

PAT
/PAT
-03/03/2025
-0178863
- [18.5
- ; 18.5
] - Allegato Utente 3 (A03)

PROVINCIA	 Provincia Autonoma di Trento
COMUNE	 COMUNE DI TRENTO
OGGETTO	<p style="text-align: center;">Piano Attuativo Zona C5-C "Viale Verona" p.ed. 5738/1, 5738/3 e p.f. 3145 C.C. Trento</p> <p style="text-align: center;">Verifica idraulica</p>
CONTENUTO	<ul style="list-style-type: none"> - Premessa - Inquadramento generale - Progetto - Descrizione del bacino - Verifica idraulica - Documentazione fotografica - Allegati
COMMITTENTE	Strutture SRL.
FIRME	<p style="text-align: center;">IL TECNICO Dott. Mirco Baldo</p> <div style="text-align: center;">  <div style="background-color: black; width: 200px; height: 50px; margin: 5px auto;"></div> </div>
DATA	26/02/2025

INDICE

INQUADRAMENTO GENERALE _____	2
PREMESSA _____	2
LOCALIZZAZIONE _____	2
DESCRIZIONE DEL SITO _____	2
PROGETTO _____	5
DESCRIZIONE DEL BACINO _____	6
Analisi morfologica _____	6
Analisi idrologica _____	8
VERIFICA IDRAULICA CON HEC-RAS _____	11
CONCLUSIONI _____	14
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA _____	16
ALLEGATI _____	19
Allegato 1: Sezioni del corso d'acqua di progetto _____	19
Allegato 2: Profilo del corso d'acqua di progetto _____	19

INQUADRAMENTO GENERALE

PREMESSA

L'Ingegnere Federico Dallago, dello studio Umberto Sandri, **regolarmente iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia Autonoma di Trento al numero 4326**, ha redatto il progetto di "Piano Attuativo Zona C5-C "Viale Verona" p.ed. 5738/1, 5738/3 e p.f. 3145 C.C. Trento" e ha richiesto al **dottore forestale Mirco Baldo, regolarmente iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della Provincia di Trento al numero 407/A**, la verifica di compatibilità idraulica inerenti ai due attraversamenti, che si intenderà realizzare sul rio Val Nigra

LOCALIZZAZIONE

L'area oggetto d'intervento è situata all'interno del territorio del Comune di Trento, più precisamente in località Clarina, lungo Viale Verona. **Dal punto di vista catastale l'intervento in progetto verrà realizzato sulle p.ed. 5738/1, 5738/3 e sulla p.f. 3145 attualmente urbanizzata e occupata da un edificio.**

La superficie si pone sulla sinistra idrografica del fiume Adige. **L'area lungo la porzione est è attraversata dal canale intubato del rio Val Nigra.** Inoltre, confina a nord con un distributore, ad est con viale Verona, a sud con un centro commerciale e ad ovest con **un'area industriale.**

L'area oggetto di intervento è facilmente raggiungibile alle seguenti coordinate geografiche:

Sistema di riferimento	EPSG	Spigolo	Coordinata Nord	Coordinata Est
ETRS89/UTM 32 N	25832	Nord	5101429.3	664862.8
ETRS89/UTM 32 N	25832	Sud	5101281.5	664690.5

DESCRIZIONE DEL SITO

L'area oggetto di studio si localizza al di sopra della piana alluvionale del fiume Adige. Come già descritto le particelle oggetto di intervento risultano occupate da un edificio, le superfici **non interessate dall'edificio risulta occupate prevalentemente da asfalto, quindi superficie impermeabile.**

Dalla lettura della Carta Geologica della Provincia Autonoma di Trento emerge, **che l'area oggetto d'intervento ricade principalmente su depositi quaternari** depositi alluvionali e/o fluvioglaciali aventi granulometria S (sabbia) e G (ghiaie) e facenti parte del Sintema Postglaciale alpino.



Figura 3. Estratto dell'Ortofotografia PAT © 2020

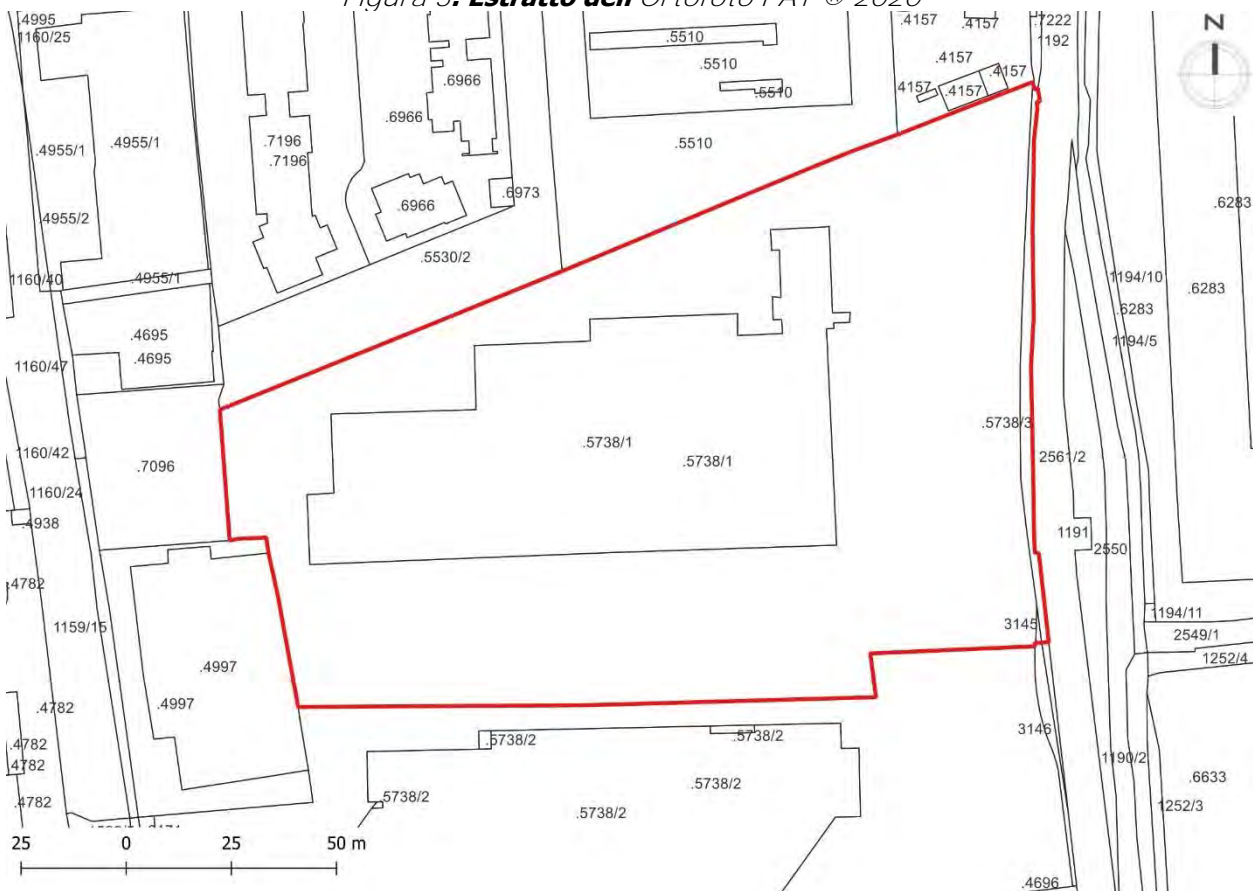


Figura 4. Estratto della mappa catastale C.C. Trento

PROGETTO

Per quanto riguarda il progetto si rimanda agli elaborati redatti dall'Ingegnere Federico Dallago dello studio di progettazione Umberto Sandri con sede a Trento (TN) in via E. Fermi, 70, 38123.



Figura 5. Planimetria Stato di Progetto

DESCRIZIONE DEL BACINO

Analisi morfologica

Il bacino indagato è contraddistinto da caratteristiche orografiche e dimensionali che permettono di escludere il verificarsi di fenomeni di trasporto di massa.

Il bacino del rio Val Nigra viene individuato con la sezione di chiusura in corrispondenza delle coordinate Est 664812.91 e Nord 5101665.47 e **ha un'estensione di circa 6.11 kmq.**

Superficie (km ²)	Quota minima (m)	Quota massima (m)	Quota media (m)	Pendenza media (°)
6.11	186.89	1'736.81	828.00	42.82

Tabella 1 Parametri morfometrici del bacino.

La Figura 6 mostra che nel bacino vi è una discreta variabilità in termini di quote; infatti, se la quota minima si attesta sugli 187 m di quota, la quota massima si aggira intorno ai 1'737 m s.l.m., con una quota media di circa 828 m. La carta delle pendenze invece (Figura 7), evidenzia che il bacino è caratterizzato prevalentemente da pendenze abbastanza contenute, mentre, le pendenze più importanti si attestano nella parte sommitale del bacino, lungo il versante ovest della Marzola, e nelle aree scavate dai fenomeni erosivi dei reticoli idrografici presenti.

