TORRENTE SCRIVIA

PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI SITO
DI RECUPERO RIFIUTI INERTI IN LOCALITA' CAMPOSARAGNA
IN COMUNE DI ISOLA DEL CANTONE (GE)

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica interventi sul Rio A

Dicembre 2017

REVISIONI		
	DATA	NOTE
REV.1	Giugno 2019	
REV.2		

Committente: **IMPRESA RE SRL**

Progettista: **OVADAPROGETTI s.a.s.**
Ing. Sergio Colombo
Via Vittorio Veneto 11 - 15076 Ovada (AL)



Questo elaborato è di proprietà di Ovadaprogetti s.a.s. . Qualsiasi divulgazione o riproduzione anche parziale deve essere espressamente autorizzata.

INDICE

1. Premessa 3

2. Descrizione dello stato attuale 3

3. Descrizione degli interventi in progetto 4

4. Portate di piena di riferimento 5

5. Verifica idraulica del nuovo tratto del Rio A 9

5.1 Condizioni al contorno e dati utilizzati nella modellazione 10

5.2 Risultati della modellazione 12

6. Conclusioni 18

1. Premessa

La presente relazione è relativa al progetto di realizzazione di un impianto di recupero di rifiuti inerti derivanti da scavi e demolizioni per la produzione di materie prime secondarie per l'edilizia da ubicarsi in località Camposaragna in Comune di Isola del Cantone (GE).

L'area di intervento risulta delimitata dal tracciato ferroviario a Nord e ad Est, e dalla Strada Provinciale n° 35 a Sud e ad Ovest. Oltre la linea ferroviaria è presente il torrente Scrivia.

Il progetto in esame prevede il riempimento dell'area individuata al fine di creare una superficie piana, indicativamente alla quota della Strada Provinciale, (pari a 290.00 m s.l.m.), per la realizzazione di un piazzale (su una parte del piano ottenuto) dove verrà insediata l'attività.

Nell'area interessata dal riempimento attualmente scorre un rio minore, di seguito denominato Rio A. Nell'ambito del presente progetto si prevede di modificare e sistemare il tracciato di tale corso d'acqua.

La presente revisione è stata redatta a seguito del parere della Regione Liguria – Settore Difesa del suolo di Genova, prot. n. IN/2019/4293 del 8 marzo 2019 e contiene le modifiche ed integrazioni progettuali richieste, compresa la verifica delle condizioni di deflusso in caso di piena.

2. Descrizione dello stato attuale

L'area di intervento è collocata in sponda orografica sinistra del torrente Scrivia, ad una distanza dal corso d'acqua variabile tra 100 e 190 metri.

A Nord ed ad Est dell'area si snoda la linea Ferroviaria Genova-Alessandria-Torino, mentre a Sud ed ad Ovest è presente la Strada Provinciale n° 35.

Nell'area in esame sono presenti due corsi d'acqua minori, che scorrono ortogonalmente allo Scrivia, nel quale confluiscono circa 60 metri più a valle del ponte ferroviario. Il Rio più a monte, di seguito denominato Rio A, interferisce con il progetto in esame, in quanto il suo tracciato attraversa l'area oggetto del riempimento.

Esso alla confluenza nello Scrivia presenta una lunghezza di circa 340 m e racchiude un bacino imbrifero di 0,05 Km^2.

Il secondo Rio invece non verrà interessato dal progetto in quanto risulta collocato al di fuori dell'area di intervento.

3. Descrizione degli interventi in progetto

Il progetto in esame prevede lo spostamento del tracciato del Rio A.

Nello specifico verrà modificato il suo tracciato raddrizzandolo fino al compluvio della linea ferroviaria per poi deviarlo in modo da riportarlo al suo tracciato originario.

Il Rio A attraverserà l'opera in progetto con un canale a cielo aperto, realizzato in trincea all'interno del rilevato in progetto. La nuova sezione di deflusso avrà larghezza pari a 2,0 metri, fondo in massi naturali e sponde realizzate in terra rinforzata (due file da 70 cm).

Il raccordo tra la quota del fondo alveo in corrispondenza dell'attraversamento della strada provinciale e la quota del fondo alveo attuale alla fine del tratto modificato, verrà realizzato mediante una serie di gradinate in massi calcarei.

Al fine di mantenere il più possibile la naturalità del corso d'acqua e rendere l'intervento conforme al'art. 7 comma 1 lettera c) del Regolamento Regionale n° 3/2011 il fondo alveo verrà realizzato in massi naturali invece che in calcestruzzo, come previsto dal progetto originario. Inoltre le sponde in terra rinforzata saranno rinverdite mediante la posa di talee di salice ed arbusti spontanei autoctoni.

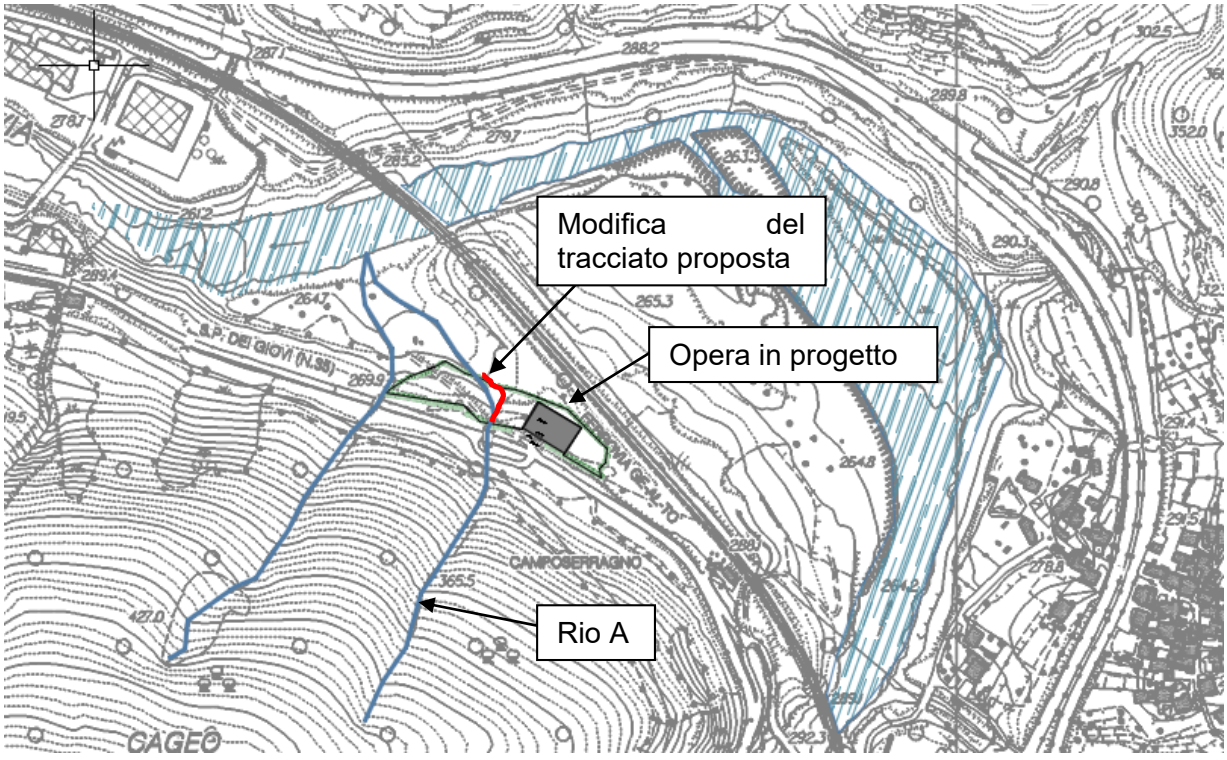


Figura 1: Individuazione dell'intervento in progetto su carta Tecnica Regionale

4. Portate di piena di riferimento

La Variante PTC Bacini Padani della Provincia di Genova in accordo con la Regione Liguria e l'Autorità di Bacino del Fiume Po, ha definito le portate di piena in sezioni significative del torrente Scrivia (tavola T3-Corografia).

