

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA AV/AC VERONA - PADOVA

SUB TRATTA VERONA – VICENZA

1° SUB LOTTO VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

IN INTERFERENZE IDRAULICHE ED OPERE IDRAULICHE

IN12 - SISTEMAZIONE ALVEO TORRENTE ROSELLA AL Km 5 + 350

RELAZIONE TECNICA

GENERAL CONTRACTOR		ITALFERR S.p.A.	SCALA:
ATI bonifica Progettista integratore Franco Persio Bocchetto Dottore in Ingegneria Civile iscritto all'Ordine degliIngegneri della Provincia di Roma al n° 8664 – Sez. A settore Civile ed Ambientale	Conorzio IRICAV DUE Il Direttore		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I N 0 D 0 0 D I 2 R H I N 1 2 0 0 0 0 1 A

ATI bonifica	VISTO ATI BONIFICA	
	Firma	Data
	Ing. F. P. Bocchetto	Maggio 2015

Progettazione

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	EMISSIONE	M. Dott0	Maggio 2015	A. Ianni	Maggio 2015	U. Lugli	Maggio 2015	Ing. U. Lugli Maggio 2015

File: IN0D00DI2RHIN1200001A_00A.DOCX	CUP: J41E91000000009	n. Elab.:
	CIG: 3320049F17	

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3	ASSETTO GEOMETRICO ROSELLA	3
4	STUDIO IDRAULICO	6
4.1	CRITERI DI VERIFICA	6
4.2	MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO.....	7
4.2.1	COSTRUZIONE DEL MODELLO MEDIANTE HEC-GeoRAS	7
4.2.2	IL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO: HEC-RAS	8
4.2.2.1	CALCOLO DEL POFILO IN MOTO PERMANENTE	9
4.2.2.2	PROCEDURA DI CALCOLO	12
4.3	STATO ATTUALE.....	14
4.3.1	COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA.....	14
4.3.2	CONDIZIONI DI VERIFICA E SIMULAZIONI EFFETUATE.....	14
4.3.2.1	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 42.73 m ³ /s RELATIVA A TR 200 ANNI	15
4.3.2.2	ANNULLAMENTO DEL FRANCO RISPETTO ALLA SOMMITA' ARGINALE DI MONTE - PORTATA PARI A 28 m ³ /s.....	17
4.4	STATO DI PROGETTO	18
4.4.1	ASSETTO GEOMETRICO DELL'ATTRAVERSAMENTO ROSELLA DI PROGETTO.....	18
4.4.2	COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA.....	19
4.4.3	CONDIZIONI DI VERIFICA	19
4.4.3.1	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 42.73 m ³ /s RELATIVA A TR 200 ANNI	21
4.4.3.2	ANNULLAMENTO DEL FRANCO RISPETTO ALLA SOMMITA' ARGINALE DI MONTE - PORTATA PARI A 28 m ³ /s.....	22
5	CONCLUSIONI.....	24
	ALLEGATO - Risultati simulazioni modello HEC-RAS	25

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA		
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO		
	Titolo: RELAZIONE TECNICA		
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO IN0D00DI2RHIN1200001A	REV. 	.Pag 3 di 37

1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione, dopo una breve descrizione del torrente Rosella, si passerà alla descrizione della configurazione geometrica del tratto del coso d'acqua immediatamente a monte ed a valle dell'attraversamento della linea A.V./A.C..

Lo scopo della presente relazione è la verifica idraulica, effettuata secondo i criteri indicati da ITALFERR, del corso d'acqua per un tratto a cavallo dell'attraversamento, analizzando sia la situazione dello stato di fatto che dello stato di progetto.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Rilievi topografici:

- Corografia generale, codice "IN0D00DI2C1000000001A"
- Cartografia TAV 1-10, codice "IN0D00DI2R6IF0009001-10A00AAA"

Studi idrologici e idraulici - corografie dei bacini:

- Carta dei bacini idrografici con reticolo principale e secondario, codice "IN0D00DI2C2ID0000001A01A"
- Carta idrogeologica, codice "IN0D0DI2CID0000002A01A"

Sistemazioni alveo torrente Rosella al km 5+350:

- Stato di fatto e di progetto - planimetria generale, codice "IN0D00DI2PZIN3200001A"
- Stato di fatto e di progetto - profilo corso d'acqua, codice "IN0D00DI2F8IN3200001A"
- Stato di fatto e di progetto - sezioni trasversali, codice "IN0D00DI2W9IN3200001A"
- Particolari costruttivi, codice "IN0D00DI2BZIN3200001A"

3 ASSETTO GEOMETRICO ROSELLA

Il torrente Rosella è una derivazione del torrente Fibbio all'altezza di Ferrazze a sua volta parte del sistema del fiume Adige.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA		
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO		
	Titolo: RELAZIONE TECNICA		
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO IN0D00DI2RHIN1200001A	REV.	.Pag 4 di 37

L'Adige nasce da una sorgente sita non molto lontano dal lago di Resia, a quota 1.550 m.l.s.l.m., ha un bacino imbrifero di circa 12.100 km², un percorso di 409 km e sbocca nel mare Adriatico a Porto Fossone, tra le foci dei fiumi Brenta e Po. Il suo bacino idrografico interessa aree comprese nelle regioni Trentino-Alto Adige e Veneto, nonché, per una piccola parte, nel territorio svizzero. Tralasciando in questa sede la descrizione dell'alto tratto vallivo, che prende il nome di Val Venosta, procede da Merano sino a Trento (circa 9.810 km² di area drenata), per poi infine divenire Val Lagarina da qui fino a Verona (11.100 km² circa). Dalla Val Lagarina l'Adige assume carattere di fiume di pianura fino alla località di Albaredo, a valle di Verona, dove il fiume chiude il suo bacino tributario. Da qui al mare Adriatico, per circa 110 km, il fiume è per lo più pensile.

Il Fibbio nasce dal Monte Tomba col nome di Vaio di Squaranto e scende in direzione nord-sud, con carattere torrentizio, sino a Montorio, raccogliendo numerosi rivi, alcuni dei quali alimentati da modestissime sorgenti che si esauriscono nelle stagioni siccitose. Perenni sono invece quelle che sgorgano a Montorio e che alimentano il corso d'acqua. In prossimità dell'immissione nel Canale Sava (e quindi nel Fiume Adige) il Fibbio riceve in sinistra orografica l'apporto del Torrente Illasi (al quale si unisce il Progno di Mezzane), il cui bacino idrografico ha una superficie territoriale pari a circa 245 km². Le piene del Fibbio sono impetuose e di breve durata, tali quindi da provocare esondazione e danni al territorio.

Il bacino afferente al torrente Rosella risulta avere un'estensione pari a circa 0,92 km². Di seguito si riporta una corografia di inquadramento del torrente Rosella con indicato in giallo il bacino afferente.

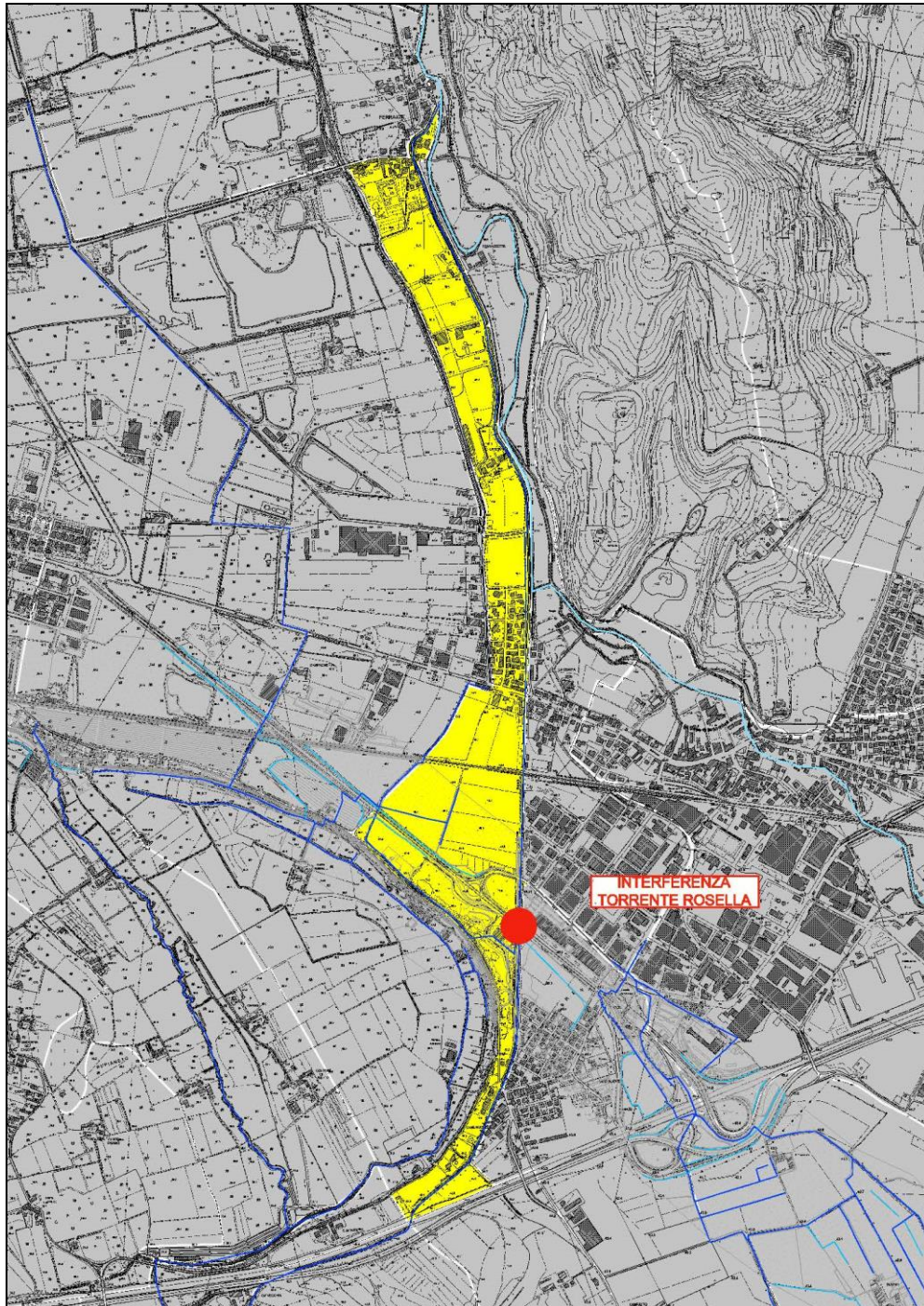


Figura 1 –Bacino afferente al torrente Rosella - Area 0,92 km².

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA		
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO		
	Titolo: RELAZIONE TECNICA		
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO IN0D00DI2RHIN1200001A	REV. 	.Pag 6 di 37

4 STUDIO IDRAULICO

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso vanno condotti con riferimento alle seguenti condizioni fisiche del corso d'acqua:

- Assenza dell'opera di progetto – **stato attuale**;
- Presenza dell'opera nella configurazione definitiva – **stato di progetto**:

Lo stato attuale dei corsi d'acqua descrive la situazione dei luoghi nella configurazione esistente.

Lo stato di progetto analizza l'ipotesi di futuro inserimento lungo l'asta fluviale del manufatto AC.