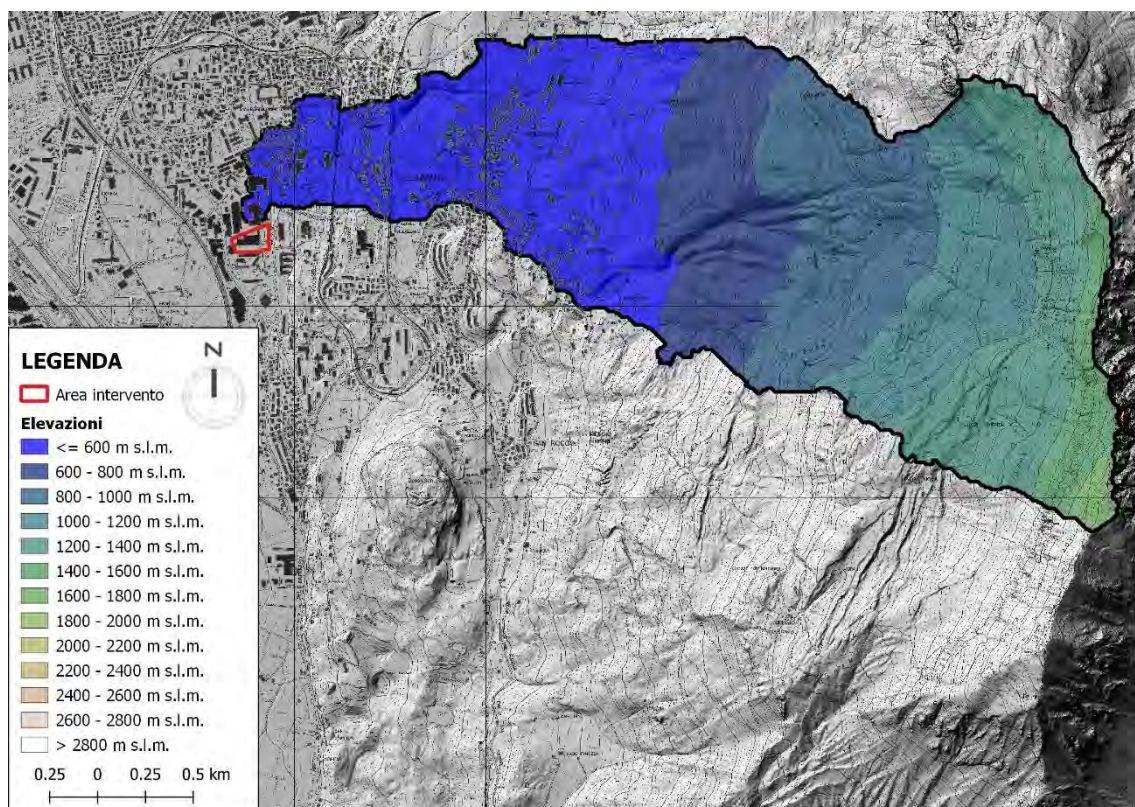


Figura 6. Carta delle elevazioni del bacino

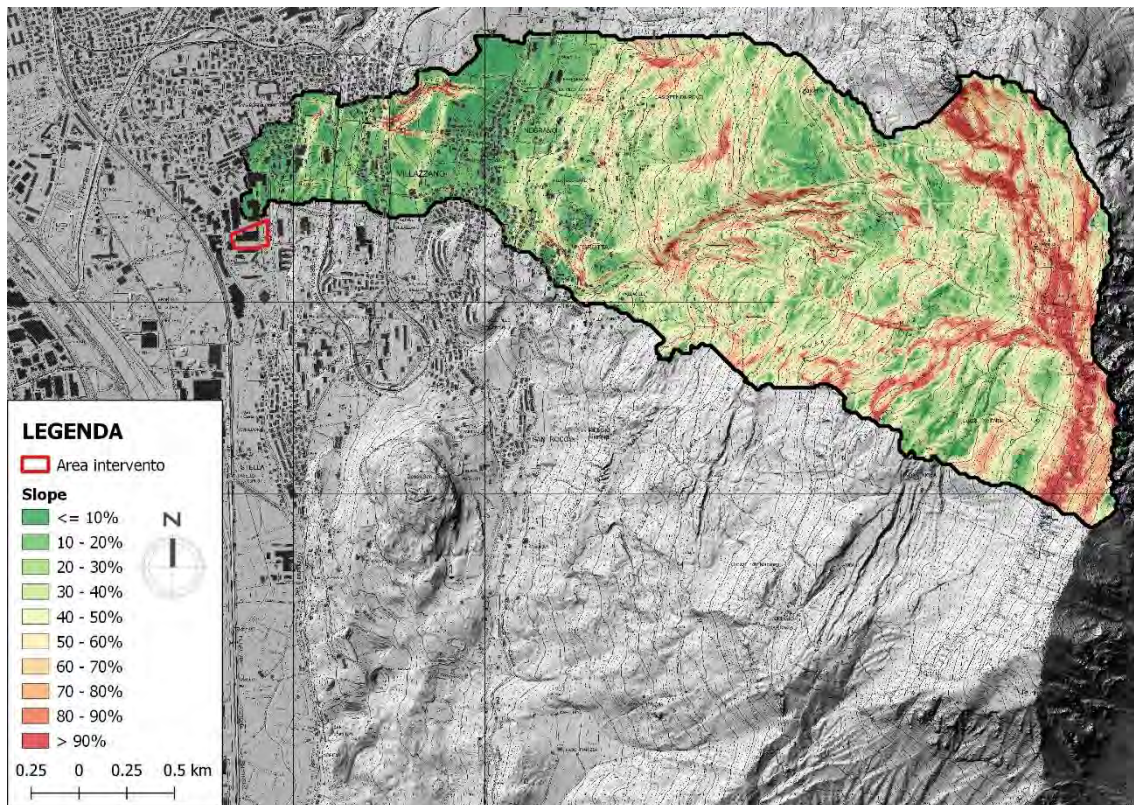


Figura 7. Carta delle pendenze del bacino

Il profilo del collettore, ottenuto utilizzando il DTM del rilievo Lidar, ricavando quote e distanze, è rappresentato in Figura 8 e presenta i seguenti valori:

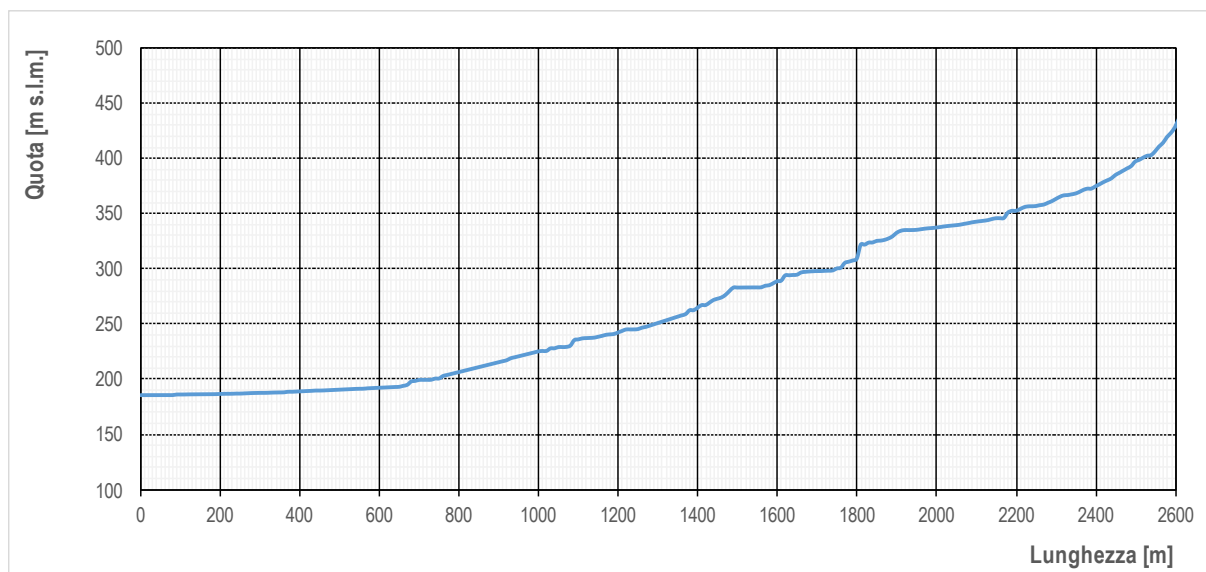


Figura 8. Profilo altimetrico del rio Val Nigra

Come detto, **all'inizio del capitolo** il bacino del rio Faedo è contraddistinto da caratteristiche orografiche e dimensionali che non permettono il verificarsi di fenomeni di trasporto di massa come, di fatti, si può osserva in Figura 9. **Essa è ottenuta mediante l'incrocio della pendenza del conoide (asse delle ordinate) e dell'indice di Melton (asse delle ascisse).**

Quest'ultimo è ottenuto dalla seguente relazione:

$$(H_{max} - H_{min}) * A_d^{-0.5}$$

Dove: H_{max} rappresenta la quota massima riscontrata nel bacino; H_{min} rappresenta la quota minima riscontrata nel bacino; A_d rappresenta la superficie del bacino

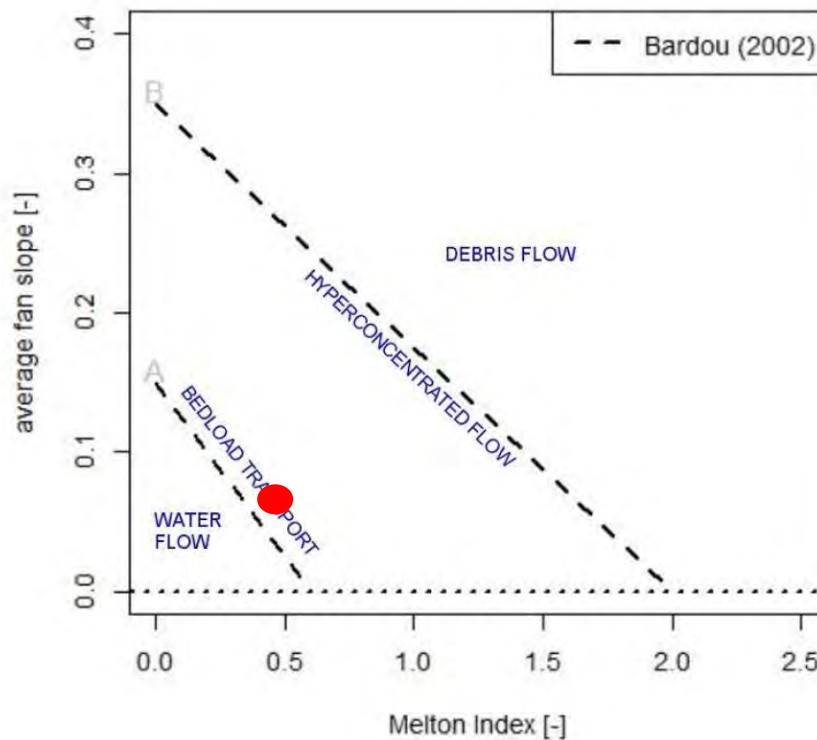


Figura 9 Grafico di caratterizzazione del fenomeno. In rosso il bacino indagato

Analisi idrologica

L'analisi idrologica ha portato alla definizione delle onde di piena di progetto per il tempo di ritorno di 30, 100 e 200 anni, come previsto dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche. Il contributo liquido del bacino montano viene stimato attraverso l'applicazione di un modello idrologico distribuito afflussi-deflussi del software "AdB Toolbox", sviluppato dal Dipartimento TESAF dell'Università di Padova e dal ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Geoportale Nazionale.

I parametri della linea di possibilità pluviometrica (LSPP) riferita al bacino, sono calcolati mediamente sull'intero bacino partendo dai quantili di precipitazioni rielaborati dalla provincia di Trento nel 2010. Nella Tabella 2 si riportano i parametri della LSPP relativi al bacino.

a									n	
2	5	10	20	30	50	100	200	300	< 1h	> 1h
17.3	22.8	26.3	29.8	31.8	34.2	37.6	40.9	42.8	0.37	0.45

Tabella 2. Parametri a e n delle curve segnalatrice delle possibilità pluviometriche.

Dalle due immagini sottostanti si può notare, che il bacino è caratterizzato da CN medio-bassi (24-36) nella parte centro sommitale del bacino, in corrispondenza del versante della Marzola e da CN medi/medio-alti (48-51), nella parte basale in corrispondenza del centro urbano di Trento. Il parametro CN indica la permeabilità del suolo nei confronti della precipitazione, quest'ultima è elevata con bassi valori di CN e viceversa. Indirettamente, dunque, il CN permette di quantificare la produzione di deflusso superficiale derivante dalla precipitazione, che è direttamente proporzionale al parametro CN. Si può affermare che,

complessivamente, il CN si attesta su valori medi, conferendo al bacino una discreta efficienza idrogeologica (buona parte della precipitazione viene infiltrata nel terreno).

