

COMUNE DI OLBIA



STUDIO DI VARIANTE AL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) E DEL QUADRO DELLE OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO NEL TERRITORIO COMUNALE DI OLBIA

Elaborato:

A03

ANALISI IDROLOGICA

Scala:

COORDINATORE:
Prof. Marco Mancini



CONSULENTE ESPERTO:
Geol. Phd Giovanni Tilocca

IL SINDACO:
On. Enrico Giovanni Maria Giovannelli

L'ASSESSORE ALL'URBANISTICA
Avv. Carlo Careddu

IL DIRIGENTE
Ing. Costantino Azzena

Delibera di adozione n.

del

Delibera di approvazione n.

del

SETTEMBRE 2014

Sommario

1	I BACINI IDROGRAFICI.....	2
1.1	IL RETICOLO IDROGRAFICO.....	3
1.2	BACINI AFFERENTI AL RETICOLO IDROGRAFICO	4
2	ANALISI PLUVIOMETRICA	5
2.1	LA LINEA SEGNALATRICE DEL MODELLO REGIONALE PAI.....	6
2.2	AGGIORNAMENTO DELLA LINEA SEGNALATRICE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA.....	9
2.2.1	<i>Analisi delle serie storiche mediante la legge di distribuzione a doppia componente TCEV.</i>	14
3	STIMA DEGLI IDOGRAMMI E PORTATE DI PIENA	17
3.1	IL MODELLO DISTRIBUITO DELLA TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI	18
3.2	DATI UTILIZZATI.....	19
3.3	BACINI IDROGRAFICI E SEZIONI IDROLOGICHE DI CALCOLO DELLE PORTATE	19
3.4	L'ASSORBIMENTO DEL SUOLO	25
3.5	LA PROPAGAZIONE DI PIENA NEL RETICOLO E SUI VERSANTI.....	26
3.6	LA PRECIPITAZIONE DI PROGETTO	26
3.6.1	<i>Ragguaglio all'area della precipitazione.....</i>	27
3.7	RICERCA DELL'EVENTO CRITICO	27
3.8	BACINO IDROGRAFICO DEL RIU PAULE LONGA, AU_B1.....	29
3.9	BACINO IDROGRAFICO DEL RIU SELIGHEDDU, AU_B2	32
3.10	BACINO IDROGRAFICO DEL RIU GADDURESU, AU_B3.....	36
3.11	BACINO IDROGRAFICO DEL CANALE ZOZÒ, AU_B4.....	39
3.12	BACINO IDROGRAFICO DEL RIU SAN NICOLA, AU_B5.....	42
3.13	BACINO IDROGRAFICO DEL RIU TILIBAS, AU_B6.....	45

1 I BACINI IDROGRAFICI

I bacini idrografici in analisi sono quelli sottesi alle sezioni terminali, corrispondenti con la foce a mare, del reticolo idrografico naturale e non che attraversa il centro urbano della città di Olbia. Tra questi si trovano anche canali che originariamente avevano la funzione di bonifica della piana dove oggi si estende l'area urbanizzata. Con l'evolversi dello sviluppo urbano tale reticolo di bonifica ha assunto, di fatto, la funzione di reticolo di drenaggio delle aree a monte del centro abitato e delle aree urbane stesse. Le aree esterne al centro urbano denso, indicativamente confinato all'interno della cintura della tangenziale ovest, presentano insediamenti urbani sparsi e sono prevalentemente caratterizzato da una copertura del suolo di tipo agricolo-naturale che presenta una discreta permeabilità. Le aree interne alla cintura della tangenziale costituiscono invece un area densamente urbanizzata e continua con una copertura del suolo che ha caratteristiche di elevata impermeabilità. Di seguito si riporta un confronto tra l'ortofoto dell'anno 1954 e l'ortofoto degli anni 2000 dove emerge il forte sviluppo urbanistico del centro abitato di Olbia avvenuto negli ultimi cinquant'anni.



Figura 1. Ortofoto 1954. Il reticolo presente ha prevalentemente funzione di bonifica della piana di Olbia.

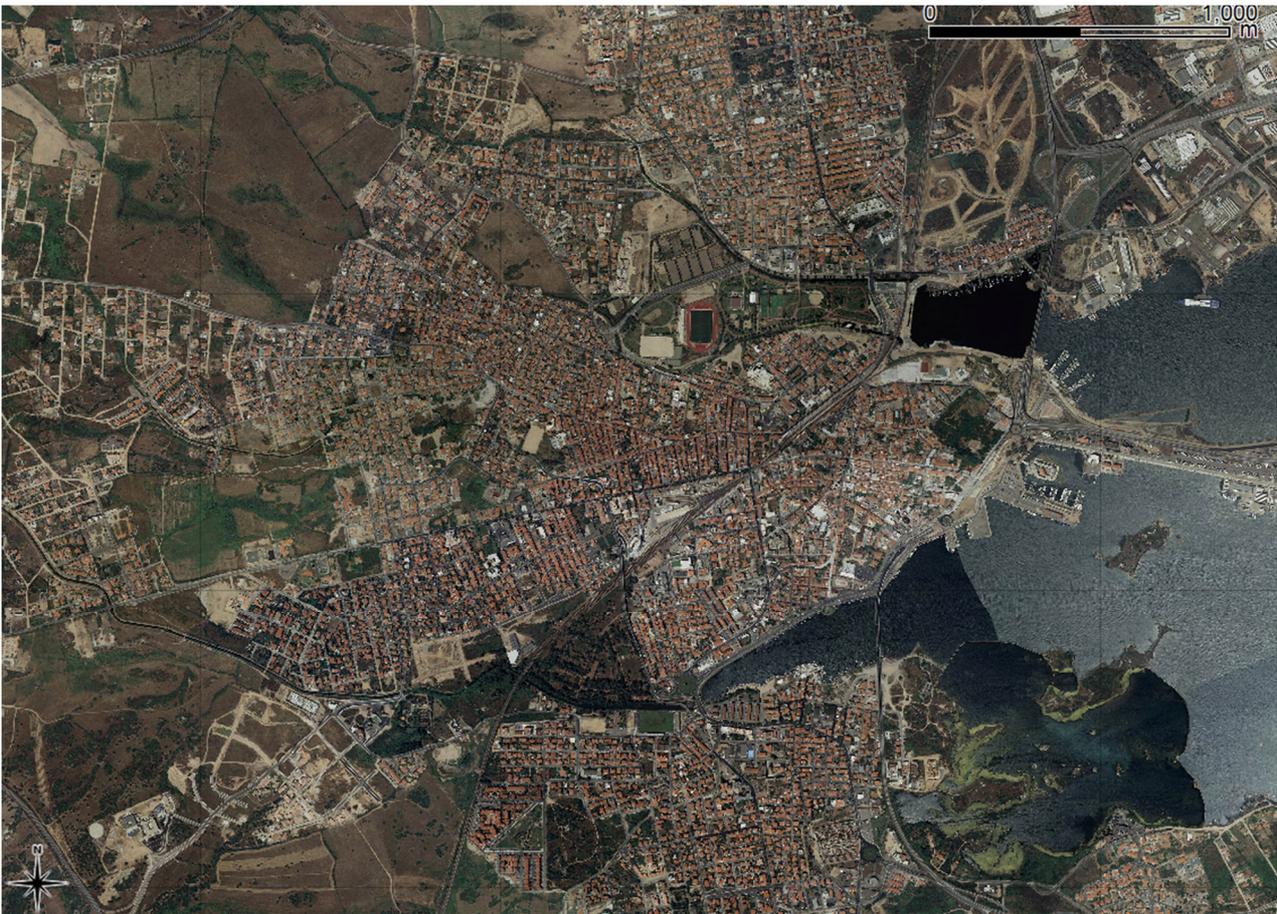


Figura 2. Ortofoto anni 2000. Il reticolo ha acquisito la funzione prevalente di reticolo di drenaggio.

1.1 IL RETICOLO IDROGRAFICO

Il reticolo idrografico dell'area urbana del comune di Olbia è costituito, da sud procedendo verso nord, dalle aste principali e dai rispettivi rii minori affluenti dei seguenti corsi d'acqua:

- Riu Paule Longa (nero);
- Riu Seligheddu (arancio);
- Riu Gadduresu (giallo);
- Canale Zozò (verde);
- Riu San Nicola (magenta);
- Riu Tilibas (rosso);

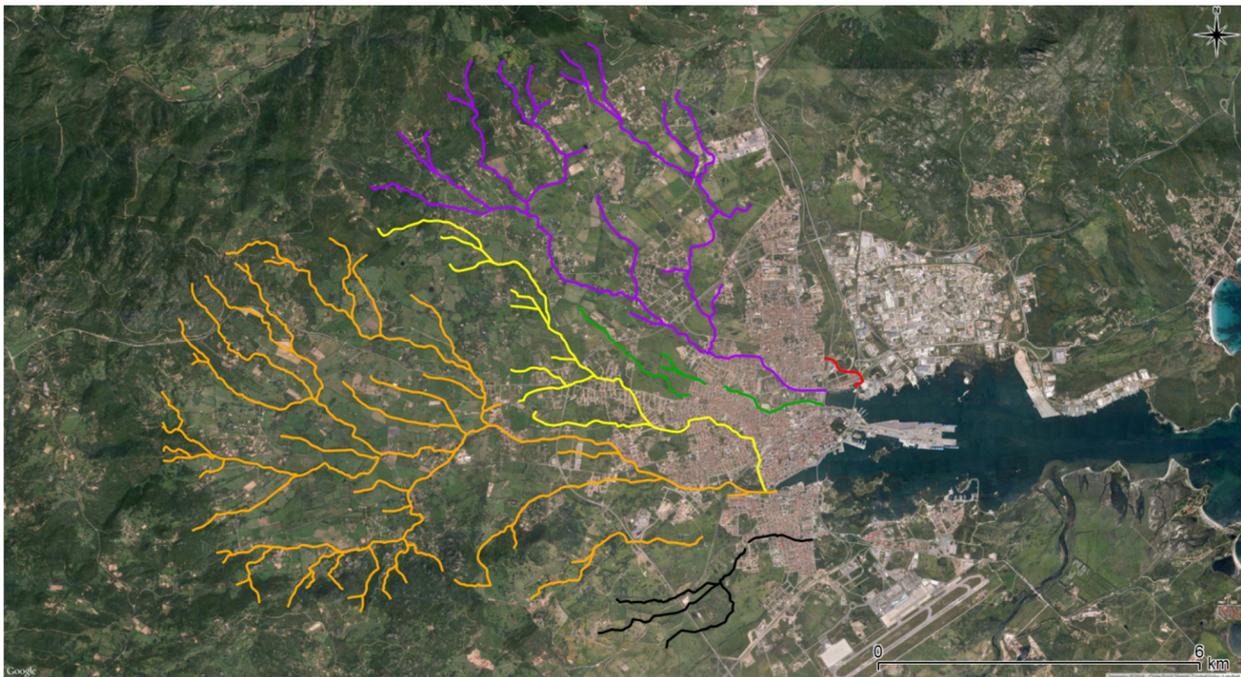


Figura 3. Reticolo idrografico dell'area urbana del comune di Olbia.

1.2 BACINI AFFERENTI AL RETICOLO IDROGRAFICO

Sulla base del reticolo idrografico ottenuto dalla carta dell'uso del suolo integrata con la cartografia comunale di settore e utilizzando come base topografica il modello digitale del terreno (DTM con risoluzione spaziale a celle di 10m x 10m), sono stati tracciati i bacini idrografici afferenti alle singole strutture del reticolo di drenaggio. La determinazione dei bacini e delle caratteristiche morfologiche degli stessi è stata effettuata tramite l'utilizzo di specifico software GIS che permette l'elaborazione e manipolazione dei dati geometrici georeferenziati .

In particolare sono stati individuati, da sud verso nord, i seguenti bacini idrografici (Tav. 01):

- AU_B1, afferente al reticolo idrografico del Riu Paule Longa;
- AU_B2, afferente al reticolo idrografico del Riu Seligheddu;
- AU_B3, afferente al reticolo idrografico del Riu Gadduresu;
- AU_B4, afferente al reticolo idrografico del Canale Zozò;
- AU_B5, afferente al reticolo idrografico del Riu San Nicola;
- AU_B6, afferente al reticolo idrografico del Riu Tilibas;

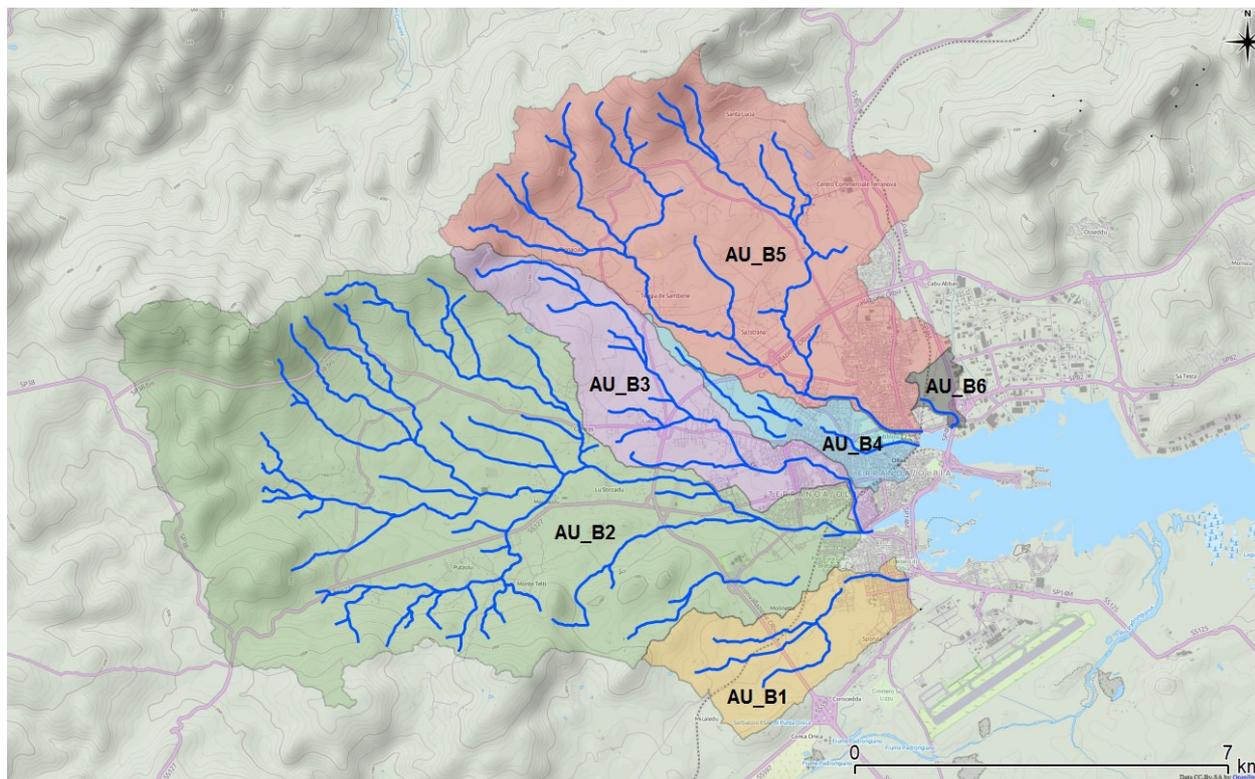


Figura 4. Individuazione dei bacini idrografici afferenti alle diverse strutture del reticolo di drenaggio.

Tabella 1. Caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici.

Bacino	AU_B1	AU_B2	AU_B3	AU_B4	AU_B5	AU_B6
Area [km ²]	4.4	38.4	7.0	2.2	20.0	0.5
Perimetro [km]	10.8	31.7	16.8	10.7	24.6	3.7
Lunghezza asta principale [km]	3.9	12.3	8.2	4.7	8.1	0.9
Quota max. [m.s.m.]	148.4	721.9	311.5	35.9	467.7	15.3
Quota min. [m.s.m.]	3.3	1.9	2.3	0.2	0.2	0.2
Quota media [m.s.m.]	34.4	141.9	46.9	10.6	95.1	7.4
Pendenza media [%]	6.3	16.5	6.4	1.9	11.7	2.6

2 ANALISI PLUVIOMETRICA

L'analisi dei dati pluviometrici ha visto il confronto tra la linea segnalatrice di possibilità pluviometrica ricavabile tramite la procedura VAPI, detta di seguito Linea Segnalatrice di Riferimento, ed un'analisi specificatamente condotta considerando le serie storiche fino all'anno 2013 delle stazioni pluviometriche di: Olbia, Monti, Putzolu e Padru.

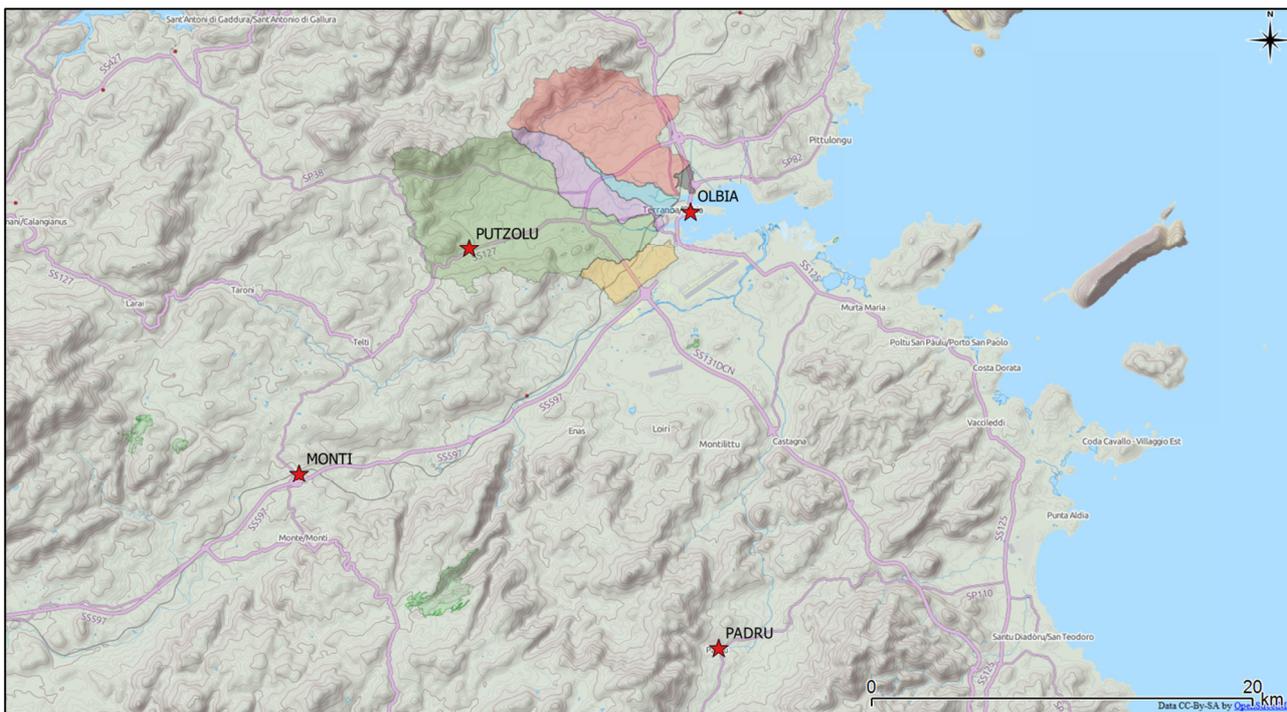


Figura 5. Posizione delle stazioni meteo utilizzate per l’aggiornamento dei dati pluviometrici.

2.1 LA LINEA SEGNALETTRICE DEL MODELLO REGIONALE PAI

La linea segnalatrice di riferimento, che individua l’altezza di pioggia a prefissata durata e probabilità di accadimento (tempo di ritorno), viene in questa sede valutata tramite la procedura VAPI indicata nelle Linee Guida del PAI. La metodologia regionale di calcolo si basa sull’inferenza statistica del modello TCEV della variabile aleatoria adimensionale h' che rappresenta il massimo annuale di pioggia per assegnata durata, d , normalizzato rispetto alla media $\bar{h}(d)$.

$$h' = \frac{h(d)}{\bar{h}(d)}$$

Tabella 2. Parametri della curva di possibilità climatica (fonte: progetto VAPI Sardegna) .

