anas
GRUPPO FS ITALIANE

Direzione Tecnica

E45 - SISTEMAZIONE STRADALE DEL NODO DI PERUGIA
Tratto Madonna del Piano - Collestrada

PROGETTO DEFINITIVO | PG 372

ANAS - DIREZIONE TECNICA

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Marco Leonardi
Ordine Geologi
Regione Lazio n. 1541

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Arch. Santo Salvatore Vermiglio
Ordine Architetti
Provincia di Reggio Calabria n. 1270

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO
Ing. Alessandro Micheli

VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO
Arch. Pianif. Marco Colazza

I PROGETTISTI SPECIALISTICI

Ing. Ambrogio Signorelli
Ordine Ingegneri
Provincia di Roma n. A35111

Ing. Moreno Panfili
Ordine Ingegneri
Provincia di Perugia n. A2657

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA
Sezione A
N° A2657
DOTTORE INGEGNERE
MORENO PANFILI
SETTORE CIVILE E AMBIENTALE
SETTORE INDUSTRIALE
SETTORE DELL'INFORMAZIONE

Ing. Giovanni C. Alfredo Dalenz Cultrera
Ordine Ingegneri
Provincia di Roma n. 14069

Ing. Giuseppe Resta
Ordine Ingegneri
Provincia di Roma n. 20629

PROGETTAZIONE ATI:
(Mandataria) GPINGEGNERIA — GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl
(Mandante) cooprogetti
(Mandante) engeko
(Mandante) SAIM — Studio di Architettura e Ingegneria Moderna

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INNTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12) :

Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI
Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035

Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI
ORDINE INGEGNERI ROMA
N° 14035

STUDI ED INDAGINI
Idrologia e idraulica
Relazione idrologica

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	ANNO	T00ID00IDRRE01_B		
DTPG372	D	22	CODICE ELAB. T00 ID00 IDR RE01	B	-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
D					
C					
B	Rev. a seguito istruttorie Prot. U.0834569 e U.0862037	Gennaio '23	Angeloni	Panfili	Guiducci
A	Emissione	Ottobre '22	Angeloni	Panfili	Guiducci

INDICE

1. PREMESSA

Scopo della presente relazione è quello di *descrivere le analisi e le verifiche idrauliche condotte nell'ambito del progetto definitivo relativo all'intervento "E45 – SISTEMAZIONE STRADALE DEL NODO DI PERUGIA – Tratto Madonna de Piano - Collestrada "*.

Lo studio è mirato a fornire:

- l'inquadramento idrologico del territorio interessato dall'opera e le caratteristiche del reticolo idrografico da questa interferito;
- la definizione delle curve di possibilità pluviometrica
- la stima delle portate al colmo di eventi di piena per diversi tempi di ritorno, in corrispondenza delle sezioni di attraversamento ed in generale, di interferenza con il reticolo idrografico necessarie al dimensionamento corretto delle opere di risoluzione idraulica (ponti e tombini);
- la definizione delle portate di progetto per il corretto dimensionamento e verifica degli elementi idraulici appartenenti alla rete di drenaggio stradale, interna ed esterna.

In particolare, lungo il tracciato di progetto si si rendono necessarie n.6 opere d'arte di attraversamento idraulico per garantire la continuità del reticolo idrografico minore.

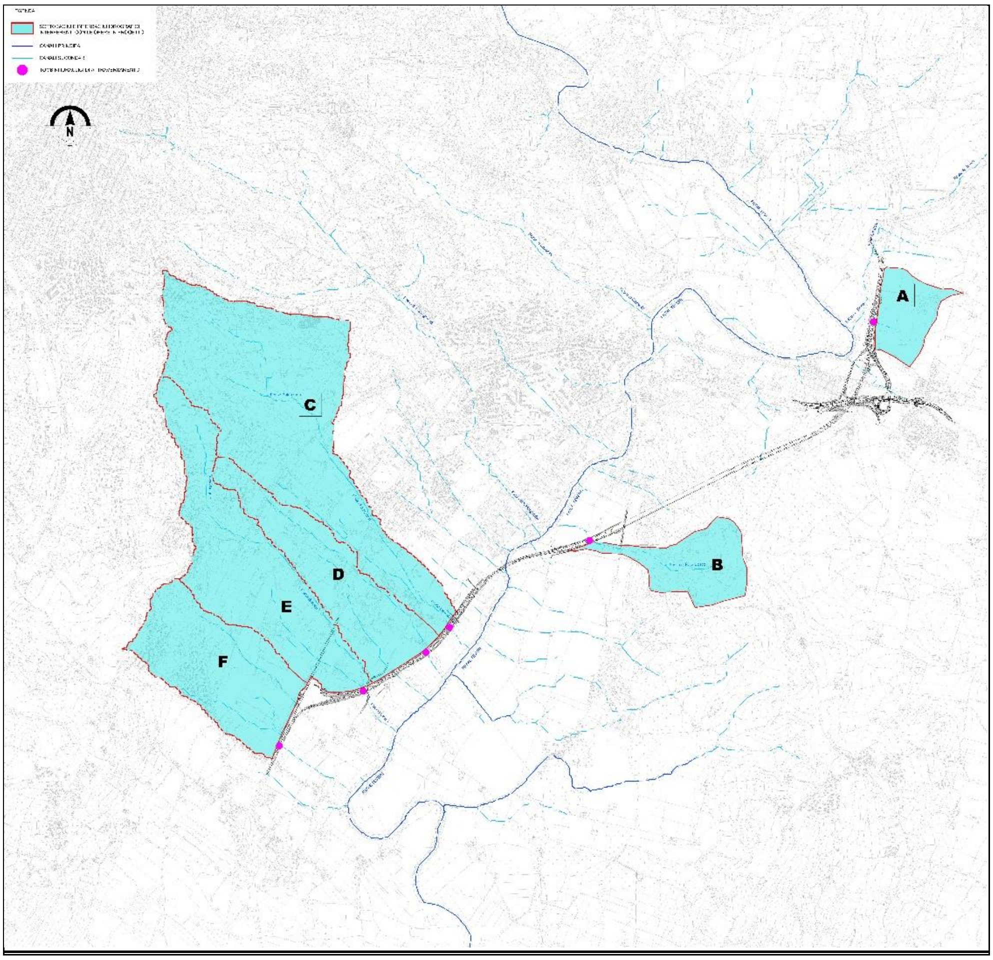


Figura 1-1: Inquadramento su CTR del reticolo idrografico e dei sottobacini relativi ai tombini idraulici di progetto

2. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

2.1. BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME TEVERE

Il Sottobacino Alto Tevere è la porzione montana del bacino del fiume Tevere che va dalle origini (monte Fumaiolo in Emilia Romagna, circa 1.300 m s.l.m.) fino a monte della confluenza con il fiume Chiascio. La superficie del bacino è pari a circa 2.174 km2 di cui 1.436 in territorio umbro. La massima quota è di 1.454 m s.l.m., ma più del 95% del territorio presenta quote inferiori a 900 m s.l.m., con quota media di 541 m s.l.m.
La densità di drenaggio media è di 1,48 km/kmq.
Il bacino è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare con una forte prevalenza di litologie scarsamente permeabili.
In territorio toscano il fiume disegna una valle alluvionale di discreta ampiezza, l'Alta Valle del Tevere che prosegue in territorio umbro fino alla soglia di Santa Lucia, pochi chilometri a sud di Città di Castello; più a sud si apre la Media Valle del Tevere, per lo più ricompresa nel sottobacino Medio Tevere. Altra zona pianeggiante di una certa estensione è il settore della Conca Eugubina compreso all'interno del bacino del torrente Assino. Tutte e tre le aree vallive sono sede di acquiferi alluvionali di una certa importanza.
I principali affluenti di questo tratto del Tevere, in territorio umbro, sono i torrenti Cerfone, Nèstore e Niccone in destra idrografica, Carpina e Assino in sinistra idrografica. I corsi fluviali ricadenti in questo sottobacino presentano un regime marcatamente torrentizio, di tipo appenninico o di magra estiva.
In territorio toscano, in località Gorgabuia, è stato realizzato, mediante sbarramento sul fiume Tevere, l'invaso artificiale di Montedoglio, recentemente entrato in esercizio. L'invaso, con superficie di circa 8 kmq e capacità di 142,5 Mmc, è destinato a uso plurimo (prevalentemente irriguo e idropotabile).
I principali agglomerati urbani presenti nel sottobacino sono localizzati lungo la pianura del Fiume Tevere e sono rappresentati dagli abitati di Città di Castello ed Umbertide; Perugia ricade solo parzialmente nel territorio in esame, poiché una sua parte è ricompresa all'interno del sottobacino Nestore. Attività agricola di particolare importanza è la coltivazione del tabacco in Alta Valle del Tevere.
Il sistema viario principale è rappresentato dalla Strada Statale n.3 bis e dalla Ferrovia Centrale Umbra che attraversano il territorio da nord a sud lungo il bordo orientale delle aree vallive.

Il sistema industriale si sviluppa con geometria lineare lungo le stesse vie di comunicazione con due aree a elevato grado di saturazione: la prima, a nord, nei comuni di Città di Castello, Umbertide e San Giustino, la seconda, a sud, nel comune di Perugia. I settori produttivi principali caratterizzati da alta industrializzazione risultano quelli del tabacco, vestiario, legno, carta e cartone, ceramica e macchine per l'agricoltura.

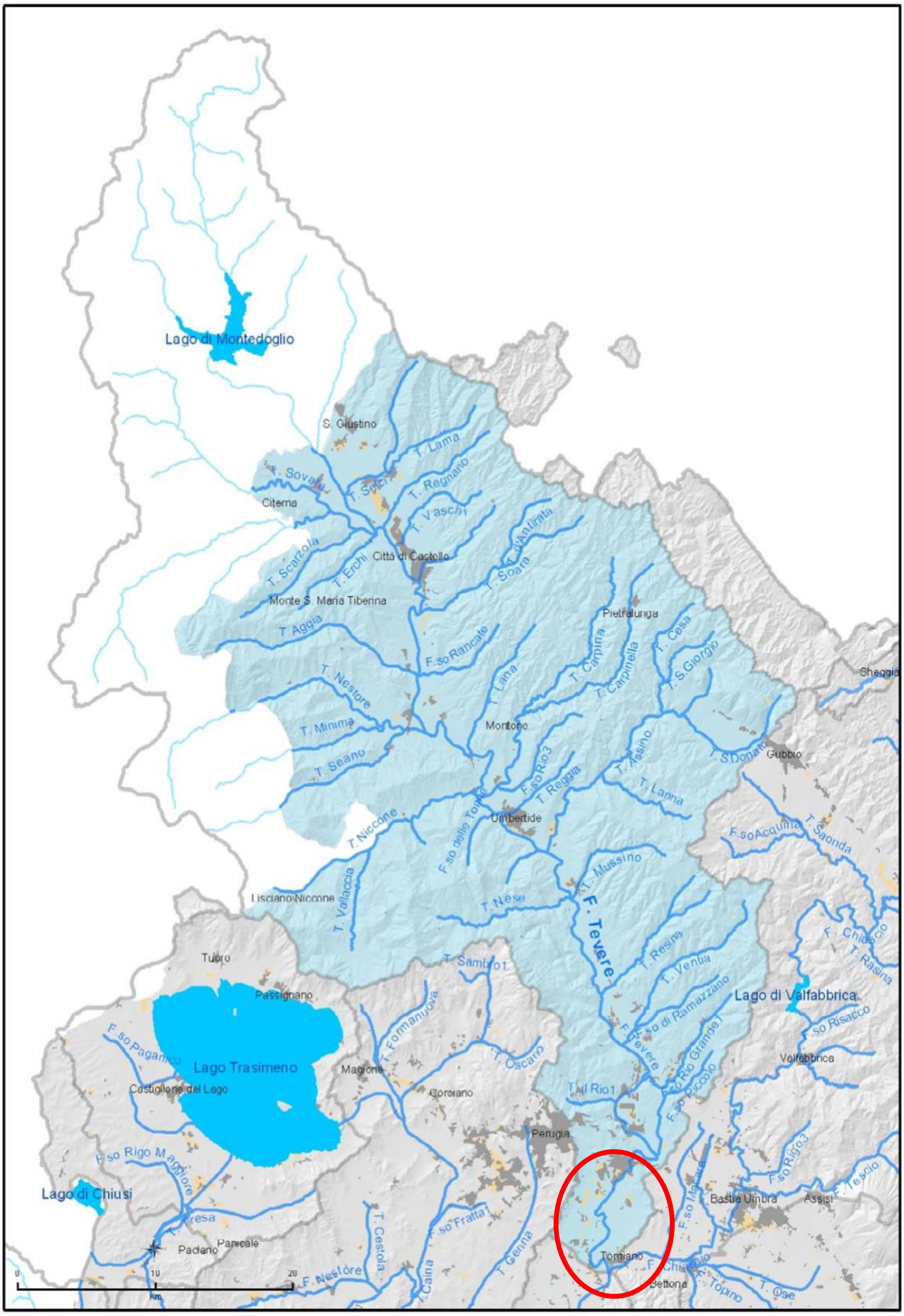


Figura 2-1: Bacino Fiume Tevere

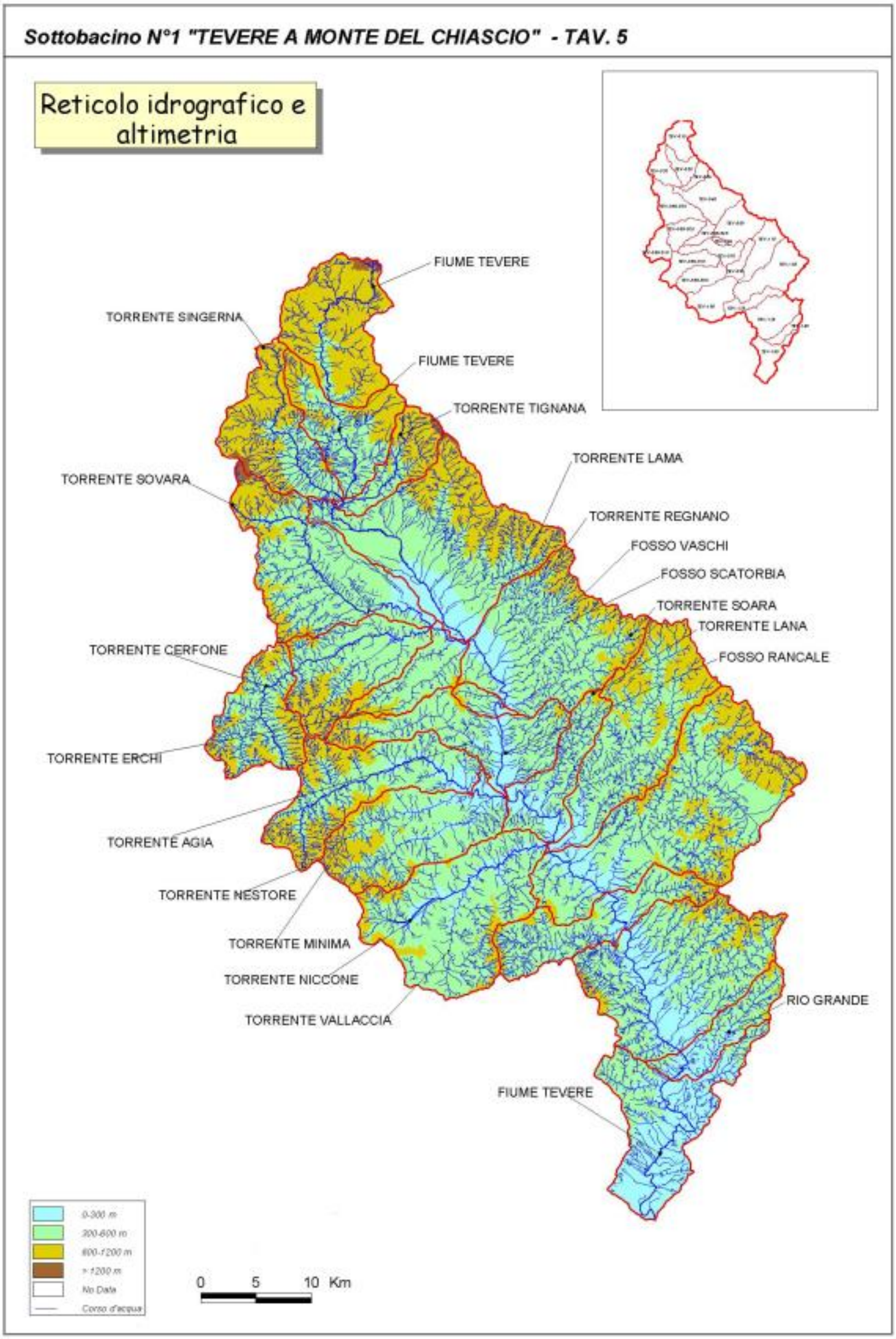


Figura 2-2: Sottobacino n. 1 “Tevere a monte del Chiascio” – Reticolo idrografico

3. DEFINIZIONE DELLE ALTEZZE DI PIOGGIA

3.1. METODO SERVIZIO IDROGRAFICO REGIONE UMBRIA

La curva di possibilità pluviometrica è stata determinata tramite il metodo proposto dal Servizio Idrografico - Servizio risorse idriche e rischio idraulico della Regione Umbria (https://servizioidrografico.regione.umbria.it/regionalizzazione-piogge-intense).

Regione Umbria
Servizio Idrografico
Servizio Risorse Idriche e Rischio Idraulico

Procedura per la stima dell'altezza di pioggia regionalizzata per fissato tempo di ritorno TR e durata D.

Per stimare l'altezza di pioggia regionalizzata per un fissato tempo di ritorno, TR, e durata D, è necessario effettuare i seguenti passaggi:

1) si seleziona il punto di interesse i sulla mappa grigliata 1 km x 1 km e sotto il layer "Coefficienti" si ottiene il valore medio di pioggia per la durata 24 ore, **MI(24)**, e la relativa zona di appartenenza (ZONA 1 o ZONA 2) come nell'esempio in Figura 1;

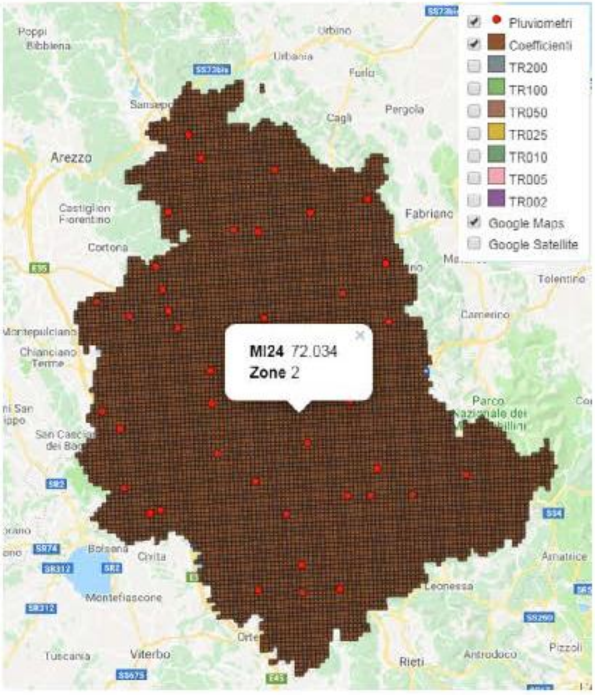


Figura 1. Valore di **MI(24)** e la relativa zona di appartenenza per un punto all'interno della griglia di regionalizzazione.

2) Il valore dell'altezza di pioggia regionalizzata $h_i(D,TR)$ di fissata durata D e tempo di ritorno TR, per ciascun punto i, può essere ricavato con la seguente espressione:

$$h_i(D,TR) = m_i(D)K_{TR} = \mathbf{MI(24)}\left(\frac{D}{24}\right)^{\alpha} K_{TR}$$

dove D è la durata della pioggia (in ore), α è un coefficiente variabile in funzione della zona e K_{TR} è il fattore di crescita che varia a seconda della Zona, del tempo di ritorno, TR (anni) e della durata della pioggia D. α e K_{TR} possono essere stimati come in tabella seguente:

Coefficiente	**ZONA 1**		**ZONA 2**
α	0.27		0.26
K_{TR}	(durate 1-3 ore)	(durate 6-48 ore)	(durate 1-48 ore)
	K_{TR}=0.631+0.3809 ln(TR)	K_{TR}=0.4898+0.4671 ln(TR)	K_{TR}= 0.7483+0.2972 ln(TR)

Si sottolinea che la procedura sopra riportata è quella descritta nel rapporto "Revisione della regionalizzazione delle piogge intense mediante analisi della variabilità spazio-temporale delle precipitazioni intense" (http://servizioidrografico.regione.umbria.it/pubblicazioni/) attraverso la quale sono stati ottenuti i valori di pioggia regionalizzati per i tempi di ritorno (TR) pari a 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anni e durata (D) pari a 1, 3, 6, 12, 24, 48 ore, pubblicati nel sito:

https://servizioidrografico.regione.umbria.it/regionalizzazione.

Si raccomanda di utilizzare la stessa procedura per ottenere valori di pioggia regionalizzati per durate D e tempi di ritorno TR differenti da quelli pubblicati nel sito. Per facilitare l'utilizzo di tale procedura è stato creato un file excel dove sono state implementate le formule per il calcolo dell'altezza di pioggia regionalizzata per una fissata zona, un fissato TR e un fissato valore di D. Si fa notare che i valori di K_{TR} calcolati nel file excel sono ottenuti facendo riferimento alle formule mostrate nella tabella sopra. Poiché tali formule derivano dall'interpolazione delle coppie T-K_{TR} in Tabella 4 del rapporto "Revisione della regionalizzazione delle piogge intense mediante analisi della variabilità spazio-temporale delle precipitazioni intense", si potrebbero notare delle piccole differenze tra i valori di K_{TR} tabulati in Tabella 4 e quelli derivati dalla formula in excel (per i tempi di ritorno 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anni). Questo potrebbe comportare, di conseguenza, delle piccole differenze tra i valori di pioggia regionalizzata ottenuti dalla formula excel e quelli pubblicati nel sito per gli stessi tempi di ritorno.

Infine, nelle aree in cui siano presenti pluviometri della rete regionale (individuati dal layer "Pluviometri" sulla griglia della regionalizzazione), **si raccomanda di utilizzare il valore di pioggia più cautelativo** tra la regionalizzazione e le LSPP puntuali disponibili nella pubblicazione citata precedentemente.

Nel caso specifico l'altezza di pioggia è stata determinata in relazione al punto indicato nelle figure seguenti (https://servizioidrografico.regione.umbria.it/regionalizzazione-piogge-intense), a cui corrispondono i seguenti valori:

- MI24 = 63.161
- Zona di interesse: 2

Figura 3-1: Valore di MI24 e relativa zona di appartenenza

Figura 3-2: Valore di MI24 e relativa zona di appartenenza - Dettaglio

3.2. METODO SERIE STORICHE DATI PLUVIOMETRICI

Per l'individuazione delle curve LSPP, sono stati presi di riferimento i dati pluviometrici relativi alle precipitazioni orarie per durate pari a 1, 3, 6, 12, 24 ore, e a quelle inferiori all'ora (scrosci) pari a 5, 10, 15, 20, 30 minuti, con riferimento alle stazioni prossime alle opere in oggetto che risultano avere una serie storica significativa:

- Stazione pluviometrica "Perugia Santa Giuliana"
- Stazione pluviometrica "Ponte Felcino"
- Stazione pluviometrica "Ponte Nuovo di Torgiano"

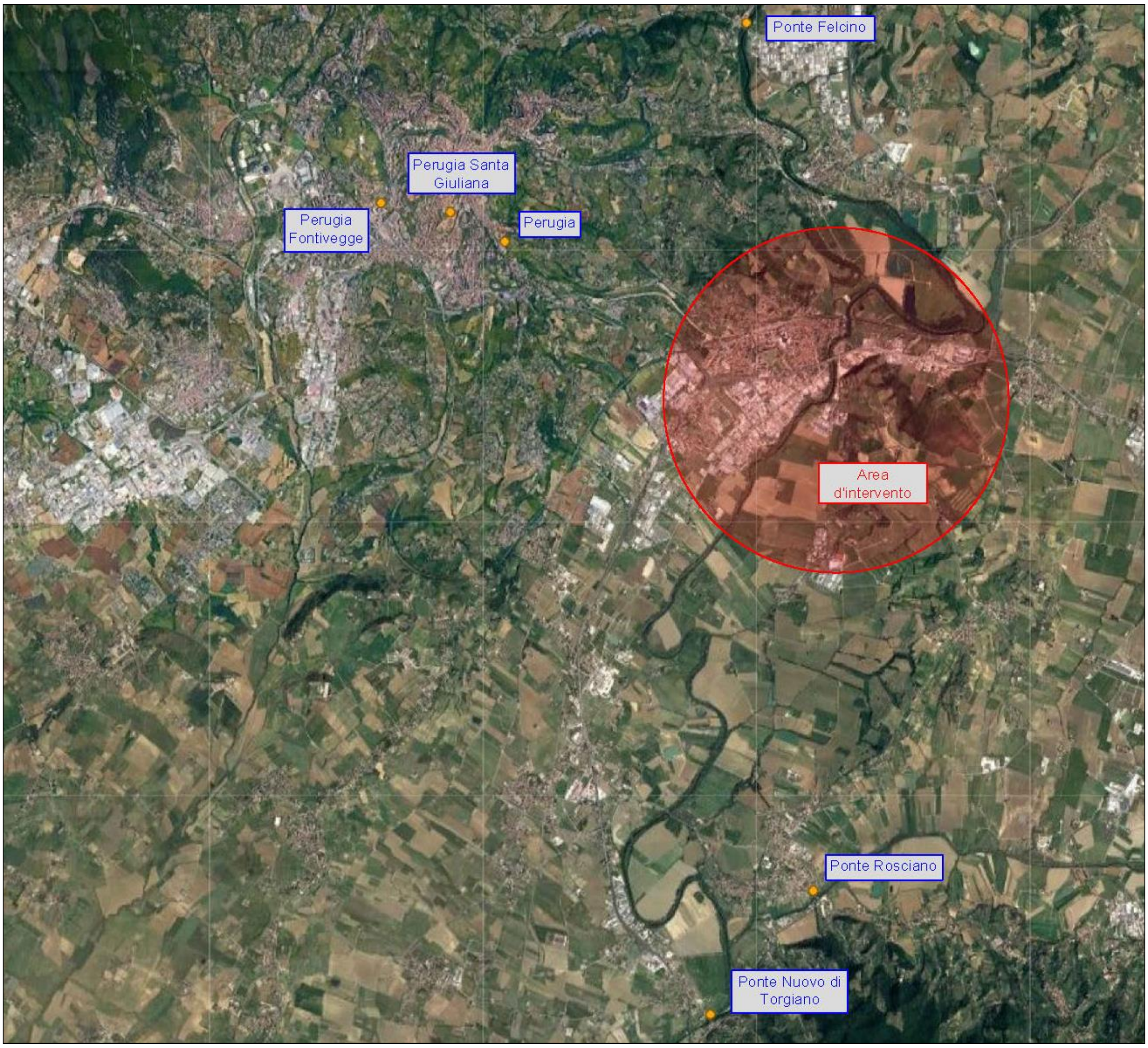


Figura 3-3: Planimetria con ubicazione delle stazioni pluviometriche di riferimento

Di seguito si riportano i dati pluviometrici ricavati sul sito del Servizio Idrografico della Regione Umbria al link https://annali.regione.umbria.it/ utilizzati per le elaborazioni statiche relativamente alle stazioni pluviometriche sopra citate.

3.3. DATI PLUVIOMETRICI

3.3.1. STAZIONE DI MISURA "PERUGIA SANTA GIULIANA"

Serie osservazioni – Piogge scrosci

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

Dati statistici – Piogge scrosci

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223

Serie osservazioni – Piogge orarie

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

Dati statistici – Piogge orarie

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369

3.3.2. STAZIONE DI MISURA "PONTE FELCINO"

Serie osservazioni – Piogge scrosci

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati statistici – Piogge scrosci

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642

Serie osservazioni – Piogge orarie

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

Dati statistici – Piogge orarie

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141

3.3.3. STAZIONE DI MISURA "PONTE NUOVO DI TORGIANO"

Serie osservazioni – Piogge scrosci

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati statistici – Piogge scrosci

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503

Serie osservazioni – Piogge orarie

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati statistici – Piogge orarie

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329

4. INDIVIDUAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI

Per la stima degli idrogrammi di piena è necessaria la determinazione dei bacini imbriferi afferenti alla nuova infrastruttura di progetto in corrispondenza dei punti di intersezione tra quest'ultima ed i corsi d'acqua ad essa interferenti, come meglio rappresentato nell'apposito elaborato "Corografia dei bacini idrografici".
Per sviluppare tale studio si è proceduto come segue:

- reperimento del DEM del terreno dal sito internet https://tinitaly.pi.ingv.it/ (Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia) avente maglia pari a 10 x 10 m
- reperimento del reticolo idrografico maggiore e minore dal Servizio WFS (Web Feature Service) del Geoportale Nazionale al link http://www.pcn.minambiente.it/mattm/servizio-di-scaricamento-wfs/

- elaborazione mediante applicativo SWAT+ del software Gis Open Source QGIS, finalizzata all'individuazione dei perimetri dei sottobacini idrografici afferenti alle opere in progetto

A mezzo delle operazioni appena descritte è stato possibile desumere le seguenti grandezze caratteristiche dei bacini:

- area del bacino idrografico
- lunghezza asta principale
- quota massima e media del bacino
- quota della sezione di chiusura del bacino
- massima distanza tra lo spartiacque e la sezione di chiusura
- pendenza media dell'asta principale
- perimetro del bacino

Per quanto riguarda la <u>pendenza media dei versanti del bacino idrografico</u> si è proceduto al calcolo analitico mediante metodo di Alvord-Horton (M. Ciabatti, 1982), secondo cui la pendenza media "s" (*slope*) è definita dalla seguente relazione:

$$S=\left(\frac{L_t \cdot e}{A}\right)100$$

dove:
- Lt = lunghezza totale delle linee di livello entro il bacino (m);
- e = equidistanza delle linee di livello (m);
- A = superficie del bacino (mq).

4.1. USO DEL SUOLO

Per identificare l'uso del suolo dei terreni ricompresi all'interno dei perimetri dei bacini idrografici appena individuati, indispensabile per determinare il parametro del Curve Number e quindi il tempo di corrivazione del bacino, si è utilizzato il database Corine Land Cover 2018 (https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover). Tale sistema suddivide le superfici secondo la classificazione riportata in "Legenda del CORINE Land Cover".

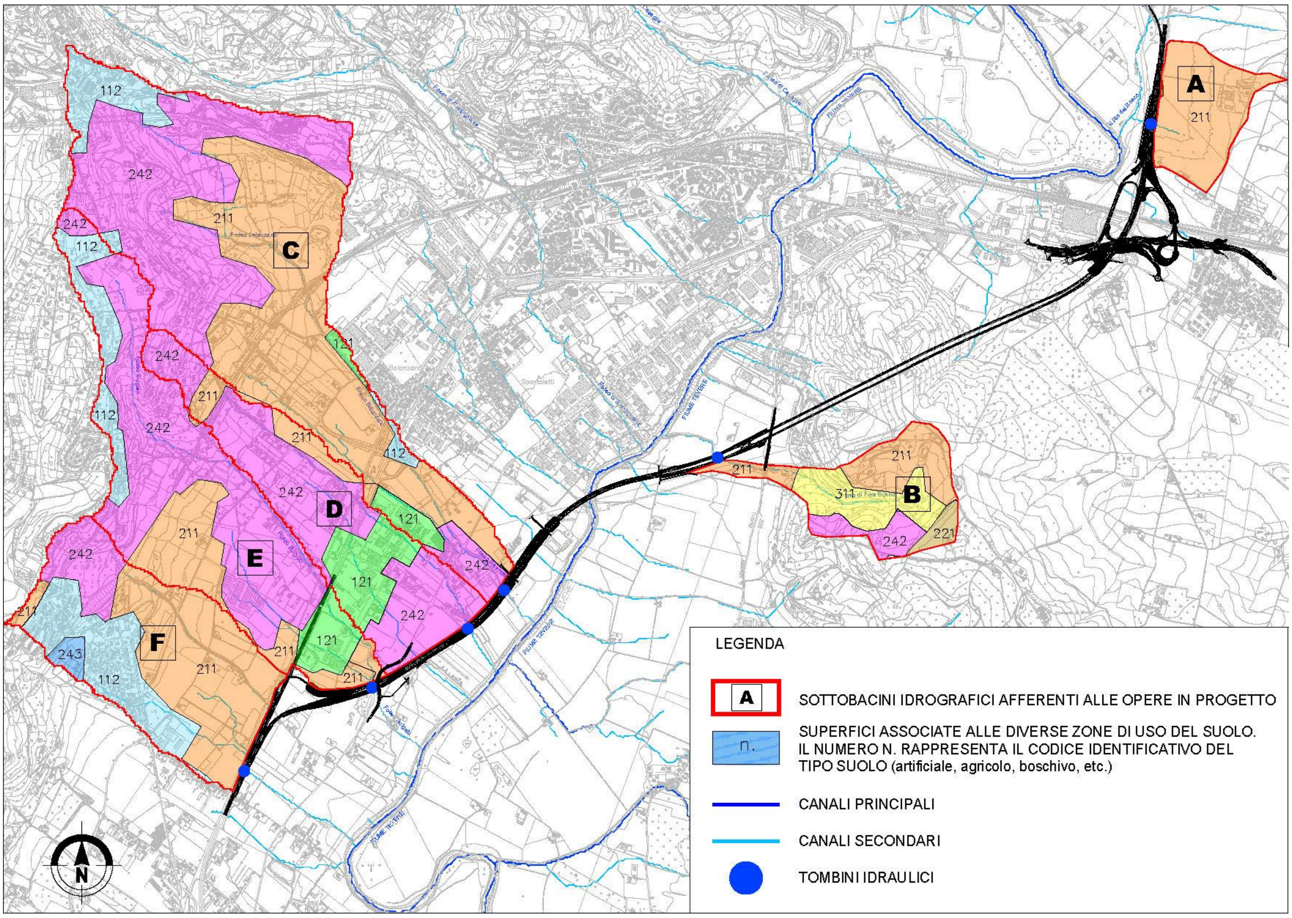


Figura 4-1: Mappa dell'uso del suolo (CLC 2018) dei bacini idrografici

Nel seguente prospetto si riportano le superfici associate ai diversi usi del suolo, individuati per ogni bacino:

USO DEL SUOLO							
		BACINO A	BACINO B	BACINO C	BACINO D	BACINO E	BACINO F
Descrizione	Cod.	mq	mq	mq	mq	mq	mq
Seminativi in aree non irrigue	211	0,36	0,22	1,31	0,10	0,34	0,65
Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	243	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	112	0,00	0,00	0,21	0,00	0,18	0,35
Sistemi colturali e particellari complessi	242	0,00	0,09	1,18	0,75	0,99	0,17
Boschi di latifoglie	311	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
Vigneti	221	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	121	0,00	0	0,08	0,20	0,12	0,00
SUPERFICIE TOTALE BACINO kmq		**0,36**	**0,54**	**2,78**	**1,06**	**1,64**	**1,20**

Legenda del CORINE Land Cover

1. SUPERFICI ARTIFICIALI
    - 1.1. Zone urbanizzate di tipo residenziale
        - 1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo
        - 1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
    - 1.2. Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali
        - 1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
        - 1.2.2. Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche
        - 1.2.3. Aree portuali
        - 1.2.4. Aeroporti
    - 1.3. Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati
        - 1.3.1. Aree estrattive
        - 1.3.2. Discariche
        - 1.3.3. Cantieri
    - 1.4. Zone verdi artificiali non agricole
        - 1.4.1. Aree verdi urbane
        - 1.4.2. Aree ricreative e sportive
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE
    - 2.1. Seminativi
        - 2.1.1. Seminativi in aree non irrigue
        - 2.1.2. Seminativi in aree irrigue
        - 2.1.3. Risaie
    - 2.2. Colture permanenti
        - 2.2.1. Vigneti
        - 2.2.2. Frutteti e frutti minori
        - 2.2.3. Oliveti
    - 2.3. Prati stabili (foraggere permanenti)
        - 2.3.1. Prati stabili (foraggere permanenti)
    - 2.4. Zone agricole eterogenee
        - 2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti
        - 2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi
        - 2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
        - 2.4.4. Aree agroforestali
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI
    - 3.1. Zone boscate
        - 3.1.1. Boschi di latifoglie
        - 3.1.2. Boschi di conifere
        - 3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie
    - 3.2. Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea
        - 3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie
        - 3.2.2. Brughiere e cespuglieti
        - 3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla

3.2.4. Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione
3.3. Zone aperte con vegetazione rada o assente
3.3.1. Spiagge, dune e sabbie
3.3.2. Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
3.3.3. Aree con vegetazione rada
3.3.4. Aree percorse da incendi
3.3.5. Ghiacciai e nevi perenni

4. ZONE UMIDE
4.1. Zone umide interne
4.1.1. Paludi interne
4.1.2. Torbiere
4.2. Zone umide marittime
4.2.1. Paludi salmastre
4.2.2. Saline
4.2.3. Zone intertidali
5. CORPI IDRICI
5.1. Acque continentali
5.1.1. Corsi d'acqua, canali e idrovie
5.1.2. Bacini d'acqua
5.2. Acque marittime
5.2.1. Lagune
5.2.2. Estuari
5.2.3. Mari e oceani

4.2. Curve Number

A valle della determinazione di tutti i parametri sopra menzionati è stato possibile procedere al calcolo del Curve Number di ciascun bacino idrografico mediante l'ausilio del software HYDRONLINE - SCS CURVE NUMBER (https://www.hydronline.it/pages/calcolo/CurveNumber/).

CN (adimensionale) – Bacino A

USO DEL SUOLO	S [kmq]	S [%]	CN	CN *dry*	CN *wet*
AREE URBANE					
TERRENI AGRICOLI COLTIVATI	.360	100.00	85	38	93
ALTRI TERRENI AGRICOLI					
INTERO BACINO	.360	100.00	85	38	93

CN (adimensionale) – Bacino B

USO DEL SUOLO	S [kmq]	S [%]	CN	CN *dry*	CN *wet*
AREE URBANE					
TERRENI AGRICOLI COLTIVATI	.350	64.81	82	36	91
ALTRI TERRENI AGRICOLI	.190	35.19	60	26	78
INTERO BACINO	.540	100.00	74	32	87

CN (adimensionale) – Bacino C

USO DEL SUOLO	S [kmq]	S [%]	CN	CN *dry*	CN *wet*
AREE URBANE	.290	10.43	76	34	88
TERRENI AGRICOLI COLTIVATI	2.490	89.57	81	36	91
ALTRI TERRENI AGRICOLI					
INTERO BACINO	2.780	100.00	81	36	91

CN (adimensionale) – Bacino D

USO DEL SUOLO	S [kmq]	S [%]	CN	CN *dry*	CN *wet*
AREE URBANE	.200	19.05	88	39	94
TERRENI AGRICOLI COLTIVATI	.850	80.95	78	34	89
ALTRI TERRENI AGRICOLI					
INTERO BACINO	1.050	100.00	80	35	90

CN (adimensionale) – Bacino E

USO DEL SUOLO	S [kmq]	S [%]	CN	CN *dry*	CN *wet*
AREE URBANE	.300	18.40	78	34	89
TERRENI AGRICOLI COLTIVATI	1.330	81.60	79	35	90
ALTRI TERRENI AGRICOLI					
INTERO BACINO	1.630	100.00	79	35	90

CN (adimensionale) – Bacino F

USO DEL SUOLO	S [kmq]	S [%]	CN	CN *dry*	CN *wet*
AREE URBANE	.350	28.93	72	32	86
TERRENI AGRICOLI COLTIVATI	.820	67.77	83	37	92
ALTRI TERRENI AGRICOLI	.040	3.30	69	30	84
INTERO BACINO	1.210	100.00	80	35	90

I valori dei CN sono stati stimati in base alle varie tipologie di suolo presenti all'interno dei singoli sottobacini. In particolare nelle tabelle sopra riportate vengono indicati i valori dei CN riferiti a tutti e tre gli scenari CN(I)dry, CN(II) e CN(III)wet.
Si fa presente che per la successiva determinazione del tempo di corrivazione e quindi delle portate di massima piena è stato adottato lo scenario CN(II), in quanto ritenuto il più adeguato per evitare inopportuni sovradimensionamenti delle opere di attraversamento

4.3. QUADRO SINOTTICO DELLE CARATTERISTICHE DEI BACINI

Nel seguente prospetto si riportano le principali caratteristiche geomorfologiche dei bacini idrografici interferenti con le opere in progetto, già rappresentati in Figura 1-1 della presente relazione.

GRANDEZZE CARATTERISTICHE	BACINO					
	A	B	C	D	E	F
AREA BACINO IDROGRAFICO (kmq)	0,36	0,54	2,80	1,06	1,64	1,20
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (km)	0,15	1,15	3,80	1,92	2,97	1,47
QUOTA MASSIMA BACINO (m s.l.m.)	239	306	416	340	387	322
QUOTA MEDIA BACINO (m s.l.m.)	216	249	298	260,5	282,5	252
QUOTA SEZIONE DI CHIUSURA BACINO (m s.l.m.)	193	192	180	181	178	182
MAX DISTANZA TRA SPARTIACQUE E SEZIONE DI CHIUSURA (km)	0,799	1,420	3,990	2,490	3,295	1,886
PEND. MEDIA DEL BACINO	8,24%	17,38%	14,09%	5,26%	11,86%	9,39%
PEND. MEDIA ASTA PRINCIPALE	2,76%	5,13%	3,58%	2,60%	5,62%	4,08%
CURVE NUMBER CN (adimensionale)	85	74	81	80	79	80
PERIMETRO BACINO IDROGRAFICO (kmq)	2,68	4,12	12,63	7,79	10,28	6,24

Figura 4-2: Bacini idrografici dei corsi d'acqua minori relativi ai tombini idraulici di progetto

4.4. TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione di un bacino è il tempo necessario perché il bacino sia integralmente contribuente, ovvero il tempo impiegato dalla singola particella d'acqua piovuta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura.
Sulla base delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini idrografici sopra esposte è stato possibile determinare i tempi di corrivazione secondo diverse metodologie tutte definite in letteratura.

Giandotti = $(4 \cdot A^{0.5} + 1.5 \cdot L) / (0.8 \cdot (Q_{med} - Q_{min})^{0.5})$
Kirpick = $0.000325 \cdot (L \cdot 1000)^{0.77} \cdot i_b^{-0.385}$
Johnstone and Cross = $(3.258 \cdot (D_{max} / i_b)^{0.5}) / 60$
California Culvert Practice = $((11.9 \cdot (L \cdot 0.621371)^3) / ((Q_{max} - Q_{min}) \cdot 3.28084))^{0.385}$
NRCS SCS = $(((1000 / CN) - 9)^{0.7} \cdot (D_{max} \cdot 1000)^{0.8}) / (441 \cdot (i_b \cdot 100)^{0.5})$
Pezzoli = $0.055 \cdot L / i_a^{0.5}$
Puglisi = $6 \cdot LunghezzaAsta^{2/3} \cdot (Q_{max} - Q_{min})^{-1/3}$
Ventura = $0.1272 \cdot (A / i_a)^{0.5}$
Tournon = $((0.396 \cdot L) / (i_a)^{0.5}) \cdot ((A / L^2) \cdot (i_a) / i_b)^{0.5})^{0.72}$
Pasini = $0.108 \cdot ((A \cdot L)^{1/3}) / (i_a^{0.5})$
Viparelli=$L/(3.5 \cdot 1.5)$

Dove:
A [Km^2], Area del bacino idrografico
L [Km], Lunghezza dell'asta principale
Q_{max} [m], Quota massima del bacino idrografico
Q_{med} [m], Quota media del bacino idrografico
Q_{min} [m], Quota minima del bacino idrografico
CN [0-100], Curve Number
D_{max} [Km], Distanza massima tra lo spartiacque e la sezione di chiusura
i_b [m/m], Pendenza media del bacino idrografico
i_a [m/m], Pendenza media dell'asta principale

Tempo di corrivazione (ore) – Bacino A		**Tempo di corrivazione (ore) – Bacino B**	
GIANDOTTI:	0.68	GIANDOTTI:	0.77
VIPARELLI:	0.03	VIPARELLI:	0.21
PEZZOLI:	0.05	PEZZOLI:	0.28
PUGLISI:	0.46	PUGLISI:	1.36
VENTURA:	0.46	VENTURA:	0.41
TOURNON:	1.80	TOURNON:	0.69
PASINI:	0.24	PASINI:	0.41
KIRPICH:	0.04	KIRPICH:	0.15
JOHNSTONE - CROSS:	0.17	JOHNSTONE - CROSS:	0.16
CALIFORNIA CULVERT PRACTICE:	0.17	CALIFORNIA CULVERT PRACTICE:	0.23
NRCS - SCS:	0.34	NRCS - SCS:	0.53
Tempo di corrivazione (ore) – Bacino C		**Tempo di corrivazione (ore) – Bacino D**	

GIANDOTTI:	1.43	GIANDOTTI:	0.98
VIPARELLI:	0.70	VIPARELLI:	0.36
PEZZOLI:	1.10	PEZZOLI:	0.65
PUGLISI:	2.36	PUGLISI:	1.71
VENTURA:	1.12	VENTURA:	0.81
TOURNON:	1.49	TOURNON:	1.49
PASINI:	1.25	PASINI:	0.85
KIRPICH:	0.40	KIRPICH:	0.34
JOHNSTONE - CROSS:	0.29	JOHNSTONE - CROSS:	0.37
CALIFORNIA CULVERT PRACTICE:	0.57	CALIFORNIA CULVERT PRACTICE:	0.39
NRCS - SCS:	1.07	NRCS - SCS:	1.23
Tempo di corrivazione (ore) – Bacino E		**Tempo di corrivazione (ore) – Bacino F**	
GIANDOTTI:	1.17	GIANDOTTI:	0.98
VIPARELLI:	0.55	VIPARELLI:	0.27
PEZZOLI:	0.69	PEZZOLI:	0.40
PUGLISI:	2.09	PUGLISI:	1.49
VENTURA:	0.69	VENTURA:	0.69
TOURNON:	1.12	TOURNON:	1.40
PASINI:	0.77	PASINI:	0.64
KIRPICH:	0.35	KIRPICH:	0.22
JOHNSTONE - CROSS:	0.29	JOHNSTONE - CROSS:	0.24
CALIFORNIA CULVERT PRACTICE:	0.48	CALIFORNIA CULVERT PRACTICE:	0.29
NRCS - SCS:	1.06	NRCS - SCS:	0.74

5. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

5.1. METODO RAZIONALE

La portata di progetto è stata determinata tramite l'applicazione della formula razionale di seguito presentata:

$$Q_c = 0.278 \cdot \frac{ARF \cdot c \cdot h_{(t)} \cdot S}{T_c}$$

dove:

- ARF = 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 parita di durata e di tempo di ritorno)
- c= coefficiente di deflusso
- $h_{(t)}$ = altezza di pioggia per evento di durata pari al tempo di corrivazione
- S = superficie del bacino
- T_c = tempo di corrivazione, derivante dal valore medio tra le formulazioni Ventura e Pasini

Per la stima del coefficiente di riduzione areale ARF è stata utilizzata la formulazione di Wallingford:

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

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

dove:

- S = superficie del bacino (km^2)
- T_c = tempo di corrivazione (ore)

In considerazione dei valori di superfice e tempo di corrivazione del bacino, il coefficiente di riduzione areale è pari a 0.969.

5.1.1. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Il coefficiente di deflusso è stato definito considerando sia le caratteristiche fisiografiche che quelle di utilizzo del suolo del bacino.

In accordo con i valori della tabella dei coefficienti di deflusso sotto riportata, si è ritenuto ragionevole e ben rappresentativo della situazione in esame l'utilizzo di un coefficiente di deflusso C variabile in funzione del suolo dei diversi bacini:

BACINO A C=0.40
BACINO B C=0.37
BACINO C C=0.53
BACINO D C=0.55
BACINO E C=0.49
BACINO F C=0.50

Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Figura 5-1: Coefficienti di deflusso (Ven Te Chow, 1964)

5.1.1. STIMA DELLE PORTATE

	TR	Altezza di pioggia	Coefficiente di deflusso	Coefficiente riduzione areale	Portata
	(anni)	(mm)	(-)	(AFR)	(m^3/s)
BACINO A	10	34.26	0.4	0.966	2.47
	25	40.69	0.4	0.966	2.93
	50	50.47	0.4	0.966	3.64
	100	55.39	0.4	0.966	3.99
	200	61.23	0.4	0.966	4.42

	TR	Altezza di pioggia	Coefficiente di deflusso	Coefficiente riduzione areale	Portata
	(anni)	(mm)	(-)	(AFR)	(m^3/s)
BACINO B	10	31.57	0.37	0.957	3.84
	25	37.49	0.37	0.957	4.56
	50	41.90	0.37	0.957	5.10
	100	46.42	0.37	0.957	5.65
	200	50.94	0.37	0.957	6.20

	TR	Altezza di pioggia	Coefficiente di deflusso	Coefficiente riduzione areale	Portata
	(anni)	(mm)	(-)	(AFR)	(m^3/s)
BACINO C	10	47.25	0.53	0.953	11.37
	25	56.12	0.53	0.953	13.50
	50	62.71	0.53	0.953	15.08
	100	69.47	0.53	0.953	16.71
	200	76.23	0.53	0.953	18.34

	TR	Altezza di pioggia	Coefficiente di deflusso	Coefficiente riduzione areale	Portata
	(anni)	(mm)	(-)	(AFR)	(m^3/s)
BACINO D	10	41.87	0.55	0.967	3.67
	25	49.73	0.55	0.967	4.35
	50	55.57	0.55	0.967	4.86
	100	61.56	0.55	0.967	5.39
	200	67.55	0.55	0.967	5.91

	TR	Altezza di pioggia	Coefficiente di deflusso	Coefficiente riduzione areale	Portata
BACINO E	(anni)	(mm)	(-)	(AFR)	(m^3/s)
	10	40.15	0.49	0.955	7.84
	25	47.68	0.49	0.955	9.31
	50	53.28	0.49	0.955	10.40
	100	59.02	0.49	0.955	11.52
	200	64.77	0.49	0.955	12.64

	TR	Altezza di pioggia	Coefficiente di deflusso	Coefficiente riduzione areale	Portata
BACINO F	(anni)	(mm)	(-)	(AFR)	(m^3/s)
	10	36.09	0.5	0.957	5.93
	25	42.85	0.5	0.957	7.04
	50	47.88	0.5	0.957	7.87
	100	53.05	0.5	0.957	8.72
	200	58.21	0.5	0.957	9.56

5.2. METODI DI STATISTICA IDROLOGICA

Noti gli elementi geometrici significativi delle superfici drenanti si possono dimensionare le opere idrauliche in funzione degli afflussi meteorici di riferimento, rappresentati dalle curve di possibilità climatica del tipo

$$h = a \cdot t^n$$

dove l’altezza di pioggia h (mm) è correlata alla durata t (ore) dell’evento ed i parametri “a” ed “n” calcolabili mediante l’analisi probabilistica in funzione del tempo di ritorno Tr, ovvero del periodo nel quale l’evento di una certa intensità può statisticamente ripetersi.
Quindi si andranno a stimare gli idrogrammi di piena secondo il modello idrologico **SCS-CN** che permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione e che è stato adottato per la definizione dei tempi di corrivazione.

Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:
a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull’intero bacino, in cui le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del CN (ove il “Curve Number che rappresenta il grado di imbibimento del suolo all'istante di inizio della precipitazione) proposto dall’SCS (Soil Conservation Service).
Tale metodologia è meglio descritta in Allegato A.

La regolarizzazione delle serie di dati disponibili è stata ottenuta mediante la legge di distribuzione del massimo valore asintotico o legge doppio esponenziale o di Gumbel.
In allegato A viene descritto nel dettaglio il modello di Gumbel.

5.2.1. CURVE DI PIOGGIA

L'interpolazione lineare su carta bilogaritmica dei dati pluviometrici, per tempi di ritorno Tr=200 anni, Tr=100 anni, Tr=50 anni, Tr=25 anni e Tr=10 anni porge le curve di possibilità pluviometrica (t espresso in ore e h in millimetri) descritte nei paragrafi seguenti per le singole stazioni pluviometriche analizzate, sia a partire da piogge orarie che da piogge intense (scrosci).

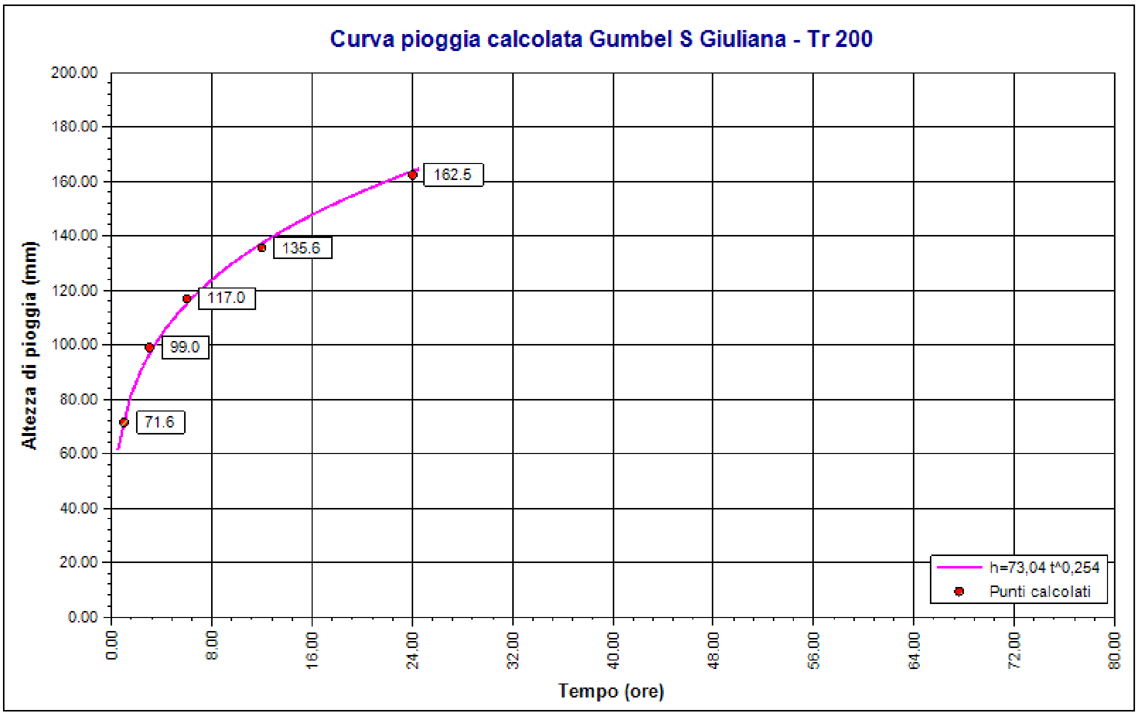
Le prime sono utili alla determinazione degli idrogrammi relativi ai bacini C, D e E, avendo questi tempi di corrivazione superiori all'ora, mentre con gli scrosci si andranno a stimare gli idrogrammi relativi ai bacini A, B e F avendo per questi ottenuto tempi di corrivazione inferiori all'ora.

Per quanto riguarda il report grafico delle curve, per brevità nella presente relazione si riportano solamente i diagrammi relativi a tempi di ritorno di 200 anni, che sono stati utilizzati per il dimensionamento delle opere di attraversamento idraulico. La rappresentazione completa delle LSPP è riportata all'interno dell'Allegato A.

Curve di pioggia - "Perugia Santa Giuliana"

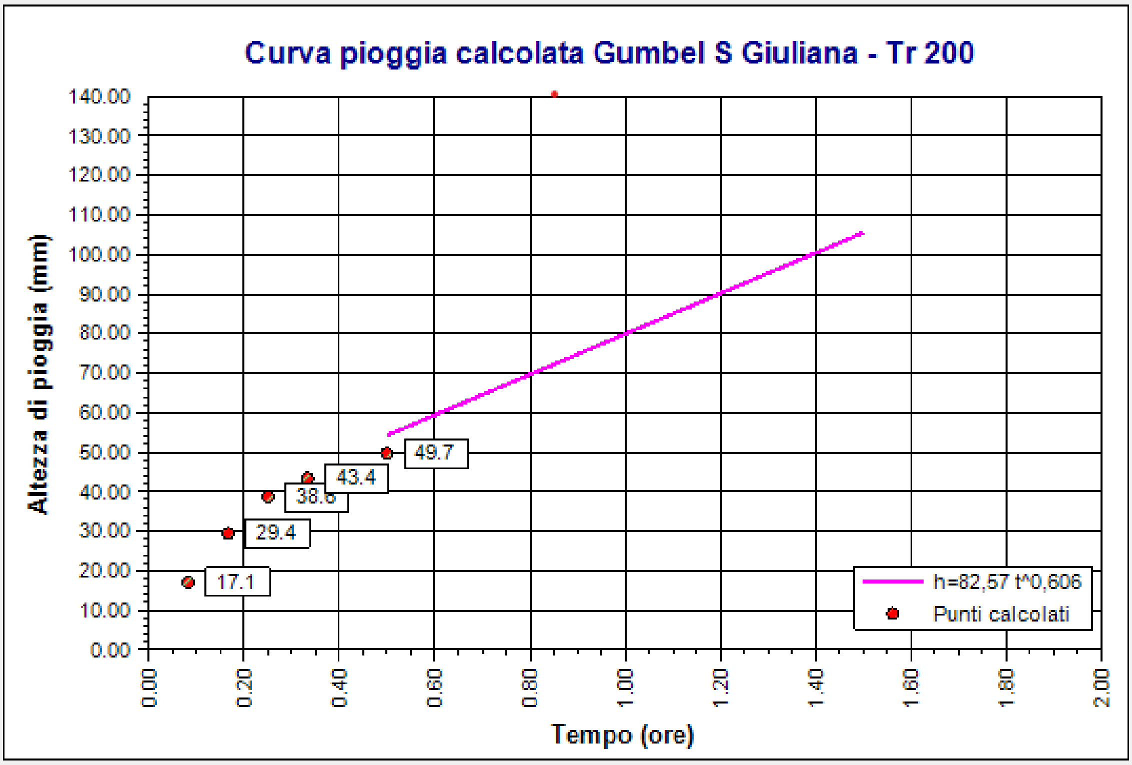
Piogge orarie

Coefficienti curva – TR 200 anni			Espressione
a	n	correlazione (r)	
73.04	0.25	1.00	$h(t) = 73{,}0\ t^{0{,}254}$
Coefficienti curva – TR 100 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
66.96	0.25	1.00	$h(t) = 67{,}0\ t^{0{,}254}$
Coefficienti curva – TR 50 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
60.86	0.25	1.00	$h(t) = 60{,}9\ t^{0{,}254}$
Coefficienti curva – TR 25 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
54.72	0.25	1.00	$h(t) = 54{,}7\ t^{0{,}254}$
Coefficienti curva – TR 10 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
46.43	0.25	1.00	$h(t) = 46{,}4\ t^{0{,}255}$



Piogge intense - Scrosci

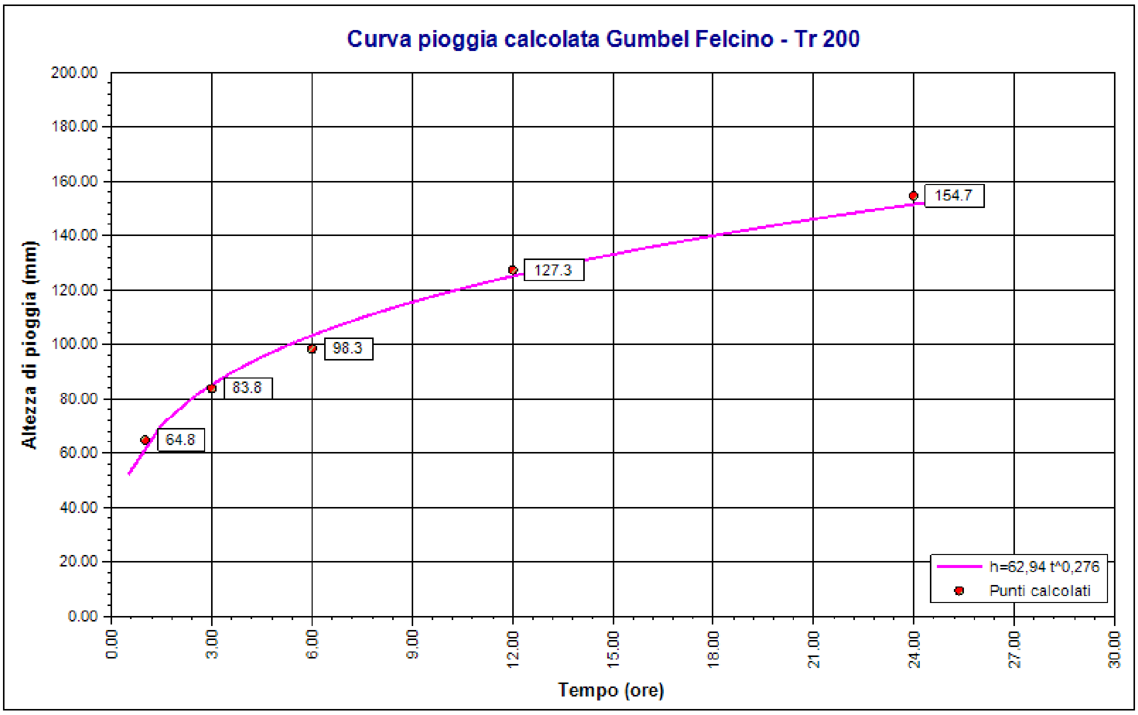
Coefficienti curva – TR 200 anni			Espressione
a	n	correlazione (r)	
82.57	0.61	0.98	$h(t) = 82{,}6\ t^{0{,}606}$
Coefficienti curva – TR 100 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
75.84	0.60	0.99	$h(t) = 75{,}8\ t^{0{,}603}$
Coefficienti curva – TR 50 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
69.09	0.60	0.99	$h(t) = 69{,}1\ t^{0{,}600}$
Coefficienti curva – TR 25 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
62.29	0.60	0.99	$h(t) = 62{,}3\ t^{0{,}597}$
Coefficienti curva – TR 10 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
53.13	0.59	0.99	$h(t) = 53{,}1\ t^{0{,}590}$



Curve di pioggia - "Ponte Felcino"

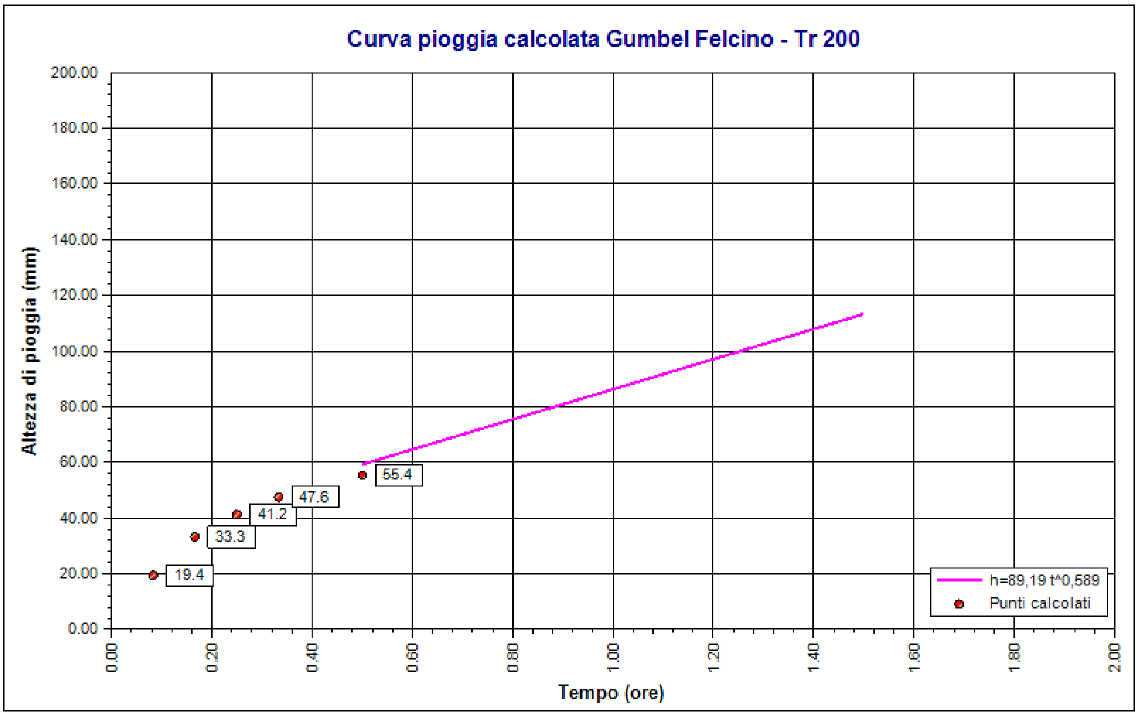
Piogge orarie

Coefficienti curva – TR 200 anni			Espressione
a	n	correlazione (r)	
62.94	0.28	1.00	$h(t) = 62,9\ t^{0,276}$
Coefficienti curva – TR 100 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
57.56	0.28	1.00	$h(t) = 57,6\ t^{0,278}$
Coefficienti curva – TR 50 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
52.16	0.28	1.00	$h(t) = 52,2\ t^{0,279}$
Coefficienti curva – TR 25 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
46.72	0.28	1.00	$h(t) = 46,7\ t^{0,280}$
Coefficienti curva – TR 10 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
39.39	0.28	1.00	$h(t) = 39,4\ t^{0,283}$



Piogge intense - Scrosci

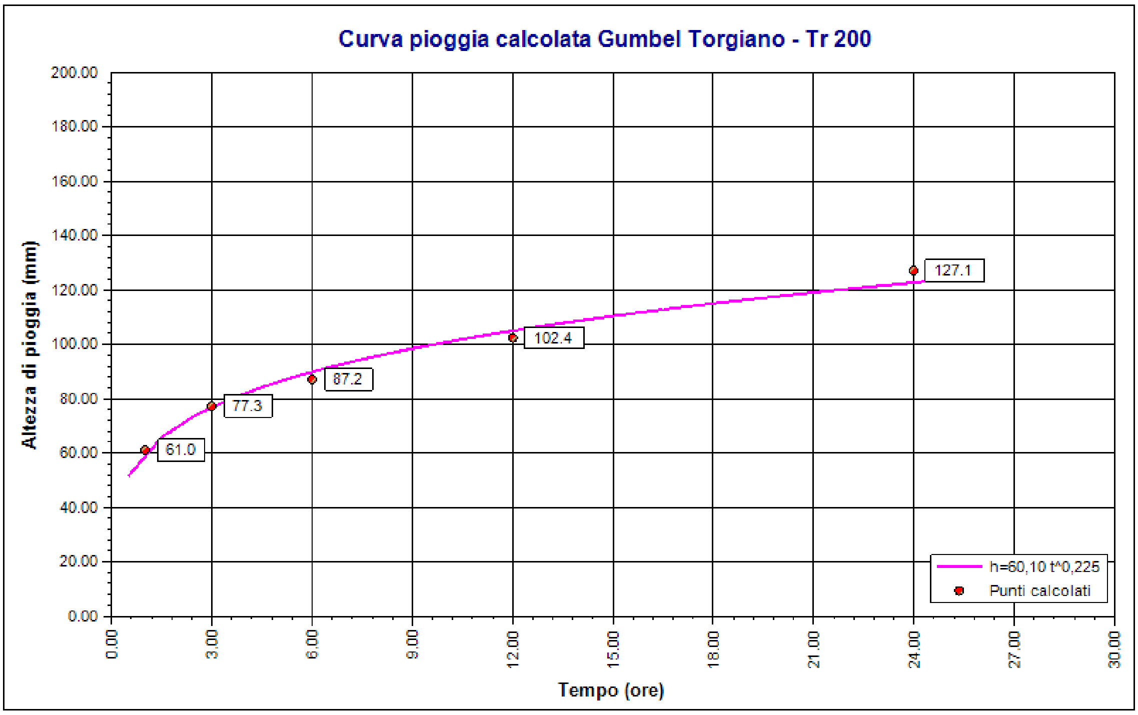
Coefficienti curva – TR 200 anni			Espressione
a	n	correlazione (r)	
89.19	0.59	0.99	$h(t) = 89,2\ t^{0,589}$
Coefficienti curva – TR 100 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
81.07	0.59	0.99	$h(t) = 81,1\ t^{0,585}$
Coefficienti curva – TR 50 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
72.93	0.58	0.99	$h(t) = 72,9\ t^{0,580}$
Coefficienti curva – TR 25 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
64.73	0.57	0.99	$h(t) = 64,7\ t^{0,574}$
Coefficienti curva – TR 10 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
53.69	0.56	0.99	$h(t) = 53,7\ t^{0,563}$



Curve di pioggia - "Ponte Nuovo di Torgiano"