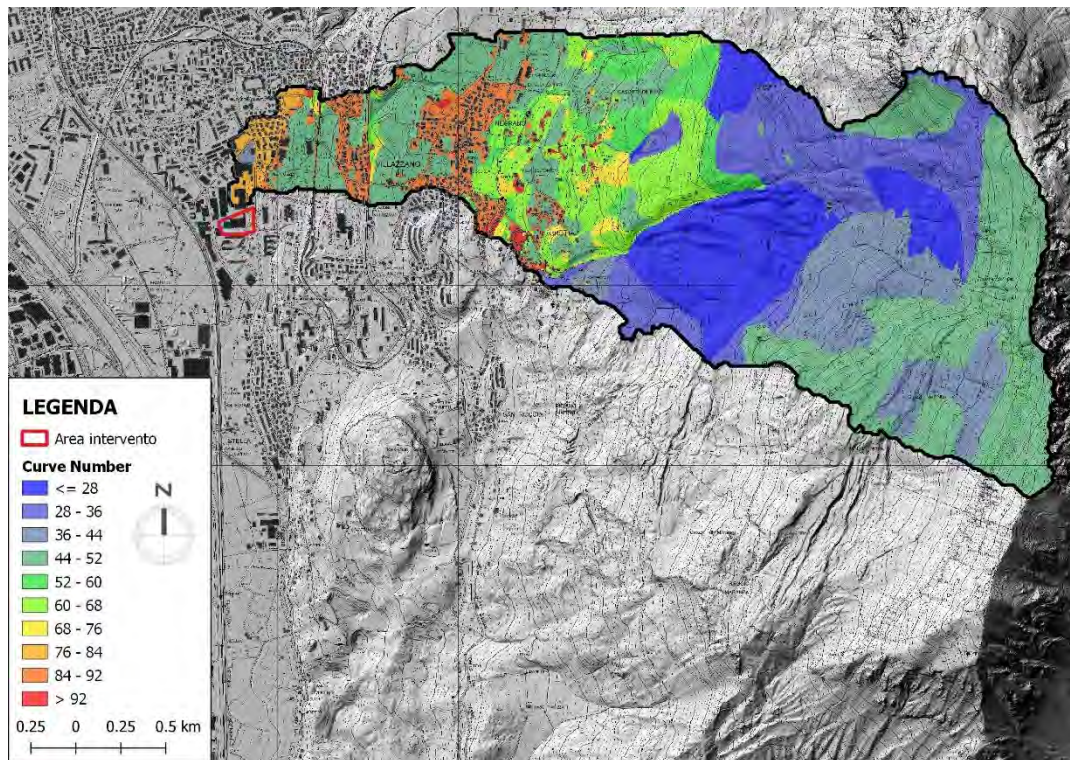


Figura 10. Carta del Curve Number

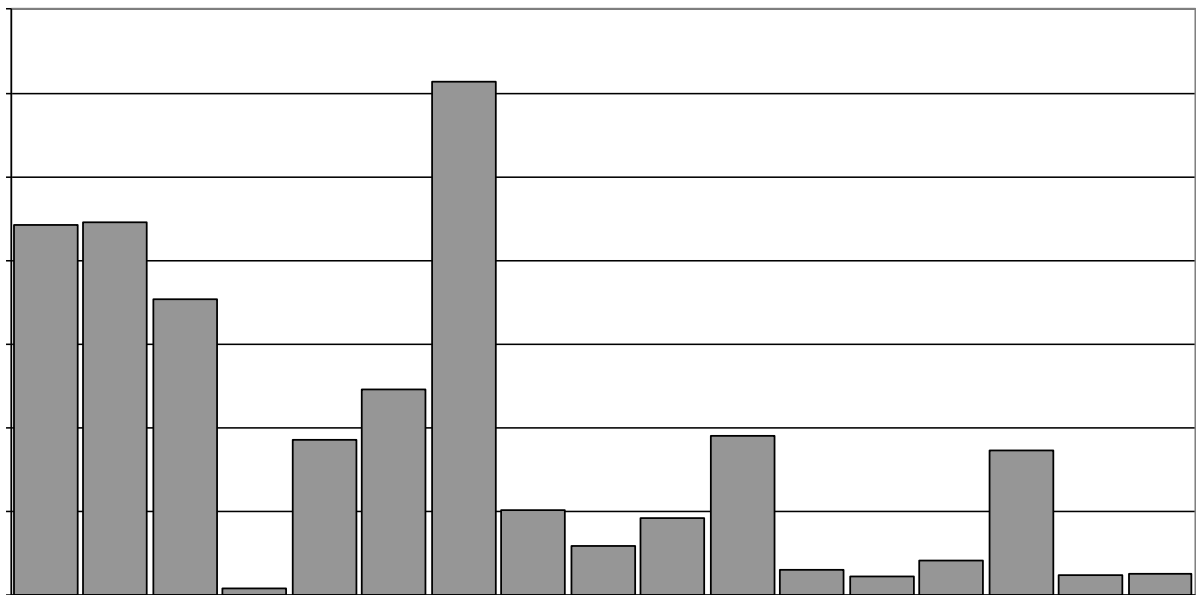


Figura 11. Grafico del Curve Number

I risultati relativi ai principali output idrologici, determinati in presenza di un valore di Antecedent Moisture Condition (AMC) pari a 2.5 (condizioni di media umidità), per i tempi

Studio di compatibilità

di ritorno Tr30, Tr100, Tr200, previsti dalla DGP2759 del 22/12/2006, sono riportati nella Tabella 3:

	Tr30	Tr100	Tr200
Precipitazione (mm)	52.7	60.7	66.1
Portata iniziale (m ³ /s)	0	0	0
Portata massima (m ³ /s)	8.32	10.37	11.73
Tempo al picco (min)	220.00	210.00	210.00

Tabella 3. Dati principali per i vari tempi di ritorno – rio Val Nigra

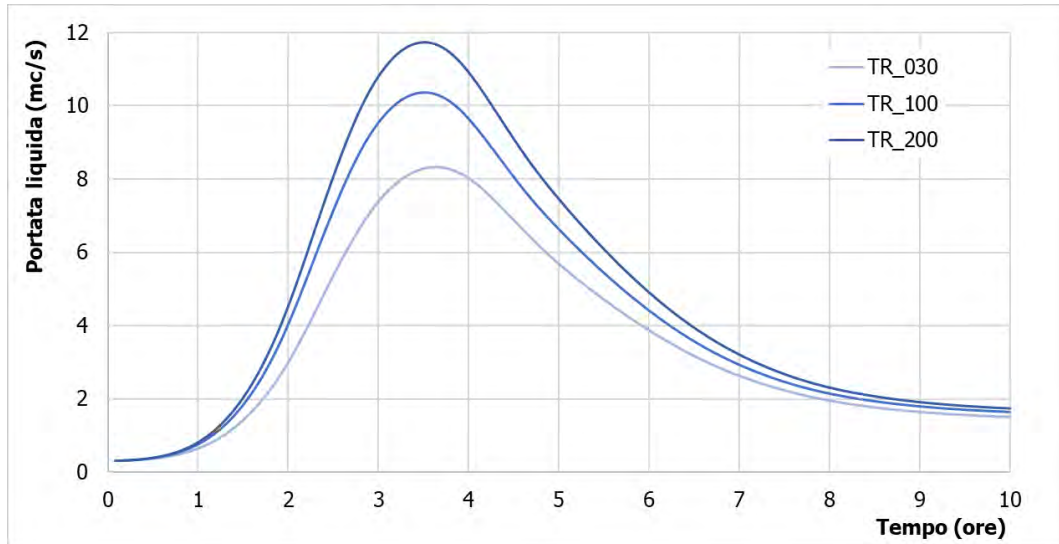


Figura 12. Portate liquide registrate per i tre tempi di ritorno considerati

VERIFICA IDRAULICA con HEC-RAS

Per la verifica idraulica del canale si è deciso di utilizzare software HEC-RAS.

HEC-RAS è un modello monodimensionale, che prende in considerazione la sola componente longitudinale della velocità. La determinazione del profilo teorico è ottenuta tramite **l'applicazione del cosiddetto Standard step method che si basa sulla semplice equazione monodimensionale del contenuto energetico della corrente:**

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove H_1 ed H_2 sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco **d'alveo considerato**, h_f sono le **perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde** mentre, h_e è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare, h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto di alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f * L$$

con j_f pendenza motrice nel tratto di lunghezza L .

Il calcolo di j_f è effettuabile con diverse formulazioni in funzione della pendenza motrice J in corrispondenza delle sezioni di inizio e fine di ciascun tratto.

Il calcolo di j_f è effettuabile con diverse formulazioni in funzione della pendenza motrice J in corrispondenza delle sezioni di inizio e fine di ciascun tratto. Il calcolo del termine J nella singola sezione è effettuato mediante la formula:

$$J = (Q/K)^2$$

dove Q è la portata di calcolo e K è ricavabile attraverso la seguente espressione:

$$K = \frac{1}{n} * A * R^{2/3}$$

dove A è l'area della sezione liquida, R il raggio idraulico e n è il numero di Manning.

Il termine che dipende invece dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta * \left| \alpha_1 * \frac{V_1^2}{2 * g} - \alpha_2 * \frac{V_2^2}{2 * g} \right|$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V_1 e V_2 sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i **coefficienti correttivi dell'energia cinetica**.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro n di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principale: quella **centrale dell'alveo inciso (denominata main channel) e due zone laterali golenali**.

Per ciascuna di tali zone, oltre che per l'intera sezione di deflusso, il programma calcola il valore delle grandezze idrauliche (portata, velocità, numero di Froude, tensioni tangenziali, ecc...) che caratterizzano il moto; esso consente pertanto di individuare la quota parte di portata che defluisce all'interno dell'alveo inciso e quella che compete invece alle aree golenali. Il programma simula inoltre il deflusso attraverso ponti e tombinature mediante la loro schematizzazione geometrica. La procedura di calcolo utilizzata simula il deflusso a pelo

libero al di sotto dell'impalcato, il deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato e la combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalcamento dell'impalcato stesso (funzionamento stramazzo).

River	Sezione	Tr	Q (m3/s)	Tirante (h) (m)	Velocità (m/s)	H sx (m)	H dx (m)	H sx - h (m)	H dx - h (m)
Nigra	12	TR30	8.32	2.77	3.11	3.57	3.57	0.8	0.8
Nigra	12	TR100	10.37	2.92	3.33	3.57	3.57	0.65	0.65
Nigra	12	TR200	11.73	3.01	3.46	3.57	3.57	0.56	0.56
Nigra	11	TR30	8.32	2.74	3.11	3.54	3.53	0.8	0.79
Nigra	11	TR100	10.37	2.89	3.33	3.54	3.53	0.65	0.64
Nigra	11	TR200	11.73	2.98	3.46	3.54	3.53	0.56	0.55
Nigra	10	TR30	8.32	2.71	3.11	3.51	3.5	0.8	0.79
Nigra	10	TR100	10.37	2.86	3.33	3.51	3.5	0.65	0.64
Nigra	10	TR200	11.73	2.95	3.46	3.51	3.5	0.56	0.55
Nigra	9	TR30	8.32	2.68	3.11	3.48	3.48	0.8	0.8
Nigra	9	TR100	10.37	2.83	3.33	3.48	3.48	0.65	0.65
Nigra	9	TR200	11.73	2.92	3.46	3.48	3.48	0.56	0.56
Nigra	8	TR30	8.32	2.66	3.11	3.47	3.46	0.81	0.8
Nigra	8	TR100	10.37	2.81	3.33	3.47	3.46	0.66	0.65
Nigra	8	TR200	11.73	2.91	3.46	3.47	3.46	0.56	0.55
Nigra	7.5	Bridge							
Nigra	7	TR30	8.32	2.63	3.11	3.43	3.43	0.8	0.8
Nigra	7	TR100	10.37	2.78	3.33	3.43	3.43	0.65	0.65
Nigra	7	TR200	11.73	2.88	3.46	3.43	3.43	0.55	0.55
Nigra	6	TR30	8.32	2.59	3.11	3.4	3.4	0.81	0.81
Nigra	6	TR100	10.37	2.74	3.33	3.4	3.4	0.66	0.66
Nigra	6	TR200	11.73	2.84	3.47	3.4	3.4	0.56	0.56
Nigra	5	TR30	8.32	2.55	3.11	3.36	3.35	0.81	0.8
Nigra	5	TR100	10.37	2.7	3.33	3.36	3.35	0.66	0.65
Nigra	5	TR200	11.73	2.8	3.47	3.36	3.35	0.56	0.55
Nigra	4	TR30	8.32	2.51	3.11	3.32	3.31	0.81	0.8
Nigra	4	TR100	10.37	2.66	3.33	3.32	3.31	0.66	0.65
Nigra	4	TR200	11.73	2.76	3.47	3.32	3.31	0.56	0.55
Nigra	3.5	Bridge							
Nigra	3	TR30	8.32	2.5	3.11	3.3	3.29	0.8	0.79
Nigra	3	TR100	10.37	2.65	3.34	3.3	3.29	0.65	0.64
Nigra	3	TR200	11.73	2.74	3.47	3.3	3.29	0.56	0.55

River	Sezione	Tr	Q (m3/s)	Tirante (h) (m)	Velocità (m/s)	H sx (m)	H dx (m)	H sx - h (m)	H dx - h (m)
Nigra	2	TR30	8.32	2.44	3.11	3.25	3.25	0.81	0.81
Nigra	2	TR100	10.37	2.59	3.33	3.25	3.25	0.66	0.66
Nigra	2	TR200	11.73	2.69	3.47	3.25	3.25	0.56	0.56
Nigra	1	TR30	8.32	2.4	3.11	3.21	3.2	0.81	0.8
Nigra	1	TR100	10.37	2.55	3.34	3.21	3.2	0.66	0.65
Nigra	1	TR200	11.73	2.65	3.47	3.21	3.2	0.56	0.55

Tabella 4. Tabella riepilogativa dei dati ottenuti mediante simulazione con HEC-RAS

Di seguito si riporta la planimetria dell'area di progetto con riportata la posizione delle sezioni individuate per analizzare il corso d'acqua.