Dal momento che non ci sono sezioni significative sul rio in esame, per il calcolo delle portate di piena si è fatto riferimento alla "*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*" del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Po. Tale Direttiva fornisce, sulla base di elaborazioni puntuali alle stazioni di misura storiche, una interpretazione della variabilità spaziale dei parametri pluviometrici con il metodo del Kriging, dei parametri **a** e **n** delle linee segnalatrici, discretizzate in base ad un reticolo di 2 Km di lato.

La curva di possibilità pluviometrica, cioè la relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata per un assegnato tempo di ritorno dell'evento, è espressa secondo la seguente formula:

$$h(t) = a * t^n$$

nella quale *h* è l'altezza di pioggia in millimetri, *t* è la durata della pioggia in ore, *a* e *n* sono i parametri che dipendono dal tempo di ritorno.

Per una durata temporale pari al tempo di corrivazione, definito nel seguito, si ottengono pertanto le curve di possibilità pluviometrica, e le intensità di pioggia per una durata pari a quella del tempo di corrivazione stesso.

Il tempo di corrivazione del bacino in esame rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale, e può essere calcolato tramite alcune formule empiriche.

In Italia è frequentemente impiegata la formula empirica proposta dal Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m}} \text{ [ore]}$$

dove:

- *A [km^2]* è la superficie del bacino sotteso
- *L [km]* è la lunghezza dell'asta principale
- H_m *[m]* è la quota media del bacino
- H_0 *[m]* la quota della sezione di chiusura

Altre formulazioni sono:

Viparelli:

$tc = L/v$ [ore]

Puglisi:

$tc = 6*L^{0.67}/(H_{max}-H_0)^{0.33}$ [ore]

Come introdotto in precedenza, l'altezza di pioggia massima media annua viene definita tramite la curva di possibilità pluviometrica, ponendo come durata dell'evento il valore del tempo di corrivazione, la quale mette in relazione l'altezza di pioggia (in mm) alla durata (in ore) mediante i parametri **a** e **n**, ricavati dai dati storici mediante elaborazione statistica:

$$h(t) = a \cdot t_c^{\,n}$$

Si determina quindi la portata massima mediante la formula razionale:

$$Q = \frac{\phi * A * \frac{h}{t_c}}{3.6}$$

dove :

Φ: coefficiente di deflusso

$\frac{h}{t_c}$ **:** intensità di pioggia di durata pari a quella del tempo di corrivazione.

Si riportano di seguito i valori attribuiti ai coefficienti di deflusso da vari autori.

tipologia urbanistica	ϕ
edifici densi	*0,8*
edifici spaziati	*0,6*
costruzioni con grandi cortili e superfici a giardini	*0,5*
villini	*0,3 ÷ 0,4*
giardini, prati e zone non edificate	*0,2*
parchi e boschi	*0,05 ÷ 0,1*

tipo di superficie	ϕ
tetti impermeabili	*0,70 ÷ 0,95*
pavimentazioni d'asfalto ben tenute	*0,85 ÷ 0,90*
pavimentazioni di pietra, laterizi o legno con buone connessure di cemento	*0,75 ÷ 0,85*
pavimentazioni di pietra, laterizi o legno con giunti aperti o non cementati	*0,50 ÷ 0,70*
pavimentazioni a blocchi sconnessi con giunti aperti	*0,40 ÷ 0,50*
strade di macadam	*0,25 ÷ 0,60*
strade e viali di ghiaietto	*0,15 ÷ 0,30*
superfici non pavimentate, piazzali ferroviari, terreni non edificati	*0,10 ÷ 0,30*
parchi, giardini, prati, a seconda della pendenza e della natura del suolo	*0,05 ÷ 0,25*
aree boscose e foreste, a seconda della pendenza e della natura del suolo	*0,01 ÷ 0,20*

Tabella 1: Coefficienti di deflusso per diversi tipi di superfici e tipologie urbanistiche – Ippolito, 1960

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

Tabella 2: Coefficienti di deflusso – Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

Classe di uso del suolo	*Substrato mediamente permeabile*	*Substrato poco permeabile*
Seminativi, prati avvicendati, colture orticole	*0.77*	*0.85*
Prati stabili con seminativi interclusi	*0.77*	*0.85*
Prati nei fondovalle	*0.77*	
Colture legnose da frutto	*0.60*	*0.73*
Pioppeti	*0.55*	*0.70*
Prati e pascoli	*0.61*	*0.74*
Boschi	*0.60*	*0.73*
Incolto	*0.50*	*0.70*
Aree nude	*0.80*	*0.90*
Aree urbanizzate	*0.90*	*0.90*

Tabella 3: Coefficienti di deflusso in funzione delle classi di uso del suolo e della permeabilità del substrato, tratto da Sottoprogetto SP1 "Piene e naturalità alvei fluviali", Autorità di Bacino del fiume Po, 1995

Portate di riferimento in corrispondenza della sezione di intervento

- Il bacino idrografico sotteso alla sezione terminale del tratto oggetto di intervento presenta le seguenti caratteristiche:
  - *Superficie del bacino: A = 0,05* km^2
  - *Lunghezza dell'asta principale*: L = 340 m
  - *Quota massima*: 428 m s.l.m.
  - *Quota media:* 335 m s.l.m.
  - *Quota della sezione di chiusura*: 285 m s.l.m. circa

- Nel caso in esame è stata assunta come cella rappresentativa del bacino del Rio A la CT 128 come riportato nella seguente tabella.

cella	**T = 20 anni**		**T = 100 anni**		**T = 200 anni**		**T = 500 anni**	
	a	**n**	**a**	**n**	**a**	**n**	**a**	**n**
CT128	52.91	0.393	69.2	0.387	76.13	0.385	85.31	0.384

- Il tempo di corrivazione del bacino, calcolato utilizzando la formulazione di Giandotti, risulta pari a: **t_c = 6 minuti = 0,1 h**

Considerando tale tempo di corrivazione si ottengono le seguenti curve di possibilità pluviometrica, e le intensità di pioggia per eventi a tempo di ritorno fissato e durata pari a quella del tempo di corrivazione stesso.

curve possibilità pluviometrica [mm]				
cella	T = 20 anni	T = 100 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
CT128	21.06	27.93	30.87	34.67525

intensità pioggia [mm/h]				
cella	T = 20 anni	T = 100 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
CT128	219.57	291.24	321.91	361.57

- Il coefficiente di deflusso rappresenta il rapporto fra la quantità di pioggia che defluisce alla sezione di chiusura e quella caduta sul bacino considerato. Cautelativamente sono stati assunti come riferimento i valori dei coefficienti di afflussi tratti dal Sottoprogetto SP1 "Piene e naturalità alvei fluviali", Autorità di Bacino, 1995, che risultano nettamente più elevati rispetto a quelli di Ippolito e di Ven Te Chow.

  Sulla base delle caratteristiche geomorfologiche del bacino in esame, del tipo di terreno e di copertura vegetale, si assume un valore del coefficiente di deflusso pari a 0,6, valido per bacini con discreta permeabilità.
- Considerando pertanto un coefficiente Φ pari a 0,6 e la superficie del bacino alla chiusura in progetto pari a 0,05 Km^2, si ottengono le seguenti portate di riferimento:

Tempo di Ritorno	Portate di riferimento
20 anni	1,83 m^3/s
100 anni	2,43 m^3/s
200 anni	2,68 m^3/s
500 anni	3,01 m^3/s

Tabella 4: Portate di progetto alla sezione di chiusura in esame sul Rio A.

5. Verifica idraulica del nuovo tratto del Rio A

Lo studio delle condizioni di deflusso del Rio A a seguito degli interventi in progetto in caso di eventi di piena è stato utilizzato il codice di calcolo HEC-RAS (versione 5.0.6). Il software permette di modellare la propagazione di una corrente lungo un corso d'acqua utilizzando uno schema monodimensionale, sia in condizioni di moto permanente sia in condizioni di moto vario.

Il modello integra l'equazione della corrente a pelo libero in ***moto stazionario gradualmente variato*** e definisce in modo automatico i tratti di corrente lenta e veloce, nonché la posizione dei risalti.

