

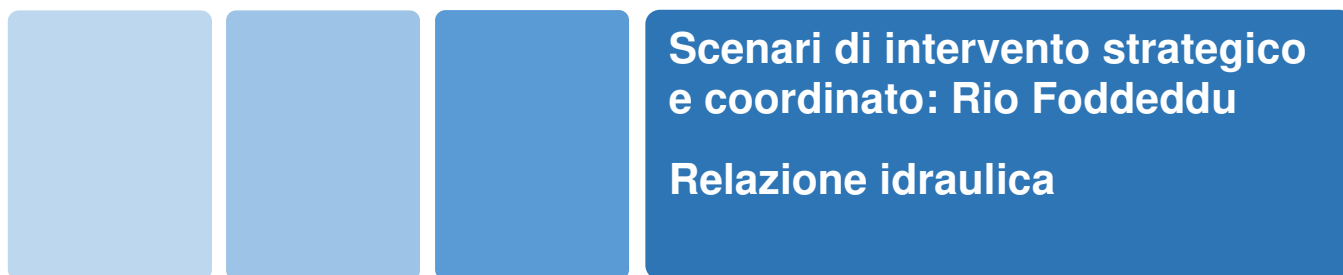


REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA
PRESIDENZA
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Piano di gestione del rischio di alluvioni

secondo ciclo di pianificazione



Allegato alla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 21/12/2021



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

PRESIDÈNZIA
PRESIDENZA
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Autorità di Bacino della Sardegna

DIREZIONE GENERALE DELL'AGENZIA REGIONALE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SARDEGNA

Direttore Generale: Antonio Sanna

Direttore del Servizio difesa del suolo, assetto idrogeologico e gestione del rischio alluvioni: Marco Melis

Coordinamento tecnico-amministrativo: Gianluigi Mancosu

Coordinamento operativo: Luisa Manigas

Elaborazioni GIS: Gian Luca Marras

Gruppo di lavoro: Giuseppe Canè, Piercarlo Ciabatti, Nicoletta Contis, Andrea Lazzari, Giovanni Luise, Maria Antonietta Murru Perra, Michela Olivari, Alessandra Pillai, Corrado Sechi, Riccardo Todde

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI – Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura

Responsabile Scientifico: Giovanni Maria Sechi

Elaborazioni GIS: Giovanni Cocco

Gruppo di lavoro: Alessio Cera, Clorinda Cortis, Pino Frau, Saverio Liberatore, Mauro Piras, Emanuela Sassu

Con il contributo, per le parti di competenza, di:

DIREZIONE GENERALE DELLA PROTEZIONE CIVILE

Direttore Generale: Antonio Pasquale Belloi

Direttore del Servizio pianificazione e gestione delle emergenze: Mauro Merella

Direttore del Servizio previsione rischi e dei sistemi informativi, infrastrutture e reti: Federico Ferrarese Ceruti

Gruppo di lavoro: Salvatore Cinus, Daniela Pani, Fabrizia Soi, Antonio Usai.

DIREZIONE GENERALE DEI LAVORI PUBBLICI

Direttore Generale: Piero Dau

Direttore del Servizio opere idriche e idrogeologiche: Costantino Azzena

Gruppo di lavoro: Roberta Daino, Alberto Spano

Il presente documento costituisce un elaborato del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) della Sardegna aggiornato per il Secondo ciclo di pianificazione. Esso conferma i contenuti del corrispondente elaborato facente parte della prima stesura del PGRA, che è stata oggetto di approvazione con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino regionale della Sardegna n. 2 del 15/3/2016 e con DPCM del 27 ottobre 2016 (GURI n. 30 del 6 febbraio 2017).

Per tutti gli approfondimenti: www.regione.sardegna.it/pianogestionerischioalluvioni



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Indice

1	Analisi idraulica dello stato attuale	4
1.1	Dati utilizzati per la simulazione	4
1.2	Valutazioni sulle portate di deflusso - Aspetti generali di calcolo	7
1.3	Geometria dell'alveo e delle strutture	8
1.4	Geometria, Scabrezza, condizioni al contorno e portate.....	15
1.5	Risultati dell'analisi idraulica dello stato attuale	20
2	Analisi idraulica degli scenari di intervento	46
2.1	Geometria degli elementi considerati nella simulazione.....	46
2.2	Condizioni al contorno e portate.....	47
2.3	Risultati della simulazione idraulica degli scenari.....	48
2.3.1	Corrente idrica e dimensionamento delle arginature scenario 1	48
2.3.2	Corrente idrica e dimensionamento delle arginature scenario 2	49
2.3.3	Velocità in scenario 1 e 2.....	51



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Indice delle figure

Figura 1.1 – Rilievo topografico dell'alveo con GPS eseguito nel 2013	5
Figura 1.2 – Assetto del rio Foddeddu 1954 - 2013.....	6
Figura 1.3 – Il bacino del Foddeddu e i relativi sottobacini (fonte PSFF 2013)	7
Figura 1.4 – Effetti dell'alluvione del 2008.....	9
Figura 1.5 – Opere di arginatura a monte e a valle della SS 125	9
Figura 1.6 – Ponte Parendadai	11
Figura 1.7 – Ponte in località Serra Pellai	12
Figura 1.8 – Ponte SS 125.....	13
Figura 1.9 – Ponte Via Garibaldi (Ponte di ferro)	14
Figura 1.10 – Sezioni del modello idraulico aggiornato a valle della SS 125.....	15
Figura 1.11 - Foce del Foddeddu condizione al contorno valle 1.80 m slm.....	19
Figura 1.12 – Schema adottato per la simulazione dello scenario 0 per T50: in rosso la posizione dei levee	20
Figura 1.13 – Aree di allagamento aggiornate per T50	21
Figura 1.14 – Aree di allagamento per T100 con modellazione intermedia ad argini completamente tracimabili	22
Figura 1.15 – Schema adottato per la simulazione dello scenario 0 per T100: in rosso la posizione dei levee	22
Figura 1.16 – Aree di allagamento aggiornate per T100	23
Figura 1.17 – Schema adottato per la simulazione dello scenario 0 per T200: in rosso la posizione dei levee	24
Figura 1.18 – Aree di allagamento aggiornate per T200	24
Figura 1.19 – Profilo T50 rispetto alla quota degli argini esistenti tratto tra i due ponti.....	27
Figura 1.20 – Profilo T50 rispetto alla quota degli argini esistenti tratto valle del ponte di ferro	27
Figura 1.21 – Profilo T100 rispetto alla quota degli argini esistenti tratto tra i due ponti.....	28
Figura 1.22 – Profilo T100 rispetto alla quota degli argini esistenti tratto valle del ponte di ferro	28
Figura 1.23 – Profilo T200 rispetto alla quota degli argini esistenti tratto tra i due ponti.....	29
Figura 1.24 – Profilo T200 rispetto alla quota degli argini esistenti tratto valle del ponte di ferro	29
Figura 1.25 – Franchi idraulici per T50 sull'argine destro e sinistro	30
Figura 1.26 – Franchi idraulici per T100 sull'argine destro e sinistro	31
Figura 1.27 – Franchi idraulici per T200 sull'argine destro e sinistro	32
Figura 1.28 – T50: confronto tra aree di allagamento modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a monte della S.S.125	33
Figura 1.29 – T50: confronto tra aree di allagamento modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a valle della S.S.125	33
Figura 1.30 – Aree e battenti idrici ottenuti per T50 nel centro abitato con modellazione aggiornata	34
Figura 1.31 – T100: confronto tra aree di allagamento modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a monte della S.S.125	35
Figura 1.32 – T100: confronto tra aree di allagamento modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a valle della S.S.125	35
Figura 1.33 – Aree e battenti idrici ottenuti per T100 nel centro abitato con modellazione aggiornata	36
Figura 1.34 – T200: confronto tra aree di allagamento modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a monte della S.S.125	37
Figura 1.35 – T200: confronto tra aree di allagamento modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a valle della S.S.125	37
Figura 1.36 – Aree e battenti idrici ottenuti per T200 nel centro abitato con modellazione aggiornata	38
Figura 1.37 – Profilo T200 ottenuto con modello aggiornato – gli argini vallivi hanno franchi minimi di 60 cm (argine sx)	38
Figura 1.38 – Schema adottato per la simulazione per T200 ad argini vallivi completamente sormontabili	39
Figura 1.39 – T200: modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a valle della S.S.125 ad argini ovunque tracimabili.....	39
Figura 1.40 – Ponte di ferro con franchi idraulici insufficienti per tutti i tempi di ritorno considerati	40
Figura 1.41 – Ponte S.S. 125 sufficiente per tutti i tempi di ritorno considerati	40
Figura 1.42 – Ponte strada vicinale in loc. Serra Pellai sufficiente per tutti i tempi di ritorno considerati	41
Figura 1.43 – Ponte strada vicinale in Loc. Parendai insufficiente per tutti i tempi di ritorno considerati	41
Figura 1.44 – Velocità media della corrente per T50 a valle della SS 125 (dalla progressiva 4000 alla foce)	42
Figura 1.45 – Sezione idraulica di progressiva 3592.49 a franco minimo sulla sponda destra	43
Figura 1.46 – Sezione idraulica di progressiva 2954.13 a franco minimo sulla sponda destra	44
Figura 2.1 – Profilo Scenario 1 (FRANCO MINIMO 1.20 m sulla portata CINQUANTENNALE)	48
Figura 2.2 - Profilo Scenario 2 (FRANCO MINIMO 1.20 m sulla piena DUECENTENNALE in celeste)	50
Figura 2.3 – Profilo di velocità lungo il tronco studiato per gli scenari 0, 1, 2 con T = 50 anni.	51



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Indice delle tabelle

Tabella 1.1–Portate Foddeddu alla foce (PSFF).....	7
Tabella 1.2 – Coefficienti di scabrezza in corrispondenza della SS 125 (sez. 8 PSFF – sez. 3922 modello DICAAR).	16
Tabella 1.3 – Coefficienti di scabrezza in corrispondenza del ponte Garibaldi (sez. 6 PSFF – sez. 3203 modello DICAAR).....	16
Tabella 1.4 – Coefficienti di scabrezza tratto arginato a valle del ponte Garibaldi (sez. 4 PSFF – sez. 1903 modello DICAAR).17	
Tabella 1.5 – Coefficienti di scabrezza in corrispondenza della foce (sez. 1 PSFF – sez. 17.46 modello DICAAR).	17
Tabella 1.6 – Input Idrologico.....	19
Tabella 1.7 - Volumi di allagamento allo stato attuale.....	45
Tabella 2.8 – Configurazioni geometriche corrispondenti allo scenario 1	47
Tabella 2.9 – Configurazioni geometriche corrispondenti allo scenario 2	47



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

1 Analisi idraulica dello stato attuale

1.1 DATI UTILIZZATI PER LA SIMULAZIONE

Per l'analisi idraulica del Foddeddu sono stati utilizzati i dati territoriali disponibili nel patrimonio cartografico locale e regionale, nonché un rilievo dell'alveo eseguito con GPS topografico nel 2013 nell'ambito di un progetto di arginatura del rio in sponda destra tra il ponte di via Garibaldi e quello della SS 125 (Figura 1.1).

Di particolare aiuto, per ricostruire la geometria del corso d'acqua, sono state le ortofoto della zona costiera del 2008, quelle del 2010 e soprattutto quelle ad alta risoluzione dei soli centri urbani datate 2013 (dimensione pixel pari a 0.20 m, quota di volo media di 1500 m). In particolare l'evoluzione del reticolo idrografico, anche in conseguenza delle opere artificiali realizzate dall'uomo, è stata operata attraverso un confronto con ortofoto relative a periodi antecedenti verificando le modifiche dell'assetto del rio dal 1954 ad oggi (Figura 1.2).

Un elemento distintivo della modellazione, rispetto a quanto operato nell'ambito del PSFF, è stata la definizione della geometria delle sezioni a partire dai dati della rilevazione aerea ad alta definizione (LIDAR) con dettaglio di 1 metro, integrati con il rilievo di dettaglio datato 2013, che hanno consentito di descrivere in modo dettagliato l'andamento del terreno e di delineare con maggior precisione sia l'andamento piano - altimetrico delle sezioni da implementare nel modello che le aree allagabili e i relativi battenti idrici.

Le sezioni riestratte dal DTM 1 m e completate con il rilievo sono state estese fino a intercettare il pelo libero e tracciate in modo da tenere conto:

1. Della variabilità topografica del territorio;
2. Dei raggi di curvatura relativamente piccoli dell'asta fluviale;
3. Dei tracciati planimetrici dei corpi arginali;
4. Delle discontinuità generate da confluenze o cambi di sezione

Sempre in termini di dati input nel nuovo modello idraulico predisposto in questo studio si è optato per conservare sia l'attribuzione dei coefficienti di scabrezza, come considerati nel PSFF, sia le condizioni al contorno, le quali sono state mantenute a monte (altezza di moto uniforme corrispondente alla pendenza del 1.8 per cento) come a valle (livello idrico sulla spiaggia pari a +0.80 sul medio mare). Anche la geometria delle strutture trasversali di attraversamento, come gli impalcati dei ponti in quanto dichiaratamente originata da un rilievo locale, è stata conservata.

Infine, l'esistenza di un modello idraulico già costruito fornito dall'Amministrazione ha consentito di valutare gli aspetti relativi alle strutture senza necessità di ulteriori rilievi, traducendo quei dati ivi contenuti nella geometria del nuovo modello idraulico elaborato nel presente studio. Anche la geometria delle strutture trasversali di attraversamento, come accade per l'impalcato del ponte sulla SS 125 e sulla via Garibaldi in quanto dichiaratamente originata da un rilievo locale, è stata conservata.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

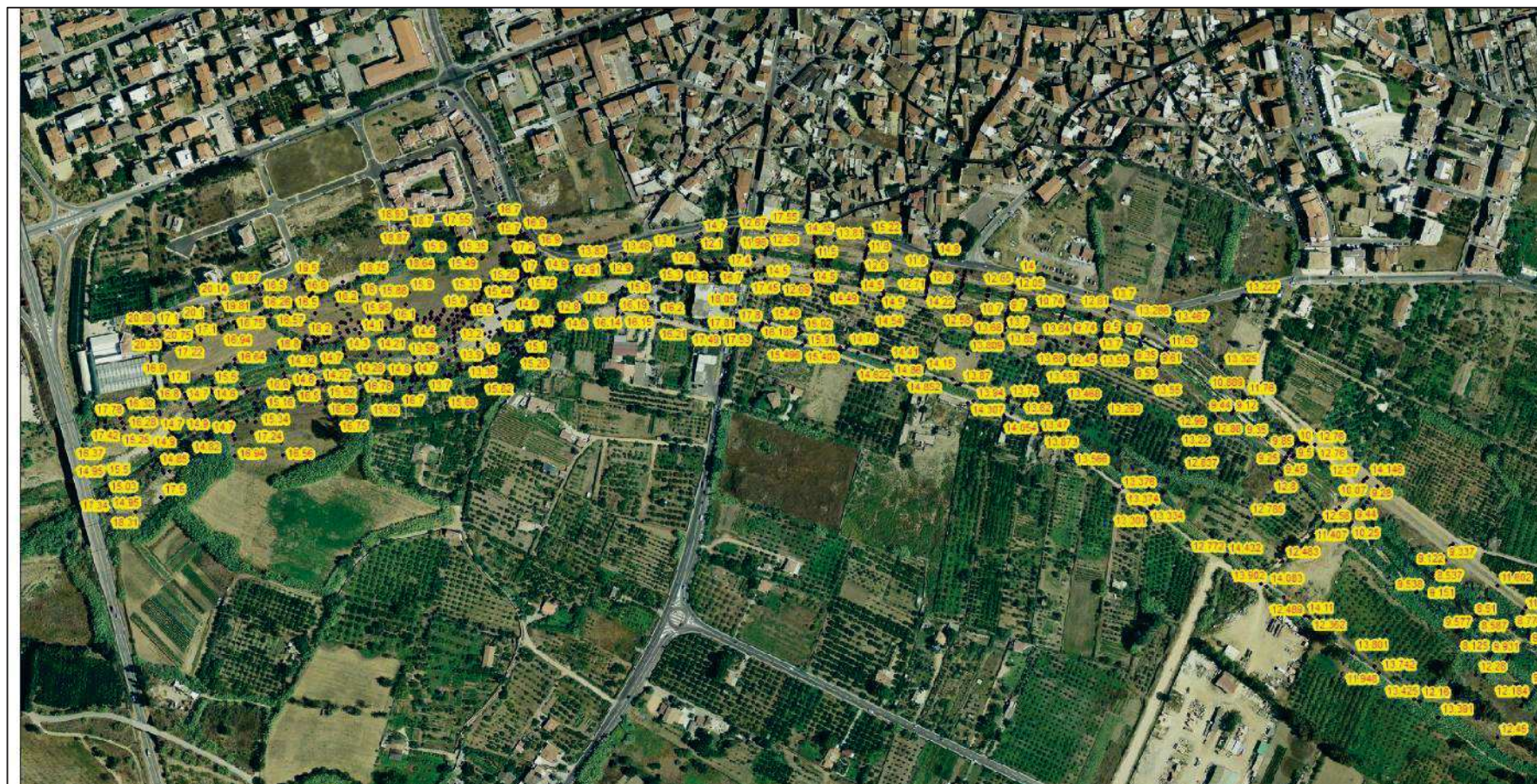


Figura 1.1 – Rilievo topografico dell'alveo con GPS eseguito nel 2013



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



Figura 1.2 – Assetto del rio Foddeddu 1954 - 2013



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

1.2 VALUTAZIONI SULLE PORTATE DI DEFLUSSO - ASPETTI GENERALI DI CALCOLO

Lo studio idraulico del rio Foddeddu ha analizzato gli eventi di piena corrispondenti ai tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni per l'intero tratto di circa 12 km già analizzato nel PSFF e che va dal ponte sulla strada Parendadai in località Ardalase fino alla foce (sezioni rosse Figura 1.3).

Dal punto di vista idrologico sono state considerate le stesse portate già adottate nel PSFF con la stessa successione di incrementi da monte verso valle.

