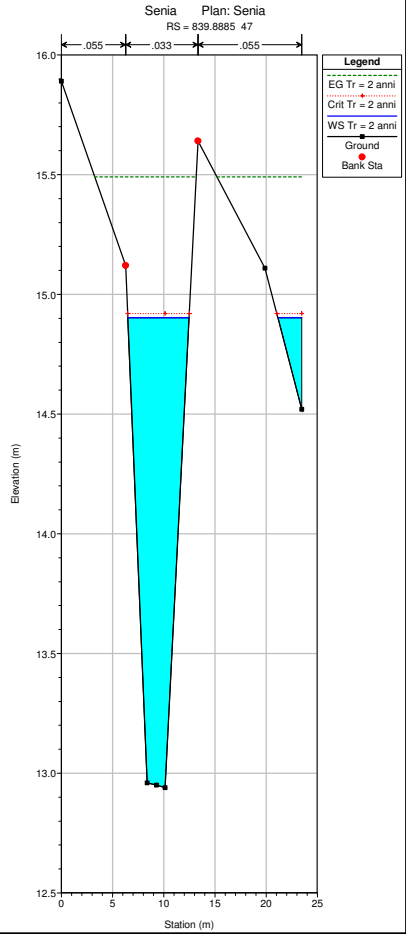
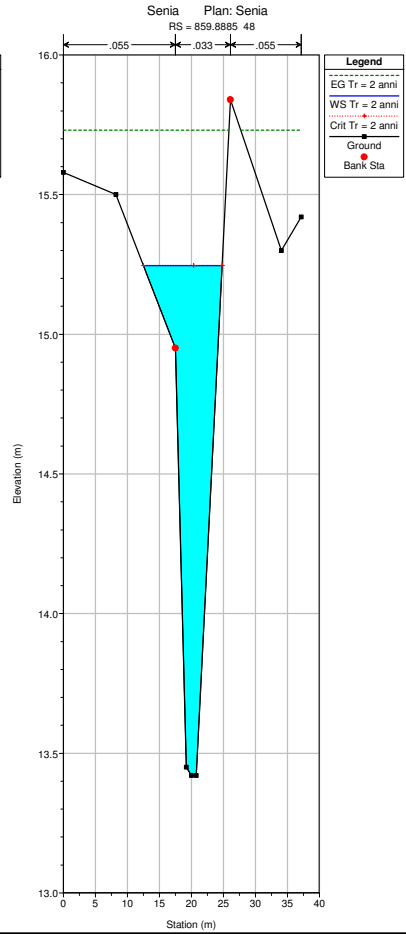
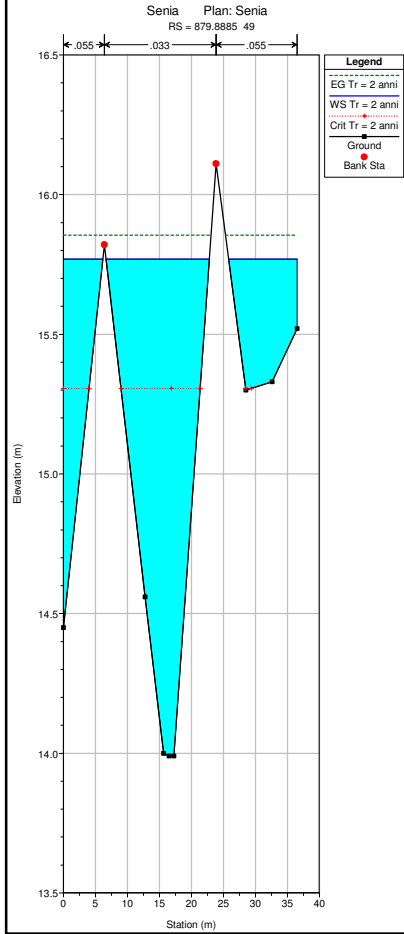
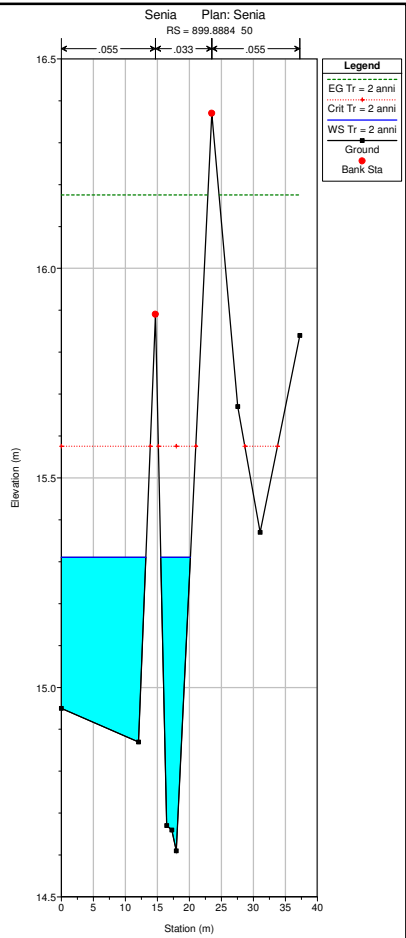
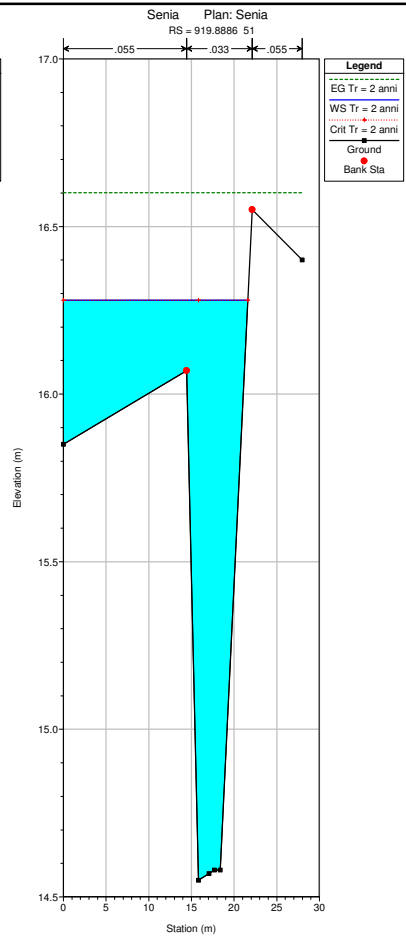
