

# PARCO EOLICO SV3 - BRIC CIAN DE VACHE'

Il Committente: **Duferco**  
**Sviluppo**

Sede Legale DUFERCO Sviluppo S.p.A. :  
via Armando Diaz n. 248  
25010, San Zeno Naviglio (BS)  
P.IVA e C.F. 03594850178

Oggetto:

**RELAZIONI SPECIALISTICHE**

Titolo:

**RELAZIONE IDRAULICA NUOVO PONTE**

Il Progettista



Ing Silvio Mario Bauducco

Data	Emis.	Aggiornamento	Data	Contr.	Data	Autor.
04/2024	MB	Emissione	04/2024	FO	04/2024	SMB

SCALA: N.A.

FORMATO: A4

MAGGIO 2024

Commessa

Tip. Impianto

Fase Progetto

Disciplina

Tip. Doc

Titolo

N. Elab

REV

23056

EO

DE

ID

R

14

0001

A

RICERCA, SVILUPPO E COORDINAMENTO IMPIANTI EOLICI E FOTOVOLTAICI A CURA DI:



Sede Amministrativa e Operativa  
via Benessia, 14 12100 Cuneo (CL)  
tel 335.6012008  
e-mail: emmeconsulting@gmail.com

Geom. Domenico Bresciano

PROGETTAZIONE ACUSTICA A CURA DI:



Sede Amministrativa: via Marconelli, 23 10024 Moncalieri (TO)  
tel 011.6062113 - 011.6058915 e-mail: amministrazione@bautel.it  
Sede Operativa Torino - via Marconelli, 23 10024 Moncalieri (TO)  
Sede Operativa Genova - via Banderati, 204 16121 Genova (GE)

I Tecnici:

Coord. gruppo di progettazione:  
Ing. Silvio Mario Bauducco

Collaboratori

Geom. Benzoni Manuel  
Per. Ind. Biasin Emanuele  
Ing. Occhiuto Felice  
Arch. Ostino Paolo  
Arch. Pelleri Martina

File: testatarelatori idraulico.dwg

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - Questo documento è di proprietà esclusiva del progettista (e indicato sul quale si riserva ogni diritto). Pertanto questo documento non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta dello stesso progettista.

**Regione Liguria**  
Provincia di Savona

**COMUNI DI**  
**ALBISOLA SUPERIORE E STELLA**

**PARCO EOLICO**  
**SV3 – BRIC CIAN DE VACHÈ**

**RELAZIONE IDRAULICA**  
**NUOVO PONTE**

DATA: 20.04.2024

IL PROGETTISTA

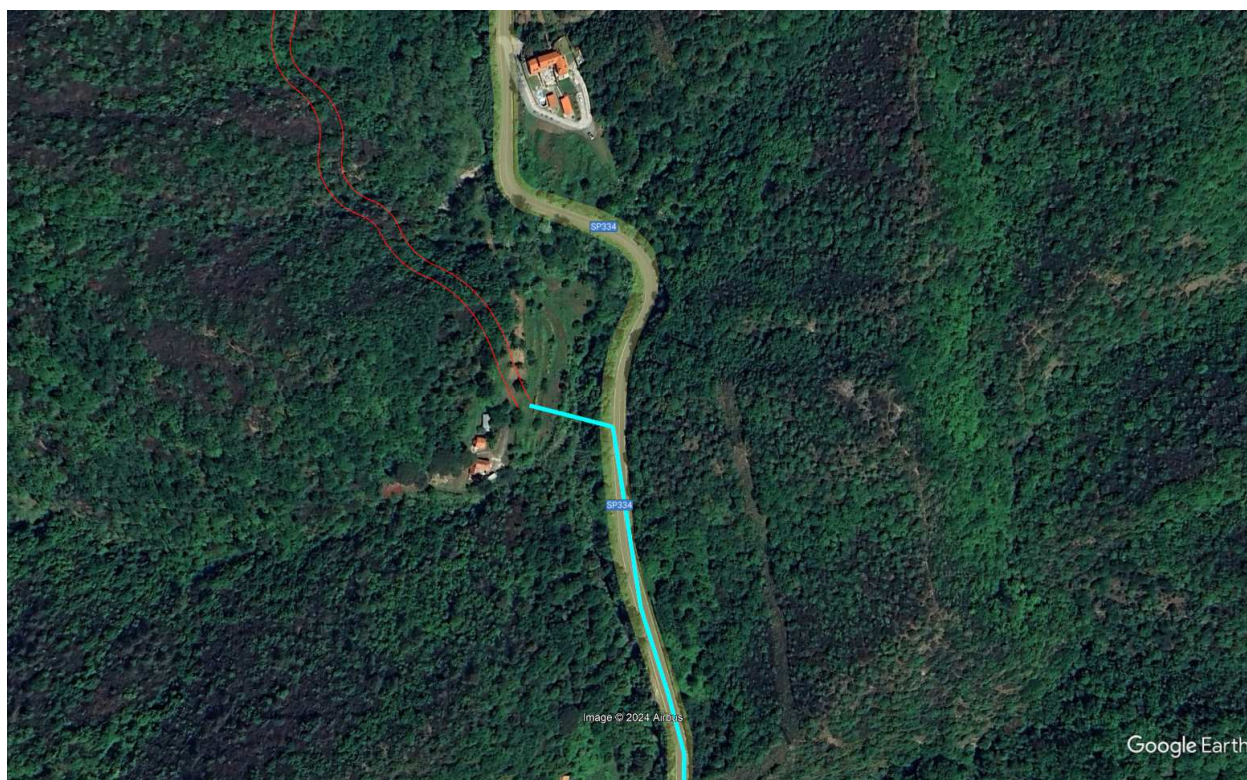
Ing. Silvio Mario Bauducco

## INDICE

1. CARATTERI DEL CORSO D'ACQUA.....	5
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-MORFOLOGICO.....	5
3. ANALISI GEOMORFICA QUANTITATIVA .....	6
4. INDAGINE IDRAULICA.....	7
5. VERIFICA IDRAULICA DELLA SEZIONE ESISTENTE .....	9
6. CONCLUSIONI .....	12
ALLEGATO A .....	13
ELABORAZIONI DI CALCOLO .....	13

## PREMESSA

Oggetto della presente relazione tecnica è la verifica idraulica delle sezioni del Torrente Riobasco in corrispondenza del previsto nuovo ponte di superamento del torrente per la realizzazione della nuova strada che permette l'accesso all'impianto eolico denominato SV3 BRIC CIAN DE VACHE'. Tale nuovo ponte, realizzato con travi prefabbricate affiancate appoggianti su spalle poste a lato delle rive del torrente risulta indispensabile in quanto occorre realizzare un accesso idoneo al parco eolico per garantire il transito dei mezzi che trasportano conci e pale delle turbine da montare.



In allegato si riportano pertanto i tabulati di verifica della sezione comprendenti le sezioni immediatamente a valle e a monte di quelle oggetto dell'intervento previsto per la realizzazione del nuovo ponte.

Nel seguito si riporta l'analisi idraulica svolta per la determinazione dell'altezza massima del livello di piena duecentennale e cinquecentennale corredata, in allegato, degli schemi delle sezioni con l'indicazione dell'altezza d'acqua per le portate

---

analizzate ed il relativo carico energetico e profondità critica, per ogni sezione studiata e relativa agli interventi previsti nel presente progetto.

## **1. CARATTERI DEL CORSO D'ACQUA**

In Stella l'alveo del Torrente Riobasco, in corrispondenza del tratto oggetto degli interventi, è caratterizzato dall'esistenza di un fondo abbastanza vegetato e, ove si ha sovente la presenza di acqua, caratterizzato ai un fondo roccioso che ne facilita il naturale deflusso delle acque.

L'indagine eseguita ha evidenziato la completa assenza di ghiacciai perenni che garantirebbero una certa continuità alla portata del Torrente, ma la stessa ha quindi carattere puramente torrentizio legata al deflusso delle acque superficiali del bacino imbrifero durante i fenomeni di pioggia, pertanto esclusivamente ad un ciclo nivo-pluviale.

