

Città metropolitana di Cagliari
Comune di Sinnai

Campidano Ambiente Srl

Studio di compatibilità idraulica e geologica
dell'area destinata a Ecocentro di Solanas

Studio della pericolosità idraulica

ALLEGATO

2.2

Relazione idrologica

DATA
Agosto 2017

FILE
2.2-PAI

REV
01

INGEGNERE IDRAULICO
Prof. Ing. Andrea Saba

GEOLOGO
Dott. Geol. Marco Pilia

IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO



ORDINE INGEGNERI
PROVINCIA CAGLIARI
Dott. Ing. ANDREA SABA

N.2439



ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
SEZIONE A
N. 471 Dott. Geol. MARCO PILIA

Indice generale

1	Introduzione.....	3
2	Descrizione dei bacini imbriferi.....	3
3	Metodologia adottata per la valutazione della portata di piena.....	4
3.1	Il metodo razionale.....	4
3.2	il tempo di corrivazione.....	4
3.3	Il coefficiente di riduzione areale.....	5
3.4	Il coefficiente di deflusso Φ	5
3.5	Metodo razionale con curva di possibilità pluviometrica di Deidda-Piga-Sechi.....	6
4	Determinazione della portata di piena.....	9

1 Introduzione

Oggetto della presente relazione è la determinazione delle portate di piena dei corsi d'acqua che possono interessare l'area di intervento.

Si tratta, come illustrato nella Relazione Illustrativa, del rio Baccu Longu.

Nell'All. 2.4 è riportato il tracciato dell'alveo e lo spartiacque del bacino sotteso.

2 Descrizione del bacino imbrifero

I parametri descrittivi del bacino ai fini della valutazione della piena sono:

- superficie del bacino S [km²]
- lunghezza dell'asta principale L [km]
- pendenza media dell'asta principale J [m/m]
- altitudine media del bacino Hm [m s.l.m.]
- quota della sezione terminale Ho [m s.l.m.]
- quota massima del bacino Hx [ms.l.m.]

I parametri principali del bacino imbrifero studiato sono riportati in Tab. 1.

Tabella 1 - Caratteristiche dei bacini imbriferi considerati

Bacino	superficie	lunghezza dell'asta principale	pendenza dell'asta principale	Quota massima	Altitudine media	Quota della sezione terminale
	kmq	km	m/m	m slm	m slm	m slm
	S	L	J	Hx	Hm	Ho
Baccu Longu	1.109	1.447	0.252	380.00	107.00	16.00

3 Metodologia adottata per la valutazione della portata di piena

La portata di piena del corso d'acqua è basata sul metodo razionale con precipitazioni date dalle curve di possibilità pluviometrica TCEV, per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

3.1 Il metodo razionale

Il metodo razionale, detto anche cinematico, fornisce la portata di piena tramite l'espressione:

$$Q = \Phi \text{ ARF S H} / (3.6 \text{ Tc})$$

nella quale Φ rappresenta l'aliquota di precipitazione che, in occasione della piena, scorre in superficie, ARF (Areal Reduction Factor - Coefficiente di Riduzione Areale) esprime il rapporto tra l'altezza di pioggia media su tutto il bacino e l'altezza di pioggia in un punto al suo interno, valutati a parità di durata e di tempo di ritorno, Tc è il tempo di corrivazione espresso in ore, S la superficie del bacino in kmq, H è l'altezza di precipitazione, in mm, che cade in un punto del bacino in una durata pari a Tc con l'assegnato Tempo di ritorno e Q la portata di piena in mc/s.