Tabella 1.1–Portate Foddeddu alla foce (PSFF)

Tempo di ritorno	50	100	200	500
Q (mc/s)	466	579	696	856

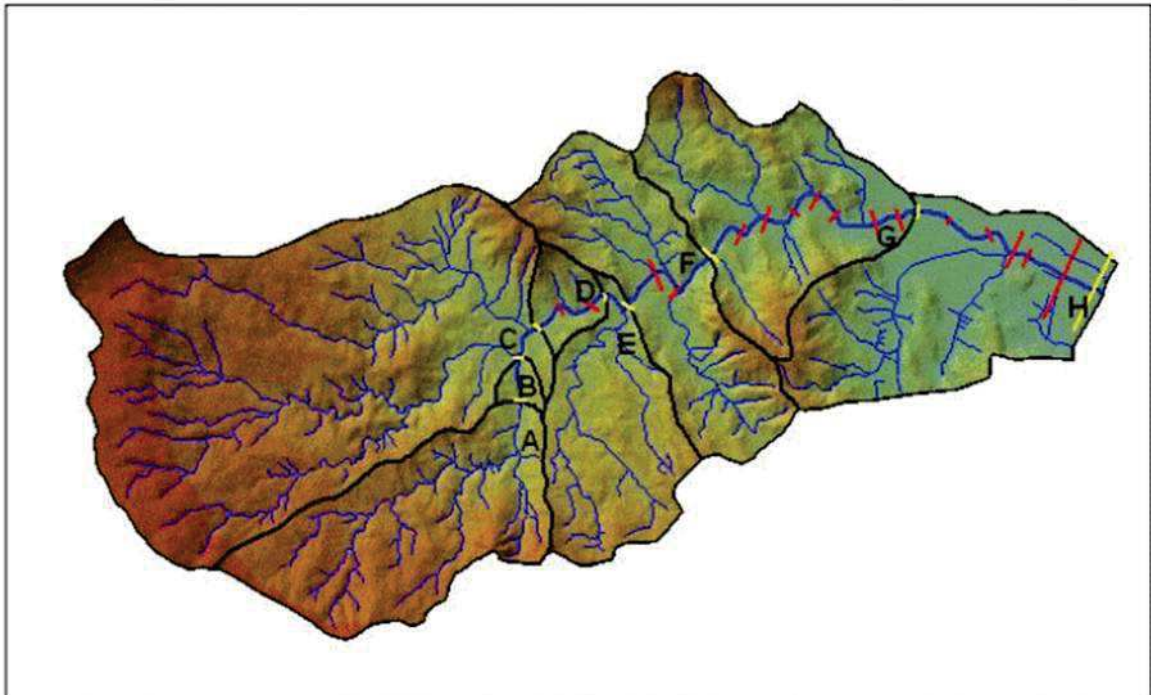


Figura 1.3 – Il bacino del Foddeddu e i relativi sottobacini (fonte PSFF 2013)

La portata in arrivo relativa al tempo di ritorno di 2 anni è stata utilizzata al fine di individuare l'alveo della piena ordinaria per delimitare trasversalmente i contorni bagnati e fornire una indicazione circa l'applicazione del coefficiente di scabrezza di Manning alle sezioni di scorrimento più frequenti.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

1.3 GEOMETRIA DELL'ALVEO E DELLE STRUTTURE

Dal punto di vista modellistico va precisato che il tratto di interesse è lo stesso tronco critico modellato nell'ambito del PSFF che evidenzia le maggiori criticità idrauliche solo in prossimità dell'abitato di Tortoli.

L'intera asta analizzata può essere suddivisa in due tratti il primo a monte della SS 125, il secondo a valle.

Il tratto montano, di circa 8 km, scorre dapprima con alveo tipo monocursale sinuoso, mantenendo un andamento irregolare in una valle mediamente stretta e scarsamente antropizzata. In sinistra idrografica l'alveo è affiancato, ma mai attraversato, dalla strada statale S.S.198. Il tratto monocursale si estende sino in prossimità dell'incrocio tra la S.S.198 e la S.P.27 per Villagrande. Oltrepassato il tratto più inciso, la valle del Foddeddu si allarga e il fiume assume caratteristiche di alveo tipo ramificato sino all'altezza di Tortoli, la pendenza media al fondo diminuisce e i versanti sono meno acclivi.

Il tratto vallivo dopo l'attraversamento della S.S.125 Orientale Sarda, 4 km a monte dello sbocco a mare, affianca Tortoli, che si sviluppa tra il fiume Foddeddu a sud e lo stagno omonimo a nord. In corrispondenza dell'abitato, il tronco compreso tra il primo ponte della statale e quello denominato Garibaldi (Ponte di Ferro), posto 600 m a valle, è, in sinistra, controllato da un rilevato in terra e dal muro arginale di via delle Lavandaie (in giallo Figura 1.5), in destra dalla sola scarpata naturale. Sempre in sinistra, le spalle di entrambi i ponti sono difese mediante opere longitudinali. Oltrepassato il ponte Garibaldi, l'alveo è stato recentemente risagomato mentre il letto presenta un alveo di magra naturale dopo che l'alluvione del 28/11/2008 ha rimosso il rivestimento in calcestruzzo per una lunghezza di circa 600 m (Figura 1.4). L'intero tronco a valle del ponte Garibaldi sino a mare è arginato lungo entrambe le sponde (in magenta); l'alveo inciso ha una larghezza media di 60 m, mentre la distanza tra le arginature è variabile tra 130 e 140 m.

Si tratta essenzialmente di arginature in terra rivestite con massi intasati in calcestruzzo, che presentano altezze variabili tra 2, 3 metri nella parte iniziale e 4 metri nella parte prossima alla foce.

La realizzazione delle arginature ha stabilizzato il tracciato planimetrico dell'alveo; al di fuori di esse si individuano numerose evidenze delle piene storiche su entrambe le sponde, come pure le divagazioni storiche sono testimoniate dalle numerose tracce di modellamento fluviale ancora visibili in sponda destra e sinistra costituite dal fitto reticolo di canali di erosione.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



Figura 1.4 – Effetti dell'alluvione del 2008

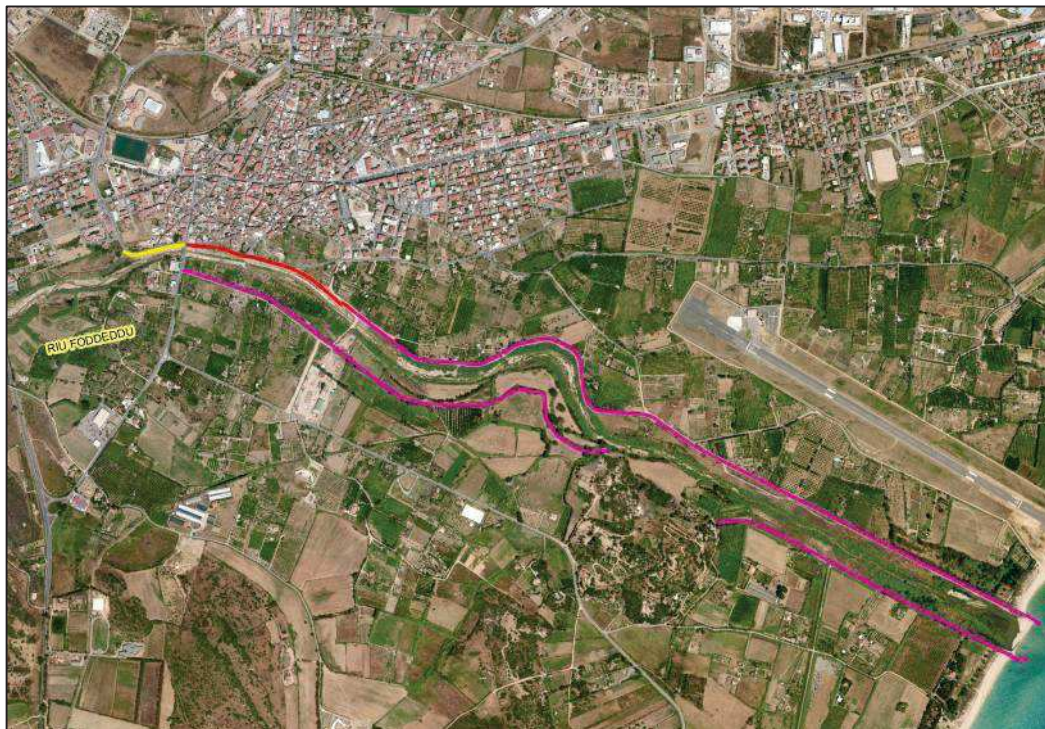


Figura 1.5 – Opere di arginatura a monte e a valle della SS 125



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

In relazione alle interferenze viarie, come precisato nella relazione generale di bacino, le infrastrutture stradali di maggiore interesse che insistono lungo il tronco sono 4:

- **Ponte Parendadai in località Ardalase** (Figura 1.6);
- **Ponte in località Serra Pellai (con idrometrografo)**(Figura 1.7);
- **Il ponte sulla SS 125** (Figura 1.8)
- **Il ponte di via Garibaldi (ex ponte di ferro)** (Figura 1.9);

Dal punto di vista idraulico relativamente al comportamento delle infrastrutture stradali si deve far riferimento cautelativamente alla modellazione ad argini non trascinabili che mostra come per le quattro interferenze viarie solo il ponte sulla SS 125 e quello in località Serra Pellai abbiano un franco sufficiente, mentre gli altri due ponti sono sormontati o funzionano in pressione (ponte di ferro).