## **2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-MORFOLOGICO**

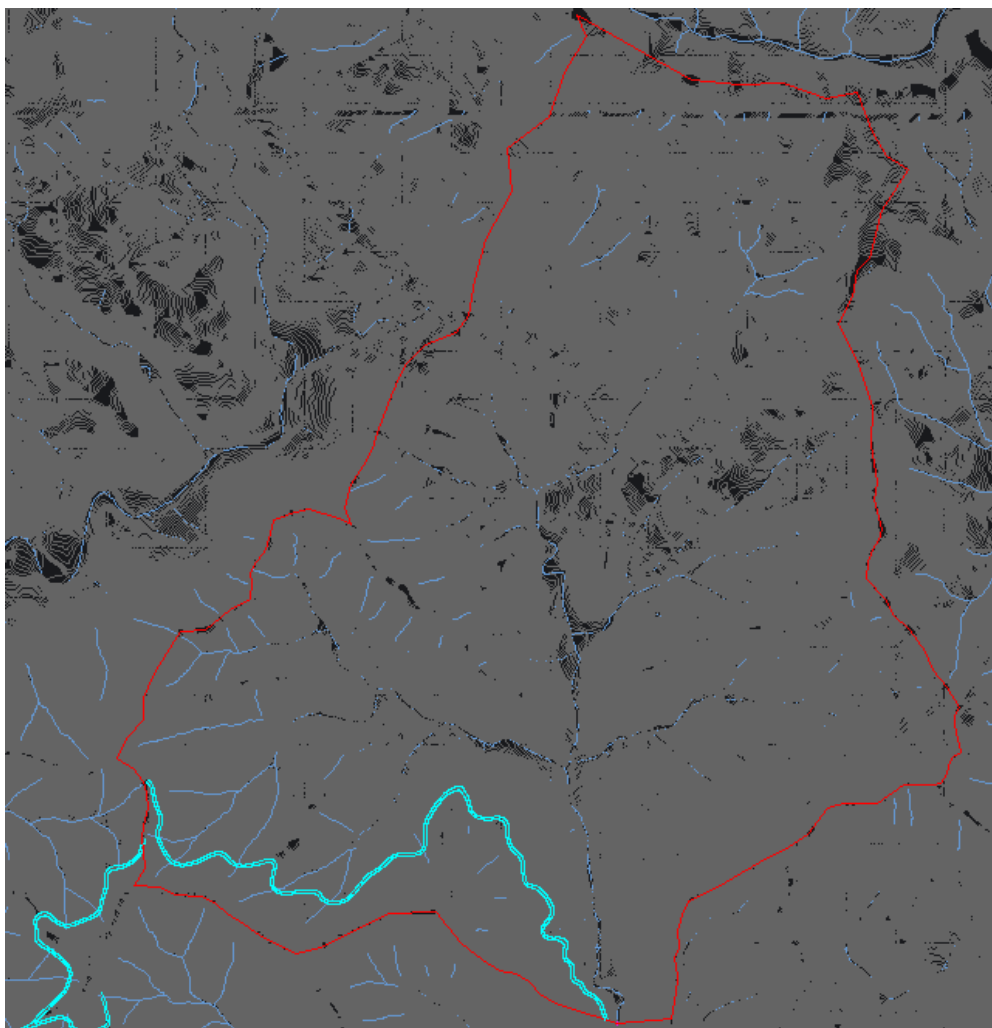
Il bacino imbrifero del tratto interessato è costituito dal Torrente Riobasco che, partendo dal Bric collette punto più alto del bacino sotteso alle spalle della sezione di analisi posta ad una quota di 532.2 m, con un andamento degradante verso sud – leggermente sud est, giunge fino alla quota di circa 77 m sul livello del mare nelle sezioni oggetto di studio.

Il tipo di permeabilità a cui sono assoggettati i depositi attuali è sempre primario, variabile, in funzione della quantità di materiale a tessitura fine; qui in considerazione del fatto che l'area è prettamente boschiva, ai fini della sicurezza si manterrà un coefficiente di deflusso  $C=1$ .

### 3. ANALISI GEOMORFICA QUANTITATIVA

I dati morfometrici relativi al reticolo idrografico del Torrente Riobasco sono stati ricavati utilizzando come base la carta tecnica delle vallate interessate dal reticolo di deflusso.

Le caratteristiche fisiografiche del bacino relativo al Torrente Riobasco nella sezione di chiusura definita dalla zona d'intervento, di interesse per la determinazione del comportamento idrologico, sono di seguito riassunti.



Superficie del bacino	S = 4.716 kmq
Altezza massima del bacino	Hmax = 532.2 m
Altitudine media	Hmed = 452 m

---

Quota sezione di chiusura	Hsez = 77 m
Lunghezza asta principale	L 3500 m
Pendenza media	39,66%

#### 4. INDAGINE IDRAULICA

La normativa di riferimento da un punto di vista idraulico è costituito dal Piano di Bacino Stralcio sul rischio Idrogeologico del Torrente Sansobbia, Ambito Letimbro, nella cui area di riferimento ricade il sito oggetto di intervento, che ha definito con una propria direttiva, i valori delle precipitazioni intense da assumere come base di progetto di opere idrauliche. La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto del bacino a rigore viene effettuata attraverso l'individuazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo

$$h = a t^n$$

dove :

h : altezza di precipitazione espressa in mm

t : durata della precipitazione

a, n : parametri corrispondenti alle caratteristiche pluviometriche del bacino idrografico  
in esame

Le portate assunte nella presente verifica, sono state valutate mediante il modello chiamato DRiFt utilizzato nello studio "C.I.M.A." sviluppato nell'ambito dell'analisi della risposta idrologica a scala di bacino, incentrata principalmente sulla simulazione e previsione di idrogrammi di piena.



I valori di portata del Torrente Riobasco nella sezione di chiusura sono stati dedotti dalla relazione sviluppata per il Piano di Bacino stralcio sul rischio idrogeologico.

La portata, tenendo conto della dimensione del bacino compreso tra 2 e 10 kmq, risulta definita da:

$$Q_{2.9} = C_Q \cdot A \cdot (0.25 + 0.27 \cdot A^{1/2})^{-0.48} \quad [m^3s^{-1}]$$

Mentre per le portate con tempi diversi di ritorno si ottengono da:

$$Q_T = K_T \cdot Q_{2.9} \quad [m^3s^{-1}]$$

Con  $K_T$  – fattore della frequenza delle portate fornito dalla tabella seguente:

<b>T</b> [anni]	5	10	30	50	100	200	500
<b>K<sub>T</sub></b>	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04

Assumendo quindi:

$A = 4.716$  kmq

$C_q \rightarrow$  tipo D (area boscata)  $\rightarrow 4.17$  essendo il nuovo ponte alle coordinate:  
44°22'25" 8°30'19"

Valore derivata dalla seguente tabella:

Longitudine	Bacino Tipo				
	Gradi primi	A	B	C	D
8	25.0	7.28	6.07	4.65	4.08
8	27.5	7.36	6.14	4.7	4.13
8	30.0	7.44	6.21	4.75	4.17
8	32.5	7.48	6.25	4.78	4.2
8	35.0	7.52	6.28	4.8	4.22

Da cui risulta  $Q_{2.9} = 21.43$  mc/s



---

Pertanto per le piene a 200 e 500 anni si ha:

$$Q_{200} = 21.43 \cdot 5.02 = 107,6 \text{ mc/s}$$

$$Q_{500} = 21.43 \cdot 6.04 = 129,4 \text{ mc/s}$$

La portata maggiormente cautelativa che verrà utilizzata per le verifiche e il dimensionamento del nuovo manufatto di attraversamento sarà pertanto di 108 mc/s e 130 mc/s in funzione del tempo di ritorno della piena.

