

PROGRAMMA INVESTIMENTI PER LE AREE PROTETTE 2024



ASSESSORATO PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE, EDILIZIA, POLITICHE ABITATIVE, PARCHI E FORESTAZIONE, PARI OPPORTUNITÀ COOPERAZIONE INTERNAZIONALE ALLO SVILUPPO

REALIZZAZIONE DI UNA PASSERELLA SUL TORRENTE TRESINARO NEL COMUNE DI RUBIERA PER IL COMPLETAMENTO DELLA CICLOVIA DI INTERESSE REGIONALE ER13 E LA MOBILITA' SOSTENIBILE SUL FIUME SECCHIA IN VARIANTE ALLO STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE (ART. 53 DELLA LR 24/2017)

CUP : D21B24000310002 CIG: B4EA3E0AEF

Progettisti:

Arch. Enrico Guaitoli Panini
Arch. Irene Esposito
Ing. Michele Baratta

Direttore dell' Ente per la Gestione dei Parchi e la Biodiversità Emilia Centrale

Arch. Valerio Fioravanti

Collaboratori:

Arch. Eleonora Vaccari
Arch. Alberto Coppi
Paes. Giulia Mazzali
Dott. Paes. Sara Martignoni
Dott. Arch. Michela Mezzetti

Responsabile del Procedimento Responsabile Unico del Progetto

Geom. Gabriele Mordini

Relazioni specialistiche e indagini:

Verifica preventiva dell'Interesse Archeologico

Archeomodena

Geologica-Geotecnica

Geol. Gianluca Vaccari

Idraulica-Idrologica

Ing. Yos Zorzi

Ing. Enrico Mongardi

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Relazione di compatibilità idrologico idraulica

SCALA		FORMATO	
-		A4	
CODICE	REV.	DATA	
RT-03	C	Settembre 2026	

Enrico Guaitoli Panini e Irene Esposito architetti associati

Viale Marcello Finzi, 597 - 41122 - Modena

tel. 328/7421242 - 335/6058479

sito: www.fahreassociati.it mail: info@fahreassociati.it

P.IVA e C.F. 03224820369

CICLOVIA ER13 PASSERELLA SUL TORRENTE TRESINARO

Studio idraulico dell'inserimento dell'opera

STUDIO IDRAULICO

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO GENERALE ED IDRAULICO	4
2.1. Inquadramento ai sensi del Progetto di Variante al PAI ed al PGRA vigente.....	7
3. IDROLOGIA ED IDRAULICA DEL TRATTO DI STUDIO.....	14
3.1. Idrogramma di piena del Torrente Tresinaro.....	14
3.2. Idrogramma di piena del Fiume Secchia	15
4. ANALISI MORFOLOGICA DEL TERRITORIO.....	19
5. MODELLAZIONI IDRAULICHE.....	20
5.1. Modellazioni dello Stato di Fatto.....	24
5.2. Modellazioni dello Stato di Progetto.....	32
5.3. Assetto migliorativo dello Stato di Progetto	37
6. CONCLUSIONI.....	42
7. ALLEGATI	44

1. PREMESSA

Il presente studio idraulico viene redatto al fine delle integrazioni modellistiche richieste dall'Autorità Idraulica Competente in merito alla compatibilità idraulica del progetto *“Miglioramento dell'accessibilità del Fiume Secchia e del sito Rete Natura 2000 ZSC/ZPS IT4030011 ed integrazione della connessione con la ciclovia del Fiume Secchia ed il percorso Natura Secchia (e Ciclovia ER13 Rubiera – Baiso) mediante la costruzione di una passerella ciclopedonale sul Torrente Tresinaro”*.

In particolare, il presente studio verifica la compatibilità idraulica dell'intervento in funzione della Direttiva n°4 del Piano per l'Assetto Idrologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (AdBPo) “Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce “A” e “B””, nonché rispetto all'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti, nonché nel PIANO SPECIALE PRELIMINARE del Commissario straordinario di Governo alla ricostruzione nei territori colpiti dall'alluvione verificatasi in Emilia Romagna, Toscana e Marche (Decreto 32/2024 del Segretario generale dell'Autorità di Bacino distrettuale del Fiume Po). Quest'ultimo, come visibile nella immagine seguente, è da considerarsi in quanto il Fiume Secchia e la Provincia di Reggio Emilia ricadono nell'ambito di riferimento della suddetta norma.



Figura 1 - Areale di riferimento del PIANO SPECIALE PRELIMINARE del Commissario Straordinario di Governo

Lo studio, per effetto delle norme citate, deve quindi valutare gli effetti sui seguenti aspetti principali:

1. Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena;
2. Riduzione della capacità di invaso dell'alveo;
3. Interazioni con le opere di difesa idraulica (opere di sponda ed arginature);
4. Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento;
5. Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena;
6. Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale;
7. Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Nel presente studio, pertanto, vengono valutati gli aspetti sopra indicati, rimandando al progetto generale dell'opera, in particolare alla disciplina paesaggistica ed ambientale, per quanto concerne il punto 6. Nel corso della relazione, inoltre, viene anche esplicitato il riferimento alle normative precedentemente citate che comportano particolari attenzioni nelle modellazioni idrauliche.

2. INQUADRAMENTO GENERALE ED IDRAULICO

Il progetto della passerella ciclopedonale oggetto di analisi prevede la realizzazione dell'opera in corrispondenza delle aree prossime alla confluenza del Torrente Tresinaro nel Fiume Secchia. L'opera, dal punto di vista amministrativo ricade nell'areale del Comune di Rubiera, in particolare ad Est dell'abitato ed a circa 85 metri a monte della confluenza del Fiume Secchia.

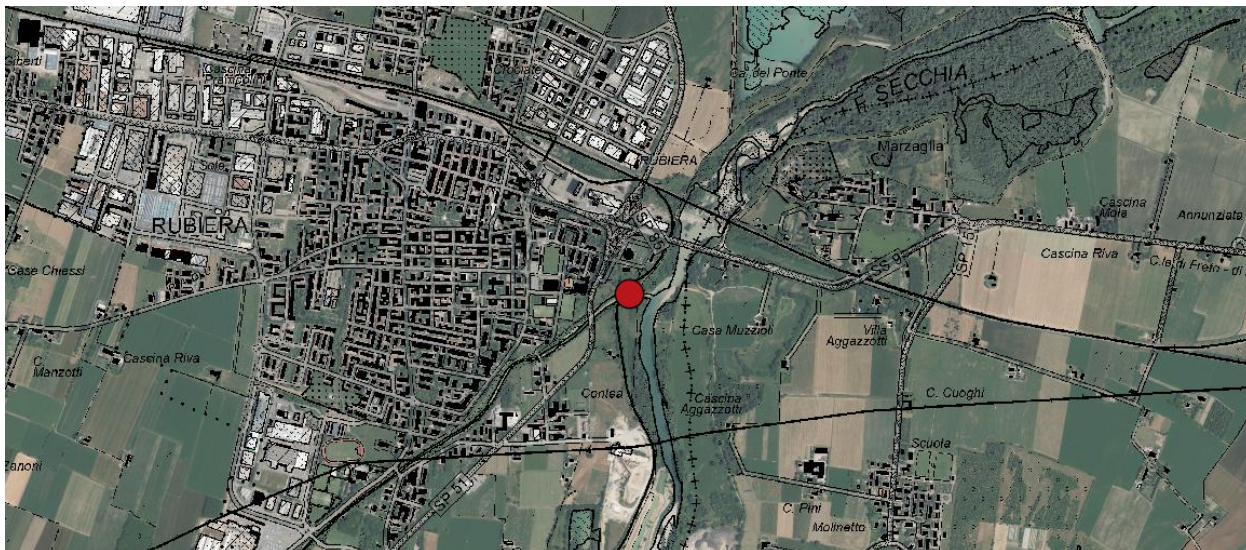


Figura 2 - Inquadramento generale a larga scala - Ortofoto e CTR RER (Servizi WMS)

Il nodo è caratterizzato dalla presenza di diverse opere di viabilità e da opere idrauliche di sicurezza idraulica, come visibile nell'immagine precedente e come meglio specificato nella seguente immagine.

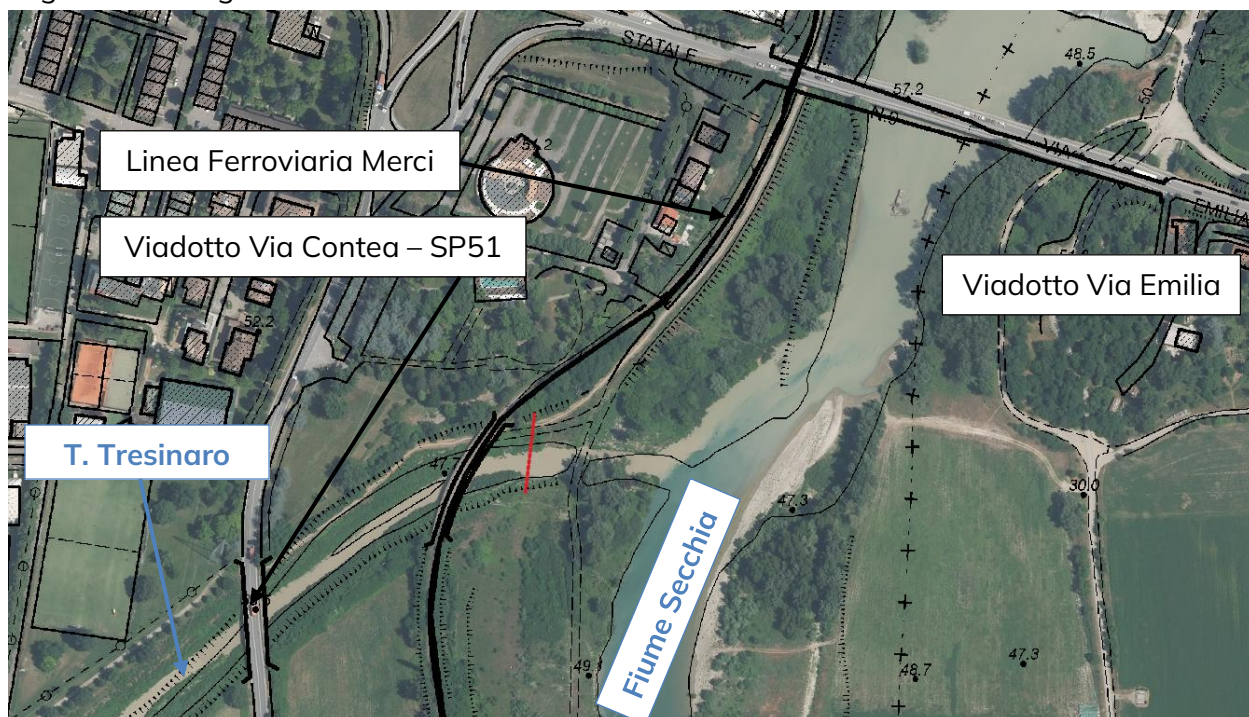


Figura 3 - Inquadramento generale a scala maggiore - Linea Rossa: Posizione della passerella prevista

CICLOVIA DEL SECCHIA ER13
PASSERELLA SUL TORRENTE TRESINARO

Come visibile dalle immagini di inquadramento precedentemente esposte, il nodo di confluenza idraulica dei due corpi idrici è interessato da diversi viadotti di cui solo alcuni con pile in alveo, quale il ponte della ferrovia merci di fondovalle (Rubiera-Corticella) nonché il viadotto della Via Emilia lungo il fiume Secchia.

Al di sotto del viadotto della Via Emilia sono presenti una serie di salti di fondo che determinano una disconnessione idraulica.

A partire dalle aree di studio sino alle zone a valle del viadotto della Via Emilia, le aree sono adottate come volume di laminazione nell'utilizzo delle casse di espansione del Fiume Secchia.

Il sistema delle casse di espansione del fiume Secchia è stato oggetto di uno studio recente da parte dell'Agenzia Interregionale del fiume Po (AIPO) in cui sono previsti diversi lotti funzionali di intervento con l'obiettivo di migliorare l'efficienza.

Il progetto, denominato **"MO-E-1383 Interventi di adeguamento e messa in sicurezza della cassa di laminazione del fiume Secchia alla normativa DPR 1363/59 e DM 26/06/2014, comprensivi dell'utilizzo dell'invaso a scopi irrigui"** – 2°Lotto funzionale – Rilevati arginali" prevede quindi, a breve termine, la realizzazione di modifiche ed integrazioni dei rilevati arginali che comportano un nuovo assetto territoriale dell'area (vedi immagine seguente).

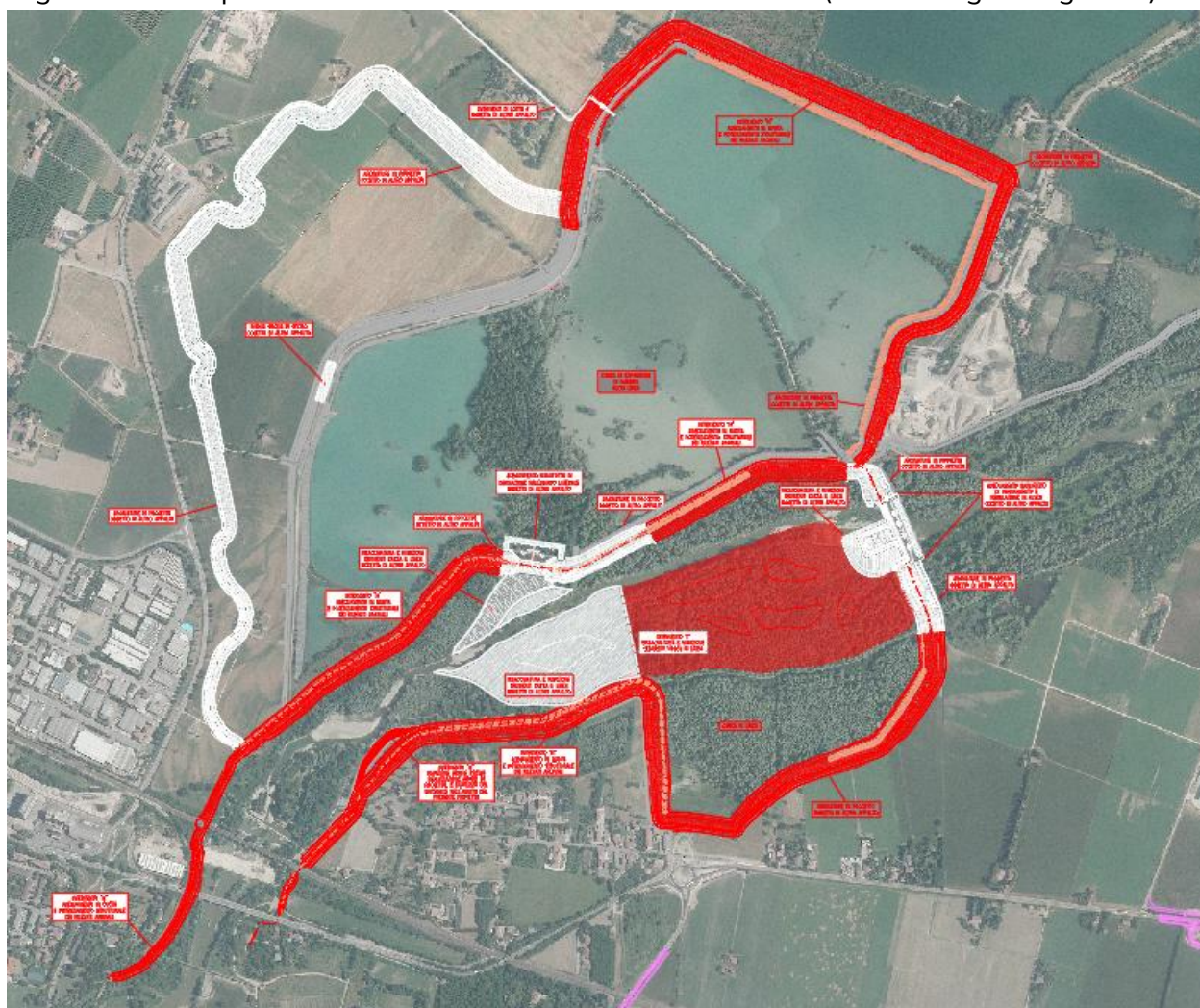


Figura 4 - Assetto di progetto dell'intervento MO-E-1383"

Nel presente caso, considerando la disconnessione idraulica al livello del Viadotto della Via Emilia, si è quindi considerata la presenza del nuovo rilevato arginale in sponda sinistra al fiume Secchia che si estende dalla confluenza con il Torrente Tresinaro sino al viadotto della Via Emilia. Tale argine in progetto, pertanto, sarà realizzato precedentemente alla passerella in progetto, e, pertanto, è stato considerato sia nel progetto della passerella che nel presente studio considerando come già presente nello stato di fatto (con le dimensioni ed ingombri previsti nel progetto MO-E-1383).

L'assetto di progetto della passerella sul Torrente Tresinaro, invece, prevede la realizzazione di una passerella sospesa con una unica campata di circa 45,5 metri appoggiata alle spalle poste agli estremi poste in corrispondenza di rilevati (vedi immagine seguente)

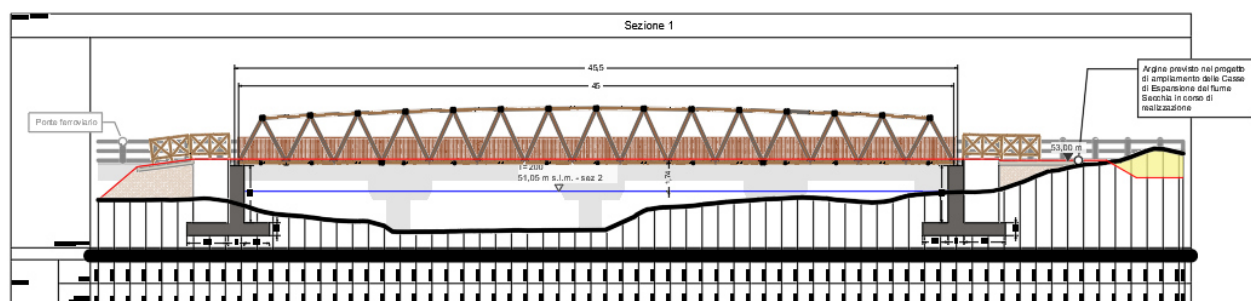


Figura 5 – Sopra: planimetria di progetto; Sotto: Sezione della passerella in progetto - vista da valle (destra idraulica a sinistra)

Come visibile dagli estratti grafici proposti, in corrispondenza della sinistra idraulica non saranno realizzati nuovi rilevati ma la passerella sarà raccordata alla quota del rilevato arginale in progetto nell'intervento MO-E-1383 (quota + 53.00 m slm).