Il fenomeno idraulico fuori e dentro l'alveo è stato simulato considerando l'alveo stesso trasversalmente come un'unica sezione (piano golenale più alveo inciso), in considerazione del fatto che tale ipotesi è l'unica valida nel contesto della modellistica fluviale qualora si ricorra alla simulazione degli alvei composti tramite i modelli monodimensionali (pelo libero orizzontale e linea dell'energia parallela al pelo libero).

L'equazione del moto è:

$d/d_s *(Y_m+Q^2/2gA^2) = -J-E_B$ *(1)*

ove

- A = area bagnata [m^2]
- Q = portata [m^3/s]
- s = coordinata lungo l'asse dell'alveo [m]
- Y_m = quota media del pelo libero nella sezione [m s.l.m]

Le perdite di carico considerate sono:

a) Perdita di carico continua espressa da

$\mathbf{J} = Q^2/K^2$ *(2)*

ove la capacità di deflusso idraulico vale, per sezione semplice

- $\mathbf{K} = A*R^{2/3} / n$ *(2a)*
- **n** = coefficiente di Manning
- **R** = raggio idraulico.

Per sezione composta da N sottosezioni e munita di variazioni di scabrezza lungo il perimetro bagnato si ha:

- $K = \Sigma_{i=1,N} (A_i*R_i^{2/3} / n_i)$ *(2b)*

b) Perdite di carico concentrate sul tronco elementare Δs che valgono

$E_B = C/\Delta s * | \alpha_2 V_2^2/2g - \alpha V_1^2/2g |$ *(3)*

dove:

- C = coefficiente tipo Borda (allargamento e restringimento brusco o graduale)

- V = velocità della corrente nell'i-esima sezione
- α = coefficiente di ragguaglio di Coriolis

Le perdite di carico complessive sono

$H_{f\,1\text{-}2} = L\,J + C^* \left| \alpha_2\, V_2^2/2g - \alpha V_1^2/2g \right|$ *(4)*

dove:

$L = (L_1Q_1 + L_2Q_2 + L_3Q_3)/ (Q_1 + Q_2 + Q_3)$

- L = distanza pesata con le portate tra due sezioni consecutive, *i-i+1*
- $L_{i=1\text{-}3}$ = distanza parziale tra le sezioni *i-i+1* nei tronchi di corrente contenuti tra le golene e gli alvei di magra
- $Q_{i=1\text{-}3}$ = portata transitante nei tronchi di corrente contenuti tra le golene e gli alvei di magra tra due sezioni consecutive (*i* ed *i+1*)

Il sistema di equazioni (1), (2) e (3) è integrato alle differenze finite col metodo "standard step".

La risoluzione del sistema richiede la conoscenza di opportune condizioni al contorno: il valore di portata Q e il valore del tirante h nella sezione di monte e di valle del tratto in esame, se la corrente è veloce o lenta rispettivamente.

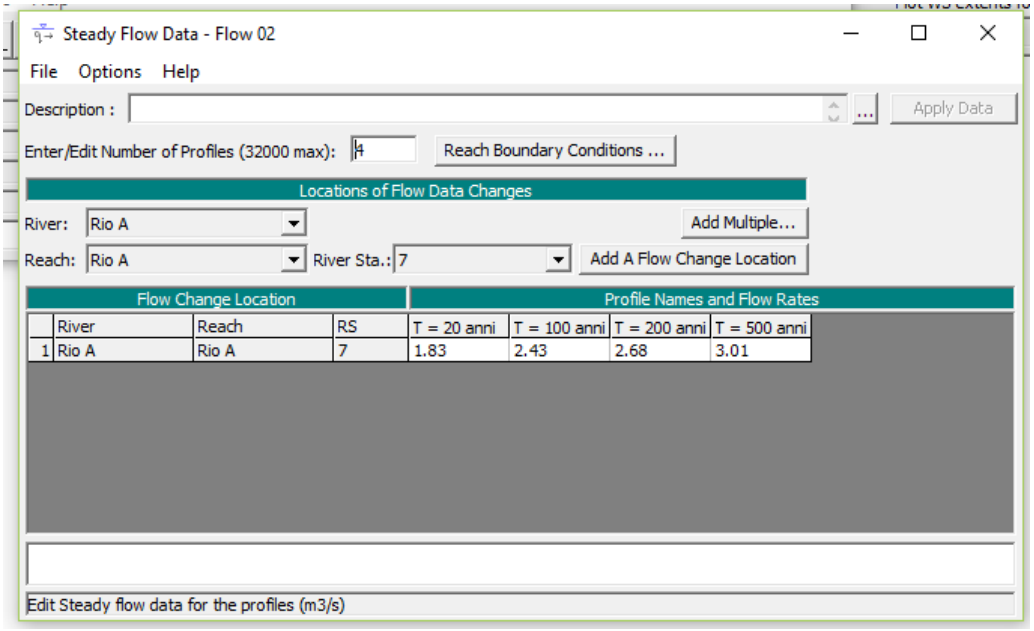
5.1 Condizioni al contorno e dati utilizzati nella modellazione

Il tratto studiato si estende per circa 100 m, a partire dall'attraversamento della S.P. n° 35 dei Giovi ed interessa tutto il tratto del corso d'acqua interessato dalla modifica del tracciato.

All'interno del modello idraulico sono state individuate in totale 7 sezioni trasversali di interesse. Tali sezioni si estendono per l'intero alveo di piena, come previsto dalla normativa di riferimento.

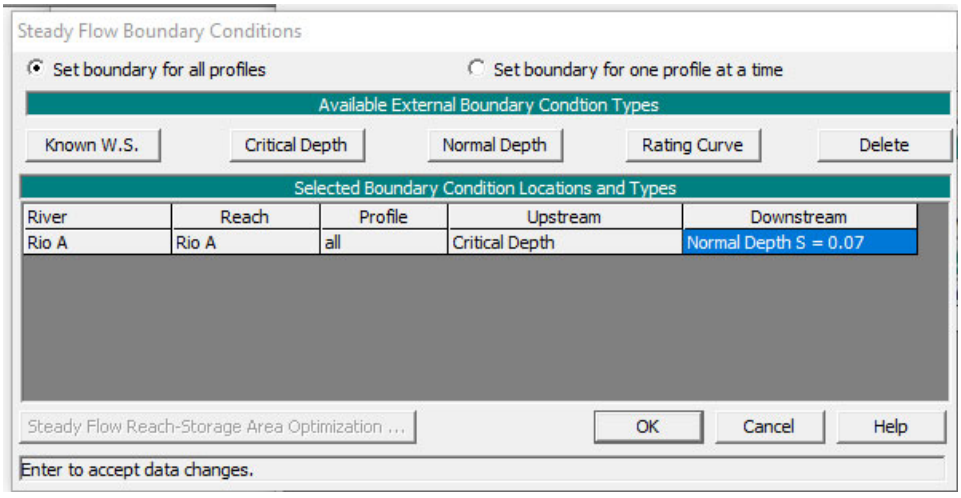
Il modello idraulico è stato impostato e calibrato mediante l'inserimento dei dati geometrici necessari per la caratterizzazione del sistema fluviale e la definizione delle opportune condizioni al contorno. Sono stati pertanto introdotti i seguenti parametri, nel rispetto della Direttiva di riferimento emanata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po:

- la geometria delle sezioni dell' alveo inciso e delle aree golenali, ricavata da un rilievo topografico di dettaglio in corrispondenza del tratto fluviale in esame effettuato nel mese di agosto 2018.
- il coefficiente di scabrezza (indice di Manning), assunto pari a 0,067 $m^{-1/3}s$ sia per l'alveo inciso (Ks = 15 $m^{1/3}s^{-1}$) per le aree golenali (Ks = 20 $m^{1/3}s^{-1}$) (valori ricavati dal PAI - Norme di attuazione);
- portate in ingresso pari a 1,83, 2,43, 2,68 e 3,01 m^3/s, corrispondenti ai tempi di ritorno rispettivamente di: 20, 100, 200 e 500 anni stimate nel capitolo precedente.



