



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 SASSARI

PROVINCIA DI SASSARI

INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO SISTEMAZIONE IDRAULICA DELL'ALVEO RIO CALAMASCIU DALLA Z.I. PREDDA NIEDDA ALLA BORGATA DI CANIGA NEL COMUNE DI SASSARI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

ELABORATO :

RELAZIONE GENERALE

| REVISIONI | | | | ALLEGATO A | SCALA | |
|-----------|----------|-------------|------|-------------------|--------|--|
| n° | MODIFICA | DATA | CTRL | | CODICE | |
| 01 | consegna | Luglio 2023 | | | | |
| | | | | | NOTE | |
| | | | | | | |

R.T.I. tra:

Capogruppo:



Mandanti:



STUDIO SILVA srl

Dott. Geol. Angelo Vigo

Dott. Geol. Donatella Giannoni

Dott. Archeol. Emanuela Atzeni

Il Dirigente del Settore Infrastrutture
Dott. Ing. Fabio E. Spurio

Il R.U.P.:
Dott. Ing. Efsio Mureddu

Il Sindaco:
Prof. Gian Vittorio Campus



COMUNE DI SASSARI

**INTERVENTI MITIGAZIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO –
SISTEMAZIONE IDRAULICA DELL'ALVEO RIO CALAMASCIU
DALLA Z.I. "PREDDA NIEDDA" ALLA BORGATA DI CANIGA
NEL COMUNE DI SASSARI**

CIG 8667197D37

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

RELAZIONE GENERALE

A

Prima emissione

LUGLIO 2023

Raggruppamento Temporaneo di Professionisti:

(Capogruppo)

ETATEC
STUDIO PAOLETTI

(Mandante)

4E STUDIO ASSOCIATO 4E-INGEGNERIA
CAMBULA-CAMBULA
PANI-PISANO
Via P. Nenni 2/64 - SASSARI



DOTT. GEOL.
ANGELO VIGO

DOTT. GEOL.
DONATELLA
GIANNONI

DOTT. ARCHEOL.
EMANUELA
ATZENI



INDICE

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | PREMESSA: IL PROGETTO, GLI OBIETTIVI E I CONTENUTI DEL DOCUMENTO | 1 |
| 2. | RIFERIMENTI NORMATIVI E VINCOLI PROGETTUALI..... | 3 |
| 2.1. | PREMESSA..... | 3 |
| 2.2. | QUADRO NORMATIVO NAZIONALE E COMUNITARIO..... | 3 |
| 2.3. | PIANIFICAZIONE E VINCOLI DELL'AUTORITÀ DI BACINO: PAI, PSFF..... | 4 |
| 2.3.1. | Generalità | 4 |
| 2.3.2. | Relazione PAI, Linee guida e tempi di ritorno di riferimento per le valutazioni | 5 |
| 2.3.3. | Planimetrie PAI delimitazione delle fasce nelle aree d'interesse | 5 |
| 2.3.4. | Norme Tecniche di Attuazione del PAI: NTA | 8 |
| 2.3.5. | Possibili modifiche al PAI derivanti dalla presente modellazione di dettaglio | 23 |
| 2.4. | DIRETTIVA VERIFICHE ATTRAVERSAMENTI (ALL1 DIRETTIVA PONTI)..... | 23 |
| 2.5. | DIRETTIVA VERIFICHE CANALI TOMBATI (ALL2 CANALI TOMBATI) | 24 |
| 3. | INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 27 |
| 3.1. | AREA GEOGRAFICA DI RIFERIMENTO..... | 27 |
| 3.2. | GENERALITÀ | 28 |
| 3.3. | CONFIGURAZIONE ATTUALE DEL RIO CALAMASCIU LUNGO IL SUO CORSO DALL'ORIGINE A CANIGA.. | 31 |
| 3.3.1. | La zona di monte e l'attraversamento di Predda Niedda (tratto d'interesse del Lotto I) | 31 |
| 3.3.2. | La zona a valle di Predda Niedda, fino a Caniga (oggetto specifico della presente progettazione) | 35 |
| 3.4. | PUC PIANO URBANISTICO COMUNALE | 39 |
| 4. | CONFIGURAZIONE DI PROGETTO DI SISTEMAZIONE DEL RIO CALAMASCIU | 41 |
| 4.1. | CRITERI PROGETTUALI E ALTERNATIVE CONSIDERATE..... | 41 |
| 4.2. | CRITICITÀ E OBIETTIVI..... | 41 |
| 4.3. | CONFIGURAZIONE DI PROGETTO..... | 42 |
| 4.3.1. | Interventi lungo il Rio Calamasciu | 43 |
| 4.3.2. | Interventi sulla rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche | 45 |
| 4.3.3. | Interventi di adeguamento della viabilità urbana a Caniga | 46 |
| 4.3.4. | Interventi di stombamento e adeguamento del canale artificiale della Strada 12 della Z.I. Predda Niedda sud..... | 48 |
| 5. | IDROLOGIA E IDRAULICA ED EFFICACIA DEGLI INTERVENTI | 50 |
| 6. | ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI | 53 |
| 7. | VIABILITA' E INTERFERENZE | 56 |
| 8. | COMPATIBILITA' CON LA PIANIFICAZIONE VIGENTE SOVRAORDINATA E COMUNALE | 58 |
| 9. | QUADRI DI SPESA | 59 |



INDICE DELLE FIGURE

| | |
|--|----|
| Figura 1 – PAI-PGRA-PSFF Vigenti – Perimetrazioni delle aree caratterizzate da pericolosità e rischio idraulico mappate a seguito della Variante PAI approvata con Determinazione del Segretario dell’Autorità di Bacino n. 38 del 28/02/2022 – area del RIO CALAMASCIU..... | 6 |
| Figura 2 – PAI-PGRA-PSFF Vigenti – Perimetrazioni delle aree caratterizzate da pericolosità e rischio idraulico mappate a seguito della Variante PAI approvata con Determinazione del Segretario dell’Autorità di Bacino n. 38 del 28/02/2022 – area del RIO CALAMASCIU – dettaglio area di Caniga oggetto del presente intervento | 7 |
| Figura 3 - Inquadramento territoriale | 27 |
| Figura 4 - Inquadramento territoriale - Livello comunale | 27 |
| Figura 5 - Inquadramento territoriale - Area d’intervento | 28 |
| Figura 6 – Inquadramento territoriale rio Calamasciu | 29 |
| Figura 7 – Interferenze tra il rio Calamasciu e le linee ferroviarie (il tratto tratteggiato rappresenta l’intervento di I lotto che risolve le problematiche dei punti 2 e 3, pur lasciando da migliorare (da parte di RFI-FS) la situazione dell’attraversamento n.3 che diverrebbe relativo al sistema di drenaggio delle acque meteoriche del comparto di Predda Niedda Sud..... | 30 |
| Figura 8 – Ortofoto aeree dell’aria industriale di Sassari..... | 31 |
| Figura 9 – Planimetria con tracciati rete di fognatura area industriale con localizzazione degli sfioratori di piena | 32 |
| Figura 10 – Tombatura del tratto iniziale del rio Calamasciu | 32 |
| Figura 11 – Stralcio della cartografia PAI della zona attraversata dal rio Calamasciu tra la Z.I. Predda Niedda Sud e la frazione di Caniga (aggiornamento con Variante PAI Comune di Sassari 2022 e progettazione primo intervento di mitigazione) | 33 |
| Figura 12 – Manufatto di confluenza tra il rio Calamasciu (a destra) e i canali di raccolta delle acque meteoriche dell’area di Predda Niedda (settore oggetto del primo intervento)..... | 33 |
| Figura 13 – Tratto tombinato attuale del rio Calamasciu in corrispondenza della zona industriale Predda Niedda (settore oggetto del primo intervento) | 34 |
| Figura 14 – Dettaglio del tratto aperto del rio Calamasciu, a valle del punto indicato con (C) nella Figura 13 e dell’attraversamento della linea ferroviaria (punto Attr_3 della Figura 7)..... | 35 |
| Figura 15 – Tratto aperto del rio Calamasciu a valle di Predda Niedda, tratto a monte dell’attraversamento della strada vicinale Funtana di Colbu | 36 |
| Figura 16 – Tratto aperto del rio Calamasciu, tratto a monte dell’attraversamento del cavalcavia di Caniga..... | 37 |
| Figura 17 – Tratto aperto del rio Calamasciu, tratto a valle dell’attraversamento del cavalcavia di Caniga | 37 |
| Figura 18 – Tratto di valle del Calamasciu, parallelo alla linea ferroviaria..... | 38 |
| Figura 19 - Alveo in corrispondenza dell’abitato di Caniga e fognatura | 39 |
| Figura 20 – Stralcio della tavola 2.1.2.12 <i>carta pericolosità idraulica</i> del PUC (situazione di fatto superata dalla Variante del PAI approvata nel 2022) | 40 |
| Figura 21 – Planimetria di dettaglio interventi del presente stralcio..... | 44 |
| Figura 22 – Sezioni trasversali tipo..... | 45 |
| Figura 23 – Planimetria interventi per la raccolta delle acque meteoriche presso Caniga..... | 46 |
| Figura 24 – Planimetria interventi sistemazione e adeguamento viabilità di Circonvallazione di Caniga | 48 |
| Figura 25 – Carta dei bacini idrografici utilizzati per il calcolo delle portate di piena | 52 |
| Figura 26 - Indicazione infrastrutture viarie di collegamento con l’area d’intervento | 56 |



INDICE DELLE TABELLE

| | |
|---|----|
| Tabella 1 – Punti di immissione delle portate di picco..... | 52 |
|---|----|



1. PREMESSA: IL PROGETTO, GLI OBIETTIVI E I CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Il presente documento costituisce la **Relazione generale** inclusa nel Progetto di fattibilità tecnico-economica relativo agli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e di sistemazione idraulica dell'alveo rio Calamasciu dalla z.i. "Predda Niedda" alla Borgata di Caniga nel Comune di Sassari.

Il progetto in argomento riguarda il II lotto delle opere di sistemazione del rio Calamasciu, finalizzate alla riduzione del rischio idraulico delle aree del bacino del Calamasciu, a valle della zona industriale di Predda Niedda Sud ove sono già previsti gli interventi di I lotto, che si considerano già realizzati nelle considerazioni relative allo stato di fatto della presente progettazione.

La finalità dell'intervento è quella di mitigare il rischio idraulico a carico dell'area commerciale di Predda Niedda e lungo la linea ferroviaria Cagliari - Sassari, dovuto alle piene del Rio Calamasciu, nel tratto compreso tra il sovrappasso stradale, che collega la Z.I. di Predda Niedda alla strada statale S.S. 127 bis, e la frazione di Caniga, mediante il potenziamento della capacità idraulica del corso d'acqua e la conseguente mitigazione della pericolosità attraverso la riduzione dell'entità di allagamento sia in termini di livelli che di volumi esondati, oltre che con la riduzione dei tempi di permanenza degli allagamenti, data da una migliore capacità di deflusso complessivo.

La presente fase progettuale si pone in continuità con quanto ipotizzato in sede di analisi generale della problematica generata dal Rio Calamasciu tra la Z.I. di Predda Niedda e la frazione di Caniga e analizzata nell'ambito del primo intervento in corso di attuazione presso il Comune di Sassari. Tale quadro generale è stato condiviso con gli Enti preposti a rilasciare i pareri di competenza quali Genio Civile, Agenzia del Distretto Idrografico e con Reti Ferroviarie Italiane SpA, per quanto attiene al tracciato della linea Cagliari Sassari, in più punti interferente con il corso d'acqua.

La **criticità** è rappresentata dai seguenti fattori:

- **eccessiva tortuosità del tracciato del corso d'acqua** in relazione alla presenza della linea ferroviaria e dell'edificato di Caniga, con numerosi punti critici sede di incremento dei tiranti idrici: attraversamenti di dimensioni modeste, presenza di curve brusche, restringimenti, fitta vegetazione, tratti adiacenti a edifici;
- insufficienza delle **luci di passaggio degli attraversamenti ferroviari** esistenti sul Calamasciu, anche per eventi di piena con tempi di ritorno ordinari, e dai conseguenti allagamenti che interessano la zona;
- insufficienza della **sezione idraulica** disponibile lungo l'asta fluviale, solo in parte stabile e sistemata con protezioni spondali (gabbioni);
- insufficienza delle dimensioni della **luce di passaggio nell'attraversamento della S.S. 127 bis**;
- mancanza di un'adeguata rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche nella porzione di edificato di Caniga che per tale motivo scarica disordinatamente e con pericolosi passaggi tra le case in un piccolo alveo affluente in destra del Calamasciu.

Nelle soluzioni ipotizzate meglio descritte di seguito e negli elaborati di dettaglio, sono stati esplorati e definiti **due scenari di intervento** in funzione delle effettive disponibilità finanziarie e dei possibili differenti tempi di attuazione da parte degli enti coinvolti, il **Comune di Sassari e Rete Ferroviaria Italiana (RFI)** riassumibili come segue:



- **SCENARIO ATTUATIVO A – Interventi di adeguamento e risagomatura del Rio Calamasciu, sistema di controllo delle acque meteoriche di Caniga e contestuale adeguamento dell'attraversamento RFI al km 44+960**

Nel caso A, le opere realizzate consentiranno il deflusso della portata con Tempo di Ritorno di 200 anni con il rispetto dei franchi di sicurezza idraulica in tutto il tratto oggetto di intervento, producendo un notevole miglioramento della funzionalità idraulica del Rio Calamasciu, in parte rettificato, e la **messa in sicurezza idraulica della frazione di Caniga la linea ferroviaria e la viabilità principale e secondaria.**

- **SCENARIO ATTUATIVO B – Interventi di adeguamento e risagomatura del Rio Calamasciu e sistema di controllo delle acque meteoriche di Caniga**

Nel secondo caso, le opere realizzate consentiranno il deflusso della portata con Tempo di Ritorno di 200 anni con il rispetto dei franchi di sicurezza idraulica solo per alcuni tratti ma il permanere di condizioni di criticità in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario della linea RFI al km 44+960 e nei settori circostanti, che sarebbero interessati da aree di allagamento e pericolosità idraulica indotte dall'insufficienza dell'attuale luce di passaggio, di dimensioni esigue. Si avrebbe comunque un rilevante miglioramento della funzionalità idraulica del Rio Calamasciu, con significativi benefici per l'edificato di **Caniga, la linea ferroviaria e la viabilità principale e secondaria.**

Entrambe le situazioni sono da considerare decisive e nel primo caso, risolutive per la messa in sicurezza dell'area compresa tra la Z.I. di Predda Niedda Sud e la frazione di Caniga.

Gli interventi previsti sono raggruppabili nelle seguenti macro-categorie, con gli effetti indicati nella tabella:

| DESCRIZIONE SUB-INTERVENTI | SINTESI CARATTERISTICHE INTERVENTO | TARGET DI DIMENSIONAMENTO | EFFETTI DI MITIGAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA | IMPORTO |
|--|--|---|--|----------------|
| STOMBAMENTO CANALE ARTIFICIALE STRADA 12 Z.I. PREDDA NIEDDA SUD | Rimozione del canale tombato e realizzazione di un canale a cielo aperto o con griglia carrabile permeabile all'acqua | Q200 e rispetto franchi art. 21 N.A. PAI | Eliminazione rischio idraulico molto elevato residuo derivante dall'insufficienza della rete di smaltimento finale delle acque meteoriche confluenti nel Rio Calamasciu | 648.602,07 € |
| RIO CALAMASCIU - CANIGA NORD | Ricalibrazione e riconfigurazione del tratto del Rio Calamasciu, con nuovo tracciato a cielo aperto in adiacenza della linea ferroviaria ad Est di essa, che consente di evitare gli attraversamenti della linea RFI nn. 4 e 5 | Q200 e rispetto franchi art. 21 N.A. PAI | Eliminazione del rischio idraulico connesso con l'insufficienza della sezione idraulica del Calamasciu nel tratto Eliminazione del rischio idraulico connesso con l'insufficienza dell'attraversamento ferroviario n. 4, che non sarà più interessato dal passaggio del fiume | 1.147.368,55 € |
| RIO CALAMASCIU - CANIGA SUD | Ricalibrazione del tratto del Rio Calamasciu, con ampliamento della sezione a cielo aperto che permane in adiacenza della linea ferroviaria ad Ovest di essa Eliminazione dell'attraversamento stradale della S.S. 127 bis | Q200 e rispetto franchi art. 21 N.A. PAI | Eliminazione del rischio idraulico connesso con l'insufficienza della sezione idraulica del Calamasciu nel tratto Eliminazione del rischio idraulico connesso con l'insufficienza dell'attraversamento stradale della S.S. 127 bis | 618.238,27 € |
| SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE SECONDARIE CENTRO ABITATO DI CANIGA | Realizzazione di un sistema di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche urbane del settore Ovest di Caniga con canalizzazione controllata verso l'alveo del Rio Calamasciu | Q50 con adeguati franchi | L'intervento consente di controllare gli apporti al Calamasciu evitando allagamenti nel centro abitato e il coinvolgimento | 778.901,61 € |
| SISTEMAZIONE VIABILITA' DI CIRCONVALLAZIONE DI CANIGA | Realizzazione della nuova bretella di circonvallazione Ovest tra la S.S. 127 bis e il cavalcavia esistente, necessaria per ripristinare la continuità viaria a seguito dell'eliminazione dell'attraversamento della S.S. 127 bis | - | L'intervento è complementare all'eliminazione dell'attraversamento della S.S. 127 bis che riduce sensibilmente la criticità idraulica lungo il Rio Calamasciu in prossimità di edifici residenziali, linea ferroviaria e Strada Statale | 815.320,02 € |
| ADEGUAMENTO ATTRAVERSAMENTO FERROVIARIO RFI al km 44+960 | Rimozione dell'attuale manufatto di attraversamento ferroviario e ricostruzione di uno idoneo al transito delle portate duecentennali | Q200 e rispetto franchi art. 21 N.A. PAI e NTC 2018 | L'intervento consente di eliminare la criticità idraulica a carico della linea ferroviaria e dei settori di territorio limitrofi, che includono edifici residenziali e viabilità urbana | 1.000.000,00 € |
| TOTALI LAVORI | | | | 5.008.430,52 € |



2. RIFERIMENTI NORMATIVI E VINCOLI PROGETTUALI

2.1. PREMESSA

Nel presente capitolo sono riportate le indicazioni normative e pianificatorie generali che riguardano la problematica del rischio idrogeologico, gli obiettivi di risoluzione delle problematiche e i vincoli tecnici da rispettare nella progettazione delle opere idrauliche.

2.2. QUADRO NORMATIVO NAZIONALE E COMUNITARIO

Si riporta di seguito un breve elenco – ancorché non esaustivo - delle principali normative vigenti a livello comunitario, nazionale e regionale in materia di rischio idraulico e idrogeologico.

- R.D. 523/1904 (Testo Unico sulle Opere Idrauliche)
- Legge 18 maggio 1989, n.183 e ss.mm.ii. “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”;
- Legge 3 agosto 1998, n.267 e ss.mm.ii. “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 1998 n.180 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania”;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 29 settembre 1998 “Atto di indirizzo e coordinamento per l’individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all’art.1, commi 1 e 2 del D.L. 11 giugno 1998 n.180”;
- Legge 13 luglio 1999, n.226 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 13 maggio 1999, n.132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile”;
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n.152 “Norme in materia ambientale” – parte III “Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall’inquinamento e di gestione delle risorse”;
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007, relativa alla valutazione e alla gestione del rischio alluvioni;
- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 e s.m.i. “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n.49 “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e gestione dei rischi di alluvioni”;
- D.P.R. Regione Sardegna n. 148/2012 (Decreto recepimento revisione PAI)
- D.P.R. Regione Sardegna n. 130/2013 (Decreto recepimento revisione PAI)
- Regione Sardegna, Deliberazione del Comitato Istituzionale n.1 del 03/10/2019 e successiva del 28/10/2019 (approvazione aggiornamento delle Norme di attuazione del PAI, il Piano stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico)
- Regione Sardegna, Deliberazione del Comitato Istituzionale n.1 del 04/02/2020 (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del distretto idrografico della Sardegna. Approvazione delle Linee Guida per la modellazione idraulica dei fenomeni di allagamento nei bacini urbani residui ai sensi dell’art. 8 c. 5 bis



delle Norme di Attuazione del PAI

- Regione Sardegna, Deliberazione del comitato istituzionale n.1 del 16/6/2020 e successiva del 27/8/2020 (aggiornamento delle Norme di Attuazione e semplificazione delle procedure. Sostituzione allegato B alla deliberazione della Giunta regionale n. 34/1 del 7 luglio 2020).
- Regione Sardegna, Deliberazione del Comitato Istituzionale n.7 del 07/04/2021 (Attuazione della Direttiva 2007/60/CE e D. Lgs 49/2010 – Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del distretto idrografico della Sardegna. II° ciclo di pianificazione – Misure non strutturali – Approvazione delle Linee Guida, ai sensi del comma 5 septies dell'art. 8 delle Norme di Attuazione del PAI, per l'analisi modellistica idraulica dei fenomeni di allagamento nei bacini riguardanti ambiti urbani e periurbani interessati da elementi del reticolo idrografico regionale)
- Regione Sardegna, Deliberazione del Comitato Istituzionale n.15 del 22/11/2022 che approva e adotta il nuovo testo coordinato e aggiornato delle nuove Norme di Attuazione del P.A.I.

2.3. PIANIFICAZIONE E VINCOLI DELL'AUTORITÀ DI BACINO: PAI, PSFF

2.3.1. Generalità

Come riportato sul geoportale della Regione Sardegna, il *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)*, redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, e approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006, rappresenta un importantissimo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo ai fini della pianificazione e programmazione delle azioni e delle norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico individuato sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio regionale.

Le perimetrazioni individuate nell'ambito del P.A.I. delimitano le aree caratterizzate da elementi di pericolosità idrogeologica, dovute a instabilità di tipo geomorfologico o a problematiche di tipo idraulico, sulle quali si applicano le norme di salvaguardia contenute nelle Norme di Attuazione del Piano. Queste ultime si applicano anche alle aree a pericolosità idrogeologica le cui perimetrazioni derivano da studi di compatibilità geologica-geotecnica e idraulica, predisposti ai sensi dell'art.8 comma 2 delle suddette Norme di Attuazione, e rappresentate su strati informativi specifici.

Nel navigatore cartografico dedicato al PAI è pubblicato anche il *Piano Stralcio delle Fasce Fluviali*, redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183. Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.



La Regione Sardegna, con Deliberazione del Comitato Istituzionale N. 15 del 22/11/2022, ha approvato l'aggiornamento delle Norme di attuazione del PAI, il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico.

2.3.2. Relazione PAI, Linee guida e tempi di ritorno di riferimento per le valutazioni

Conformemente a quanto indicato nelle Linee Guida Regionali per le Attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia, le analisi idrauliche devono definire i livelli di rischio idraulico associate ai seguenti valori di pericolosità idraulica:

Hi = pericolosità (natural Hazard) ossia la probabilità di superamento della portata al colmo di piena; in accordo al DPCM 29/09/98 è ripartita in 4 livelli, pari a 0.02, 0.01, 0.005, 0.002, che corrispondono ai periodi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

Negli articoli 1.5 e segg. delle citate Linee Guida, vengono riportati i metodi di analisi e calcolo per l'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico; vengono indicati alcuni metodi per la definizione delle portate al colmo per i tempi di ritorno di riferimento sopra indicati (Fase I);, viene richiesto di calcolare i livelli di esondazione per ciascun tronco critico con tecniche di moto permanente, corrispondentemente alle portate di piena con tempi di ritorno di 50, 100, 200, 500 anni (Fase II), pertanto le aree di allagamento vengono definire come le porzioni di territorio in cui si espande la corrente di piena, indipendentemente dal livello ivi raggiunto, se esterno all'alveo inciso.

Come – infatti – riportato nell'Art. 1.8: *in base ai profili così determinati verranno definite quindi come allagabili tutte le porzioni di territorio limitrofe al corso d'acqua le cui quote del piano di campagna risultino minori di quelle del pelo libero della corrente nelle sezioni considerate.*

Ai sensi della Normativa per ciascuna delle portate di piena sarà quindi possibile associare l'area esondabile in funzione del periodo di ritorno della portata di piena come17:

- *Area ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni;*
- *Area ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 100 anni;*
- *A moderata probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 200 anni;*
- *A bassa probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 500 anni.*

Si rileva, peraltro, che la metodologia suggerita tende a sovrastimare le aree inondabili perché non viene considerata la propagazione di un idrogramma di assegnata forma, ma bensì uno rettangolare il cui picco è il valore di portata ad assegnato tempo di ritorno. Il volume di allagamento così ottenuto è maggiore di quello effettivamente esondato. Per tale ragione, soprattutto per i tratti di pianura, è consigliabile verificare che le aree definite esondabili siano congruenti con i volumi dell'idrogramma di piena.

2.3.3. Planimetrie PAI delimitazione delle fasce nelle aree d'interesse

Nel seguito vengono riportate le planimetrie relative al territorio di Sassari redatte conformemente alle Norme e Linee Guida citate nell'ambito del PAI, disponibili sul WebGis della Regione Sardegna, che rappresentano le



aree a differente pericolosità idraulica (quelle, cioè, coinvolte da transito o permanenza di acque di deflusso fluviale) e le aree a differente rischio idraulico (quelle, cioè, che nell'ambito delle aree interessate da pericolosità non nulla, contengono elementi vulnerabili, quali abitazioni o infrastrutture) lungo il rio.

