



Certificato n° 1379

Comune di MARTINIANA PO

Lavori di manutenzione straordinaria dell'impianto di depurazione
San Sebastiano e dismissione dell'impianto di depurazione Via Provinciale

Livello di progettazione:

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Oggetto elaborato:

Relazione di verifica compatibilità idraulica

Progetto:



Sede Legale: Corso Nizza 88 - 12100 Cuneo
Tel. 800.194.065 - Fax 0171.326710
Partita IVA: 02468770041
Capitale sociale € 5.000.000
e-mail: acda@acda.it

Progettazione:

(Ordine Ingegneri di Cuneo n.° A1858)

Dott. Ing. Andrea Bruno Panizza

Responsabile Unico del Procedimento:

(Ordine Ingegneri di Cuneo n.° A1886)

Dott. Ing. Fabio Monaco

COMMESSA	Livello di progetto	Categoria di progetto	Tipo elaborato	N. elaborato	REV.	DATA
SG00245	ES	GE	TX	10	02	08.01.2025

REV.	Descrizione:	DATA:	Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:
02	EMISSIONE per integrazioni CDS	08.01.25	A. B. Panizza	F. Ghio	F. Monaco

Questo elaborato è di proprietà di ACDA spa, qualsiasi divulgazione o riproduzione anche parziale deve essere espressamente autorizzata

ACDA azienda cuneese dell'acqua spa

Sede Legale: Corso Nizza 88- 12100 Cuneo - Tel. 800.194.065 - Fax 0171.326710 - e-mail: acda@acda.it
Capitale sociale € 5.000.000 - Partita IVA: 02468770041

1.	PREMESSE	3
2.	VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	4
2.1.	ASSETTO GEOMETRICO DELL'ALVEO	4
2.2.	CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'ALVEO	4
2.3.	CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEL MATERIALE D'ALVEO	5
2.4.	CARATTERISTICHE AMBIENTALI E PAESISTICHE.....	5
2.5.	PORTATE DI PIENA – FIUME PO	5
2.6.	PORTATA DI PIENA – BEDALE DELLA VILLA	5
2.6.1.	<i>Caratterizzazione del bacino e dell'asta principale</i>	6
2.6.2.	<i>Determinazione del tempo di corrivazione del bacino</i>	8
2.6.3.	<i>Determinazione del coefficiente medio di deflusso</i>	9
2.6.4.	<i>Determinazione della portata al colmo</i>	11
2.7.	OPERE DI DIFESA IDRAULICA.....	15
2.8.	MANUFATTI INTERFERENTI.....	15
2.9.	MODALITÀ DI DEFLUSSO DELLA PIENA	15
2.10.	EFFETTI DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	17
3.	SIMULAZIONE STATO DI FATTO.....	20
3.1.	TABELLA RIASSUNTIVA.....	21
3.2.	PLANIMETRIA.....	22
3.3.	SEZIONI FIUME PO	24
3.4.	SEZIONI BEDALE DELLA VILLA.....	30

1. PREMESSE

La presente relazione è redatta dallo scrivente a corredo del progetto esecutivo “Lavori di manutenzione straordinaria dell'impianto di depurazione San Sebastiano e dismissione dell'impianto di depurazione Via Provinciale” in comune di Martiniana Po con lo scopo di verificare la compatibilità idraulica dell'intervento in progetto in relazione alla fascia B del PAI ed alla presenza del corso d'acqua Bedale della Villa: l'intervento in progetto risulta infatti inserito al limite della fascia B relativa al fiume Po nei pressi della frazione San Sebastiano del comune di Martiniana Po, nei pressi della quale scorre anche il Bedale della Villa, già attualmente recettore dell'impianto di depurazione oggetto degli interventi proposti.

La modellazione dei corsi d'acqua con successiva verifica di compatibilità idraulica si è basata sull'elaborazione della modellazione DTM della Regione Piemonte con restituzione di n. 9 sezioni fluviali georeferenziate dello stato di fatto per quanto riguarda il fiume Po e su rilievo GPS in sito con restituzione di n. 11 sezioni fluviali per quanto riguarda il Bedale della Villa, a seguito della quale sono state sviluppate le successive considerazioni in relazione alle opere in progetto.

2. VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

2.1. ASSETTO GEOMETRICO DELL'ALVEO

L'assetto geometrico degli alvei del fiume Po e del Bedale della Villa viene descritto attraverso planimetria in scala 1:2.500 e sezioni trasversali identificate univocamente sulla planimetria.

Fiume Po

Le sezioni sono 9, ricavate con un interasse di 50 metri, e si sviluppano per 200 metri a monte ed a valle della zona interessata dagli interventi in progetto (totale sviluppo 400 metri).

Bedale della Villa

Le sezioni sono 11 e si sviluppano per circa 140 a cavallo della zona interessata dagli interventi in progetto

2.2. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'ALVEO

Fiume Po

Nel tratto oggetto di analisi il corso d'acqua presenta un buon grado di stabilità dell'alveo inciso in concomitanza a situazioni di piena ordinaria, caratterizzato da una larghezza compresa tra 80 e 120 metri, con possibili localizzati fenomeni di divagazione trasversale e modifica del tracciato del Thalweg contenuti all'interno della fascia A.

Le aree golenali non presentano forme fluviali abbandonate o riattivabili e sono caratterizzate prevalentemente da terreni coltivati ed in minor misura da aree boscate a basso fusto.

L'alveo si presenta naturale, con basso grado di sistemazione idraulica e tendenza evolutiva stabile, caratterizzata da una netta distinzione tra la fascia relativa alla piena ordinaria e le aree golenali che presentano una bassa tendenza alla trasformazione.

Bedale della Villa

Nel tratto oggetto di analisi il corso d'acqua presenta un elevato grado di stabilità dell'alveo inciso in concomitanza a situazioni di piena ordinaria, caratterizzato da una larghezza compresa tra 5,4 e 11,4 metri.

Le aree golenali sono caratterizzate prevalentemente da terreni coltivati, con presenza localizzata nelle immediate vicinanze dell'alveo di erbe infestanti.

2.3. CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEL MATERIALE D'ALVEO

Non si ritiene necessario effettuare valutazioni sulla capacità di trasporto solido nel tratto interessato né su eventuali fenomeni erosivi locali.

2.4. CARATTERISTICHE AMBIENTALI E PAESISTICHE

L'uso del suolo in atto nella regione fluviale è prevalentemente agricolo (frutteti, prati permanenti e pascoli), con presenza di aree naturali caratterizzate da vegetazione spontanea arborea ed erbacea.

Non sono presenti attività antropiche ad eccezione di una piccola azienda agricola ubicata in sponda sinistra del Po.

2.5. PORTATE DI PIENA - FIUME PO

Ai sensi della Direttiva di Piano n. 4 "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" i valori di riferimento delle portate di piena nelle diverse sezioni dei corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali sono definiti dall'Autorità di bacino nell'ambito di apposita direttiva.

Gli interventi previsti in progetto sorgono nelle immediate vicinanze della sezione n. 325 (progressiva km 29,700) del fiume Po nel tratto compreso tra Martiniana e Isola Sant'Antonio: in tale sezione la portata di piena con tempo di ritorno 200 anni è pari a 650 m³/s.

2.6. PORTATA DI PIENA - BEDALE DELLA VILLA

In ottemperanza a quanto prescritto dalla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Po a seguito di quanto disposto nell'art. 10 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) il calcolo della portata sul bacino di competenza del corso d'acqua interessato dall'opera oggetto di verifica è stato effettuato mediante l'impiego dei metodi indiretti basati su modelli afflussi-deflussi, ed in particolare del metodo razionale.

Per la stima dell'altezza di pioggia si è scelto il metodo TCEV, proposto dall'Assessorato Difesa del Suolo e Assetto Idrogeologico della Regione Piemonte a seguito del "primo rapporto sull'evento alluvionale verificatosi in Piemonte il 4/6/94", e non il metodo proposto all'interno della succitata Direttiva in quanto la stessa cita al punto 5:

"I valori indicati costituiscono riferimento per le esigenze connesse a studi e progettazioni che, per dimensioni e importanza, non possano svolgere direttamente valutazioni idrologiche più approfondite a scala locale. Nelle parti del bacino ove sono disponibili, possono essere utilizzati, in alternativa, i risultati derivanti da studi di regionalizzazione, che siano stati predisposti a cura della Regione interessata."

Il presente studio si articola secondo le seguenti fasi:
Caratterizzazione del bacino e dell'asta principale
Determinazione del tempo di corrivazione del bacino
Determinazione del coefficiente medio di deflusso
Determinazione della portata al colmo

2.6.1. Caratterizzazione del bacino e dell'asta principale

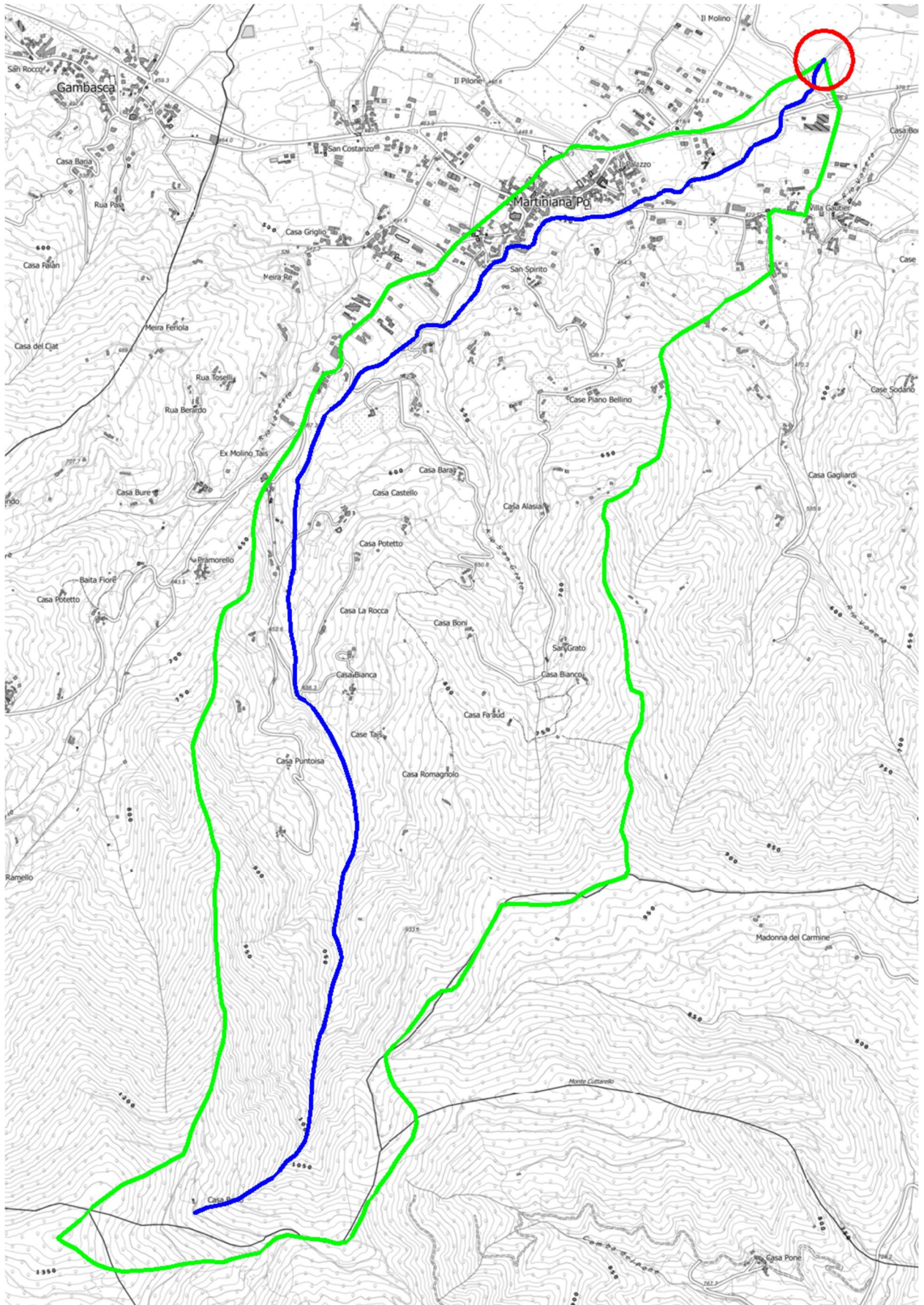
La sezione di chiusura oggetto di verifica, in prossimità delle opere in progetto, è individuato sul Foglio 191130 della Carta Tecnica Regionale, edita a cura del Servizio Cartografico della Regione Piemonte.

