Comune di Riola Sardo

Provincia di Oristano



ASSETTO IDROGEOLOGICO COMUNALE
— PARTE IDRAULICA —

Variante puntuale al PAI ai sensi dell'articolo 37 c. 3 delle Norme di Attuazione del PAI		
Tavola **10.0**	**Relazione idrologica**	Scala

ELABORAZIONE

RESPONSABILI DELLA PIANIFICAZIONE

Assetto idraulico

Ing. Tonino Mulas

Assetto geologico

Geol. Orlando Antonio Mereu

SINDACO

Dott. Lorenzo Pinna

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Alessandro Pisu

APPORTI ALLA PIANIFICAZIONE

Dott. Pianificatore Alessandro Multinu

Data di consegna	Approv. Progetto Preliminare	Adozione PUC	Consegna revisione PUC	Approv. Definitiva PUC
03/11/2025				

SOMMARIO

SOMMARIO 2
Indice figure 2
Indice tabelle 2
Premessa 3
Ambito territoriale della variante e pianificazione vigente 3
Inquadramento territoriale 3
Individuazione e descrizione del sistema idraulico 4
I bacini idrografici di riferimento 6
Individuazione dei parametri morfometrici 8
Uso del Suolo e capacità di assorbimento del suolo 9
Stima della portata di progetto 13
Aspetti metodologici 13
Metodo razionale con curva di possibilità pluviometrica TCEV 13
Metodo diretto TCEV applicato alle portate 19
Portate di Progetto 22
Allegati 24
Elaborati: 24
Strati informativo (.shp file): 25

Indice figure

Figura 1 — Inquadramento territoriale 4
Figura 2 — Idrografia territorio Delib. CIAdB n.3 del 30.07.2015 5
Figura 3 — Reticolo idrografico proposto 6
Figura 4 — Carta dei Bacini principali studiati (in nero) 8
Figura 5 — Inquadramento sotto zona omogenea e pioggia media giornaliera 15
Figura 6 — Tabella 62 pagina 111 elab. 2_24_1_1_1-Rel-Monografica PSFF caratteristiche morfometriche 22
Figura 7 — Tabella 75 pagina 126 elab. 2_24_1_1_1-Rel-Monografica PSFF Portate 22

Indice tabelle

Tabella n. 1 — Descrizione delle diverse classi in funzione dei gruppi di Tipo di suolo (metodo SCS-CN) 9
Tabella n. 2 — Bacini principali caratteristiche geomorfometriche 11
Tabella n. 3 — Tempi di corrivazione 16
Tabella n. 4 — Elenco delle stazioni di misura portate utilizzate nel modello TCEV 21
Tabella n. 5 — Portate al colmo metodo TCEV diretto 21
Tabella n. 6 — Portate al colmo 23

Premessa

La presente relazione allegata alla proposta di variante alla pericolosità vigente, del territorio comunale di Riola Sardo. I riferimenti seguiti per la redazione della variante sono quelli disposti dall'articolo 8 comma 2 delle norme di Attuazione del PAI seguendo la procedura di variante di cui all'articolo 37 comma 3 lettera b e g delle norme.

Si tratta di uno studio di maggior dettaglio su scala territoriale, posto che il comune di Riola Sardo in realtà è stato già oggetto di analisi con studi di portata regionale come il PAI, il PSFF con particolare riferimento ai seguenti corsi d'acqua:

- Riu Mare Foghe che lambisce la parte nord - orientale dell'abitato;

Ai fini della presente variante, la mappa della pericolosità è stata completata sia considerando il reticolo idrografico aggiornato ai sensi dell'art 30ter del PAI

In tal senso lo studio di variante in oggetto costituisce una aggiornamento e un completamento delle perimetrazioni già esistenti, fornendo uno strumento completo ed esaustivo dalla pericolosità idraulica e del rischio che gravano sull'intero territorio comunale.

Ambito territoriale della variante e pianificazione vigente

Il comune di Riola Sardo, situato nella Sardegna occidentale, a circa 10 Km dal capoluogo di Provincia, si sviluppa per 48,24 km^2 confina con i territori di: San Vero Milis, Baratili San Pietro, Nurachi e Cabras.

Inquadramento territoriale

L'area è inquadrata in una pianeggiante con altitudine media di 10,0 m s.l.m., caratterizzato a sud dallo stagno di Cabras e le aree limitrofe paludose, a ovest dallo sbocco a mare con le imponenti falesie. In questo contesto si inserisce il Riu Mare Foghe, che scorre da est verso ovest. Lambendo in sinistra idraulica il centro abitato di Riola Sardo, contenuto tra i rilevati arginali prima di immettersi nello stagno di Cabras. Da un punto di vista strettamente idrografico il territorio comunale è caratterizzato da interventi di bonifica delle aree paludose limitrofe al Riu Mare Foghe con la creazione di canali di bonifica artificiali, che hanno consentito lo sviluppo agricolo dell'area. Non sono presenti altri corsi d'acqua di particolare rilievo, gli unici due torrenti che scendono dalle pendici del Montiferru, raggiunto il territorio di Riola Sardo perdono la loro irruenza incontrando un contesto prettamente pianeggiante e suoli particolarmente permeabili che fanno perdere le linee di deflusso.

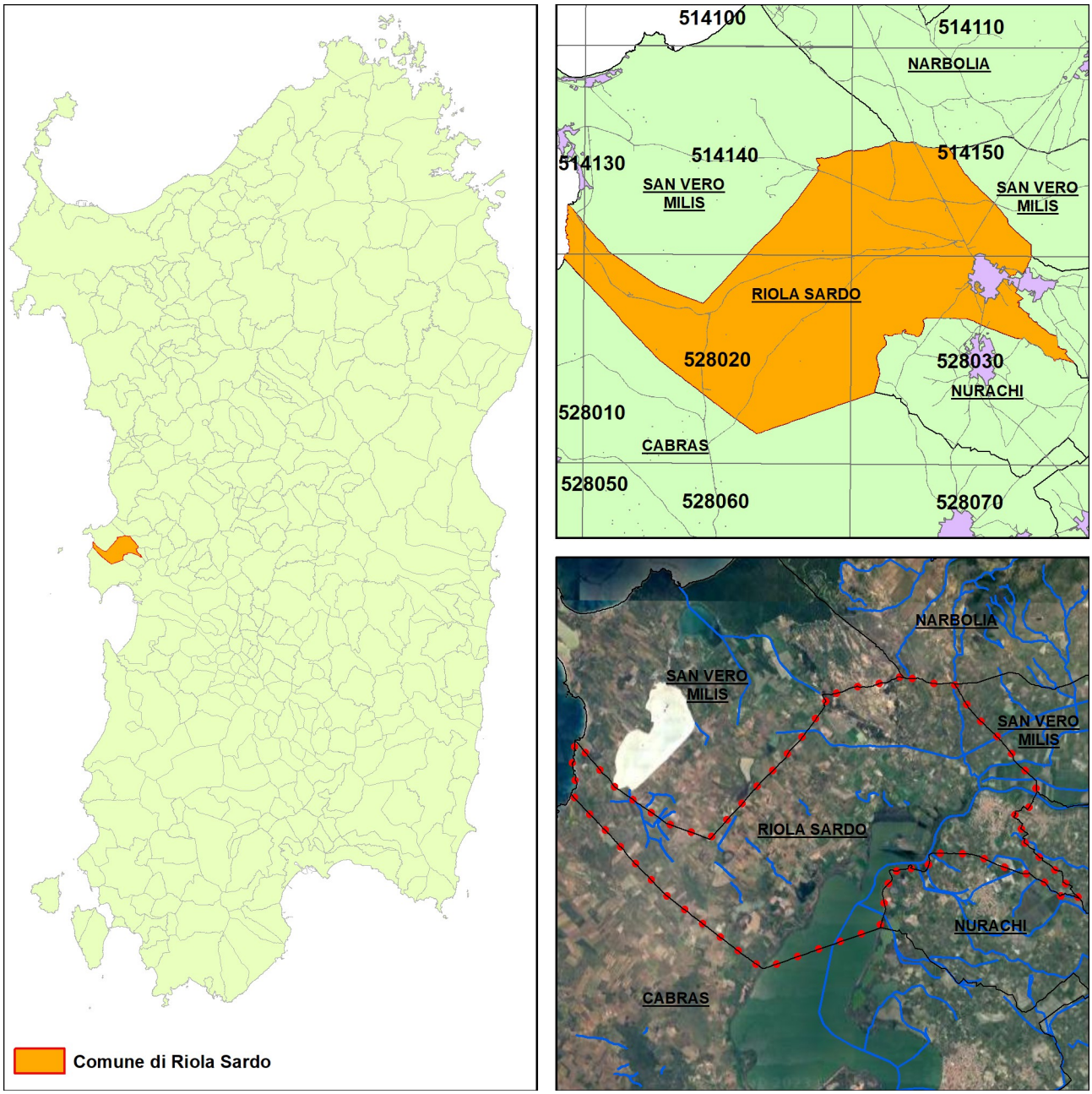


Figura 1 — Inquadramento territoriale.

Individuazione e descrizione del sistema idraulico

Come detto sono state individuate e analizzate su modello tutte le potenziali criticità del reticolo idrografico in un ambito territoriale più vasto di quello preso in considerazione dal Piano di Assetto Idrogeologico, dal PSFF e dal PGRA.

La perimetrazione delle aree a significativa pericolosità di cui all'articolo 26 delle norme passa attraverso la definizione dei criteri che discriminano tra un tronco ritenuto critico e pertanto passibile di analisi e uno ritenuto non critico. In tale ottica ci si è basati prevalentemente su quattro criteri:

• Il tronco appartiene al reticolo minore gravante sul centro edificato;

• Il tronco insiste su un'area storicamente critica dal punto di vista idraulico;

• Il tronco interessa, anche solo potenzialmente, un elemento a rischio E3 o E4;

L'analisi di criticità è stata estesa a tutto il territorio comunale in modo da proporre uno studio completo e il

più possibile esaustivo in relazione alla pericolosità idrogeologica che interessa l'intero ambito comunale. Si deve precisare, tuttavia, che a fronte di corsi d'acqua inaccessibili o non interferenti con elementi a rischio importanti è stata utilizzata la fascia di salvaguardia di cui all'articolo 30 ter delle norme con le prescrizioni relative.

Si precisa che lo stesso reticolo è stato oggetto di revisione in uno studio dedicato e redatto ai sensi dell'articolo 30 ter comma 6 delle norme PAI. In allegato al presente lavoro è presentata anche la rettifica del reticolo in modo che la variante tenga conto dell'effettivo e significativo sviluppo dei corsi d'acqua. Per tutti questi corsi d'acqua si è proceduto ad una modellazione idraulica con codice Hec-Ras con conseguente individuazione di aree pericolose.

