

COMUNE DI CUGLIERI

PROVINCIA DI ORISTANO

INTERVENTI PER IL SUPERAMENTO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DEL CANALE COPERTO "RIU SALAMEDU"

CUP : C94J18000110006 - CIG : 7869594269

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

ELABORATO

RELAZIONE IDRAULICA

ALL.

M

AGGIORNAMENTO

MARZO 2025

DATA

GENNAIO 2025

SCALA

-

RUP : ING. DAVIDE CASTAGNA

PROGETTISTA CAPOGRUPPO :
DOTT. ING. ELENA DEMARTIS

-- STUDIO DI INGEGNERIA CIVILE --
-- VIA MANNO, 7 --
07100 SASSARI (SS) - TEL. 3381220466

MANDANTI :
DOTT. ING. ANDREASANNA
DOTT. ING. ANNA ACHENZA
DOTT. ARCHEOLOGO GABRIELE CARENTI
DOTT. GEOL. DONATELLA GIANNONI
DOTT. ARCH. LUCIANO IDDA

Coordinatore dell'unità di progetto " Interventi Commissariali
contro il Dissesto idrogeologico" - Assessorato dei Lavori
Pubblici - R.A.S. -

Ing. Pietro Teodosio Dau

Il Capogruppo

Ing. Elena Demartis

Sommario

Premessa	2
Inquadramento dell'area in esame	3
Prospetto dell'intervento	5
Analisi dei vincoli ai sensi del PAI	7
Introduzione alla configurazione idrologica ed idraulica del sistema.....	10
Caratterizzazione dell'area d'interesse	11
Inquadramento del bacino idrografico	14
ANALISI IDROLOGICA.....	16
La Formula Razionale e la distribuzione TCEV.....	16
ANALISI IDRAULICA.....	23
Il primo passo nell'affrontare lo studio idraulico di un corso d'acqua consiste nel dotarsi	23
1. Portate.....	24
MODELLAZIONE IDRAULICA E CRITICITÀ INDIVIDUATE	28
CONCLUSIONI	29

INTERVENTI PER IL SUPERAMENTO DELLE
PROBLEMATICHE IDRAULICHE
DEL CANALE COPERTO "RIU SALAMEDU" NELLA BORGATA
DI SANTA CATERINA DI PITTINURI

PREMESSA

La presente relazione è stata redatta ai sensi degli artt. 24, 22 e 8 comma 9 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Stralcio per Assetto Idrogeologico (PAI) ai sensi del Testo Coordinato e aggiornato con le modifiche approvate da comitato istituzionale dell'autorità di Bacino con le deliberazioni n.15 e 16 del 28 ottobre 2024, in seno agli interventi finalizzati alla riduzione/eliminazione della pericolosità da piena del centro abitato mediante adeguamento del canale esistente.

Lo Studio ha lo scopo di analizzare le alterazioni dei regimi idraulici e la stabilità dei versanti collegate alle previsioni di uso del territorio, con particolare riguardo agli insediamenti residenziali e relative infrastrutture e servizi esistenti, al fine di poter porre in essere il corretto intervento necessario alla mitigazione del potenziale pericolo idraulico connesso all'esistenza del canale tombato che si sviluppa a ridosso delle case dell'abitato di S. Caterina di Pittinuri, borgata marina del comune di Cuglieri.

Lo studio di compatibilità idraulica è stato predisposto secondo i criteri indicati nell'Allegato E alle Norme di Attuazione del Piano ed è soggetto all'approvazione da parte dell'Autorità competente.

In riferimento ai criteri stabiliti dall'Art. 24 delle N.A. del PAI, lo studio prevede di:

- valutare il progetto con riferimento alla finalità, agli effetti ambientali;
- analizzare le relazioni tra le trasformazioni del territorio derivanti dalla realizzazione dell'intervento proposto e le condizioni dell'assetto e dell'eventuale dissesto idraulico attuale e potenziale a carico dell'area interessata, anche studiando e quantificando le eventuali variazioni della permeabilità e della risposta idrologica;
- verificare e dimostrare la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PAI;
- prevedere adeguate misure di mitigazione e compensazione dell'eventuale incremento del pericolo associato agli interventi in progetto.;
- seguire i criteri dell'allegato E alle N.A. del PAI.

Il lavoro è stato svolto a partire dall'analisi degli strumenti di pianificazione vigenti in materia di pericolosità e rischio idraulico di seguito elencati:

- Piano di Assetto idrogeologico (PAI) e relative Norme di Attuazione (All.B, D.G.R. n43/2 del 27.08.2020);

- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) approvato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 17.12.2015;
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) approvato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 17.03.2016;
- Studio di assetto idrogeologico del territorio del comune di Cuglieri, redatto ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle N.A. del PAI (approvato con D.C.I. n°7 del 02.08.2016);
- Direttiva per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza dei canali tombati esistenti (All. alla D.G.R. n°2 del 17.10.2017).

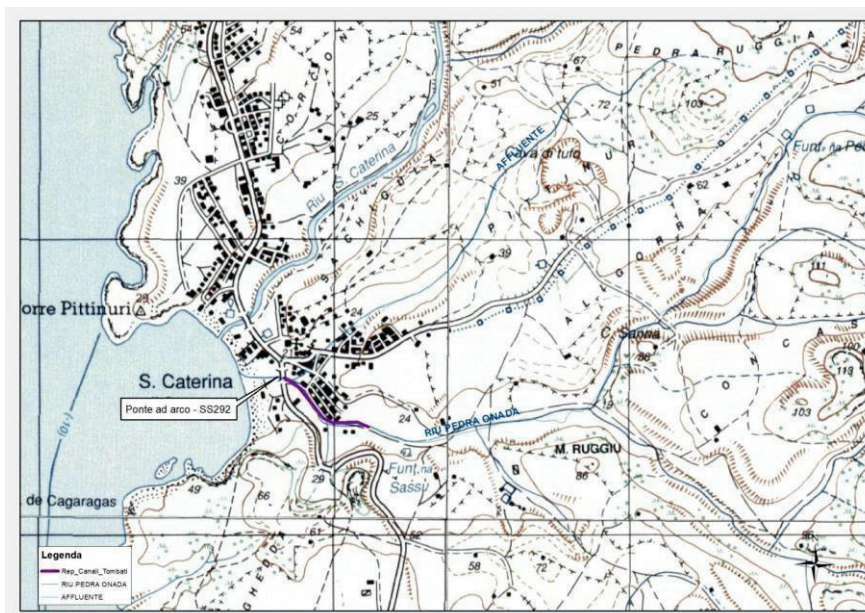
INQUADRAMENTO DELL'AREA IN ESAME

L'area oggetto del presente lavoro interessa il territorio di Cuglieri, topograficamente inquadrata nelle

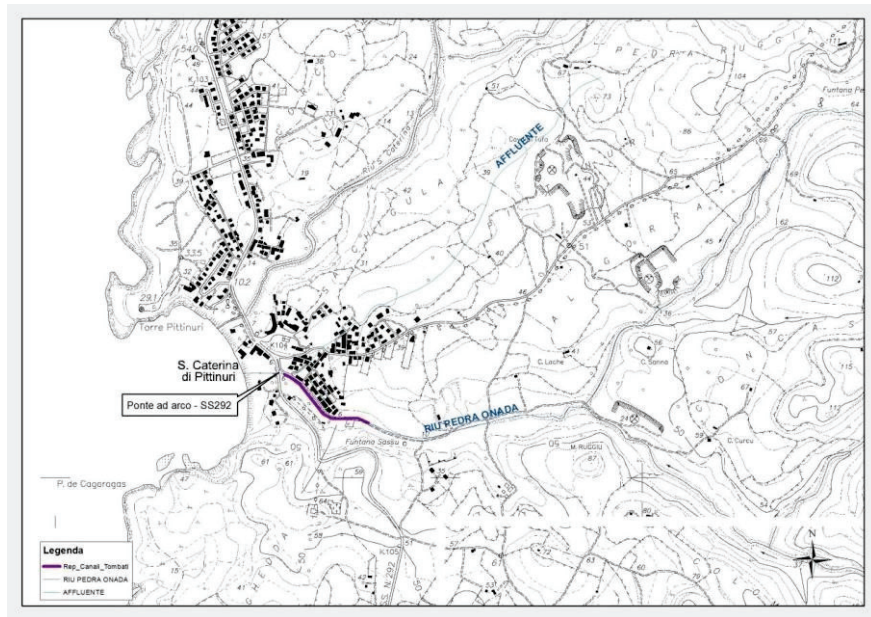
tavolette 514 I – CUGLIERI, 514 II – S. VERO MILIS, 514 III – CAPO MANNU, 514 IV – S. CATERINA DI

PITTINURI, edite dall'I.G.M. d'Italia, in scala 1:25.000 e ricadente all'interno dei fogli 514060, 514070,

514100 e 514110 della Carta Tecnica Regionale (CTR).

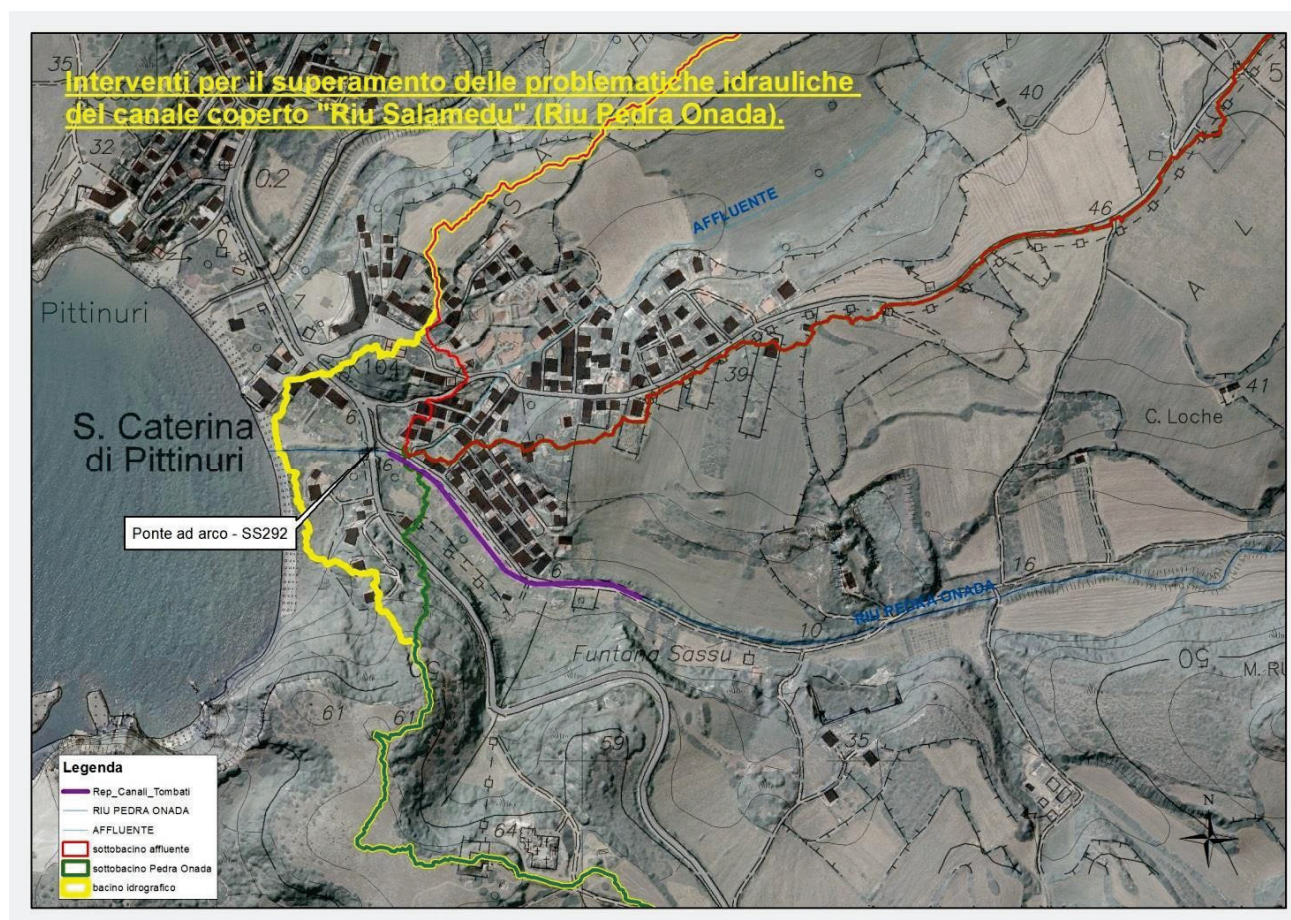


INQUADRAMENTO SU STRALCIO IGM

*INQUADRAMENTO SU STRALCIO CTR*

PROSPETTO DELL'INTERVENTO

Ai sensi dell'art. 22, con particolare riferimento alla "Direttiva per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza dei canali tombati esistenti", è fatto divieto di realizzare tombature e coperture di corsi d'acqua, come previsto dall'articolo 115 del DLgs 152/2206 e dall'articolo 8 comma 9 lett. c) delle N.A. del P.A.I. e pone in capo ai proprietari, gestori o concessionari, una serie di adempimenti finalizzati a verificare, periodicamente, che i canali tombati esistenti non determinino condizioni di pericolo o rischio idraulico e a redigere i progetti degli interventi di manutenzione o di adeguamento nonché a definire le misure non strutturali atte alla mitigazione del rischio presente.