Nel tratto analizzato, avendo infrastrutture rilevanti in affiancamento, gli studi sono stati condotti rendendo compatibile la soluzione idraulica con quanto esistente o in progetto.

4.1 CRITERI DI VERIFICA

La verifica idraulica di tutti gli attraversamenti è stata effettuata in conformità a quanto definito dal Manuale di progettazione ITALFERR che è stato il documento di riferimento per la progettazione delle opere in oggetto.

In sintesi, in esso riporta una serie di direttive da seguirsi per il corretto dimensionamento delle tombature, sotto l'aspetto del tempo di ritorno da utilizzarsi per le valutazioni idrologico-idrauliche e dei franchi idraulici da rispettarsi.

In particolare, per corsi d'acqua aventi un bacino con superficie superiore a 10 km², il tempo di ritorno di riferimento è 500 anni ed occorre rispettare i seguenti franchi idraulici rispetto ai livelli relativi a tale tempo di ritorno:

- franco idraulico tra intradosso manufatto e livello della superficie libera superiore a 1 m;
- franco idraulico tra intradosso manufatto e quota di carico idraulico totale superiore a 50 cm.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2RHIN1200001A	.Pag 7 di 37

Per corsi d'acqua aventi un bacino con superficie inferiore a 10 km², il tempo di ritorno di riferimento è 200 anni ed occorre rispettare la condizione di grado di riempimento del tombino inferiore al 70%.

4.2 MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO

Il codice di calcolo utilizzato per la valutazione dei profili idraulici implementa un modello in moto stazionario.

Il programma calcola profili di rigurgito in moto permanente sia in corrente lenta che veloce, inserisce eventuali risalti, prevede la presenza di attraversamenti e consente di ricavare tutti i parametri idraulici relativi al tratto analizzato

4.2.1 COSTRUZIONE DEL MODELLO MEDIANTE HEC-GeoRAS

HEC-GeoRAS è un applicativo del programma ArcView, sviluppato dall'U.S. ArmyCorps of Engineers – HydrologicEngineeringCenter. Con HEC-GeoRAS è possibile costruire la geometria di un modello in HEC-RAS completamente in ambiente GIS, una volta in possesso di un DEM in formato TIN della zona da modellizzare. In ambiente GIS si definiscono:

- l'asse del fiume;
- le "flow path", da cui si calcolano le distanze tra le sezioni sia lungo l'alveo che lungo le zone golenali;
- le "banks, che definiscono la separazione tra aree golenali e alveo inciso;
- le tracce delle sezioni, che possono essere rettilinee o formate da delle spezzate, il programma estrae i profili delle sezioni dal DEM;
- le "ineffective flow area", che permettono di definire le reali aree di deflusso nei tratti di espansione e contrazione.

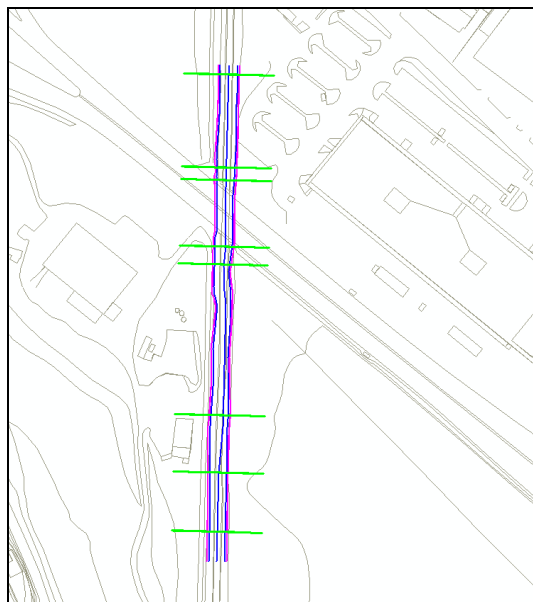


Figura 2 – Esempio di geometria in HEC-GeoRAS, in blu le flowpath, in magenta i “levees”, in verde le tracce delle sezioni.

Hec-GeoRAS esporta un file direttamente importabile in HEC-RAS. La geometria importata è georeferenziata.

4.2.2 IL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO: HEC-RAS

Il calcolo dei profili in moto permanente dei tratti di corsi d’acqua analizzati è stato fatto mediante la costruzione di modelli numerici basati sul codice di calcolo HEC-RAS (River Analysis System), sviluppato dall’U.S. ArmyCorps of Engineers – HydrologicEngineeringCenter. La versione del software utilizzata è la 4.1.0

HEC-RAS è un codice di calcolo monodimensionale che consente la determinazione di profili idrici di canali naturali e artificiali, sia in condizioni di moto permanente che di moto vario, tenendo conto dell’influenza sul moto di manufatti di vario tipo (ponti, tombini, briglie, sfioratori ecc.) eventualmente presenti nel sistema. Possono essere modellati sia canali singoli che reti di canali naturali o artificiali, chiusi o aperti, con l’integrazione di profili di corrente lenta, veloce o di tipo “misto”.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2RHIN1200001A	.Pag 9 di 37

4.2.2.1 CALCOLO DEL POFILO IN MOTO PERMANENTE

Il calcolo del profilo di moto permanente è fatto risolvendo tra due sezioni consecutive l'equazione dell'energia utilizzando una procedura iterativa denominata "standard stepmethod". L'equazione dell'energia risulta è riportata nella seguente formula:

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

dove:

- Y_1, Y_2 tirante d'acqua nelle sezioni 1 e 2;
- Z_1, Z_2 quota del fondo del canale alla sezione 1 e 2;
- α_1, α_2 coefficiente di Coriolis nella sezione 1 e 2;
- g accelerazione di gravità;
- h_e perdita di carico tra la sezione 1 e 2 definita da:

$$h_e = L \overline{S_f} + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

con:

- L distanza tra le due sezioni;
- $\overline{S_f}$ pendenza media della linea dell'energia tra le due sezioni;
- C coefficiente di espansione o contrazione.

Utilizzando la formula di Manning possiamo scrivere:

$$Q = \frac{AR_H^{2/3}}{n} \sqrt{S_f} = K \sqrt{S_f}$$

Dove K (conveyance) è un parametro geometrico, una volta prefissato un livello, da cui:

$$S_f = \left(\frac{Q}{K} \right)^2$$

In ogni tratto esistono due valori di S_f , uno per ogni sezione che delimita il tratto, per cui viene calcolato un valore medio nel tratto, questo valore medio può essere calcolato utilizzando diverse formulazioni:

$$\bar{S}_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$$

Conduttività media (default per moto permanente e strutture)

$$\bar{S}_f = \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2}$$

Media aritmetica (default per moto vario)

$$\bar{S}_f = \sqrt{S_{f1} \cdot S_{f2}}$$

Media geometrica

$$\frac{1}{\bar{S}_f} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{S_{f1}} + \frac{1}{S_{f2}} \right)$$

Media armonica

Nel calcolo il codice suddivide ogni sezione, in base ai valori imposti dall'utente, in tre parti: golena sinistra, canale principale e golena destra. Ad ognuna di queste parti si possono assegnare scabrezze e distanze rispetto alla sezione successiva diverse. La possibilità di definire distanze diverse tra zone golenali e canale principale consente di meglio rappresentare situazioni in cui l'alveo di magra è particolarmente sinuoso o nei tratti in curva. In questi casi la distanza che l'acqua percorre tra una sezione e l'altra è diversa a seconda che si trovi in alveo in una golena oppure nell'altra. Il modello è in grado di calcolare in modo più corretto le perdite di carico dovute all'attrito utilizzando l'effettivo percorso effettuato, nel caso di moto vario è possibile calcolare con migliore precisione i volumi invasati tra le due sezioni.

Per ogni sottosezione il programma determina i parametri geometrici ed idraulici per cui si ha:

$$Q = (K_{LOB} + K_{Ch} + K_{ROB}) \cdot \sqrt{S_f} = Q_{LOB} + Q_{Ch} + Q_{ROB}$$

dove LOB indica la golena sinistra, Ch l'alveo inciso e ROB la golena destra.

La suddivisione in sottosezioni ha come ipotesi implicita che tra una sottosezione ed un'altra non vi sia scambio di quantità di moto, cioè che lungo il piano che le divide non ci sia attrito.

La definizione di una portata per ogni sottosezione permette il calcolo anche di una velocità distinta tra le tre diverse parti della sezione, non essendo più definita una

velocità media per l'intera sezione è necessario valutare il coefficiente di Coriolis per la determinazione univoca del carico cinetico mediante la seguente formula:

$$\alpha \frac{\bar{V}}{2g} = \frac{Q_{LOB} \frac{V_{LOB}^2}{2g} + Q_{Ch} \frac{V_{Ch}^2}{2g} + Q_{ROB} \frac{V_{ROB}^2}{2g}}{Q_{LOB} + Q_{Ch} + Q_{ROB}}$$

da cui:

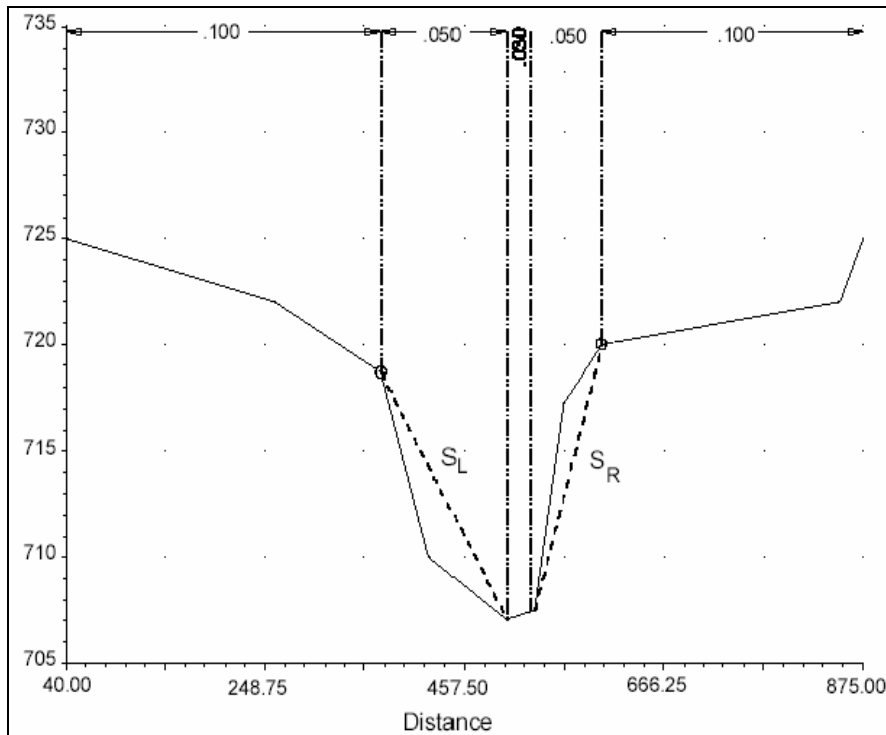
$$\alpha = \frac{A_{Tot}^2 \left[\frac{K_{LOB}^3}{A_{LOB}^2} + \frac{K_{Ch}^3}{A_{Ch}^2} + \frac{K_{ROB}^3}{A_{ROB}^2} \right]}{K_{Tot}^3}$$

La suddivisione delle portate tra le diverse sottosezioni è utilizzata anche come peso nella determinazione della distanza tra due sezioni a partire dalle tre definite:

$$L = \frac{L_{LOB} \overline{Q_{LOB}} + L_{Ch} \overline{Q_{Ch}} + L_{ROB} \overline{Q_{ROB}}}{Q_{LOB} + Q_{Ch} + Q_{ROB}}$$

La variazione di scabrezza all'interno di una sezione può essere imposta non solo tra golene e alveo inciso, ma anche in qualsiasi altro tratto. In questo caso il codice, per ognuna delle tre sottosezioni, calcola la convayance come somma delle convayancedei tratti con scabrezza diversa, sempre con l'ipotesi che tra essi non vi sia attrito. Questa ipotesi può portare però a grossi errori nel caso sia applicata al canale principale. Infatti se la variazione di scabrezza è applicata alle sponde il considerare senza attrito il piano che separa le sponde dal centro alveo fa sì che quest'ultimo non risenta dell'attrito delle sponde.