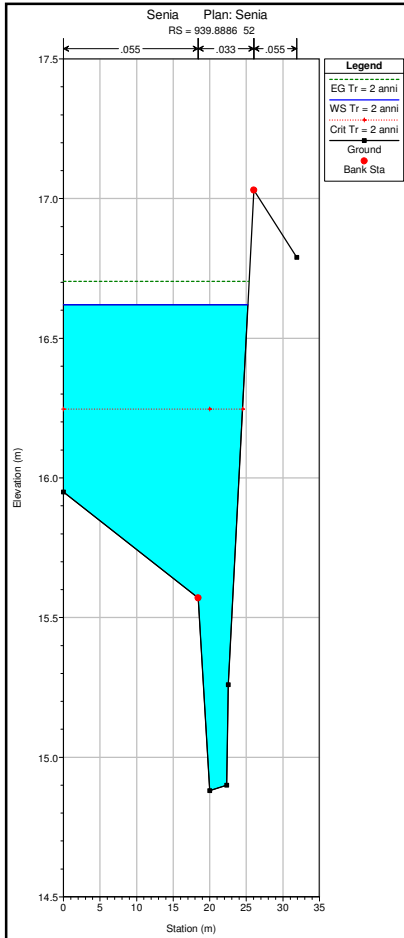


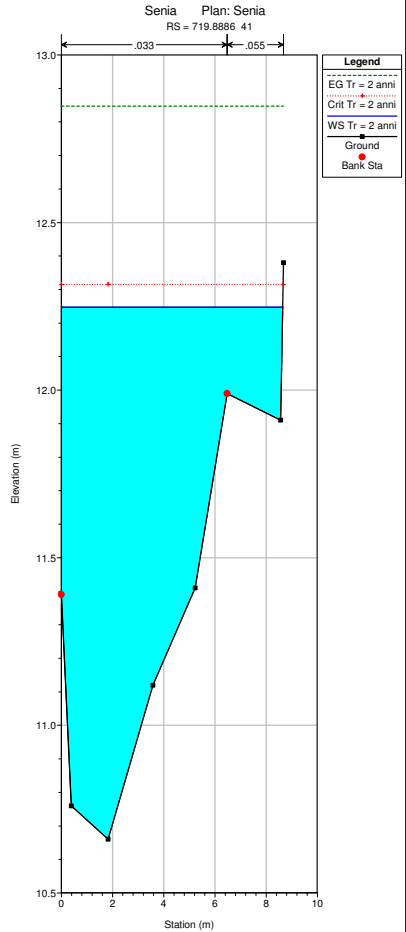
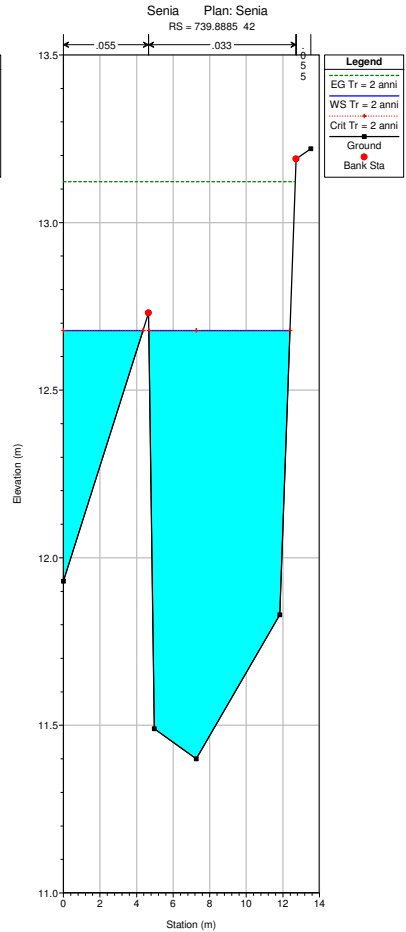
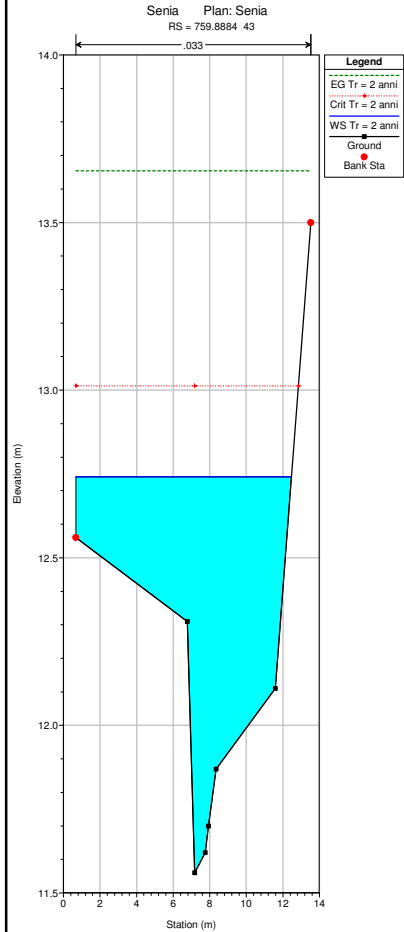
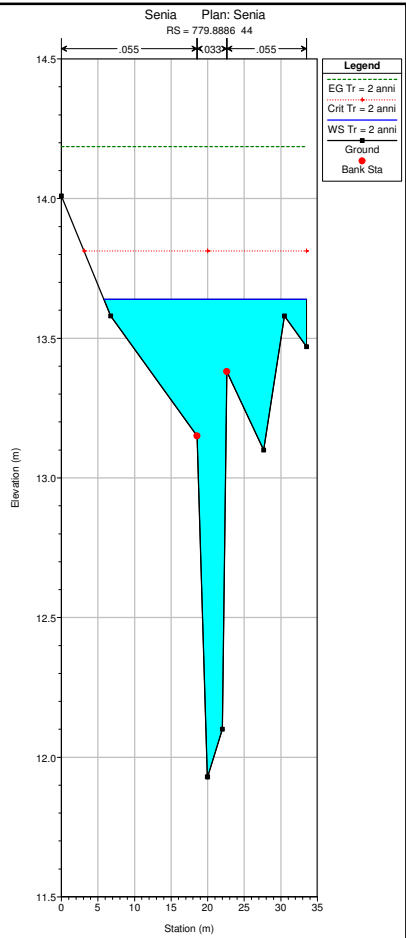
