



**Comune di Quattro Castella**  
Provincia di Reggio Emilia



---

# PIANO URBANISTICO GENERALE

Legge regionale n. 24 del 21.12.2017

---

QUADRO CONOSCITIVO

APPROFONDIMENTI DI NATURA IDRAULICA

Relazione Rio Monticelli

elaborato

ALL.10.C

---

*Sindaco*

Alberto Olmi

*Assessore all'urbanistica, territorio e paesaggio*

Ivens Chiesi

*Responsabile Ufficio di Piano - Dirigente Area Assetto e uso del territorio*

Saverio Cioce

*Responsabile del Procedimento - Responsabile Settore Urbanistica, Edilizia Privata, SUAP*

Mariasilvia Boeri

Documento assunto con delibera G.C. n. del

Adozione: delibera C.C. n. del / /

Approvazione: delibera C.C. n. del / /

## INDIRIZZO E SUPERVISIONE PER L'ELABORAZIONE DEL PUG

Sindaco

Alberto Olmi

*Bilancio Finanze e Tributi, Servizi Demografici, Affari generali, Personale e organizzazione, Viabilità, Relazioni Istituzionali e Unione dei Comuni, Assetto istituzionale del Bianello e dei parchi naturalistici, Pari opportunità, Cultura della pace e diritti costituzionali, Protezione Civile*

Assessore al Territorio, vicesindaco

Ivens Chiesi

*Urbanistica, Territorio e Paesaggio – Edilizia Privata – Agricoltura – Sviluppo dell'edilizia sociale e Rigenerazione Urbana – Relazioni con i cittadini*

Altri assessorati

- Sabrina Picchi: *Istruzione – Coesione Sociale, politiche familiari, giovani e solidarietà – Salute, cura, stili di vita e alimentazione*
- Elisa Rinaldini: *Lavori Pubblici e patrimonio comunale - Centri e Parchi Urbani - Ambiente, energia, gestione dei rifiuti*
- Danilo Morini: *Cultura, Tutela, ricerca e valorizzazione dei Beni Storici – Trasporto pubblico – Polizia Municipale e sicurezza – Promozione Turistica- Manifestazioni Matildiche*
- Luca Spagni: *Economia e Lavoro – Sport – Innovazione sociale e tecnologica, comunicazione, città intelligente – Internazionalizzazione e bandi europei*

## STRUTTURA TECNICA

Ufficio di Piano (delibera g.c. n. 17 del 07.02.2019)

- Arch. Saverio Ciocce: *Responsabile dell'Ufficio di Piano - Dirigente Area Assetto e Uso del Territorio*
- Arch. Mariasilvia Boeri: *Responsabile del Procedimento - Responsabile Settore Urbanistica, Edilizia Privata, S.U.A.P*
- Dott. Davide Zannoni: *Esperto in materie giuridiche, Responsabile del coordinamento delle segreterie dell'Ente*
- Dott.ssa Cristina Colli: *Garante della Comunicazione e Partecipazione, funzionaria della Segreteria Area tecnica*
- Sig. Andrea Viani: *Esperto in materie economico-finanziarie, funzionario dell'Ufficio Tributi*

Collaboratori dell'Ufficio di piano nella fase preliminare

- Comune di Quattro Castella, uff. Progettazione ed Energia:
  - Geom. Daniele Prandi, *Cartografia*
  - Ing. Davide Giovannini, *Quadro conoscitivo Energia, Rifiuti*
- Comune di Quattro Castella, collaboratori amministrativi:
  - Sabina Domenichini, *Segreteria amministrativa*
  - Carlotta Montanari, *Atti amministrativi e contabili*
- Arch. Laura Domenichini: *Indagine patrimonio edilizio in territorio rurale, revisione ed aggiornamento quadro conoscitivo, primi indirizzi di rigenerazione*
- Arch. Carlo Pertoldi: *Revisione e aggiornamento quadro conoscitivo*
- Arch. Federica De Gregorio: *Revisione d aggiornamento quadro conoscitivo*

#### Progettisti del PUG - MATE Soc.Coop.

- Dott.Urb. Raffaele Gerometta, *Direttore tecnico*
- Arch. Carlo Santacroce, *Progettista responsabile*
- Dott. For. Giovanni Trentanovi
- Arch. Rudi Fallaci
- Arch. Chiara Biagi
- Ing. Giuseppe Federzoni
- Andrea Franceschini, *Cartografia*

#### Consulenti e progettisti esterni

- Centro Cooperativo di Progettazione di Reggio Emilia, *Redazione del Quadro conoscitivo nella fase di formazione del PSC, anni 2006-2007*
- Dott. James Tirabassi, *Approfondimenti inerenti il patrimonio archeologico e la potenzialità archeologica del territorio*
- Dott. Fabrizio Giorgini – Subsoil, *Aggiornamento dell'inventario del dissesto e microzonazione sismica*
- Dott. Massimo Domenichini, *Studio delle componenti naturali del territorio*
- ARPAE-Sezione di Reggio Emilia, *Servizio sistemi ambientali, Aggiornamento sulla qualità di aria, acqua, magnetismo ed elettromagnetismo*
- Studio Alfa spa, *Aggiornamento su mobilità e inquinamento acustico*

Hanno inoltre contribuito

#### Progetto LOTO, Indagini storiche e paesaggistiche:

- Arch. Giuliana Motti, Arch. Elisabetta Cavazza, Responsabili del Progetto;
- Gruppo di lavoro Regione Emilia Romagna, Dott. Giancarlo Poli, Dott. Barbara Fucci;
- Consulenti Esterni, Arch. Barbara Marangoni, Geol. Fabrizio Giorgini (Studio SOILexpert), Archeol. James Tirabassi, Dott. Mauro Chiesi (Studio di consulenza ambientale), Dott. Laura Colla (naturalista), Dott. Diego L. Menozzi;
- Comune di Quattro Castella per elaborazioni grafiche, Geom. Daniele Prandi, Geom. Nadir Bonazzi, Arch. Federica Oppi, Barbara Alberini, Andrea Braglia, Fabrizio Borghi, Simone Cocchi, Sabina Domenichini, Rocco Ghielmi, Davide Giovannini, Cristina Luppi, Ermes Lusuardi, Carlotta Montanari, Dalbo Rivi, Davide Zannoni;
- Supporto generale di Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio di Bologna, Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna, Corpo forestale dello Stato – Comando Stazione di Reggio Emilia, Servizio regionale di Valorizzazione e Tutela del Paesaggio, Servizio regionale ai Programmi, Monitoraggio e Valutazione, Provincia di Reggio Emilia - Area Cultura e Valorizzazione del Territorio - Servizio Pianificazione Territoriale ed Ambientale - Sistema Informativo Territoriale Provinciale

#### Struttura tecnica per la sperimentazione della LR 24/2017:

- Regione Emilia Romagna, Servizio Pianificazione Territoriale e Urbanistica, dei Trasporti e del Paesaggio, responsabile Arch. Roberto Gabrielli, tecnico di riferimento Arch. Manuela Capelli
- Provincia di Reggio Emilia, Servizio Pianificazione Territoriale, dirigente Arch. Anna Maria Campeol, tecnici di riferimento arch. Elena Pastorini, Dott.Urb. Renzo Pavignani



CONSORZIO DI BONIFICA  
DELL'EMILIA CENTRALE

---

# **Progetto di fattibilità tecnico-economica per la riqualificazione integrata idraulico- ambientale del Rio Monticelli in comune di Quattro Castella**

## **Analisi idrologica e idraulica**

**Ing. Sara Pavan**

---



## Sommario

1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	2
1.1	Criticità riscontrate.....	2
2	IL MODELLO IDRAULICO .....	4
2.1	Il rilievo topografico.....	4
2.2	Portate di piena .....	4
2.3	Simulazione dello stato di fatto.....	6
3	Alternative progettuali analizzate .....	8
3.1	SdP_4 – Area di laminazione posta tra le sezioni S13 ed S14 .....	8
3.2	SdP_5 – Area di laminazione posta tra le sezioni S12 ed S13 .....	9
3.3	SdP_6 – Laminazione delle portate di piena del Rio Bianello .....	11
3.4	SdP_8 A, B e C – Ottimizzazione dell'area di laminazione per tutti i Tr .....	14
3.5	SdP_8_D – Ripartizione dell'area di laminazione tra destra e sinistra idraulica .....	18
3.6	SdP9 ed SdP10 – Inserimento di una traversa con bocca tarata a monte di via Risorgimento .....	18
3.7	SdP11 – Inserimento di un arginello a monte del tratto tombato.....	21
3.8	Conclusioni .....	22

## 1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Rio Monticelli è uno dei numerosi corsi d'acqua naturali che attraversa il Comune di Quattro Castella, come rappresentato nella planimetria tratta dallo studio "Approfondimenti di natura idraulica e idrogeologica finalizzati alla definizione del quadro del dissesto a scala comunale e linee di intervento per la mitigazione del rischio" realizzato nell'Ambito della Convenzione Delibera del Consiglio Comunale del 29 Novembre 2007 tra R.E.R. Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Provincia di Reggio Emilia, Comune di Quattro Castella, ENIA S.p.A. e Consorzio di Bonifica Bentivoglio-Enza.

### LEGENDA:

 Limite amministrativo comunale

### RETICOLO IDROGRAFICO

 Rete di bonifica principale del Consorzio di Bonifica Bentivoglio - Enza

 Reticolo idrografico

 Tratti tombati

 Invasi

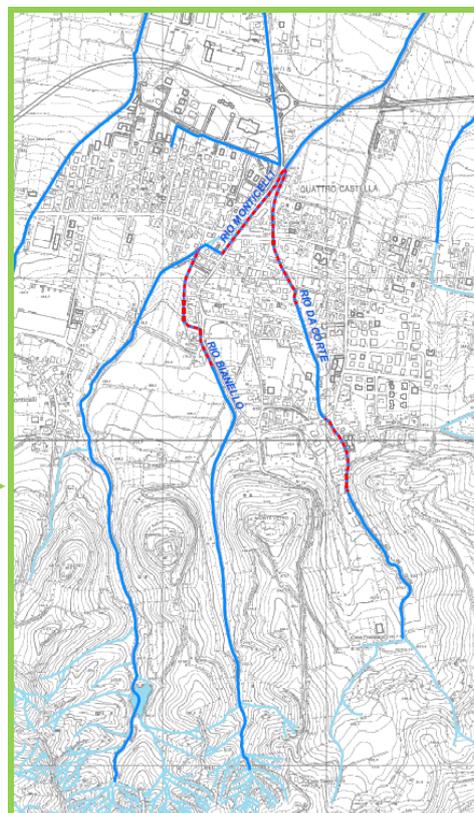
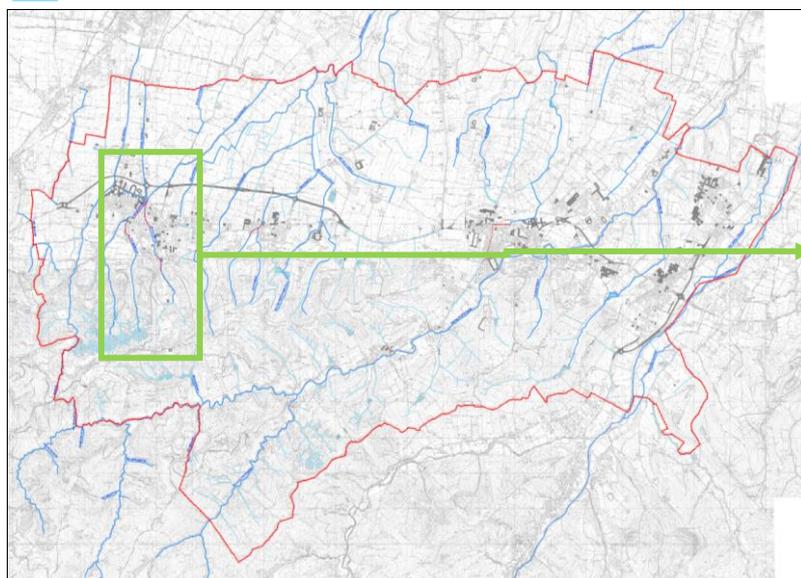


Figura 1: Inquadramento planimetrico del Rio Monticelli

### 1.1 Criticità riscontrate

Nello stesso studio sono rappresentate le mappe di pericolosità relative ai tempi di ritorno di 10, 20, 50 e 100 anni, dalle quali si evidenzia una situazione di criticità per il Rio Monticelli soltanto per  $Tr = 50$  e 100 anni. Tale criticità non è dovuta da un'insufficienza della sezione di deflusso, che risulta interamente contenuto nella sezione d'alveo, anche per le portate più elevate, ma ad effetti di rigurgito all'imbocco del tratto tombato.



## CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE

Si tratta di una situazione piuttosto diffusa nei rii della zona pedecollinare emiliana, ma non solo, dovuta in parte al restringimento delle sezioni di deflusso in corrispondenza dei tratti tombati, e in parte alla riduzione di pendenza del fondo alveo che si ha generalmente allo sbocco del tratto collinare.