SZO	Durata ≤ 1 ora	Durata >1 ora
Sottozona 1	$a=0.46420+1.0376*\text{Log} (T)$	$a=0.46420+1.0376*\text{Log} (T)$
	$n=-0.18488+0.22960*\text{Log}(T)- 3.3216*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$n=-1.0469*10^{-2}-7.8505*10^{-3} \text{Log} (T)$
Sottozona 2	$a=0.43797+1.0890*\text{Log} (T)$	$a=0.43797+1.0890*\text{Log} (T)$
	$n=-0.18722+0.24862*\text{Log}(T)- 3.36305 *10^{-2} * \text{Log}^2(T)$	$n=-6.3887*10^{-3}-4.5420*10^{-3} * \text{Log} (T)$
Sottozona 3	$a=0.40926+1.1441*\text{Log} (T)$	$a=0.40926+1.1441*\text{Log} (T)$
	$n=-0.19060+0.264438*\text{Log}(T)- 3.8969 *10^{-2} * \text{Log}^2(T)$	$n=1.4929*10^{-2}+7.1973*10^{-3} * \text{Log} (T)$

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

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

Dove i parametri della curva, a(T) ed n(T), vengono definiti in funzione di tre Sotto Zone Omogenee della Sardegna (SZO), per durate minori e maggiori di 1 ora e per tempi di ritorno maggiori di 10 anni.

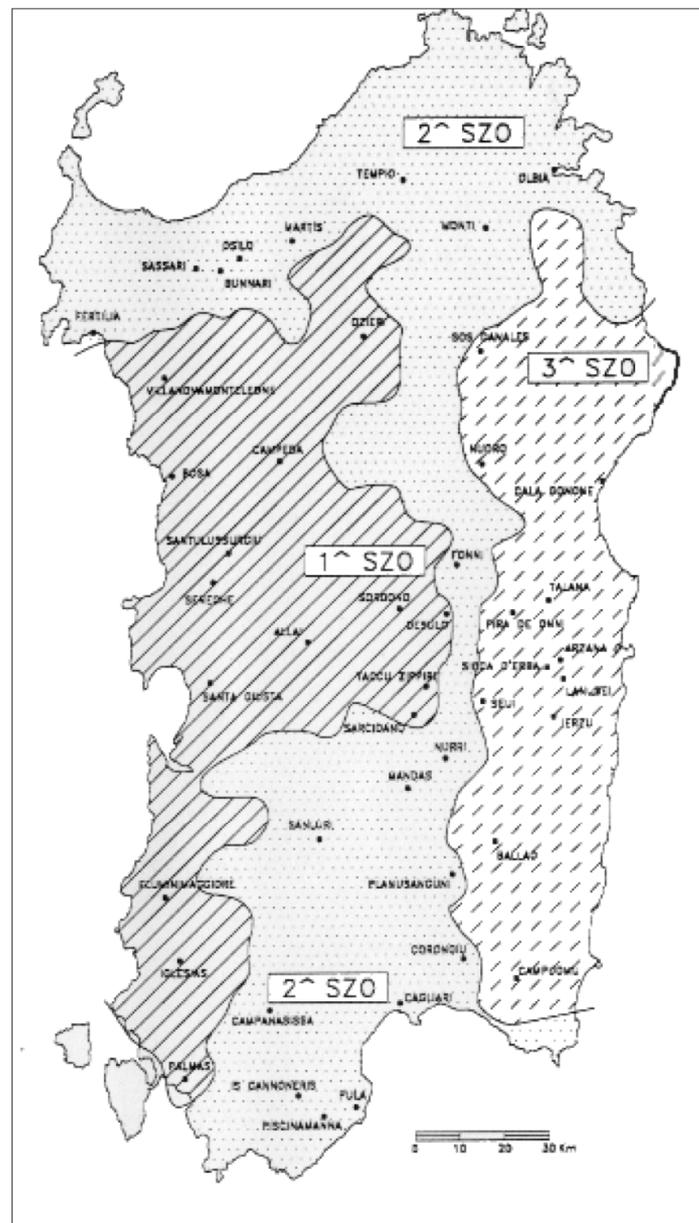


Figura 6. Sotto Zone Omogenee per le piogge brevi e intense in Sardegna.

Olbia ricade nella 2^ Sotto Zona Omogenea per la quale sono riportati i valori di a(T) e n(T) in Tabella II. La pioggia media per le diverse durate, anche detta pioggia indice $\bar{h}(d)$, è funzione della pioggia media giornaliera \bar{h}_g , secondo l'espressione:

$$\bar{h}(d) = \frac{\bar{h}_g}{0.886 \cdot 24^{(-0.493+0.476 \cdot \log(\bar{h}_g))}} \cdot d^{(-0.493+0.476 \cdot \log(\bar{h}_g))}$$

Dove il valore di \bar{h}_g si ricava dalla distribuzione spaziale sull'intera Sardegna (figura seguente). Come si osserva il valore della pioggia media dei massimi giornalieri per il comune di Olbia è prossimo ai 70 mm. Sulla base di quanto riportato è quindi possibile valutare la pioggia indice per le diverse durate e quindi la linea segnalatrice di riferimento (LSPP) calcolata per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

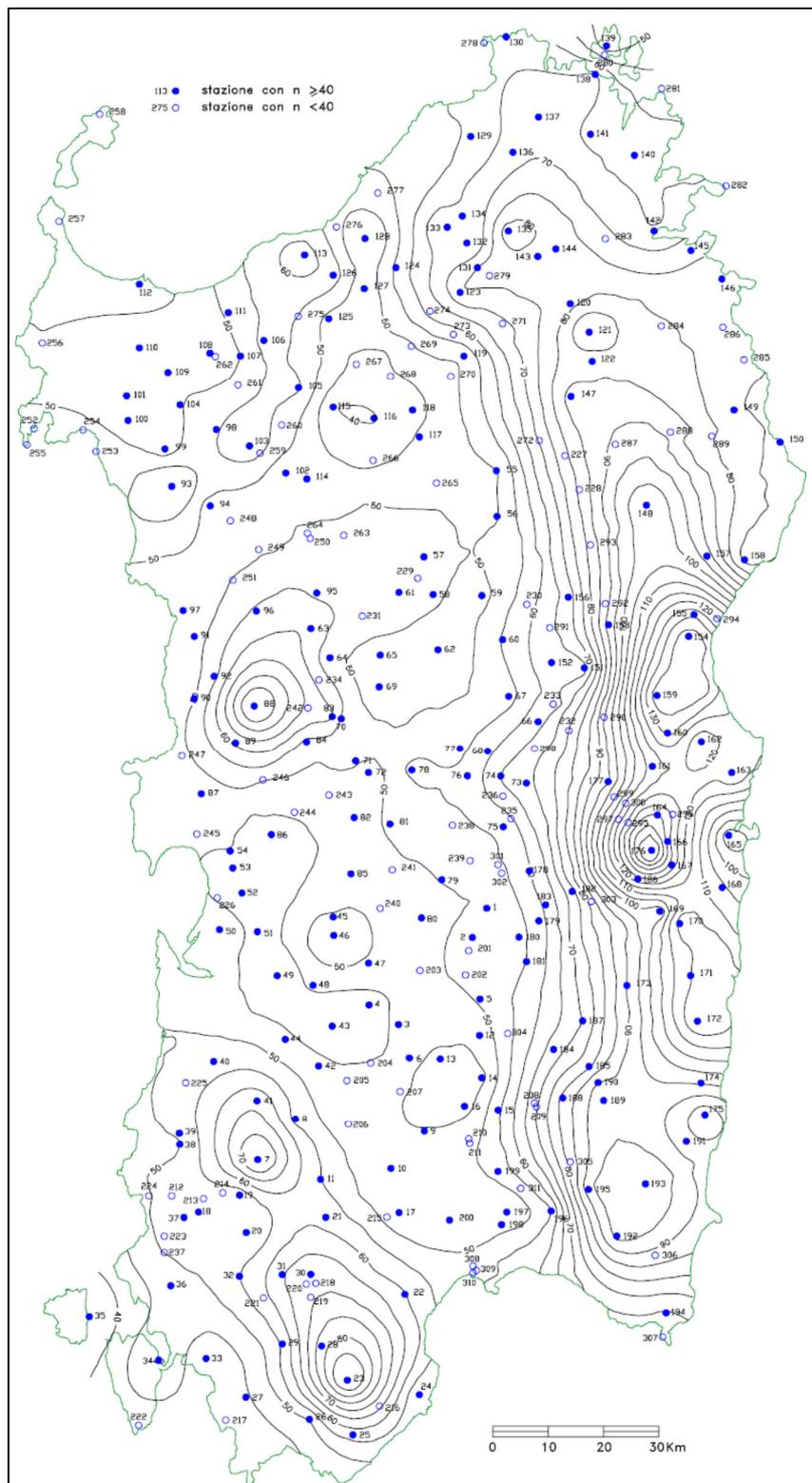


Figura 7. Altezza media dei massimi di pioggia giornaliera in Sardegna (fonte: Progetto VAPI).

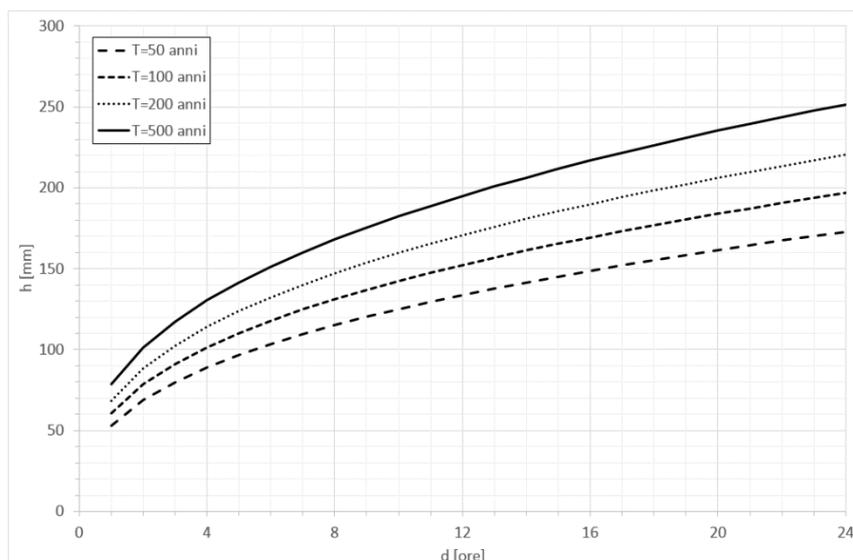


Figura 8. Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento (LSPP).

Di seguito si riportano i parametri a ed n delle linee segnalatrici valutate tramite l'interpolazione esponenziale delle altezze di pioggia a fissata durata e fissato periodo di ritorno.

Tabella 3. Valori dei parametri a ed n delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica a differenti periodi di ritorno.

T [anni]	a [mm]	n
50	53.137	0.3712
100	60.750	0.3698
200	68.363	0.3684
500	78.427	0.3666

2.2 AGGIORNAMENTO DELLA LINEA SEGNALATRICE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

L'analisi della serie storica dei dati di precipitazione massima per assegnata durata è stata condotta per le stazioni esistenti più prossime ai bacini idrografici dell'area di Olbia con una serie storica di dati aggiornati all'anno 2013. La LSPP del progetto VAPI si basa sui dati registrati sino al 1980.

Le stazioni del servizio idrografico analizzate sono quattro: Monti (296 mslm), Padru (165 mslm), Olbia (15 mslm) e Putzolu (100 mslm).

Per le analisi sono stati appositamente digitalizzati dal comune di Olbia i dati di Padru, Putzolu e Olbia e parte di quelli di Monti già disponibili presso il Distretto Idrografico.

Si riportano di seguito le principali analisi condotte al fine di individuare la precipitazione di progetto per la successiva stima delle portate di progetto che consistono nella costruzione della curva di possibilità pluviometrica con modelli probabilistici differenti quali quello di Gumbel, GEV e TCEV e confrontarli con l'attuale linea di possibilità pluviometrica fornita, come indicato dalle Linee guida del PAI secondo il progetto VAPI ed esposta in precedenza.

L'espressione della LSPP è secondo l'approccio "*scala invariante*", che permettendo di eseguire l'inferenza statistica su un'unica serie adimensionalizzata presenta, rispetto al metodo più tradizionale dei quantili regolarizzato, allo stesso tempo una ridotta numerosità dei parametri ed una maggiore robustezza di stima. Tale approccio comporta, anche dal punto di vista applicativo, che l'esponente di scala sia indipendente dal tempo di ritorno, aspetto che evita incongruenze tipiche del metodo dei quantili, che può generare per durate lunghe piogge più elevate per tempi di ritorno inferiori. L'equazione della precipitazione massima per assegnata durata e frequenza è quindi data dall'espressione:

$$h_T(d) = a_1 d^n w_T$$

dove:

- $a_1 = E[h(1)]$ è il valore atteso della pioggia di durata unitaria (in genere 1 ora);
- w_T è detto fattore di crescita, ossia la curva di frequenza della variabile normalizzata w . Il suo valore dipende dal tempo di ritorno T e dalla distribuzione di probabilità scelta per rappresentare la curva di frequenza;
- n è l'esponente di scala con cui la variabilità del fenomeno si trasmette alle altre scale.

Dal punto di vista operativo, i dati di precipitazione massima annuale per ciascuna durata sono stati normalizzati rispetto alla propria media $w(d) = \frac{h(d)}{\bar{h}(d)}$ per ciascuna durata e quindi uniti in un'unica

popolazione campionaria la cui numerosità è pari al prodotto delle durate per il numero di anni di registrazione. Su tale campione vengono quindi effettuate la stima dei parametri della distribuzione di probabilità di Gumbel e della GEV.

Il valore della variabile, w , assume la seguente espressione:

con il modello di Gumbel:

$$w_T = u - \alpha \ln\left(-\ln\left(\frac{T-1}{T}\right)\right)$$

$$u = \bar{w} - 0.5772\alpha$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sigma(w)$$

con il modello GEV:

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left(1 - e^{-ky_T}\right)$$

$$y_T = -\ln\left(\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right)$$

$$k = 7.8590c + 2.9554c^2$$

$$\alpha = \frac{k\lambda_2}{\Gamma(1+k)(1-2^{-k})}$$

$$\varepsilon = \lambda_1 + \frac{\alpha}{k[\Gamma(1+k)-1]}$$

$$c = \frac{2\lambda_2}{\lambda_3 + 3\lambda_2} - \frac{\ln(2)}{\ln(3)}$$

$$\lambda_1 = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \{1 - \Gamma[1+k]\}$$

$$\lambda_2 = \frac{\alpha}{k} (1 - 2^{-k}) \Gamma(1+k), \lambda_3 = \frac{\alpha}{k} (1 - 2^{-k}) \Gamma(1+k) \left[\frac{2(1 - 3^{-k})}{1 - 2^{-k}} - 3 \right]$$

Mentre il valore dell'altezza di pioggia medio è: $\bar{h}(d) = a_1 d^n$

Di seguito per ciascuna stazione si riportano i valori dei parametri della rispettiva distribuzione.

Tabella 4. Parametri della legge della variabile adimensionale w_T per la distribuzione di Gumbel e della distribuzione GEV

	Monti	Olbia	Putzolu	Padru
u (gumbel)	0.815	0.771	0.781	0.759
α (Gumbel)	0.320	0.342	0.380	0.397
α (GEV)	0.316	0.327	0.368	0.341
k (GEV)	-0.044	-0.106	-0.028	-0.059
ε (GEV)	0.803	0.773	0.841	0.782

Di seguito si riportano in carta di Gumbel la frequenza campionaria e la distribuzione di Gumbel con il suo intervallo di confidenza nonché la distribuzione GEV.

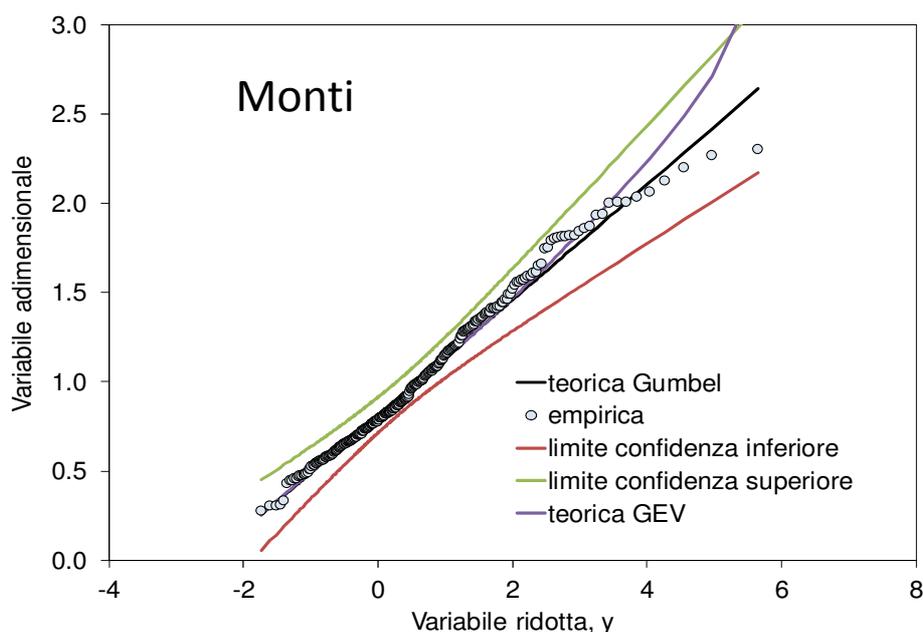


Figura 9. Modello di Gumbel e GEV e frequenza campionaria per la stazione di Monti.

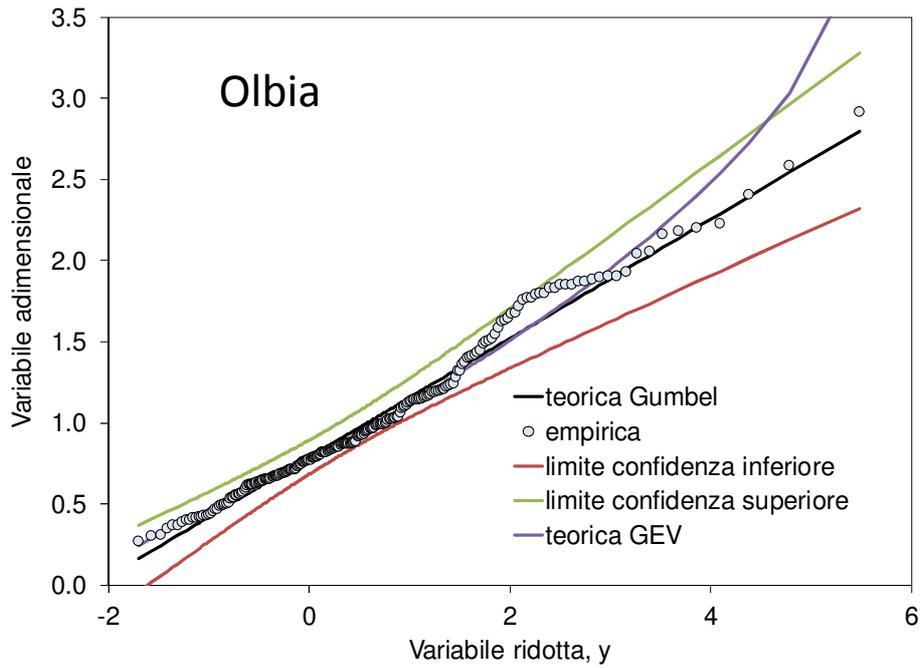


Figura 10. Modello di Gumbel e GEV e frequenza campionaria per la stazione di Olbia.