Le caratteristiche necessarie all'ottenimento dei dati idrologici ed idraulici sono desunte da tale cartografia e da rilievo in sito.

Il bacino imbrifero del Bedale della Villa, affluente in destra idrografica del fiume Po, contribuisce alla formazione del bacino del corso d'acqua principale (che si sviluppa nell'area nordoccidentale della provincia di Cuneo) e presenta, alla sezione di chiusura considerata nei calcoli, una forma allungata in direzione sudovest-nordest con superficie di circa 3,70 km²: il punto a quota più elevata è situato nella zona meridionale e raggiunge i 1.380 m s.l.m., mentre il punto a quota minore coincide ovviamente con la sezione di chiusura, a circa 380 m s.l.m.

Il ramo del Bedale della Villa sul quale sorge l'infrastruttura in progetto ha origine a 1.200 m, al centro della porzione meridionale del bacino, ed ha una lunghezza di 4,97 km: esso presenta un basso grado di gerarchizzazione, con un affluente in destra idrografica che si innesta sull'asta principale quasi in prossimità del concentrico di Martiniana Po (Rio San Grato).

Nella successiva Figura viene identificato in verde il bacino imbrifero, in rosso l'ubicazione dell'infrastruttura oggetto di verifica ed in blu il percorso dell'asta principale del Bedale della Villa, fino alla sezione di chiusura.



Nella seguente tabella riassuntiva vengono elencate le caratteristiche generali del bacino necessarie per i successivi calcoli.

Caratteristiche generali del bacino idrografico	
Superficie	3,70 km ²
Quota massima del bacino	1.380 m s.l.m.
Quota media del bacino	740 m s.l.m.
Quota massima asta principale	1.200 m s.l.m.
Quota alla sezione di chiusura	380 m s.l.m.
Lunghezza dell'asta principale	4,97 km
Pendenza media dell'asta principale	16,5%

2.6.2. Determinazione del tempo di corrivazione del bacino

Il tempo di corrivazione del bacino è quello necessario alla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino. Nell'individuazione del punto più remoto del bacino (idraulicamente più lontano) e nel calcolo della sua distanza effettiva dalla sezione di chiusura deve essere considerata, ovviamente, non solo la distanza planimetrica, che ne è la proiezione sul piano orizzontale di rappresentazione, ma anche la quota del punto stesso. In altri termini a parità di distanza planimetrica deve essere considerato il punto di quota massima.

La definizione di tempo di corrivazione consente di spiegare perché la piena si verifica proprio se l'evento meteorico ha una durata almeno pari al tempo di corrivazione, dato che in questo caso tutta l'area scolante contribuisce ai fini del deflusso superficiale. Il concetto di tempo di corrivazione permette anche di giustificare perché nei piccoli bacini, aventi superficie dell'ordine di qualche decina di km², sono sufficienti piogge brevi (della durata di qualche ora) per determinare un evento di piena, mentre per i bacini aventi una estensione di qualche migliaio di km² le piogge responsabili delle piene hanno durate dell'ordine delle 24 ore.

La formula per il calcolo del tempo di corrivazione maggiormente utilizzata in Italia è quella proposta da Giandotti, che però si ritiene valida per bacini con estensione superficiale compresa tra 170 e 70.000 km².

Nel caso in esame si ritiene corretto utilizzare la formula di Giandotti modificata da Aronica e Paltrinieri per consentirne l'applicazione nel caso di piccoli bacini (con estensione superficiale minore di 10 km²).

$$tc = \frac{1}{M \cdot d} \cdot S^{0,5} + 1,5 \cdot L$$

$$0,8(H_m - H_0)^{0,5}$$

Formula di Giandotti modificata (Aronica - Paltrinieri)

Dove la simbologia riportata nelle formule ha il seguente significato:

tc: tempo di corrivazione (in ore)

S: superficie del bacino (in km²)

L: lunghezza dell'asta principale (in km)

H_m: quota media del bacino (in m)

H₀: quota della sezione di chiusura (in m)

M: costante numerica - tipo di utilizzazione del suolo

Tipo di copertura	Costante numerica M
Terreno nudo	0,667
Terreni coperti con erbe rade	0,250
Terreni coperti da bosco	0,200
Terreni coperti da prato permanente	0,167

d: costante numerica - permeabilità dei terreni

Permeabilità	Costante numerica d
Terreni semi-impermeabili	1,270
Terreni poco permeabili	0,960
Terreni mediamente permeabili	0,810
Terreni molto permeabili	0,690

Il tempo di corrivazione così ottenuto è

$$tc = 1,43 \text{ ore}$$

2.6.3. Determinazione del coefficiente medio di deflusso

Il coefficiente di deflusso determina la riduzione dell'afflusso meteorico per effetto delle caratteristiche di permeabilità e di copertura dei suoli ricadenti nel bacino: una parte si infila nel terreno, contributo di notevole importanza per la ricarica delle falde, e una parte viene persa a causa dell'evapotraspirazione.

La Direttiva dell'Autorità di Bacino precedentemente citata evidenzia come la stima di tale coefficiente sia particolarmente difficile e costituisca il maggior elemento di incertezza nella valutazione delle portate: la scelta del coefficiente di deflusso dipende dalla natura dei terreni, dalla loro estensione ed è fortemente influenzato dal grado di saturazione del suolo al momento della precipitazione e dalla pendenza del terreno.

Per la sua determinazione si utilizzano normalmente valori di riferimento tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino analizzato: nel caso specifico si sono utilizzate le tabelle fornite da *Ven Te Chow* (1964), dalla *guida F.A.O.* (1976) e dal testo "*La sistemazione dei bacini idrografici*" di Ferro V., riportate nei seguenti prospetti.

Valori del coefficiente di deflusso - Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow

Tipo di suolo	Uso del suolo	
	<i>Coltivato</i>	<i>Bosco</i>
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose, suoli limosi e simili	0,40	<u>0,30</u>
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Valori del coefficiente di deflusso - Guida F.A.O.

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	<i>Coltivi</i>	<i>Pascoli</i>	<i>Boschi</i>
Suoli molto permeabili sabbiosi o ghiaiosi	0,20	0,15	0,10
Suoli mediamente permeabili	0,40	0,35	<u>0,30</u>
Terreni di medio impasto o simili			
Suoli poco permeabili, fortemente argillosi	0,50	0,45	0,40
Suoli poco profondi sopra roccia impermeabile			
Suoli con strati di argilla vicino alla superficie			

Valori del coefficiente di deflusso - Ferro V.

Vegetazione e pendenza versanti		Tipo di suolo		
		<i>Terreni leggeri</i>	<i>Terreni di medio impasto</i>	<i>Terreni compatti</i>
Boschi	< 10%	0,13	0,18	0,25
	> 10%	0,16	<u>0,21</u>	0,36
Pascoli	< 10%	0,16	0,36	0,56
	> 10%	0,22	0,42	0,62
Colture agrarie	< 10%	0,40	0,60	0,70
	> 10%	0,52	0,72	0,82

Sulla base delle considerazioni dei vari autori sono stati stimati i valori del parametro relativo al coefficiente di deflusso "C", così come riportato nella successiva tabella.

Coefficiente di deflusso

Denominazione del bacino	Coefficiente di deflusso		
	<i>Ven Te Chow</i>	<i>Guida F.A.O.</i>	<i>Ferro V.</i>
Bedale della Villa	0,30	0,30	0,21

Il coefficiente di deflusso, ottenuto come media dei precedenti valori, è

$$C = 0,27$$

2.6.4. Determinazione della portata al colmo

Calcolo dell'altezza di precipitazione

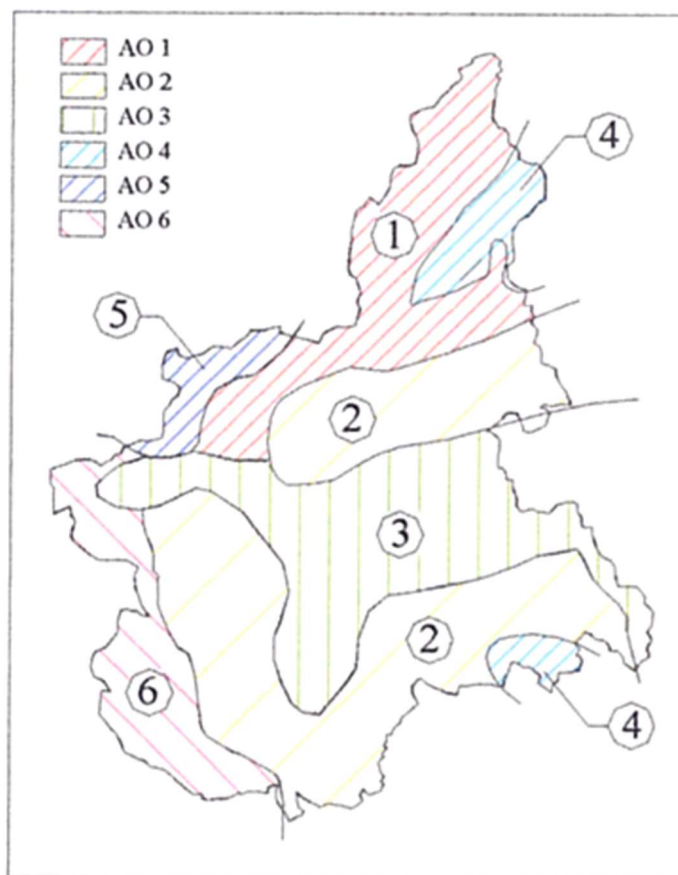
Come precedentemente accennato il modello utilizzato per il calcolo dell'altezza di precipitazione è il TCEV (*Two Component Extreme Value*), in grado di interpretare eventi di tipo straordinario, cioè di intensità straordinariamente elevata, anche se molto rari in un singolo sito.

