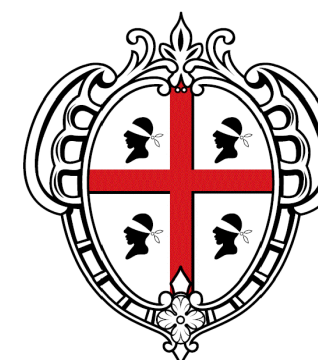




COMMISSARIO STRAORDINARIO  
DELEGATO PER L'ATTUAZIONE DEGLI  
INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL  
DISSESTO IDROGEOLOGICO NELLA  
REGIONE SARDEGNA



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI

# COMUNE DI TULA

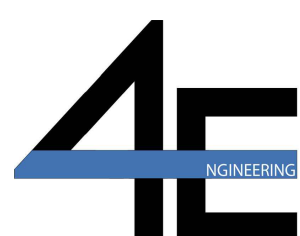
## PROVINCIA DI SASSARI

### Interventi per il superamento delle problematiche idrauliche del canale coperto 20IR139/G1- " Rio Tula"

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

ALLEGATO : <b>RELAZIONE GENERALE</b>				
REVISIONI				ALLEGATO
n°	MODIFICA	DATA	CTRL	A
01	Consegna	Dic. 2021		
				SCALA
				CODICE
				NOTE

Il Progettista:



Studio Associato  
4E-INGEGNERIA  
Dott. Ing. Fabio Cambula

Il Responsabile del Procedimento:

Dott. Agr. Marco Spano

Il Sindaco:

Dott. Andrea Becca

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA E CRITERI DI PROGETTAZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>RICHIESTE DI INTEGRAZIONI E RISCONTRI .....</b>	<b>2</b>
2.1	Riscontri a Nota del Commissario Straordinario Delegato .....	2
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO AREA D'INTERVENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>ASPETTI AMBIENTALI, PAESAGGISTICI, URBANISTICI.....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>ASPETTI GEOMORFOLOGICI.....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>VIABILITA' ED INTERFERENZE.....</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>PIANO DI GESTIONE DELLE MATERIE .....</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>CRITICITA' E INTERVENTI PREVISTI.....</b>	<b>7</b>
8.1	DESCRIZIONE DEI MANUFATTI DI IMBOCCO E SBOCCO DELLA GALLERIA .....	11
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI .....</b>	<b>12</b>
<b>10</b>	<b>QUADRO DI SPESA .....</b>	<b>24</b>

## 1 PREMESSA E CRITERI DI PROGETTAZIONE

La presente relazione illustra le caratteristiche dei lavori denominati *"Interventi per il superamento delle problematiche idrauliche del canale coperto 20IR139G1 – Rio Tula"*, che integra e sviluppa l'intervento denominato *"Interventi di messa in sicurezza idraulica del centro abitato"* inizialmente avviato dal Comune di Tula per la fase del progetto di fattibilità tecnico - economica. La presente stesura tiene conto delle richieste di integrazioni e chiarimento proposte dall'ufficio di Supporto del Commissario Straordinario per il Dissesto Idrogeologico sulla precedente versione del Progetto di fattibilità tecnico economica (anno 2020) e dell'Agenzia del Distretto Idrografico per quanto riguarda lo Studio di Compatibilità Idraulica; nel paragrafo seguente sono illustrati in sintesi i riscontri forniti alle richieste formulate dai suddetti Enti.

## 2 RICHIESTE DI INTEGRAZIONI E RISCONTRI

### 2.1 *Riscontri a Nota del Commissario Straordinario Delegato*

L'ufficio di Supporto al Commissario Straordinario delegato ha formulato alcune richieste di integrazioni e chiarimento con nota n. 1800 del 11/11/2020. I quesiti e relativi riscontri sono riportati di seguito, raggruppando per semplicità quelli afferenti i medesimi temi o elaborati:

- assenza di alcuni elaborati quali: relazione idrologica e idraulica, simulazioni in moto permanente, piano delle indagini geognostiche, particolari costruttivi di imbocco e sbocco galleria;  
**RISCONTRO:** gli elaborati di testo erano già presenti nelle precedenti consegne; con specifico incarico sono stati predisposti i particolari costruttivi richiesti.
- necessità di adeguamento di alcuni elaborati grafici: Tav. 4 (planimetria stato di fatto), Tav. 5 (Planimetria catastale), Tav. 6 (Planimetria interventi), Tav. 9 (particolari attraversamenti);  
**RISCONTRO:** sono stati prodotti tutti gli adeguamenti richiesti.
- aggiornamento del Piano particellare di Esproprio con l'inclusione di alcune particelle interessate dal tracciato delle opere e miglioramento della leggibilità delle indicazioni numeriche.  
**RISCONTRO:** è stato effettuato l'aggiornamento dell'elaborato.
- integrazione ed aggiornamento degli elaborati di testo: Relazione generale (All. A), Studio di prefattibilità Ambientale (All. B), Prime indicazioni sicurezza (All. F).  
**RISCONTRO:** è stato effettuato l'aggiornamento degli elaborati.

- Aggiornamento del Computo metrico Estimativo con i prezzi del Prezzario Regionale della Sardegna 2019. Le verifiche dei franchi di sicurezza idraulica alle NTC 2018 e alle N.A. del PAI, hanno comportato l'incremento dimensionale delle luci di attraversamento con conseguente aumento di costo.

**RISCONTRO:** è stato effettuato l'aggiornamento e rivisitate le misure inerenti le lavorazioni di realizzazione della galleria e quelle di imbocco e sbocco, utilizzando i nuovi grafici di dettaglio dei particolari costruttivi

La predisposizione dei dettagli costruttivi relativi alle opere di imbocco e sbocco della galleria e alle opere di attraversamento stradale, unitamente all'impiego del Prezzario regionale della Sardegna hanno comportato un incremento dei costi di costruzione dell'opera e un importo finale per l'attuazione dell'intervento pari a € **6.700.000,00**.

La finalità dell'intervento è di mettere in sicurezza il centro abitato rispetto al rischio idraulico connesso alle piene del Rio Tula, che lo raggiunge con alveo inciso e adeguatamente sistemato ma che, proseguendo verso valle, lo attraversa in direzione nord - Ovest e Sud - Est con un canale artificiale interrato la cui capacità di trasporto risulta essere inferiore a quella necessaria in base ai criteri previsti dal P.A.I..

Per porre rimedio a tale criticità si prevede di intercettare le portate di piena eccezionale del Rio Tula, a monte dell'edificato, e di convogliarle verso il bacino idrografico del corso d'acqua noto con il nome di "Asta 120905", situato a Est del centro abitato, anch'esso appartenente al sub - bacino idrografico del Coghinas. L'obiettivo sarebbe raggiunto mediante la realizzazione di un tratto in galleria e tramite il reticolo idrografico naturale di cui si prevede l'adeguamento della sezione nei tratti coinvolti dalle nuove portate, inclusi gli attraversamenti della viabilità interferente.

Si specifica che tale soluzione progettuale è stata definitivamente adottata, in accordo con gli Enti Regionali preposti al controllo ed al rilascio delle autorizzazioni e con il Comune di Tula, a seguito della redazione dello **Studio di Fattibilità** per la mitigazione del rischio idraulico a carico dell'abitato di Tula, la cui necessità è emersa nell'ambito dell'istruttoria del primo progetto preliminare generale.

Nel suddetto Studio sono state esplorate più soluzioni alternative tra loro, confrontandole in relazione ai costi da sostenere ed ai benefici attesi, basate su principi fondamentali quali:

- evitare per quanto possibile la sola costruzione di una nuova linea di deflusso tombata, ma **associare ad un eventuale incremento di sezione, la realizzazione di tratti completamente a cielo aperto**;
- realizzare eventuali **aree di laminazione** a monte del tratto tombato;
- valutare soluzioni che in caso di piena prevedano di **evitare l'ingresso delle acque del Rio Tula nel centro edificato**, realizzando quindi nuove linee di deflusso esterne all'abitato;
- perseguire l'obiettivo di messa in sicurezza o almeno mitigazione del rischio idraulico con l'attuazione di una **combinazione di azioni**.

La soluzione adottata si è rivelata nel complesso la più adeguata sotto l'aspetto tecnico - prestazionale, paesaggistico - ambientale ed economico - finanziario.

La problematica viene affrontata tenendo conto delle implicazioni di carattere ambientale e paesaggistico connesse con la realizzazione delle opere, adottando la metodologia di analisi e calcolo prevista dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e tenendo presenti le Direttive emanate nel corso del 2015 dall'Agenzia del

Distretto Idrografico in materia di gestione dei canali tombati, con particolare riferimento all'attuazione degli interventi strutturali di mitigazione e/o messa in sicurezza in casi come quello in esame.

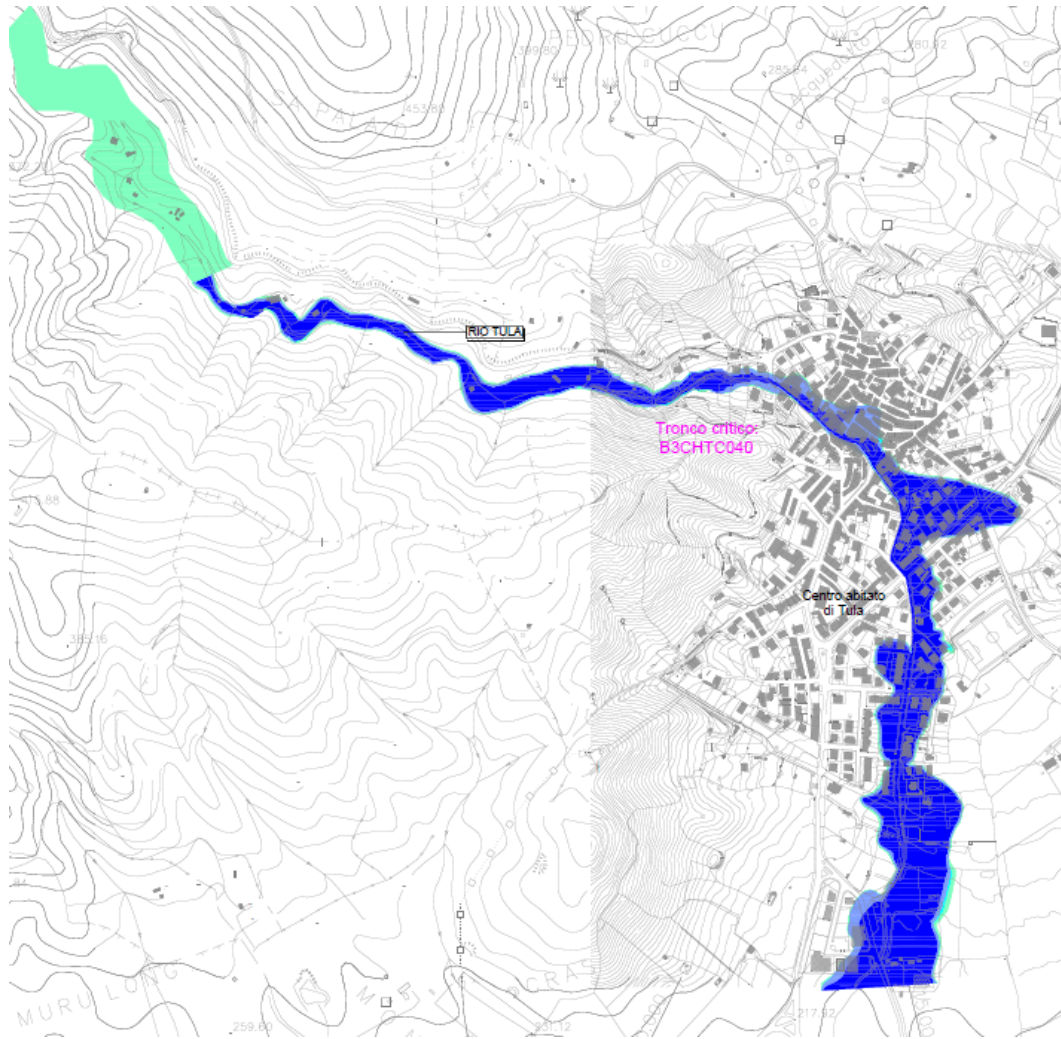
Con le opere suddette sarà possibile evitare che le portate di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni attraversino il centro abitato che pertanto sarà libero da aree idraulicamente pericolose e da considerarsi sicuro rispetto al rischio idraulico valutato come previsto dal PAI.