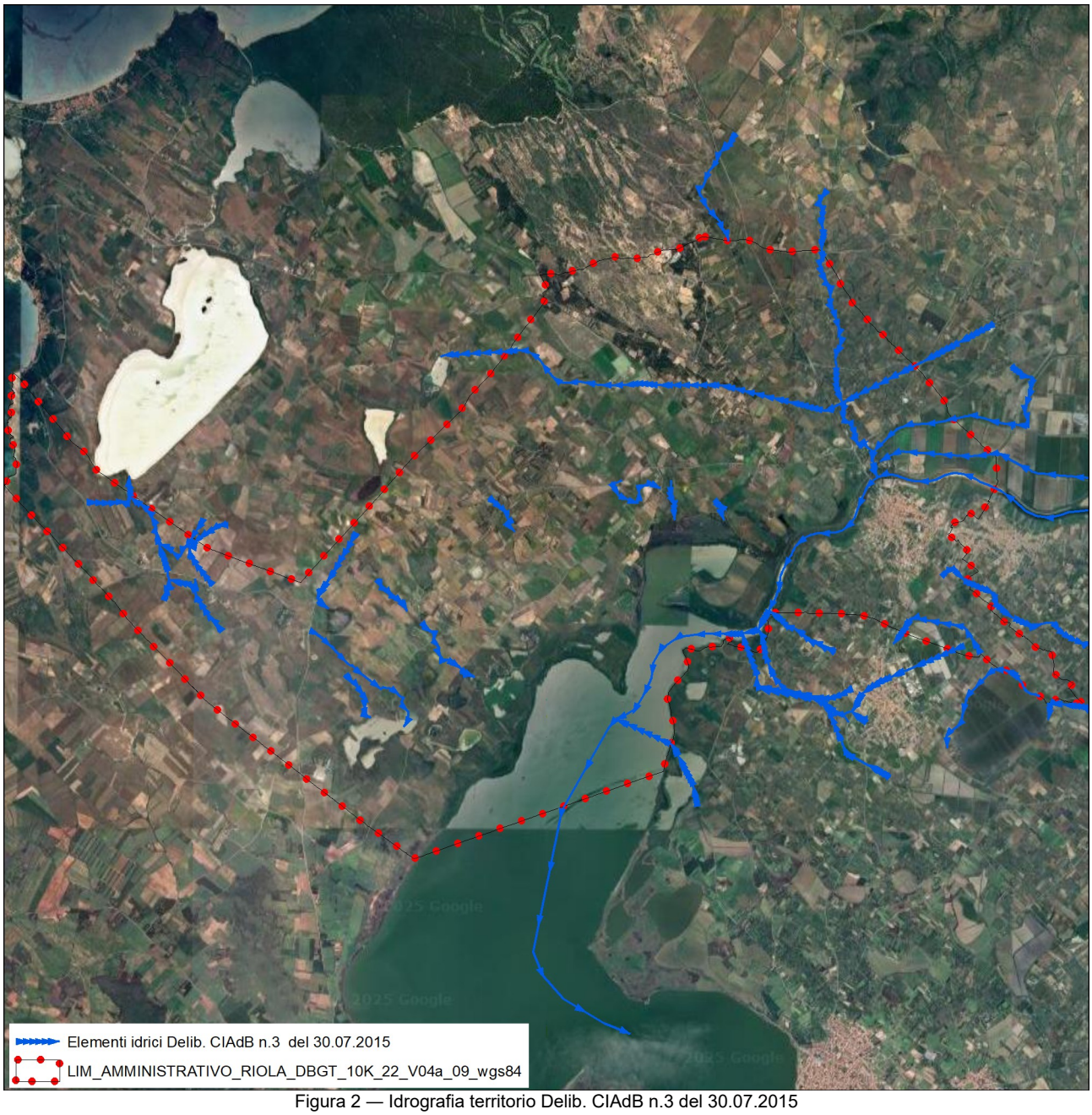


Figura 2 — Idrografia territorio Delib. CIAdB n.3 del 30.07.2015

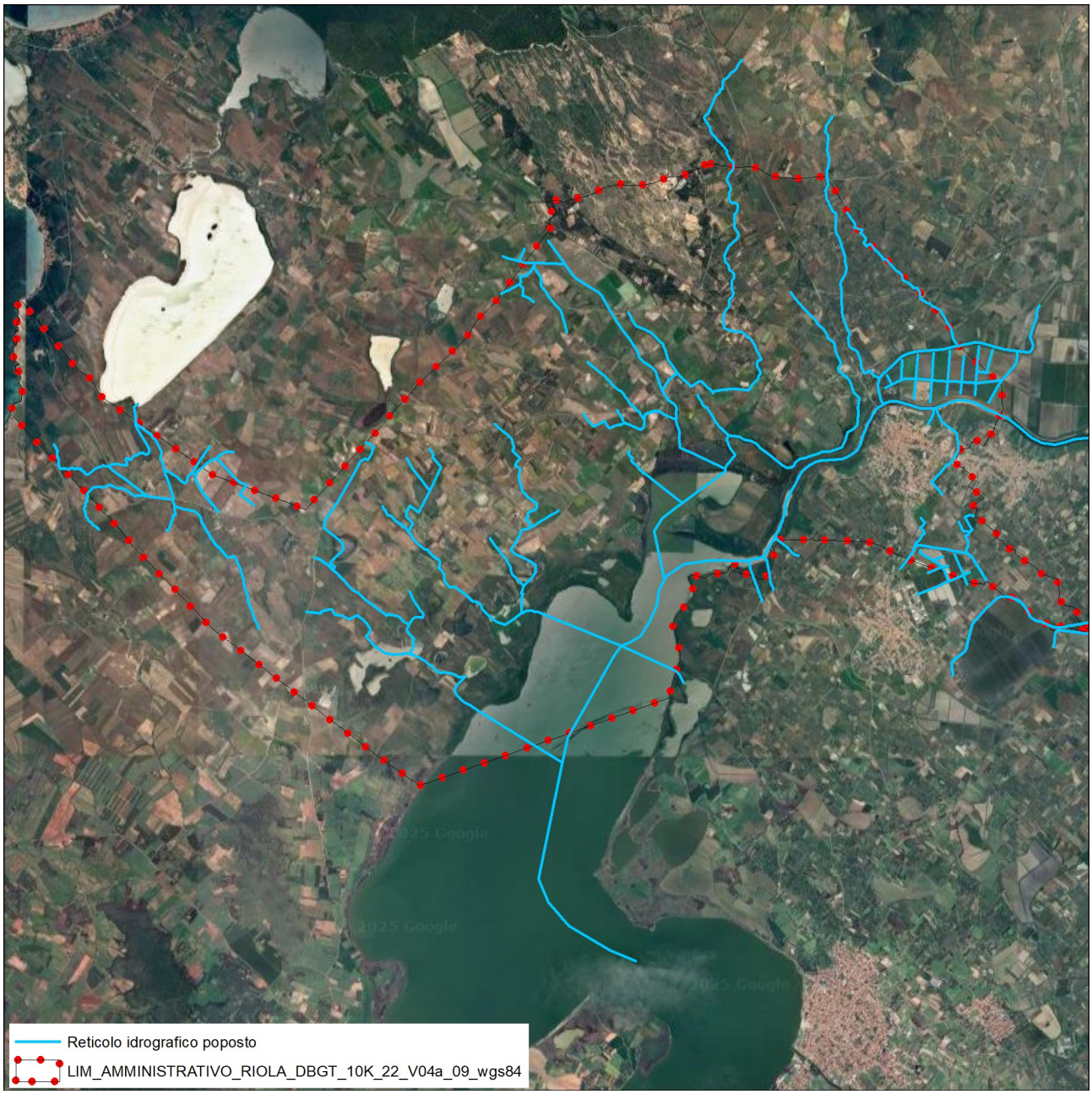


Figura 3 — Reticolo idrografico proposto

I bacini idrografici di riferimento

Il territorio comunale di Riola Sardo è caratterizzato da un territorio pressoché pianeggiante che ha favorito lo sviluppo antropico sopratutto nel campo dell'agricoltura, pertanto l'azione umana che ha bonificato ampie aree del territorio comunale realizzando canali artificiali laddove vi erano paludi.

I corsi d'acqua analizzati, come anticipato nel paragrafo precedente, derivano dall'analisi del reticolo idrografico. Per consentire la corretta rappresentazione dello stato dei luoghi si è proceduto ad integrare al reticolo ufficiale con il reticolo derivante dalla cartografia storica, derivante dalla cartografia IGM: Carta topografica d'Italia - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965.

La necessità di svolgere questa attività di revisione deriva dal fatto che il reticolo ufficiale, approvato con deliberazione del C.I. n. 3 del 30.7.2015 (Direttiva 2007/60/CE – D.Lgs. n. 49/2010), spesso non rappresenta il reale sviluppo della rete idrografica per diverse ragioni come, ad esempio, modifiche antropiche del

percorso del corso d'acqua o errori cartografici grossolani. Questi errori di tracciato hanno, tra l'altro, importanti conseguenze:

1. Inesatta applicazione dell'articolo 30 ter comma 2 delle norme PAI in quanto portano a stabilire fasce di prima salvaguardia non corrette a causa di errato ordine di Horton – Strahler.
2. Studi idraulici di fiumi che in realtà hanno percorsi reale diversi da quelli ufficiali approvati nel 2015, con conseguente disallineamento tra mappe di pericolosità e tracciati dei rii.
3. Difficoltosa modellazione di tronchi critici di cui nel tempo si è perso il vero tracciato soprattutto nelle aree antropizzate.

Si rende, quindi, necessario verificare ed eventualmente correggere l'attuale reticolo sul quale verte l'applicazione delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI e delle relative Direttive. Lo studio di verifica prevede non solo correzioni di tipo cartografico, ma anche inserimento di nuovi elementi idrici già presenti nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM) serie 1958 1965 e di rami di cui all'articolo 1 delle linee guida che allo stato attuale seguono un percorso diverso a causa di evoluzione naturale del rio o a causa di interventi di deviazione o derivazione.

Dal punto di vista normativo si deve far riferimento alle norme PAI, aggiornate con Decreto del Presidente della Regione n. 94 del 15.5.2020, in cui all'articolo 30 ter comma 6 si evidenzia che l'Autorità di bacino provvede, con sola funzione ricognitiva, a pubblicare sul sito istituzionale la rappresentazione cartografica dell'ordine gerarchico di cui al comma 1. In questo modo, però, vengono esclusi dalle fasce di prima salvaguardia tutti quei rami esistenti nelle vecchie cartografie IGM, ma non inseriti nel reticolo del 2015. Le direttive per il corretto tracciamento del reticolo sono contenute nelle linee guida pubblicate con deliberazione 9 del 25.05.2025.

Negli elaborati allegati alla proposta di variante:

5.1 Carta del reticolo idrografico Deliberazione Comitato Istituzionale n. 3 del 30.07.2015 – 10k.pdf

5.2 Carta del reticolo idrografico su base cartografica IGM '58-'65 –10k.pdf

5.3 Carta del reticolo idrografico proposto.pdf

Pertanto sulla base dell'aggiornamento del reticolo idrografici sono stati individuati i bacini scolanti di riferimento che hanno determinato le portate usate in sede di modellazione idraulica.

Nella figura seguente si riportano i bacini identificati corrispondenti alle aste indagate con un totale di 81 sezioni di chiusura.

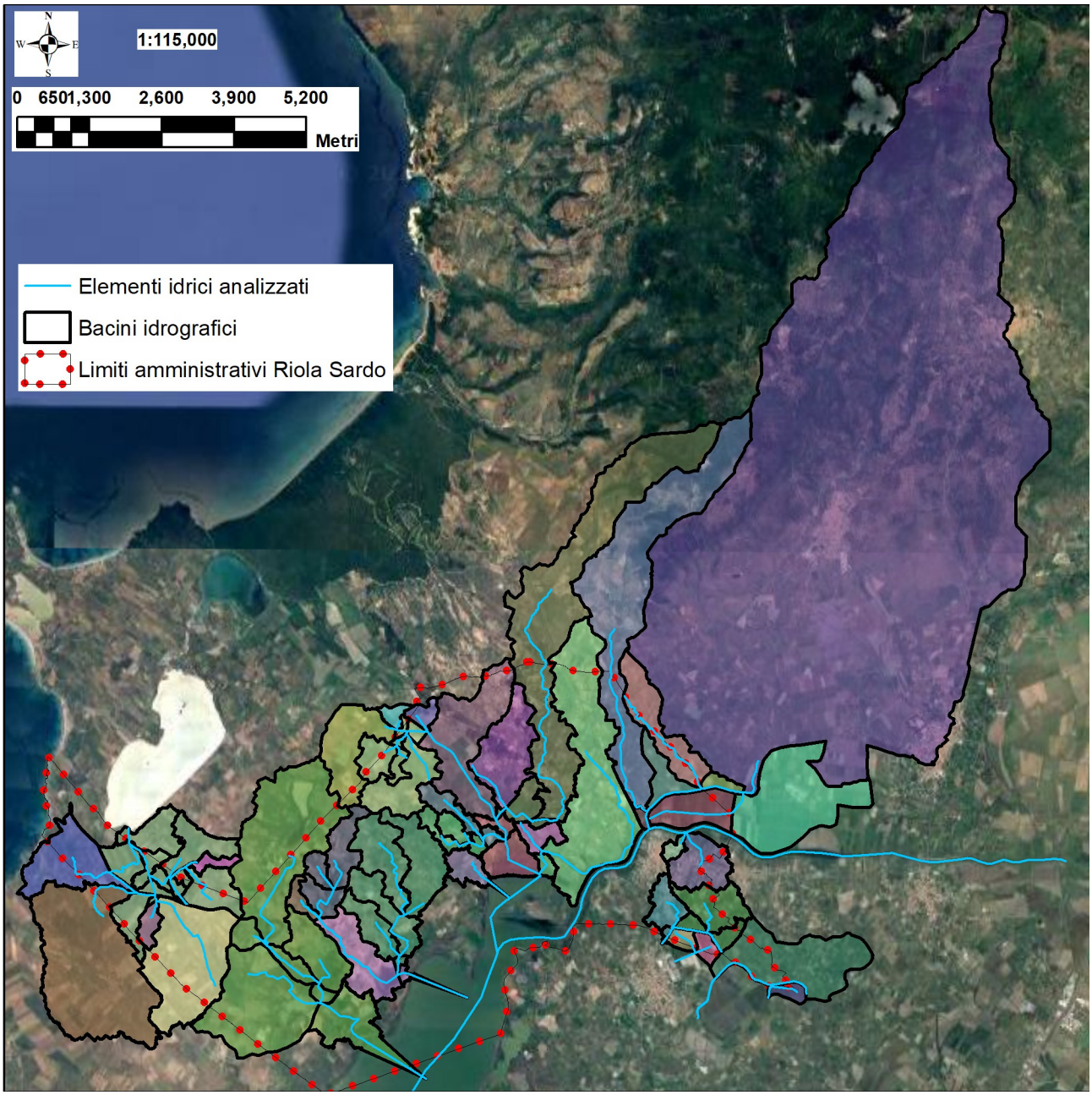


Figura 4 — Carta dei Bacini principali studiati (in nero)