Inquadrimento su ortofoto

Il detto canale tombato, denominato "Riu Salamedu", non manifesta evidenti problematiche strutturali e/o funzionali ma non possono essere esclusi fenomeni di sifonamento.

L'opera presenta inoltre alcuni ostacoli al deflusso idrico costituiti da vari servizi e sottoservizi in prossimità del ponte della SS 292 e si riscontra una manchevole manutenzione e pulizia del tratto a monte del tratto tombato (a cielo libero).

Vi defluiscono le acque di un bacino idrografico non urbanizzato, se non per la presenza della borgata di S. Caterina di Pittinuri (criticità enfatizzata dall'imminenza al mare), nonché le acque di un affluente in destra idraulica (anch'esso in parte tombato) che nasce a monte dell'abitato e si sviluppa con direttrice NE - SO.



RIU PEDRA ONADA A MONTE DEL TRATTO TOMBATO —GABBIONATE



Tratto tombato



Sottoservizi individuati a valle del tombato e passanti all'interno del ponte della SS 292

In ragione di quanto sopra riportato, lo studio proposto nasce dall'esigenza di pianificare la concretizzazione dell'intervento per la messa in sicurezza della borgata mediante demolizione della soletta sovrastante il canale attuale per scongiurare il funzionamento in pressione. Il progetto prevede inoltre lo spostamento delle tubazioni fognarie passanti sotto il ponte esistente sulla S.S. 292 per liberare completamente la luce dell'attraversamento sulla strada statale e sgomberarla completamente da tutte ostruzioni presenti che interferiscono con il regolare deflusso delle acque del rio Salamendu.

Le opere previste saranno indirizzate al significativo miglioramento delle condizioni di sicurezza e funzionalità idraulica e geomorfologica, non aumentando il rischio di inondazione a valle, senza pregiudicare l'attuazione di una sistemazione idraulica definitiva.

ANALISI DEI VINCOLI AI SENSI DEL PAI

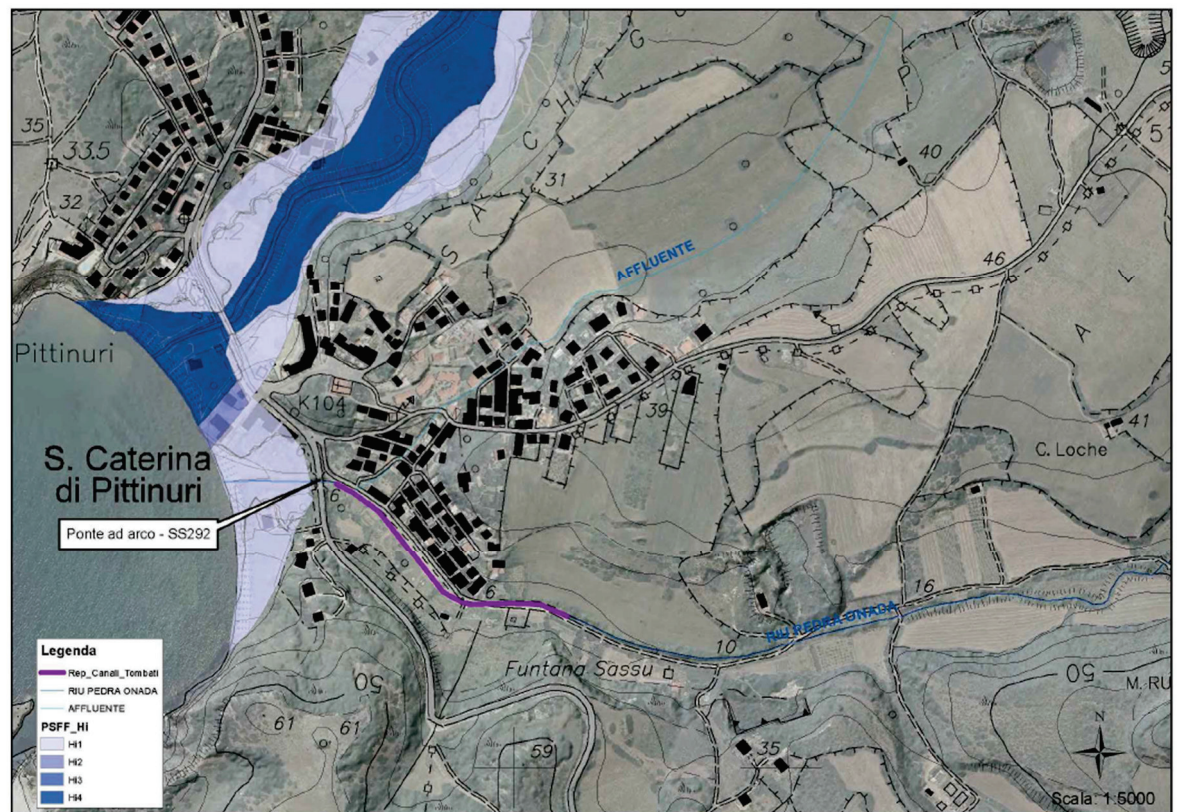
Le perimetrazioni individuate nell'ambito del PAI delimitano le aree contraddistinte da elementi di pericolosità idrogeologica, dovute a instabilità di tipo geomorfologico o problematiche di tipo idraulico, sulle quali vigono le norme di salvaguardia contenute nelle Norme di Attuazione del Piano.

Le indagini svolte sono state condotte allo scopo di accertare la compatibilità idraulica delle opere esistenti con il contesto idrogeologico locale, nel rispetto delle condizioni di sicurezza, con l'obiettivo di un'accurata pianificazione dei futuri interventi.

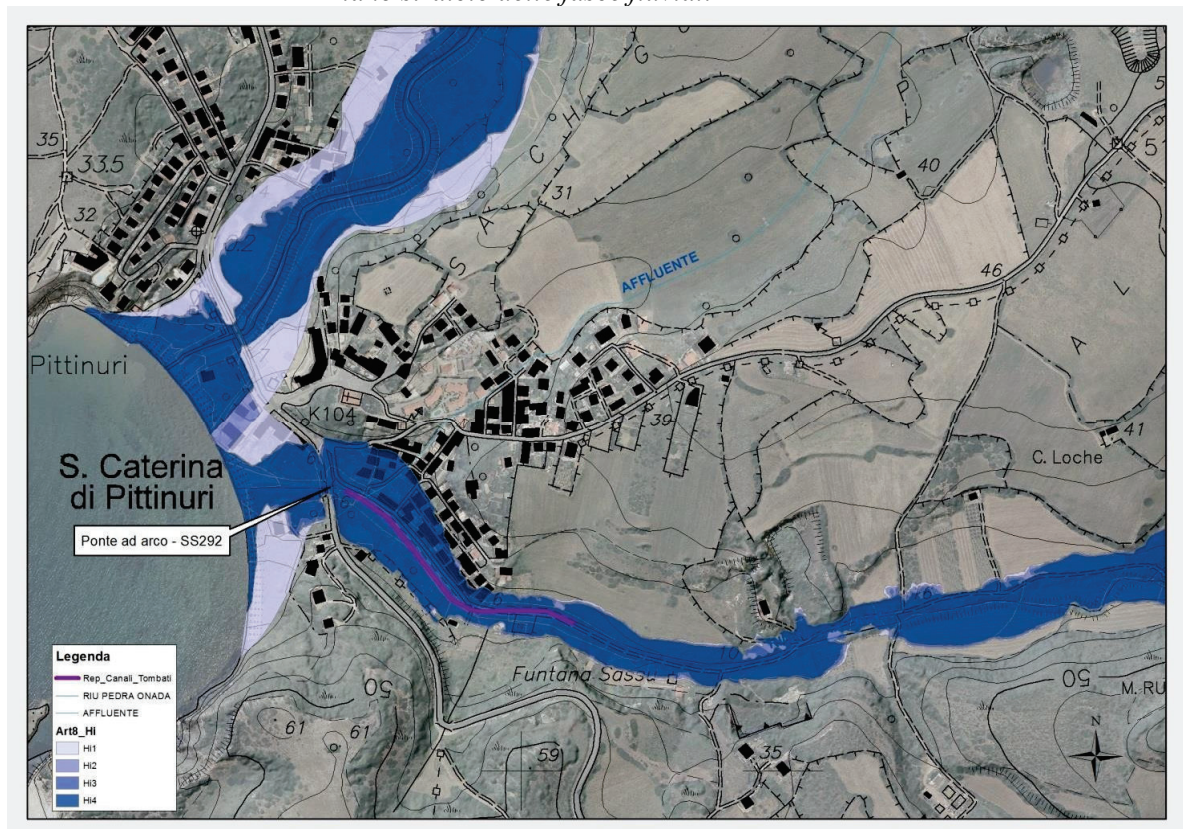
Dall'analisi del reticolo idrografico di riferimento per l'intero territorio regionale, approvato con Deliberazione n. 3 del 30.07.2015 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale avente per oggetto "Direttiva 2007/60/CE – D.Lgs.49/2010 - Valutazione e gestione dei rischi di alluvioni – Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico della Regione Autonoma della Sardegna – Reticolo idrografico di riferimento per le finalità di applicazione delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI e delle relative Direttive", si evince che l'area in oggetto è direttamente interessata da aste fluviali di detto reticolo (attualmente canale tombato Riu Salamedu e originariamente Riu Pedra Onada) o di reticolo minore con potenziale pericolosità idraulica.

In ragione di ciò sono stati acquisite le portate relative ai differenti tempi di ritorno Tr50 – Tr100 – Tr200 – Tr500 utilizzate per lo studio dell'articolo 8 comma 2 delle N.A. del PAI (approvato con D.C.I. n°7 del 02.08.2016).