Figura 13. Mappa delle sezioni

In allegato alla presente relazione:

- il profilo delle sezioni indicate nella figura soprastante con riportati i tre tiranti per i tre diversi eventi considerati;
- **il profilo del corso d'acqua con i tiranti per i tre eventi simulati.**

Ai fini della verifica idraulica dei due attraversamenti/ponti che si intenderà realizzare, si riportano di seguito le due sezioni di riferimento.

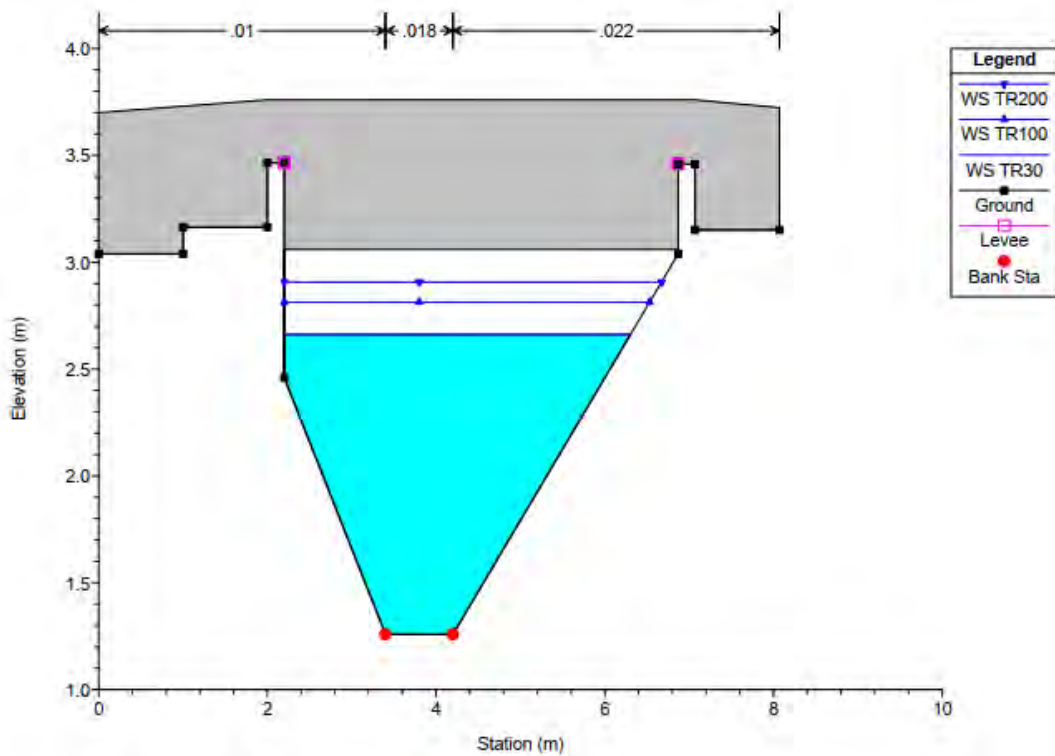


Figura 14. Sezione del ponte posto tra la sezioni 8 e 7

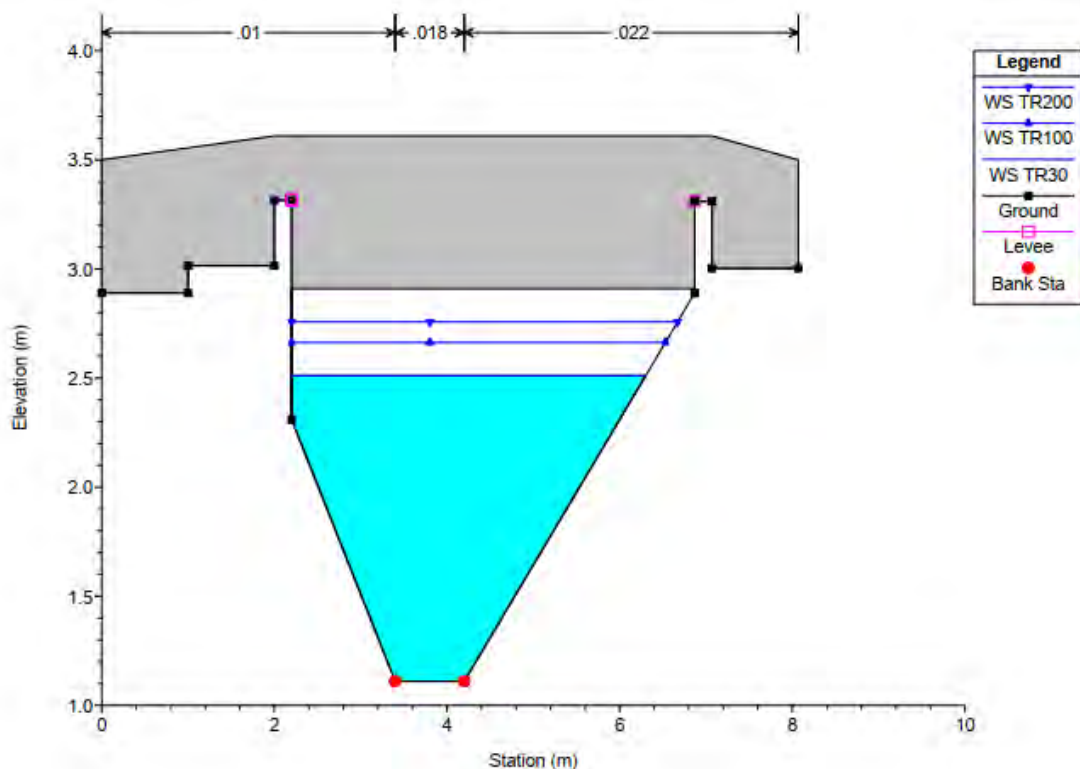


Figura 15. Sezione del ponte posto tra le sezioni 4 e 3

CONCLUSIONI

Come si può notare dalla Figura 14 e dalla Figura 15, in presenza di entrambi i ponti, il deflusso non fuoriesce sia in presenza di un evento simulato con Tr 30, che con Tr 100 e con un fenomeno con Tr 200.

Studio di compatibilità

Dai risultati ottenuti si può definire che, mediamente il franco idraulico in presenza di un fenomeno con Tr 200, nelle sezioni dove non sono presenti i ponti è di circa 0.50 m, mentre, il franco idraulico in presenza degli attraversamenti si aggira tra 0.15 e 0.20 m. Pertanto, si può affermare che dal punto di vista idraulico il canale è verificato.

Tuttavia, quanto ottenuto non risulta conforme a quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), che al capitolo 5, paragrafo 5.1.2.3, indica che per la compatibilità idraulica dei ponti, deve essere garantito un franco minimo 1.50 m tra il deflusso ed il ponte in presenza di un evento con Tr 200, che nel caso in oggetto, per i due ponti non si verifica.

Pertanto, visto che da simulazioni il canale in progetto è in grado di gestire le portate in gioco, ma risulta non conforme alle NTC del 2018 si prescrive di redigere un piano di gestione del rischio.

Trento, 26/02/2025



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1.



Foto 2.



Foto 3.



Foto 4.



Foto 5.



Foto 6.