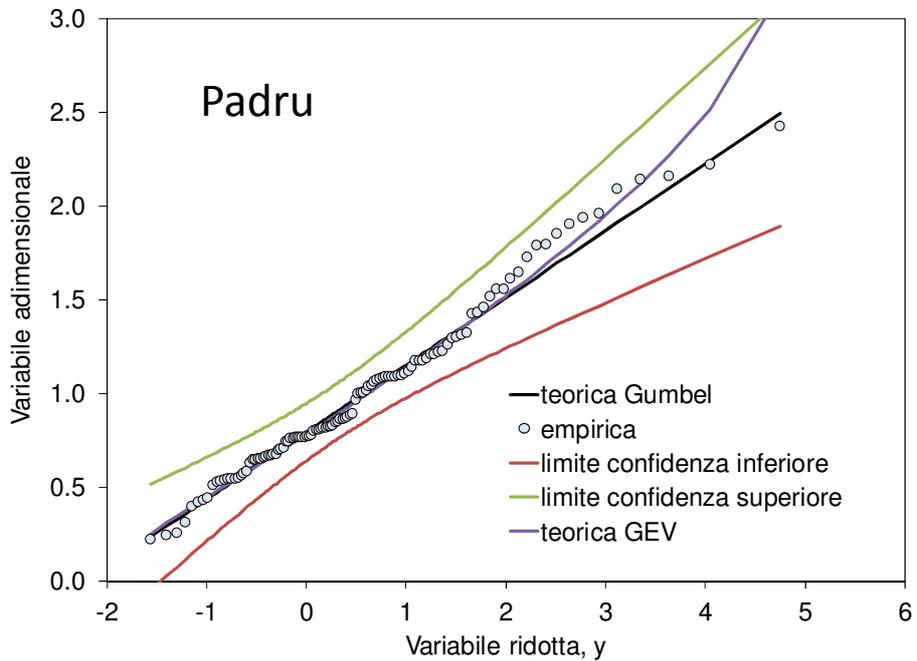


Figura 11. Modello di Gumbel e GEV e frequenza campionaria per la stazione di Padru.

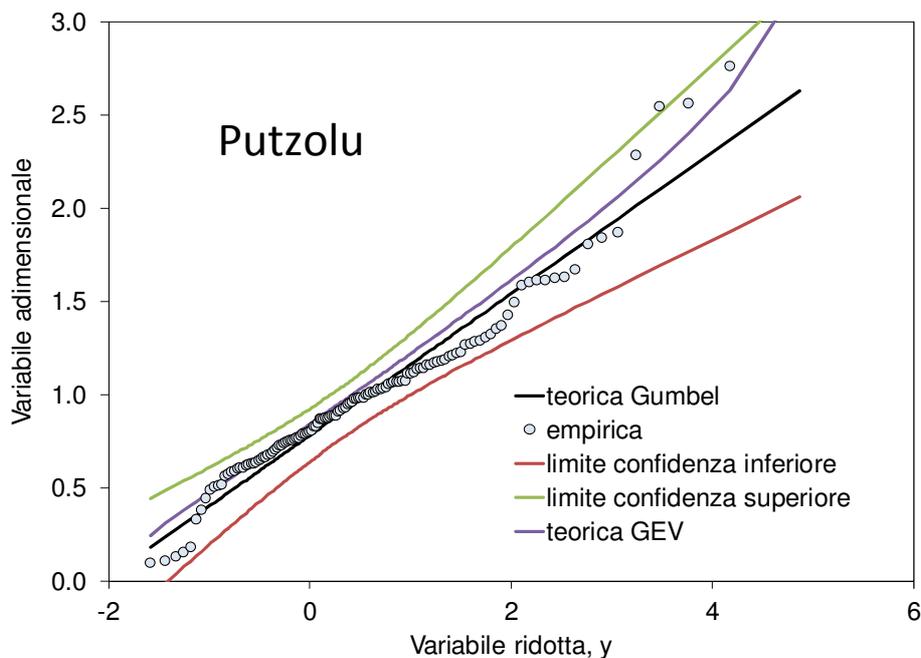


Figura 12. Modello di Gumbel e GEV e frequenza campionaria per la stazione di Putzolu.

L'altezza di precipitazione media, $\bar{h}(d) = a_1 d^n$, ha per ciascuna delle stazione i seguenti parametri.

Tabella 5. Parametri dell'altezza di precipitazione media.

	Monti	Olbia	Putzolu	Padru
a ₁	26.602	20.737	29.538	30.513
n	0.364	0.331	0.247	0.333

Di seguito si riporta il confronto tra la LSPP di riferimento e l'analisi tramite la legge di distribuzione di Gumbel e della GEV per le serie storiche delle stazioni di Monti, Olbia, Putzolu e Padru per il tempo di ritorno di 200 anni.

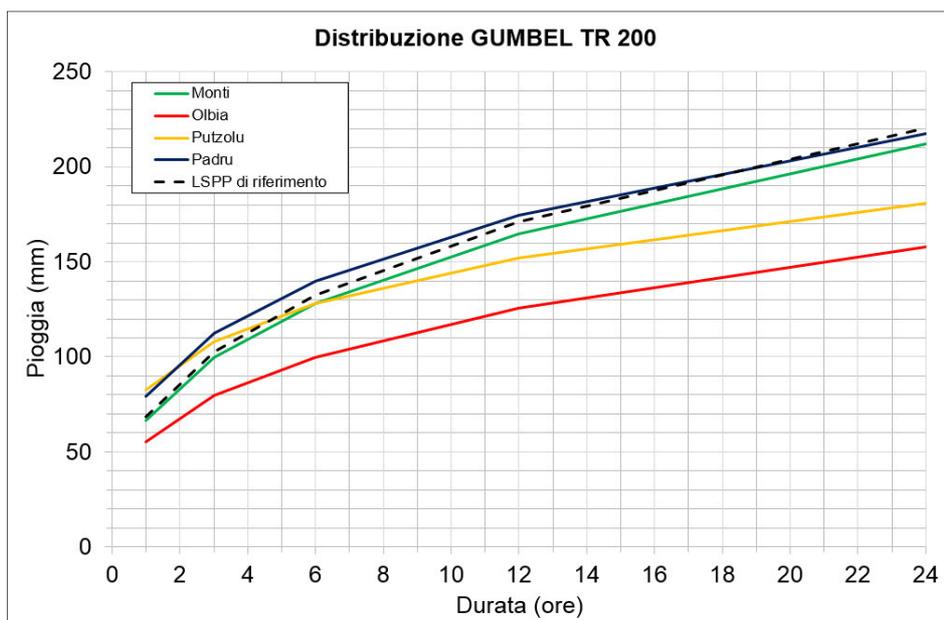


Figura 13. Confronto tra la LSPP di riferimento e l'analisi tramite la distribuzione di probabilità di Gumbel per le stazioni di Monti, Olbia, Putzolu e Padru.

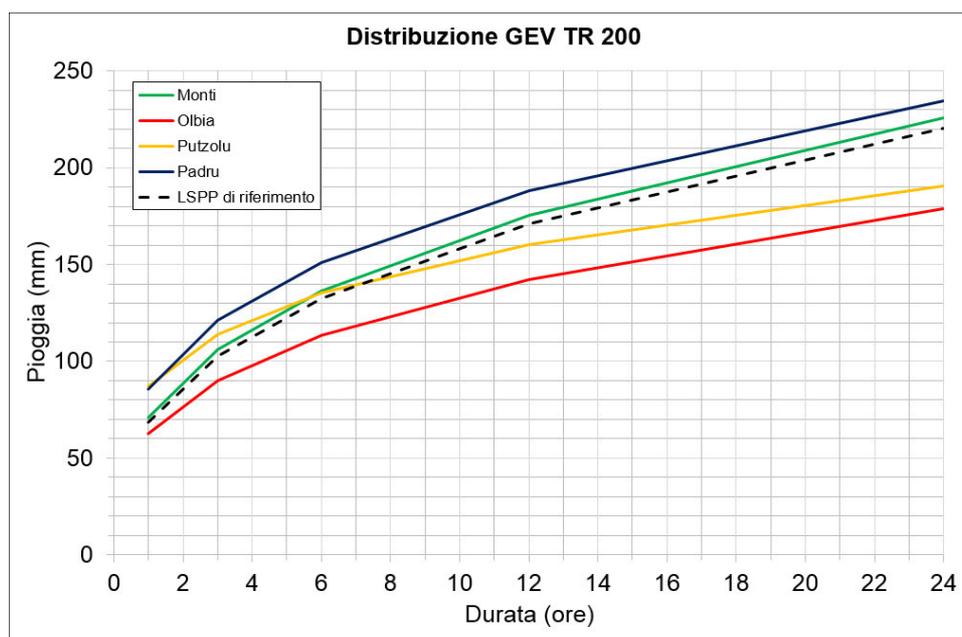


Figura 14. Confronto tra la LSPP di riferimento e l'analisi tramite la distribuzione di probabilità GEV per le stazioni di Monti, Olbia, Putzolu e Padru.

2.2.1 Analisi delle serie storiche mediante la legge di distribuzione a doppia componente TCEV

L'osservazione empirica dei campioni dei massimi annuali delle precipitazioni di breve durata ha portato a riconoscere l'esistenza di alcuni valori eccezionali, denominati outliers, estremamente più elevati degli altri. La corrente interpretazione statistica di tali valori è quella di considerarli appartenenti ad una popolazione diversa, legata ad una differente fenomenologia meteorologica, che

deve essere riprodotta dalla legge di distribuzione di probabilità.

La particolarità del modello TCEV (Two Component Extreme Value distribution) è proprio quella di considerare in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici riconducendosi, di fatto, al prodotto di due funzioni di probabilità di Gumbel. Una prima denominata componente base, assume valori non elevati ma frequenti, mentre la seconda, componente straordinaria, genera eventi più rari ma mediamente più rilevanti.

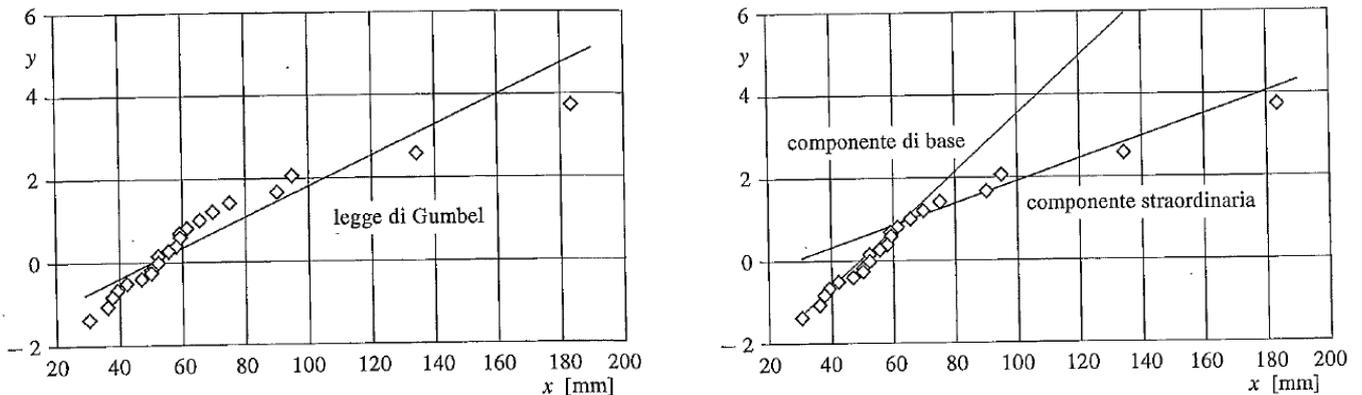


Figura 15. Principio concettuale dell’applicazione della legge di distribuzione di probabilità TCEV.

La legge di distribuzione TCEV ha la seguente espressione:

$$P(h_t) = \exp \left[-\lambda_1 \exp \left(-\frac{h_t}{\theta_1} \right) - \lambda_2 \exp \left(-\frac{h_t}{\theta_2} \right) \right]$$

In cui si è indicato con $P(h_t)$ la probabilità di non superamento dell’altezza di pioggia h_t di durata t , con $\lambda_1, \lambda_2, \theta_1, \theta_2$ i quattro parametri della legge di distribuzione. In particolare λ_1 e λ_2 rappresentano il numero medio di eventi, rispettivamente, della componente di base e della componente straordinaria mentre θ_1 e θ_2 rappresentano le medie degli eventi appartenenti a ciascuna delle due componenti. La stima di questi parametri può essere condotta con il metodo della massima verosimiglianza, sia a partire da una singola serie di dati sia utilizzando una idonea procedura di regionalizzazione.

L’analisi condotta utilizza i parametri di regionalizzazione definiti dalla sottozona di appartenenza (in questo caso la Sottozona 2) mentre ridefinisce la pioggia indice sulla base delle serie storiche di ciascuna stazione aggiornate sino al 2013, ossia analizzando solamente il terzo livello di regionalizzazione del modello. Ciò è infatti possibile data la disponibilità delle sole stazioni.

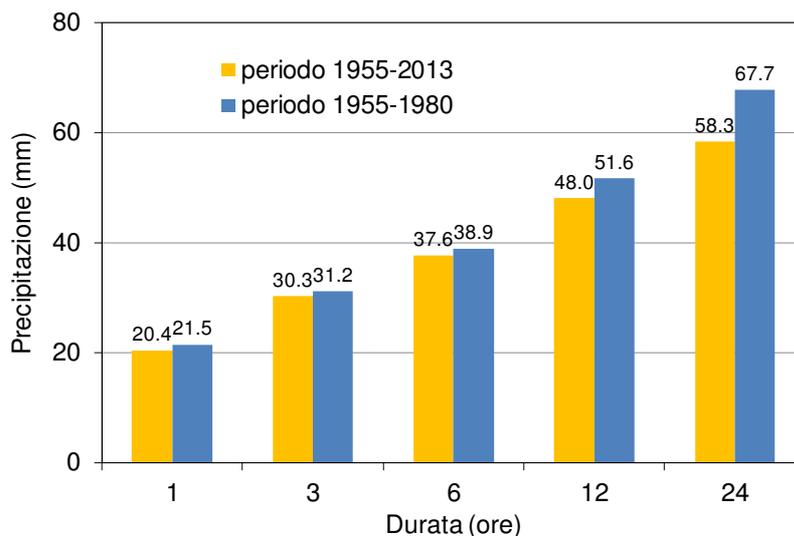


Figura 16. Confronto tra la media dei massimi di precipitazione per le diverse durate calcolate per i periodi 1955-1980 (periodo VAPI) e 1955-2013 per la stazione di Olbia.

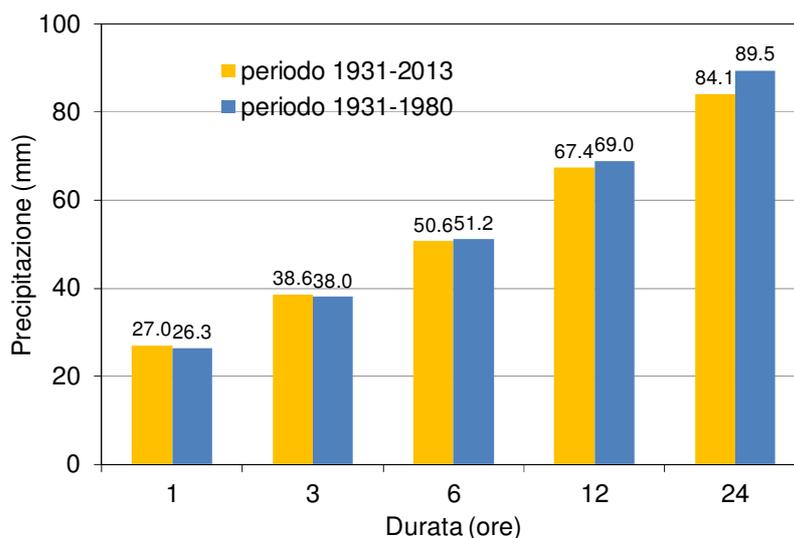


Figura 17. Confronto tra la media dei massimi di precipitazione per le diverse durate calcolate per i periodi 1931-1980 (periodo VAPI) e 1931-2013 per la stazione di Monti.

Di seguito si riporta il confronto tra la LSPP di riferimento e l'analisi effettuata tramite la legge di distribuzione TCEV per le serie storiche delle stazioni di Monti, Olbia, Putzolu e Padru per il tempo di ritorno di 200 anni.

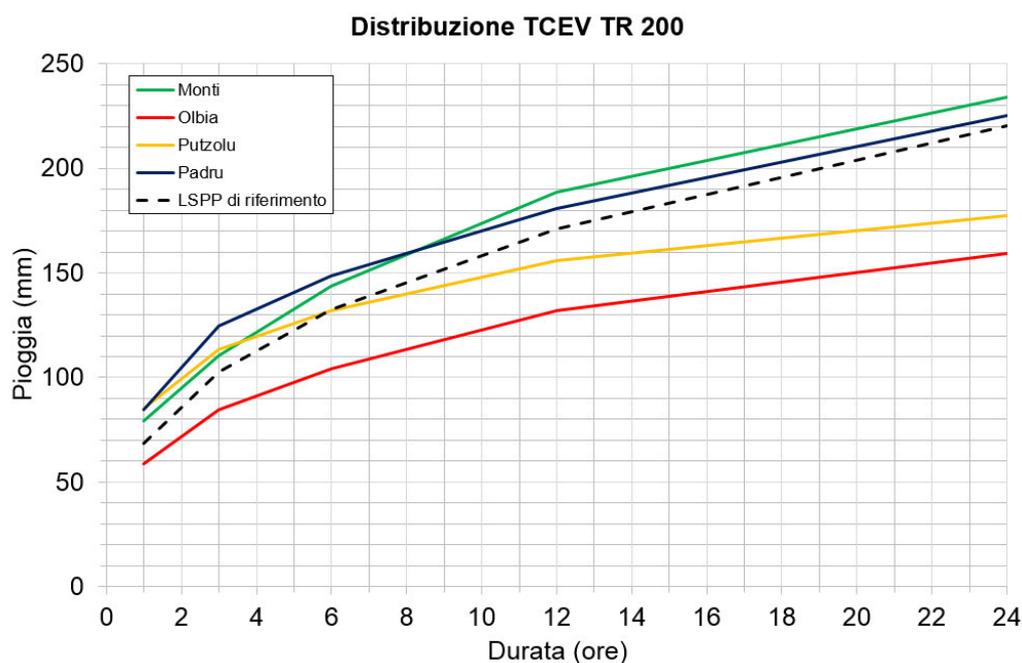


Figura 18. Confronto tra la LSPP di riferimento e l'analisi tramite la distribuzione di probabilità TCEV per le stazioni di Monti, Olbia, Putzolu e Padru.

Le analisi condotte evidenziano che la LSPP individuata dalla procedura VAPI basata sull'analisi regionale risulta, per le durate caratteristiche dei bacini scolanti sull'area urbana (fino a circa 3 ore), ben rappresentativa delle precipitazioni brevi ed intense delle aree in esame motivo per il quale è stata assunta anche per la progettazione delle opere di mitigazione.

3 STIMA DEGLI IDOGRAMMI E PORTATE DI PIENA

La stima degli idrogrammi di piena e delle relative portate al colmo è ottenuta, per le caratteristiche dei bacini in esame anche come indicato nelle Linee Guida del PAI, attraverso l'applicazione della metodologia indiretta ossia della trasformazione tra afflussi meteorici e deflussi idrologici. Tale trasformazione è stata condotta attraverso l'uso di una modellazione distribuita idrologico idraulica, che permette una definizione più accurata dei processi fisici di formazione del deflusso e del suo scorrimento sui versanti e nel reticolo idrografico. Ciò è dettato dalla peculiarità del dominio in studio, che presenta sia una marcata variabilità spaziale di aree urbanizzate e rurali e relative capacità di assorbimento, sia un reticolo idraulico fortemente condizionato da vincoli strutturali, caratteristiche difficilmente rappresentabili dalla parametrizzazione della formula razionale eseguita in modo concentrato.

La modellazione numerica del processo di trasformazione afflussi deflussi diventa quindi lo strumento di stima della portata di progetto nella metodologia indiretta e come tale è importante verificarne la sua rappresentatività. La rappresentatività, a causa dell'assenza di misure dirette di

portata, è stata valutata in modo indiretto sulla base della ricostruzione dell'evento alluvionale del 18 novembre 2013 (Rel. A02).