Per il canale principale il codice verifica che la pendenza del tratto in cui c'è la variazione di scabrezza (vedi figura successiva).



Nel caso S_L e/o S_R siano maggiori di 5H:1V all'interno dell'alveo principale è calcolata una scabrezza equivalente con la formula di Einstein:

$$n_c = \left[\frac{\sum_{i=1}^N P_i n_i^{3/2}}{P} \right]^{2/3}$$

dove P_i è il perimetro bagnato individuato da ogni tratto con scabrezza diversa.

4.2.2.2 PROCEDURA DI CALCOLO

Per la determinazione del profilo il programma parte con il calcolo in corrente lenta, cioè a partire dalla condizione al contorno della sezione di valle procede nella valutazione dei livelli nelle sezioni più a monte seguendo la seguente procedura:

1. ipotizza un livello nella sezione più a monte;
2. sulla base del livello ipotizzato calcola la convayance totale e il carico cinetico;
3. dai valori del passo 2 calcola $\overline{S_f}$ e risolve l'equazione 2 per il calcolo di h_e ;

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2RHIN1200001A	.Pag 13 di

4. dai valori del passo 2 e 3 risolve l'equazione 1 e calcola il livello nella sezione di monte;
5. confronta il livello calcolato con quello ipotizzato, se la differenza è maggiore alla tolleranza imposta ripete la procedura, altrimenti passa alla sezione successiva.

Il livello determinato viene confrontato con il livello critico, se il livello determinato è superiore al livello critico la soluzione è di corrente lenta e quindi valida, se invece è inferiore la corrente non è più lenta, viene imposta sulla sezione il livello critico e il calcolo riprende dall'altezza critica.

Terminato il calcolo in corrente lenta il programma procede con il calcolo del profilo in corrente rapida partendo dalla condizione al contorno della sezione di monte. Innanzitutto viene calcolata la spinta totale con il livello calcolato per la corrente lenta e quello per la corrente rapida. Il calcolo della spinta è fatto con la seguente formula:

$$SF = \beta \frac{Q^2}{gA} + AY_G$$

Se $SF_{SUB} > SF_{SUP}$ è valida la soluzione di corrente lenta, altrimenti è valida la soluzione di corrente rapida e continua il calcolo del profilo in corrente veloce verso valle con la procedura descritta per la corrente lenta. Se è valida la soluzione di corrente lenta il programma ricerca la prima sezione verso valle in cui la soluzione del profilo in corrente lenta era stata posta $WS = WS_{CRIT}$. Da qui ha inizio il calcolo del profilo in corrente veloce verso valle, valido finché non si arriva ad una sezione con una soluzione di corrente lenta alla quale corrisponde $SF_{SUB} > SF_{SUP}$. Si assume quindi che tra questa sezione e la precedente si instauri un risalto.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2RHIN1200001A	.Pag 14 di

4.3 STATO ATTUALE

4.3.1 COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA

Per la simulazione dello stato di fatto si è costruito il modello del terreno a partire dal rilievo effettuato.

Attraverso il programma HecGeoRas si è ricostruita la geometria del modello individuando le sezioni principali.

Una volta importata la geometria del terreno in ambiente HEC si sono inseriti i dati del tombino esistente avente sezione rettangolare 5000x2800 mm.

4.3.2 CONDIZIONI DI VERIFICA E SIMULAZIONI EFFETUATE

Le verifiche sono state effettuate considerando la portata pari a $42.73 \text{ m}^3/\text{s}$ relativa ad un tempo di ritorno T_r di 200 anni, e la portata risultante di $28 \text{ m}^3/\text{s}$ che azzerava il franco dello stato di fatto nel tratto a monte del tombinamento.

Come condizione al contorno di valle è stata considerata una pendenza della linea dell'energia pari a quella media del fondo.

Come scabrezze sono stati considerati valori, secondo la formulazione di Manning, pari a $n=0.025$ (alveo naturale) e pari a $n=0.014$ nel tratto tombinato. I coefficienti di contrazione ed espansione sono stati definiti rispettivamente pari a 0.1 e 0.3, 0.2 e 1 per gli imbocchi/sbocchi dei tombini.

Le strutture presenti sono state schematizzate come tombini a sezione rettangolare, utilizzando la formulazione della conservazione dell'energia.

Si riporta di seguito lo schema planimetrico del modello HEC-RAS sviluppato con indicate le sezioni per le quali verranno presentati i risultati nel paragrafo successivo.

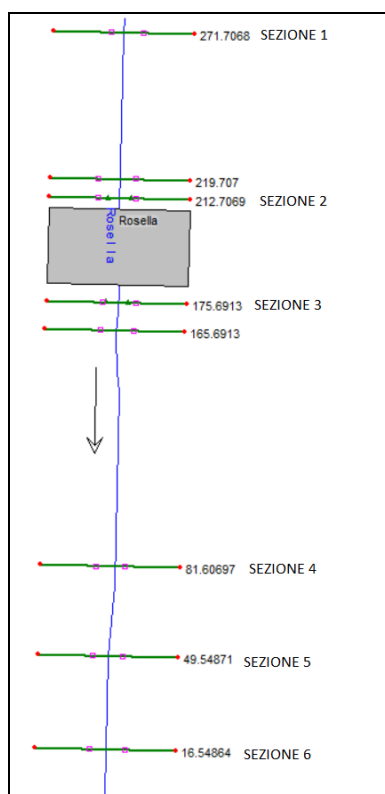


Figura 3 –Geometria in HEC-GeoRAS dello stato di fatto, Torrente Rosella con indicata l'ubicazione delle sezioni e del tratto tombinato.

Per determinare con accuratezza il gradiente di energia, necessaria per calcolare un valore attendibile delle perdite di attrito e di quelle di espansione e contrazione, è stato necessario incrementare in fase di calcolo le sezioni trasversali andando ad interpolare le sezioni importate.

4.3.2.1 SIMULAZIONE CON PORTATA DI 42.73 m³/s RELATIVA A TR 200 ANNI

La prima verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a 42.73 m³/s relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni (in linea con le richieste di verifica di ITALFERR per corsi d'acqua secondari).

Si riporta di seguito il profilo ottenuto:

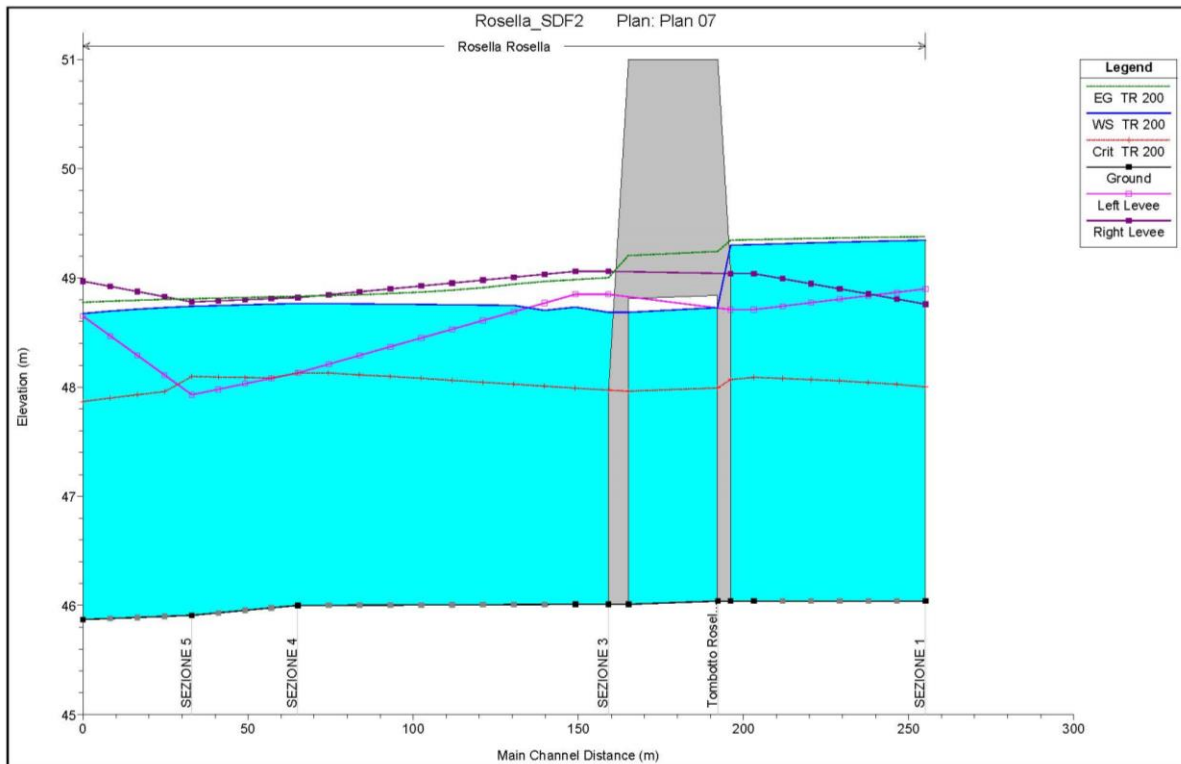


Figura 4 – Profilo dello stato di fatto, Torrente Rosella - $Q=42.73 \text{ m}^3/\text{s}$ TR200 anni.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

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
Rosella	271.7068	TR 200	42.73	46.04	49.34	48.00	49.38	0.000380	0.80	53.21	46.89	0.24
Rosella	219.707	TR 200	42.73	46.04	49.31	48.09	49.35	0.000666	0.95	45.07	48.43	0.31
Rosella	212.7069	TR 200	42.73	46.04	49.30	48.07	49.35	0.000664	0.95	44.81	47.58	0.31
Rosella	200	Culvert										
Rosella	175.6913	TR 200	42.73	46.01	48.68	47.97	49.00	0.001676	2.50	17.12	10.85	0.54
Rosella	165.6913	TR 200	42.73	46.01	48.73	47.99	48.98	0.001796	2.22	19.21	11.03	0.54
Rosella	81.60697	TR 200	42.73	46.00	48.77	48.13	48.83	0.000657	1.13	37.79	29.89	0.32
Rosella	49.54871	TR 200	42.73	45.91	48.74	48.10	48.81	0.000718	1.16	36.80	30.39	0.34
Rosella	16.54864	TR 200	42.73	45.87	48.67	47.87	48.78	0.001401	1.42	30.12	30.20	0.45

Figura 5 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di fatto, Torrente Rosella - $Q=42.73 \text{ m}^3/\text{s}$ TR200 anni.