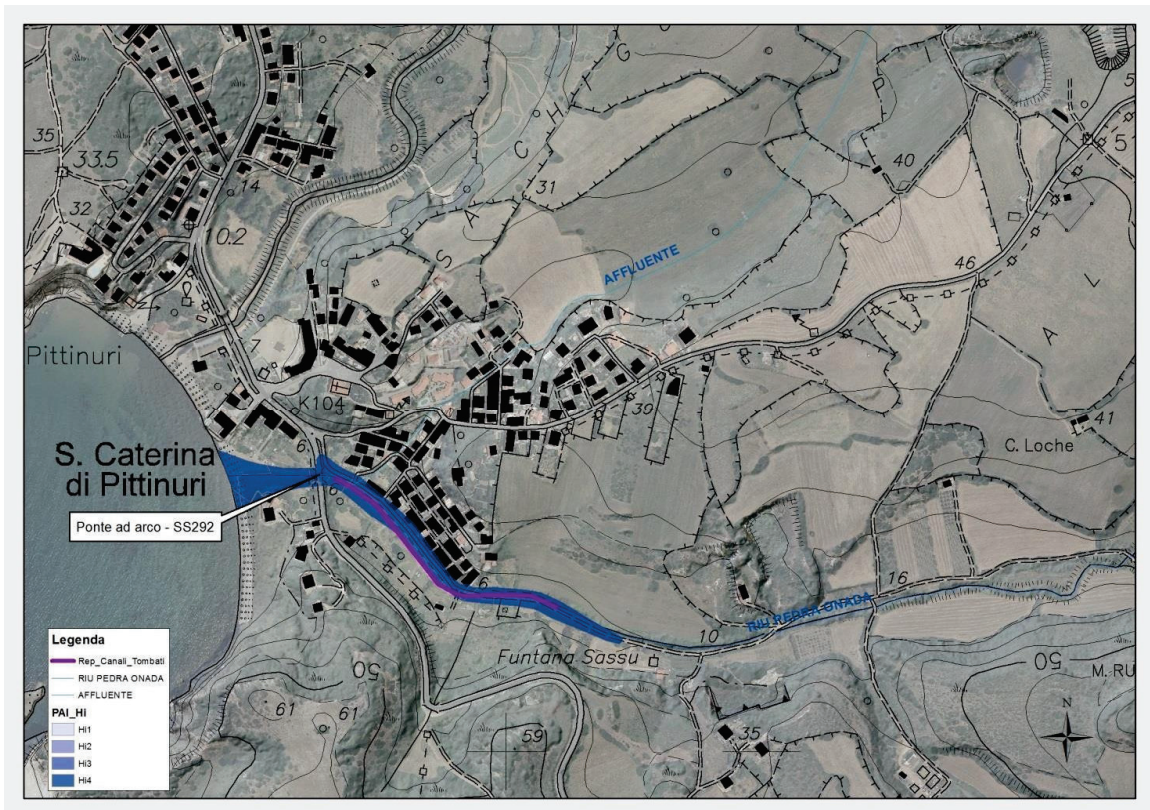
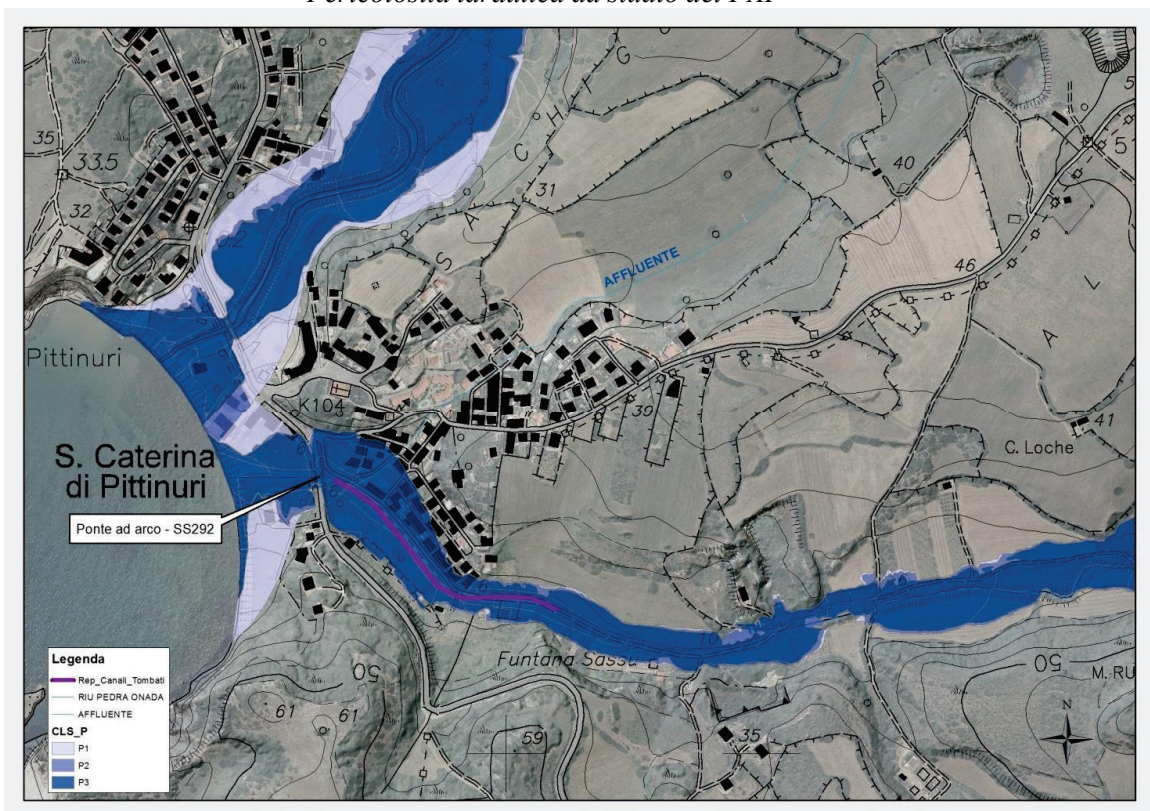
La consultazione della cartografia disponibile evidenzia perimetrazioni della pericolosità idraulica approvate, in vigore per l'area in esame e inquadrare di seguito.



Piano stralcio delle fasce fluviali



Pericolosità idraulica da studio comunale - Art. 8 delle NA del PAI

*Pericolosità idraulica da studio del PAI**Pericolosità da alluvione secondo le classi del PGRA*

INTRODUZIONE ALLA CONFIGURAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA DEL SISTEMA

Lo studio di un sistema ambientale risulta essere molto complicato ed il numero di variabili da considerare è elevato così come le relazioni interconnesse tra le variabili stesse. I sistemi naturali, infatti, possono essere definiti come "sistemi complessi".

La comprensione dei fenomeni e delle dinamiche che si sviluppano in un bacino idrografico sotteso alla sezione di chiusura riguarda lo studio di un sistema naturale complesso. Allo scopo devono infatti essere considerati numerosi fattori come la morfologia del territorio, la distribuzione spaziale, qualitativa e quantitativa delle precipitazioni, così come dei suoli e degli usi del suolo. E' importante, inoltre, definire la modalità di sviluppo dei fenomeni fisici attraverso i processi di trasformazione, la risposta idrologica e sedimentologica, la variazione nel tempo.

Queste variabili influenzano la caratterizzazione dei flussi e dei carichi annessi come inquinanti o sedimenti che si ripercuotono in tutto il bacino idrografico, alle quali vanno aggiunti, non minori e non trascurabili, i problemi che possono insorgere da una non corretta o superficiale progettazione delle opere idrauliche e di attraversamento stradale, sia per i disagi al traffico veicolare che il ristagno delle acque ed il loro lento smaltimento possono causare, sia per la riduzione, anche notevole, delle condizioni di sicurezza delle persone e del traffico stesso.

Gli studi empirici applicati ai bacini idrografici risultano di difficile attuazione: i fenomeni oggetto di studio sono osservabili in archi temporali estesi, su aree molto vaste e l'analisi dei costi-benefici per la loro realizzazione risulta generalmente enormemente svantaggiosa.

Tuttavia, lo studio idrologico a scala di bacino è di notevole importanza per le molte applicazioni pratiche che ne derivano e che hanno rilevanza in diversi settori a livello gestionale: uso delle risorse irrigue e del suolo a livello di bacino, analisi della qualità delle acque ad uso irriguo e civile, studio delle conseguenze dei cambiamenti climatici e di gestioni diverse del suolo ecc.

Preliminarmente alla progettazione preventiva delle opere proposte è stata condotta una fase conoscitiva che consiste nell'acquisizione della cartografia a disposizione, nella individuazione del reticolo idrografico, nella delimitazione del bacino idrografico e nell'acquisizione dei dati geologici, topografici e geometrici della zona di interesse, necessari alle elaborazioni previste nelle fasi successive.

Per queste ragioni l'approccio modellistico si è rivelato di notevole interesse e rappresenta una importante alternativa per la realizzazione di questo tipo di studi.

I modelli sono sempre delle riproduzioni molto semplificate della realtà ma rappresentano la migliore tecnologia disponibile per l'analisi dei sistemi ambientali nel loro insieme. La modellazione matematica consente di elaborare un numero enorme di dati in tempi relativamente brevi gestendo numerosi parametri attraverso l'uso dei calcolatori.

I modelli simulano matematicamente i processi fisici che si sviluppano nei bacini idrografici e permettono l'analisi dei fenomeni studiati nel tempo restituendo serie

storiche di output. Questo consente un uso previsionale delle simulazioni e permette la creazione di scenari futuri.

Particolarmente utili sono risultati, nella modellizzazione di questo sistema ambientale, i Sistemi Informativi Territoriali SIT (oppure GIS Geographic Information System) che hanno consentito la raccolta, georeferenziazione ed elaborazione dei dati, rendendo possibili molti tipi di analisi. I GIS permettono inoltre la manipolazione, la visualizzazione dei risultati e la fruizione delle informazioni, aspetti fondamentali nello sviluppo dei processi decisionali.

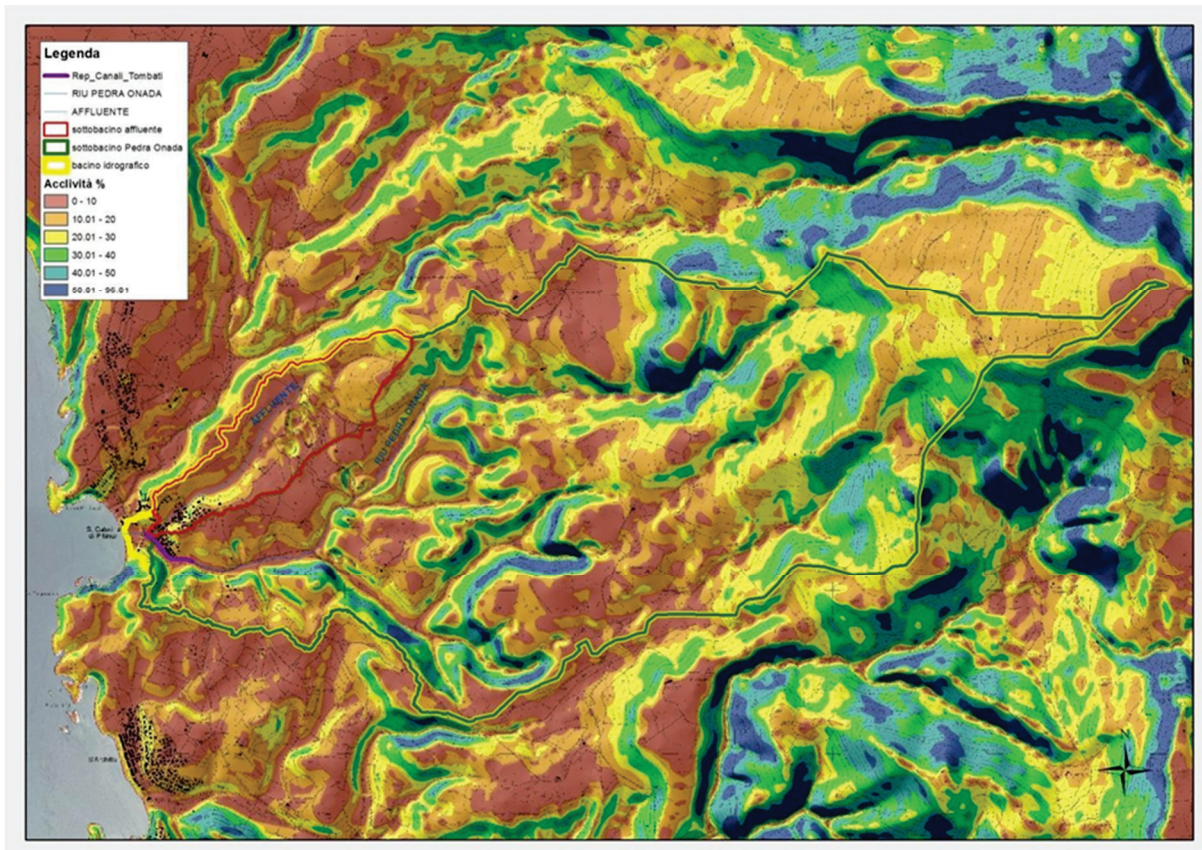
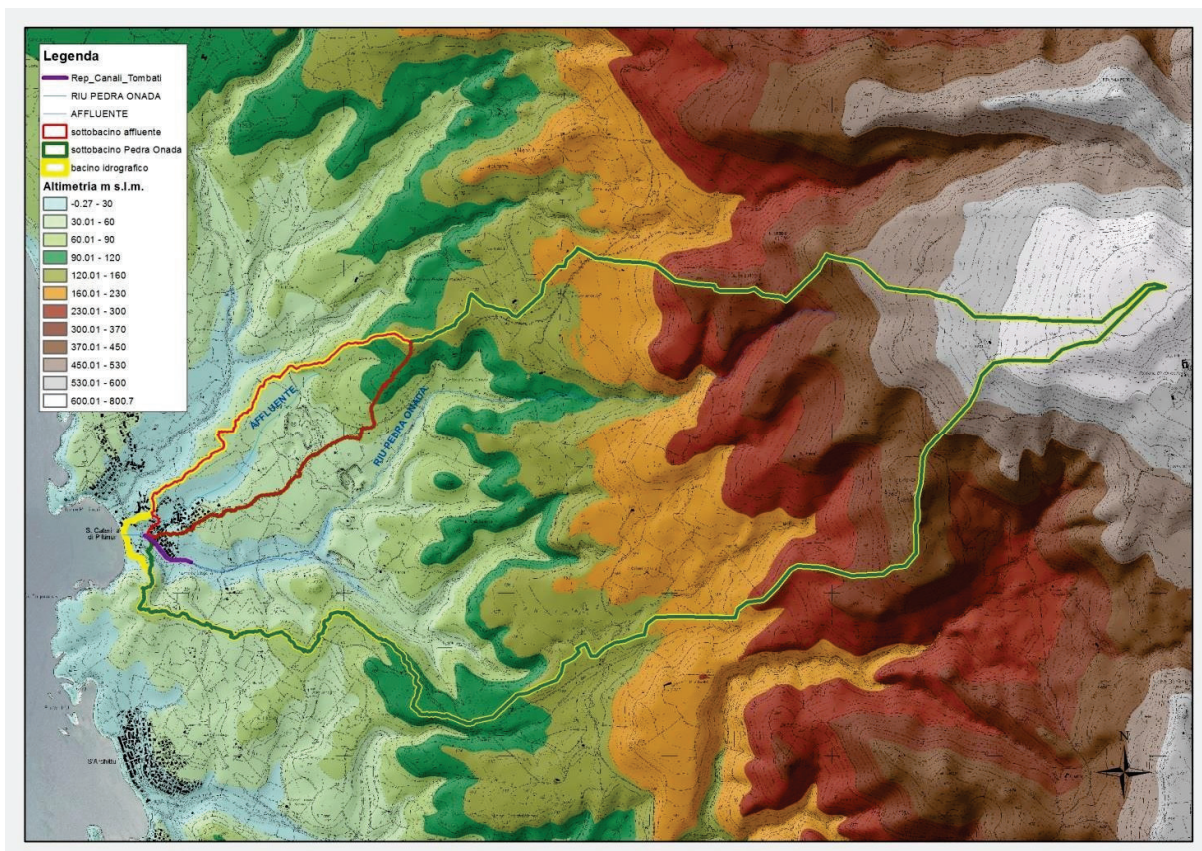
Caratterizzazione dell'area d'interesse