Individuazione dei parametri morfometrici

È necessario calcolare i parametri morfometrici relativi ad ognuno dei bacini oggetti del presente studio. Il riferimento cartografico principale è dato dalla Cartografia Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000, associata a rilievi puntuali e soprattutto dal DTM passo 10 m derivante dalla modellazione dei punti quotati e dalle curve di livello della CTR e il DTM passo 1 m, disponibile solo per il centro abitato di Riola Sardo derivante da scansione LiDAR e fornito dalla RAS, come peraltro precedentemente riportato.

I parametri analizzati e funzionali ai calcoli idraulici e idrologici sono i seguenti:

- superficie del bacino *S*;
- altezza media del bacino Hm, calcolata mediante la formula. $H_i = \frac{\sum_i S_i \cdot h_i}{\sum_i S_i}$;

- pendenza media del bacino pb, calcolata mediante la formula di Alvard-Horton. $i_b = \frac{\Delta h \cdot \sum_i l_i}{\sum_i S_i}$;

- lunghezza dell'asta principale *L*;

- pendenza media dell'asta fluviale i, calcolata mediante la formula. $\sqrt{i_a} = \frac{L}{\sum_n \frac{l_n}{\sqrt{i_n}}}$

Uso del Suolo e capacità di assorbimento del suolo

La stima delle perdite di bacino effettuata con il metodo CN-SCS utilizza le informazioni relative alla caratterizzazione geopedologica del territorio in modo da quantificare le perdite iniziali e la capacità di infiltrazione e pervenire alla attribuzione per aree omogenee del coefficiente CN (Curve Number) utilizzato nel metodo del Soil Conservation Service (SCS, 1975; 1985). Il risultato di tale valutazione consente di determinare lo ietogramma di pioggia netta e quindi il deflusso netto da attribuire al bacino.

Nel metodo CN-SCS, come è noto, i suoli sono classificati in quattro classi (A-B-C-D) sulla base delle caratteristiche fisiche e chimiche presenti nel substrato a seguito di una indagine sulle litologie riscontrabili nel bacino la quale svilupperà una cartografia di dettaglio basata su tale distinzione in funzione della differente conduttività idraulica (Tabella 1).

Parallelamente all'indagine sulla natura idrologica, lo studio sulla tipologia e copertura del suolo accerta, mediante i metodi e le analisi foto-interpretative, la effettiva natura dello strato più superficiale del suolo ed il suo uso. Richiamando la definizione contenuta nella direttiva INSPIRE (2007/2/CE) (3) che indica questa come "copertura fisica e biologica della superficie terrestre" comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree (semi)naturali, le zone umide e i corpi idrici, tale caratterizzazione è correlata all'indagine sull'uso del suolo.

Tabella n. 1 — Descrizione delle diverse classi in funzione dei gruppi di Tipo di suolo (metodo SCS-CN).

Tipo di suolo	Descrizione
A – deflusso superficiale potenziale basso	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) basso, ed è alta la permeabilità. Sono caratterizzati da avere meno del 10% di argilla e oltre il 90% di sabbia e/o ghiaia e la tessitura è sabbiosa o ghiaiosa. La conducibilità idraulica (Ksat) è maggiore di 14,4 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con alta permeabilità per fratturazione e/o carsismo
B – deflusso superficiale potenziale moderatamente basso	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) moderatamente basso, e l'acqua attraversa il suolo senza impedimenti. Sono caratterizzati da avere tra il 10% e il 20% di argilla e tra il 50 e il 90% di sabbia e la tessitura è sabbioso-franca, franco-sabbiosa. La conducibilità idraulica (Ksat) varia tra 3,6 e 14,4 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con permeabilità, medio-alta e media, per fratturazione e/o carsismo
C – Deflusso superficiale potenziale moderatamente alto	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) moderatamente alto, e l'acqua attraversa il suolo con qualche limitazione. Sono caratterizzati da avere tra il 20% e il 40% di argilla e meno del 50% di sabbia e la tessitura è prevalentemente franca, franco-limosa, franco-argilloso-sabbioso, franco-argillosa, e franco-argilloso-limosa. La conducibilità idraulica (Ksat) varia tra 0,36 e 3,6 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm Appartengono a questo gruppo anche le rocce con bassa e medio-bassa permeabilità per fratturazione e/o carsismo
D – deflusso superficiale potenziale alto	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) alto, e l'acqua attraversa il suolo con forti limitazioni. Sono caratterizzati da avere oltre il 40% di argilla e meno del 50% di sabbia e la tessitura è argillosa, talvolta anche espandibili. La conducibilità idraulica (Ksat) è ≤ 0,36 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è compresa tra 50 cm e 100 cm, e la profondità della falda superficiale è entro i 60 cm. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con permeabilità molto bassa, le rocce impermeabili e le aree non rilevate o non classificate.

L'uso del suolo, da intendersi come il risultato delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo, costituisce una descrizione di come il suolo è utilizzato inattività antropiche secondo una classificazione funzionale (classi d'uso) e armonizzata (Corine Land Cover). La Regione Sardegna è dotata di una caratterizzazione sull'uso del suolo specifica disponibile in formato GIS al GeoPortale Istituzionale con aggiornamento al 2008, tuttavia è necessario che l'indagine sulla copertura dei suoli sia aggiornata allo stato di fatto per il quale lo studio si riferisce ponendo come prioritaria l'evidenziazione delle trasformazioni operate verso classi di copertura artificiali. Pertanto, utilizzando come base la classificazione dell'uso del suolo Corine Land Cover RAS – 2008 che costituisce un preliminare riferimento, è stato integrato con i sopralluoghi svolti sul campo e rilievi ed analisi per pervenire all'uso attuale del suolo, da effettuare in situ.

Si precisa che le elaborazioni del CN come illustrato sopra deriva dal Valore del Curve Number in funzione dell'uso del suolo (Corine) e del tipo di suolo elaborato dall'ADIS pubblicato con Delibera del C.I. n.2 del 17.05.2017, e lo stesso suggerito nelle varie Linee Guida Linee approvate Comitato Istituzionale come quella dell'Invarianza idraulica Delibera del C.I. n.2 del 17.05.2017 o quelle per la modellazione idraulica dei bacini urbani residui Delibera del C.I. n.7 DEL 07.04.2021.

Operativamente, il valore del parametro CN relativo all'intera estensione del bacino studiato sarà valutato come media pesata sulle estensioni dei tipi omogenei in ciascuna sub-area, corretto successivamente alla condizione AMC (Antecedent Moisture Condition) di tipo III utilizzando la relazione seguente:

$$\mathrm{CN(III)}=\frac{23\cdot(\mathrm{CN}+\Delta\mathrm{CN})}{10+0{,}13\cdot(\mathrm{CN}+\Delta\mathrm{CN})}$$

definendo in tal modo un valore del parametro significativamente più cautelativo.

Infine, i diversi valori di CN corretti zona per zona sono stati pesati in funzione della superficie relativa mediante la formula

$$\mathrm{CN}=\frac{\sum S_i\cdot \mathrm{CN}_i}{\sum S_i}$$

in cui S_i è la superficie i-esima associata al valore i-esimo di CN.

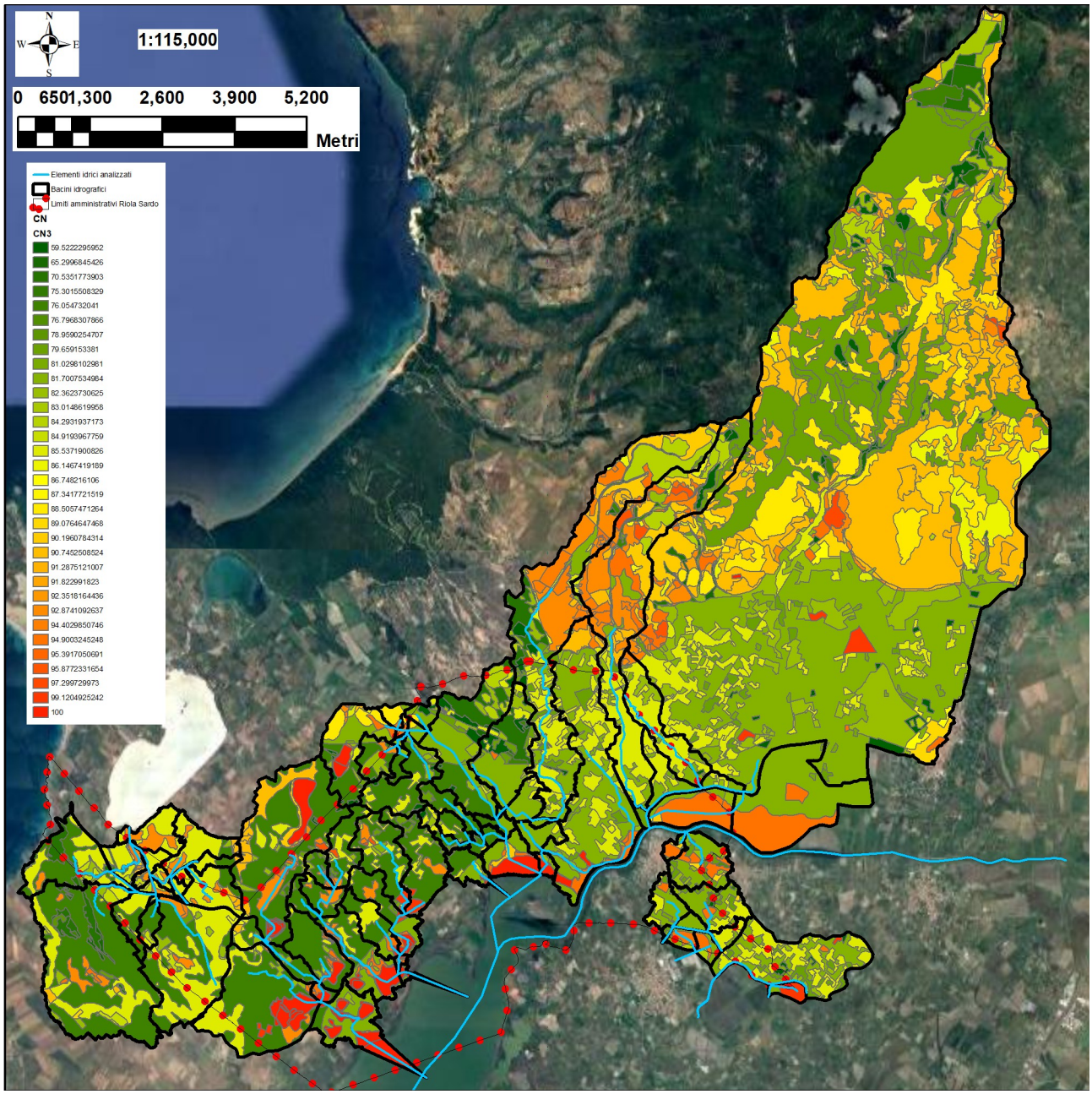


Figura n. 14 – Carta del CN(III) (strato informativo CN vector RAS elaborato dall'ADIS)