## 5. VERIFICA IDRAULICA DELLA SEZIONE ESISTENTE

La verifica idraulica del tratto di torrente interessato, le cui sezioni sono riportate in allegato, è stata condotta tramite il programma HEC-RAS.

HEC-RAS è un modello matematico che permette di calcolare i livelli del pelo libero di correnti in moto permanente in una rete di canali o in un generico corso d'acqua.

Il programma configura un modello unidimensionale dell'energia da applicare per correnti gradualmente variate.

La prima procedura di calcolo utilizzata si basa sull'equilibrio energetico che deve esistere tra due sezioni consecutive del corso d'acqua. Ove, invece, il profilo dell'acqua o la dimensione delle sezioni cambino rapidamente, il programma applica, tra due sezioni consecutive, l'equazione di conservazione della quantità di moto. Questa seconda procedura è quindi usata in presenza di: ponti, strettoie, traverse, soglie, strutture nelle golene oppure in situazioni di regime misto come, ad esempio, nel risalto idraulico.

Il modello, che nella versione utilizzata 6.0, è nato nel 1970 dall'Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps Engineers. Il programma è già adottato da anni ed è quindi collaudato ed attendibile, adatto alla gestione delle zone inondabili, agli studi sulla sicurezza dei fiumi ed a valutare gli effetti idraulici di ponti, argini,

traverse nonché di eventuali ampliamenti di canali e di ogni variazione topografica del corso d'acqua.

HEC-RAS fornisce risultati apprezzabili nelle situazioni in cui si opera in condizioni di morfologia dettagliatamente nota. La scelta di questo modello di calcolo si è rivelata particolarmente adatta per soddisfare le esigenze di questo studio in quanto presenta le caratteristiche sopra descritte.

Elemento essenziale per la definizione dell'andamento dell'alveo consiste nella descrizione delle sezioni trasversali, che sono significative al fine di evidenziare l'andamento del terreno.

Queste sezioni sono localizzate, ad intervalli definiti, lungo l'alveo ad una distanza tale da descrivere, in modo significativo, la capacità di trasporto della corrente sia nel canale principale e nelle golene.

Le sezioni analizzate sono state desunte per mezzo di un rilievo topografico eseguito in loco e riportate sul modello di calcolo attraverso l'inserimento delle coordinate, distanza e quota, assunte rispetto un sistema d'assi posto sull'asse dell'alveo. Il numero di punti utilizzato è funzione dell'andamento del terreno ed è comunque tale da garantire una descrizione sufficientemente precisa in presenza di ogni variazione significativa.

La distanza tra due sezioni trasversali consecutive, è stata misurata in tre diversi punti:

1. *Channel*: individua la distanza tra due sezioni successive del fondo alveo
2. *Lob*: rappresenta la distanza tra le due sponde destre
3. *Rob*: rappresenta la distanza tra le due sponde sinistre.

La differenza dei tre valori tra due sezioni consente di delineare l'andamento sinuoso del corso d'acqua.

Per la definizione del modello matematico è stato necessario inserire i coefficienti di perdita. Le perdite sono state descritte tramite due coefficienti: quelle dovute all'attrito attraverso il coefficiente  $n$  di Manning, e quelle che si manifestano nelle contrazioni ed espansioni con omonimi coefficienti.

---

Il coefficiente di Manning è funzione di più fattori tra i quali il tipo e la quantità di vegetazione, la geometria del canale, le dimensioni del materiale che costituisce il fondo, pertanto, lungo la sezione trasversale, può assumere valori differenti. HEC-RAS consente di assegnare a questo coefficiente tre diversi valori (uno per la golenata destra, uno per quella sinistra ed uno per il canale) oppure un numero maggiore quando ciò è necessario per descrivere situazioni complesse che si presentano a lato dell'alveo inciso. I valori assegnati risultano pari a 0.033 sia per l'alveo di magra che per le sponde che vengono interessate solo in presenza di piena nonché per le aree interessate dal ponte.

Le perdite di energia non sono però legate unicamente all'attrito, occorre tener conto, infatti, anche delle espansioni e contrazioni della corrente dovute alle variazioni di geometria della sezione. Questa eventualità si esprime mediante due coefficienti il cui valore risulta rispettivamente pari a 0.1 e 0.3, se le variazioni di sezione sono di piccola entità.

In relazione alla portata di progetto, che è necessario specificare nel programma, si è assunta quella derivante dal calcolo per un tempo di ritorno di 200 e 500 anni.

Dal tabulato riportato in allegato si evincono i risultati delle calcolazioni eseguite dal programma per determinare la massima altezza dell'acqua in ogni singola sezione.

La determinazione della compatibilità del nuovo scatolare con le dimensioni dell'alveo, finalizzate a garantire il corretto deflusso delle precipitazioni, si evince dalle verifiche idrauliche condotte.

Dalle analisi condotte si evince che l'altezza del pelo libero dell'acqua risulta:

- piena 200 anni: h acqua: 2.29 m
- piena 500 anni: h acqua 2.54 m

mentre la luce libera dal pelo dell'acqua all'intradosso dell'impalcato risulta:

- franco rispetto intradosso impalcato 200 anni: 5.30 m
- franco rispetto intradosso impalcato 500 anni: 5.05 m

## **6. CONCLUSIONI**

Con la presente relazione si è proceduto alla verifica idraulica della nuova opera di attraversamento del Torrente Riobasco. Dalle risultanze di calcolo si evince che il nuovo ponte è ampiamente in grado di far defluire la massima portata di piena del Torrente senza che vengano meno i franchi minimi di legge dal pelo libero dell'acqua all'impalcato.

**ALLEGATO A**

**ELABORAZIONI DI CALCOLO**

**Q = 200 e 500 anni**

**SITUAZIONE STATO DI PROGETTO**

***PONTE***



Planimetria generale

## INPUT

Steady Flow Data - Flow\_1

File Options Help

Description :

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max):

**Locations of Flow Data Changes**

River:

Reach:  River Sta.:

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates		
	River	Reach	RS	Tr 200 anni	Tr 500 anni
1	Affluente	1	2.1	12	14
2	Riobasco	1	5	108	130
3	Riobasco	2	2.5	120	144

Dati input portate

Set boundary for all profiles  Set boundary for one profile at a time

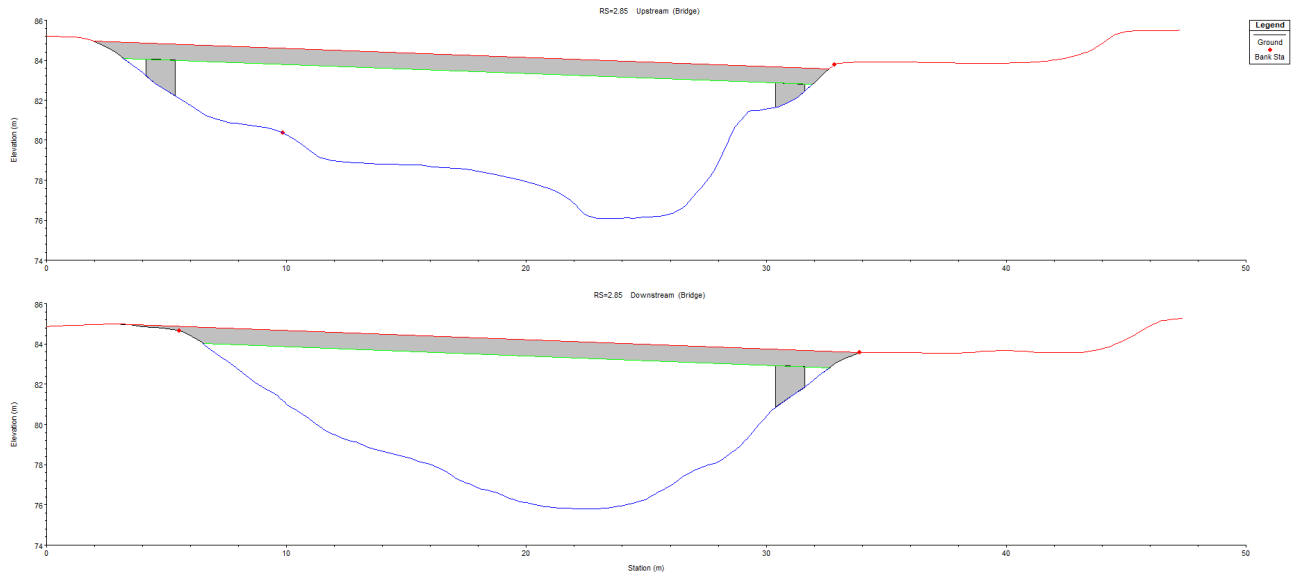
**Available External Boundary Condition Types**

