



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



COMUNE DI SASSARI

COMUNE DI SASSARI

**STUDIO DI ASSETTO IDRAULICO DEL
TERRITORIO COMUNALE
VARIANTE AL PAI
ai sensi dell'Art. 37 c. 3 delle N.A.
Aggiornamento a seguito di prescrizioni
(prot. n. 12928 del 30.12.2020)**

DATA: Febbraio 2021	SCALA:	REV: 0	ALLEGATO:
ELABORATO: Relazione generale			A
TECNICO INCARICATO: Dott. Ing. Alessia Vargiu  ORDINE INGEGNERI PROVINCIA CAGLIARI N. 3934 Dott. Ing. ALESSIA VARGIU			COLLABORATORI: Dott. Ing. Pier Franco Azzena Dott. Ing. Michela Cardia Geom. Luisa Antonetti CONSULENTI: Dott. Ing. Fabio Cambula Dott. Ing. Marco Pani Dott. Ing. Silvia Pisano
DIRIGENTE SETTORE PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, PAESAGGIO E SVILUPPO TURISTICO Dott. Ing. Giovanni Antonio Pisoni			

Sommario

1	PREMESSA	5
2	PRESCRIZIONI ADIS E SINTESI RISCONTRI	5
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO	9
	Inquadramento geografico	9
	Rilievi geomorfologici e Cartografici	13
4	RILIEVI DI DETTAGLIO	14
	Rilievi topografici	14
5	ANALISI DEI BACINI IDROGRAFICI E METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE....	16
	Premessa	16
	Calcolo Dell'altezza Di Pioggia.....	16
	Calcolo delle portate di piena	17
6	METODOLOGIA DI ANALISI IDRAULICA.....	25
7	METODOLOGIA DI DEFINIZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO	29
	Definizioni e parametri per la mitigazione del rischio	29
8	AREA URBANA: REGIONE MONTE BIANCHINU	32
	Calcoli idrologici	32
	Analisi idraulica	37
	8.1.1 Descrizione delle aree di allagamento	37
9	AREA URBANA: FOSSO DELLA NOCE.....	43
	Calcoli idrologici	44
	Analisi idraulica	47
	9.1.1 Descrizione delle aree di allagamento	47
	9.1.2 Analisi degli attraversamenti.....	51
10	AREA URBANA: PIANDANNA	54
	Calcoli idrologici	55
	Analisi idraulica	58
	10.1.1 Descrizione delle aree di allagamento	58
	10.1.2 Analisi degli attraversamenti.....	61

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

11	RIO SAN GIOVANNI – RIO LOGULENTU – RIO OTTAVA	66
	Calcoli idrologici	66
	11.1.1 Il Rio San Giovanni.....	66
	11.1.2 Il Rio Logulentu - Rio Ottava.....	71
	Analisi idraulica	76
	11.1.3 Descrizione delle aree di allagamento – Rio Logulentu.....	77
	11.1.4 Descrizione delle aree di allagamento – Rio San Giovanni	80
	11.1.5 Descrizione delle aree di allagamento – Rio Ottava	88
	11.1.6 Analisi degli attraversamenti – Rio Logulentu	92
	11.1.7 Analisi degli attraversamenti – Rio San Giovanni.....	95
	11.1.8 Analisi degli attraversamenti – Rio Ottava.....	102
12	RIO BUDDI BUDDI	104
	Calcoli idrologici	104
	Analisi idraulica	108
	12.1.1 Descrizione delle aree di allagamento	109
	12.1.2 Analisi degli attraversamenti.....	114
13	EDIFICATO DI OTTAVA	117
	Calcoli idrologici	118
	Analisi idraulica	121
	13.1.1 Descrizione delle aree di allagamento	121
	13.1.2 Analisi degli attraversamenti.....	123
14	RIO BUNNARI – RIO MASCARI.....	124
	Calcoli idrologici	124
	Analisi idraulica	126
	14.1.1 Descrizione delle aree di allagamento	127
	14.1.2 Analisi degli attraversamenti.....	131
15	RIO GIUNCHEDDU	137
	Calcoli idrologici	137
	Analisi idraulica	140
	15.1.1 Descrizione delle aree di allagamento	141

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

15.1.2	Analisi degli attraversamenti	143
16	RIO CALAMASCIU	147
	Calcoli idrologici	147
	Analisi idraulica	151
16.1.1	Descrizione delle aree di allagamento	152
16.1.2	Analisi degli attraversamenti	155
17	RIO ERTAS	160
	Calcoli idrologici	160
	Analisi idraulica	163
17.1.1	Descrizione delle aree di allagamento	164
17.1.2	Analisi degli attraversamenti	164
18	RIO MANNU	168
19	RIO ALIDERRU	169
	Calcoli idrologici	169
	Analisi idraulica	172
16.2.1	Descrizione delle aree di allagamento	172
16.2.2	Analisi degli attraversamenti	172
20	AREA DI TRUNCU REALE	174
	Calcoli idrologici	174
	Analisi idraulica	178
17.2.1	Descrizione delle aree di allagamento	179
17.2.2	Analisi degli attraversamenti	182
21	RIO BARCA E RIO SU MATTONE	185
	Calcoli idrologici	186
	Analisi idraulica	188
17.2.1	Descrizione delle aree di allagamento	188
17.2.2	Analisi degli attraversamenti	189
22	RIO FILIBERTU E RIO SAN GAVINO	192
	Calcoli idrologici	193
	Analisi idraulica	196

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

17.2.1	Descrizione delle aree di allagamento	196
23	RIO FIUME SANTO	197
	Calcoli idrologici	200
	Analisi idraulica	201
24	STAGNO DI PILO	207
	Calcoli idrologici	211
	Analisi idraulica	212
25	LAGO DI BARATZ	214
	Calcoli idrologici	220
	Analisi idraulica	220
26	ARGENTIERA, PORTO PALMAS E RIO FLUMINI (borgata Sa Pedraia)	223
	Calcoli idrologici	228
	Analisi idraulica	229
27	ALTRI CORSI D'ACQUA.....	236
28	CONCLUSIONI.....	238

1 PREMESSA

La presente relazione descrive la metodologia di lavoro adottata e i risultati ottenuti nell'ambito della proposta di Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle N.A. del PAI per il territorio comunale di Sassari, aggiornata a seguito delle prescrizioni derivanti dalla proposta istruita n. 12926 come riferito nella comunicazione del Segretario dell'Autorità di Bacino n. prot. 12928 del 30/12/2020 dall'Adozione preliminare da parte dell'Autorità di Bacino. Tali prescrizioni intervenivano sulla versione della Variante consegnata nell'Aprile 2017, in recepimento delle intervenute modifiche normative delle N.A. e di alcuni adeguamenti ritenuti indispensabili e descritti meglio al paragrafo seguenti, con la sintesi dei riscontri forniti.

2 PRESCRIZIONI ADIS E SINTESI RISCONTRI

Le prescrizioni derivanti dall'istruttoria favorevole sono riportate di seguito:

- 1) Adattamento delle perimetrazioni della pericolosità idraulica risultanti dallo Studio in corrispondenza e oltre i confini comunali del territorio di Sassari con i Comuni di Sorso, Stintino, e Alghero, al fine di raccordarsi con le perimetrazioni della pericolosità idraulica di cui alla pianificazione vigente, incluso lo scenario di intervento del PRGA ove presente;

RISCONTRO: sono stati ridefiniti i perimetri ai confini in modo da raccordarli, per quanto possibile, con quelli dei comuni adiacenti a quello di Sassari e renderli coerenti con la pianificazione vigente.

- 2) Ricalcolo dei tempi di corrivazione utilizzando le formule del Viparelli, adottando valori della velocità commisurati alle caratteristiche dei bacini (valori compresi fra 1 e 1,3/1,5 m/s) e assumendo, per tutti i bacini, i tempi di corrivazione più cautelativi;

RISCONTRO: sono stati ricalcolati i tempi di corrivazione utilizzando varie formule tra cui quella del Viparelli e scegliendo di volta in volta i valori più cautelativi tra quelli ritenuti idonei. Di conseguenza sono state ricalcolate tutte le portate di piena a base delle simulazioni.

- 3) Modellazione idrologica e idraulica dei tratti montani del rio San Nicola, rio Filiberto, rio don Gavino e del rio Trainu Ipirida, nelle sezioni idrauliche che possono interessare significativi elementi a rischio; modellazione idrologica e idraulica del tratto montano del rio Badde Pertusu/rio Galaru/rio Ottava (in corrispondenza del limite amministrativo con il comune di Sennori) e del tratto terminale del rio Buddi Buddi (in corrispondenza del limite amministrativo con il comune di Sorso) che risultano interessati nel PSFF dalla sola fascia C geomorfologica;

RISCONTRO: sono stati effettuati gli studi idrologici e le modellazioni idrauliche per tutti i corsi d'acqua segnalati, definendo per ciascuno di essi le nuove aree a pericolosità idraulica. In particolare: Rio Filiberto, Rio Don Gavino, Rio Badde Pertusu, Rio Galaru, Rio Trainu Ispirida, Rio San Nicola.

- 4) Modellazione idraulica dei compluvi sfocianti a mare assumendo come condizione al contorno di valle un valore del sovrizzo marino pari a 1,80 m per tutti i tempi di ritorno (50, 100, 200 e 500 anni);

RISCONTRO: i compluvi sfocianti a mare di cui è stata fatta l'analisi idraulica, sono stati incolati a valle con la condizione al contorno suddetta (1.80 m slm). Si osserva che per il Rio Buddi Buddi, tale valore non è stato considerato in quanto il corso d'acqua termina nello Stagno di Platamona, ricadente nel Comune di Sorso.

- 5) Valutazione cautelativa della perimetrazione idraulica in corrispondenza degli attraversamenti stradali che, pur non essendo sormontati, non garantiscono un valore del franco sufficiente (es. Rio Giuncheddu, sezioni 1705 e 1688);

RISCONTRO: sono stati verificati gli attraversamenti caratterizzati da “non sormonto” e ove non sono rispettati i relativi franchi sulla portata con Tr 200 anni è stata ripristinata la continuità delle aree idraulicamente pericolose anche in corrispondenza del manufatto; sono stati aggiornati i seguenti corsi d'acqua: Edificato di Ottava (sez. 1190), Rio Giuncheddu (sez. 1684), Rio Astimini (sez. 5159). Non sono stati modificati i casi relativi ad intersezioni viarie con il Rio Mannu di Porto Torres e affluenti, studiati e mappati dal PSFF, per i quali comunque è agevole verificare che si tratti di viadotti con altezze ragguardevoli. Infine, per i casi dei viadotti presenti nella Valle dell'Eba Giara interferenti il Rio San Giovanni nell'edificio principale di Sassari (sez. 7790 e 6890), sebbene non siano sormontati e sia rispettato il franco di sicurezza calcolato ai sensi dell'art. 21 delle N.A. del PAI, si è preferito non interrompere i perimetri di pericolosità associati al corso d'acqua rispettando un principio di massima cautela tenendo conto che alcune pile ricadono in alveo e sono prive di protezione antiersiva e in uno dei due casi il manufatto è molto datato, con evidenti segni di scarsa manutenzione (Ponte di Rosello).

- 6) Redazione degli shape file di interesse ai sensi della Circolare 1/2019 allegata alla deliberazione del Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 19 febbraio 2019 e secondo le indicazioni che saranno eventualmente fornite dagli uffici dalla Direzione generale dell'Agenzia del Distretto Idrografico Regionale;

RISCONTRO: gli shape file di interesse sono stati strutturati nel rispetto delle indicazioni di cui alla Circolare 1/2019 dell'Autorità di Bacino.

- 7) Redazione delle Carte dell'esondazione costiera e delle fasce di prima salvaguardia ex art. 30-ter delle N.A. del P.A.I.

RISCONTRO: sono state predisposte le Carte di esondazione costiera (*Tav. ID-GEN.10*) e quelle contenenti le Fasce di Prima Salvaguardia ex art. 30-ter (*Tav. ID-GEN.09*) delle N.A. del PAI.

- 8) Ristampa delle tabelle concernenti i risultati idrologici nelle quali risultano mancanti righe e/o colonne (ad esempio, nella Relazione pag. 56, pag.59, ecc.).

RISCONTRO: sono state ristampate tutte le tabelle contenenti i calcoli idrologici, raggruppandole nell'”*Allegato B - Report Calcoli idrologici*”

Inoltre il lavoro è stato aggiornato globalmente alla luce **della disponibilità del DTM con passo di 1 metro** che ha consentito la definizione più puntuale dei modelli matematici e di conseguenza dei perimetri di pericolosità idraulica.

Tenendo conto anche di quanto consegnato nell'anno 2017, il lavoro è stato sviluppato attorno ai seguenti **temi conduttori**:

- **riconsiderare le aree a pericolosità idraulica** contenute nella versione del 2017 alla luce della disponibilità della nuova base dati numerica (DTM 1 m), dell'esigenza di ricalcolare le portate assumendo tempi di corrivaione più cautelativi e di ottemperare alla necessità di comporre le Carte di esondazione costiera e quelle inerente le Fasce di prima Salvaguardia (art. 30-ter N.A.);

- redigere **l'analisi idrologica e l'analisi idraulica per nuove aste fluviali** ritenute critiche in relazione al coinvolgimento di elementi a rischio elevato;

- **censire gli attraversamenti viari e ferroviari** secondo il format proposto dall'Autorità di Bacino con la Direttiva del Luglio 2015, predisponendo i dati alle verifiche di sicurezza richieste con la stessa Direttiva;

- aggiornare le **Carte del Danno Potenziale** aggiornate e redigere le **Carte del Rischio Idraulico** secondo la nuova matrice;

- aggiornare le **Schede di mitigazione del rischio**, necessarie per individuare il fabbisogno finanziario relativo agli interventi più urgenti nelle zone a rischio molto elevato ed elevato (Ri4 e Ri3).

Si osservi che con l'adozione della presente Variante, saranno definitivamente abrogate le perimetrazioni delle pericolosità idrauliche presenti nel PAI o nel PSFF ricadenti in corrispondenza dei tratti oggetto di studio, mentre resteranno in vigore quelle esterne a detti segmenti; non saranno più valide le carte in sviluppo tra le varie perimetrazioni, temporaneamente adottate nel regime di salvaguardia nell'adozione preliminare del Dicembre 2012.

Le analisi della pericolosità idraulica sono predisposte analogamente a quanto stabilito dal D.P.C.M. 29/9/1998 (Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del D.L. 11/6/1998, n. 180) e dalle “*Linee Guida per l'attività di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e relative misure di salvaguardia*” del PAI, anche per quanto attiene l'aggiornamento e/o l'adeguamento delle perimetrazioni delle stesse aree a pericolosità idraulica.

Le criticità che vennero individuate nella precedente versione sono state sostanzialmente confermate, sebbene si ritiene che i perimetri delle zone oggetto di revisione siano certamente più precisi e appropriati ai fenomeni reali. Si confermano anche le considerazioni su alcuni aspetti ormai oggettivamente riconosciuti come rilevanti e imprescindibili nell'approccio alla gestione delle problematiche connesse al dissesto

idraulico o alla prevenzione di esso, di cui è confortante registrare un sensibile aumento di consapevolezza da parte dei vari attori coinvolti:

- l'importanza **dell'acquisizione della conoscenza** effettiva delle condizioni di giacitura e funzionalità dei canali naturali e delle infrastrutture che con essi interferiscono, talvolta positivamente, ma nella maggior parte dei casi creando le condizioni di pericolo; in tal senso è fondamentale la compilazione delle schede monografiche degli attraversamenti viari e ferroviari coinvolte nelle dinamiche evolutive delle acque superficiali, individuandone i limiti di esercizio, classificandone la sicurezza per l'esercizio ordinario e per l'emergenza e programmandone l'adeguamento;
- l'urgenza **di integrare la mappa delle aree di allagamento** derivanti dal verificarsi di eventi meteorici intensi e significativi con tutti gli strumenti di pianificazione comunale e territoriale in genere; con l'adozione della presente Variante sarà chiara la mappa del rischio idraulico e di conseguenza sarà possibile sviluppare in condizioni di sicurezza la pianificazione attuativa su scala comunale e al tempo stesso individuare le priorità di intervento per la mitigazione;
- il costante **aggiornamento** del catasto e della cartografia delle aree di allagamento a seguito dell'attuazione di interventi di mitigazione del rischio o di realizzazione di interventi di nuova costruzione o manutenzione che possano interferire con gli equilibri naturali della componente fluviale.

Osservando il complesso processo di trasformazione degli afflussi di pioggia in deflussi superficiali, lo Studio ha potuto confermare la natura favorevole alla riduzione dei picchi di piena del particolare substrato calcareo di Sassari, i cui effetti di laminazione sono determinanti nel rilascio graduale delle portate e nel contenimento dei valori massimi; tuttavia, la spiccata concentrazione degli eventi meteorici intensi e di durata non breve come quelli verificatisi negli ultimi anni, unitamente all'elevato tenore di impermeabilità del tessuto urbano, possono comunque provocare situazioni gravi che coinvolgono l'edificato e le infrastrutture primarie

Le attività svolte per rivalutare i casi elencati sono riassunte nel seguente elenco:

- analisi geografica e geomorfologica;
- rilievi topografici;
- rilievo dell'uso del suolo e della vegetazione;
- analisi idrologica;
- analisi idraulica;
- delimitazione delle aree di esondazione a pericolosità idraulica.

Il presente lavoro è costituito, oltre che dalla presente Relazione Generale, anche dal fascicolo relativo ai calcoli idrologici nel quale sono riportati per ciascun corso d'acqua studiato i limiti dei sub-bacini idrografici e le relative portate di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

La delimitazione delle aree di allagamento derivanti dalle portate di piena scelte come rappresentative per ciascuna asta fluviale considerata, è stata effettuata a partire dalle **Simulazioni Idrauliche in Moto Permanente** su modello matematico agli elementi finiti, raggruppate in 5 fascicoli contenenti gli schemi planimetrici, i profili, longitudinali, le sezioni trasversali con i tiranti idrici e i relativi tabulati numerici.

E' stato predisposto il report contenente le **schede monografiche dei manufatti di attraversamento** viario e ferroviario rilevati e interferenti con il reticolo idrografico; la maggior parte di essi è stata considerata nei modelli matematici implementati per le simulazioni in moto permanente, nel rispetto delle geometrie e delle condizioni di tenuta constatate in campo; sono stati esclusi dalle modellazioni i manufatti di dimensioni esigue e non significative riguardo all'influenza nella dinamica di piena e quelli in pessimo stato di conservazione, tanto da poter essere considerati precari dal punto di vista strutturale e facilmente rimovibili dalla piena. Le schede sono state compilate secondo il format previsto dall'Agenzia del Distretto Idrografico nella Direttiva sulle verifiche di sicurezza emanata nel Luglio 2015 e s.m.i..

Le aree di allagamento ottenute per effetto delle piene corrispondenti ai vari tempi di ritorno, sono state riprodotte nelle Carte della Pericolosità Idraulica predisposte per ciascuna asta fluviale o corpo idrico esaminato, distinte per livello di pericolosità e rappresentate con diverse scale: 1:25.000 nel quadro di unione complessivo, 1:10.000 per i settori extraurbani, 1:4.000 per i centri abitati.

Per l'intero territorio comunale sono state elaborate le **Carte del Danno Potenziale**, che riuniscono gli elementi a rischio potenzialmente soggetti a danni in caso di piena, distinguendo tra i 4 livelli di attenzione ed entità del danno conseguibile.

La sovrapposizione delle pericolosità con il danno potenziale (overlay mapping), effettuata mediante il rispetto della cosiddetta matrice del Rischio Idraulico, ha consentito di ottenere le **Carte del Rischio Idraulico** con l'utilizzo della nuova matrice del rischio.

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona in studio è rappresentata dal territorio del Comune di Sassari, situato nella Sardegna nord occidentale su rocce calcaree che si sviluppano in direzione del Golfo dell'Asinara sviluppandosi per un estensione pari a 546,1 km; è popolato da 120729 abitanti con una densità di 221 ab/Kmq (fonte istat 2001).

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

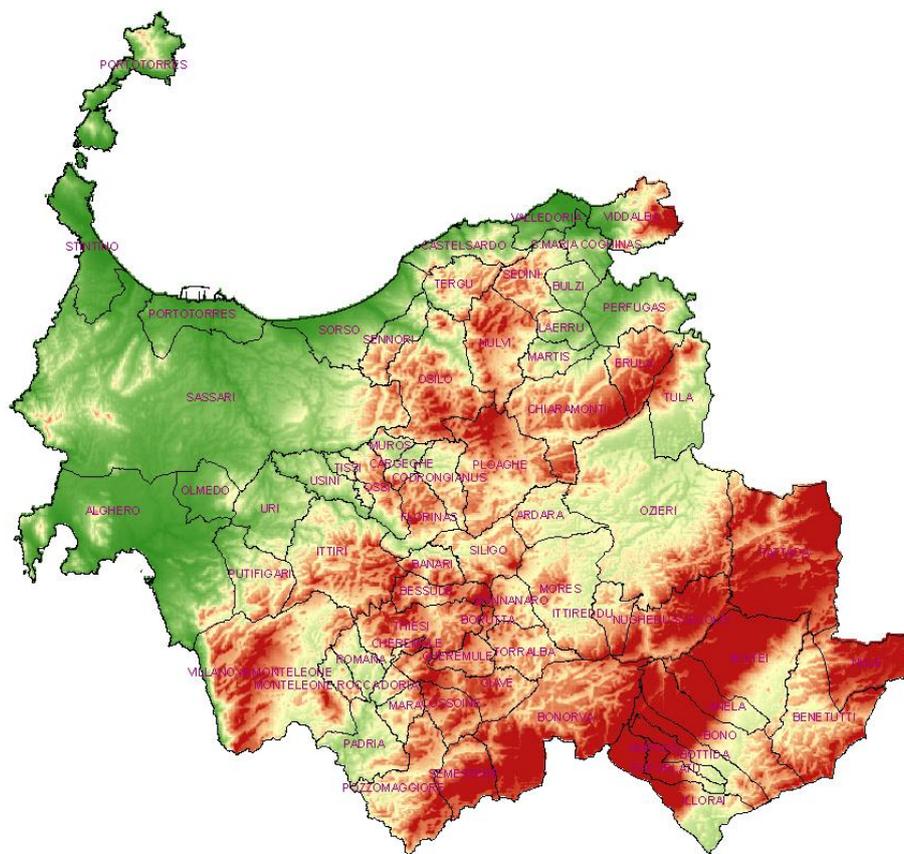


Figura 1 - Inquadramento Geografico

Risulta circondato ad oriente dai rilievi collinari dei territori di Osilo e Sennori mentre ad occidente dalla pianura della Nurra. Quasi la totalità del territorio comunale, ad esclusione dell'area del lago di Baratz (più simile per caratteristiche paesaggistiche all'Ambito Algherese), è compresa all'interno dell'Ambito n° 14 "Golfo dell'Asinara" dei 27 ambiti costieri individuati dal Piano Paesaggistico Regionale. L'edificato della Città di Sassari, sorge in posizione sud-orientale rispetto all'intero territorio comunale in prossimità dei comuni di Osilo, Ossi, Tissi e Muros.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

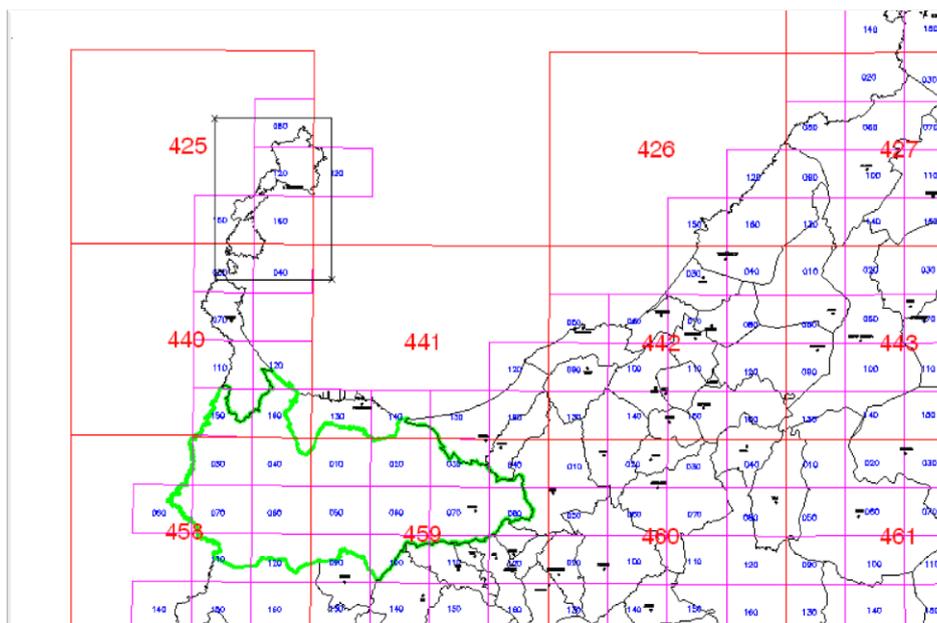


Figura 2 - Stralcio Quadro d'unione Carta Tecnica Regionale (confini amministrativi comunali in verde)

Come si evince dalla **Figura 2** il territorio comunale Sassarese si sviluppa principalmente all'interno delle sezioni 458 e 459 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000 con una piccola porzione di territorio post più a Nord nelle sezioni 440 e 441. La tabella seguente riporta gli elementi della Cartografia Tecnica Regionale ufficiale in scala 1:10.000.

Tabella 1 – Individuazione degli elementi di appartenenza alla C.T.R. in scala 1:10.000 dei corsi d'acqua studiati

FIUME	C.T.R. scala 1:10.000				
Rio S. Giovanni	459030	459070	459080		
Rio Logulentu	459030	459040	459080		
Rio Buddi Buddi	441150	459030			
Rio Bunnari	459080				
Rio Mascari	459100	459110			
Rio Giuncheddu	459070				
Rio Calamasciu	459070	459110			
Rio Ertas	459010	459050			
Rio Mannu	459010	459020	459060	459090	459100
Rio Aliderru	459060				
Rio Ottava	441130	441140	459020	459030	459070
Rio Truncu Reale	441130	459010	459020	459060	
Rio Barca	459050	459090			
Rio Fiume Santo	440160	458030	458040	458070	
Stagno di Pilo	440120	440150	440160		
Lago di Baratz	458070	458110			
Rio Flumini	440150	458030			
Rio Argentiera	458020	458060	458070		
Rio Filibertu	458120				

Nella **Figura 3** invece è possibile osservare come l'intero territorio comunale ricada nel terzo sub-bacino idrografico dei sette in cui è stata divisa la regione Sardegna. In particolare il bacino denominato Coghinas-Mannu-Temo ha un estensione di circa 5402 kmq corrispondenti al 23% del territorio regionale.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Il Piano stralcio di Assetto Idrogeologico cita i principali fiumi che ne caratterizzano il reticolo superficiale ed alcuni di essi attraversano il territorio sassarese. In particolare si ricordano:

- Rio Mannu di Porto Torres;
- Rio Mascari, affluente del Mannu di Porto Torres in sponda destra, che si innesta nel tratto mediano del rio presso la fermata San Giorgio delle Ferrovie Complementari.

Lo stesso PAI annovera invece tra i rii minori altre aste fluviali che interessano il territorio comunale Sassarese come il Rio Barca, il Rio Fiume Santo il Rio d'Ottava.

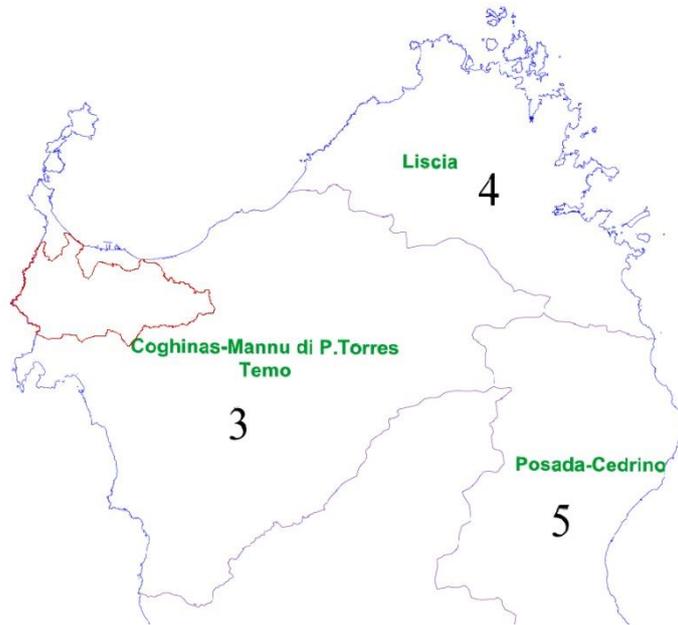


Figura 3 - Dettaglio della delimitazione dei Sub-Bacini Sardi con inquadramento dei limiti del comune di Sassari

I corsi d'acqua oggetto di studio comprendono sia quelli riconosciuti come "principali" per il sottobacino Coghinas-Mannu-Temo, (rio Mannu di Porto Torres, il rio Mascari, il rio d'Ottava, il rio Fiume Santo), sia i numerosi "secondari", afferenti ai centri urbani edificati e comunque caratterizzati da regimi tipicamente torrentizi i cui effetti in caso di piena determinano situazioni di pericolosità significativa.

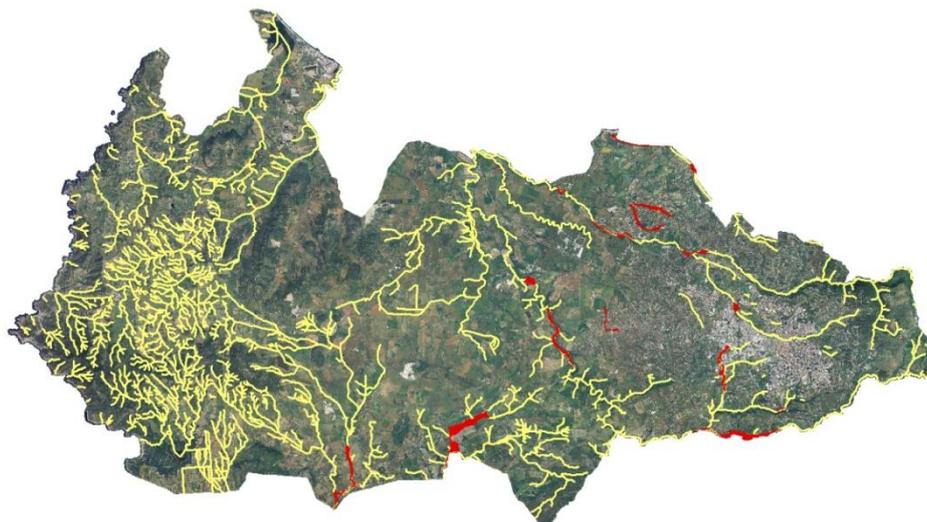


Figura 4 - Immagine satellitare del territorio comunale con evidenziato il reticolo idrografico (in giallo) e le aree a pericolosità idraulica presenti nel P.A.I. vigente (in rosso)

RILIEVI GEOMORFOLOGICI E CARTOGRAFICI

Gli elementi cartografici utilizzati sono costituiti da:

- Carta Tecnica Regionale in formato vettoriale 3D in scala 1:10.000;
- Cartografia digitale in formato vettoriale derivante da rilievo aerofotogrammetrico del territorio comunale in scala 1:2.000;
- Ortofoto aggiornate all'anno 2008 disponibili nel sito ufficiale della Regione Sardegna (Sardegna Territorio);
- Carta di uso del suolo della Provincia di Sassari aggiornata all'anno 2008 disponibile nel sito ufficiale;

Nel corso delle attività di reperimento delle informazioni sono stati consultati gli elaborati descrittivi dei principali interventi effettuati sui corsi d'acqua o sui manufatti interferenti con essi, nonché alcuni documenti storici.

Validi riferimenti cartografici sono stati inoltre forniti dallo strumento di consultazione via web dai portali di Google Earth e Bing Maps che, pur non essendo estraibili georeferenziati, sono stati integrati negli strumenti GIS di supporto alle attività di rilievo, fornendo la rappresentazione a colori dell'area di studio in momenti successivi e contribuendo a risolvere alcuni dubbi interpretativi.

Dal complesso della base dati predisposta, sono state acquisite le geometrie planimetriche riferibili ai seguenti elementi che caratterizzano l'alveo:

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

- **alveo attivo**, inteso come porzione di territorio sede del transito della portata di magra;
- **sponde dell'alveo attivo** intese come tracce lineari indicanti il limite esterno dell'alveo attivo;
- **alveo a piene rive** inteso come porzione di territorio sede del transito della piena ordinaria;
- opere idrauliche di difesa sia longitudinali che trasversali;
- opere idrauliche di contenimento dei livelli (argini, muri);
- opere di attraversamento e relativi rilevato di accesso;
- infrastrutture o elementi in rilevato paralleli o interferenti con il corso d'acqua;
- aree di sistemazione fluviale.

Ad integrazione degli elementi rilevati sulla base delle ortofoto digitali sono derivati dalla carta tecnica regionale vettoriale e da quella comunale gli elementi utilizzati per descrivere le forme caratterizzanti le aree indagate costituiti da:

- linee di sponda;
- scarpate di delimitazione dell'alveo di piena ordinaria;
- scarpate di delimitazione della piana alluvionale;
- forme in rilevato nella piana alluvionale;
- depressioni e cave nella piana alluvionale;
- opere idrauliche longitudinali e trasversali;
- opere di attraversamento;
- infrastrutture lineari nel tratto interferente con la piana alluvionale.

Gli elementi territoriali quali curve di livello e punti di quota, nonché le principali linee infrastrutturali, sono stati utilizzati per la costituzione del Modello Digitale del Terreno (DTM) con celle di base di forma rettangolare di lato variabile in funzione del livello di dettaglio necessario, utile per la delimitazione dei bacini idrografici e la descrizione delle diverse componenti territoriali che influiscono nel processo di trasformazione afflussi-deflussi.

4 RILIEVI DI DETTAGLIO

RILIEVI TOPOGRAFICI

I livelli informativi conseguiti con le elaborazioni digitali sono stati integrati con le attività di rilevamento in campo, sviluppate prevalentemente in corrispondenza di singolarità quali:

- attraversamenti stradali o pedonali;
- luci di passaggio e tombinature di vario genere;
- arginature e opere di difesa longitudinali;
- rilevati trasversali alla corrente;
- manufatti o fabbricati in alveo o in prossimità di esso;
- tratti del corso d'acqua particolarmente incogniti o poco definiti dalla cartografia digitale disponibile;
- elementi materiali non segnalati nella cartografia disponibile ma presenti e influenti nella dinamica evolutiva del corso d'acqua.

Le attività di rilevamento in campo sono state effettuate mediante l'utilizzo di ricevitore mobile GPS, in grado di connettersi tramite linea GSM alla Rete di 18 Stazioni Permanenti GNSS (Global Navigation Satellite System) della società TopCon, distribuite sul territorio della Sardegna e gestite dalla Geomarke.

Le misure locali dei manufatti sono state effettuate con l'ausilio di distanziometro laser della Leica Geosystem Italia e con strumenti tradizionali.

Il rilievo in campo è stato indispensabile nella costruzione dei modelli matematici delle aste fluviali per compensare le accennate lacune insite nella cartografia aerofotogrammetrica in particolare per quanto attiene i seguenti elementi:

- parti di alveo maggiormente incise e scarsamente definite;
- parti di alveo pianeggianti ed estese le cui variazioni altimetriche non sono individuate;
- manufatti di attraversamento stradale e acquedottistici;
- tombinature di vario genere.

I sopralluoghi in campo hanno consentito di risolvere i dubbi interpretativi soprattutto laddove interventi artificiali sul corso d'acqua e l'influenza delle infrastrutture hanno agito in maniera determinante nel condizionamento dei deflussi in piena.

Le opere di attraversamento e le opere idrauliche rilevate sono descritte nel *report* dei rilievi, dove sono riportate per ciascun attraversamento rilevato l'ubicazione geografica tramite foto satellitare, l'individuazione nell'asta principale, la descrizione quotata della geometria e delle caratteristiche costitutive e le immagini fotografiche. Le schede sono state ricompile secondo il format predisposto dall'Autorità di Bacino nel Luglio 2015. Per immediatezza di lettura delle criticità scaturite dalle simulazioni in moto permanente, per ciascun attraversamento sono stati riportati i dettagli dei profili longitudinali di moto permanente con i livelli idrici per i quattro tempi di ritorno.

5 ANALISI DEI BACINI IDROGRAFICI E METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE

PREMESSA

Per ciascun bacino o sottobacino studiato, è stato elaborato uno studio idrologico finalizzato alla valutazione delle portate di piena per i tempi di ritorno previsti dal PAI, ovvero: 50-100-200-500 anni.

Il lavoro è stato sviluppato in conformità alle prescrizioni delle Linee Guida del PAI e con l'utilizzo di elaborazioni numeriche in ambiente GIS per la descrizione ed interazione delle diverse componenti territoriali coinvolte nel processo di trasformazione afflussi-deflussi.

Per ciascun elemento studiato, sono state elaborate le seguenti fasi di lavoro principali:

- Predisposizione della cartografica numerica e redazione del Modello Digitale delle quote (DEM);
- Individuazione dei bacini idrografici e del reticolo superficiale;
- Implementazione delle componenti geolitologiche, pedologiche e di uso del suolo; redazione della carte tematiche;
- Attribuzione dei coefficienti CN (Curve Number) necessari per determinare il grado di permeabilità delle superfici contribuenti;
- Calcolo dell'altezza di pioggia che dà origine alle portate superficiali;
- Valutazione del tempo di corrivazione e calcolo delle portate di piena.

CALCOLO DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA

L'intensità di precipitazione $i(t, T)$, che determina la massima portata di piena (intensità critica) è stata valutata in funzione della curva di possibilità pluviometrica che esprime la legge di variazione dei massimi annuali di pioggia in funzione della durata della precipitazione t , per un assegnato tempo di ritorno T .

Tale curva ha come espressione matematica:

$$h = i \cdot t = a \cdot t^n$$

Per la derivazione delle curve di possibilità pluviometrica è stato adottato il modello probabilistico TCEV, che ben interpreta le caratteristiche di frequenza delle serie storiche per la Sardegna¹.

La procedura richiede di individuare:

- la sottozona omogenea, che per tutti i bacini in esame risulta essere la SZO 2;
- la pioggia indice giornaliera, che per l'area in esame risulta essere mediamente $\mu_g = 50$ mm;
- i tempi di ritorno (maggiori o minori di un ora).

¹ Deidda R., Piga E., Sechi G., *Confronto tra alcuni modelli regionali per la valutazione della pioggia indice*. D.I.T., Quaderni di ricerca, n. 13, Cagliari, 1997.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

L'altezza di pioggia h di durata t con assegnato tempo di ritorno T in anni si ottiene dalla formula:

$$h(t) = (a_1 a_2) t^{(n_1+n_2)}$$

dove i coefficienti a_1 , a_2 , n_1 e n_2 si determinano con le relazioni seguenti per differenti T :

$$n_1 = -0.493 + 0.476 \text{ Log}_{10} \mu_g$$

$$a_1 = \mu_g / (0.886 24 n_1)$$

$$n_2 = -5.6593 10^{-3} - 4.0872 10^{-3} \text{ Log}_{10} T$$

$$a_2 = 0.44182 + 1.0817 \text{ Log}_{10} T$$

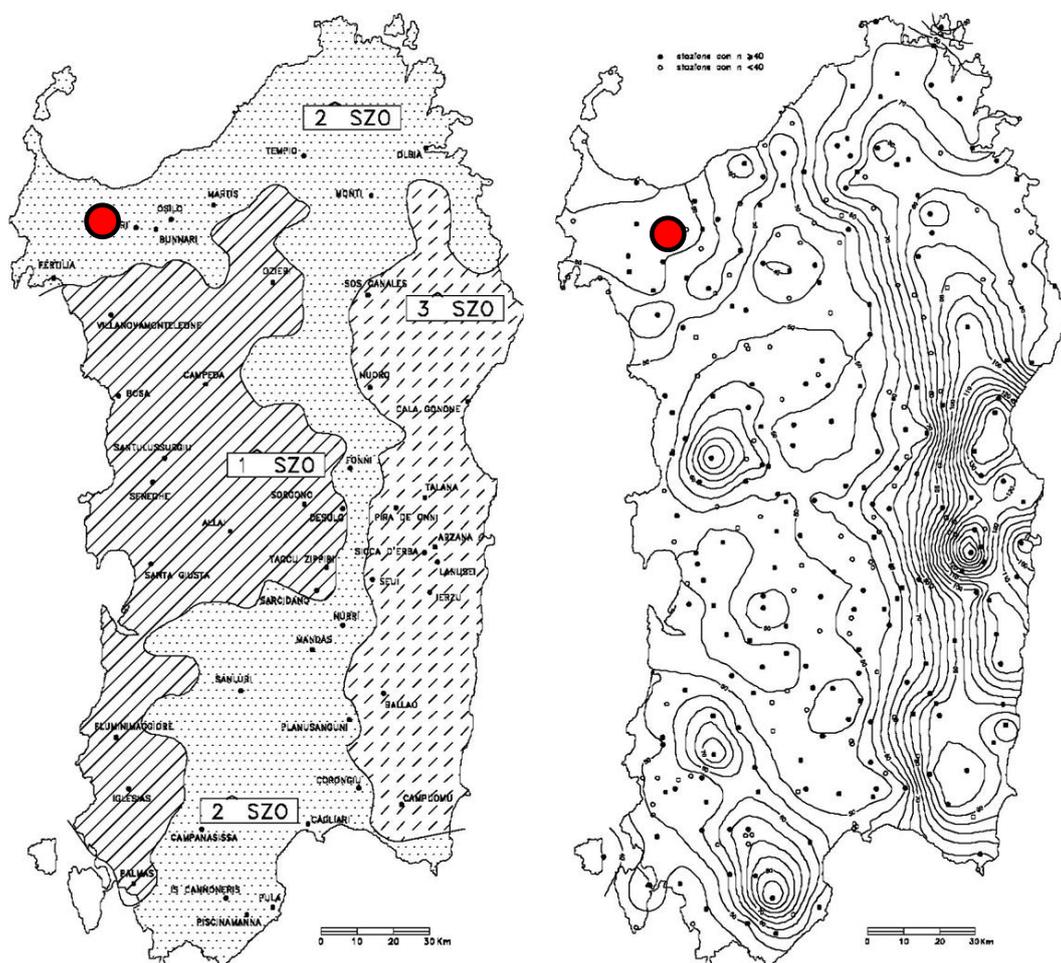


Figura 5 - carta delle sottozone (a sinistra) e delle isoiete (a destra); in rosso la zona di interesse

CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

Le portate al colmo nelle sezioni di chiusura dei differenti sottobacini sono state valutate sulla base di quanto indicato nelle “Linee guida per l’attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia” del PAI. Data la mancanza di valori di portata

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
 RELAZIONE GENERALE

osservati, la stima della portata di piena è stata determinata attraverso la metodologia indiretta (Formula Razionale) per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

Col metodo indiretto noto come Formula Razionale la portata di piena è espressa dal prodotto tra l'intensità di precipitazione, i , di assegnata durata t e periodo di ritorno T , il coefficiente di assorbimento Φ , la superficie del bacino A e il coefficiente di laminazione ε :

$$Q = \varepsilon \Phi i A$$

A vantaggio di sicurezza non si è considerato un fattore di ragguglio della precipitazione all'area del bacino considerando il coefficiente di laminazione $\varepsilon=1$. Il metodo prevede il calcolo dell'intensità di precipitazione i per una durata pari al **tempo di corrivazione t_c** . Il tempo di corrivazione è stato valutato attraverso un confronto critico tra i risultati delle formulazioni riportate nella tabella 2 seguente.

Alla luce delle caratteristiche dimensionali dei bacini idrografici in esame e tenendo conto delle condizioni al contorno, si è scelto di adottare come tempo di corrivazione per i corsi d'acqua studiati **il valore minimo tra le formule suindicate ritenute idonee in relazione alle dimensioni del bacino**; ad esempio, la formula VAPI è stata ritenuta maggiormente idonea per bacini di dimensioni superiori a 60 kmq; per i bacini minori sono state considerate idonee le Formule di Viparelli, Kirpich e SCS.

In tutti i casi è stata effettuata **l'analisi di sensitività** con lo scopo di verificare la variabilità delle portate e delle relative aree di allagamento in funzione dei diversi tempi di corrivazione; tale analisi è rintracciabile nelle tabelle dei calcoli idrologici (Allegato B) ove in colore verde compaiono i risultati ottenuti con le Formule appropriate per ciascun bacino, mentre in colore grigio sono comunque riportati i valori ottenuti con le Formule ritenute non idonee. La figura seguente illustra uno dei casi trattati

TR (anni)			50	100	200	500
Lunghezza asta	L	m	1949	1949	1949	1949
Curve Number	CN	-	96.32	96.32	96.32	96.32
Pend.za media bac.	i_{bac}	-	0.0851	0.0851	0.0851	0.0851
Area bacino	A	kmq	0.514	0.514	0.514	0.514
Altitudine massima	Hmax	m slm	235	235	235	235
Altitudine media	Hmed	m slm	206	206	206	206
Altitudine minima	Hmin	m slm	160	160	160	160
Pend.za media asta	iret	m/m	0.1272	0.1272	0.1272	0.1272
	SCS	(ore)	0.418	0.418	0.418	0.418
	GIANDOTTI	(ore)	1.067	1.067	1.067	1.067
	PASINI	(ore)	0.303	0.303	0.303	0.303
	VAPI	(ore)	1.538	1.538	1.538	1.538
	KIRPICH	(ore)	0.286	0.286	0.286	0.286
	VIPARELLI	(ore)	0.361	0.361	0.361	0.361
	tc adott.			KIRPICH		
	(ore)		0.286	0.286	0.286	0.286

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
 RELAZIONE GENERALE

PORTATE DI PIENA	Qpicco (SCS)	(mc/s)	7.366	8.452	9.544	11.029
	Qpicco (GIANDOTTI)	(mc/s)	4.914	5.779	6.650	7.805
	Qpicco (PASINI)	(mc/s)	8.322	9.454	10.597	12.174
	Qpicco (VAPI)	(mc/s)	3.920	4.595	5.272	6.169
	Qpicco (KIRPICH)	(mc/s)	8.493	9.632	10.782	12.373
	Qpicco (VIPARELLI)	(mc/s)	7.795	8.905	10.022	11.550
	Qpicco (ADOTTATO)	(mc/s)	8.493	9.632	10.782	12.373

Figura 6 - stralci della tabella dei calcoli idrologici di uno dei bacini studiati

Tabella 2 - Formule per il calcolo dei tempi di corrivazione

SCS	$t_c = 1.67 \cdot \frac{100L^{0.8} \cdot [(1000/CN) - 9]^{0.7}}{1900 \cdot \sqrt{i_b}}$ <p>L = lunghezza asta principale in piedi, i_b = pendenza media del bacino in %, CN = curve number</p>	[minuti]
GIANDOTTI	$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 15 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_m - H_0}}$ <p>H0 = quota sez. chiusura in m, Hm = quota media del bacino in m A = area del bacino in Km², L = lunghezza asta principale in Km</p>	[Ore]
PASINI	$t_c = 0.108 \cdot \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{J_m}}$ <p>A = area del bacino in Km², L = lunghezza asta principale in Km, J_m = pendenza media del reticolo idrografico</p>	[Ore]
VAPI	$t_c = 0.212 \cdot A^{0.231} \cdot \left(\frac{H_m - H_0}{J_m}\right)^{0.289}$ <p>A = area del bac. in Km², J_m = pend. media del reticolo idrografico H₀ = quota sezione chiusura, H_m = quota media del bacino</p>	[Ore]
KIRPICH	$t_c = 0.000325 \cdot L^{0.77} \cdot i_b^{-0.385}$ <p>L = lunghezza asta principale in piedi, i_b = pendenza media del bacino in %</p>	[Ore]
VIPARELLI	$t_c = \frac{L}{3600 \cdot v_m}$ <p>L = lunghezza asta principale in piedi, v_m = velocità media della corrente (imposta 1.5 m/s)</p>	[Ore]

La formula SCS richiede la valutazione del parametro di assorbimento CN (curve number). I valori di questo parametro sono stati determinati per le sezioni idrologiche d'interesse facendo riferimento alla metodologia SCS-CN in funzione della tipologia pedologica e di uso del suolo del bacino in esame. Considerato che i suoli presenti nei bacini hanno quasi tutti una tessitura caratterizzata da una elevata componente argillosa di spessore ridotto sopra un tacco di roccia calcarenitica, operando a favore di sicurezza, si è scelta la classe di uso del suolo D con il più alto potenziale di scorrimento e una bassissima capacità di infiltrazione.

Al fine di ricavare il Curve Number medio di ciascun sottobacino si è effettuata l'analisi della carta dell'uso del suolo della regione Sardegna pubblicata nell'anno 2008 e reperita presso il sito comprendete la cartografia ufficiale della regione Sardegna <http://sardegnaterritorio.it>.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

La vegetazione, o l'uso del suolo in senso lato, esercita una grande influenza sui processi idrologici analizzati alla scala di bacino: da essa dipendono i volumi di precipitazione intercettati e quelli evapotraspirati, ed essa stessa è un fattore primario nella determinazione del comportamento idrologico e idraulico degli strati di suolo più superficiali, soprattutto in relazione alla conducibilità idrica o permeabilità. La disponibilità di una carta dell'uso del suolo che sia la più accurata possibile si rivela, quindi, fondamentale ai fini di fornire adeguati input ai modelli di previsione idrologica.

La stesura della carta d'uso del suolo è avvenuta principalmente attraverso due fasi: l'individuazione delle classi di vegetazione secondo la classificazione CORINE (*COoRdination of INformation on Environment*) e la verifica della perimetrazione delle stesse su cartografia digitale. All'interno delle classi d'uso del suolo sono state incluse le tipologie di vegetazione che potessero avere caratteristiche il più possibile omogenee: occorre comunque considerare che, nella definizione di classe, si è tenuto conto solo parzialmente dei criteri botanici, mentre si è data maggior enfasi alle influenze della vegetazione sul ciclo idrologico, sia in termini di volume di pioggia intercettati, sia in termini di indici di scabrezza.

Nell'ambito del progetto CORINE Land Cover, è stata realizzata una cartografia della copertura del suolo, con una legenda di 44 voci su 3 livelli gerarchici, riferita ad unità spaziali omogenee o composte da zone elementari appartenenti ad una stessa classe, di superficie significativa rispetto alla scala, nettamente distinte dalle unità che le circondano e sufficientemente stabili per essere destinate al rilevamento di informazioni più dettagliate. Il primo dei livelli gerarchici comprende 5 voci generali che abbracciano le maggiori categorie di copertura sul pianeta, ovvero territori modellati artificialmente, territori agricoli, territori boscati e ambienti semi-naturali, zone umide e corpi idrici. Il secondo livello contiene 15 voci ed il terzo 44 voci. Questi ultimi sono rappresentabili in scala di dettaglio. La conoscenza dettagliata degli utilizzi del suolo è impiegata nel presente studio per diversi scopi. La discriminazione in zone con diverso utilizzo del suolo è utile nella stima degli indici di scabrezza e nella determinazione delle caratteristiche idrologiche di infiltrazione superficiale.

I valori di CN(II) per la categoria di suolo D adottati per ogni classe presente all'interno della carta dell'uso del suolo sono elencati nella seguente tabella:

Tabella 3 - Valori del CNII associati alle diverse categorie di uso del suolo

TIPOLOGIA DI TERRENO	CNII
Arboricoltura con essenze forestali di latifoglie	83
Aree a pascolo naturale	89
Aree a ricolonizzazione artificiale	89
Aree a ricolonizzazione naturale	89
Aree aeroportuali ed eliporti	98
Aree agroforestali	83
Aree archeologiche	93
Aree con vegetazione rada	89
Aree estrattive	85
Aree portuali	98

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

TIPOLOGIA DI TERRENO	CNII
Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali importanti	89
Aree verdi urbane	84
Bacini artificiali	100
Boschi di conifere	83
Boschi di latifoglie	83
Boschi misti di conifere e latifoglie	83
Campeggi, aree sportive e parchi di divertimento	84
Cantieri	93
Cimiteri	84
Colture in serra	86
Colture temporanee associate ad altre colture permanenti (pascoli e seminativi arborati con copertura d	89
Colture temporanee associate al vigneto	89
Colture temporanee associate all'olivo	89
Discariche	93
Fiumi, torrenti e fossi	100
Formazioni di ripa non arboree	86
Formazioni vegetali basse e chiuse, stabili, composte principalmente di cespugli, arbusti e piante erba	86
Frutteti e frutti minori	89
Gariga	89
Impianti a servizio delle reti di distribuzione (telecomunicazioni/energia/idriche)	98
Insedamenti industriali/artigianali e commerciali, con spazi annessi	98
Insedamento di grandi impianti di servizi	98
Lagune, laghi e stagni costieri a produzione ittica naturale	100
Letti di torrenti di ampiezza superiore a 25 m	100
Macchia mediterranea	83
Oliveti	89
Paludi interne	100
Paludi salmastre	100
Pareti rocciose e falesie	98
Pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc anche in formazioni miste	83
Prati artificiali	78
Prati stabili	78
Reti ferroviarie comprese le superfici annesse (stazioni, smistamenti, depositi ecc)	98

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

TIPOLOGIA DI TERRENO	CNII
Reti stradali e spazi accessori (svincoli, stazioni di servizio, aree di parcheggio ecc)	98
Seminativi in aree non irrigue	89
Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo	91
Sistemi colturali e particellari complessi	89
Spiagge di ampiezza superiore a 25 m	98
Sugherete (popolamenti puri di querce da sughera con copertura >25% con evidenti cure colturali)	83
Tessuto agro-residenziale sparso e fabbricati rurali a carattere tipicamente agricolo o rurale	85
Tessuto discontinuo (extraurbano)	85
Tessuto residenziale compatto e denso	92
Tessuto residenziale rado	85
Vigneti	89
Vivai	86

Estrapolate le diverse tipologie di aree all'interno di ogni sottobacino, è stata effettuata una media pesata (con peso il valore in mq dell'area di uso del suolo omogeneo) al fine di definire il CN(II) medio con la seguente formula:

$$CN(II)_{medio} = \frac{\sum CN(II)_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

nella quale $CN(II)_i$ è il valore del CN(II) riguardante l'iesima area a cui è associato uno specifico uso del suolo, mentre A_i è il valore dell'area stessa in mq.

Tali valori sono stati poi cautelativamente incrementati relazionandoli allo stato di imbibizione del terreno prima dell'evento di piena. Si è considerata infatti la presenza di una pioggia superiore a 50 mm nei 5 giorni antecedenti l'evento di piena (classe A.M.C. III – pioggia totale nei cinque giorni precedenti l'evento). Il nuovo valore di CN, che tiene conto di tale considerazioni, è denominato CN(III). La formula che lega il CN(II) al CN(III) è la seguente:

$$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

Si sono così ottenuti i valori del CN effettivamente utilizzati per il calcolo dei tempi di corrivazione per i diversi bacini analizzati, ovvero quelli che prevedono il terreno in condizioni di massima saturazione.

Le altre grandezze geometriche necessarie a definire il tempo di corrivazione per le quattro formulazioni utilizzate, sono state ricavate attraverso l'elaborazione cartografica con GIS open source del modello digitale

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

del terreno (*D.T.M. Digital Terrain Model*) con celle di passo 1 m disponibile preses il geoportale della Regione Sardegna, integrato, ove necessario, con i punti e le curve di livello della cartografia di dettaglio del Comune di Sassari.

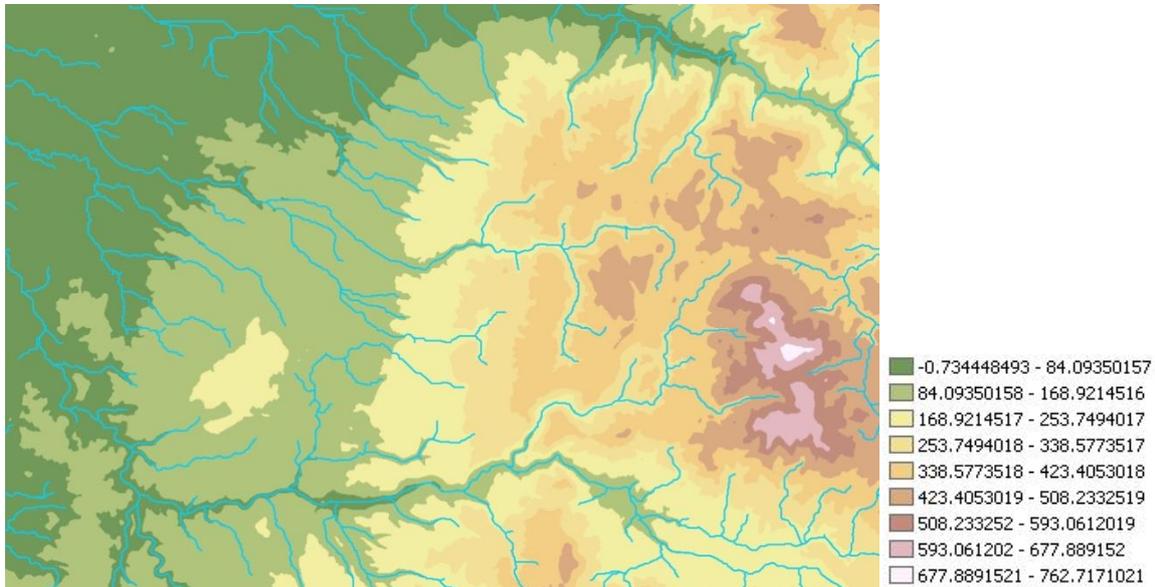


Figura 7 – esempio di Modello Digitale del Terreno oggetto di studio

In particolare sono state ricavate le seguenti grandezze geometriche:

- superficie del bacino: espressa in Km² valutata come area del poligono chiuso che definisce ciascun bacino idrografico;
- altitudine massima, media e minima: espresse in metri sono state valutate sulla base dell'analisi del DTM
- lunghezza dell'asta: espressa in m, è stata valutata con l'ausilio dello strato rappresentante l'idrografia della regione Sardegna presente sul database multi precisione consultabile nel sito www.sardegna territorio.it

Da una successiva elaborazione del D.T.M. si è ottenuta la carta delle pendenze.

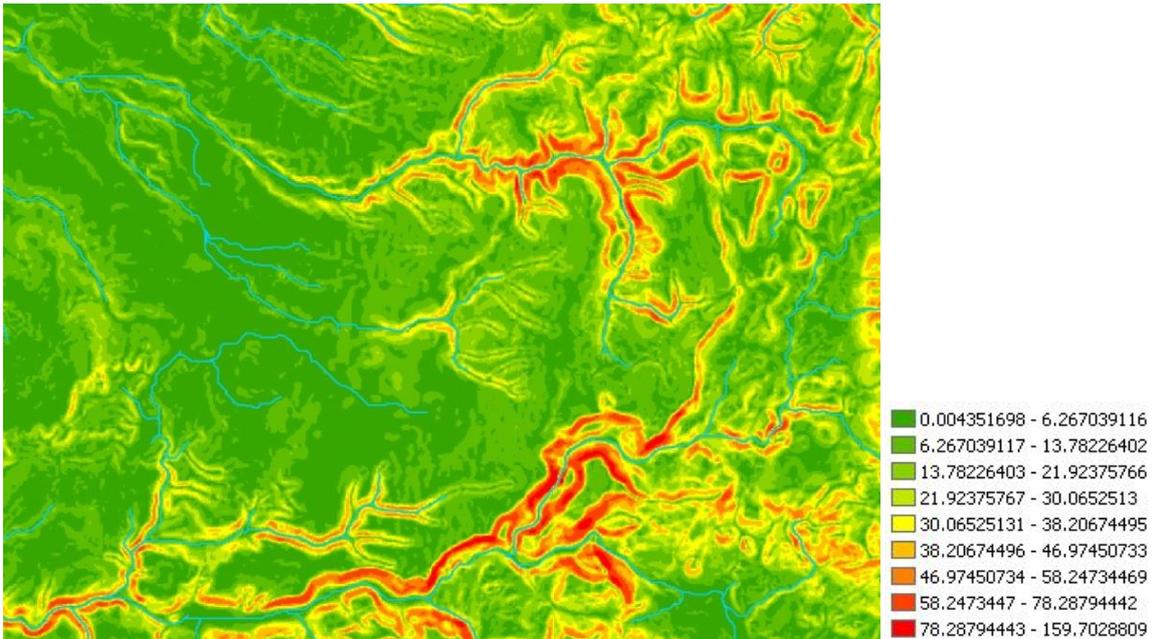


Figura 8 – Esempio di Carta delle pendenze del territorio oggetto di studio

Con l'ausilio di tale carta digitale è stato possibile ricavare le seguenti grandezze geometriche:

- pendenza media del bacino: espressa in % è stata ottenuta come media matematica delle pendenze delle differenti celle contenute all'interno dei poligoni rappresentanti ciascun bacino;
- pendenza media dell'asta: espressa in m/m ottenuta dall'intersezione tra lo shape contenente le aste fluviali e la carta delle pendenze.

Il valore del coefficiente di assorbimento o di deflusso Φ è stato calcolato con il metodo del SCS- Curve Number² che permette di ricavare la pioggia netta in base all'espressione:

$$h_{netta} = \frac{(h_{lorda} - I_a)^2}{(h_{lorda} + S - I_a)}$$

dove h_{lorda} è la pioggia stimata dalle curve di possibilità pluviometrica, S (in mm) rappresenta l'assorbimento del bacino, espresso dalla relazione:

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

e I_a è l'assorbimento iniziale, legato empiricamente al parametro S dalla relazione:

$$I_a = 0.2 S.$$

² U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE – SOIL CONSERVATION SERVICE, SCS National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology, pp. 10.1÷24, Washington, D.C., U.S.A., 1972.

6 METODOLOGIA DI ANALISI IDRAULICA

I calcoli idraulici necessari per individuare le aree di allagamento associate alle portate di progetto, sono stati sviluppati con l'ausilio del codice di calcolo **HEC-RAS** (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System del U.S. Army nella **versione 6.0** che consente di costruire il modello matematico delle aste fluviali in esame, rappresentandone anche gli elementi singolari, quali manufatti di attraversamento (ponti e tombinature), pile ed altre ostruzioni presenti in alveo, arginature e ricavare i profili della corrente in moto permanente determinati dalle portate di progetto. Tra gli output ricavati, i livelli della superficie libera nelle sezioni trasversali consentono di individuare le aree occupate dalla corrente idraulica durante l'evento di piena.

La modellazione avviene attraverso l'inserimento di sezioni trasversali alla direzione di scorrimento dell'asta fluviale, rappresentanti la morfologia del terreno ed estese lungo le sponde in misura sufficiente da contenere i tiranti idrici; suddivise in più tratti in funzione di differenti valori del parametro n di scabrezza associato a ciascun tratto.

Oltre a questa suddivisione vengono delimitate per ogni sezione trasversale tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e le due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

La geometria dei corsi d'acqua definita dal profilo planimetrico dell'alveo, dalle sezioni trasversali e dai manufatti di attraversamento è stata definita sulla base della cartografia numerica a disposizione integrata da rilievi di dettaglio effettuati dallo scrivente in prossimità delle singolarità del tracciato.

Ad ogni tratto di ciascuna sezione trasversale sono stati attribuiti valori di scabrezza elaborati sulla base della cartografia dell'uso del suolo disponibile nel sito della regione Sardegna <http://www.sardegнатerritorio.it>. In particolare a ciascuna categoria di uso del suolo presente nella cartografia utilizzata sono stati assegnati, con riferimento a dati presenti in letteratura tecnica³, specifici valori di scabrezza variabili da 0.01 a 0.35.

In tabella 4 sono stati elencati nello specifico i valori di scabrezza utilizzati ai fini del calcolo idraulico.

³ Ven Te Chow, Applied Hydrology, Mc-Graw Hill, 1988 .

Tabella 4 - Valori di scabrezza per le differenti classi di uso del suolo

CLASSI DELL'USO DEL SUOLO	SCABREZZA
Arboricoltura con essenze forestali di latifoglie	0.1
Aree a pascolo naturale	0.035
Aree a ricolonizzazione artificiale	0.035
Aree a ricolonizzazione naturale	0.035
Aree aeroportuali ed eliporti	0.016
Aree agroforestali	0.1
Aree archeologiche	0.025
Aree con vegetazione rada	0.07
Aree estrattive	0.025
Aree portuali	0.016
Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali importanti	0.035
Aree verdi urbane	0.035
Bacini artificiali	0.03
Bacini naturali	0.03
Boschi di conifere	0.15
Boschi di latifoglie	0.15
Boschi misti di conifere e latifoglie	0.15
Campeggi, aree sportive e parchi di divertimento	0.035
Cantieri	0.025
Cimiteri	0.035
Colture in serra	0.035
Colture temporanee associate a colture permanenti	0.035
Colture temporanee associate ad altre colture permanenti	0.035
Colture temporanee associate al vigneto	0.35
Colture temporanee associate all'olivo	0.035
Discariche	0.025
Fiumi, torrenti e fossi	0.03
Formazioni di ripa non arboree	0.05
Formazioni vegetali basse e chiuse, stabili, composte principalmente di cespugli, arbusti e piante erba	0.05
Frutteti e frutti minori	0.035
Gariga	0.05
Impianti a servizio delle reti di distribuzione (telecomunicazioni/energia/idriche)	0.016
Insedamenti industriali/artigianali e commerciali, con spazi annessi	0.016
Insedamento di grandi impianti di servizi	0.016

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

CLASSI DELL'USO DEL SUOLO	SCABREZZA
Lagune, laghi e stagni costieri a produzione ittica naturale	0.03
Letti di torrenti di ampiezza superiore a 25 m	0.03
Macchia mediterranea	0.1
Oliveti	0.035
Paludi interne	0.03
Paludi salmastre	0.03
Pareti rocciose e falesie	0.015
Pioppeti, saliceti, eucalipteti ecc anche in formazioni miste	0.15
Prati artificiali	0.035
Prati stabili	0.035
Reti ferroviarie comprese le superfici annesse (stazioni, smistamenti, depositi ecc)	0.04
Reti stradali e spazi accessori (svincoli, stazioni di servizio, aree di parcheggio ecc)	0.016
Seminativi in aree non irrigue	0.04
Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo	0.04
Sistemi colturali e particellari complessi	0.035
Spiagge di ampiezza superiore a 25 m	0.03
Sugherete (popolamenti puri di querce da sughera con copertura >25% con evidenti cure colturali)	0.15
Tessuto agro-residenziale sparso e fabbricati rurali a carattere tipicamente agricolo o rurale	0.016
Tessuto discontinuo (extraurbano)	0.016
Tessuto residenziale compatto e denso	0.016
Tessuto residenziale rado	0.016
Vigneti	0.035
Vivai	0.04

Il profilo di moto permanente è determinato numericamente per differenze finite risolvendo le equazioni dell'idraulica con condizioni al contorno specifiche per i tratti di alveo studiati.

Per la definizione delle singolarità sono state utilizzate le **funzioni specifiche** denominate "Bridge" e "Culvert" per rappresentare i ponti e viadotti stradali nonché i sottopassi stradali e ferroviari trasversali alla corrente, la funzione "Leeve" per rappresentare le arginature, la funzione "Ineffective flow area" per rappresentare le zone laterali al canale principale occupate dall'acqua con velocità molto basse, non contribuenti alla corrente monodimensionale e situate a ridosso dei manufatti o terrapieni. In corrispondenza delle confluenze tra aste differenti è stata utilizzata la funzione "Junction".

Le correnti sono state simulate come “miste” definendo le condizioni al contorno di monte e di valle. Il software di calcolo include automaticamente le condizioni al contorno “interne” ovvero quelle derivanti dalla presenza di singolarità intermedie (confluenze, altezze d’acqua note, ecc..). Le simulazioni hanno evidenziato gli innalzamenti del pelo libero verso monte (profilo di rigurgito) in corrispondenza dei passaggi attraverso luci, soglie o restringimenti con conseguenti allagamenti delle superfici laterali in caso di sezioni trasversali insufficienti; è agevole dimostrare che l’entità dei rigurgiti si riduce sensibilmente con la rimozione dei principali ostacoli alla corrente rappresentati dai restringimenti o dai detriti depositati in prossimità delle luci di passaggio e mai rimossi

Per quanto riguarda la delimitazione delle **aree a pericolosità idraulica** per i tempi di ritorno considerati, il lavoro è stato sviluppato a partire dai risultati delle simulazioni su modello matematico, effettuando la trasposizione sulla cartografia in scala 1:2.000 della traccia planimetrica corrispondente alle aree bagnate dai tiranti idrici; i contorni delle superfici interessate dalle piene risultano determinati automaticamente per sottrazione tra il volume sotteso sezione per sezione dai livelli idrici associati a ciascun tempo di ritorno e il volume rappresentato dal terreno nell’intervallo corrispondente. Con tale procedimento sono state definite le Carte della Pericolosità Idraulica, nelle quali si riportano i perimetri e le campiture con tonalità di colore dell’azzurro differenti in funzione del livello di pericolosità da moderato a molto elevato (Hi1-Hi2-Hi3-Hi4).

Per ciascuna asta fluviale sono state tracciate le **sezioni trasversali** lungo l’asta principale, la cui numerazione procede in ordine crescente da valle verso monte in conformità alle regole del programma. Gli **attraversamenti dell’asta fluviale** dovuti a viadotti, ponti e sottopassi sono stati identificati con specifiche sigle e classificati in ordine crescente da monte verso valle.

Negli Allegati “Simulazioni in moto permanente” sono riportati per ciascuna asta o sistema di aste fluviali i seguenti contenuti grafici e numerici:

- planimetrie delle aste principali con indicazione delle sezioni trasversali;
- profili longitudinali dell’alveo con i profili della superficie libera per le portate con i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni e in taluni casi con l’indicazione delle velocità;
- sezioni trasversali con le indicazioni delle singolarità (ostruzioni, argini, pile, ponti e tombature), della scabrezza e dei livelli raggiunti dai battenti idrici per le portate studiate;
- tabelle riepilogative delle grandezze fisiche e idrauliche.

Si riporta di seguito la figura contenente le aree a pericolosità idraulica dell’intero territorio risultanti dal presente lavoro.

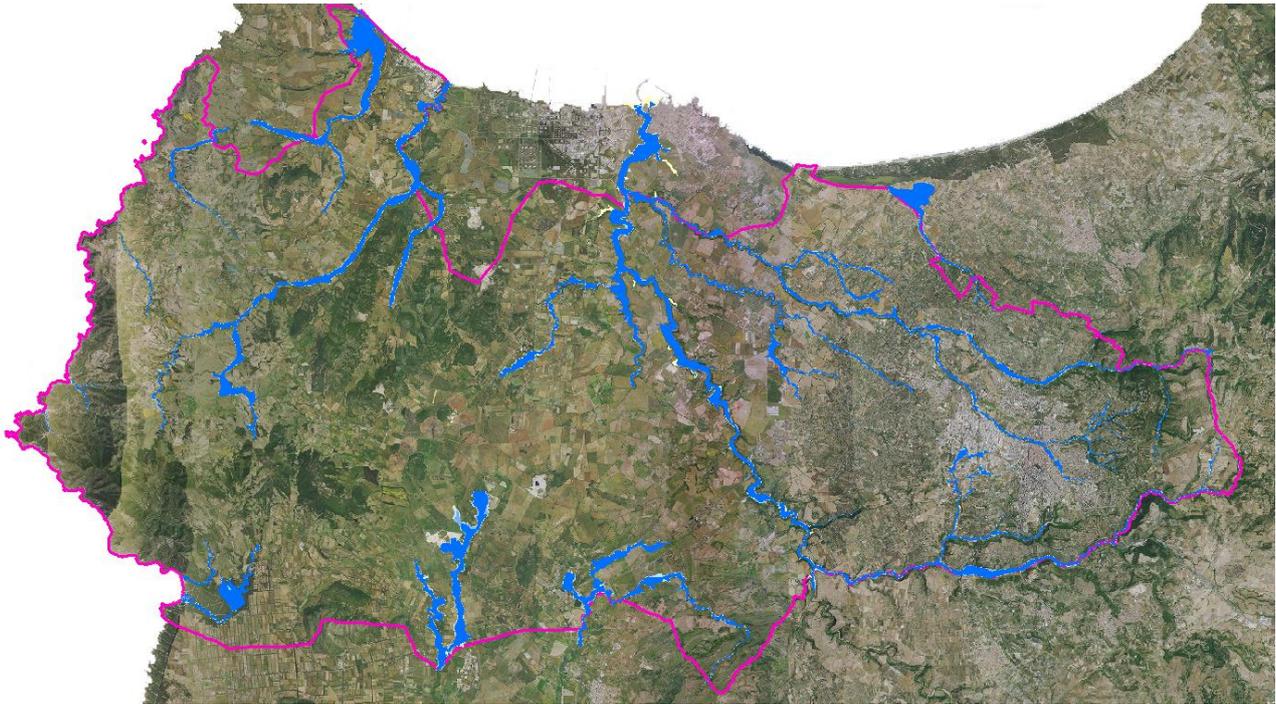


Figura 9 – Quadro di insieme delle pericolosità idrauliche nel territorio comunale

7 METODOLOGIA DI DEFINIZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

DEFINIZIONI E PARAMETRI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO

I parametri e le loro definizioni sono quelli utilizzati dalle “LINEE GUIDA” del P.A.I. e dell'aggiornamento successivo effettuato nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (P.G.R.A.); essi hanno consentito di quantificare sia il rischio totale, R, che la definizione degli elementi a rischio interessati (esposti a possibili eventi di natura idrogeologica), identificati e classificati secondo uno schema di legenda che prevede l'istituzione di 6 macrocategorie di elementi, ognuna delle quali a sua volta suddivisa in sottocategorie specifiche. **Le classi omogenee di Danno Potenziale (D)** previste sono quattro, e tengono conto per la loro definizione del danno alle persone, e di quello al tessuto socio-economico ed ai beni non monetizzabili, come di seguito riportato:

- D1: Danno potenziale moderato o nullo.
- D2: Danno potenziale medio;
- D3: Danno potenziale elevato;
- D4: Danno potenziale molto elevato;

L'entità del Danno Potenziale scaturisce da un'analisi semplificata basata sull'attribuzione dei valori ai seguenti parametri:

$$\mathbf{D = E \times V}$$

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

E = elementi a rischio, che sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi, ed ai quali è stato attribuito un peso secondo una scala compresa fra 0 e 1, a seconda della classificazione attribuita allo stesso elemento

V = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento, e quindi dal grado di perdita degli elementi a rischio **E** in caso del manifestarsi del fenomeno. Nelle valutazioni effettuate la vulnerabilità è stata assunta pari all'unità.

Così come richiesto dall'art. 6 del D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49, la caratterizzazione del danno potenziale atteso è stata effettuata facendo riferimento anche ai seguenti elementi:

- numero indicativo degli abitanti potenzialmente interessati;
- infrastrutture e strutture strategiche (autostrade, ferrovie, ospedali, scuole etc);
- beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse presenti nell'area potenzialmente interessata;
- distribuzione e tipologia delle attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata;
- impianti di cui all'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59, che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione e aree protette potenzialmente interessate, individuate all'allegato 9 alla parte terza del decreto legislativo n. 152 del 2006.

Per quanto concerne la definizione degli elementi a rischio, sono state utilizzate le mappe predisposte nel PGRA che, in accordo con gli indirizzi operativi predisposti dal MATTM hanno individuato sei macrocategorie, ognuna delle quali è composta, a sua volta, da sottocategorie specifiche, che sono evidenziate nella tabella di seguito riportata:

La predisposizione della Carta del Danno Potenziale e della Carta della Pericolosità idraulica ha permesso di ricavare, mediante una procedura di overlay mapping, la Carta del Rischio idraulico, in conformità con quanto previsto dalla Direttiva Comunitaria oggetto dell'attività.

Secondo la definizione riportata nel DPCM 29/09/98 il Rischio Idraulico, R_i , così come modificata dal PGRA è dato come prodotto di tre fattori secondo l'espressione:

$$R_i = H_i \cdot D = H_i \cdot E \cdot V$$

in cui si assume:

R_i = Rischio Idraulico totale, quantificato secondo quattro livelli descritti più avanti;

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

H_i = Pericolosità (natural Hazard), ossia la probabilità di superamento della portata al colmo di piena. Anch'essa è suddivisa in quattro livelli pari a 0,02; 0,01; 0,005 e 0,002 che corrispondono ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni. (in futuro sarà codificata dalla lettera P e raggruppata in tre classi omogenee).

D_i = Danno potenziale, raggrupato in classi omogenee di elementi esposti a possibili eventi calamitosi di natura idrogeologica e includono persone e/o cose. Sono classificati in quattro classi.

Il rischio idraulico è quantificato secondo quattro livelli così suddivisi :

Classe	Intensità	Valore
R_{i1}	Moderato	$\leq 0,002$
R_{i2}	Medio	$\leq 0,005$
R_{i3}	Elevato	$\leq 0,01$
R_{i4}	Molto elevato	$\leq 0,02$

Si riporta infine la descrizione degli effetti corrispondenti a ciascuna classe di rischio :

Rischio Moderato (R_{i1}): danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali ;

Rischio Medio (R_{i2}): sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;

Rischio Elevato (R_{i3}): sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici ed alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale ;

Rischio Molto Elevato (R_{i4}): sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche.

L'attribuzione della classe di rischio idraulico R_i potrà essere effettuata utilizzando la seguente matrice aggiornata ai sensi dell'art. 40 del nuovo testo coordinato delle N.A. del PAI, (Ott. 2015):

Elementi a rischio	Pericolosità IDRAULICA			
	$H_i 1 (P1)$	$H_i 2 (P2)$	$H_i 3 (P2)$	$H_i 4 (P3)$
D1	$R_i 1$	$R_i 1$	$R_i 1$	$R_i 1$
D2	$R_i 1$	$R_i 2$	$R_i 2$	$R_i 3$
D3	$R_i 1$	$R_i 3$	$R_i 3$	$R_i 4$
D4	$R_i 2$	$R_i 3$	$R_i 3$	$R_i 4$

8 AREA URBANA: REGIONE MONTE BIANCHINU

Nella figura seguente è rappresentato l'insieme dei compluvi naturali ricadenti all'interno dell'area urbana e peri-urbana di Monte Bianchinu. Si può osservare come, pur non essendo presenti insediamenti abitativi di densità elevata, si evidenzia un edificato diffuso e una rete infrastrutturale abbastanza fitta.

Tutte le aste identificate convergono poi nella valle dell'Eba-Giara e valle del Rosello originando il Rio San Giovanni, analizzato nei paragrafi successivi.



Figura 10 – Reticolo idrografico ricadente nella Zona urbana di Monte Bianchinu

CALCOLI IDROLOGICI

Come è possibile osservare dalla **Figura 11** l'intero bacino idrografico che sottende l'ipotetica sezione di chiusura posta in prossimità del Rio San Giovanni è stato suddiviso in 14 sottobacini al fine di ottenere le

portate per ciascuna asta presente nel reticolo idrografico e, per le aste più lunghe, diverse portate in funzione dei singoli tratti afferenti.

Per la regione di Monte Bianchinu è stato studiato il reticolo idrografico per una lunghezza complessiva di circa 10600 m suddivisa nelle 9 aste presenti.

Lo studio si è limitato alle aste minori che confluiscono nel Rio San Giovanni lo studio del quale è stato svolto preliminarmente e separatamente.

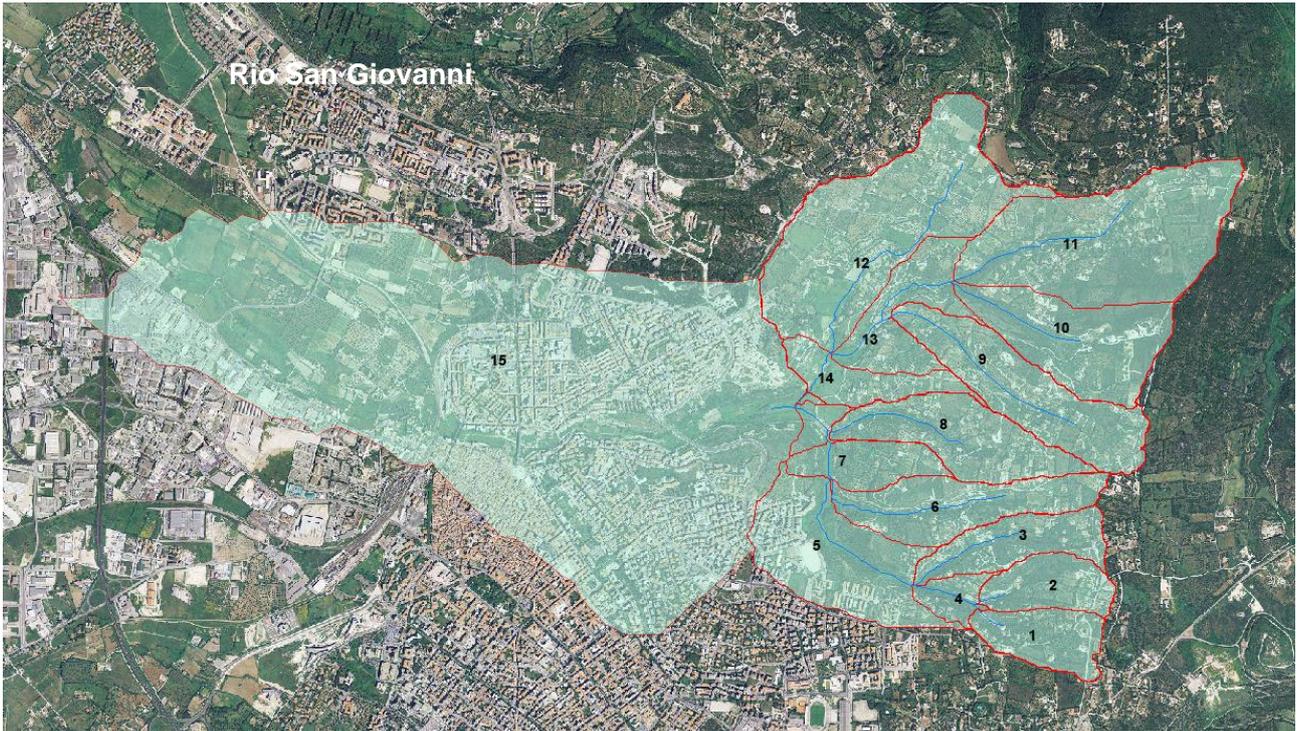


Figura 11 - Suddivisione in sottobacini della zona di Monte Bianchinu adottata per il calcolo delle portate

L'analisi dell'uso del suolo evidenzia come, all'interno del bacino idrografico, vi sia l'alternanza di zone a vocazione prettamente residenziale caratterizzate da edificato sparso (tessuto extraurbano) con zone a vocazione naturale quali boschi di latifoglie e aree a ricolonizzazione naturale. Risulta comunque importante la componente antropica agricola con elevata presenza di oliveti e di zone seminate.

