



COMMISSARIO DELEGATO

OCDPC 482/2017

REGIONE TOSCANA

SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO INFERIORE E COSTA

INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO ARDENZA E PRINCIPALI AFFLUENTI

PROGETTO ESECUTIVO STRALCIO 4

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO
Ing. Francesco PISTONE

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Francesco PISTONE

UFFICIO DI PROGETTAZIONE



PRIMA INGEGNERIA STP
Progettazione idraulica e marittima
www.primaingegneria.it
Società Certificata ISO 9001:2015

Ing. Maurizio Verzoni
Ing. Pietro Chiavaccini
Ing. Nicola Buchignani
Ing. Iunior Nicola Verzoni

CODICE PROGETTO

2017ELI0085

PT233-17-ARD-PES4-RGEN-01

OGGETTO ELABORATO

Relazione Generale

	Soggetto competente	Data	Firma	ELABORATO
Emesso	Ing. Pietro Chiavaccini	Febbraio 2019		RGEN
Visionato	Ing. Maurizio Verzoni	Febbraio 2019		
Confermato	Ing. Francesco Pistone			

Livorno - Via Aristide Nardini 31, 57125

INDICE

1.	PREMESSA.....	5
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3.	ANALISI IDRAULICA DELLO STATO ATTUALE	7
4.	RELAZIONE TECNICA	9
4.1	Argini in terra	12
5.	QUADRO ECONOMICO	13
6.	CONCLUSIONI.....	13

1. PREMESSA

Con incarico della Regione Toscana, Commissario Delegato O.C.D.P.C. n. 482/2017, è stata affidato l'incarico a questa Società, di redazione del progetto di fattibilità tecnico-economica del Rio Ardenza e dei suoi principali affluenti (F. del Molino, F. Vallecorsa e F. Forconi) con l'obiettivo di valutare diverse alternative progettuali al fine di mettere in sicurezza idraulica il corso d'acqua nei confronti della portata idrica con tempi di ritorno 200 anni (con rispetto del franco di sicurezza pari a 1 mt e 1.5m in corrispondenza dei nuovi attraversamenti) e nei confronti della portata idrica stimata in occasione dell'evento pluviometrico estremo (stimato con tempo di ritorno di circa 500 anni) del 10 settembre 2017 (rispetto senza franco di sicurezza).

In occasione di tale evento pluviometrico estremo, il Rio Ardenza ha manifestato criticità idrauliche diffuse lungo l'intera asta e in corrispondenza degli attraversamenti, provocando importanti danni economici e la perdita di vite umane.

Nel progetto di fattibilità, si è analizzato lo stato attuale con portata con tempo di ritorno di 200 anni e con la portata stimata per l'evento pluviometrico avvenuto. L'analisi numerica è proseguita anche per le soluzioni progettuali proposte nel progetto di fattibilità.

I principali dati a disposizione sono il rilievo topografico del Geom. Bennati, il dato Lidar 2009 e i dati idrologici dell'evento e per il tempo di ritorno di 200 anni sono forniti dal Prof. Ing. Castelli attraverso la Regione Toscana.

Nel progetto di fattibilità si sono analizzati a che vari scenari ed ipotesi di lotti di realizzazione degli interventi. In particolare:

- I stralcio corrispondente all'intervento in somma urgenza che è in corso di ultimazione e che prevede una sistemazione generale del tratto terminale con allargamento dell'alveo di magra e rinforzi arginali specialmente in destra idraulica;
- II stralcio: spostamento dell'immissione del fosso Forcone nel Rio Ardenza a valle del ponte di Via Mondolfi;
- III stralcio: miglioramento della capacità di deflusso del Rio Ardenza nel tratto tra via Mondolfi e via Grotta delle fate con un rivestimento in cemento al fine di aumentare la velocità nel tratto e ridurre i tiranti idrici;
- IV stralcio: spostamento delle arginature tra via Grotta delle fate e la variante Aurelia nella posizione definitiva con allargamento del corso d'acqua;
- V stralcio: rifacimento del ponte di via Monterotondo e risagomatura alveo fino alla confluenza con il fosso del Molino;
- Completamento degli interventi:
 - nuovo ponte ai 3 ponti