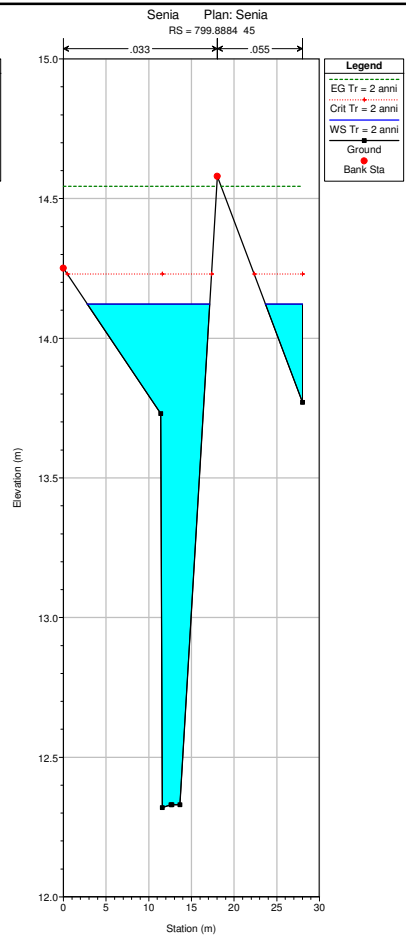
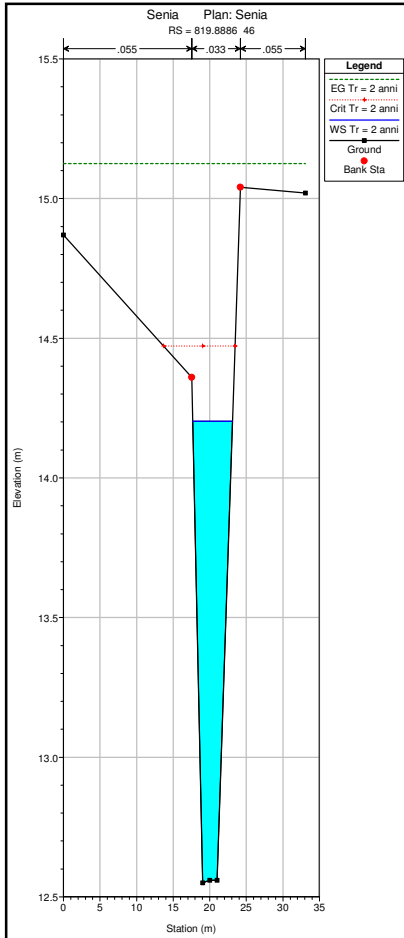


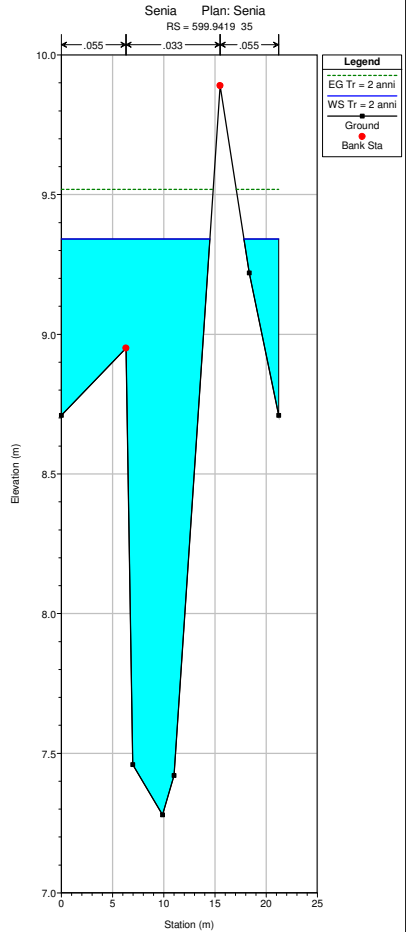
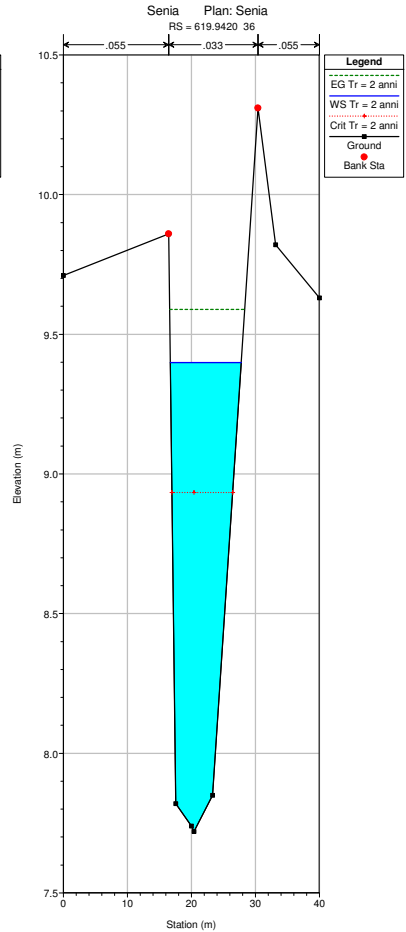
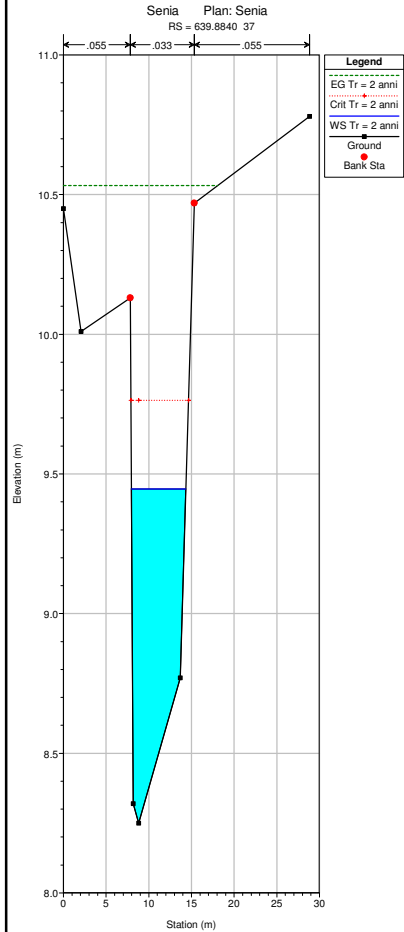