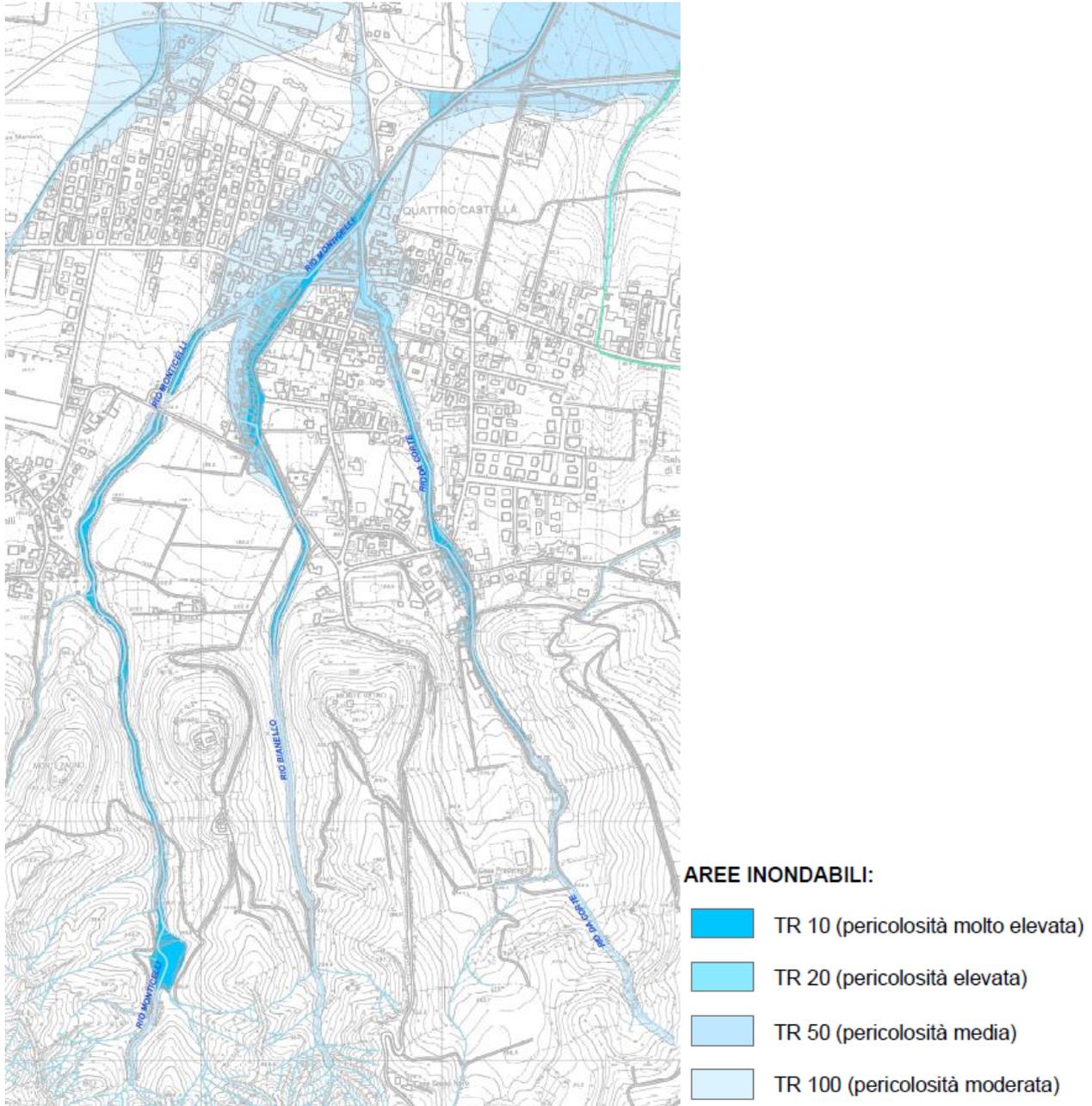


Figura 2: Estratto della mappa di pericolosità idraulica relativa al Rio Monticelli

## 2 IL MODELLO IDRAULICO

Il modello idraulico del Rio Monticelli è basato su un rilievo topografico eseguito nella primavera-estate del 2018. Tuttavia, per avere un'adeguata rappresentazione della condizione al contorno di valle, nel modello è stato incluso anche un tratto del Rio Quaresimo, sufficientemente esteso (circa 1 km) in modo da scongiurare possibili effetti di rigurgito e alterazioni della condizione idraulica di valle. Per la rappresentazione del Rio Quaresimo e del tratto tombato che collega i due corsi d'acqua si è fatto riferimento ad rilievo del 2008, realizzato nell'ambito della citata Convenzione del novembre 2007.

### 2.1 Il rilievo topografico

Il rilievo del Rio Monticelli riguarda principalmente la parte immediatamente a monte del tratto tombato, per una lunghezza di circa 400 m, e comprende 17 sezioni trasversali, due delle quali collocate in corrispondenza dell'attraversamento di via Risorgimento (monte/valle), e una all'imbocco del tratto tombato terminale. Oltre alle sezioni trasversali sono stati censiti e rilevati in modo schematico in questo tratto 10 salti di fondo. A monte è stata comunque rilevata puntualmente la quota del fondo per circa 1 km. Nella Figura che segue è rappresentata la distribuzione planimetrica del rilievo di dettaglio ed è riportata a titolo di esempio la sezione S1, sezione di monte del tratto di interesse.



Figura 3: Rappresentazione planimetrica del rilievo topografico e sezione trasversale S1.

### 2.2 Portate di piena

Per le portate di piena da utilizzare nelle simulazioni si è fatto riferimento ai valori riportati nello studio inizialmente citato. Il Rio Monticelli è parte di un complesso reticolo idrico che confluisce all'interno del Comune di Quattro Castella, e assieme al Rio Bianello e al Rio da Corte dà origine al Rio Quaresimo. La complessità del sistema è aumentata dal fatto che la confluenza di questi rii avviene all'interno di tratti



CONSORZIO DI BONIFICA  
DELL'EMILIA CENTRALE

tombati di lunghezze spesso significative, dell'ordine di centinaia di m. In particolare, come si può vedere da Figura 1, il Rio Bianello confluisce nel Rio Monticelli poco dopo l'inizio del tratto tombato di quest'ultimo, mentre il Rio da Corte si unisce nella sezione terminale, circa 400 m a valle.

Nel modello questa situazione è stata rappresentata inserendo una prima variazione di portata all'interno del tratto tombato, circa 120 m a valle dell'ultima sezione rilevata del Rio Monticelli, e una seconda variazione allo sbocco del tratto tombato, poco a monte della prima sezione rilevata del Rio Quaresimo.

Rio	Sottobacino	Sezione di chiusura	Portate progressive (m <sup>3</sup> /s)			
			TR10 AdB	TR20 AdB	TR50 AdB	TR100 AdB
Monticelli	A	MO-01	2.8	3.2	4.5	5.0
Monticelli	A+B	MO-15	4.2	4.9	6.8	7.5
Monticelli	A+B+C	MO-15	5.1	5.9	8.2	9.1
Bianello	A	BI-01	2.2	2.5	3.6	3.9
Bianello	A+B	BI-02	2.9	3.4	4.7	5.3
Monticelli	Bianello+A+B+C+D	120 m a valle MO-15	8.3	9.5	13.3	14.7
Da Corte	A	CO-01	5.2	6.0	8.4	9.3
Da Corte	A+B	CO-05	6.2	7.1	10.0	11.0
Da Corte	A+B+C	Confluenza nel Monticelli	8.2	9.4	12.4	13.7
Monticelli	Bianello+A+B+C+D+Da Corte+ E	QU-01	16.7	19.1	25.6	28.3
Quaresimo	Bianello+Da Corte+Monticelli+A	QU-15	15.8	18.1	24.4	27.0

Le portate utilizzate nel presente modello sono le massime previste alla confluenza.

**Tabella 1: Portate al colmo calcolate per i diversi tempi di ritorno**

Rio	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	Q20 (m <sup>3</sup> /s)	Q50 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)
Monticelli	5.1	5.9	8.2	9.1
Monticelli + Bianello	8.3	9.5	13.3	14.7
Monticelli + Bianello + Da Corte	16.7	19.1	25.6	28.3

Per quanto riguarda le scabrezze, sono stati assunti valori costanti del coefficiente di Manning n pari a 0.025 s/m<sup>1/3</sup> per il fondo alveo, n=0.035 s/m<sup>1/3</sup> per le sponde e le aree golenali (se presenti) ed n=0.011 s/m<sup>1/3</sup> per i tratti tombati.

Il tempo di corrivazione (tc) per questi corsi d'acqua è molto rapido, circa 30 minuti, a causa sia della forte pendenza dei tratti più a monte, sia della limitata lunghezza degli stessi. Gli idrogrammi utilizzati sono quindi di forma triangolare, con durata pari a 2tc e picco in corrispondenza di tc. Prima del picco di piena vero e proprio l'idrogramma è stato integrato con una portata di base costante pari a 3 m<sup>3</sup>/s, che garantisce

la stabilità di calcolo della simulazione in moto vario, essendo impossibile partire dalla condizione di alveo asciutto. L'idrogramma viene inoltre esteso con la stessa portata fino alla durata totale di 3 ore, in modo da assicurare che l'onda di piena abbia percorso tutta la lunghezza del tratto in esame prima della fine della simulazione. La portata di base è stata scelta in modo da assicurare la stabilità computazionale delle simulazioni senza interferire con le opere per la laminazione in progetto, le quali esplicano le loro funzioni a partire da valori di portata maggiori.

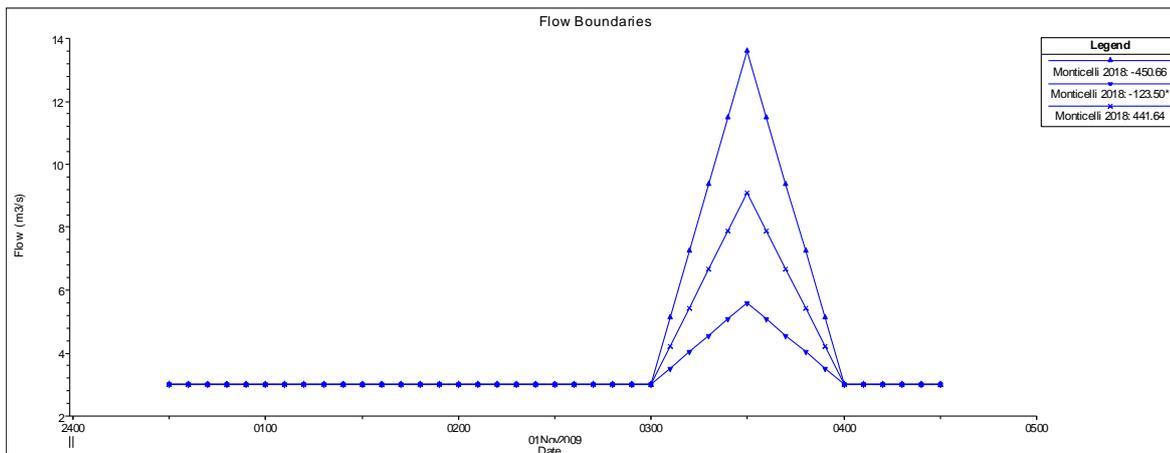


Figura 4: Idrogrammi in ingresso nello Stato di Fatto per Tr100. Le curve rappresentano nell'ordine, dal basso verso l'alto, la portata del Rio Bianello che si immette all'interno del tratto tombato, la portata del Rio Monticelli, la portata del Rio da Corte che si somma alle altre due per formare il Rio Quaresimo all'uscita del tratto tombato.

## 2.3 Simulazione dello stato di fatto

Nelle Figure che seguono sono rappresentati i profili del pelo libero nello stato di fatto relativi alle portate con Tr = 10, 20, 50 e 100 anni.