In sponda destra, invece, la passerella sarà raccordata ad un nuovo rilevato viario che passerà da quota 53.00 m slm alla quota del piano campagna (51.50 m slm) con una estensione, in asse, di circa 35 metri.



Figura 6 - Vista del rilevato arginale previsto in sponda sinistra alla passerella in progetto

Lo scopo del presente studio idraulico è quello di verificare se tale rilevato risulta compatibile idraulicamente con il regime fluviale locale ricorrendo ad opportune modellazioni idrauliche bidimensionale dell'areale.

2.1. Inquadramento ai sensi del Progetto di Variante al PAI ed al PGRA vigente

Con Deliberazione n. 13 del 18 dicembre 2025, la Conferenza Istituzionale permanente dell'Autorità di Bacino del Po ha adottato il progetto di Variante al PAI Po finalizzato ad estendere il PAI medesimo ai territori dei bacini idrografici del Reno, Romagnoli, Conca Marecchia e Fissero, Tartaro, Canalbiano.

In particolare, nella variante al PAI vengono delimitate le nuove fasce fluviali secondo la metodologia del PAI Po e definite le linee di assetto generale sulla scorta di recenti aggiornamenti dei quadri conoscitivi relativi alle condizioni di pericolosità e di rischio idraulico, avviati anche in conseguenza degli eventi alluvionali del maggio 2023 e settembre e ottobre 2024 e viene ridefinito l'ambito dei versanti aggiornando la classificazione e le perimetrazioni precedenti secondo un nuovo approccio metodologico tenendo conto delle nuove potenzialità di monitoraggio satellitare. Contestualmente al progetto di variante del PAI, è stato emesso il nuovo Piano di Gestione del Rischio da Alluvioni (PGRA) ed i relativi elaborati di riferimento, di cui se ne riporta quindi l'analisi utilizzando i tematismi vettoriali forniti dall'Autorità di Bacino del Fiume Po sui portali istituzionali ricorrendo all'impiego di software GIS.

Nel presente caso, l'areale è perimetrato all'interno delle aree a pericolosità idraulica materializzate dal Reticolo Principale di Fondovalle (RP) per la vicinanza al Fiume Secchia e dal Reticolo Secondario di Pianura (RSP) per la presenza del reticolo della bonifica, come desumibile dai seguenti estratti grafici.

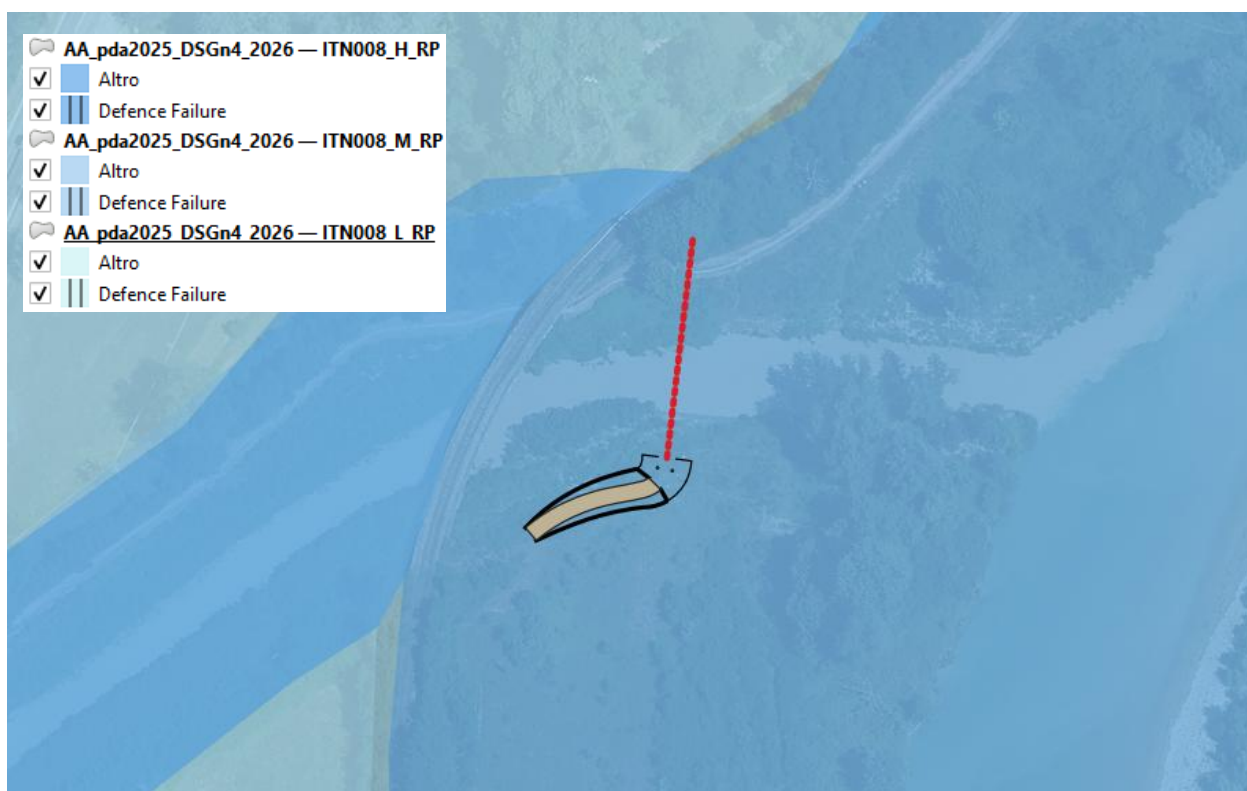


Figura 7 - Estratto della sovrapposizione con il PGRA vigente: Reticolo Principale di Fondovalle (RP)



Figura 8 - Estratto della sovrapposizione con il PGRA vigente: Reticolo Secondario di Pianura (RSP)

Come visibile dalla cartografia precedentemente riportata, le aree di inserimento della passerella e del rilevato previsto ricadono all'interno delle aree perimetrate con pericolosità idraulica P3-H rispetto al reticolo principale (RP) e P2-M per il Reticolo Secondario di Pianura.

Rispetto al reticolo principale, nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3) si devono applicare le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia A delle norme del Titolo II del PAI e PAI Delta, ovvero le equivalenti norme di cui al PTCP avente valore ed effetto di PAI ai sensi delle intese stipulate. Nel presente caso, quindi, si fa riferimento a quanto previsto dall'articolo 29 delle NTA del PAI, che recita:

“Articolo 29 (Fascia di deflusso della piena – Fascia A)

1. Nella Fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra. 2. Nella Fascia A sono vietate: a) le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli; b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, lett. l);

2. Nella Fascia A sono vietate:

a) le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli;

b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, lett. l);

c) la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, lett. m);

d) le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per una ampiezza di almeno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente; le Regioni provvederanno a disciplinare tale divieto nell'ambito degli interventi di trasformazione e gestione del suolo e del soprassuolo, ai sensi dell'art. 41 del D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche e integrazioni, ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del R.D. 25 luglio 1904, n. 523;

e) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto;

f) il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere.

3. Sono per contro consentiti:

a) i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate;

b) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;

c) le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;

d) i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m³ annui;

e) la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;

f) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;

g) il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia;

h) il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave;

i) il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6, comma 1, lett. m), del D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22;

j) l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D. Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità valicato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo;

k) l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.

4. Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio, l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A.

5. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti."

Nonostante l'articolo 29 delle fasce fluviali non indichi la possibilità di realizzare opere connesse a piste ciclabili, le NTA prevedono anche l'articolo 38 in merito alle opere pubbliche:

“Articolo 38 (Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico)

1. Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all'Autorità competente, così come individuata dalla direttiva di cui la comma successivo, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino.

2. L'Autorità di bacino emana ed aggiorna direttive concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni tecniche relative alla predisposizione degli studi di compatibilità e alla individuazione degli interventi a maggiore criticità in termini d'impatto sull'assetto della rete idrografica. Per questi ultimi il parere di cui al comma 1 sarà espresso dalla stessa Autorità di bacino.

3. Le nuove opere di attraversamento, stradale o ferroviario, e comunque delle infrastrutture a rete, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino.”

Nell'ambito del presente progetto, quindi, viene redatto, mediante la presente relazione, lo studio di compatibilità necessario al rispetto da quanto richiesto dal PAI Po e dal PGRA vigente.

Per quanto riguarda la perimetrazione P2-M rispetto al reticolo secondario di pianura, il PGRA e la Direttiva Alluvioni (DGR Emilia Romagna 1300/2016), prevedono le seguenti disposizioni normative:

“5.2 Disposizioni specifiche

In relazione alle caratteristiche di pericolosità e rischio descritte nel paragrafo precedente, nelle aree perimetrate a pericolosità P3 e P2 dell'ambito Reticolo Secondario di Pianura, laddove negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica non siano già vigenti norme equivalenti, si deve garantire l'applicazione:

- di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;**
- di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.**

Le successive indicazioni operative vanno considerate per il rilascio dei titoli edilizi relativi ai seguenti interventi edilizi definiti ai sensi delle vigenti leggi:

- a) ristrutturazione edilizia;
- b) interventi di nuova costruzione;
- c) mutamento di destinazione d'uso con opere.

Nelle aree urbanizzabili/urbanizzate e da riqualificare soggette a POC/PUA ubicate nelle aree P3 e P2, nell'ambito della procedura di VALSAT di cui alla L.R. 20/2000 e s.m.i., la documentazione tecnica di supporto ai Piani operativi/attuativi deve comprendere uno studio idraulico adeguato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione locali.

Nell'ambito dei procedimenti inerenti richiesta/rilascio di permesso di costruire e/o segnalazione certificata di inizio attività, si riportano di seguito, a titolo di esempio e senza pretesa di esaustività, alcuni dei possibili accorgimenti che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, demandando alle Amministrazioni Comunali la verifica del rispetto delle presenti indicazioni in sede di rilascio del titolo edilizio.

a. Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture:

- a.1. la quota minima del primo piano utile degli edifici deve essere all'altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;
- a.2. é da evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio:

- le pareti perimetrali e il solaio di base siano realizzati a tenuta d'acqua;
- vengano previste scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;
- gli impianti elettrici siano realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento dell'impianto anche in caso di allagamento;
- le aperture siano a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;
- le rampe di accesso siano provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc);
- siano previsti sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica. Si precisa che in tali locali sono consentiti unicamente usi accessori alla funzione principale.

a.3. favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti. La documentazione tecnica di supporto alla procedura abilitativa deve comprendere una valutazione che consenta di definire gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità idrauliche rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione."

Le prescrizioni impartite dall'applicazione delle norme relativamente al Reticolo Principale di fondovalle prevedono la redazione dello studio di compatibilità idraulica in cui viene determinato il funzionamento dell'opera e verificata la non interferenza con il regime idraulico dei corpi idrici. Essendo l'opera una infrastruttura a rete non impermeabile non si applica quindi il principio di invarianza idraulica, tuttavia, essendo l'opera prevista in aree potenzialmente alluvionali, occorre prevedere apposite misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana. La gestione della pista ciclopedonale, infatti, sarà effettuata mediante l'adozione di uno specifico protocollo di allerta che prevede la chiusura dell'infrastruttura in progetto in funzione delle letture e delle previsioni meteorologiche.

3. IDROLOGIA ED IDRAULICA DEL TRATTO DI STUDIO

Prima di procedere alla realizzazione dei modelli idraulici per lo studio del sistema in progetto, occorre definire l'idrologia e l'idraulica locale.

Per le aree in oggetto, data la forte presenza di studi dell'areale del Secchia, è possibile avere dei riferimenti bibliografici, consolidati, del regime fluviale sia del fiume Secchia che del Torrente Tresinaro.

In particolare, l'idrologia dei due corpi idrici nel tratto è stata ottenuta dalla consultazione degli studi specificati nei seguenti paragrafi.

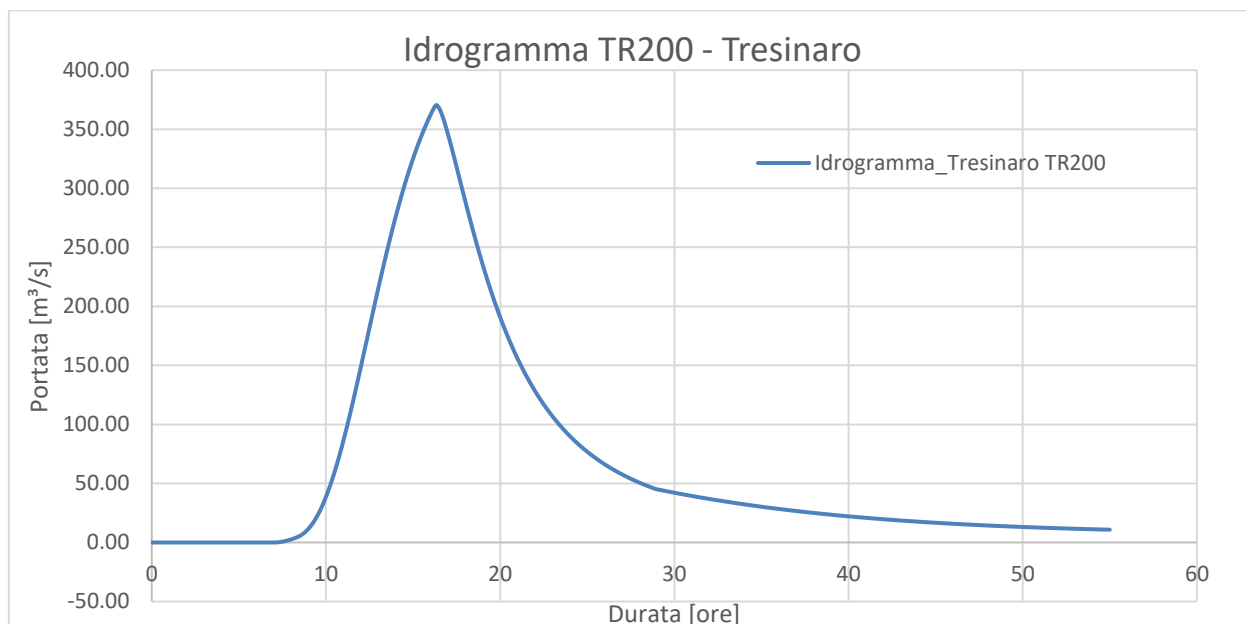
3.1. Idrogramma di piena del Torrente Tresinaro

Per il torrente Tresinaro, è stato considerato lo studio redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, del dicembre 2019, nell'ambito della *“Convenzione per l'esecuzione di attività di studio finalizzate all'aggiornamento del quadro conoscitivo relativo alle condizioni di pericolosità e rischio idraulico lungo il torrente Tresinaro”* (sottoscritta tra la Regione Emilia Romagna e l'AdBPo).

Tale studio, infatti, viene redatto al fine di realizzare una cassa di espansione lungo il Rio delle Viole (affluente del Tresinaro) in modo da limitare l'onda di piena del Torrente Tresinaro.

Nello studio richiamato, infatti, viene determinato l'idrogramma di piena del Torrente Tresinaro, all'altezza dell'abitato di Corticella, mediante analisi idrologica di bacino, per tempo di ritorno di 200 anni.

L'idrogramma di piena ottenuto raggiunge un picco di circa 370,41 m³/s, come visibile nei seguenti estratti.



