



COMUNE DI FURTEI

Provincia del Sud Sardegna



LAVORI DI MANUTENZIONE E RIPRISTINO FUNZIONALITA' IDRAULICA DEL RIO SCALAS E DEL RIU MORTU

PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO

ELABORATO

A.03

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

VISTO/VALIDAZIONE

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ING. MARIOLINA MURGIA

IL PROFESSIONISTA



ORDINE INGEGNERI
PROVINCIA CAGLIARI

N. 5620

Dr. Ing. ENRICO VACCA

CODICE

Committente	Opera	Settore	Elaborato
FUR	002	ELT	A03

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	OTTOBRE 2018	Prima emissione	LV	EV	EV

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Manutenzione e ripristino funzionalità idraulica del Rio Scalas e del Riu Mortu

1.	PREMESSA	2
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	2
3.	CLIMA E IDROLOGIA	3
3.1.	Temperatura	3
3.2.	I venti	3
3.3.	Precipitazioni	3
3.4.	Intensità delle precipitazioni	4
4.	IDROGRAFIA DEL TERRITORIO	5
4.1.	Idrografia superficiale del territorio	5
5.	PAI (PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO)	6
5.1.	Sub_Bacino Flumendosa-Campidano-Cixerri	6
6.	P.S.F.F. (PIANO STRALCIO FASCE FLUVIALI)	7
7.	STUDIO IDROLOGICO	7
7.1.	Stima della portata di deflusso	7
7.1.1.	Metodo indiretto del TCEV	7
7.1.2.	Determinazione delle portate al colmo (T=5 anni)	11

1. PREMESSA

L'intervento in progetto si caratterizza per i lavori di manutenzione e ripristino della funzionalità idraulica del Rio Scalas nel comune di Furtei.

Finalità della presente relazione è l'analisi idrologica al fine di determinare le portate relative al bacino imbrifero sotteso dal Rio Scalas.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Le lavorazioni in progetto si collocano nell'area extraurbana a nord del comune di Furtei.

Di seguito si riporta un inquadramento territoriale ed una ortofoto dell'ambito oggetto di intervento.



Ortofoto. In rosso il tratto di intervento.

3. CLIMA E IDROLOGIA

Il clima esercita una importante influenza su di un gran numero di fattori ambientali; esso è dunque sempre strettamente legato alle caratteristiche geomorfologiche del territorio ed occorre dunque tenere in debito conto fattori quali piovosità, temperatura e ventosità.

Da un punto di vista climatico le aree prese in esame ricadono in piena area climatica mediterranea, tra il dominio dei venti occidentali e quello delle masse d'aria calda tropicali. In particolare, l'area meridionale della Sardegna riceve il flusso dell'aria oceanica attraverso lo stretto di Gibilterra e dell'aria tropicale attraverso l'Algeria e il deserto libico.

3.1. Temperatura

L'andamento annuo della temperatura dell'aria non presenta caratteri originali rispetto a quello degli altri paesi mediterranei. La Sardegna risente appieno dell'evoluzione termica delle acque del mediterraneo che, raggiungendo la temperatura massima nelle prime settimane dell'autunno e la minima in primavera, temperano i freddi dell'inverno e mitigano i calori estivi.

3.2. I venti

La Sardegna si trova lungo la traiettoria delle correnti aeree occidentali che spirano dalle zone anticicloniche dell'Atlantico e dell'Europa di Sud-Ovest verso i centri di bassa pressione mediterranei. Il regime anemometrico può essere considerato uniforme tenendo conto della predominanza dei venti occidentali in tutte le stagioni, la velocità media del vento pressoché uguale in tutti i mesi e l'affermarsi del sistema di brezza lungo le coste regolarmente alla fine della primavera.

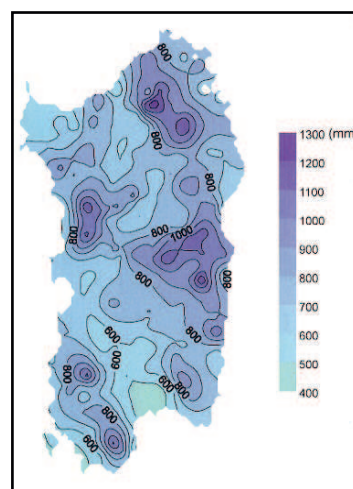


Figura 1 – Media della piovosità in Sardegna.