Il metodo permette di calcolare, per un dato tempo di ritorno, la precipitazione massima in qualunque punto del territorio regionale e si basa su un'analisi regionale in cui si possono distinguere due fasi fondamentali:

- Individuazione di zone idrometriche omogenee caratterizzate da un'unica curva di crescita delle portate di piena con il tempo di ritorno;
- Definizione di relazioni per la valutazione della portata indice in funzione delle grandezze geomorfoclimatiche.

Al primo livello di regionalizzazione è stata condotta una zonazione della regione in 6 Aree Omogenee, dove per area omogenea si intende la porzione di territorio contraddistinta da una correlazione biunivoca tra precipitazioni massime e quota altimetrica.

Per ogni Area Omogenea sono state calcolate le *Curve di possibilità pluviometrica* in funzione del tempo di corrivazione (tc) e della quota (Z): nella figura successiva è possibile vedere quale sia la divisione a livello regionale per quanto riguarda tali Aree Omogenee.



Aree Omogenee regionali

Dall'analisi della precedente Figura si desume che l'opera in verifica ricade nell'Area Omogenea n°2, la cui espressione per la curva di possibilità pluviometrica è la seguente:

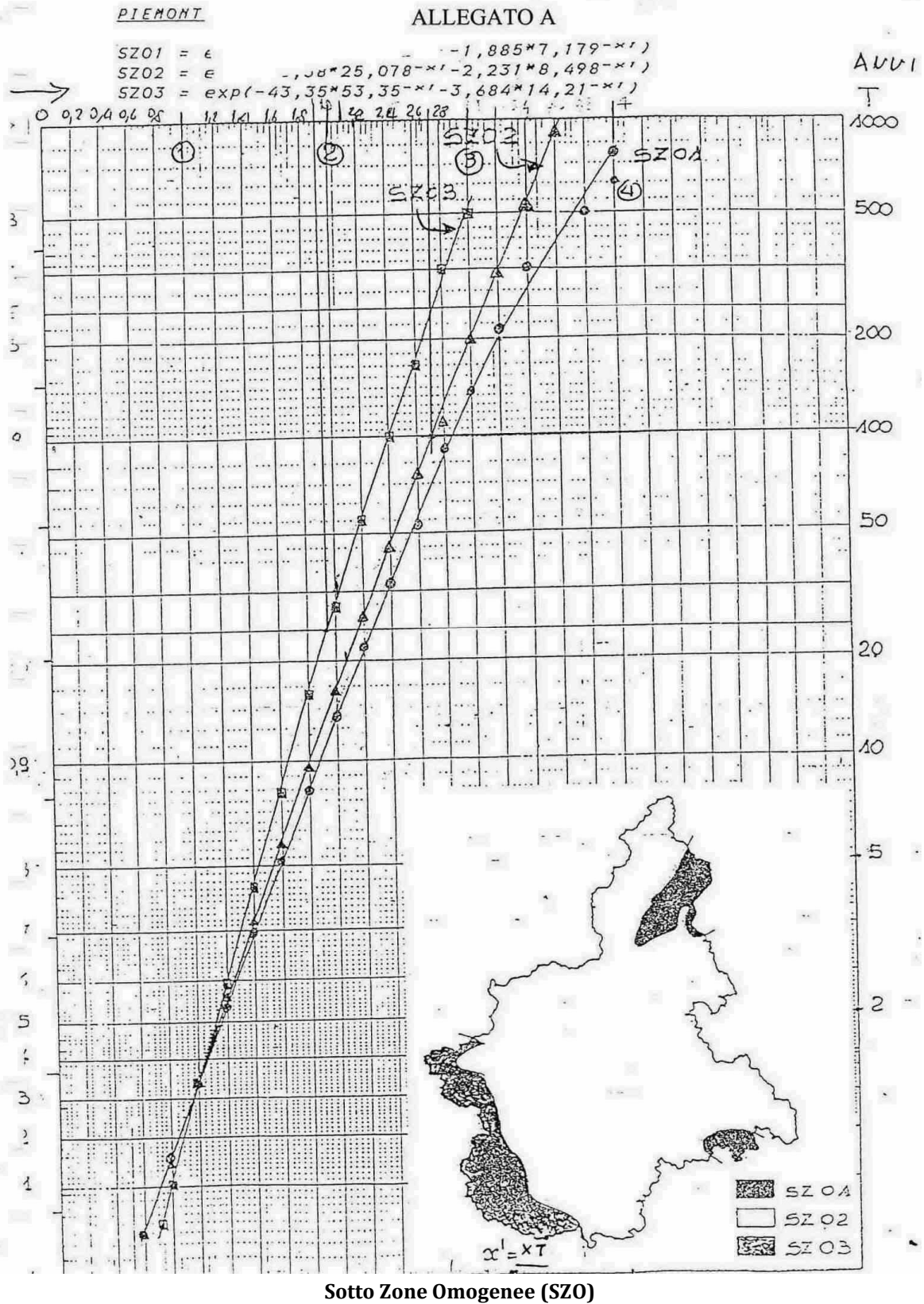
Area Omogenea 6: $E2 = 25,37 \cdot t^{(0,469-0,00023 \cdot Z)} 1,38 = 28,01 \text{ mm}$

con $t = 1,43$ (tempo di corrivazione) e $Z = 380$ (quota sezione di chiusura).

Al secondo livello di regionalizzazione è stata riconosciuta la necessità di ripartire il territorio regionale in 3 Sottozone Omogenee (SZO) dal punto di vista pluviometrico per ciascuna delle quali è stata determinata la funzione di distribuzione cumulata della variabile adimensionale $X' = X/E$ (*Curva di crescita delle precipitazioni*) tramite la quale, fissato il Tempo di ritorno dell'evento di progetto, si determina una stima di X' stessa (figura pagina successiva).

L'opera in verifica ricade all'interno della SZO n°2: per i tempi di ritorno scelti per la presente verifica la variabile adimensionale X' assume i valori riportati nella seguente tabella, dai quali, invertendo la formula della *Curva di crescita delle precipitazioni* precedentemente riportata, è possibile ricavare l'altezza di pioggia di progetto che si verifica con i valori di altitudine, tempo di corrivazione e tempo di ritorno assunti.

E	X'			Xt (mm)		
	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 50	Tr 100	Tr 200
28,01	2,43	2,71	2,99	68,06	75,91	83,75



Calcolo della portata al colmo

Una volta determinata l'altezza di precipitazione si può ricavare la portata al colmo attraverso la *Formula Razionale*:

$$Q_T = \frac{C \cdot i_T \cdot S}{3,6}$$

dove:

S = superficie del bacino espressa in km²

i_T = intensità critica della precipitazione di assegnato tempo di ritorno T espressa in mm/h (X_t/t_c)

C = coefficiente di deflusso che tiene conto della riduzione dell'afflusso meteorico per effetto delle caratteristiche di permeabilità e di copertura dei suoli ricadenti nel bacino

Sostituendo in tale relazione i dati precedentemente ricavati si ottengono le seguenti portate al colmo.

Valori delle portate al colmo

Tempo di ritorno (anni)	Portata (m³/s)
50	13,2
100	14,7
200	16,3

2.7. OPERE DI DIFESA IDRAULICA

Nei tratti di corso d'acqua analizzati non risultano presenti opere di difesa idraulica.

2.8. MANUFATTI INTERFERENTI

Nei tratti di corso d'acqua analizzati non risultano presenti insediamenti né infrastrutture interferenti.

2.9. MODALITÀ DI DEFLUSSO DELLA PIENA

Dal confronto tra la condizione del corso d'acqua antecedente e quella successiva alla realizzazione dell'intervento si può evidenziare quanto segue:

Fiume Po

- variazione dei livelli idrici: nulla – **come evidenziato all'interno della sezione idraulica n. 5 il livello idrico della piena con tempo di ritorno 200 anni non raggiunge le opere in progetto**
- variazione della distribuzione delle velocità di corrente: non valutata (vedere “metodo di calcolo”)
- variazione della capacità di trasporto solido della corrente: non valutata (vedere “metodo di calcolo”)
- variazione del valore della portata al colmo a valle: non valutata (vedere “metodo di calcolo”)

Bedale della Villa

- variazione dei livelli idrici: nulla – **come evidenziato all'interno della sezione idraulica n. 4 il livello idrico della piena con tempo di ritorno 200 anni non raggiunge le opere in progetto**
- variazione della distribuzione delle velocità di corrente: non valutata (vedere “metodo di calcolo”)
- variazione della capacità di trasporto solido della corrente: non valutata (vedere “metodo di calcolo”)
- variazione del valore della portata al colmo a valle: non valutata (vedere “metodo di calcolo”)

Metodo di calcolo

Dal momento che le opere in progetto producono modifiche del piano campagna estremamente contenute e localizzate (innalzamento di 100 cm su una superficie di circa 10x15 m² a fronte di una larghezza della corrispondente fascia B pari a circa 570 m), il metodo di calcolo utilizzato per il profilo idrico in piena della corrente nel tratto di corso d'acqua analizzato è in moto stazionario monodimensionale.

Non trattandosi di un caso di particolare complessità non è richiesta la valutazione di fenomeni specifici (valori locali della velocità di corrente ai fini della quantificazione della capacità erosiva, modifica della capacità di trasporto solido della corrente, quantificazione di modificazioni della capacità di laminazione dell'alveo).

La determinazione dei livelli di piena è stata eseguita mediante un modello in moto permanente di carattere idraulico - numerico: con tale rappresentazione il moto descrive con adeguata approssimazione il comportamento reale del flusso negli alvei naturali dei corsi d'acqua.

La base di partenza per la simulazione idraulica del tratto di corso d'acqua oggetto di verifica è costituita dalla rappresentazione geometrica mediante sezioni trasversali ottenute in formato digitale: le sezioni sono numerate da valle verso monte ed orientate nel verso della corrente.

Le sezioni ottenute vengono suddivise in porzioni con coefficienti di scabrezza di Manning confrontabili in funzione della natura del corso d'acqua e della eventuale vegetazione presente.

Il successivo modello idraulico è stato realizzato mediante il software HEC-RAS, sviluppato presso l'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers, che consente, tramite una procedura di calcolo iterativa, la risoluzione delle equazioni che descrivono il moto permanente gradualmente variato (moto di una corrente a pelo libero costante nel tempo, con variazioni graduali di sezione ed eventualmente di direzione).

La metodologia adottata consente una rappresentazione più realistica dei livelli di piena nelle sezioni oggetto di studio rispetto ai calcoli effettuati in moto uniforme in quanto tale simulazione permette di tenere in considerazione anche l'influenza delle altre sezioni del corso d'acqua e delle varie singolarità presenti.

I calcoli sono stati sviluppati considerando una natura del moto attraverso il corso d'acqua di tipo misto: si sono quindi dovute impostare le condizioni al contorno sia nella prima sezione di monte che in quella di valle, e si è scelto che in questi punti il livello d'acqua nella sezione fosse pari a quello di moto uniforme.

