



ACQUEDOTTO LANGHE E ALPI CUNEESI SpA



COGESI S.C.R.L.
consorzio gestori servizi idrici



Comune	CARRU' – LEQUIO TANARO – MONCHIERO – MONFORTE D'ALBA - PIOZZO (CN)
--------	--

Oggetto	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO – ECONOMICA (art. 41 D.Lgs 36/2023) NUOVA CONDOTTA DI ADDUZIONE A SERVIZIO DELLA RETE ACQUEDOTTO LANGHE E ALPI CUNEESI (COMUNI DI CARRU' - LEQUIO TANARO – MONCHIERO – MONFORTE D'ALBA – PIOZZO)
---------	--

Elaborato	D04.5 – RELAZIONE IDROLOGICO – IDRAULICA ATTRaversAMENTO RIVO DELLE MONACHE
-----------	--

Committente del progetto	 ACQUEDOTTO LANGHE E ALPI CUNEESI SpA
--------------------------	--

Progettista	dott. ing. Enrico Piovano - ufficio tecnico ALAC
-------------	--

Responsabile Unico del Procedimento	geom. Mario Giraudo – ufficio tecnico ALAC
-------------------------------------	--

Commessa	Livello di progetto	Approvazione	Data approvazione	N° elaborato	Rev.	Data	Scala
2021_01	FATTIBILITA' TECNICO - ECONOMICA	CdA	04/08/2022	D04.5	01	08/2023	---

Rev.	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
00	Prima emissione	07/2022			
01	Correzione dato pag. 3.	05/2023			
02	Aggiornamento testalino D.Lgs 36/2023	08/2023			
--	Studio di fattibilità	07/2021			26/08/2021

Questo elaborato è di proprietà di ACQUEDOTTO LANGHE e ALPI CUNEESI SpA
L'elaborato non può essere modificato, copiato, duplicato, riprodotto o divulgato, anche parzialmente, senza autorizzazione scritta del proprietario.

ACQUEDOTTO LANGHE E ALPI CUNEESI SpA
Corso Nizza 9, 12100 CUNEO – tel. 0171 697550 – e-mail acquedotto.langhe@legalmail.it – Capitale Sociale € 5.000.000
n. iscrizione registro imprese di Cuneo e Codice Fiscale e Partita IVA 00451260046 – n. REA CN - 179339

CO.GE.S.I. SCRL
Corso Nizza 90, 12100 CUNEO – tel. 0171 326771 – e-mail cogesi@cogesi.it – Capitale Sociale € 3.000.000
n. iscrizione registro imprese di Cuneo e Codice Fiscale e Partita IVA 03434470047 – n. REA CN - 290478

Indice

1. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO	3
2. ATTRAVERSAMENTO RIVO DELLE MONACHE	4
2.1 Determinazione delle portate di progetto.....	4
2.2 Verifica idraulica con modello di moto permanente	6
2.3 Conclusioni	7
3. ALLEGATI	8
3.1 Allegato 1 – corografia di bacino	9
3.2 Allegato 2 – modellazione idraulica situazione attuale	10
3.3 Allegato 3 – modellazione idraulica situazione di progetto	16

1. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

La presente relazione idrologico – idraulica è redatta in fase di progettazione definitiva dell'intervento "NUOVA CONDOTTA DI ADDUZIONE A SERVIZIO DELLA RETE ACQUEDOTTO LANGHE E ALPI CUNEESI". Il progetto prevede la realizzazione di una nuova condotta di adduzione che si snoderà per una lunghezza complessiva di 16,1 km sul territorio dei comuni di Carrù, Piozzo, Lequio Tanaro, Monchiero e Monforte d'Alba.



Figura 1 - Foto aerea dell'area di intervento

Il progetto complessivo prevede l'attraversamento di n. 6 corsi d'acqua; in particolare:

attraversamento in subalveo

1. Rio Rordo o Vernera – confine tra i comuni di Piozzo e Lequio Tanaro (località fondovalle Tanaro)
2. Rio Rilavetto – comune di Lequio Tanaro (località fondovalle Tanaro)
3. Fiume Tanaro – comune di Lequio Tanaro (località Vacchetta)
4. Torrente Rea – comune di Monchiero (località Piancerreto)
5. Rivo delle Monache – comune di Monchiero (località Santa Lucia)

attraversamento aereo

6. Rivo di Monchiero o di Monforte – comune di Monchiero (località Borgonuovo Basso)

Per ogni singolo attraversamento si è eseguito un rilievo planoaltimetrico del tratto di alveo a cavallo dell'attraversamento e all'analisi idrologica dei rispettivi corsi d'acqua con sezione di chiusura nei pressi dell'attraversamento.

Per ogni tratto dei corsi d'acqua considerati si sono quindi implementati i modelli idraulici di moto permanente, si sono analizzati i risultati delle elaborazioni e si è valutato come gli interventi in oggetto influiscono sul deflusso delle portate di piena prese in considerazione.

2. ATTRAVERSAMENTO RIVO DELLE MONACHE

2.1 Determinazione delle portate di progetto

I dati relativi alle caratteristiche morfologiche del bacino idrografico del Rivo delle Monache, avente sezione di chiusura nei pressi dell'attraversamento in località Santa Lucia in comune di Monchiero, sono stati desunti dalla cartografia C.T.R., come riportato nella "Corografia di bacino" in Allegato 1.

Si sono ottenuti i seguenti valori:

- Superficie: 4,26 km²,
- Altezza media rispetto alla sezione di chiusura: 331 m s.l.m.,
- Quota alla sezione di chiusura: 226 m s.l.m.,
- Lunghezza asta principale: 3,58 km.

Le modalità per la determinazione della portata di progetto sono descritte nel seguito.

Le portate afferenti alla sezione di interesse dipendono dalle precipitazioni localizzate in tutto il bacino; al fine di stimare la portata di pioggia di progetto è necessario pertanto procedere ad indagini sulle piogge intense che caratterizzano l'area di studio.

Tali indagini hanno come scopo l'elaborazione di curve di possibilità pluviometrica, le quali rappresentano la relazione tra le altezze massime di pioggia e le durate di pioggia che si possono verificare in quella determinata zona, per un assegnato valore del tempo di ritorno T_r :

$$h = a \cdot t^n$$

dove h è l'altezza di pioggia espressa in millimetri,

t la durata corrispondente in ore;

a e n sono parametri caratteristici calcolati in funzione di T_r .

Per la determinazione dei parametri caratteristici della curva di possibilità pluviometrica si è scelto di fare riferimento alla Direttiva del PAI "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", la quale fornisce, sulla base delle elaborazioni puntuali, un'interpretazione della variabilità spaziale dei parametri pluviometrici attraverso il metodo del Kriging dei parametri a ed n delle linee segnalatrici, discretizzate in base ad un reticolo di 2 km di lato.

La cella rappresentativa dell'area in esame si trova in posizione baricentrica nel bacino oggetto di studio, pertanto i valori di a ed n individuati si considerano quelli medi del bacino:

Cella BG133 di coordinate UTM Est 417000, Nord 4935000

$$h (Tr = 20) = 38,19 \cdot t^{0,300}$$

$$h (Tr = 100) = 49,55 \cdot t^{0,289}$$

$$h (Tr = 200) = 54,41 \cdot t^{0,286}$$

$$h (Tr = 500) = 60,78 \cdot t^{0,283}$$

Nel caso in esame si è scelto di analizzare il deflusso delle portate aventi un tempo di ritorno di 100 e 200 anni.

Fra i metodi analitici per la stima della portata massima conseguente ad un'assegnata precipitazione viene largamente utilizzato il Metodo cinematico o razionale.