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

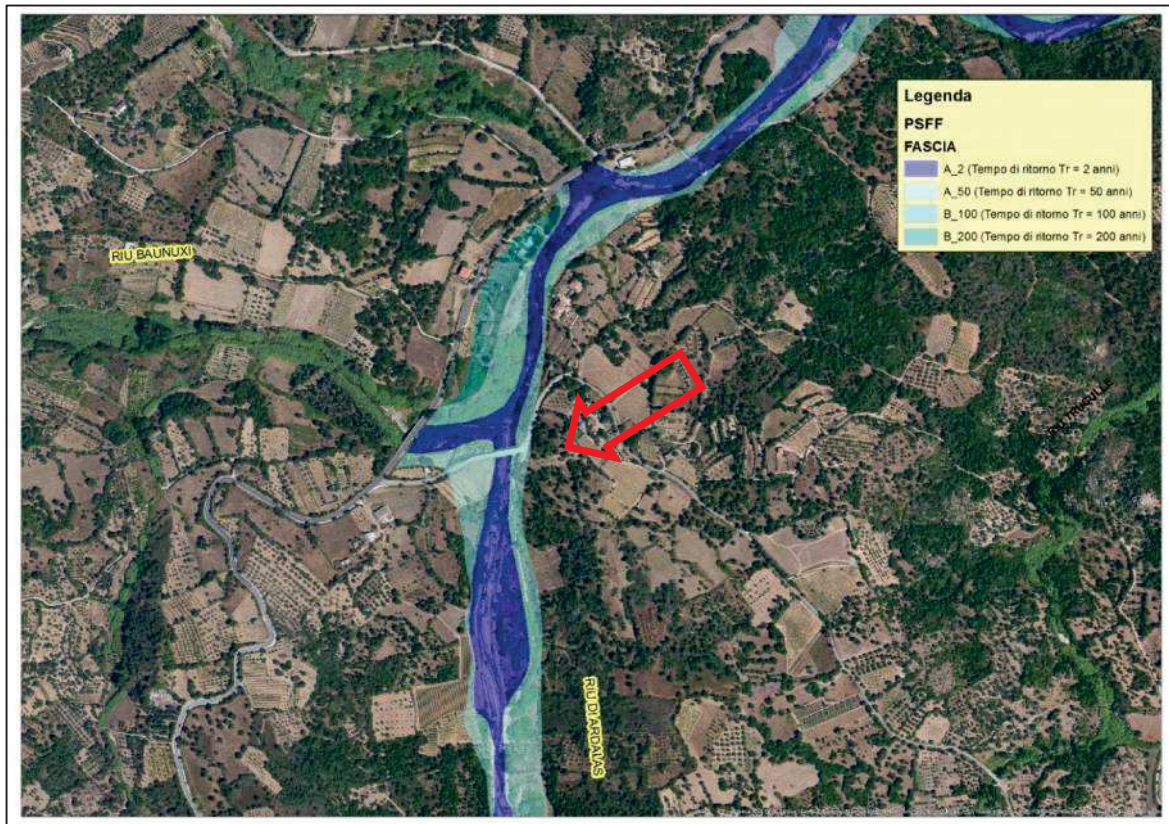


Figura 1.6 – Ponte Paredadai



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

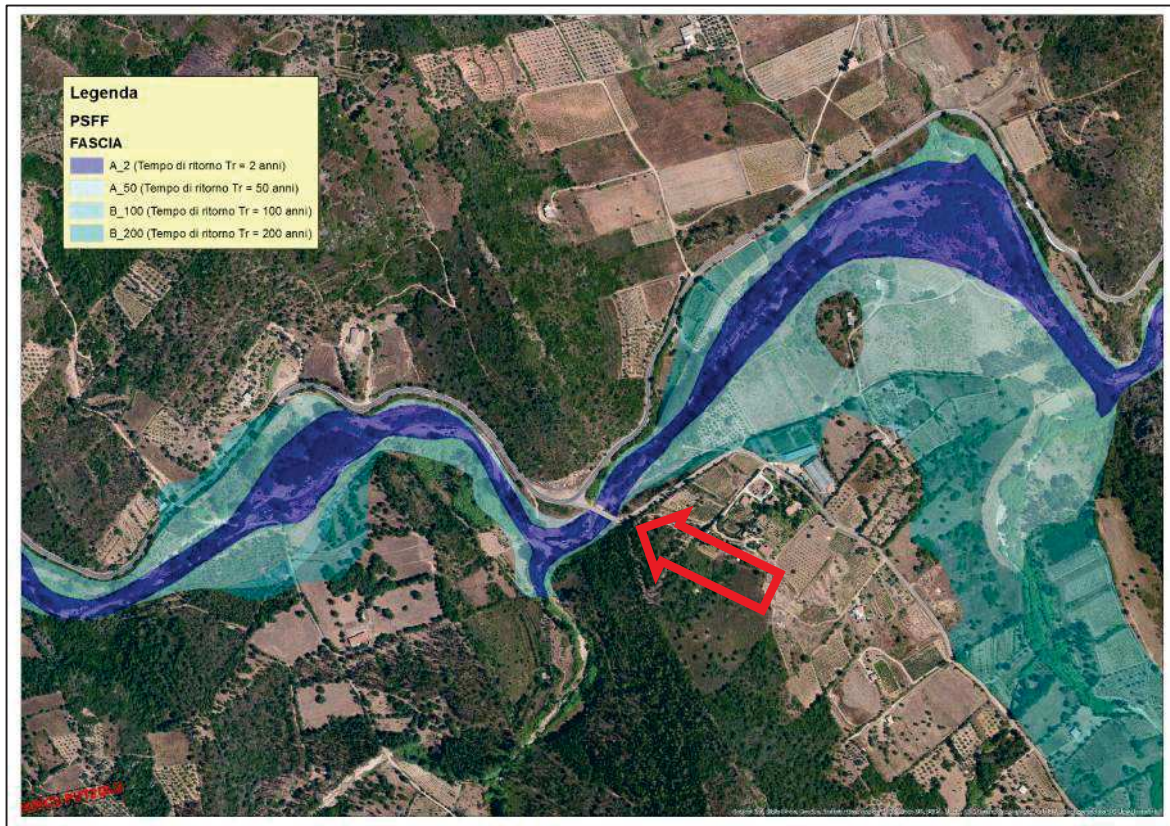


Figura 1.7 – Ponte in località Serra Pellai



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

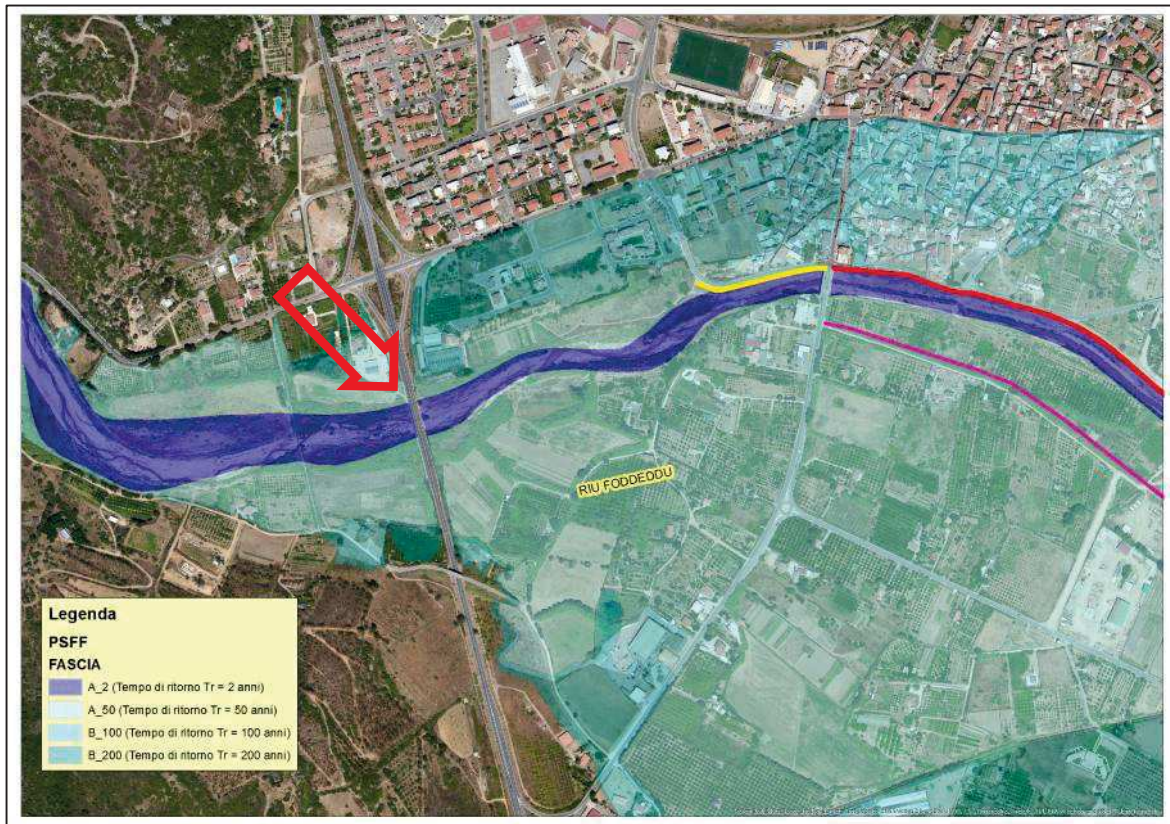


Figura 1.8 – Ponte SS 125



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

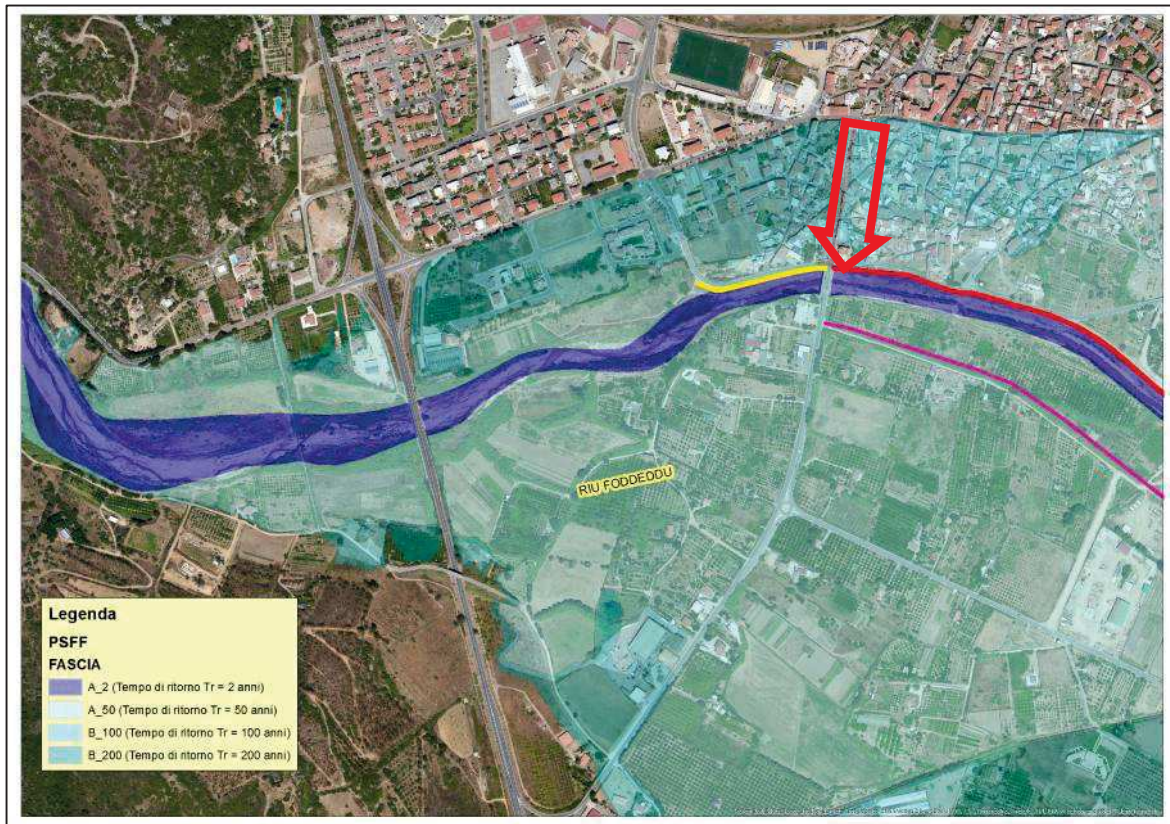


Figura 1.9 – Ponte Via Garibaldi (Ponte di ferro)



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

1.4 GEOMETRIA, SCABREZZA, CONDIZIONI AL CONTORNO E PORTATE

La modellazione idraulica aggiornata ha riguardato una lunghezza fluviale di circa 12 km dal ponte in località Parendadai sino alla foce, per un totale di **122** sezioni, di cui 72 a valle della SS 125 (Figura 1.10) e 4 ponti, tra i quali il più significativo è senza dubbio quello sulla via Garibaldi. La geometria delle sezioni è stata estratta dal modello LIDAR a maglia 1 metro integrato in alveo, nel tratto tra la SS 125 e l'ex ponte di ferro, con un rilievo GPS.

La distanza tra le sezioni è variabile in funzione della larghezza e della pendenza del fondo alveo, delle caratteristiche spondali, dell'esistenza di confluenze o variazioni singolari di sezione, posto che, in prossimità delle opere di attraversamento, sono sempre necessarie sezioni aggiuntive ravvicinate per tenere conto delle particolari condizioni di deflusso (contrazione e espansione della vena fluida) mentre in corrispondenza di tratti con sezioni uniformi possono essere adottate distanze maggiori.



Figura 1.10 – Sezioni del modello idraulico aggiornato a valle della SS 125

Conformemente allo studio idraulico effettuato nel PSFF, nel presente studio sono stati adottati i valori di scabrezza di Manning derivanti dallo studio come spettanti a ciascun tratto compreso tra 2 successive sezioni trasversali. Nel rimandare alle metodologie di analisi sviluppate in quello studio per la descrizione delle procedure applicate, si sottolinea in questa sede che i valori adottati nella modellazione aggiornata sono assolutamente in linea con il PSFF e si riassumono di seguito.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Tabella 1.2 – Coefficienti di scabrezza in corrispondenza della SS 125 (sez. 8 PSFF – sez. 3922 modello DICAAR).



Figura 1 - Immagine rappresentativa del tratto omogeneo 9.

Sezione: 8

Tratto omogeneo: 9

Codice ID tratto	Ubicazione
1	Parte incisa dell'alveo
2	Tratto vegetato in sponda sinistra
3	Tratto vegetato in sponda destra
4	Tratto golenale in sponda sinistra esterno al tratto vegetato
5	Tratto golenale in sponda destra esterno al tratto vegetato

Analisi vegetazionale	Tipo vegetazione	Densità	Classe di appartenenza
Tratto 2	Arbustiva	Prevalente	C11
Tratto 3	Arbustiva	Prevalente	C11

Scabrezza		Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
n	$[m^{-1/3}, s]$	0,028	0,33	0,33	0,055	0,06
Ks	$[m^{1/3}, s^{-1}]$	36	3	3	18	17

Tabella 1.3 – Coefficienti di scabrezza in corrispondenza del ponte Garibaldi (sez. 6 PSFF – sez. 3203 modello DICAAR).



Figura 1 - Immagine rappresentativa del tratto omogeneo 10.

Sezione: 6

Tratto omogeneo: 10

Codice ID tratto	Ubicazione
1	Parte incisa dell'alveo
2	Tratto vegetato in sponda sinistra
3	Tratto vegetato in sponda destra
4	Tratto golenale in sponda sinistra esterno al tratto vegetato
5	Tratto golenale in sponda destra esterno al tratto vegetato

Analisi vegetazionale	Tipo vegetazione	Densità	Classe di appartenenza
Tratto 2	Assente	-	-
Tratto 3	Assente	-	-

Scabrezza		Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
n	$[m^{-1/3}, s]$	0,025	0,025	0,025	0,06	0,055
Ks	$[m^{1/3}, s^{-1}]$	40	40	40	17	18



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Tabella 1.4 – Coefficienti di scabrezza tratto arginato a valle del ponte Garibaldi (sez. 4 PSFF – sez. 1903 modello DICAAR).



Figura 1 - Immagine rappresentativa del tratto omogeneo 11.

Sezione: 4

Tratto omogeneo: 11

Codice ID tratto	Ubicazione
1	Parte incisa dell'alveo
2	Tratto vegetato in sponda sinistra
3	Tratto vegetato in sponda destra
4	Tratto golenale in sponda sinistra esterno al tratto vegetato
5	Tratto golenale in sponda destra esterno al tratto vegetato

Analisi vegetazionale	Tipo vegetazione	Densità	Classe di appartenenza
Tratto 2	Arbustiva	Rada	C6
Tratto 3	Arbustiva	Rada	C6

Scabrezza		Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
n	$[m^{-1/3}, s]$	0,026	0,27	0,27	0,045	0,04
Ks	$[m^{1/3}, s^{-1}]$	38	4	4	22	25

Tabella 1.5 – Coefficienti di scabrezza in corrispondenza della foce (sez. 1 PSFF – sez. 17.46 modello DICAAR).



Figura 1 - Immagine rappresentativa del tratto omogeneo 12.

Sezione: 1

Tratto omogeneo: 12

Codice ID tratto	Ubicazione
1	Parte incisa dell'alveo
2	Tratto vegetato in sponda sinistra
3	Tratto vegetato in sponda destra
4	Tratto golenale in sponda sinistra esterno al tratto vegetato
5	Tratto golenale in sponda destra esterno al tratto vegetato

Analisi vegetazionale	Tipo vegetazione	Densità	Classe di appartenenza
Tratto 2	Arbustiva	Prevalente	C11
Tratto 3	Arbustiva	Prevalente	C11

Scabrezza		Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
n	$[m^{-1/3}, s]$	0,028	0,33	0,33	0,04	0,04
Ks	$[m^{1/3}, s^{-1}]$	36	3	3	25	25



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

In coerenza con le ipotesi generali del presente studio, anche le condizioni al contorno e le portate idrologiche adottate nel modello riprendono quelle già considerate per nel PSFF. In particolare, riguardo alle prime, come condizione al contorno di valle è stato assunto il valore di quota del pelo libero alla foce pari a **+1.80 m** sulla quota del medio mare (Figura 1.11), ottenuto come sovrapposizione del sovrizzo di marea (+0.45m) e del *storm surge* e *wind setup* (+0.35m), e dell'altezza di frangimento (+1.00 m). La condizione al contorno è stata completata con l'ipotesi teorica di uniformità della corrente con pendenza a monte pari a **0.018**.

Per quanto riguarda l'idrogramma di input per le simulazioni è quello relativo alle condizioni stazionarie di portata assunta pari a quelle stimata nel PSFF (Tabella 1.6) che ha ipotizzato di considerare 7 incrementi di portata in corrispondenza delle sezioni di chiusura dei 7 sottobacini individuati nella idrologia del PSFF (Figura 1.3).

Inoltre poiché nel tratto a valle della SS 125 sono presenti delle strutture arginali la modellazione idraulica in questo tratto deve articolarsi secondo due scenari: argini **non tracimabili** e **argini tracimabili**; la prima condizione consente di stabilire se gli argini esistenti sono sufficienti al contenimento delle piene con diversi tempi di ritorno, la seconda interviene solo per quei tempi di ritorno che determinano il sormonto arginale e serve per tracciare le fasce fluviali corrispondenti alle portate che determinano tracimazione.

Nello specifico si rileva che la modellazione con argini non sormontabili ha evidenziato che gli argini vallivi sono sufficienti per il contenimento della piena cinquantennale, mentre non lo sono in sponda sinistra per la piena centennale a partire dalla quale è necessaria la modellazione ad argini tracimabili.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Tabella 1.6 – Input Idrologico

Flow Change Location				Profile Names and Flow Rates				
	River	Reach	RS	T2	T50	T100	T200	T500
1	RIU FODDEDDU	RIU FODDEDDU	12428.6	22	86	111	136	171
2	RIU FODDEDDU	RIU FODDEDDU	11858.12	60	267	342	422	533
3	RIU FODDEDDU	RIU FODDEDDU	11254.4E	66	276	353	433	544
4	RIU FODDEDDU	RIU FODDEDDU	9966.997	70	320	408	500	626
5	RIU FODDEDDU	RIU FODDEDDU	9507.57E	80	360	457	558	697
6	RIU FODDEDDU	RIU FODDEDDU	7552.50E	100	412	516	624	772
7	RIU FODDEDDU	RIU FODDEDDU	3233.161	108	466	579	696	856



Figura 1.11 - Foce del Foddeddu condizione al contorno valle 1.80 m slm



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

1.5 RISULTATI DELL'ANALISI IDRAULICA DELLO STATO ATTUALE

La nuova modellazione idraulica per i tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni ha dato risultati che evidenziano differenze, in alcuni ambiti significative, rispetto a quelli del PSFF per tutti i tempi di ritorno, cosa peraltro prevedibile per il fatto che rispetto al PSFF sono state inserite nuove opere ed è stato utilizzato un nuovo rilievo dettagliato dell'alveo.

I risultati sono i seguenti:

1. La portata cinquantenaria a valle della SS 125 risulta contenuta dalle attuali opere arginali (in terra o in calcestruzzo) con franco minimo di 45 cm sul muro di via Foddeddu (Figura 1.20 e Figura 1.25). Il ponte di ferro in questa configurazione ha un franco di 58 cm (Figura 1.40). Per il tempo di ritorno T50 la configurazione ad argini non tracimabili risulta rappresentativa del reale comportamento del rio, pertanto questa è stata assunta come configurazione di scenario 0, ma con una modifica che va a vantaggio della sicurezza: poiché a valle del ponte di ferro l'argine in terra esistente in sponda destra presenta diverse corde molli ed è in pessimo stato di manutenzione, non gli è stata attribuita alcuna funzione di contenimento, ma è stato considerato tracimabile per tutto il suo sviluppo sino all'innesto sul colle in località Sa Nugi. Lo scenario 0 per T50 ha di conseguenza lo schema indicato in Figura 1.12 e la mappa di allagamento riportata in Figura 1.13.

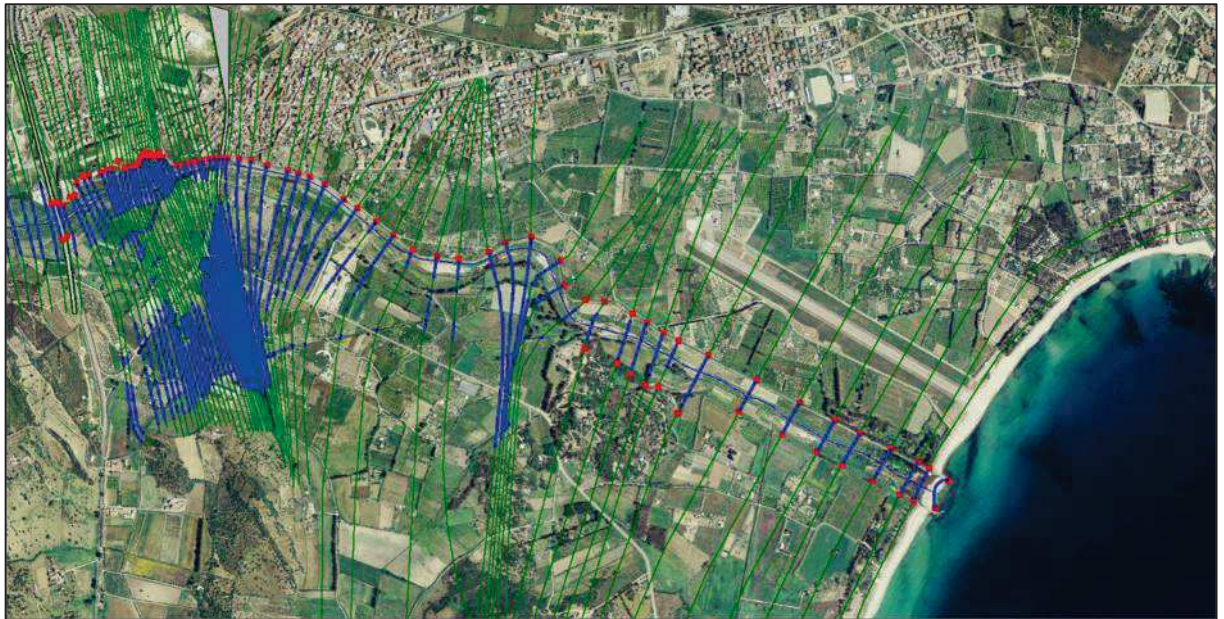


Figura 1.12 – Schema adottato per la simulazione dello scenario 0 per T50: in rosso la posizione dei levee



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



Figura 1.13 – Aree di allagamento aggiornate per T50

2. La portata centenaria a valle della SS 125 risulta contenuta dalle attuali opere arginali (in terra o in calcestruzzo) con franco minimo di 16 cm sul muro di via Foddeddu (Figura 1.22 e Figura 1.26). Il ponte di ferro in questa configurazione ha un franco di 9 cm (Figura 1.40) con un evidente profilo di rigurgito verso monte. Poiché il franco di 16 cm, per quanto su un muro in cls, non dà alcuna garanzia dal punto di vista idraulico, si è ritenuto che, per il tempo di ritorno T100, la configurazione ad argini insormontabili non fosse più rappresentativa del reale comportamento del rio, pertanto come configurazione di scenario 0 è stata adottata quella che prevede la tracimazione del muro di via Foddeddu verso l'abitato, fermo restando l'assunzione, già fatta per la T50, di non considerare l'azione di contenimento dell'argine in terra esistente in sponda destra per tutto il suo sviluppo sino all'innesto sul colle vallivo in località Sa Nugi. Il problema di stabilire l'estensione dell'area interessata dall'esondazione in sinistra a valle del ponte di ferro è stato affrontato considerando una modellazione intermedia ad argini completamente sormontabili (sia muro che argine in terra) che ha evidenziato il comportamento idraulicamente indipendente dell'allagamento dovuto al sormonto del muro rispetto a quello causato dall'argine in terra delineando una porzione di territorio che disconnette fisicamente i due allagamenti (Figura 1.14). Pertanto è parso più



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

verosimile assumere l'ipotesi di argine tracimabile per il solo muro di via Foddeddu, ripristinando l'opzione levee sull'argine in terra vallivo che assicura ancora per questa portata la sua azione di contenimento. Lo scenario 0 per T100 ha di conseguenza lo schema indicato in Figura 1.15 e la mappa di allagamento riportata in Figura 1.16.