Nei seguenti capitoli vengono riportati i risultati della simulazione in forma tabellare e grafica.

Limiti del software

I limiti del software utilizzato sono i seguenti:

- Il flusso è stazionario (o permanente = costante nel tempo)
- Il moto è gradualmente variato (eccetto in punti di rilevanza idraulica quali ponti, condotte, dighe; in tali casi il programma utilizza formule empiriche per ottenere una soluzione puntuale, per poi tornare ad utilizzare la procedura iterativa per il moto gradualmente variato)
- Il flusso è monodimensionale (le componenti trasversali della velocità non vengono considerate)
- La pendenza dell'alveo deve essere minore di 1/10.

Condizioni al contorno

Fiume Po

La condizione al contorno di monte è rappresentata dalla portata al colmo con TR 200 anni, pari a 650 m³/s (si veda paragrafo 2.5).

La condizione al contorno di valle, imposta in quanto regime di corrente lenta, vede il profilo di corrente coincidente con il moto permanente.

Bedale della Villa

La condizione al contorno di monte è rappresentata dalla portata al colmo con TR 200 anni, pari a 16,3 m³/s (si veda paragrafo 2.6).

La condizione al contorno di valle, imposta in quanto regime di corrente lenta, vede il profilo di corrente coincidente con il moto permanente.

Condizioni fisiche di riferimento

Fiume Po

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso sono stati condotti con riferimento alle condizioni di assenza dell'opera (condizioni indisturbate): non è stato necessario eseguire i calcoli in presenza dell'opera nella configurazione definitiva in quanto, **come evidenziato all'interno della sezione idraulica n. 5, il livello idrico della piena con tempo di ritorno 200 anni non raggiunge le opere in progetto.**

Bedale della Villa

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso sono stati condotti con riferimento alle condizioni di assenza dell'opera (condizioni indisturbate) e di presenza della stessa: non è stato necessario eseguire i calcoli in presenza dell'opera nella configurazione definitiva in quanto, **come evidenziato all'interno della sezione idraulica n. 4, il livello idrico della piena con tempo di ritorno 200 anni non raggiunge le opere in progetto.**

2.10. EFFETTI DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Sulla base del quadro delle analisi di cui ai precedenti paragrafi non sono identificabili né quantificabili gli effetti dell'intervento in progetto sull'assetto del corso d'acqua rispetto alla situazione precedente all'intervento in quanto **il livello idrico della piena con tempo di ritorno 200 anni non raggiunge le opere in progetto.**

Si segnala la necessità di effettuare periodicamente la pulizia delle sponde del Bedale della Villa vista l'attitudine a sviluppare una rigogliosa crescita di cespugli e roveti.

E.1 Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena

Fiume Po

Nessuna.

Bedale della Villa

Nessuna.

E.2 Riduzione della capacità di invaso dell'alveo

Fiume Po

Nessuna.

Bedale della Villa

Nessuna.

E.3 Interazione con le opere di difesa idrauliche

Fiume Po

Nessuna.

Bedale della Villa

Nessuna.

E.4 Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento

Fiume Po

Non si prevede la realizzazione di opere idrauliche nell'ambito dell'intervento.

Bedale della Villa

Non si prevede la realizzazione di opere idrauliche nell'ambito dell'intervento.

E.5 Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo di inciso e di piena

Fiume Po

Non si prevede la realizzazione di opere idrauliche nell'ambito dell'intervento.

Bedale della Villa

Non si prevede la realizzazione di opere idrauliche nell'ambito dell'intervento.

E.6 Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale

Dal momento che le opere in progetto producono modifiche del piano campagna estremamente contenute e localizzate (innalzamento di 100 cm su una superficie di circa 10x15 m² a fronte di una larghezza della corrispondente fascia B pari a circa 570 m) non si prevedono modifiche indotte dall'intervento sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale: l'interno comparto di trattamento, caratterizzato da n. 3 fosse Imhoff prefabbricate, sarà interrato e coperto con terreno naturale successivamente inerbito.

E.7 Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena

Il livello idrico della piena con tempo di ritorno 200 anni non raggiunge le opere in progetto: le opere costituenti l'intervento non presentano comunque criticità relative alle condizioni di stabilità in relazione alle sollecitazioni derivanti da eventuali condizioni di deflusso in piena in riferimento agli effetti connessi ai livelli idrici e a quelli derivanti dall'azione erosiva della corrente in quanto la quasi totalità delle opere sarà installata in posizione interrata, ad eccezione del canale di grigliatura (di dimensioni estremamente contenute, circa 1x5 m, posizionato a livello del piano campagna) che deve necessariamente essere ispezionabile e di facile manutenzione.

Al verificarsi di un evento di piena non si evidenziano condizioni di pericolo per le persone. In caso di eventi gravosi possono verificarsi danni alle opere riferiti esclusivamente alla grigliatura in ingresso all'impianto, che d'altronde risulta necessaria per le successive fasi di trattamento e non diversamente localizzabile.

Le eventuali riduzioni di funzionalità connesse al verificarsi di un evento di piena sono ascrivibili esclusivamente alla messa fuori servizio del comparto di grigliatura: il successivo comparto Imhoff può rimanere comunque attivo fino alla rimessa in servizio della grigliatura.

3. SIMULAZIONE STATO DI FATTO

SIMULAZIONE
PORTATA FIUME PO TR 200 (m³/s)
650
PORTATA BEDALE DELLA VILLA TR 200 (m³/s)
16,3

3.1. TABELLA RIASSUNTIVA

Fiume Po

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: FIUME PO Reach: PRINCIPALE 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 # Chl
PRINCIPALE	9	PF 1	650.00	379.31	380.85	380.76	381.12	0.011551	2.74	311.10	452.17	0.88
PRINCIPALE	8	PF 1	650.00	378.69	380.07	380.07	380.39	0.016291	2.96	276.45	451.02	1.00
PRINCIPALE	7	PF 1	650.00	377.58	379.21	379.17	379.50	0.014481	2.84	290.44	430.47	0.95
PRINCIPALE	6	PF 1	650.00	376.70	378.49	378.42	378.80	0.012785	2.92	290.15	395.46	0.91
PRINCIPALE	5	PF 1	650.00	376.28	377.91	377.79	378.16	0.010918	2.73	332.22	442.86	0.84
PRINCIPALE	4	PF 1	650.00	375.85	377.07	377.07	377.40	0.019931	3.13	273.24	410.75	1.09
PRINCIPALE	3	PF 1	650.00	375.00	375.82	376.04	376.44	0.015913	2.25	198.76	246.10	0.93
PRINCIPALE	2	PF 1	650.00	374.21	375.09	375.09	375.24	0.012230	2.02	385.97	631.62	0.82
PRINCIPALE	1	PF 1	650.00	373.68	374.38	374.19	374.57	0.010000	1.43	353.39	503.39	0.69

Bedale della Villa

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: FIUME PO Reach: BEDALE VILLA 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 # Chl
BEDALE VILLA	11	PF 1	16.30	383.41	384.46	384.76	385.40	0.090027	4.28	3.81	5.20	1.60
BEDALE VILLA	10	PF 1	16.30	382.81	383.80	384.10	384.74	0.094414	4.30	3.79	5.90	1.71
BEDALE VILLA	9	PF 1	16.30	382.49	383.75	383.75	384.17	0.032535	2.86	5.71	6.81	1.00
BEDALE VILLA	8	PF 1	16.30	382.38	383.59	383.59	383.69	0.010325	1.48	11.86	24.32	0.55
BEDALE VILLA	7	PF 1	16.30	381.60	382.76	382.82	383.32	0.048617	3.31	4.92	6.55	1.22
BEDALE VILLA	6	PF 1	16.30	381.15	382.27	382.27	382.40	0.014287	1.73	10.59	25.33	0.65
BEDALE VILLA	5	PF 1	16.30	380.35	382.00	381.90	382.07	0.006899	1.32	13.51	24.91	0.43
BEDALE VILLA	4	PF 1	16.30	379.93	381.41	381.41	381.89	0.035528	3.07	5.31	5.49	1.00
BEDALE VILLA	3	PF 1	16.30	379.69	380.95	380.95	381.03	0.009534	1.42	13.98	23.30	0.52
BEDALE VILLA	2	PF 1	16.30	379.27	380.68	380.53	380.78	0.011288	1.66	12.27	20.15	0.57
BEDALE VILLA	1	PF 1	16.30	378.75	380.12	380.12	380.53	0.033151	2.84	5.74	6.91	0.99

3.2. PLANIMETRIA



LEGENDA

- Opere in progetto
- Linea di Thalweg
- 1...2... Sezioni idrauliche - fiume Po
- B1...B2... Sezioni idrauliche



Certificato n° 1379

Comune di MARTINIANA PO

Lavori di manutenzione straordinaria dell'impianto di depurazione San Sebastiano e dismissione impianto di depurazione Via Provinciale

Livello di progettazione:	PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO
Oggetto elaborato:	Planimetria identificazione sezioni idrauliche ed opere in progetto

Progetto:



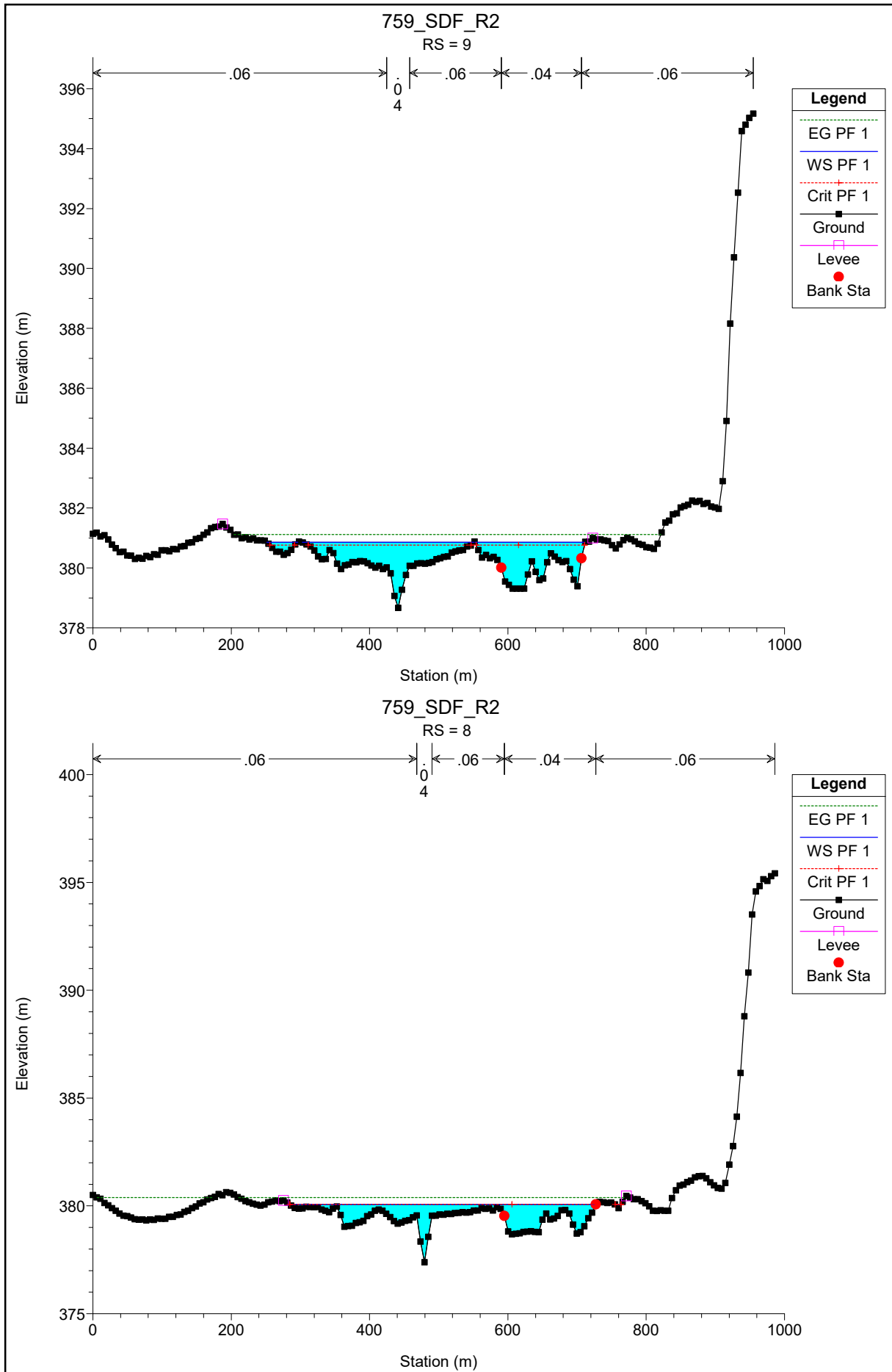
Sede Legale: Corso Nizza 88 - 12100 Cuneo
Tel. 800.194.065 - fax 0171.326710
Partita IVA: 02468770041
Capitale sociale € 5.000.000
E-mail: acda@acda.it