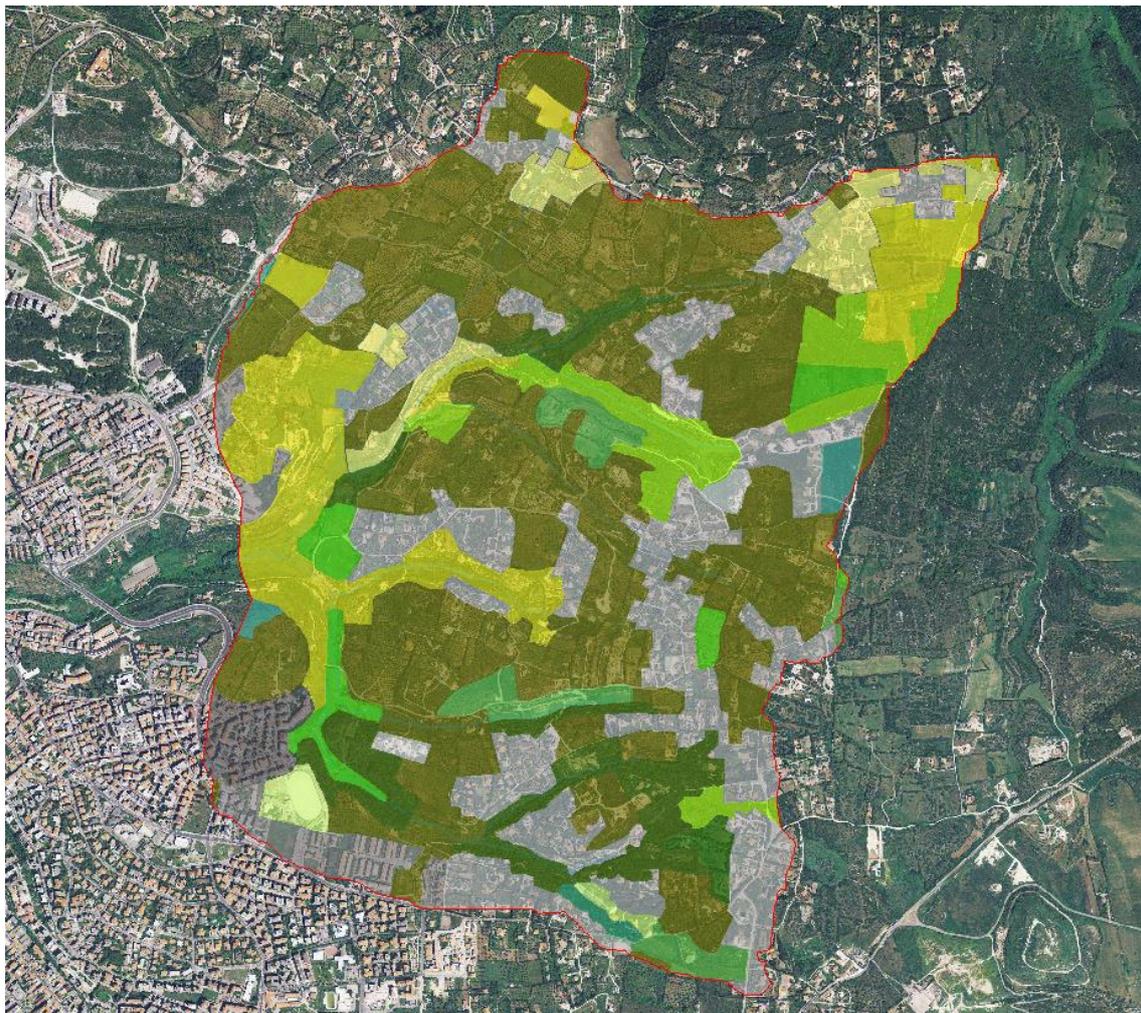


Figura 12- Elaborazione della carta dell'uso del suolo per i sottobacini della zona di Monte Bianchinu

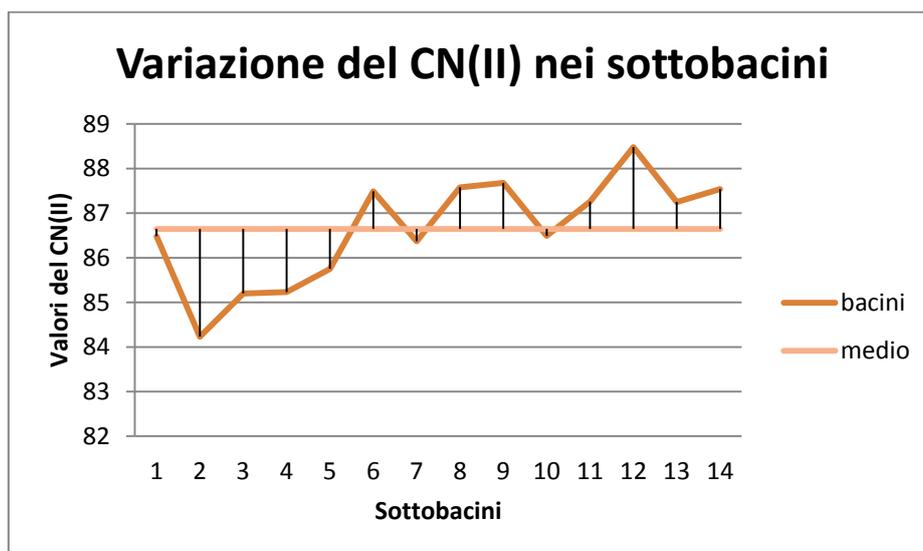


Figura 13 – Andamento del CN(III) nei sottobacini per la zona di Monte Bianchinu

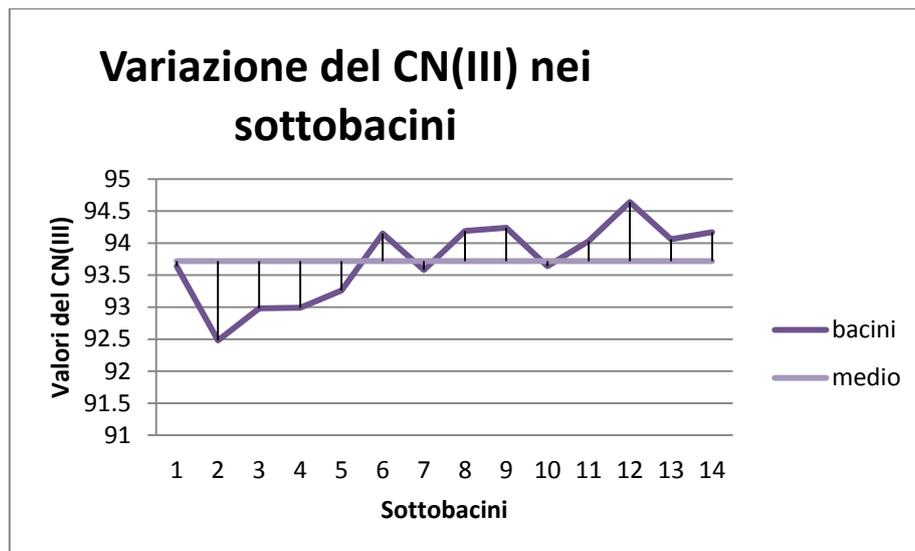


Figura 14 – Andamento del CN(III) nei sottobacini per la zona di Monte Bianchinu

Si può osservare come i valori dei CN medi per ciascun sottobacino non si allontanino di molto dal valore medio dei CN per il bacino idrografico comprendente i sottobacini. In particolare le massime differenze si riscontrano per il bacino numero 2 e per il bacino numero 12.

Per il secondo bacino la spiegazione al minore valore di CN è da ricercarsi nella notevole presenza di zona ad uso boschivo mentre per il dodicesimo bacino si riscontra la totale assenza di zone a carattere naturale essendo interessato quasi esclusivamente da zone edificate o zone destinate al seminativo o alla coltivazione dell'olivo.

Di seguito infine si riportano le tabelle riassuntive delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
 RELAZIONE GENERALE

Tabella 5- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini della zona di Monte Bianchinu

BACINI	1	2	3	4	5	6	7
CN(III)	93.64	92.48	92.98	92.99	93.23	94.15	93.58
Lunghezza asta principale (m)	913	994	1275	1274	2231	1760	2527
Area (kmq)	0.19	0.18	0.24	0.46	1.19	0.35	1.71
Pendenza media bacino	0.1474	0.1346	0.1691	0.1672	0.1539	0.1651	0.159
Altezza massima bacino	377.01	377.21	375.06	377.21	377.21	372.29	377.21
Altezza media bacino	350.98	351.19	337.57	343.29	312.87	313.65	308.79
Altezza sezione di chiusura (m)	297.34	296.27	270.57	270.82	332.34	232.81	220.49
Pendenza asta principale	0.00873	0.0814	0.0820	0.0835	0.0649	0.0793	0.0620
BACINI	8	9	10	11	12	13	14
CN(III)	94.19	94.24	93.64	94.03	94.64	94.03	94.38
Lunghezza asta principale (m)	1742	1859	1614	1962	1194	2879	3222
Area (kmq)	0.36	0.45	1.24	0.81	0.88	1.96	3.02
Pendenza media bacino	0.1753	0.1652	0.1341	0.1474	0.1241	0.1551	0.1464
Altezza massima bacino	370.81	373.82	381.89	418.39	333.89	418.38	418.38
Altezza media bacino	310.62	329.16	341.39	347.63	284.37	330.38	312.88
Altezza sezione di chiusura (m)	219.12	237.99	255.88	256.67	224.24	224.41	212.32
Pendenza asta principale	0.00871	0.0731	0.0781	0.0824	0.0550	0.0674	0.0640

Si rimanda all'allegato "B - Report dei calcoli idrologici" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni.

ANALISI IDRAULICA

I dieci chilometri di aste fluviali ricadenti all'interno dell'area di Monte Bianchinu sono stati rappresentati matematicamente con unica modellazione. Sono quindi integrate nella modellazione 8 confluenze rappresentate con altrettante “*junction*”. Il terreno è stato modellato discretizzandolo in 210 sezioni trasversali poste a distanza di circa 50 m l'una dall'altra. Sono stati modellati 5 attraversamenti stradali ricadenti lungo le strade principali con l'utilizzo utilizzando delle specifiche funzioni di *Culvert* e *Bridge*. Negli altri casi in cui le aste torrentizie intersecano i tracciati della viabilità, non sono presenti manufatti o rilevati stradali che interferiscano con il corso d'acqua o modifichino sensibilmente la pendenza dell'alveo.

8.1.1 Descrizione delle aree di allagamento

Nella figura seguente sono illustrate le aree di allagamento calcolate e sovrapposte all'immagine satellitare dell'area di studio.



Figura 15 - aree di allagamento per il la zona di Monte Bianchinu

Le immagini successive di dettaglio delle aree di allagamento mostrano con l'estensione delle stesse sia molto contenuta ad esclusione di alcune particolari zone, in particolare in corrispondenza delle varie confluenze presenti e a monte di alcuni attraversamenti stradali.



Figura 16 – particolare delle aree di allagamento per il la zona di Monte Bianchinu – parte Sud

Nella Figura 16 si osserva come le aree di allagamento per i quattro tempi di ritorno siano con buona approssimazione coincidenti. Si rileva il coinvolgimento in questa porzione di territorio di alcune infrastrutture stradali e di alcune costruzioni (locale privato e campi da tennis) facenti parte di un circolo privato.



Figura 17 – particolare delle aree di allagamento per il la zona di Monte Bianchinu – parte Nord

Nelle Figura 17 e Figura 18 si riscontra per il settore Nord un estensione delle aree di allagamento più estese rispetto a quanto riscontrato per il settore Sud in particolare per l'asta posta a latitudine più Nord. Si evidenzia infatti per tali aste fluviali una maggiore estensione dei sottobacini idrografici e un morfologia delle valli con pendenze meno marcate.

E' evidente per altro come l'estensione della pericolosità idraulica sia maggiore in corrispondenza delle confluenze tra le varie aste.



Figura 18 – particolare delle aree di allagamento per il la zona di Monte Bianchinu – parte Nord

Si evidenzia inoltre come alla confluenza delle aste Nord e Sud per dare il Rio San Giovanni (Figura 19) si ottenga il prevedibile incremento delle aree di allagamento che fortunatamente coinvolgono porzioni di territorio non edificate.



Figura 19 – particolare delle aree di allagamento per il la zona di Monte Bianchinu – Rio San Giovanni

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

Tra le conclusioni principali si può affermare che nella Regione di Monte Bianchinu, tutte le intersezioni tra il reticolo idrografico minore e la viabilità comunale o consortile esistenti, sono da ritenersi a pericolosità idraulica molto elevata.

9 AREA URBANA: FOSSO DELLA NOCE

Nella figura seguente è rappresentata l'asta che identifica il compluvio presente all'interno dell'edificato urbano della città e denominata "Fosso della Noce".



Figura 20 – Particolare del reticolo idrografico per l'asta denominata "Fosso della Noce"

Assieme al tratto urbano del Rio San Giovanni, che sarà descritto successivamente, rappresenta la linea di compluvio più interna all'edificato urbano della città. E' infatti possibile osservare come, in modo più marcato nel tratto più ad est, la stessa linea di compluvio passi al di sopra di alcune costruzioni quasi tutte con destinazione d'uso residenziale.

CALCOLI IDROLOGICI

Come è evincibile dalla Figura 21 al fine del calcolo delle portate si è utilizzato l'intero bacino idrografico dell'asta in esame e due sottobacini ottenuti con sezioni di chiusura poste progressivamente più a valle. Ne consegue naturalmente che il bacino successivo contenga al suo interno necessariamente il bacino precedente.



Figura 21 - Suddivisione in sottobacini per l'asta denominata "Fosso della noce"

L'analisi dell'uso del suolo (Figura 22) mostra che l'intero bacino idrografico è per lo più caratterizzato dalla presenza di tessuto residenziale compatto e denso mentre nella parte più a monte si ha la presenza di edificato extraurbano diffuso e qualche oliveto.

Le considerazioni sopra esposte si ripercuotono nel CN medio dei tre sottobacini come evincibile dai grafici che seguono.



Figura 22- Elaborazione della carta dell'uso del suolo per i sottobacini del Fosso della Noce

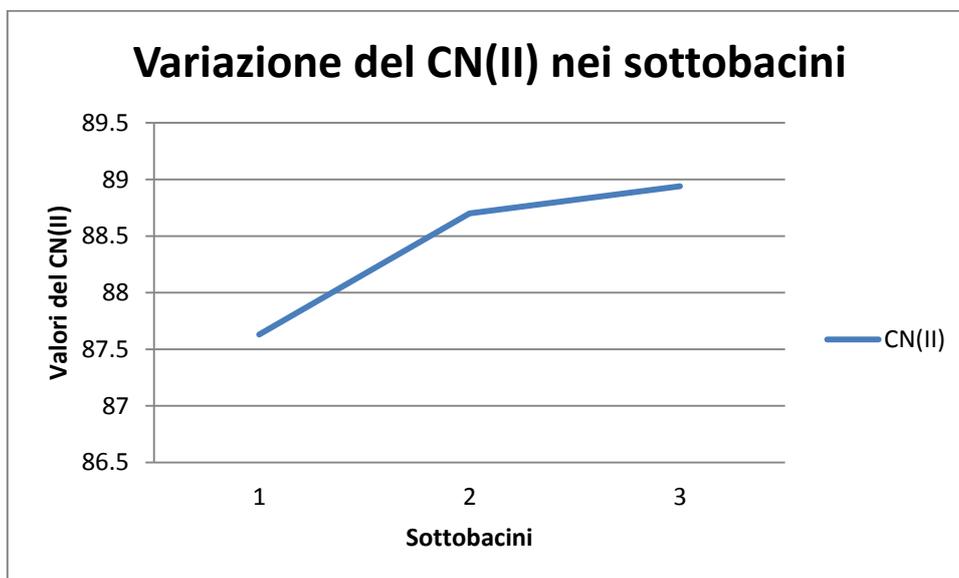


Figura 23 – Andamento del CN(II) nei sottobacini per la zona del Fosso della Noce

In accordo con le considerazioni illustrate precedentemente si può osservare come i valori medi del CN nei tre sottobacini incrementino in valore assoluto all'estendersi della superficie drenante.

Il maggiore incremento (più rilevante pendenza della retta) si ha nel passaggio dal primo al secondo sottobacino.

E' possibile estendere le considerazioni precedenti fatte per il CN(II) anche al CN(III).

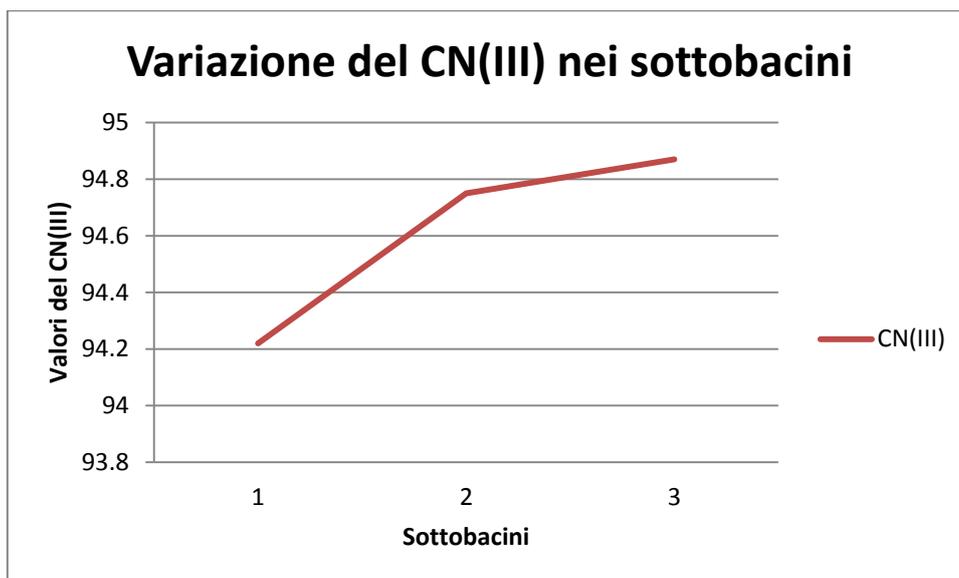


Figura 24 – Andamento del CN(III) nei sottobacini per la zona del Fosso della Noce

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

Tabella 6- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini del Fosso della Noce

BACINI	1	2	3
CN(III)	94.22	94.75	94.87
Lunghezza asta principale (m)	2238	3195	4000
Area (kmq)	1.11	1.77	2.04
Pendenza media bacino	0.0733	0.0782	0.0841
Altezza massima bacino	374.84	374.84	374.84
Altezza media bacino	302.99	283.31	274.69
Altezza sezione di chiusura (m)	238.55	214.32	182.53
Pendenza asta principale	0.0609	0.0502	0.0481

Nella tabella seguente sono riportati i valori di pioggia lorda, pioggia netta, coefficiente di deflusso e portata di picco ottenuti per i 4 tempi di ritorno considerati.

Si rimanda all'allegato "*B - Report dei calcoli idrologici*" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni.

ANALISI IDRAULICA

L'analisi è stata condotta per una lunghezza pari a circa 2 km. In considerazione della sensibilità della zona a brusche variazioni morfologiche dovute alla spiccata urbanizzazione si sono utilizzate 65 sezioni con interasse circa 30 m e larghezza variabile in funzione della morfologia del territorio.

9.1.1 Descrizione delle aree di allagamento

Nella figura seguente sono illustrate le aree di allagamento calcolate e sovrapposte all'immagine satellitare dell'area di studio.

E' possibile immediatamente notare come, procedendo verso la valle del Rosello, vi siano due singolarità nel tracciato che determinano allagamenti di dimensioni ragguardevoli.

Le singolarità si presentano in corrispondenza di due tratti importanti della viabilità comunale, cioè Viale Trento e Viale Trieste che collegano i quartieri di Cappuccini e Luna e Sole con il centro dell'edificato urbano.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE



Figura 25 - aree di allagamento per il la zona del Fosso della Noce



Figura 26 – primo tratto – Via Perantoni Satta – Via Oriani

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Analizzando le aree di allagamento nel dettaglio si può osservare (Figura 26) come l'estensione delle aree sia abbastanza contenuta per il tratto che interessa le vie Perantoni Satta e Alfredo Oriani. Essendo una zona altamente edificata e abitata, si riscontra l'interessamento di diverse costruzioni residenziali; in alcuni casi è evidente come alcuni edifici siano sorti in corrispondenza della linea di compluvio analizzata.

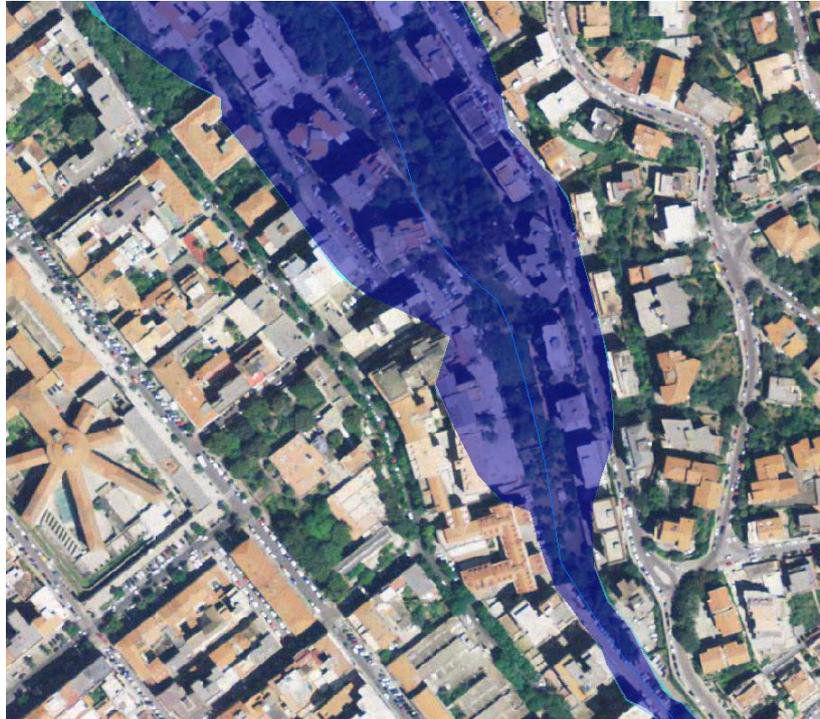


Figura 27 – primo tratto –Via Principessa Jolanda

Procedendo verso valle si evince, anche in questo tratto, l'interessamento di molte strutture residenziali e il progressivo incremento verso valle dell'estensione delle aree di allagamento dovuto alla presenza più a valle del terrapieno di Viale Trento. E' possibile notare come, nonostante la marcata antropizzazione dell'area, la linea di compluvio sia comunque circondata da fitta vegetazione che evoca inequivocabilmente la precedente vocazione di alveo naturale dell'area oggetto di studio.



Figura 28 - particolare aree di allagamento - Viale Trento

Dalla Figura 28 si può osservare l'effetto sulla corrente della presenza del terrapieno di Viale Trento. Tale elemento della viabilità urbana infatti collega i quartieri di Cappuccini e Luna e sole con il centro di Sassari attraversando la valle denominata "Fosso della noce". Si registrano aree di allagamento di estensione massima 200 m.

La strada, realizzata con un rilevato di circa 10 m del tutto sprovvisto di aperture, si comporta, nei confronti della corrente permanente, come una vera e propria diga, facendo innalzare il livello del pelo libero dell'acqua ad oltre 10 m con conseguente incremento delle aree di allagamento ed interessamento di diversi elementi sensibili quali viabilità, parcheggi e soprattutto edifici sedi di abitazioni e uffici che risultano esposti ad una pericolosità idraulica molto elevata.

E' evidente come la realizzazione di un opera di mitigazione che consenta il passaggio della corrente al di sotto del rilevato stradale ridurrebbe notevolmente l'estensione degli allagamenti, il tirante idrico e quindi l'esposizione di moltissimi elementi sensibili al pericolo idraulico.



Figura 29 - particolare aree di allagamento - Viale Trieste

Nella Figura 29 è illustrato, in analogia con quanto esposto per V.le Trento, l'effetto sulla corrente (e conseguentemente sulle aree di allagamento) della presenza del rilevato stradale di V.le Trieste.

Anche per V.le Trieste valgono le stesse considerazioni illustrate precedentemente sia sul coinvolgimento allo stato attuale di diversi elementi sensibili sia su possibili interventi di mitigazione. Per V.le Trieste si registrano aree di estensione massima pari a 150 m.

La modellazione termina in corrispondenza, sempre in Figura 29, della confluenza con il Rio San Giovanni.

9.1.2 Analisi degli attraversamenti

Nelle simulazioni non si sono adoperate specifiche funzioni per la modellazione degli attraversamenti stradali, in quanto i due principali, non presentando nessuna luce libera per il deflusso dell'acqua, non consentono l'utilizzo di procedure specifiche finalizzate ai ponti o alle tombature presenti nel programma HEC-Ras.

La presenza del rilevato stradale è stata inserita nel modello con specifiche sezione trasversali valutate in corrispondenza della strada. In questo modo si è ottenuto l'incremento dell'altezza del profilo idraulico dovuta alla presenza del rilevato e le corrispettive aree di allagamento.

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

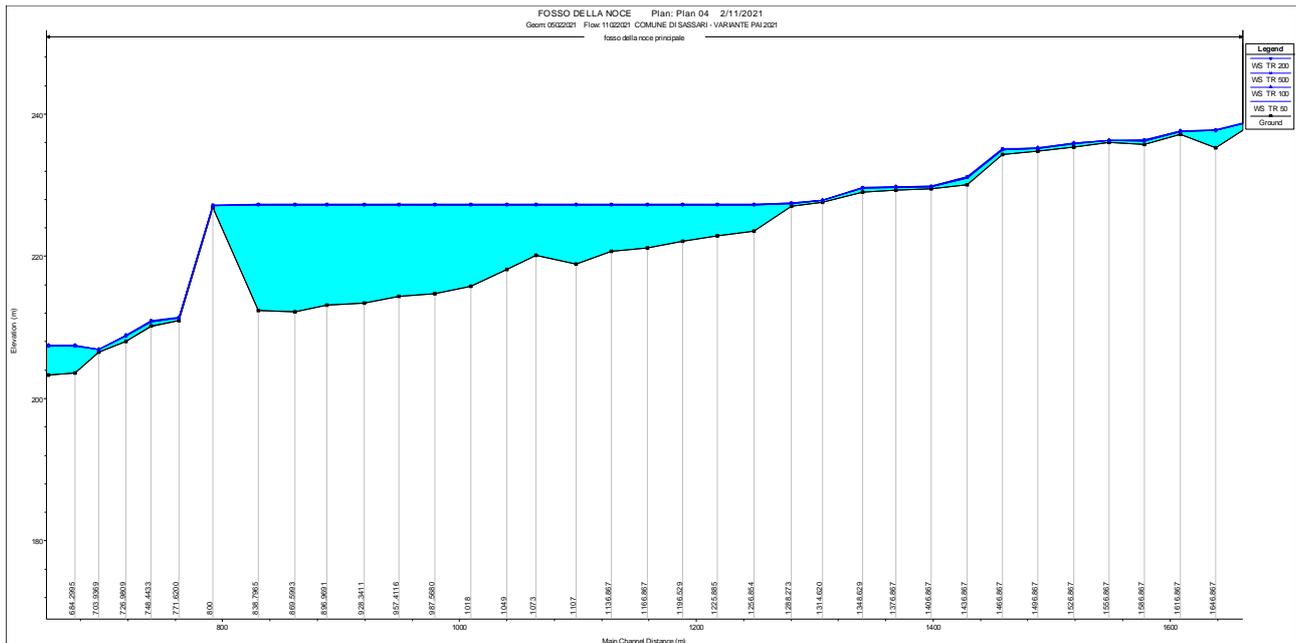


Figura 30 – profilo idraulico in corrispondenza del terrapieno di Viale Trento

Nella figura precedente (Figura 30) è possibile osservare l’effetto sul profilo della corrente dovuto alla presenza, trasversalmente alla direzione della corrente, del terrapieno di Viale Trento. Come già spiegato nel paragrafo riguardante la metodologia idraulica, le simulazioni dell’evento di piena sono state condotte in moto permanente e conseguentemente la presenza dell’ostacolo trasversale alla corrente (il rilevato stradale), agisce come vera e propria “diga” facendo incrementare il livello idrico fino al superamento dello stesso ostacolo.

Si evidenzia come nel punto di maggior depressione sia presente un altezza d’acqua pari a circa 14 m.

Nella figura seguente (Figura 31) invece sono rappresentati i profili di corrente idraulica per i quattro tempi di ritorno analizzati in corrispondenza del rilevato stradale di Viale Trieste. Il comportamento della corrente è del tutto analogo a quanto già visto per Viale Trento con un altezza massima del pelo libero della corrente pari a circa 13 m

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

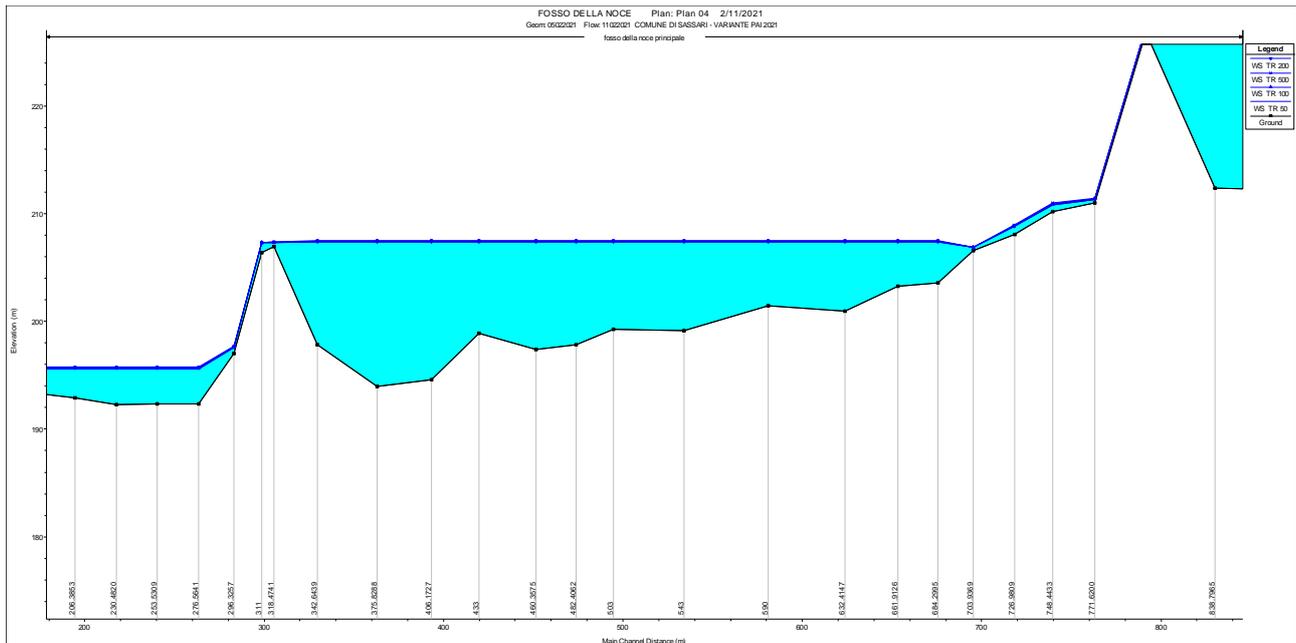


Figura 31 - profilo idraulico in corrispondenza del terrapieno di Viale Trieste

Per ultimo si sottolinea come dall'analisi dell'allegato contenente i reports dei calcoli idraulici in moto permanente è possibile osservare come la geometria determinata dalla presenza di V.le Trento e V.le Trieste determini, nelle sezioni a monte, un progressivo rallentamento della corrente fino al valore limite di 0.2 m/s con numero di Froude pari a 0.00.

Tutte le intersezioni tra l'asta fluviale denominata Fosso della Noce precedentemente illustrata sono quindi da ritenersi a pericolosità idraulica molto elevata.

10 AREA URBANA: PIANDANNA



Figura 32 – Particolare del reticolo idrografico per l’asta denominata “Fosso della Noce”

Nella figura precedente è rappresentata l’asta identificata come “Piandanna”. L’asta ha origine allo sbocco del canale che raccoglie e incanala le acque sorgive della Fontana delle Conce e termina, confluendo nel Rio Calamasciu, nei pressi della linea ferroviaria Sassari – Cagliari.

L'asta è stata oggetto di un recente intervento di sistemazione fluviale che ha interessato il tratto compreso tra la parte iniziale della S.P. 15 Sassari – Ittiri e il tratto della ex S.S. 131 in prossimità della motorizzazione civile.

CALCOLI IDROLOGICI

La Figura 33 illustra i sottobacini utilizzati al fine del calcolo delle portate di piena per i quattro tempi di ritorno utilizzati.

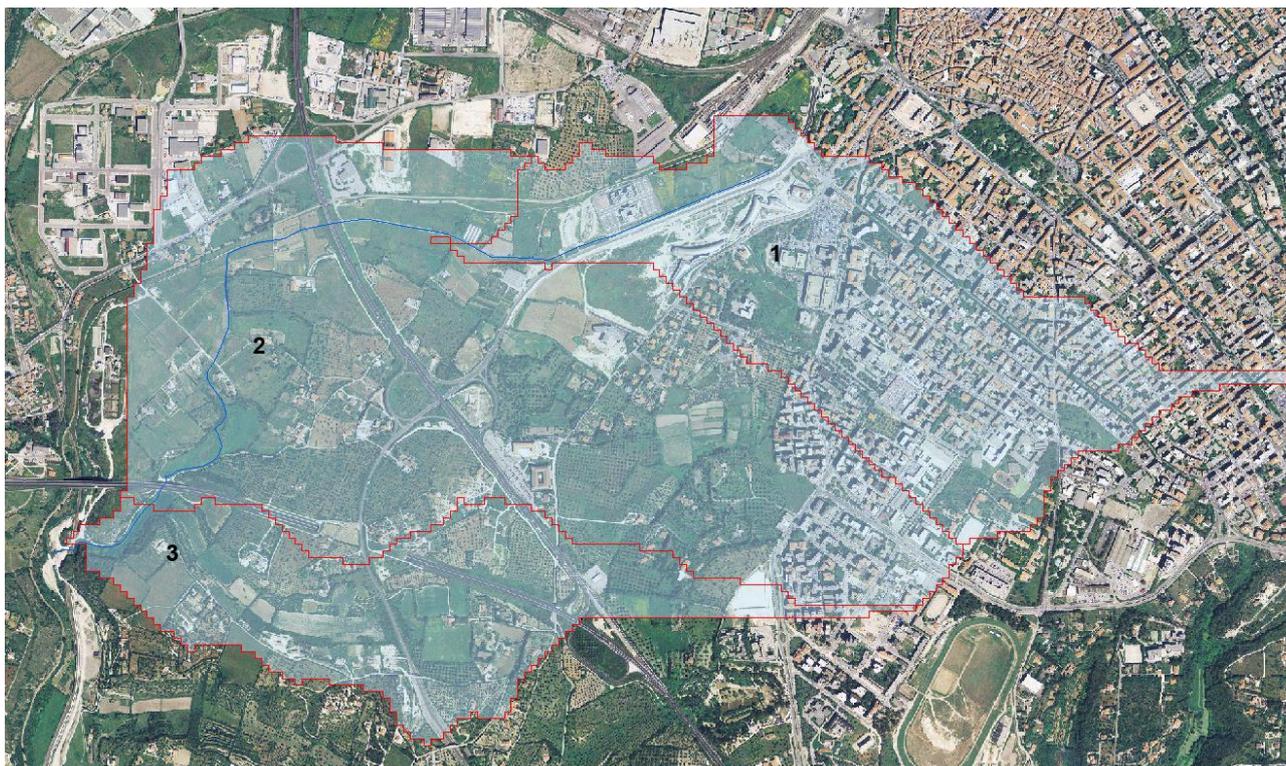


Figura 33 - Suddivisione in sottobacini per l'asta denominata "Piandanna"

La carta dell'uso del suolo per i bacini in esame, rappresentata nella Figura 34, dimostra come vi sia, all'estendersi del bacino idrografico verso valle, un progressivo spostamento della pedologia del territorio dall'edificato intenso verso il seminativo e gli oliveti.

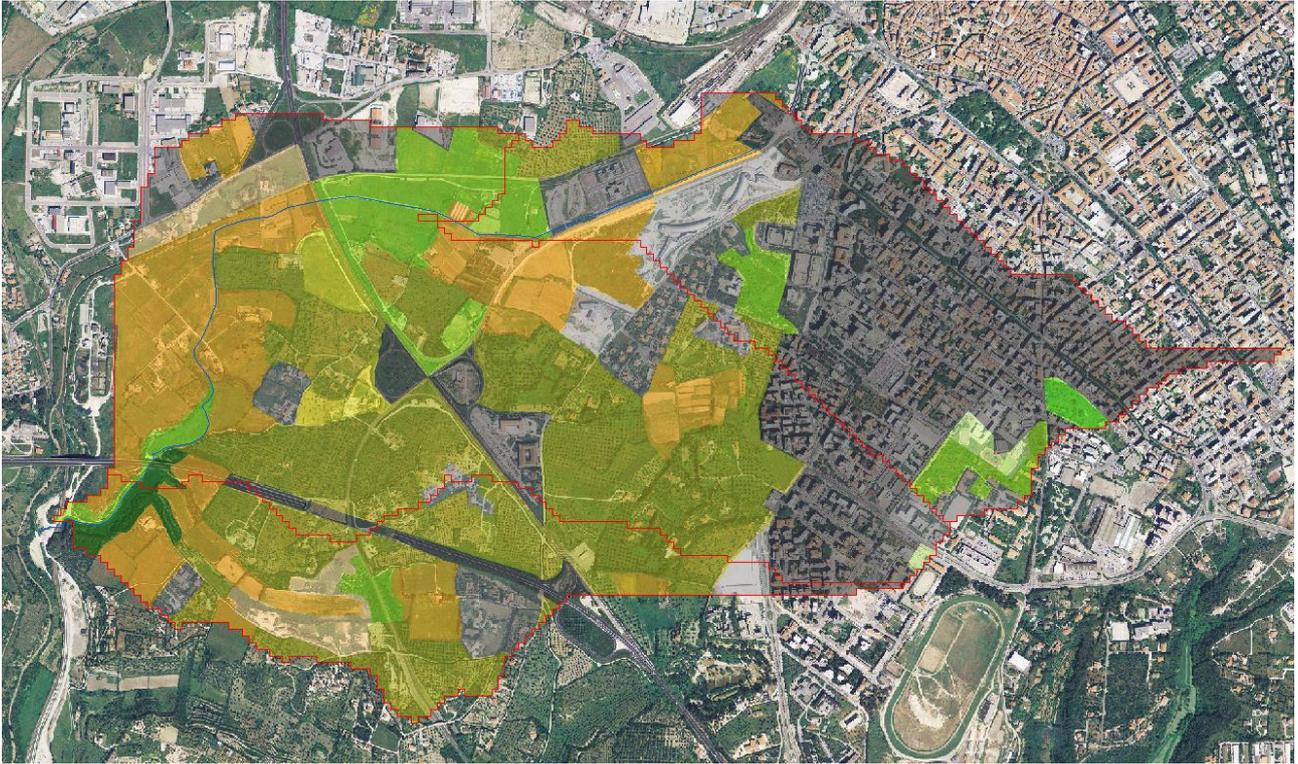


Figura 34- Elaborazione della carta dell'uso del suolo per i sottobacini della zona di Piandanna

Quanto precedentemente affermato trova riscontro nei grafici seguenti illustranti i valori del CN(II) e del CN(III) nei diversi sottobacini.

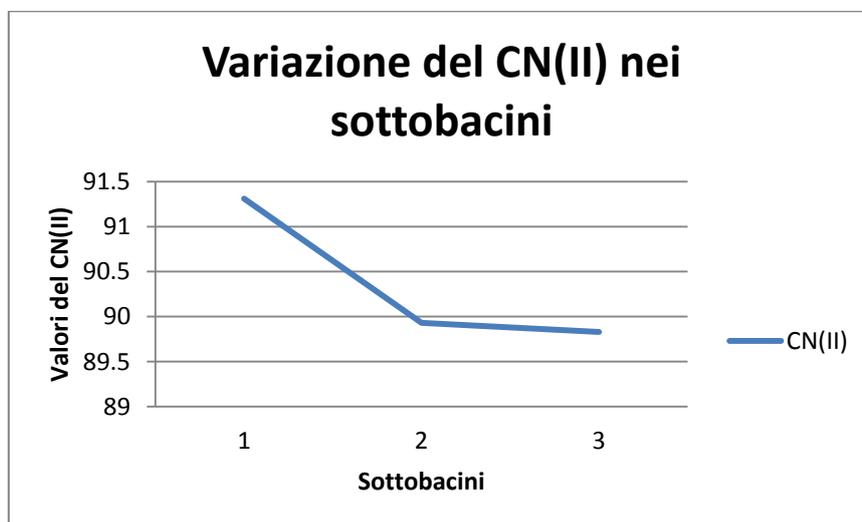


Figura 35 – Andamento del CN(II) nei sottobacini per la zona di Piandanna

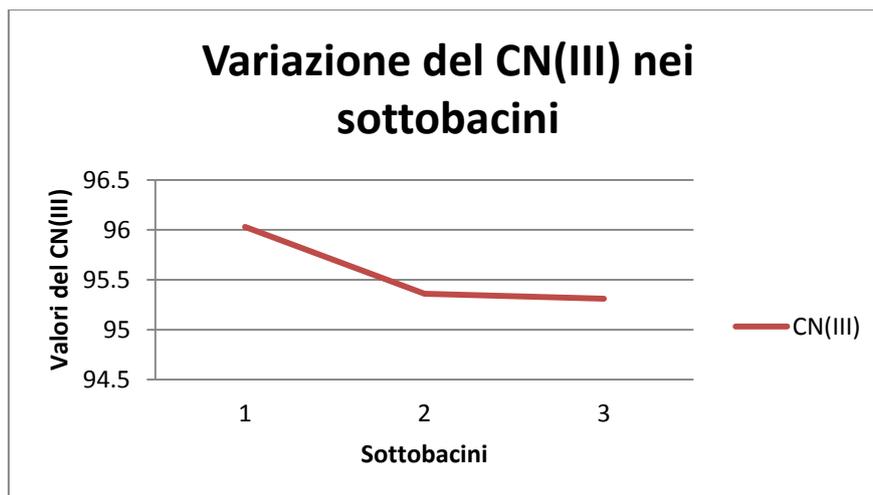


Figura 36 – Andamento del CN(II) nei sottobacini per la zona di Piandanna

In particolare è possibile notare come, nel passaggio dal primo sottobacino (con territorio edificato nella quasi totalità) al secondo, la presenza di parti del territorio non edificate riesca a far diminuire sensibilmente il CN.

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

Tabella 7- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini per la zona di Piandanna

BACINI	1	2	3
CN(III)	96.03	95.36	95.31
Lunghezza asta principale (m)	2942	4559	4873
Area (kmq)	1.17	3.24	4.00
Pendenza media bacino	0.0477	0.05168	0.05879
Altezza massima bacino	245.56	245.59	245.56
Altezza media bacino	197.77	175.15	191.91
Altezza sezione di chiusura (m)	148.85	117.14	103.02
Pendenza asta principale	0.0329	0.0282	0.0293

Si rimanda all'allegato "B - Report dei calcoli idrologici" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni

ANALISI IDRAULICA

L'analisi è stata condotta per una lunghezza pari a circa 3 km utilizzando 40 sezioni poste ad interasse medio di circa 70 m e larghezza variabile in funzione della morfologia del territorio. La presenza di 2 importanti attraversamenti stradali e di 1 attraversamento ferroviario è stata modellata mediante l'utilizzo delle specifiche funzioni presenti all'interno del programma di calcolo.

10.1.1 Descrizione delle aree di allagamento

Nella figura seguente sono illustrate le aree di allagamento calcolate e sovrapposte all'immagine satellitare dell'area di studio.

E' immediato notare come vi sia una notevole differenza tra l'estensione delle aree di allagamento per il tratto dell'asta posta a monte dell'attraversamento della ex S.S. 131 che è stata sottoposta ad intervento di sistemazione con gabbionate di pietrame rispetto al tratto dove l'alveo inciso non è stato oggetto di particolari interventi.

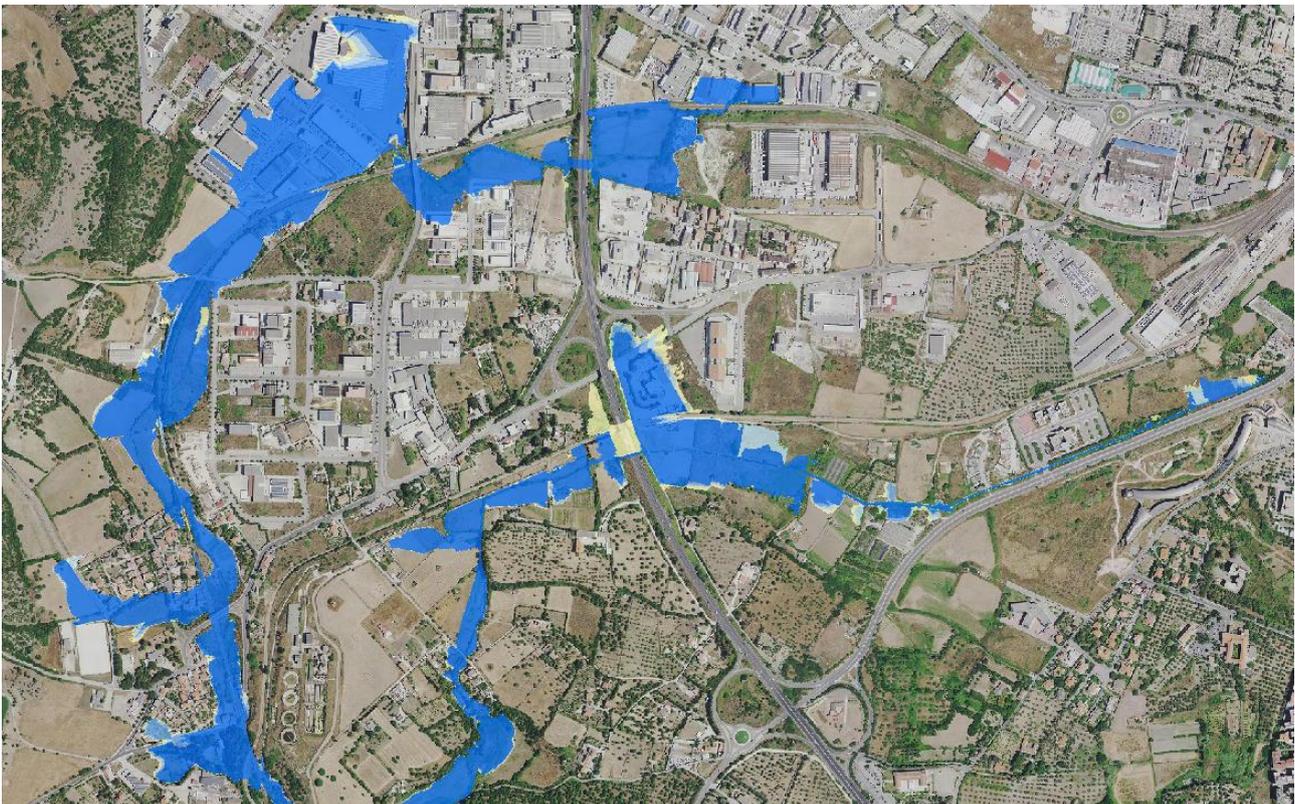


Figura 37 - aree di allagamento complessive per la zona di Piandanna

In particolare si può osservare dalla Figura 39 come vi sia nel primissimo tratto oggetto di simulazione delle aree di allagamento estese. Questo è dovuto al fatto che non vi sia stata per quel particolare tratto una sistemazione tale che l'incremento della sezione libera di deflusso riuscisse a contenere le portate di calcolo. E' possibile notare per altro come in tutto il tratto successivo la pericolosità sia circoscritta ad una superficie ridotta, sia per l'intervento di sistemazione effettuato, sia per la marcata incisione dell'impluvio.

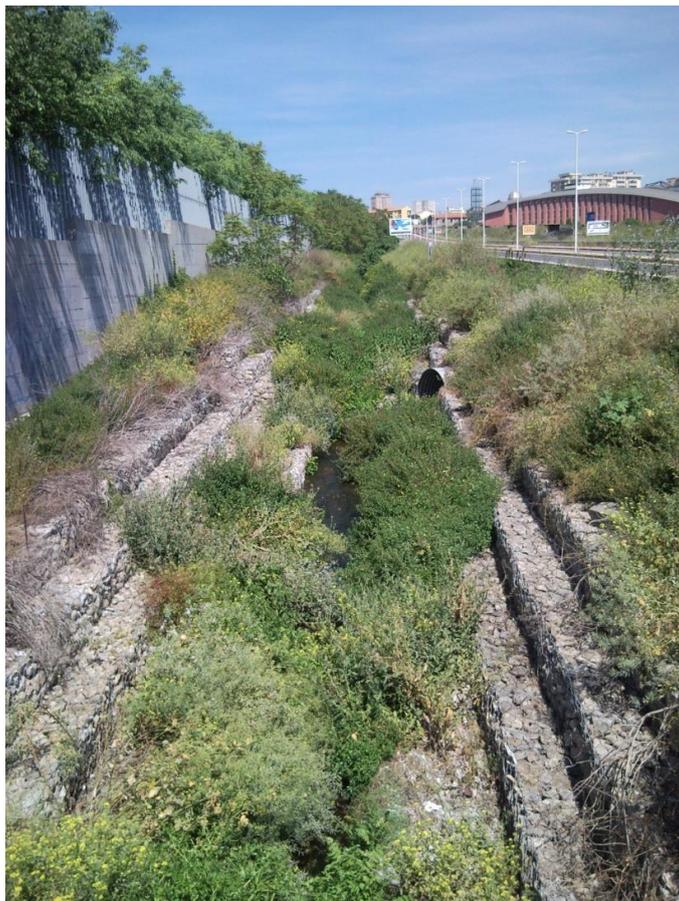


Figura 38 – particolare della sistemazione idraulica lungo l'alveo effettuata mediante la messa in opera di gabbioni in pietrame (sullo sfondo a destra l'Orto Botanico)



Figura 39 – dettaglio zona Piandanna – Orto Botanico e Motorizzazione Civile

Proseguendo verso valle la corrente rimane incanalata all'interno dell'alveo artificiale realizzato con le gabbionate (Figura 39) ad esclusione di alcuni tratti dove si riscontrano circoscritte esondazioni dovute alla variazione di pendenza del fondo dell'alveo.

Si può osservare ancora (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) come la presenza dei due attraversamenti stradali, quello sulla strada comunale “Li Cadduffi” e sulla ex S.S. 131 determini l’incremento della superficie esposta a rischio idraulico con coinvolgimento per le aree corrispondenti a tempi di ritorno duecentenari e cinquecentenari della sede della motorizzazione civile.



Figura 40 – secondo tratto zona Piandanna – Caniga

Il tratto successivo, fino alla confluenza con il Rio Calamasciu, è caratterizzato dall’assenza di particolari opere di regimazione.

E’ possibile notare come, rispetto al precedente tratto, vi sia una maggiore estensione delle aree di allagamento con il coinvolgimento di alcune infrastrutture viarie come la linea ferroviaria Sassari – Cagliari e diverse strade comunali e di alcuni edifici destinati a residenza e abitati in maniera continuativa.



Figura 41 – secondo tratto zona Piandanna – confluenza Rio Calamasciu

10.1.2 Analisi degli attraversamenti

Si intende precisare come non si sia proceduto all'analisi matematica (la modellazione) di tutti gli attraversamenti presenti lungo il tracciato dell'asta oggetto di studio.

Ad esclusione dell'attraversamento stradale posto in corrispondenza della ex S.S. 131 i restanti si sono dimostrati insufficienti a garantire il deflusso delle portate di calcolo al di sotto della sede stradale o ferroviaria anche per le portate calcolate per un tempo di ritorno pari a 50 anni.

Nella figura seguente è possibile osservare come l'attraversamento posto a monte della ex S.S. 131 lungo la strada comunale "Li Cadduffi" non consenta il deflusso di tutte le portate studiate, con conseguente innalzamento del profilo idraulico e corrispondente incremento della pericolosità idraulica così come precedentemente illustrato.

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

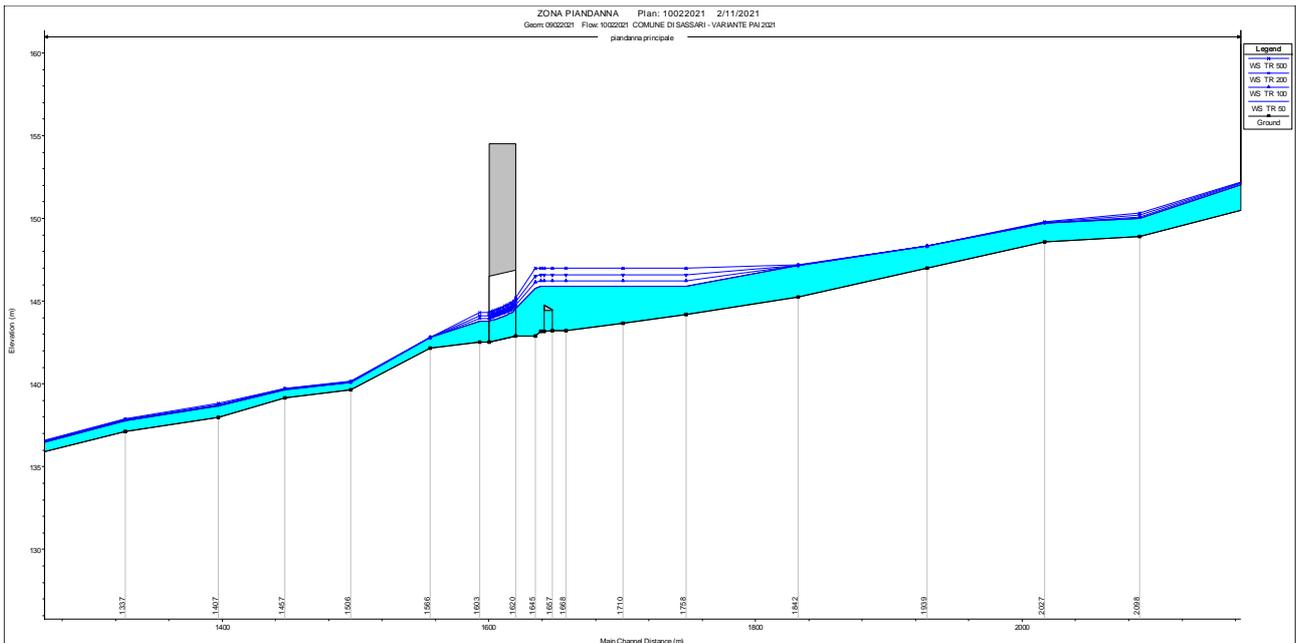


Figura 42 – particolare del profilo idraulico per gli attraversamenti della ex S.S. 131 e della S.C. “Li Cadduffi”

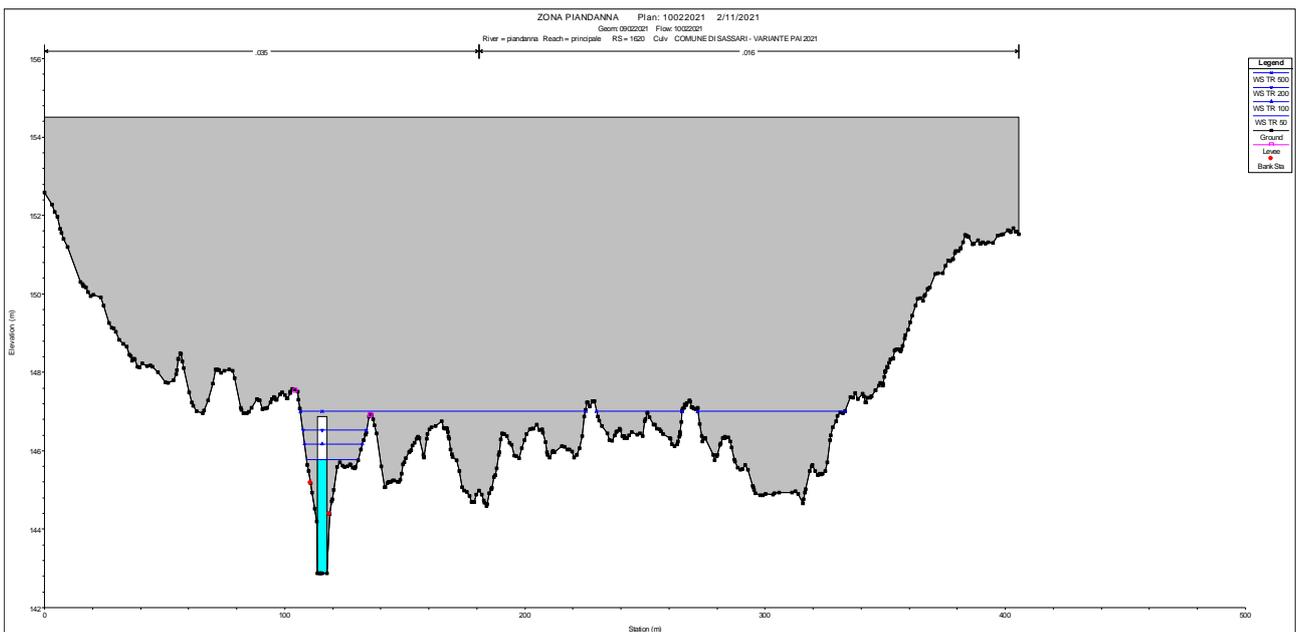


Figura 43 – Sezione trasversale in corrispondenza dell’attraversamento della ex S.S. 131



Figura 44 - attraversamento della ex S.S. 131

La Figura 43 dimostra invece come la tombinatura presente al di sotto del piano viario della ex S.S. 131 (Figura 44) sia sufficiente al deflusso della corrente per tutti i quattro tempi di ritorno utilizzati.

In Figura 45 invece è documentato il profilo idraulico della corrente in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario lungo la linea Sassari – Cagliari. E' evidente come l'attraversamento sia insufficiente a garantire il deflusso della corrente al di sotto del piano ferroviario con conseguente comportamento a stramazzo e innalzamento del pelo libero dell'acqua.

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

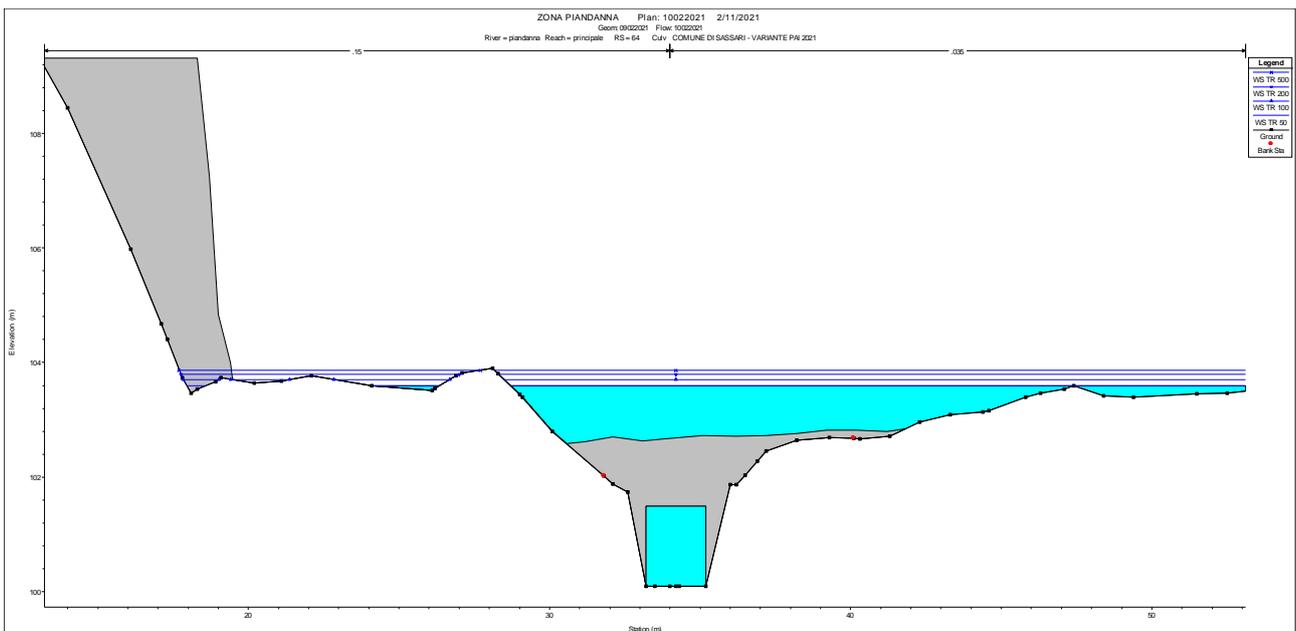
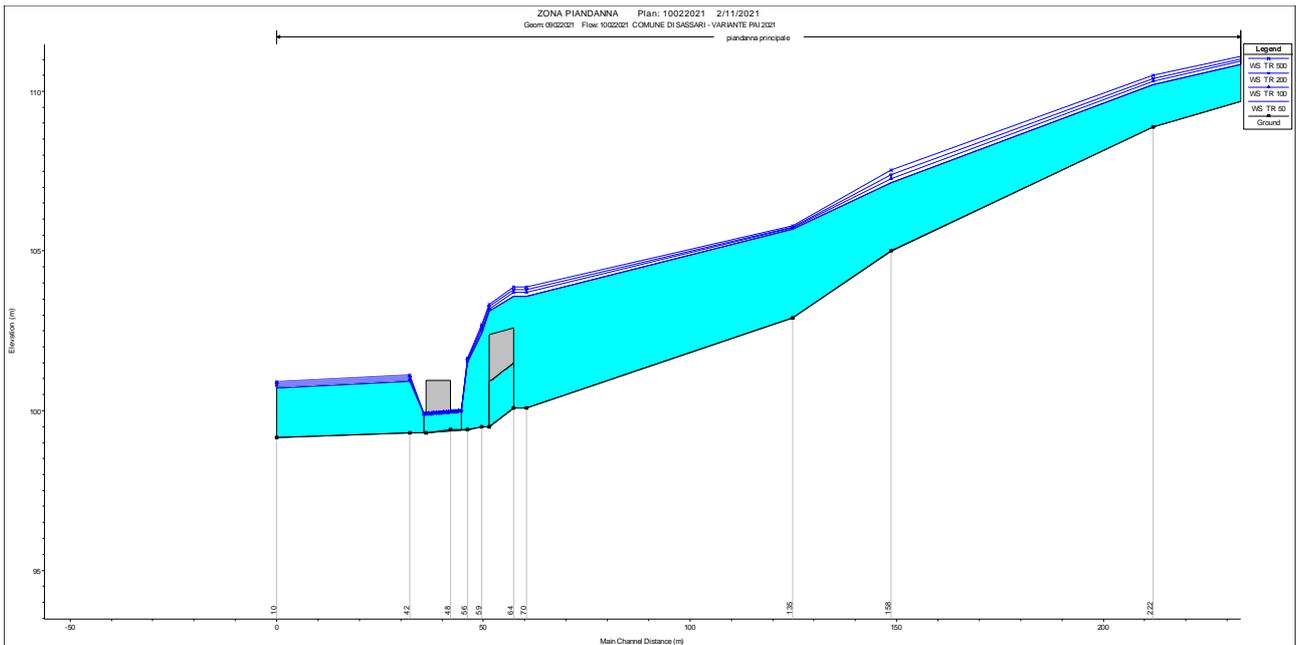


Figura 45 – particolari del profilo idraulico e della sezione trasversale per l’attraversamento della linea ferroviaria Sassari – Cagliari



Figura 46 – immagine dell’attraversamento della linea ferroviaria Sassari – Cagliari

Si precisa come, per l’asta denominata Piandanna, tutti gli attraversamenti non esplicitamente descritti nelle pagine precedenti siano da considerarsi insufficienti al deflusso delle portate di calcolo e quindi esposti a pericolosità idraulica molto elevata.

11 RIO SAN GIOVANNI – RIO LOGULENTU – RIO OTTAVA

Nella figura seguente è illustrato il sistema di confluenze definito dalle tre aste fluviali analizzate in questo capitolo. In particolare il Rio San Giovanni e il Rio Logulentu confluiscono per dare origine al Rio Ottava.



Figura 47 – Particolare del reticolo idrografico del comune di Sassari

Il Rio Logulentu, per il tratto studiato, si estende per circa 13635 m e ha origine nella valle denominata “Badde Barca” e termina alla confluenza tra il Rio Logulentu e il Rio San Giovanni.

Il Rio San Giovanni è stato analizzato per circa 8385 m di alveo iniziando nella valle dell’Eba Giara, mezzo chilometro a monte del viadotto Don Sturzo, e terminando in corrispondenza della confluenza con il Rio Logulentu.

Lo studio del Rio Ottava è stato condotto per un tratto lungo 8400 m, dalla confluenza del Rio San Giovanni nella sponda sinistra del Rio Logulentu fino all’attraversamento posto in corrispondenza della strada provinciale Bancali Abbacur,

CALCOLI IDROLOGICI

11.1.1 Il Rio San Giovanni

Il bacino imbrifero totale del Rio San Giovanni con sezione di chiusura posta in prossimità della confluenza in sponda sinistra dello stesso Rio San Giovanni nel Rio di Ottava è rappresentato nella Figura 48.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Esso comprende al suo interno i tre sottobacini utilizzati al fine della valutazione delle portate di piena. Le aree in blu invece rappresentano l'attuale perimetrazione delle aree a rischio idraulico presenti nel P.A.I..



Figura 48 - Suddivisione in sottobacini del Rio San Giovanni adottata per il calcolo delle portate

Dall'analisi dell'uso del suolo si evidenzia come vi sia nelle zone a longitudini più estreme la presenza di elementi con caratteristiche di tipo naturale e vegetativo, mentre la zona centrale risulta caratterizzata dalla presenza di elementi ad elevata impermeabilità (Figura 51).

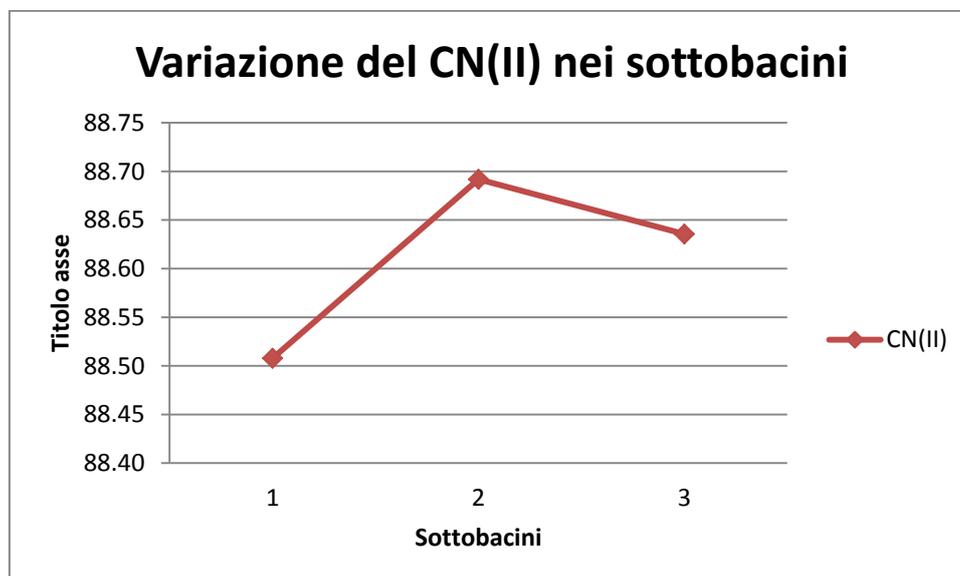


Figura 49 – Andamento del CN(II) nei sottobacini del rio S. Giovanni

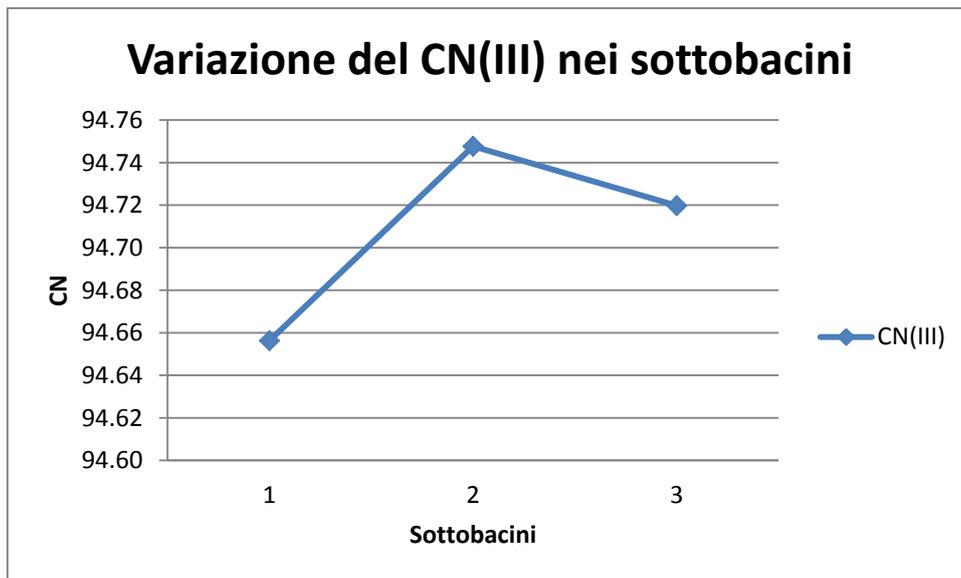


Figura 50 – Andamento del CN(III) nei sottobacini del rio S. Giovanni

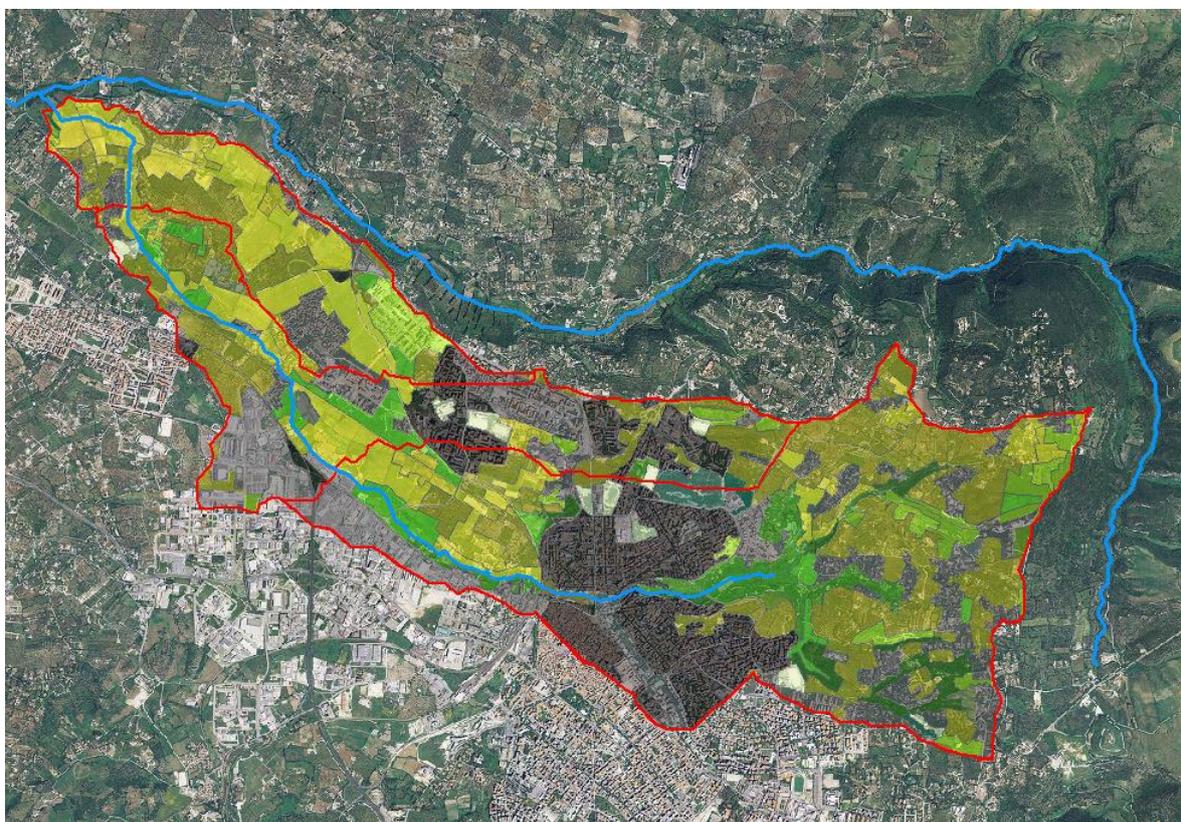


Figura 51- Elaborazione della carta dell'uso del suolo per i sottobacini del rio S. Giovanni

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

- Arboricoltura con essenze forestali di latifoglie
- Aree a pascolo naturale
- Aree a ricolonizzazione artificiale
- Aree a ricolonizzazione naturale
- Aree aeroportuali ed eliporti
- Aree agroforestali
- Aree archeologiche
- Aree con vegetazione rada
- Aree estrattive
- Aree portuali
- Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali importanti
- Aree verdi urbane
- Bacini artificiali
- Bacini naturali
- Boschi di conifere
- Boschi di latifoglie
- Boschi misti di conifere e latifoglie
- Campeggi, aree sportive e parchi di divertimento
- Cantieri
- Cimiteri
- Colture in serra
- Colture temporanee associate a colture permanenti
- Colture temporanee associate ad altre colture permanenti
- Colture temporanee associate al vigneto
- Colture temporanee associate all'olivo
- Discariche
- Fiumi, torrenti e fossi
- Formazioni di ripa non arborea
- Formazioni vegetali basse e chiuse, stabili, composte principalmente di cespugli, arbusti e piante erba
- Frutteti e frutti minori
- Gariga
- Impianti a servizio delle reti di distribuzione (telecomunicazioni/energia/idriche)
- Insedimenti industriali/artigianali e commerciali, con spazi annessi
- Insedimento di grandi impianti di servizi
- Lagune, laghi e stagni costieri a produzione ittica naturale
- Letti di torrenti di ampiezza superiore a 25 m
- Macchia mediterranea
- Oliveti
- Paludi interne
- Paludi salmastre
- Pareti rocciose e falesie
- Pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc anche in formazioni miste
- Prati artificiali
- Prati stabili
- Reti ferroviarie comprese le superfici annesse (stazioni, smistamenti, depositi ecc)
- Reti stradali e spazi accessori (svincoli, stazioni di servizio, aree di parcheggio ecc)
- Seminativi in aree non irrigue
- Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo
- Sistemi colturali e particellari complessi
- Spiagge di ampiezza superiore a 25 m
- Sugherete (popolamenti puri di querce da sughera con copertura >25% con evidenti cure colturali)
- Tessuto agro-residenziale sparso e fabbricati rurali a carattere tipicamente agricolo o rurale
- Tessuto discontinuo (extraurbano)
- Tessuto residenziale compatto e denso
- Tessuto residenziale rado
- Vigneti
- Vivai

Figura 52 - Legenda carta dell'uso del suolo per i sottobacini del rio S. Giovanni

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Si può osservare come il passaggio dal CN(II) a CN(III) produce un'uniformazione delle differenze tra i CN medi per ciascun sottobacino; la massima differenza riscontrabile tra i CN(II) dei diversi sottobacini è infatti pari a 0.18 e risulta dimezzata nel passaggio al CN(III) pari a 0.09 (figure 17 e 18).

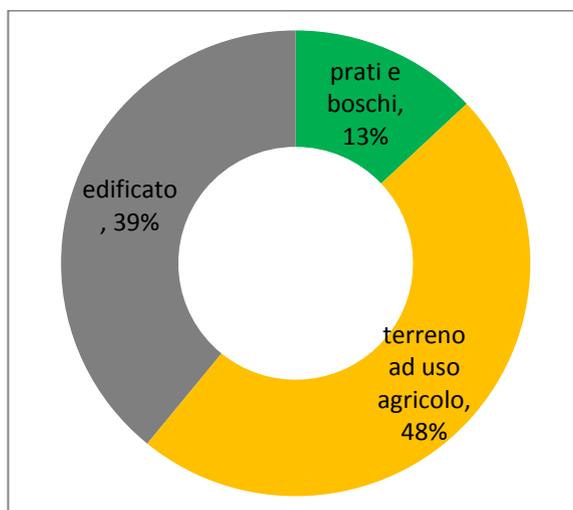


Figura 53 - Distribuzione dell'uso del suolo su tutto il bacino imbrifero del Rio San Giovanni

In Figura 53 è rappresentato un grafico sintetico dell'uso del suolo nel bacino del Rio San Giovanni. E' possibile osservare la scarsa presenza di elementi a spiccata connotazione naturale (13%) contrapposta alla elevata presenza di territorio edificato che rappresenta quasi il 40% dell'intero bacino idrografico.

Di seguito infine si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

Tabella 8- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini del Rio San Giovanni

BACINI	1	2	3
CN(II)	88.51	88.69	88.64
CN(III)	94.66	94.75	94.72
Lunghezza asta principale (m)	7773	10813	11626
Area (kmq)	9.87	14.12	16.84
Pendenza media bacino	0.104	0.090	0.084
Altezza massima bacino	414.35	414.35	414.35

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

Altezza bacino	media	255.66	226.82	209.43
Altezza sezione chiusura (m)	alla di	131.40	92.44	79.26
Pendenza asta principale	media	0.0364	0.0298	0.0288

Si rimanda all'allegato "B - Report dei calcoli idrologici" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni

11.1.2 Il Rio Logulentu - Rio Ottava

Il bacino imbrifero totale del Rio di Ottava con sezione di chiusura posta in prossimità del confine tra il comune di Sassari con il Comune di Porto Torres è rappresentato nella Figura 54.

Esso comprende al suo interno i sei sottobacini utilizzati al fine della valutazione delle portate di piena. Si può osservare come a valle della confluenza del Rio San Giovanni nel Rio di Ottava è stato utilizzato un unico bacino idrografico con sezione di chiusura posta al termine del tratto di fiume analizzato. Questa scelta è motivata dal fatto che la somma delle portate di piena dei due rii (Rio Logulentu e Rio San Giovanni) calcolate alla confluenza è pressoché identica alla portata di piena calcolata per il Rio di Ottava a valle del tratto di studio.

Le aree blu rappresentano la vecchia perimetrazione del pericolo idraulico presente nel P.A.I. 2006.

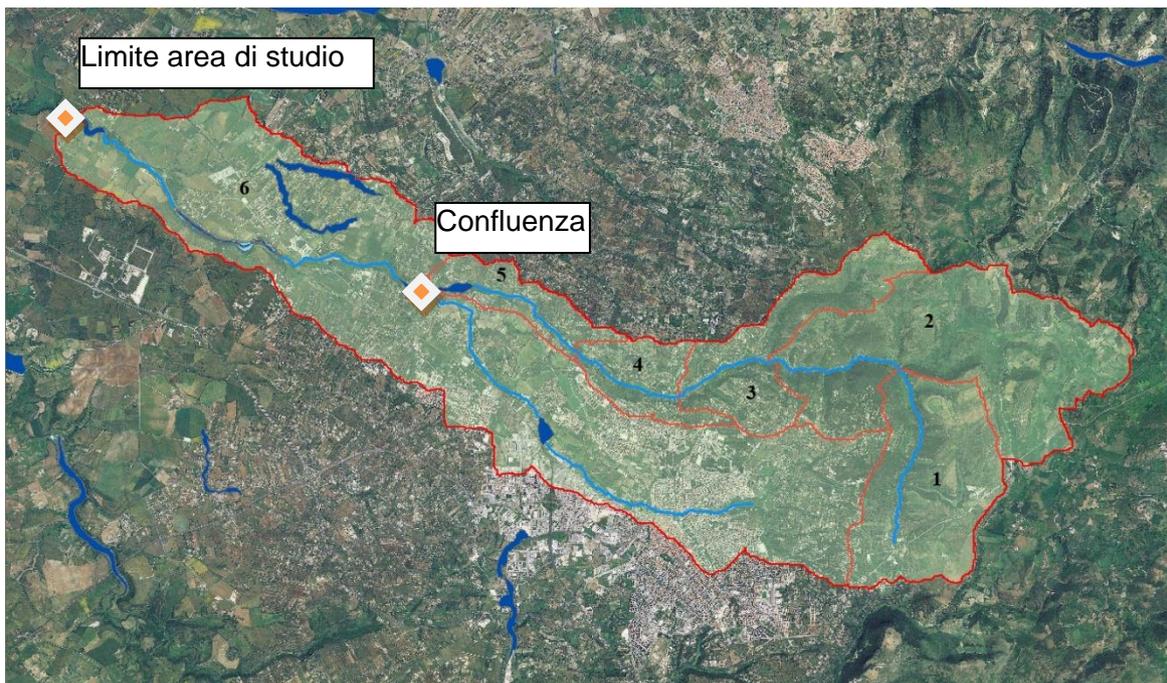


Figura 54 - Suddivisione in sottobacini del Rio Logulentu e del Rio Ottava adottata per il calcolo delle portate

L'analisi dell'uso del suolo (Figura 57) in questo caso mostra come, ad eccezione della porzione di bacino caratterizzato dal Rio San Giovanni ed analizzato in dettaglio nel paragrafo precedente lo sfruttamento del territorio sia meno intensivo rispetto alle due aste precedentemente analizzate con ampie aree boschive o di macchia mediterranea.

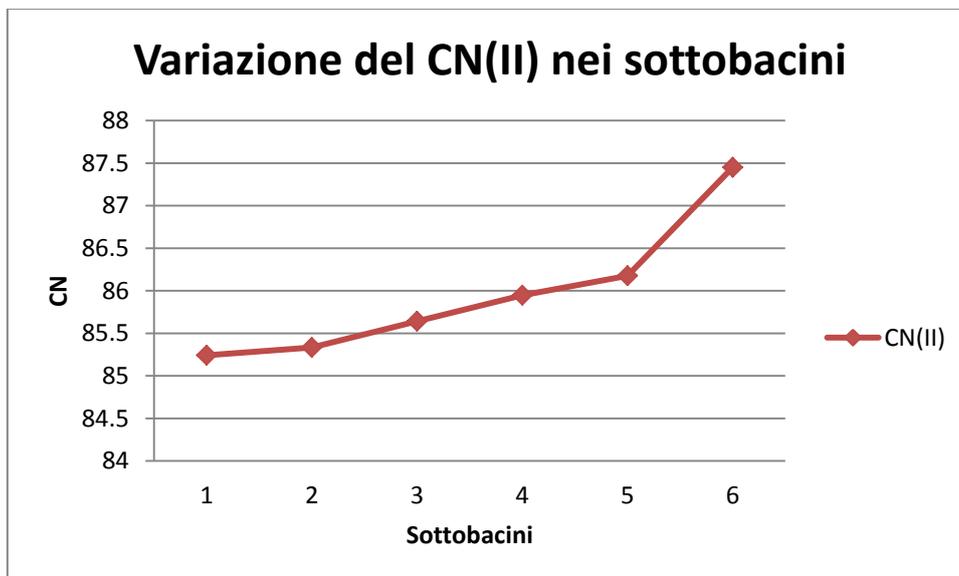


Figura 55 – Andamento del CN(II) nei sottobacini del rio Ottava

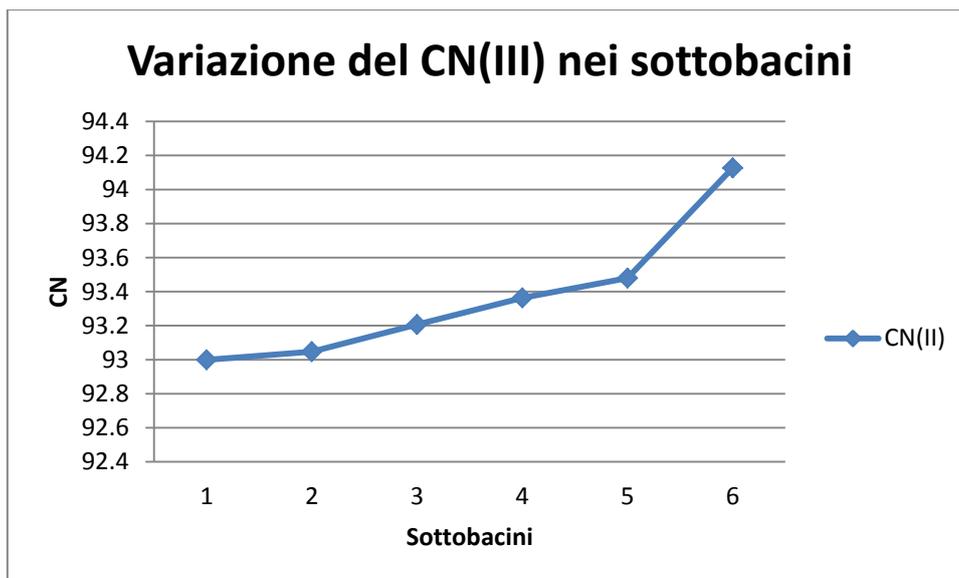


Figura 56 – Andamento del CN(III) nei sottobacini del rio Ottava

Si può osservare come nel sottobacino 6 la presenza del territorio edificato urbano della frazione di Ottava faccia incrementare il CN(II) [e conseguentemente anche il CN(III)] da un valore pari ad 85.2 [93.00] ad un valore pari a 87.45 [94.13].