dei siti è stata effettuata in accordo con l'Amministrazione comunale di Tula, alla luce delle priorità d'intervento da attuare con le somme finanziarie disponibili.

I principali criteri di progettazione adottati sono descritti di seguito:

- individuare le priorità alla luce delle esigenze della Stazione Appaltante e del finanziamento disponibile;
- perseguire l'obiettivo primario della mitigazione del rischio idrogeologico prodotto dalla pericolosità idraulica a carico del centro abitato di Tula;
- individuare soluzioni tecniche di minimo impatto paesaggistico e ambientale;
- prevedere l'adozione di soluzioni che minimizzino i costi di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- rispettare le diverse normative di settore nei seguenti ambiti principali: opere pubbliche, sicurezza nei luoghi di lavoro, strade, costruzioni in cemento armato, difesa del suolo;
- adottare i margini di sicurezza prescritti dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni e dalle recenti Direttive dell'Autorità di Bacino Regionale.

Si riporta di seguito la carta delle pericolosità idraulica nello stato ante-operam.



*Figura 1 - aree di pericolosità idraulica - ANTE OPERAM*

### **3 INQUADRAMENTO AREA D'INTERVENTO**

Il comune di Tula è situato nella parte centro - settentrionale del territorio regionale e confina a Nord con il comune di Tempio Pausania, a Est con quello di Oschiri, a Sud - Ovest con il comune di Ozieri e ad Ovest con quello di Erula.

Le aree di intervento sono situate in agro del Comune di Tula e si sviluppa a partire dalla parte Nord - Ovest dell'abitato, fino alla zona a Sud dello stesso, in località "Monte Udolo".

Tali aree sono individuate nelle tavole cartografiche al Foglio n. 460 - Sezione I "Tula" della Carta Topografica d'Italia I.G.M. del 1995, alla scala 1:25.000 e nelle Sezioni 460080 della Carta Tecnica Regionale C.T.R., alla scala 1:10.000.

### **4 ASPETTI AMBIENTALI, PAESAGGISTICI, URBANISTICI**

Le aree in esame non sono individuate nel piano paesaggistico regionale in ambiti costieri. Dal punto di vista ambientale, secondo quanto riportato nella cartografia del Piano Paesaggistico Regionale, ricadono in parte tra le aree interessate dalla presenza di “*Boschi*”, appartenenti sia alla categoria delle “*Aree naturali e subnaturali*” che a quella delle “*Aree seminaturali*”, in particolare per quanto riguarda il nuovo tratto artificiale da realizzare in galleria, ed in parte tra le “*Aree a colture erbacee specializzate*”, appartenenti alla categoria delle “*Aree ad utilizzazione agroforestale*”, mentre dal punto di vista insediativo gli unici elementi che si ritiene abbiano rilevanza nella valutazione di compatibilità paesaggistico - ambientale degli interventi sono rappresentati dalle infrastrutture viarie che permettono di raggiungere l'area di studio e nello specifico le strade provinciali S.P. 103 e 2, indicate nella cartografia del Piano Paesaggistico Regionale come “*Strade di impianto*”, direttamente interessate dagli interventi di demolizione e ricostruzione dei nuovi manufatti di attraversamento dell'Asta 120905.

Inoltre, dall'analisi delle cartografie allegate al Piano Paesaggistico Regionale, nelle aree interessate dagli interventi progettuali e nelle zone di contesto, non è riscontrabile la presenza di beni paesaggistici tutelati ex Artt. 136, 142, 143 e/o identitari, con valenza storico - culturale.

In tal senso gli interventi previsti nella presente fase progettuale risultano compatibili con le prescrizioni riportate nelle Norme Tecniche di Attuazione del P.P.R..

Dal punto di vista urbanistico, sulla base della cartografia relativa alla zonizzazione del centro urbano di Tula, le aree di intervento ricadono interamente nella zona omogenea “E - Zona agricola”, fatta eccezione per quella in cui dovranno essere realizzate le opere di convogliamento delle acque del Rio Tula nella nuova galleria che viene invece individuata all'interno della perimetrazione della sottozona “HR<sub>1</sub> - Salvaguardia ambientale”, derivante da quella del P.A.I. e relativa alle aree a pericolosità idraulica.

Gli interventi previsti, sulla base delle prescrizioni dettate dalle N.T.A. del P.U.C. per le zone omogenee coinvolte, risultano compatibili con quanto previsto dello strumento urbanistico vigente.

Per ulteriori aspetti di dettaglio inerenti la fattibilità ambientale si rimanda all'apposita relazione allegata al progetto.

Lo Studio di Compatibilità Idraulica sarà allegato al progetto definitivo e sarà sottoposto all'approvazione da parte dell'Agenzia regionale del Distretto Idrografico.

## **5 ASPETTI GEOMORFOLOGICI**

La zona di studio è rappresentata dall'agro del Comune di Tula, situato nella Sardegna settentrionale all'interno della provincia di Sassari, al confine con la provincia di Olbia - Tempio, con un'estensione pari a 66,46 kmq.

Il territorio comunale, con andamento prevalentemente collinare, comprende una parte dell'area speciale del Lago del Coghinias, parte di bacino artificiale diviso tra più comuni. I confini comunali hanno un profilo geometrico irregolare, con variazioni altimetriche molto accentuate, che vanno da un minimo di 62 a un massimo di 701 metri sul livello del mare.

## **6 VIABILITA' ED INTERFERENZE**

Le zone di interesse progettuale sono raggiungibili percorrendo le infrastrutture viarie principali, in particolare le strade provinciali S.P. 103 e 2, direttamente interessate dagli interventi progettuali di rifacimento degli attraversamenti esistenti lungo l'Asta 120905, la prima che si dirama dalla strada statale S.S. 132, e la seconda collegata con la strada statale S.S. 597 di Logudoro, che dalla strada statale S.S. 131 porta direttamente ad Olbia, ed infine le strade locali via Enrico Fermi, dalla quale è possibile raggiungere il punto di ingresso nella nuova galleria del Rio Tula, e quella che si dirama dalla S.P. 2 e conduce ad alcuni terreni privati, anch'essa oggetto di intervento per la presenza dell'attraversamento sull'Asta 120905.

La viabilità subirà dunque un'interruzione dovuta ai lavori, con conseguenti modifiche alla circolazione e deviazioni su percorsi alternativi, e più in generale delle interferenze e conseguentemente dei rallentamenti, dovuti alla presenza dei mezzi di cantiere e di quelli per il trasporto dei materiali di risulta e in approvvigionamento.

Tali mezzi, che sfrutteranno le infrastrutture viarie esistenti, non ne causeranno comunque la riduzione della capacità di trasporto e dei livelli di sicurezza per la circolazione. In prossimità del sito di cantiere, sarà disposta la segnaletica di sicurezza inerente ai lavori in corso, sia diurna che notturna.

L'interferenza indotta dai lavori sulla viabilità sarà comunque minima, visti i flussi veicolari che la interessano.

## **7 PIANO DI GESTIONE DELLE MATERIE**

Si prevede di realizzare scavi a larga sezione e a sezione ristretta per la realizzazione dei piani di posa delle opere funzionali all'imbocco ed allo sbocco della galleria, per l'esecuzione della sistemazione idraulica degli alvei dei corsi d'acqua coinvolti dagli interventi in progetto e per le opere di fondazione dei nuovi manufatti di attraversamento stradale.

Inoltre saranno effettuate operazioni di perforazione per la realizzazione della galleria idraulica che produrranno materiali vegetali e inerti da conferire alle rispettive discariche autorizzate. Per maggiori dettagli si faccia riferimento all'apposito allegato.

## **8 CRITICITA' E INTERVENTI PREVISTI**

La criticità fondamentale è rappresentata dal rischio idraulico gravante sul centro abitato e connesso alle piene del Rio Tula, che lo raggiunge con alveo inciso e adeguatamente sistemato ma che, proseguendo verso valle, lo attraversa in direzione Nord - Ovest e Sud - Est con un canale artificiale interrato. La capacità di trasporto del canale è inferiore a quella che sarebbe necessaria in base ai criteri previsti dal Piano di Assetto Idrogeologico, con la conseguenza che in caso di eventi di piena con tempi di ritorno di 50 anni o superiori si verificherebbero allagamenti e pericolosi funzionamenti in pressione.



Alla luce della suddetta criticità è stata definita la soluzione progettuale che, come detto, deriva dallo Studio di Fattibilità per la mitigazione del rischio idraulico a carico dell'abitato di Tula, con il quale sono state esplorate più soluzioni alternative tra loro, confrontandole in relazione ai costi da sostenere ed ai benefici attesi.

Si tratta di intercettare le portate del bacino del Rio Tula chiuso all'imbocco del canale tombato e deviarle a valle del centro edificato attraverso un tratto artificiale in galleria con sbocco in un compluvio naturale appartenente al reticolo idrografico minore e immissario dello stesso Rio Tula.