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati di questa simulazione mettono in evidenza che il tratto di torrente considerato presenta alla sua sinistra idraulica degli argini non adeguati a contenere la portata simulata.

4.3.2.2 ANNULLAMENTO DEL FRANCO RISPETTO ALLA SOMMITA' ARGINALE DI MONTE - PORTATA PARI A 28 m³/s

La seconda verifica è stata effettuata con la portata che azzerava il franco idraulico nelle sezioni del torrente a monte del tombino per valutare la capacità di portata del tronco di torrente analizzato. Tale portata risulta essere pari a 28 m³/s.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto:

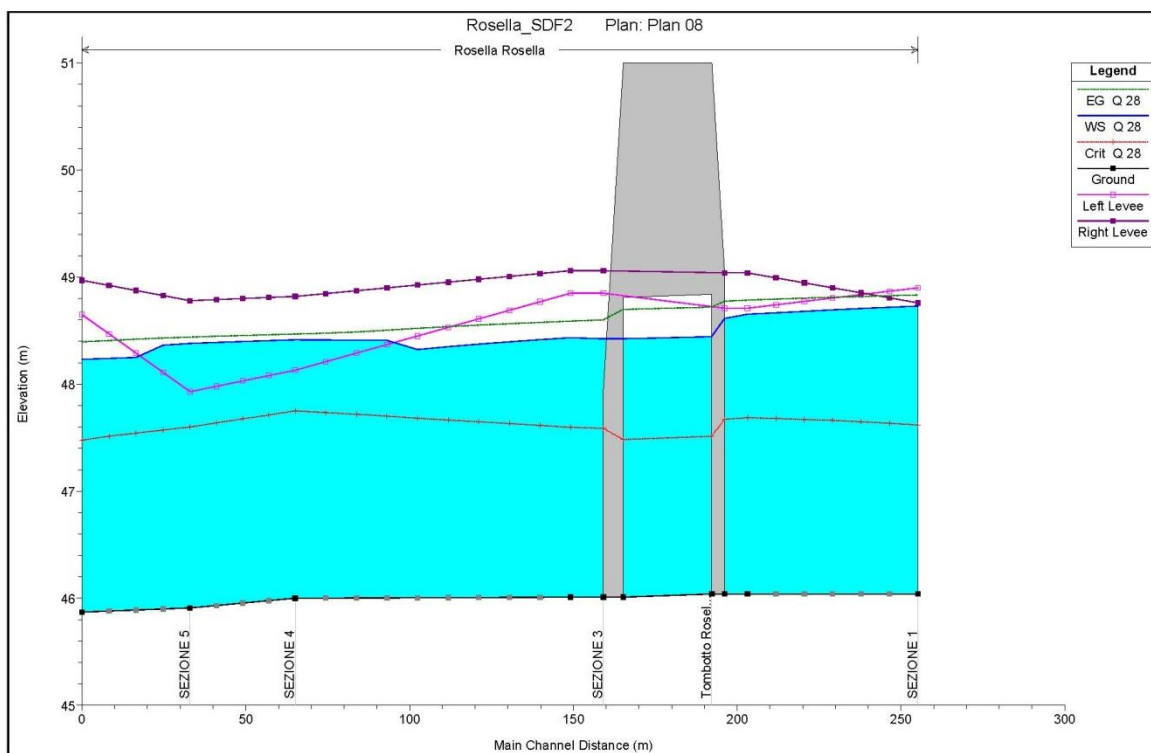


Figura 6 – Profilo dello stato di fatto, Torrente Rosella - Q=28 m³/s.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

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
Rosella	271.7068	Q 28	28.00	46.04	48.73	47.62	48.83	0.000735	1.43	19.62	11.36	0.35
Rosella	219.707	Q 28	28.00	46.04	48.65	47.69	48.79	0.001128	1.61	17.41	11.62	0.42
Rosella	212.7069	Q 28	28.00	46.04	48.61	47.67	48.78	0.000966	1.78	15.77	11.37	0.40
Rosella	200	Culvert										
Rosella	175.6913	Q 28	28.00	46.01	48.42	47.59	48.60	0.001109	1.86	15.04	10.12	0.43
Rosella	165.6913	Q 28	28.00	46.01	48.43	47.60	48.59	0.001248	1.74	16.06	10.15	0.44
Rosella	81.60697	Q 28	28.00	46.00	48.41	47.75	48.47	0.000793	1.02	27.37	29.38	0.34
Rosella	49.54871	Q 28	28.00	45.91	48.38	47.60	48.44	0.000944	1.08	25.98	29.83	0.37
Rosella	16.54864	Q 28	28.00	45.87	48.23	47.48	48.40	0.001400	1.79	15.65	10.55	0.47

Figura 7 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di fatto, Torrente Rosella - Q=28 m³/s .

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA		
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO		
	Titolo: RELAZIONE TECNICA		
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO IN0D00DI2RHIN1200001A	REV. 	.Pag 18 di

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di 28 m³/s sia la portata massima transitabile senza provocare esondazione nel tratto di torrente a monte del tombino. Nella parte a valle del tombino in corrispondenza dell'argine sinistro si verificano invece delle esondazioni.

4.4 STATO DI PROGETTO

4.4.1 ASSETTO GEOMETRICO DELL'ATTRAVERSAMENTO ROSELLA DI PROGETTO

Il Torrente Rossella interferisce con la galleria artificiale San Martino Buonalbergo. Esso verrà spostato in sinistra idrografica per farlo poi scorrere nella zona morfologicamente depressa, a sud della nuova linea. In fase di progetto è previsto la deviazione e il risezionamento del torrente con sezioni a forma trapezia di base 5 m e altezza 3 m e pendenza sponde 1:1, rivestite in calcestruzzo e pietrame per tutto il tratto di progetto.

Verrà realizzato un tratto tombinato di sezione rettangolare 5000x3000 mm per una lunghezza di 85 m.

Di seguito si riporta uno stralcio di planimetria di progetto che mostra la deviazione del torrente.

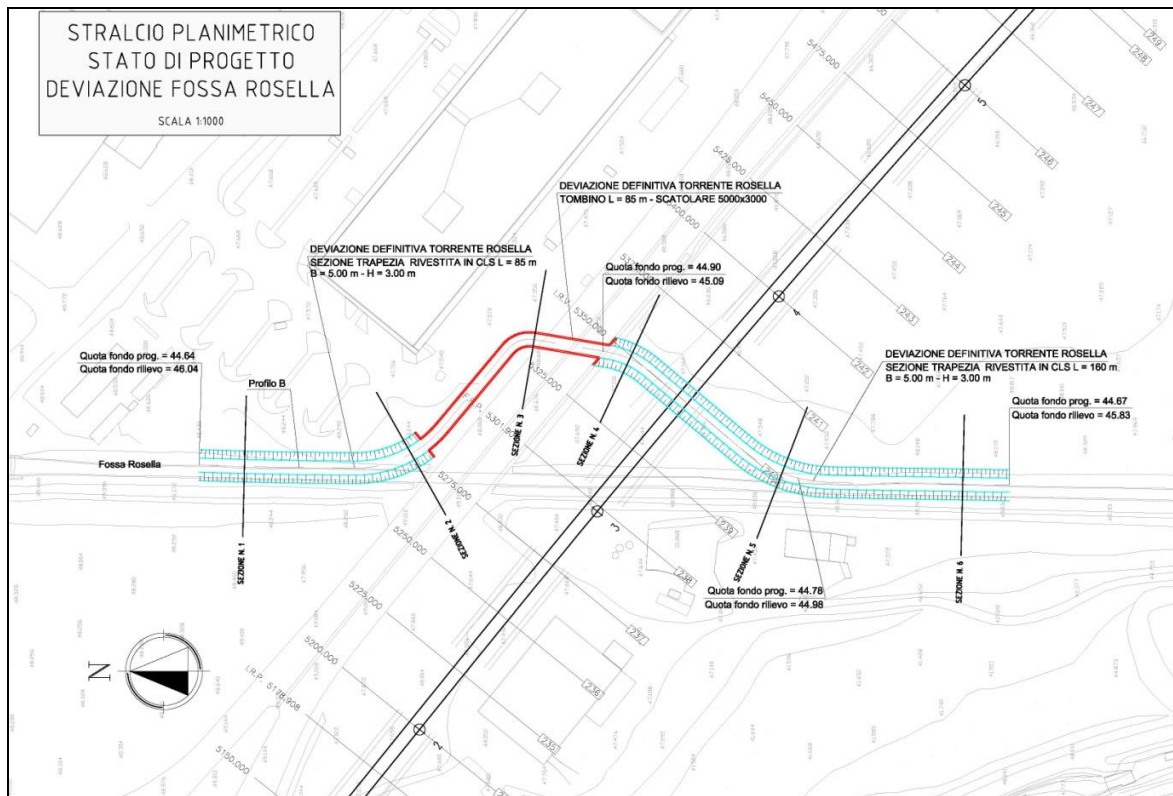


Figura 8 – Stralcio planimetrico stato di progetto - Deviazione Torrente Rosella - $Q=28 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.4.2 COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA

Per la simulazione dello stato di progetto si è costruito il modello del terreno a partire dal rilievo effettuato e inserendo su questo le sezioni di progetto.

Attraverso il programma HecGeoRas si è ricostruita la geometria del modello individuando le sezioni principali.

Una volta importata la geometria del terreno in ambiente HEC si sono inseriti i dati del tombino esistente avente sezione rettangolare 5000x3000 mm.

4.4.3 CONDIZIONI DI VERIFICA

Le verifiche sono state effettuate considerando la portata pari a $42.73 \text{ m}^3/\text{s}$ relativa ad un tempo di ritorno T_r di 200 anni, e la portata risultante di $28 \text{ m}^3/\text{s}$ che azzerava il franco dello stato di fatto nel tratto a monte del tombinamento.

Come condizione al contorno di valle è stata considerata una pendenza della linea dell'energia pari a quella media del fondo.

Come scabrezze sono stati considerati valori, secondo la formulazione di Manning, pari a $n=0.02$ (alveo rivestito in calcestruzzo e pietrame) e pari a $n=0.014$ nel tratto tominato. I coefficienti di contrazione ed espansione sono stati definiti rispettivamente pari a 0.1 e 0.3, 0.2 e 1 per gli imbocchi/sbocchi dei tombini.

Le strutture presenti sono state schematizzate come tombini a sezione rettangolare, utilizzando la formulazione della conservazione dell'energia.

Si riporta di seguito lo schema planimetrico del modello HEC-RAS sviluppato con indicate le sezioni per le quali verranno presentati i risultati nel paragrafo successivo.