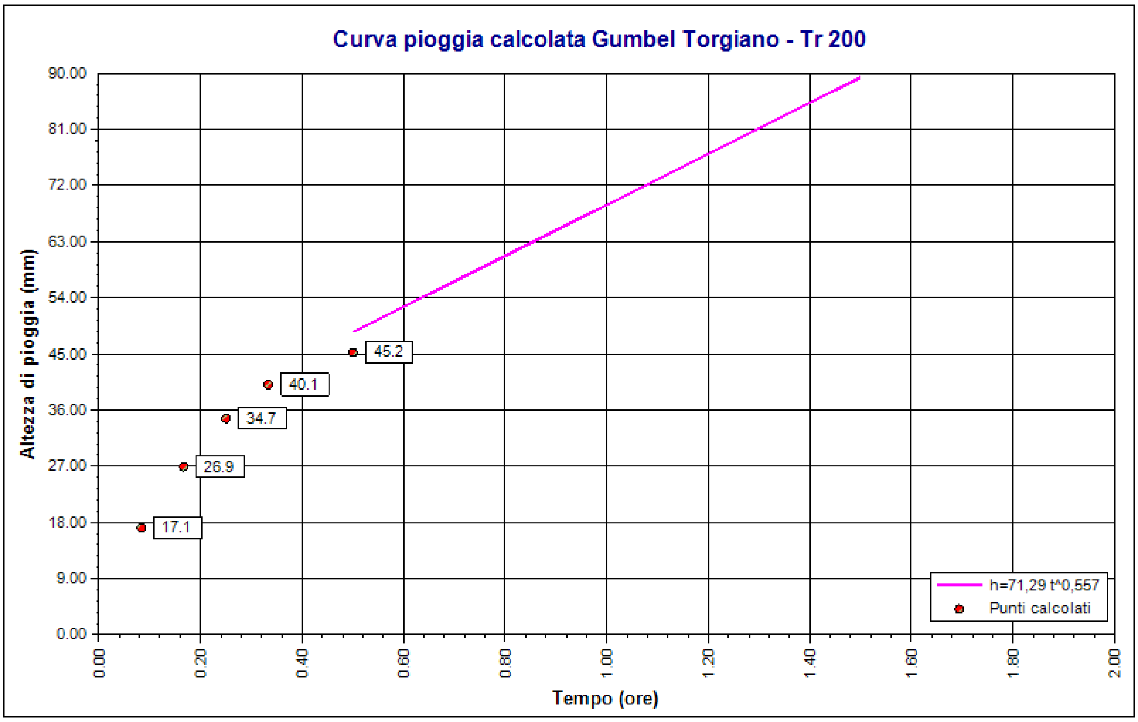
Piogge orarie

Coefficienti curva – TR 200 anni			Espressione
a	n	correlazione (r)	
60.10	0.22	0.99	$h(t) = 60,1\ t^{0,225}$
Coefficienti curva – TR 100 anni			Espressione
a	n	correlazione (r)	
55.29	0.23	1.00	$h(t) = 55,3\ t^{0,225}$
Coefficienti curva – TR 50 anni			Espressione
a	n	correlazione (r)	
50.46	0.23	1.00	$h(t) = 50,5\ t^{0,226}$
Coefficienti curva – TR 25 anni			Espressione
a	n	correlazione (r)	
45.60	0.23	1.00	$h(t) = 45,6\ t^{0,228}$
Coefficienti curva – TR 10 anni			Espressione
a	n	correlazione (r)	
39.04	0.23	1.00	$h(t) = 39,0\ t^{0,230}$



Piogge intense – Scrosci

Coefficienti curva – TR 200 anni			Espressione
a	n	correlazione (r)	
71.29	0.56	0.99	$h(t) = 71{,}3\ t^{0{,}557}$
Coefficienti curva – TR 100 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
65.33	0.55	0.99	$h(t) = 65{,}3\ t^{0{,}552}$
Coefficienti curva – TR 50 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
59.35	0.55	0.99	$h(t) = 59{,}3\ t^{0{,}547}$
Coefficienti curva – TR 25 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
53.33	0.54	0.99	$h(t) = 53{,}3\ t^{0{,}541}$
Coefficienti curva – TR 10 anni			**Espressione**
a	n	correlazione (r)	
45.22	0.53	0.99	$h(t) = 45{,}2\ t^{0{,}531}$

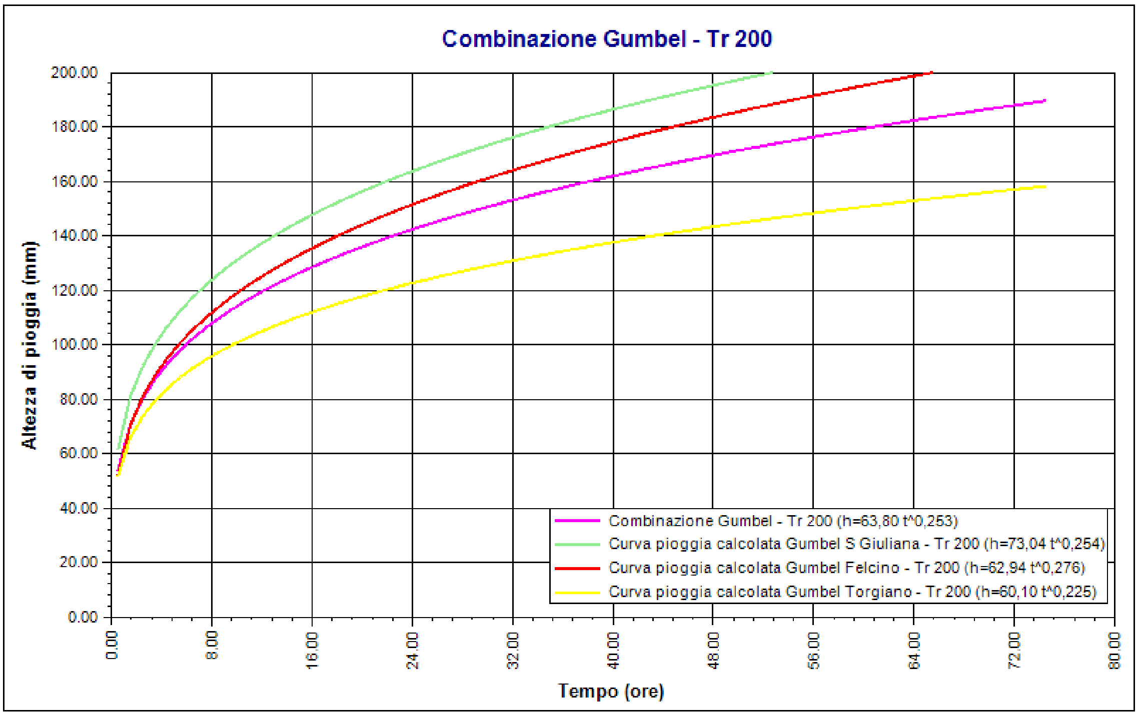


5.2.2. COMBINAZIONE DELLE CURVE DI PIOGGIA

Per meglio interpretare le elaborazioni dei dati pluviometrici delle tre stazioni prese di riferimento, sono state combinate le curve di pioggia assegnando un coefficiente di importanza da 0 a 100 in base alla posizione dell'opera rispetto alla stazione pluviometrica. Cioè si assegna un valore maggiore alle stazioni che si trovano più vicine all'opera in questione.
Nel caso in oggetto si è associato un coefficiente di importanza maggiore alle stazioni di "Ponte Felcino" e "Ponte Nuovo di Torgiano" in quanto più significative essendo lungo l'asta del Fiume Tevere (valore pari a 40 per ognuna) e il valore rimanente di 20 alla stazione "Perugia Santa Giuliana".
Pertanto i valori dei parametri "a" ed "n" per i diversi tempi di ritorno risultano:

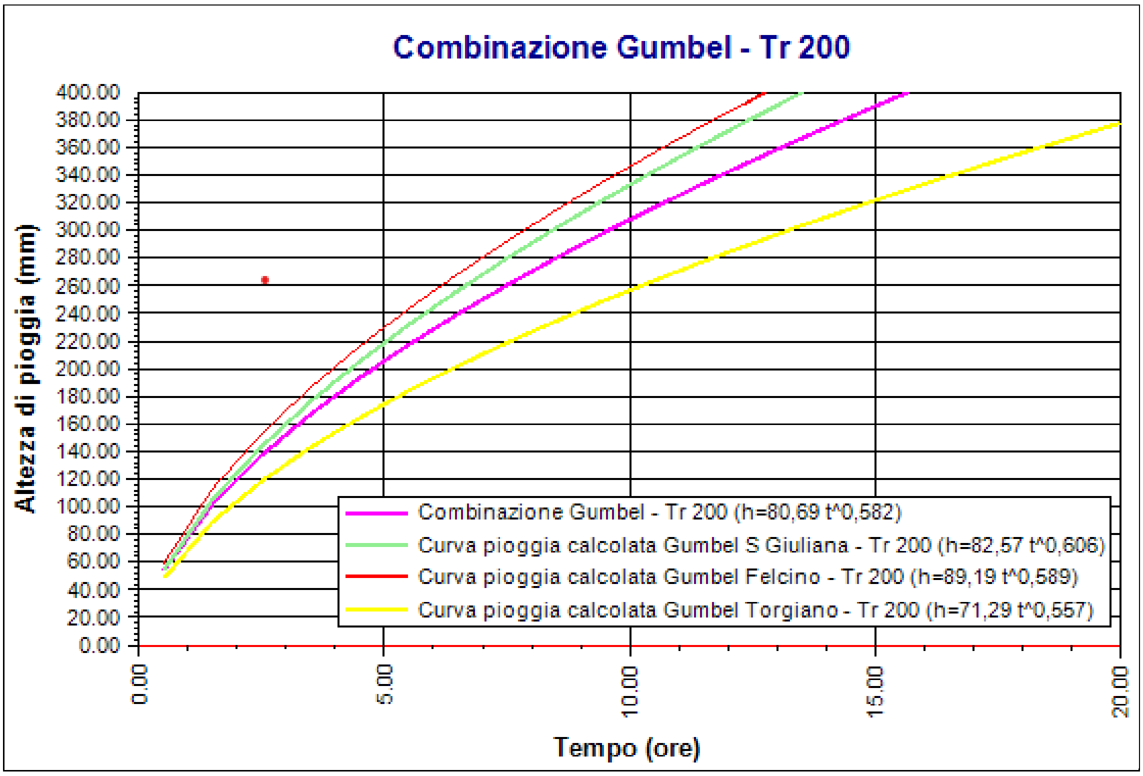
Piogge orarie

Coefficienti curva – TR 200 anni		Espressione
a	n	
63.80	0.25	$h(t) = 63{,}8\, t^{0{,}253}$
Coefficienti curva – TR 100 anni		Espressione
a	n	
58.52	0.25	$h(t) = 58{,}5\, t^{0{,}253}$
Coefficienti curva – TR 50 anni		Espressione
a	n	
53.21	0.25	$h(t) = 53{,}2\, t^{0{,}254}$
Coefficienti curva – TR 25 anni		Espressione
a	n	
47.86	0.26	$h(t) = 47{,}9\, t^{0{,}255}$
Coefficienti curva – TR 10 anni		Espressione
a	n	
40.64	0.26	$h(t) = 40{,}6\, t^{0{,}257}$



Piogge intense – Scrosci

Coefficienti curva – TR 200 anni		Espressione
a	n	
80.69	0.58	$h(t) = 80{,}7\, t^{0{,}582}$
Coefficienti curva – TR 100 anni		Espressione
a	n	
73.71	0.58	$h(t) = 73{,}7\, t^{0{,}578}$
Coefficienti curva – TR 50 anni		Espressione
a	n	
66.71	0.57	$h(t) = 66{,}7\, t^{0{,}573}$
Coefficienti curva – TR 25 anni		Espressione
a	n	
59.67	0.57	$h(t) = 59{,}7\, t^{0{,}568}$
Coefficienti curva – TR 10 anni		Espressione
a	n	
50.18	0.56	$h(t) = 50{,}2\, t^{0{,}558}$



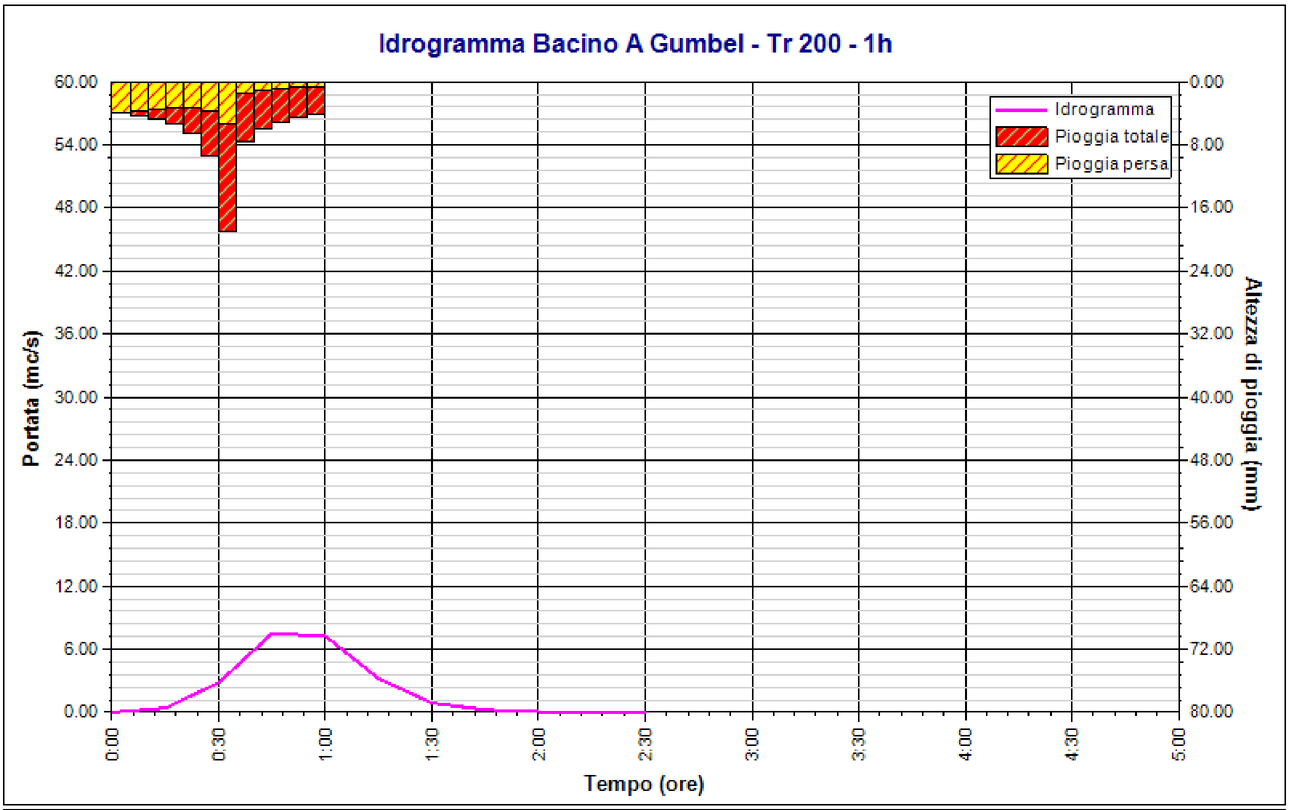
6. IDROGRAMMI DI PIENA

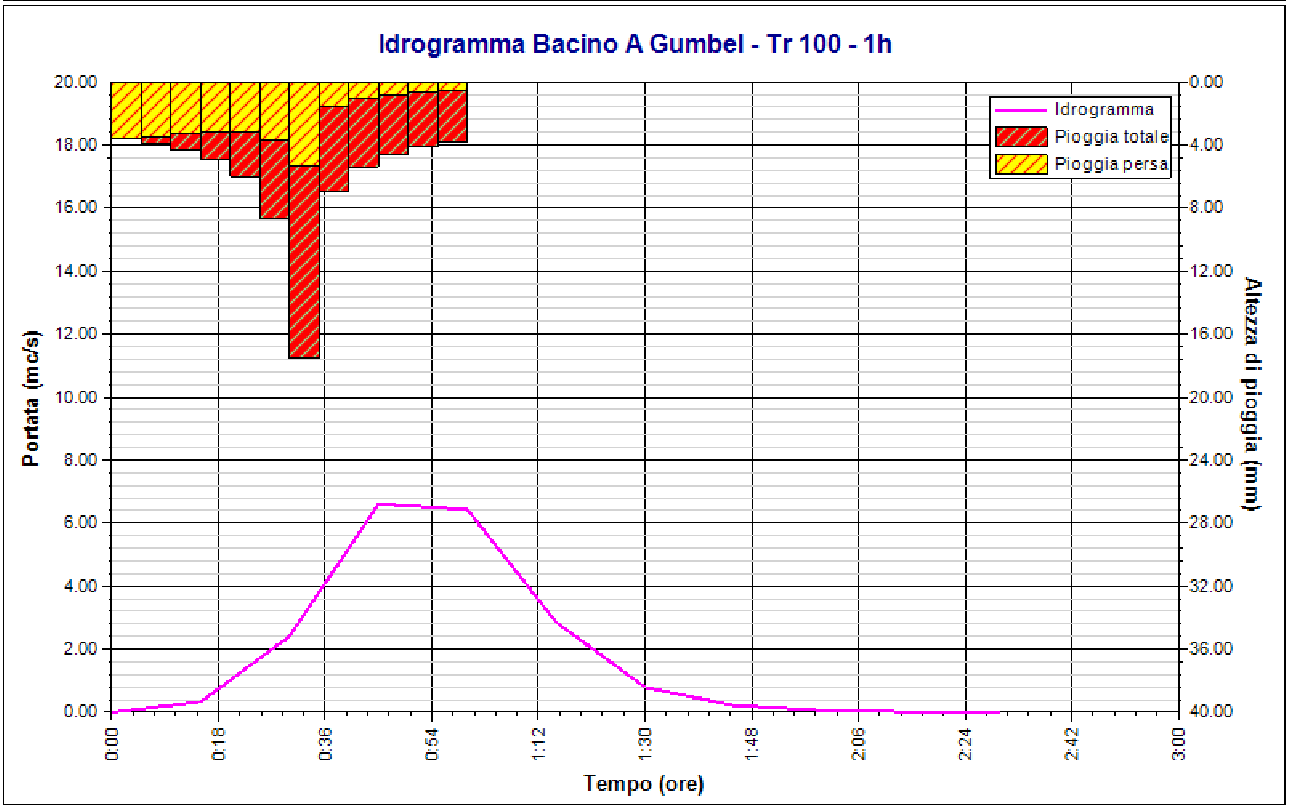
Un idrogramma è un grafico che mostra le variazioni nel tempo di alcuni parametri idrologici come il livello dell'acqua, la portata minima o il carico dei sedimenti riferiti a un determinato corso d'acqua.
Nei casi in esame viene rappresentata la portata, intesa come il flusso d'acqua transitante in una data sezione in funzione del tempo (mc/s).
Un idrogramma permette di osservare:

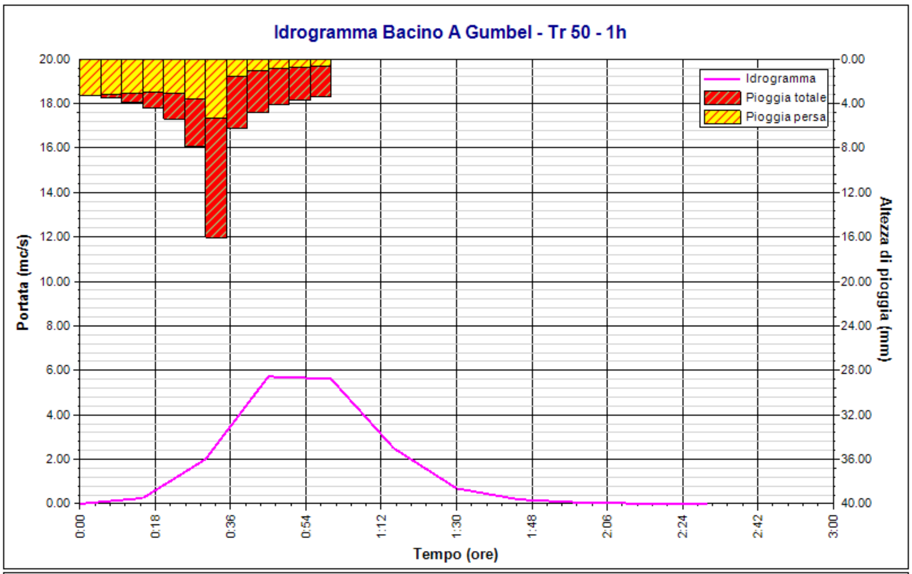
- le variazioni della portata durante il decorso di una precipitazione o nel corso di un anno idrografico;
- il picco di portata massima;
- il "flusso di base" o apporto delle acque sotterranee;
- le variazioni stagionali della portata, quando il grafico copre un periodo di uno o più anni;

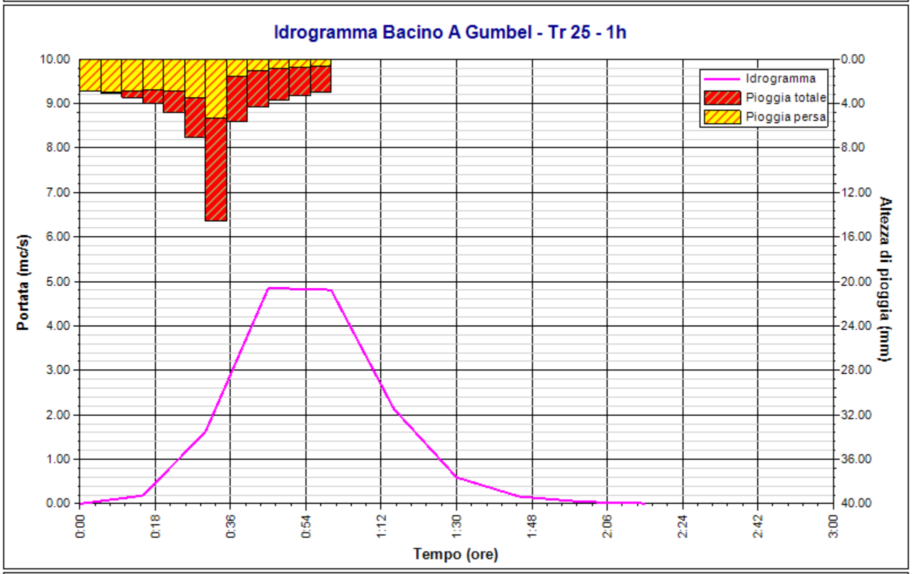
Per la determinazione degli idrogrammi relativi ai sottobacini del corso d'acqua nei vari scenari, lo studio si è basato sull'applicazione del modello di trasformazione degli afflussi netti in deflussi secondo l'idrogramma del SCS, la cui metodologia di calcolo e descritta nell'Allegato A.
Di seguito si riportano le risultanze grafiche di interesse progettuale, cioè quelle relative alla sezione prossima alle opere d'arte di attraversamento idraulico, per i diversi tempi di ritorno.

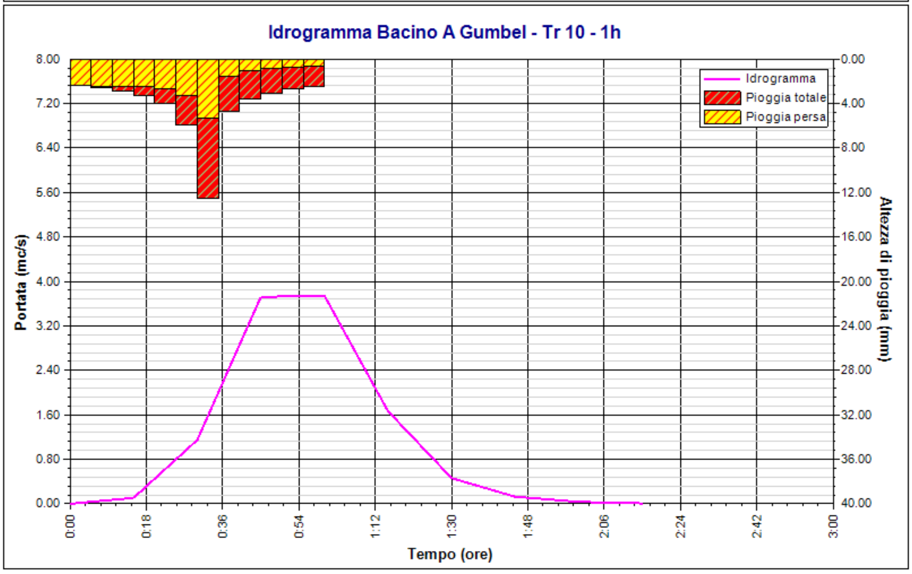
6.1. IDROGRAMMA DI PIENA – BACINO A



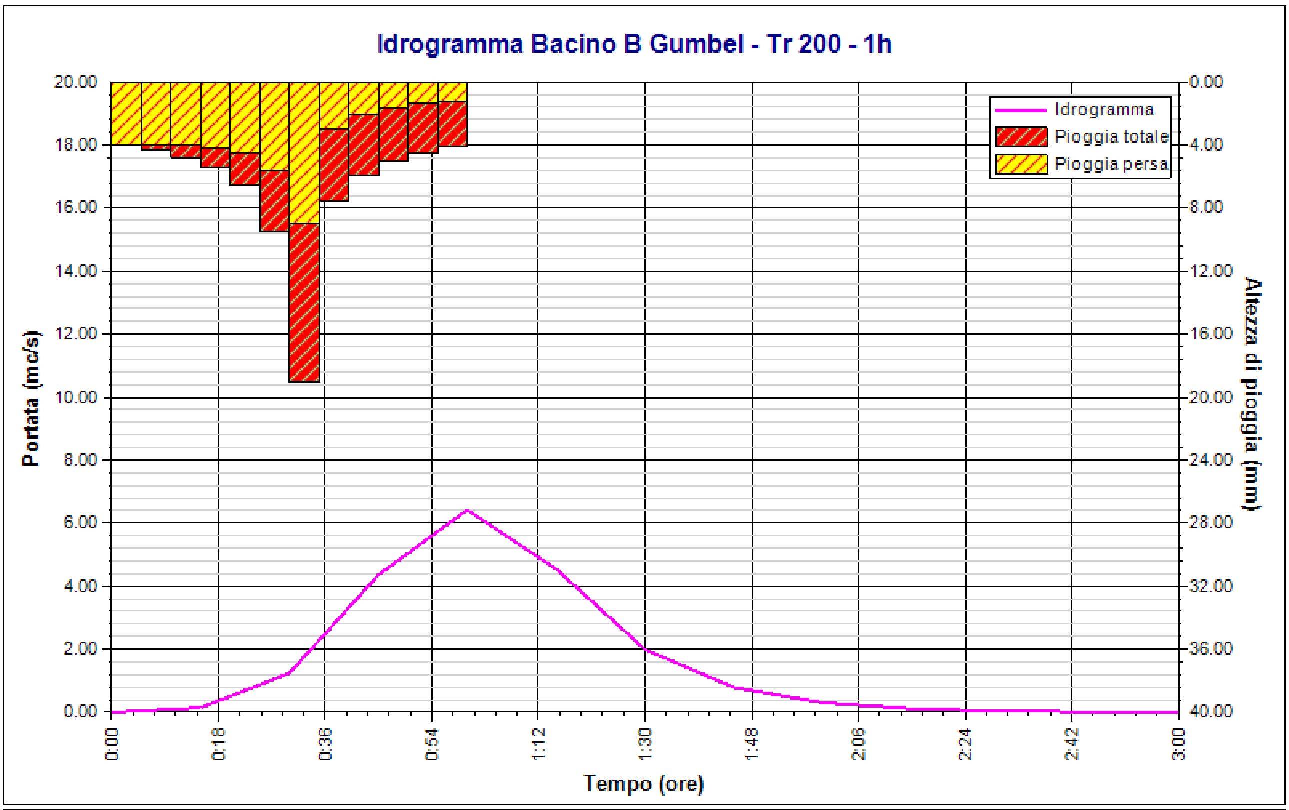


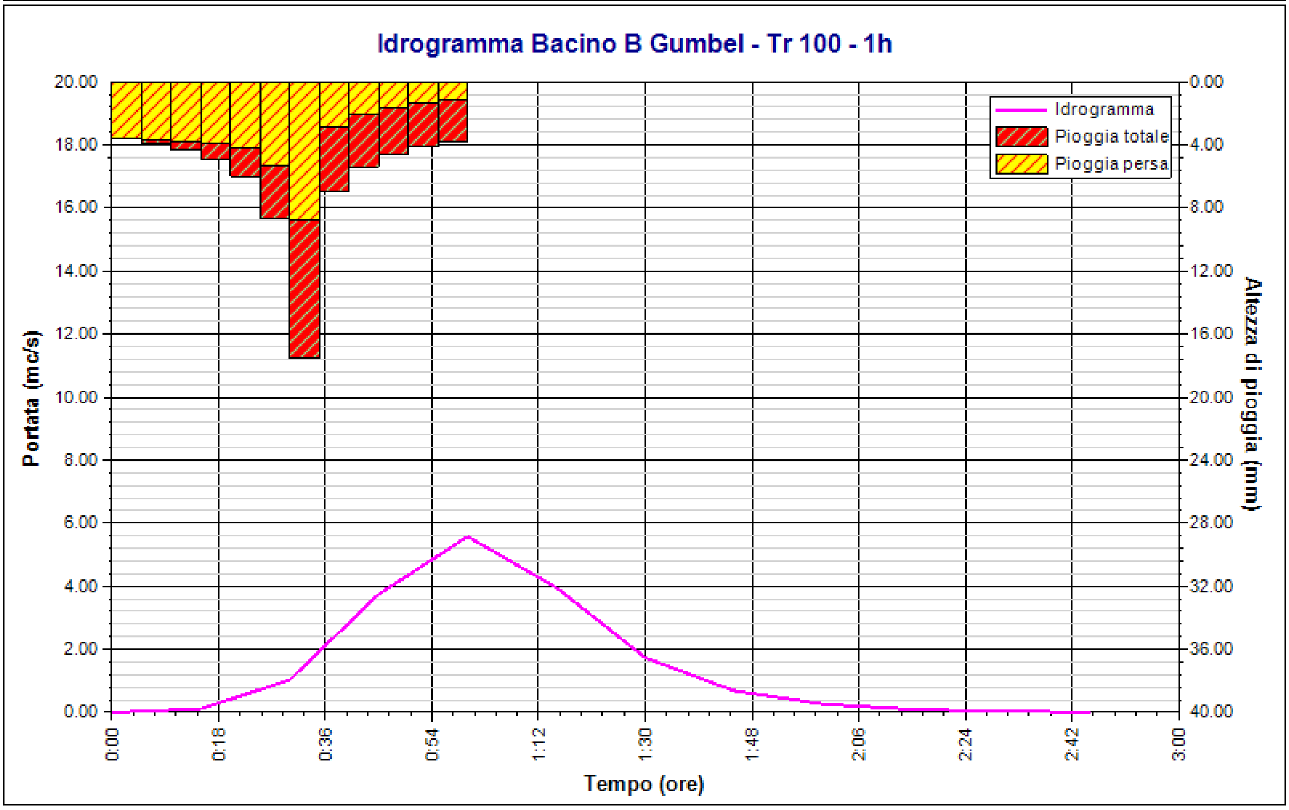

Idrogramma Bacino A Gumbel - Tr 50 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

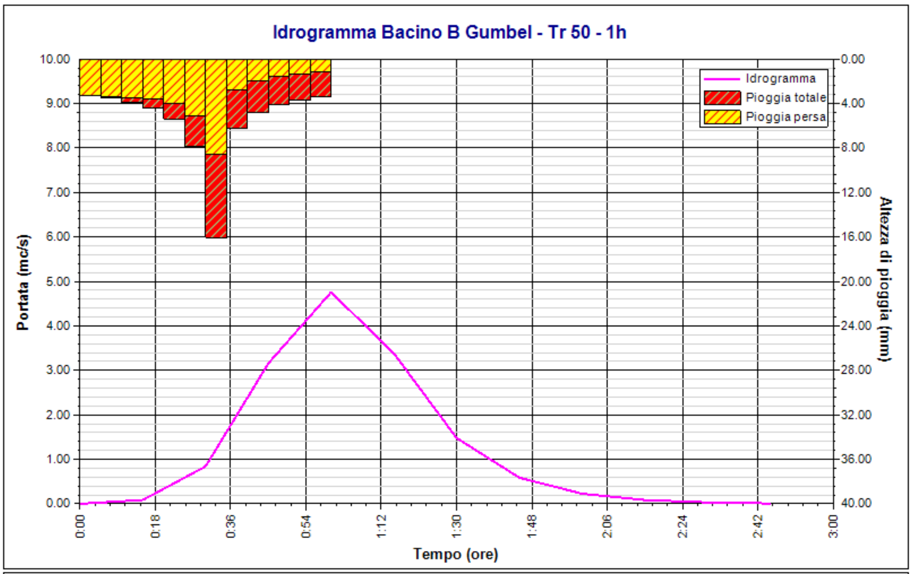

Idrogramma Bacino A Gumbel - Tr 25 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

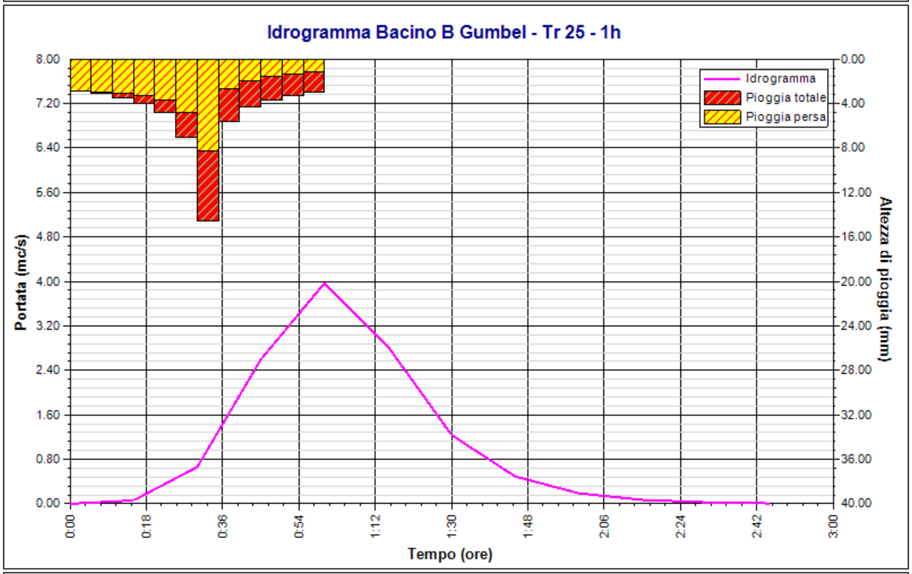

Idrogramma Bacino A Gumbel - Tr 10 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

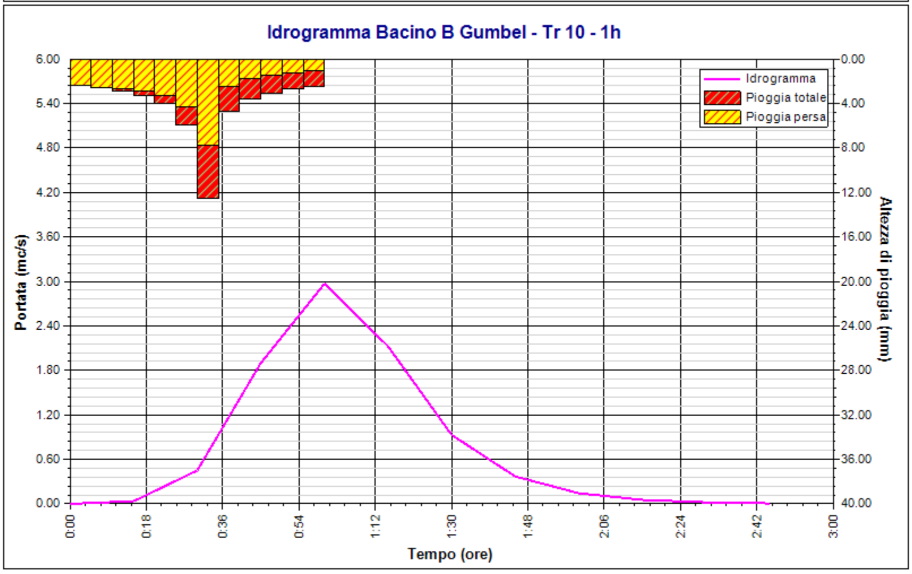
6.2. IDROGRAMMA DI PIENA – BACINO B



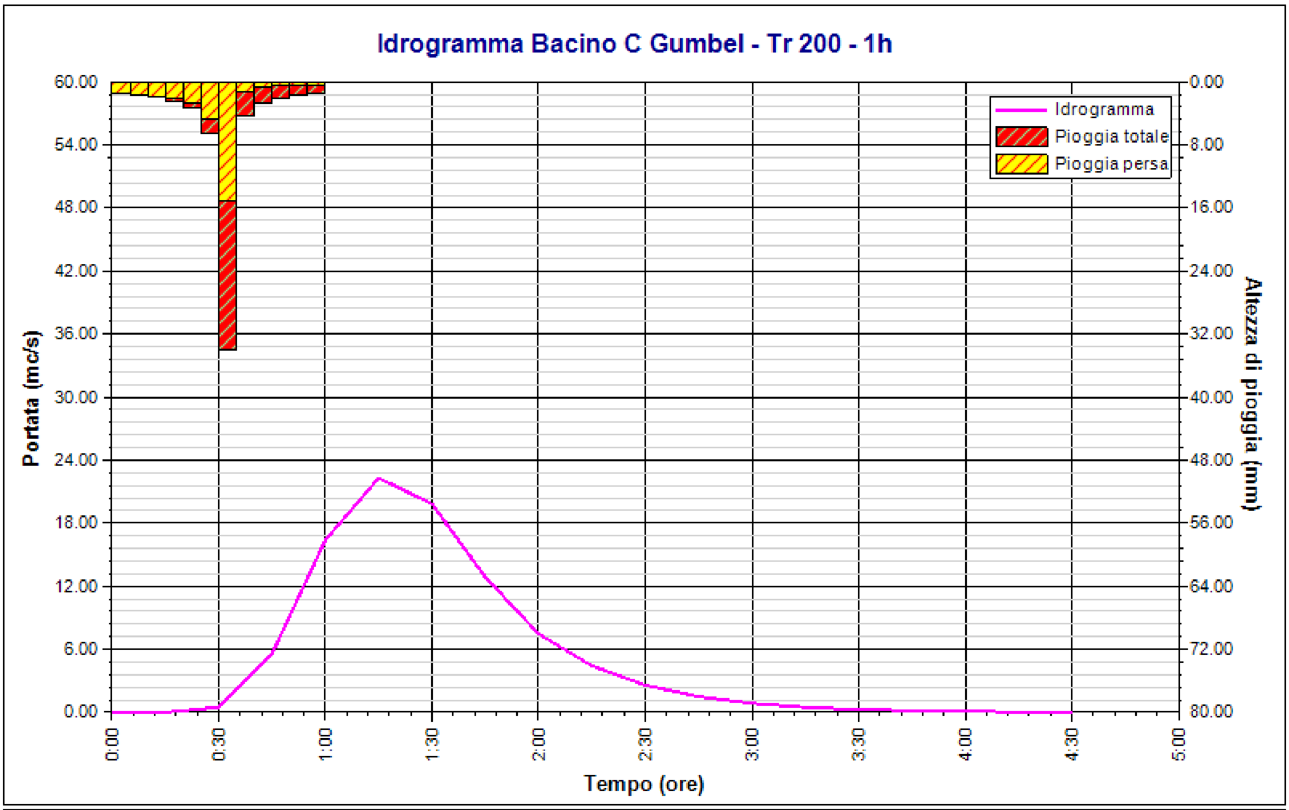


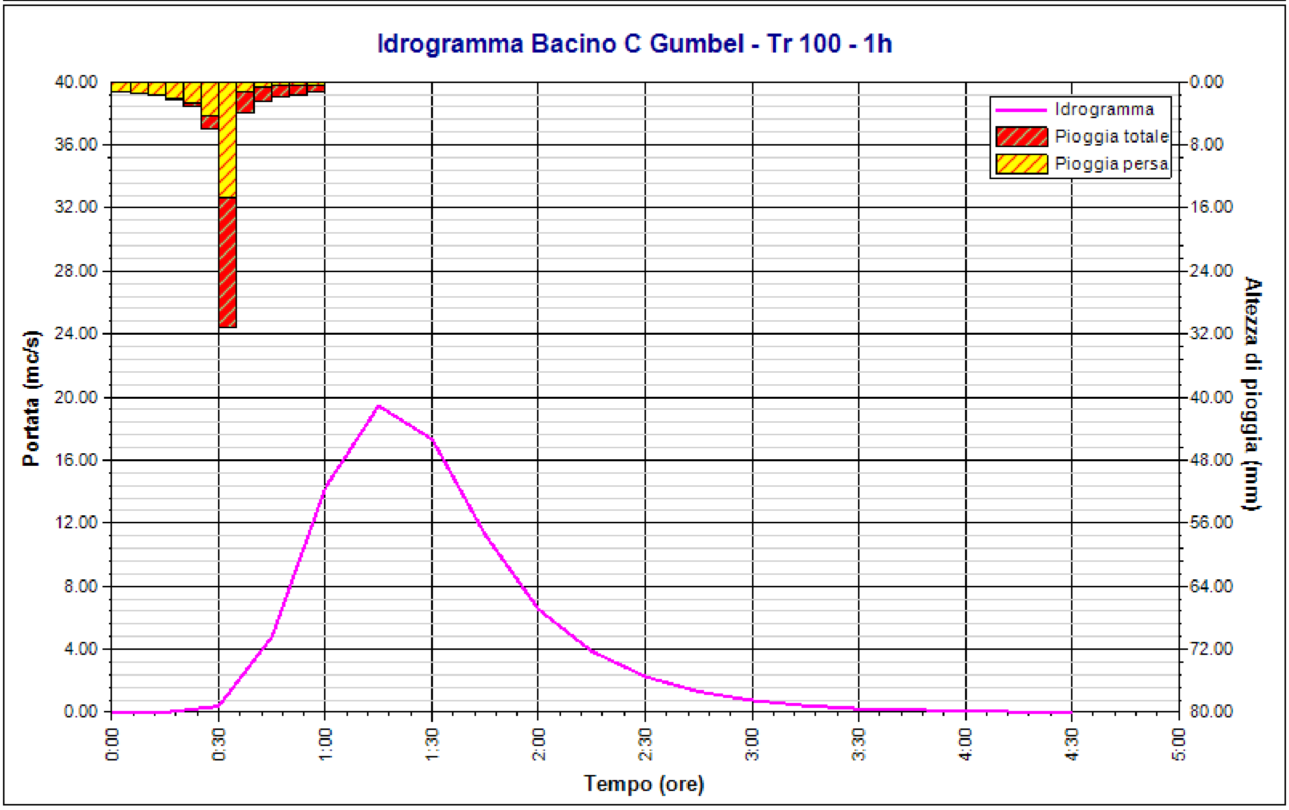

Idrogramma Bacino B Gumbel - Tr 50 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

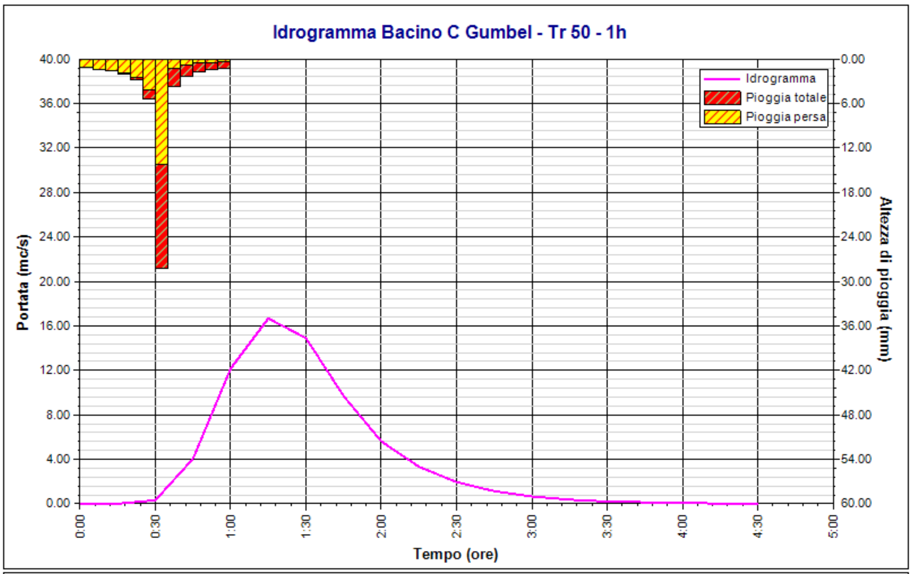

Idrogramma Bacino B Gumbel - Tr 25 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

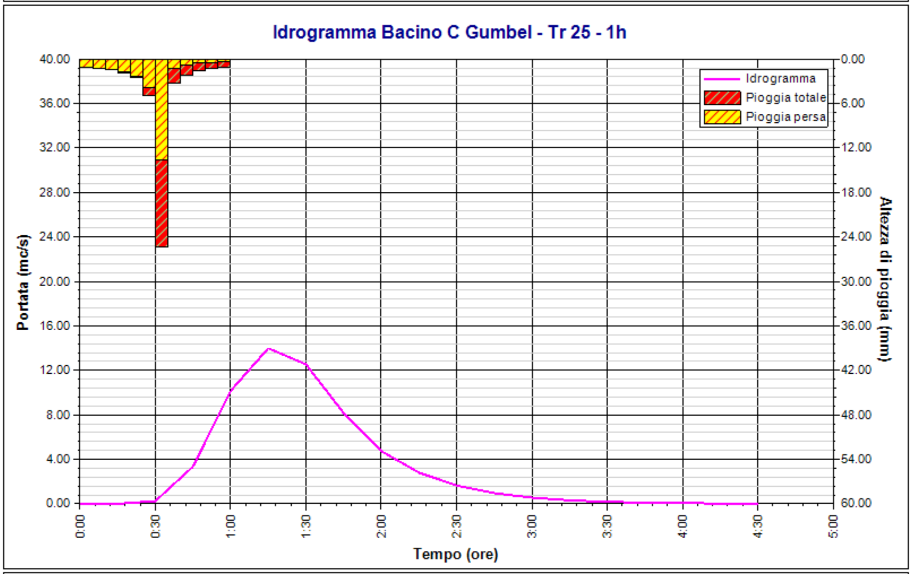

Idrogramma Bacino B Gumbel - Tr 10 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

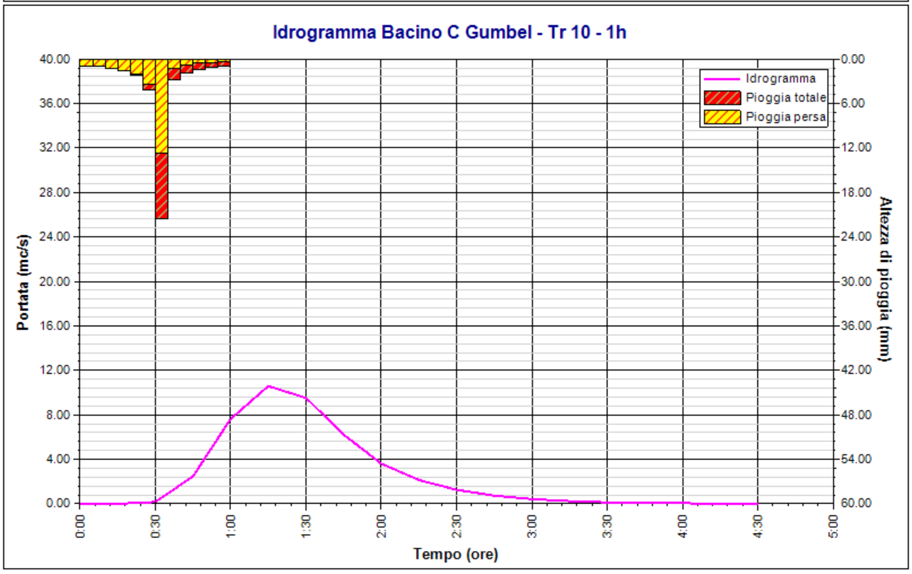
6.3. IDROGRAMMA DI PIENA – BACINO C



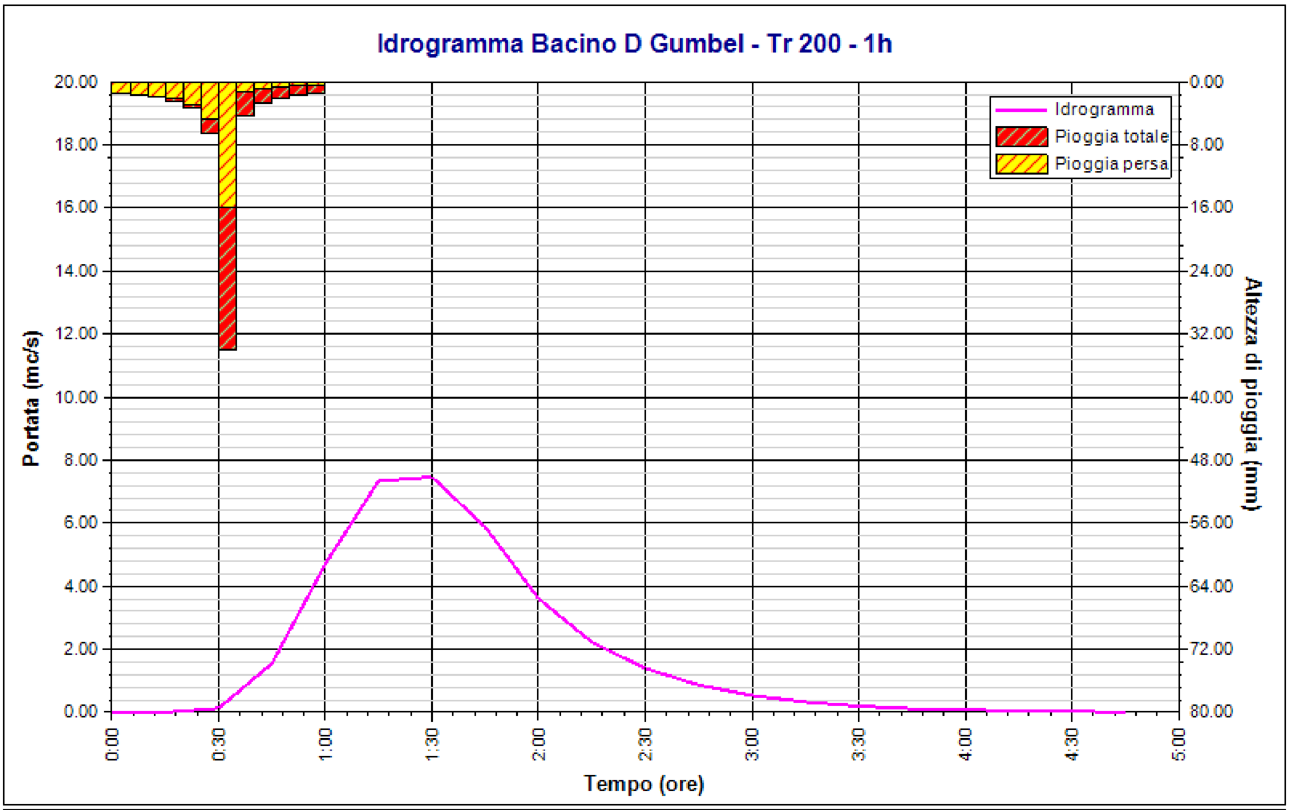


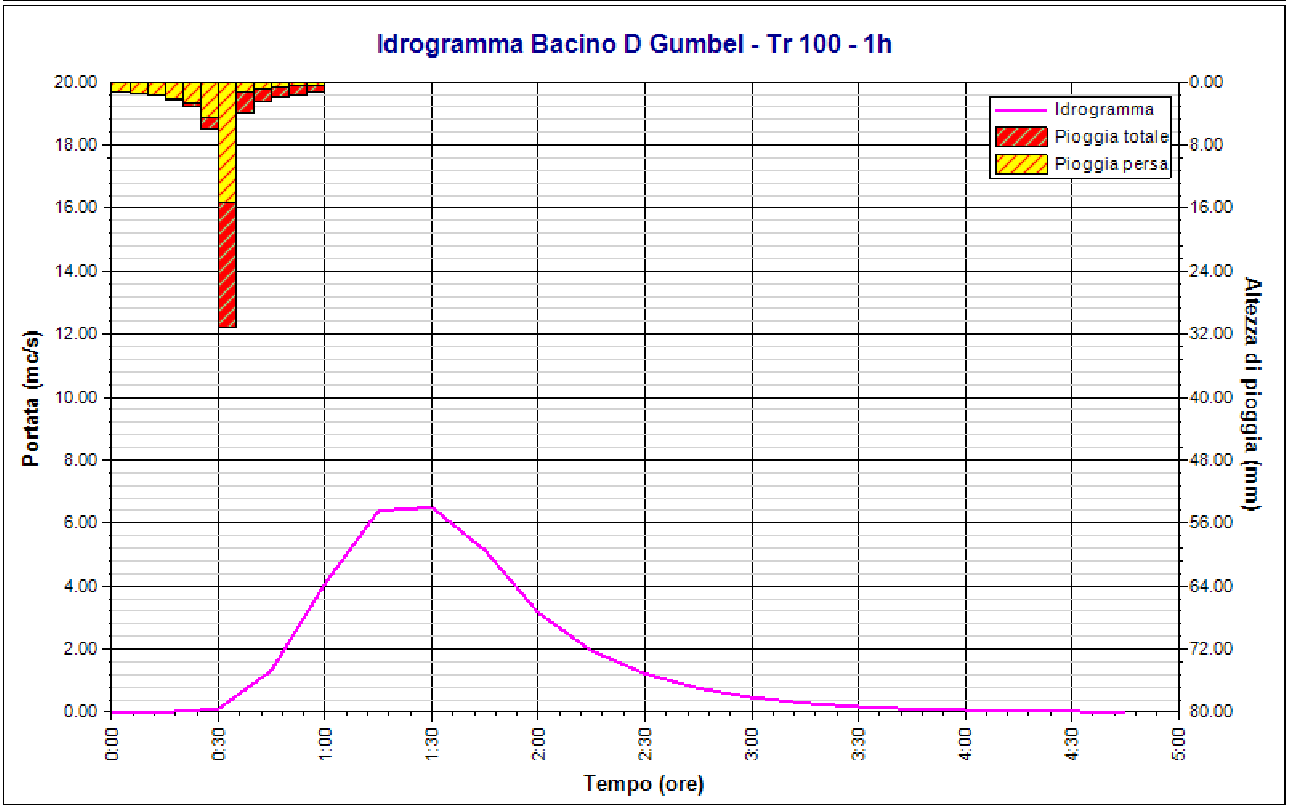

Idrogramma Bacino C Gumbel - Tr 50 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

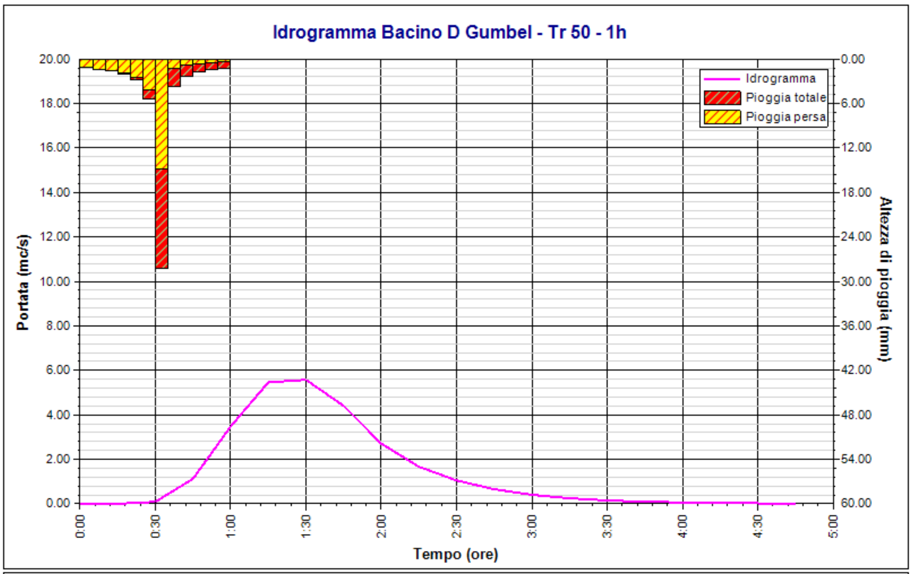

Idrogramma Bacino C Gumbel - Tr 25 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

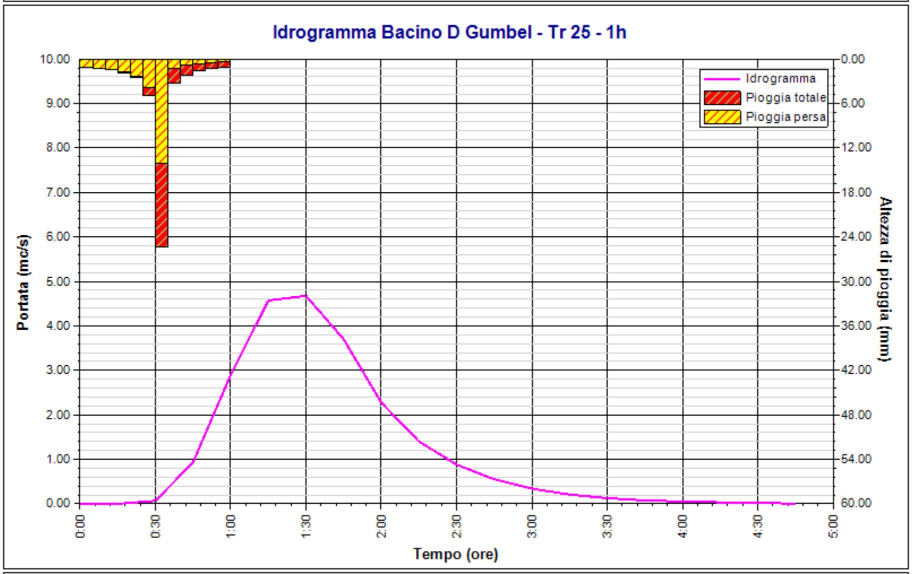

Idrogramma Bacino C Gumbel - Tr 10 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

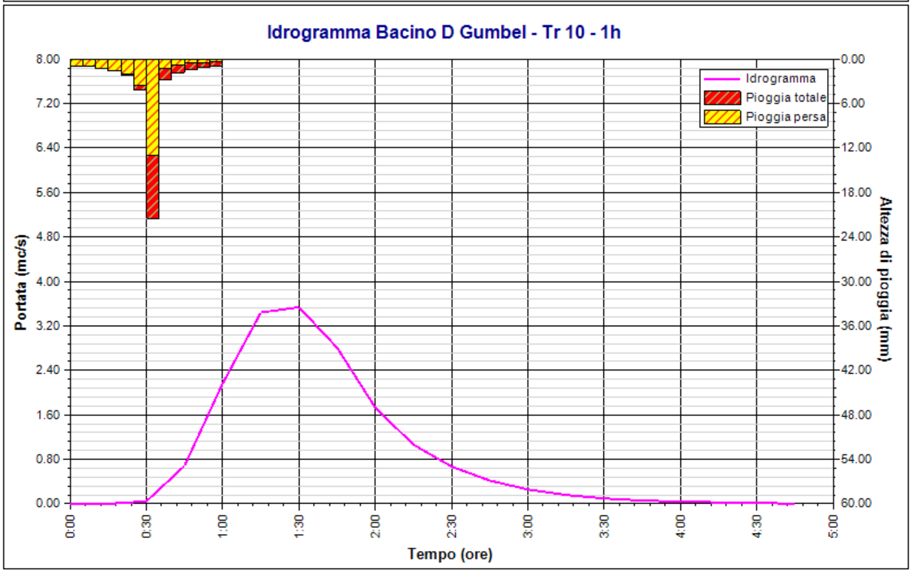
6.4. IDROGRAMMA DI PIENA – BACINO D



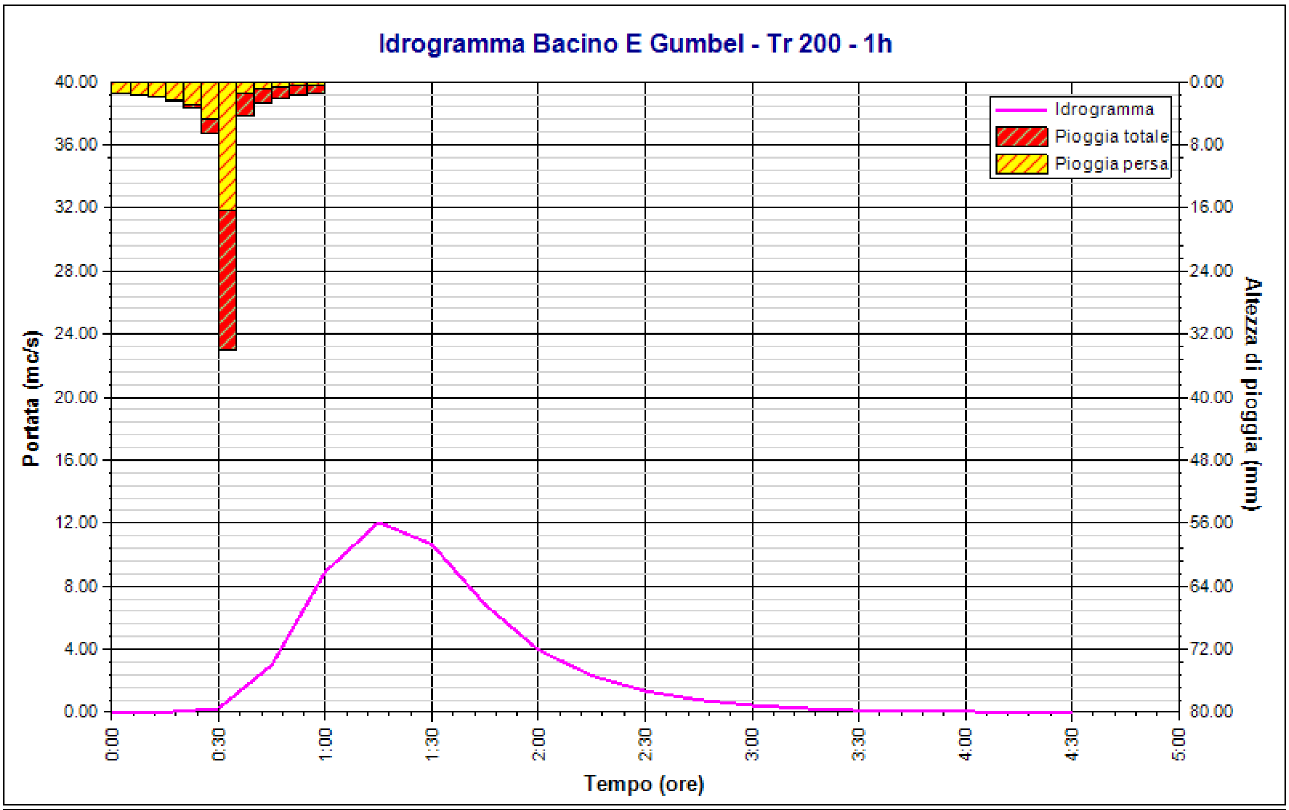


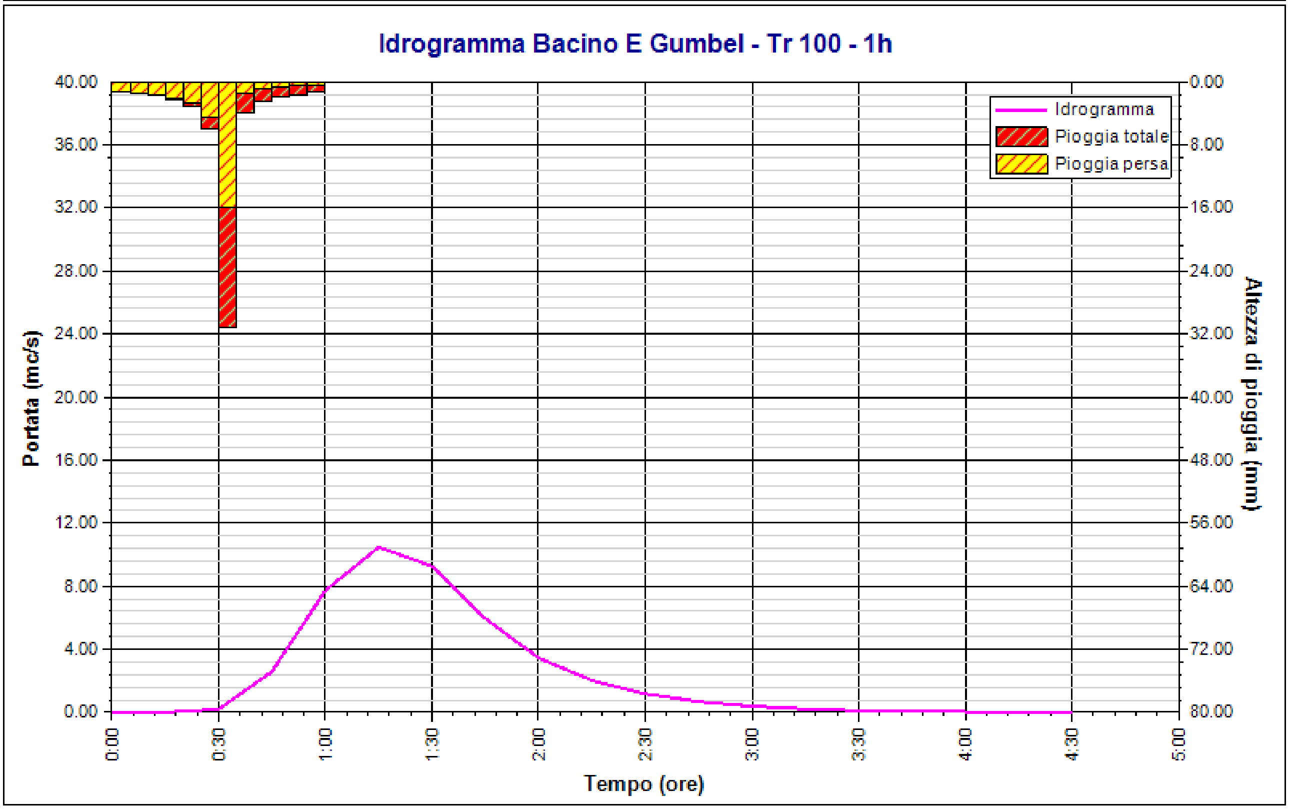

Idrogramma Bacino D Gumbel - Tr 50 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

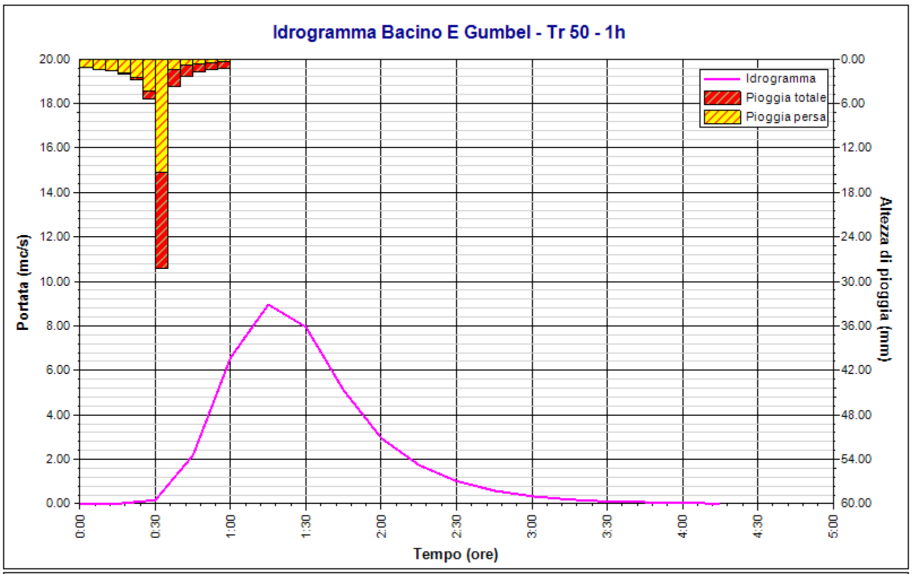

Idrogramma Bacino D Gumbel - Tr 25 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

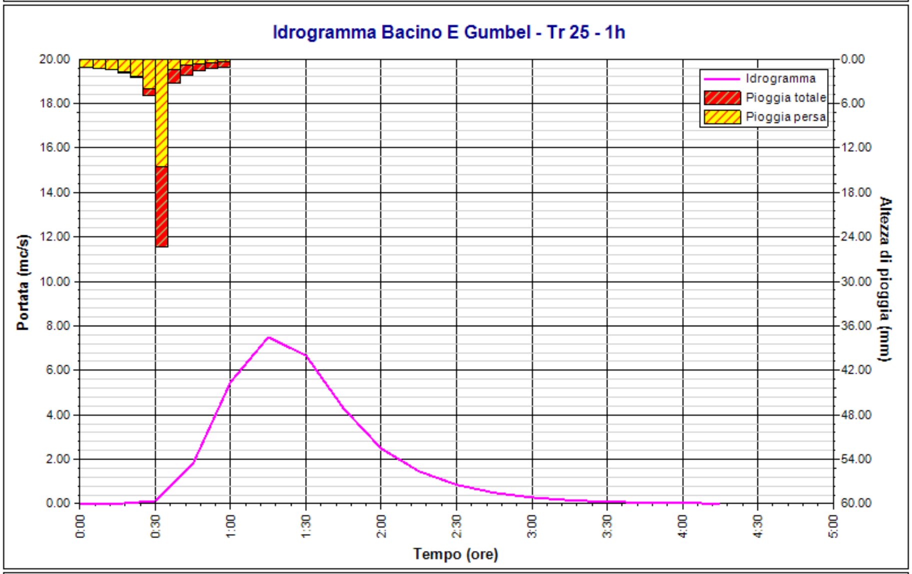

Idrogramma Bacino D Gumbel - Tr 10 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