Figura 1.14 – Aree di allagamento per T100 con modellazione intermedia ad argini completamente tracimabili

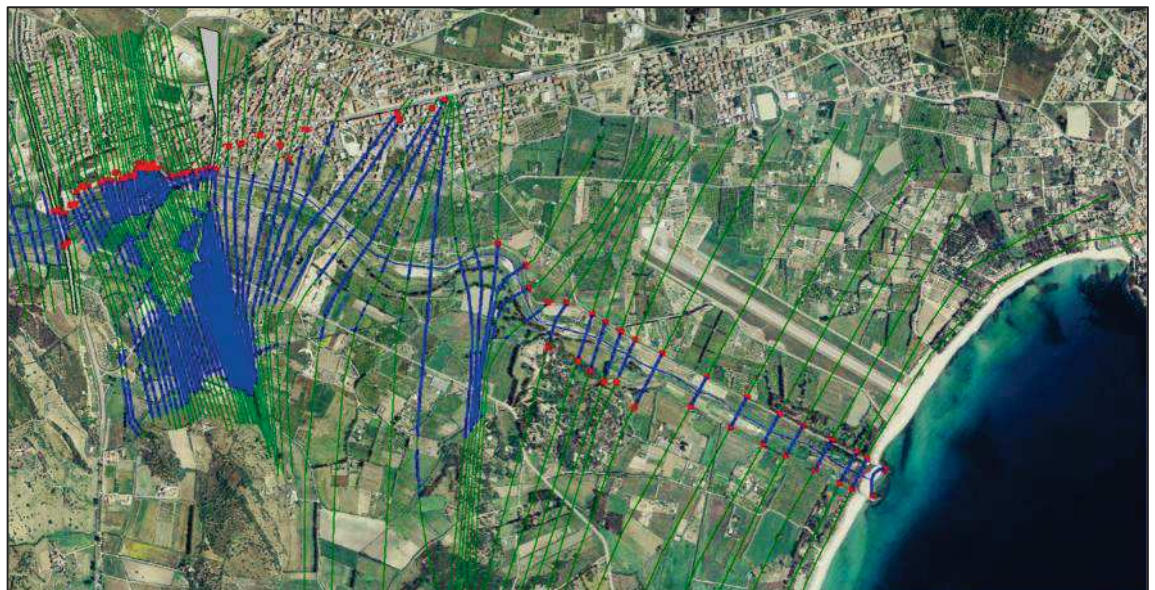


Figura 1.15 – Schema adottato per la simulazione dello scenario 0 per T100: in rosso la posizione dei levee



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



Figura 1.16 – Aree di allagamento aggiornate per T100

3. La portata bicentenaria a valle della SS 125 non risulta più contenuta dalle attuali opere arginali in calcestruzzo di via Foddeddu: il franco è negativo pari a -0.10 cm (Figura 1.24 e Figura 1.27). Il ponte di ferro in questa configurazione va in pressione (Figura 1.40) con un evidente profilo di rigurgito verso monte. Per il tempo di ritorno T200, la configurazione ad argini insormontabili non è rappresentativa del reale comportamento del rio, pertanto come configurazione di scenario 0 è stata adottata quella che prevede la tracimazione della corrente sul muro di via Foddeddu verso l'abitato. E' ovviamente mantenuta l'assunzione, già fatta per la T50 e T100, di non considerare efficace l'azione di contenimento dell'argine in terra esistente in sponda destra. Il problema di stabilire l'estensione della tracimabilità in sinistra a valle del ponte di ferro è stato risolto come nel caso della portata T100 con una modellazione intermedia ad argini completamente sormontabili (sia muro che argine in terra) che ha confermato, anche per questo tempo di ritorno, il comportamento idraulicamente indipendente dell'allagamento dovuto al muro rispetto a quello causato dall'argine in terra. Pertanto si è assunta l'ipotesi di argine tracimabile per il solo muro di via Foddeddu, ripristinando l'opzione levee sull'argine in terra vallivo che sviluppa in pieno la sua azione di contenimento. Lo scenario 0 per T200 ha di conseguenza lo schema indicato in Figura 1.15 e la mappa di allagamento riportata in Figura 1.18.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

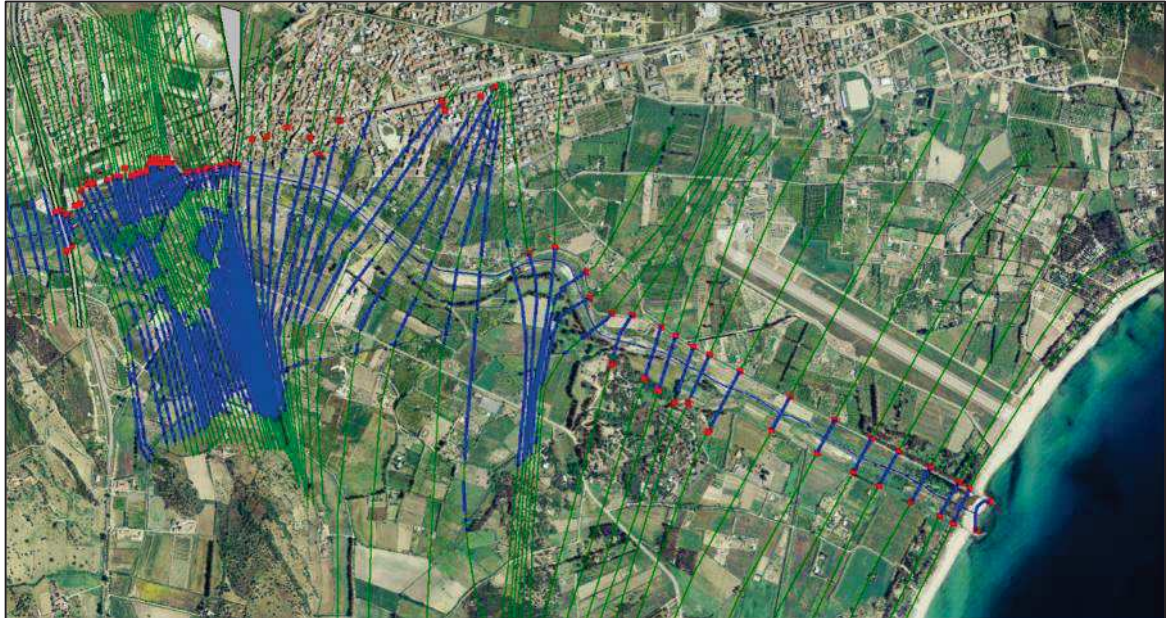


Figura 1.17 – Schema adottato per la simulazione dello scenario 0 per T200: in rosso la posizione dei levee



Figura 1.18 – Aree di allagamento aggiornate per T200



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

CONFRONTO CON IL PSFF -I risultati della modellazione aggiornata confrontati con quelli del PSFF sono riassunti di seguito.

Per il tempo di ritorno T50 (Figura 1.28, Figura 1.29 e Figura 1.30), i muri esistenti lato abitato sono in grado di contenere la portata di verifica con franchi ridotti, ma sufficienti, tenendo conto anche del fatto che si tratta di opere in cemento armato. Gli argini in terra vallivi sono anche essi in grado di contenere la portata cinquantenaria con franchi superiori al metro. Rispetto al PSFF (in rosso in Figura 1.28 e Figura 1.29) a monte della SS 125 si evidenziano localmente modeste differenze per l'aggiornamento della base topografica utilizzata nella costruzione della geometria delle sezioni trasversali e nella fase di restituzione sul terreno dei tiranti idrici e delle aree allagabili.

A valle della SS 125 invece le perimetrazioni sono piuttosto diverse con la completa scomparsa della pericolosità H4 verso l'abitato come conseguenza della tenuta del muro d'argine di via Foddeddu e di via delle Lavandaie. Relativamente ai battenti idrici i calcoli mostrano che questi si attestano in sponda destra mediamente intorno 1.10 cm con massimi di 5.60 m nelle zone più incise dell'alveo, anche se vi sono porzioni dell'agro che sono interessate da altezze d'acqua inferiori a 0.2 metri.

Per il tempo di ritorno T100 (Figura 1.31, Figura 1.32 e Figura 1.33), il muro esistente di via Foddeddu non è in grado di contenere la portata di verifica; si origina un'area allagata che va a interessare le zone più basse dell'abitato limitrofe al rio: via Cedrino, via Foddeddu, via Temo, via Pramaera e via Tirso. In destra sia tra i due ponti che a valle del ponte di ferro si ha una ampia esondazione del corso d'acqua che non risulta arginato da alcuna opera di contenimento. Rispetto al PSFF (in rosso in Figura 1.31 e Figura 1.32) a monte della SS 125 si evidenziano localmente modeste differenze per l'aggiornamento della base topografica utilizzata nella costruzione della geometria delle sezioni trasversali e nella fase di restituzione sul terreno dei tiranti idrici e delle aree allagabili.

A valle della SS 125 le mappe sono confrontabili, nel senso che evidenziano criticità simili, ma sono differenti in estensione per via del diverso modello di terreno implementato nel calcolo. Relativamente ai battenti idrici i calcoli mostrano che questi si attestano in sponda destra mediamente intorno 1.10 cm con massimi di 6.00 m nelle zone più incise dell'alveo, anche se vi sono porzioni dell'agro che sono interessate da altezze d'acqua inferiori a 0.2 metri.

Per il tempo di ritorno T200 (Figura 1.34, Figura 1.35 e Figura 1.36), la modellazione evidenzia perimetrazioni abbastanza simili a quelle relative al tempo di ritorno centenario: il muro di via Foddeddu conferma la sua criticità, mentre quello di via delle Lavandaie si comporta piuttosto bene anche per via dell'effetto di richiamo dovuto alla esondazione valliva del rio. L'area interessata dagli allagamenti diventa via via più ampia sia verso l'abitato che in destra verso l'agro, tuttavia gli argini in terra vallivi continuano a contenere le portate T200 con franchi minimi di 60 cm (Figura 1.37). Rispetto al PSFF (in rosso in Figura 1.28 e Figura 1.29) a monte della SS 125 si evidenziano localmente modeste differenze per l'aggiornamento della base topografica utilizzata nella costruzione della geometria delle sezioni trasversali e nella fase di restituzione sul terreno dei tiranti idrici e delle aree allagabili.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

A valle della SS 125 invece le perimetrazioni sono piuttosto diverse proprio in virtù del buon comportamento idraulico degli argini in terra vallivi già oggetto di ripristino nel 2009; viene dunque a mancare la pericolosità derivante dal sormonto di questi argini già ipotizzata nel PSFF e di conseguenza non si riscontra più l'ampia fascia B200 verso l'aeroporto e verso la zona agricola valliva in destra. Una incongruenza così rilevante tra i due studi può essere sanata solo ipotizzando come nel PSFF un sormonto anche degli argini vallivi peraltro, come detto, ripristinati di recente: si origina così una fascia H2 (B200) valliva sia in destra che in sinistra che somiglia a grandi linee a quella del PSFF, ma abbastanza inverosimile in quanto non confinata verso le aree depresse dello stagno di Tortoli e verso quelle agricole a sud. Per ragioni meramente di confronto si riportano anche le perimetrazioni con relative batimetrie relative a questa configurazione ad argini ovunque sormontabili (Figura 1.38 e Figura 1.39). Relativamente ai battenti idrici i calcoli mostrano che questi si attestano in sponda destra mediamente intorno 1.16 cm con massimi di 6.22 m nelle zone più incise d'alveo, anche se vi sono porzioni dell'agro che sono interessate da altezze d'acqua inferiori a 0.2 metri.

Ponti stradali (Figura 1.40, Figura 1.41, Figura 1.42 e Figura 1.43)- Relativamente al comportamento delle infrastrutture stradali si deve far riferimento cautelativamente alla modellazione ad argini non tracimabili che mostra come per le quattro interferenze viarie solo il ponte sulla SS 125 e quello in località Serra Pellai abbiano un franco sufficiente, mentre gli altri due ponti sono sormontati o funzionano in pressione (ponte di ferro).



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

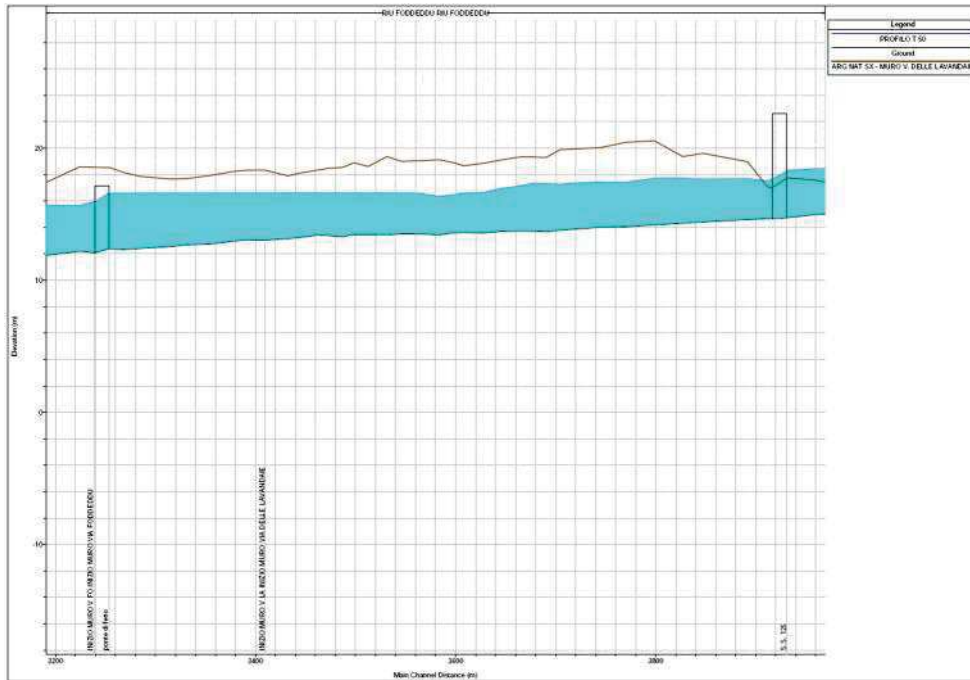


Figura 1.19 – Profilo T50 rispetto alla quota degli argini esistenti tratto tra i due ponti.

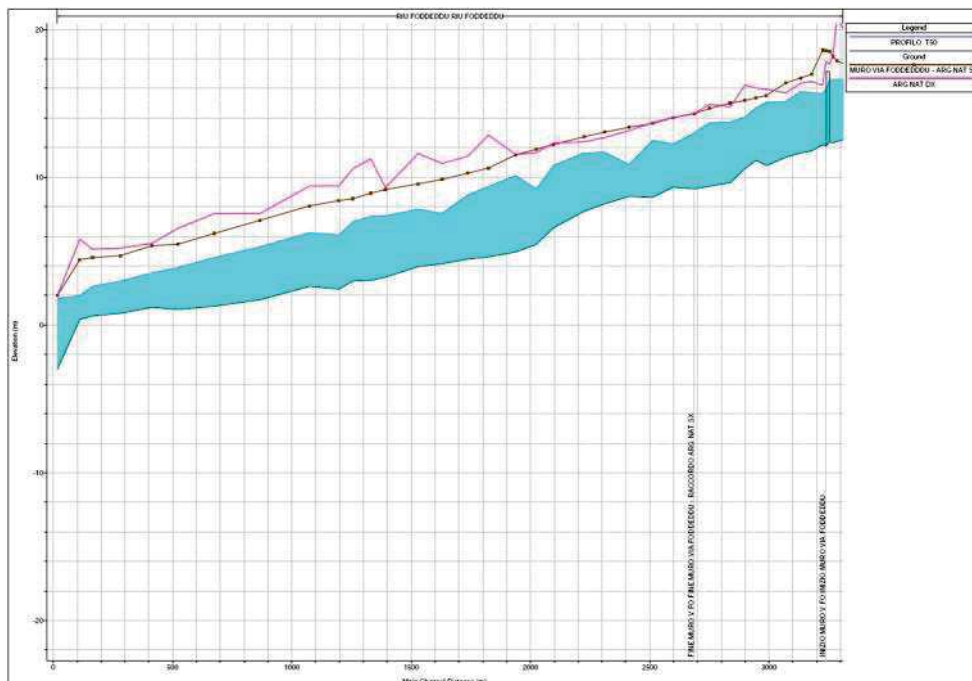


Figura 1.20 – Profilo T50 rispetto alla quota degli argini esistenti tratto valle del ponte di ferro



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

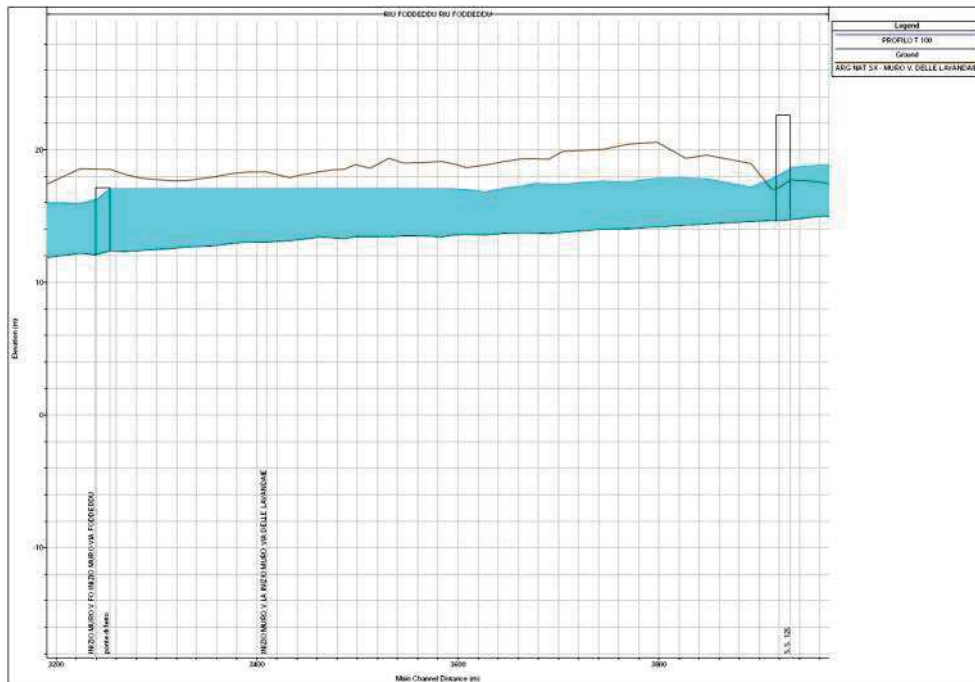


Figura 1.21 – Profilo T100 rispetto alla quota degli argini esistenti tratto tra i due ponti.