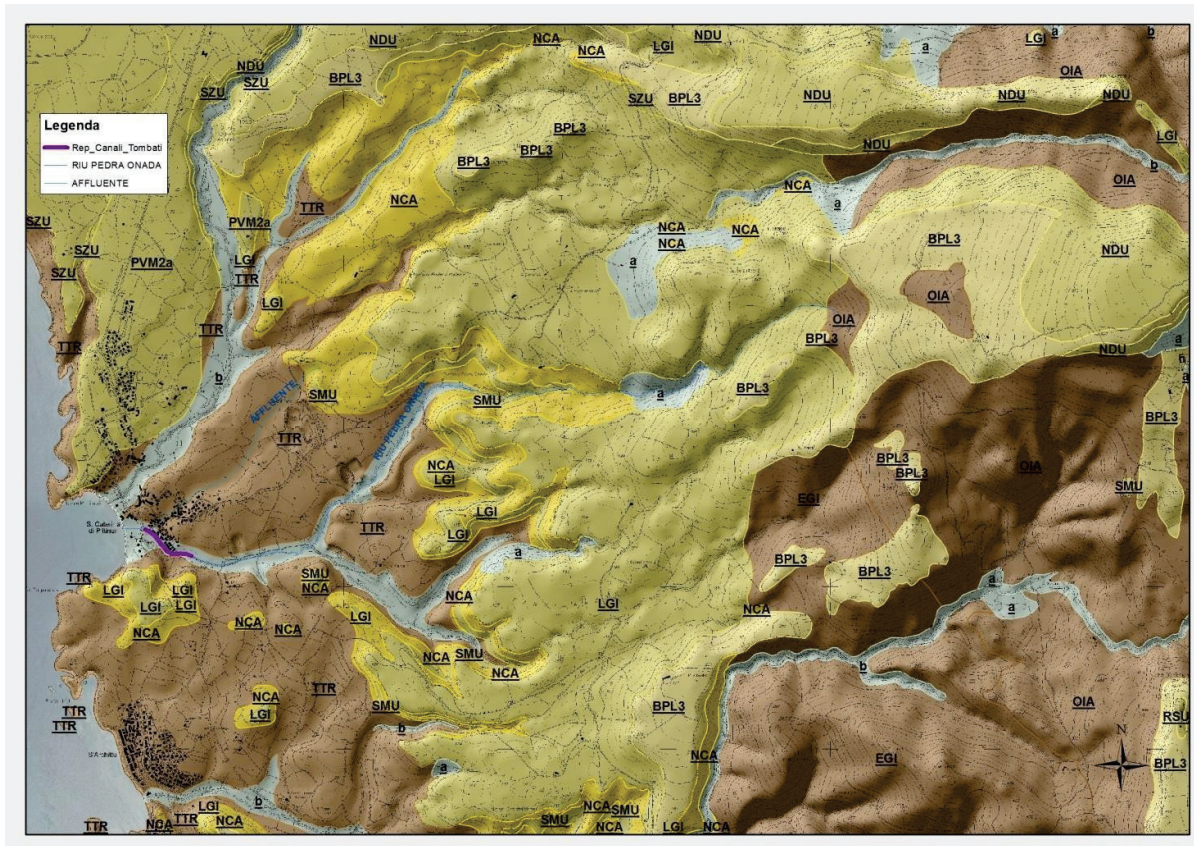
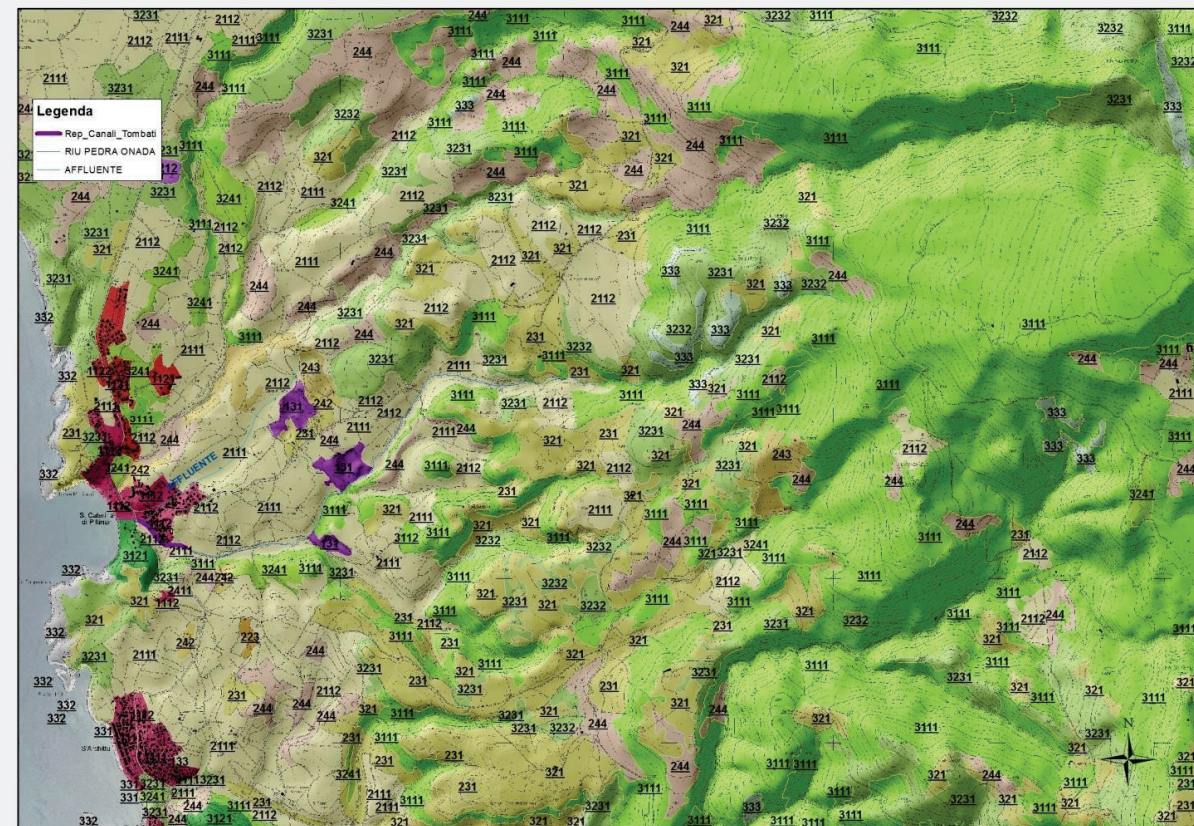
Il settore in esame è stato studiato dal punto di vista fisico-morfologico a partire dall'analisi del modello digitale del terreno (**DTM passo 1 m**) con l'ausilio di apposito software GIS, integrando, qualora necessario, i dati numerici relativi alle curve di livello e ai punti quotati disponibili da cartografia aerofotogrammetrica con punti di rilievo topografico effettuato mediante strumentazione GPS.

Attraverso le elaborazioni in ambiente GIS del modello digitale del terreno sono state verificate le grandezze geometriche e morfometriche necessarie per l'analisi.

In particolare, sono state esaminate le seguenti mappe tematiche delle grandezze utili alla descrizione del settore considerato:

- mappa delle altimetrie,
- mappa delle acclività,
- carta geologica,
- mappa dell'uso del suolo.

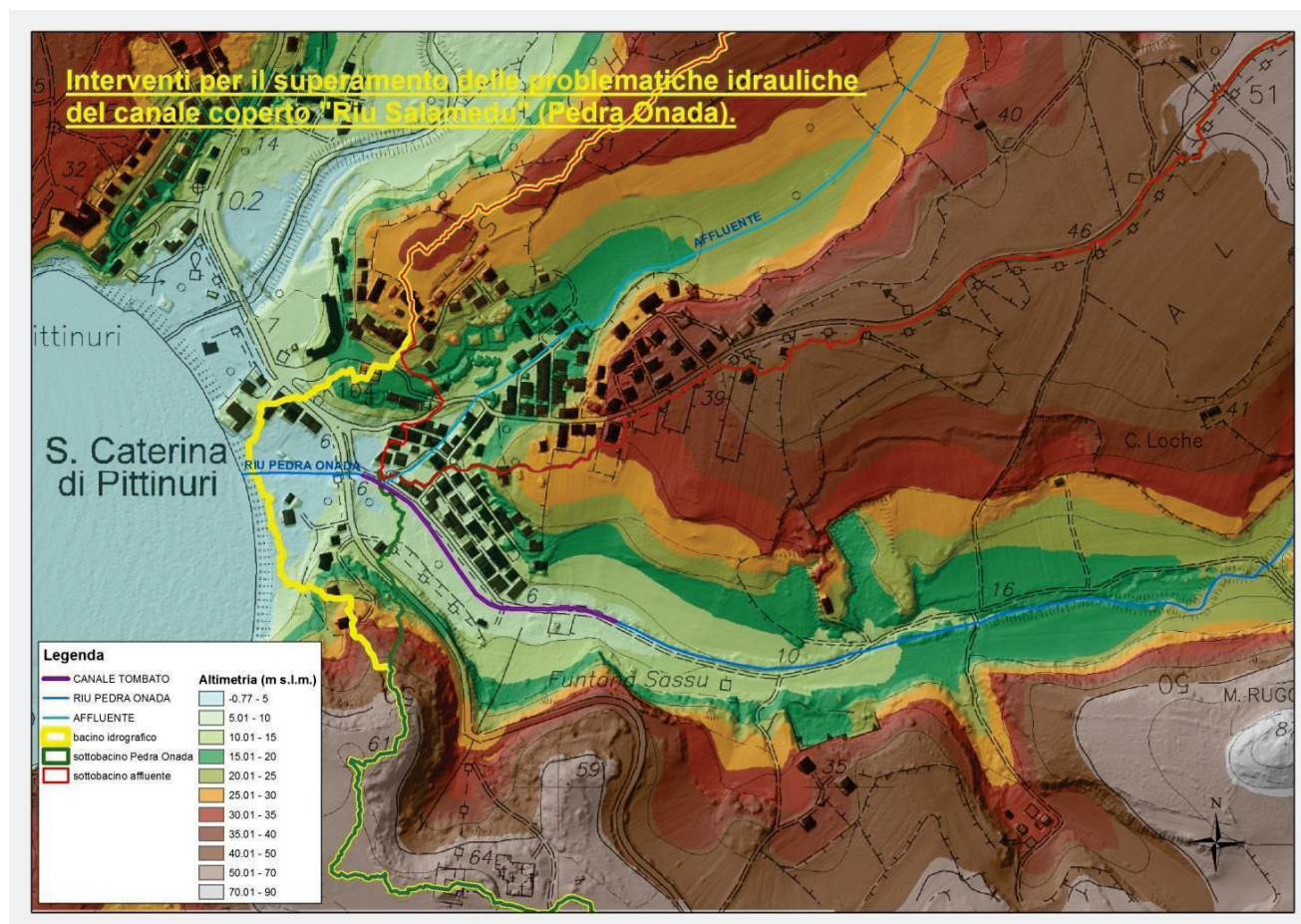
*Acclività – da elaborazione DTM**Altimetria – da elaborazione DTM*

*Carta geologica – fonte RAS*

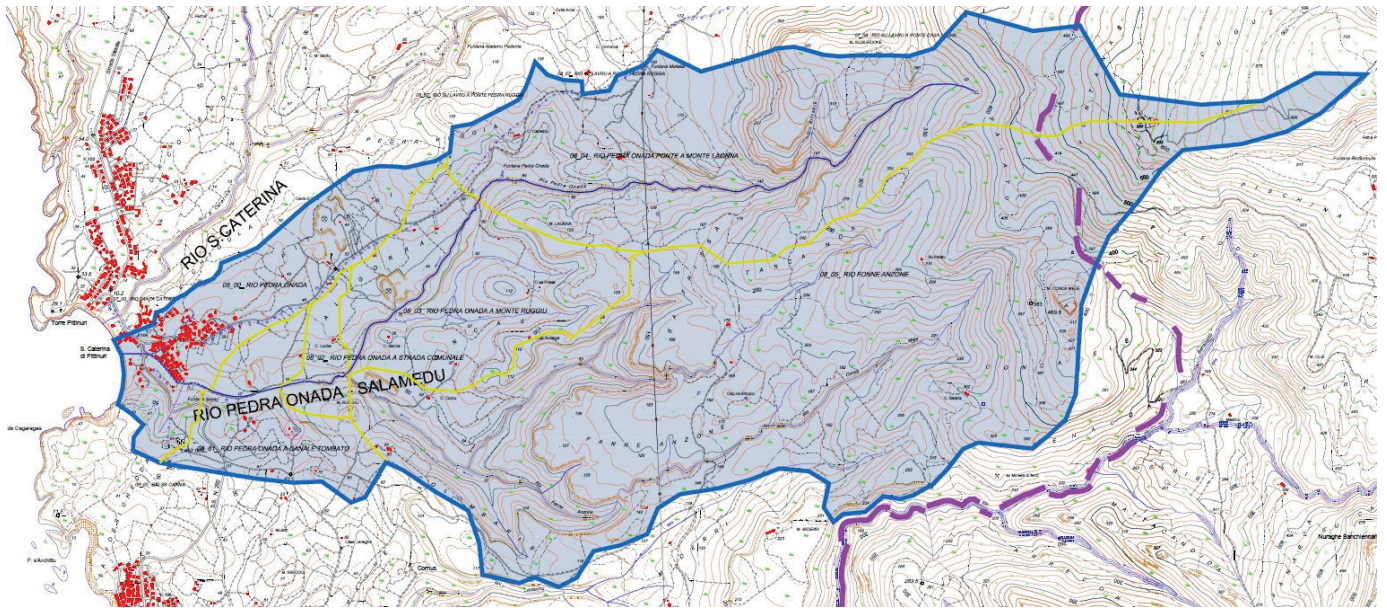
INQUADRAMENTO DEL BACINO IDROGRAFICO

La zona oggetto di rilevante pericolosità idraulica potenziale è rappresentata dall'abitato di S. Caterina di Pittinuri nel quale, mediante canalizzazione tombata denominata "Riu Salamedu", defluiscono le acque bianche del bacino che incontrano a valle dell'opera le condotte di trasferimento di acque nere e altri sottoservizi (da ricollocare preventivamente rispetto alle opere in progetto).