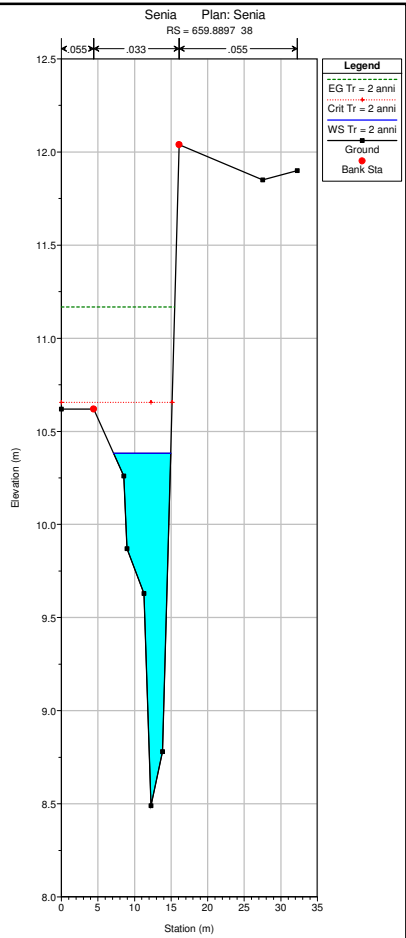
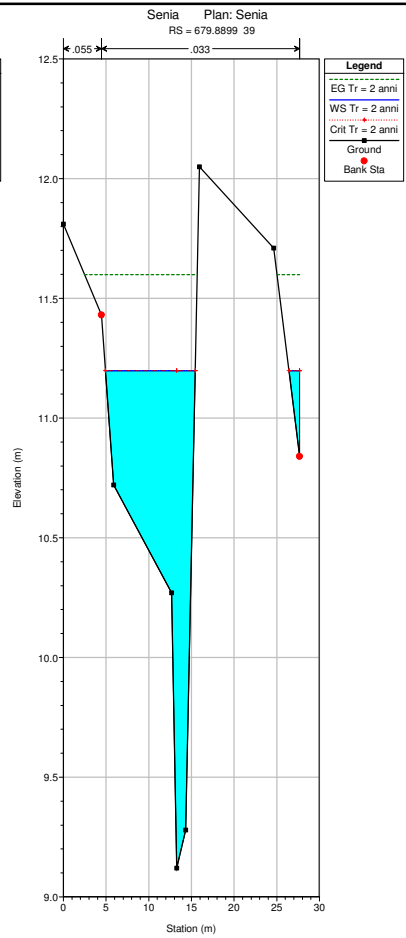
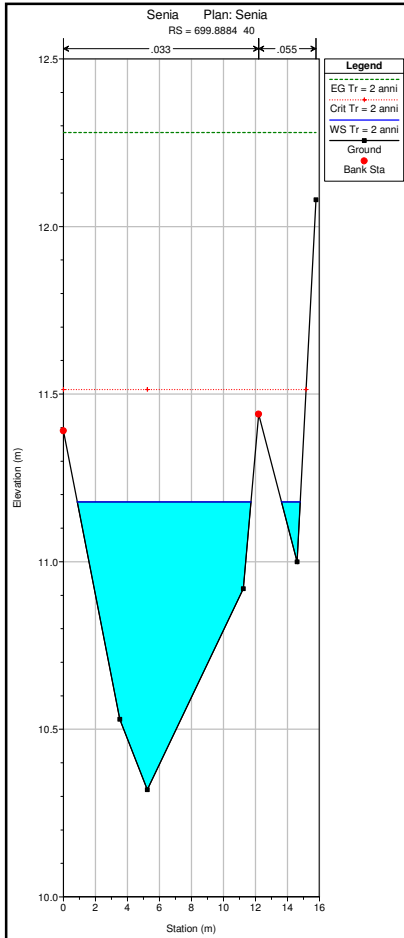


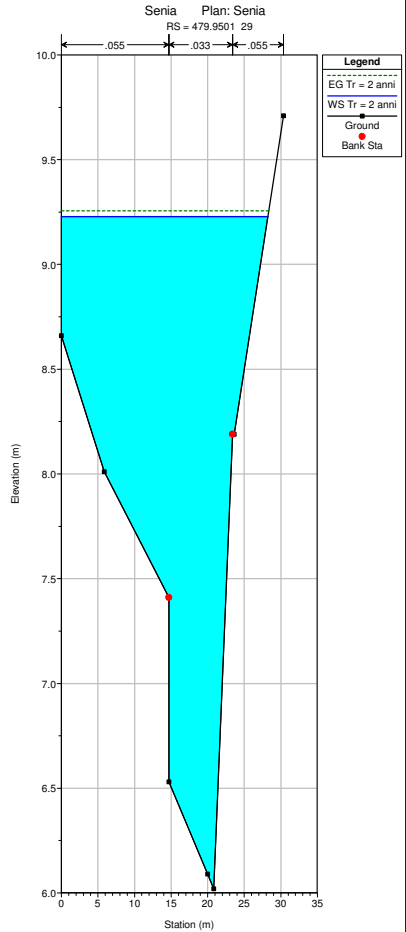
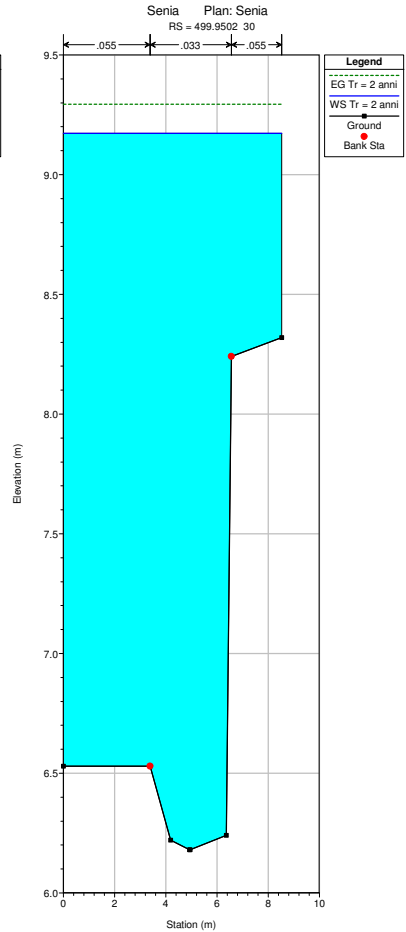