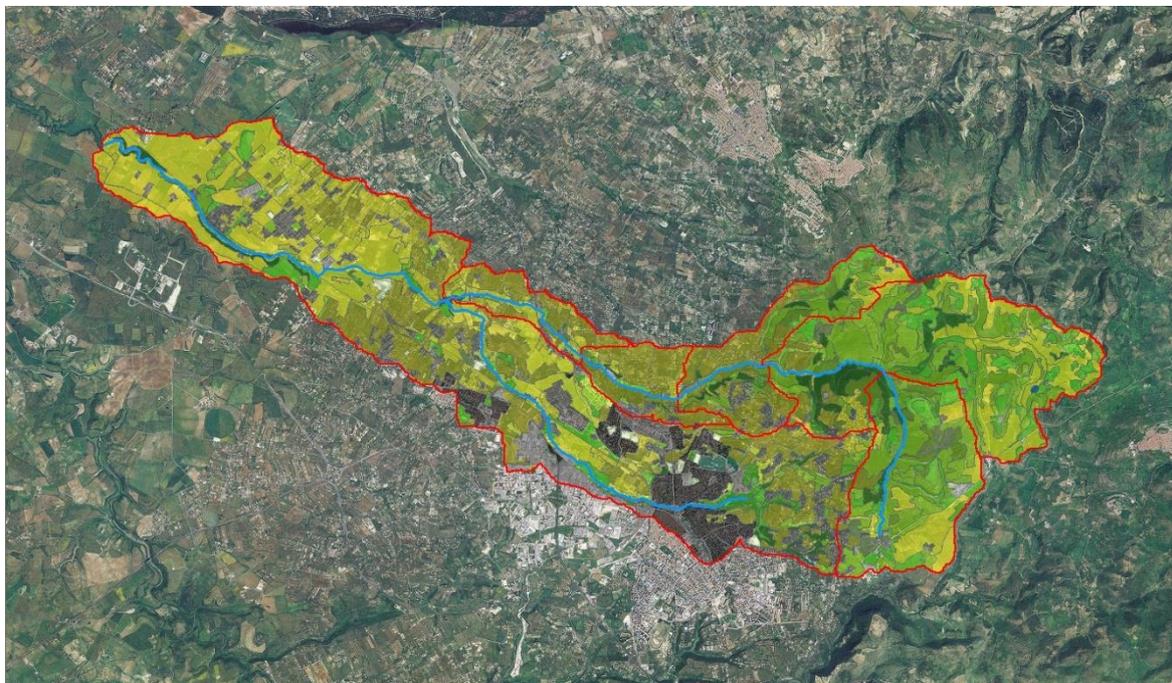


Figura 57- Elaborazione della carta dell'uso del suolo per i sottobacini del rio Ottava

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

- Arboricoltura con essenze forestali di latifoglie
- Aree a pascolo naturale
- Aree a ricolonizzazione artificiale
- Aree a ricolonizzazione naturale
- Aree aeroportuali ed eliporti
- Aree agroforestali
- Aree archeologiche
- Aree con vegetazione rada
- Aree estrattive
- Aree portuali
- Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali importanti
- Aree verdi urbane
- Bacini artificiali
- Bacini naturali
- Boschi di conifere
- Boschi di latifoglie
- Boschi misti di conifere e latifoglie
- Campeggi, aree sportive e parchi di divertimento
- Cantieri
- Cimiteri
- Colture in serra
- Colture temporanee associate a colture permanenti
- Colture temporanee associate ad altre colture permanenti
- Colture temporanee associate al vigneto
- Colture temporanee associate all'olivo
- Discariche
- Fiumi, torrenti e fossi
- Formazioni di ripa non arboree
- Formazioni vegetali basse e chiuse, stabili, composte principalmente di cespugli, arbusti e piante erba
- Frutteti e frutti minori
- Gariga
- Impianti a servizio delle reti di distribuzione (telecomunicazioni/energia/idriche)
- Insediamenti industriali/artigianali e commerciali, con spazi annessi
- Insediamento di grandi impianti di servizi
- Lagune, laghi e stagni costieri a produzione ittica naturale
- Letti di torrenti di ampiezza superiore a 25 m
- Macchia mediterranea
- Oliveti
- Paludi interne
- Paludi salmastre
- Pareti rocciose e falesie
- Pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc anche in formazioni miste
- Prati artificiali
- Prati stabili
- Reti ferroviarie comprese le superfici annesse (stazioni, smistamenti, depositi ecc)
- Reti stradali e spazi accessori (svincoli, stazioni di servizio, aree di parcheggio ecc)
- Seminativi in aree non irrigue
- Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo
- Sistemi colturali e particellari complessi
- Spiagge di ampiezza superiore a 25 m
- Sugherete (popolamenti puri di querce da sughera con copertura >25% con evidenti cure colturali)
- Tessuto agro-residenziale sparso e fabbricati rurali a carattere tipicamente agricolo o rurale
- Tessuto discontinuo (extraurbano)
- Tessuto residenziale compatto e denso
- Tessuto residenziale rado
- Vigneti
- Vivai

Figura 58 - Legenda carta dell'uso del suolo per i sottobacini del rio Ottava

Il passaggio da CN(II) a CN(III) determina la variazione massima di curve number da 2.21 per il CN(II) ad 1.13 per il CN(III) .

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

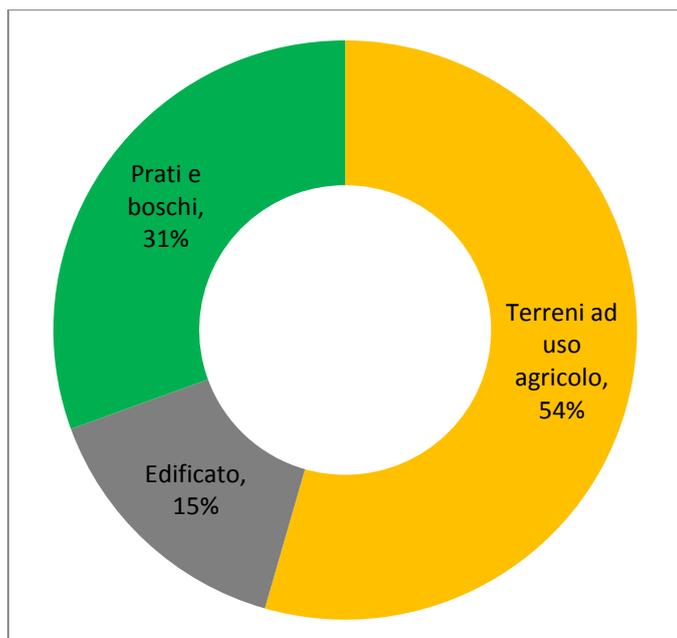


Figura 59 - Distribuzione dell'uso del suolo su tutto il bacino imbrifero del Rio Ottava

Nella Figura 59 è possibile osservare come per l'intero bacino del Rio Ottava la parte edificata incida per una percentuale pari a circa la metà di quella di prati e boschi mentre i terreni ad uso prevalentemente agricolo pesano per oltre il 50%.

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

Tabella 9- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini del Rio San Giovanni

BACINI	1	2	3	4	5	6
CN(II)	85.24	85.33	85.64	85.95	86.17	87.45
CN(III)	93.00	93.05	93.21	93.36	93.48	94.13
Lunghezza asta principale (m)	5407	9294	11261	13461	16735	25440
Area (kmq)	7.82	20.96	25.25	28.79	31.19	66.68
Pendenza media bacino	0.1708	0.2102	0.2139	0.2041	0.1931	0.1253
Altezza massima	488.24	500.96	500.96	500.96	500.96	500.96

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

bacino							
Altezza bacino	media	372.81	365.16	346.13	329.77	312.86	221.27
Altezza sezione chiusura (m)	alla di	230.72	160.65	131.02	109.65	83.24	25.75
Pendenza asta principale	media	0.0476	0.0365	0.0328	0.0291	0.0250	0.0187

Si rimanda all'allegato "B - Report dei calcoli idrologici" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni.

ANALISI IDRAULICA

Come già illustrato precedentemente, è stato analizzato il reticolo idrografico composto dalle aste denominate Rio Logulentu e Rio San Giovanni e l'asta che scaturisce dalla confluenza delle precedenti cioè il Rio Ottava. La confluenza è stata modellata con la funzione *junction* come descritto nel paragrafo relativo alla metodologia di analisi idraulica.

L'alveo del Rio Logulentu , è stato discretizzato in 75 sezioni numerate in ordine crescente da valle verso monte dalla numero 42, la più valliva, alla numero 117. I 12 manufatti di attraversamento sono stati catalogati con la dicitura ATTRAVERSAMENTO seguita da un numero progressivo da valle verso monte da 4 a 15.

Il tratto analizzato del Rio San Giovanni è stato modellato utilizzando 125 sezioni numerate in ordine crescente da valle verso monte dalla numero 118, la più valliva prossima alla confluenza con il Rio Logulentu, alla numero 242. Nel tratto analizzato inoltre sono presenti 14 attraversamenti, stradali e ferroviari che sono stati catalogati con la dicitura ATTRAVERSAMENTO seguita da un numero progressivo da valle verso monte da 16 a 29.

Pur facendo parte del medesimo sistema idrologico – idraulico del Rio Logulentu – Rio Ottava per il Rio San Giovanni si è preferito infittire il numero di sezioni trasversali in quanto l'elevata antropizzazione di questo tratto di asta (che attraversa nella sua interezza l'edificato urbano di Sassari) determina variazioni piano altimetriche nel tracciato improvvise e non gradualmente.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Per il Rio Ottava si sono utilizzate 42 sezioni numerate in ordine crescente da valle verso monte dalla numero 0, la più valliva posta a monte dell'attraversamento in corrispondenza della strada provinciale Bancali Abbacur, alla numero 41 posta a valle della confluenza tra il Rio San Giovanni e il Rio Logulentu. I 3 manufatti di attraversamento sono stati catalogati con la dicitura ATTRAVERSAMENTO seguita da un numero progressivo da valle verso monte da 1 a 3.

11.1.3 Descrizione delle aree di allagamento – Rio Logulentu

Le portate utilizzate nella simulazione, calcolate nel paragrafo relativo ai calcoli idrologici, sono riassunte nella tabella seguente:

Tabella 10 - Portate, espresse in mc/s, utilizzate nelle 4 simulazioni per i diversi tempi di ritorno

SEZIONE	TEMPI DI RITORNO			
	50	100	200	500
22141	62.054	74.678	87.54	104.912
18322	140.862	170.425	200.53	240.937
15575	164.347	198.17	232.545	278.602
13770	167.234	200.874	234.986	280.599

Le aree di allagamento ricavate dalle simulazioni sono illustrate in Figura 60.

Si può osservare come nel primo tratto analizzato (compreso tra le sezioni 116 e 98), quando ancora il rio è denominato Rio Barca, il corso d'acqua attraversa una parte del territorio che allo stato attuale risulta quasi completamente non antropizzata con scarsa presenza sia di abitazioni che elementi lineari quali strade o ferrovie, ad esclusione del ponte ferroviario a travata per la linea Sassari – Tempio tra le sezioni 100 e 101 (Figura 61).

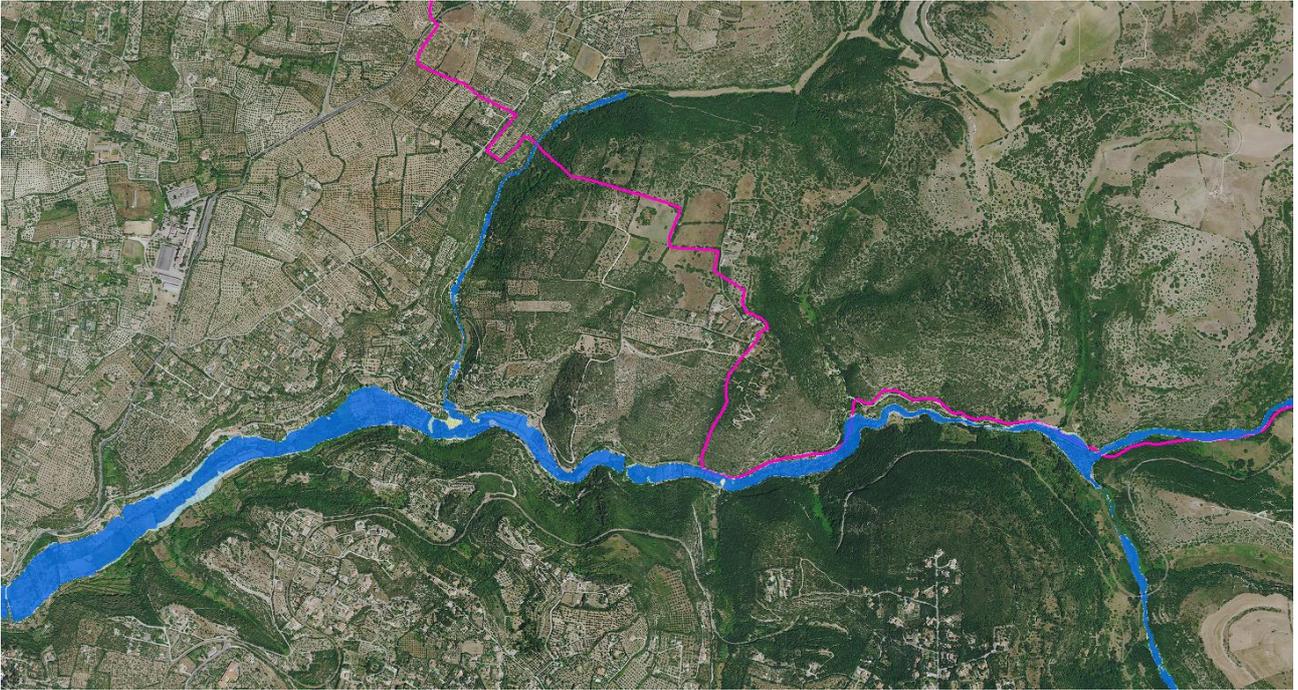


Figura 60 - aree di allagamento per il Rio Logulentu - Monte

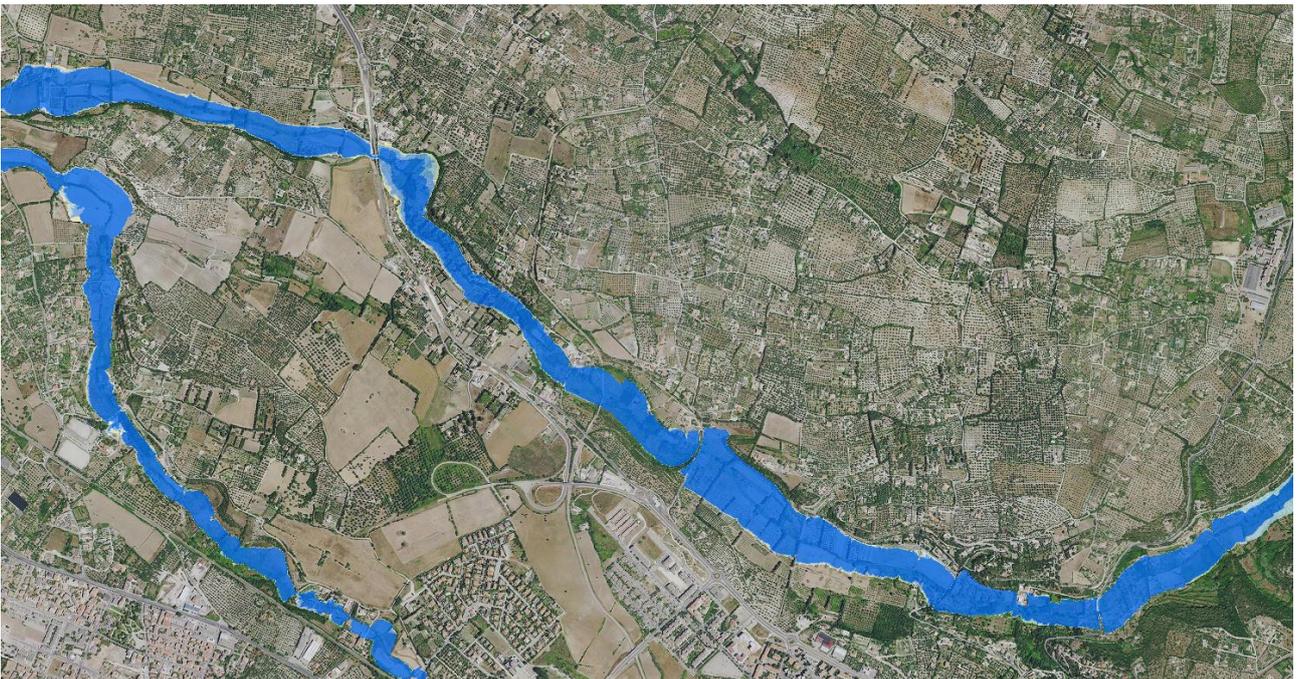


Figura 61 - particolare aree di allagamento Rio Logulentu alla confluenza con Rio San Giovanni (rio d'Ottava)

Pur non essendo stato possibile modellare tale attraversamento in quanto inaccessibile, lo si è ritenuto, viste le altezze d'acqua coinvolte nelle sezioni a monte e a valle dello stesso e stimata l'altezza d'imposta dell'impalcato (oltre 20 m), sufficiente per le portate di progetto. Si sottolinea in ogni caso che per i tempi di

ritorno investigati le pile, di cui non è stato possibile rilevare la geometria, potrebbero essere interessate dall'onda di piena.

Ad esclusione del ponte ferroviario precedentemente citato, i restanti attraversamenti presenti in questo tratto coinvolgono esclusivamente strade rurali e sono da considerare tutti insufficienti.

Il tratto successivo rappresentato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, attraversa la valle di Logulentu. Tale tratto è caratterizzato dalla presenza di diversi edifici sparsi, posti in prossimità dell'alveo, a densità crescente progressivamente verso valle e dalla presenza di diversi elementi lineari di tipo stradale.

Si può osservare come le aree di allagamento per i diversi tempi di ritorno:

- non si discostino molto l'una da l'altra a causa dell'elevata incisione della valle che presenta un acclività molto pronunciata;
- vadano progressivamente espandendosi da monte verso valle sia per l'incremento delle portate di calcolo ma soprattutto per la differenza morfologica del territorio.

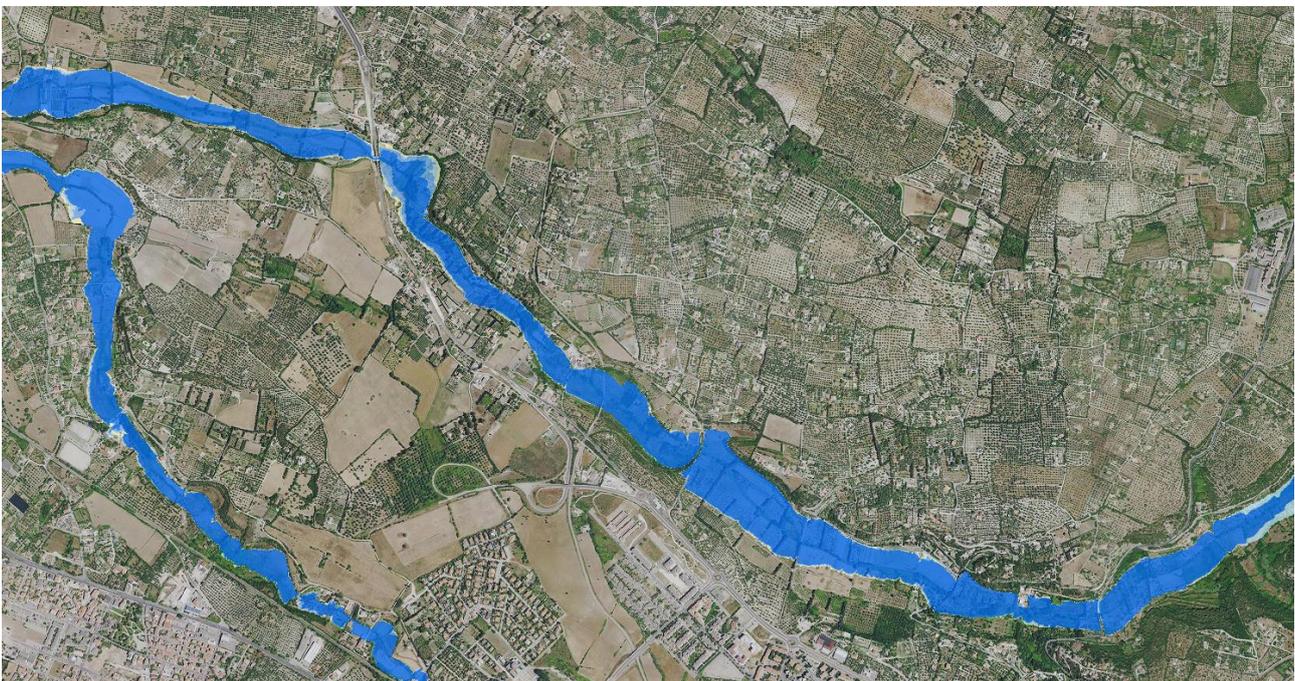


Figura 62 - particolare aree di allagamento Rio Logulentu

Il terzo tratto termina in corrispondenza della confluenza con il Rio San Giovanni. Anche in questo tratto, pur attraversando una parte di territorio a vocazione prettamente agricola, le aree di allagamento coinvolgono comunque diverse abitazioni sparse e diversi elementi lineari sia stradali che ferroviari.

11.1.4 Descrizione delle aree di allagamento – Rio San Giovanni

Prima di elencare le portate utilizzate nelle simulazioni idrauliche in moto permanente occorre premettere che nel tratto urbano del Rio San Giovanni, compreso tra le valli dell'Eba Giara e del Rosello, è emersa la presenza di un canale interrato di dimensioni rilevanti e determinanti rispetto ai fenomeni di piena in esame. Il canale ha sezione rettangolare di dimensioni 4.00 m di luce per 2.00 m di altezza e si sviluppa tra il ponte di via Sorso (sede dell'imbocco) e il sottopasso ferroviario a valle di Viale Sicilia, terminando nell'alveo naturale del rio in prossimità della Strada Vicinale Tana di Lu Mazzoni. E' stato possibile ispezionarne lo stato di conservazione attraverso un pozzetto situato in prossimità del Ponte di Rosello in area privata e in corrispondenza del rilevato del Viale Sicilia, al termine della Valle di Rosello, dove, a livello del piano di campagna, è presente un varco di ispezione dotato di cancello (vedi foto 63). Si è potuto constatarne la buona funzionalità ed un efficiente stato di conservazione; tuttavia, in mancanza di adeguate informazioni sull'intero tracciato e coerentemente con un principio di massima cautela da adottare nella presente fase di Studio, si è stabilito di trascurare il contributo della sezione del canale al trasferimento di portata verso valle, scegliendo di simulare il moto dell'intera portata sottoforma di deflusso superficiale.



Figura 63 – terrapieno di Viale Sicilia - cancello su ispezione del canale proveniente da Via Sorso



Figura 64 – canale proveniente da Via Sorso – ispezione da Valle del Rosello, rilevato Viale Sicilia



Figura 65 - aree di allagamento per il Rio San Giovanni

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Tabella 11 - Portate, espresse in mc/s, utilizzate nelle 4 simulazioni per i diversi tempi di ritorno

SEZIONE	TEMPI DI RITORNO			
	50	100	200	500
8385	71.862	85.578	99.437	117.91
3922	84.683	100.367	116.17	137.183
1488	94.946	112.437	130.052	153.462

Le aree di allagamento ricavate dalle simulazioni sono illustrate nella Figura 65.

Il primo tratto riguarda il tratto urbano del Rio San Giovanni nelle valli dell'Eba Giara e del Rosello.

In tutti i casi si può osservare come le aree di allagamento calcolate lambiscano, pur non coinvolgendo, zone densamente edificate e popolate.



Figura 66 - particolare aree di allagamento Rio San Giovanni - zona viadotto Don Sturzo



Figura 67 - particolare aree di allagamento Rio San Giovanni in corrispondenza del tracciato del canale interrato - Valle del Rosello

Tra l'attraversamento di via Sorso) e quello del ponte di Rosello il deflusso superficiale è condizionato dalla presenza di alcune recinzioni in muratura trasversali all'alveo e di una strada asfaltata che collega la via Sorso con la Valle del Rosello, occupando la sede fluviale. Dal punto di vista idraulico rappresentano una barriera fisica che potrebbe determinare il rallentamento della corrente e provocare transitoriamente l'innalzamento del pelo libero, prima del crollo della barriera; infatti, data la natura dei muri di recinzione, realizzati in blocchi quadrati di calcare o calcestruzzo debolmente legati con malta, si è ritenuto più verosimile che non resistano alle sollecitazioni indotte dalle correnti in piena aventi tiranti idrici di altezza massima pari a 2.00 m.



Figura 68 - particolare aree di allagamento Rio San Giovanni - zona Viale Porto Torres

Il tratto successivo è compreso tra il sottopasso ferroviario e l'accesso alla borgata di Sant'Orsola. Si sviluppa secondo la direttrice stabilita dal Viale Porto Torres in un'area compresa tra lo stesso viale e la linea ferroviaria Sassari-Cagliari.

Pur essendo una porzione di territorio periferica rispetto alla precedente analizzata, sono presenti numerosi insediamenti produttivi di carattere commerciale ed artigianale appartenenti alla Zona di Interesse Regionale di Predda Niedda.

Le aree di allagamento investono direttamente diversi insediamenti produttivi, alcuni elementi lineari (principalmente stradali), alcuni parcheggi ed alcune abitazioni.



Figura 69 - particolare aree di allagamento Rio San Giovanni nella zona dei Sant'Orsola e Li Punti

Il terzo tratto analizzato si sviluppa principalmente nella frazione di Sant'Orsola. In questo tratto l'alveo risulta meno antropizzato con caratteri che assumono, proseguendo verso valle, i segni tipici degli alvei in zona agricola.

Anche in questo caso le aree di allagamento che definiscono la pericolosità idraulica lambiscono e talvolta comprendono, anche per le portate cinquantenarie, diverse abitazioni ed attività produttive. Sono presenti inoltre diversi alcuni manufatti di attraversamento stradale tutti insufficienti al transito delle portate di piena considerate.



Figura 70 - particolare aree di allagamento Rio San Giovanni zona San Giorgio - Marchetto - via De Martini

L'ultimo tratto è quello che lasciando la frazione abitata di Sant'Orsola attraversa quelle di Marchetto e San Giovanni fino a confluire nel Rio Logulentu per dare origine al Rio Ottava. In questo tratto l'alveo abbandona completamente i connotati urbani per assumere quelli tipici dell'ambiente agricolo.

Le aree di allagamento anche in questo caso rasentano ed investono direttamente diverse strutture abitative e produttive coinvolgendo inoltre quattro attraversamenti stradali.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE



Figura 71 - particolare aree di allagamento Rio San Giovanni presso confluenza nel Rio d'Ottava

11.1.5 Descrizione delle aree di allagamento – Rio Ottava



Figura 72 - aree di allagamento del Rio Ottava

Le portate utilizzate nella simulazione, calcolate nel paragrafo 4.2.3, sono riassunte nella tabella seguente:

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Tabella 12 - Portate, espresse in mc/s, utilizzate nelle 4 simulazioni per i diversi tempi di ritorno

SEZIONE	TEMPI DI RITORNO			
	50	100	200	500
8401	264.45	313.025	361.886	426.74

Le portate utilizzate sono il risultato della somma tra quelle calcolate per il Rio Logulentu con sezione di chiusura posta in prossimità della confluenza e quelle convogliate nel Rio Ottava dal Rio San Giovanni e calcolate in prossimità della stessa confluenza. Tale scelta è motivata dal fatto che le portate calcolate per l'intero bacino idrografico del Rio Ottava con sezione di chiusura coincidente con l'ultimo punto dell'asta fluviale sono risultate quasi coincidenti (ma leggermente inferiori) a quelle ottenute come somma dei contributi del Rio Logulentu e del Rio San Giovanni.

Le aree di allagamento ricavate dalle simulazioni sono illustrate nella Figura 73. Analizzando le aree più nello specifico si può osservare come nel primo tratto, immediatamente a valle della confluenza, le aree di esondazione coinvolgono diverse unità abitative.



Figura 73 - particolare aree di allagamento Rio Ottava e compluvi Edificato di Ottava in esso confluenti

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

In zona San Giovanni San Quirico l'alveo scorre parallelamente ad una traversa della strada vicinale San Quirico. Non essendo sufficiente al contenimento nemmeno delle portate cinquantenarie si ha l'allagamento, con pericolosità molto elevata, sia della strada sia delle abitazioni presenti in sponda destra.

Gli allagamenti nel tratto successivo, fino all'intersezione con l'ex strada statale 131, non coinvolgono particolari elementi vulnerabili ad esclusione di alcune strada di penetrazione agraria.

Procedendo ancora verso valle (Figura 74) le aree di allagamento lambiscono lo stabilimento di produzione di componenti in calcestruzzo prefabbricati Nuova Scac. Successivamente l'alveo scorre alla destra del rilevato ferroviario della linea ferroviaria Sassari – Porto Torres che non risulta sufficiente però a contenere le portate di calcolo.

Infine prima dell'attraversamento della linea ferroviaria le aree di allagamento anche cinquantenarie lambiscono, coinvolgendone le relative pertinenze, alcune abitazioni dell'insediamento di Ottava.

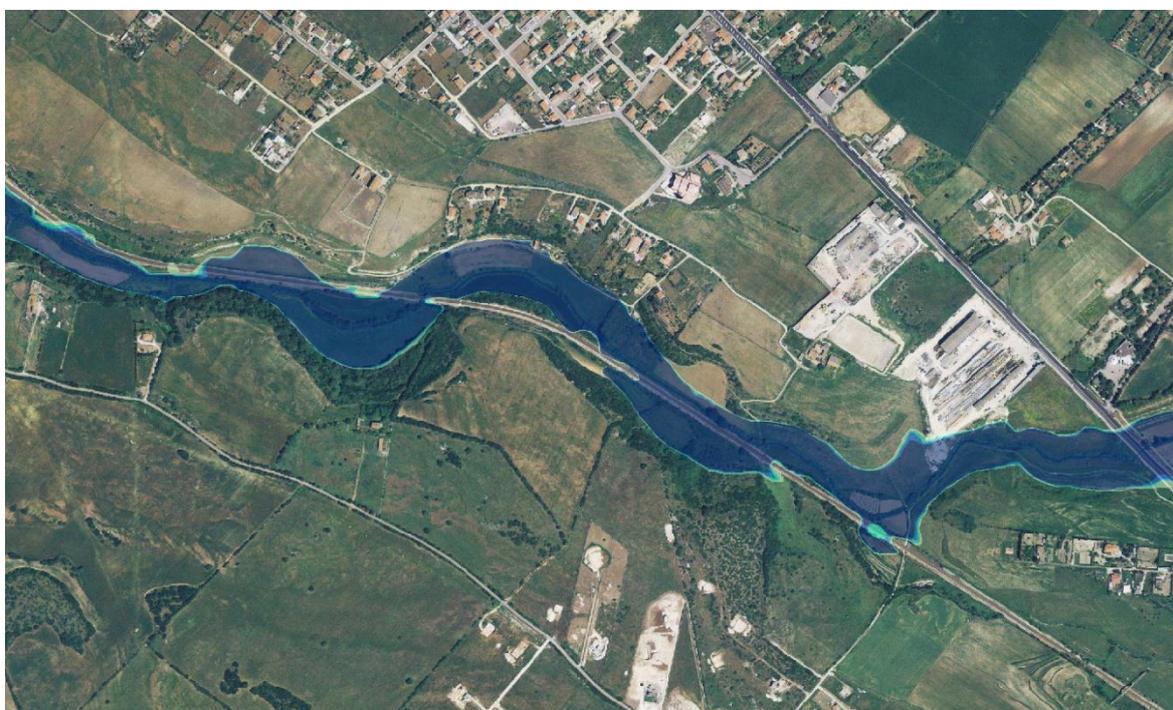


Figura 74 - particolare aree di allagamento Rio Ottava

L'alveo prosegue con una serie di curve che attraversano il rilevato e la linea ferroviaria alternativamente a destra o a sinistra di essa. Si può osservare come in alcuni casi il rilevato ferroviario riesca a contenere le portate calcolate per tutti e quattro i tempi di ritorno proteggendo una parte dell'edificato di Ottava in destra idraulica.

Procedendo verso valle si osserva come le aree di allagamento superino il rilevato ferroviario e per le portate centinarie **Figura 75** si abbia il coinvolgimento del depuratore di ottava con pericolosità idraulica elevata H_{i3} .

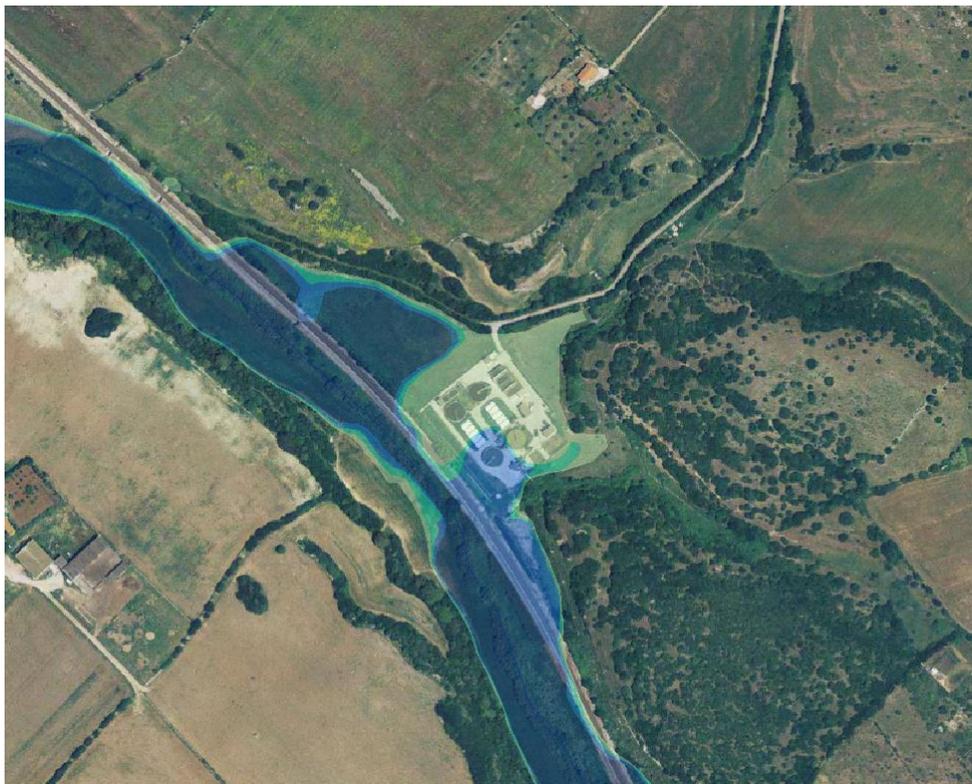


Figura 75 - particolare aree di allagamento Rio Ottava con interessamento per le portate centenarie della zona in cui è presente il depuratore di ottava

L'ultimo tratto di asta fluviale analizzata si sviluppa interamente alla sinistra della linea ferroviaria Sassari - Porto Torres con definizione planimetrica di ampie curve e con sezione golenale interamente occupata dalle aree di allagamento per le portate cinquantenarie.

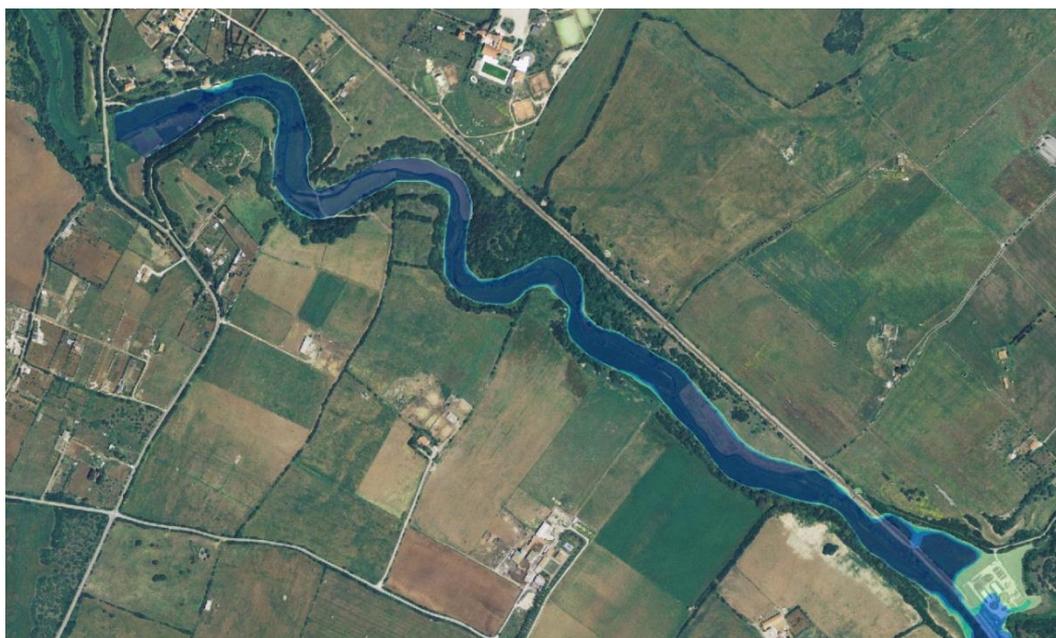


Figura 76 - particolare aree di allagamento Rio Ottava
Si osserva l'interessamento nel tratto finale di alcune costruzioni agricole/residenziali sparse.



Figura 77 - particolare aree di allagamento Rio Ottava nel tratto finale con interessamento di alcune costruzioni agricole/residenziali

11.1.6 Analisi degli attraversamenti – Rio Logulentu

Analogamente a quanto riscontrato per il Rio Calmasciu, l'analisi degli attraversamenti e delle tombature dimostra come la maggior parte di questi sia insufficiente a garantire il deflusso delle portate di calcolo al di sotto della sede stradale o ferroviaria anche per le portate calcolate per un tempo di ritorno pari a 50 anni.

Nello specifico viene riportata nel dettaglio l'analisi degli attraversamenti valutati sufficienti per almeno le portate cinquecentenarie. Gli altri attraversamenti, inadeguati a consentire il transito di tutte le portate studiate, sono comunque analizzati sia nell'allegato "Monografie degli attraversamenti" sia in quello riportante le "Simulazioni in moto permanente".

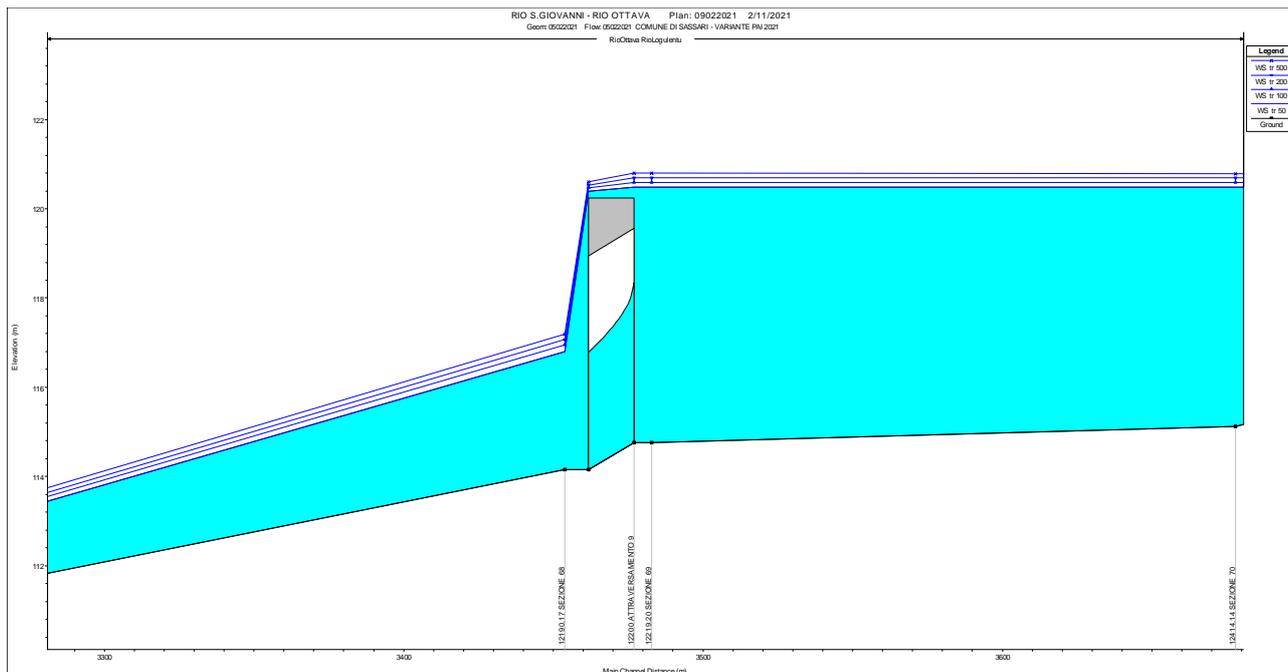


Figura 78 - ATTRAVERSAMENTO 9 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

L'attraversamento 9 (Figura 78) si ha in corrispondenza dell'intersezione tra il rio e la strada vicinale Crabulazzi. In questo caso l'attraversamento coinvolge anche il vecchio tratto della linea ferroviaria Sassari – Sorso attualmente in disuso. Si può osservare come l'attraversamento non sia capace di accogliere neppure le portate corrispondenti ad un tempo di ritorno di 50 anni, che sormontano il manufatto.

L'attraversamento 5 (Figura 79) si ha in corrispondenza della strada provinciale 60 (Buddi Buddi). In questo caso si riscontra come le ragguardevoli dimensioni dell'attraversamento, 8 m di luce per un'altezza pari a 7.2 m, consentano lo smaltimento anche delle portate valutate per tempo ritorno pari a 500 anni.

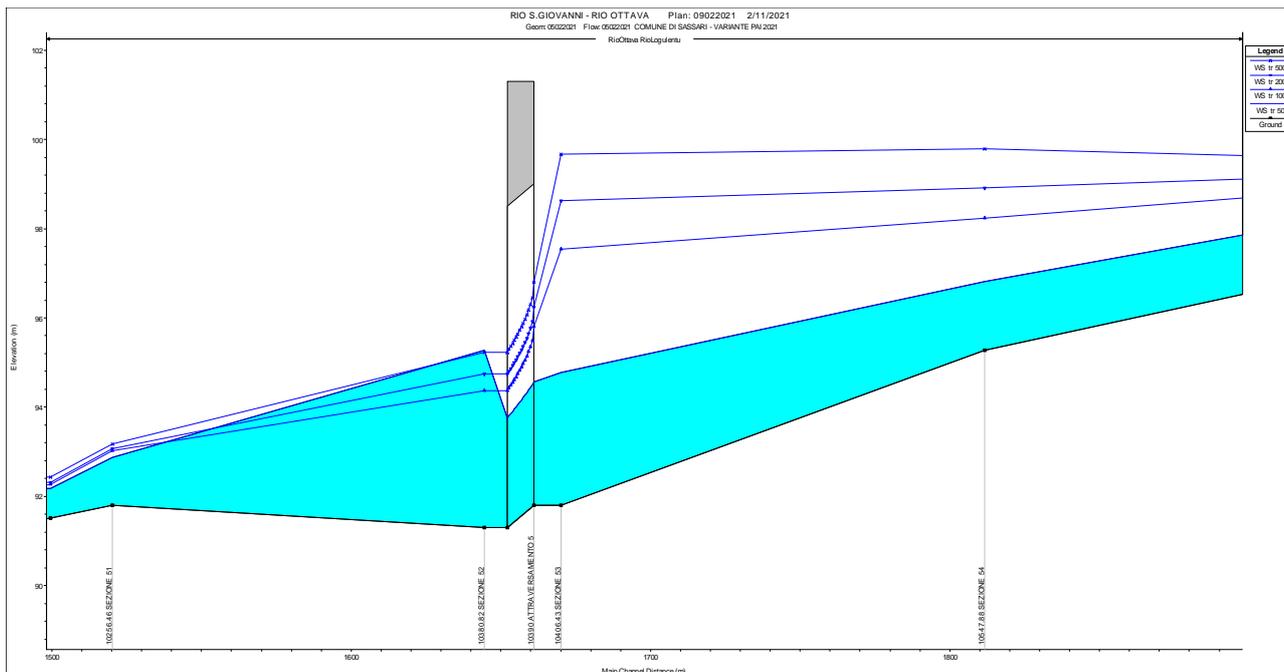


Figura 79 - ATTRAVERSAMENTO 5 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

Si ripete come, ad esclusione degli attraversamenti descritti precedentemente, tutti i restanti risultano insufficienti allo smaltimento anche delle portate minori calcolate per il tempo di ritorno di 50 anni.

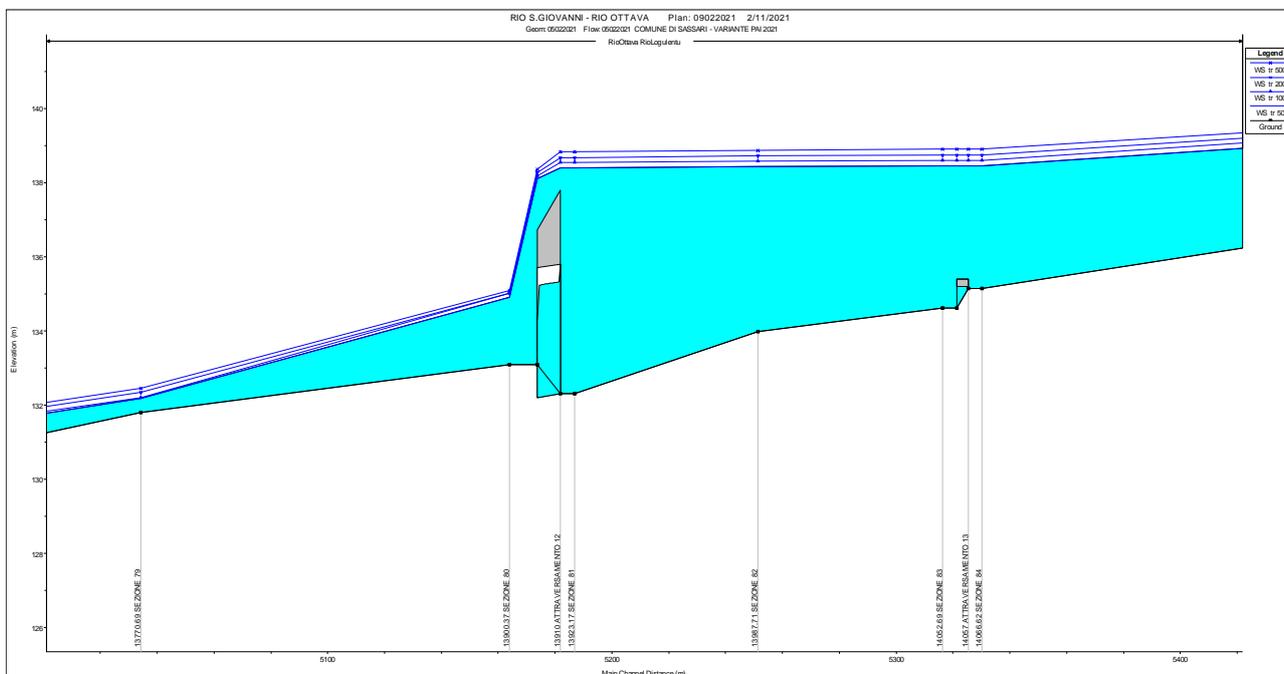


Figura 80 - ATTRAVERSAMENTO 12 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

In particolare si sottolinea l'inadeguatezza dell'attraversamento 12 posto in corrispondenza della strada statale 200 che collega prevalentemente la città di Sassari con quelle di Sorso e Sennori e risulta ad elevata densità veicolare.

11.1.7 Analisi degli attraversamenti – Rio San Giovanni

Per quanto riguarda gli attraversamenti si può notare dagli elaborati grafici di calcolo allegati come, nel tratto urbano, molti attraversamenti siano adeguati a consentire il transito delle portate di calcolo.

In particolare il viadotto Don Sturzo risulta, vista la natura dell'opera, sufficiente al transito di tutte le portate di calcolo al di sotto dell'impalcato.

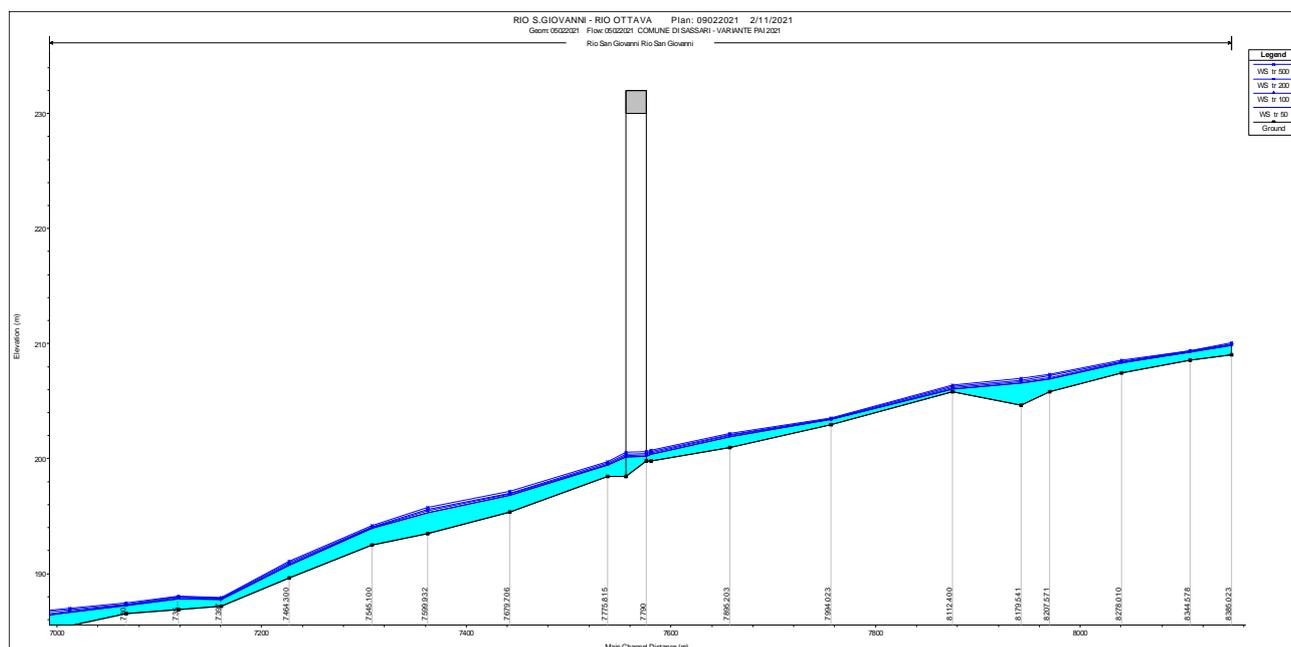


Figura 81 - ATTRAVERSAMENTO 29 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

Dall'analisi delle sezioni trasversali si può osservare però come la corrente in moto permanente investa le pile maggiormente vicine all'alveo anche per le portate minori calcolate per un tempo di ritorno pari a 50 anni.

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

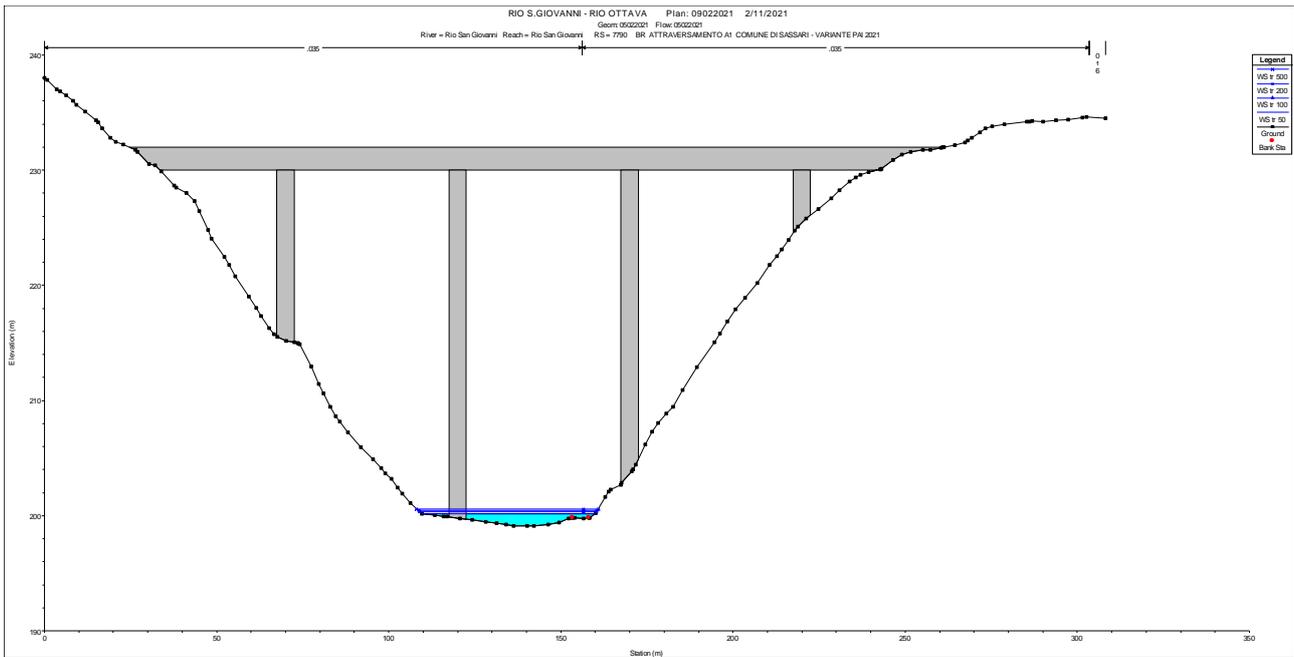


Figura 82 - ATTRAVERSAMENTO 29 – sezione trasversale a monte del viadotto Don Sturzo

Per tale ragione, in seguito agli eventi pluviometrici più intensi, è conveniente controllare lo stato delle fondazioni delle pile del ponte al fine di valutare un eventuale presenza di fenomeni di scalzamento delle stesse.

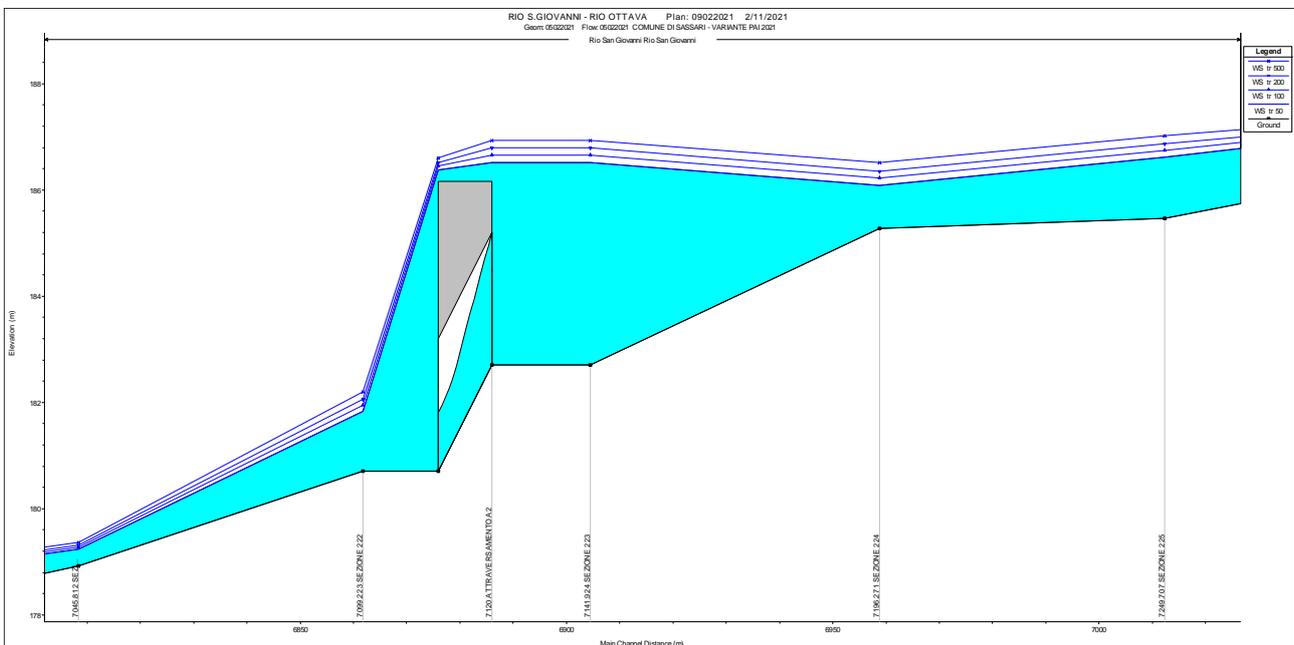


Figura 83 - ATTRAVERSAMENTO 28 – profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati nel sottopasso di via Sorso

L'attraversamento 28, in corrispondenza dell'intersezione dell'alveo con via Sorso, non è sufficiente a far transitare le portate con i tempi di ritorno di 50 anni.

A seguito di queste considerazioni e aggiungendo la scarsa manutenzione dell'area si ritiene di segnalare come molto elevata la pericolosità idraulica del ponte e il rischio di allagamento per le aree e strade circostanti.

L'attraversamento 27, che rappresenta il Ponte di Rosello, risulta capace di garantire il deflusso anche delle portate maggiori ottenute per un tempo di ritorno pari a 500 anni.

Anche in questo caso valgono le considerazioni effettuate precedentemente per il viadotto Don Sturzo, aggravate dalla maggiore età del manufatto, in quanto si evince dalle sezioni trasversali l'investimento delle pile da parte della corrente anche per le portate minori.

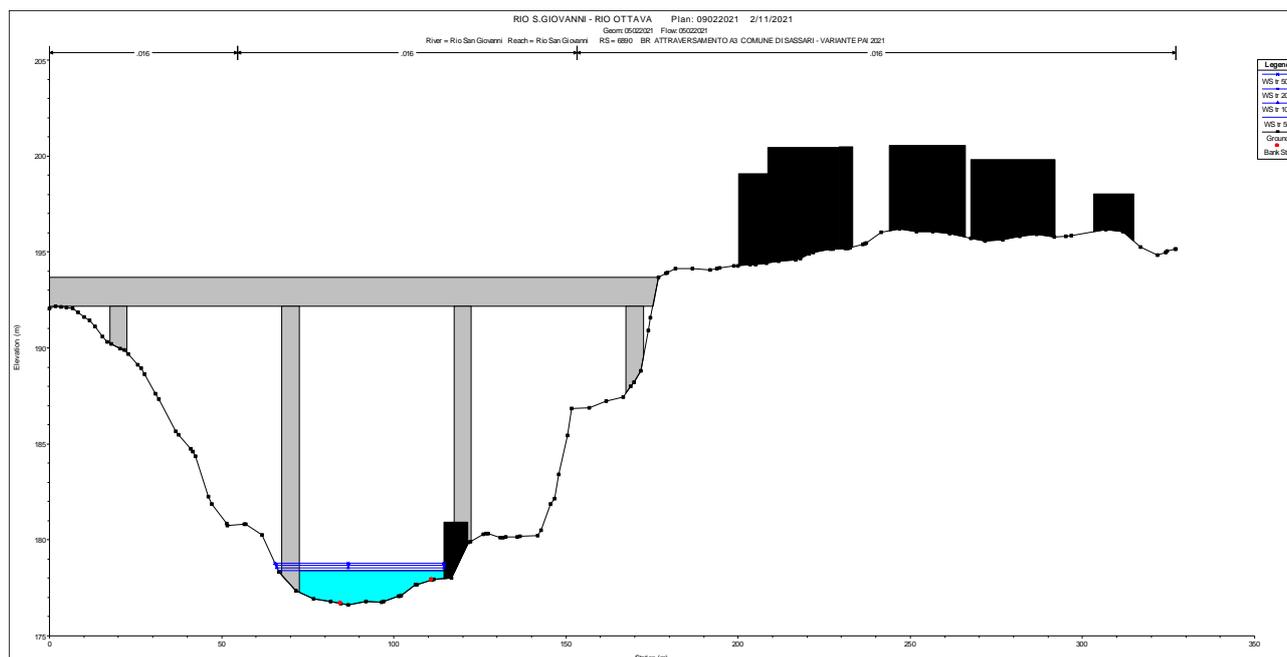


Figura 84 - ATTRAVERSAMENTO 27 – sezione trasversale a monte del ponte di Rosello

L'attraversamento 26 rappresenta il sottopasso di viale Sicilia; ha sezione rettangolare e volta semicircolare di 4.00 m di luce per 3.50 m di altezza tuttavia, a causa della presenza di alcune tubazioni alloggiato lungo la parete sinistra, la sezione reale disponibile al passaggio dell'acqua e utilizzata nella modellazione è pari 3.00 m per 3,00 m.

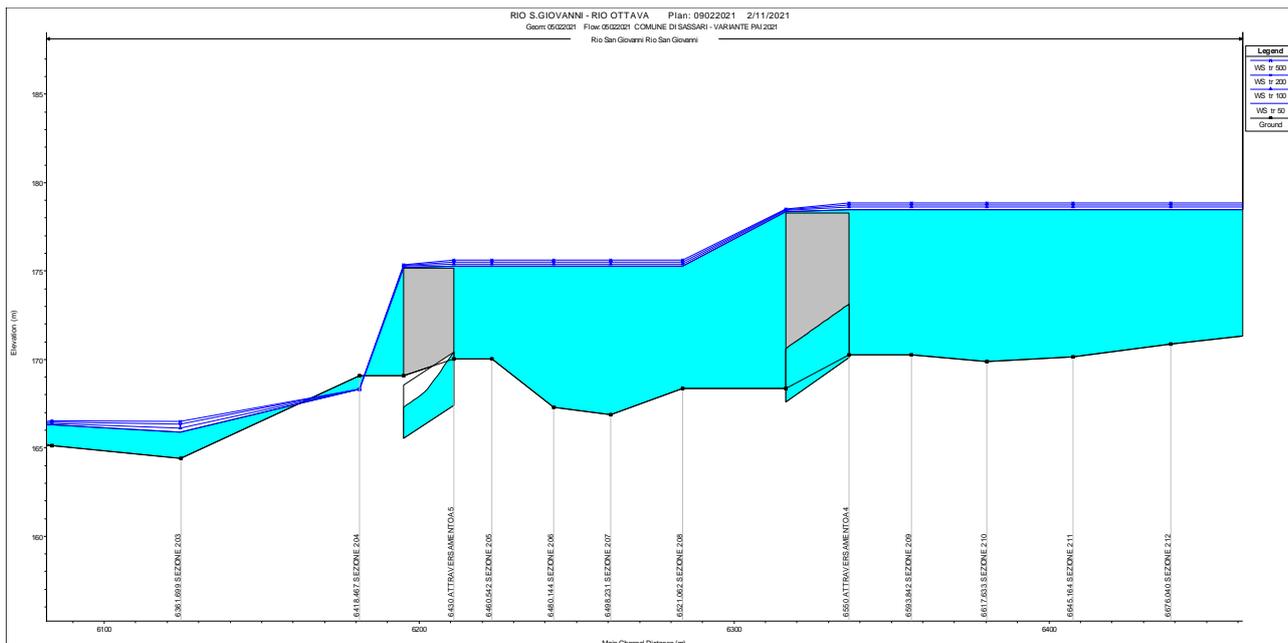


Figura 85 - ATTRAVERSAMENTI 26 e 25 – profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

Dall’analisi della Figura 85 si può osservare come entrambi i sottopassi non siano idonei al passaggio delle portate studiate e si verifichi un funzionamento “in pressione”.

Gli attraversamenti 24 (S.V. Tana di Lu Mazzoni) e 23 (strada di accesso al Museo del Costume e dell’Artigianato di Sassari) risultano sommersi dai profili di corrente anche per le portate cinquantenarie con battenti massimi dell’ordine dei 60 cm oltre il piano viario.

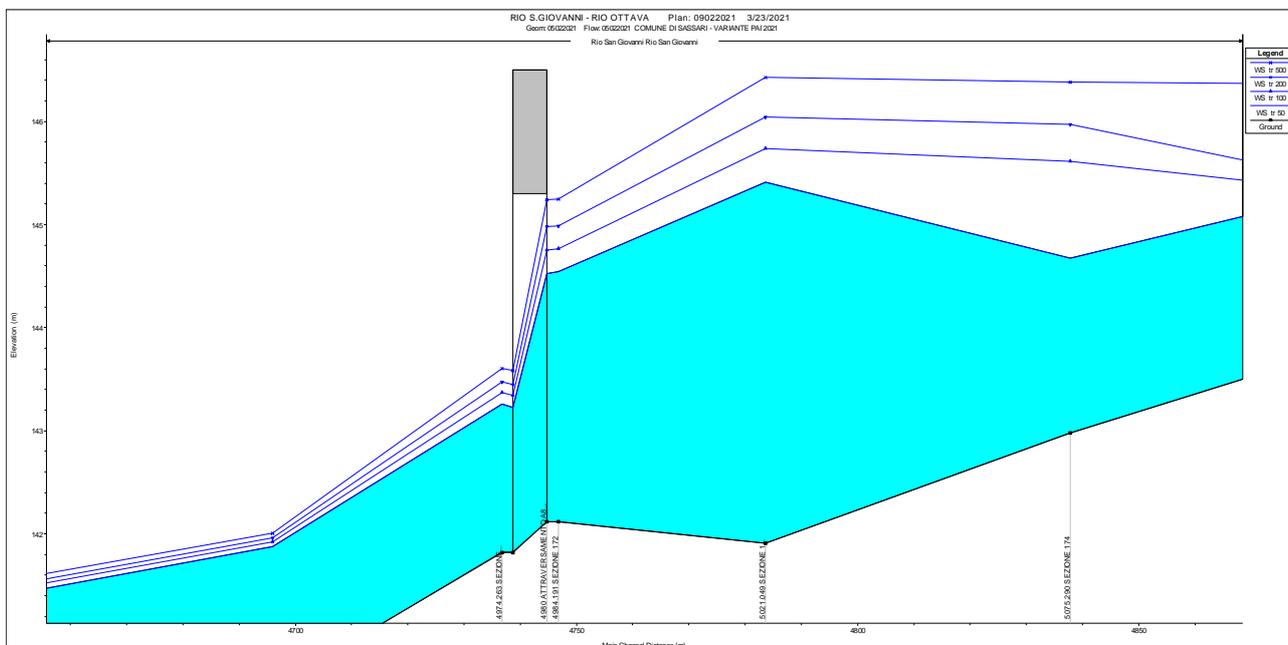


Figura 86 - ATTRAVERSAMENTO 22 – profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

L'attraversamento 22, ponte lungo via Giovanni XXIII, si dimostra adeguato al transito di tutte le portate di piena sebbene senza il rispetto dei franchi idraulici. Il restringimento della sezione idraulica provoca un modesto innalzamento del pelo libero di circa 0.50 m.

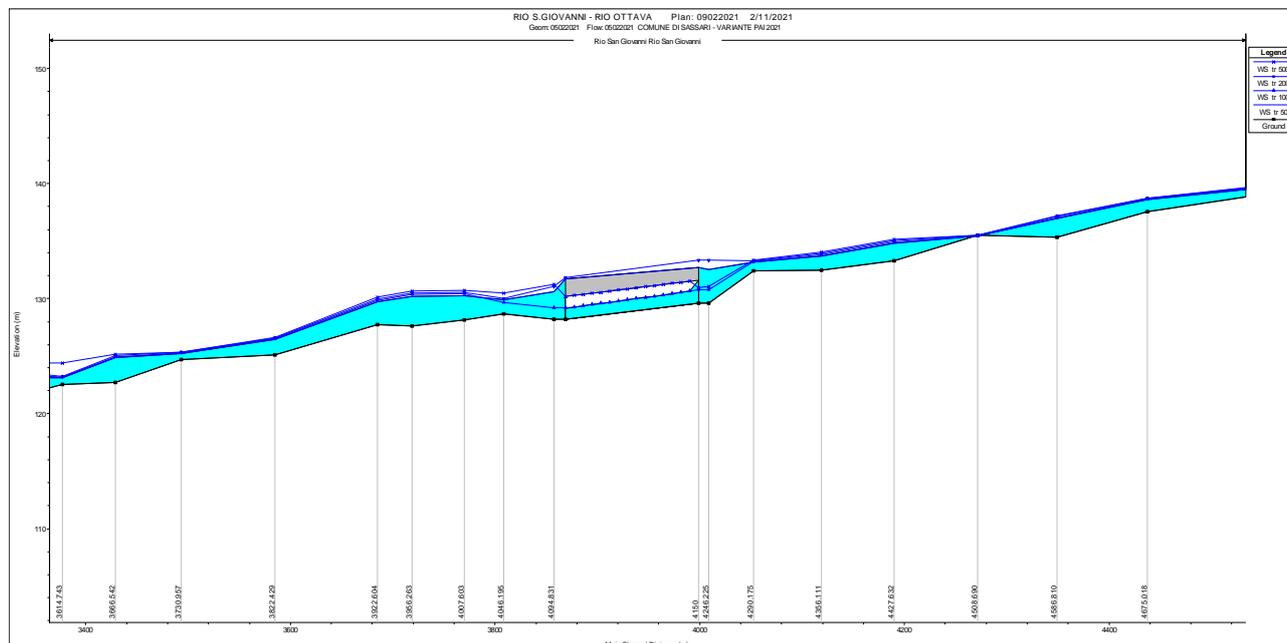


Figura 87 - ATTRAVERSAMENTO 21 – profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

L'attraversamento 21 si ha in corrispondenza della chiusura dell'alveo naturale con un canale tombato in cemento armato di dimensioni 10.00 m per 2.00 m in prossimità dell'area destinata a parcheggio della concessionaria di auto Ford e Volvo.

Si può osservare come i profili di corrente transitino al di sopra dell'impalcato, invadendo quindi l'area di parcheggio. La criticità è rappresentata dall'esiguità della sezione idraulica del canale accentuata dalla presenza dell'ulteriore ostacolo a monte rappresentato da un sottopasso stradale.

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

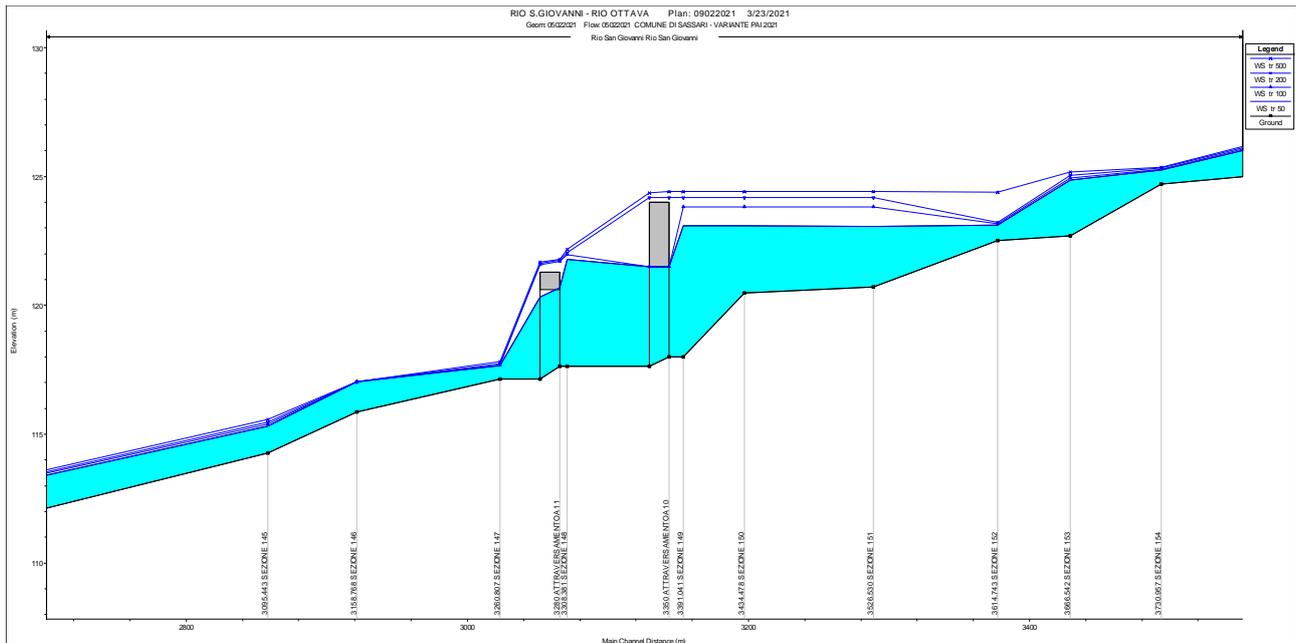


Figura 88 - ATTRAVERSAMENTI 20 e 19 profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

Gli attraversamenti 20 e 19 sono ubicati in prossimità dell'accesso alla Frazione di Sant.Orsola, e rappresentano un sottopasso ferroviario e un ponte stradale a campata unica.

Le verifiche evidenziano un comportamento analogo per i due attraversamenti con tracimazione al di sopra delle sedi stradali e ferroviarie per le portate calcolate con tempo di ritorno pari a 500 anni mentre le portate corrispondenti ai tempi di ritorno minori riescono a transitare al di sotto dell'impalcato pur senza franchi idraulici.

L'attraversamento 18 si ha ai piedi degli impianti sportivi del Centro Salesiano in corrispondenza di una strada vicinale (1a traversa di via De Martini), e si dimostra insufficiente a consentire il deflusso di qualsiasi portata analizzata con conseguente sommersione dell'impalcato.

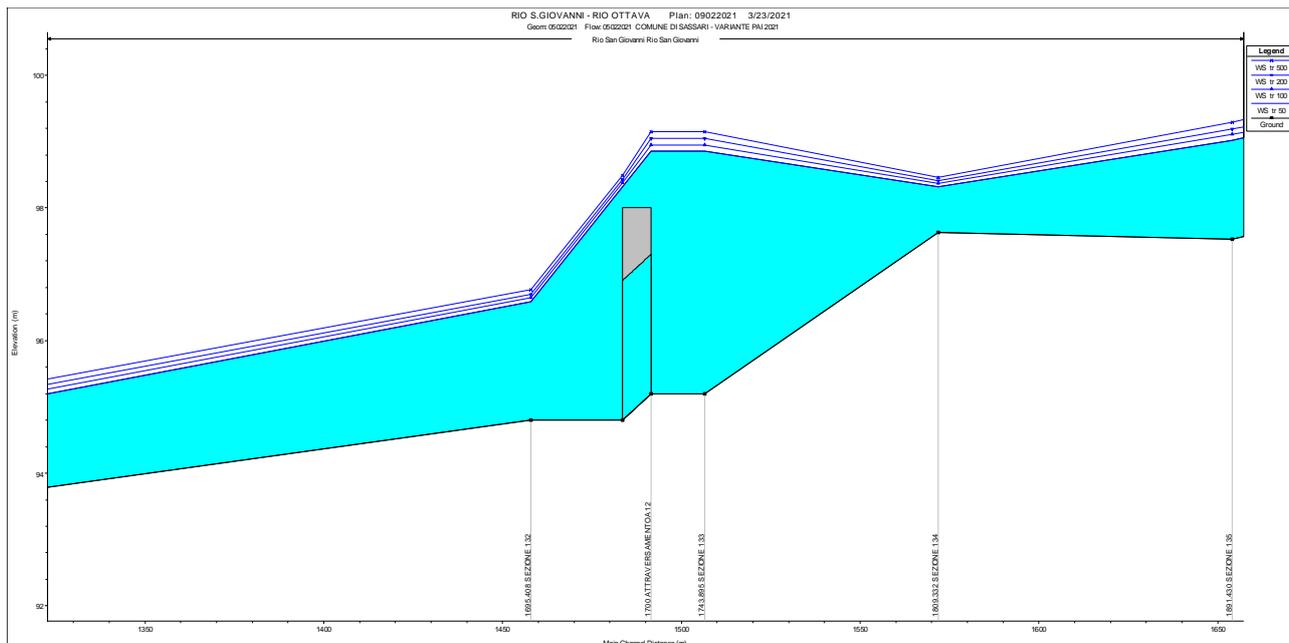


Figura 89 - ATTRAVERSAMENTO 18 profili di corrente per i 4 tempi di analizzati

Il ponte successivo (attraversamento 17) è ubicato lungo la 2a traversa di via De Martini e ha dimensioni pari a 8.20 m di luce per 2.4 m di altezza. E' stato ricostruito di recente ed infatti è sufficiente al transito delle portate di piena studiate sebbene con franchi troppo esigui per tutte le portate.

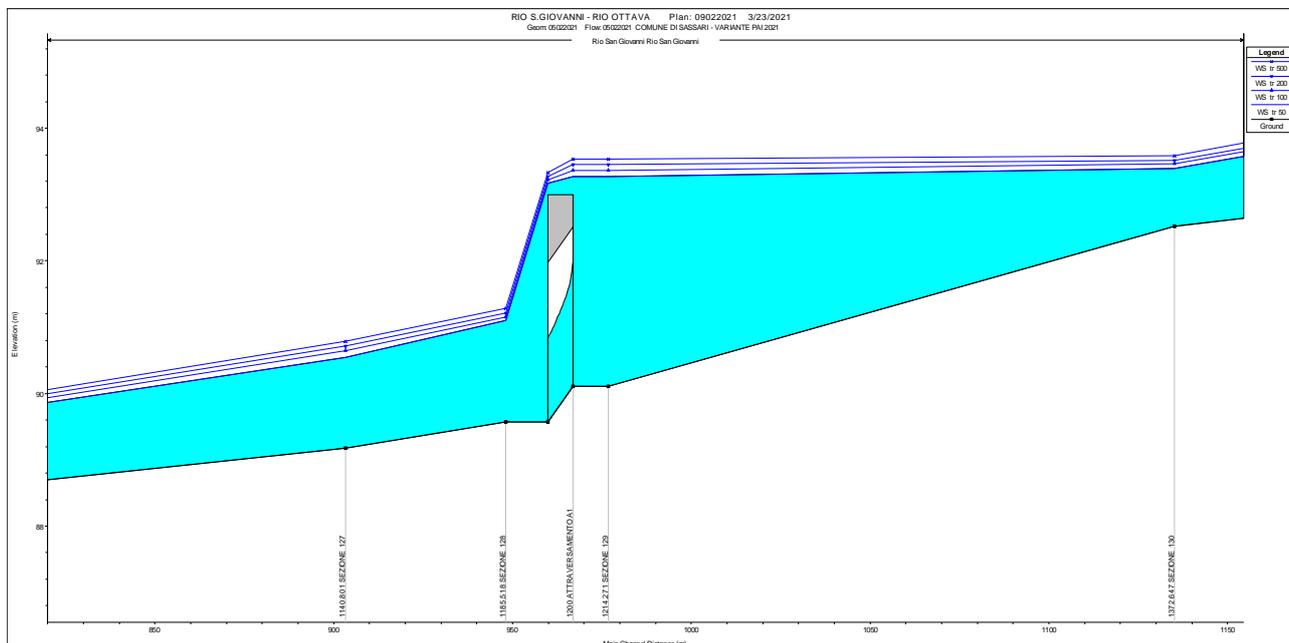


Figura 90 - ATTRAVERSAMENTO 17 profili di corrente per i 4 tempi di analizzati

L'ultimo sottopasso stradale, l'attraversamento 16, è ubicato lungo la via De Martini. E' costituito da una vecchia struttura in blocchi di pietra calcarea legati con malta e si dimostra di sezione inadeguata al transito delle portate di piena studiate. Tutti i profili di corrente superano il piano viario e originano aree di allagamento laterali importanti.

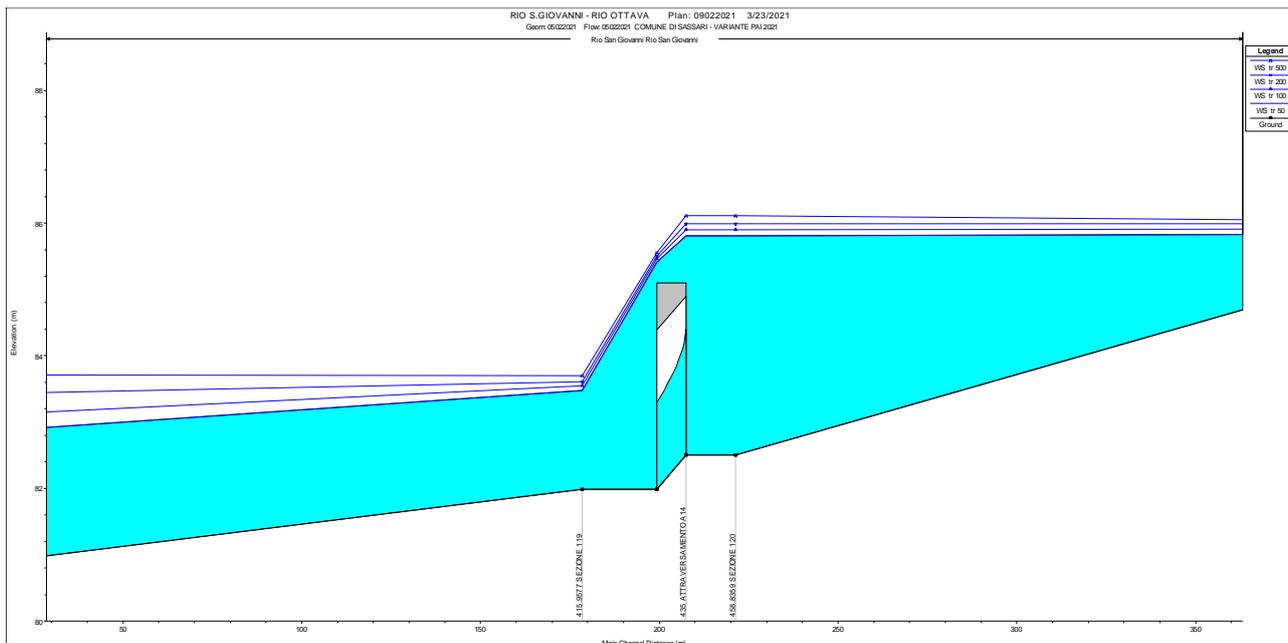


Figura 91 - ATTRAVERSAMENTO 16 profili di corrente per i 4 tempi di analizzati

11.1.8 Analisi degli attraversamenti – Rio Ottava

Riguardo ai tre attraversamenti presenti si può osservare dagli elaborati grafici di calcolo allegati come nessuno di questi sia adeguato al corretto deflusso delle portate cinquantenarie con superamento da parte del profilo di corrente del piano viario e comportamento a “stramazzo”.

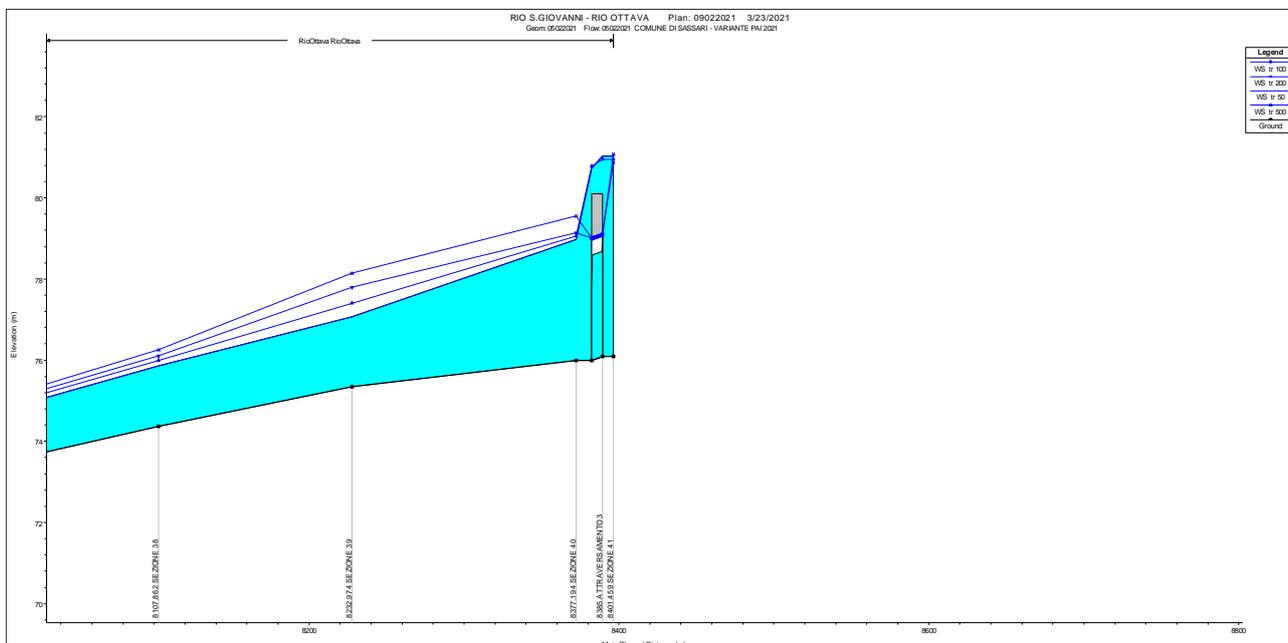


Figura 92 - ATTRAVERSAMENTO 3 – profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati nel sottopasso strada vicinale San Quirico

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

L'attraversamento 3 si ha in corrispondenza dell'intersezione tra il Rio Ottava e la strada vicinale San Quirico. L'attraversamento è costituito da un tubo in acciaio ondulato, di dimensioni massime 3.3 m di luce e 3.0 m di altezza, solidarizzato ad una struttura in calcestruzzo. Si può osservare come si abbia il superamento dell'estradosso del manufatto con battenti minimi (per le portate cinquantenarie) al di sopra del piano stradale dell'ordine di 1.0 m.