Si riportano di seguito i parametri morfometrici dei macro-bacini studiati

Tabella n. 2 — Bacini principali caratteristiche geomorfometriche

Id	BACINO	A Km²	L [Km]	H max [m]	H med [m]	H min [m]	i asta []	ibacino [%]	CN_{III}
1	FIUME 29067 A	2.787	2.038	58.81	17.42	1.87	0.028	4.51	82.52
2	FIUME 345244	0.233	0.357	15.14	8.42	2.51	0.035	2.89	78.45
3	FIUME 29067 B	3.039	2.131	58.81	16.64	1.87	0.027	4.38	82.22
4	SU CUNGIAU MANNU A	1.413	1.668	28.40	11.45	4.07	0.015	3.71	79.92
5	SA SERRA DE IS FUNTANAS	4.684	1.394	58.77	21.91	4.32	0.039	3.83	79.00
6	SU CUNGIAU MANNU B	6.523	1.989	58.77	18.81	2.71	0.028	3.76	79.31
7	FIUME 29067 C	9.679	2.504	58.81	17.95	1.87	0.023	3.94	80.37
8	FIUME 345248 A	0.168	0.233	19.60	7.19	2.21	0.075	3.80	82.95
9	S'URACHEDDU BIANCU	0.664	0.874	19.94	5.98	1.66	0.021	3.63	85.10
10	FIUME 345248 B	0.900	1.218	19.94	6.01	1.66	0.015	3.64	84.74
11	FIUME 345248 SINISTRO	0.072	0.577	6.49	3.99	1.96	0.008	2.90	85.55
12	FIUME 345248 C	0.974	0.874	19.94	5.83	1.66	0.021	3.59	84.80
13	FIUME 345249 A	0.654	0.399	19.51	4.82	1.25	0.046	3.86	86.14
14	FIUME 345249 B	1.728	1.734	19.94	5.28	1.25	0.011	3.66	85.50

Id	BACINO	A Km²	L [Km]	H max [m]	H med [m]	H min [m]	i asta []	ibacino [%]	CN_{III}
15	FIUME 29067 D	11.624	3.250	58.81	15.95	0.95	0.018	3.88	81.30
16	S'URACHEDDU PIUDU	0.393	1.098	8.60	4.10	1.70	0.006	3.06	85.85
17	FIUME 29067 E	12.580	3.506	58.81	14.98	0.95	0.017	3.81	81.80
18	CANALE DI BONIFICA GENERICO 1 LOTTO	0.175	0.706	6.95	3.16	0.84	0.009	2.92	96.18
19	CANALE ACQUE ALTE DI LORISSA	2.202	2.866	14.37	7.20	0.00	0.005	3.47	83.29
20	COLI DI PALA BIDDA DESTRA	0.184	0.486	5.68	1.96	0.37	0.011	4.02	87.86
21	COLI DI PALA BIDDA SINISTRA	0.174	0.567	6.14	1.79	0.43	0.010	3.23	88.43
22	CANALE ACQUE ALTE DI PALA BIDDA A	0.176	0.435	8.99	5.97	2.21	0.016	3.23	84.85
23	PALA CONI	0.757	0.645	9.84	5.44	0.99	0.014	3.37	82.90
24	CANALE ACQUE ALTE DI PALA BIDDA B	1.053	1.083	9.84	5.40	0.99	0.008	3.28	83.10
25	PALA MARZU	0.436	0.455	8.67	5.33	1.77	0.015	3.04	83.62
26	CANALE ACQUE ALTE DI PALA BIDDA C	1.521	1.406	9.84	5.36	0.99	0.006	3.21	83.20
27	PRAUCCHI	0.859	1.364	11.67	4.83	0.04	0.009	3.09	84.36
28	COLI DELLA BONIFICA DI PAULI MANNU A	0.875	1.492	5.31	0.39	0.00	0.004	2.80	92.15
29	COLI DELLA BONIFICA DI PAULI MANNU B	3.655	1.922	7.77	1.51	0.00	0.004	2.89	88.18
30	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA A	56.885	16.976	966.48	206.76	0.00	0.057	11.80	84.85
31	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA B	60.713	17.742	966.48	193.78	0.00	0.054	11.25	85.05
32	PERDA NIEDDA LOC	1.215	2.412	62.66	19.22	0.00	0.026	3.47	84.91
33	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA C	62.431	18.852	966.48	188.88	0.00	0.051	11.03	85.04
34	GORA ZODDIAS	5.424	3.681	470.21	119.70	0.73	0.128	12.58	87.68
35	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA D	67.932	19.190	966.48	183.15	0.00	0.050	11.15	85.25
36	BUCCA URACHI	4.321	4.005	70.15	13.21	0.00	0.018	3.48	84.65
37	FIUME 344044 A	0.310	0.654	6.06	2.82	0.38	0.009	3.43	82.15
38	FIUME 344044 B	4.749	4.499	70.15	12.16	0.00	0.016	3.46	84.73
39	CANALE SU SESSINI	6.114	11.889	413.19	85.99	0.71	0.035	9.43	85.93
40	SACOZZIGHINA A	0.049	0.562	5.14	3.39	2.10	0.005	2.54	81.74
41	SACOZZIGHINA B	6.536	12.462	413.19	80.69	0.00	0.033	9.03	85.71
42	SACOZZIGHINA C	1.450	1.012	28.13	10.84	0.89	0.027	3.79	77.88
43	SACOZZIGHINA D	8.007	12.757	413.19	67.84	0.00	0.032	8.07	84.38
44	SEGADROZZA SINISTRO	0.433	0.252	14.12	9.91	5.80	0.033	2.74	80.17
45	SEGADROZZA DESTRO	0.143	0.325	13.88	10.28	5.81	0.025	7.71	77.69
46	SEGADROZZA A	0.613	0.584	14.12	9.81	5.01	0.016	2.72	79.98
47	S'UREU	1.000	2.482	15.11	9.57	4.81	0.004	2.94	78.04
48	SEGADROZZA B	1.615	0.631	15.11	9.66	4.81	0.016	2.86	78.80
49	PEARBA A	1.318	2.417	19.27	9.91	3.77	0.006	3.32	84.21
50	SU BASTONARIU	0.154	0.170	10.94	7.58	4.05	0.040	2.91	88.49
51	PEARBA B	1.526	2.624	19.27	9.54	3.09	0.006	3.27	85.00
52	PEARBA C	3.235	2.991	19.27	9.51	3.09	0.005	3.05	81.96
53	PARRADEI A	0.202	0.355	18.26	10.41	4.81	0.038	4.24	78.55
54	PARRADEI B	5.732	5.044	39.32	10.63	0.00	0.008	3.34	80.07
55	FIUME 344059 A	13.898	13.174	413.19	43.49	0.00	0.031	6.07	82.58
56	PRIOGU	0.240	0.666	12.28	7.32	0.85	0.017	2.91	79.03
57	FIUME 344061 A	0.222	0.762	11.29	5.53	0.06	0.015	2.86	78.37
58	FIUME 344061 B	0.556	0.530	12.28	5.75	0.00	0.023	2.99	78.13
59	ARCIBISCU	0.370	1.057	12.27	6.73	0.00	0.012	3.12	77.27
60	FIUME 344061 C	1.028	1.565	12.28	5.66	0.00	0.008	3.10	77.63
61	FIUME 344059 B	15.522	14.175	413.19	39.33	0.00	0.029	5.80	82.69
62	BAINU	0.381	0.989	8.30	3.06	0.00	0.008	3.10	81.74
63	BACHILI BERTULA A	1.126	2.583	13.25	6.50	0.00	0.005	2.95	80.98
64	FIUME 344045	1.030	1.675	13.99	8.12	0.64	0.008	3.17	81.35
65	BACHILI BERTULA B	2.898	3.677	13.99	6.47	0.00	0.004	3.09	81.91
66	ISTALI	0.567	1.474	9.27	4.26	0.00	0.006	2.84	82.28
67	BACHILI BERTULA C	3.508	4.049	13.99	6.04	0.00	0.003	3.05	82.16
68	S'ANTRUXIU A	0.619	1.747	14.88	9.24	2.82	0.007	3.27	80.44
69	SU ZIPPIRI	0.221	0.507	15.86	9.20	2.08	0.027	3.66	81.18
70	S'ANTRUXIU B	1.193	2.573	15.86	8.39	2.08	0.005	3.36	81.12
71	FIUME 343988 A	0.199	0.470	12.96	7.79	3.83	0.019	3.53	76.63
72	FIUME 343988 B	2.513	4.625	15.86	5.74	0.00	0.003	3.15	83.39
73	FIUME 343988 C	6.122	5.969	15.86	5.82	0.00	0.003	3.06	82.96
74	FIUME 343719	3.777	3.965	28.28	9.73	0.80	0.007	3.54	83.52

Id	BACINO	A Km²	L [Km]	H max [m]	H med [m]	H min [m]	i asta []	ibacino [%]	CN_{III}
75	FIUME 343985 A	0.253	0.694	38.23	12.91	4.78	0.048	6.20	81.99
76	FIUME 343985 B	4.292	5.185	38.23	9.59	0.78	0.007	3.67	83.15
77	CUCCURU CASU	0.944	1.692	12.28	4.10	0.00	0.007	3.30	80.62
78	FIUME 343985 C	5.350	5.602	38.23	8.44	0.00	0.007	3.57	82.95
79	FIUME 343981 A	2.785	1.700	46.23	8.80	0.00	0.027	4.07	83.22
80	FIUME 343981 B	9.306	8.243	46.23	7.62	0.00	0.006	3.62	84.14
81	Cimitero	0.121	0.619	9.21	5.40	0.00	0.015	5.27	90.30

Stima della portata di progetto

Aspetti metodologici

Per quanto concerne la metodologia da impiegare per la valutazione delle portate di piena del bacino oggetto dello studio, il Piano stralcio per Assetto Idrogeologico della Sardegna prevede l'impiego di:

- **metodi diretti**, attraverso i quali si elabora i dati di portata disponibili per i singoli corsi d'acqua conosciuti;
- **metodi indiretti**, attraverso i quali si supplisce all'insufficienza dei dati in possesso mediante apposite elaborazioni di dati riguardanti osservazioni rilevati su altri corsi d'acqua, affini o per morfologia o per collocazione idrologica, oppure si elaborano attraverso modelli afflussi-deflussi i dati di precipitazione registrati per quel bacino;
- **studi specifici**.

Nel caso del bacini in oggetto, per la valutazione della portata di massima piena, si fatto riferimento al metodo indiretto indicato nel Rapporto Regionale Sardegna "Valutazione delle piene in Sardegna", il quale si basa sul metodo razionale (o metodo cinematico) con curva di possibilità pluviometrica TCEV.

Metodo razionale con curva di possibilità pluviometrica TCEV

L'equazione su cui si basa il metodo razionale è la seguente:

$$Q = \Phi \cdot \frac{h_{netta} \cdot A}{3,6 \cdot t_p} \cdot \varepsilon \cdot r;$$

in cui:

Q = portata di massima piena [m^3/s];

Φ = coefficiente di afflusso [adim];

h = altezza di pioggia ragguagliata sul bacino [mm];

A = superficie del bacino [km^2];

r = coefficiente di ragguaglio [adim];

ε = coefficiente di laminazione [adim];

t_p = durata di pioggia critica [h].