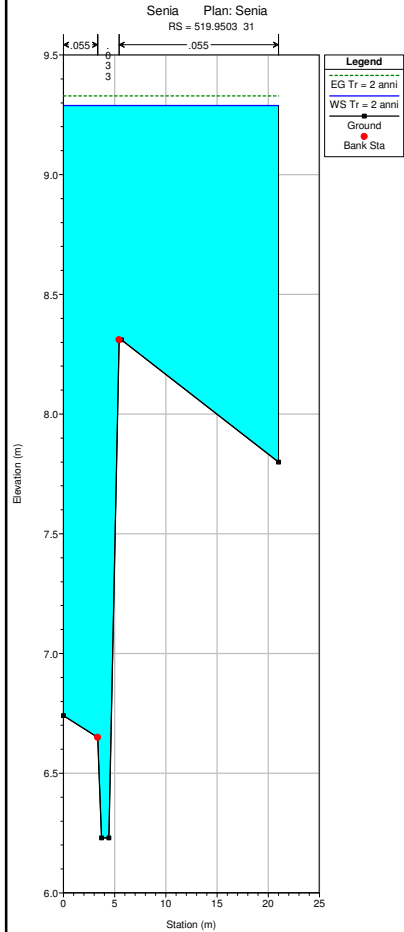
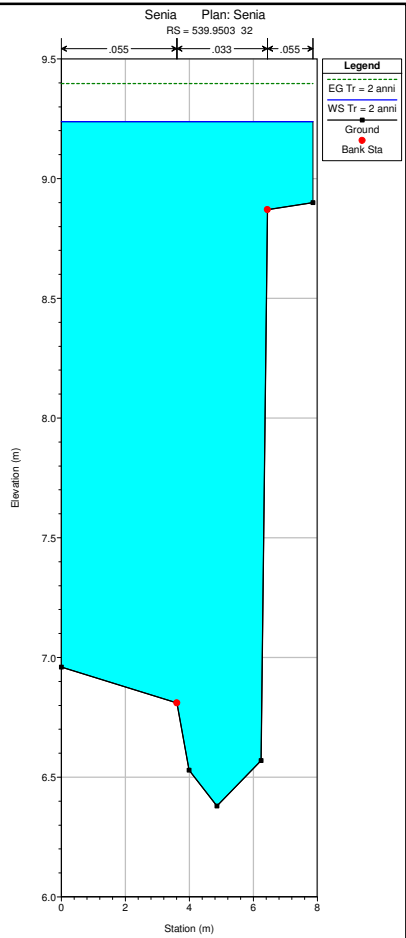
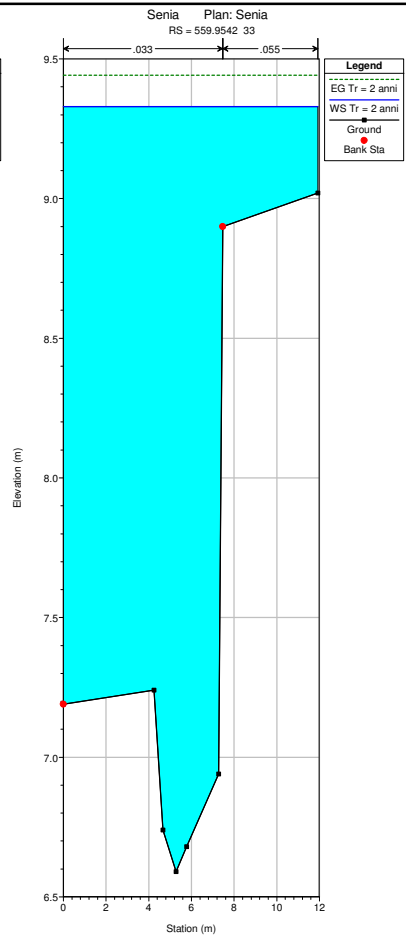
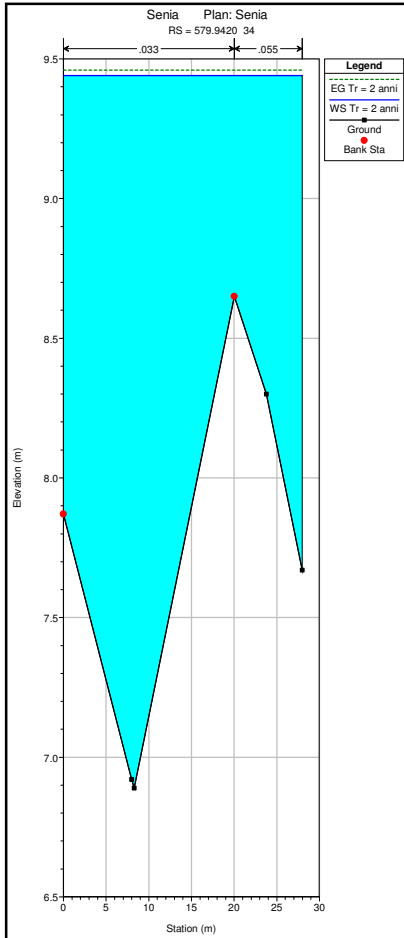




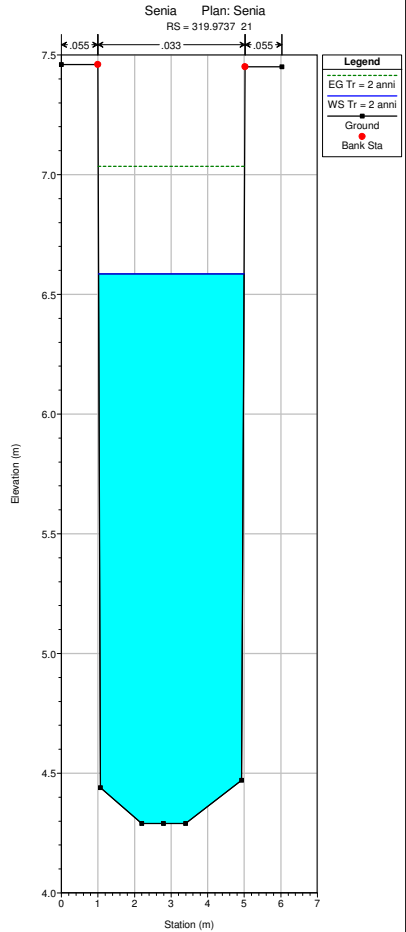