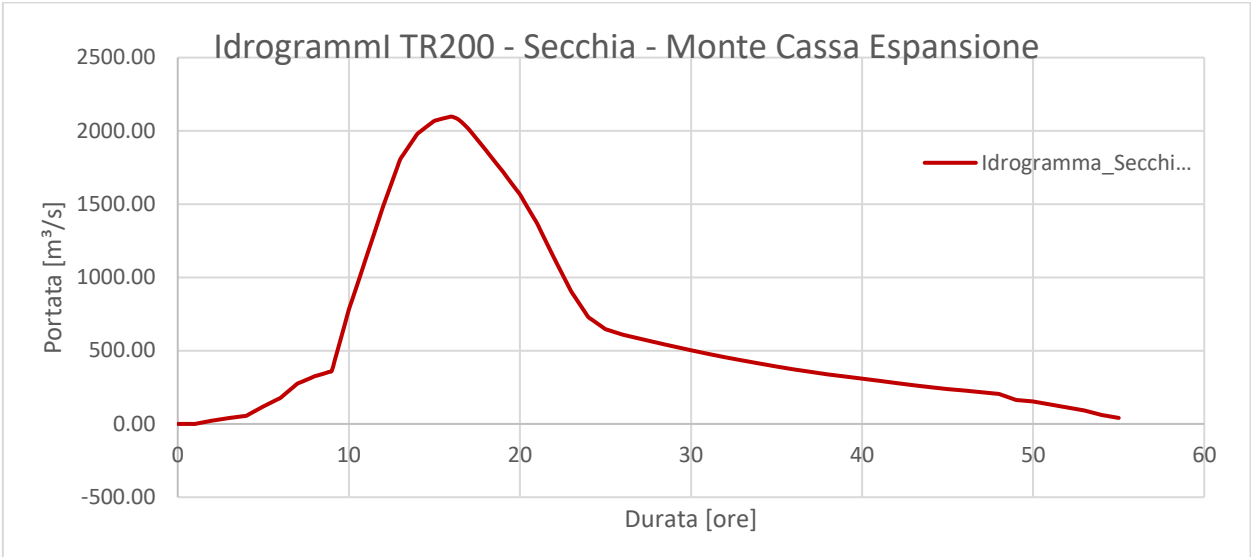
TORRENTE TRESINARO - IDROGRAMMA DI PIENA TR 200															
t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]
0	0,00	7,00	0,00	14,00	275,65	21,00	155,71	28,00	50,63	35,00	30,27	42,00	19,67	49,00	13,70
0,17	0,00	7,17	0,03	14,17	284,75	21,17	150,66	28,17	49,60	35,17	29,94	42,17	19,48	49,17	13,60
0,33	0,00	7,33	0,29	14,33	293,52	21,33	145,81	28,33	48,59	35,33	29,62	42,33	19,30	49,33	13,50
0,50	0,00	7,50	0,67	14,50	301,94	21,50	141,16	28,50	47,62	35,50	29,30	42,50	19,12	49,50	13,40
0,67	0,00	7,67	1,18	14,67	310,01	21,67	136,70	28,67	46,68	35,67	28,99	42,67	18,94	49,67	13,30
0,83	0,00	7,83	1,82	14,83	317,73	21,83	132,42	28,83	45,77	35,83	28,68	42,83	18,76	49,83	13,20
1,00	0,00	8,00	2,56	15,00	325,09	22,00	128,31	29,00	45,01	36,00	28,38	43,00	18,59	50,00	13,11
1,17	0,00	8,17	3,42	15,17	332,09	22,17	124,37	29,17	44,51	36,17	28,07	43,17	18,42	50,17	13,01
1,33	0,00	8,33	4,39	15,33	338,75	22,33	120,59	29,33	44,02	36,33	27,78	43,33	18,25	50,33	12,92
1,50	0,00	8,50	5,50	15,50	345,06	22,50	116,96	29,50	43,54	36,50	27,48	43,50	18,08	50,50	12,83
1,67	0,00	8,67	7,08	15,67	351,04	22,67	113,48	29,67	43,05	36,67	27,19	43,67	17,91	50,67	12,74
1,83	0,00	8,83	9,12	15,83	356,69	22,83	110,13	29,83	42,58	36,83	26,91	43,83	17,75	50,83	12,65
2,00	0,00	9,00	11,65	16,00	362,02	23,00	106,92	30,00	42,11	37,00	26,62	44,00	17,59	51,00	12,56
2,17	0,00	9,17	14,70	16,17	367,04	23,17	103,84	30,17	41,64	37,17	26,34	44,17	17,43	51,17	12,47
2,33	0,00	9,33	18,30	16,33	370,41	23,33	100,87	30,33	41,18	37,33	26,07	44,33	17,28	51,33	12,39
2,50	0,00	9,50	22,46	16,50	367,74	23,50	98,03	30,50	40,73	37,50	25,80	44,50	17,12	51,50	12,30
2,67	0,00	9,67	27,21	16,67	361,97	23,67	95,29	30,67	40,28	37,67	25,53	44,67	16,97	51,67	12,22
2,83	0,00	9,83	32,56	16,83	354,50	23,83	92,66	30,83	39,84	37,83	25,26	44,83	16,82	51,83	12,14
3,00	0,00	10,00	38,51	17,00	346,05	24,00	90,13	31,00	39,40	38,00	25,00	45,00	16,68	52,00	12,06
3,17	0,00	10,17	45,06	17,17	337,00	24,17	87,69	31,17	38,96	38,17	24,74	45,17	16,53	52,17	11,98
3,33	0,00	10,33	52,18	17,33	327,58	24,33	85,35	31,33	38,53	38,33	24,49	45,33	16,39	52,33	11,90
3,50	0,00	10,50	59,88	17,50	317,96	24,50	83,10	31,50	38,11	38,50	24,24	45,50	16,25	52,50	11,82
3,67	0,00	10,67	68,11	17,67	308,25	24,67	80,93	31,67	37,69	38,67	23,99	45,67	16,11	52,67	11,75
3,83	0,00	10,83	76,85	17,83	298,55	24,83	78,84	31,83	37,27	38,83	23,75	45,83	15,97	52,83	11,67
4,00	0,00	11,00	86,06	18,00	288,94	25,00	76,83	32,00	36,86	39,00	23,50	46,00	15,84	53,00	11,60
4,17	0,00	11,17	95,69	18,17	279,45	25,17	74,89	32,17	36,46	39,17	23,27	46,17	15,70	53,17	11,53
4,33	0,00	11,33	105,69	18,33	270,14	25,33	73,02	32,33	36,06	39,33	23,03	46,33	15,57	53,33	11,46
4,50	0,00	11,50	116,03	18,50	261,04	25,50	71,22	32,50	35,66	39,50	22,80	46,50	15,44	53,50	11,39
4,67	0,00	11,67	126,63	18,67	252,17	25,67	69,49	32,67	35,27	39,67	22,57	46,67	15,31	53,67	11,32
4,83	0,00	11,83	137,46	18,83	243,56	25,83	67,82	32,83	34,88	39,83	22,34	46,83	15,19	53,83	11,25
5,00	0,00	12,00	148,45	19,00	235,20	26,00	66,20	33,00	34,50	40,00	22,12	47,00	15,06	54,00	11,18
5,17	0,00	12,17	159,55	19,17	227,12	26,17	64,64	33,17	34,13	40,17	21,90	47,17	14,94	54,17	11,11
5,33	0,00	12,33	170,70	19,33	219,31	26,33	63,14	33,33	33,75	40,33	21,68	47,33	14,82	54,33	11,05
5,50	0,00	12,50	181,87	19,50	211,78	26,50	61,69	33,50	33,38	40,50	21,47	47,50	14,70	54,50	10,98
5,67	0,00	12,67	192,99	19,67	204,52	26,67	60,29	33,67	33,02	40,67	21,26	47,67	14,58	54,67	10,92
5,83	0,00	12,83	204,02	19,83	197,54	26,83	58,93	33,83	32,66	40,83	21,05	47,83	14,47	54,83	10,86
6,00	0,00	13,00	214,92	20,00	190,82	27,00	57,62	34,00	32,31	41,00	20,85	48,00	14,35	55,00	10,80
6,17	0,00	13,17	225,65	20,17	184,36	27,17	56,36	34,17	31,96	41,17	20,64	48,17	14,24		
6,33	0,00	13,33	236,18	20,33	178,15	27,33	55,14	34,33	31,61	41,33	20,44	48,33	14,13		
6,50	0,00	13,50	246,47	20,50	172,19	27,50	53,95	34,50	31,27	41,50	20,25	48,50	14,02		
6,67	0,00	13,67	256,49	20,67	166,47	27,67	52,81	34,67	30,93	41,67	20,05	48,67	13,91		
6,83	0,00	13,83	266,22	20,83	160,98	27,83	51,70	34,83	30,60	41,83	19,86	48,83	13,81		

3.2. Idrogramma di piena del Fiume Secchia

Per il fiume Secchia, così come considerato nel progetto dell'intervento MO-E-1383, è stato considerato l'idrogramma di piena del fiume in ingresso alla cassa di espansione del Fiume Secchia elaborati da Beta Studio nell'anno 2007 per la sezione di Rubiera e con tempo di ritorno di 200 anni.

L'idrogramma, è stato ottenuto mediante una elaborazione idrologica, a partire dai bacini sottesi del Torrente Tresinaro e del Fiume Secchia, per durate di pioggia di 12 e 24 ore.

Nel presente caso è stato considerato l'evento di 12 ore in quanto più gravoso, come visibile nel seguente estratto.



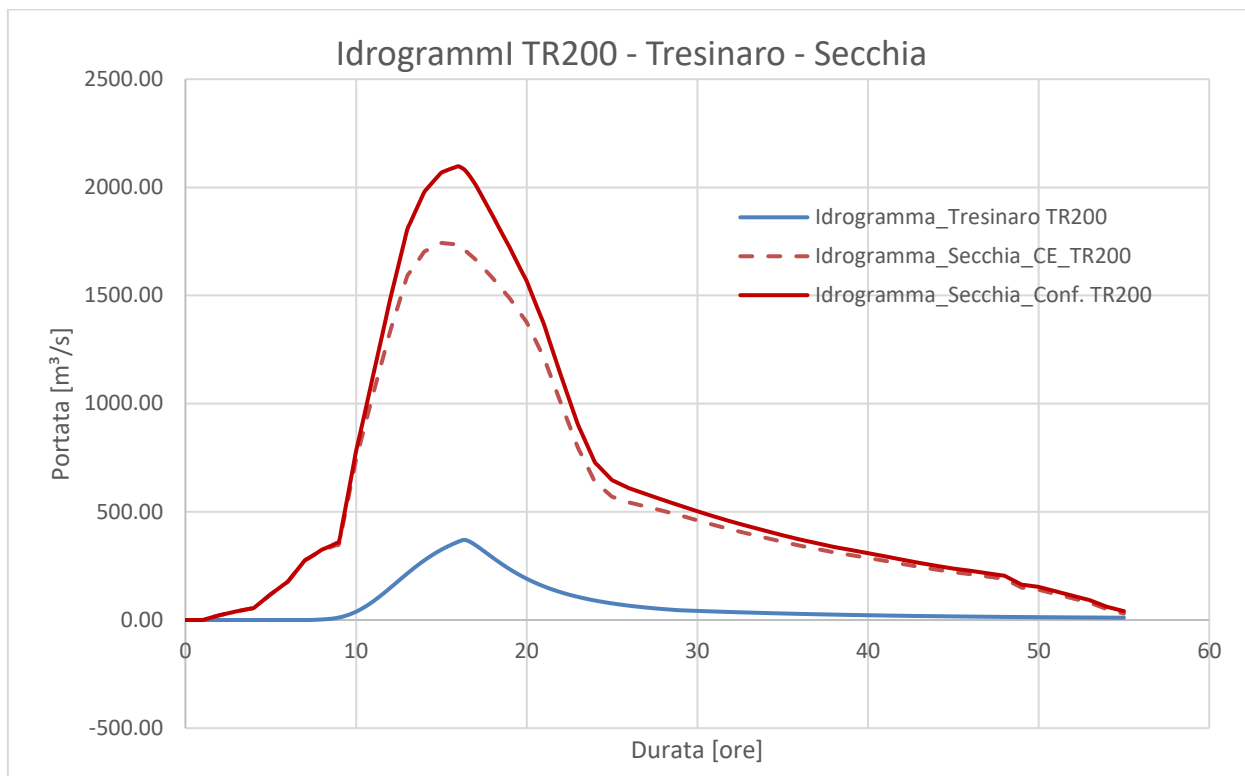
FIUME SECCHIA - IDROGRAMMA DI PIENA TR 200 - MONTE CASSA ESPANSIONE															
t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]
0	0,00	7,00	275,65	14,00	1978,45	21,00	1369,63	28,00	554,86	35,00	391,66	42,00	278,91	49,00	163,70
0,17	0,00	7,17	283,49	14,17	1994,24	21,17	1329,47	28,17	550,38	35,17	388,42	42,17	276,44	49,17	161,93
0,33	0,00	7,33	291,57	14,33	2009,69	21,33	1289,51	28,33	545,93	35,33	385,19	42,33	273,98	49,33	160,17
0,50	0,00	7,50	299,76	14,50	2024,80	21,50	1249,75	28,50	541,51	35,50	381,97	42,50	271,52	49,50	158,40
0,67	0,00	7,67	308,08	14,67	2039,55	21,67	1210,18	28,67	537,12	35,67	378,75	42,67	269,05	49,67	156,63
0,83	0,00	7,83	316,54	14,83	2053,96	21,83	1170,79	28,83	532,77	35,83	375,53	42,83	266,59	49,83	154,87
1,00	0,00	8,00	325,09	15,00	2068,00	22,00	1131,57	29,00	528,56	36,00	372,32	43,00	264,14	50,00	153,11
1,17	3,70	8,17	330,59	15,17	2073,77	22,17	1093,25	29,17	524,24	36,17	369,43	43,17	261,87	50,17	149,68
1,33	7,41	8,33	336,20	15,33	2079,19	22,33	1055,09	29,33	519,94	36,33	366,57	43,33	259,60	50,33	146,25
1,50	11,11	8,50	341,95	15,50	2084,27	22,50	1017,08	29,50	515,64	36,50	363,69	43,50	257,34	50,50	142,83
1,67	14,81	8,67	348,17	15,67	2089,01	22,67	979,21	29,67	511,33	36,67	360,82	43,67	255,07	50,67	139,41
1,83	18,52	8,83	354,85	15,83	2093,43	22,83	941,48	29,83	507,05	36,83	357,97	43,83	252,81	50,83	135,98
2,00	22,22	9,00	362,02	16,00	2097,52	23,00	903,89	30,00	502,76	37,00	355,10	44,00	250,55	51,00	132,56
2,17	25,22	9,17	430,29	16,17	2091,04	23,17	874,44	30,17	498,62	37,17	352,22	44,17	248,41	51,17	129,14
2,33	28,22	9,33	499,10	16,33	2082,91	23,33	845,09	30,33	494,50	37,33	349,35	44,33	246,28	51,33	125,72
2,50	31,23	9,50	568,48	16,50	2068,74	23,50	815,88	30,50	490,38	37,50	346,48	44,50	244,14	51,50	122,30
2,67	34,23	9,67	638,45	16,67	2051,46	23,67	786,77	30,67	486,26	37,67	343,60	44,67	242,00	51,67	118,89
2,83	37,23	9,83	709,01	16,83	2032,49	23,83	757,76	30,83	482,16	37,83	340,73	44,83	239,87	51,83	115,47
3,00	40,23	10,00	780,18	17,00	2012,54	24,00	728,86	31,00	478,05	38,00	337,87	45,00	237,75	52,00	112,06
3,17	42,77	10,17	837,26	17,17	1989,22	24,17	714,98	31,17	474,16	38,17	335,49	45,17	236,07	52,17	108,65
3,33	45,30	10,33	894,90	17,33	1965,52	24,33	701,20	31,33	470,29	38,33	333,11	45,33	234,39	52,33	105,23
3,50	47,84	10,50	953,13	17,50	1941,63	24,50	687,51	31,50	466,42	38,50	330,74	45,50	232,72	52,50	101,82
3,67	50,38	10,67	1011,89	17,67	1917,64	24,67	673,89	31,67	462,55	38,67	328,37	45,67	231,04	52,67	98,42
3,83	52,91	10,83	1071,15	17,83	1893,67	24,83	660,36	31,83	458,69	38,83	326,00	45,83	229,37	52,83	95,00
4,00	55,45	11,00	1130,89	18,00	1869,78	25,00	646,91	32,00	454,83	39,00	323,63	46,00	227,70	53,00	91,60
4,17	66,04	11,17	1188,87	18,17	1844,72	25,17	640,50	32,17	451,22	39,17	321,20	46,17	225,76	53,17	88,53
4,33	76,64	11,33	1247,21	18,33	1819,83	25,33	634,17	32,33	447,60	39,33	318,76	46,33	223,83	53,33	81,46
4,50	87,23	11,50	1305,90	18,50	1795,16	25,50	627,90	32,50	443,99	39,50	316,33	46,50	221,90	53,50	76,39
4,67	97,82	11,67	1364,85	18,67	1770,71	25,67	621,70	32,67	440,39	39,67	313,89	46,67	219,96	53,67	71,32
4,83	108,42	11,83	1424,02	18,83	1746,53	25,83	615,57	32,83	436,78	39,83	311,46	46,83	218,04	53,83	66,25
5,00	119,01	12,00	1483,36	19,00	1722,59	26,00	609,48	33,00	433,19	40,00	309,04	47,00	216,11	54,00	61,18
5,17	128,77	12,17	1536,99	19,17	1699,95	26,17	604,77	33,17	429,70	40,17	306,58	47,17	214,17	54,17	57,78
5,33	138,53	12,33	1590,67	19,33	1669,58	26,33	600,11	33,33	426,19	40,33	304,12	47,33	212,23	54,33	54,38
5,50	148,29	12,50	1644,38	19,50	1643,49	26,50	595,51	33,50	422,70	40,50	301,67	47,50	210,30	54,50	50,98
5,67	158,04	12,67	1698,03	19,67	1617,66	26,67	590,95	33,67	419,21	40,67	299,22	47,67	208,36	54,67	47,59
5,83	167,80	12,83	1751,59	19,83	1592,12	26,83	586,44	33,83	415,73	40,83	296,77	47,83	206,43	54,83	44,19
6,00	177,56	13,00	1805,02	20,00	1566,84	27,00	581,97	34,00	412,25	41,00	294,33	48,00	204,49	55,00	40,80
6,17	193,91	13,17	1834,53	20,17	1533,36	27,17	577,36	34,17	408,81	41,17	291,75	48,17	197,69		
6,33	210,26	13,33	1863,85	20,33	1500,14	27,33	572,78	34,33	405,37	41,33	289,17	48,33	190,89		
6,50	226,61	13,50	1892,92	20,50	1467,16	27,50	568,24	34,50	401,94	41,50	286,61	48,50	184,09		
6,67	242,95	13,67	1921,72	20,67	1434,42	27,67	563,75	34,67	398,50	41,67	284,04	48,67	177,29		
6,83	259,30	13,83	1950,24	20,83	1401,92	27,83	559,28	34,83	395,08	41,83	281,47	48,83	170,50		

Tale idrogramma, tuttavia, essendo individuato in ingresso alla cassa di espansione, quindi a valle del ponte della Via Emilia, considera già l'incremento di portata dovuto all'ingresso del Torrente Tresinaro, pertanto, tale idrogramma è stato decurtato della quota parte di portata afferente tale corpo idrico ipotizzando che i picchi siano in intervalli vicini.

L'idrogramma ottenuto, con passo di 10 minuti, presenta quindi un picco di piena di circa 1742,91 m³/s.