- nuovo ponte in via di Collinet ed allargamento della sezione tra la variante Aurelia e la confluenza del fosso del Molino con rettifica del tracciato; tale modifica comporta il rifacimento della confluenza con il fosso di Vallecorsa con adeguamento d'alveo e nuovo ponte su Via di Collinet;
- rimozione della briglia in prossimità dello "Stillo" ed adeguamento sezione d'alveo fino al ponte sulla SP8;
- rifacimento del ponte sulla SP8;
- adeguamento degli affluenti con nuove arginature ed adeguamenti di sponda (Fosso Forconi a monte ponte via della Fontanella, stombamento fosso Vallecorsa, sostituzione ponte via di Monterotondo sul fosso del Molino, protezioni arginali e spondali in prossimità delle curve sul fosso del Molino).

Il presente progetto tratta specificatamente il stralcio 4 che consiste nella realizzazione di un allargamento dell'alveo con spostamento degli argini nel tratto tra il ponte di via Grotta delle fate e la Variante Aurelia interessando anche la zona immediatamente a monte con la costruzione di due argini remoti.

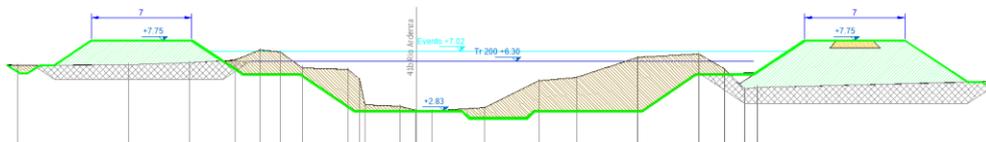


Figura 1 Sezione di intervento del solo stralcio 4

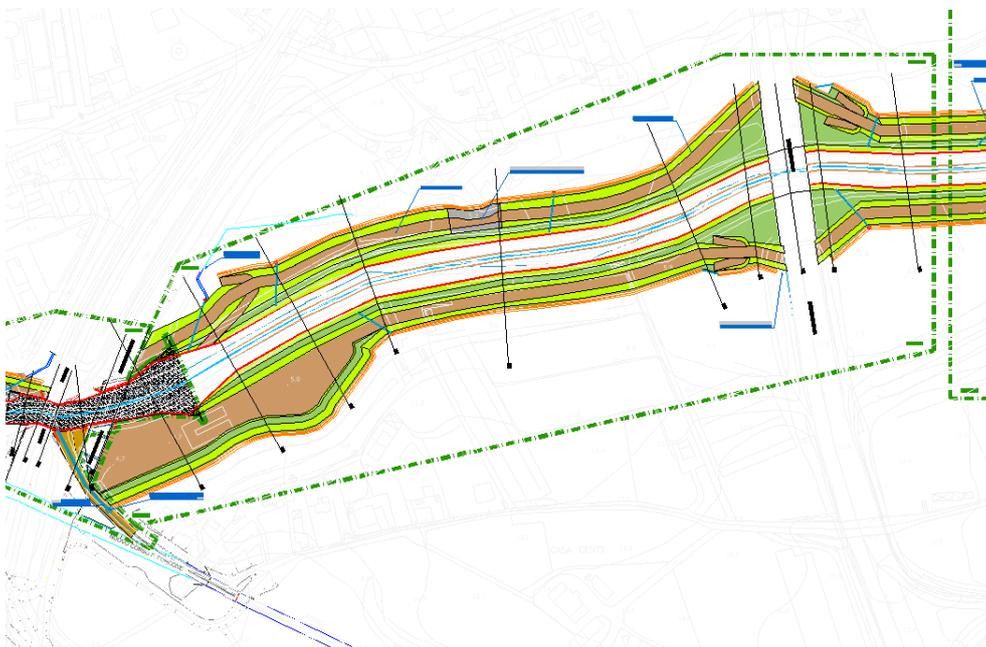


Figura 2 Planimetria intervento del solo stralcio 4