3.2 Il tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione Tc può essere stimato facendo riferimento a diverse espressioni empiriche che forniscono le seguenti stime (espressioni consigliate nelle Linee Guida del PAI Sardegna):

- Soil Conservation Service: $Tc = 0.00227(1000 L)^{0.8}[(1000/CN)-9]^{0.7} (100*Jb)^{-0.5}$
- Giandotti: $Tc = (1.5 L + 4 S^{0.5}) / (0.8 (Hm-Ho)^{0.5})$
- Pasini: $Tc = 0.108 ((S L)^{1/3})/J^{0.5}$
- progetto VAPI: $Tc = 0.212 S^{0.231} (Hm/J)^{0.289}$
- Viparelli: $Tc = L/(3.6 V)$ (considerando $V = 1 \text{ m/s}$)

Si è anche considerato che il tempo di corrivazione minimo adottabile sia di 10 minuti.

Applicando le varie espressioni, e adottando per il bacino il minimo tempo di corrivazione, si perviene ai valori riportati in Tab. 2.

Tabella 2 - Tempi di corrivazione calcolati ed adottati per ogni bacino

Bacino	minimo	SCS	Giandotti	Pasini	VAPI	Viparelli (con V=1.0 m/s)	Tempo di corrivazione assunto
	ore	ore	ore	ore	ore	ore	ore
	Tcmin	TcSCS	TcG	TcP	TcVP	TcV	Tc
Baccu Longu	0.17	0.40	0.84	0.25	1.25	0.40	0.25

3.3 Il coefficiente di riduzione areale

Per la stima del coefficiente ARF si possono utilizzare le Formule di Wallingford:

$$ARF = 1 - (0.0394 S^{0.354}) Tc^{(-0.40+0.0208 \ln(4.6-\ln(S)))} \text{ per } S < 20 \text{ km}^2$$

$$ARF = 1 - (0.0394 S^{0.354}) Tc^{(-0.40+0.003832 (4.6-\ln(S)))} \text{ per } S > 20 \text{ km}^2$$

Ma vista la limitata estensione del bacino analizzato, è stato adottato comunque, a vantaggio della cautela, il coefficiente ARF pari a 1.

3.4 Il coefficiente di deflusso Φ

Il coefficiente Φ può essere stimato col metodo del Curve Number (CN) secondo cui vale:

$$\Phi = (H - 0.2 S)^2 / (H(H + 0.8 S)), \text{ con } S = 254 (100/CN - 1)$$

in cui il valore di CN è legato alle caratteristiche del terreno e della copertura vegetale.

Il coefficiente Φ assume però, con questa metodologia, valori eccessivamente bassi, poiché fa coincidere l'inizio della precipitazione con la porzione di durata Tc considerata.

Per ovviare a questo inconveniente, è opportuno far precedere la precipitazione di durata critica Tc una precipitazione di durata pari a Ta. Indicando con Hp l'altezza di precipitazione caduta prima della durata critica e con Ht l'altezza di precipitazione totale (H+Hp), si ha:

$$\Phi = [(Ht - c S)^2 / (Ht + (1-c) S) - (Hp - c S)^2 / (Hp + (1-c) S)] / H$$

La stima di Φ passa quindi attraverso la valutazione sia di CN che della precipitazione che precede l'evento.

In particolare, è stato adottato per c (indice delle perdite iniziali) il valore 0.00 (che corrisponde ad assenza di perdite iniziali), mentre della precipitazione precedente si è tenuto conto adottando il valore di CN III, dato da:

$$CN \text{ III} = (23 * CN) / (10 + 0.13 * CN)$$

Il valore del parametro CN, infine, è desunto dalla distribuzione del parametro CN legato alla combinazione delle caratteristiche del suolo e dal suo uso, descritto graficamente nella Fig. 1.

