TORRENTE SCRIVIA

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

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di verifica di compatibilità idraulica

Dicembre 2017

REVISIONI		
	DATA	NOTE
REV.1		
REV.2		

Committente: **IMPRESA RE SRL**
Via alla Chiesa, 2A/1
16012 Busalla (GE)
P. IVA 02478290998

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. NORMATIVA DI RIFERIMENTO **3**

3. COMPATIBILITÀ CON IL PIANO DI BACINO (VBP) **4**

4. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE **10**

5. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO **11**

6. CARATTERISTICHE DEL BACINO INBRIFERO **12**

7. EVENTI ALLUVIONALI STORICI **15**

8. PORTATE DI PIENA DI RIFERIMENTO **19**

9. VERIFICA IDRAULICA DELL'INTERVENTO IN PROGETTO **21**

9.1 MANUFATTI ESISTENTI INTERFERENTI **21**

9.2 MODALITÁ DI DEFLUSSO IN PIENA **24**

9.2.1 METODO DI CALCOLO 24

9.2.2 CONDIZIONI AL CONTORNO E COEFFICIENTI DI SCABREZZA 25

9.2.3 CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO 26

9.2.5 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO ATTUALE 28

9.2.6 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO DI PROGETTO 43

10. CONCLUSIONI **58**

1. PREMESSA

La presente Relazione di Compatibilità Idraulica 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.

Per il contenimento del terreno si utilizzeranno le terre armate, coadiuvate da palificate a doppia parete nella parte basamentale, più resistenti se lambite da acqua. I terrazzamenti così costituiti verranno rinverditi con piantine (talee) o con idrosemina.

Al raggiungimento della quota di progetto verrà realizzato un piazzale asfaltato di circa 1.000 mq dove verrà condotta l'attività di recupero di rifiuti. La restante superficie oggetto di intervento di riempimento resterà in terra battuta.

Il progetto risulta soggetto al rilascio dell'Autorizzazione Unica Ambientale DPR 59/2013.

La presente relazione riporta i risultati dello studio idraulico effettuato al fine di valutare la compatibilità idraulica delle opere in progetto e le loro possibili interferenze, ai sensi delle Norme di Attuazione della Variante PTC Bacini Padani, approvate con Conferenza del 23 marzo 2011.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Al fine di verificare la compatibilità idraulica delle opere in progetto con il deflusso delle portate di piena di riferimento, la presente *Relazione Idrologica e Idraulica* contiene il calcolo delle portate di piena in corrispondenza delle opere in progetto, e la verifica idraulica in moto permanente in corrispondenza delle stesse, sia nelle condizioni di stato attuale dei luoghi che in quello di stato di progetto.

Per la definizione dei criteri di valutazione si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dalle seguenti documentazioni:

- **VARIANTE AL PTCP - BACINI PADANI (Piano Territoriale di Coordinamento provinciale)** della Provincia di Genova, in attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del fiume Po.

  Tale variante è stata approvata in data 23 marzo 2011 con l'Accordo di Pianificazione siglato tra l'Autorità di bacino del fiume Po, la Regione Liguria e la Provincia di Genova e pubblicata sul BURL n. 14 del 6 aprile 2011.

  L'Accordo ha valore di Intesa ai sensi dell'art. 57, comma 1 del D. Lgs. n.112 del 31 marzo 1998, per la definizione delle disposizioni del PTCP della Provincia di Genova relative all'attuazione del "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po" (PAI).

  Sono interessati dalla VBP i territori dei Comuni di Busalla, Campoligure, Casella, Crocefieschi, **Isola del Cantone**, Fascia, Favale di Malvaro, Fontanigorda, Gorreto, Lorsica, Masone, Mignanego, Moconesi, Montebruno, Montoggio, Neirone, Propata, Rezzoaglio, Ronco Scrivia, Rondanina, Rovegno, Rossiglione, S. Stefano d'Aveto, Savignone, Tiglieto, Torriglia, Valbrevenna e Vobbia.

- **REGOLAMENTO REGIONALE N°3 DEL 14 LUGLIO 2011 (regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua)**
  Tale regolamento all'allegato 1 fornisce gli "*Indirizzi tecnici per la redazione di studi idraulici"*.

- **REGOLAMENTO REGIONALE N°1 DEL 16 MARZO 2016 (Modifiche al Regolamento regionale n. 3 del 14 Luglio 2011).**

  Tale regolamento all'art. 4, comma 3 prevede che "*per i corsi d'acqua ricadenti nel reticolo idrografico di primo, secondo e terzo livello è stabilita una fascia di inedificabilità assoluta pari a 10 metri*". Inoltre al comma 4 stabilisce che "*per i corsi d'acqua ricadenti nel reticolo minuto è stabilita una fascia di inedificabilità assoluta dai limiti dell'alveo pari a 3 metri"*.

3. COMPATIBILITÀ CON IL PIANO DI BACINO (VBP)

In data 23 marzo 2005 è stato siglato un accordo preliminare, ai sensi dell'art. 15, comma 1 della legge 7 agosto 1990, n. 241, tra l'Autorità di Bacino del Po, la Regione Liguria e la Provincia di Genova, che ha dato avvio alla collaborazione degli Enti per lo svolgimento di attività di interesse comune dei soggetti firmatari, finalizzate alla definizione dei contenuti che dovrà rispecchiare il PTC provinciale, affinché lo stesso assuma il valore e gli effetti del Piano di Bacino per la parte del territorio provinciale compreso nel bacino del fiume Po, nel settore della tutela dell'ambiente, delle acque e della difesa del suolo, ai sensi dell'art.57, comma 1 del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112.

In particolare l'Autorità di Bacino del Fiume Po, nell'ambito delle proprie competenze ed attribuzioni, ha svolto il ruolo di indirizzo delle attività di pianificazione territoriale e di verifica della rispondenza dei relativi contenuti alle prescrizioni del PAI.

La Regione Liguria, nell'ambito delle proprie competenze ed attribuzioni, ha partecipato, attraverso i propri studi e conoscenze territoriali, alla formazione dei contenuti specialistici della variante.

La Provincia di Genova, nell'ambito delle proprie competenze ed attribuzioni, che ha curato l'attività organizzativa, ha redatto la Variante al PTC, sulla base del documento tecnico predisposto.

Come si può dedurre dalla cartografia seguente (Estratto della Carta dei dissesti (T2) della VBP e della Mappa della pericolosità idraulica" redatta dalla Regione Liguria – Dipartimento Ambiente) **l'area in esame risulta esterna alle aree in dissesto idraulico ed idrogeologico**, che interessano tutta l'area di alveo inciso e di golena del torrente Scrivia.

AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO

REGIONE LIGURIA

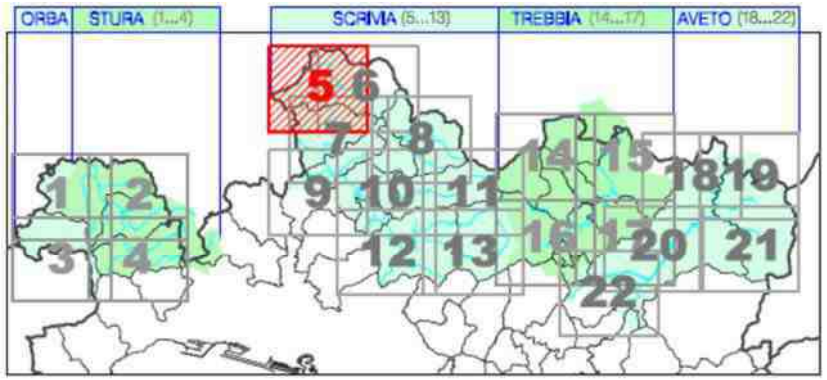
PROVINCIA DI GENOVA

VARIANTE PTC VBP BACINI PADANI

Accordo di Pianificazione ai sensi dell'art. 57 della L.R. 36/1997
tra Autorita' di bacino del fiume Po, Regione Liguria e Provincia di Genova

T2 – CARTA DEI DISSESTI (5 / 22)

(Bacino: T.SCRIVIA – Comuni: ISOLA DEL CANTONE)



PAI — Con la dicitura "PAI" sono indicati i dissesti gia' individuati dal PAI approvato con D.C.I. n.18/2001 (art. 6 delle Norme di attuazione della VBP)

Area interessata dalla delimitazione delle fasce fluviali (vedi tav. T6 – Carta delle fasce fluviali – Bacino T.Stura)

Limite di bacino idrografico

Limiti amministrativi

LEGENDA

Delimitazione delle aree in dissesto

FRANE

- Aree interessate da frane attive (Fa) (pericolosita' molto elevata)
- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi (Acr) (pericolosita' molto elevata)
- Aree interessate da frane quiescenti (Fq) (pericolosita' elevata)
- Aree interessate da frane stabilizzate (Fs) (pericolosita' media o moderata)
- Aree soggette a franosita' superficiale diffusa (Fd) (pericolosita' moderata)
- Aree soggette a deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV) – (pericolosita' moderata)
- Frane attive non perimetrate (comma 6, art. 6 delle Norme di attuazione della VBP)

ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO

- Aree a pericolosita' molto elevata (Ee)
- Aree a pericolosita' elevata (Eb)
- Aree a pericolosita' media (Em)
- Aree a pericolosita' molto elevata non perimetrate (Ee) (comma 10, art. 6 delle Norme di attuazione della VBP)

TRASPORTO DI MASSA SUI CONOIDI

- Aree di conoidi attivi non protette (Ca) (pericolosita' molto elevata)
- Aree di conoidi attivi parzialmente protette (Cp) (pericolosita' elevata)
- Aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette (Cn) (pericolosita' media o moderata)

nnn-LIGE — Aree a rischio idrogeologico molto elevato (Titolo IV delle Norme di attuazione del PAI approvato con D.C.I. n.18/2001 – art. 30 delle Norme di attuazione della VBP)

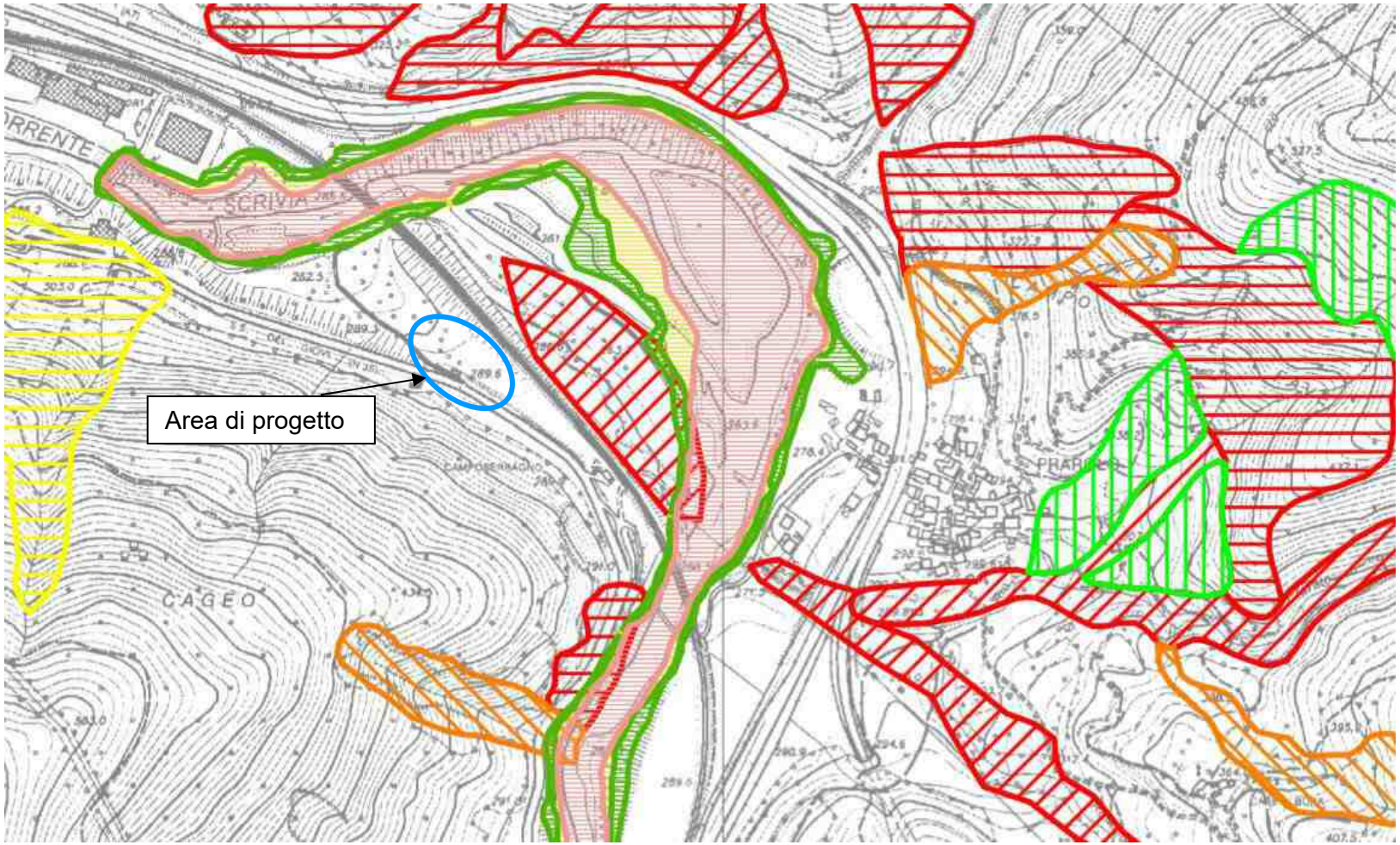
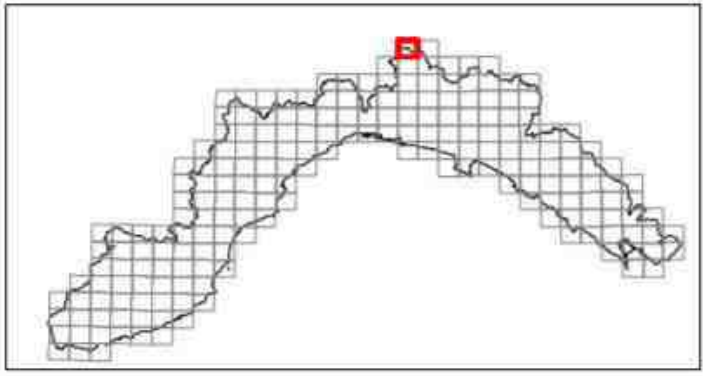


Figura 1: estratto Cartografico della tavola n.5 della Carta dei dissesti (T2) della VBP con relativo cartiglio e legenda.

DIPARTIMENTO AMBIENTE
Settore Assetto del Territorio

Direttiva Europea 2007/60/CE
D.lgs n.49/2010

Mappe della pericolosità idraulica



Data di aggiornamento: Giugno 2015	Scala 1:10000	Squadro n. 195120 Pietrabissara
Rappresentazione conforme di Gauss-Boaga		

0 250 500 750 1000
Metri

Legenda

- Aree allagabili frequenti - tr 50 anni - H
- Aree allagabili poco frequenti - tr 200 anni - M
- Aree allagabili rare - tr 500 anni - L
- Limiti Amministrativi comunali

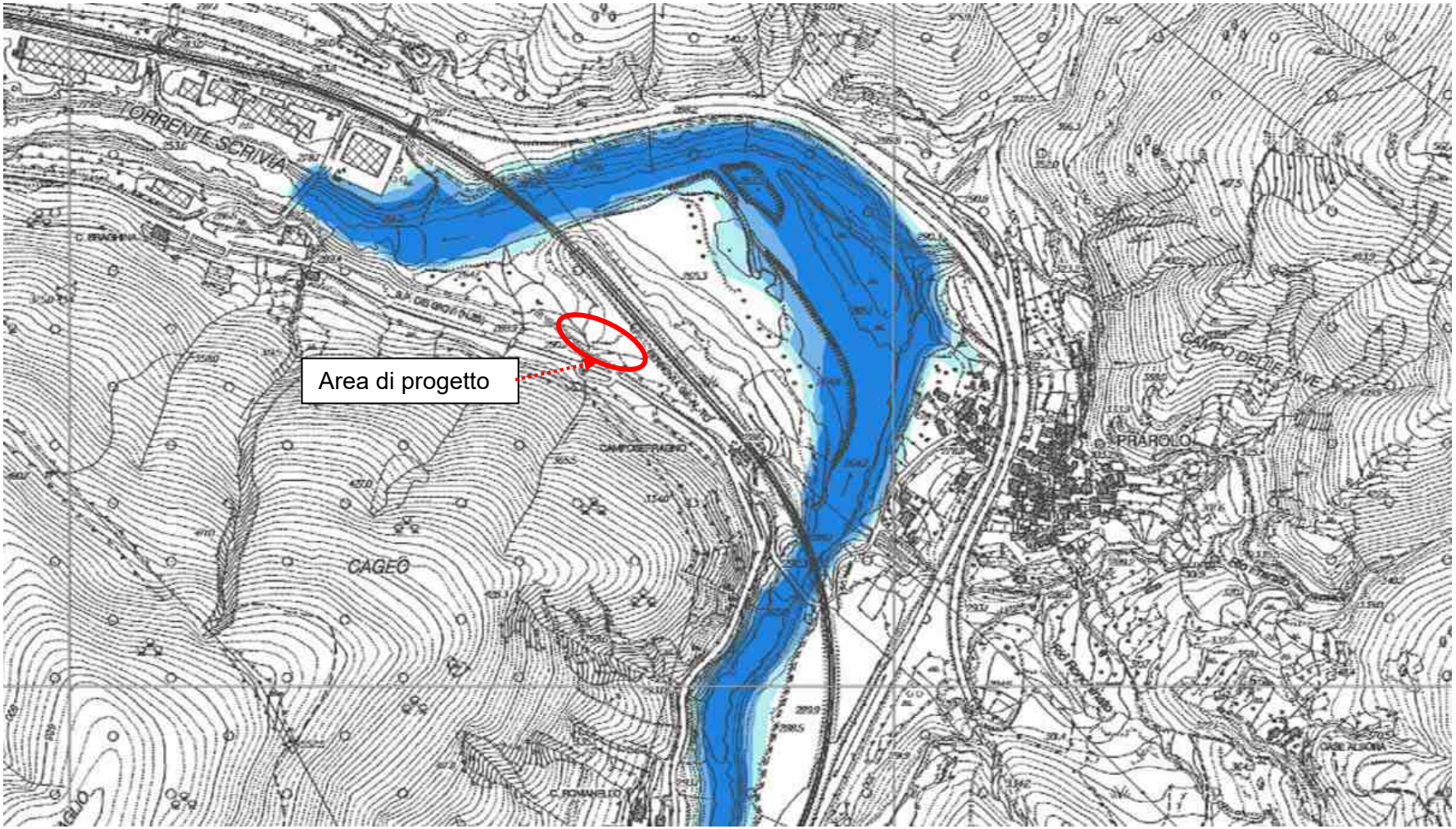


Figura 2: estratto Cartografico della "Mappa della pericolosità idraulica" della Regione Liguria – Dipartimento Ambiente – Settore Assetto del Territorio con relativo cartiglio e legenda.

4. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un'attività 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 nel Comune di Isola del Cantone (GE).

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.

Nel tratto di torrente considerato sono presenti alcuni manufatti in alveo, in particolare tre ponti (due ferroviario ed uno stradale) ed una traversa.

Il primo ponte, ubicato a monte della località Prarolo, è quello ferroviario della linea Torino-Genova ed è costituito da un'unica arcata larga circa 50 metri.

Il secondo ponte ferroviario, a valle del primo, è realizzato in mattoni, è costituito da tre arcate di forma ellittica larghe circa 20 metri ciascuna, con una lunghezza complessiva di 90 metri circa.

Il ponte della strada comunale per Mereta, collocato a valle dei primi due, è realizzato in pietre cementate, è lungo circa 70 metri, è costituito da tre arcate, anch'esse di forma ellittica, di cui solamente quella centrale, larga 17 m circa è collocata in alveo, mentre l'arcata destra e specialmente quella sinistra sono parzialmente sul versante in roccia.

Nel tratto compreso tra il ponte sulla Strada Comunale per Mereta, frazione di Isola del Cantone, ed il ponte ferroviario della linea Torino-Genova è presente una traversa. Essa presenta una forma arcuata di sviluppo 52 metri circa ed altezza 3 metri circa. Sul coronamento, posto a quota 261,00 m s.l.m., è installato un tavolato in legno di altezza 1 m che viene utilizzato a scopo idroelettrico dall'impianto in sponda destra recentemente costruito. Tale opera è stata realizzata in modo da essere completamente removibile durante le piene formative del corso d'acqua.

Il piede della briglia, nella parte centrale soggetta ad erosione, è consolidato da una scogliera in massi cementati.

A valle della traversa l'alveo del torrente Scrivia si restringe, passando da una larghezza media di circa 50 metri ad una larghezza di 25 metri circa, con la quale supera il ponte stradale e prosegue incassato verso valle.

L'area risulta accessibile dalla strada provinciale S.P. N°35 dei Giovi.

5. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il progetto in esame prevede il riempimento dell'area individuata al fine di realizzare una superficie piana di circa 4.000 m^2, posta a quota 290.00 s.l.m., pari indicativamente a quella della Strada Provinciale n.35 dei Giovi

Una parte di tale area sarà asfaltata in modo da realizzare un piazzale (di area pari a circa 1.000 m^2) dove verrà installato l'impianto di recupero di rifiuti inerti. La restante superficie resterà in terra battuta.

Sul piazzale, in prossimità dell'ingresso, verrà posizionato il box prefabbricato ad uso uffici, dove verranno espletate le pratiche burocratiche, quali il controllo dei documenti di viaggio (formulario di identificazione e, ove richiesto, eventuali analisi a complemento) e la compilazione del registro di carico e scarico dei rifiuti, integrato dal formulario di identificazione del rifiuto.

Sarà inoltre presente un'area di deposito rifiuti, un'area di lavorazione ed alcune aree di deposito delle materie recuperate e/o dei rifiuti. La disposizione di tali aree potrebbe subire modifiche in funzione delle esigenze organizzative e lavorative.

Il progetto nel suo complesso si svilupperà in tre fasi come di seguito riportate.

Fase 1

La prima fase del progetto prevede il riempimento della zona Nord-Ovest dell'area d'intervento, con terra e roccia da scavo classificata come sottoprodotto ai sensi dell'art. 184-bis D.Lgs. 152/06 ed in applicazione del DPR 13 giugno 2017 n. 120. Per il contenimento del terreno si utilizzeranno le terre armate, coadiuvate da palificate a doppia parete nella parte basamentale, più resistenti se lambite da acqua. I terrazzamenti così costituiti verranno rinverditi con piantine (talee) o con idrosemina.

Fase 1 bis

La fase 1 bis del progetto prevede il riempimento della zona Est dell'area d'intervento con l'utilizzo di terra e roccia da scavo classificata come rifiuto, in applicazione del punto 7.31bis lettera *c) formazione di rilevati e sottofondi stradali*, del DM 5/2/1998.

Al raggiungimento della quota di progetto verrà realizzato il piazzale dove verrà condotta l'attività di recupero di rifiuti descritti nella fase 2.

