Fraile ENGINEERING

Sede legale:
Via Nuraghe Arvu, 9
08022 Dorgali (NU)
Sede operativa:
Via Verdi, 1c
08022 - Dorgali NU

tel 0784 1827816
fax 0784 1827817
cell 328 9622269

Timbro e firme progettisti

Collaboratori:

Ing. Stefania Loriga

Committente:

Patteri Giuseppe S.A.S

COMUNE DI DORGALI - PROVINCIA DI NUORO

ID Layout

B

Oggetto: Progetto per la realizzazione di un impianto di frantumazione e recupero inerti da demolizione

Descrizione della tavola:

Relazione idraulica

Scala Disegno

Data

Ottobre 2014

INDICE

1 PREMESSA 3

2 IL METODO RAZIONALE BASATO SULLA TCEV 4

2.1 Curve di possibilità pluviometrica basate sul modello TCEV 4

2.2 Metodo CN 6

3 DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA PORTATA DI PIENA 10

4 STIMA DEL VOLUME DI ACCUMULO 10

1 PREMESSA

La valutazione delle portate di piena è stata condotta secondo gli usuali criteri dell'Idraulica, prevedendo che le portate di piena da assumere nella generazione degli scenari di pericolosità siano quelle caratterizzate da un tempo di ritorno di *5* anni, e che essa venga stimata mediante i metodi classici dell'idrologia, operando una attenta scelta fra le diverse formulazioni possibili e una valutazione critica dei parametri utilizzati.

La stima della portata al colmo può essere eseguita con tre tipi di metodo:

1) metodo "diretto o probabilistico";
2) metodo "indiretto o analitico";
3) metodo "empirico";

I primi pervengono al valore della portata al colmo in una sezione di interesse a partire dall'analisi di serie storiche osservate di portata interpretate mediante distribuzioni probabilistiche dei massimi annui (regionalizzata o locali); i secondi sfruttano un modello indiretto di trasformazione afflussi-deflussi basata essenzialmente sulla formula razionale che consente di pervenire alla portata al colmo partendo dall'analisi statistica delle piogge; i metodi empirici, infine, si basano sull'osservazione di valori di portata al colmo che vengono posti in relazione con particolari parametri geomorfologici di bacino.

Nel caso in studio, non disponendo di serie storiche osservate, occorre subito scartare l'ipotesi di ricorrere a metodi di stima diretti sia perché nessuno dei bacini in studio fa parte del campione utilizzato per ricavare le relazioni statistiche di stima diretta, sia perché tali relazioni sono state validate solo per grandi bacini al di sopra di 40 - 60 km .

I metodi empirici hanno il difetto di non tenere conto di nessuna analisi probabilistica o statistica, sono legati alla limitata serie di valori osservati e, in genere, danno dei valori di portata decisamente sovrastimati soprattutto nel caso di piccoli bacini. Le curve inviluppo, su cui ci si basa, non permettono, infatti, di associare un tempo di ritorno alle portate al colmo fornite. In particolare, per i bacini di minore estensione, esse forniscono portate caratterizzate da tempi di ritorno maggiori.

In tale ottica i metodi indiretti, basati sulla formula razionale, vista anche la dimensione dei bacini in studio, paiono i più adatti a sopperire alla inconsistenza dei dati osservati e, rispetto ai metodi di stima diretta, permettono di rappresentare meglio sia le caratteristiche climatiche locali che le caratteristiche morfometriche del bacino, nonché la maggiore o minore attitudine al deflusso superficiale, inoltre, contrariamente ai metodi statistici di stima diretta, possono essere applicati anche sui bacini di minore estensione

Circa la scelta della distribuzione di probabilità per le piogge (da adottarsi con la formula razionale), gli ultimi sviluppi della letteratura in proposito di eventi estremi in Sardegna hanno mostrato come la distribuzione *Two Components Estreme Value*, nota come TCEV, si presenti più adatta di quella Lognormale per interpretare i fenomeni di pioggia brevi e intensi.

2 IL METODO RAZIONALE BASATO SULLA TCEV

Le portate al colmo Qc nelle sezioni di chiusura dei bacini considerati sono state calcolate utilizzando il metodo razionale:

$$Q_C = i_{n,r} \cdot A_b$$

dove:

$i_{n,r}$ = intensità media di pioggia netta e ragguagliata di assegnato tempo di ritorno TR.