3.1 IL MODELLO DISTRIBUITO DELLA TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI

Il modello idrologico FEST-RS (acronimo di Flash – flood Event – based Spatially – distributed rainfall – runoff Transformation, including Reservoirs System), rientra in quella categoria nota nella letteratura scientifica come modelli idrologici distribuiti. La prerogativa di questo modello è quella di simulare la formazione e la propagazione del deflusso di piena considerando la variabilità spaziale dei flussi in ingresso e dei parametri che definiscono i processi al suolo con una fine risoluzione spaziale e temporale, permettendo di calcolare l'idrogramma di piena in una qualsiasi sezione lungo il reticolo idrografico (Mancini, 1990 e 1998). La risoluzione spaziale deriva dalle dimensioni della cella elementare in cui si suddivide la superficie del bacino all'interno della quale le proprietà topografiche idrologiche ed idrauliche sono ipotizzate continue ed omogenee. Ciò permette di quantificare i processi fisici che determinano l'idrogramma di piena localmente e quindi di valutarne poi gli effetti complessivi in termini di portata per ciascuna sezione del reticolo idrografico.

Il modello si divide in tre componenti principali (Figura seguente). La prima estrae dalla matrice delle quote (DEM) le direzioni di scorrimento e, quindi, distingue i versanti dal reticolo idrografico (Carrara, 1988; Montgomery e Foufoula-Georgiou, 1993; Tarboton, 1997). Tale distinzione è ottenuta stabilendo un'area di drenaggio minima al di sopra della quale le celle in cui è suddivisa la superficie del bacino vanno a comporre il reticolo di drenaggio alveato.

Nella seconda parte il modello elabora l'informazione pluviometrica. La pioggia registrata a scala puntuale dai pluviografi presenti sul bacino può essere utilizzata sia come valore ragguagliato alla superficie del bacino secondo il metodo di Thiessen, che come precipitazione distribuita. Il tasso di ruscellamento in ogni cella viene calcolato tramite la rielaborazione in forma differenziale del metodo globale SCS – CN proposto dal Soil Conservation Service (1972 e 1975) secondo lo schema illustrato, tra gli altri, da Mancini e Rosso (1989). Le condizioni di umidità del suolo antecedenti l'evento sono valutate in base all'indice AMC (acronimo di "Antecedent Moisture Condition"). Esso consente di modificare localmente la massima capacità di ritenzione potenziale del terreno in ragione dello stato di imbibimento e, nel caso di precipitazione distribuita, viene stimato per ogni area di influenza dei pluviografi.

Nella terza parte sono implementate le equazioni che descrivono la propagazione del deflusso superficiale sui versanti, nel reticolo idrografico e attraverso gli invasi artificiali. Il trasferimento del deflusso superficiale sui versanti e nel reticolo idrografico si ottiene con un metodo di propagazione idrologica basato sul metodo Muskingum – Cunge (Cunge, 1969) nella sua forma non lineare, che

si basa sul calcolo della celerità di propagazione in rete variabile nel tempo (Ponce, 1989; Ponce e Yevjevich, 1978; Ponce e Chaganti, 1994).



Figura 19. Diagramma a blocchi del modello idrologico FEST-RS.

3.2 DATI UTILIZZATI

I dati utilizzati per la definizione dei parametri del modello idrologico per la determinazione delle portate e dei rispettivi idrogrammi di piena vengono di seguito riportati:

- Idrografia derivante dalla Carta dell'uso del suolo integrata con la cartografia di settore comunale;
- Base topografica del Modello Digitale del Terreno (DTM) con risoluzione spaziale a celle di 10m x 10 m;
- Carta dell'uso del suolo (2008);
- Carta geologica (2009);

3.3 BACINI IDROGRAFICI E SEZIONI IDROLOGICHE DI CALCOLO DELLE PORTATE

I bacini idrografici di interesse sono quelli sottesi alle sezioni terminali, corrispondenti con la foce a mare, del reticolo di drenaggio del centro urbano della città di Olbia ed analizzati nei capitoli precedenti. In particolare:

- AU_B1, afferente al reticolo idrografico del Riu Paule Longa;
- AU_B2, afferente al reticolo idrografico del Riu Seligheddu;
- AU_B3, afferente al reticolo idrografico del Riu Gadduresu;
- AU_B4, afferente al reticolo idrografico del Canale Zozo;
- AU_B5, afferente al reticolo idrografico del Riu San Nicola;
- AU_B6, afferente al reticolo idrografico del Riu Tilibas;

La definizione dei sottobacini corrispondenti alle sezioni di calcolo della portata è stata effettuata

posizionando tali sezioni in prossimità di confluenze o laddove l'area sottesa tra una sezione e l'altra si discosti per più del 20% (Tav. 01). Tale assunzione permette di disporre delle valutazioni delle portate di picco e dei rispettivi idrogrammi di piena in modo diffuso lungo le varie aste che compongono il reticolo del bacino di interesse.

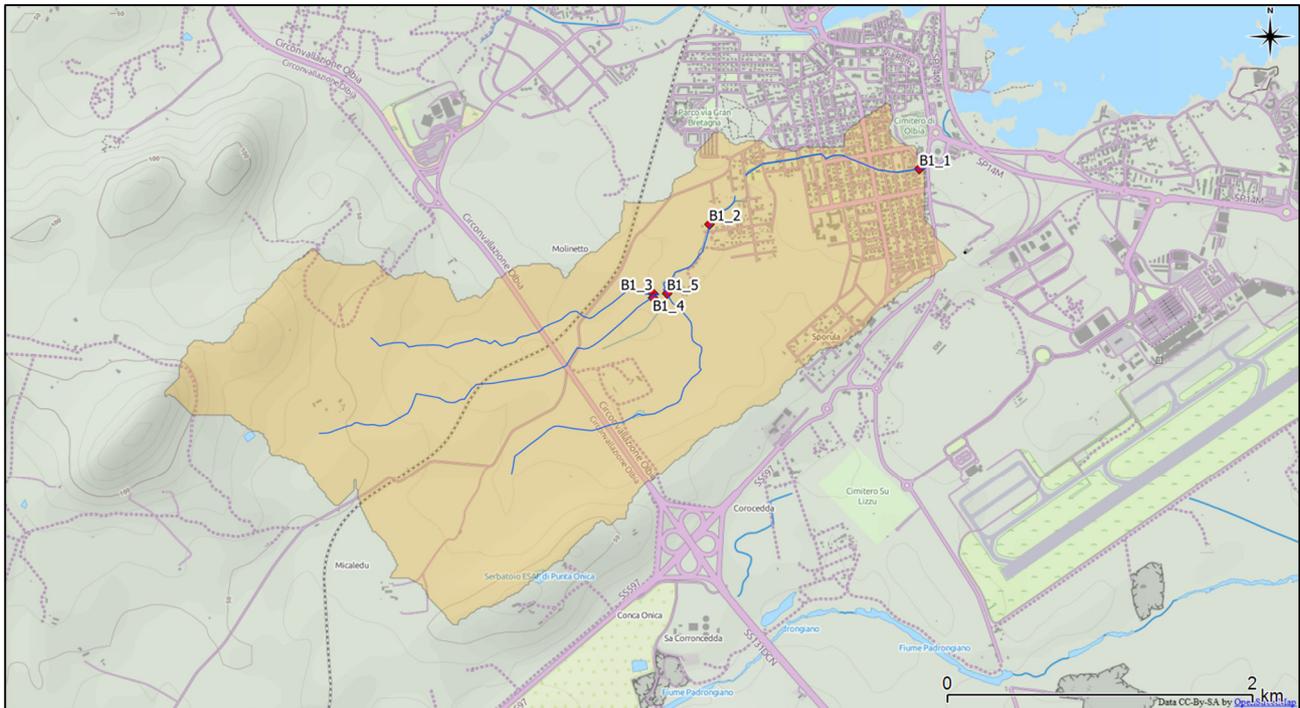


Figura 20. Sezioni idrologiche di calcolo della portata per il bacino AU_B1.

Tabella 6. Sezioni idrologiche di calcolo della portata per il bacino AU_B1 (Coord. Monte Mario).

ID Sezione	Coord. X [m]	Coord Y [m]	Area sottesa [km ²]
AU_B1_1	1542126	4529003	4.4
AU_B1_2	1541085	4528724	3.5
AU_B1_3	1540860	4528419	1.0
AU_B1_4	1540776	4528338	0.7
AU_B1_5	1540895	4528338	1.5

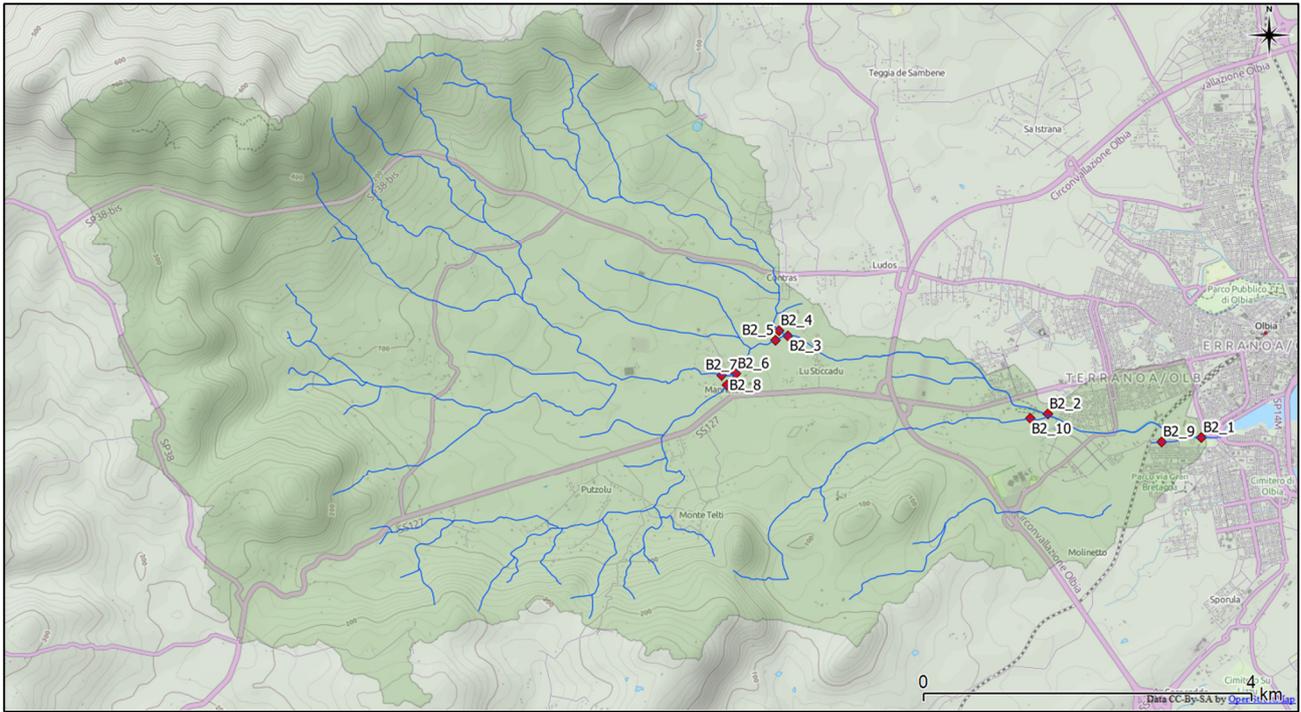


Figura 21. Sezioni idrologiche di calcolo della portata per il bacino AU_B2.

Tabella 7. Sezioni idrologiche di calcolo della portata per il bacino AU_B2 (Coord. Monte Mario).

ID Sezione	Coord. X [m]	Coord Y [m]	Area sottesa [km ²]
AU_B2_1	1541460	4529655	38.4
AU_B2_2	1540014	4529860	32.0
AU_B2_3	1537625	4530577	29.7
AU_B2_4	1537501	4530653	4.6
AU_B2_5	1537503	4530535	25.0
AU_B2_6	1537137	4530258	23.4
AU_B2_7	1537055	4530216	15.3
AU_B2_8	1537060	4530137	8.2
AU_B2_9	1541218	4529657	2.5
AU_B2_10	1539938	4529855	2.5

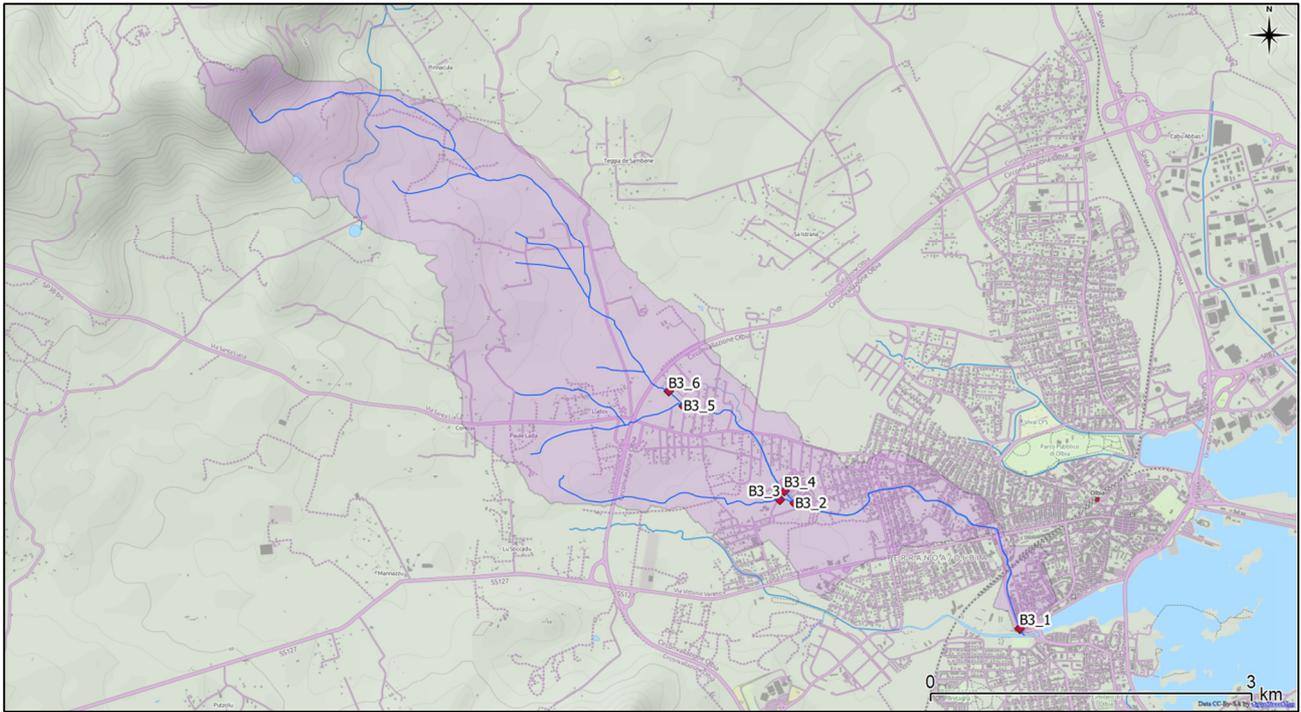


Figura 22. Sezioni idrologiche di calcolo della portata per il bacino AU_B3.

Tabella 8. Sezioni idrologiche di calcolo della portata per il bacino AU_B3 (Coord. Monte Mario).

ID Sezione	Coord. X [m]	Coord Y [m]	Area sottesa [km ²]
AU_B3_1	1541477	4529724	7.0
AU_B3_2	1539855	4530601	5.6
AU_B3_3	1539776	4530620	0.7
AU_B3_4	1539817	4530657	4.9
AU_B3_5	1539134	4531260	4.3
AU_B3_6	1539019	4531377	3.5

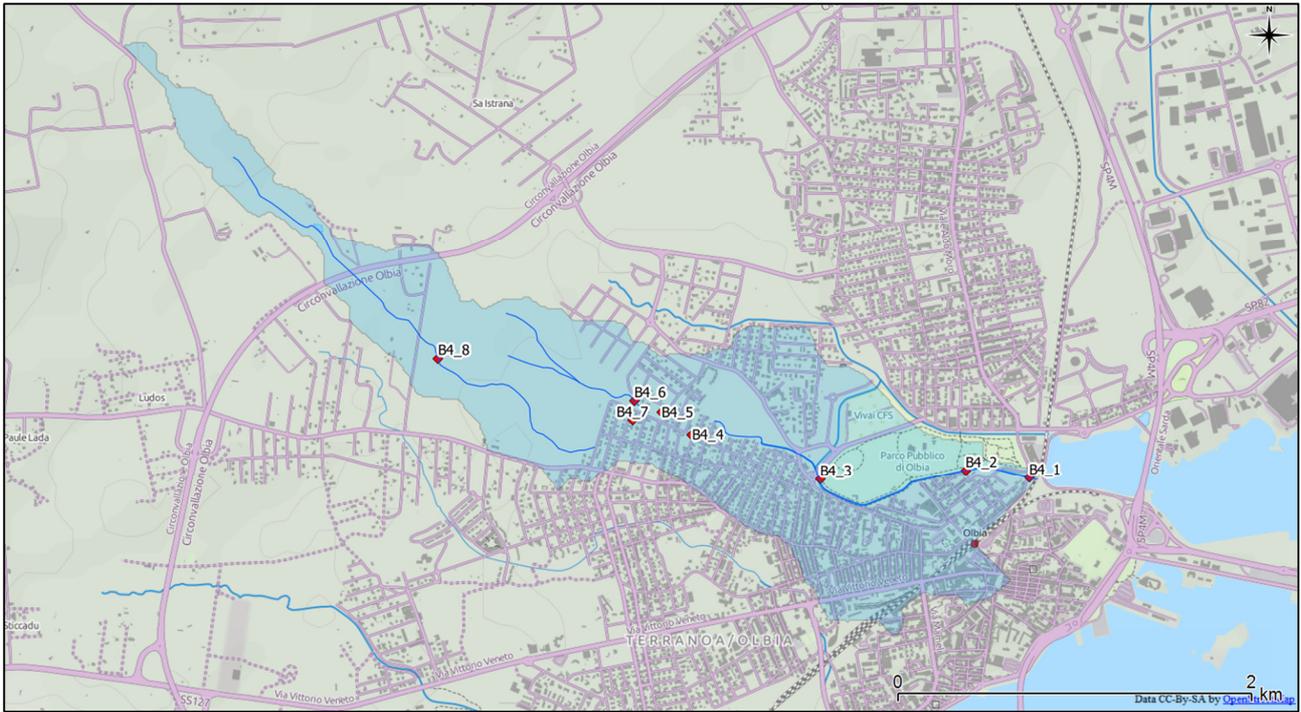


Figura 23. Sezioni idrologiche di calcolo della portata per il bacino AU_B4.

Tabella 9. Sezioni idrologiche di calcolo della portata per il bacino AU_B4 (Coord. Monte Mario).