Fase 2

La seconda fase prevede l'installazione sul piazzale dell'impianto di recupero di rifiuti inerti non pericolosi, ai sensi del punto 7.1 e 7.31bis del DM 5/2/1998.

I principali rifiuti trattati sono costituiti da materiali misti derivanti da costruzioni e demolizioni e terra e rocce da scavo, che, opportunamente selezionati, possono essere sottoposti alle operazioni di recupero previste dal DM 05/02/1998 e quindi riciclati in attività, del settore edile.

6. CARATTERISTICHE DEL BACINO INBRIFERO

Il torrente Scrivia, affluente di destra del fiume Po, nasce in Liguria, in provincia di Genova, dalla confluenza, presso il Comune di Montoggio (GE) del torrente Laccio con il torrente Pentemma, provenienti entrambi dal monte Prelà (Appennino Ligure).

In territorio ligure, la sua asta principale ha una lunghezza di circa 31,8 Km e il suo bacino idrografico copre approssimativamente una superficie di 298 Km^2. Il corso d'acqua ha un andamento meandriforme, in alcuni casi incassato in una stretta valle a V, ad esempio a nord di Busalla. In altri casi fluisce in ampie piane alluvionali, come presso Casella

Nel primo tratto ha andamento est-ovest, fino a Busalla, dove assume la direzione sud-ovest - nord-est fino alla confluenza nel Po, poco a monte di Voghera, in Lombardia.

Esso scorre inizialmente incassato in una stretta valle con versanti ripidi e ricoperti di vegetazione, fino a giungere nel Comune di Casella (GE) dove, una volta ricevuto da destra il torrente Brevenna, si allarga notevolmente, formando un ampio conoide alluvionale, occupato da numerosi centri abitati e insediamenti industriali.

I versanti, sempre molto ripidi, sono ricoperti da boschi, spesso interrotti da zone coltivate "a gradoni".

Da Isola del Cantone, dove riceve da destra il torrente Vobbia, scorre nuovamente incassato in una suggestiva gola sino nei pressi di Pietrabissara, dove entra in territorio piemontese.

A meno del tratto iniziale, l'intera asta fluviale principale attraversa zone densamente abitate e, a partire da Busalla, è caratterizzata dalla presenza di numerosi e importanti complessi industriali e di infrastrutture viarie e ferroviarie, che spesso occupano zone di pertinenza fluviale.

I principali affluenti provengono dal versante destro e sono i torrenti Brevenna, Vobbia, Grue e Borbera; quest'ultimo è quello più importante e si immette nello Scrivia all'altezza di Vignole Borbera, poco a monte della chiusura del bacino montano. L'unico affluente di rilievo in sinistra è rappresentato dal rio di Greto, che confluisce nello Scrivia a Montoggio.

Il reticolo idrografico ha un basso grado di gerarchizzazione ed una netta differenza di sviluppo areale tra il settore in destra e quello in sinistra orografica.

Nel bacino sono anche presenti gli importanti invasi artificiali di Busalletta e val di Noci, e due invasi di minori dimensioni sul torrente Vobbia.

Il bacino del fiume Scrivia, complessivamente ha una superficie di 1.237 km^2 (2% del bacino del Po) di cui il 77% in ambito montano.

Lo Scrivia è caratterizzato da un regime pluviometrico di tipo sub-litoraneo appenninico, con due massimi e due minimi. Il massimo autunnale risulta più elevato di quello primaverile, e il minimo estivo più contratto di quello invernale.

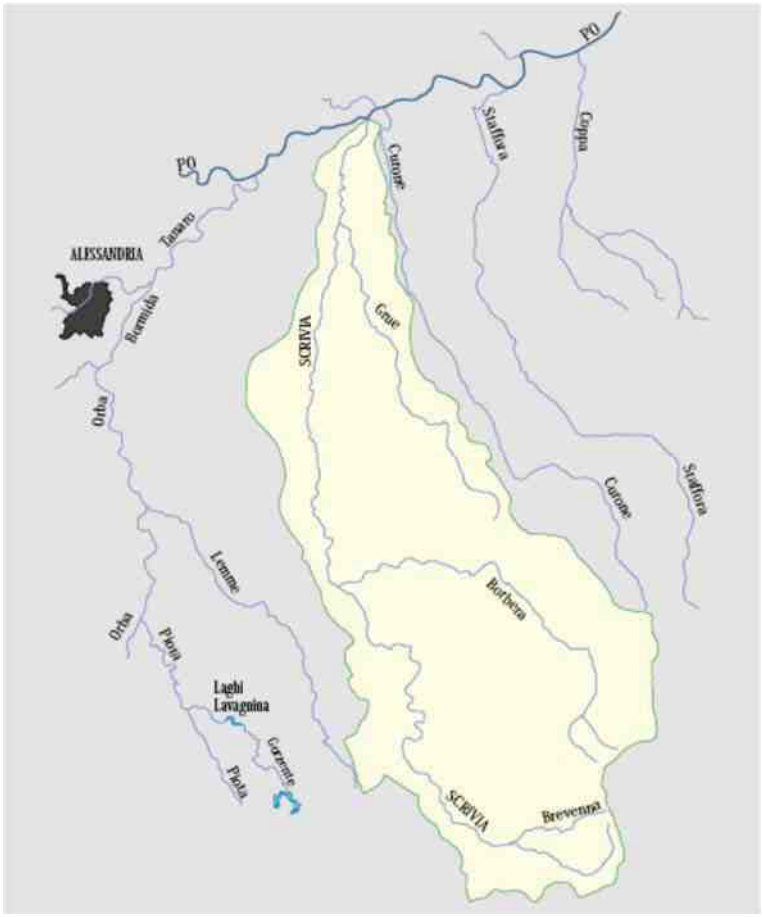


Figura 3: ambito fisiografico del bacino del torrente Scrivia

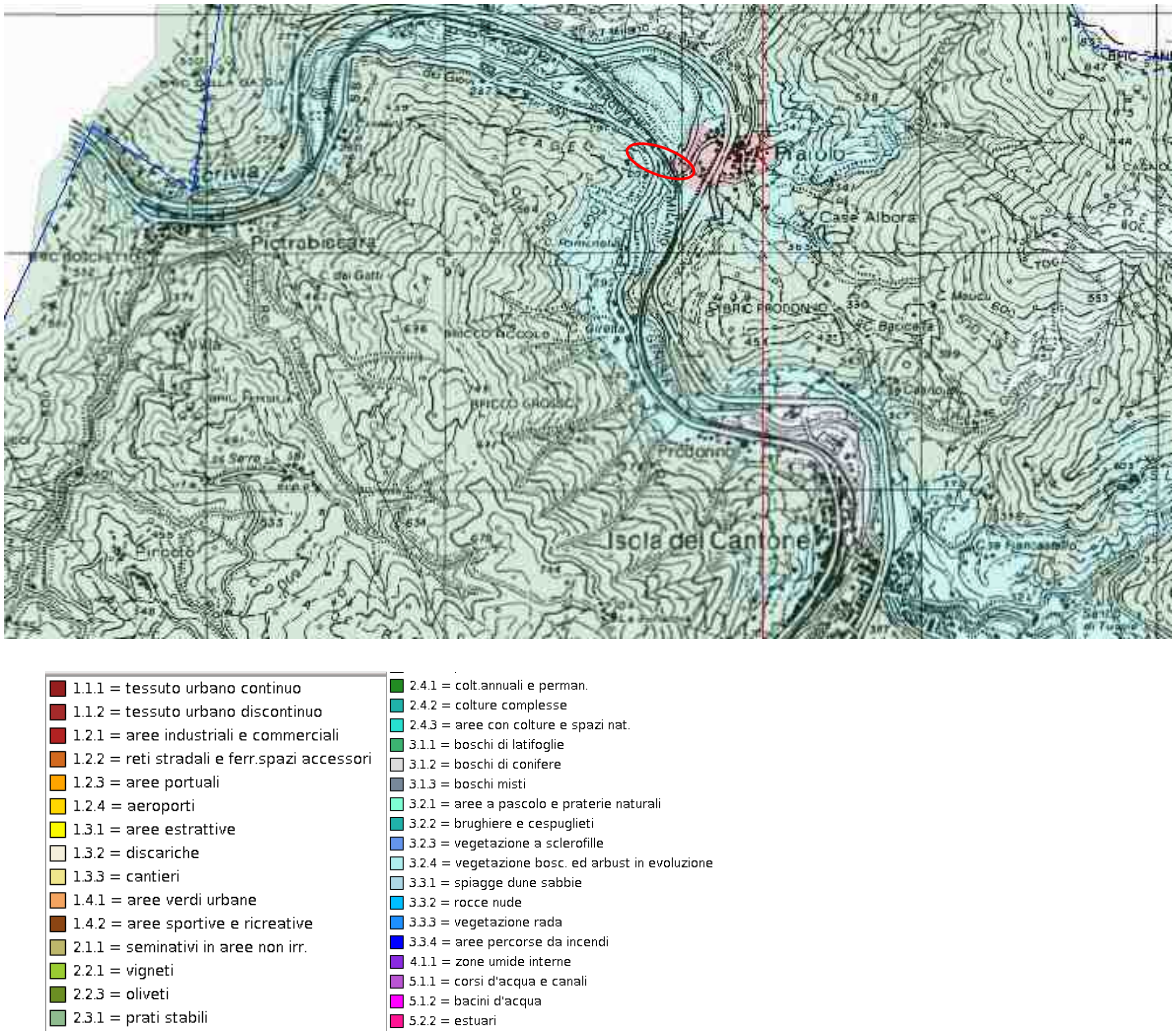


Figura 4: estratto della carta di uso del suolo.

Per quanto riguarda l'aspetto geomorfologico, nel bacino affiorano unità appartenenti alle Liguridi (Unità di Gottero e di Antola), costituite da successioni torbiditiche in prevalenza marnoso-calcaree o a dominante argillosa tutte molto deformate. Tali deformazioni evidenziano il sovrapporsi di diverse fasi plicative, di cui le più significative testimoniano una prima fase di convergenza delle strutture verso sud e ovest e una seconda convergenza verso nord-est. È da attribuire ad esse l'andamento dello Scrivia e dei suoi tributari (torrenti Vobbia e Borbera).

La parte più a monte del bacino, individuata dai Torrenti Laccio e Pentemina, dalla confluenza dei quali presso l'abitato di Montoggio nasce il Torrente Scrivia, è dominata dall'affioramento dei Flysch del Monte Antola; litologicamente si tratta di successioni torbiditiche in prevalenza marnoso-calcaree, talora organizzate in potenti bancate e spesso deformate da fenomeni tettonici.

Una porzione centrale del bacino indicativamente individuata dalle cime de Monte Maggio a sud e dei Monti Reale e Cravi, rispettivamente a nord – ovest e nord – est, risulta caratterizzata dall'affioramento dei Conglomerati oligocenici di Savignone, costituenti la porzione basale delle successioni del Bacino Terziario Ligure Piemontese.

La porzione di bacino approssimativamente compresa tra gli abitati di Casella e Ronco Scrivia, è attraversata da tre fasce allungate in direzione nord-nord-est sud-sud-ovest e costituite procedendo da est verso ovest: dalle Argilliti di Montoggio, dalla Formazione di Ronco e dalle Argilliti di Montanesi.

L'area di bacino al confine con la Provincia di Alessandria e approssimativamente compresa tra Monte Poggio, il Passo dei Giovi e loc. Case Banchetta, risulta caratterizzata dalla presenza di terreni appartenenti alla Formazione delle Argilliti di Mignanego e a quella delle Argille a Palombini del Passo della Bocchetta.

Significativa risulta essere infine, la presenza dei Conglomerati oligocenici della Formazione di Molare, che occupano gran parte del bacino in sponda sinistra del Torrente Scrivia, al confine con la Provincia di Alessandria, compreso tra gli abitati di Ronco Scrivia e di Isola del Cantone.

Il bacino imbrifero chiuso all'opera di presa ha un'estensione di circa 270 km^2.

7. EVENTI ALLUVIONALI STORICI

In merito agli eventi alluvionali, nel bacino idrografico dello Scrivia sono presenti alcune stazioni di misura per le quali sono disponibili valori storici delle portate di piena, riportate nella seguente tabella estratta dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po.

Sezione	Superficie	Hmedia	Hmin	Qmax	qmax	Data
	km^2	m s.m.	m s.m.	m^3/s	$m^3/s.km^2$	
Borbera a Pertuso	193	885	354	1.020	5,28	11/11/35
Borbera a Baracche	202	880	335	690	3,42	08/11/51
Scrivia a Isola del Cantone	214	675	278	1.050	4,91	06/10/70
Scrivia a Serravalle	605	695	195	1.800	2,98	29/10/45

Tabella 1: valori delle portate di piena storiche nel bacino dello Scrivia

I più significativi eventi alluvionali che hanno interessato lo Scrivia negli ultimi 200 anni sono quelli occorsi nel 1970, nel 1977 , nel 1993 e nel 2011.

L'evento del **1970** è sicuramente stato quello più gravoso. Nei giorni 8 e 9 di ottobre si è abbattuto nell'entroterra di Genova un nubifragio di eccezionale intensità che ha provocato

ingentissimi danni e numerose vittime. Benché le piogge più intense siano state registrate sul versante ligure, tuttavia anche sull'alto bacino dello Scrivia esse hanno mantenuto valori del tutto fuori della norma. A fronte dei 948 mm di pioggia caduti in 24 ore alla stazione di Bolzaneto nel bacino del Polcevera (massima intensità mai registrata in Italia e uno dei massimi valori mondiali), nel bacino dello Scrivia furono registrate per lo stesso intervallo di tempo altezze di pioggia notevoli: 500 mm alla Diga Val Noci, 535 mm a Busalla, 732 mm a Monte Cappellino.

Tali piogge hanno generato deflussi rilevanti superiori alle massime storiche in due delle quattro stazioni funzionanti nel bacino dello Scrivia:

Stazione	Portata al colmo 1970	Portata al colmo max storica precedente	
	(m^3/s)	(m^3/s)	Data
Scrivia a Isola Cantone	1.050	975	29/10/45
Scrivia a Serravalle	1.650	1.800	29/10/45
Vobbia a Vobbietta	400	137	4/9/63
Borbera a Baracche	613	690	8/11/51

Tabella 2: valori della portata di piena storica nel bacino dello Scrivia, 1970.

Riguardo l'evento del **1977**, tra il 6 e il 10 ottobre**,** si manifestò un notevole evento alluvionale in quanto sull'Europa dell'Est era presente un'estesa e robusta zona di alta pressione, che bloccava gli ingressi perturbati dall'occidente atlantico, impedendone il normale scorrimento verso levante. Una prima intensa perturbazione, pilotata da una profonda circolazione depressionaria, che vedeva il suo centro allungato da nord a sud, tra la Gran Bretagna occidentale e il Golfo di Guascogna, raggiungeva le sponde ovest dell'Italia centro-settentrionale, stazionandovi e ricevendo l'energia da un Mar Mediterraneo ancora caldo dopo la stagione estiva. Energia che andava ad accumularsi e riversarsi a ridosso delle Alpi piemontesi e valdostane, ben esposte al flusso sciroccale, che trattenevano sui versanti padani dei rilievi il grosso carico di umidità.

In occasione dell'evento del 23 settembre **1993** lo Scrivia ha raggiunto livelli non più riscontrati dal 9 ottobre 1970. Esaminando i dati della piovosità nel territorio, si è verificato che dopo due passaggi di stagione settembre-ottobre piuttosto asciutti (145 mm nel 1990, 93 mm nel 1991) le piogge sono aumentate nel 1992 (con 216 mm) e nel 1993 (con 317 mm) e una punta di 63 mm il 23 settembre.

Nel complesso, raffrontando i dati con il 1951 e il 1970, va detto che l'evento atmosferico, pur grave, non è stato eccezionale, diventando dirompente perché si è inserito in un territorio che ha avuto molti interventi umani.

Per quanto riguarda l'evento del **2011**, a partire dalla giornata di giovedì 3 novembre la perturbazione che ha interessato il Piemonte e la Liguria ha portato precipitazioni deboli diffuse su tutto il territorio. Un'intensificazione delle precipitazioni è avvenuta nella giornata di venerdì 4 novembre, in cui sono stati registrati quantitativi forti soprattutto nei bacini idrografici a cavallo delle due regioni.

Il torrente Scrivia ha registrato quantitativi areali medi molto elevati, di circa 143 mm, provocando la piena del corso d'acqua e generando situazioni di allarme.

La caratterizzazione in termini statistici dell'evento è ottenibile dal confronto dei valori di altezza e durata delle precipitazioni registrate in corso d'evento con quelli relativi alle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) utilizzate nel sistema di allerta regionale e riportate nei grafici seguenti.

In tali diagrammi sono rappresentate le altezza di pioggia dell'evento (asse delle ordinate), espresse in funzione delle diverse durate (1, 3, 6, 12, 24 ore - asse delle ascisse) e vengono confrontate con le curve di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno (5, 10, 20 e 50 anni). Questo tipo di confronto consente innanzitutto di capire se ci sono state e quali siano le durate maggiormente critiche.

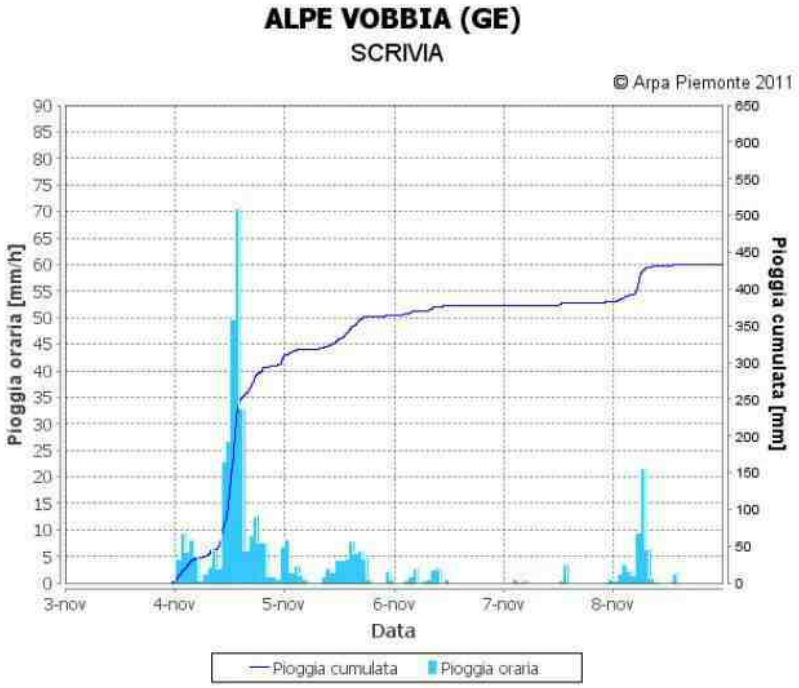


Figura 5: pluviogramma registrato durante l'evento del 2011.

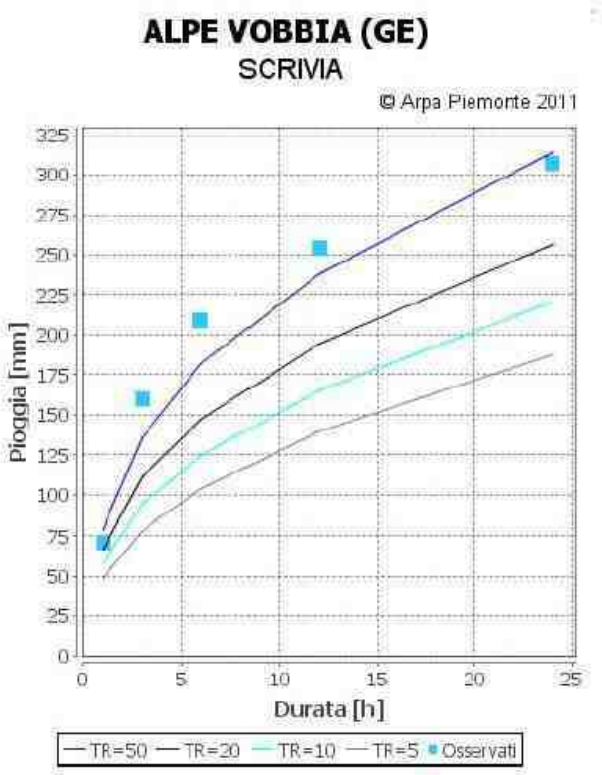


Figura 6: LSPP , Curve di possibilità pluviometrica con dati osservati nell'evento del 2011.

Le abbondanti e prolungate piogge che hanno caratterizzato l'evento corrispondono a valori con tempi di ritorno superiori ai 50 anni sulle 24 ore, a conferma di ciò si sono anche registrati valori di portata corrispondenti a tempi di ritorno di 50 anni in alcune stazioni dei bacini dello Scrivia. Anche per gli intervalli orari minori sono stati raggiunti valori di intensità massime con tempi di ritorno di 50 anni, a causa dei forti scrosci registrati.

Le precipitazioni diffuse, prolungate ed intense, che hanno caratterizzato l'evento, hanno prodotto una significativa risposta dei corsi d'acqua sia lungo il reticolo idrografico principale che lungo quello secondario dell'intero bacino del Po in Piemonte. Nella prima parte dell'evento, le intense precipitazioni che hanno interessato la Liguria e in particolar modo la città di Genova, hanno poi coinvolto il basso Alessandrino determinando un brusco e repentino aumento dei livelli idrometrici sullo Scrivia, che a Guazzora, idrometro di chiusura del bacino dello Scrivia, ha raggiunto un livello di 7,46 m (corrispondente ad una portata di circa 800 m^3/s) alle ore 21:00 e ben 80 cm oltre il livello di attenzione.

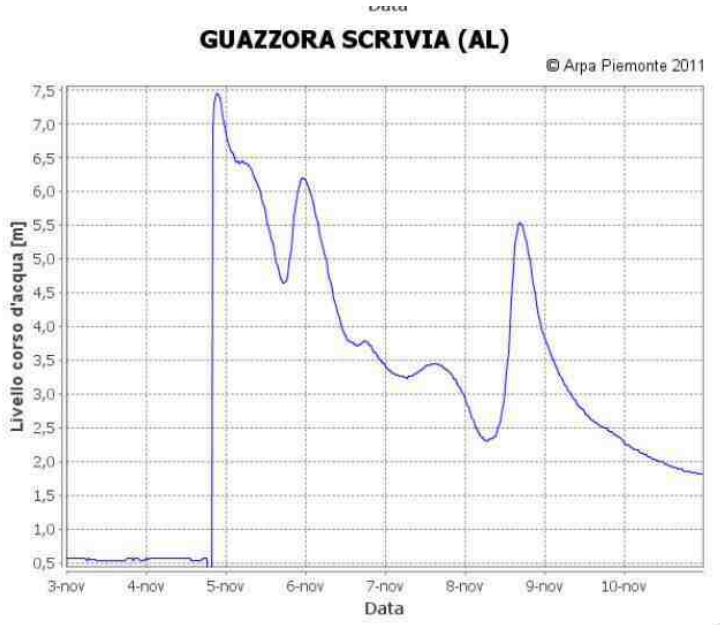


Figura 7: livello idrico del torrente Scrivia a Guazzora nei giorni dell'evento del 2011

8. PORTATE DI PIENA DI RIFERIMENTO

La *"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, al paragrafo 7 definisce le portate di piena in sezioni significative dei corsi d'acqua, come riportato nell'estratto seguente.