Il metodo si basa sul concetto che se in un bacino di superficie S cade per una durata di pioggia τ una precipitazione di intensità costante $j = h/\tau$ (con h altezza di pioggia), solo una frazione φ del volume meteorico Sh risulta efficace agli effetti del deflusso, mentre viene persa la frazione $(1 - \varphi)$ per evaporazione e filtrazione nel terreno.

Il valore della portata di pioggia Q viene pertanto determinato come:

$$Q = \frac{\varphi Sh}{\tau}$$

dove $h = a \cdot t^n$ è l'altezza di pioggia espresso in millimetri;

t è la durata di pioggia espressa in ore;

φ è il coefficiente di deflusso per un bacino;

S è la superficie del bacino.

Con il modello adottato la portata massima di pioggia si ottiene per $\tau = \tau_c$ ovvero per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione, definito come il tempo teoricamente richiesto a una goccia d'acqua per giungere dal punto più distante alla sezione di chiusura del bacino. La condizione $\tau = \tau_c$ porta ad un idrogramma di piena avente forma di triangolo isoscele, caratterizzato da un valore massimo della portata doppio di quello medio.

Se la superficie S è data in km^2 , h in m e τ_c in ore si ha:

$$Q_{max} = \varphi \frac{10^6}{3600\tau_c} = \frac{278\varphi Sh}{\tau_c} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Il contributo specifico di piena $u = Q_{max}/S$ è detto coefficiente udometrico ed è espresso in $\text{l/s} \cdot \text{ha}$.

Con h in mm e τ_c in ore il coefficiente u viene calcolato come:

$$u = 2,78\varphi \frac{h}{\tau_c} \quad [\text{l/s ha}]$$

Il coefficiente φ è stabilito in funzione della scabrezza della superficie e, tenendo conto della presenza di aree a boschi o prati all'interno del bacino in esame, è stato fissato pari a 0,45.

Per il calcolo del tempo di corrivazione τ_c sono disponibili varie formule empiriche.

In Piemonte è ricorrente l'impiego della relazione dovuta a Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A}+1,5L}{0,8\sqrt{H_m-H_0}} [h]$$

con A area del bacino [km²], L lunghezza della superficie scolante [km], H_m e H₀ rispettivamente quota media del bacino e quota della sezione di riferimento [m s.l.m.].

Pertanto, dopo aver definito i dati morfologici e pluviometrici del bacino in esame, si è proceduto al calcolo delle portate con tempo di ritorno 100 e 200 anni.

Nelle seguenti tabelle si riportano i dati utilizzati per il calcolo ed i risultati ottenuti.

Tabella 1 - Calcolo portata di progetto

Tempo di ritorno Tr = 100 Tr = 200

	DATI	DATI
L [m]	3 582	3 582
S [km ²]	4.26	4.26
H _m [m s.l.m.]	331	331
H ₀ [m s.l.m.]	226	226
a [mm/h]	49.55	54.41
n [-]	0.289	0.286
φ [-]	0.45	0.45

	RISULTATI	RISULTATI
T _c [h]	1.66	1.66
h [mm]	57.39	62.92
u [l/s ha]	43.18	47.34
Q [mc/s]	18.39	20.17

2.2 Verifica idraulica con modello di moto permanente

Per la verifica idraulica delle sezioni e la determinazione dei massimi livelli idrici di deflusso si è utilizzato il programma di simulazione di moto permanente "HEC-RAS" River Analysis System dell' "US Army Corps of Engineers", versione 6.3.

Il modello idraulico è stato implementato per la situazione attuale e per la situazione di progetto, con la risagomatura dell'alveo e la realizzazione di nuova scogliera e platea in massi in corrispondenza dell'attraversamento della condotta adduttrice.

Per le scabrezze si sono adottati i valori del coefficiente di Manning:

- 0,05 m^{-1/3}s per l'alveo nella situazione attuale (alveo marnoso con depositi di materiale litoide);
- 0,15 m^{-1/3}s per le aree golenali con vegetazione arborea e arbustiva;
- 0,03 m^{-1/3}s per le difese spondali in massi cementati nella situazione in progetto;
- 0,05 m^{-1/3}s per la platea in massi e pietrame nella situazione in progetto;

Si riportano in allegato i risultati della modellazione idraulica, comprensivi di:

- schema planimetrico della rete
- profilo longitudinale con livelli idrici
- sezioni trasversali con livelli idrici
- tabelle dei risultati

2.3 Conclusioni

La simulazione idraulica è stata implementata al fine di verificare come la posa della condotta adduttrice ALAC mediante attraversamento in subalveo influisca sul deflusso delle portate di piena.

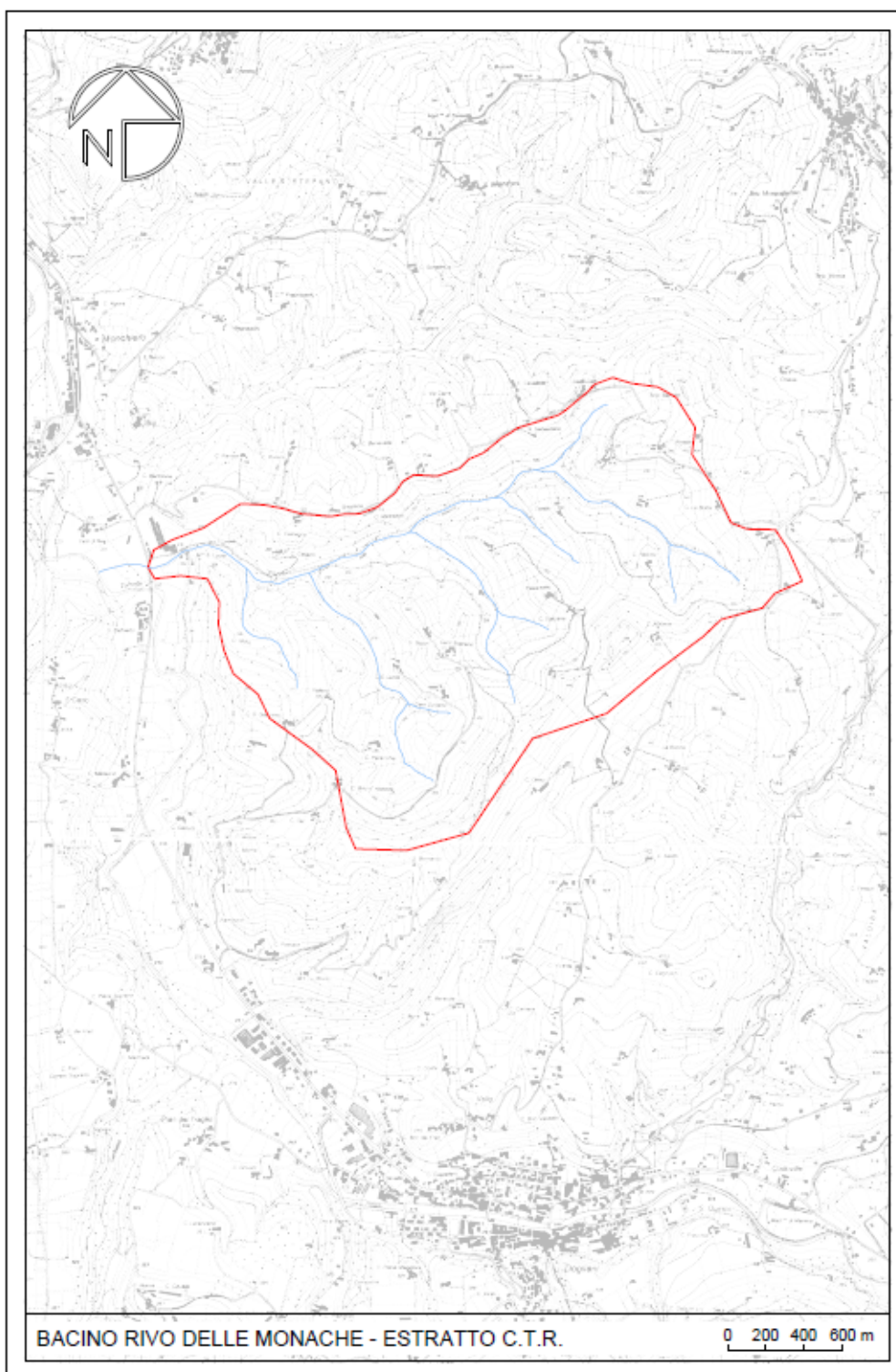
Dal confronto dei risultati ottenuti nella situazione attuale e in quella di progetto, si evidenzia che la ridefinizione d'alveo in corrispondenza all'attraversamento in generale non determina particolari variazioni delle velocità di deflusso con sostanziale mantenimento delle altezze del tirante idrico.