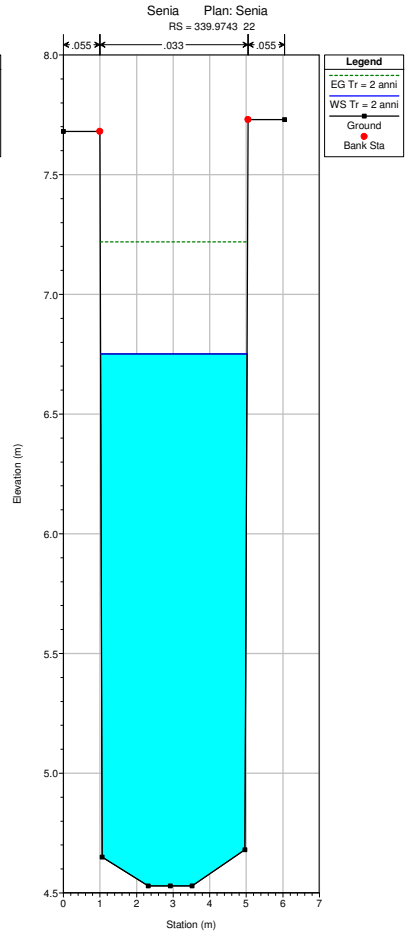
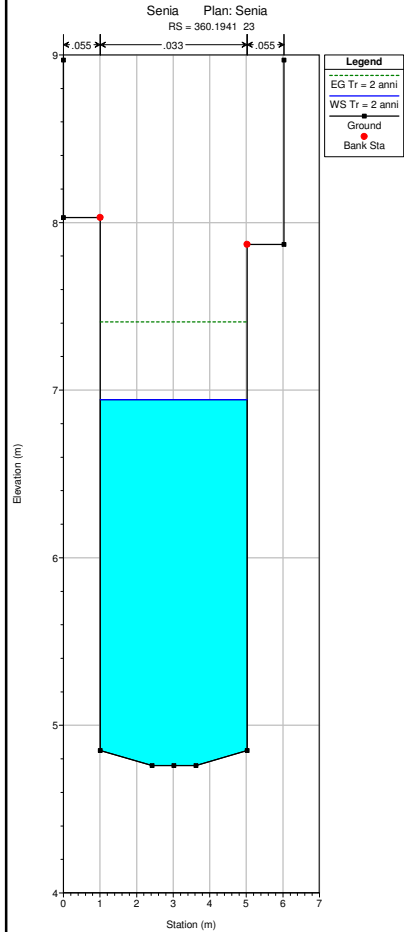
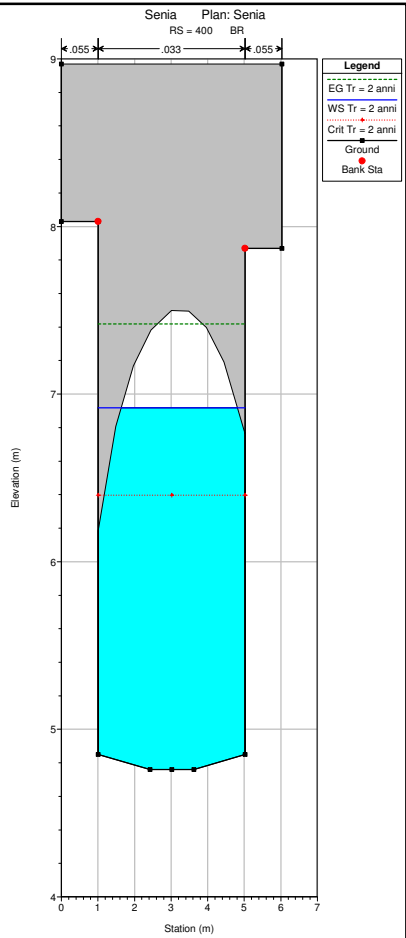
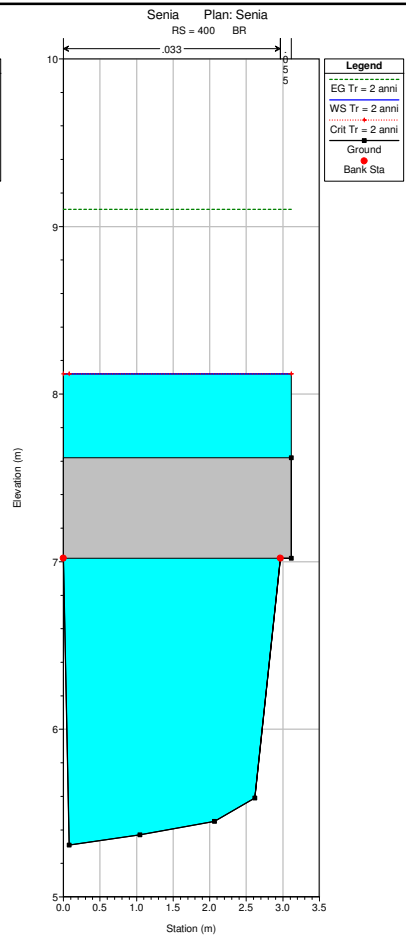
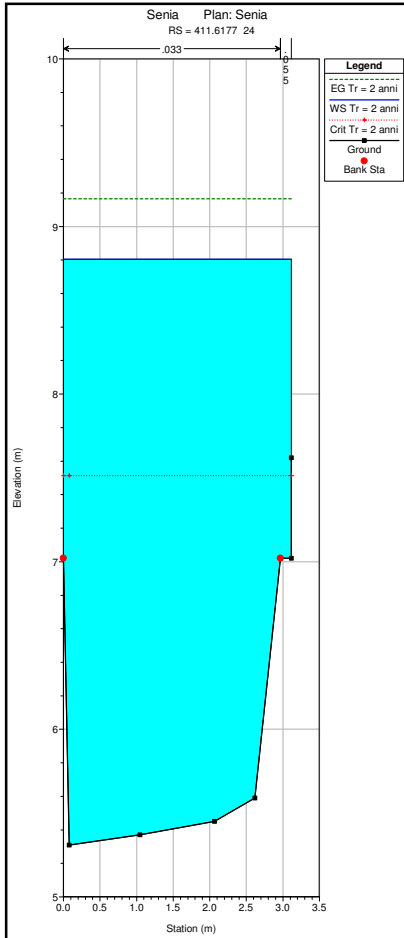