Tabella 21: portate di piena per il fiume Scrivia

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie	Q20	Q100	Q200	Q500	Idrometro
		Progr.(km)	Cod.	Denomin.	km²	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	Denominazione
Scrivia	Scrivia	52.000	50	Serravalle Scrivia	605	1530	2000	2300	2600	Scrivia a Serravalle
Scrivia	Scrivia	72.240	25	Tortona	728	1625	2130	2450	2770	
Scrivia	Scrivia	95.390	1	Confluenza in Po	1174	1910	2500	2870	3250	

Tempo di Ritorno	**Portate di riferimento**
20 anni	1.530 m³/s
100 anni	2.000 m³/s
200 anni	2.300 m³/s

Tabella 3: portate di progetto alla sezione di chiusura di Serravalle Scrivia da PAI dell'Autorità di Bacino del fiume Po per un bacino sotteso di 605 km².

Tali portate sono state utilizzate da AIPo (Agenzia Interregionale per il fiume Po) per la verifica idraulica del Progetto Definitivo per la *"Realizzazione di difesa arginale in sinistra idraulica del torrente Scrivia nel comune di Serravalle Scrivia (AL)"* come di seguito riportato.

TR	Portate Calcolate	Portate da PAI
anni	*m³/s*	*m³/s*
20	1535	1530
100	2150	2000
200	2400	2300
500	2745	2600

Tabella 4: portate di piena utilizzate nella verifica idraulica Progetto Definitivo per la "Realizzazione di difesa arginale in sinistra idraulica del torrente Scrivia nel comune di Serravalle Scrivia (AL)".

La Variante PTC Bacini Padani della Provincia di Genova in accordo con la Regione Liguria e l'Autorità di Bacino del Fiume Po, nella tavola T3-Corografia con i sottobacini idrografici dello Scrivia, definisce le portate di piena in sezioni significative del torrente, come riportato nella cartografia e tabella seguente.

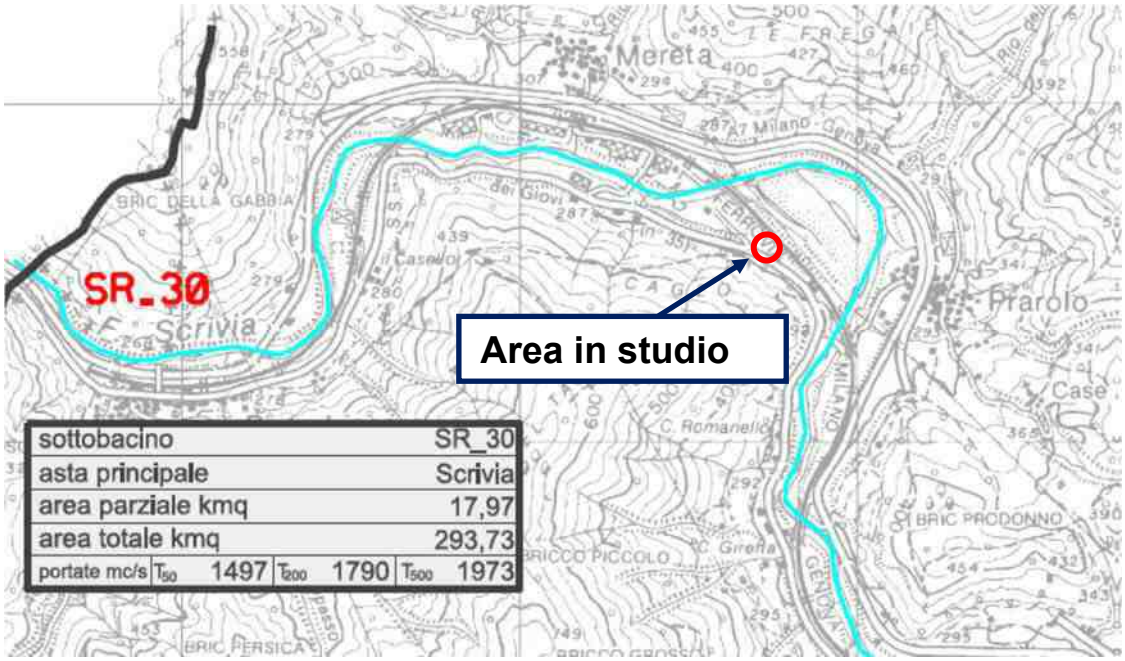


Figura 8: cartografia con indicate le portate di piena di riferimento nella sezione più vicina all'area di progetto.

Si osserva che tali valori di portate di piena sono del tutto analoghi a quelli forniti dall'Autorità di Bacino del fiume Po a Serravalle malgrado il bacino imbrifero sotteso sia circa la metà (294 km^2 / SR_30 contro 605 km^2 a Serravalle).

Il considerare pertanto tali portate di riferimento si ritiene estremamente cautelativo.

Tempo di Ritorno	Portate di riferimento
50 anni	1.497 m^3/s
200 anni	1.790 m^3/s
500 anni	1.973 m^3/s

Tabella 5: portate di piena di progetto derivanti da SR_30 collocata pochi km a valle dell'area in esame per un bacino sotteso di circa 295 km^2.

9. VERIFICA IDRAULICA DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

9.1 MANUFATTI ESISTENTI INTERFERENTI

Per quanto riguarda i manufatti esistenti interferenti con il naturale deflusso della piena, nell'area in esame sono presenti i ponti rispettivamente della Strada Comunale per Mereta, che collega il paese stesso con la Strada Statale 35, e della ferrovia sulla linea Genova-Torino e una traversa.

La traversa, collocata 500 metri circa a sud-est dell'abitato di Mereta presenta una forma arcuata di sviluppo 52 metri circa ed altezza 3 metri circa. Su di essa è stato installato un tavolato in legno di altezza 1 metro distruggibile dalle portate di piena.



Figura 9: traversa sul torrente Scrivia in Comune di Isola del Cantone, frazione Mereta, vista dalla sponda destra alla sponda sinistra.



Figura 10: ponte ferroviario sul torrente Scrivia nei pressi della frazione Mereta

A circa 160 m a monte della traversa si trova il ponte ferroviario della linea Genova-Torino che è stato realizzato in mattoni con 3 arcate principali larghe 20 m circa ciascuna ed una lunghezza complessiva di 90 m circa. Le quote dell'intradosso e dell'estradosso dell'impalcato sono rispettivamente la 283 m s.l.m. e la 285 m s.l.m..

A circa 130 m a valle della traversa si trova il ponte stradale per Mereta. Questo è realizzato in pietre cementate, è lungo circa 70 metri, è costituito da tre arcate di forma ellittica, di cui solamente quella centrale, larga 17 m circa, è collocata in alveo, mentre l'arcata destra e specialmente quella sinistra sono parzialmente sul versante in roccia.



Figura 11: ponte stradale per Mereta.

A circa un chilometro a monte della traversa, a monte della località Prarolo, si trova infine un altro ponte ferroviario della linea Genova-Torino ad un'unica arcata larga 50 metri circa.



Figura 12: ponte ferroviario della linea Genova-Torino nei pressi della località Prarolo

9.2 MODALITÁ DI DEFLUSSO IN PIENA

9.2.1 METODO DI CALCOLO

Per valutare la compatibilità idraulica delle opere in progetto è stata effettuata la simulazione del deflusso delle portate naturali in caso di eventi di piena.

Tale simulazione è stata effettuata mediante il programma di calcolo HEC-RAS (codice di calcolo HEC 3.1.3, versione HEC-RAS), come viene illustrato di seguito.

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

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

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

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

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

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

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.

9.2.2 CONDIZIONI AL CONTORNO E COEFFICIENTI DI SCABREZZA

Il Regolamento Regionale n°3 del 14 luglio 2011 (regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua) all'allegato 1 definisce i coefficienti di scabrezza per i corsi d'acqua naturali.

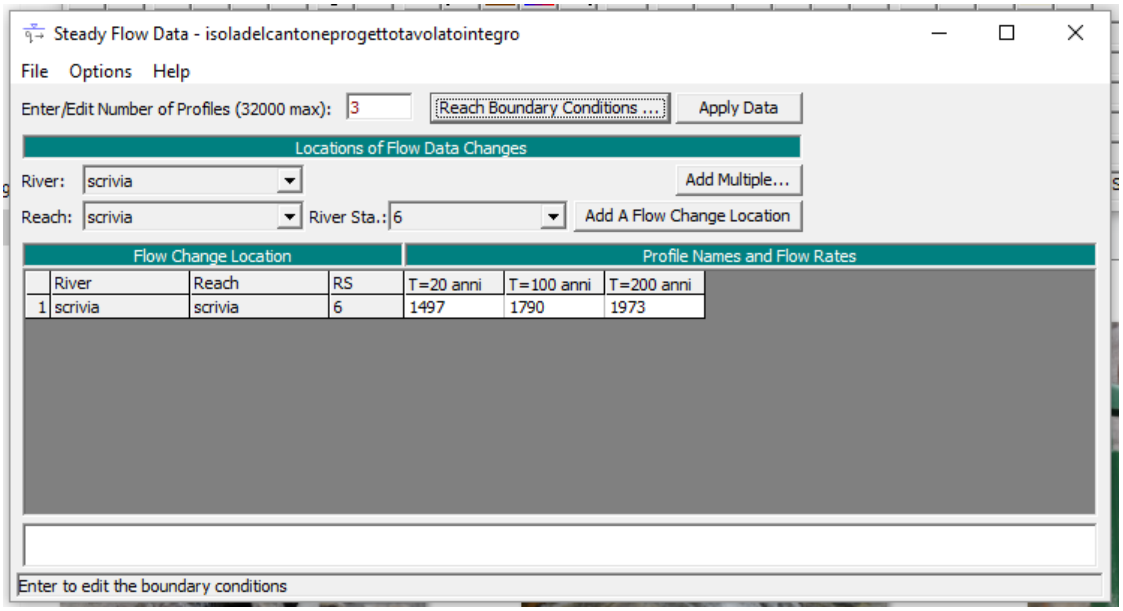
Nel tratto in esame, in corrispondenza della traversa, l'alveo del torrente Scrivia si restringe passando da una larghezza di 82 metri circa ad una larghezza di 50 metri circa. Così anche nel tratto tra la traversa ed il ponte stradale, si hanno larghezze d'alveo variabili, comprese tra 50 m e 20 m, fino a monte del ponte stradale, dove la sezione è larga 30 metri circa.

La pendenza del tratto è di circa 0,4 %.

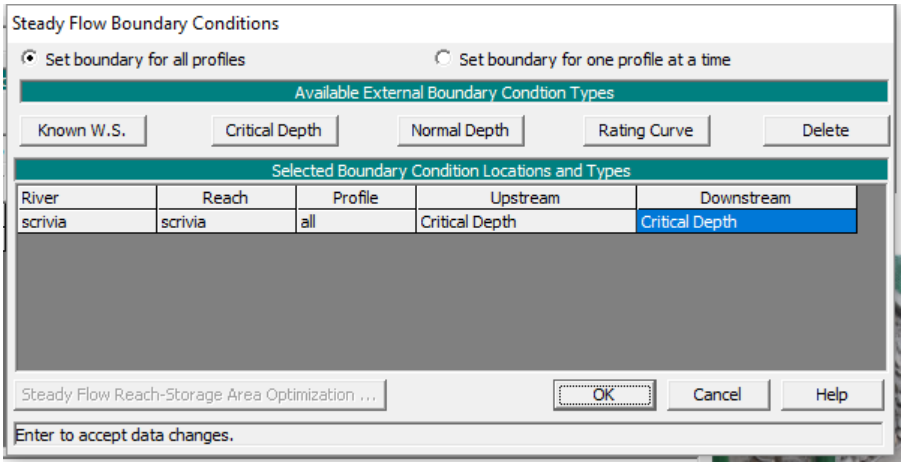
Nella modellazione in esame è stato cautelativamente utilizzato un coefficiente di scabrezza di Manning pari a:

- 0.04 $m^{1/3}s^{-1}$ *per l'alveo inciso*
- 0.06 $m^{1/3}s^{-1}$ *per le aree di golena.*

Le condizioni al contorno impostate per la modellazione matematica sono di portata in ingresso pari a 1.497, 1.790 e 1.973 m^3/s, corrispondenti ai tempi di ritorno rispettivamente di: 20, 100 e 200 anni.



Sia nella sezione di monte, in corrispondenza del secondo ponte ferroviario, che in quella di valle, in corrispondenza del ponte stradale, si può realisticamente ipotizzare l'instaurarsi della condizione di moto critico visto i notevoli restringimenti di sezione causati dagli stessi ponti.



9.2.3 CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO

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

- **Stato attuale**, in assenza dell'opera in progetto.

- **Stato di progetto,** si inserisce il riempimento in sponda orografica sinistra relativo alla realizzazione dell'attività di recupero di rifiuti inerti. La superficie piana, ubicata tra la sezione 4.95 e la sezione 4.9, sarà realizzata a quota 290 m s.l.m., prossima a quella della Strada

Provinciale e risulterà collocata nell'area compresa tra il rilevato ferroviario ed il rilevato stradale, al di fuori delle fasce di rispetto di entrambi i manufatti.

Si precisa che tale superficie sarà realizzata completamente esterna all'area golenale, pertanto non determinerà variazioni significative nella geometria dell'alveo e nel deflusso della piena.

In riferimento al tavolato in legno di altezza 1 m presente sul coronamento della traversa di Mereta in caso di deflusso delle piene a monte il tavolato, viene facilmente rimosso dalla corrente di piena.

Nel presente studio cautelativamente si ipotizza però che la corrente non riesca a demolire il tavolato ubicato alla sezione 4.3, che pertanto rimane posizionato sulla traversa (quota di progetto della traversa 261,00 m s.l.m.).

9.2.4 SEZIONI D'ALVEO

La simulazione idraulica interessa un tratto del corso d'acqua della lunghezza complessiva di circa 1.100 m. Per avere certezza che le condizioni al contorno imposte al modello non influenzassero i risultati delle simulazioni nell'area di studio, sono stati considerati, a monte e a valle della sezione in esame corrispondente all'area di progetto, due tratti di corso d'acqua rispettivamente pari a circa 400 m e 700 m.
Si riporta di seguito, su base Carta Tecnica Regionale, il posizionamento delle sezioni trasversali del torrente Scrivia utilizzate per la definizione del modello idraulico.

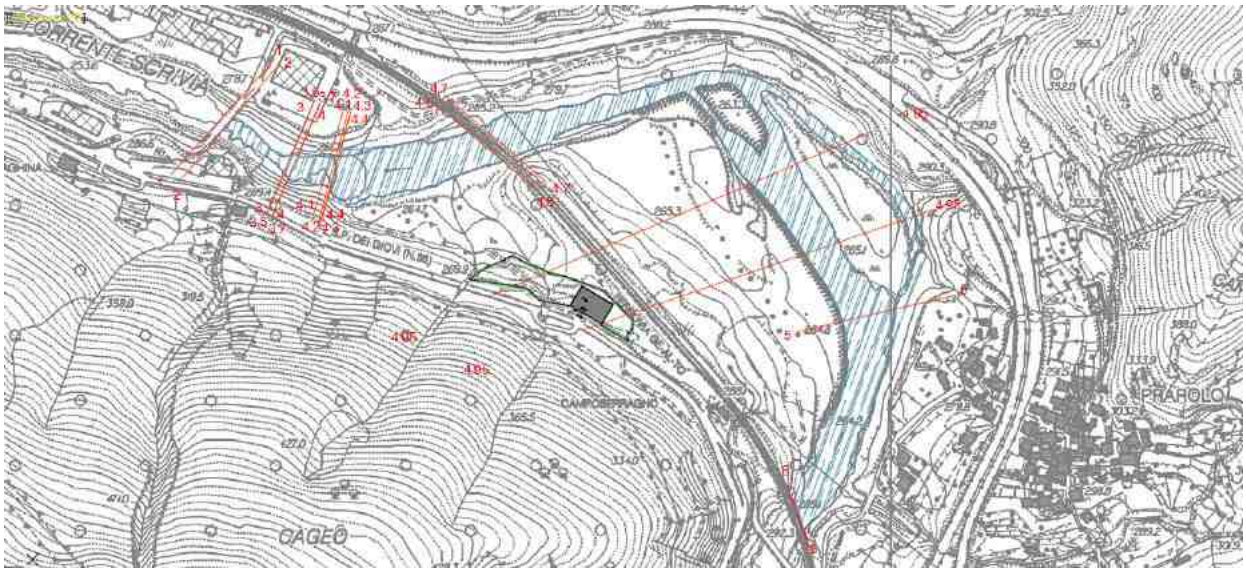


Figura 13: posizionamento delle sezioni trasversali utilizzate per il modello idraulico, su Carta Tecnica Regionale.

9.2.5 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO ATTUALE

La simulazione numerica del deflusso della corrente di piena relativa allo stato attuale fornisce i parametri idraulici rappresentativi del moto, quali la velocità della corrente ed i livelli idrici, che permetteranno di valutare l'influenza dell'intervento in progetto sul deflusso della portata di piena.

Si riportano di seguito in tabella i risultati della modellazione idraulica monodimensionale, per la portata di progetto con tempo di ritorno 20, 100 e 200 anni.

Da questi si osserva che nel tratto in esame la corrente si mantiene sempre lenta con numeri di Froude variabili tra 0.23 e 1.

Tale comportamento si osserva per tutte le portate di riferimento considerate (T=20, 100, 200 anni).

In corrispondenza dell'area di progetto, collocata tra le sezioni 4.95 e 4.9, la quota della portata di piena con tempo di ritorno 200 anni, assunta pari a 1.973 m^3/s, è uguale rispettivamente a 269,59 m s.l.m. e 269,37 m s.l.m..

In corrispondenza della traversa in esame (sez. 4.3) la quota della portata di piena con tempo di ritorno 200 anni, assunta pari a 1.973 m^3/s, è uguale a 266,25 m s.l.m., con un battente idraulico di 6,08 m circa sulla traversa.

In corrispondenza del ponte sulla Strada comunale per Mereta (sezione 1.5) la quota della portata di piena con tempo di ritorno 200 anni, è uguale a 263,79 m s.l.m, inferiore alla quota dell'intradosso dell'impalcato stradale e coincidente con la profondità critica.

Per quanto riguarda il passaggio della corrente attraverso il ponte stradale, si nota come sotto le arcate laterali, il passaggio dell'acqua risulti parzialmente ostruito dalle formazioni rocciose presenti nella zona, quindi il deflusso in condizioni ordinarie è tutto all'interno dell'arcata centrale di 17 metri, causando un restringimento alla sezione di deflusso tanto da far sì che la corrente si mantenga sempre lenta e la traversa sia rigurgitata.

Anche il primo ponte ferroviario (quello più a monte) determina un restringimento di sezione che causa una transizione per le condizioni critiche. Il secondo ponte ferroviario, invece, non dà particolari interferenze al passaggio della corrente quindi senza transizione per le condizioni critiche.

Di seguito si riportano i profili della corrente ottenuti dalla modellazione per i diversi valori di portata.

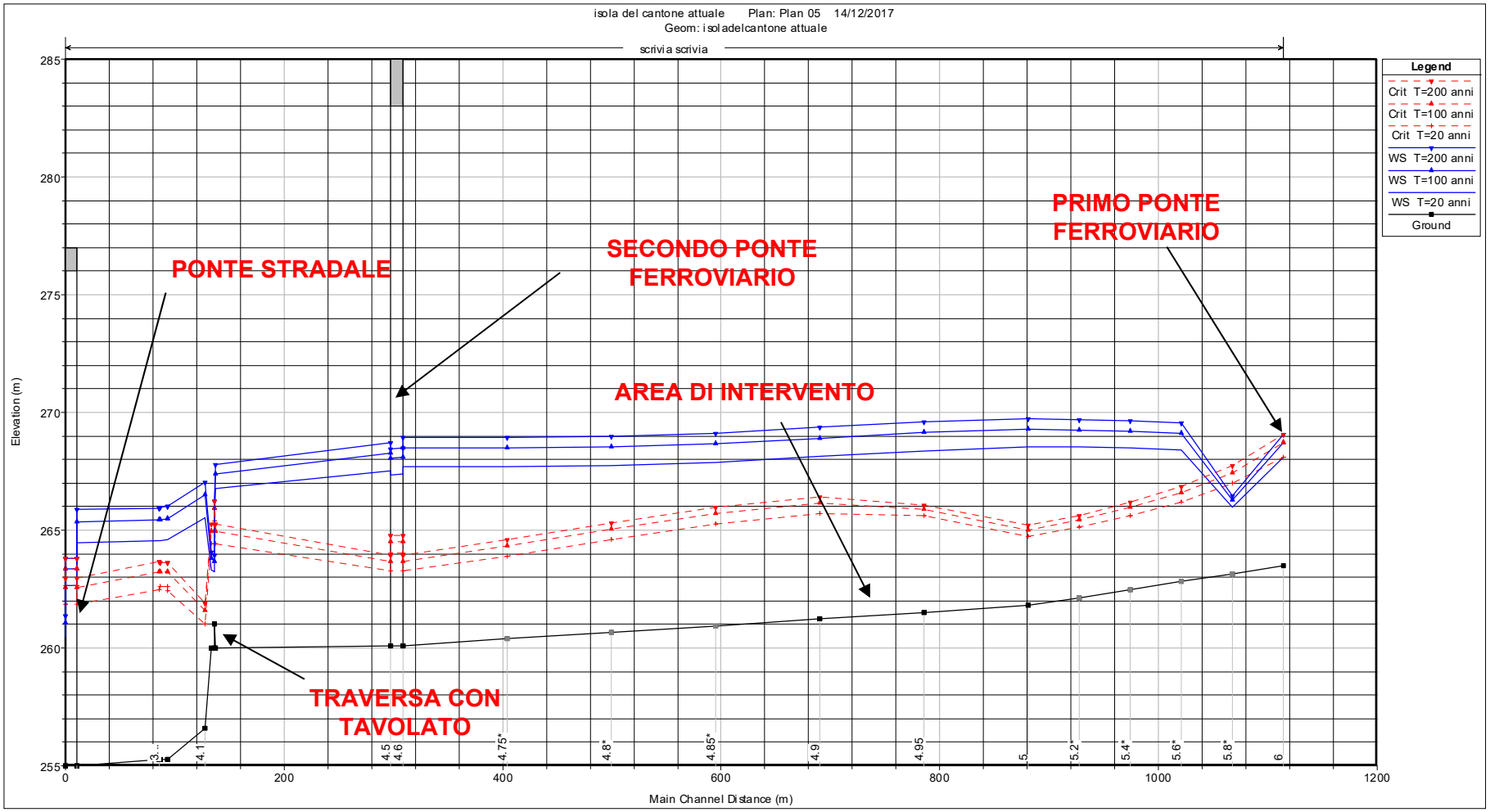


Figura 14: Profilo longitudinale della corrente del torrente Scrivia nel tratto in esame per le diverse portate di progetto nella condizione di stato attuale.