FIUME SECCHIA - IDROGRAMMA DI PIENA TR 200 - CONFLUENZA															
t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]	t [ore]	PORTATA TR200 [m³/s]
0	0,00	7,00	275,65	14,00	1702,80	21,00	1213,92	28,00	504,23	35,00	361,39	42,00	259,24	49,00	150,00
0,17	0,00	7,17	283,46	14,17	1709,49	21,17	1178,81	28,17	500,78	35,17	358,48	42,17	256,96	49,17	148,33
0,33	0,00	7,33	291,28	14,33	1716,17	21,33	1143,70	28,33	497,34	35,33	355,57	42,33	254,68	49,33	146,67
0,50	0,00	7,50	299,09	14,50	1722,86	21,50	1108,59	28,50	493,89	35,50	352,67	42,50	252,40	49,50	145,00
0,67	0,00	7,67	306,90	14,67	1729,54	21,67	1073,48	28,67	490,44	35,67	349,76	42,67	250,11	49,67	143,33
0,83	0,00	7,83	314,72	14,83	1736,23	21,83	1038,37	28,83	487,00	35,83	346,85	42,83	247,83	49,83	141,67
1,00	0,00	8,00	322,53	15,00	1742,91	22,00	1003,26	29,00	483,55	36,00	343,94	43,00	245,55	50,00	140,00
1,17	3,70	8,17	327,17	15,17	1741,68	22,17	968,88	29,17	479,73	36,17	341,36	43,17	243,45	50,17	136,67
1,33	7,41	8,33	331,81	15,33	1740,44	22,33	934,50	29,33	475,92	36,33	338,79	43,33	241,35	50,33	133,33
1,50	11,11	8,50	336,45	15,50	1739,21	22,50	900,12	29,50	472,10	36,50	336,21	43,50	239,26	50,50	130,00
1,67	14,81	8,67	341,09	15,67	1737,97	22,67	865,73	29,67	468,28	36,67	333,63	43,67	237,16	50,67	126,67
1,83	18,52	8,83	345,73	15,83	1736,74	22,83	831,35	29,83	464,47	36,83	331,06	43,83	235,06	50,83	123,33
2,00	22,22	9,00	350,37	16,00	1735,50	23,00	796,97	30,00	460,65	37,00	328,48	44,00	232,96	51,00	120,00
2,17	25,22	9,17	415,59	16,17	1724,00	23,17	770,60	30,17	456,98	37,17	325,88	44,17	230,98	51,17	116,67
2,33	28,22	9,33	480,80	16,33	1712,50	23,33	744,22	30,33	453,32	37,33	323,28	44,33	229,00	51,33	113,33
2,50	31,23	9,50	546,02	16,50	1701,00	23,50	717,85	30,50	449,65	37,50	320,68	44,50	227,02	51,50	110,00
2,67	34,23	9,67	611,24	16,67	1689,49	23,67	691,48	30,67	445,98	37,67	318,07	44,67	225,03	51,67	106,67
2,83	37,23	9,83	676,45	16,83	1677,99	23,83	665,10	30,83	442,32	37,83	315,47	44,83	223,05	51,83	103,33
3,00	40,23	10,00	741,67	17,00	1666,49	24,00	638,73	31,00	438,65	38,00	312,87	45,00	221,07	52,00	100,00
3,17	42,77	10,17	792,20	17,17	1652,22	24,17	627,29	31,17	435,20	38,17	310,75	45,17	219,54	52,17	96,67
3,33	45,30	10,33	842,72	17,33	1637,94	24,33	615,85	31,33	431,76	38,33	308,62	45,33	218,00	52,33	93,33
3,50	47,84	10,50	893,25	17,50	1623,67	24,50	604,41	31,50	428,31	38,50	306,50	45,50	216,47	52,50	90,00
3,67	50,38	10,67	943,78	17,67	1609,39	24,67	592,96	31,67	424,86	38,67	304,38	45,67	214,93	52,67	86,67
3,83	52,91	10,83	994,30	17,83	1595,12	24,83	581,52	31,83	421,42	38,83	302,25	45,83	213,40	52,83	83,33
4,00	55,45	11,00	1044,83	18,00	1580,84	25,00	570,08	32,00	417,97	39,00	300,13	46,00	211,86	53,00	80,00
4,17	66,04	11,17	1093,18	18,17	1565,27	25,17	565,61	32,17	414,76	39,17	297,93	46,17	210,06	53,17	75,00
4,33	76,64	11,33	1141,52	18,33	1549,69	25,33	561,15	32,33	411,54	39,33	295,73	46,33	208,26	53,33	70,00
4,50	87,23	11,50	1189,87	18,50	1534,12	25,50	556,68	32,50	408,33	39,50	293,53	46,50	206,46	53,50	65,00
4,67	97,82	11,67	1238,22	18,67	1518,54	25,67	552,21	32,67	405,12	39,67	291,32	46,67	204,65	53,67	60,00
4,83	108,42	11,83	1286,56	18,83	1502,97	25,83	547,75	32,83	401,90	39,83	289,12	46,83	202,85	53,83	55,00
5,00	119,01	12,00	1334,91	19,00	1487,39	26,00	543,28	33,00	398,69	40,00	286,92	47,00	201,05	54,00	50,00
5,17	128,77	12,17	1377,44	19,17	1468,83	26,17	540,13	33,17	395,57	40,17	284,68	47,17	199,23	54,17	46,67
5,33	138,53	12,33	1419,97	19,33	1450,27	26,33	536,97	33,33	392,44	40,33	282,44	47,33	197,41	54,33	43,33
5,50	148,29	12,50	1462,51	19,50	1431,71	26,50	533,82	33,50	389,32	40,50	280,20	47,50	195,60	54,50	40,00
5,67	158,04	12,67	1505,04	19,67	1413,14	26,67	530,66	33,67	386,19	40,67	277,96	47,67	193,78	54,67	36,67
5,83	167,80	12,83	1547,57	19,83	1394,58	26,83	527,51	33,83	383,07	40,83	275,72	47,83	191,96	54,83	33,33
6,00	177,56	13,00	1590,10	20,00	1376,02	27,00	524,35	34,00	379,94	41,00	273,48	48,00	190,14	55,00	30,00
6,17	193,91	13,17	1608,88	20,17	1349,00	27,17	521,00	34,17	376,85	41,17	271,11	48,17	188,45		
6,33	210,26	13,33	1627,67	20,33	1321,99	27,33	517,64	34,33	373,76	41,33	268,73	48,33	176,76		
6,50	226,61	13,50	1646,45	20,50	1294,97	27,50	514,29	34,50	370,67	41,50	266,36	48,50	170,07		
6,67	242,95	13,67	1665,23	20,67	1267,95	27,67	510,94	34,67	367,57	41,67	263,99	48,67	163,38		
6,83	259,30	13,83	1684,02	20,83	1240,94	27,83	507,58	34,83	364,48	41,83	261,61	48,83	156,69		

Di seguito, si riporta quindi il confronto tra l'idrogramma del Torrente Tresinaro, l'idrogramma del fiume Secchia in ingresso alla Cassa di espansione e l'idrogramma del Fiume Secchia decurtato della quota parte del Tresinaro.



Gli idrogrammi così ottenuti, sono stati considerati nella modellazione idraulica effettuata e dettagliata nei successivi capitoli.

4. ANALISI MORFOLOGICA DEL TERRITORIO

Come previsto dalle NTC 2018, nonché dal PIANO SPECIALE PRELIMINARE del Commissario straordinario di Governo alla ricostruzione nei territori colpiti dall'alluvione verificatasi in Emilia Romagna, Toscana e Marche (Decreto 32/2024 del Segretario generale dell'Autorità di Bacino distrettuale del Fiume Po - ALLEGATO 09 – Capitolo 2.1 – Assetto Geometrico), tutte le analisi volte alla valutazione della compatibilità idraulica di viadotti e passerelle su corpi idrici devono fare riferimento alla altimetria costruita sulla base del DTM più recente disponibile. Per tale motivazione, le modellazioni effettuate nel presente studio idraulico hanno fatto riferimento ai servizi WCS della Regione Emilia Romagna e del Comune di Modena relativi al modello digitale del terreno dell'anno 2024, con maglia di 50x50 cm, e reperibile ai seguenti indirizzi:

- DTM RER 2023-2024 0,5x0,5m:
<https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/catalogo/dati-cartografici/altimetria/layer-5>
- DTM Comune di Modena 2023-2024 0,5x0,5m:
<https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/catalogo/dati-cartografici/altimetria/layer-1740409802.72>

L'areale considerato spazia dall'abitato di Corticella di Rubiera sino alla disconnessione idraulica posta immediatamente a valle del Viadotto della Via Emilia (SS9), come visibile nella seguente immagine:



Figura 9 - Vista del Modello del terreno estratto per le modellazioni idrauliche

Il modello digitale così costruito è stato utilizzato per le modellazioni idrauliche effettuate.

5. MODELLAZIONI IDRAULICHE

Il modello idraulico bidimensionale è stato generato utilizzando il software di modellazione idraulica Infoworks ICM, che rappresenta lo stato dell'arte della modellazione integrata 1D/2D. Le caratteristiche peculiari del software sono consultabili in maniera compiuta accedendo alle references della software house al link:

<https://www.innovyze.com/en-us/products/infoworks-icm>.

Il modello, come anticipato in precedenza è stato limitato a valle, lungo il fiume Secchia considerando la disconnessione idraulica operata dai salti di fondo presenti immediatamente a valle del viadotto della Via Emilia, visibile nella seguente immagine.



Figura 10 - Vista della disconnessione idraulica a valle del viadotto della Via Emilia (linea rossa)

Lungo il Torrente Tresinaro, a monte, il modello è stato limitato considerando la traversa presente immediatamente a monte dell'abitato di Rubiera in modo da avere una disconnessione idraulica anche in corrispondenza di tale posizione (vedi immagine seguente).



Figura 11 - Vista dell'elemento di disconnessione idraulica lungo il torrente Tresinaro (a monte dell'abitato di Rubiera)

Presso il fiume Secchia, a monte, invece, il modello è stato limitato circa alla medesima longitudine del Torrente Tresinaro.

Il dominio di calcolo considerato ha quindi una estensione prossima ai 411 ettari su cui è stata generata una mesh di celle di calcolo formata da 210.000 elementi ottenuti mediante una magliatura adattiva rispetto all'andamento altimetrico del terreno.

Per l'intero areale modellato sono stati attribuiti i valori di scabrezza indicati negli studi di riferimento da cui sono stati estrapolati gli idrogrammi di piena.

In particolare, si è adottato un valore del coefficiente di scabrezza, nella forma di Manning, pari a 0,045.

Nelle figure seguenti si riportano gli estratti grafici del modello del terreno e della magliatura operata mediante il software bidimensionale di calcolo idraulico.



Figura 12 - Vista del dominio bidimensionale e delle celle di calcolo



Figura 13 - Esempio di magliatura adattiva in funzione dell'altimetria (operata dal software)

Il dominio bidimensionale è stato generato considerando l'altezza critica al contorno in modo da simulare la disconnessione idraulica in corrispondenza dei salti di fondo presenti a valle del viadotto della Via Emilia.

In corrispondenza delle sezioni di monte, invece, come condizione al contorno sono state inserite due "linee sorgente" a cui sono stati attribuiti gli idrogrammi stimati per il Fiume Secchia e per il Torrente Tresinaro.

A completamento del modello, come già indicato in precedenza, è stata inserita la geometria, tridimensionale, dell'arginatura prevista in sinistra idraulica operando mediante breaklines.

Il risultato ottenuto è quindi un modello iniziale corrispondente allo stato di fatto che si avrà alla realizzazione dell'opera.

Oltre a tale elemento, mediante le apposite funzioni del modello, sono inoltre state inserite le geometrie dei viadotti che possono interferire con il deflusso idrico, ovvero le pile del viadotto della ferrovia per il torrente Tresinaro e le pile in alveo del viadotto della Via Emilia.

Di seguito si riportano alcuni estratti del modello che materializzano quanto indicato sopra.



Figura 14 - Estratto del modello (maglia) con breaklines arginali



Figura 15 - Estratto del modello (maglia) con indicazione del viadotto della Via Emilia



Figura 16 - Estratto del modello (maglia) con indicazione delle pile del viadotto della Ferrovia Rubiera-Fondovalle

Il modello altimetrico e geometrico così ottenuto rappresenta la base di partenza delle modellazioni idrauliche, ovvero dello stato di fatto.

5.1. Modellazioni dello Stato di Fatto

Per lo stato di fatto, utilizzando il modello precedentemente descritto, sono stati considerati i seguenti scenari:

- SDF.1.** Stato di fatto: transito della piena del Fiume Secchia secondo l'idrogramma di piena con tempo di ritorno di 200 anni;
- SDF.2.** Stato di fatto: transito della piena del Torrente Tresinaro secondo l'idrogramma di piena con tempo di ritorno di 200 anni;
- SDF.3.** Stato di fatto: transito contemporaneo della portata di piena del Fiume Secchia e del Torrente Tresinaro secondo gli idrogrammi di piena con tempo di ritorno di 200 anni.

Tali modellazioni hanno lo scopo di verificare l'andamento dei livelli idrometrici in occasione della piena, nonché delle aree allagabili, nella condizione di stato di fatto ovvero prima della realizzazione della passerella in progetto.

Tali simulazioni, quindi, rappresentano la base per poter stimare le variazioni indotte dall'opera in progetto.

Nella simulazione dello stato di fatto SDF.1. (simulazione del solo evento di piena lungo il fiume Secchia) si ottengono le aree allagate individuate nell'ALLEGATO 1 alla presente relazione, di cui si riportano alcuni estratti nella pagina seguente.

Tale simulazione permette di osservare l'effetto di rigurgito dell'evento di piena fino a raggiungere la sezione di ubicazione della passerella in progetto.

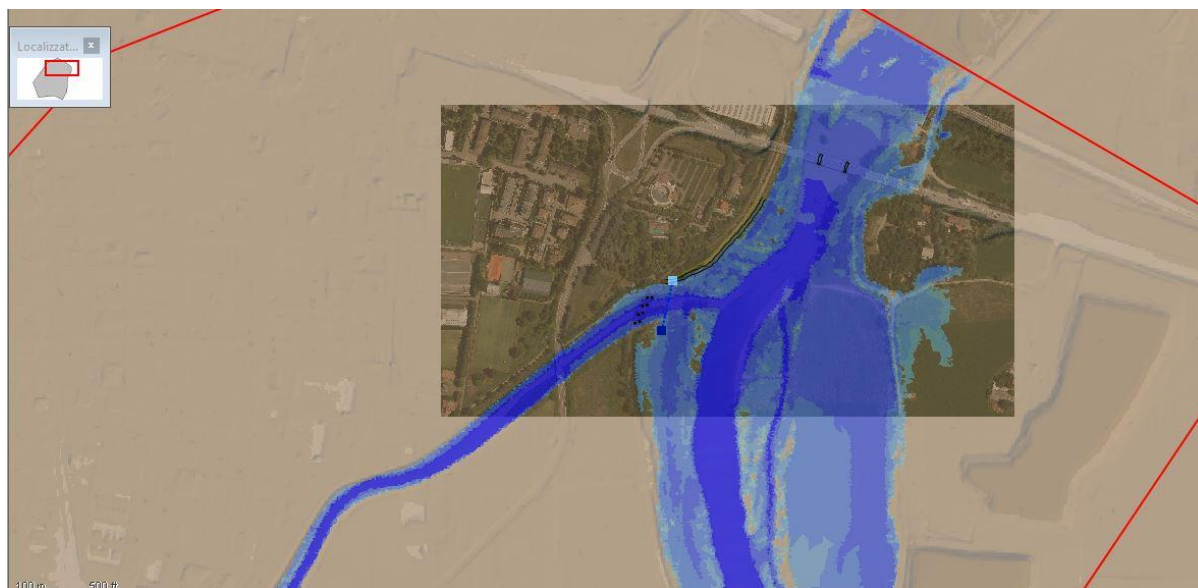


Figura 17 - Vista del modello idraulico bidimensionale - aree allagabili per TR200 del Fiume Secchia

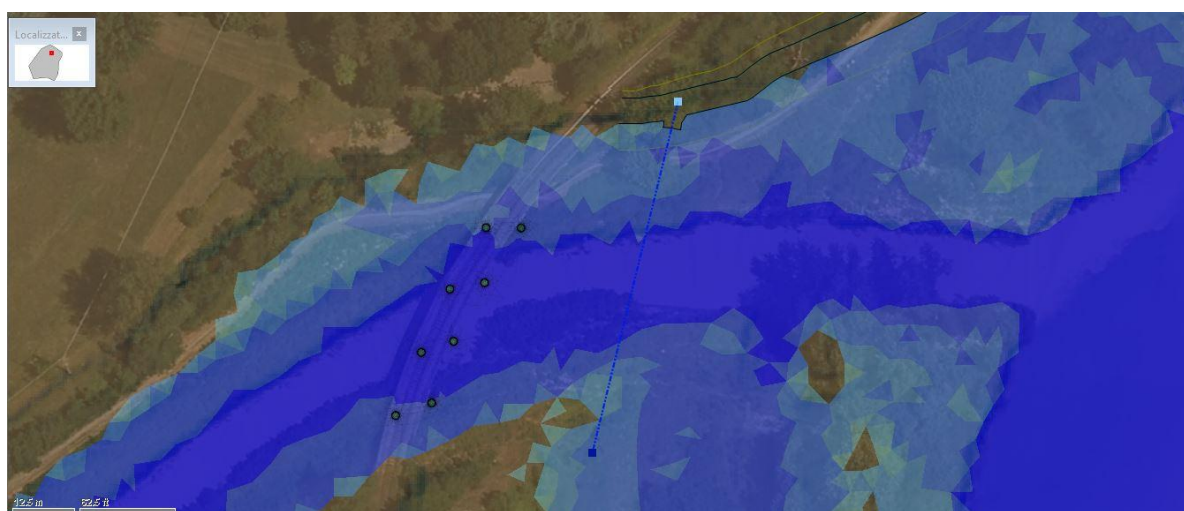


Figura 18 - Dettaglio delle aree allagabili e della sezione in corrispondenza della passerella in progetto

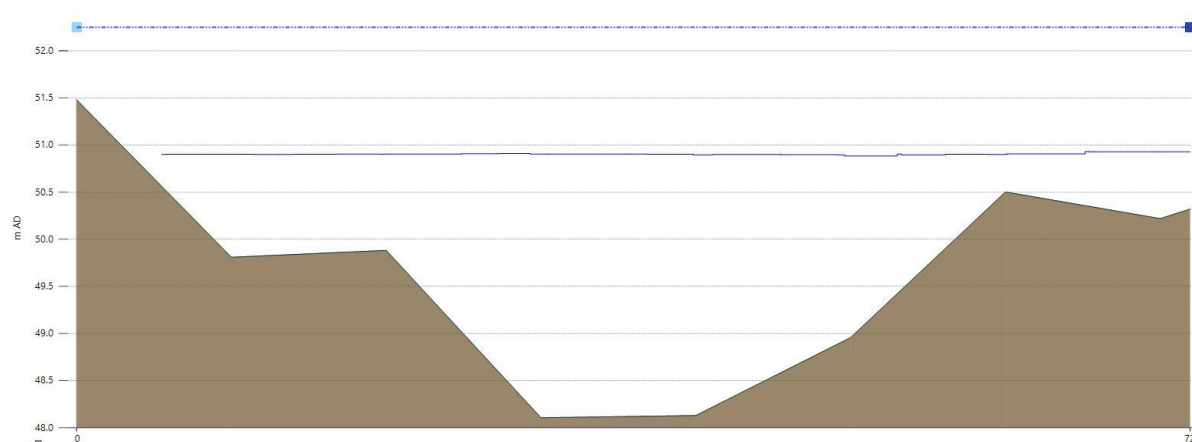


Figura 19 - Vista della sezione e del tirante idrico in corrispondenza della sezione della passerella in progetto

In corrispondenza della sezione individuata per la passerella si ottiene un tirante massimo prossimo a circa 50.90 m s.l.m.

Come osservabile nelle immagini riportate, per effetto della piena del Fiume Secchia, il letto del Torrente Tresinaro verrebbe invasato per rigurgito fino a raggiungere la disconnessione idraulica posta a monte. Tale condizione, nell'evoluzione modellistica si osserva per portate inferiori al picco, determinando quindi un rigurgito lungo il Tresinaro determinando quindi una forte dipendenza, del corpo idrico di rango inferiore, dall'andamento del fiume Secchia.