Figura 1 – PAI-PGRA-PSFF Vigenti – Perimetrazioni delle aree caratterizzate da pericolosità e rischio idraulico mappate a seguito della Variante PAI approvata con Determinazione del Segretario dell'Autorità di Bacino n. 38 del 28/02/2022 – area del RIO CALAMASCIU

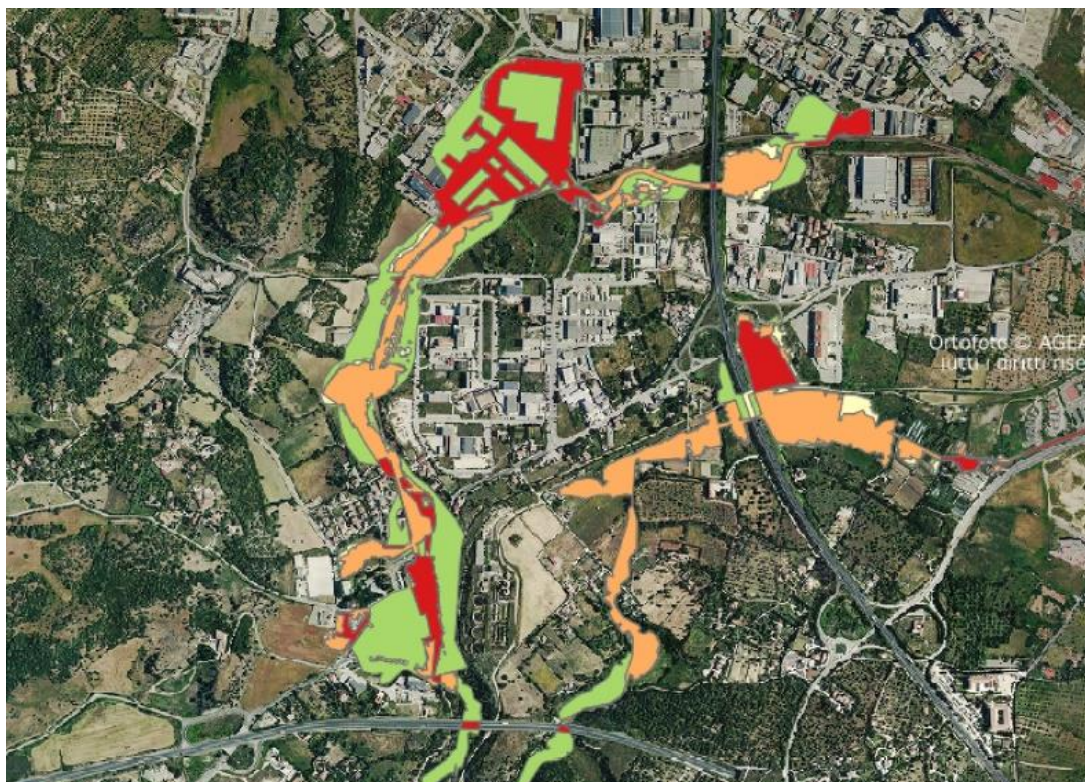
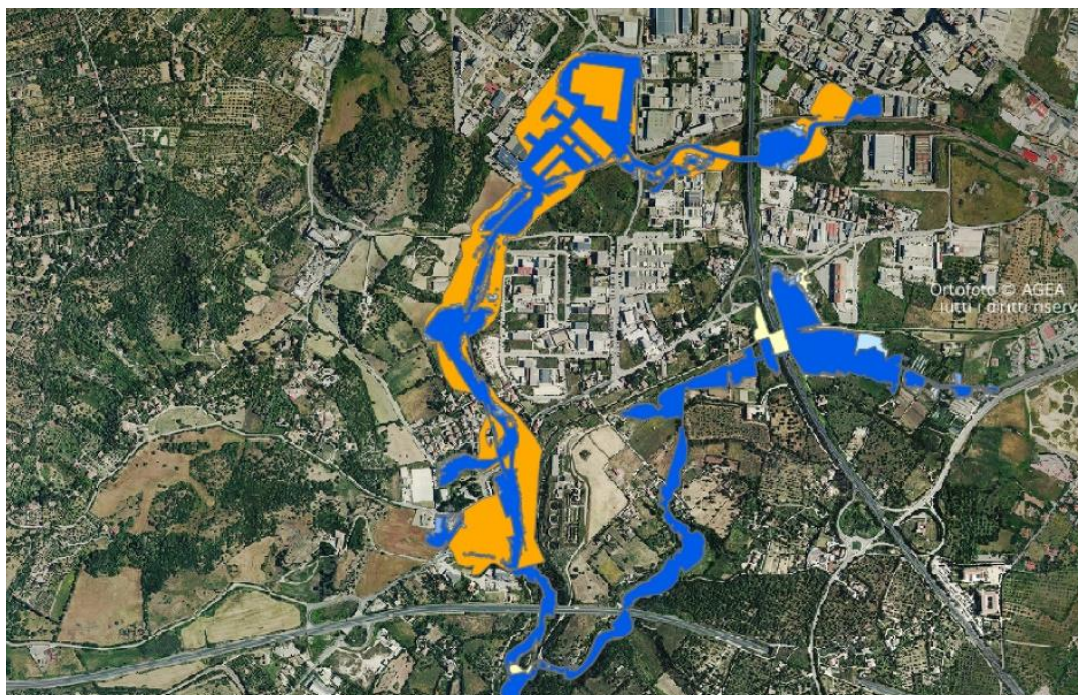
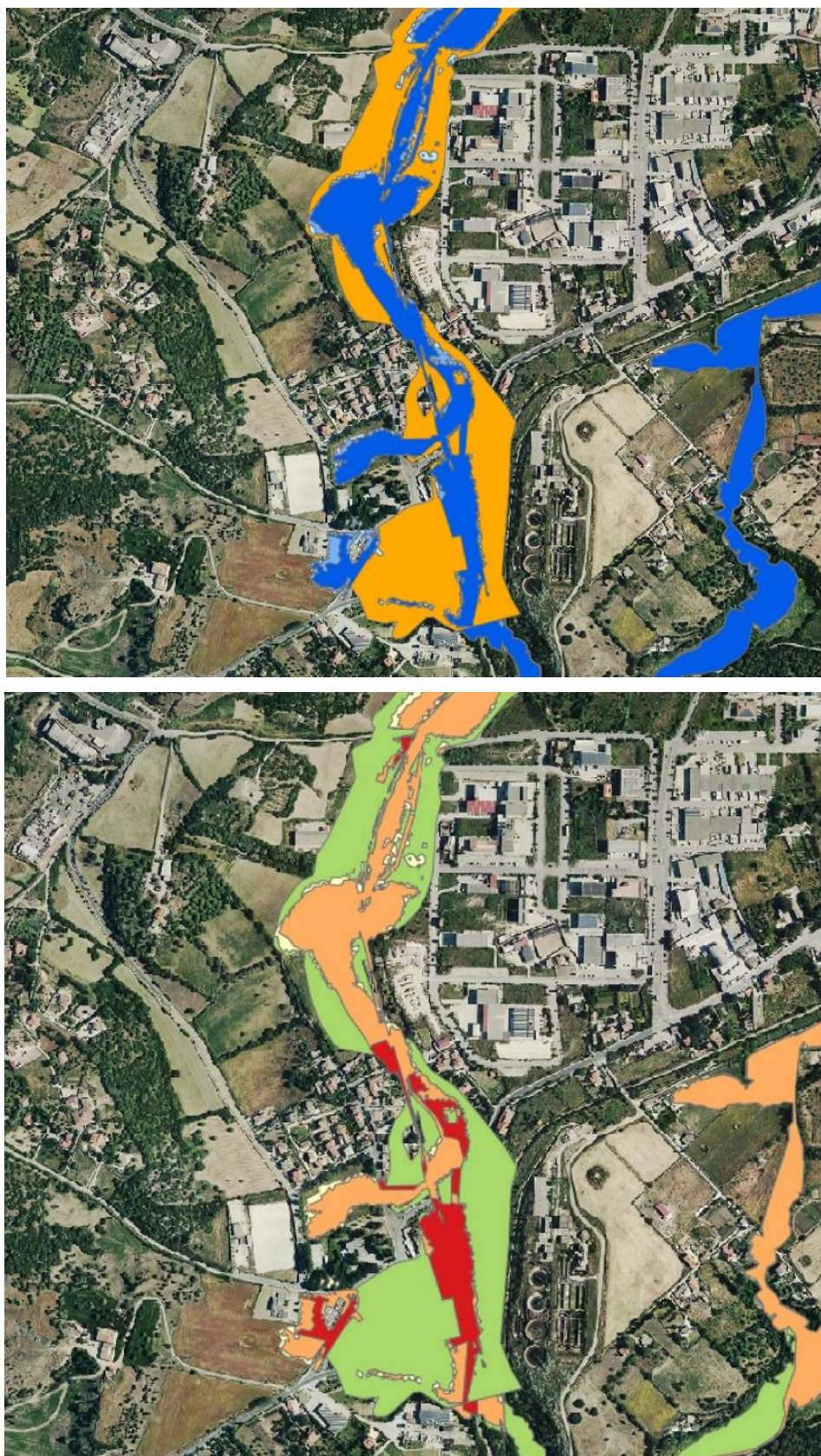




Figura 2 – PAI-PGRA-PSFF Vigenti – Perimetrazioni delle aree caratterizzate da pericolosità e rischio idraulico mappate a seguito della Variante PAI approvata con Determinazione del Segretario dell'Autorità di Bacino n. 38 del 28/02/2022 – area del RIO CALAMASCIU – dettaglio area di Caniga oggetto del presente intervento





Facendo riferimento alle immagini sopra riportate, è evidente che tutta l'area di pertinenza fluviale del rio Calamasciu risulta ad elevata pericolosità idraulica. In queste aree la presenza di elementi ad elevato grado di vulnerabilità, quali aree industriali e commerciali, abitazioni, infrastrutture ferroviarie, idrauliche e stradali, determina una condizione di rischio molto elevato in quasi tutta l'area suddetta.

Numerosi problemi si riscontrano presso la Frazione di Caniga, sia lungo il rio Calamasciu che nelle aree esterne a quelle fluviali del Calamasciu ma soggette ai fenomeni di ruscellamento e concentrazione della corrente lungo gli impluvi esistenti, come confermato anche dall'analisi idraulica estesa effettuata dagli scriventi per riordinare il quadro delle conoscenze e delle criticità nel settore in esame.

2.3.4. Norme Tecniche di Attuazione del PAI: NTA

L'attuazione del PAI viene esercitata attraverso le Norme di Attuazione (aggiornate, nel testo vigente, con Deliberazioni del Comitato Istituzionale n. 1 del 03/10/2019, n. 1 del 28/10/2019 e n. 1 del 16/06/2020) di cui si richiamano qui di seguito quelle più significative per gli aspetti d'interesse della progettazione in esame.

ARTICOLO 8 *Indirizzi per la pianificazione urbanistica e per l'uso di aree di costa*

2. *Indipendentemente dall'esistenza di aree perimetrate dal PAI e tenuto conto delle prescrizioni contenute nei piani urbanistici provinciali e nel piano paesaggistico regionale relativamente a difesa del suolo, assetto idrogeologico, riduzione della pericolosità e del rischio idrogeologico, i Comuni, con le procedure delle varianti al PAI, assumono e valutano le indicazioni di appositi studi comunali di assetto idrogeologico concernenti la pericolosità e il rischio idraulico, in riferimento ai soli elementi idrici appartenenti al reticolo idrografico regionale, e la pericolosità e il rischio da frana, riferiti a tutto il territorio comunale o a rilevanti parti di esso, anche in coordinamento con gli altri Comuni confinanti. Gli studi comunali di assetto idrogeologico considerano, inoltre, il fenomeno delle inondazioni costiere, definiscono gli interventi di mitigazione e contengono anche le valutazioni afferenti agli studi dei bacini urbani di cui al comma 5 bis seguente. Lo studio comunale di assetto idrogeologico è firmato congiuntamente, nel rispetto delle relative competenze professionali, da un ingegnere esperto nel settore idraulico e da un geologo, iscritti ai rispettivi albi professionali.*

2bis. *Gli studi comunali di assetto idrogeologico sono redatti, in ogni caso, in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici generali e di varianti generali agli strumenti urbanistici generali vigenti non ancora dotati di studio di assetto. Le conseguenti valutazioni, poste a corredo degli atti di piano e oggetto di adozione preliminare della variante al PAI di cui al successivo articolo 37, costituiscono presupposto per sottoporre lo strumento urbanistico e la variante generale alla verifica di coerenza di cui all'articolo 31, comma 5 della legge regionale 22.4.2002, n. 7 (legge finanziaria 2002 e successive modificazioni e integrazioni. Il presente comma trova applicazione anche nel caso di varianti automatiche agli strumenti urbanistici, espressamente previste dalla normativa di settore, regionale e statale, conseguenti all'approvazione di progetti (DPR 18.4.1994, n. 383, "Regolamento recante disciplina dei procedimenti di localizzazione delle opere di interesse statale".*

2ter. *Gli studi comunali di assetto idrogeologico sono redatti obbligatoriamente anche in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici di livello attuativo, specificando con maggior dettaglio le risultanze degli studi di cui al comma 2-bis, ad eccezione dei seguenti casi:*

a) piani particolareggiati dei centri di antica e prima formazione e piani attuativi che interessano parti di territorio classificate come zone A o B ai sensi del D.A. 22 dicembre 1983 n. 2266/U, qualora l'area non sia interessata da tratti tombati di elementi del reticolo idrografico naturale, o da elementi idrici significativi appartenenti al reticolo idrografico regionale¹⁶ e/o da fenomeni significativi di dissesto da frana. In tali casi, il Comune redige e approva una relazione asseverata di accompagnamento al piano che illustri, ai fini del PAI, il



contesto territoriale sotto l'aspetto dell'assetto idrogeologico e espliciti motivatamente la assenza di criticità sotto tale aspetto;

b) piani attuativi, ivi compresi i piani di cui alla lett. a), dei Comuni per i quali siano stati adottati dall'Autorità di Bacino gli studi comunali di assetto idrogeologico relativi all'intero territorio o, comunque, l'area interessata dal piano attuativo risulti studiata dai piani regionali in materia di assetto idrogeologico. In tali casi, il Comune redige e approva una relazione asseverata di accompagnamento al piano attuativo, che illustri, ai fini del PAI, il contesto territoriale sotto l'aspetto dell'assetto idrogeologico e asseveri motivatamente che non si rilevano modifiche al quadro conoscitivo e alle previsioni pianificatorie vigenti in tema di assetto idrogeologico.¹⁷ Nei casi di cui alle lett. a) e b) del presente comma, la relazione asseverata è firmata congiuntamente da un ingegnere esperto nel settore idraulico e da un geologo, iscritti ai rispettivi albi professionali. E' fatta salva, comunque, la facoltà del Comune competente di prescrivere la redazione dello studio di assetto idrogeologico in caso di nuove e motivate situazioni di potenziale rischio

5. In applicazione dell'articolo 26, comma 3 delle presenti norme, negli atti di adeguamento dei piani urbanistici comunali al PAI sono delimitate puntualmente almeno alla scala 1:2.000 le aree a significativa pericolosità idraulica o geomorfologica non direttamente perimetrate dal PAI.

5bis19. Ai fini della redazione degli studi di cui ai precedenti commi 2, 2bis e 2ter, per i bacini interessati da elementi del reticolo idrografico regionale individuato dal Comitato istituzionale con deliberazione n. 3 del 30.07.2015, i Comuni possono redigere appositi studi mediante analisi modellistica bidimensionale che motivatamente dimostri un significativo apporto conoscitivo più aderente alla situazione reale dei luoghi rispetto alla modellazione monodimensionale, anche attraverso una fase di calibratura del modello medesimo rispetto ad eventuali eventi meteopluviometrici avvenuti. Tali studi sono proposti e redatti dai Comuni in coerenza con specifiche linee guida approvate dal Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino, in applicazione dei commi 5 ter, quater e quinquies.

5ter20. A seguito dell'analisi bidimensionale di cui al comma precedente, i Comuni, per le aree urbane e periurbane, possono perimetrare, per i tempi di ritorno pari a 50, 100, 200 e 500 anni, come aree di pericolosità idraulica quelle parti del territorio comunale nelle quali la vulnerabilità delle persone (V_p) assume valori superiori a 0,75. La vulnerabilità delle persone V_p , secondo le Linee Guida ISPRA, è espressa dalla relazione $V_p = h(v+0,5)+0,25$, con il tirante idrico (h) in metri e la velocità della corrente (v) in metri al secondo e assumendo $V_p=0$ nel caso in cui (h) è inferiore o uguale a 0,25 m.

Per tali aree di pericolosità idraulica si applicano le norme di cui ai successivi articoli 27, 28, 29 e 30 per i corrispondenti tempi di ritorno.

5quater21. I Comuni, a seguito degli studi di cui al comma 5bis, per le aree urbane e periurbane identificano come aree critiche (H_i^*) quelle parti del territorio nelle quali V_p assume per tutti i tempi di ritorno un valore inferiore o uguale a 0,75 e ad esse applicano le norme d'uso stabilite dai piani urbanistici comunali generali ed attuativi, previa loro variante urbanistica di adeguamento per tener conto delle risultanze di tali studi. L'adeguamento dei piani urbanistici comunali generali ed attuativi è effettuato nel rispetto dei principi generali del PAI, con particolare riferimento agli articoli 16, 47 e 49 delle NA, con l'obiettivo di evitare la creazione di nuove situazioni di criticità, ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti, limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità dei sistemi di drenaggio urbano. Gli interventi, le opere e le attività sono realizzati previa loro specifica valutazione da parte dei Comuni, in sede di procedura di formazione dei titoli abilitativi, in relazione alle situazioni di criticità nelle aree (H_i^*) individuate.

5quinquies22. In fase di adeguamento dei piani urbanistici comunali generali ed attuativi, i Comuni introducono per le aree di cui al comma 5 quater norme relative al divieto di realizzazione di nuovi volumi interrati e seminterrati, alla realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale nonché alla identificazione delle fattispecie in cui, in ragione del perseguimento dell'obiettivo di migliorare le condizioni specifiche di sicurezza delle unità immobiliari, l'intervento edilizio sulle stesse determina l'obbligo di procedere alla dismissione irreversibile dei locali interrati e seminterrati esistenti.

5sexies23. I Piani comunali di protezione civile sono conseguentemente modificati sulla base delle risultanze degli studi di cui ai commi 2, 2bis, 2ter e 5bis, 5 ter e 5 quater e delle previsioni di cui al comma 5 quinquies.



Le aree oggetto del presente studio e progettazione sono già perimetrate dal PAI poiché il rio Ciccheddu e il rio Sant'Alvara sono elementi idrici appartenente al reticolo idrografico regionale, come evidenziato nel precedente paragrafo 2.3.3 e nelle immagini di **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**÷**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Si anticipa qui che, come evidenziato nei capitoli **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, la modellazione idrologico-idraulica condotta permette di individuare nel dettaglio le zone ove la combinazione di altezza e velocità dell'acqua può assumere valori di vulnerabilità V_p maggiori del termine indicato nel comma 5ter sopra richiamato e consente anche di definire la durata nel tempo di tale vulnerabilità.

ARTICOLO 14 Sistemazione della rete idrografica

L'articolo 14 definisce cosa si intende per rete idrografica e quali sono gli interventi di sistemazione prevedibili e accettati, poiché conformi alle finalità del PAI. Si riportano alcuni commi e passi significativi.

1. Si definisce per rete idrografica l'insieme del reticolo effemerico e permanente attraverso cui defluiscono le acque a superficie libera.

3. La sistemazione della rete idrografica è finalizzata a:

- a. smaltire in sicurezza le portate di piena;*
- b. analizzare i profili idraulici della corrente di piena per valori della scabrezza caratteristici dell'alveo;*
- c. garantire la naturalità del corso d'acqua in condizioni di magra;*
- d. garantire l'equilibrio del trasporto solido con particolare riferimento alle zone di litorale;*
- e. creare ove possibile nuove aree di espansione naturale ed aree diverse ad inondabilità programmata, prevedendovi transitoriamente l'applicazione in salvaguardia delle norme per le aree di pericolosità idraulica molto elevata.*

4. La sistemazione delle rete idrografica è ottenuta normalmente attraverso:

- a. interventi strutturali dell'idraulica fluviale, quali sistemazioni delle sponde, opere trasversali, opere di laminazione, canali scolmatori;*
- b. controllo del deflusso sui versanti e della relativa erodibilità con tecniche di sistemazione idraulico-agraria e idraulico-forestale;*
- c. riqualificazione dei valori ambientali e paesaggistici nelle zone ripariali;*
- d. applicazione puntuale dei divieti di cui al comma seguente.*

5. [...]nessun provvedimento [...]può produrre effetti di:

- a. deterioramento delle condizioni di pericolosità idraulica e di rischio idraulico esistenti;*
- b. diminuzione di efficienza delle opere idrauliche;*
- c. impedimento al deflusso delle acque;*
- d. modifica significativa al profilo longitudinale dei corsi d'acqua;*
- e. deviazione della corrente verso rilevati e ostacoli;*
- f. alterazione significativa della naturalità degli alvei e della biodiversità degli ecosistemi fluviali;*
- g. restringimento o modifica dei profili delle sezioni d'alveo dei corsi d'acqua;*
- h. instabilità degli argini, anche attraverso abbassamenti dei piani di campagna;*
- i. pavimentazione o ricopertura di corsi d'acqua che alterino il regime di subalveo;*
- l. occupazione stabile dei piedi degli argini, dei relativi accessi e aree di transito.*



I criteri progettuali seguiti, gli interventi previsti dal presente studio lungo tutta l'area esaminata e gli interventi di progetto in argomento sono conformi alle richieste di cui al comma 4. e non producono alcuno degli effetti vietati nel comma 5.

ARTICOLO 15 Manutenzione della rete idrografica

L'articolo 15 definisce le finalità degli interventi di manutenzione della rete idrografica.

2. La manutenzione della rete idrografica è finalizzata a:

- a. garantire il regolare deflusso delle acque;
- b. assicurare l'efficienza e la sicurezza delle opere idrauliche;
- c. garantire l'efficienza e la sicurezza della rete idrografica;
- d. verificare periodicamente la stabilità delle opere di sistemazione dei corsi d'acqua;
e verificare che tutti i nuovi impianti, opere ed infrastrutture pubblici e di interesse pubblico consentiti nelle aree di pericolosità idraulica siano accompagnati dal piano di manutenzione [...]

3. Gli interventi di manutenzione della rete idrografica tengono conto di quanto disposto dal DPR 14.4.1993, "Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica" e assicurano normalmente:

- a. il taglio della vegetazione che garantisca il mantenimento della capacità di smaltimento delle piene;
- b. il controllo del trasporto di materiali flottanti;
- c. il controllo del trasporto solido;
- d. il mantenimento della capacità di smaltimento delle sezioni fluviali in corrispondenza degli attraversamenti di infrastrutture;
- e. il monitoraggio sull'evoluzione delle condizioni di pericolosità e di rischio idraulico;
- f. il monitoraggio nelle aree di subsidenza..

ARTICOLO 16 Assetto dei sistemi di drenaggio artificiale

1. Entro due anni dall'approvazione del PAI la Regione Sardegna approva per l'intero bacino idrografico regionale disposizioni e norme tecniche per l'assetto dei sistemi di drenaggio artificiale in funzione delle esigenze di prevenzione verso l'insorgere di pericoli idrogeologici e di nuove situazioni di rischio idrogeologico.

2. L'assetto dei sistemi di cui al comma 1 è finalizzato a:

- a. raccogliere e smaltire il deflusso superficiale senza generare incrementi significativi del livello di pericolosità nei corpi idrici recettori;
- b. ottenere che i sistemi di drenaggio degli insediamenti, delle bonifiche e delle infrastrutture viarie possiedano una adeguata sicurezza intrinseca. Tali sistemi devono quindi essere rispettivamente dimensionati o adeguati – compatibilmente con i vincoli tecnici e fisici delle zone attraversate – in modo da smaltire le portate di progetto;
- c. realizzare reti di fognatura separate per i nuovi insediamenti;
- d. controllare la qualità delle acque di prima pioggia con particolare riferimento allo scarico in ambienti naturali protetti.

3. L'assetto dei sistemi di cui al comma 1 è diretto normalmente ad assicurare che:

- a. sia individuato il valore soglia della portata massima scaricabile in funzione della capacità ricettiva del corso d'acqua;
- b. il sistema di drenaggio artificiale sia compatibile con il deflusso dal reticolo naturale e dai versanti con il



relativo trasporto solido;

c. ai tratti urbani tombati o liberi dei corsi d'acqua, che negli ambiti urbani svolgono anche funzioni di drenaggio, si applichino le norme del PAI per i corsi d'acqua naturali e non si applichino norme e tecniche di gestione proprie dei sistemi di drenaggio artificiale.

L'articolo 16 si può considerare applicabile nell'ambito in esame, per le reti di drenaggio dell'abitato di Monti che convogliano i deflussi di versante verso il Ciccheddu e il Sant'Alvara.

ARTICOLO 21 Indirizzi per la progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture

L'articolo riporta indicazioni e vincoli per la progettazione, realizzazione e manutenzione delle nuove infrastrutture interferenti con il reticolo idrografico e che possono influenzare il rischio idraulico delle aree ove esse sono previste o delle aree a monte e a valle.

Per le opere di attraversamento trasversale di tutti i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico, le disposizioni e norme tecniche tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture a rete o puntuali di cui al precedente comma:

a. conservino le funzioni e il livello naturale dei corsi d'acqua;

b. non creino in aree pianeggianti impedimenti al naturale deflusso delle acque;

c. prevedano l'attraversamento degli alvei naturali ed artificiali e delle aree di pertinenza da parte di condotte in sotterraneo a profondità compatibile con la dinamica fluviale, con la condizione che tra fondo alveo e estradosso della condotta ci sia almeno un metro di ricoprimento. Per tali attraversamenti in sub-alveo non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme e il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese le condotte qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico;

d1. Garantiscano un franco sul livello della portata di progetto, per velocità medie della corrente inferiori a 8 m/s, pari a quanto indicato dall'analisi modellistica sul franco idraulico approvata dal Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino, corrispondente al massimo tra:

1) $0,7v^{2/3}$, dove v indica la velocità media della corrente;

2) il valore minimo del franco idraulico come definito dalle Norme tecniche per le costruzioni (NTC) di cui all'art. 52 del D.P.R. n. 380/2001 e delle relative circolari applicative;

3) $0,87V_y + \alpha y'$, dove y è la profondità media della sezione contribuente al deflusso, y' è l'altezza della corrente areata e α un coefficiente che varia linearmente tra 0 e 1 quando la velocità varia tra 5 m/s e 15 m/s, con le limitazioni che il valore $0,87V_y$ sarà assunto al massimo pari a 1,5 ed y' viene assunto pari a 2 metri o alla profondità media y , se questa risulta minore di 2.