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: scrivia Reach: scrivia Profile: T=20 anni

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)	
scrivia	6	T=20 anni	1497.00	263.50	268.11	268.12	270.44	0.012039	6.76	221.42	48.00	1.01
scrivia	5	T=20 anni	1497.00	261.80	268.54	264.73	268.70	0.000478	1.75	860.09	149.73	0.23
scrivia	4.95	T=20 anni	1497.00	261.52	268.38	265.60	268.63	0.000931	2.18	686.20	137.38	0.31
scrivia	4.9	T=20 anni	1497.00	261.23	268.13	265.73	268.50	0.001662	2.67	561.04	129.09	0.41
scrivia	4.7	T=20 anni	1497.00	260.10	267.70	263.28	267.94	0.000626	2.19	684.35	98.09	0.26
scrivia	4.6		Bridge									
scrivia	4.5	T=20 anni	1497.00	260.10	267.54	263.28	267.80	0.000672	2.24	669.01	97.76	0.27
scrivia	4.4	T=20 anni	1497.00	260.00	266.76	264.41	267.56	0.002570	3.94	379.56	63.24	0.51
scrivia	4.3	T=20 anni	1497.00	261.00	265.39	265.39	267.43	0.010810	6.32	236.94	58.83	1.01
scrivia	4.25	T=20 anni	1497.00	260.00	263.23	264.41	267.22	0.030537	8.85	169.09	55.79	1.62
scrivia	4.2	T=20 anni	1497.00	260.00	263.34	264.41	267.05	0.027242	8.54	175.38	56.03	1.54
scrivia	4.1	T=20 anni	1497.00	256.60	265.54	261.04	265.99	0.001058	2.95	507.20	64.59	0.34
scrivia	4	T=20 anni	1497.00	255.26	264.60	262.44	265.84	0.004028	4.94	303.22	47.02	0.62
scrivia	3.7	T=20 anni	1497.00	255.26	264.60	262.60	265.84	0.004107	4.93	303.94	45.69	0.61
scrivia	3.5	T=20 anni	1497.00	255.26	264.56	262.60	265.81	0.004189	4.96	301.91	45.64	0.62
scrivia	3	T=20 anni	1497.00	255.26	264.55	262.46	265.81	0.004122	4.98	300.81	46.92	0.63
scrivia	2	T=20 anni	1497.00	255.00	264.46	261.86	265.48	0.002901	4.46	335.64	50.57	0.55
scrivia	1.5		Bridge									
scrivia	1	T=20 anni	1497.00	255.00	260.47	261.86	265.11	0.024621	9.54	156.95	38.75	1.51

Tabella 6: Risultati della modellazione idraulica nello stato attuale per la portata avente tempo di ritorno 20 anni.

In rosso sono indicati i parametri idraulici nell'area interessata dal progetto

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: scrivia Reach: scrivia Profile: T=100 anni

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)	
scrivia	6	T=100 anni	1790.00	263.50	268.70	268.70	271.32	0.011887	7.18	249.44	48.00	1.01
scrivia	5	T=100 anni	1790.00	261.80	269.29	265.02	269.47	0.000462	1.86	973.66	152.71	0.23
scrivia	4.95	T=100 anni	1790.00	261.52	269.14	265.90	269.40	0.000841	2.27	791.06	140.49	0.30
scrivia	4.9	T=100 anni	1790.00	261.23	268.91	266.15	269.29	0.001397	2.70	662.24	130.51	0.38
scrivia	4.7	T=100 anni	1790.00	260.10	268.48	263.68	268.76	0.000647	2.35	761.20	99.74	0.27
scrivia	4.6		Bridge									
scrivia	4.5	T=100 anni	1790.00	260.10	268.29	263.68	268.59	0.000697	2.41	742.71	99.35	0.28
scrivia	4.4	T=100 anni	1790.00	260.00	267.40	264.95	268.33	0.002708	4.26	420.51	64.59	0.53
scrivia	4.3	T=100 anni	1790.00	261.00	265.93	265.93	268.19	0.010518	6.66	268.72	60.02	1.01
scrivia	4.25	T=100 anni	1790.00	260.00	263.69	264.95	267.99	0.028029	9.18	194.92	56.76	1.58
scrivia	4.2	T=100 anni	1790.00	260.00	263.80	264.94	267.82	0.025270	8.88	201.54	57.01	1.51
scrivia	4.1	T=100 anni	1790.00	256.60	266.50	261.58	267.00	0.001076	3.14	569.69	66.28	0.34
scrivia	4	T=100 anni	1790.00	255.26	265.48	263.22	266.85	0.003958	5.18	345.43	48.81	0.62
scrivia	3.7	T=100 anni	1790.00	255.26	265.48	263.23	266.85	0.004172	5.17	346.05	48.88	0.62
scrivia	3.5	T=100 anni	1790.00	255.26	265.44	263.24	266.82	0.004251	5.21	343.81	48.79	0.63
scrivia	3	T=100 anni	1790.00	255.26	265.43	263.22	266.82	0.004040	5.22	342.95	48.71	0.63
scrivia	2	T=100 anni	1790.00	255.00	265.36	262.55	266.48	0.002862	4.68	382.11	52.39	0.55
scrivia	1.5		Bridge									
scrivia	1	T=100 anni	1790.00	255.00	261.05	262.55	266.10	0.023893	9.95	179.81	40.50	1.51

Tabella 7: Risultati della modellazione idraulica nello stato attuale per la portata avente tempo di ritorno 100 anni

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: scrivia Reach: scrivia Profile: T=200 anni

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)	
scrivia	6	T=200 anni	1973.00	263.50	269.06	269.06	271.85	0.011722	7.39	266.87	48.00	1.00
scrivia	5	T=200 anni	1973.00	261.80	269.74	265.21	269.92	0.000454	1.91	1042.28	154.48	0.23
scrivia	4.95	T=200 anni	1973.00	261.52	269.59	266.08	269.86	0.000799	2.32	854.45	142.33	0.30
scrivia	4.9	T=200 anni	1973.00	261.23	269.37	266.40	269.75	0.001287	2.73	722.27	131.34	0.37
scrivia	4.7	T=200 anni	1973.00	260.10	268.94	263.92	269.24	0.000657	2.44	807.17	100.71	0.28
scrivia	4.6		Bridge									
scrivia	4.5	T=200 anni	1973.00	260.10	268.73	263.92	269.05	0.000711	2.51	786.67	100.28	0.29
scrivia	4.4	T=200 anni	1973.00	260.00	267.78	265.26	268.78	0.002782	4.43	445.00	65.38	0.54
scrivia	4.3	T=200 anni	1973.00	261.00	266.25	266.25	268.64	0.010368	6.85	287.84	60.73	1.01
scrivia	4.25	T=200 anni	1973.00	260.00	263.96	265.26	268.44	0.026848	9.37	210.46	57.33	1.56
scrivia	4.2	T=200 anni	1973.00	260.00	264.08	265.26	268.28	0.024332	9.08	217.27	57.58	1.49
scrivia	4.1	T=200 anni	1973.00	256.60	267.06	261.90	267.59	0.001086	3.25	606.99	67.27	0.35
scrivia	4	T=200 anni	1973.00	255.26	266.00	263.63	267.44	0.003923	5.32	370.90	49.86	0.62
scrivia	3.7	T=200 anni	1973.00	255.26	266.00	263.63	267.44	0.004129	5.31	371.57	49.93	0.62
scrivia	3.5	T=200 anni	1973.00	255.26	265.95	263.64	267.41	0.004203	5.34	369.30	49.84	0.63
scrivia	3	T=200 anni	1973.00	255.26	265.95	263.66	267.41	0.004000	5.36	368.39	49.76	0.63
scrivia	2	T=200 anni	1973.00	255.00	265.89	262.98	267.07	0.002833	4.81	409.92	53.12	0.55
scrivia	1.5		Bridge									
scrivia	1	T=200 anni	1973.00	255.00	261.38	262.97	266.68	0.023589	10.20	193.47	41.50	1.51

Tabella 8: Risultati della modellazione idraulica nello stato attuale per la portata avente tempo di ritorno 200 anni

Di seguito si riportano le sezioni per lo stato attuale con il livello raggiunto dalla portata pari a 1.973 m^3/s, corrispondente alla portata avente tempo di ritorno di 200 anni.