ID Sezione	Coord. X [m]	Coord Y [m]	Area sottesa [km ²]
AU_B4_1	1542259	4530924	2.2
AU_B4_2	1541987	4530954	1.6
AU_B4_3	1541382	4530899	1.3
AU_B4_4	1540818	4531102	1.1
AU_B4_5	1540657	4531177	0.9
AU_B4_6	1540573	4531220	0.2
AU_B4_7	1540536	4531143	0.7
AU_B4_8	1539731	4531423	0.3

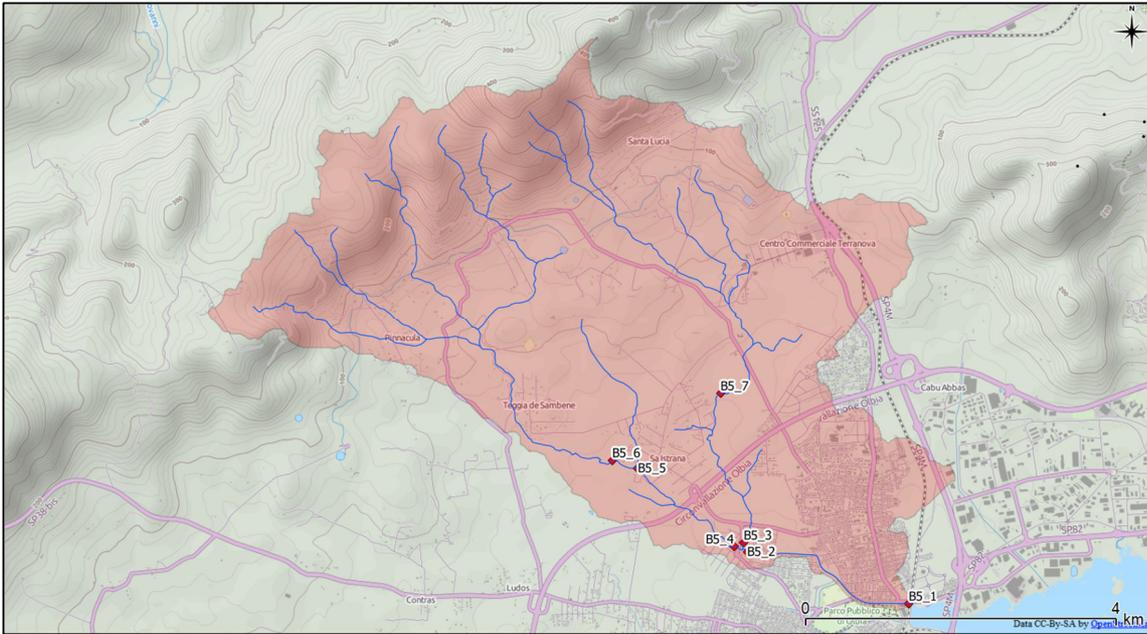


Figura 24. Sezioni idrologiche di calcolo della portata per il bacino AU_B5.

Tabella 10. Sezioni idrologiche di calcolo della portata per il bacino AU_B5 (Coord. Monte Mario).

ID Sezione	Coord. X [m]	Coord Y [m]	Area sottesa [km ²]
AU_B5_1	1542310	4531114	20.0
AU_B5_2	1540738	4531621	18.2
AU_B5_3	1540743	4531733	8.1
AU_B5_4	1540651	4531662	10.1
AU_B5_5	1539697	4532381	8.9
AU_B5_6	1539457	4532507	7.1
AU_B5_7	1540457	4533136	6.4

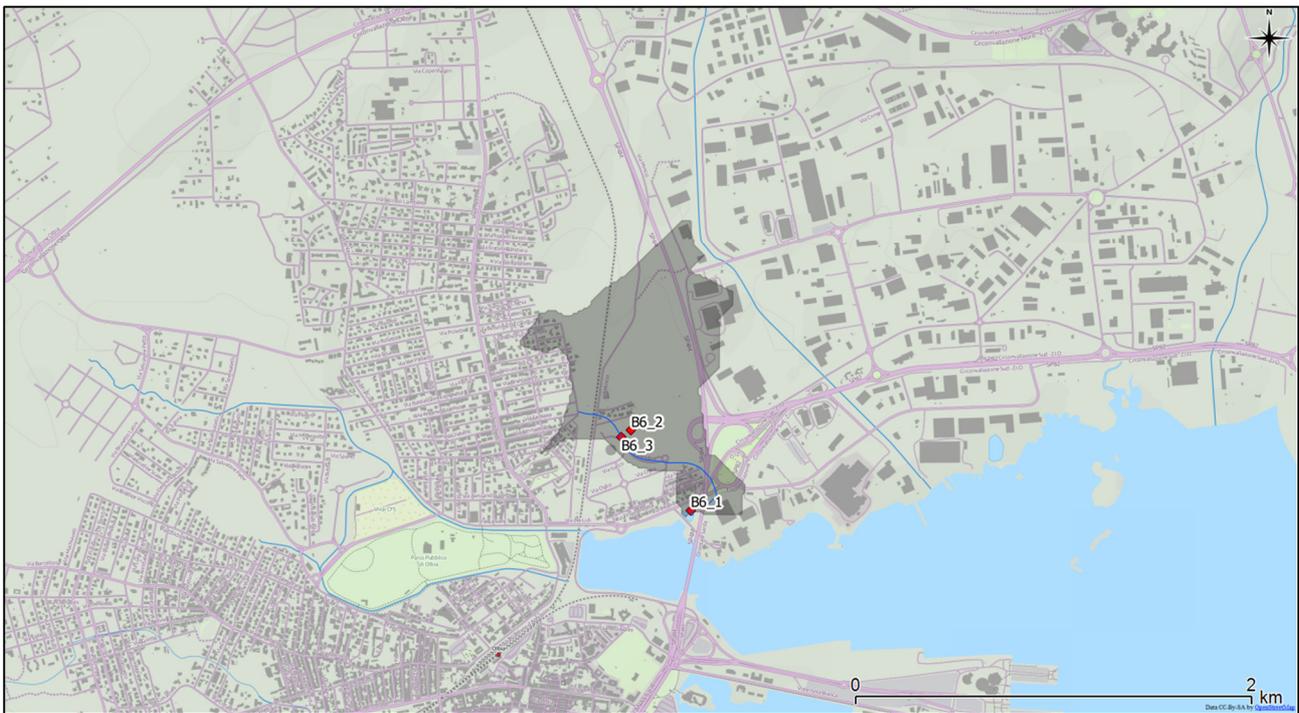


Figura 25. Sezioni idrologiche di calcolo della portata per il bacino AU_B6.

Tabella 11. Sezioni idrologiche di calcolo della portata per il bacino AU_B6 (Coord. Monte Mario).

ID Sezione	Coord. X [m]	Coord Y [m]	Area sottesa [km ²]
AU_B6_1	1542757	4531193	0.5
AU_B6_2	1542517	4531461	0.25
AU_B6_3	1542498	4531464	0.15

3.4 L'ASSORBIMENTO DEL SUOLO

Per quanto concerne la definizione delle matrici di assorbimento si rimanda a quanto riportato nella Relazione ricostruzione evento (Rel. A02, Cap. 3.4).

La definizione delle portate di picco e dei rispettivi idrogrammi di piena viene condotta nella condizione umida AMCIII.

Di seguito si riportano i valori medi del parametro CN, nelle condizioni di riferimento AMCII, relative ai bacini di interesse.

Tabella 12. Valori medi del parametro CN dei bacini analizzati nelle condizioni di riferimento AMCII.

ID Bacino	CNII
AU_B1	77.7
AU_B2	75.3
AU_B3	78.5
AU_B4	85.3
AU_B5	77.2
AU_B6	90.7

3.5 LA PROPAGAZIONE DI PIENA NEL RETICOLO E SUI VERSANTI

Per quanto riguarda i parametri idraulici di propagazione di piena nel reticolo e sui versanti si rimanda alla Relazione ricostruzione evento (Rel. A02, Cap. 3.5).

3.6 LA PRECIPITAZIONE DI PROGETTO

Le analisi statistiche condotte sulla serie storica delle osservazioni per le stazioni di Olbia, Putzolu, Monti e Padru confrontate con la linea segnalatrice di riferimento ricavata con metodologia VAPI hanno portato a confermare quest'ultima come linea segnalatrice di possibilità pluviometrica di riferimento. Le analisi infatti mostrano in generale un buon adattamento di tale LSPP con l'analisi statistica puntuale delle stazioni di Monti e Padru. Per quanto riguarda le durate caratteristiche dei bacini in esame, che indicativamente possono individuarsi tra 1 e 3 ore, anche l'analisi puntuale alla stazione di Putzolu conferma tale tendenza. Per quanto riguarda invece l'analisi puntuale sulla serie storica della stazione di Olbia il confronto con la LSPP ricavata con metodologia VAPI mostra valori di altezza di pioggia superiori per quest'ultima. Vista però la procedura di regionalizzazione implementata per la definizione della LSPP di riferimento con procedura VAPI ed a favore di sicurezza si ritiene opportuno utilizzare tale LSPP per le valutazioni delle portate e degli idrogrammi a differenti periodi di ritorno.

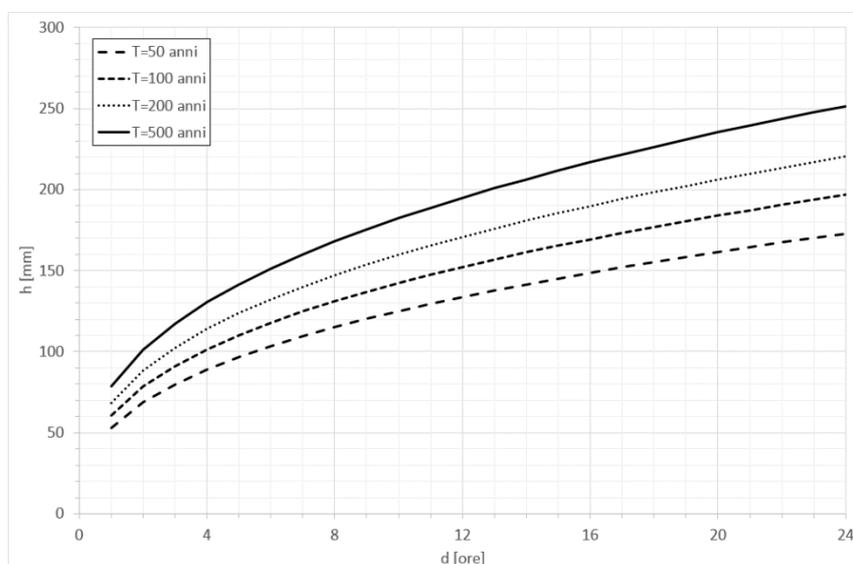


Figura 26. Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento (LSPP, VAPI).

Di seguito si riportano i parametri a ed n delle linee segnalatrici valutate tramite l'interpolazione esponenziale delle altezze di pioggia a fissata durata e fissato periodo di ritorno.

Tabella 13. Valori dei parametri a ed n delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica a differenti periodi di ritorno.

T [anni]	a [mm]	n
50	53.137	0.3712
100	60.750	0.3698
200	68.363	0.3684
500	78.427	0.3666

3.6.1 Raggiungimento all'area della precipitazione

Il raggiungimento all'area della precipitazione, che considera la variabilità spaziale dell'evento meteorico, è stato valutato secondo la procedura prevista dal VAPI Sardegna.

Il coefficiente di raggiungimento all'area delle piogge $r(d,A)$, legato alla durata d , e alla superficie del bacino A , è espresso secondo la formulazione del Flood Studies Report:

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) d^{(-0.40+0.0208 \ln(4.6-\ln(A)))}$$

Per i bacini con superficie minore di 20 km²

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) d^{(-0.40+0.003832 (4.6-\ln(A)))}$$

Per i bacini con superficie maggiore o uguale a 20 km²

In cui d è la durata della precipitazione espressa in ore mentre A è la superficie del bacino espressa in km².

3.7 RICERCA DELL'EVENTO CRITICO

Il modello idrologico utilizzato ricerca in modo sequenziale l'evento critico per ciascuna sezione idrologica di calcolo. Come noto, con la metodologia indiretta, l'evento critico è quello che per assegnata LSPP (in funzione dei diversi periodi di ritorno), ricerca la durata, detta critica, per cui si ha la massima portata al colmo ossia si annulli la derivata dell'espressione della portata espressa con la formula razionale:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{d(S \Phi(t) i(t) \varepsilon(t))}{dt} = 0$$

dove, Q è la portata al colmo, S è la superficie drenata, $\Phi(t)$ il coefficiente di afflusso, $i(t)$ l'intensità di precipitazione, e $\varepsilon(t)$ il coefficiente di contribuzione, noto anche come coefficiente di laminazione, che esprime la percentuale del bacino contribuente alla Q per ciascuna durata. Sono quindi state effettuate, tramite il modello afflussi-deflussi, simulazioni con durate di evento pluviometrico crescenti con passo temporale, $dt=5$ minuti, identificando quindi la durata dell'evento che genera la massima portata, Q , al colmo.

Di seguito si riportano le risultanze delle simulazioni idrologiche finalizzate alla ricerca dell'evento critico per le sezioni di chiusura dei bacini di interesse.

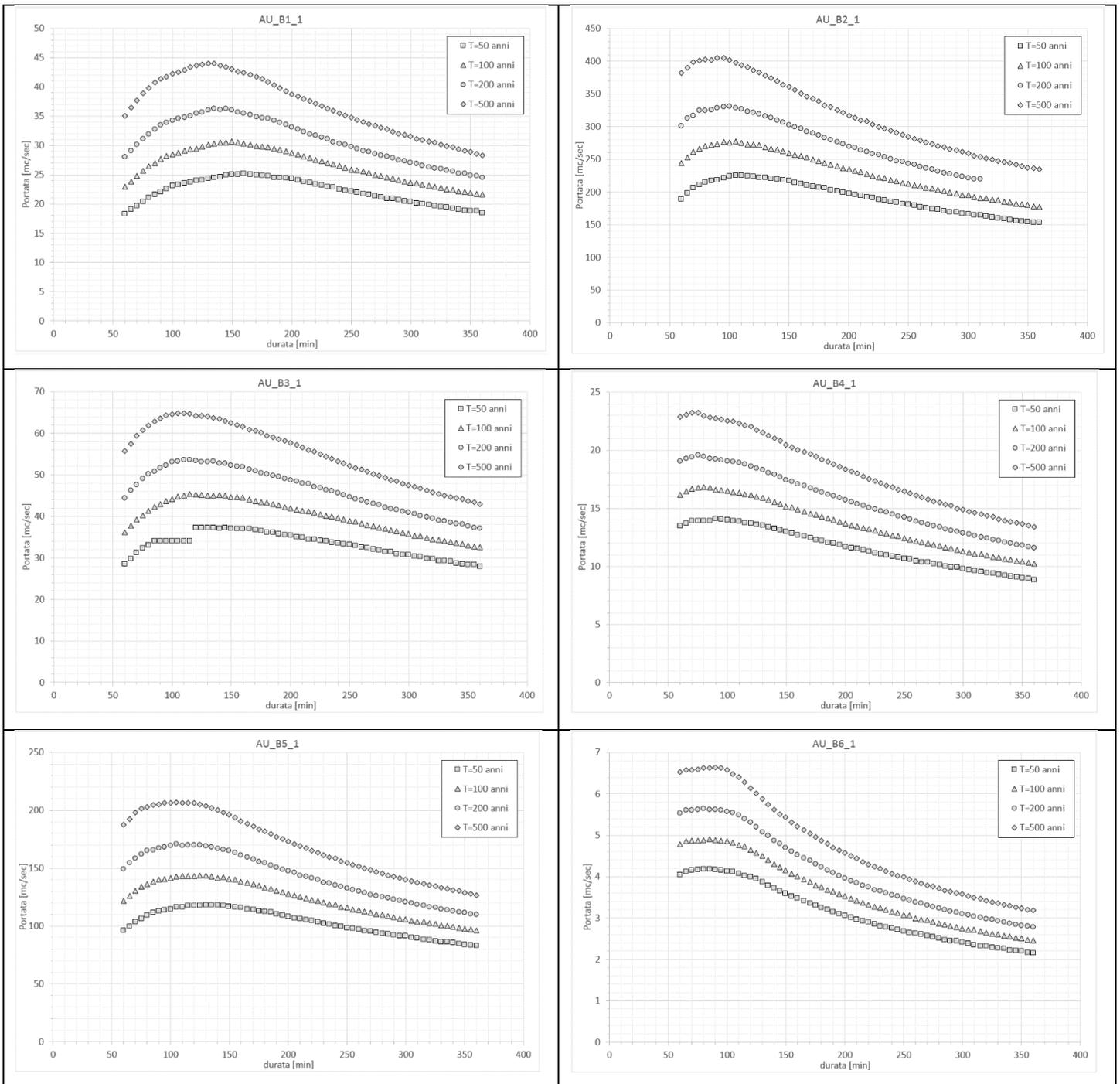


Figura 27. Ricerca dell'evento critico a differenti tempi di ritorno per le sezioni di chiusura dei bacini di interesse.

3.8 BACINO IDROGRAFICO DEL RIU PAULE LONGA, AU_B1

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni per le sezioni idrologiche di interesse per il bacino AU_B1 e le relative curve di crescita.

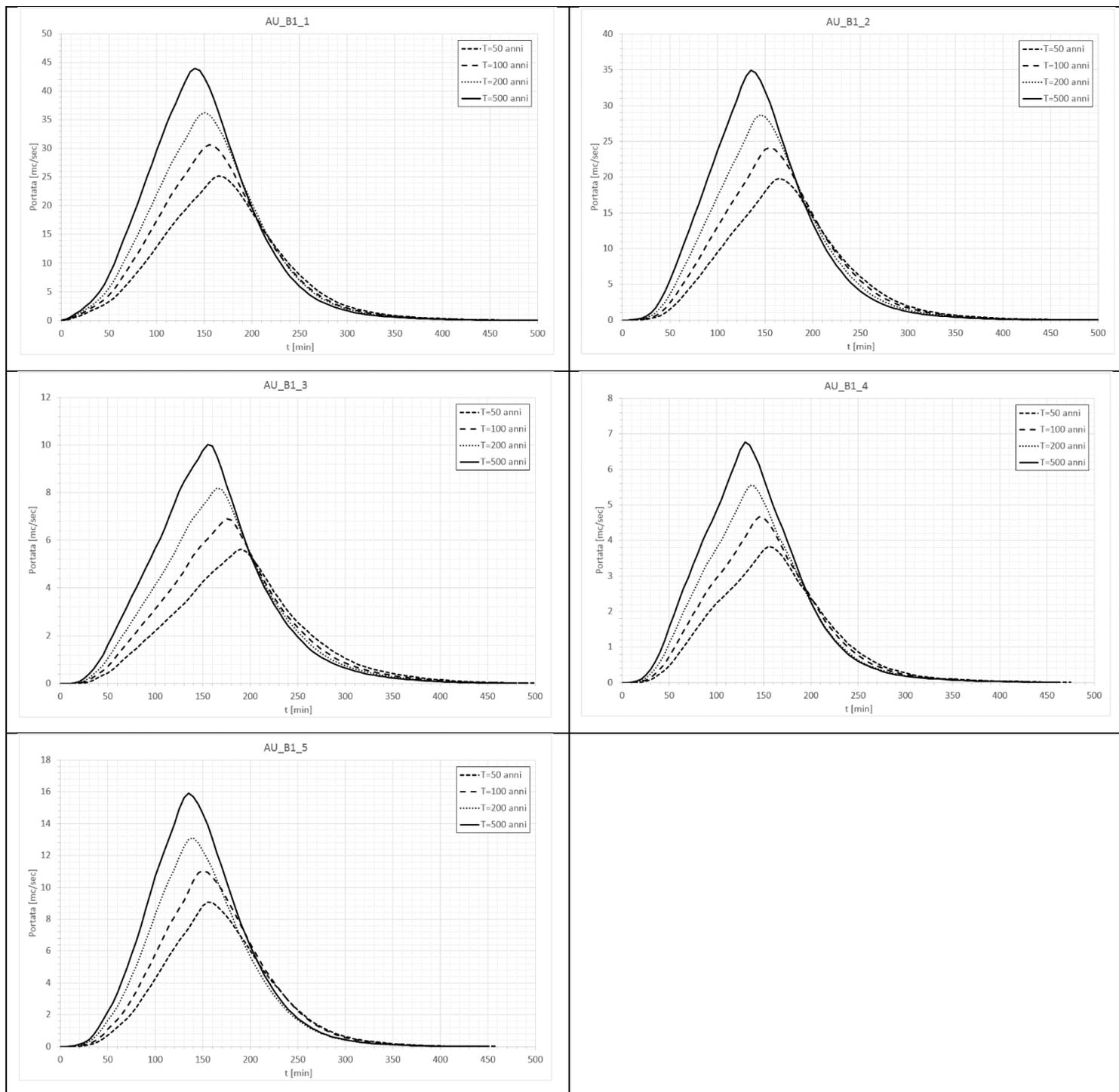


Figura 28. Idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni per le sezioni idrologiche di interesse per il bacino AU_B1.