- le condizioni al contorno, definite per le sezioni di monte e di valle del tratto fluviale nell'ipotesi di regime di corrente mista, lenta oppure veloce, che viene calcolata automaticamente dal programma simulatore per il calcolo dei profili di corrente.

  La tipologia di condizione al contorno utilizzata nella sezione indisturbata di monte è stata quella di profondità critica in corrispondenza dell'attraversamento della strada Provinciale, mentre nella sezione indisturbata di valle è stata quella di pendenza di moto uniforme (normal depth). In particolare in tale sezione è stata fissata una quota del pelo libero corrispondente alla pendenza di moto uniforme stimata del 0,07%.



In merito alla scelta delle condizioni al contorno, si osserva che la zona di interesse è lontana dalle sezioni n°1 e n°7 e che le simulazioni idrauliche descritte nel seguito hanno evidenziato la predominanza dei parametri di scabrezza e di geometria delle sezioni rispetto alle condizioni al contorno puramente idrauliche, che influiscono viceversa solo in tratti limitati agli estremi del modello.

Ne consegue che il modello si autoequilibra e, pertanto, la zona di progetto ubicata nella parte centrale del modello risulta sostanzialmente insensibile alle variazioni delle condizioni al contorno.

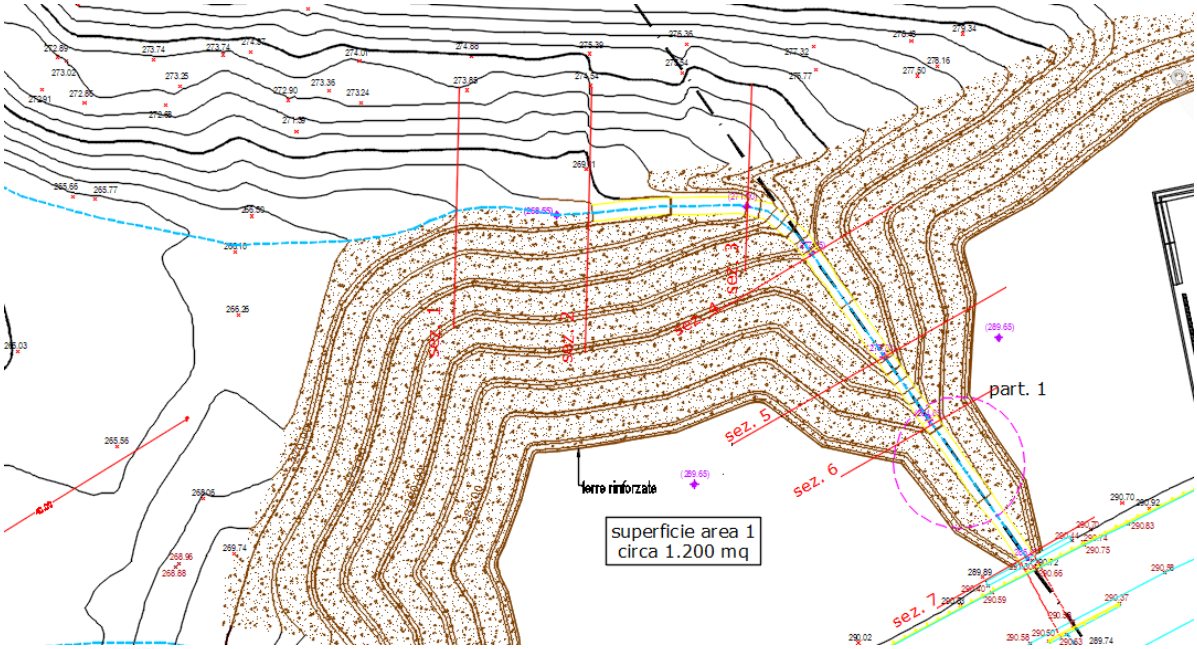


Figura 2: Individuazione delle sezioni utilizzate nel modello su rilievo topografico dell'area di progetto.

5.2 Risultati della modellazione

Per tutte le portate di piena utilizzate nelle simulazioni è stato osservato il medesimo andamento, in termini qualitativi, dei profili di corrente.

Nel tratto esaminato, che si estende per circa 100 m, il deflusso avviene in parte in condizioni di corrente veloce, come evidenziato dai valori del numero di Froude che variano da 0.26 a 0,66 (per T = 200 anni) con tendenza al moto critico in corrispondenza dei cambi di pendenza (sez. 6 e sez. 4).

Le velocità della corrente in condizioni di piena risultano comprese tra 0,85 ed 2,23 m/s (per T = 200 anni).

Dalla modellazione idraulica effettuata si evince che nel tratto di interesse, a partire dall'attraversamento della Strada Provinciale dei Giovi fino al termine del tratto interessato dalla modifica del tracciato, il livello di piena si mantiene sempre all'interno dell'alveo inciso.

Di seguito si riportano i profili longitudinali di corrente e i valori delle principali variabili idrauliche ad essi associate, ottenuti dalla modellazione per le diverse portate di progetto considerate.

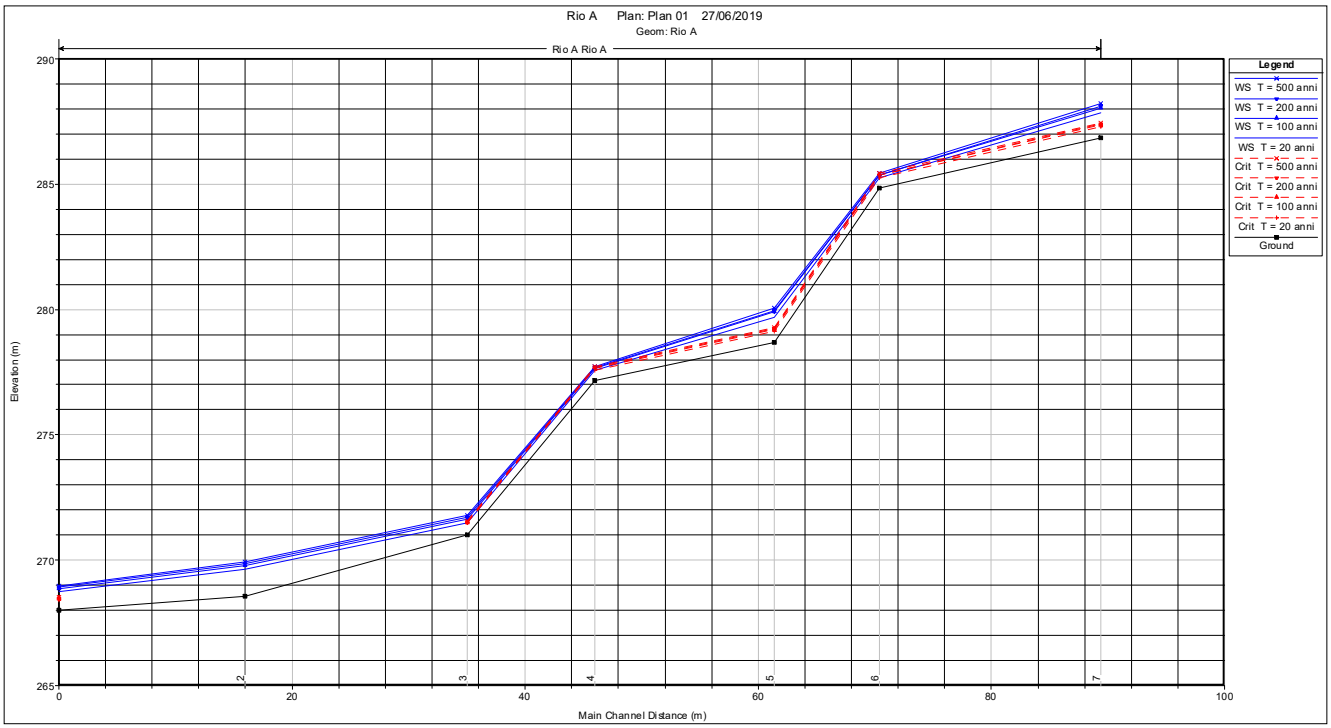


Figura 3: Risultati della modellazione idraulica relativi alle portate di piena di progetto del Rio A a seguito della modifica del suo tracciato.