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Rio Ardenza ha origine al Poggio Lecceta a circa 460 mt sul LMM, l'altitudine media è di circa 134 mt, ha un bacino idrografico di circa 21 kmq ed i principali affluenti sono il Fosso del Molino, il Fosso di Vallecorsa ed il Fosso Forcone (alimentato dal Fosso della Giorgia e dal Fosso delle Casine). L'asta principale, che termina in mare in zona Tre Ponti, ha una lunghezza di 9.6 km. A valle del ponte di via Monterotondo (collegamento con via di Popogna), il Rio presenta per lunghi tratti argini in terra. In Figura 3 si riporta l'inquadramento territoriale del Rio e dei suoi affluenti.

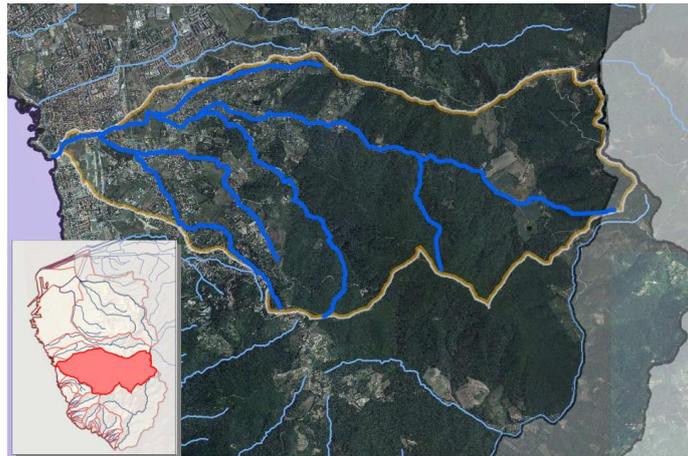


Figura 3. Inquadramento territoriale con evidenziato il bacino idrografico

3. ANALISI IDRAULICA DELLO STATO ATTUALE

Come meglio approfondito nella relativa relazione idrologica – idraulica, si sono eseguite delle simulazioni numeriche considerando il Rio Ardenza allo stato attuale (prima dell'evento del 10 settembre 2017) e con portate idriche corrispondenti ad un tempo di ritorno di 200 anni e per l'evento del 10 Settembre così come ricostruito dal Prof. Castelli.

In Figura 4 si riportano i tiranti idrici massimi di esondazione per l'evento con Tr200 anni: si osserva come gli allagamenti siano diffusi lungo tutto l'asta fluviale, sia in destra che sinistra idraulica. Per altro, gli affluenti non sembrano provocare particolari fenomeni di esondazione se non nei tratti prossimi alla confluenza con il Rio Ardenza.