Il progetto non prevede tangibili alterazioni del profilo di fondo alveo che sarà stabilizzato dalla realizzazione di un taglione in calcestruzzo completamente interrato a valle dell'attraversamento.

Gli interventi previsti non determinano ostacolo al deflusso delle piene.

3. ALLEGATI

3.1 Allegato 1 – corografia di bacino

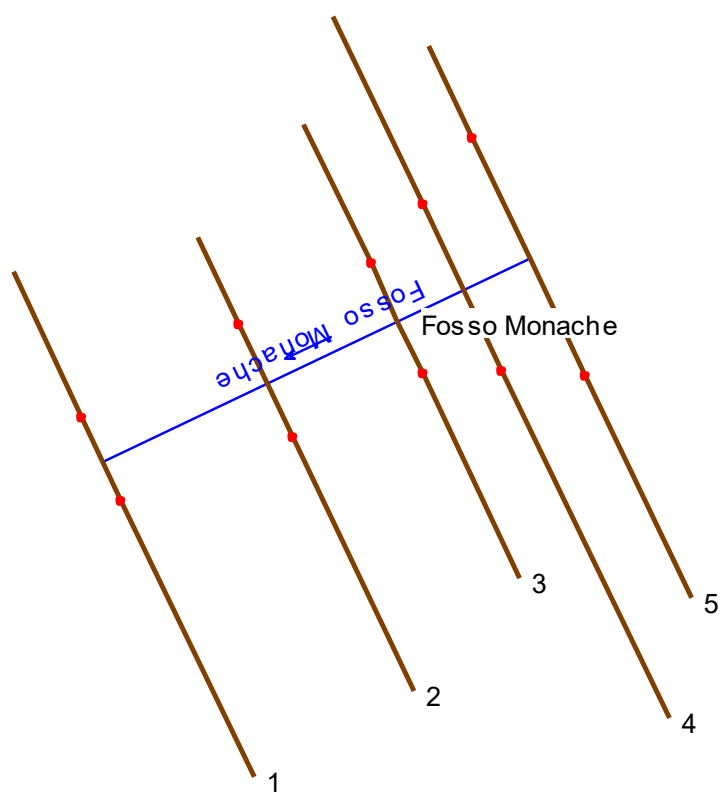


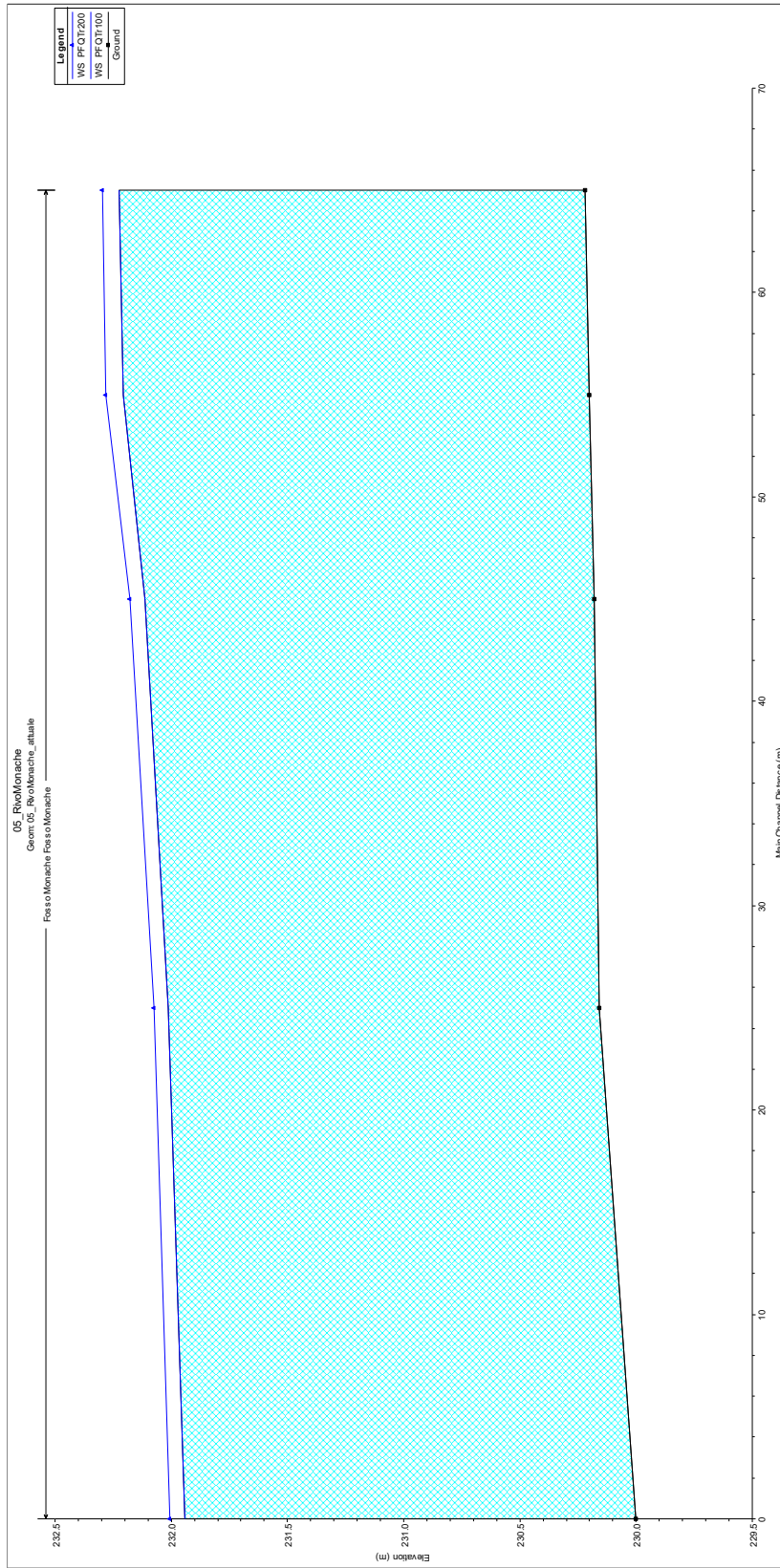
Superficie:	4,26 km ² ,
Altezza media rispetto alla sezione di chiusura:	331 m s.l.m.,
Quota alla sezione di chiusura:	226 m s.l.m.,
Lunghezza asta principale:	3,58 km.