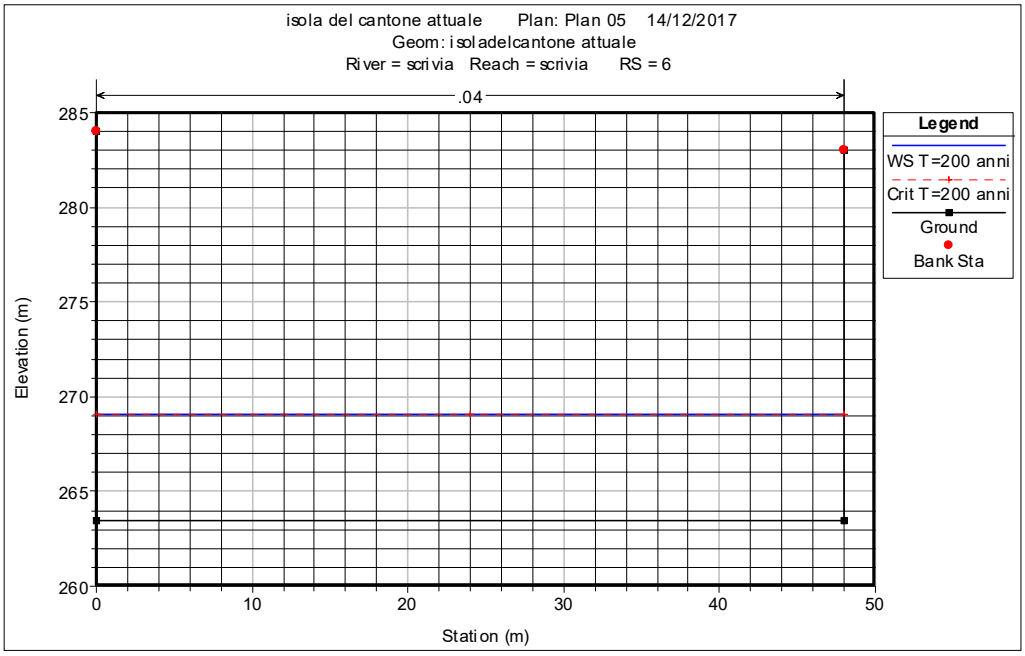


Figura 15: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

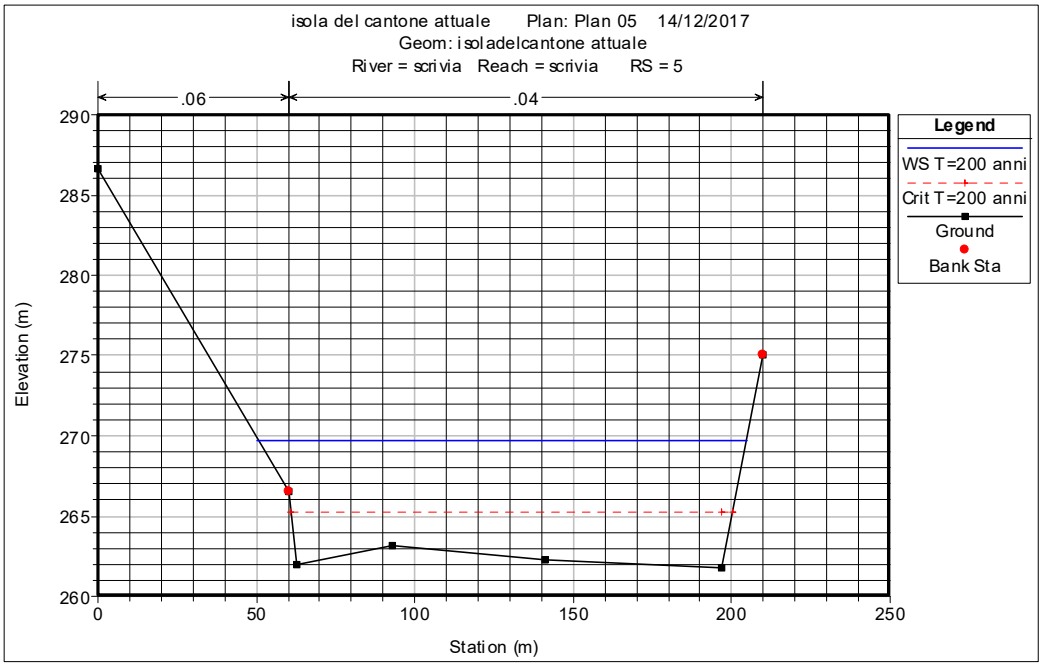


Figura 16: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

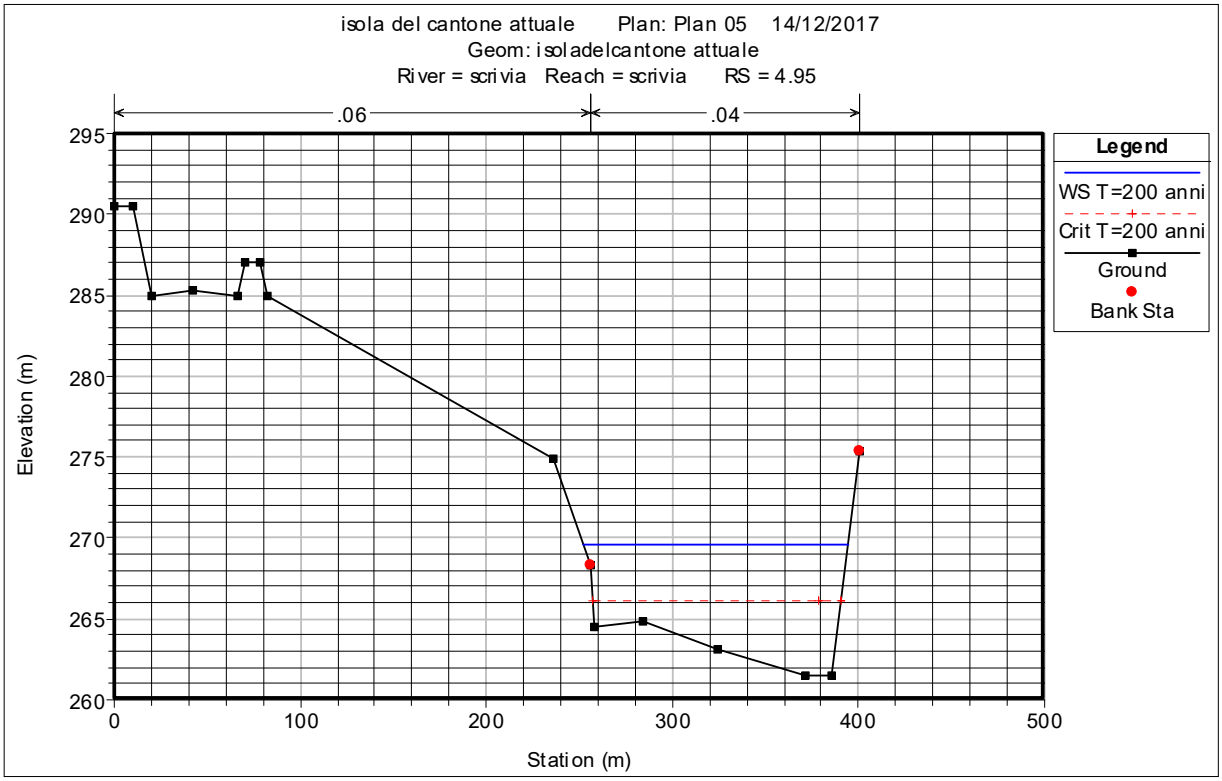


Figura 17: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

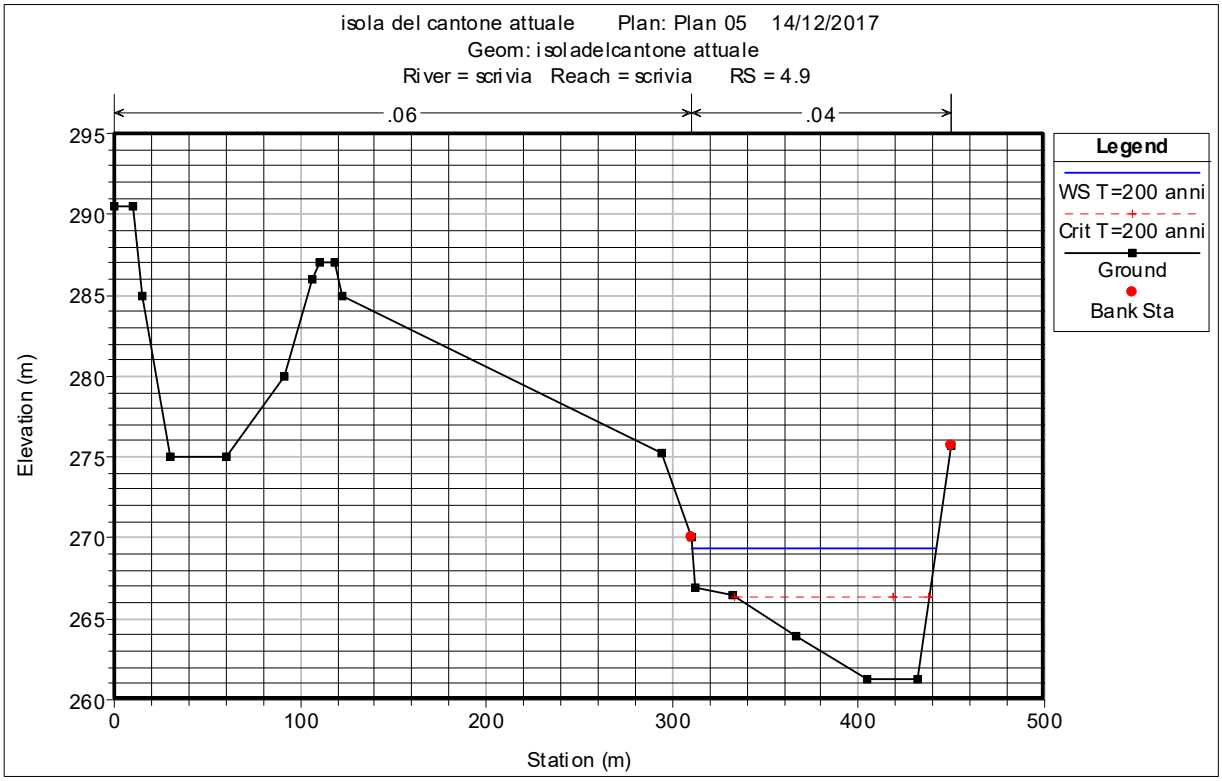


Figura 18: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

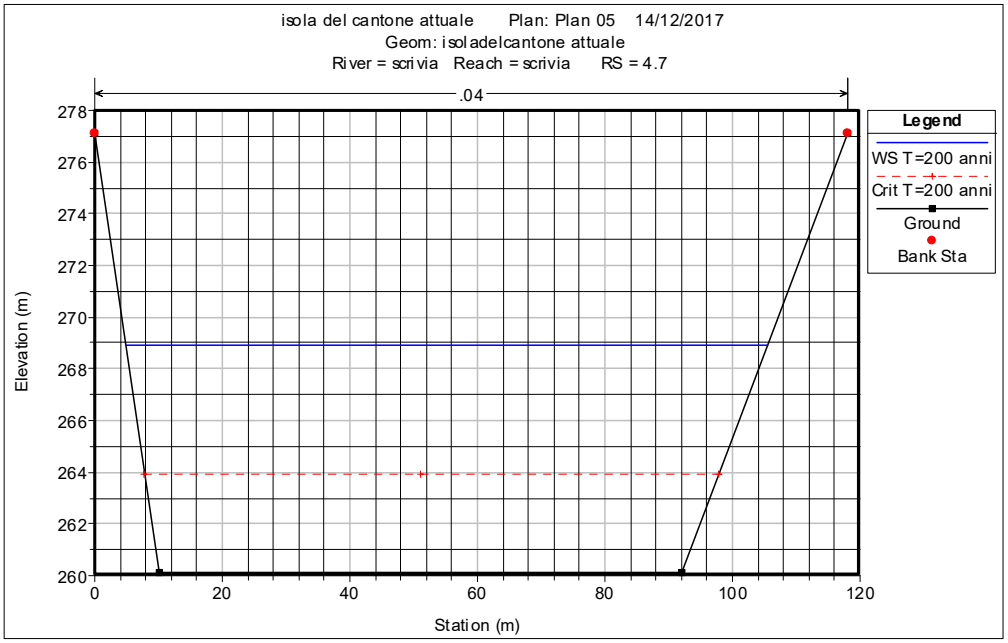


Figura 19: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

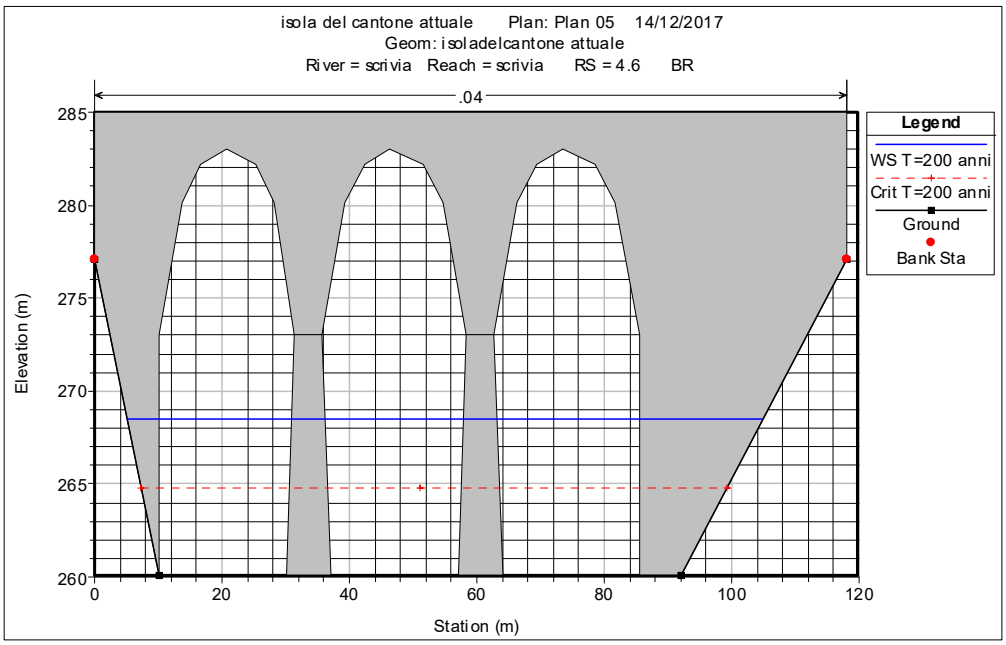


Figura 20: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

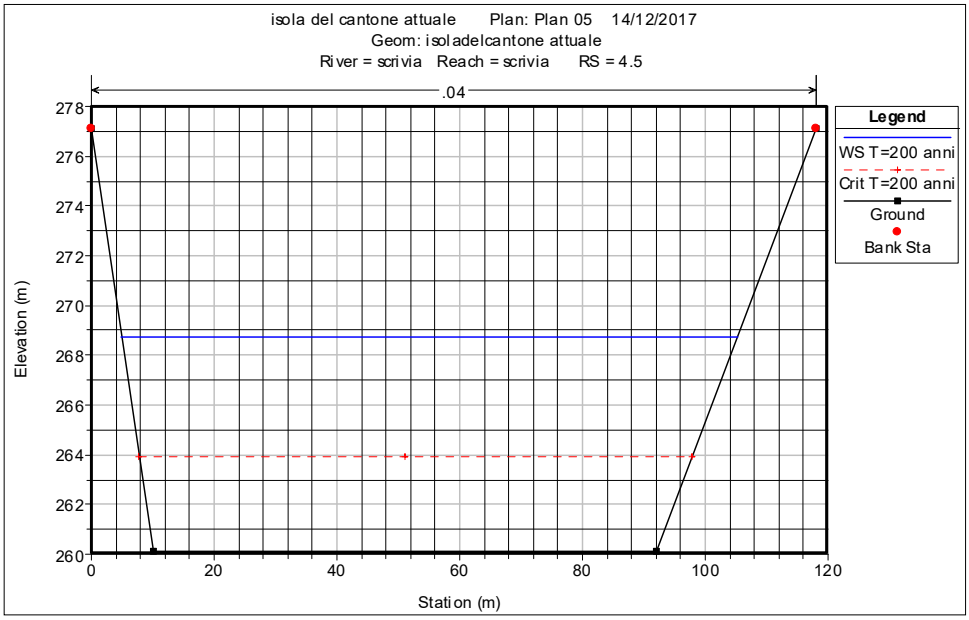


Figura 21: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

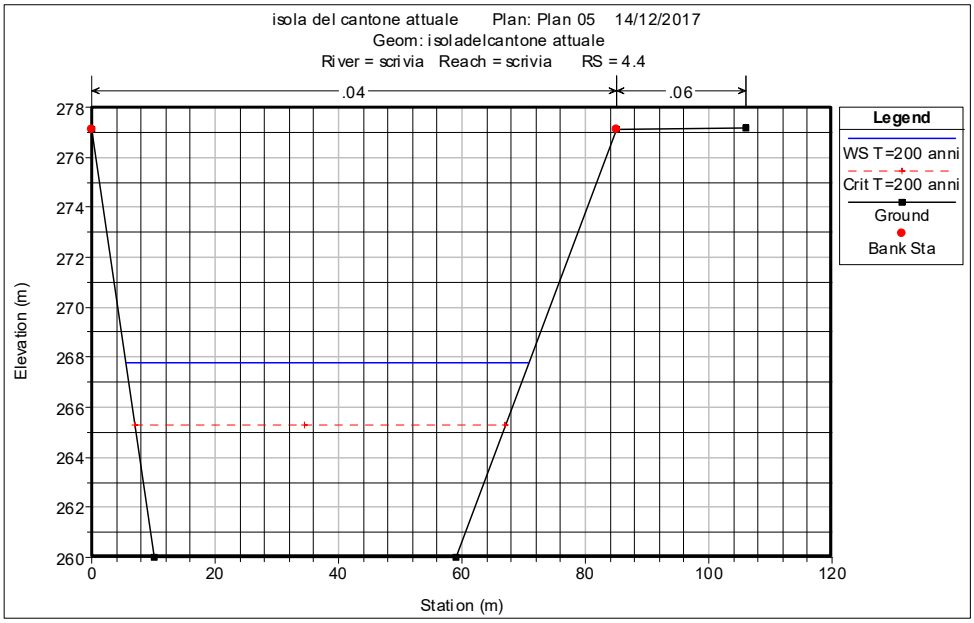


Figura 22: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

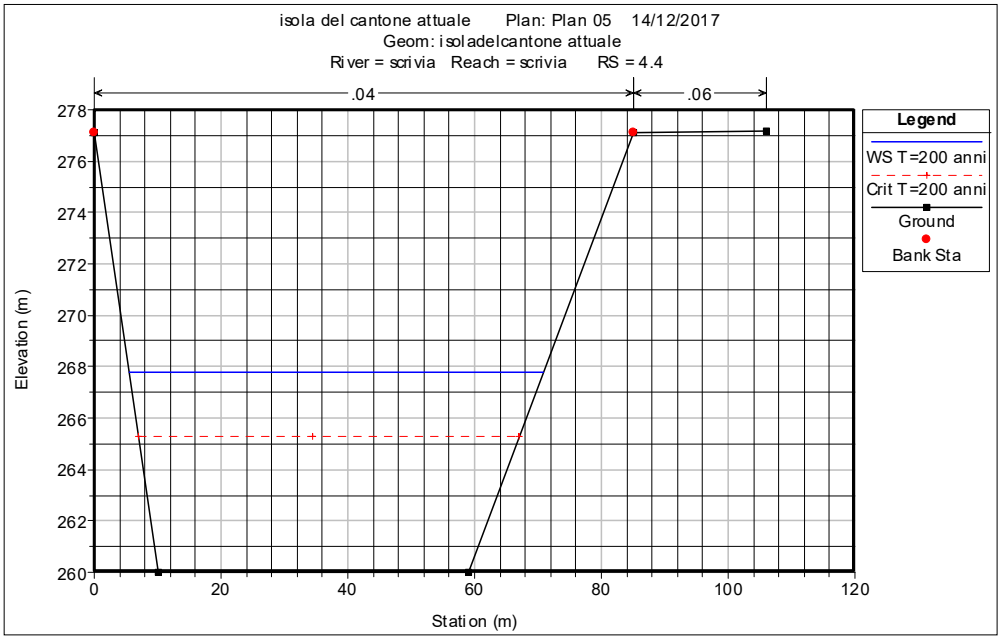


Figura 23: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

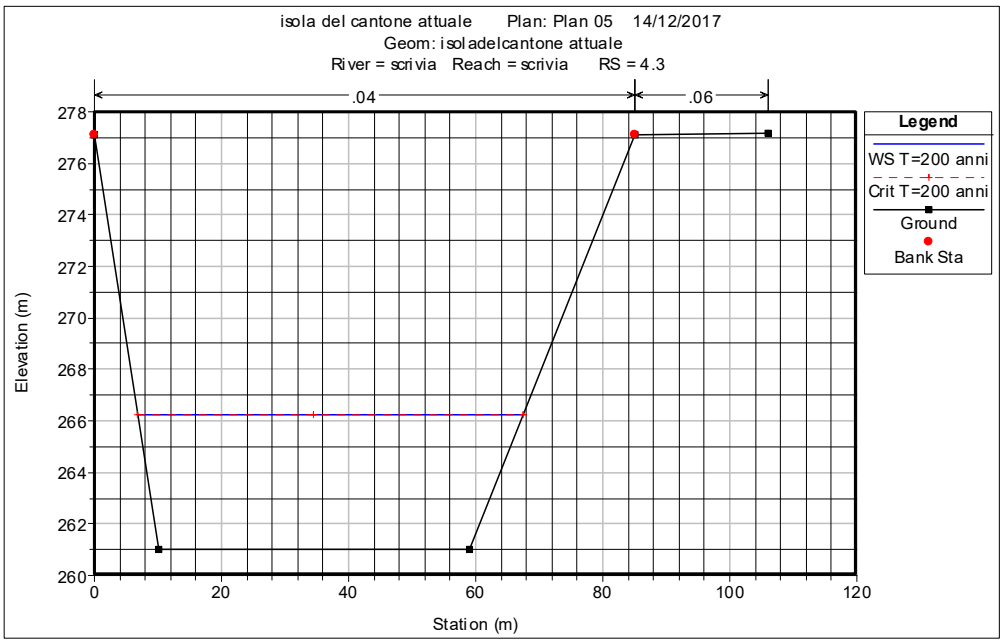


Figura 24: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

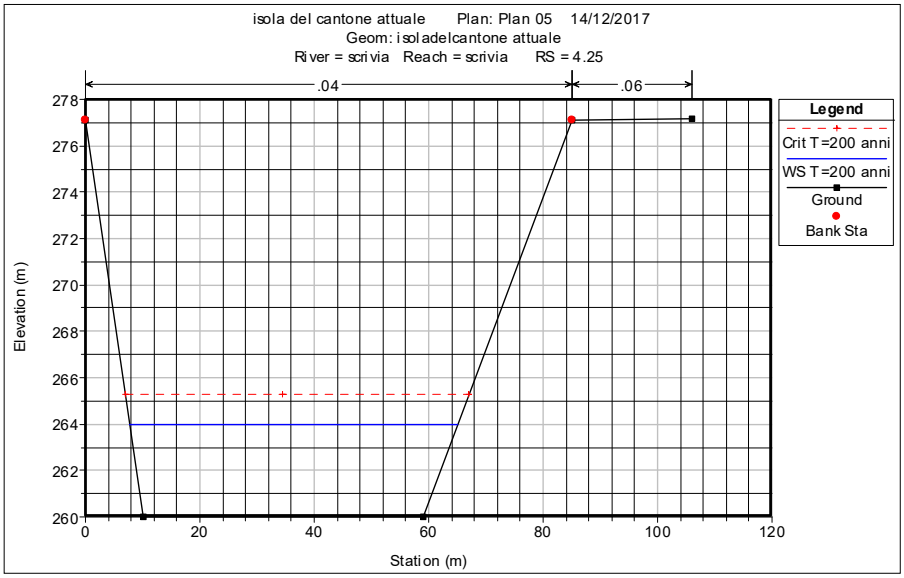


Figura 25: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

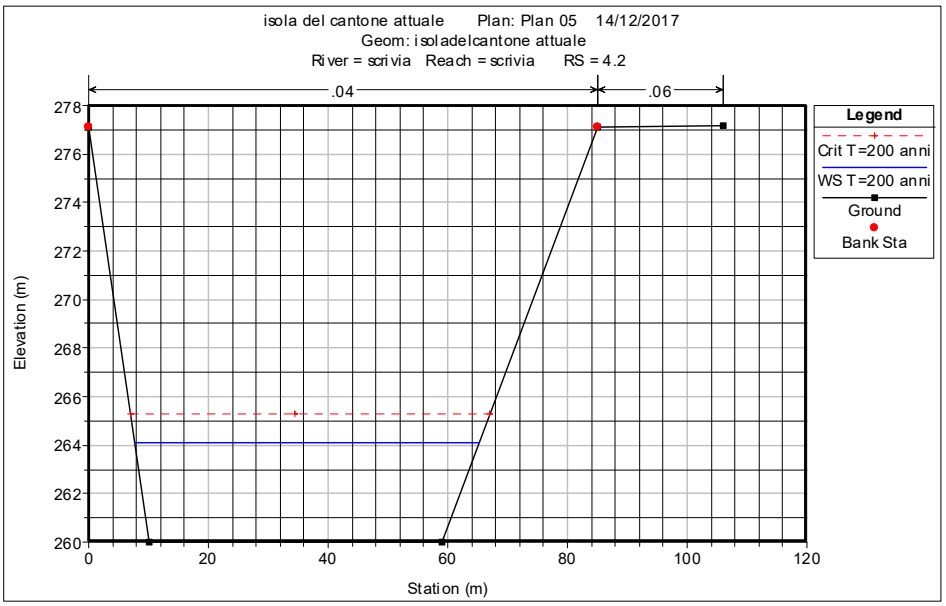


Figura 26: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

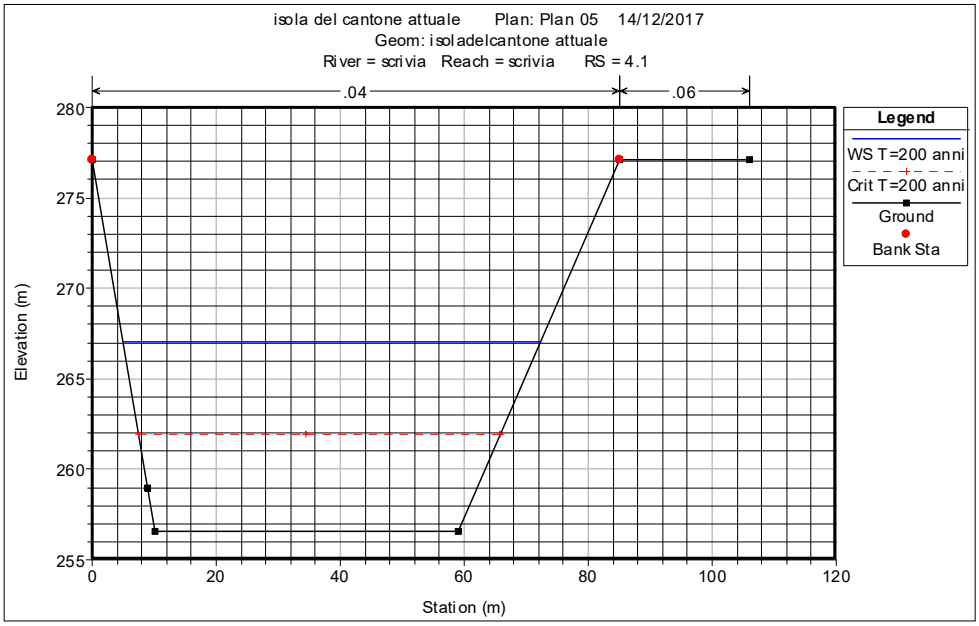


Figura 27: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

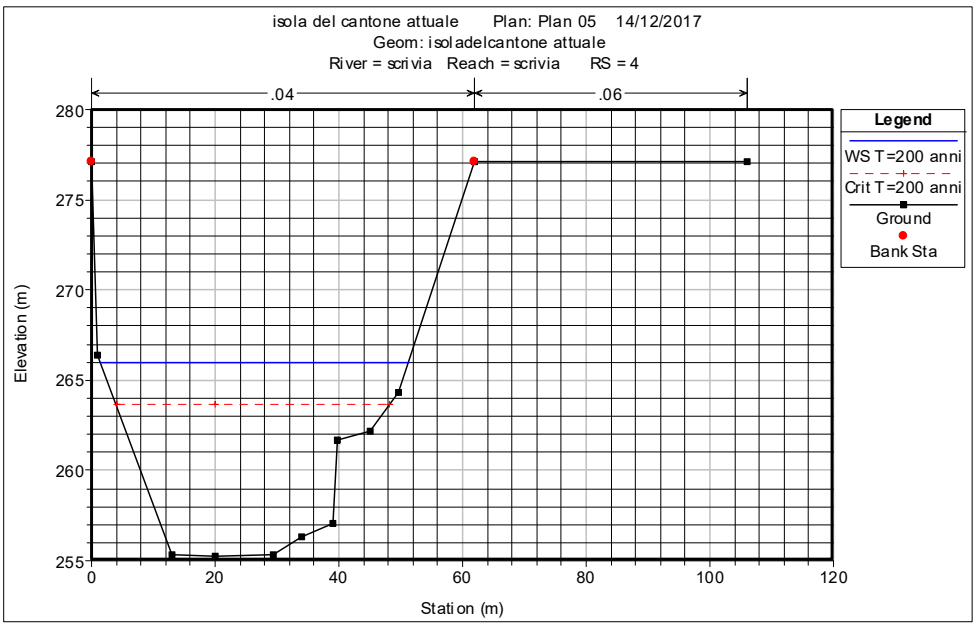


Figura 28: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

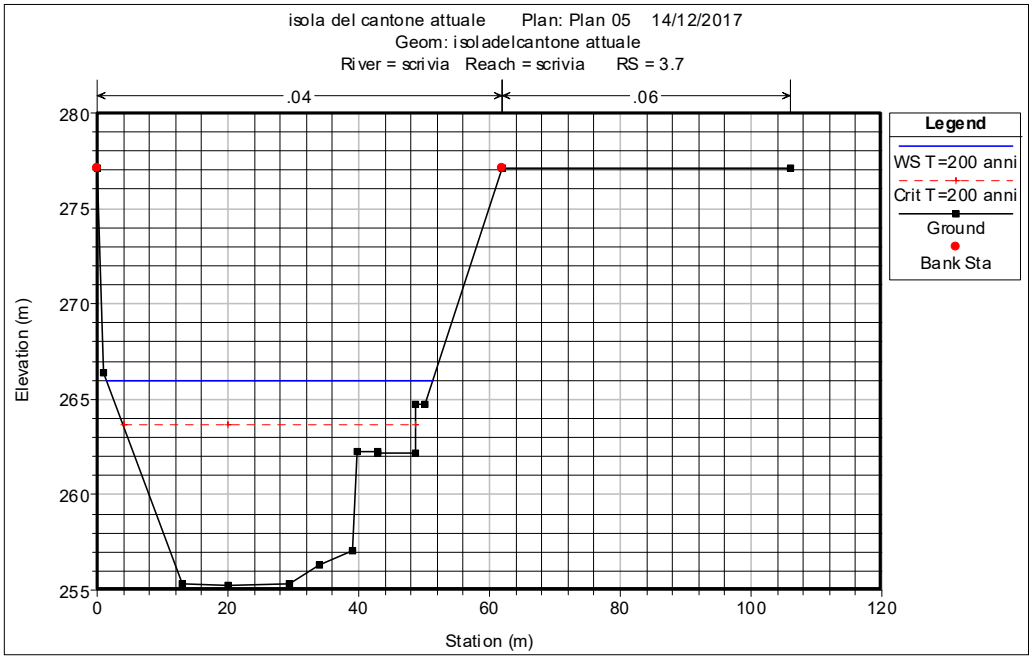


Figura 29: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

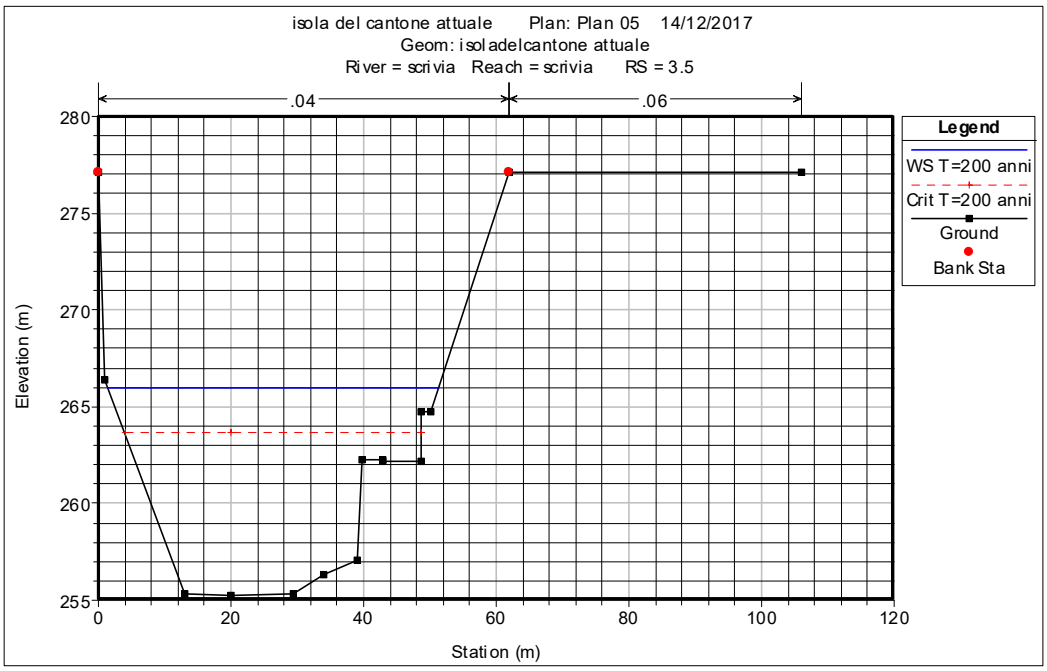


Figura 30: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

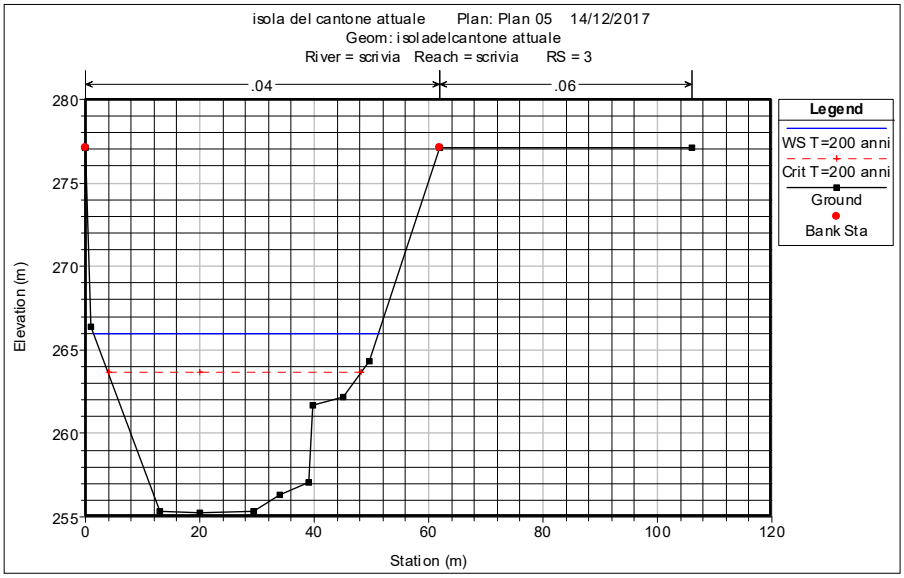


Figura 31: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

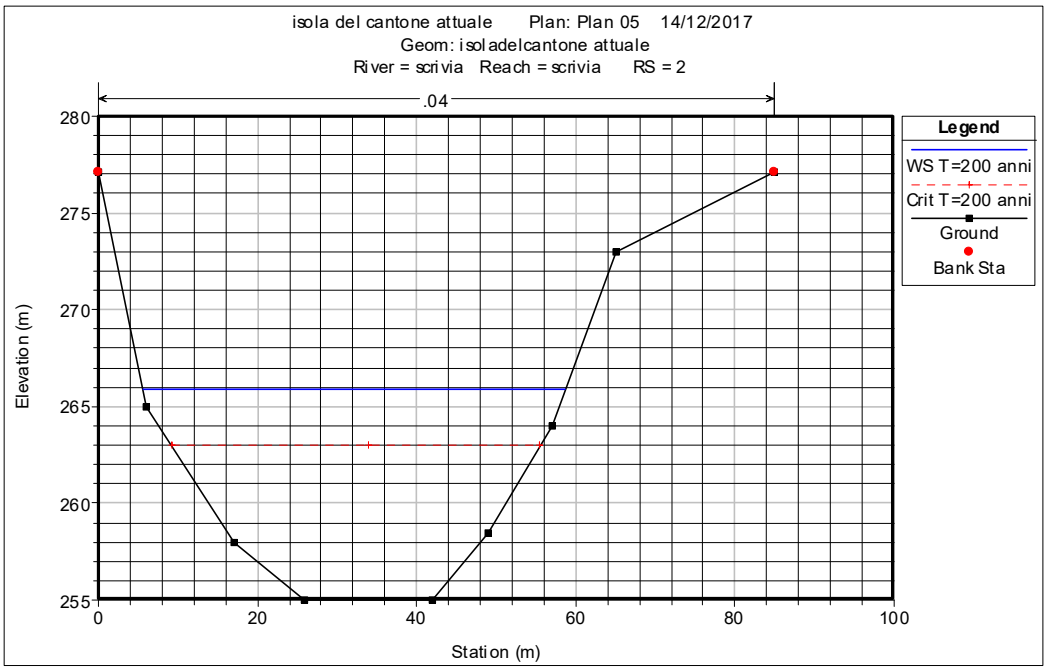


Figura 32: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

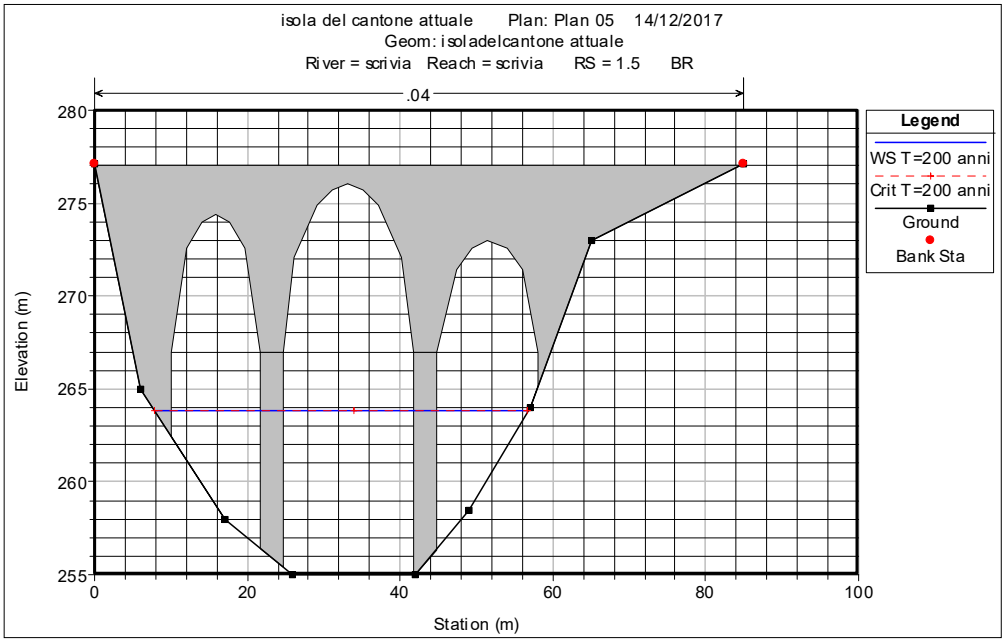


Figura 33: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

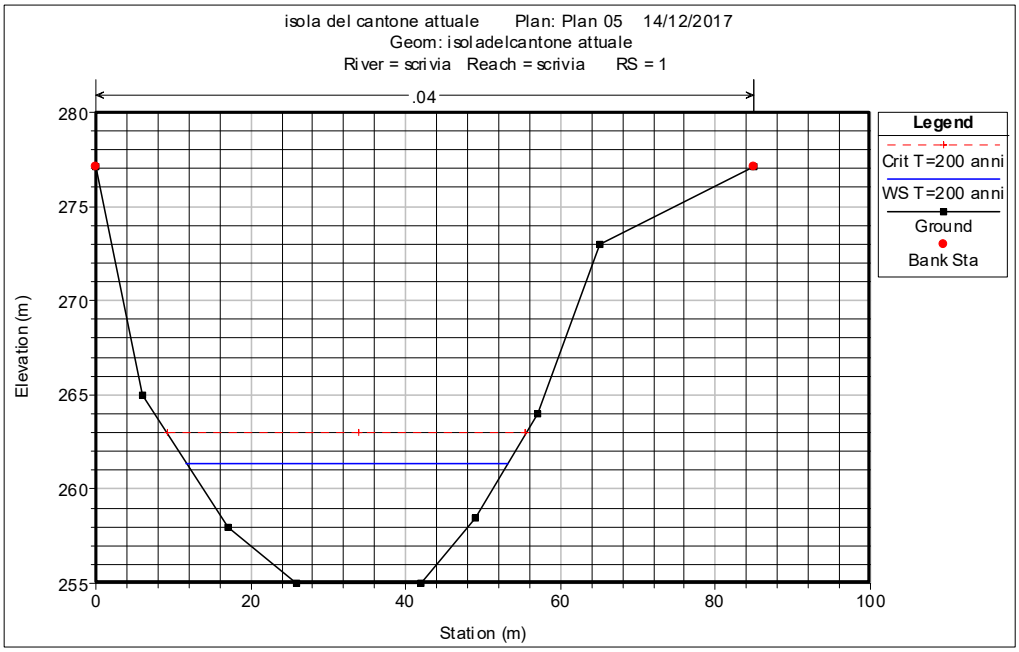


Figura 34: sezione modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

9.2.6 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO DI PROGETTO

Al fine di valutare l'influenza dell'impianto sul deflusso della portata di piena, è stata eseguita la simulazione numerica del moto della corrente di piena considerando la presenza delle opere in progetto.

Come indicato negli elaborati di progetto il riempimento è collocato in sponda sinistra dello Scrivia, al di fuori delle aree golenali, in modo da non interferire con in deflusso delle piene.

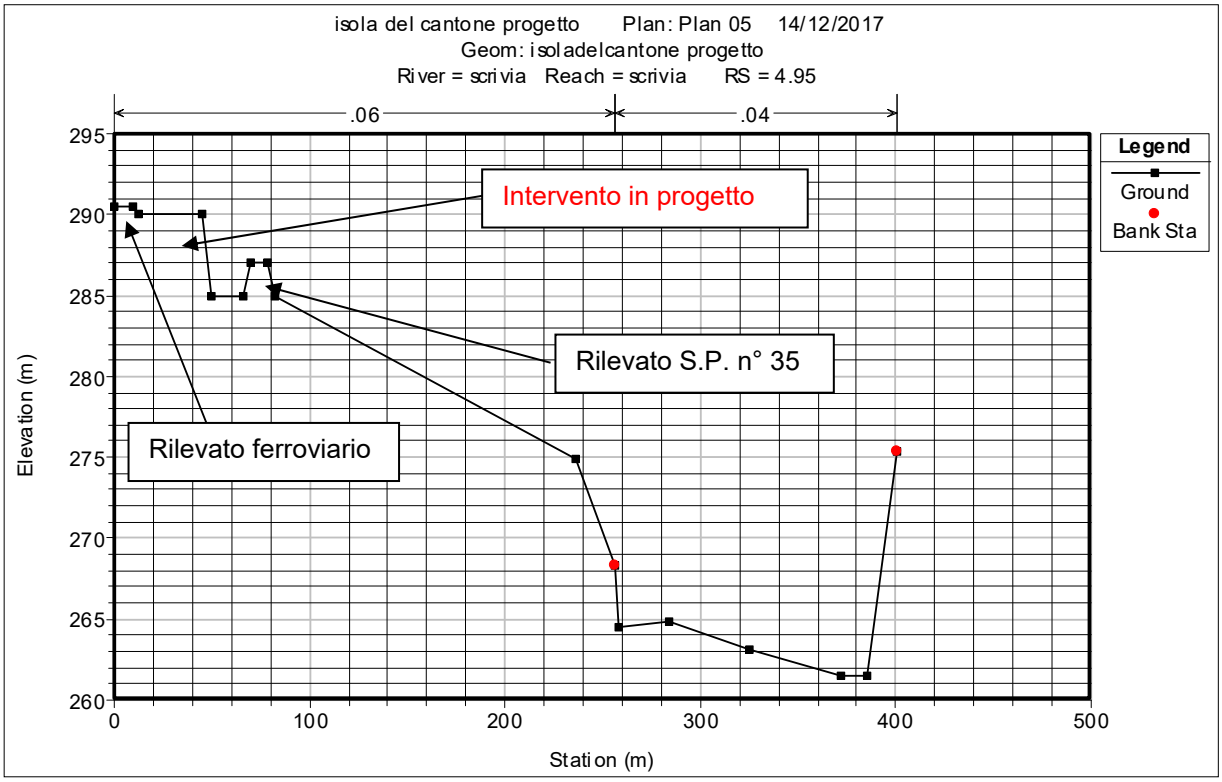


Figura 35: sezione trasversale del modello idraulico in corrispondenza dell'intervento in progetto

La simulazione numerica del deflusso della corrente di piena relativa allo stato attuale fornisce i parametri idraulici rappresentativi del moto, quali la velocità della corrente ed i livelli idrici, che permetteranno di valutare l'influenza dei nuovi manufatti in progetto sul deflusso della portata di piena.

Si riportano di seguito in tabella i risultati della modellazione idraulica monodimensionale, per la portata di progetto con tempo di ritorno 20, 100 e 200 anni.

Da questi si osserva che nel tratto in esame la corrente si mantiene sempre lenta con numeri di Froude variabili tra 0.23 e 1.

Tale comportamento si osserva per tutte le portate di riferimento considerate (T=20, 100, 200 anni).

In corrispondenza dell'intervento in progetto, collocato tra le sezioni 4.95 e 4.9, la quota della portata di piena con tempo di ritorno 200 anni, assunta pari a 1.973 m^3/s, è uguale rispettivamente a 269,59 m s.l.m. e 269,37 m s.l.m..

In corrispondenza del ponte sulla Strada comunale per Mereta (sezione 1.5) la quota della portata di piena con tempo di ritorno 200 anni, è uguale a 263,79 m s.l.m, inferiore alla quota dell'intradosso dell'impalcato stradale e coincidente con la profondità critica.

Per quanto riguarda il passaggio della corrente attraverso il ponte stradale, si nota come sotto le arcate laterali, il passaggio dell'acqua risulti parzialmente ostruito dalle formazioni rocciose presenti nella zona, quindi il deflusso in condizioni ordinarie è tutto all'interno dell'arcata centrale di 17 metri, causando un restringimento alla sezione di deflusso tanto da far sì che la corrente si mantenga sempre lenta e la traversa sia rigurgitata.

Anche il primo ponte ferroviario (quello più a monte) determina un restringimento di sezione che causa una transizione per le condizioni critiche. Il secondo ponte ferroviario, invece, non dà particolari interferenze al passaggio della corrente quindi senza transizione per le condizioni critiche.

Di seguito si riportano i profili della corrente ottenuti dalla modellazione per i diversi valori di portata.

Infine, confrontando i valori numerici dei livelli idrici corrispondenti alle varie portate di riferimento, si sottolinea come la presenza del riempimento in progetto (collocato tra le sezioni 4.95 e 4.9) non influisca minimamente sul deflusso della corrente, in quanto i livelli di piena rimangono invariati.

Di seguito si riportano i profili della corrente ottenuti dalla modellazione per i diversi valori di portata.

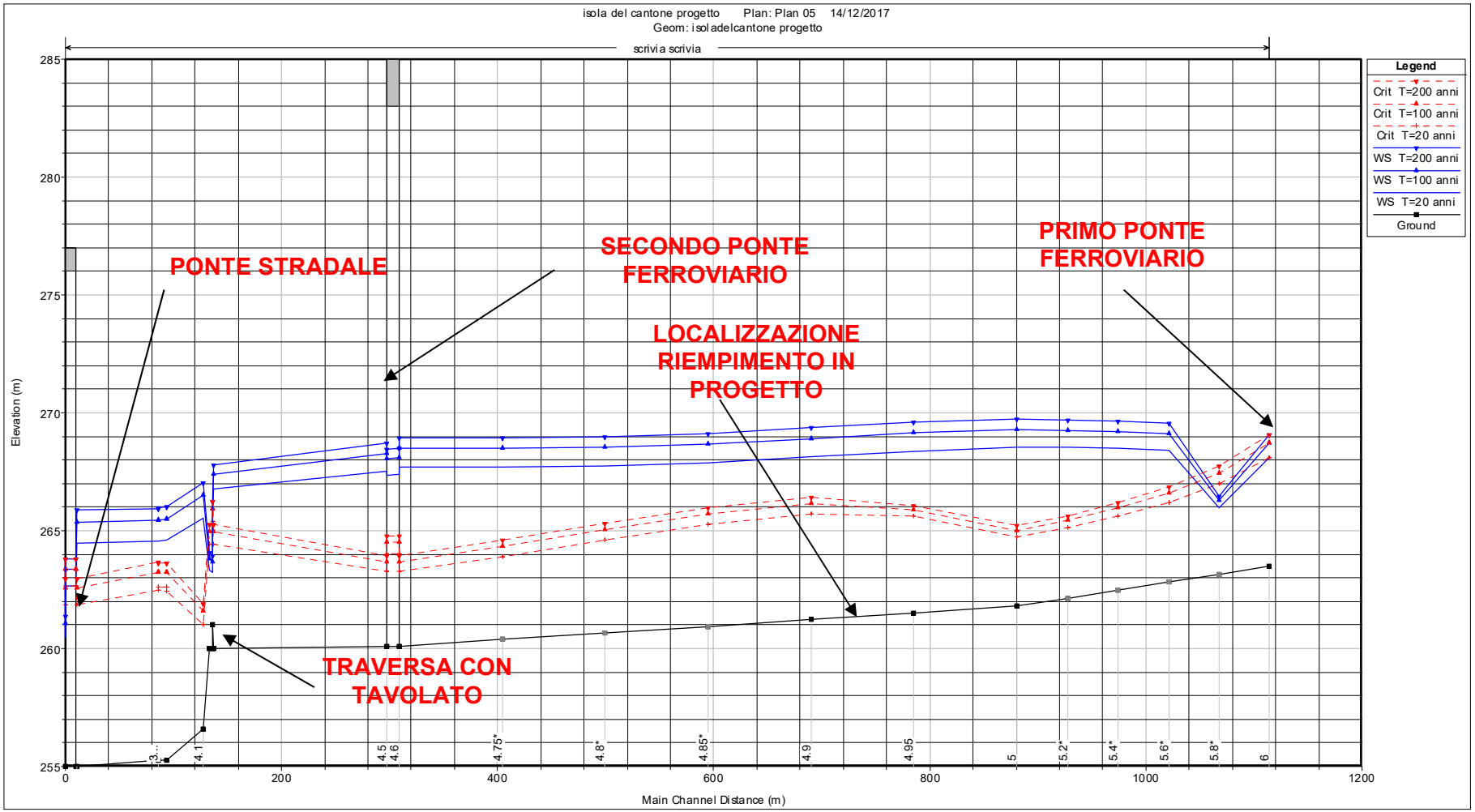


Figura 36: Profilo longitudinale della corrente del torrente Scrivia nel tratto in esame per le diverse portate di progetto nella condizione di stato di progetto.