Altezza di pioggia *h*. Il valore dell'altezza di pioggia ad un dato periodo di ritorno T è dato in letteratura dalla formula generale secondo cui

$$h(T) = a \cdot d^n.$$

La metodologia impiegata per il calcolo delle altezze di pioggia nel territorio regionale si basa, tuttavia sulla inferenza statistica del modello probabilistico TCEV della variabile adimensionale $h'(T)$ definita come

$$h'(T) = \frac{h(d)}{\bar{h}(d)},$$

vale a dire il massimo annuale di pioggia per una durata d, normalizzato rispetto alla media $\bar{h}$e

successivamente sul calcolo della $\bar{h}(d)$ per le diverse durate di precipitazione d.

Pertanto, l'equazione della curva di possibilità pluviometrica normalizzata è, per ciascun tempo di ritorno T

$$h(T)=a \cdot d^n=h'(T) \cdot \bar{h}(d)=a_1 \cdot a_2 \cdot d^{n_1+n_2}$$

in cui

a [adim] e n [mm/h] = parametri espressi in scala logaritmica in funzione del tempo di ritorno T e delle caratteristiche climatiche delle zone in esame. In particolare, i parametri della curva di possibilità climatica si determinano in base a:

$$a=a_1 \cdot a_2 \qquad \text{e} \qquad n=n_1+n_2,$$

in cui i coefficienti a_1 e n_1 si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera $\bar{h}_g$che è la media dei massimi annui di precipitazione giornaliera.

Il metodo TCEV applicato al caso della Sardegna definisce detti parametri in funzione di una suddivisione in zone del territorio e in funzione della durata della pioggia. Più precisamente, la sottozona in cui ricade il il bacino è la n. 1 (**SZO 1**), da cui si ha:

- per $T \leq 10$ anni

$$a_2=0{,}66105+0{,}85994 \cdot \log_{10} T$$

$$n_2=-0{,}00013558-0{,}013660 \cdot \log_{10} T$$

- per $T > 10$ anni

$$a_2=0{,}46378+1{,}0386 \cdot \log_{10} T$$

$$n_2=-0{,}18449+0{,}23032 \cdot \log_{10} T-0{,}03330 \cdot \text{ se } t_p \leq 1 \text{ [h]}$$

$$n_2=-0{,}010563-0{,}0079034 \cdot \log_{10} T \text{ se durata della pioggia } t_p > 1 \text{ [h]}$$

Indi, la pioggia media per diverse durate $\bar{h}(d)$, detta anche pioggia indice, è funzione della pioggia giornaliera $\bar{h}_g$, mediante l'espressione:

$$\bar{h}(d)=a_1 \cdot d^{n_1}=\frac{\bar{h}_g}{0{,}886 \cdot 24^{(-0{,}493+0{,}476 \cdot \log \bar{h}_g)}} \cdot d^{(-0{,}493+0{,}476 \cdot \log \bar{h}_g)}$$

I riferimenti numerici da inserire nelle relative relazioni si ricavano dallo "Studio regionale delle massime precipitazioni giornaliere in Sardegna" di Deidda, Piga e Sechi (a. 1993), secondo il quale la pioggia media giornaliera $\bar{h}_g$ è stata calcolata effettuando la media pesata, sull'intera superficie del bacino in oggetto, di tutte le altezze di pioggia ricadenti su quel territorio. Nel caso in questione la pioggia media $\bar{h}_g$impiegata è pari a **50 mm, 55 mm**

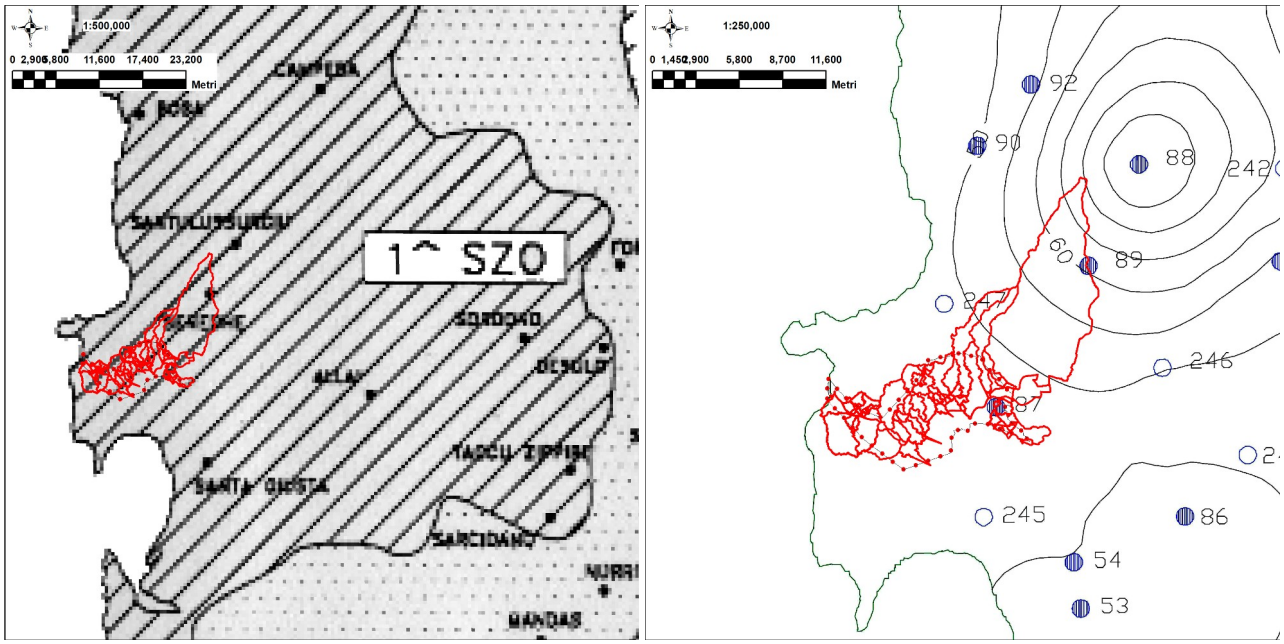


Figura 5 — Inquadramento sotto zona omogenea e pioggia media giornaliera.

Il **coefficiente di ragguaglio** r è funzione dell'area del sub-bacino e della durata della pioggia critica. Nel caso in questione si fa riferimento al metodo usato nel VAPI Sardegna, che fa riferimento al Flood Studies Report del Wallingford Institute, secondo cui:

$r = 1 - \left(0{,}0394 \cdot S^{0.354}\right) \cdot d^{-0{,}40+0{,}0208 \cdot \ln(4{,}6 - \ln S)}$ per S < 20 km²;

$r = 1 - \left(0{,}0394 \cdot S^{0.354}\right) \cdot d^{-0{,}40+0{,}000382 \cdot \ln(4{,}6 - \ln S)}$ per S > 20 km²;

In via cautelativa si è assunto per tutti i bacini con superficie ≤ a 5 Km² r = 1

Pioggia netta h_{netta} e **coefficiente di afflusso** Φ. Il coefficiente di afflusso lo si ricava applicando il metodo del SCS-Curve Number dello U.S. Department of Agricolture degli Stati Uniti (1972), dato da:

$$h_{netta} = \frac{(h - I_a)^2}{h - I_a + s};$$

in cui:

h = pioggia stimata per assegnata distribuzione di probabilità;

A = rappresenta l'assorbimento del bacino [mm], dato dalla seguente formula

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

I_a = assorbimento iniziale, legato empiricamente a S dalla relazione:

$$I_a = 0{,}2 \cdot A;$$

CN = parametro di assorbimento che si calcola in funzione della specifica sezione idrologica mediante il metodo SCS-CN, secondo quanto precedentemente riportato.

In particolare, si è proceduto individuando il tipo di suolo prevalente e il corrispondente gruppo di appartenenza, attribuendo i diversi valori di CN zona per zona. Indi è stata effettuata una media pesata in relazione al tipo di copertura vegetale esistente, come da formula $CN = \frac{\sum_i S_i \cdot CN_i}{\sum_i S_i}$.

Il valore del coefficiente di afflusso Φ lo si ottiene poi mediante la relazione $\Phi = \frac{h_{netta}}{h_{lorda}}$.

In merito al coefficiente di afflusso, i risultati ottenuti dal calcolo del Curve Number portano a valori percentuali relativamente bassi. Questi trovano una giustificazione nel fatto che la campagna di Riola Sardo, e quindi i vari sotto bacini considerati, sono caratterizzati da un territorio che, avendo caratteristiche morfo-litologiche contraddistinte da un significativo grado di permeabilità del suolo di carattere prevalentemente alluvionale, comportano un conseguente medio-alto grado di permeabilità del suolo.

Infine, l'intensità di pioggia netta i_n si ottiene mediante la formula seguente:

$$i_n = \frac{h_{netta}}{t_c}.$$

Durata della pioggia critica t_p. Nel caso di specie la durata della pioggia critica è data da:

$$t_p = t_c + t_f;$$

in cui:

t_c = tempo di corrivazione ricavabile mediante diverse formule di seguito elencate;

t_f = è il tempo di formazione del ruscellamento superficiale, ricavabile mediante la formula

$$t_f = \frac{I_a}{i},$$

secondo cui

i = intensità di pioggia corrispondente alla pioggia critica.

Tempo di corrivazione tc. Il calcolo del tempo di corrivazione si effettua mediante l'applicazione di alcune formule, ognuna delle quali si adatta ad un contesto specifico meglio delle altre.

$t_c = 1,67 \cdot \frac{1.000 \cdot L^{0,8} \cdot \left(\frac{100}{CN} - 9\right)^{0,7}}{1.900 \cdot {p_m}^{0,5}}$	[min]	Soil Consevation Service;
$t_c = 0,1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{p_m}}$	[h]	seconda formula di Ventura;
$t_c = \frac{1,5 \cdot L + 4 \cdot \sqrt{S}}{0,8 \cdot \sqrt{H_{med} - H_{\min}}}$	[h]	formula di Giandotti;
$t_c = \frac{0,108 \cdot \sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i}}$	[h]	formula di Pasini;
$t_c = \frac{L}{3.600 \cdot V_m}$	[h]	formula di Viparelli;
$t_c = 0,212 \cdot S^{0,231} \cdot \left(\frac{H_{med}}{i}\right)^{0,289}$	[h]	formula VAPI-Sardegna;
$\log(t_c) = 0,48 + 0,117 \cdot \log(A_b) + 0,187 \cdot \log\left(\frac{z_m - z_0}{i_m}\right)$	[h]	formula GNCI Sardegna;
$t_c = 0,000325 \cdot L^{0,77} \cdot i_a^{-0,388}$	[h]	formula Kirpich;

in cui

V_m = velocità media di scorrimento [m/s], normalmente compresa tra 1 e 1,5 [m/s] è stata assunta pari a 1 per i bacini con pendenza dell'asta principale ≤ 10% pari a 1,5 [m/s] per tutti gli altri.

Sono di seguito riportati i risultati ottenuti distinti per sub-bacino e per formulazione.