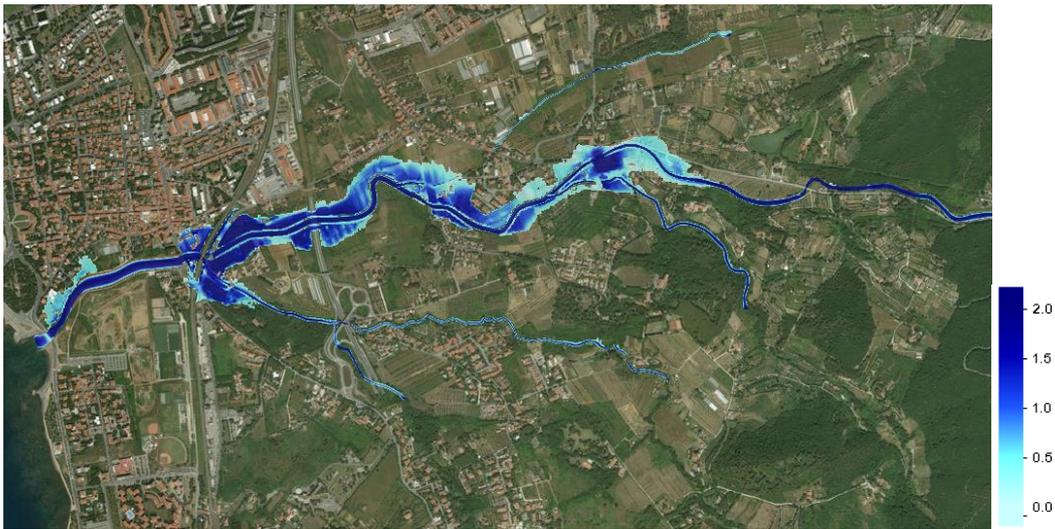


Figura 4 Tiranti idrici massimi di esondazione per evento con Tr200 anni

Analogamente, per l'evento di piena del 10 settembre 2017, si riportano in Figura 5 i tiranti idrici massimi di esondazione causati dall'evento e secondo la simulazione numerica svolta. Nella stessa immagine, in nero, è riportata anche la perimetrazione delle aree allagate a seguito dell'evento così come sono state riscontrate dai Tecnici di Regione e Comune. Tali aree, generalmente, sono maggiori rispetto a quelle determinate con la simulazione numerica in quanto, principalmente, su queste aree incidono anche i fenomeni di "drenaggio locale" non considerati nella simulazione numerica svolta.

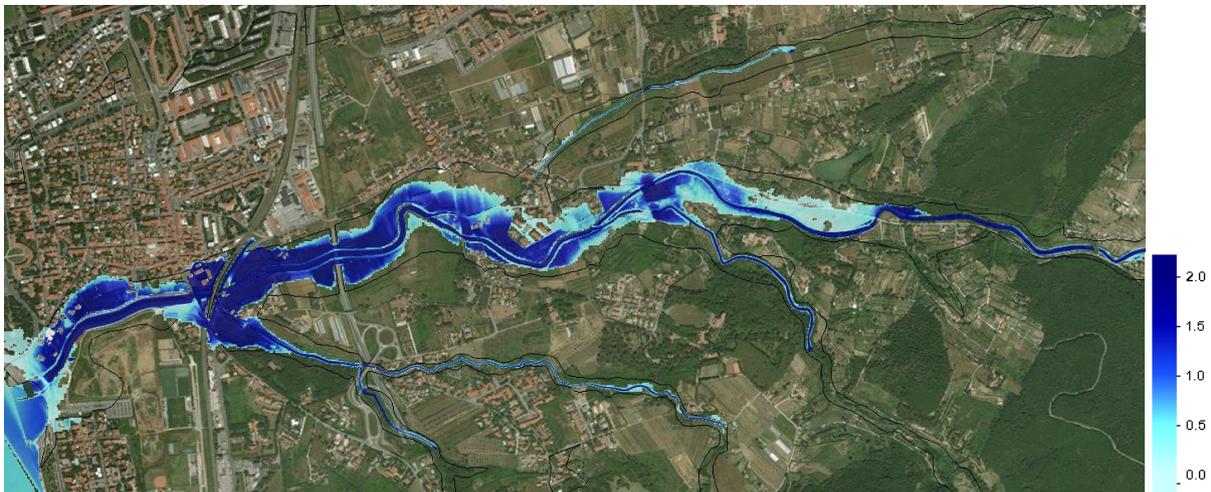


Figura 5. Tiranti idrici massimi di esondazione per l'evento del 10 settembre 2017 e perimetrazione in rosso delle aree allagate secondo i rilievi dei Tecnici di Regione e Comune

Confrontando le simulazioni svolte per $Tr=200$ anni e per l'evento del 10 settembre, si osserva come in quest'ultimo caso i tiranti idrici delle esondazioni siano maggiori e che, come in effetti è avvenuto, vi siano esondazioni anche in corrispondenza del Ponte di via di Popogna.

4. RELAZIONE TECNICA

Lo stralcio 4 del presente progetto è subordinato alla preventiva e completa realizzazione dello spostamento del nodo Forconi a valle del ponte di via Mondolfi (stralcio 2), al completamento degli interventi di somma urgenza nel tratto fino alla foce (stralcio 1) ed alla realizzazione dello stralcio 3.