L'attraversamento 2 rappresenta la tombinatura, con volta ad arco, presente al di sotto del piano viario dell'ex strada statale 131. Anche in questo caso la geometria, luce massima 6.0 m per altezza massima 4.5 m, si dimostra insufficiente ad accogliere qualsiasi portata studiata. Sembra utile sottolineare come la pericolosità idraulica Hi4 che si osserva in corrispondenza del manufatto sia associata ad una vulnerabilità estremamente elevata, noti i volumi di traffico riferibili alla strada in oggetto.

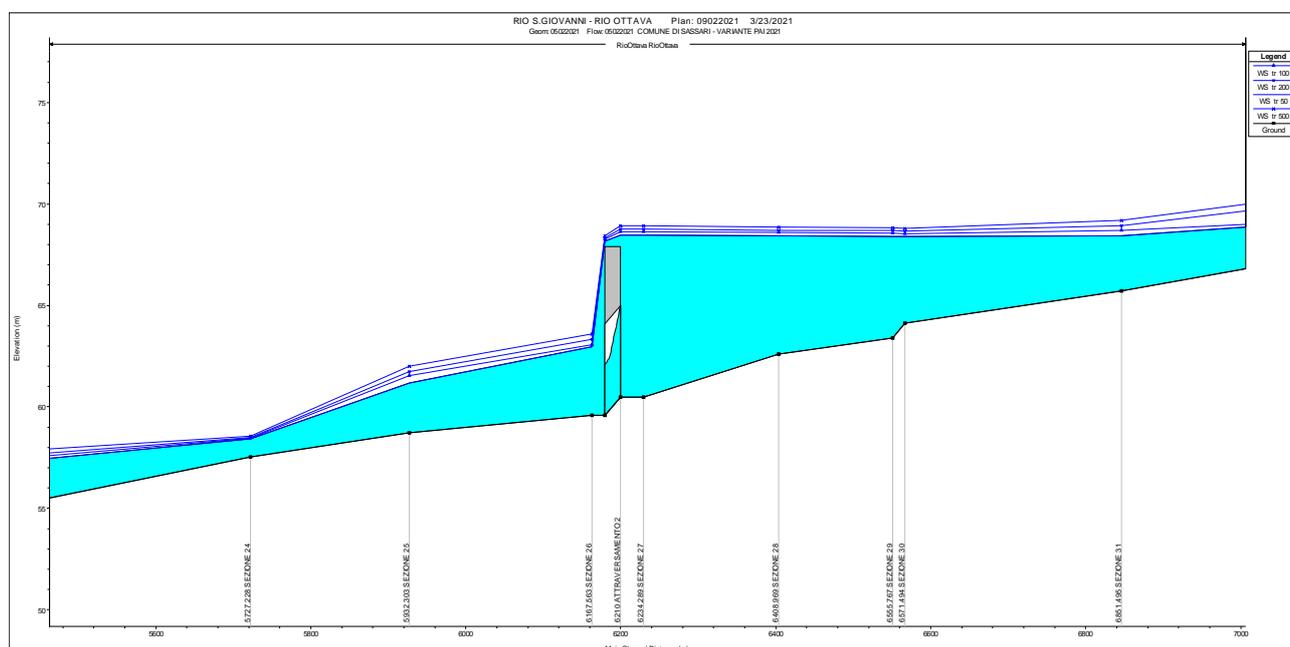


Figura 93 - ATTRAVERSAMENTO 2 – profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati nel sottopasso ex strada statale 131

L'attraversamento 1 rappresenta l'attraversamento ferroviario della linea Sassari – Porto Torres in prossimità dell'abitato di Ottava. E' costituito da una doppia tombinatura simmetrica ciascuna di luce massima 3.9 m e altezza 3.0 m.

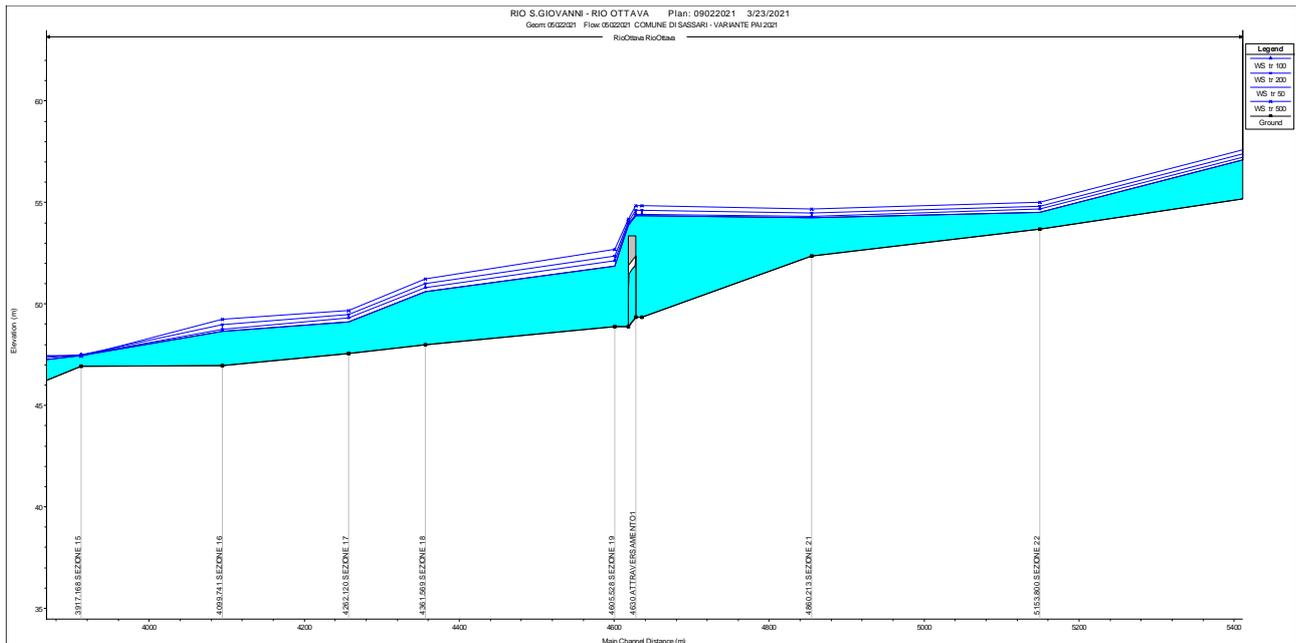


Figura 94 - ATTRAVERSAMENTO 1 – profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati nel ponte ferroviario sulla linea Sassari – Porto Torres

I battenti minimi al di sopra del rilevato ferroviario sono dell'ordine dei 70 cm per le portate cinquantenarie.

12 RIO BUDDI BUDDI

Il tratto di alveo studiato comprende tre aste, le due aste secondarie interamente contenute nel territorio comunale di Sassari e l'asta principale generata dalla confluenza delle due precedenti che per buona parte della sua lunghezza delimita il confine tra il comune di Sassari e quello di Sorso con tratti di alveo interamente esterni al confine comunale sassarese.

CALCOLI IDROLOGICI

Il bacino imbrifero totale del Buddi Buddi con sezione di chiusura posta in prossimità della confluenza nello stagno di Platamona è rappresentato nella Figura 48. Esso comprende al suo interno i restanti 5 sottobacini utilizzati al fine della valutazione delle portate di piena.

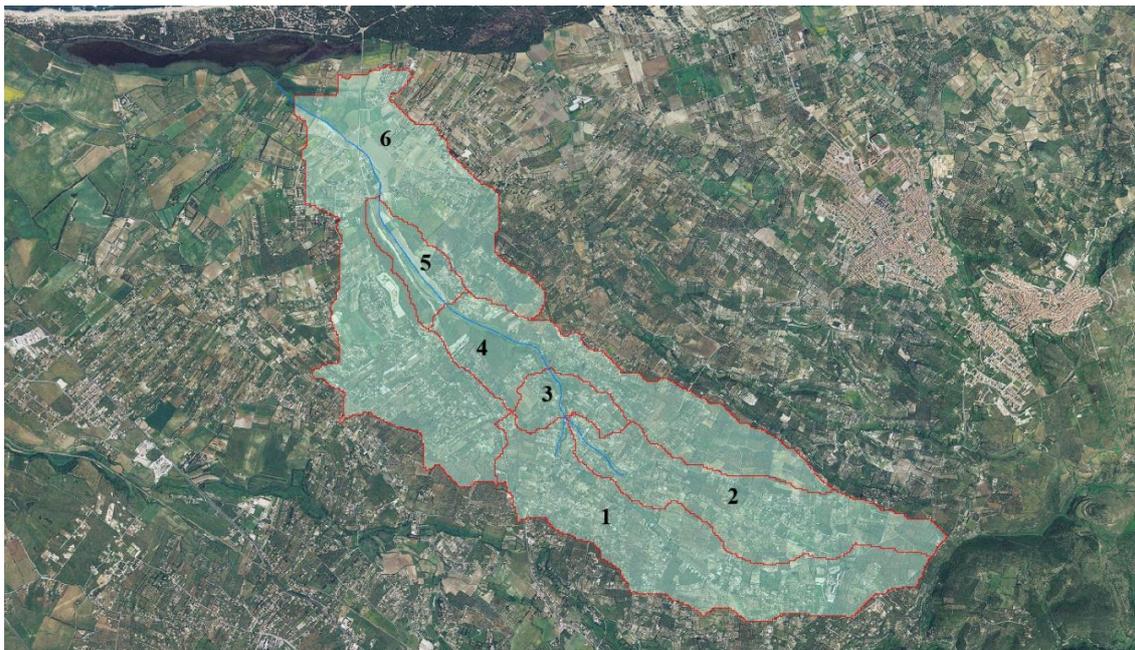


Figura 95 - Suddivisione in sottobacini del Rio Buddi Buddi adottata per il calcolo delle portate

Dall'analisi dell'uso del suolo, procedendo da monte verso valle, si evidenzia come vi sia un progressivo incremento percentuale delle zone a destinazione agricola o naturale rispetto a quelle edificate con conseguente diminuzione del CN(II) (Figura 51).

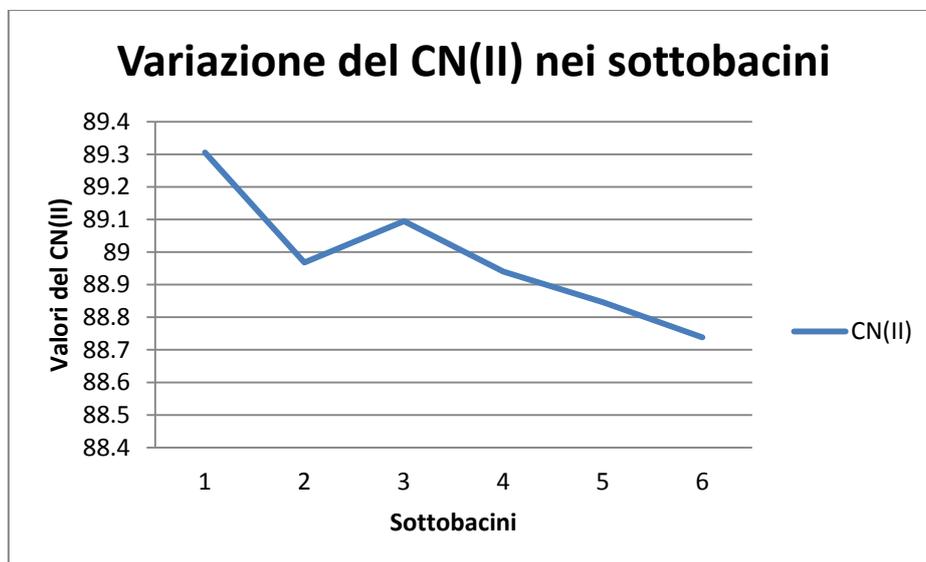


Figura 96 – Andamento del CN(II) nei sottobacini del rio Buddi Buddi



Figura 97 – Andamento del CN(III) nei sottobacini del rio Buddi Buddi

In particolare il CN(II) presenta una variazione massima pari a 0.57 che risulta praticamente dimezzata nel passaggio al CN(III) pari a 0.28.

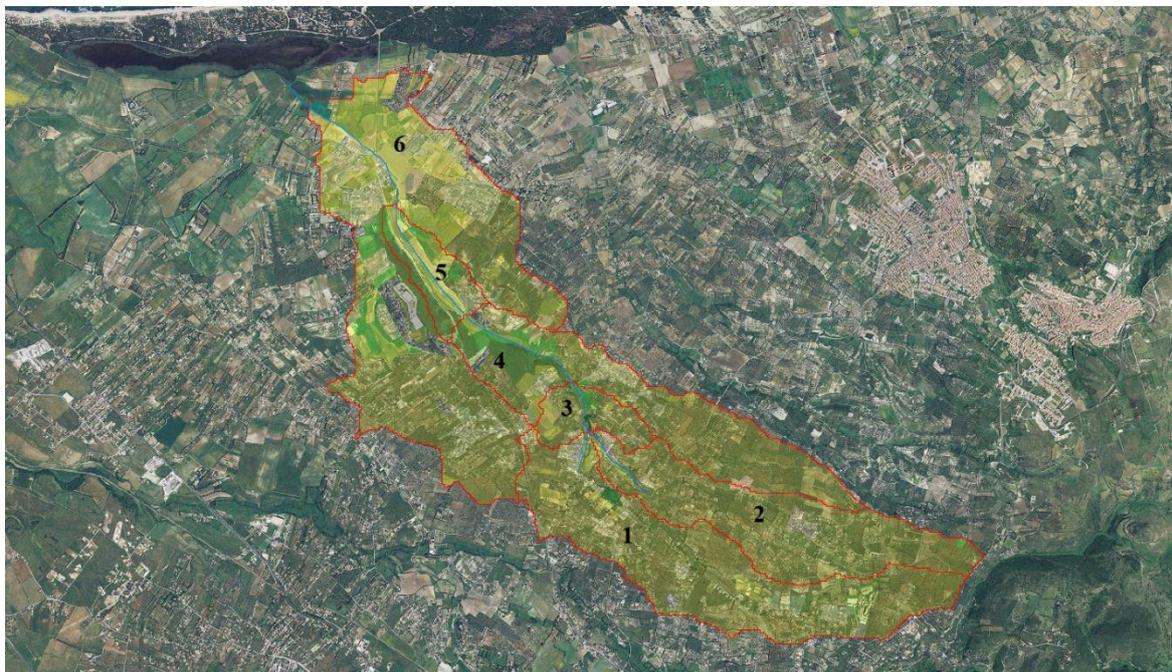


Figura 98- Elaborazione della carta dell'uso del suolo per i sottobacini del rio Buddi Buddi

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

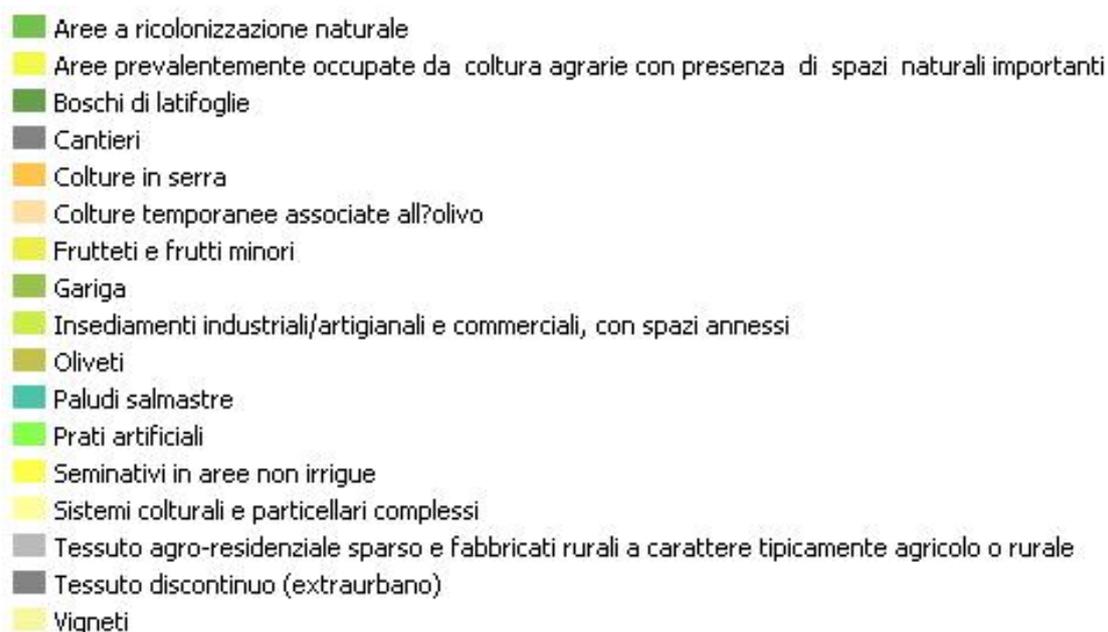


Figura 99 - Legenda carta dell'uso del suolo per i sottobacini del rio Buddi Buddi

Di seguito infine si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

Tabella 13- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini del Rio Buddi Buddi

BACINI	1	2	3	4	5	6
CN(II)	89.31	88.97	89.10	88.94	88.85	88.74
CN(III)	95.05	94.88	94.95	94.87	94.82	94.77
Lunghezza asta principale (m)	5399	4973	6034	7535	9069	10943
Area (kmq)	3.67	2.57	6.81	9.43	10.10	16.00
Pendenza media bacino	0.0677	0.0827	0.0751	0.0783	0.0821	0.0752
Altezza massima bacino	271.88	282.00	282.00	282.00	282.00	282.00
Altezza media	153.23	169.98	154.57	142.19	135.74	104.50

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

bacino							
Altezza sezione di chiusura (m)	alla di	73.51	74.54	65.02	38.01	15.50	1.56
Pendenza asta principale	media	0.0367	0.0417	0.0360	0.0324	0.0294	0.0256

Si rimanda all'allegato "B - Report dei calcoli idrologici" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni.

ANALISI IDRAULICA

La prima asta è stata modellata per un estensione di circa 350 m e discretizzata in 8 sezioni numerate in ordine crescente da valle verso monte dalla numero 111, la più valliva, alla numero 104. La seconda asta analizzata ha un estensione di circa 960 m ed è stata discretizzata in 18 sezioni numerate in ordine crescente da valle verso monte dalla numero 112 alla numero 129.

L'asta principale del Rio Buddi Buddi invece ha un estensione pari a 5170 m discretizzata in 104 sezioni numerate con criterio analogo a quanto già esposto dalla 0 alla 103.

Sono stati rappresentati matematicamente nel modello 11 manufatti di attraversamento, catalogati con la dicitura **ATTRAVERSAMENTO** seguita da un numero progressivo da valle verso monte.

Le portate utilizzate nella simulazione, calcolate nel paragrafo 3.2, sono riassunte nella tabella seguente:

Tabella 14 - Portate, espresse in mc/s, utilizzate nelle 4 simulazioni per i diversi tempi di ritorno

SEZIONE	TEMPI DI RITORNO			
	50	100	200	500
962	22.782	27.11	31.485	37.324
5649	29.962	35.59	41.271	48.837
5171	52.847	62.819	72.888	86.303
4550	65.702	78.003	90.413	106.932

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

3050	65.702	78.003	90.413	106.932
1650	90.434	107.047	123.774	146.001

12.1.1 Descrizione delle aree di allagamento

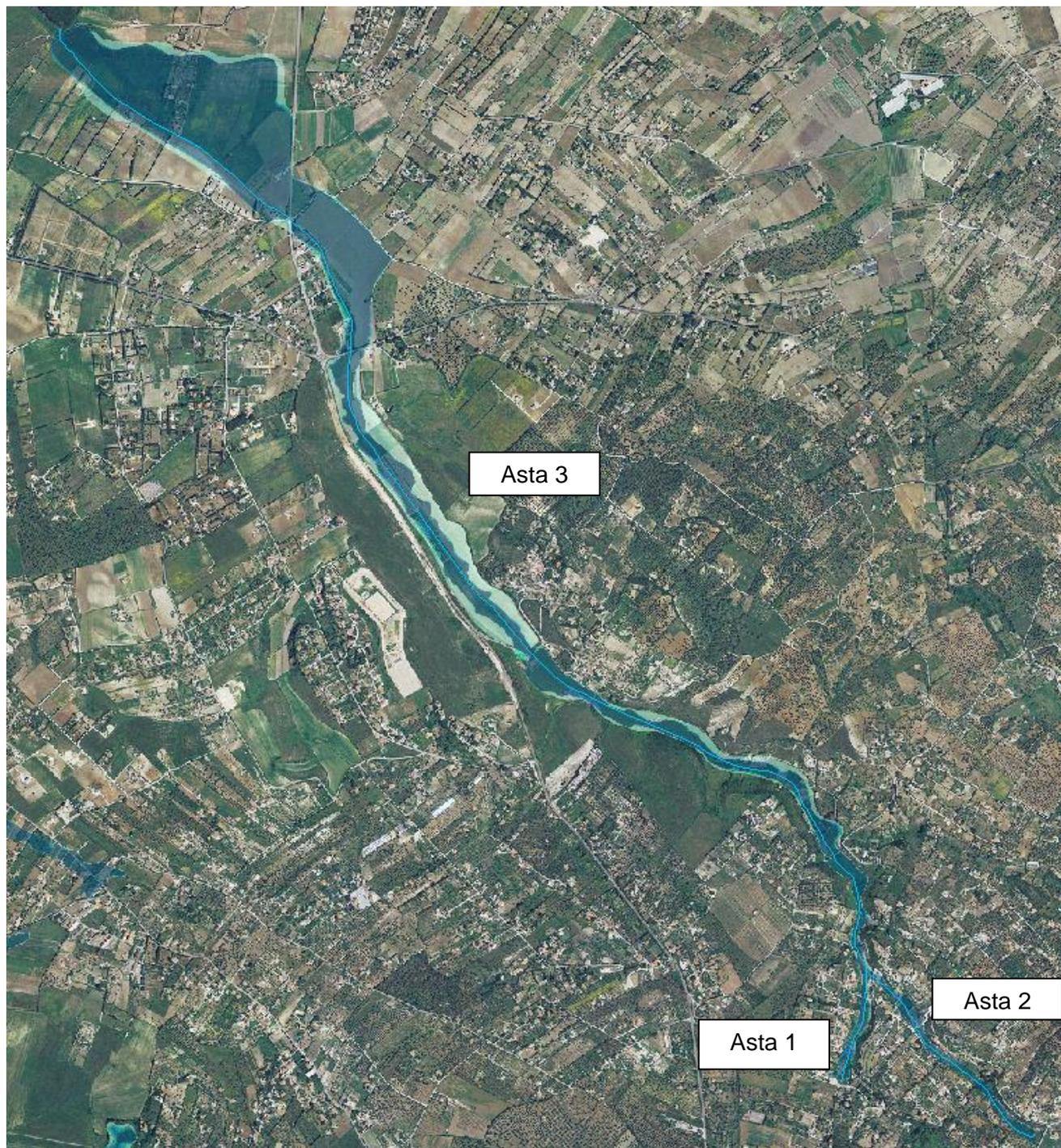


Figura 100 - aree di allagamento per il Rio Buddi Buddi

Le aree di allagamento ricavate dalle simulazioni sono illustrate in Figura 60.

Si può osservare come nel primo tratto analizzato (che comprende le aste 1 e 2) attraversi una porzione di territorio altamente antropizzata con intensa presenza di rete viaria nonché di edifici abitativi che vengono investiti dalla corrente durante i fenomeni di piena anche per i tempi di ritorno minori cento e cinquanta (Figura 61).



Figura 101 - particolare aree di allagamento Rio Buddi Buddi

Il tratto successivo ha origine dalla confluenza delle aste denominate 1 e 2 nell'asta 3. Nel primo tratto dell'asta 3 (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) si registra il passaggio della caratterizzazione del territorio da sub-urbano scarsamente residenziale verso agricolo. Anche in questo tratto le aree di allagamento coinvolgono diverse infrastrutture viarie ed un ponte tubo investendo tra l'altro alcune abitazioni e la chiesa di San Michele di Plaiano



Figura 102 - particolare aree di allagamento Rio Buddi Buddi

Procedendo ancora verso valle (Figura 103) l'asta fluviale si sviluppa parallelamente alla strada provinciale 60 "Buddi Buddi" il cui rilevato stradale si comporta da argine sinistro senza essere però interessato, nel piano viario, dai fenomeni di piena. Il tratto presenta uno sfruttamento del territorio a carattere prettamente agricolo – seminativo.



Figura 103 - particolare aree di allagamento Rio Buddi Buddi

Si registrano in questo tratto due attraversamenti importanti: il primo della strada provinciale 25 e il secondo sulla stessa S.P. 60. La presenza di questi due attraversamenti, insufficienti al corretto transito delle portate di progetto, determina la notevole estensione delle aree a pericolosità idraulica.

L'ultimo tratto, compreso tra la strada provinciale 60 e lo sbocco dell'asta nello stagno di Platamona è rappresentato in Figura 104.

Si può osservare come la particolare configurazione del terreno, praticamente pianeggiante, determini una notevole estensione delle aree a pericolosità idraulica molto elevata con coinvolgimento di diverse unità abitative.

Dalla stessa Figura 104 è possibile osservare come i fenomeni di piena interessino anche la carreggiata della S.P. 60 in prossimità dell'attraversamento della stessa strada.



Figura 104 - particolare aree di allagamento Rio Buddi Buddi

Si precisa come le aree di allagamento illustrate sono il risultato della sovrapposizione tra le carte della pericolosità ricavate dallo studio idraulico effettuato dallo scrivente e il Piano Stralcio per le Fasce Fluviali che presenta per il Rio Buddi Buddi la sola pericolosità dei 500 anni. La pericolosità Hi1 è quindi stata ampliata rispetto al risultato di calcolo laddove dal P.S.F.F. è risultata una perimetrazione più ampia.

12.1.2 Analisi degli attraversamenti

L'analisi degli attraversamenti e delle tombinature dimostra come la maggior parte di questi sia insufficiente a garantire il deflusso delle portate di calcolo al di sotto della sede stradale anche per le portate calcolate per un tempo di ritorno pari a 50 anni.

Dalla Figura 78 si può osservare come tutti gli attraversamenti dell'asta identificata come numero 2 siano assolutamente insufficienti a consentire il corretto deflusso delle portate di calcolo al di sotto del piano viario. In particolare durante le fasi di rilievo si è osservata come la scarsa definizione geometrica dell'alveo si rispecchia negli attraversamenti stradali inadeguati in quanto luce netta di passaggio (tubolari o piccolissime sezioni rettangolari) e manutenzione.

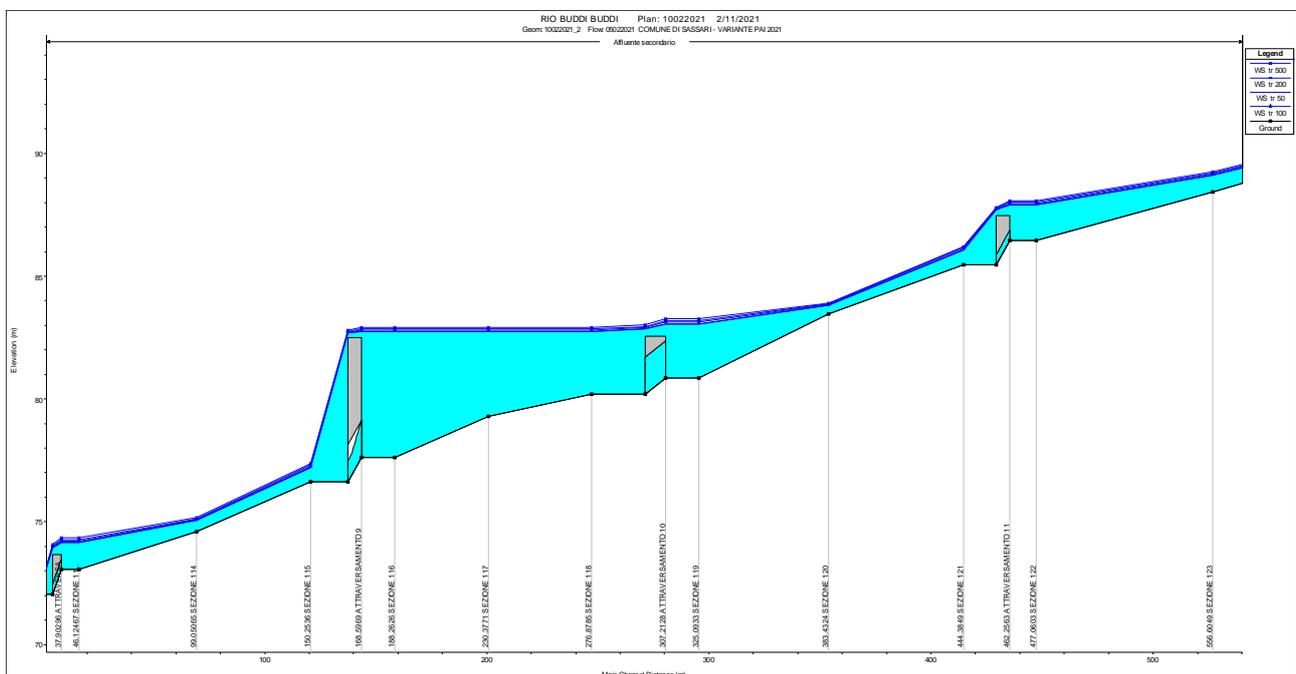


Figura 105 - ATTRAVERSAMENTI 11 - 10 - 9 - 8 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

Nell'asta denominata 1 è presente un unico manufatto. L'attraversamento 7 (Figura 106) ha un comportamento analogo ai quattro attraversamenti descritti precedentemente. Il profilo idraulico è superiore all'impalcato stradale per tutti e quattro i tempi di ritorno utilizzati nella modellazione. Anche in questo caso il tubolare presente DN 600 risulta di sezione idraulica insufficiente al corretto deflusso delle portate calcolate.

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

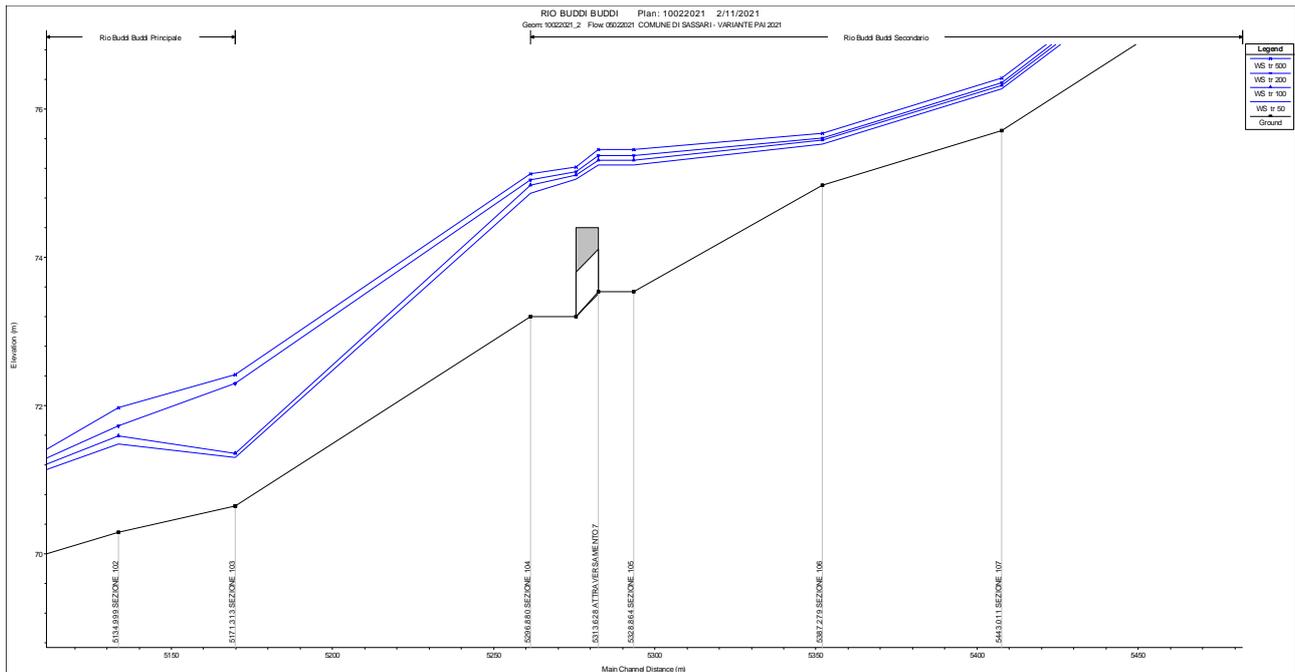


Figura 106 - ATTRAVERSAMENTO 7 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

I restanti attraversamenti sono tutti posizionati lungo l'asta denominata 3, identificabile in cartografia regionale come Rio Buddi Buddi. Anche in questo caso si osserva l'inadeguatezza delle luci libere di deflusso per le portate utilizzate nella modellazione.

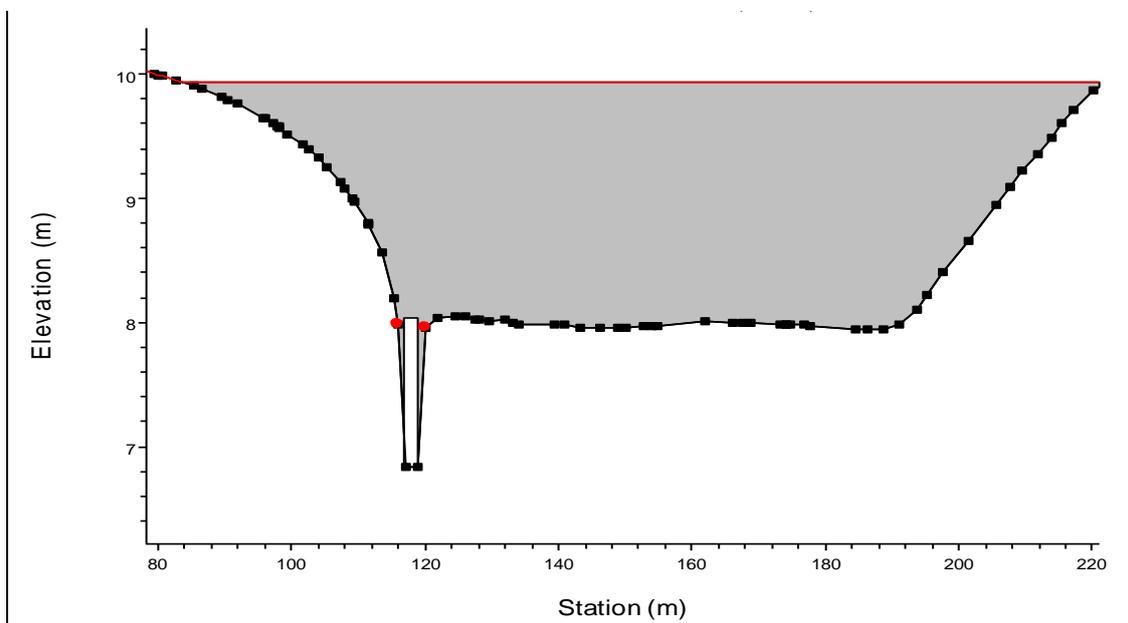


Figura 107 - ATTRAVERSAMENTO 2 – sezione trasversale di calcolo

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

Si sottolinea come anche gli attraversamenti 2 e 3 risultano insufficienti al corretto deflusso delle portate di calcolo pur essendo posizionati su strade provinciali soggette a flussi di traffico ragguardevoli.

Si può affermare in conclusione che tutti gli attraversamenti indagati risultano sottodimensionati rispetto alle portate utilizzate nello studio.

13 EDIFICATO DI OTTAVA



Figura 108 – Particolare del reticolo idrografico per le aste insistenti sull'edificato della frazione di Ottava

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Le aste illustrate nella figura precedente gravano all'interno dell'edificato della frazione di Ottava. E' possibile osservare come le due aste secondarie confluiscono in un'unica asta che a sua volta confluisce nella sponda destra del Rio Ottava.

Le due aste secondarie, sebbene precedentemente oggetto di uno studio di dettaglio che ha originato la relativa variante al P.A.I. approvata ed attualmente in vigore, sono state ugualmente studiate al fine di garantire adeguata continuità con il restante studio fin ora proposto.

CALCOLI IDROLOGICI

La Figura 109 illustra i sottobacini utilizzati al fine del calcolo delle portate di piena per i quattro tempi di ritorno utilizzati.



Figura 109 - Suddivisione in sottobacini per la zona dell'edificato di Ottava

La carta dell'uso del suolo per i bacini in esame, rappresentata nella Figura 110, mostra come vi sia per i primi due sottobacini alternanza di zone a prevalenza edificate (in grigio) con zone destinate a seminativo, sistemi culturali complessi ed oliveti.

Nel sottobacino 3 invece oltre alle precedenti tipologie di uso del suolo si evidenzia la presenza di alcune zone occupate da macchia mediterranea ma anche pascoli e prati artificiali.

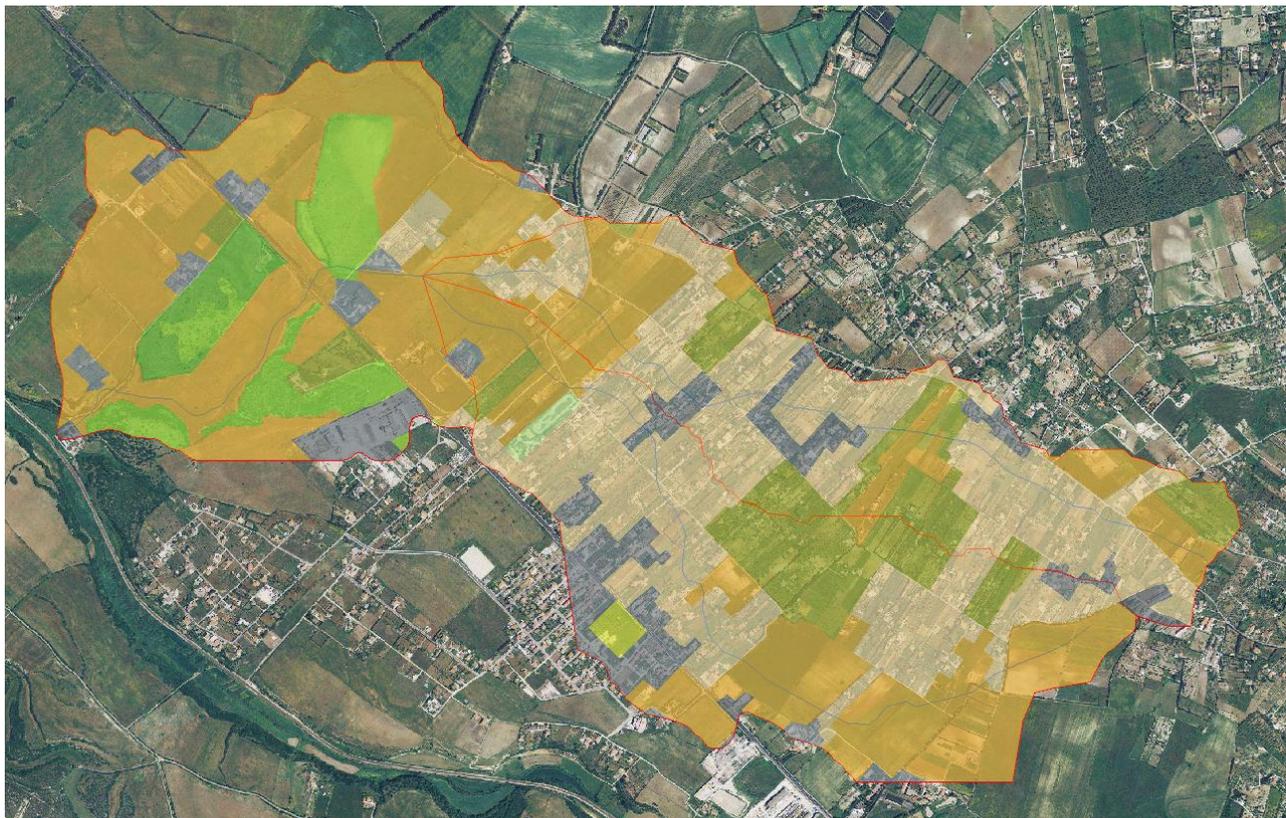


Figura 110- Elaborazione della carta dell'uso del suolo per i sottobacini per la zona edificata di Ottava

Quanto sopra esposto trova riscontro nei grafici seguenti illustranti i valori del CN(II) e del CN(III) nei diversi sottobacini dove la presenza della macchia mediterranea e dei pascoli fa sì che vi sia un decremento (seppur molto modesto) del CN nel passaggio al terzo sottobacino.

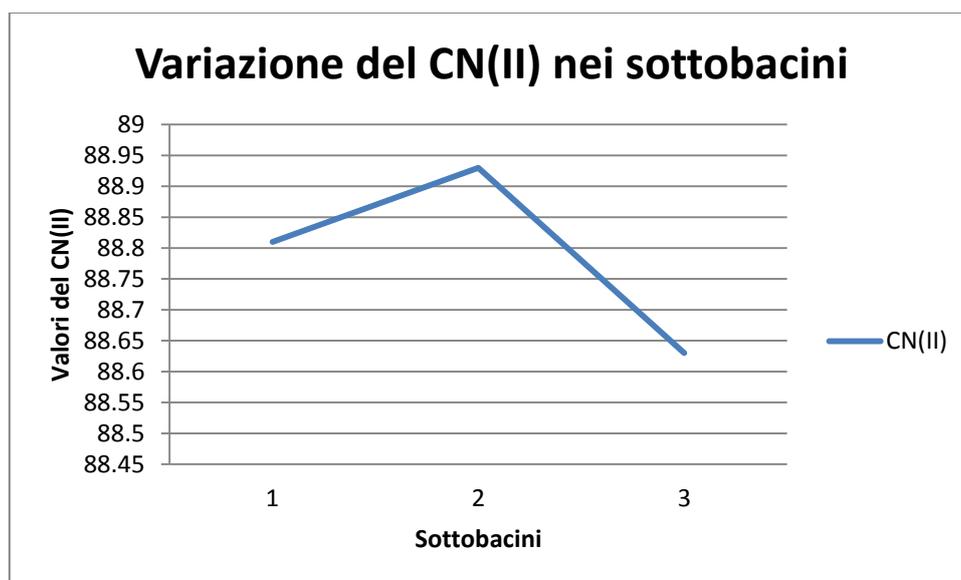


Figura 111 – Andamento del CN(II) nei sottobacini per la zona dell'edificato di Ottava

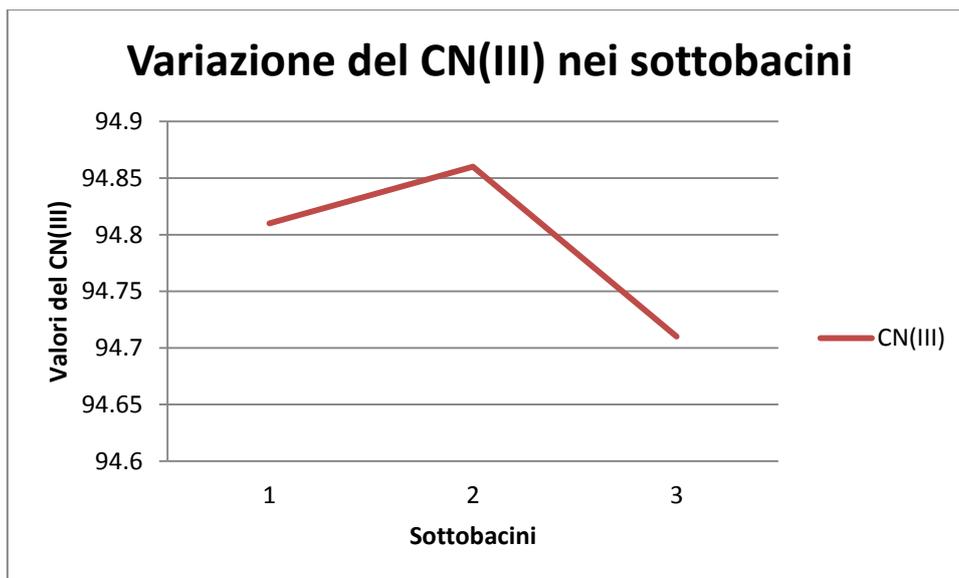


Figura 112 – Andamento del CN(III) per la zona dell’edificato di Ottava

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

Tabella 15- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini per la zona edificata di Ottava

BACINI	1	2	3
CN(III)	94.81	94.86	94.71
Lunghezza asta principale (m)	3360	3695	5443
Area (kmq)	1.45	1.91	5.07
Pendenza media bacino	0.0418	0.0373	0.0409
Altezza massima bacino	101.31	98.43	101.31
Altezza media bacino	78.79	79.20	74.33
Altezza sezione di chiusura (m)	59.33	58.43	40.37
Pendenza asta principale	0.0125	0.0108	0.0112

Si rimanda all’allegato “*B - Report dei calcoli idrologici*” per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni

ANALISI IDRAULICA

L'analisi è stata condotta per una lunghezza pari a circa 8.2 km cumulativa per le tre aste presenti. In considerazione della sensibilità della zona, in quanto discretamente urbanizzata ed edificata, si sono utilizzate 298 sezioni con interasse circa 50 m e larghezza variabile in funzione della morfologia del territorio.

La modellazione è stata effettuata per corrente lenta ponendo come condizione al contorno di valle la pendenza del profilo idraulico che è stato imposto uguale a quella dell'ultimo tratto di fondo alveo.

13.1.1 Descrizione delle aree di allagamento

Nella figura seguente sono illustrate le aree di allagamento calcolate per l'area edificata di Ottava e sovrapposte all'immagine satellitare.

E' possibile distinguere le due direttrici di allagamento, in corrispondenza dei compluvi naturali presenti nell'area, che successivamente confluiscono in un'unica asta che termina nella sponda destra del Rio Ottava in prossimità del depuratore.



Figura 113 - aree di allagamento per la zona edificata di Ottava

Nel primo tratto, si osserva come le aree di allagamento del ramo Nord interessino edifici residenziali e infrastrutture viarie comunali in misura maggiore rispetto al ramo Sud nonostante le aree di allagamento di quest'ultimo siano planimetricamente più estese.

Nel secondo tratto invece sia l'asta più a Sud che quella Nord coinvolgono con le aree di allagamento diverse zone sensibili con elevata presenza di edifici ad uso residenziale attualmente abitate in modo continuativo confluendo più avanti in unica asta.

L'ultimo tratto, diversamente dai precedenti, è attraversato dall'unica asta scaturita dalla confluenza delle due precedenti. Non si registra la presenza di edifici residenziali o produttivi all'interno delle aree di allagamento. Sono comunque coinvolte alcune infrastrutture viarie secondarie e si registra la presenza in prossimità della confluenza con il Rio Ottava del depuratore di Ottava che risulta interessato dagli allagamenti del Rio di Ottava stesso.



Figura 114 - aree a pericolosità idraulica rio d'Ottava nella parte terminale

Come si può osservare dalle figure precedenti, nel tessuto territoriale variegato di Ottava sono presenti numerosi muri di recinzione tra le proprietà private costituiti prevalentemente da blocchi di calcestruzzo o da pietrame sciolto (muri a secco) disposti trasversalmente alla direzione delle aste torrentizie studiate. Nelle simulazioni si è scelto di non includere tali ostruzioni ritenendole di consistenza tale da non poter resistere alle azioni dinamiche delle correnti idrauliche in piena. Tuttavia, è opportuno evidenziare che quantomeno durante il transitorio che precede il crollo delle strutture potranno verificarsi innalzamenti del pelo libero anomali che determineranno localmente aree di allagamento superiori e differenti da quelle perimetrare con lo studio in moto permanente. Trattandosi di fenomeni di moto vario, peraltro di difficile riproduzione numerica, si ritiene che la migliore soluzione preventiva possa essere quella di realizzare varchi nelle murature per il passaggio dell'acqua in caso di piena.

13.1.2 Analisi degli attraversamenti

Per i tratti analizzati è stato modellato un unico attraversamento in corrispondenza della ex S.S. 131. Si ritiene utile precisare come tale attraversamento allo stato attuale non sia esclusivamente una tombinatura predisposta per il deflusso dell'acqua ma rappresenti in realtà un sottopasso per una piccola strada in terra battuta utilizzata.

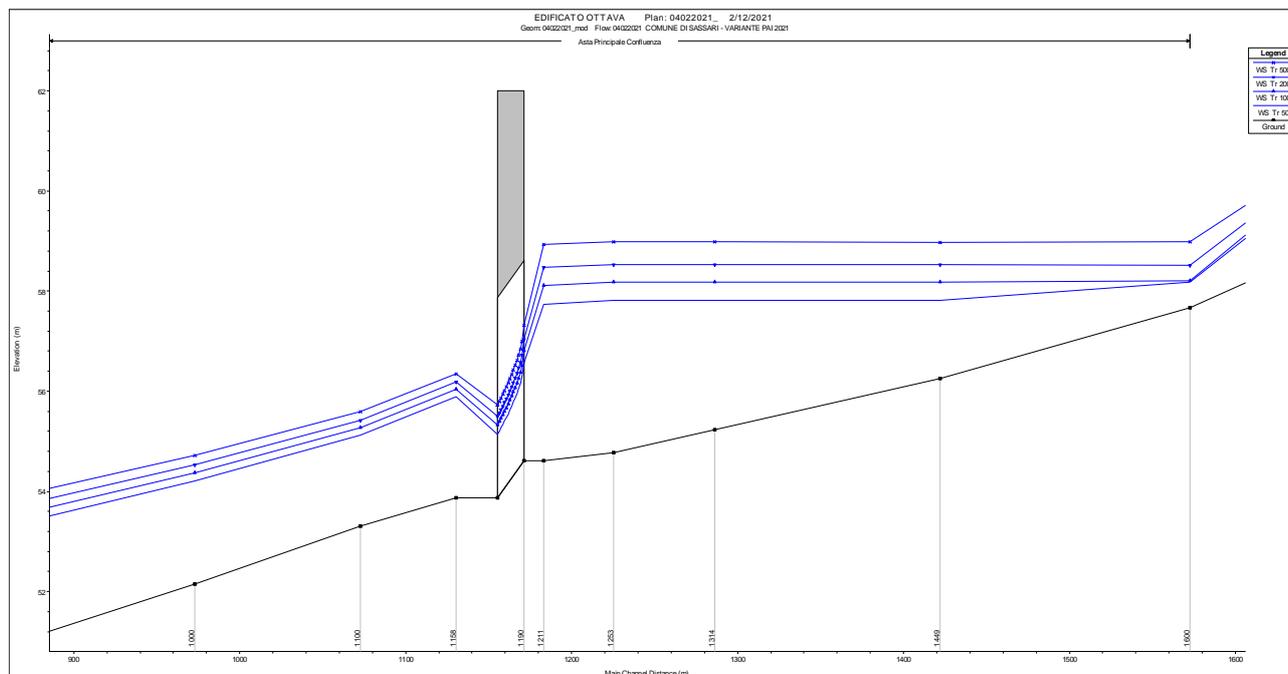


Figura 115 - profilo della corrente per i 4 tempi di ritorno utilizzati nelle simulazioni

E' possibile osservare come la sezione dell'attraversamento sia sufficiente al deflusso delle portate di calcolo senza che il profilo della corrente superi la pavimentazione stradale. E' però indiscutibile come le dimensioni dell'attraversamento non siano sufficienti ad evitare che si crei a monte del rilevato stradale un notevole incremento del tirante idrico e conseguente ampliamento delle aree di allagamento. Non essendo rispettato il franco idraulico per effetto della presenza di un rigurgito importante a monte, si è scelto di non eliminare la pericolosità in corrispondenza del manufatto.

Come già fatto in precedenza si precisa che tutte le intersezioni tra il reticolo della viabilità e quello idrografico non esplicitamente analizzate nei paragrafi precedenti sono da ritenersi a pericolosità molto elevata.

14 RIO BUNNARI – RIO MASCARI

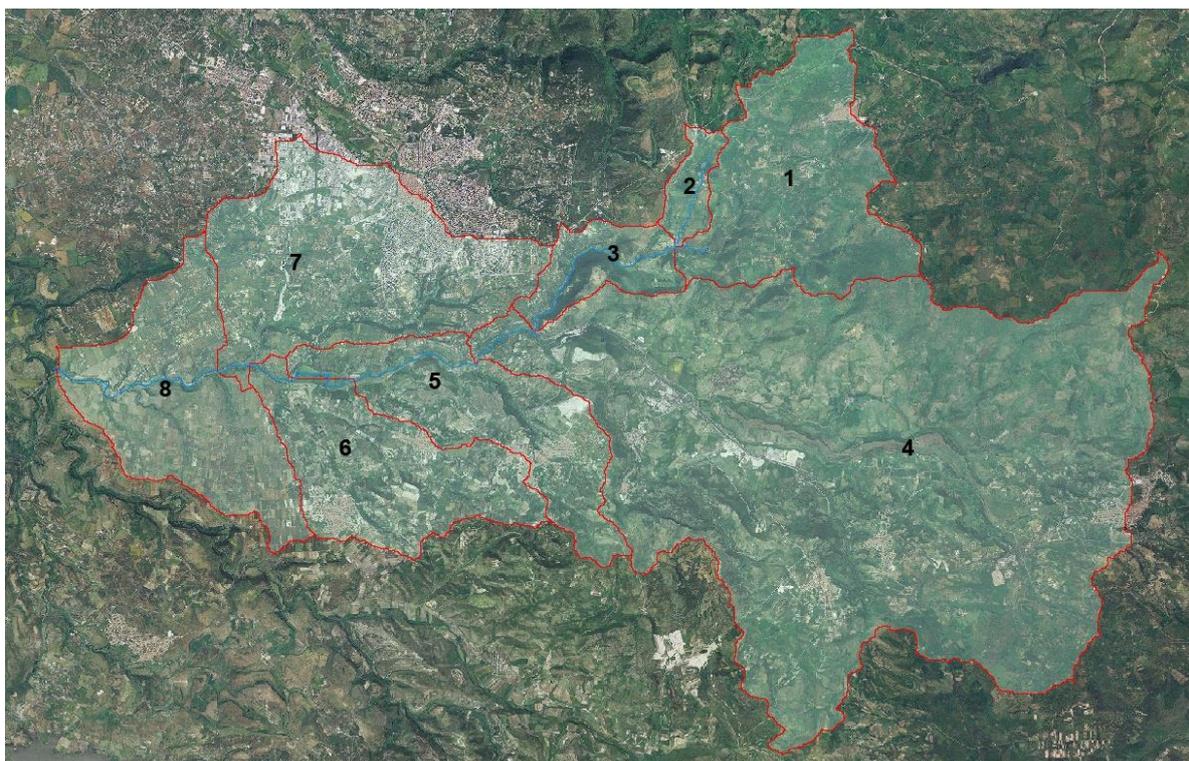
Il presente paragrafo analizza lo studio delle aste fluviali dei rii Bunnari e Mascari, il cui corso si sviluppa nel settore sud-orientale del territorio comunale. Il rio Bunnari ha origine nel territorio comunale di Osilo ad Est di Sassari e confluisce nel Mascari alle porte della Città nella parte meridionale. Quest'ultimo, nella parte terminale esaminata, scorre lungo il confine amministrativo con il Comune di Ossi, lambendo il rilevato della linea ferroviaria Sassari-Cagliari; tra le testimonianze raccolte nel corso delle indagini in campo, si è appreso che negli anni '60 una piena raggiunse i binari e i vagoni di un treno in transito presso la Stazione di Scala di Giocca. Le simulazioni hanno confermato la possibilità del verificarsi di tale evento con tempi di ritorno di 50 anni, sebbene il tratto di asta analizzato cominci proprio in prossimità della suddetta Stazione senza estendersi ulteriormente verso monte nel territorio comunale di Muros, dove il fiume attraversa il cementificio e risulta affiancato alla ferrovia per circa 500 m.

La confluenza tra i due fiumi avviene a valle del viadotto della S.S. 131 "Mascari" alla quota di 154.00.

Il rio Bunnari scorre in direzione nord-sud per uno sviluppo di circa 7200 m, mentre il Mascari a valle della confluenza prosegue in direzione est-ovest per uno sviluppo di 13600 m sino alla sezione di chiusura.

CALCOLI IDROLOGICI

Il bacino idrografico totale è quello sotteso alla sezione di chiusura individuata alla quota 43.00 m s.l.m. Esso è composto da 8 sottobacini di cui 3 sottesi lungo il rio Bunnari e i restanti 5 individuati nel Mascari. La **Figura 116** seguente ne illustra la suddivisione.



COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Figura 116 – suddivisione in sottobacini per lo studio idrologico del sistema Bunnari-Mascari

Per ciascun sottobacino sono stati calcolati i valori del CN i cui risultati per il CNIII sono riferiti nella tabella seguente, unitamente alle caratteristiche dei sottobacini utilizzati per lo studio dell’asta Bunnari.

Tabella 16- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini delimitati nello studio del del Rio Bunnari

SOTTO BACINI	1	2	3
CN(III)	93.63	94.21	93.57
Lunghezza asta principale (m)	8118	3406	12762
Area (kmq)	18.22	2.09	25.17
Pendenza media bacino	0.2093	0.166	0.2249
Altitudine massima bacino	756.35	467.50	756.35
Altitudine media bacino	442.30	355.92	406.11
Altitudine alla sezione di chiusura (m)	238.54	239.41	130.06
Pendenza media asta principale	0.0638	0.067	0.0491

Tabella 17- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini delimitati nello studio del del Rio Mascari

SOTTO BACINI	4	5	6	7	8
CN(III)	93.84	93.83	93.93	94.09	94.10
Lunghezza asta principale (m)	21140	23573	26707	27474	31403
Area (kmq)	119.14	128.28	147.20	170.33	187.29
Pendenza media bacino	0.1818	0.1836	0.1814	0.1681	0.1615
Altitudine massima bacino	684.15	684.15	684.15	684.15	684.15
Altitudine media bacino	350.87	347.34	328.17	307.72	292.23
Altitudine alla sezione di chiusura (m)	94.21	74.94	65.67	62.84	42.49

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Pendenza media asta principale	0.0279	0.0258	0.0232	0.0226	0.0204
--------------------------------	--------	--------	--------	--------	--------

La mappatura dell'uso del suolo per l'intero bacino è riportata nella seguente **Figura 117**. Si osservi che la maggior parte del territorio è adibita ad aree agricole (seminativo) e le porzioni impermeabili corrispondono ai centri urbani dell'hinterland sassarese e alla parte meridionale del Capoluogo.

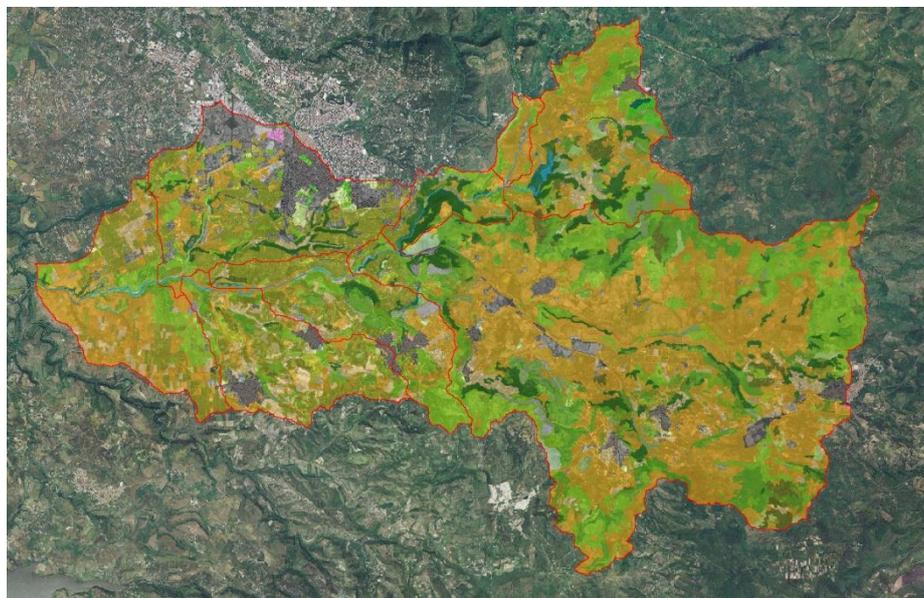


Figura 117 – mappatura dell'uso del suolo nel bacino idrografico Bunnari-Mascari

- Aree a pascolo naturale
- Aree a ricolonizzazione naturale
- Aree agroforestali
- Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali importanti
- Aree verdi urbane
- Boschi di latifoglie
- Campeggi, aree sportive e parchi di divertimento
- Cantieri
- Cimiteri
- Colture in serra
- Colture temporanee associate all'olivo
- Formazioni di ripa non arboree
- Insediamenti industriali/artigianali e commerciali, con spazi annessi
- Insediamento di grandi impianti di servizi
- Macchia mediterranea
- Oliveti
- Prati artificiali
- Reti ferroviarie comprese le superfici annesse (stazioni, smistamenti, depositi ecc)
- Reti stradali e spazi accessori (svincoli, stazioni di servizio, aree di parcheggio ecc)
- Seminativi in aree non irrigue
- Sistemi colturali e particellari complessi
- Tessuto agro-residenziale sparso e fabbricati rurali a carattere tipicamente agricolo o rurale
- Tessuto discontinuo (extraurbano)
- Tessuto residenziale compatto e denso
- Tessuto residenziale rado

Si rimanda all'allegato "*B - Report dei calcoli idrologici*" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni

ANALISI IDRAULICA

Le aste fluviali in esame sono state studiate suddividendo il reticolo in 5 porzioni denominate nel modello matematico con le seguenti etichette:

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Bunnari – affluente alto (sottobacino 2)

Bunnari – tratto monte (sottobacino 1)

Bunnari – tratto valle (sottobacino 3)

Mascari – tratto monte (sottobacino 4)

Mascari – tratto valle (sottobacino 5)

Mascari – tratto valle (sottobacino 6)

Mascari – tratto valle (sottobacino 7)

Mascari – tratto valle (sottobacino 8)

Lungo il rio Bunnari sono stati considerati n. 3 attraversamenti di manufatti stradali, mentre lungo il rio Mascari ne sono stati modellati 9. Le sezioni trasversali individuate sono complessivamente 122.

Le portate considerate nelle simulazioni sono riepilogate nella seguente **Tabella 18**:

Tabella 18 – riepilogo delle portate di piena utilizzate nelle simulazioni per ciascun sottobacino

sezioni	50	100	200	500
846	136.378	164.3	192.689	230.786
7200	21.964	25.846	29.783	35.138
4791	157.279	188.911	220.994	263.902
13519	526.647	628.228	730.827	867.506
13200	540.613	644.176	748.71	887.879
9331	586.449	697.44	809.353	958.2
5229	658.54	781.993	906.377	1071.697
2225	674.321	799.341	925.18	1092.276

14.1.1 Descrizione delle aree di allagamento

Le aree di allagamento originate dalle portate di piena per i 4 tempi di ritorno sono originate prevalentemente dalle portate cinquantenarie; si osserva pertanto che le superfici interessate dagli allagamenti sono soggette quasi integralmente a pericolosità idraulica molto elevata e rientrano in HI4. Le figure seguenti riportano la sovrapposizione di due tratti lungo il **rio Bunnari**, in zone non edificate.

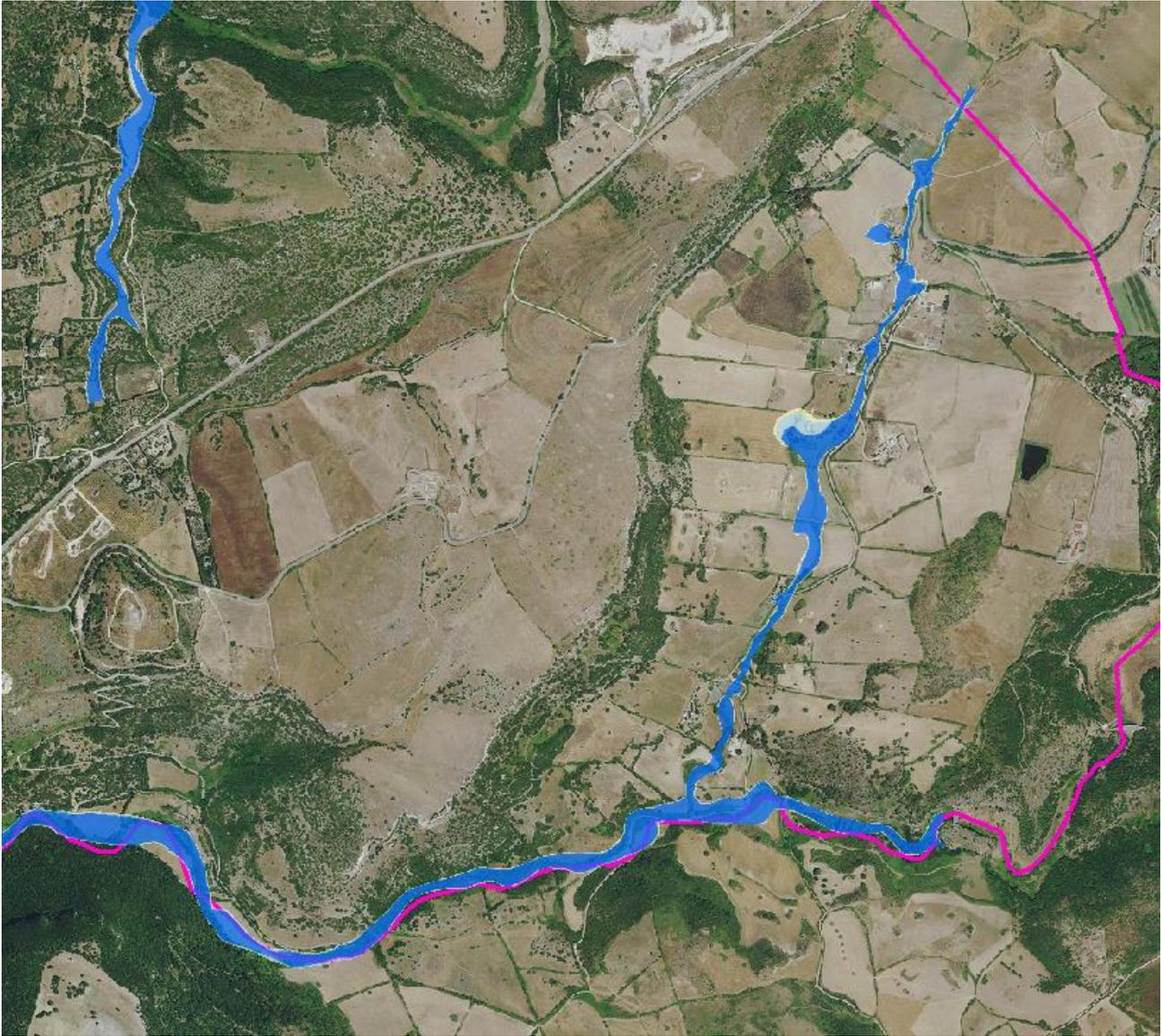


Figura 118 – aree di allagamento rio Bunnari – confluenza tra tratto di monte e affluente alto

Le aree hanno larghezze variabili con massimi dell'ordine di 90 m. Si osservi che l'affluente alto situato più a nord interseca 2 attraversamenti di strade rurali alle progressive 6909 e 5602, per i quali è stata constatata la insufficienza delle sezioni idrauliche disponibili per tutte le portate di progetto. La parte più valliva si sviluppa lungo la Valle dei Ciclamini e lambisce i promontori calcarei situati nell'area a est di Sassari a confine con i territori di Osilo ed Ossi.

L'unico manufatto che interseca il corso del fiume è il viadotto della S.S. 131 la cui sezione trasversale è del tutto sufficiente al passaggio delle portate in esame. Le aree di allagamento sono confinate nella parte valliva, peraltro molto incisa (Figura 119), e sono interamente originate dalle portate cinquantenarie, ad eccezione della porzione pianeggiante e più aperta situata tra le progressive 3000 e 2600 dove è possibile distinguere anche gli allagamenti relativi ai tempi di ritorno superiori.

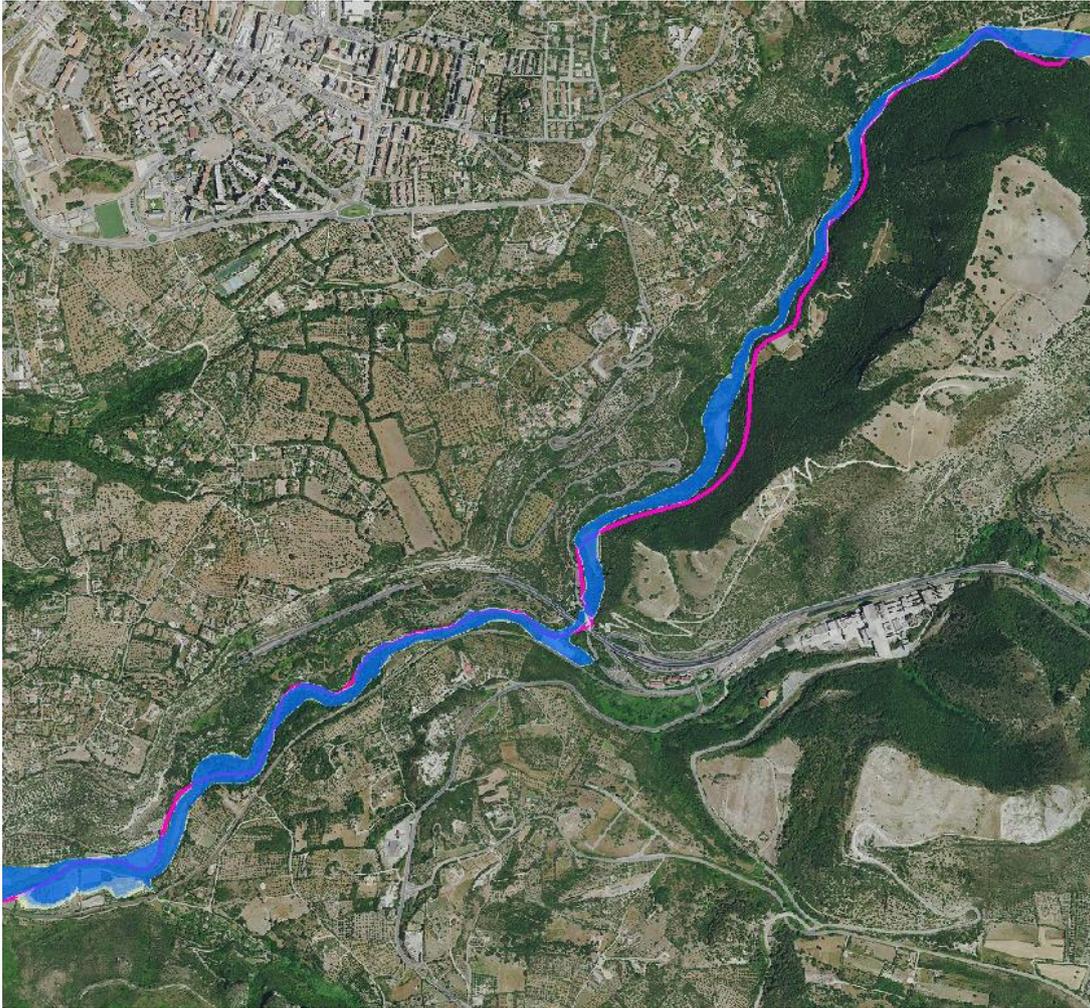


Figura 119 – aree di allagamento rio Bunnari – tratto di valle

Il rio Mascari è stato studiato a partire dalla confluenza con il Bunnari, in prossimità del viadotto della S.S. 131 alle porte di Sassari; per tenere conto dell’apporto proveniente dalla porzione a monte nell’ambito del bacino contribuyente scelto, è stata modellata una breve asta di lunghezza pari a circa 40 m (denominata “tratto monte”), idraulicamente continua con gli altri rami tramite la funzione Junction e priva di attraversamenti.



Figura 120 – aree di allagamento rio Mascari – tratto iniziale presso confluenza con il rio Bunnari

Il tratto studiato ha lunghezza complessiva pari a 13500 m ed è intersecato da 9 attraversamenti; le aree di allagamento hanno larghezze variabili con massimi dell'ordine di 350 m in prossimità dei tratti più pianeggianti. Come si può osservare dalle immagini seguenti, il fiume scorre parallelamente alla linea ferroviaria Sassari-Cagliari, attraversandola a valle della Stazione Ferroviaria di Tissi-Molafà. Per lunghi tratti le aree di allagamento raggiungono i binari; ciò avviene in particolare a valle dell'intersezione con il viadotto della S.P. Sassari-Ittiri.



Figura 121 – aree di allagamento rio Mascari – tratto parallelo alla ferrovia Sassari-Cagliari in prossimità della Stazione di Molafà e del viadotto della S.P. Sassari-Ittiri – in alto la confluenza del rio Calamasciu

La situazione è critica anche tra le progressive 11000 e 11600 e in corrispondenza di tutti gli attraversamenti delle strade rurali.



Figura 122 – aree di allagamento rio Mascari in prossimità di strade rurali

14.1.2 Analisi degli attraversamenti

Il **rio Bunnari** presenta 2 attraversamenti inadeguati al passaggio delle portate di piena studiate. Le immagini seguenti illustrano la criticità, evidenziando che il livello idrico supera i manufatti stradali raggiungendo il piano viario e mettendo a rischio la tenuta statica, seppur con battenti modesti.

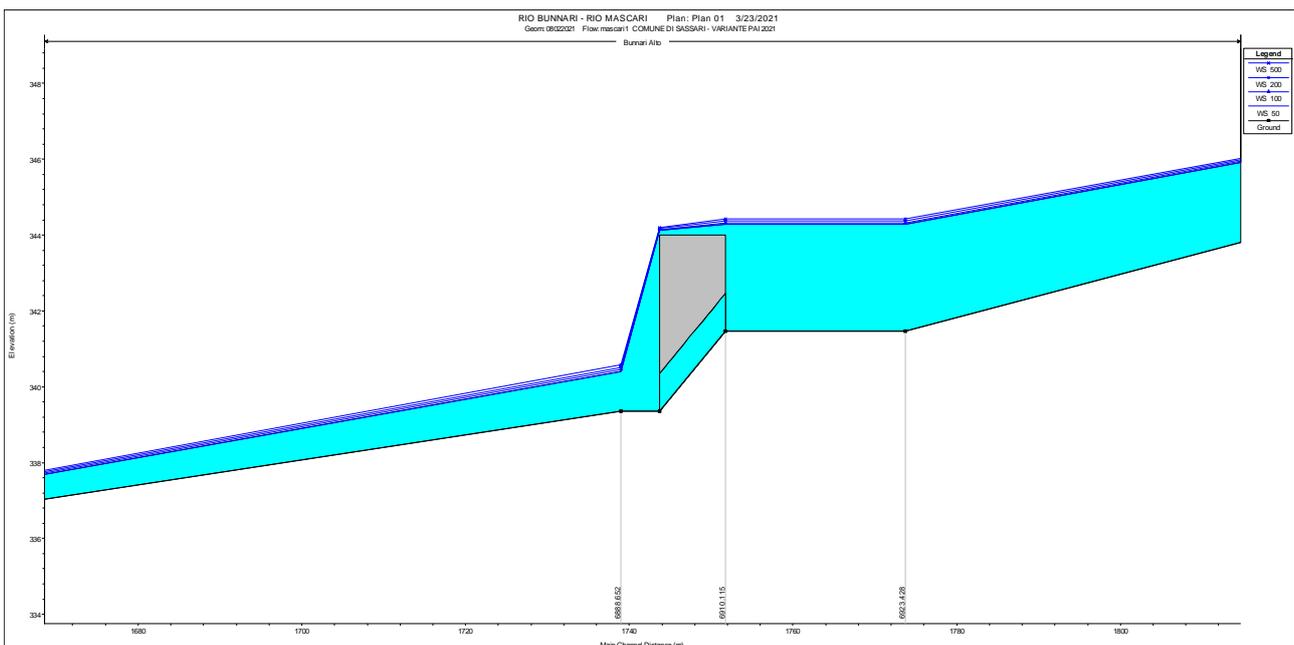


Figura 123 – rio Bunnari - profili di corrente in moto permanente attraversamento alla progr. 6909

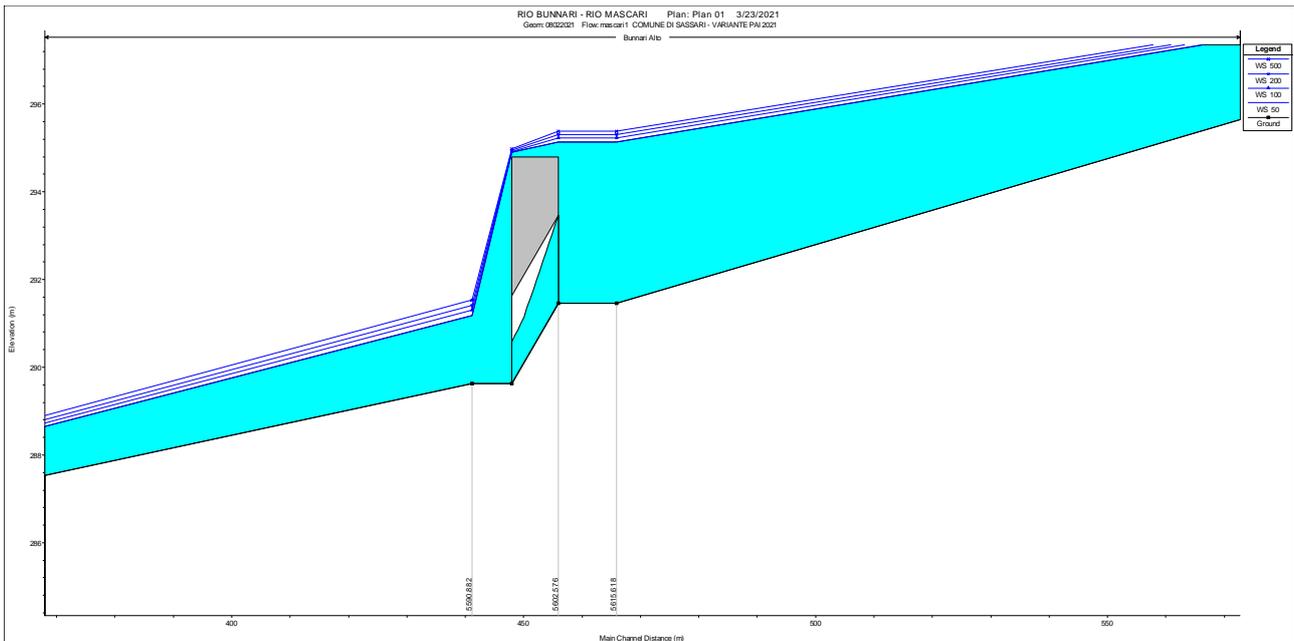


Figura 124 – rio Bunnari - profili di corrente in moto permanente attraversamento alla progr. 5602

Il primo è costituito da una tombinatura con lamiera ondulata di diametro 1.00 m, mentre il secondo è costituito da una luce a sezione rettangolare (muratura) di dimensioni nette 1.60x2.00 m.

Nella parte valliva, a monte della confluenza con il rio Mascari, è presente un attraversamento di dimensioni nette pari a circa 5.00x5.00 m che si rivela insufficiente anche per le portate cinquantenarie; l'area è particolarmente sensibile in quanto situata in prossimità delle intersezione stradali tra gli svincoli dell'attuale S.S. 131 e il tracciato dell'omonima vecchia strada di accesso a Sassari. Gli allagamenti a valle risentono anche della confluenza con il Mascari.

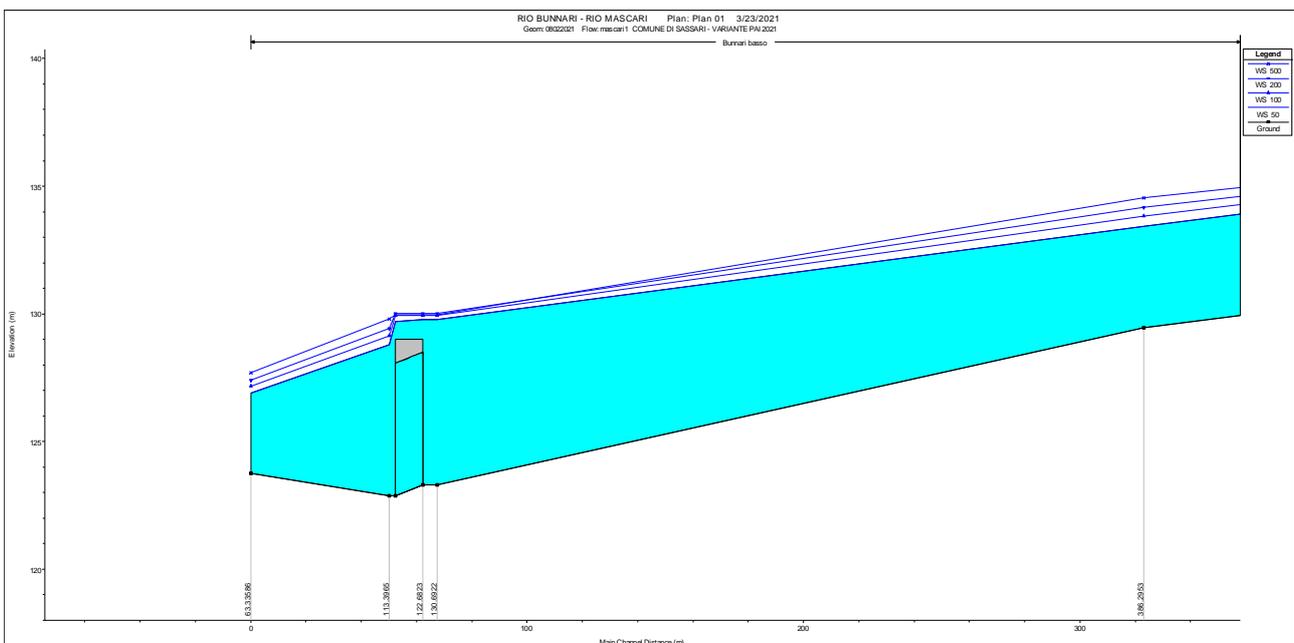


Figura 125 – rio Bunnari - profili di corrente in moto permanente attraversamento alla progr. 121

Gli attraversamenti studiati lungo i tratti del rio Bunnari risultano del tutto insufficienti al transito delle portate per tutti i 4 tempi di ritorno e richiederebbero di essere adeguati, sebbene appartengano a strade secondarie di interesse rurale.

Lungo il rio Mascari sono stati individuati 9 attraversamenti di cui 6 in corrispondenza della linea ferroviaria e 3 lungo strade comunali.

La seguente Figura 126 illustra i profili di moto permanente al di sotto del primo (progressiva 9342), costituito da una luce di passaggio di dimensioni 15.00x4.50 m; i profili relativi ai tempi di ritorno di 50 e 100 anni transitano al di sotto della soletta, seppur con franchi inferiori ad 1.00 m (0.90 m per Tr 50 anni e 0.32 m per Tr 100 anni), mentre i restanti sommergono il manufatto con altezze prossime ad 1.00 m sopra il piano viario.