Tabella n. 3 — Tempi di corrivazione

Id	BACINO	ScS	Ventura	Giandotti	Pasini	Vapi	Viparelli	Kirpich	GNDCI Sardegna	Tc utilizzato [ore]	Formula
1	FIUME 29067 A	1.05	1.27	3.09	1.15	1.73	0.57		5.13	0.57	Kirpich
2	FIUME 345244	0.37	0.33	1.27	0.25	0.74	0.10	0.11	3.06	0.10	Kirpich
3	FIUME 29067 B	1.12	1.36	3.31	1.23	1.76	0.59		5.17	0.59	Kirpich
4	SU CUNGIAU MANNU A	1.07	1.25	3.34	1.19	1.58	0.46		4.65	0.46	ScS
5	SA SERRA DE IS FUNTANAS	0.94	1.39	3.20	1.02	1.89	0.39		5.24	0.39	ScS
6	SU CUNGIAU MANNU B	1.25	1.93	4.11	1.51	2.14	0.55		5.69	0.55	ScS
7	FIUME 29067 C	1.42	2.62	5.05	2.07	2.46	0.70		6.20	0.70	ScS
8	FIUME 345248 A	0.20	0.19	1.11	0.13	0.53	0.04	0.06	2.48	0.04	ScS
9	S'URACHEDDU BIANCU	0.55	0.72	2.75	0.62	0.99	0.24	0.27	3.60	0.24	Kirpich
10	FIUME 345248 B	0.72	0.98	3.37	0.91	1.17	0.34	0.39	3.98	0.34	Kirpich
11	FIUME 345248 SINISTRO	0.43	0.39	1.70	0.42	0.70	0.16	0.28	2.90	0.16	Kirpich
12	FIUME 345248 C	0.55	0.87	3.22	0.71	1.07	0.24	0.27	3.74	0.24	Kirpich
13	FIUME 345249 A	0.27	0.48	2.54	0.32	0.74	0.11	0.11	3.00	0.11	ScS
14	FIUME 345249 B	0.93	1.61	4.90	1.50	1.44	0.48		4.50	0.48	Kirpich
15	FIUME 29067 D	1.71	3.25	5.97	2.72	2.66	0.90		6.55	0.90	Kirpich
16	S'URACHEDDU PIUDU	0.69	1.01	3.35	1.03	1.11	0.31	0.50	3.80	0.31	ScS
17	FIUME 29067 E	1.81	3.51	6.49	2.97	2.72	0.97		6.62	0.97	Kirpich
18	CANALE DI BONIFICA GENERICO 1 LOTTO	0.32	0.57	2.24	0.58	0.78	0.20	0.32	3.24	0.20	Kirpich
19	CANALE ACQUE ALTE DI LORISSA	1.54	2.67	4.77	2.82	2.08	0.80		5.96	0.80	ScS
20	COLI DI PALA BIDDA DESTRA	0.29	0.52	2.42	0.46	0.64	0.14	0.22	2.90	0.14	Kirpich
21	COLI DI PALA BIDDA SINISTRA	0.36	0.53	2.70	0.50	0.63	0.16	0.25	2.85	0.16	ScS
22	CANALE ACQUE ALTE DI PALA BIDDA A	0.33	0.43	1.50	0.37	0.79	0.12	0.17	3.17	0.12	Ventura
23	PALA CONI	0.48	0.94	2.64	0.73	1.12	0.18	0.25	3.98	0.18	Kirpich
24	CANALE ACQUE ALTE DI PALA BIDDA B	0.73	1.44	3.41	1.25	1.40	0.30		4.55	0.30	ScS
25	PALA MARZU	0.37	0.68	2.20	0.51	0.95	0.13	0.18	3.51	0.13	Kirpich
26	CANALE ACQUE ALTE DI PALA BIDDA C	0.91	1.98	4.21	1.75	1.64	0.39		4.98	0.39	ScS
27	PRAUCCHI	0.87	1.28	3.29	1.23	1.28	0.38	0.53	4.48	0.38	Kirpich
28	COLI DELLA BONIFICA DI PAULI MANNU A	0.72	2.00	11.95	1.98	0.80	0.41	0.79	3.31	0.41	ScS
29	COLI DELLA BONIFICA DI PAULI MANNU B	1.03	3.83	10.72	3.25	1.58	0.53		4.91	0.53	ScS
30	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA A	3.28	4.02	4.84	4.47	5.76	3.14		10.37	3.14	Vapi
31	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA B	3.45	4.25	5.19	4.74	5.81	3.29		10.40	3.29	Ventura
32	PERDA NIEDDA LOC	1.27	0.87	2.29	0.96	1.50	0.67		4.91	0.67	ScS
33	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA C	3.66	4.44	5.45	5.04	5.91	3.49		10.51	3.49	Kirpich
34	GORA ZODDIAS	0.84	0.83	1.70	0.82	2.26	0.68		6.11	0.68	ScS
35	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA D	3.67	4.67	5.70	5.26	6.01	3.55		10.59	3.55	Kirpich
36	BUCCA URACHI	1.91	2.00	4.93	2.11	2.02	1.11		5.71	1.11	Kirpich
37	FIUME 344044 A	0.49	0.76	2.57	0.68	0.86	0.18	0.30	3.49	0.18	ScS
38	FIUME 344044 B	2.10	2.22	5.54	2.40	2.08	1.25		5.81	1.25	Kirpich
39	CANALE SU SESSINI	2.65	1.69	3.75	2.42	3.08	3.30		7.42	1.69	ScS
40	SACOZZIGHINA A	0.51	0.38	1.91	0.44	0.68	0.16	0.32	2.73	0.16	Kirpich
41	SACOZZIGHINA B	2.84	1.79	4.02	2.57	3.11	3.46		7.47	1.79	Giandotti
42	SACOZZIGHINA C	0.76	0.93	2.51	0.75	1.31	0.28		4.40	0.28	ScS
43	SACOZZIGHINA D	3.20	2.00	4.62	2.81	3.12	3.54		7.43	2.00	ScS
44	SEGADROZZA SINISTRO	0.27	0.46	1.86	0.28	0.91	0.07	0.09	3.12	0.07	Giandotti
45	SEGADROZZA DESTRO	0.22	0.31	1.18	0.25	0.77	0.09	0.12	2.93	0.09	Viparelli
46	SEGADROZZA A	0.54	0.80	2.29	0.61	1.22	0.16	0.22	3.85	0.16	Kirpich
47	S'UREU	1.76	1.97	4.42	2.27	1.99	0.69	1.10	5.21	0.69	ScS
48	SEGADROZZA B	0.58	1.27	3.42	0.85	1.50	0.18		4.28	0.18	Viparelli
49	PEARBA A	1.33	1.82	4.15	1.98	1.89	0.67		5.20	0.67	Kirpich
50	SU BASTONARIU	0.15	0.25	1.21	0.16	0.62	0.05	0.06	2.58	0.05	Kirpich
51	PEARBA B	1.39	2.00	4.37	2.18	1.95	0.73		5.38	0.73	Kirpich
52	PEARBA C	1.77	3.11	5.76	3.13	2.41	0.83		6.01	0.83	Kirpich
53	PARRADEI A	0.30	0.29	1.23	0.23	0.74	0.10	0.11	2.94	0.10	Kirpich
54	PARRADEI B	2.73	3.45	6.57	3.75	2.56	1.40		6.60	1.40	Kirpich
55	FIUME 344059 A	4.03	2.68	6.57	3.46	3.15	3.66		7.34	2.68	ScS
56	PRIOGU	0.60	0.48	1.45	0.45	0.88	0.19	0.23	3.58	0.19	Kirpich
57	FIUME 344061 A	0.69	0.49	1.62	0.49	0.83	0.21	0.27	3.54	0.21	ScS
58	FIUME 344061 B	0.50	0.62	1.97	0.47	0.91	0.15	0.17	3.65	0.15	Viparelli
59	ARCIBISCU	0.88	0.72	1.94	0.73	1.06	0.29	0.39	4.08	0.29	Kirpich
60	FIUME 344061 C	1.20	1.46	3.36	1.43	1.43	0.43		4.79	0.43	ScS
61	FIUME 344059 B	4.35	2.94	7.38	3.82	3.21	3.94		7.40	2.94	Kirpich
62	BAINU	0.73	0.86	2.82	0.85	0.93	0.27	0.41	3.76	0.27	Kirpich

Id	BACINO	ScS	Ventura	Giandotti	Pasini	Vapi	Viparelli	Kirpich	GNDCI Sardegna	Tc utilizzato [ore]	Formula
63	BACHILI BERTULA A	1.65	1.88	3.98	2.15	1.72	0.72		5.38	0.72	Kirpich
64	FIUME 344045	1.11	1.45	3.00	1.45	1.58	0.47		5.03	0.47	Ventura
65	BACHILI BERTULA B	2.08	3.51	6.05	3.85	2.33	1.02		6.35	1.02	Kirpich
66	ISTALI	1.03	1.21	3.16	1.28	1.22	0.41	0.63	4.42	0.41	Ventura
67	BACHILI BERTULA C	2.24	4.05	6.90	4.45	2.45	1.12		6.52	1.12	Ventura
68	S'ANTRUXIU A	1.17	1.20	2.84	1.33	1.52	0.49	0.69	4.73	0.49	Ventura
69	SU ZIPPIRI	0.40	0.36	1.24	0.32	0.80	0.14	0.16	3.31	0.14	Kirpich
70	S'ANTRUXIU B	1.54	1.90	4.09	2.14	1.85	0.71		5.34	0.71	Ventura
71	FIUME 343988 A	0.44	0.41	1.56	0.35	0.83	0.13	0.17	3.12	0.13	Kirpich
72	FIUME 343988 B	2.35	3.44	6.93	4.18	2.24	1.28		6.22	1.28	Ventura
73	FIUME 343988 C	2.97	6.11	9.77	6.95	2.97	1.66		7.26	1.66	Viparelli
74	FIUME 343719	1.96	2.97	5.74	3.20	2.34	1.10		6.22	1.10	Kirpich
75	FIUME 343985 A	0.39	0.29	1.34	0.28	0.78	0.19	0.16	3.10	0.16	Kirpich
76	FIUME 343985 B	2.41	3.10	6.76	3.57	2.37	1.44		6.25	1.44	Kirpich
77	CUCCURU CASU	1.13	1.45	3.96	1.48	1.31	0.47	0.66	4.53	0.47	Ventura
78	FIUME 343985 C	2.62	3.56	7.60	4.06	2.44	1.56		6.43	1.56	Ventura
79	FIUME 343981 A	0.94	1.29	3.89	1.10	1.43	0.47		4.63	0.47	Kirpich
80	FIUME 343981 B	3.40	5.18	11.13	6.13	2.85	2.29		6.98	2.29	Kirpich
81	Cimitero	0.28	0.36	1.25	0.37	0.71	0.17	0.23	3.28	0.17	Kirpich

I metodo di calcolo di Viparelli (1961), è sostanzialmente un metodo che parte dalla definizione di un modello sintetico del bacino idrografico; il principio quello di considerare le isocorrive coincidenti con le isoipse; conseguentemente ammettere che la distanza percorsa dalla goccia sia sostanzialmente legata a differenza di quota tra i punti del bacino e la quota della sezione di chiusura. L'ipotesi di base è tanto è vera quanto maggiore è la circolarità del bacino esaminato. Parti di bacino con la medesima quota di spartiacque hanno isocorrive differenti, in queste condizioni cade la coincidenza dei tempi di percorrenza e conseguentemente l'idrogramma di piena reale tende a essere più schiacciato di quello di calcolo. In base a questi presupposti il metodo tende quindi a sovrastimare le portate di calcolo. Un ultima considerazione è invece legata al comportamento della corrente in relazione al fenomeno di esondazione, si è infatti osservato (VAPI Sardegna) che durante la fase di esondazione, la corrente, tende a rallentare soprattutto nelle aree di frangia conseguentemente il tempo di ascesa dell'idrogramma di piena tende ad essere più lungo del tempo di corrivazione, in queste condizioni la determinazione della pioggia critica andrebbe definita sulla base di un evento meteorico avente una durata maggiore rispetto a quello definito in base ai tempi di corrivazione.

Gli altri metodi proposti nascono invece dall'analisi dei tempi di risposta di una serie di bacini osservati, sulla base delle osservazioni effettuate, viene definita una formula per il calcolo del tempo di risposta dello stesso comparto drenante legandolo ad una serie di parametri morfologici.

Il peso dei vari parametri definiti, è evidentemente variabile tra una formula ed un'altra, in considerazione alle caratteristiche dei tipi di bacini osservati. In linea di principio, la scelta del metodo da specifica applicazione, dovrebbe definirsi sulla base di una eventuale similitudine dei bacini oggetto di valutazione con il campione esaminato in fase di predisposizione della formula.