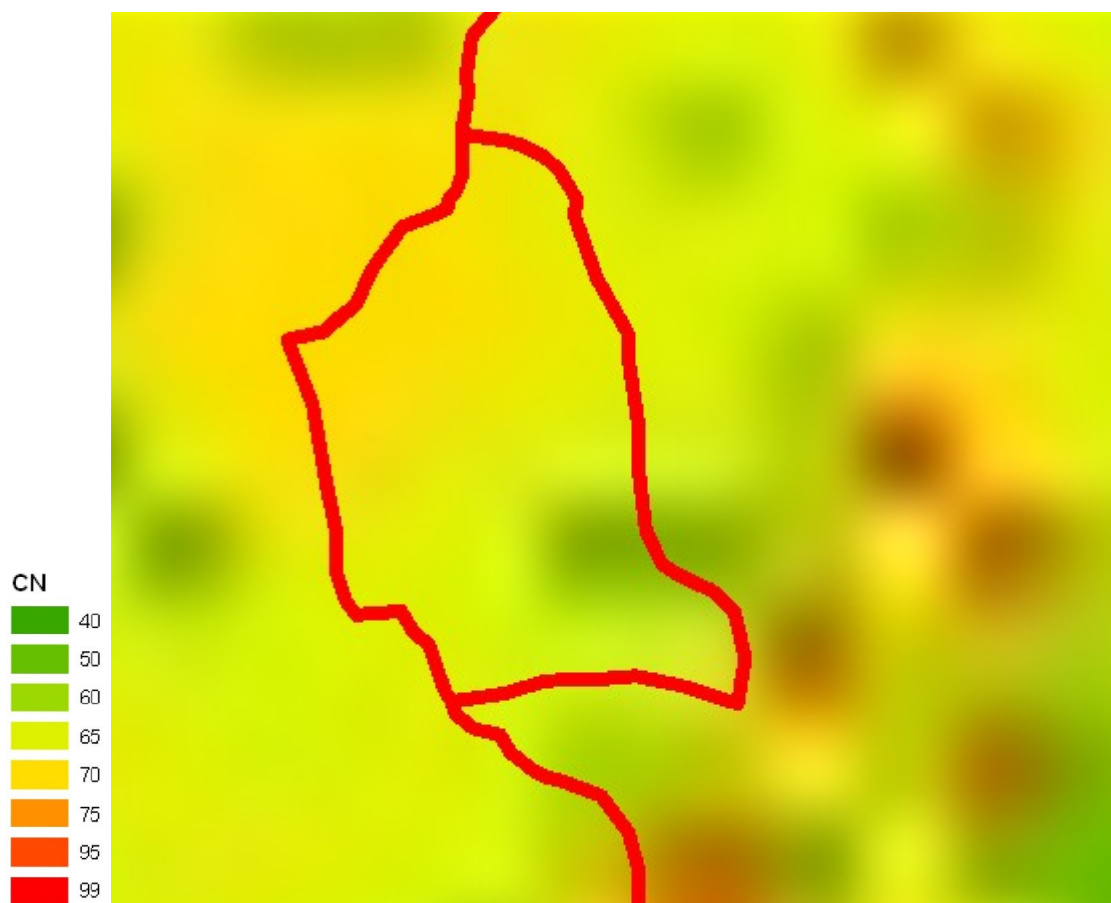


Fig. 1 - Mappa della distribuzione spaziale del CN nel bacino in esame

Sulla base delle distribuzioni osservate, sono stati adottati i valori di CN e CN III riportati in Tab. 3.

Tabella 3 - Valodi di CN adottati

Bacino	Curve Number	Curve Number utilizzato
	CN	CN usato
Baccu Longu	60.00	77.53

3.5 Metodo razionale con curva di possibilità pluviometrica di Deidda-Piga-Sechi

L'altezza di precipitazione è legata alla durata T ed al tempo di ritorno Tr attraverso la curva di possibilità pluviometrica.