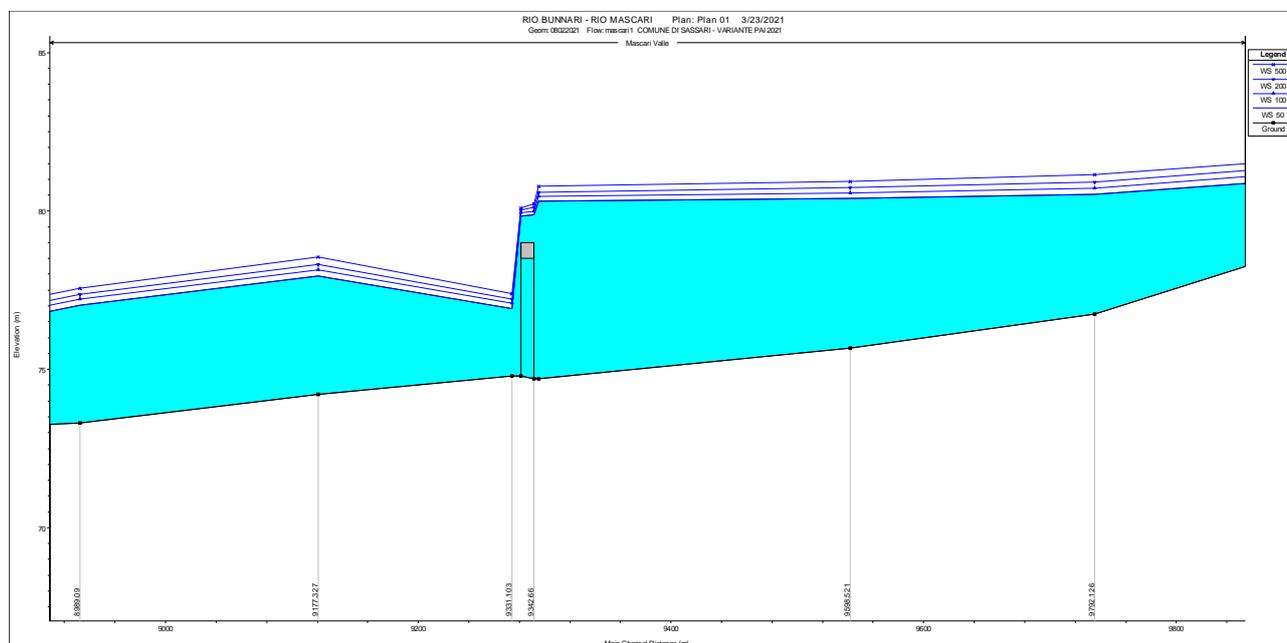


Figura 126 – rio Mascari - profili di corrente in moto permanente attraversamento A1 alla progr. 9342

La Figura 127 illustra invece i profili di corrente in corrispondenza degli attraversamenti A2 e A3 situati alle progressive 6380 e 6186; il primo è costituito da tre tubolari in lamiera d'acciaio a sezione circolare e diametro 1.00 m ciascuno, mentre il secondo, relativo alla linea ferroviaria, presenta tre luci di dimensioni nette 6.00x5.00 ciascuna. Entrambi risultano insufficienti al passaggio delle portate di studio per tutti i tempi di ritorno; per il primo si osservano altezze d'acqua sulla superficie viaria variabili tra 3.00 e 4.00 m, mentre nel secondo tra 1.30 e 2.50 m.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

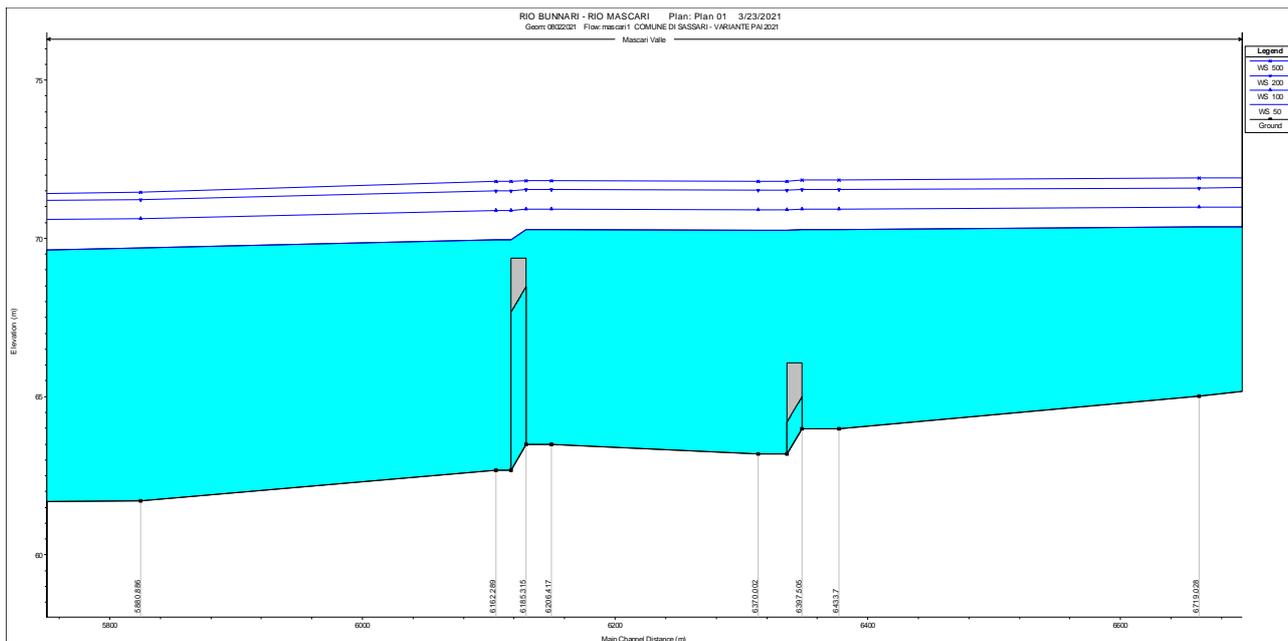


Figura 127 – rio Mascari - profili di corrente attraversamenti A2 e A3 (ferroviario) alle progr. 6380 e 6186

L'attraversamento stradale A4 situato alla progressiva 5494 ha luce netta di dimensioni 18.00x7.00 m e risulta idoneo al passaggio di tutte le portate di piena, come illustrato nella Figura 128.

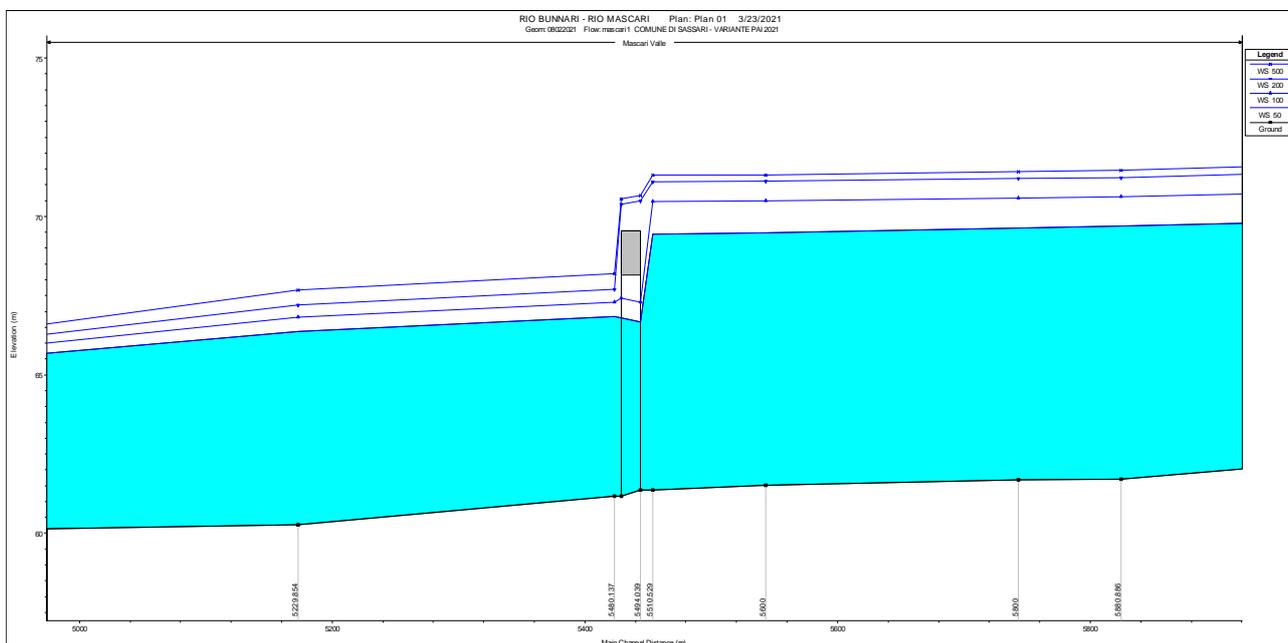


Figura 128 – rio Mascari - profili di corrente attraversamento stradale A4 alla progr. 5494

Gli attraversamenti successivi, denominati A5-A6-A7-A8-A9, sono tutti relativi a intersezioni del fiume con la linea ferroviaria Sassari-Cagliari. Di essi soltanto l'A6 è idoneo al passaggio delle portate di studio, sebbene con franchi insufficienti per quelle con tempi di ritorno di 200 e 500 anni, mentre l'A8 consente il passaggio delle portate con Tr 50, 100 e 200 anni con franchi insufficienti..

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Tutti gli altri sono sommersi con altezze d'acqua variabili tra 1.00 e 3.00 m.

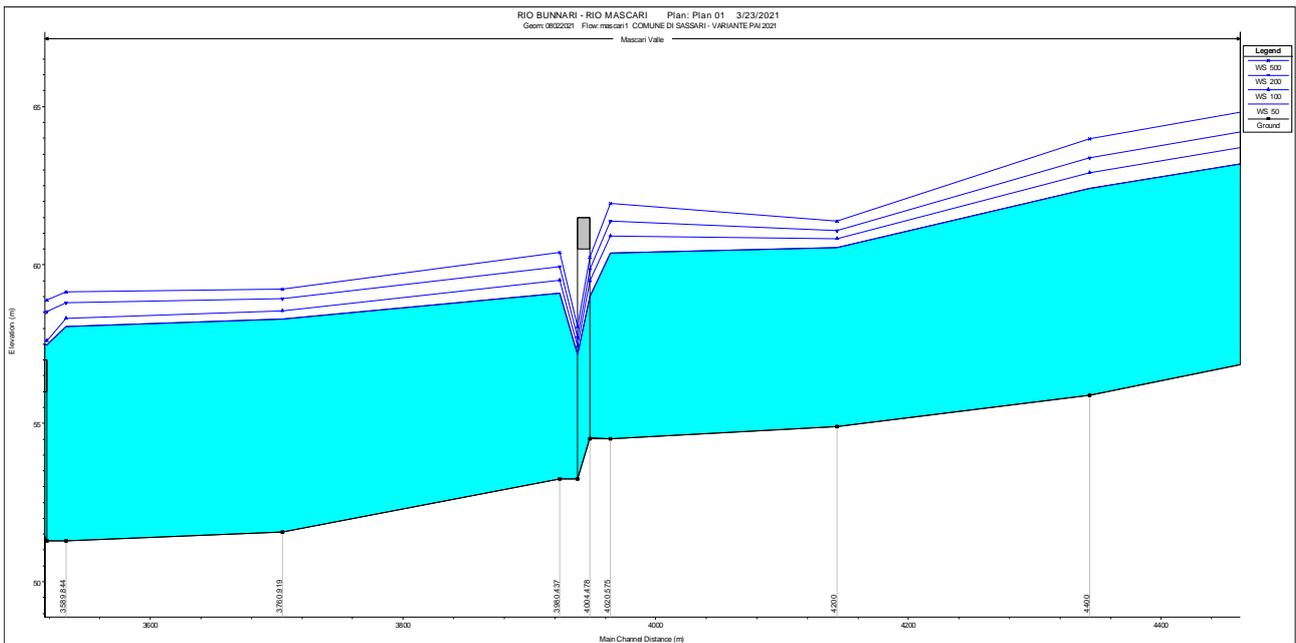
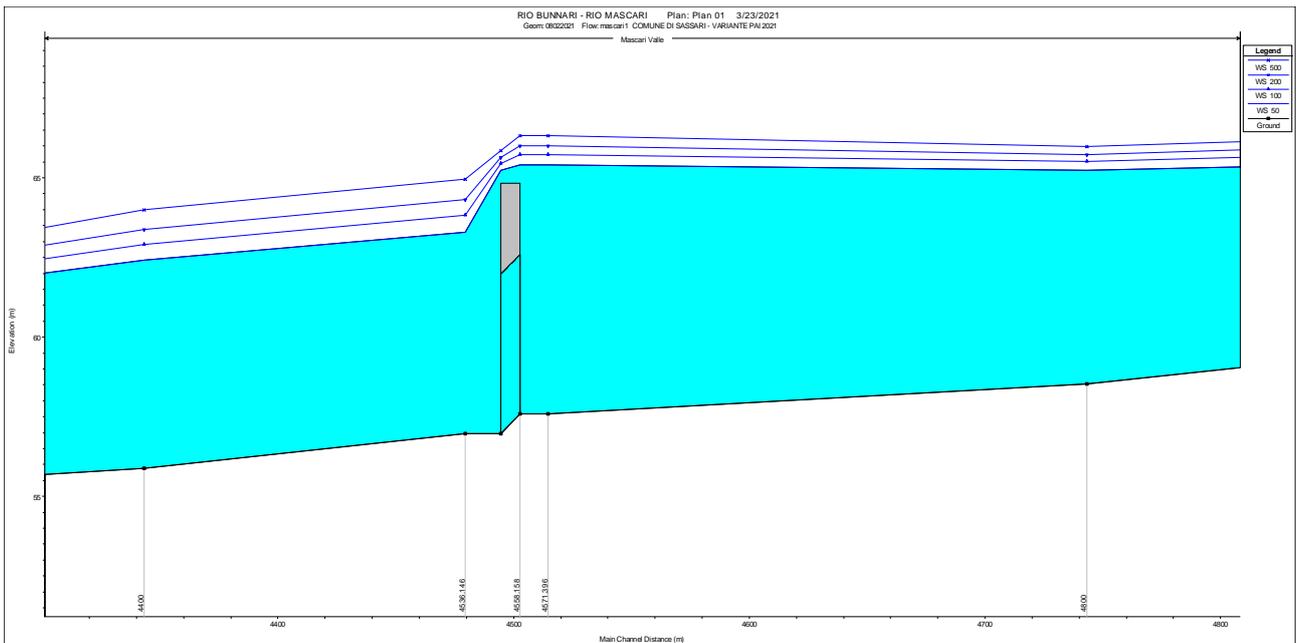


Figura 129 – rio Mascari - profili di corrente attraversamento stradale A6 alla progr. 4005



COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

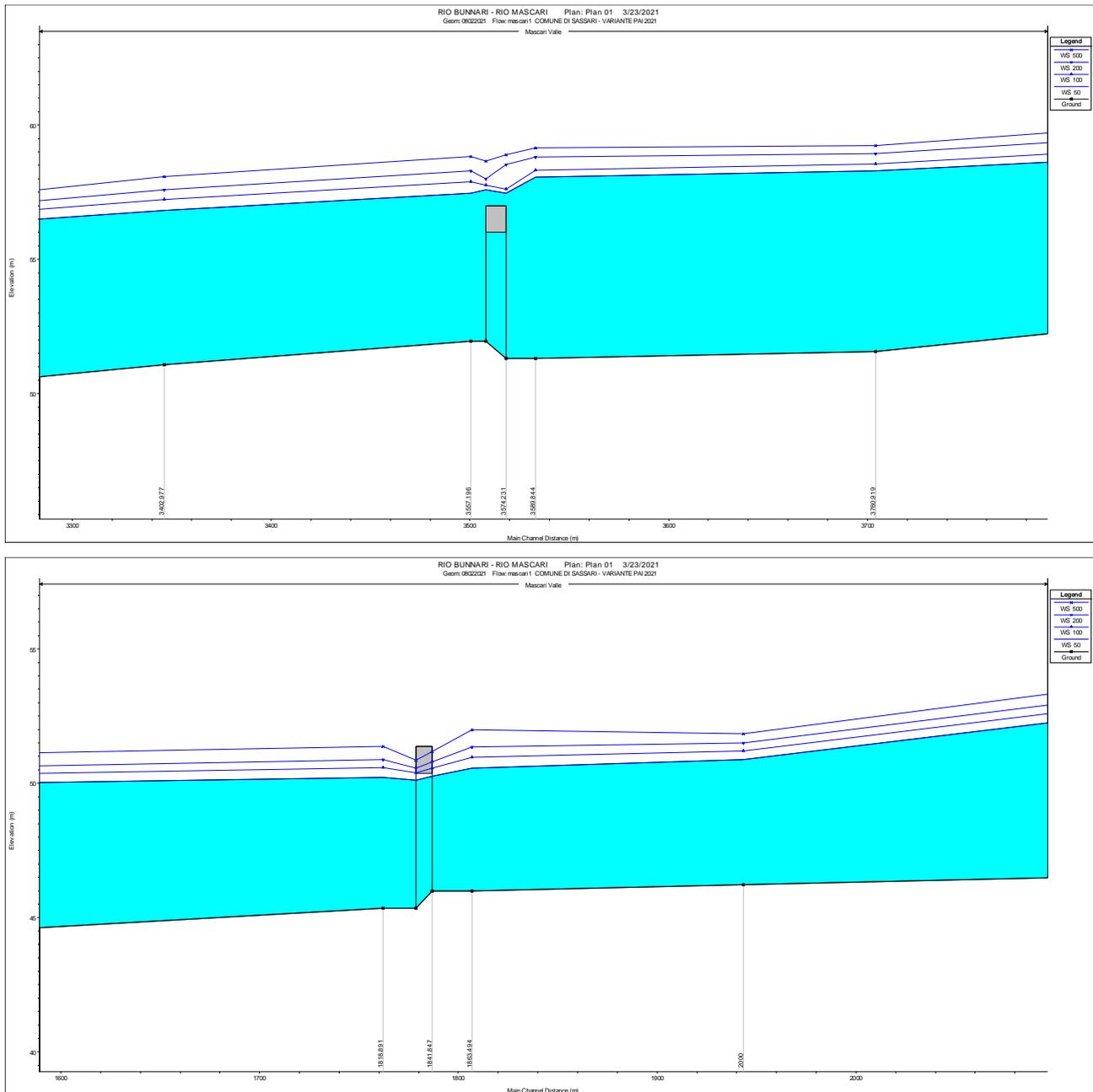


Figura 130 – rio Mascari - profili di corrente in corrispondenza degli attraversamenti ferroviari A5, A7, A8, A9 alle progressive 4557, 3574, 1841, 1428

In sintesi le criticità principali sono senza dubbio gli attraversamenti lungo la linea ferroviaria Sassari-Cagliari, tutti insufficienti ad eccezione di A6 e A8, che mettono in serio pericolo il transito dei treni in caso di piene eccezionali. Tra gli attraversamenti stradali, la situazione più critica è in corrispondenza dell'A2.

15 RIO GIUNCHEDDU

Il tratto di alveo analizzato ha origine in prossimità del primo attraversamento sulla strada provinciale Rizzeddu Gioscari laddove due aste secondarie confluiscono creando il Rio Giuncheddu. La modellazione del Rio ha termine in corrispondenza della confluenza in sponda sinistra del Rio Giuncheddu in prossimità del nuovo depuratore comunale di Sassari e della linea ferroviaria a scartamento ridotto Alghero - Sassari.

CALCOLI IDROLOGICI

L'intero bacino imbrifero del Rio Giuncheddu, con sezione di chiusura posta in prossimità della confluenza in sponda sinistra con il Rio Calamasciu, è visualizzabile nella figura seguente (Figura 145).

Sono indicati anche i restanti 2 sottobacini utilizzati ai fini del calcolo idraulico delle aree di inondazione.

I diversi sottobacini sono riferiti a sezioni di chiusura lungo l'asta principale poste progressivamente più a valle lungo lo stesso Rio Giuncheddu. In questo modo il sottobacino successivo contiene necessariamente quelli che lo precedono.



Figura 131 - Suddivisione in sottobacini del Rio Giuncheddu adottata per il calcolo delle portate

Dall'analisi dell'uso del suolo per tutti i sottobacini si evidenzia come, procedendo da monte verso valle, non vi sia un apprezzabile variazione nella permeabilità del suolo con valori di CN(II) prossimi a 88.3 e di CN(III) a 94.5 nonostante, in particolare nel bacino 1, si possa individuare un'area a connotazione fortemente urbanizzata. Tale comportamento trova giustificazione nella distribuzione percentuale delle aree a forte impermeabilità che si mantiene simile a quella del primo bacino anche per i restanti due.

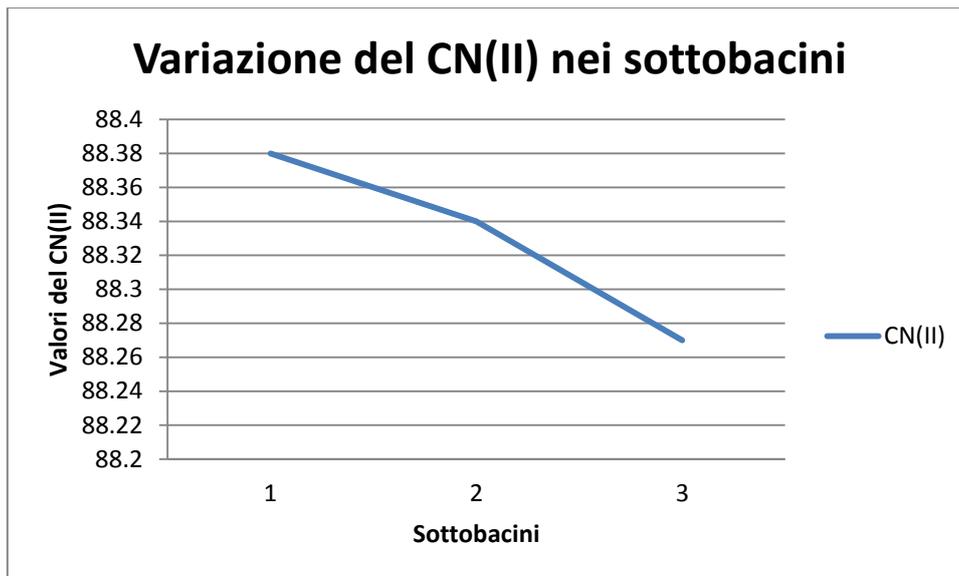


Figura 132 – Andamento del CN(II) nei sottobacini del rio Giuncheddu

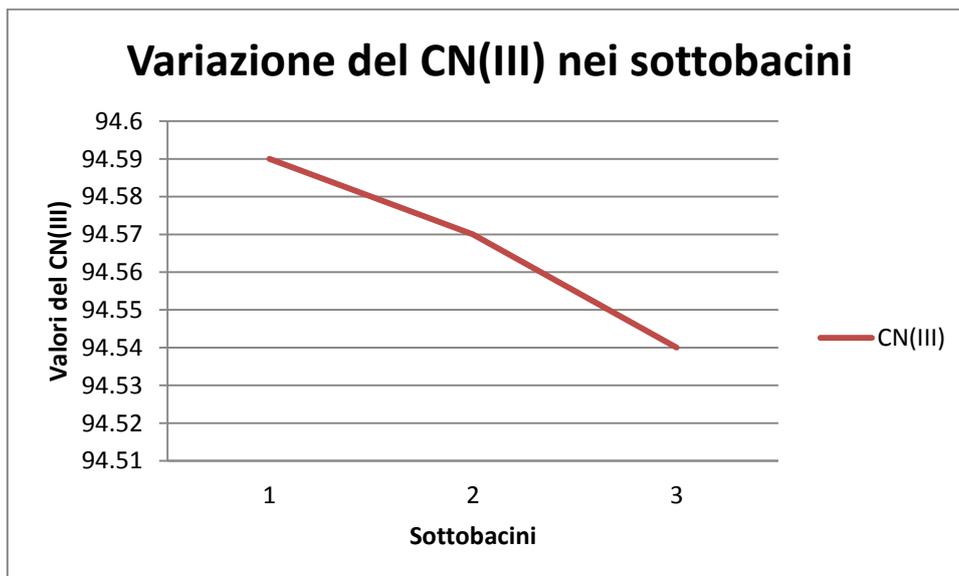


Figura 133 – Andamento del CN(III) nei sottobacini del rio Giuncheddu

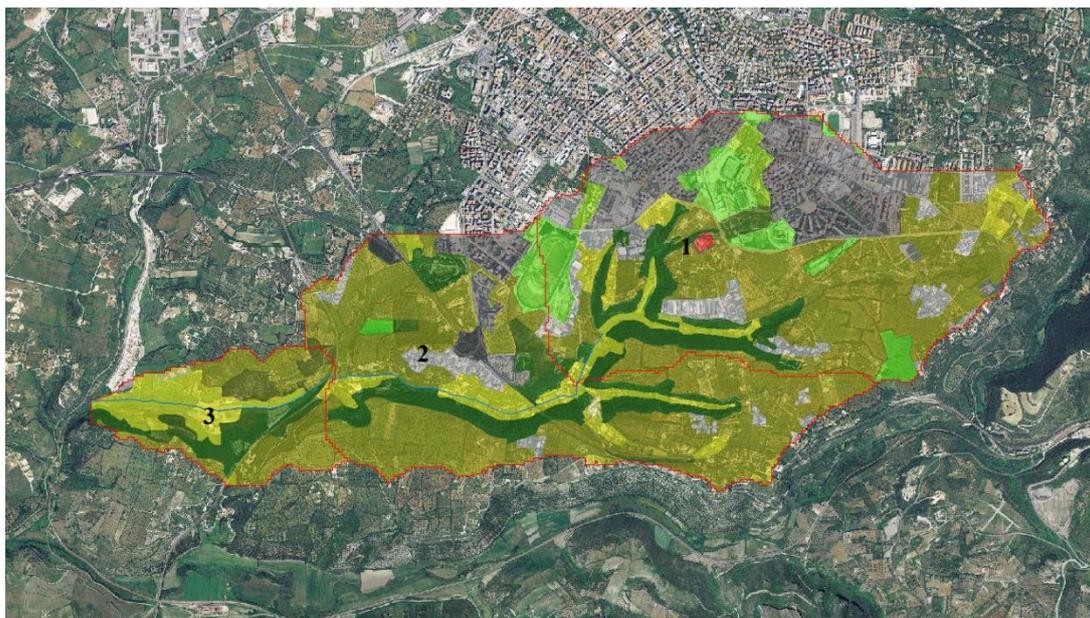


Figura 134- Elaborazione della carta dell'uso del suolo per i sottobacini del Rio Giuncheddu

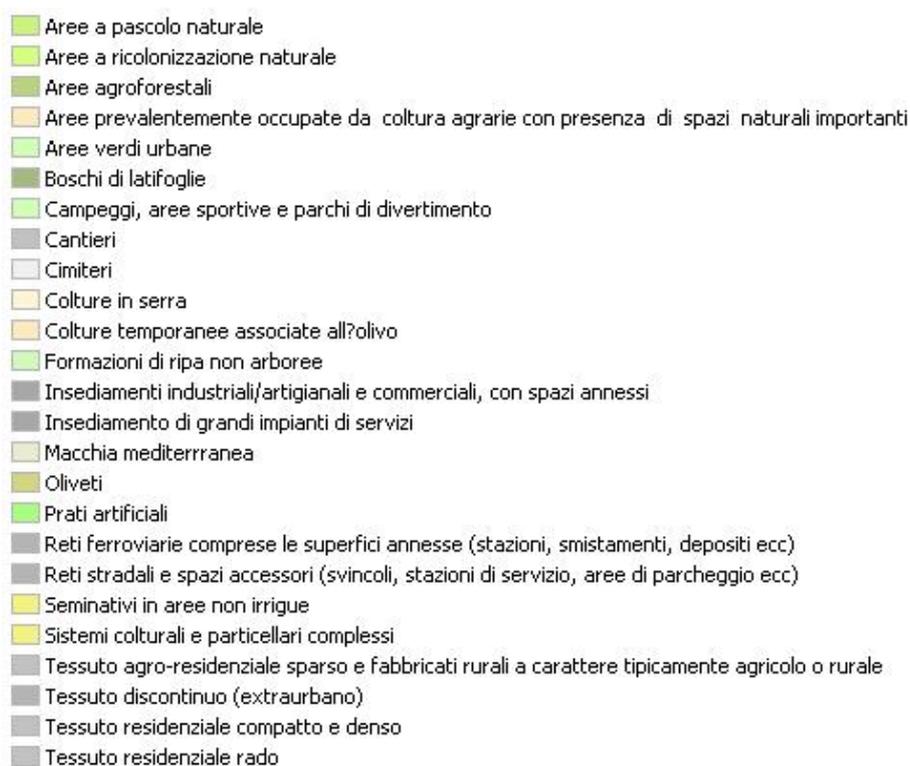


Figura 135 - Legenda carta dell'uso del suolo per i sottobacini del rio Giuncheddu

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

Tabella 19- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini del Rio Giuncheddu

BACINI	1	2	3
CN(II)	88.38	88.34	88.27
CN(III)	94.59	94.57	94.54
Lunghezza asta principale (m)	3916	5771	7475
Area (kmq)	4.41	7.82	8.83
Pendenza media bacino	0.1025	0.1181	0.1264
Altezza media bacino	253.31	226.18	215.05
Altezza sezione di chiusura (m)	145.74	116.07	78.97
Pendenza media asta principale	0.0553	0.0427	0.0379

Si rimanda all'allegato "*B - Report dei calcoli idrologici*" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni

ANALISI IDRAULICA

Il tratto di alveo analizzato ha origine in prossimità del primo attraversamento sulla strada provinciale Rizzeddu Gioscari laddove due aste secondarie confluiscono creando il Rio Giuncheddu. La modellazione del Rio ha termine in corrispondenza della confluenza in sponda sinistra del Rio Giuncheddu in prossimità del nuovo depuratore comunale di Sassari e della linea ferroviaria a scartamento ridotto Alghero - Sassari.

Il tratto di alveo studiato, esteso per circa 7475 m, è stato discretizzato in 74 sezioni numerate in ordine crescente da valle verso monte dalla numero 0, la più valliva, alla numero 73.

Nei punti di intersezione tra l'asta fluviale con elementi di viabilità quali strade e ferrovie, in corrispondenza cioè di viadotti, ponti e sottopassi, si sono utilizzate le specifiche modalità di modellazione descritte nella relazione principale catalogando i manufatti con la dicitura **ATTRAVERSAMENTO** seguita da un numero progressivo da valle verso monte da 1 a 7.

Le portate utilizzate nella simulazione, calcolate nel paragrafo 4.1, sono riassunte nella tabella seguente:

Tabella 20 - Portate, espresse in mc/s, utilizzate nelle 4 simulazioni per i diversi tempi di ritorno

SEZIONE	TEMPI DI RITORNO			
	50	100	200	500
3800	41.673	49.364	57.145	67.61
3325	66.261	79.046	91.988	109.3
1530	68.543	81.837	95.286	113.238

15.1.1 Descrizione delle aree di allagamento

Le aree di allagamento ricavate dalle simulazioni sono illustrate nella Figura 151.

Nello specifico si può osservare come allo stato attuale le aree di allagamento per le portate cinquantenarie e centenarie, che definiscono pericolosità molto elevata ed elevata, coinvolgano diverse zone di territorio ad uso residenziale.

In Figura 152 è rappresentato il tratto immediatamente a monte del primo attraversamento del Rio sulla strada di Gioscari dove a causa dell'insufficiente luce libera di deflusso (attraversamento 7) 2.65 m di luce per 4.20 m di altezza, viene allagata un'area interessata in cui sono presenti diverse pertinenze di abitazioni private oltre alle relative strade private di accesso.

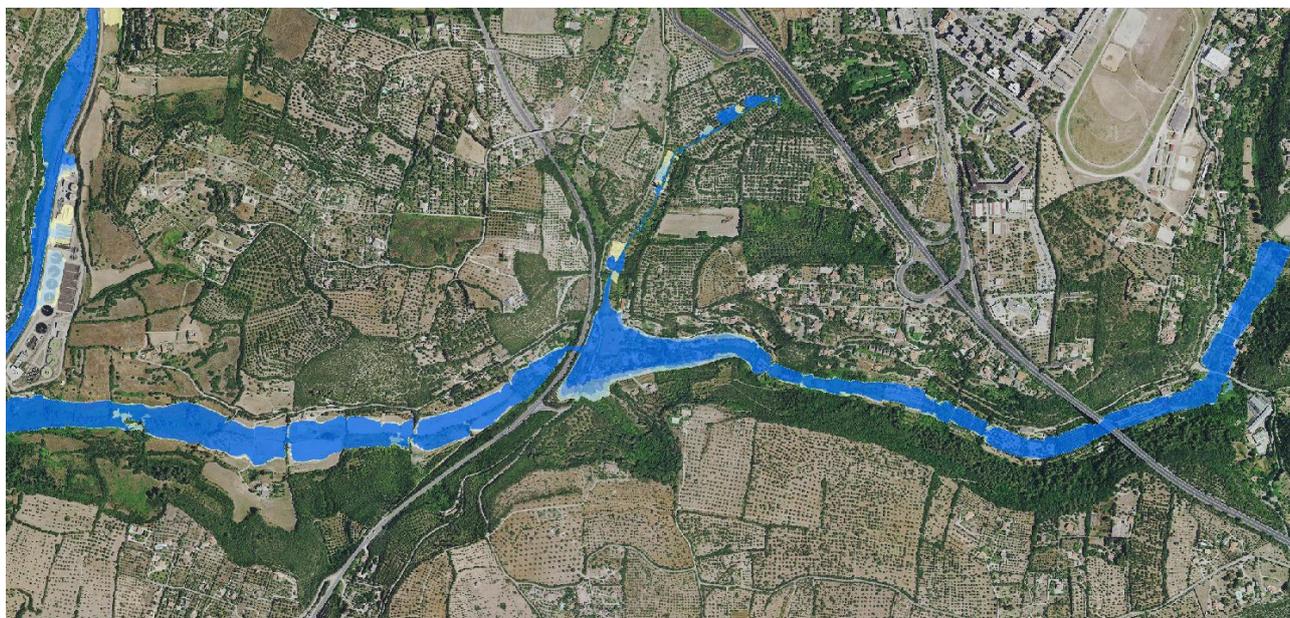


Figura 136 - aree di allagamento per il Rio Giuncheddu



Figura 137 - particolare aree di allagamento Rio Giuncheddu

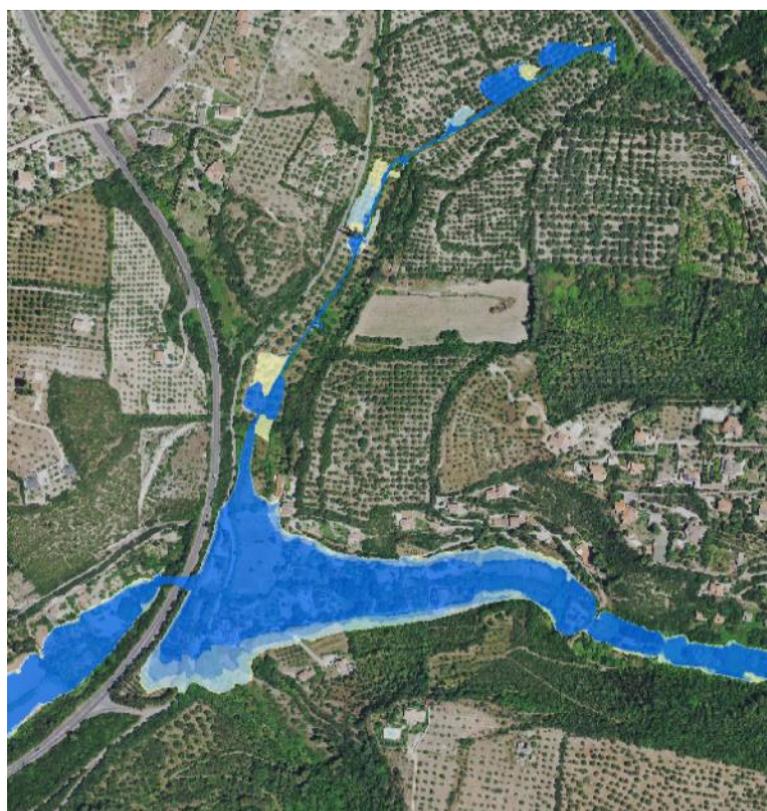


Figura 138 - particolare aree di allagamento Rio Giuncheddu

Il tratto successivo coinvolge delle aree a vocazione quasi esclusivamente agricola. Vengono coinvolte alcune strade rurali private che non presentano adeguati attraversamenti anche per le portate minori. Differentemente dal tratto precedentemente descritto però, non sono coinvolte abitazioni.

In Figura 153 invece è mostrato un particolare delle aree di allagamento in prossimità della strada statale Sassari - Ittiri. Si può osservare come le aree più scure, quelle che definiscono la pericolosità più elevata coinvolgono diverse abitazioni nonché diverse sedi stradali. L'estensione delle zone allagate è principalmente determinata, oltre che dall'insufficienza dei due attraversamenti presenti, anche dalla tombatura del tratto di alveo che si sviluppa tra la via Piandanna e la S.S. Sassari – Ittiri.

L'area di studio termina con la confluenza del rio Giuncheddu in sponda sinistra del rio Calamasciu. Come evincibile dalla Figura 155 la confluenza si ha in prossimità del nuovo depuratore della città di Sassari. Si può osservare come lo spazio pertinente al depuratore sia interessato dai fenomeni di piena anche se l'allagamento è dovuto principalmente al Rio Calamasciu, come già descritto nella relazione idrologica – idraulica riguardante la suddetta asta fluviale.



Figura 139 - particolare aree di allagamento Rio Giuncheddu alla confluenza col Rio Calamasciu

15.1.2 Analisi degli attraversamenti

L'analisi degli attraversamenti e delle tombature dimostra come la maggior parte di questi sia insufficiente a garantire, per le portate di calcolo, il deflusso al di sotto della sede stradale o ferroviaria anche per il tempo di ritorno minore (50 anni).

Come già spiegato nella descrizione delle aree di allagamento, l'attraversamento 7, determinato dall'intersezione del rio Giuncheddu con la strada vicinale Rizzeddu - Gioscari e di dimensioni nette pari a

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

2.65 m di luce per 4.20 m di altezza, risulta sufficiente a garantire il deflusso della portata duecentenaria con un franco di circa 1 m, seppur con importanti fenomeni di rigurgito a monte.

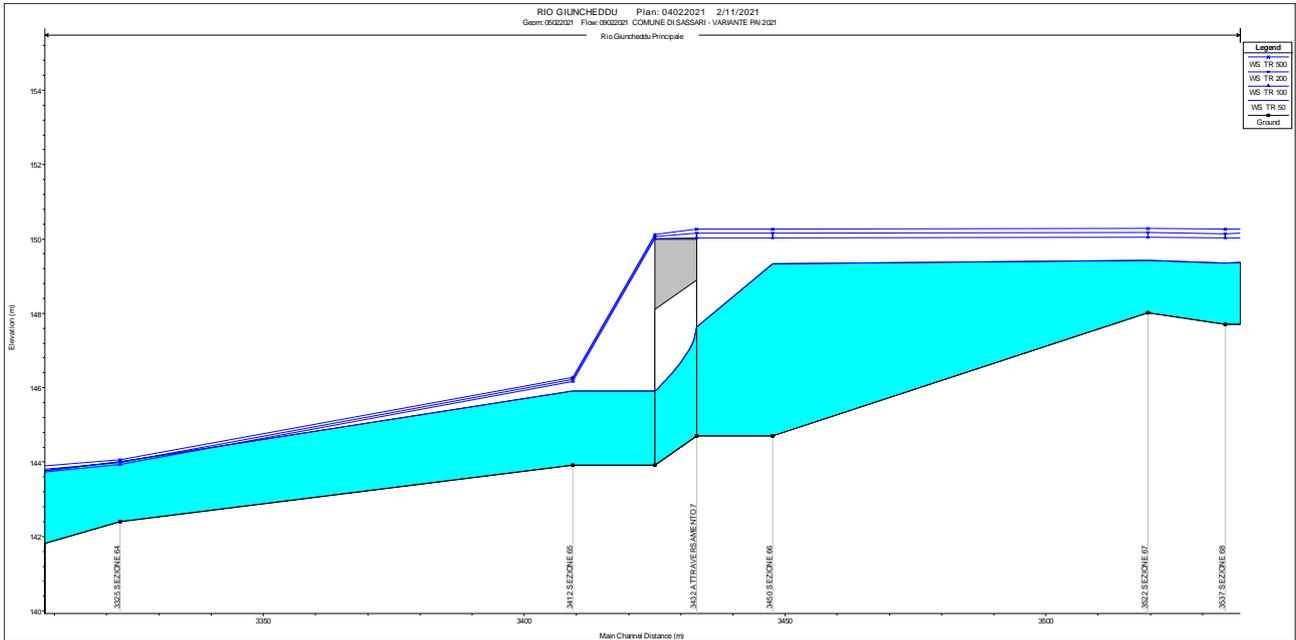


Figura 140 - ATTRAVERSAMENTO - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

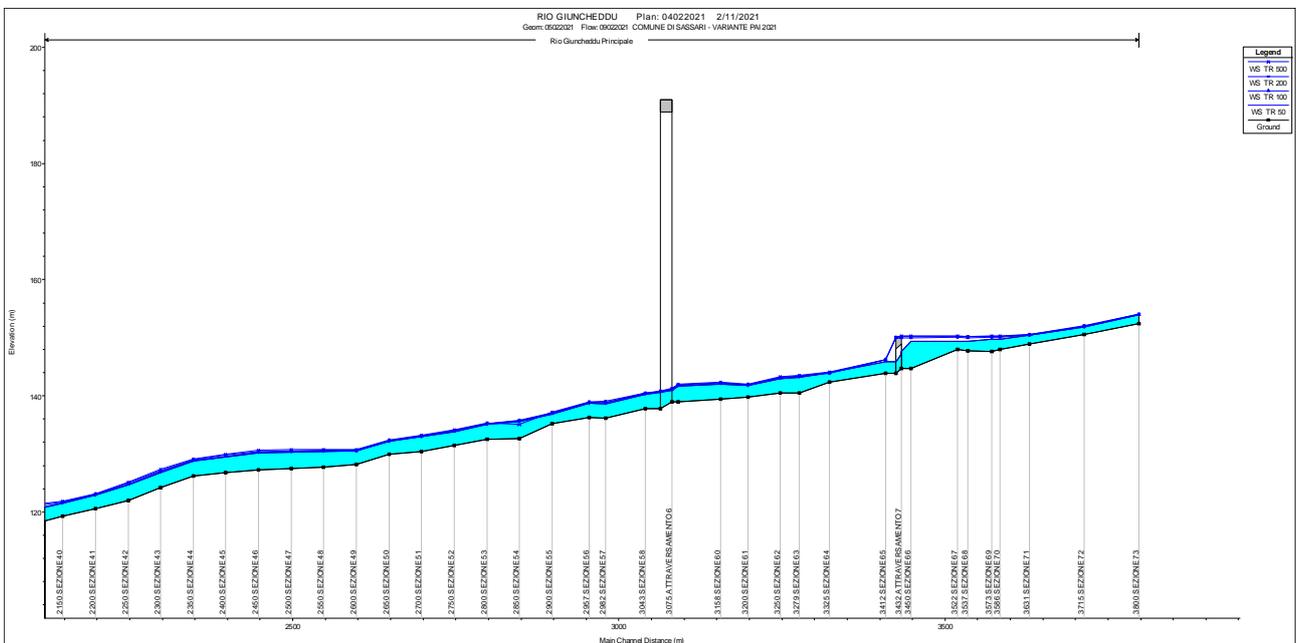


Figura 141 - ATTRAVERSAMENTO 6 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

L'attraversamento determinato dall'intersezione con la strada statale 131, presenta dimensioni ragguardevoli (circa 50 m di altezza) e risulta quindi capace di garantire il deflusso per tutti e 4 i tempi di ritorno.

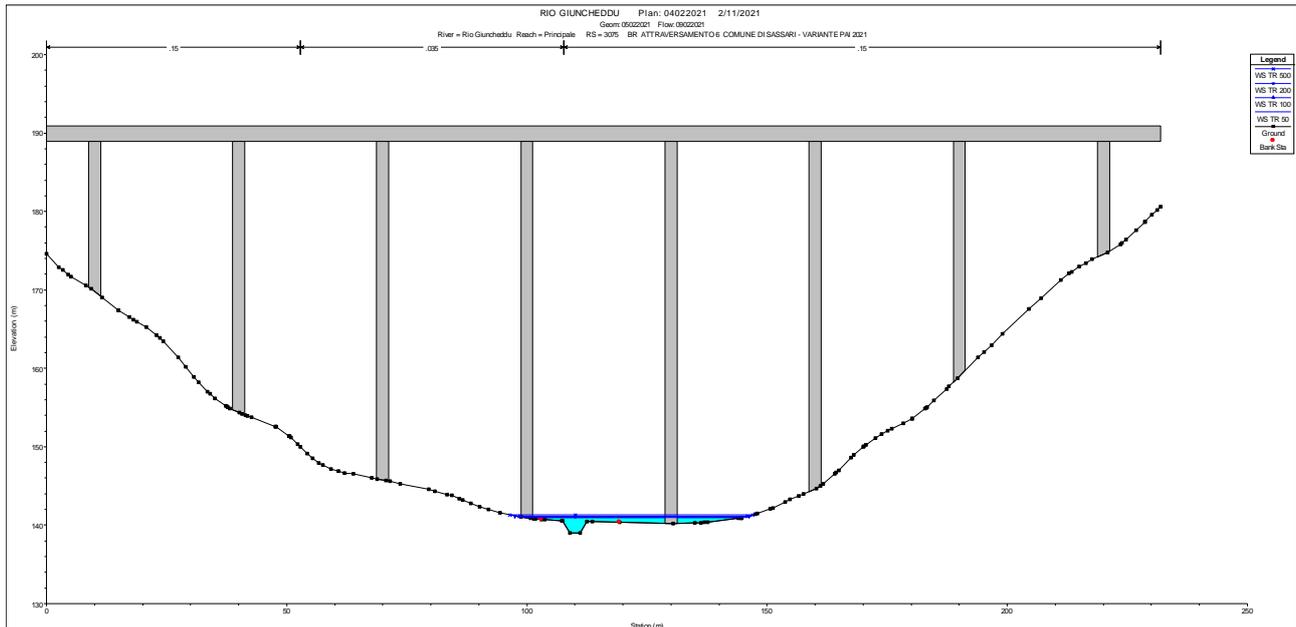


Figura 142 - attraversamento - sezione di monte

Si intende precisare però come le aree di allagamento calcolate interessino le pile su cui è poggiato l'impalcato stradale. E' quindi evidente la necessità di verificare le condizioni delle fondazioni e delle pile stesse qualora fossero investiti dall'onda di piena. In tal senso si è preferito cautelarsi e mantenere i perimetri di pericolosità anche in corrispondenza del manufatto.

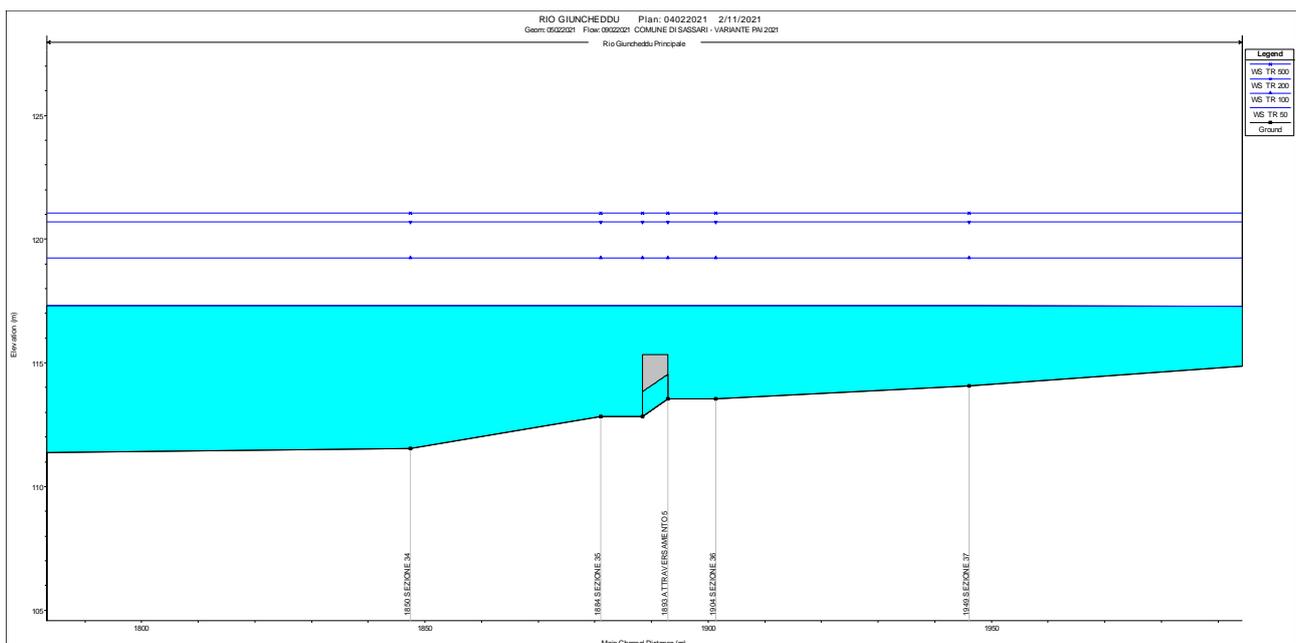


Figura 143 - ATTRAVERSAMENTO - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

L'attraversamento si ha in corrispondenza della Via Monserrato. La strada pur non essendo asfaltata rappresenta comunque l'unica via d'accesso ad alcune abitazioni limitrofe. Si può osservare come la tombinatura, realizzata con un tubo di diametro 1.0 m, sia insufficiente a garantire il deflusso di tutte le portate di calcolo.

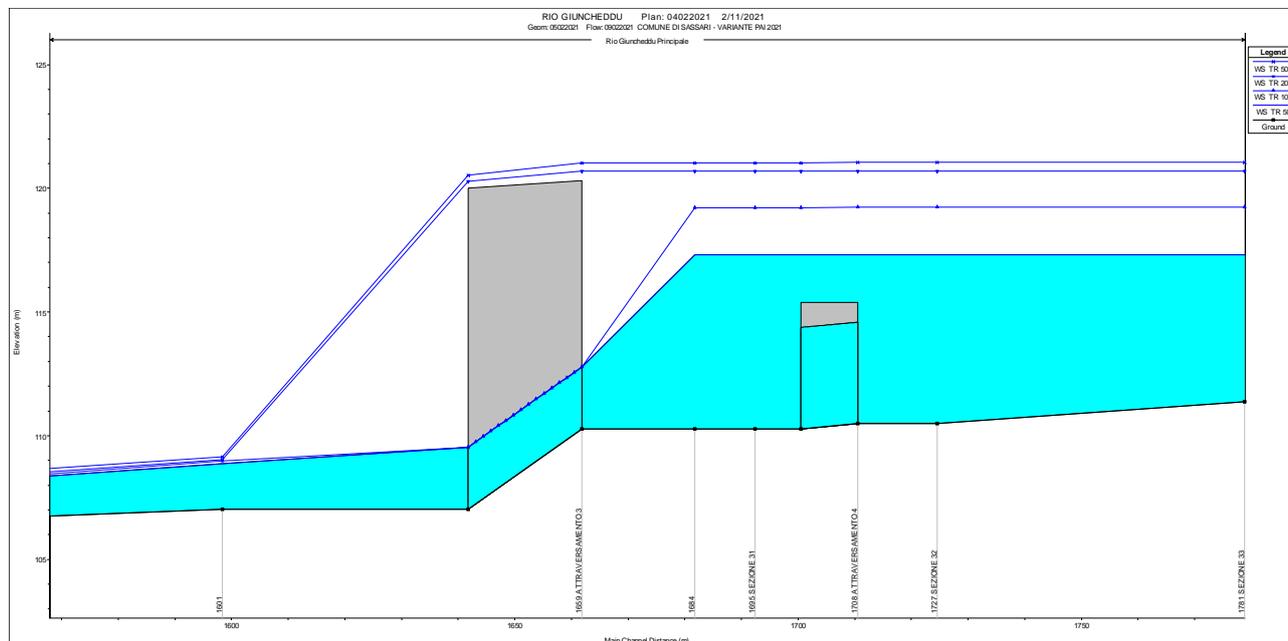


Figura 144 - ATTRAVERSAMENTO 3 e ATTRAVERSAMENTO 4 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

L'attraversamento 4 si trova in corrispondenza della via Piandanna mentre quello 3 in corrispondenza della S.S. Sassari – Ittiri. La contiguità tra i due attraversamenti e la tombatura di parte del tratto compreso tra i due, determina le aree di allagamento raffigurate nella Figura 153.

Si può osservare dalla Figura 160 come l'attraversamento 4 sia insufficiente per tutte le portate mentre quello 5 riesca a far transitare le portate di calcolo senza però nessun franco libero.

Anche gli attraversamenti 2 e 1 sono del tutto insufficienti a garantire il deflusso delle portate di calcolo al di sotto dell'impalcato. I due attraversamenti si trovano in corrispondenza dell'intersezione del rio Giuncheddu con due strade private di accesso a lotti agricoli.

16 RIO CALAMASCIU

Il tratto di alveo analizzato ha origine in prossimità del centro commerciale “La Piazzetta” dove il collettore fognario, che raccoglie le acque bianche di parte della città, diventa a cielo aperto (in corrispondenza della zona commerciale denominata “Il vialetto”). L’asta fluviale si estende per circa 5498 m e termina in corrispondenza della confluenza del Rio Calamasciu in sponda destra del Rio Mascari.

CALCOLI IDROLOGICI

L’intero bacino imbrifero del Rio Calamasciu, con chiusura posta in prossimità della confluenza in sponda destra con il Rio Mascari, è visualizzabile nella figura seguente (Figura 145). Nella stessa figura sono indicati anche i 4 sottobacini utilizzati ai fini del calcolo idraulico delle aree di inondazione.

I diversi sottobacini sono riferiti a sezioni di chiusura lungo l’asta principale poste progressivamente più a valle. In questo modo il sottobacino successivo contiene necessariamente quelli che lo precedono.

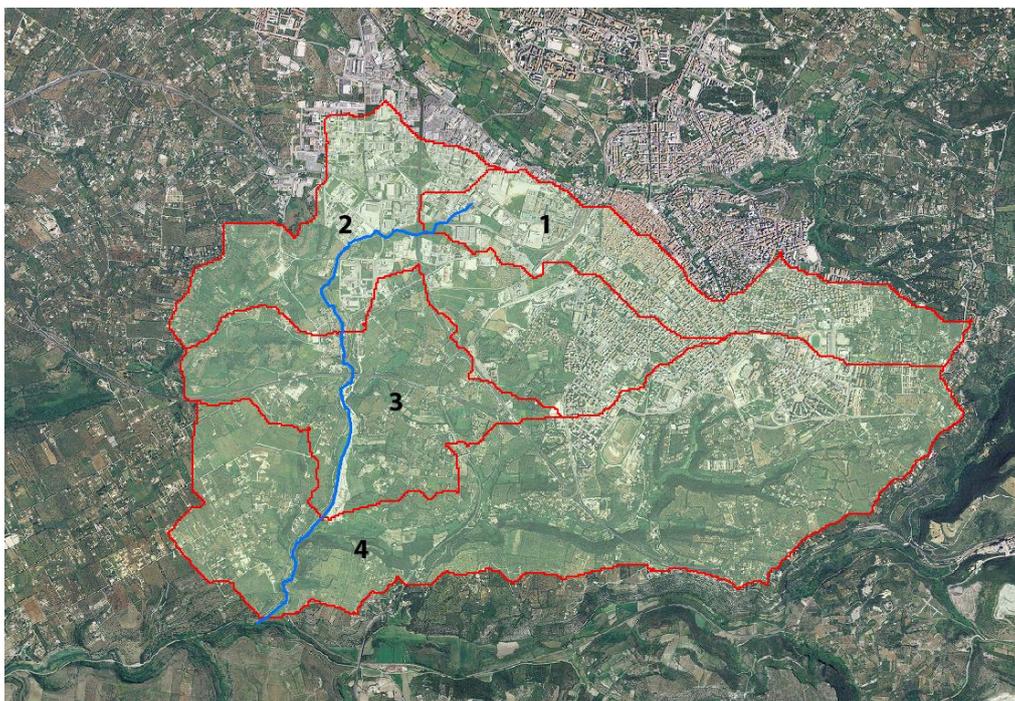


Figura 145 - Suddivisione in sottobacini del Rio Calamasciu adottata per il calcolo delle portate

Dall’analisi dell’uso del suolo per tutti i sottobacini si evidenzia come per i primi vi sia una prevalenza di elementi ad elevata impermeabilità (abitazioni, strade, esercizi industriali e commerciali).

Si può osservare come la presenza di verde urbano e attrezzature sportive all’interno del sottobacino 1 determini, per lo stesso sottobacino, un valore di CN (e conseguentemente il coefficiente di deflusso) meno elevato di quello associato al sottobacino 2 (Figura 146).

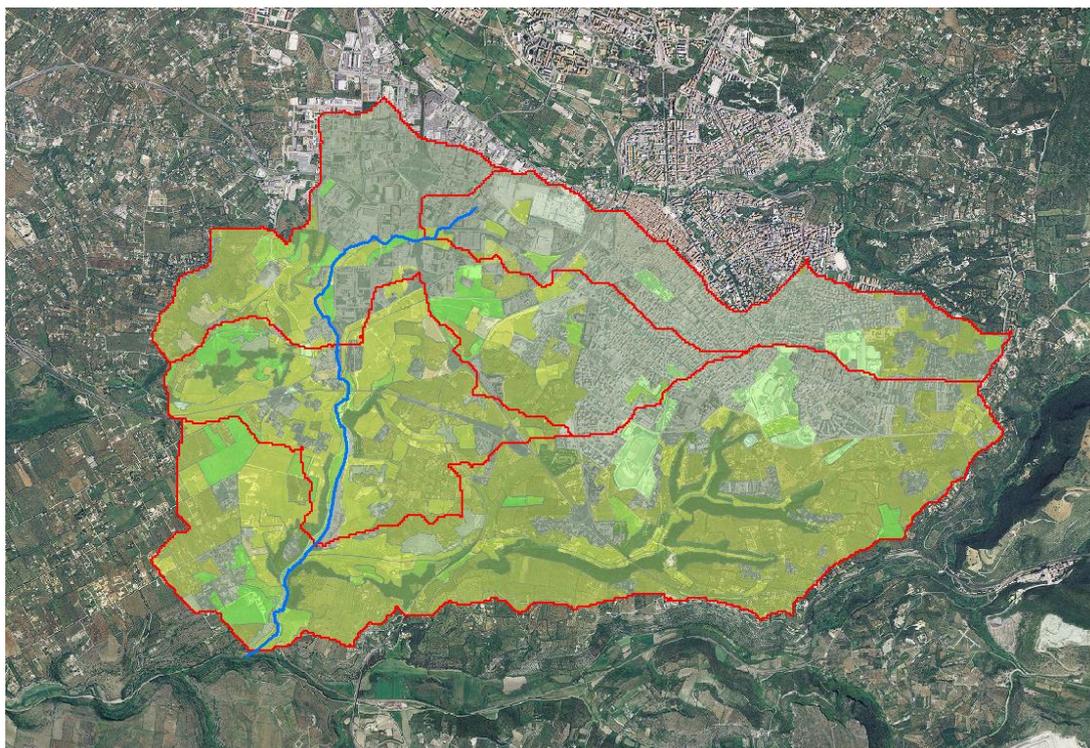


Figura 146- Elaborazione della carta dell'uso del suolo per i sottobacini del rio Calamasciu

- Aree a pascolo naturale
- Aree a ricolonizzazione naturale
- Aree agroforestali
- Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali importanti
- Aree verdi urbane
- Boschi di latifoglie
- Campeggi, aree sportive e parchi di divertimento
- Cantieri
- Cimiteri
- Colture in serra
- Colture temporanee associate all'olivo
- Formazioni di ripa non arboree
- Insediamenti industriali/artigianali e commerciali, con spazi annessi
- Insediamento di grandi impianti di servizi
- Macchia mediterranea
- Oliveti
- Prati artificiali
- Reti ferroviarie comprese le superfici annesse (stazioni, smistamenti, depositi ecc)
- Reti stradali e spazi accessori (svincoli, stazioni di servizio, aree di parcheggio ecc)
- Seminativi in aree non irrigue
- Sistemi colturali e particellari complessi
- Tessuto agro-residenziale sparso e fabbricati rurali a carattere tipicamente agricolo o rurale
- Tessuto discontinuo (extraurbano)
- Tessuto residenziale compatto e denso
- Tessuto residenziale rado

Figura 147 - Legenda carta dell'uso del suolo per i sottobacini del rio Calamasciu

I sottobacini successivi invece risentono del progressivo incremento percentuale delle zone non urbanizzate e conseguentemente si ha la diminuzione del valore complessivo del CN.

Inoltre, da un confronto tra i CN(II) ottenuti per i diversi sottobacini e il CN(III) associato agli stessi, è possibile riscontrare come il passaggio dal primo al secondo produca un effetto di “smoothing” (appiattimento, smussamento) delle differenze sul Curve Number tra i vari bacini.

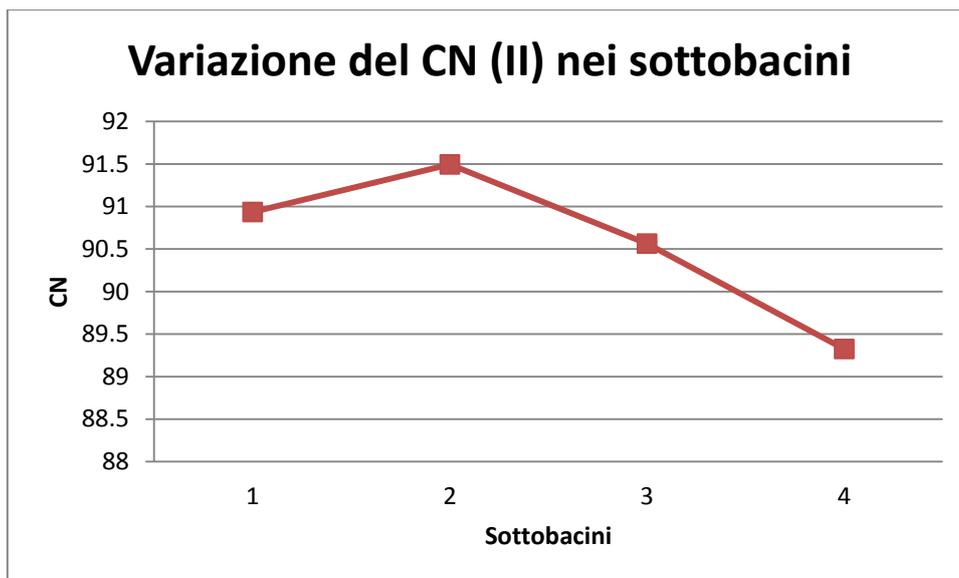


Figura 148 – Andamento del CN(II) nei sottobacini del rio Calamasciu

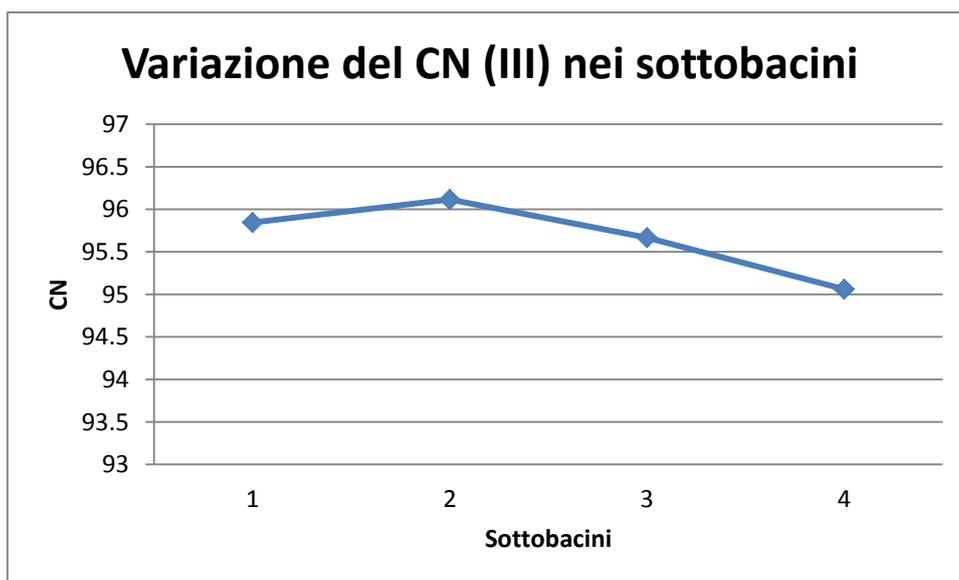


Figura 149 - Andamento del CN(III) nei sottobacini del rio Calamasciu

Infatti la massima differenza riscontrabile tra i CN(II) è pari a 2.17 mentre quella per i CN(III), pari a 1.05, risulta più che dimezzata. Questo risultato spiega come la scelta del CN(III) risulti a favore di sicurezza in quanto fornisce da un lato valori “assoluti” più elevati per il CN e allo stesso tempo sminuisce l’influenza delle differenti classi di uso del suolo nel complesso del bacino, considerando comunque minima la capacità del terreno di assorbire l’acqua di pioggia.

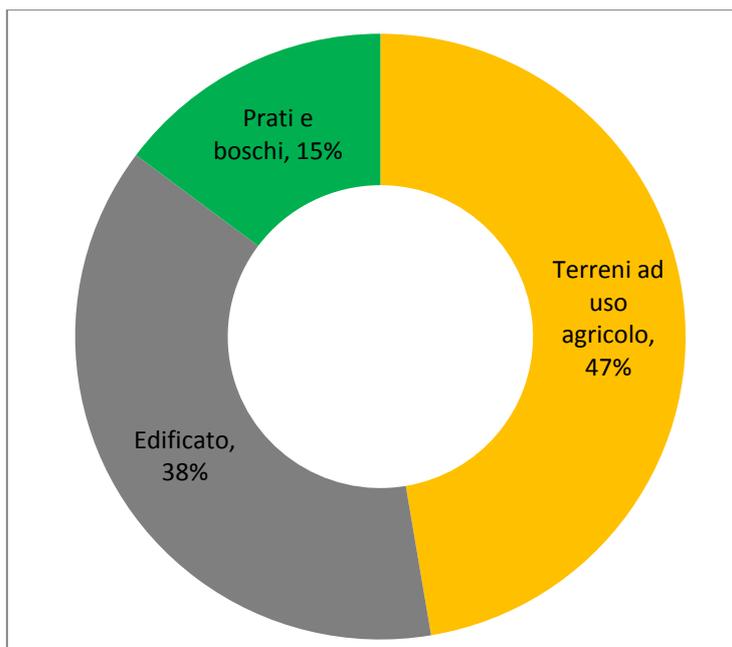


Figura 150- Distribuzione dell'uso del suolo su tutto il bacino imbrifero del Rio Calamasciu

In Figura 150 è infine riportato un diagramma sintetico che chiarisce l'utilizzo del suolo in tutto il bacino del Rio Calamasciu. E' possibile osservare come le aree edificate (residenziali od attività produttive) occupino una superficie superiore ad un terzo di quella totale.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

Tabella 21- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini del Rio Calamasciu

BACINI	1	2	3	4
CN(II)	91.06	91.50	90.56	89.32
CN(III)	95.91	96.11	95.67	95.06
Lunghezza asta principale (m)	6263	8189	10294	11607
Area (kmq)	3.45	9.28	13.44	24.85
Pendenza media bacino	0.052	0.062	0.077	0.098
Altezza media bacino	229.26	188.78	174.01	184.90
Altezza alla sezione di chiusura (m)	140.2	112.53	82.51	60.34
Pendenza media asta principale	0.0376	0.0321	0.0285	0.0272

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Si rimanda all'allegato "*B - Report dei calcoli idrologici*" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni

ANALISI IDRAULICA

L'asta fluviale è stata discretizzata in 76 sezioni numerate in ordine crescente da valle verso monte dalla numero 0, la più valliva, alla numero 75. Nei punti di intersezione tra l'asta fluviale con elementi di viabilità quali strade e ferrovie, in corrispondenza cioè di viadotti, ponti e sottopassi, si sono utilizzate le specifiche modalità di modellazione descritte nel paragrafo precedente catalogando i manufatti con la dicitura **ATTRAVERSAMENTO** seguita da un numero progressivo da valle verso monte da 1 a 21.

Si osservi che due attraversamenti appartenenti ai tracciati stradali della viabilità della Z.I. Predda Niedda e della S.S. 131 aventi luci di dimensioni ragguardevoli e come tali ininfluenti ai fini del condizionamento della corrente ma situati in adiacenza ad altrettanti attraversamenti ferroviari al contrario inadeguati e causa di ostruzione al deflusso, non sono stati inseriti nella modellazione in quanto si è preferito evitare il rischio di instabilità del modello di calcolo a causa della contiguità delle sezioni di monte e valle nei tratti di alveo indisturbati dagli effetti di contrazione ed espansione della corrente. L'approssimazione adottata non inficia la sicurezza e l'efficacia del risultato finale in termini di estensione della pericolosità idraulica.

Le portate utilizzate nella simulazione, calcolate nel paragrafo 4.2.1, sono riassunte nella tabella seguente:

Tabella 22 - Portate, espresse in mc/s, utilizzate nelle 4 simulazioni per i diversi tempi di ritorno

sezioni	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
5395	42.924	50.551	58.223	68.415
4768	57.218	67.097	77.02	90.187
4409	57.81	67.808	77.852	91.176
3953	57.305	67.206	77.151	90.343
3637	65.434	76.87	88.361	103.611
3323	71.162	83.778	96.463	113.304
3008	70.638	83.142	95.713	112.402
2824	83.581	98.507	113.522	133.463
2436	136.456	161.371	186.458	219.797
989	143.21	169.463	195.904	231.049
814	145.79	172.504	199.406	235.162
596	145.192	171.787	198.57	234.164
422	144.655	171.133	197.795	233.228

16.1.1 Descrizione delle aree di allagamento

La figura seguente mostra l'estensione delle aree di allagamento ottenuta dalle elaborazioni matematiche effettuate .



Figura 151 - aree di allagamento per il Rio Calamasciu

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Nello specifico si può osservare come allo stato attuale le aree di allagamento per le portate cinquantenarie e centenarie, che definiscono pericolosità idraulica molto elevata ed elevata, coinvolgano diverse zone di territorio ad uso residenziale o produttivo.



Figura 152 - particolare aree di allagamento Rio Calamasciu

In Figura 152 è rappresentato il tratto compreso a ridosso dell'area di Predda Niedda dove a causa di una tombinatura insufficiente costituita da un tubolare in calcestruzzo di diametro 1.2 m, viene allagata un'area in cui sono presenti diverse attività commerciali e produttive.



Figura 153 - particolare aree di allagamento Rio Calamasciu a ridosso di Caniga

Il tratto compreso tra le sezioni 73 e 71 invece è stato oggetto di un'opera di sistemazione idraulica comprendente risagomatura dell'alveo e protezione spondale con gabbioni in pietra.



Figura 154 - sistemazione fluviale realizzata nel tratto a valle della Z.I. Predda Niedda

L'opera di sistemazione fluviale adottata si è dimostrata capace di contenere anche le portate calcolate per tempo di ritorno pari a 500 anni, sebbene non sia garantito il franco idraulico di sicurezza previsto dalle recenti disposizioni dell'Autorità di Bacino regionale (Determinazione del 01.08.2012). Le corrispettive aree di allagamento sono rappresentate in Figura 153.

Nel tratto più a valle in prossimità dell'abitato di Caniga invece, pur essendo presente un'opera di contenimento longitudinale lungo entrambe le sponde costituita da gabbionate e terreno naturale retrostante, non si ritiene di potere considerare la stessa come arginatura a tutti gli effetti in grado di contenere le correnti idrauliche in condizioni di sicurezza e con idonei franchi. Pertanto si riscontra un'ampia area di allagamento causata principalmente da fenomeni di rigurgito dovuti all'attraversamento ferroviario posto a valle di tale tratto e dalla mancanza di arginatura sicura.



Figura 155 - particolare aree di allagamento Rio Calamasciu nel Frazione di Caniga

Anche nei tratti successivi procedendo verso valle sono stati realizzati interventi di sistemazione idraulica con difesa spondale mediante gabbioni in pietrame; tuttavia le portate di piena non sono contenute per l'intero tratto andando a coinvolgere anche l'edificato di Caniga appunto.

Nel tratto seguente invece l'assenza di un adeguata arginatura e l'insufficienza degli attraversamenti stradali e ferroviari, creano un area di allagamento illustrata nelle figure seguenti dove diverse abitazioni vengono coinvolte anche dall'area di allagamento corrispondente al tempo di ritorno di 50 anni.

Procedendo verso valle si sottolinea la presenza di un altro elemento vulnerabile soggetto a pericolosità idraulica Hi2 rappresentato dal nuovo depuratore di Sassari che sorge parallelamente all'alveo.

In questo caso la sezione di alveo in calcestruzzo di "recente" realizzazione si dimostra sufficiente al contenimento delle portate di calcolo per i Tr 50 e 100 anni.

Nell'ultimo tratto a valle, non essendo presenti particolari opere di regimazione, si registrano aree di allagamento condizionate principalmente dagli insufficienti attraversamenti stradali e ferroviari e dalla morfologia del terreno.

16.1.2 Analisi degli attraversamenti

L'analisi degli attraversamenti e delle tombinature dimostra come la maggior parte di questi sia insufficiente a garantire il deflusso delle portate di calcolo al di sotto della sede stradale o ferroviaria anche per le portate calcolate per un tempo di ritorno pari a 50 anni.

L'attraversamento determinato dall'intersezione della ex S.S. 131 è caratterizzato da una luce rettangolare di dimensioni pari a 2.0 x 2.0 m insufficiente al transito delle portate di piena anche con tempo di ritorno di 50 anni; la presenza del rilevato stradale che funge da sbarramento, è all'origine dell'innalzamento dei tiranti idrici e del conseguente allagamento a monte e sulla carreggiata, come illustrato nella figura seguente.

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

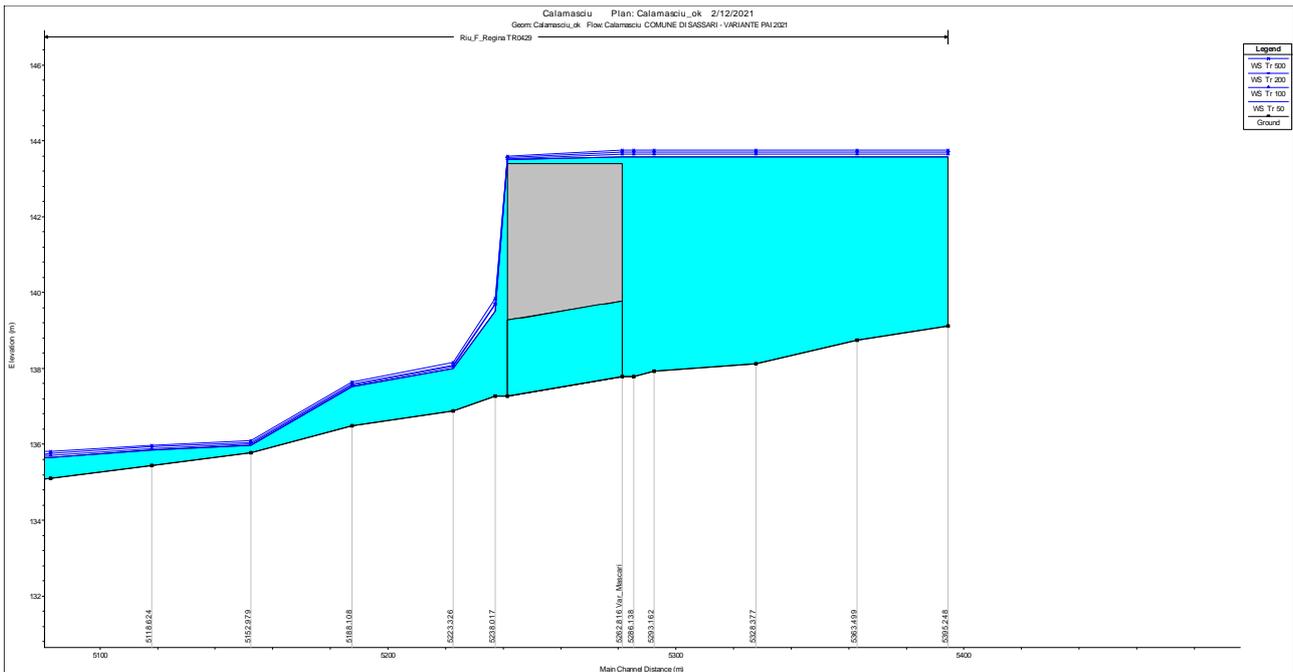


Figura 156 - ATTRAVERSAMENTO a sez. 4849 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

L'attraversamento determinato dall'intersezione del rio Calamasciu con la linea ferroviaria Sassari – Cagliari e di dimensioni nette pari a 2.0 m di luce per 2.5 m di altezza, risulta insufficiente a garantire il deflusso delle portate con Tr 50 anni

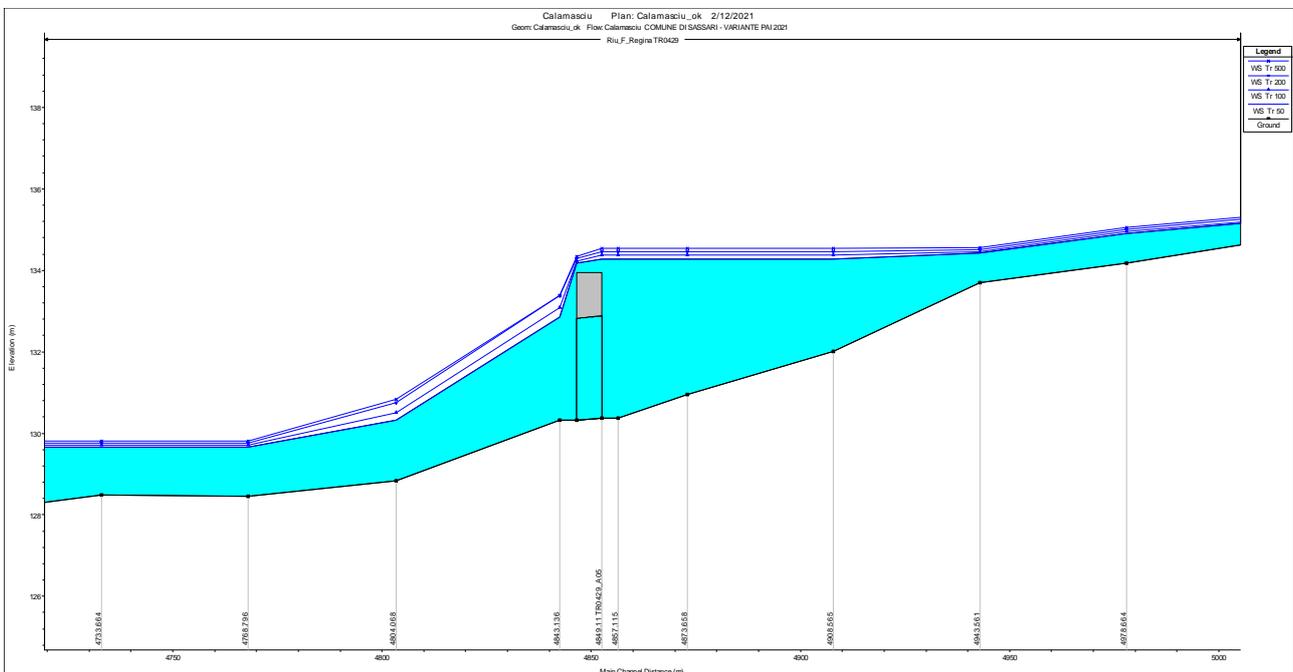


Figura 157 - ATTRAVERSAMENTO a sez. 5262 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

Gli attraversamenti della Linea Ferroviaria successivi sino alla Frazione di Caniga e quello della S.V. Funtana di Lu Coibu, sono tutti insufficienti al transito delle portate con Tr 50 anni; la figura seguente mostra che in tutti i casi si verifica il sormonto del piano ferro e della carreggiata viaria.

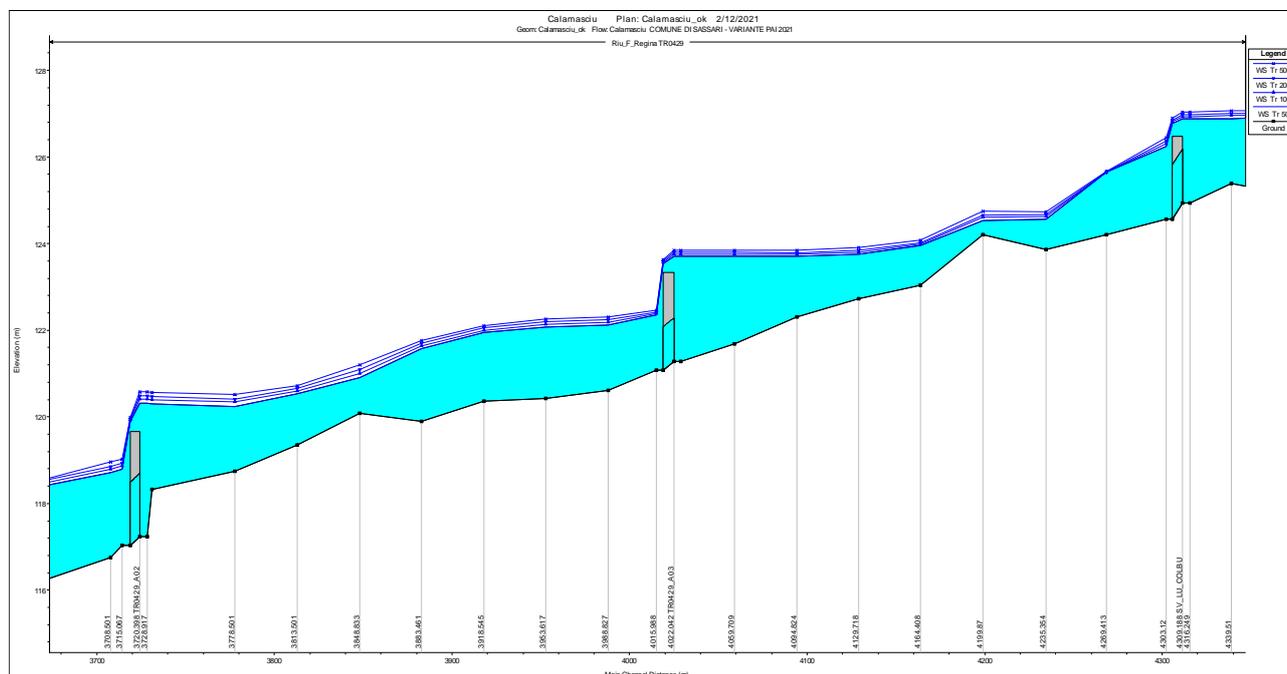


Figura 158 - ATTRAVERSAMENTI alle sezz. 4309, 4022, 3720 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno

L'attraversamento in corrispondenza dell'accesso dalla strada statale 127 bis all'abitato della frazione di Caniga è stato ridefinito all'interno di un progetto di recente ultimazione finalizzato alla riduzione delle aree di allagamento della zona a monte dello stesso perimetrata Hi4 all'interno del Piano di Assetto Idrogeologico. Alla precedente tombinatura di dimensioni nette 3.5 m per 1.8 m è stato affiancato, con la tecnica "spingi tubo" un ulteriore tombinatura di 3 m di luce per 4.2 m di altezza. Si può osservare come allo stato attuale l'attraversamento non sia comunque idoneo a far defluire le portate cinquantenarie, con il profilo della corrente che sormonta la carreggiata a causa dell'effetto di sbarramento esercitato dal rilevato. Analogamente si osserva per l'attraversamento ferroviario e per quello stradale della vecchia S.S.127bis.