Di seguito si riportano due estratti dell'evoluzione del modello tra l'inizio dell'evento ed il picco dal quale si evince la diretta connessione dell'ultimo tratto del Tresinaro (a valle della disconnessione idraulica) con il Fiume Secchia.

Gli estratti proposti mostrano come:

- Dopo 4 ore 35 minuti di simulazione, corrispondenti alla portata nel fiume Secchia di circa 80 m³/s, parte del tratto terminale del Torrente Tresinaro risulti già invasato ad opera del corpo idrico principale;
- Dopo 6 ore 35 minuti di simulazione, corrispondenti alla portata nel fiume Secchia di 210 m³/s la porzione terminale del Tresinaro sia già invasata sino a raggiungere la mezzeria del tratto a valle della disconnessione idraulica.



Figura 20 – Estratto della modellazione del fiume Secchia dopo 4 ore e 35 minuti di simulazione (idrogramma)

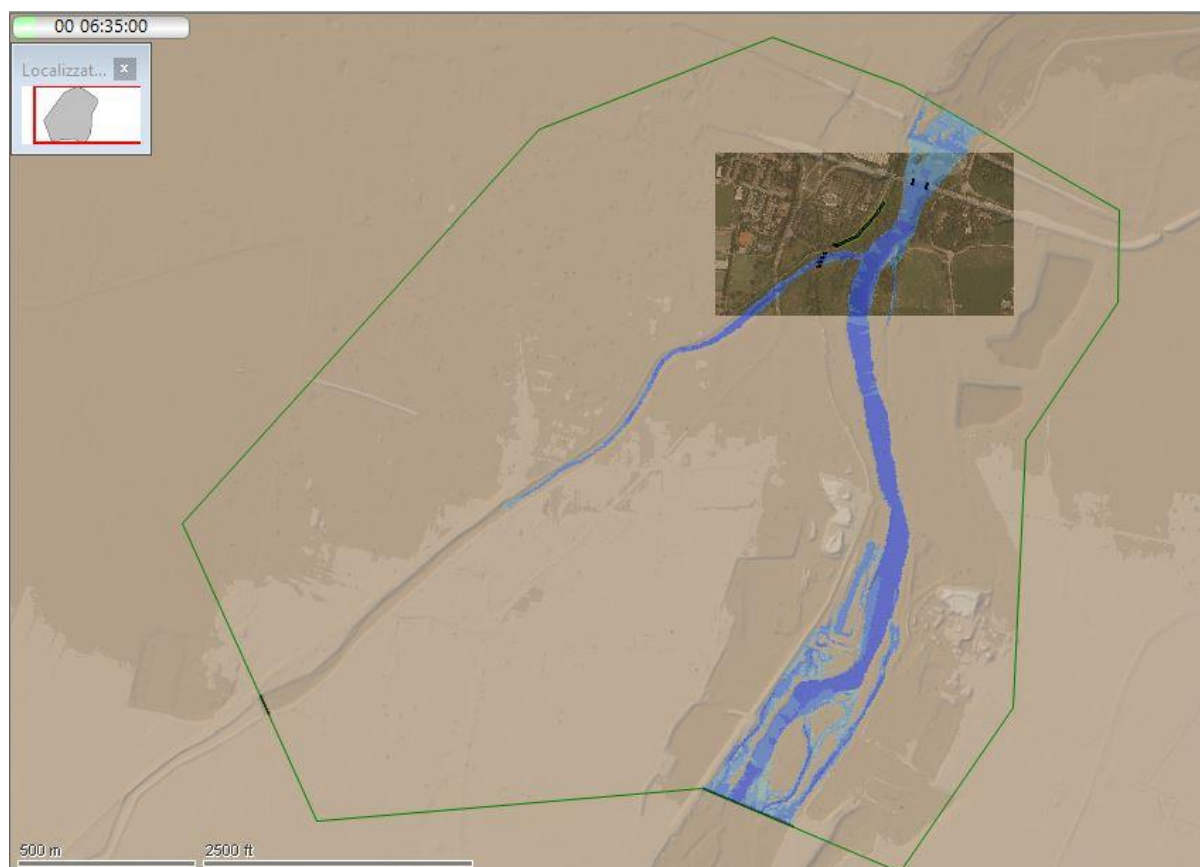


Figura 21 – Estratto della modellazione del Fiume Secchia all'istante 6 ore 35 minuti

Appare quindi evidente che, il tratto terminale del Torrente Tresinaro, all'aumentare della portata nel fiume Secchia viene rigurgitato fino a raggiungere la sezione di disconnessione idraulica utilizzata come condizione al contorno.

Nella simulazione dello stato di fatto SDF.2. (simulazione del solo evento di piena lungo il Torrente Tresinaro) si ottengono le aree allagate individuate nell'ALLEGATO 2 alla presente relazione, di cui si riportano alcuni estratti nella pagina seguente.

Tale simulazione permette di osservare l'effetto della piena del Tresinaro in caso di piena non contemporanea al fiume Secchia.

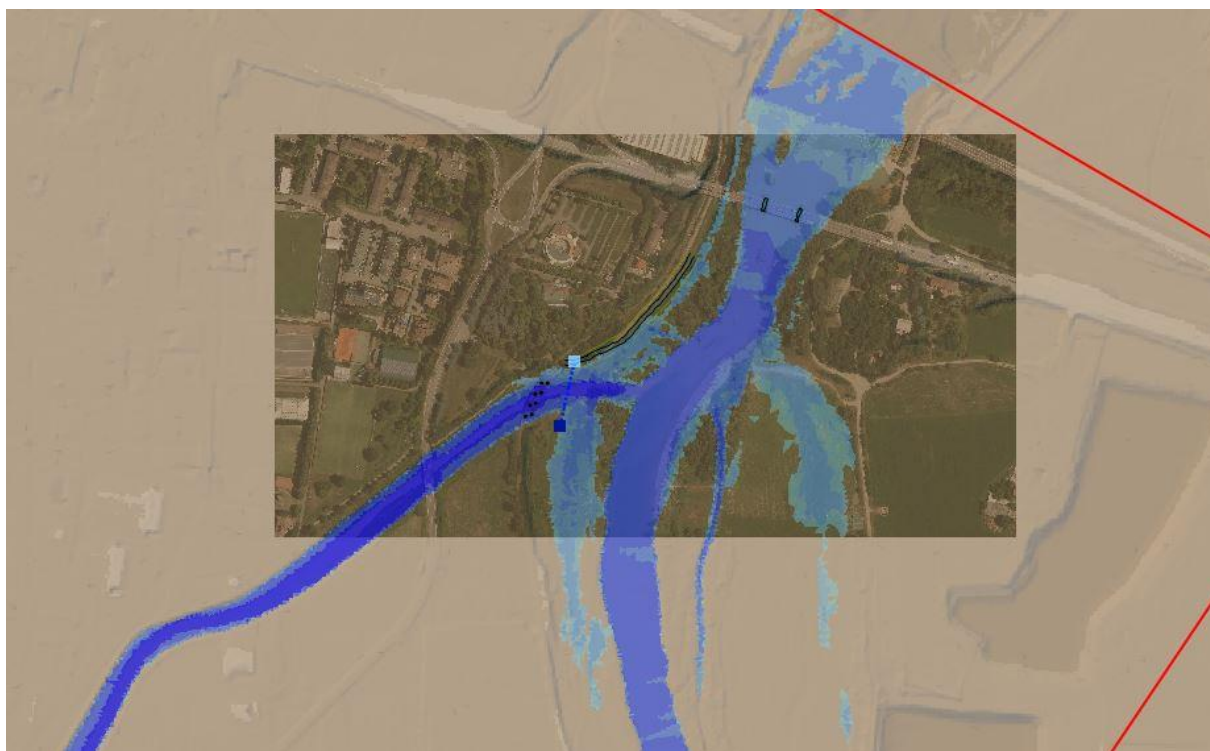


Figura 22 - Vista del modello idraulico bidimensionale - aree allagabili per TR200 del Torrente Tresinaro

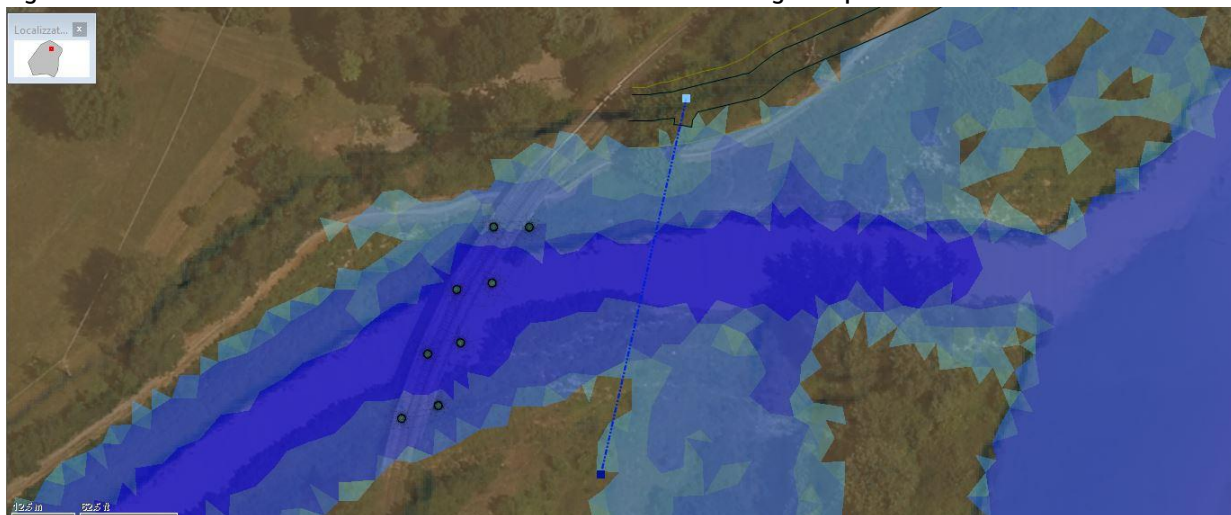


Figura 23 - Dettaglio delle aree allagabili e della sezione in corrispondenza della passerella in progetto

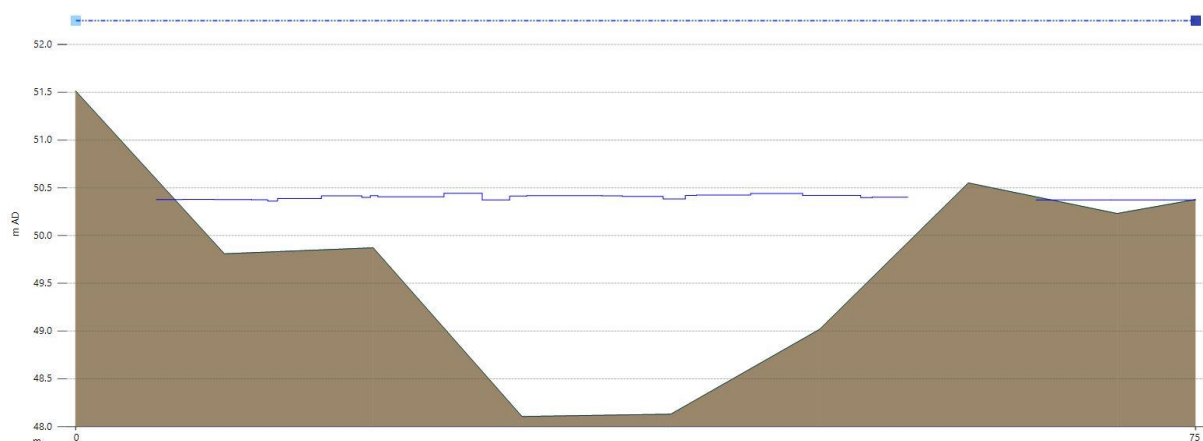


Figura 24 - Vista della sezione e del tirante idrico in corrispondenza della sezione della passerella in progetto

Come visibile dalle immagini riportate per la simulazione SDF.2., l'effetto della sola piena del Torrente Tresinaro comporta il raggiungimento di un livello, in corrispondenza della sezione della passerella, pari a circa 50.40 m slm. Le aree allagate risultano simili a quelle ottenute per il fiume Secchia, pertanto, il nodo di confluenza può essere caratterizzato da allagamenti sia per effetto delle piene del Fiume Secchia che per effetto del Torrente Tresinaro con una prevalenza di importanza, in termini di tiranti, per le piene indotte dal Fiume Secchia come precedentemente osservato.

Nella simulazione dello stato di fatto SDF.3. (simulazione contemporanea degli eventi di piena nei corpi idrici) si ottengono le aree allagate individuate nell'ALLEGATO 3 alla presente relazione, di cui si riportano alcuni estratti nella pagina seguente.

Tale simulazione permette di osservare l'effetto della piena TR200 nelle condizioni di contemporaneità dei picchi di piena (massima piena osservabile presso la cassa per TR200).

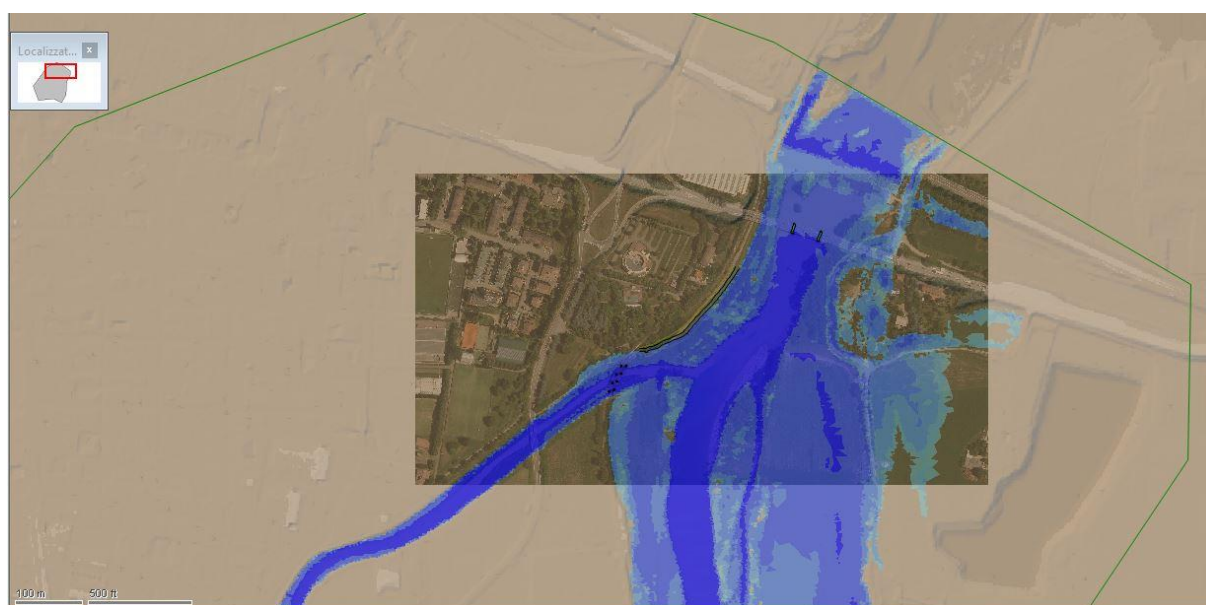


Figura 25 - Vista del modello idraulico bidimensionale - aree allagabili per TR200 di entrambi i corpi idrici

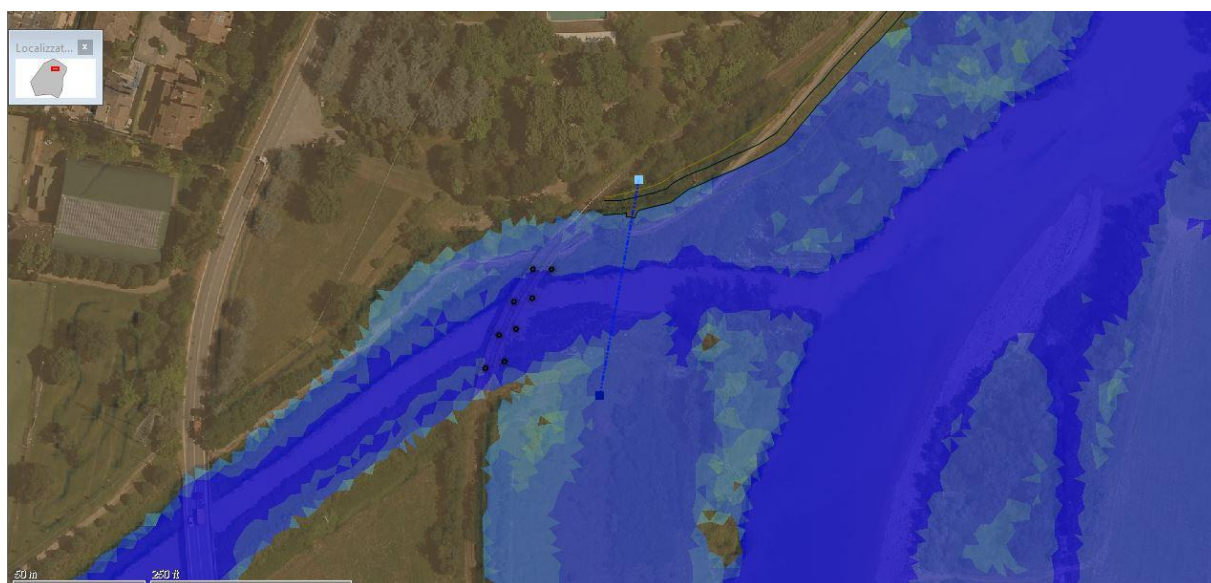


Figura 26 - Dettaglio delle aree allagabili e della sezione in corrispondenza della passerella in progetto

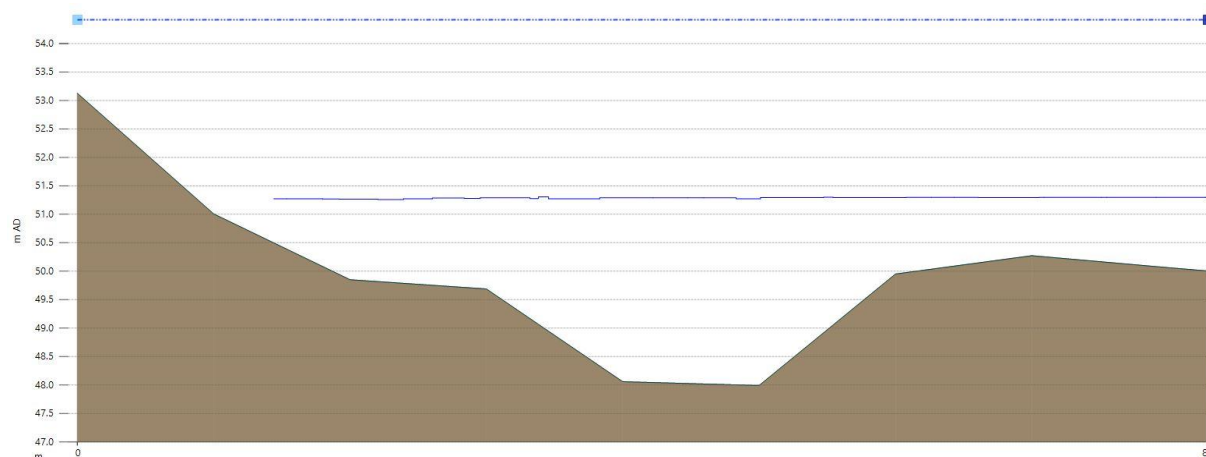


Figura 27 - Vista della sezione e del tirante idrico in corrispondenza della sezione della passerella in progetto

Nel caso di contemporaneità degli eventi di piena, come auspicabile, si ottiene quindi il massimo tirante idrico in corrispondenza della passerella in progetto.