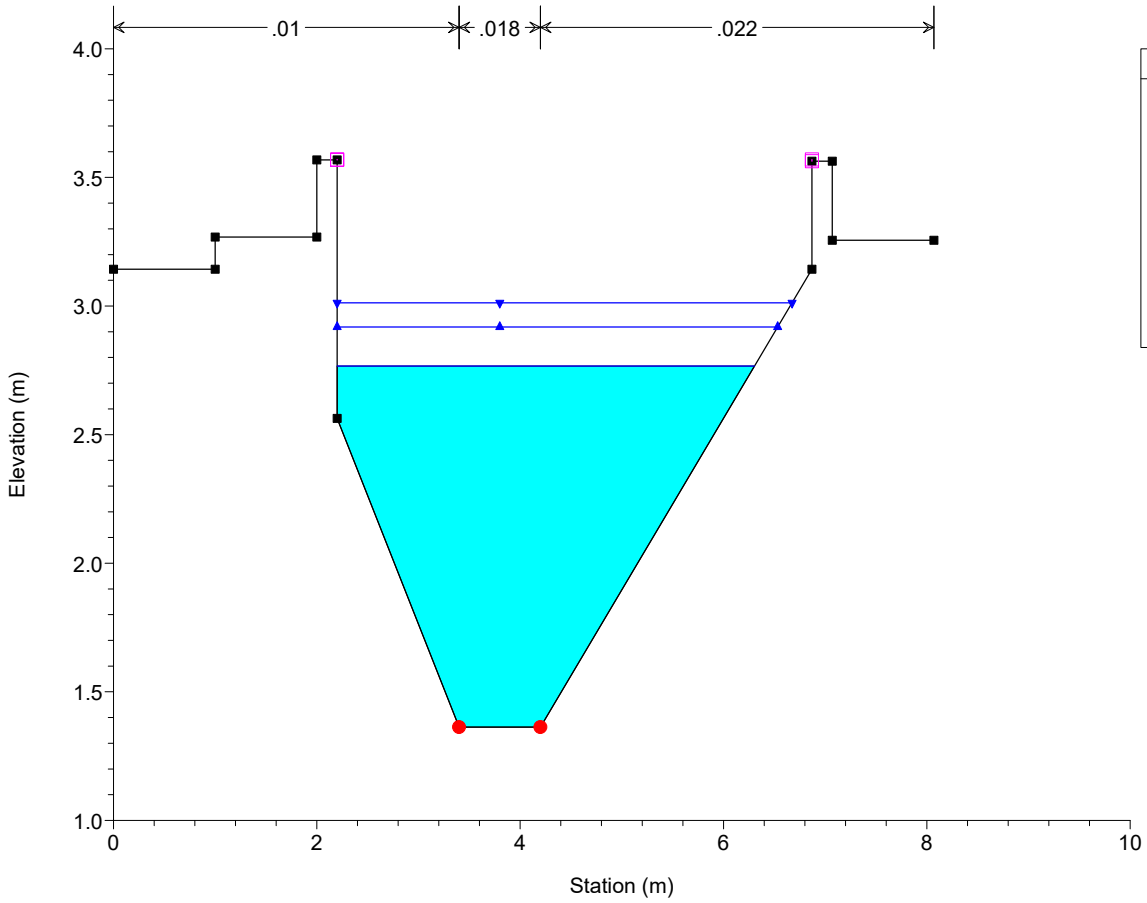
ALLEGATI

Allegato 1: Sezioni del corso d'acqua di progetto

Allegato 2: Profilo del corso d'acqua di progetto

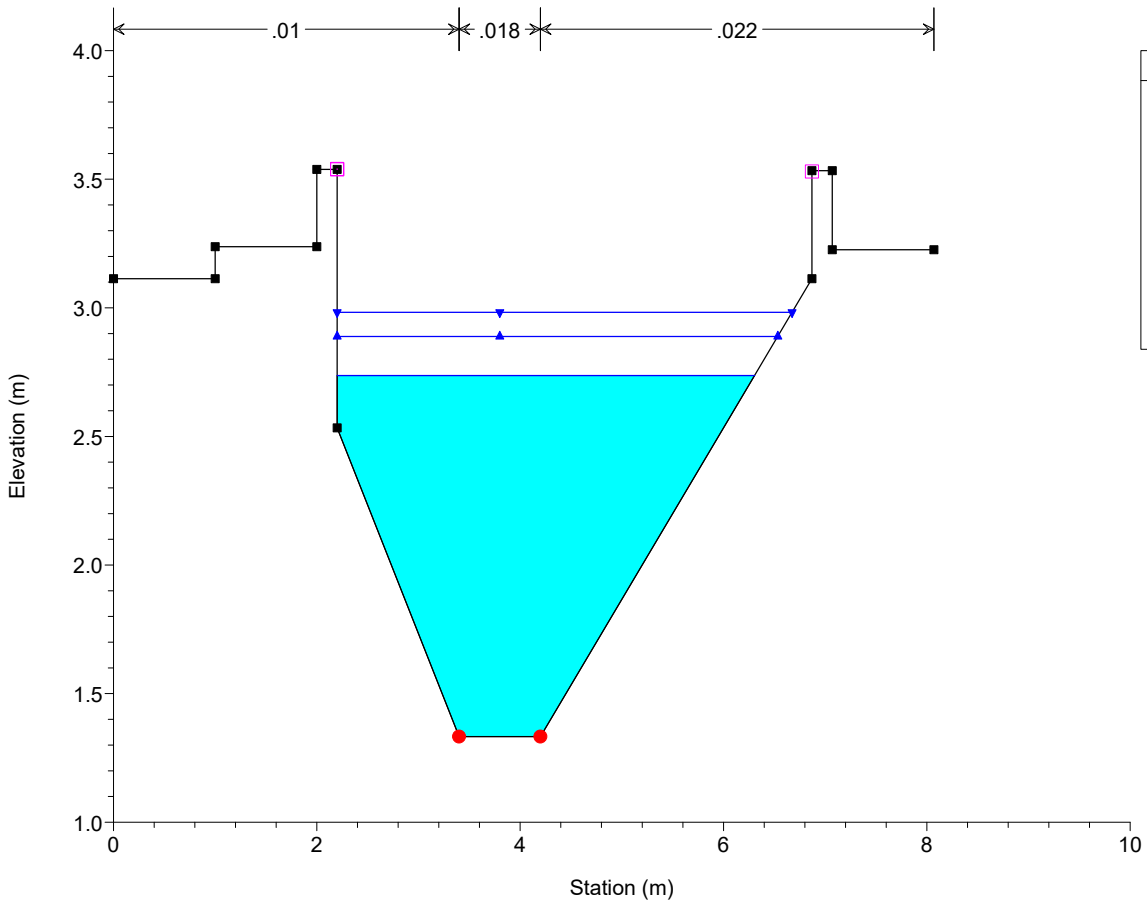


GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



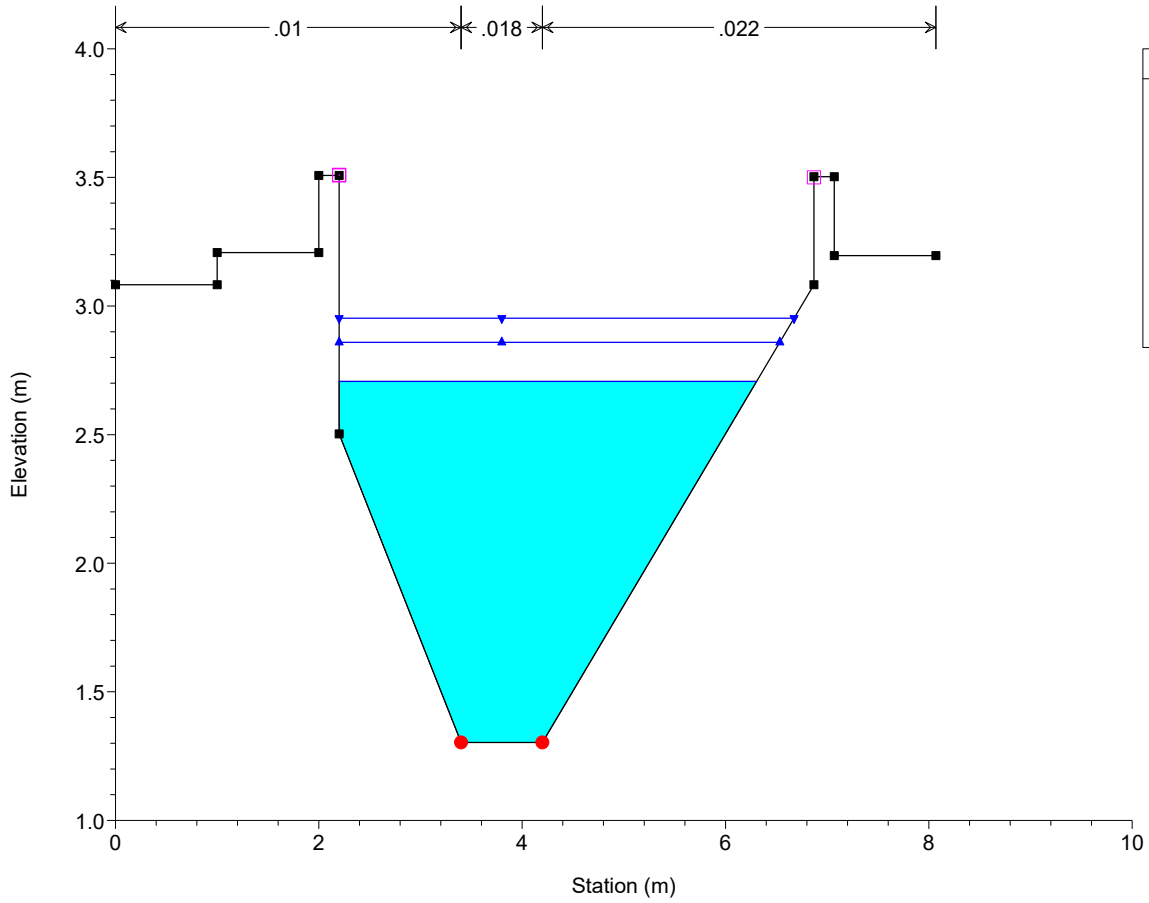
Legend	
WS TR200	
WS TR100	
WS TR30	
Ground	
Levee	
Bank Sta	

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



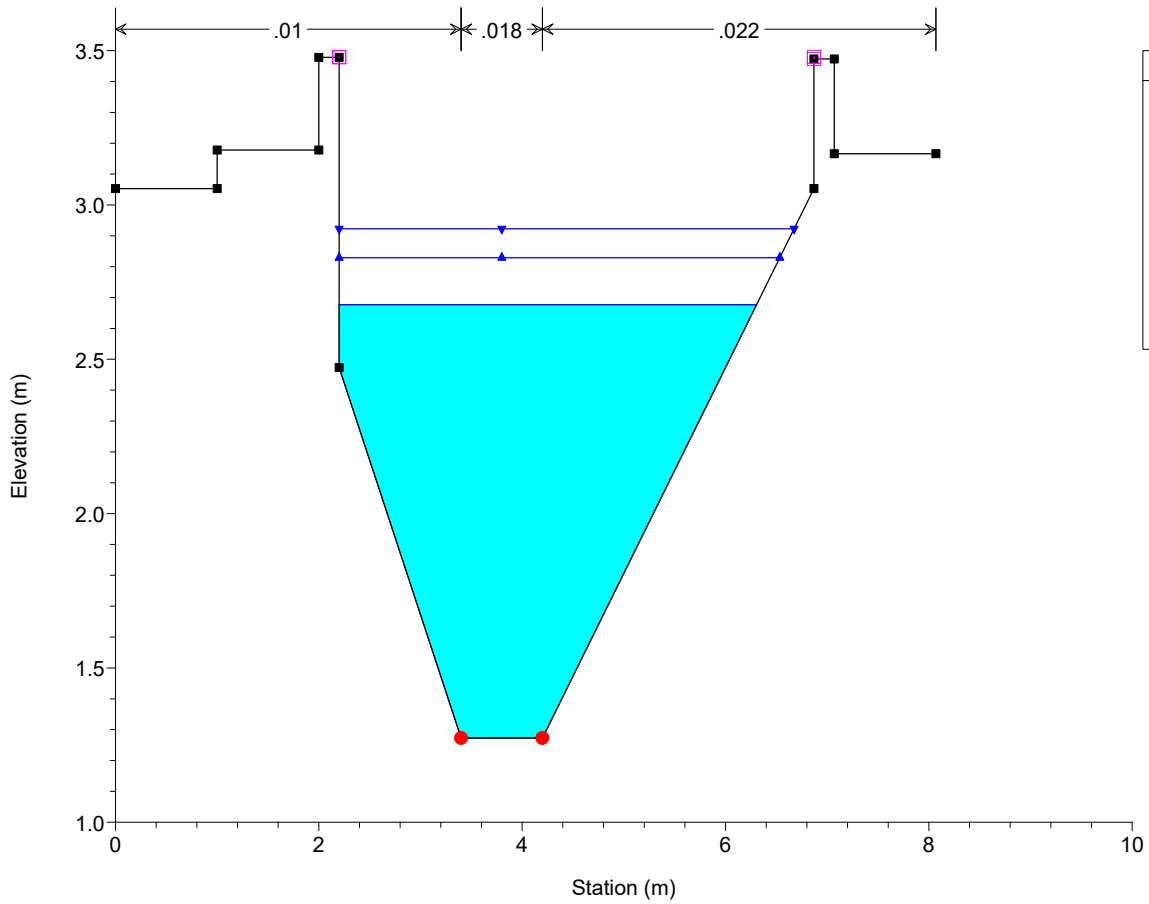
Legend	
WS TR200	
WS TR100	
WS TR30	
Ground	
Levee	
Bank Sta	