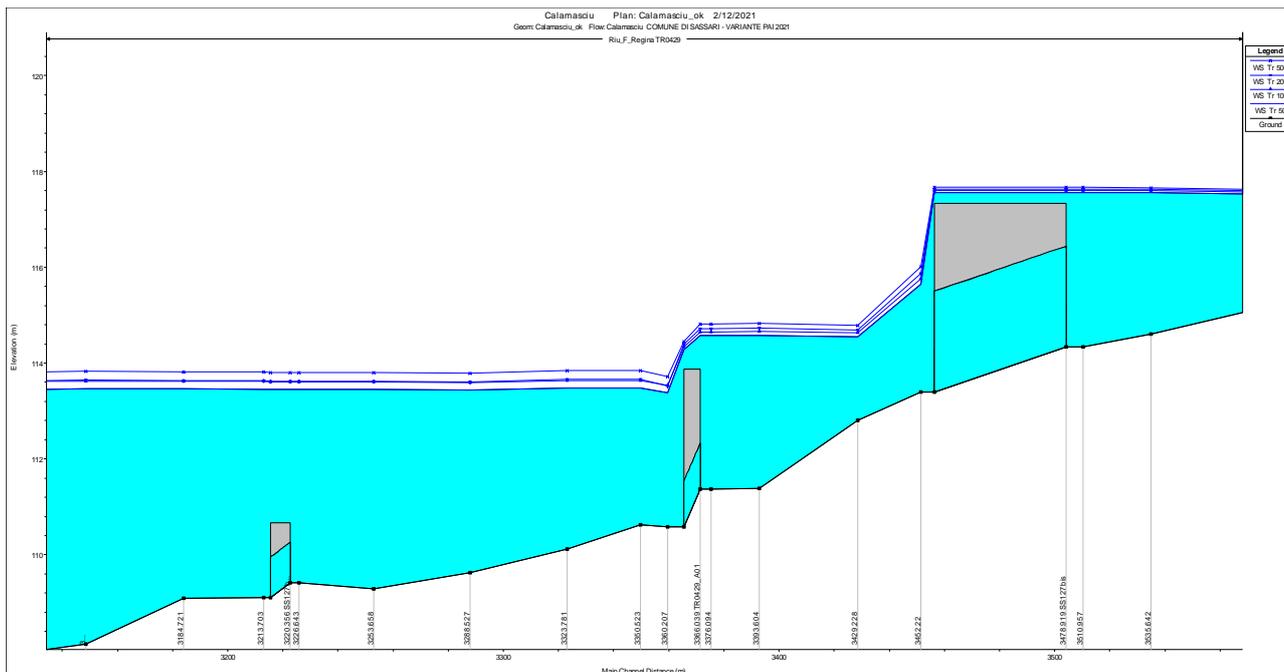


Figura 159 - ATTRAVERSAMENTI presso l’abitato di Caniga - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

L’attraversamento alla progressiva 3095 si trova in corrispondenza della linea ferroviaria a scartamento ridotto Sassari – Alghero. L’attraversamento risulta di dimensioni ragguardevoli in quanto la luce, pari a 5 m, comprende sia l’alveo fluviale che una strada non asfaltata.

Dalla Figura 160 si può osservare come i profili della corrente risultano disturbati dalla presenza immediatamente a valle di un ulteriore attraversamento alla progressiva 3052 (Figura 161) che presenta una particolare geometria con la presenza contemporanea di più tombinature poste a quote differenti.

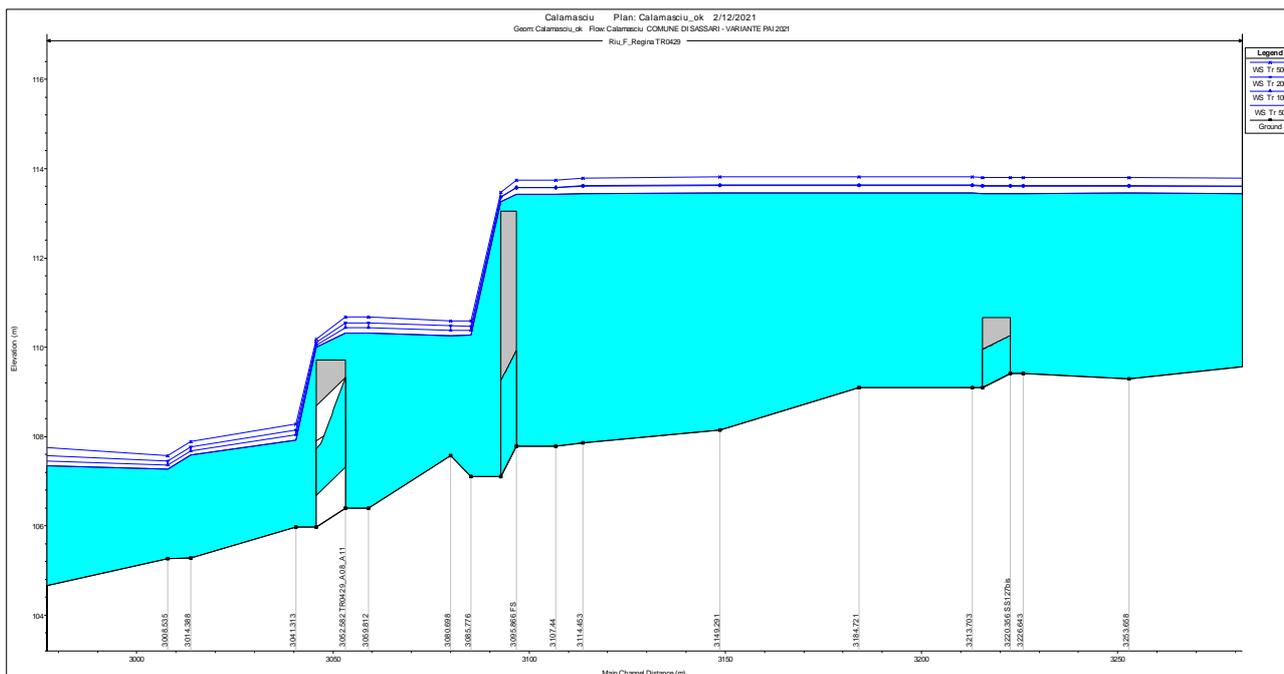


Figura 160 - ATTRAVERSAMENTO 10 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

COMUNE DI SASSARI
Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

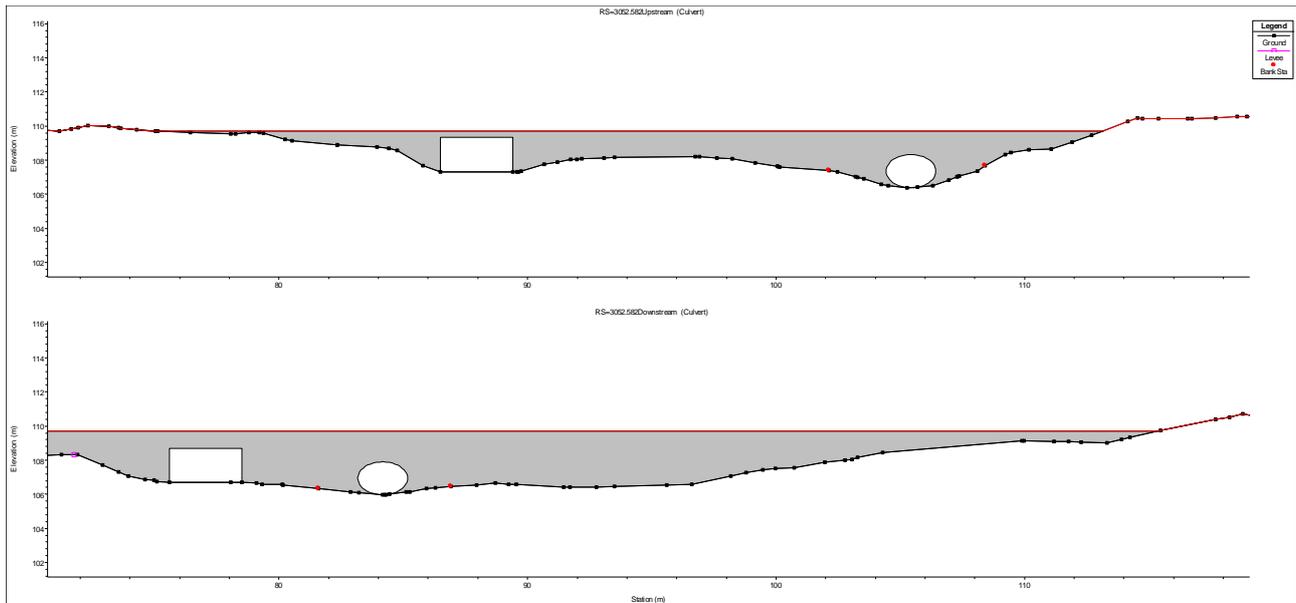


Figura 161 - ATTRAVERSAMENTO alla sez. 3052 sezione di monte e sezione di valle

Ad esclusione degli attraversamenti descritti precedentemente (4 attraversamenti su 21), tutti i restanti analizzati risultano insufficienti allo smaltimento anche delle portate minori calcolate per il tempo di ritorno di 50 anni con importanti fenomeni di rigurgito ed estensione delle aree di allagamento a monte degli stessi (come riscontrabile dall'analisi delle aree di allagamento presente in questa relazione e dalle tavole allegate).

17 RIO ERTAS

Il rio Ertas si sviluppa nel settore meridionale del territorio comunale ed è affluente diretto del rio Mannu di Porto Torres, dove confluisce a quota prossima a 8,00 m s.l.m. Il tratto analizzato ricadente nel territorio del Comune di Sassari, ha sviluppo complessivo di circa 4900 m, cui si aggiunge quello del principale affluente in destra pari a circa 6950 m. Il fiume scorre in aree pressochè inedificate ma è interessato dall'interferenza di alcuni attraversamenti stradali e ferroviari che ne incrementano il livello di pericolosità idraulica in caso di piena.

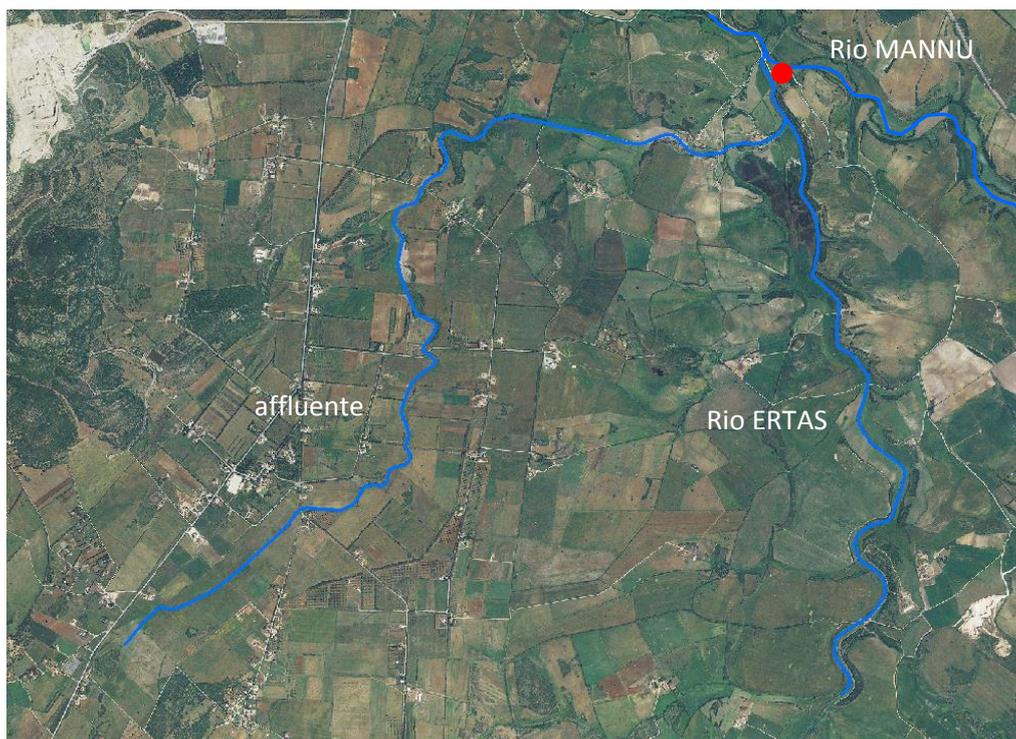


Figura 162 – immagine satellitare con le aste fluviali del rio Ertas e affluente e confluenza nel rio Mannu

CALCOLI IDROLOGICI

Il bacino idrografico totale è quello sotteso alla sezione di chiusura individuata alla quota 8.00 m s.l.m., in corrispondenza della confluenza con il rio Mannu. Esso è composto da 4 sottobacini di cui la Figura 163 seguente ne illustra la suddivisione.

Il bacino 3 è proprio dell'affluente in sinistra, i primi due sono del solo Ertas mentre il 4 è relativo alla porzione a valle della confluenza tra i due e a monte della sezione di chiusura scelta in corrispondenza con il rio Mannu.

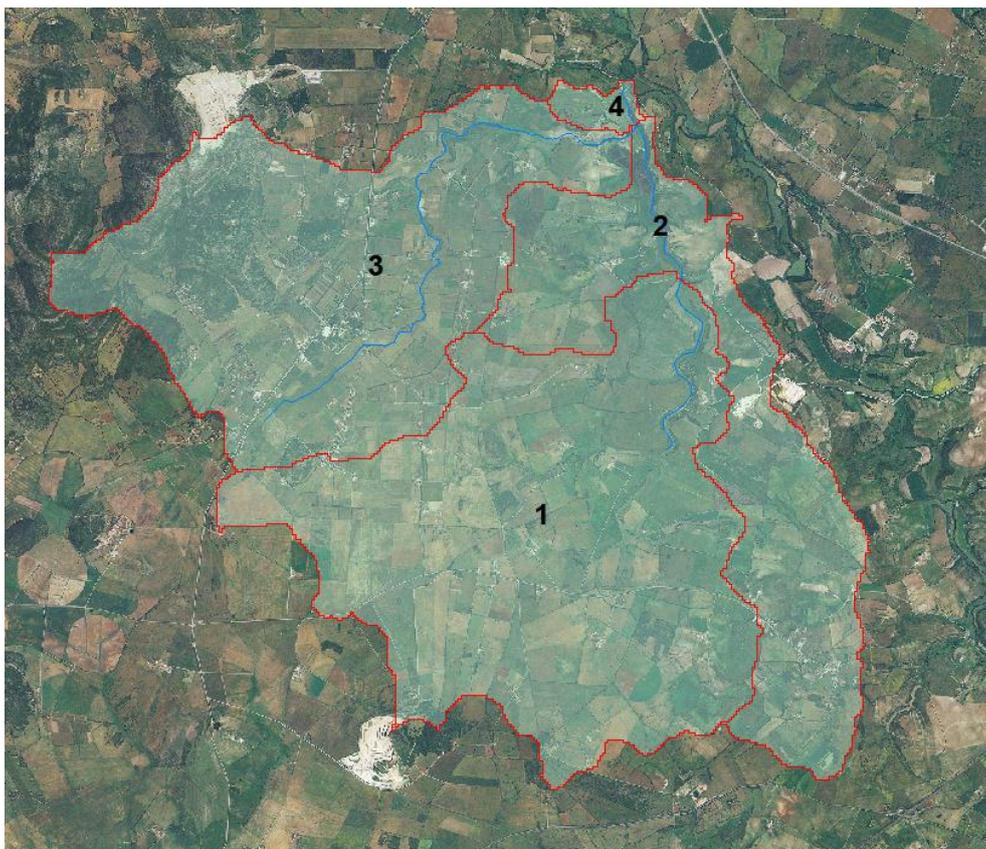


Figura 163 – immagine satellitare dei sottobacini studiati per il calcolo delle portate di piena

Per ciascun sottobacino sono stati calcolati i valori del CN i cui risultati per il CN III sono riferiti nella **Tabella 23**, unitamente alle caratteristiche dei sottobacini utilizzati per lo studio delle aste dell'affluente e dell'Ertas.

Tabella 23- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini delimitati nello studio del Rio Ertas

SOTTO BACINI	1	2	3 (affl.)	4
CN(III)	95.54	95.52	94.65	95.22
Lunghezza asta principale (m)	8907	10792	11349	11988
Area (kmq)	20.14	30.06	15.48	50.42
Pendenza media bacino	0.0227	0.0294	0.0749	0.046
Altitudine massima bacino	136.03	136.03	337.03	337.03
Altitudine media bacino	64.28	61.05	89.55	69.16
Altitudine alla sezione di chiusura (m)	14.36	7.05	7.06	6.74

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

Pendenza media asta principale	0.0137	0.012	0.0291	0.0276
--------------------------------	--------	-------	--------	--------

La mappatura dell'uso del suolo per l'intero bacino è riportata nella seguente Figura 164. Si osservi che la maggior parte della superficie è adibita ad aree agricole (seminativi o pascoli) o a boschi e aree verdi in genere. Sono quasi assenti le aree impermeabili, limitate alla viabilità e a sporadiche costruzioni rurali.

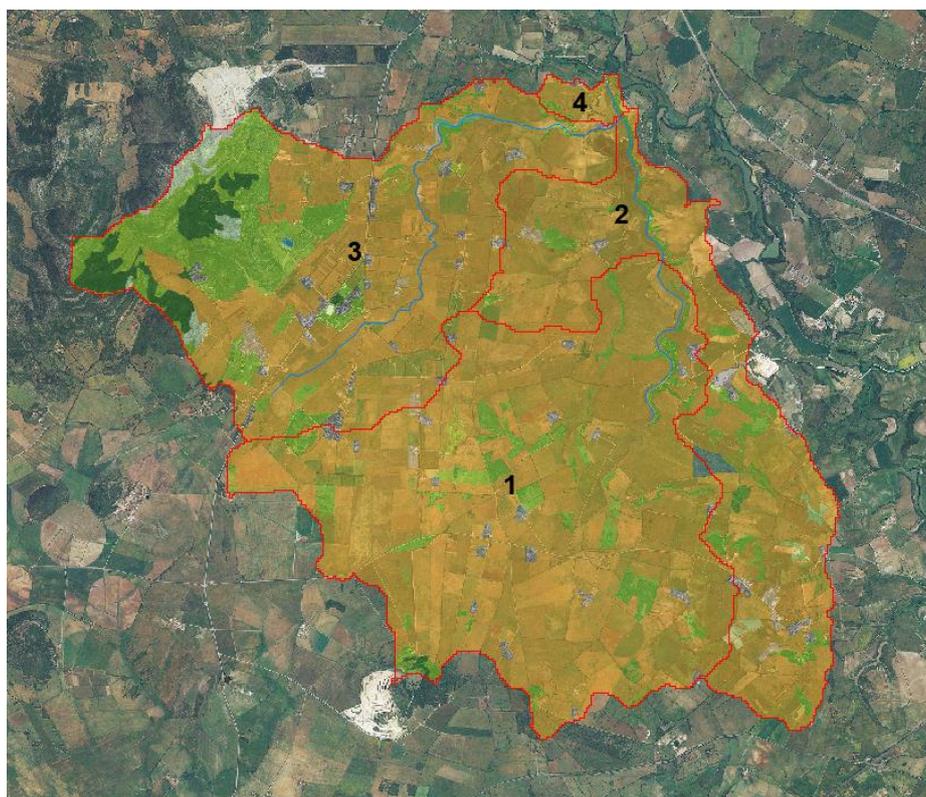


Figura 164 – carta dell'uso del suolo nei bacini in esame (rio Ertas)

- Aree a pascolo naturale
- Aree a ricolonizzazione naturale
- Aree agroforestali
- Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali importanti
- Aree verdi urbane
- Boschi di latifoglie
- Campeggi, aree sportive e parchi di divertimento
- Cantieri
- Cimiteri
- Colture in serra
- Colture temporanee associate all'olivo
- Formazioni di ripa non arboree
- Insediamenti industriali/artigianali e commerciali, con spazi annessi
- Insediamento di grandi impianti di servizi
- Macchia mediterranea
- Oliveti
- Prati artificiali
- Reti ferroviarie comprese le superfici annesse (stazioni, smistamenti, depositi ecc)
- Reti stradali e spazi accessori (svincoli, stazioni di servizio, aree di parcheggio ecc)
- Seminativi in aree non irrigue
- Sistemi colturali e particellari complessi
- Tessuto agro-residenziale sparso e fabbricati rurali a carattere tipicamente agricolo o rurale
- Tessuto discontinuo (extraurbano)
- Tessuto residenziale compatto e denso
- Tessuto residenziale rado

Figura 165 - Legenda carta dell'uso del suolo per i sottobacini del rio Ertas

Si rimanda all'allegato “*B - Report dei calcoli idrologici*” per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni.

ANALISI IDRAULICA

Le aste fluviali in esame sono state studiate suddividendo il reticolo in 4 porzioni denominate nel modello matematico con le seguenti etichette:

Affluente ovest - (sottobacino 3)

Ertas – tratto monte (sottobacino 1)

Ertas – tratto monte (sottobacino 2)

Ertas – tratto valle (sottobacino 4)

Lungo l’affluente ovest sono stati individuati n. 4 attraversamenti di manufatti stradali, mentre lungo il rio Ertas 3. Le sezioni trasversali individuate sono complessivamente 78.

Le portate considerate nelle simulazioni sono riepilogate nella seguente tabella:

Tabella 24 – riepilogo delle portate di piena utilizzate nelle simulazioni per ciascun sottobacino

sezioni	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
7350	85.195	100.875	116.663	137.642
4994	101.75	119.517	137.345	160.961
2233	135.622	159.104	182.649	213.813

331	234.702	276.368	318.211	373.674
------------	---------	---------	---------	---------

17.1.1 Descrizione delle aree di allagamento

Le aree di allagamento originate dalle portate di piena per i 4 tempi di ritorno sono costituite prevalentemente dalle portate cinquantenarie; si osserva pertanto che le superfici interessate dagli allagamenti sono soggette quasi integralmente a pericolosità idraulica molto elevata e rientrano in Hi4.

In prossimità della confluenza del rio Ertas con l’affluente in sinistra, si verifica un notevole incremento delle superfici a pericolosità idraulica molto elevata a monte degli attraversamenti di alcune infrastrutture viarie secondarie, con larghezze massime prossime a 200 m.

Nell’immagine a sinistra si osserva che gli allagamenti presentano larghezze superiori a monte a causa della minore pendenza e della presenza degli effetti provocati dal rigurgito proveniente dal primo attraversamento insufficiente, con valori di 200 m; nella porzione di destra sono evidenziati due restringimenti in corrispondenza di altrettanti attraversamenti insufficienti con larghezze di 180 m.

Nelle zone a pericolosità idraulica del tratto di monte del rio Ertas si osserva che le larghezze sono crescenti verso valle e presentano un vistoso incremento in prossimità della confluenza con il rio secondario e più a valle con il Mannu, maggiormente visibile nella figura seguente, peraltro sede di un attraversamento stradale, con valori prossimi a 600 m.

17.1.2 Analisi degli attraversamenti

Il corso d’acqua affluente ovest, presenta 4 attraversamenti in corrispondenza di strade secondarie (comunali) risultati tutti insufficienti al passaggio delle portate di piena.

Le seguenti Figura 166, Figura 167 e Figura 168 illustrano le criticità dovute alla tracimazione dei tiranti idrici al di sopra dei piani viari con altezze d’acqua variabili tra 0.20 e 1.60 m e con importanti allargamenti delle aree inondate a monte dovuti a tali incrementi.

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

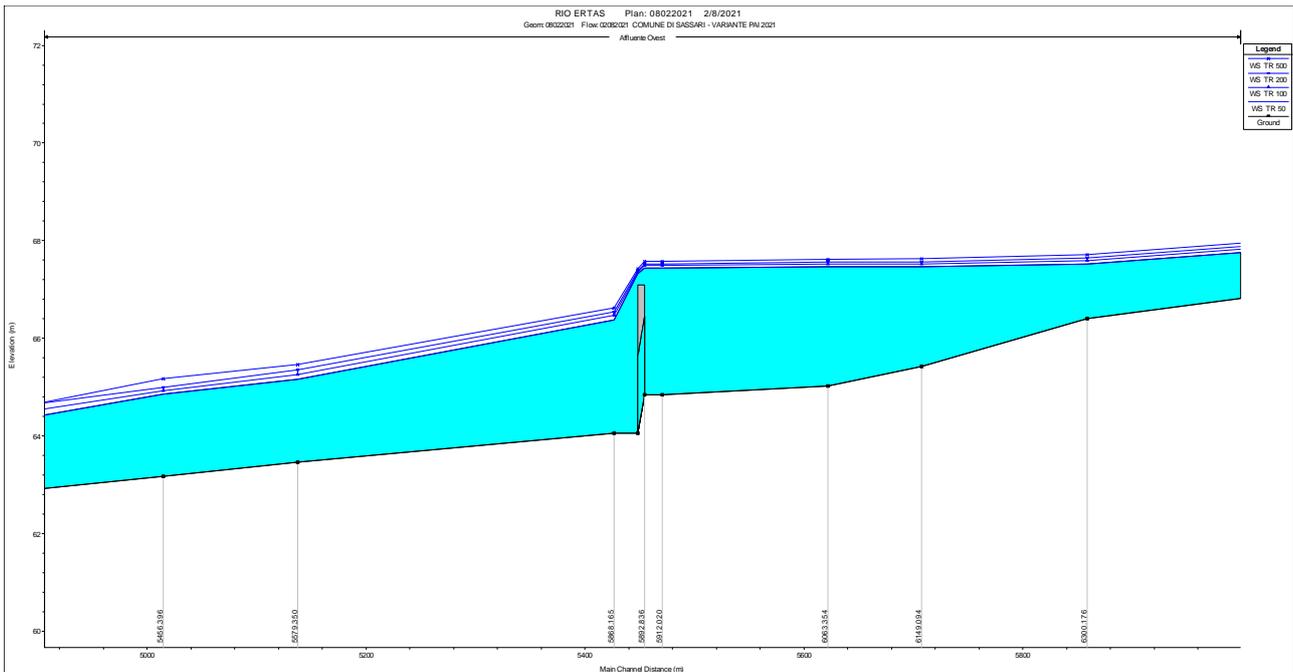


Figura 166 – profili di moto permanente in corrispondenza dell’attraversamento alla sez. 5892 – affluente ovest del rio Ertas

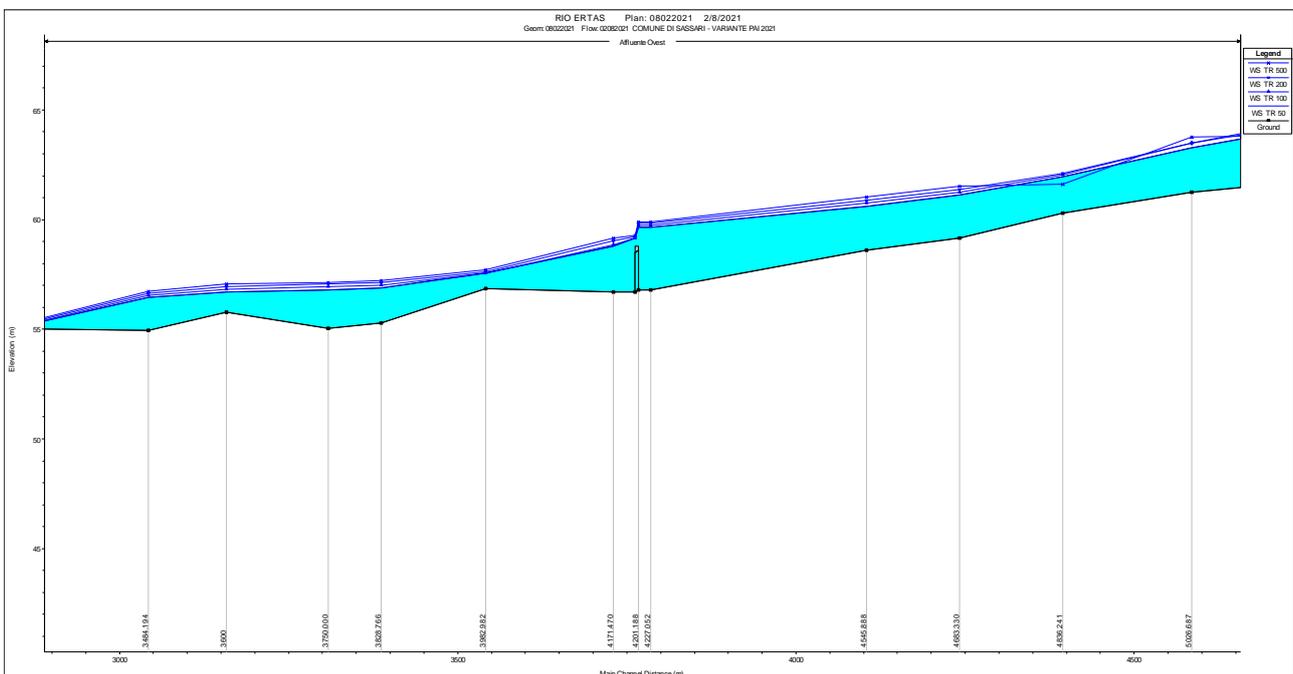


Figura 167 – profili di moto permanente in corrispondenza dell’attraversamento alla sezione 4201 – affluente ovest del rio Ertas

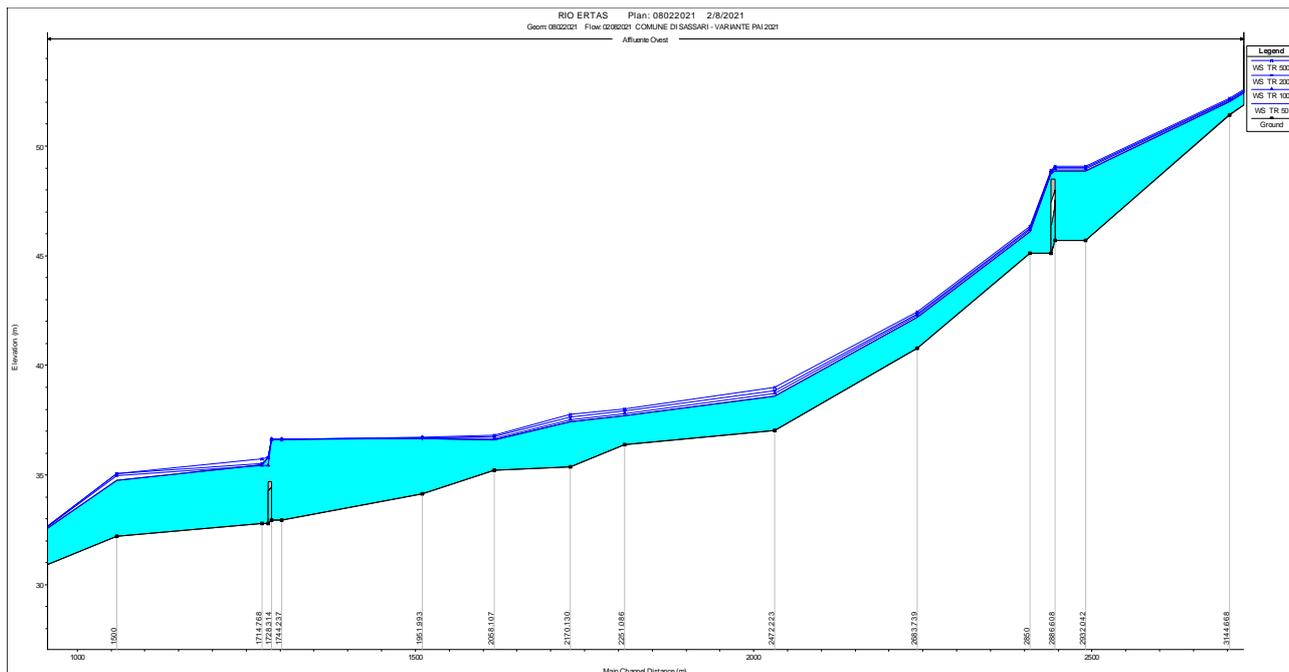


Figura 168 – profili di moto permanente in corrispondenza degli attraversamenti alle sez. 2886 e 1728 – affluente ovest del rio Ertas

Lungo il tratto di monte del rio Ertas sono presenti gli attraversamenti A5 e A6, entrambi insufficienti al passaggio delle portate studiate e sommersi seppur con altezze d’acqua che non superano i 60 cm per i tempi di ritorno più gravosi.

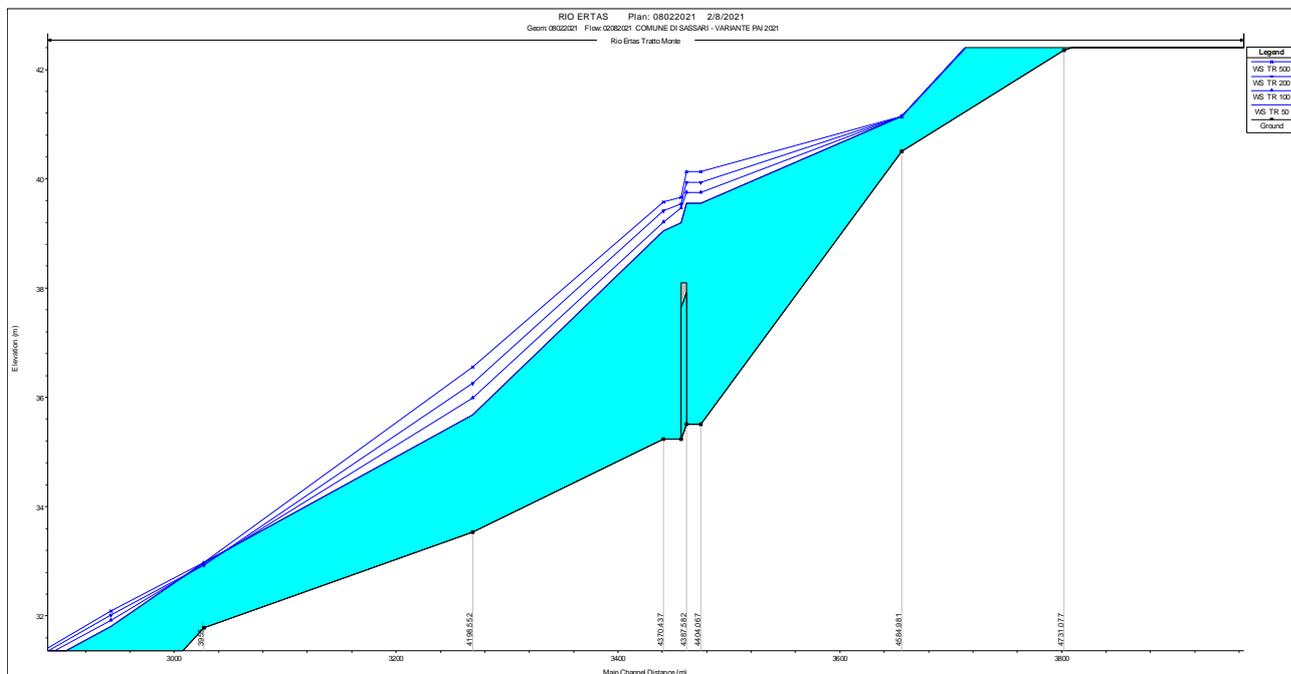


Figura 169 – profili di moto permanente in corrispondenza dell’attraversamento alla sez. 4404 del rio Ertas

Nel tratto di valle, in prossimità della confluenza con il rio Mannu di Porto Torres è presente un sottopasso insufficiente al transito delle portate di piena calcolate.

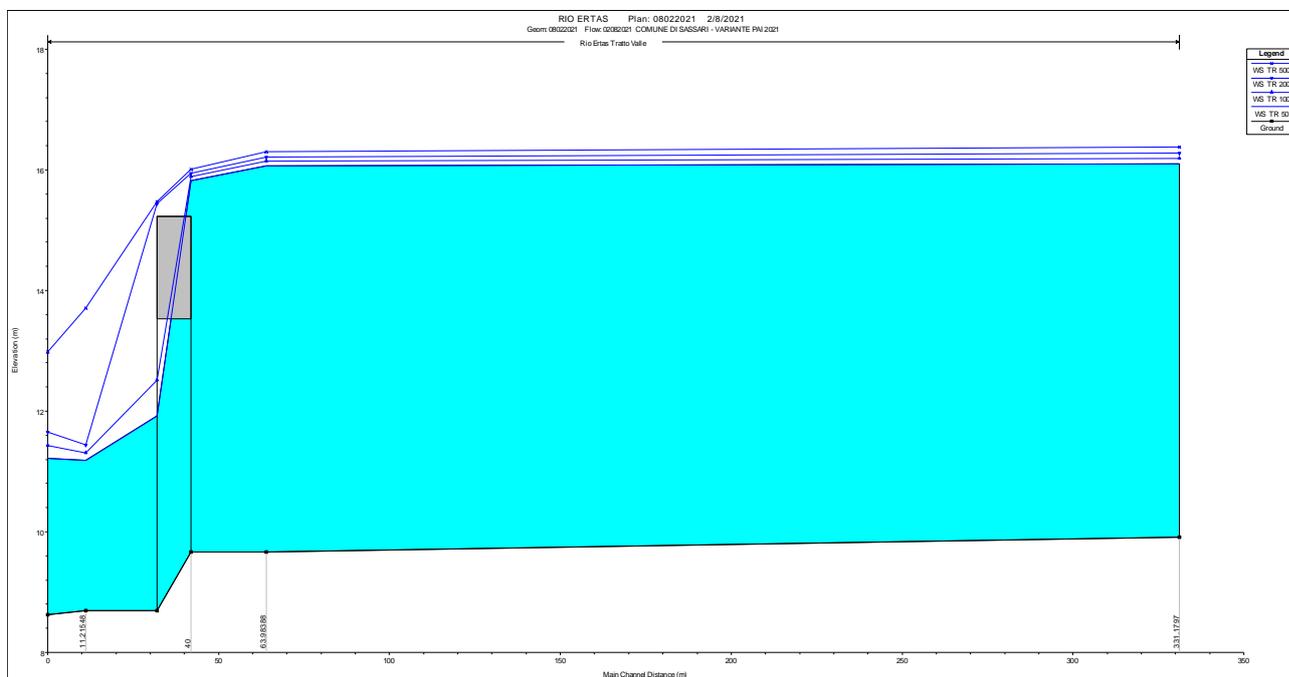


Figura 170 – profili di moto permanente in corrispondenza dell’attraversamento a sez. 40 del rio Ertas

In sintesi tra i 7 attraversamenti complessivi presenti nel sistema rio Ertas-affluente ovest, nessuno presenta la sezione trasversale sufficiente al passaggio di tutte le portate di piena; tuttavia i tiranti idrici delle correnti in transito al di sopra delle superfici viarie sono modesti.

18 RIO MANNU

Per lo studio del rio Mannu, in accordo con l’Agenzia di Distretto Idrografico, si è stabilito di utilizzare le conclusioni emerse nell’ambito del vigente Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, che ha simulato le condizioni di moto dell’intera asta fluviale per i tempi di ritorno adottati nel presente lavoro. Pertanto, la Carta della Pericolosità idraulica ad esso relativa proposta è costituita dalle aree di allagamento derivate dal PSFF per la porzione di territorio in esame.

19 RIO ALIDERRU

CALCOLI IDROLOGICI

Come è evincibile dalla Figura 171, al fine del calcolo delle portate, si sono utilizzati due sottobacini ottenuti con sezioni di chiusura poste progressivamente più a valle.



Figura 171 - Suddivisione in sottobacini per il Rio Aliderru

Le modeste dimensioni del bacino idrografico e la pressoché uniformità delle caratteristiche pedologiche, non si riscontra infatti presenza di territorio edificato o urbanizzato ma solo classi legate all'utilizzo agricolo o a terreno naturale, fa sì che vi sia pochissima differenza nei CN dei sottobacini.

Dalla Figura 173 e dalla Figura 174 è possibile constatare come tra i due sottobacini intercorra una differenza inferiore all'unità per il CN(II) e pari a circa 0.4 per il CN(III)

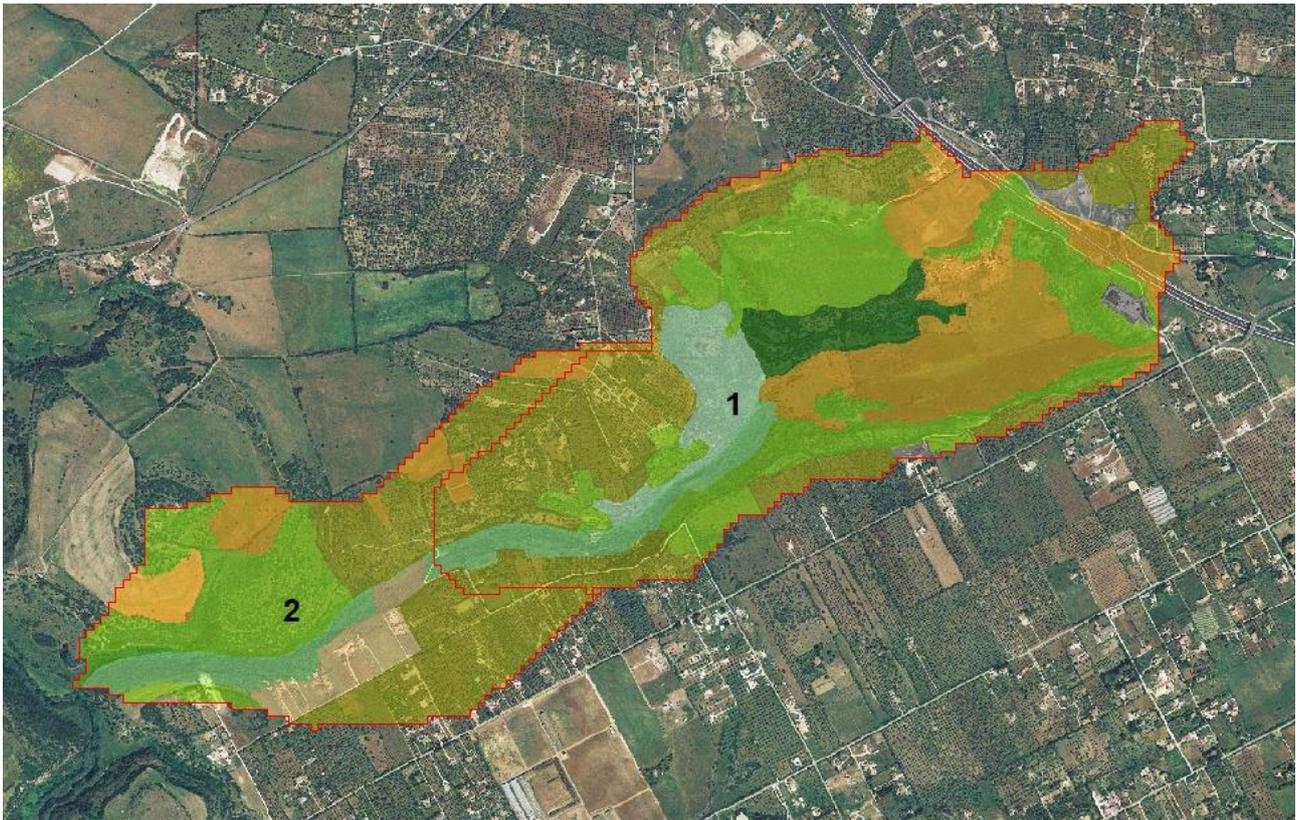


Figura 172- Elaborazione della carta dell'uso del suolo per il Rio Aliderru

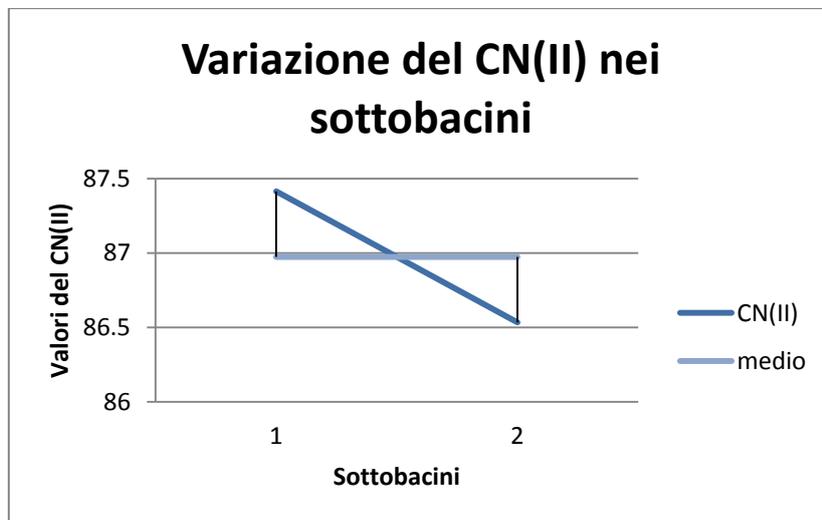


Figura 173 – Andamento del CN(II) nei sottobacini per il rio Aliderru

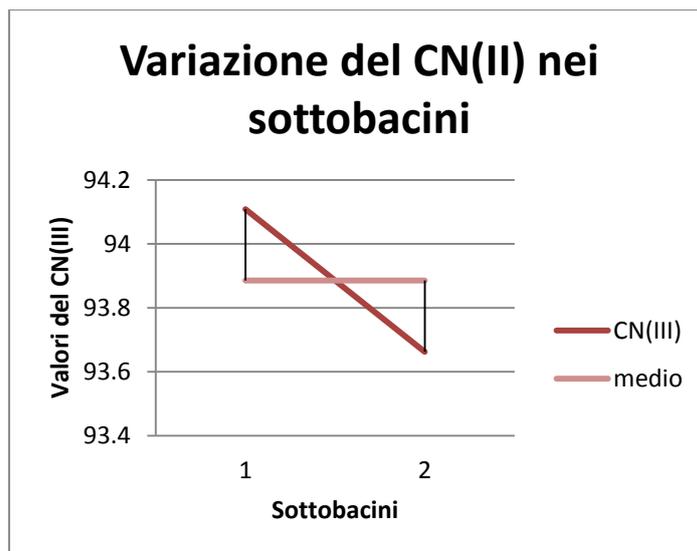


Figura 174 – Andamento del CN(III) nei sottobacini per il rio Aliderru

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

BACINI	1	2
CN(III)	94.10	93.66
Lunghezza asta principale (m)	2731	3905
Area (kmq)	1.50	2.21
Pendenza media bacino	0.1701	0.1615
Altezza massima bacino	213.20	213.20
Altezza media bacino	155.42	137.41
Altezza alla sezione di chiusura (m)	77.38	35.8
Pendenza media asta principale	0.0497	0.0454

Si rimanda all'allegato "B - Report dei calcoli idrologici" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni.

ANALISI IDRAULICA

L'analisi è stata condotta per una lunghezza pari a circa 2.2 km. La morfologia dell'alveo e delle zone di allagamento è stata discretizzata attraverso 74 sezioni poste ad interasse di 40 m.

La modellazione del rio ha origine nella sezione che sottende un bacino imbrifero di 1 kmq e termina in corrispondenza della confluenza con il Rio Mannu.

Le simulazioni sono state condotte in corrente lenta imponendo come condizione al contorno il passaggio della corrente nella condizione critica.

16.2.1 Descrizione delle aree di allagamento

Nella figura seguente è illustrato il risultato ottenuto dalle elaborazioni matematiche in moto permanente per l'intera asta.

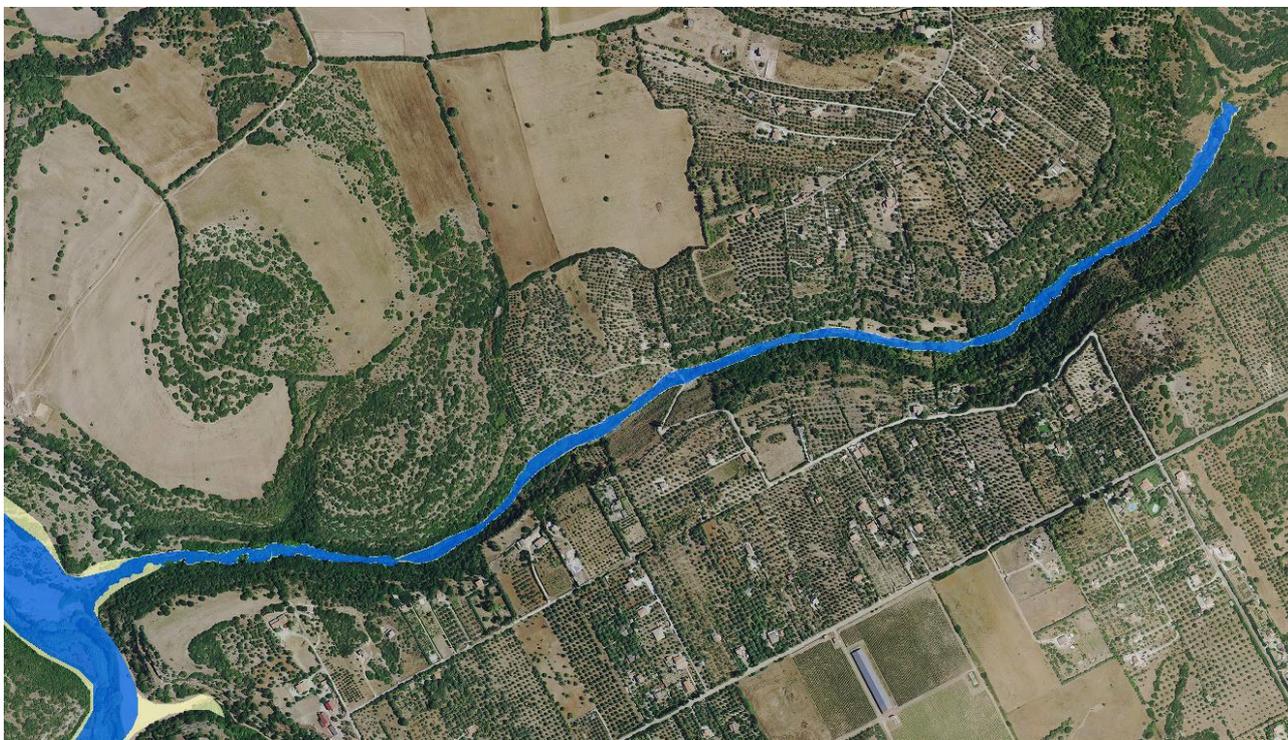


Figura 175 – aree a pericolosità idraulica del Rio Aliderru

E' possibile osservare come le aree di allagamento non interessino elementi sensibili e, grazie alla marcata incisione della valle, siano di dimensioni contenute.

16.2.2 Analisi degli attraversamenti

E' stato analizzato un unico attraversamento stradale situato in corrispondenza dell'intersezione dell'asta fluviale con una strada privata di accesso ai fondi agricoli.

COMUNE DI SASSARI
Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

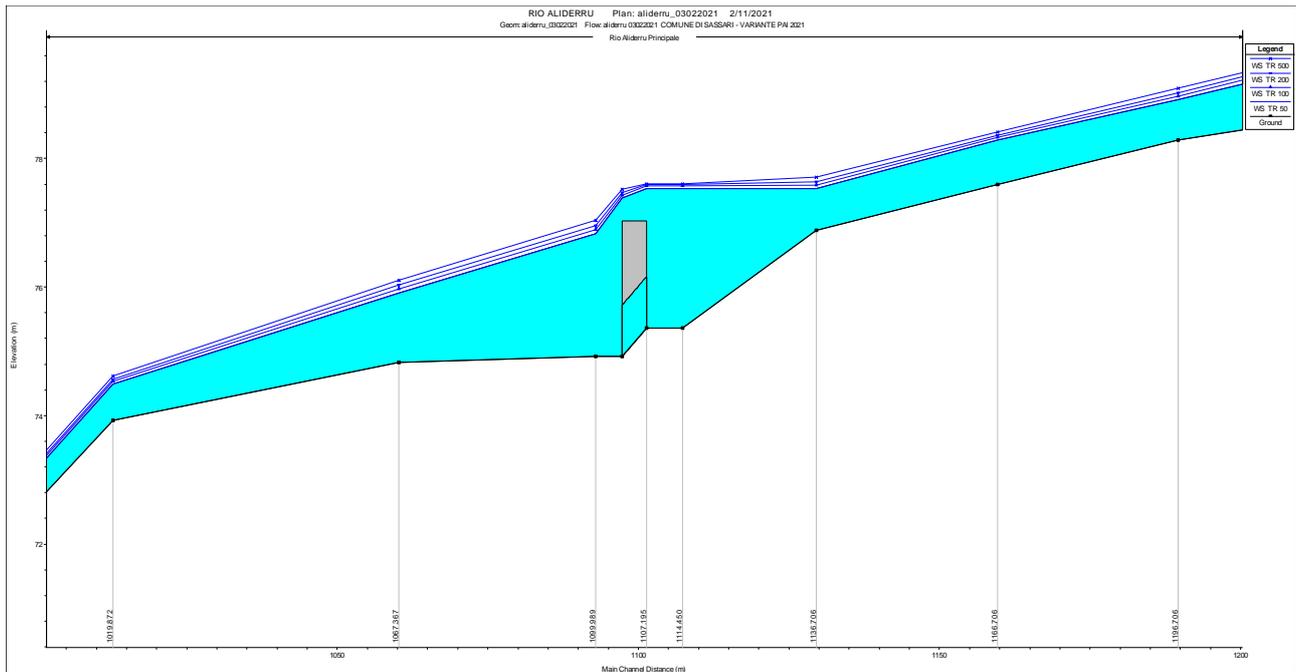


Figura 176 - ATTRAVERSAMENTO a sez. 1107 - profilo idraulico per i 4 tempi di ritorno analizzati

E' possibile osservare dalla Figura 176 come la sezione idraulica disponibile al deflusso della corrente sia del tutto insufficiente per le portate adottate con conseguente innalzamento del pelo libero e comportamento a stramazzo. L'elemento stradale, nel tratto interessato dall'allagamento, è per questo da considerarsi a pericolosità idraulica molto elevata.

20 AREA DI TRUNCU REALE

I seguenti paragrafi illustrano gli specifici calcolo idrologici ed idraulici condotti per i tratti del reticolo idrografico comunali ricadenti all'interno o in prossimità dell'area di Truncu Reale.

Nel complesso lo studio ha riguardato 22.5 km divisi in 3 aste. Si è utilizzata una discretizzazione della morfologia del terreno attraverso 225 sezioni trasversali poste ad interasse medio di 90 m l'una dall'altra.

La modellazione ha origine in prossimità dell'edificato urbano della frazione di Li Punti e termina in corrispondenza della confluenza dell'asta principale di Truncu Reale nel Rio Ottava.

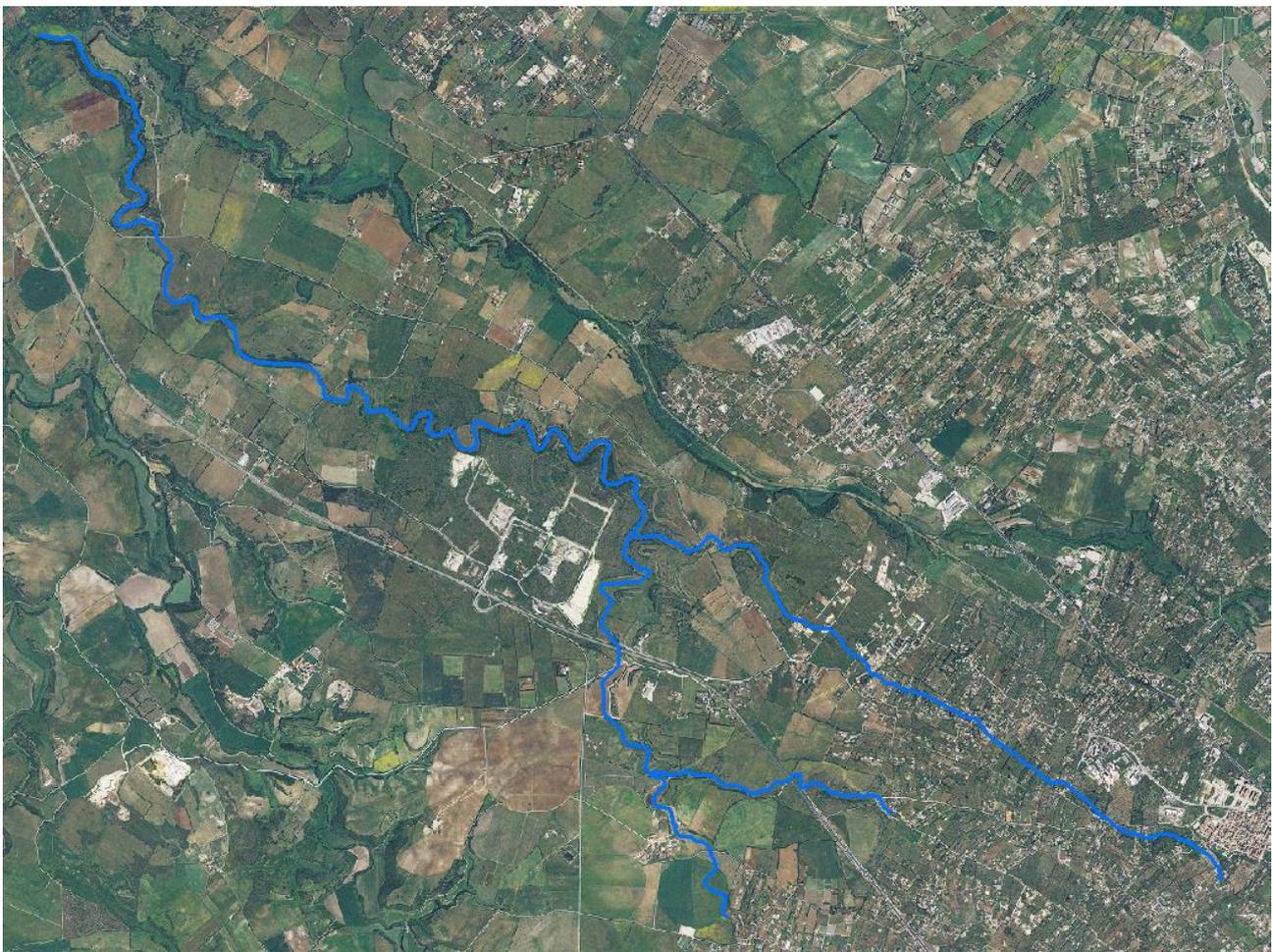


Figura 177 – reticolo idrografico gravante sull'area di Truncu Reale

CALCOLI IDROLOGICI

La Figura 178 illustra i diversi sottobacini idrografici utilizzati nello studio della zona di Truncu Reale al fine della determinazione delle portate di calcolo.

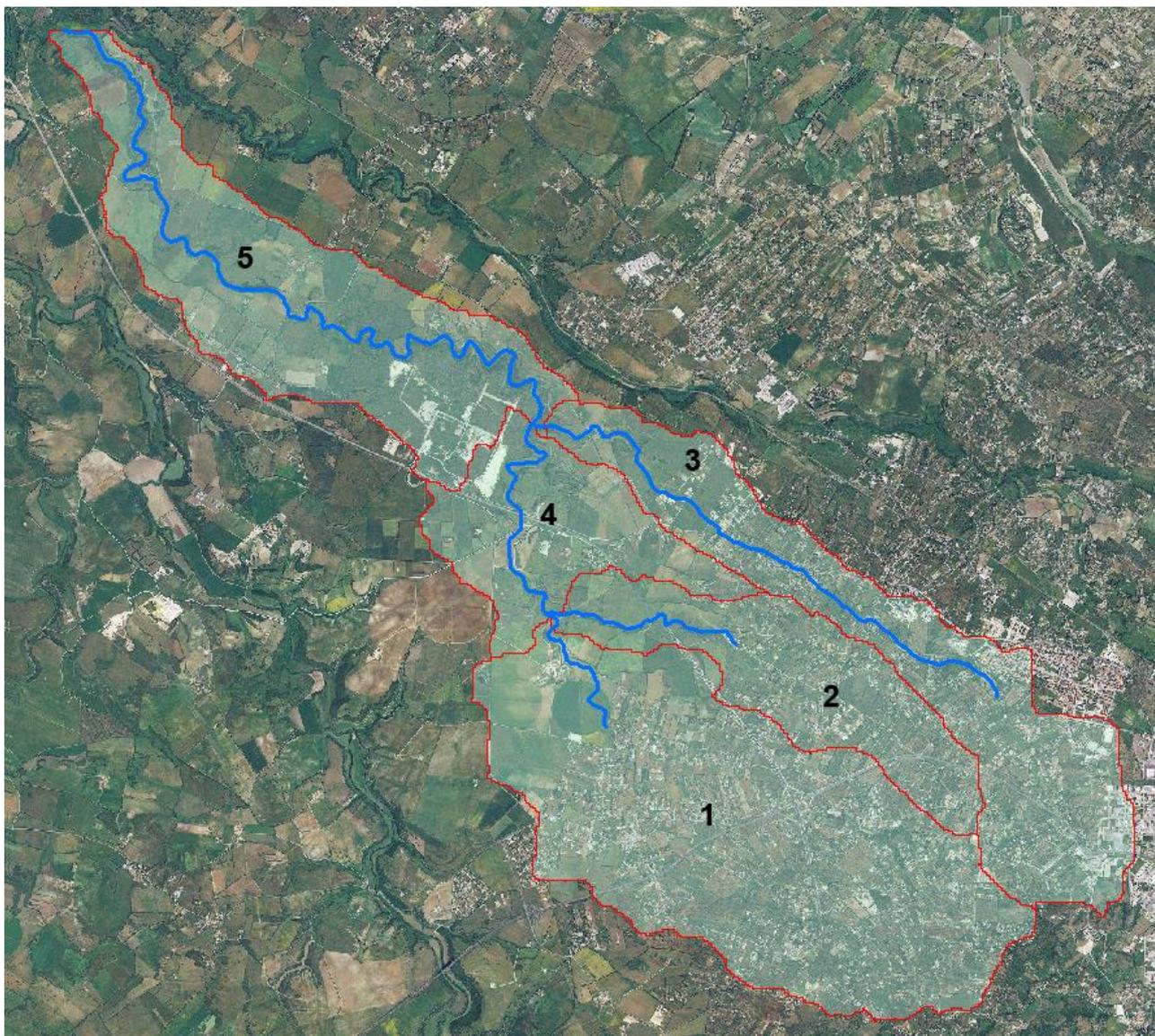


Figura 178 – Sottobacini idrografici per l’area di Truncu Reale

L’analisi della carta dell’uso del suolo evidenzia come, escludendo le zone occupate dalla viabilità extraurbana principale ed alcune aree edificate sia residenziale che destinate ad attività produttive, vi sia per tutti i sottobacini una maggioranza di aree con impianto di oliveti oppure utilizzate per attività agricola seminativa.

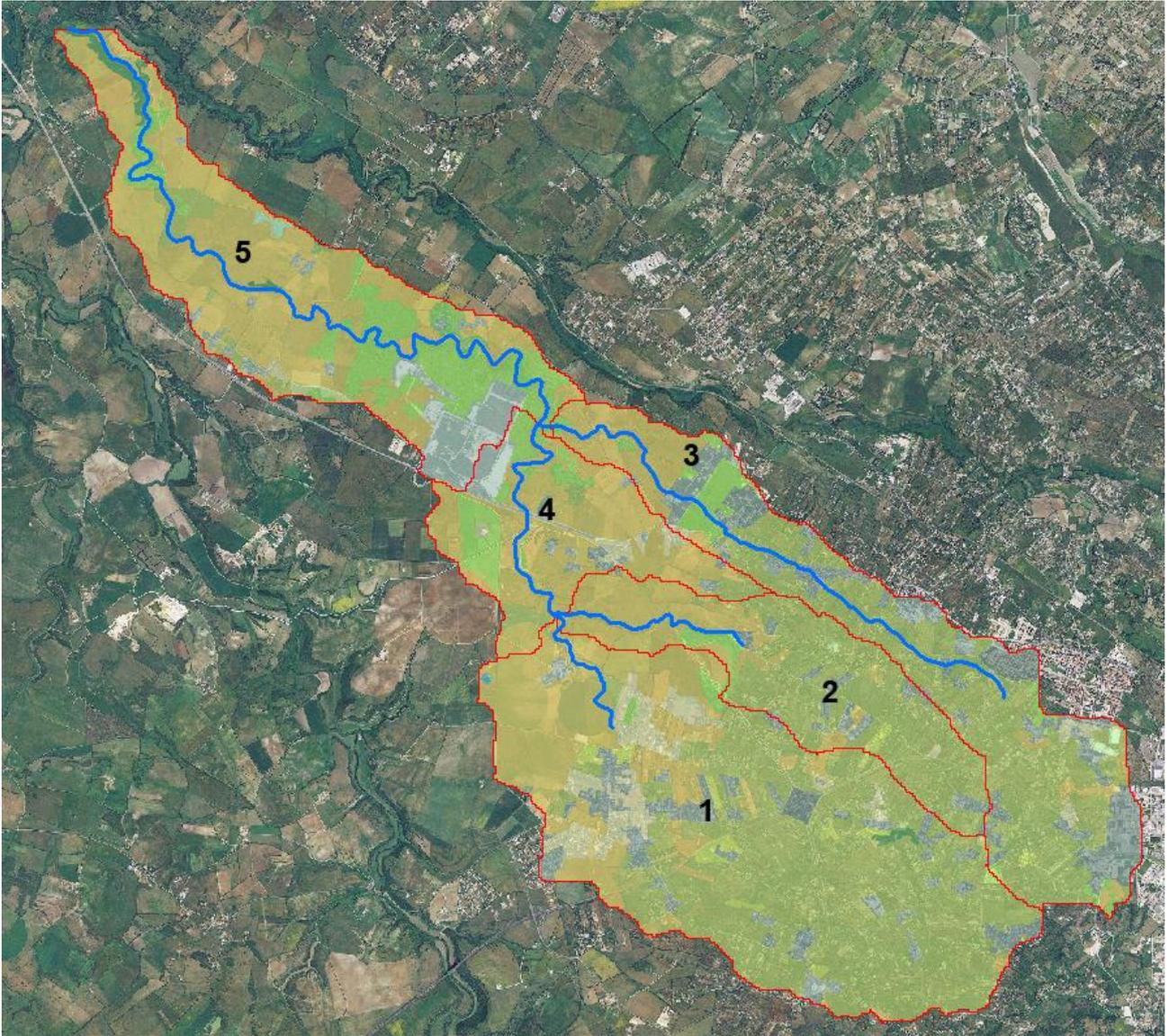


Figura 179 - Uso del suolo per i bacini idrografici dell'area di Truncu Reale

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

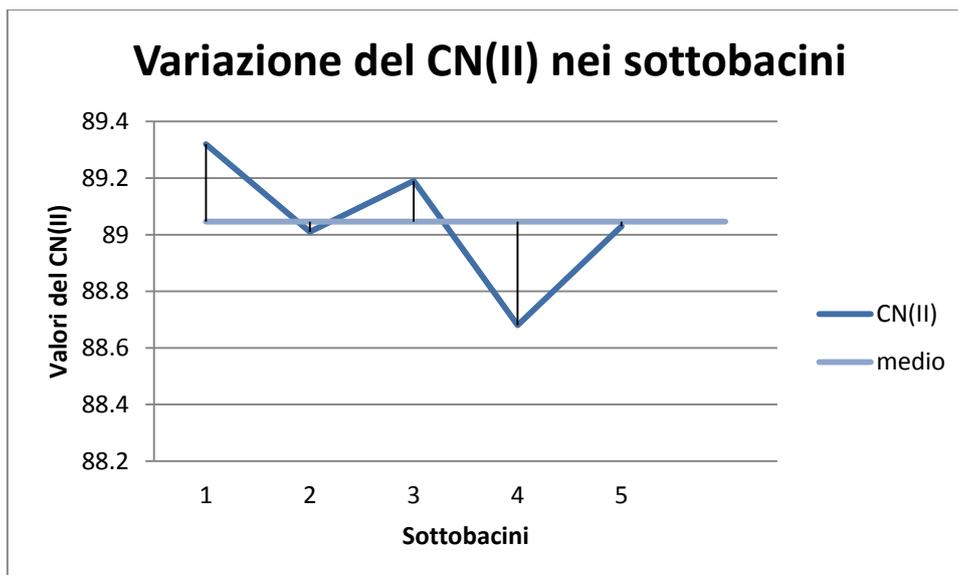


Figura 180 – Andamento del CN(II) nei sottobacini per la zona di Truncu Reale

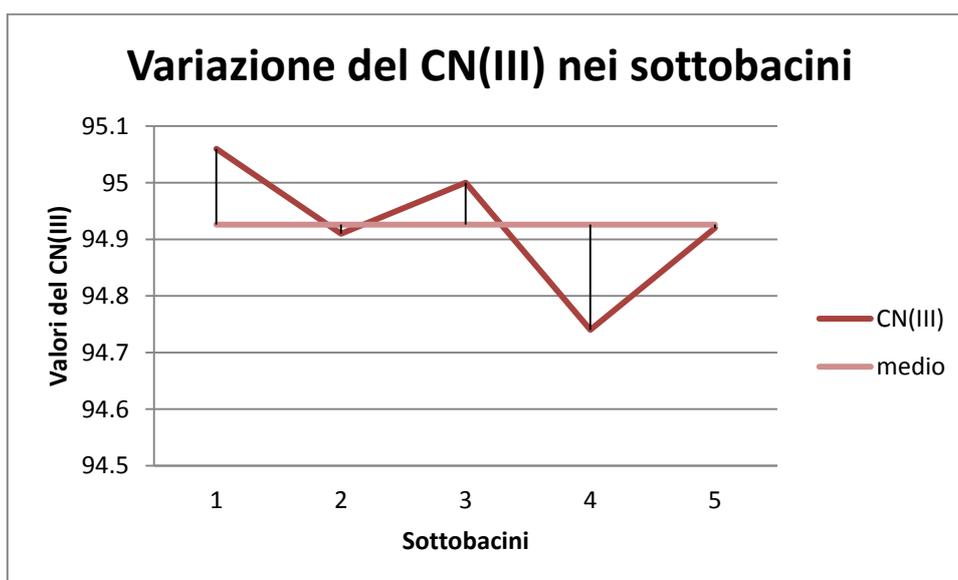


Figura 181 – Andamento del CN(III) nei sottobacini per la zona di Truncu Reale

E' possibile notare come le variazioni del CN per i diversi sottobacini siano minimi. Si ha infatti una variazione massima di CN(III) pari 0.32 e una variazione massima sulla media del CN(III) pari a 0.186.

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

Tabella 25- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini per la zona di Truncu Reale

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

BACINI	1	2	3	4	5
CN(III)	95.06	94.91	94.74	95.00	94.92
Lunghezza asta principale (m)	7457	5833	9369	9925	18929
Area (kmq)	12.67	4.18	6.89	20.48	35.12
Pendenza media bacino	0.0424	0.0470	0.0712	0.0428	0.0493
Altezza massima bacino	228.99	177.57	226.97	228.99	228.99
Altezza media bacino	118.34	102.4	115.1	106.69	94.76
Altezza alla sezione di chiusura (m)	63.41	63.16	53.58	51.34	6.65
Pendenza media asta principale	0.0222	0.0196	0.0185	0.0179	0.0117

Si rimanda all'allegato "*B - Report dei calcoli idrologici*" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni

Dall'analisi delle portate calcolate per i diversi sottobacini si può osservare come la somma delle portate dei sottobacini 1 e 2 sia di poco superiore alla portata calcolata per il sottobacino 4 e un discorso analogo può essere fatto per il sottobacino 5.

Per questo motivo al fine di garantire la continuità tra le portate affluenti nelle diverse confluenze presenti nello studio, laddove si è incorsi nella situazione sopra esposta, è stata assunta come portata per l'asta a valle la somma delle portate delle aste di monte.

ANALISI IDRAULICA

Come già accennato precedentemente lo studio ha riguardato 22.5 km divisi in 3 aste discretizzate con 225 sezioni trasversali poste ad interasse medio di 90 m l'una dall'altra. Le due confluenze tra le diverse aste sono state modellate attraverso l'apposita funzione Junction con bilanciamento energetico.

La modellazione è stata condotta in corrente lenta imponendo come condizione al contorno il passaggio attraverso l'altezza critica per l'ultima sezione di valle.

17.2.1 Descrizione delle aree di allagamento

Le aree di allagamento totali per l'area di studio sono illustrate nella figura seguente.



Figura 182 – Aree di allagamento per l'area di Truncu Reale

Dalla Figura 182 e dalle successive immagini di dettaglio delle aree di allagamento si riscontra come quest'ultime risultino estremamente limitate, soprattutto se confrontate con quelle del Rio Ottava posto più a Nord – Est, ma soprattutto del Rio Mannu posto ad Ovest.

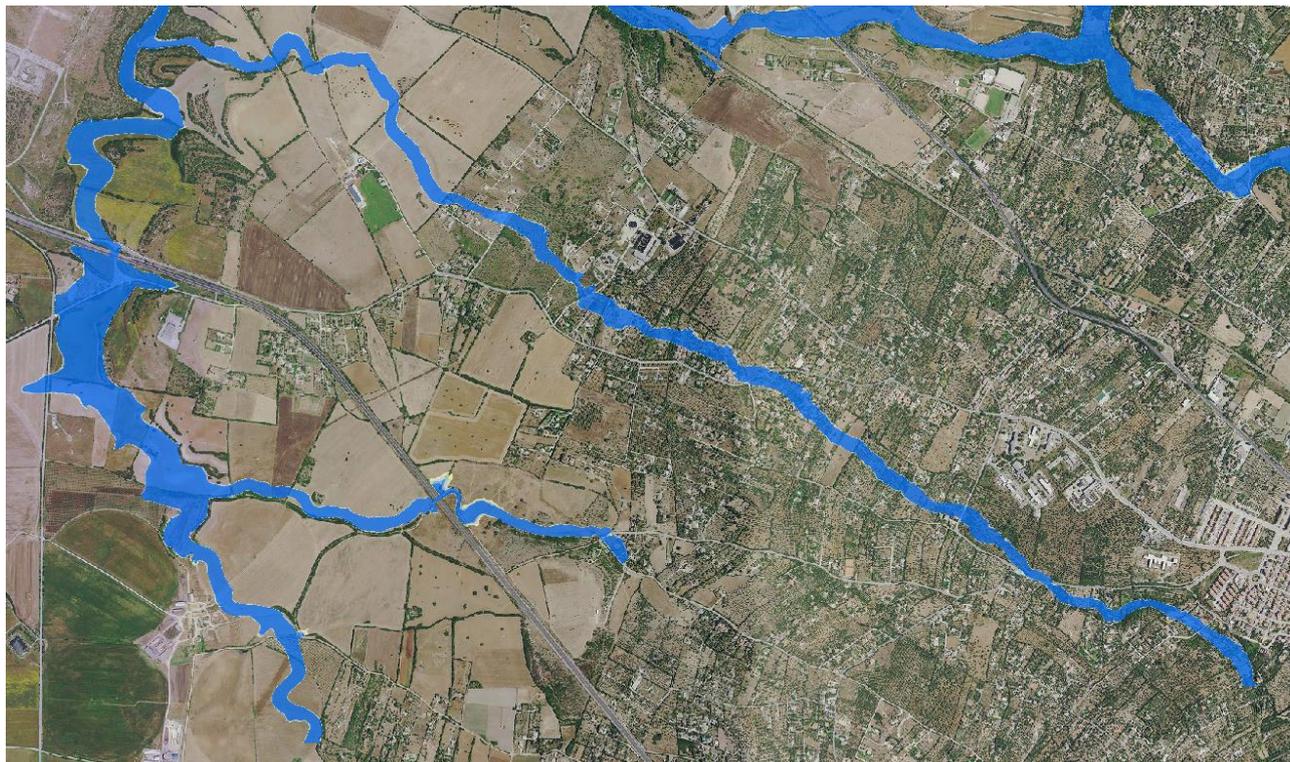


Figura 183 – Particolare aree di allagamento per la zona di Truncu Reale

E' possibile osservare inoltre come l'asta Nord, nella parte iniziale, coinvolga diverse zone densamente popolate lambendo e a volte inglobando diversi edifici adibiti ad uso abitativo continuato.



Figura 184 – Particolare aree di allagamento per la zona di Truncu Reale

Diversamente dai tratti descritti precedentemente, il tratto compreso tra i due attraversamenti lungo la S.S. 131, presenta delle aree di allagamento consistenti dovuti principalmente al secondo attraversamento insufficiente per le portate di calcolo. In questo caso infatti, a causa dell'inadeguatezza della luce libera di passaggio, il rigurgito verso monte fa sì che si generi un innalzamento del livello idrico e una conseguente estensione delle aree di allagamento.



Figura 185 – Particolare aree di allagamento per la zona di Truncu Reale

Si può osservare come anche nella confluenza tra le due aste principali del reticolo gravante sull'area di Truncu Reale l'estensione delle zone coinvolte dagli eventi di piena risulta circoscritta planimetricamente in relazione alla morfologia del territorio che presenta una valle con marcata incisione.

Procedendo verso valle, fino alla confluenza con il Rio Ottava, non si riscontra il coinvolgimento di particolari elementi sensibili ad esclusione delle infrastrutture stradali.

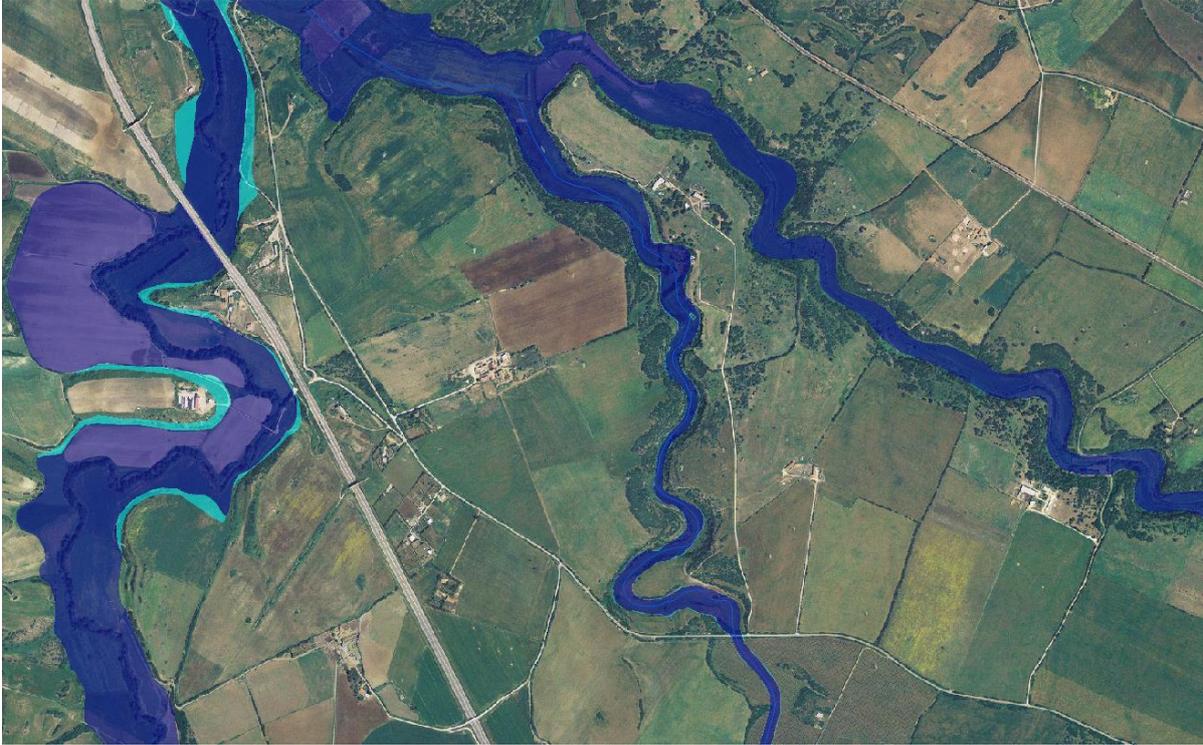


Figura 186 – Particolare aree di allagamento per la zona di Truncu Reale

17.2.2 Analisi degli attraversamenti

Sono stati modellati due attraversamenti per l'area di studio entrambi dovuti ad intersezioni con la strada statale 131. Come visto in precedenza per la zona edificata di ottava anche in questo caso le luci libere di passaggio per il deflusso dell'acqua svolgono nella pratica funzione di sottopassi stradali. E' evidente quindi che le strade che sfruttano i sopracitati sottopassi per l'intersezione con la S.S. 131 sono da ritenersi in prossimità dell'attraversamento a pericolosità molto elevata.

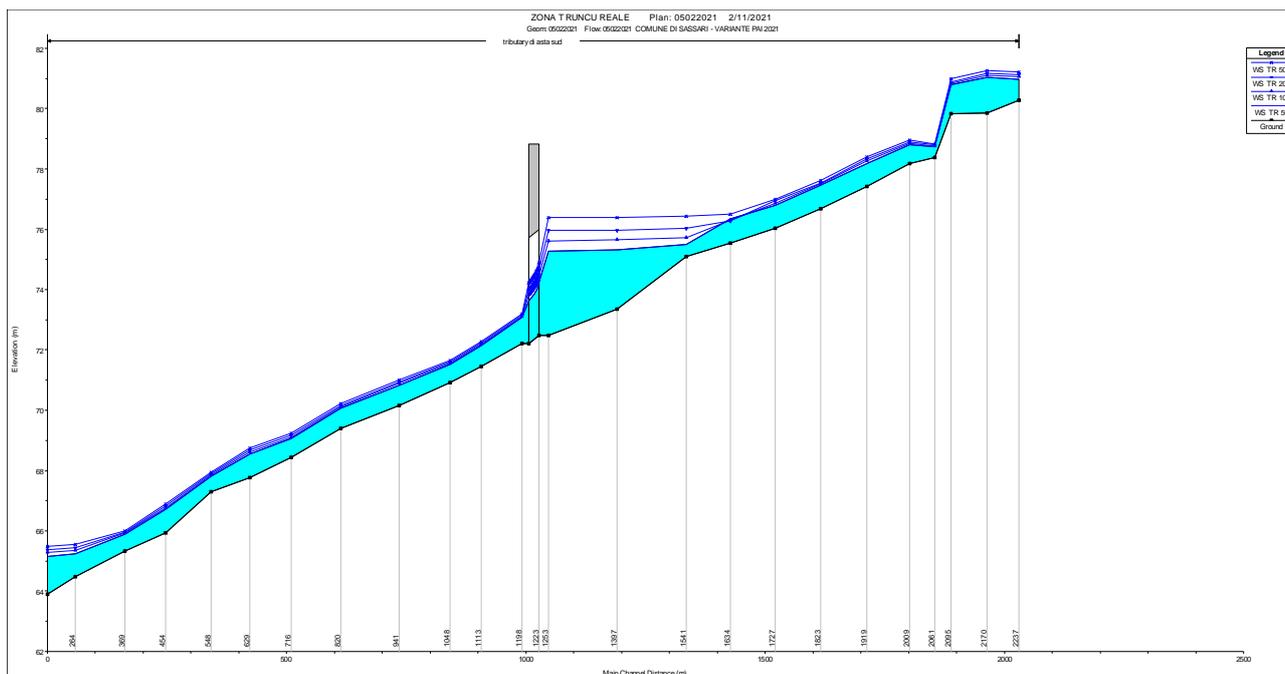


Figura 187 - ATTRAVERSAMENTO a sez. 1223 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

Dall'osservazione della Figura 187 si nota come il primo attraversamento, crea un profilo di rigurgito a monte con incremento dei livelli idrici; si rivela sufficiente a consentire il deflusso della corrente senza il superamento dell'estradosso del piano stradale ma non viene rispettato il franco di sicurezza per poter definire l'attraversamento "sicuro".

Il secondo attraversamento invece (Figura 188) pur avendo caratteristiche geometriche analoghe a quello precedente risulta insufficiente alle portate di calcolo usate con conseguente comportamento a stramazzo e notevole incremento dei livelli idrici a monte.

In entrambi i casi si è optato per considerare i manufatti idraulicamente pericolosi.