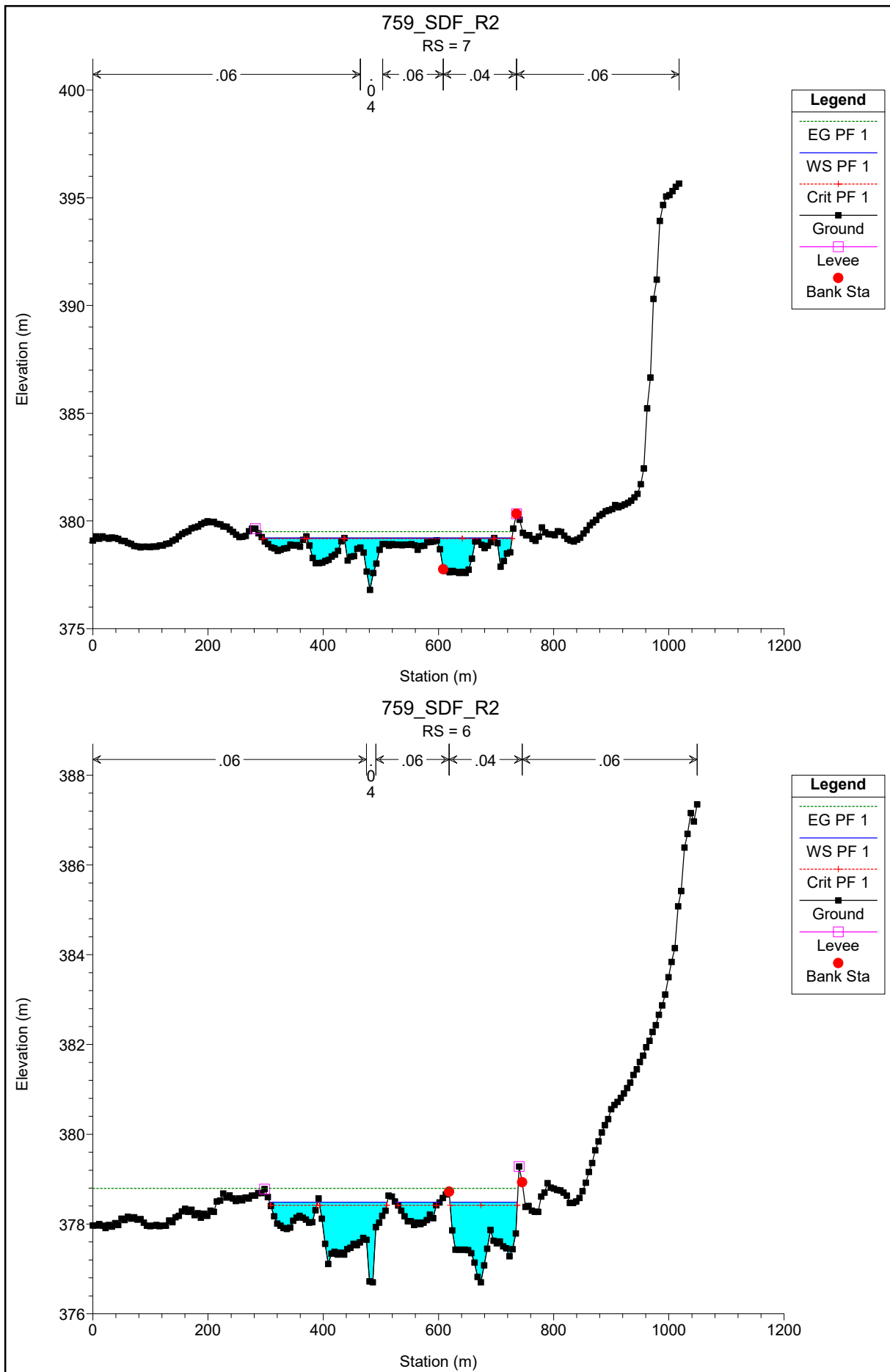
Progettazione: (Ordine Ingegneri di Cuneo n° A1858)	Dott. Ing. Panizza Andrea Bruno
Responsabile Unico del Procedimento (Ordine Ingegneri di Cuneo n° A1886)	Dott. Ing. Fabio Monaco

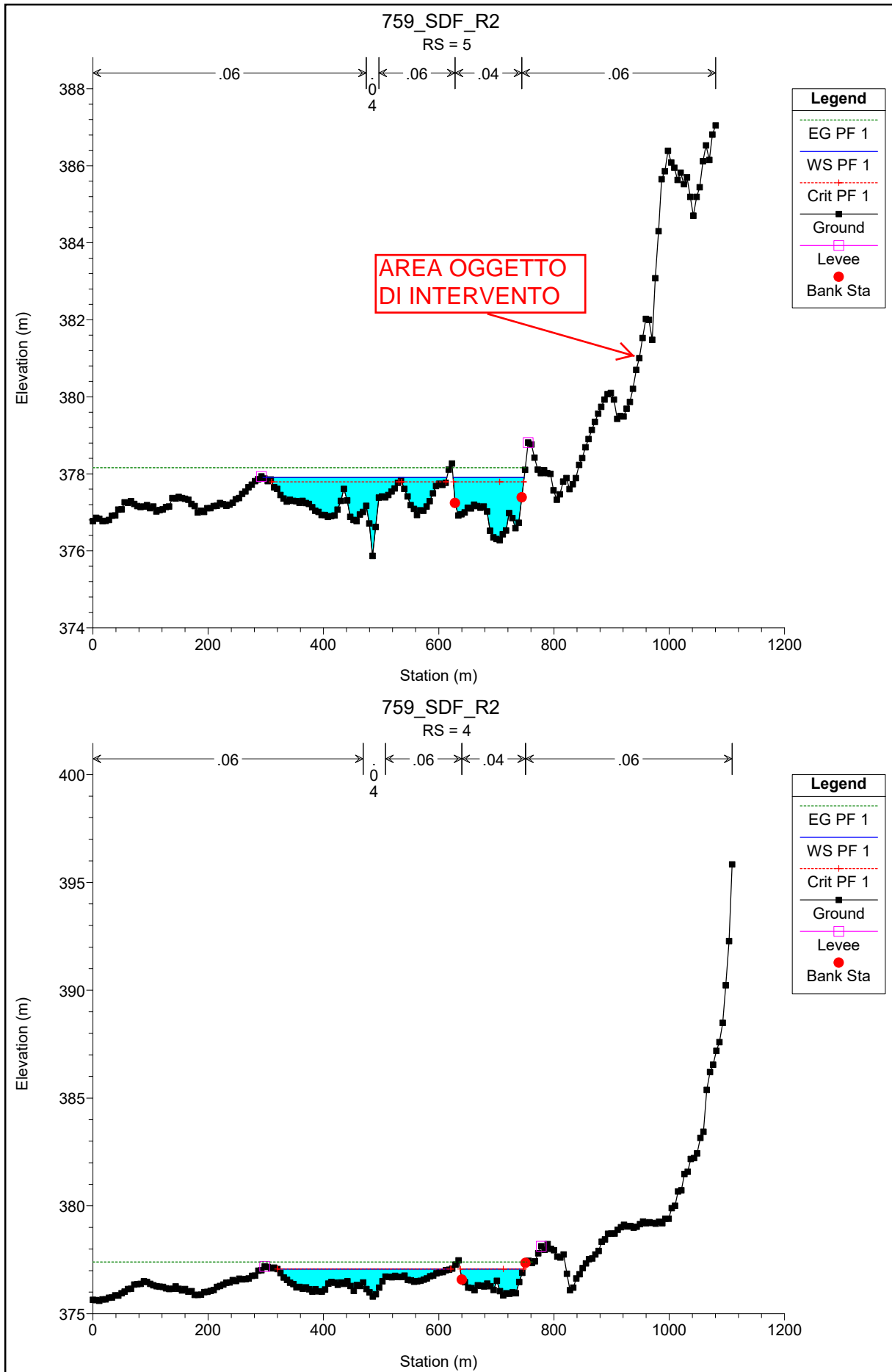
COMMESSA	Livello di progetto	Categoria di progetto	Tipo di elaborato	N. elaborato	REV.	DATA	SCALA / E
SG00245	ES	GE	DW	11	02	30.09.2024	1:2.500