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: scrivia Reach: scrivia Profile: T=20 anni

Reach	River Sta	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)	
scrivia	6	1497.00	263.50	268.11	268.12	270.44	0.012039	6.76	221.42	48.00	1.01
scrivia	5	1497.00	261.80	268.54	264.73	268.70	0.000478	1.75	860.09	149.73	0.23
scrivia	4.95	1497.00	261.52	268.38	265.60	268.63	0.000931	2.18	686.20	137.38	0.31
scrivia	4.9	1497.00	261.23	268.13	265.73	268.50	0.001662	2.67	561.04	129.09	0.41
scrivia	4.7	1497.00	260.10	267.70	263.28	267.94	0.000626	2.19	684.35	98.09	0.26
scrivia	4.6	Bridge									
scrivia	4.5	1497.00	260.10	267.54	263.28	267.80	0.000672	2.24	669.01	97.76	0.27
scrivia	4.4	1497.00	260.00	266.76	264.41	267.56	0.002570	3.94	379.56	63.24	0.51
scrivia	4.3	1497.00	261.00	265.39	265.39	267.43	0.010810	6.32	236.94	58.83	1.01
scrivia	4.25	1497.00	260.00	263.23	264.41	267.22	0.030537	8.85	169.09	55.79	1.62
scrivia	4.2	1497.00	260.00	263.34	264.41	267.05	0.027242	8.54	175.38	56.03	1.54
scrivia	4.1	1497.00	256.60	265.54	261.04	265.99	0.001058	2.95	507.20	64.59	0.34
scrivia	4	1497.00	255.26	264.60	262.44	265.84	0.004028	4.94	303.22	47.02	0.62
scrivia	3.7	1497.00	255.26	264.60	262.60	265.84	0.004107	4.93	303.94	45.69	0.61
scrivia	3.5	1497.00	255.26	264.56	262.60	265.81	0.004189	4.96	301.91	45.64	0.62
scrivia	3	1497.00	255.26	264.55	262.46	265.81	0.004122	4.98	300.81	46.92	0.63
scrivia	2	1497.00	255.00	264.46	261.86	265.48	0.002901	4.46	335.64	50.57	0.55
scrivia	1.5	Bridge									
scrivia	1	1497.00	255.00	260.47	261.86	265.11	0.024621	9.54	156.95	38.75	1.51

Tabella 9: Risultati della modellazione idraulica nello stato di progetto per la portata avente tempo di ritorno 20 anni.

In rosso sono indicati i parametri idraulici nell'area interessata dal progetto

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: scrivia Reach: scrivia Profile: T=100 anni

Reach	River Sta	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)	
scrivia	6	1790.00	263.50	268.70	268.70	271.32	0.011887	7.18	249.44	48.00	1.01
scrivia	5	1790.00	261.80	269.29	265.02	269.47	0.000462	1.86	973.66	152.71	0.23
scrivia	4.95	1790.00	261.52	269.14	265.90	269.40	0.000841	2.27	791.06	140.49	0.30
scrivia	4.9	1790.00	261.23	268.91	266.15	269.29	0.001397	2.70	662.24	130.51	0.38
scrivia	4.7	1790.00	260.10	268.48	263.68	268.76	0.000647	2.35	761.20	99.74	0.27
scrivia	4.6	Bridge									
scrivia	4.5	1790.00	260.10	268.29	263.68	268.59	0.000697	2.41	742.71	99.35	0.28
scrivia	4.4	1790.00	260.00	267.40	264.95	268.33	0.002708	4.26	420.51	64.59	0.53
scrivia	4.3	1790.00	261.00	265.93	265.93	268.19	0.010518	6.66	268.72	60.02	1.01
scrivia	4.25	1790.00	260.00	263.69	264.95	267.99	0.028029	9.18	194.92	56.76	1.58
scrivia	4.2	1790.00	260.00	263.80	264.94	267.82	0.025270	8.88	201.54	57.01	1.51
scrivia	4.1	1790.00	256.60	266.50	261.58	267.00	0.001076	3.14	569.69	66.28	0.34
scrivia	4	1790.00	255.26	265.48	263.22	266.85	0.003958	5.18	345.43	48.81	0.62
scrivia	3.7	1790.00	255.26	265.48	263.23	266.85	0.004172	5.17	346.05	48.88	0.62
scrivia	3.5	1790.00	255.26	265.44	263.24	266.82	0.004251	5.21	343.81	48.79	0.63
scrivia	3	1790.00	255.26	265.43	263.22	266.82	0.004040	5.22	342.95	48.71	0.63
scrivia	2	1790.00	255.00	265.36	262.55	266.48	0.002862	4.68	382.11	52.39	0.55
scrivia	1.5	Bridge									
scrivia	1	1790.00	255.00	261.05	262.55	266.10	0.023893	9.95	179.81	40.50	1.51

Tabella 10: Risultati della modellazione idraulica nello stato di progetto per la portata avente tempo di ritorno 100 anni

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: scrivia Reach: scrivia Profile: T=200 anni

Reach	River Sta	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)	
scrivia	6	1973.00	263.50	269.06	269.06	271.85	0.011722	7.39	266.87	48.00	1.00
scrivia	5	1973.00	261.80	269.74	265.21	269.92	0.000454	1.91	1042.28	154.48	0.23
scrivia	4.95	1973.00	261.52	269.59	266.08	269.86	0.000799	2.32	854.45	142.33	0.30
scrivia	4.9	1973.00	261.23	269.37	266.40	269.75	0.001287	2.73	722.27	131.34	0.37
scrivia	4.7	1973.00	260.10	268.94	263.92	269.24	0.000657	2.44	807.17	100.71	0.28
scrivia	4.6	Bridge									
scrivia	4.5	1973.00	260.10	268.73	263.92	269.05	0.000711	2.51	786.67	100.28	0.29
scrivia	4.4	1973.00	260.00	267.78	265.26	268.78	0.002782	4.43	445.00	65.38	0.54
scrivia	4.3	1973.00	261.00	266.25	266.25	268.64	0.010368	6.85	287.84	60.73	1.01
scrivia	4.25	1973.00	260.00	263.96	265.26	268.44	0.026848	9.37	210.46	57.33	1.56
scrivia	4.2	1973.00	260.00	264.08	265.26	268.28	0.024332	9.08	217.27	57.58	1.49
scrivia	4.1	1973.00	256.60	267.06	261.90	267.59	0.001086	3.25	606.99	67.27	0.35
scrivia	4	1973.00	255.26	266.00	263.63	267.44	0.003923	5.32	370.90	49.86	0.62
scrivia	3.7	1973.00	255.26	266.00	263.63	267.44	0.004129	5.31	371.57	49.93	0.62
scrivia	3.5	1973.00	255.26	265.95	263.64	267.41	0.004203	5.34	369.30	49.84	0.63
scrivia	3	1973.00	255.26	265.95	263.66	267.41	0.004000	5.36	368.39	49.76	0.63
scrivia	2	1973.00	255.00	265.89	262.98	267.07	0.002833	4.81	409.92	53.12	0.55
scrivia	1.5	Bridge									
scrivia	1	1973.00	255.00	261.38	262.97	266.68	0.023589	10.20	193.47	41.50	1.51

Tabella 11: Risultati della modellazione idraulica nello stato di progetto per la portata avente tempo di ritorno 200 anni

Di seguito si riportano le sezioni per lo stato di progetto con il livello raggiunto dalla portata pari a 1.973 m^3/s, corrispondente alla portata avente tempo di ritorno di 200 anni.