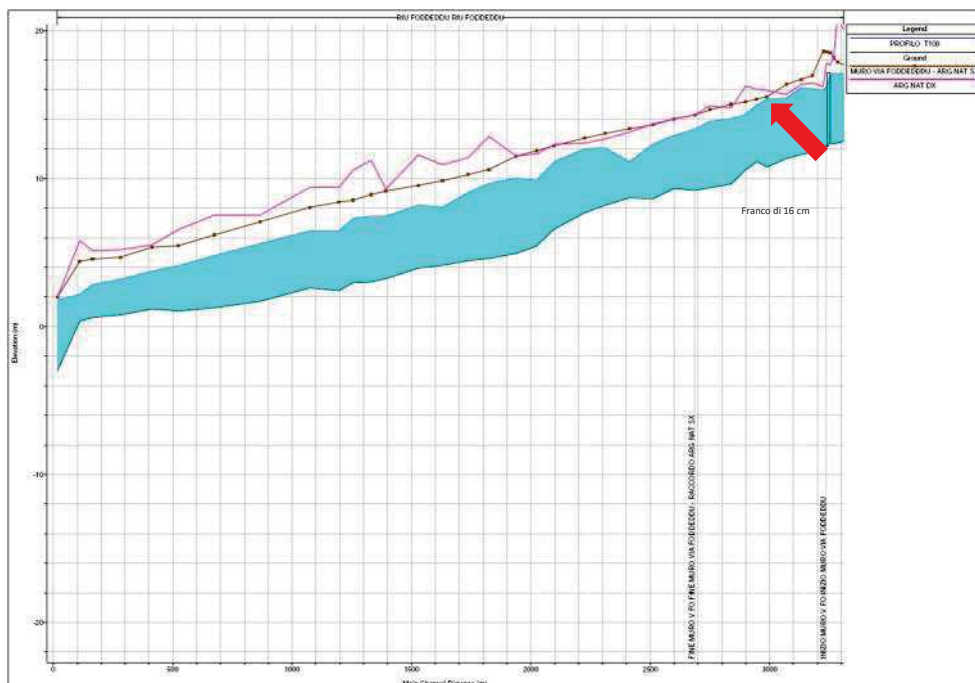


Figura 1.22 – Profilo T100 rispetto alla quota degli argini esistenti tratto valle del ponte di ferro



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

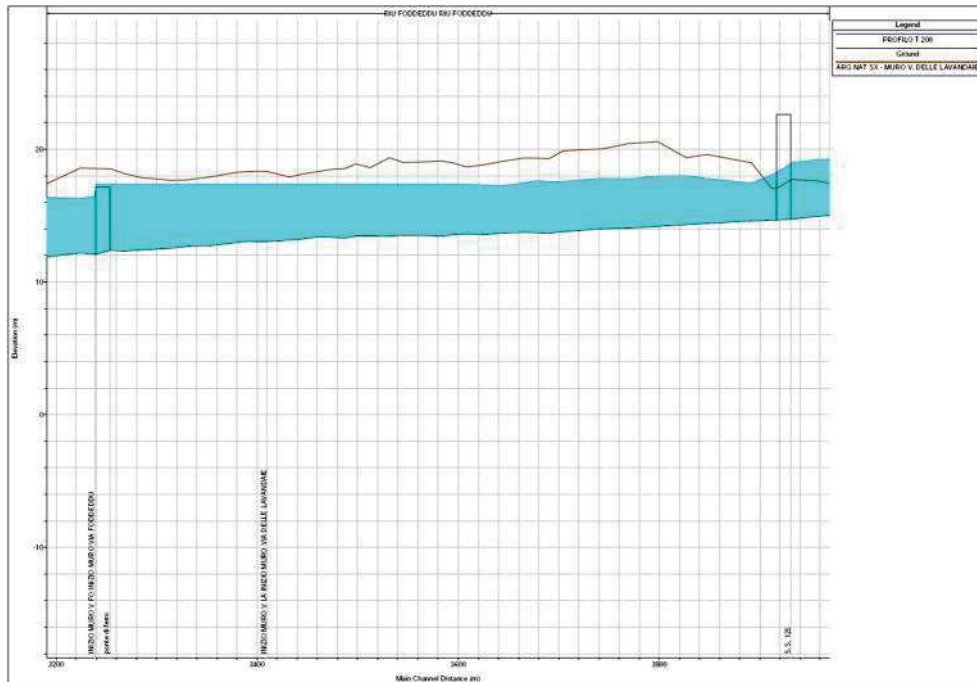


Figura 1.23 – Profilo T200 rispetto alla quota degli argini esistenti tratto tra i due ponti.

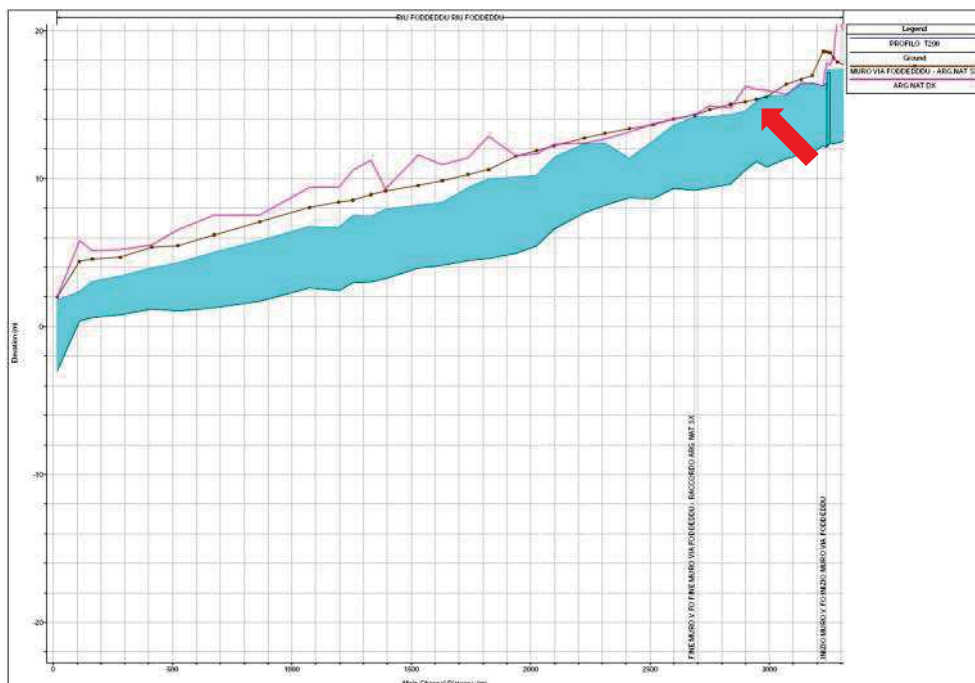


Figura 1.24 – Profilo T200 rispetto alla quota degli argini esistenti tratto valle del ponte di ferro



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Two side-by-side tables showing hydraulic data for T50 on the right and left banks. Each table has columns for RIVER STATION, T50, Q ARG SX, FRANCO SX (left) or Q ARG DX, FRANCO DX (right). The tables list numerous river stations with corresponding values, with some rows highlighted in red.

Figura 1.25 – Franchi idraulici per T50 sull'argine destro e sinistro



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Table with 4 columns: RIVER STATION, T100, Q ARG SX, FRANCO SX. Lists various river stations and their corresponding hydraulic data.

Table with 4 columns: RIVER STATION, T100, Q ARG DX, FRANCO DX. Lists various river stations and their corresponding hydraulic data.

Figura 1.26 – Franchi idraulici per T100 sull'argine destro e sinistro



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Table with 4 columns: RIVER STATION, T200, Q ARG SX, FRANCO SX. Contains data for various river stations from 3880 PONTE S.S. 125 down to 17.46891.

Table with 4 columns: RIVER STATION, T200, Q ARG DX, FRANCO DX. Contains data for various river stations from 3880 PONTE S.S. 125 down to 17.46891.

Figura 1.27 - Franchi idraulici per T200 sull'argine destro e sinistro



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

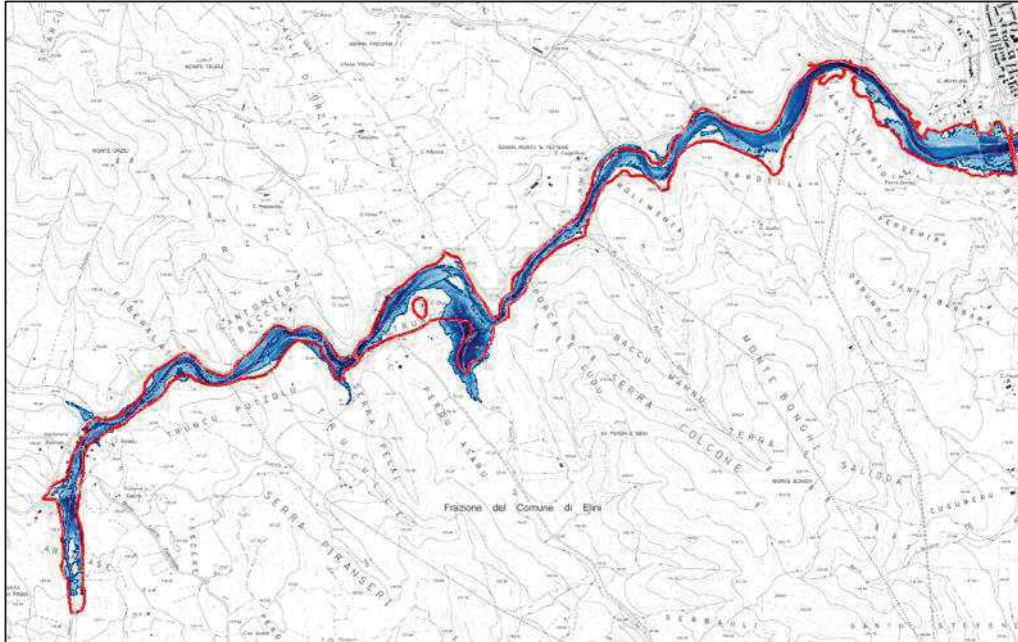


Figura 1.28 – T50: confronto tra aree di allagamento modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a monte della S.S.125

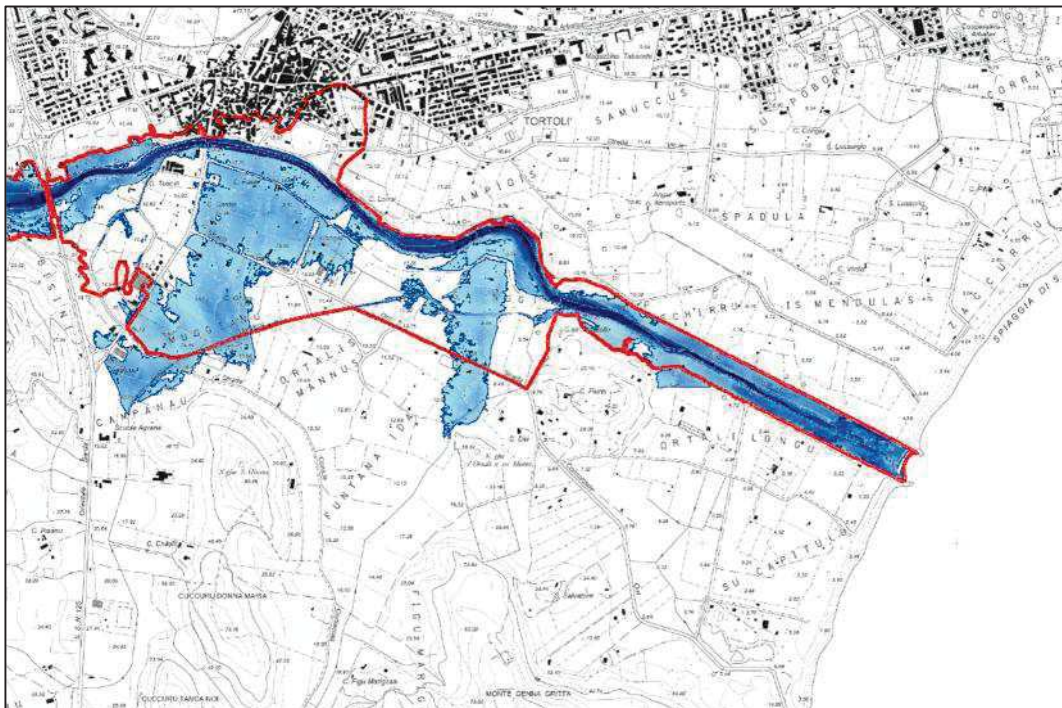


Figura 1.29 – T50: confronto tra aree di allagamento modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a valle della S.S.125



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

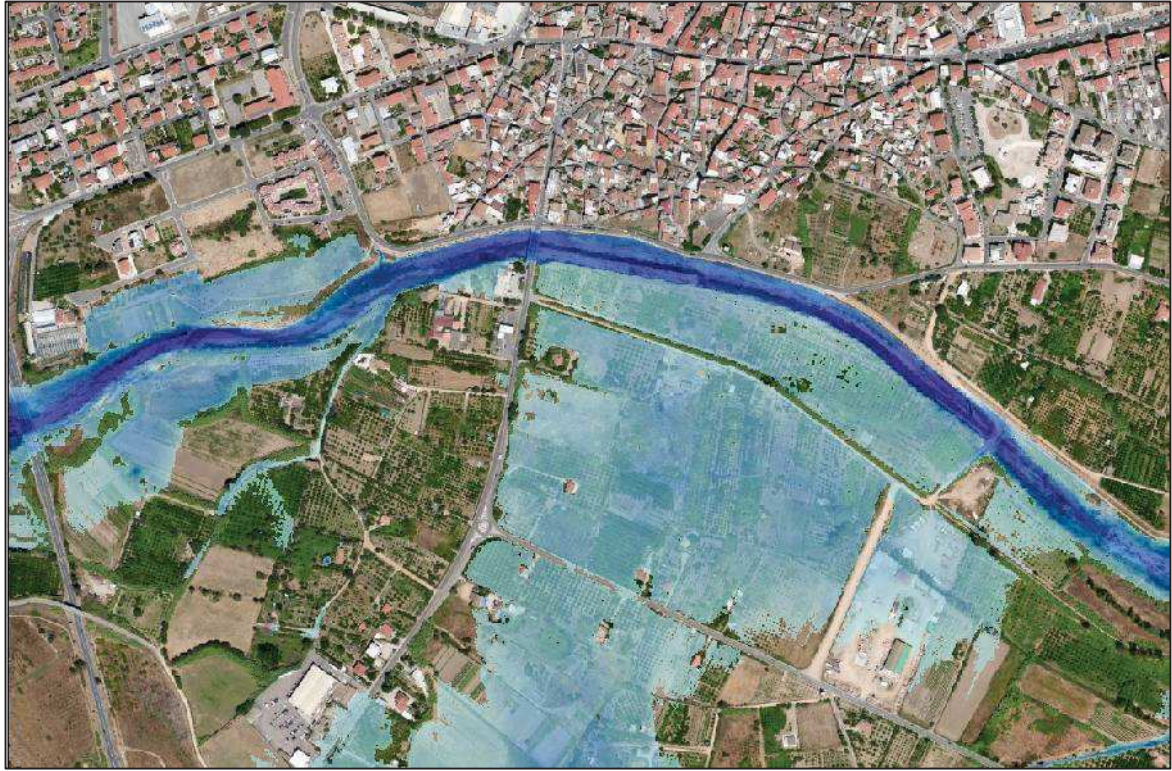


Figura 1.30 – Aree e battenti idrici ottenuti per T50 nel centro abitato con modellazione aggiornata



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

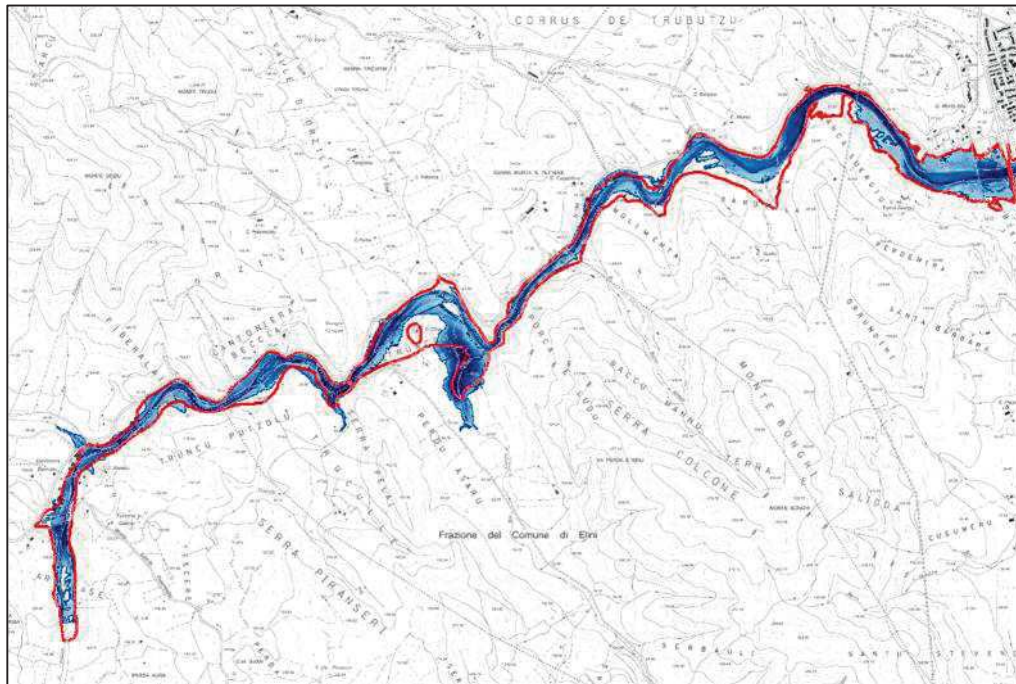


Figura 1.31 – T100: confronto tra aree di allagamento modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a monte della S.S.125

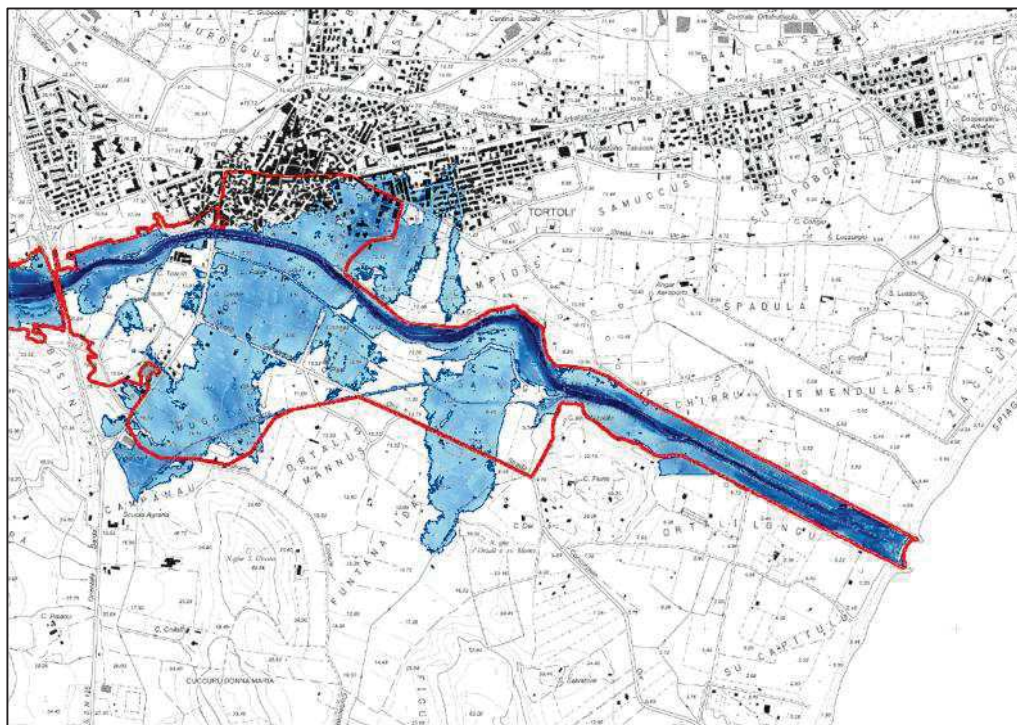


Figura 1.32 – T100: confronto tra aree di allagamento modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a valle della S.S.125