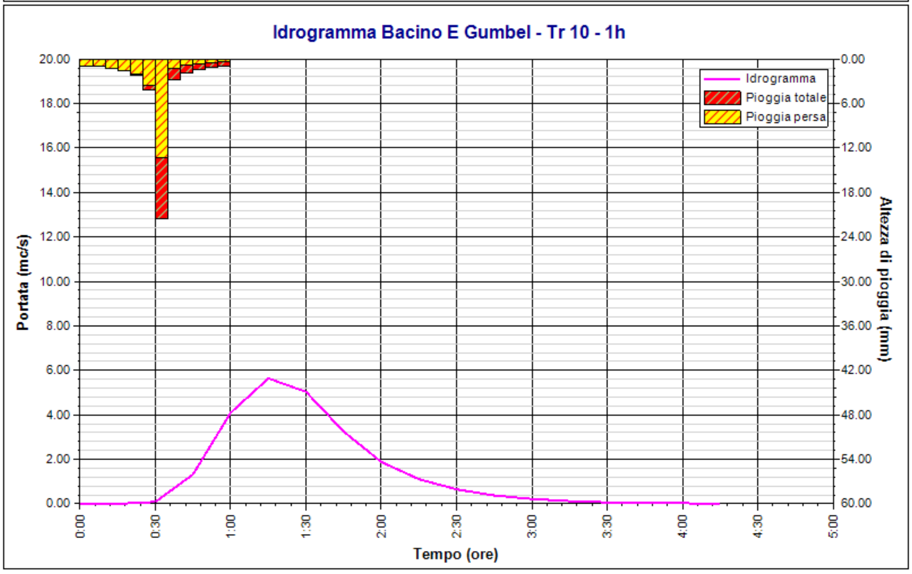
6.5. IDROGRAMMA DI PIENA – BACINO E



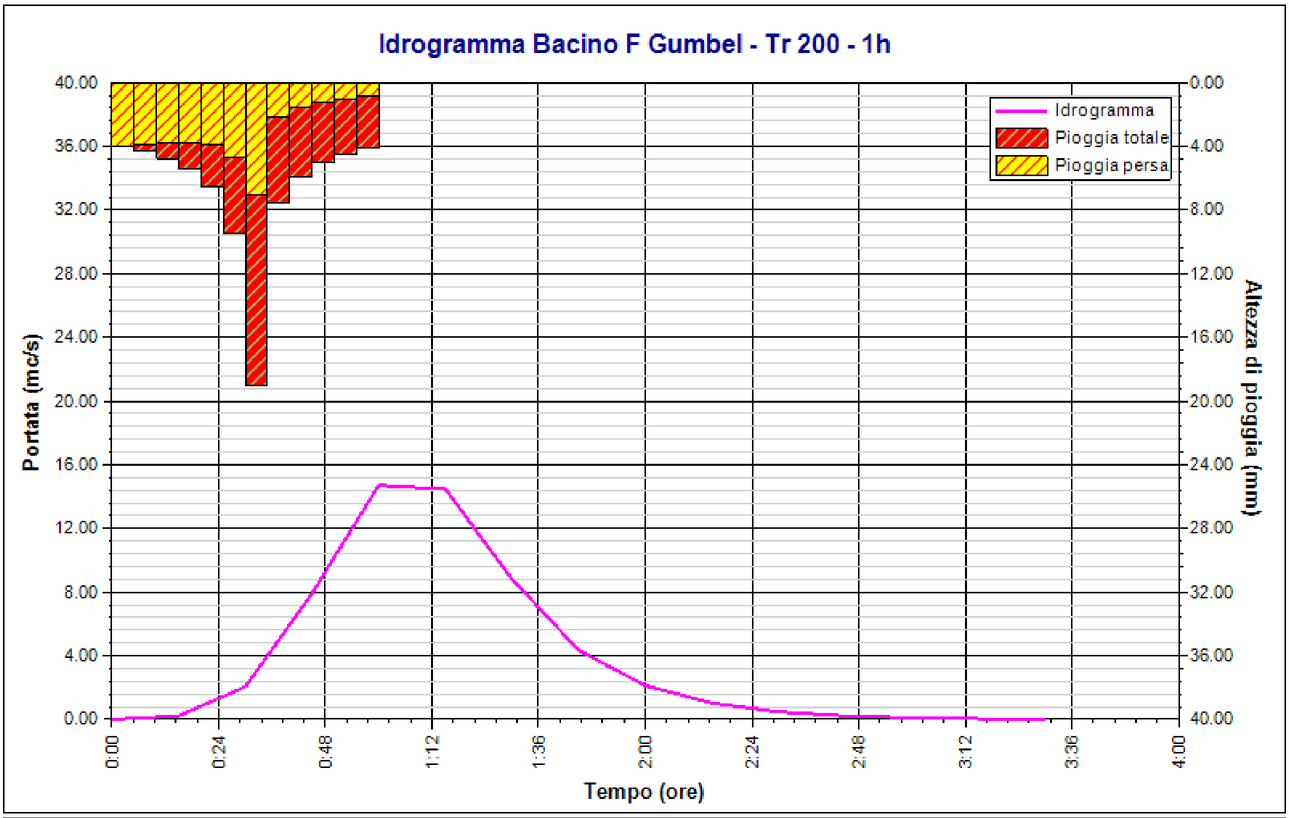


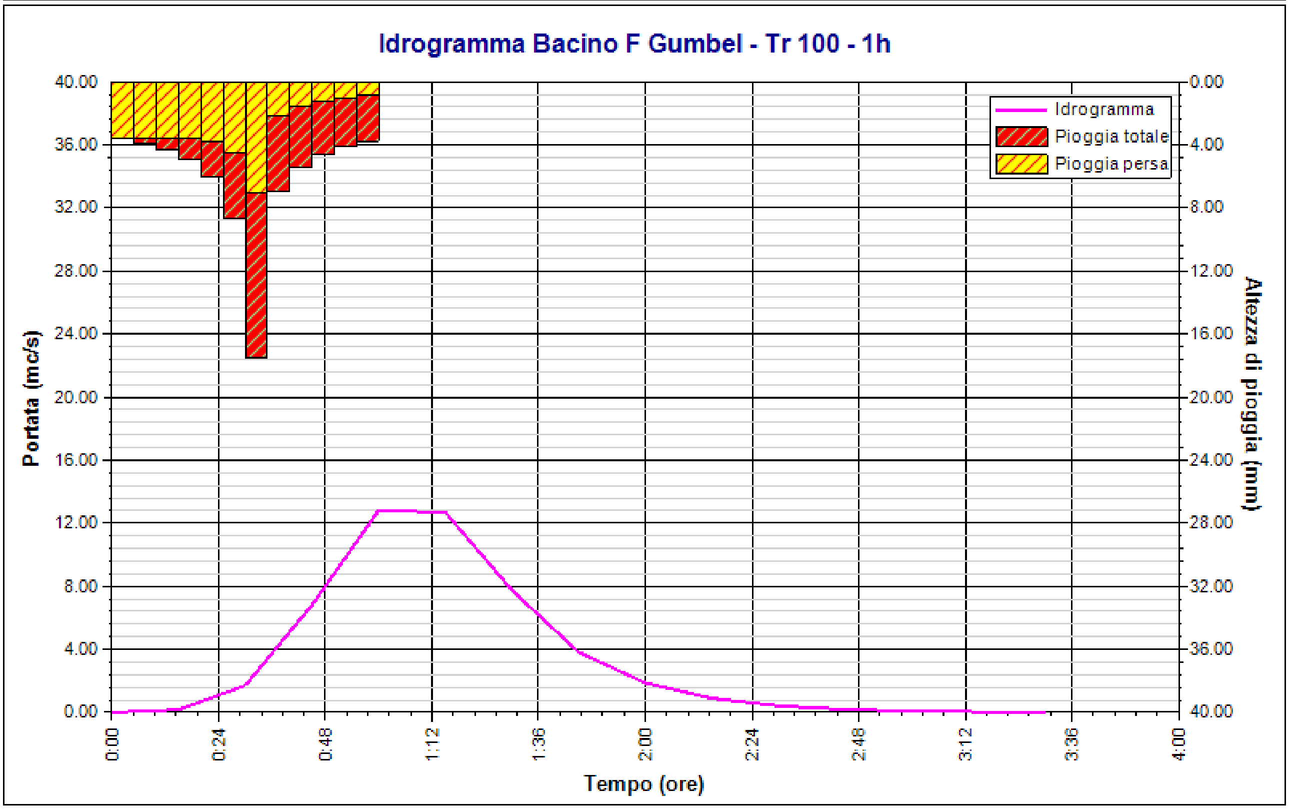

Idrogramma Bacino E Gumbel - Tr 50 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

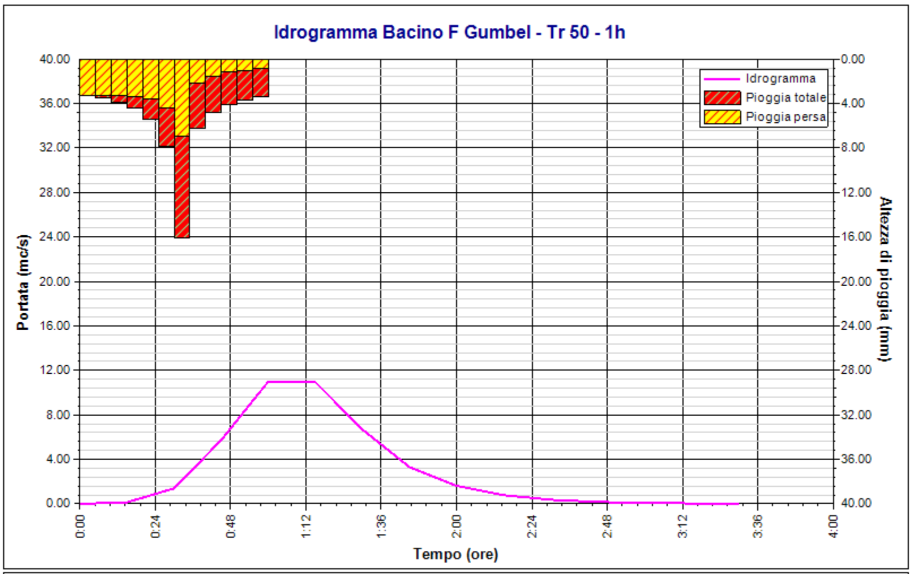

Idrogramma Bacino E Gumbel - Tr 25 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

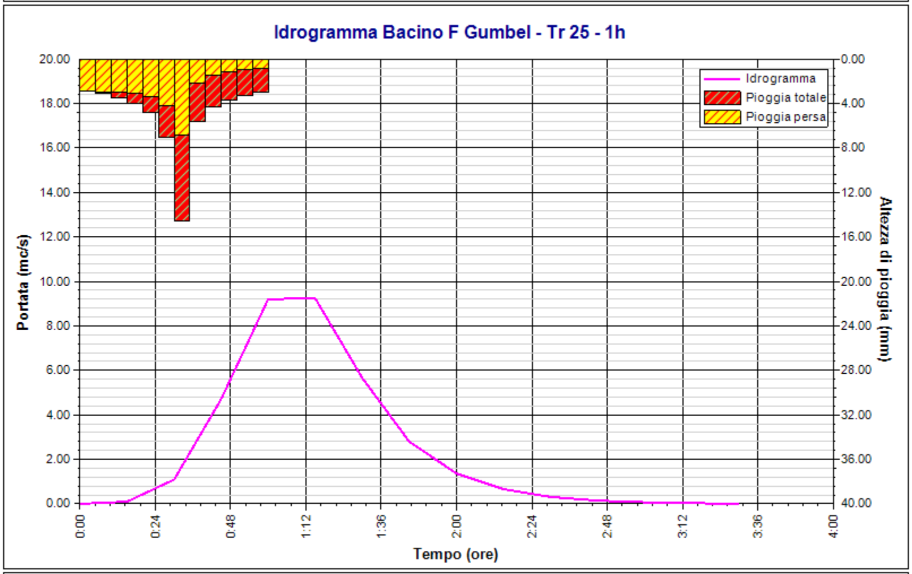

Idrogramma Bacino E Gumbel - Tr 10 - 1h
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)

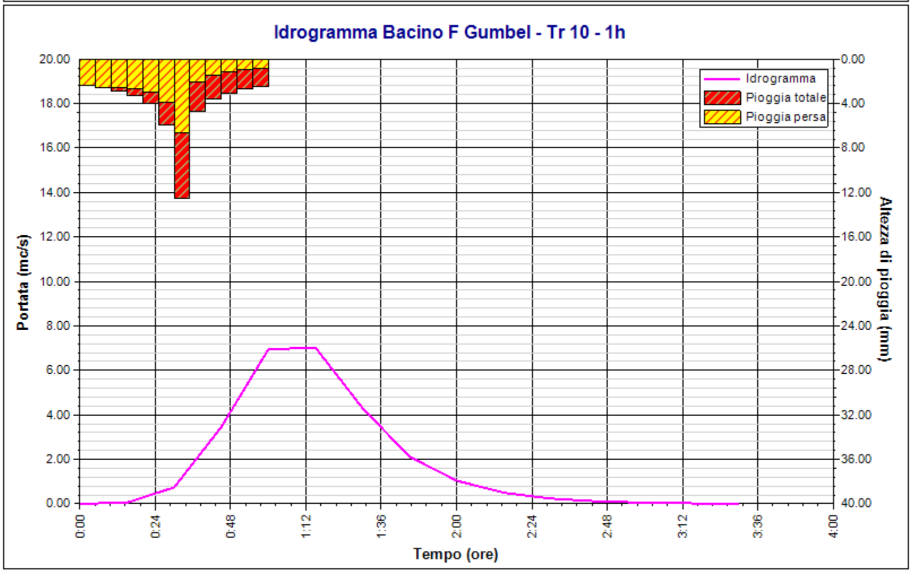
6.6. IDROGRAMMA DI PIENA – BACINO F






Idrogramma Bacino F Gumbel - Tr 50 - 1h
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa


Idrogramma Bacino F Gumbel - Tr 25 - 1h
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa


Idrogramma Bacino F Gumbel - Tr 10 - 1h
Portata (mc/s)
Altezza di pioggia (mm)
Tempo (ore)
Idrogramma
Pioggia totale
Pioggia persa

7. ANALISI COMPARATIVA SULLE PORTATE DI PROGETTO

Si allega un quadro sinottico contenente i valori di portata determinati con le due metodologie fin qui descritte.

	TR	Portata (PROGETTO CONSEGNATO)	Portata (NUOVO STUDIO)
	(anni)	(m^3/s)	(m^3/s)
BACINO A	10	2.47	3.7
	25	2.93	4.9
	50	3.64	5.7
	100	3.99	6.6
	200	4.42	7.5

	TR	Portata (PROGETTO CONSEGNATO)	Portata (NUOVO STUDIO)
	(anni)	(m^3/s)	(m^3/s)
BACINO B	10	3.84	3.0
	25	4.56	4.0
	50	5.10	4.8
	100	5.65	5.6
	200	6.20	6.4

	TR	Portata (PROGETTO CONSEGNATO)	Portata (NUOVO STUDIO)
	(anni)	(m^3/s)	(m^3/s)
BACINO C	10	11.37	10.6
	25	13.50	14
	50	15.08	16.7
	100	16.71	19.4
	200	18.34	22.3

	TR	Portata (PROGETTO CONSEGNATO)	Portata (NUOVO STUDIO)
BACINO D	(anni)	(m^3/s)	(m^3/s)
	10	3.67	3.5
	25	4.35	4.7
	50	4.86	5.6
	100	5.39	6.5
	200	5.91	7.5

	TR	Portata (PROGETTO CONSEGNATO)	Portata (NUOVO STUDIO)
BACINO E	(anni)	(m^3/s)	(m^3/s)
	10	7.84	5.6
	25	9.31	7.5
	50	10.40	9.0
	100	11.52	10.5
	200	12.64	12.1

	TR	Portata (PROGETTO CONSEGNATO)	Portata (NUOVO STUDIO)
BACINO F	(anni)	(m^3/s)	(m^3/s)
	10	5.93	7.0
	25	7.04	9.2
	50	7.87	11.0
	100	8.72	12.8
	200	9.56	14.7

8. QUADRO VINCOLISTICO DEI BACINI IDROGRAFICI

Per quanto attiene al rischio idrogeologico, solamente il bacino idrografico "B" rientra in aree soggette a vincolo ai sensi del R.D. 3627/23.
(Fonte https://siat.regione.umbria.it/vincoloidrogeologico)

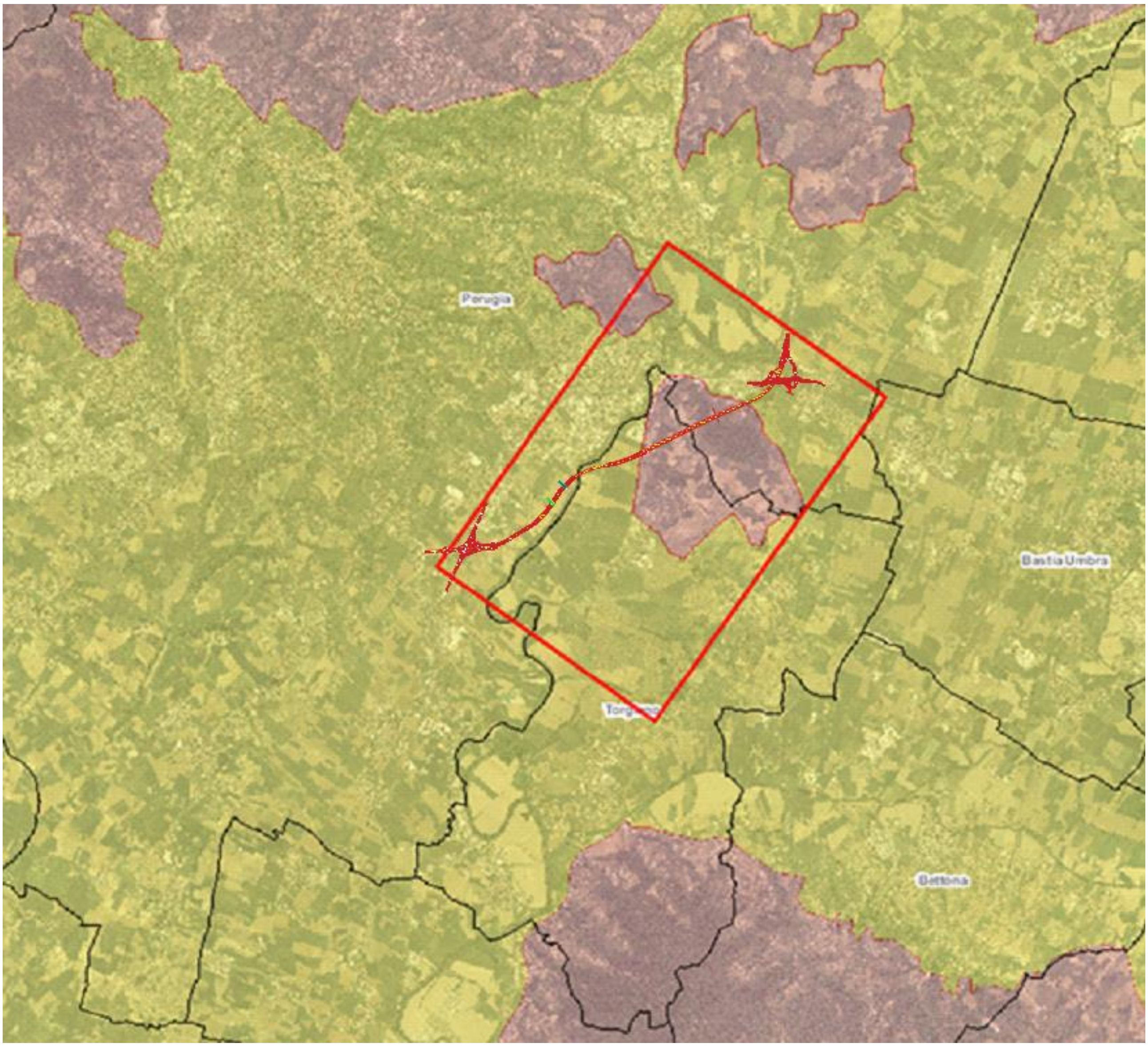


Figura 8-1: Bacino idrografico – Vincoli idrogeologici

Dal punto di vista morfologico, i bacini in esame appartengono ai seguenti sistemi pedologici:

BACINI A/B: Versanti e colline da Città di Castello a Perugia in sinistra Tevere (https://siat.regione.umbria.it/webgisru, sistema 3.1). La conformazione del rilievo presenta una certa variabilità in quanto, a superfici dolcemente inclinate (pendenza inferiore al 5%) impostate su depositi alluvionali di varia età o su sabbie del Villafranchiano lacustre, si alternano aree più acclivi, ancora su depositi lacustri, ma non mancano tratti decisamente più ripidi sia sui precedenti materiali sia su lembi, sia pur esigui, di marne ed arenarie mioceniche c he affiorano al ternati ad es si. In questi casi, la pendenza raggiunge facilmente il 30% ed in alcuni tratti supera tale valore, ciò comporta un assai diverso ruolo dei fenomeni di erosione accelerata nel contrastare la pedogenesi. La copertura vegetale mostra numerose aree a bosco pur prevalendo i terreni coltivati. Le quote sono comprese tra 200 e 450 m. I suoli su questo sistema presentano un diverso grado di evoluzione pedologica, in funzione della composizione e della permeabilità del substrato, ma sono orientati tipicamente verso la brunificazione; sono da segnalare però, fenomeni di retrogradazione in rapporto alla diversa acclività ed utilizzazione. Le aree più acclivi ospitano spesso il bosco che consente la conservazione di suoli differenziati ma, comunque, poco profondi; nelle aree ugualmente acclivi ma agricole, invece, il suolo è decisamente degradato ed assottigliato, tanto che si può arrivare alla completa omogeneizzazione di quanto rimane degli orizzonti precedenti o, addirittura, all'incorporazione di parti consistenti del substrato nell'unico orizzonte esistente che è quello interessato annualmente dalle lavorazioni. Sono rari i casi che mostrano eccessi di pietrosità ed assolutamente assenti esempi di rocce affioranti, se si escludono alcuni canali di erosione sui substrati più vulnerabili.

BACINI C/D: Collina di Perugia (https://siat.regione.umbria.it/webgisru, sistema 11.8). La conformazione del rilievo presenta una certa variabilità in quanto, a superfici quasi piane (<2%) sulle alluvioni del torrente Genna, seguono quelle dolcemente o moderatamente inclinate (pendenza inferiore al 15%) impostate su depositi del Villafranchiano lacustre. Si hanno, infine, aree ancora più acclivi sulle marne ed arenarie mioceniche ascrivibili alla formazione della "Marnoso Arenacea" dove la pendenza raggiunge facilmente il 30%; quanto detto comporta un ruolo crescente dell'erosione accelerata nel contrastare la pedogenesi o nell'obliterarne i prodotti. La copertura vegetale prevalente è quella agricola con residui di bosco. Le quote sono comprese tra 195 e 493 m. I suoli sono tutti orientati verso la brunificazione ma sono molto diffusi fenomeni di erosione e retrogradazione in rapporto all'acclività ed alla diversa utilizzazione. Rari i casi che mostrano una notevole pietrosità, assenti le rocce affioranti. erosione e retrogradazione in rapporto all'acclività ed alla diversa utilizzazione. Rari i casi che mostrano una notevole pietrosità, assenti le rocce affioranti.

BACINI E/F: Pianure della media Valle del Tevere (https://siat.regione.umbria.it/webgisru, sistema 12.1). La conformazione del rilievo è caratterizzata da ampie aree di pianura con tratti sopraelevati di pochi metri (terrazzati); ne risulta una pendenza prevalentemente inferiore al 5%, che esclude la possibilità di fenomeni erosivi. La copertura vegetale dominante è rappresentata da colture agrarie. Le quote sono comprese tra 134 e 260 m. I suoli presenti in questo sistema hanno una giacitura pressoché piana, sono assolutamente privi di pietrosità e rocciosità (ad eccezione del sottosistema "m"); solo in rari casi sono presenti frammenti di ciottolame fluviale riportati in superficie con le lavorazioni. La profondità è normalmente elevata e gli orizzonti pedogenetici si continuano nei materiali fluviali fini sottostanti. La pedogenesi ha prodotto di norma orizzonti di alterazione e sulle superfici più antiche (terrazzi) è avvenuto un processo di lisciviazione di cui si conservano varie testimonianze. I suoli che si trovano in prossimità dei corsi d'acqua principali o alla base dei pendii circostanti possono aver subito, in un recente passato, apporti di materiali freschi (anche calcarei) per sovralluvionamento o colluvionamento.

ALLEGATO A

TABULATI DI CALCOLO

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

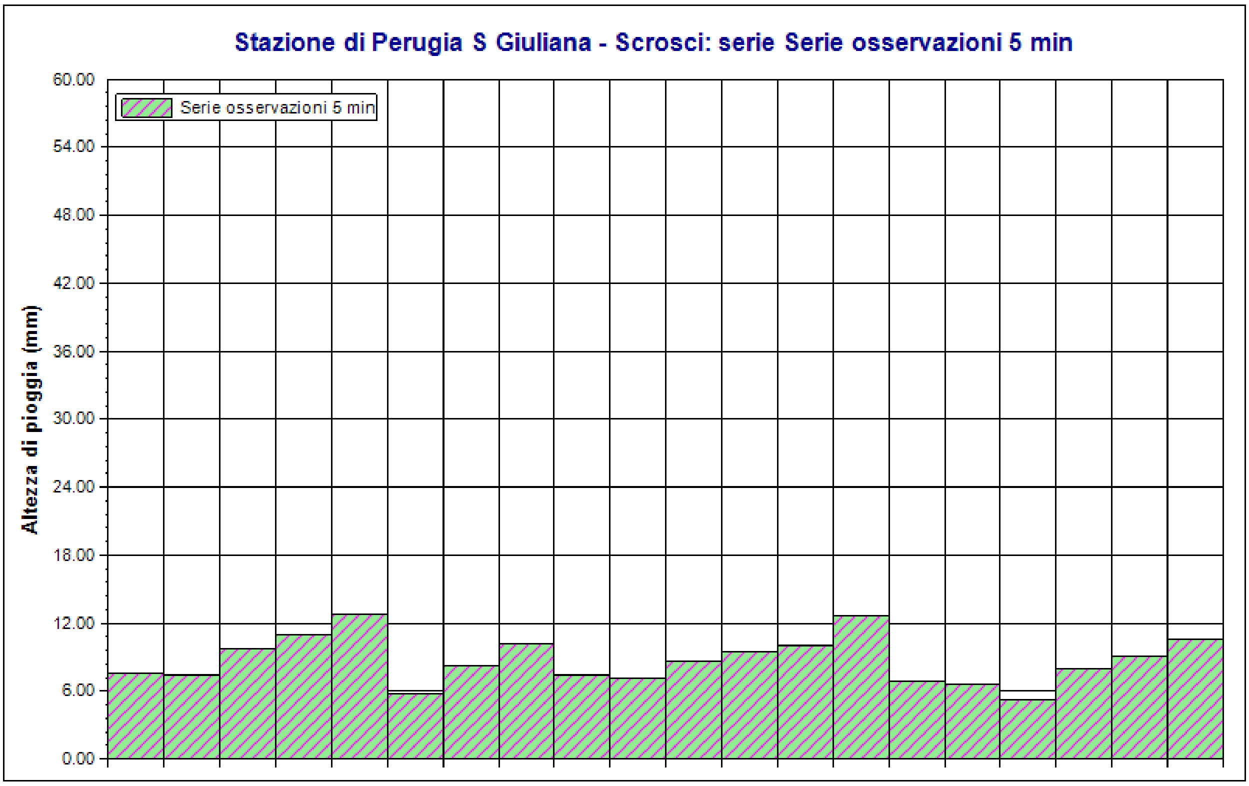
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

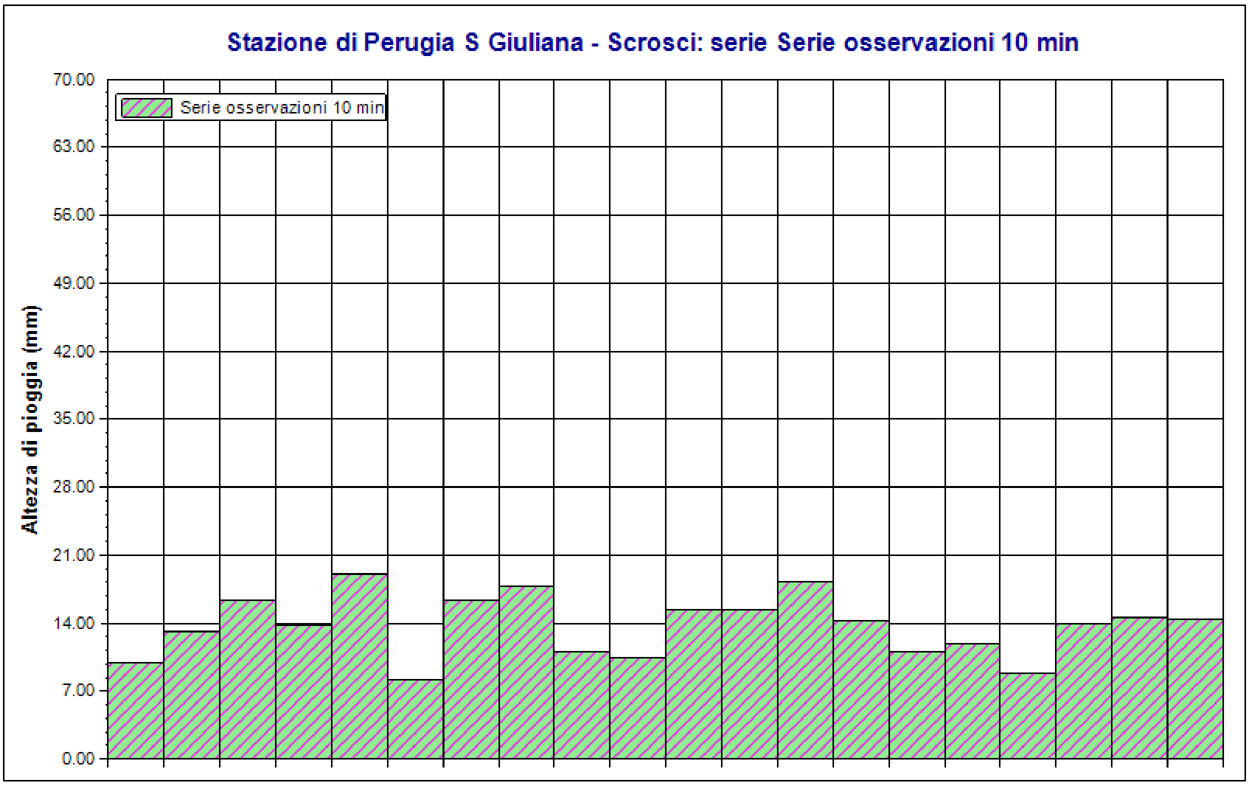
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

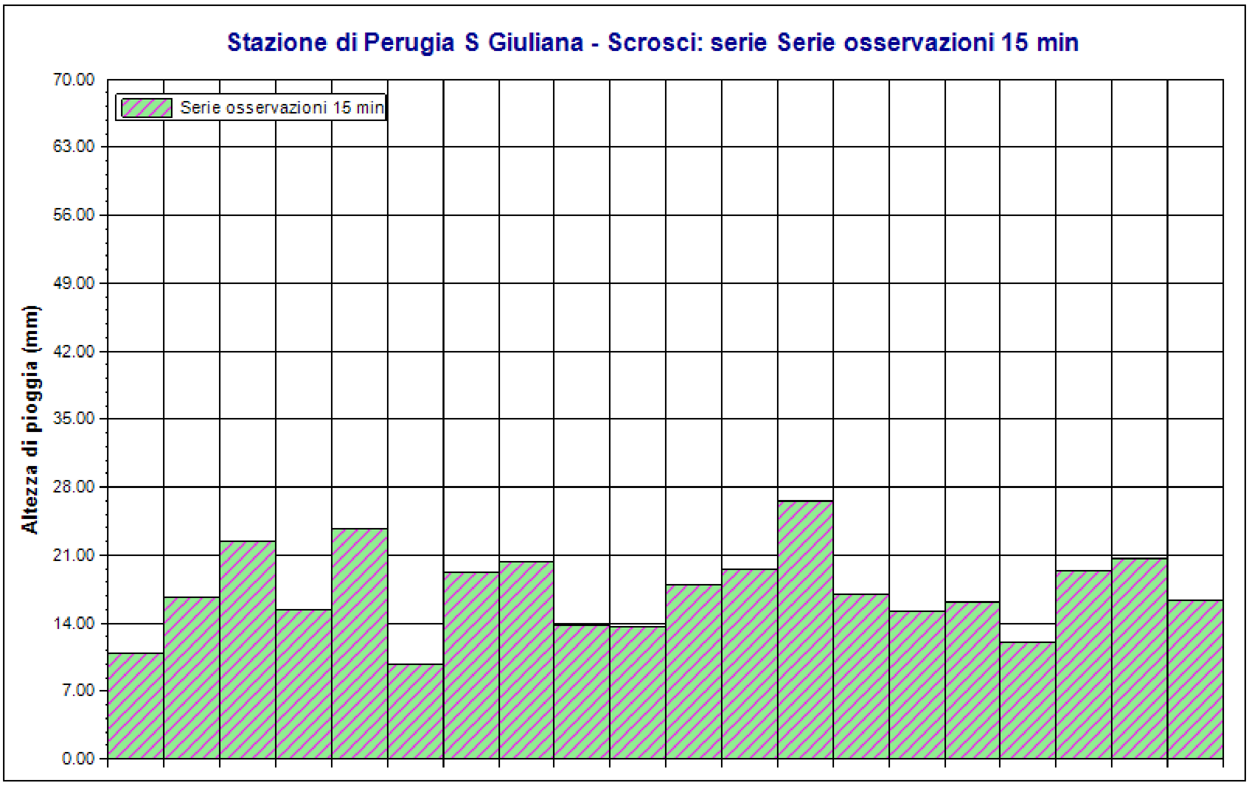
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



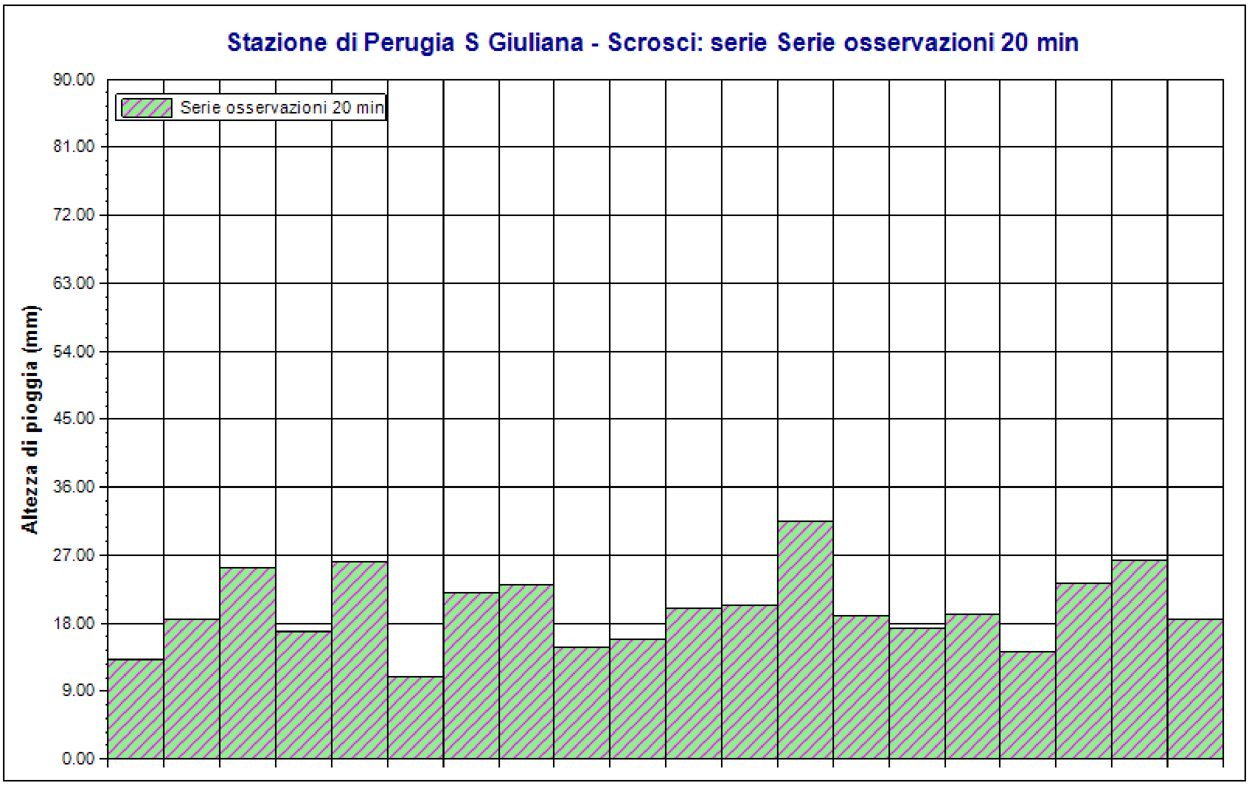
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



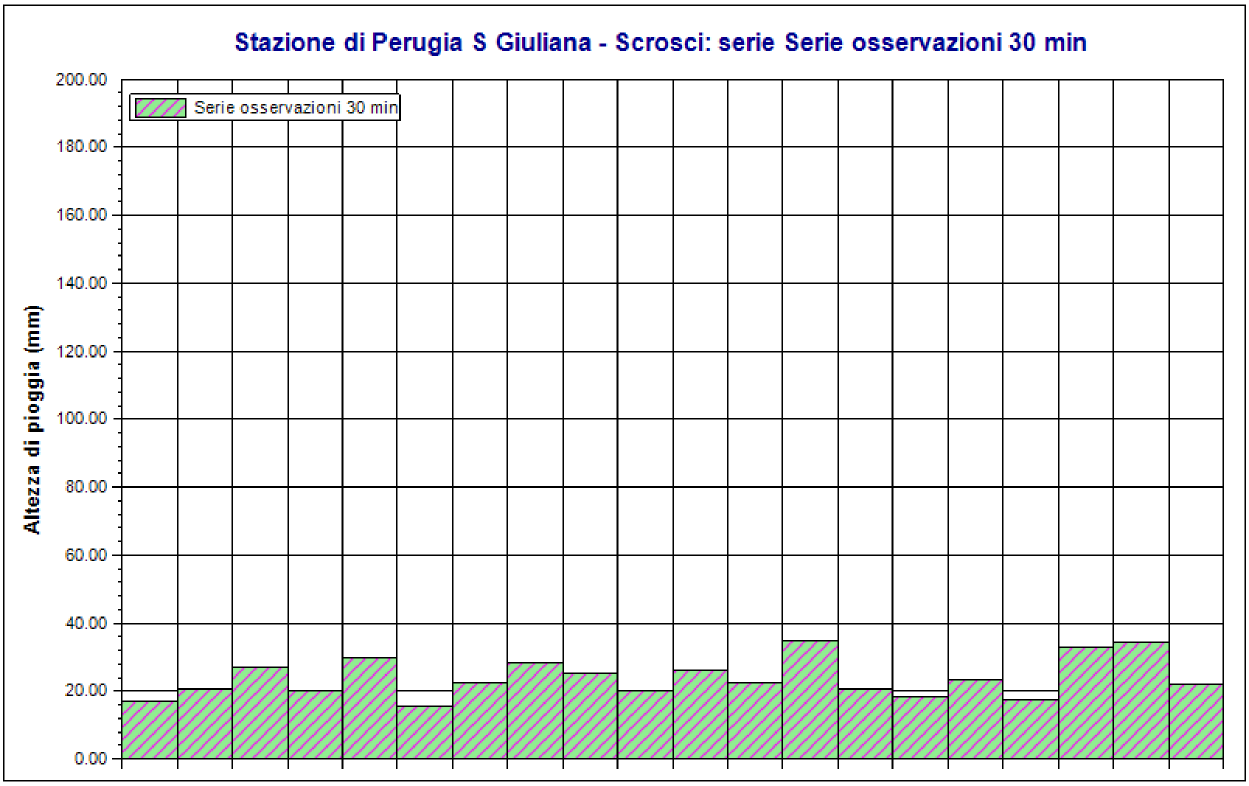
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

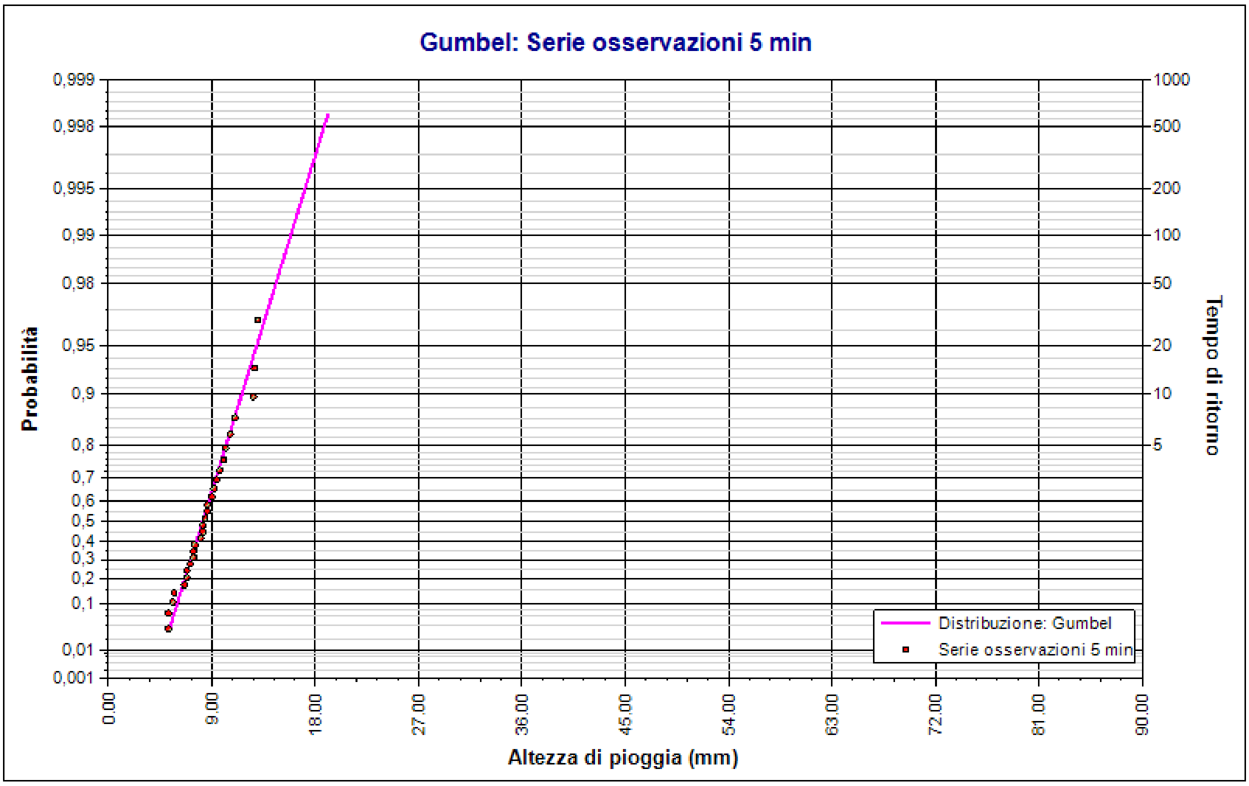
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

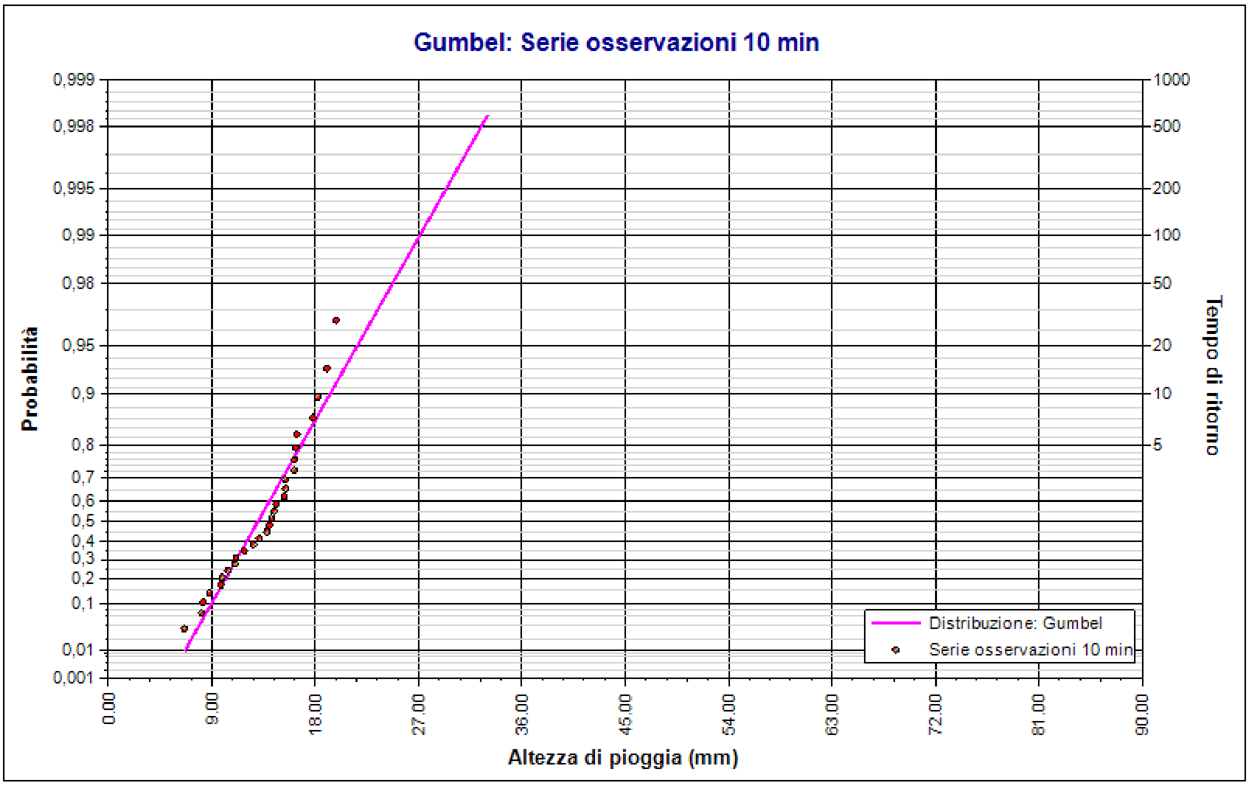
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x-7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x-11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x-14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x-17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x-20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

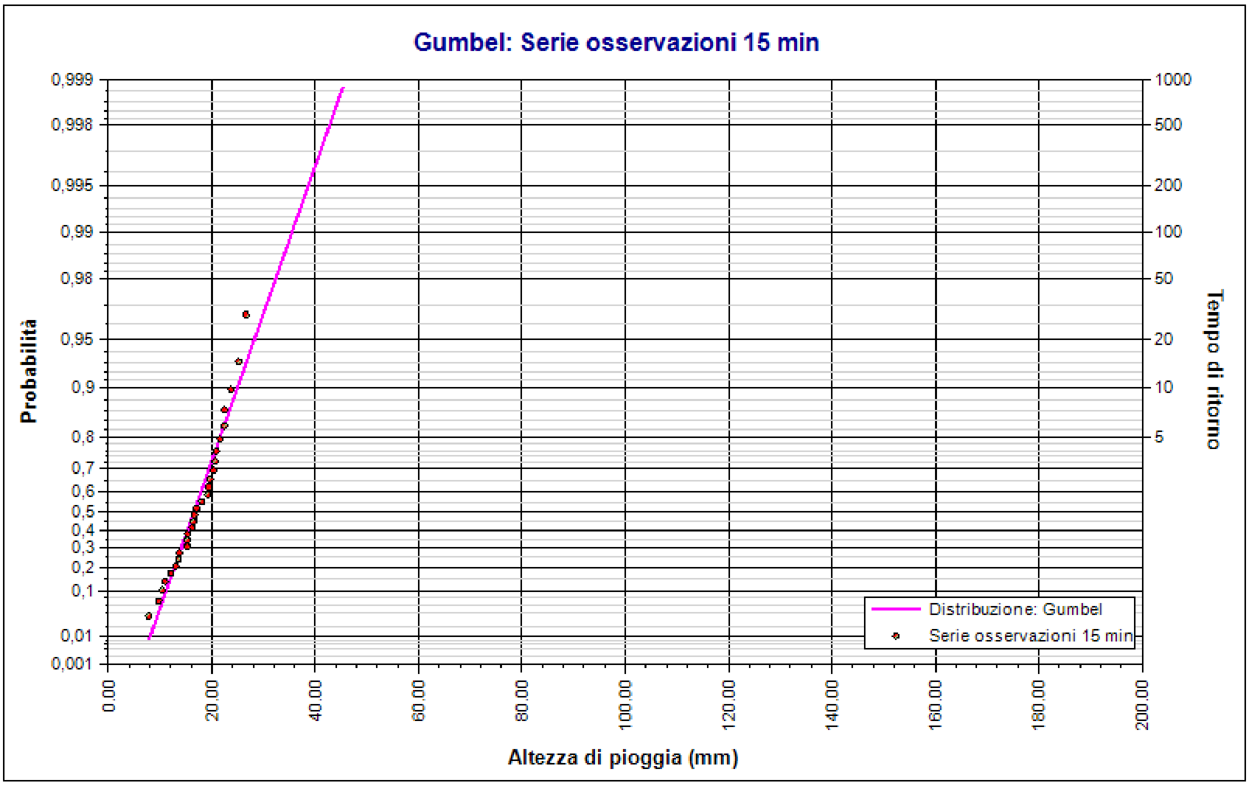
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



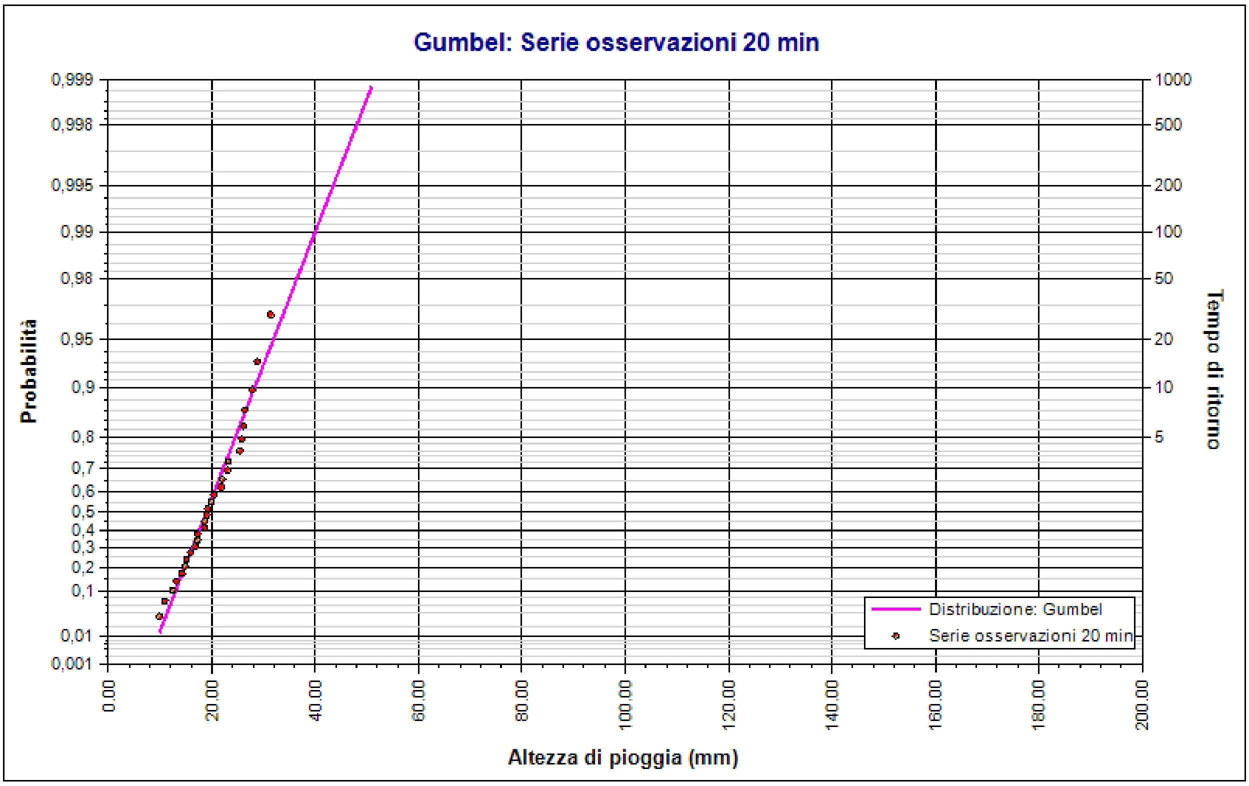
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



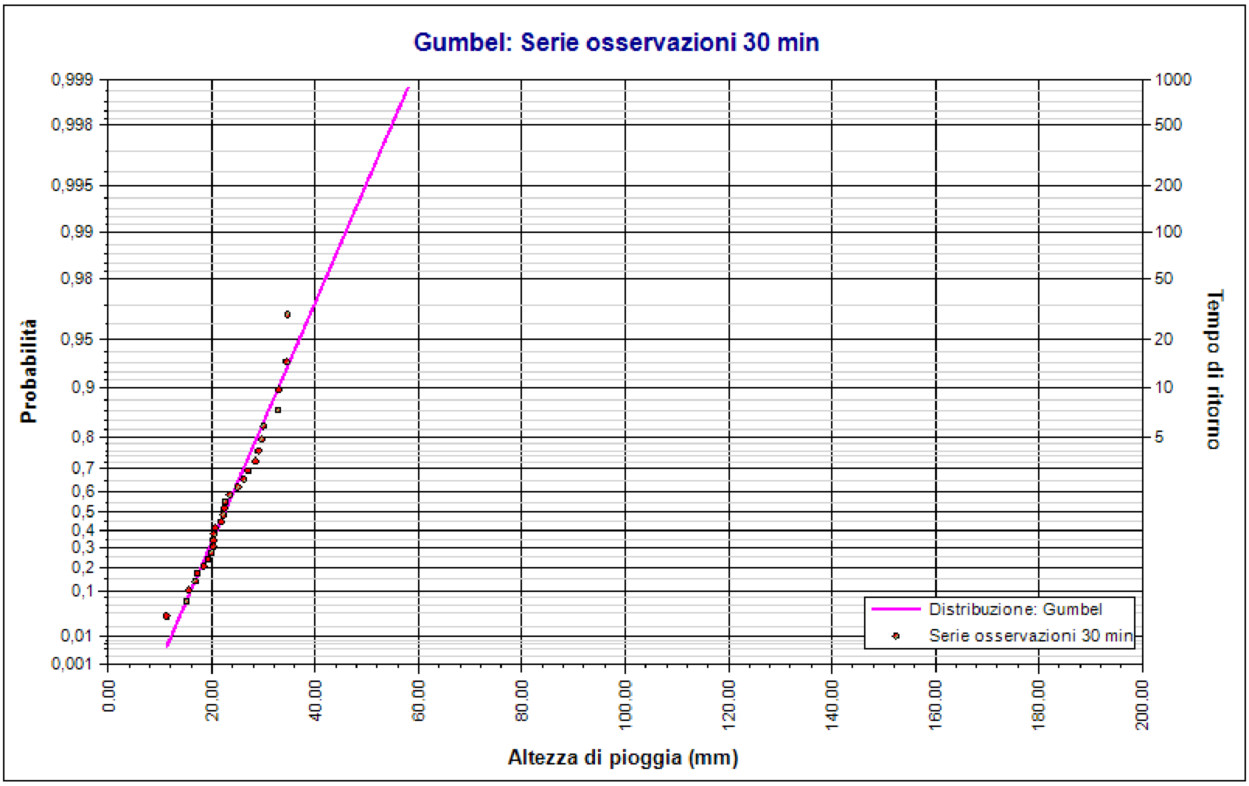
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 200.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

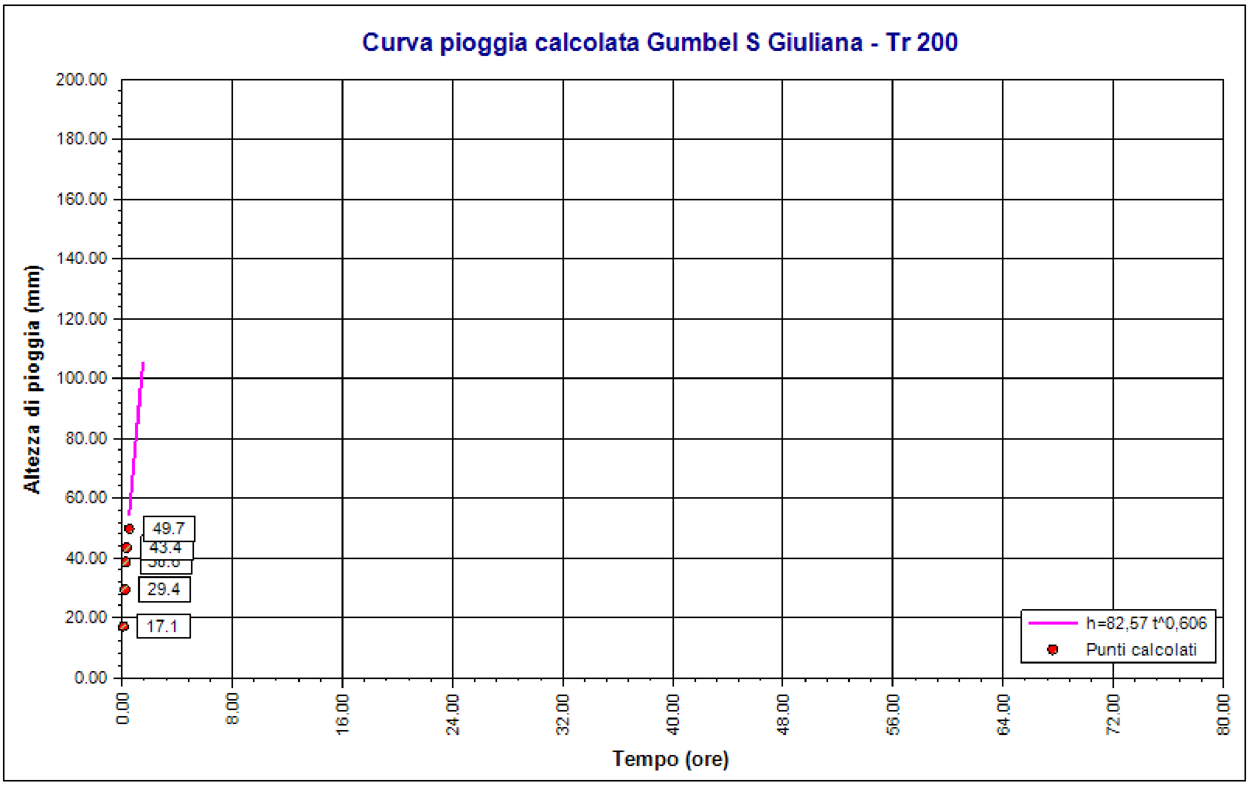
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	17.113
2	0.167	10	29.414
3	0.250	15	38.643
4	0.333	20	43.427
5	0.500	30	49.721

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
82.57	0.61	0.98	$h(t) = 82{,}6\ t^{0{,}606}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	82.574		9	312.476		17	459.317
2	125.653		10	333.067		18	475.498
3	160.631		11	352.861		19	491.327
4	191.207		12	371.956		20	506.831
5	218.877		13	390.433		21	522.032
6	244.433		14	408.357		22	536.951
7	268.355		15	425.784		23	551.604
8	290.961		16	442.757		24	566.008



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 17
Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

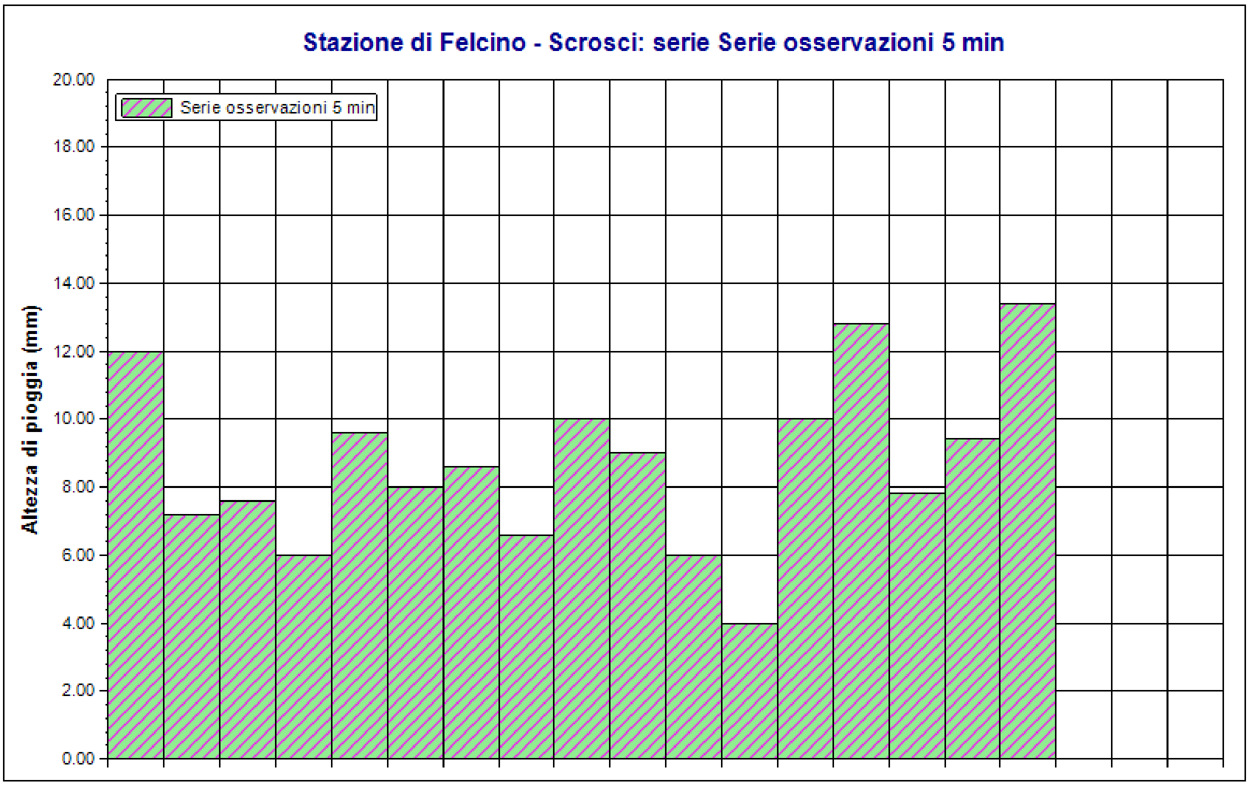
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

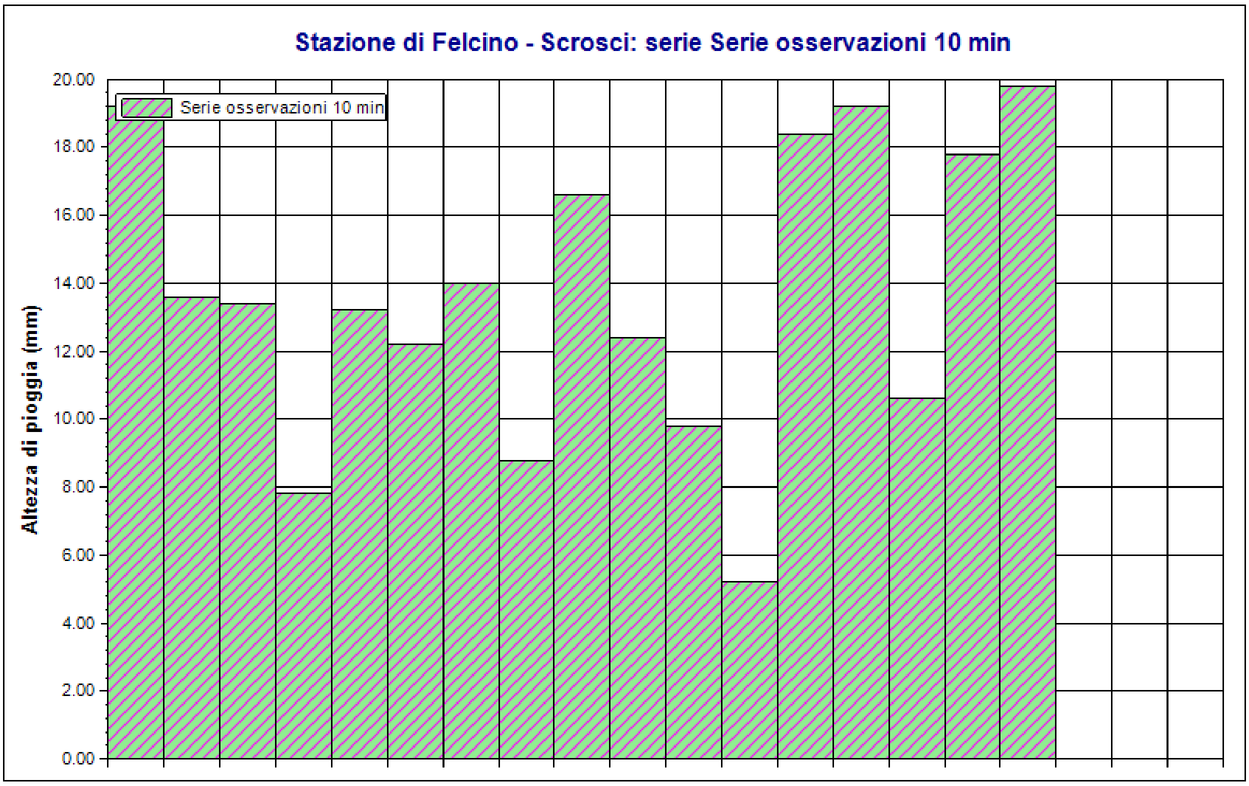
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

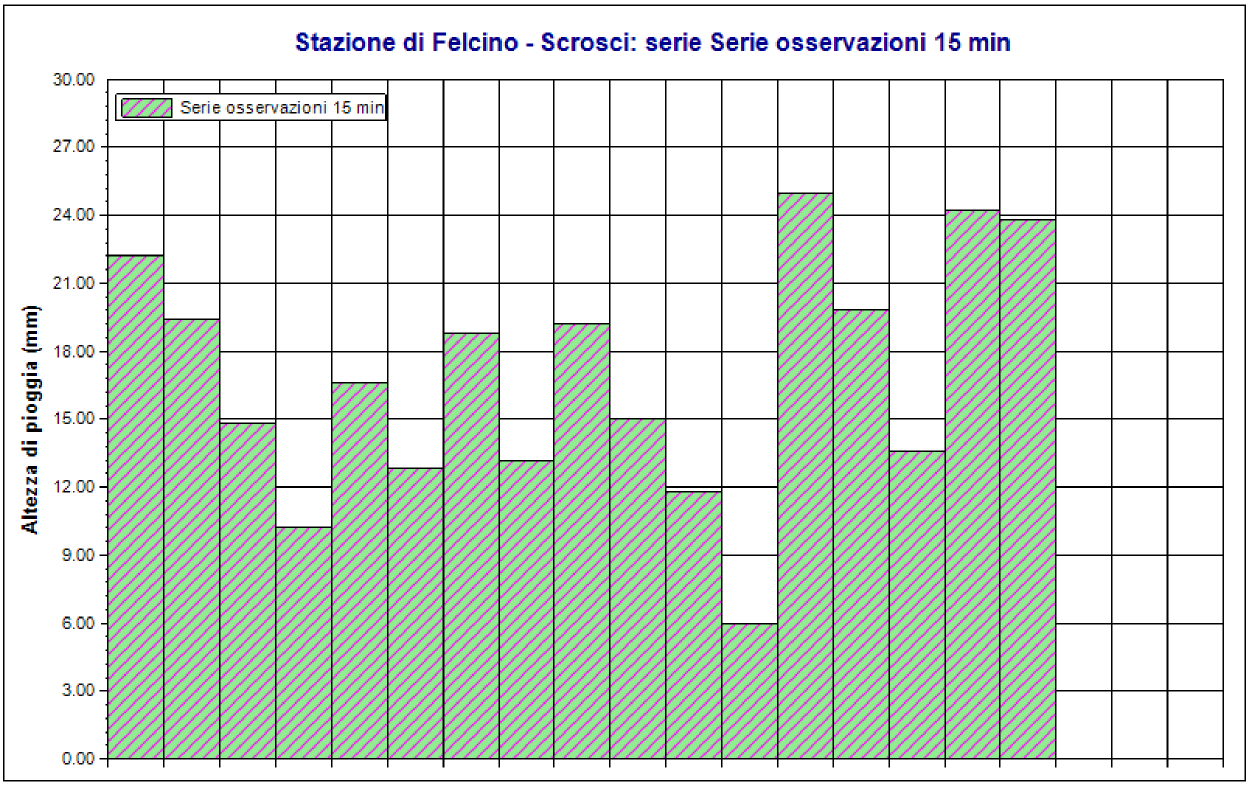
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