Il valore y della profondità media della sezione contribuente al deflusso è pari alla media pesata sulla base del contributo di ciascuna area di sezione liquida associata alla corrispondente larghezza della corrente sul pelo libero. Nelle sezioni idrauliche non confinate o nelle quali vi siano zone ove le velocità medie sono modeste, per



la valutazione dell'area bagnata attiva si considerano le sole parti aventi velocità della corrente superiori a 0,1 m/s.

d2. Per velocità medie della corrente superiori a 8 m/s il franco sarà almeno pari all'intera altezza cinetica $v^2/2g$. In linea di principio, nei progetti di sistemazione idraulica non si dovrebbero verificare situazioni con velocità media della corrente superiori a 8 m/s: tali elevate velocità costituiscono un elemento critico sia dal punto di vista strutturale che idraulico e occorre assumere idonei accorgimenti progettuali per contenere tali elevati valori di velocità della corrente;

e. prevedano eventuali rampe di accesso alle infrastrutture di attraversamento in modo da non ostacolare il naturale deflusso delle acque. Per le sole infrastrutture a rete, pubbliche o di interesse pubblico dichiarate strategiche con motivata deliberazione della Giunta Regionale, qualora per le opere accessorie e di collegamento al contesto esistente non sia possibile il rispetto del franco idraulico e non vi siano alternative tecniche ed economiche sostenibili, la realizzazione delle opere medesime può essere assentita, a condizione di assicurare ogni opportuno provvedimento atto a garantire l'esercizio dell'infrastruttura in condizioni di rischio residuo compatibile, con particolare riferimento alla tutela della pubblica incolumità;

f. adottino per i nuovi attraversamenti criteri che possibilmente evitino o comunque limitino il numero di pile in alveo;

g. configurino le spalle dei ponti in modo da non comportare restringimenti della sezione che pregiudichino la sicurezza del tronco d'alveo;

h. prevedano le pile dei nuovi attraversamenti in modo da offrire la minore resistenza idrodinamica;

i. garantiscano la protezione dall'erosione delle pile dei ponti preferibilmente evitando plateazioni della sezione di imposta;

l. minimizzino il rischio di instabilità gravitativa e di alterazione del naturale reticolo drenante indotto dai tagli dei versanti lungo i tracciati;

m. limitino le modificazioni della morfologia naturale dei pendii impegnati;

n. prevedano appropriati sistemi di drenaggio, da sottoporre ad adeguata manutenzione;

o. prevengano l'apporto di suolo nei corsi d'acqua in conseguenza dell'esposizione agli agenti meteorici della superficie interessata dall'opera.

Il **comma 2bis** riguarda le opere di difesa longitudinale e per gli interventi di adeguamento della sezione idraulica di tutti i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico.

2bis. Per le opere di difesa longitudinale e per gli interventi di adeguamento della sezione idraulica di tutti i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico, le disposizioni e norme tecniche tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture:

a. conservino le funzioni e il livello naturale dei corsi d'acqua;

b. non creino in aree pianeggianti impedimenti al naturale deflusso delle acque;

c1. Garantiscano un franco sul livello della portata di progetto, per velocità medie della corrente inferiori a 8 m/s, corrispondente al massimo tra:

1) $0,5v^2/2g$, dove v indica la velocità media della corrente;



2) un metro, per profondità media della corrente superiore a 1 m oppure pari alla profondità media, per profondità media della corrente inferiore o uguale a 1 m;

3) $0,87\sqrt{y+\alpha y'}$, dove y è la profondità media della sezione contribuente al deflusso, y' è l'altezza della corrente areata ed α un coefficiente che varia linearmente tra 0 e 1 quando la velocità varia tra 5 m/s e 15 m/s, con le limitazioni che il valore $0,87\sqrt{y}$ sarà assunto al massimo pari a 1,5 ed y' viene assunto pari a 2 metri o alla profondità media y , se questa risulta minore di 240.

Il valore y della profondità media della sezione contribuente al deflusso è pari alla media pesata sulla base del contributo di ciascuna area di sezione liquida associata alla corrispondente larghezza della corrente sul pelo libero. Nelle sezioni idrauliche non confinate o nelle quali vi siano zone ove le velocità medie sono modeste, per la valutazione dell'area bagnata attiva si considerano le sole parti aventi velocità della corrente superiori a 0,1 m/s.⁴¹

c2. Per velocità medie della corrente superiori a 8 m/s il franco sarà almeno pari all'intera altezza cinetica $v^2/2g$. In linea di principio, nei progetti di sistemazione idraulica non si dovrebbero verificare situazioni con velocità media della corrente superiori a 8 m/s: tali elevate velocità costituiscono un elemento critico sia dal punto di vista strutturale che idraulico e occorre assumere idonei accorgimenti progettuali per contenere tali elevati valori di velocità della corrente;

d. garantiscano la protezione dall'erosione delle nuove opere;

e. minimizzino il rischio di instabilità gravitativa e di alterazione del naturale reticolo drenante indotto dai tagli dei versanti lungo i tracciati;

f. limitino le modificazioni della morfologia naturale dei pendii impegnati;

g. prevedano appropriati sistemi di drenaggio dei bacini residui, da sottoporre ad adeguata manutenzione;

h. prevengano l'apporto di suolo nei corsi d'acqua in conseguenza dell'esposizione agli agenti meteorici della superficie interessata dall'opera.

Nel **comma 2ter** si specifica che:

In alternativa a quanto previsto dal precedente comma 2bis, il valore del franco idraulico può essere assunto pari a 1,00 m. nel caso di opere di difesa longitudinale, qualora la velocità media della corrente sia inferiore a 4 m/s, a condizione che il progettista, mediante specifica relazione asseverata corredata dalle certificazioni rilasciate da organismi accreditati sui materiali e/o sui sistemi tecnologici utilizzati, attesti motivatamente che sono in grado da assicurare, nel tempo, adeguati livelli prestazionali in termini di stabilità, di resistenza allo scalzamento e agli effetti negativi di tipo idrostatico e idrodinamico indotti dalla corrente e di non subire fenomeni di collasso anche parziale per effetto di sormonto.

Il **comma 2quater**, nella revisione 2022 recita:

A seguito del positivo collaudo delle opere di cui al comma 2bis, la riclassificazione delle aree in termini di pericolosità idraulica è consentita solo se l'intervento garantisce, con adeguato franco idraulico, la protezione per eventi caratterizzati da tempi di ritorno minimi di 200 anni. Possono essere considerate ammissibili le suddette opere di mitigazione che, pur dimensionate per tempi di ritorno inferiori ai 200 anni dimostrino un



significativo miglioramento della funzionalità idraulica rispetto alla situazione ante intervento, a parità di criteri utilizzati per tale verifica.

In tale ipotesi di dimensionamento per tempi di ritorno inferiori ai 200 anni, le opere di adeguamento della sezione idraulica, sia a sezione aperta sia chiusa (canali tombati), sono ammissibili previa specifica dichiarazione del Comune proponente che dimostri l'assenza di alternative progettuali economicamente e tecnicamente sostenibili, a condizione, che, nel caso di canali tombati, si preveda la demolizione totale della copertura del canale, per quanto possibile e compatibilmente con le condizioni del contesto, anche mediante sostituzione della stessa con griglie carrabili; in ogni caso non è consentito procedere con la modifica delle perimetrazioni e dei livelli di pericolosità idraulica e/o da frana previgenti all'intervento..

Il **comma 3** precisa importanti aspetti sulla redazione degli studi di compatibilità idraulica in alcune situazioni particolari:

Gli studi di compatibilità idraulica relativi agli attraversamenti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico regionale sono redatti esclusivamente nel rispetto delle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni di cui all'art. 52 del D.P.R. n. 380/2001 e delle relative circolari applicative, da integrarsi in relazione al calcolo del franco idraulico con i valori minimi derivanti dall'applicazione del precedente comma 2. Nel rispetto della Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP., per la tipologia dei tombini non è richiesta la redazione dello studio di compatibilità idraulica di cui al successivo articolo 24 e, pertanto, non è necessario il parere dell'Autorità di Bacino.

Le opere in progetto sono state definite in modo da essere funzionali agli obiettivi di progetto e conformi alle norme qui citate.

ARTICOLO 23 Prescrizioni generali per gli interventi ammessi in aree di pericolosità idrogeologica

L'articolo riporta (come specificato nel **comma 1**) norme specifiche per prevenire, attraverso la regolamentazione degli interventi ammissibili, i pericoli idrogeologici e la formazione di nuove condizioni di rischio idrogeologico nel bacino idrografico unico della Regione Sardegna.

Nel **comma 2** viene esplicitato il limite dell'applicazione delle norme in argomento: *Le disposizioni del presente Titolo III valgono solo nelle aree perimetrate dalla cartografia elencata nell'articolo 3 quali aree con pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1), nonché quali aree con pericolosità da frana molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1), con le caratteristiche definite nella Relazione Generale, a prescindere dall'esistenza di aree a rischio perimetrate e di condizioni di rischio a carico di persone, beni ed attività vulnerabili.*

Nel **comma 3** si specifica che *Le disposizioni del presente Titolo III si applicano anche alle aree del bacino idrografico unico regionale diverse dalle aree di pericolosità idrogeologica ed espressamente indicate nell'articolo 26, richiamato nel seguito.*

Nel **comma 6** viene esplicitato che *“gli interventi, le opere e le attività ammissibili nelle aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media sono effettivamente realizzabili soltanto:*

- a. *se conformi agli strumenti urbanistici vigenti e forniti di tutti i provvedimenti di assenso richiesti dalla legge;*



- b. subordinatamente alla presentazione, alla valutazione positiva e all'approvazione dello studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica di cui agli articoli 24 e 25, nei casi in cui lo studio è espressamente richiesto nell'ambito del procedimento di approvazione del progetto, tenuto conto dei principi di cui al comma 9.

Nel comma **6bis** si prescrive che:

Nell'ambito della realizzazione di interventi di mitigazione del rischio o di opere in alveo, il provvedimento di approvazione degli studi di compatibilità di cui agli articoli 24 e 25, l'atto autorizzativo ai sensi del Regio Decreto 25 luglio 1904, n. 523 (Testo unico sulle opere idrauliche) e il parere di coerenza sul finanziamento da parte dell'Ente finanziatore, sono rilasciati sul progetto di fattibilità tecnica ed economica, come definito dall'articolo 23, commi 5 e 6, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, che dovrà contenere tutti gli elementi utili a consentirne il rilascio, o sul progetto definitivo, come definito dall'articolo 23, comma 7, del decreto legislativo n. 50 del 2016, ove disponibile. Nel caso di insiemi complessi di opere di mitigazione del rischio o di opere in alveo con differenti alternative progettuali, l'approvazione dei suddetti studi di compatibilità può essere preceduta da un parere preliminare con il quale il soggetto competente esprime la condivisione delle soluzioni individuate nel "Documento di fattibilità delle alternative progettuali", di cui all'articolo 23, comma 5, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, ovvero nell'analisi delle alternative contenuta nel progetto di fattibilità tecnica ed economica".

Nel **comma 7** si prescrive che:

Nel caso di interventi per i quali non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica, i proponenti garantiscono comunque che i progetti verifichino le variazioni della risposta idrologica, gli effetti sulla stabilità e l'equilibrio dei versanti e sulla permeabilità delle aree interessate alla realizzazione degli interventi, prevedendo eventuali misure compensative.

Il **comma 7bis** prescrive che:

In relazione alla progettazione di singoli interventi, non è richiesto alcuno studio di compatibilità idraulica qualora l'intervento interessi elementi idrici non significativi del reticolo idrografico 54 né ricada in area di pericolosità derivante da esondazione di altri elementi del reticolo idrografico, a condizione che i progetti siano corredati da una relazione asseverata redatta dai tecnici di cui al comma 3, lett. a), dell'articolo. 24, da inviare, ai sensi del comma 6 dell'articolo 30 ter, a fini ricognitivi, all'Autorità di Bacino.

Nel **comma 8** si chiarisce che nelle aree di pericolosità idrogeologica sono consentiti esclusivamente gli interventi espressamente elencati negli articoli da 27 a 34 e nelle altre disposizioni delle presenti norme, nel rispetto delle condizioni ivi stabilite comprese quelle poste dallo studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica, ove richiesto. Tutti gli interventi non espressamente elencati sono inammissibili. Divieti speciali sono stabiliti negli articoli: 8, comma 6; 9, comma 2; 14, comma 4; 20, comma 1; 27, comma 3, lettera f.; 27, comma 4; 28, comma 2; 31, comma 4; 32, comma 2; 33, comma 4. Gli altri divieti indicati nelle presenti norme sono normalmente ribaditi a scopo esemplificativo e rafforzativo.

Nel **comma 9** vengono fornite precise indicazioni in merito alle caratteristiche di tutti gli interventi previsti nelle aree vincolate dal PAI: 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.*

Le opere in progetto sono conformi alle norme qui citate.

ARTICOLO 24 Studi di compatibilità idraulica

1. In applicazione dell'articolo 23, comma 6, lettera b., nei casi in cui è espressamente richiesto dalle presenti norme i progetti proposti per l'approvazione nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata, elevata e media sono accompagnati da uno studio di compatibilità idraulica predisposto secondo i criteri indicati nei seguenti commi.

Si rimanda all'apposito atto del presente progetto relativo allo studio di compatibilità idraulica.

ARTICOLO 26 Aree pericolose non perimetrate nella cartografia di piano

1. Possiedono significativa pericolosità idraulica le seguenti tipologie di aree idrografiche appartenenti al bacino idrografico unico della Regione Sardegna:

- a. reticolo minore gravante sui centri edificati;*

[...]

3. Per le tipologie di aree indicate nei commi 1 e 2 le prescrizioni applicabili valgono all'interno di porzioni di territorio delimitate dalla pianificazione comunale di adeguamento al PAI, ai sensi dell'articolo 8, comma 5. Il programma triennale di attuazione stabilisce per tutte le aree indicate nei commi 1 e 2 interventi di sistemazione e manutenzione della rete idrografica, dei versanti e di regimazione del deflusso idrico superficiale.



4. Alle aree elencate nei precedenti commi 1 e 2, dopo la delimitazione da parte della pianificazione comunale di adeguamento al PAI, si applicano le prescrizioni individuate dalla stessa pianificazione comunale di adeguamento al PAI tra quelle per le aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media.

ARTICOLO 27 Disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4)

In particolare il **comma 1** recita:

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, in materia di interventi strutturali e non strutturali di sistemazione idraulica e riqualificazione degli ambienti fluviali - individuati dal PAI, dal programma triennale di attuazione o dalle competenti autorità regionali in osservanza di quanto stabilito dal PAI - nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

- a. le opere e gli interventi idraulici per migliorare la difesa dalle alluvioni e la sicurezza delle aree interessate da dissesto idraulico;
- b. gli interventi per mantenere e recuperare le condizioni di equilibrio dinamico degli alvei dei corsi d'acqua;
- c. le attività di manutenzione idraulica compatibile, compresi i tagli di piante esclusivamente per garantire il regolare deflusso delle acque e gli interventi eseguiti ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 14.4.1993 e della legislazione di settore della Regione Sardegna;
- d. le opere di sistemazione e riqualificazione ambientale e fluviale dirette alla riduzione dei pericoli e dei danni potenziali da esondazione, rivolti a favorire la ricostituzione degli equilibri naturali, della vegetazione autoctona, delle cenosi di vegetazione riparia;
- e. le opere urgenti degli organi di protezione civile o delle autorità idrauliche regionali competenti per la tutela di persone e beni in situazioni di rischio idraulico eccezionali;

[...]

Ai sensi del **comma 6**, lo studio di compatibilità idraulica di cui all'art.24: a. è richiesto per tutti gli interventi consentiti dal comma 1, fatta eccezione per quelli di cui alla lettera e).

Ai sensi del **comma 7**, per gli interventi di cui al comma 1 lettera c), l'Autorità competente all'approvazione degli studi di compatibilità ai sensi della L.R. 33/2014, potrà richiedere, a suo insindacabile giudizio, lo studio di compatibilità idraulica o parte di esso, in relazione alla peculiarità dell'intervento.

Le opere in progetto sono tutte comprese in quelle citate al comma 1, consentite anche nelle aree ad elevata pericolosità idraulica ma per le quali è richiesto lo studio di compatibilità idraulica.

ARTICOLO 28 Disciplina delle aree di pericolosità idraulica elevata (Hi3)

L'articolo riporta un elenco delle attività e interventi consentiti nelle aree di pericolosità idraulica elevata.

Le opere in progetto sono conformi alle norme qui citate.

ARTICOLO 29 Disciplina delle aree di pericolosità idraulica media (Hi2)

L'articolo riporta un elenco delle attività e interventi consentiti nelle aree di pericolosità idraulica media.

Le opere in progetto sono conformi alle norme qui citate.



ARTICOLO 30 Disciplina delle aree di pericolosità idraulica moderata (Hi1)

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica moderata compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.

2. Per i corsi d'acqua o per i tratti degli stessi studiati mediante analisi idrologico-idraulica, nelle aree individuate mediante analisi di tipo geomorfologico che si estendono oltre le fasce di pericolosità moderata individuata col criterio idrologico idraulico si applica la disciplina di cui al comma 1.

ARTICOLO 35 Strumenti di attuazione del PAI

L'articolo individua ed elenca gli strumenti di attuazione del PAI e i programmi triennali d'intervento

ARTICOLO 36 Schede degli interventi di piano. Priorità degli interventi nelle aree a rischio

1. Le schede degli interventi nei sottobacini oggetto PAI individuano le seguenti categorie di interventi di tipo strutturale definiti attraverso una fase progettuale schematica sviluppata assumendo tipologie di opere e manufatti compatibili e rivolgendo particolare attenzione all'uso, ove possibile, di tecniche a basso impatto ambientale:

- a. interventi di adeguamento e/o nuova realizzazione di opere di difesa spondale;
- b. interventi di adeguamento e/o nuova realizzazione di rilevati arginali;
- c. interventi di ripristino della stabilità del fondo;
- d. interventi di ricalibratura e/o potenziamento della capacità di portata della sezione d'alveo;
- e. interventi di protezione dei versanti da fenomeni di ruscellamento diffuso e dilavamento;
- f. interventi di protezione da crollo di blocchi e massi;
- g. opere di sostegno;
- h. opere di drenaggio;
- i. interventi di ricostituzione della copertura vegetale;
- l. bacini o casse di laminazione.

2. Gli interventi elencati nel comma 1 sono diretti alla riduzione diffusa o localizzata della pericolosità intrinseca delle aree perimetrate dal PAI ovvero alla riduzione o all'eliminazione della vulnerabilità specifica degli elementi a rischio.

ARTICOLO 37 Varianti ed aggiornamenti del PAI

1. Il PAI possiede efficacia a tempo indeterminato. E' comunque sottoposto a variante generale di revisione ogni cinque anni.

2. Nei casi in cui sia necessario procedere alla modifica dei perimetri o delle classi di pericolosità di singole aree di pericolosità idrogeologica del PAI, sono adottate e successivamente approvate singole varianti al PAI secondo quanto disposto dall'articolo 31 della legge regionale 19/2006 e dall'articolo 68 comma 3 del d.lgs. 152/2006. La conferenza programmatica si conclude, ordinariamente, entro 30 giorni dalla pubblicazione sul BURAS della deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino di adozione preliminare della variante.

3. Sono tra gli altri motivi di eventuali varianti del PAI:

- a. diminuzioni o aumenti significativi delle condizioni di rischio derivanti dalla realizzazione di interventi



debitamente collaudati o muniti di certificato di regolare esecuzione ovvero da fatti che producono incrementi di danno potenziale;

b. studi a scala di maggior dettaglio eseguiti da enti territoriali ed enti locali e studi comunali di assetto idrogeologico eseguiti da enti locali di cui all'articolo 8;

c. nuovi eventi idrogeologici o emergenze ambientali;

[...]

ARTICOLO 38 Norme generali in materia di coordinamento tra PAI e PGRA

1. Il Piano di gestione del rischio di alluvioni, di seguito PGRA, è redatto ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (di seguito denominato D.lgs. 49/2010) ed è finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio della regione Sardegna.

2. In conformità all'articolo 9 del D.lgs. 49/2010, le disposizioni del presente titolo disciplinano il coordinamento tra il PAI e i contenuti e le misure del PGRA, al fine di assicurare nell'intero territorio della Regione Sardegna la riduzione delle conseguenze negative per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali derivanti dalle alluvioni.

ARTICOLO 39 Ambito territoriale di applicazione

L'ambito di applicazione è l'intero territorio della Sardegna.

ARTICOLO 40 Mappe del PAI/PGRA: Mappe della pericolosità da alluvione, Mappe del danno potenziale, Mappe del rischio di alluvioni, Mappe delle aree di pericolosità da inondazione costiera. Coordinamento dei contenuti delle mappe del PGRA con il quadro conoscitivo derivante dal PAI, ai sensi dell'articolo 9 del D.lgs. 49/2010

1. Le mappe del PGRA, costituite da Mappe della pericolosità da alluvione, Mappe del danno potenziale e Mappe del rischio di alluvioni e dalle Mappe delle aree di pericolosità da inondazione costiera, redatte nel rispetto della direttiva 2007/60/CE, del D.Lgs. 49/2010 e degli indirizzi operativi predisposti dai Ministeri competenti, costituiscono integrazione al PAI, integrano il quadro di riferimento per l'attuazione delle finalità e contenuti del PAI, ai sensi del precedente articolo 1 e vengono nel seguito denominate come mappe PAI/PGRA.

2. Le mappe della pericolosità idraulica identificano le tre classi seguenti:

- P3, ovvero aree a pericolosità elevata, con elevata probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni
- P2, ovvero aree a pericolosità media, con media probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 50 anni e minore o uguale a 200 anni;
- P1, ovvero aree a pericolosità bassa, con bassa probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 200 anni e minore o uguale a 500 anni.

3. Le mappe del rischio di alluvione rappresentano i livelli di rischio derivati dall'incrocio delle tre classi di pericolosità con le classi omogenee di danno potenziale, secondo la seguente matrice:

| Classi di Danno Potenziale | Classi di Pericolosità Idraulica | | |
|----------------------------|----------------------------------|----|----|
| | P3 | P2 | P1 |
| D4 | R4 | R3 | R2 |
| D3 | R4 | R3 | R1 |
| D2 | R3 | R2 | R1 |
| D1 | R1 | R1 | R1 |

4. Le classi omogenee di danno potenziale sono rappresentate da D4 (danno potenziale molto elevato), D3



(danno potenziale elevato), D2 (danno potenziale medio) e D1 (danno potenziale moderato o nullo).

5. Le classi di rischio da alluvione che sono state definite sono R4 (rischio molto elevato); R3 (rischio elevato); R2 (rischio medio) e R1 (rischio moderato o nullo).

Nel Geoportale della Sardegna non risultano esplicitate le aree relative allo stato attuale PGRA nelle aree d'interesse. Pertanto, in base a quanto esposto negli articoli sopra citati, al momento ci si riferisce alle mappe PAI già riportate e alle nuove simulazioni condotte per il presente progetto.

ARTICOLO 41 Norme per le aree di pericolosità PAI/PGRA

1. Nelle aree P3 si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica Hi4, con particolare riferimento all'articolo 27.

2. Nelle aree P2 si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica Hi3 e Hi2, con particolare riferimento agli articoli 28 e 29, in considerazione del tempo di ritorno associato alla singola area, desumibile dagli elaborati del PAI, del Piano stralcio delle fasce fluviali (PSFF) e degli studi di compatibilità idraulica redatti dai Comuni ai sensi del precedente articolo 8 e già approvati dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino.

3. Nelle aree P1 si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica Hi1, con particolare riferimento all'articolo 30, fatto salvo quanto specificato all'articolo 30 bis delle medesime norme.

[...]

6. In attuazione del precedente articolo 23, comma 14, nelle aree caratterizzate da differenti livelli di pericolosità derivanti da distinti strumenti di pianificazione dell'assetto idrogeologico, nel rispetto del principio di precauzione, si applicano le norme più restrittive nelle sole zone di sovrapposizione.

7. Le aree della pericolosità da alluvione e del rischio di alluvioni del PAI/PGRA sono conseguentemente modificate a seguito della conclusione delle procedure di variante al PAI ai sensi del precedente articolo 37 nonché a seguito della conclusione della procedura di approvazione del PSFF ai sensi della L.R. 19/2006.

[...]

ARTICOLO 43 Contratti di fiume

1. Il contratto di fiume, nell'ottica del raggiungimento degli obiettivi della direttiva 2000/60/CE e della direttiva 2007/60/CE, concorre alle finalità del PAI e del PGRA, quale strumento volontario di programmazione strategica e negoziata che contribuisce allo sviluppo locale delle aree interessate mediante la considerazione degli aspetti socio economici, sociali ed educativi, attraverso azioni di tutela, corretta gestione delle risorse idriche e valorizzazione dei territori e dei paesaggi fluviali, unitamente alla salvaguardia dal rischio idrogeologico

I contratti di Fiume, nelle Regioni ove sono già da tempo sviluppati, sono un interessante ed efficace strumento di programmazione, realizzazione, monitoraggio e controllo del territorio, oltre che una modalità di positivo coinvolgimento di tutti i portatori d'interesse istituzionali, pubblici, privati, associazioni ed Enti.

Non risulta esistere un contratto di fiume che riguardi il rio Ciccheddu e il rio Sant'Alvara, tuttavia potrebbe essere occasione di applicazione dei principi e degli scopi normati e di primo approccio verso questa tematica, da applicare poi a scala più ampia.

ARTICOLO 47 Invarianza Idraulica

I principi di invarianza idraulica vengono applicati alle nuove costruzioni.



Il comma 5. del presente articolo indica che *La Regione approva normative specifiche con l'obiettivo di incentivare il perseguimento del principio della invarianza idraulica anche per i contesti edificati esistenti.*

I principi e vincoli d'invarianza idraulica devono trovare applicazione nei PUC e nei regolamenti edilizi e sono finalizzati ad un nuovo approccio alla gestione delle acque meteoriche di competenza di ciascuna proprietà, oltre che stimolo per la verifica della gestione idraulica del territorio urbano, soggetto alle acque meteoriche proprie oltre che alle acque provenienti dai bacini esterni, anche per eventi con tempi di ritorno significativamente inferiori a quelli finora considerati dalle Norme di competenza prettamente fluviale.

ARTICOLO 48 Corridoi ecologici

Nell'Art. 48 sono indicati gli obiettivi di rinaturalizzazione e recupero dei corridoi ecologici esistenti e di realizzazione, ove possibile, di nuovi corridoi, finalizzati al recupero della naturalità. al miglioramento ecosistemico e ad un migliore controllo del rischio idraulico.