**Selected Boundary Condition Locations and Types**

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
Affluente	1	all	Normal Depth S = 0.15	Junction=Junc 1
Riobasco	1	all	Normal Depth S = 0.03	Junction=Junc 1
Riobasco	2	all	Junction=Junc 1	Normal Depth S = 0.03

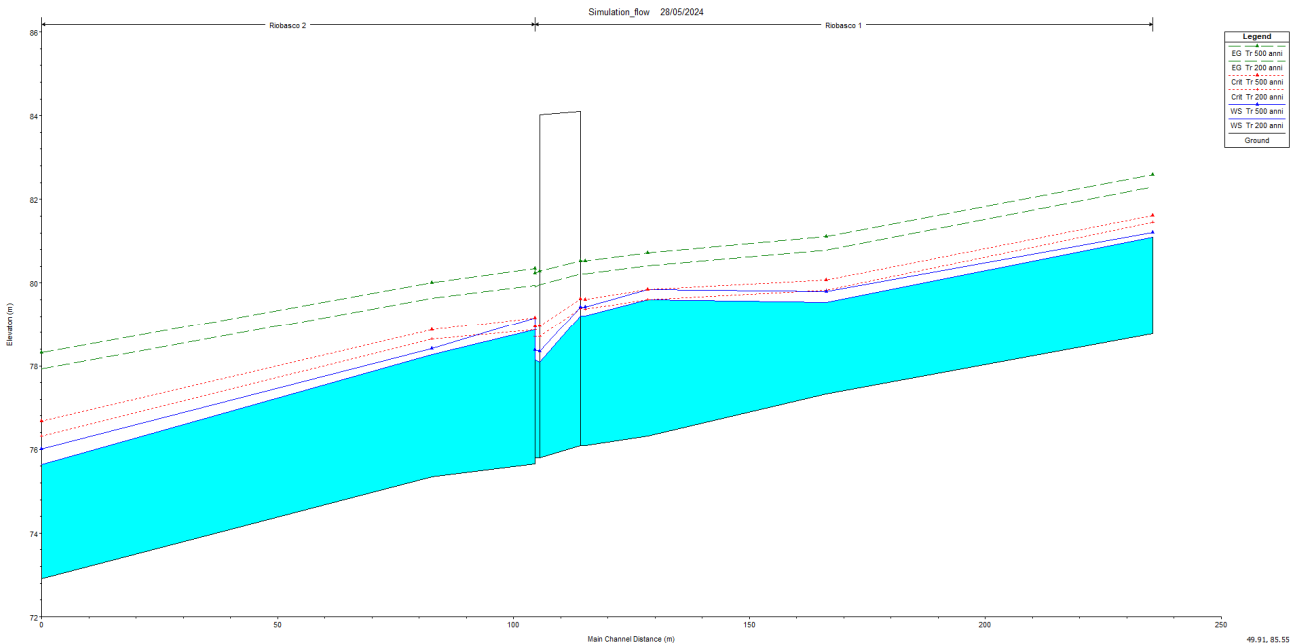
Condizioni al contorno





Geometria del ponte