Nel profilo longitudinale si possono individuare i diversi tratti rappresentati: da destra verso sinistra, ovvero da monte verso valle, si ha in successione:

- il tratto di Rio Monticelli tra le sezioni S1 ed S9 (lunghezza  $\approx$  230 m)
- l'attraversamento di via Risorgimento
- il tratto di Rio Monticelli tra le sezioni S10 ed S14 (lunghezza  $\approx$  170 m)
- il primo tratto tombato, prima della confluenza del Rio Bianello, lungo circa 120 m con diametro della condotta pari a 1.5 m
- il secondo tratto tombato, lungo circa 270 m e con diametro della condotta pari a 2 m

- il tratto di Rio Quaresimo funzionale alla creazione della condizione al contorno di valle (lunghezza  $\approx 1000$  m)

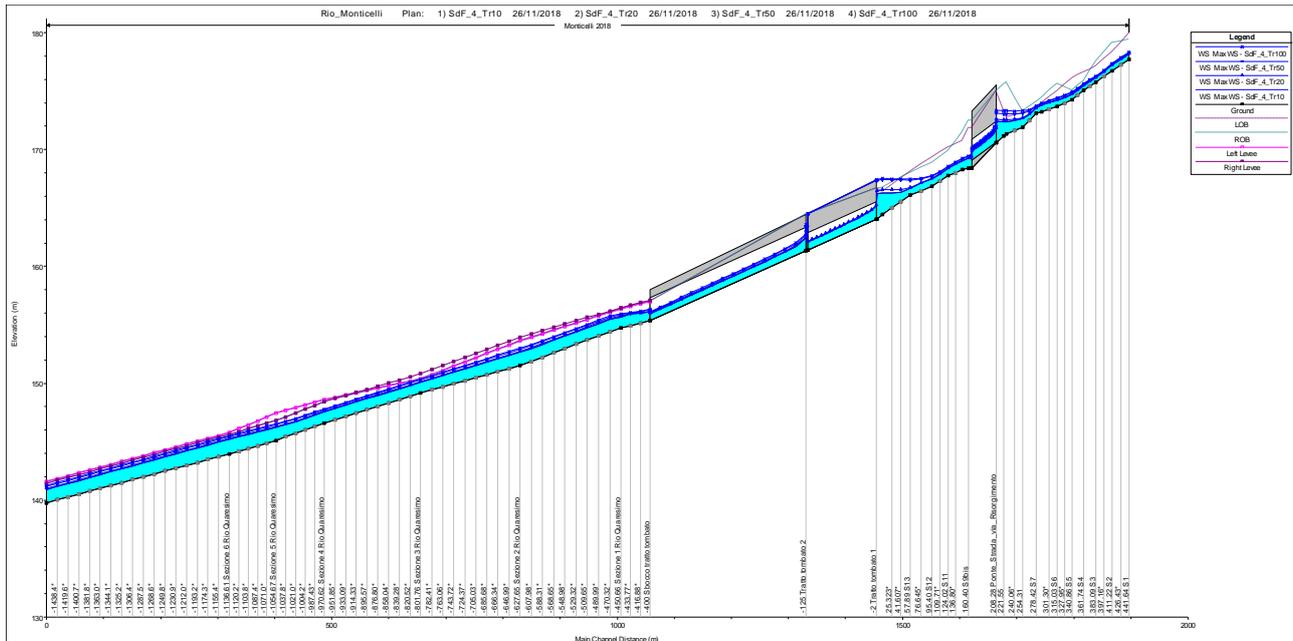


Figura 5: Profilo longitudinale nello stato di fatto e profili idrici per  $Tr = 10, 20, 50$  e  $100$  anni.

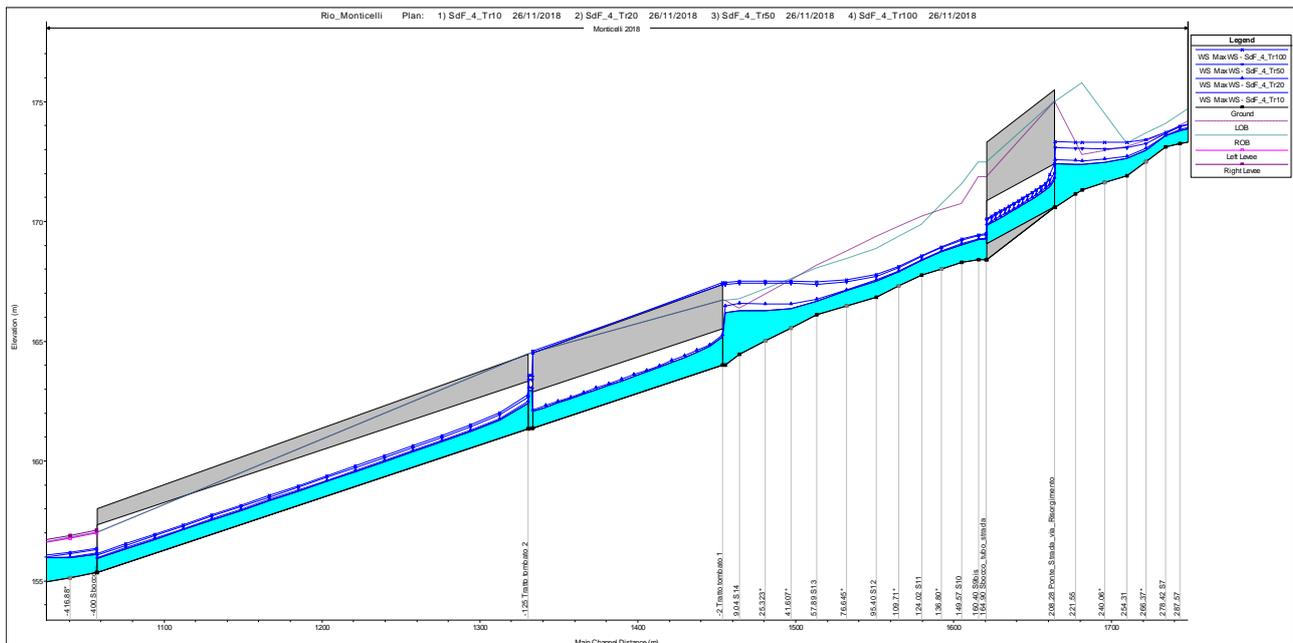


Figura 6: Profilo longitudinale nello stato di fatto e profili idrici per  $Tr = 10, 20, 50$  e  $100$  anni – dettaglio nel tratto di interesse del Rio Monticelli.

Nella Figura i tratti tratteggiati di colore viola e verde (LOB e ROB) rappresentano rispettivamente i limiti di sponda sinistra e destra, del rio Monticelli, mentre i tratti continui con marker viola e fucsia (Left Levee e Right Levee) rappresentano gli argini del tratto di rio Quaresimo schematizzato.

Analizzando più in dettaglio il tratto di modello relativo al Rio Monticelli, si può vedere come il modello confermi i risultati dello studio del 2007, ovvero la criticità in corrispondenza dell'imbocco del tratto tombato per  $Tr = 50$  e  $100$  anni.

### 3 Alternative progettuali analizzate

Vengono di seguito descritte le più significative alternative progettuali analizzate. Ogni alternativa è caratterizzata da un codice "SdP" (Stato di Progetto) seguito da un numero progressivo.

#### 3.1 SdP\_4 – Area di laminazione posta tra le sezioni S13 ed S14

In questa configurazione di progetto si ipotizza la realizzazione di un'area di laminazione in sinistra idraulica tra le sezioni rilevate S13 ed S14, ovvero immediatamente a monte dell'imbocco del tratto tombato.

La vasca ha una lunghezza di 50 m e una larghezza di 30, la quota del fondo, ipotizzato orizzontale, è pari a 164.50 m slm, e il volume utile di laminazione risulta essere di 3000 m<sup>3</sup> con 2 m di tirante.

Il meccanismo di riempimento dell'area è favorito dal rigurgito dovuto al restringimento di sezione creato dall'ingresso nel tratto tombato.

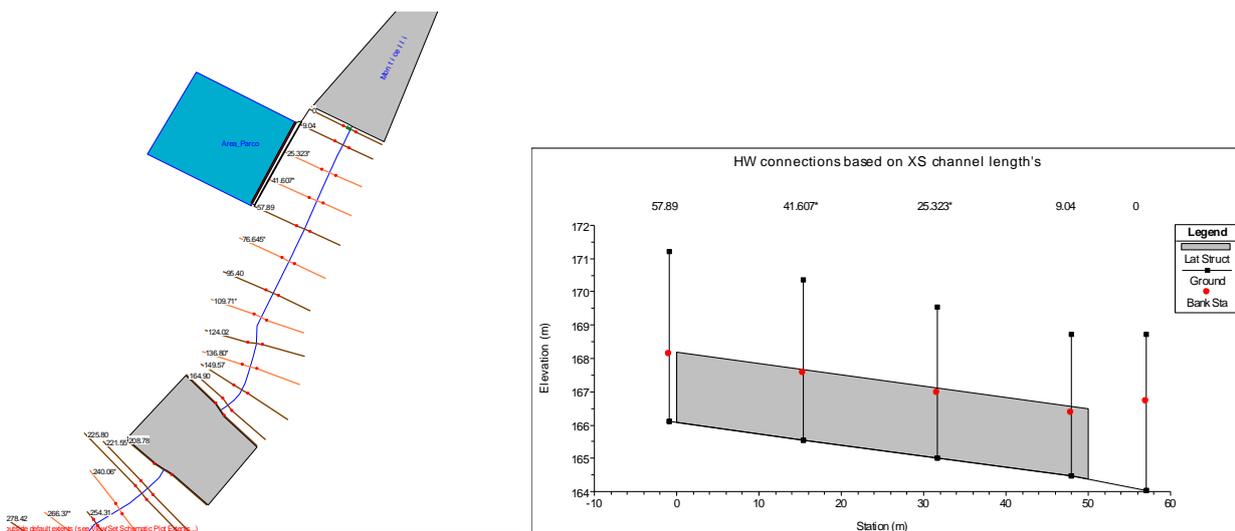


Figura 7: Rappresentazione planimetrica della posizione dell'area di laminazione e schema geometrico dello sfioratore laterale per l'alternativa SdP\_4

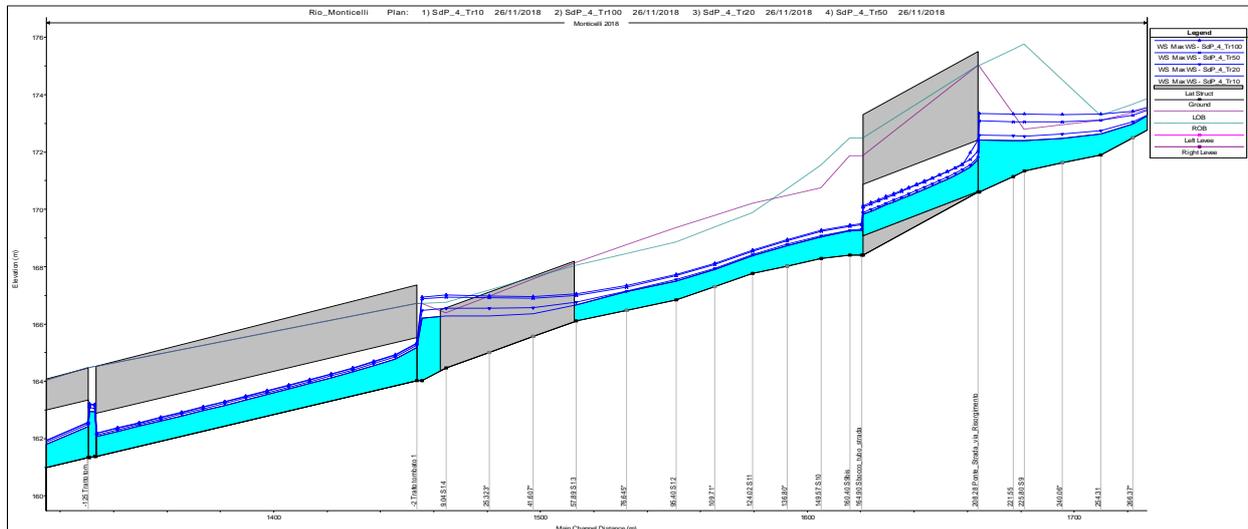


Figura 8: Profilo longitudinale per l'alternativa SdP\_4 e relativi profili idrici per Tr = 10, 20, 50 e 100 anni

Questa ipotesi si dimostra efficace e risolutiva per le criticità relative ai Tr = 50 e 100 anni, con l'immagazzinamento rispettivamente di circa 1400 e 2300 m<sup>3</sup> di acqua. Tuttavia la cassa non entra in funzione ed è quindi totalmente influente per i Tr più bassi.

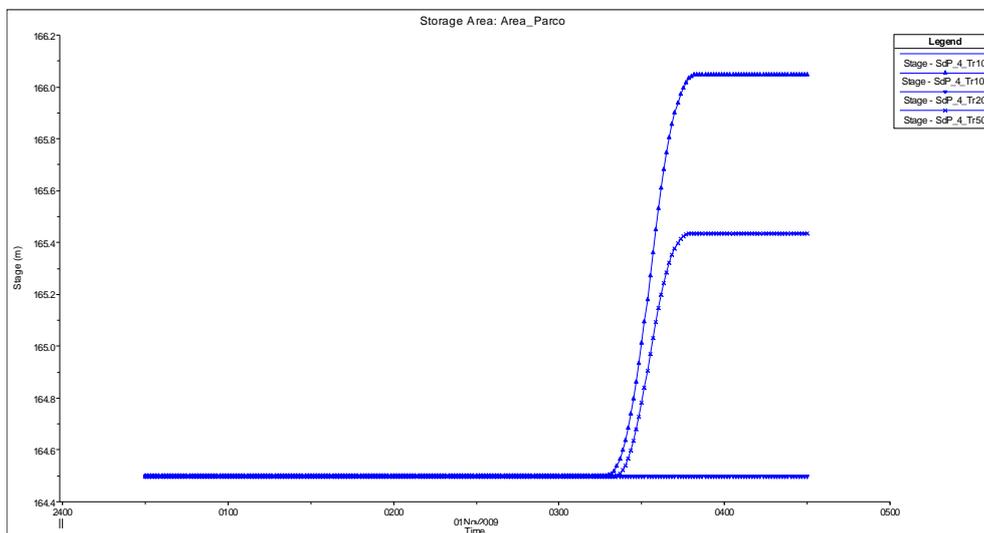


Figura 9: Quota del pelo libero all'interno della vasca di laminazione per Tr = 10, 20, 50 e 100 anni per l'alternativa SdP\_4

### 3.2 SdP\_5 – Area di laminazione posta tra le sezioni S12 ed S13

Questa configurazione di progetto prevede la realizzazione di un'area di laminazione del tutto analoga a quella descritta al paragrafo precedente (dimensioni 30x50 m, volume utile circa 3000 m<sup>3</sup>), ma posizionata più a monte, tra le sezioni S12 ed S13. La quota del fondo rimane orizzontale ma sale a 165.50 m slm.