3.3. Precipitazioni

Le precipitazioni in Sardegna sono costituite quasi esclusivamente dalle piogge cicloniche che le depressioni barometriche apportano al loro passaggio; si verificano pertanto quando l'isola è interessata da tali perturbazioni, con punte massime nei periodi in cui le traiettorie cicloniche presentano la maggiore frequenza lungo il 40° parallelo.

La piovosità presenta le seguenti caratteristiche generali:

- notevoli scarti della media nei singoli totali annui;
- elevato indice di intensità;
- irregolare distribuzione stagionale.

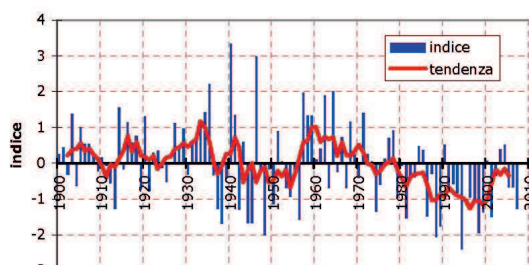


Figura 2 - Indice e tendenza della piovosità in Sardegna

Gli scostamenti dalla media sono tali che la pioggia di qualche anno può superare il doppio della media o esserne inferiore alla metà.

3.4. Intensità delle precipitazioni

L'intensità oraria delle precipitazioni raggiunge punte ragguardevoli, legata al fatto che le precipitazioni sono spesso provocate da perturbazioni del fronte mediterraneo accompagnate da venti assai forti; le precipitazioni hanno carattere temporalesco e durata relativamente breve.

La suddivisione in regime orientale ed occidentale è stata introdotta al fine di sintetizzare l'andamento delle piogge su tutta la regione. Questa suddivisione di fatto si riflette sul regime dei corsi d'acqua. Il territorio di Furtei, inteso come bacino di interesse, è ricadente nei topoi di stazioni del primo gruppo.

L'area d'indagine ricade a Sud del comune di Furtei.

Come si è detto, le intersezioni a rotatoria oggetto della presente relazione, ricadono nel bacino del Flumini Mannu di Cagliari.

Il regime dei corsi d'acqua, di origine naturale, appartenenti a tale bacino, è legato all'andamento delle precipitazioni, che sono abbondanti nel periodo autunnale – invernale.

Nel presente paragrafo relativo i cenni sui caratteri climatici ed idrologici, si riportano i dati rilevati dal sito dell'ARPAS <http://www.sar.sardegna.it>.

I dati riportati riguardano la ventosità, la temperatura massima e minima e la piovosità.

Nella Figura n°1 è riportata la media delle precipitazioni annue che per quanto riguarda l'area d'indagine sono comprese nell'intervallo che varia da 600 a 800 mm. Nella successiva tabella n°1 è riportata la ventosità sulla base delle percentuali sul totale dei dati disponibili mentre nella Figura n°2 sono visibili i punti di rilevamento. Nell'area d'indagine i venti predominanti sono provenienti da NW e da N. Per quanto riguarda la temperatura nelle Figure n°3 e 4 sono riportate le medie delle temperature massime e minime in Sardegna. L'area d'indagine ricade all'interno dei 20°-21° per quanto riguarda le medie annali delle temperature massime e 10°-11° per quanto riguarda le temperature minime. I grafici sono stati estratti dal volume Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2010 - settembre 2011 dell'ARPAS.

Stazione	N	N-E	E	S-E	S	S-W	W	N-W	direzione variabile o calma di vento
Capo Frasca (Arbus)	10.41	3.97	9.62	15.94	2.00	9.72	19.83	28.26	0.26
Decimomannu	10.94	2.10	2.78	23.17	14.71	3.62	9.10	32.97	0.62
Elmas	14.68	0.84	4.35	17.68	20.85	2.36	11.98	27.11	0.15
Spalmatoreddu (Carloforte)	15.02	3.83	6.42	10.62	8.98	6.68	10.31	38.14	0.00
Fonni	6.79	6.60	7.94	6.58	5.40	16.00	33.60	16.41	0.67
Capo Bellavista (Arbatax)	8.34	15.07	10.94	7.98	15.45	5.23	15.70	21.19	0.10
Perdasdefogu	2.05	6.28	22.53	11.63	1.20	10.13	39.10	6.44	0.63
Guardiavecchia (La Maddalena)	4.41	10.53	15.95	5.51	0.72	6.64	51.07	4.99	0.19
Asinara	3.07	3.02	22.68	4.29	3.77	9.16	40.84	13.03	0.13
Alghero	6.85	11.57	4.24	0.73	16.65	12.05	27.76	19.97	0.19

Tabella 1 - Direzione di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati disponibili)



Fig. 3 – Punti di rilevamento della ventosità in Sardegna.