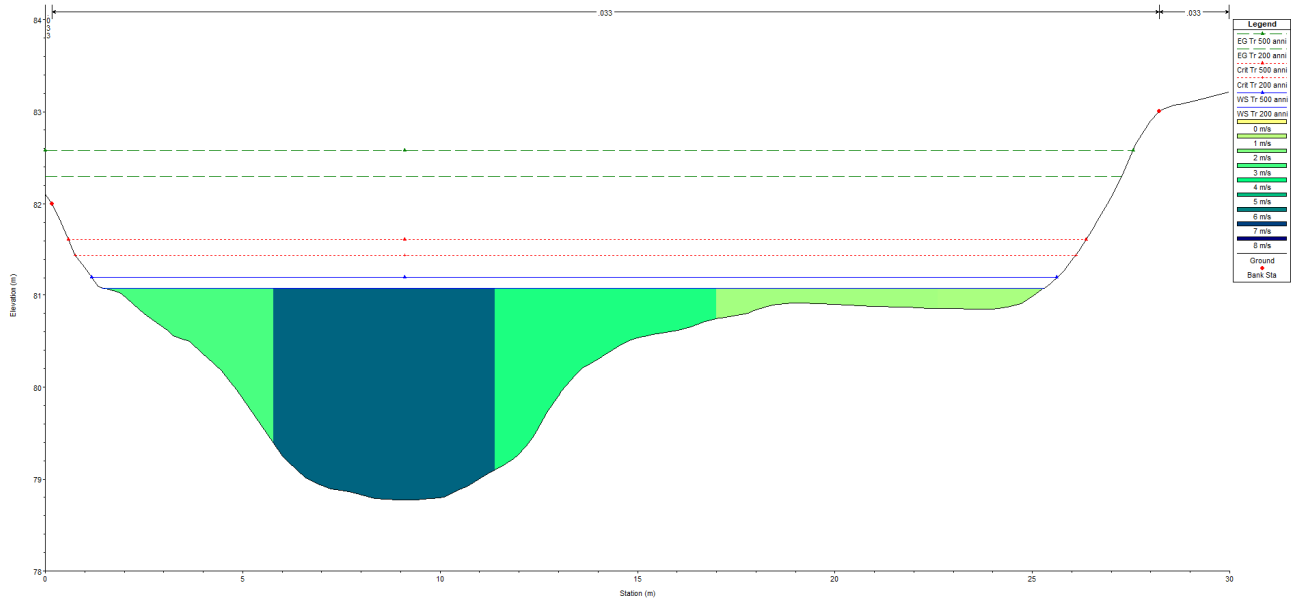
### OUTPUT GRAFICI



Profile plot

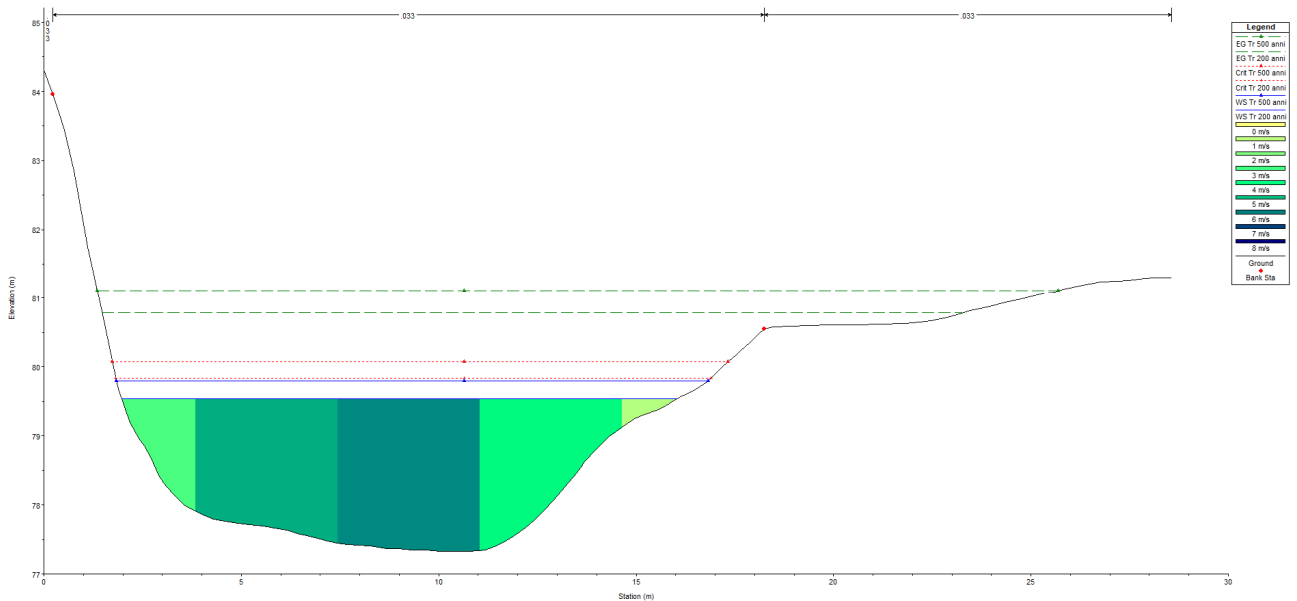
SEZIONI RIOBASCO

Simulation\_flow 28/05/2024

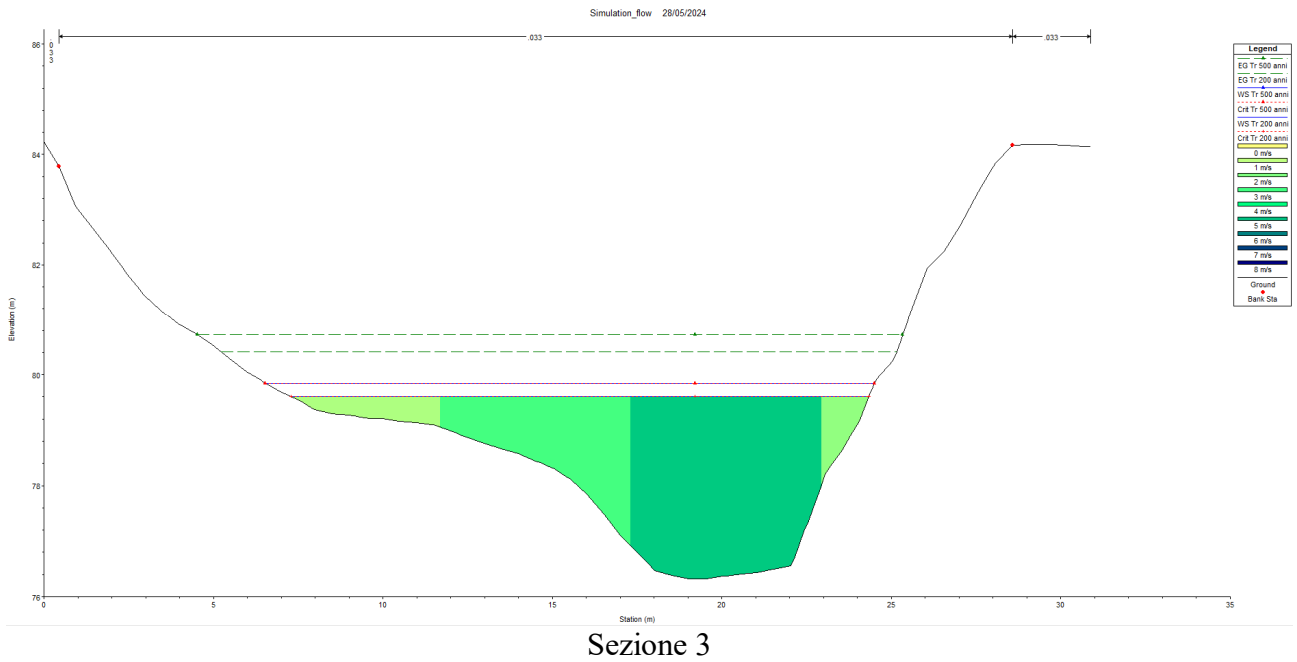


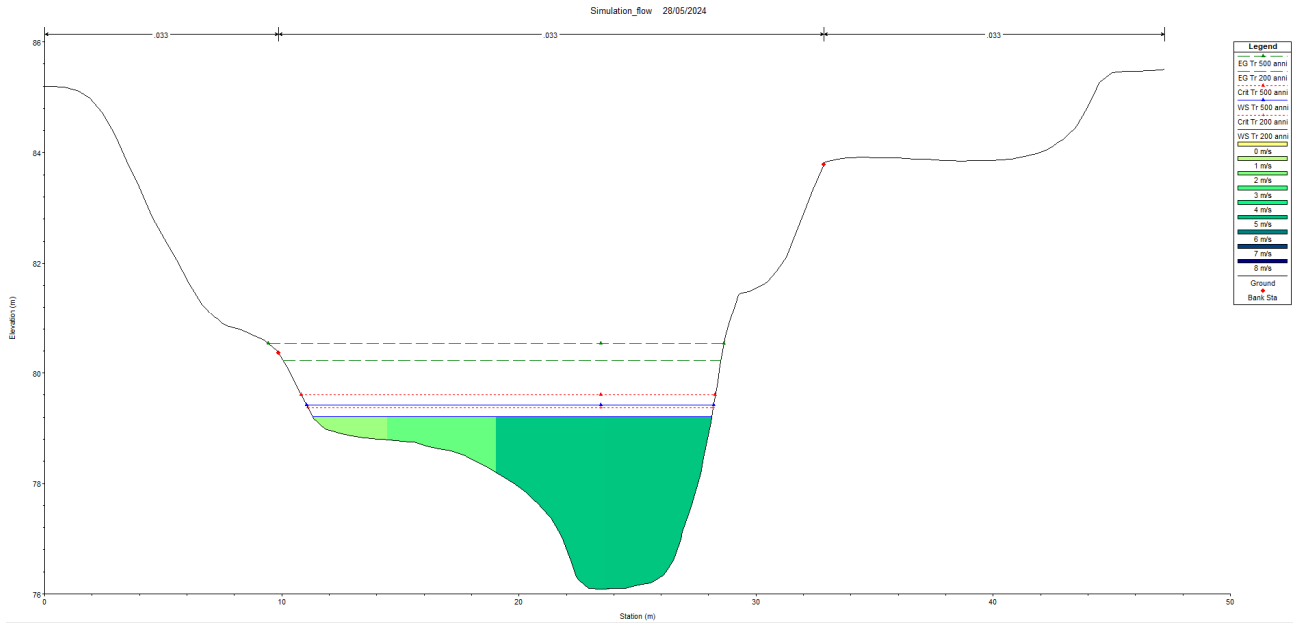
Sezione 5

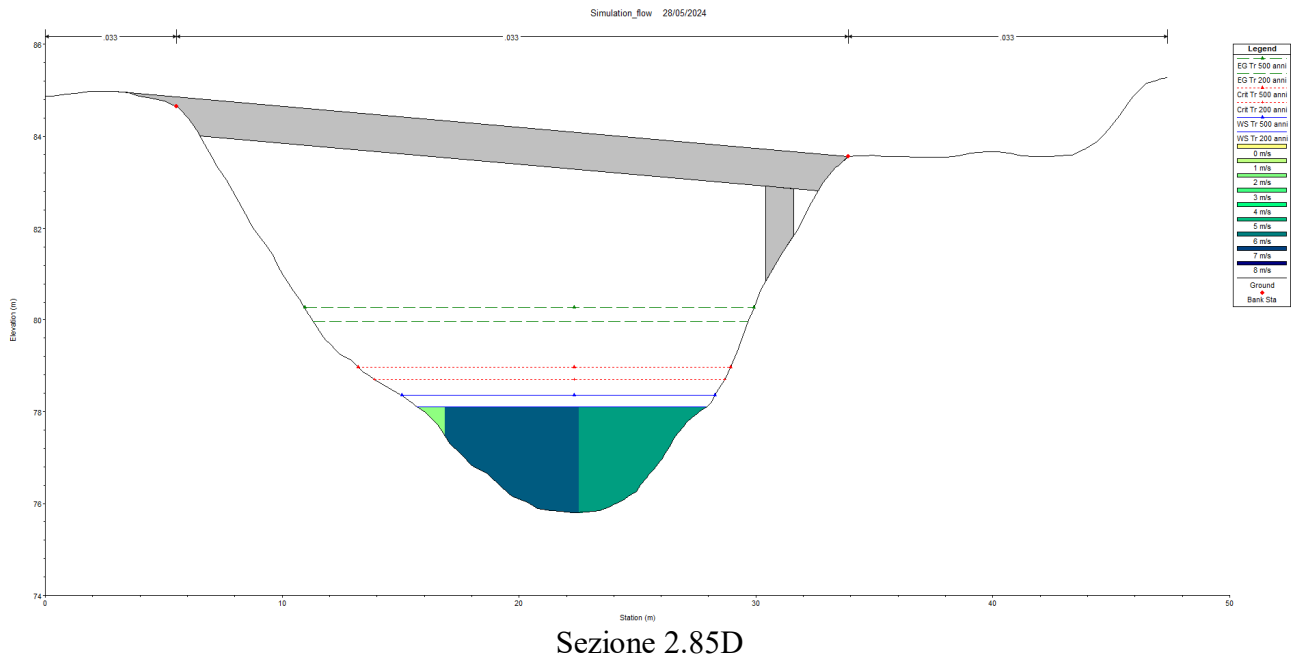
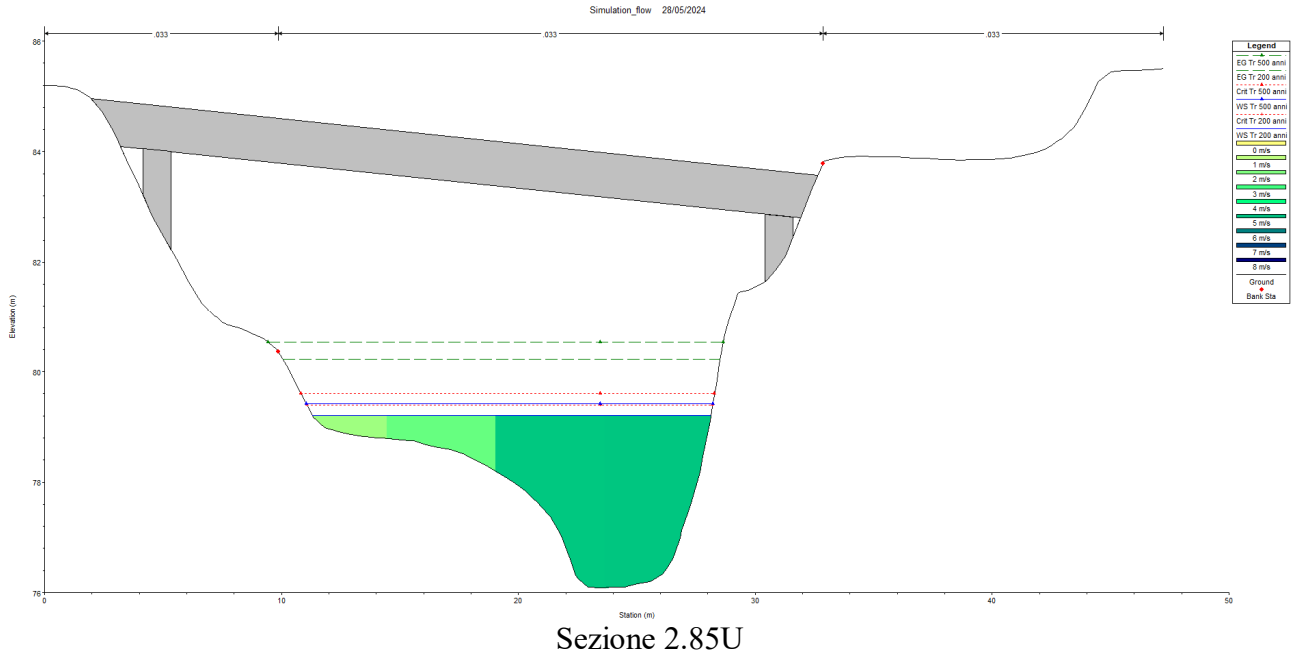
Simulation\_flow 28/05/2024