1. I corridoi ecologici sono finalizzati sia alla mitigazione del rischio idraulico, attraverso il mantenimento o il miglioramento della capacità idraulica dell'alveo di piena e la tutela delle aree di espansione e di laminazione naturale, sia alla tutela e al recupero degli ecosistemi, della biodiversità, attraverso il ripristino delle caratteristiche naturali e ambientali dei corpi idrici e dei paesaggi fluviali.

2. Per le finalità del comma 1, la progettazione e la realizzazione dei corridoi ecologici deve essere indirizzata a:

- a) criteri di ripristino morfologico (quali il ripristino della piana inondabile mediante rimodellazione morfologica dell'area fluviale, la riattivazione della dinamica laterale mediante interventi sulle difese spondali con eventuale allargamento dell'alveo);*
- b) criteri di riduzione dell'artificialità (quali la risagomatura e la rinaturalizzazione, la rimozione o modifica strutturale di briglie e soglie, la rimozione di coperture dei corsi d'acqua).*

Le opere in progetto consentono di attuare meglio possibile anche questi obiettivi, valorizzando e promuovendo la realizzazione e il mantenimento di corridoi ecologici fluviali e valorizzando le aree di pertinenza fluviale esistenti.

Allegato E - Criteri per la predisposizione degli studi di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle norme di attuazione del PAI

Nei casi in cui è espressamente richiesto dalle norme di attuazione del PAI, i progetti preliminari degli interventi da realizzarsi nelle aree di pericolosità idraulica sono corredati da uno studio di compatibilità idraulica in cui si dimostri la coerenza con le finalità indicate nell'articolo 23, comma 6, e nell'articolo 24 delle norme di attuazione del PAI e si dimostri in particolare che l'intervento sottoposto all'approvazione è stato progettato rispettando il vincolo di non aumentare il livello di pericolosità e di rischio esistente – fatto salvo quello eventuale intrinsecamente connesso all'intervento ammissibile - e di non precludere la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio.

La compatibilità idraulica dell'intervento proposto: a) è verificata in funzione degli effetti dell'intervento sui livelli di pericolosità rilevati dal PAI; b) è valutata in base agli effetti sull'ambiente tenendo conto dell'evoluzione della rete idrografica complessiva e del trasferimento della pericolosità a monte e a valle.

Lo studio di compatibilità idraulica deve contenere e illustrare:

- l'analisi idrologica finalizzata alla definizione della piena di riferimento completa di caratterizzazione geopedologica del bacino sotteso dalla sezione di controllo. La stima della piena di riferimento va condotta per i tempi di ritorno relativi al livello di pericolosità dell'area interessata dall'intervento e per i tempi di*



ritorno superiori tra quelli indicati dalla relazione del PAI;

- l'analisi idraulica dell'asta fluviale e dell'area di allagamento compresa tra due sezioni caratterizzate da condizioni al contorno definibili;
- l'analisi dei processi erosivi in alveo e nelle aree di allagamento;
- l'analisi dei processi erosivi e delle sollecitazioni nei manufatti.

Qualora le valutazioni idrologiche e idrauliche siano già desumibili da altri atti di pianificazione, ad esse può essere fatto riferimento, previa opportuna verifica alla scala dell'intervento, per la rappresentazione della situazione ex ante.

2.3.5. Possibili modifiche al PAI derivanti dalla presente modellazione di dettaglio

Si anticipa che, nell'ambito delle valutazioni idrologico-idrauliche e delle analisi a scala di bacino e di dettaglio lungo il rio Calamasciu, nella presente progettazione sono state effettuate modellazioni specifiche a scala vasta lungo tutto il bacino del rio Calamasciu, per determinare con maggiore dettaglio le condizioni di pericolosità attuali e quelle cui è possibile arrivare con interventi di progetto complessivi e nei vari lotti in cui questi si possono realizzare. Tale modellazione permette, da un lato, di definire con maggiore dettaglio le fasce e i livelli idrici attesi per i tempi di ritorno di riferimento nelle aree già individuate come ad alta pericolosità, definendo i diversi elementi di pericolosità, dall'altro le nuove valutazioni e modellazione consentono di individuare e delimitare anche aree finora non considerate ma caratterizzate da gradi di pericolosità cui occorre prestare attenzione e in cui occorrerà regolare le attività e/o definire gli interventi strutturali e non strutturali atti a contenere il rischio delle stesse (sia in termini di interventi di riduzione della pericolosità che in termini di riduzione o controllo del danno e, quindi, complessivamente, del rischio).

2.4. DIRETTIVA VERIFICHE ATTRAVERSAMENTI (ALL1 DIRETTIVA PONTI)

Conformemente all'Art. 22 delle NTA del Pai, è stata approvata la *Direttiva per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza delle infrastrutture esistenti di attraversamento viario o ferroviario del reticolo idrografico della Sardegna nonché delle altre opere interferenti*.

Nelle Premesse, la Direttiva chiarisce quanto segue.

La presente direttiva è redatta in attuazione delle previsioni dell'articolo 22 delle N.A. del P.A.I. ed ha la finalità di definire i contenuti e le modalità operative per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza delle opere esistenti di attraversamento, viario o ferroviario, del reticolo idrografico nonché delle altre opere interferenti con il medesimo reticolo.

La presente Direttiva pone in capo ai proprietari, gestori o concessionari una serie di adempimenti finalizzati a verificare che le opere non determinino condizioni di 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.

Nella Direttiva sono riportati gli obiettivi, le modalità di analisi e verifica, le azioni da porre in essere nei casi di non soddisfacimento dei requisiti di sicurezza idraulica, gli interventi di manutenzione e/o adeguamento, le misure per la riduzione del rischio idraulico determinato dagli attraversamenti.

Le analisi idrauliche di cui al presente progetto, potranno essere utilizzate come base conoscitiva per le verifiche



degli attraversamenti richieste dalla citata Norma.

Le valutazioni di progetto hanno considerato anche il possibile intervento di rifacimento dell'attraversamento ferroviario posto poco a monte della stazione di Caniga.

2.5. DIRETTIVA VERIFICHE CANALI TOMBATI (ALL2 CANALI TOMBATI)

Conformemente all'Art. 22 delle NTA del Pai, è stata approvata la *Direttiva per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza dei canali tombati esistenti*.

Essa ha la *finalità di definire i contenuti e le modalità operative per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza dei canali esistenti a sezione chiusa, denominati canali tombati*.

Nelle **Premesse** chiarisce che la presente *Direttiva richiama il divieto di realizzare tombature e coperture di corsi d'acqua 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 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*.

3. Definizione

Si definisce canale tombato qualunque opera derivante dalla copertura di un corso d'acqua facente parte del reticolo idrografico regionale e che non sia identificabile come rete urbana di smaltimento delle acque bianche e meteoriche o come altra opera idraulica specialistica (quali canali fugatori di opere di scarico, tratti sifonati e altre opere simili).

4. Indirizzi operativi per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza dei canali tombati esistenti

In attuazione delle previsioni dell'articolo 115 del D.Lgs. 152/2206 e dell'articolo 8, comma 9 lettera c) delle N.A. del P.A.I., sul reticolo idrografico del distretto regionale della Sardegna non è consentito realizzare nuove tombature o coperture di corsi d'acqua. Non è, altresì, consentito realizzare il prolungamento di quelle esistenti; nei casi diretti ad ovviare a documentate situazioni di pericolo e a garantire la tutela della pubblica incolumità, possono essere realizzati interventi di ampliamento della sezione, unitamente ad altre azioni tra quelle indicate al successivo punto 9) "Misure strutturali", per i quali deve essere dimostrata la mancanza di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili ed, in ogni caso, la riduzione del rischio.

Si stabilisce che, anche a seguito di tali interventi di ampliamento, non si possa procedere con la deperimetrazione delle aree di pericolosità se non nel caso di riapertura totale del canale.

In attuazione dell'articolo 22 delle N.A. del P.A.I., gli Enti proprietari, gestori o concessionari dei canali tombati esistenti predispongono, entro 6 mesi dalla data di approvazione da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Sardegna della presente direttiva, una verifica di sicurezza degli stessi, identificando in particolare il tempo di ritorno critico della singola opera, inteso come quello minimo a partire dal quale la portata conseguente transita con franco pari al 50% di quello definito dalle norme vigenti.

La verifica di sicurezza è inviata alla DG dell'Agenzia Regionale del Distretto Idrografico (ADIS), alla DG Assessorato Regionale dei Lavori Pubblici, alla DG della Protezione Civile e al Comune.

Gli enti proprietari, gestori o concessionari, anche in relazione ai risultati della verifica suddetta, individuano e progettano gli interventi manutentivi, strutturali correttivi e di adeguamento necessari nonché le misure non strutturali atte alla mitigazione del rischio presente.



Nella effettuazione delle verifiche di sicurezza e nella definizione degli interventi manutentivi e di adeguamento va data priorità ai canali tombati che interessano i centri abitati e a quelli che determinano altre situazioni di rischio elevato o molto elevato anche in ambito extraurbano.

Nell'Art. 6 vengono riportati i **criteri per le verifiche di sicurezza dei canali tombati esistenti**. Essi fanno riferimento ad una piena con tempo di ritorno non inferiore a $T=200$ anni e ai metodi di calcolo e analisi di cui alle norme PAI.

6.3 Franco minimo

Il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del canale è quello prescritto dall'articolo 21 delle N.A. del P.A.I..

Nel caso in cui il franco minimo non sia rispettato, nella verifica di sicurezza, ai fini della perimetrazione delle aree di pericolosità, la modellazione idraulica può motivatamente essere eseguita:

- per sezioni molto ampie ispezionabili, modellando lo scorrimento al di fuori del canale della quota della portata non convogliabile con i franchi prescritti per i vari tempi di ritorno;
- per gli altri casi, considerando l'ipotesi di canale completamente ostruito, modellando lo scorrimento al di fuori del canale dell'intera portata per i vari tempi di ritorno.

6.4 Valutazione degli effetti idraulici indotti

La verifica di sicurezza deve valutare gli effetti della copertura del canale sulle modalità di deflusso in piena del corso d'acqua; in particolare, occorre valutare gli eventuali profili idrici di rigurgito eventualmente indotti dall'insieme delle opere in relazione all'assetto complessivo presente, eventuali condizioni di rischio idraulico per il territorio circostante, anche derivanti da azioni di erosione puntuale o generalizzata delle strutture del canale e soprattutto dal verificarsi dell'entrata in pressione per effetto di occlusioni totali o per eccessiva portata.

9. Misure strutturali

Gli interventi sull'opera concernono le modifiche delle strutture che possono essere realizzate per ridurre gli aspetti per i quali l'opera non è adeguata rispetto ai criteri di funzionalità idraulica.

Le principali tipologie degli interventi possibili sono costituite da:

- riapertura totale del canale;
- realizzazione di canali scolmatori aventi la finalità di ridurre la portata transitante nel canale tombato;
- realizzazione di aperture parziali della soletta superiore e inserimento nello sviluppo complessivo del canale di griglie che consentano la fuoriuscita dell'acqua e l'eventuale rientro nel canale;
- realizzazione di vasche di laminazione a monte dell'imbocco del canale, in modo da ridurre la portata in corrispondenza degli eventi di piena e da limitare il trasporto solido all'interno del canale
- realizzazione di briglie selettive in modo da ridurre la dimensione dei corpi solidi trasportati all'interno del canale
- rimozione e riduzione di elementi di ostacolo al flusso esistenti all'interno del canale, quali curve repentine, attraversamenti di reti pubbliche, strutture di fondazione;
- miglioramento delle opere di imbocco e sbocco;
- eventuale delocalizzazione di edifici e strutture che interferiscono con le strutture del canale;
- apertura di varchi nella soletta per consentire l'inserimento di attrezzature per le operazioni di verifica e manutenzione;
- ampliamento della sezione esistente esclusivamente in zona edificata e nel caso di dichiarata mancanza di



alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, allo scopo di ovviare a documentate situazioni di pericolo e a garantire la tutela della pubblica incolumità.

Le modalità con cui sono state effettuate le analisi e le verifiche idrologico-idrauliche della presente progettazione lungo tutto il tracciato del rio Calamasciu consentono di estrarre tutti gli elementi utili anche alle valutazioni richieste dalla presente Direttiva.

Gli interventi di realizzazione dei nuovi tratti o di modifica di alveo di rio Calamasciu sono conformi alle misure previste dalla Direttiva e costituiscono certamente la soluzione più efficace e meno onerosa per la risoluzione dell'insufficienza idraulica del rio Calamasciu lungo l'attuale zona ad elevata pericolosità e rischio idraulico, sia lungo il tracciato stesso, sia in corrispondenza delle aree abitate della contrada Caniga.



3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

3.1. AREA GEOGRAFICA DI RIFERIMENTO

L'area interessata dall'intervento in progetto è compresa all'interno del territorio comunale di Sassari in provincia di Sassari (SS), all'estremo Nord - Occidentale della Sardegna.



Figura 3 - Inquadramento territoriale

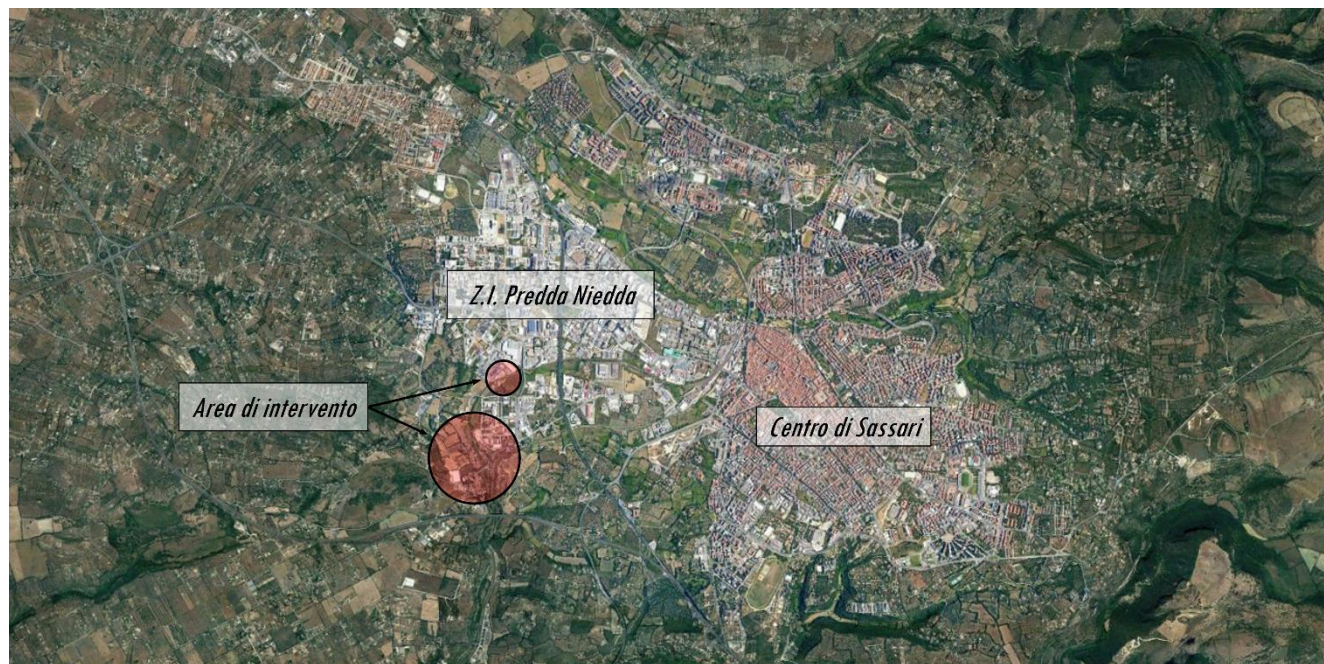


Figura 4 - Inquadramento territoriale - Livello comunale



L'area d'intervento è compresa tra i confini della Z.I. Predda Niedda, ad Ovest del centro abitato di Sassari, e l'abitato della frazione di Caniga. Nello specifico è rappresentata dal tracciato del Rio Calamasciu, nel tratto che si sviluppa dall'attraversamento ferroviario posto immediatamente a valle di quello lungo la Strada Vicinale Funtana di Lu Colbu fino al passaggio a livello localizzato lungo la strada statale S.S. 127 bis, denominata anche via Caniga, nei pressi dell'omonima stazione.

È prevista inoltre la realizzazione di un prolungamento dell'attuale circonvallazione fino al campo sportivo, attraversando le vie L. Piras e Sant'Anatolia, per ricongiungersi con la strada statale S.S. 127 bis, all'incrocio con via Padre Luca. Tale prolungamento si è reso necessario per ripristinare la continuità della suddetta infrastruttura viaria che risulterà interrotta una volta eliminato l'attraversamento del Rio Calamasciu. Infine verranno realizzati una serie di canali in calcestruzzo nella zona della scuola elementare e delle vie Padre Luca e Caniga, per il drenaggio delle acque meteoriche, causa di frequenti allagamenti delle strutture scolastiche.

Quale intervento secondario si prevede la riqualificazione del tratto tombato esistente, la cui dismissione è prevista a seguito della realizzazione delle opere relative al primo lotto dei lavori, quale canale di raccolta delle acque meteoriche, che corre lungo la Strada 12 dell'area commerciale di Predda Niedda, parallelamente alla ferrovia.

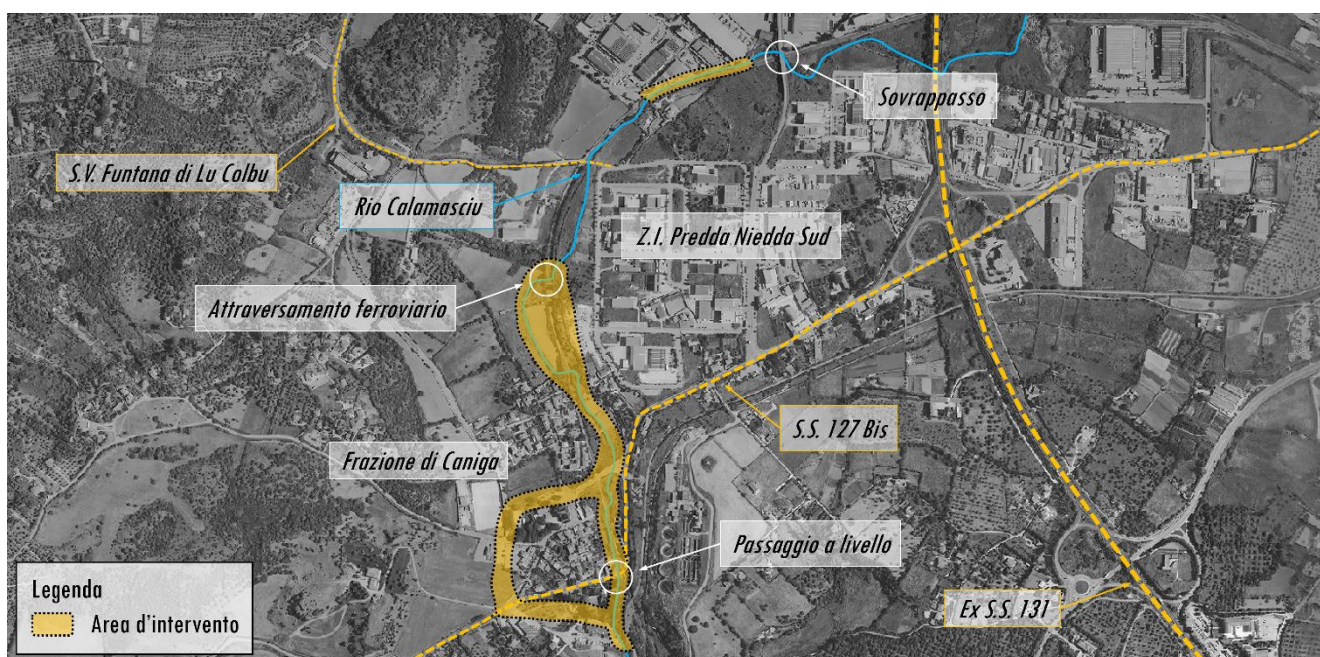


Figura 5 - Inquadramento territoriale - Area d'intervento

3.2. GENERALITÀ

Il rio Calamasciu, ricadente all'interno del Sub_Bacino del Coghinas Mannu Temo, nasce all'interno dell'abitato di Sassari, sviluppandosi per circa 5,5 km fino a confluire nel Rio Mascari. Lungo il suo tracciato attraversa la zona industriale di Predda Niedda, con vari tratti tombati, e la borgata di Caniga. L'area è percorsa dalla linea ferroviaria Sassari-Chilivani, che si snoda lungo la valle, più limitatamente da quella Sassari-Alghero, di cui si



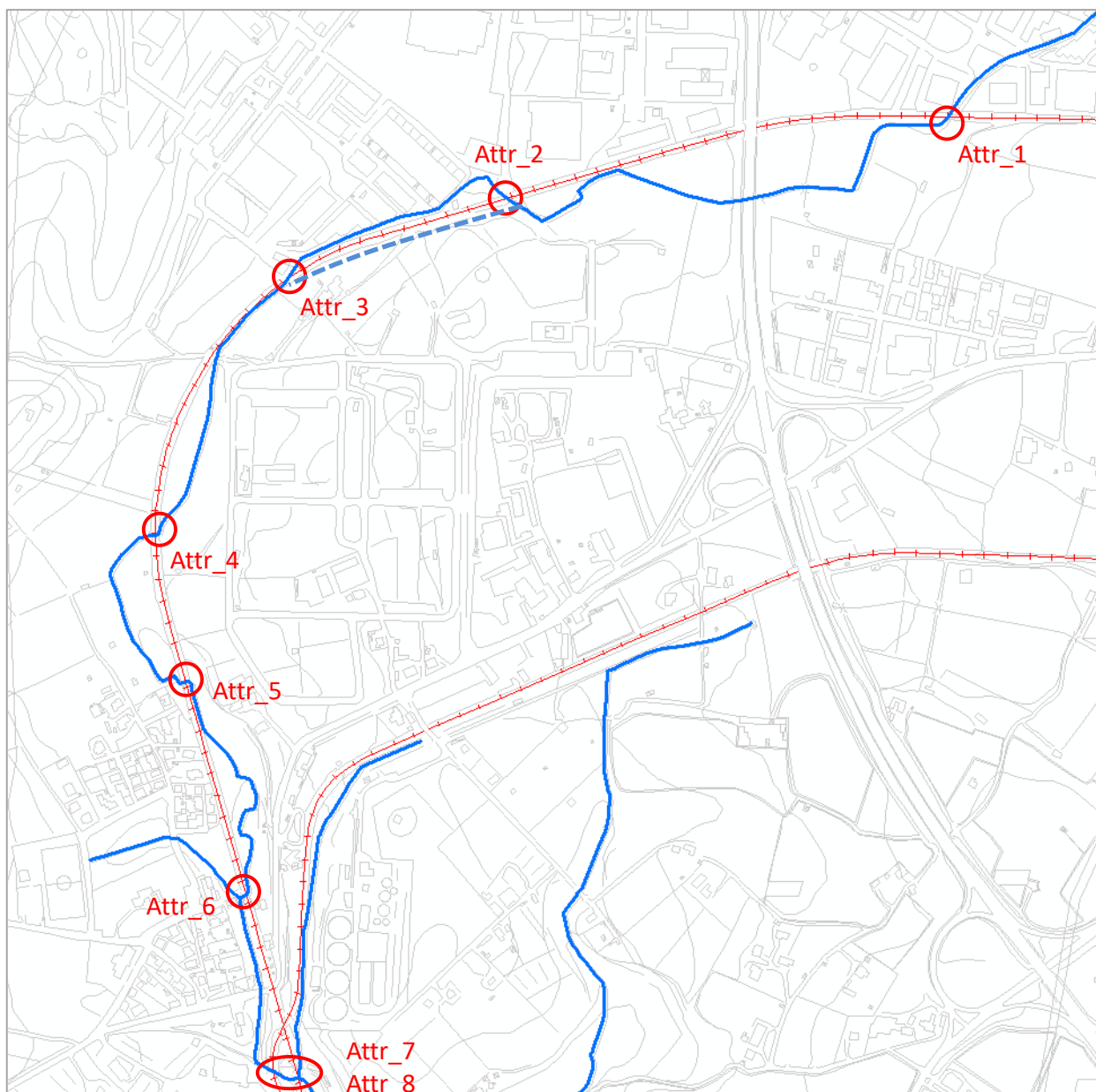
evidenziano in Figura 7 le interferenze, ed è interessata dalla S.S. 127 bis all'altezza di Caniga.

Figura 6 – Inquadramento territoriale rio Calamasciu





Figura 7 – Interferenze tra il rio Calamasciu e le linee ferroviarie (il tratto tratteggiato rappresenta l'intervento di I lotto che risolve le problematiche dei punti 2 e 3, pur lasciando da migliorare (da parte di RFI-FS) la situazione dell'attraversamento n.3 che diverrebbe relativo al sistema di drenaggio delle acque meteoriche del comparto di Predda Niedda Sud



Dal Geoportale di Regione Sardegna è stato possibile ottenere il Modello Digitale del Terreno (DTM) Lidar con risoluzione della maglia 1x1 m per il bacino in esame, da cui, tramite elaborazione con software Gis, è stato possibile ricavare informazioni sulla topografia e sull'acclività del terreno, fondamentali per la successiva fase di modellazione idrologico-idraulica descritta nel seguito. Il DTM è descritto in dettaglio nel paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..** Tali informazioni sono state integrate e confrontate con quelle derivanti dai sopralluoghi e rilievi specifici condotti in campo.