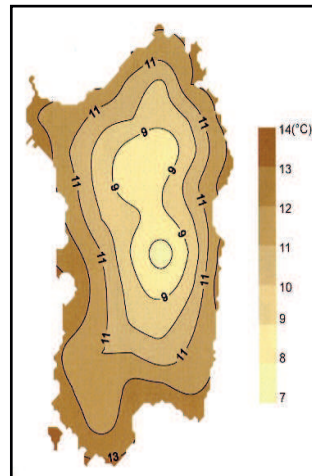
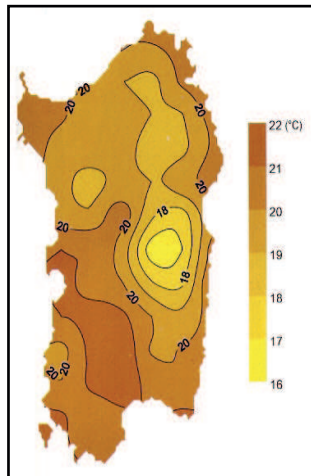


Figure 4 e 5 – Temperature massime e minime in Sardegna.

4. IDROGRAFIA DEL TERRITORIO

4.1. Idrografia superficiale del territorio

In figura è riportata l'idrografia superficiale del Sub Bacino del Flumendosa-Campidano-Cixerri a cui appartiene il Bacino del Flumini Mannu di Cagliari.



In riferimento alle norme di attuazione del P.A.I. "Interventi sulla rete idrografica e sui versanti" (Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6, ter D.L. 180/98 e successive modifiche ed integrazioni), l'area oggetto di intervento ricade all'interno del sub Bacino del Flumendosa-Campidano-Cixerri.

5. PAI (PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO)

5.1. Sub Bacino Flumendosa-Campidano-Cixerri

Il Sub_Bacino si estende per 5960 Km², pari al 24.8 % del territorio regionale; è l'area più antropizzata della Sardegna ed il sistema idrografico è interessato da diciassette opere di regolazione in esercizio e otto opere di derivazione. I bacini idrografici di maggior estensione sono costituiti dal Flumendosa, dal Flumini Mannu, dal Cixerri, dal Picocca e dal Corr'e Pruna; numerosi bacini minori risultano compresi tra questi e la costa. Nell'ambito del presente studio si sono considerati i seguenti corsi d'acqua:

- Fiume Flumendosa, è considerato attualmente il corso d'acqua di maggiore importanza in Sardegna per la complessità e dimensione del sistema di utilizzazione della risorsa idrica da esso costituito. Il fiume è regolato da un sistema di invasi di grandi capacità per usi multipli.
- Rio Mulargia, affluente in destra del Flumendosa, in località Monte Su Rei è sbarrato da una diga che crea un invaso di capacità utile pari a 310 milioni di m³ e raccoglie anche le acque dell'invaso sul Medio Flumendosa, al quale è collegato da una galleria a gravità.
- Rio Flumineddu, affluente in sinistra del Flumendosa, è stato sbarrato con una opera di derivazione in località Silicheri, di modesta capacità, e collegato, in sollevamento, ai due invasi sul Flumendosa e sul Mulargia.
- Rio Cixerri, un tempo affluente del Flumini Mannu, è stato artificialmente separato in prossimità dello sbocco nella laguna di S.Gilla. In località Genna Is Abis, presso Siliqua, è stato realizzato un invaso per usi irrigui. Il Rio Arriali e Rio de su Casteddu costituiscono gli affluenti principali del Cixerri; il secondo è sbarrato in località Medau Zirimilis da un invaso di capacità utile 16,65 milioni di m³.
- Rio Canonica, affluente del Rio Arriali, sbarrato dall'invaso di Punta Gennarta.
- Rio Bellicai, sbarrato dall'invaso di Monteponi, con una capacità d'invaso di 1,02 milioni di m³.
- Flumini Mannu, maggior tributario dello stagno di Santa Gilla, sfocia nella zona portuale di Cagliari; il corso d'acqua principale nasce a circa 800 metri di quota. Il primo nome assunto dal fiume è quello di Rio di Sarcidano, cambia denominazione in Rio San Sebastiano, Rio Mannu e finalmente, nei pressi di Isili, Flumini Mannu. In località "Is Barroccus" è stata recentemente realizzato un lago artificiale 11,7 milioni di m³. Nell'alta Marmilla il Flumini Mannu riceve, dalla destra idrografica e provenienti dalla Giara di Gesturi, il Rio Sellu e il Rio Pazzola, mentre dal territorio di Tuili riceve il Rio Fanari e il Rio Forada Manna.
- Rio Lanessi, che con le sue articolazioni costituisce il reticolo idrografico affluente in sponda sinistra del Flumini Mannu.
- Rio Malu, affluente in sinistra del corso d'acqua principale.
- Rio Mannu di S.Sperate, che si congiunge la Flumini Mannu all'altezza di Decimomannu.
- Torrente Leni e rio Bidda Scema, affluenti del Flumini Mannu, interessati da opere di invaso.
- Rio di Capoterra.
- Rio di S. Lucia.

Numerosi altri corsi d'acqua minori, inoltre, attraversano le rimanenti parti del Sub_Bacino; essi, seppure con bacini imbriferi modesti, meritano particolare attenzione per l'interferenza tra reticolo idrografico, insediamenti urbani e la rete dei trasporti.

Il Rio Scalas, oggetto dell'intervento, non è stato studiato in fase di redazione del P.A.I..

6. P.S.F.F. (PIANO STRALCIO FASCE FLUVIALI)

I corsi più rilevanti nel sub bacino sono costituiti dai seguenti rii:

- il riu Cixerri, nel tratto di circa 42 km compreso tra il comune di Iglesias e la foce nello stagno di Cagliari, denominato di Santa Gilla;
- il Flumini Mannu (denominato Flumini Mannu 041 a monte dell'abitato di Villasor), nel tratto di circa 92 km compreso tra il lago artificiale di Is Barrocos e lo stagno di Santa Gilla;
- il riu Santa Lucia, nel tratto di 28 km compreso tra loc. Trunconi, a nord di Capoterra, e lo stagno di Santa Gilla, in prossimità della località La Maddalena.

La rete idrografica è completata da alcuni rii minori di breve corso sviluppatissimi, in genere, perpendicolarmente alla linea di costa.

Il Rio Scalas, oggetto dell'intervento, non è stato studiato in fase di redazione del P.S.F.F..

7. STUDIO IDROLOGICO

Gli interventi previsti in progetto hanno il fine di ripristinare e migliorare la funzionalità idraulica del Rio Scalas.

Il progetto non prevede alcun intervento sulla geometria dell'alveo e delle opere idrauliche, ma la sola rimozione della vegetazione che ostruisce in parte la sezione.

Come anticipato, il Rio Scalas, non è stato studiato né dal P.A.I. né dal P.S.F.F..

Per l'analisi idrologica e la stima delle portate la "Direttiva per la manutenzione degli alvei e la gestione dei sedimenti", suggerisce di utilizzare la metodologia riportata nel P.A.I., il quale prevede la stima della portata al colmo mediante il *Metodo indiretto* del TCEV.

7.1. Stima della portata di deflusso

7.1.1. Metodo indiretto del TCEV

La poca disponibilità di osservazioni storiche di portata, insieme con la necessità di stime in svariate sezioni idrologiche lungo i corrispondenti tronchi critici, non può prescindere dall'uso della procedura indiretta per la valutazione della portata di piena. Tale metodologia stima la portata al colmo a partire dalla precipitazione nell'ipotesi, discutibile, che la frequenza di accadimento di quest'ultima caratterizza quella della portata al colmo.