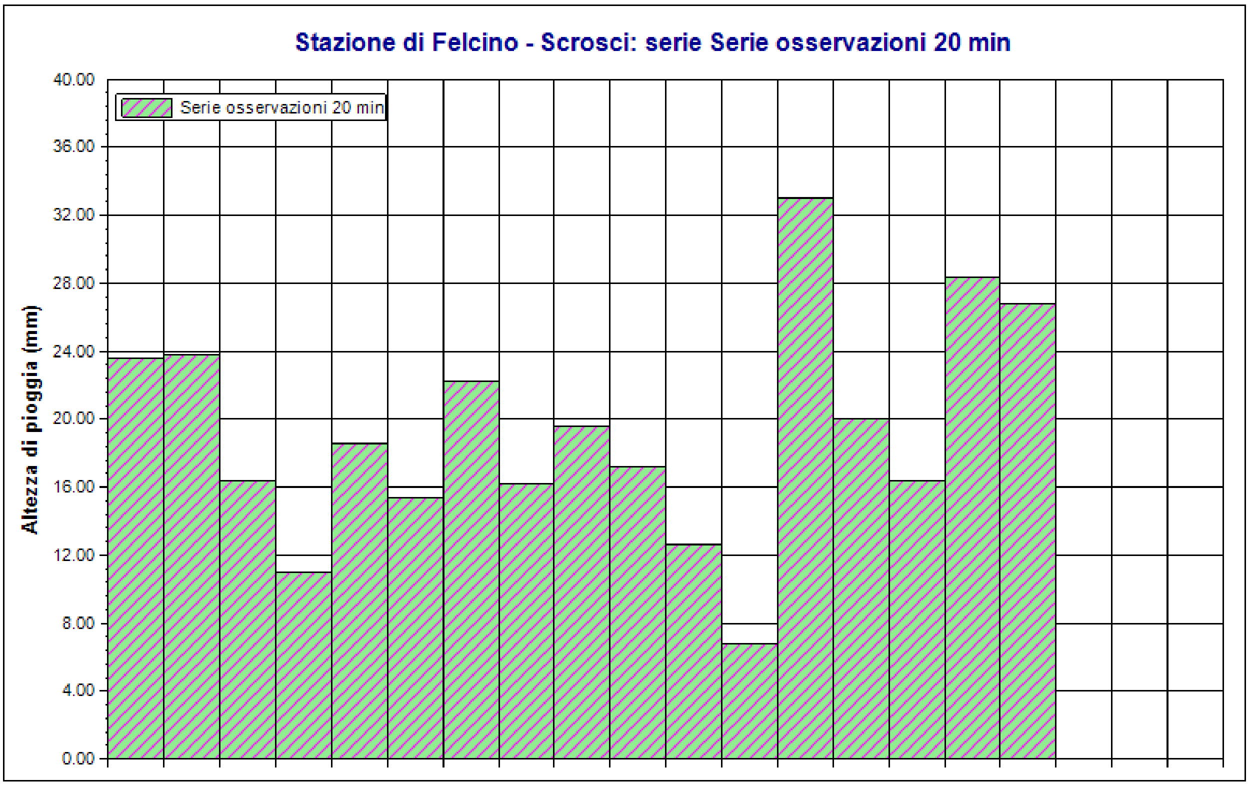
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



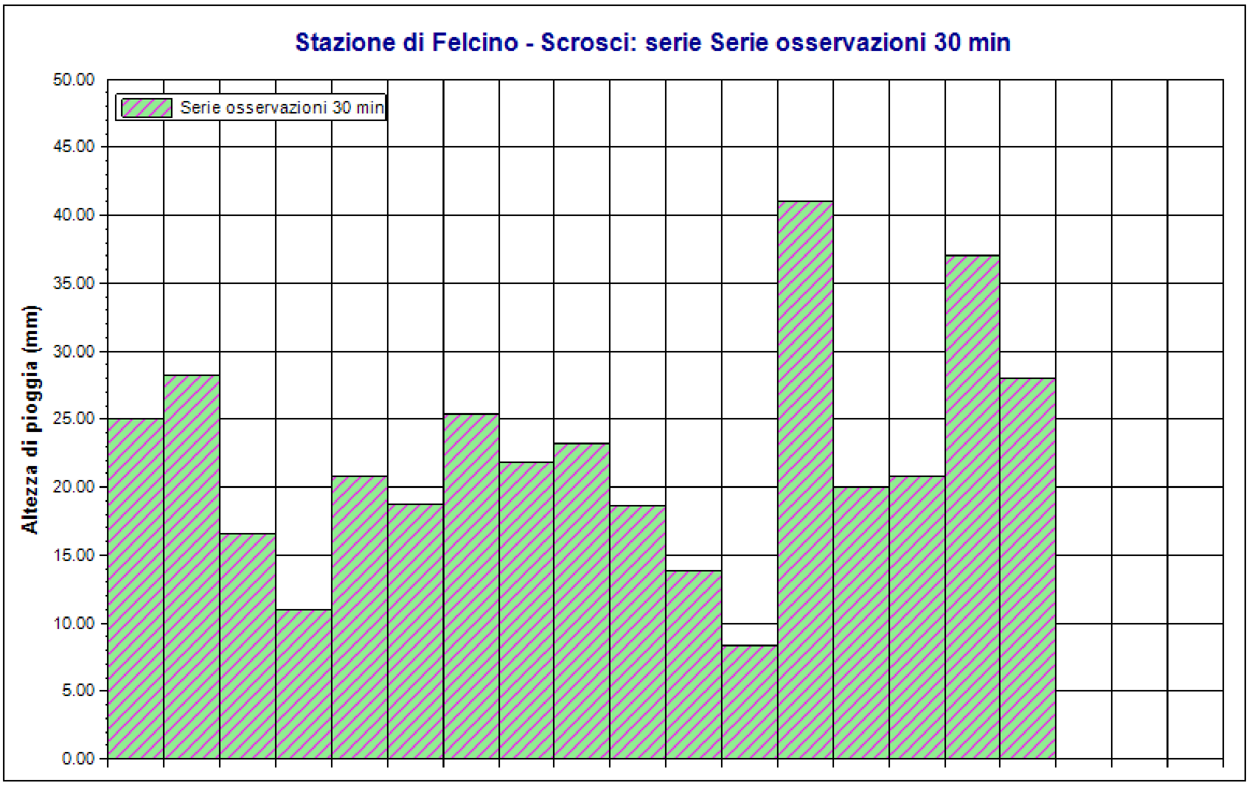
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

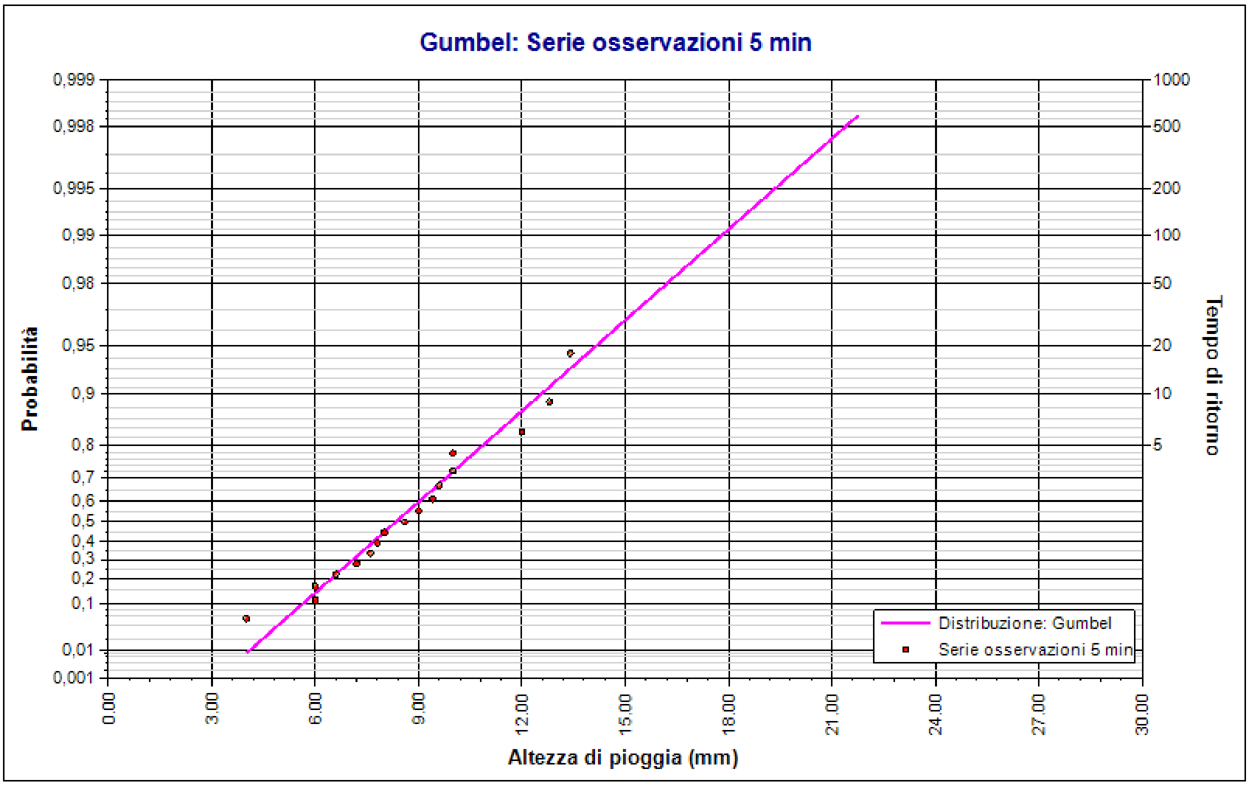
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

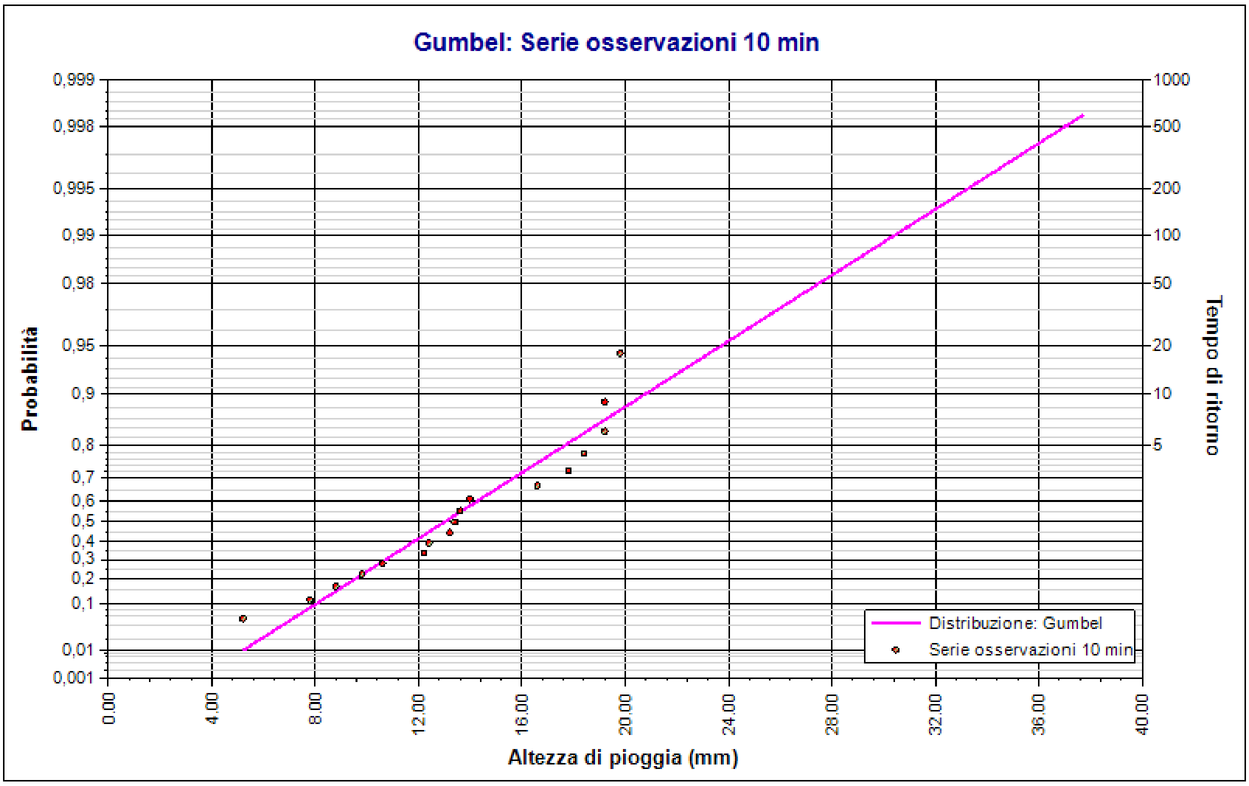
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x-7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x-11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x-14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x-16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x-18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

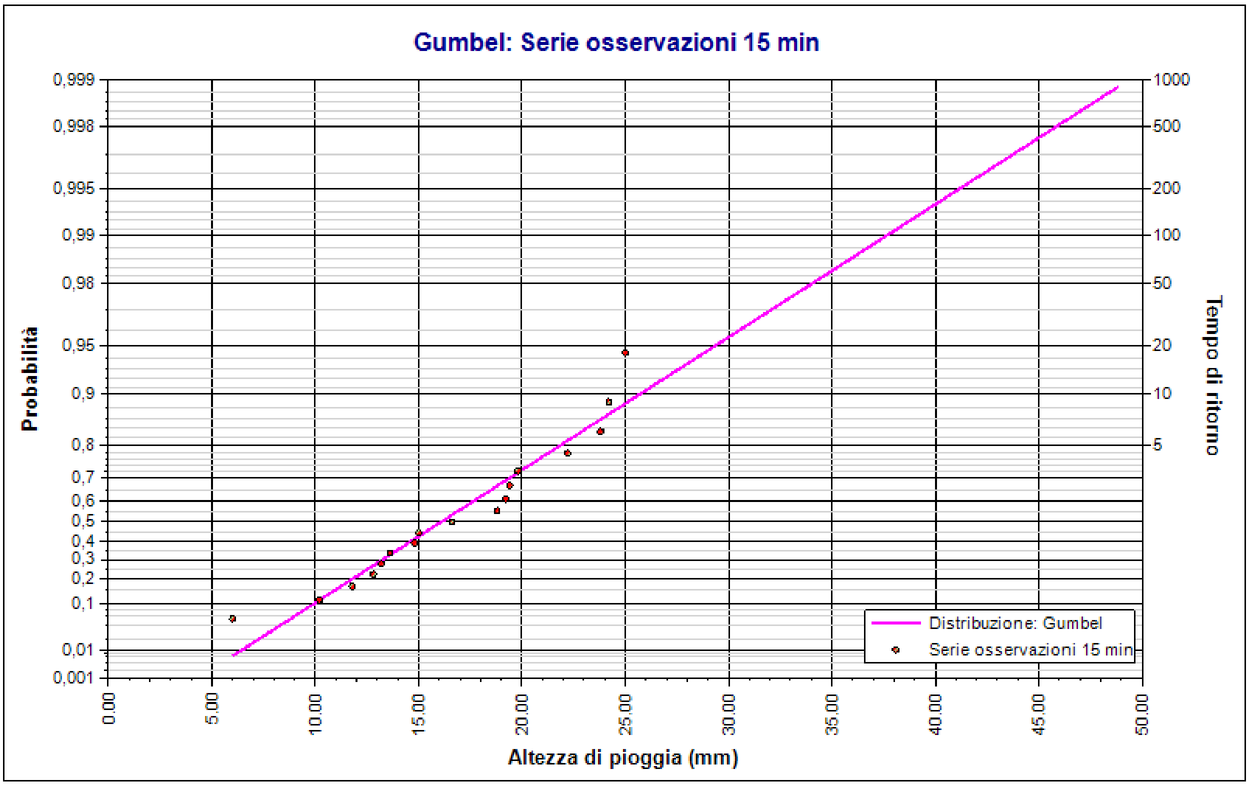
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



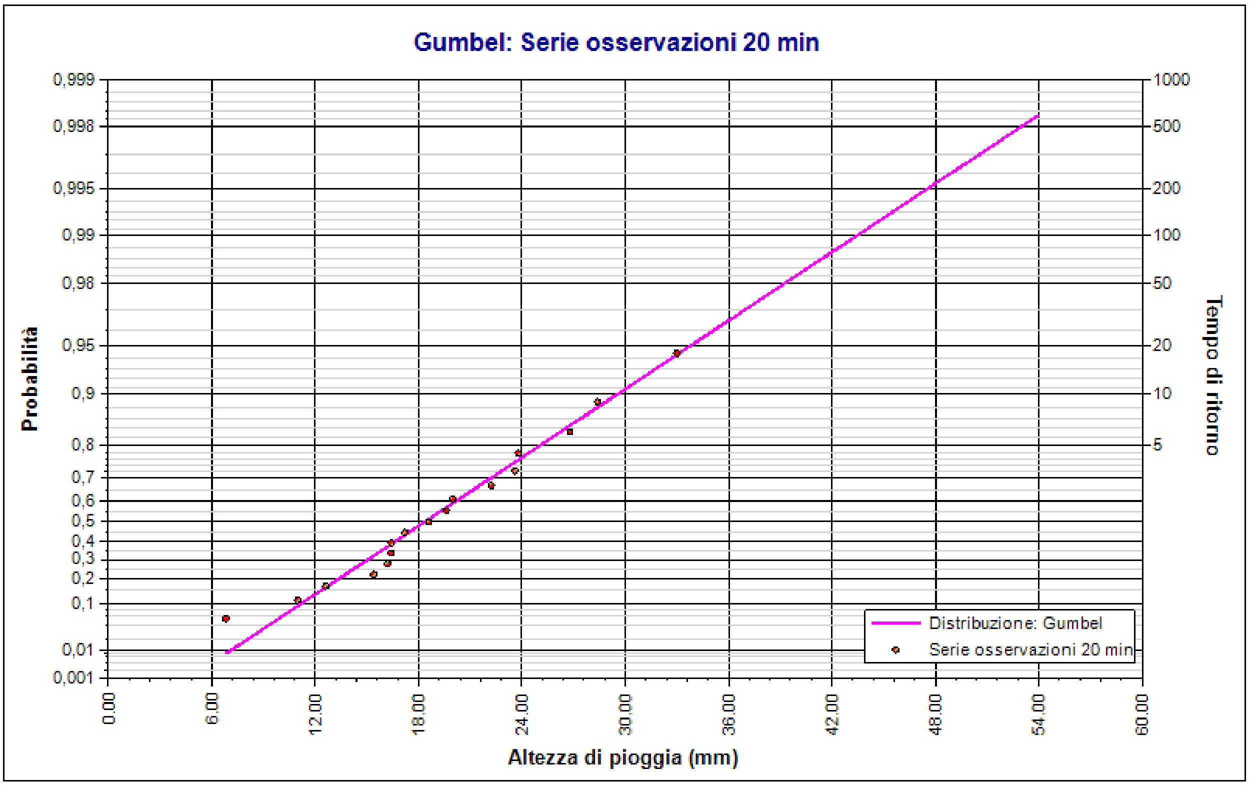
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



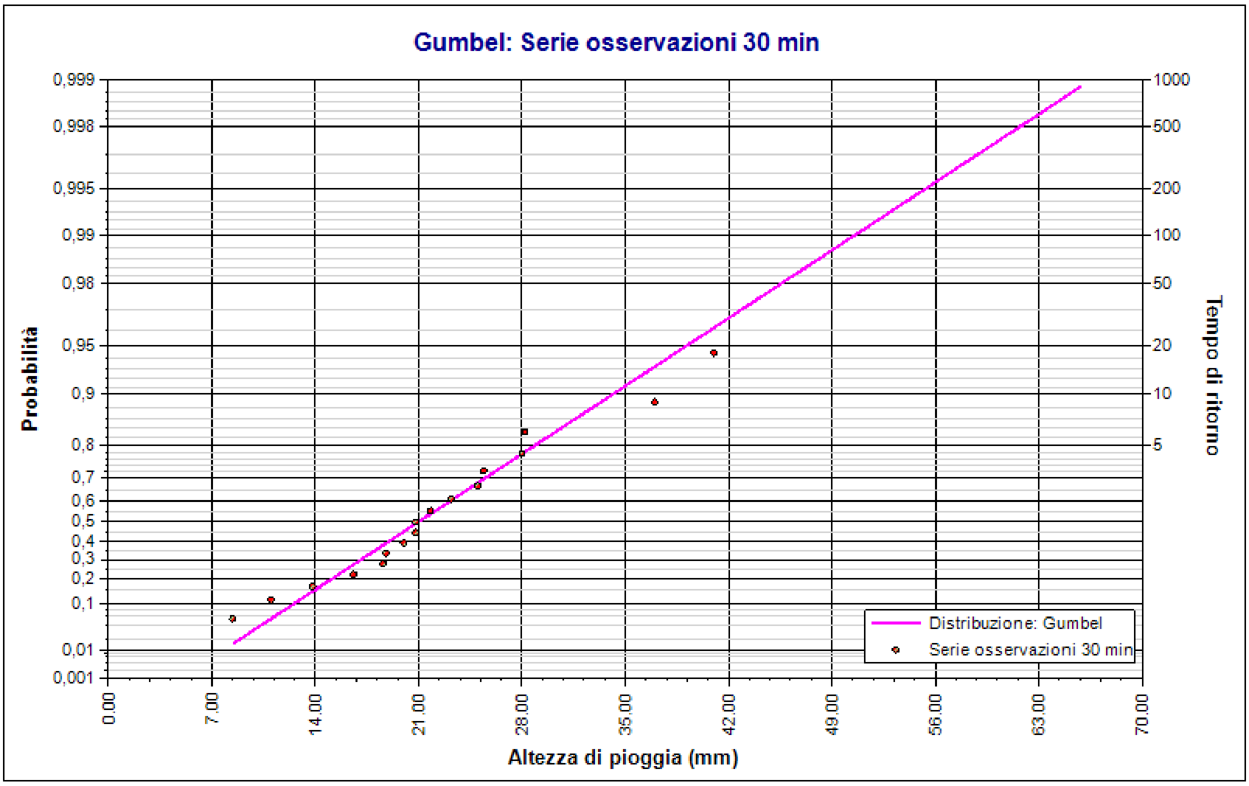
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino

Tempo di ritorno: 200.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

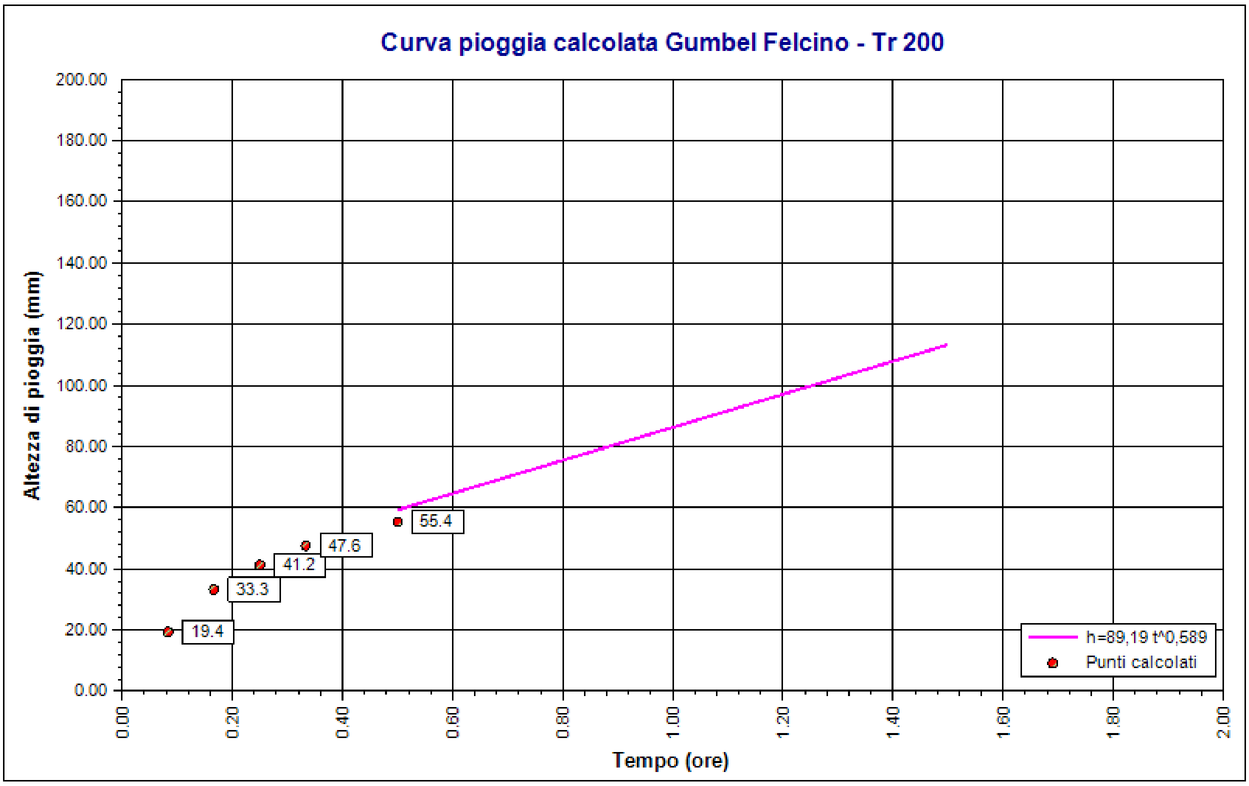
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	19.351
2	0.167	10	33.265
3	0.250	15	41.194
4	0.333	20	47.569
5	0.500	30	55.361

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
89.19	0.59	0.99	$h(t) = 89{,}2\ t^{0.589}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	89.191		9	325.507		17	473.480
2	134.180		10	346.355		18	489.697
3	170.389		11	366.361		19	505.548
4	201.862		12	385.633		20	521.060
5	230.226		13	404.256		21	536.256
6	256.335		14	422.299		22	551.158
7	280.707		15	439.819		23	565.784
8	303.684		16	456.866		24	580.151



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 14
Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

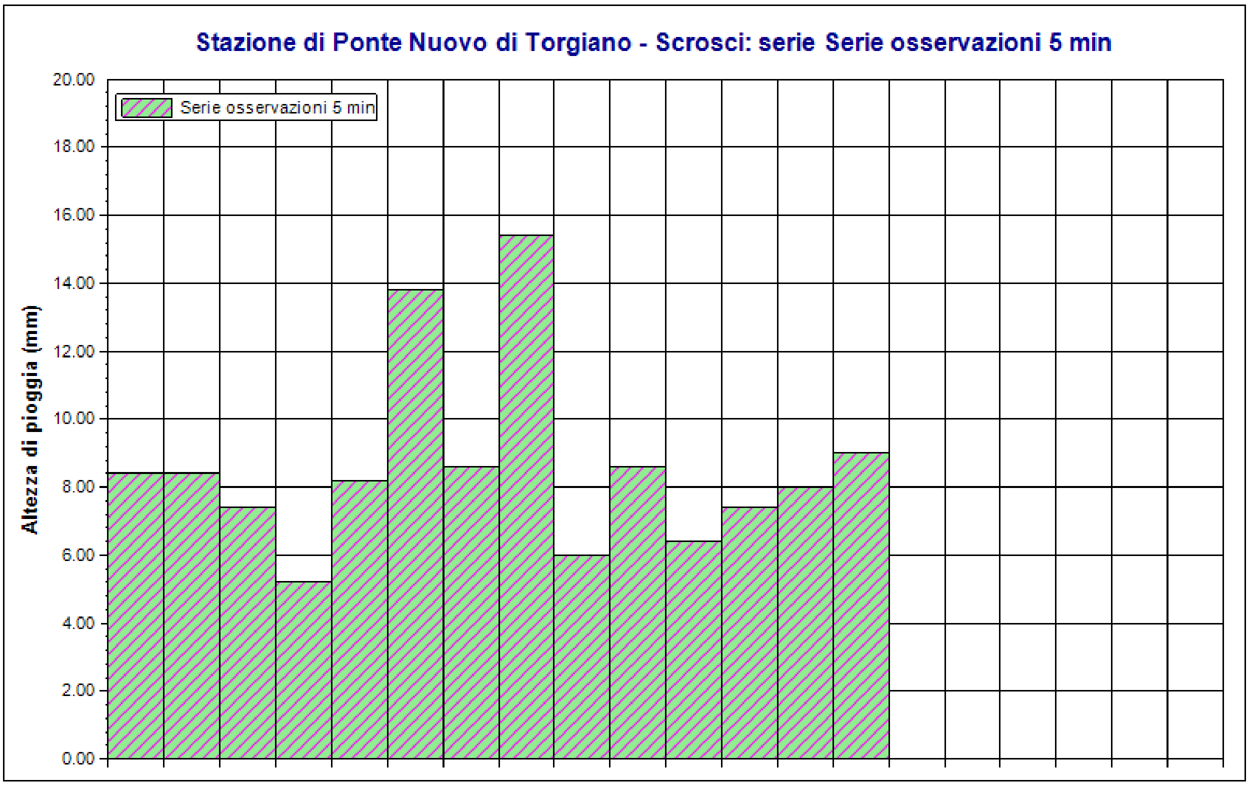
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

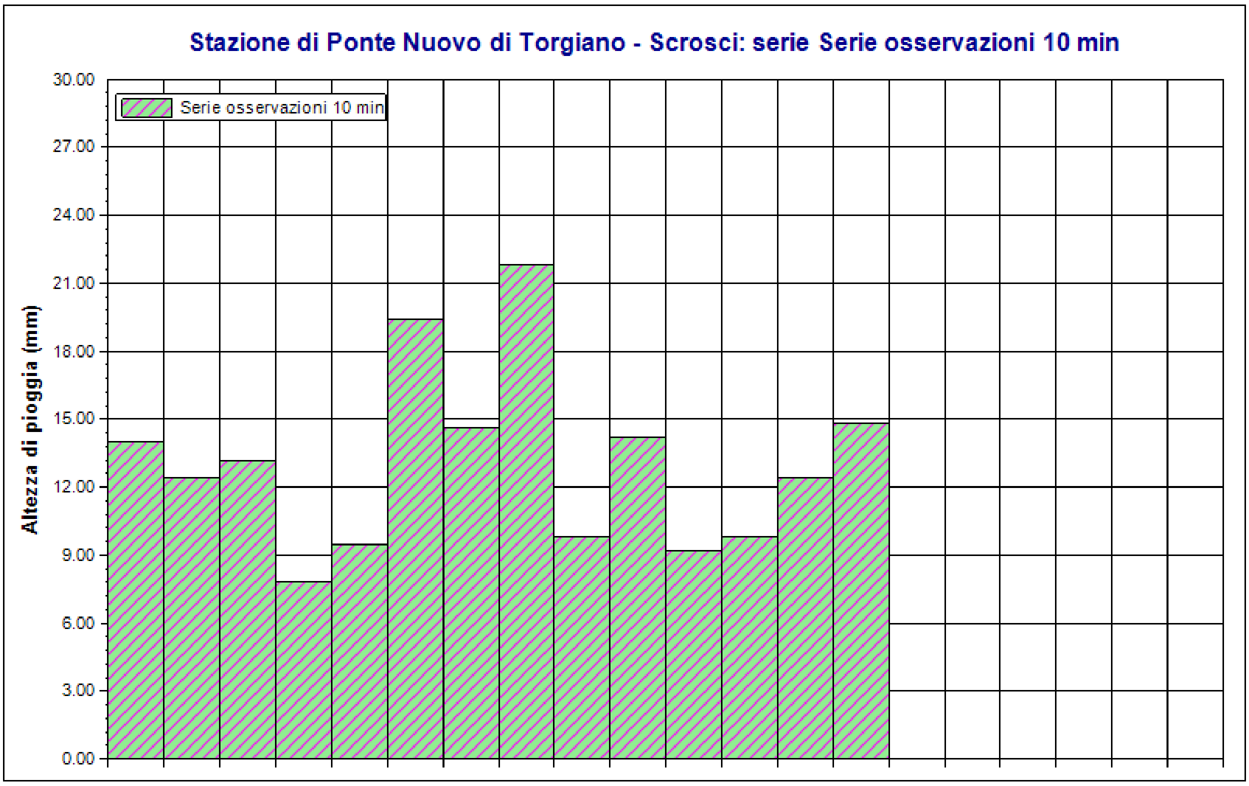
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

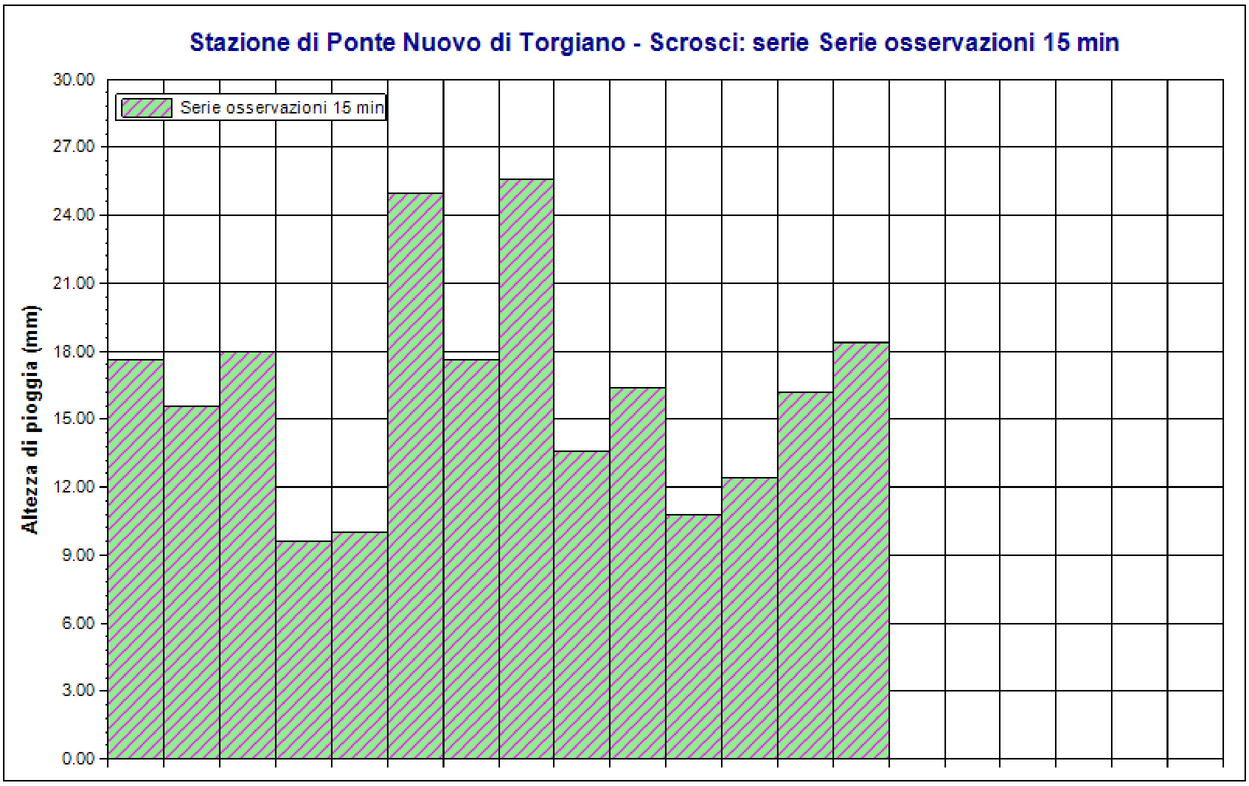
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



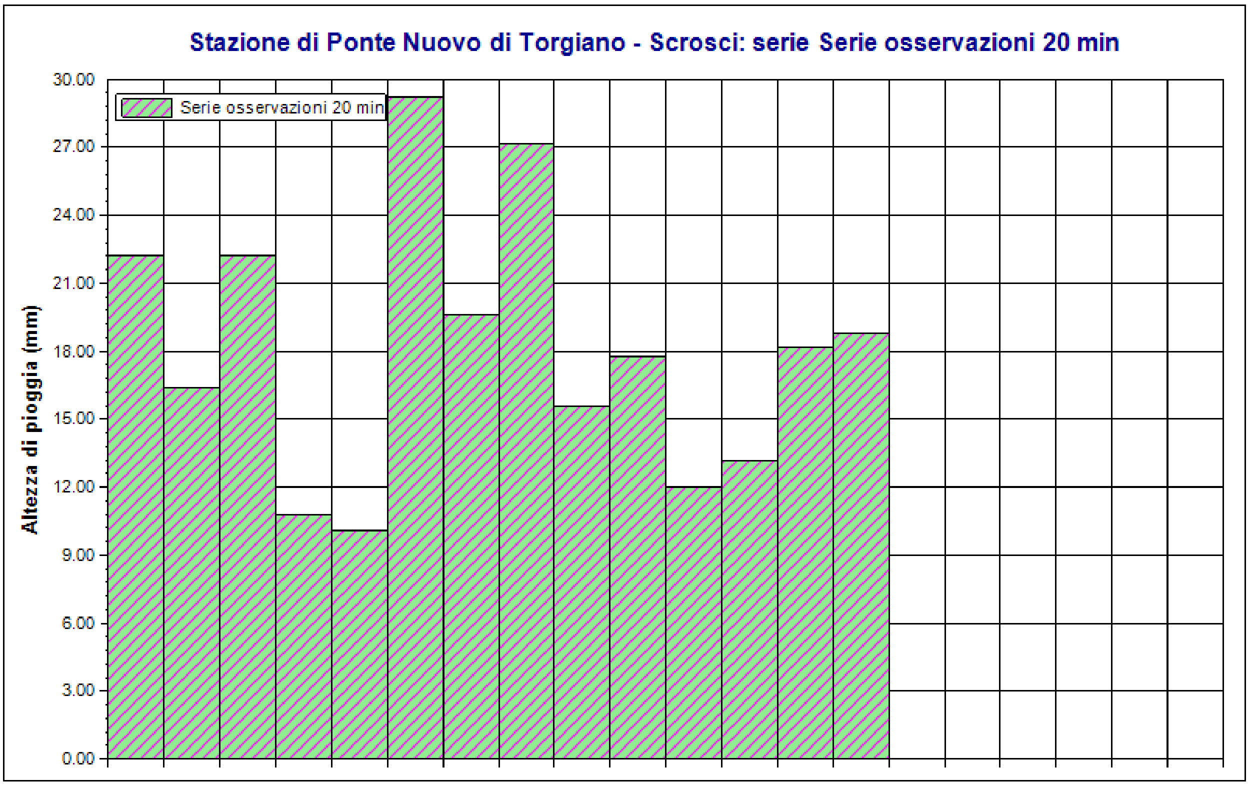
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



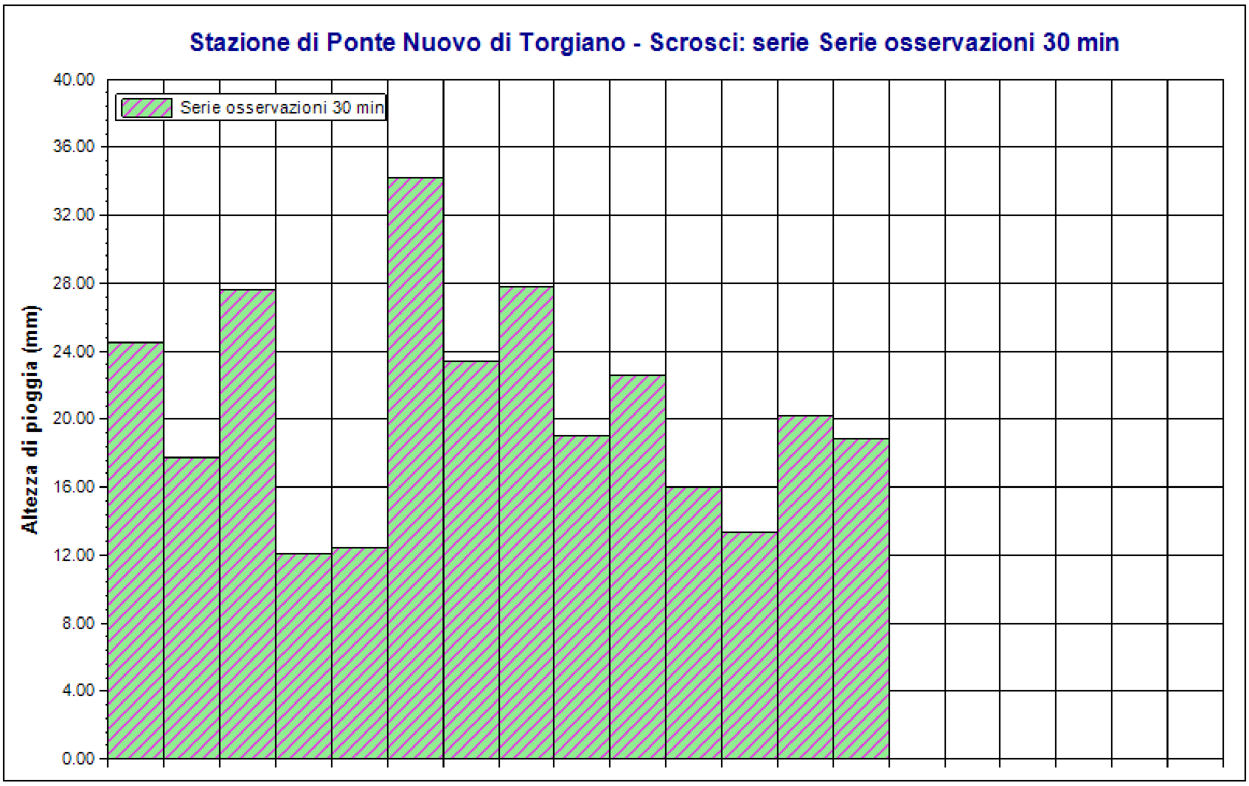
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore x=z_k assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore x=z_k, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

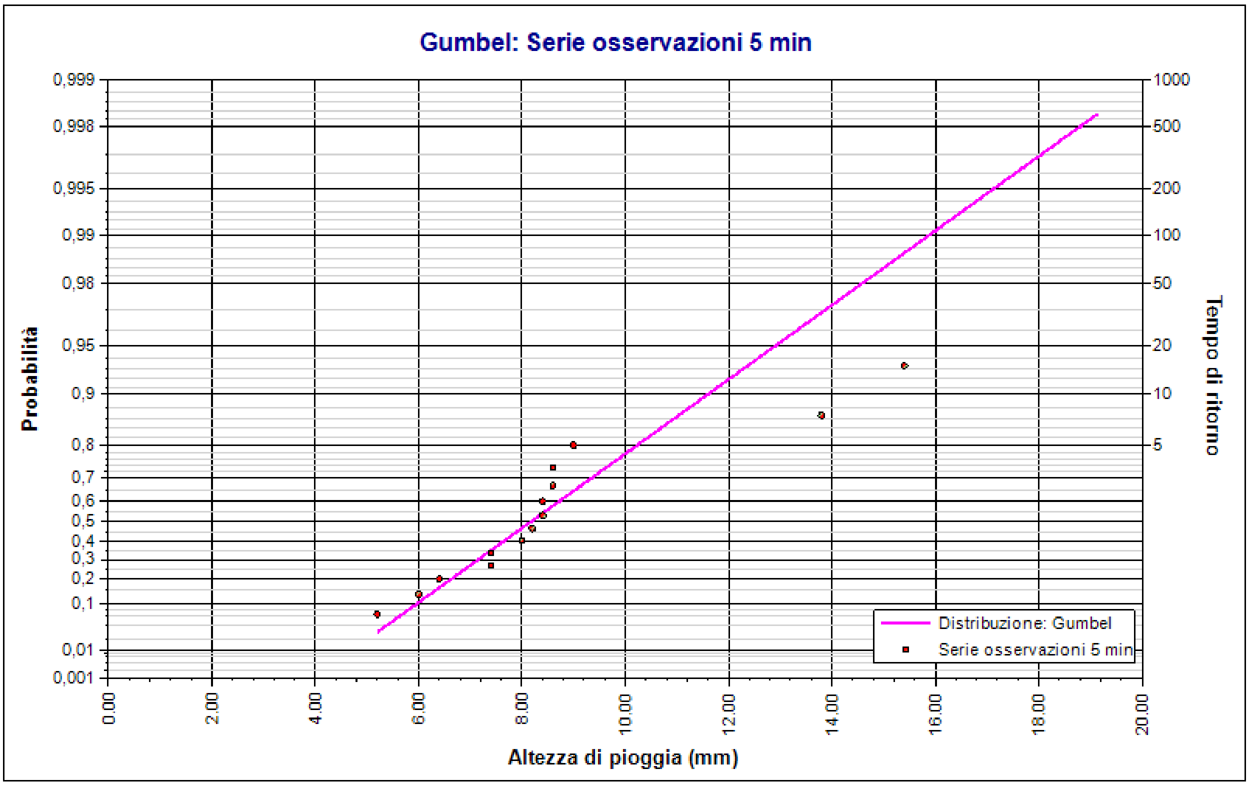
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

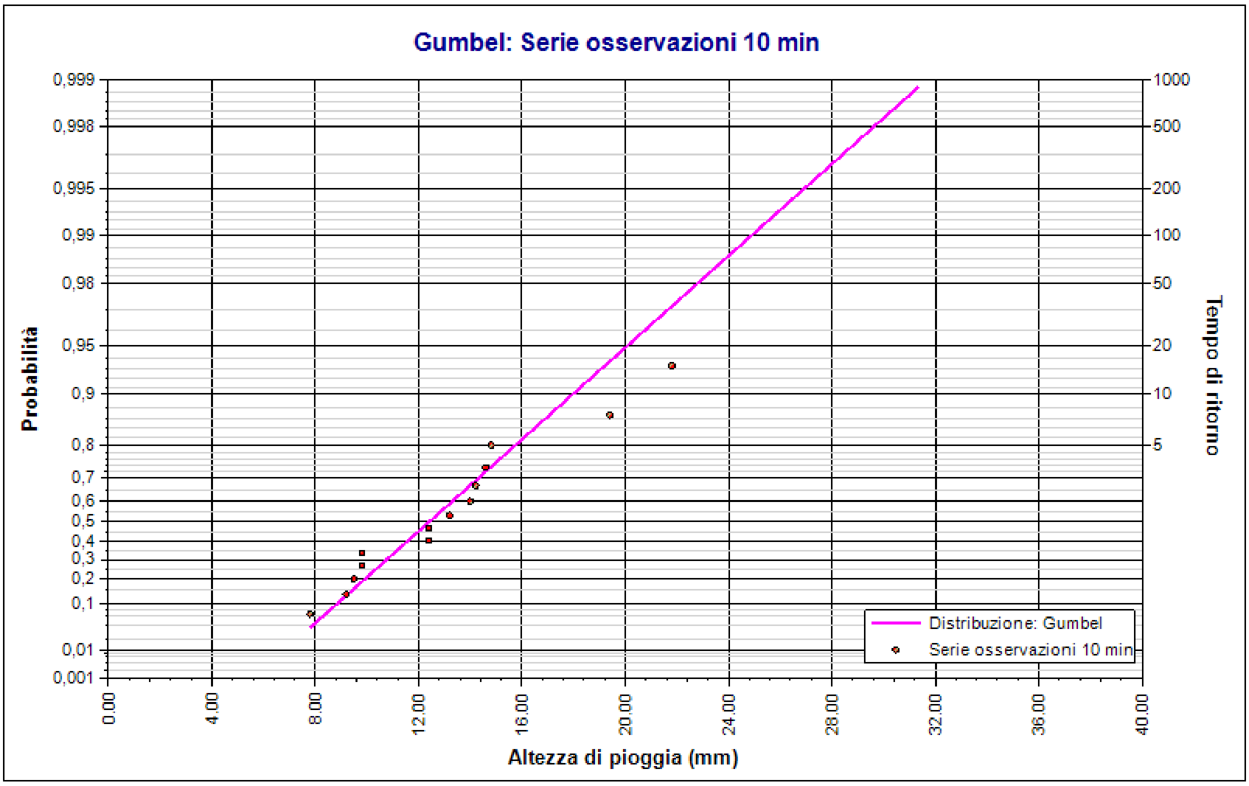
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

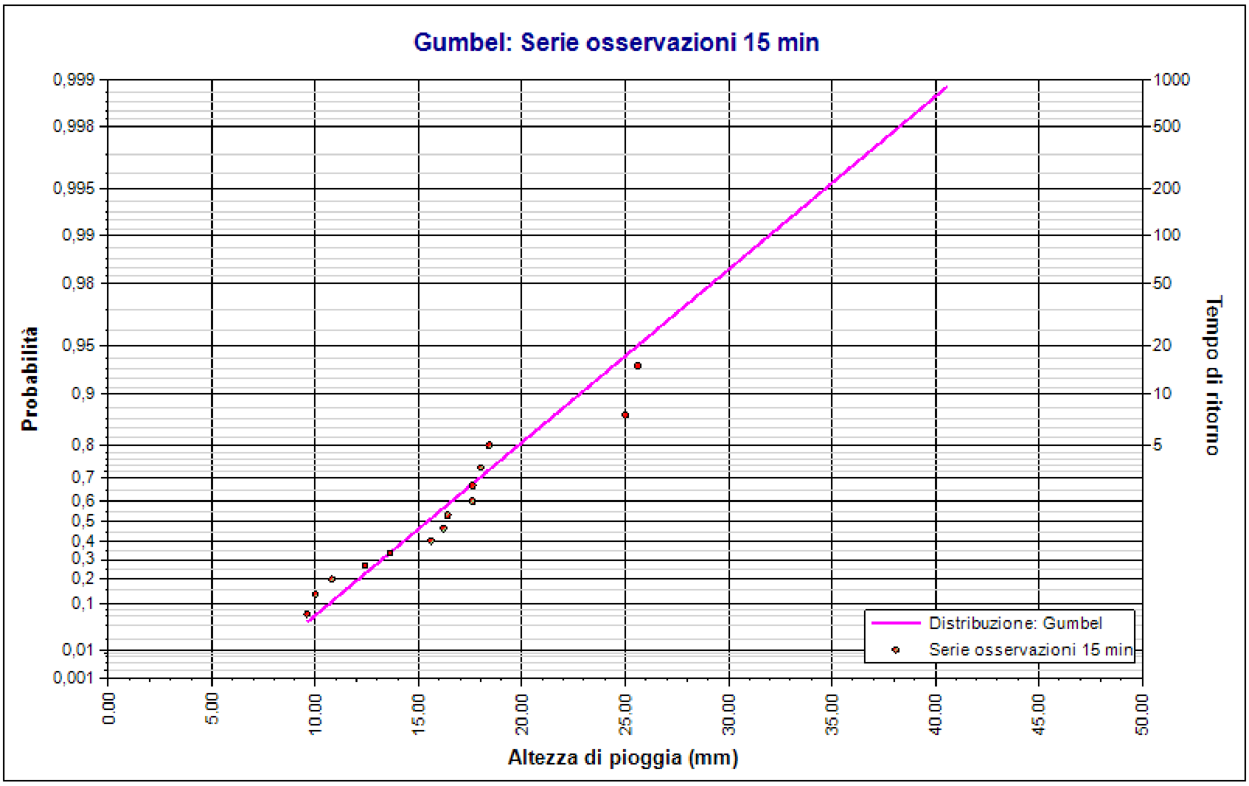
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



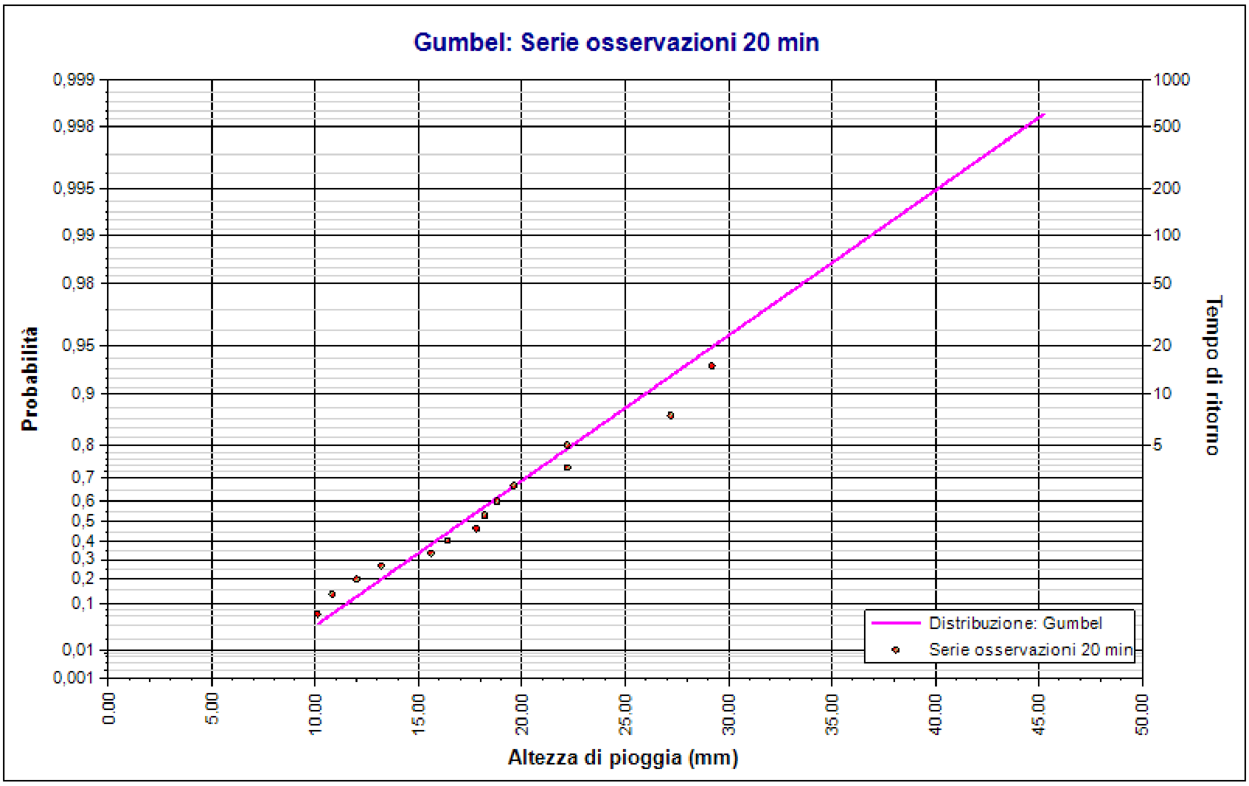
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



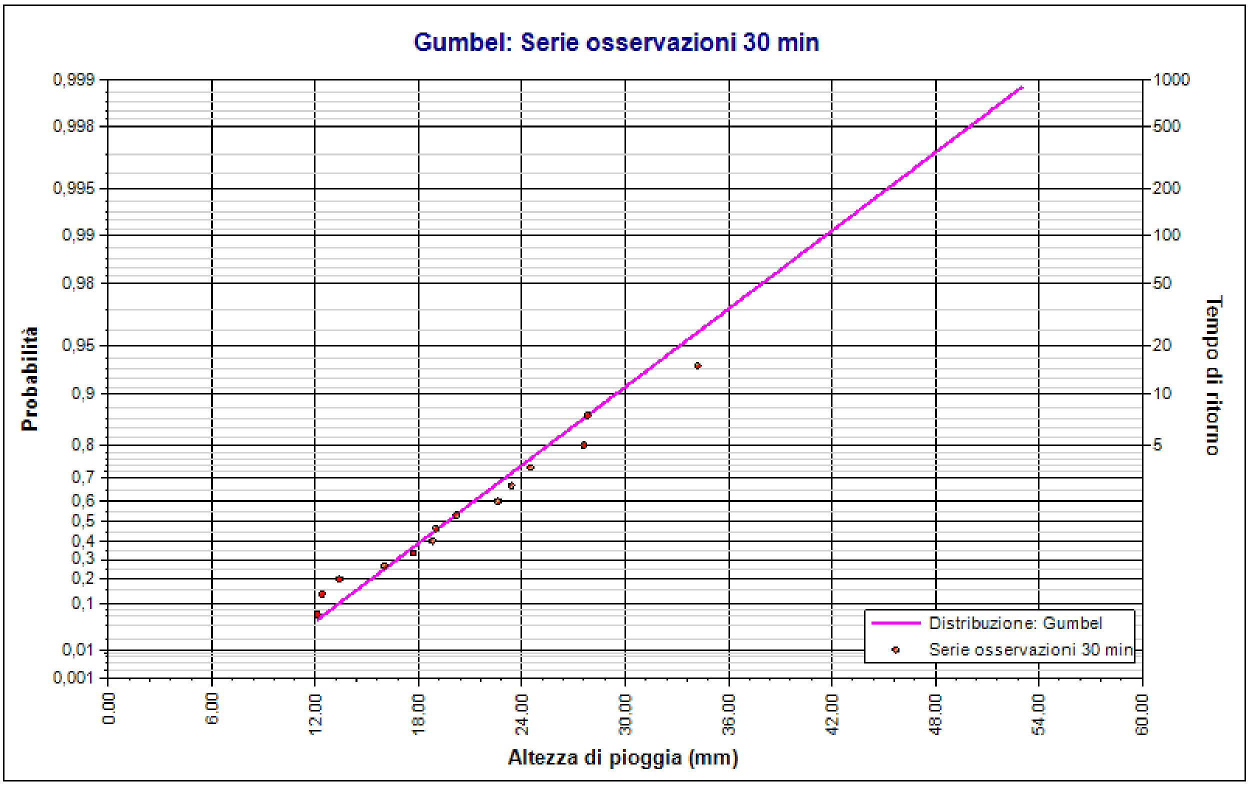
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 200.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

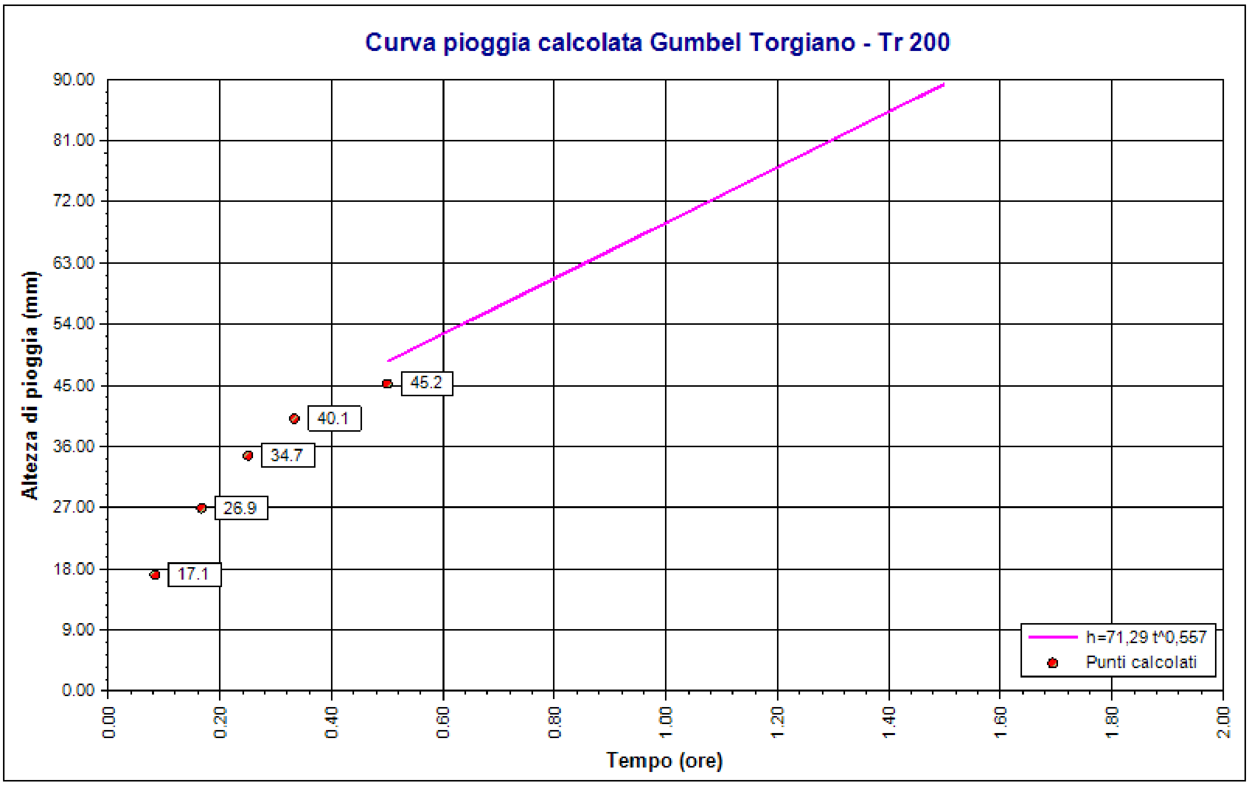
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	17.136
2	0.167	10	26.932
3	0.250	15	34.690
4	0.333	20	40.129
5	0.500	30	45.241

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
71.29	0.56	0.99	$h(t) = 71,3\, t^{0.557}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	71.290		9	242.151		17	344.986
2	104.848		10	256.774		18	356.136
3	131.389		11	270.762		19	367.015
4	154.201		12	284.196		20	377.643
5	174.591		13	297.141		21	388.037
6	193.236		14	309.653		22	398.215
7	210.545		15	321.773		23	408.189
8	226.787		16	333.541		24	417.972



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

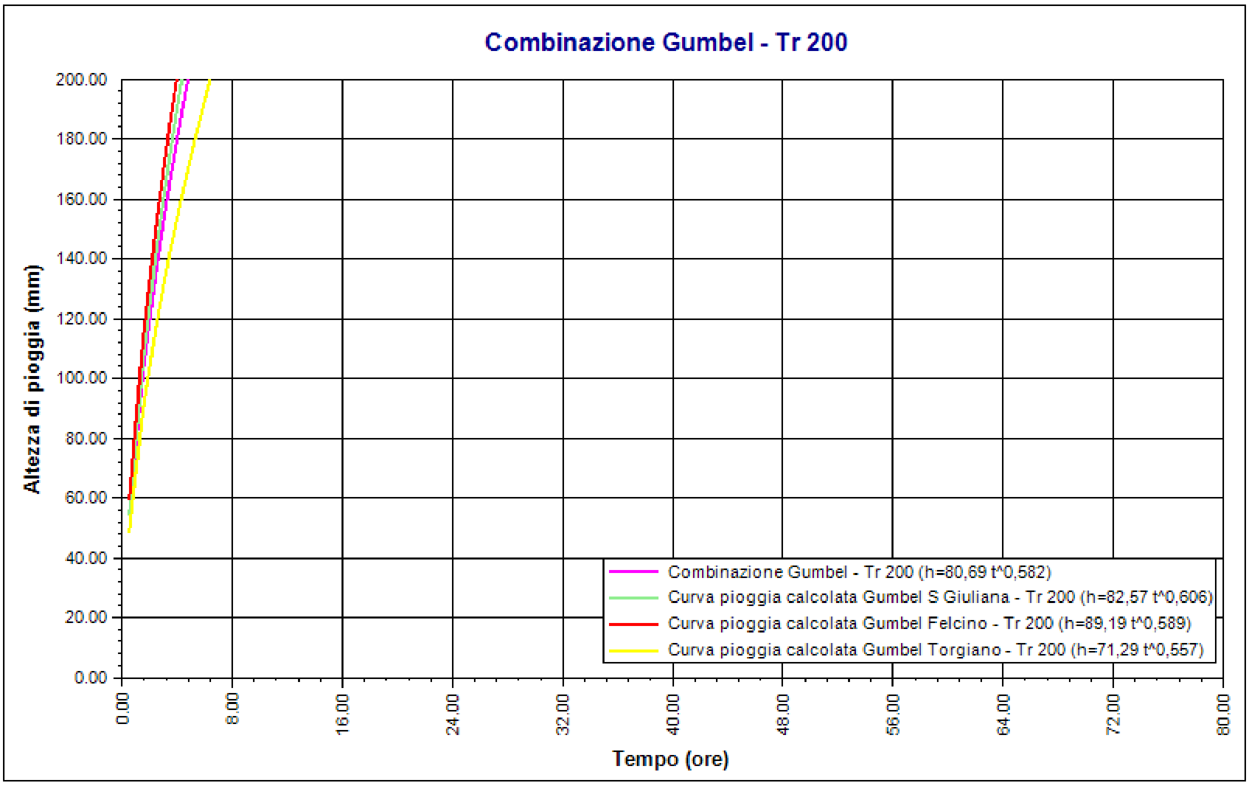
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200	Curva pioggia calcolata	20	82.57	0.61
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200	Curva pioggia calcolata	40	89.19	0.59
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200	Curva pioggia calcolata	40	71.29	0.56

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
80.69	0.58	$h(t) = 80{,}7\ t^{0.582}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	80.689		9	289.603		17	419.223
2	120.752		10	307.904		18	433.394
3	152.865		11	325.454		19	447.239
4	180.706		12	342.348		20	460.782
5	205.748		13	358.662		21	474.045
6	228.764		14	374.459		22	487.046
7	250.221		15	389.790		23	499.801
8	270.428		16	404.699		24	512.327



Combinazione Gumbel - Tr 200

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h

Dati Pluviogramma

Tipo: Pluviogramma sintetico

Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 200

Durata: 1.000 ore

Altezza di pioggia complessiva: 80.689 mm

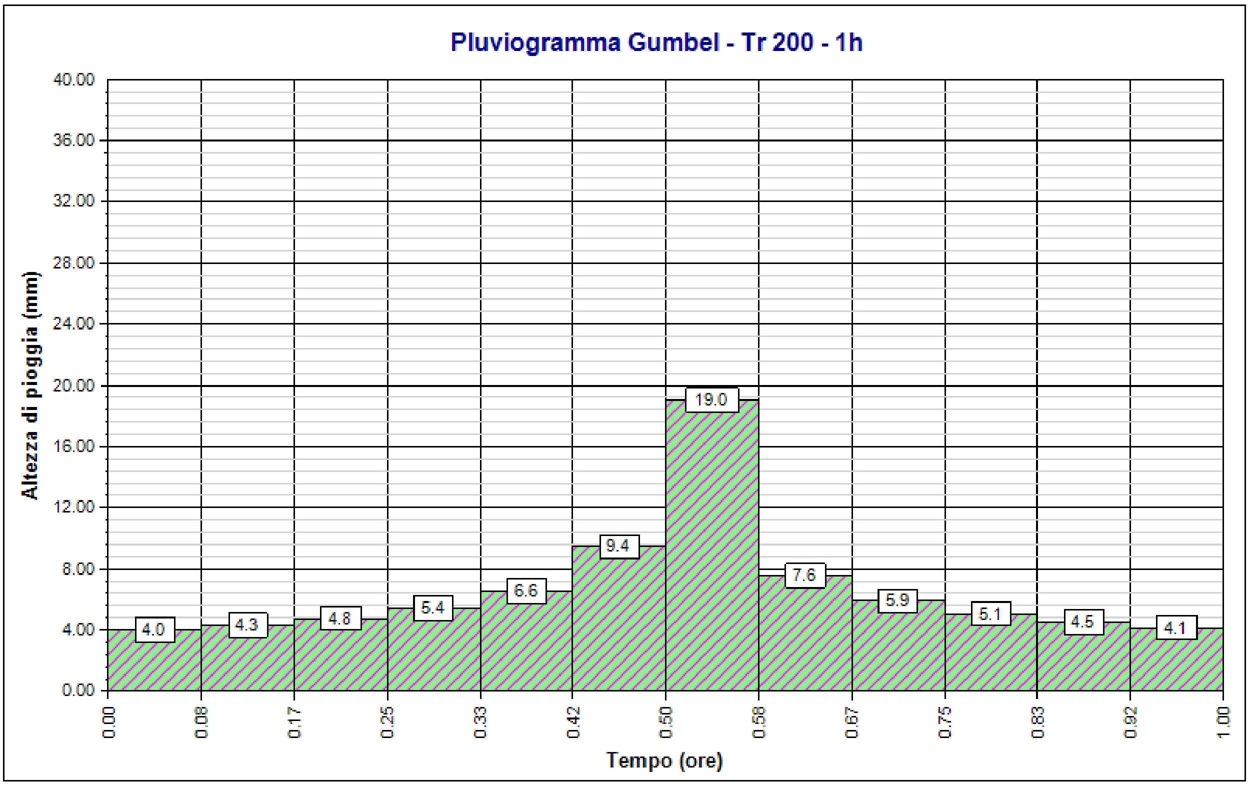
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
80.69	0.58	$h(t) = 80,7\, t^{0.582}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	3.982
2	0.083	0.167	5	10	4.313
3	0.167	0.250	10	15	4.763
4	0.250	0.333	15	20	5.425
5	0.333	0.417	20	25	6.562
6	0.417	0.500	25	30	9.442
7	0.500	0.583	30	35	19.018
8	0.583	0.667	35	40	7.569
9	0.667	0.750	40	45	5.902
10	0.750	0.833	45	50	5.057
11	0.833	0.917	50	55	4.519
12	0.917	1.000	55	60	4.136



Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino A Gumbel - Tr 200 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'} [mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'} [mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

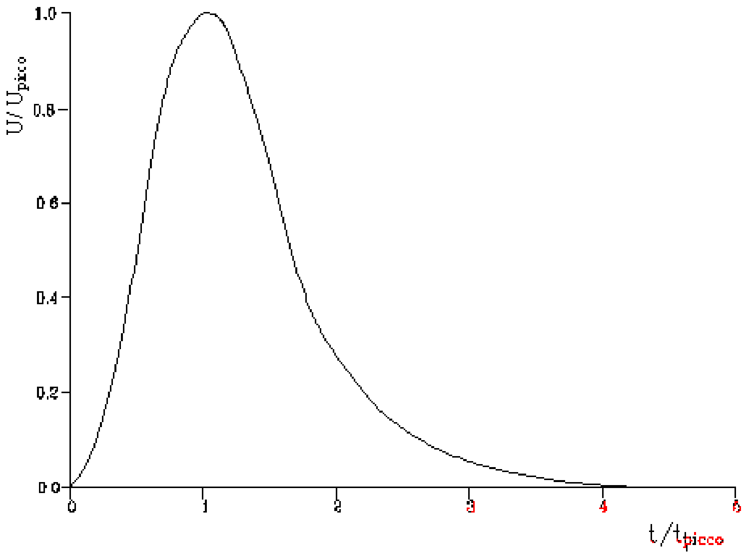
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