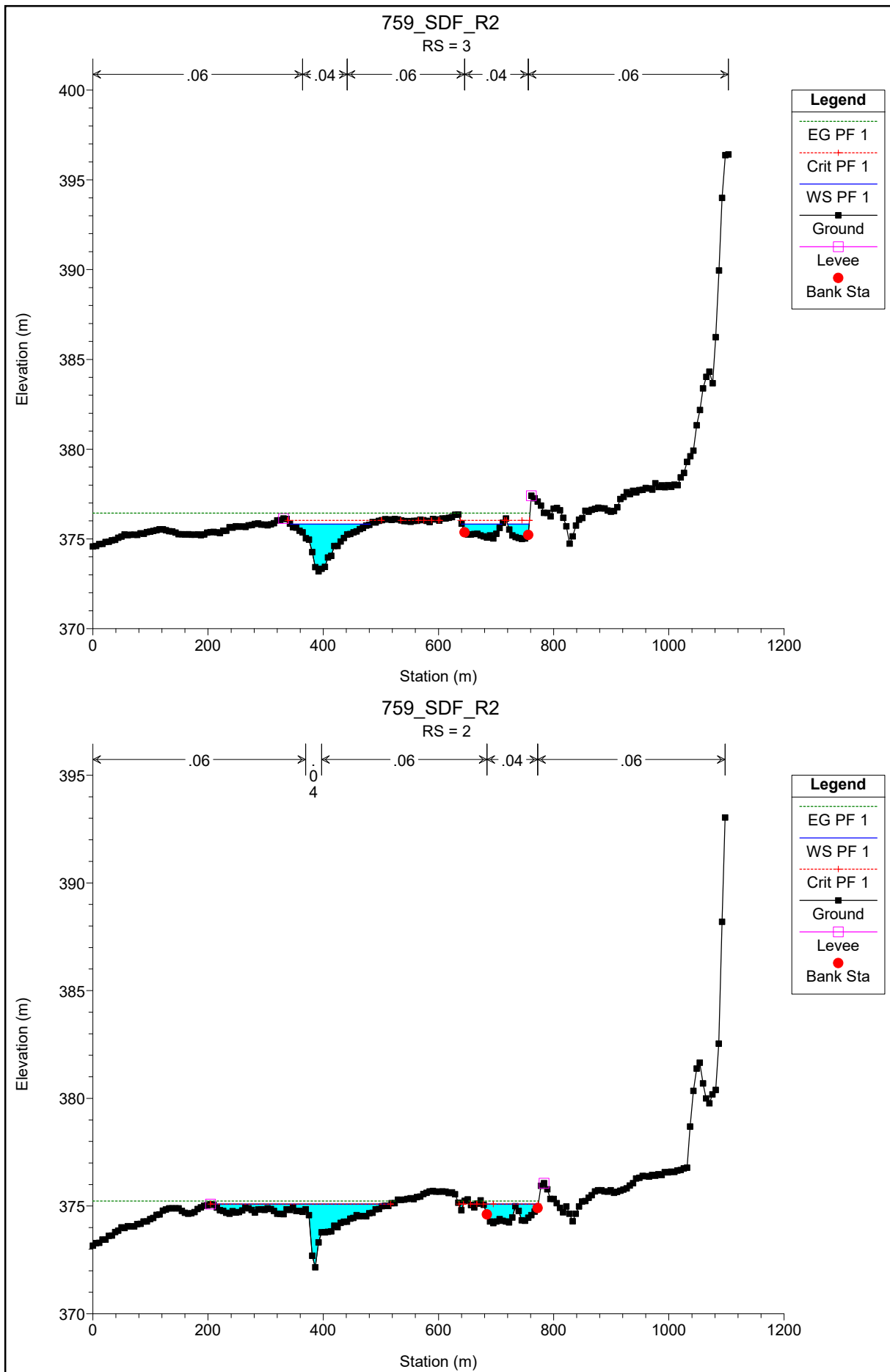
REV.	Descrizione:	DATA:	Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:
02	EMISSIONE per integrazioni CDS	30.09.24	A. B. Panizza	F. Ghio	F. Monaco