La portata di piena è espressa dalla *Formula Razionale* come prodotto tra l'intensità di precipitazione, i , di assegnata durata d e periodo di ritorno T_r , il coefficiente di assorbimento Φ , la superficie del bacino A , il coefficiente di laminazione $\varepsilon(t)$:

$$Q_c = i [\Theta, T_r, r(\Theta, A)] \cdot \Phi \cdot A \cdot \varepsilon(\Theta)$$

dove con Θ si è indicato il valore di durata critica, mentre $r(\Theta, A)$, rappresenta il fattore di ragguaglio della precipitazione all'area del bacino, espresso in funzione della durata, Θ , e della superficie del bacino, A .

E' prassi, nell'applicazione della *Formula Razionale*, considerare la criticità della portata al colmo di piena Q_c pari a quella dell'evento di pioggia che le ha dato origine, dunque si è attribuito alla portata al colmo Q_c il medesimo tempo di ritorno della curva di possibilità pluviometrica utilizzata per la determinazione della pioggia di progetto. In particolare sono state utilizzate le curve di possibilità pluviometriche per la Sardegna ottenute dall'analisi dei massimi annui di piogge brevi ed intense mediante la distribuzione TCEV (Deidda e Piga, 1998)

In questo caso la procedura proposta permette di calcolare l'intensità di pioggia ad assegnato periodo di ritorno in ciascun punto del bacino sardo tramite l'analisi regionale (VAPI Sardegna, 1996), condotta sulle precipitazioni intense di breve durata per le circa 200 stazioni con almeno quaranta anni di osservazione a partire dal 1922.

- L'intensità di precipitazione $i [Θ, T_R]$, che determina la massima portata di piena (intensità critica) è ottenuta dalla curva di possibilità pluviometrica che, com'è noto, esprime la legge di variazione dei massimi annuali di pioggia in funzione della durata della precipitazione, d , ad assegnata frequenza di accadimento o periodo di ritorno T . Tale curva è riportata dalla letteratura tecnica come:

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

Si descrive brevemente la procedura utilizzata per la determinazione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica nella località esaminata, utilizzando i dati di "Deidda e Piga, 1998".

L'equazione della curva di possibilità pluviometrica normalizzata è per ciascun tempo di ritorno, T , :

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

dove i parametri della curva, $a(d)$ ed $n(d)$, vengono definiti per tre Sotto Zone Omogenee della Sardegna (SZO), per durate minori e maggiori di 1ora e per tempi di ritorno maggiori o minori di 10 anni.

Occorre determinare perciò i parametri "n" ed "a" che dipendono dal tempo di ritorno T e dalle caratteristiche climatiche della località in esame.

L'altezza di pioggia lorda $h(d)$ è esprimibile come prodotto di una pioggia indice $\mu(d)$ di durata d e di un coefficiente di crescita k_T ; esprimendo anche questi fattori in forma monomia si ha:

$$\mu(d) = a_1 d^{n_1} \quad k_T = a_2 d^{n_2}$$

l'altezza di pioggia lorda viene quindi riscritta:

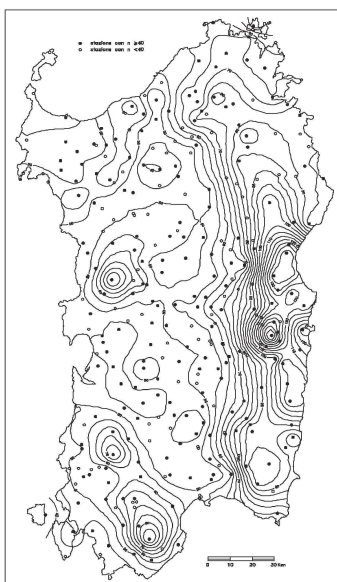
$$h(d) = \mu(d) k_T = (a_1 a_2) d^{(n_1+n_2)}$$

I parametri della curva di possibilità pluviometrica sono perciò $a = (a_1 a_2)$ e $n = (n_1+n_2)$.