La galleria avrà sviluppo complessivo di 600 ed il relativo imbocco, situato a quota 276 m, a circa 430 m a monte dell'attuale imbocco del canale tombato, sarà regolato attraverso la costruzione dell'opera di derivazione, costituita da manufatto in c.a. con funzione di sfioratore delle portate in eccesso, rispetto a quelle transitabili in condizioni ordinarie di esercizio nel canale tombato del Rio Tula.

La galleria naturale, il cui tracciato si svilupperà attraverso la collina situata a Sud - Ovest dell'abitato, costituirà il collegamento tra l'opera di derivazione e l'opera di restituzione. Lo scavo sarà realizzato con fresa meccanica a piena sezione (tecnologia T.B.M. - Tunnel Boring Machine) con doppio scudo avente diametro di 4,00 m. Il rivestimento della galleria avverrà contemporaneamente allo scavo e sarà costituito da conci di c.a. dello spessore di 25 cm circa, in modo da garantire un diametro interno utile di galleria di 3,50 m.

Si specifica che la costruzione dell'imbocco e del primo tratto tombato della galleria, in adiacenza all'opera di derivazione, avverrà mediante realizzazione di un segmento artificiale, a sezione rettangolare, con struttura in c.a. e comprenderà le operazioni di scavo, le opere provvisorie di sostegno degli stessi, i rinterri ed i ripristini ambientali.

Lo sbocco dalla galleria avverrà nel compluvio denominato "Asta 120905" tramite la costruzione a valle della galleria scolmatrice dell'opera di restituzione, costituita da un manufatto di raccordo in c.a. ed un bacino di espansione rivestito con scogliera di massi ciclopici, inclusi scavi, opere provvisorie, rinterri e ripristini ambientali;

Si prevede inoltre l'adeguamento della sezione del compluvio alle nuove portate di piena, mediante conformazione a sezione trapezoidale, con base di 3.00 m, altezza di 2.00 m e sponde inclinate a 45 gradi, ed eventuale rivestimento delle sponde e/o del fondo, nei tratti soggetti a velocità elevate e erosione da parte delle correnti di piena, sino all'intersezione con la S.P. 2, per uno sviluppo di circa 1300 m. Successivamente, a valle dell'attraversamento della S.P. n. 2, sarà necessario realizzare un tratto di connessione a cielo aperto con sezione rettangolare in calcestruzzo con termine in corrispondenza dell'intersezione con una strada comunale; a valle di essa avverrà la confluenza nel Rio Tula di cui si prevede la sistemazione con adeguamento della sezione trasversale per un tratto di circa 200 m; la sezione prevista avrà forma trapezoidale, con base di larghezza 3.00 m, altezza di 3.00 m e sponde inclinate a 45 gradi.

Tutti gli attraversamenti della viabilità sui corsi d'acqua oggetto di intervento, S.P. 103, S.P. 2 e strada comunale, saranno adeguati al nuovo regime di portate, mediante la demolizione di quelli esistenti e la ricostruzione con nuove strutture scatolari in grado di rispettare le norme vigenti in materia di franchi di sicurezza idraulica e le NTC 2018;

Le sezioni ipotizzate sono di forma rettangolare e dimensioni nette 5.00 x 3.70 m. In tutti i casi le portate esitabili sono inferiori a 50 mc/s e pertanto può essere utilizzata la deroga prevista dalle NTC 2018 in base alla quale gli attraversamenti possono essere considerati assimilabili a tombini scatolari.

Verrà inoltre eseguita la sistemazione della confluenza dell'Asta 120905 con il Rio Tula a valle dell'edificato, mediante azioni di risagomatura e adattamento degli alvei atte a garantire un deflusso regolare e a non favorire la formazione di rigurgiti verso monte.

Con le opere suddette sarà possibile evitare che le portate di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni attraversino il centro abitato che pertanto sarà libero da aree idraulicamente pericolose e da considerarsi sicuro rispetto al rischio idraulico valutato come previsto dal PAI, se non per il bacino residuo nel centro abitato.

L'attuale canale artificiale potrà mantenere la funzionalità per le portate ordinarie con tempi di ritorno inferiori a 50 anni. In ogni caso sarebbe importante effettuare la riqualificazione mediante interventi strutturali che abbiano lo scopo di realizzare aperture eliminando parzialmente la copertura in calcestruzzo o sostituendola con griglie carrabili, in acciaio zincato a caldo, permeabili al passaggio dell'acqua ed utili ad evitare il funzionamento in pressione. Contestualmente sarebbero necessari interventi di adeguamento e ricollocazione dei sottoservizi idrico - fognari presenti lungo il tracciato del canale tombato e consistenti nella realizzazione di nuove linee idriche e fognarie delle acque nere con relativi allacci.

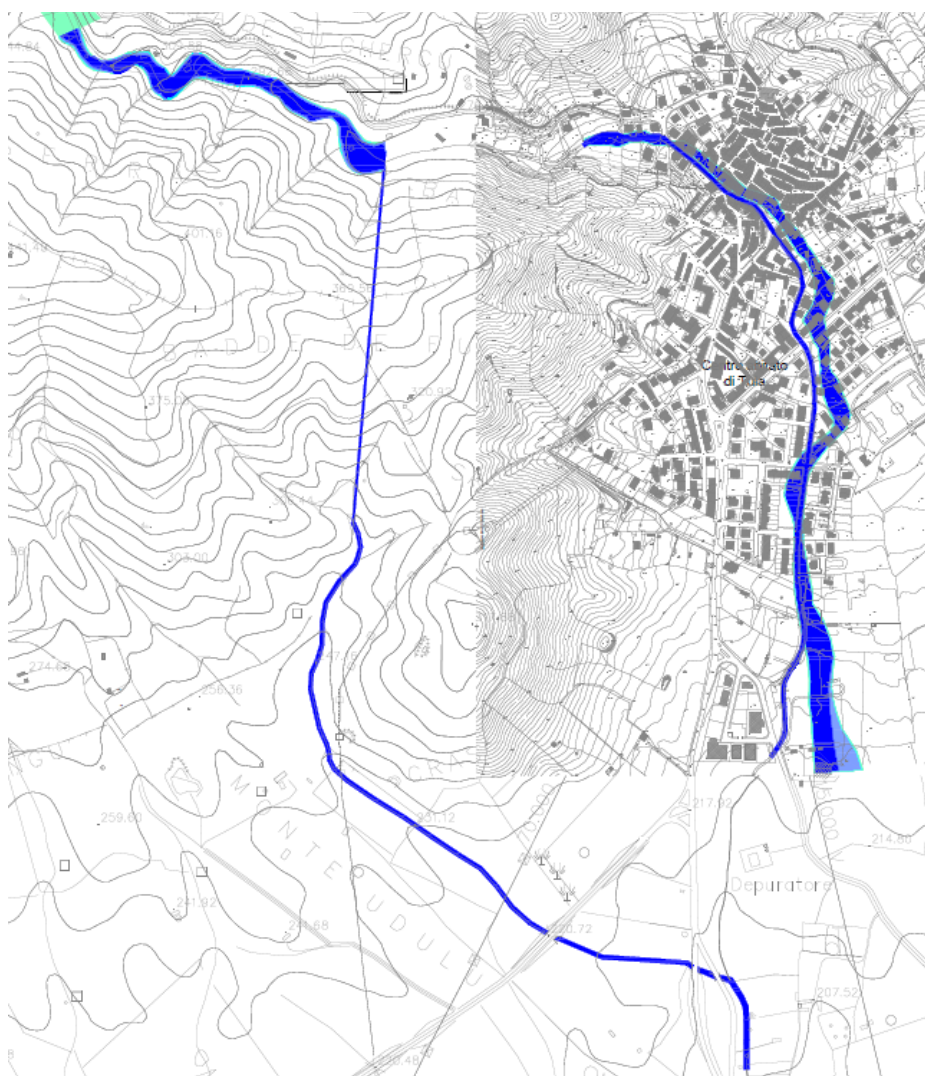
Gli interventi sul canale, tuttavia, non sono inclusi nella presente soluzione in quanto da ritenersi secondari ai fini della sicurezza idraulica, per quanto auspicabili per il completamento e la razionalizzazione dell'assetto idraulico nel centro abitato.

Le lavorazioni sono descritte in sintesi di seguito:

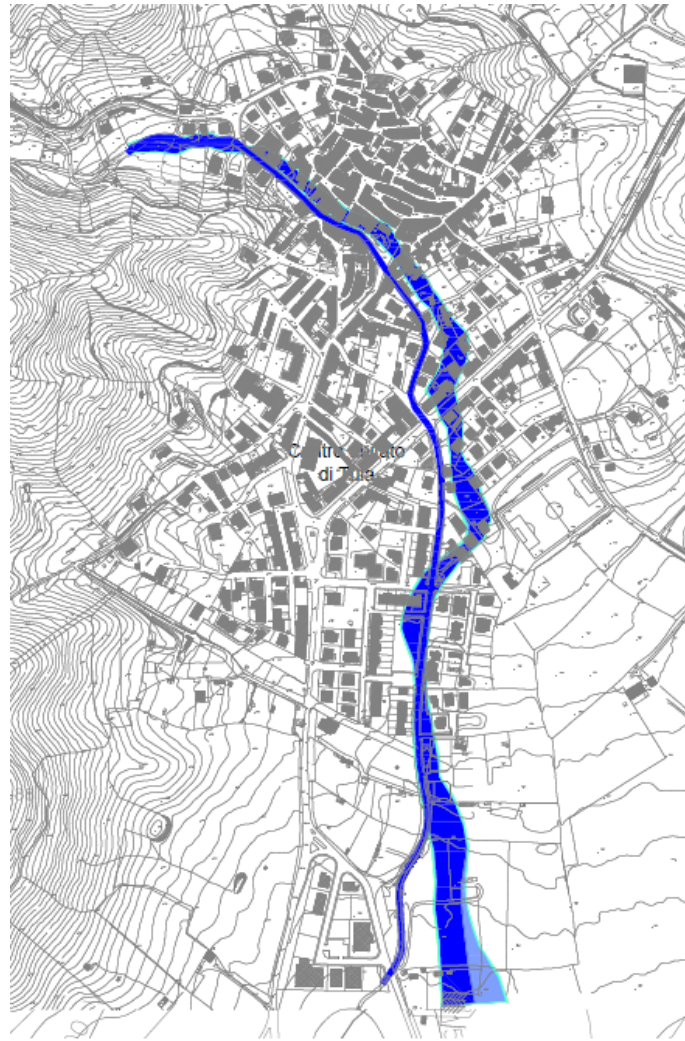
- rimozione di detriti grossolani e oggetti vari depositati lungo il Rio Tula a monte dell'imbocco della galleria e preparazione del terreno per la realizzazione dell'imbocco;
- scavi a larga sezione per la realizzazione delle opere in c.a. funzionali all'imbocco della galleria, incluso lo sfioratore laterale di regolazione del deflusso;
- perforazione mediante fresa per la realizzazione di una galleria idraulica a sezione circolare con diametro netto di 3.50 m, inclusa la rimozione del materiale derivante dalla perforazione;
- realizzazione delle lavorazioni utili per la regolazione dello sbocco della galleria nell'Asta 120905, consistente in scavi a sezione ristretta, posa di opere di protezione spondale quali scogliere e muri d'ala in c.a.;
- scavi a larga sezione per l'adeguamento della sezione dell'Asta 120905 a ricevere le portate di piena eccedenti quelle proprie convogliate dal Rio Tula tramite la galleria;
- rivestimento del fondo e delle sponde, ove necessario ed ove compatibile con le risorse finanziarie, di protezione antiersiva mediante scogliere in pietrame o stuoia di materiale naturale inerbita;
- demolizione dei manufatti di attraversamento stradale della viabilità secondaria interferente con i corsi d'acqua oggetto di intervento;
- trasporto e conferimento a discarica dei materiali rimossi;
- scavi a larga sezione e a sezione ristretta per l'adeguamento dei suddetti attraversamenti mediante opere in c.a. relative agli attraversamenti delle strade comunali e provinciali;
- realizzazione di strutture in c.a. a sezione rettangolare per l'adeguamento delle luci di passaggio degli attraversamenti viari alle nuove portate di piena convogliate dai corsi d'acqua interferenti oggetto di intervento;