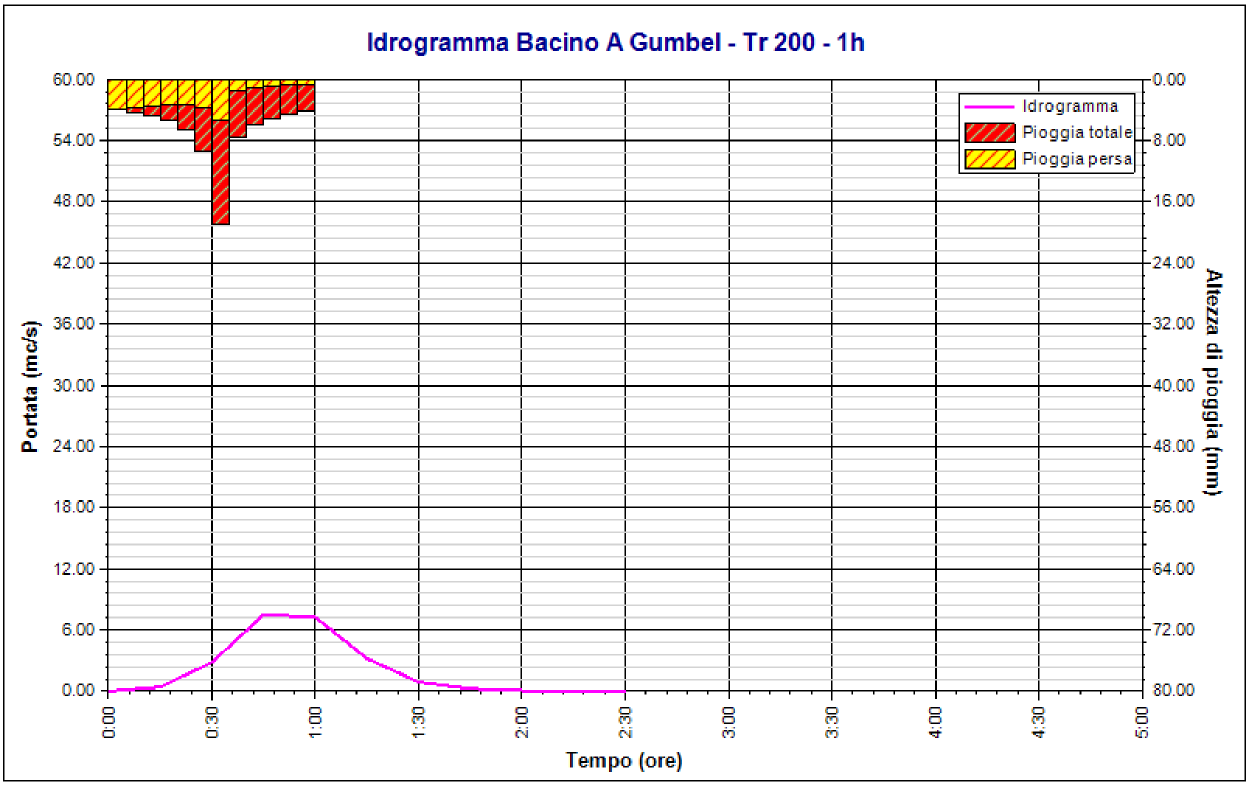
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h
Superficie del bacino: 0.4 kmq
Tlag: 0.204 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 85.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	13.058	11.215	1.843	0.0
2	0.250	15	21.429	10.280	11.149	0.4
3	0.500	30	32.489	7.862	24.627	2.8
4	0.750	45	13.713	2.067	11.646	7.5
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	7.3
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	3.2
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	0.9
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	0.2
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	0.1
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.0
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	7.5	mc/s
Istante picco	0.750	ore
Istante picco	45.0	minuti
Durata totale evento	2.500	ore
Volume afflusso	32	mc x 1000
Volume deflusso	20	mc x 1000
Altezza afflusso	80.689	mm
Altezza deflusso	50.462	mm
Coeff. deflusso	0.63	-
Coeff. udometrico	18.76	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino A Gumbel - Tr 200 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

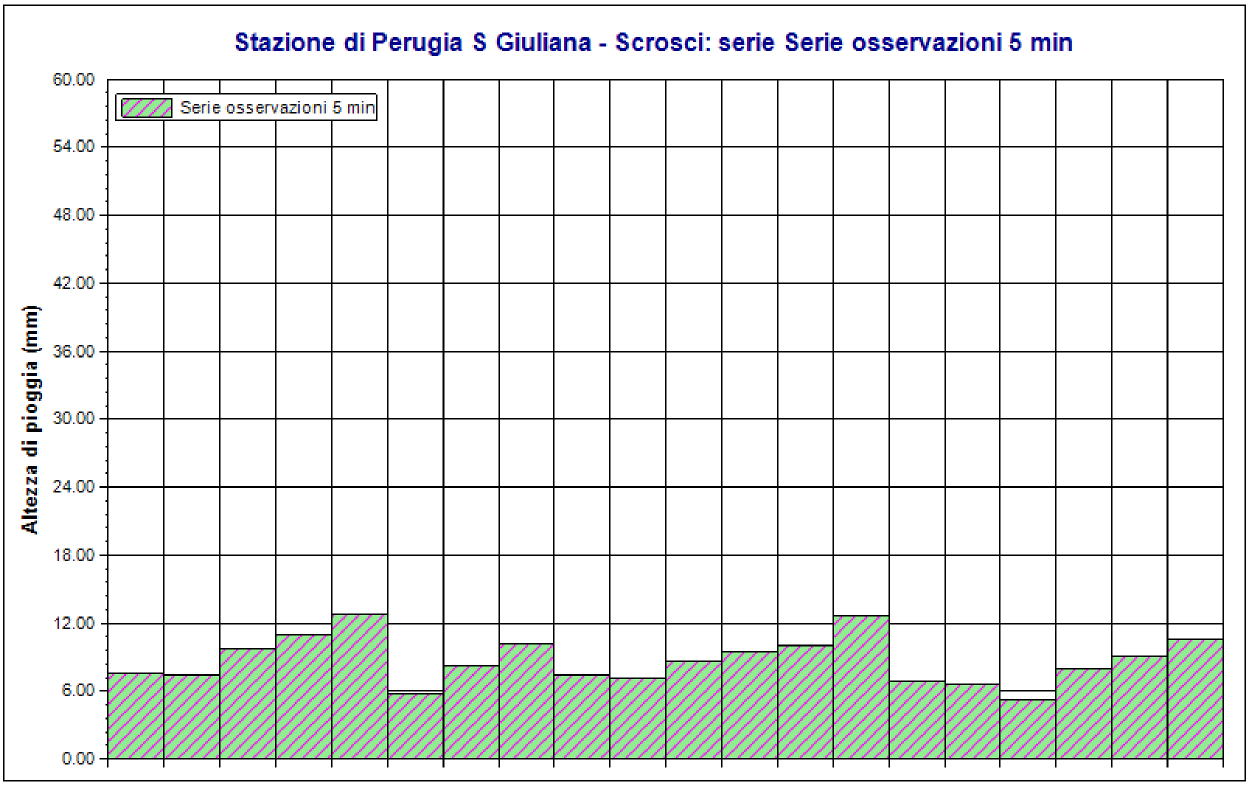
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

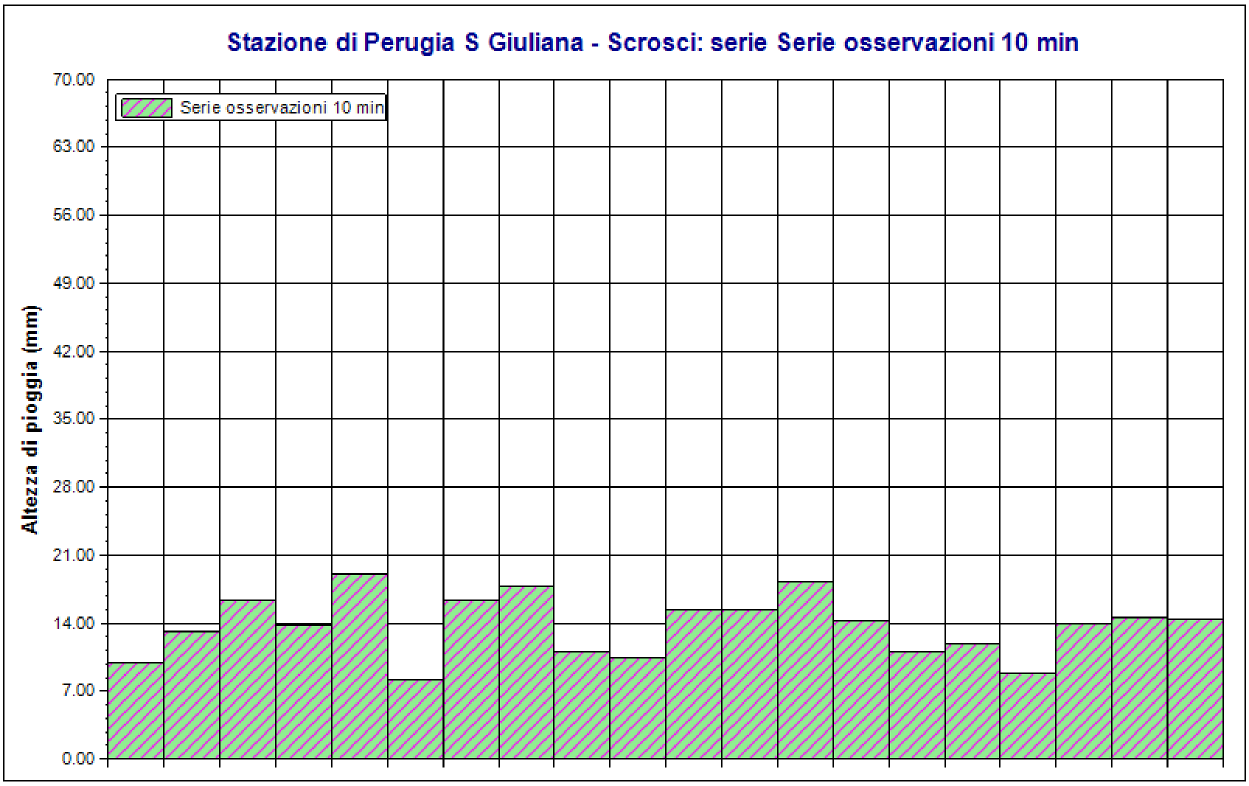
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

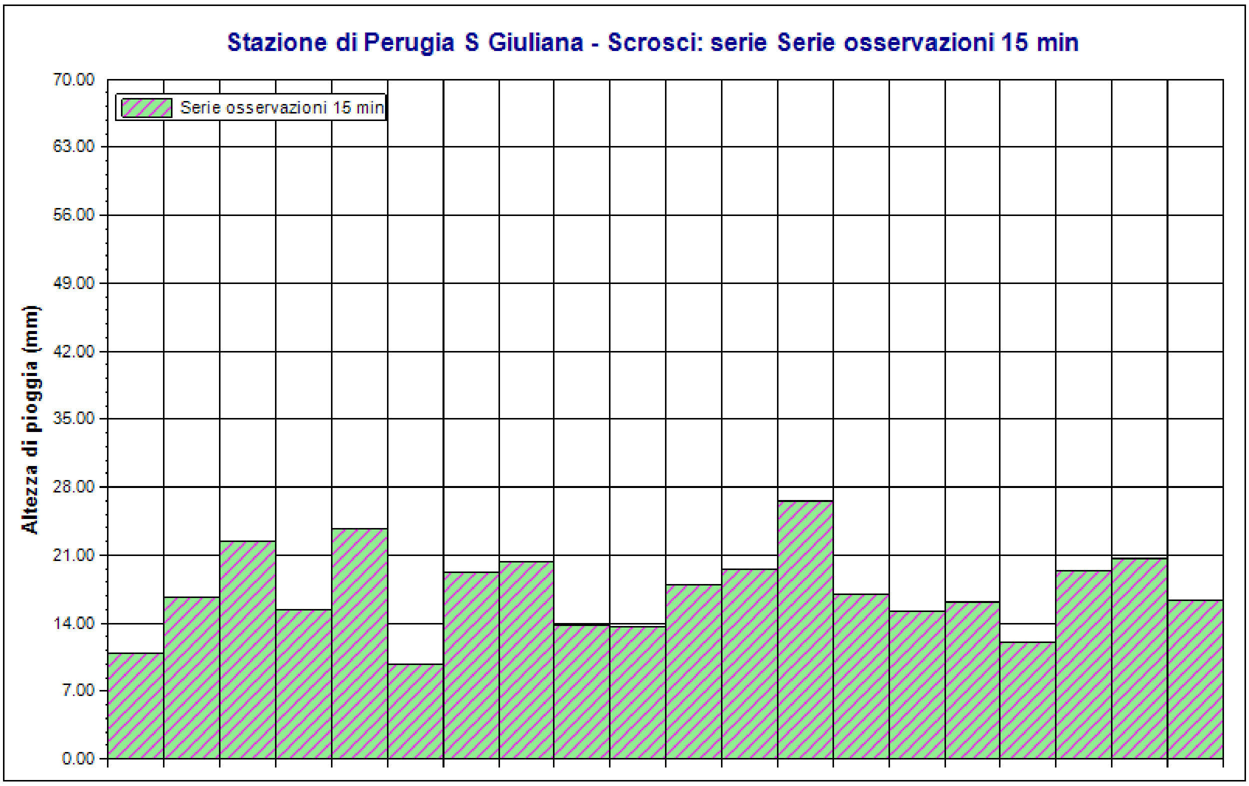
Parametro	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



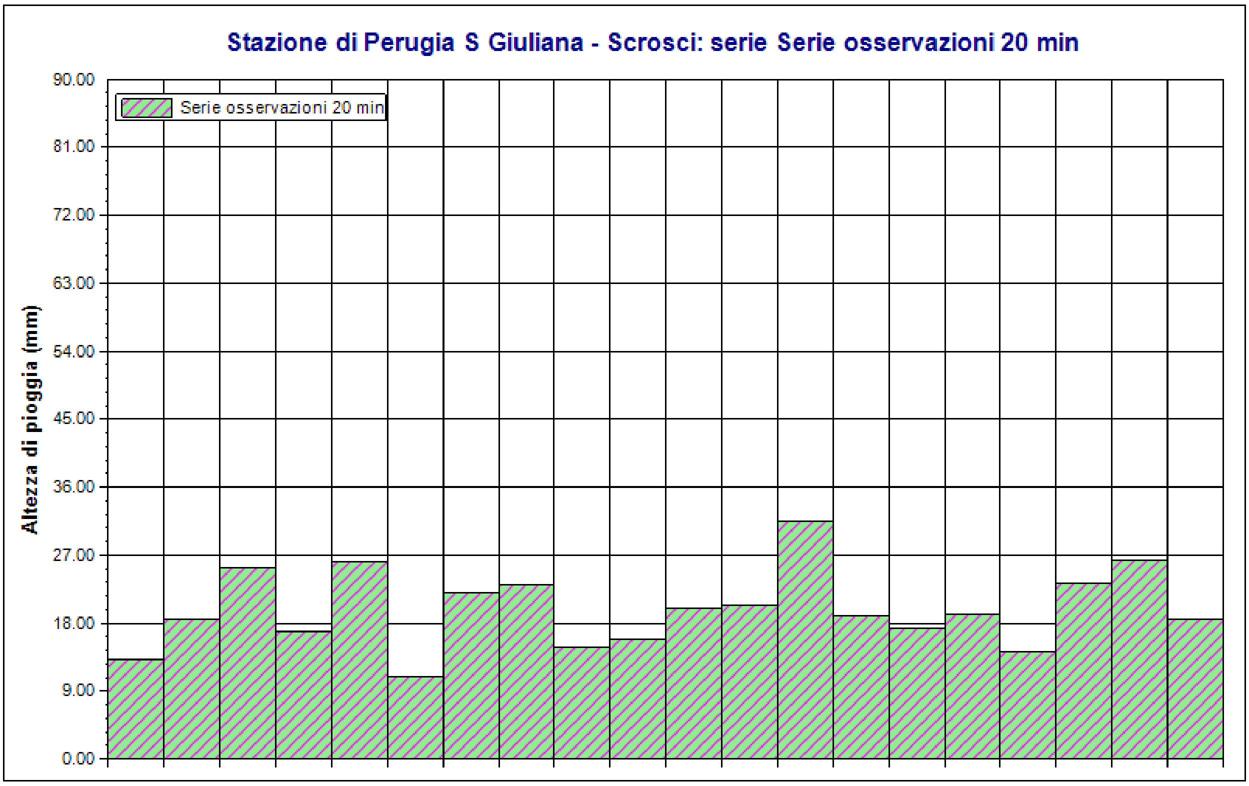
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



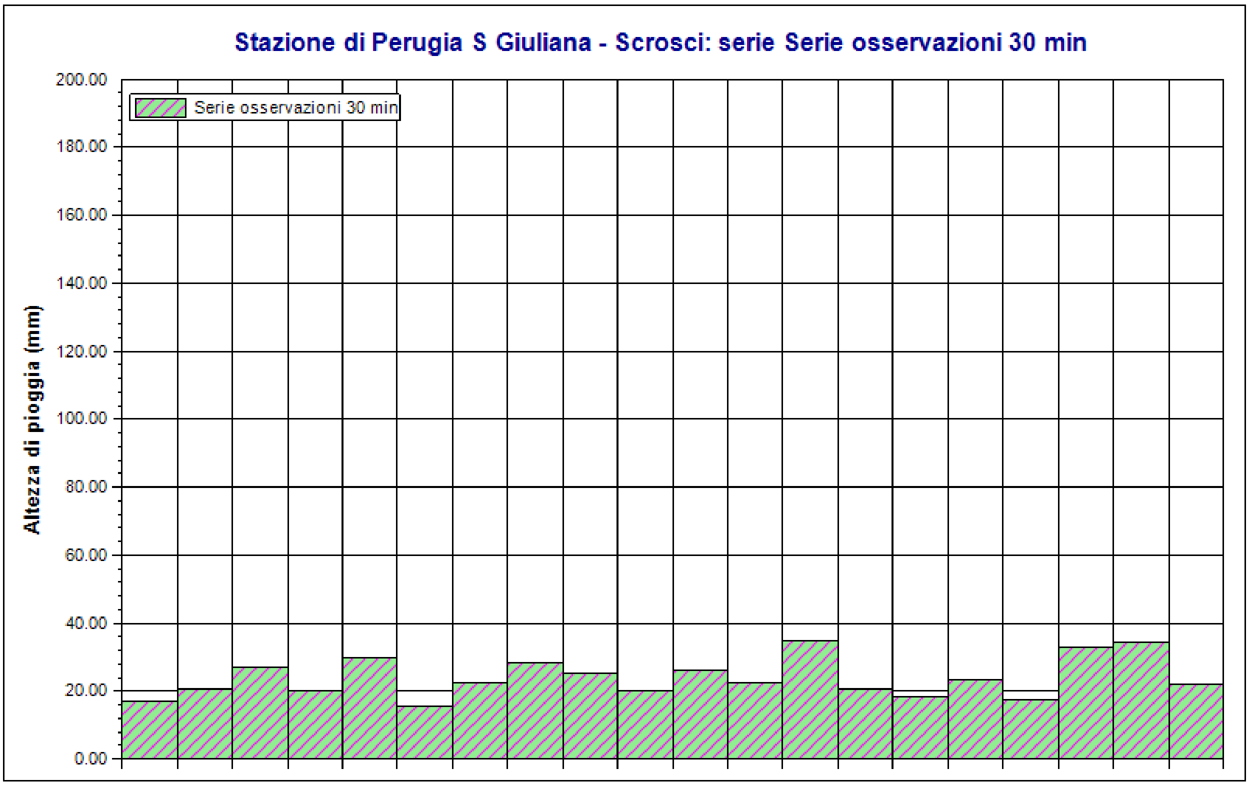
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di *k* (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di *z*, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per *k* tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della *x* dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

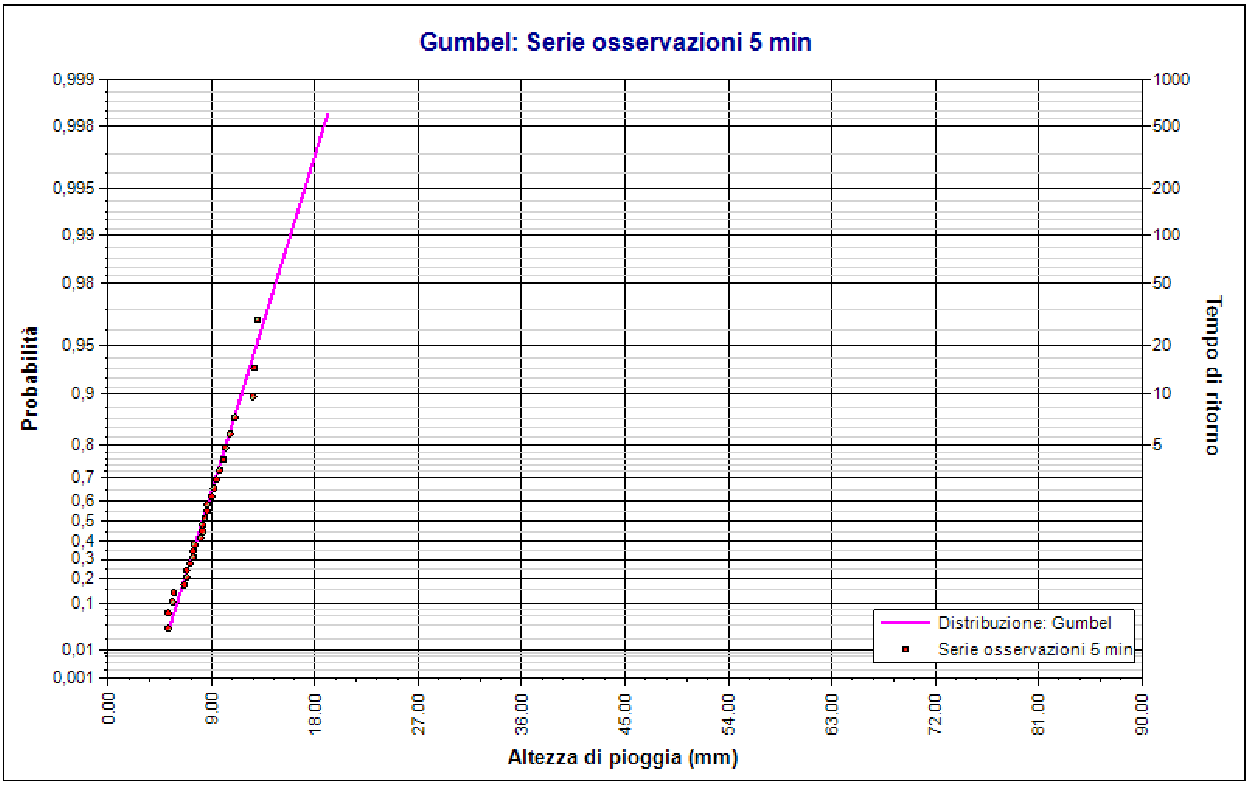
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

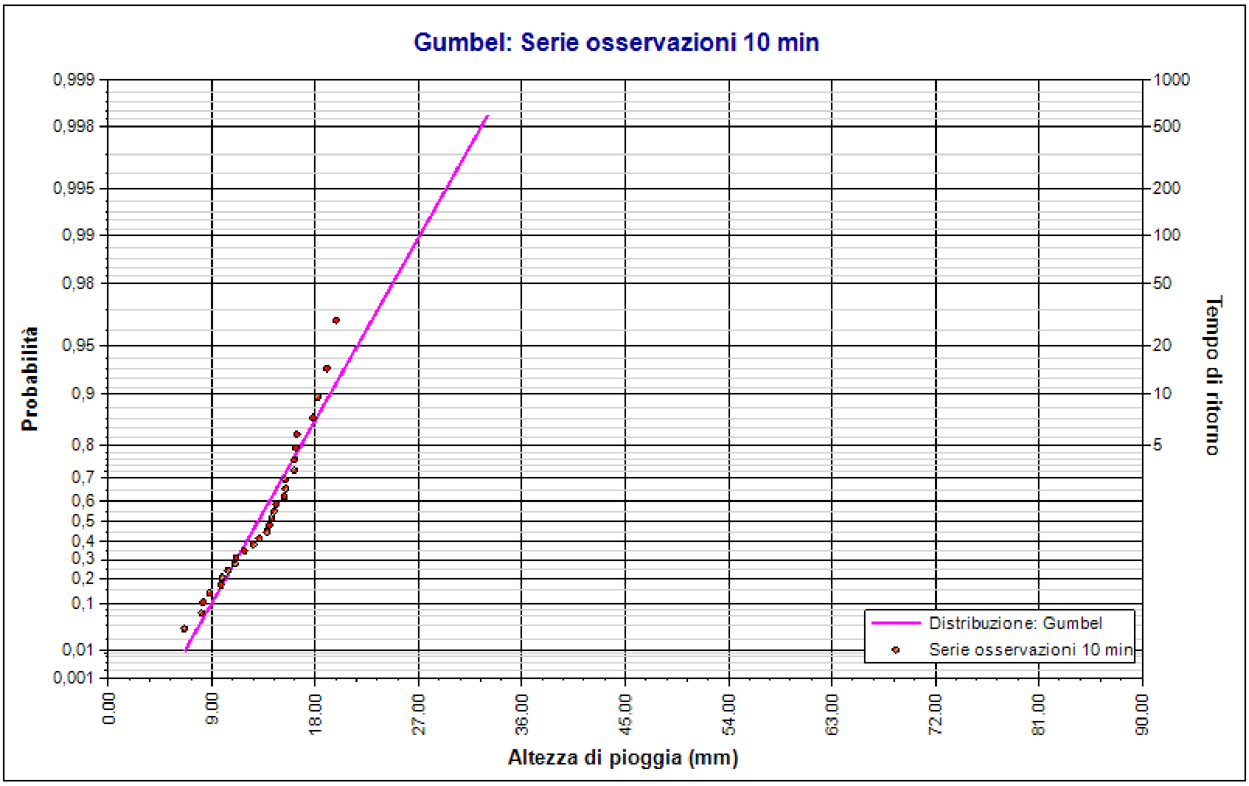
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x - 7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x - 11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x - 14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x - 17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x - 20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

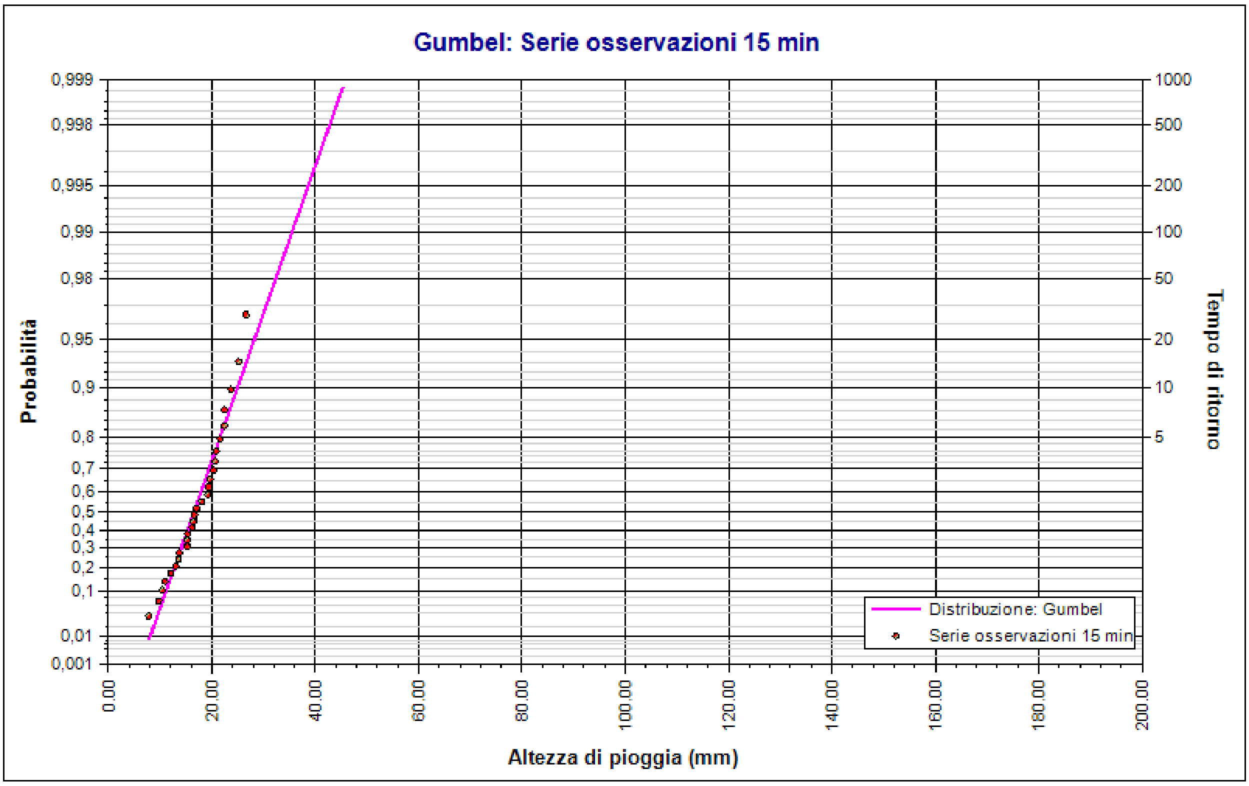
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



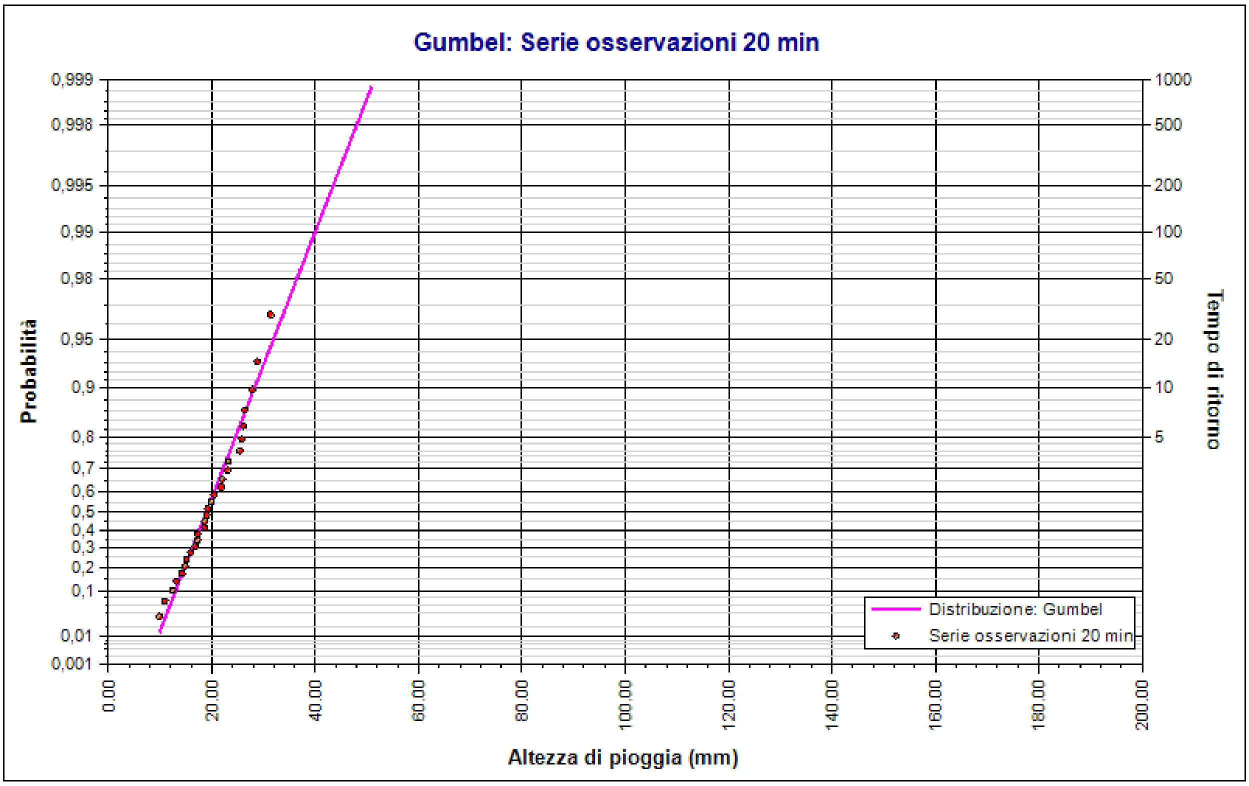
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



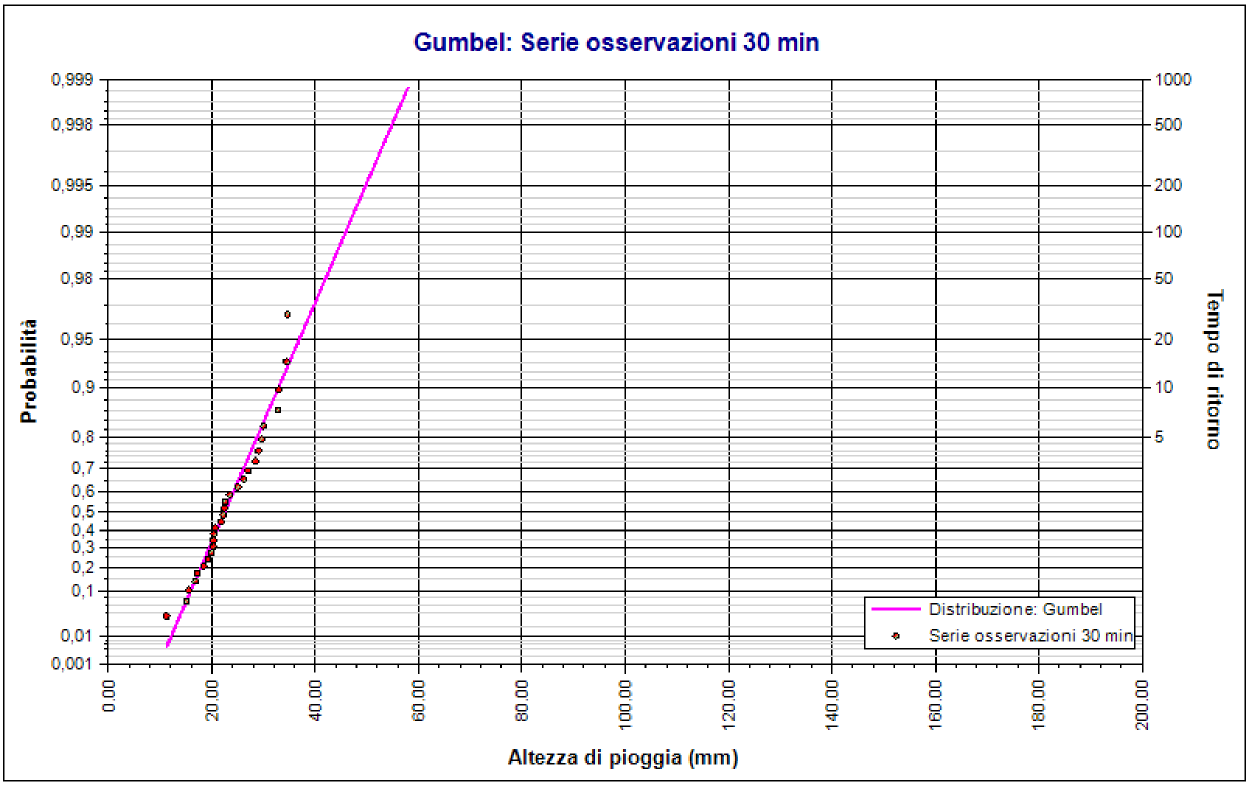
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

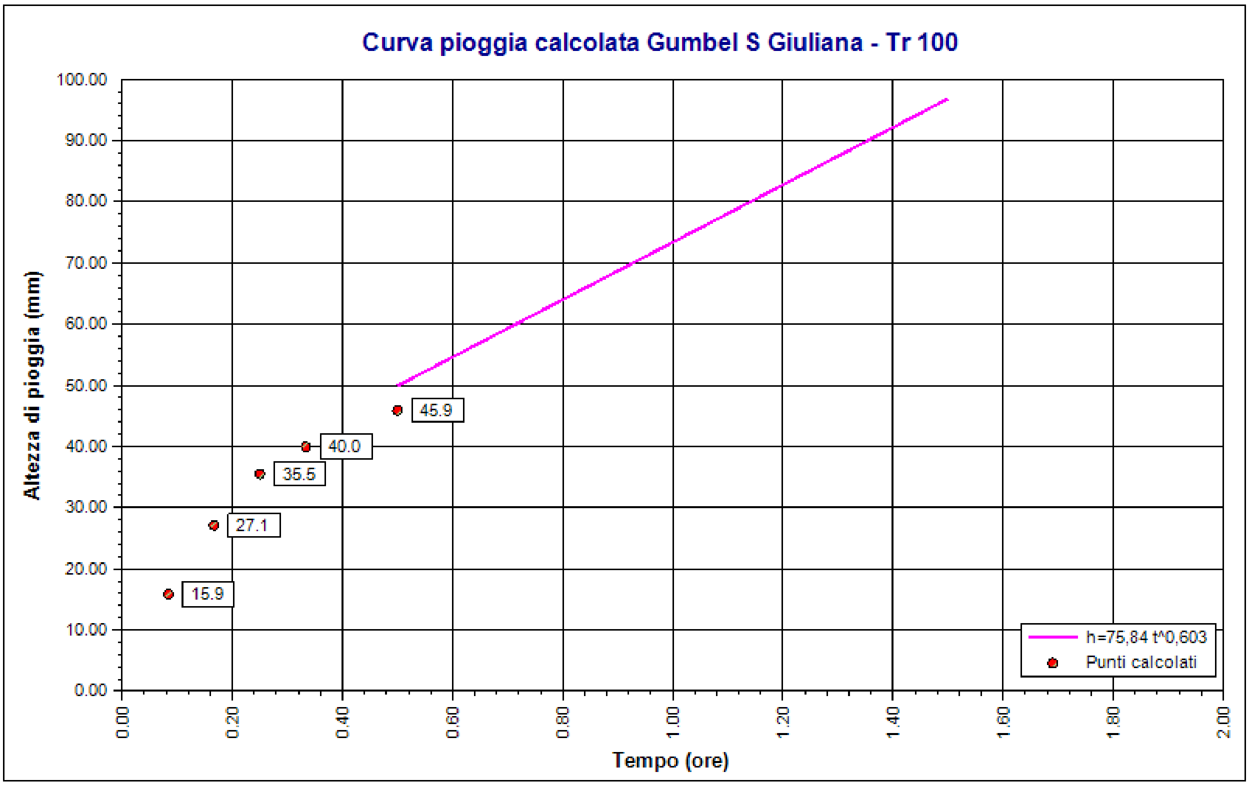
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	15.851
2	0.167	10	27.095
3	0.250	15	35.520
4	0.333	20	39.968
5	0.500	30	45.880

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
75.84	0.60	0.99	$h(t) = 75{,}8\ t^{0.603}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	75.844	9	285.436	17	418.903
2	115.213	10	304.165	18	433.598
3	147.135	11	322.164	19	447.972
4	175.016	12	339.524	20	462.048
5	200.231	13	356.319	21	475.848
6	223.508	14	372.608	22	489.390
7	245.287	15	388.442	23	502.689
8	265.861	16	403.861	24	515.761



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 17
Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

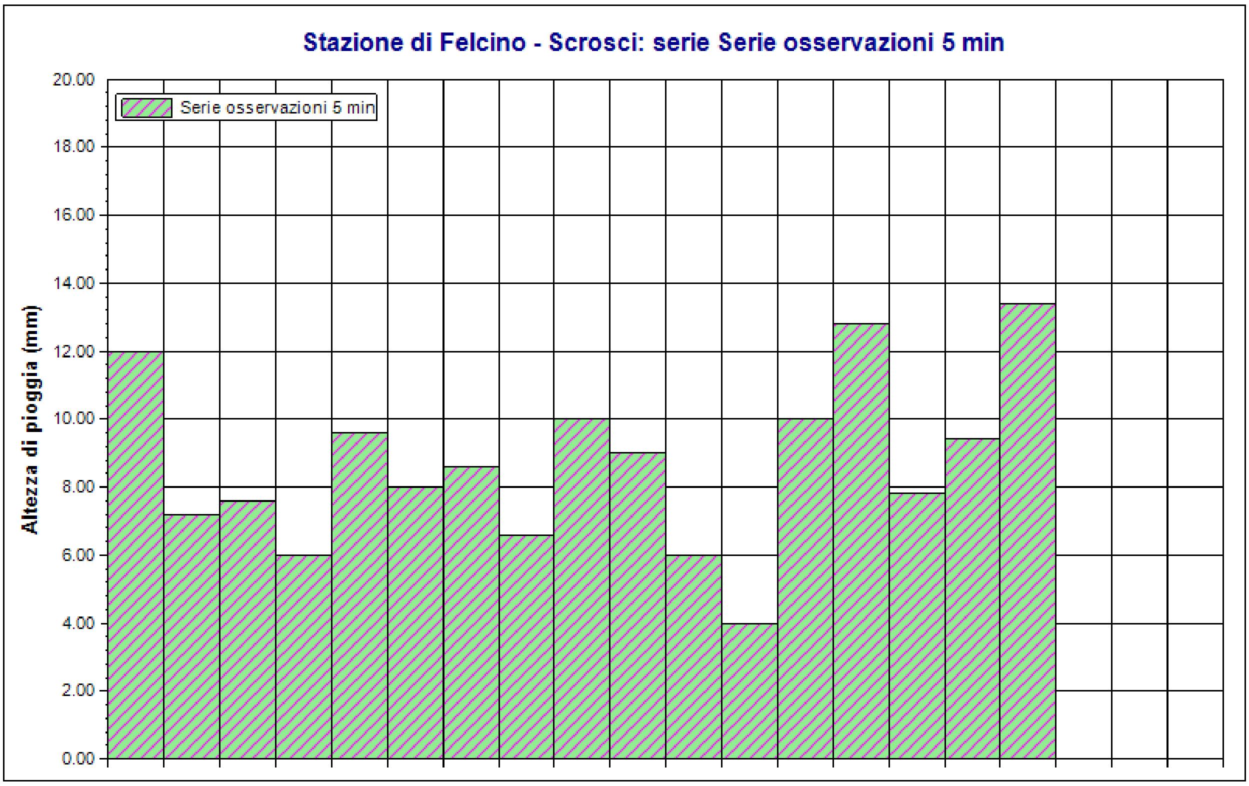
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

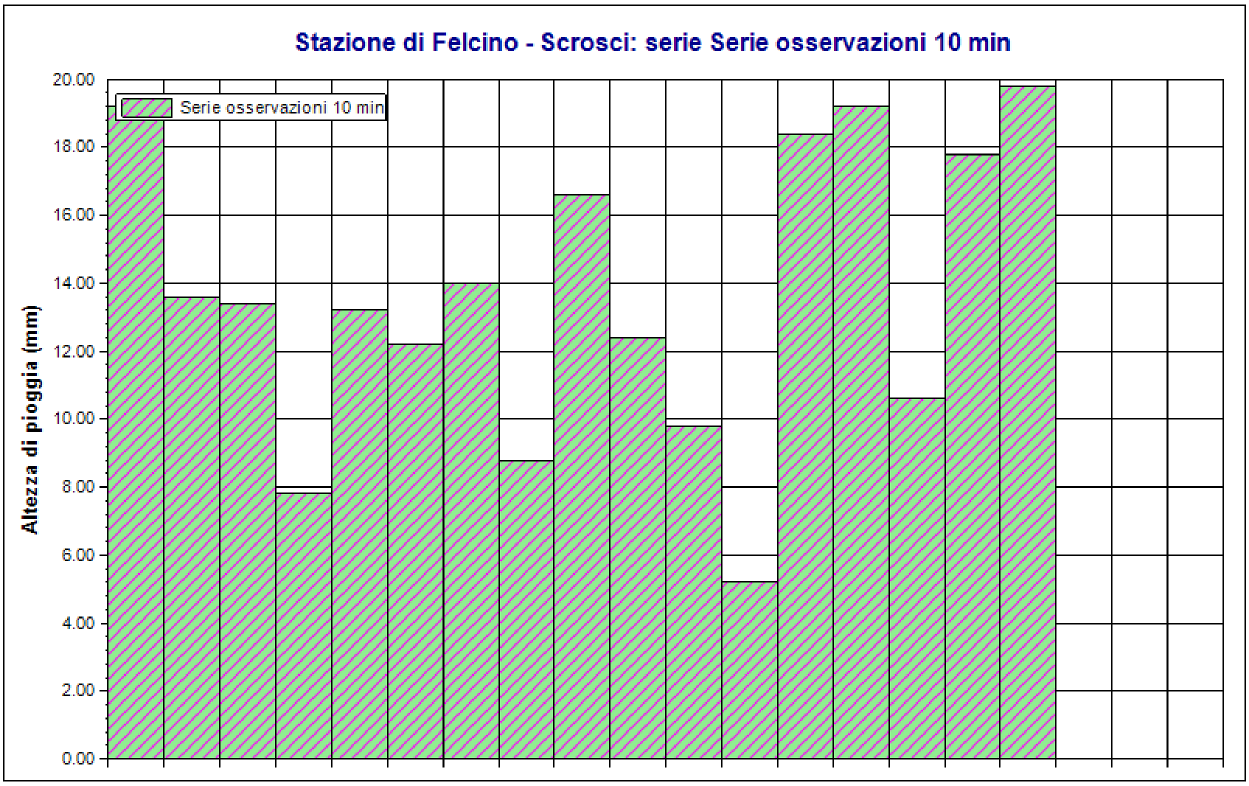
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

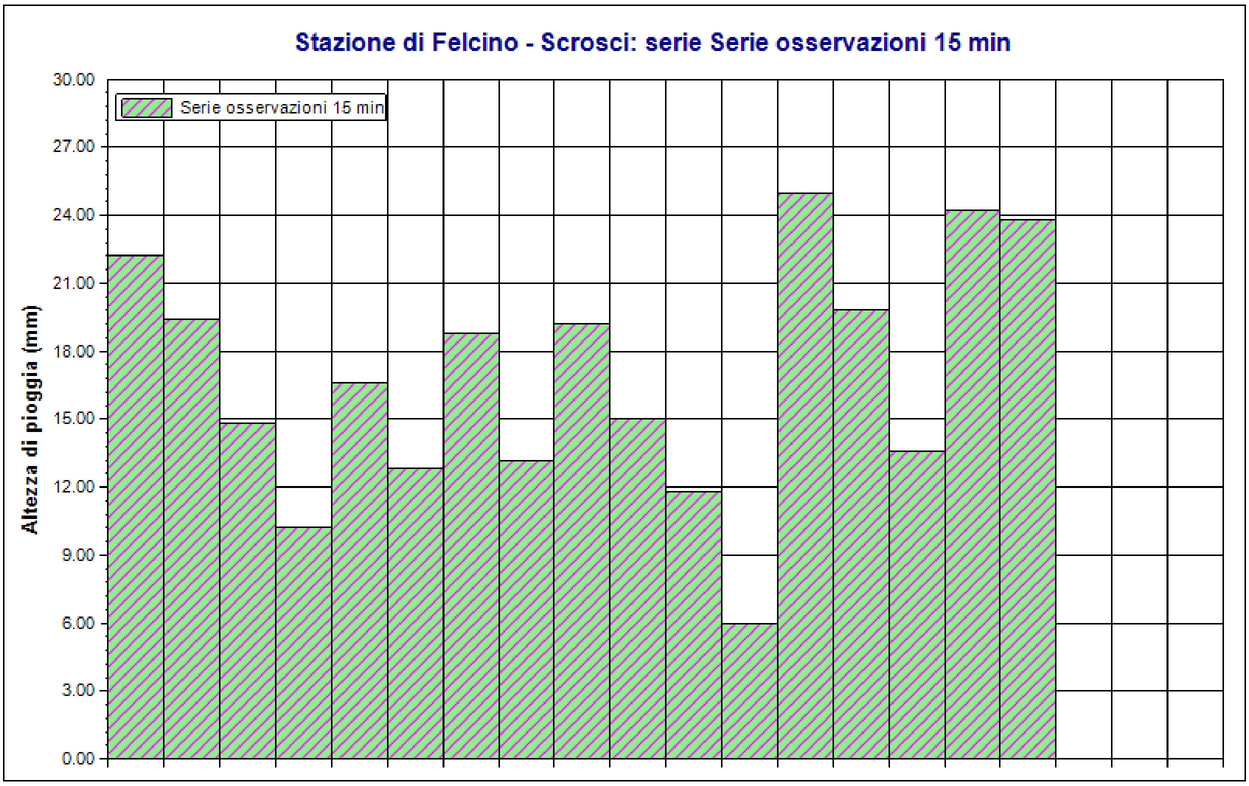
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



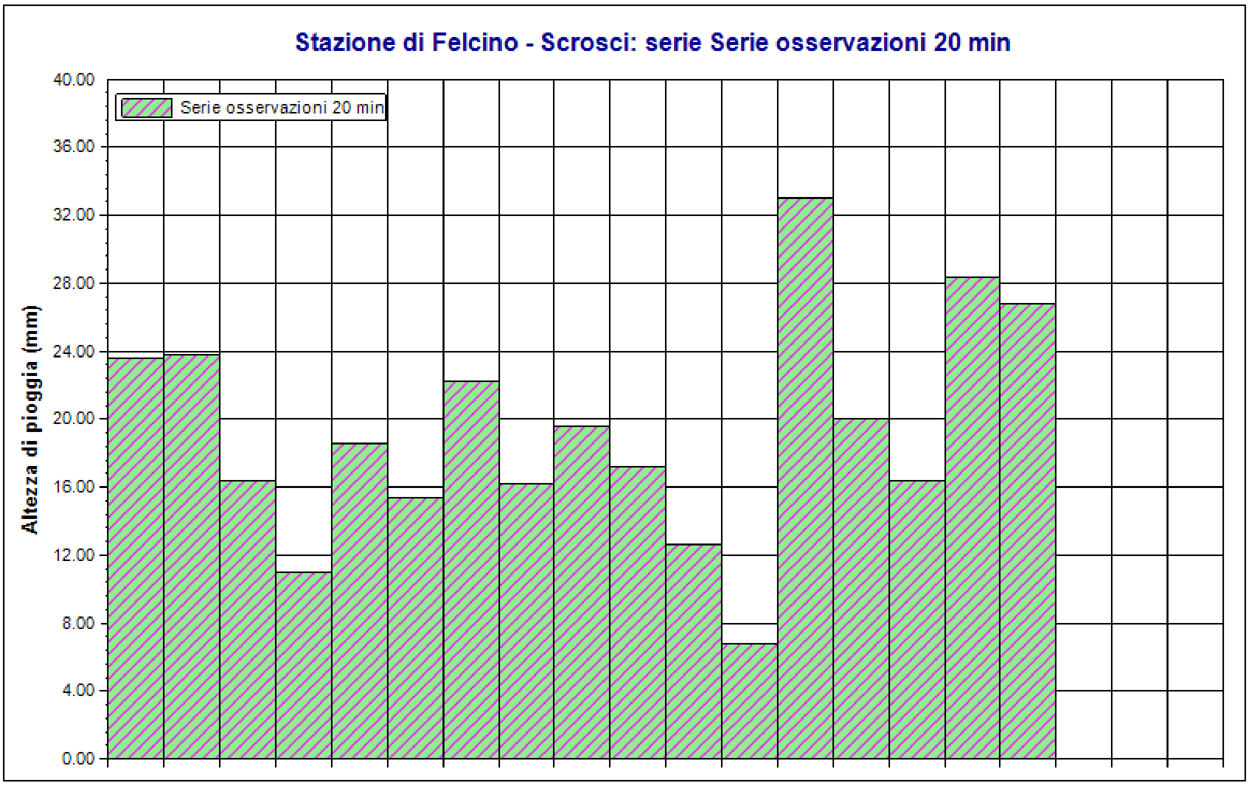
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



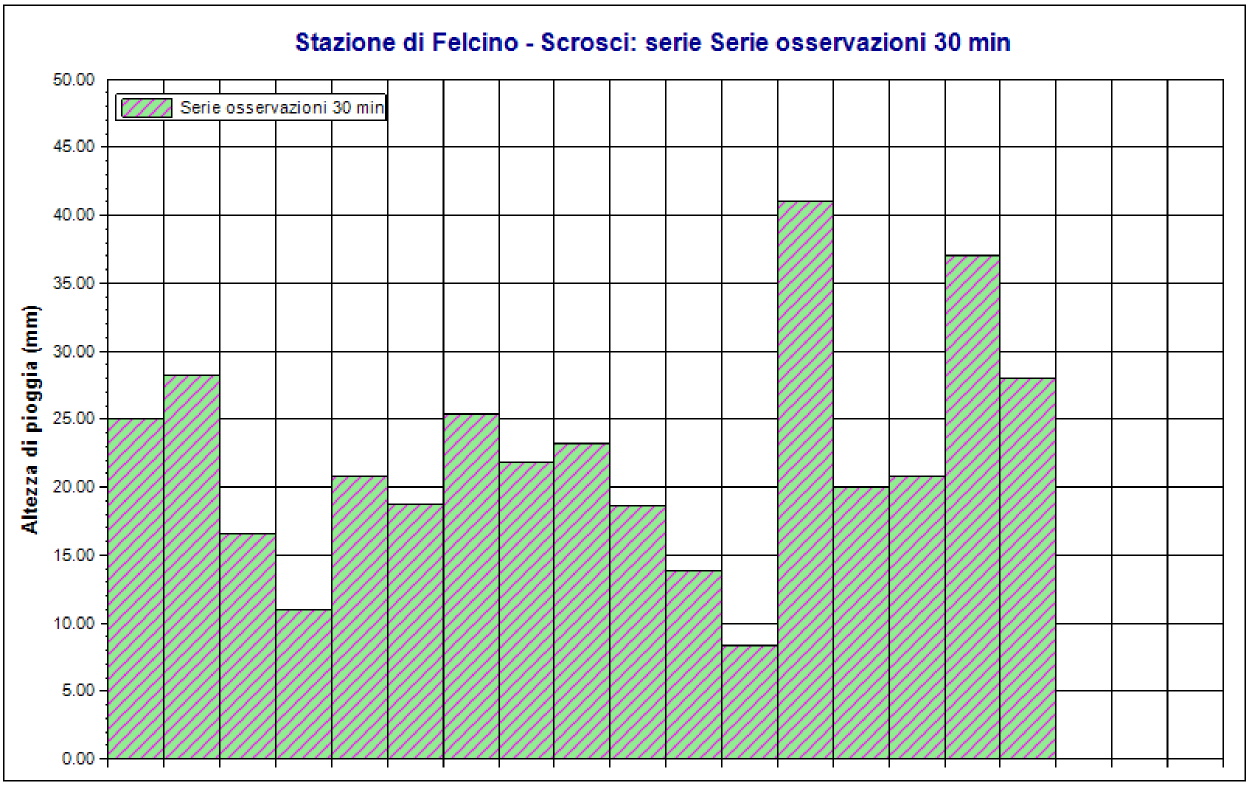
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

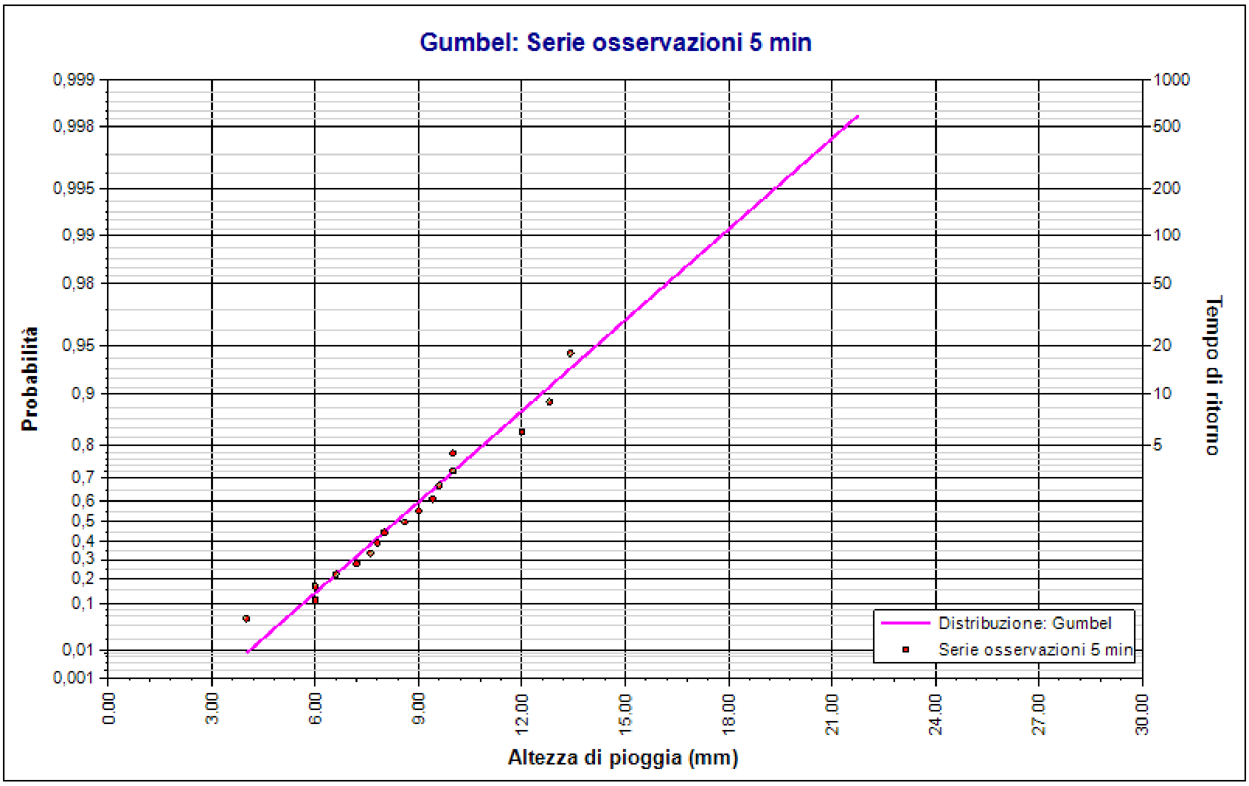
Parametro	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

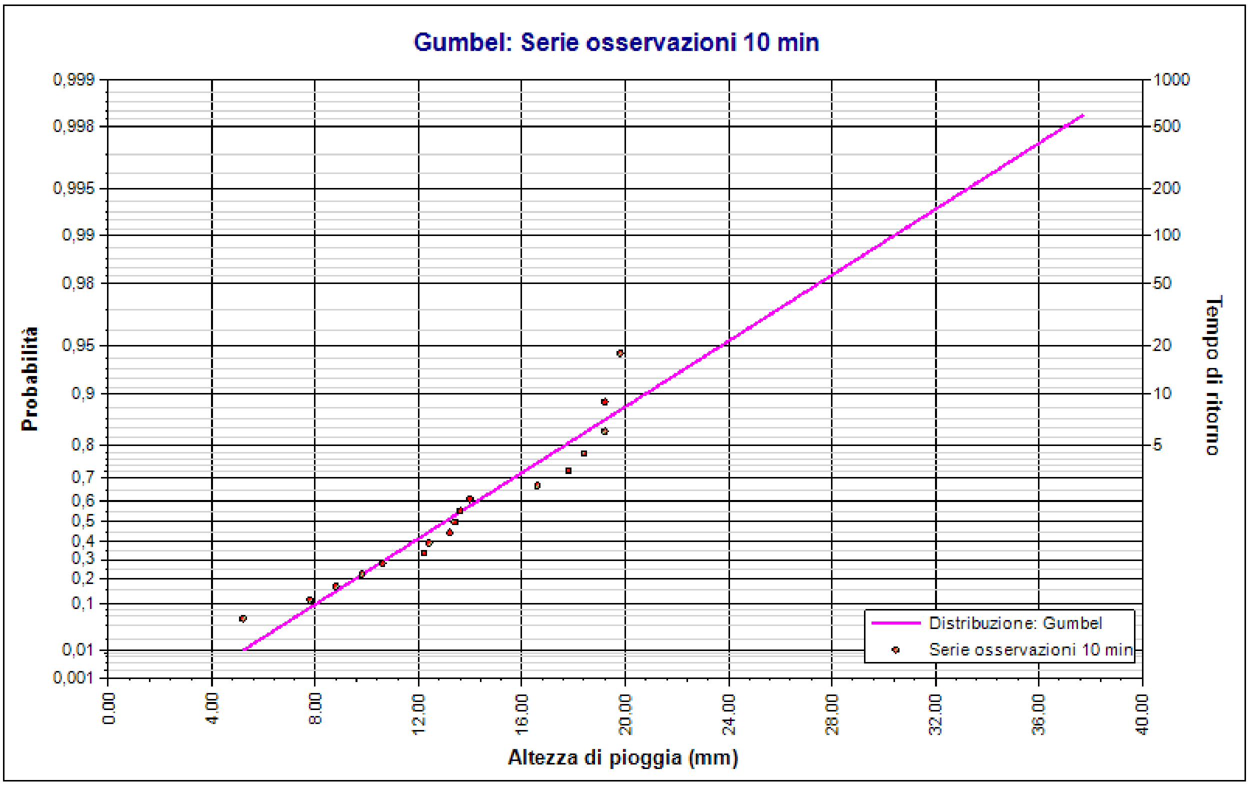
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x-7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x-11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x-14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x-16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x-18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

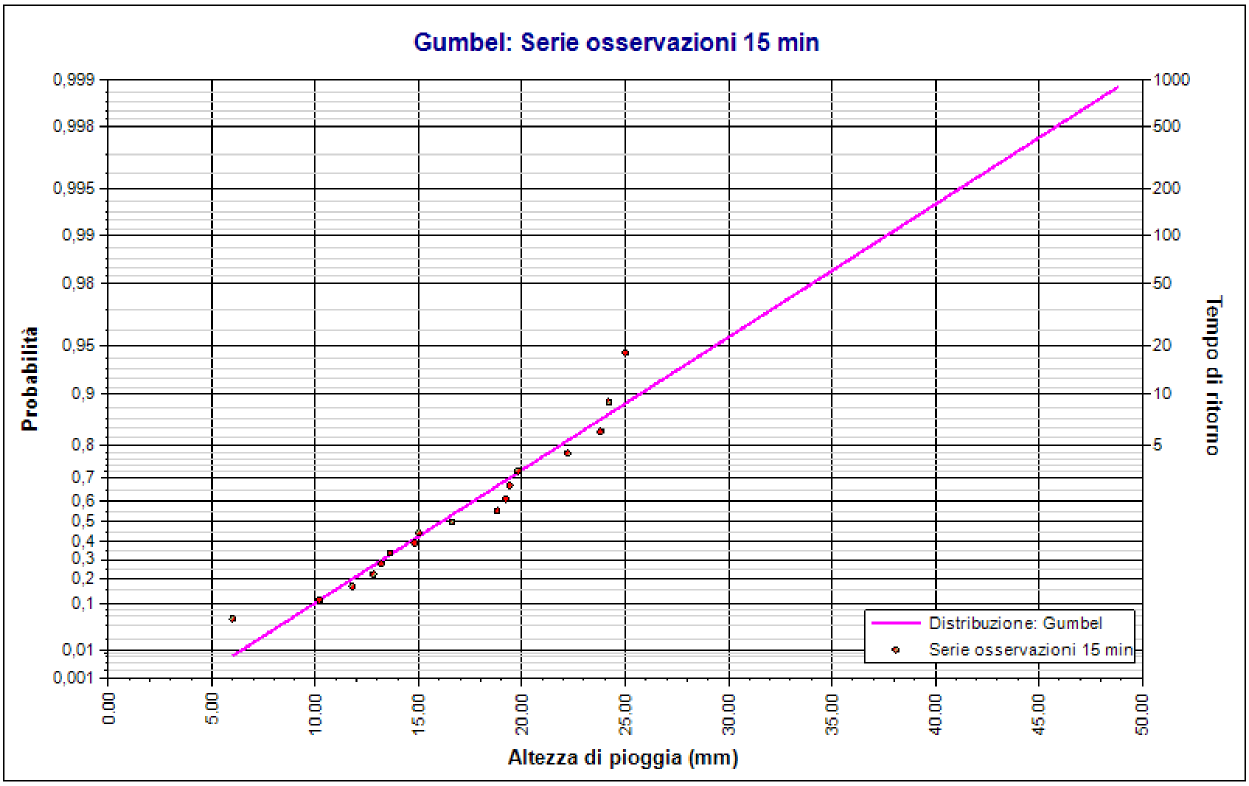
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



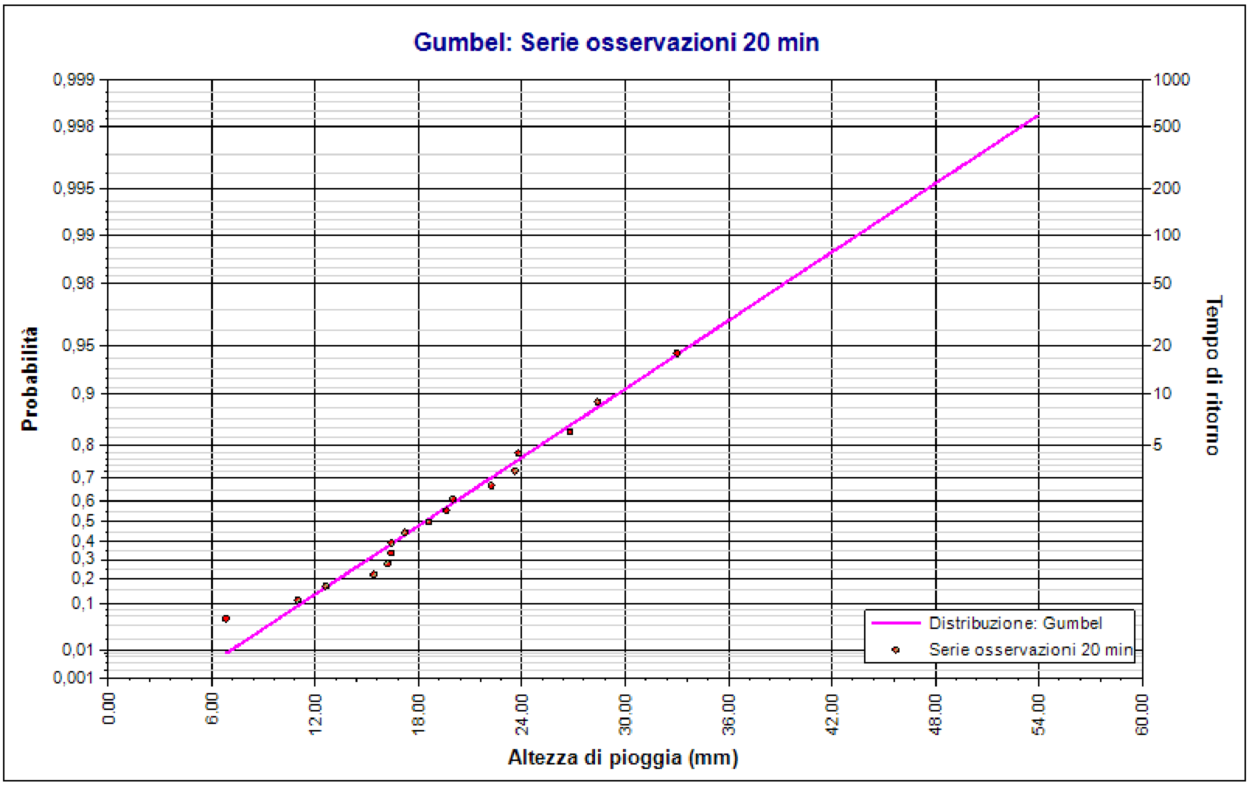
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



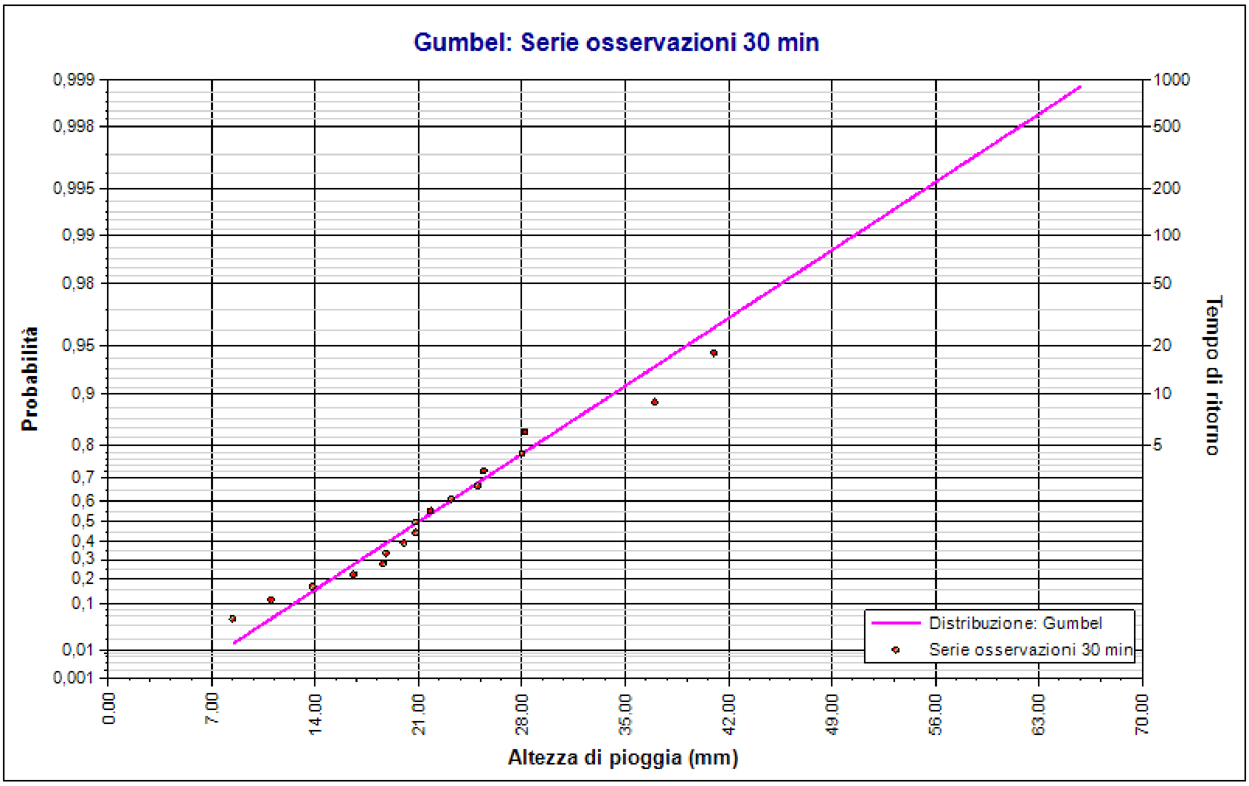
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino

Tempo di ritorno: 100.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

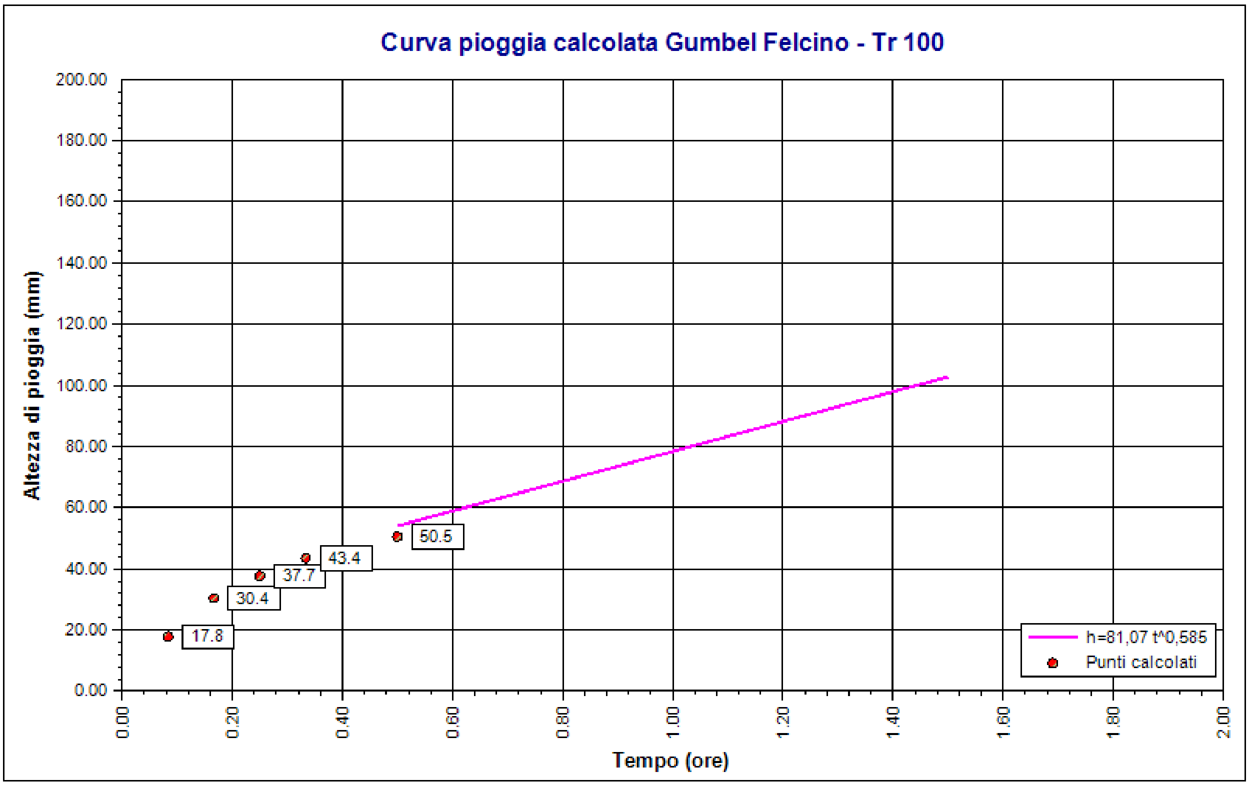
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	17.796
2	0.167	10	30.406
3	0.250	15	37.651
4	0.333	20	43.445
5	0.500	30	50.510

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
81.07	0.59	0.99	$h(t) = 81,1\, t^{0.585}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	81.072		9	293.160		17	425.290
2	121.611		10	311.797		18	439.751
3	154.166		11	329.676		19	453.883
4	182.422		12	346.891		20	467.709
5	207.859		13	363.521		21	481.250
6	231.255		14	379.627		22	494.527
7	253.078		15	395.263		23	507.556
8	273.640		16	410.471		24	520.351



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778

Bacino: Media valle del Tevere

Comune: Perugia

Quota: 193.0 m s.l.m.