La difficoltà di definire l'eventuale similitudine cautelativi, ad assumere di volta in volta valori dei tempi di corrivazione in linea con le valutazioni più basse derivanti dall'applicazione dei vari metodi; escludendo comunque quei valori che tendono a scostarsi in maniera significativa dalle valutazioni medio basse o quei valori che nascono dall'applicazione di una formula che trae origine da esperienze decisamente differenti;

Di seguito si consegna una rapida descrizione delle caratteristiche dei campioni di bacini osservati per la determinazione delle formule di calcolo:

Metodo di Giandotti: è indicato per bacini collinari con estensione maggiore ai 170 Km^2;
Metodo di Pasini: il metodo è applicato su bacini di pianura delle dimensioni di qualche Km^2;
Metodo di Ventura: il campo di impiego riguarda principalmente bacini pianeggianti di modeste dimensioni;
Metodo di Kirpich: il metodo è applicato su bacini di piccole dimensioni inferiori a 0,43 Km^2;
Metodo VAPI: il metodo è stato proposto in occasione della pubblicazione VAPI Sardegna (1991) ha origine dalla necessità di valutare l'attendibilità in campo regionale dell'applicazione delle consuete formule per la determinazione dei tempi di corrivazione. La formulazione proposta nasce dall'esame di 18 stazioni idrometriche e dall'analisi di fenomeni estremi di portata di piena registrati, il campione esaminato riguarda bacini di grandi dimensioni (oltre 100 Km^2). In questo caso le dimensioni dei bacini sono
Coefficiente di laminazione ε. Il coefficiente di laminazione nel caso dei sub-bacini in questione è stato preso cautelativamente pari alla unità, anche in considerazione del fatto che l'esigua estensione degli stessi comporta fenomeni di laminazione molto limitati.

Metodo diretto TCEV applicato alle portate

Per i bacino con superficie maggiore di 60 km^2, in considerazione del fatto che le superfici dei bacini in esame risultano tutti al di fuori del campo di applicazione del metodo indiretto, si verifica la portata ottenuta con la metodologia diretta:
Le analisi svolte nell'ambito del GNDCI hanno preso in considerazione la modellazione probabilistica delle portate al colmo in Sardegna aggiornando il modello basato sulla distribuzione Lognormale, già da tempo disponibile per la regione, predisponendo il modello basato sulla distribuzione TCEV ed effettuando un confronto fra le loro capacita' interpretative. Di seguito vengono forniti gli elementi essenziali per la utilizzazione del modello basato sulla distribuzione TCEV per la previsione delle portate al colmo nei corsi d'acqua della Sardegna.
Appartiene ai così detti metodi di regionalizzazione, ed è basato sulla distribuzione TCEV, espressa formalmente dalla relazione:

$$P(x)=\exp(-\Lambda_1\exp(-x/\Theta_1)-\Lambda_2\exp(-x/\Theta_2))$$

$$P(q\leqslant Q)=e^{(-\lambda_1 e^{\frac{-q}{\theta_1}}-\lambda_2 e^{\frac{-q}{\theta_2}})}$$

L'introduzione di questa distribuzione viene giustificata ipotizzando che gli elementi di piena siano indipendenti fra di loro e prodotti da due tipi di situazioni meteoriche dissimili il cui numero di accadimenti annuo è assimilabile in entrambi i casi ad un processo di Poisson, con parametri Λ1 e Λ2 rispettivamente, mentre le corrispondenti portate di piena sono distribuite in modo esponenziale con parametri Θ1 e Θ2. Il massimo annuo di ciascuna delle due componenti risulta allora distribuito secondo una legge di Gumbel mentre il massimo di ambedue è evidentemente dato dal prodotto delle corrispondenti probabilità di non superamento che, come è immediato riconoscere, equivale alla relazione summenzionata.
Introducendo la variabile ridotta

$$z=x/\Theta_1-\ln(\Lambda_1)=(x-\varepsilon_1)/\Theta_1$$

con ε1 = $\Theta_1\ln(\Lambda_1)$
Corrispondentemente assume la forma

$$P(z)=\exp(-\exp(-z)-\Lambda\exp(-z/\Theta))$$

ove si e posto

$$\Theta = \Theta_2/\Theta_1\ \Lambda = \Lambda_2/\Lambda_1^{\ 1/\theta}$$

Le espressioni analitiche dei momenti della relazione summenzionata sono stati ricavati da Beran ed altri nel caso che la variabile *z* possa assumere tutti i valori del campo reale. Dette espressioni consentono di dimostrare che il coefficiente di asimmetria della distribuzione TCEV dipende esclusivamente da Λ e Θ mentre il coefficiente di variazione dipende ulteriormente anche da Λ1 ma non da Θ1.

Da questi risultati deriva sostanzialmente la procedura di analisi regionale che si fonda inoltre sulle seguenti osservazioni di carattere empirico:

il coefficiente di asimmetria campionario è, di norma, molto variabile ma non presenta una chiara tendenza a differenziarsi per zone anche su grandi aggregati territoriali;

il coefficiente di variazione campionario, invece, tende ad assumere valori sensibilmente poco diversi fra loro in ambiti territoriali più ristretti ma sempre piuttosto ampi;

la piena indice (media, moda o mediana) è in genere estremamente variabile da una sezione all'altra e dipende largamente dalle caratteristiche specifiche di ciascun bacino.

Associando le precedenti osservazioni ai risultati analitici, discende infatti immediatamente l'ipotesi che i parametri Λ e Θ possano ritenersi costanti per tutti i bacini compresi in regioni molto ampie e che, all'interno di queste, sia possibile individuare opportune sotto zone per le quali è ammissibile assumere ulteriormente l'ipotesi di invarianza del parametro Λ1 . Il parametro Θ1 o ε1 , invece, resta definito esclusivamente dalle condizioni locali di ciascuna stazione.

Nel caso della Sardegna sono state trovate le seguenti stime dei parametri adimensionali con il metodo di massima verosimiglianza (MV):

Λ =0.3938 Θ =5.8866 che caratterizzano l'intero territorio dell'isola

Λ_1 = 6.286 bacini occidentali Λ_1 = 4.571 bacini orientali

η = 4.377 bacini occidentali η = 4.058 bacini orientali

$\ln(\varepsilon_1)=-1.1954+0.9235\ln(S)$ bacini occidentali

$\ln(\varepsilon_1)=-0.9882+0.6452\ln(S)$ bacini orientali

la relazione fra periodo di ritorno T e valore del coefficiente di crescita K_T , definito dal rapporto fra la precipitazione di assegnato tempo di ritorno e la pioggia indice:

$$K_T=\left(\frac{\Theta\ln\Lambda}{\eta}+\frac{\Theta\ln\Lambda_1}{\eta}\right)+\frac{\Theta}{\eta}\ln(T)$$

$K_T=-0.833+1.345\ln(T)$ bacini occidentali

$K_T=-0.977+1.451\ln(T)$ bacini orientali

In definitiva, il calcolo della portata di piena viene così condotto:

nota la superficie S del bacino ed attribuito il medesimo al gruppo orientale o occidentale, si ricava tramite una delle formule il valore di ε1 , quindi, si determina Θ1 essendo Λ1 fissato una volta classificato il bacino in uno dei due gruppi.

Applicando poi le precedenti si determinano Θ2 e Λ2 ;

fissato un periodo di ritorno T, si ricava la probabilità di non superamento P(x) della portata di piena x, e quindi il valore di x.

Il metodo, per essere stato applicato al di fuori del suo specifico campo di applicazione, fornisce risultati non del tutto attendibili , dal momento che le equazioni regionalizzate con i parametri summenzionati sono state ricavate dall'analisi dei dati di bacini aventi superficie compresa tra 60 km^2 e 1011 km^2 : per questo motivo, quando viene applicato per così piccoli bacini, il metodo tende a sottostimare i contributi unitari e, conseguentemente, le relative portate. Per quanto concerne il campo di applicazione di questa metodologia, si rileva che essa deriva dall'analisi di serie storiche relative alle stazioni che sottendono bacini di estensione superiore a circa 60 Km^2 , elencati nella tabella seguente:

Tabella n. 4 — Elenco delle stazioni di misura portate utilizzate nel modello TCEV

Bacini occidentali	km^2	Bacini orientali	km^2
1 Rio Fluminimannu a is Acquas	61	1 Fiume Flumendosa a Bau e'mela	94
2 Rio di Fluminimaggiore	83	2 Rio Picocca a Monte Acuto	119
3 Rio Araxixi a Orto Sciavico	121	3 Rio Flumineddu a Stanali	389
4 Rio di Buttule a Buttule	169	4 Fiume Flumendosa a Gadoni	423
5 Fiume Temo a Reinamare	176	5 Fiume Flumendosa a Villanovatulo	548
6 Rio Mannu di Porto Torres a Pedras Alvas	225	6 Fiume Cedrino a Cedrino	621
7 Fiume Taloro a passerella Gavoi	226	7 Fiume Flumendosa a Monte Scrocca	1011
8 Rio di Oschiri a Concarabella	364		
9 Rio di Oschiri a Concarabella	364		
10 Rio di Palmas a Monti Pranu	436		
11 Fiume Tirso a Rifornitore Tirso	587		
12 Rio Mannu di Ozieri a Fraigas	757		
13 Rio Flumineddu o Massari ad Allai	78		

Nel caso in esame i bacini con superficie maggiore di 60 Km^2 si ottengono i seguenti risultati:

Tabella n. 5 — Portate al colmo metodo TCEV diretto

Id	BACINO	Area [Km^2]	ε_1	River Station	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
					K_{T50} 4.414	K_{T100} 5.353	K_{T200} 6.289	K_{T500} 7.523
					Q [m^3/s]	Q[m^3/s]	Q[m^3/s]	Q[m^3/s]
31	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA B	60.713	2.5966	2198	161.06	171.04	175.50	189.74
33	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA C	62.431	2.6224	1412	189.20	200.93	206.18	222.90
35	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA D	67.932	2.7004	311	226.34	240.37	246.64	266.65
	Riu Mare Foghe A	306.900	4.0930	11103	629.82	763.79	897.28	941.20
	Riu Mare Foghe B	323.200	4.1408	9050	660.65	801.18	1073.38	1125.93

Per quanto riguarda i tre bacini con superficie maggiore di 60 Km^2 afferenti al bacino del RIU MANNU CANALE DI BONIFICA, i valori di portata ottenuti con il metodo Diretto sono più bassi per le portate con tempo di ritorno di 100, 200 e 500 anni rispetto a quelle ottenute con l'analisi della capacità di assorbimento del suolo, pertanto considerando che le dimensioni dei bacini è leggermente superiore al campo di applicazione del metodo indiretto, in fase di modellazione idraulica vengono utilizzate le portate maggiori, ottenute con la metodologia indiretta che tiene conto delle curve pluviometriche e del modello afflussi deflussi del ScS con la stima della capacità di assorbimento dei suoli.

Per quanto riguarda il Riu Mare Foghe, si è fatto riferimento alle analisi morfometriche effettuate nell'ambito del PSFF 2015, riportate di seguito. Sono stati verificati i valori di portata ottenuti, applicando la metodologia Diretta, che tiene conto solo della superficie del bacino, ottenendo valori in linea quelli utilizzati nel ambito del PSFF 2015 per le sezioni di chiusura utilizzati in abito di modellazione corrispondenti a Riu Mare Foghe A sezione 11103 e Riu Mare Foghe B Sezione 9050, corrispondenti alle sezioni di chiusura dello studio del PSFF "N" e "O".

I risultati delle portate ottenute con il metodo diretto corrispondono a quelle ottenute e riportate in tabella 5, pertanto in sede di modellazione verranno utilizzate le portate del PSFF 2015, di seguito si riporta lo stralcio delle risultanze del PSFF per facilità di lettura ma si rimanda all'elaborato 2_24_1_1_1-Rel-Monografica.pdf Delibera CI n.2 del 17.12.2015.

Tabella 62 – Caratteristiche morfologiche, fisiografiche e altimetriche dei sottobacini del riu di Mare Foghe.

Sezione	S	Hmin	Hmax	Hmedia	L	i
	[km²]	[m s.m.]	[m s.m.]	[m s.m.]	[km]	[m/m]
A	32,1	293	971	515	7,7	0,09
B	38,3	257	971	486	9,3	0,08
C	45,7	160	971	452	14,0	0,06
D	55,0	37	971	407	19,7	0,05
E	67,4	33	971	372	20,1	0,05
F	113,1	26	971	317	20,6	0,05
G	134,1	8	971	277	24,7	0,04
H	147,8	4	971	254	26,8	0,04
I	170,0	1	971	223	30,3	0,03
L	238,2	0	1.051	246	31,9	0,03
M	246,3	0	1.051	238	34,8	0,03
N	307,0	0	1.051	230	35,4	0,03
O	323,2	0	1.051	219	38,3	0,03

Figura 6 — Tabella 62 pagina 111 elab. 2_24_1_1_1-Rel-Monografica PSFF caratteristiche morfometriche

Tabella 75 – Portate di riferimento del riu di Mare Foghe.