Per tale motivo, ai sensi dell'art. 22 delle NA PAI e annessa "Direttiva per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza dei canali tombati esistenti", il bacino idrografico individuato è sotteso alla sezione di chiusura posta a valle del detto canale, in corrispondenza della foce, così da poter stimare i volumi idrici di riferimento e condurre l'analisi della condizione di pericolosità idraulica esistente.



Individuazione del bacino sotteso alla foce del Riu Pedra Onada e dei sottobacini – da elaborazione DTM passo 1 m



Corografia con individuazione dei sottobacini

ANALISI IDROLOGICA

La valutazione delle portate di piena è stata condotta secondo i criteri espressi nelle Linee Guida del PAI che prevedono che le portate di piena da assumere nella generazione degli scenari di pericolosità siano quelle caratterizzate da tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni e che esse vengano stimate mediante i metodi classici dell'idrologia, operando una attenta scelta fra le diverse formulazioni possibili e una valutazione critica dei parametri utilizzati.

Come previsto dalle Linee Guida PAI la stima della portata al colmo può essere eseguita secondo i seguenti metodi:

- 1) metodo "diretto o probabilistico",
- 2) metodo "indiretto o analitico",
- 3) metodo "empirico".

I primi pervengono al valore della portata al colmo in una sezione di interesse a partire dall'analisi di serie storiche osservate di portata, interpretate mediante distribuzioni probabilistiche dei massimi annui (regionalizzata o locale). I secondi sfruttano un modello indiretto di trasformazione afflussi-deflussi basato essenzialmente sulla Formula Razionale che consente di pervenire alla portata al colmo partendo dall'analisi statistica delle piogge. I metodi empirici, infine, si basano sull'osservazione di valori di portata al colmo che vengono posti in relazione con particolari parametri geomorfologici di bacino.

La Formula Razionale e la distribuzione TCEV

Le portate al colmo Q nella sezione di chiusura del bacino considerato sono state calcolate utilizzando il metodo razionale:

$$Q = \frac{\Psi \cdot h_{\tau} \cdot A}{3.6 \cdot \tau} \quad m^3/s$$

Ψ = Coefficiente di deflusso

A = Superficie del bacino

τ = Durata critica della pioggia

$h(\tau)$ = Altezza di pioggia di durata pari a τ .

Come è prassi nell'applicazione del metodo razionale, si è considerata la criticità della portata al colmo di piena Q pari a quella dell'evento di pioggia che le ha dato origine, pertanto, si è attribuito alle portate al colmo Q calcolate il medesimo tempo di ritorno della curva di possibilità climatica utilizzata per la determinazione delle piogge di progetto. Le portate di piena sono state definite per tempi di ritorno pari a 50, 100, 200 e 500 anni.

Le intensità di pioggia netta e ragguagliata i_n sono state stimate applicando il metodo del Curve Number (CN), sviluppato dal Soil Conservation Service (SCS, 1975; 1985), alle piogge meteoriche lorde ricavate dalle curve segnalatrici di possibilità climatica valide nella località esaminata.

In particolare, sono state utilizzate le curve di possibilità climatica per la Sardegna ottenute dalla analisi dei massimi annui di piogge brevi ed intense mediante la distribuzione TCEV (Deidda e Piga, 1998). Il ragguaglio all'area è stato effettuato mediante le espressioni indicate nelle Linee Guida PAI.

Le curve di possibilità pluviometrica

Si descrive brevemente la procedura utilizzata per la determinazione delle curve segnalatrici di possibilità climatica valide nella località esaminata, impiegando i risultati del modello probabilistico TCEV, i cui calcoli sono presentati in forma aggiornata.

L'altezza di pioggia lorda $h(\tau)$ in mm di durata τ in ore e di assegnato tempo di ritorno T in anni è fornita dalla seguente relazione monomia:

Occorre determinare perciò i parametri $h(\tau) = a \tau^{n_1}$, dipendono dal tempo di ritorno T e dalle caratteristiche climatiche della località in esame - Sottozone Omogenee (SZO). L'altezza di pioggia lorda $h(\tau)$ è esprimibile come prodotto di una pioggia indice $\mu(\tau)$ di durata τ e di un coefficiente di crescita K_T , secondo lo schema disegnato riportato:

EVENTI ESTREMI DI PIOGGE BREVI ED INTENSE: CURVE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

La pioggia indice $\mu(\tau)$ di durata τ (ovvero la media dei massimi annui delle piogge di durata τ) può essere espressa in forma monomia:

$$\mu(\tau) = a_1 \tau^{n_1}$$

dove i coefficienti a_1 e n_1 si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g :

$$a_1 = \mu_g / (0.886 \cdot 24^{n_1}) \quad ; \quad n_1 = -0.493 + 0.476 \log_{10} \mu_g$$

L'altezza di pioggia $h_T(\tau)$ di durata τ con assegnato tempo di ritorno T in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice $\mu(\tau)$ per un coefficiente di crescita $K_T(\tau) = a_2 \tau^{n_2}$:

$$h_T(\tau) = \mu(\tau) K_T(\tau) = (a_1 a_2) \tau^{(n_1+n_2)}$$

dove i coefficienti a_2 e n_2 si determinano con le relazioni seguenti per differenti T e τ

a) per tempi di ritorno $T \leq 10$ ANNI

$$\text{SZO 1} \quad a_2 = 0.66105 + 0.85994 \log_{10} T \quad ; \quad n_2 = -1.3558 \cdot 10^{-4} - 1.3660 \cdot 10^{-2} \log_{10} T$$

$$\text{SZO 2} \quad a_2 = 0.64767 + 0.89360 \log_{10} T \quad ; \quad n_2 = -6.0189 \cdot 10^{-3} + 3.2950 \cdot 10^{-4} \log_{10} T$$

$$\text{SZO 3} \quad a_2 = 0.62408 + 0.95234 \log_{10} T \quad ; \quad n_2 = -2.5392 \cdot 10^{-2} + 4.7188 \cdot 10^{-2} \log_{10} T$$

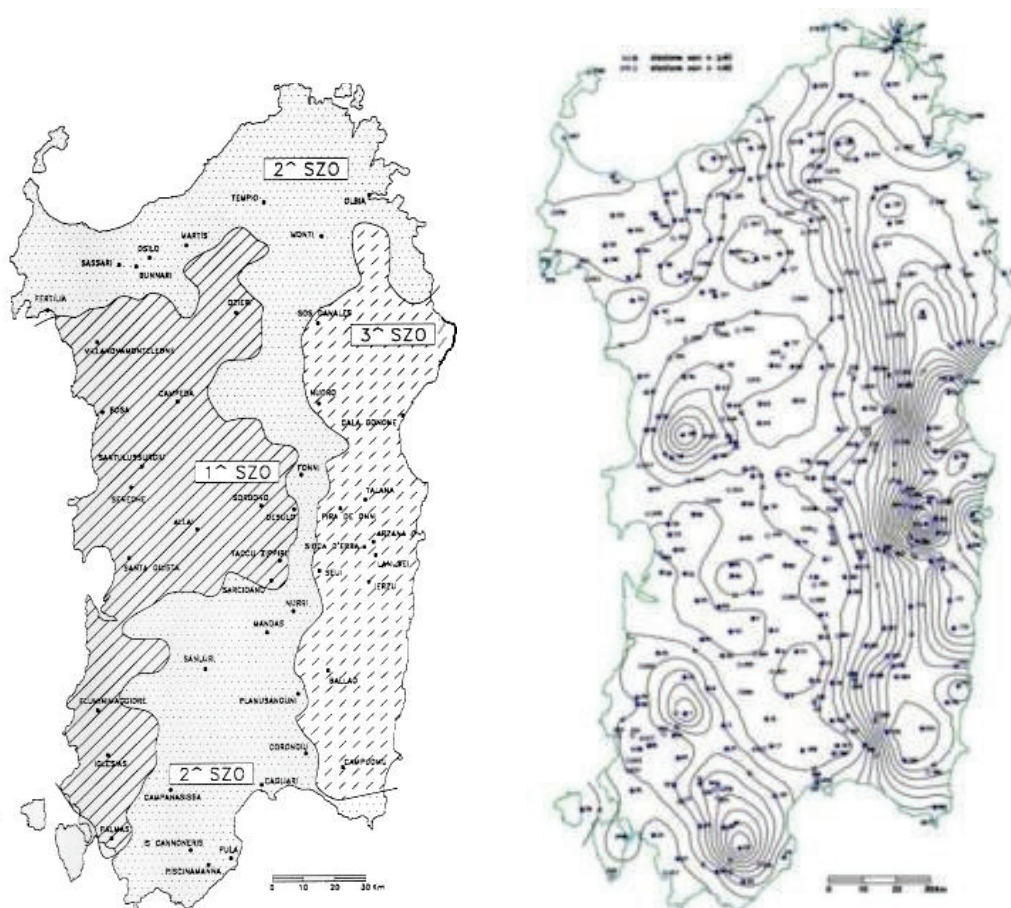
b) per tempi di ritorno $T > 10$ ANNI

$$\begin{aligned} \text{SZO 1} \quad a_2 &= 0.46378 + 1.0386 \log_{10} T \\ n_2 &= -0.18449 + 0.23032 \log_{10} T - 3.3330 \cdot 10^{-2} (\log_{10} T)^2 \quad (\text{per } \tau \leq 1 \text{ ora}) \\ n_2 &= -1.0563 \cdot 10^{-2} - 7.9034 \cdot 10^{-3} \log_{10} T \quad (\text{per } \tau \geq 1 \text{ ora}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SZO 2} \quad a_2 &= 0.44182 + 1.0817 \log_{10} T \\ n_2 &= -0.18676 + 0.24310 \log_{10} T - 3.5453 \cdot 10^{-2} (\log_{10} T)^2 \quad (\text{per } \tau \leq 1 \text{ ora}) \\ n_2 &= -5.6593 \cdot 10^{-3} - 4.0872 \cdot 10^{-3} \log_{10} T \quad (\text{per } \tau \geq 1 \text{ ora}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SZO 3} \quad a_2 &= 0.41273 + 1.1370 \log_{10} T \\ n_2 &= -0.19055 + 0.25937 \log_{10} T - 3.8160 \cdot 10^{-2} (\log_{10} T)^2 \quad (\text{per } \tau \leq 1 \text{ ora}) \\ n_2 &= 1.5878 \cdot 10^{-2} + 7.6250 \cdot 10^{-3} \log_{10} T \quad (\text{per } \tau \geq 1 \text{ ora}) \end{aligned}$$

¹ Deidda, R. e E. Piga, Curve di possibilità pluviometrica basate sul modello TCEV, *Informazione*, 81, pagine 9-14, Cagliari, 1998.



Mappatura delle sottozone (SZO) e delle isoiete

Piogge lorde ragguagliate all'area del bacino

Il coefficiente r di ragguaglio delle piogge all'area, legato alla durata dell'evento e alla superficie del bacino, è espresso da diverse formulazioni, tra cui quella che fa riferimento al Flood Studies Report, utilizzata nel VAPI Sardegna e nel presente lavoro, ed è espressa dalla seguente relazione:

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) d^{(-0.40+0.0208 \ln(4.6-\ln(A)))} \quad \text{per } A < 20 \text{ km}^2$$

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) d^{(-0.40+0.003832 (4.6-\ln(A)))} \quad \text{per } A > 20 \text{ km}^2$$

in cui d è la durata della precipitazione ed A è la superficie del bacino.