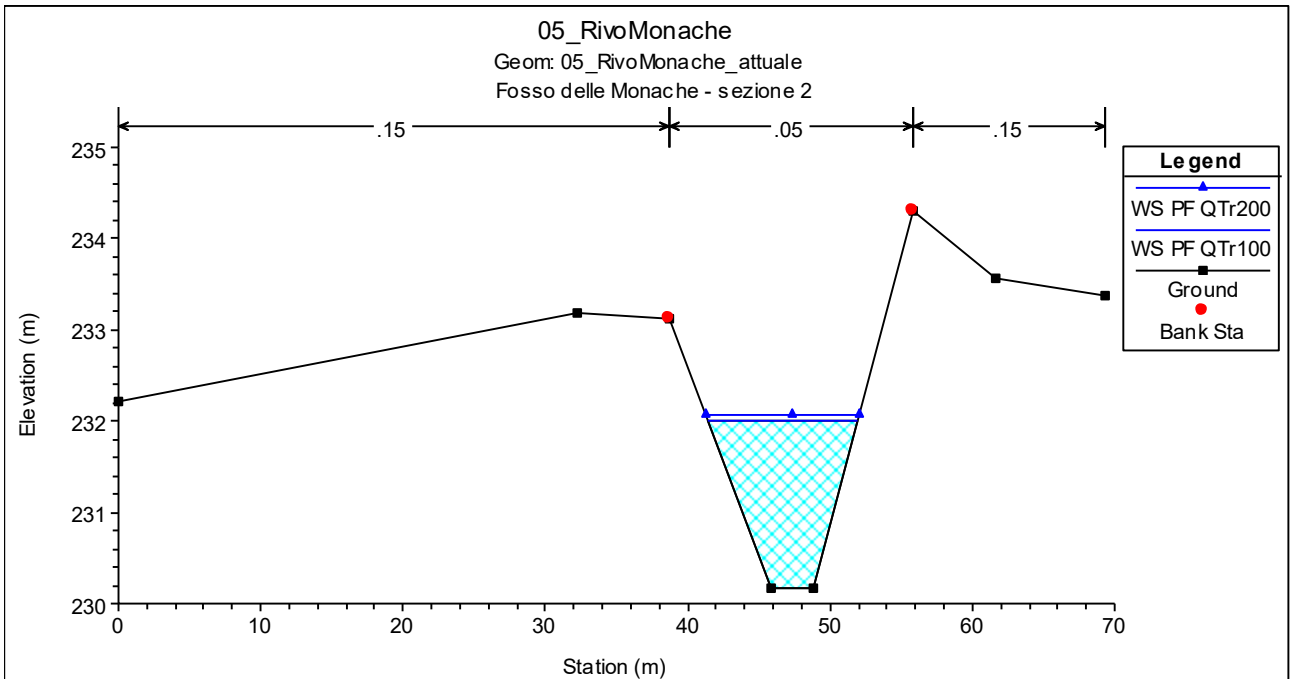
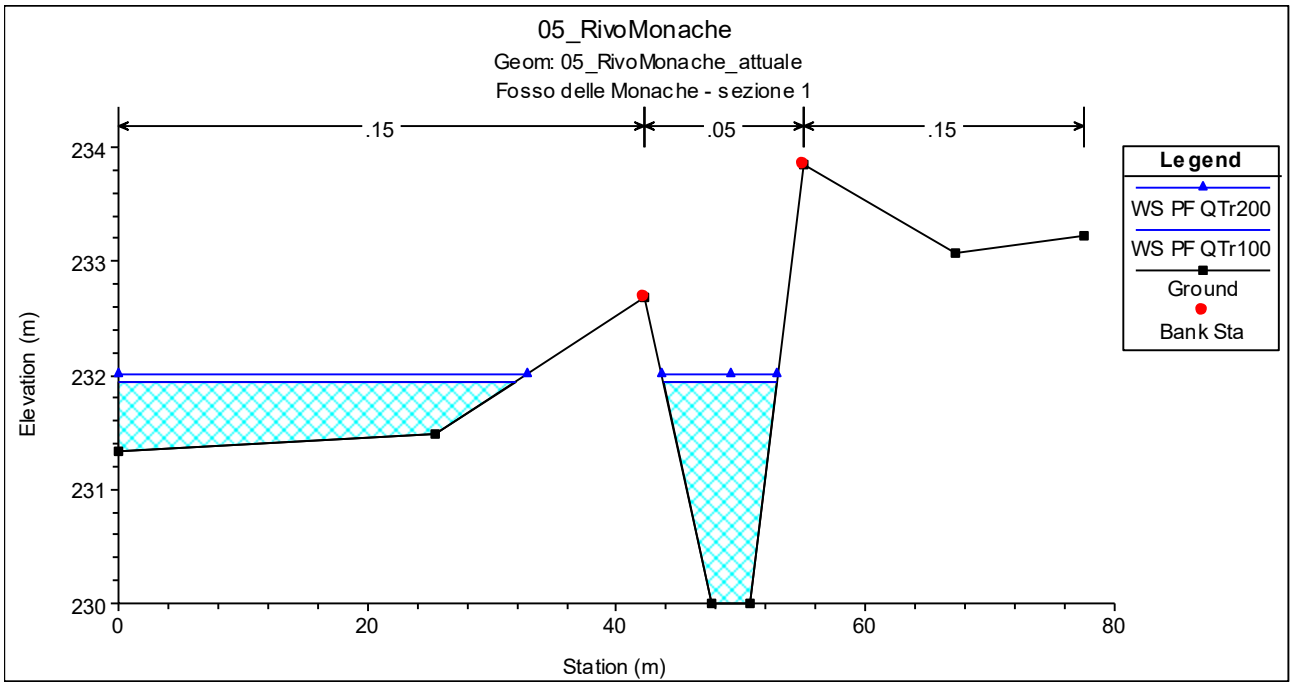
3.2 Allegato 2 – modellazione idraulica situazione attuale