A_b = superficie del bacino sotteso dalla sezione di chiusura del bacino

Come è prassi nell'applicazione del metodo razionale, si è considerata la criticità della portata al colmo di piena Qc pari a quella dell'evento di pioggia che le ha dato origine, dunque si è attribuito alle portate al colmo Qc, calcolate con la formula riportata, il medesimo tempo di ritorno della curva di possibilità climatica utilizzata per la determinazione delle piogge di progetto.

Le portate di piena sono state calcolate per tempi di ritorno pari a 5 anni.

Le intensità di pioggia netta e ragguagliata $i_{n,r}$ sono state determinate applicando il metodo del Curve Number (CN) sviluppato dal Soil Conservation Service (SCS, 1975; 1985) alle piogge meteoriche lorde ricavate dalle curve segnalatrici di possibilità climatica valide nelle località esaminata. In particolare sono state utilizzate le curve di possibilità climatica per la Sardegna ottenute dalla analisi dei massimi annui di piogge brevi ed intense mediante la distribuzione TCEV (Deidda R. e E. Piga, *Curve di possibilità pluviometrica basate sul modello TCEV*, **"Informazione" 81**, pagine 9-14, Cagliari, 1998).

2.1 Curve di possibilità pluviometrica basate sul modello TCEV

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

$$\mu(\tau) = a_1 \cdot \tau^{n_1}$$

dove i coefficienti a_1 e n_1 si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g (cfr. fig. 2):