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

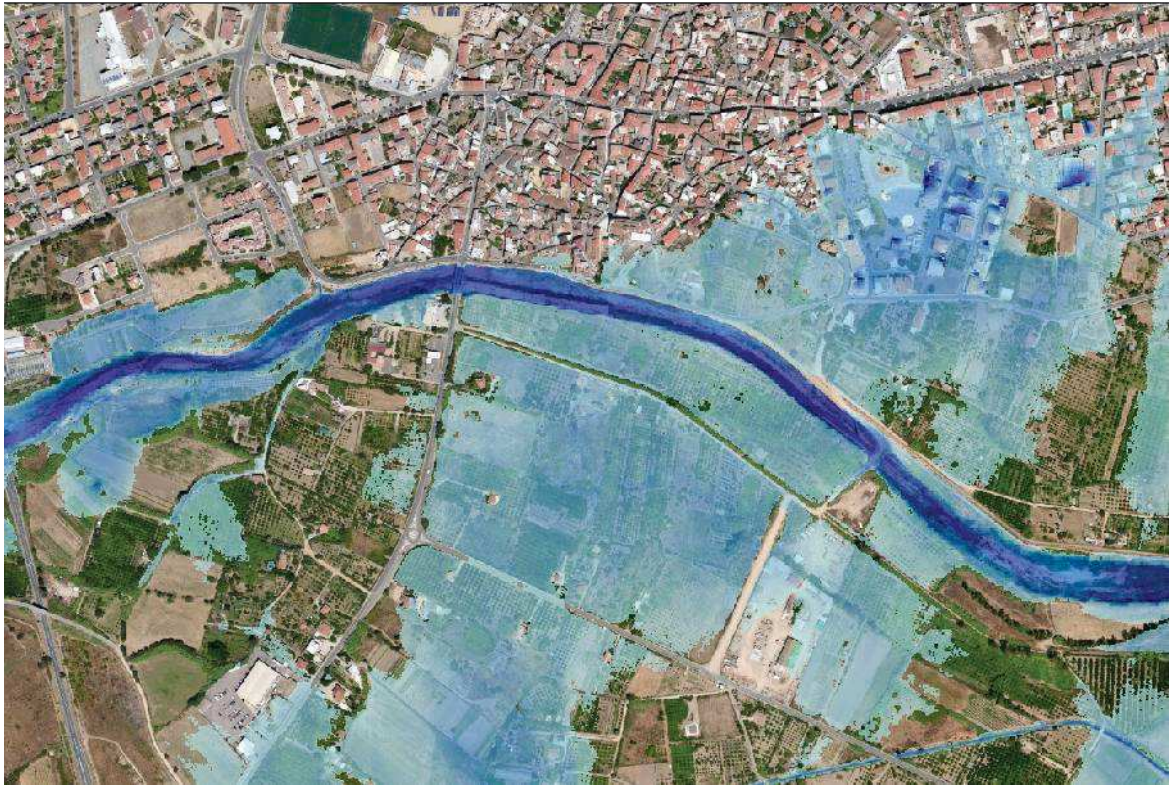


Figura 1.33 – Aree e battenti idrici ottenuti per T100 nel centro abitato con modellazione aggiornata



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

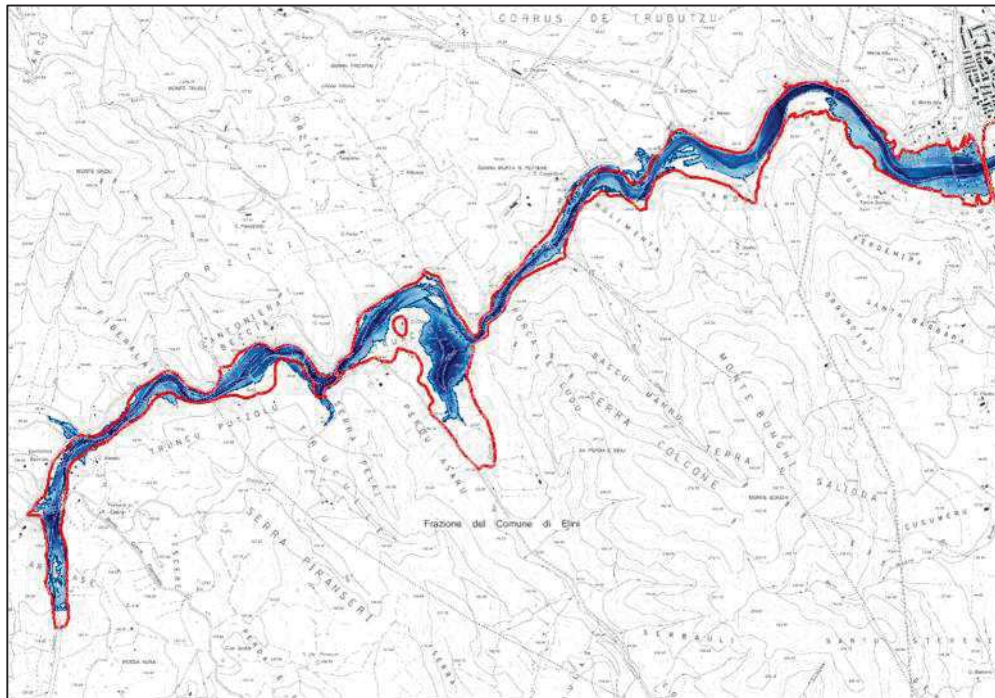


Figura 1.34 – T200: confronto tra aree di allagamento modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a monte della S.S.125

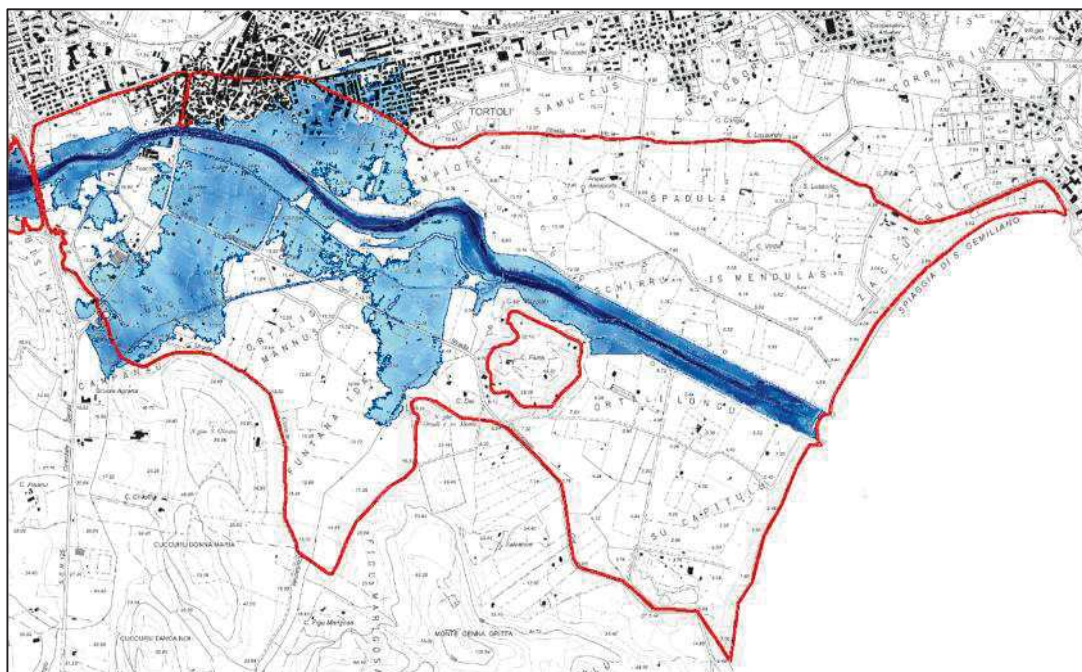


Figura 1.35 – T200: confronto tra aree di allagamento modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a valle della S.S.125



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

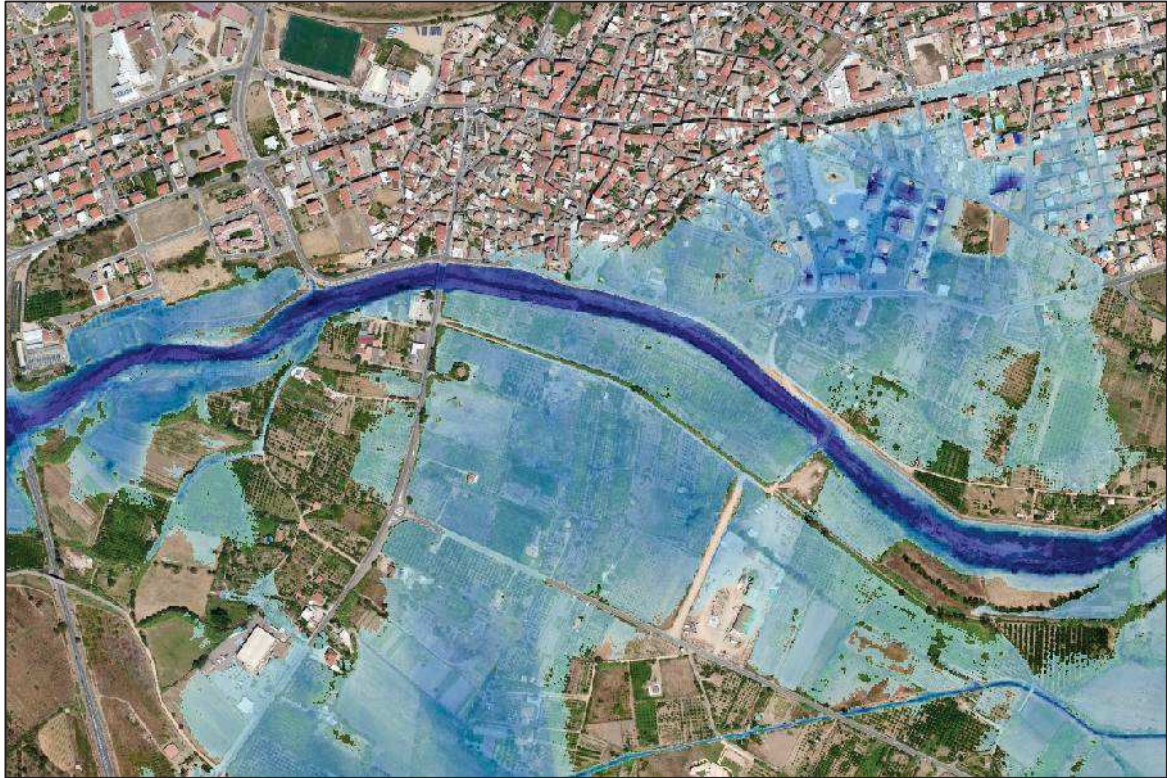


Figura 1.36 – Aree e battenti idrici ottenuti per T200 nel centro abitato con modellazione aggiornata

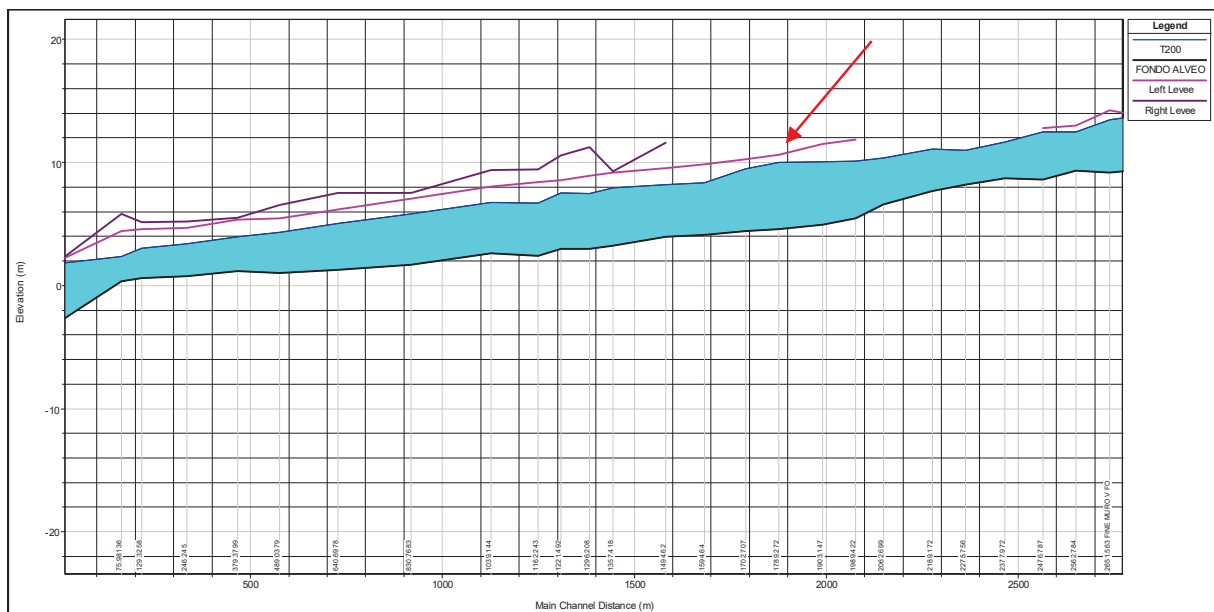


Figura 1.37 – Profilo T200 ottenuto con modello aggiornato – gli argini vallivi hanno franchi minimi di 60 cm (argine sx)



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



Figura 1.38 – Schema adottato per la simulazione per T200 ad argini vallivi completamente sormontabili

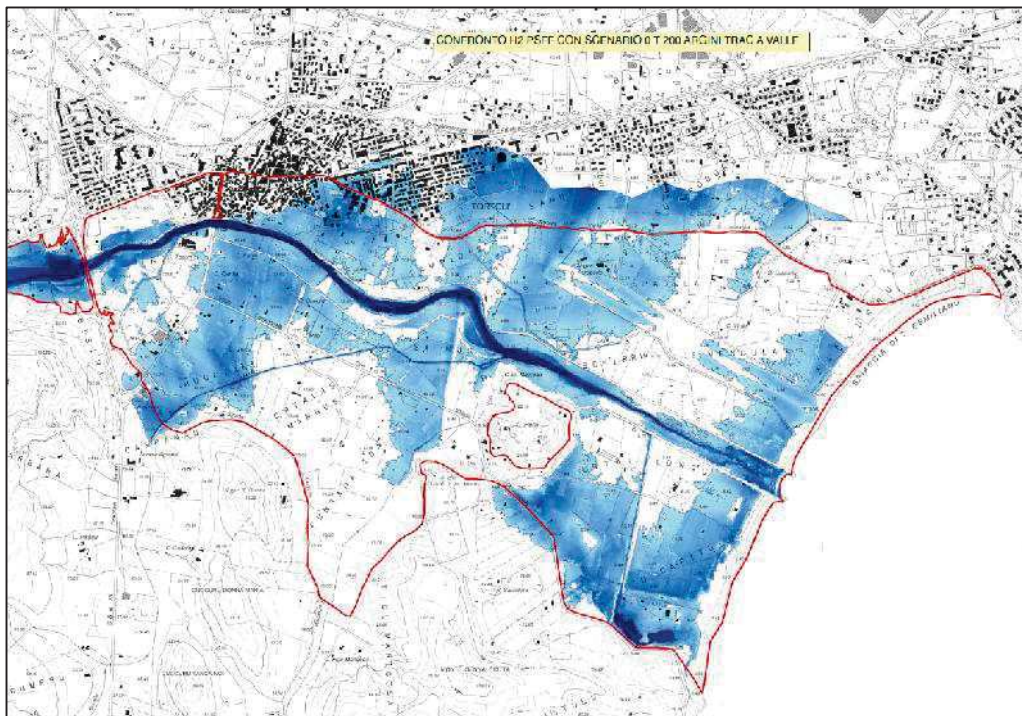


Figura 1.39 – T200: modello aggiornato e PSFF -(tratto rosso) a valle della S.S.125 ad argini ovunque tracimabili



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

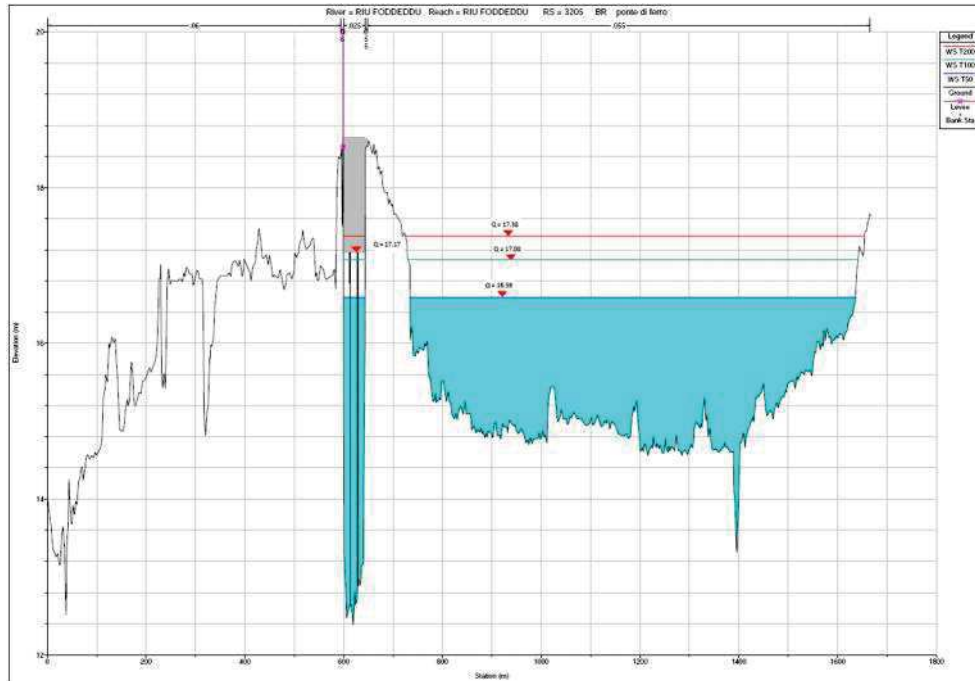


Figura 1.40 – Ponte di ferro con franchi idraulici insufficienti per tutti i tempi di ritorno considerati