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



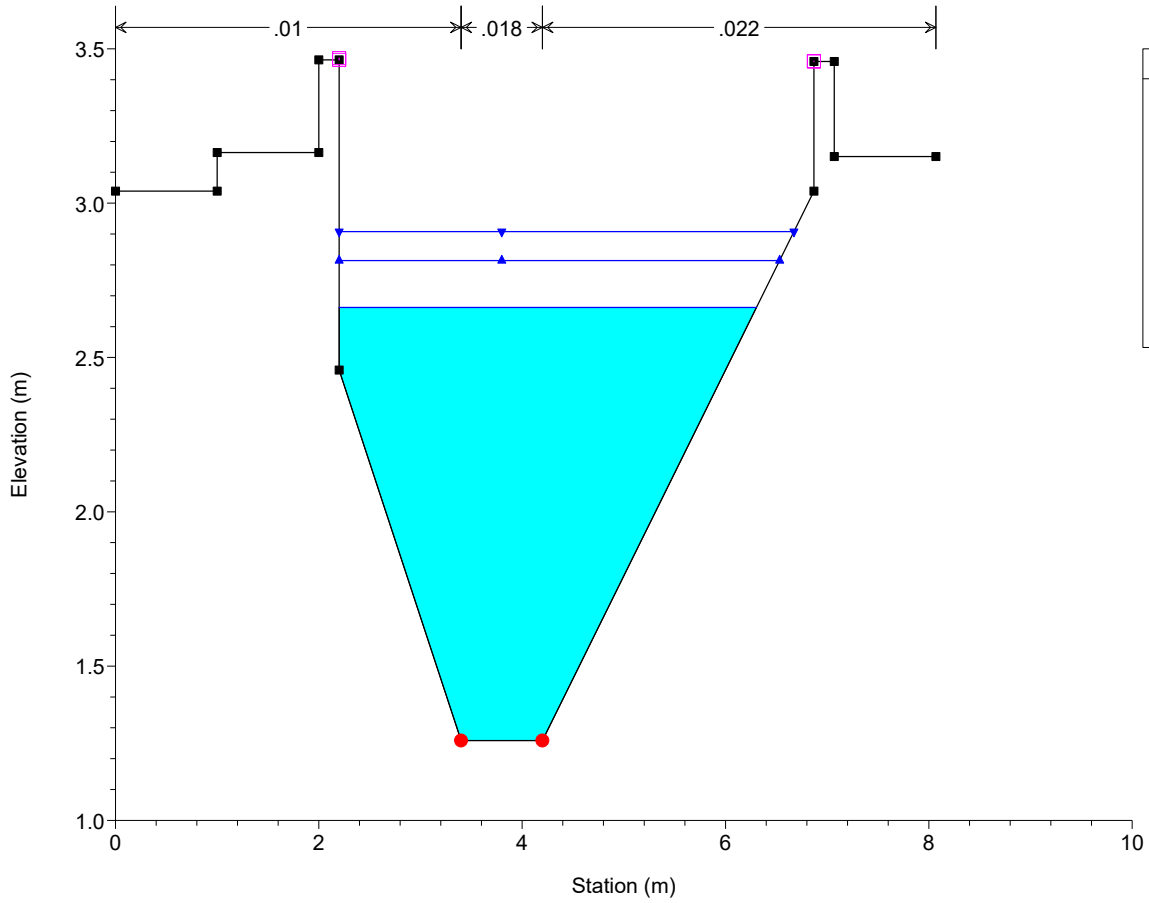
Legend	
WS TR200	Blue line with downward arrow
WS TR100	Blue line with upward arrow
WS TR30	Blue line with downward arrow
Ground	Black stepped line
Levee	Pink square
Bank Sta	Red circle

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



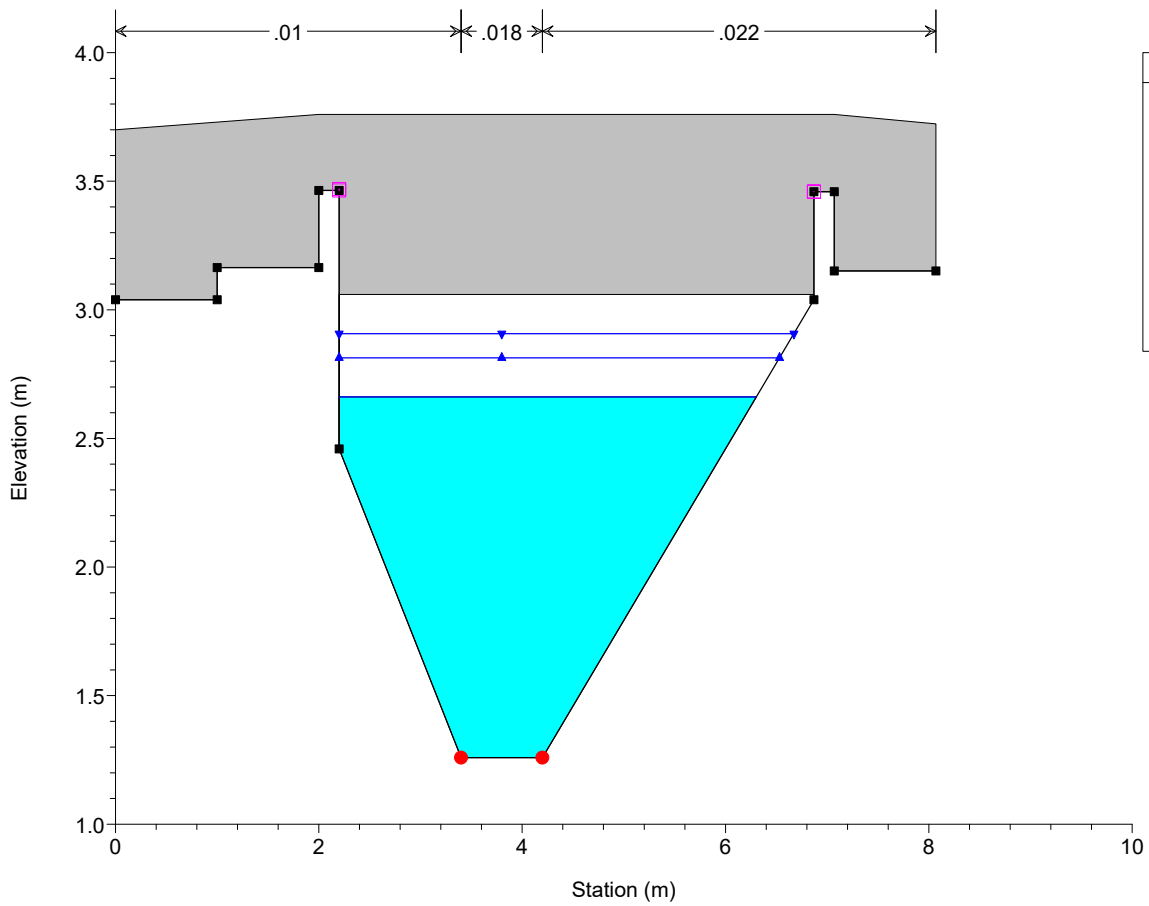
Legend	
WS TR200	Blue line with downward arrow
WS TR100	Blue line with upward arrow
WS TR30	Blue line with downward arrow
Ground	Black stepped line
Levee	Pink square
Bank Sta	Red circle

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



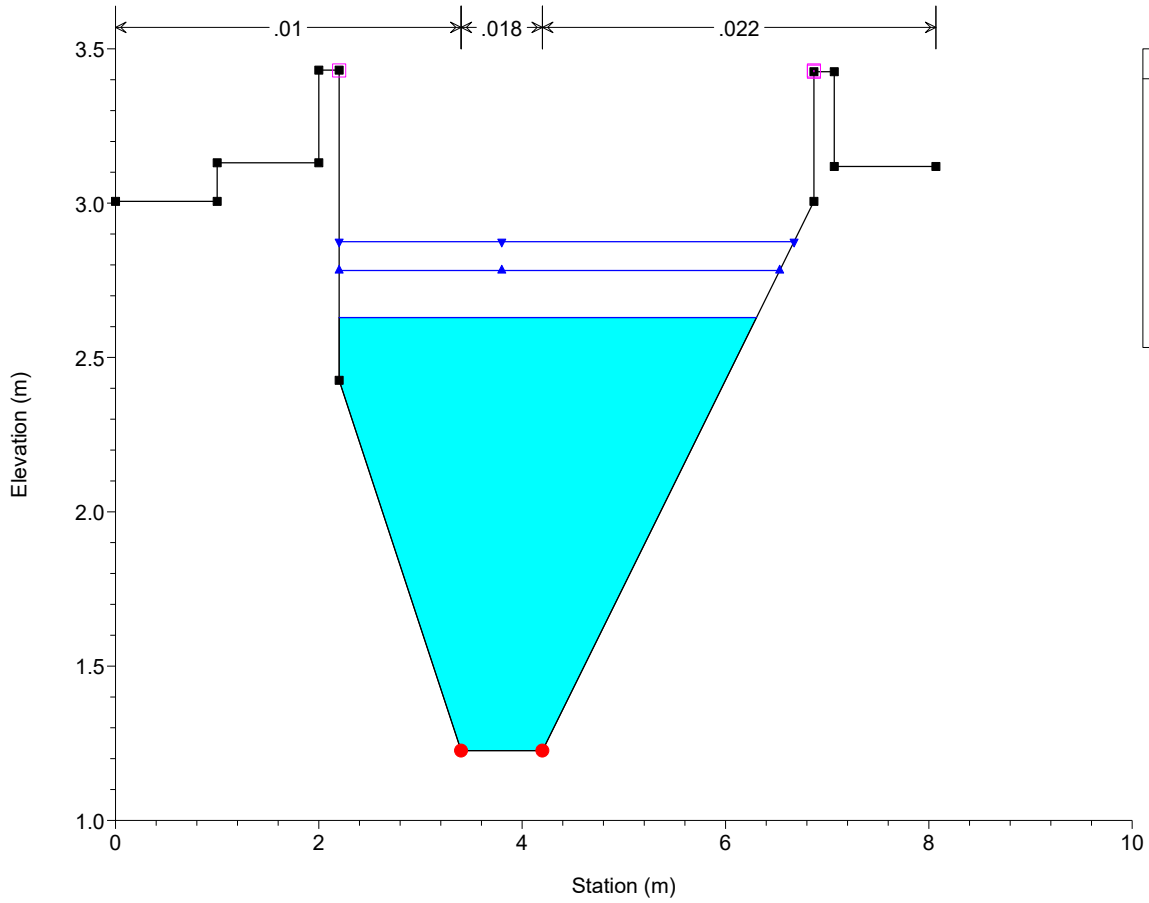
Legend	
WS TR200	
WS TR100	
WS TR30	
Ground	
Levee	
Bank Sta	

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



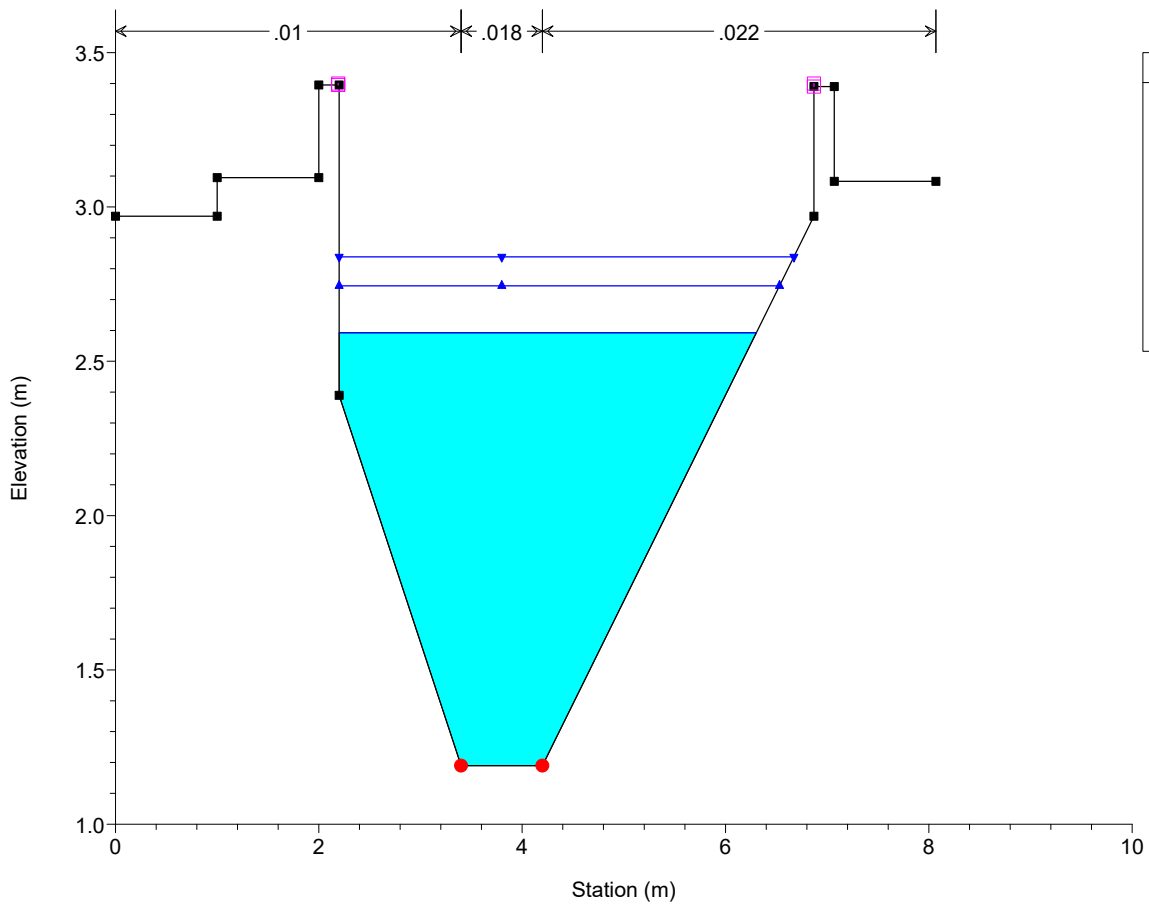
Legend	
WS TR200	
WS TR100	
WS TR30	
Ground	
Levee	
Bank Sta	