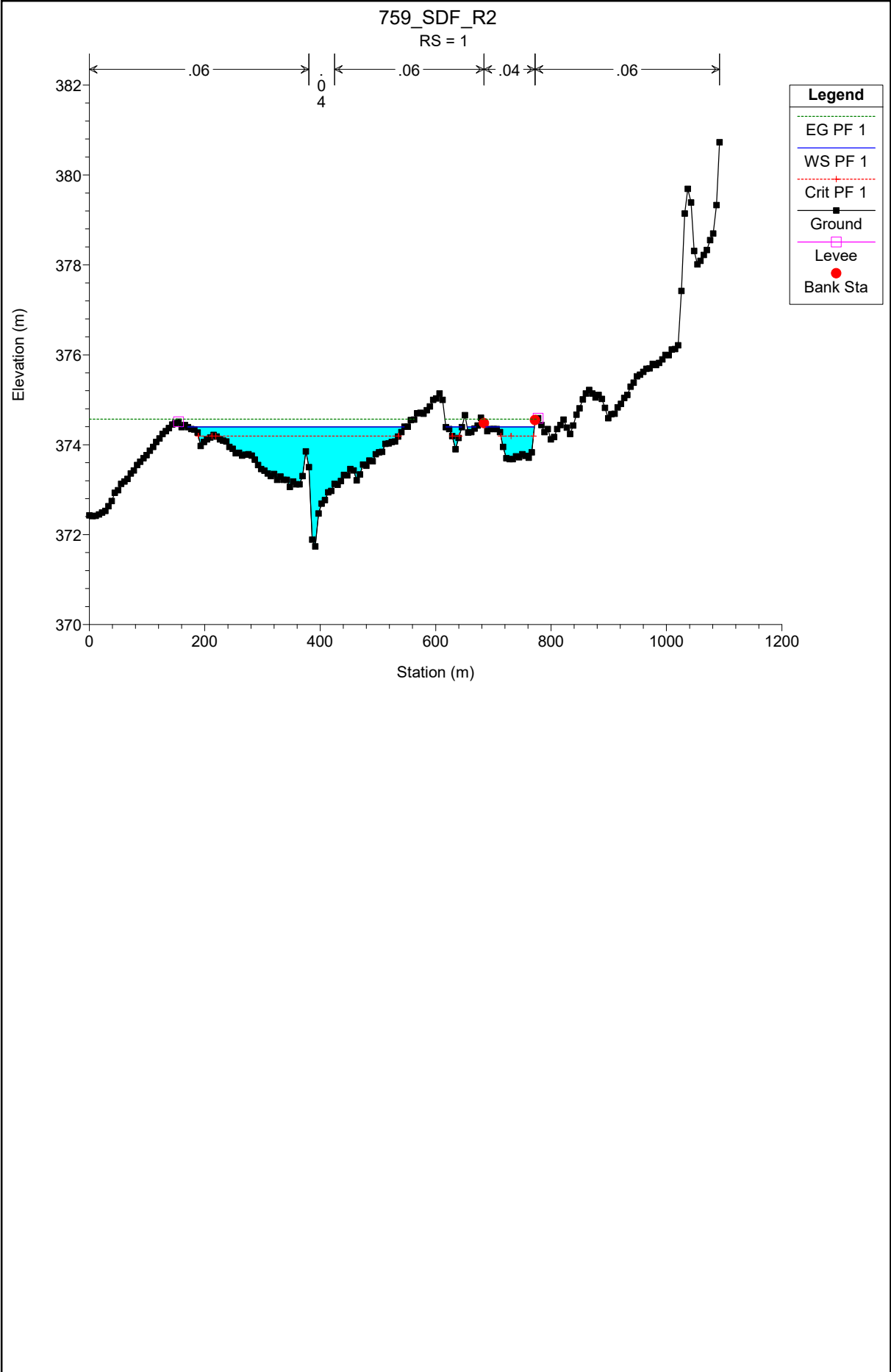
3.3. SEZIONI FIUME PO



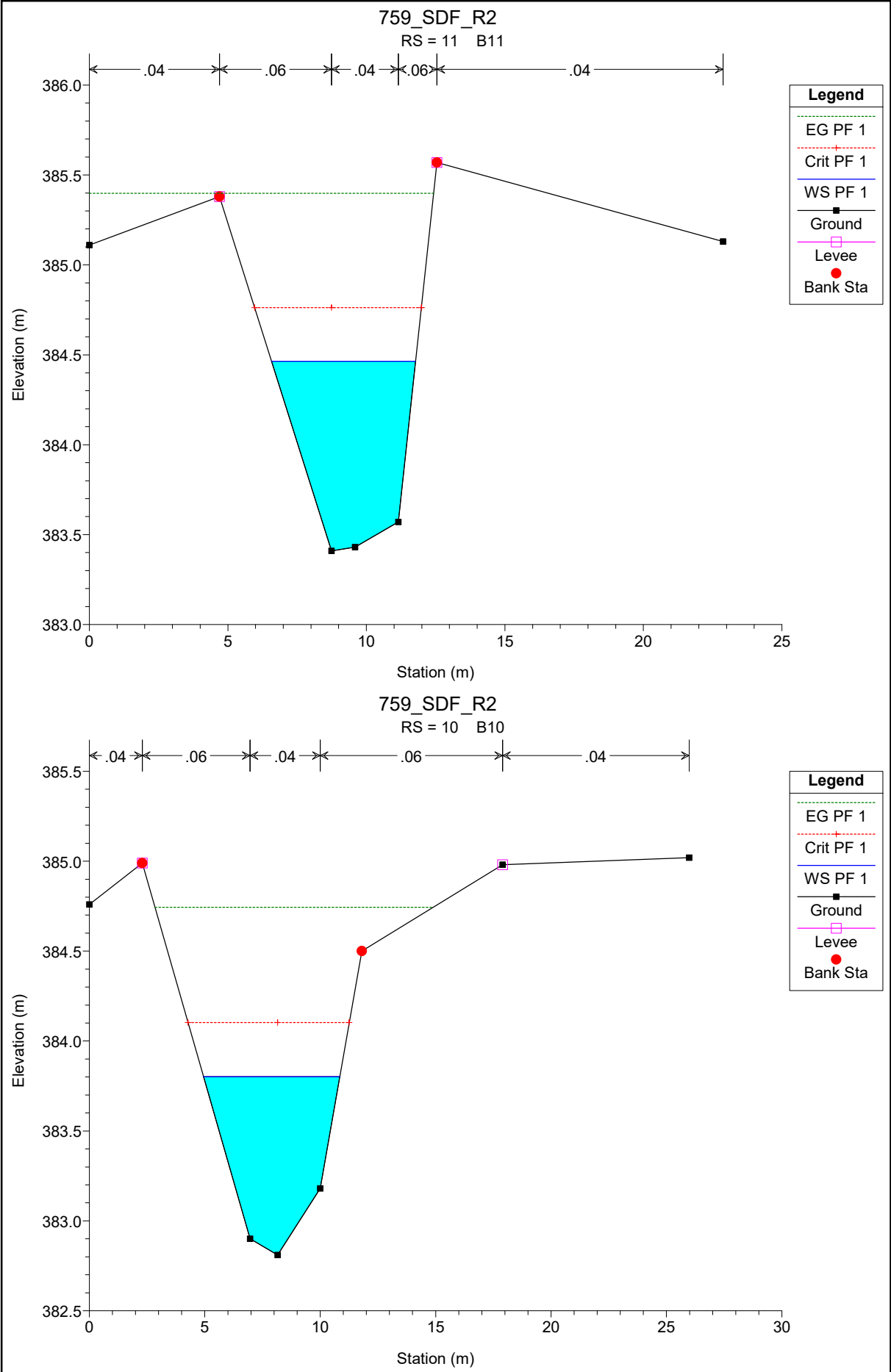


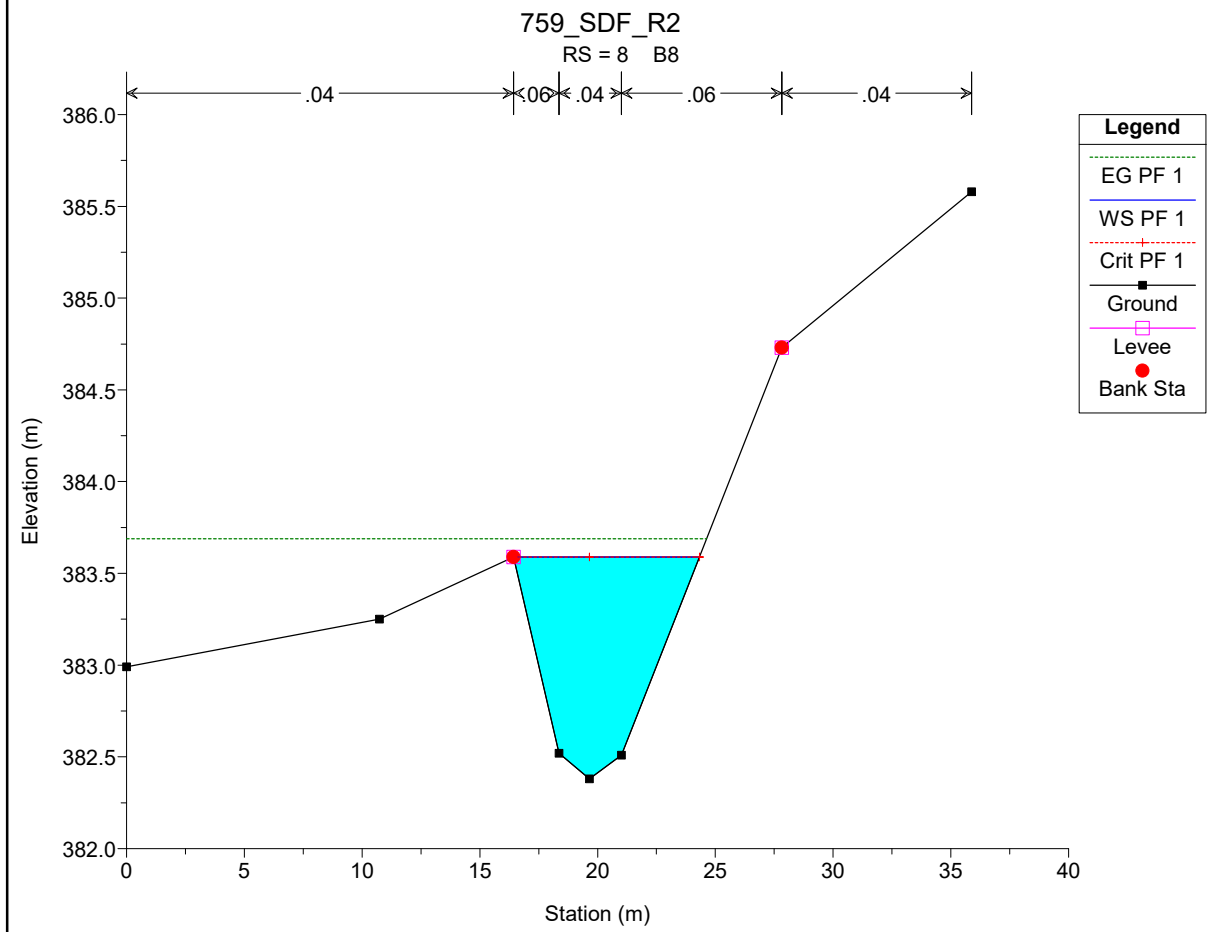
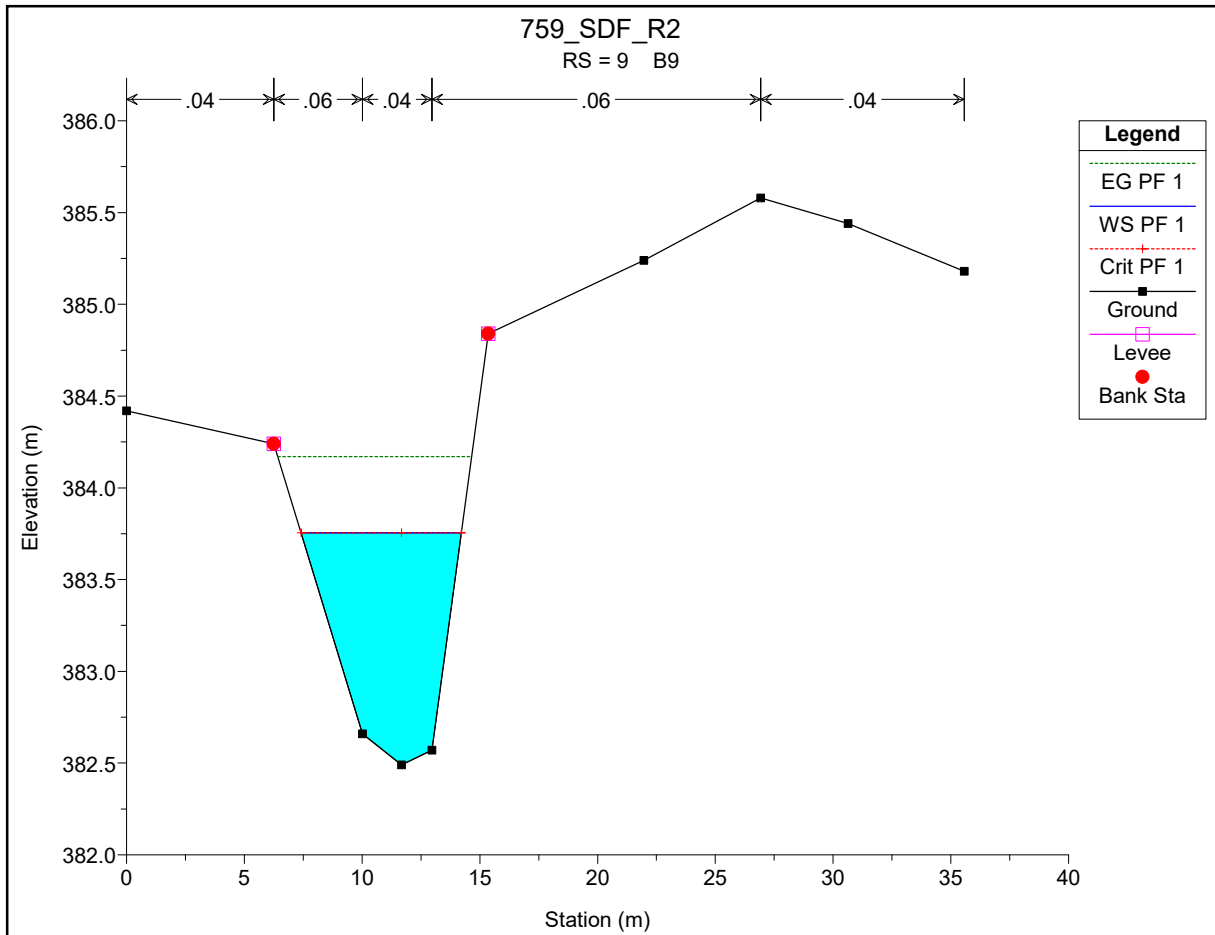