In questo caso per permettere l'invaso dell'area è necessario creare un restringimento alla sezione S13, tramite una traversa con bocca tarata subito a valle della sezione S13.

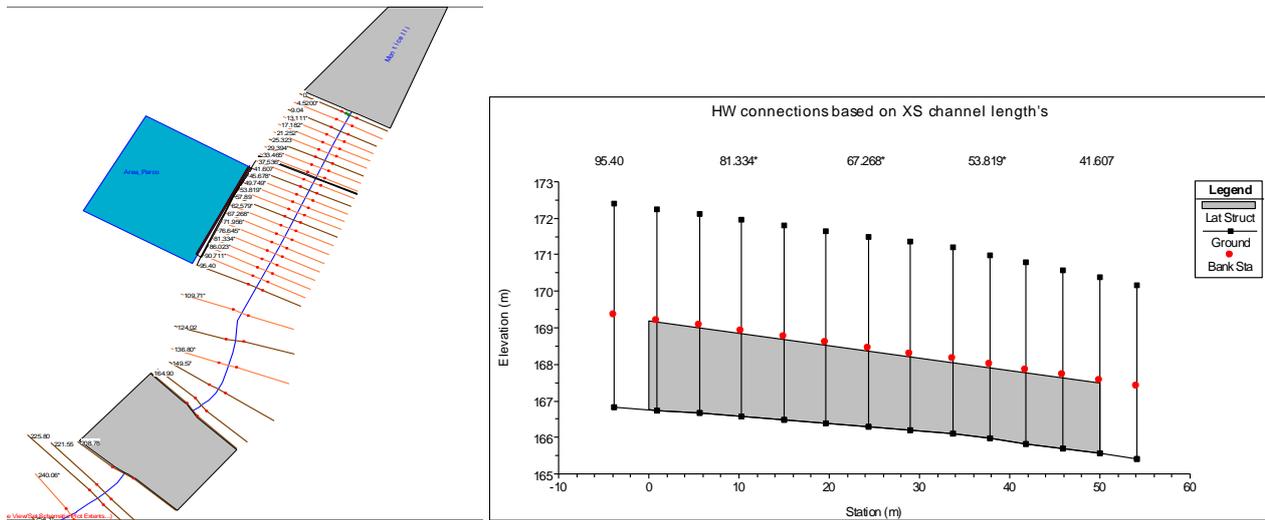


Figura 10: Rappresentazione planimetrica della posizione dell'area di laminazione e schema geometrico dello sfioratore laterale per l'alternativa SdP\_5.

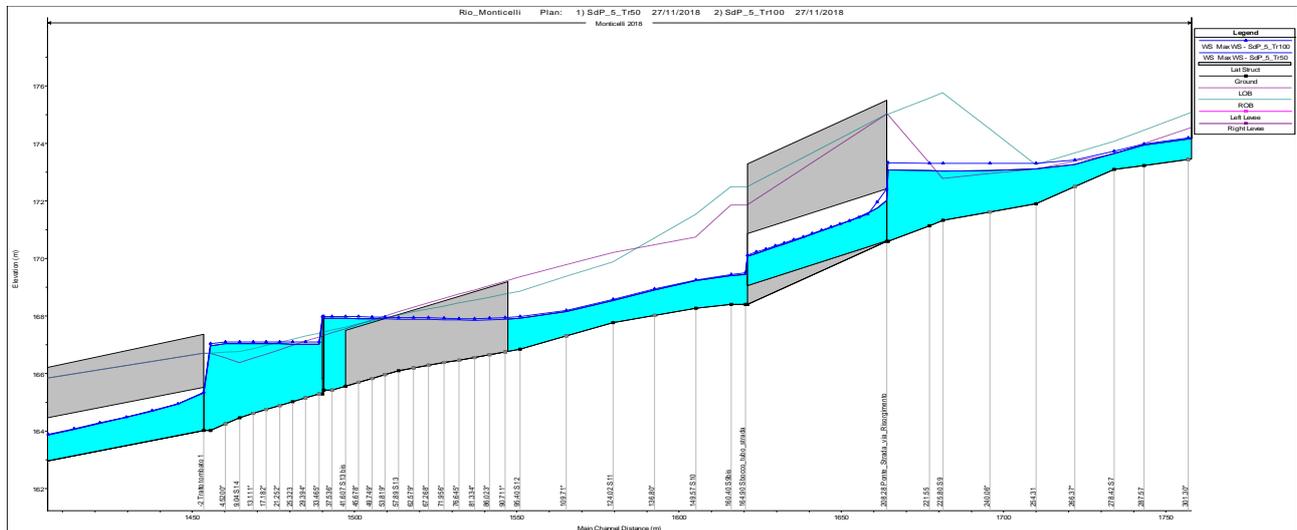


Figura 11: Profilo longitudinale per l'alternativa SdP\_5 e relativi profili idrici per Tr = 50 e 100 anni

I risultati sono analoghi all'alternativa SdP\_4, ovvero la soluzione ipotizzata si dimostra efficace per risolvere le criticità a monte del tratto tombato.

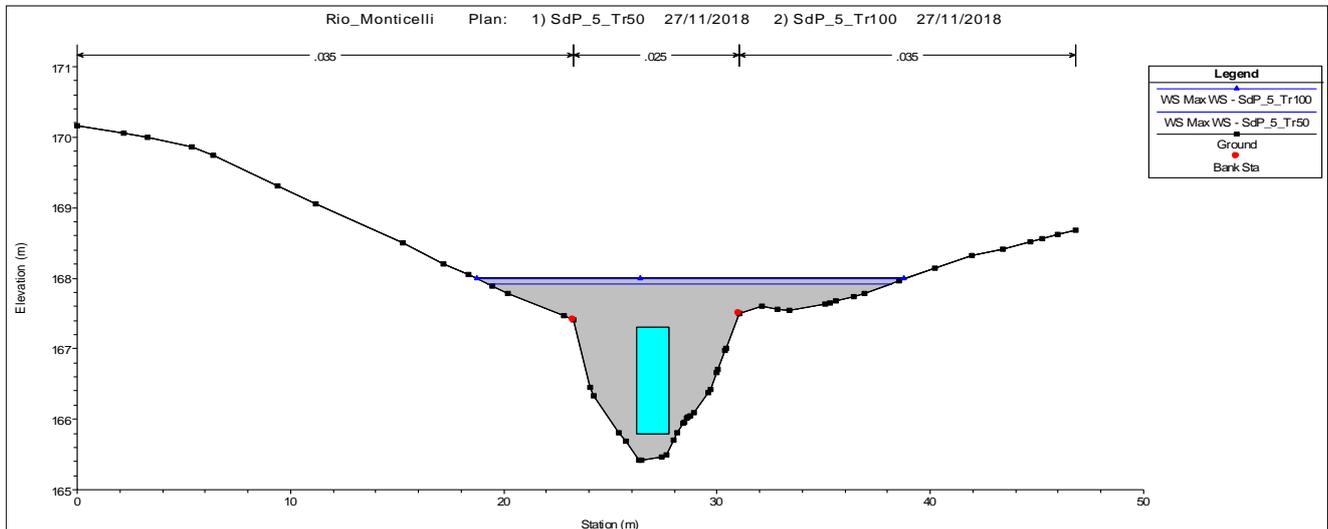


Figura 12: Inserimento di una struttura trasversale con bocca tarata per favorire il funzionamento dell'area di laminazione in SdP\_5.

### 3.3 SdP\_6 - Laminazione delle portate di piena del Rio Bianello

Questa configurazione, dal punto di vista del posizionamento dell'area di laminazione, è analoga alla SdP\_5, ma prevede di sfruttare quest'area anche per le portate di piena del Rio Bianello, tramite la realizzazione di uno scolmatore che ne convogli parte delle acque di piena. Il Rio Bianello presenta infatti problematiche analoghe al Rio Monticelli, con esondazioni e conseguenti allagamenti a monte del tratto tombato.

In questa ipotesi, le portate eccedenti l'ufficiosità idraulica del tratto tombato del Bianello verrebbero deviate e recapitate nel Rio Monticelli immediatamente a valle dell'attraversamento di via Risorgimento.

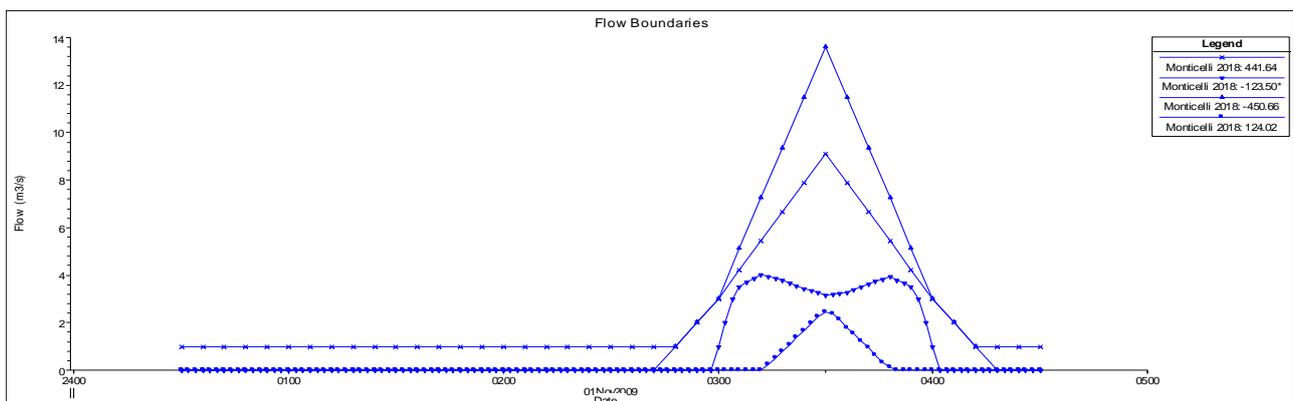


Figura 13: Idrogrammi in ingresso per Tr100. Le curve rappresentano nell'ordine, dal basso verso l'alto, la portata di piena del Rio Bianello che si immette tramite lo scolmatore; la portata del Rio Bianello che si immette all'interno del tratto tombato, la portata del Rio Monticelli, la portata del Rio da Corte che si somma alle altre due al termine del tratto tombato per formare il Rio Quaresimo.

Il funzionamento dello sfioratore laterale, di lunghezza pari a circa 50 m, è stato ottimizzato considerandolo orizzontale con quota costante pari a 167.50 m slm, e non parallelo al thalweg. La quota del fondo della vasca è ipotizzata a 164.50 m slm, in modo da ottenere un volume di invaso utile di 4500 m<sup>3</sup> con 3 m di tirante idrico.

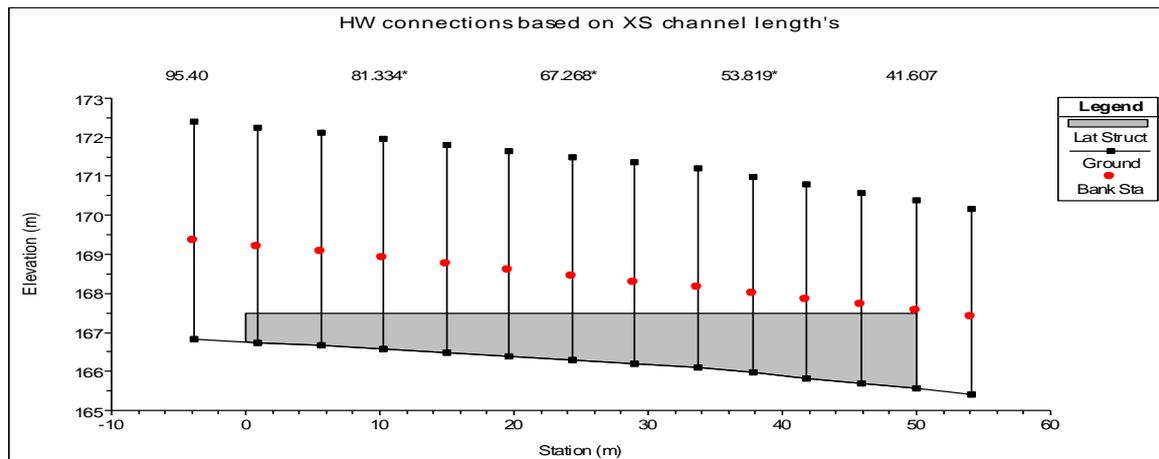


Figura 14: Sfiatore orizzontale a quota 167.50 m slm nell'alternativa SdP\_6

Per guadagnare volume di laminazione si è ipotizzato anche l'abbassamento della sponda destra a monte del tratto tombato del Rio Monticelli per una lunghezza longitudinale di circa 50 m ed un estensione trasversale di circa 10 m.