Tabella 14. Durata critica di pioggia, pioggia cumulata, tempo di picco dell'idrogramma, portata di picco e volume dell'idrogramma dei sottobacini AU_B1 per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

T = 50 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B1_1	160	72.88	170	25	211'900
AU_B1_2	160	73.15	170	20	158'350
AU_B1_3	190	79.33	195	6	49'050
AU_B1_4	155	73.69	160	4	29'900
AU_B1_5	150	72.21	160	9	68'200
T = 100 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B1_1	150	81.17	160	31	245'400
AU_B1_2	150	81.49	160	24	184'650
AU_B1_3	175	87.79	180	7	56'800
AU_B1_4	145	82.05	150	5	34'800
AU_B1_5	145	81.39	155	11	80'900
T = 200 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B1_1	145	90.05	155	36	281'650
AU_B1_2	140	89.20	150	29	209'450
AU_B1_3	165	96.48	170	8	64'800
AU_B1_4	135	89.78	140	6	39'500
AU_B1_5	130	87.79	145	13	89'800
T = 500 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B1_1	135	100.38	145	44	324'000
AU_B1_2	130	99.35	140	35	242'000
AU_B1_3	155	107.93	160	10	75'750
AU_B1_4	130	101.41	135	7	46'450
AU_B1_5	130	100.57	140	16	107'900

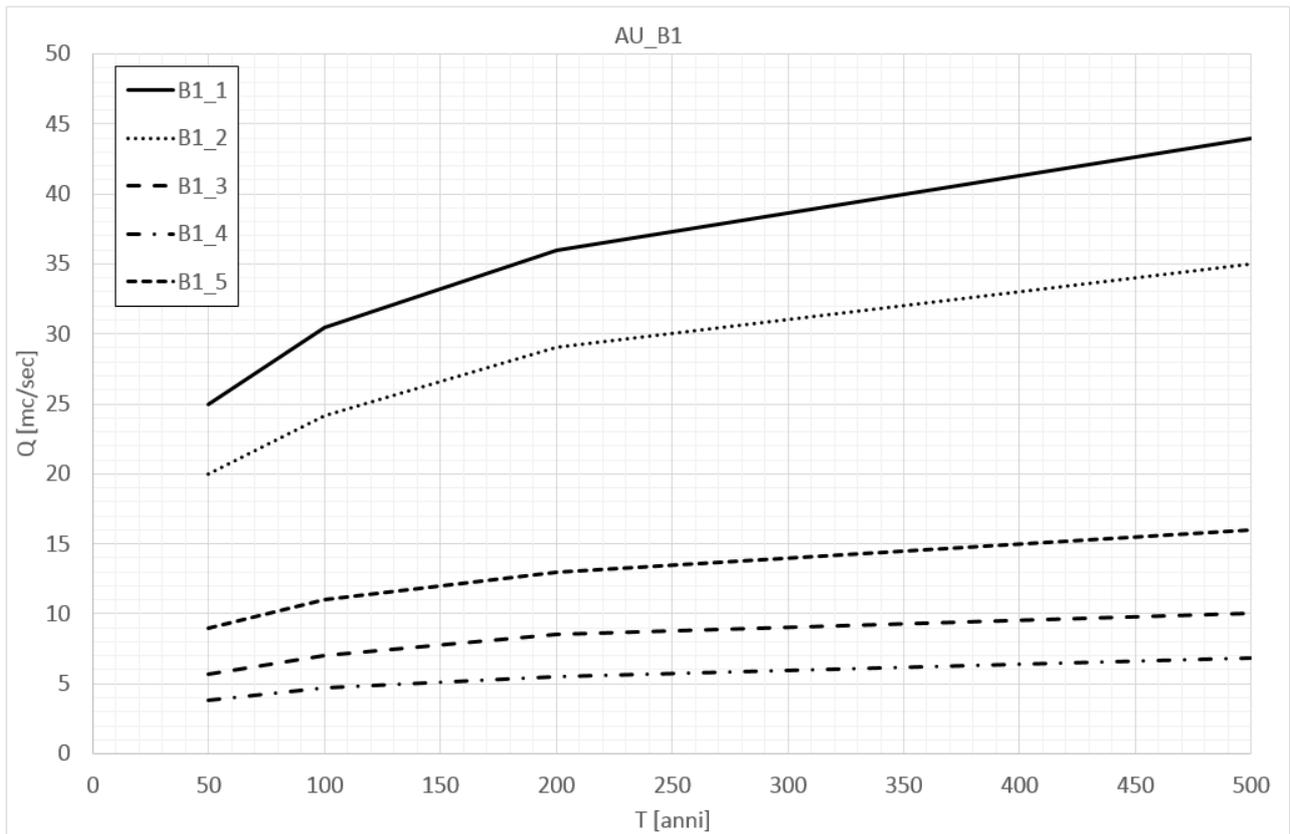
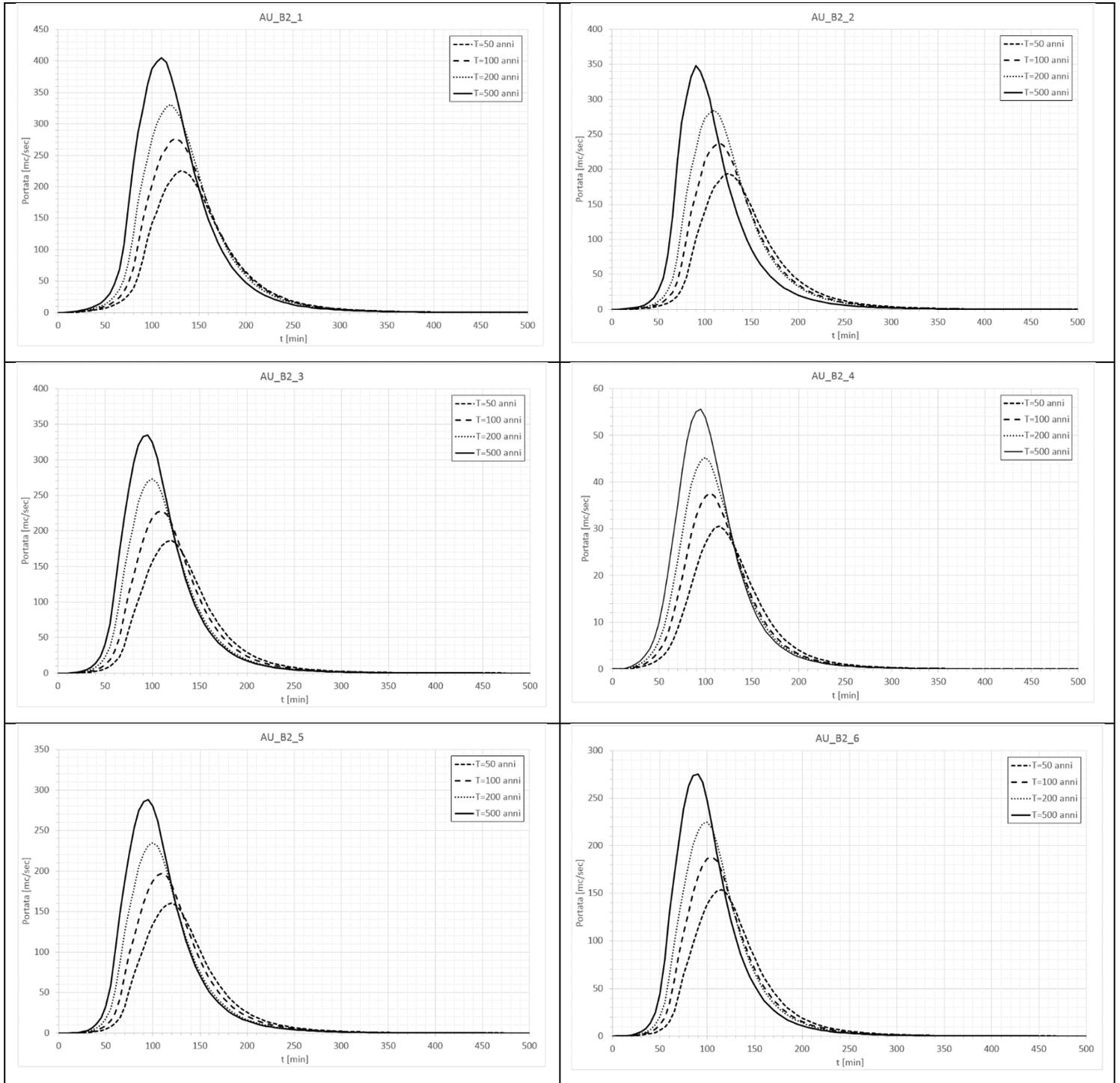


Figura 29. Curve di crescita delle portate per le sezioni idrologiche del bacino AU_B1 (Riu Paule Longa).

3.9 BACINO IDROGRAFICO DEL RIU SELIGHEDDU, AU_B2

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni per le sezioni idrologiche di interesse per il bacino AU_B2 e le relative curve di crescita.



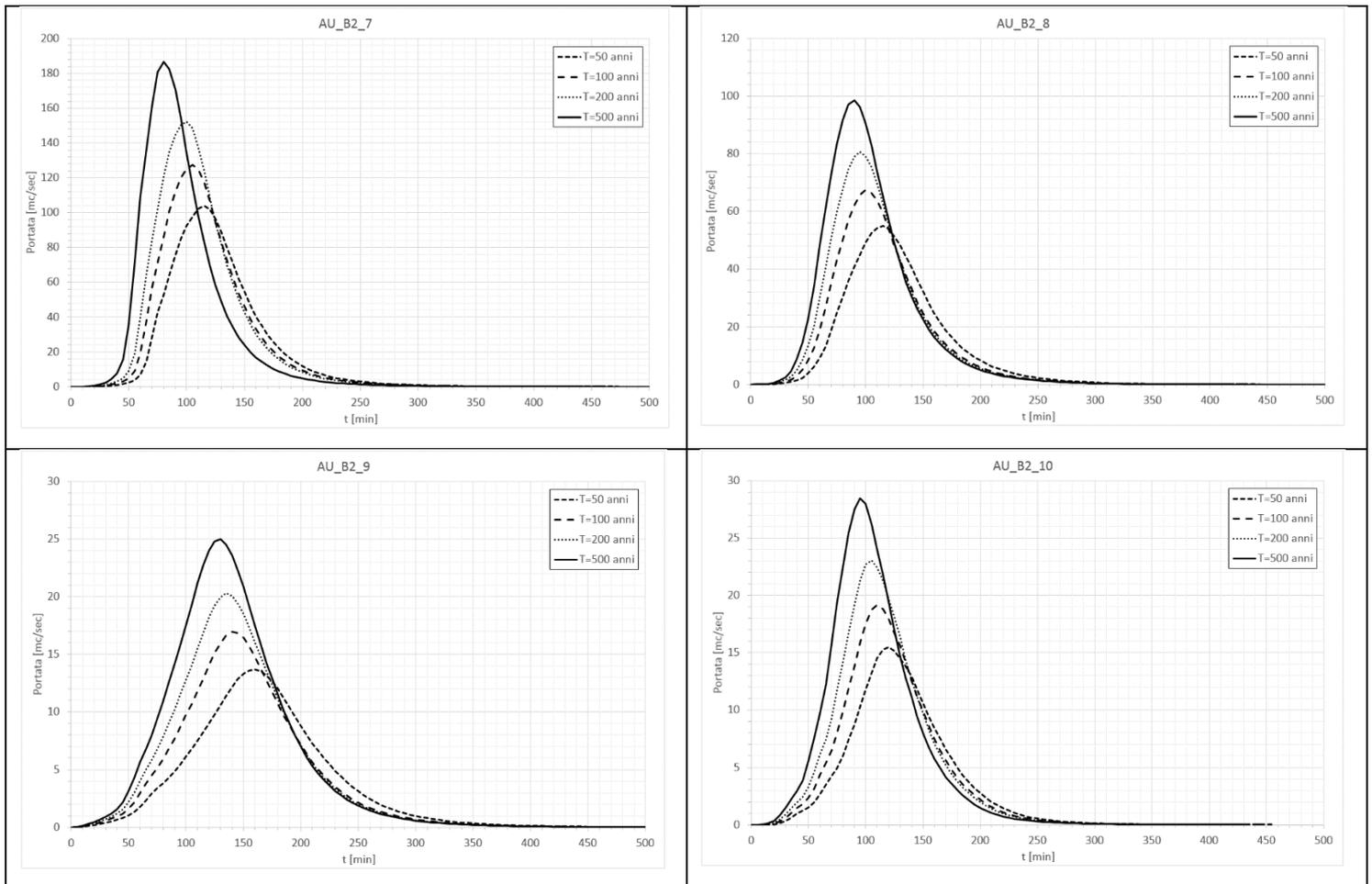


Figura 30. Idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni per le sezioni idrologiche di interesse per il bacino AU_B2.

Tabella 15. Durata critica di pioggia, pioggia cumulata, tempo di picco dell'idrogramma, portata di picco e volume dell'idrogramma dei sottobacini AU_B2 per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

T = 50 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B2_1	110	59.19	135	225	1'273'400
AU_B2_2	105	58.55	130	194	1'036'100
AU_B2_3	105	58.70	125	187	966'100
AU_B2_4	105	61.91	120	31	155'450
AU_B2_5	105	59.12	125	161	831'650
AU_B2_6	100	58.12	120	154	763'400
AU_B2_7	100	58.96	120	104	500'800
AU_B2_8	105	61.13	120	55	292'900
AU_B2_9	145	70.80	165	14	102'200
AU_B2_10	105	62.58	125	16	83'000
T = 100 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]

AU_B2_1	105	66.37	130	277	1'508'900
AU_B2_2	95	64.26	120	238	1'188'600
AU_B2_3	95	64.44	115	229	1'107'500
AU_B2_4	95	68.06	110	38	179'300
AU_B2_5	95	64.91	115	197	954'700
AU_B2_6	90	63.69	110	188	873'400
AU_B2_7	90	64.64	110	128	573'600
AU_B2_8	90	65.79	105	67	325'200
AU_B2_9	125	76.41	145	17	114'500
AU_B2_10	95	68.82	115	19	95'900

T = 200 anni

ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B2_1	100	73.18	125	331	1'738'000
AU_B2_2	90	70.73	115	285	1'369'100
AU_B2_3	85	69.33	105	273	1'233'900
AU_B2_4	90	74.98	105	45	207'600
AU_B2_5	90	69.85	105	235	1'060'500
AU_B2_6	85	70.04	105	225	1'002'000
AU_B2_7	85	71.09	105	152	658'800
AU_B2_8	85	72.38	100	81	373'500
AU_B2_9	120	84.57	140	20	132'000
AU_B2_10	90	75.82	110	23	110'800

T = 500 anni

ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B2_1	90	80.43	115	405	1'984'300
AU_B2_2	70	73.40	95	348	1'439'550
AU_B2_3	80	77.61	100	335	1'448'950
AU_B2_4	85	84.10	100	56	244'800
AU_B2_5	80	78.20	100	288	1'245'350
AU_B2_6	75	76.44	95	275	1'134'850
AU_B2_7	65	73.44	85	187	689'100
AU_B2_8	80	81.07	95	99	437'150
AU_B2_9	115	95.36	135	25	156'400
AU_B2_10	80	83.14	100	28	126'900

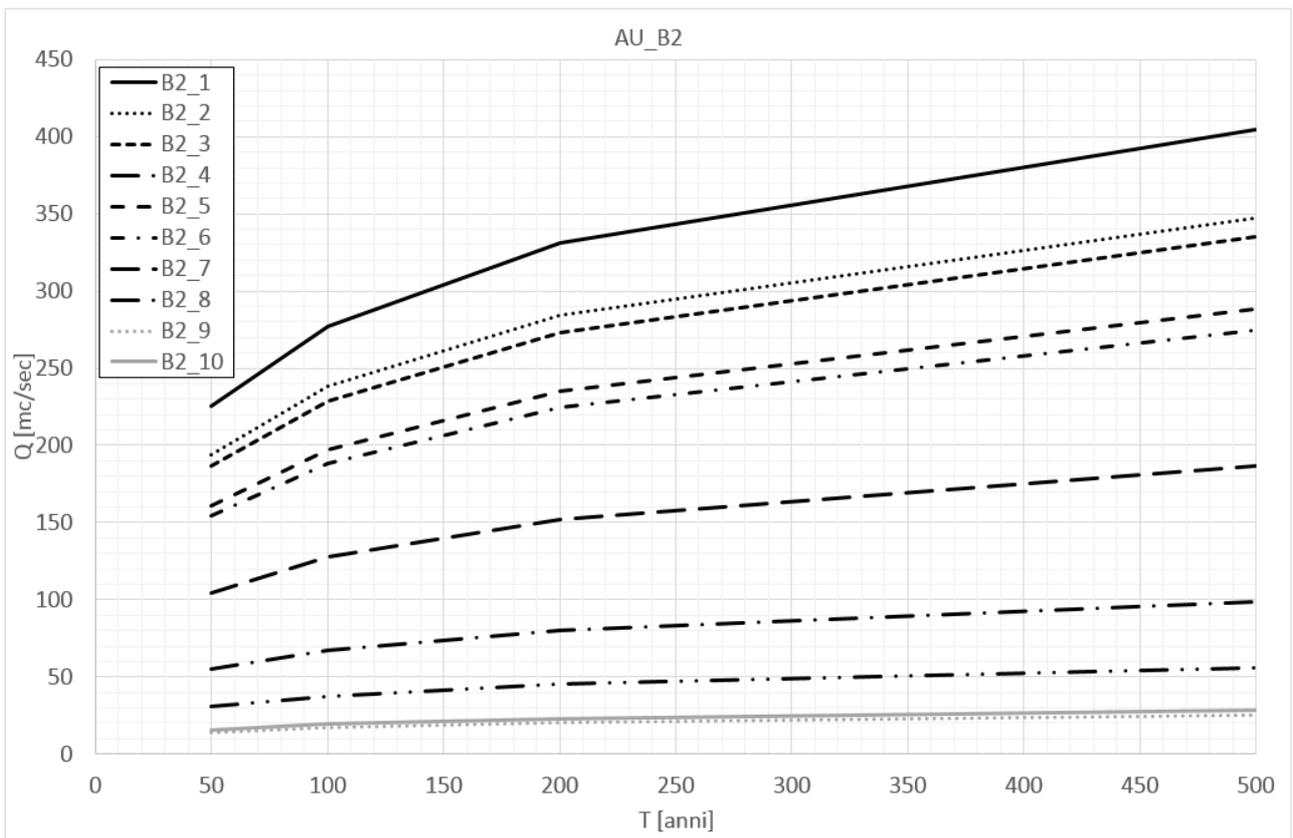


Figura 31. Curve di crescita delle portate per le sezioni idrologiche del bacino AU_B2 (Riu Seligheddu).

3.10 BACINO IDROGRAFICO DEL RIU GADDURESU, AU_B3

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni per le sezioni idrologiche di interesse per il bacino AU_B3 e le relative curve di crescita.