L'espressione messa a punto da Deidda-Piga-Sechi è data dall'espressione:

$$H = H_m(T_c) a T_c^n$$

nella quale:

$$Hm(Tc) = 1.1287 Hg (Tc/24)^{-0.493+0.476\text{Log}(Hg)}$$

con Hg dipendente dalla posizione geografica del bacino, mentre i parametri a ed n dipendono dalla sottozona di appartenenza:

per la sottozona I:

$$a = 0.4642 + 1.0376 \cdot \text{Log}(Tr)$$

$$n = -0.18488 + 0.22960 \cdot \text{Log}(Tr) - 0.033216 \cdot (\text{Log}(Tr))^2 \quad (\text{per } Tc < 1 \text{ ora})$$

$$n = -0.01469 - 0.0078505 \cdot \text{Log}(Tr) \quad (\text{per } Tc > 1 \text{ ora})$$

per la sottozona II:

$$a = 0.43797 + 1.089 \cdot \text{Log}(Tr)$$

$$n = -0.18722 + 0.24862 \cdot \text{Log}(Tr) - 0.0336305 \cdot (\text{Log}(Tr))^2 \quad (\text{per } Tc < 1 \text{ ora})$$

$$n = -0.0063887 - 0.004542 \cdot \text{Log}(Tr) \quad (\text{per } Tc > 1 \text{ ora})$$

per la sottozona III:

$$a = 0.40926 + 1.1441 \cdot \text{Log}(Tr)$$

$$n = -0.1906 + 0.264438 \cdot \text{Log}(Tr) - 0.038969 \cdot (\text{Log}(Tr))^2 \quad (\text{per } Tc < 1 \text{ ora})$$

$$n = 0.014929 + 0.0071973 \cdot \text{Log}(Tr) \quad (\text{per } Tc > 1 \text{ ora})$$

Nella Fig. 3 sono riportati i valori di Hg, mentre nella Fig. 4 sono riportate le sottozone. Nella Tab. 4 sono riportati i parametri adottati.