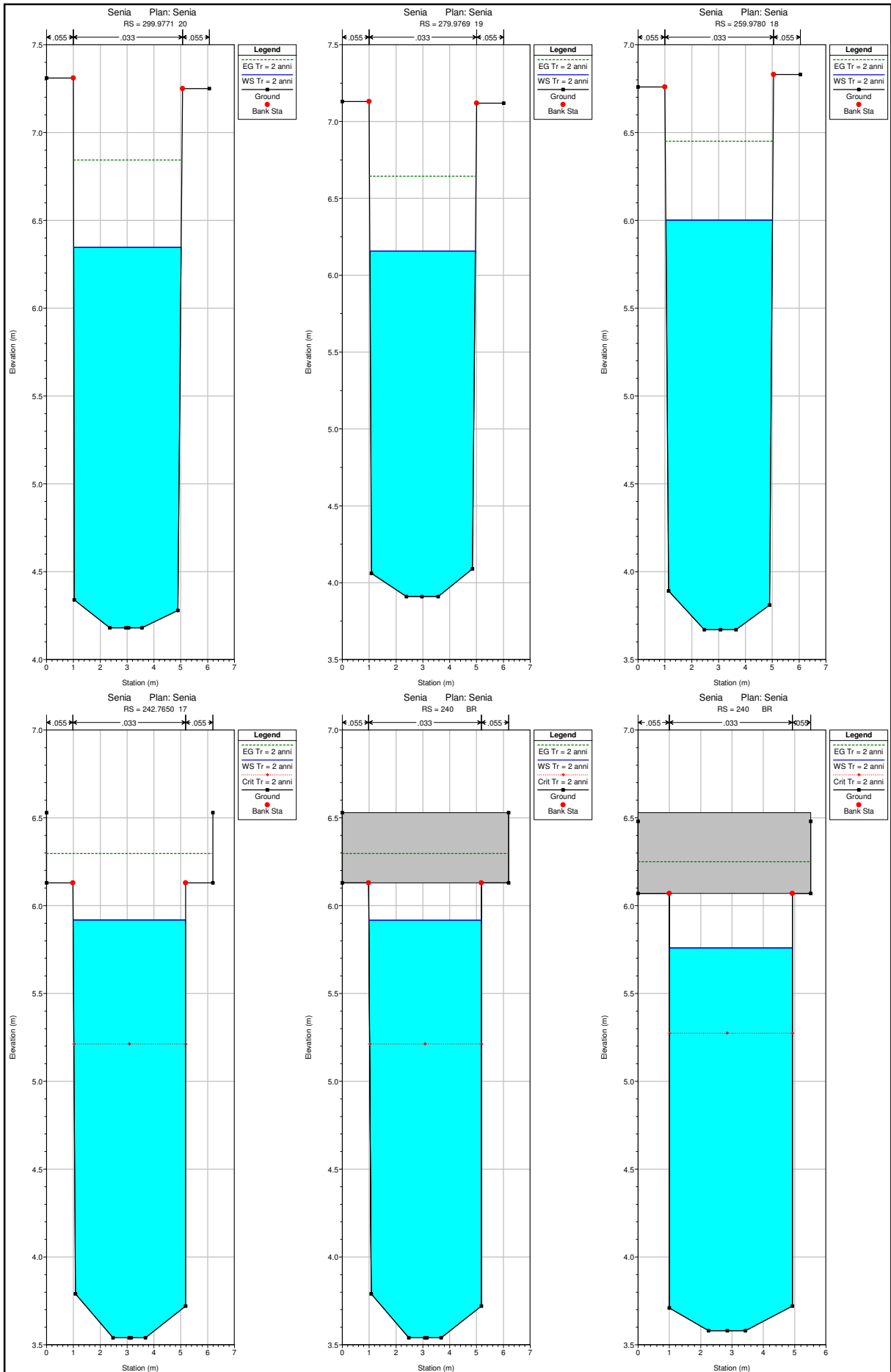


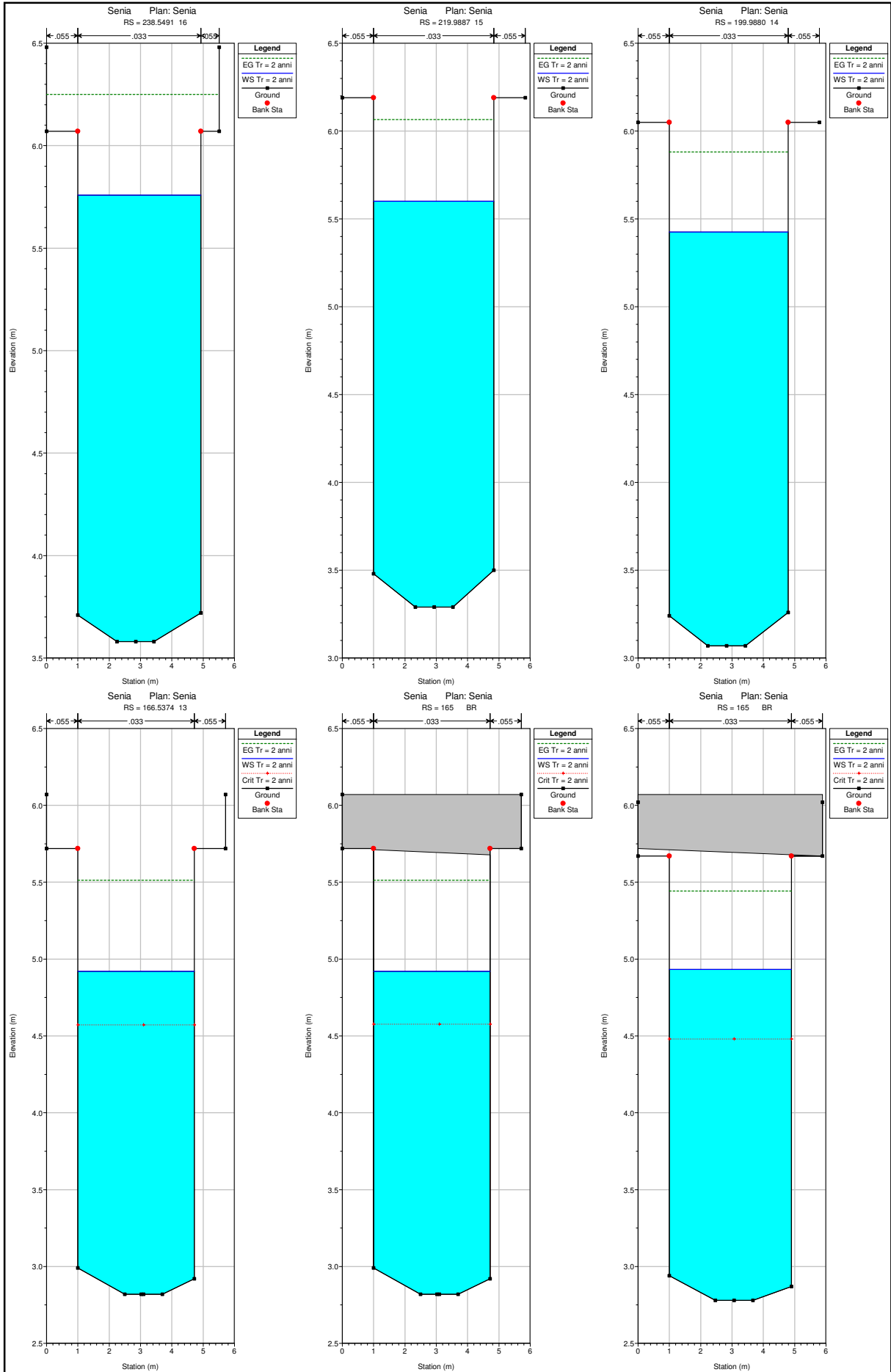


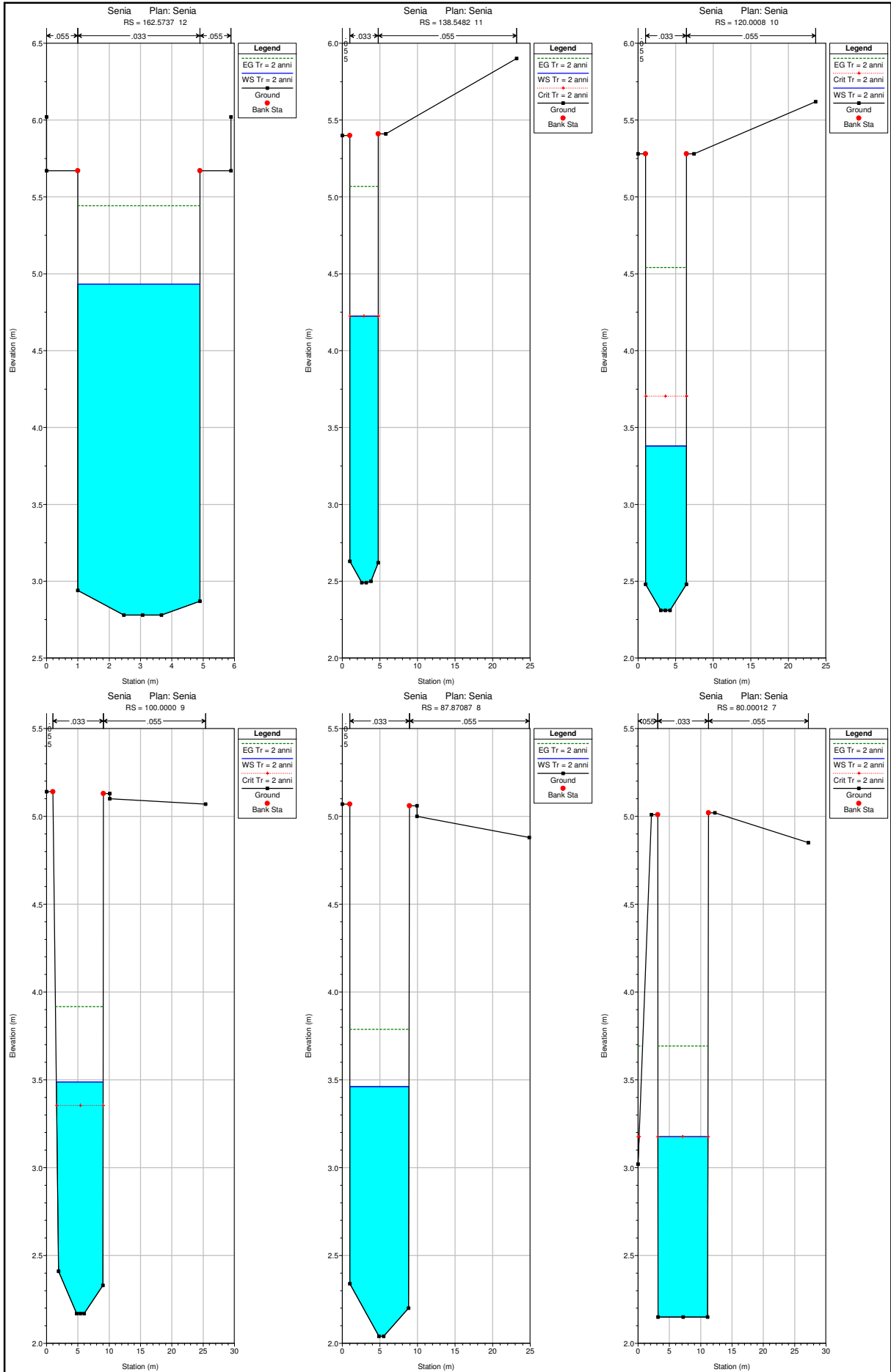


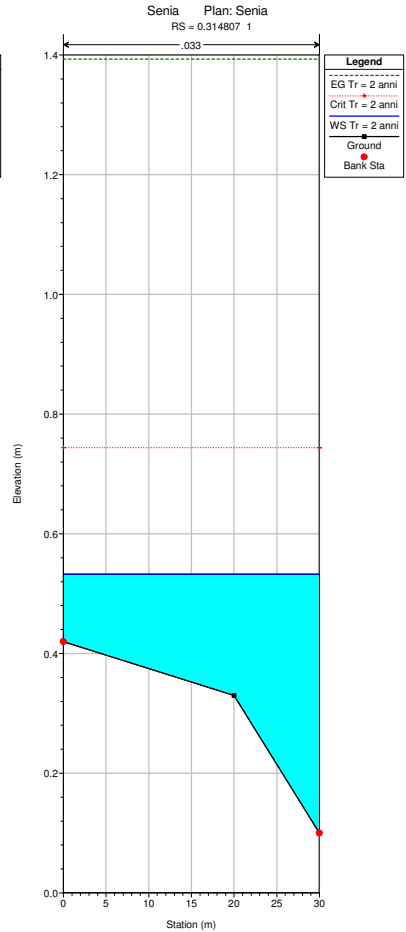