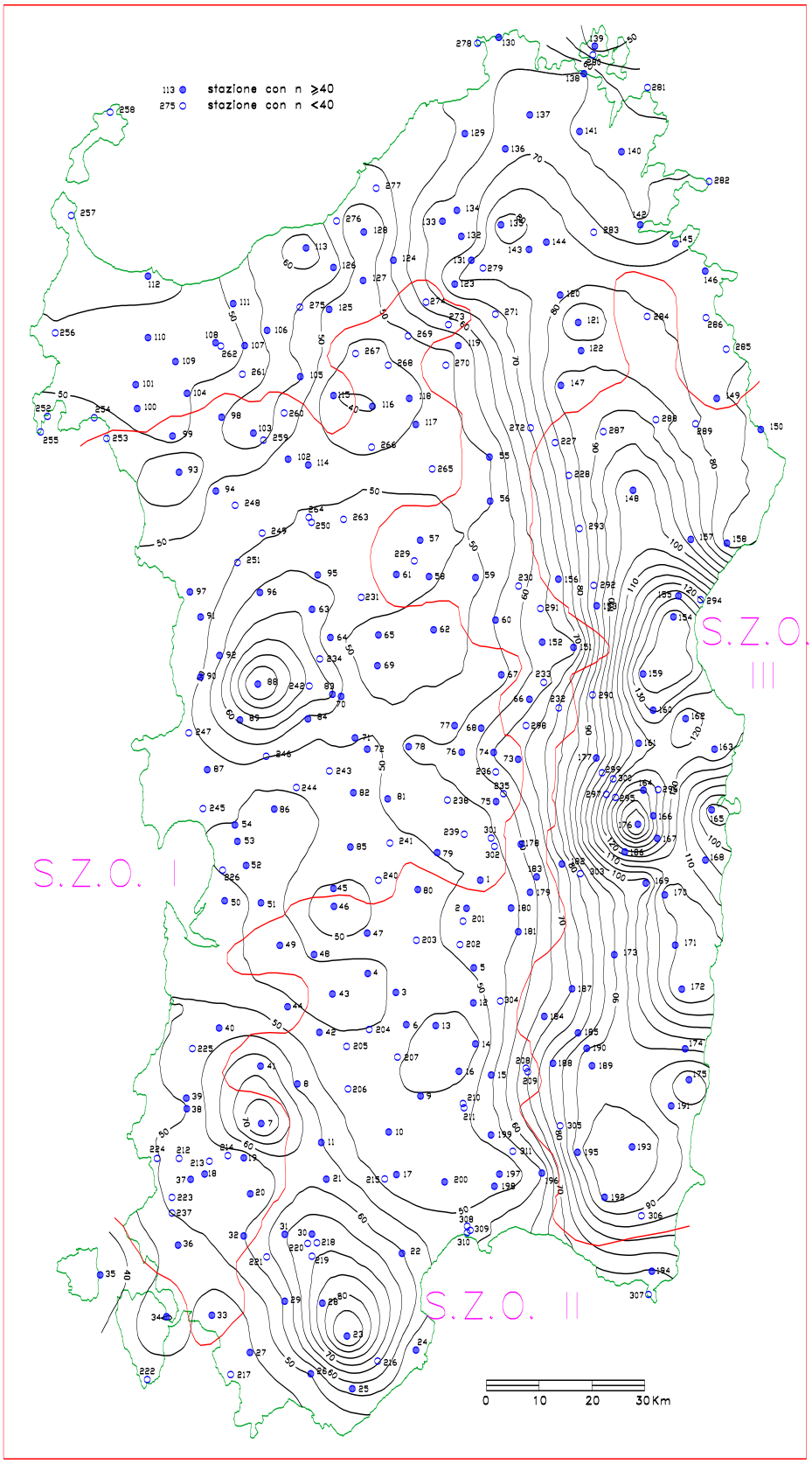

Fig. 1 – Carta delle Isoiete della Sardegna

$$\alpha_1 = \frac{\mu_g}{\left(0.886 \cdot 24^{n_1}\right)} \qquad ; \qquad n_1 = -0.493 + 0.476 \cdot Log_{10}\mu_g$$

L'altezza di pioggia $h_T(\tau)$ di durata τ con assegnato tempo di ritorno T in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice $\mu(\tau)$ per un coefficiente di crescita $K_T(\tau) = \alpha_2 \cdot \tau^{n_2}$:

$$h_T(\tau) = \mu(\tau) \cdot K_T(\tau) = \left(\alpha_1 \cdot \alpha_2\right)\tau^{\left(n_1+n_2\right)}$$

dove i coefficienti α_2 e n_2 si determinano con le relazioni seguenti per differenti T e τ

a) per tempi di ritorno **T <= 10 ANNI**

SZO 1 $\alpha_2 = 0.66105 + 0.85994 \cdot Log_{10}T$ $\quad n_2 = -1.3558 \cdot 10^{-4} - 1.3660 \cdot 10^{-2} \cdot Log_{10}T$

SZO 2 $\alpha_2 = 0.64767 + 0.89360 \cdot Log_{10}T$ $\quad n_2 = -6.0189 \cdot 10^{-3} + 3.2950 \cdot 10^{-4} \cdot Log_{10}T$

SZO 3 $\alpha_2 = 0.62408 + 0.95234 \cdot Log_{10}T$ $\quad n_2 = -2.5392 \cdot 10^{-2} + 4.7188 \cdot 10^{-2} \cdot Log_{10}T$

b) per tempi di ritorno **T > 10 ANNI**

SZO 1 $\alpha_2 = 0.46378 + 1.0386 \cdot Log_{10}T$

$n_2 = -0.18449 + 0.23032 \cdot Log_{10}T - 3.3330 \cdot 10^{-2} \cdot \left(Log_{10}T\right)^2$ Per τ <=1 h

$n_2 = -1.0563 \cdot 10^{-2} - 7.9034 \cdot 10^{-3} \cdot Log_{10}T$ Per τ >1 h

SZO 2 $\alpha_2 = 0.44182 + 1.0817 \cdot Log_{10}T$

$n_2 = -0.18676 + 0.24310 \cdot Log_{10}T - 3.5453 \cdot 10^{-2} \cdot \left(Log_{10}T\right)^2$ Per τ <=1 h

$n_2 = -5.6593 \cdot 10^{-3} - 4.0872 \cdot 10^{-3} \cdot Log_{10}T$ Per τ >1 h

SZO 3 $\alpha_2 = 0.41273 + 1.1370 \cdot Log_{10}T$

$n_2 = -0.19055 + 0.25937 \cdot Log_{10}T - 3.8160 \cdot 10^{-2} \cdot \left(Log_{10}T\right)^2$ Per τ <=1 h

$n_2 = -1.5878 \cdot 10^{-2} + 7.6250 \cdot 10^{-3} \cdot Log_{10}T$ Per τ >1 h

2.2 Metodo CN

Il metodo del CN stima la precipitazione netta cumulata (mm) come funzione della precipitazione lorda cumulata antecedente, della copertura ed uso del suolo e delle condizioni iniziali di umidità del suolo.