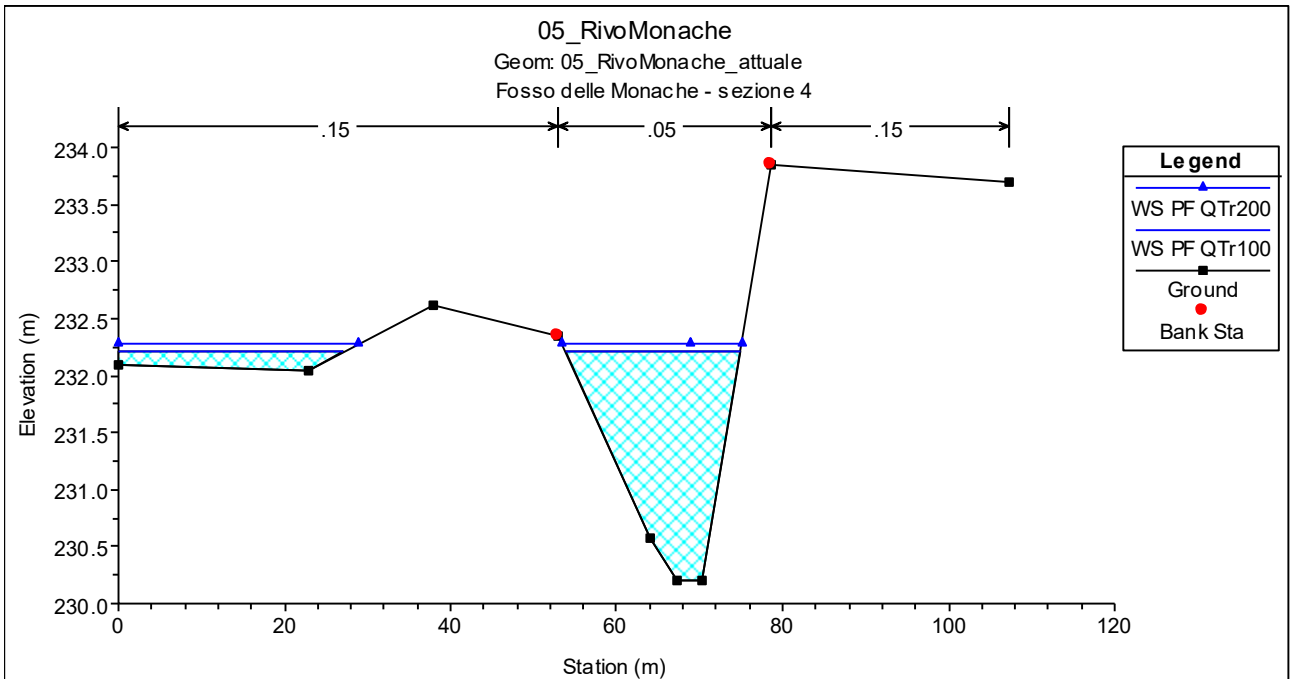
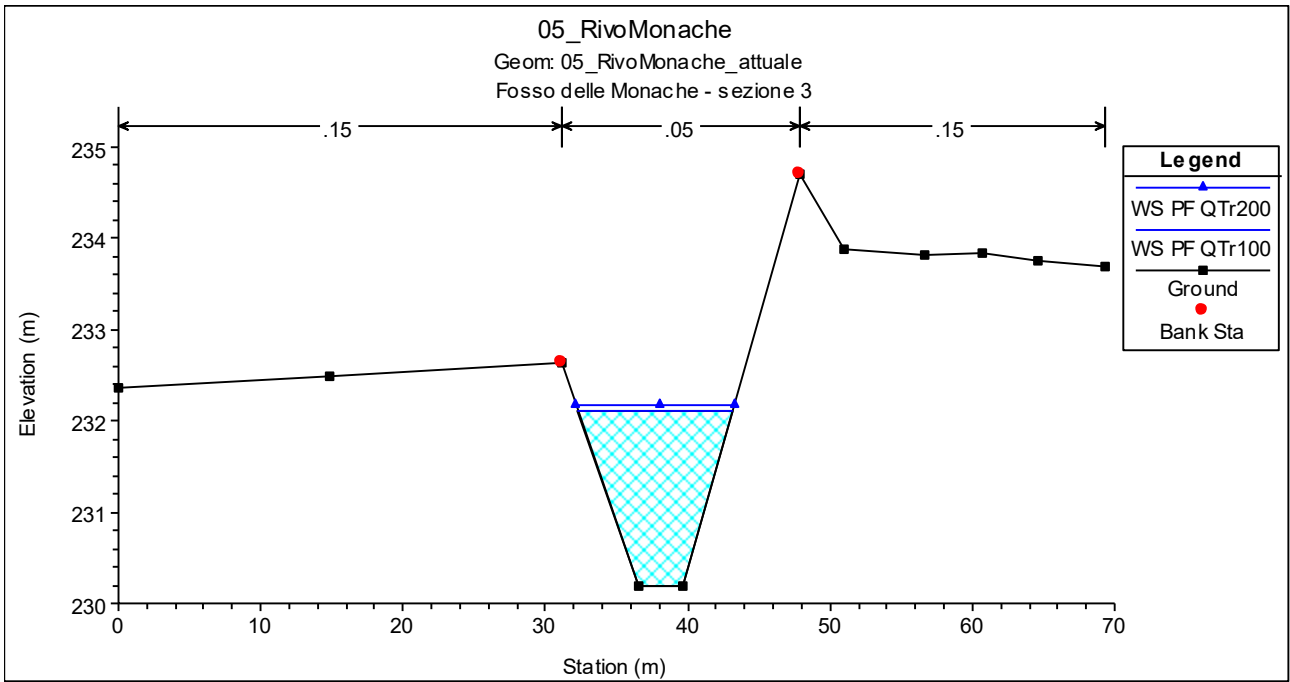
SITUAZIONE ATTUALE