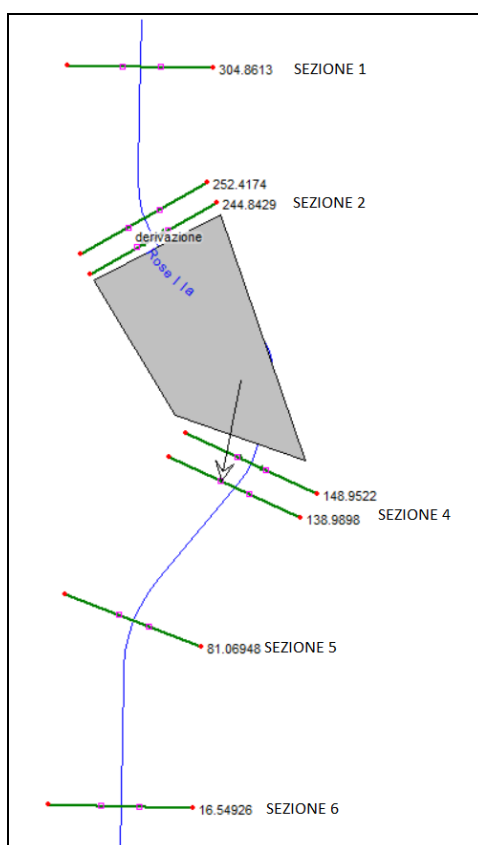


Figura 9 – Geometria in HEC-GeoRAS dello stato di progetto, deviazione Torrente Rosella con indicata l'ubicazione delle sezioni e del tratto tominato.

Per determinare con accuratezza il gradiente di energia, necessaria per calcolare un valore attendibile delle perdite di attrito e di quelle di espansione e contrazione, è

stato necessario incrementare in fase di calcolo le sezioni trasversali andando ad interpolare le sezioni importate.

4.4.3.1 SIMULAZIONE CON PORTATA DI 42.73 m³/s RELATIVA A TR 200 ANNI

La prima verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a 42.73 m³/s relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni (in linea con le richieste di verifica di ITALFERR per corsi d'acqua secondari).

Si riporta di seguito il profilo ottenuto:

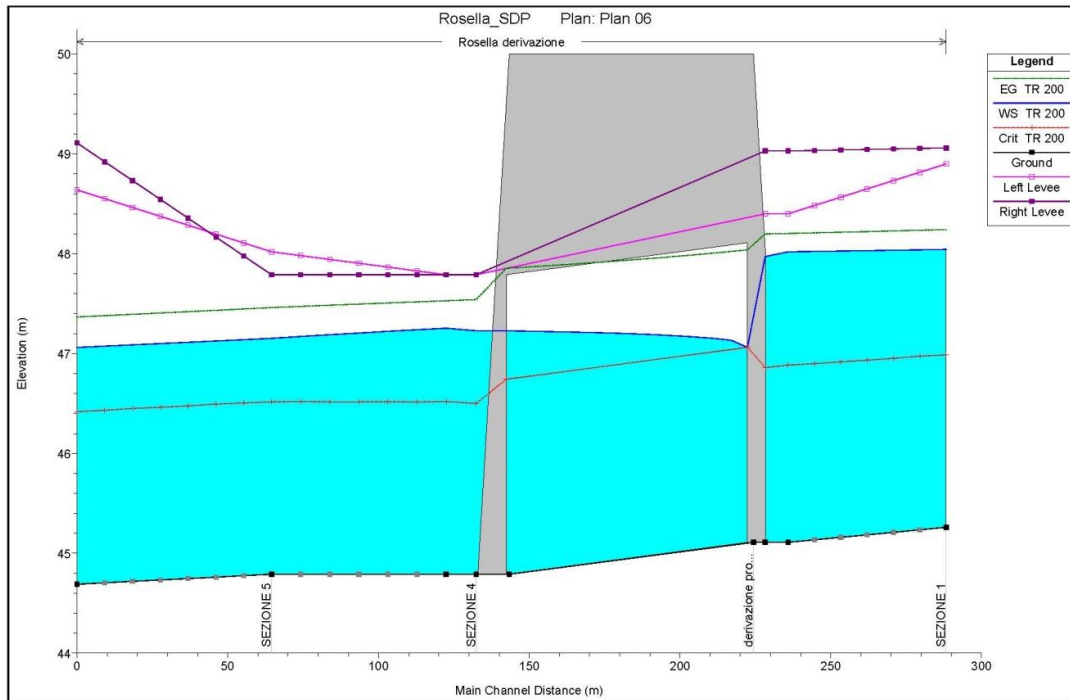


Figura 10 – Profilo dello stato di progetto, Torrente Rosella - Q=42.73 m³/s TR200 anni.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

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
derivazione	304.8613	TR 200	42.73	45.26	48.04	46.99	48.24	0.000777	1.97	21.67	10.57	0.44
derivazione	252.4174	TR 200	42.73	45.11	48.02	46.89	48.20	0.000701	1.90	22.51	10.78	0.42
derivazione	244.8429	TR 200	42.73	45.11	47.97	46.86	48.20	0.000625	2.11	20.28	10.68	0.42
derivazione	200	Culvert										
derivazione	148.9522	TR 200	42.73	44.79	47.23	46.50	47.54	0.001067	2.48	17.26	9.88	0.54
derivazione	138.9898	TR 200	42.73	44.79	47.25	46.52	47.53	0.001217	2.32	18.40	9.93	0.54
derivazione	81.06948	TR 200	42.73	44.79	47.15	46.52	47.46	0.001423	2.46	17.38	9.71	0.59
derivazione	16.54926	TR 200	42.73	44.69	47.06	46.42	47.37	0.001400	2.44	17.48	9.74	0.58

Figura 11 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di progetto, Torrente Rosella - Q=42.73 m³/s TR200 anni.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.		Pag
IN0D00DI2RHIN1200001A		22 di

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati della simulazione mostrano come la sistemazione apportata nella fase di progetto provochi un miglioramento delle condizioni del deflusso nel tratto di torrente analizzato.

I criteri di verifica ITALFERR prevedono che per i corsi d'acqua aventi un bacino con superficie inferiore ai 10 km², il tempo di ritorno di riferimento è di 200 anni ed occorre rispettare la condizione di grado di riempimento del tombino inferiore al 70%.

Nella simulazione svolta all'interno del tombino si ha un franco medio di circa 0.8 m, di poco inferiore alla richiesta da parte di ITALFERR ma la quota di sommità del tombino di progetto è vincolata alla tangenziale esistente.

4.4.3.2 ANNULLAMENTO DEL FRANCO RISPETTO ALLA SOMMITA' ARGINALE DI MONTE - PORTATA PARI A 28 m³/s

La seconda verifica è stata effettuata con la portata che azzerava il franco idraulico nelle sezioni del torrente a monte del tombino nello stato di fatto. Tale portata risulta essere pari a 28 m³/s.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto:

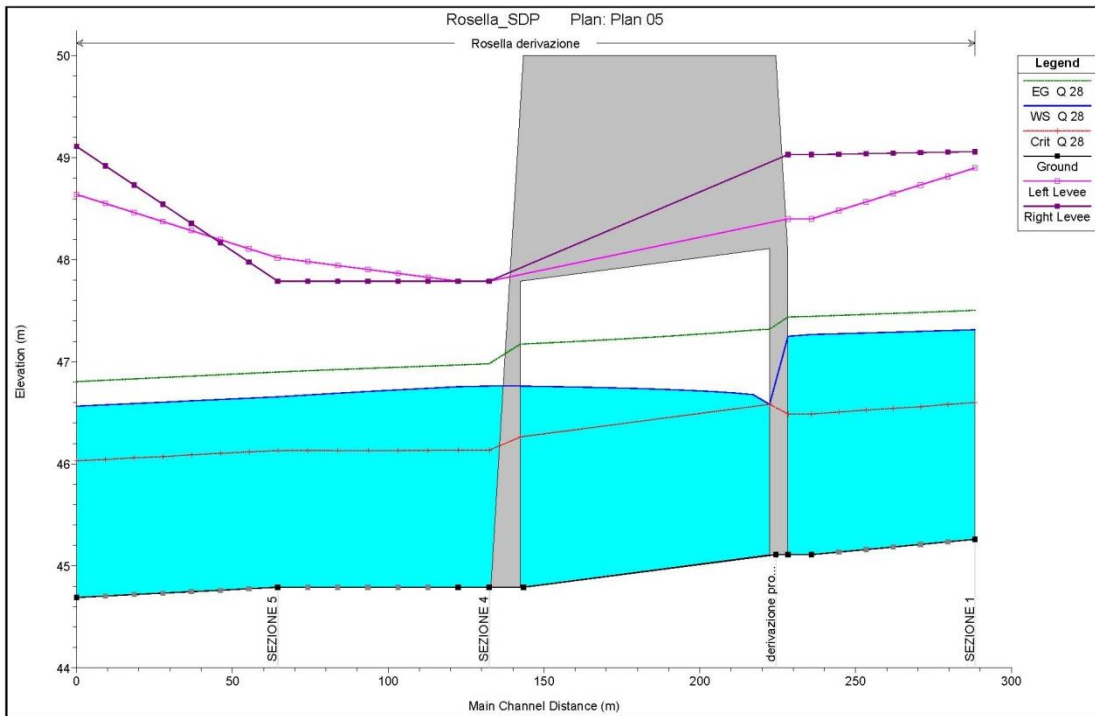


Figura 12 – Profilo dello stato di progetto, Torrente Rosella - Q=28 m³/s.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

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
derivazione	304.8613	Q 28	28.00	45.26	47.31	46.60	47.50	0.001010	1.93	14.49	9.11	0.49
derivazione	252.4174	Q 28	28.00	45.11	47.27	46.49	47.45	0.000915	1.87	15.00	9.21	0.47
derivazione	244.8429	Q 28	28.00	45.11	47.25	46.49	47.44	0.000821	1.93	14.50	9.17	0.46
derivazione	200	Culvert										
derivazione	148.9522	Q 28	28.00	44.79	46.76	46.13	46.98	0.001031	2.07	13.53	8.95	0.51
derivazione	138.9898	Q 28	28.00	44.79	46.76	46.13	46.97	0.001184	2.05	13.69	8.93	0.53
derivazione	81.06948	Q 28	28.00	44.79	46.66	46.13	46.90	0.001426	2.19	12.80	8.72	0.58
derivazione	16.54926	Q 28	28.00	44.69	46.57	46.03	46.81	0.001400	2.17	12.89	8.75	0.57

Figura 13 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di progetto, Torrente Rosella - Q=28 m³/s .

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati della simulazione mostrano come, nella configurazione di progetto, la portata di 28 m³/s transiti attraverso il tratto di torrente con un franco che varia tra 1 m e 1.5 m. All'interno dello scatolare si ha un franco medio pari a 1.25 m .