Latitudine:

Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5

Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Minima dimensione serie: 14

Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

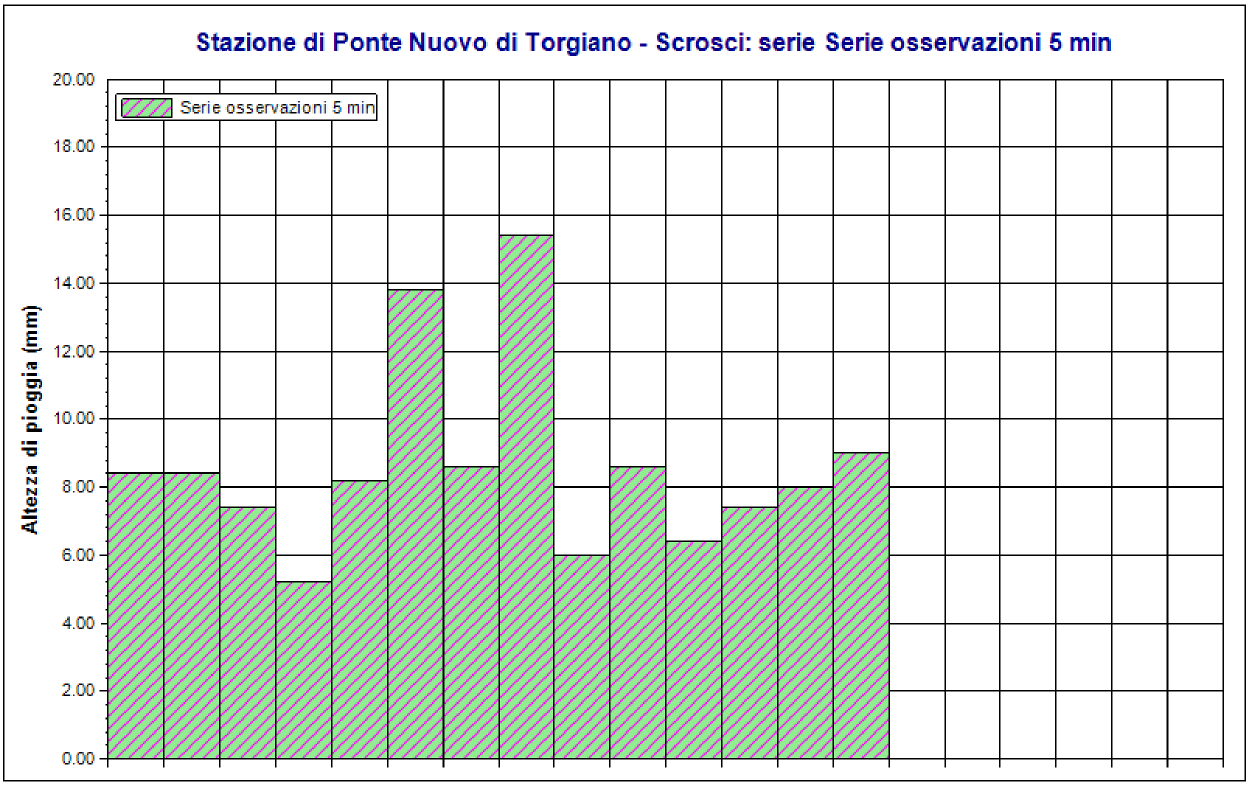
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

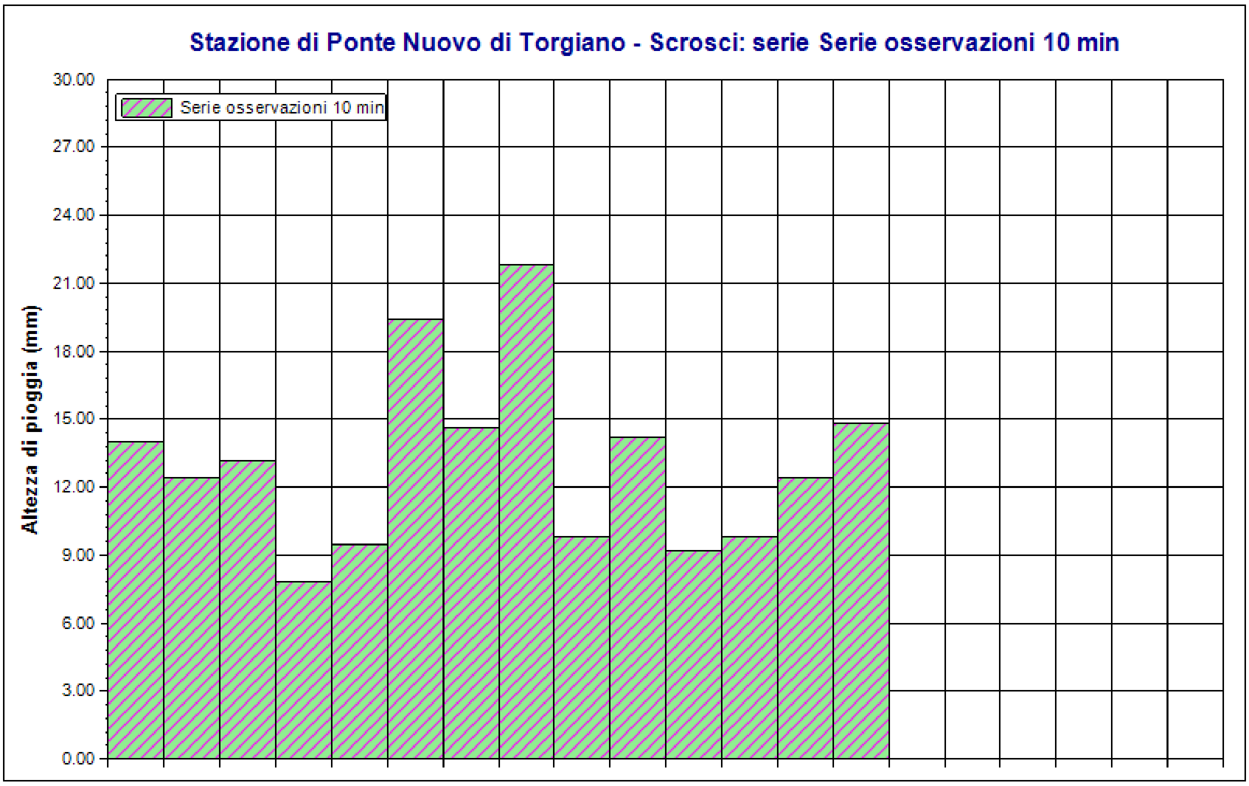
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

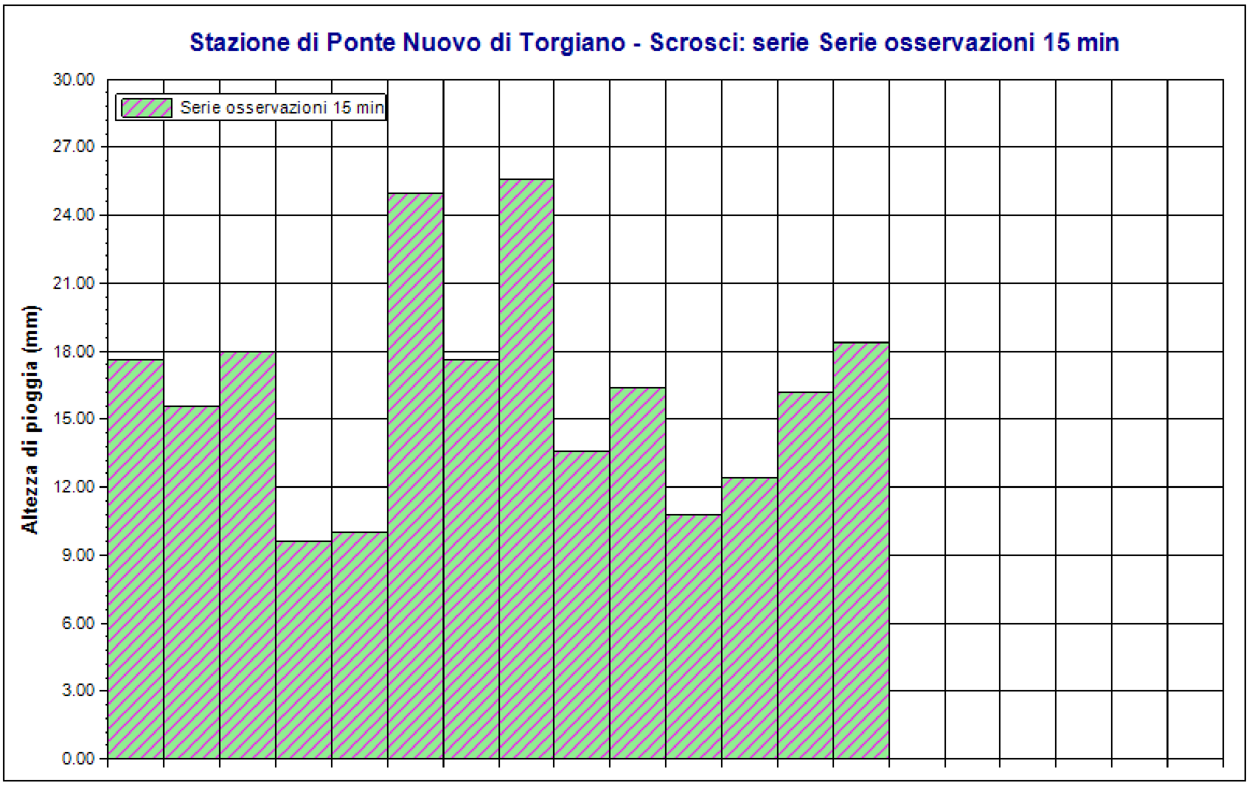
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



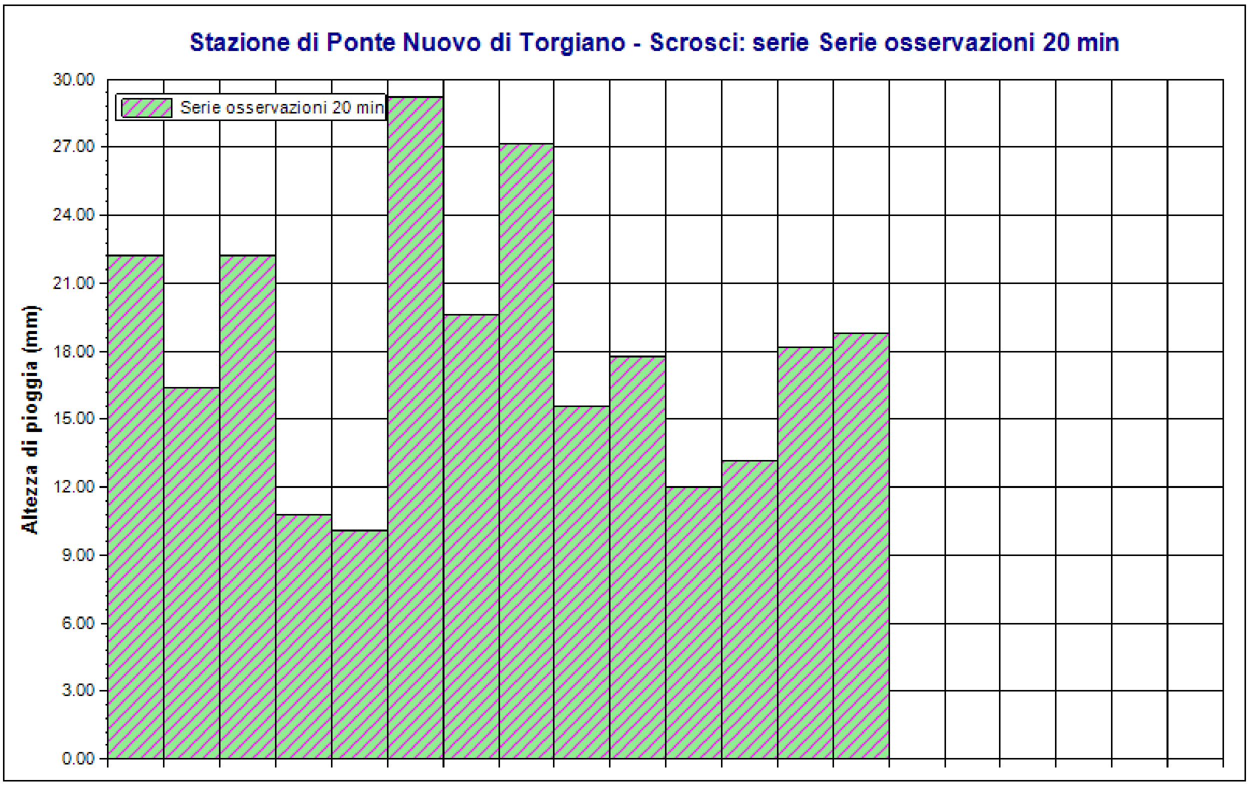
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



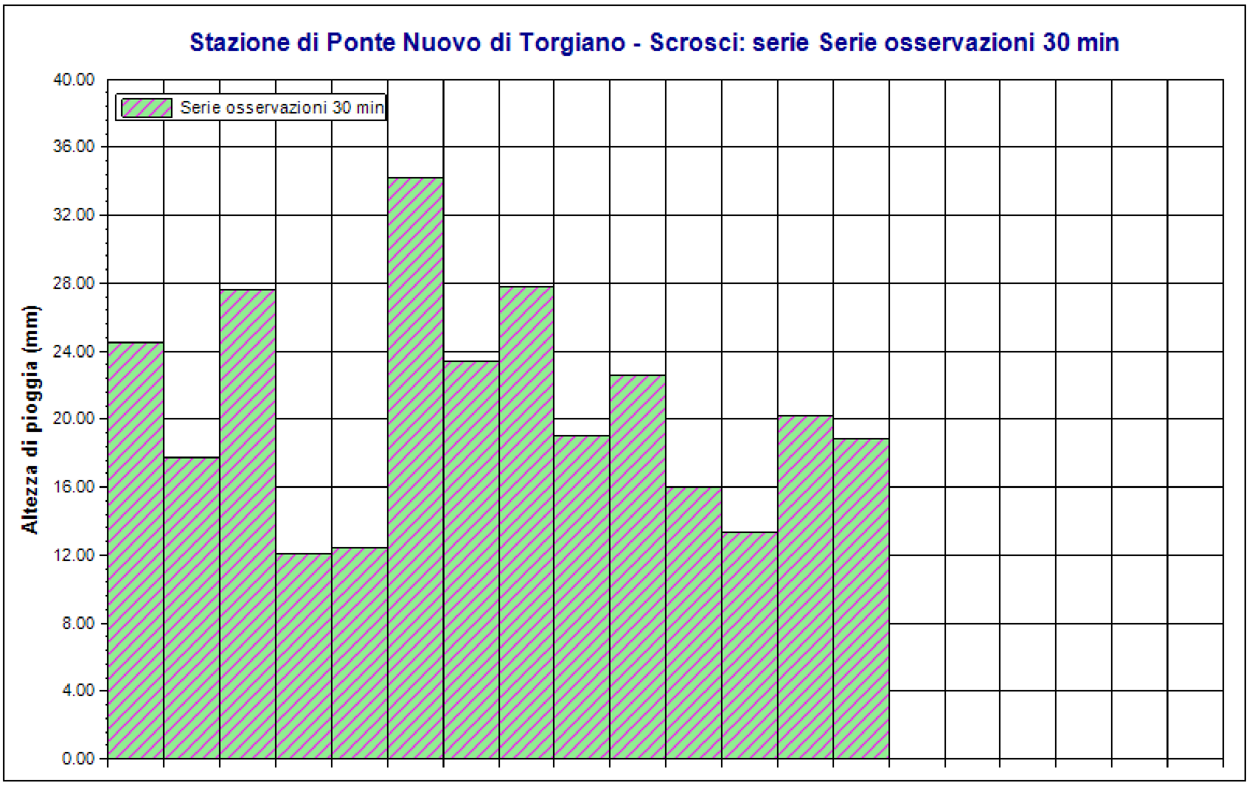
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

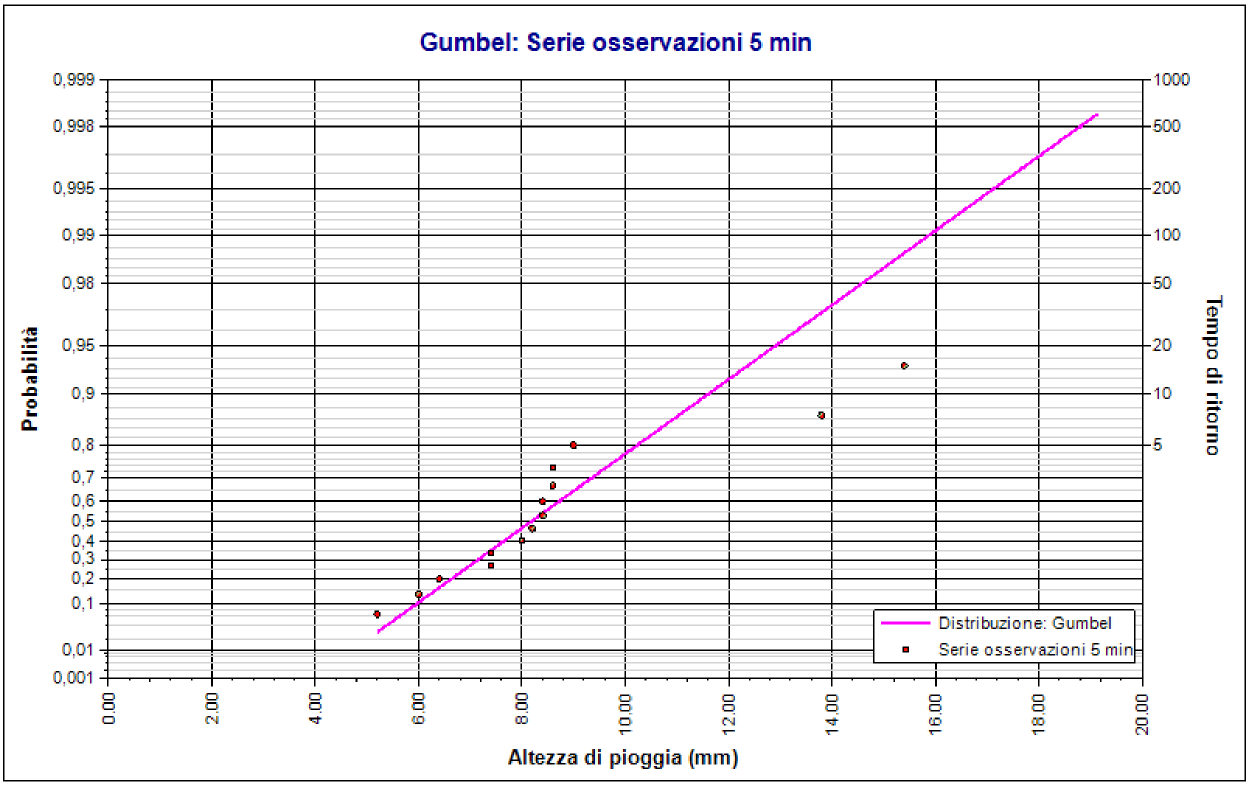
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

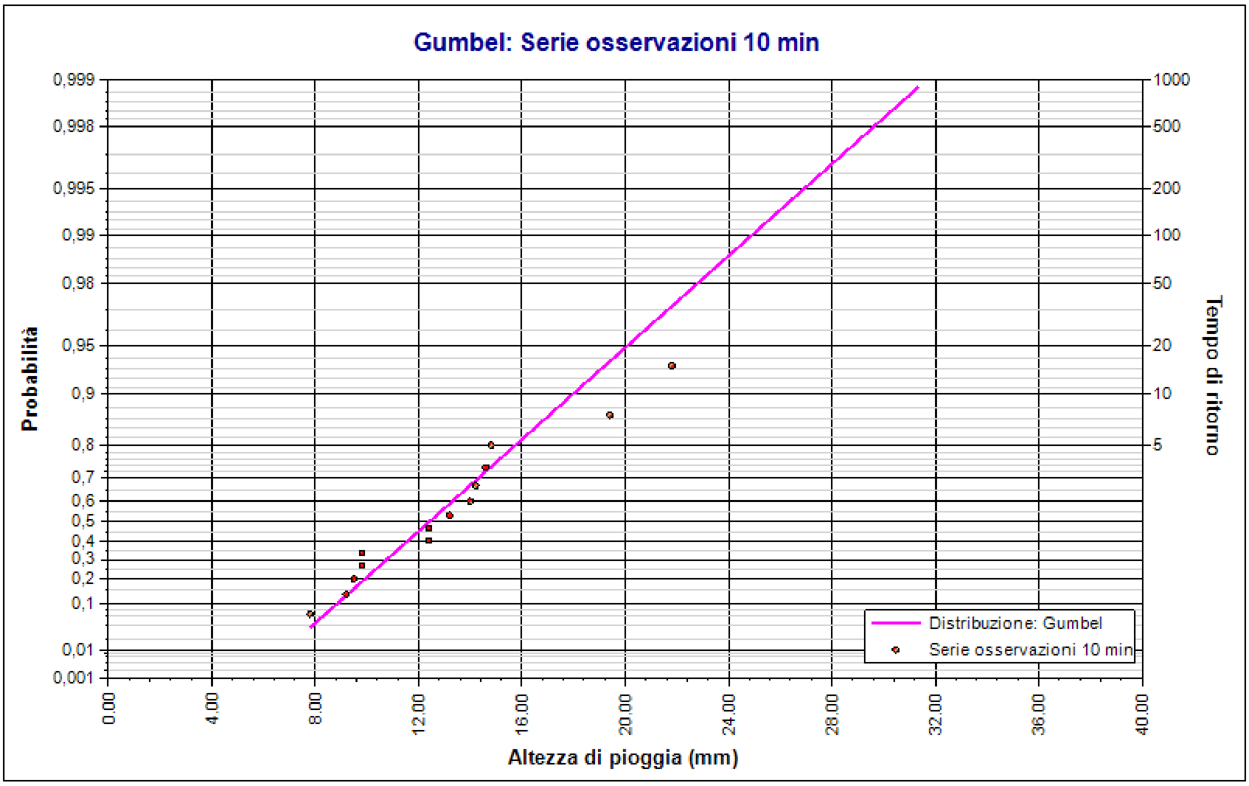
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

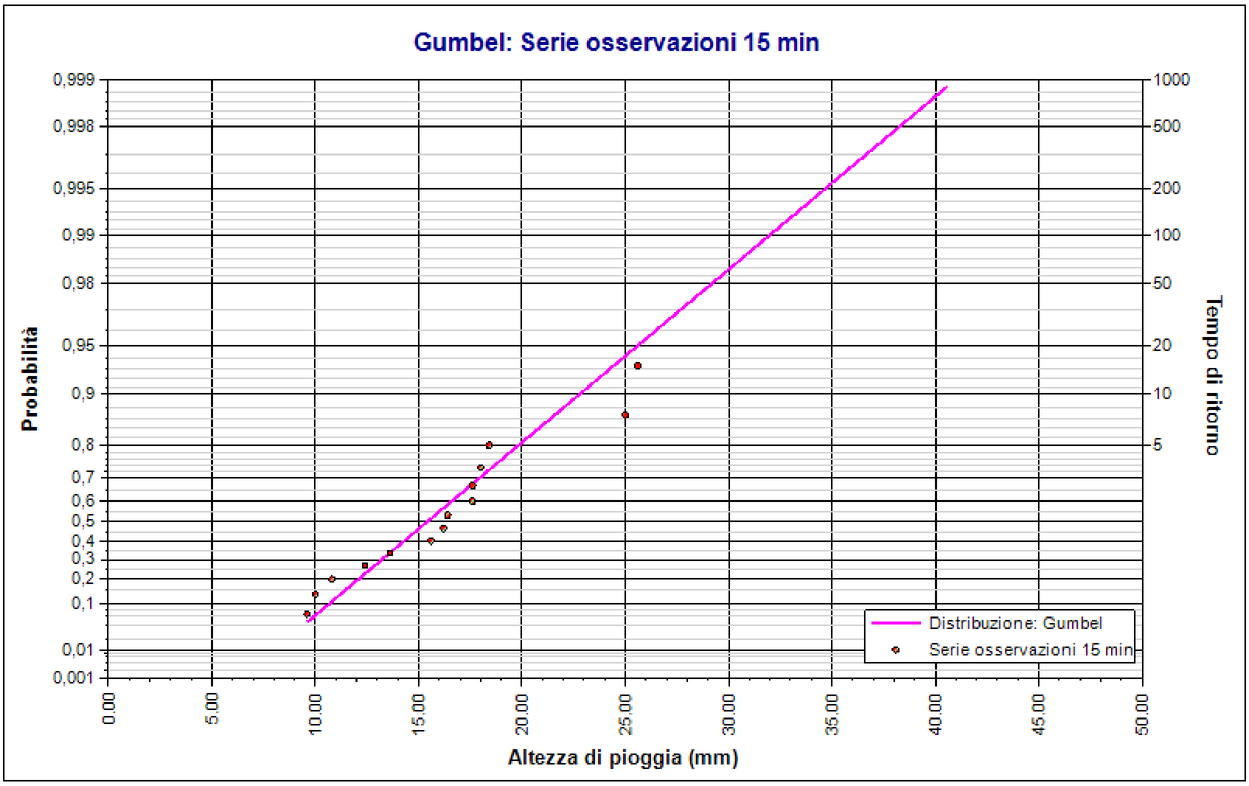
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



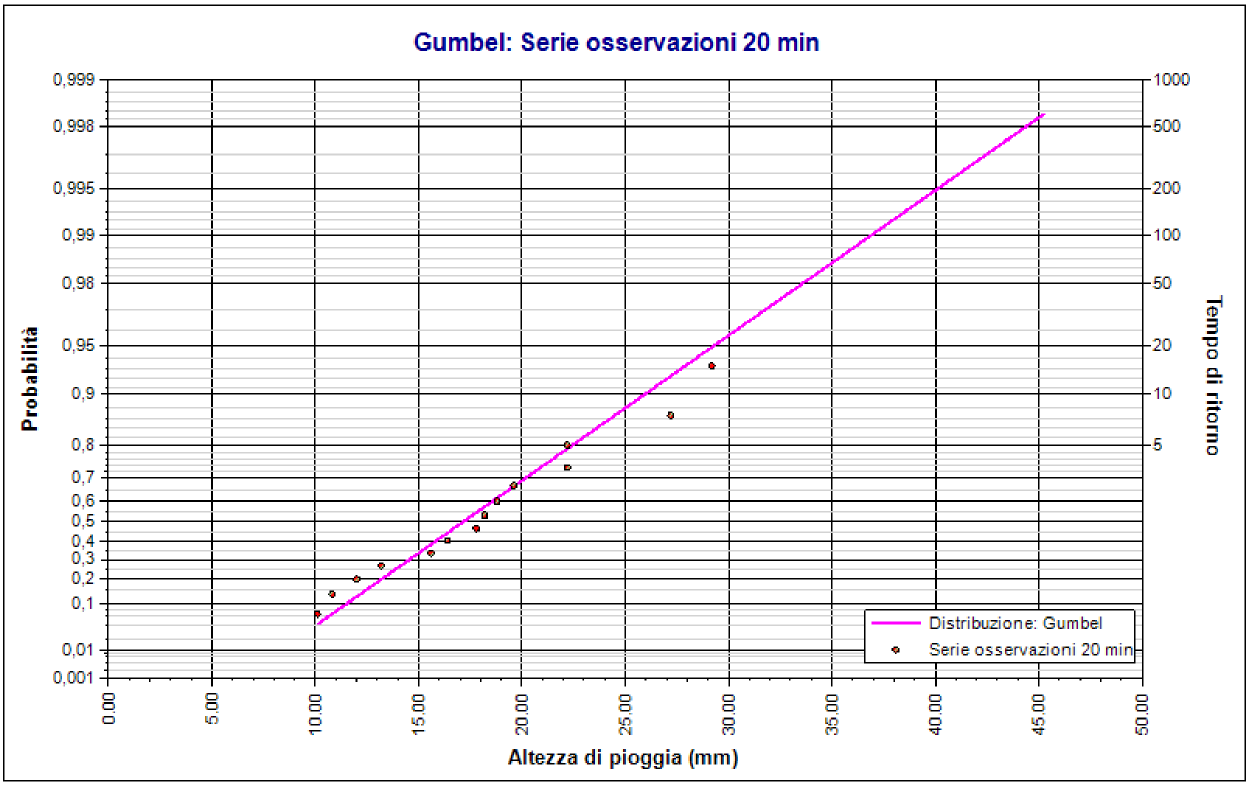
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



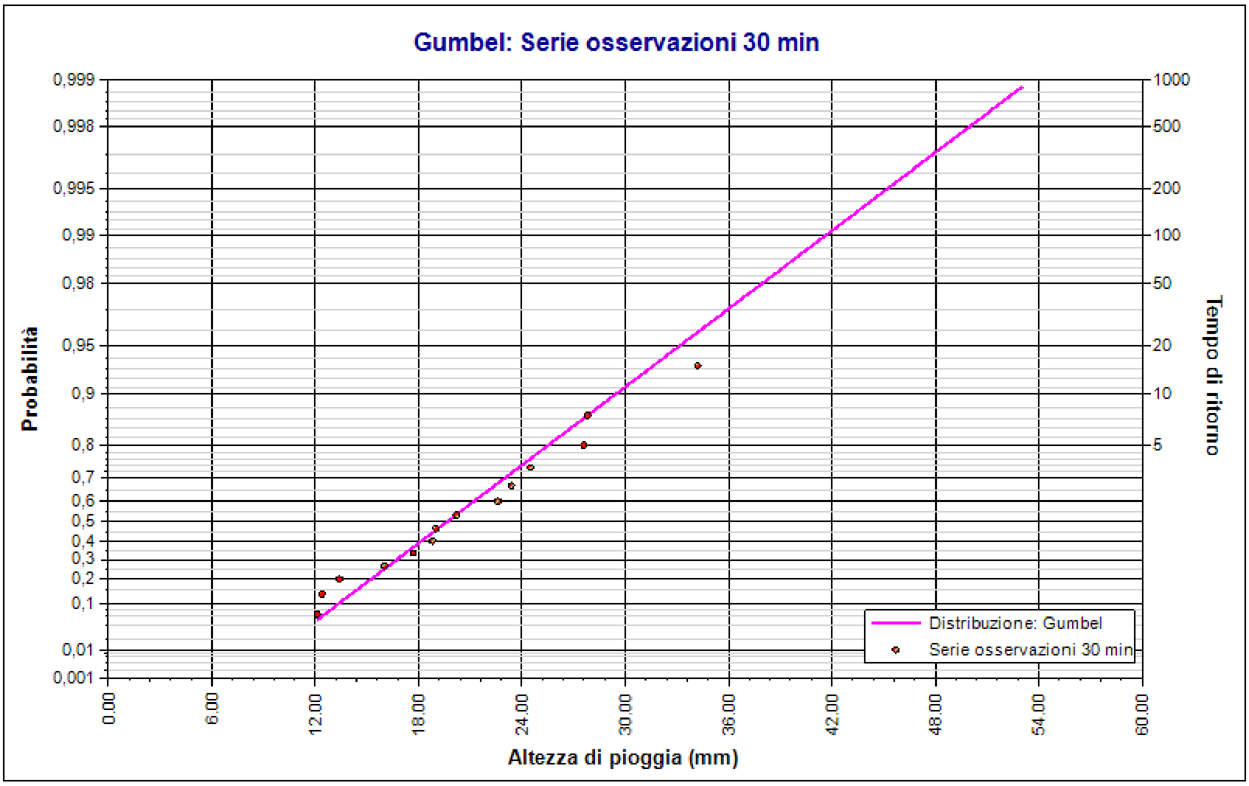
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

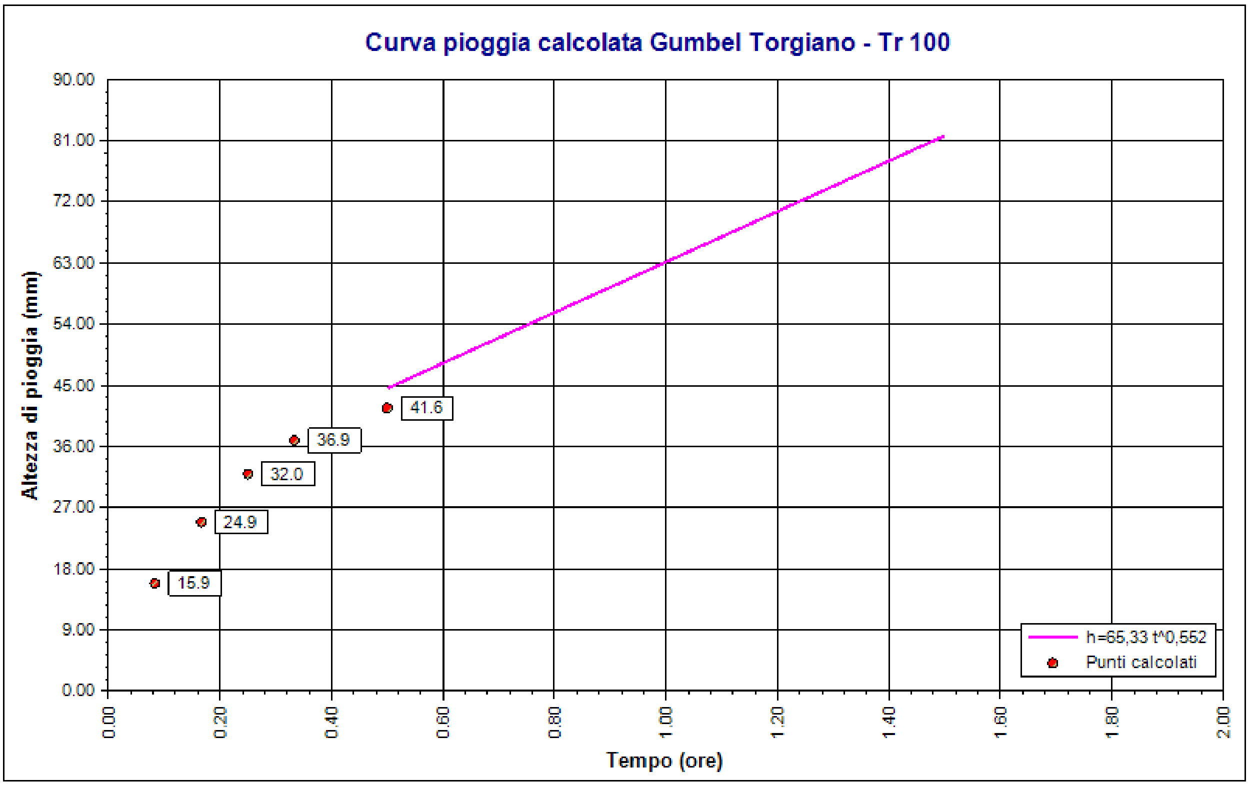
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	15.870
2	0.167	10	24.882
3	0.250	15	31.968
4	0.333	20	36.886
5	0.500	30	41.627

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
65.33	0.55	0.99	$h(t) = 65{,}3\ t^{0.552}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	65.329		9	219.854		17	312.380
2	95.800		10	233.027		18	322.399
3	119.845		11	245.622		19	332.171
4	140.483		12	257.714		20	341.716
5	158.908		13	269.363		21	351.049
6	175.743		14	280.616		22	360.186
7	191.361		15	291.515		23	369.138
8	206.007		16	302.094		24	377.918



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

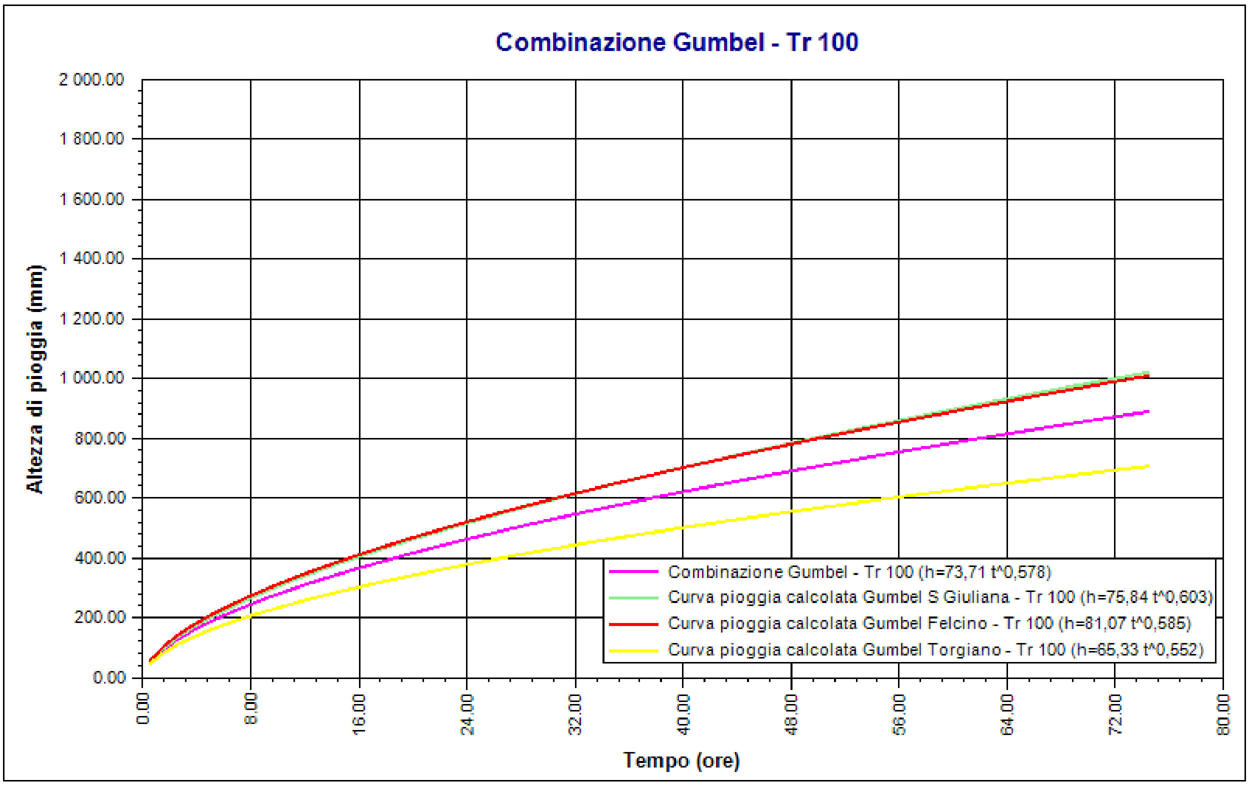
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100	Curva pioggia calcolata	20	75.84	0.60
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100	Curva pioggia calcolata	40	81.07	0.59
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100	Curva pioggia calcolata	40	65.33	0.55

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
73.71	0.58	$h(t) = 73,7\,t^{0.578}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	73.711		9	262.335		17	378.824
2	110.016		10	278.800		18	391.543
3	139.058		11	294.583		19	403.967
4	164.203		12	309.771		20	416.117
5	186.797		13	324.433		21	428.014
6	207.548		14	338.626		22	439.674
7	226.881		15	352.396		23	451.112
8	245.077		16	365.784		24	462.342



Combinazione Gumbel - Tr 100

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h

Dati Pluviogramma

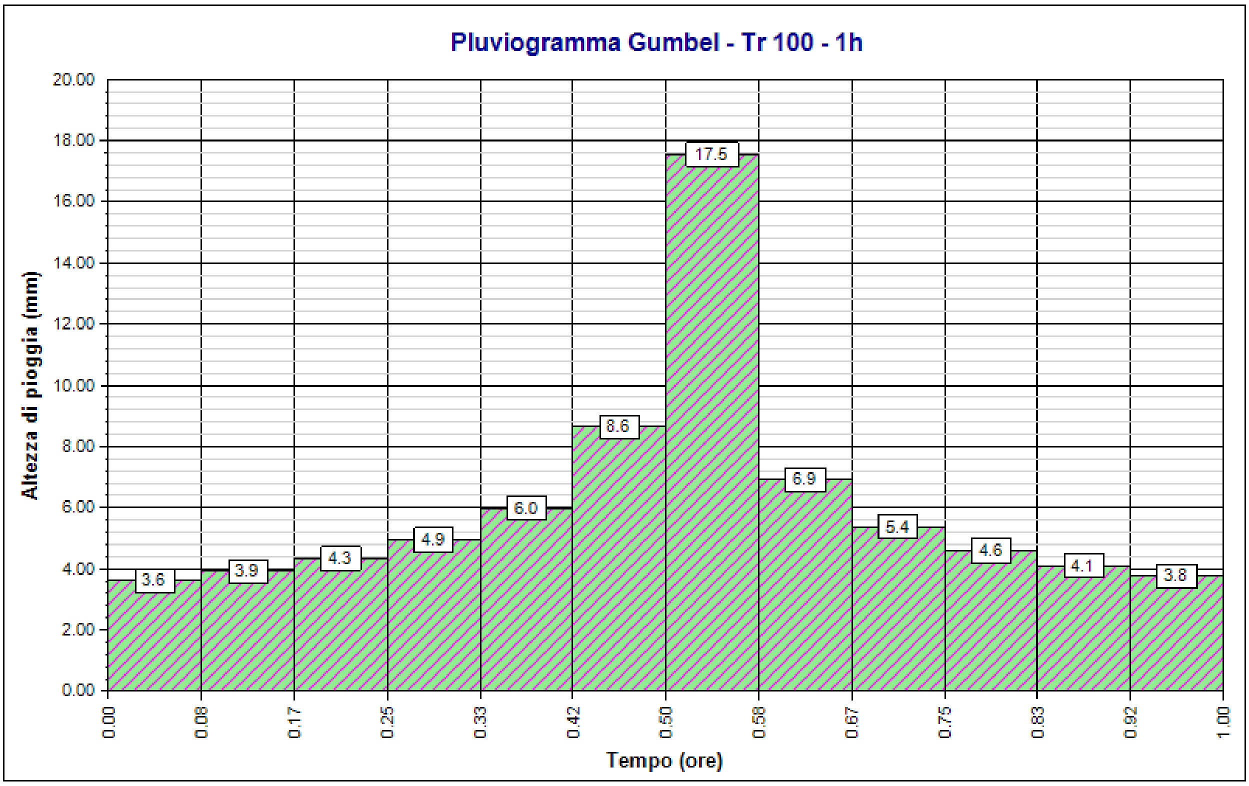
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 100
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 73.711 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
73.71	0.58	$h(t) = 73{,}7\, t^{0.578}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	3.614
2	0.083	0.167	5	10	3.918
3	0.167	0.250	10	15	4.330
4	0.250	0.333	15	20	4.938
5	0.333	0.417	20	25	5.983
6	0.417	0.500	25	30	8.639
7	0.500	0.583	30	35	17.540
8	0.583	0.667	35	40	6.911
9	0.667	0.750	40	45	5.377
10	0.750	0.833	45	50	4.600
11	0.833	0.917	50	55	4.107
12	0.917	1.000	55	60	3.756



Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino A Gumbel - Tr 100 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'*.

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

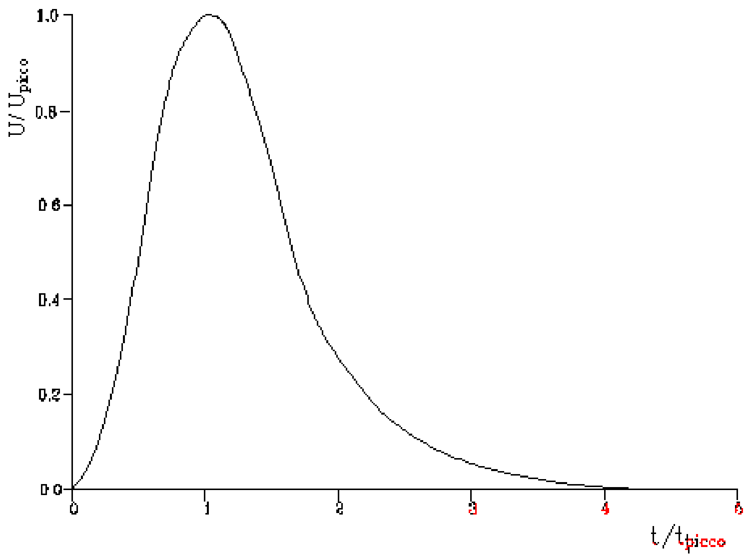
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0{,}6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0{,}5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0{,}2084\frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j)P(i-j+1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

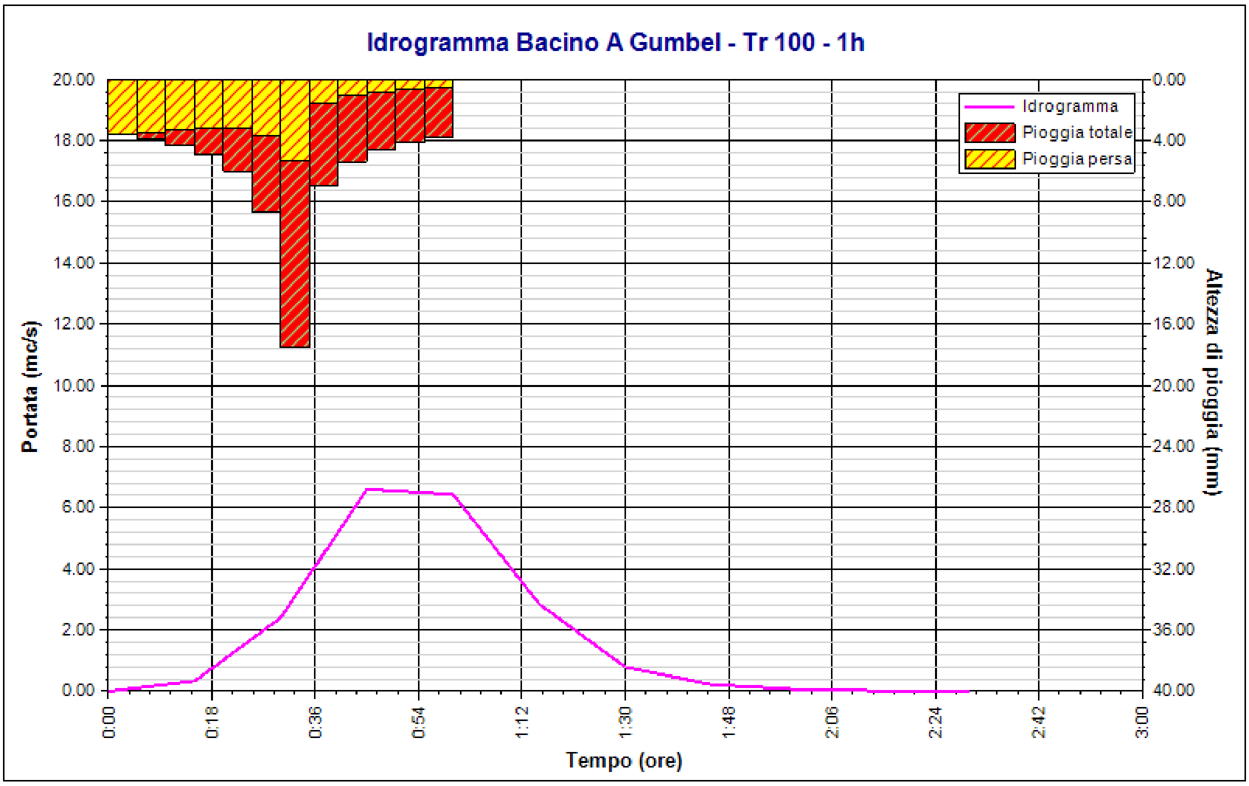
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h
Superficie del bacino: 0.4 kmq
Tlag: 0.204 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 85.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	11.862	10.399	1.463	0.0
2	0.250	15	19.560	9.994	9.566	0.3
3	0.500	30	29.827	7.938	21.889	2.4
4	0.750	45	12.463	2.103	10.360	6.6
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	6.4
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	2.9
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	0.8
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	0.2
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	0.1
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.0
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	6.6	mc/s
Istante picco	0.750	ore
Istante picco	45.0	minuti
Durata totale evento	2.500	ore
Volume afflusso	29	mc x 1000
Volume deflusso	18	mc x 1000
Altezza afflusso	73.711	mm
Altezza deflusso	44.329	mm
Coeff. deflusso	0.60	-
Coeff. udometrico	16.51	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino A Gumbel - Tr 100 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

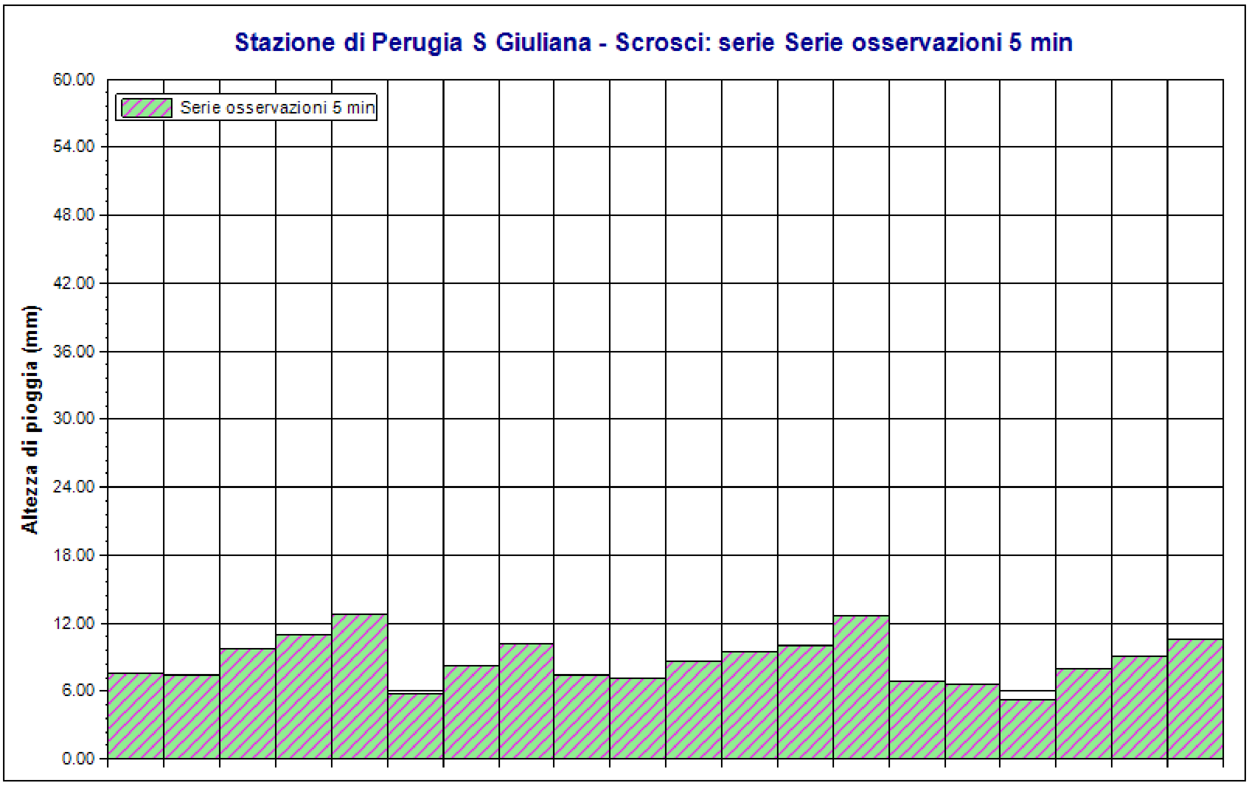
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

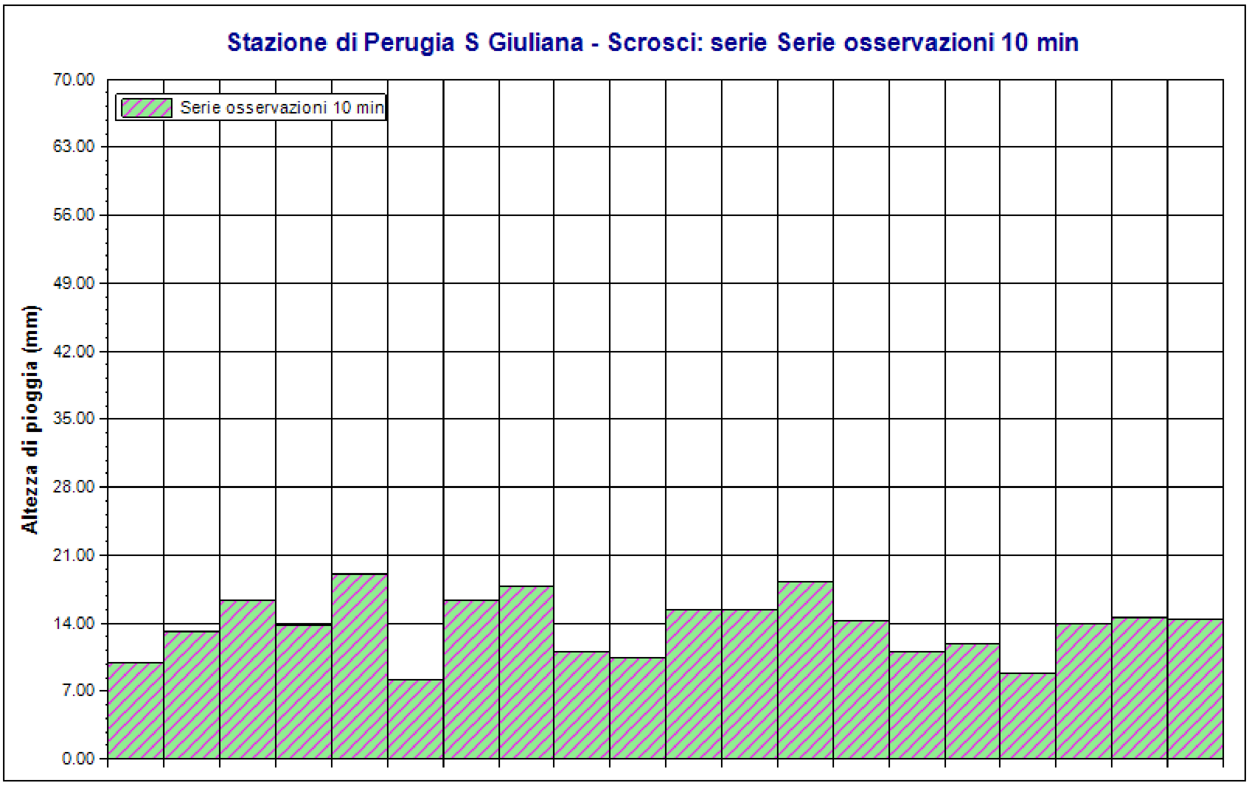
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

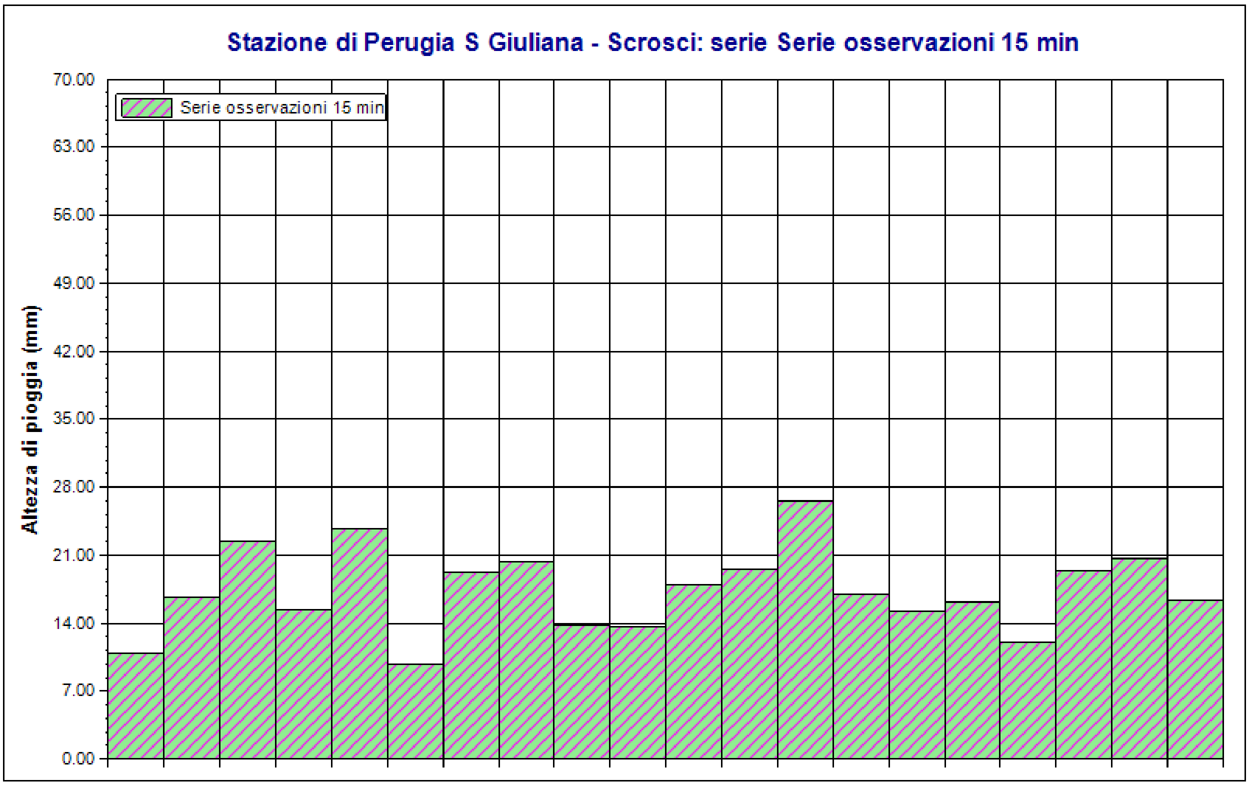
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



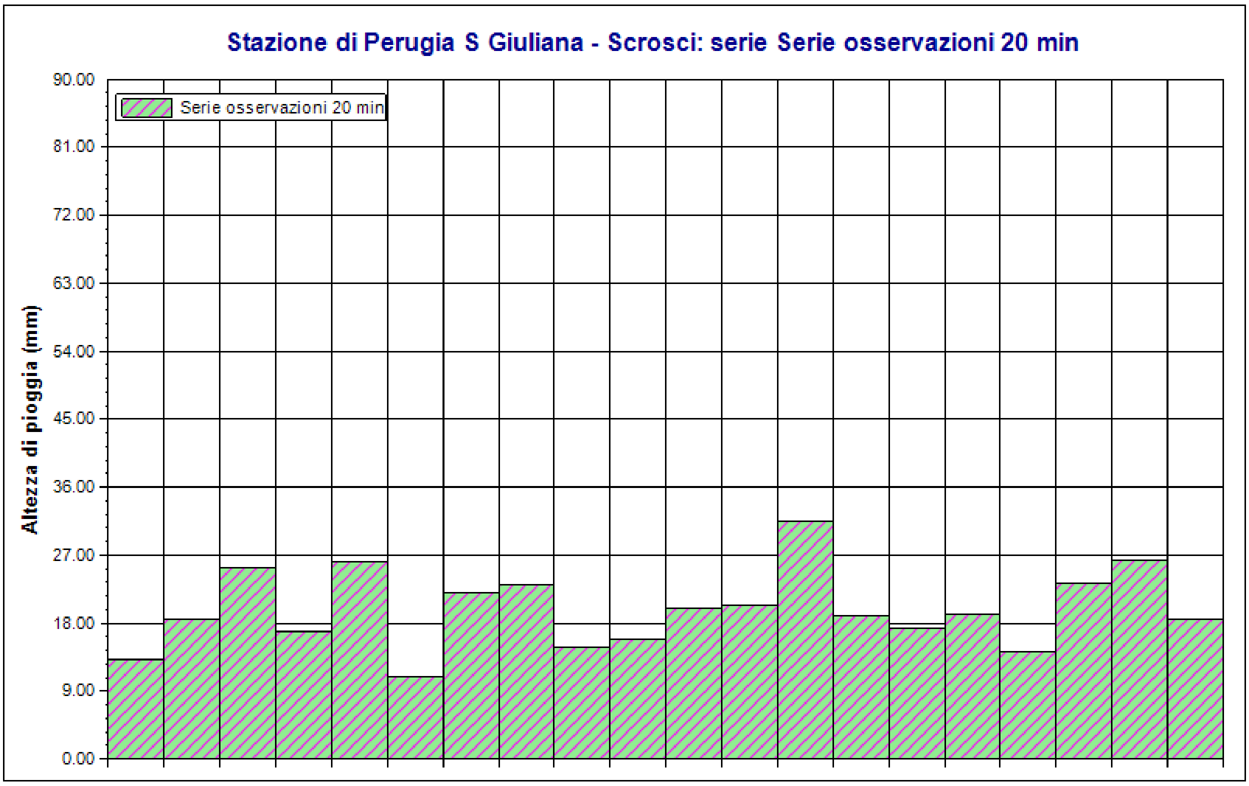
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



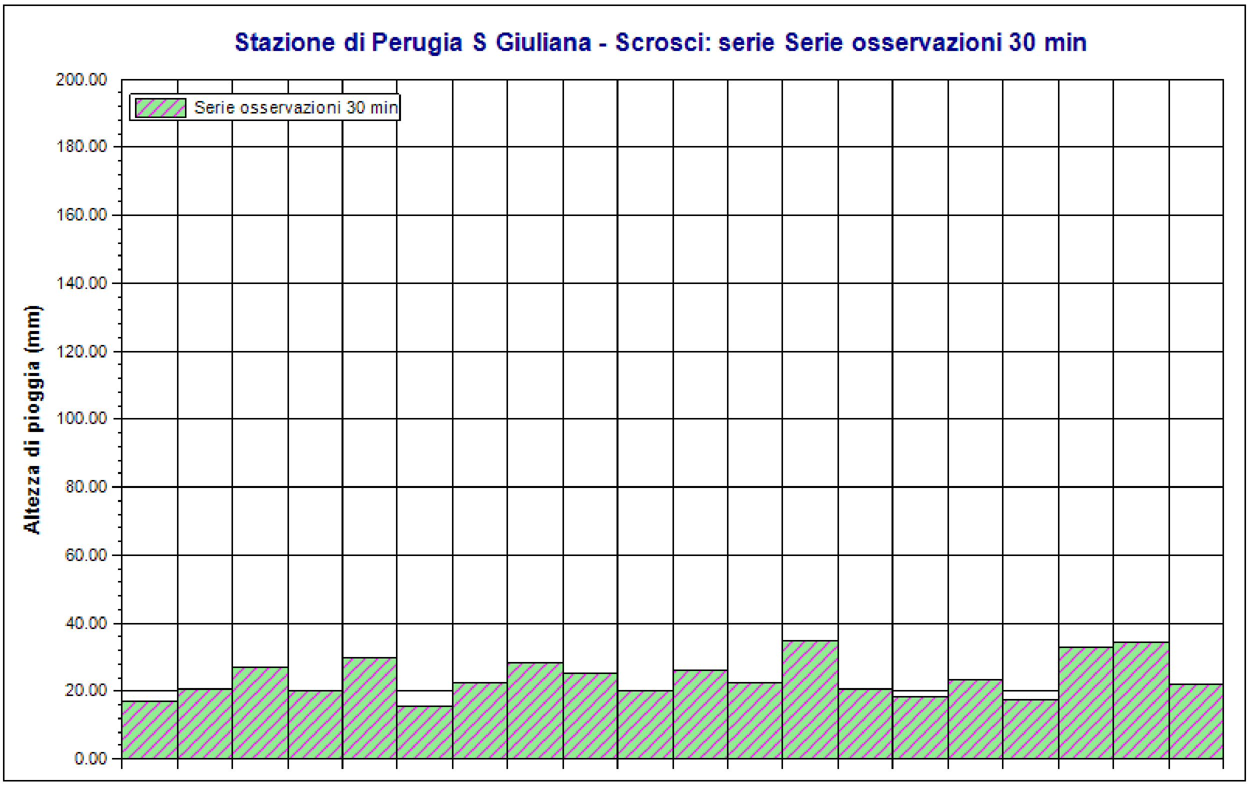
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi\left(x = z_k\right) = \left[\Phi\left(z\right)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

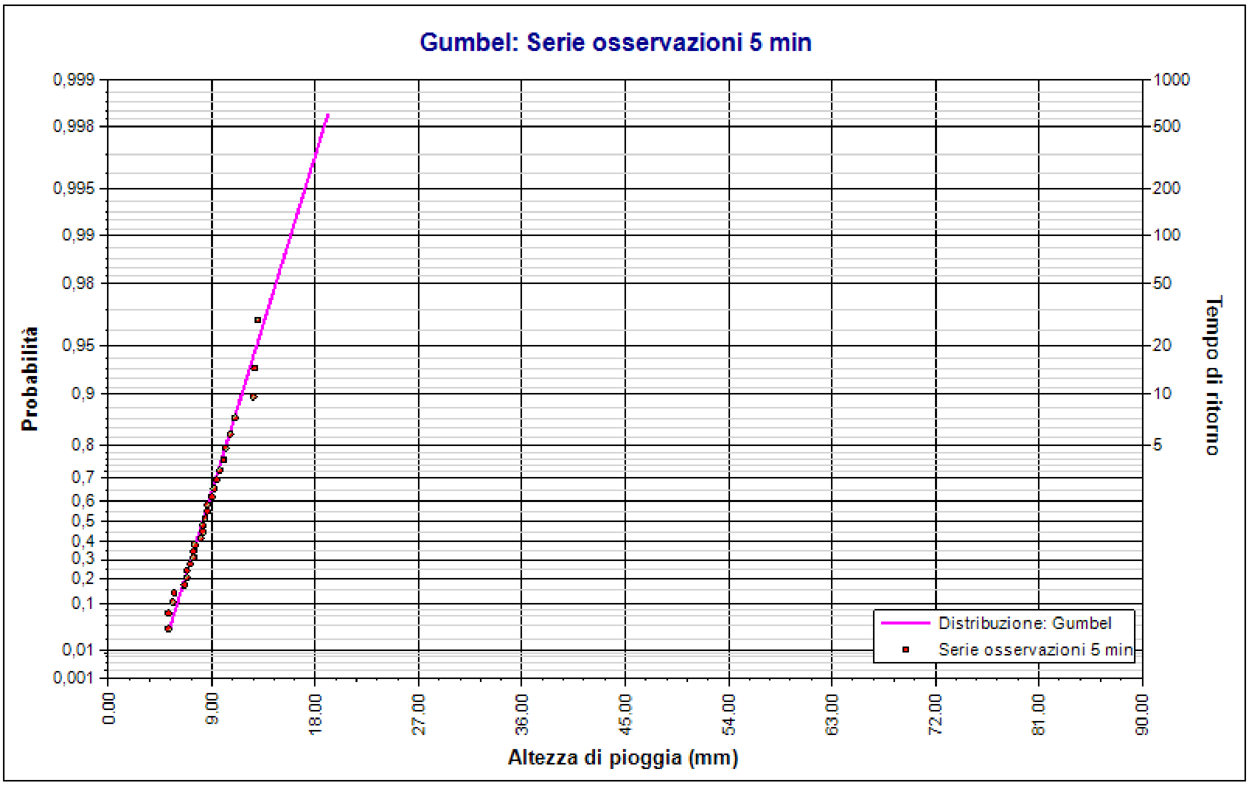
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