I coefficienti a_1 e n_1 si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g

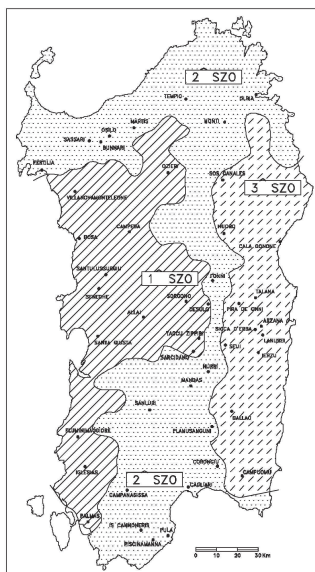
$$a_1 = \mu_g / (0,886 \cdot 24^{n_1}) ; \quad n_1 = -0,493 + 0,476 \log_{10} \mu_g$$

Una mappatura della pioggia indice giornaliera è fornita in figura



Carta delle isoiete per identificare la pioggia indice giornaliera μ_g (espressa in mm)

I coefficienti a_2 e n_2 si determinano, in funzione della sottozona omogenea (SZO) in cui si trova l'area in esame, il tempo di ritorno T e la durata della pioggia d .



Divisione delle sottozone omogenee SZO della Regione Sardegna

Nel caso in esame l'intervento ricade all'interno della **SZO 2**, il tempo di ritorno è $T < 10$ anni.

L'altezza di pioggia giornaliera è data da:

$$\text{SZO 2} \quad h(T) = \mu_g K_T = \mu_g [0.60937 + 0.91699 \text{Log}_{10}T + 3.9932 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10}T)^2]$$

La pioggia indice $\mu(d)$ di durata d (ovvero la media dei massimi annui delle piogge di durata d) può essere espressa in forma monomia:

$$\mu(d) = a_1 d^{n_1}$$

dove i coefficienti a_1 e n_1 si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g :

$$a_1 = \mu_g / (0.886.24^{n_1}); \quad n_1 = -0.493 + 0.476 \text{Log}_{10} \mu_g$$

L'altezza di pioggia $h_T(d)$ di durata d con assegnato tempo di ritorno T in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice $\mu(d)$ per un coefficiente di crescita $K_T(d) = a_2 t^{n_2}$:

$$h_T(d) = \mu(d) K_T(d) = (a_1 a_2) d^{(n_1+n_2)}$$

dove i coefficienti a_2 e n_2 si determinano con le relazioni seguenti per differenti T e d

a) per tempi di ritorno **$T \leq 10$ ANNI**

$$\text{SZO 1} \quad a_2 = 0.66105 + 0.85994 \text{Log}_{10} T; \quad n_2 = -1.3558 \cdot 10^{-4} - 1.3660 \cdot 10^{-2} \text{Log}_{10} T$$

$$\text{SZO 2} \quad a_2 = 0.64767 + 0.89360 \text{Log}_{10} T; \quad n_2 = -6.0189 \cdot 10^{-3} + 3.2950 \cdot 10^{-4} \text{Log}_{10} T$$

$$\text{SZO 3} \quad a_2 = 0.62408 + 0.95234 \text{Log}_{10} T; \quad n_2 = -2.5392 \cdot 10^{-2} + 4.7188 \cdot 10^{-2} \text{Log}_{10} T$$

$$a_2 = 0.64767 + 0.89360 \text{Log}_{10} T$$

$$n_2 = -6.0189 \cdot 10^{-3} + 3.2950 \cdot 10^{-4} (\text{Log}_{10} T)$$

- Il valore del coefficiente di afflusso Φ (nella precedente Formula Razionale), può essere calcolato con il metodo del SCS- Curve Number; che permette di ricavare la pioggia netta in base all'espressione

$$h_{netta} = \frac{(h_{lorda} - I)^2}{(h_{lorda} + S - I)} \quad (\text{mm})$$

dove h_{lorda} è la pioggia stimata per assegnata distribuzione di probabilità, S (in mm) rappresenta l'assorbimento del bacino, espresso dalla relazione:

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

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

$$I = 0.2S.$$

○ I valori del parametro di assorbimento CN e della relativa capacità massima di assorbimento S vanno determinati per le sezioni idrologiche d'interesse facendo riferimento alla ben nota metodologia SCS-CN utilizzando la Carta Litologica e quella di Uso del Suolo alla discretizzazione spaziale di 400 m disponibile presso la Regione Sardegna nell'ambito del Sistema IFRAS.

○ Il coefficiente di ragguaglio delle piogge all'area $r(\Theta, A)$, legato alla durata, Θ , e alla superficie del bacino, A, è espresso da diverse formulazioni tra cui quella, utilizzata nel VAPI Sardegna, che fa riferimento al Flood Studies Report:

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) d(-0.40 + 0.0208 \ln(4.6 - \ln(A))) \text{ per } A < 20 \text{ km}^2$$

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) d(-0.40 + 0.003832 (4.6 - \ln(A))) \text{ per } A > 20 \text{ km}^2$$

in cui d è la durata della precipitazione ed A è la superficie del bacino (espressa in km^2).