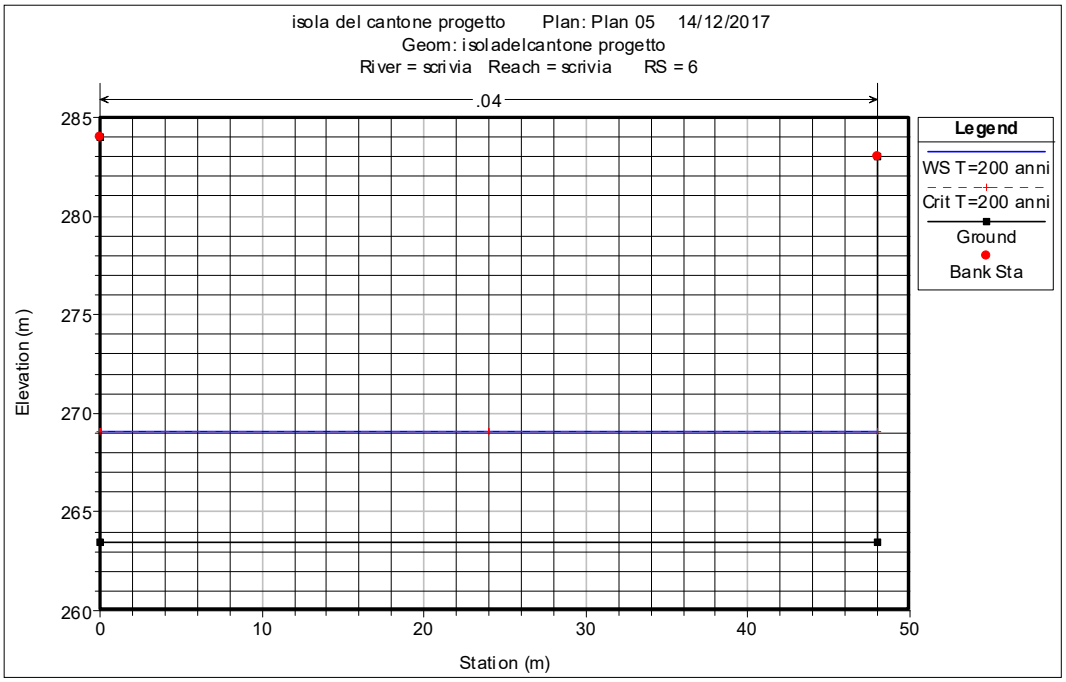


Figura 37: sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

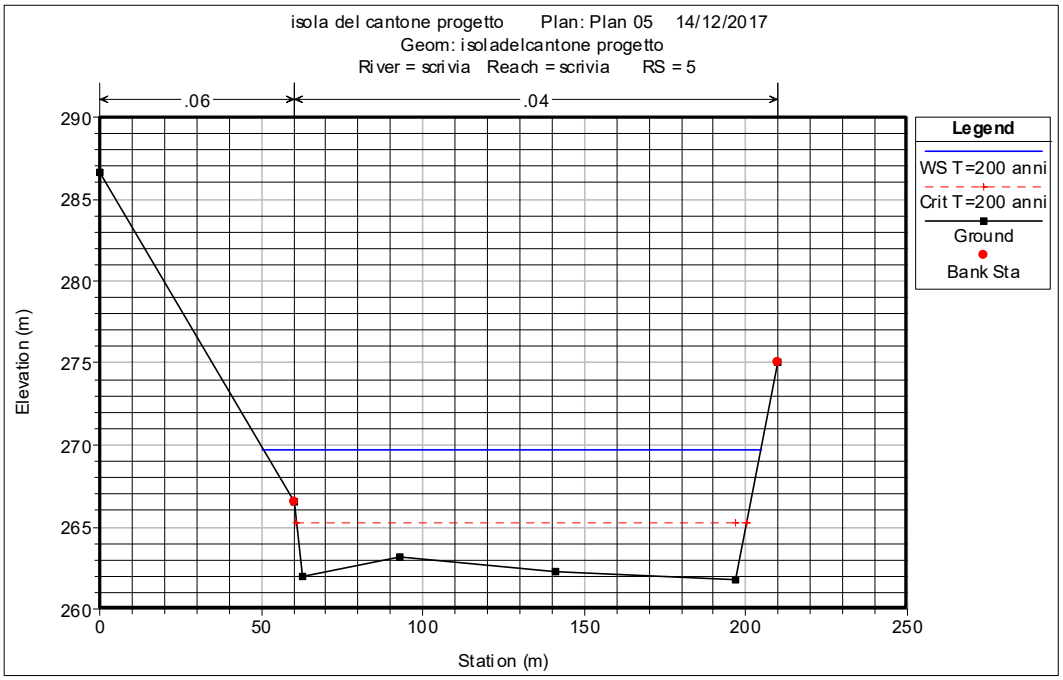


Figura 38: sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

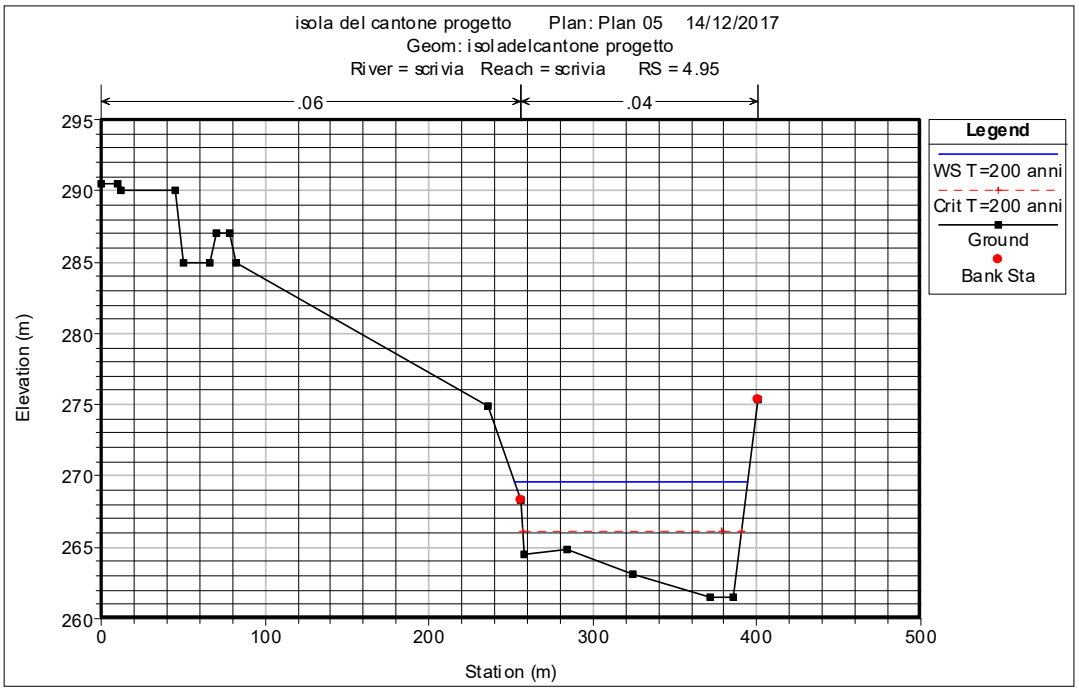


Figura 39: sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

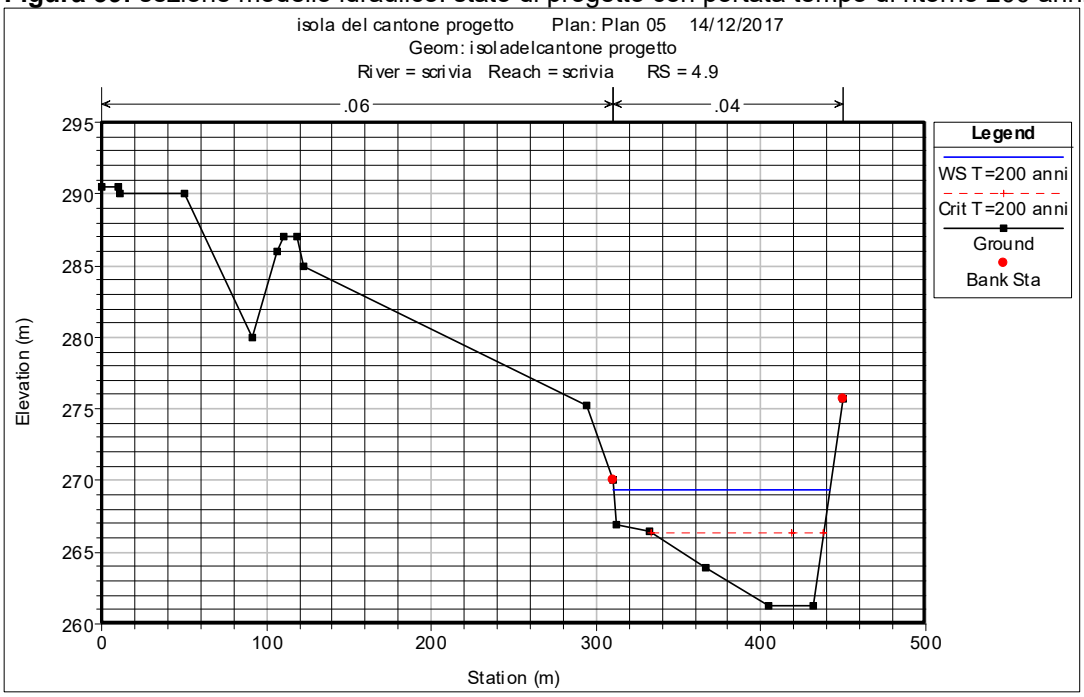


Figura 40: sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

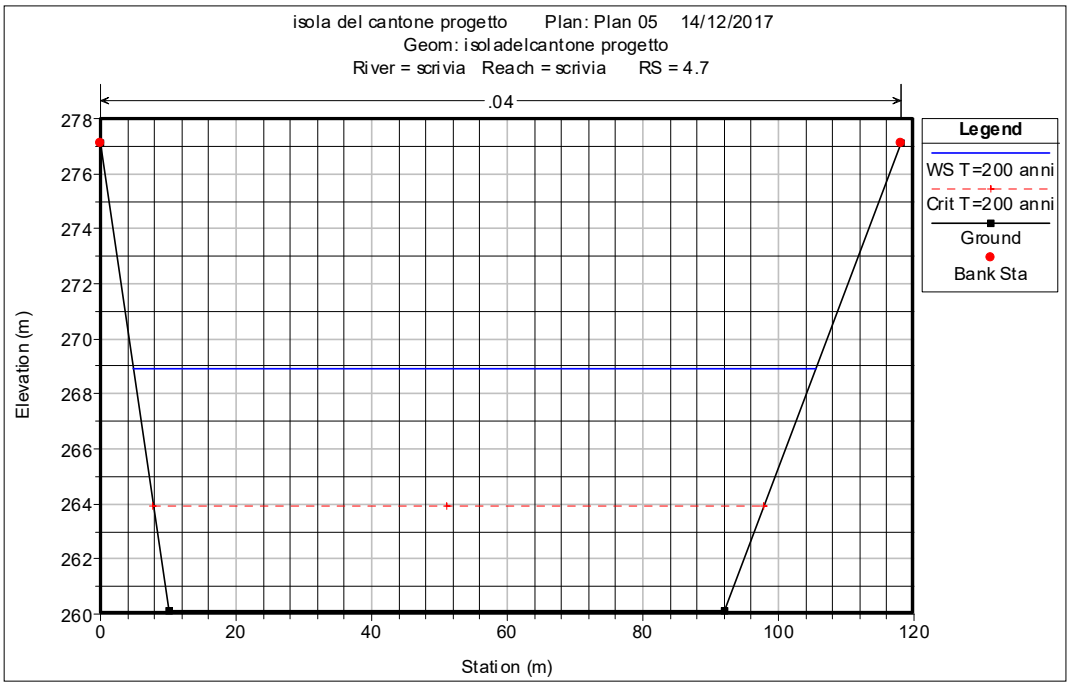


Figura 41: sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

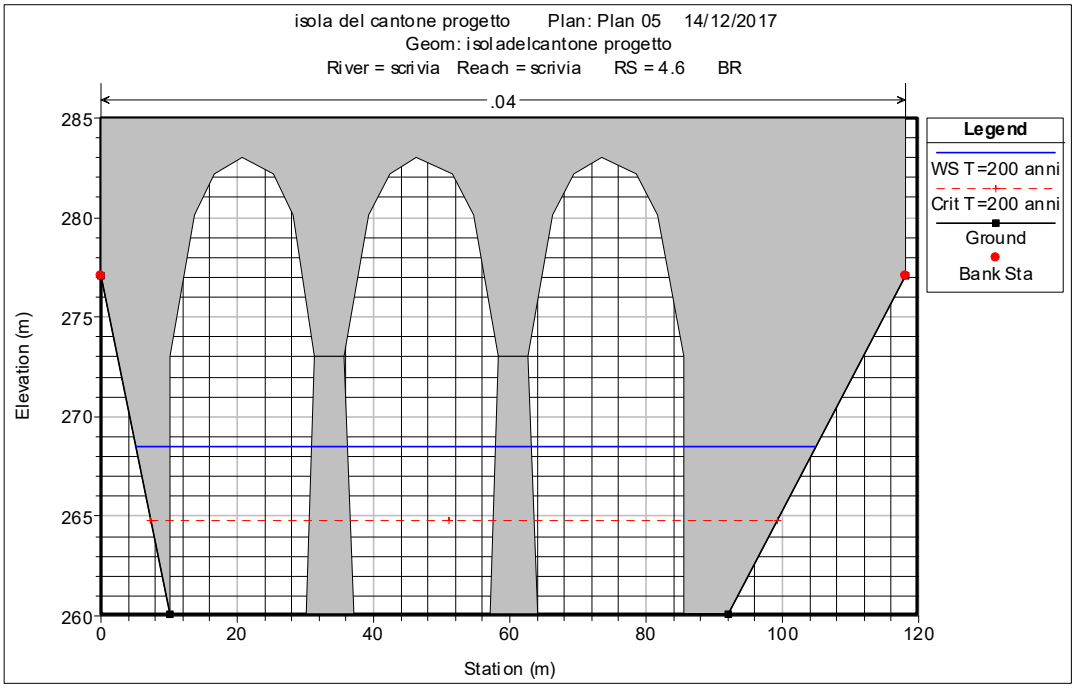


Figura 42: sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

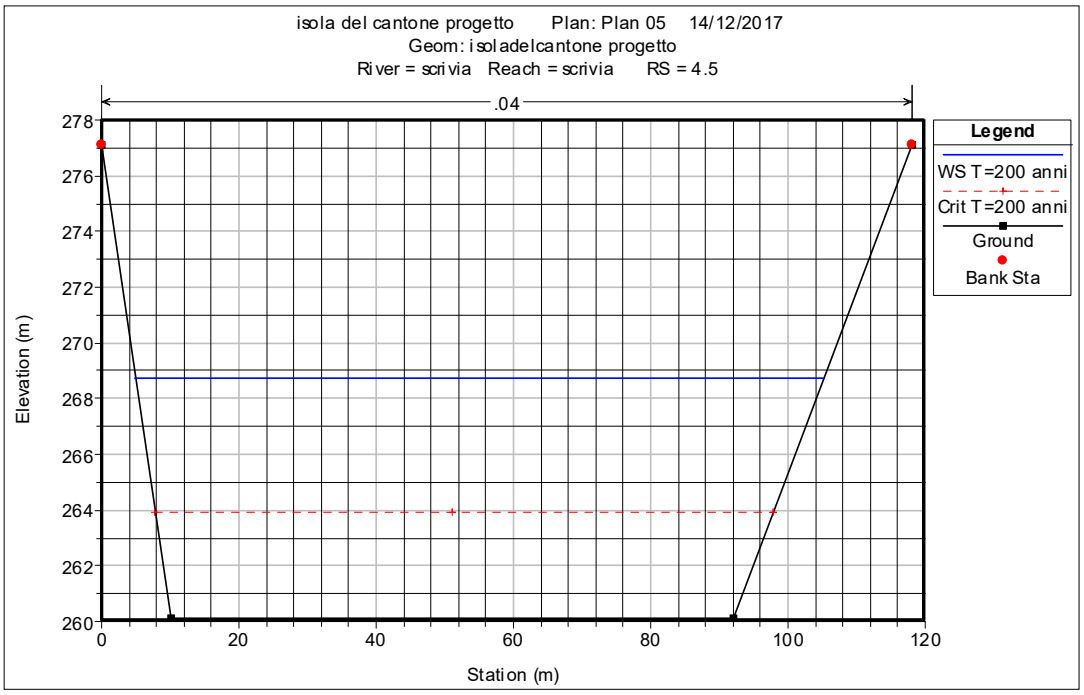


Figura 43:sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

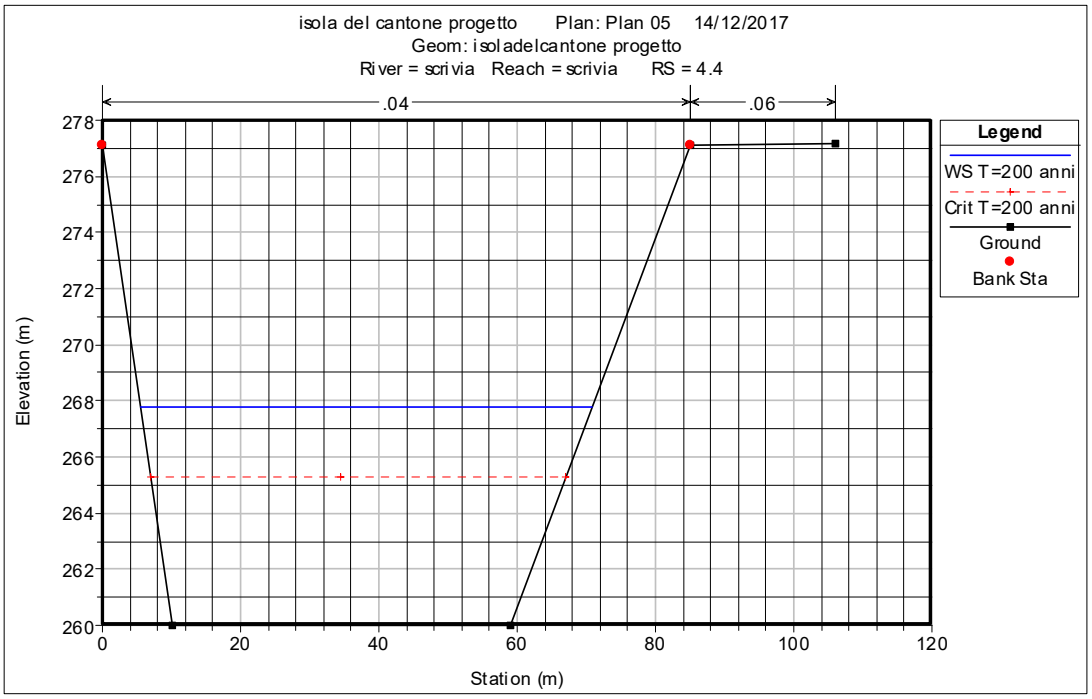


Figura 44:sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

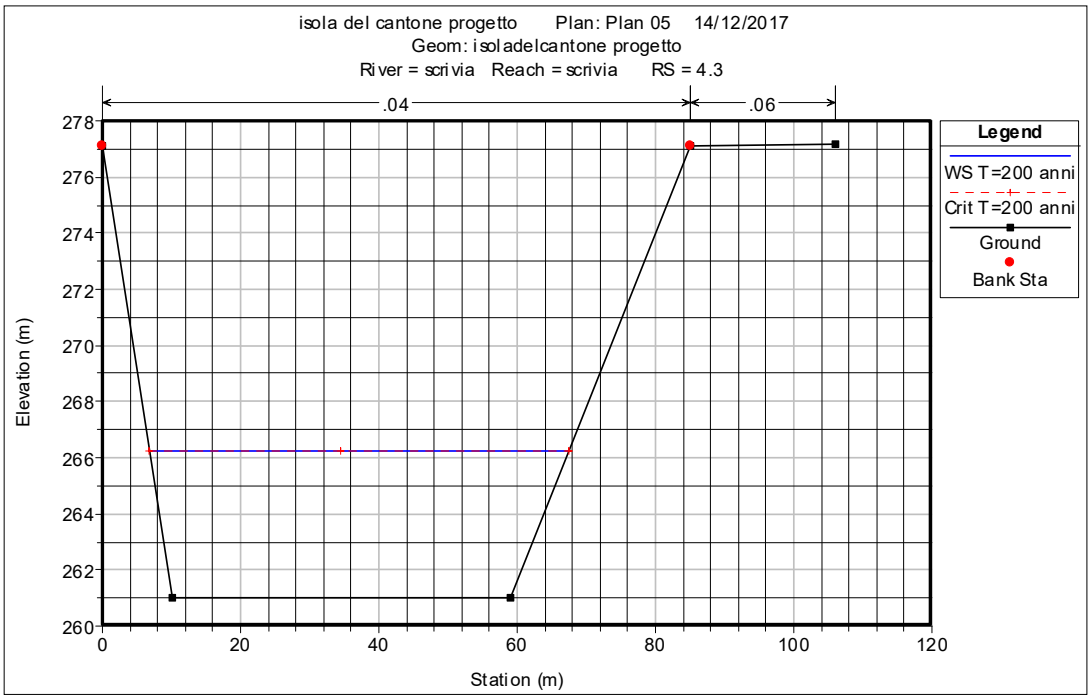


Figura 45:sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

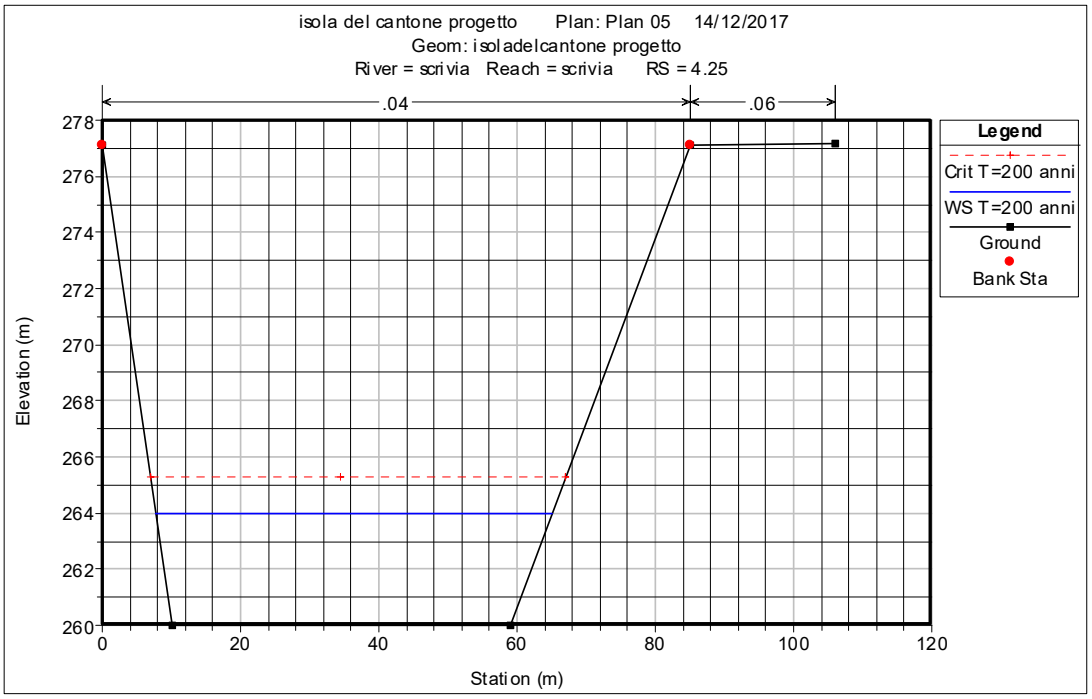


Figura 46:sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

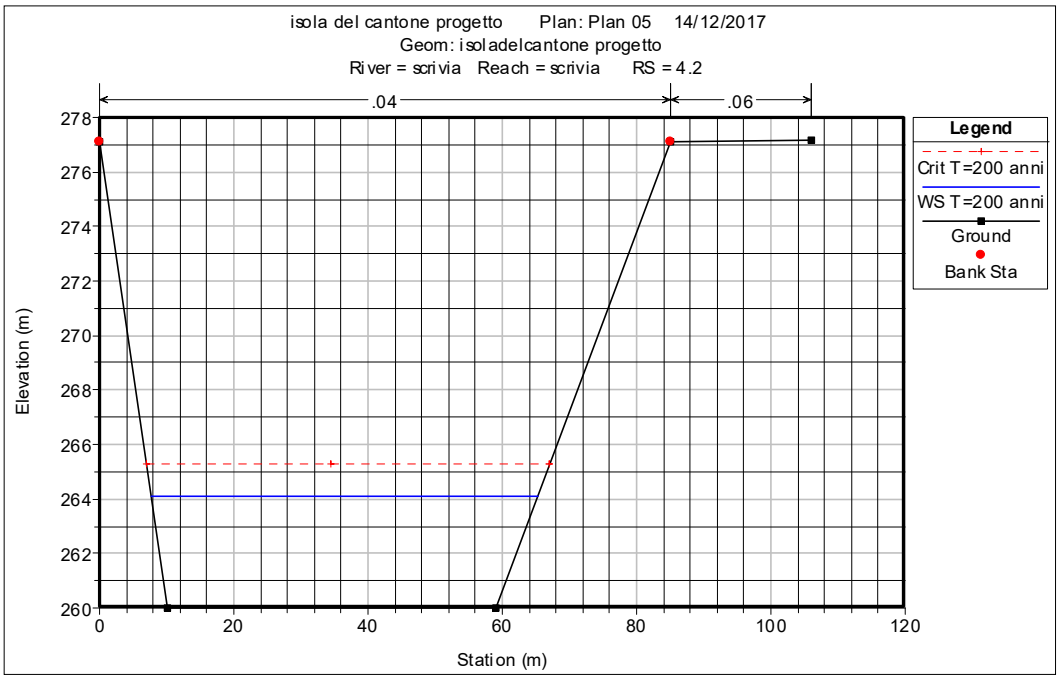


Figura 47:sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

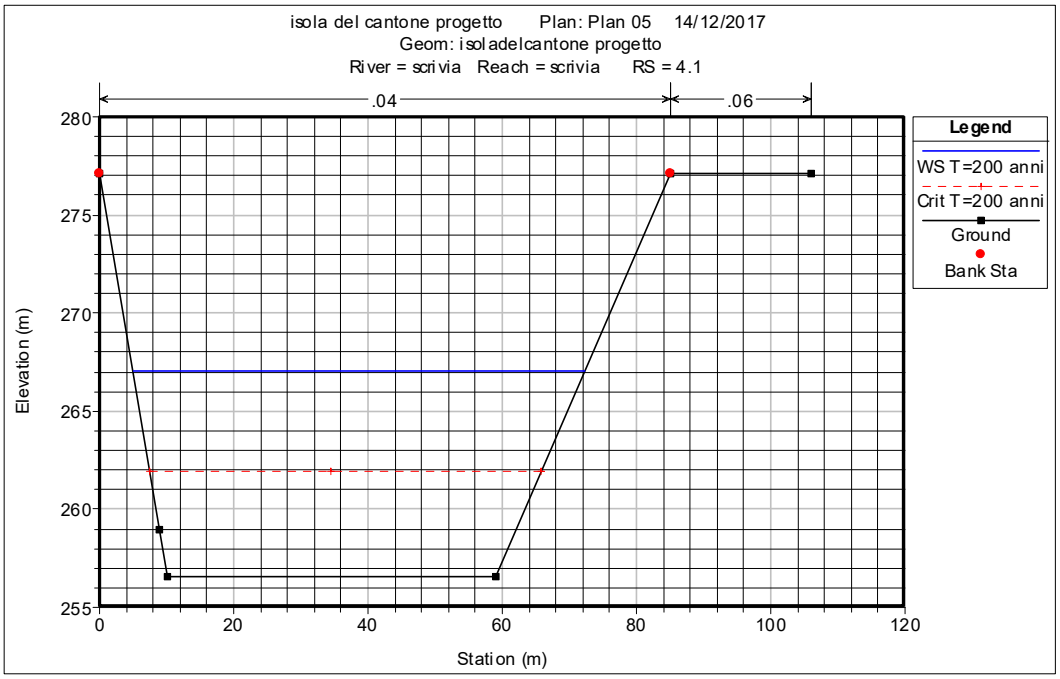


Figura 48:sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

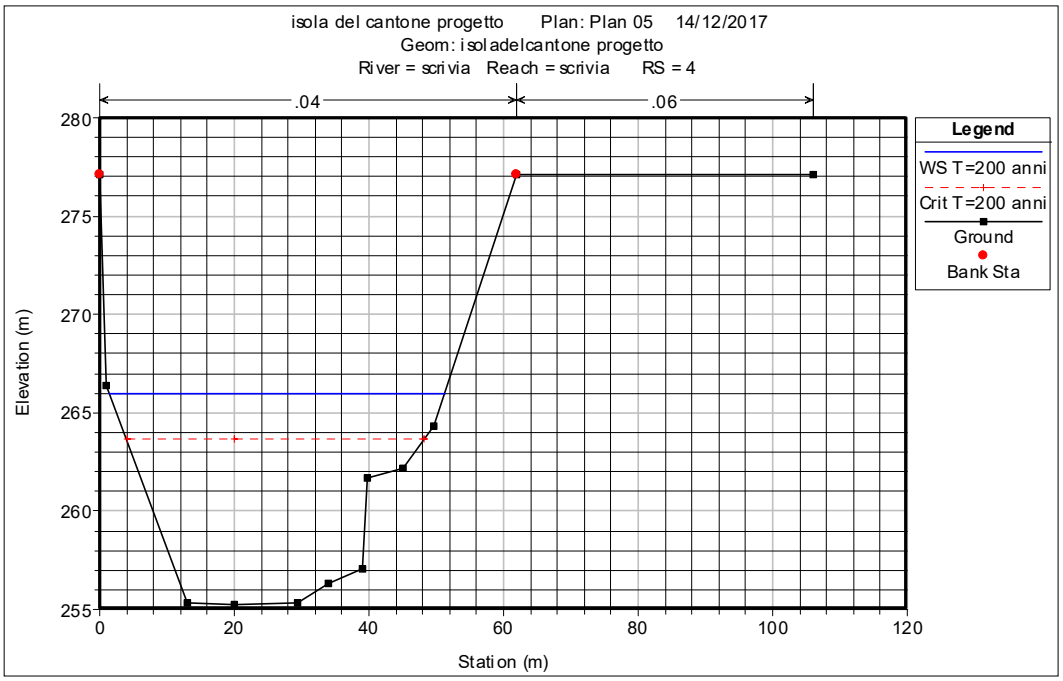


Figura 49:sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

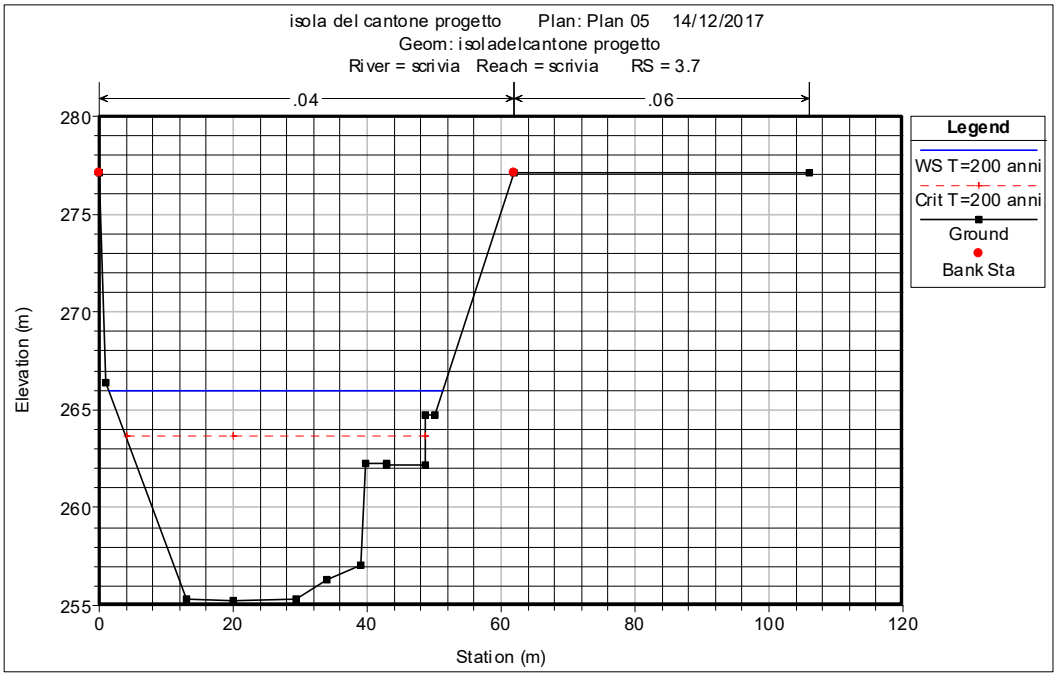


Figura 50: sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

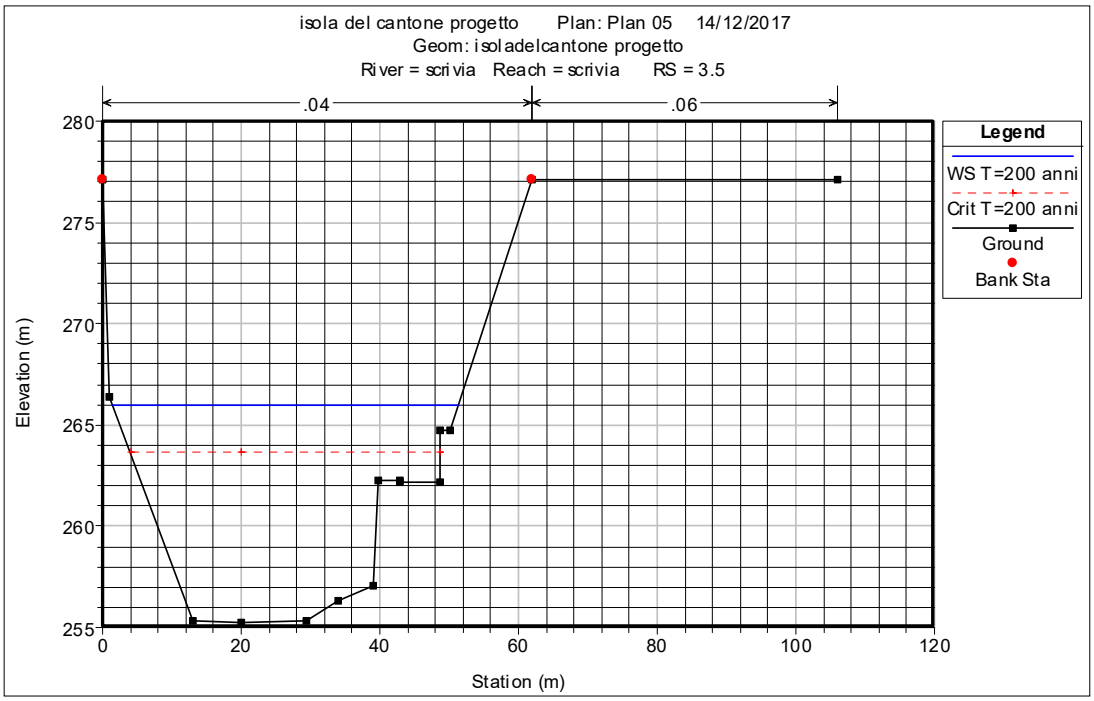


Figura 51: sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

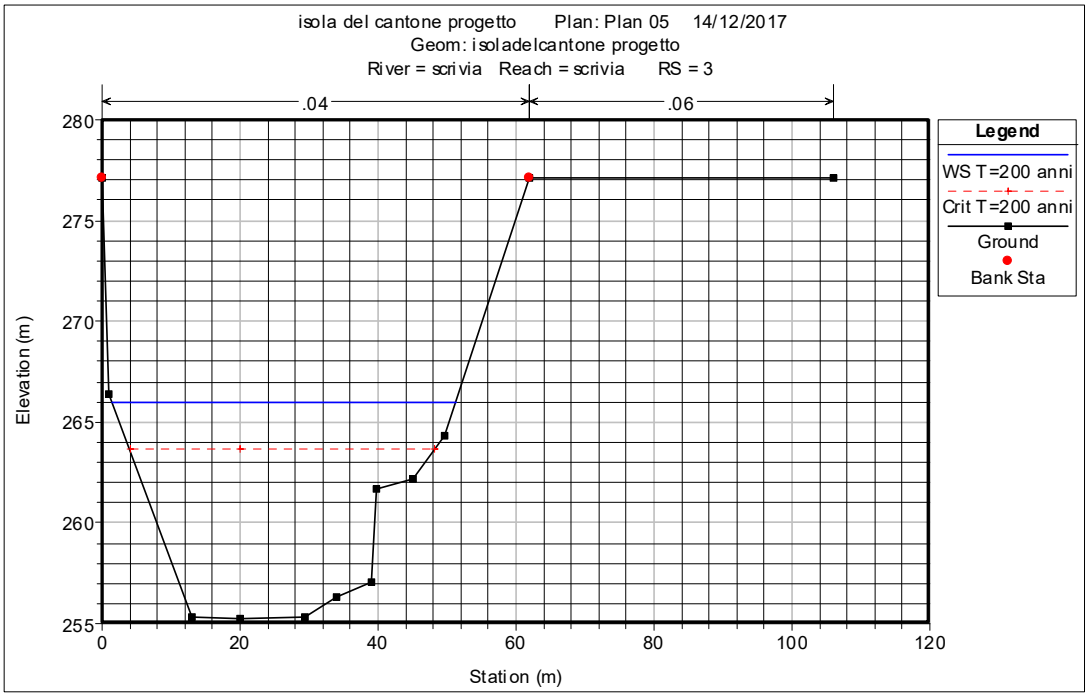


Figura 52: sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

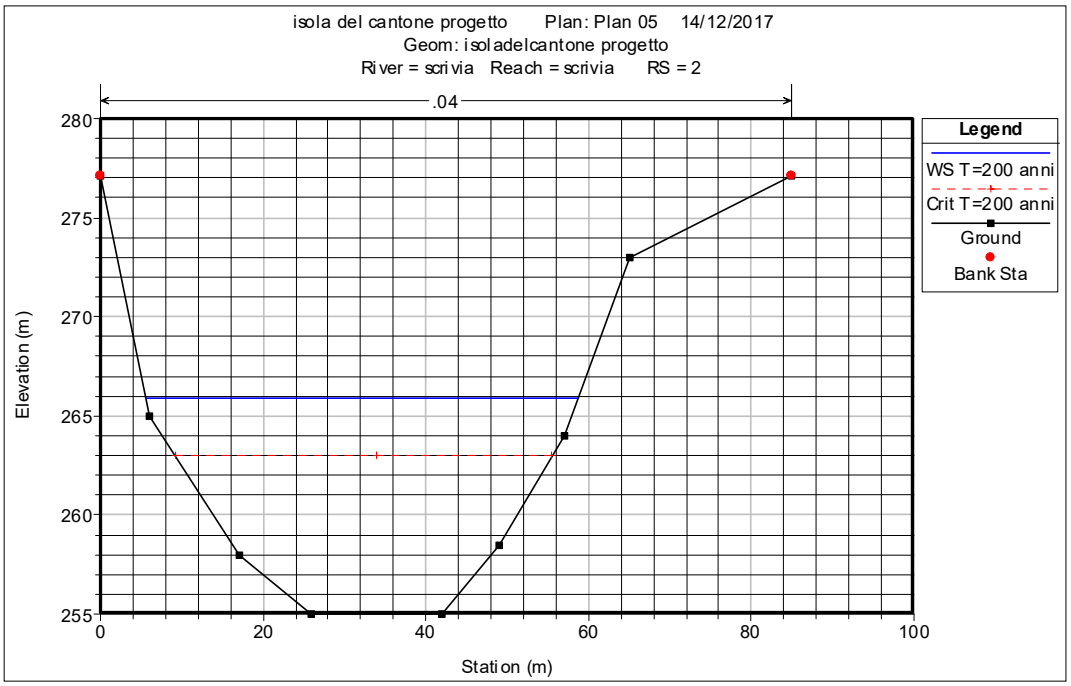


Figura 53: sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

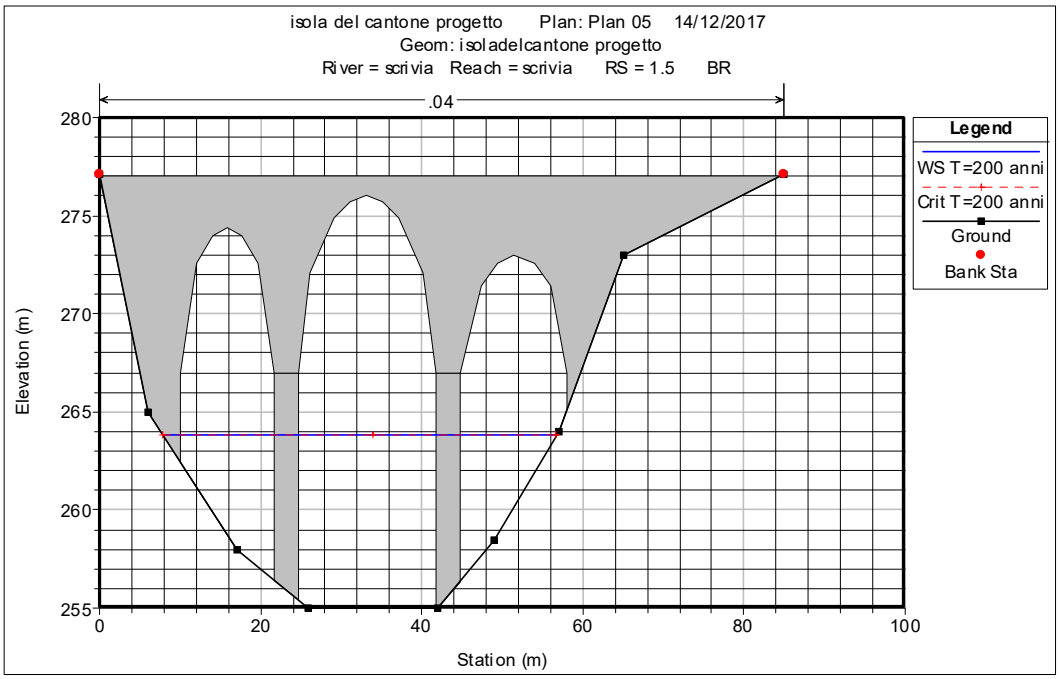


Figura 54: sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

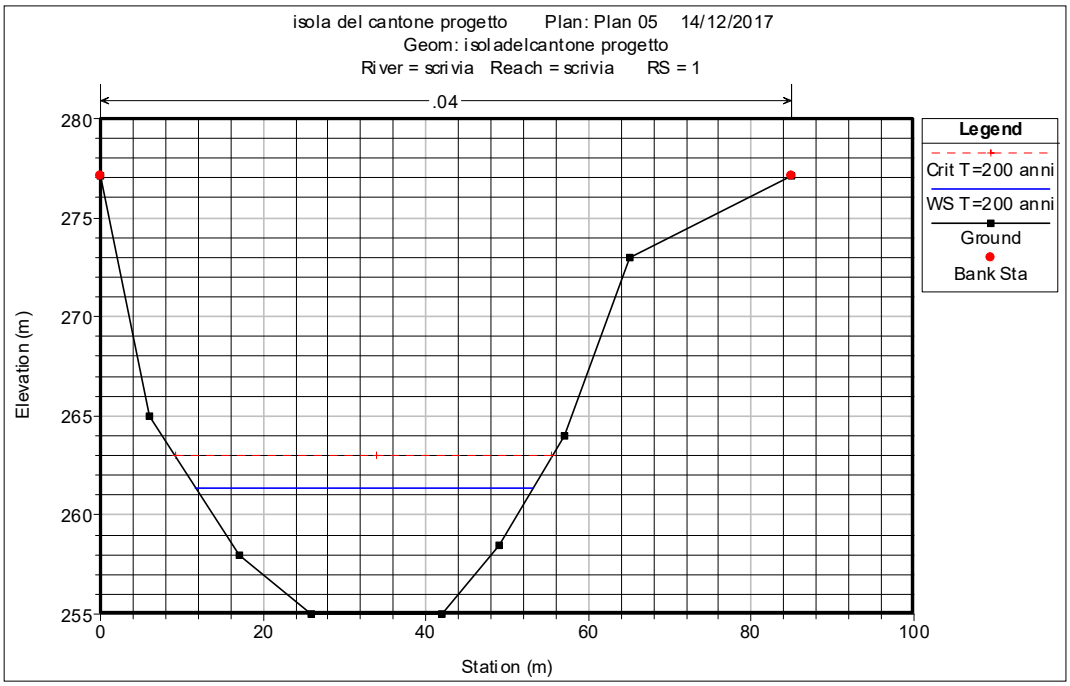


Figura 55: sezione modello idraulico: stato di progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

10. CONCLUSIONI

La presente relazione ha verificato la compatibilità idraulica degli interventi previsti 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).

Il progetto 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.