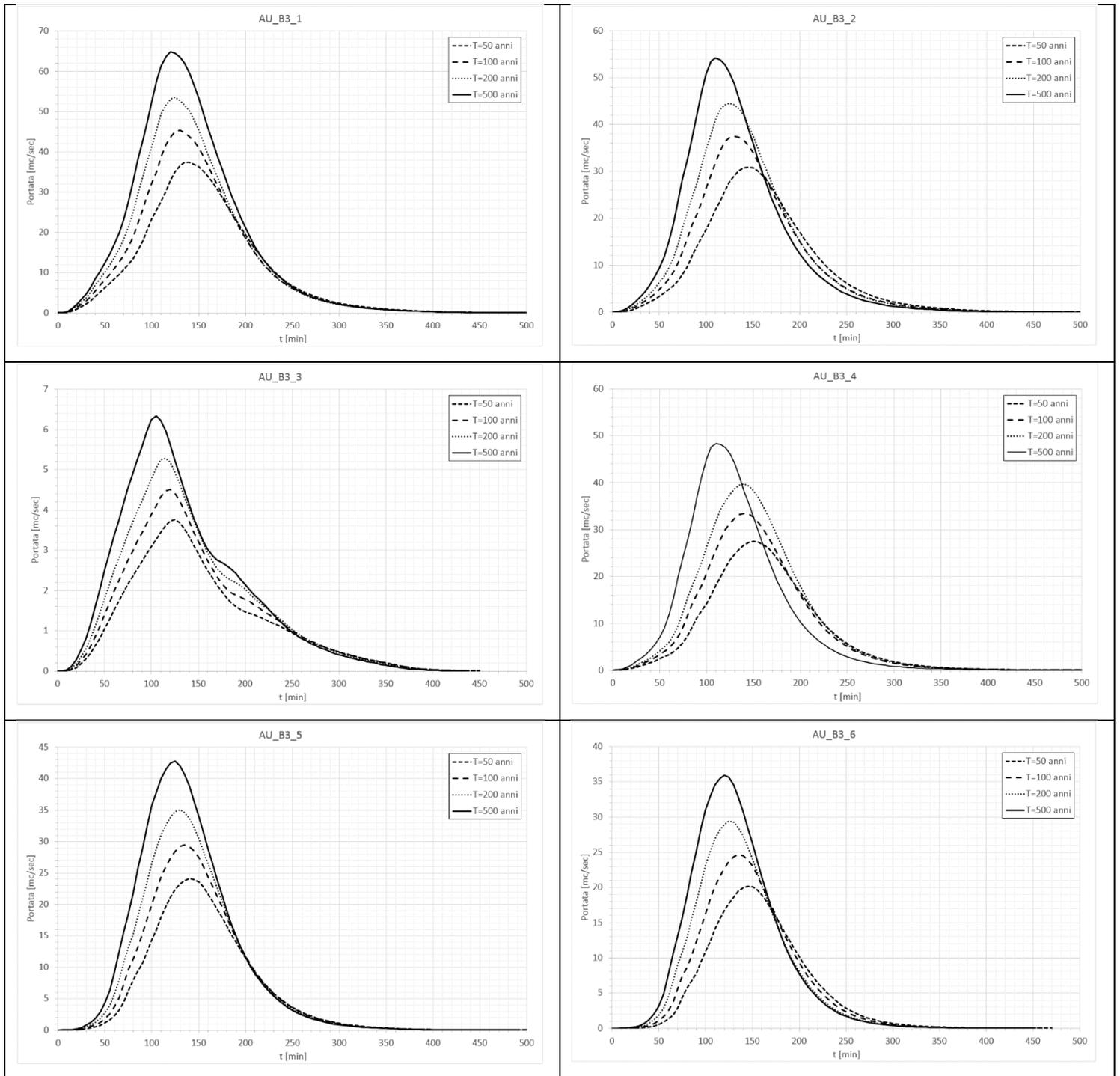


Figura 32. Idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni per le sezioni idrologiche di interesse per il bacino AU_B3.

Tabella 16. Durata critica di pioggia, pioggia cumulata, tempo di picco dell'idrogramma, portata di picco e volume dell'idrogramma dei sottobacini AU_B3 per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

T = 50 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B3_1	125	65.65	145	37	285'650
AU_B3_2	135	67.95	150	31	233'650
AU_B3_3	120	66.89	130	4	30'800
AU_B3_4	140	69.08	155	28	206'500
AU_B3_5	130	67.30	145	24	166'850
AU_B3_6	135	68.53	150	20	136'050
T = 100 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B3_1	115	72.60	135	45	327'400
AU_B3_2	120	74.16	135	38	264'100
AU_B3_3	115	75.19	125	5	36'100
AU_B3_4	130	76.68	145	33	239'400
AU_B3_5	125	75.72	140	29	198'600
AU_B3_6	125	76.00	140	25	158'650
T = 200 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B3_1	110	80.25	130	54	374'100
AU_B3_2	115	82.02	130	45	304'300
AU_B3_3	110	83.14	120	5.5	41'200
AU_B3_4	130	86.20	145	40	282'100
AU_B3_5	120	83.80	135	35	229'500
AU_B3_6	115	82.76	130	29	179'750
T = 500 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B3_1	110	91.96	125	65	446'600
AU_B3_2	100	89.10	115	54	340'600
AU_B3_3	100	91.94	110	6.5	46'950
AU_B3_4	100	89.35	115	48	295'700
AU_B3_5	115	94.48	130	43	271'800
AU_B3_6	110	93.25	125	36	212'850

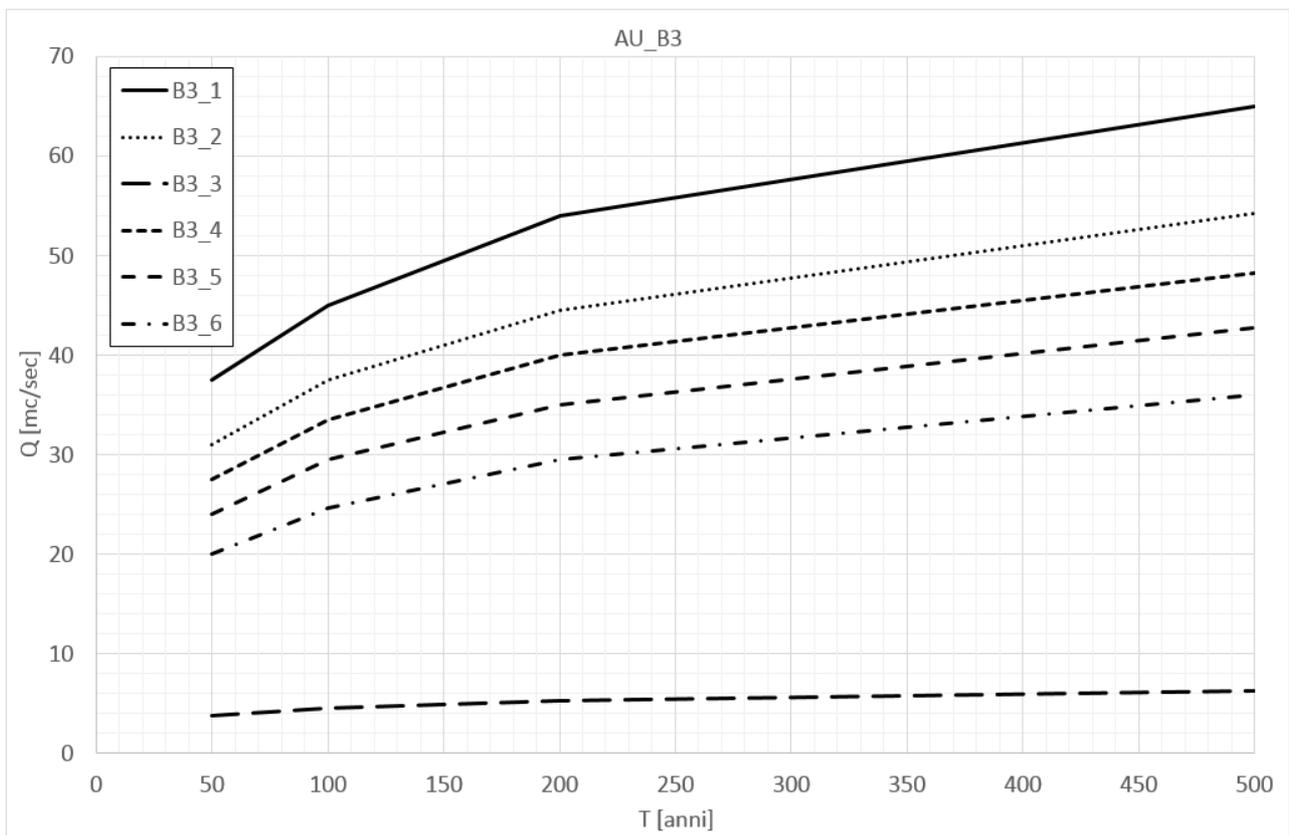
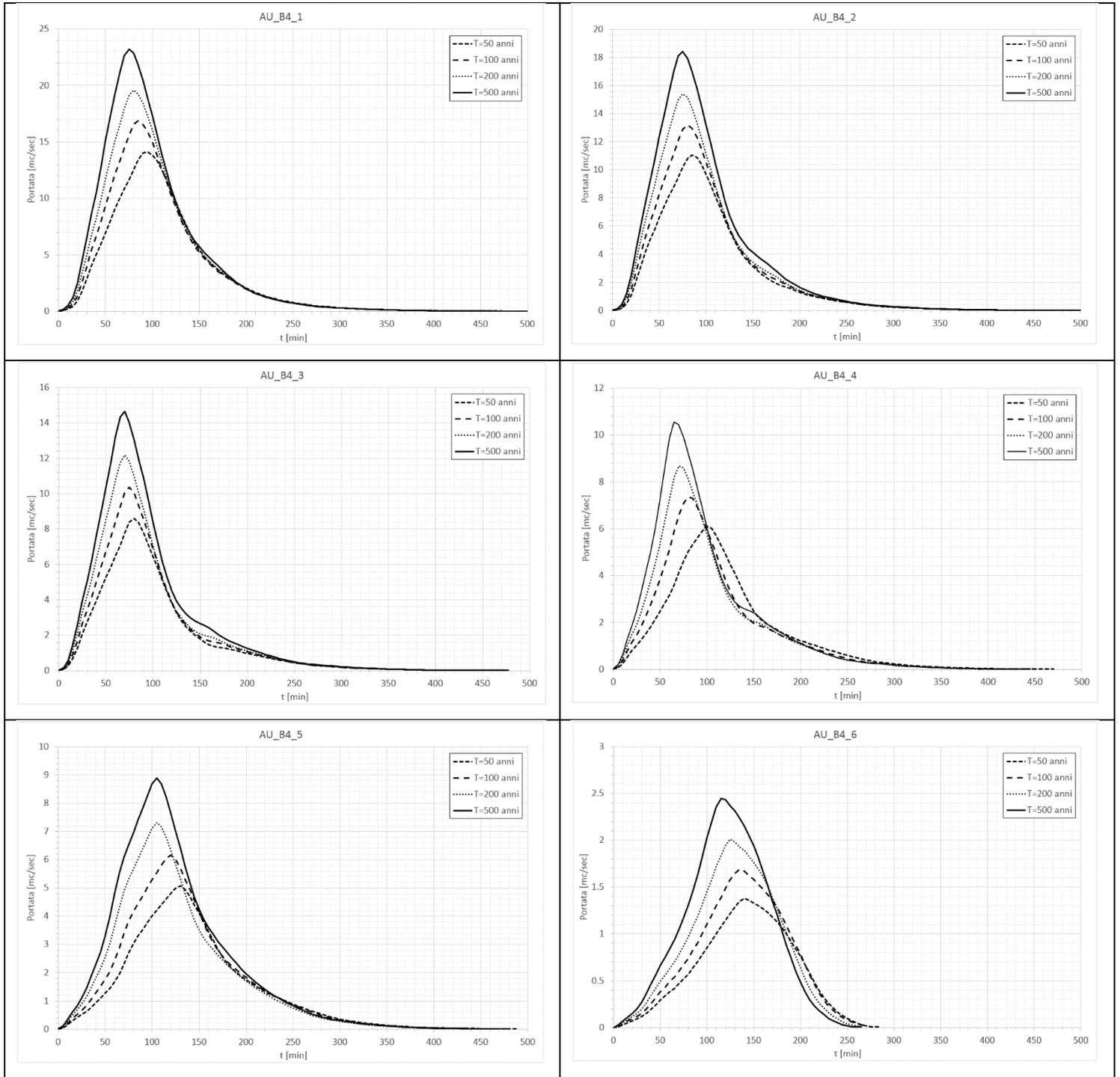


Figura 33. Curve di crescita delle portate per le sezioni idrologiche del bacino AU_B3 (Riu Gadduresu).

3.11 BACINO IDROGRAFICO DEL CANALE ZOZÒ, AU_B4.

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni per le sezioni idrologiche di interesse per il bacino AU_B4 e le relative curve di crescita.



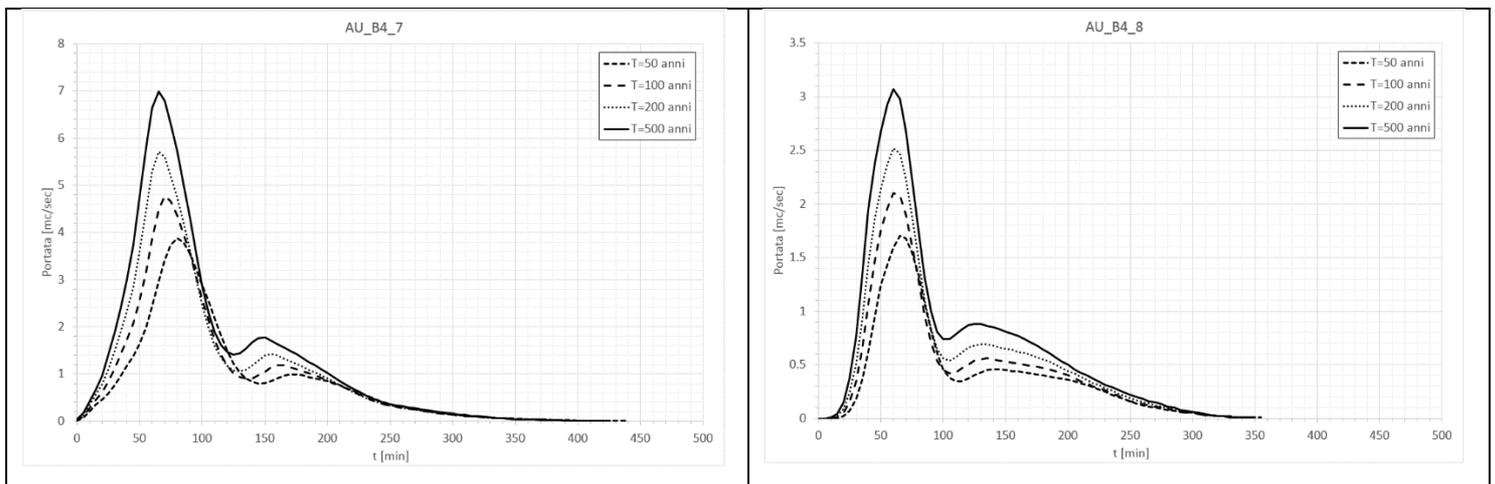


Figura 34. Idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni per le sezioni idrologiche di interesse per il bacino AU_B4.

Tabella 17. Durata critica di pioggia, pioggia cumulata, tempo di picco dell'idrogramma, portata di picco e volume dell'idrogramma dei sottobacini AU_B4 per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

T = 50 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B4_1	90	59.12	100	14	87'600
AU_B4_2	80	56.80	90	11	64'700
AU_B4_3	75	55.58	85	8.5	46'750
AU_B4_4	100	62.13	105	6	39'400
AU_B4_5	130	68.78	135	5	38'200
AU_B4_6	140	71.57	145	1.4	10'000
AU_B4_7	80	57.38	85	4	21'500
AU_B4_8	65	53.49	70	1.7	7'850
T = 100 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B4_1	80	64.59	90	17	98'000
AU_B4_2	75	63.34	85	13	74'300
AU_B4_3	70	61.89	80	10	53'950
AU_B4_4	80	65.24	85	7.5	42'250
AU_B4_5	120	76.21	125	6	44'300
AU_B4_6	135	80.63	140	1.7	11'800
AU_B4_7	70	62.36	75	5	24'350
AU_B4_8	60	59.33	65	2.1	9'800
T = 200 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B4_1	75	70.91	85	20	109'950
AU_B4_2	70	69.42	80	15	83'500

AU_B4_3	65	67.71	75	12	60'850
AU_B4_4	70	69.78	75	8.7	46'350
AU_B4_5	105	81.48	110	7.3	48'650
AU_B4_6	125	88.07	130	2	13'300
AU_B4_7	65	68.24	70	5.7	27'900
AU_B4_8	60	66.77	65	2.5	11'850
T = 500 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B4_1	70	79.22	80	23	125'700
AU_B4_2	70	79.62	80	18	99'050
AU_B4_3	65	77.66	75	15	72'750
AU_B4_4	65	77.84	70	10.5	54'050
AU_B4_5	105	93.39	110	9	58'850
AU_B4_6	115	97.82	120	2.5	15'350
AU_B4_7	65	78.27	70	7	34'100
AU_B4_8	60	76.6	65	3	14'650

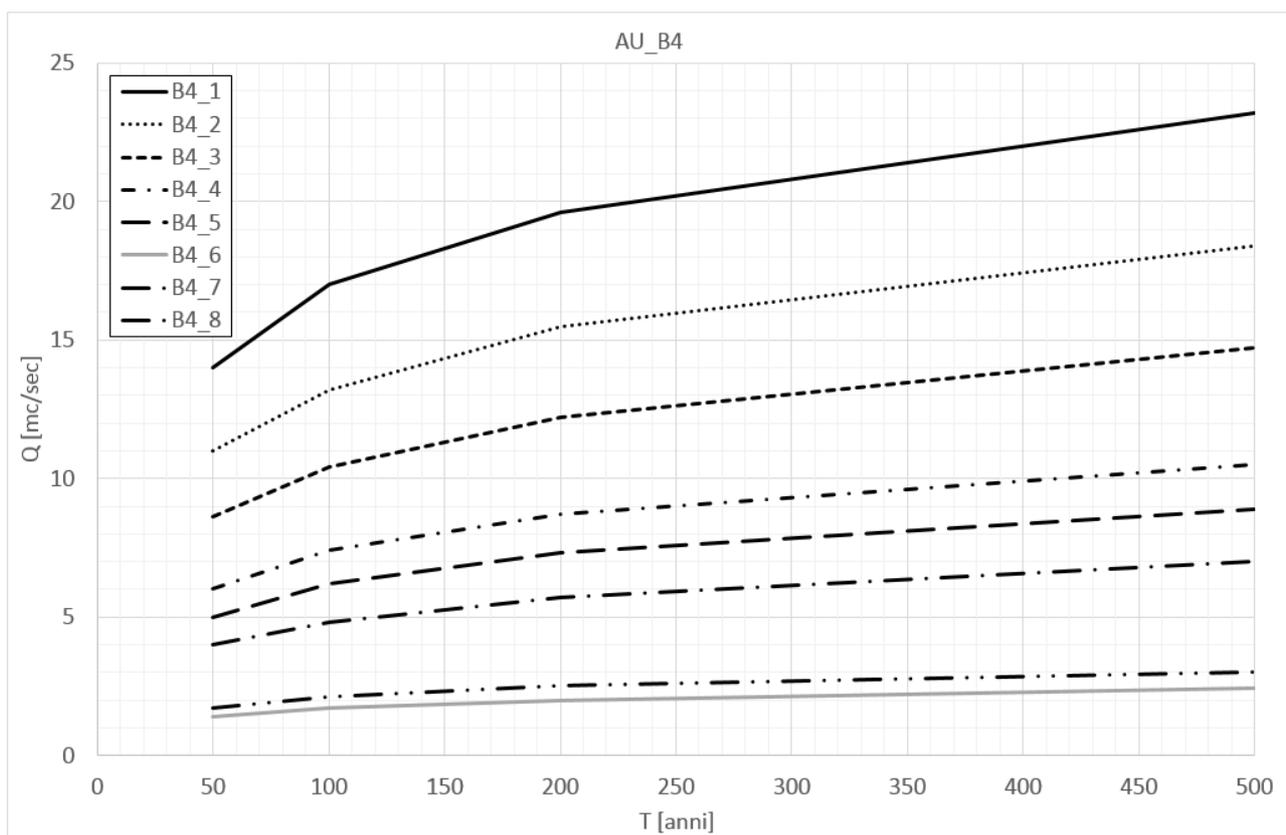
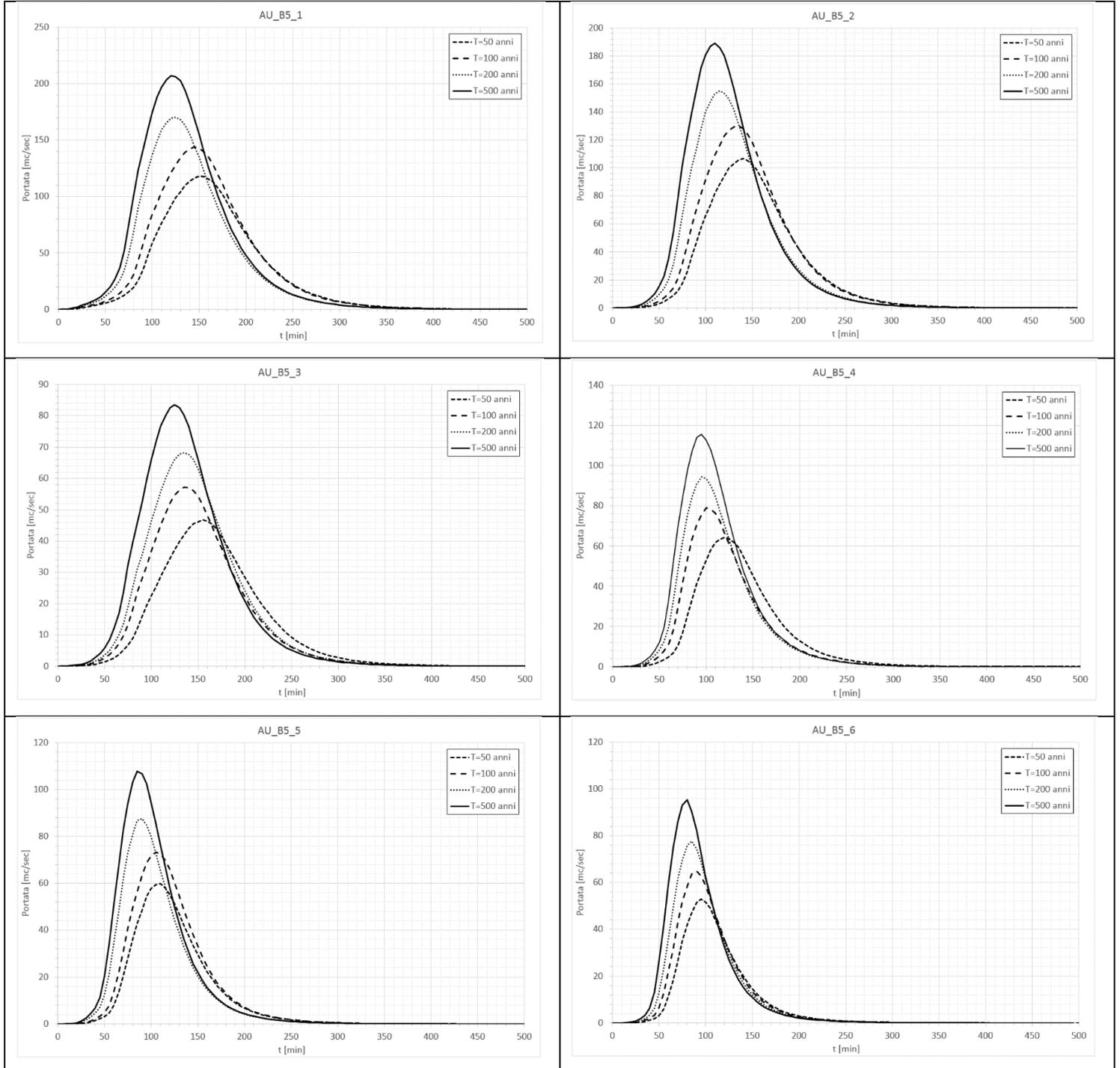