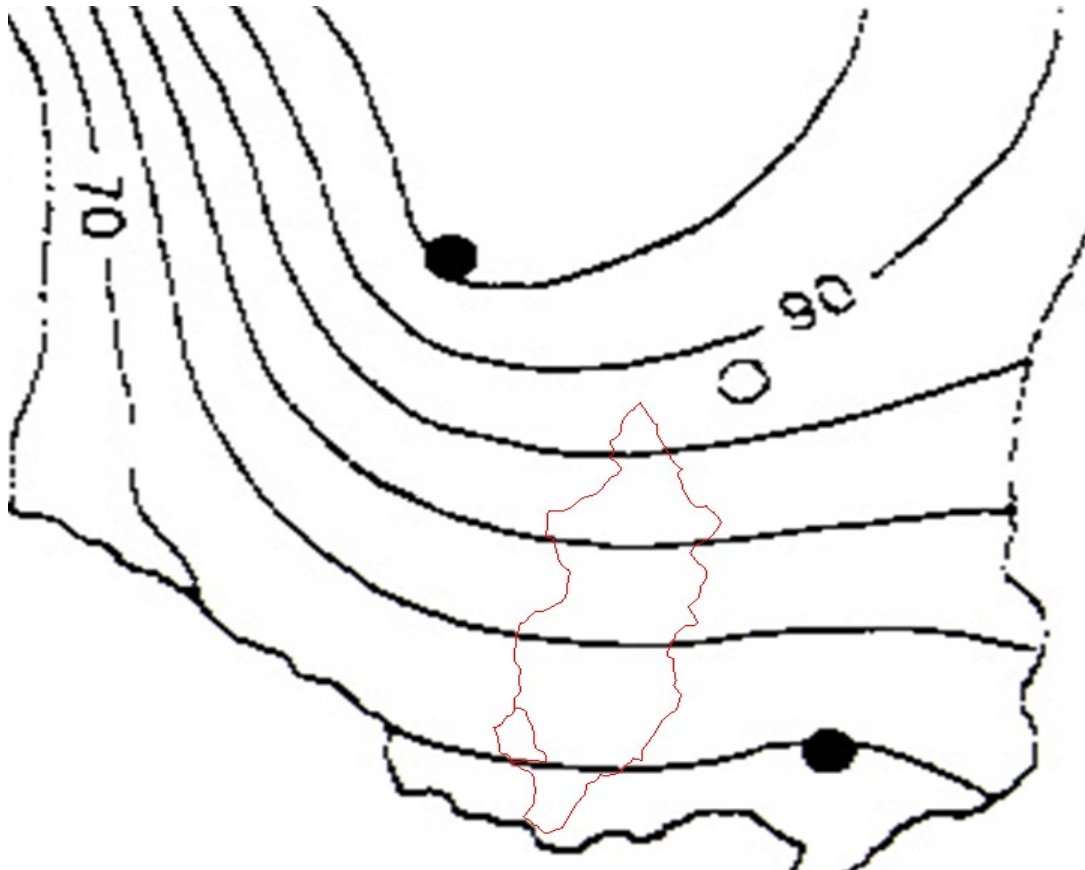


Figura 3 - Distribuzione del parametro Hg

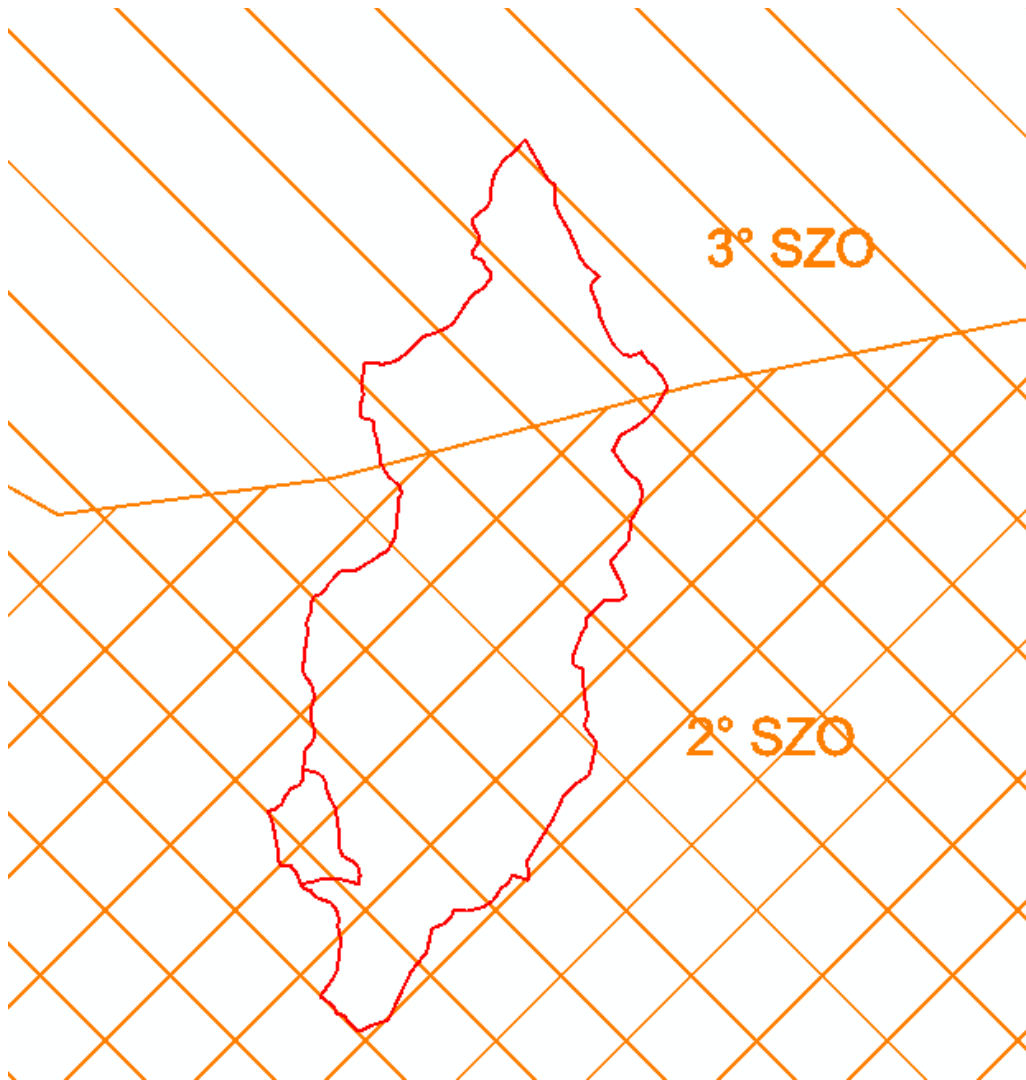


Figura 4 - Individuazione della sottozona

Tabella 4 - Sottozona e Hg adottato per il bacino.

Bacino	Peso Zona Deidda-Piga-Sechi 2	Pioggia indice zona 2
		mm
	Zo2	Hg2
Baccu Longu	1.00	72.00

4 Determinazione della portata di piena

Nelle Tab. 5.1-5.4 sono riportati i parametri utilizzati per la stima della portata di piena ed i risultati dell'applicazione per i 4 tempi di ritorno considerati.

Tabella 5.1 - Portate di piena per Tr=50 anni

Bacino	tempo di ritorno (Tr=50 anni)	pioggia indice critica zona 2	a zona 2 (Tr=50 anni)	n pioggia critica, zona 2 (Tr=50 anni)	H critica gruppo zona 2 (Tr=50 anni)	coefficiente Fi (Tr=50 anni)	portata di piena (razionale TCEV) (Tr=50 anni)
	anni	mm			mm		mc/s
	Tr	Hmc2	a2	nc2	Hct2	Fip	Q
Baccu Longu	50	13.68	2.29	0.13	26.15	0.52	16.54

Tabella 5.2 - Portate di piena per Tr=100 anni

