



COMUNE DI ORISTANO

PROCEDURA NEGOZIATA PER L'APPALTO DEI SERVIZI DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA, DEFINITIVA-ESECUTIVA, STUDI SPECIALISTICI, DIREZIONE DEI LAVORI, MISURA E CONTABILITÀ, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE, STUDI GEOLOGICI INERENTI I LAVORI PER LA "**COMPLETAMENTO CIRCONVALLAZIONE OVEST - LOTTO 2 - COLLEGAMENTO NORD**".

Codici Appalto: CUP: H17H19000210002 - CIG: 82599137D5

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GENERALE E TECNICA

Allegato:

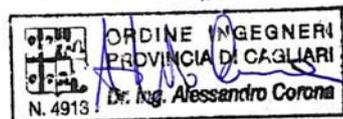
1.R02

Scala:

Affidatario del servizio:

RTP

Ing. Serafino Rubiu, "mandatario";
Ing. Luciano Biggio, "mandante";
Ing. Alessandro Corona, "mandante";
Ing. Michele Rubiu, "mandante";
Geol. Mauro Pompei, "mandante";
Archeol. Daniela Deriu, "mandante".



Coordinatori del progetto:

Ing. Luciano Biggio;
Ing. Alessandro Corona.

**Il Dirigente del Settore Lavori Pubblici
e Responsabile del Procedimento:**

Ing. Alberto Soddu

Rev.0	Settembre 2022
Rev.1	
Rev. 2	
Rev. 3	
Rev. 4	



COMUNE DI ORISTANO



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



SERVIZI DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA'
TECNICA ED ECONOMICA, DEFINITIVA, ESECUTIVA, DIREZIONE DEI LAVORI,
COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE,
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA
INERENTI ALLA REALIZZAZIONE DEI LAVORI DI
“COMPLETAMENTO CIRCONVALLAZIONE OVEST- LOTTO2 – COLLEGAMENTO NORD”
CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51

RELAZIONE GENERALE E TECNICA

INDICE

1	Premessa	1
2	Esame della proposta progettuale – rotatoria diametro 55 m in posizione radiale con ipotesi seconda rotatoria per connessione viabilità provinciale (quest’ultima non oggetto di progettazione)	1
3	Geometria della rotatoria e rami afferenti.....	3
4	Angolo di deflessione	3
5	Pavimentazione stradale, marciapiedi e pista ciclabile.....	4
6	Bonifiche dei terreni di posa dei rilevati e scotico superficiale	4
7	Analisi dello stato di fatto e dei vincoli esistenti sul territorio.....	5
7.1	Piano Paesaggistico Regionale.....	5
7.2	Piano Urbanistico Comunale	6
7.3	Indagini geognostiche e geotecniche	8
7.3.1	Conclusioni indagini geotecniche e accorgimenti progettuali – Bonifiche dei terreni.....	9
7.4	Compatibilità idraulica.....	9
7.4.1	Perimetrazioni PAI art. 8 e PSFF idraulica.....	9
7.4.2	Studio di compatibilità idraulica art. 8 NA del PAI	9
7.4.3	Simulazioni idrauliche rio Torangius.....	11
7.4.4	PSFF Sub Bacino 02 Tirso	12
7.4.5	Compatibilità idraulica conclusioni.....	13
7.5	Compatibilità dell’opera con la viabilità esistente e di futura realizzazione (Circonvallazione Provinciale)	14
8	Localizzazione sotto-servizi interferenti.....	14
9	Esecuzione e restituzione rilievi topografici	18
10	Espropri.....	18
11	Stima dei lavori	19

1 Premessa

In data 3 Agosto 2020, con Prot.45234 l'Ente appaltante ha definitivamente aggiudicato l'incarico relativo ai servizi di progettazione dei Lavori di “Completamento Circonvallazione Ovest- Lotto2 – Collegamento Nord al RTP composto da ing. Serafino Rubiu (Mandatario), ing. Luciano Biggio (Mandante), ing. Michele Rubiu (Mandante), ing. Alessandro Corona (Mandante), geol. Mauro Pompei (Mandante), archeol. Daniela Deriu (Mandante).

Le caratteristiche del progetto, le specificità dell'ambito in cui si andrà ad intervenire, sono aspetti cui verrà rivolta particolare attenzione utilizzando le metodologie più idonee di approccio al problema e le strategie atte a prevenire o risolvere forme di conflittualità che potrebbero rallentare il processo decisionale ed attuativo.

2 Esame della proposta progettuale – rotatoria diametro 55 m in posizione radiale con ipotesi seconda rotatoria per connessione viabilità provinciale (quest'ultima non oggetto di progettazione)

Lo studio di fattibilità approvato ha previsto l'adozione della soluzione progettuale riguardante la rotatoria avente diametro esterno pari a 55 metri posizionata in maniera baricentrica rispetto alla viabilità esistente in grado di garantire anche l'uscita verso Sili.

Lo spostamento della rotatoria verso est ha comportato l'utilizzo delle aree golenali con nuovi rilevati e la definizione di nuove rampe di accesso all'alveo per rispettare gli accordi presi in fase preliminare durante gli incontri con il Genio civile di Oristano. Queste opere arginali saranno protette al piede con gabbionate aventi altezza di circa 2,5 m mentre l'esecuzione delle rampe di accesso comporta la realizzazione di muri in C.A. i quali saranno opportunamente rivestiti in pietra.

Anche nella porzione di rotatoria rivolta verso il canale Torangius, al fine di contenere il rilevato stradale, sarà realizzato un muro in C.A. con pista ciclabile a sbalzo.

Questa progettazione contempla la sola realizzazione della rotatoria, dei rami afferenti e delle sistemazioni in alveo, mentre non riguarda il tratto di strada di collegamento verso la via Campanelli né la rotatoria da realizzare per connettere la futura circonvallazione Provinciale: in questa fase è stata solo schematizzata una possibile soluzione (in nero nella figura sotto) per consentire le opportune valutazioni agli enti interessati che si dovranno occupare di sviluppare questo tratto di viabilità.