La relazione fondamentale del metodo del CN è la seguente:

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

dove:

P_{net}	=	Precipitazione media cumulata nel tempo t	[mm]
P	=	Precipitazione totale cumulata nel tempo t	[mm]
I_a	=	Perdita iniziale	[mm]
S	=	Massimo volume specifico saturabile	[mm]

Questa relazione è valida solo per P ≥ Ia , mentre nel caso in cui l'altezza totale cumulata di precipitazione risulti inferiore ad Ia si ha Pnet = 0 e pertanto il deflusso è nullo.
Anche in questo caso, in realtà, con l'introduzione di Ia si vuol tenere conto anche di quel complesso di fenomeni, quali l'intercettazione da parte della vegetazione e l'accumulo nelle depressioni superficiali del terreno, che ritardano il verificarsi del deflusso superficiale.
I due parametri S ed Ia si dovranno determinare mediante operazioni di taratura del modello. Dall'analisi di risultati ottenuti dal U.S.S.C.S. in numerosi piccoli bacini sperimentali, è stata proposta la relazione empirica che lega Ia ad S e che consente di stimare la prima, essendo nota la seconda:

$$I_a = 0.2 \cdot S$$

e quindi la precipitazione netta cumulata assume il valore:

$$P_{net} = \frac{(P - 0.2 \cdot S)^2}{P + 0.8 \cdot S}$$

Il massimo volume di ritenzione S è evidentemente una caratteristica del bacino o di sue aliquote quando si lavori, ad esempio, parzializzando il bacino attraverso una griglia di elementi superficiali.

Considerata la difficoltà di fare una attribuzione diretta, il valore di S è normalmente attribuito attraverso l'uso di un parametro intermedio, il Curve Number (CN), secondo le relazioni:

$$S = \begin{cases} \dfrac{25400 - 254 \cdot CN}{CN} \\ \dfrac{1000 - 10 \cdot CN}{CN} \end{cases}$$

Il parametro CN è un numero adimensionale e varia da 100 (per corpi idrici) a circa 30 per suoli permeabili con elevati tassi di infiltrazione.

Il CN è quindi essenzialmente legato alla natura del suolo, al tipo di copertura vegetale ed alle condizioni di umidità del suolo antecedenti la precipitazione.

Per quanto riguarda la natura del suolo, SCS ha classificato i tipi di suolo in quattro gruppi:

- **Gruppo A**: suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla, ghiaie profonde molto permeabili. Capacità di infiltrazione molto elevata.
- **Gruppo B**: suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A e con maggiore aliquota di argilla e limo. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizione di saturazione.
- **Gruppo C**: suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e collodi. Scarsa capacità di infiltrazione.
- **Gruppo D**: suoli con potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, suoli sottili con orizzonti pressocché impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

Nella Tabella 1 sono riportati, per tali gruppi di suolo sopra elencati, i valori del parametro CN. L'attribuzione in tabella fa anche riferimento al tipo di copertura derivante dal suo uso (uso del suolo), in particolare di tipo agrario ed urbano.

Per quanto riguarda l'influenza dello stato di umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico, l'SCS individua tre classi caratterizzate da differenti condizioni iniziali (AMC=Antecedent Moisture Condition) a seconda del valore assunto dall'altezza di pioggia caduta nei cinque giorni precedenti l'evento meteorico. I valori di precipitazione antecedente che determinano l'attribuzione della classe AMC sono riportati nella Tabella 2

I valori in tabella si riferiscono ad una condizione media di umidità del terreno all'inizio della precipitazione. Il metodo dell'SCS fornisce, inoltre, la possibilità di prendere in considerazione anche situazioni diverse da quelle medie classificate nei tre possibili stati di AMC.