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



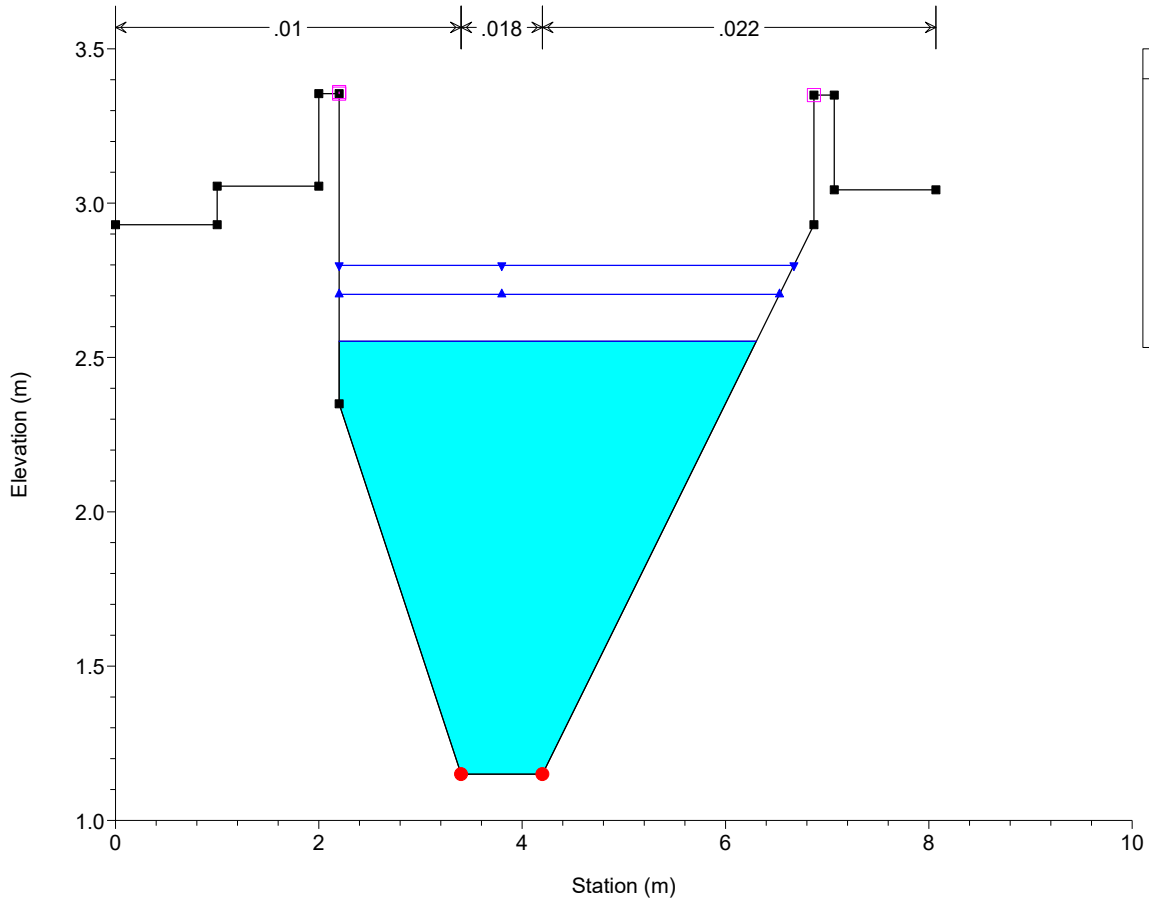
Legend	
WS TR200	Blue line with downward triangle
WS TR100	Blue line with upward triangle
WS TR30	Blue line with downward triangle
Ground	Black stepped line
Levee	Pink square
Bank Sta	Red dot

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



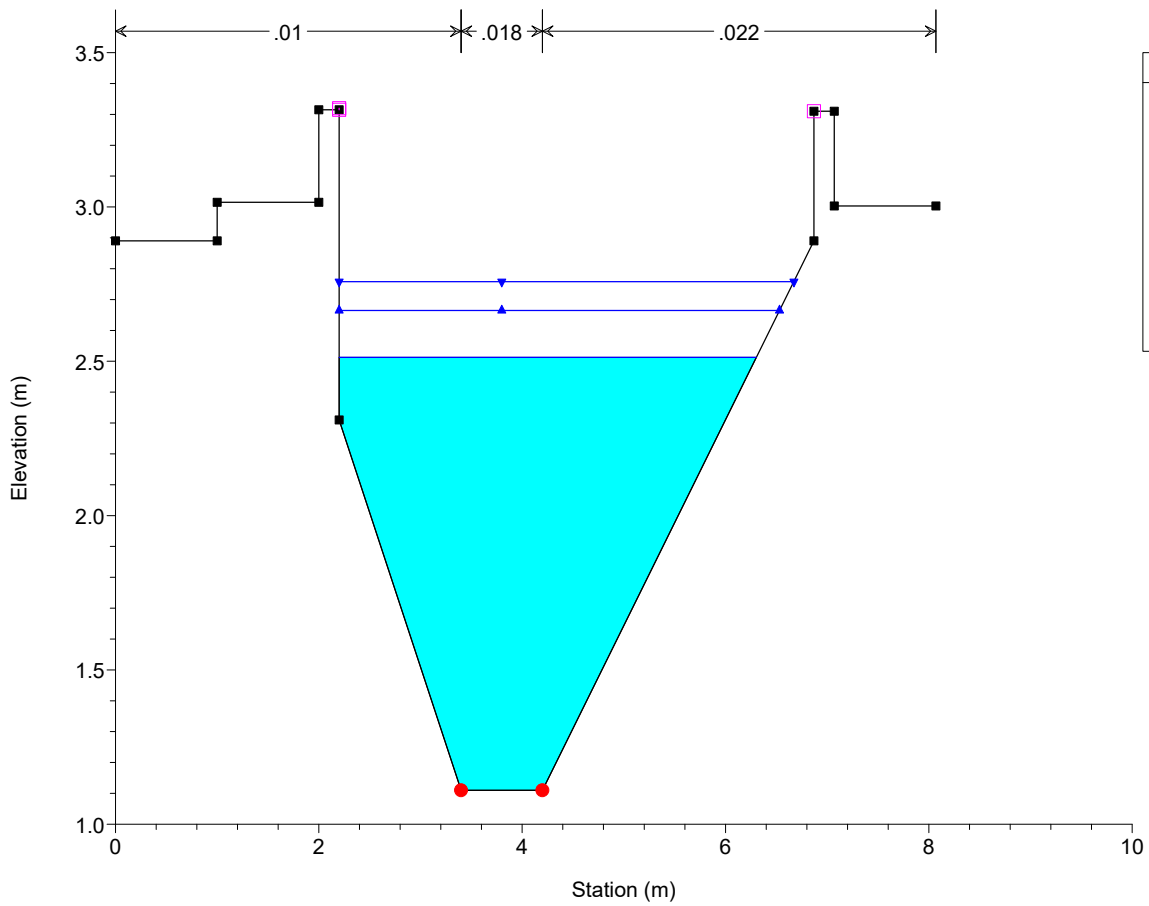
Legend	
WS TR200	Blue line with downward triangle
WS TR100	Blue line with upward triangle
WS TR30	Blue line with downward triangle
Ground	Black stepped line
Levee	Pink square
Bank Sta	Red dot

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



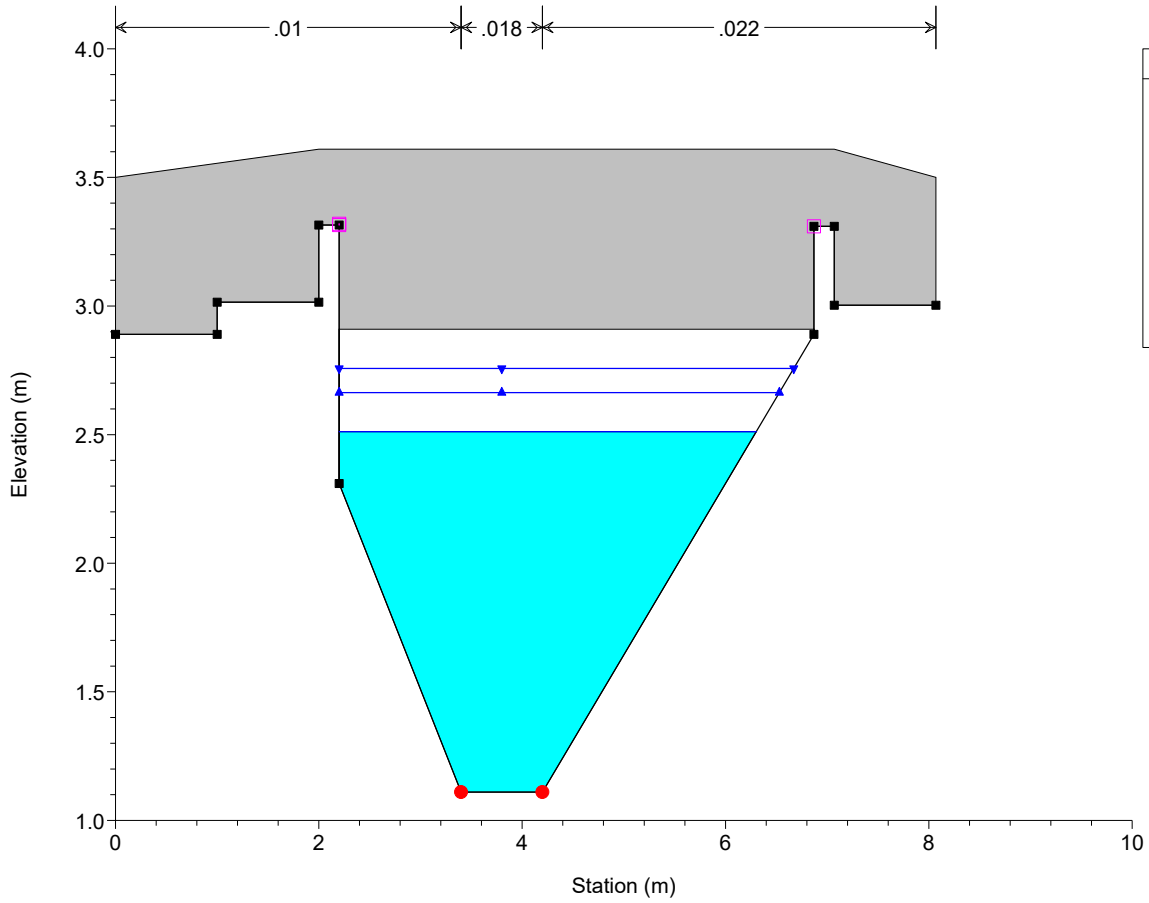
Legend	
WS TR200	Blue line with downward triangle
WS TR100	Blue line with upward triangle
WS TR30	Blue line with downward triangle
Ground	Black stepped line
Levee	Pink square symbol
Bank Sta	Red circle symbol