Lo scenario 4 parte dal presupposto di migliorare le condizioni di deflusso in un tratto critico ottenendo un abbassamento dei tiranti idrici con beneficio per il deflusso di monte. Inoltre la realizzazione di un'arginatura che si attesta sul rilevato della Variante Aurelia consente di evitare il passaggio delle acque di esondazione che da monte della Variante si riversano verso valle passando per le pile del ponte

L'argine avrà una larghezza di circa 7 m e pendenza delle scarpe 3:2 ad eccezione di un breve tratto in cui per limitare le interferenze con l'edificato esistente si contiene in una larghezza di 4m. In questo tratto è prevista una protezione in materassi Reno (che saranno ricoperti da uno strato di terra di circa 30 cm). In sinistra idraulica è previsto l'inserimento in sommità arginale di una pista ciclabile a doppio senso (larghezza 2 m) che potrà poi essere ulteriormente sviluppata per dare la possibilità di fruizione turistico-ricreativa dell'intera asta fluviale. Detta pista sarà portata a livello della golena per sottoattraversare la Variante Aurelia.

Dall'analisi delle esondazioni i sormonti arginali che si verificano a monte della Variante Aurelia in destra e sinistra idraulica convogliano le acque verso valle scorrendo ai piedi esterni degli argini senza riconfluire in alveo a causa della presenza degli argini stessi (Figura 6, Figura 7 e Figura 8).



Figura 6 Stralcio 4 -acque provenienti da monte della Variante Aurelia (t=1:15 dall'evento- esondazioni in destra)

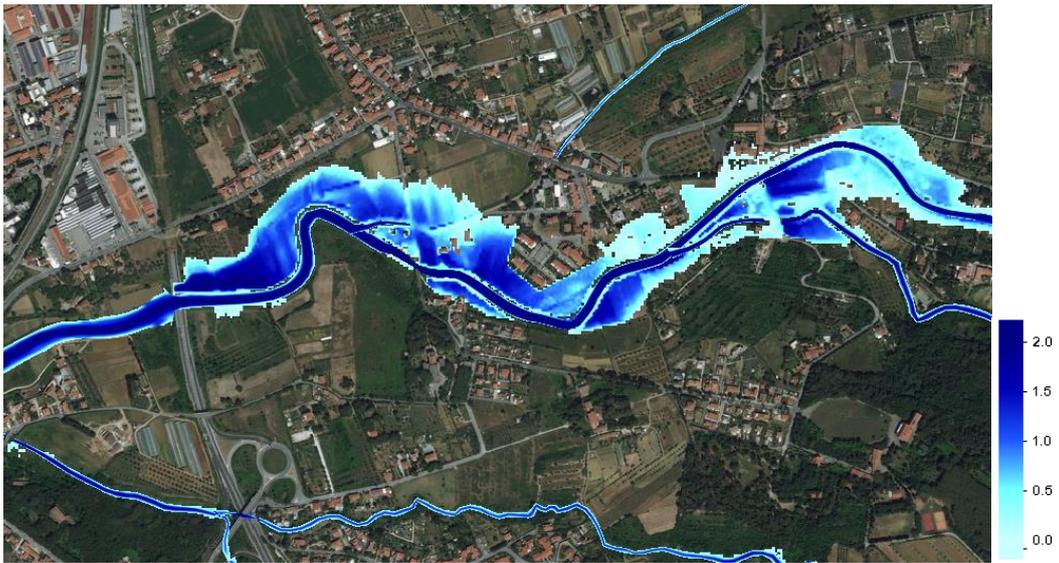


Figura 7 Stralcio 4 -acque provenienti da monte della Variante Aurelia (t=1:35 dall'evento- esondazioni in sinistra)