Nel caso di bacini estesi, con aliquote di terreno appartenenti a gruppi classificati diversamente, si può adoperare un valore medio pesato di CN:

$$CN_m = \frac{\sum A_i \cdot CN_i}{\sum A_i}$$

COPERTURA						
Uso del suolo	Trattamento	Condizioni	Classi di suolo			
		Idrologiche	A	B	C	D
Arato	Linee rette	----------	77	86	91	94
Coltivazione per fila	"	Povero	72	81	88	91
	"	Buono	67	78	85	89
	Isoipse	Povero	70	79	84	88
	"	Buono	65	75	82	86
	" terrazzato	Povero	66	74	80	82
	" "	Buono	62	71	78	81
Graminacee allo stato Iniziale	Linee rette	Povero	65	76	84	88
	"	Buono	63	75	83	87
	Isoipse	Povero	63	74	82	85
	"	Buono	61	73	81	84
	" terrazzato	Povero	61	72	79	82
	" "	Buono	59	70	78	81
Seminativo intenso o prateria	Linee rette	Povero	66	77	85	89
	"	Buono	58	72	81	85
	Isoipse	Povero	64	75	83	85
	"	Buono	55	69	78	83
	" terrazzato	Povero	63	73	80	83
	" "	Buono	51	67	76	80
Pascolo	Linee rette	Povero	68	79	86	89
	"	Medio	49	69	79	84
	"	Buono	39	61	74	80
	Isoipse	Povero	47	67	81	88
	"	Medio	25	59	75	83
	"	Buono	6	35	70	79
Prato		Buono	30	58	71	78
Bosco		Povero	45	66	77	83
		Medio Buono	36	60	7.	79
			25	55	70	77

Fattoria			59	74	82	86
Strade non asfaltate			72	82	87	89
			74	84	90	92

Tabella 1: Valori di CN per i diversi tipi di suolo e copertura

Classe AMC	Precipitazione nei 5 giorni precedenti [mm]	
	Stagione di riposo	Stagione di crescita
1	<13	<36
2	13-28	36-54
3	>28	>54

Tabella 2: Attribuzione della classe AMC sulla base delle precipitazioni precedenti l'evento meteorico

Sulla base dei risultati ottenuti, la portata viene determinata tramite la trasformazione diretta afflussi-deflussi:

$$Q = \frac{S \cdot P_{net}}{3.6 \cdot t_C}$$

dove:

Q	=	Portata di massima piena	[m^3/s]
S	=	Superficie del bacino	[km^2]
P_{net}	=	Precipitazione media cumulata nel tempo t	[mm]
t_C	=	Tempo di corrivazione	[h]

Il Tempo di Corrivazione (t_C) è valutato mediante le diverse formule disponibili in letteratura (Giandotti, Ventura, Pasini); per bacini acclivi, come quelli in esame, è stata effettuata una media tra le formule citate.

Per il calcolo delle portate di piena e per stabilire le perdite di bacino si deve poi dare una stima del Curve Number seguendo i criteri già indicati. Precisamente l'utilizzo congiunto delle informazioni relative all'uso del suolo e alla geologia consentono di attribuire al bacino un valore di

CN III = 99.12

3 DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA PORTATA DI PIENA

Applicando il metodo riportato al bacino in esame (piazzale della ditta di demolizioni), di superficie pari a 7000 m^2 si giunge ad una portata di massima piena pari a **Qc = 277,01 l/s**

4 STIMA DEL VOLUME DI ACCUMULO

Passando ora al dimensionamento dei volumi del serbatoio di accumulo, l'approccio che si propone è inserito in un contesto di modellazione complessiva dei sistemi di risorse idriche nel quale si voglia, tuttavia, tenere in considerazione anche la possibilità di laminazione delle piene operate dai serbatoi.

Tale approccio è compatibile con l'uso del serbatoio di accumulo delle acque proveniente dal piazzale di demolizione, ove al suo interno avviene lo stoccaggio e convogliamento al "disoleatore" dei grassi e la laminazione dell'acqua eccedente.

Con riferimento al rapporto **Valutazione delle piene in Sardegna - Rapporto Regionale Sardegna**, **CNR-GNDCI**, **LINEA 1**, *CAO C., PIGA E., SALIS M., SECHI G.M. - Istituto di Idraulica, Università di Cagliari, 1991*, la procedura di generazione dell'idrogramma di piena viene schematizzata attraverso un modello.

In tale modello, l'idrogramma di piena è schematizzato di forma triangolare, come risulta nella Figura 2, con grandezze caratteristiche rappresentate dalla portata di colmo Qc , dal tempo di concentrazione Tc , dal tempo di esaurimento Te e dal volume di piena Vp .

Non si entra qui nel merito della procedura che ha portato alla stima delle relazioni che saranno fornite di seguito. Le relative informazioni si possono trovare nel testo di riferimento, indicato.