Scopo della presente relazione è stato quello di verificare la compatibilità dal punto di vista idraulico delle opere da realizzare, in relazione alle loro eventuali interferenze 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. Di conseguenza sono stati introdotte le seguenti condizioni fisiche del corso d'acqua:

- Caso 1 - Stato attuale: condizione attuale.
- Caso 2 – stato di progetto a seguito della realizzazione del riempimento.

Le portate di piena di progetto risultanti della Variante PTC Bacini Padani della provincia di Genova in accordo con la regione Liguria e l'Autorità di Bacino del fiume Po sono riassunte nella tabella di seguito.

Tempo di Ritorno	Portate di riferimento
50 anni	1.497 m^3/s
200 anni	1.790 m^3/s
500 anni	1.973 m^3/s

Tabella 12: Portate di progetto alla sezione di chiusura in esame.

Si osserva che tali valori di portate di piena sono del tutto analoghi a quelli forniti dall'Autorità di Bacino del fiume Po a Serravalle, riportate nel capitolo 7, malgrado il bacino imbrifero sotteso sia circa la metà (294 km^2 / SR_30 contro 605 km^2 a Serravalle). Il considerare pertanto tali portate di riferimento si ritiene estremamente cautelativo.

Confrontando i risultati ottenuti per lo stato attuale e per quello di progetto non si evidenzia alcuna modifica sull'inviluppo dei profili di piena, che mantengono la stessa forma in tutte le situazioni. Inoltre le variazioni dei livelli idrici corrispondenti alle varie portate di riferimento dovute alla presenza dei manufatti in progetto sono nulle.

Tali risultati sono motivati dalle scelte progettuali effettuate che prevedono di collocare l'opera al di fuori dell'area golenale dello Scrivia, oltre il rilevato ferroviario, in modo da non determinare restringimenti delle sezioni di deflusso.

In merito alla compatibilità idraulica di tali manufatti, la quota del livello di riferimento della piena duecentennale in corrispondenza dell'opera in progetto (sezione 4.95) risulterà pari a 269,59 m s.l.m. inferiore alla quota del riempimento su cui verrà realizzato l'impianto di recupero di rifiuti inerti, pari a 290,0 m s.l.m.. Ne consegue che l'impianto in progetto sarà in condizioni di sicurezza rispetto agli eventi di piena duecentennale dello Scrivia, e non costituirà un ostacolo alla propagazione della piena stessa.

OVADA PROGETTI 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