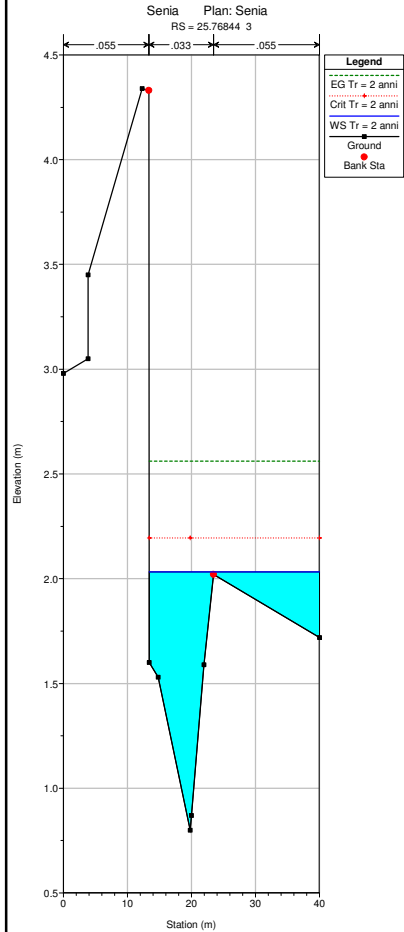
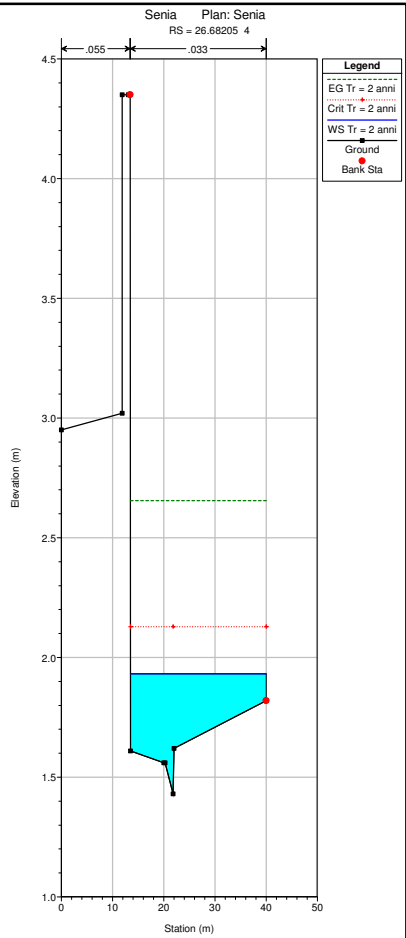
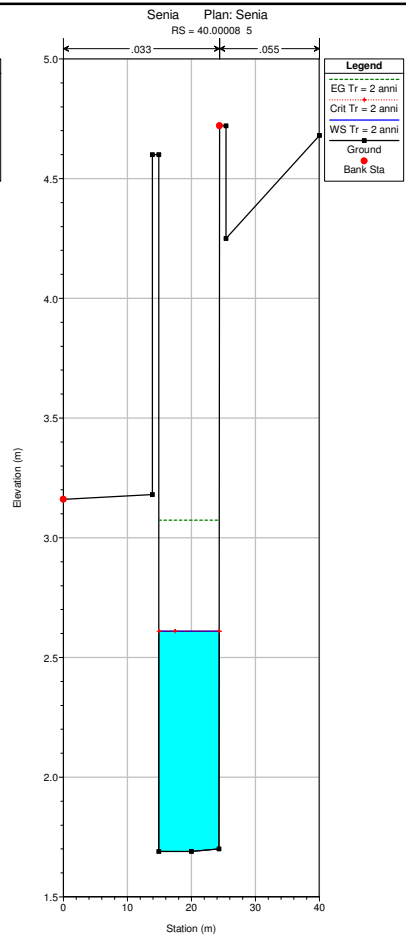
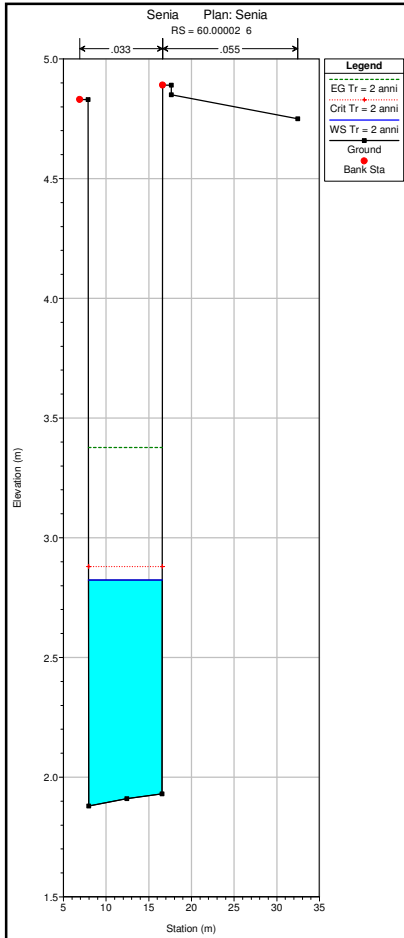












Appendice D–Quaderno delle sezioni post-operam