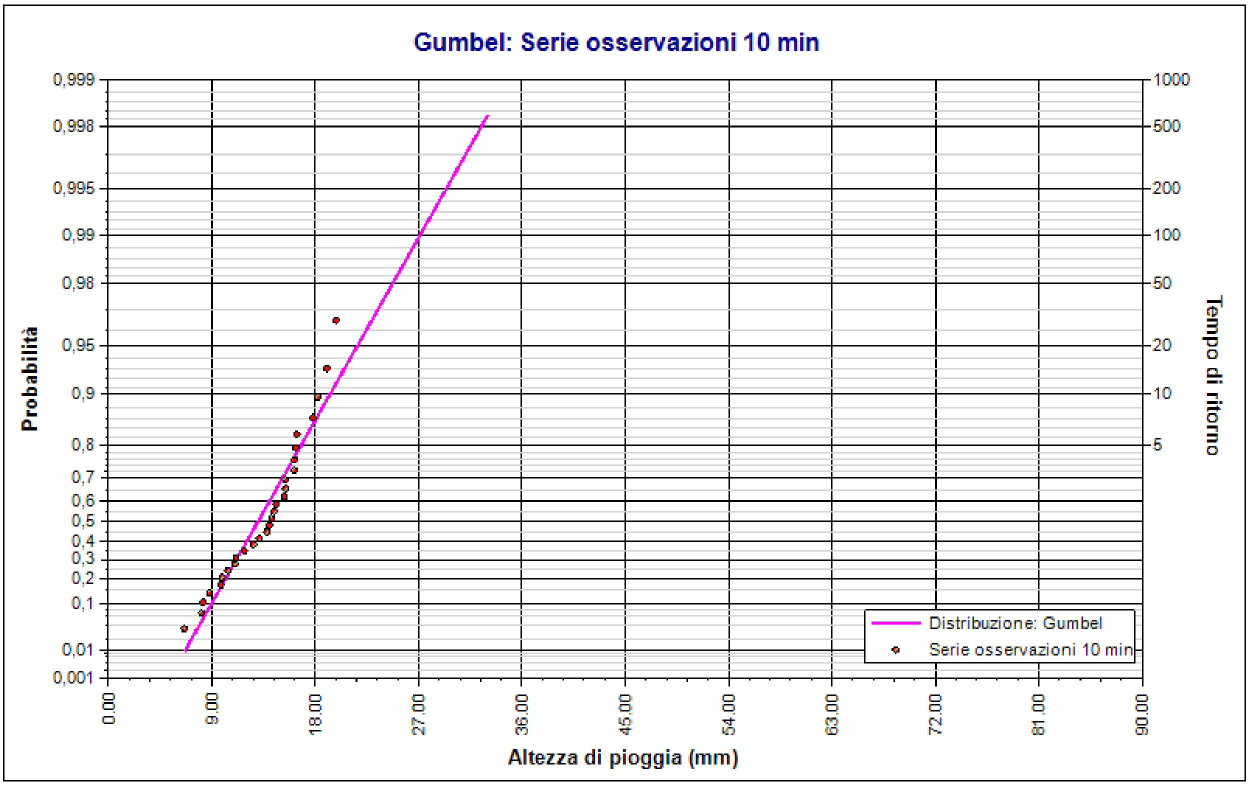
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x-7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x-11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x-14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x-17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x-20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

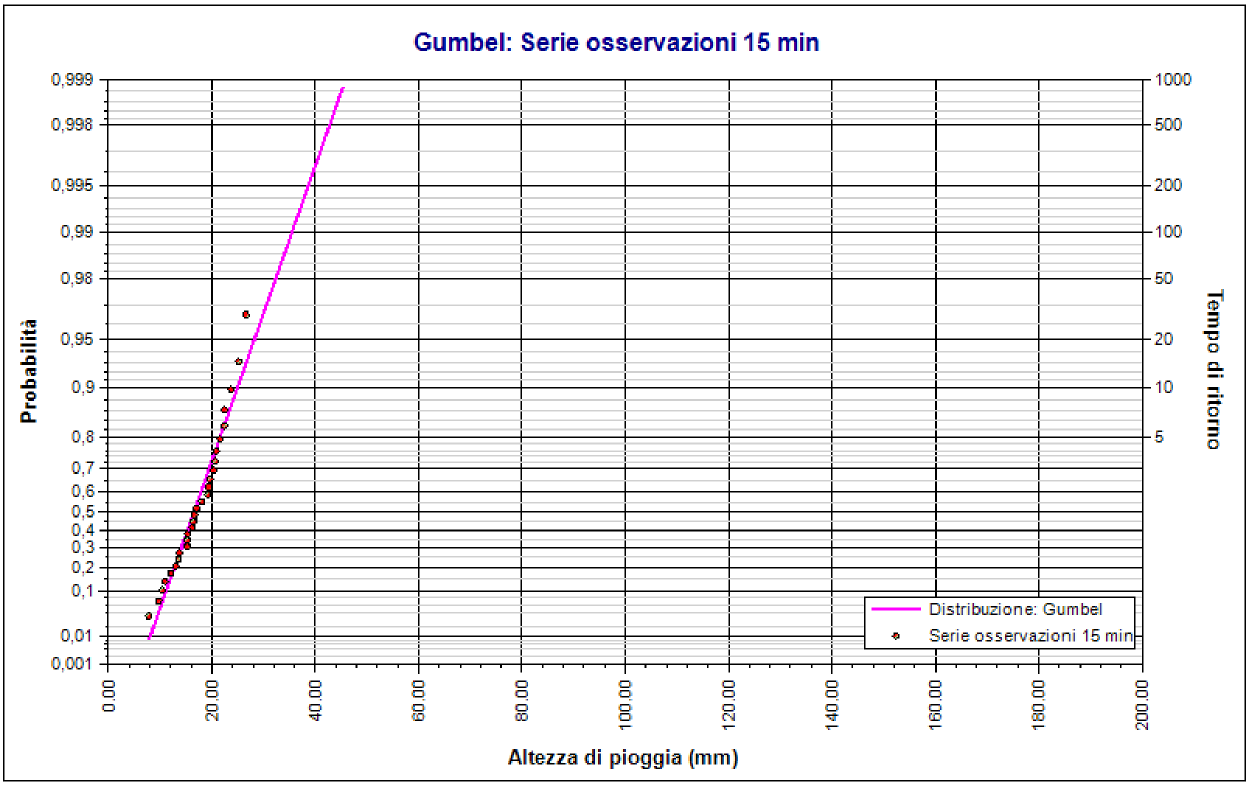
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



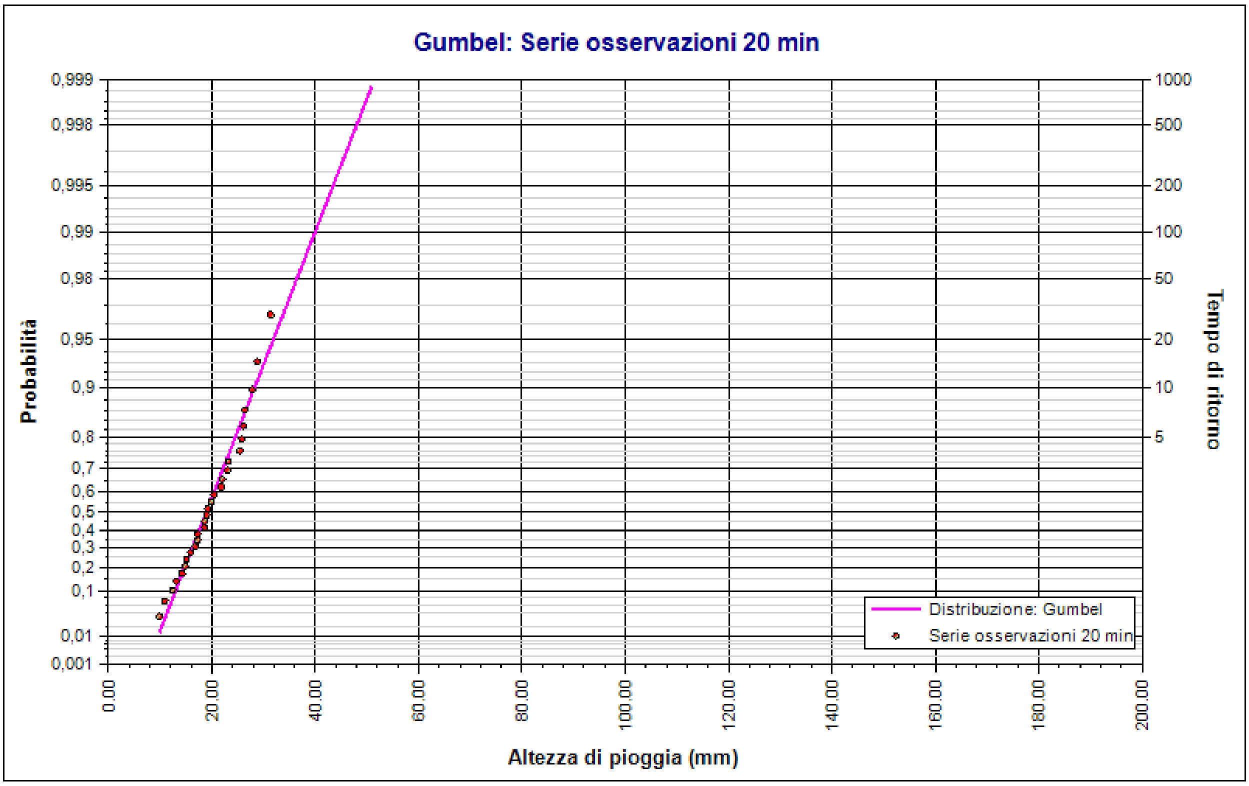
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



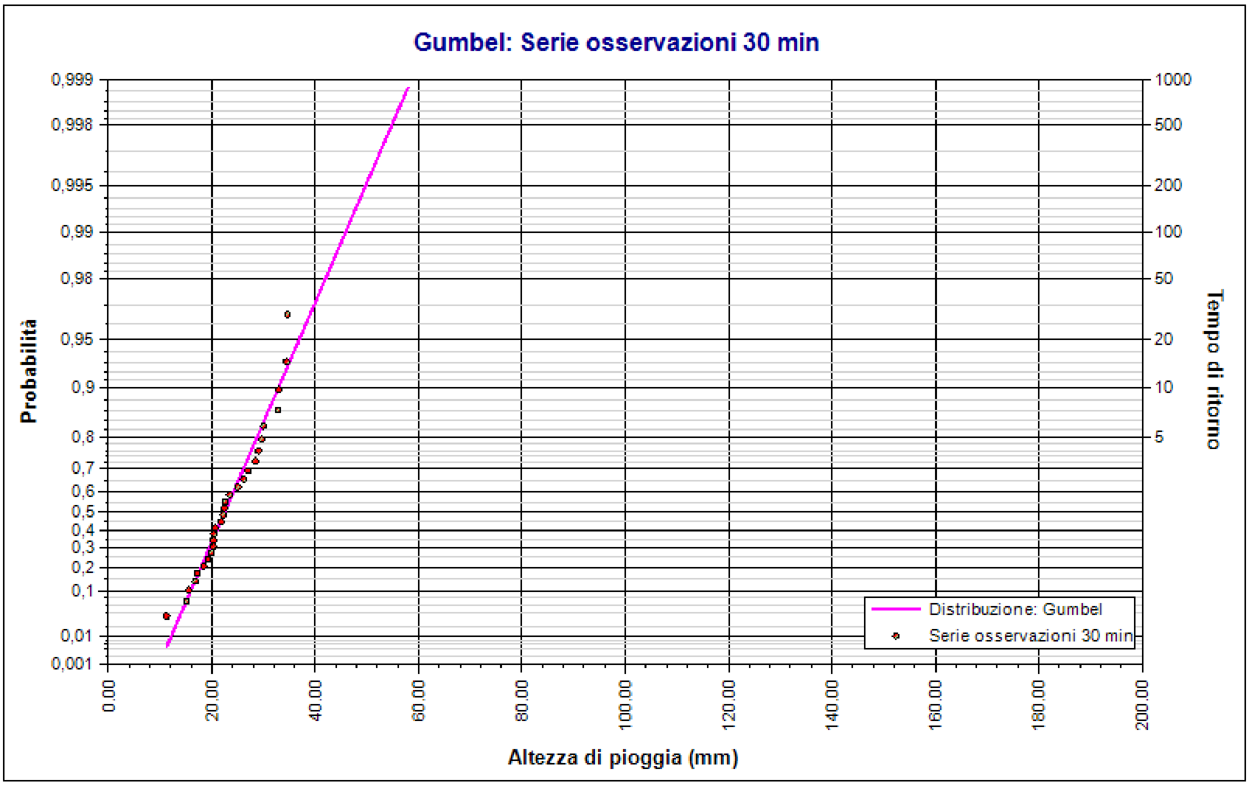
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

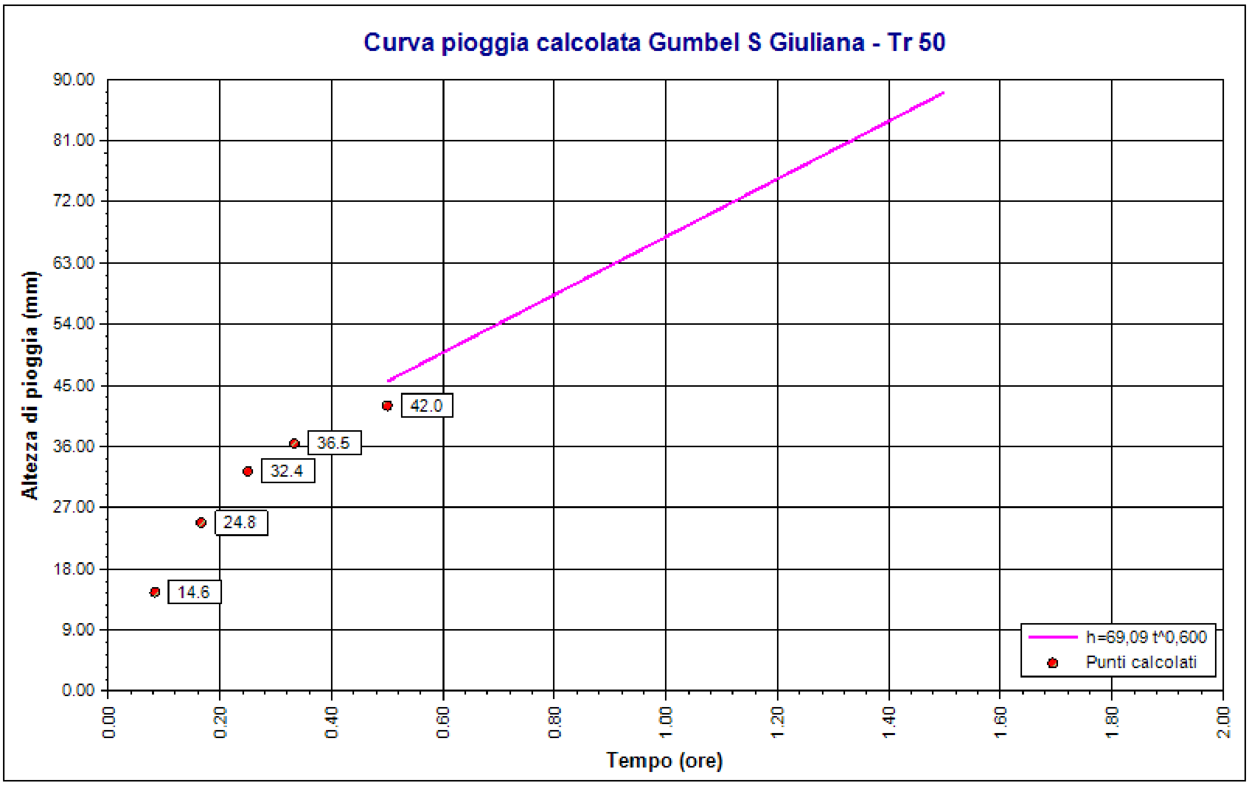
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	14.585
2	0.167	10	24.768
3	0.250	15	32.385
4	0.333	20	36.496
5	0.500	30	42.025

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
69.09	0.60	0.99	$h(t) = 69{,}1\ t^{0.600}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	69.092		9	258.337		17	378.418
2	104.740		10	275.202		18	391.626
3	133.600		11	291.404		19	404.543
4	158.781		12	307.028		20	417.192
5	181.537		13	322.138		21	429.590
6	202.531		14	336.791		22	441.754
7	222.165		15	351.031		23	453.699
8	240.704		16	364.895		24	465.438



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 17
Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

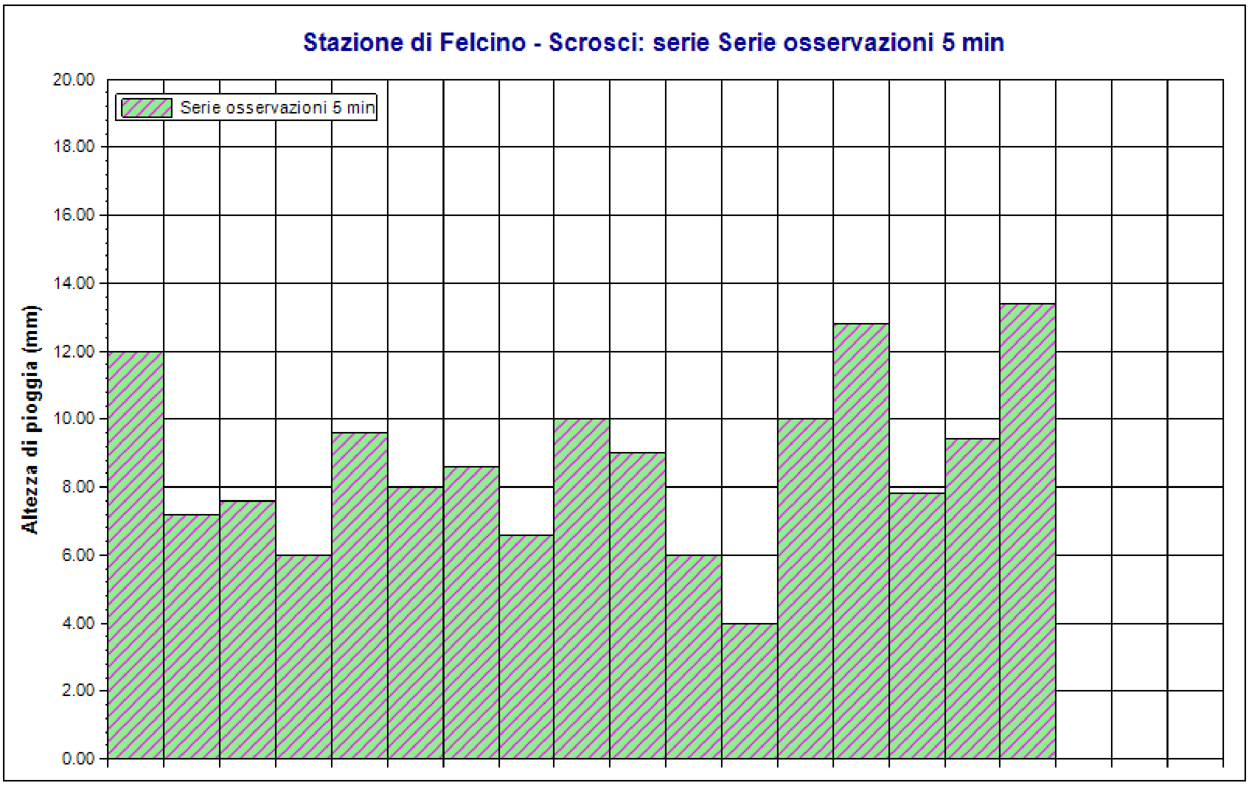
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

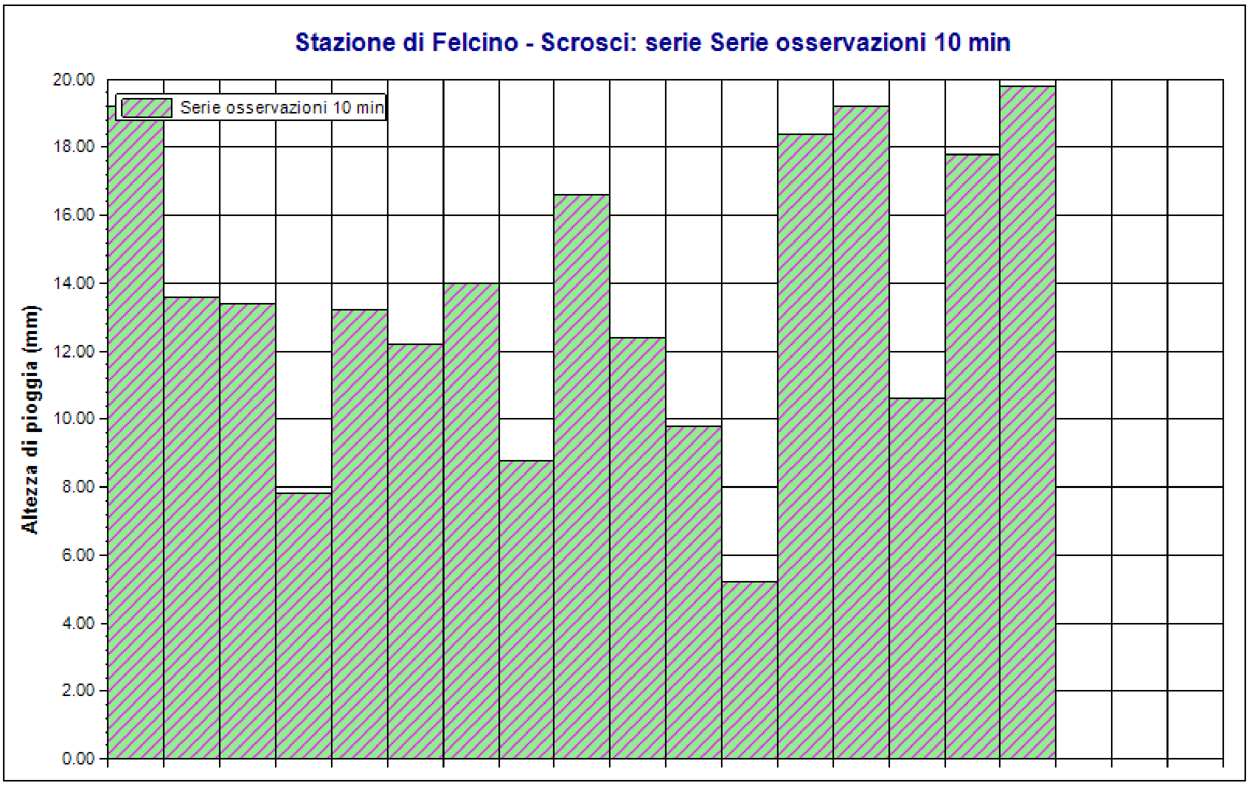
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

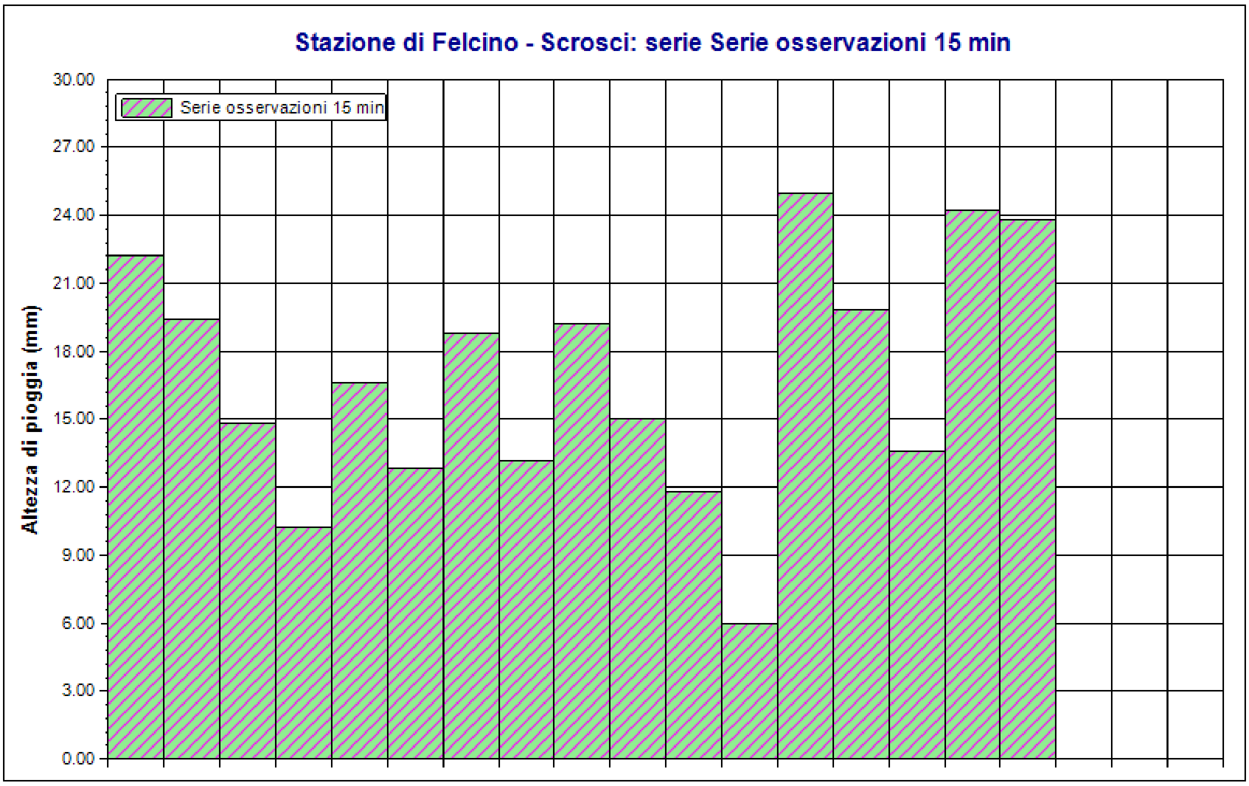
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



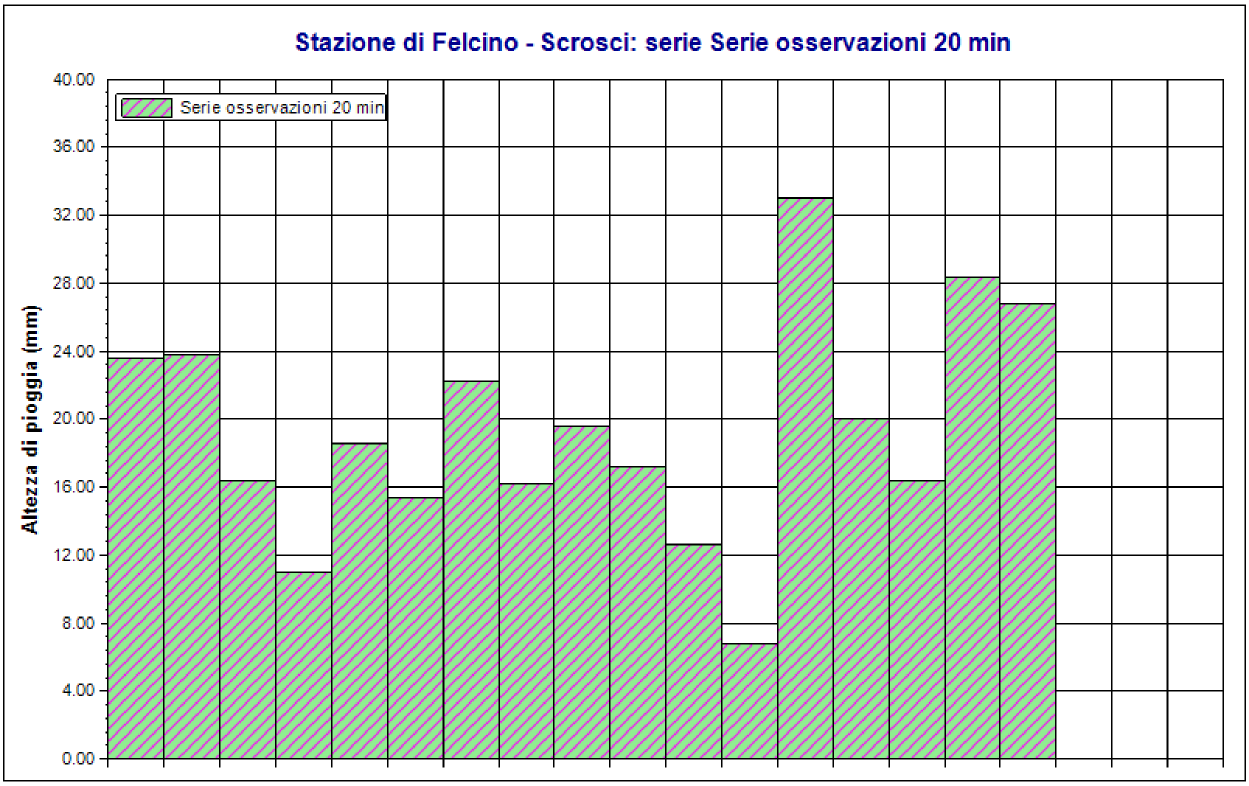
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



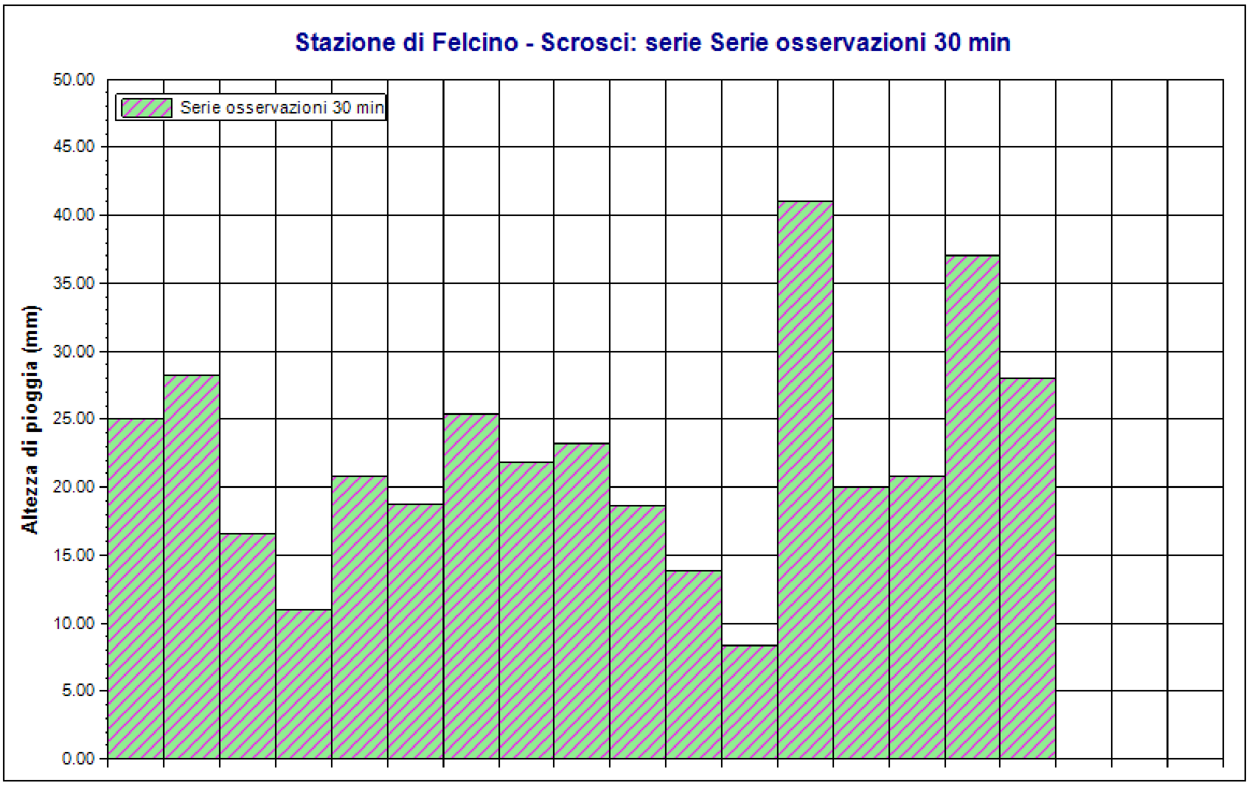
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

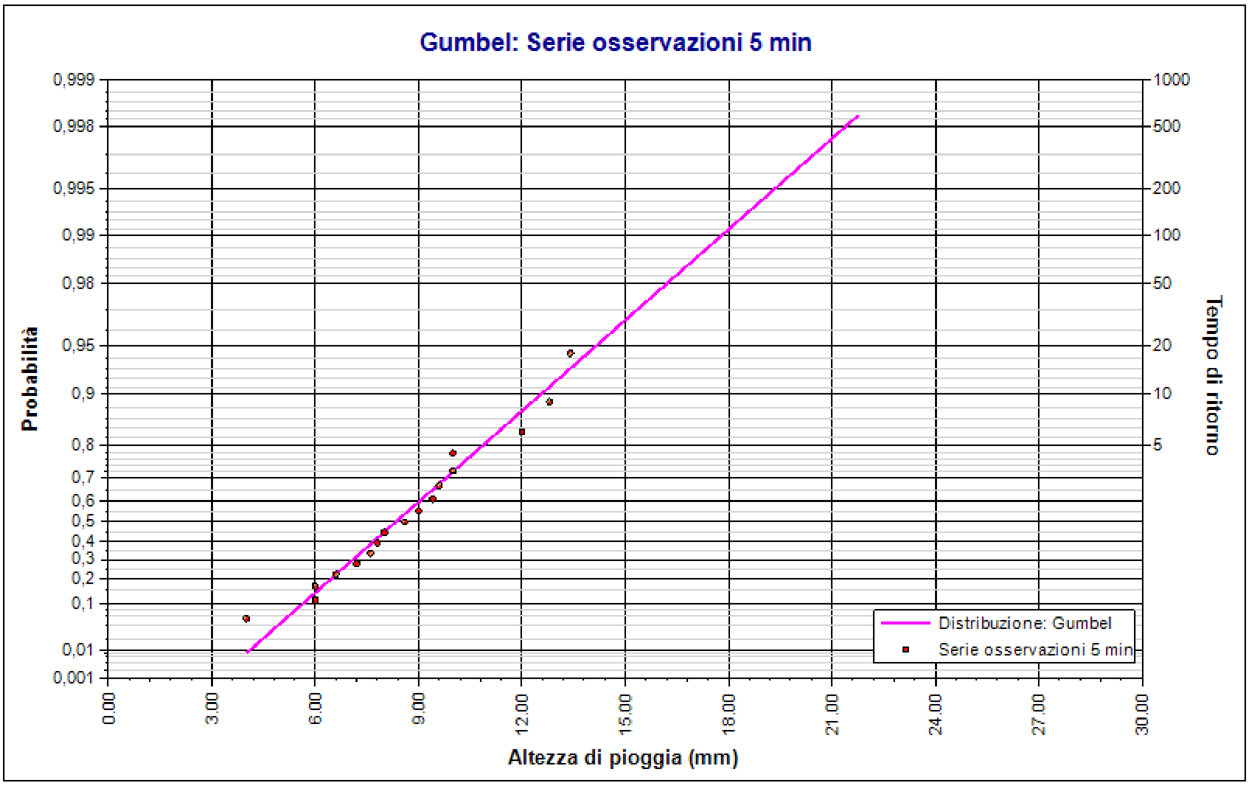
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

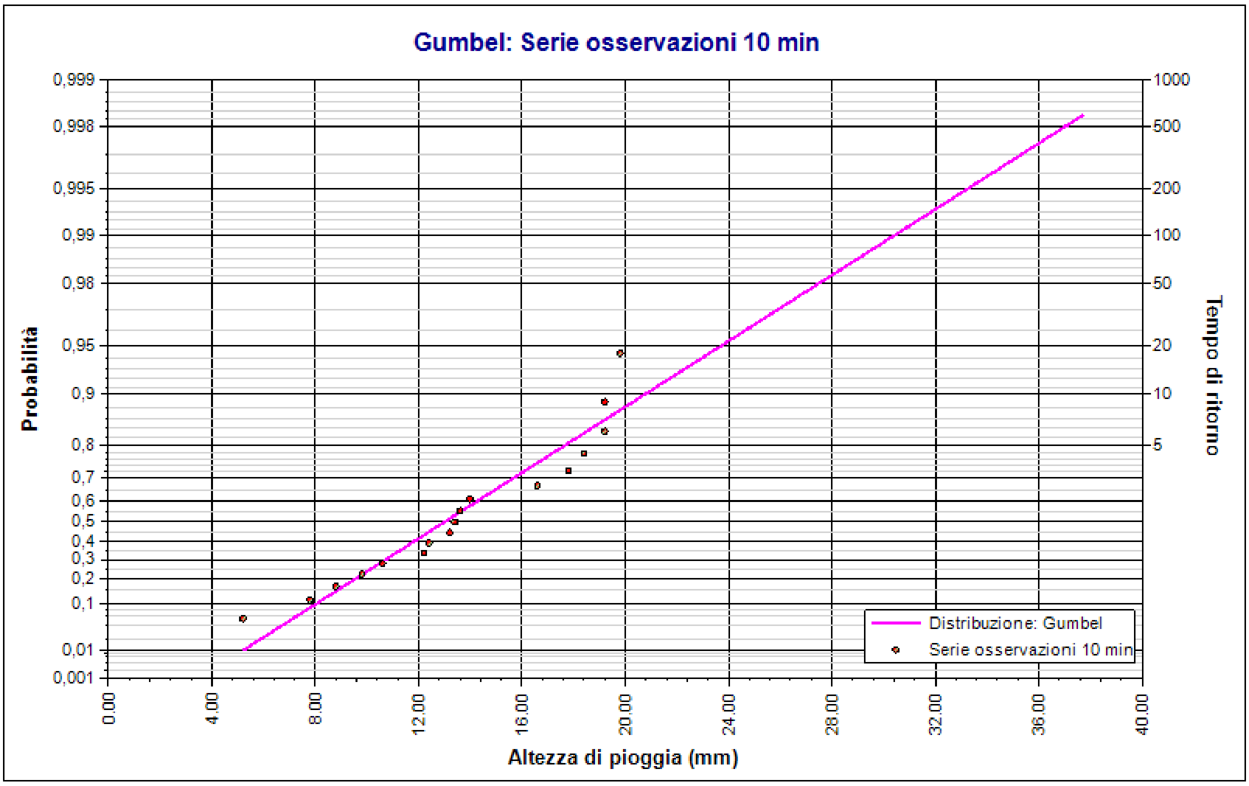
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x-7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x-11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x-14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x-16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x-18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

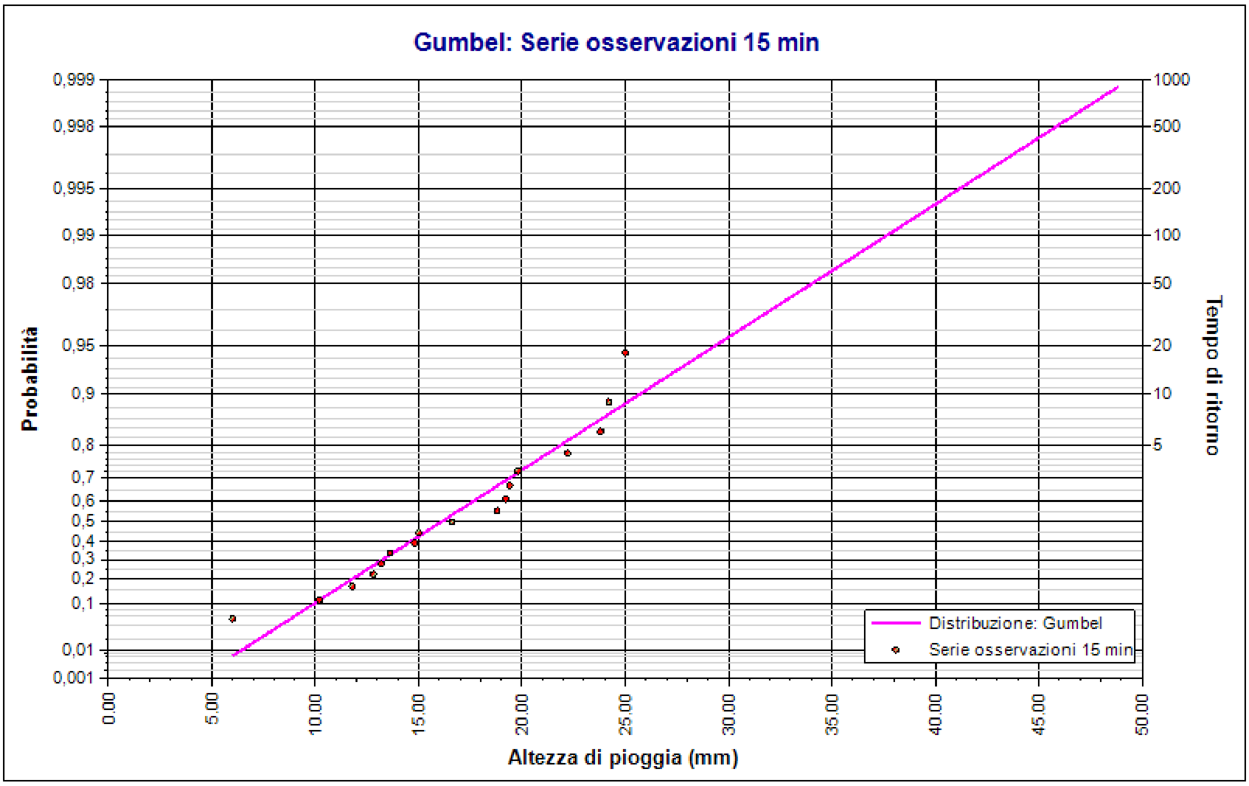
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



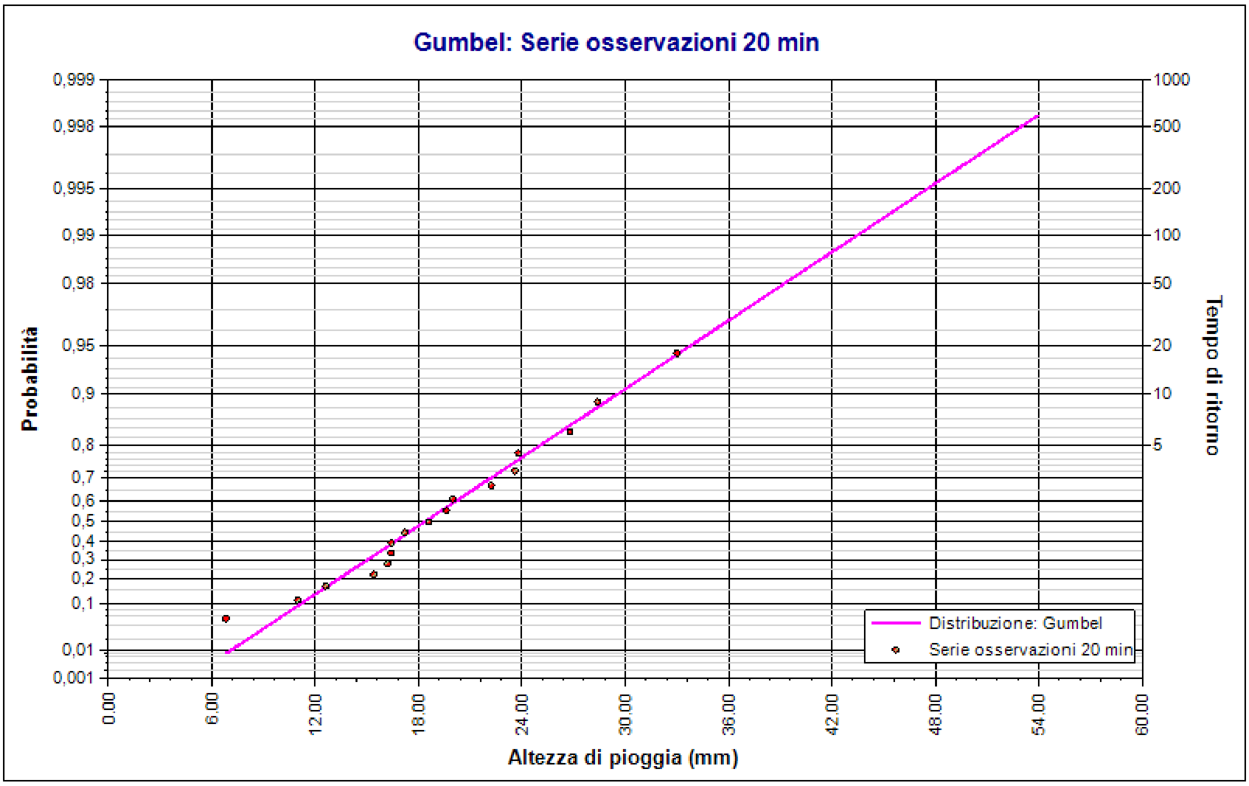
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



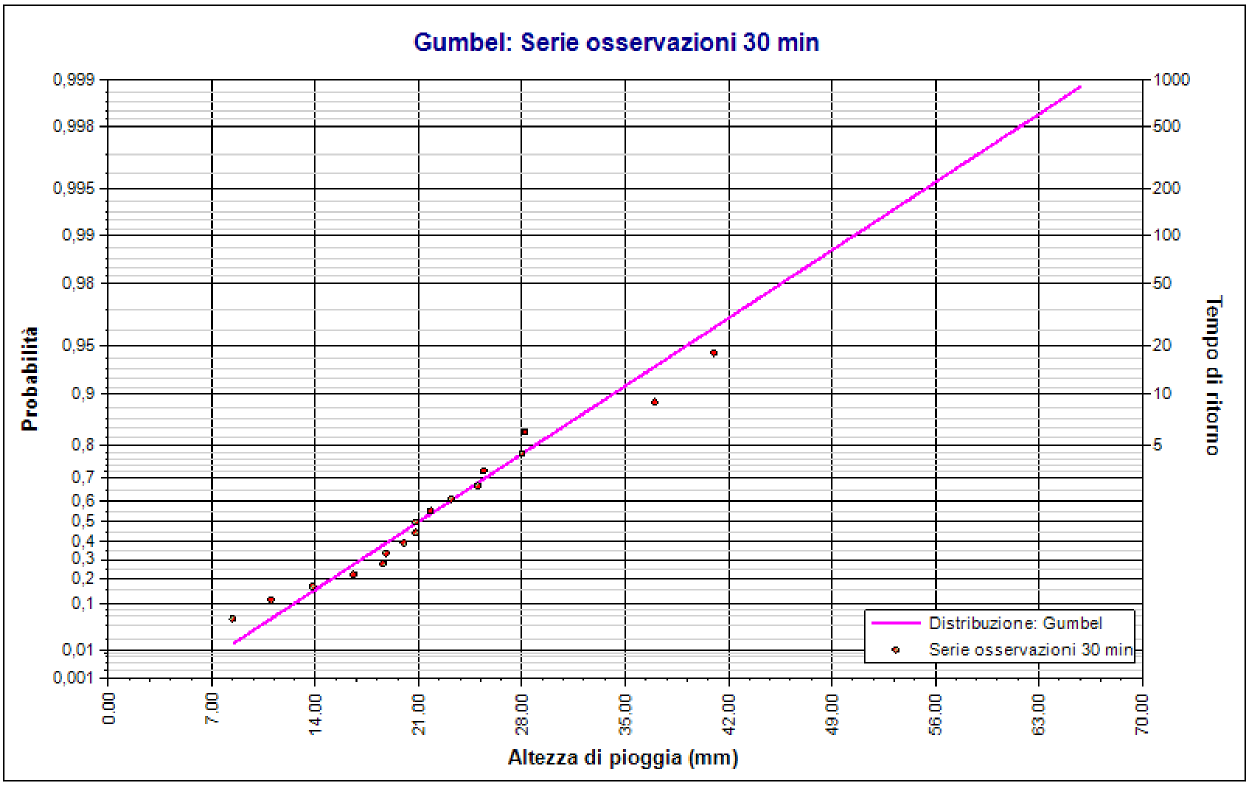
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

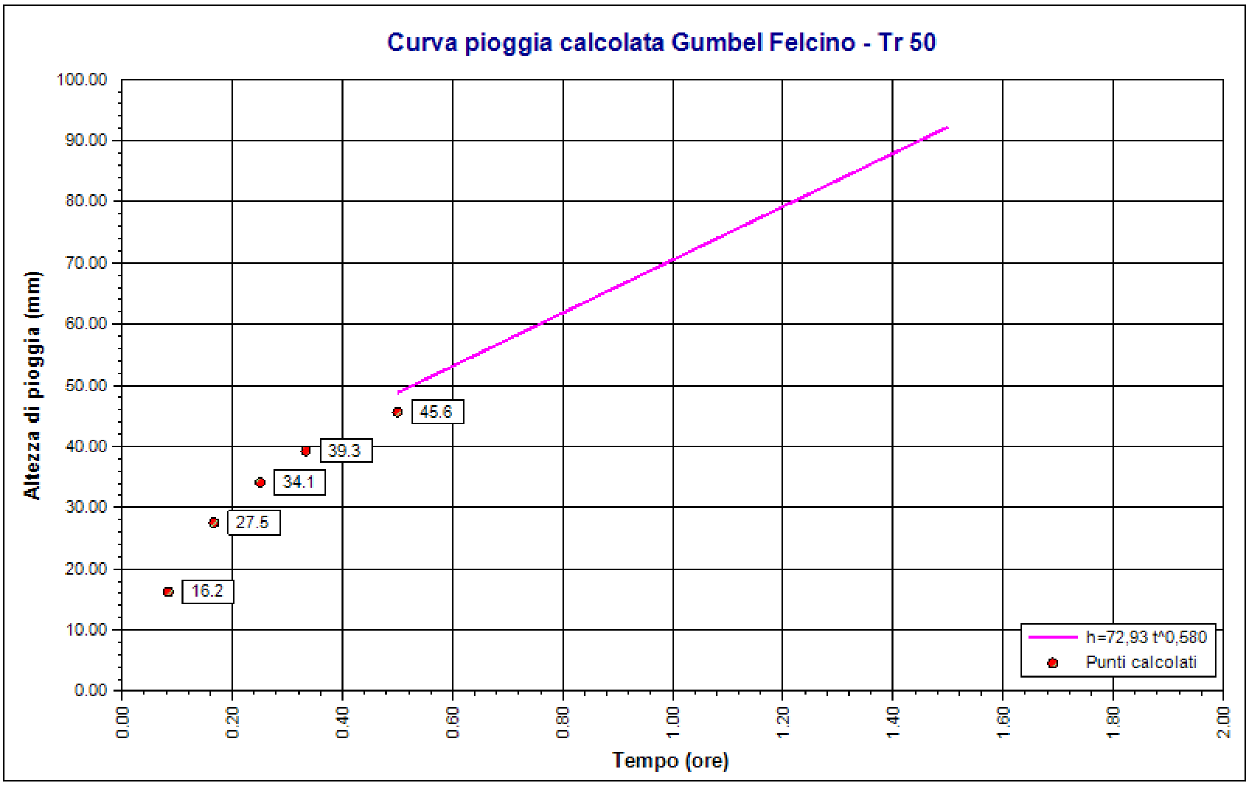
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	16.236
2	0.167	10	27.537
3	0.250	15	34.096
4	0.333	20	39.305
5	0.500	30	45.642

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
72.93	0.58	0.99	$h(t) = 72{,}9\, t^{0.580}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	72.928		9	260.792		17	377.117
2	109.012		10	277.224		18	389.827
3	137.910		11	292.979		19	402.244
4	162.949		12	308.142		20	414.390
5	185.461		13	322.783		21	426.282
6	206.145		14	336.958		22	437.939
7	225.423		15	350.713		23	449.376
8	243.573		16	364.089		24	460.605



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 14
Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

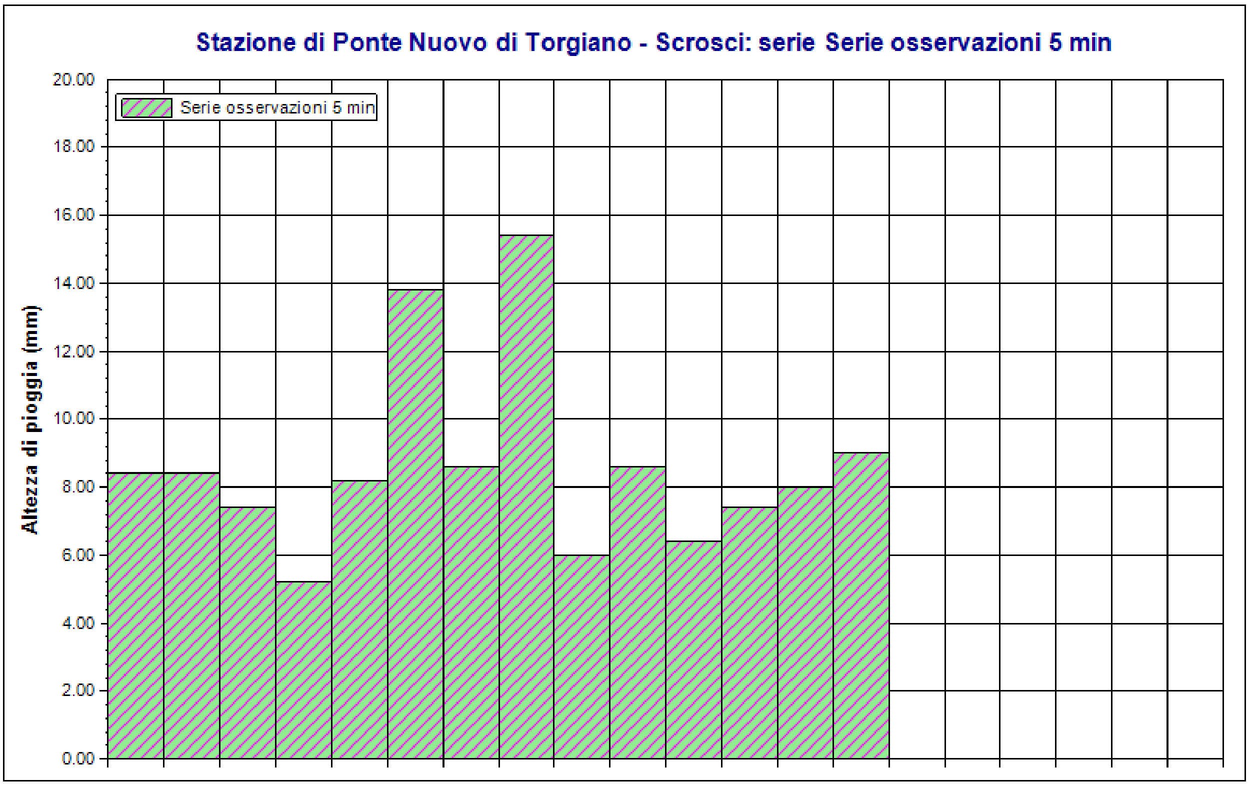
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

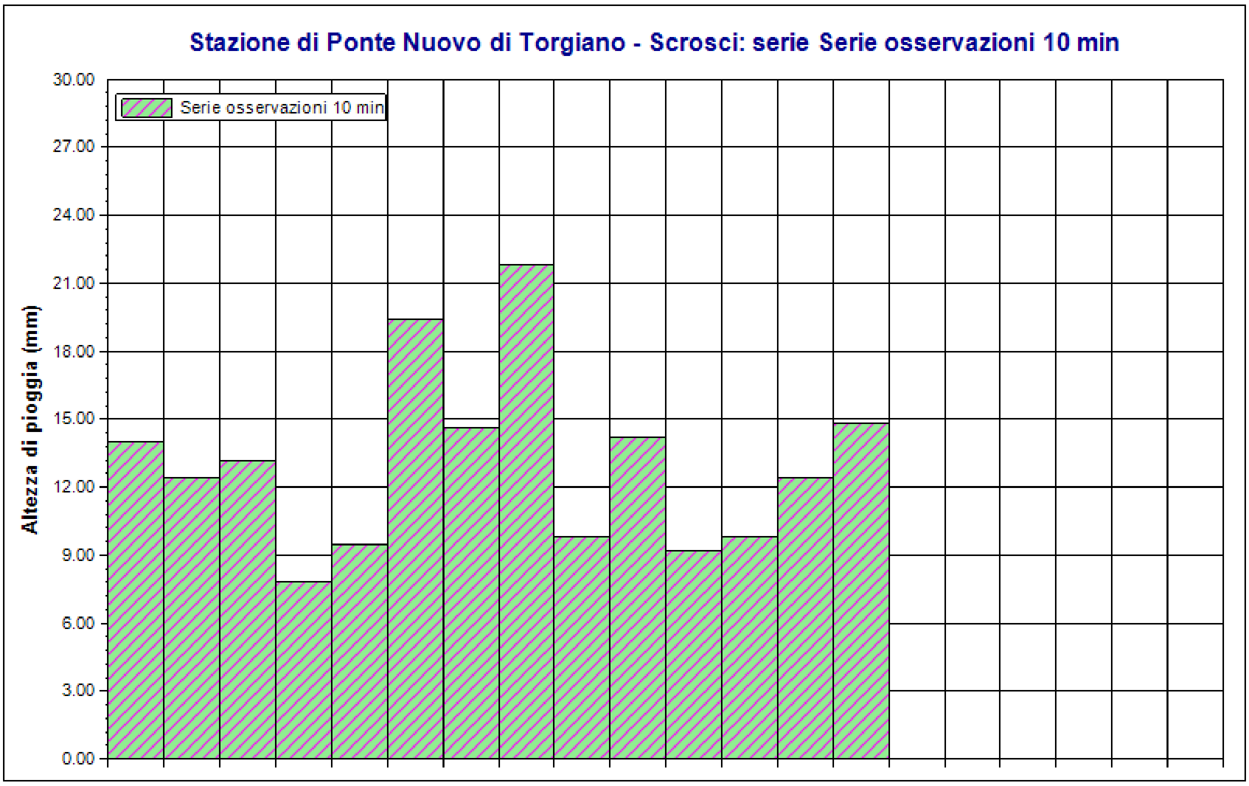
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

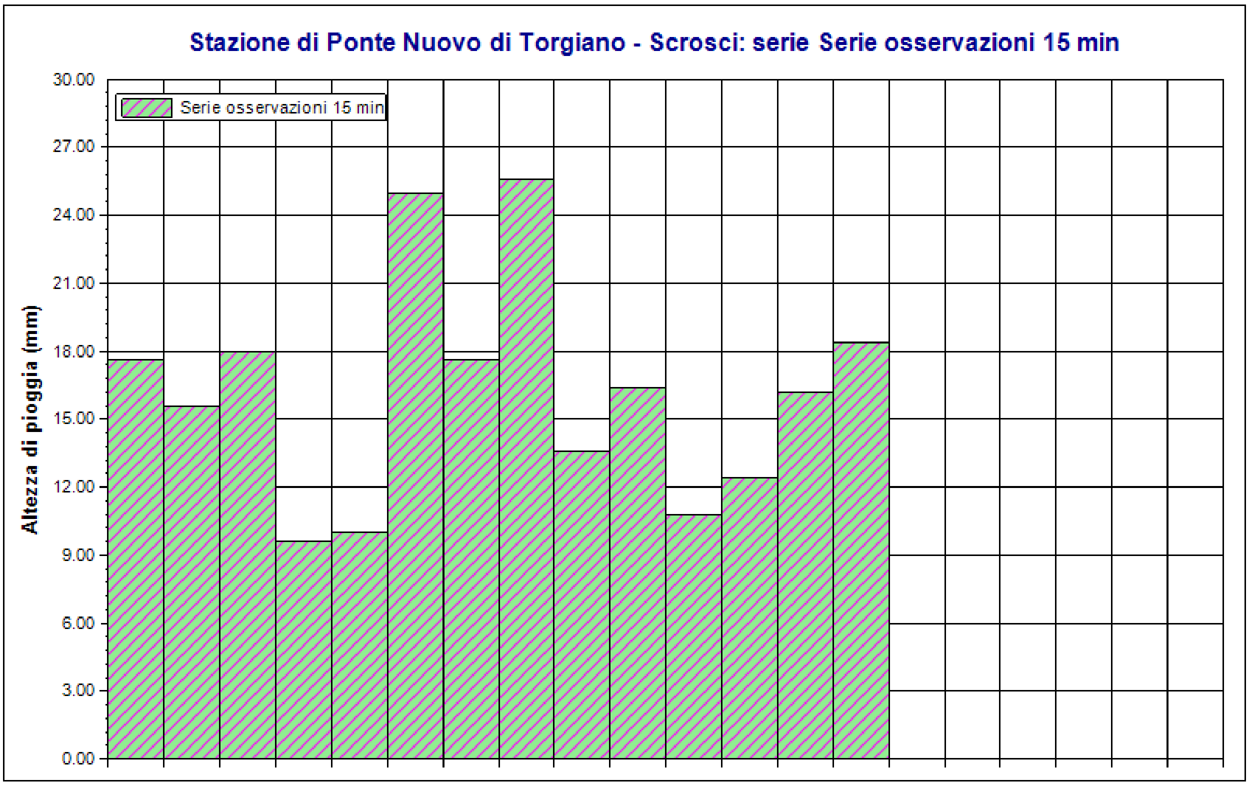
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



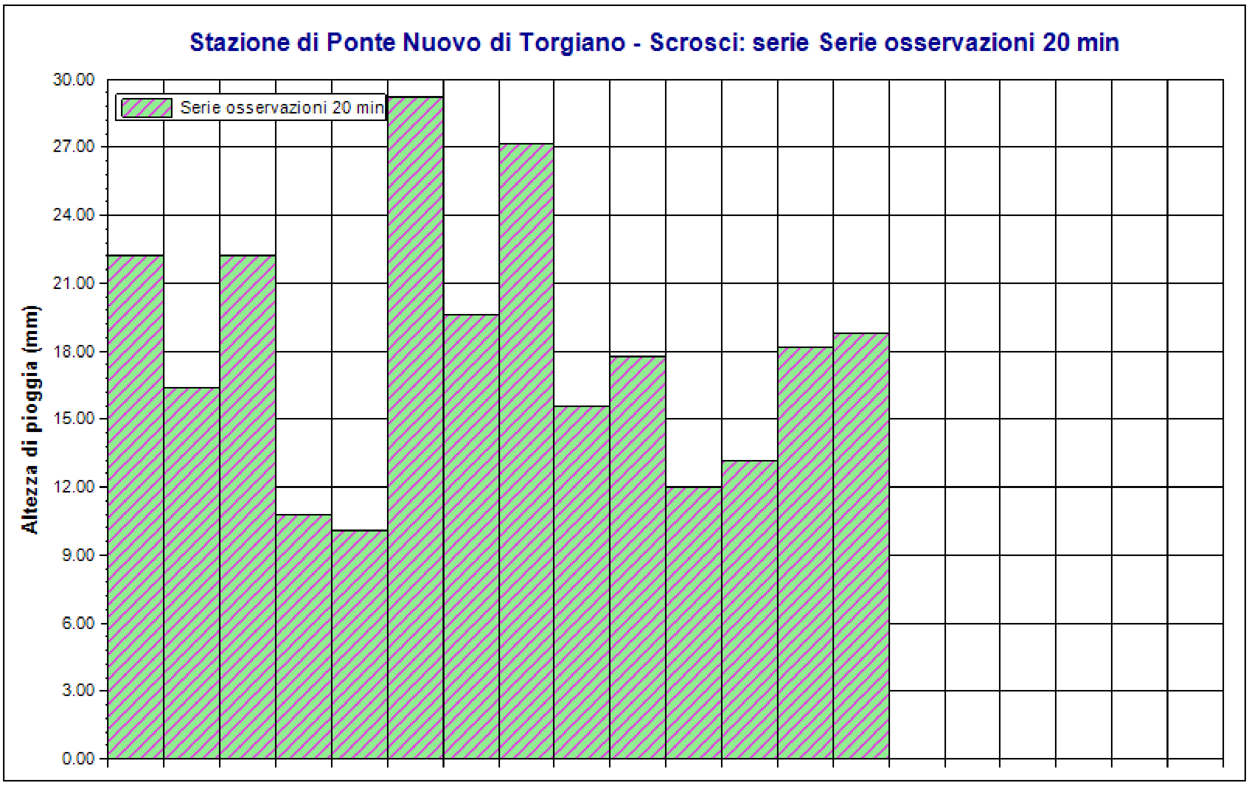
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



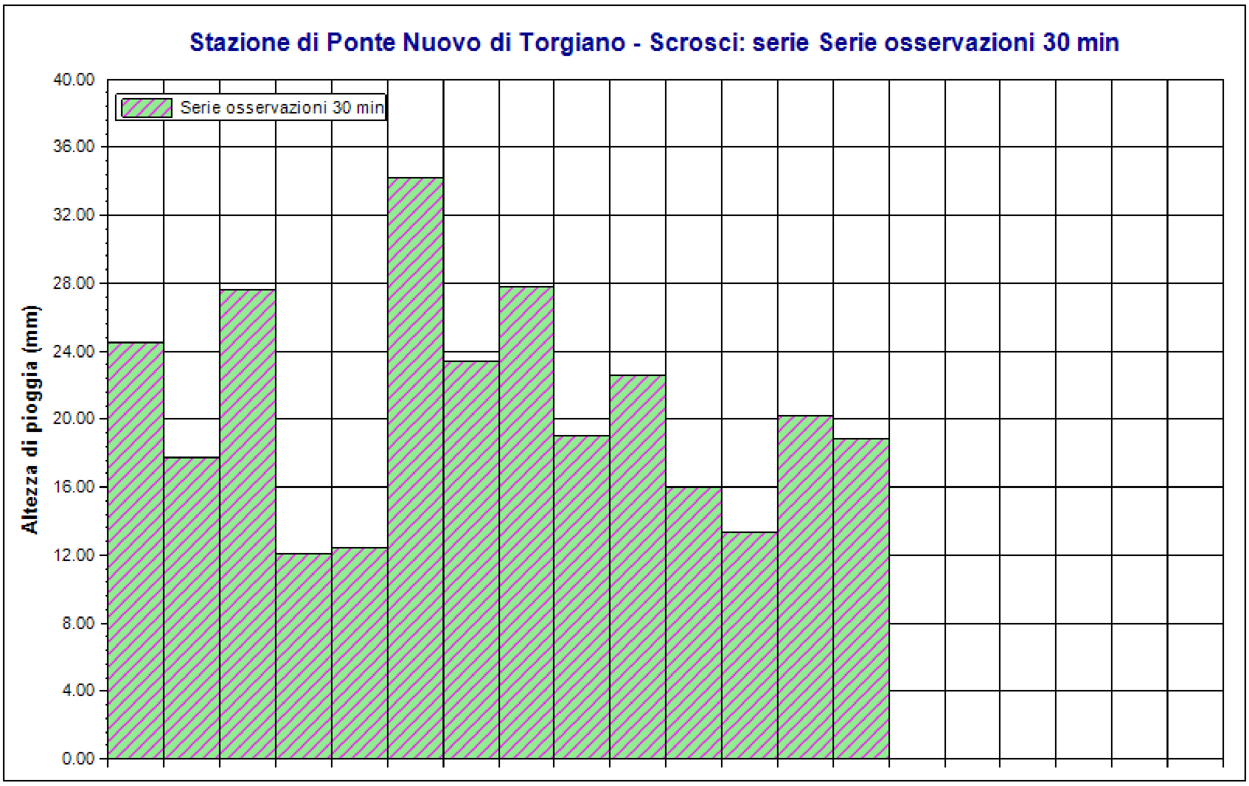
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\;-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\;-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