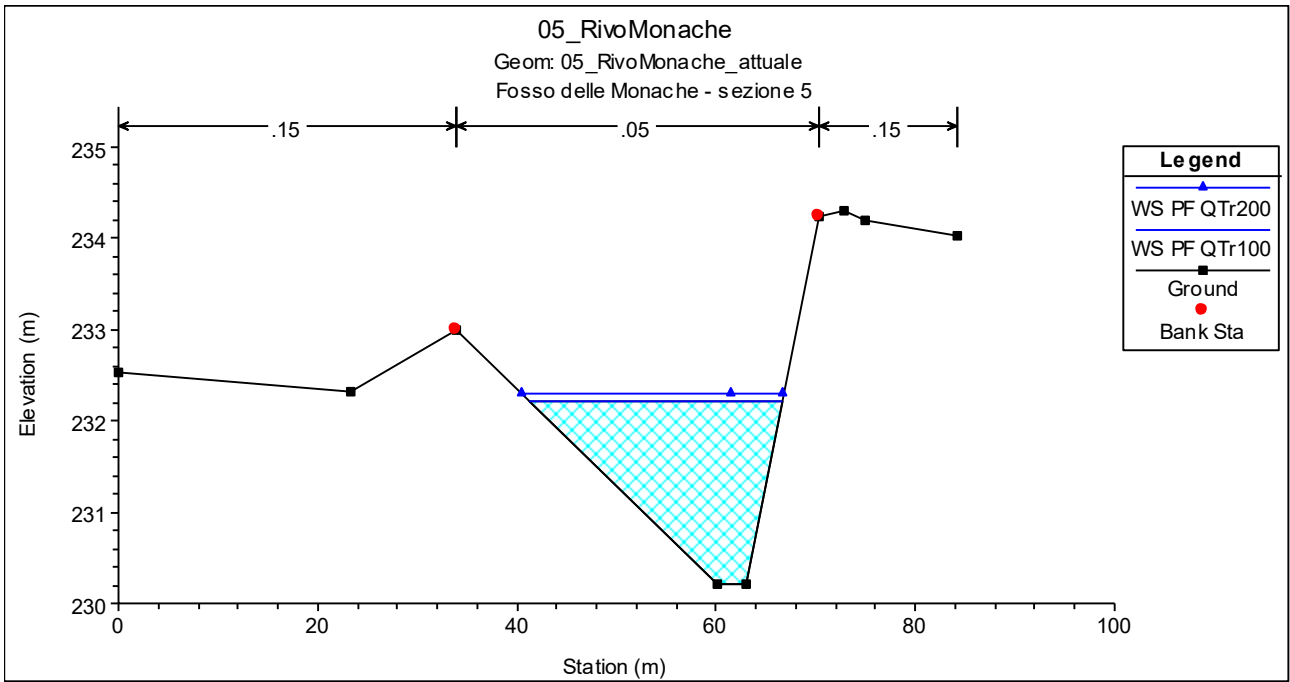
Risultati della modellazione idraulica









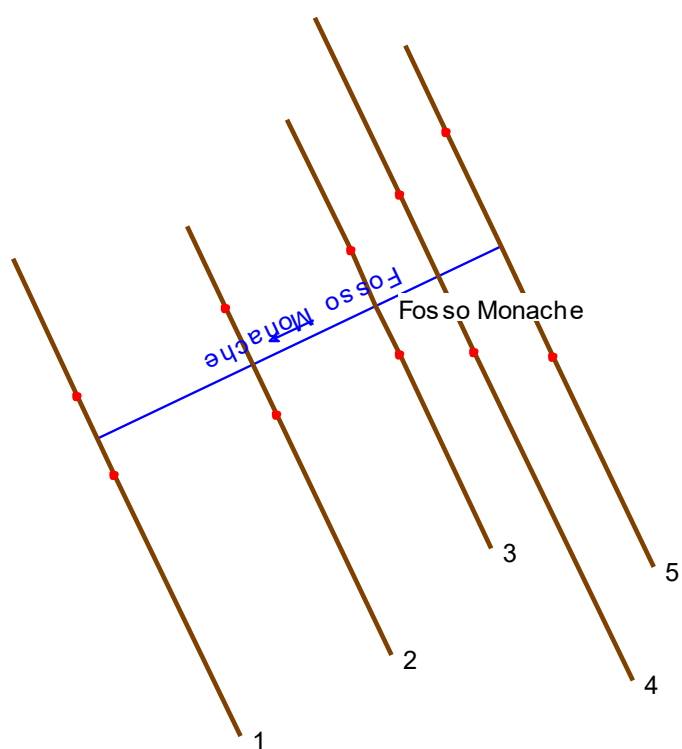


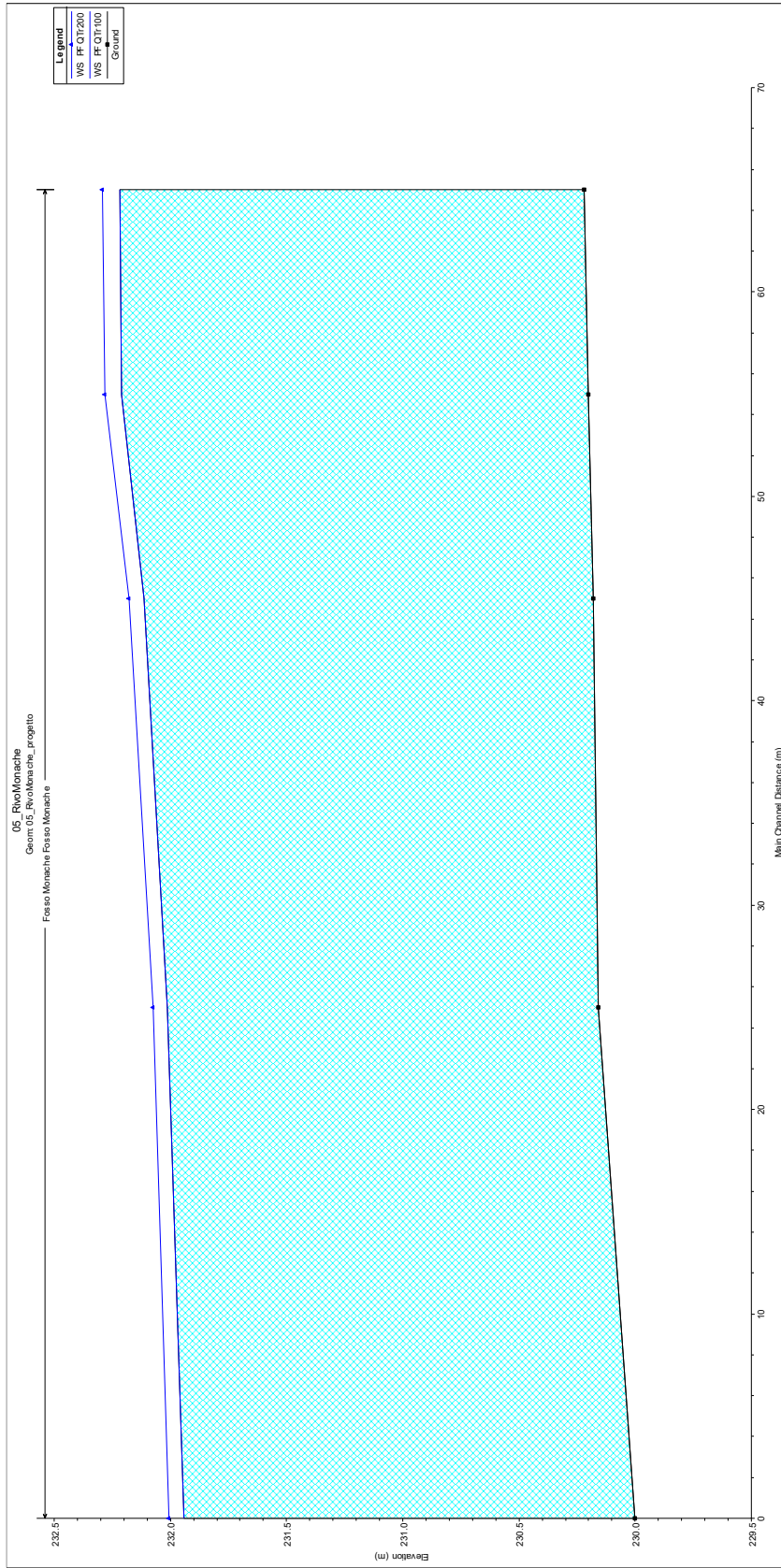
SITUAZIONE ATTUALE													
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
Rivo Monache	5	PF QTr100	18.39	230.22	232.22	231.16	232.25	0.000931	0.65	28.40	25.36	0.20	
Rivo Monache	5	PF QTr200	20.17	230.22	232.30	231.20	232.32	0.000941	0.67	30.31	26.19	0.20	
Rivo Monache	4	PF QTr100	18.39	230.20	232.21		232.23	0.001097	0.73	28.34	48.04	0.21	
Rivo Monache	4	PF QTr200	20.17	230.20	232.28		232.31	0.001097	0.74	32.00	50.63	0.21	
Rivo Monache	3	PF QTr100	18.39	230.18	232.11		232.21	0.003964	1.37	13.39	10.85	0.39	
Rivo Monache	3	PF QTr200	20.17	230.18	232.18		232.28	0.004133	1.43	14.12	11.12	0.40	
Rivo Monache	2	PF QTr100	18.39	230.16	232.01		232.12	0.004722	1.46	12.58	10.58	0.43	
Rivo Monache	2	PF QTr200	20.17	230.16	232.07		232.19	0.004962	1.53	13.22	10.83	0.44	
Rivo Monache	1	PF QTr100	18.39	230.00	231.94	231.25	232.01	0.003385	1.27	26.74	40.96	0.36	
Rivo Monache	1	PF QTr200	20.17	230.00	232.01	231.30	232.07	0.003386	1.29	29.40	42.06	0.36	