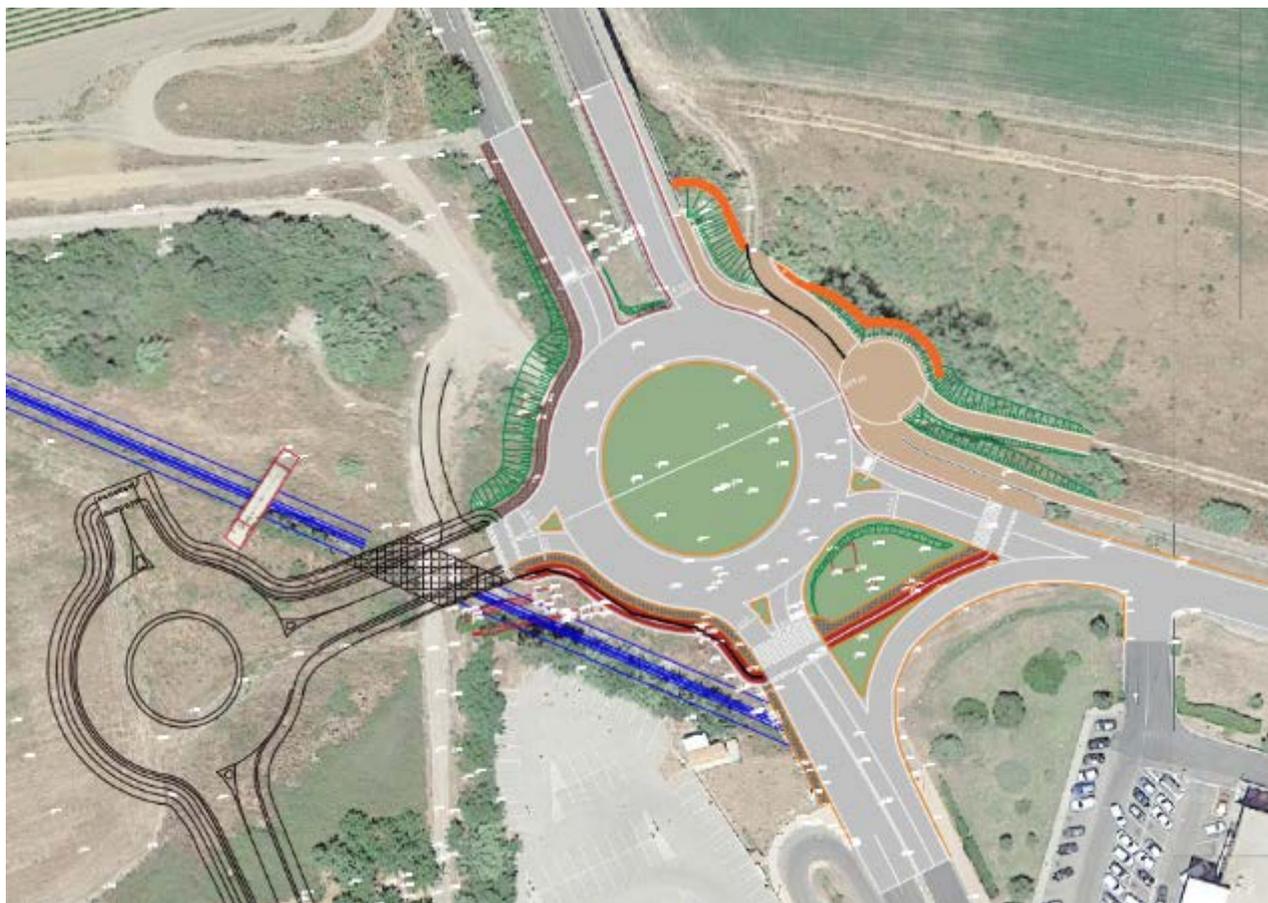


Figura 2-1 – Planimetria di progetto (in nero parte non oggetto di appalto)

Come è possibile osservare dalla planimetria e dal profilo allegati, la progettazione ha permesso di rispettare i seguenti vincoli plano-altimetrici:

- 1) La rotatoria risulta pressoché in aderenza al piano stradale esistente in corrispondenza dell'uscita per la SP 56 direzione Rimedio e nel tratto di raccordo con la via Cagliari in particolare in corrispondenza del ponticello sul Canale Torangius, punti critici dove sarebbe complicato prevedere sopraelevazioni.
- 2) Il tratto di raccordo della SP 56 in ingresso verso Oristano prevede un innalzamento di circa 30 cm compatibile con lo stato dei luoghi assegnando una pendenza longitudinale al tratto di raccordo pari a 0,8 %, con sviluppo di circa 30 m senza interessare le strutture del ponte sul Tirso.
- 3) Il nuovo ramo di collegamento con la circonvallazione ovest comunale si attesta intorno a quote assolute pari a circa 7,3 m s.l.m. in corrispondenza del canale Torangius. Questo consentirà di inserire lo scatolare per l'attraversamento del canale (non oggetto di questo intervento) che intersecherà il ramo ovest poco prima della rotatoria. Il fondo del canale è infatti a quota 2,45 m s.l.m. per cui rimane ampio margine per inserire uno scatolare di altezza netta interna pari a 3 m del tutto idoneo a smaltire le acque provenienti dal canale.
- 4) La provinciale ovest potrà innestarsi nell'altra rotatoria più a Ovest (non oggetto di intervento) senza problemi particolari con differenze di quota rispetto al piano di campagna di circa 3 m.
- 5) Il collegamento con la SP 93 direzione Sili, avverrà leggermente più a nord e a quote più alte rispetto alle attuali. Inoltre sarà possibile realizzare sia l'uscita che l'ingresso da e verso Sili. Verrà mantenuta la bretella di svolta a destra per chi da Oristano svolta a destra per Sili.

Al fine di consentire il collegamento con tutte le viabilità afferenti, la rotatoria presenta un profilo longitudinale che partendo dal punto più alto in corrispondenza dell'innesto nord sulla SP 56 (quota 9,6 m s.l.m.) va a scendere verso l'innesto Ovest (quota circa 7,7 m s.l.m.) con pendenza del 3,4 % circa. L'ampio diametro della rotatoria garantisce quindi il superamento di questo dislivello con pendenze non alte e garantendo un'ottima visibilità.

La rotatoria consente il raccordo di tutta la viabilità con ampi raggi di curvatura e assicura un'ottima capacità di smaltimento di traffico che in prima analisi potrà essere di oltre 40 000 veicoli/giorno.

La soluzione proposta tiene conto quindi sia dei vincoli esistenti come ponti, viabilità, piste ciclabili, marciapiedi e interferenze idrauliche, sia delle nuove viabilità in programma: circonvallazione provinciale e circonvallazione comunale. Il diametro adottato è quello più grande possibile in considerazione dei vincoli esistenti. Come si evince dall'immagine sotto riportata questo RTI oltre alla rotatoria su rappresentata, ha elaborato la progettazione del tratto di collegamento di circonvallazione che presenta uno sviluppo di circa 630 m. Si evidenzia che la seconda rotatoria e il tratto di collegamento con la via Campanelli non fanno parte di questo studio di fattibilità che riguarda esclusivamente la rotatoria con diametro di 55 m sulla viabilità principale. Il tratto in colore nero riportato nella figura sotto non fa quindi parte del presente progetto.



Figura 2-2 Progettazione tratto di collegamento con lotto 1 (rotatoria n. 2 e viabilità verso via Campanelli) in colore nero non oggetto del presente studio di fattibilità

3 Geometria della rotatoria e rami afferenti

La rotatoria ha un diametro esterno pari a 55 m per cui viene definita "rotatoria convenzionale" secondo il DM 27-7-2006 riguardante le norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali. Secondo il paragrafo 4.5.2 del sopra citato DM, essendo il diametro esterno della rotatoria superiore a 40 m ed essendoci ingressi a più corsie, la corona giratoria avrà un'unica corsia di larghezza pari a 9 m più banchine pavimentate.

I rami di ingresso delle corsie avranno una larghezza di 3, 5 m quando sono organizzate su una sola corsia mentre avranno una larghezza di 6 m quando l'ingresso è previsto in due corsie.

I rami di uscita avranno una larghezza di 4,5 metri in quanto la rotatoria ha un diametro esterno superiore a 25 m.

4 Angolo di deflessione

Viene rispettato il criterio riguardante l'angolo di deflessione minimo da garantire che secondo il punto 4.5.3 del DM 1—4-2006 dev'essere superiore a 45°.

Lo schema sotto riportato relativo alla rotonda in progetto evidenzia angoli di deflessione superiori a 50°.

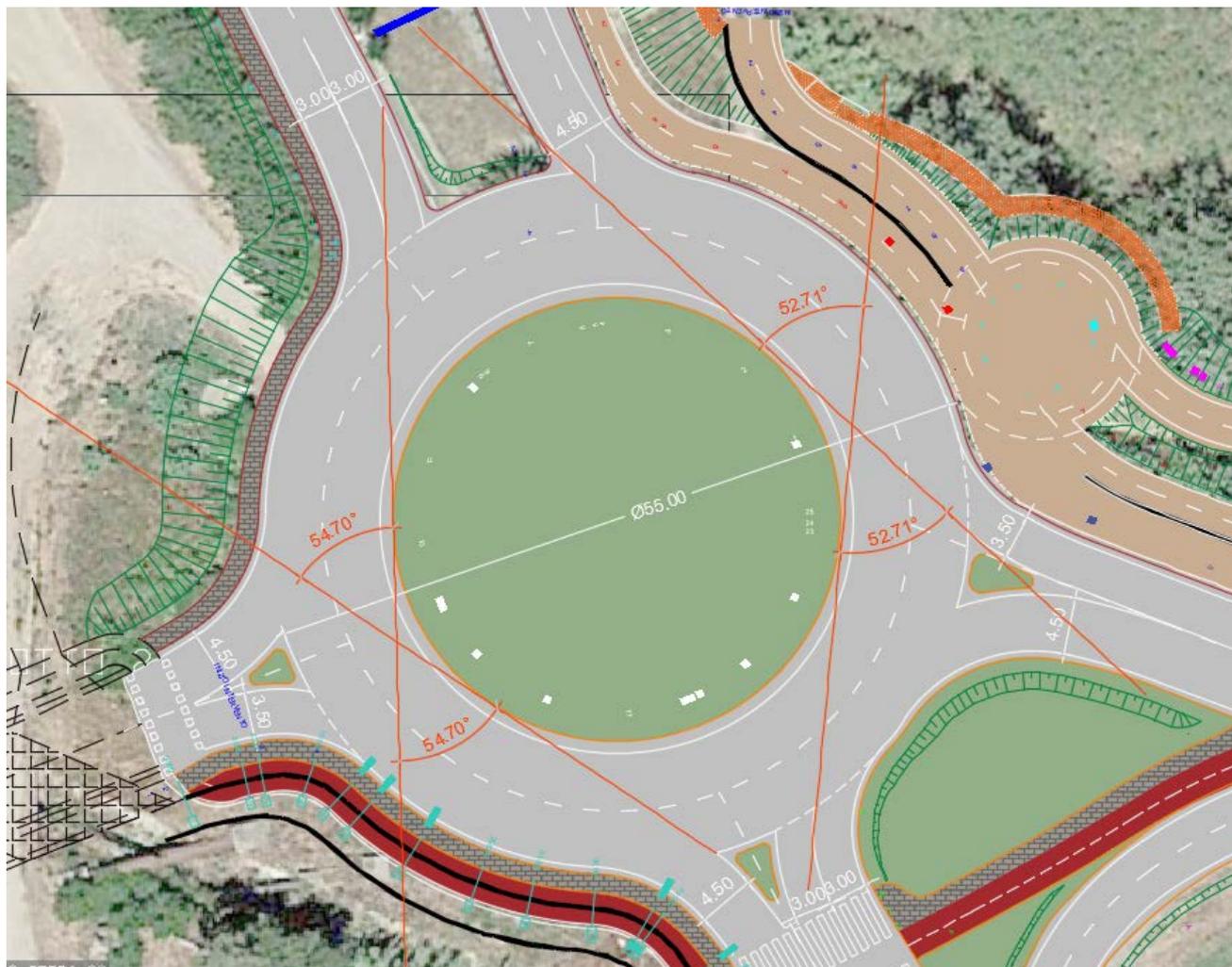


Figura 4-1 – Angolo di deflessione > di 45°

5 Pavimentazione stradale, marciapiedi e pista ciclabile

La sovrastruttura della nuova viabilità in progetto sarà di tipo flessibile e realizzata con il seguente pacchetto:

- Strato di usura spessore cm 3
- Strato di collegamento binder spessore 5 cm
- Strato di base bitumato spessore 8 cm
- Strato di fondazione in misto granulare non legato spessore 35 cm

I marciapiedi saranno realizzati in autobloccanti di cls con colorazione delle terre e le piste ciclabili in bitume colorato di rosso in linea con l'intervento in fase di realizzazione della circonvallazione tra via Campanelli e via Lussu al quale la rotonda in progetto si collegherà con interventi futuri.

6 Bonifiche dei terreni di posa dei rilevati e scotico superficiale

Dalle risultanze delle indagini geotecniche richiamate nei paragrafi successivi si è potuto riscontrare che i terreni interessati dal tracciato sono di limitata qualità geotecnica, sarà quindi necessario eseguire una bonifica dei piani di posa dei rilevati per uno spessore di almeno 50 cm con asportazione del terreno esistente e sostituzione con materiale in misto arido di cava. Prima della posa del materiale arido dovrà essere posto in opera un telo geotessile di protezione. La bonifica dei terreni sarà eseguita dopo lo scotico superficiale di

profondità pari a 20 cm con sostituzione del terreno asportato con materiale proveniente da cava idoneo per la costruzione di rilevati stradali.

7 Analisi dello stato di fatto e dei vincoli esistenti sul territorio

7.1 Piano Paesaggistico Regionale

Il territorio comunale e ricompreso all'interno dell'Ambito n° 9 "Golfo di Oristano" del PTP e nell'ambito del sub-bacino n°2 "Tirso", uno dei sette sub-bacini nei quali è stato suddiviso il Bacino Unico della Regione Sardegna (Del. n. 45/57 del 30.10.1990), e ricade nelle tavole 7, 8, 9, degli allegati cartografici del Piano Assetto Idrogeologico (PAI) e negli allegati del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF).

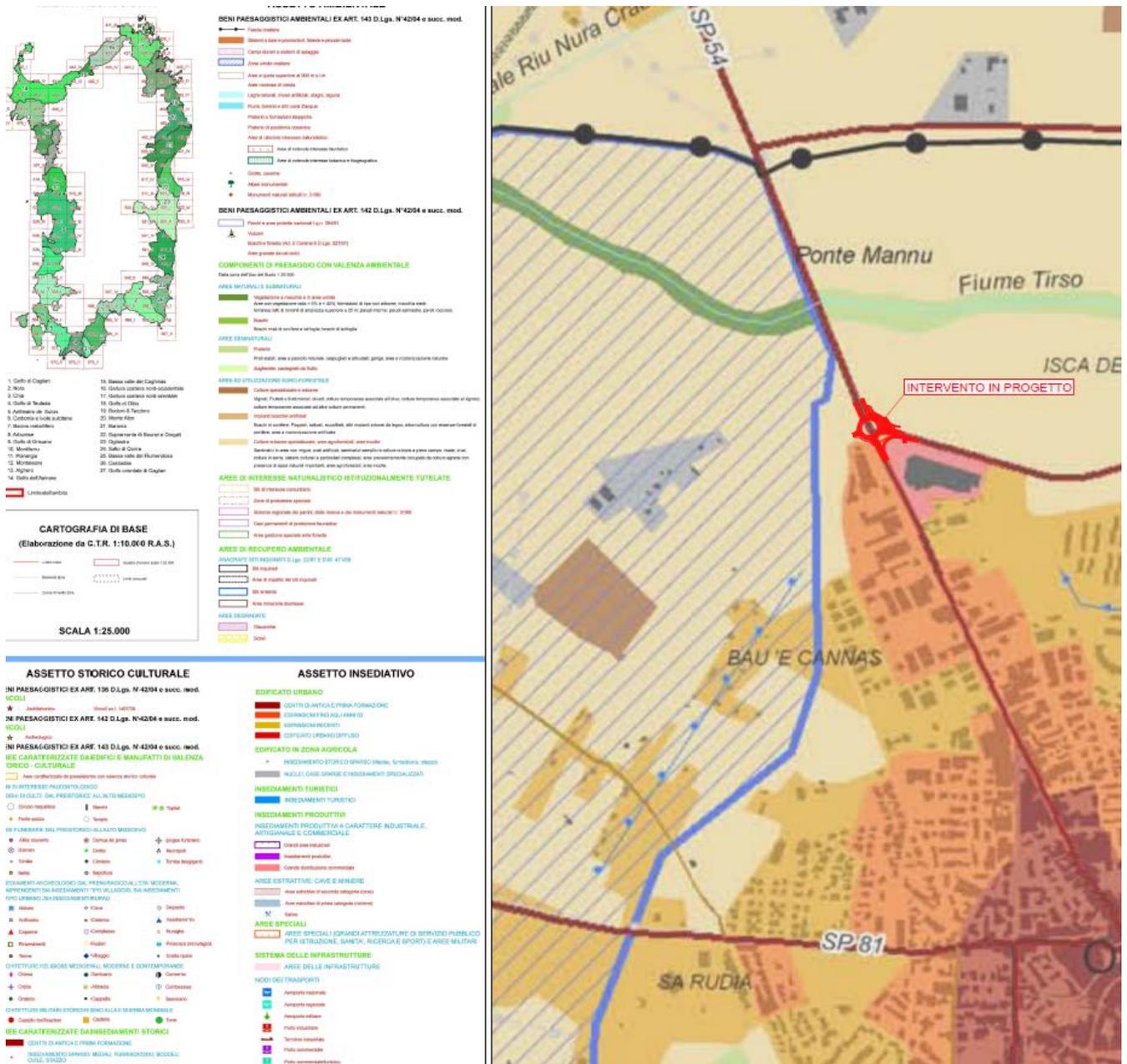


Figura 7-1 Stralcio PPR

Con riferimento al PPR, l'area interessata dall'intervento, ricade all'interno della fascia costiera mentre non interessa la Fascia Costiera.



Figura 7-2 – PPR - zone umide dal sito geoportale

La Disciplina delle fasce costiere, prescritta dall’art. 26 comma 3 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR non preclude comunque la realizzazione dell’infrastruttura in progetto in quanto il suddetto comma recita:

Nella fascia costiera, oltre alle prescrizioni di cui all’articolo 15 delle NTA e a quelle dei singoli beni paesaggistici ricadenti all’interno della sua perimetrazione, con valore di prescrizione sono vietate le nuove strade extraurbane di dimensioni superiori a due corsie, fatte salve quelle di preminente interesse statale e regionale.

La viabilità prevista in progetto riguarda una rotonda e piccoli rami di collegamento con una corsia per senso di marcia per un totale di due corsie.

Non sono presenti altri vincoli paesaggistici nella zona di intervento.

In particolare l’area non ricade tra quelle protette di interesse naturalistico (SIC, SPS, Oasi permanenti di protezione faunistica, Sistema Gestione Parchi etc.)

Non sono presenti Beni Paesaggistici e identitari ex art. 136-142, ex art 143 (puntuali) ed ex art. 143 (areali).

7.2 Piano Urbanistico Comunale

Un primo itinerario della “Circonvallazione” comunale fu individuato e inserito nelle previsioni del P.U.C., adottato in adeguamento al P.P.R. ed al P.A.I. con deliberazione del C.C. n. 45 del 13.05.2010 e entrato in vigore il 18.11.2010. Successivamente, al fine di adeguare il tracciato della Circonvallazione Comunale a quello della Circonvallazione Provinciale, con Deliberazione della Giunta Comunale n.15 del 28/01/2014 fu deliberata la variazione del tracciato stradale della “Circonvallazione” comunale, individuando così la soluzione proposta in progetto.

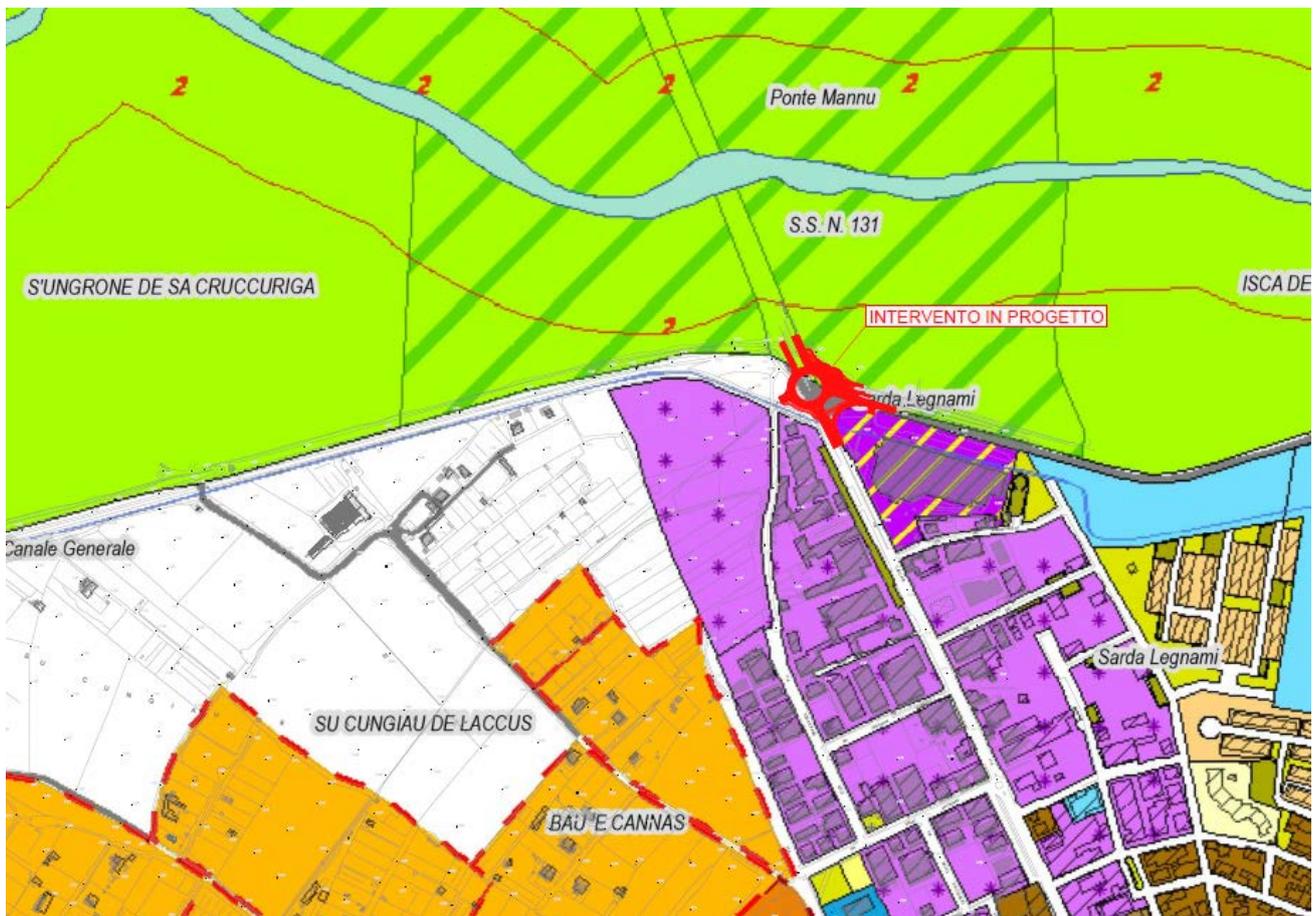


Figura 7-3 – Stralcio del PUC con inquadramento intervento in rosso

FASCE DI RISPETTO E DI SOSTEGNO ALLO SVILUPPO

-  HAR1, Fascia di Rispetto Bene Archeologico
-  HAR2, Fascia di Rispetto di Inedificabilità Fluviale
-  HAR2, Fascia di Rispetto di Inedificabilità Stagni e Laghi Naturali
-  HAR3, Fascia di Rispetto Bene Architettonico
-  HAR3, Fascia di Rispetto Fluviale
-  HAR4, Fascia di Rispetto Bene Identitario
-  HAR5, Rispetto Cimiteriale
-  Parco, Aree di Connessione Ambientale
-  Equus, Salvaguardia e Sostegno all'Attività Zootecnica Identitaria Equina

Figura 7-4 – Legenda PUC Fasce di rispetto

Il progetto in esame si sviluppa prevalentemente lungo strade già esistenti, prevedendo il loro adeguamento per piccoli tratti al fine di connetterle alla rotatoria prevista in progetto, in misura minore, occupa delle aree all'interno della golena in sinistra idraulica del Tirso. Queste aree ricadono nelle "FASCE DI RISPETTO E DI SOSTEGNO ALLO SVILUPPO" identificate come "HAR2" Fascia di Rispetto di Inedificabilità Fluviale, e Parco Aree di Connessione ambientale. Con riferimento alla zonizzazione Urbana le porzioni all'interno dell'alveo ricadono in zona H3/G2.

Secondo l'art. 76 - SOTTOZONA "H3/G2" – P.A.I. / PARCO URBANO FLUVIALE DEL TIRSO delle NTA del PUC le zone destinate a Parco fluviale sono destinate alla costruzione, ricostruzione e miglioramento di ambienti naturali e per attività del tempo libero, oltre che alla realizzazione delle necessarie opere di regimazione idraulica.

Queste ultime sono consentite sulla base di programmi e progetti disposti dalla competente Autorità idraulica oppure dall'Amministrazione Comunale, previo parere favorevole della stessa Autorità idraulica.

Inoltre pur se non inclusi negli strumenti urbanistici attuativi, previa verifica di compatibilità con le caratteristiche ambientali e paesaggistiche del territorio è consentita tra le varie opere la realizzazione di:

- *linee di comunicazione viaria, impianti a rete per approvvigionamento idrico e per lo smaltimento dei reflui, impianti per telecomunicazioni e per il trasporto di energia, opere temporanee di attività di ricerca nel sottosuolo. I progetti per la realizzazione di queste infrastrutture dovranno verificare la compatibilità rispetto alle caratteristiche ambientali e paesaggistiche del territorio interessato direttamente dall'opera stessa, con riferimento ad un tratto significativo del corso d'acqua e ad un adeguato intorno, anche in rapporto alle possibili alternative.*

Poiché l'intervento riguarda una comunicazione viaria e consentito dalle NTA del PUC previo parere favorevole dell'Autorità idraulica.

7.3 Indagini geognostiche e geotecniche

Nell'ambito delle attività a supporto della progettazione il geologo Dott. Mauro Pompei, in qualità di mandante del R.T.P. aggiudicatario della gara d'appalto, ha svolto, per specifica competenza professionale, gli studi riguardanti gli aspetti geologici e geotecnici del settore su cui verrà realizzata l'opera in argomento.

Per ricostruire l'assetto geologico e geotecnico in corrispondenza del sedime che le opere previste con l'approfondimento adeguato alla fase in essere e verificare l'idoneità dei terreni ai fini stradali per la posa della sovrastruttura della viabilità e per verificare il piano di fondazione per le opere di contenimento (muri e gabbionate), nel marzo 2022 è stata condotta una campagna investigativa esplicitasi in pozzetti stratigrafici, prove penetrometriche dinamiche continue e prove geotecniche di laboratorio. Alla luce delle evidenze poco confortanti ed esaustive in ordine alle caratteristiche dei terreni nelle sezioni di imposta delle opere di contenimento, nel mese di aprile si è proceduto con un'indagine integrativa mediante sondaggi a carotaggio continuo e prove di taglio in laboratorio su un congruo numero di campioni rappresentativi.

La campagna investigativa che ha supportato l'analisi geologica e geotecnica di specifico intervento si è esplicata nell'esecuzione di:

- Pozzetti stratigrafici approfonditi max 1,50 m da p.c. n. 3
- Sondaggi a carotaggio continuo n. 2
- Prove penetrometriche S.P.T. n. 3
- Prove penetrometriche dinamiche continue spinte max 8,00 m da p.c. n. 3
- Prelievo di campioni di terreno n. 6
- Prove geotecniche di laboratorio n. 6
-

La campagna di indagini e prove geologiche e geotecniche hanno consentito, direttamente o indirettamente, di estrapolare le caratteristiche del sedime di intervento, compresi i parametri fisico-meccanici dei terreni necessari ai fini progettuali e per le verifiche di stabilità opere/terreno.

Nei punti indagati è stata verificata la diffusa presenza di terre sabbiose con variabile percentuale di limo ed argilla, rimaneggiate, inglobanti clasti subarrotondati di dimensioni pluricentriche subarrotondati, blocchi, trovanti e qualche frammento antropico.

I sondaggi hanno consentito di investigare direttamente il sottosuolo oltre le profondità raggiunte dai pozzetti, evidenziando la presenza, sotto uno spessore variabile 1,00-2,00 m di terre rimaneggiate (suoli e massicciata stradale), il substrato naturale "autoctono", nel caso costituita da una eterogenea successione di sabbie da medie a fini limo-argillose,

argille ± limose ± sabbiose, limi argillosi e subordinate sabbie microghiaiose, da molto umide a sature ed in genere con ridotto grado di addensamento.

7.3.1 Conclusioni indagini geotecniche e accorgimenti progettuali – Bonifiche dei terreni

La viabilità in progetto andrà ad interagire perlopiù con terreni di natura colluviale [**Strato LT_A**] a prevalente componente argillo-limosa, a meno del sottofondo della viabilità attuale ove è presente una massicciata ben costipata.

Laddove non presente la massicciata si rende necessario operare una bonifica del substrato per uno spessore di 0,40÷0,50 m, mediante rimozione dei terreni in posto e loro sostituzione con materiale misto-arido di adeguate caratteristiche composizionali e granulometriche, su cui sarà posata la sovrastruttura stradale. Quest'ultima tra "strato di fondazione" in "misto stabilizzato" e "base" sarà dell'ordine dei 0,35 m.

Al di fuori della viabilità esistente, le modeste proprietà geotecniche dei terreni verificate direttamente sino a -8,00 m dal p.c. attraverso la prova penetrometrica DPSH_2 ed i sondaggi con SPT, impongono cautele in ordine alla scelta ed al dimensionamento della struttura fondali dei muri di contenimento/gabbionate. Si potrà optare per fondazioni dirette solo limitando significativamente le pressioni di contatto (**0,50÷0,60 daN/cm2**) ed ammettendo cedimenti a medio-lungo termine che potranno avere anche entità dell'ordine dei 3-4 cm.

Ulteriore accorgimento, sempre in ottica di adozione di fondazioni dirette, sarà quello di operare una bonifica del sottofondo per almeno 1,00÷1,30 m di spessore, e stesa - previa interposizione di una geogriglia con duplice funzione anticapillare/portanza - di materiale arido selezionato (0÷70 mm) da rullare all'optimum di umidità in strati di 20 cm max. Contestualmente sarà opportuno slargare la base della ciabatta del muro onde distribuire meglio le pressioni di contatto. Le fondazioni dirette risultano quelle adottate in progetto con gli accorgimenti su esposti.

Si rimanda alle specifiche relazioni per le risultanze delle indagini.

7.4 Compatibilità idraulica

7.4.1 Perimetrazioni PAI art. 8 e PSFF idraulica

Come vincolo idraulico per la zona occorre fare riferimento allo studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica relativo a tutto il territorio comunale approvato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino regionale n° 2 del 03/07/2018 pubblicata sul BURAS in data 26/07/2018 e al PSFF per quanto riguarda il SUB BACINO 02 Tirso -Bacino idrografico 01 Tirso - Tavola TI005 - tratto sub lacuale sezioni 012 - attraversamento SP 56 doppio ponte.

7.4.2 Studio di compatibilità idraulica art. 8 NA del PAI

Lo studio approvato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino regionale n° 2 del 03/07/2018 pubblicata sul BURAS in data 26/07/2018 è stato redatto ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del P.A.I. Nell'immagine sotto si riporta uno stralcio delle aree perimetrate in base alla pericolosità idraulica dallo studio suddetto con sovrapposizione del tracciato ipotizzato in questa fase in colore nero. Le criticità interessano la zona a valle della via Cagliari per le aree a pericolosità idraulica Hi4 dovute alla presenza del canale di Torangius. L'area oggetto di intervento risulta ricadere in aree a rischio idraulico Hi1, Hi2, Hi3 e Hi4 secondo lo studio ex art. 8 citato precedentemente. Vedere immagine sotto. Poiché le aree all'interno degli argini sono vincolate dal PSFF ci si concentrerà in questo paragrafo sulle aree esterne agli argini in sinistra idraulica e in particolare sul rio Torangius che sbocca dalla via Cagliari dopo un tratto chiuso a monte.



Figura 7-5 – Inquadramento P.A.I.

Per quanto riguarda la presenza del canale di Torangius che attraversa la via Cagliari con uno scatolare 100x200h cm in corrispondenza del centro commerciale si evidenzia che l'intervento in oggetto non interferisce con tale canale né con le ipotesi di future viabilità provinciali in quanto le quote della rotatoria e in particolare del ramo Ovest, solo abbozzato in questa fase progettuale, consentono l'inserimento di uno scatolare di adeguate dimensioni in grado di smaltire le portate

stimate di seguito descritte. Si precisa che la realizzazione di tale scatolare non fa parte di questo progetto. Il canale di Torangius, o canale San Giovanni, raccoglie le acque di un bacino che si sviluppa in direzione nord-est sino quasi all'abitato di Simaxis per poi recapitarle nello stagno di Santa Giusta, dopo aver percorso buona parte del suo sviluppo



Figura 7-6 Contraffosso di Sili

affianco all'argine sinistro del Tirso. Come evidenziato nell'immagine sotto nello stralcio IGM, questo canale risulta tombinato a valle di Sili in uno scatolare avente dimensioni di 1 m di base per 2 di altezza. Dai calcoli idraulici risulta che tale canale crea un rigurgito a monte in quanto riesce a smaltire portate di soli 2 mc/s a fronte dei 10,77 mc/s di afflussi calcolati per tempi di ritorno di 200 anni in corrispondenza della sezione del contraffosso di Sili. La portata di calcolo, considerando la sezione di chiusura del bacino ubicata nel punto in cui la viabilità in progetto interferisce con il canale, ossia subito a valle dello scatolare in uscita della via Cagliari in prossimità del centro commerciale, è di circa 12 mc/s anche non considerando, a vantaggio della sicurezza, l'ostruzione del tratto tombato a valle di Sili che ne riduce la portata ai soli 2,0 mc/s.

Le portate suddette discendono da un'analisi dello studio eseguito dalla Provincia di Oristano per la sistemazione del canale subito a valle del tratto oggetto di intervento nell'ambito della progettazione della Circonvallazione Provinciale che si svilupperà lungo l'argine sinistro del Tirso e già in fase di realizzazione. Lo studio condotto dalla Provincia, riportato in corsivo nel paragrafo successivo, è stato approfondito e confermato in questa fase progettuale sia per quanto attiene ai calcoli idrologici che per i calcoli idraulici.

In sintesi le ipotesi da porre a base delle progettazioni idrauliche dell'attraversamento del canale possono essere due:

1) Considerare l'ostruzione del canale tombato a valle di Sili: in questo modo la portata di calcolo sarebbe uguale alla somma che il tratto tombato è in grado di smaltire, 2 mc/s, e la differenza tra le portate alla sezione di chiusura corrispondente al punto in cui il canale interseca la viabilità in progetto (12 mc/s) meno la portata al contraffosso di Sili (10,77 mc/s): $(12-10,77) + 2 = 3,23 \text{ mc/s}$

2) Considerare tutta la portata senza ostruzione del tratto tombato, in questo caso la portata sarebbe pari a 12 mc/s.

E' chiaro che l'adozione della portata di cui al punto 1 pari a 3,23 mc/s sarebbe giustificata se a monte del contraffosso le acque fossero recapitate nel Tirso grazie alla costruzione di una chiavica.

La scelta progettuale più opportuna è quella di considerare a vantaggio della sicurezza le portate di cui al punto 2 pari a 12 mc/s smaltibili, per quanto già verificato da chi scrive e non esposto nel presente progetto in quanto non da eseguire in questa fase, con la realizzazione di uno scatolare avente larghezza netta interna pari a 5 m e altezza netta interna di 3 m che garantirebbe un franco di circa 2 m. Le quote stradali sia della rotonda che della porzione del ramo ovest, che in futuro sarà prolungato ed interferirà con il canale, sono compatibili per le quote di progetto adottate con la realizzazione di tale opera (non oggetto del presente progetto).

7.4.3 Simulazioni idrauliche rio Torangius

Per valutare la potenziale interferenza della rotonda in progetto con il canale del Rio Torangius sono state eseguite delle modellazioni idrauliche utilizzando come base per il terreno le cartografie regionali DEM con passo 1 m implementata dai rilievi sul posto. La simulazione in moto permanente è stata condotta utilizzando il software di calcolo HEC- RAS insieme al processore RAS- Mapper per la definizione delle aree allagabili.

Sono state utilizzate le due portate calcolate in base alle considerazioni fatte nel paragrafo precedente:

$Q=3,23 \text{ mc/s}$ (Portata con TR 200 anni considerando l'ostruzione del canale tombato)

$Q=12 \text{ mc/s}$ (Portata cautelativa con TR 200 anni senza considerare l'ostruzione del canale tombato a monte).

La simulazione è stata condotta considerando il canale ostruito a vantaggio della sicurezza.

7.4.3.1 Conclusioni simulazioni idrauliche rio Torangius

I risultati ottenuti visibili nelle mappe sotto riportate mostrano che la viabilità in progetto non interferisce con i deflussi delle acque del rio Torangius.

Anche considerando la portata di 12 mc/s la rotonda non viene interessata dai deflussi. Occorre considerare che questa portata allo stato attuale non è presumibile in quanto il canale tombato che attraversa la viabilità principale ha una sezione di circa 1x2 m per cui defluiscono al massimo circa 2 mc/s. Anche se dovessero arrivare portate maggiori da monte queste non entrerebbero nel canale tombato ma le acque scorrerebbero in direzione sud-ovest nel tratto a est della via Cagliari

con battenti idraulici molto bassi, nell'ordine dei 10 cm, come si evince dalle sezioni idrauliche allegate, senza quindi creare pericoli idraulici rilevanti e senza andare a gravare nel tratto oggetto di intervento diffondendosi invece verso sud.

Inoltre la viabilità è stata studiata in modo tale da poter consentire la futura realizzazione di uno scatolare per l'attraversamento del Torangius che garantisca il passaggio dei deflussi con adeguato franco idraulico.

In conclusione l'opera in progetto non interferisce da un punto di vista idraulico con i deflussi del rio Torangius sia considerando la situazione attuale che una ipotetica situazione futura più svantaggiosa di adeguamento di tutto il canale tombato a monte dell'intervento, ipotesi quest'ultima di difficile se non impossibile realizzazione.

7.4.4 PSFF Sub Bacino 02 Tirso

L'area in esame ricade nel tratto sub lacuale del Tirso e precisamente è vincolata dal PSFF in quanto ricade nel SUB BACINO 02 Tirso, bacino idrografico 01 Tirso, tavola n. T1005, tratto sub lacuale sezioni 012, attraversamento SP 56 doppio ponte.

La realizzazione della rotatoria comporta la ridefinizione di un tratto arginale in sponda sinistra in prossimità del ponte sulla SP 56. Infatti per garantire l'immissione di tutti i rami di viabilità afferenti con rispetto dell'angolo di deflessione di 45 ° previsto dal DM del 25 aprile 2016 sulle intersezioni stradali, la rotatoria è stata collocata in posizione radiale rispetto alla SP 56 con conseguente occupazione di una porzione di golena del fiume Tirso. Inoltre per garantire agli organi di vigilanza e controllo l'accesso all'alveo sono state progettate due rampe in terra con una piccola rotatoria sempre in terra.

In particolare la rotatoria impegna delle aree golenali del Tirso ma, come argomentato nei paragrafi successivi, le nuove opere non cambieranno, se non impercettibilmente, i livelli idrici raggiunti con le piene relative ai vari tempi di ritorno. L'opera in progetto prevede l'esecuzione di nuovi rilevati arginali tutti ben arretrati rispetto alla sezione idraulica in corrispondenza dei due ponti sul Tirso (carreggiata nord e sud) e ben raccordati alle sponde. I nuovi rilevati sono necessari al fine di accogliere parte della nuova rotatoria e le rampe di accesso all'alveo utili per le operazioni di protezione civile e vigilanza idraulica del ponte sul Tirso da parte degli Enti preposti. Le quote arginali delle nuove opere saranno uguali a quelle esistenti e inoltre, come già detto, il piede dei rilevati sarà protetto con gabbionate pur essendo le velocità della corrente in queste zone praticamente nulla. Le rampe di accesso comportano l'esecuzione di muri in C.A. i quali saranno opportunamente rivestiti in pietra.

Si sottolinea che la parte di alveo impegnata dai nuovi rilevati arginali risulta non attiva ai fini del deflusso delle acque in quanto le spalle del ponte nel tratto oggetto di intervento si trovano più a nord per cui l'impatto delle nuove opere è pressoché nullo rispetto alle capacità di smaltimento attuali del ponte esistente.

7.4.4.1 Valutazioni idrauliche sugli effetti delle opere in progetto

Le opere in progetto occupano e conseguentemente riducono l'area golenale sinistra del Tirso per un superficie di circa 35 mq considerando le sezioni idrauliche perpendicolari alla corrente.

La prima considerazione da fare è che l'attraversamento sul Tirso nel tratto oggetto di intervento è costituito da due ponti paralleli, il ponte a monte ha uno sviluppo di circa 600 m mentre quello a valle uno sviluppo di circa 510 m. Il deflusso delle acque è quindi vincolato alla larghezza del ponte a valle in quanto di minore larghezza.

Considerando la zona dove in progetto si prevede di occupare nuove aree golenali all'interno dell'argine sinistro, si osserva come in realtà tali aree siano completamente non attive al deflusso in quanto per la differenza di larghezza dei ponti, il transito delle portate avviene in corrispondenza del ponte a valle che ha una spalla sinistra (linea rossa foto sotto) arretrata rispetto al ponte di monte di circa 85 m (linea gialla foto sotto).

Tale distanza permette di considerare praticamente nulle le velocità della corrente nella zona di interesse di occupazione dell'area golenale. Si consideri che in corrispondenza del ponte le velocità sono di circa 2 m/s e la corrente si mantiene sempre subcritica.

Inoltre poiché tale area non contribuisce al deflusso delle portate di piena si deve ritenere nulla l'influenza dell'opera in progetto in termini di innalzamento del pelo libero rispetto alle situazione dello stato attuale.

A conferma di quanto su esposto si possono fare delle valutazioni ponendoci in una situazione cautelativa che consiste nell'ipotizzare che l'intervento produca una ostruzione all'attuale deflusso delle acque che, per quanto sopra detto, interessa solo la sezione del ponte a valle.

Tale ipotesi è cautelativa in quanto l'area occupata dalle porzioni di rotatoria in progetto all'interno dell'area golenale sinistra del Tirso in realtà non è attiva al deflusso come detto precedentemente, ma tuttavia considerare che l'ingombro trasversale rispetto al deflusso possa ridurne l'area trasversale ci consente di fare delle valutazioni qualitative circa gli effetti pressoché nulli che le opere in progetto determinano rispetto allo stato attuale.

Considerando che le opere in progetto creano una riduzione dell'area trasversale rispetto al passaggio della corrente di circa 35 mq e che il ponte a valle ha uno sviluppo di circa 510 m, il considerare una occlusione dell'area di deflusso per una superficie di 35 mq comporterebbe un innalzamento dei livelli idrici di circa 6 cm. Il valore ottenuto conferma il fatto che pur nell'ipotesi cautelativa ma in realtà mai concretizzabile che la nuova opera ostruisca il passaggio della corrente questo si tradurrebbe in un innalzamento di soli 6 cm dei livelli idrici. Quanto sopra solo per evidenziare che gli effetti dell'opera sono nulli e non variano i livelli idrici stimati dal PSFF.

Inoltre i nuovi argini rispettano le quote di quelli attuali senza alcuna variazione e saranno costruiti con materiali inerti idonei alla costruzione di argini.

I gabbioni in progetto consentiranno la protezione del piede dei rilevati arginali fino a quote dei livelli idrici per TR 200 anni pari a circa 6 m s.l.m. come si evince dai tabulati del PSFF riportati precedentemente. Le velocità della corrente possono essere considerate pressoché nulle al piede dei nuovi rilevati arginali.

7.4.5 Compatibilità idraulica conclusioni

7.4.5.1 *Compatibilità idraulica opere esterne all'argine sinistro del Tirso – Vincolo PAI art. 8 N.A.*

Lo studio di compatibilità idraulica è stato redatto ai sensi degli articoli 23 e 24 delle N.d.A. del PAI e secondo lo schema proposto nell'allegato E delle N.d.A. del PAI.

Lo studio ha dimostrato che la nuova rotatoria non è interessata da aree allagabili Hi1, Hi2, Hi3 e Hi4 individuate grazie alla simulazione idraulica condotta nel presente studio sul Rio Torangius per cui l'opera è compatibile da un punto di vista idraulico. Inoltre l'opera è compatibile con le future realizzazione previste per il collegamento della rotatoria in progetto con la costruenda circonvallazione provinciale.

7.4.5.2 *Compatibilità idraulica opere interne all'argine sinistro del Tirso – Vincolo PSFF.*

Poiché le opere interessano un tratto golenale in prossimità del doppio ponte sulla SP 56 non attivo al deflusso delle portate del fiume Tirso le stesse non creano alterazioni della portata e innalzamenti del pelo libero per le diverse portate di piena rispetto allo stato attuale per cui sono da ritenersi compatibili da un punto di vista idraulico.

7.5 *Compatibilità dell'opera con la viabilità esistente e di futura realizzazione (Circonvallazione Provinciale)*

L'opera in progetto si deve relazionare non solo con la viabilità esistente ma anche con quella futura in corso di realizzazione, come la circonvallazione comunale da via Campanelli a viale Cimitero, e la circonvallazione provinciale in corso di progettazione. Per quanto riguarda la circonvallazione ovest comunale questo RTI è composto da professionisti della società Dolmen Srl che ha eseguito la progettazione definitiva ed esecutiva e sta eseguendo la DL del tronco ora in esecuzione e in fase finale, per cui è in possesso di tutte le informazioni tecniche necessarie a dare uniformità al nuovo tratto di collegamento nord. Per quanto concerne la circonvallazione provinciale l'ing. Luciano Biggio ha un incarico da parte della Provincia per la redazione dello studio di fattibilità del tratto di raccordo tra viabilità Provinciale e Comunale. La strada provinciale



Figura 7-7 Progetto strada provinciale – inizio intervento

è una C2 di norma e quindi presenta due corsie da 3,5 m, banchine pavimentate da 1,25 e pista ciclabile da 3,5 m sul lato sud. La sua realizzazione sarà in affiancamento all'argine sinistro del Tirso e comporterà l'adeguamento del canale Torangius secondo le modalità descritte precedentemente.

Le soluzioni proposte sono perfettamente compatibili con questi interventi e prevedono la connessione della viabilità attraverso la realizzazione di un nuovo innesto (non oggetto di questa progettazione) posto a Ovest rispetto alla rotatoria oggetto di questo progetto.

8 *Localizzazione sotto-servizi interferenti*

Sono stati rilevati sul posto tutti i manufatti visibili e acquisite diverse informazioni presso gli enti gestori dei sotto-servizi coinvolti che dovranno essere confermate in conferenza di servizi. Le risultanze dei sopralluoghi eseguiti e dei rilievi topografici mirati all'individuazione dei sottoservizi interferenti con i lavori sono visibili in una specifica tavola progettuale alla quale si rimanda per i dettagli e della quale si riporta uno stralcio nell'immagine che segue.

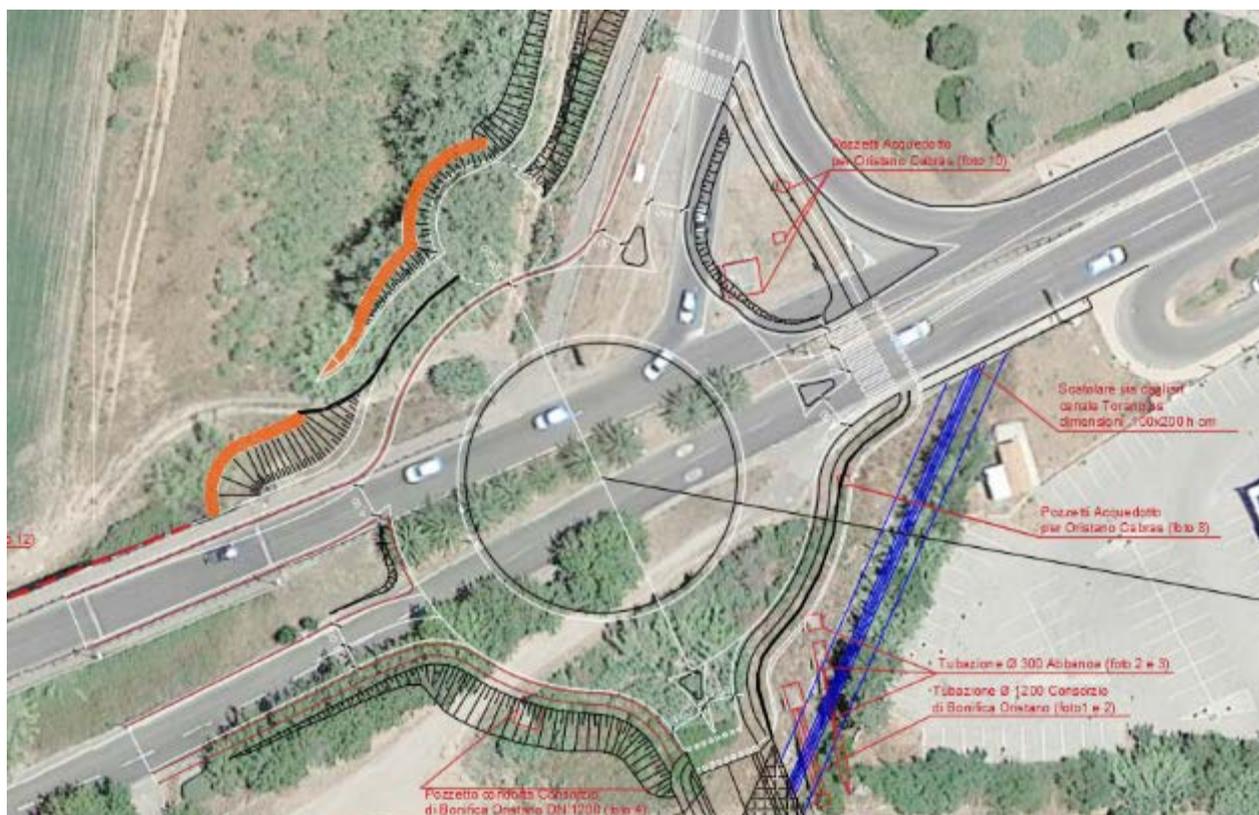


Figura 8-1 Individuazioni sottoservizi zona rotatoria

Nella tavola non sono state riportate le linee elettriche di illuminazione pubblica e di telefonia comunque presenti lungo la viabilità.

Sulla scorta di queste tavole progettuali è stata indetta una conferenza di servizi preliminare che ha coinvolto tutti gli enti interessati dalle interferenze riscontrate.

Si evidenzia in particolare la presenza di due grosse condotte avente diametro 1200 del consorzio di bonifica dell'Oristanese nella zona di realizzazione della rotatoria.

Una di queste condotte è sicuramente in esercizio. Di questa è stato possibile rilevare il pozzetto che ricadrebbe all'interno della nuova rotatoria mentre lo sottostante condotta dovrebbe avere una direttrice nord-ovest sud-est. (Foto sotto).

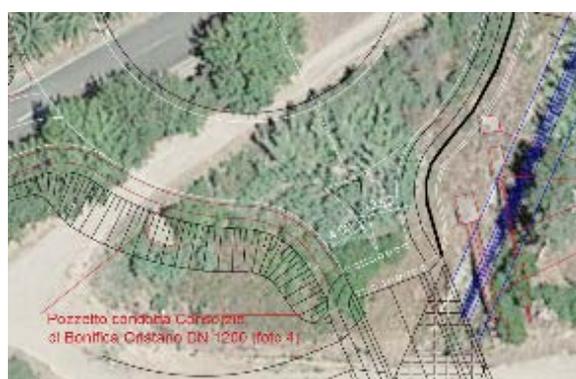


Figura 8-2 Pozzetto condotta 1200 in esercizio Consorzio di bonifica

Il pozzetto andrà reso ispezionabile e quindi andrà sollevato di quota di circa 3 m. Occorrerà valutare insieme all'Ente gestore la compatibilità della presenza della condotta interrata con il rilevato stradale previsto in progetto.

L'altra condotta, stando alle prime indicazioni fornite dall'Ente, dovrebbe essere non in uso. La soluzione progettuale prevista comunque consente di preservare l'opera di attraversamento del canale Torangius mediante la realizzazione di un muro di sostegno da posizionare a filo della carreggiata con pista ciclabile a sbalzo. Anche in questo caso andrà valutata

la compatibilit  della condotta interrata con i rilevati previsti in progetto. L'immagine sotto mostra la condotta del consorzio di bonifica in questione.

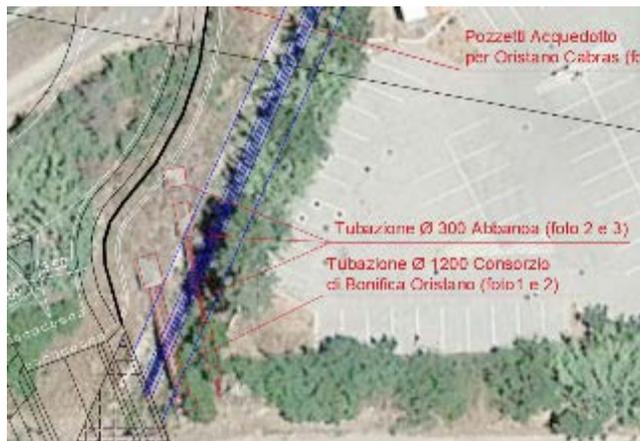


Figura 8-3 Condotta Consorzio di bonifica dismessa

A lato della condotta 1200 non in uso si trova una condotta idrica Abbanoa DN 300 circa. Il manufatto di attraversamento del Torangius di tale condotta risulta non interferire con il progetto. Da valutare la parte interrata insieme all'Ente gestore. La foto sotto riportata mostra questa condotta Abbanoa.

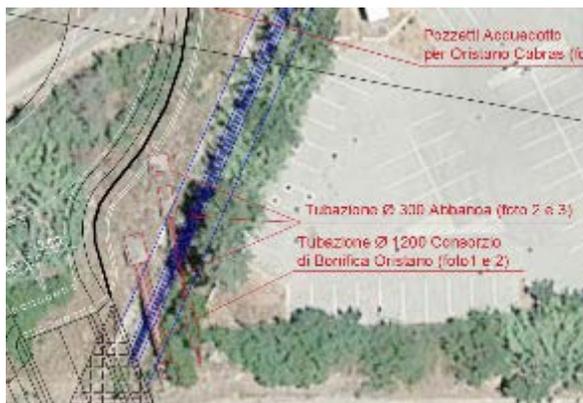


Figura 8-4 Condotta DN 300 Abbanoa

Sono presenti nella zona d'intervento altri pozzetti che riguardano l'acquedotto Oristano Cabras. Anche negli impalcati dei ponti sul Tirso sono presenti delle condotte idriche come si evince dalla documentazione grafica di seguito riportata.



Figura 8-5 Pozzetti acquedotto Oristano Cabras



Figura 8-6 Pozzetti acquedotto Oristano Cabras

Di seguito le immagini delle condotte presenti sugli impalcati dei ponti sul Tirso.



Figura 8-7 Condotte idriche sugli impalcati del Tirso



Figura 8-8 Condotte idriche sugli impalcati del Tirso

Oltre alle interferenze su evidenziate è stata riscontrata la presenza di rete di illuminazione pubblica, rete di distribuzione Enel e pozzetti di reti di telefonia Telecom (da valutare presenza anche di fibra ottica).

In sintesi in fase preliminare sono stati coinvolti i seguenti Enti gestori:

1. CONSORZIO DI BONIFICA DELL' ORISTANESE (protocollo.cbo@pec.it) VIA CAGLIARI, 170 - 09170 ORISTANO (OR).
2. ENAS - ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA (protocollogenerale@pec.enas.sardegna.it) VIA MAMELI 88 - 09100 CAGLIARI (CA).
3. ABBANOVA SPA (protocollo@pec.abbanoa.it) VIALE DIAZ 77 - 09100 CAGLIARI (CA).
4. E-DISTRIBUZIONE SPA (e-distribuzione@pec.e-distribuzione.it) VIA SAN SIMONE SNC - 09122 CAGLIARI (CA).
5. TERNA RETE ITALIA SRL (ternareteitaliaspa@pec.terna.it) PIAZZA DEFFENU 1 - 09100 CAGLIARI (CA).
6. TELECOM ITALIA SPA CAGLIARI (telecomitalia@pec.telecomitalia.it) VIA CALAMATTIA 17 - 09100 CAGLIARI (CA).
7. FASTWEB SPA (fiber.network.centro@pec.fastweb.it) VIA CARACCIOLLO 51 - 20100 MILANO (MI).

Da parte degli Enti coinvolti non ci sono state ulteriori indicazioni e/o prescrizioni in sede di conferenza di servizi preliminare.

9 Esecuzione e restituzione rilievi topografici

Il rilievo topografico è stato effettuato con strumentazione GPS in modalità RTK (rilievo cinematico in tempo reale) utilizzando le correzioni differenziali fornite dalla Rete di stazioni permanenti della Sardegna SARNET.

L'RTI è in possesso di strumentazione gps della Trimble. Le coordinate GPS rilevate nel sistema WGS84 sono convertite nel sistema Gauss-Boaga e le quote da ellissoidiche sono trasformate in geoidiche utilizzando i grigliati di trasformazione certificati dall'Istituto Geografico Militare Italiano relativi ai fogli controllo interessati. Come procedura di controllo è stata adottata la verifica di almeno tre punti della rete IGM95 posizionati a triangolo rispetto al tracciato. L'RTI è anche in possesso di una stazione totale per il rilievo di precisione delle opere d'arte.

10 Espropri

La definizione delle superfici interessate dagli espropri è stata ricavata sovrapponendo la planimetria georeferenziata di progetto (prodotta a seguito dei rilievi topografici) con le planimetrie catastali estratte dal sistema Sister.

L'elaborazione è stata poi rifinita con l'ausilio del software Qgis per l'esportazione finale della Planimetria Catastale.

L'intervento ricade su aree di proprietà pubblica e su particelle attualmente intestate a ditte private, sebbene alcune di esse facciano parte del solido stradale esistente.

Per queste ultime si presume che non siano state completate le volture catastali.

La valutazione delle stime di esproprio è stata calcolata tenendo conto delle valutazioni del listino dei valori immobiliari dei terreni agricoli per la provincia di Oristano (Listino 2021, Exeo Edizioni).

Per le particelle ricadenti entro le perimetrazioni del Piano Urbanistico comunale si sono adottati prezzi di mercato medi da ricerca di mercato telematica.

Il totale delle somme previste per le pratiche espropriative è pari ad € 33.892,64, come si evince dal quadro riassuntivo allegato al piano particellare di esproprio.

11 Stima dei lavori

I lavori sono stati stimati utilizzando il prezzario Regionale Sardegna 2022 mentre il progetto di fattibilità era stato stimato con il Prezzario 2019. Questo ha comportato un aumento degli importi di circa il 15 %. Per le voci non comprese in elenco è stata eseguita regolare analisi dei prezzi.