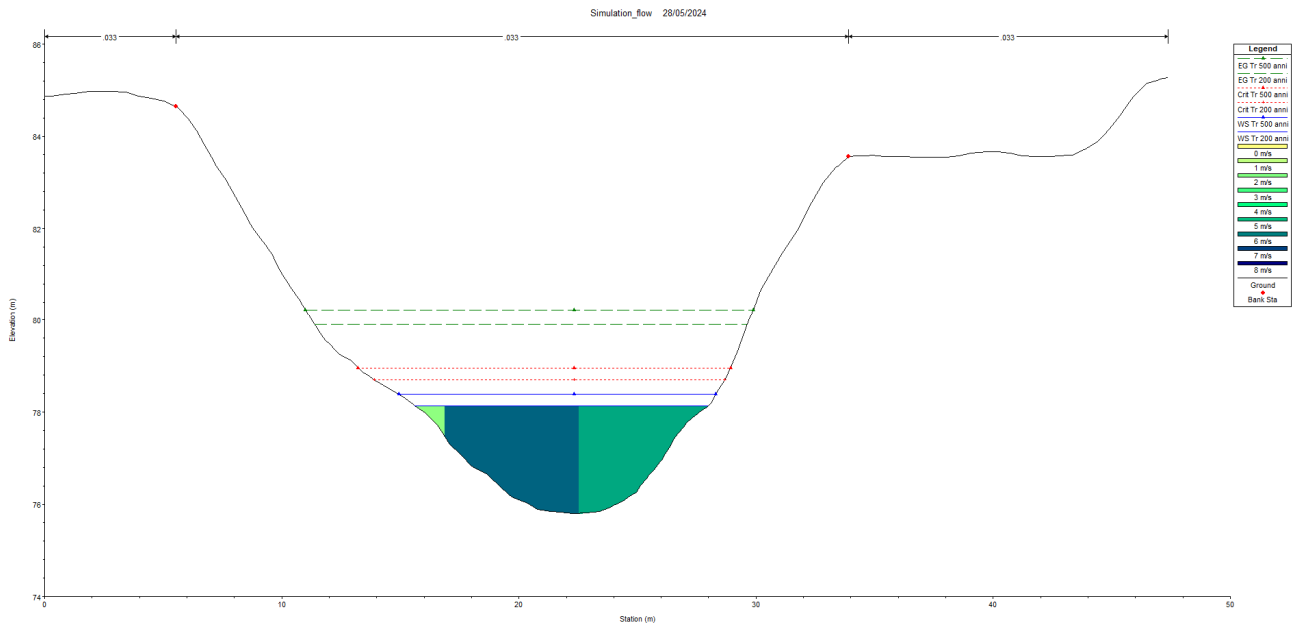


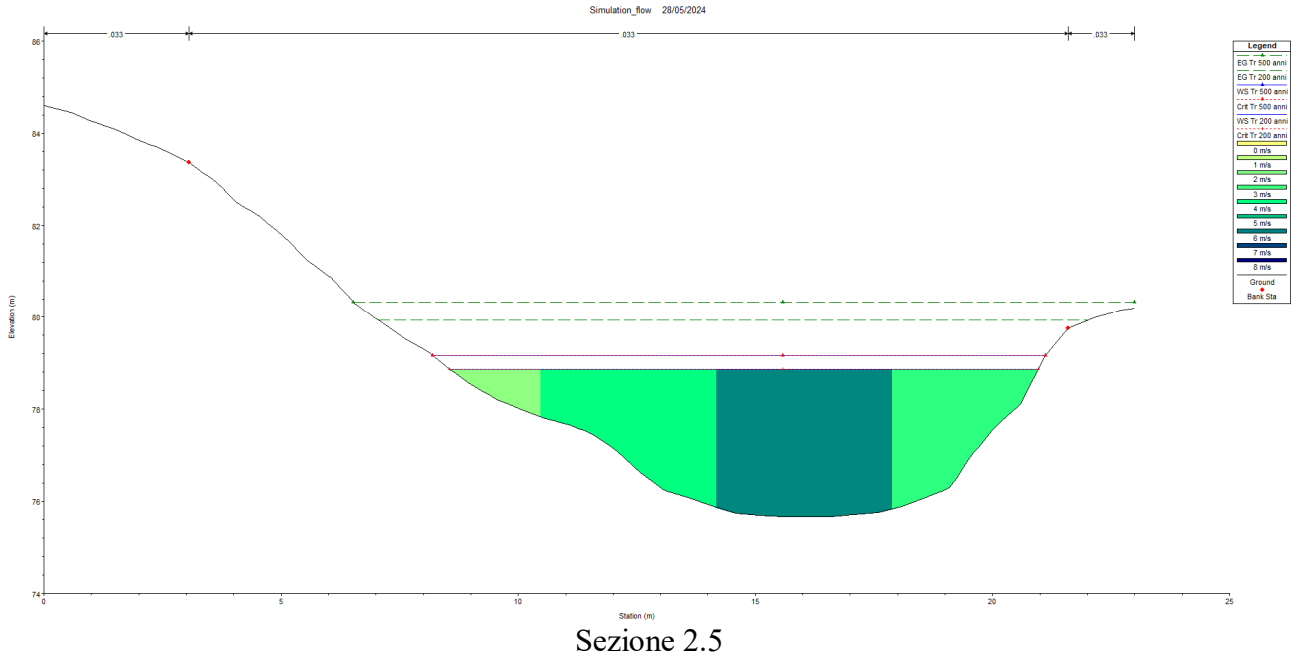
Sezione 4



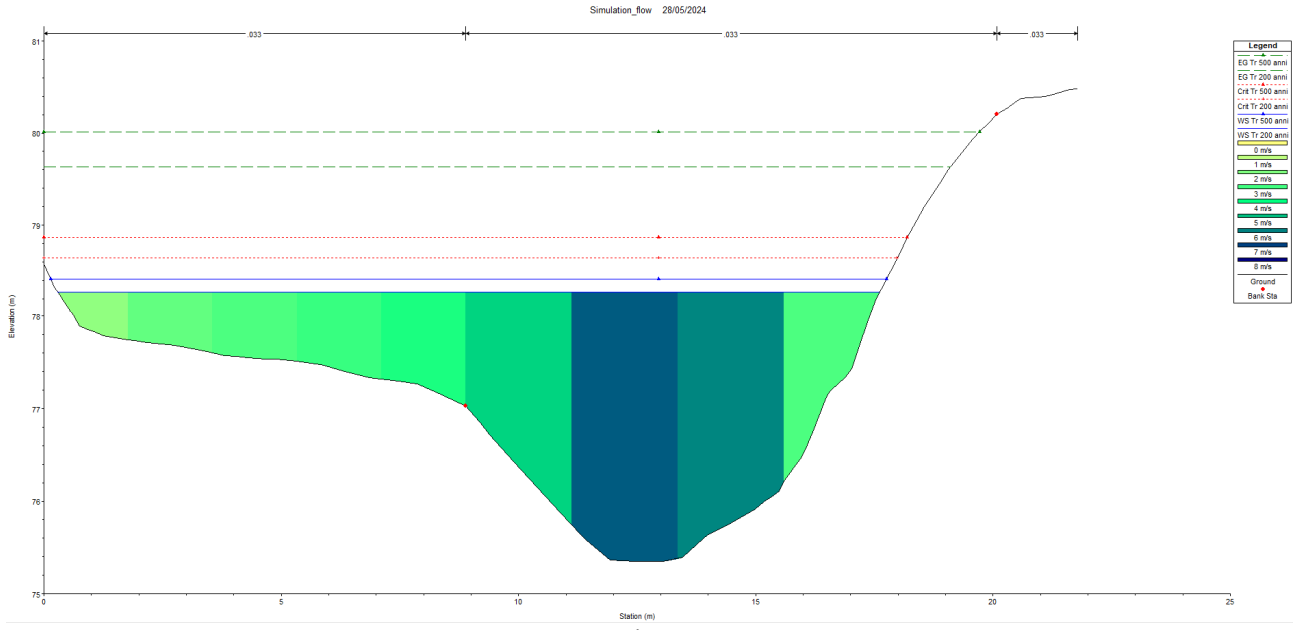




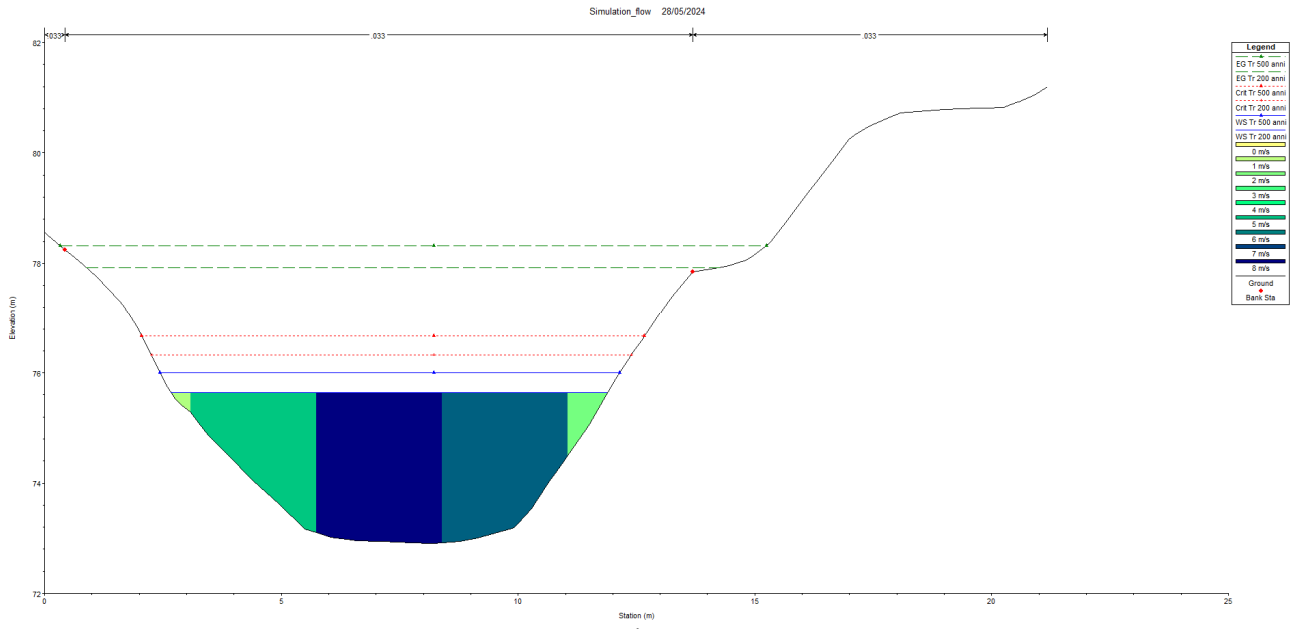






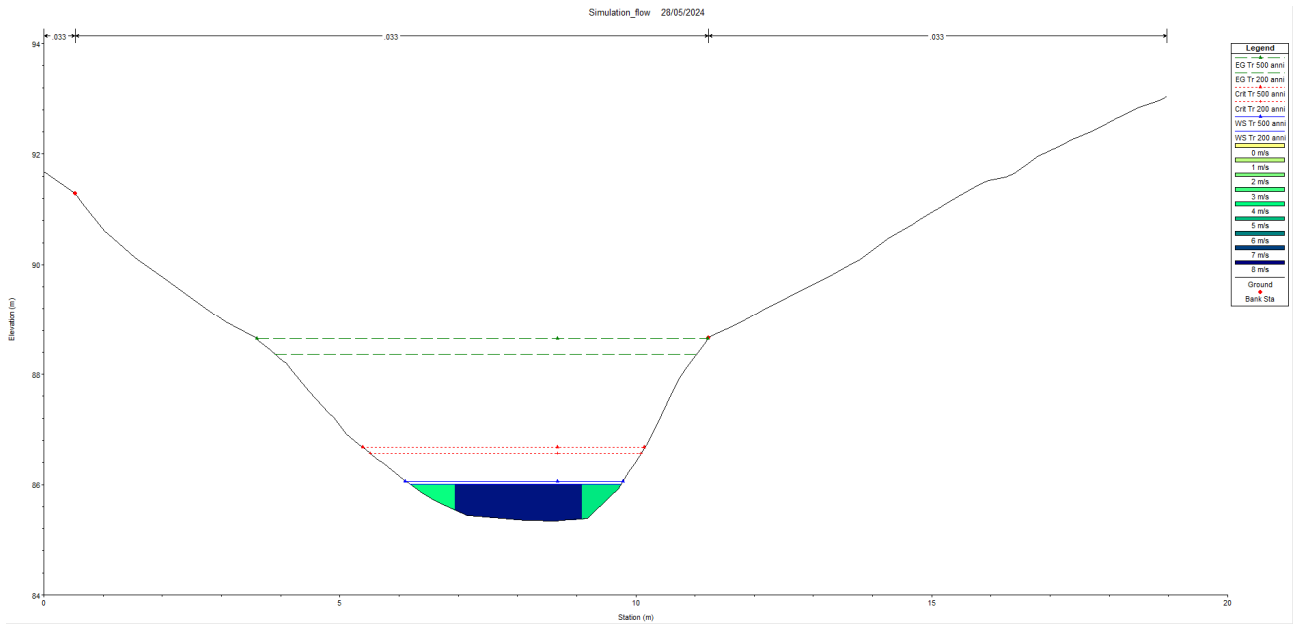


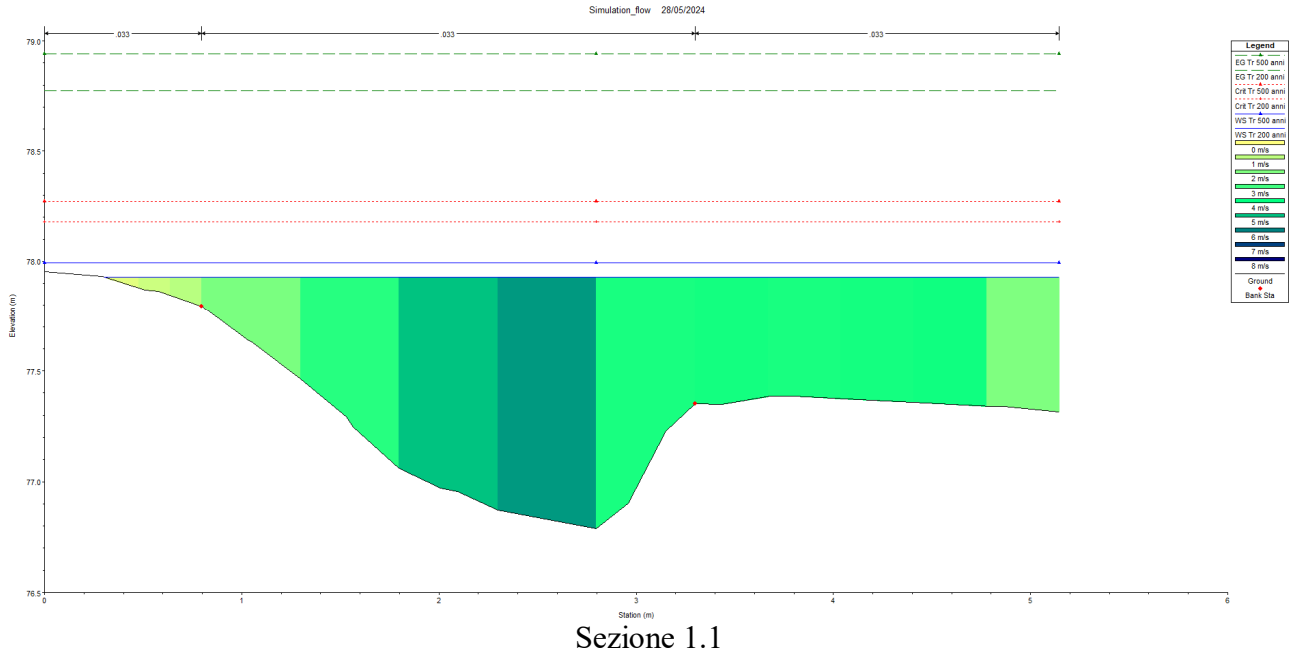
Sezione 2



Sezione 1

SEZIONI AFFLUENTE





### OUTPUT TABELLARI

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: 1

River	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
Riobasco	1	5	Tr 200 anni	108.00	78.77	81.09	81.44	82.30	0.030016	4.88	22.15	23.87	1.62
Riobasco	1	5	Tr 500 anni	130.00	78.77	81.21	81.61	82.58	0.030010	5.20	25.01	24.45	1.64
Riobasco	1	4	Tr 200 anni	108.00	77.33	79.54	79.83	80.78	0.016562	4.94	21.84	14.07	1.27