Figura 35. Curve di crescita delle portate per le sezioni idrologiche del bacino AU_B4 (Canale Zozò).

3.12 BACINO IDROGRAFICO DEL RIU SAN NICOLA, AU_B5.

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni per le sezioni idrologiche di interesse per il bacino AU_B5 e le relative curve di crescita. Per la sezione idrologica di chiusura del bacino in prossimità della foce a mare si riporta il confronto con la curva di crescita definita negli elaborati del PSFF¹.



¹ Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello studio denominato progetto di piano stralcio delle fasce fluviali (PSFF). Sub Bacino del Liscia.

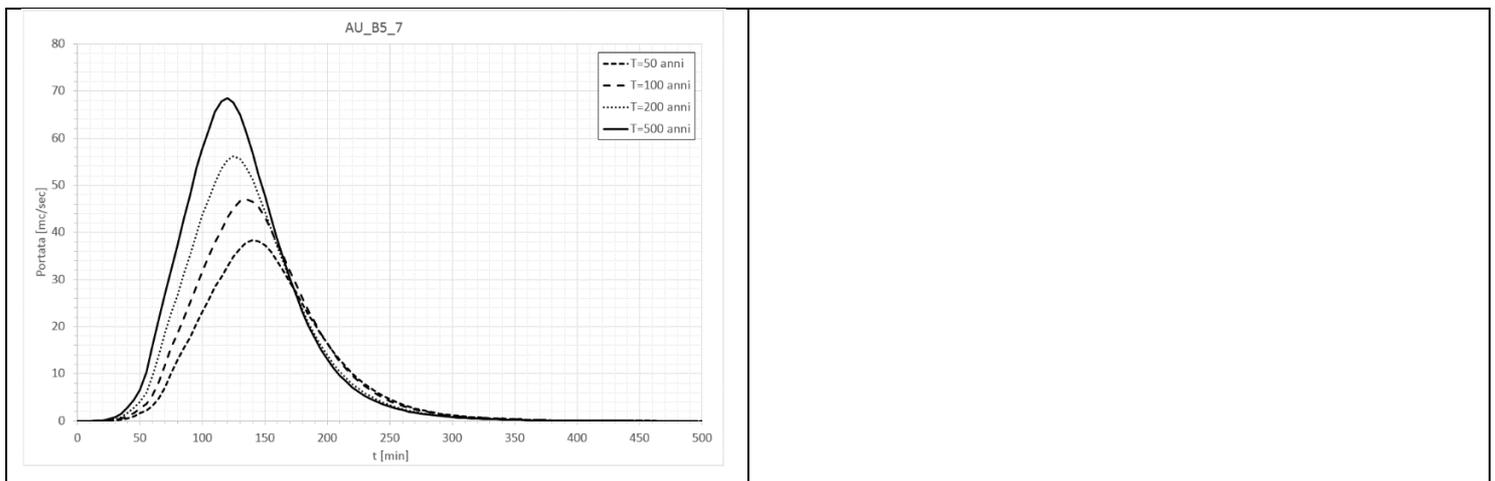


Figura 36. Idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni per le sezioni idrologiche di interesse per il bacino AU_B5.

Tabella 18. Durata critica di pioggia, pioggia cumulata, tempo di picco dell'idrogramma, portata di picco e volume dell'idrogramma dei sottobacini AU_B5 per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

T = 50 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B5_1	135	65.83	155	118	831'400
AU_B5_2	125	64.03	145	107	680'900
AU_B5_3	140	68.40	160	47	332'700
AU_B5_4	105	60.82	125	64	351'100
AU_B5_5	95	58.68	115	60	295'400
AU_B5_6	80	55.20	100	53	221'400
AU_B5_7	130	66.78	145	38	252'300
T = 100 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B5_1	130	74.06	150	144	979'700
AU_B5_2	120	71.96	140	130	808'000
AU_B5_3	120	73.58	140	57	370'600
AU_B5_4	85	64.01	105	79	378'500
AU_B5_5	95	67.04	110	73	360'000
AU_B5_6	75	61.53	95	65	259'850
AU_B5_7	125	75.13	140	47	299'350
T = 200 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B5_1	105	76.55	130	170	1'025'400
AU_B5_2	100	75.32	120	155	862'200
AU_B5_3	120	82.72	140	68	436'350
AU_B5_4	80	70.32	100	94	434'050

AU_B5_5	75	68.81	95	88	373'450
AU_B5_6	70	67.41	90	78	296'100
AU_B5_7	115	81.79	130	56	336'950
T = 500 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B5_1	105	87.73	125	207	1'231'150
AU_B5_2	95	84.61	115	189	1'011'550
AU_B5_3	110	91.67	130	84	501'750
AU_B5_4	80	80.63	100	116	526'300
AU_B5_5	75	78.91	90	108	453'300
AU_B5_6	65	75.15	85	95	345'400
AU_B5_7	110	92.14	125	69	396'400

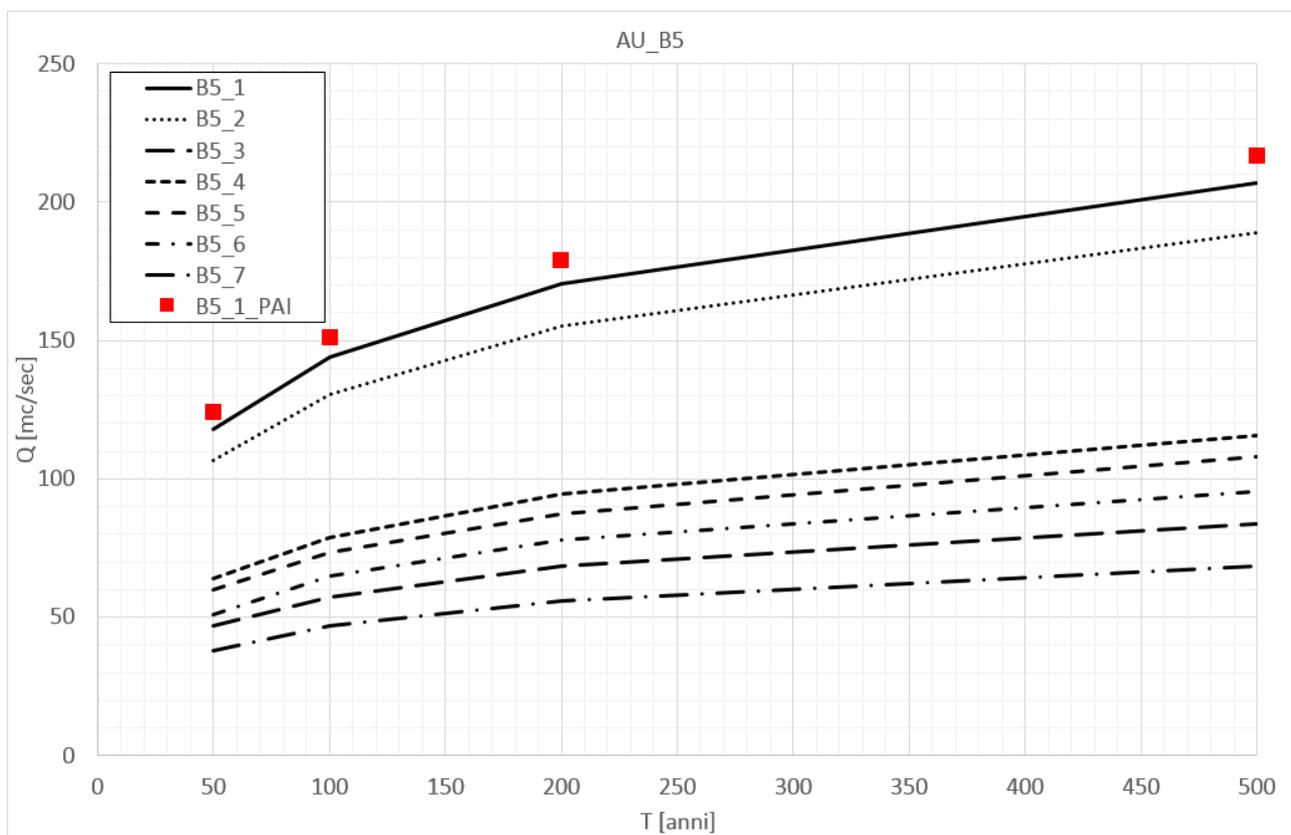


Figura 37. Curve di crescita delle portate per le sezioni idrologiche del bacino AU_B5 (Riu San Nicola) e confronto con i valori di portata a differenti periodi di ritorno del PSFF.

3.13 BACINO IDROGRAFICO DEL RIU TILIBAS, AU_B6

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni per le sezioni idrologiche di interesse per il bacino AU_B6 e le relative curve di crescita.

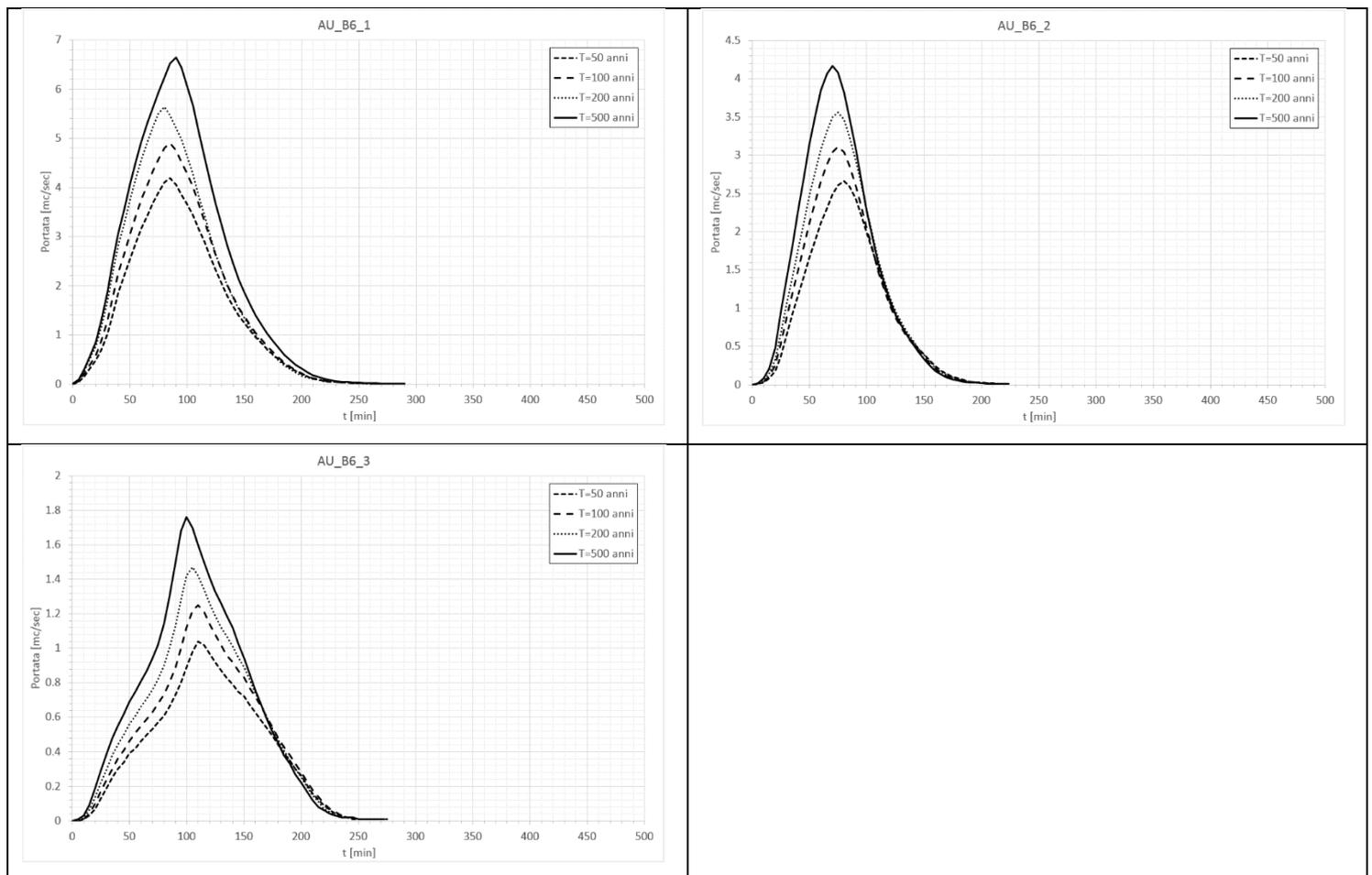


Figura 38. Idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni per le sezioni idrologiche di interesse per il bacino AU_B6.

Tabella 19. Durata critica di pioggia, pioggia cumulata, tempo di picco dell'idrogramma, portata di picco e volume dell'idrogramma dei sottobacini AU_B6 per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

T = 50 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B6_1	85	58.91	90	4.2	23'000
AU_B6_2	80	58.00	90	2.7	12'150
AU_B6_3	110	65.63	115	1	6'700
T = 100 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B6_1	85	67.32	90	4.9	26'800
AU_B6_2	70	63.06	80	3.1	13'700

AU_B6_3	110	74.97	115	1.3	7'850
T = 200 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B6_1	80	74.02	85	5.6	29'850
AU_B6_2	70	70.95	80	3.6	15'600
AU_B6_3	105	82.85	110	1.5	8'850
T = 500 anni					
ID Sottobacino	Durata pioggia critica [min]	Pioggia [mm]	Tempo di picco dell'idrogramma [min]	Portata di picco [mc/sec]	Volume dell'idrogramma [mc]
AU_B6_1	90	88.68	95	6.6	36'550
AU_B6_2	65	79.16	75	4.2	17'600
AU_B6_3	100	93.25	105	1.8	10'150

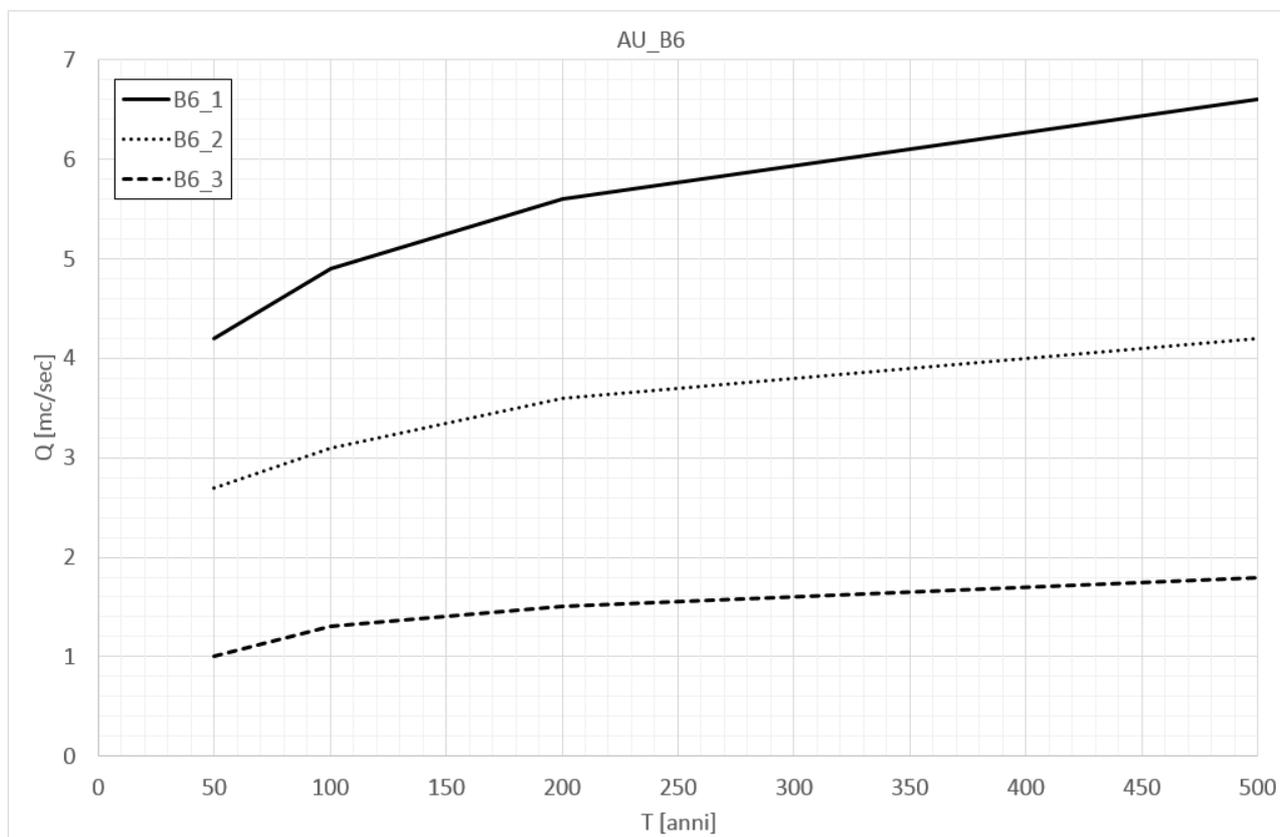


Figura 39. Curve di crescita delle portate per le sezioni idrologiche del bacino AU_B6 (Riu Tilibas).