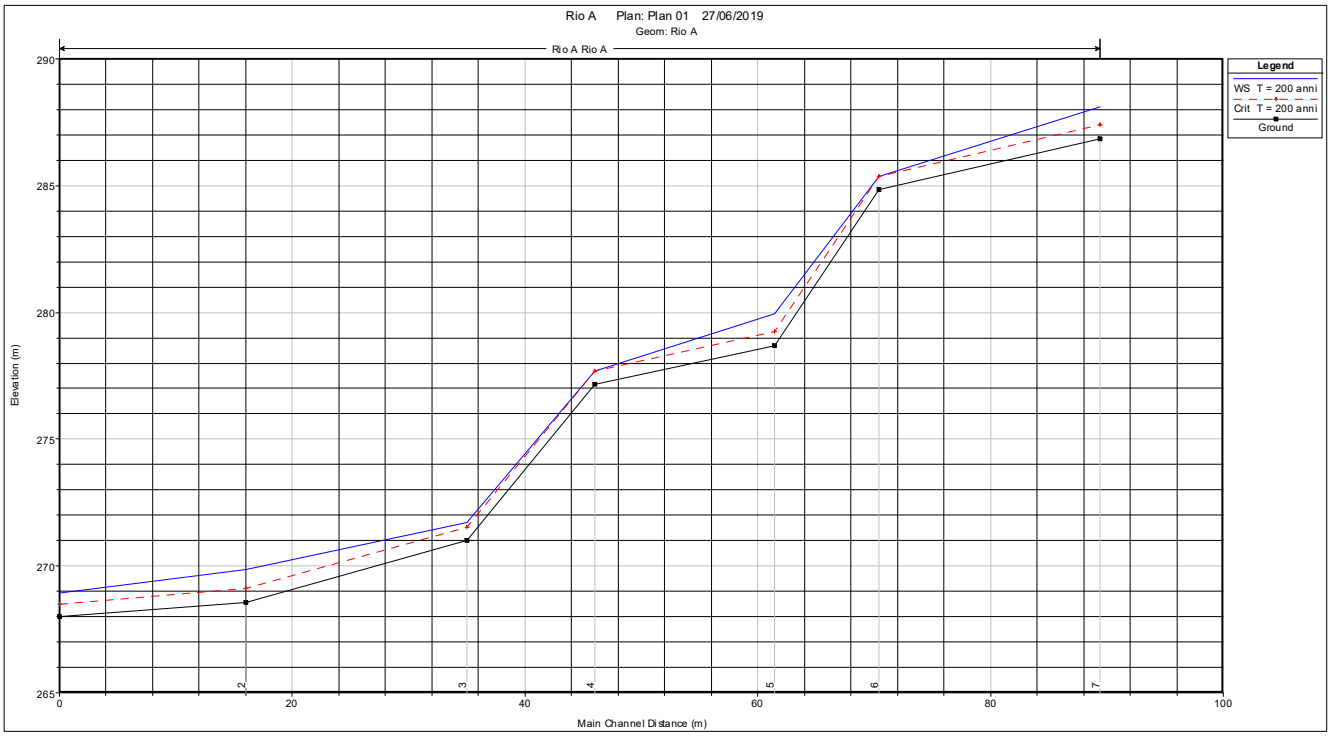


Figura 4: Risultati della modellazione idraulica relativi alle portate di piena di progetto del Rio A a seguito della modifica del suo tracciato (portata con tempo di ritorno pari a 200 anni).

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio A Reach: Rio A

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio A	7	T = 20 anni	1.83	286.85	287.86	287.28	287.90	0.051929	0.78	2.34	2.62	0.26
Rio A	7	T = 100 anni	2.43	286.85	288.05	287.37	288.09	0.054739	0.86	2.83	2.73	0.27
Rio A	7	T = 200 anni	2.68	286.85	288.12	287.40	288.16	0.055520	0.88	3.03	2.77	0.27
Rio A	7	T = 500 anni	3.01	286.85	288.21	287.44	288.25	0.056846	0.92	3.28	2.83	0.27
Rio A	6	T = 20 anni	1.83	284.85	285.27	285.27	285.45	0.675249	1.91	0.96	2.59	1.00
Rio A	6	T = 100 anni	2.43	284.85	285.35	285.35	285.57	0.650717	2.06	1.18	2.71	1.00
Rio A	6	T = 200 anni	2.68	284.85	285.38	285.38	285.61	0.653618	2.13	1.26	2.75	1.00
Rio A	6	T = 500 anni	3.01	284.85	285.42	285.42	285.67	0.641089	2.19	1.38	2.81	1.00
Rio A	5	T = 20 anni	1.83	278.70	279.71	279.13	279.74	0.051338	0.78	2.35	2.67	0.27
Rio A	5	T = 100 anni	2.43	278.70	279.89	279.22	279.93	0.052841	0.85	2.87	2.80	0.27
Rio A	5	T = 200 anni	2.68	278.70	279.97	279.25	280.01	0.053523	0.87	3.07	2.84	0.27
Rio A	5	T = 500 anni	3.01	278.70	280.06	279.29	280.10	0.054416	0.91	3.33	2.90	0.27
Rio A	4	T = 20 anni	1.83	277.15	277.59	277.58	277.78	0.673523	1.93	0.95	2.32	0.97
Rio A	4	T = 100 anni	2.43	277.15	277.66	277.66	277.90	0.722568	2.16	1.12	2.38	1.01
Rio A	4	T = 200 anni	2.68	277.15	277.70	277.70	277.95	0.720468	2.23	1.20	2.40	1.01
Rio A	4	T = 500 anni	3.01	277.15	277.74	277.74	278.01	0.718314	2.30	1.31	2.44	1.01
Rio A	3	T = 20 anni	1.83	271.00	271.48	271.42	271.62	0.471224	1.70	1.08	2.52	0.83
Rio A	3	T = 100 anni	2.43	271.00	271.63	271.50	271.77	0.327786	1.63	1.49	2.70	0.70
Rio A	3	T = 200 anni	2.68	271.00	271.70	271.54	271.83	0.290727	1.61	1.66	2.77	0.66
Rio A	3	T = 500 anni	3.01	271.00	271.78	271.58	271.91	0.259454	1.60	1.88	2.85	0.63
Rio A	2	T = 20 anni	1.83	268.55	269.62	268.98	269.65	0.043399	0.73	2.50	2.67	0.24
Rio A	2	T = 100 anni	2.43	268.55	269.79	269.07	269.83	0.048132	0.82	2.97	2.77	0.25
Rio A	2	T = 200 anni	2.68	268.55	269.85	269.10	269.89	0.050538	0.85	3.14	2.81	0.26
Rio A	2	T = 500 anni	3.01	268.55	269.94	269.14	269.98	0.052728	0.89	3.37	2.86	0.26
Rio A	1	T = 20 anni	1.83	268.00	268.74	268.40	268.78	0.070051	0.82	2.24	4.03	0.35
Rio A	1	T = 100 anni	2.43	268.00	268.87	268.47	268.91	0.070076	0.88	2.76	4.36	0.35
Rio A	1	T = 200 anni	2.68	268.00	268.91	268.50	268.96	0.070026	0.90	2.96	4.48	0.36
Rio A	1	T = 500 anni	3.01	268.00	268.97	268.54	269.02	0.070123	0.93	3.22	4.64	0.36

Figura 5: Risultati della modellazione idraulica relativi alle portate di piena di progetto del Rio A a seguito della modifica del suo tracciato.

Di seguito si riportano le sezioni esaminate, con i livelli di piena raggiunti dalla portata pari a 2,68 m^3/s, avente tempo di ritorno di 200 anni.