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



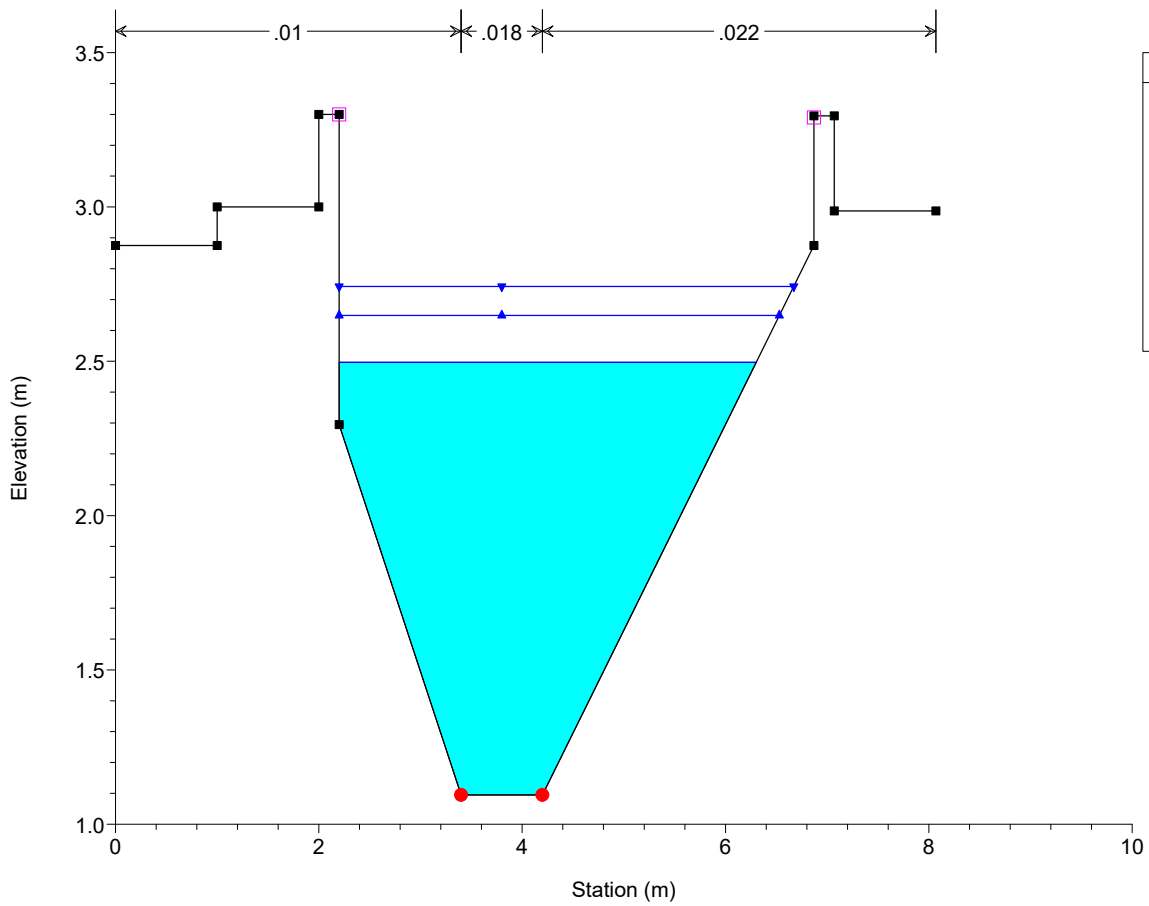
Legend	
WS TR200	Blue line with downward triangle
WS TR100	Blue line with upward triangle
WS TR30	Blue line with downward triangle
Ground	Black stepped line
Levee	Pink square symbol
Bank Sta	Red circle symbol

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



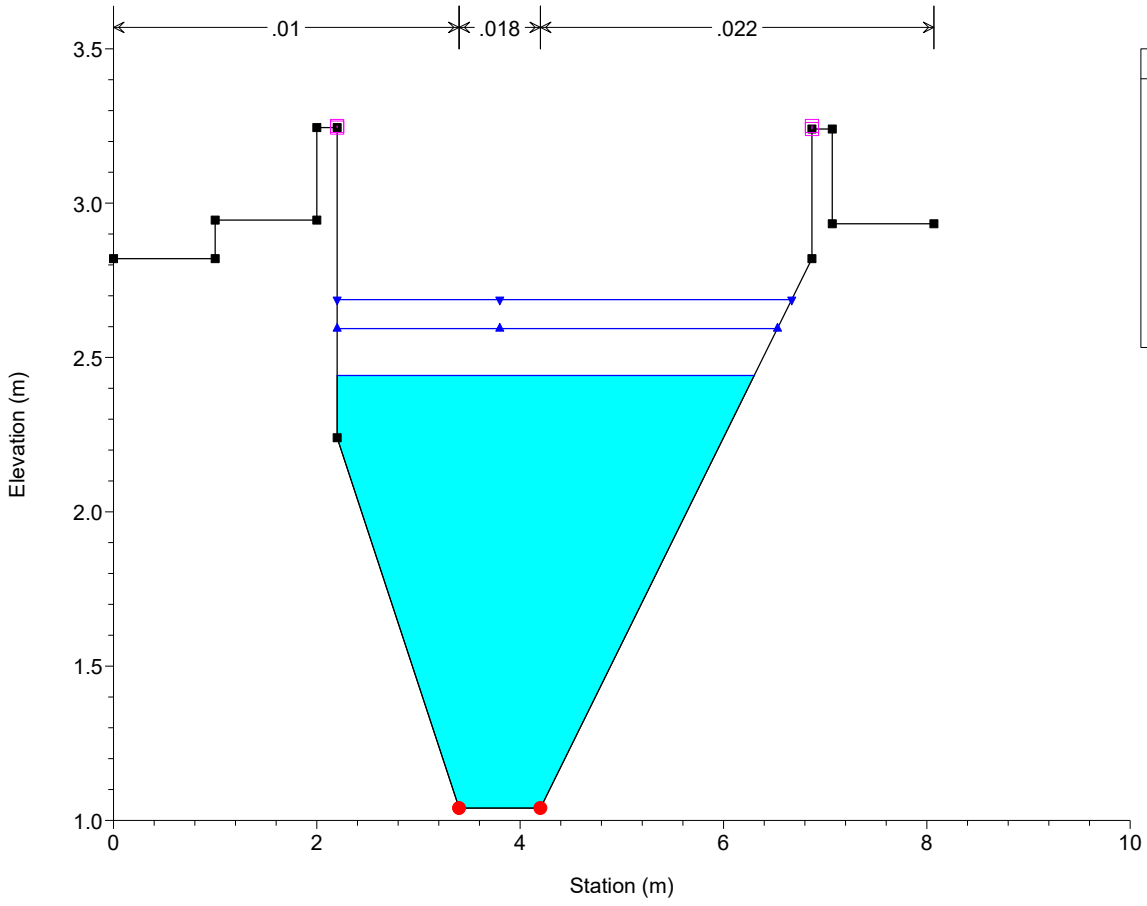
Legend	
WS TR200	Blue line with downward triangle
WS TR100	Blue line with upward triangle
WS TR30	Blue line with horizontal bar
Ground	Black square
Levee	Pink square
Bank Sta	Red circle

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



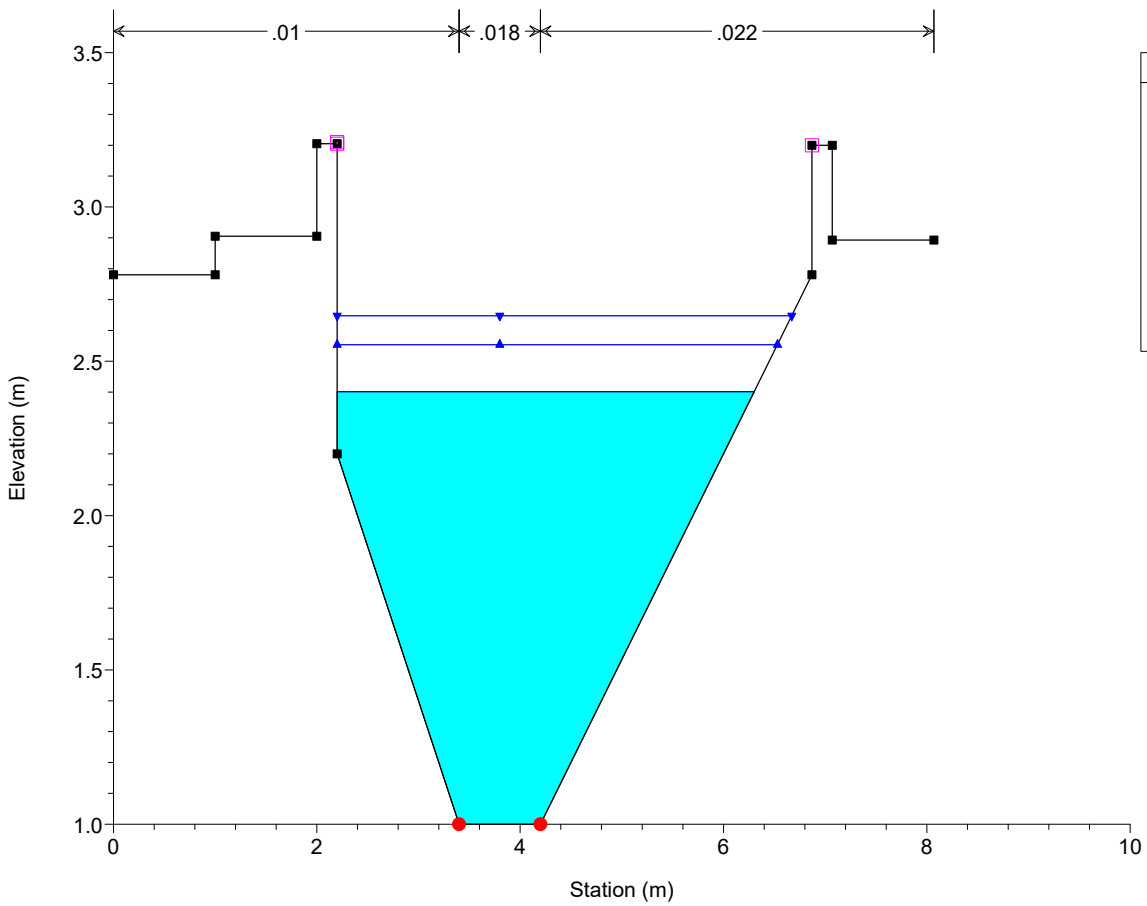
Legend	
WS TR200	Blue line with downward triangle
WS TR100	Blue line with upward triangle
WS TR30	Blue line with horizontal bar
Ground	Black square
Levee	Pink square
Bank Sta	Red circle

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



Legend	
WS TR200	Blue line with inverted triangles
WS TR100	Blue line with triangles
WS TR30	Blue line with inverted triangles
Ground	Black line with squares
Levee	Pink square
Bank Sta	Red circle

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025



Legend	
WS TR200	Blue line with inverted triangles
WS TR100	Blue line with triangles
WS TR30	Blue line with inverted triangles
Ground	Black line with squares
Levee	Pink square
Bank Sta	Red circle

GMB Plan: Plan 06 21/02/2025

Rio Nigra