Il tirante, infatti, raggiunge quota prossima ai 51,40 m s.l.m. comportando l'allagamento di tutta l'area in cui si prevede l'inserimento del rilevato in sponda sinistra.

Mediante il software di calcolo, inoltre, per la simulazione della contemporaneità dei picchi di piena, si è indagato l'andamento delle velocità idriche in corrispondenza della sezione di inserimento della passerella, osservando come, in caso di contemporaneità, la corrente del Torrente Tresinaro, in prossimità della confluenza tenda a ridursi per effetto dei rigurgiti operati dal fiume Secchia.

Le velocità osservate, in corrispondenza del massimo tirante, tendono quindi ad essere inferiori a 0,5 m/s, pertanto, la zona di inserimento del rilevato della passerella, risulta sostanzialmente in un'area rigurgitata a corrente lenta.

Di seguito si riporta un estratto del modello indicante i vettori di velocità della corrente idrica.

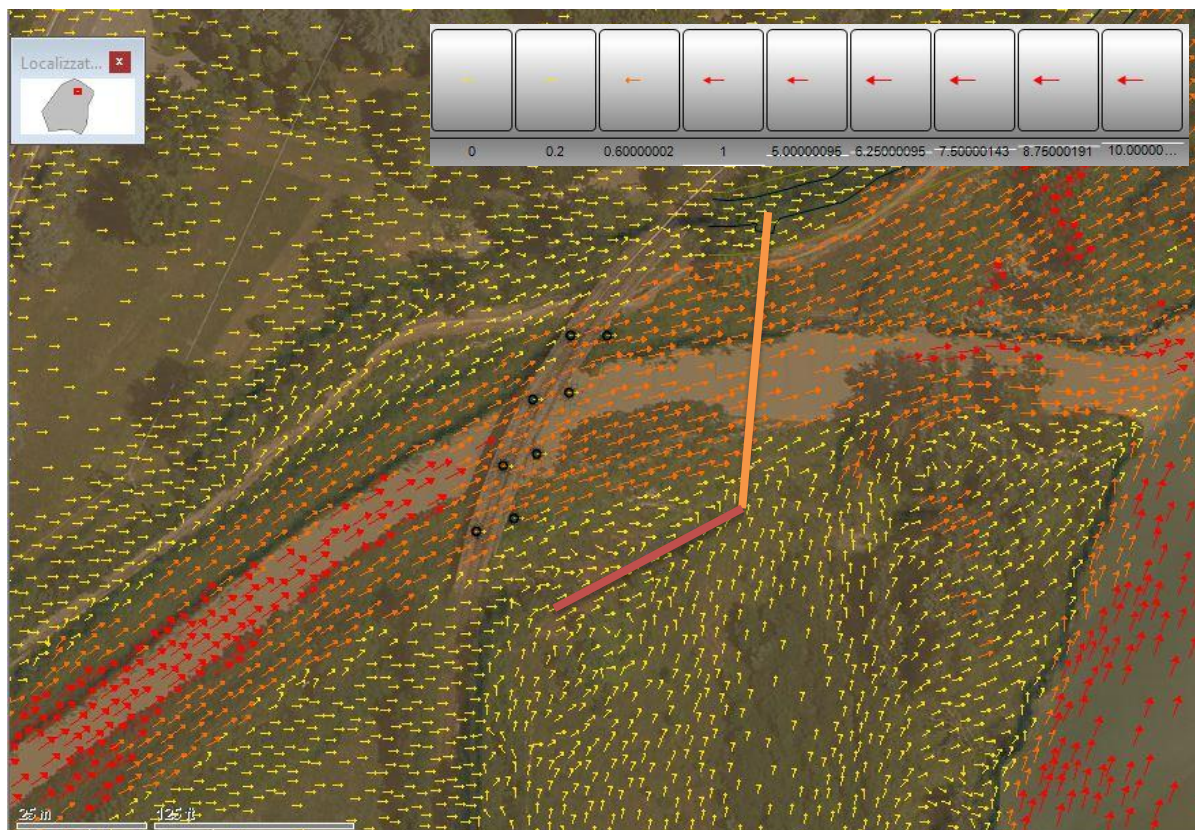


Figura 28 - Estratto del modello idraulico riportante i vettori velocità per lo scenario SDF.3 (linea arancione: posizione passerella in progetto; linea rossa: posizione del rilevato di progetto)

Le tre modellazioni effettuate e precedentemente descritte, quindi, costituiscono il riferimento per il confronto degli effetti dell'inserimento dell'opera in progetto.

Si rimanda agli allegati per una visualizzazione di dettaglio dei risultati delle modellazioni idrauliche condotte ove sono riportate le tavole delle aree allagate mappate secondo i tiranti idrici e le velocità della corrente di piena.

5.2. Modellazioni dello Stato di Progetto

Rispetto al modello di partenza utilizzato nello stato di fatto, nello stato di progetto è stato inserito il rilevato in sponda destra ricorrendo nuovamente all'utilizzo delle breaklines e del comando “zona magliatura” del software di calcolo in modo da modellare esattamente l'andamento del rilevato in progetto.

Oltre a tale elemento, contestualmente, per la zona della passerella è stata adottata una magliatura a elementi maggiormente fitti in modo da avere risultati più precisi anche a scala inferiore.

Di seguito si riporta una immagine della magliatura e del rilevato simulato nel modello.



Figura 29 - Vista della zona di inserimento della passerella con indicazione del rilevato e infittimento della maglia di calcolo

Per lo stato di progetto, in primis, è stata modellata la contemporaneità dei picchi di piena del Fiume Secchia e del Torrente Tresinaro (simulazione **SDP.1 – Tempo di ritorno di 200 anni**). Infatti, come già osservato nelle modellazioni dello stato di fatto, il nodo, è regolato principalmente dal rigurgito del fiume Secchia fino a raggiungere la disconnessione idraulica del Tresinaro in direzione dell'abitato di Corticella.

Di seguito si riportano quindi alcuni estratti della modellazione effettuata in termini di tiranti idrici, aree allagate e velocità della corrente idrica, rimandando comunque agli allegati per una consultazione di dettaglio delle mappe estratte dal software.

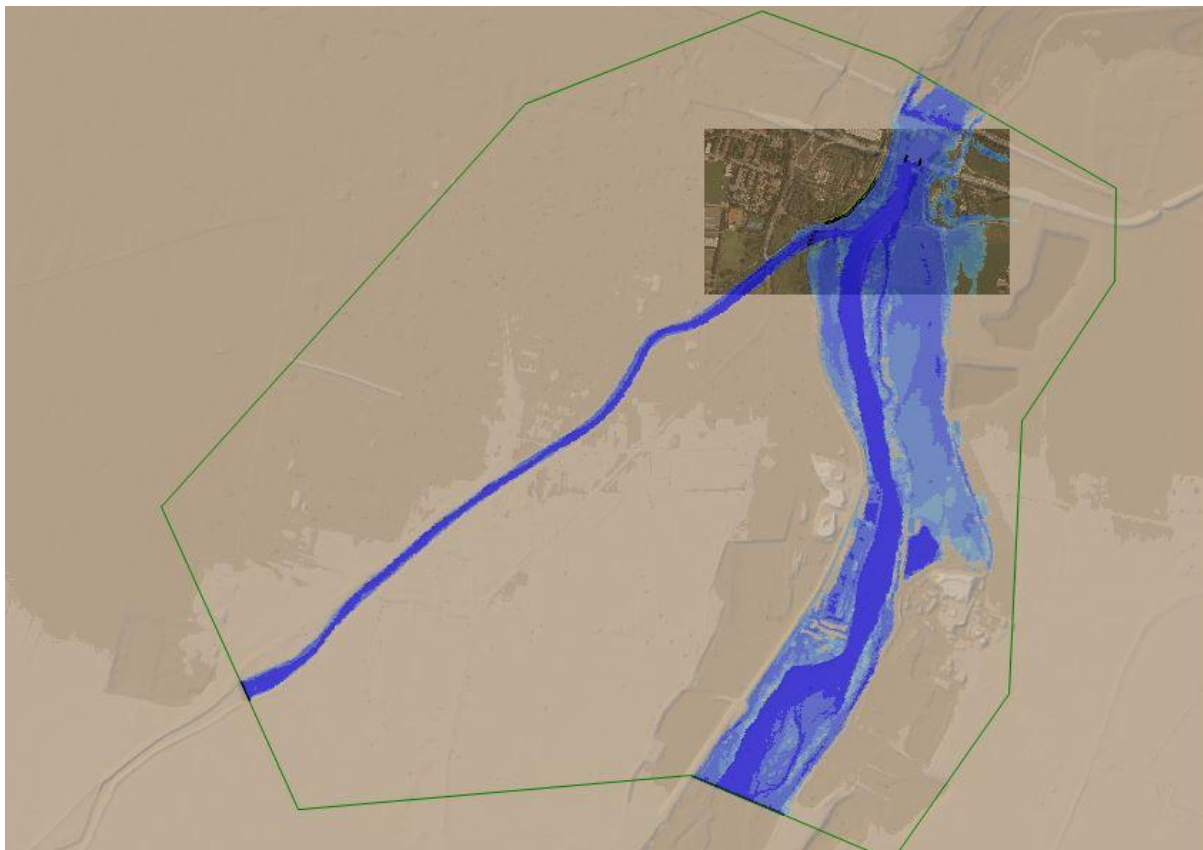


Figura 30 - Vista del modello idraulico bidimensionale - aree allagabili per TR200 di entrambi i corpi idrici - SDP

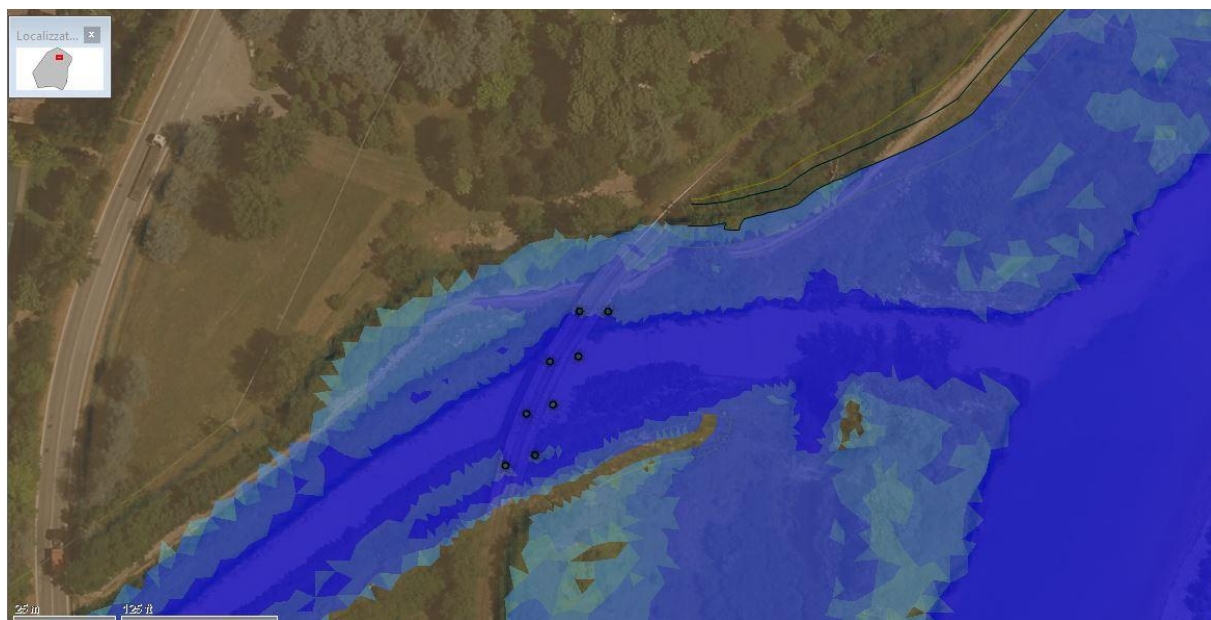


Figura 31 - Dettaglio delle aree allagabili e della sezione in corrispondenza della passerella in progetto

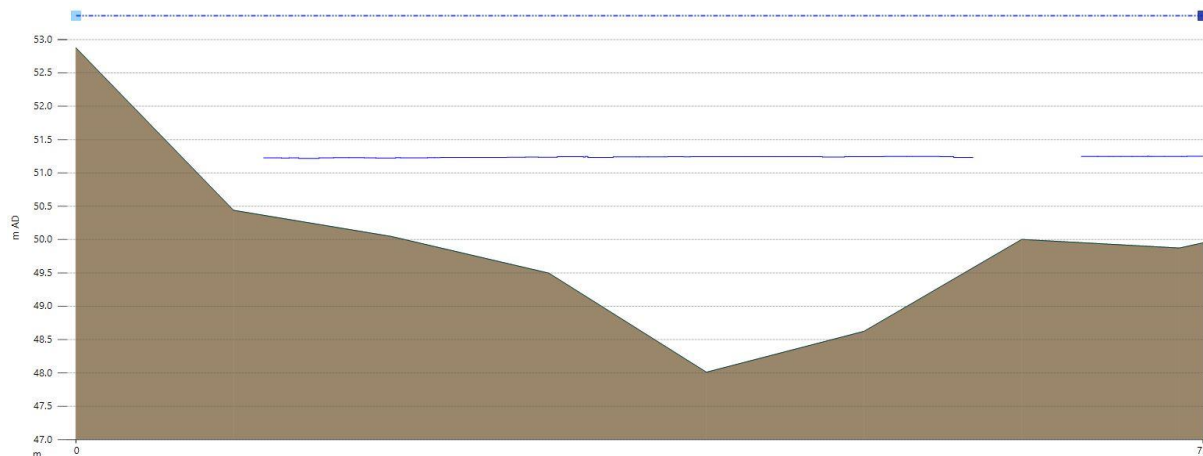


Figura 32 - Vista della sezione e del tirante idrico in corrispondenza della sezione della passerella in progetto

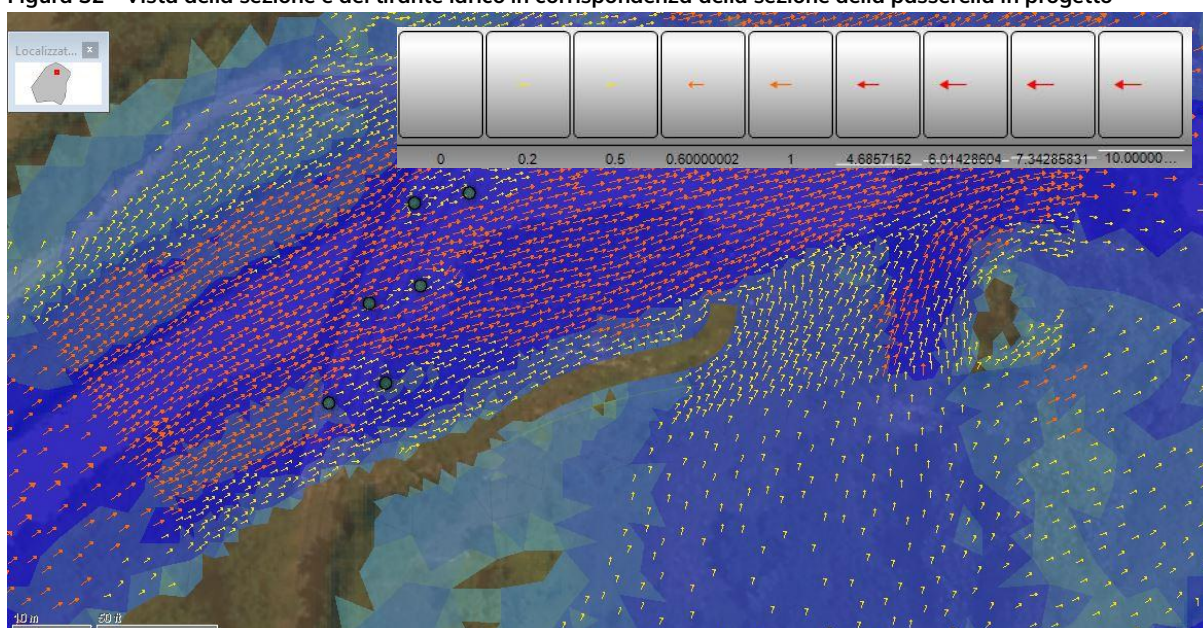


Figura 33 - Vista dei vettori velocità in corrispondenza dei tiranti massimi nell'area della passerella

Dalla modellazione effettuata, specialmente nella rappresentazione dei vettori velocità della corrente, si evince che in corrispondenza del rilevato in progetto, la corrente idrica ha velocità minime inferiori a 0,5 m/s (vettori gialli). Tale condizione è dovuta al rigurgito del fiume Secchia che, sostanzialmente, crea rallentamenti nel deflusso delle acque del Torrente Tresinaro. Inoltre, a conferma di tale condizione, osservando il tirante idrico presso la sezione della passerella, si nota che il livello raggiunge un valore massimo prossimo ai 51,40 m s.l.m, valore del tutto confrontabile con il risultato raggiunto nella condizione di stato di fatto.

Dal risultato ottenuto, quindi, non si rilevano particolari problematiche legate all'introduzione del rilevato afferente la passerella in progetto.