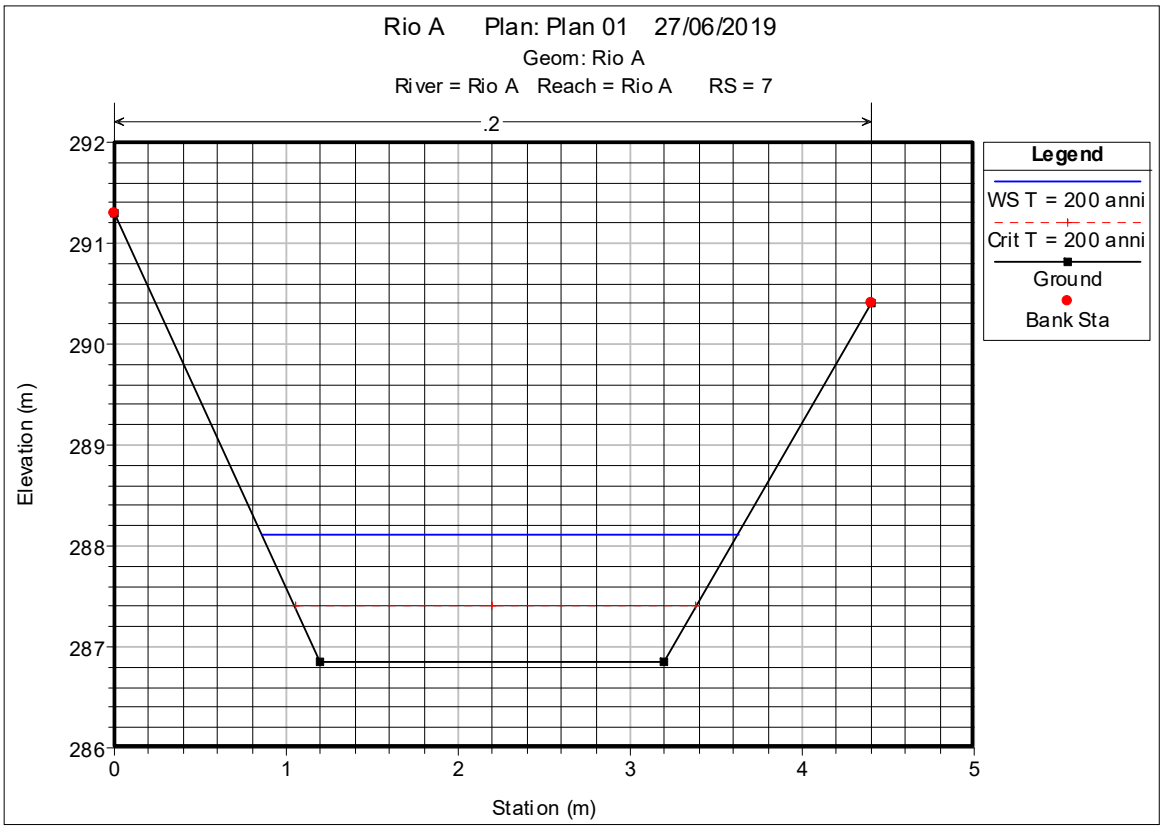


Figura 6: Risultati della modellazione idraulica per portata con tempo di ritorno 200 anni.

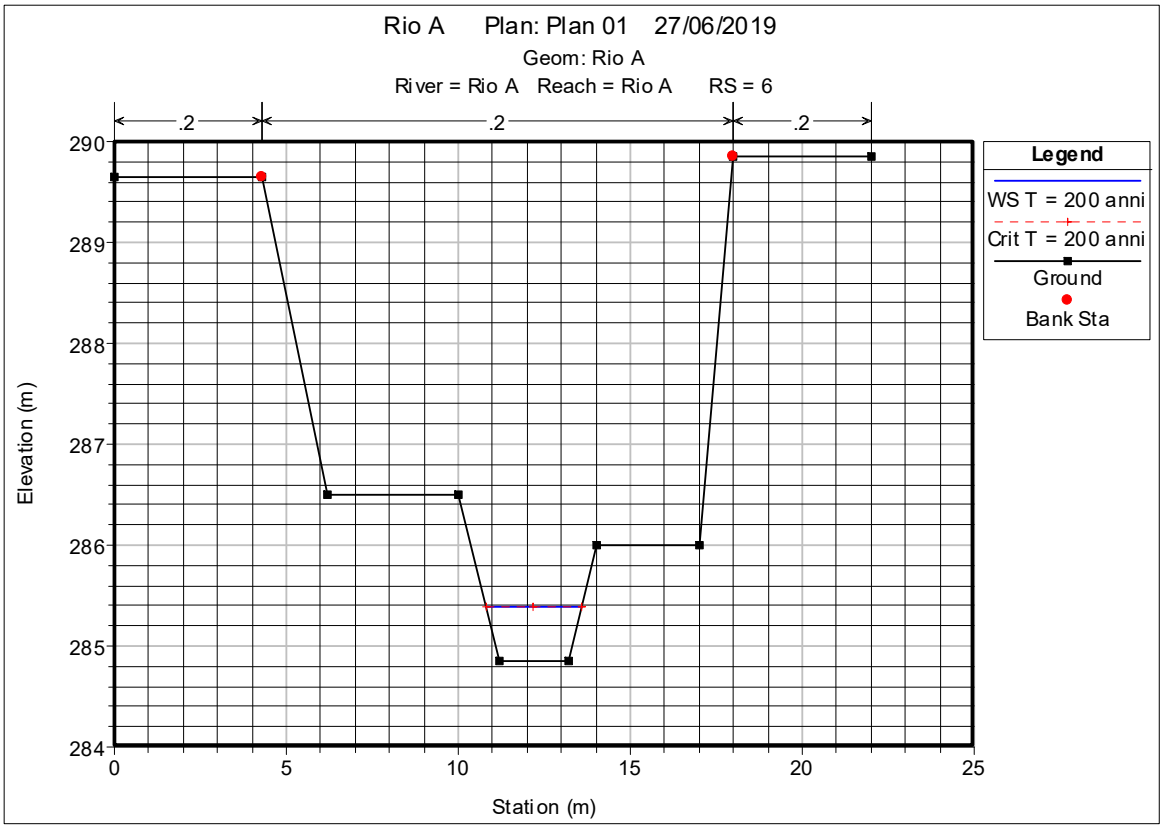


Figura 7: Risultati della modellazione idraulica per portata con tempo di ritorno 200 anni.