Sottobacino	Area	Q(T2)	Q(T50)	Q(T100)	Q(T200)	Q(T500)
	[km²]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
A	32,1	11	133	160	187	223
B	38,3	13	149	178	208	248
C	45,7	17	150	179	209	247
D	55,0	21	153	185	214	253
E	67,4	23	155	188	221	264
F	113,1	37	250	304	357	427
G	134,1	43	293	355	418	499
H	147,8	47	320	389	457	546
I	170,0	54	365	442	520	622
L	238,1	73	498	604	710	849
M	246,3	76	514	623	732	876
N	306,9	93	629	763	898	1.070
O	323,2	97	660	801	941	1.130

Figura 7 — Tabella 75 pagina 126 elab. 2_24_1_1_1-Rel-Monografica PSFF Portate

Portate di Progetto.

I valori di portata stimati con le metodologie illustrate in precedenza sono riportati nella tabella seguente e distinti per Bacino si riporta inoltre la sezione di inizio di ciascuna portata e per tempo di ritorno.

Tabella n. 6 — Portate al colmo

Id	BACINO	Area [Km^2]	µg Pioggia media	River Station	Q Tr 50 [m^3/s]	Q Tr 100 [m^3/s]	Q Tr 200 [m^3/s]	Q Tr 500 [m^3/s]
1	FIUME 29067 A	2.787	50	3496	11.14	14.47	18.04	23.14
2	FIUME 345244	0.233	50	347	0.40	0.53	0.68	0.91
3	FIUME 29067 B	3.039	50	1452	11.77	15.39	19.25	24.73
4	SU CUNGIAU MANNU A	1.413	50	1985	4.45	5.92	7.52	9.83
5	SA SERRA DE IS FUNTANAS	4.684	50	1387	13.26	17.79	22.73	29.92
6	SU CUNGIAU MANNU B	6.523	50	313	18.00	24.10	30.73	40.23
7	FIUME 29067 C	9.679	50	1374	29.08	38.67	48.99	63.62
8	FIUME 345248 A	0.168	50	616	0.39	0.48	0.58	0.74
9	S'URACHEDDU BIANCU	0.664	50	871	3.43	4.30	5.22	6.56
10	FIUME 345248 B	0.900	50	379	4.48	5.67	6.94	8.74
11	FIUME 345248 SINISTRO	0.072	50	567	0.38	0.48	0.57	0.71
12	FIUME 345248 C	0.974	50	39	4.86	6.12	7.45	9.37
13	FIUME 345249 A	0.654	50	861	3.59	4.36	5.19	6.43
14	FIUME 345249 B	1.728	50	471	9.24	11.62	14.14	17.71
15	FIUME 29067 D	11.624	50	996	37.42	49.33	62.12	80.15
16	S'URACHEDDU PIUDU	0.393	50	1089	2.20	2.75	3.33	4.16
17	FIUME 29067 E	12.580	50	230	41.92	55.04	69.07	88.77
18	CANALE DI BONIFICA GENERICO 1 LOTTO	0.175	50	699	3.52	3.95	4.38	4.98
19	CANALE ACQUE ALTE DI LORISSA	2.202	50	2840	9.31	12.04	14.94	19.01
20	COLI DI PALA BIDDA DESTRA	0.184	50	564	1.30	1.57	1.85	2.26
21	COLI DI PALA BIDDA SINISTRA	0.174	50	677	1.33	1.60	1.88	2.29
22	CANALE ACQUE ALTE DI PALA BIDDA A	0.176	50	1406	0.82	1.01	1.22	1.53
23	PALA CONI	0.757	50	620	2.94	3.74	4.61	5.89
24	CANALE ACQUE ALTE DI PALA BIDDA B	1.053	50	961	4.42	5.68	7.02	8.96
25	PALA MARZU	0.436	50	662	1.73	2.17	2.65	3.36
26	CANALE ACQUE ALTE DI PALA BIDDA C	1.521	50	320	6.49	8.36	10.36	13.21
27	PRAUCCHI	0.859	50	1496	4.10	5.23	6.42	8.12
28	COLI DELLA BONIFICA DI PAULI MANNU A	0.875	50	1936	8.95	10.59	12.28	14.60
29	COLI DELLA BONIFICA DI PAULI MANNU B	3.655	50	407	24.65	30.34	36.26	44.50
30	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA A	56.885	55	2961	150.20	184.96	220.64	268.78
31	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA B	60.713	55	2198	158.42	194.65	231.78	281.82
32	PERDA NIEDDA LOC	1.215	50	2404	5.98	7.60	9.32	11.72
33	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA C	62.431	55	1412	158.29	194.21	230.99	280.50
34	GORA ZODDIAS	5.424	50	3607	30.70	38.13	45.87	56.57
35	RIU MANNU CANALE DI BONIFICA D	67.932	55	311	172.09	210.82	250.42	303.70
36	BUCCA URACHI	4.321	50	3995	18.81	24.01	29.48	37.04
37	FIUME 344044 A	0.310	50	2978	1.10	1.41	1.75	2.25
38	FIUME 344044 B	4.749	50	2289	19.73	25.07	30.68	38.39
39	CANALE SU SESSINI	6.114	50	4664	22.38	27.94	33.70	41.56
40	SACOZZIGHINA A	0.049	50	907	0.16	0.21	0.26	0.33
41	SACOZZIGHINA B	6.536	50	891	22.96	28.66	34.57	42.62
42	SACOZZIGHINA C	1.450	50	1010	3.44	4.65	5.99	7.98
43	SACOZZIGHINA D	8.007	50	281	22.65	28.60	34.82	43.38
44	SEGADROZZA SINISTRO	0.433	50	621	0.80	1.04	1.31	1.72
45	SEGADROZZA DESTRO	0.143	50	307	0.21	0.28	0.36	0.48
46	SEGADROZZA A	0.613	50	362	1.60	2.11	2.66	3.49
47	S'UREU	1.000	50	935	2.72	3.70	4.77	6.30
48	SEGADROZZA B	1.615	50	41	3.72	4.96	6.34	8.40
49	PEARBA A	1.318	50	773	6.11	7.82	9.63	12.17
50	SU BASTONARIU	0.154	50	166	1.05	1.21	1.39	1.67
51	PEARBA B	1.526	50	551	7.49	9.53	11.68	14.68
52	PEARBA C	3.235	50	366	12.22	16.01	20.06	25.77

Id	BACINO	Area [Km^2]	µg Pioggia media	River Station	Q Tr 50 [m^3/s]	Q Tr 100 [m^3/s]	Q Tr 200 [m^3/s]	Q Tr 500 [m^3/s]
53	PARRADEI A	0.202	50	3821	0.35	0.47	0.60	0.80
54	PARRADEI B	5.732	50	3451	15.32	20.12	25.25	32.44
55	FIUME 344059 A	13.898	50	1410	33.16	41.75	50.68	62.88
56	PRIOGU	0.240	50	667	0.58	0.77	0.98	1.30
57	FIUME 344061 A	0.222	50	1036	0.39	0.62	0.81	1.09
58	FIUME 344061 B	0.556	50	851	1.10	1.47	1.89	2.53
59	ARCIBISCU	0.370	50	1048	0.83	1.13	1.46	1.96
60	FIUME 344061 C	1.028	50	483	2.59	3.52	4.55	6.04
61	FIUME 344059 B	15.522	50	985	35.67	44.76	54.19	67.05
62	BAINU	0.381	50	988	1.37	1.79	2.23	2.88
63	BACHILI BERTULA A	1.126	50	1857	3.92	5.18	6.53	8.47
64	FIUME 344045	1.030	50	1670	3.70	4.86	6.11	7.90
65	BACHILI BERTULA B	2.898	50	1447	10.68	14.00	17.55	22.51
66	ISTALI	0.567	50	737	2.22	2.88	3.60	4.62
67	BACHILI BERTULA C	3.508	50	351	12.69	16.54	20.62	26.33
68	S'ANTRUXIU A	0.619	50	1434	2.05	2.71	3.44	4.47
69	SU ZIPPIRI	0.221	50	506	0.65	0.84	1.05	1.36
70	S'ANTRUXIU B	1.193	50	813	4.21	5.55	7.00	9.06
71	FIUME 343988 A	0.199	50	3857	0.30	0.41	0.54	0.73
72	FIUME 343988 B	2.513	50	3373	9.40	12.06	14.87	18.75
73	FIUME 343988 C	6.122	50	1333	18.70	23.85	29.26	36.72
74	FIUME 343719	3.777	50	2068	15.22	19.62	24.27	30.73
75	FIUME 343985 A	0.253	50	1924	0.85	1.10	1.36	1.75
76	FIUME 343985 B	4.292	50	1627	15.04	19.25	23.69	29.81
77	CUCCURU CASU	0.944	50	592	3.17	4.20	5.31	6.90
78	FIUME 343985 C	5.350	50	401	16.81	21.49	26.42	33.21
79	FIUME 343981 A	2.785	50	4341	11.87	15.34	19.03	24.26
80	FIUME 343981 B	9.306	50	2599	26.31	32.96	39.85	49.25
81	Cimitero	0.121	50	216	1.19	1.39	1.61	1.92
	Riu Mare Foghe	306.900		11103	629.00	763.00	898.00	1070.00
	Riu Mare Foghe	323.20		9050.00	660.00	801.00	941.00	1130.00

Allegati

Elaborati:

- 0.0 Elenco elaborati.pdf;
- 1.0 Relazione proposta di variante alla pericolosità vigente.pdf;
- 2.0 Carta con inquadramento territoriale dell'area di studio IGM – 10k.pdf;
- 3.0 Carta della pericolosità idraulica come da pianificazione vigente – 10k.pdf;
- 4.0 Carta delle aree di pericolosità vigenti derivanti da inondazioni costiere Hi-c – 10k.pdf;
- 5.1 Carta del reticolo idrografico Deliberazione Comitato Istituzionale n. 3 del 30.07.2015 – 10k.pdf;
- 5.2 Carta del reticolo idrografico su base cartografica IGM '58-'65 –10k.pdf;
- 5.3 Carta del reticolo idrografico proposto.pdf;
- 6.0 Carta dei sub-bacini idrografici – 20k.pdf;
- 7.0 Carta del Curve Number – 20k.pdf;
- 8.0 Carta delle infrastrutture esistenti di attraversamento – 10k.pdf;
- 9.0 Report relativo alle infrastrutture esistenti di attraversamento del reticolo idrografico nonché delle altre opere interferenti.pdf;

- 10.0 Relazione idrologica.pdf;
- 11.0 Relazione idraulica.pdf;
- 12.0 Allegato alla relazione idraulica, risultanze della modellazione.pdf;
- 13.1 Carta della pericolosità idraulica derivante dallo studio di variante proposto - TERRITORIO – 10k.pdf;
- 13.2 Carta della pericolosità idraulica derivante dallo studio di variante proposto - ABITATO – 2k.pdf;
- 13.3 Carta della pericolosità idraulica - TERRITORIO – 10k.pdf;
- 13.4 Carta della pericolosità idraulica - ABITATO – 2k.pdf;
- 14.0 Carta delle aree di pericolosità proposta derivanti da inondazioni costiere Hi-c – 10k.pdf;
- 15.1 Carta del danno potenziale - TERRITORIO – 10k.pdf;
- 15.2 Carta del danno potenziale - ABITATO – 2k.pdf;
- 16.1 Carta del rischio idraulico derivante dallo studio di varianteproposto - TERRITORIO – 10k.pdf;
- 16.2 Carta del rischio idraulico derivante dallo studio di varianteproposto - ABITATO – 10k.pdf;
- 17.0 Schede interventi di mitigazione del rischio idraulico.pdf;

Strati informativo (.shp file):

- Bacini_idrografici.shp;
- Dp_Riola Sardo.shp;
- Hi_Riola Sardo.shp;
- Reticolo_idrografico_1salvguardia_Art30ter_FASCE.shp;
- Reticolo_idrografico_Modellato.shp;
- Ri_Riola Sardo.shp;
- Sezioni_idrauliche.shp;