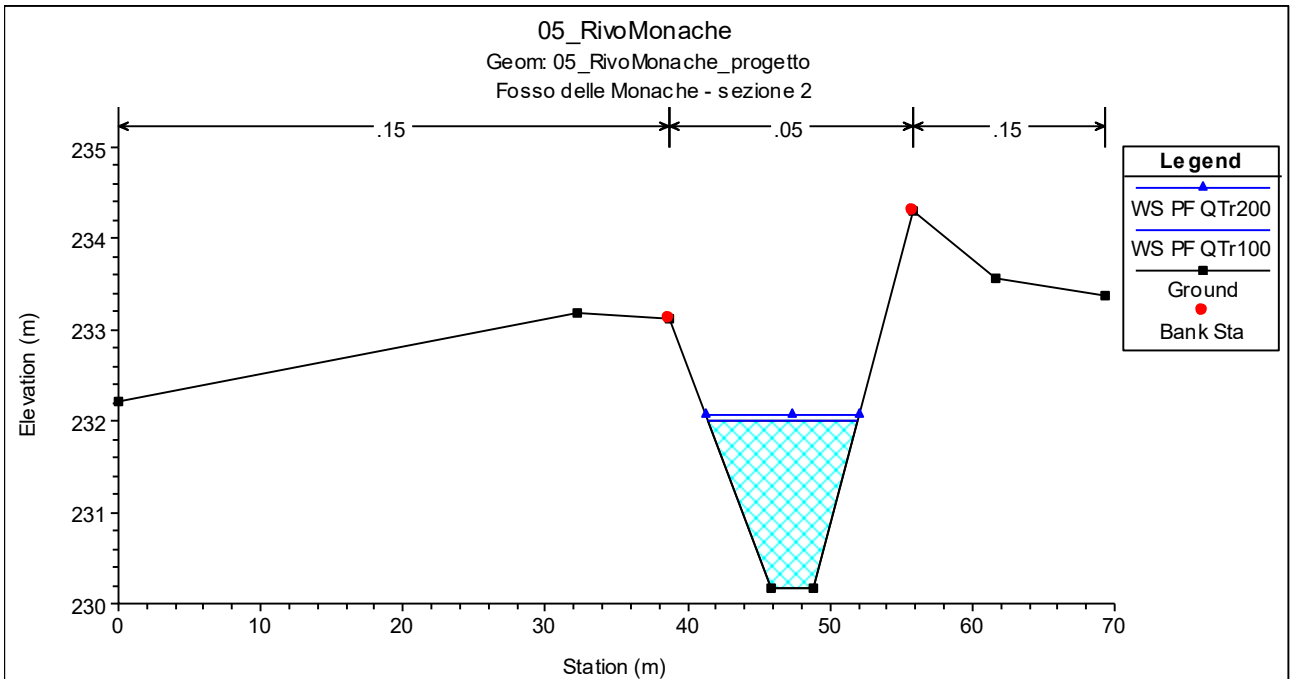
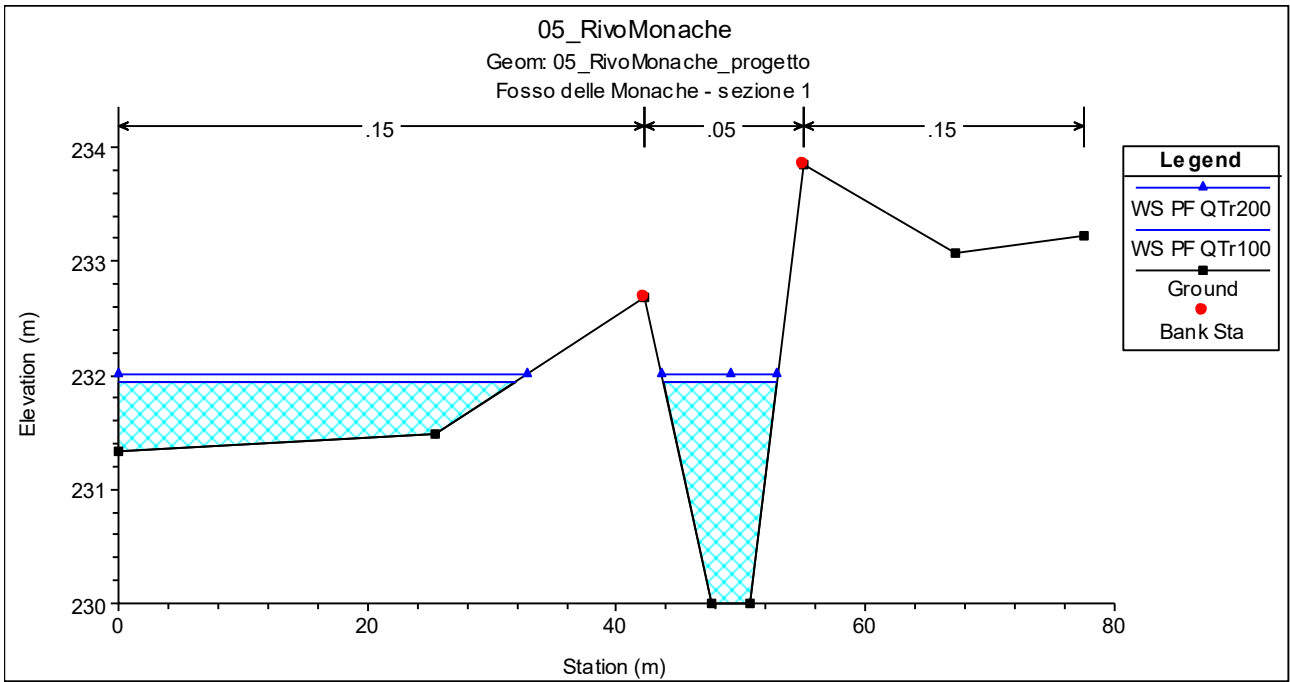
3.3 Allegato 3 – modellazione idraulica situazione di progetto