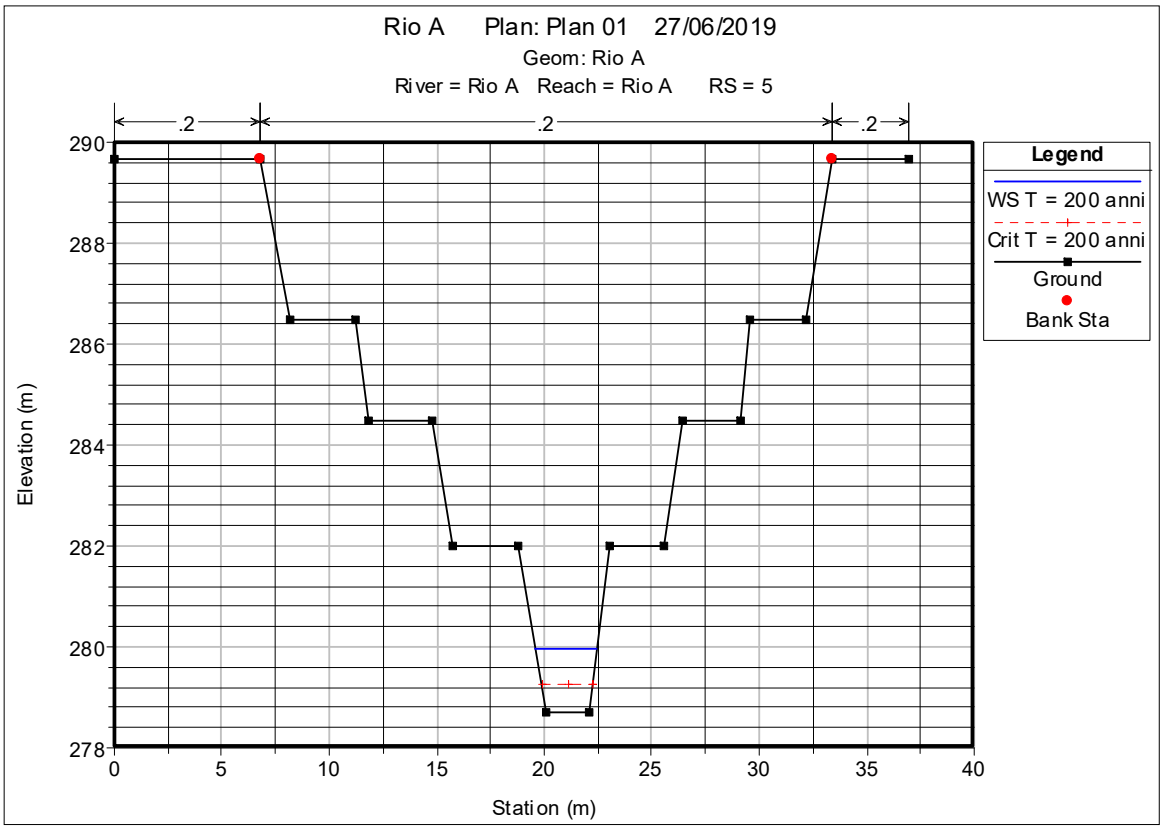


Figura 8: Risultati della modellazione idraulica per portata con tempo di ritorno 200 anni.

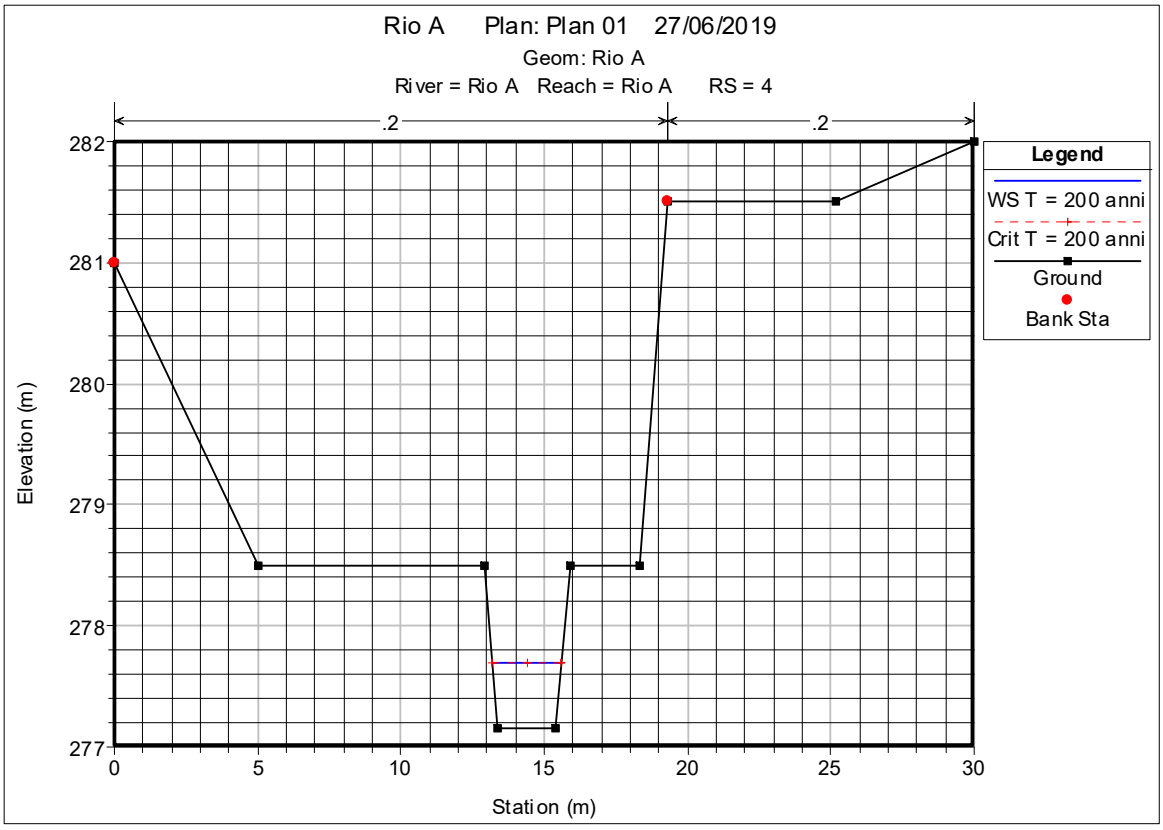


Figura 9: Risultati della modellazione idraulica per portata con tempo di ritorno 200 anni.

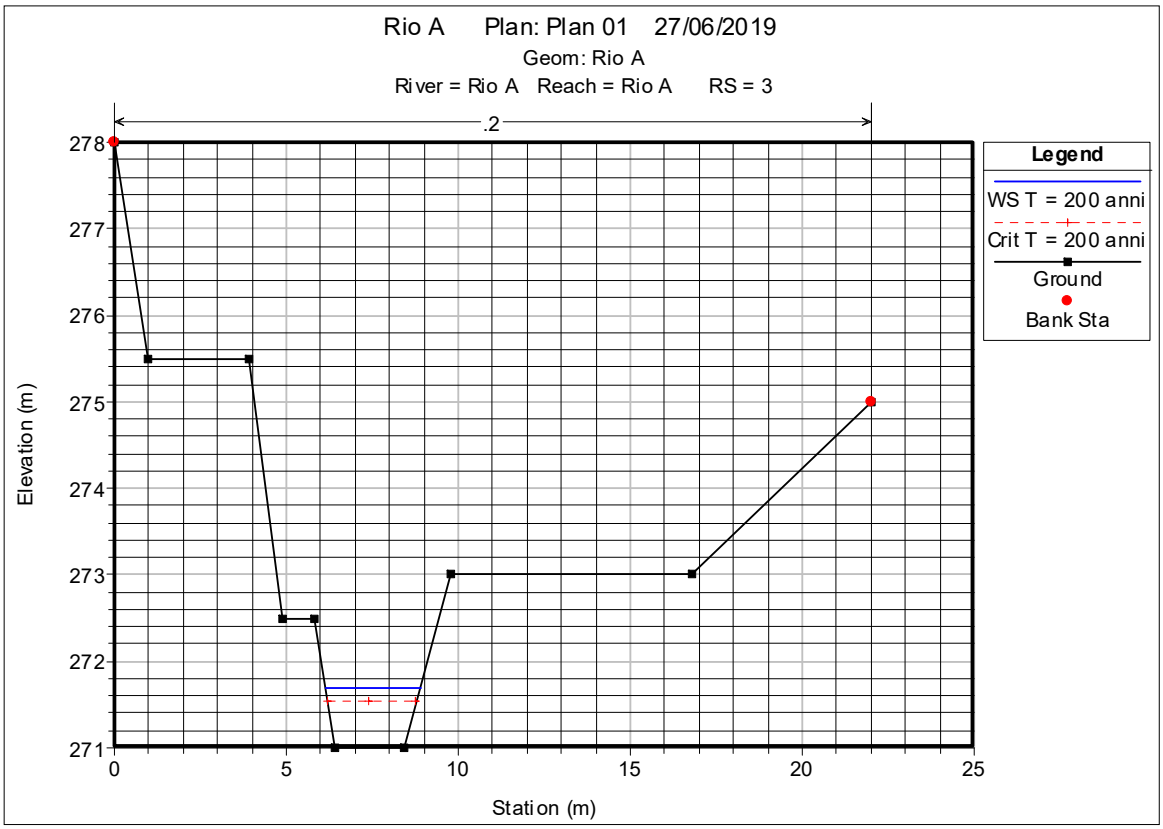


Figura 10: Risultati della modellazione idraulica per portata con tempo di ritorno 200 anni.