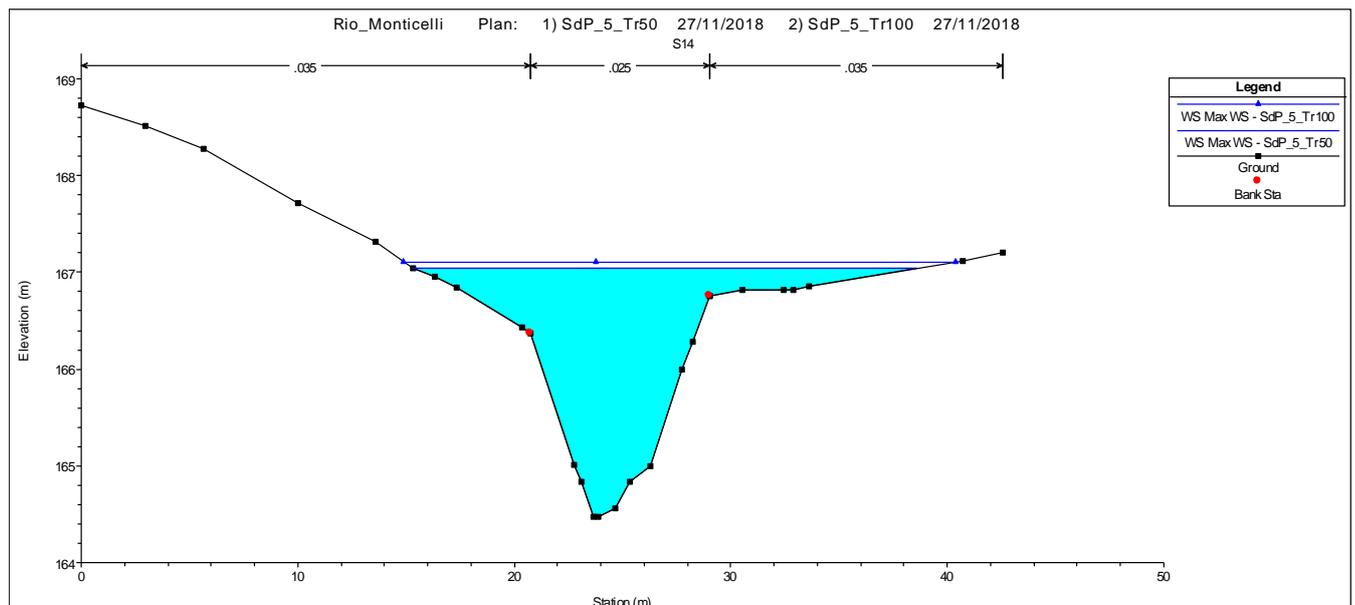


Figura 15: Sezione S14 nell'alternativa SdP\_5 (per confronto con successiva Figura)

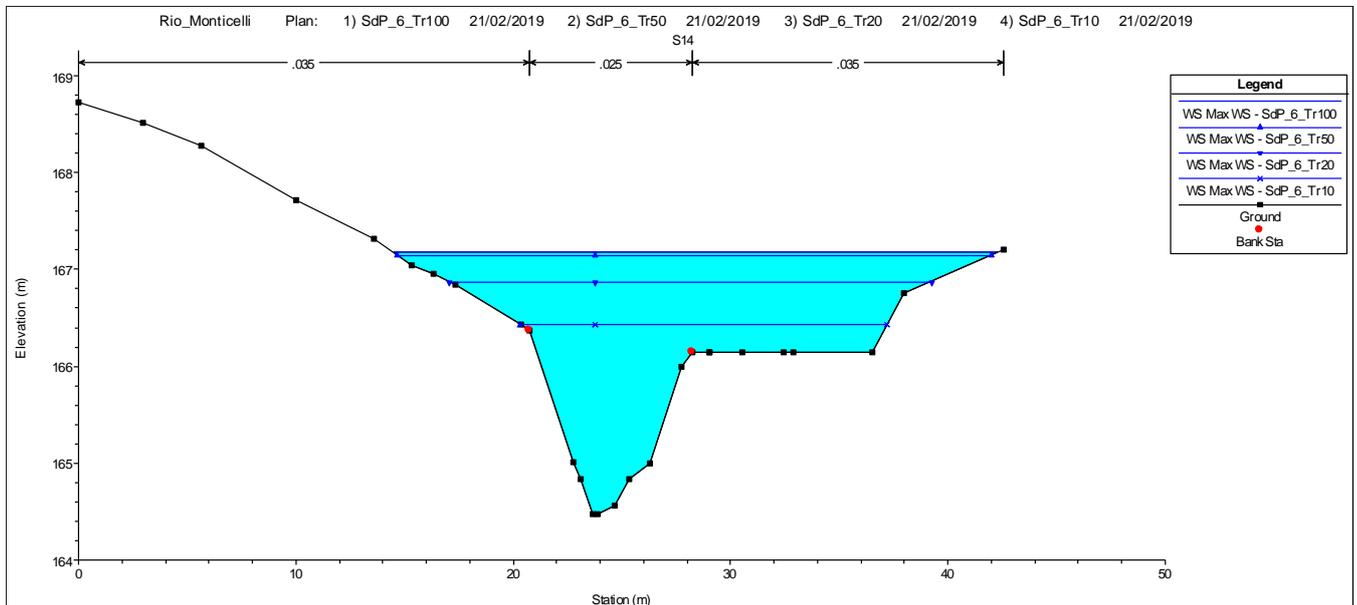


Figura 16: Abbassamento della sponda nella sezione S14 nell'alternativa SdP\_6

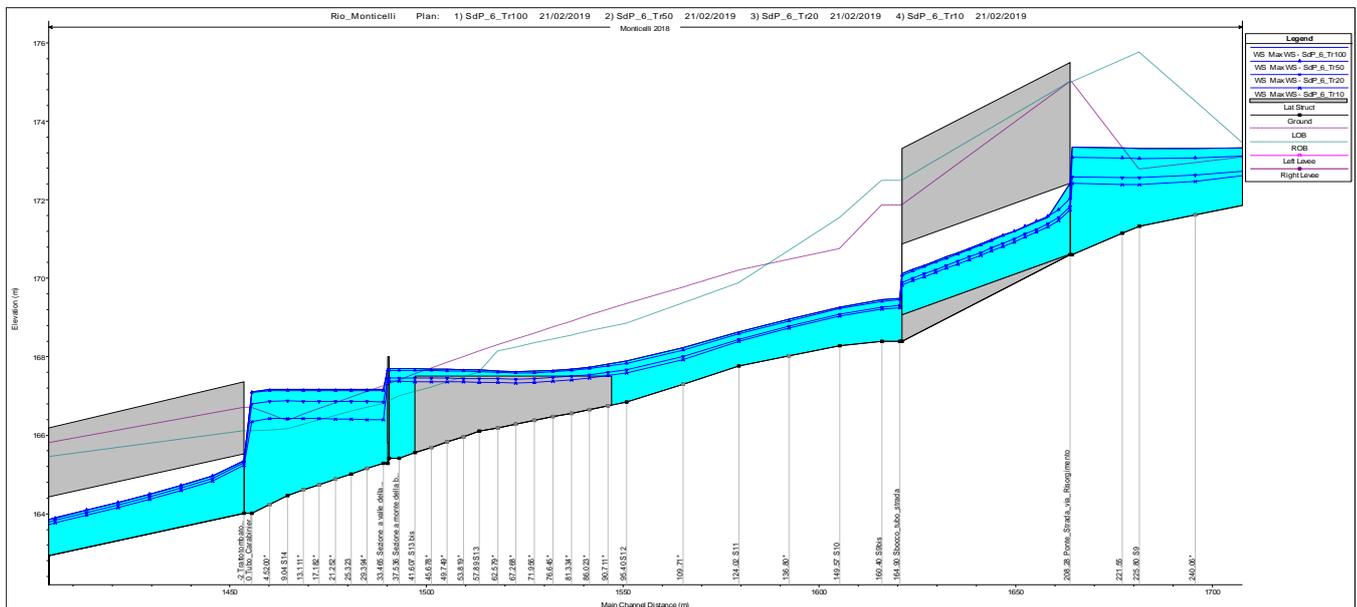


Figura 17: Profilo longitudinale per l'alternativa SdP\_5 e relativi profili idrici per Tr = 10, 20, 50 e 100 anni

Per Tr = 100 anni il volume laminato per le portate di piena di Rio Monticelli e Bianello è complessivamente di circa 4000 m<sup>3</sup>, per Tr = 50 anni invece è di circa 2400 m<sup>3</sup>.

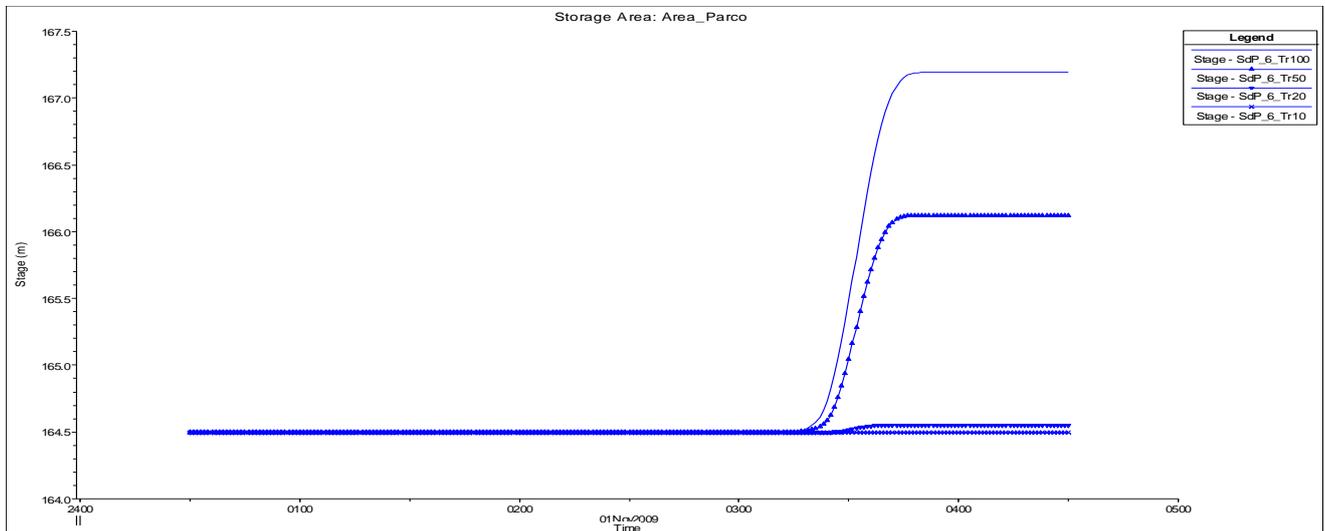


Figura 18: Quota del pelo libero all'interno della vasca di laminazione per  $Tr = 10, 20, 50$  e  $100$  anni per l'alternativa SdP\_6

### 3.4 SdP\_8 A, B e C – Ottimizzazione dell'area di laminazione per tutti i Tr

Nelle diverse alternative SdP\_8 si è voluto analizzare la possibilità di laminare le portate di piena del Rio Monticelli relative a Tr meno critici, come 10 e 20 anni. A tal fine è stata inserita una paratoia regolabile di dimensioni  $0.5 \times 2$  m in sinistra all'interno dello sfioratore laterale che permette il riempimento dell'area di laminazione, e una paratoia nella struttura trasversale con la bocca tarata

Rispetto alla configurazione SdP\_6 la lunghezza dello sfioratore è stata ridotta da 50 a 20 m. Le simulazioni dimostrano infatti che il tratto in cui la soglia sfiorante è effettivamente attiva è solo quello più a monte. La configurazione SdP\_8 è stata analizzata con tre diverse combinazioni di azionamento delle paratoie.

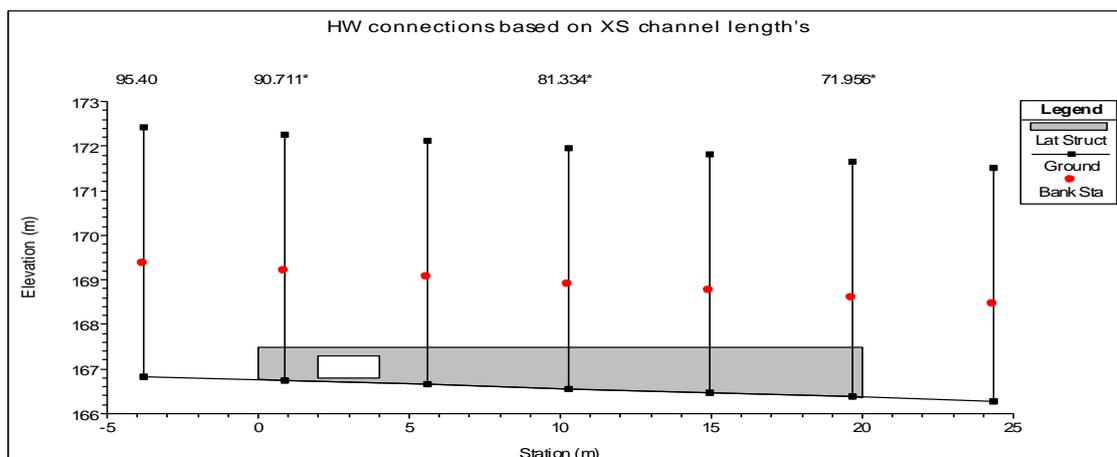


Figura 19: Sfiatore orizzontale a quota 167.50 m slm, con lunghezza ridotta a 20 m e inserimento di una paratoia nell'alternativa SdP\_8

- SdP 8 A: paratoia sullo sfioratore chiusa; paratoia sulla bocca tarata aperta

Questa configurazione è analoga a SdP\_6, eccetto che per la lunghezza dello sfioratore. Questa soluzione si dimostra efficace per Tr = 50 e 100 anni, ma quasi del tutto ininfluenza su Tr = 10 e 20 anni.