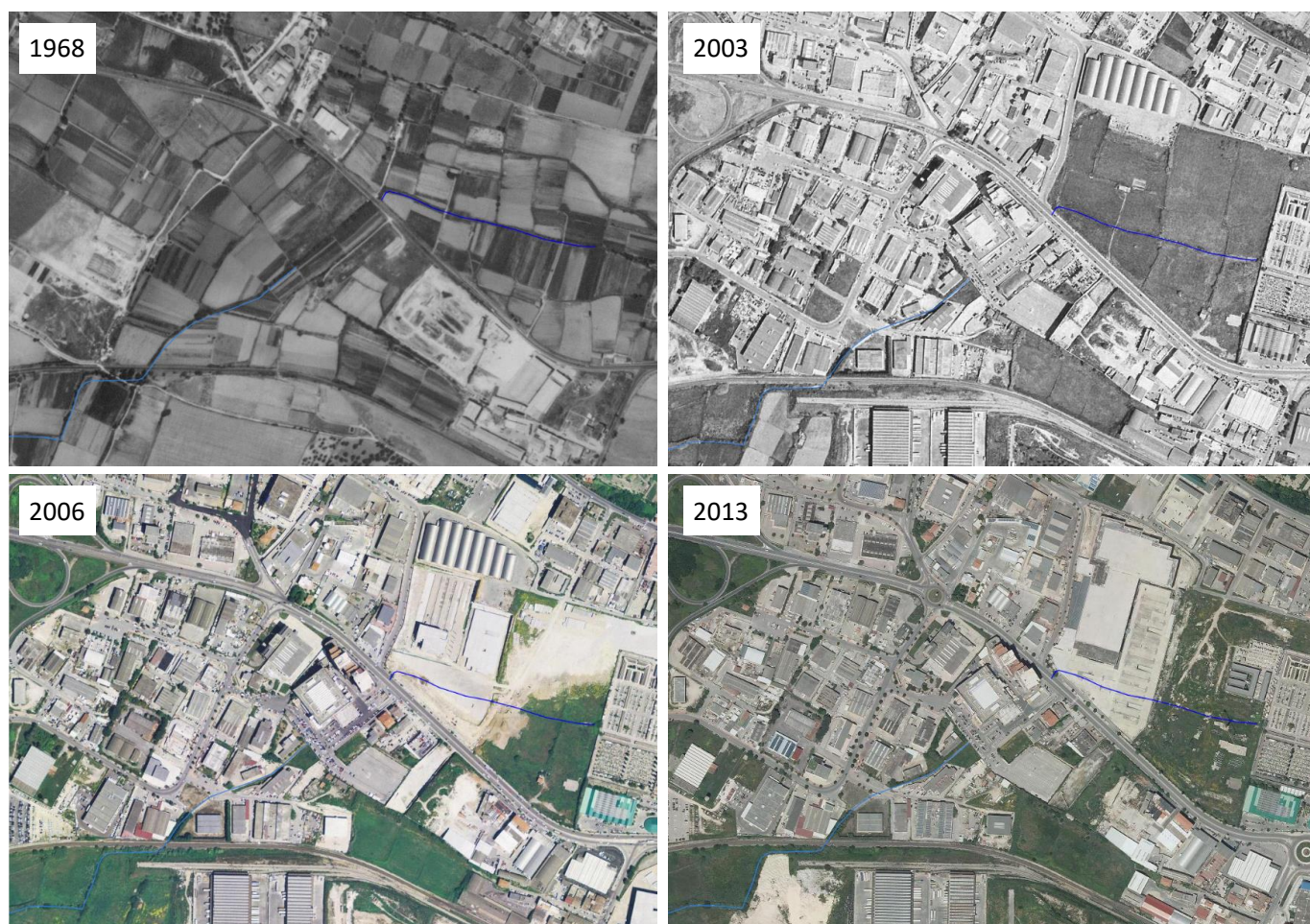
3.3. CONFIGURAZIONE ATTUALE DEL RIO CALAMASCIU LUNGO IL SUO CORSO DALL'ORIGINE A CANIGA

3.3.1. La zona di monte e l'attraversamento di Predda Niedda (tratto d'interesse del Lotto I)

Il rio Calamasciu ha origine in piena area urbana di Sassari, in direzione Nord-Est rispetto al territorio oggetto d'intervento, nella zona posta a lato del cimitero comunale.

Il **tratto iniziale** dell'alveo non risulta ad oggi individuabile a causa della forte urbanizzazione susseguitasi nel corso degli anni, come visibile dalle immagini di Figura 8.

Figura 8 – Ortofoto aeree dell'aria industriale di Sassari

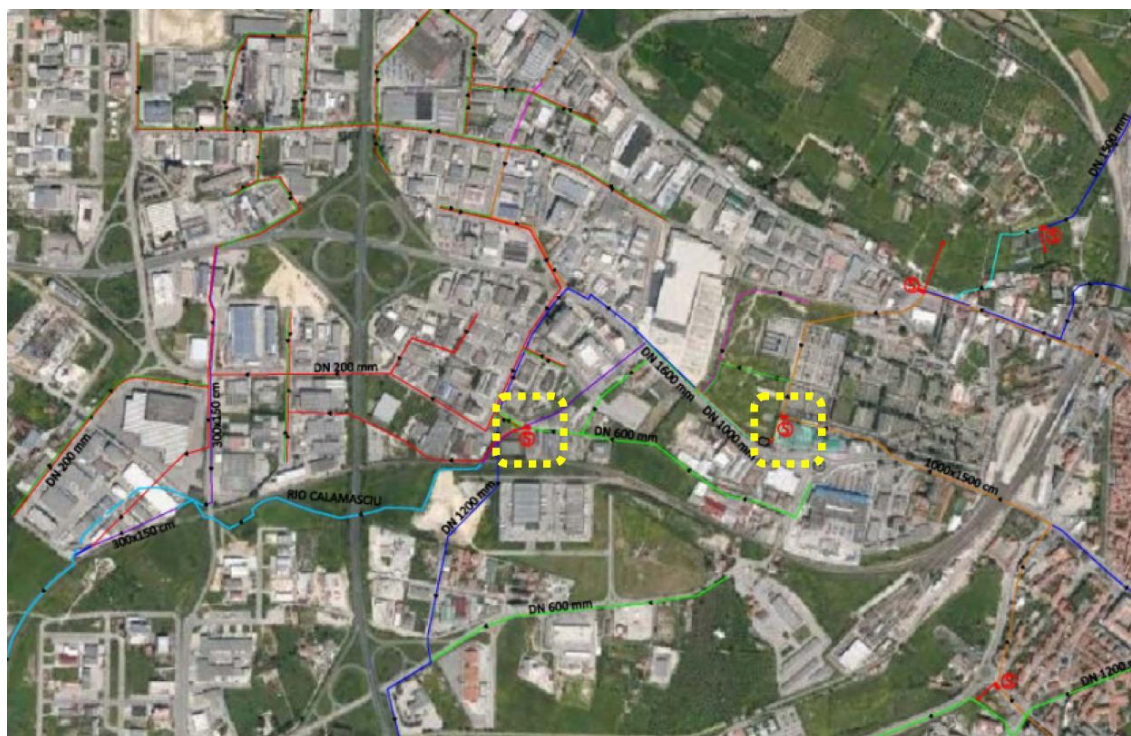


Il compluvio naturale del rio Calamasciu è stato tombato in tutto il tratto della zona industriale, divenendo il ricettore del sistema di drenaggio proprio delle acque meteoriche delle aree impermeabili e delle fognature miste di una parte della Città in corrispondenza degli scaricatori di piena.

In particolare dalla planimetria di Figura 9, dove è riportato lo schema del sistema fognario della zona industriale, si rileva la presenza di due manufatti sfioratori delle fognature miste urbane, che durante gli eventi meteorici scaricano le acque di troppo pieno nel rio Calamasciu.



Figura 9 – Planimetria con tracciati rete di fognatura area industriale con localizzazione degli sfioratori di piena



Nel tratto a monte della Strada 25 il tracciato del tratto tombato non è visibile se non per un breve tratto, mentre, data la posizione superficiale della soletta rispetto al p. di c., risulta evidente a valle della Strada 25.

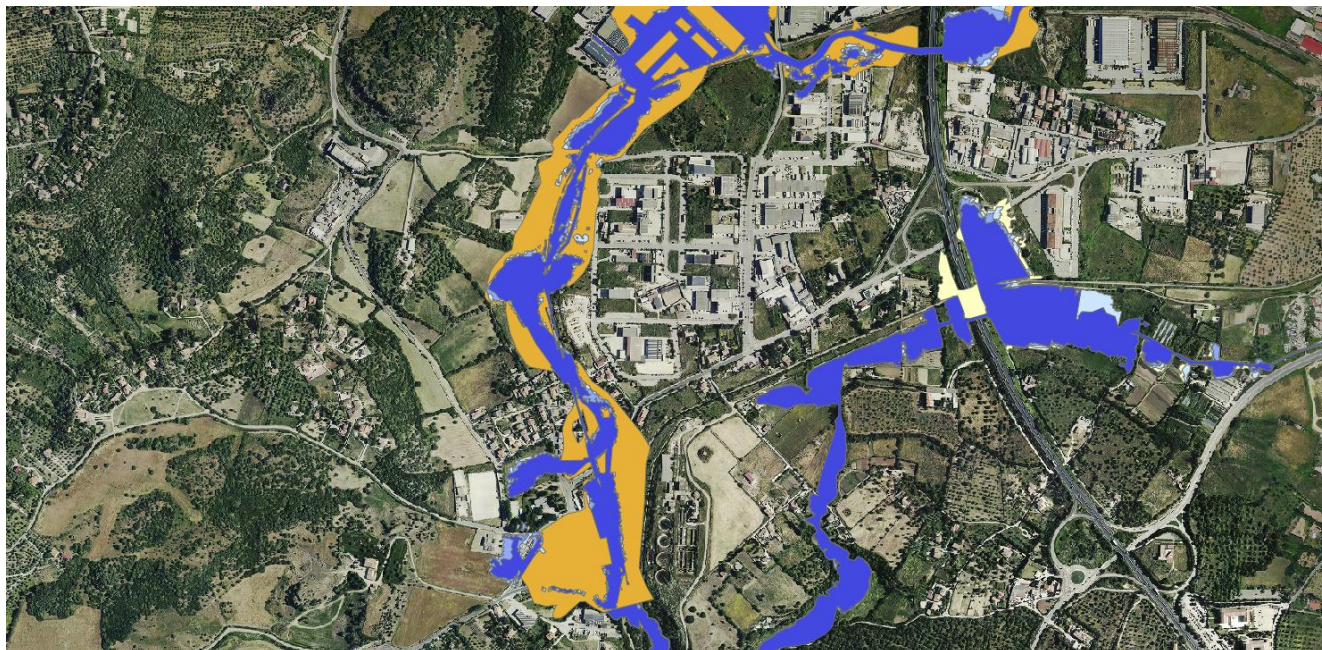
Figura 10 – Tombatura del tratto iniziale del rio Calamasciu





A valle di questo primo tratto tombato, dopo aver attraversato la linea ferroviaria Sassari-Chilivani, l'alveo si distende su un compendio agricolo/naturale sub-pianeggiante, attraversato dalla Strada di Circonvallazione "Variante di Mascari" e dalla via Predda Niedda n.10, presentando una sezione ad U di bassa profondità, non soggetta da incisioni significative. L'area fluviale risulta una zona di esondazione naturale anche in casi di eventi meteorici non troppo intensi, come anche indicato nella cartografia PAI e richiamato nella Figura 11.

Figura 11 – Stralcio della cartografia PAI della zona attraversata dal rio Calamasciu tra la Z.I. Predda Niedda Sud e la frazione di Caniga (aggiornamento con Variante PAI Comune di Sassari 2022 e progettazione primo intervento di mitigazione)



In corrispondenza della zona industriale Predda Niedda Sud il rio sottopassa nuovamente la linea ferroviaria e confluisce su un pozzetto di raccolta in cls presso cui convergono i canali che raccolgono tutte le acque di drenaggio della zona di "Predda Niedda".

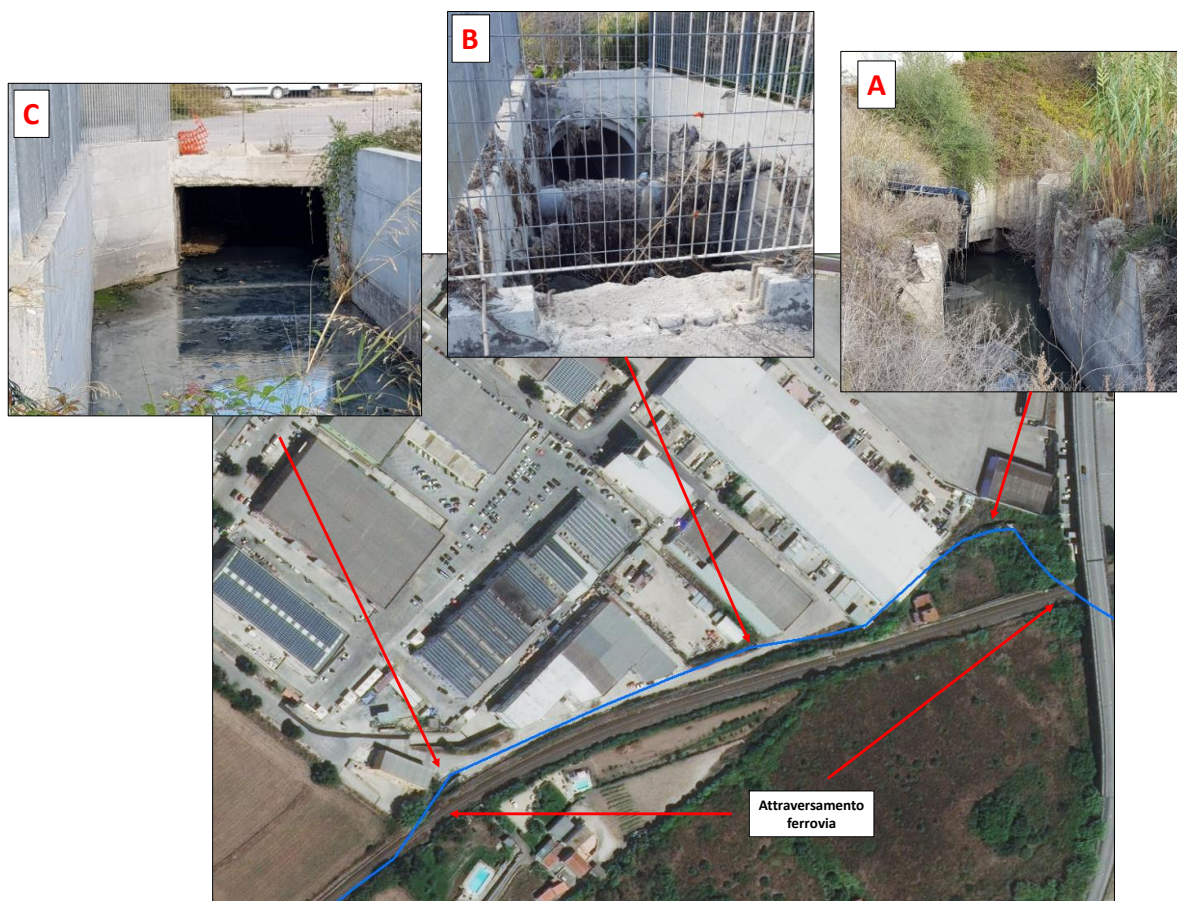
Figura 12 – Manufatto di confluenza tra il rio Calamasciu (a destra) e i canali di raccolta delle acque meteoriche dell'area di Predda Niedda (settore oggetto del primo intervento)





A valle di detta confluenza, dopo breve un tratto a cielo aperto parallelo alla ferrovia (rif. Figura 13 immagine (A)) il canale prosegue tombinato in uno scatolare di dimensioni interne pari a 3,0x1,5 m per circa 100 m, torna a cielo aperto in corrispondenza di un breve manufatto particolare (B) in cui si evidenzia un attraversamento fognario e la riduzione di sezione del rio Calamasciu, che prosegue nuovamente tombato con una condotta di diametro pari a DN 1200 mm fino al nuovo tratto aperto a monte dell'attraversamento ferroviario (C).

Figura 13 – Tratto tombinato attuale del rio Calamasciu in corrispondenza della zona industriale Predda Niedda (settore oggetto del primo intervento)



Dall'immagine sopra, risulta evidente la condizione idraulicamente insostenibile in cui si trova il rio Calamasciu nella zona industriale di Predda Niedda Sud, per le ridotte dimensioni in cui è costretto l'alveo e per la presenza di attraversamenti di infrastrutture che ne condizionano ulteriormente in modo negativo la capacità idraulica. La presenza dei residui di flottante depositati mostra la quota di rigurgito e funzionamento in pressione cui frequentemente è soggetto il tratto fluviale.

Tale problematico tratto è stato oggetto della progettazione di un primo intervento in corso di attuazione da parte del Comune di Sassari e di cui è stato approvato lo studio di compatibilità idraulica; l'intervento prevede la costruzione di un nuovo alveo che intercetta il rio Calamasciu a monte dell'attraversamento ferroviario n.2 (vedi Figura 7) e trasferisce le portate di piena verso valle rimanendo sempre a Sud della linea ferroviaria, fino all'altezza dell'attuale attraversamento n.3 che rimarrà a servizio della rete di drenaggio delle acque meteoriche della zona industriale. L'intervento prosegue a valle con la ricalibratura e adeguamento della sezione rispetto alle portate di piena di riferimento.



Nella seguente Figura 14 sono riportate due immagini del tratto a cielo aperto nella parte di valle di Predda Niedda Sud, dopo la tombatura nel collettore DN1200 sopra richiamato e prima dell'attraversamento ferroviario (visibile nella foto). Dalle immagini si evidenziano le ridotte dimensioni dell'attraversamento ferroviario, ulteriormente limitate dalla presenza della tubazione fognaria (probabilmente la stessa che attraversa il Calamasciu nel punto del manufatto (B) di cui alla Figura 13), e la presenza di materiale depositato in corrispondenza degli ostacoli.

Figura 14 – Dettaglio del tratto aperto del rio Calamasciu, a valle del punto indicato con (C) nella Figura 13 e dell'attraversamento della linea ferroviaria (punto Attr_3 della Figura 7)



3.3.2. La zona a valle di Predda Niedda, fino a Caniga (oggetto specifico della presente progettazione)

A valle dell'agglomerato industriale di Predda Niedda e dell'attraversamento ferroviario suddetto, l'alveo del rio Calamasciu prosegue con sezione a U incrociando più volte nel suo percorso la linea ferroviaria Sassari-Chilivani e varie sedi viarie, fino all'abitato di Caniga. Tali attraversamenti risultano tutti insufficienti rispetto alle piene calcolate con la portate di riferimento. Tutto il tratto successivo alle previsioni del primo intervento in corso di attuazione, è soggetto ai nuovi interventi previsti nella presente progettazione, con azioni e necessità differenti per ogni tratta considerata e nel rispetto e mantenimento delle opere idrauliche recentemente realizzate e che mostrano una significativa efficacia anche per tempi di ritorno inferiori a quelli di riferimento. Tale criterio è finalizzato all'ottimizzazione delle risorse disponibili e al rispetto e valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale, dove le eventuali esondazioni non determinano danni a beni da tutelare a carico della collettività. Si fa riferimento, in questo caso, ad alcuni tratti del tracciato dove sono state eseguite sistemazioni fluviali con risagomatura dell'alveo e protezione spondale con gabbionate in pietrame, in particolare ciò è stato fatto nei tratti a cielo aperto:

- un tratto compreso tra la via Funtana Li Colbu e l'attraversamento ferroviario (Figura 15);
- un tratto compreso tra il successivo attraversamento ferroviario e l'attraversamento del cavalcavia (Figura 16);



- un tratto compreso tra il cavalcavia e l'ultimo attraversamento ferroviario di Caniga (Figura 16)

Figura 15 – Tratto aperto del rio Calamasciu a valle di Predda Niedda, tratto a monte dell'attraversamento della strada vicinale Funtana di Colbu





Figura 16 – Tratto aperto del rio Calamasciu, tratto a monte dell'attraversamento del cavalcavia di Caniga

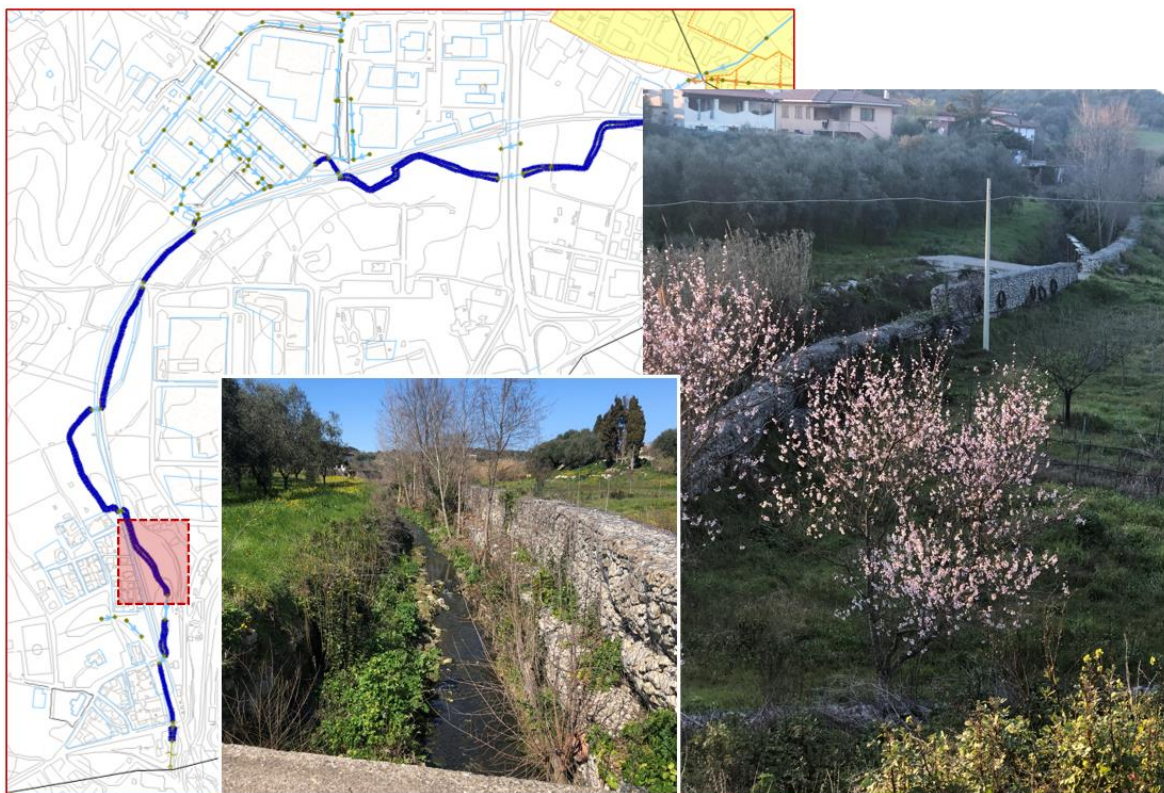
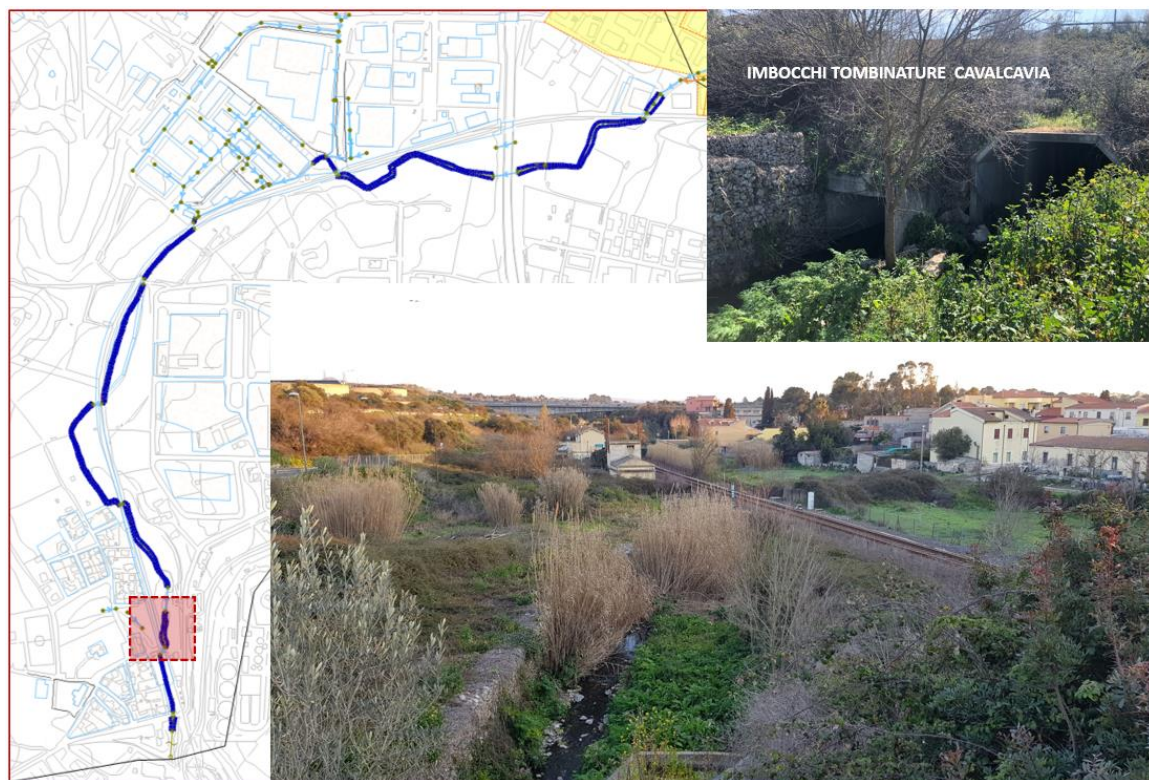


Figura 17 – Tratto aperto del rio Calamasciu, tratto a valle dell'attraversamento del cavalcavia di Caniga



In corrispondenza della borgata di Caniga, il rio Calamasciu sottopassa il rilevato del cavalcavia stradale con due



scatolari, che si rivelano sufficienti al passaggio delle portate di piena di riferimento.

Sullo stesso rilevato, in destra idraulica oltre la ferrovia, esiste un tubolare di cemento del DN 600 che raccoglie le acque della zona sportiva della frazione di Caniga, convergendo quindi su un piccolo scatolare sulla via Peppino Mereu. Sia lo scatolare che il tubolare sono insufficienti a contenere le portate per cui la zona adiacente alla via Dino Col è soggetta ad esondazione.