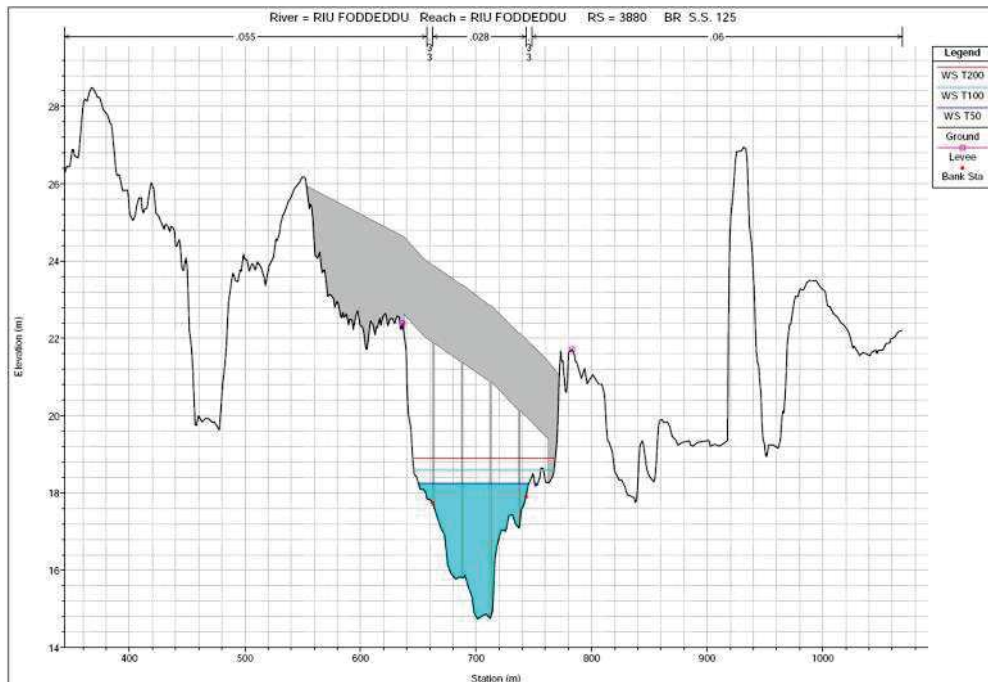


Figura 1.41 – Ponte S.S. 125 sufficiente per tutti i tempi di ritorno considerati



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

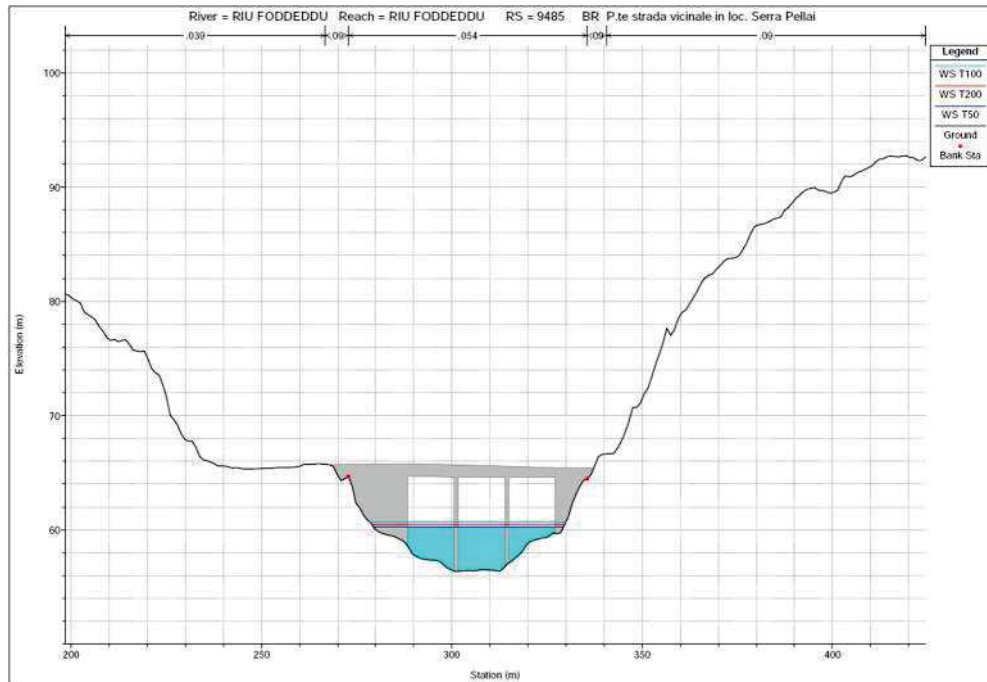


Figura 1.42 – Ponte strada vicinale in loc. Serra Pellai sufficiente per tutti i tempi di ritorno considerati

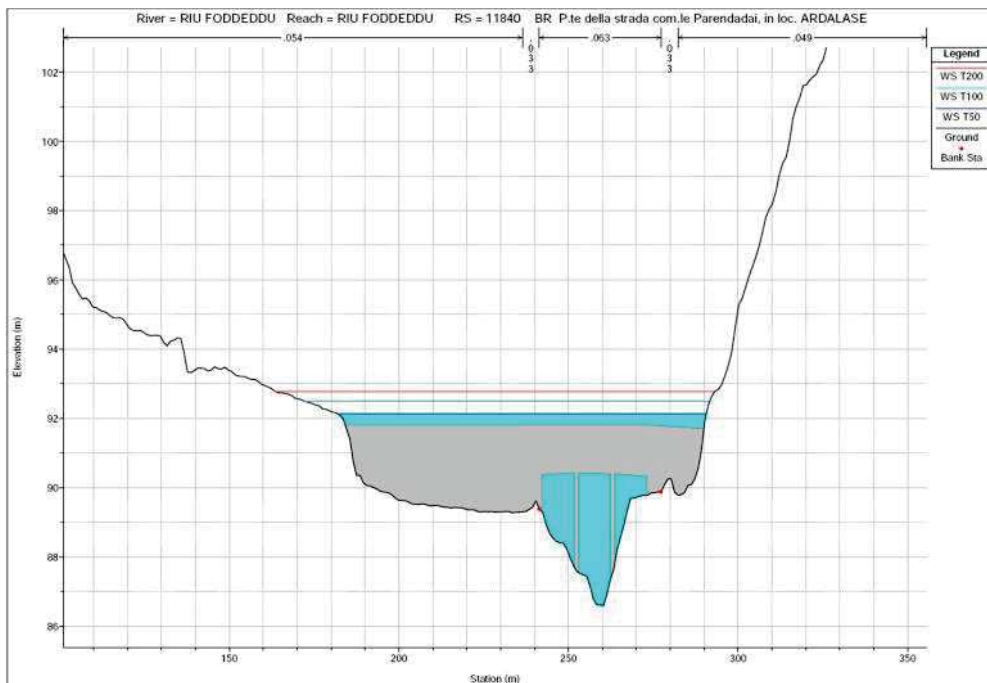


Figura 1.43 – Ponte strada vicinale in Loc. Parendai insufficiente per tutti i tempi di ritorno considerati



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Velocità

Per quanto riguarda le velocità il modello delinea una corrente lenta, con valori che, per la piena cinquantennale, oscillano intorno a 1 m/s nel tratto tra i due ponti e intorno a 3 m/s nella parte valliva arginata; localmente, in corrispondenza di infrastrutture o punti singolari, la velocità arriva fino a un massimo di 5.5 m/s (Figura 1.44).

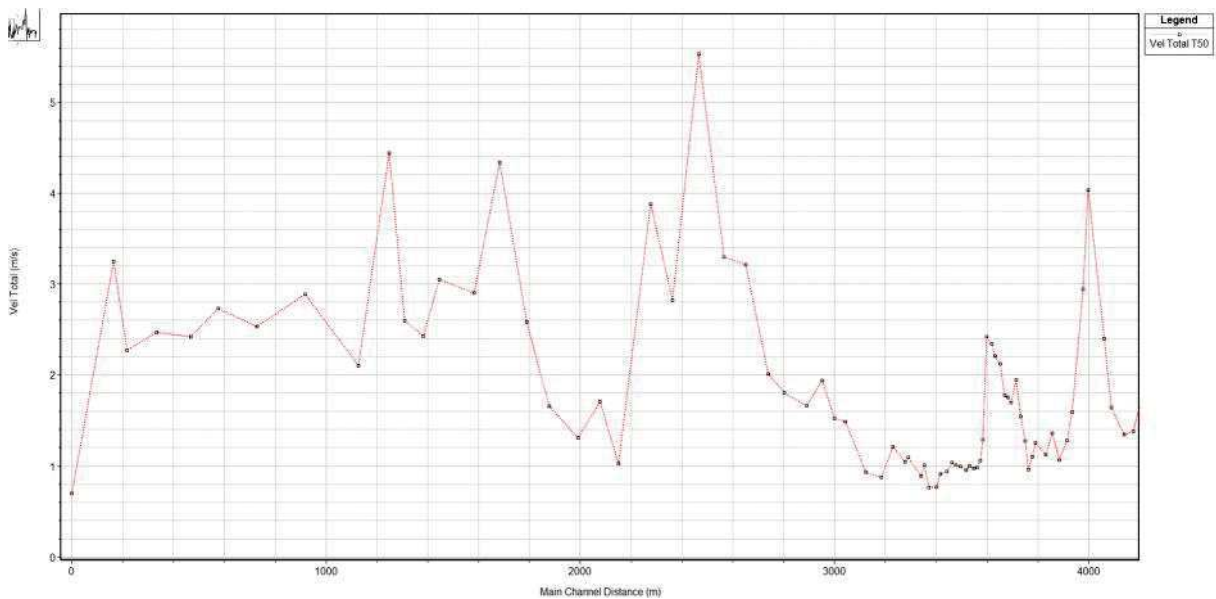


Figura 1.44 –Velocità media della corrente per T50 a valle della SS 125 (dalla progressiva 4000 alla foce)

Portate a franco annullato

In relazione alla necessità di definire i tempi di ritorno che mettono in crisi il rio, il corso d'acqua è stato suddiviso in due tratti il primo compreso tra il ponte della SS 125 e il ponte di ferro, il secondo a valle del ponte di ferro. I risultati evidenziano che il tronco tra i due ponti va in crisi in sponda destra con tempi di ritorno di circa 10 anni in una sezione posta alla progressiva 3592.49 dove la portata decennale transita con un franco di 20 cm. Il tratto a valle del ponte di ferro va in crisi ancora in sponda destra sulla sezione 2954.13 con tempo di ritorno sempre decennale.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

1°Tronco Ponte SS 125 – Ponte di ferro: sponda dx:

Franco idraulico	Sezione modello	Q (m ³ /s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (in sponda destra)	3592.49	130	10
franco annullato	3592.49	150	10

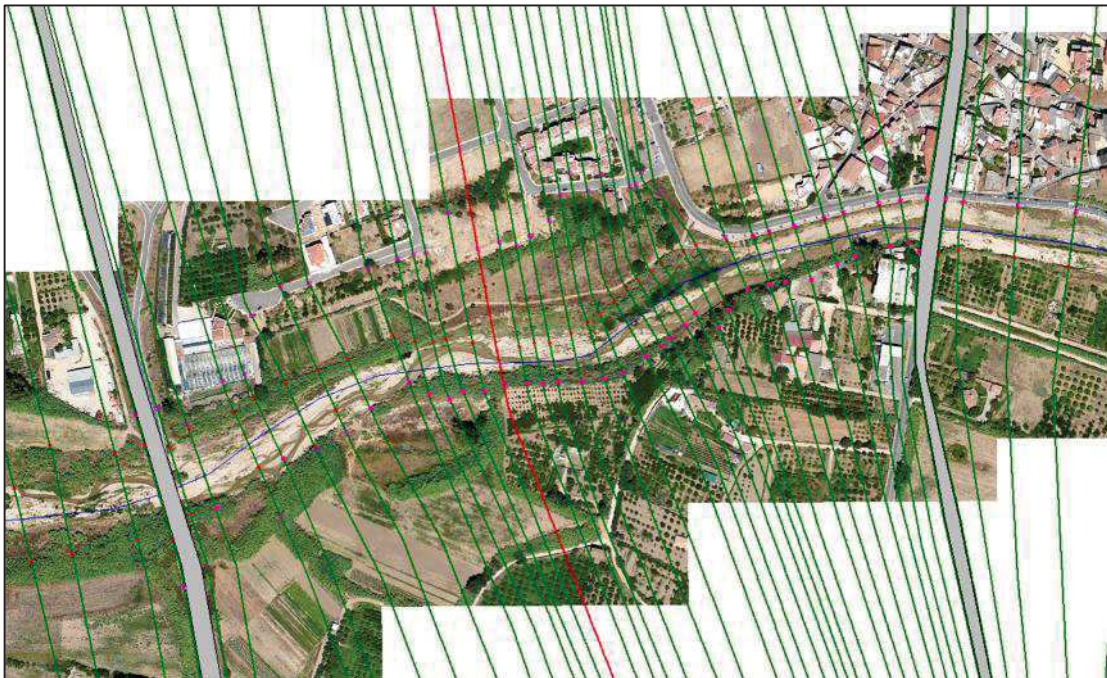
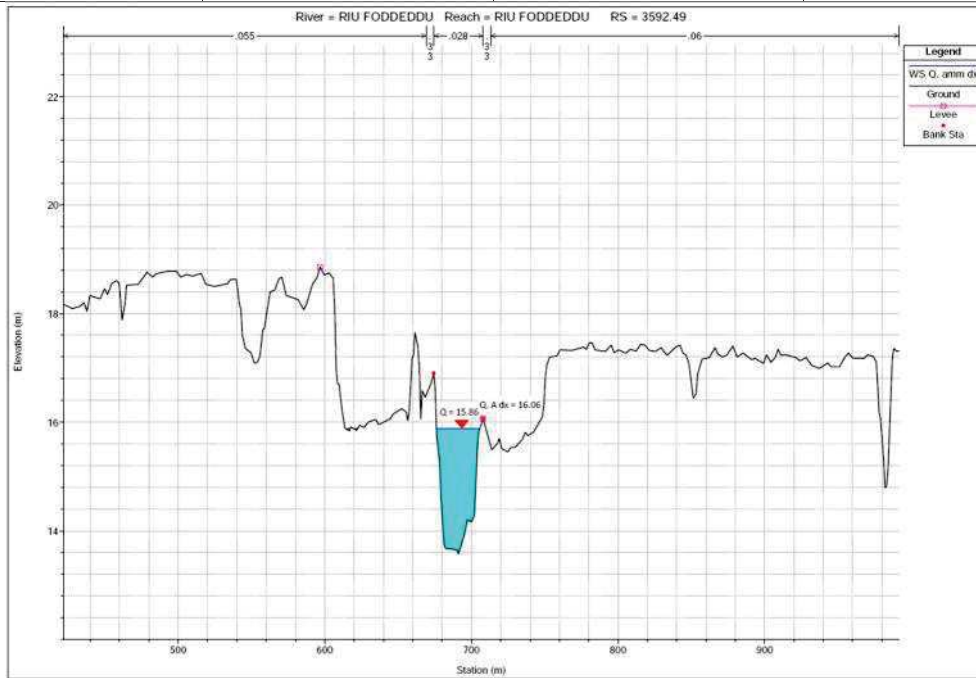


Figura 1.45 – Sezione idraulica di progressiva 3592.49 a franco minimo sulla sponda destra



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

1°Tronco valle Ponte di ferro: sponda dx:

Franco idraulico	Sezione modello	Q (m ³ /s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (in sponda destra)	2954.13	180	10
franco annullato	2954.13	208	10