Il tempo di corrivazione

La definizione dell'onda di piena di progetto con assegnato tempo di ritorno è uno degli obiettivi più importanti e comuni delle analisi idrologiche per le molteplici applicazioni che da essa derivano. Gli studi idrologici sviluppati in ambito professionale, le linee guida di numerose istituzioni (specifiche tecniche dei piani di assetto idrogeologici) ed i testi classici di idrologia (Chow et al., 1988; Seybert, 2006) fanno riferimento per la sua definizione, principalmente nel caso di bacini idrografici non strumentati, al tempo di corrivazione (t_c).

Tale parametro, nonostante il suo ampio utilizzo, presenta numerose incertezze nella definizione e nelle procedure di stima. Nel presente lavoro la stima del tempo di corrivazione è stata comunque effettuata

mediante le formule più utilizzate, tuttavia quelle che meglio si adatta al caso in esame risulta essere la formulazione di Viparelli, quest'ultima adottata per la stima della portata di picco del bacino in esame.

Formule empiriche per tempo di corrivazione			
Viparelli	ora	TcV	0.991
SCS	ora	TcS	0,842
Giandotti	ora	TcG	1,807
Ventura	ora	TcR	2,275
Pasini	ora	TcP	2,019
Pezzoli	ora	TcPz	1,241
Puglisi	ora	TcPg	2,313
Tourmoun	ora	TcTm	2,182
VAPI Sardegna	ora	TcVP	4,215
VAPI Sardegna con verifica $S > 50\text{Km}^2$	ora	TcVP	non applic.
Tempo di corrivazione minimo	ora	Tc	0.991
Tempo di corrivazione assunto	ora	Tc	0.842

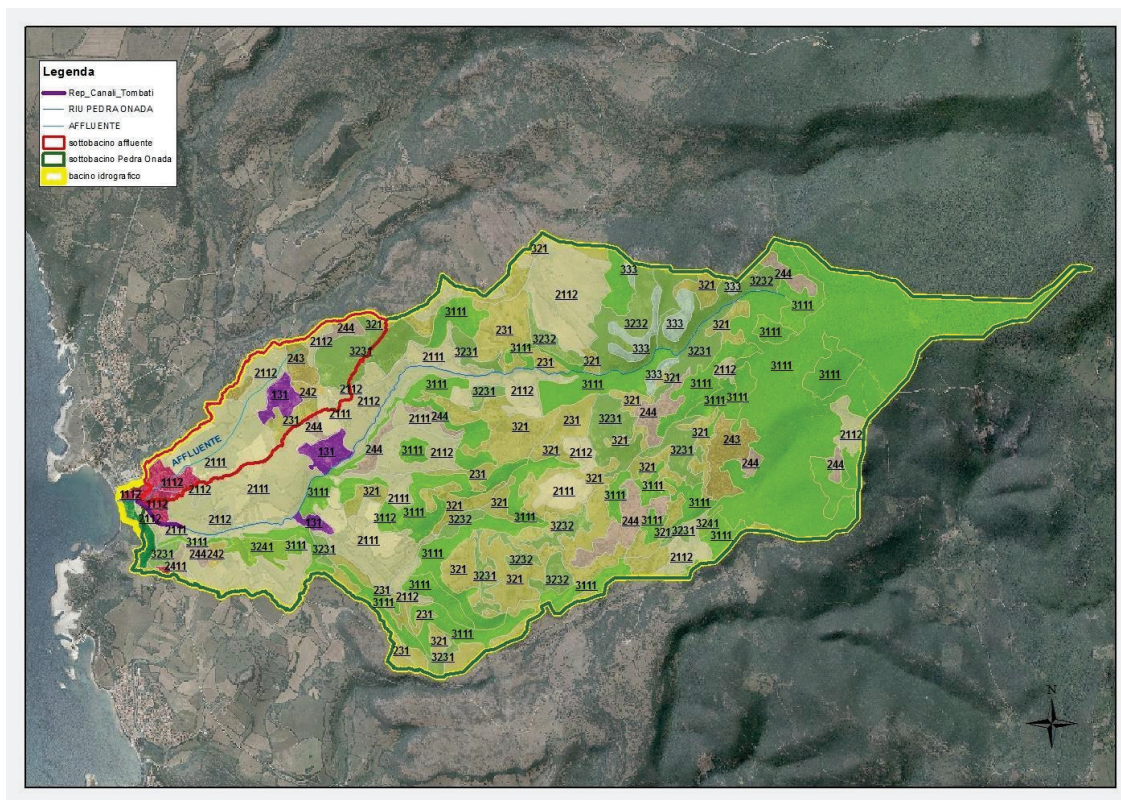
Dati idrologici

Si riportano in maniera sintetica, le immagini, i dati e i risultati dell'analisi idrologica che, tramite metodologie e formule empiriche precedentemente descritte e riportate in letteratura, hanno fornito il valore della portata al colmo del bacino individuato nell'intorno della borgata marina di Cuglieri e sotteso alla sezione di scarico del canale tombato.

CN BACINO					
UDSCOD	UDSDESC	CN II	CN III	Area (kmq)	CN III*Area
3112	ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.019	1.637
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.038	3.621
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.041	3.927
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.012	1.184
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.030	2.800
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.034	3.191
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.014	1.320
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.044	4.193
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.083	7.842
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.048	4.528
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.026	2.446
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.023	2.220
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.018	1.680
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.174	16.319
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.008	0.730
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.064	6.038
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.007	0.661
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.157	14.934
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.034	3.194
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.276	26.208
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.070	6.629
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.028	2.643
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.007	0.684
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.043	4.043
321	AREE A PASCOLO NATURALE	89	94.900	0.020	1.913
3241	AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	75	87.342	0.011	0.921
3241	AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	75	87.342	0.058	5.073
244	AREE AGROFORESTALI	83	91.823	0.034	3.141
244	AREE AGROFORESTALI	83	91.823	0.028	2.532
244	AREE AGROFORESTALI	83	91.823	0.033	3.062
244	AREE AGROFORESTALI	83	91.823	0.016	1.456
244	AREE AGROFORESTALI	83	91.823	0.016	1.489
244	AREE AGROFORESTALI	83	91.823	0.015	1.353
244	AREE AGROFORESTALI	83	91.823	0.000	0.003
244	AREE AGROFORESTALI	83	91.823	0.061	5.561
244	AREE AGROFORESTALI	83	91.823	0.016	1.496
244	AREE AGROFORESTALI	83	91.823	0.013	1.234
244	AREE AGROFORESTALI	83	91.823	0.107	9.819
333	AREE CON VEGETAZIONE RADA <3%>40%	90	95.392	0.008	0.728
333	AREE CON VEGETAZIONE RADA <3%>40%	90	95.392	0.007	0.673
333	AREE CON VEGETAZIONE RADA <3%>40%	90	95.392	0.016	1.560
333	AREE CON VEGETAZIONE RADA <3%>40%	90	95.392	0.038	3.637
333	AREE CON VEGETAZIONE RADA <3%>40%	90	95.392	0.048	4.588
131	AREE ESTRATTIVE	95	97.763	0.054	5.287
131	AREE ESTRATTIVE	95	97.763	0.050	4.888
131	AREE ESTRATTIVE	95	97.763	0.020	1.912
243	AREE PREV. OCCUPATE DA CULTURA AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI	81	90.745	0.061	5.341
243	AREE PREV. OCCUPATE DA CULTURA AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI	81	90.745	0.104	9.451
3111	BOSCO DI CONIFERE	70	84.293	0.038	3.202
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	1.472	124.119
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.058	4.876
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.097	8.154
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.129	10.837
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.031	2.617
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.098	8.260
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.049	4.148
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.032	2.701
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.071	6.008
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.081	6.804
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.135	11.414
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.142	12.002
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.062	5.239
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.056	4.756
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.028	2.351
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.034	2.842
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.027	2.290
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.023	1.919
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.002	0.140
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.061	5.162
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.050	4.196
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.045	3.796
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.030	2.569
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.131	11.010
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.053	4.462

3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.016	1.382
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.061	5.102
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.003	0.447
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.036	4.710
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.038	4.864
3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	70	84.293	0.094	7.935
2411	COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO	86	93.390	0.013	1.413
3232	GARIGA	80	90.196	0.160	14.425
3232	GARIGA	80	90.196	0.103	9.313
3232	GARIGA	80	90.196	0.043	3.884
3232	GARIGA	80	90.196	0.023	2.239
3232	GARIGA	80	90.196	0.027	2.409
3232	GARIGA	80	90.196	0.042	3.832
3232	GARIGA	80	90.196	0.043	3.889
3231	MACCHIA MEDITERRANEA	80	90.196	0.046	4.141
3231	MACCHIA MEDITERRANEA	80	90.196	0.083	7.473
3231	MACCHIA MEDITERRANEA	80	90.196	0.191	17.243
3231	MACCHIA MEDITERRANEA	80	90.196	0.038	3.384
3231	MACCHIA MEDITERRANEA	80	90.196	0.079	7.124
3231	MACCHIA MEDITERRANEA	80	90.196	0.023	2.217
3231	MACCHIA MEDITERRANEA	80	90.196	0.122	10.960
3231	MACCHIA MEDITERRANEA	80	90.196	0.016	1.488
3231	MACCHIA MEDITERRANEA	80	90.196	0.036	3.288
3231	MACCHIA MEDITERRANEA	80	90.196	0.022	1.990
3231	MACCHIA MEDITERRANEA	80	90.196	0.012	1.117
3231	MACCHIA MEDITERRANEA	80	90.196	0.021	1.909
223	OLIVETI	91	93.877	0.000	0.001
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.272	25.827
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.010	0.923
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.004	0.393
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.033	3.360
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.008	0.804
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.016	1.496
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.083	8.026
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.047	4.432
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.034	3.121
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.021	1.991
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.171	16.227
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.030	4.737
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.110	10.436
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.032	3.027
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.024	2.283
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.017	1.646
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.071	6.693
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.020	1.870
2112	PRATI ARTIFICIALI	89	94.900	0.023	2.351
231	PRATI STABILI	89	94.900	0.018	1.690
231	PRATI STABILI	89	94.900	0.024	2.288
231	PRATI STABILI	89	94.900	0.132	12.330
231	PRATI STABILI	89	94.900	0.044	4.180
231	PRATI STABILI	89	94.900	0.064	6.083
231	PRATI STABILI	89	94.900	0.028	2.687
231	PRATI STABILI	89	94.900	0.018	1.713
231	PRATI STABILI	89	94.900	0.042	3.963
231	PRATI STABILI	89	94.900	0.016	1.339
2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	83	92.874	0.071	6.603
2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	83	92.874	0.242	22.461
2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	83	92.874	0.329	30.379
2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	83	92.874	0.068	6.330
2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	83	92.874	0.039	3.392
2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	83	92.874	0.181	16.787
2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	83	92.874	0.049	4.332
2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	83	92.874	0.221	20.520
2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	83	92.874	0.043	4.193
2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	83	92.874	0.061	5.703
2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	83	92.874	0.007	0.632
242	SISTEMI CULTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	88	94.403	0.017	1.364
242	SISTEMI CULTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	88	94.403	0.017	1.370
1112	TESSUTO RESIDENZIALE RADO	87	93.900	0.034	3.097
1112	TESSUTO RESIDENZIALE RADO	87	93.900	0.036	3.427
1112	TESSUTO RESIDENZIALE RADO	87	93.900	0.008	0.713
1112	TESSUTO RESIDENZIALE RADO	87	93.900	0.003	0.491
					9.515
					857.539
					90.123

Uso del suolo e determinazione del CN III del bacino



Uso del suolo del bacino

Parametri morfologici utilizzati per lo studio delle portate di piena stimate - Rio Salamedu			
DATI DI INPUT	u.m.	simbolo	
Sottozona omogenea di appartenenza		SZO	1
Superficie bacino	Kmq	S	9.8477
Lunghezza dell'asta principale	Km	L	3,569
Pendenza media del bacino (versanti)	m/m	i	0.2069
Pendenza media dell'asta principale	m/m	I _m	0.0307
Quota della sezione terminale di chiusura	m s.l.m.	Q ₀	0
Quota media del bacino idrografico	m s.l.m.	Q _m	153.45
Velocità media di scorrimento in alveo	m/s	v	1
Curve Number AMC III		CN	90.12
Coefficiente Sirchia-Fassò modificato 1991		Ψ	0.00
Zona idrografica Sirchia-Fassò modificato 1991		ZI	0
Coefficiente riduttivo per il tempo di ritorno		Ps	0
Log S		Log S	0.99
Coefficiente riduttivo per la superficie del bacino		Pa	0
Gruppo pluviometrico (Cao-Puddu)		Gc	1
Zona Deidda-Piga-Sechi		SZO	1
Pioggia altezza Media giornaliera	mm	Hg	54.76
Esposizione orientale (O), occidentale (I)		E	1
Metodo di ragguaglio (tc adottato)		FSR	0.842