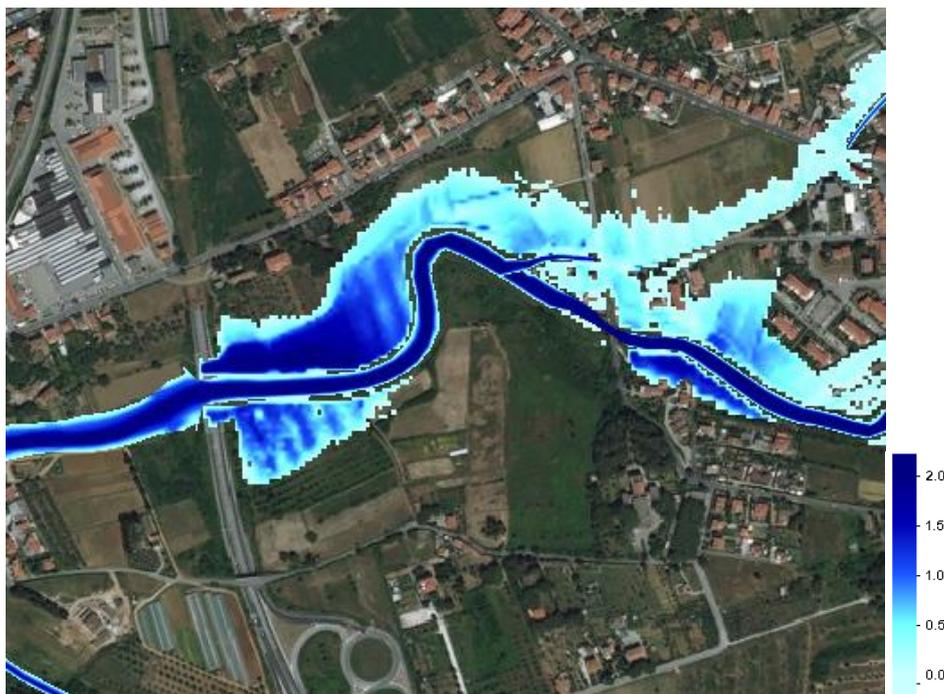


Figura 8 Stralcio -4 acque provenienti da monte della Variante Aurelia (t=2:30 dall'evento)

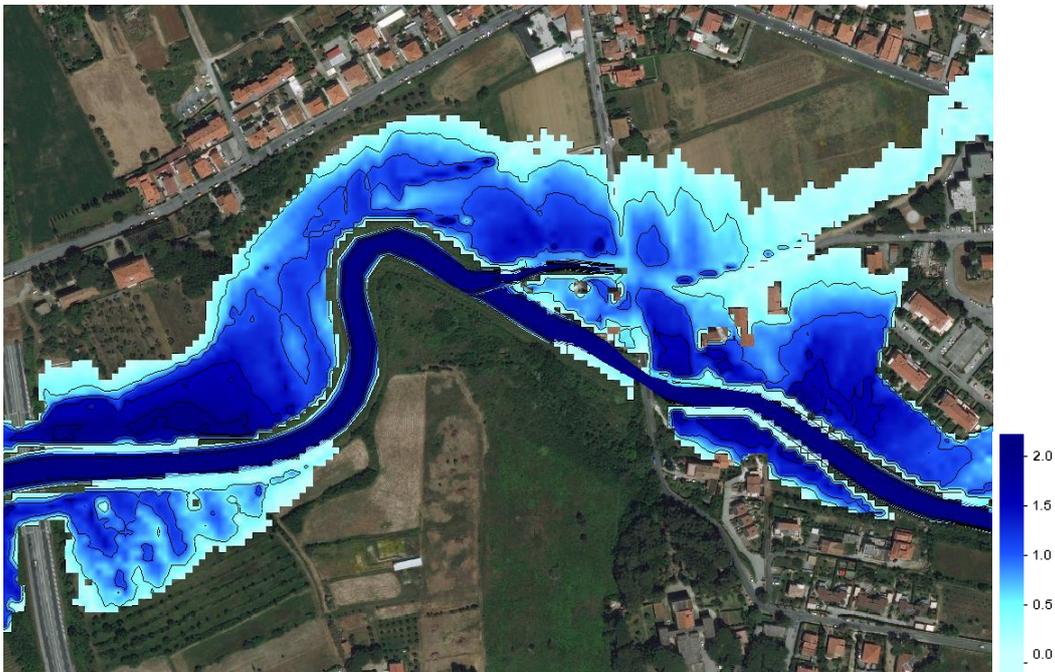
La configurazione proposta consente comunque una riduzione del rischio, principalmente per i minori tiranti idrici con cui l'acqua defluisce nel tratto con benefici anche per i deflussi di monte.