Tuttavia, a conferma di quanto esposto, si è proceduto anche nella modellazione idraulica della sola portata di piena del torrente Tresinaro al fine di verificare se, per effetto della sola piena del Torrente, si possano verificare modifiche al deflusso della corrente idrica o sostanziali modifiche al regime idraulico (modellazione **SDP.2**).

Dalla modellazione della sola piena del Torrente Tresinaro, sono state ottenute le seguenti immagini.



Figura 34 - Vista del modello idraulico bidimensionale - aree allagabili per TR200 TRESINARO - SDP

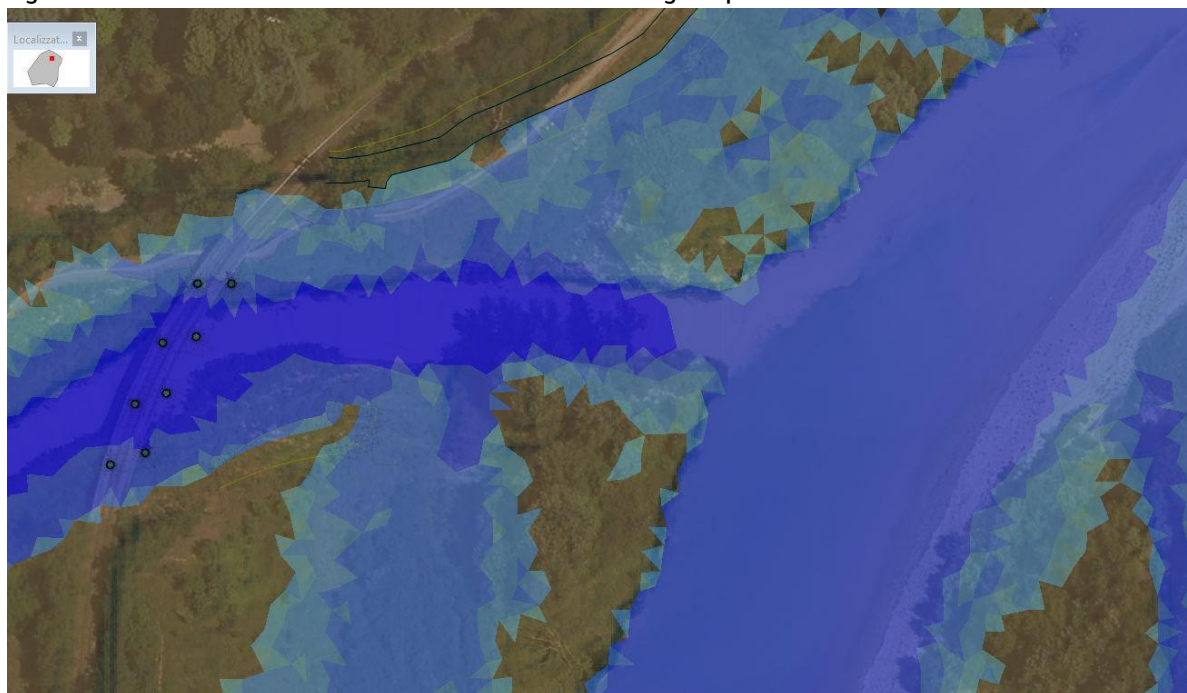


Figura 35 - Dettaglio delle aree allagabili e della sezione in corrispondenza della passerella in progetto

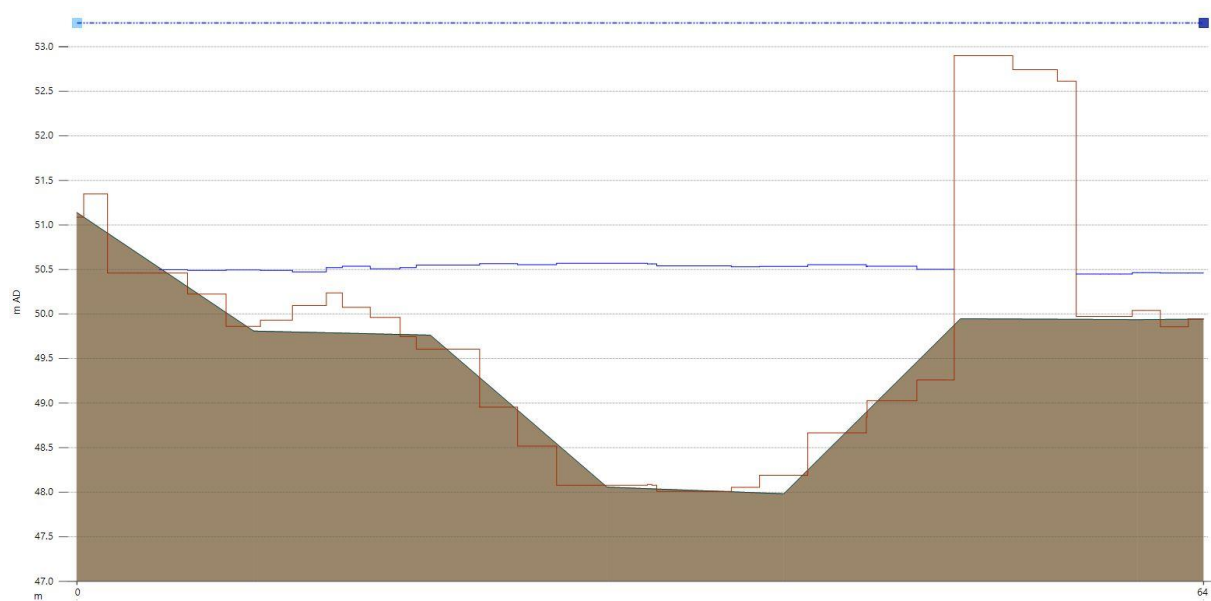


Figura 36 - Vista della sezione e del tirante idrico in corrispondenza della sezione della passerella in progetto

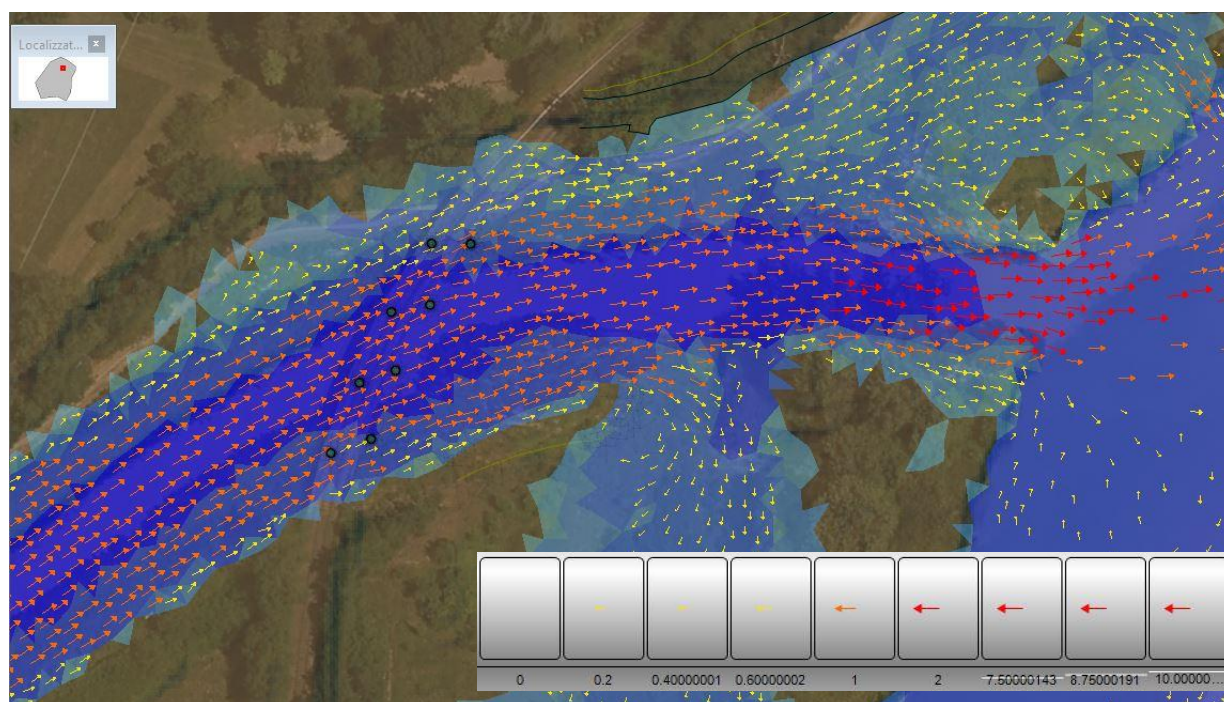


Figura 37 - Vista dei vettori velocità in corrispondenza dei tiranti massimi nell'area della passerella

Nel caso della sola piena del Torrente Tresinaro, la presenza del rilevato, dato la minore sezione di deflusso in corrispondenza della sezione, si osserva un incremento del livello massimo raggiunto di circa 10 cm rispetto allo stato di fatto (50,40 cm – vedi modellazioni precedenti) oltre a modificare le aree allagate delocalizzando l'ingresso delle acque presso l'area allagabile in sponda sinistra al fiume Secchia (vedi aree allagabili nello stato di fatto).

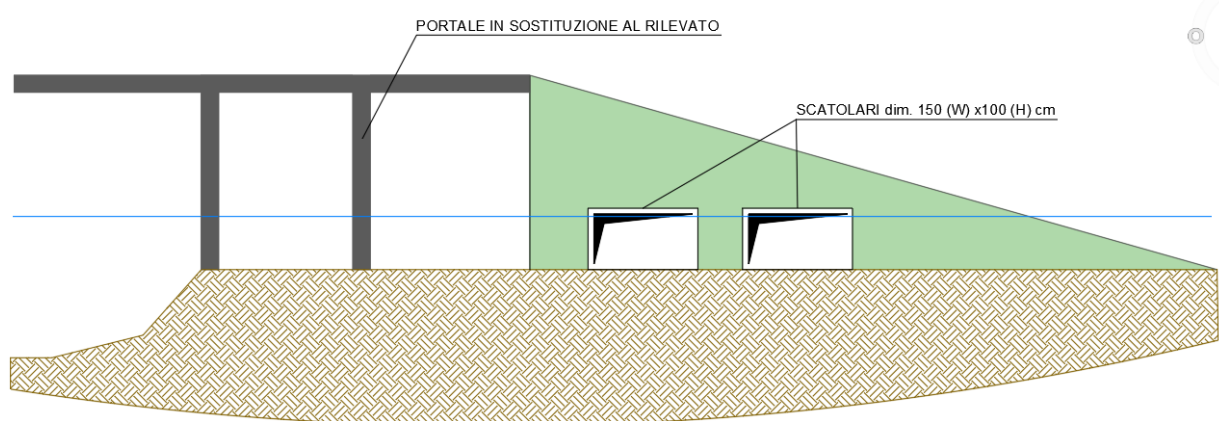
5.3. Assetto migliorativo dello Stato di Progetto

Dati i risultati ottenuti, si è studiata una soluzione differente in modo da evitare un sopralzo idrico così accentuato come nel caso del rilevato di progetto.

A tale fine, quindi, si è operata una modifica migliorativa al rilevato di accesso alla passerella, in modo da limitare la riduzione delle aree di divagazione della piena fluviale.

In particolare, si è operato togliendo gli ultimi sei metri di rilevato andando a inserire un portale di sostegno della passerella costituito da due pilastri di sezione quadrata di lato 40 cm.

Inoltre, nella porzione del rilevato restante sono stati inseriti due scatolari di dimensione 1,50 m per 1,00 m di altezza. Di seguito si riporta lo schema esemplificativo della soluzione migliorativa ipotizzata.



Dal punto di vista della modellazione idraulica bidimensionale, sono stati inseriti i pilastri del portale mediante il comando "*porous wall*" del software, completamente impermeabili, e, mediante il comando "*porous polygon*" per gli scatolari considerando una percentuale libera massima dell'80% (cautelativa).

L'assetto così previsto ha permesso di effettuare nuovamente la modellazione della piena TR200 del torrente Tresinaro, ottenendo i seguenti risultati.



Figura 38 - Vista del modello idraulico bidimensionale - aree allagabili per TR200 TRESINARO – SDP portale + scatolari

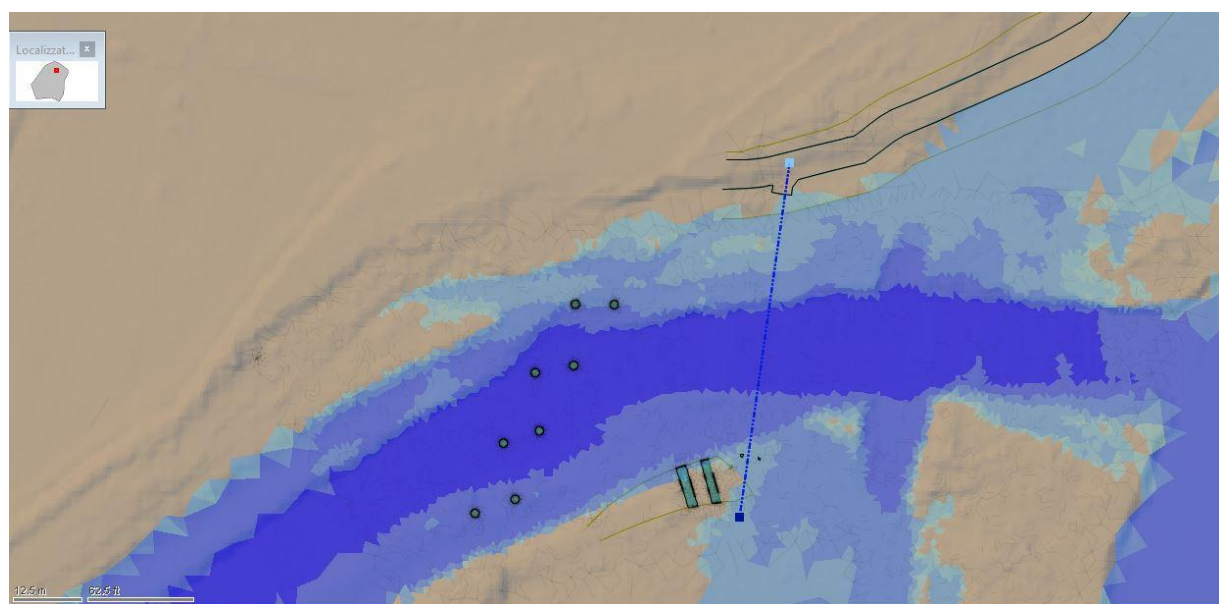


Figura 39 - Dettaglio delle aree allagabili e della sezione in corrispondenza della passerella in progetto (SDP con portale e scatolari)

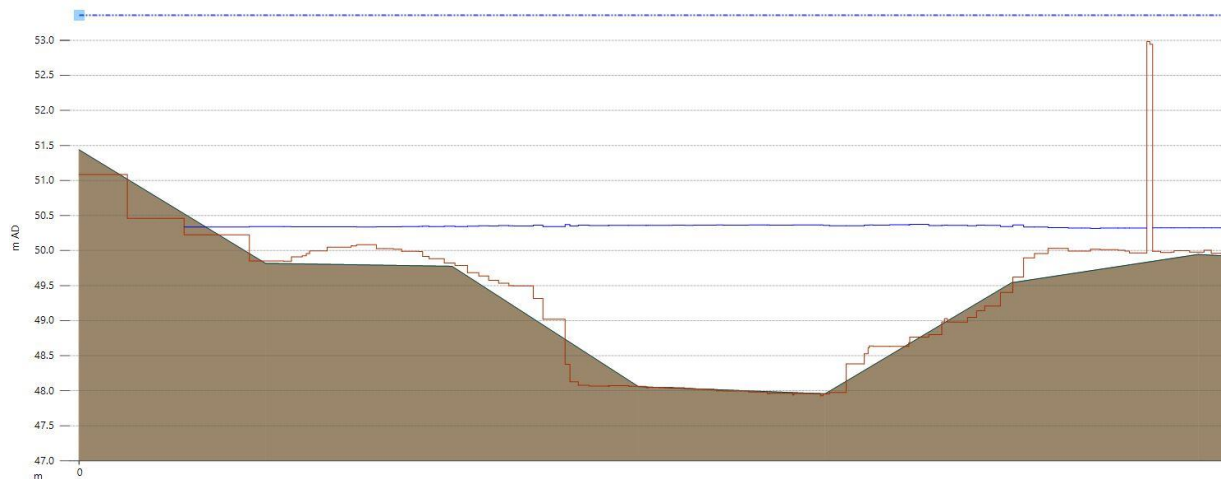


Figura 40 - Vista della sezione e del tirante idrico in corrispondenza della sezione della passerella in progetto (SDP con portale e scatolari)

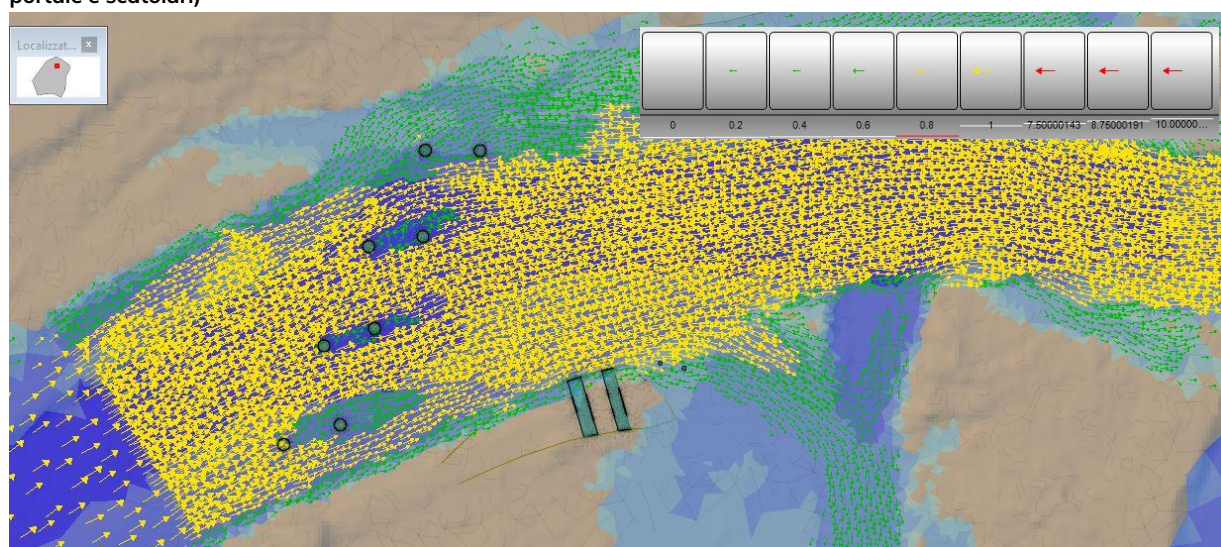


Figura 41 - Vista dei vettori velocità in corrispondenza dei tiranti massimi nell'area della passerella (SDP con portale e scatolari)

Dalle immagini riportate, quindi, si evince che, mediante la soluzione proposta, si nota un miglioramento nel comportamento della corrente idrica nel tratto tornando a valori di livello, per la piena di 200 anni del Torrente Tresinaro, prossimi ai 50,40 m s.l.m., comparabile al livello ottenuto nello stato di fatto.