Nel tratto a valle degli scatolari di attraversamento del cavalcavia, il rio Calamasciu risulta inalveato in una sezione rettangolare a cielo aperto, parallela alla linea ferroviaria, in alcuni tratti parzialmente demolita e, comunque, con sezioni idrauliche del tutto inadeguate alle portate di riferimento del corso d'acqua. Si evidenzia anche che (come ben visibile nella Figura 17 e nella Figura 18) lungo la sponda destra del Calamasciu, in corrispondenza degli edifici, è presente una vecchia linea fognaria di mandata della stazione di sollevamento, in cemento amianto. Tale zona si trova in area a elevato rischio idraulico. Inoltre nella parte più a valle è presente un ponte ad arco sulla strada in corrispondenza del passaggio a livello. Tale infrastruttura risulta ampiamente insufficiente per il transito della piena.

Figura 18 – Tratto di valle del Calamasciu, parallelo alla linea ferroviaria



Si prevede, quindi, nel rispetto dei vincoli costituiti dalla linea ferroviaria e dall'edificato, il rifacimento completo con sezione e pendenza adeguata. **L'intervento comprende anche la rimozione definitiva del ponte esistente**



e la sistemazione e riqualificazione del tratto naturale a valle.

Figura 19 - Alveo in corrispondenza dell'abitato di Caniga e fognatura



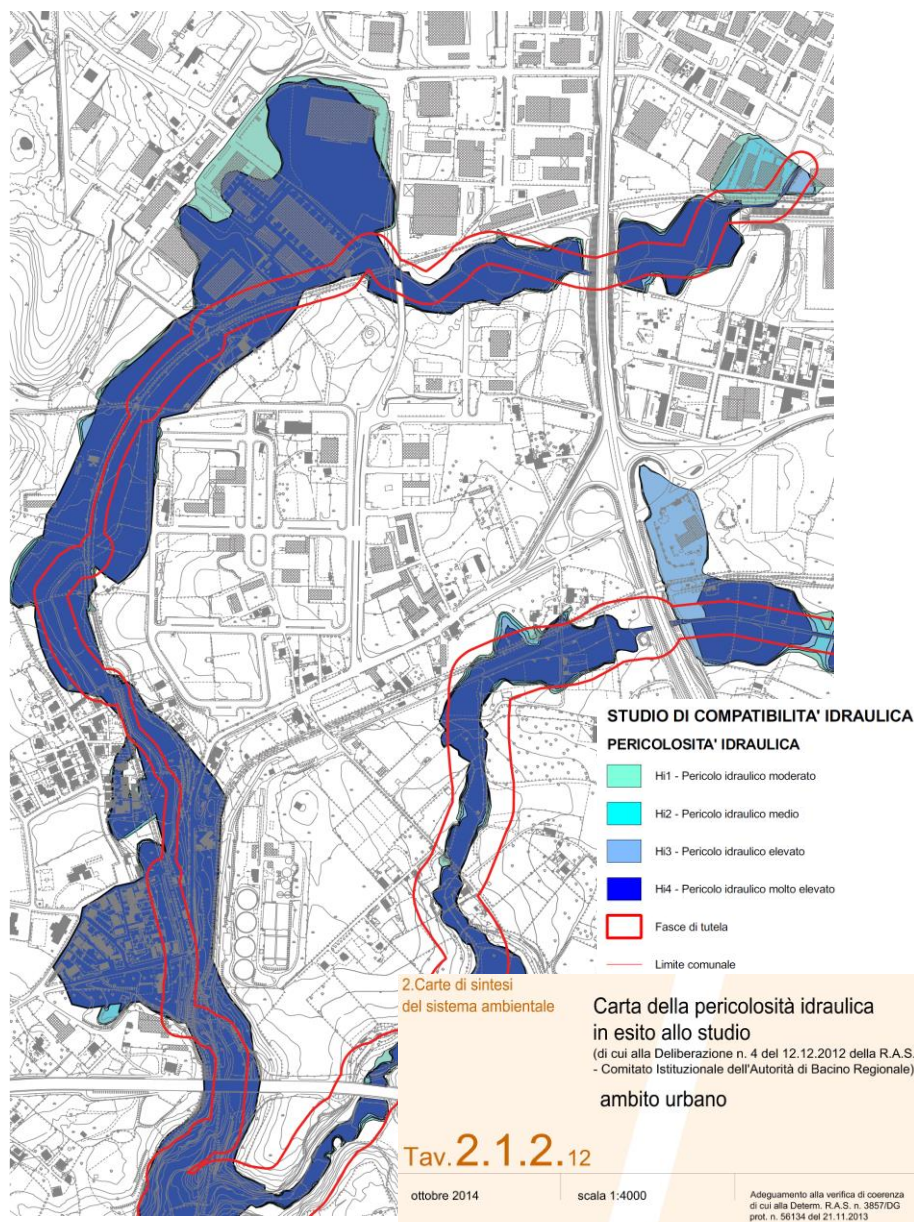
Dopo aver sottopassato la sede stradale della SS 127 bis, l'alveo prosegue parallelo alla strada vicinale Funtana Veglina approfondendosi rispetto ai terreni circostanti. Seguono poi due ponti ferroviari ma molto alti rispetto al piano del ferro. Il tratto di rio Calamasciu di interesse termina in corrispondenza del primo dei due ponti suddetti che non condiziona il deflusso a monte.

3.4. PUC PIANO URBANISTICO COMUNALE

Nel presente paragrafo vengono richiamati i vincoli territoriali evidenziati nelle tavole del PUC e derivanti dalle norme PAI richiamate nel capitolo 0 cui si rimanda. I vincoli lungo il rio Calamasciu esplicitati nel PUC sono espressi nella Tavola 2.1.2.12 relativa alle attuali condizioni di pericolosità idraulica; tuttavia tali perimetri sono da considerare superati dalla nuova Variante del PAI approvata dall'Autorità di Bacino regionale nel 2022.



Figura 20 – Stralcio della tavola 2.1.2.12 carta pericolosità idraulica del PUC (situazione di fatto superata dalla Variante del PAI approvata nel 2022)





4. CONFIGURAZIONE DI PROGETTO DI SISTEMAZIONE DEL RIO CALAMASCIU

4.1. CRITERI PROGETTUALI E ALTERNATIVE CONSIDERATE

Occorre innanzitutto premettere che gli interventi previsti nella presente progettazione prendono le mosse dalle valutazioni a carattere generale condotte per la verifica dei possibili interventi di riduzione del rischio idraulico di tutto il bacino del Calamasciu, da Predda Niedda fino alla zona naturale a valle di Caniga. Rispetto agli interventi complessivi, il primo intervento in fase di progettazione definitiva è finanziato per € 1.900.000,00 e riguarda la risoluzione della problematica del rischio idraulico di Predda Niedda Sud sino all'attraversamento della S.V. Funtana di Lu Colbu; il presente intervento è immaginato in continuità e del tutto integrato con il primo; si sviluppa a partire dall'estremo di valle dell'intervento concluso dal Comune di Sassari negli anni 2008-2010, ovvero a circa 250 m dalla S.V. Funtana di Lu Colbu e si sviluppa sino all'alveo naturale situato a valle dell'attraversamento stradale della S.S. 127 bis.

Le attuali condizioni morfologiche della parte urbanizzata del bacino del rio Calamasciu, sviluppatosi anche sulla piana alluvionale del rio, le esigenze di mantenere i collegamenti stradali e ferroviari, le aree commerciali e i sottoservizi presenti, sono tali da non permettere di realizzare interventi in corrispondenza del tracciato attuale del rio Calamasciu mediante un corso d'acqua di dimensioni sufficienti a gestire tutto l'apporto meteorico del bacino di monte urbanizzato e quello naturale della parte mediana e terminale del tratto di interesse. Non risulta possibile, inoltre, la deviazione delle acque che arrivano dalla parte urbanizzata di monte del bacino del Calamasciu in altro bacino, al fine di ottenere almeno una parziale riduzione degli apporti meteorici a valori corrispondenti con la ridotta capacità idraulica dei tratti di valle e, soprattutto, degli attraversamenti ferroviari.

4.2. CRITICITÀ E OBIETTIVI

La finalità globale dell'intervento è quella di mitigare il rischio idraulico a carico dell'area commerciale di Predda Niedda, lungo la linea ferroviaria Cagliari – Sassari e nella frazione di Caniga, dovuto alle piene del Rio Calamasciu, nel tratto compreso tra il sovrappasso stradale, che collega la Z.I. di Predda Niedda alla strada statale S.S. 127 bis, e la frazione di Caniga, mediante il potenziamento della capacità idraulica del corso d'acqua, l'eliminazione o adeguamento degli attraversamenti stradali e ferroviari interferenti e la conseguente mitigazione della pericolosità attraverso la riduzione dell'entità di allagamento sia in termini di livelli che di volumi esondati, oltre che con la riduzione dei tempi di permanenza degli allagamenti, data da una migliore capacità di deflusso complessivo.

La presente fase progettuale si pone in continuità con quanto ipotizzato in sede di analisi generale della problematica generata dal Rio Calamasciu tra la Z.I. di Predda Niedda e la frazione di Caniga e analizzata nell'ambito del primo intervento in corso di attuazione presso il Comune di Sassari. Tale quadro generale è stato condiviso con gli Enti preposti a rilasciare i pareri di competenza quali Genio Civile, Agenzia del Distretto Idrografico e con Reti Ferroviarie Italiane SpA, per quanto attiene al tracciato della linea Cagliari Sassari, in più punti interferente con il corso d'acqua.

La **criticità** è rappresentata dai seguenti fattori:

- **eccessiva tortuosità del tracciato del corso d'acqua** in relazione alla presenza della linea ferroviaria e dell'edificato di Caniga, con numerosi punti critici sede di incremento dei tiranti idrici: attraversamenti



di dimensioni modeste, presenza di curve brusche, restringimenti, fitta vegetazione, tratti adiacenti a edifici;

- insufficienza delle **luci di passaggio degli attraversamenti ferroviari** esistenti sul Calamasciu, anche per eventi di piena con tempi di ritorno ordinari, e dai conseguenti allagamenti che interessano la zona;
- insufficienza della **sezione idraulica** disponibile lungo l'asta fluviale, solo in parte stabile e sistemata con protezioni spondali (gabbioni);
- insufficienza delle dimensioni della **luce di passaggio nell'attraversamento della S.S. 127 bis**;
- mancanza di un'adeguata rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche nella porzione di edificato di Caniga che per tale motivo scarica disordinatamente e con pericolosi passaggi tra le case in un piccolo alveo affluente in destra del Calamasciu.

Sono previsti anche interventi di potenziamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche di Caniga, recapitanti nel Calamasciu e azioni complementari sulla viabilità di Circonvallazione di Caniga complementari all'eliminazione dell'attraversamento sul rio da parte della S.S. 127 bis a ridosso della Linea ferroviaria Sassari-Cagliari.

4.3. CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

La presente fase progettuale si riferisce al **secondo stralcio esecutivo**, con il quale si prevede di realizzare la modifica di una parte del secondo tratto del Rio Calamasciu per uno sviluppo di 720 m circa sino al tratto a valle dell'attraversamento della S.S. 127 bis; il segmento oggetto di intervento ha inizio dall'attraversamento 4 della linea ferroviaria (con riferimento alla Figura 7), che sarà definitivamente chiuso, e procedendo in direzione sud, verso il quinto attraversamento, in corrispondenza del quale sarà realizzato un manufatto di immissione dell'attuale tratto naturale che riattraversa la linea ferroviaria in corrispondenza dell'attraversamento n 5 (con riferimento alla Figura 7). Tale tratto naturale del Calamasciu posto a Ovest della linea ferroviaria sarà oggetto di interventi di manutenzione fluviale per il drenaggio del bacino naturale afferente alla valle su quel lato. A valle della confluenza è prevista una ricalibratura per raccordarsi all'attuale tratto già oggetto di sistemazione negli anni 2006÷2008 compreso tra l'attraversamento 5 e i due manufatti di attraversamento del cavalcavia.

L'intervento prevede, inoltre, la sistemazione con pulizia del tratto a valle del cavalcavia, fino all'attuale attraversamento 6 (sempre con riferimento alla Figura 7) di cui sarà necessario il rifacimento ad opera del proprietario dell'infrastruttura (RFI/FS), le cui caratteristiche tecniche e finanziarie comunque sono incluse nel presente progetto.

In corrispondenza dell'abitato di Caniga, a valle del cavalcavia, è previsto il completo rifacimento dell'attuale tratto rettilineo del Calamasciu, con un sezione regolare rettangolare, di maggiore profondità rispetto all'attuale, a partire – a monte – da una sezione e da una quota di fondo già idonea alla futura realizzazione del nuovo attraversamento ferroviario, ultimo ostacolo – di fatto – alla messa in sicurezza del Calamasciu con riferimento alle portate duecentennali.

Inoltre, si ipotizza di realizzare la rete di raccolta delle acque meteoriche nella porzione sud-ovest dell'edificato, razionalizzando e regolando il trasferimento verso il reticolo idrografico secondario afferente al Rio Calamasciu. L'attuazione del quadro di interventi descritto, impone una rivisitazione della viabilità di accesso a Caniga,



incentrata sull'esigenza primaria di rimuovere l'attraversamento insufficiente della S.S. 127 bis e al contempo eliminare il passaggio a livello ferroviario. Di conseguenza, ritenuto indispensabile mantenere e, se possibile, migliorare il percorso di "circonvallazione" della frazione, si prevede di realizzare una nuova strada di connessione tra il tratto a sud-ovest della S.S. 127bis e il tratto a nord-ovest esistente a monte dell'abitato, con sbocco in corrispondenza del cavalcavia ferroviario. La soluzione permetterà di mantenere un percorso "esterno" all'edificato, regolato da 3 intersezioni a rotatoria e con tracciato moderno e rispettoso delle preesistenze, eliminando lo scomodo passaggio a livello ferroviario e la criticità idraulica rappresentata dal vecchio e modesto manufatto di attraversamento esistente.

La riduzione di pericolosità e rischio lungo tutto il rio Calamasciu e nell'area urbana di Caniga, è raggiunta con la riduzione dell'entità di allagamento – a parità di tempo di ritorno di confronto con la situazione attuale ante operam – sia in termini di livelli che di volumi esondati, oltre che con la riduzione dei tempi di permanenza degli allagamenti, mediante una migliore capacità di deflusso complessivo. La riduzione della frequenza, dell'entità e della durata delle esondazioni implica anche un miglioramento qualitativo delle acque, con riduzione del rischio di contaminazione delle stesse a causa del loro defluire incontrollato in ambiti urbani e industriali nei casi di allagamento.

4.3.1. Interventi lungo il Rio Calamasciu

Il primo tratto è compreso tra la sezione 10 e la sezione 25 e ha sviluppo pari a circa 240 m; si tratta di realizzare un canale a sezione rettangolare in continuità con il corso naturale del Calamasciu proveniente da Nord e con giacitura tale da mantenere la linea ferroviaria oltre la sponda destra; in tal modo sarà possibile eliminare il passaggio del fiume sotto la linea ferroviaria evitando le conseguenze derivanti dall'insufficienza della luce di passaggio. Le dimensioni della sezione sono pari a 4.00x3.00 m e il tracciato procede quindi parallelamente alla linea ferroviaria da cui comunque è separato da un muro di sostegno esistente e da una fascia di rispetto di alcuni metri. Consentirà il transito della portata di piena con Tr 200 anni e nel rispetto dei franchi idraulici calcolati ai sensi dell'art. 21 delle N.A. del PAI

Il tratto compreso tra le sezioni 25 e 43 di sviluppo pari a circa 190 m, non prevede interventi sostanziali sulla sezione idraulica ma soltanto azioni di pulizia e rimozione della vegetazione dall'alveo, riprofilatura delle sponde in terra e creazione dell'alveo di magra; nel segmento suddetto il Rio Calamasciu presenta i caratteri di naturalità e la sezione dell'alveo è ben delimitata da gabbionate di pietrame e in parte scogliera di massi ciclopici realizzate in altri interventi del Comune di Sassari; la sezione mediamente di forma trapezoidale, ha larghezza alla base variabile tra 4.00 e 5.00 m e altezza di 3.00 m, mentre in sommità si raggiungono anche 7.00 m. In caso di piena con i tempi di ritorno del PAI le aree di allagamento si espandono anche oltre l'alveo inciso nei settori limitrofi interessando marginalmente il rilevato ferroviario e le scarpate stradali, in particolare in prossimità dell'attraversamento del Calamasciu sotto la linea ferroviaria, dove attualmente è presente un manufatto di dimensioni esigue e non idoneo per portate di piena con i tempi di ritorno del PAI.

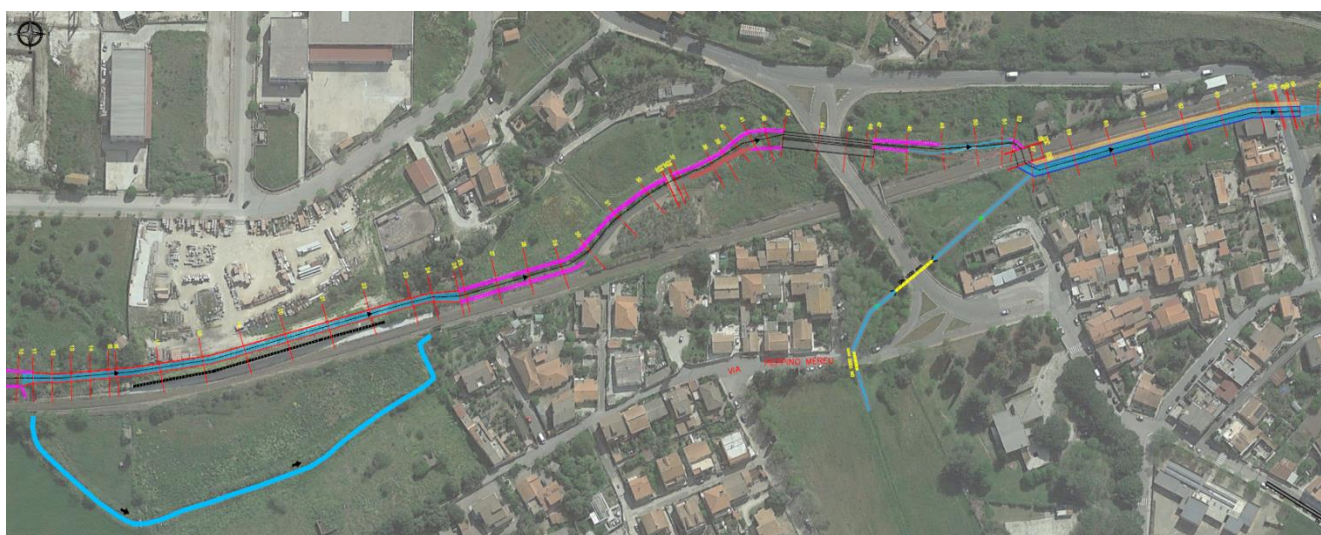
L'attraversamento ferroviario presente tra le sezioni 53 e 56 ha dimensioni esigue e non è minimamente adatto al transito delle portate di piena con Tr di 50 anni, che ovviamente superano la ferrovia e invadono i binari; la sezione necessaria calcolata per consentire il passaggio della portata con Tr 200 anni e il rispetto del Franco



idraulico previsto da NTC 2018 e N.A. del PAI deve avere dimensioni nette di 8.00x3.20 m. Il progetto include tale manufatto che verosimilmente sarà realizzato direttamente da RFI, anche a seguito dell'approvazione di un unico Studio di Compatibilità Idraulica riferito alla mitigazione del rischio idraulico nell'intero del Calamasciu tratto in esame.

L'ultimo tratto compreso tra le sezioni 56 e 69 ha sviluppo di 144 m e sarà costituito da una nuova sezione a cielo aperto di forma rettangolare realizzata in calcestruzzo e di dimensioni nette 5.00x3.00 m; il tratto dovrà essere necessariamente costituito da una sezione artificiale in grado di integrarsi nel contesto ampiamente edificato ed infrastrutturato, tra gli edifici della periferia sud-est di Caniga e la linea ferroviaria. Consentirà il transito della portata di piena con Tr 200 anni e nel rispetto dei franchi idraulici calcolati ai sensi dell'art. 21 delle N.A. del PAI. Si provvederà a rimuovere definitivamente l'attraversamento stradale della S.S. 127 bis, eliminando nel contempo il Passaggio a Livello della linea ferroviaria di RFI e la criticità idraulica determinata dal manufatto di attraversamento inadeguato. La circolazione veicolare potrà proseguire percorrendo una nuova strada di circonvallazione che unirà il cavalcaferrovia con la S.S. 127 bis, seguendo un percorso marginale all'edificato nel settore nord-ovest, come meglio descritto di seguito.

Figura 21 – Planimetria di dettaglio interventi del presente stralcio



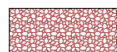
OPERE ESISTENTI



GABBIONATE IN PIETrame

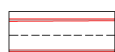


MURO DI SOSTEGNO IN C.A.

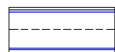


PROTEZIONE DELLE SPONDE CON SCOLIERA IN PIETrame

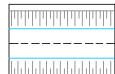
OPERE IN PROGETTO



CANALE A CIELO APERTO A SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A.
dim. nette 4,00x3,00 m



CANALE A CIELO APERTO A SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A.
dim. nette 5,00x3,00 m



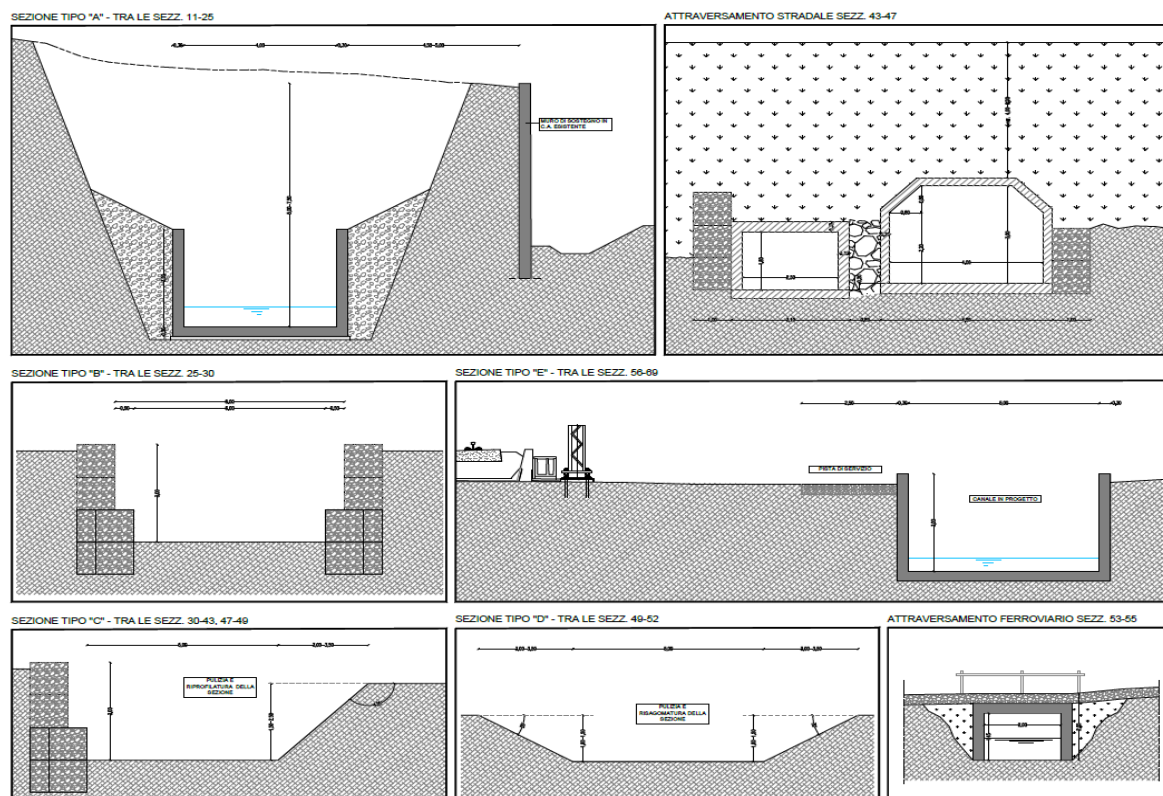
PULIZIA E RISAGOMATURA DEL FONDO E DELLE SPONDE

n. —

SEZIONI RIFERIMENTO PROFILO



Figura 22 – Sezioni trasversali tipo



4.3.2. Interventi sulla rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche

L'intervento principale previsto lungo l'alveo del Rio Calamasciu, sarà completato ed integrato da importanti azioni finalizzate alla raccolta e smaltimento controllati delle acque meteoriche nel bacino urbano tributario in sinistra del Rio attraverso una linea di deflusso a cielo aperto presente a valle della S.S. 127 bis ed in parte tombata.

Si prevede di realizzare un canale a cielo aperto in calcestruzzo a sezione rettangolare di dimensioni 1.00x1.25 m lungo il perimetro dell'area delle Scuole elementari, che trasferisce le portate raccolte della viabilità limitrofa al campo sportivo e la canalizza verso la S.S. 127 bis; la linea di deflusso riceve anche il contributo della Via Piras e la sezione diventerà di dimensioni 1.50x1.50 m; quindi a valle dell'attraversamento della S.S. 127 bis dove confluisce il contributo della via Padre Luca canalizzato in una tubazione di diametro 500 mm, il canale principale si incrementa di sezione divenendo pari a 1.50x2.00 m sino a raggiungere l'alveo del rio Calamasciu completamente a cielo aperto e quindi beneficiando degli interventi di stombamento dei tratti chiusi.



Figura 23 – Planimetria interventi per la raccolta delle acque meteoriche presso Caniga



OPERE ESISTENTI



CANALE NATURALE



CANALE ARTIFICIALE A CIELO APERTO



CANALE ARTIFICIALE A CIELO CHIUSO

OPERE IN PROGETTO



REALIZZAZIONE ATTRAVERSAMENTO STRADALE CON TUBAZIONE IN CEMENTO DN 1000 mm DA REALIZZARSI CON TECNICA SPINGITUBO



TUBAZIONE IN PVC DE 500 mm SN4 SDR41 CONFORME UNI EN 1401, CON SISTEMA DI GIUNZIONE A BICCHIERE E GUARNIZIONE ELASTICA



POZZETTO DI ISPEZIONE dim. nette 140x140x150h cm



CADITOIA 50x50x100 h cm

4.3.3. Interventi di adeguamento della viabilità urbana a Caniga

L'eliminazione dell'interferenza tra la S.S. 127 bis e il Rio Calamasciu in prossimità del passaggio a livello ferroviario, comporta la necessità di realizzare una nuova viabilità che unisca la stessa S.S. 127 bis a valle dell'edificato di Caniga con il cavalcaferrovia a monte dello stesso edificato.