Per questione di gestione delle terre e rocce da scavo (saranno impiegate anche quelle provenienti dallo stralcio 2) si prevede la realizzazione degli argini in terra e l'allargamento dell'alveo alla sezione definitiva (ad eccezione del tratto a cavallo della Variante Aurelia che sarà completato in una successiva fase) . Lo scenario a sistemazione completa dello stralcio 4 per $T_r=200$ anni è riportato in Figura 9.



Figura 9 Esondazioni stralcio 4 -Tr200 anni

Il modesto aumento della capacità di deflusso nel tratto non produce aggravio di rischio. Le acque di esondazione che provengono da monte della variante Aurelia vengono intercettate da due argini remoti posizionati in destra e sinistra idraulica a monte della variante stessa. Il modesto invaso creato non determina aumento aggravio dei tiranti idrici massimi nella zona di Collinaia. L'aumento dei tiranti si ha invece in zona non abitata senza pertanto aggravio di rischio (Figura 10).



Scenario 3

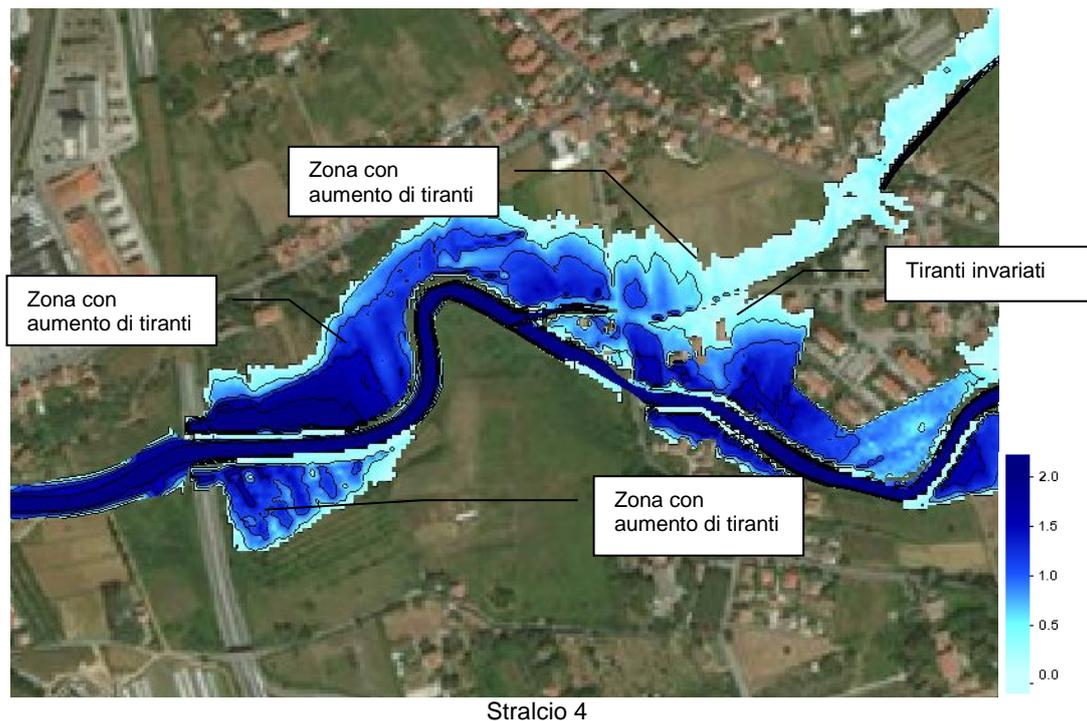


Figura 10 Variazione di tiranti idrici nella zona di Collinaia tra stralcio 3 e 4

4.1 Argini in terra

Nella relativa relazione di calcolo e fascicolo dei calcoli, sono svolte le analisi e verifiche dei nuovi argini in terra. Questi sono stati calcolati con una larghezza in sommità di 7 m (in modo da contenere la pista ciclabile), condizione che assicura maggiore stabilità all'intero rilevato arginale.