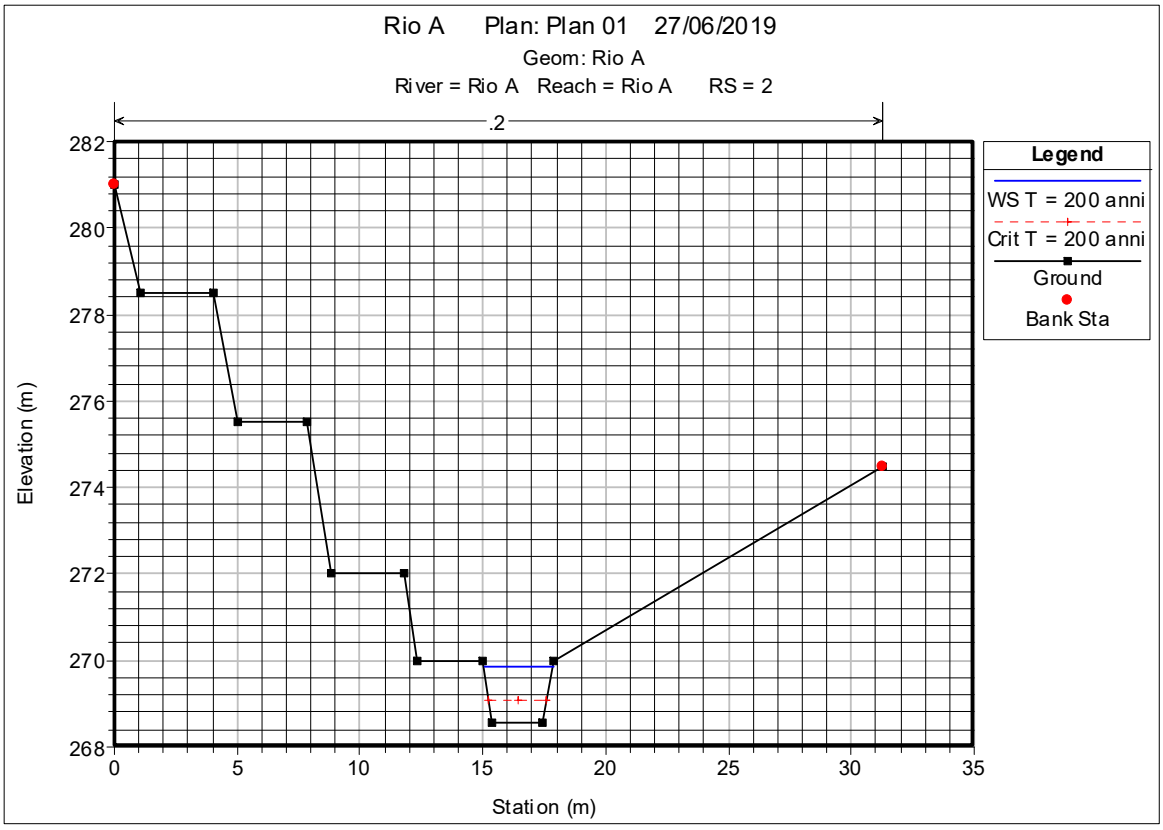


Figura 11: Risultati della modellazione idraulica per portata con tempo di ritorno 200 anni.

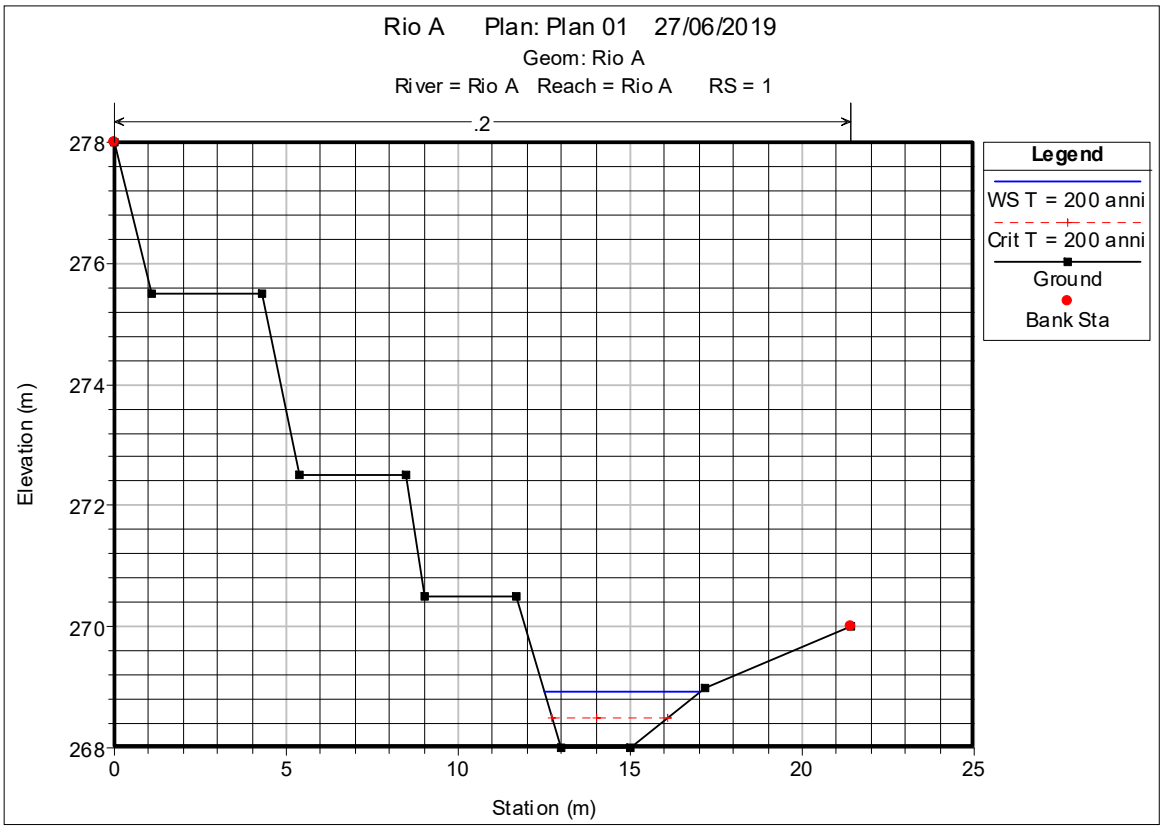


Figura 12: Risultati della modellazione idraulica per portata con tempo di ritorno 200 anni.

6. Conclusioni

Nella presente relazione è stata verificata la compatibilità dal punto di vista idraulico dell'intervento in progetto sul rio A, in relazione alla sua eventuale interferenza con la propagazione delle piene di progetto.

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso sono stati condotti facendo riferimento alle caratteristiche fisiche del corso d'acqua nello stato attuale e nella condizione di progetto a seguito della realizzazione dell'opera.

Le portate di piena risultanti dall'analisi idrologica, calcolate utilizzando il metodo dell' Autorità di Bacino del fiume Po indicato nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), sono riassunte nella tabella di seguito.

Tempo di Ritorno	Portate di riferimento
20 anni	1,83 m^3/s
100 anni	2,43 m^3/s
200 anni	2,68 m^3/s
500 anni	3,01 m^3/s

Dalla simulazione effettuata si può osservare che le portate di piena sono ampiamente contenute all'interno dell'alveo inciso. In merito alla compatibilità idraulica del nuovo piazzale in progetto si può osservare che il franco di sicurezza del nuovo piazzale, avente quota di posa alla 290 m s.l.m, rispetto alla portata di piena avente tempo di ritorno pari a 200 anni è sempre superiore a un metro.

Sezione	Quota pelo libero per Q_{200}	Franco di sicurezza
Sez 7	288,12 m^3/s	>1
Sez 6	285,38 m^3/s	>1
Sez 5	279,97 m^3/s	>1
Sez 4	277,70 m^3/s	>1

OVADAPROGETTI s.a.s.

Ing. Sergio Colombo

Via Vittorio Veneto 11 - 15076 OVADA (AL) - Tel. (+39) 0143 81293 - Fax (+39) 0143 81293
E-mail: sergio.colombo@ovadaprogetti.it