- realizzazione di pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso e ripristino delle opere di protezione e smaltimento delle acque meteoriche in corrispondenza dei nuovi attraversamenti viari;
- opere di finitura e mitigazione degli impatti sul paesaggio a ridosso delle aree di intervento, da realizzare mediante interventi di ingegneria naturalistica.

Gli interventi consentiranno di ridurre drasticamente la pericolosità idraulica dall'area del centro abitato, limitandone il perimetro al settore prossimo al canale tombato e alla linea di compluvio presente nell'edificato. Al di fuori dell'edificato sarà presente una traccia di aree a pericolosità idraulica in corrispondenza del tracciato delle nuove opere. La figura seguente ne illustra la traccia.



*Figura 2 - aree di pericolosità idraulica GENERALE - POST OPERAM*



*Figura 3 - aree di pericolosità idraulica - DETTAGLIO DEL CENTRO ABITATO - POST OPERAM*

### **8.1 DESCRIZIONE DEI MANUFATTI DI IMBOCCO E SBOCCO DELLA GALLERIA**

Il manufatto di derivazione e di imbocco al tunnel consiste principalmente in un canale in calcestruzzo armato gettato in opera, della sezione netta di 4.00x2.50 m che, dopo aver intercettato l'attuale tracciato dell'alveo a monte dell'abitato, accompagna il flusso idrico fino al punto di inizio della galleria con sviluppo complessivo di circa 58 m. La presa avviene con uno sfioratore laterale lungo circa 6.00 m, disposto a monte di un salto lungo il rio Tula ed in corrispondenza di una curva planimetrica, mediante il quale le portate eccedenti l'ordinario vengono deviate verso il tunnel; per una più efficace regolazione del flusso, frontalmente al percorso di monte e immediatamente a valle dello sfioratore laterale, verrà disposto un muro diga di spessore 50 cm, sempre in calcestruzzo, con una luce rettangolare di stramazzo di 200x100 cm. Tale luce sarà regolata con una paratoia mobile d'acciaio portandola ai valori più opportuni. Opere complementari sono: la rimozione delle gabbionate e gli scavi relativi alla realizzazione dei muri laterali, della platea e della fondazione del muro diga.

Il sistema viene completato da una parte verticale forata in calcestruzzo armato in corrispondenza della sezione iniziale del tunnel e da due muri d'ala adiacenti di finitura e sostegno delle terre delle prime propaggini della collina attraversata.

Anche lo **sbocco del tunnel** è costituito da una parete forata verticale di diametro pari a quello della galleria e dai corrispondenti muri d'ala di contenimento delle terre. Il manufatto contiene inoltre una vasca di "calma" e di eventuale deposito di materiali lapidei e sabbiosi trasportati dalla corrente, protetta sul fondo con massi ciclopici. Inoltre per un tratto di circa 16 m le sponde dell'alveo saranno protette con scogliera di massi ciclopici.

## **9 VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI**

Alla luce dell'obiettivo primario di messa in sicurezza del centro abitato dal rischio idraulico, sono state esplorate tre possibili soluzioni, ritenute compatibili con il contesto ambientale dell'area in esame e con le caratteristiche morfologiche del territorio, che hanno imposto di prendere in considerazione anche la realizzazione di tratti in galleria, necessari per superare alcuni promontori limitrofi all'abitato. Le soluzioni analizzate, sono state prese in considerazione tenendo conto anche delle indicazioni degli Enti deputati alle approvazioni, ovvero Servizio del Genio Civile di Sassari e Agenzia del Distretto idrografico; quella scelta, la terza, è diventata oggetto della presente progettazione di fattibilità tecnico-economica.

La figura seguente riporta l'ubicazione planimetrica delle tre soluzioni, distinte per colore; nei paragrafi seguenti si riportano le descrizioni delle caratteristiche e la sintesi dei costi finanziari di costruzione associati a ciascuna di esse.



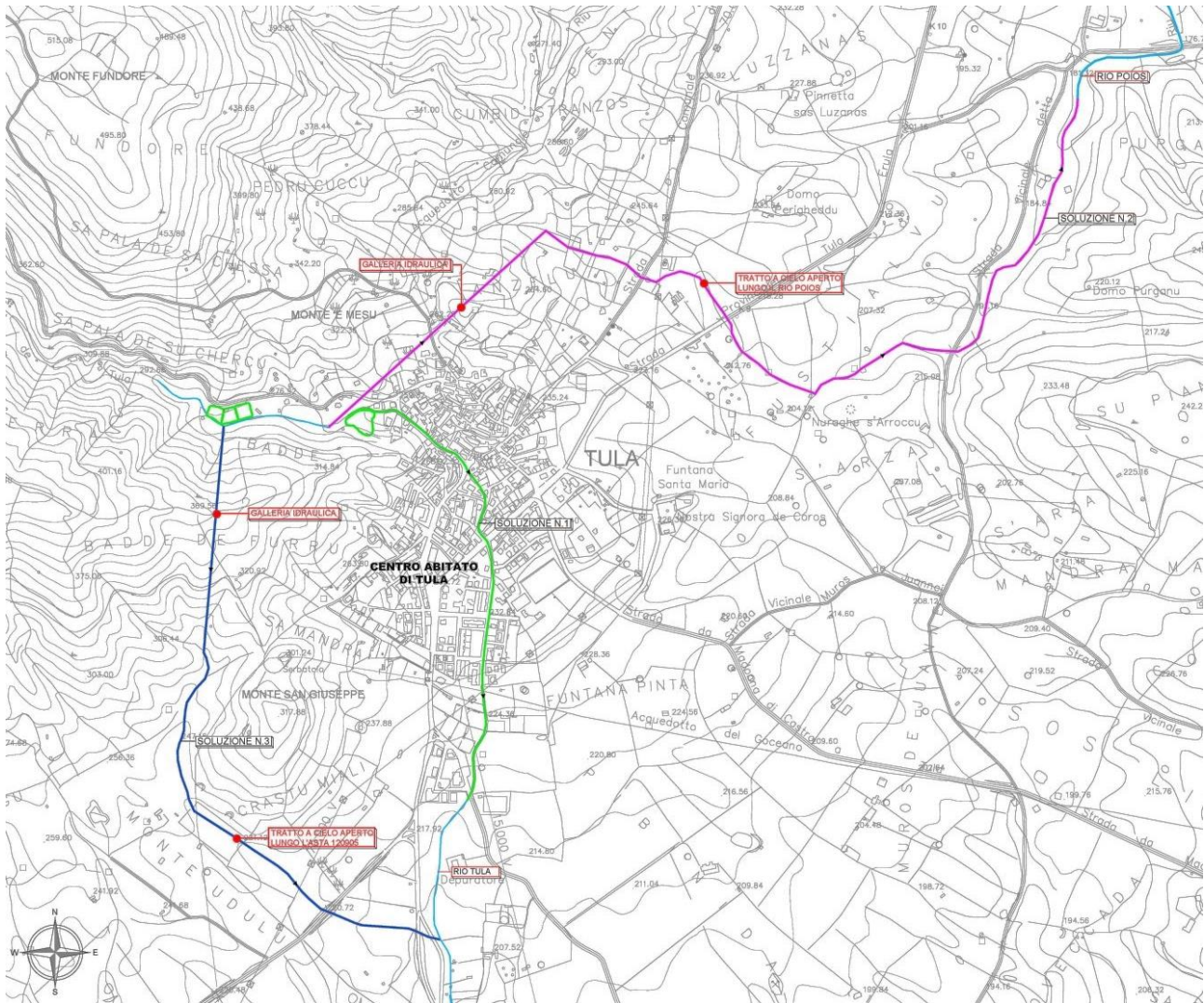
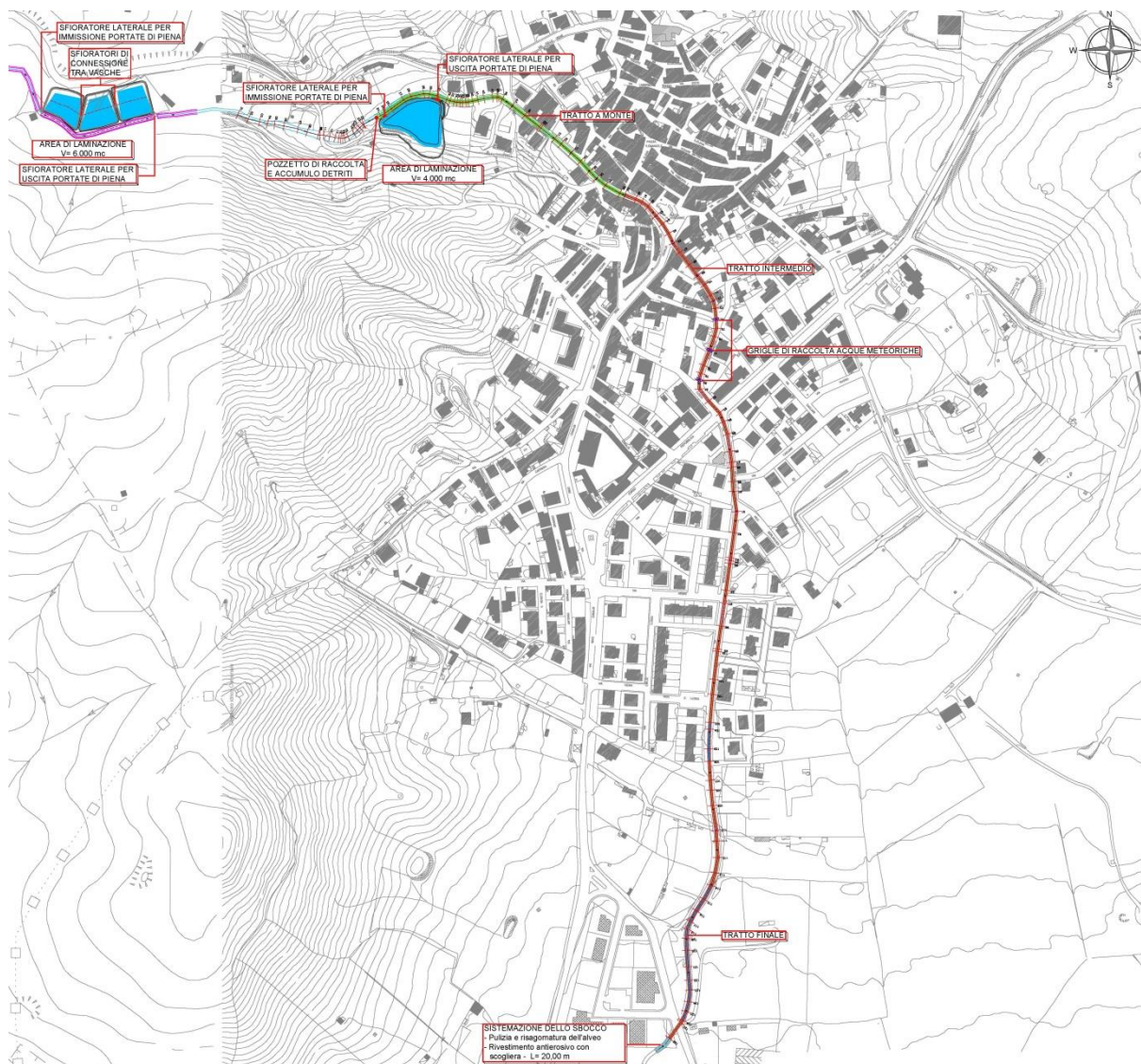