Salvo entrare nello specifico nelle relative parti, in linea generale il criterio di dimensionamento e di verifica, si basa sul considerare l'altezza liquida che si raggiunge nel Rio Ardenza pari alla sommità delle opere: in tal modo l'azione spingente esercitata dall'acqua è anche oltre quella prevista dai livelli liquidi determinati con le simulazioni per tempi di ritorno di 200 anni (compreso franco) ed i livelli liquidi relativi determinati per l'evento pluviometrico del 10 Settembre 2017. Detti livelli liquidi sono stati determinati nell'ipotesi che il Rio Ardenza sia oggetto dell'intero intervento di sistemazione idraulica lungo tutta la sua asta. In effetti, in questa prima fase di interventi stralcio, i livelli liquidi, per eventi estremi, potranno anche raggiungere altezze maggiori dando luogo ad esondazioni con il rischio di danneggiare le opere in c.a. e, soprattutto, gli argini in terra.

Il sovraccarico lungo la sommità degli argini è stato posto pari a 1000 kg/mq (mezzi di servizio per manutenzione del rio).

Sono state eseguite le verifiche sismiche. In caso di sisma si è assunta l'ipotesi che sugli argini non vi sia il sovraccarico (visto l'elevato tempo di ritorno del sisma, la possibilità di contemporaneità del carico con il sisma si ritiene estremamente bassa).

I calcoli numerici eseguiti si basano su ipotesi dei principali parametri geotecnici del terreno riportati nella relazione geotecnica redatta sulla scorta delle necessarie indagini e relazione geologiche eseguite, il dimensionamento e le verifiche sono state eseguite considerando, quando pertinente, le condizioni non drenate e il calcolo dei cedimenti delle opere. Sono state eseguite anche verifiche di permeabilità e filtrazione dell'acqua, anche se in effetti i tempi di piena del Rio sono talmente bassi (nell'ordine delle 3/6 ore), che le verifiche di filtrazione assumono scarsa importanza.

5. QUADRO ECONOMICO

Il quadro economico dello stralcio 4 (vedi elaborato PT233-17-ARD-PES4-QE-00-Quadro economico facente parte del Progetto Esecutivo) presuppone il reimpiego di tutte le terre da scavo provenienti dal lotto 3 che appartiene allo stesso ambito fluviale, per circa 8.000 mc necessari per la realizzazione del lotto 4 nella sua interezza.

e l'utilizzo delle terre provenienti dalla realizzazione del così detto nodo Forconi con la deviazione del Rio Forconi a valle del ponte di via Mondolfi.

Le caratterizzazioni geotecniche e ambientali in corso di esecuzione su tutte le terre potranno confermare l'utilizzo di dette terre e le dimensioni di dettaglio dei manufatti.

6. CONCLUSIONI

L'intervento dello stralcio ha lo scopo di migliorare le condizioni di deflusso in un nodo critico del Rio Ardenza che vede una successione di ponti (Via Grotta delle Fate, Ponte della Ferrovia e Via Mondolfi) che nello stato attuale danno importanti fenomeni di rigurgito. Lo stralcio rappresenta un primo intervento nel più generale intervento di sistemazione che prevede la messa in sicurezza dell'intero corso d'acqua con la logica dell'aumento di capacità di deflusso del corso d'acqua che a sistemazione completa dovrà portare la portata idrologica fino a valle. Lo stralcio 4 prevede realizzazione di nuovi argini tra il ponte di Via Grotta delle fate fino al ponte sulla variante Aurelia con un allargamento dell'alveo di magra fino a circa 20m. Nella sommità dell'argine in destra idraulica è prevista la realizzazione di una pista ciclabile. L'intervento prevede anche la realizzazione di nuovi scarichi della rete di drenaggio che corre lungo il piede arginale, tutti dotati di valvola a clapet per evitare il rigurgito.