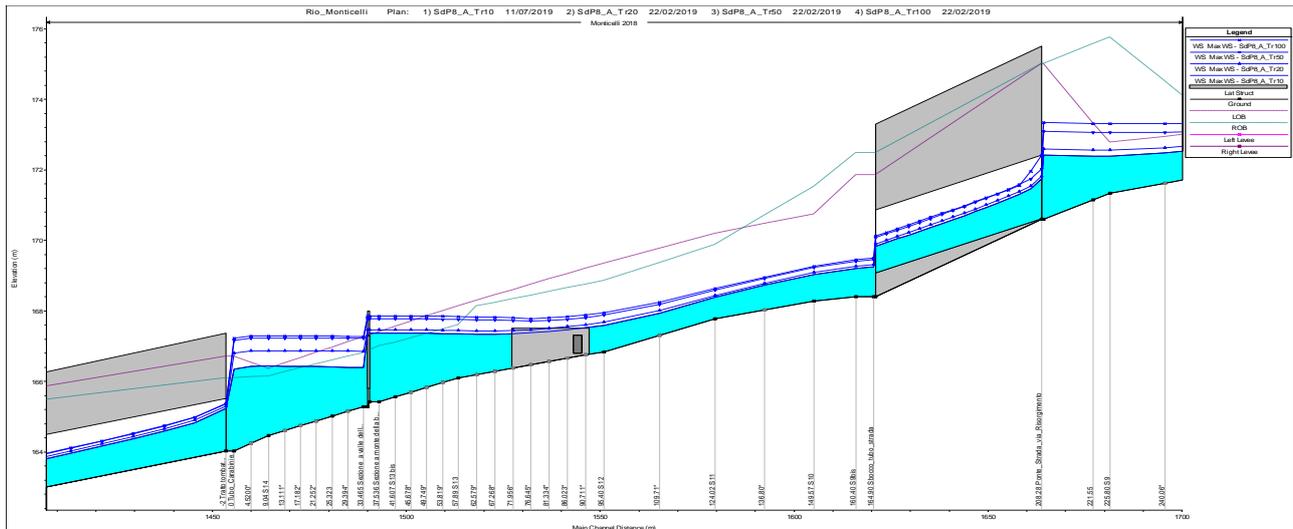


Figura 20: Profilo longitudinale per l'alternativa SdP\_8\_A e relativi profili idrici per Tr = 10, 20, 50 e 100 anni

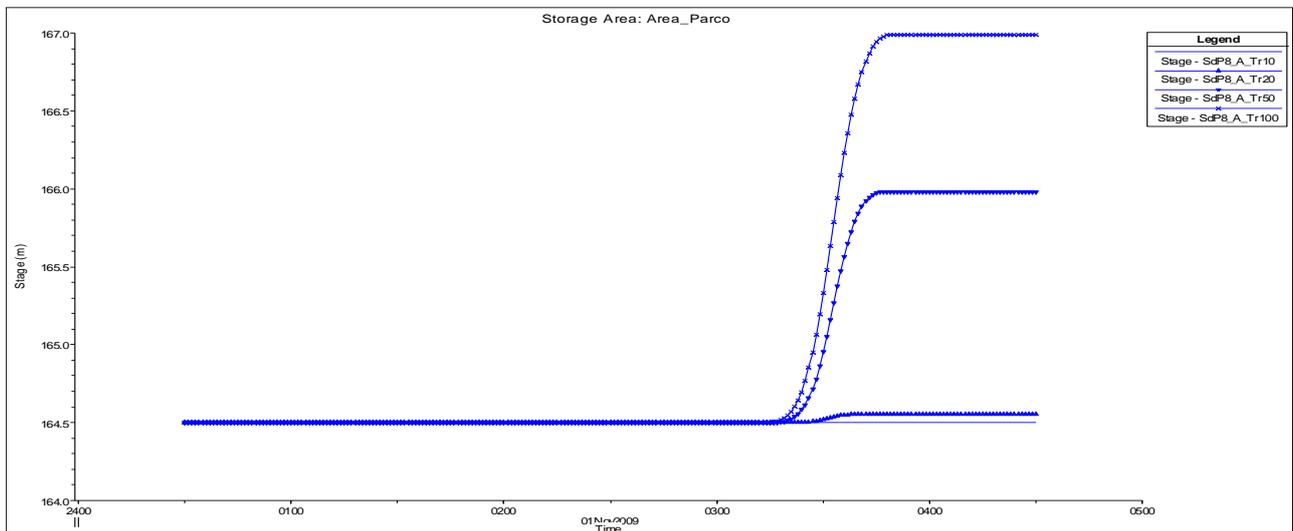


Figura 21: Quota del pelo libero all'interno della vasca di laminazione per Tr = 10, 20, 50 e 100 anni per l'alternativa SdP\_8\_A

- SdP 8 B: paratoia sullo sfioratore chiusa; paratoia sulla bocca tarata regolata in funzione del tirante di monte



## CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE

Questa opzione ipotizza una regolazione della paratoia sulla bocca tarata in modo da lasciarla aperta per eventi con Tr maggiori (e ricondursi quindi alla condizione SdP\_8\_A), e chiuderla parzialmente per i Tr bassi in modo da permettere l'invaso dell'area di laminazione.

Questa opzione ipotizza una regolazione della paratoia sulla bocca tarata in modo da lasciarla aperta per eventi con Tr maggiori (e ricondursi quindi alla condizione SdP\_8\_A), e chiuderla parzialmente per i Tr bassi in modo da permettere l'invaso dell'area di laminazione.

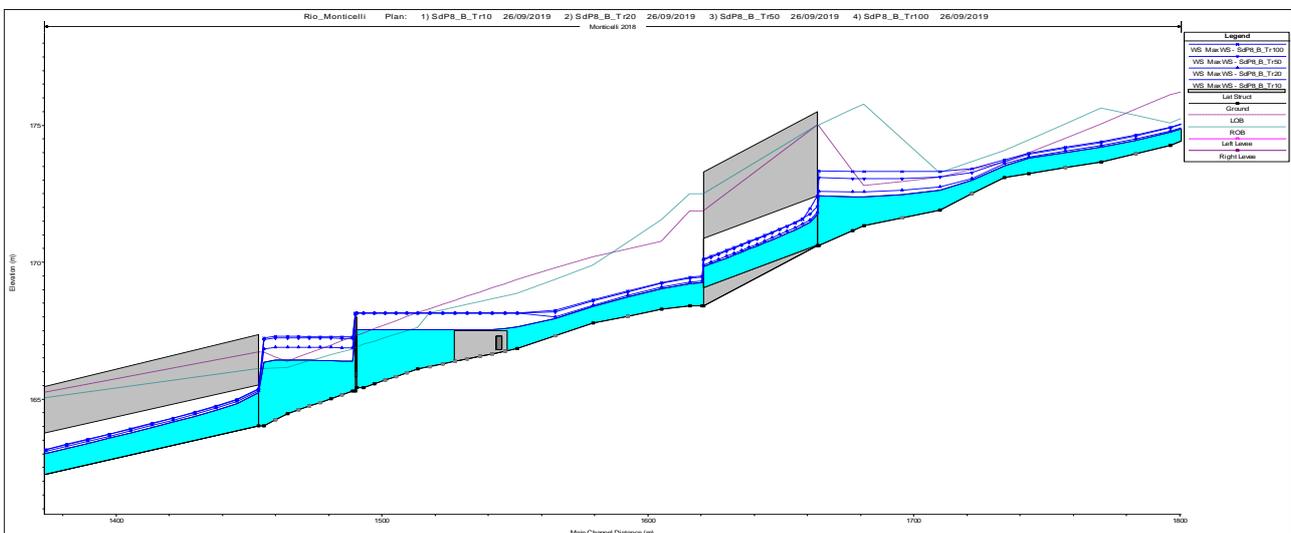


Figura 22: Profilo longitudinale per l'alternativa SdP\_8\_B e relativi profili idrici per Tr = 10, 20, 50 e 100 anni

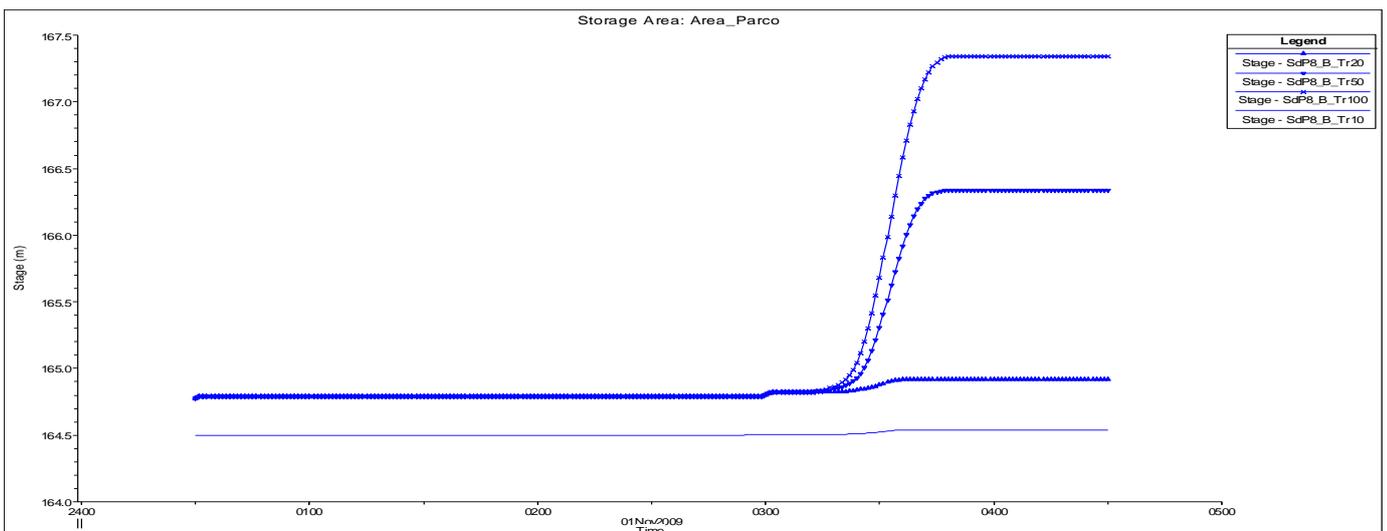


Figura 23: Quota del pelo libero all'interno della vasca di laminazione per Tr = 10, 20, 50 e 100 anni per l'alternativa SdP\_8\_B

I risultati, in prima battuta, risultano del tutto simili all'opzione descritta al paragrafo precedente, con un positivo effetto sui Tr critici. Le variabili necessarie per definire dettagliatamente il funzionamento della paratoia richiedono però un ulteriore approfondimento al fine di ottimizzare i tempi di risposta e l'efficacia dell'opera idraulica. Tali variabili sono: il grado di apertura massimo, minimo, ed iniziale, la velocità di apertura e chiusura, il livello di monte in corrispondenza del quale inizia la manovra di apertura e quello che determina l'inizio della manovra di chiusura.

- SdP 8 C: paratoia sullo sfioratore aperta; paratoia sulla bocca tarata aperta

In questa alternativa la vasca di laminazione entra in funzione per tutte le portate, anche per i Tr più bassi.

Va comunque considerato che il funzionamento del sistema con paratoia sullo sfioratore laterale sempre aperta riduce notevolmente il suo effetto sui Tr maggiori, ripresentando le criticità a monte del tratto tombato per Tr = 50 e 100 anni.