L'intervento prevede la realizzazione del prolungamento della strada di circonvallazione che attualmente converge nella via Padre Luca presso la Biblioteca comunale, per uno sviluppo di circa 390 m e il cui tracciato

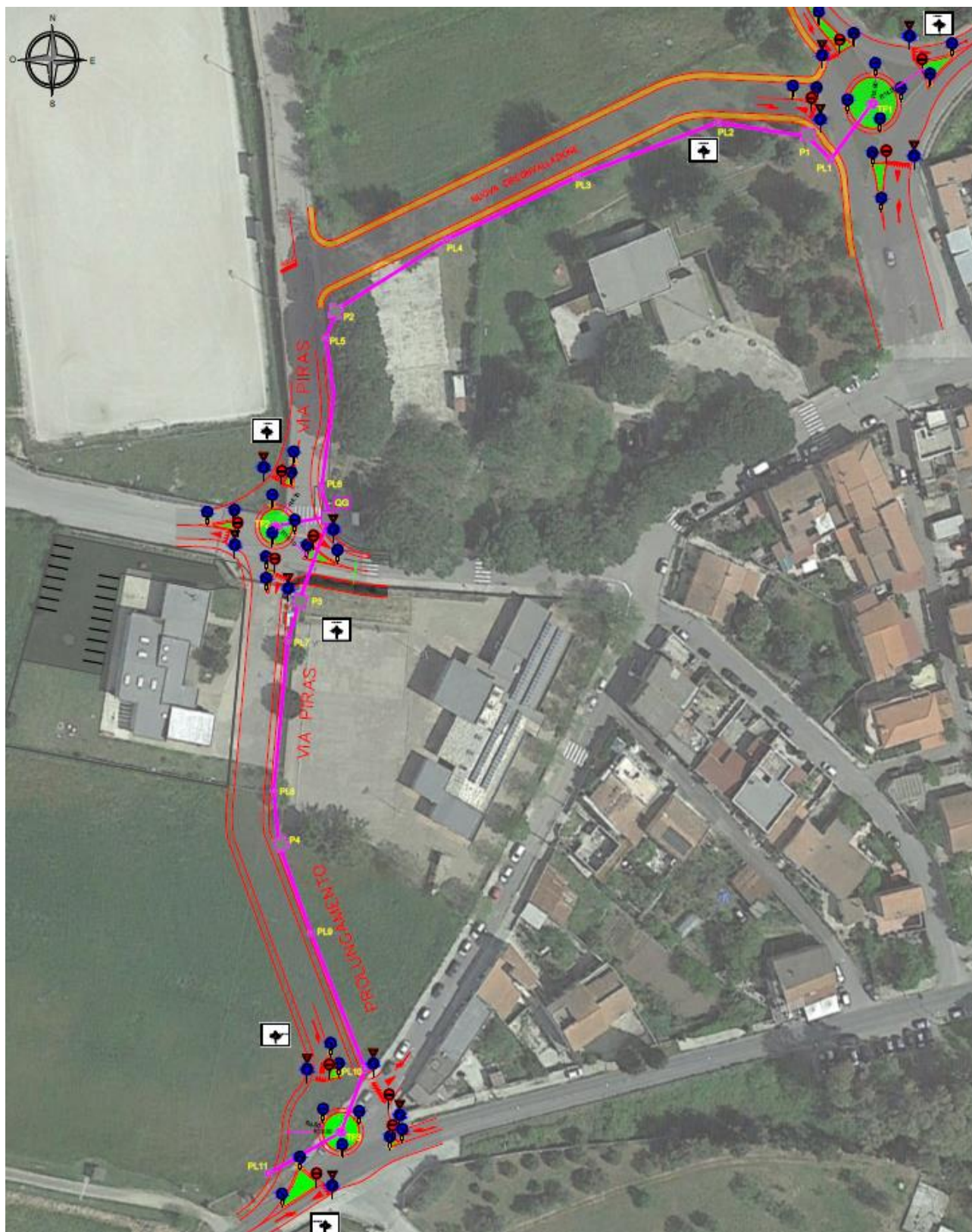


esistente bypassa solo in parte l'abitato della frazione di Caniga, ricollegandosi alla strada statale S.S. 127 bis percorrendo proprio la via Padre Luca. Il tracciato include la realizzazione di n. 3 rotatorie in corrispondenza di altrettante intersezioni a raso; **la prima rotatoria**, regolerà l'intersezione viaria tra la strada esistente e la via P. Mereu, nei pressi della Biblioteca Comunale di Caniga, il cui giardino dovrà in parte essere espropriato. Sia la stessa rotatoria che il tracciato della nuova viabilità ingombreranno l'angolo Nord - Est del suddetto terreno di pertinenza, per proseguire parallelamente al confine del lotto privato adiacente, fino ad incrociare la via L. Piras, lungo la quale il tracciato procede intersecando la strada vicinale Sant'Anatolia; quest'ultima intersezione sarà sede della **seconda rotatoria** in progetto, per la cui realizzazione sarà necessario espropriare l'angolo Sud - Est del terreno di pertinenza del Campo Comunale di Caniga. Tale scelta risulta obbligata, vista la presenza della cabina di trasformazione dell'Enel, posta ad Est e delle scuole, materna e primaria, a Sud.

A valle della seconda rotatoria, il tratto finale della nuova strada di circonvallazione si svilupperà dapprima lungo il cortile di pertinenza della scuola materna e successivamente all'interno di terreno privato oggetto di espropriazione, fino a ricongiungersi, mediante la realizzazione della **terza rotatoria**, alla strada statale S.S. 127 bis, denominata anche via Caniga. Si specifica a tale proposito che la soluzione progettuale prevede il recupero della funzionalità del piazzale antistante la scuola materna mediante la sistemazione del cortile posteriore ed il conseguente spostamento degli ingressi pedonale e veicolare che rimarranno lungo la strada vicinale Sant'Anatolia, ma saranno localizzati in posizione tale da consentire l'accesso in totale sicurezza.



Figura 24 – Planimetria interventi sistemazione e adeguamento viabilità di Circonvallazione di Caniga



4.3.4. Interventi di stombamento e adeguamento del canale artificiale della Strada 12 della Z.I. Predda



Niedda sud

La realizzazione del primo intervento per iniziativa del Comune di Sassari, lungo il tratto del Calamasciu limitrofo alla Z.I. Predda Niedda sud, permetterà di evitare l'ingresso delle portate nel settore edificato della ZIR, dove è ancora presente e purtroppo operativo un tratto tombato del corso d'acqua, con sezione irrisoria prevalentemente costituita da un tubolare di diametro 1200 mm e in minima parte da un canale scatolare in c.a. di dimensioni 2.10x2.50 m. con l'attuazione del primo intervento descritto, il suddetto canale potrà limitarsi a raccogliere e recapitare le portate di acque meteoriche del bacino impermeabile di Predda Niedda e a consegnarle al Calamasciu in corrispondenza dell'intersezione con la ferrovia all'estremo di valle. Tuttavia, per assurgere compiutamente e in sicurezza a tale funzione, sarà necessario effettuare lo stombamento della sezione chiusa e la sostituzione della tubazione esistente con una sezione in c.a. di dimensioni 3.00x2.50 m.

Le lavorazioni sono descritte in sintesi di seguito:

- Esecuzione di operazioni di pulizia dal materiale vegetale presente in alveo e successiva triturazione dello stesso e smaltimento in loco.
- Scavi a larga sezione e a sezione obbligata, per la risagomatura dell'alveo e per la realizzazione della fondazione dei muri e delle opere di protezione spondale.
- Rinterro dei cavi aperti per la realizzazione di opere in c.a. e muri.
- Ricostruzione del profilo spondale con l'apporto di materiale idoneo per le arginature e per i rilevati.
- Opere in c.a. per la realizzazione delle pareti e del fondo dei nuovi tratti di canale.
- Realizzazione della protezione spondale con funzione antiersiva mediante scogliera rinverdata di massi ciclopici.
- Rinverdimento della scogliera con talee di specie autoctone disposte nella parte alta della sponda al di fuori dell'area bagnata dalle portate di magra e morbida.
- Demolizione di pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso e/o calcestruzzo.
- Demolizione di marciapiedi.
- Demolizione e rimozione di tratti interrati di canale tombato costituito da sezioni rettangolari in calcestruzzo armato o da tubazioni in cemento.
- Realizzazione di copertura carrabile con strutture in acciaio costituite da travi del tipo IPE o HE e grigliato elettrosaldato pressofuso.
- Realizzazione di scavi di sbancamento per l'apertura di piste e strade;
- Realizzazione di rilevato stradale con tout-venant di cava.
- Realizzazione di struttura stradale di sottofondo con tout-venant bitumato.
- Realizzazione di pavimentazione stradale con conglomerato bituminoso tipo binder e tappeto per usura.
- Realizzazione di fresatura di pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso.
- Realizzazione di pavimentazione in marciapiedi con autobloccanti o pietrini di cemento.
- Realizzazione di segnaletica stradale orizzontale e verticale.
- Sistema di raccolta delle acque meteoriche costituito da caditoie stradali con griglie in ghisa sferoidale e tubazioni di PVC di vari diametri e tubazioni in cemento rotocompresso di diametro 1000 mm.
- Realizzazione di impianto di illuminazione pubblica costituito da linee con cavi FG16R16 entro cavidotti



- corrugati flessibili, torri faro per rotatorie e pali singoli per viabilità con apparecchi illuminanti a LED.
- Realizzazione di recinzioni mediante parte in muratura con fondazioni in c.a. e parte con grigliato di acciaio elettrofuso.
 - Trasporto e conferimento a discarica autorizzata dei materiali ritenuti non utilizzabili nel presente cantiere.

5. IDROLOGIA E IDRAULICA ED EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

Il lavoro è stato sviluppato a partire dalle analisi e modellazioni idrologiche e idrauliche condotte per la ricostruzione dello stato **ante operam** a seguito della realizzazione del I lotto (interventi lungo il Rio Calamasciu a ridosso della Z.I. Predda Niedda Sud sino all'attraversamento della S.V. Funtana di Lu Colbu), e di quello **post operam** (a seguito degli interventi di II lotto lungo il rio Calamasciu, considerando sia il caso in cui non venga adeguato l'attraversamento ferroviario n. 6 al km 44+960 da parte di RFI sia il caso in cui lo stesso sia oggetto di adeguamento contestuale alla restante parte dell'intervento in esame, verificando l'evoluzione delle caratteristiche delle aree di allagamento (estensione, tiranti idrici) e quella della definizione della pericolosità idraulica.

Nella definizione delle soluzioni di progetto si è focalizzata l'attenzione anche sulla zona edificata di Caniga, soggetta a frequenti e dannosi allagamenti originati dalle portate in arrivo dai versanti e dagli impluvi soprastanti, conseguenti agli eventi meteorici intensi. Per tale area sono state previste opere di raccolta e collettamento delle acque meteoriche e gli interventi per il loro recapito nel Calamasciu in due punti principali: l'impluvio sito a monte del cavalcavia, di cui si prevede il rifacimento dell'attraversamento e il recapito nel nuovo tratto di Calamasciu parallelo alla linea ferroviaria (tratto 5); la zona aperta naturale a valle della frazione Caniga, di cui si prevede anche la riqualificazione naturalistica e la valorizzazione ambientale.

Tutte le opere previste nel progetto, atte alla risoluzione delle problematiche attuali, sono descritte di seguito e nel dettaglio dei documenti del progetto, oltre che nelle tavole grafiche allegate al presente PFTE e allo Studio di Compatibilità Idraulica.

Nella *relazione idrologico-idraulica - Allegato B* cui si rimanda per gli approfondimenti di dettaglio, sono descritti i modelli utilizzati per la definizione delle condizioni attuali e di quelle attese a seguito della realizzazione degli interventi, con particolare riferimento agli effetti che tali opere hanno sulle condizioni idrodinamiche del territorio in esame in occasione degli eventi meteorici più intensi e, quindi, sulle condizioni di pericolosità e conseguente rischio idraulico delle aree suddette, **nel rispetto delle finalità del PAI e delle Direttive sui canali tombati e gli attraversamenti esistenti**.

Le analisi idrauliche dello stato attuale delle condizioni di progetto, del reticolo idrico di drenaggio naturale e artificiale caratterizzante il bacino del rio Calamasciu, sono state condotte con l'implementazione di un **modello di simulazione idraulica accoppiato bidimensionale e monodimensionale in moto permanente**, tale da rappresentare il comportamento idraulico delle linee di deflusso incise (parte con 1D) e delle aree adiacenti prevalentemente pianeggianti o scarsamente pendenti (parte 2D).

Sono state calcolate le portate di piena prodotte da 5 bacini idrografici delimitati nell'area in esame applicando la metodologia prevista dalle Linee Guida del PAI (metodo TCEV); tali portate sono state utilizzate nelle simulazioni idrodinamiche su modello bidimensionale (1D-2D) a parametri concentrati (Deflussi) per le due



condizioni ante e post intervento, ottenendo le relative aree di allagamento per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni con l'entità dei tiranti idrici ed effettuando il confronto per accertare le condizioni di compatibilità richiamate, con riferimento all'art. 23 comma 9 delle N.A. del PAI.

Il risultato delle analisi del post operam secondo le due configurazioni attuative ipotizzate è riassumibile come segue:

- **SCENARIO ATTUATIVO A – Interventi di adeguamento e risagomatura del Rio Calamasciu, sistema di controllo delle acque meteoriche di Caniga e contestuale adeguamento dell'attraversamento RFI al km 44+960**

Nel caso A, le opere realizzate consentiranno il deflusso della portata con Tempo di Ritorno di 200 anni con il rispetto dei franchi di sicurezza idraulica in tutto il tratto oggetto di intervento, producendo un notevole miglioramento della funzionalità idraulica del Rio Calamasciu, in parte rettificato, e la nessa in sicurezza idraulica della frazione di Caniga la linea ferroviaria e la viabilità principale e secondaria.

- **SCENARIO ATTUATIVO B – Interventi di adeguamento e risagomatura del Rio Calamasciu e sistema di controllo delle acque meteoriche di Caniga**

Nel secondo caso, le opere realizzate consentiranno il deflusso della portata con Tempo di Ritorno di 200 anni con il rispetto dei franchi di sicurezza idraulica solo per alcuni tratti ma il permanere di condizioni di criticità in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario della linea RFI al km 44+960 e nei settori circostanti, che sarebbero interessati da aree di allagamento e pericolosità idraulica indotte dall'insufficienza dell'attuale luce di passaggio, di dimensioni esigue. Si avrebbe comunque un rilevante miglioramento della funzionalità idraulica del Rio Calamasciu, con significativi benefici per l'edificato di Caniga, la linea ferroviaria e la viabilità principale e secondaria.

In ogni caso la presente stesura progettuale include sia a livello di calcolo idrologico e idraulico sia a livello costruttivo e finanziario la risoluzione della criticità connessa all'attraversamento al km 44+960.

A titolo esemplificativo, per la parte idrologica, si osservi che i bacini idrografici considerati sono stati definiti sulla base del DTM dettagliato e individuando le sezioni di chiusura in posizioni opportune rispetto alle criticità e ai fenomeni riscontrati. La figura seguente ne illustra la traccia su base aerofotogrammetrica, mentre la tabella riferisce sui punti di immissione delle portate.



Figura 25 – Carta dei bacini idrografici utilizzati per il calcolo delle portate di piena

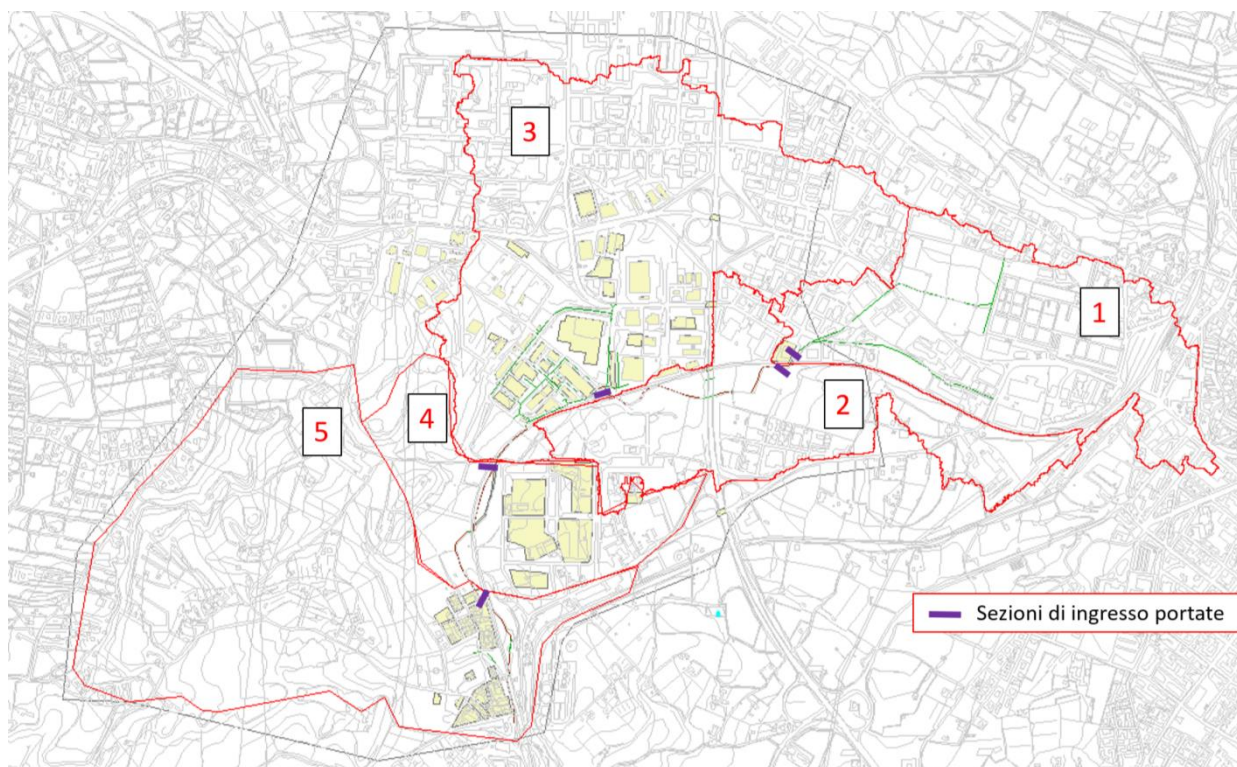


Tabella 1 – Punti di immissione delle portate di picco

| SUB-BACINO | DESCRIZIONE MACRO-AREA | PUNTO DI IMMISSIONE PORTATA DI PICCO | NOTE |
|------------|--|--|---|
| 1 | Settore Est - Edificato di Sassari e Predda Niedda | Sezione di chiusura del bacino - A monte dell'attraversamento ferroviario 1 | Il contributo del Sub.1 è inserito a monte dell'attrav.to ferroviario 1 in modo da considerare la situazione più gravosa a carico del nodo e del settore di Predda Niedda attiguo. |
| 2 | Settore Sud - Area ineditata di Predda Niedda Sud | All'inizio del tratto di asta naturale del Calamasciu | Il contributo del Sub. 2 è inserito all'inizio del tratto di corso d'acqua in modo da considerare la situazione più gravosa, sebbene il picco si avrà all'estremo di valle |
| 3 | Settore Nord - Area edificata di Predda Niedda | A valle dell'attraversamento ferroviario 2 e della confluenza dei canali di raccolta delle acque meteoriche di P. Niedda nel tratto tombato del Calamasciu | Il punto di immissione scelto consente di sollecitare il tratto tombato del Calamasciu lungo la Strada 12 con il contributo proveniente dai bacini di monte (1 e 2) e dal Sub. 3 tramite la rete dei canali acque meteoriche di P. Niedda, coerentemente con il fenomeno reale. |
| 4 | Settore Sud-Ovest - Area parzialmente edificata di P. Niedda e terreni naturali incolti | All'inizio del tratto di asta naturale del Calamasciu a valle della S.V. Funtana di Lu Colbu. | Il contributo del Sub. 4 è inserito all'inizio del tratto di corso d'acqua a cielo aperto a partire dalla S.V. Funtana di Lu Colbu, in modo da considerare la situazione più gravosa, sebbene il picco si avrà all'estremo di valle |
| 5 | Settore Sud-Ovest - Area quasi completamente ineditata ad eccezione della Frazione di Caniga | All'inizio del tratto di asta naturale del Calamasciu in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario 4 | Il contributo del Sub. 5 è inserito all'inizio del tratto di corso d'acqua a cielo aperto a partire dall'attraversamento ferroviario 4 a monte di Caniga, in modo da considerare la situazione più gravosa, sebbene il picco si avrà all'estremo di valle |

Per la parte idraulica si riferisce che per il caso in esame la sollecitazione del modello è avvenuta con gli idrogrammi costanti calcolati con le metodologie previste e descritte in precedenza, inseriti in corrispondenza di opportune sezioni del dominio di calcolo. La propagazione dei deflussi e i fenomeni idraulici di trasporto ed esondazione sono influenzati direttamente dalle caratteristiche morfologiche del bacino, dalla presenza di impluvi e ostacoli, ben rappresentati dal modello 2D-1D implementato.

La modellazione idraulica è stata implementata mediante il programma di calcolo INFOWORKS 2D ICM di Innovyze, che permette di analizzare il campo di moto a partire da un D.T.M. (Digital Terrain Model),



rappresentativo della geometria del dominio di calcolo, basandosi sulla risoluzione di tre equazioni non lineari alle differenze finite per la determinazione del campo di moto della corrente su di un piano bidimensionale (x, y). Il codice di calcolo consente, inoltre, di analizzare il campo di moto accoppiando un modello idraulico monodimensionale con la geometria digitale del dominio di calcolo.

Si precisa che anche con i modelli distribuiti più raffinati, le condizioni di moto vengono ricostruite accettando alcune approssimazioni che semplificano le equazioni di base impiegate per simulare il moto bidimensionale indotto dalla piena di riferimento nelle aree di studio, in modo da rendere tali modelli idonei agli scopi di analisi delle piene e dei deflussi fluviali e di versante. Innanzitutto, le due equazioni del moto lungo le direzioni x e y si basano sull'ipotesi che la corrente sia lineare e che quindi la pressione abbia una distribuzione verticale idrostatica. Un'altra importante approssimazione del modello di calcolo risiede nella formula adottata per la resistenza idraulica del fondo, che viene fatta dipendere dal quadrato del modulo della velocità e dal coefficiente di scabrezza di Manning supposto localmente noto. Se sulla prima dipendenza non ci sono particolari dubbi, dato il carattere turbolento della corrente, sulla dipendenza da un valore costante del coefficiente di Manning esistono non poche incertezze, specialmente per le profondità minori e in presenza di trasporto di materiale solido. Tuttavia le condizioni del territorio e gli obiettivi di progetto possono essere ben rappresentati e soddisfatti utilizzando le suddette semplificazioni e numerose calibrazioni effettuate dagli scriventi su condizioni simili consentono di garantire sulla efficacia della modellazione e sulla rappresentatività dei risultati ottenuti.

Sulla base delle caratteristiche del bacino in esame si può affermare che la definizione delle modalità di deflusso entro e fuori l'alveo e l'individuazione delle condizioni di pericolosità idraulica del territorio (in termini di estensione, velocità, tiranti), possono essere ben ricostruite con un modello bidimensionale esteso a tutte le aree coinvolte dai deflussi, accoppiato con una porzione 1D caratterizzante le funzioni prettamente di trasporto dell'alveo inciso.

Per questo è stato utilizzato un modello 1D-2D, che accoppia la parte bidimensionale estesa all'intero bacino extraurbano e il modello monodimensionale del rio. Le caratteristiche delle diverse parti del modello sono descritte nei paragrafi che seguono.

Tale modello è stato sollecitato da idrogrammi costanti al fine di rappresentare un funzionamento di moto permanente confrontabile con le modellazioni finora condotte sul territorio oggetto d'intervento e coerente con le indicazioni normative relative al calcolo della portata di riferimento. La rappresentazione 2D-1D consente comunque di verificare le reali modalità di deflusso e trasferimento delle portate e valutare l'andamento dei livelli nel corso d'acqua e nelle aree esondabili. Consente, inoltre, di apprezzare con un maggiore grado di dettaglio la differenza tra la situazione attuale e quella che si verrà a creare a seguito della realizzazione delle opere in progetto. **Si rimanda alla relazione idrologico-idraulica per i dettagli.**

6. ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

Il lavoro è stato sviluppato considerando sin da principio le caratteristiche geologiche e geotecniche dei siti oggetto di intervento; sono state effettuate le indagini geognostiche e ambientale i cui risultati sono riferiti nell'apposito allegato "C-1 – Report indagini". Le conclusioni e i parametri di riferimento per le scelte operate in



sede progettuale sono contenute anche nell'allegato C – Relazione geologica e negli elaborati grafici GEO01, GEO-02 e GEO-03, cui si rimanda.

In sintesi **lo studio geologico** ha permesso la ricostruzione del seguente modello geologico:

- Gli interventi in progetto riguardano la sistemazione complessiva e la mitigazione del rischio idraulico sia della borgata di Caniga che della rete ferroviaria lungo il Rio Calamasciu, ad Ovest del centro abitato di Sassari. Il bacino idrografico del Rio Calamasciu è caratterizzato dalla presenza dei depositi sedimentari del Miocene, poggiati sulle vulcaniti oligo-mioceniche. L'area strettamente interessata dagli interventi in progetto, investigata tramite indagini geognostiche, è costituita da un basamento litoide formato dalle litologie lapidee e semilapidee carbonatico-arenacee al di sotto delle coperture alluvionali ed eluvio/colluviali, costituite da terreni sabbiosi, da scarsamente addensati ad addensati con aumento della componente argillosa in profondità.
 - L'analisi geomorfologica ha evidenziato che i potenziali dissesti rilevati e individuati come aree a pericolo di frana da medio (Hg2) a molto elevato (Hg4) dal PAI vigente riguardano aree periferiche o esterne al bacino idrografico che non interferiscono con le aree di progetto. Le caratteristiche geomorfologiche denotano modeste energie del corso d'acqua e scarsa tendenza al trasporto solido. In linea con queste osservazioni è l'assenza di forme fluviali riconducibili ad erosione delle sponde. Per tale motivo è possibile escludere significativi fenomeni di pericolosità geologica connessi al corso d'acqua.
 - Il substrato a prevalenza carbonatico-arenacea presente nelle aree interessate dal progetto è sede di una falda principale con piezometrica a varie decine di metri di profondità. Modesti acquiferi possono essere contenuti nei sedimenti quaternari, permeabili per porosità, ma presentano carattere prettamente stagionale; alimentati dal corso d'acqua principale. Durante l'esecuzione dei pozzetti ubicati più a valle la falda è stata intercettata a - 2.70 m dal p.c., qualche decina di centimetri al di sopra del livello impermeabile delle argille; non sono state rilevate sorgenti all'interno delle aree di progetto.
 - Il progetto prevede un nuovo tracciato del Rio Calamasciu adiacente alla ferrovia per una lunghezza di circa 200 m, più a valle la risagomatura con allargamento della sezione e realizzazione di protezioni spondali e l'adeguamento del canale a cielo aperto esistente. Si prevede inoltre la demolizione dell'attraversamento stradale a valle del canale a cielo aperto e la conseguente revisione dell'assetto viario con la realizzazione di un nuovo tratto di viabilità di circonvallazione, e la contestuale integrazione della rete di raccolta delle acque meteoriche nel bacino urbano di Caniga.
- ✓ Interventi lungo l'alveo. Gli scavi per i primi 60 m circa percorrono il fondovalle interessando le coperture superficiali, per i successivi 120 m circa tagliano il versante dell'alto morfologico attraversando le litologie lapidee e semilapidee carbonatico-arenacee mioceniche ed infine si sviluppano di nuovo nelle coperture superficiali del fondovalle fino dell'immissione nel tracciato naturale, in corrispondenza del secondo



attraversamento ferroviario. Da questo punto in poi i lavori interesseranno solo i depositi alluvionali e quelli artificiali.

- ✓ Interventi lungo la nuova viabilità. Partendo dall'incrocio tra il cavalcavia ferroviario e la via Peppino Mereu la struttura stradale si sviluppa, per circa 120 m, sugli affioramenti calcarei che danno luogo ad un piccolo alto morfologico; successivamente proseguono verso sud, lungo un tracciato suborizzontale mantenendosi tra le quote di 117 e 115 m, nell'ampia area pianeggiante occupata dalle coperture superficiali eluviali e colluviali e le sabbie, l'insieme delle quali presenta spessori compresi tra 1.70 e 2.90 m.

→ L'analisi di stabilità dei fronti di scavo è stata dettagliatamente trattata nella Relazione geotecnica; qui si evidenzia che il substrato lapideo, rappresentato dalla Formazione di Mores, è rappresentato essenzialmente da una facies arenacea il cui differente grado di cementazione produce livelli decimetrici, talora centimetrici, da litoidi e semilitoidi fino a una sabbia debolmente cementata. Questa caratteristica di variabilità verticale è osservabile anche alla scala dell'affioramento proprio nei tagli artificiali della ferrovia dove, nel lungo periodo, la maggiore erodibilità dei livelli scarsamente cementati produce sottoescavazioni che privano i livelli litoidi della base di appoggio provocandone la fratturazione e il conseguente crollo. Questa caratteristica del substrato può rappresentare un vantaggio in fase di scavo dei fronti che nel breve periodo mantengono una buona stabilità, ma necessitano di una protezione e/o una adeguata profilatura nel lungo periodo.

Lo **studio geotecnico** è stato sviluppato dalla campagna di indagini geognostiche funzionale alla ricostruzione del modello geotecnico del complesso opere-sedime, così come previsto dalle vigenti NTC 2018, pur nei limiti derivanti dall'inaccessibilità di una parte dell'area di intervento.

Le indagini, sia di tipo diretto (sondaggi e pozzetti) che indiretto (prospezione MASW), hanno consentito di ricavare in prima battuta un modello litostratigrafico coerente con quanto osservato in affioramento, che consta di tre litotipi prevalenti e uno subordinato.

I primi sono rappresentati da sabbie con limo da debolmente argillose di copertura colluviale sabbioso-argilloso rimaneggiata e pedogenizzata dello spessore massimo di circa 1,00 metri (Litotipo 1), una coltre eluvio-colluviale sabbioso-limosa semicoerente e mediamente addensata (Litotipo 2) e un'alternanza di calcareniti lapidee ma scarsamente competenti (Litotipo 3a) e di arenarie e sabbie debolmente cementate (Litotipo 3b). I secondi sono invece costituiti da materiali di riporto (Riporto), affioranti esclusivamente in corrispondenza della sommità del rilievo, in forma di tout venant calcarenitico sciolto, e nei pozzetti P3, P5 e P7 in forma di ricolmata con terre di scavo locali (sabbie e clasti) e frammiste a materiali di risulta.

Il modello litotecnico rivela una spiccata stratificazione in seno al Litotipo 3, spesso con passaggi decimetrici, mentre il Litotipo 2, incoerente o debolmente coerente, si caratterizza per la buona omogeneità latero-verticale sia in termini di fuso granulometrico che di addensamento, con al limite un leggero incremento della frazione limoso-argilloso in superficie.

Per ogni litotipo sono stati definiti i parametri nominali da prove in situ e di laboratorio, dai quali ricavare i



parametri caratteristici mediante approccio statistico. I litotipi L2, L3a e L3b presentano una buona resistenza al taglio tanto nel dominio attritivo quanto in quello coesivo, soprattutto nel penultimo caso. I tratti del canale ricadenti entro suddetti litotipi, pur in presenza di adeguata e stabile profilatura delle sponde, dovranno comunque essere difesi da opere antierosive a carattere strutturale (muri o scogliere).

Tutti i litotipi ad eccezione di Litotipo 3a, di norma semilapideo o lapideo, potrà essere scavato in prevalenza con benna, utilizzando macchine operatrici di adeguato peso operativo. Il Litotipo 3a (più schiettamente lapideo e con UCSk mediamente superiore a 120 kg/cm²) potrà richiedere l'uso di martello demolitore, specie nelle bancate più spesse e negli scavi a sezione obbligata. Data la frequente intercalazione dei due litotipi, si dovrà prestare la massima cautela nello scavo dei nuclei lapidei L3a inframezzati a L3b, la cui "estrazione" in blocco può determinare locali smottamenti.

Pur non essendosi rilevata la falda superficiale in fase di esecuzione dei sondaggi, non si possono escludere locali venute d'acqua strettamente connesse all'apporto idrometeorico.

7. VIABILITA' E INTERFERENZE

L'esecuzione dei lavori influirà, in misura minima e trascurabile, ma per tutta la durata, sulla viabilità di collegamento con l'area di interesse progettuale. Si tratta principalmente di infrastrutture viarie di livello locale, quali le strade vicinali Funtana di Lu Colbu e Sant'Anatolia, le strade del consorzio di Predda Niedda n. 10, 11, 12, 40, 43 e 45, la strada di circonvallazione e le vie P. Mereu, L. Piras e Padre Luca o statale come la S.S. 127 bis, denominata via Caniga, ed il vecchio tratto della S.S. 131, che conducono dal centro abitato di Sassari verso le zone periferiche e nel caso specifico verso la frazione di Caniga.

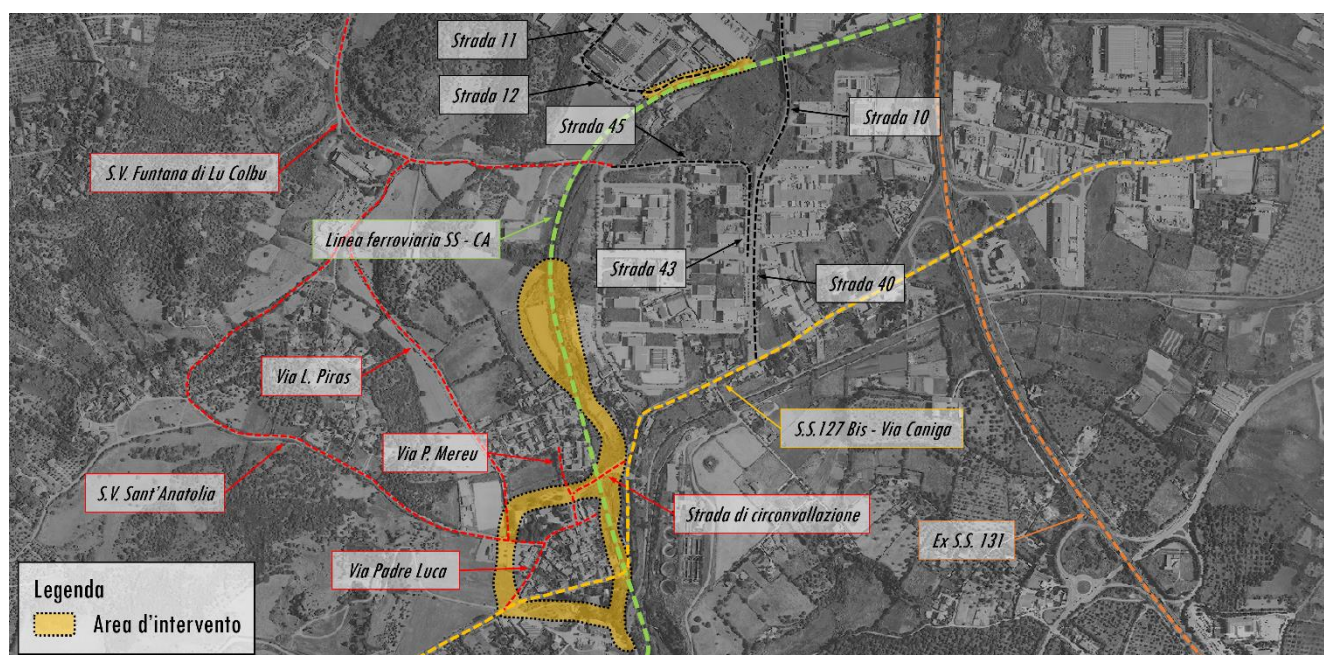


Figura 26 - Indicazione infrastrutture viarie di collegamento con l'area d'intervento



La viabilità subirà 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 e nello specifico, per quanto riguarda le infrastrutture viarie rappresentate dalla strada statale S.S. 127 bis, dalla strada di circonvallazione, dalla strada vicinale Sant'Anatolia, dalle vie P. Mereu, Padre Luca e L. Piras e dalla Strada 12, un'interruzione dovuta ai lavori, con conseguenti modifiche alla circolazione. In prossimità del sito di cantiere, sarà disposta la segnaletica di sicurezza inerente ai lavori in corso, sia diurna che notturna.

I lavori procederanno gradualmente lungo il tracciato delle suddette infrastrutture, evitando la chiusura o l'interruzione anche parziale di più tratti in contemporanea.

In ogni caso, vista l'entità dei flussi veicolare che le interessano, se si esclude la strada statale S.S. 127 bis, la cui fruibilità sarà garantita fino al completamento dei lavori di prolungamento della strada di circonvallazione, che costituirà il relativo percorso alternativo, l'interferenza indotta dai lavori non produrrà impatti negativi in relazione alla fruibilità delle suddette infrastrutture che, ad esclusione del periodo di permanenza del cantiere, non verranno interessate durante la fase di esercizio delle opere in progetto.

Si sottolinea, sempre dal punto di vista infrastrutturale, la presenza della linea ferroviaria Cagliari - Sassari, che ha rappresentato il più importante elemento vincolante riguardo alle scelte progettuali, in modo particolare in merito a:

- sviluppo del tracciato;
- realizzazione pista di servizio;
- distanze minime dalla sede ferroviaria attuale e da quella relativa ai futuri ampliamenti.

Come possibile evincere dagli elaborati progettuali, i tratti di canale che costituiranno il nuovo tracciato del Rio Calamasciu saranno realizzati lungo la linea ferroviaria, in parte a sinistra ed in parte a destra, procedendo in direzione di Cagliari, mantenendo una distanza dall'attuale binario tale da rispettare le indicazioni fornite dagli uffici regionali di R.F.I. in sede di fattibilità, in base alle quali sarà necessario considerare la presenza di un secondo binario, in affiancamento a quello attuale. Inoltre si rende necessario prevedere la pista di servizio per ispezioni e manutenzioni.

Tra le opere interferenti è stata riscontrata, durante la fase ricognitoria e di rilievo, la presenza della rete dei sottoservizi esistente, posata al di sotto delle infrastrutture viarie interessate dalle opere, che comprende le canalizzazioni delle linee elettriche, telefoniche e trasmissione dati, del gas, le condotte idriche e fognarie, nonché i rispettivi allacciamenti alle singole utenze, nello specifico lungo la strada consortile n. 12, le vie P. Mereu, Padre Luca e L. Piras, lungo la strada di circonvallazione, la strada vicinale Sant'Anatolia e la strada statale S.S. 127 bis. Si sottolinea inoltre che la presenza di tali sottoservizi è riscontrabile anche in corrispondenza degli attraversamenti stradali e ferroviari esistenti lungo il tracciato del Rio Calamasciu e pertanto delle opere in progetto.

In relazione alla presenza delle suddette reti dei sottoservizi preesistenti, in fase esecutiva, si dovrà operare con la massima attenzione, allo scopo di evitare il danneggiamento o di entrare in contatto inavvertitamente con condotte in servizio e con eventuali linee elettriche in tensione. Qualora fosse possibile e necessario sarà effettuato, con il consenso dei gestori, il sezionamento delle linee a monte e a valle del tratto interessato dall'intervento.



8. COMPATIBILITA' CON LA PIANIFICAZIONE VIGENTE SOVRAORDINATA E COMUNALE

La progettazione degli interventi di mitigazione del rischio idraulico a carico dell'area commerciale di Predda Niedda, dell'abitato della frazione di Caniga e lungo la linea ferroviaria Cagliari - Sassari, dovuto alle piene del Rio Calamasciu, nel tratto compreso tra l'attraversamento ferroviario posto immediatamente a valle di quello lungo la Strada Vicinale Funtana di Lu Colbu e fino al passaggio a livello, localizzato lungo la strada statale S.S. 127 bis, denominata anche via Caniga, nei pressi dell'omonima stazione, si basa sul rispetto delle normative vigenti di carattere comunitario, regionale e comunale.

I confini dell'area di intervento ricadono all'interno dell'ambito paesaggistico costiero 14 "Golfo dell'Asinara", pertanto in fase di progettazione si è tenuto dei vincoli e delle prescrizioni contenute nel Piano Paesaggistico Regionale, riconoscendo la compatibilità degli interventi con gli specifici indirizzi di conservazione e valorizzazione riportati nella scheda d'Ambito.

Dal punto di vista urbanistico, le opere in progetto risultano in linea con le previsioni ed i programmi della pianificazione di carattere comunale, così come è garantita la coerenza con gli obiettivi di mitigazione del rischio idrogeologico contenuti nel P.A.I., nel P.S.F.F. e nel P.G.R.A., di cui si recepiscono le indicazioni metodologiche e tipologiche.

L'alterazione dell'attuale configurazione paesaggistica e della percezione visiva del contesto ambientale sarà riscontrabile, in misura minima, soltanto durante il periodo di insistenza del cantiere nell'area di interesse, a causa della presenza di automezzi e macchine necessarie allo svolgimento delle diverse lavorazioni, di recinzioni e cumuli temporanei di detriti.

Infatti, sebbene gli interventi previsti in progetto comportino modifiche morfologiche, comunque minime e necessarie a garantire il superamento della attuale condizione di rischio idraulico a carico dell'area commerciale e dell'abitato di Caniga, saranno tuttavia associati a soluzioni atte a minimizzare e mitigarne l'impatto.

In conclusione si ritiene che gli interventi in progetto siano conformi con quanto prescritto dai diversi piani di settore, con particolare riferimento al fatto che:

- Risultano essere ammissibili ai sensi dell'Art. 12, comma 1, lettera "e" delle N.T.A. del P.P.R., in quanto *"opere di risanamento e consolidamento di aree interessate da fenomeni franosi, nonché opere di sistemazione idrogeologica e di bonifica dei siti inquinati [...]"*.
- Non comporteranno l'inserimento ex novo di elementi estranei al paesaggio o lavorazioni di entità e tipologia tali da poter compromettere gli equilibri esistenti tra componenti ambientali, insediative e storico - culturali, o la percezione stessa di tali elementi, ma piuttosto la sistemazione idraulica del tracciato esistente del Rio Calamasciu, l'adeguamento di manufatti di attraversamento stradali e ferroviari, il completamento della viabilità rappresentata dalla strada di circonvallazione e l'integrazione del sistema di drenaggio delle acque meteoriche;
- Si baseranno su soluzioni tecniche, efficaci e durevoli nel tempo e basate su metodologie esecutive e misure di mitigazione atte a coniugare la necessità oggettiva delle opere di mitigazione della pericolosità molto elevata e di completamento ed integrazione del sistema infrastrutturale esistente, in termini di miglioramento delle condizioni in atto, con un inserimento paesaggistico che comporti un impatto minimo, nel rispetto delle caratteristiche morfologiche, ambientali, insediative e storico - culturali e della percezione visiva del contesto di riferimento.



- Costituiscono un'evidente azione di mitigazione del rischio idraulico a carico della zona in esame, rappresentando un miglioramento della situazione in essere;
- Risultano in linea con le tipologie di intervento consentite e previste dagli strumenti di pianificazione comunale vigenti.

Per maggiori dettagli si rimanda all'allegato "G - Studio di prefattibilità ambientale".

9. QUADRI DI SPESA

Sono stati predisposti i quadri economici per i due scenari di attuazione: il primo nell'ipotesi che almeno inizialmente non venga realizzato l'adeguamento dell'attraversamento ferroviario al km 44+960 e il secondo nell'ipotesi di contemporanea attuazione in unico intervento. In ogni caso è utile rimarcare che le analisi idrologiche e idrauliche e le relative conclusioni sono da considerare valide a prescindere dal soggetto attuatore.

SCENARIO A – INTERVENTI SUL CALAMASCIU, RETE ACQUE METEORICHE, VIAB. CANIGA, ATTRAVERSAMENTO RFI al km 44+960

Importo lavori e sicurezza € 5.093.573,84

Somme a disposizione amministrazione € 1.806.426,16

TOTALE FINANZIAMENTO NECESSARIO € 6.900.000,00

SCENARIO B – INTERVENTI SUL CALAMASCIU, RETE ACQUE METEORICHE, VIAB. CANIGA

Importo lavori e sicurezza € 4.088.599,13

Somme a disposizione amministrazione € 1.551.400,87

TOTALE FINANZIAMENTO NECESSARIO € 5.640.000,00



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




COMUNE DI SASSARI - SETTORE INFRASTRUTTURE E MOBILITA'

INTERVENTI PER IL SUPERAMENTO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DEL CANALE
COPERTO "RIO CALAMASCIU – Z.I PREDDA NIEDDA SUD – PGRASS 1452_002"


PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA - SCENARIO A (CON attrav RFI)


| | | | | |
|--|--|--|---|---------------------|
| | | IMPORTO DEL FINANZIAMENTO NECESSARIO | € | 6.900.000,00 |
| A) LAVORI E ONERI SICUREZZA | | | | |
| 1 | | Importo lavori a base d'asta | € | 5.008.430,52 |
| 2 | | Costi per la sicurezza nel cantiere | € | 85.143,32 |
| 3 | | TOTALE A) | € | 5.093.573,84 |
| B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE | | | | |
| 1 | | Iva sui lavori (22% di A3) | € | 1.120.586,24 |
| 2 | | Imprevisti e arrotondamenti | € | 4.894,75 |
| 3 | | Spese tecniche per progettazione di fatt. tecnico-economica, definitiva, esecutiva, direzione, misura e contabilità lavori, coordinamento sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, studio comp. Idraulica | € | 358.321,21 |
| 4 | | contributi al 4% su B3 | € | 14.332,85 |
| 5 | | IVA al 22% su spese tecniche e contributi su B3 | € | 81.983,89 |
| 6 | | Spese per accertamenti e indagini geognostiche (IVA inclusa) | € | 42.000,00 |
| 7 | | Spese per collaudi e prove | € | 10.000,00 |
| 8 | | contributo per ANAC | € | 1.500,00 |
| 9 | | Fondo per accordi bonari (1% di A3) | € | 50.935,74 |
| 10 | | indennità R.U.P. (2,00% di A3) | € | 101.871,48 |
| 11 | | Oneri per asservimenti o espropri | € | 20.000,00 |
| | | SOMMANO B) | € | 1.806.426,16 |
| | | IMPEGNO TOTALE DI SPESA (A+B) | € | 6.900.000,00 |





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





COMUNE DI SASSARI - SETTORE INFRASTRUTTURE E MOBILITA'

INTERVENTI PER IL SUPERAMENTO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DEL CANALE
COPERTO "RIO CALAMASCIU – Z.I PREDDA NIEDDA SUD – PGRASS_1452_002"

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA - SCENARIO B (SENZA attrav RFI)

| | | | |
|--|--|---|--------------|
| | IMPORTO DEL FINANZIAMENTO NECESSARIO | € | 5.640.000,00 |
| A) LAVORI E ONERI SICUREZZA | | | |
| 1 | Importo lavori a base d'asta | € | 4.008.430,52 |
| 2 | Costi per la sicurezza nel cantiere (2% di A1) | € | 80.168,61 |
| 3 | TOTALE A) | € | 4.088.599,13 |
| B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE | | | |
| 1 | Iva sui lavori (22% di A3) | € | 899.491,81 |
| 2 | Imprevisti e arrotondamenti | € | 1.113,14 |
| 3 | Spese tecniche per progettazione di fatt. tecnico-economica, definitiva, esecutiva, direzione, misura e contabilità lavori, coordinamento sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, studio comp. Idraulica | € | 358.321,21 |
| 4 | contributi al 4% su B3 | € | 14.332,85 |
| 5 | IVA al 22% su spese tecniche e contributi su B3 | € | 81.983,89 |
| 6 | Spese per accertamenti e indagini geognostiche (IVA inclusa) | € | 42.000,00 |
| 7 | Spese per collaudi e prove | € | 10.000,00 |
| 8 | contributo per ANAC | € | 1.500,00 |
| 9 | Fondo per accordi bonari (1% di A3) | € | 40.885,99 |
| 10 | indennità R.U.P. (2,00% di A3) | € | 81.771,98 |
| 11 | Oneri per asservimenti o espropri | € | 20.000,00 |
| | SOMMANO B) | € | 1.551.400,87 |
| | IMPEGNO TOTALE DI SPESA (A+B) | € | 5.640.000,00 |

Ing. Fabio Cambula

Ing. Cristina G. Passoni

(FIRMATO DIGITALMENTE)

COMUNE DI SASSARI
INTERVENTI MITIGAZIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO RIO CALAMASCIU - Tratto tra la Z.I. Predda Niedda Sud e la Frazione di Caniga
TABELLA RIEPOLOGATIVA INTERVENTI E LORO EFFETTI

| DESCRIZIONE SUB-INTERVENTI | SINTESI CARATTERISTICHE INTERVENTO | TARGET DI DIMENSIONAMENTO | EFFETTI DI MITIGAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA | IMPORTO |
|---|---|---|--|-----------------------|
| STOMBAMENTO CANALE ARTIFICIALE STRADA 12 Z.I. PREDDA NIEDDA SUD | Rimozione del canale tombato e realizzazione di un canale a cielo aperto o con griglia carrabile permeabile all'acqua | Q ₂₀₀ e rispetto franchi art. 21 N.A. PAI | Eliminazione rischio idraulico molto elevato residuo derivante dall'insufficienza della rete di smaltimento finale delle acque meteoeriche confluenti nel Rio Calamasciu | 648.602,07 € |
| RIO CALAMASCIU - CANIGA NORD | Ricalibrazione e riconfigurazione del tratto del Rio Calamasciu, con nuovo tracciato a cielo aperto in adiacenza della linea ferroviaria ad Est di essa, che consente di evitare gli attraversamenti della linea RFI nn. 4 e 5 | Q ₂₀₀ e rispetto franchi art. 21 N.A. PAI | Eliminazione del rischio idraulico connesso con l'insufficienza della sezione idraulica del Calamasciu nel tratto | 1.147.368,55 € |
| | | | Eliminazione del rischio idraulico connesso con l'insufficienza dell'attraversamento ferroviario n. 4, che non sarà più interessato dal passaggio del fiume | |
| RIO CALAMASCIU - CANIGA SUD | Ricalibrazione del tratto del Rio Calamasciu, con ampliamento della sezione a cielo aperto che permane in adiacenza della linea ferroviaria ad Ovest di essa | Q ₂₀₀ e rispetto franchi art. 21 N.A. PAI | Eliminazione del rischio idraulico connesso con l'insufficienza della sezione idraulica del Calamasciu nel tratto | 618.238,27 € |
| | Eliminazione dell'attraversamento stradale della S.S. 127 bis | | Eliminazione del rischio idraulico connesso con l'insufficienza dell'attraversamento stradale della S.S. 127 bis | |
| SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE SECONDARIE CENTRO ABITATO DI CANIGA | Realizzazione di un sistema di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche urbane del settore Ovest di Caniga con canalizzazione controllata verso l'alveo del Rio Calamasciu | Q ₅₀ con adeguati franchi | L'intervento consente di controllare gli apporti al Calamasciu evitando allagamenti nel centro abitato e il coinvolgimento | 778.901,61 € |
| SISTEMAZIONE VIABILITA' DI CIRCONVALLAZIONE DI CANIGA | Realizzazione della nuova bretella di circonvallazione Ovest tra la S.S. 127 bis e il cavalcaferrovia esistente, necessaria per ripristinare la continuità viaria a seguito dell'eliminazione dell'attraversamento della S.S. 127 bis | - | L'intervento è complementare all'eliminazione dell'attraversamento della S.S. 127 bis che riduce sensibilmente la criticità idraulica lungo il Rio Calamasciu in prossimità di edific residenziali, linea ferroviaria e Strada Statale | 815.320,02 € |
| ADEGUAMENTO ATTRAVERSAMENTO FERROVIARIO RFI al KM 44+960 | Rimozione dell'attuale manufatto di attraversamento ferroviario e ricostruzione di uno idoneo al transito delle portate duecentennali | Q ₂₀₀ e rispetto franchi art. 21 N.A. PAI e NTC 2018 | L'intervento consente di eliminare la criticità idraulica a carico della linea ferroviaria e dei settori di territorio limitrofi, che includno edifici residenzaili e viabilità urbana | 1.000.000,00 € |
| | | | TOTALI LAVORI | 5.008.430,52 € |