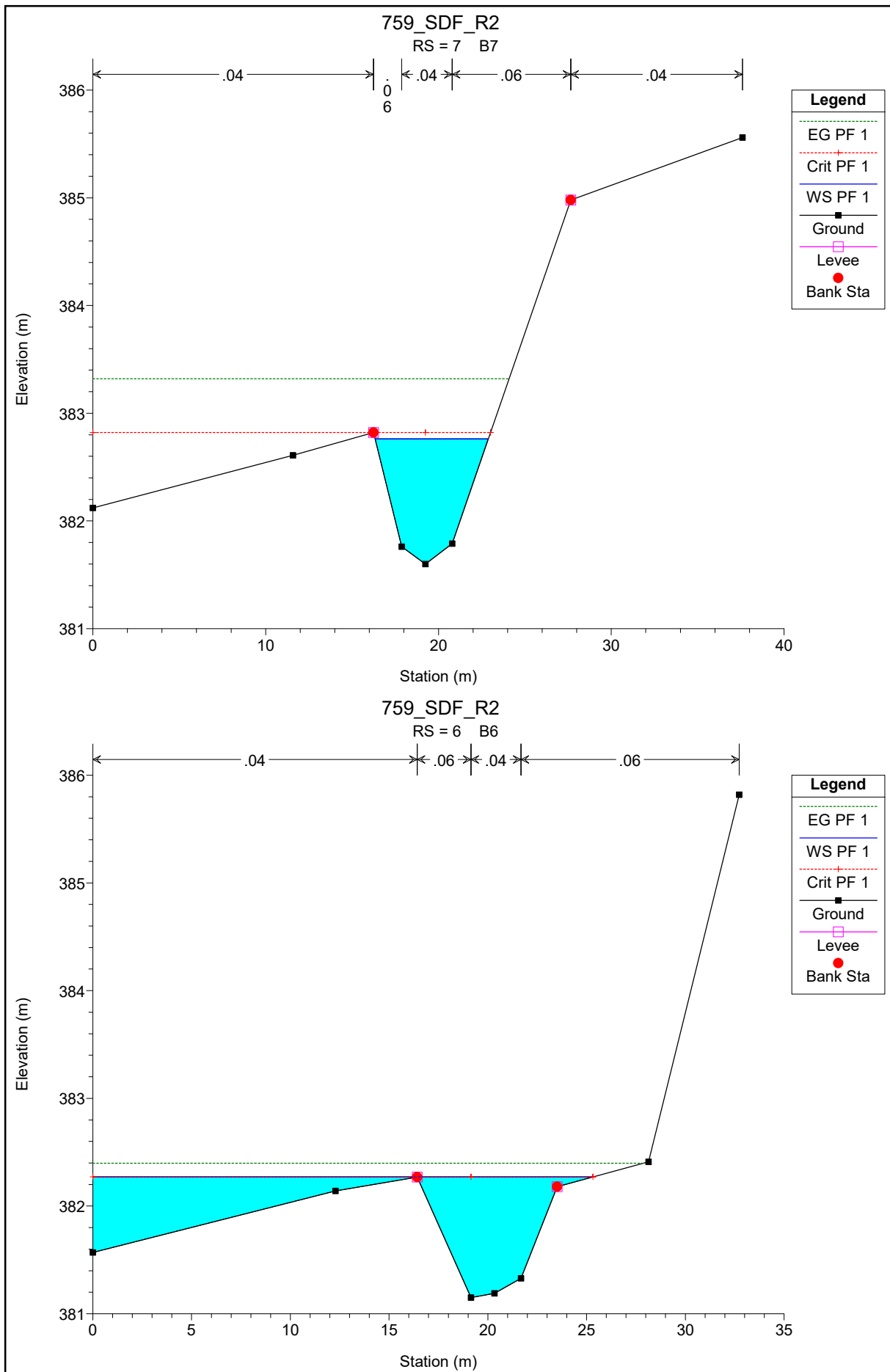


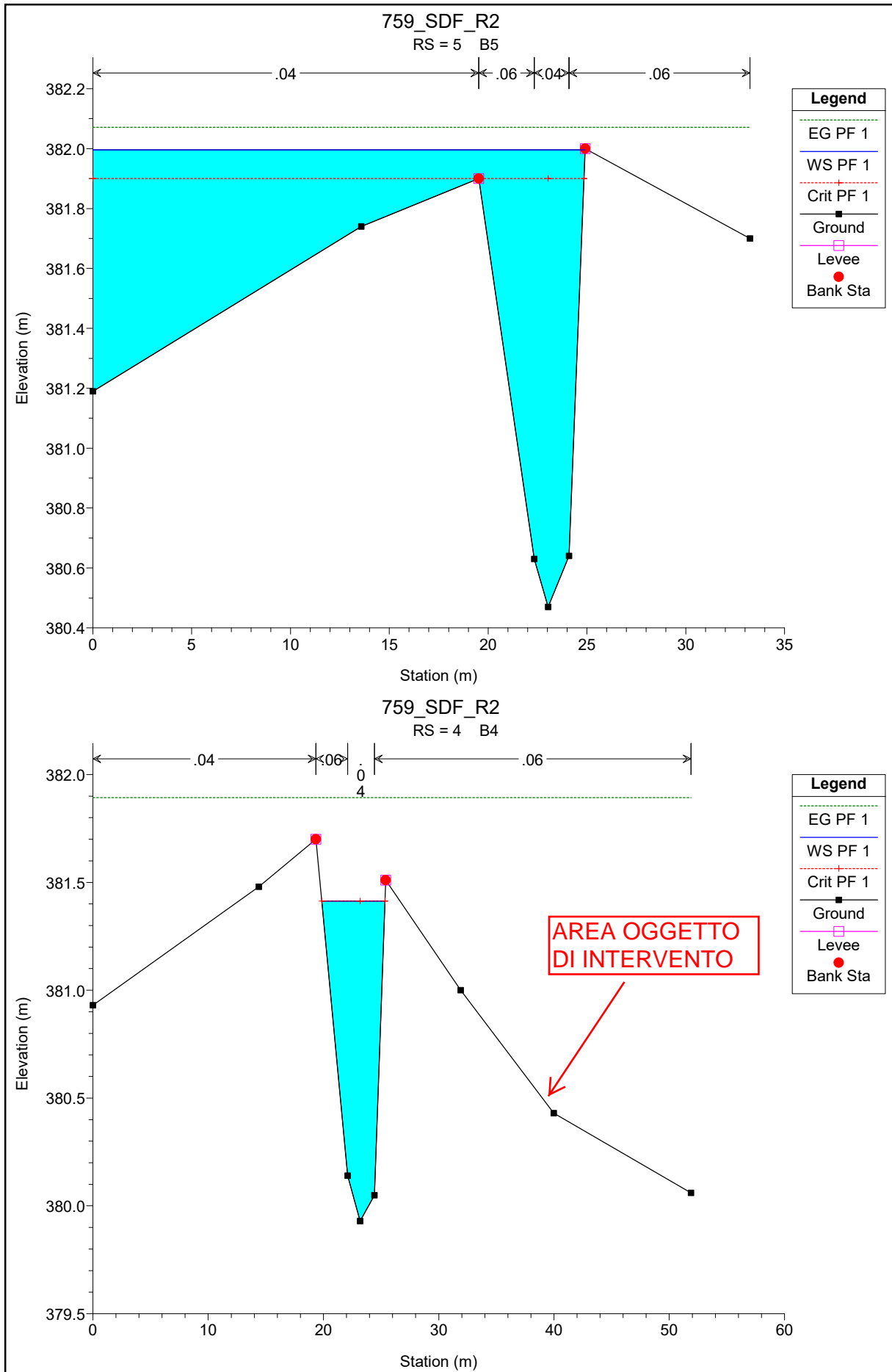


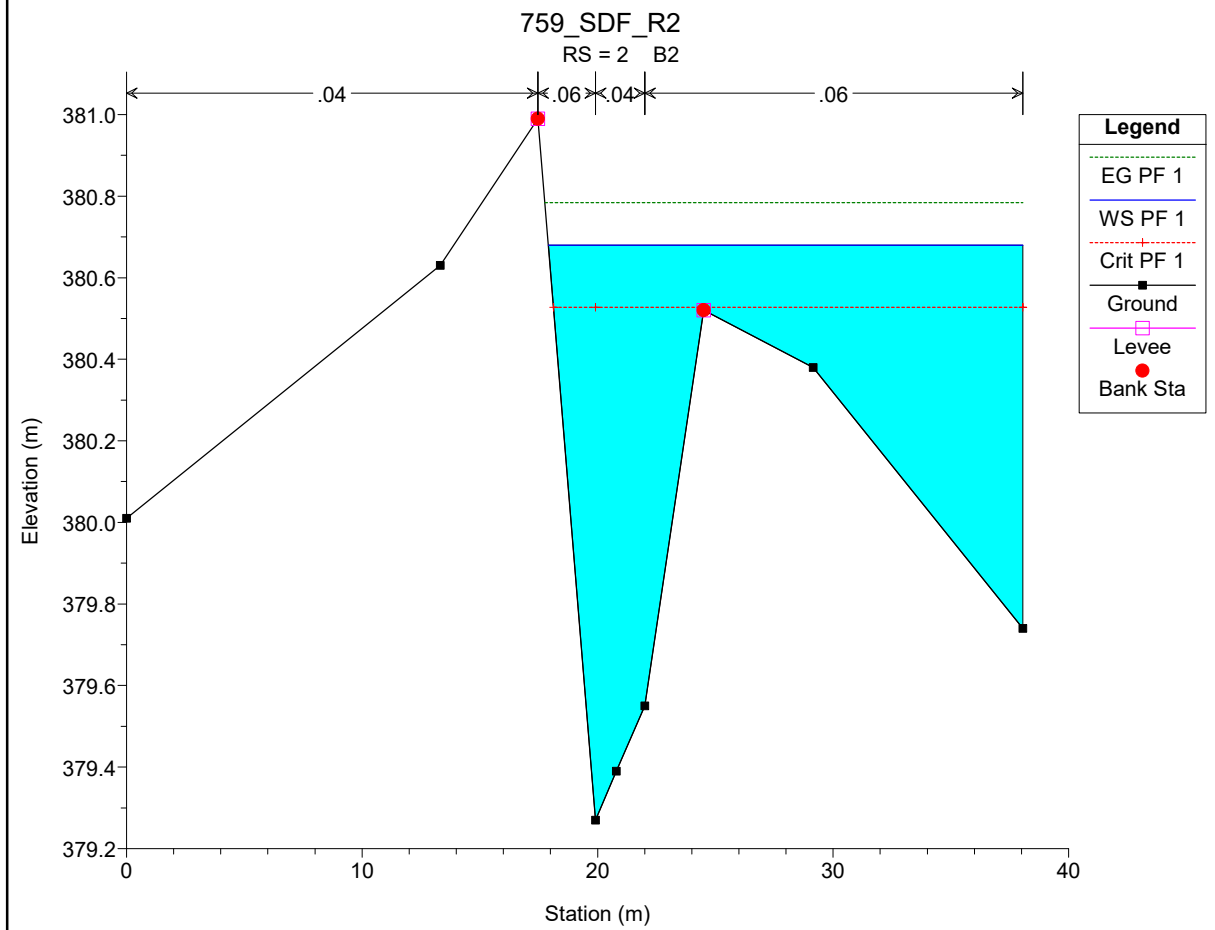
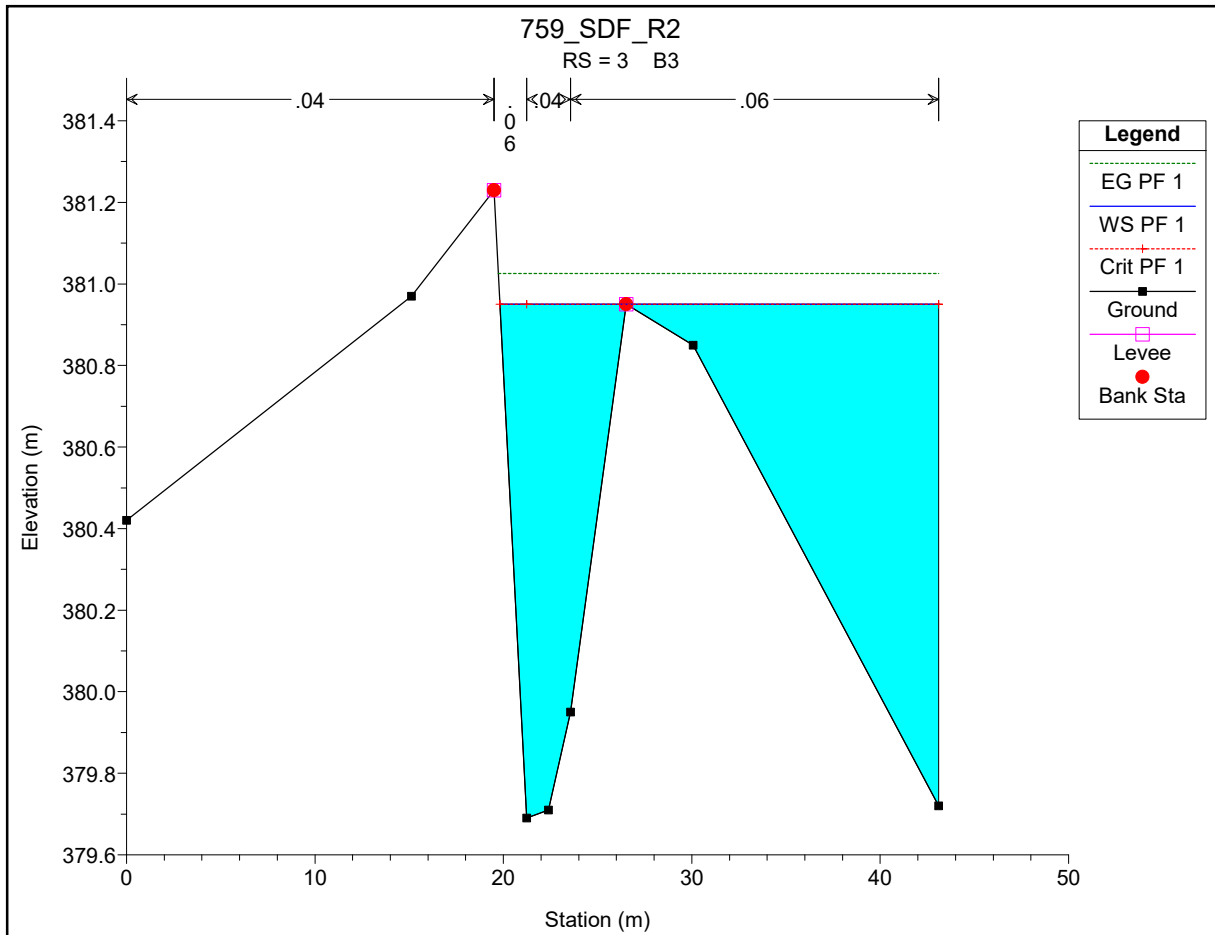
3.4. SEZIONI BEDALE DELLA VILLA











759_SDF_R2

RS = 1 B1