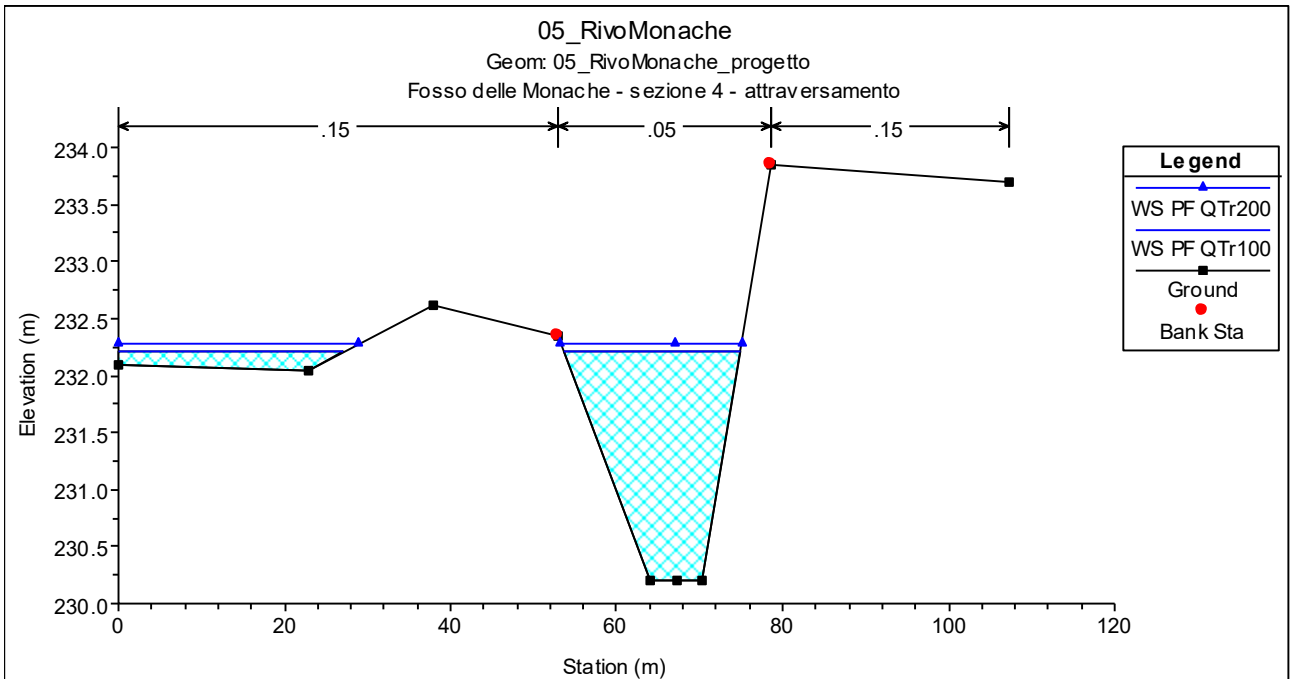
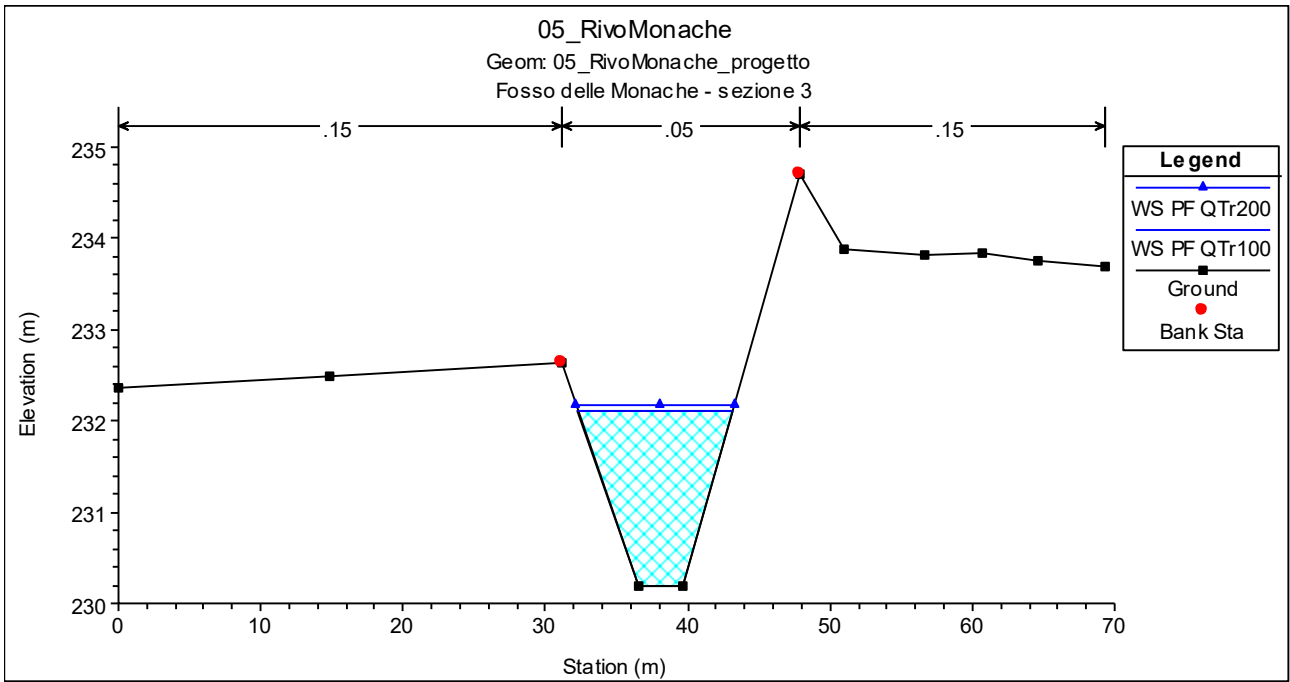
SITUAZIONE DI PROGETTO

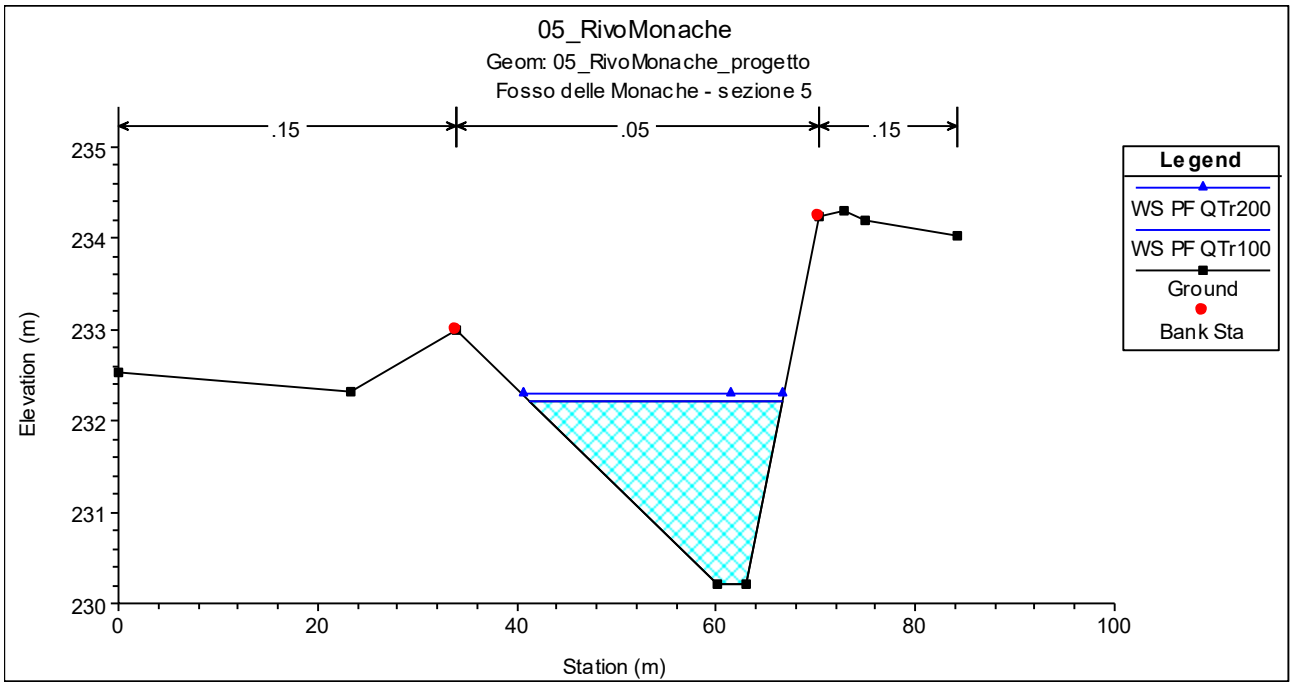
Risultati della modellazione idraulica











SITUAZIONE DI PROGETTO													
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W. S. Elev (m)	Crit W. S. (m)	E. G. Elev (m)	E. G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chl
Rivo Monache	5	PF QTr100	18.39	230.22	232.22	231.16	232.24	0.000943	0.65	28.27	25.30	0.20	
Rivo Monache	5	PF QTr200	20.17	230.22	232.29	231.20	232.32	0.000953	0.67	30.17	26.13	0.20	
Rivo Monache	4	PF QTr100	18.39	230.2	232.21		232.23	0.000793	0.66	31.06	48.25	0.18	
Rivo Monache	4	PF QTr200	20.17	230.2	232.28		232.31	0.000805	0.68	34.73	50.76	0.19	
Rivo Monache	3	PF QTr100	18.39	230.18	232.11		232.21	0.003964	1.37	13.39	10.85	0.39	
Rivo Monache	3	PF QTr200	20.17	230.18	232.18		232.28	0.004133	1.43	14.12	11.12	0.40	
Rivo Monache	2	PF QTr100	18.39	230.16	232.01		232.12	0.004722	1.46	12.58	10.58	0.43	
Rivo Monache	2	PF QTr200	20.17	230.16	232.07		232.19	0.004962	1.53	13.22	10.83	0.44	
Rivo Monache	1	PF QTr100	18.39	230.00	231.94	231.25	232.01	0.003385	1.27	26.74	40.96	0.36	
Rivo Monache	1	PF QTr200	20.17	230.00	232.01	231.30	232.07	0.003386	1.29	29.4	42.06	0.36	