○ Il coefficiente di laminazione, $\Sigma(t)$, dovrà essere opportunamente valutato a seconda dell'estensione e delle caratteristiche topografiche del bacino idrografico sotteso facendo riferimento ai ben noti modelli concettuali della corrivazione e dell'invaso.

○ La durata di pioggia critica (Θ_c), nel caso del modello di corrivazione, utilizzato nella procedura VAPI Sardegna, è assunta pari alla somma del tempo di formazione del deflusso superficiale (t_f) e del tempo di corrivazione (t_c), $\Theta_c = t_c + t_f$, dove t_c è ricavabile dal confronto critico di diverse espressioni empiriche suggerite in Tabella.

Soil Conservation Service	$t_c = \frac{100 * L^{0.8} * \left(\frac{100}{CN} - 9 \right)^{0.7}}{1900 * i^{0.5}_{versante}} \quad [\text{ore}]$ <p>L = Lunghezza asta principale in km i = pendenza media del bacino (%)</p>
Formula Giandotti	$t_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1.5L}{0.8 * \sqrt{H_m - h}} \quad [\text{ore}]$ <p>A in km^2, L in km, H_m quota media del bacino, h quota sezione di chiusura</p>
Formula Pasini	$t_c = 0.108 * \frac{\sqrt[3]{A * L}}{\sqrt{J_m}} \quad [\text{ore}]$ <p>A in km^2, L in km, J_m pendenza media del reticolo idrografico</p>
Formula VAPI-Sardegna	$t_c = 0.212 * A^{2.31} * \left(\frac{H_m}{J_m} \right)^{0.289} \quad [\text{ore}]$ <p>A in km^2, H_m quota media del bacino, J_m pendenza media del reticolo idrografico</p>

La formulazione VAPI-Sardegna del tempo di corrivazione è stata ricavata per i bacini idrografici chiusi alle sezioni dove esistono misuratori di portata e quindi non validata per bacini di superficie minore di 50 km^2 .

Per quanto riguarda il tempo di formazione del ruscellamento superficiale, t_f , si può utilizzare la seguente formulazione:

$$t_f = \frac{I_a}{i(\Theta_c, r)}$$

dove I_a rappresenta l'assorbimento iniziale e $i(\Theta_c, r)$ l'intensità di pioggia corrispondente alla durata critica. La stima di questo valore deve essere evidentemente effettuata in maniera iterativa.

7.1.2. Determinazione delle portate al colmo (T=5 anni)

La portata di piena calcolata è quella per un tempo di ritorno pari a **5 anni**, ovvero la portata significativa per i processi di dinamica del trasporto solido.

Il bacino idrografico in esame è stato individuato sulla base della cartografia disponibile quale la C.T.R. in scala 1:10.000. L'individuazione del bacino ha quindi consentito di valutare le seguenti grandezze:

- **Superficie del bacino (S-Km²):** Il bacino ha una superficie complessiva calcolata di 2,2548 Km²;
- **Altitudine massima (H max. in metri s.l.m.), altitudine media (H media in metri s.l.m.), altitudine minima (altitudine sezione di chiusura – H min. in metri s.l.m.)** Il calcolo del bacino individuato ha messo in evidenza i seguenti dati: Altitudine massima 350 metri s.l.m., Altitudine media 170 metri s.l.m. e Altitudine minima 83 metri s.l.m.;
- **Pendenza media del bacino (iv-%).** Il bacino individuato ha una pendenza media di 8%;
- **Lunghezza dell'asta (L_{max}-Km).** La lunghezza dell'asta principale del bacino idrografico studiato è stata stimata pari a 3,5 km;
- **Pendenza media dell'asta (i-m/m).** La pendenza media dell'asta principale è di 2 %.