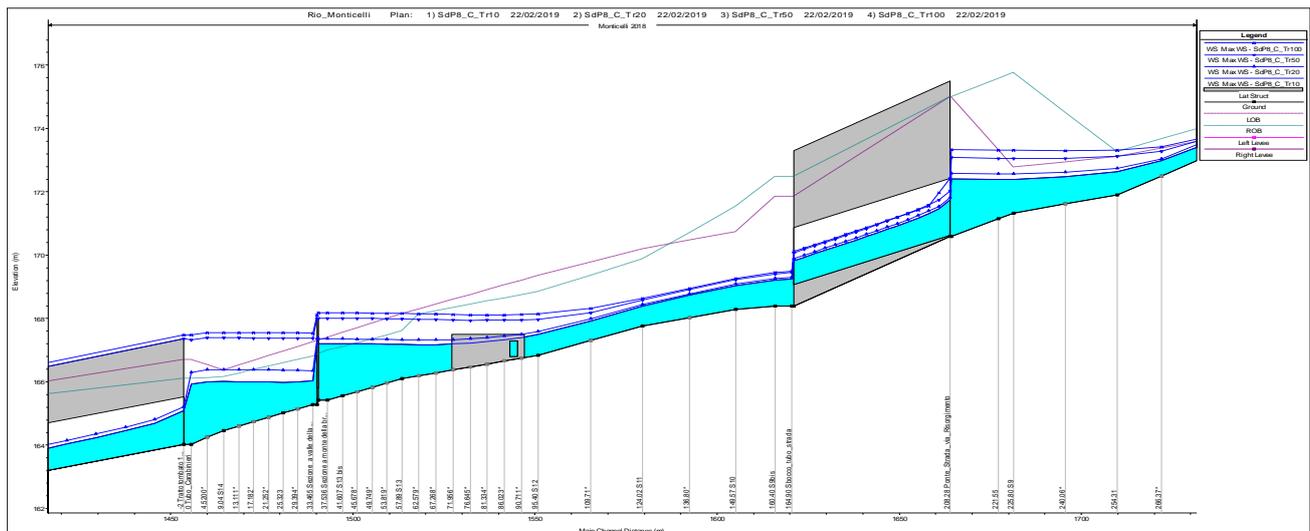


Figura 24: Profilo longitudinale per l'alternativa SdP\_8\_C e relativi profili idrici per Tr = 10, 20, 50 e 100 anni

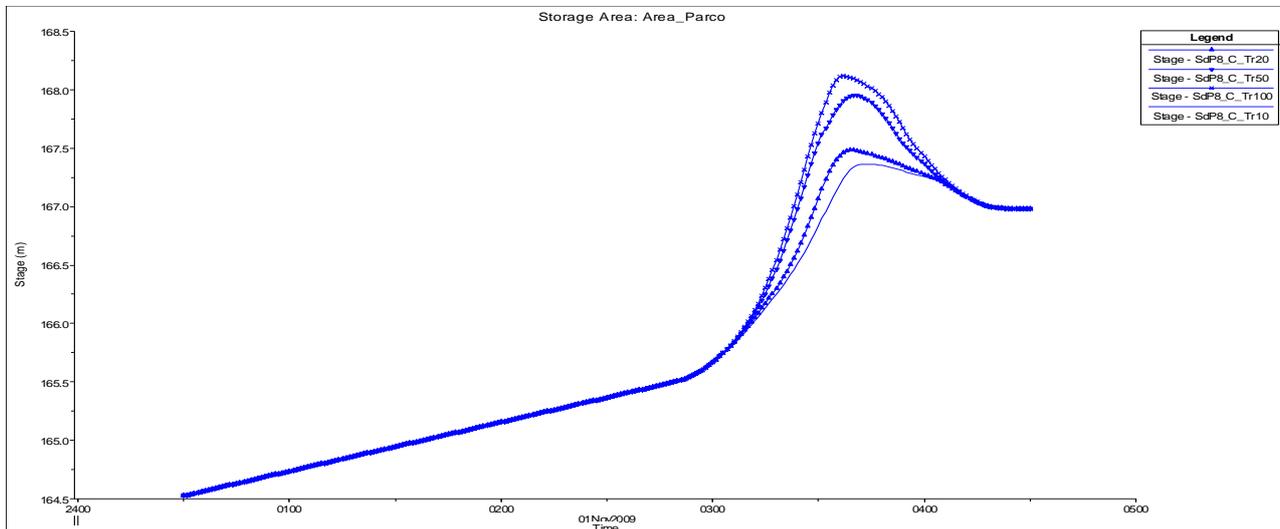


Figura 25: Quota del pelo libero all'interno della vasca di laminazione per Tr = 10, 20, 50 e 100 anni per l'alternativa SdP\_8\_C

### 3.5 SdP\_8\_D – Ripartizione dell'area di laminazione tra destra e sinistra idraulica

In questa configurazione si analizza la possibilità di realizzare l'area di laminazione su entrambe le sponde, ripartendone equamente i volumi tra sponda destra e sponda sinistra. Per quanto l'assetto delle opere idrauliche, la configurazione da cui è stata derivata questa ipotesi è la SdP\_8\_A, ovvero bocca tarata aperta e nessuna paratoia (o paratoie chiuse) sugli sfioratori laterali.

L'efficacia di questa soluzione è del tutto analoga a SdP\_8\_A, con risoluzione delle criticità per Tr50 e Tr100

### 3.6 SdP9 ed SdP10 – Inserimento di una traversa con bocca tarata a monte di via Risorgimento

In queste configurazioni non si considera la realizzazione di un'area di laminazione, ma si sfrutta il volume in alveo a disposizione a monte di via Risorgimento, poco a valle della sezione S7, tramite l'inserimento di una traversa con bocca tarata. Dal punto di vista delle condizioni al contorno, si trascura in questo caso l'ipotesi di convogliare in questo punto le portate di piena del Rio Bianello, considerando solo le portate del Bianello che si immettono nel tratto tombato, come nella configurazione dello stato di fatto.

Sono state analizzate due diverse dimensioni della traversa:

- SdP9: traversa di altezza 5 m con gaveta a quota 4.5 m rispetto al fondo alveo

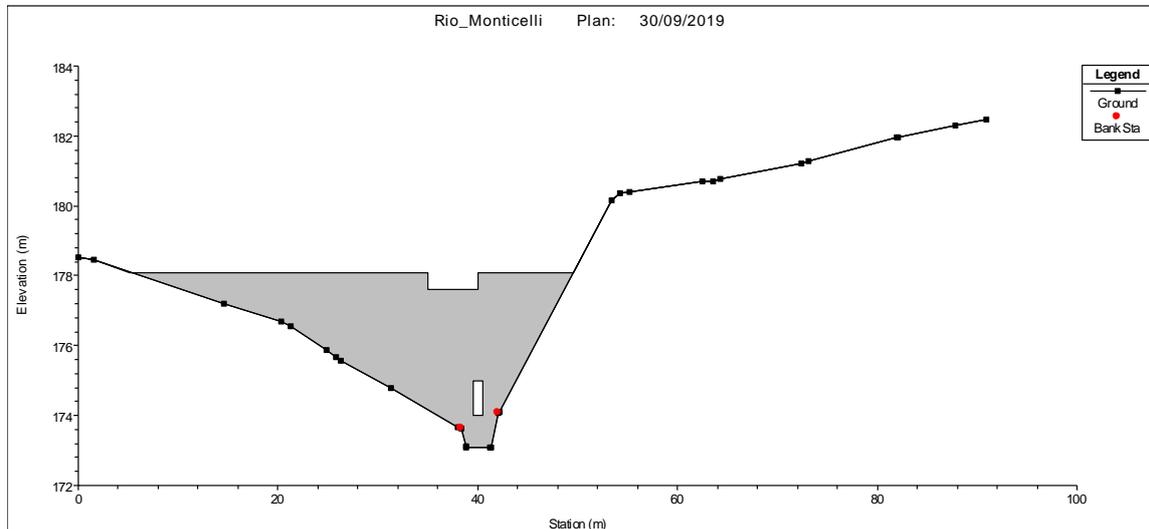


Figura 26: Sbarramento a monte di via Risorgimento: ipotesi con dimensioni  $h_{max} = 5$  m e  $h_{gaveta} = 4.5$  m

A circa 1 m dal fondo alveo è prevista una luce di dimensioni 1m x 1m ,per il deflusso delle portate di magra. In questo caso non sono state simulate manovre di apertura e chiusura della luce con paratoie.

Questa alternativa mostra un'elevata efficacia sia per la Tr50 che per la Tr100, tuttavia le dimensioni dello sbarramento ipotizzato sono notevoli e l'impatto sul corso d'acqua, sia dal punto di vista paesaggistico che morfologico, non trascurabile.

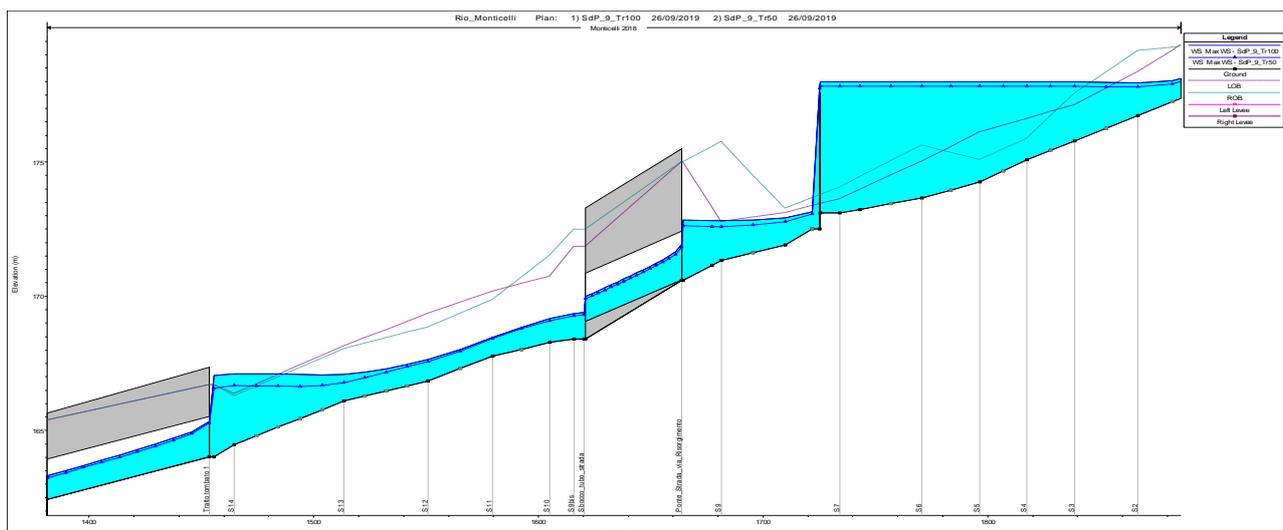


Figura 27: Profilo longitudinale per l'alternativa SdP\_9 e relativi profili idrici per  $Tr = 50$  e  $100$  anni

- SdP10: traversa di altezza 3 m con gaveta a quota 2.5 m rispetto al fondo alveo

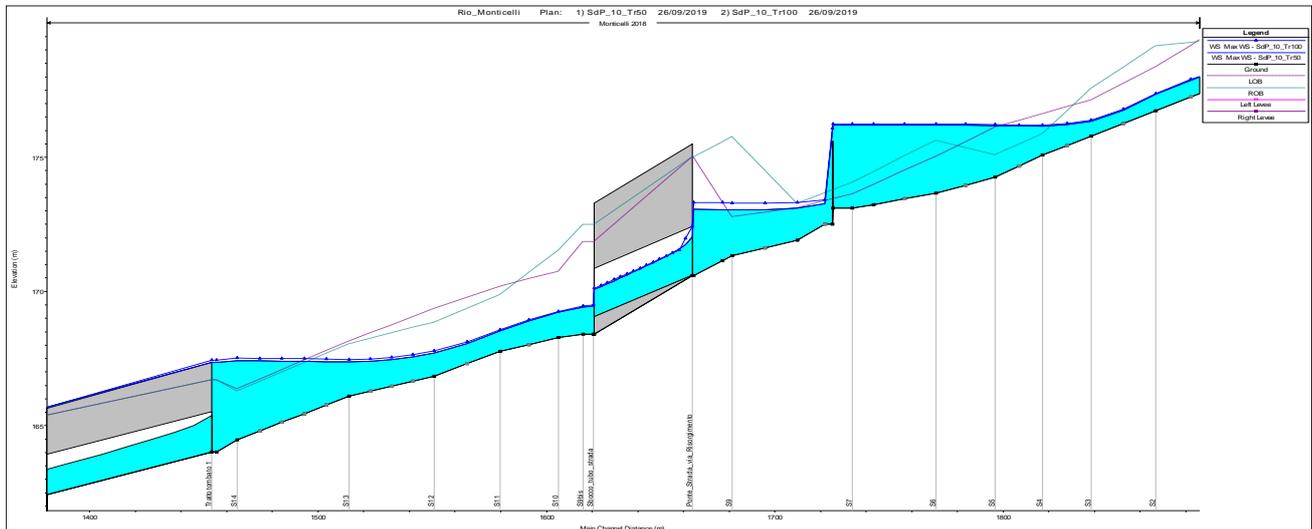


Figura 28: Profilo longitudinale per l'alternativa SdP\_10 e relativi profili idrici per Tr = 50 e 100 anni

Questa soluzione, seppur meno efficace della precedente, presenta comunque un sostanziale beneficio in termini di riduzione del rischio idraulico per Tr50 e Tr100, diminuendo i volumi che eccedono l'officiosità idraulica del tratto tombato a valle.

Un ulteriore riduzione delle problematiche del tratto a valle può essere ottenuto con un modesto allargamento della sezione immediatamente a monte dell'imbocco del tratto tombato (configurazione SdP10bis). Nelle figure che seguono sono rappresentate le modifiche. Si tratta sostanzialmente dell'abbassamento di circa 2 m del piano golendale in destra idraulica, per un'estensione trasversale di circa 10 m e longitudinale di circa 50 m.