Figura 4 - Inquadramento territoriale - Livello comunale

#### **- SOLUZIONE 1 - aree di laminazione e riqualificazione canale artificiale**

L'ipotesi consiste nella combinazione di interventi rappresentati da aree di laminazione a monte del centro abitato e riqualificazione del canale artificiale tombato. Con tale ipotesi non si altera il corso del Rio Tula, che continua a seguire l'attuale tracciato, attraversando il centro urbano anche in caso di piena. L'ipotesi ricalca quella proposta nella prima versione del progetto preliminare generale presentato nell'anno 2016 ma rispetto ad essa introduce volumi di laminazione superiori. Tale soluzione è stata scartata in quanto il beneficio in termini di riduzione della pericolosità idraulica nel centro abitato non sarebbe stato significativo (declassamento della pericolosità idraulica da Hi4 ad Hi3 nella zona limitrofa al canale) a fronte della realizzazione di opere invasive e di dimensioni rilevanti all'interno del centro abitato (nuovo canale solo parzialmente a cielo aperto e in gran parte da realizzare con coperture grigliate) e al contempo prevedendo la realizzazione di aree di laminazione di dimensioni rilevanti e incompatibili con gli spazi disponibili a monte dell'edificato. La seguente figura illustra il settore d'intervento e la soluzione nel suo complesso.



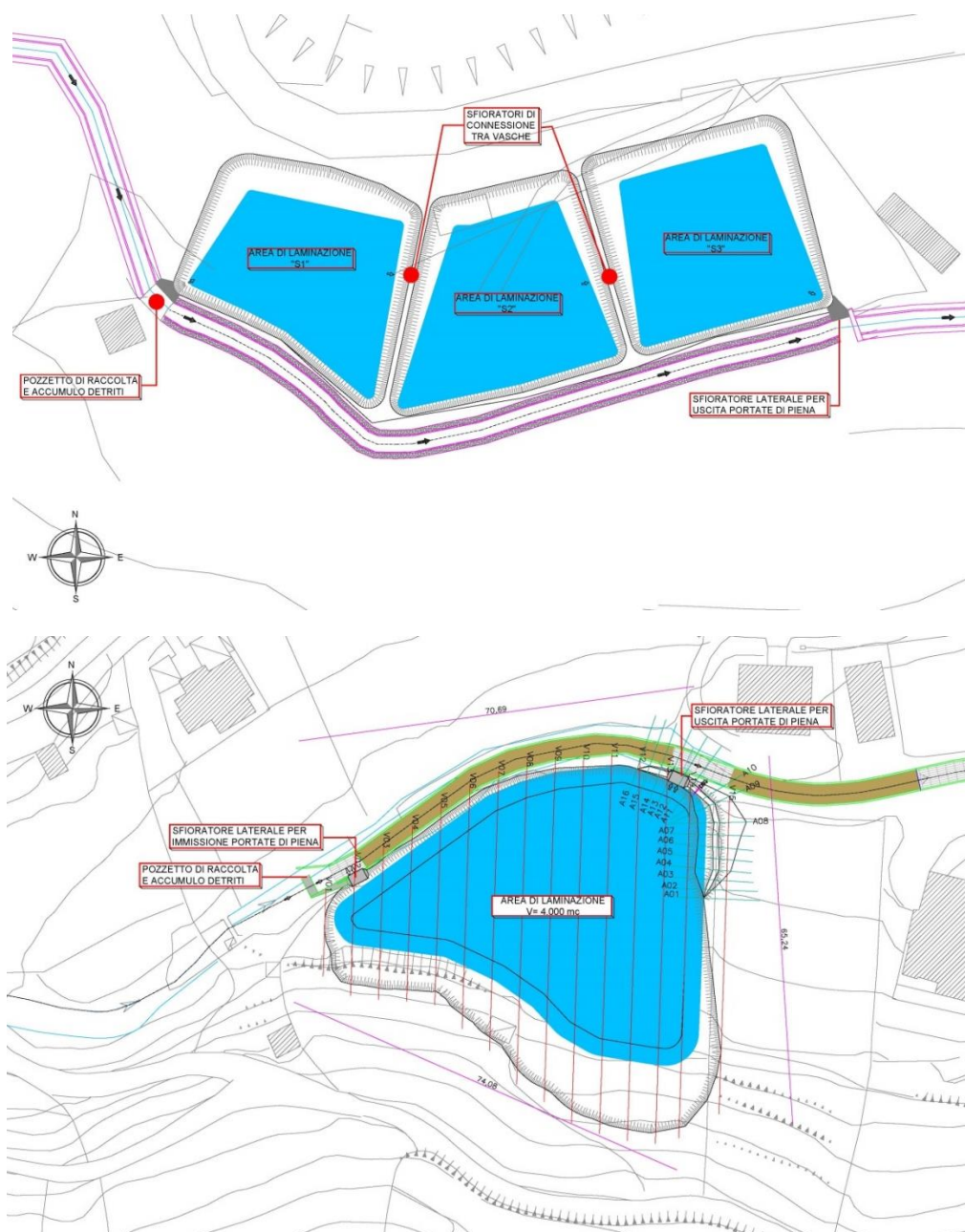
**Figura 5 – individuazione planimetrica della soluzione 1**

Le vasche di laminazione sarebbero del tipo off-line, in derivazione laterale rispetto al corso d'acqua e avrebbero una capacità di regolazione di circa 10.000 mc suddivisi in 2 invasi principali.

**Il primo**, situato più a monte, è costituito da 3 vasche disposte in serie a circa 400 m dall'imbocco del canale tombato, in un'area sufficientemente pianeggiante, in sinistra idraulica del rio Tula, per un volume di regolazione di circa 6000 mc complessivamente; il loro funzionamento è regolato da una soglia con sfioro laterale in ingresso, opportunamente tarata in modo che le portate di piena con tempi di ritorno inferiori a 50 anni possano affluire direttamente al canale. Il trasferimento dell'acqua da una vasca all'altra avverrebbe mediante soglie di sfioro disposte lungo il perimetro di coronamento di ciascun settore successivamente all'avvenuto riempimento a partire da monte; lo scarico avverrà tramite luci di fondo regolate da apposite paratoie a comando automatico. L'uscita terminale verso l'alveo è prevista tramite apposita soglia munita di paratoia automatica. I serbatoi del primo settore di laminazione sono identificati con i codici S1, S2, S3.



**Il secondo settore di laminazione** è anch'esso di tipo off-line in derivazione laterale rispetto al corso d'acqua ma situato in destra idraulica. Avrà una capacità di regolazione del volume di circa 4000 mc ed il funzionamento è regolato tramite soglia con sfioro laterale in ingresso, opportunamente tarata in modo che le portate di piena con tempi di ritorno inferiori a 50 anni possano affluire direttamente al canale; lo scarico avverrà tramite luce di fondo regolate da apposite paratoie a comando automatico. L'uscita terminale verso l'alveo è prevista tramite apposita soglia munita di paratoia automatica. Le figure seguenti illustrano il layout planimetrico dei due settori di laminazione.



**Figura 6 – individuazione planimetrica delle aree di laminazione**

**I volumi di laminazione saranno ottenuti mediante** scavi di sbancamento e riporti con materiali provenienti dagli scavi ed eventualmente da cave di prestito, in maniera da rendere idoneo il "contenitore" a fungere da



vasca di calma. Le parti direttamente a contatto con l'acqua saranno sostanzialmente impermeabili alla luce delle risultanze delle valutazioni geologiche e geognostiche preliminari effettuate dal geologo in situ e con l'ausilio di esperienze maturate nel luogo per altri lavori. Il contorno delle vasche sarà realizzato con arginature di materiali sciolti che saranno inerbiti e dotati in sommità di percorsi pedonali utili per le verifiche e le manutenzioni con piccoli mezzi meccanici.

La soluzione comprende di **riqualificare il tratto tombato** effettuando interventi strutturali di **rimozione della copertura** ove possibile, introduzione di **superfici carrabili con griglie permeabili** all'acqua e **incremento della sezione trasversale**. Le figure seguenti illustrano il tracciato del canale oggetto di intervento e le sezioni tipo della sistemazione prevista.

**La nuova linea di deflusso** sarà realizzata con elementi rettilinei scatolari a sezione rettangolare, prodotti come prefabbricati di calcestruzzo; i raccordi curvilinei saranno realizzati con calcestruzzo armato gettato in opera. L'opera si svilupperà lungo le vie XXIV Maggio, Risorgimento e Berlinguer e sarà prevalentemente interrata, con ampi tratti a cielo aperto; nei tratti tombati saranno disposte griglie in ghisa sferoidale utili per evitare il funzionamento in pressione.

Non si è ritenuto di proporre altri materiali diversi dal calcestruzzo considerate le particolari condizioni di giacitura e la necessità di disporre di strutture resistenti ai carichi stradali e alle importanti sollecitazioni connesse con il transito delle correnti di piena, talvolta ricche di trasporto solido con proprietà erosive.

La combinazione di aree di laminazione e canale artificiale riqualificato, consente di ridurre il picco di piena della portata con tempo di ritorno di 50 anni di circa il 21 %, passando da 21.74 mc/s a 16.9 mc/s. La portata ridotta, attraversa il canale con un tirante idrico che occupa mediamente il 50% della sezione trasversale, con l'effetto di un rilevante miglioramento della funzionalità idraulica per il tempo di ritorno di 50 anni ma senza il rispetto dei franchi idraulici di sicurezza calcolati secondo l'art. 21 delle N.A. del PAI in tutto il tracciato, a causa delle velocità elevate e delle limitazioni nella geometria delle sezioni realizzabili nel tessuto edificato.

Nell'ipotesi di soluzione in esame, si prevede anche di effettuare la ricollocazione dei sottoservizi idrico-fognari ricadenti lungo il tracciato del canale esistente, che purtroppo ospita anche un collettore fognario di acque nere e alcuni scarichi domestici; in tal senso, si otterrà anche il beneficio di eliminare il pericolo di inquinamento del sottosuolo e del rio Tula in caso di rotture o cedimenti delle tubazioni e quello dovuto a scarichi diretti non autorizzati.

Le lavorazioni necessarie sono descritte in sintesi di seguito:

- rimozione di detriti grossolani e oggetti vari depositati in prossimità dell'imbocco e dello sbocco dell'attuale canale tombato;
- demolizione della pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso;
- demolizione della struttura in c.a. dell'attuale canale tombato nei tratti ove previsto;
- rimozione provvisoria o definitiva delle tubazioni delle reti idrica e fognaria ricadenti lungo il tracciato del canale tombato; opere di connessione idraulica provvisoria per la continuità di esercizio durante le fasi di cantiere;

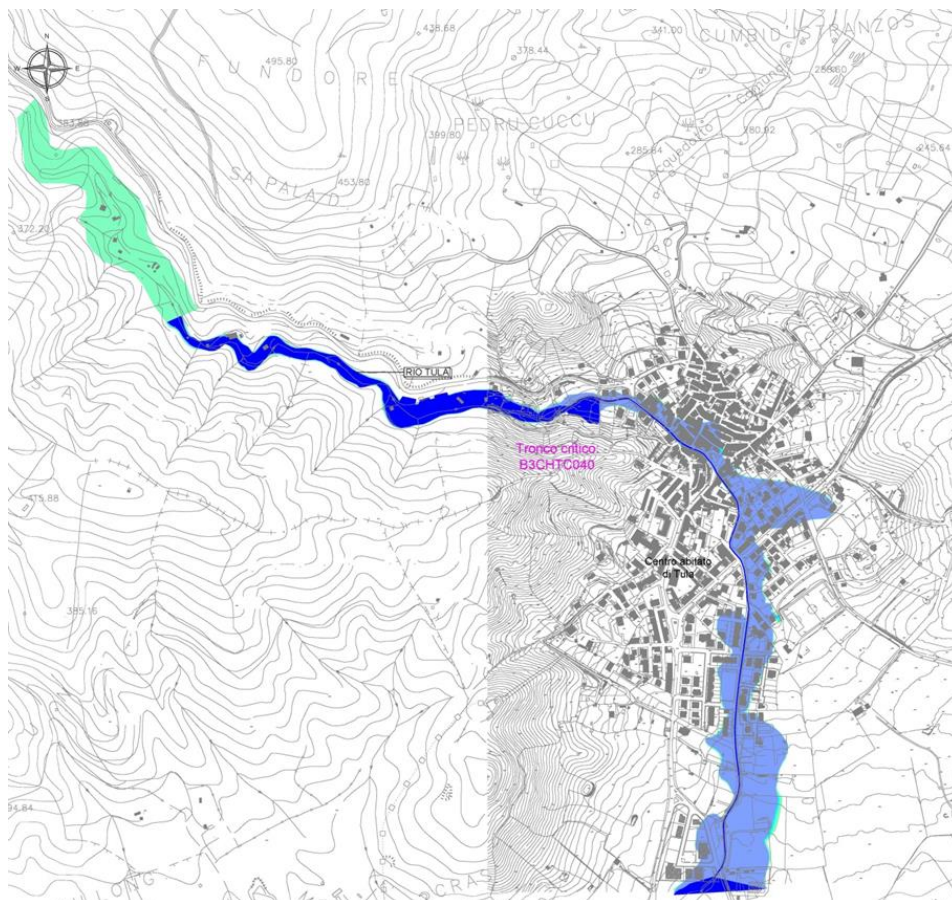
- scavo a sezione obbligata e a larga sezione in ambito urbano per la realizzazione del nuovo canale artificiale prefabbricato parzialmente aperto;
- realizzazione di opere in c.a. consistenti nella sottofondazione per il nuovo canale in calcestruzzo prefabbricato e per la costruzione in opera dei raccordi nei tratti curvilinei;
- fornitura, trasporto e posa in opera di canale scatolare chiuso o aperto (sezione senza copertura) in calcestruzzo armato prefabbricato di dimensioni interne nette 2.50x3.00 m, posto in opera per tratti rettilinei;
- rinterro dello scavo a ridosso delle nuove strutture con materiale di scavo vagliato;
- fornitura trasporto e posa in opera di tubazioni in ghisa sferoidale DN 80 mm per ripristino della rete di distribuzione idrica;
- fornitura trasporto e posa in opera di tubazioni in gres ceramico DN 200 mm per ripristino della rete di raccolta delle acque nere;
- realizzazione di allaccio idrico mediante tubazione in polietilene multistrato DN 32 mm;
- realizzazione di allaccio fognario mediante tubazione in PVC DE 125 mm SN4 e relativo pozzetto con sifone in PVC tipo Firenze;
- fornitura trasporto e posa in opera di cavidotti in polietilene corrugato per posa interrata del DN 90 mm per linee elettriche e telefoniche;
- realizzazione di sottofondo, rinfilanco e primo ricoprimento in sabbia per la posa delle tubazioni di rete idrica, fognaria e altri servizi a rete;
- realizzazione di opere di protezione dei tratti a cielo aperto del canale mediante parapetti in legno-metallo;
- posa in opera della pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso;
- scavo di sbancamento in terreno di qualsiasi natura e consistenza per la realizzazione di un'area di laminazione delle piene
- sistemazione del terreno e arginature perimetrali alla vasca di laminazione mediante scavi e riporti da realizzare con idoneo materiale;
- realizzazione di una vasca di intercettazione e accumulo del materiale solido trasportato del corso d'acqua in caso di piena;
- opere di finitura e mitigazione degli impatti sul paesaggio a ridosso dell'area di laminazione, da realizzare mediante interventi di ingegneria naturalistica.

Il costo di costruzione della soluzione è riportato nella tabella seguente, separatamente per i lavori e per l'incidenza delle somme a disposizione della stazione appaltante per le spese diverse dai lavori in senso stretto.

**Tabella 1 – riepilogo costi di costruzione associati alla soluzione 1 (anno 2017) eventualmente da aggiornare ed incrementare almeno del 25-30%.**

SOLUZIONE 1 - AREE DI LAMINAZIONE E RIQUALIFICAZIONE CANALE ARTIFICIALE			
CODICE	DESCRIZIONE CATEGORIE DI LAVORO	IMPORTI LAVORI	%
0	INDAGINI GEOFISICHE E GEOGNOSTICHE PROPEDEUTICHE	€ 10.000,00	0,39%
1	REALIZZAZIONE AREA DI LAMINAZIONE A MONTE DEL CENTRO ABITATO	€ 650.000,00	25,20%
2	INTERVENTI STRUTTURALI DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE DEL CANALE TOMBATO	€ 1.360.000,00	52,72%
3	RICOLLOCAZIONE E ADEGUAMENTO SOTTOSERVIZI	€ 416.000,00	16,13%
4	OPERE DI FINITURA E PAVIMENTAZIONI	€ 92.000,00	3,57%
5	ONERI SICUREZZA NEL CANTIERE	€ 51.600,00	2,00%
<b>A</b>	<b>TOTALE LAVORI E SICUREZZA</b>	<b>€ 2.579.600,00</b>	<b>100,00%</b>
<b>B</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELLA S.A.</b>	<b>€ 1.031.840,00</b>	<b>40,00%</b>
<b>C</b>	<b>TOTALE FINANZIAMENTO</b>	<b>€ 3.611.440,00</b>	

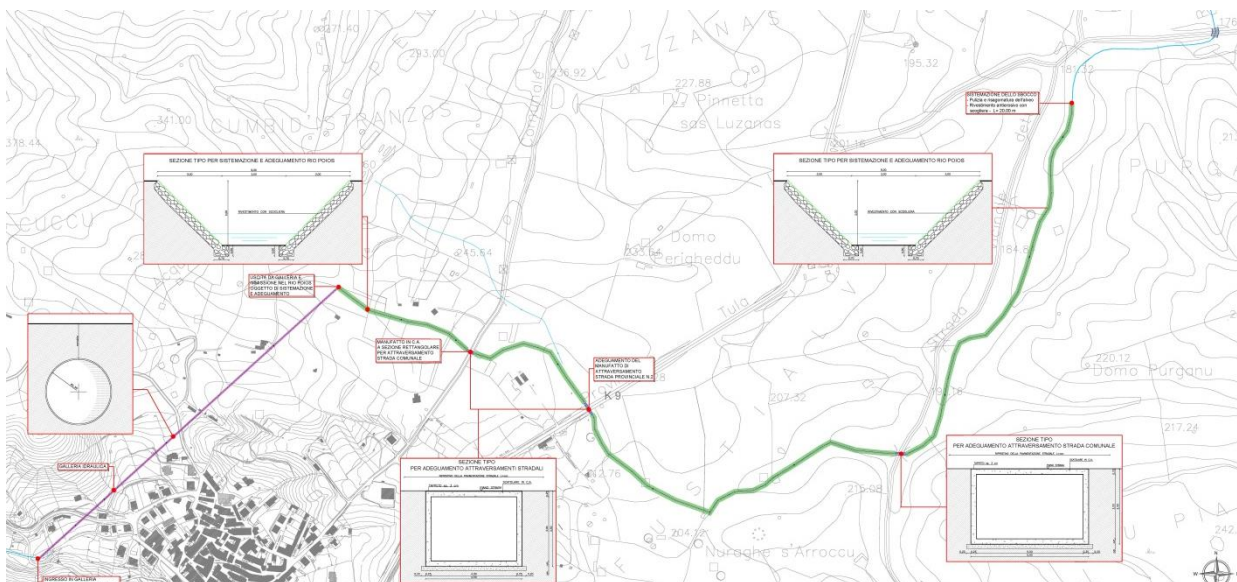
La carta della pericolosità idraulica nella condizione post-operam è riportata di seguito. Si osserva l'incremento di pericolosità in corrispondenza alle aree di sedime dei serbatoi di laminazione e la diminuzione sino al livello Hi3 nel centro abitato qualora si riuscisse a rispettare integralmente i franchi di sicurezza idraulica.



**Figura 7 – carta della pericolosità idraulica della soluzione 1 – condizione post-operam**

## - SOLUZIONE 2 - galleria idraulica e adeguamento reticolo idrografico minore, settore Est

L'ipotesi prevede di intercettare le portate di piena eccezionale del Rio Tula a monte dell'edificato e di convogliarle verso il bacino idrografico del Rio Poios, situato a est del centro abitato, anch'esso appartenente al sub-bacino idrografico del Coghinas. L'obiettivo sarebbe raggiunto mediante la realizzazione di un tratto in galleria e tramite il reticolo idrografico naturale di cui si prevede l'adeguamento della sezione nei tratti coinvolti dalle nuove portate, inclusi gli attraversamenti della viabilità interferente. La soluzione è poco percorribile dal punto di vista dei costi (tratto in galleria molto lungo) e riguardo alla modalità di scarico della piena nel Fiume Coghinas, che condizionerebbe significativamente l'efficacia dell'intera soluzione qualora i livelli fossero già molto elevati. Inoltre si tratterebbe di trasferire le portate di un bacino idrografico ad un altro, con ovvie cautele e limitazioni di carattere ambientale da valutare in apposito Studio di Impatto Ambientale che sarebbe obbligatorio.



**Figura 8** – individuazione planimetrica degli interventi proposti nella [soluzione 2](#)

La galleria avrà diametro 3.50 m e sviluppo complessivo di 750 m circa; l'imbocco sarà situato a quota 260 m slm a circa 150 m a monte dell'attuale imbocco del canale tombato e sarà regolato da una soglia di sfioro laterale in grado di lasciar transitare le portate di piena con tempi di ritorno inferiori a quelli delle piene eccezionali. Lo sbocco dalla galleria avverrà nel Rio Poios del quale si prevede l'adeguamento della sezione trasversale al fine di contenere le piene di progetto con idonei franchi di sicurezza sino alla sezione di recapito finale situata dopo circa 2 km di tracciato. La sezione trasversale sarà di forma trapezoidale e avrà base di larghezza 3.00 m, altezza di 3.00 m e sponde inclinate a 45 gradi. Nella configurazione completa si prevede l'adozione di una protezione antiersiva nei tratti maggiormente soggetti a velocità elevate, le cui caratteristiche saranno determinate con maggiore precisione nelle fasi progettuali.

Tutti gli attraversamenti della viabilità sui corsi d'acqua oggetto di intervento (S.P. 2 e due strade comunali) saranno adeguati mediante la demolizione dei manufatti esistenti e la ricostruzione dei nuovi con dimensioni

idonee al contenimento delle portate con tempo di ritorno di 200 anni con il rispetto del franco idraulico di sicurezza previsto dalle N.A. del PAI. Le sezioni ipotizzate sono di forma rettangolare e dimensioni 4.00x3.00 m (prima strada comunale e S.P. n. 2) e 5.00x3.00 (seconda strada comunale).

Con le opere suddette sarà possibile evitare che le portate di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni attraversino il centro abitato che pertanto sarà libero da aree idraulicamente pericolose e da considerarsi sicuro rispetto al rischio idraulico valutato come previsto dal PAI.

L'attuale canale artificiale potrà mantenere la funzionalità per le portate ordinarie con tempi di ritorno inferiori a 50 anni; in ogni caso sarebbe importante effettuare la riqualificazione mediante interventi strutturali che abbiano lo scopo di realizzare aperture eliminando la copertura in calcestruzzo o sostituendola con griglie metalliche permeabili al passaggio dell'acqua; contestualmente sarebbe indispensabile eliminare gli scarichi delle acque reflue ed i passaggi dei relativi collettori all'interno della sezione destinata alle sole acque meteoriche. Gli interventi sul canale non sono inclusi nella presente soluzione in quanto da ritenersi secondari ai fini della sicurezza idraulica, per quanto auspicabili per il completamento e la razionalizzazione dell'assetto idraulico nel centro abitato.

Le lavorazioni sono descritte in sintesi di seguito:

- rimozione di detriti grossolani e oggetti vari depositati lungo il Rio Tula a monte dell'imbocco della galleria e preparazione del terreno per la realizzazione dell'imbocco;
- scavi a larga sezione per la realizzazione delle opere in c.a. funzionali all'imbocco della galleria, incluso lo sfioratore laterale di regolazione del deflusso;
- realizzazione di opere in c.a. necessarie per la costruzione del pozzo di spinta e dell'imbocco della galleria e dello sfioratore di regolazione dell'immissione in galleria;
- perforazione mediante fresa per la realizzazione di una galleria idraulica a sezione circolare con diametro 3.50 m, inclusa la rimozione del materiale derivante dalla perforazione;
- realizzazione delle lavorazioni utili per la regolazione dello sbocco della galleria nel Rio Poios, consistente in scavi a sezione ristretta, posa di opere di protezione spondale quali scogliere e gabbionate, muri d'ala in c.a.;
- scavi a larga sezione per l'adeguamento della sezione del Rio Poios a ricevere le portate di piena eccedenti quelle proprie convogliate dal Rio Tula tramite la galleria;
- realizzazione della sistemazione idraulica del Rio Poios, mediante interventi di profilatura delle sponde, arginatura e regolarizzazione;
- rivestimento del fondo e spondale di protezione antiersiva mediante materassi in pietrame o stuoia di materiale naturale inerbita;
- opere di sistemazione dello sbocco del Rio Poios al Lago del Coghinas, costituite da interventi di ingegneria naturalistica (palificate, gabbionate rinverdite, protezioni antiersive);
- demolizione dei manufatti di attraversamento stradale della viabilità secondaria interferente con i corsi d'acqua oggetto di intervento; trasporot e conferimento a discarica dei materiali rimossi;
- scavi a larga sezione e a sezione ristretta per la realizzazione delle opere in c.a. relative agli attraversamenti delle strade comunali e provinciali;



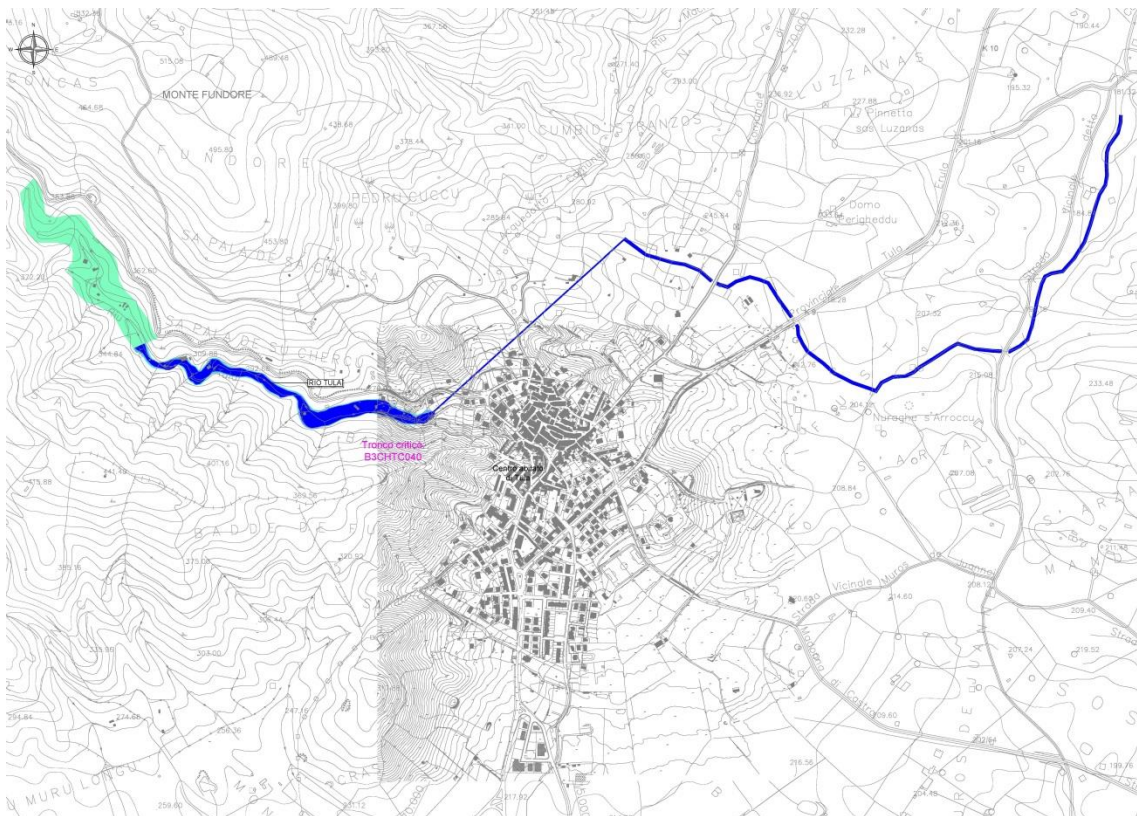
- realizzazione di strutture in c.a. a sezione rettangolare per l'adeguamento delle luci di passaggio degli attraversamenti viari alle nuove portate di piena convogliate dai corsi d'acqua interferenti oggetto di intervento;
- realizzazione di pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso e ripristino delle opere di protezione e smaltimento delle acque meteoriche in corrispondenza dei nuovi attraversamenti viari;
- opere di finitura e mitigazione degli impatti sul paesaggio a ridosso delle aree di intervento, da realizzare mediante interventi di ingegneria naturalistica.