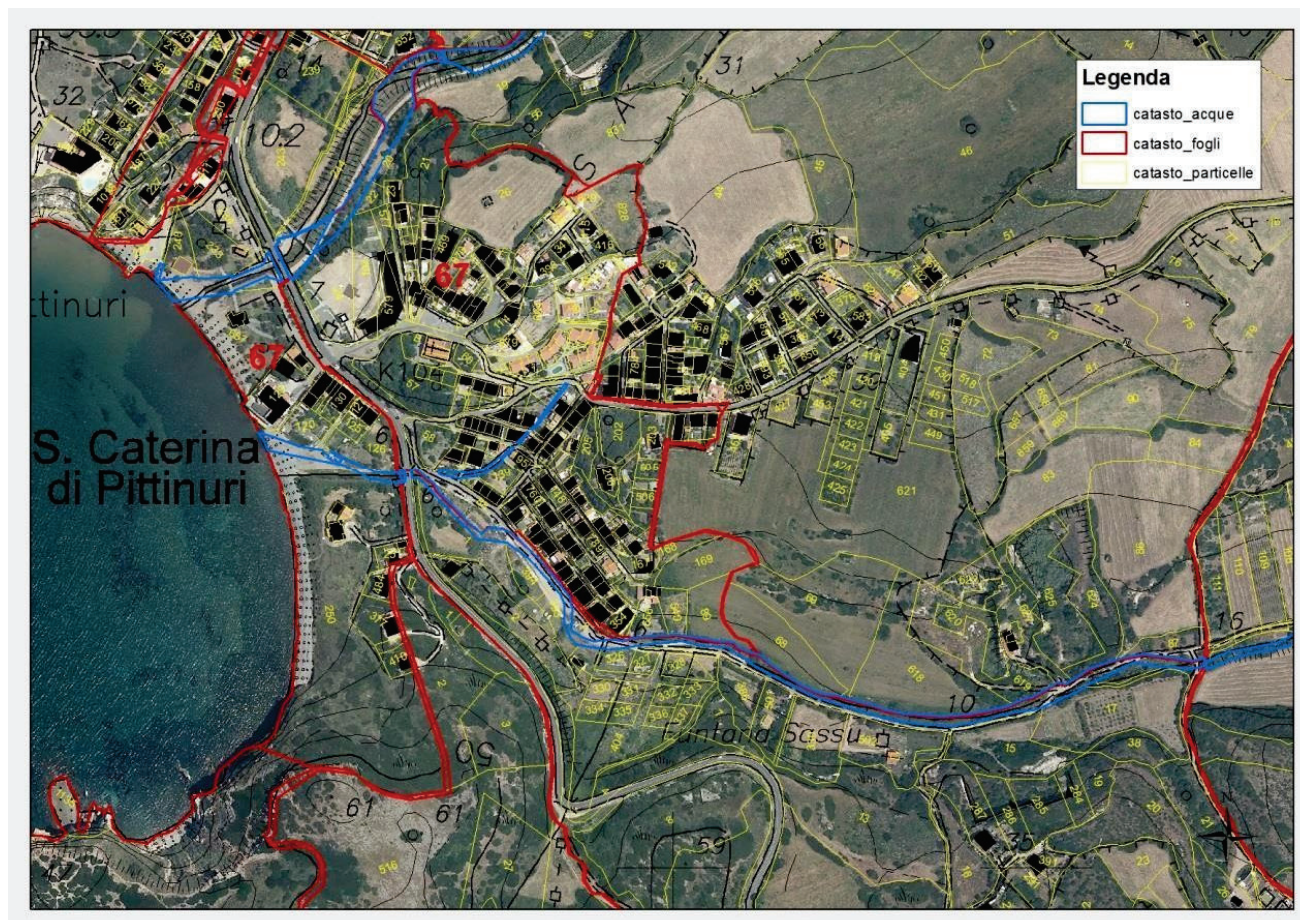
ANALISI IDRAULICA

Il primo passo nell'affrontare lo studio idraulico di un corso d'acqua consiste nel dotarsi di un fedele rilievo plano-altimetrico così da poter ricostruire geometricamente il corso d'acqua, oltre ad un sostanzioso numero di sezioni trasversali.

La ricostruzione della geometria dei corsi d'acqua e delle aree limitrofe è stata effettuata sia attraverso l'utilizzo di cartografia di base già esistente, sia attraverso una campagna di rilievi topografici.

Durante la campagna di indagini e rilievi particolare cura è stata richiesta nel rilievo di sottopassi, ponti, alvei strada e per ogni singolarità che potesse risultare importante ai fini della determinazione della pericolosità. Tutta la campagna di rilievi e sopralluoghi è stata corredata di una documentazione fotografica. Allo stato attuale il canale tombato non garantisce il convogliamento delle portate stimate, presenta una sezione di larghezza costante pari a 3.00 m e altezza di 2.00 m.

In merito all'opera idraulica proposta per la messa in sicurezza dell'area, non risultando idonee le diverse alternative di progetto valutate, si veda allegato dedicato "relazione sulla valutazione delle alternative progettuali", pertanto è previsto il detombinamento del canale tombato esistente avente superficie libera.



Inquadramento catastale

La progettazione e verifica preliminare del canale è stata condotta considerando la semplificata condizione di moto uniforme per il deflusso di una piena duecentennale.

La modellazione idraulica dei fenomeni di propagazione delle piene per il canale tombato, per la quale è stato svolto uno studio di approfondimento, è stata effettuata con riferimento ad uno schema di moto permanente monodimensionale i cui calcoli ed output grafici sono restituiti nell'apposito allegato (Libretto di Hec-Ras). Le simulazioni idrauliche, condotte sono state effettuate con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System).

Per l'implementazione del codice di calcolo è stato necessario, come precedentemente accennato, tutto l'insieme di dati che caratterizzano il sistema idrografico, in particolare i dati geometrici che includono sia quelli topografici (coordinate planimetriche, quote altimetriche, ponti, tombature ect.) che le caratteristiche fisiche, quali i valori dei coefficienti di scabrezza e certamente delle portate.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di progetto.

1. Portate

Tenendo conto dei dati acquisiti e verificando i calcoli effettuati dallo studio art. comma 2 approvato, si ottiene quanto segue:

TCEV Cao - Sechi - Becciu 1988					
Parametro bacini occidentali	beta	2,381	2,381	2,381	2,381
Parametro bacini occidentali	alfa	0.916864	0.916864	0.916864	0.916864
Coefficiente di crescita bacini occidentali	Lt	4.428671	5.360954	6.293237	7.525648
TCEV Cao - Sechi - Becciu 1988 bacini occidentali	Qocc	26.37679	31.92938	37.48198	44.82212
Parametro bacini orientali	beta	2.67	2.67	2.67	2.67
Parametro bacini orientali	alfa	2.453926	2.453926	2.453926	2.453926
Coefficiente di crescita bacini orientali	Kc	4.699345	5.705102	6.710858	8.040396
TCEV Cao - Sechi - Becciu 1988 bacini orientali	Qori	147.4409	178.9963	210.5517	252.2657
Portata TCEV Cao - Sechi - Becciu 1988 bacino in esame	Qcsb	26.37679	31.92938	37.48198	44.82212

Piga - Liguori 1985						
Gruppo di appartenenza						
Coefficienti Piga-Liguori 1991 per staz. pluviometriche del Gruppo di appartenenza	A	1.278175	1.278175	1.278175	1.278175	1.278175
Coefficienti Piga-Liguori 1991 per staz. pluviometriche del Gruppo di appartenenza	B	0.179781	0.179781	0.179781	0.179781	0.179781
Coefficienti Piga-Liguori 1991 per staz. pluviometriche del Gruppo di appartenenza	C	0.305043	0.305043	0.305043	0.305043	0.305043
Coefficienti Piga-Liguori 1991 per staz. pluviometriche del Gruppo di appartenenza	D	-0.0171463	-0.0171463	-0.0171463	-0.0171463	-0.0171463
Altezza di precipitazione precedente	Hcp	0	0	0	0	0
Altezza di precipitazione totale	Hctot	41.893	46.934	52.077	59.071	59.071
Altezza di precipitazione critica	Hc	41.893	46.934	52.077	59.071	59.071
Assorbimento Curve Numer metodo Soleil Conservation Service	Sca	37.126	37.126	37.126	37.126	37.126
Coefficiente di afflusso	ϕ_{CNscs}	0.396	0.434	0.468	0.509	0.509
Coefficiente di afflusso adeguato	ϕ	0.398	0.454	0.501	0.553	0.553
Coefficiente di riduzione areale assunto	ARF	1	1	1	1	1
Portata di piena Piga-Liguori 1985	Qrpl	54.1373	69.1665	84.7369	106.1904	106.1904

Deidda-Piga-Sechi 1997			tr50	tr100	tr200	tr500
Altezza media giornaliera	Hg		54.759	54.759	54.759	54.759
sottozona di riferimento	SZO		1	1	1	1
Tc superiore a 1 ora			NO	NO	NO	NO
	a1		21.34688805	21.34688805	21.3468881	21.34688805
	n1		0.334504822	0.334504822	0.33450482	0.334504822
Parametro per SZO di appartenenza	a2		2.227051276	2.5394	2.85174872	8.364631276
Parametro per SZO di appartenenza per Tc > 1 ora	n2 sup		-0.023806764	-0.02627	-0.0285333	-0.031657264
Parametro per SZO di appartenenza per Tc < 1 ora	n2 inf		0.10982556	0.141455	0.16756644	0.192843584
a2=a2	a		47.5406	54.2083	60.8759	69.6901
a2+n2	n		0.4438	0.476	0.5021	0.5278
Altezza di precipitazione precedente	Hp1		0	0	0	0
Altezza di precipitazione complessiva	Hp2		44.04695842	49.94788098	55.8402141	68.64799377
Altezza di precipitazione critica	Hp		44.04695842	49.94788098	55.8402141	68.64799377
Assorbimento Curve Numer metodo Soleil Conservation Service	Scn		37.12639137	37.12639137	27.85	37.12639137
Perdita iniziale	l		0.742527827	0.742527827	2.785	0.742527827
Coefficiente di afflusso adeguato	φ		0.423	0.482	0.62	0.562
Portata di piena (Deidda-Piga-Sechi) razionale TCEV	Q		83.59	99.6	113.10	137.46

Lazzari 1967		tr50	tr100	tr200	tr500
SHm	SHm	1511.19	1511.19	1511.19	1511.19
Media esposizione occidentale	μ	0.044412	0.044412	0.044412	0.044412
Scarto zona occidentale	σ	0.3583	0.3583	0.3583	0.3583
Portata di piena per esposizione occidentale	Qlocc	6.029352	7.549929	9.275388	11.90304
Media esposizione orientale	μ	0.590759	0.590759	0.590759	0.590759
Scarto zona orientale	σ	0.4413	0.4418	0.4418	0.4418
Portata di piena per esposizione orientale	Qlori	31.41076	41.43585	53.39156	72.59252
Portata di piena per il bacino in esame	Ql	6.029352	41.43585	53.39156	72.59252
Portata di piena con verifica SHm < 50000	Qlv	6.029352	7.549929	9.275388	11.90304

Lazzari modificato 1991		tr50	tr100	tr200	tr500
Media esposizione occidentale	μm	1.427601	1.427601	1.427601	1.427601
Scarto zona occidentale	σm	0.6646	0.6646	0.6646	0.6646
Portata di piena per esposizione occidentale	Qlm_occ	16.32215	19.56402	28.09226	28.2322
Media esposizione orientale	μm	2.995088	2.995088	2.995088	2.995088
Scarto zona orientale	σm	1.0454	1.0454	1.0454	1.0454
Portata di piena per esposizione orientale	Qlm_ori	171.0707	227.4776	295.2605	405.0125
Portata di piena per il bacino in esame	Qlm	16.82215	19.56402	23.09226	28.2312
Portata di piena con verifica SHm < 50000	Qlmv	16.32215	19.56402	23.09226	28.2312

Portata di piena Sirchia-Fassò 1969					
Portata di piena Sirchia-Fassò 1969 [S < 21 Km ²]	Qsfr	0	0	0	0
Portata di piena Sirchia-Fassò 1969 [S > 21 Km ²]	Qsfr	0	0	0	0
Portata di piena Sirchia-Fassò 1969 per S di progetto	Qsfr	0	0	0	0
Portata di piena Sirchia-Fassò modificato 1991					
Coefficiente riduttivo per il tempo di ritorno	Ps	0	0	0	0
Coefficiente riduttivo per la superficie di bacino	Pa	0	0	0	0
Portata di piena Sirchia-Fassò modificato 1991 [S < 21 Km ²]	Qsfr	0	0	0	0
Portata di piena Sirchia-Fassò modificato 1991 [S > 21 Km ²]	Qsfr	0	0	0	0
Portata di piena Sirchia-Fassò modificato 1991 di progetto	Qsfr	0	0	0	0

Two Component Extreme Value Distribution					
Distribuzione probabilistica TCEV					
Portata di piena (per S < 60 Km ² metodo non applicabile)	Q	non applic.	non applic.	non applic.	non applic.