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2RHIN1200001A	.Pag 24 di

5 CONCLUSIONI

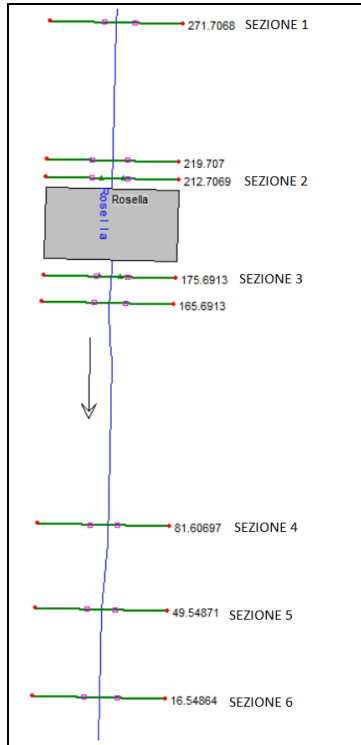
Dal confronto delle simulazioni svolte dello stato di fatto e dello stato di progetto si può notare un miglioramento delle condizioni di deflusso. Nella condizione di progetto la sezione viene allargata e rivestita in calcestruzzo e pietrame sia nel tratto di monte che nel tratto di valle del tombino; inoltre l'altezza della sezione del tombino è stata portata da 2800 mm a 3000 mm. Con la portata relativa a un tempo di ritorno pari a 200 anni, nello stato attuale la sezione del torrente risulta insufficiente per collettare tale portata e si verificano delle esondazioni. Dai risultati infatti risulta soprattutto in sofferenza la sinistra idraulica del torrente che presenta quote arginali minori rispetto a quelle di destra. Nello stato di progetto con la stessa portata, la sezione risulta idonea a smaltire tale portata con franco idraulico medio dell'intero tratto pari a circa 1m.

ALLEGATO - Risultati simulazioni modello HEC-RAS

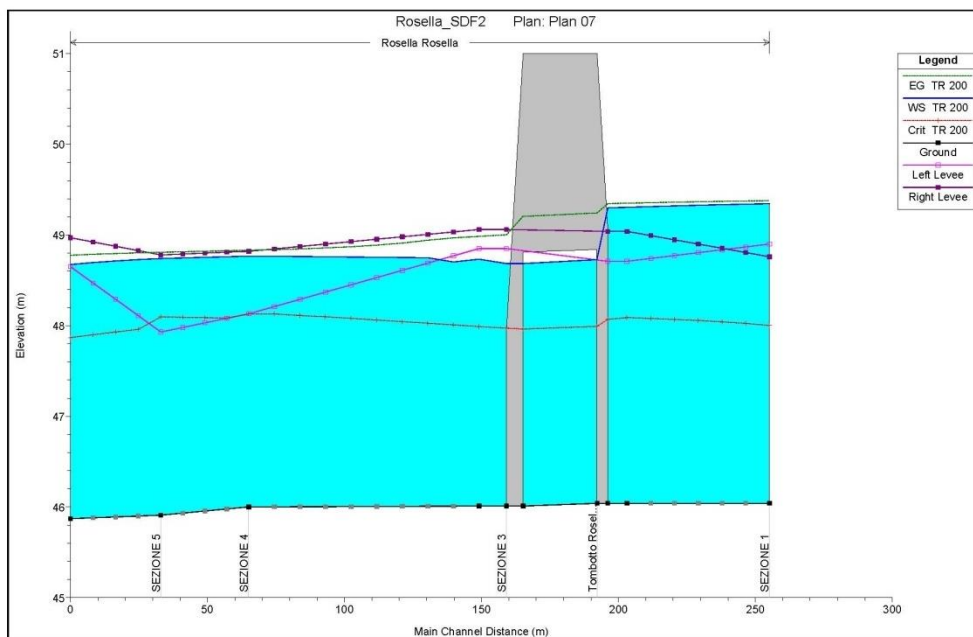
STATO DI FATTO

PORTATA Q=42.73 m³/s TR 200 ANNI

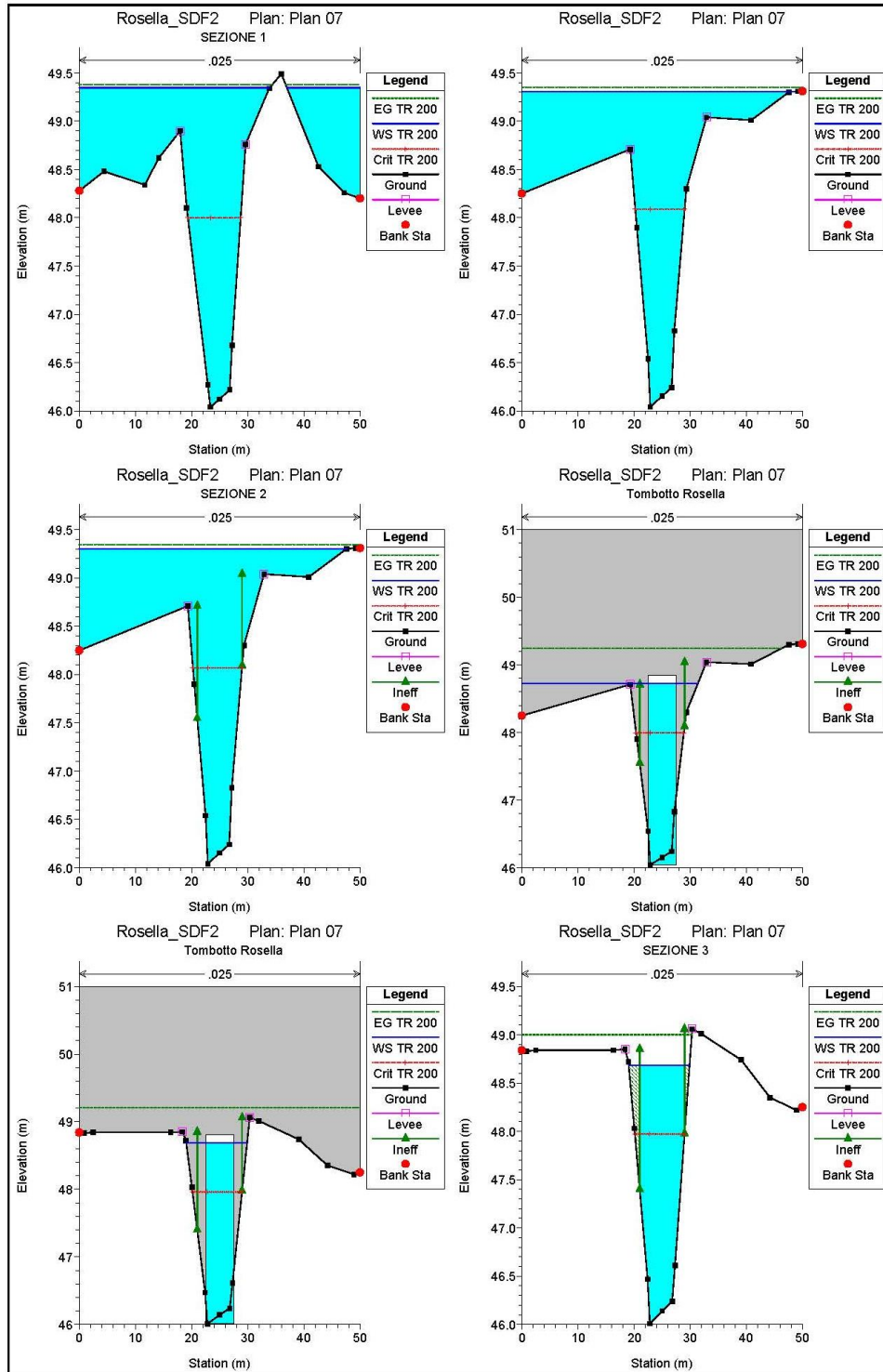
Planimetria modello HEC:

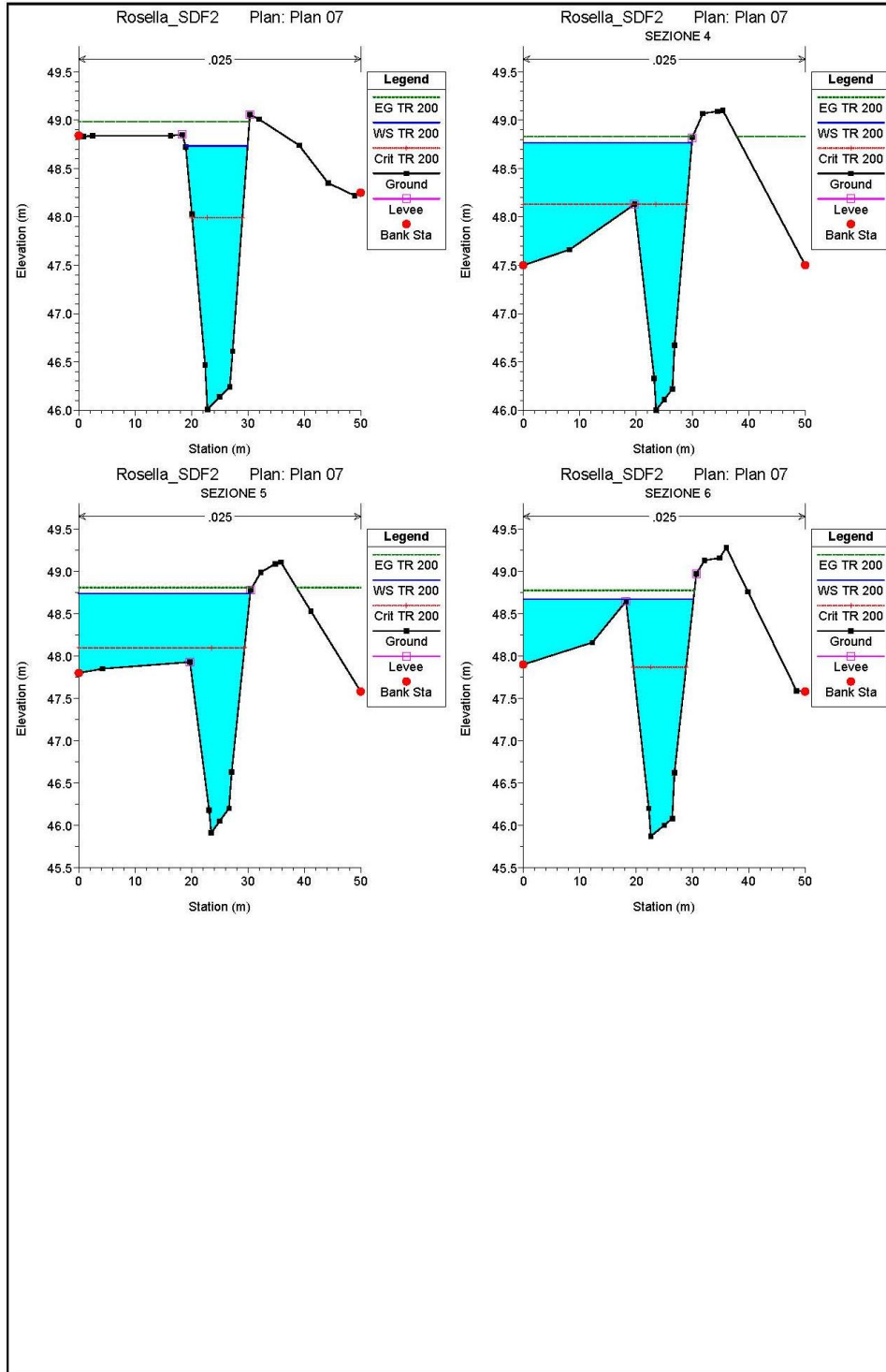


Profilo modello HEC:



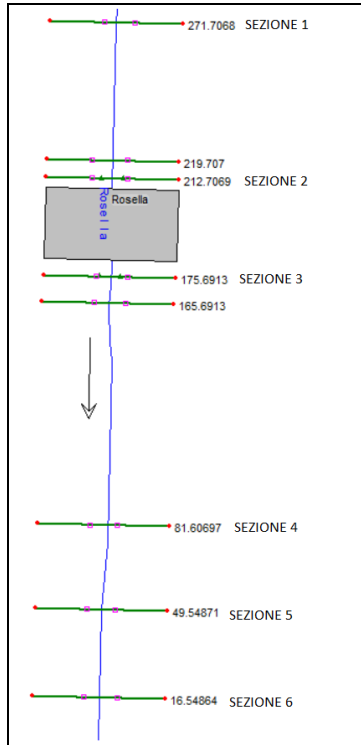
Sezioni modello HEC:



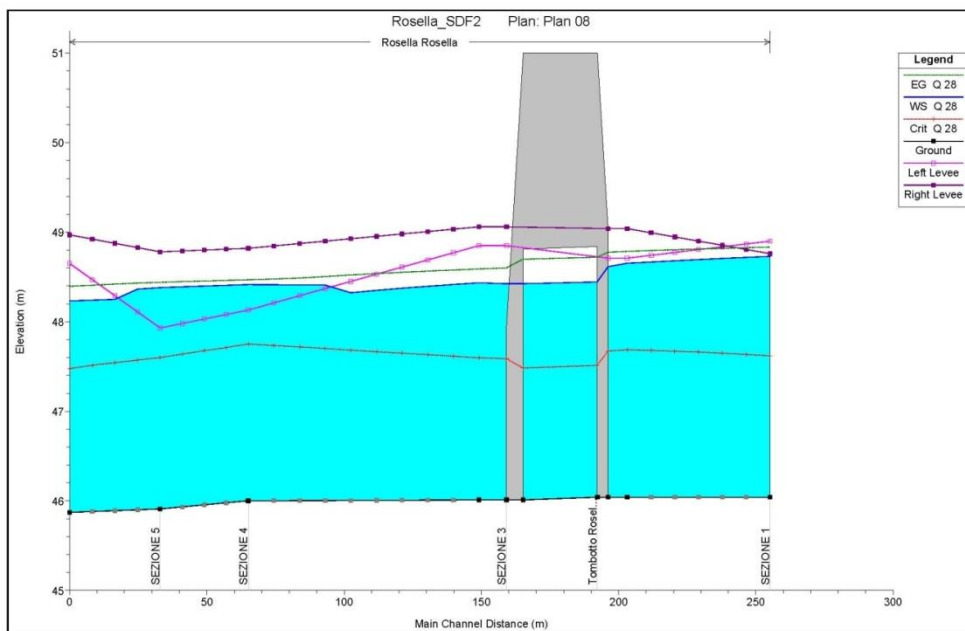


STATO DI FATTO
PORTATA Q=28 m³/s

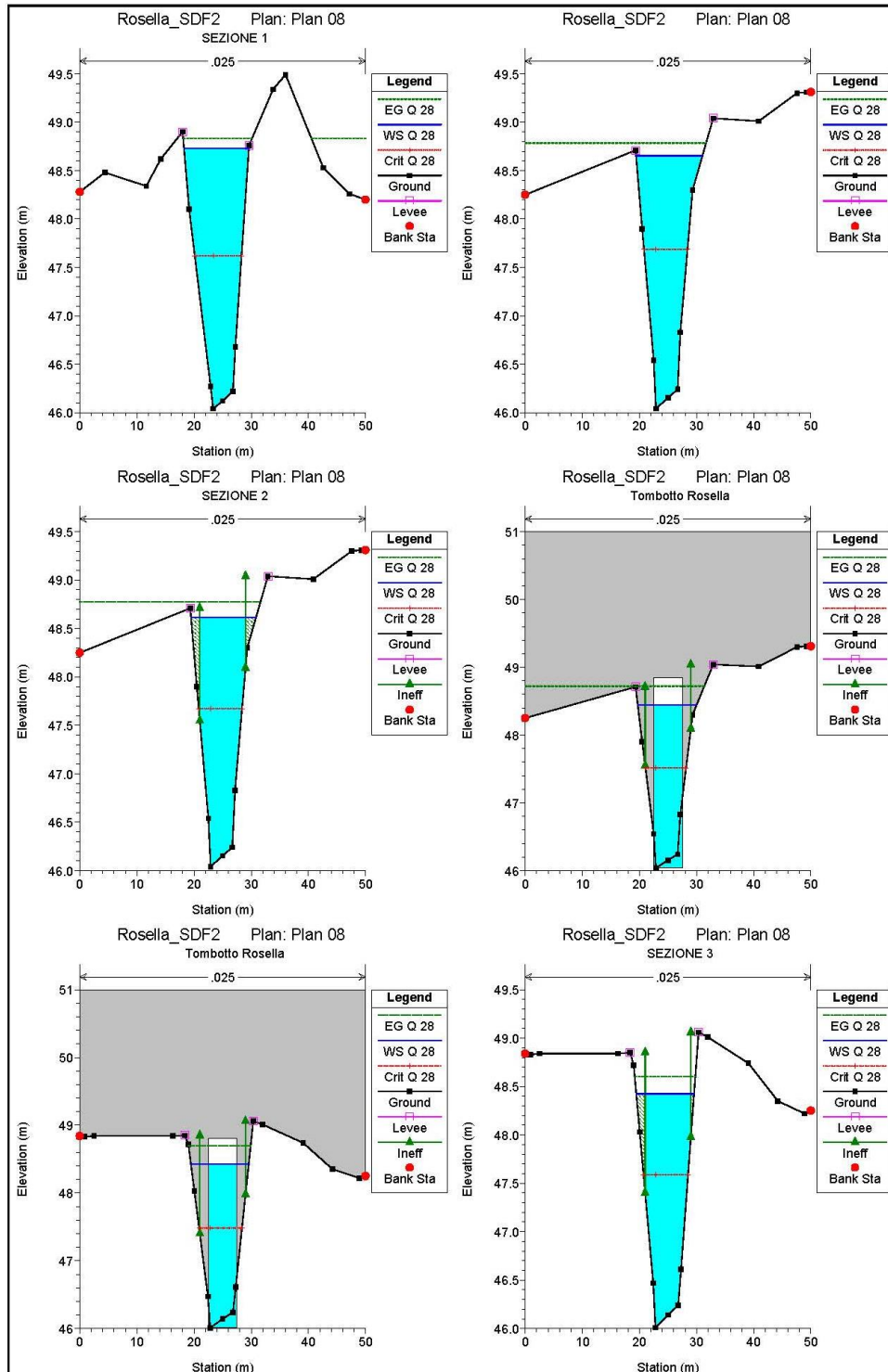
Planimetria modello HEC:

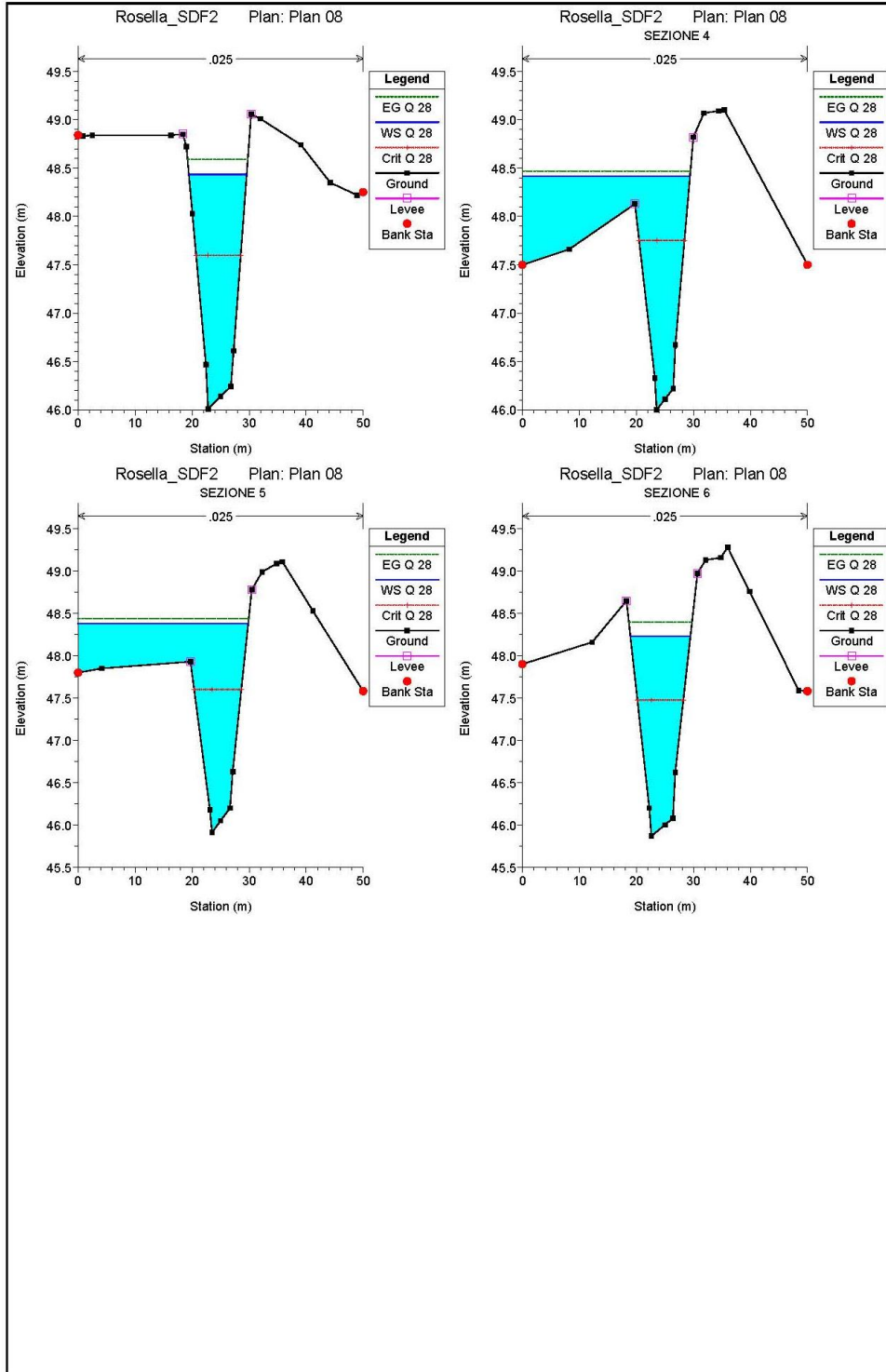


Profilo modello HEC:



Sezioni modello HEC:

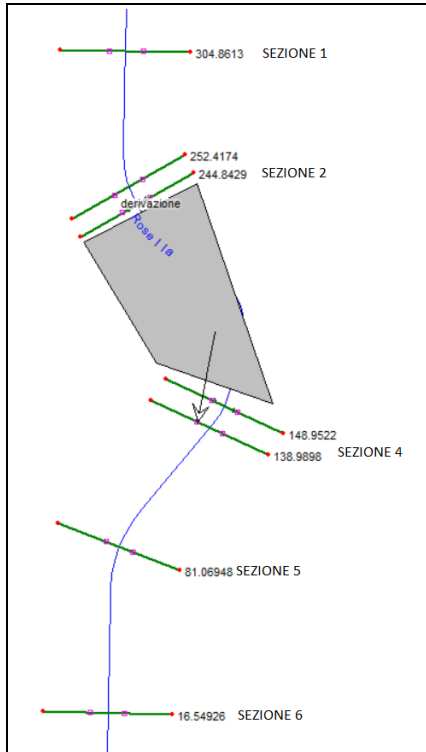




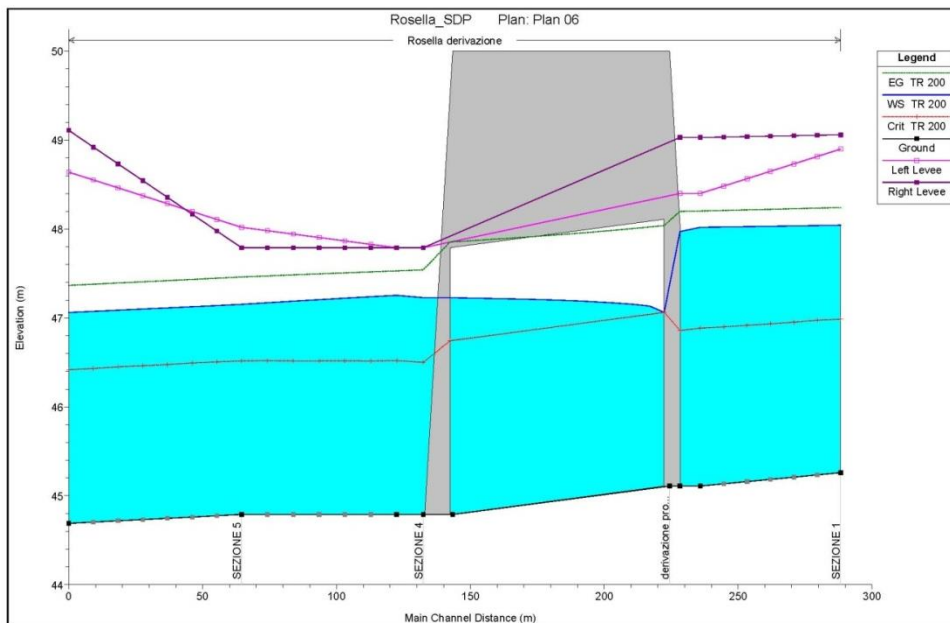
STATO DI PROGETTO

PORTATA Q=42.73 m³/s TR 200 ANNI

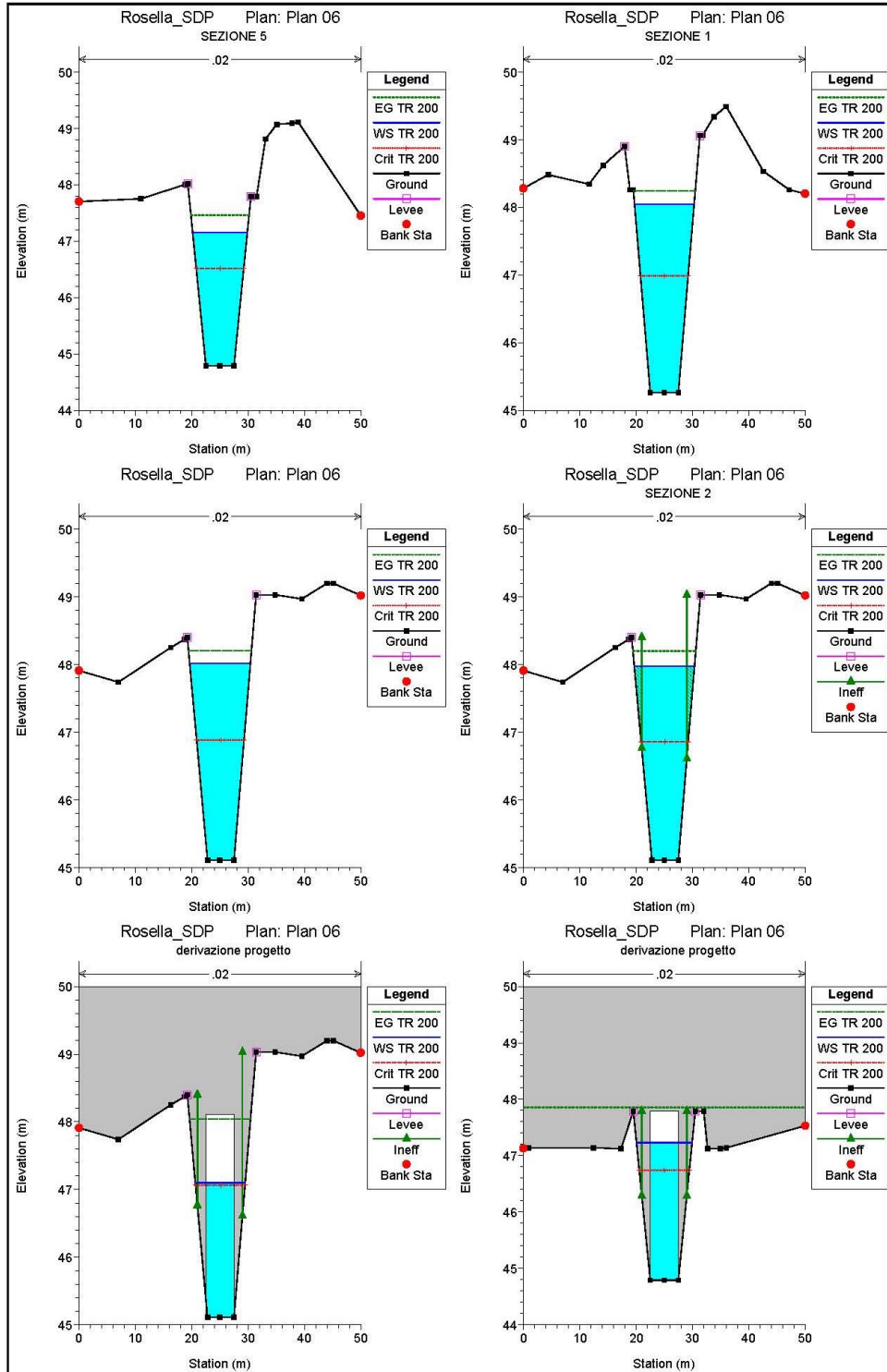
Planimetria modello HEC:

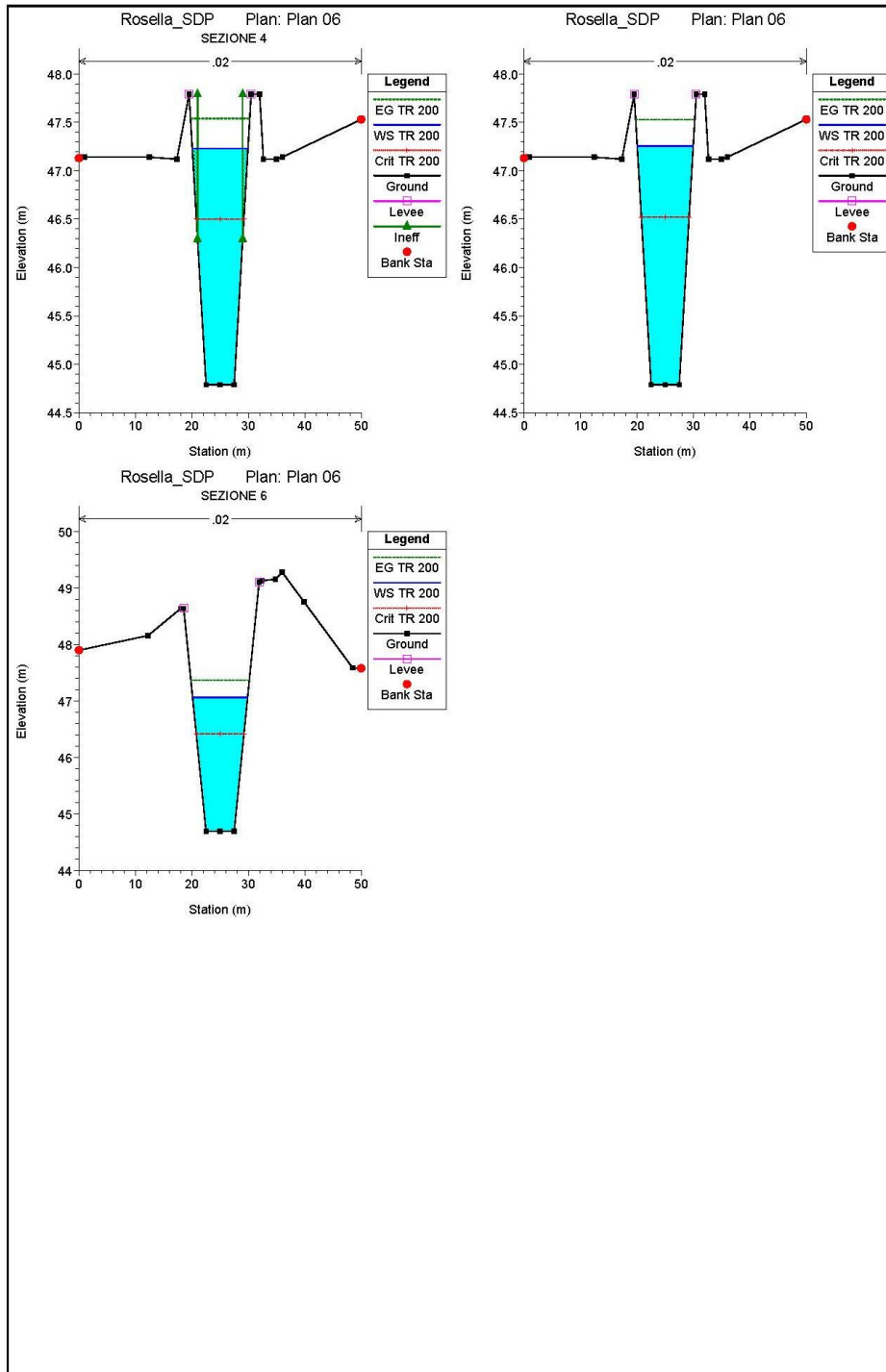


Profilo modello HEC:



Sezioni modello HEC:

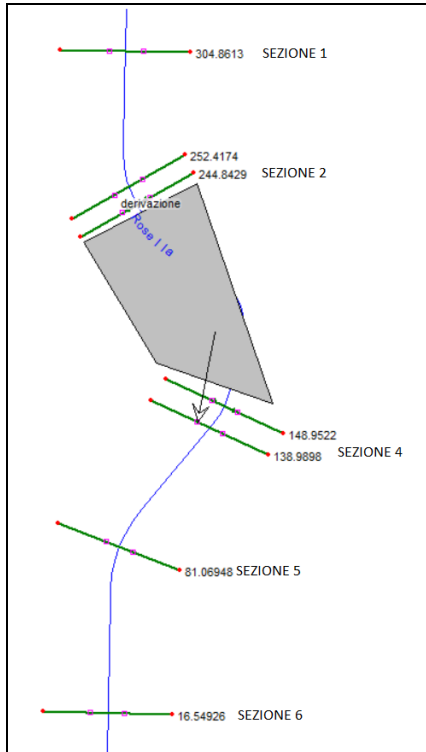




STATO DI PROGETTO

PORTATA Q=28 m³/s

Planimetria modello HEC:



Profilo modello HEC:

