

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



U.O. COORDINAMENTO DI SISTEMA E PFTE

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NORMATIVE VIGENTI

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RR00 10 R 14 RI ID0002 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	P.Martini	Agosto 2022	M.Villani	Agosto 2022	T.Paoletti	Agosto 2022	G.Ingrosso Agosto 2022
								ITALFERR S.p.A. COORDINAMENTO DI SISTEMA Dott. Ing. GIULIANA INGROSSO Ordine degli Ingegneri di ROMA N. 20502

File: RR0010R14RIID0002001A

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	6
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	8
3	STRUMENTI AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA	9
4	ANALISI IDROLOGICA	12
5	INTERFERENZE IDRAULICHE.....	13
5.1	RIO PAULE LONGA E AFFLUENTI	13
5.1.1	VI01, VI02	15
5.1.2	IN01, IN03.....	16
5.1.3	IN17.....	17
5.2	CANALE_121.....	17
5.3	IN14.....	18
6	VALUTAZIONI PRELIMINARI SUI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA	19
6.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	20
6.2	USO DEL SUOLO.....	22
6.2.1	Uso del Suolo: STATO ATTUALE.....	23
6.2.2	Uso del Suolo: STATO DI PROGETTO	25
6.2.3	Curve Number	27
6.3	CALCOLO IDROGRAMMI DI PIENA.....	27
6.3.1	Confronto idrogrammi nella sezione di chiusura JI_01	29
6.3.2	Confronto idrogrammi nella sezione di chiusura PAD01_04	30
7	DISCIPLINA DEGLI SCARICHI	32
8	VALUTAZIONI PRELIMINARI SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI	33
9	VALUTAZIONI PRELIMINARI SUL TRASPOSTO SOLIDO	37
	BIBLIOGRAFIA.....	39

Indice delle figure

Figura 1 - Aree soggette a pericolosità idraulica ai sensi del Piano di Assetto Idrogeologico 2015, perimetrate a tutela della salute umana e del territorio dal rischio di esondazione.	9
Figura 2 - Aree soggette a pericolosità idraulica ai sensi degli studi svolti dal comune di Olbia per il prossimo aggiornamento PAI.	10
Figura 3 - Piano Stralcio Fasce Fluviali (2015).	11
Figura 4 – inquadramento planimetrico interferenze idrauliche: reticolo idrografico (in ciano), linea ferroviaria esistente (in nero), linea ferroviaria in progetto (in rosso)	13
Figura 5 – indicazione (in rosso) delle aree per le quali preesistono criticità idrauliche tali da provocare allagamenti della sede ferroviaria esistente	15
Figura 6 – Sezione corrente sul Paule Longa in corrispondenza del viadotto ferroviario VI01.	16
Figura 7- Inquadramento planimetrico interferenza con canale_121.	18
Figura 8 -Bacini del Paule Longa e del Liscia: caratterizzazione unità litologiche.	20
Figura 9 - Copertura Corine Land Cover 2008 del bacino del Paule Longa e del Liscia.	21
Figura 10 - Planimetria dei bacini - Stato Attuale.	23
Figura 11 - Carta dei CN ANTE OPERAM Bacino Paule Longa vettorializzata dal raster dei CN-II della Regione Sardegna..	24
Figura 12 - Carta dei CN ANTE OPERAM Bacino Fiume Liscia vettorializzata dal raster dei CN-II della Regione Sardegna.	24
Figura 13 -Nuova linea ferroviaria di progetto.	25
Figura 14 - Carta dei CN POST OPERAM bacino Paule Longa vettorializzata post-intervento.	26
Figura 15 -Carta dei CN POST OPERAM bacino Fiume Liscia vettorializzata post-intervento.	26
Figura 16 - Schematizzazione dei bacini in HEC-HMS per Paule Longa.	28
Figura 17 - Schematizzazione dei bacini in HEC-HMS per Fiume Liscia (PAD01_04).	28
Figura 18- Confronto idrogrammi per TR 100 anni - stato attuale e di progetto per l'intero bacino.	29
Figura 19- Confronto idrogrammi per TR 100 anni - stato attuale e di progetto per il sottobacino PAD01_04.	31
Figura 20 - Anomalie [mm/anno] dell'indicatore AP (Cumulata delle precipitazioni annuali) per il periodo 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5.	34
Figura 21 - Anomalie [giorni/anno] dell'indicatore R20 (Giorni di precipitazione intensa = Numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm) per il periodo 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5.	35
Figura 22 - Anomalie [mm/giorno] dell'indicatore Rx1day (Massimo di precipitazione giornaliera = Massimo valore di precipitazione giornaliera) con un tempo di ritorno di 2 e 5 anni per il periodo 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5.	35

Indice delle tabelle

Tabella 1- Valori di a ed n per i diversi TR con metodo TCEV Sardegna per durate superiori all'ora.	12
Tabella 2- Valori di altezze di pioggia [mm] per diversi tempi di ritorno (>10) e per durate di pioggia superiori all'ora.	12
Tabella 3 -Verifica del franco idraulico per IN01 e IN03.	16
Tabella 4 -Verifica del franco idraulico per IN17.	17
Tabella 5 -Verifica del franco idraulico per IN14.	18
Tabella 6- Classificazione degli interventi in base all'estensione territoriale.	19
Tabella 7 - Valori del Curve Number per AMC-III nello Stato Attuale e di Progetto.	27
Tabella 8- Confronto delle portate di picco ante e post operam per il J1_01.	30
Tabella 9- Confronto delle portate di picco ante e post operam per il PAD01_04.	31

1 PREMESSA

L'aeroporto di Olbia Costa Smeralda, individuato come aeroporto di interesse nazionale (DPR 201/2015), non è attualmente connesso alla rete ferroviaria.

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza individua la realizzazione del collegamento ferroviario dell'aeroporto di Olbia tra gli investimenti di potenziamento, elettrificazione e aumento della resilienza delle ferrovie nel Sud finalizzati ad aumentare la competitività e la connettività del sistema logistico intermodale e migliorare l'accessibilità ferroviaria di diverse aree urbane del Mezzogiorno.

L'intervento consiste nella realizzazione di un nuovo tratto di linea per il collegamento tra l'Infrastruttura Ferroviaria Nazionale e l'Aeroporto di Olbia Costa Smeralda. L'opera, oltre a intercettare i flussi prettamente stagionali da/per l'aeroporto, aiuterà ad intercettare gli spostamenti sistematici che gravitano nell'Area di Studio costituita dai Comuni di Olbia e Golfo Aranci.

L'aeroporto di Olbia Costa Smeralda, gestito dalla società GE.A.SAR. S.p.A., è posizionato a circa 4 km a sud dal centro di Olbia.

Il progetto prevede la realizzazione di una linea a semplice binario di circa 3,4 km che colleghi la stazione di Olbia Terranova e l'aeroporto di Olbia Costa Smeralda.

Una volta attivato, questo collegamento garantirà una frequenza minima oraria (1 treno/h) per senso di marcia sulla relazione Olbia Terranova - Olbia Aeroporto.

Il perimetro della presente progettazione comprende i seguenti interventi:

- Nuova stazione Aeroporto Costa Smeralda;
- Bivio Micaleddu: bretella di collegamento tra la nuova linea per l'aeroporto e la linea esistente in direzione Ozieri – Chilivani.

Sono previsti alcuni interventi presso la stazione di Olbia Terranova funzionali alla realizzazione del nuovo collegamento con l'aeroporto di Olbia, questi interventi sono correlati alla presente progettazione, ma oggetto di altro appalto.

Il progetto di fattibilità tecnico economica vede un tracciato che si sviluppa per circa 3,4 km in semplice binario. Il collegamento con la linea esistente avviene mediante un bivio in direzione Olbia Terranova, localizzato alla fine dell'attuale centro abitato di Olbia, e mediante un bivio in località Micaleddu, così da garantire anche il collegamento della nuova linea con la linea esistente in direzione Sassari-Chilivani. Il tracciato presenta inizialmente uno sviluppo in rilevato, per proseguire in galleria per circa 450m, la galleria termina dopo il passaggio sotto la SS729. Procedendo in direzione aeroporto è presente un viadotto di circa 900m che permette di arrivare sempre in viadotto in prossimità dell'aeroporto.

La stazione prevista in aeroporto presenterà due binari di servizio in viadotto, la soluzione sopraelevata permette di ridurre l'impronta a terra della stazione, riducendo l'impatto sulle aree aeroportuali. I marciapiedi di banchina presentano un'estensione di circa 200m e saranno coperti da pensiline.

La nuova linea non è elettrificata, ma presenterà le caratteristiche tecniche necessarie ad una futura elettrificazione (con altro appalto).

La presente relazione è parte integrante del PFTE di collegamento ferroviario con l'aeroporto di Olbia e riassume le valutazioni in merito alla compatibilità idraulica delle opere in progetto con riferimento alle normative vigenti in materia di protezione idraulica del territorio. In particolare, sono riportati:

- inquadramento territoriale degli interventi in progetto con riferimento alle mappe di pericolosità emesse dall'Autorità Distrettuale di Bacino della Regione Sardegna e relative Norme Tecniche di Attuazione;
- sintesi delle opere idrauliche previste in progetto e relativi franchi;
- Prime valutazioni sui Principi della Invarianza idraulica;
- Disciplina degli scarichi
- Prime valutazioni sul Climate change
- Prima valutazioni sul trasporto solido

	PFTE collegamento ferroviario con l'aeroporto di Olbia -					
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NORMATIVE VIGENTI	COMMESSA RR00	LOTTO 00 R 14	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID 0002 001	REV. A	FOGLIO 8 di 39

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Viene richiamata di seguito la principale documentazione di riferimento utilizzata nel lavoro: - serie generale)

- Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato Lavori Pubblici, “Attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia (DL. 180 e Legge 267 del 03-08-1998) – Linee Guida”, (Regione Autonoma della Sardegna, Mancini, & Salis, 2000);
- Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato Lavori Pubblici, “Linee Guida per la Redazione del Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali - Integrazioni Metodologiche”, Mancini M., Tilocca G., Cagliari, Settembre 2006;
- Regione Autonoma della Sardegna, Università degli Studi di Cagliari, “Linee Guida per la redazione degli studi comunali dei bacini urbani e periurbani interessati da elementi del reticolo idrografico regionale – Relazione Metodologica per la modellazione idraulica bidimensionale”, Università degli Studi di Cagliari, DICAR, 2021;
- Rete Ferroviaria Italiana (RFI), “Manuale di Progettazione delle Opere Civili Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale”, RFI DTC SI CS MA IFS 001 E, Dicembre 2020;
- Regione Autonoma della Sardegna - Presidenza, “Linee Guida e Indirizzi Operativi per l’attuazione del Principio della Invarianza Idraulica (art. 47 delle NTA del PAI)”, Mancini M., Tilocca G., Cagliari, 17 Maggio 2017.
- Testo Unico 25 Luglio, n.523
- Circolare 20 marzo 1986 N.27291 del Ministero dei lavori Pubblici, Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni, di cui al decreto ministeriale 12 Dicembre 1985;
- D.P.C.M. 4 Marzo 1996 recante disposizioni in materia di risorse idriche (G.U. 14 marzo 1996,n.62)
- D.Lgs. 3 Aprile 2006 n.152 Norme in materia ambientale (G.U. n.88 del 14 aprile 2006 – S.O. n.96);
- D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento del Norme Tecniche per le costruzioni (G.U.n.42 del 20 febbraio 2018 – serie generale);
- Circolare 21 gennaio 2019 del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, istruzione per l’applicazione gennaio dell’aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale (G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019 – serie generale)

3 STRUMENTI AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Nel **Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)** vigente (approvato nel 2015), le fasce di pericolosità idraulica, aree potenzialmente soggette ad inondazioni, comprendono la quasi totalità del corso del Rio Paule Longa il quale risulta soggetto a pericolo di esondazione per eventi anche con tempo di ritorno di 50 anni. Questi interessano principalmente la piana compresa tra il Paule Longa ed il Tannaule e l'area urbana fino al golfo di Olbia. (Figura 1).



Figura 1 - Aree soggette a pericolosità idraulica ai sensi del Piano di Assetto Idrogeologico 2015, perimetrare a tutela della salute umana e del territorio dal rischio di esondazione.

Le aree di inondazione H1, H2, H3, H4, sono tracciate con l'obiettivo di fornire un completamento rispetto allo stato attuale della pericolosità idraulica del centro abitato. Esse sono redatte con l'ausilio della modellistica idraulica della rete idrografica e bidimensionale della piana di Olbia e a successive verifiche morfologiche e di campo (Mancini M. , Ottobre 2014).

Le aree di inondazioni corrispondono rispettivamente a (Regione Autonoma della Sardegna, Mancini, & Salis, 2000):

- aree a bassa probabilità di inondazione se allagate con portate con tempo di ritorno minore o uguale a 500 anni (Hi 1);
- aree a moderata probabilità di inondazione se allagate con portate con tempo di ritorno minore o uguale a 200 anni (Hi 2);
- aree ad alta probabilità di inondazione se allagate con portate con tempo di ritorno minore o uguale a 100 anni (Hi 3);

- aree a molto alta probabilità di inondazione se allagate con portate con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni (Hi 4).

Nel presente progetto sono stati considerati anche gli approfondimenti e le conseguenti mappe redatte dal Comune di Olbia nell'ambito aggiornamento dello Studio di Assetto Idrogeologico (PAI) del Comune di Olbia ai sensi dell'art. 8 c.2 delle Norme di Attuazione (N.A.) del PAI. Tale studio non ha ancora concluso l'iter di approvazione e adozione da parte della Autorità di Bacino Distrettuale e quindi non risulta ancora come aggiornamento del PAI vigente. Tuttavia, trattandosi di un approfondimento e un aggiornamento delle conoscenze dello stato dell'opera in merito alle criticità idrauliche esistenti, è stato preso in considerazione nel presente progetto.



Figura 2 - Aree soggette a pericolosità idraulica ai sensi degli studi svolti dal comune di olbia per il prossimo aggiornamento PAI.

Il **Piano Stralcio delle Fasce Fluviali** approvato con Delibera n.2 del 17.12.2015 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. Inoltre costituisce un approfondimento ed un'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. Nell'immagine seguente si riportano le fasce fluviali identificate negli elaborati del PSFF (Figura 3).

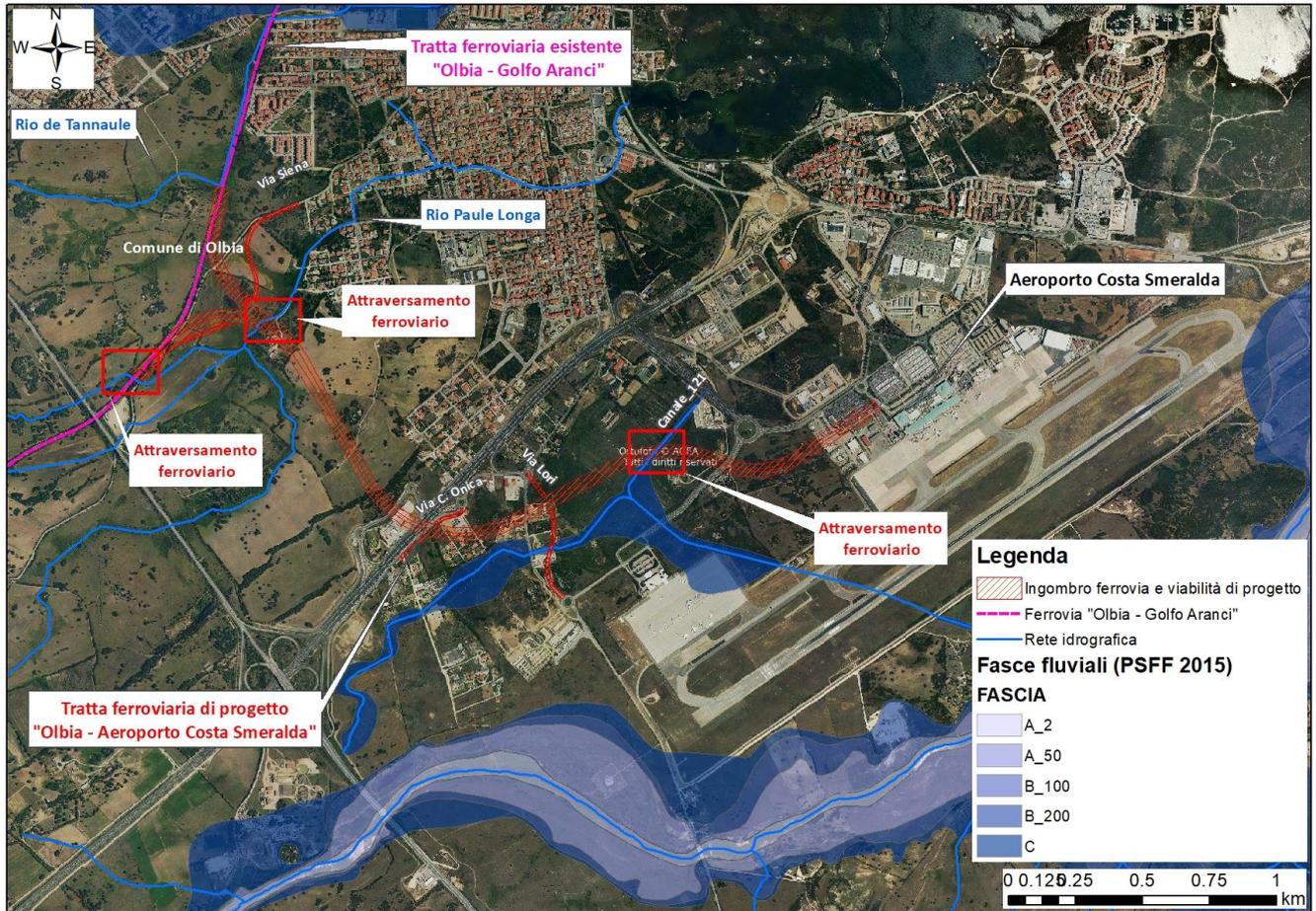


Figura 3 - Piano Stralcio Fasce Fluviali (2015).

4 ANALISI IDROLOGICA

La caratterizzazione del regime pluviometrico per l'area in esame è stata effettuata tenendo conto di diversi modelli statistici di previsione delle altezze di pioggia di assegnata durata d e tempo di ritorno Tr . Lo scopo ultimo è stato quello di determinare delle curve con legge potenza del tipo:

$$h(d, Tr) = a \cdot d^n$$

dette Curve di Possibilità Pluviometrica, i cui parametri a ed n sono stati determinati con le diverse metodologie suggerite dalle Linee Guida della Regione Sardegna. Dal confronto è emerso che le altezze di pioggia più cautelative erano quelle fornite dal metodo TCEV della Regione Sardegna per cui si è fatto riferimento a queste per il calcolo degli idrogrammi di piena (cfr. Cap. 7 della Relazione Idrologica cod. RR0000R14RIID0001001A).

Tabella 1- Valori di a ed n per i diversi TR con metodo TCEV Sardegna per durate superiori all'ora.

TR	TR>10 e Tp>1h	
	A	n
25	45.52	0.37
50	53.14	0.37
100	60.75	0.37
200	68.36	0.37
500	78.43	0.37

Tabella 2- Valori di altezze di pioggia [mm] per diversi tempi di ritorno (>10) e per durate di pioggia superiori all'ora.

Durata [h]	Altezza di pioggia in mm h(d)					
	h medio (d)	h(TR25)	h(TR50)	h(TR100)	h(TR200)	h(TR500)
3	35.46	68.55	79.89	91.20	102.47	117.32
6	46.31	88.74	103.33	117.84	132.29	151.27
12	60.49	114.89	133.64	152.27	170.77	195.04
24	79.01	148.73	172.85	196.76	220.46	251.46

Le portate al colmo sono state determinate con due metodi: il classico Metodo Razionale (come indicato nelle Linee Guida della Regione Sardegna) ed il modello idrologico USACE HEC-HMS. Tali portate sono state poi messe a confronto con quelle indicate dalla normativa vigente ed è stato scelto il metodo che fornisce i valori più cautelativi. Al termine delle verifiche, gli idrogrammi di progetto più gravosi sono risultati quelli ottenuti tramite il modello HEC-HMS come esplicitato nella Relazione Idrologica (cod. RR0000R14RIID0001001A).

5 INTERFERENZE IDRAULICHE

Nella figura seguente è mostrato un inquadramento planimetrico delle interferenze tra il reticolo idrografico e la linea ferroviaria esistente e di progetto che sono state oggetto di modellazione idraulica. Nel seguito si riportano in maniera sintetica i risultati delle verifiche idrauliche in termini di franco idraulico per le nuove opere di attraversamento; per la descrizione dell'intero insieme di interventi di sistemazione idraulica previsti in progetto si rimanda alla Relazione Idraulica (RR0000R14RIID0002003A)



Figura 4 – inquadramento planimetrico interferenze idrauliche: reticolo idrografico (in ciano), linea ferroviaria esistente (in nero), linea ferroviaria in progetto (in rosso)

5.1 Rio Paule Longa e affluenti

Il Rio Paule Longa scorre a sud del centro abitato e può essere considerato come diviso in due tratti principali:

- primo tratto a cielo aperto e caratterizzato da alveo naturale fino a Via Andria;
- secondo tratto tombato fino alla foce negli Stagni di Olbia.

Dalla Figura 4 si evince che per il tratto a cielo aperto gli affluenti del Paule Longa (Fiume_172945 e Fiume_172944) interferiscono con la linea ferroviaria esistente, mentre a valle della confluenza l'asta principale del Paule Longa è attraversato in viadotto dalla infrastruttura ferroviaria in progetto.

È stato implementato un modello di simulazione idraulica secondo una schematizzazione 2D al fine di ricavare i valori delle altezze d'acqua e delle velocità nelle aree allagabili dal Paule Longa e dai suoi affluenti. L'estensione dei domini di calcolo bidimensionali è stata definita in funzione delle caratteristiche morfologiche ed urbane dell'area oggetto di studio; in termini generali il dominio di calcolo ha incluso il tratto terminale del corso d'acqua per un tratto sufficientemente esteso verso monte rispetto alle infrastrutture in progetto e alla linea ferroviaria esistente. La sezione di chiusura di valle è stata posta in prossimità della foce.

A questi modelli si aggiungono le schematizzazioni dei modelli 1D predisposti per le verifiche di sicurezza idraulica per i soli tombini ferroviari e stradali di progetto.

Le analisi sono svolte con un grado di dettaglio coerente con la fase progettuale di PFTE e costituiscono le prime necessarie valutazioni volte a definire la compatibilità idraulica degli interventi in progetto e gli interventi necessari per la messa in sicurezza delle infrastrutture esistenti e di progetto. Le presenti analisi potranno essere integrate nelle successive fasi progettuali al fine di dettagliare maggiormente le opere individuate in questa fase.

Le analisi nella configurazione ante operam hanno mostrato la necessità di adeguare due tombini ferroviari esistenti lungo la linea storica, in quanto provocavano allagamenti tali da sormontare la linea ferroviaria esistente.

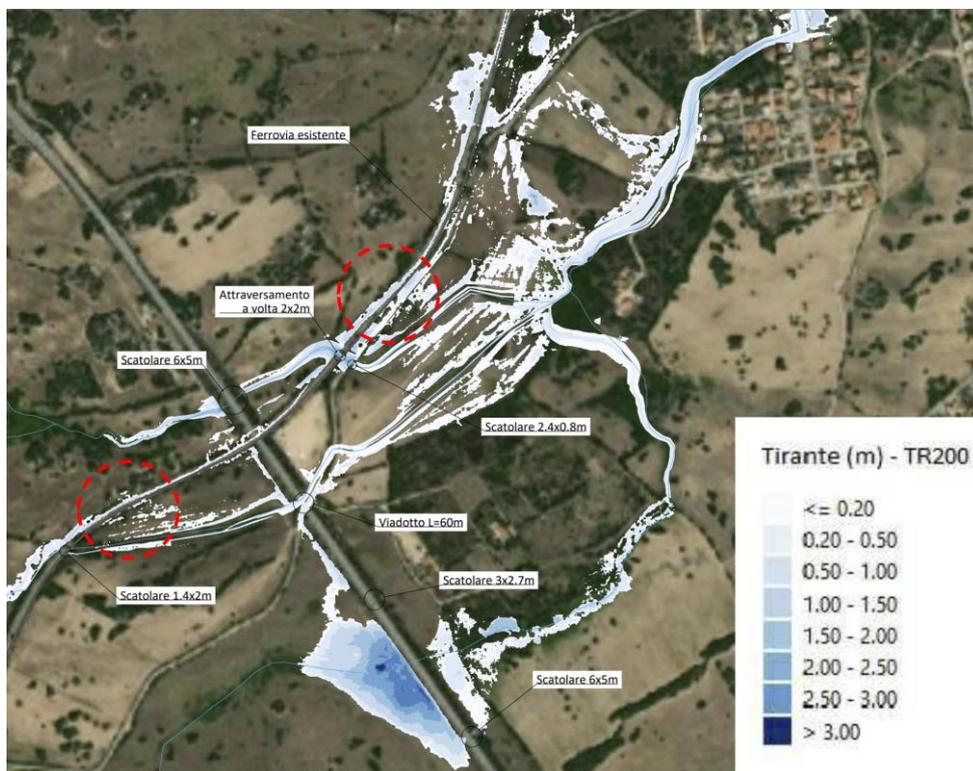


Figura 5 – indicazione (in rosso) delle aree per le quali preesistono criticità idrauliche tali da provocare allagamenti della sede ferroviaria esistente

Per quanto riguarda lo scavalco dell'alveo del Paule Longa da parte della linea ferroviaria in progetto e del bivio Micaleddu, questo avviene in viadotto. Di seguito sono riportati sinteticamente i franchi idraulici per le nuove opere in progetto.

5.1.1 VI01, VI02

I due nuovi viadotti di attraversamento sul Paule Longa (VI01 per la linea di collegamento per l'aeroporto, VI02 per il bivio Micaleddu) sono realizzati con un impalcato a struttura mista a semplice binario di luce pari a 45 m. In seguente è mostrata la posizione relativa tra il VI01 e le sistemazioni d'alveo: è evidente un franco idraulico di 3.53m tra il pelo idrico per la piena con $Tr=200$ anni e la quota di intradosso impalcato

Sezione	Livello fondo [m s.l.m.]	Intradosso [m s.l.m.]	Livello acqua TR200 [m s.l.m.]	Franco [m]	Velocità [m/s]	$\frac{0.7v^2}{2g}$ [m]	y per $y \leq 1$ m, 1 m per $y > 1$ m [m]	$0.87\sqrt{y} + \alpha y'$ [m]
IN01	16.53	19.03	17.85	1.18	2.45	0.21	1	0.95
IN03	15.81	18.31	17.15	1.16	2.40	0.20	1	1

5.1.3 IN17

Per la risoluzione delle criticità legate attraversamento idraulico linea ferroviaria esistente in corrispondenza del Fiume_172944 è prevista in progetto la realizzazione di un nuovo tombino ferroviario (IN17) in affiancamento e in sostituzione dell'opera esistente per la risoluzione della interferenza con l'asta del Fiume_172944. La nuova opera ha dimensioni 4.0x2.2 m. La nuova opera è realizzata a una distanza di circa 8m dall'opera esistente in modo tale da permettere la realizzazione per fasi attraverso sistemi di sostegno del binario tipo Essen, permettendo di mantenere in esercizio la linea durante la realizzazione della nuova opera.

Si riportano di seguito i franchi idraulici valutati, in accordo ai criteri previsti dalle vigenti NTA del PAI.

Tabella 4 -Verifica del franco idraulico per IN17.

Sezione	Livello fondo [m s.l.m.]	Intradosso [m s.l.m.]	Livello acqua TR200 [m s.l.m.]	Franco [m]	Velocità [m/s]	$\frac{0.7v^2}{2g}$ [m]	y per $y \leq 1$ m, 1 m per $y > 1$ m [m]	$0.87\sqrt{y} + \alpha y'$ [m]
IN17	31.15	33.35	31.72	1.65	3.7	0.49	0.57	0.66

5.2 Canale_121

Il canale_121 è un canale ubicato in area urbana che sottopassa con canalizzazione chiusa la pista aeroportuale prima di immettersi, circa 2.5km più a valle, nel Fiume Padrongiano. L'interferenza con la linea ferroviaria in progetto, circa alla pk 2+500, avviene nella parte sommitale del bacino il cui perimetro di monte coincide con via Aviazione Generale: l'asta idraulica a monte della ferrovia ha uno sviluppo di soli 250m circa e il canale presenta una larghezza in testa inferiore a 10m. In corrispondenza della interferenza idraulica individuata la ferrovia di progetto è realizzata tramite un lungo viadotto che scavalca completamente l'asta senza interferirla, tra fondo canale e l'intradosso del viadotto di scavalco è presente un franco di circa 10m.

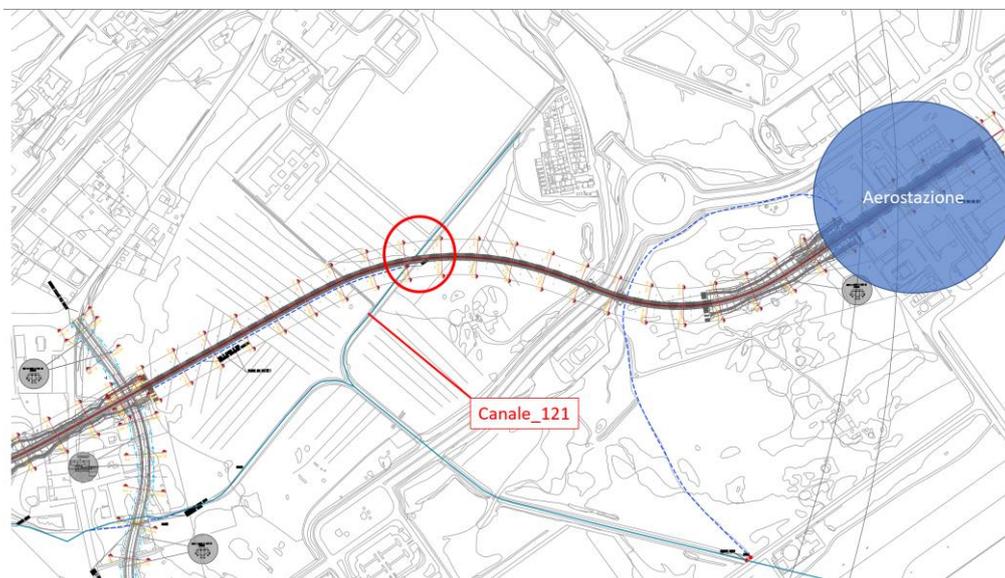


Figura 7- Inquadramento planimetrico interferenza con canale_121.

5.3 IN14

Il fiume_751, è un'asta idraulica che si inserisce in un contesto semi urbanizzato e si congiunge al canale_121 sopradescritto, per poi confluire nel fiume Padrongiano. Ha una lunghezza complessiva di circa 1.7 km e una pendenza dello 0.7 ‰ circa. Si sviluppa in direzione sudovest - nordest, partendo dalla SS131dcn fino alla SP24 a cielo aperto, dopo la quale si immette in un tratto tombato di lunghezza pari a 85 m, per poi terminare in un tratto di 370 m a sezione trapezia 3.0x1.0x10.0 fino alla confluenza col canale_121. L'intersezione della viabilità NV04 di progetto con il fiume_751 viene risolta demolendo il tratto tombato esistente che sarà sostituito da un canale a U in calcestruzzo che confluirà nel tombino di progetto IN09 posizionato alla pk 0+235 della nuova SP24. A valle del tombino è prevista una risagomatura dell'alveo con sezione 2.0x1.0x4.0 m per un graduale raccordo con l'alveo esistente.

Si riportano di seguito i franchi idraulici valutati, in accordo ai criteri previsti dalle vigenti NTA del PAI.

Tabella 5 -Verifica del franco idraulico per IN14.

Sezione	Livello fondo [m s.l.m.]	Intradosso [m s.l.m.]	Livello acqua TR200 [m s.l.m.]	Franco [m]	Velocità [m/s]	$\frac{0.7v^2}{2g}$ [m]	y per $y \leq 1$ m, 1 m per $y > 1$ m [m]	$0.87\sqrt{y} + \alpha y'$ [m]
IN14	9	11.5	10	1.5	1.81	0.11	1	0.87

6 VALUTAZIONI PRELIMINARI SUI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA

Nel Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del bacino unico della Regione Sardegna (PAI) del 2015 viene introdotto il concetto di "invarianza idraulica" (art. 47 NTA PAI) intendendo "il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione". Per dare attuazione concreta a tale principio la Regione Sardegna ha emanato nel maggio 2017 le "LINEE GUIDA E INDIRIZZI OPERATIVI PER L'ATTUAZIONE DEL PRINCIPIO DELLA INVARIANZA IDRAULICA" con indicazioni operative che indirizzassero e supportassero la redazione degli strumenti attuativi di pianificazione locale o altri strumenti di analoga valenza, con contenuti differenziati in relazione alla superficie totale territoriale interessata.

Per le finalità di cui al citato articolo 47, risulta, pertanto, necessario calcolare la portata di piena ed il corrispondente volume di deflusso, per tempi di ritorno significativi considerando due diverse configurazioni: stato attuale e stato successivo alla realizzazione dell'intervento (anche definito come post-intervento). Lo scopo, ovviamente, è quello di verificare che la realizzazione degli interventi di trasformazione territoriale permettano di mantenere invariate le caratteristiche di risposta idraulica del bacino oggetto dell'intervento.

Le classi di intervento previste dalle Linee Guida sono indicate nella tabella seguente (Tabella 6- Classificazione degli interventi in base all'estensione territoriale. Tabella 6).

Tabella 6- Classificazione degli interventi in base all'estensione territoriale.

Classe	Livello di impermeabilizzazione potenziale	Superficie territoriale
a	trascurabile	inferiore a 0.1 ha
b	modesta	compresa tra 0.1 e 0.5 ha
c	significativa	compresa tra 0.5 e 10 ha
d	sostanziale	superiore a 10 ha

Nel caso oggetto del presente studio la superficie totale di intervento è pari a circa **20 ha** pertanto si ricade in categoria **d-sostanziale impermeabilizzazione potenziale**.

Si precisa che, in accordo con la fase progettuale di PFTE, la finalità delle valutazioni quantitative presentate nel seguito è quella di definire l'ordine di grandezza delle modifiche al ruscellamento superficiale conseguente alla impermeabilizzazione del suolo legata alla realizzazione della infrastruttura ferroviaria e stradali. Il dettaglio delle eventuali opere di compensazione sarà sviluppato nelle successive fasi progettuali parallelamente allo sviluppo di maggior dettaglio della rete di drenaggio delle acque di piattaforma.

6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area oggetto di intervento è caratterizzata, per quanto riguarda il bacino del Paule Longa, dalla presenza di terreni del tipo Facies Arzachena (Subunità intrusiva di Monte Tiana - UNITÀ INTRUSIVA DI ARZACHENA), monzograniti inequigranulari, a rari fenocristalli euedrali di Kfs di taglia compresa tra 0.5 e 2 cm. (CARBONIFERO SUP. – PERMIANO) e anche Facies Punta Lovia Avra (Subunità intrusiva di Catala - UNITÀ INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA), monzograniti inequigranulari, con fenocristalli euedrali di Kfs aventi taglia compresa tra 1 e 5 cm. CARBONIFERO SUP. – PERMIANO). Entrambi fanno parte del complesso granitoide della Gallura.

Sono presenti poi in minima parte dei filoni e ammassi pegmatitici, facenti parte del corteo Filoniano.

L'area più a est, all'inizio del nucleo urbano insieme alla quasi totalità del bacino del Liscia, è caratterizzata invece da coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica (OLOCENE), prodotti dal disfacimento del basamento intrusivo sottostante e dal trasporto da parte degli esogeni (Figura 8).

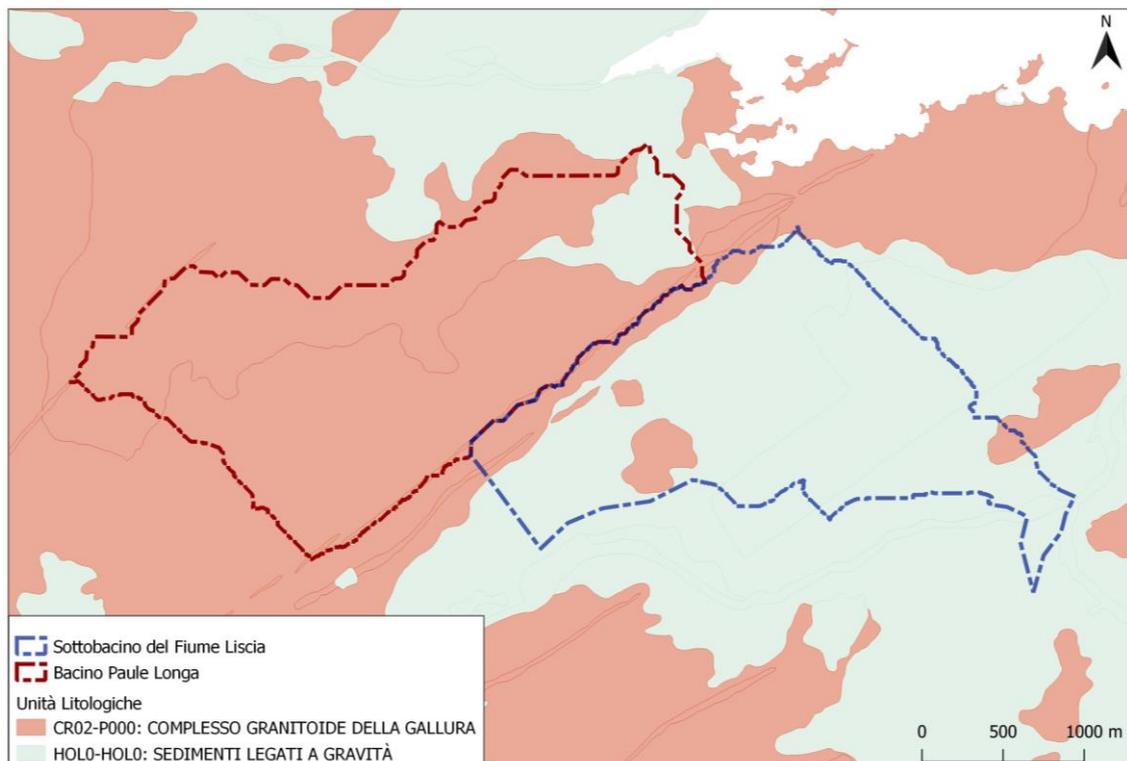


Figura 8 -Bacini del Paule Longa e del Liscia: caratterizzazione unità litologiche.

A livello superficiale, la Corine Land Cover 2008 della Regione Sardegna individua le tipologie di copertura diffuse nel bacino che riguardano nei pressi del nucleo urbano ad est del tessuto residenziale a densità medio-alta; spostandosi verso ovest la parte più rurale è, invece, caratterizzata per lo più da seminativi in aree non irrigue e prati artificiali. Il bacino del Liscia è

caratterizzato dall'area aeroportuale, le superfici seminative ed alcuni insediamenti artigianali e/o industriali e/o commerciali. Si riscontrano poi piccole aree di boschi di latifoglie e macchia mediterranea (gariga) ed in minima parte aree estrattive (Figura 9)

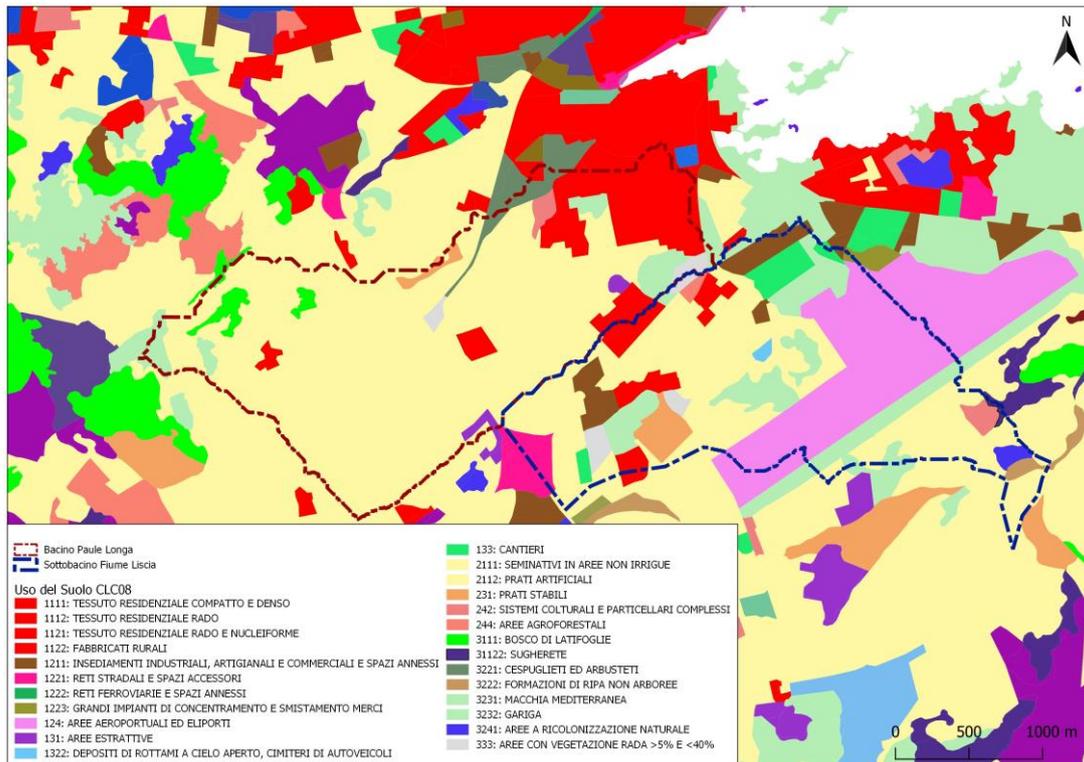


Figura 9 - Copertura Corine Land Cover 2008 del bacino del Paule Longa e del Liscia.

6.2 USO DEL SUOLO

La pioggia lorda determinata con i metodi specificati in precedenza è stata poi depurata dall'aliquota infiltrante facendo riferimento al metodo SCS-CN Curve Number del Soil Conservation Service americano (1972).

La precipitazione netta h_n ovvero il volume di pioggia che effettivamente contribuisce a formare l'evento di piena al netto delle perdite di infiltrazione e intercettazione, è definita dal metodo del Soil Conservation Service (SCS) sulla base di un semplice bilancio di massa ed è espressa dalla seguente equazione:

$$h_n = \frac{(h_{lorda} - I_a)^2}{h_{lorda} + S - I_a} \quad \text{se } h_{lorda} > I_a$$

Il termine I_a rappresenta le perdite iniziali dovute all'immagazzinamento superficiale, imputabili per esempio alla presenza sulla superficie del bacino di zone che, per la loro morfologia, consentono l'accumulo di volumi idrici e all'intercettazione operata dalla copertura vegetale presente. Le perdite iniziali sono assunte pari a:

$$I_a = 0.2S$$

dove S rappresenta il massimo volume di acqua immagazzinabile dal suolo e calcolato come

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Il valore di CN (Curve Number) dipende dalla tipologia e uso del suolo e dalla condizione di saturazione del suolo stesso (classe AMC): tale parametro varia tra 0, terreni molto permeabili, e 100, terreni completamente impermeabili. Le formule sopra indicate si riferiscono alla classe AMC II, ossia quella di suolo mediamente umido. Tali valori puntuali sono stati ottenuti dalla mappa regionale dei CN presente sul Geoportale della Regione Sardegna.

In via cautelativa, si assume che il suolo sia quasi saturo assegnandogli una classe AMC III. Il valore del CN è stato quindi corretto secondo la relazione seguente:

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057CN_{II}}$$

Tale calcolo è stato effettuato dapprima tenendo conto della copertura attuale del bacino e successivamente per l'uso del suolo di progetto, modificato per tenere conto del nuovo rilevato ferroviario. I diversi valori del curve number medio nei sottobacini del Paule Longa sono stati inseriti in HEC-HMS e sono state effettuate le simulazioni ante e post operam, analizzando le differenze in termini di portate di picco e volumi, come dettagliato nel seguito.

6.2.1 Uso del Suolo: STATO ATTUALE

Le superfici in gioco sono pari a circa 4.4 km² per il Paule Longa e 3.80 km² per il Liscia. Sulla base della caratterizzazione geo-pedologica dell'area in esame esposta in precedenza, i bacini possono essere classificati come suolo “**Tipo C**” con riferimento al metodo SCS-CN.

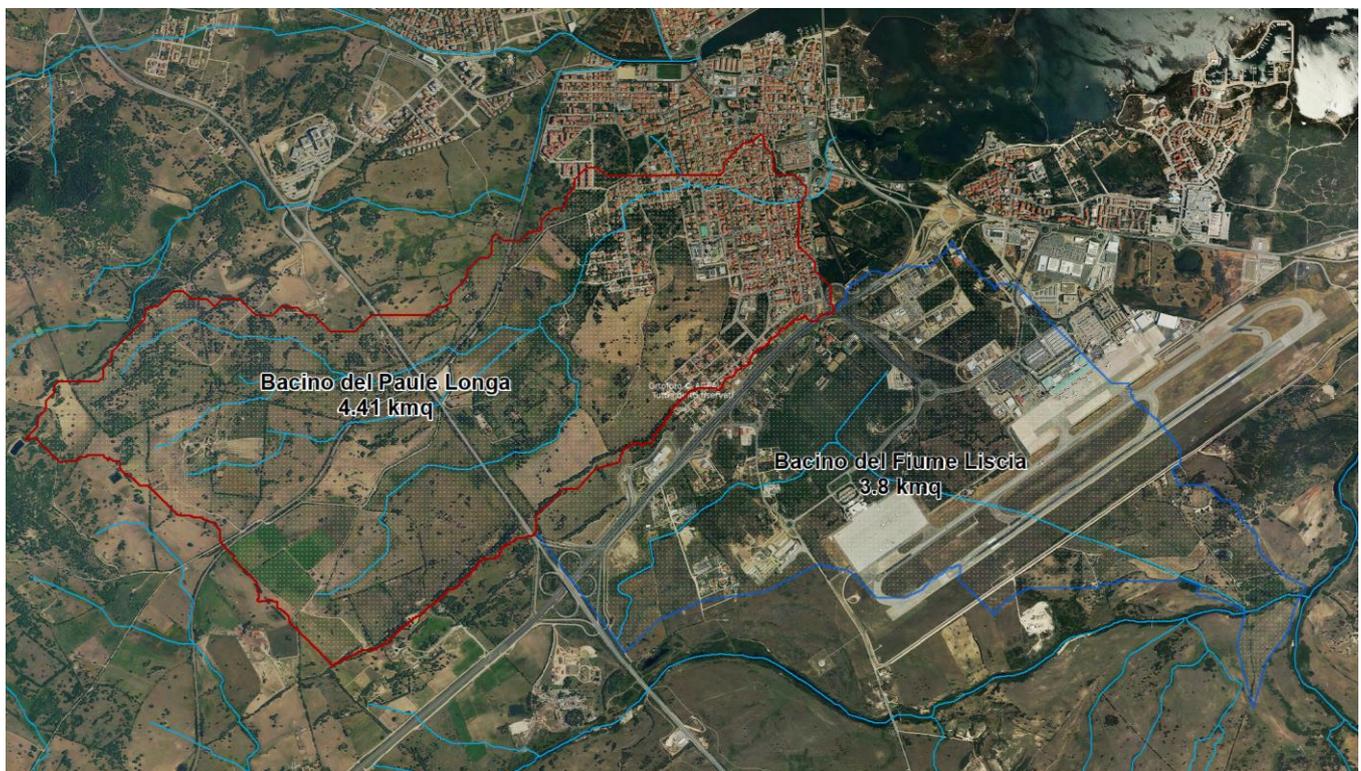


Figura 10 - Planimetria dei bacini - Stato Attuale.

Per l'utilizzo del suolo è stato fatto riferimento ad una versione aggiornata della carta del Curve Number della Regione Sardegna. La carta del *Curve Number* (CN) originale è stata sviluppata e prodotta dal Dipartimento Geologico dell'ARPAS. È stata costruita a partire dalle carte in scala 1:25.000 relative all'Uso del Suolo (2008) e alla Permeabilità dei Substrati e rappresenta l'adeguamento della carta regionale adottata nell'ambito del Piano Stralcio Fasce Fluviali (PSFF) della Regione Sardegna (DGR n. 2 del 17/12/2015). Nel successivo aggiornamento sono state aggiunte le informazioni relative alla viabilità, inserendo la classificazione del *Curve Number*, come indicato nelle linee guide RAS “Carta del *Curve Number* Regionale” (2019).

Facendo riferimento a questo tematismo per lo stato attuale, sono stati stimati i valori medi del CN-II per ciascun sottobacino del Paule Longa e del Liscia, calcolando una semplice media pesata sull'area. (Figura 11, Figura 12).

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA
NORMATIVE VIGENTI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR00	00 R 14	RI	ID 0002 001	A	24 di 39

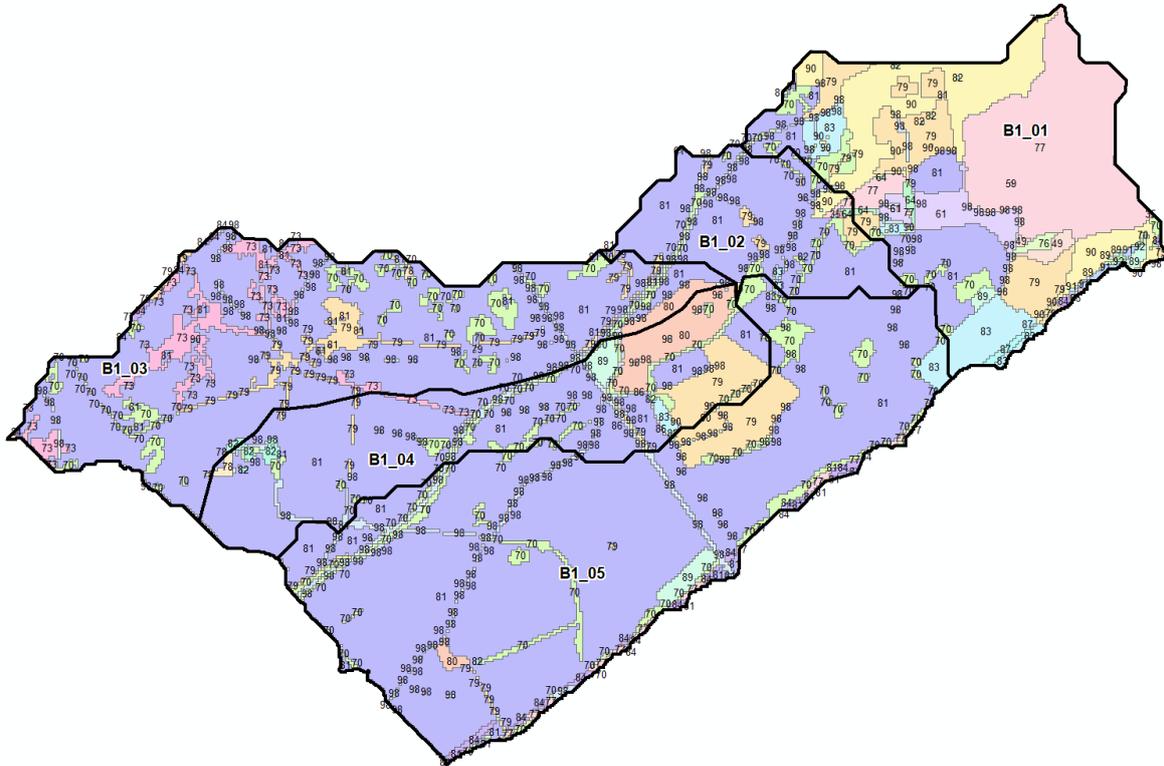


Figura 11 - Carta dei CN ANTE OPERAM Bacino Paule Longa vettorializzata dal raster dei CN-II della Regione Sardegna

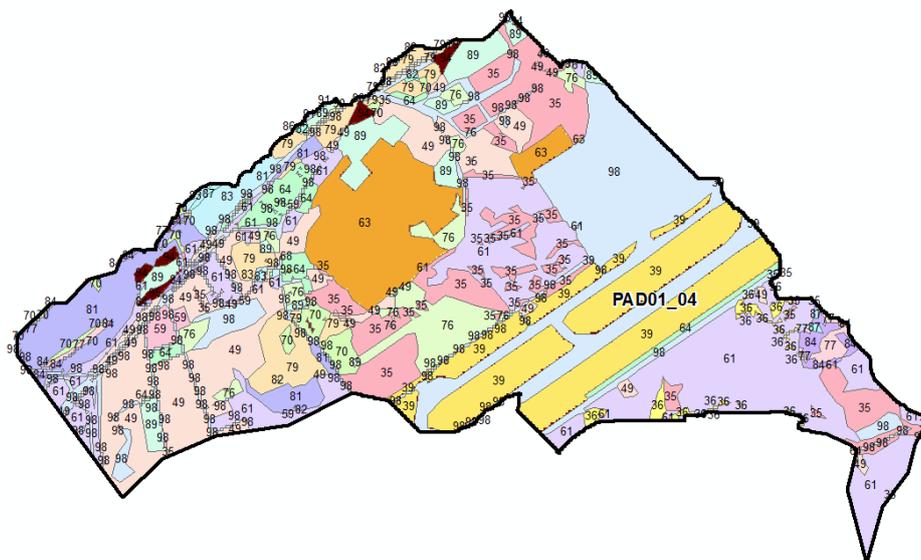


Figura 12 - Carta dei CN ANTE OPERAM Bacino Fiume Liscia vettorializzata dal raster dei CN-II della Regione Sardegna

6.2.2 *Uso del Suolo: STATO DI PROGETTO*

Il progetto prevede la realizzazione di una linea a semplice binario di circa 3,4 km che colleghi la stazione di Olbia Terranova e l'aeroporto di Olbia Costa Smeralda (Figura 13). Sono previste inoltre la viabilità NV01 (via Siena), la NV02 (sp24) e una viabilità di collegamento NV05. A favore di sicurezza, volendo tener conto del cambio di uso del suolo che tale opere comportano a scala di bacino, si è assegnato alle aree impermeabili dei nuovi tracciati (larghezza piattaforma ferroviaria di 8.40 m e carreggiate stradali di 6.50 m) un valore di CN-II pari a 98 mentre alle rimanenti dimensioni dell'impronta di progetto un valore di CN-II pari a 79 e si sono ricalcolati i nuovi valori medi del curve number per il post operam (Figura 14 Figura 15)



Figura 13 -Nuova linea ferroviaria di progetto.

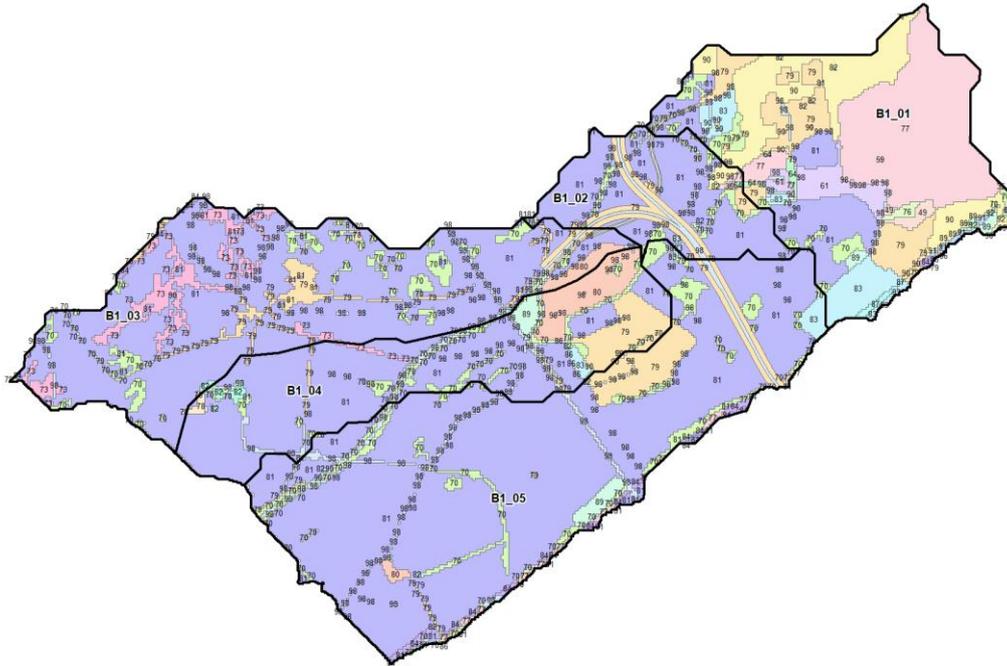


Figura 14 - Carta dei CN POST OPERAM bacino Paule Longa vettorializzata post-intervento.

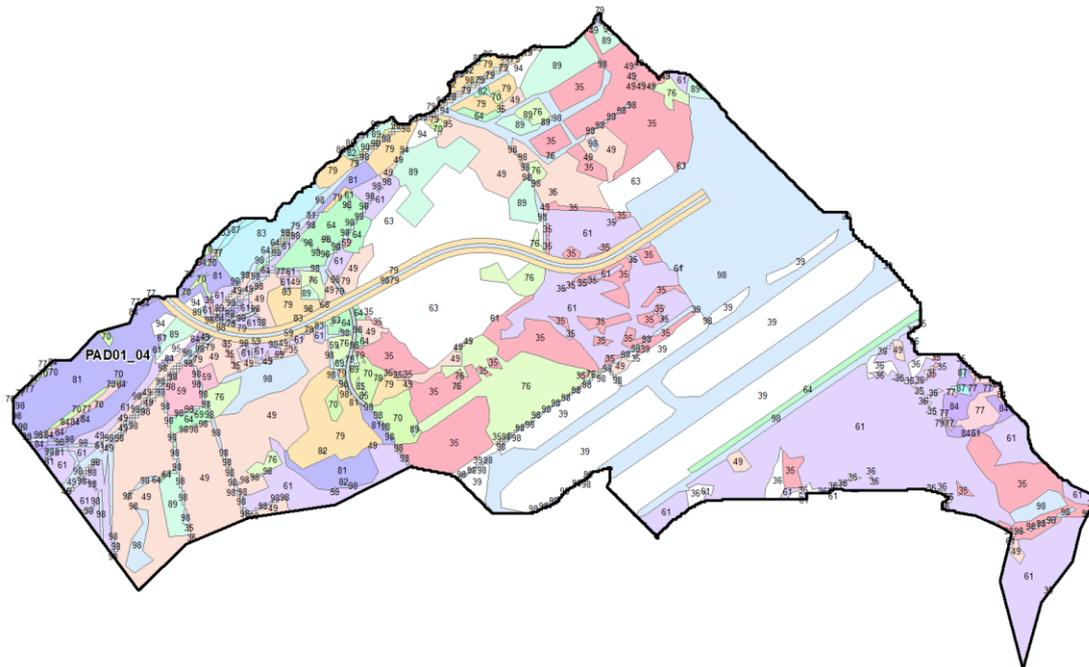


Figura 15 - Carta dei CN POST OPERAM bacino Fiume Liscia vettorializzata post-intervento.

6.2.3 Curve Number

Dai valori medi di CN-II sono stati stimati con la formulazione proposta dal Soil Conservation Service i valori del curve number per la condizione AMC-III, che identifica il caso peggiore per la condizione di umidità del sottosuolo nei 5 giorni precedenti l'evento. I risultati sono riassunti in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**:

Tabella 7 - Valori del Curve Number per AMC-III nello Stato Attuale e di Progetto.

SBAC	Area	CN ANTE	CN III	CN POST	CN III
B1 01	0.93	80	90	80	90
B1 02	0.32	81	91	82	91
B1 03	1.03	80	90	80	90
B1 04	0.65	81	91	81	91
B1 05	1.48	81	91	81	91
PAD01 04	3.80	65	81	66	82

6.3 CALCOLO IDROGRAMMI DI PIENA

La metodologia proposta per la stima degli idrogrammi di piena e delle portate al colmo prevede l'applicazione di un modello afflussi-deflussi, mediante l'utilizzo di un modello idrologico semi-distribuito, che permette una definizione più accurata dei processi di formazione locale del deflusso superficiale e della sua propagazione attraverso il reticolo idrografico.

È stato quindi utilizzato il modello HEC-HMS, un codice di calcolo sviluppato dalla US Army Corps of Engineers in grado di simulare i processi idrologici sia per singoli bacini che per sottobacini connessi ed interferenti tra loro.

In Figura 16 è presentata la schematizzazione del modello idrologico in HEC-HMS per il Paule Longa e nella Figura 17 il modello per il Fiume Liscia.

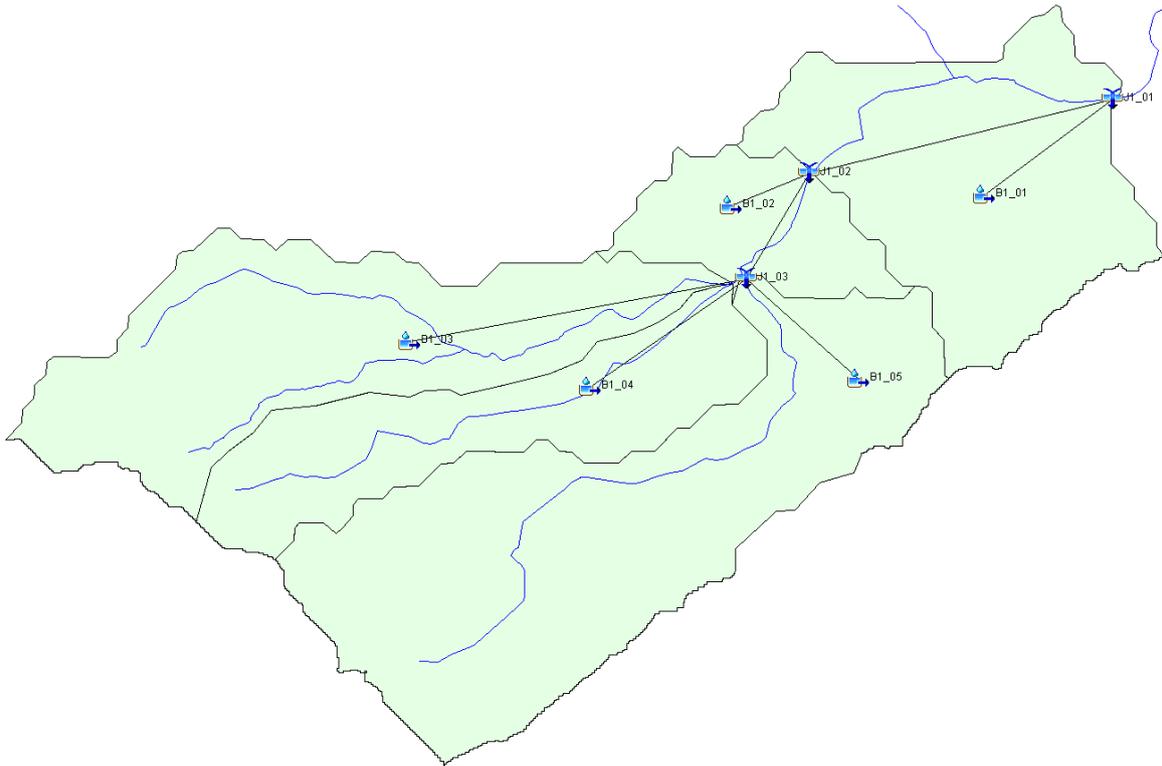


Figura 16 - Schematizzazione dei bacini in HEC-HMS per Paule Longa.

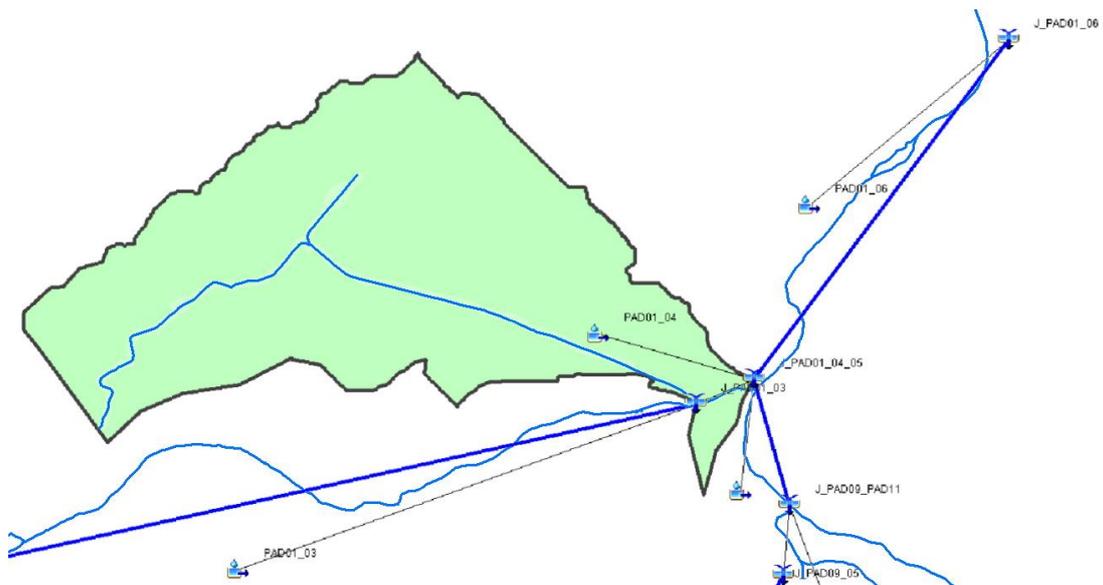


Figura 17 - Schematizzazione dei bacini in HEC-HMS per Fiume Liscia (PAD01_04).

Si rimanda alla Relazione Idrologica (cod. RR0000R14RIID0001001A) per la spiegazione dettagliata di tale modello.

Ai modelli schematizzati come riportato nelle figure precedenti sono state applicate le piogge determinate con metodo TCEV Regione Sardegna, le quali sono state depurate col metodo SCS-CN, sia per la fase ante operam (stato attuale) che post operam (post esecuzione nuovo rilevato ferroviario), determinando le conclusioni riportate nel seguito.

6.3.1 Confronto idrogrammi nella sezione di chiusura J1_01

Nella figura e nella tabella seguenti si riporta il confronto tra gli idrogrammi dello stato attuale e di progetto determinati alla sezione di chiusura complessiva del bacino del Paule Longa. Tali idrogrammi sono stati determinati per un tempo di ritorno di 100 anni ed una durata critica pari a 60 minuti.

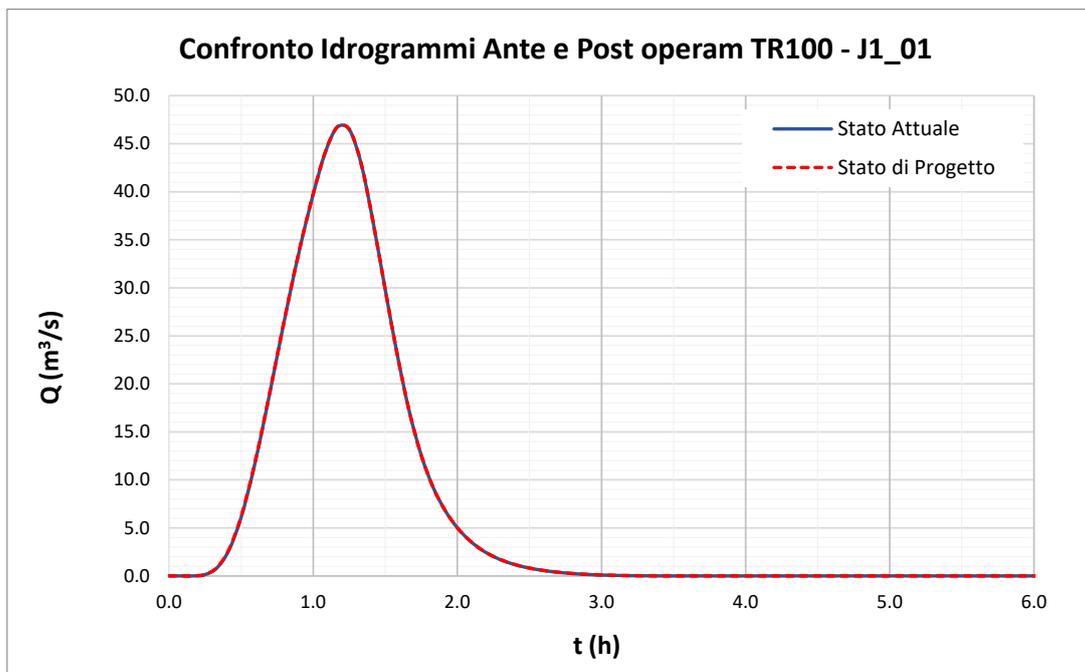


Figura 18- Confronto idrogrammi per TR 100 anni - stato attuale e di progetto per l'intero bacino.

Dal grafico emerge immediatamente che l'intervento in oggetto, nonostante ricada nella **classe di intervento d)** prevista dalle "Linee Guida e Indirizzi Operativi per l'attuazione del Principio della Invarianza Idraulica", non altera in maniera significativa lo stato idrologico del bacino. La portata di picco ante operam è pari a 46,72 m³/s, quella post-operam è 46,75 m³/s, con una differenza in termini di picco di soli 0,03 m³/s.

Tale differenza si concretizza in un volume in surplus dovuto alle nuove superfici impermeabili pari a 238 m³.

Tabella 8- Confronto delle portate di picco ante e post operam per il J1_01.

Picco di Portata Stato Attuale [mc/s]	46,72
Picco di Portata Stato Progetto [mc/s]	46,75
Differenza in termini di portate [mc/s]	0,03
Volume in surplus [mc]	238,00

Dall'analisi delle verifiche idrauliche svolte per la rete di drenaggio di piattaforma si evince che tale rete di drenaggio ha una capacità di invaso pari a 36.7 mc per la viabilità (NV01, via siena) e a circa 152 mc per quanto riguarda la rete di drenaggio delle acque drenate dalle piattaforme ferroviarie (linea di collegamento per l'aeroporto e bivio Micaleddu congiuntamente). Inoltre, parte delle acque drenate dalla NV01 è convogliata a recapito per mezzo di un impianto di sollevamento che opera anche la funzione di regolazione delle portate in uscita. Stante quanto detto il volume in surplus dovuto alle nuove superfici impermeabili si riduce meno di 85mc. Data l'entità ridotta del volume in surplus da gestire, nella successiva fase progettuale sarà valutata l'opportunità di un sovradimensionamento della rete di drenaggio delle acque di piattaforma al fine di aumentare la capacità di invaso della rete o dell'inserimento di aree di regolazione in terra prima della restituzione in alveo delle acque drenate.

6.3.2 Confronto idrogrammi nella sezione di chiusura PAD01_04

Anche per il sottobacino del Fiume Liscia (PAD04_01) è stato effettuato il confronto tra gli idrogrammi dello stato attuale e quello di progetto determinati alla sezione di chiusura. Tali idrogrammi sono stati determinati per un tempo di ritorno di 100 anni ed una durata critica pari a 60 minuti.

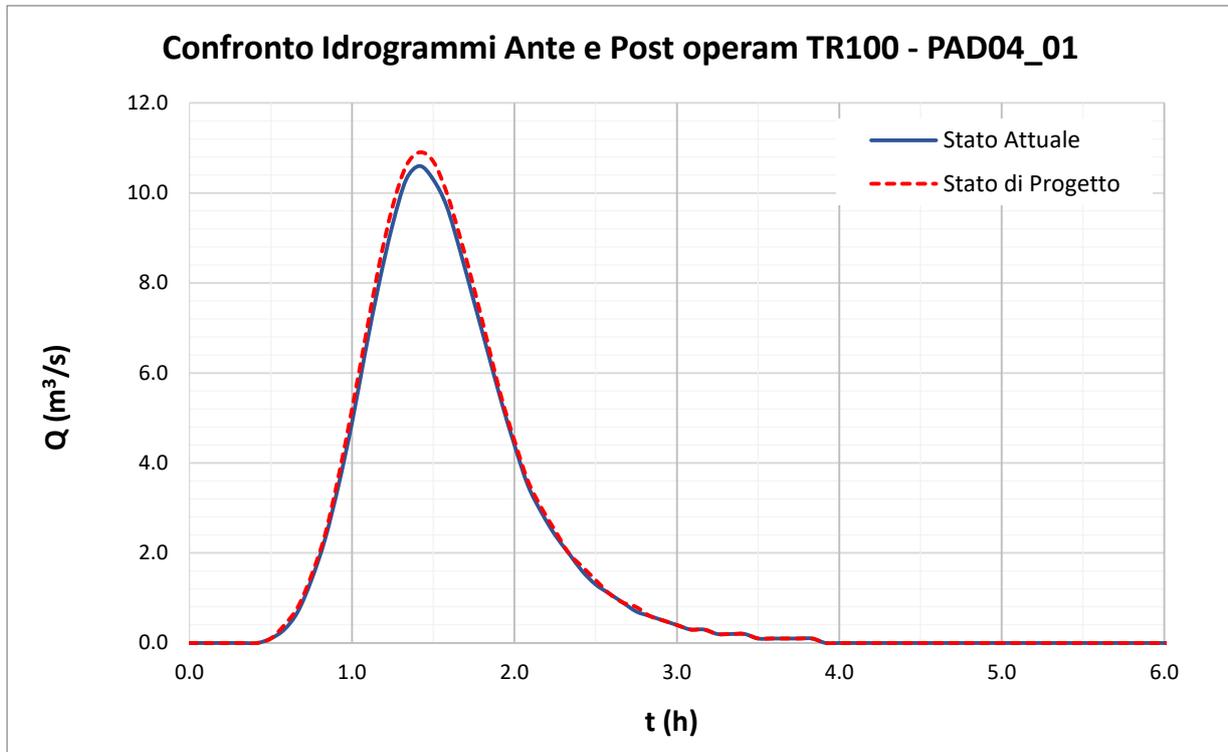


Figura 19- Confronto idrogrammi per TR 100 anni - stato attuale e di progetto per il sottobacino PAD01_04.

Tabella 9- Confronto delle portate di picco ante e post operam per il PAD01_04.

Picco di Portata Stato Attuale [mc/s]	10,60
Picco di Portata Stato Progetto [mc/s]	10,90
Differenza in termini di portate [mc/s]	0,30
Volume in surplus [mc]	1420,00

Anche in questo caso vediamo come l'incremento di portata dovuto alle opere di progetto sia minimo passando da 10,6 a 10,9 m³/s. In termini di volumi si tratta di circa 1420 m³.

Nella successiva fase progettuale sarà valutata l'opportunità di un "sovradimensionamento" della rete di drenaggio delle acque di piattaforma al fine di aumentare la capacità di invaso della rete e/o dell'inserimento di aree di regolazione in terra prima della restituzione in alveo delle acque drenate ad integrazione di quanto già previsto in progetto.

7 DISCIPLINA DEGLI SCARICHI

La Regione Sardegna con la Delibera n. 69/25 del 10 dicembre 2008 ha individuato l'insieme di azioni e misure finalizzate alla tutela integrata e coordinata degli aspetti qualitativi e quantitativi della risorsa idrica tra cui la disciplina degli scarichi in funzione del rispetto degli obiettivi di qualità fissati per i corpi idrici recettori (D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. - Parte III).

L'allegato alla Delibera, ai sensi del D.Lgs 152/06, definisce nel caso di scarichi di acque reflue domestiche e assimilate e di quelle reflue industriali quali sono i recapiti (primariamente fognatura e acque superficiali, mai acque sotterranee) ed i valori limite di emissione dei diversi agenti inquinanti.

Le acque meteoriche che cadono sul bacino in qualsiasi evento piovoso lo dilavano e si caricano di sostanze inquinanti. Tali acque definite "acque meteoriche di prima pioggia", ovvero quelle corrispondenti ad una precipitazione di cinque millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante per un evento di durata quindici minuti, devono essere preventivamente trattate prima del conferimento al recapito finale (art. 24 Allegato).

L'art. 22, comma 1 della delibera n. 69/25 stabilisce quali sono le attività antropiche per le quali va effettuato il trattamento e dall'analisi dello stesso si rileva che gli interventi in progetto non figurano tra le fattispecie previste dal legislatore.

8 VALUTAZIONI PRELIMINARI SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI

L'Adattamento ai Cambiamenti Climatici è una necessità locale in risposta a fenomeni generati su scala globale, con effetti e manifestazioni molto diversi nelle differenti aree geografiche: la condizione di insularità, le dimensioni della Sardegna e la sua collocazione geografica rendono i cambiamenti in atto particolarmente sensibili nelle interfacce costiere, nelle aree urbanizzate e in tutti delle aree interne.

Si riporta di seguito una sintesi dello stato di avanzamento del quadro conoscitivo in merito ai cambiamenti climatici nell'ambito della Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici.

La strategia regionale della Sardegna fa seguito alla Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (adottata con Decreto Direttoriale MATTM/CLE del 16 giugno 2015, n. 86), che riporta lo stato delle conoscenze scientifiche degli impatti e vulnerabilità settoriali e fornisce una visione strategica nazionale. Il documento delinea l'insieme di azioni e priorità volte a ridurre l'impatto dei cambiamenti climatici sull'ambiente, sui settori socio-economici e sui sistemi naturali italiani e costituisce il riferimento per le Regioni e gli Enti locali.

Di conseguenza, attraverso la deliberazione n. 1/9 del 13 gennaio 2015, la Giunta Regionale ha dato mandato all'Assessorato della Difesa dell'Ambiente per la redazione della Strategia Regionale di adattamento ai cambiamenti climatici (SRACC) attraverso la quale dare attuazione alla Strategia Nazionale e adottare un modello di governance specifico per il trasferimento delle strategie per l'adattamento nei processi di pianificazione e programmazione regionale e locale. La strategia regionale della Sardegna per l'adattamento è strutturata come processo quadro di orientamento della pianificazione e programmazione settoriale e territoriale regionale e per tale motivo indica i metodi e le procedure per l'orientamento di piani e programmi in ottica di adattamento. Essa si propone come modello organizzativo, gestionale e metodologico per il raggiungimento di obiettivi strategici e l'elaborazione di obiettivi settoriali per l'adattamento. Costituendo pertanto un documento quadro che mira a stimolare politiche e strategie settoriali e territoriali verso l'adattamento ai cambiamenti climatici. I tre principi generali della Strategia regionale sono:

- creare un contesto di condizioni opportune per l'adattamento, agendo sul livello delle regole, delle norme e della gestione dei processi;
- creare e sostenere la capacità di adattamento, attraverso le conoscenze e le competenze e la loro circolazione, ma anche fornendo i possibili strumenti per la realizzazione dell'adattamento;
- indicare percorsi efficaci di adattamento, integrando tecniche, tecnologie e metodologie, dando priorità alla sostenibilità ecologica, sociale ed economica.

Nello specifico, lo stato delle conoscenze riguardanti i cambiamenti climatici a scala regionale sono trattati nell'Allegato 1 alla Relazione Metodologica della "Valutazione preliminare del rischio di alluvioni e definizione delle aree a potenziale rischio

significativo di alluvioni ai sensi degli art. 4 e 5 della Direttiva 2007/60/CE: secondo ciclo di gestione” dell’Autorità di Bacino Regionale della Sardegna (aggiornamento Giugno 2019).

Lo studio presenta un’analisi dettagliata della situazione climatica della Regione, a partire da un dataset di osservazione sul periodo climatico di riferimento 1981- 2010, e le proiezioni climatiche attese per il trentennio futuro 2021-2050. I due scenari climatici (RCP1) considerati rappresentano l’aumento, al 2100, della forzante radiativa ad un valore rispettivamente di 4,5 e 8,5 W/m2. Le proiezioni climatiche future, per il periodo 2021- 2050 rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, mostrano un generale aumento della temperatura media per entrambi gli scenari, più marcato secondo lo scenario RCP8.5, con un incremento fino a 2° C.

Per la regione di Olbia, le proiezioni per i due scenari mostrano valori prossimi allo zero per le anomalie legate all’indicatore di cumulata delle precipitazioni annuali (AP), mostrato nella figura seguente.

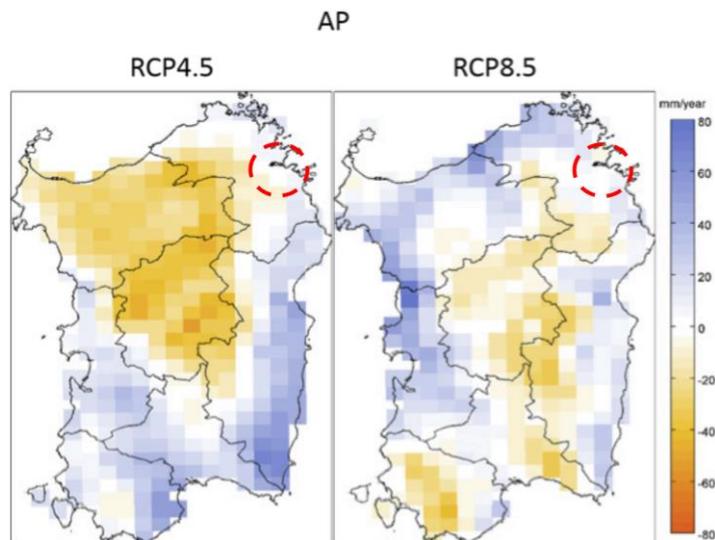


Figura 20 - Anomalie [mm/anno] dell’indicatore AP (Cumulata delle precipitazioni annuali) per il periodo 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5.

In Figura 21 è invece mostrato l’indicatore R20 (Giorni di precipitazione intensa = Numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm) per il periodo 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010: per la regione di Olbia si rileva una modesta concentrazione delle precipitazioni in un numero limitato di giorni, più marcata per lo scenario RCP8.5.

L’incremento di massimo della precipitazione giornaliera per i tempi di ritorno 2 e 5 anni è invece rappresentato dai parametri Rx1day (RT=2y) e Rx1day (RT=5y), mostrati in Figura 22. per la regione di Olbia, lo scenario più gravoso risulta essere quello RCP4.5 per il quale è atteso in incremento inferiore a 25 mm per entrambi i tempi di ritorno.

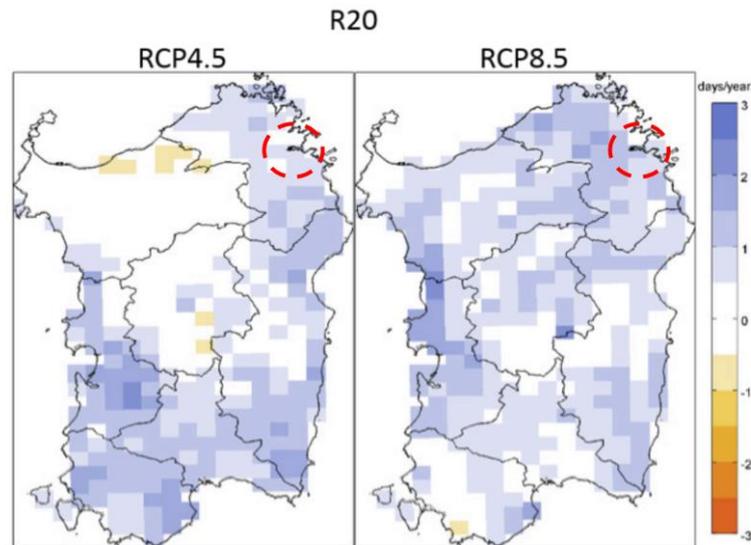


Figura 21 - Anomalie [giorni/anno] dell'indicatore R20 (Giorni di precipitazione intensa = Numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm) per il periodo 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5

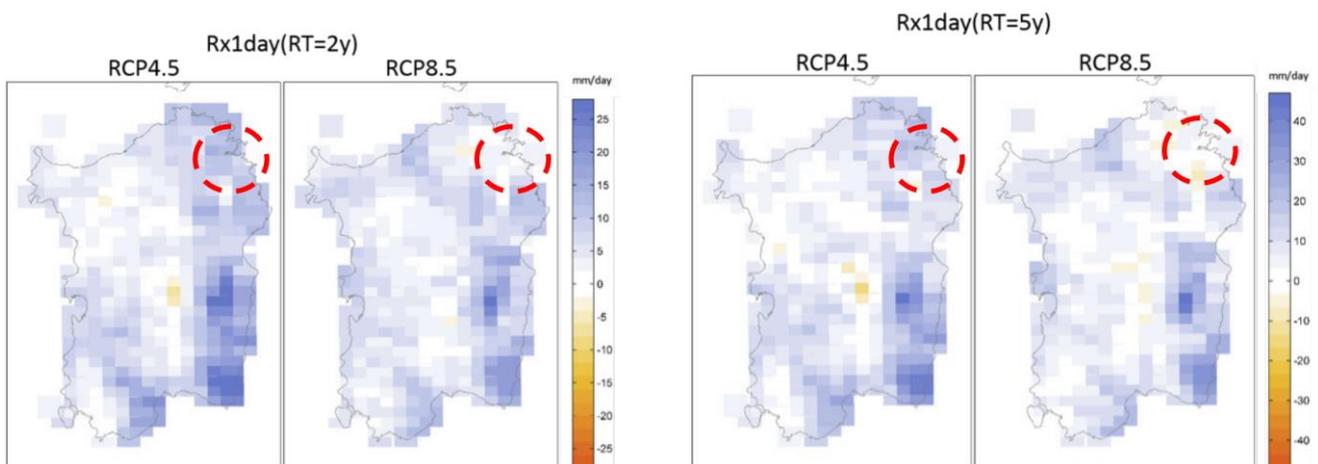


Figura 22 - Anomalie [mm/giorno] dell'indicatore Rx1day (Massimo di precipitazione giornaliera = Massimo valore di precipitazione giornaliera) con un tempo di ritorno di 2 e 5 anni per il periodo 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5

Il confronto diretto con le mappe di pericolosità d'alluvione presenti nel Piano di Gestione Rischio Alluvioni regionale (PGRA) non è immediato, a causa di diversi limiti dettati dalla disponibilità di dati, obiettivi, tempistiche e mancanza di strumenti di valutazione comuni. Le elaborazioni del PGRA sono state effettuate infatti con strumenti modellistici differenti (trasformazioni afflussi/deflussi, idraulica delle correnti a pelo libero, etc.), di cui gli afflussi meteorici costituiscono solo una

delle variabili in ingresso nel complessivo ciclo di calcolo. Inoltre, le analisi non riguardano ancora l'intero reticolo idrografico regionale e hanno scale più fini di dettaglio ed elaborazione.

Nell'Allegato 1 alla Relazione Metodologica citata sono individuati tre indicatori per la valutazione della vulnerabilità ai cambiamenti climatici:

- **L'indicatore di esposizione** valuta la distribuzione degli elementi esposti sul territorio regionale. Tali elementi sono stati identificati prioritariamente come popolazione residente e zone urbanizzate. L'indicatore mostra una situazione di criticità intermedia per il comune di Olbia, per via della notevole estensione delle aree urbanizzate rispetto alla superficie comunale.
- **L'indicatore di sensibilità** è stato determinato dalla somma pesata di quattro diversi sotto-indicatori, alcuni dei quali si sono mostrati non particolarmente significativi per riuscire a discernere l'effettiva sensibilità di un territorio, rispetto ai fenomeni di allagamento presi in considerazione. L'analisi dell'indicatore di sensibilità segnala condizioni di criticità per il Comune Olbia, a conferma della particolare sensibilità mostrata in passato, in occasione di esondazioni e allagamenti che produssero ingenti danni e perdite di vite umane (per i noti eventi pluviometrici estremi del 1999 e nel 2008 ad Assemmini e del 2013 ad Olbia).
- **L'indicatore di capacità di adattamento** mostra condizioni non critiche per i comuni che si sono dotati, nell'ultimo decennio, di uno strumento urbanistico (PUC) adeguato al PAI, condizione di particolare rilevanza per la capacità di adattamento al tipo di rischio considerato, poiché comporta la conoscenza da parte di tecnici e amministratori delle aree a pericolosità idraulica presenti nel proprio territorio comunale. Tale conoscenza risulta, infatti, di fondamentale importanza per affrontare e gestire eventi di allagamento ed esondazione e sviluppare strategie di adattamento efficaci, e lo sarebbe ancora di più se integrata con studi che permettono di simulare le aree pericolose relative agli scenari climatici futuri.: tra questi comuni rientra il comune di Olbia.

In conclusione, sono state prese in considerazione le valutazioni fatte dalla regione Sardegna nell'ambito della Strategia Regionale di adattamento ai cambiamenti climatici (SRACC) andando a focalizzare lo sguardo nell'area del comune di Olbia. Se ne deduce un incremento trascurabile per le precipitazioni cumulate annuali (indicatore AP), una modesta concentrazione delle precipitazioni in un numero limitato di giorni (indicatore R20) e un incremento del massimo della precipitazione giornaliera inferiore a 25mm per i tempi di ritorno 2 e 5 anni.

Ulteriori valutazioni in merito alla vulnerabilità della infrastruttura in progetto con riferimento ai cambiamenti climatici sono rimandate alla successiva fase progettuale, in esito anche ad eventuali approfondimenti di dettaglio delle valutazioni svolti dalla Regione Sardegna nell'ambito della Strategia Regionale.

9 VALUTAZIONI PRELIMINARI SUL TRASPOSTO SOLIDO

E' stato preso in considerazione lo studio specialistico sui fenomeni del trasporto solido pubblicato dal Comune di Olbia nell'ambito delle attività per l'aggiornamento dello Studio di Assetto Idrogeologico ai sensi dell'art. 8 c.2 e della variante al PAI ai sensi dell'art. 37 c.3 lett. b delle norme di attuazione del piano stralcio di assetto idrogeologico e di redazione delle verifiche di sicurezza delle opere interferenti con il reticolo idrografico ai sensi delle direttive di cui all'art. 22 delle n.a. del PAI estesi al territorio comunale di Olbia. Tale studio specialistico sul trasporto solido è finalizzato all'analisi dei fenomeni di trasporto solido in occasione di eventi pluviometrici significativi e che hanno il potenziale di innescare fenomeni di dissesto idrogeologico rilevanti e possono creare situazioni di rischio e pericolo per cose e persone.

Tuttavia, lo studio del Comune di Olbia si concentra sul reticolo principale, non interferito dal presente progetto; se ne possono dedurre alcune considerazioni generali, riportate di seguito, che saranno ulteriormente sviluppate nelle successive fasi progettuali con approfondimenti ad hoc.

“Lo studio evidenzia. l'assenza di veri e propri corpi alluvionali in affioramento in tutto il bacino sotteso alla Piana di Olbia, inteso come struttura delimitata da rilievi montuosi di chiara ridefinizione tettonica post ercinica. Con riferimento al bacino di Olbia, le coperture sedimentarie si manifestano come corpi colluviali nell'area pedemontana a quote superiori ai 40-50m, spingendosi fin oltre i 150m s.l.m. nel solo settore ai piedi del versante di Monte Pino, fra il Riu di Santa Mariedda e il Riu de Lu Caprolu della rete del Riu S'Eligheddu. Sappiamo infine che il centro abitato nella sua più recente espansione verso Ovest si è andato via via sovrapponendosi senza i necessari presidi preventivi ad una serie di superfici di espansione idrica rendendo complicato e soprattutto rischioso l'assetto idrogeologico territoriale. Di conseguenza, i tronchi idrici dove possono localizzarsi deflussi con abbondante trasporto solido sono localizzati soprattutto nella parte settentrionale del territorio di Olbia, nei suoi contorni, nonché nel territorio dell'isola amministrativa di Berchideddu, a Sud, mentre sporadiche e per lo più connesse con ambito montano o di conoide pedemontana, sono le situazioni favorevoli entro lo spartiacque che alimenta la rete urbana della cosiddetta Piana di Olbia.”

Nella presente fase progettuale di PFTE, a favore di cautela, sono previsti bassi gradi di riempimento per i tombini di nuova realizzazione. Nella successiva fase progettuale saranno svolte valutazioni quantitative ad hoc per la verifica della effettiva presenza di significativi fenomeni di trasporto solido.

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA
NORMATIVE VIGENTI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR00	00 R 14	RI	ID 0002 001	A	38 di 39

Sezione	dimensione	Livello fondo	Intradosso	Livello acqua TR200	Riempimento
		[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	%
IN01	Scotolare 5.x2.5	16.53	19.03	17.85	52%
IN03	Scotolare 5.x2.5	15.81	18.31	17.15	53%
IN17	Scotolare 4x2.2m	31.15	33.35	31.72	22%
IN14	Scotolare 4.0x2.5m	9	11.5	10	40%

BIBLIOGRAFIA

- Deidda, R. (2016, Novembre 4). Evoluzione e progressi negli studi degli eventi estremi di precipitazione in Sardegna. Cagliari: Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR), Università degli Studi di Cagliari.
- Mancini, M. (Ottobre 2014). *Studio di variante al piano stralcio del l'assetto idrogeologico (PAI) e del quadro delle opere di mitigazione del rischio idraulico nel territorio comunale di Olbia - Relazione Generale*. Olbia: Comune di Olbia.
- Mancini, P. i., & Tilocca, D. g. (2006, luglio 25). Linee guida per la redazione del Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali. *Integrazioni Metodologiche*. Regione autonoma della Sardegna - Assessorato dei lavori pubblici - Servizio Difesa del suolo.
- Regione autonoma della Sardegna. (2014, Ottobre). Soglie di allerta pluviometriche nella Regione Sardegna. Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna.
- Regione Autonoma della Sardegna, D. D., Mancini, M. P., & Salis, M. P. (2000, Agosto). Attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia DL. 180 e Legge 267 del 3-08-1998. *Linee Guida*. Cagliari: Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato Lavori Pubblici.
- Regione Autonoma della Sardegna; Università degli Studi di Cagliari. (2021, 04 07). Linee Guida per la redazione degli studi comunali dei bacini urbani e periurbani interessati da elementi del reticolo idrografico regionale. *Relazione Metodologica per la modellazione idraulica bidimensionale - Allegato alla deliberazione del Comitato Istituzionale n. 7 del 07.04.2021*.
- Ripari, I. S. (Febbraio 2018). *Soluzione progettuale alternativa al "Quadro delle opere di mitigazione del rischio idraulico" approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con Delibera n° 1 del 26.05.2015 CIG 6934262E03. - SF - Analisi dello stato di fatto*. Olbia: Technital S.p.a., Beta Studio s.r.l., Metassociati, Politecnica.