COMUNE DI SASSARI
Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

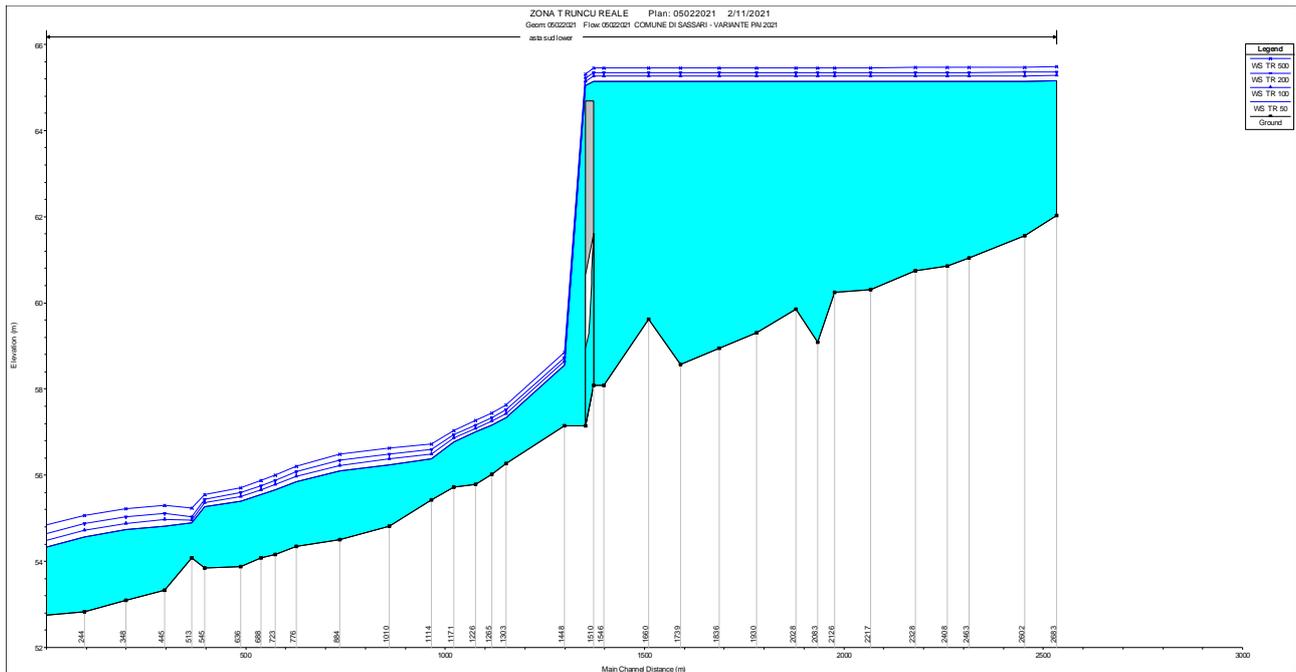


Figura 188 - ATTRAVERSAMENTO alla progressiva 1510 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

Si sottolinea come tutti gli attraversamenti non direttamente descritti nelle pagine precedenti siano da considerarsi insufficienti al transito delle portate di calcolo e quindi soggetti a pericolosità idraulica molto elevata.

21 RIO BARCA E RIO SU MATTONE

I seguenti paragrafi illustrano gli specifici calcolo idrologici ed idraulici condotti per il rio Barca e il rio Su Mattone, situati nella porzione meridionale del territorio comunale, al confine con il territorio del Comune di Alghero. La modellazione ha riguardato i tratti delle aste ritenuti più pericolosi in relazione alla presenza di elementi vulnerabili e tenendo conto della morfologia pianeggiante che caratterizza l'area della Nurra in esame; in particolare, a monte delle aste studiate, non è presente un reticolo idrografico con alvei incisi sebbene vi siano aree di estensione significativa che contribuiscono al deflusso con ruscellamento superficiale diffuso e il cui apporto è stato considerato nella delimitazione dei bacini idrografici. Inoltre, si osservi che i valori delle portate impiegati nelle simulazioni si riferiscono alle sezioni di chiusura dei bacini, in ossequio al criterio di maggiore sicurezza e cautela nella descrizione di possibili situazioni pericolose. Il tratto del rio Barca studiato ha sviluppo pari a circa 6300 m e si estende in direzione est-sud; riceve un affluente in destra dello sviluppo di 1400 m e in sinistra il rio Su Mattone, il cui tracciato studiato ha lunghezza pari a 3000 m. La sezione di valle del reticolo suddetto è stata scelta in corrispondenza di un attraversamento della S.S. 291 Sassari-Alghero.



Figura 189 – sistema di corsi d'acqua del rio Barca-rio Su Mattone

CALCOLI IDROLOGICI

La Figura 178 illustra i diversi sottobacini idrografici utilizzati nello studio per l'area in esame al fine della determinazione delle portate di calcolo.

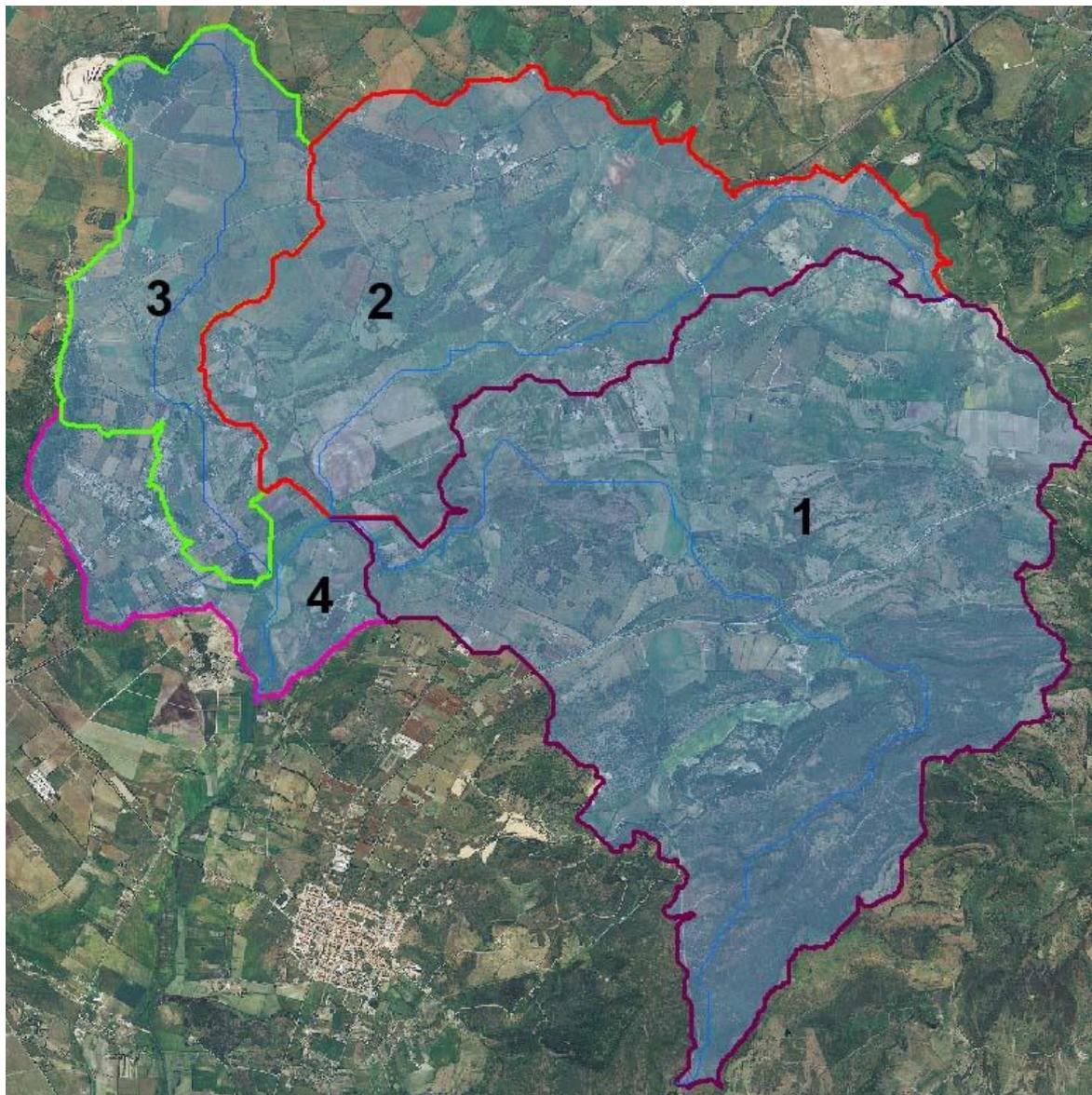


Figura 190 – Sottobacini idrografici per il rio Barca e il rio Su Mattone

L'analisi della carta dell'uso del suolo e della mappa del Curve Number evidenzia come, escludendo le zone occupate dalla viabilità extraurbana principale ed alcuni fabbricati rurali o destinati ad attività produttive, vi sia per tutti i sottobacini una maggioranza di aree con connotazione agricola di tipo seminativo.

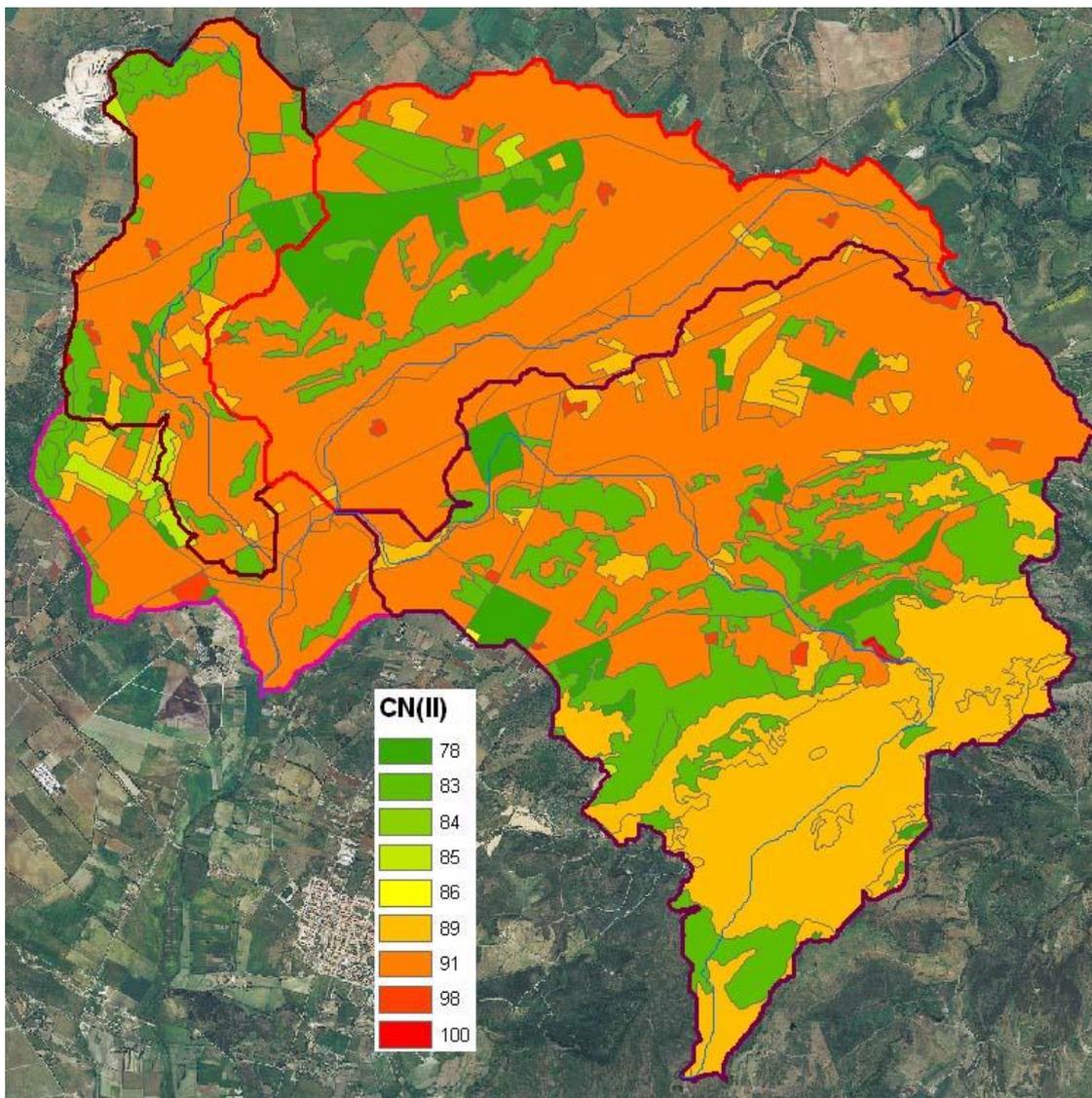


Figura 191 – Andamento del CN(II) nei sottobacini del rio Barca e del rio Su Mattone

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

Tabella 26- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini il rio Barca e il rio Su Mattone

BACINI	1	2	3
CN(III)	94.51	94.78	94.77
Lunghezza asta principale (m)	12385	7746	6186

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

Area (kmq)	23.79	12.7	6.06
Pendenza media bacino	0.0751	0.0337	0.0394
Altezza massima bacino	234.39	104.69	141.23
Altezza media bacino	96.52	61.65	59.49
Altezza alla sezione di chiusura (m)	34.85	34.96	35.03
Pendenza media asta principale	0.0148	0.0083	0.0158

Si rimanda all'allegato "*B - Report dei calcoli idrologici*" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni

ANALISI IDRAULICA

Come già accennato precedentemente lo studio ha riguardato 10.7 km suddivisi in 3 aste principali (rio Barca, rio Su Mattone e asta n. 84216) discretizzate con 85 sezioni trasversali poste ad interasse variabile in funzione della presenza di elementi significativi e con valori medi di distanza di 60-70 m l'una dall'altra. Le due confluenze tra le diverse aste sono state modellate attraverso l'apposita funzione Junction con bilanciamento energetico.

La modellazione è stata condotta in corrente lenta imponendo come condizione al contorno il passaggio attraverso l'altezza di moto uniforme nell'ultima sezione di valle.

17.2.1 Descrizione delle aree di allagamento

Le aree di allagamento totali per l'area di studio sono illustrate nella figura precedente.

Dalla Figura 182 e dalle successive immagini di dettaglio delle aree di allagamento si riscontra come quest'ultime risultino di entità significativa sebbene non coinvolgano centri abitati e occupino prevalentemente aree agricole o di pascolo. Sono importanti le criticità determinate dagli attraversamenti del corpo stradale della S.S. 291, insufficienti e causa di ostruzione e allagamento a monte. Sono altresì da segnalare le pericolosità delle indotte nella rete di viabilità rurale ed interpodereale.



Figura 192 – Particolare aree di allagamento tratto di monte del rio Barca e rio Su Mattone

17.2.2 Analisi degli attraversamenti

Sono stati modellati quattro attraversamenti per l'area di studio, dovuti ad intersezioni con la strada statale 291, con la Strada Provinciale 19 e con il nuovo tracciato stradale della Sassari-Alghero in corso di realizzazione. In tutti i casi le luci libere di passaggio per il deflusso dell'acqua non sono sufficienti per il transito delle portate di piena in condizioni di sicurezza e come tali sono sede di pericolosità idraulica molto elevata.

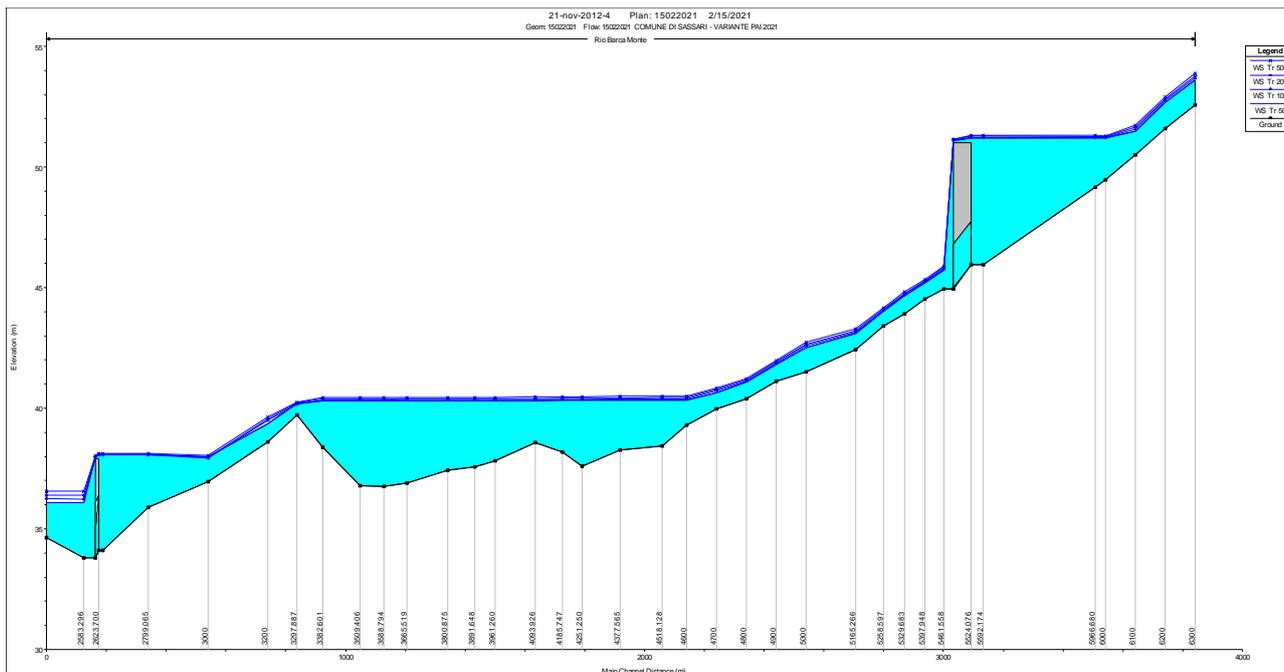


Figura 193 – ATTRAVERSAMENTI STRADALI lungo il rio Barca – tratto monte - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

Dall'osservazione della Figura 187 si nota come entrambi gli attraversamenti siano sommersi in caso di piena con il superamento dell'estradosso del piano stradale e l'allagamento della sede viaria.

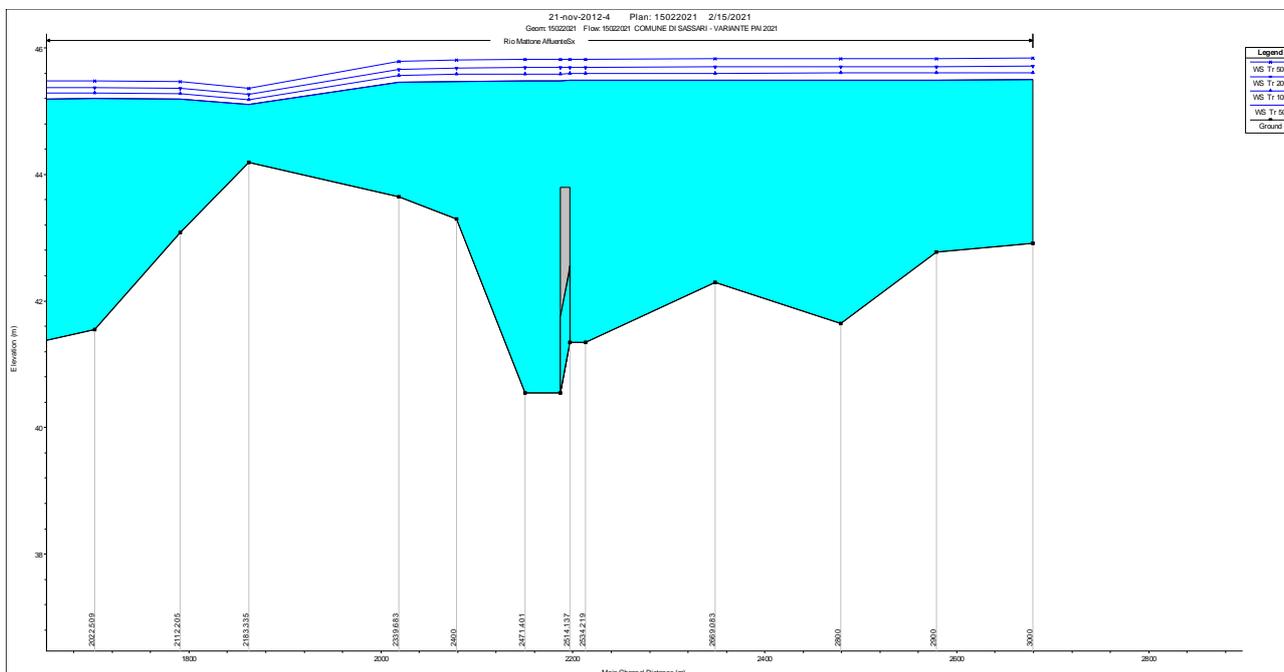


Figura 194 - ATTRAVERSAMENTO STRADALE lungo il rio Su Mattone - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

Dall'osservazione della Figura 187 si nota come anche nel caso dell'attraversamento del rio Su Mattone si verifichi l'allagamento e sommersione della sede stradale.

Anche l'attraversamento lungo l'asta 84216 è insufficiente come mostra la figura seguente.

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

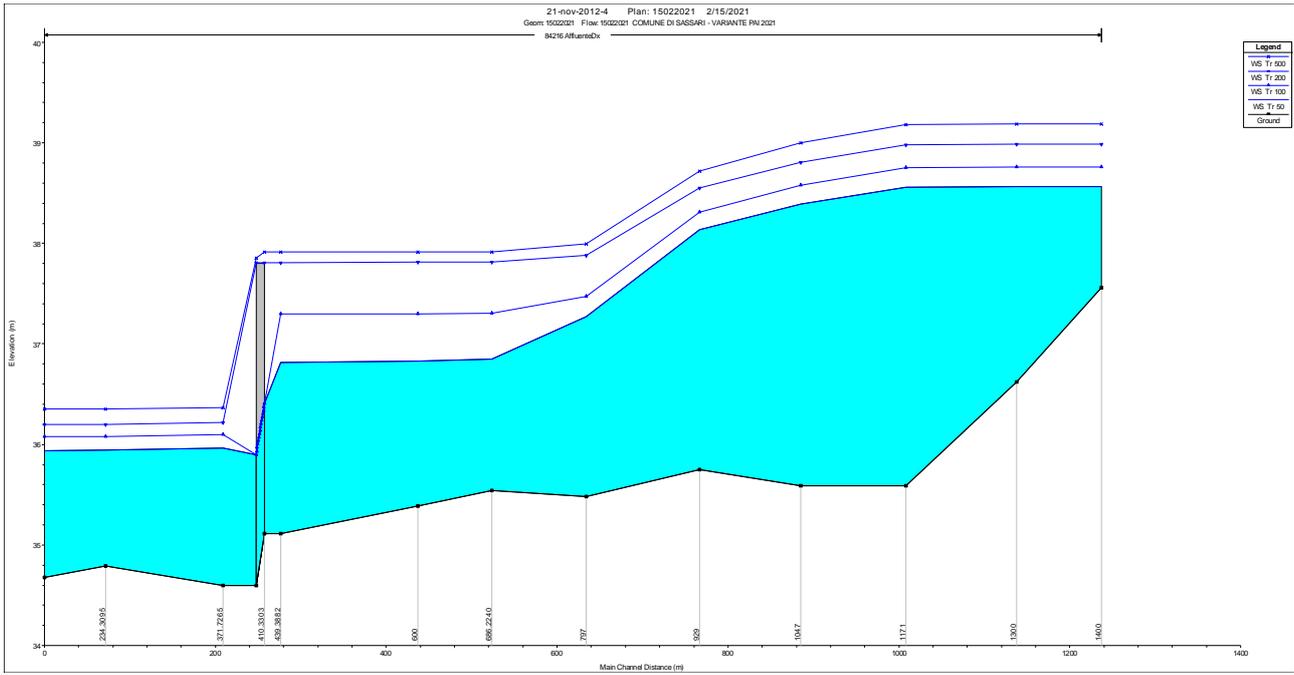


Figura 195 - ATTRAVERSAMENTO STRADALE lungo l'asta n. 84216 - profili di corrente per i 4 tempi di ritorno analizzati

22 RIO FILIBERTU E RIO SAN GAVINO

I seguenti paragrafi illustrano gli specifici calcolo idrologici ed idraulici condotti per il rio Filibertu e per il rio San Gavino, situati anch'essi nella porzione meridionale del territorio comunale, al confine con il territorio del Comune di Alghero.

La versione proposta tiene conto di alcuni **approfondimenti** condotti localmente mediante rilievo di dettaglio con strumentazione GPS utili per rappresentare correttamente la topografia a valle dell'attraversamento della S.S. 291 e di conseguenza definire le aree a pericolosità idraulica secondo la reale morfologia del terreno che risente di significative variazioni dovute all'esecuzione di alcune lavorazioni e sistemazioni del terreno nell'area in sponda sinistra; la figura seguente illustra la localizzazione dei punti rilevati.

La modellazione ha riguardato i tratti delle aste ritenuti più pericolosi in relazione alla presenza di elementi vulnerabili e tenendo conto della morfologia pianeggiante che caratterizza l'area della Nurra in esame; in particolare, a monte delle aste studiate, non è presente un reticolo idrografico con alvei incisi sebbene vi siano aree di estensione significativa che contribuiscono al deflusso con ruscellamento superficiale diffuso e il cui apporto è stato considerato nella delimitazione dei bacini idrografici. Inoltre, si osservi che i valori delle portate impiegati nelle simulazioni si riferiscono alle sezioni di chiusura dei bacini, in ossequio al criterio di maggiore sicurezza e cautela nella descrizione di possibili situazioni pericolose.

Il tratto del rio Filibertu studiato ha sviluppo pari a circa 3750 m e si estende in direzione nord-sud; riceve come affluente in destra il rio San Gavino di cui si è studiato un tratto di sviluppo pari a 3600 m circa, avente tracciato quasi parallelo a quello del Filibertu. La sezione di valle del reticolo suddetto è stata scelta a valle della S.S. 291 Sassari-Alghero. Un tratto del rio Filibertu è incluso nel PSFF adottato di recente; nel presente studio si è tenuto conto di tale evidenza ed è stata predisposta temporaneamente la carta della pericolosità inviluppo tra i due lavori, in attesa dell'approvazione della presente Variante del PAI, che consentirà di sostituire i tratti delle pianificazioni precedentemente in vigore con quelli studiati.



Figura 196 – sistema di corsi d’acqua del rio Filiberto e San Gavino - in fucsia il limite comunale di Alghero

CALCOLI IDROLOGICI

La figura 218 illustra i diversi sottobacini idrografici utilizzati nello studio per l’area in esame al fine della determinazione delle portate di calcolo.

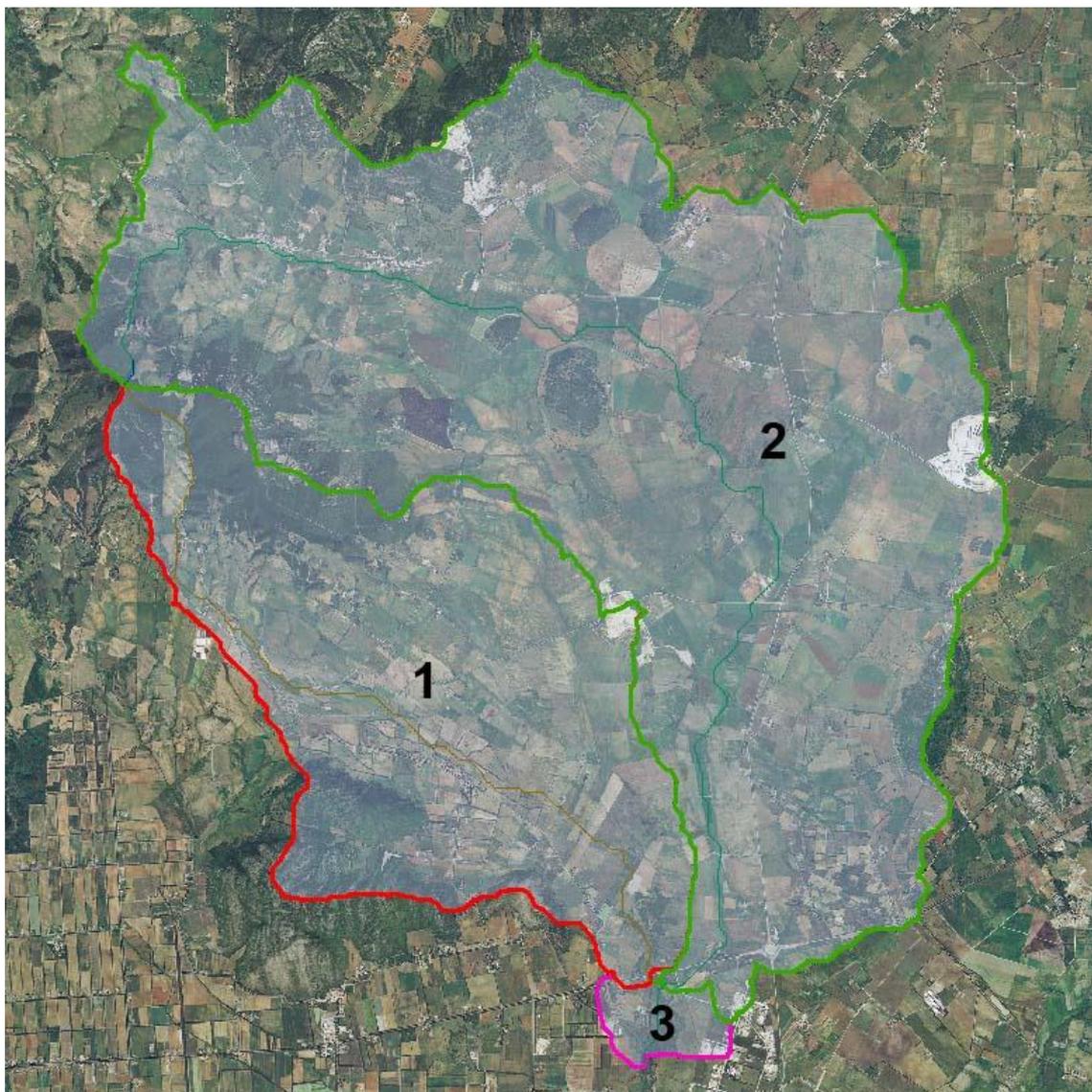


Figura 197 – Sottobacini idrografici per il rio Filiberto e il rio San Gavino

L'analisi della carta dell'uso del suolo e della mappa del Curve Number evidenzia come, escludendo le zone occupate dalla viabilità extraurbana principale ed alcuni fabbricati rurali o destinati ad attività produttive, vi sia per tutti i sottobacini una maggioranza di aree con connotazione agricola di tipo seminativo.

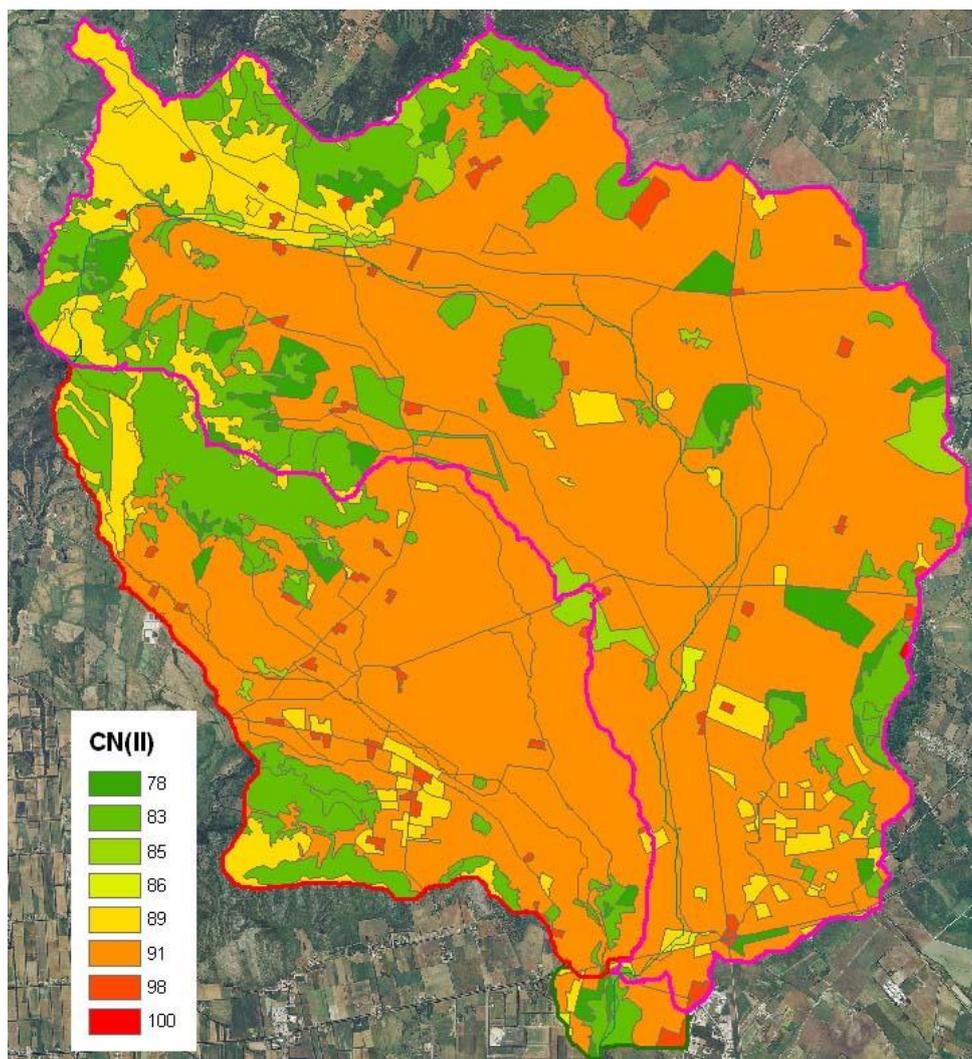


Figura 198 – Andamento del CN(II) nei sottobacini del rio Filiberto e del rio San Gavino

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini utilizzate al fine della determinazione delle portate di piena.

Tabella 27- Caratteristiche geometriche e pedologiche dei sottobacini il rio Filiberto e San Gavino

BACINI	1	2	3
CN(III)	94.94	94.92	94.92
Lunghezza asta principale (m)	10613	17005	17959
Area (kmq)	21.73	49.95	72.69
Pendenza media bacino	0.1012	0.0711	0.0794

Altezza massima bacino	461.96	460.82	461.96
Altezza media bacino	84.28	86.62	85.15
Altezza alla sezione di chiusura (m)	19.59	57.54	19.57
Pendenza media asta principale	0.0388	0.0243	0.0233

Si rimanda all'allegato "B - Report dei calcoli idrologici" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni

Le portate suddette sono state utilizzate nelle simulazioni in moto permanente.

ANALISI IDRAULICA

Come già accennato precedentemente lo studio ha riguardato 7.30 km suddivisi in 2 aste principali (rio Filiberto e rio San Gavino) discretizzate con 44 sezioni trasversali poste ad interasse variabile in funzione della presenza di elementi significativi e con valori medi di distanza di 60-70 m l'una dall'altra. La confluenza tra le due aste sono state modellate attraverso l'apposita funzione Junction con bilanciamento energetico.

La modellazione è stata condotta in corrente lenta imponendo come condizione al contorno il passaggio attraverso l'altezza di moto uniforme nell'ultima sezione di valle.

17.2.1 Descrizione delle aree di allagamento

Le aree di allagamento totali per l'area di studio sono illustrate nella figura seguente.

Dalla Figura 217 si riscontra come quest'ultime risultino di entità significativa sebbene non coinvolgano centri abitati e occupino prevalentemente aree agricole o di pascolo. Sono importanti le criticità determinate dagli attraversamenti del corpo stradale della S.S. 291, insufficienti e causa di ostruzione e allagamento a monte. Sono altresì da segnalare le pericolosità delle indotte nella strada di accesso alla zona per insediamenti produttivi di Alghero San Marco, in territorio di Alghero.



Figura 199 – Dettaglio aree di allagamento per l'area del rio Filiberto e del rio San Gavino in prossimità della S.S. 291

23 RIO FIUME SANTO

Il rio Fiume Santo scorre da sud verso nord nella porzione nord-occidentale del territorio comunale e in misura marginale nel Comune di Porto Torres, per quanto riguarda la sponda destra. Gli elementi della cartografia Regionale ufficiale in scala 1:10.000 entro cui ricade il tracciato sono le tavolette 440160, 458030, 458040, 458070.

Lo studio del corso d'acqua è stato oggetto di revisione per le seguenti motivazioni:

- la disponibilità del DTM con precisione di campionamento di 1 metro per gran parte del bacino idrografico ed in particolare per il settore prossimo al limite di costa;
- l'esigenza di armonizzare il lavoro di analisi e definizione delle carte di pericolosità e rischio idraulico con quello in corso presso il Comune di Porto Torres, alla luce del fatto che il rio Fiume Santo nella parte terminale e sino alla Foce rappresenta il confine tra i due territori comunali;
- la necessità di includere nella modellazione alcuni attraversamenti viari precedentemente non rilevati;
- la necessità di individuare un maggior numero di sub-bacini idrografici rispetto a quelli proposti nello Studio ex. art. 8 comma 2, scegliendo sezioni di chiusura più frequenti in particolare in corrispondenza di confluenze ed attraversamenti viari significativi.

E' stata effettuata a rivalutazione delle portate delimitando sub-bacini differenti rispetto a quelli proposti nello Studio ex. art. 8 comma 2 e sono stati rinnovati i calcoli idraulici su modello matematico in moto permanente.

Nelle figure seguenti sono riportate le immagini del modello digitale rispettivamente delle pendenze e delle quote, indicate con gradazioni di colore, per i bacini idrografici del Fiume Santo.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

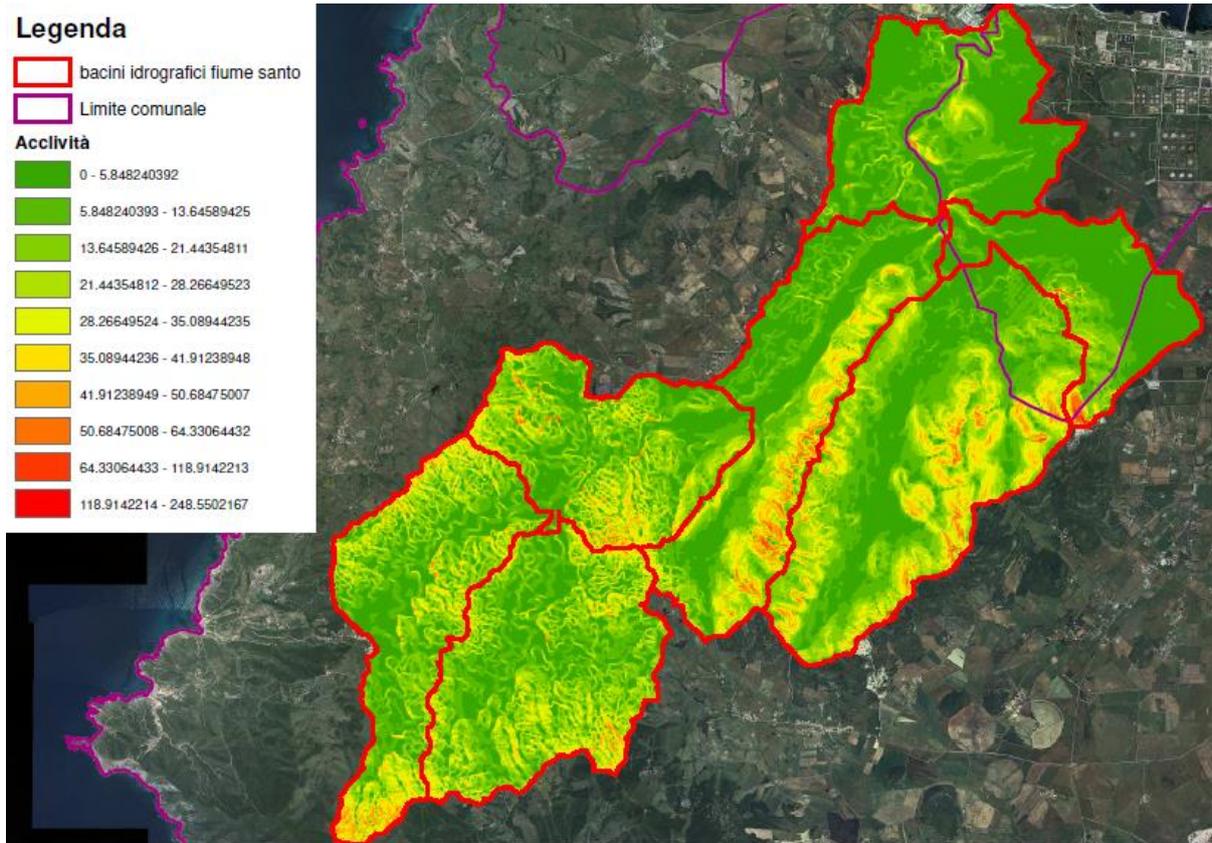


Figura 200 - carta delle acclività nell'ambito dei sub-bacini idrografici contribuenti per il rio Fiume Santo

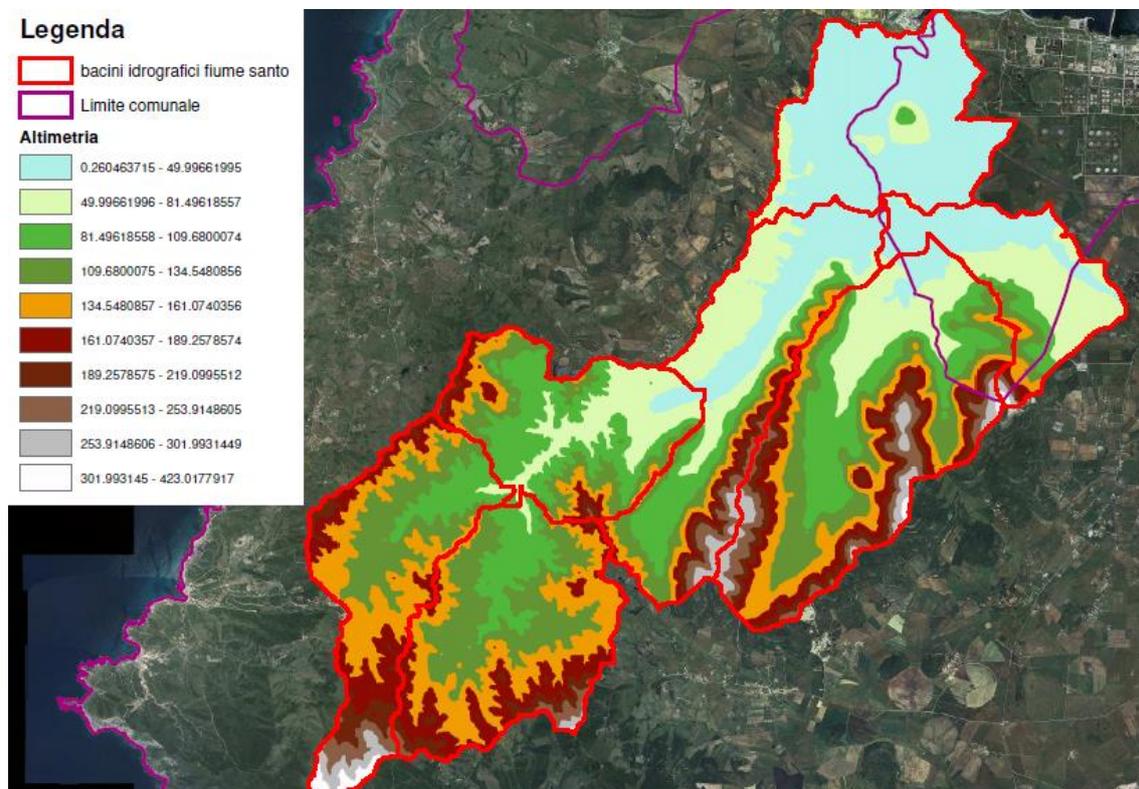


Figura 201 - carta delle quote nell'ambito dei sub-bacini idrografici contribuenti per il rio Fiume Santo

I bacini imbriferi sono stati scelti considerando come sezioni di chiusura quelle situate in punti

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

significativi come: confluenze tra corsi d'acqua, attraversamenti viari, sbocchi in altri corpi idrici (mare, stagni, laghi). All'interno di queste aree si individuano gli avvallamenti sede di concentrazione del deflusso idrico e i displuvi che costituiscono le linee spartiacque di confine tra i bacini imbriferi.

In corrispondenza dei tratti di asta principale del bacino del Fiume Santo l'attività di sopralluogo ha consentito di risolvere i dubbi interpretativi, soprattutto laddove interventi artificiali sul corso d'acqua e l'influenza delle infrastrutture possono avere agito nel condizionamento dei deflussi in piena. Il rilievo condotto ha evidenziato la presenza di un alveo attivo per il deflusso delle portate di magra molto limitato, mentre l'alveo a piene rive per il deflusso delle portate di piena si presenta, almeno lungo tutto il tratto terminale di valle del Fiume Santo, sufficientemente largo e ben delimitato da ripidi versanti.

All'interno del bacino sono state individuate, inoltre, tutte le intersezioni del tracciato stradale con il reticolo idrografico, dove la presenza del relativo attraversamento può creare una condizione di pericolosità idraulica.

Ciascuna di queste intersezioni è stata considerata come una sezione di chiusura del corrispondente sottobacino, alla quale è stato assegnato un codice.

All'interno del bacino del Fiume Santo, nel comune di Sassari, sono state individuate le sezioni F1 (strada prov. 57), F2 (strada prov. 34 Porto Torres - Stintino), F3 (strada prov. 46), F4 (strada prov. 34 Porto Torres - Stintino), F4 e F5 (strada prov. 18 Sassari - Argentiera), F6 (strada prov. 93). Per ciascuno di questi attraversamenti stradali è stato compiuto il rilievo in campo della sezione utile di deflusso, i cui dati tecnici e le immagini fotografiche sono riportate nelle schede monografiche dei manufatti rilevati.

A partire dalla sezione di sbocco del bacino del Fiume Santo e di tutti i sottobacini così individuati è stata identificata l'asta principale risalendo verso monte fino al picco di quota.

Nella figura seguente è rappresentata la mappa del Curve Number, definita sulla base della copertura del suolo disponibile dallo studio CORINE e riportata nel geoportale della Regione Sardegna.

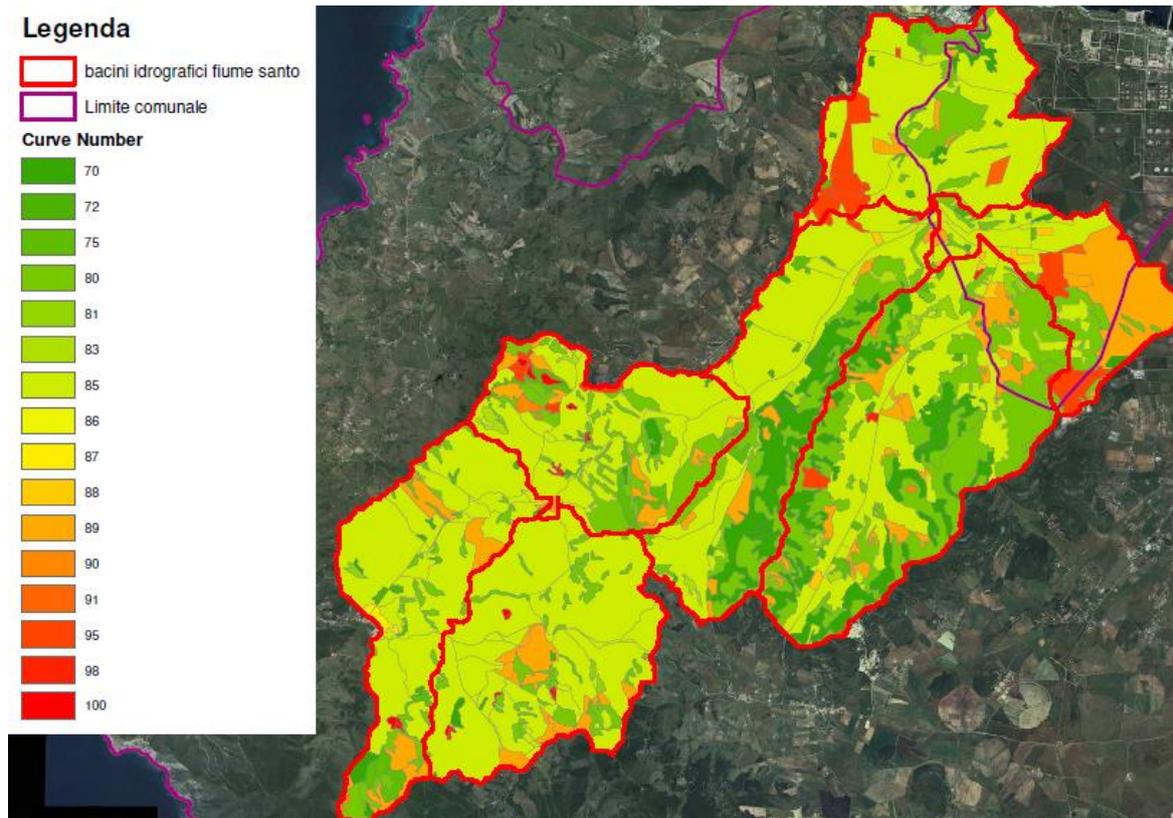


Figura 202 - Mappa dei valori del CN scelti sulla base delle classi di uso del suolo per i bacini idrografici del Fiume Santo

La vegetazione presente nel bacino del Fiume Santo è il risultato dei forti disboscamenti realizzati in un ambiente naturale per fare spazio a colture agrarie, che risultano ora in parte abbandonate. Si può osservare che la classe d'uso del suolo prevalente sia quella dei seminativi in aree non irrigue, che occupa il 50% dell'intero bacino. Un terzo del bacino è occupato da territori boscati, costituiti per circa la metà da boschi di latifoglie e metà da macchia mediterranea, situati nella parte più orientale a quota più alta. Complessivamente le superfici agricole occupano 49.21 km² (59.1% del bacino), le superfici boscate 30.65 km² (36.8%), le superfici artificiali 3.19 km² (3.8%). Le zone urbanizzate sono presenti sotto forma di insediamenti industriali presso la foce del fiume (centrale termoelettrica) e aree estrattive.

CALCOLI IDROLOGICI

I valori del parametro *CN* associati alle corrispondenti superfici con diverso uso del suolo hanno consentito di valutare il *CN* medio e successivamente il cosiddetto *CN(III)* da utilizzare nelle elaborazioni per la valutazione delle portate di piena. Il valore medio riportato, ponderato in funzione delle aree, è stato incrementato in funzione della pioggia dei 5 giorni antecedenti che è stata considerata, per maggiore sicurezza, superiore a 50 mm. Si è così ottenuto il nuovo valore di *CN(III)*, dalla seguente formula:

$$CN(III) = (23 * CN) / (10 + 0.13 * CN).$$

Considerati i valori morfologici del bacino in esame e dei suoi sottobacini e i rispettivi valori di $CN(III)$ così ottenuti, risultano i valori dei tempi di corrivazione riportati nelle tabelle successive, di cui sono stati scelti i valori più cautelativi, scaturiti in quasi tutti i casi dalla formula SCS.

Si rimanda all'allegato "*B - Report dei calcoli idrologici*" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni.

ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica per il calcolo delle aree di esondazione del Fiume Santo è stata svolta considerando la corrente di moto permanente, prodotta dalle portate di piena ottenute alla sezione di sbocco a mare, nel tratto terminale del fiume lungo circa 2 km, e dalle portate ottenute per gli altri sottobacini rappresentati nelle figure precedenti, le cui portate sono state riferite nelle tabelle precedenti. I sottobacini sono stati definiti in corrispondenza di tutte le intersezioni del tracciato stradale con il reticolo idrografico, al fine di determinare con precisione la modalità di attraversamento dell'infrastruttura stradale da parte della corrente idrica. I valori delle portate di piena nel bacino complessivo e nei sottobacini considerati nell'analisi sono riportati nella tabella 45.

L'analisi idraulica è stata svolta predisponendo il modello matematico del reticolo idrografico costituito sia dall'asta principale del Fiume Santo sia dagli affluenti secondari, il Rio d'Astimini proveniente da sudovest e l'asta affluente proveniente da est, denominata asta 92940.

All'interno del bacino del Fiume Santo e del comune di Sassari, sono state quindi individuate le seguenti intersezioni del tracciato stradale con il reticolo idrografico: F1 (strada prov. 57), F2 (strada prov. 34 Porto Torres - Stintino), F3 (strada prov. 46), F4 (strada prov. 34 Porto Torres - Stintino), F5 (strada prov. 18 Sassari - Argentiera), F6 (strada prov. 93). L'attraversamento F1 posto a circa 2.5 km dallo sbocco a mare, è costituito dal viadotto stradale della provinciale per Stintino, realizzato di recente, che sostituisce il vecchio ponte situato poco più a valle e ora dismesso; quest'ultimo, denominato F1', costituisce un altro attraversamento considerato ed è situato poco più a valle a circa 2.2 km dalla foce. Un altro attraversamento considerato, denominato F1'', posto alla coordinata 900 m dallo sbocco a mare, è costituito dal ponte di una strada secondaria di accesso alla centrale termoelettrica di Fiume Santo. I dettagli costruttivi costituiti dalla soletta stradale e dalle pile dei ponti che possono influenzare il deflusso della corrente, insieme con la relazione fotografica e il profilo verticale delle sezioni, sono riportati nelle monografie degli attraversamenti.

La procedura di calcolo richiede, per ciascuna sezione trasversale della corrente, la definizione dei valori dell'indice di scabrezza n di Manning. Questi sono stati estratti dalla carta di uso del suolo secondo quanto riportato nella figura 228. La procedura di calcolo richiede, inoltre, la definizione delle condizioni al contorno di monte e di valle. Queste sono state imposte, per quanto riguarda il contorno di monte, considerando una condizione di moto uniforme con il profilo della corrente parallelo al terreno. Sul contorno di valle, in corrispondenza dello sbocco a mare, si è adottata la condizione sui livelli idrici, uguagliando le quote ai massimi valori di marea della zona corrispondenti al valore di picco di +1 m s.l.m., che si verifica

durante l'inversione del ciclo di marea. Il valore del picco di marea di 1.80 m coerentemente con la richiesta dell'ADIS.

Considerando le quattro portate di picco ottenute per i quattro tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni, la procedura di calcolo ha consentito di definire i corrispondenti profili verticali della corrente, riportati integralmente nel Fascicolo 4 delle Simulazioni in moto permanente, unitamente ai valori dei battenti idrici, della larghezza della corrente e della velocità media per ciascuna sezione trasversale. In particolare, sono riportate anche le sezioni trasversali in corrispondenza degli attraversamenti stradali.



Figura 203 - Aree di esondazione a pericolosità idraulica molto elevata, elevata, media e moderata, ottenute per ciascuno dei tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni nel bacino del Fiume Santo.



Figura 204 - Aree di esondazione a pericolosità idraulica molto elevata, elevata, media e moderata, ottenute per ciascuno dei tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni nel bacino del Fiume Santo - in evidenza anche il Rio d'Astimini

Lungo l'asta 92940 è presente un solo attraversamento rivelatosi insufficiente per il transito di tutti i tempi di ritorno.

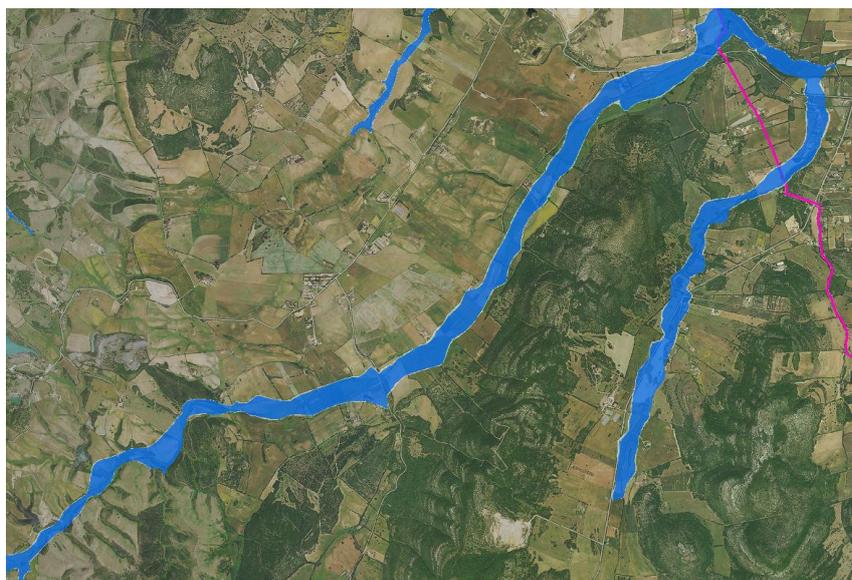


Figura 205 - Aree di esondazione a pericolosità idraulica verso la Foce del Fiume Santo

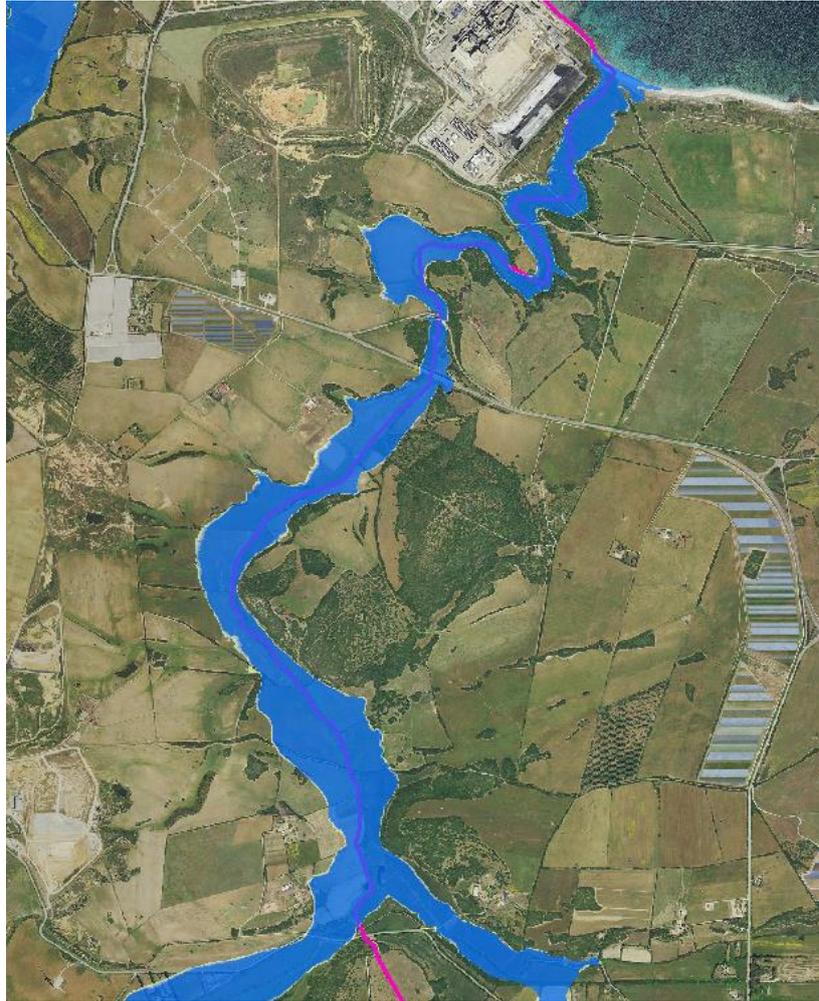


Figura 206 - Aree di esondazione a pericolosità idraulica alla Foce del Fiume Santo

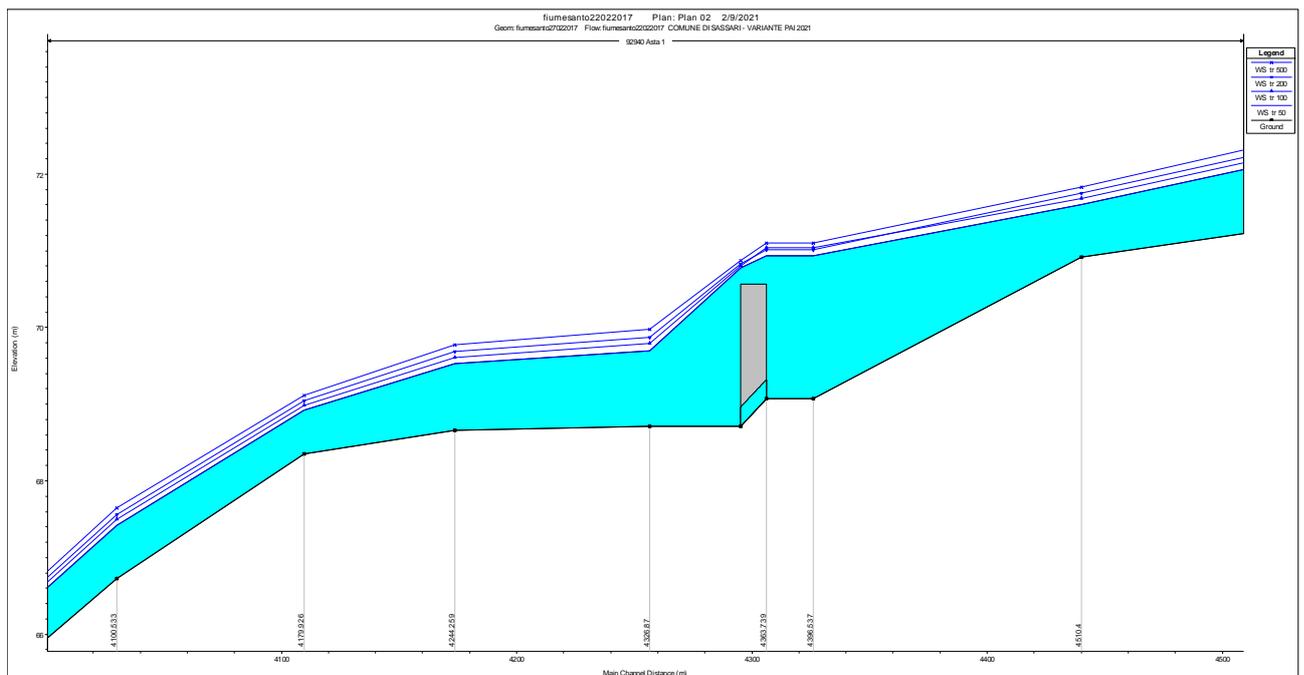


Figura 207 - Attraversamento alla progressiva 4363 e relativi tiranti idrici per le portate studiate

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Lungo l'asta principale del **Fiume Santo** quasi tutti gli attraversamenti sono insufficienti; fanno eccezione quelli in corrispondenza della SP per Stintino alle progressive 2634 e 1105 per i quali comunque nonostante il rispetto del franco si è deciso di mantenere i perimetri di pericolosità anche in corrispondenza del manufatto. Si riportano le figure di alcuni di essi rimandando per il report completo al fascicolo delle simulazioni in moto permanente.

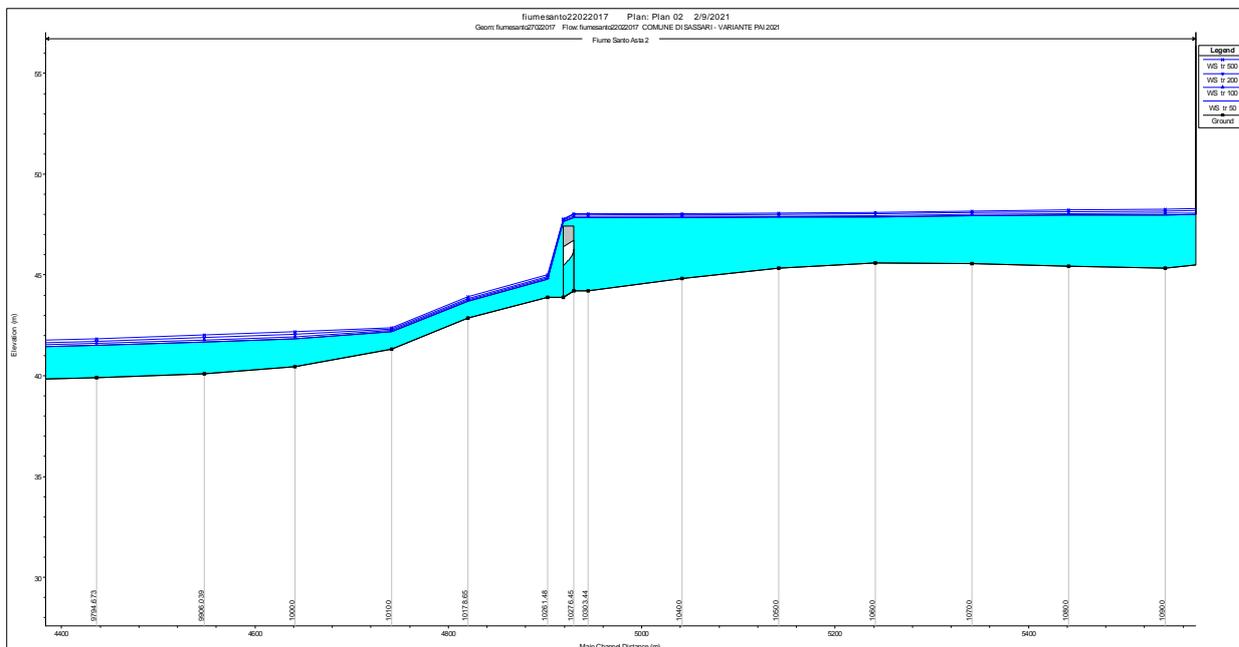


Figura 208 - Attraversamento alla progressiva 10726 e relativi tiranti idrici per le portate studiate

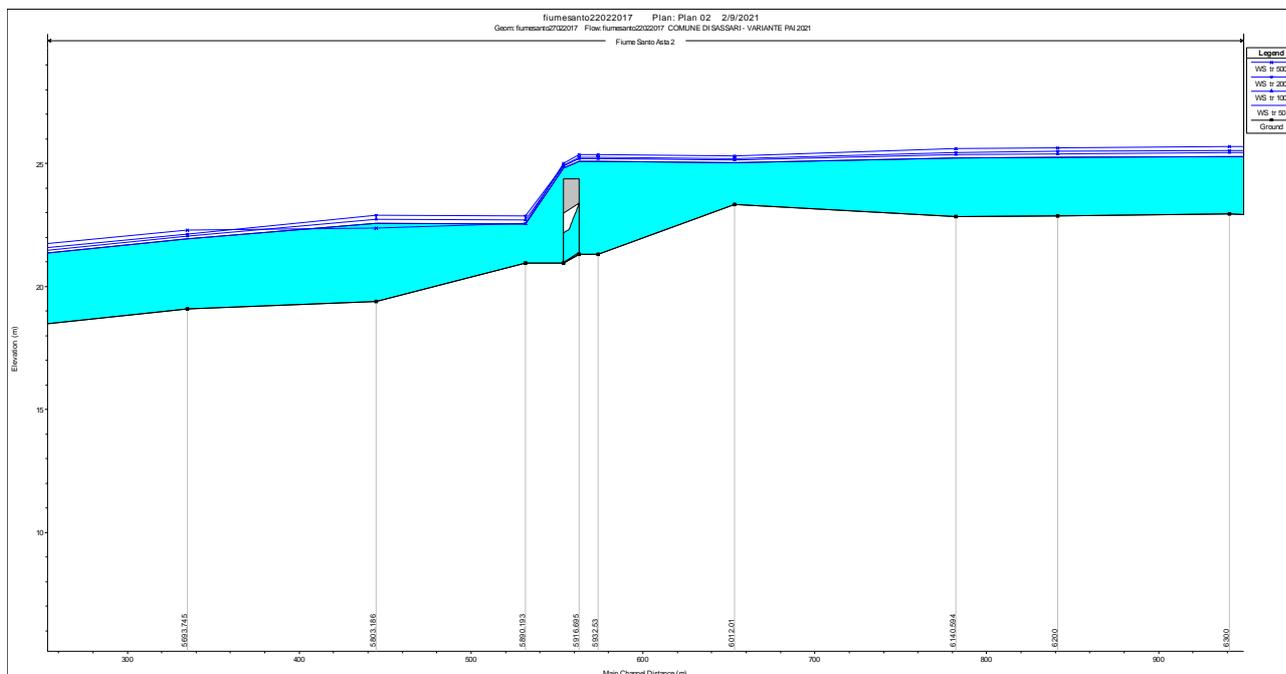


Figura 209 - Attraversamento alla progressiva 5923 e relativi tiranti idrici per le portate studiate

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
 RELAZIONE GENERALE

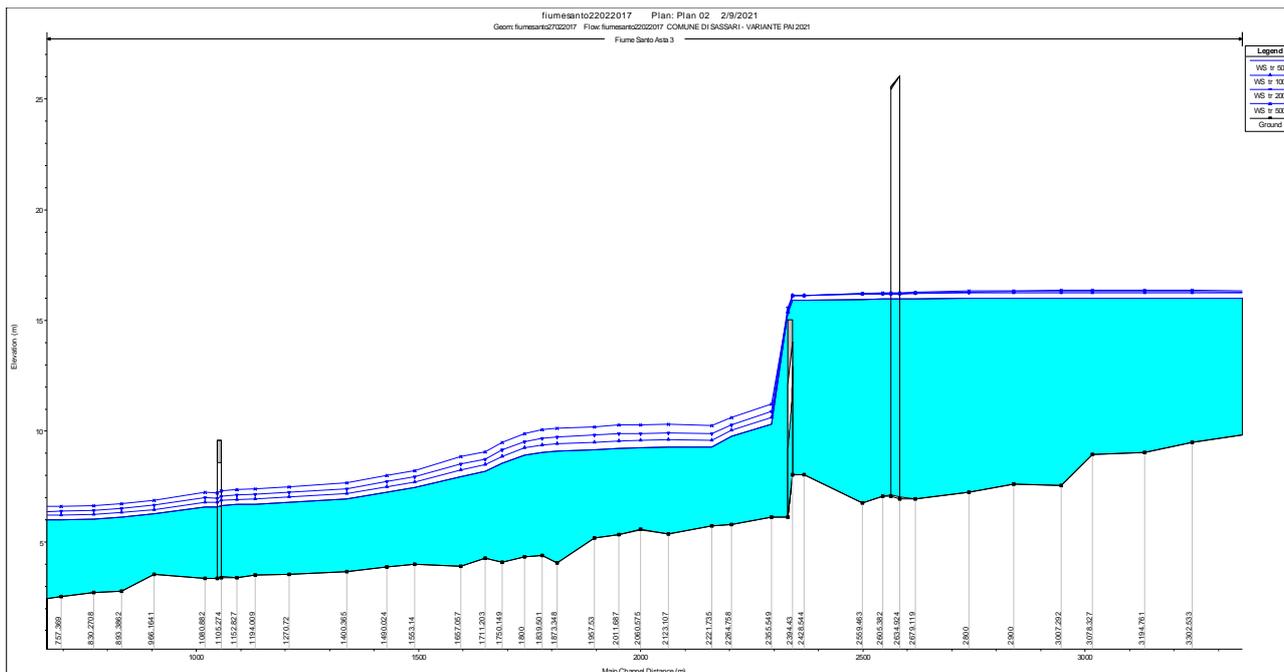


Figura 210 - Attraversamento alla progressiva 2679, 2428 e 1105 e relativi tiranti idrici per le portate studiate

Lungo il **Rio d’Astimini** è presente un attraversamento lungo la SP, che si rivela non sufficiente al transito delle portate di piena.

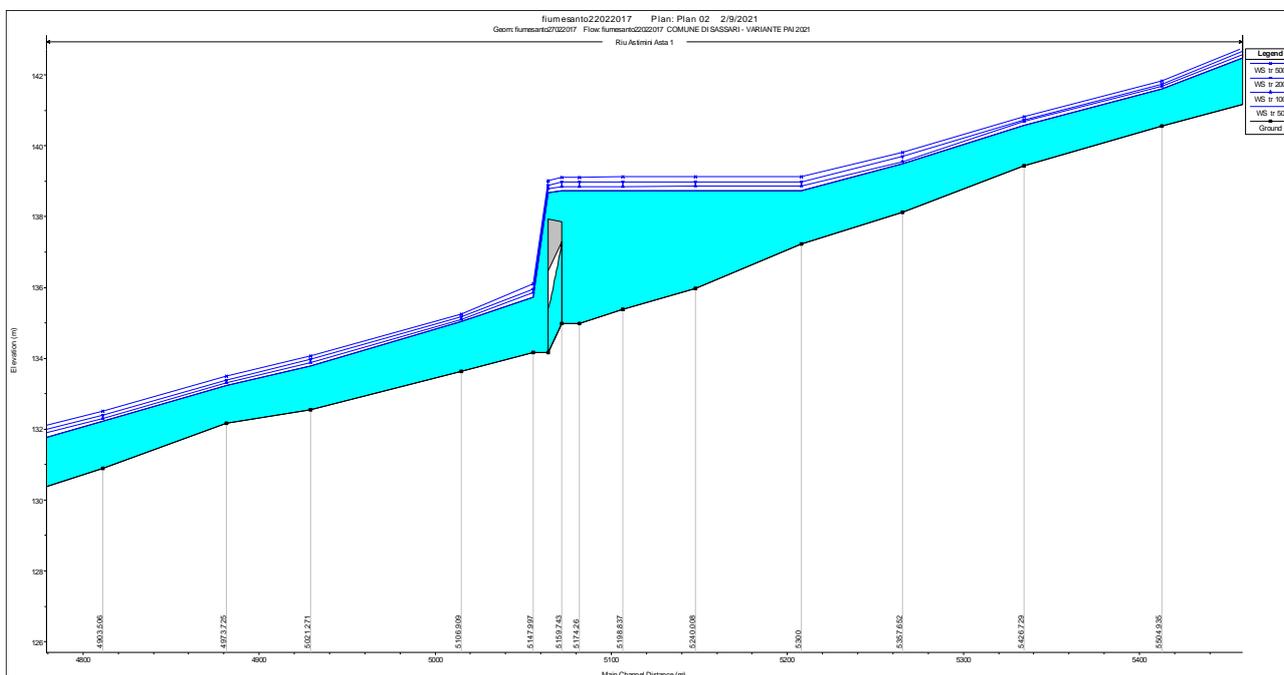


Figura 211 - Attraversamento alla progressiva 5159 e relativi tiranti idrici per le portate

24 STAGNO DI PILO

Lo Stagno di Pilo e il suo bacino imbrifero si trovano nell'estremità nord-occidentale del territorio comunale e in misura marginale nel Comune di Stintino.

In corrispondenza dei tratti di asta principale dei bacini in esame l'attività di sopralluogo ha consentito di risolvere i dubbi interpretativi, soprattutto laddove interventi artificiali sul corso d'acqua e l'influenza delle infrastrutture possono avere agito nel condizionamento dei deflussi in piena. Il rilievo condotto ha evidenziato la presenza di un alveo attivo per il deflusso delle portate di magra molto limitato nel caso degli immissari dello Stagno di Pilo, dove l'alveo a piene rive per il deflusso delle portate di piena si presenta, almeno lungo tutto il tratto terminale di valle, sufficientemente largo e ben delimitato da ripidi versanti.

All'interno del bacino sono state individuate, inoltre, tutte le intersezioni del tracciato stradale con il reticolo idrografico, dove la presenza del relativo attraversamento può creare una condizione di pericolosità idraulica.

A partire dalla sezione di sbocco del bacino dello Stagno di Pilo e di tutti i sottobacini così individuati è stata identificata l'asta principale risalendo verso monte fino al picco di quota. I profili del terreno lungo l'asta principale e i principali affluenti e le relative pendenze sono rappresentate nella seguente Figura. Nella seguente Tabella si riportano i dati morfometrici di sintesi del bacino e dei sottobacini, che risultano di interesse per il calcolo idrologico delle portate di piena, quali l'area del bacino, la quota minima e media del bacino, la pendenza media dei versanti, la lunghezza e la pendenza media dell'asta principale.

Tabella 28 - Dati morfometrici di sintesi del bacino imbrifero e dei relativi sottobacini dello Stagno di Pilo.

BACINO STAGNO DI PILO					
Sezione		SP mare	S1	S2	S3
Area bacino imbrifero	(km ²)	57.1	42.4866	25.8913	10.2719
Quota sezione di chiusura s.l.m.	(m)	0	3.8	17.27	17.76
Quota media del bacino s.l.m.	(m)	64.6	76.8	88.9	77
Pendenza media dei versanti	%	0.0965	0.11	0.125	0.106
Lunghezza asta principale	(m)	17520	15444	12129	6794
Pendenza media asta principale	%	0.011	0.011	0.012	0.018

Nelle figure seguenti sono rappresentate le mappe dell'uso del suolo del bacino imbrifero dello Stagno di Pilo. Nelle figure seguenti sono rappresentate le distribuzioni delle superfici delle diverse classi di uso del suolo, individuate secondo la classificazione CORINE, presenti all'interno del bacino in esame. La vegetazione presente nel bacino dello Stagno di Pilo, come riportato nella Tabella 47, è prevalentemente occupata da colture agrarie. Si può osservare che la classe d'uso del suolo prevalente sia quella dei seminativi in aree non irrigue, che occupa circa il 77% dell'intero bacino. Soltanto un decimo del bacino è occupato da territori boscati, costituiti prevalentemente da macchia mediterranea, situati nella parte più alta del bacino. Complessivamente le superfici agricole occupano 47 km² (82.4% del bacino), le superfici boscate 7 km² (12.4%), le superfici artificiali 2 km² (3.6%). Le zone urbanizzate sono presenti sotto forma di

insediamenti industriali artigianali. Lo stagno e la zona paludosa intorno occupa circa 93 ha e l'1.7% del bacino

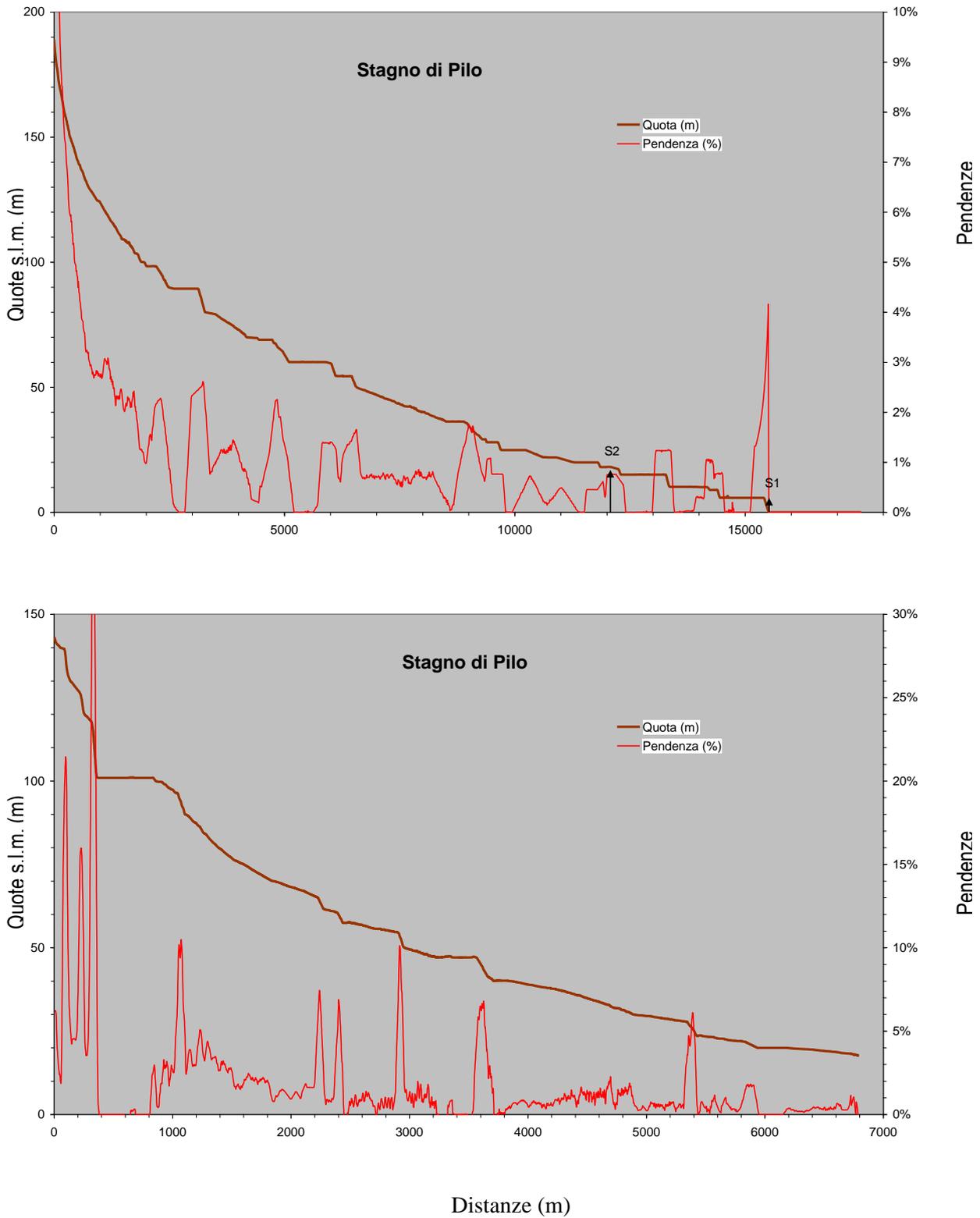


Figura 212 - Profili del terreno e pendenze dell'asta principale del bacino dello Stagno di Pilo.

COMUNE DI SASSARI
Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

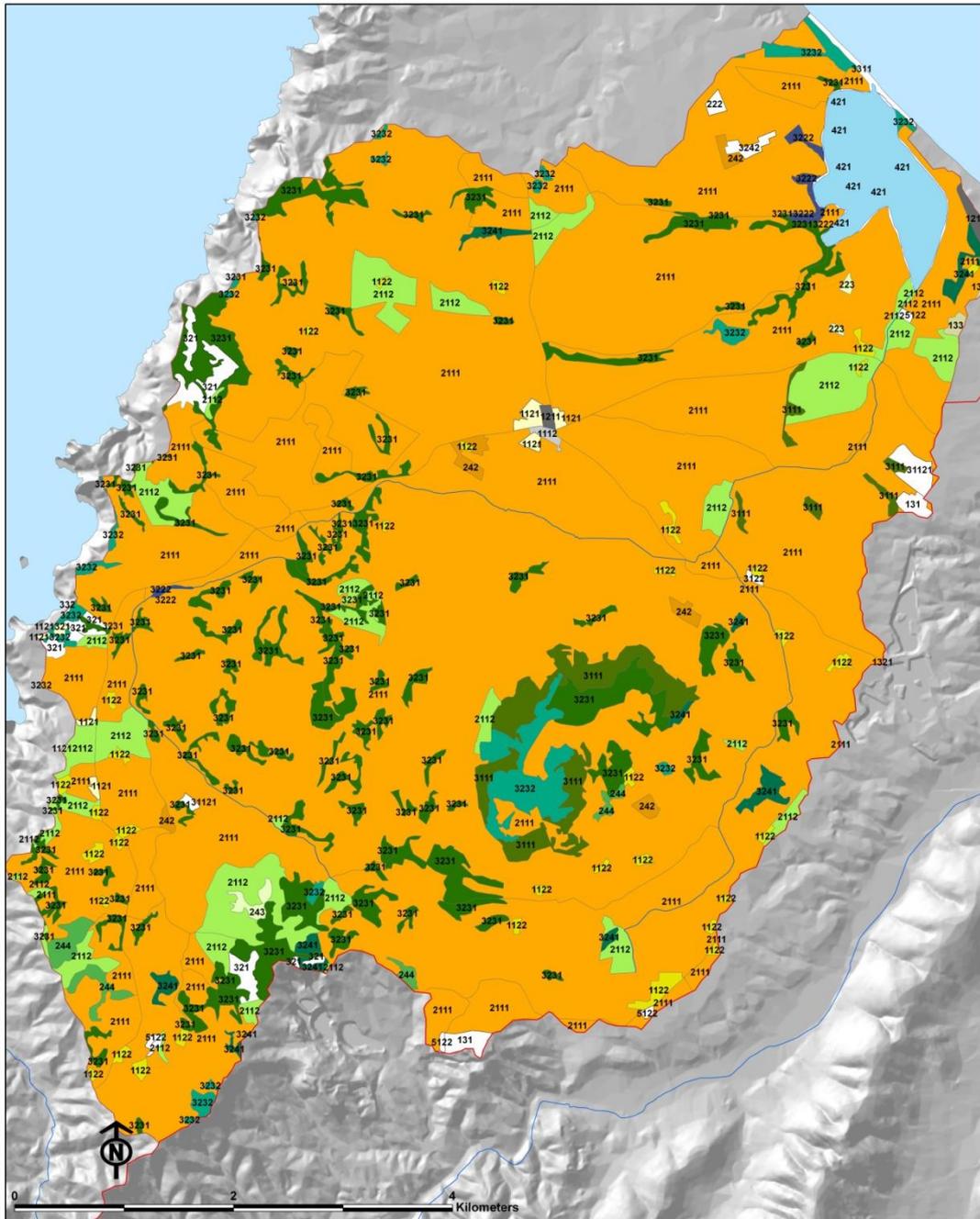


Figura 213 - Mappa dell'uso del suolo del bacino imbrifero dello Stagno di Pilo.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
 RELAZIONE GENERALE

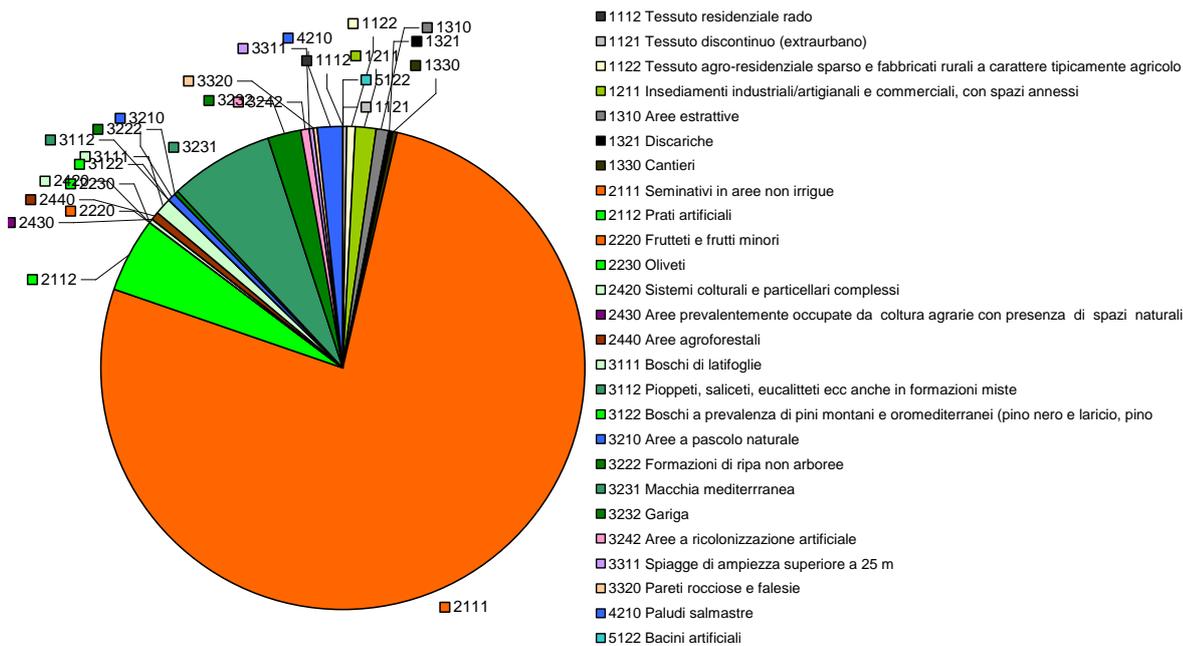


Figura 214 - Superfici delle diverse classi di uso del suolo secondo la classificazione CORINE presenti all'interno del bacino imbrifero dello Stagno di Pilo.