Il costo di costruzione della soluzione è riportato nella tabella seguente, separatamente per i lavori e per l'incidenza delle somme a disposizione della stazione appaltante per le spese diverse dai lavori in senso stretto.

**Tabella 2 – riepilogo costi di costruzione associati alla soluzione 2 (anno 2017) eventualmente da aggiornare ed incrementare almeno del 25-30%.**

<b>SOLUZIONE 2 - GALLERIA E ADEGUAMENTO RETICOLO IDROGRAFICO NATURALE - Settore Est</b>			
<b>CODICE</b>	<b>DESCRIZIONE CATEGORIE DI LAVORO</b>	<b>IMPORTI LAVORI</b>	<b>%</b>
0	INDAGINI GEOFISICHE E GEOGNOSTICHE PROPEDEUTICHE	€ 15.000,00	0,31%
1	REALIZZAZIONE MANUFATTI DI SFIORO E REGOLAZIONE	€ 20.000,00	0,42%
2	SISTEMAZIONE CORSI D'ACQUA NATURALI - con protezione antierosiva	€ 1.429.400,00	29,95%
3	REALIZZAZIONE GALLERIA IDRAULICA D 3,50 m	€ 3.004.000,00	62,93%
4	REALIZZAZIONE ATTRAVERSAMENTI DI STRADE COMUNALI	€ 135.000,00	2,83%
5	REALIZZAZIONE ATTRAVERSAMENTO DI STRADA PROVINCIALE (S.P. 2)	€ 70.000,00	1,47%
6	REALIZZAZIONE OPERE COMPLEMENTARI ALLO SBOCCO	€ 25.000,00	0,52%
8	ONERI SICUREZZA NEL CANTIERE	€ 75.000,00	1,57%
<b>A</b>	<b>TOTALE LAVORI E SICUREZZA</b>	<b>€ 4.773.400,00</b>	<b>100,00%</b>
<b>B</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELLA S.A.</b>	<b>€ 1.909.360,00</b>	<b>40,00%</b>
<b>C</b>	<b>TOTALE FINANZIAMENTO</b>	<b>€ 6.682.760,00</b>	

La carta della pericolosità idraulica nella condizione post-operam è riportata di seguito. Si osserva l'azzeramento della pericolosità a carico dell'abitato e contemporaneamente la comparsa di nuove aree pericolose lungo il tracciato delle nuove opere, tuttavia delimitate all'interno dei margini d'intervento.

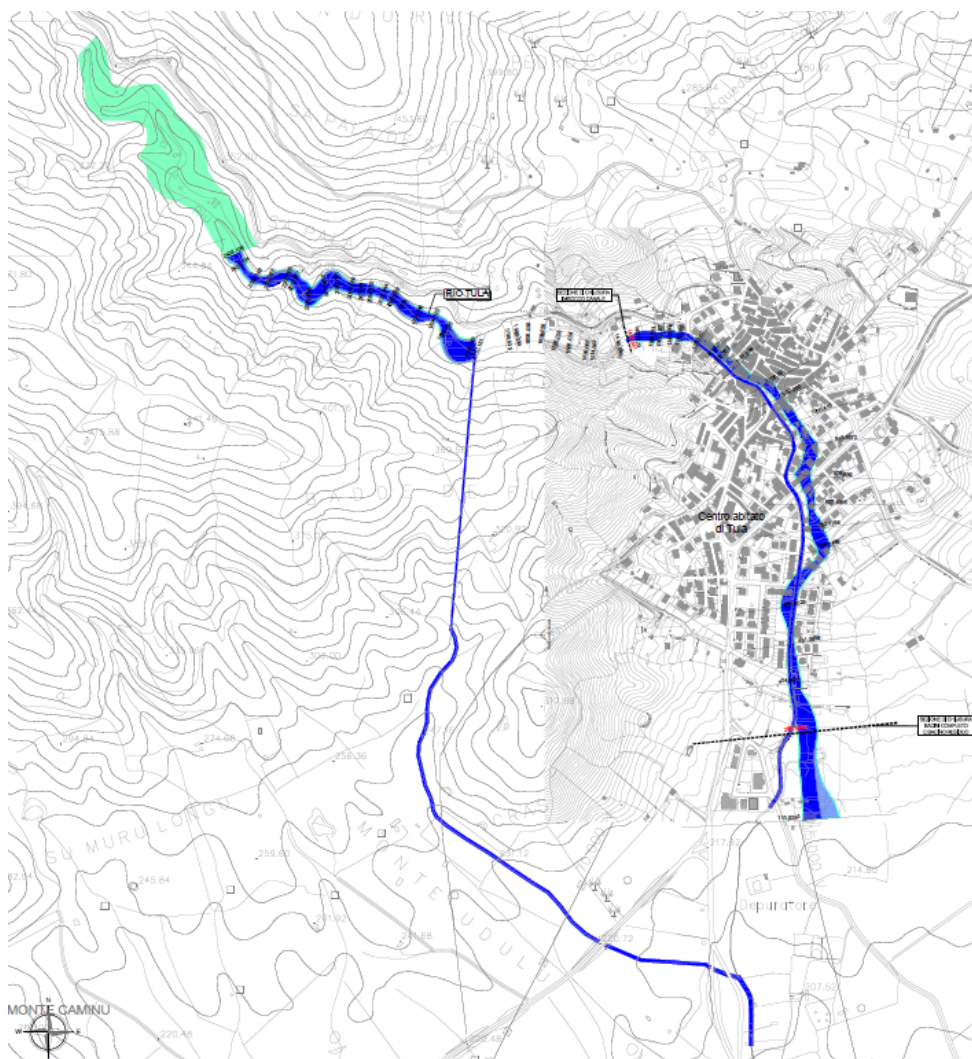


**Figura 9 – Soluzione 2 – carta della pericolosità idraulica post-operam**

**- SOLUZIONE 3 - galleria idraulica e adeguamento reticolo idrografico minore, settore Ovest**

L'ipotesi prevede di intercettare le portate di piena eccezionale a monte dell'edificato e trasferirle a valle di esso in apposita sezione del Rio Tula mediante un tratto in galleria e tramite il reticolo idrografico minore di cui si prevede l'adeguamento della sezione, inclusi gli attraversamenti della viabilità interferente. Si tratta della soluzione proposta nel presente progetto di fattibilità tecnico-economica, ritenuta la migliore complessivamente anche dall'Agenzia del Distretto Idrografico nelle interlocuzioni avute in fase di progettazione. I benefici principali sono i seguenti:

- rilevante riduzione della pericolosità idraulica nel centro abitato, il cui canale tombato attuale sarebbe declassato a elemento utile al trasferimento del deflusso minimo del Rio Tula e di quello ordinario e alla raccolta delle acque meteoriche nel sedime del centro abitato; permane un'area di pericolosità Hi4 a ridosso del tracciato del canale e nel sedime del canale stesso, dovute alla formazione del deflusso del bacino residuo a valle dell'imbocco della galleria.



**Figura 10 – Soluzione 3 – carta della pericolosità idraulica post-operam**

- realizzazione di un'opera interrata (galleria) in un settore di territorio privo di emergenze paesaggistiche e ambientali in genere, nonché debolmente infrastrutturato e facilmente accessibile sia per le fasi di costruzione che per quelle di esercizio dell'opera attraverso la viabilità comunale; lo sviluppo è inferiore del 30% circa a quello della soluzione n. 2;
- restituzione dei deflussi captati a monte del centro abitato allo stesso Rio Tula, con mantenimento della continuità degli apporti nella parte esterna al centro abitato e con i conseguenti benefici per quanto attiene agli aspetti ecosistemici e di tutela delle acque;
- coinvolgimento di un elemento del reticolo idrografico secondario, appartenente al bacino del Rio Tula e suo diretto affluente nel settore immediatamente a valle dell'edificato.



## **10 QUADRO DI SPESA**

L'importo dei lavori, inclusi gli oneri della sicurezza, è pari ad **€ 4.590.164,86**, mentre le somme a disposizione dell'Amministrazione Comunale sono pari ad **€ 1.984.835,14**; **il finanziamento complessivo necessario ammonta a € 6.700.000,00**. Tra le somme a disposizione sono inclusi gli oneri per procedere all'espropriazione di alcune aree a ridosso dell'attuale corso d'acqua oggetto di ampliamento e a ridosso dei manufatti di attraversamento stradale oggetto di adeguamento.

Il progettista incaricato

Ing. Fabio Cambula

STUDIO ASSOCIATO 4E-INGEGNERIA



COMMISSARIO STRAORDINARIO DELEGATO  
PER GLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL  
RISCHIO IDROGEOLOGICO NELLA REGIONE  
SARDEGNA

REGIONE AUTONOMA DELLA  
SARDEGNA - ASSESSORATO DEI  
LAVORI PUBBLICI



COMUNE DI TULA

**INTERVENTI PER IL SUPERAMENTO DELLE PROBLEMATICHE  
IDRAULICHE DEL CANALE COPERTO 20IR139/G1 - "RIO TULA"**

**Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica - agg. Dic. 2021**

	IMPORTO COMPLESSIVO	€	6.700.000,00
A)	LAVORI E ONERI SICUREZZA		
1	Importo lavori a base d'asta	€	4.590.164,86
2	Oneri per la sicurezza nel cantiere	€	125.000,00
3	TOTALE A)	€	4.715.164,86
B)	SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE		
1	Iva sui lavori (22% di A3)	€	1.037.336,27
2	Imprevisti e arrotondamenti	€	16.906,68
4	Spese tecniche per progettazione definitiva, esecutiva, direzione, misura e contabilità lavori, coordinamento sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, relazione paeaggistica, Studio di compatibilità Idraulica	€	522.458,56
5	contributi al 4% su B3	€	20.898,34
6	IVA al 22% su spese tecniche e contributi su B3	€	119.538,52
7	Spese per studi geologico-geotecnici	€	15.000,00
8	contributi al 2% su B6	€	300,00
9	IVA al 22% su spese tecniche e contributi su B6	€	3.366,00
10	Spese per accertamenti e indagini geognostiche (IVA inclusa)	€	15.000,00
11	Spese per collaudi e prove	€	10.000,00
12	contributo per AA.VV. LL.PP.	€	1.000,00
13	Oneri per consulenza archeologica	€	3.000,00
14	Fondo per accordi bonari (1,5% di A3)	€	70.727,47
15	Incentivo art. 113 D.Lgs. 50/2016	€	94.303,30
16	Oneri per asservimenti o espropri, frazionamenti	€	35.000,00
17	Spese per espletamento procedure di gara	€	20.000,00
	SOMMANO B)	€	1.984.835,14
	IMPEGNO TOTALE DI SPESA (A+B)	€	6.700.000,00