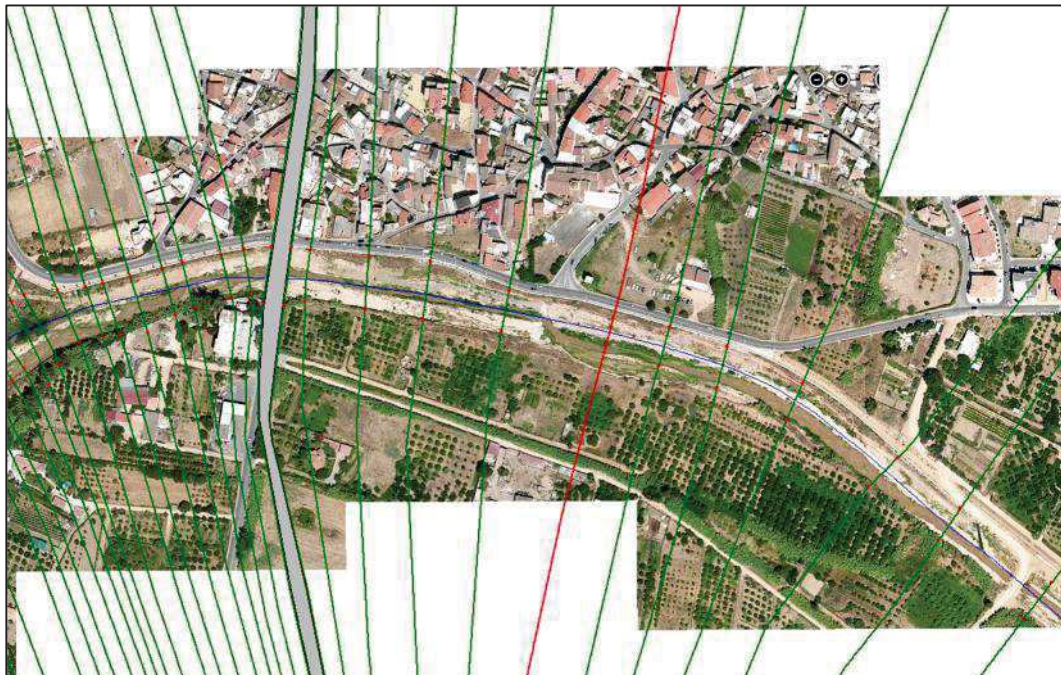
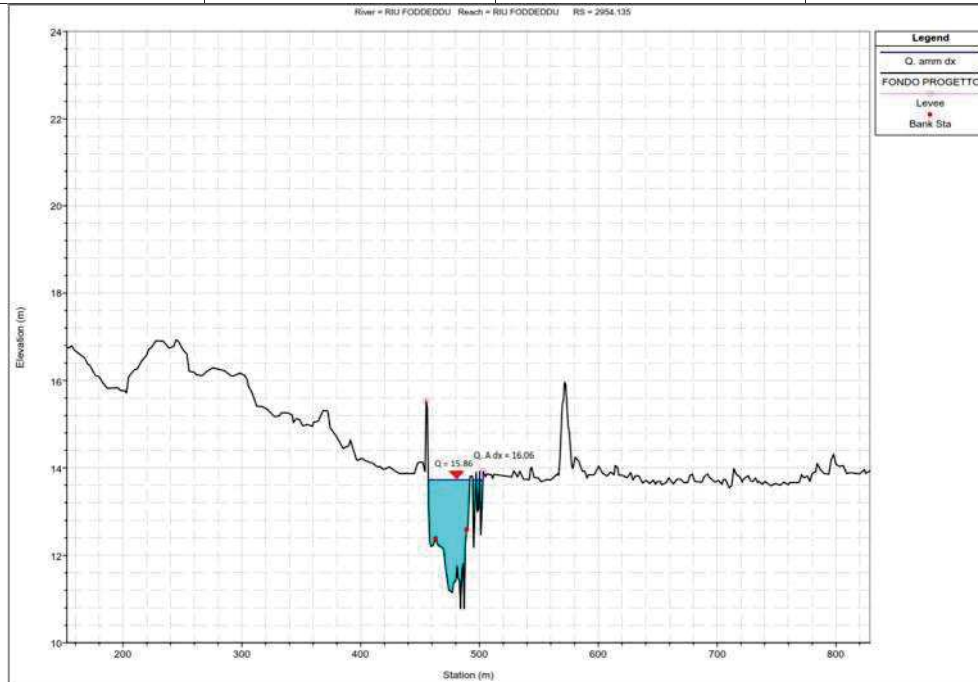


Figura 1.46 – Sezione idraulica di progressiva 2954.13 a franco minimo sulla sponda destra



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Inoltre, sulla base delle analisi idrauliche effettuate sono stati calcolati i volumi idrici che determinano l'allagamento delle aree perimetrate: il valore è stato ottenuto sommando i valori del battente idrico calcolati come indicati nel dataset di allagamento (in formato GRID) determinato per ciascuno dei tempi di ritorno di calcolo.

Tabella 1.7 - Volumi di allagamento allo stato attuale

Tr (anni)	W (m ³)
50	2'050'218
100	2'587'765
200	2'964'098



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

2 Analisi idraulica degli scenari di intervento

2.1 GEOMETRIA DEGLI ELEMENTI CONSIDERATI NELLA SIMULAZIONE

Sulla base dei risultati conseguiti nell'analisi dello stato attuale, sono state considerati i seguenti interventi:

- 1 A.1 NUOVO ARGINE DX TRA I DUE PONTI SC 1
- 2 A.2 NUOVO ARGINE DX TRA I DUE PONTI SC 2
- 3 B.1 SOPRALZO MURO DI VIA FODDEDDU SC 1
- 4 B.2 SOPRALZO MURO DI VIA FODDEDDU SC 2
- 5 B.3 SOPRALZO MURO DI VIA DELLE LAVANDAIE SC 2
- 6 B.4 NUOVO MURO D'ARGINE SX TRA I DUE PONTI SC 2
- 7 C.1 ADEGUAMENTO ARGINE DX A VALLE DEL PONTE DI FERRO SC 1
- 8 C.2 ADEGUAMENTO ARGINE DX A VALLE DEL PONTE DI FERRO SC 2
- 9 C.3 ADEGUAMENTO ARGINE SX A VALLE DEL PONTE DI FERRO SC 2
- 10 R.1 RISAGOMATURA SEZIONE CON RELATIVA DEMOLIZIONE DI PIAZZALI IN AREA URBANIZZATA SC 2
- 11 R.2 DEMOLIZIONE E DELOCALIZZAZIONE DI EDIFICIO IN AREA A RISCHIO IDROGEOLOGICO SC 2
- 12 D.1 DEMOLIZIONE DEL PONTE DI FERRO TORTOLI SC 2
- 13 G.1 REALIZZAZIONE DEL NUOVO PONTE CON LUCE MAGGIORE SC 2
- 14 S.1 SISTEMAZIONE IDRAULICA AREE SX
- 15 S.2 SISTEMAZIONE IDRAULICA AREE DX
- 16 M.1 MANUTENZIONE ARGINI ESISTENTI O IN ADEGUAMENTO SX VALLE DEL PONTE DI FERRO
- 17 M.2 MANUTENZIONE ARGINI ESISTENTI O IN ADEGUAMENTO DX VALLE DEL PONTE DI FERRO
- 18 M.3 MANUTENZIONE NUOVO ARGINE DX TRA I DUE PONTI SC 1
- 19 M.4 MANUTENZIONE NUOVO ARGINE DX TRA I DUE PONTI SC 2

In conformità con l'articolata previsione delle opere considerate, la rappresentazione modellistica ha studiato due diversi scenari, per ognuno dei quali le opere sono definite nella Tabella 2.8 e nella Tabella 2.9.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Tabella 2.8 – Configurazioni geometriche corrispondenti allo scenario 1

Interventi		um	q.ta
1	A.1 NUOVO ARGINE DX TRA I DUE PONTI SC 1	m	700
2	B.1 SOPRALZO MURO DI VIA FODDEDDU SC 1	m	560
3	C.1 ADEGUAMENTO ARGINE DX A VALLE DEL PONTE DI FERRO SC 1	m	1040
4	S.1 SISTEMAZIONE IDRAULICA AREE SX	ha	205
5	S.2 SISTEMAZIONE IDRAULICA AREE DX	ha	280

Tabella 2.9 – Configurazioni geometriche corrispondenti allo scenario 2

Interventi		um	q.ta
1	A.2 NUOVO ARGINE DX TRA I DUE PONTI SC 2	m	680
2	B.2 SOPRALZO MURO DI VIA FODDEDDU SC 2	m	560
3	B.3 SOPRALZO MURO DI VIA DELLE LAVANDAIE SC 2	m	250
4	B.4 NUOVO MURO D'ARGINE SX TRA I DUE PONTI SC 2	m	520
5	C.2 ADEGUAMENTO ARGINE DX A VALLE DEL PONTE DI FERRO SC 2	m	1270
6	C.3 ADEGUAMENTO ARGINE SX A VALLE DEL PONTE DI FERRO SC 2	m	980
7	R.1 RISAGOMATURA SEZIONE CON RELATIVA DEMOLIZIONE DI PIAZZALI IN AREA URBANIZZATA SC 2	m	200
8	R.2 DEMOLIZIONE E DELOCALIZZAZIONE DI EDIFICIO IN AREA A RISCHIO IDROGEOLOGICO SC 2	m ²	1200
9	D.1 DEMOLIZIONE DEL PONTE DI FERRO TORTOLI SC 2	m	50
10	G.1 REALIZZAZIONE DEL NUOVO PONTE CON LUCE MAGGIORE SC 2	m	80
11	S.1 SISTEMAZIONE IDRAULICA AREE SX	ha	205
12	S.2 SISTEMAZIONE IDRAULICA AREE DX	ha	280

2.2 CONDIZIONI AL CONTORNO E PORTATE

Ciascuna delle configurazioni modellistiche è stata sviluppata in completa coerenza con quanto previsto dalla relazione idrologica allegata alle elaborazioni del PSFF.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

2.3 RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA DEGLI SCENARI

2.3.1 Corrente idrica e dimensionamento delle arginature scenario 1

In termini dimensionali lo scenario 1 prevede:

- un nuovo argine in destra tra i due ponti di altezza media pari a 2.10 m per una lunghezza totale di 700;
- l'incremento medio di altezza del muro di via Foddeddu pari a 0.50 m per una lunghezza totale di 560 m;
- un soprizzo medio di 2 m dell'argine destro a valle del ponte di ferro per una lunghezza totale di 1040 m;

Nella Figura 2.1 sono riportati in VERDE E MARRONE gli andamenti degli argini rispetto al profilo della piena cinquantenaria: è garantito sempre un franco di 1.20 m.

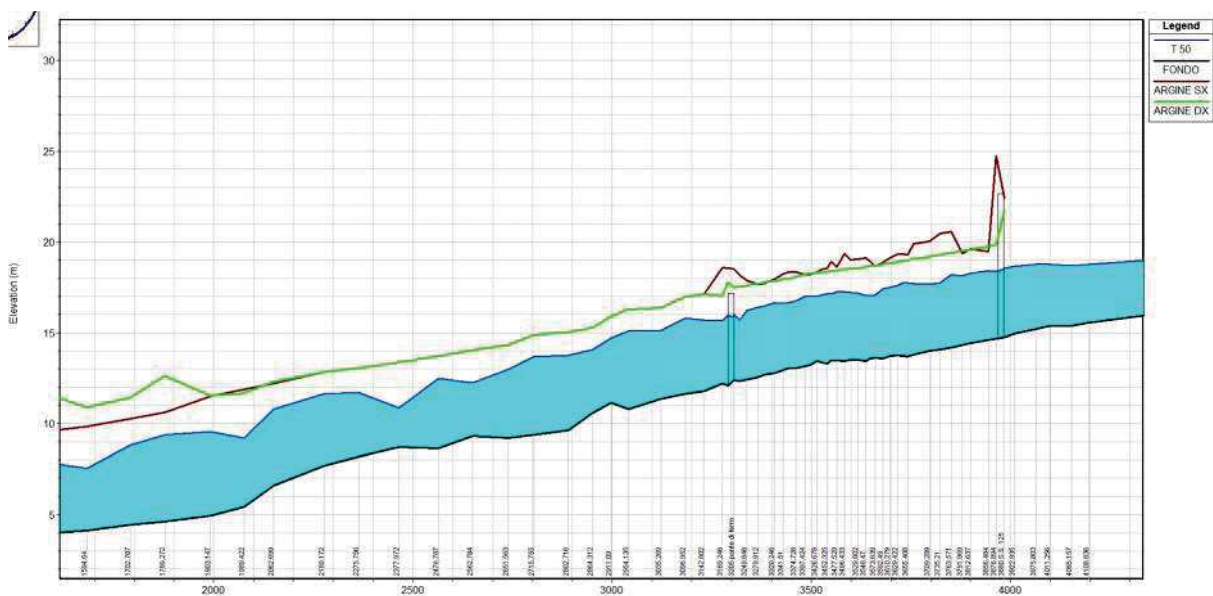


Figura 2.1 – Profilo Scenario 1 (FRANCO MINIMO 1.20 m sulla portata CINQUANTENNALE)



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

2.3.2 Corrente idrica e dimensionamento delle arginature scenario 2

In termini dimensionali lo scenario 2 prevede:

- un nuovo argine in destra tra i due ponti di altezza media pari a 2.60 m per una lunghezza totale di 700;
- l'incremento medio di altezza del muro di via Foddeddu pari a 0.80 m per una lunghezza totale di 560 m;
- l'incremento medio di altezza del muro di via delle Lavandaie pari a 0.60 m per una lunghezza totale di 250 m;
- un nuovo muro d'argine in sx idraulica tra i due ponti (via Rossini) di altezza media pari a 0.75 m per una lunghezza totale di 520.
- un sopralzo medio di 2.70 m dell'argine destro a valle del ponte di ferro per una lunghezza totale di 1270 m;
- un sopralzo medio di 0.70 m dell'argine sinistro a valle del ponte di ferro per una lunghezza totale di 980 m;
- l'intervento di risagomatura con abbassamento del piano di golena medio di 1.10;
- la delocalizzazione dell'edificio con perequazione in altro sito sicuro;
- la demolizione del ponte a 3 campate di luce complessiva di 45 m e la costruzione di un nuovo ponte a 5 campate con luce complessiva di 100 m;
- la sistemazione idraulica delle aree in sponda destra e sinistra per un totale di 485 ha;

Nella Figura 2.2 sono riportati in VIOLA E MAGENTA gli andamenti degli argini rispetto al profilo della piena duecentennale: è garantito sempre un franco di 1.20 m.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

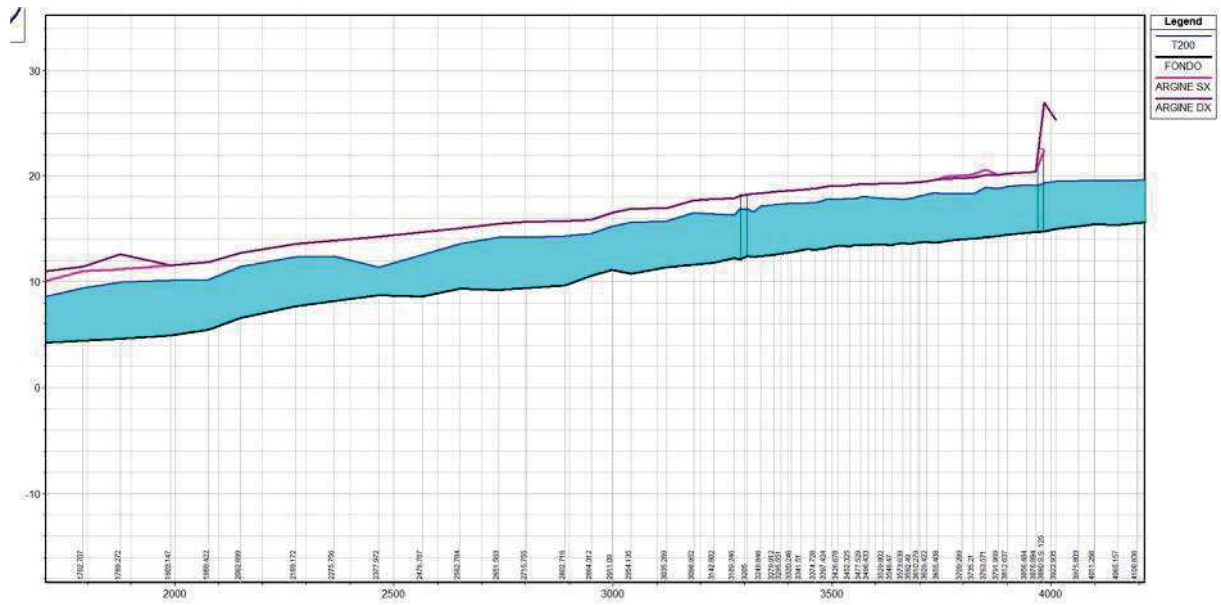


Figura 2.2 - Profilo Scenario 2 (FRANCO MINIMO 1.20 m sulla piena DUECENTENNALE in celeste)



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

2.3.3 Velocità in scenario 1 e 2

L'analisi idraulica ha permesso di determinare le velocità della corrente in 5 zone di ciascuna sezione trasversale relativa a ciascuna delle configurazioni di scenario. In particolare, nella Figura 2.3 sono riportati in grafico i valori di velocità totale nelle sezioni trasversali per la situazione attuale o scenario 0, per lo scenario 1 e per lo scenario 2, permettendo un confronto dei valori come modificati in relazione agli interventi modellati.

Si può osservare che nel passaggio dallo scenario 0 agli scenari 1 e 2 si hanno sostanziali modifiche di velocità legate chiaramente alle conseguenze del contenimento arginale, per cui la velocità totale passa da un valore medio di 1/1.5 m/s a circa 3 m/s.

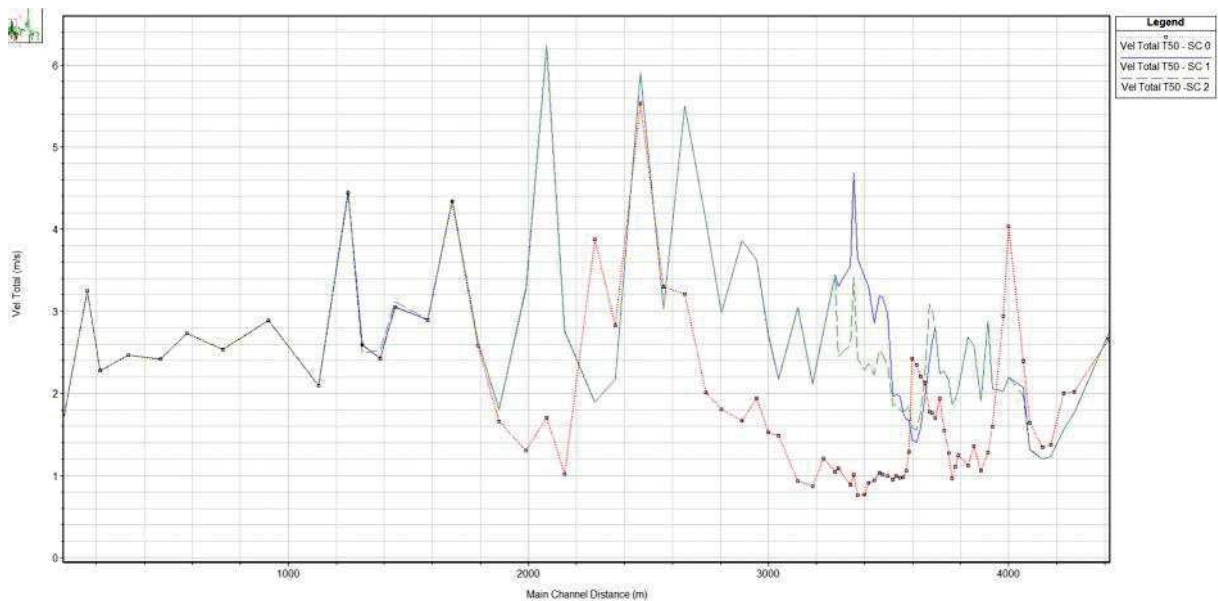


Figura 2.3 – Profilo di velocità lungo il tronco studiato per gli scenari 0, 1, 2 con T = 50 anni.