Metodo	anni	Tr	50	100	200	500
Sirchia-Fassò 1969	mc/s	Q	non applic.	non applic.	non applic.	non applic.
Sirchia-Fassò modificato 1991	mc/s	Q	non applic.	non applic.	non applic.	non applic.
Lazzari 1967	mc/s	Q	6.03	7.55	9.28	11.9
Lazzari modificato 1991	mc/s	Q	16.32	19.56	23.09	28.23
TCEV con verifica S > 60 Lmq	mc/s	Q	non applic.	non applic.	non applic.	non applic.
TCEV Cao - Sechi - Becciu 1998	mc/s	Q	26.38	31.93	37.48	44.82
Razionale (Piga-Liguori)	mc/s	Q	54.14	69.17	84.74	106.19
Razionale (TCEV) Deidda-Piga- Sechi 1997	mc/s	Q	83.51	99.6	115.62	137.46
max	mc/s	Qmax	83.51	99.6	115.62	137.46
min	mc/s	Qmin	6.03	7.55	9.28	11.9
med	mc/s	Qmed	32.86	41.76	50.91	63.4
Portata considerata per la modellazione idraulica	mc/s	Q	83.51	99.6	115.62	137.46

Riassumendo i valori di portata ottenuta con i differenti metodi di calcolo, si avrà:

Le portate di calcolo utilizzate per la modellazione idraulica del rio Salamedu per i differenti tempi di ritorno saranno:

$$\begin{aligned} \text{Tr}_{50} &= 83,59 \text{ mc/s} \\ \text{Tr}_{100} &= 99,60 \text{ mc/s} \\ \text{Tr}_{200} &= 115,82 \text{ mc/s} \\ \text{Tr}_{500} &= 137,46 \text{ mc/s} \end{aligned}$$

Approfondimenti

La modellazione effettuata con il software Hec-Ras studia l'ultimo tratto del rio Salamedu per una lunghezza di 1000 m totali. Lungo il tracciato studiato si possono individuare due piccoli affluenti: uno in sinistra ed uno in destra idraulica.

AFFLUENTE IN SINISTRA IDRAULICA DEL RIO SALAMEDU

A circa 267 mt a monte del ponte sulla S.S. 292, in corrispondenza delle coordinate x = 1455961,68; y = 4436035,12, si immette un piccolo affluente. Esso è individuato entro il sottobacino 8_00 del Rio Salamedu e ne raccoglie le acque di parte del sottobacino sud.

La superficie di tale sotto -bacino imbrifero è individuato ha un'estensione di 244,55 mq.

Il suo contributo in termini di portata è valutabile in

$$\begin{aligned} \text{Tr}_{50} &= 0,80 \text{ mc/s} \\ \text{Tr}_{100} &= 0,98 \text{ mc/s} \\ \text{Tr}_{200} &= 1,11 \text{ mc/s} \\ \text{Tr}_{500} &= 1,31 \text{ mc/s} \end{aligned}$$

AFFLUENTE IN DESTRA IDRAULICA - CANALE DELLA MUREDDA

In destra idraulica a 8,67 mt a monte del ponte sulla S.S. 292, in corrispondenza delle coordinate $x = 1455951,92$; $y = 4436042,67$, si immette il canale della Muredda. Tale canale raccoglie le acque del sottobacino di nord-est del Rio Salamedu, attraversa l'abitato di Santa Caterina a cielo libero, ove possibile, e risulta essere in parte tombato nei tratti sottostanti le strade che percorrono l'abitato. Confluisce sul fiume oggetto d'intervento attraversando tombato la via Salamedu e immettendosi nel tratto di canale a cielo libero esistente a monte del ponte delle S.S. 292.

La superficie del sottobacino imbrifero del canale della Muredda è individuato entro il sottobacino 8_00

ed ha un'estensione è pari a 1570 mq.

Il suo contributo in termini di portata è valutabile in

Tr50 = 5,14 mc/s

Tr100 = 6,29 mc/s

Tr200 = 7,15 mc/s

Tr500 = 8,43 mc/s

Dei contributi dei due affluenti, in termini di portate idrauliche, si tiene conto all'interno del calcolo idraulico di progetto. La portata utilizzata per la modellazione idraulica, a garanzia di sicurezza, è quella intera scolante sull'intero bacino imbrifero del Rio Salamedu.

MODELLAZIONE IDRAULICA E CRITICITÀ INDIVIDUATE

Come esposto in premessa è opportuno ricordare che l'obiettivo del presente lavoro è la riduzione delle condizioni di pericolosità idraulica da perseguire mediante l'eliminazione del tratto tombato che, avendo una ridotta sezione, non consente il deflusso della stimata portata di picco. La modellazione idraulica è stata condotta preliminarmente con lo scopo di analizzare lo stato di fatto (**SDF**), considerando il canale a superficie libera in quanto, come si ribadisce, assolutamente insufficiente al deflusso della piena duecentenaria adottata come riferimento e si ritiene pertanto poco significativo analizzare la situazione mediante l'impiego della funzione "LID". Il modello restituisce, come atteso, uno scenario con fenomeno di esondazione e rigurgito non trascurabile.

Si è successivamente provveduto all'analisi (anche mediante consultazione con l'Amministrazione comunale e le parti coinvolte) delle possibili alternative al fine di garantire l'efficacia dell'intervento senza alterare sensibilmente lo stato dell'area in oggetto e nel rispetto delle necessità degli utilizzatori.

Fra le alternative progettuali analizzate si è tenuto conto del possibile rinalveamento e del rifacimento dei due nuovi attraversamenti connessi alla viabilità esistente, in alcuni punti rimodulata. L'analisi ha evidenziato che, sebbene sia apprezzabile un miglioramento del fenomeno di deflusso a monte del centro abitato e scongiurati fenomeni di sovrappressione nel canale tombato (soppresso), la presenza del ponte della SS292 limita fortemente il deflusso, generando un profilo di rigurgito con l'effetto di provocare un trasferimento di pericolosità da monte verso valle. È stata inoltre valutata l'ipotesi di demolizione e ricostruzione con luce maggiore (10.00 m) del detto attraversamento e comprensibile rimodellamento del tratto a valle. Gli output di calcolo hanno restituito uno scenario in cui la portata defluisce regolarmente producendo fenomeni di esondazione solo a valle del ponte (foce) per effetto delle condizioni al contorno di valle vincolate alle maree (livello di marea adottato pari a 1.80 m quale sovrizzo marino) ma, il finanziamento non consente lo sfruttamento delle risorse per tale fine.

La soluzione progettuale ritenuta più adatta al miglioramento delle problematiche idrauliche del canale coperto rio Salamedu, che è quella scelta nel presente intervento, prevede il mantenimento delle dimensioni originarie del canale, la detombinatura del canale con l'eliminazione della soletta in cls soprastante per scongiurarne il funzionamento in pressione. Fra le lavorazioni si prevede lo spostamento delle tubazioni delle reti della fognatura che passano sotto il ponte per liberarne la luce da possibili ostruzioni. L'intervento proposto avrebbe le medesime aree di pericolosità idraulica dello stato di fatto; pertanto, le uscite grafiche prodotte per lo stato di fatto (**SDF**) coincidono.

CONCLUSIONI

Sulla base delle analisi riportate nei paragrafi precedenti, il comparto è caratterizzato da una buona stabilità d'insieme, le opere in progetto insistono su un'area contrassegnata da elementi di pericolosità idraulica ma non gravano sull'assetto idrogeologico (di fatto corrotto ed inserito in un contesto suburbano) e non originano potenziali azioni che possano produrre interferenze idrauliche significative o ledere e condizionare la stabilità dei versanti, piuttosto ne ottimizzano l'equilibrio nel contesto esaminato, garantendo il regolare deflusso idrico.

In particolare, l'intervento prospetta la mitigazione del potenziale pericolo nel rispetto della sicurezza idraulica e geomorfologica compatibilmente con gli artt. 14, 16, 22, 23 comma 9 e art. 26 delle N.A. del PAI ai sensi del Testo Coordinato e aggiornato con le modifiche approvate da comitato istituzionale dell'autorità di Bacino con le deliberazioni n.15 e 16 del 28 ottobre 2024, senza comportare variazioni della permeabilità del suolo tali da generare incrementi del contributo di portata verso valle, anche in ragione degli accorgimenti di progetto, degli interventi sulla struttura (eliminazione soletta) ed il ricollocamento dei sottoservizi.

Le analisi effettuate manifestano che l'intervento proposto non generano un incremento della pericolosità idraulica gravante sul reticolo idraulico individuato, né di quella potenziale sul comparto in esame, in accordo con le norme e prescrizioni del PAI, può rappresentare una opportuna soluzione nel rispetto delle assunzioni del progetto.

Gli elaborati grafici allegati alla presente relazione sono stati ampiamente integrati, così come il piano di montaggio e di manutenzione.

Allegato allo Studio di Compatibilità Idraulica

Attestazione di ammissibilità ai sensi delle Norme di Attuazione del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna per il superamento delle problematiche idrauliche del canale coperto "rio Salamedu" a S. Caterina di Pittinuri (Comune di Cuglieri- OR)

L'art. 23 delle NA del PAI contiene le prescrizioni per gli interventi ammessi nelle aree di pericolosità idrogeologica e prevede, al comma 9, che:

Allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti, nelle aree di pericolosità idrogeologica, tutti i nuovi interventi previsti dal PAI e consentiti dalle presenti norme devono essere tali da:

- a) migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle;*
- b) migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;*
- c) non compromettere la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;*
- d) non aumentare il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invaso delle aree interessate;*
- e) limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e creare idonee reti di regimazione e drenaggio;*
- f) favorire quando possibile la formazione di nuove aree esondabili e di nuove aree permeabili;*
- g) salvaguardare la naturalità e la biodiversità dei corsi d'acqua e dei versanti;*
- h) non interferire con gli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile;*
- i) adottare per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica e quelle a basso impatto ambientale;*
- l) non incrementare le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito;*

m) assumere adeguate misure di compensazione nei casi in cui sia inevitabile l'incremento sostenibile delle condizioni di rischio o di pericolo associate agli interventi consentiti;

n) garantire condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;

o) garantire coerenza con i piani di protezione civile.

L'art. 27 delle NA del PAI, al comma 3, riporta:

In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

a) gli interventi di manutenzione ordinaria;

b) gli interventi di manutenzione straordinaria;

c) gli interventi di adeguamento per l'integrazione di innovazioni tecnologiche;

d) gli interventi di adeguamento per la sicurezza di esercizio richiesti da norme nazionali e regionali;

e) gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali;

f) la ricostruzione di infrastrutture a rete distrutte o danneggiate da calamità naturali, fatti salvi i divieti di ricostruzione stabiliti dall'articolo 3-ter del decreto-legge n. 279/2000 convertito con modificazioni dalla legge n. 365/2000;

g) le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili;

h) allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradaliesistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti;

i) i nuovi interventi di edilizia cimiteriale purché realizzati nelle porzioni libere interne degli impianti cimiteriali esistenti;

l) nuove infrastrutture, strutture di servizio ed insediamenti mobili, preferibilmente provvisori, destinati ad attrezzature per il tempo libero, la fruizione occasionale dell'ambiente naturale, le attività sportive e gli spettacoli all'aperto.

Tutto ciò premesso,

SI ATTESTA CHE

- le opere previste in progetto sono ammissibili e compatibili con le N.T.A del P.A.I.;
- i lavori previsti ricadono nella fattispecie dell'art. 23, comma 6, lett. a), N.A. del PAI che recita: "Gli interventi, le opere e le attività ammissibili nelle aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media, sono effettivamente realizzabili soltanto se conformi agli strumenti urbanistici vigenti e forniti di tutti i provvedimenti di assenso richiesti dalla legge";
- il progetto delle opere di cui trattasi è da ritenersi conforme alle previsioni degli studi di compatibilità geol.-geotecnica e idraulica esistenti e segnatamente dello studio di compatibilità idraulica ex art. 8, comma 2, NA del PAI del comune di Cuglieri, già approvato dall'ADIS nel 2017;
- gli elaborati sono stati redatti sulla base di una modellazione idraulica del rio Pedra Onada -Salamedu;
- la detombinatura del rio Salamedu non peggiora le condizioni di funzionamento idraulico del ponte nella SS292;
- le opere di cui trattasi non aggravano in alcun modo il rischio idraulico nel bacino;
- le opere non trasferiscono pericolosità idraulica da monte a valle;
- il progetto delle opere di cui trattasi rispetta le prescrizioni generali per gli interventi ammessi nelle aree di pericolosità idrogeologica di cui all'articolo 23 delle NA del PAI.

I lavori in progetto non aumenteranno il livello di pericolosità e di rischio esistenti e non precluderanno la possibilità di ridurre o eliminare ulteriormente le condizioni di pericolosità e di rischio. Si rimanda alla consultazione degli allegati grafici.

L'Ingegnere

Ing. Elena Demartis

Il Geologo

Donatella Giannoni