Tabella 29 - Superfici delle diverse classi di uso del suolo secondo la classificazione CORINE presenti all'interno del bacino imbrifero dello Stagno di Pilo, e valori del parametro CN e dell'indice di scabrezza di Manning associati alle corrispondenti superfici.

	Codice CORINE di uso del suolo	Area (m²)	Area (%)	CN	n di Manning
1112	Tessuto residenziale rado	19,572	0.0%	85	0.016
1121	Tessuto discontinuo (extraurbano)	123,637	0.2%	85	0.016
1122	Tessuto agro-residenziale sparso	355,037	0.6%	98	0.016
1211	Insedimenti industriali/artigianali	789,343	1.4%	98	0.016
1310	Aree estrattive	468,106	0.8%	85	0.025
1321	Discariche	116,686	0.2%	93	0.025
1330	Cantieri	176,315	0.3%	93	0.025
2111	Seminativi in aree non irrigue	43,815,680	76.7%	89	0.04
2112	Prati artificiali	2,809,629	4.9%	78	0.035
2220	Frutteti e frutti minori	19,355	0.0%	89	0.035
2230	Oliveti	16,746	0.0%	89	0.035
2420	Sistemi colturali e particellari complessi	136,846	0.2%	89	0.035
2430	colture agrarie con presenza di spazi naturali	42,691	0.1%	89	0.035
2440	Aree agroforestali	204,353	0.4%	83	0.1
3111	Boschi di latifoglie	696,324	1.2%	83	0.15
3112	Pioppeti, saliceti, eucalitteti formazioni miste	83,717	0.1%	83	0.15
3122	Boschi a prevalenza di pini montani	8,346	0.0%	83	0.15

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

3210	Aree a pascolo naturale	298,664	0.5%	89	0.035
3222	Formazioni di ripa non arboree	73,787	0.1%	86	0.05
3231	Macchia mediterranea	3,971,307	7.0%	83	0.1
3232	Gariga	1,349,615	2.4%	89	0.05
3242	Aree a ricolonizzazione artificiale	315,737	0.6%	89	0.035
3311	Spiagge di ampiezza superiore a 25 m	105,126	0.2%	98	0.03
3320	Pareti rocciose e falesie	172,120	0.3%	98	0.015
4210	Paludi salmastre	897,323	1.6%	100	0.03
5122	Bacini artificiali	33,940	0.1%	100	0.03
Totale		57,100,000	100%	medio 88.31	

CALCOLI IDROLOGICI

I valori del parametro *CN* associati alle corrispondenti superfici con diverso uso del suolo sono riportati nella Tabella 47 per il bacino imbrifero dello Stagno di Pilo. Il valore medio riportato, ponderato in funzione delle aree, è stato poi incrementato in funzione della pioggia dei 5 giorni antecedenti che è stata considerata, per maggiore sicurezza, superiore a 50 mm. Si è così ottenuto il nuovo valore di *CN(III)*, dalla seguente formula:

$$CN(III) = (23 * CN) / (10 + 0.13 * CN).$$

Considerati i valori morfologici del bacino in esame e dei suoi sottobacini e i rispettivi valori di *CN(III)* così ottenuti, risultano i seguenti valori dei tempi di corrivazione riportati nella Tabella 48. Poiché le quattro formule presentano dei risultati abbastanza differenziati, al fine di garantire una maggiore sicurezza attraverso il calcolo di portate più intense, si è considerato il valore più basso del tempo di corrivazione, che è risultato essere per ciascun bacino quello fornito dalla formula SCS.

Tabella 30 - Dati dei bacini dello Stagno di Pilo e del Lago di Baratz.

Sezione		Stagno di			Baratz				
		Pilo	S1	S2		S3	B1	B2	B3
Area bacino	(km ²)	57.1	42.4866	25.8913	10.2719	14.065	11.2779	7.3982	7.9512
Quota min	(m)	0	3.8	17.27	17.76	0	34.4	41.1	7.7
Quota media	(m)	64.6	76.8	88.9	77	108.7	119.9	155.4	150.5
Pendenza versanti	%	0.0965	0.11	0.125	0.106	0.194	0.216	0.282	0.3
Lunghezza asta	(m)	17520	15444	12129	6794	11200	8980	6200	6712
Pendenza asta	%	0.011	0.011	0.012	0.018	0.0331	0.037	0.052	0.052
<i>CN</i>		94.5	94	94	94	93.2	92.5	92.5	93

Si rimanda all'allegato "B - Report dei calcoli idrologici" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni.

ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica per il calcolo delle aree di esondazione dei corsi d'acqua all'interno del bacino dello Stagno di Pilo è stata svolta considerando la corrente di moto permanente prodotta dalle portate di piena ottenute alla sezione di sbocco a mare SP, nel tratto terminale del principale immissario dello stagno S1 e nei due sottobacini S2 e S3, posti poco più a monte della principale confluenza del bacino dello Stagno. In questa confluenza convergono, proveniente da ovest il ramo che drena la parte più occidentale del bacino costituita dalle formazioni metamorfiche del paleozoico, e il ramo proveniente da sudest, che drena la parte più orientale del bacino costituita dalle formazioni calcaree del mesozoico. I sottobacini così considerati sono stati definiti, con una superficie di almeno 1 km², in corrispondenza di tutte le intersezioni del tracciato stradale con il reticolo idrografico, al fine di determinare con precisione la modalità di attraversamento dell'infrastruttura stradale da parte della corrente idrica.

All'interno del bacino dello Stagno di Pilo e del comune di Sassari, sono state quindi individuate le intersezioni del tracciato stradale con il reticolo idrografico: l'attraversamento lungo la S.P. 57 posto alla coordinata 2750 m dallo sbocco a mare e costituito dal ponte stradale della provinciale per Stintino.

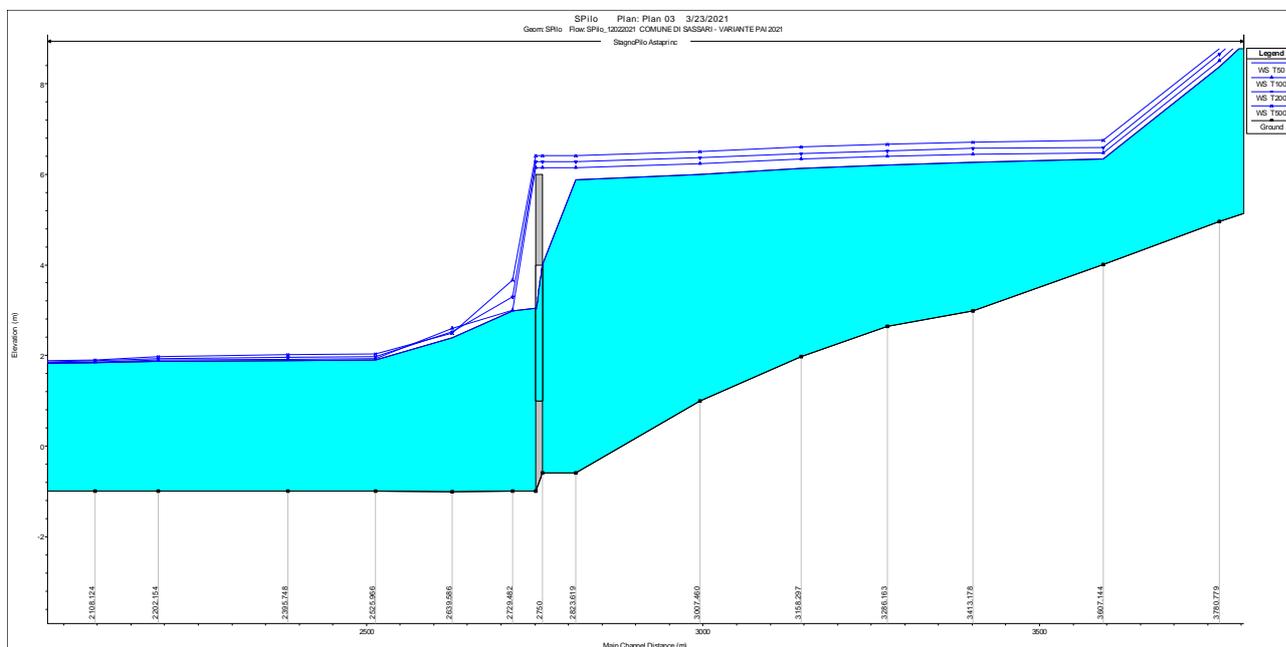


Figura 215 - Attraversamento alla progressiva 2750 e relativi tiranti idrici per le portate

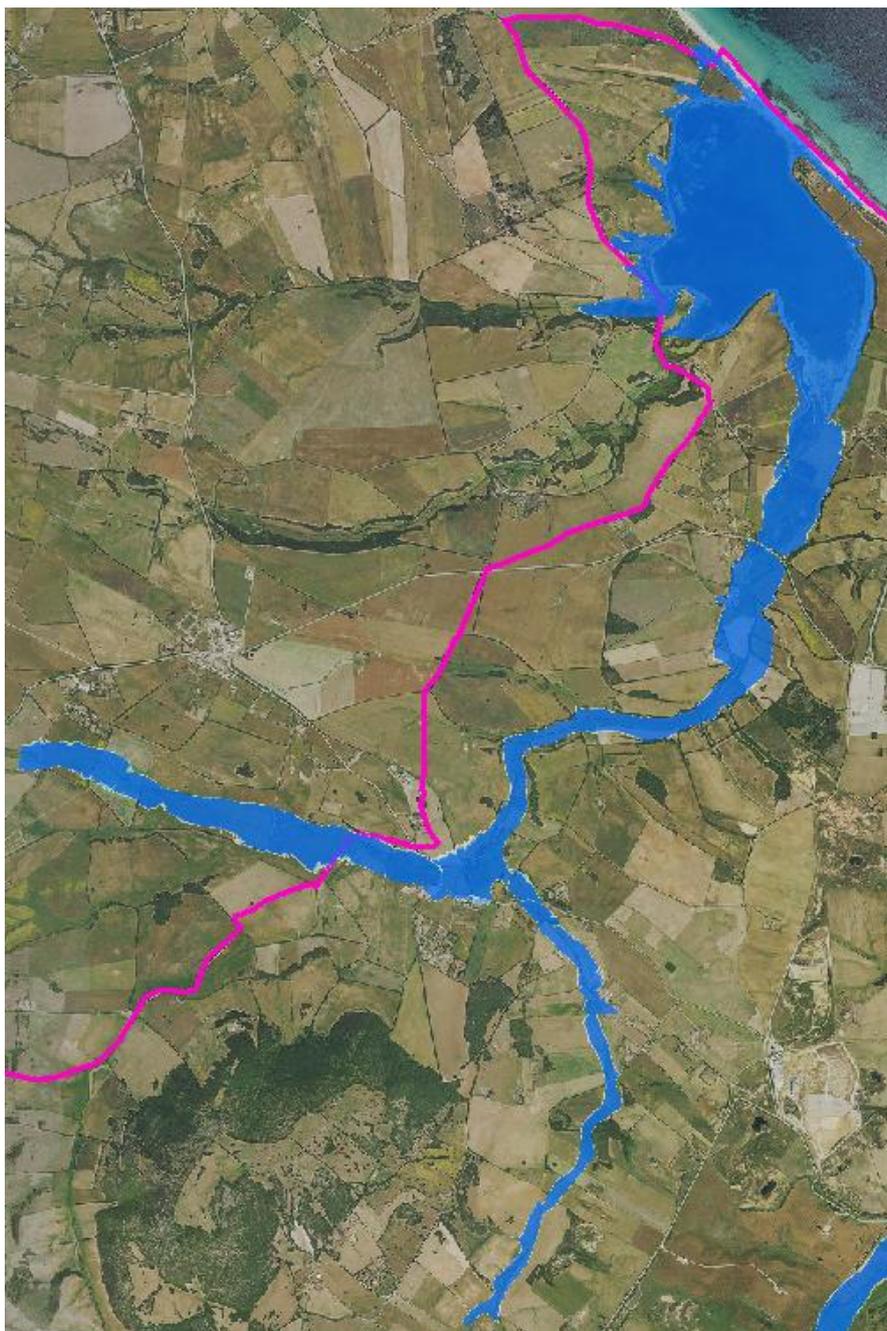


Figura 216 - Aree di esondazione a pericolosità idraulica molto elevata, elevata, media e moderata, ottenute per ciascuno dei tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni nel bacino dello Stagno di Pilo.

25 LAGO DI BARATZ

Il Lago di Baratz e il suo bacino imbrifero si trovano nell'estremità sud-occidentale del territorio comunale di Sassari; il corso d'acqua emissario sfocia nella baia di Porto Ferro.

All'interno di queste aree si individuano gli avvallamenti sede di concentrazione del deflusso idrico e i displuvi che costituiscono le linee spartiacque di confine tra i bacini imbriferi. Il reticolo idrografico ottenuto considerando un'area minima contribuente al deflusso pari a 1 km², insieme alle linee spartiacque, è rappresentato nella figura seguente per i bacini imbriferi in oggetto.

In corrispondenza dei tratti di asta principale dei bacini in esame l'attività di sopralluogo ha consentito di risolvere i dubbi interpretativi, soprattutto laddove interventi artificiali sul corso d'acqua e l'influenza delle infrastrutture possono avere agito nel condizionamento dei deflussi in piena. Nel bacino del Lago di Baratz non è presente alcun alveo attivo a valle del lago fino allo sbocco a mare, in quanto l'emissario è attivato solo raramente dalla tracimazione del lago, con tempi di ritorno dell'ordine dei 50 anni. A monte del lago, il principale immissario, il Rio Bastianeddu, è stato recentemente soggetto ad una sistemazione idraulica da parte del Comune di Sassari, nell'ambito dei lavori di valorizzazione delle area SIC-Baratz. L'alveo di magra è stato ripristinato, rivestito con pietrame e rivegetato. L'alveo di piena è sufficientemente largo e delimitato da ripidi versanti.

All'interno del bacino sono state individuate, inoltre, tutte le intersezioni del tracciato stradale con il reticolo idrografico, dove la presenza del relativo attraversamento può creare una condizione di pericolosità idraulica. Ciascuna di queste intersezioni è stata considerata come una sezione di chiusura del corrispondente sottobacino, alla quale è stato assegnato un codice, così come riportato nella Figura 238.

All'interno dei bacini del lago di Baratz e di Porto Ferro sono state individuate le sezioni B1 e B3 (strada prov. 118) e la sezione B2 (strada prov. 69). Per ciascuno di questi attraversamenti stradali è stato compiuto un rilievo in campo della sezione utile di deflusso, i cui dati tecnici e la relazione fotografica sono riportati nell'Allegato C.

A partire dalla sezione di sbocco del bacino del lago di Baratz e di Porto Ferro così individuati è stata identificata l'asta principale risalendo verso monte fino al picco di quota. I profili del terreno lungo l'asta principale e i principali affluenti e le relative pendenze sono rappresentate nella seguente figura. Nella Tabella 50 seguente si riportano i dati morfometrici di sintesi del bacino e dei sottobacini, che risultano di interesse per il calcolo idrologico delle portate di piena, quali l'area del bacino, la quota minima e media del bacino, la pendenza media dei versanti, la lunghezza e la pendenza media dell'asta principale.

Tabella 31 - Dati morfometrici di sintesi dei bacini imbriferi del Lago di Baratz e della baia di Porto Ferro.

BACINO LAGO DI BARATZ-PORTO FERRO					
Sezione		LB mare	B1	B2	B3
Area bacino imbrifero	(km ²)	14.065	11.2779	7.3982	7.9512
Quota sezione di chiusura s.l.m.	(m)	0	34.4	41.1	7.7

COMUNE DI SASSARIVariante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021****RELAZIONE GENERALE**

Quota media del bacino s.l.m.	(m)	108.7	119.9	155.4	150.5
Pendenza media dei versanti	%	0.194	0.216	0.282	0.3
Lunghezza asta principale	(m)	11200	8980	6200	6712
Pendenza media asta principale	%	0.033	0.037	0.052	0.052

Nella Figura seguente sono rappresentate le mappe dell'uso del suolo del bacino imbrifero dello Stagno di Pilo; sono quindi rappresentate le distribuzioni delle superfici delle diverse classi di uso del suolo, individuate secondo la classificazione CORINE, presenti all'interno del bacino in esame.

La vegetazione presente nel bacino del Lago di Baratz possiede un maggiore grado di naturalità rispetto ai primi due bacini analizzati, ma anche qui i forti disboscamenti realizzati per fare spazio alle colture agrarie hanno trasformato l'ambiente naturale. La classe d'uso del suolo prevalente, come riportato nella Tabella 51, è quella dei boschi di latifoglie, che occupa circa 6 km² e il 43% dell'intero bacino, situati in prevalenza nella parte più settentrionale a quota più alta. Intorno al lago si trovano circa 90 ha di boschi di conifere di impianto artificiale, che costituiscono circa il 6.3% dell'intera superficie del bacino. Complessivamente le superfici agricole occupano 5.86 km² (41.7% del bacino), le superfici boscate 8 km² (56.9%), le superfici artificiali 0.08 km² (0.5%). Il lago occupa nei suoi valori massimi circa 12 ha e l'1% del bacino.

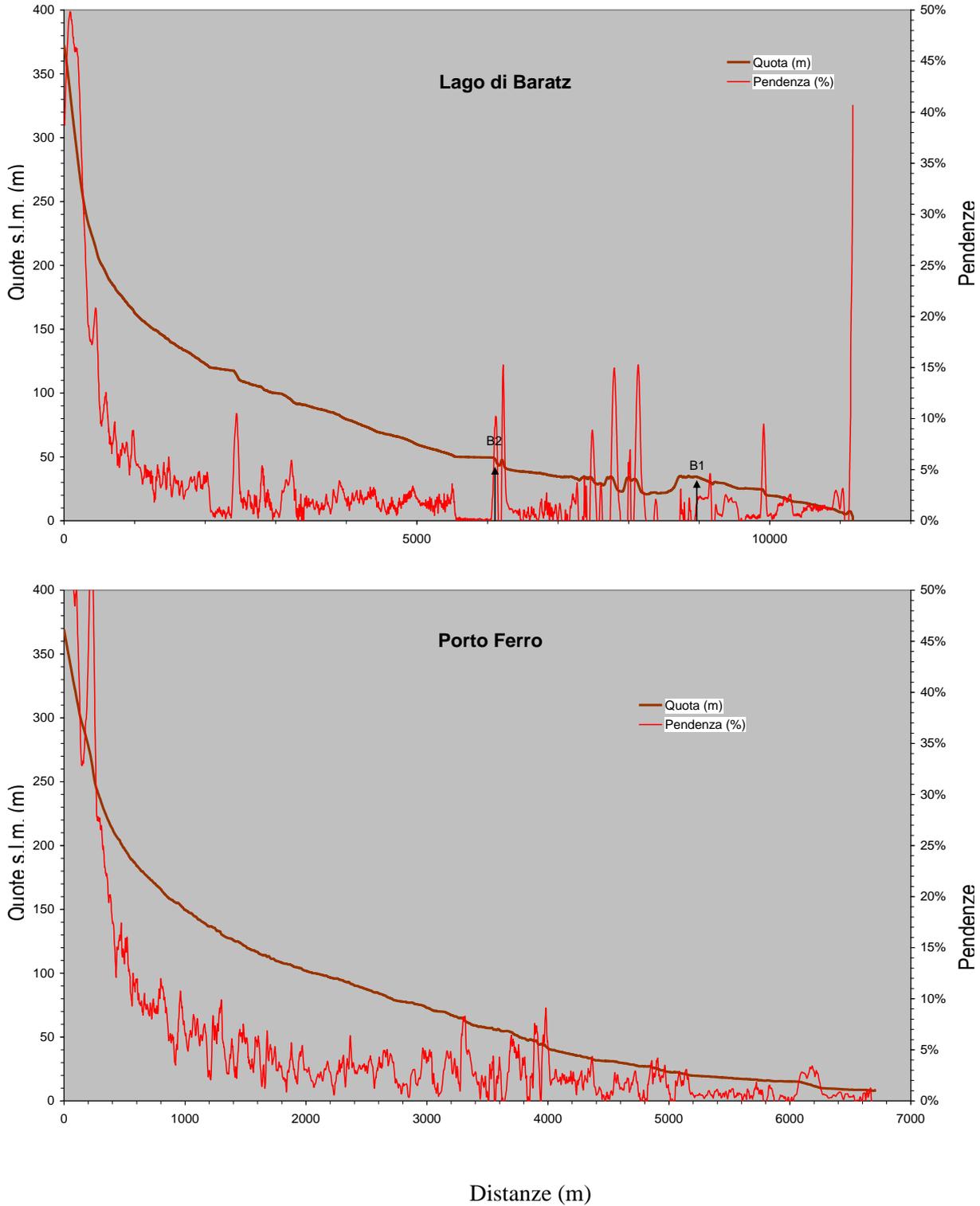


Figura 217 - Profili del terreno e pendenze dell'asta principale dei bacini oggetto dello studio.

COMUNE DI SASSARI
Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

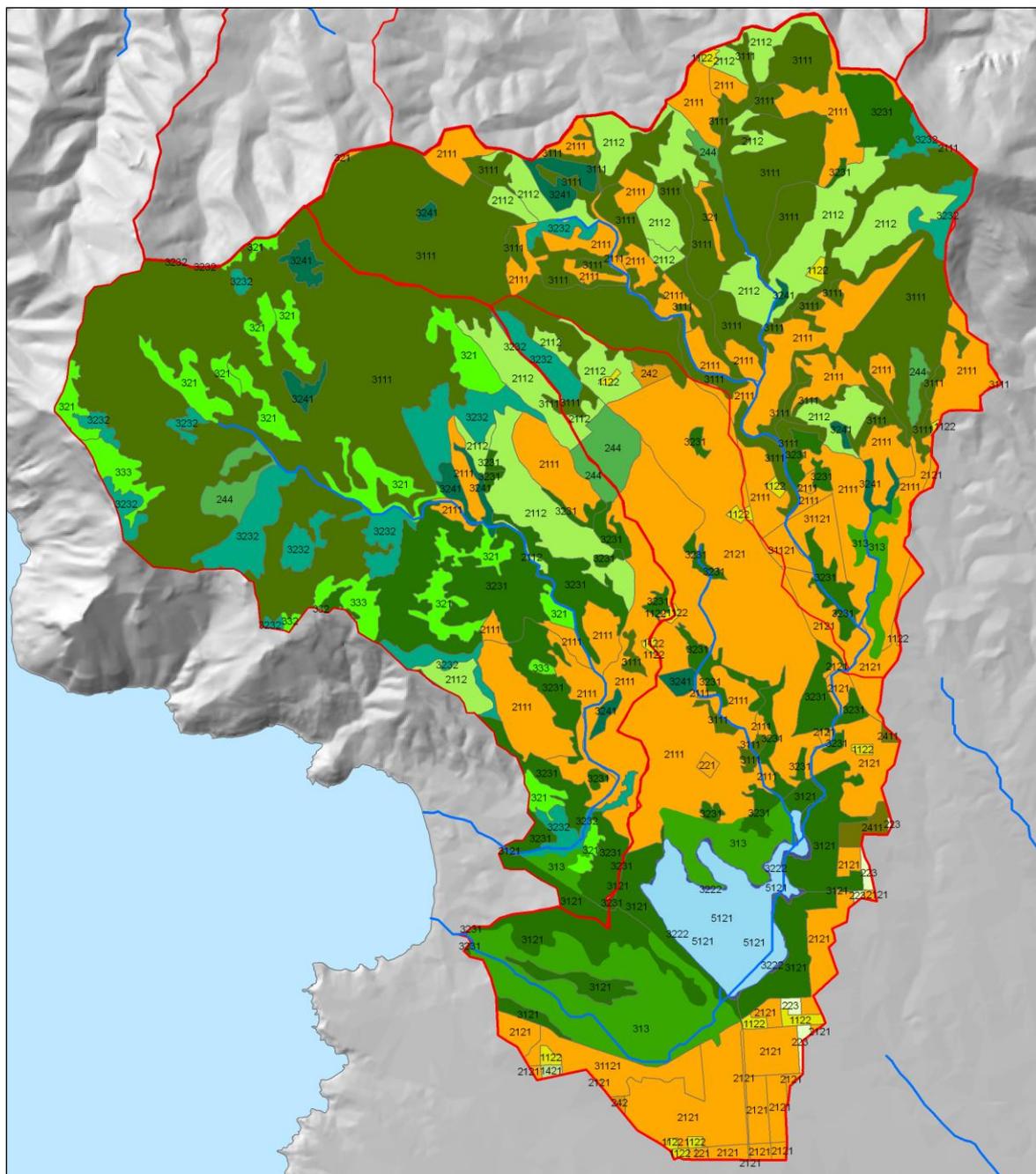


Figura 218 - Mappa dell'uso del suolo del bacino imbrifero del Lago di Baratz e Porto Ferro.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

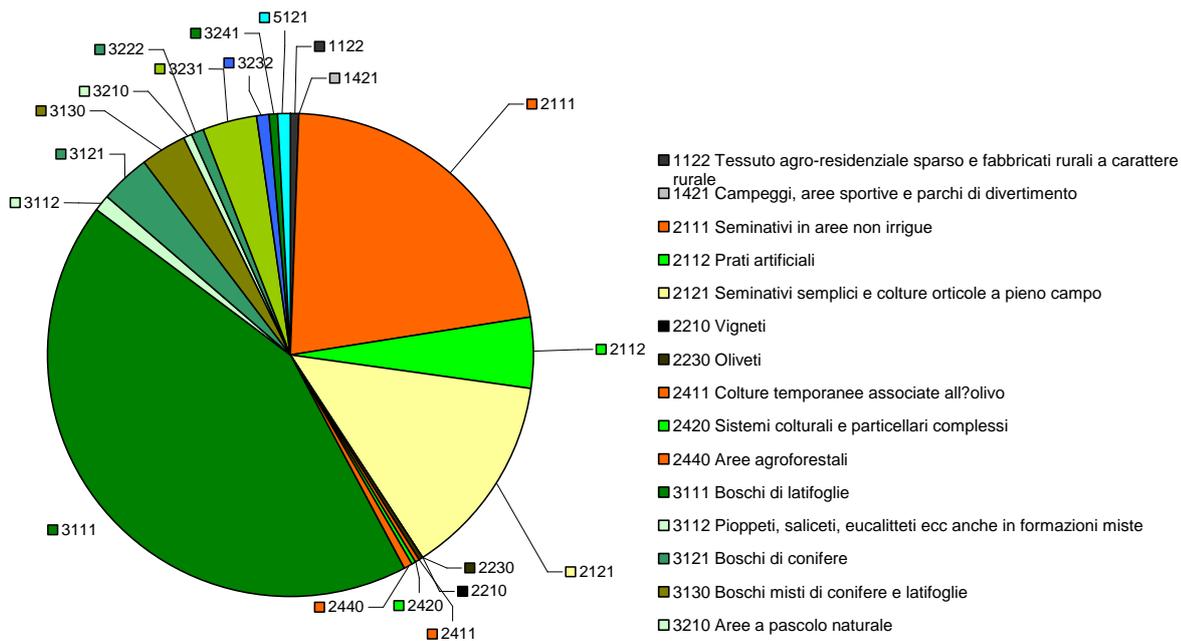


Figura 219 - Superfici delle diverse classi di uso del suolo secondo la classificazione CORINE presenti all'interno del bacino imbrifero del Lago di Baratz.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

Tabella 32 - Superfici delle diverse classi di uso del suolo secondo la classificazione CORINE presenti all'interno del bacino imbrifero del lago di Baratz, e valori del parametro CN e dell'indice di scabrezza di Manning associati alle corrispondenti superfici.

	Codice CORINE di uso del suolo	Area (m²)	Area (%)	CN	n di Manning
1122	Tessuto agro-residenziale sparso	66,736	0.5%	98	0.016
1421	Campeggi, aree sportive e parchi	10,461	0.1%	84	0.035
2111	Seminativi in aree non irrigue	3,098,990	22.0%	89	0.04
2112	Prati artificiali	666,267	4.7%	78	0.035
2121	Seminativi e colture orticole a pieno campo	1,886,799	13.4%	91	0.04
221	Vigneti	12,336	0.1%	89	0.035
223	Oliveti	39,904	0.3%	89	0.035
2411	Colture temporanee associate all'olivo	49,439	0.4%	89	0.035
242	Sistemi colturali e particellari complessi	25,225	0.2%	89	0.035
244	Aree agroforestali	85,075	0.6%	83	0.1
3111	Boschi di latifoglie	6,072,288	43.2%	83	0.15
3112	Pioppeti, saliceti, eucalitteti	129,861	0.9%	83	0.15
3121	Boschi di conifere	476,868	3.4%	83	0.15
313	Boschi misti di conifere e latifoglie	413,864	2.9%	83	0.15
321	Aree a pascolo naturale	111,778	0.8%	89	0.035
3222	Formazioni di ripa non arboree	83,737	0.6%	86	0.05
3231	Macchia mediterranea	507,366	3.6%	83	0.1
3232	Gariga	139,022	1.0%	89	0.05
3241	Aree a ricolonizzazione naturale	63,416	0.5%	89	0.035
5121	Bacini naturali	125,567	0.9%	100	0.03
Totale		14,065,000	100%	medio 85.59	

CALCOLI IDROLOGICI

I valori del parametro *CN* associati alle corrispondenti superfici con diverso uso del suolo sono riportati nella Tabella 51 per il bacino imbrifero del lago di Baratz e di Porto Ferro. Il valore medio riportato, ponderato in funzione delle aree, è stato poi incrementato in funzione della pioggia dei 5 giorni antecedenti che è stata considerata, per maggiore sicurezza, superiore a 50 mm. Si è così ottenuto il nuovo valore di *CN(III)*, dalla seguente formula:

$$CN(III) = (23 * CN) / (10 + 0.13 * CN).$$

Considerati i valori morfologici del bacino in esame e i rispettivi valori di *CN(III)* così ottenuti, risultano i valori dei tempi di corrivazione. Poiché le quattro formule presentano dei risultati abbastanza differenziati, al fine di garantire una maggiore sicurezza attraverso il calcolo di portate più intense, si è considerato il valore più basso del tempo di corrivazione, che è risultato essere per ciascun bacino quello fornito dalla formula SCS.

Si rimanda all'allegato "B - Report dei calcoli idrologici" per il riepilogo completo dei valori numerici delle grandezze che hanno condotto a determinare le portate di piena utilizzate per le simulazioni.

ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica per il calcolo delle aree di esondazione dei corsi d'acqua all'interno del bacino del Lago di Baratz e del bacino della baia di Porto Ferro è stata svolta considerando la corrente di moto permanente prodotta dalle portate di piena ottenute alla sezione di sbocco a mare LB, e nei sottobacini B1, B2 e B3 chiusi in corrispondenza degli attraversamenti stradali, rappresentati nella Figura 238. I sottobacini così considerati sono stati definiti, con una superficie di almeno 1 km², in corrispondenza di tutte le intersezioni del tracciato stradale con il reticolo idrografico, al fine di determinare con precisione la modalità di attraversamento dell'infrastruttura stradale da parte della corrente idrica. I valori delle portate di piena nel bacino complessivo e nei sottobacini considerati nell'analisi sono riportati nella Tabella 52. Il tratto che parte dal principale immissario del lago, il Rio Bastianeddu, passa attraverso il lago e finisce nella baia di Porto Ferro è stato scelto considerando come estremo di monte la sezione immediatamente a valle della principale confluenza del bacino imbrifero del lago. In questa confluenza convergono due rami provenienti uno da nord-ovest e uno da nord-est.

All'interno dei bacini del lago di Baratz e di Porto Ferro, sono state quindi individuate le seguenti intersezioni del tracciato stradale con il reticolo idrografico: B1 e B3 (strada prov. 118), B2 (strada prov. 69). L'attraversamento stradale denominato B2, situato alla coordinata 5200 m dallo sbocco a mare, è costituito dal rilevato stradale posto sulla provinciale dell'Argentiera, realizzato di recente, che sostituisce il vecchio ponte situato poco più a monte e ora dismesso. Quest'ultimo, denominato B2', è situato alla coordinata 5290 m dallo sbocco a mare. Un terzo attraversamento stradale, B1, posto alla coordinata 2240 m dallo sbocco a mare, si ha immediatamente a valle del lago, nel punto di sella dove l'emissario riesce a oltrepassare la duna

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

che funge da diga di sbarramento del lago. A causa della rarità degli eventi di tracimazione del lago, tale attraversamento è stato realizzato senza alcuna luce di deflusso sotto la pavimentazione stradale e quindi nel calcolo non è stato inserito come un "bridge". I dettagli costruttivi costituiti dai due rilevati stradali e dalle luci che possono influenzare il deflusso della corrente, insieme con il profilo verticale delle sezioni, sono riportati nell'Allegato C.

Nella Figura 238 sono rappresentate le tracce planimetriche delle sezioni trasversali della corrente (in verde) e degli attraversamenti stradali B1-B3 (in rosso) considerati nella procedura di calcolo per la definizione delle aree di esondazione.

Sul contorno di valle, in corrispondenza dello sbocco a mare, si è adottata la condizione sui livelli idrici, uguagliando le quote ai massimi valori di marea della zona corrispondente a +1.80 m s.l.m., così come richiesto dall'ADIS.

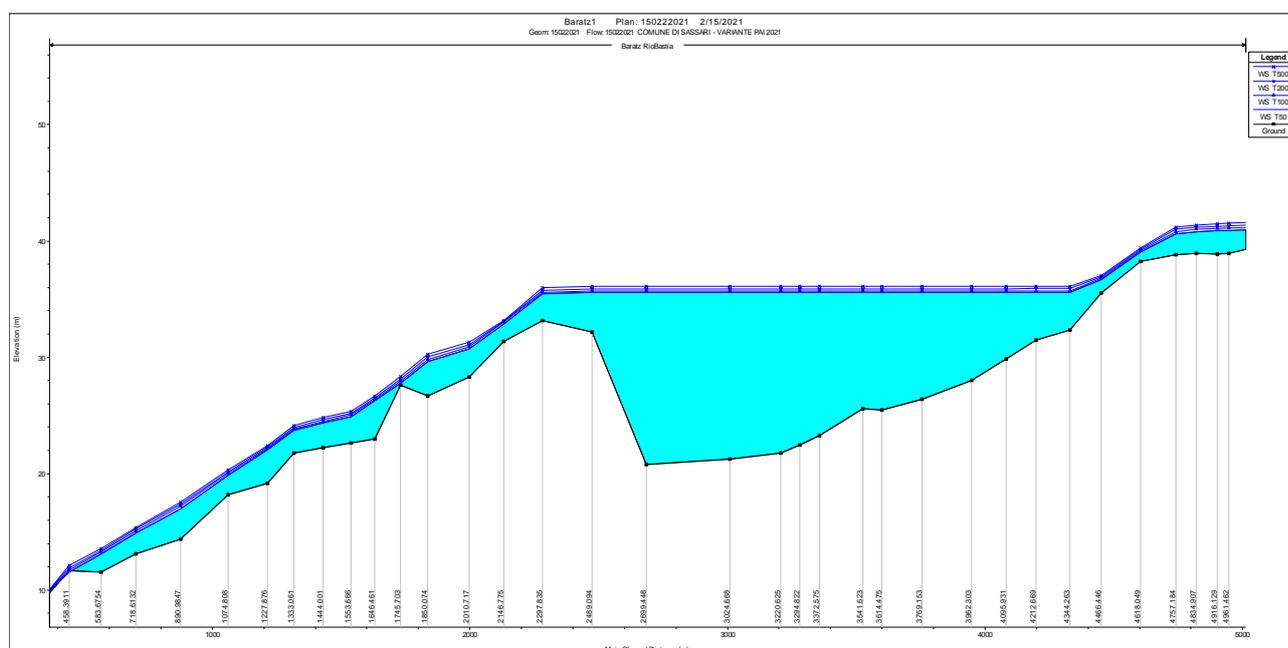


Figura 220 - Profili di moto permanente in corrispondenza del Lago di Baratz

Nella parte iniziale dell'asta del principale immissario del Lago, il Rio Bastianeddu, sono presenti due **attraversamenti** lungo la S.P. per alghero, entrambi risultati insufficienti al transito delle portate con Tr 50 anni. Il rilevato stradale esercita il ruolo di sbarramento e provoca l'innalzamento del tirante idrico a monte sino a interessare la carreggiata viaria.

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

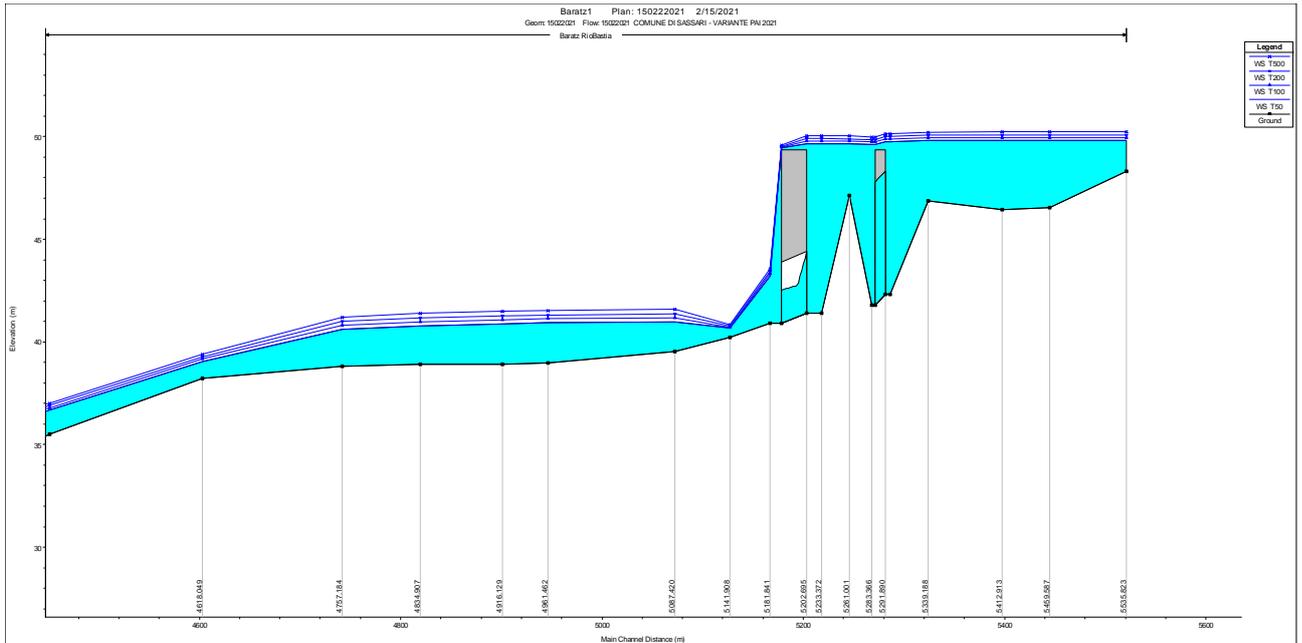


Figura 221 - Attraversamenti alle sezioni 5291 e 5202 e relativi tiranti idrici per i 4 tempi di ritorno



Figura 222 - Aree di esondazione a pericolosità idraulica molto elevata, elevata, media e moderata, ottenute per ciascuno dei tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni lungo il Rio Bastianeddu, il Lago di Baratz, il suo emissario e l'affluente della baia di Porto Ferro.

26 ARGENTIERA, PORTO PALMAS E RIO FLUMINI (borgata Sa Pedraia)

L'Argentiera e il Rio Flumini si trovano nella parte più occidentale del territorio comunale. All'interno di queste aree si individuano gli avvallamenti sede di concentrazione del deflusso idrico e i displuvi che costituiscono le linee spartiacque di confine tra i bacini imbriferi. Il reticolo idrografico ottenuto considerando un'area minima contribuente al deflusso pari a 1 km², insieme alle linee spartiacque.

All'interno dei bacini sono state individuate, inoltre, tutte le intersezioni del tracciato stradale con il reticolo idrografico, dove la presenza del relativo attraversamento può creare una condizione di pericolosità idraulica. Ciascuna di queste intersezioni è stata considerata come una sezione di chiusura del corrispondente sottobacino, alla quale è stato assegnato un codice. All'interno dei bacini dell'Argentiera sono state individuate le sezioni A1 in corrispondenza del campeggio prossimo alla spiaggia e A2 all'interno del paese (strada prov. 18 Sassari - Argentiera).

A partire dalle sezioni di sbocco dei bacini individuati è stata identificata l'asta principale risalendo verso monte fino al picco di quota. I profili del terreno lungo l'asta principale e i principali affluenti e le relative pendenze sono rappresentate nella seguente Figura. Nella seguente Tabella si riportano i dati morfometrici di sintesi dei bacini, che risultano di interesse per il calcolo idrologico delle portate di piena, quali l'area del bacino, la quota minima e media del bacino, la pendenza media dei versanti, la lunghezza e la pendenza media dell'asta principale.

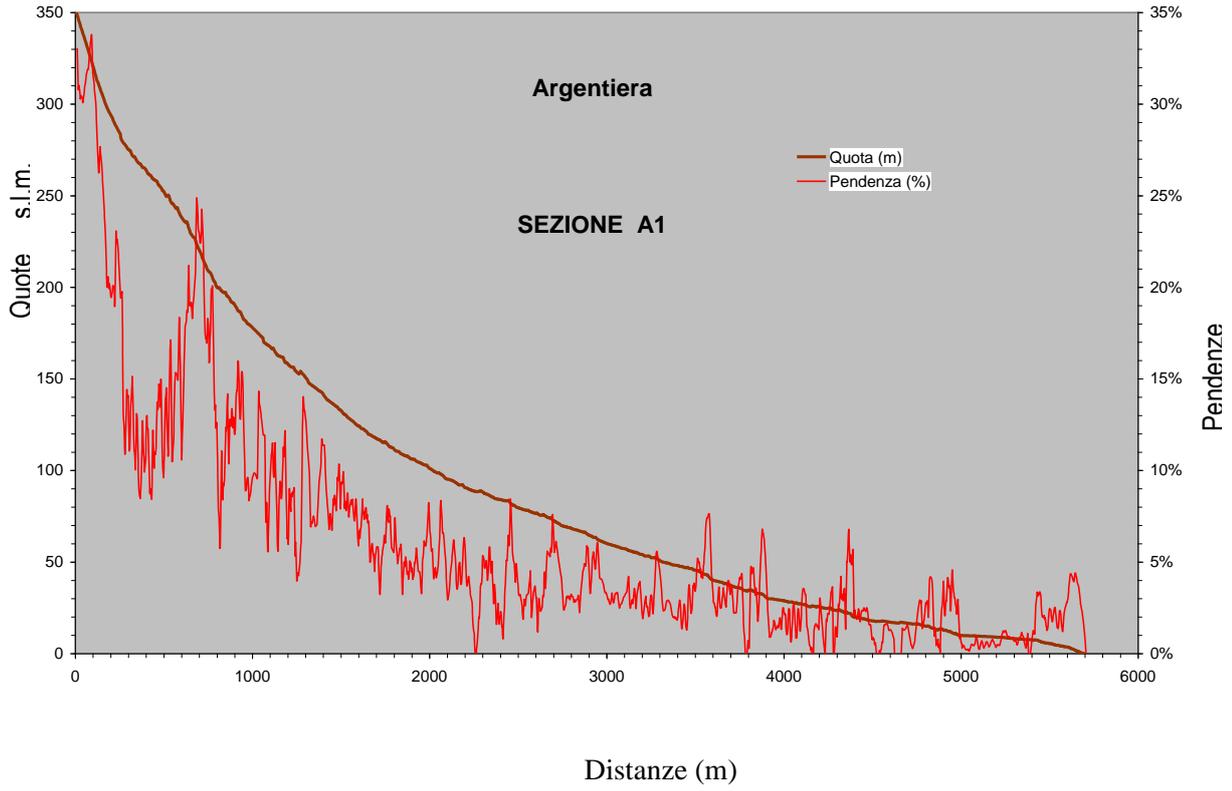
Tabella 33 - Dati morfometrici di sintesi dei bacini imbriferi dell'Argentiera e del rio Flumini.

BACINO ARGENTIERA-RIO FLUMINI				
Sezione		A1	A2	A3
Area bacino imbrifero	(km ²)	8.1485	2.0901	6.6821
Quota sezione di chiusura s.l.m.	(m)	0	0	0
Quota media del bacino s.l.m.	(m)	139.8	146.1	152.5
Pendenza media dei versanti	%	0.353	0.433	0.168
Lunghezza asta principale	(m)	5705	2949	5342
Pendenza media asta principale	%	0.061	0.106	0.035

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE



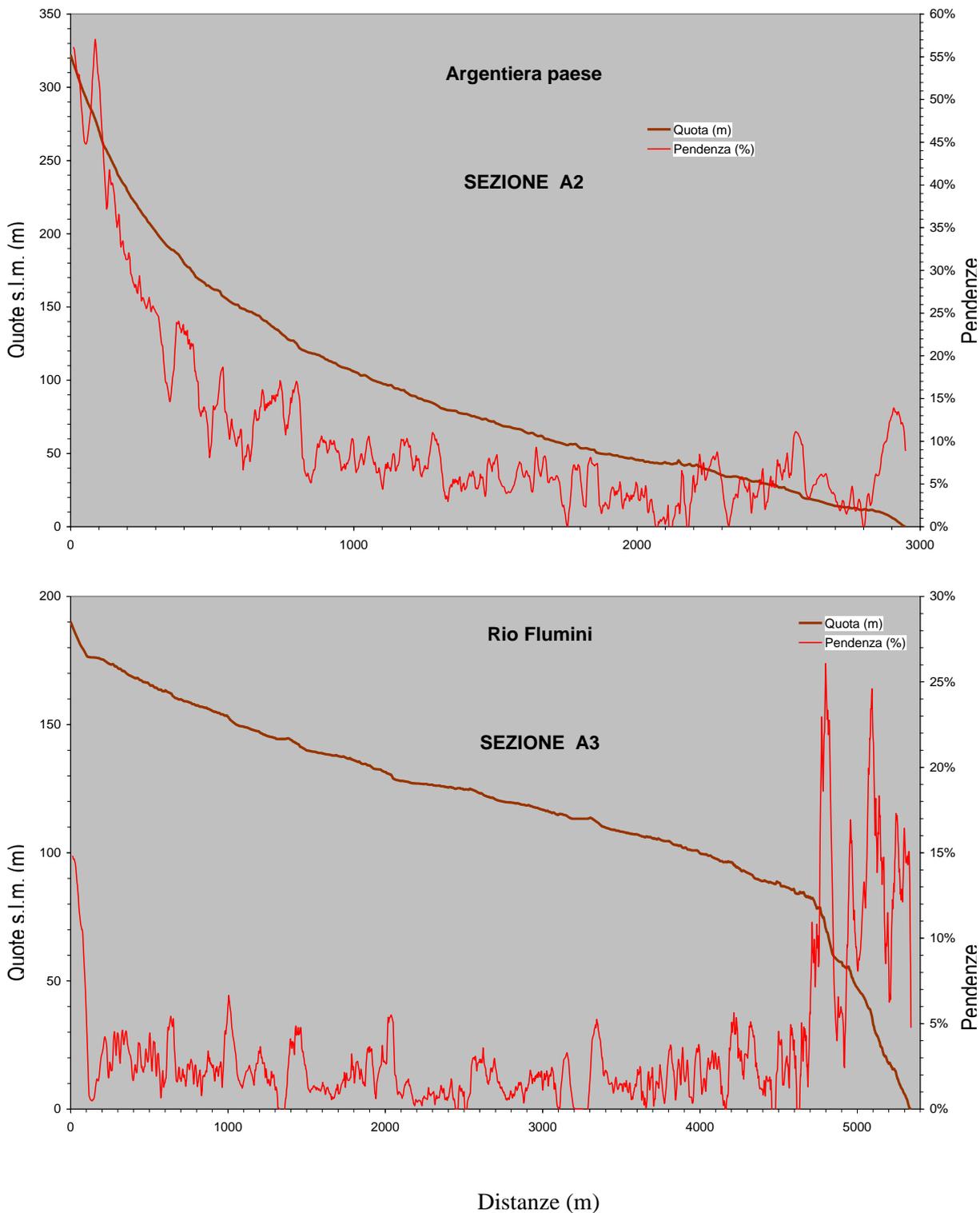


Figura 223 - Profili del terreno e pendenze dell'asta principale dei bacini oggetto dello studio.

Nella Figura 242 sono rappresentate le mappe del CN dei bacini imbriferi in esame, individuate secondo la classificazione CORINE.

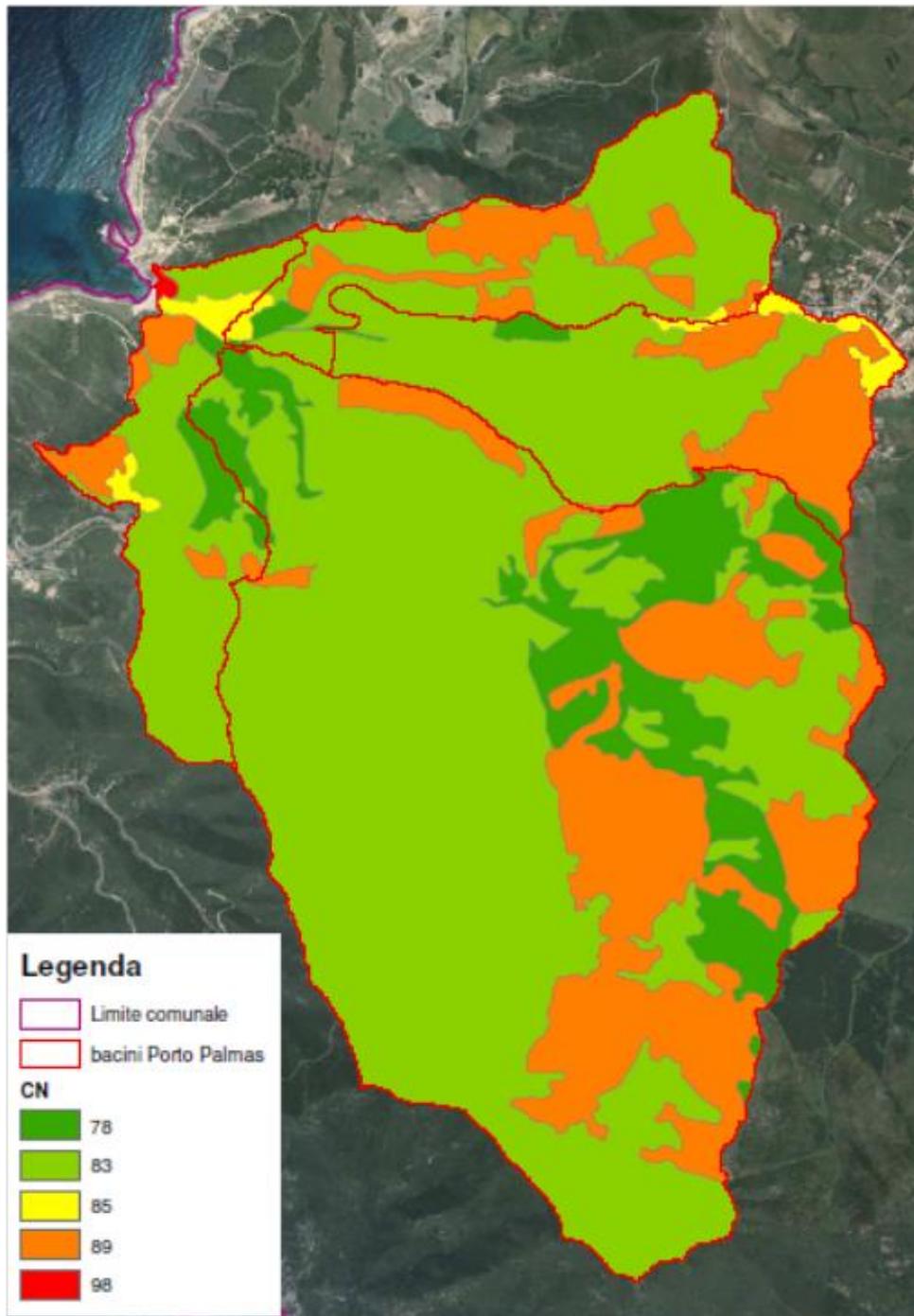


Figura 224 - Mappa del CN per i bacini idrografici del Rio Flumini

La vegetazione presente nel bacino del Rio Flumini è prevalentemente occupata da colture agrarie. Si può osservare, che la classe d'uso del suolo prevalente sia quella dei seminativi in aree non irrigue, che occupa circa il 63% dell'intero bacino. Circa un quarto del bacino è occupato da territori boscati, costituiti prevalentemente da boschi di latifoglie e macchia mediterranea. Complessivamente le superfici agricole

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

occupano il 73% del bacino, le superfici boscate il restante 27%. Sostanzialmente non sono presenti zone urbanizzate o insediamenti industriali artigianali.

La vegetazione presente nei bacini dell'Argentiera possiede un maggiore grado di naturalità, con una forte presenza di aree boscate, che coprono circa i tre quarti dell'intero bacino. La classe d'uso del suolo prevalente, è quella dei boschi di latifoglie, che occupa circa il 65% dell'intero bacino. Complessivamente le superfici agricole occupano il restante 24% del bacino, e circa l'1% è costituito dal tessuto residenziale presso lo sbocco a mare.

Tabella 34 - Superfici delle diverse classi di uso del suolo secondo la classificazione CORINE presenti all'interno del bacino imbrifero dell'Argentiera (in alto) e del Rio Flumini (in basso), e valori del parametro CN e dell'indice di scabrezza di Manning associati alle corrispondenti superfici.

	Codice CORINE di uso del suolo Argentiera	Area (m²)	Area (%)	CN	n di Manning
	1112 Tessuto residenziale rado	70886	0.9%	85	0.016
	1121 Tessuto discontinuo (extraurbano)	22353	0.3%	85	0.016
	2111 Seminativi in aree non irrigue	1622079	19.9%	89	0.040
	2112 Prati artificiali	294774	3.6%	78	0.035
	2440 Aree agroforestali	39930	0.5%	83	0.100
	3111 Boschi di latifoglie	5331502	65.4%	83	0.150
	3210 Aree a pascolo naturale	184441	2.3%	89	0.035
	3231 Macchia mediterranea	239566	2.9%	83	0.100
	3232 Gariga	209081	2.6%	89	0.050
	3241 Aree a ricolonizzazione naturale	79263	1.0%	89	0.035
	3311 Spiagge di ampiezza superiore a 25 m	1876	0.0%	98	0.030
	3320 Pareti rocciose e falesie	18752	0.2%	98	0.015
	3330 Aree con vegetazione rada	33998	0.4%	89	0.070
Totale		8,148,500	100%	medio 84.45	
	Codice CORINE di uso del suolo Rio Flumini	Area (m²)	Area (%)	CN	n di Manning
	1112 Tessuto residenziale rado	26,530	0.4%	85	0.016
	2111 Seminativi in aree non irrigue	4,183,805	62.6%	89	0.04
	2112 Prati artificiali	581,055	8.7%	78	0.035
	2430 Aree agroforestali	101,990	1.5%	89	0.035
	3111 Boschi di latifoglie	1,172,382	17.5%	83	0.15
	3231 Macchia mediterranea	371,930	5.6%	83	0.1

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

3232	Gariga	160,949	2.4%	89	0.05
3241	Aree a ricolonizzazione naturale	62,377	0.9%	89	0.035
3330	Aree con vegetazione rada	21,081	0.3%	89	0.07
Totale		6,682,100	100%	86.64	

CALCOLI IDROLOGICI

I valori del parametro *CN* associati alle corrispondenti superfici con diverso uso del suolo sono riportati nella Figura 242 e nella Tabella 54 per i bacini imbriferi in esame. Il valore medio riportato, ponderato in funzione delle aree, è stato poi incrementato in funzione della pioggia dei 5 giorni antecedenti che è stata considerata, per maggiore sicurezza, superiore a 50 mm. Si è così ottenuto il nuovo valore di *CN(III)*, dalla seguente formula:

$$CN(III) = (23 * CN) / (10 + 0.13 * CN).$$

Considerati i valori morfologici del bacino in esame e i rispettivi valori di *CN(III)* così ottenuti, risultano i seguenti valori dei tempi di corrivazione riportati nella Tabella 55 Poiché le quattro formule presentano dei risultati abbastanza differenziati, al fine di garantire una maggiore sicurezza attraverso il calcolo di portate più intense, si è considerato il valore più basso del tempo di corrivazione, che è risultato essere per ciascun bacino quello fornito dalla formula SCS.

Nella seguente Tabella 56 sono riportati i valori di pioggia lorda, pioggia netta, coefficiente di deflusso e portata di picco ottenuti per i 4 tempi di ritorno considerati e per il bacino in esame.

Tabella 35 - Tempi di corrivazione e *CN* calcolati per i bacini dell'Argentiera e del Rio Flumini.

Sezione		Campeggio	Paese	Rio Flumini
		A1	A2	A3
Area bacino	(km ²)	8.1485	2.0901	6.6821
Quota min	(m)	0	0	0
Quota media	(m)	139.8	146.1	152.5
Pendenza versanti	%	0.353	0.433	0.168
Lunghezza asta	(m)	5705	2949	5342
Pendenza asta	%	0.061	0.106	0.035
<i>CN</i>		92.5	92	93.2

ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica per il calcolo delle aree di esondazione dei corsi d'acqua all'interno dei bacini dell'Argentiera e del Rio Flumini è stata svolta considerando la corrente di moto permanente prodotta dalle portate di piena ottenute alle sezioni di sbocco a mare A1, A2 e A3. I bacini così considerati sono stati definiti, con una superficie di almeno 1 km², in corrispondenza di tutte le intersezioni del tracciato stradale con il reticolo idrografico, al fine di determinare con precisione la modalità di attraversamento dell'infrastruttura stradale da parte della corrente idrica. I valori delle portate di piena nei tre bacini considerati nell'analisi sono riportati nella precedente Tabella.

All'interno dei bacini dell'Argentiera e del Rio Flumini, sono state quindi individuate le intersezioni del tracciato stradale con il reticolo idrografico: 3 in corrispondenza del campeggio prossimo alla spiaggia dell'Argentiera, una all'interno del paese dell'Argentiera (strada prov. 18 Sassari - Argentiera). I due ponti situati in prossimità dello sbocco a mare del bacino A1, sono due attraversamenti di strade bianche, che consentono di accedere al vicino campeggio e all'arenile. Il ponte A1''' è un attraversamento costituito dal rilevato stradale posto sulla provinciale dell'Argentiera. I dettagli costruttivi costituiti dai tre attraversamenti stradali e dalle luci che possono influenzare il deflusso della corrente, sono riportati nel report dei rilievi dei manufatti rilevati.

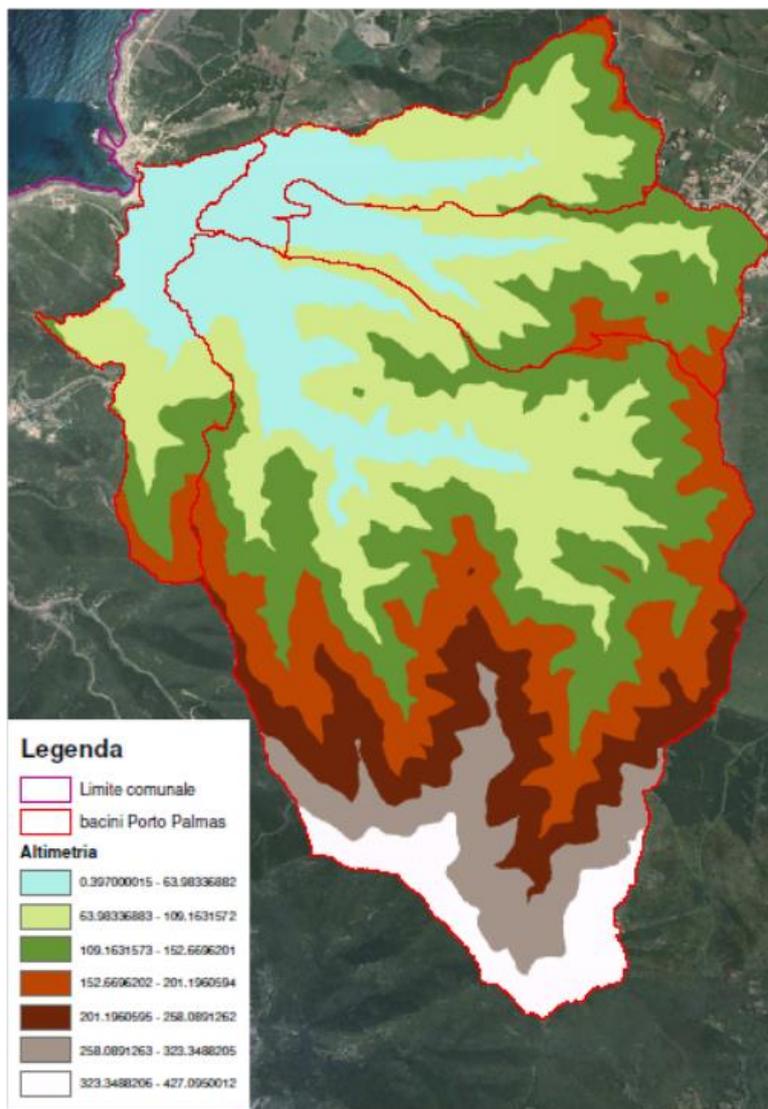


Figura 225 - Modello digitale delle quote dei bacini del Rio Flumini.

Sul contorno di valle, in corrispondenza dello sbocco a mare, si è adottata la condizione sui livelli idrici, uguagliando le quote ai massimi valori di marea della zona corrispondente a +1.80 m s.l.m., così come richiesto dall'ADIS.

Considerando le quattro portate di picco ottenute per i quattro tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni, la procedura di calcolo ha definito i corrispondenti profili verticali della corrente. Il dettaglio dei valori dei battenti idrici, della larghezza della corrente e della velocità media per ciascuna sezione trasversale è descritto nei grafici riportati nel Fascicolo delle Simulazioni in moto permanente. In particolare, sono riportate anche le sezioni trasversali in corrispondenza degli attraversamenti stradali, con i relativi battenti idrici. Queste evidenziano che la luce presente sotto tutti e tre i rilevati stradali non sono sufficienti per consentire il deflusso delle portate di piena associate ai quattro tempi di ritorno considerati, ed i rilevati risultano trascinati per quasi un metro dalle quattro portate di calcolo.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Per quanto riguarda il bacino A2 che comprende la piccola frazione dell'Argentiera, le aree di allagamento interessano diversi edifici del centro abitato, anche per la portata di tempo di ritorno di 50 anni, con un livello di rischio di conseguenza molto elevato. Per quanto riguarda il bacino A1, in prossimità dello sbocco a mare, le aree di allagamento interessano le strutture ricettive del campeggio e gli accessi stradali all'arenile, anche per la portata di tempo di ritorno di 50 anni, con un livello di rischio di conseguenza molto elevato.

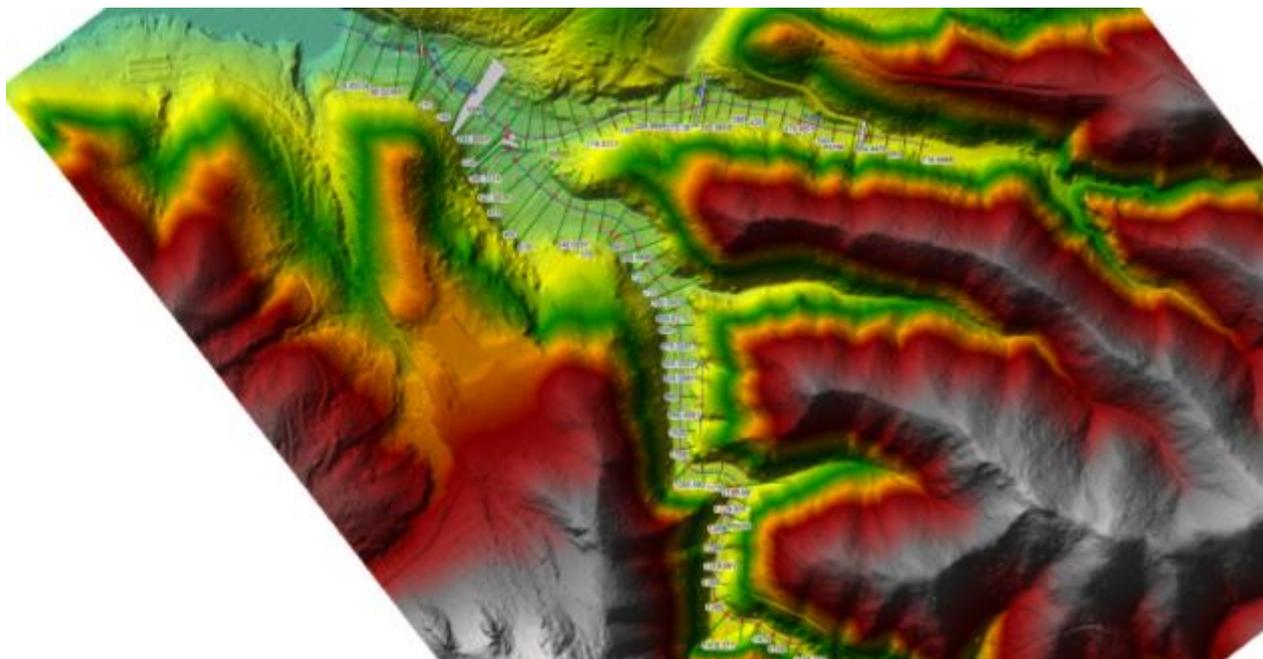


Figura 226 - Modello digitale 3D delle acclività relative alle aste convergenti verso Porto Palmas e l'Argentiera (Aste 81226 e 75626)

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE



Figura 227 - Aree a pericolosità idraulica a carico della Borgata dell'Argentiera



Figura 228 - Aree a pericolosità idraulica nella baia di Porto Palmas

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

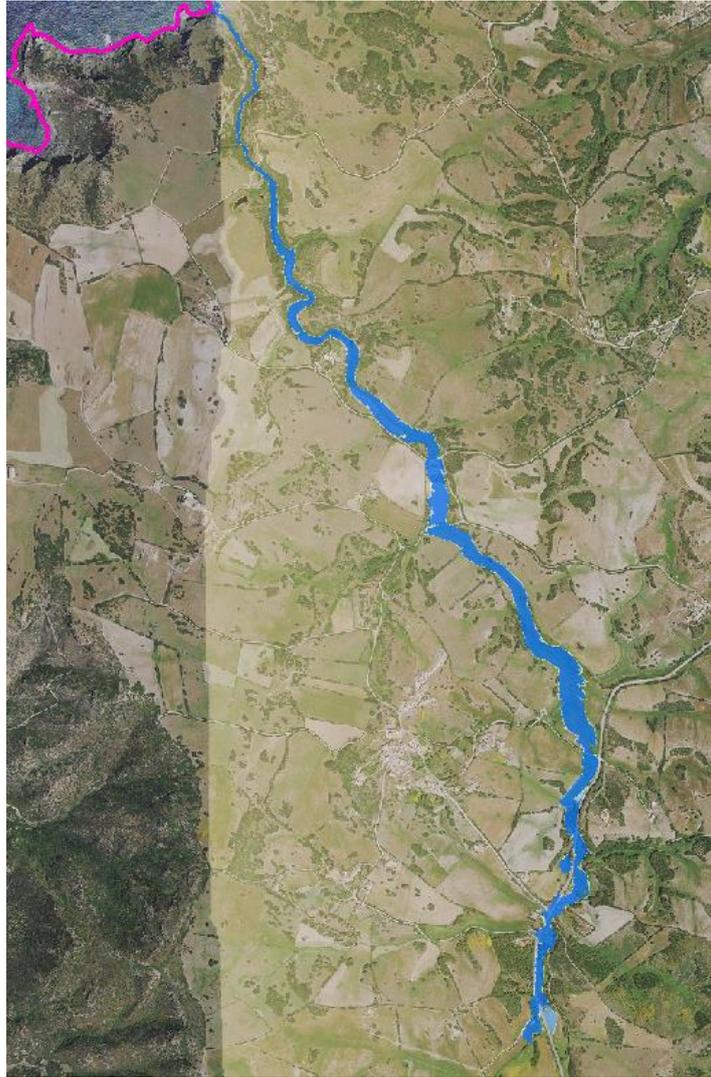


Figura 229 - Aree a pericolosità idraulica del Rio Flumini (La Pedraia)

COMUNE DI SASSARI
 Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

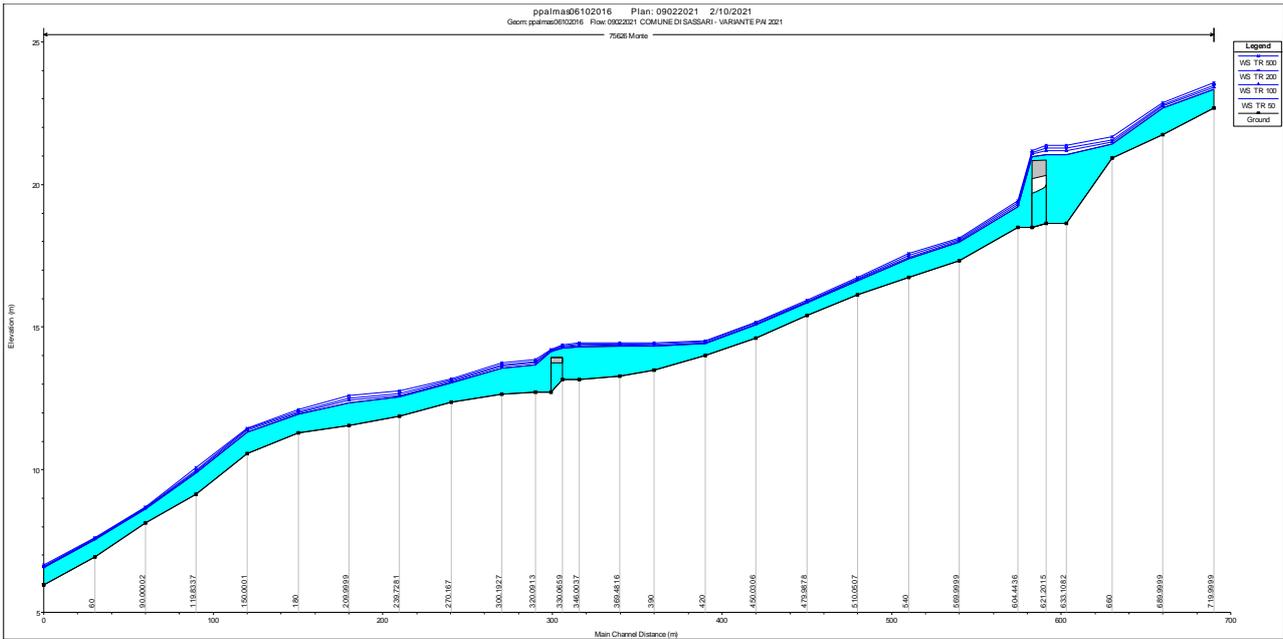


Figura 230 - Attraversamenti lungo l'Asta 75626 a monte di Porto Palmas

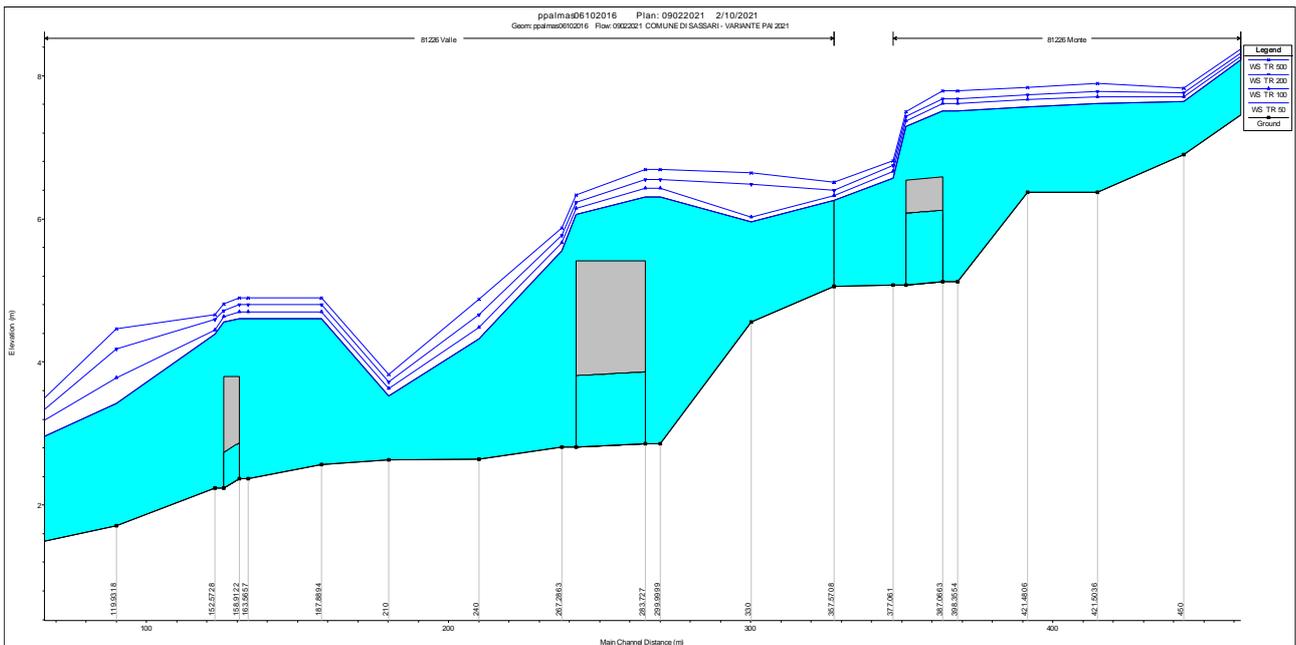


Figura 231 - Attraversamenti lungo l'Asta 81226 a monte della Spiaggia di Porto Palmas

27 ALTRI CORSI D'ACQUA

A seguito delle prescrizioni formulate dal Segretario dell'Autorità di Bacino nell'ambito del provvedimento di approvazione, è stato necessario effettuare l'analisi idrologica e idraulica di altri corsi d'acqua: **il Rio Don Gavino, il Rio San Nicola, Il Rio Badde Pertusu, il Rio Galaru, il Rio Trainu Ispirida e aggiornato il Rio Filibertu.**

In tutti i casi è stata adottata la medesima metodologia di calcolo idrologico proposta nell'intero studio e rispettosa delle indicazioni delle Linee Guida del PAI e i medesimi criteri di predisposizione dei modelli matematici per le simulazioni in moto permanente necessarie per l'individuazione dei tiranti idrici e la definizione delle aree a pericolosità idraulica.

Si rimanda ai fascicoli allegati per i dettagli dei calcoli idrologici delle portate di piena e dei report delle simulazioni in moto permanente.



Figura 232 - Aree a pericolosità idraulica del Rio San Nicola



Figura 233 - Aree a pericolosità idraulica del Rio Isipirida (affluente in sinistra del Rio Su Mattone)

28 CONCLUSIONI

Nell'ambito della presente proposta di Variante del PAI estesa al territorio comunale di Sassari, sono state rivalutate le aree a pericolosità idraulica rispetto a quelle proposte nella versione consegnata nell'Aprile 2017 dal Comune di Sassari alla luce delle prescrizioni formulate dal Segretario dell'Autorità di Bacino nell'approvaione del 30/12/2020.

Sono state ricalcolate le portate di tutti i bacini idrografici studiati a causa dell'esigenza di scegliere tempi di corrivazione più cautelativi di quelli utilizzati a aprtire dallo Studio ex art. 8 comma 2 dell'anno 2012, che scaturirono dalla scelta del valore medio tra tre individuati come affidabili; nella presente revisione sono stati scelti i tempi di corrivaione con valore più basso; di conseguenza sono state ricalcolate tutte le portate di piena da impiegare nelle simulazioni in moto permanente e ridefinite le aree a pericolosità idraulica.

Inoltre, in virtù dell'esecuzione di alcuni approfondimenti sulla descrizione topografica derivanti da rilievi di dettaglio in campo e dall'impiego del DTM di precisione della Regione Sardegna con passo di campionamento di 1 metro, è stata riapprontata la base dati topografica su cui implementare i modelli, aggiornando di fatto tutte le simulazioni.

Sono stati studiati alcuni nuovi corsi d'acqua, segnalati dall'ADIS: il Rio Don Gavino, il Rio San Nicola, Il Rio Badde Pertusu, il Rio Galaru, il Rio Trainu Ispirida e aggiornato il Rio Filibertu.

E' stata predisposta ai sensi dell'Art. 30ter delle N.A. del PAI la Carta della pericolosità idraulica derivante da inondazione costiera e la Carta con le Fasce di Prima salvaguardia per i corsi d'acqua presenti nel reticolo ufficiale o nella cartografia IGM non sottoposti ad analisi idraulica, costituiti da rami di primo o secondo ordine gerarchico o non interessati da elementi a rischio molto elevato.

Sono state effettuate alcune verifiche sulla sussistenza o meno dei franchi di sicurezza in corrispondenza di attraversamenti viari in grado di evacuare le portate di piena, appurando che anche in presenza dei suddetti franchi fosse preferibile non interrompere il vincolo di pericolosità al fine di assicurare la maggiore cautela possibile in mancanza di informaizioni sufficienti sullo stato di protezione e stabilità delle pile in alveo e dellel fondazioni in genere.

La predisposizione della Variante presuppone, in aggiunta alle mappe della pericolosità idraulica aggiornate come descritto al capoverso precedente, la redazione delle Carte del Danno Potenziale e delle Carte del Rischio Idraulico, seguendo i principi delle Linee Guida del PAI e del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.

Sono state studiate 27 aste fluviali, il Lago di Baratz e lo Stagno di Pilo; per ciascun corpo idrico sono stati individuate le criticità provocate da restringimenti, manufatti o ostruzioni di vario tipo, con l'ausilio di strumentazioni per il rilievo in campo (laser, GPS, attrezzature tradizionali) e software specialistici per le elaborazioni numeriche cartografiche e di calcolo.

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**
RELAZIONE GENERALE

Le aree a Pericolosità Idraulica ottenute, distinte nei quattro livelli canonici, sono state introdotte dall'Amministrazione Comunale di Sassari nella base cartografica di Piano, e costituiscono uno dei principali elementi dell'assetto ambientale del nuovo Piano Urbanistico Comunale.

Le Carte del Rischio Idraulico consentono di individuare sull'intero territorio comunale i settori gravati soprattutto dal rischio molto elevato (Ri4) ed elevato (Ri3), rispetto ai quali sono state predisposte le schede di mitigazione utili per stabilire sia le caratteristiche della problematica, sia le soluzioni per migliorare o risolvere le criticità in termini di tipologia e di entità delle risorse finanziarie necessarie.

L'analisi svolta ha consentito di confermare le criticità evidenziate nello Studio ex. art. 8 comma 2 dell'anno 2012, tenendo conto che nel frattempo non sono state realizzate opere di mitigazione ma che sono disponibili diversi finanziamenti a disposizione dell'Amministrazione per porre rimedio alle criticità maggiori: Rio Calamasciu, Fosso della Noce, Rio Giuncheddu, Valle dell'Eba Giara (Rio San Giovanni). La mappa del Rischio idraulico interessa numerosi settori **dell'edificato urbano di Sassari** e di alcune frazioni molto popolate (**Caniga, Li Punti-San Giorgio, Argentiera, Sa Pedraia**) e coinvolge quasi tutti gli attraversamenti delle strade secondarie (provinciali e comunali) e alcuni delle strade statali presenti nel territorio comunale.

In particolare si ritiene di dover sottolineare le seguenti emergenze:

- Presenza di numerose criticità nel tessuto urbano della Città di Sassari, con particolare riferimento alla Valle dell'Eba Giara e del Rosello, al Fosso della Noce e alla borgata di Sant'Orsola; in tali aree gli attraversamenti stradali in alveo presentano luci insufficienti o talvolta sono prive di continuità idraulica; è il caso dei rilevati su cui insistono Viale Sicilia, Viale Trento e Viale Trieste che costituiscono autentici sbarramenti e che causano settori idraulicamente pericolosi ma facilmente mitigabili con interventi modesti.
- La Zona Industriale di Predda Niedda e la frazione di Caniga sono gravate da numerose aree di allagamento provocate dal rio Calamasciu, il cui corso è stato talvolta tombato con sezioni macroscopicamente insufficienti.
- Sono presenti due tratti tombati (lungo la Valle dell'Eba Giara-Rio San Giovanni tra la Via Sorso e il terrapieno di viale Sicilia e nella Z.I.R, Predda Niedda lungo il Rio Calamasciu), le cui sezioni non sono sufficienti al trasporto delle portate di piena secondo i criteri previsti dalla Direttiva sulle verifiche di sicurezza dei canali tombati emanata nel mese di Ottobre 2015.
- Lungo il corso del rio San Giovanni, parallelamente al viale Porto Torres, sono presenti manufatti viari e tratti tombati che generano situazioni gravemente pericolose in prossimità di attività produttive.
- Gli attraversamenti stradali e ferroviari rilevati in agro o alla periferia della Città sono prevalentemente inadeguati anche al transito di portate con tempo di ritorno di 50 anni;

COMUNE DI SASSARI

Variante del PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione - aggiornamento **Febbraio 2021**

RELAZIONE GENERALE

particolarmente critiche sono alcune interferenze del rio Mascari e del rio Calamasciu lungo la linea Sassari-Cagliari, nelle quali si osserva il coinvolgimento dei binari per lunghi tratti.

- Nella borgata dell'Argentiera si osserva la presenza di alcuni compluvi proprio in prossimità del vecchio centro che ne mettono a rischio le possibilità di restauro e fruizione.
- Alla foce del rio Fiume Santo appare delicata l'adiacenza del corso d'acqua con l'area industriale sede della centrale di produzione termoelettrica; è importante effettuare regolarmente gli interventi di manutenzione del rilevato arginale in sponda sinistra, essenziale per il mantenimento delle condizioni di moto considerate nelle simulazioni e in generale nello Studio.

ING. ALESSIA VARGIU