L'assetto modificato di progetto, pertanto, permette di ottenere una struttura maggiormente "trasparente" dal punto di vista idraulico, riducendo gli effetti sugli eventi di piena estremi. In allegato alla presente relazione vengono riportate le planimetrie della modellazione di tale ipotesi progettuale.

Visti i risultati ottenuti, inoltre, si è proceduto con la modellazione della soluzione precedente rimuovendo gli scatolari, in modo da simulare, contemporaneamente, sia la possibilità dell'ostruzione di essi, che la soluzione con il solo portale.

L'assetto così previsto ha permesso di effettuare nuovamente la modellazione della piena TR200 del torrente Tresinaro, ottenendo i seguenti risultati.



Figura 42 - Vista del modello idraulico bidimensionale - aree allagabili per TR200 TRESINARO – SDP con portale

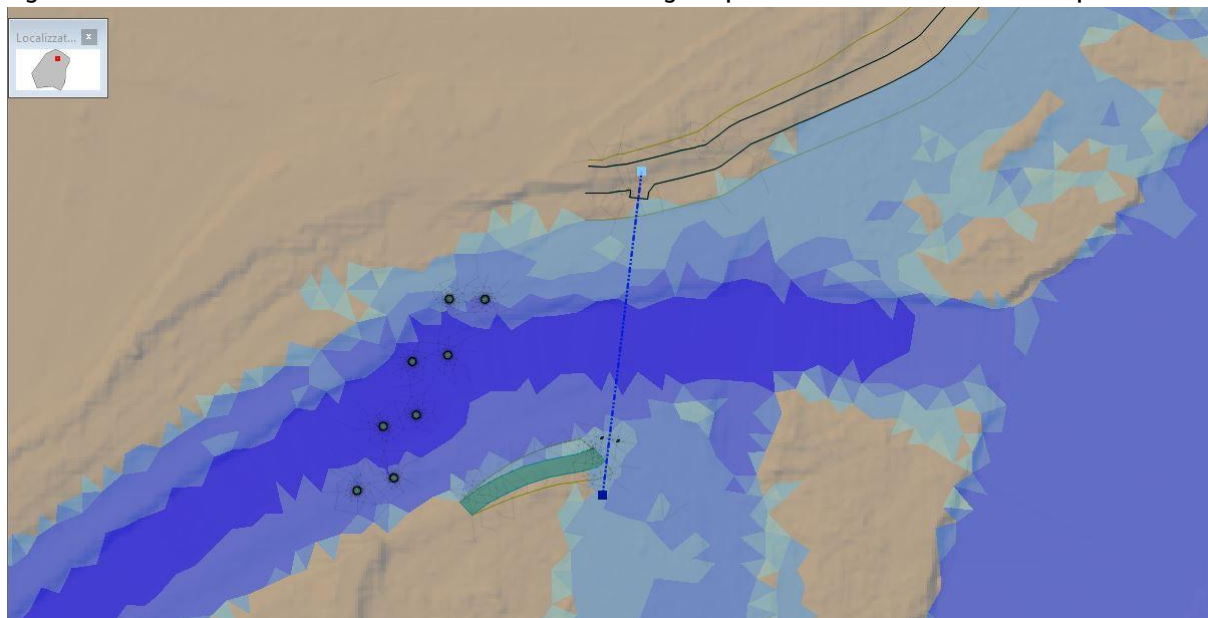


Figura 43 - Dettaglio delle aree allagabili e della sezione in corrispondenza della passerella in progetto – SDP portale

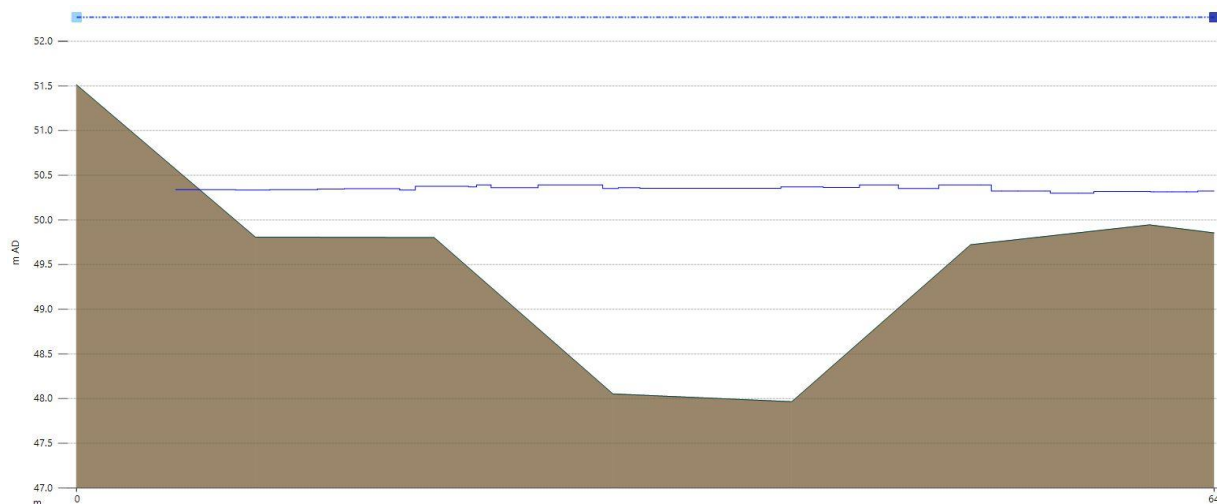


Figura 44 - Vista della sezione e del tirante idrico in corrispondenza della sezione della passerella in progetto – SDP portale

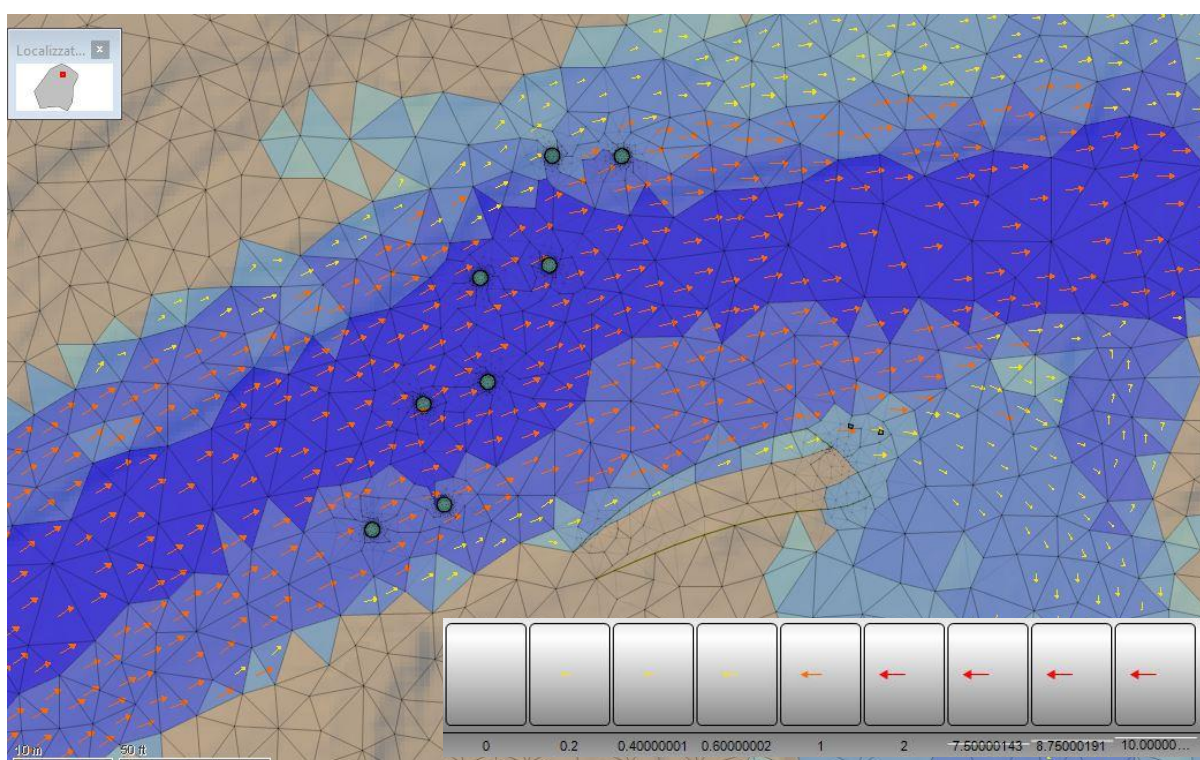


Figura 45 - Vista dei vettori velocità in corrispondenza dei tiranti massimi nell'area della passerella – SDP portale

Dalle immagini riportate, quindi, si evince che, anche senza gli scatolari, il livello idrico conseguente la piena TR200 del Torrente Tresinaro, rimane contenuto attorno ai 50,40 m slm, valore prossimo a quello ottenuto nello stato di fatto.

Pertanto, al fine della compatibilità idraulica, è sufficiente ridurre il rilevato di circa 6 metri ed inserire un portale in virtù del rilevato, per mantenere livelli idrici del transito della piena maggiormente simili a quelli dello stato attuale senza opera.

6. CONCLUSIONI

Mediante il presente studio idraulico è stato possibile verificare gli effetti indotti dall'inserimento di un rilevato stradale, a servizio di una nuova passerella pedonale prevista per la ciclovia ER13.

Dai risultati delle modellazioni non emergono variazioni sensibili del comportamento idraulico che possono compromettere il regolare deflusso idrico e/o possano aggravare le condizioni di rischio dell'area. Il rilevato di collegamento alla passerella, infatti, nel caso specifico, ricade in un areale interessato dal rigurgito del Fiume Secchia, comportandone il raggiungimento solo in occasione del transito del picco e comunque, con velocità ridotte che lambiscono il rilevato.

Nel caso di sola piena del torrente Tresinaro, invece, come indicato nello studio proposto, il restringimento dovuto alla presenza del rilevato, invece, determina un innalzamento del livello idrico di circa 10 cm. Tale incremento non modifica il comportamento del nodo nel caso di contestuale piena del fiume Secchia, e modifica, seppur limitatamente, il comportamento dell'accesso delle acque in corrispondenza della sponda destra. Tale effetto risulta comunque trascurabile rispetto all'evento di maggiore criticità (contemporaneità dei due picchi di piena).

Dalle modellazioni condotte, inoltre, emerge che il livello idrico raggiunto in corrispondenza della sezione di inserimento della passerella, assume il livello di 50,50 m s.l.m. in occasione del transito della piena del Torrente Tresinaro e pari a 51,40 m s.l.m. nello scenario di contemporaneità dei picchi di piena dei due corpi idrici.

Per quanto riguarda il sopralzo del tirante idrico conseguente la realizzazione della Passerella, è stata inoltre trovata una configurazione del rilevato, ovvero mediante l'arretramento e la sostituzione con un portale aperto, maggiormente "trasparente" nei confronti della piena in grado di limitare ogni effetto negativo dell'introduzione della passerella in progetto.

Al fine di rendere quindi compatibile la passerella con il transito della piena duecentennale del Torrente Tresinaro ($51,40 + 1,50$ m come previsto dalle NTC2018 e PIANO SPECIALE PRELIMINARE del Commissario straordinario di Governo), quindi, si è operata una modifica progettuale dell'opera innalzando il livello della passerella in progetto agendo, limitatamente, agli appoggi della stessa e prevedendo una apertura in sponda destra di circa 6 metri, senza l'impiego di portali intermedi. Tale modifica è in linea con le modellazioni effettuate, garantendo quindi un tirante compatibile con il transito della portata idrica.

Di seguito si riporta la sezione progettuale finale compatibile con l'idraulica locale e con le modellazioni effettuate.

Si rimanda agli elaborati di progetto per maggiori dettagli delle opere.

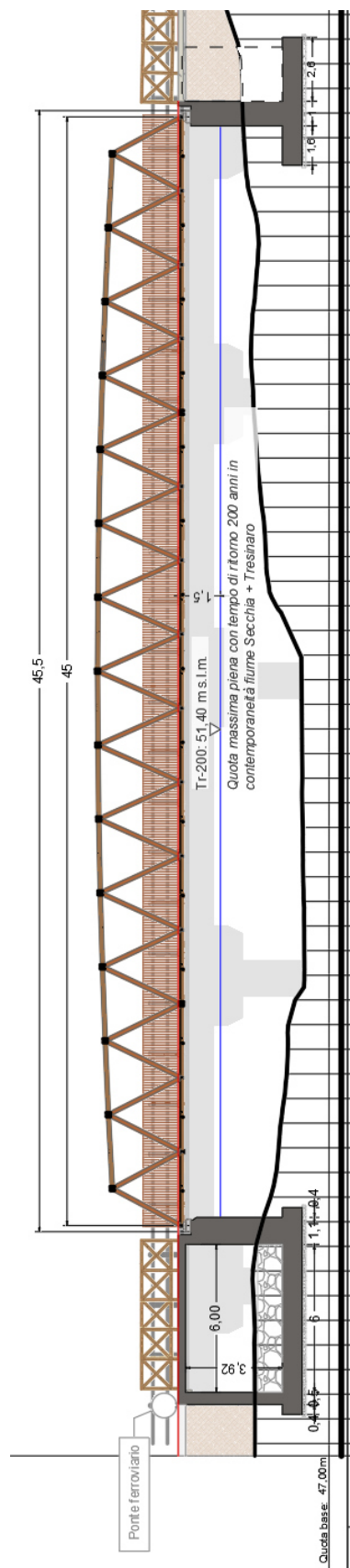


Figura 46 - Estratto della sezione finale di progetto

7. ALLEGATI

ALLEGATO 1 – RISULTATI MODELLAZIONI STATO DI FATTO

Allegato 1.1 – Modello SDF Portata TR200 Fiume Secchia – Tiranti idrici – Scala 1:10.000

Allegato 1.2 – Modello SDF Portata TR200 Fiume Secchia – Tiranti idrici – Scala 1:500

Allegato 1.3 – Modello SDF Portata TR200 Fiume Secchia – Velocità – Scala 1:10.000

Allegato 1.4 – Modello SDF Portata TR200 Fiume Secchia – Velocità – Scala 1:500

ALLEGATO 2 – RISULTATI MODELLAZIONI STATO DI FATTO

Allegato 2.1 – Modello SDF Portata TR200 Tresinaro – Tiranti idrici – Scala 1:10.000

Allegato 2.2 – Modello SDF Portata TR200 Tresinaro – Tiranti idrici – Scala 1:500

Allegato 2.3 – Modello SDF Portata TR200 Tresinaro – Velocità – Scala 1:10.000

Allegato 2.4 – Modello SDF Portata TR200 Tresinaro – Velocità – Scala 1:500

ALLEGATO 3 – RISULTATI MODELLAZIONI STATO DI FATTO

Allegato 3.1 – Modello SDF Portata TR200 Secchia-Tresinaro – Tiranti idrici – Scala 1:10.000

Allegato 3.2 – Modello SDF Portata TR200 Secchia-Tresinaro – Tiranti idrici – Scala 1:500

Allegato 3.3 – Modello SDF Portata TR200 Secchia-Tresinaro – Velocità – Scala 1:10.000

Allegato 3.4 – Modello SDF Portata TR200 Secchia-Tresinaro – Velocità – Scala 1:500

ALLEGATO 4 – RISULTATI MODELLAZIONI STATO DI PROGETTO

Allegato 4.1 – Modello SDP Portata TR200 Secchia-Tresinaro – Tiranti idrici – Scala 1:10.000

Allegato 4.2 – Modello SDP Portata TR200 Secchia-Tresinaro – Tiranti idrici – Scala 1:500

Allegato 4.3 – Modello SDP Portata TR200 Secchia-Tresinaro – Velocità – Scala 1:10.000

Allegato 4.4 – Modello SDP Portata TR200 Secchia-Tresinaro – Velocità – Scala 1:500

ALLEGATO 5 – RISULTATI MODELLAZIONI STATO DI PROGETTO

Allegato 5.1 – Modello SDP Portata TR200 Tresinaro – Tiranti idrici – Scala 1:10.000

Allegato 5.2 – Modello SDP Portata TR200 Tresinaro – Tiranti idrici – Scala 1:500

Allegato 5.3 – Modello SDP Portata TR200 Tresinaro – Velocità – Scala 1:10.000

Allegato 5.4 – Modello SDP Portata TR200 Tresinaro – Velocità – Scala 1:500

ALLEGATO 6 – RISULTATI MODELLAZIONI STATO DI PROGETTO (SDP2 - SOLUZIONE CON PORTALI E 2 SCATOLARI 150 x 100 cm)

Allegato 6.1 – Modello SDP2 Portata TR200 Tresinaro – Tiranti idrici – Scala 1:10.000

Allegato 6.2 – Modello SDP2 Portata TR200 Tresinaro – Tiranti idrici – Scala 1:500

Allegato 6.3 – Modello SDP2 Portata TR200 Tresinaro – Velocità – Scala 1:10.000

Allegato 6.4 – Modello SDP2 Portata TR200 Tresinaro – Velocità – Scala 1:500

**ALLEGATO 7 – RISULTATI MODELLAZIONI STATO DI PROGETTO (SDP3 - SOLUZIONE
CON PORTALI E 2 SCATOLARI 150 x 100 cm)**

Allegato 7.1 – Modello SDP3 Portata TR200 Tresinaro – Tiranti idrici – Scala 1:10.000

Allegato 7.2 – Modello SDP3 Portata TR200 Tresinaro – Tiranti idrici – Scala 1:500

Allegato 7.3 – Modello SDP3 Portata TR200 Tresinaro – Velocità – Scala 1:10.000

Allegato 7.4 – Modello SDP3 Portata TR200 Tresinaro – Velocità – Scala 1:500