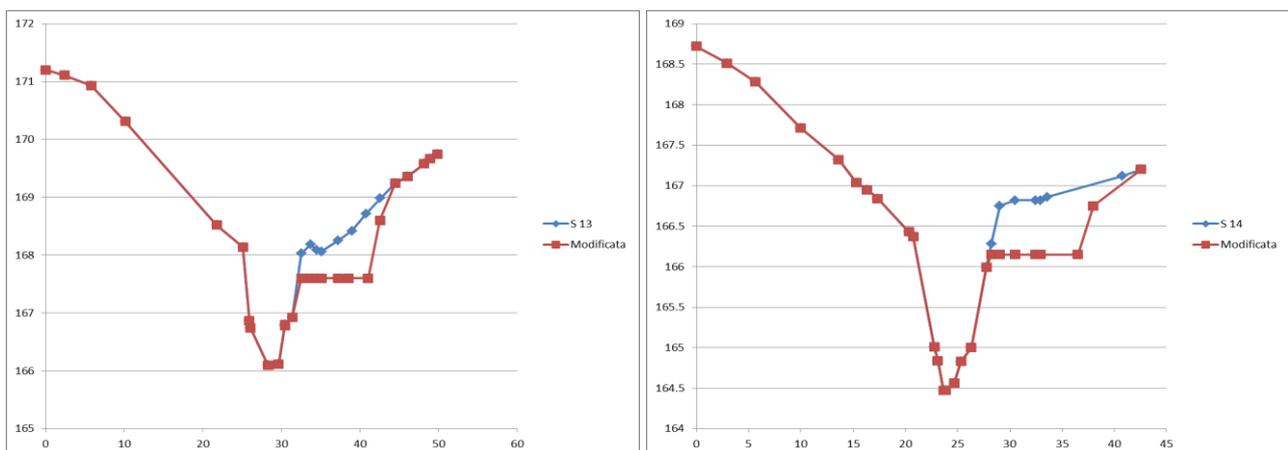


Figura 29: SdP\_10bis: Ipotesi di allargamento a monte del tratto tombato

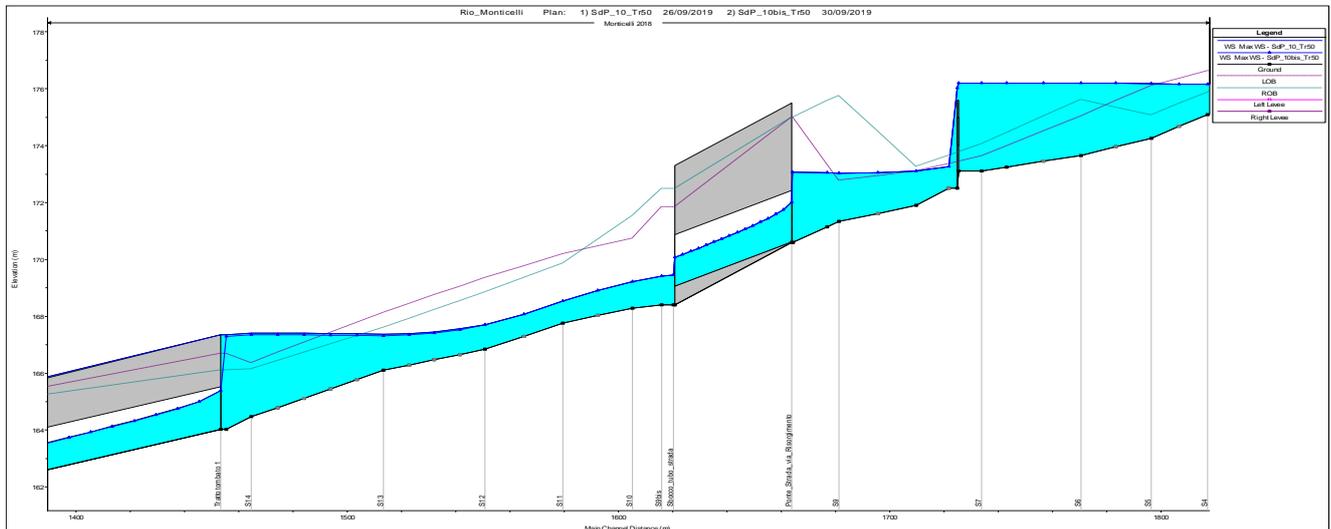


Figura 30: Profilo longitudinale per  $Tr=50$ , confronto tra le alternative SdP\_10 ed SP\_10bis

### 3.7 SdP11 - Inserimento di un arginello a monte del tratto tombato.

Questa ipotesi analizza la possibilità di inserire un arginello a monte del tratto tombato, per contenere le esondazioni residue che ci potrebbero essere anche a seguito della costruzione dello sbarramento a monte di via Risorgimento.

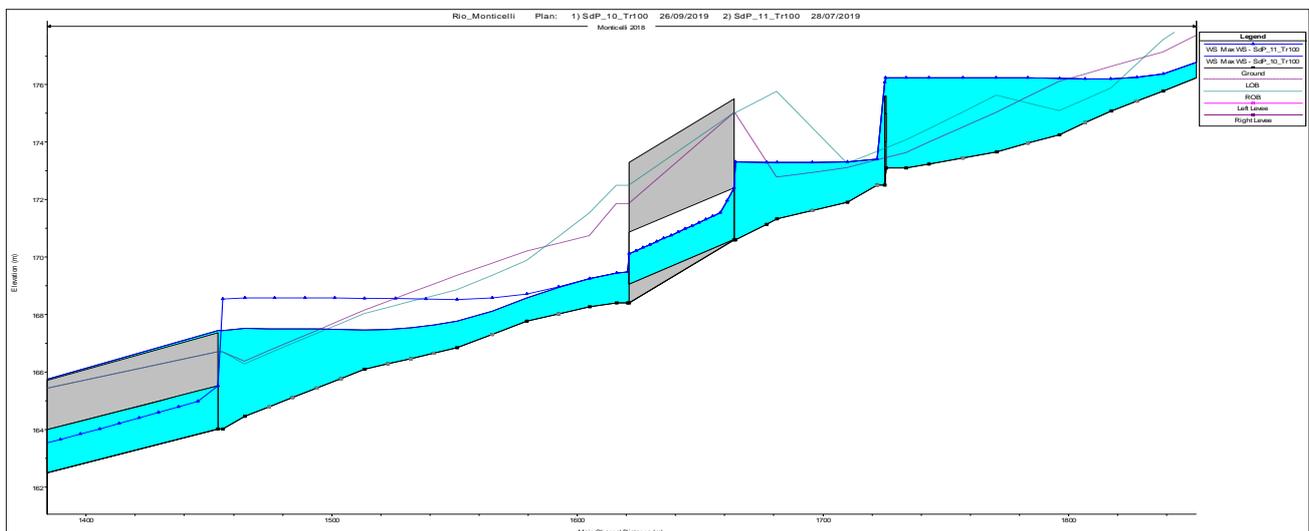


Figura 31: Profilo longitudinale per  $Tr=100$ , confronto tra le alternative SdP\_10 (senza argine) ed SP\_11 (con argine)

Quello che ne risulta è che la costruzione di un rilevato incrementerebbe notevolmente i livelli, fino a circa 1 m in più, richiedendo la costruzione di un rilevato di altezza pari ad almeno 1.5 m

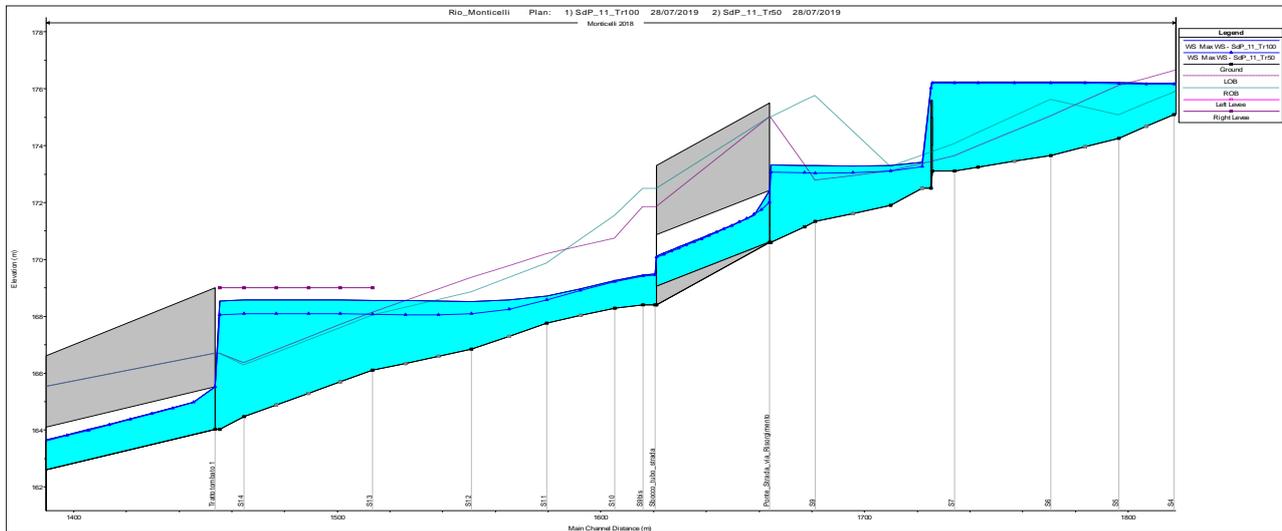


Figura 32: Profilo longitudinale per l'alternativa SdP\_11 e relativi profili idrici per Tr = 50 e 100 anni

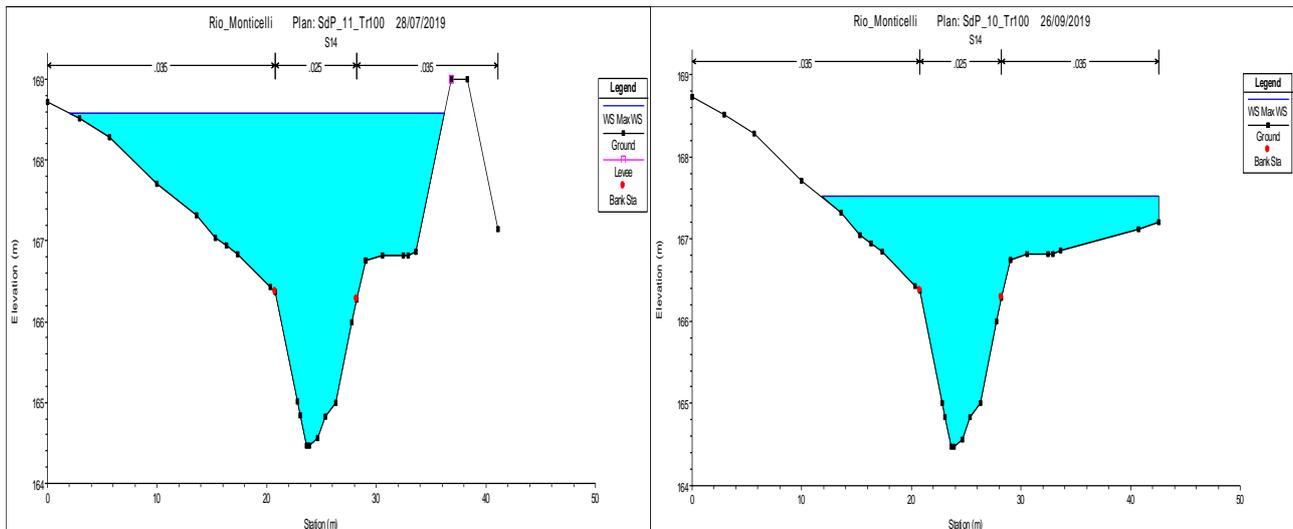


Figura 33: Confronto tra i livelli e la geometria della sezione S14 (poco a monte dell'imbocco del tratto tombato) nelle alternative SdP\_10 ed SdP\_11.

Dal punto di vista della riduzione del rischio questa soluzione non è ottimale, in quanto andrebbe ad incrementare molto il rischio residuo, ovvero legato alla vulnerabilità delle opere di difesa in caso di evento con livelli superiori a quello di progetto.

### 3.8 Conclusioni

Il Rio Monticelli presenta alcune problematiche idrauliche legate alla scarsa officiosità del tratto tombato. Sono state analizzate diverse soluzioni per la riduzione del rischio di esondazione correlato ai Tr più elevati (50 e 100 anni), tutte basate sulla creazione di volumi di invaso temporanei. Le soluzioni che si sono rivelate



CONSORZIO DI BONIFICA  
DELL'EMILIA CENTRALE

---

più efficaci sono quelle che prevedono di ricavare volume di laminazione tramite la costruzione di un'area di espansione in derivazione a monte del tratto tombato, nell'area del parco pubblico del Comune di Quattro Castella. In alternativa, si è valutata la possibilità di laminare le portate di piena tramite una struttura in linea che sfrutti il volume a monte di via Risorgimento, dove l'alveo risulta molto incassato. Quest'ultima ipotesi risulta la più conveniente, in quanto con opere di modesta entità si riesce a dare un buon contributo in termini di laminazione.