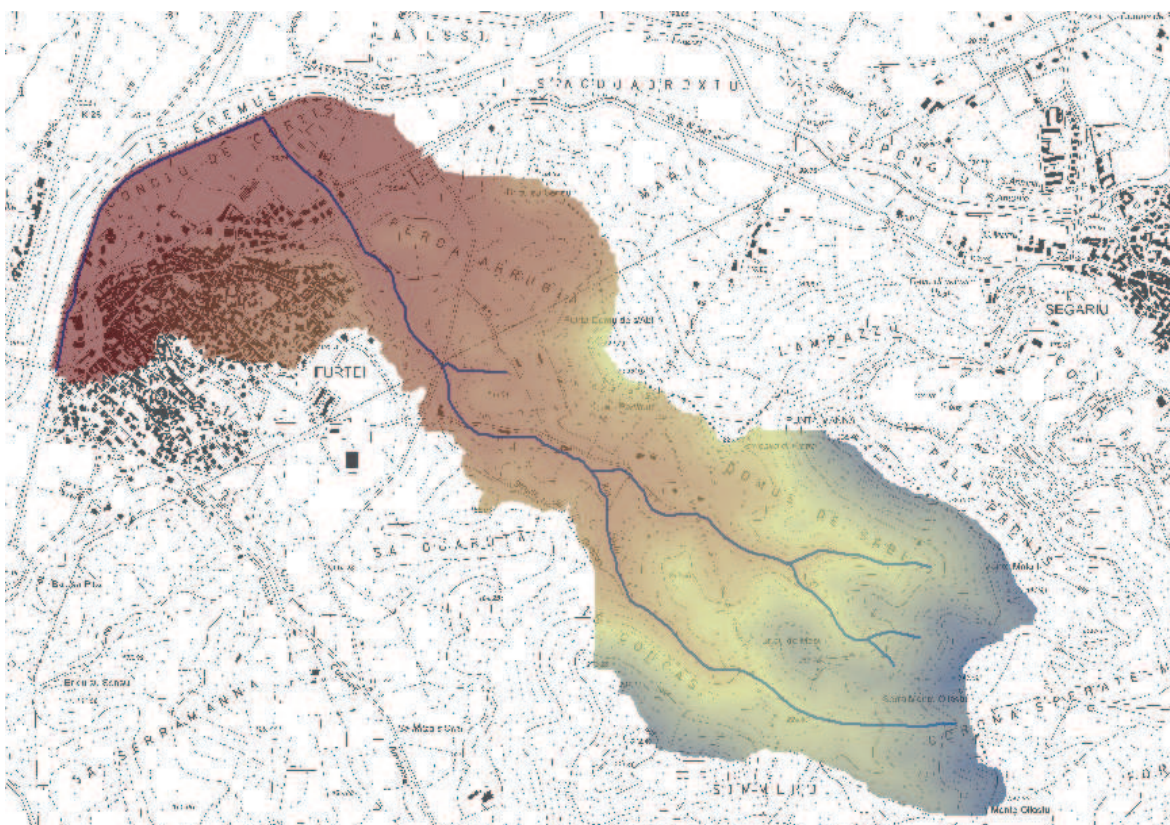


Figura 2: Bacino imbrifero

Il bacino considerato, come detto, ha una superficie complessiva di 2,250 Km². Avendo quindi una superficie inferiore ai 60 Km², si è proceduto con metodo indiretto mediante applicazione della Formula Razionale.

Di seguito si riportano i **risultati del calcolo**.

TEMPI DI CORRIVAZIONE [h]	
<i>Soil Conservation Service</i>	0,43
<i>Formula Giandotti</i>	1,51
<i>Formula Pasini</i>	0,48

Modello TCEV

Altezza di precipitazione critica [mm] per un tempo di ritorno T pari a 5 anni.

ALTEZZA DI PIOGGIA CRITICA [mm]	
<i>Soil Conservation Service</i>	21,62
<i>Formula Giandotti</i>	31,25
<i>Formula Pasini</i>	22,35

INTENSITA' DI PIOGGIA LORDA [mm/h]	
<i>Soil Conservation Service</i>	40,79
<i>Formula Giandotti</i>	17,96
<i>Formula Pasini</i>	37,88

PORTATA DI PIENA [m ³ /s]	
<i>Soil Conservation Service</i>	9,46
<i>Formula Giandotti</i>	5,57
<i>Formula Pasini</i>	9,06

Il valore più alto della portata di piena, 9.46 m³/s, si ottiene utilizzando la Formula del Soil Conservation Service.