Riobasco	1	4	Tr 500 anni	130.00	77.33	79.80	80.08	81.11	0.015516	5.07	25.62	15.00	1.24
Riobasco	1	3	Tr 200 anni	108.00	76.32	79.60	79.60	80.41	0.010935	3.98	27.15	17.05	1.01
Riobasco	1	3	Tr 500 anni	130.00	76.32	79.85	79.85	80.72	0.010514	4.14	31.39	17.97	1.00
Riobasco	1	2.9	Tr 200 anni	108.00	76.09	79.21	79.38	80.22	0.015634	4.44	24.32	16.84	1.18
Riobasco	1	2.9	Tr 500 anni	130.00	76.09	79.42	79.60	80.53	0.014939	4.67	27.87	17.17	1.17
Riobasco	1	2.85		Bridge									
Riobasco	1	2.8	Tr 200 anni	108.00	75.80	78.13	78.70	79.91	0.025327	5.90	18.30	12.39	1.55
Riobasco	1	2.8	Tr 500 anni	130.00	75.80	78.39	78.96	80.24	0.023536	6.02	21.58	13.35	1.51
Riobasco	2	2.5	Tr 200 anni	120.00	75.66	78.87	78.87	79.94	0.010599	4.58	26.19	12.42	1.01
Riobasco	2	2.5	Tr 500 anni	144.00	75.66	79.16	79.16	80.34	0.010457	4.81	29.96	12.93	1.01
Riobasco	2	2	Tr 200 anni	120.00	75.35	78.27	78.64	79.63	0.014889	5.48	24.81	17.33	1.20
Riobasco	2	2	Tr 500 anni	144.00	75.35	78.41	78.87	80.01	0.016685	5.97	27.25	17.62	1.28
Riobasco	2	1	Tr 200 anni	120.00	72.91	75.64	76.32	77.93	0.026699	6.70	17.92	9.22	1.53
Riobasco	2	1	Tr 500 anni	144.00	72.91	76.01	76.68	78.32	0.023531	6.73	21.39	9.70	1.45
Affluente	1	2.1	Tr 200 anni	12.00	85.34	86.01	86.57	88.37	0.150219	6.80	1.76	3.56	3.09
Affluente	1	2.1	Tr 500 anni	14.00	85.34	86.06	86.67	88.65	0.150232	7.12	1.97	3.68	3.11
Affluente	1	1.1	Tr 200 anni	12.00	76.79	77.93	78.18	78.77	0.037746	4.35	3.03	4.84	1.58
Affluente	1	1.1	Tr 500 anni	14.00	76.79	77.99	78.27	78.94	0.038230	4.62	3.36	5.15	1.61