Lo schema di generazione prevede i seguenti passi:

1. Viene valutato anzitutto il volume di piena V'p , che ricade interamente all'interno del bacino in esame, dato dal prodotto della portata al colmo (Q_C) per il tempo di corrivazione del bacino t_C che si

considera noto sulla base dello studio idrologico effettuato;

2. il tempo di esaurimento Te si determina sulla base degli studi statistici effettuati secondo un semplice modello regressivo lineare tra le trasformate logaritmiche delle variabili, calibrato sui dati statistici delle piogge brevi e intense in Sardegna;

Le trasformate sono:

$$\log\left(Q_C\right) = b_C \cdot \log\left(V_P\right) + \varepsilon_C$$

ove m_C è la trasformata logaritmiche di V'p, mentre b_C è il coefficiente delle regressioni ed, infine, ε_C la componente casuale da adottare in generazione.

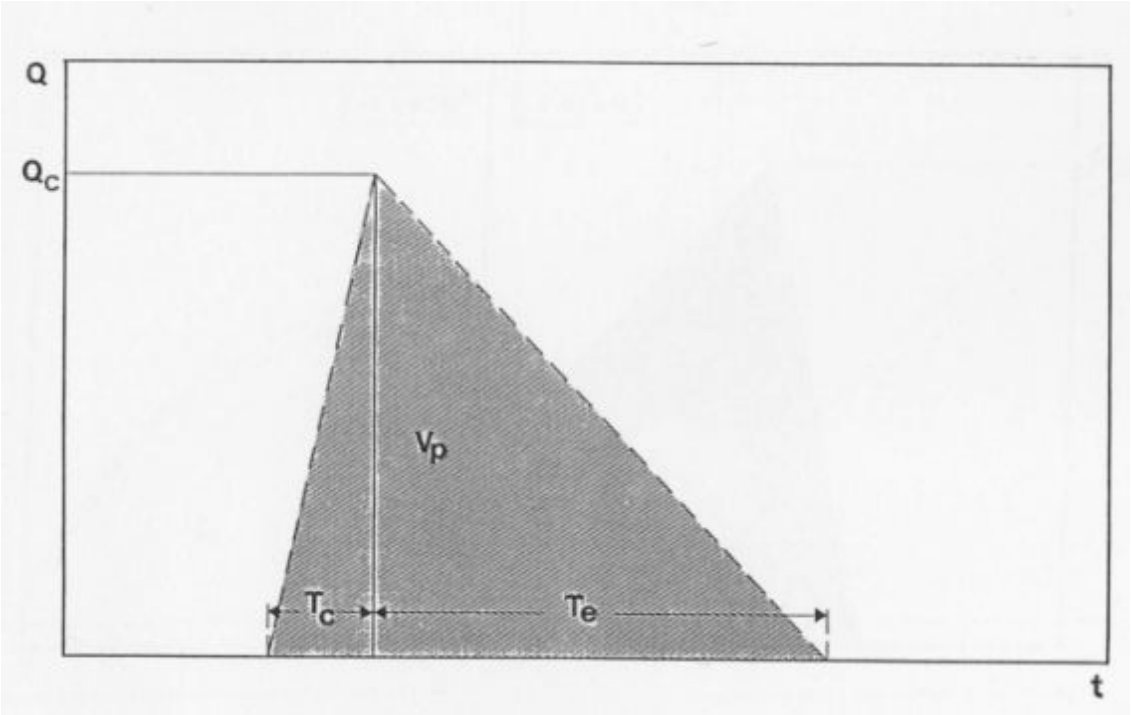

Fig. 2 – Schematizzazione triangolare dell'idrogramma di piena

Sulla base dei dati disponibili in letteratura, sugli eventi pluviometrici in Sardegna brevi e intensi, per tempi di corrivazione di 1, 3 e 6 ore, il tempo di esaurimento può essere valutato nell'ordine di:

$$t_e = 1,5 \cdot t_C$$

A questo punto si è in grado di calcolare volume di accumulo:

Secondo quanto riportato si ottiene:

$$V = \frac{1}{2} \cdot Q_C \cdot \left(t_C + t_e\right) = \frac{1}{2} \cdot Q_C \cdot 2,5 \cdot t_C = 39.72 \text{ m}^3$$