Bacino	tempo di ritorno (Tr=100 anni)	pioggia indice critica zona 2	a zona 2 (Tr=100 anni)	n pioggia critica, zona 2 (Tr=100 anni)	H critica gruppo zona 2 (Tr=100 anni)	coefficiente Fi (Tr=100 anni)	portata di piena (razionale TCEV) (Tr=100 anni)
	anni	mm			mm		mc/s
	Tr	Hmc2	a2	nc2	Hct2	Fip	Q
Baccu Longu	100	13.68	2.62	0.16	28.52	0.56	19.47

Tabella 5.3 - Portate di piena per $T_r=200$ anni

Bacino	tempo di ritorno ($T_r=200$ anni)	pioggia indice critica zona 2	a zona 2 ($T_r=200$ anni)	n pioggia critica, zona 2 ($T_r=200$ anni)	H critica gruppo zona 2 ($T_r=200$ anni)	coefficiente F_i ($T_r=200$ anni)	portata di piena (razionale TCEV) ($T_r=200$ anni)
	anni	mm			mm		mc/s
	T_r	H_{mc2}	a_2	nc_2	H_{ci2}	F_{ip}	Q
Baccu Longu	200	13.68	2.94	0.19	30.88	0.59	22.44

Tabella 5.4 - Portate di piena per $T_r=500$ anni

Bacino	tempo di ritorno ($T_r=500$ anni)	pioggia indice critica zona 2	a zona 2 ($T_r=500$ anni)	n pioggia critica, zona 2 ($T_r=500$ anni)	H critica gruppo zona 2 ($T_r=500$ anni)	coefficiente F_i ($T_r=500$ anni)	portata di piena (razionale TCEV) ($T_r=500$ anni)
	anni	mm			mm		mc/s
	T_r	H_{mc2}	a_2	nc_2	H_{ci2}	F_{ip}	Q
Baccu Longu	500	13.68	3.38	0.22	34.15	0.64	26.51