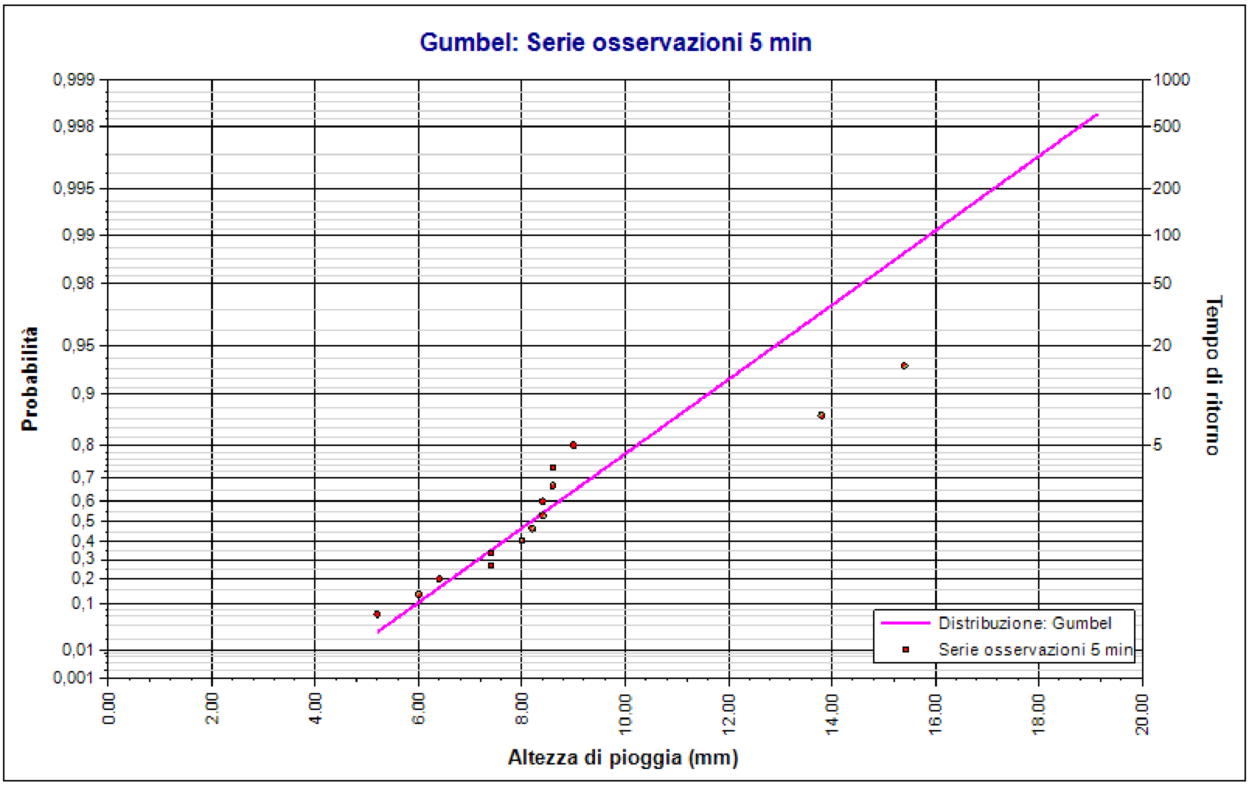
Parametro	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

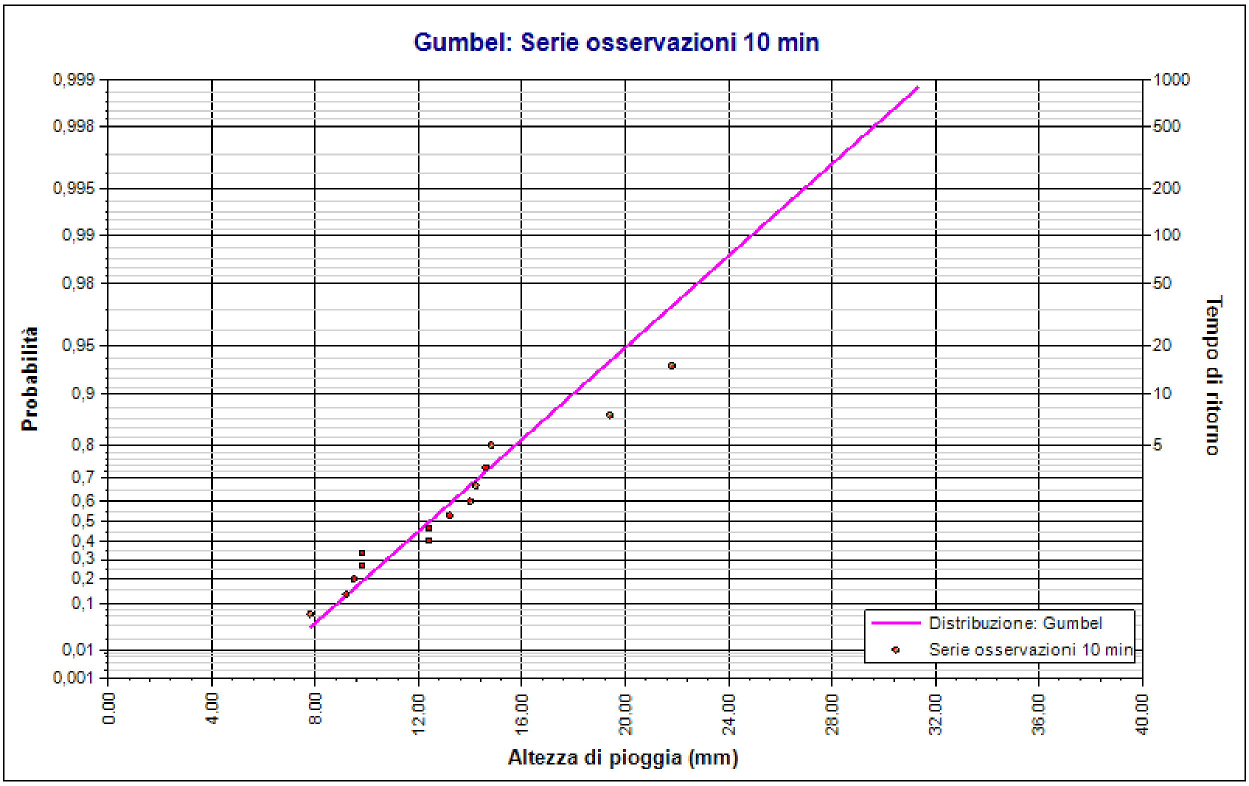
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

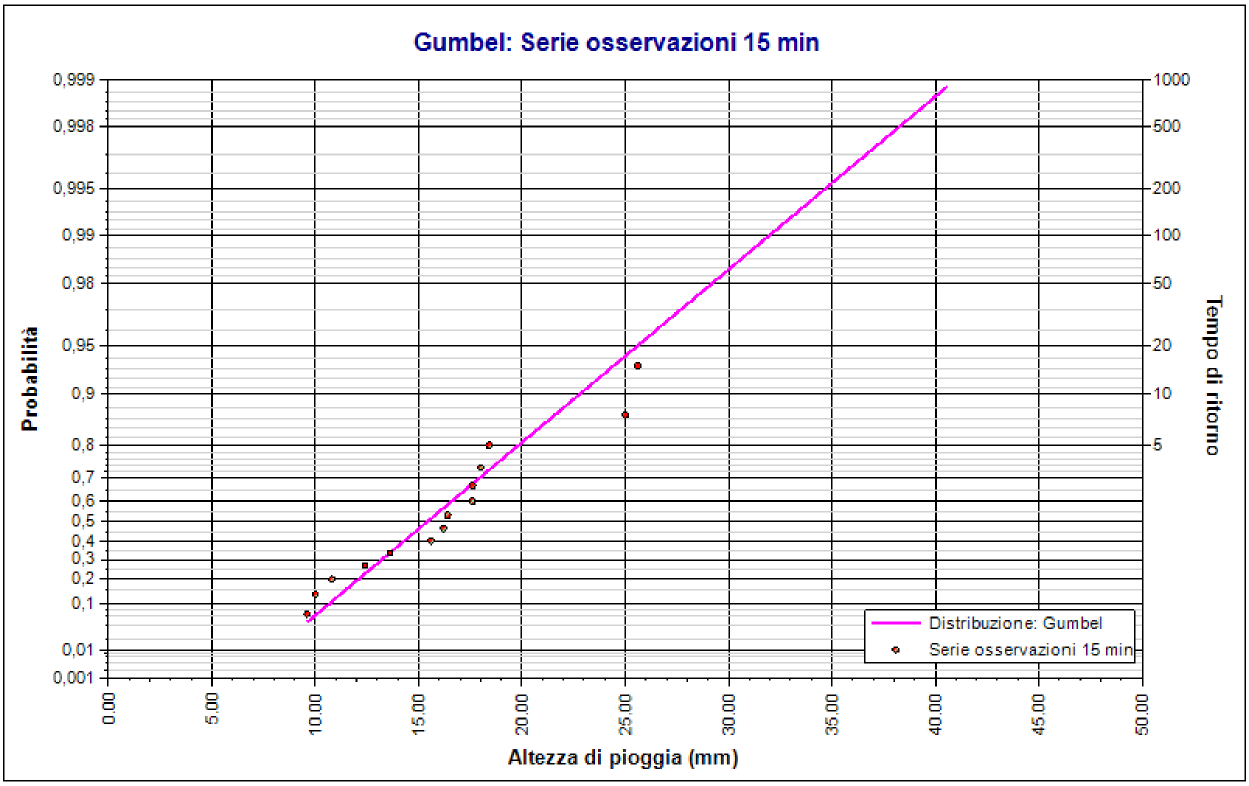
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



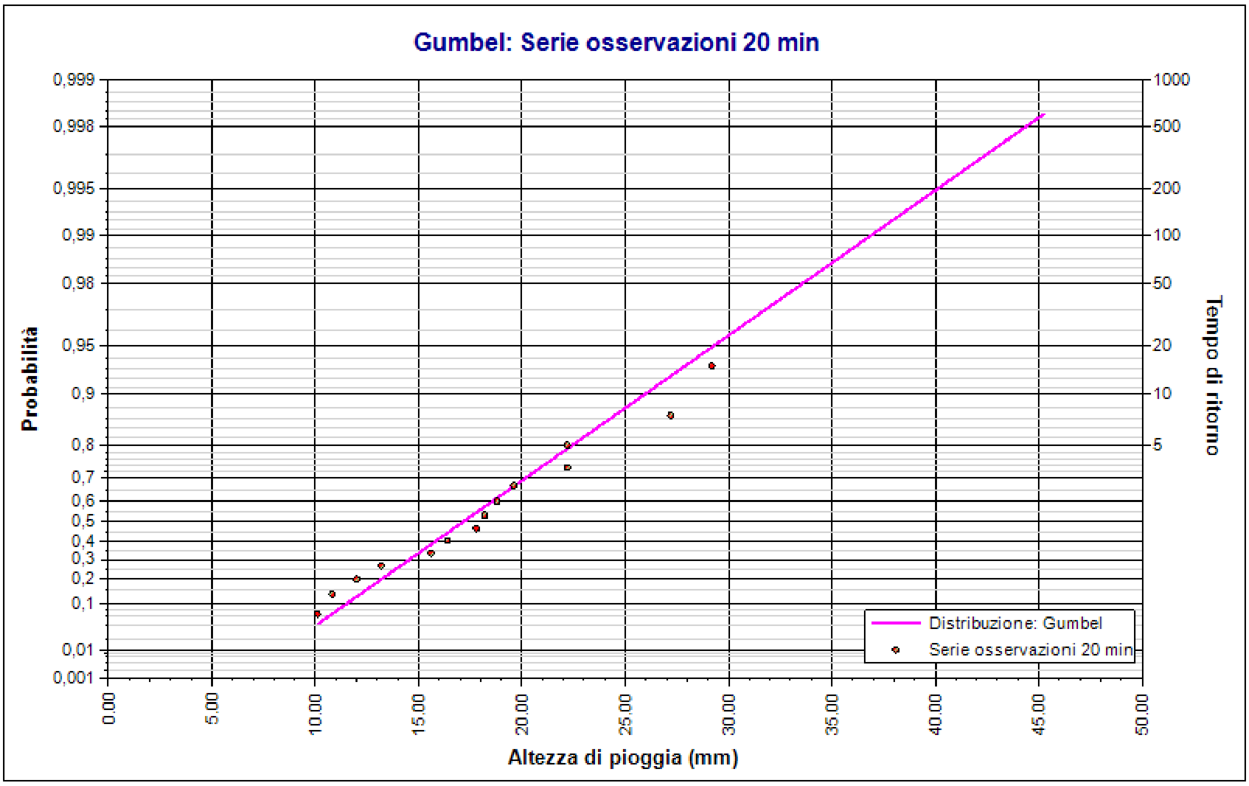
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



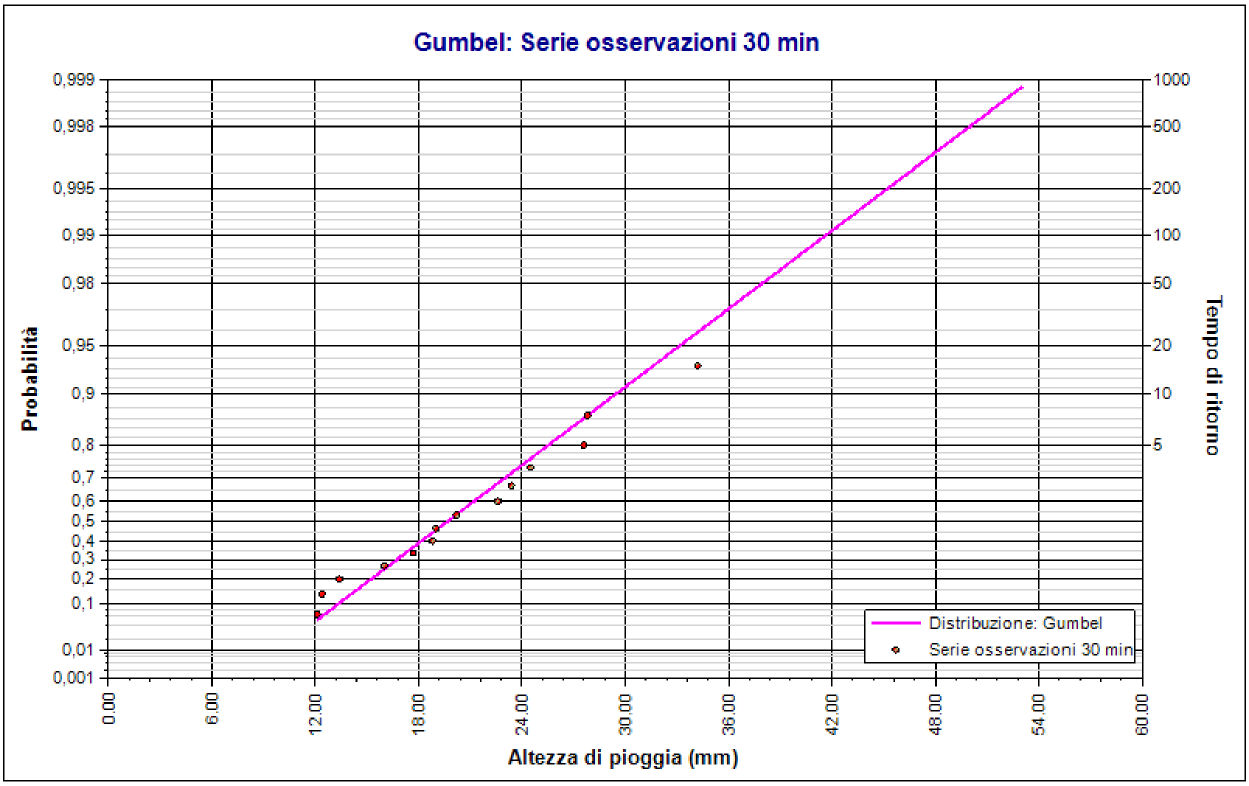
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

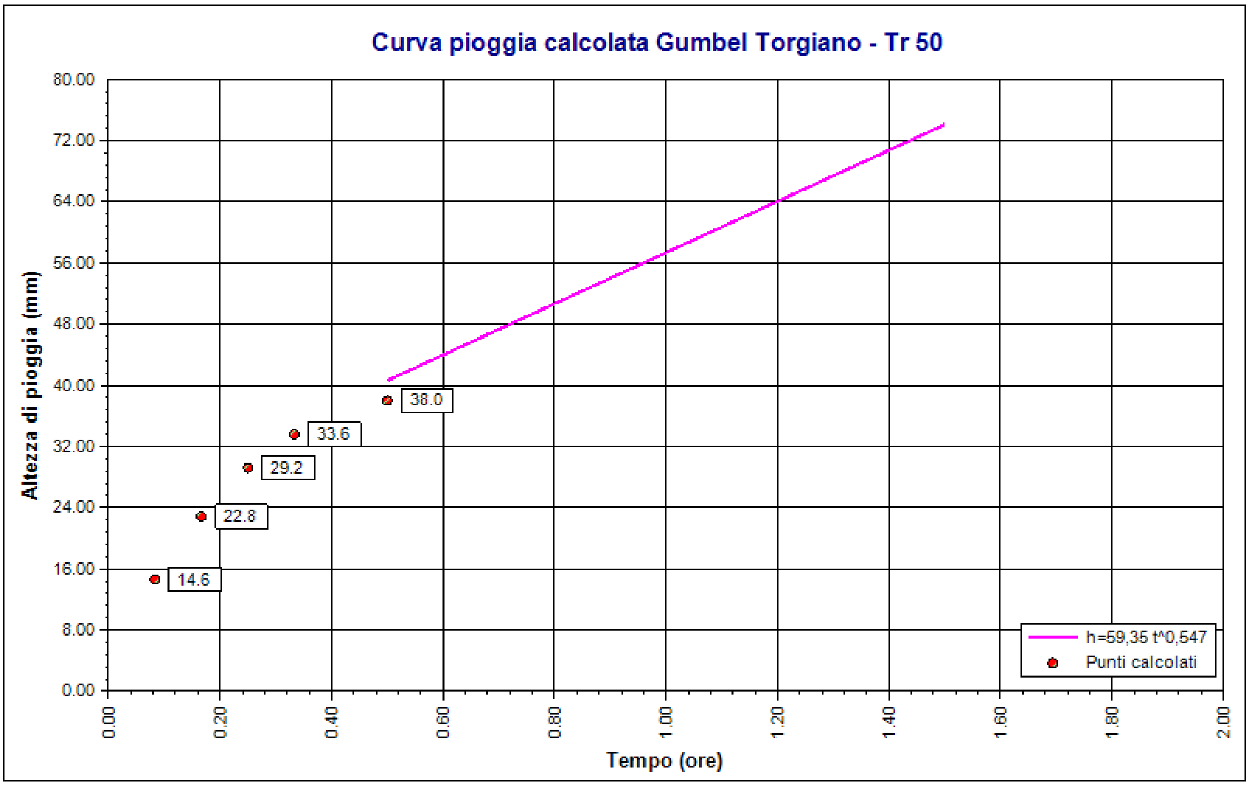
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	14.600
2	0.167	10	22.824
3	0.250	15	29.237
4	0.333	20	33.631
5	0.500	30	38.000

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
59.35	0.55	0.99	$h(t) = 59{,}3\, t^{0.547}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	59.349	9	197.542	17	279.786
2	86.729	10	209.268	18	288.676
3	108.277	11	220.474	19	297.346
4	126.740	12	231.227	20	305.811
5	143.203	13	241.581	21	314.087
6	158.230	14	251.581	22	322.186
7	172.158	15	261.262	23	330.121
8	185.210	16	270.655	24	337.900



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

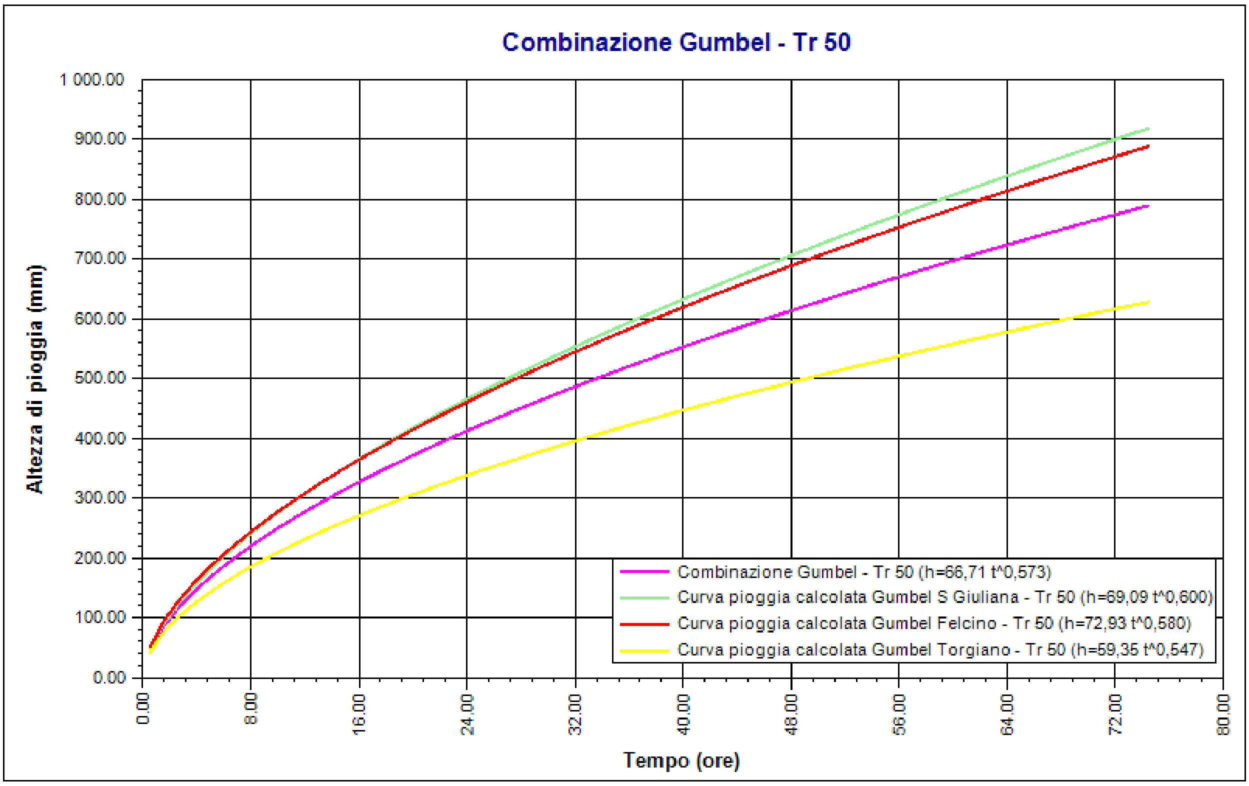
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50	Curva pioggia calcolata	20	69.09	0.60
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50	Curva pioggia calcolata	40	72.93	0.58
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50	Curva pioggia calcolata	40	59.35	0.55

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
66.71	0.57	$h(t) = 66{,}7\ t^{0{,}573}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	66.712		9	235.042		17	338.421
2	99.253		10	249.673		18	349.691
3	125.220		11	263.692		19	360.698
4	147.668		12	277.176		20	371.460
5	167.815		13	290.188		21	381.994
6	186.301		14	302.780		22	392.316
7	203.510		15	314.993		23	402.440
8	219.698		16	326.863		24	412.378



Combinazione Gumbel - Tr 50

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h

Dati Pluviogramma

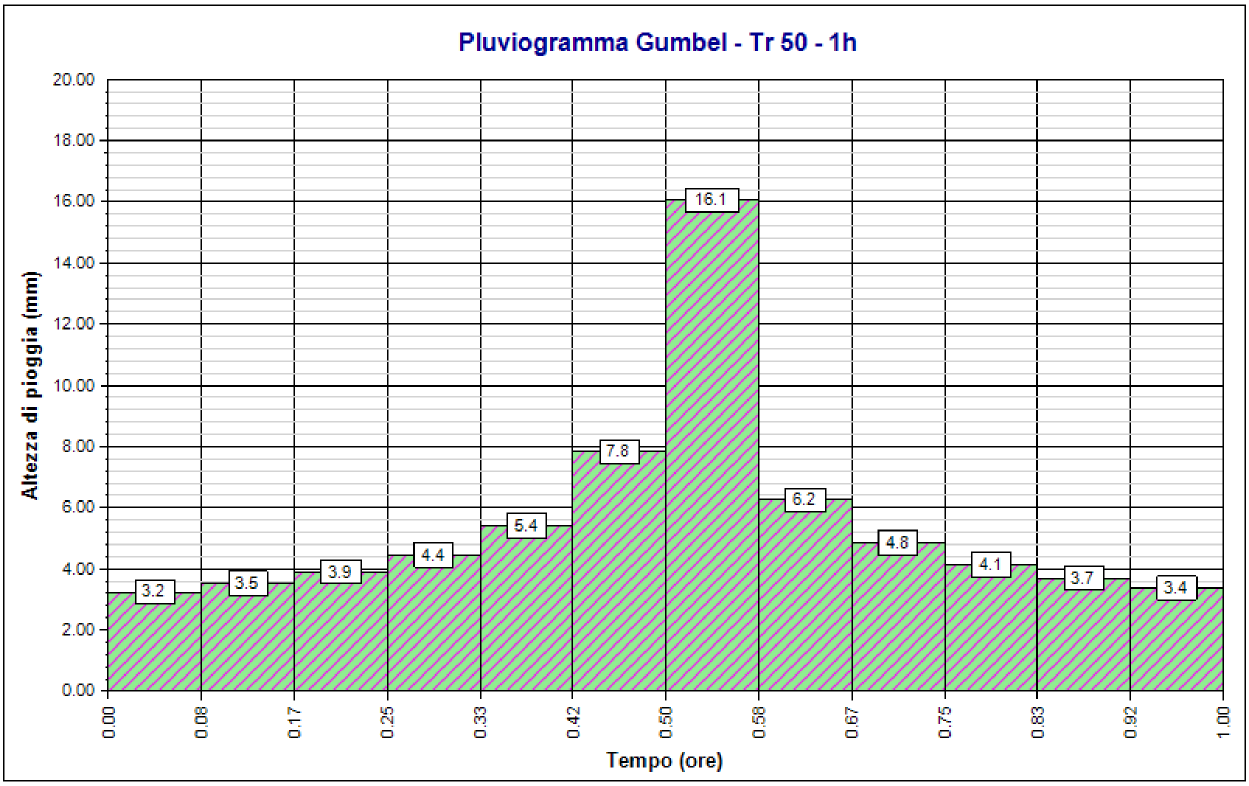
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 50
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 66.712 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
66.71	0.57	$h(t) = 66,7\, t^{0,573}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	3.245
2	0.083	0.167	5	10	3.522
3	0.167	0.250	10	15	3.896
4	0.250	0.333	15	20	4.449
5	0.333	0.417	20	25	5.403
6	0.417	0.500	25	30	7.832
7	0.500	0.583	30	35	16.057
8	0.583	0.667	35	40	6.250
9	0.667	0.750	40	45	4.849
10	0.750	0.833	45	50	4.142
11	0.833	0.917	50	55	3.693
12	0.917	1.000	55	60	3.374



Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino A Gumbel - Tr 50 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

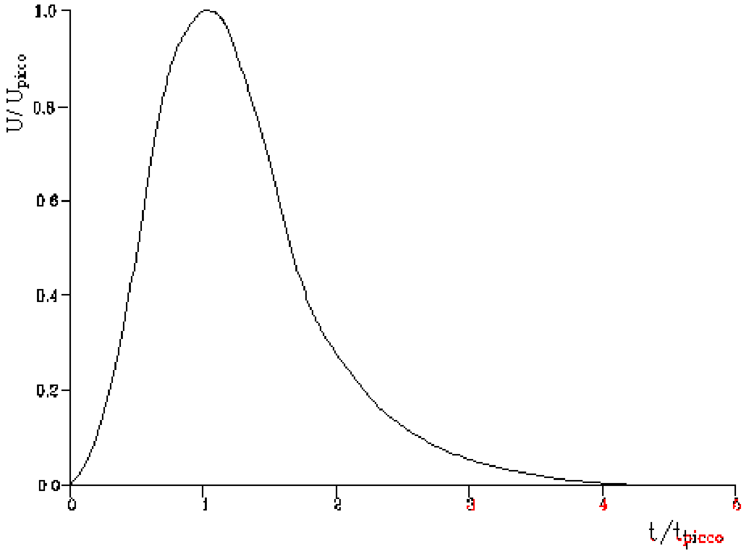
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

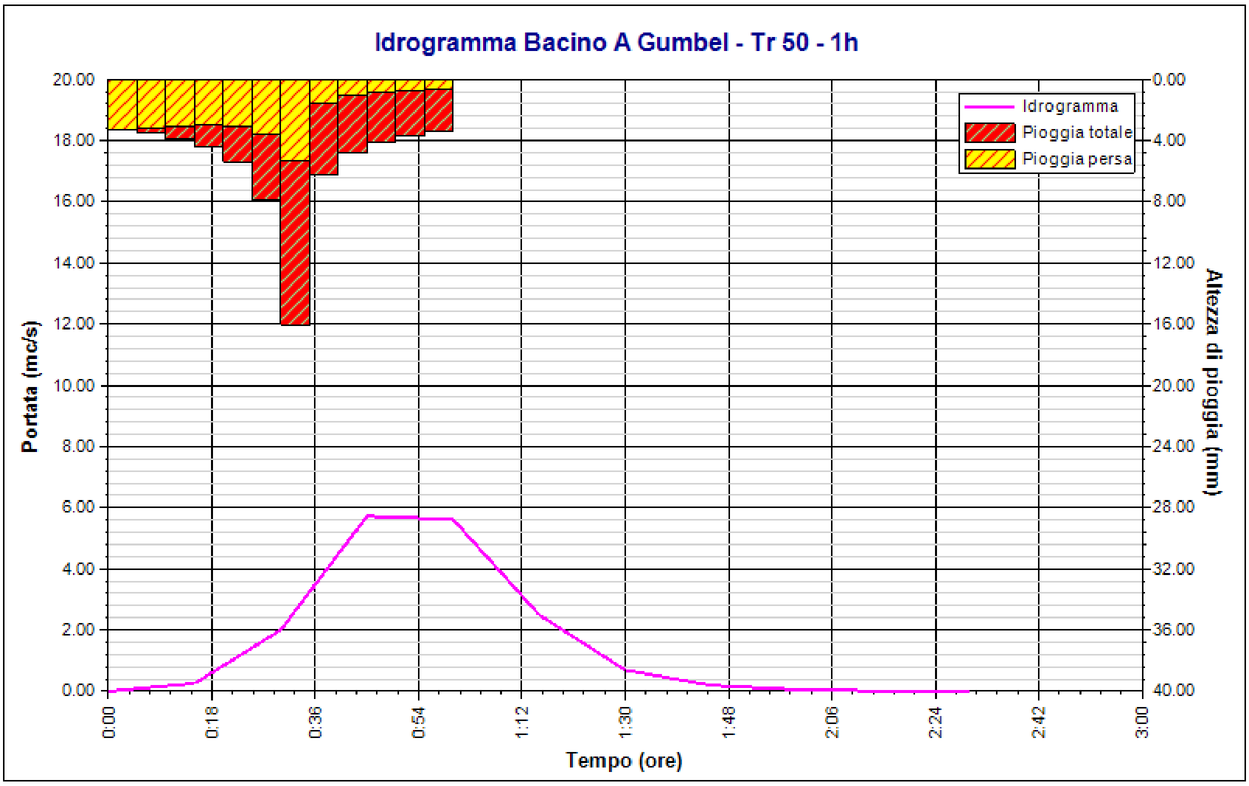
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h
Superficie del bacino: 0.4 kmq
Tlag: 0.204 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 85.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	10.663	9.544	1.119	0.0
2	0.250	15	17.684	9.647	8.037	0.3
3	0.500	30	27.156	7.989	19.167	2.0
4	0.750	45	11.209	2.132	9.077	5.7
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	5.6
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	2.5
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	0.7
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	0.2
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	0.1
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.0
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	5.7	mc/s
Istante picco	0.750	ore
Istante picco	45.0	minuti
Durata totale evento	2.500	ore
Volume afflusso	27	mc x 1000
Volume deflusso	15	mc x 1000
Altezza afflusso	66.712	mm
Altezza deflusso	38.309	mm
Coeff. deflusso	0.57	-
Coeff. udometrico	14.30	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino A Gumbel - Tr 50 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

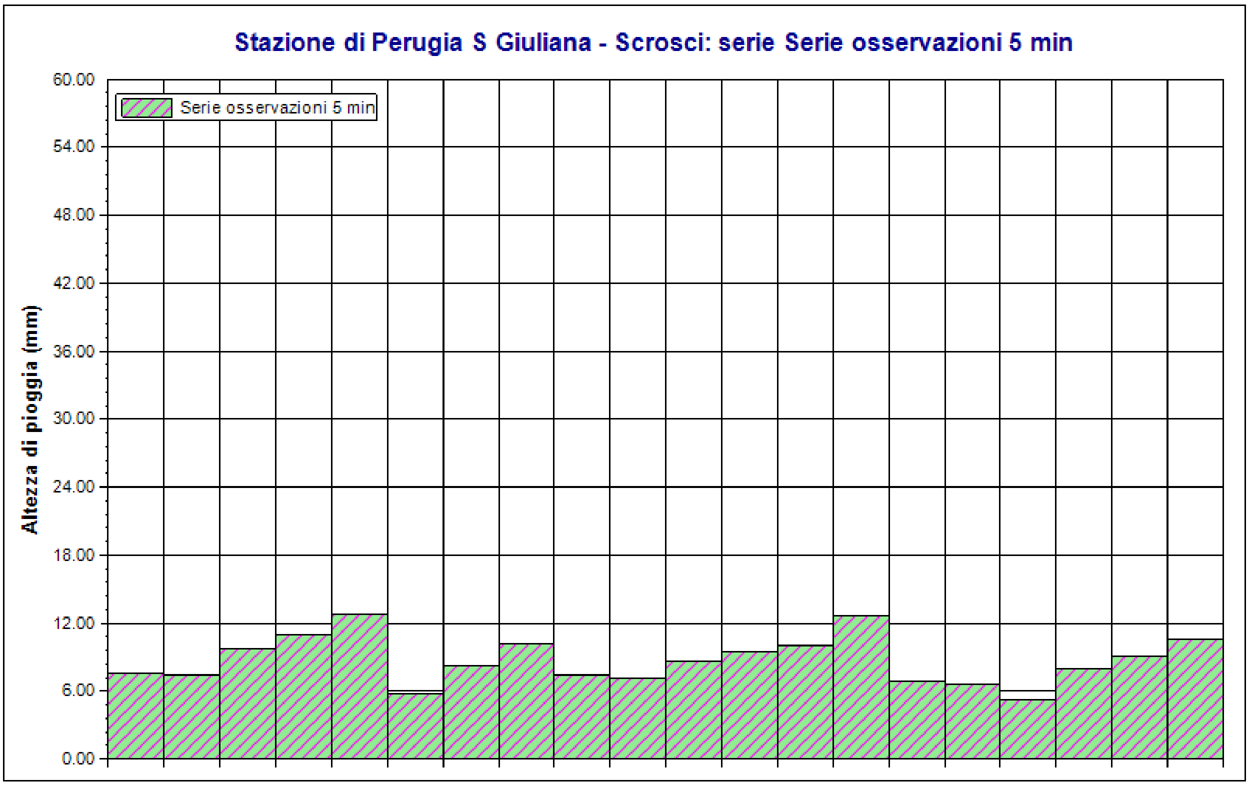
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

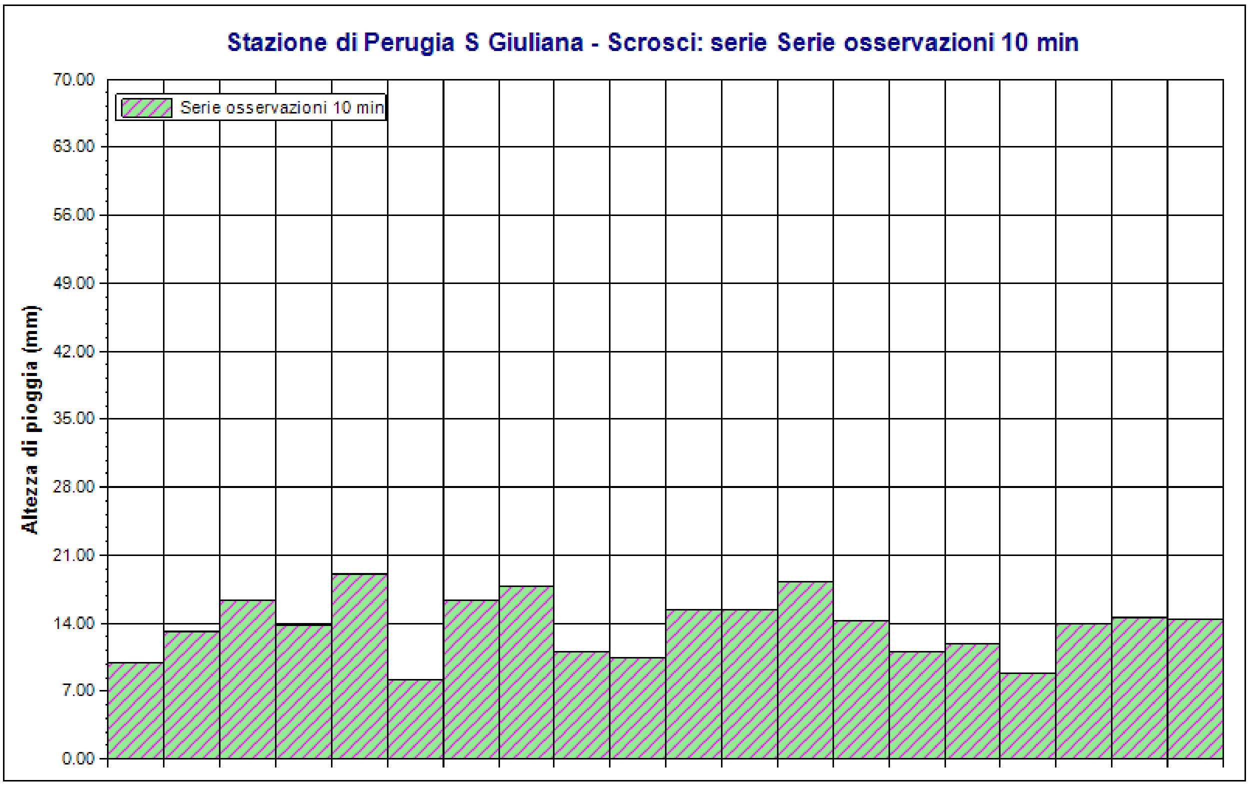
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

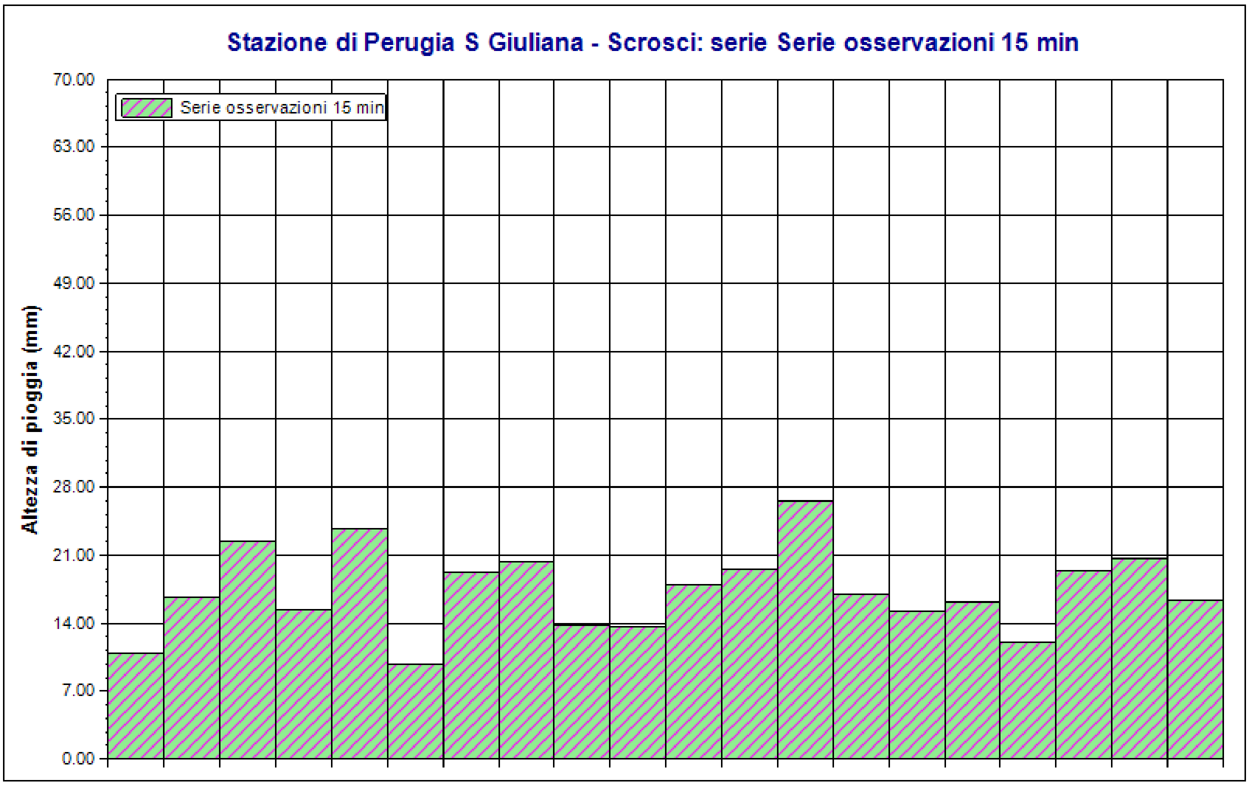
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



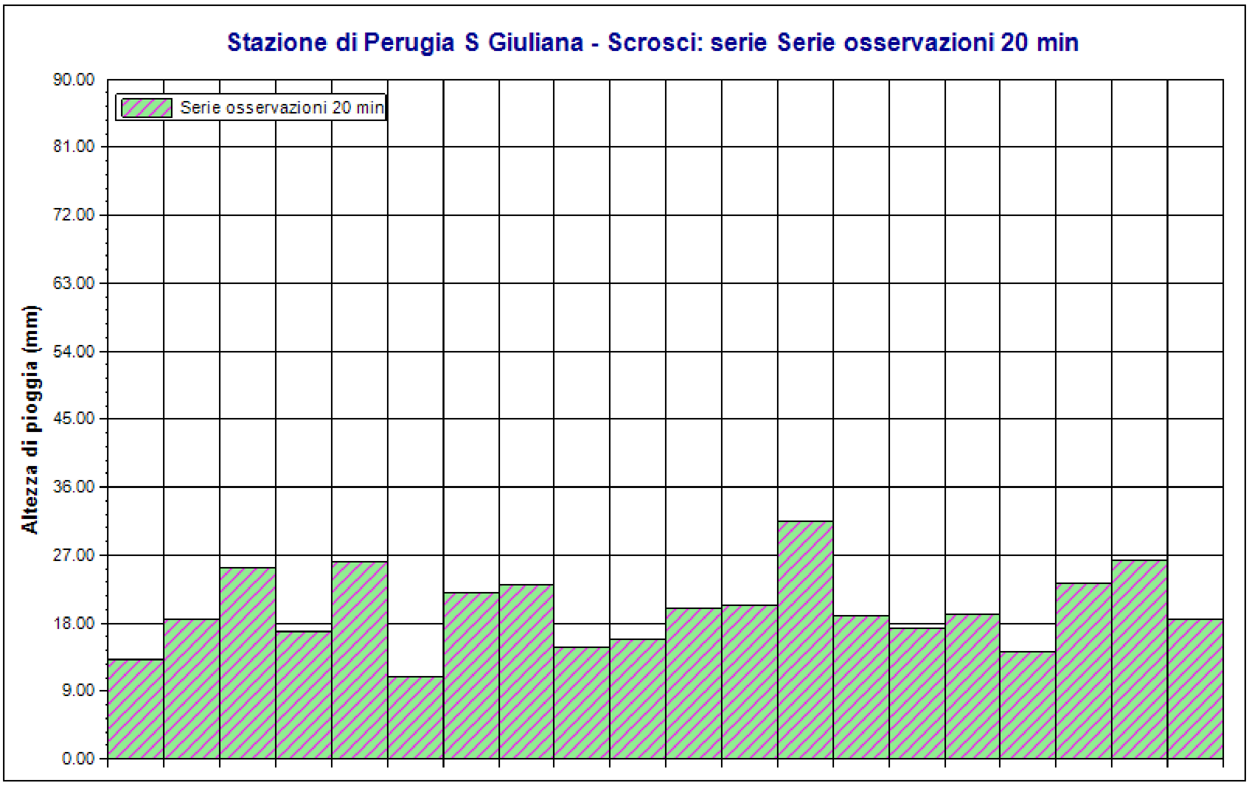
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



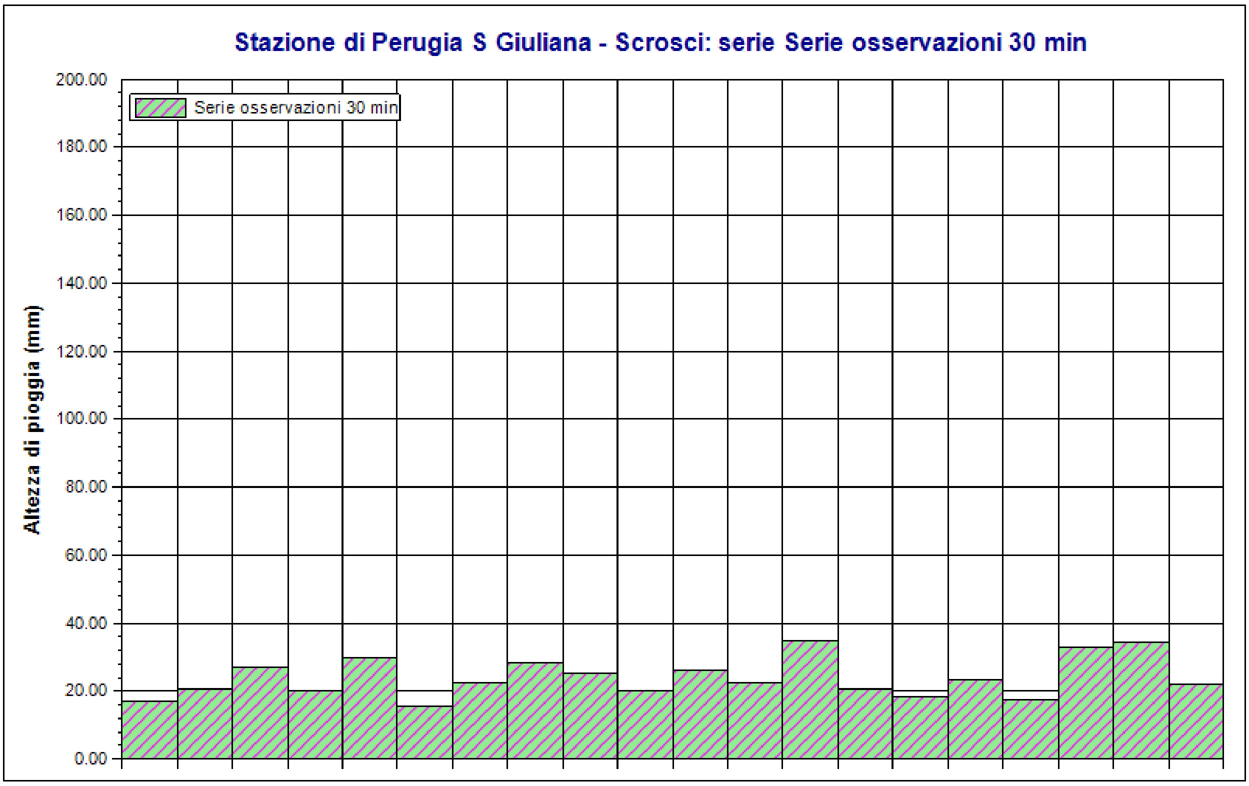
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L’insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall’insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All’interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

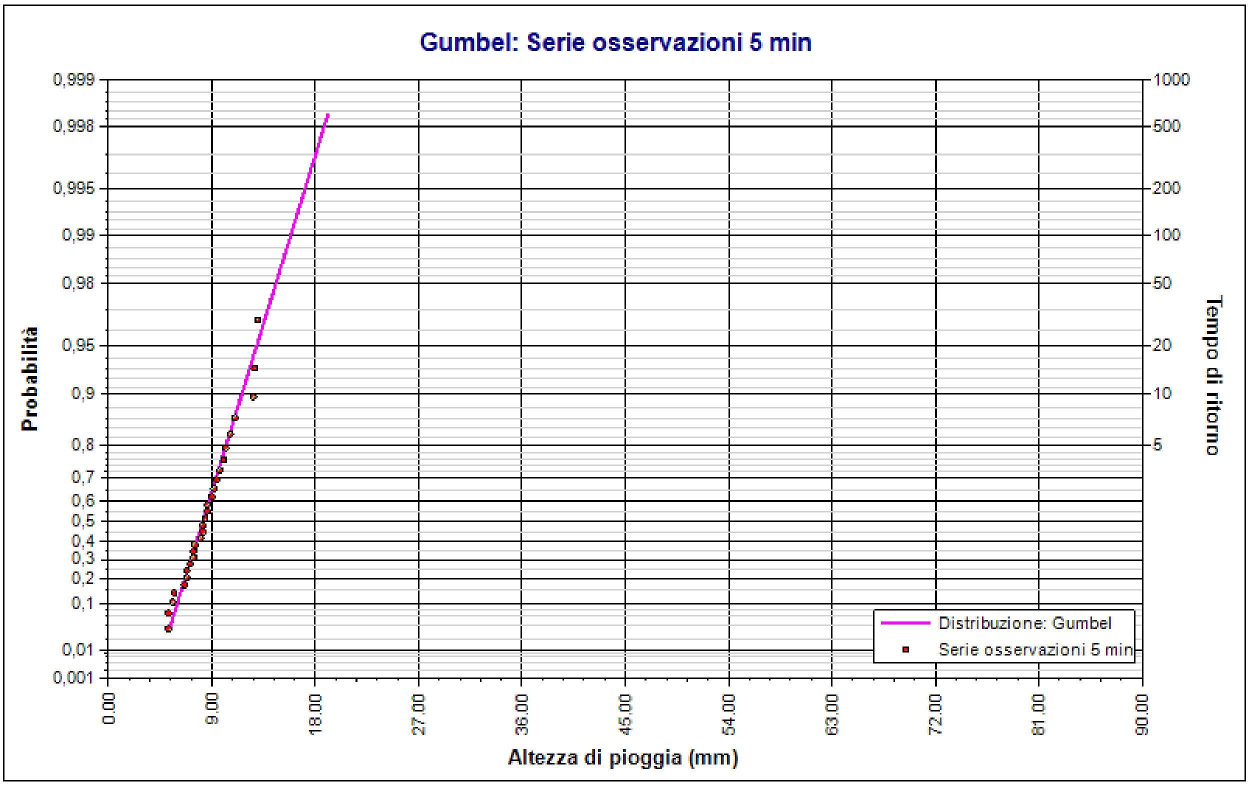
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

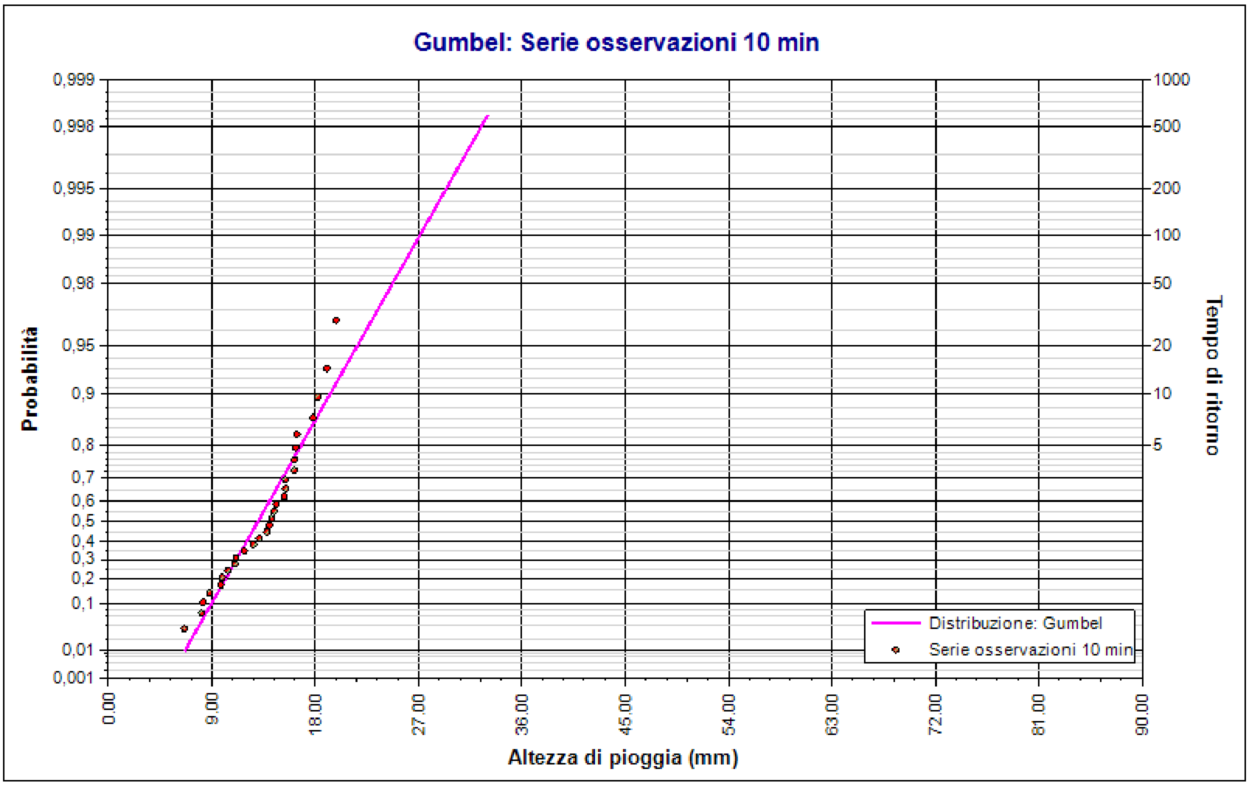
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x-7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x-11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x-14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x-17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x-20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

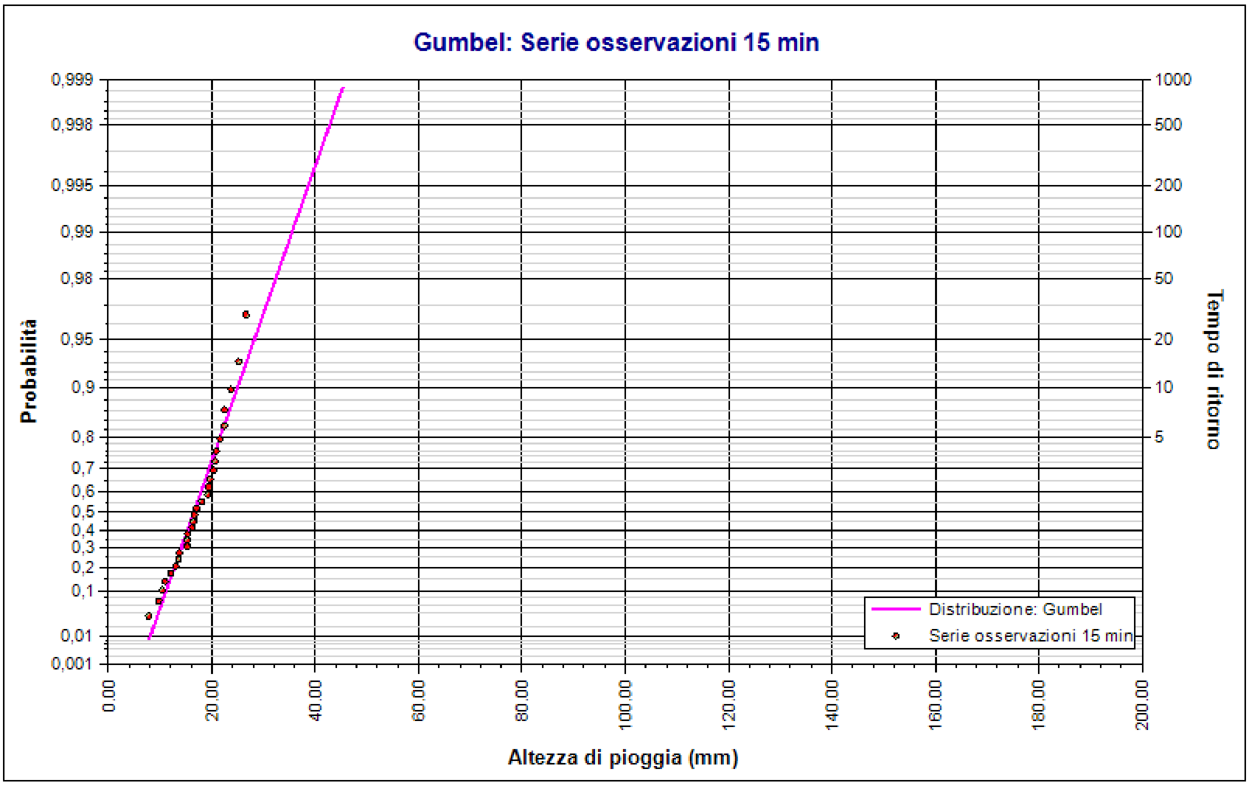
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



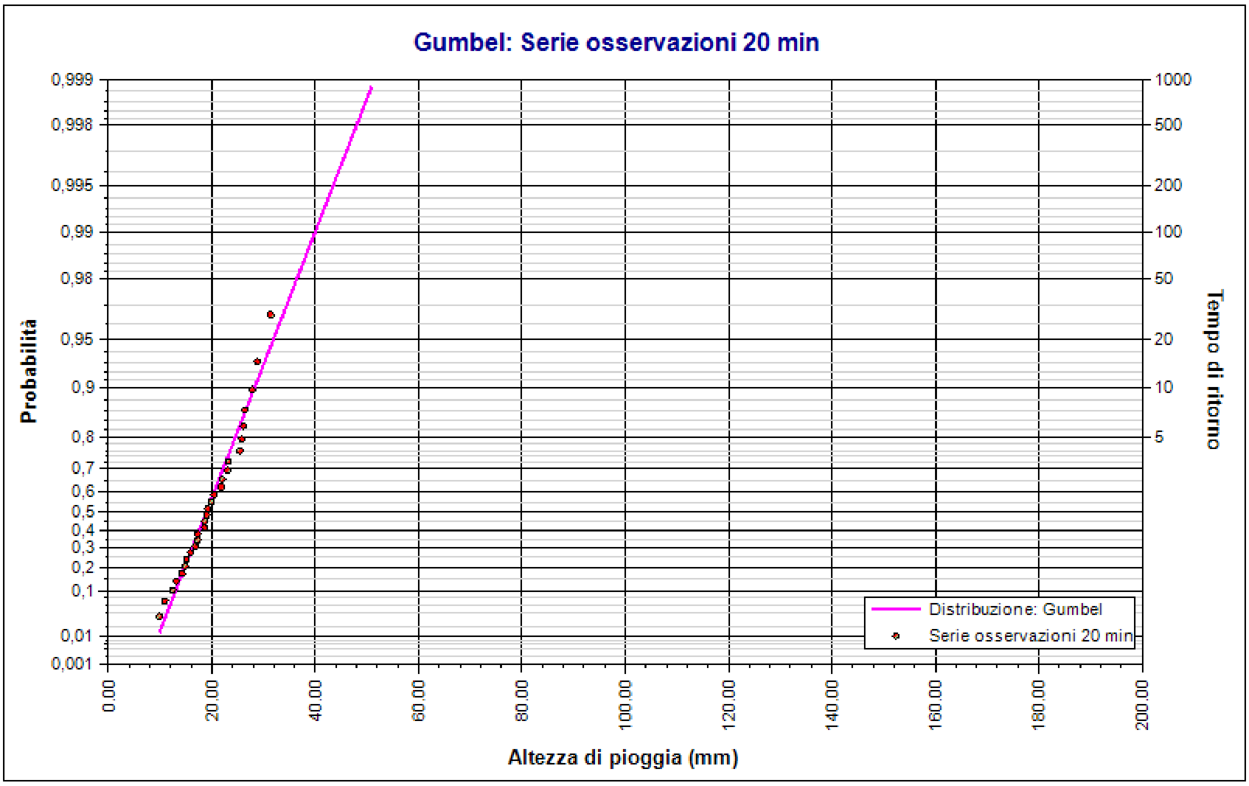
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



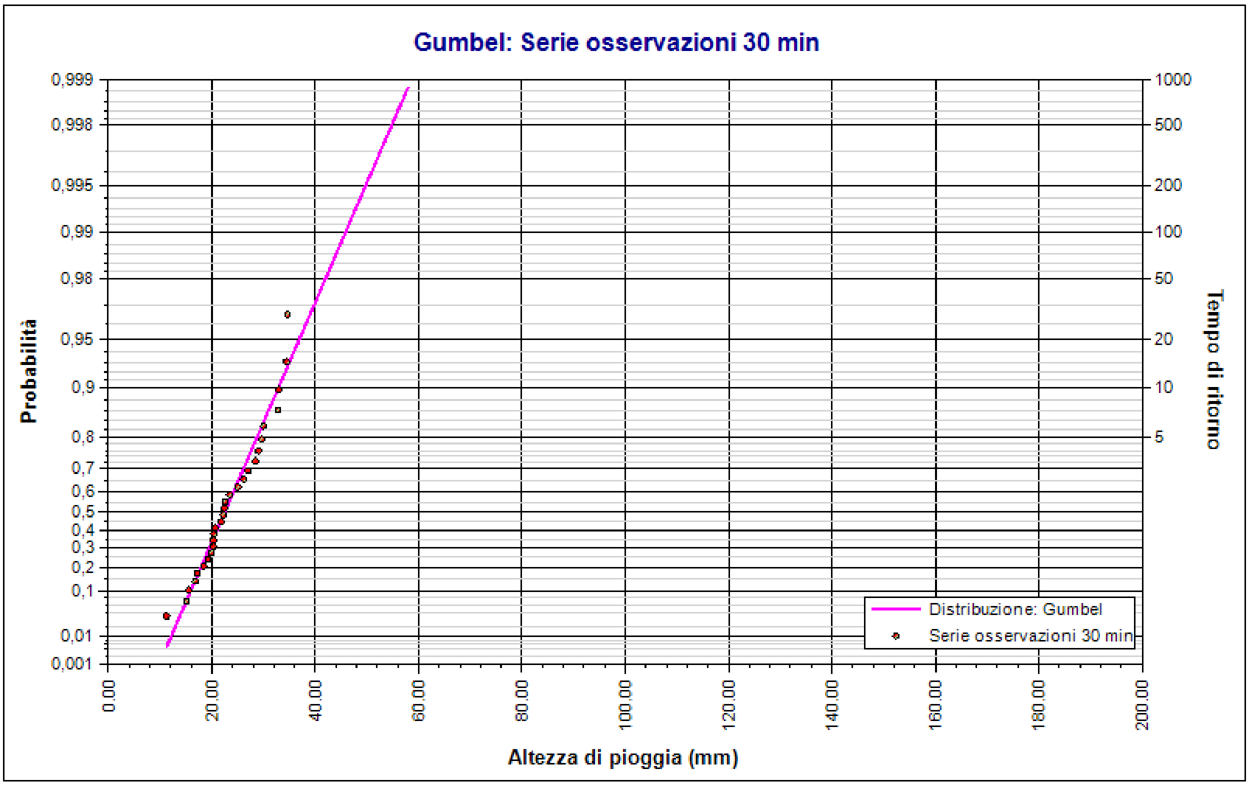
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 25.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

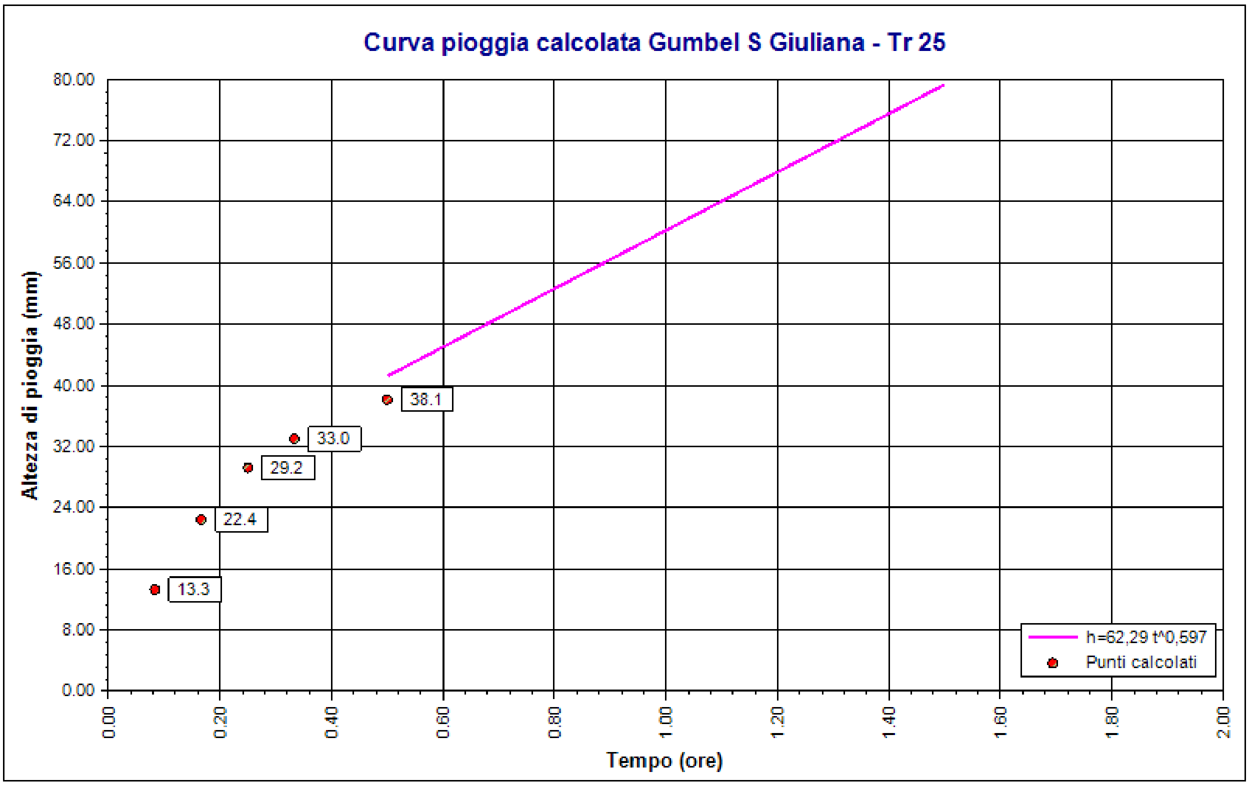
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	13.309
2	0.167	10	22.424
3	0.250	15	29.227
4	0.333	20	32.998
5	0.500	30	38.141

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
62.29	0.60	0.99	$h(t) = 62{,}3\, t^{0.597}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	62.292		9	231.087		17	337.731
2	94.198		10	246.080		18	349.447
3	119.979		11	260.479		19	360.903
4	142.445		12	274.358		20	372.119
5	162.731		13	287.779		21	383.111
6	181.431		14	300.789		22	393.893
7	198.909		15	313.429		23	404.480
8	215.405		16	325.733		24	414.882



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 17
Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

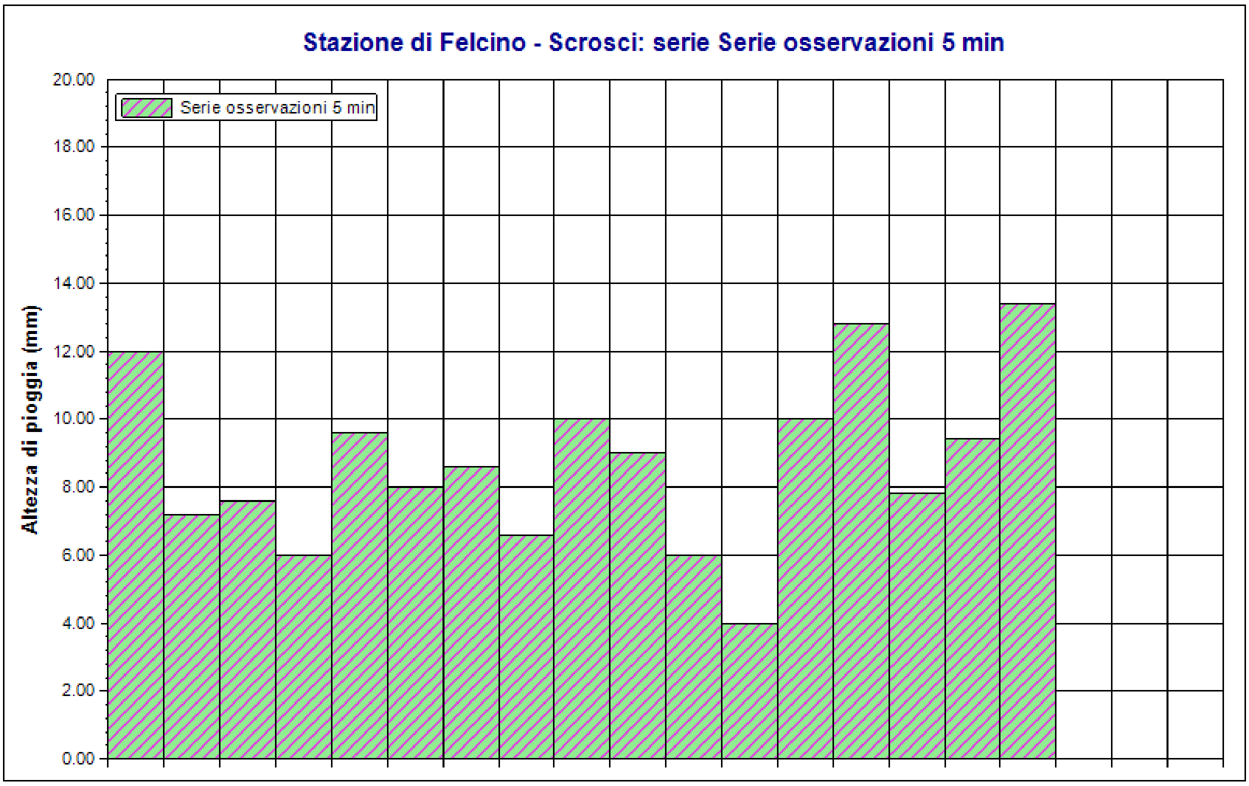
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

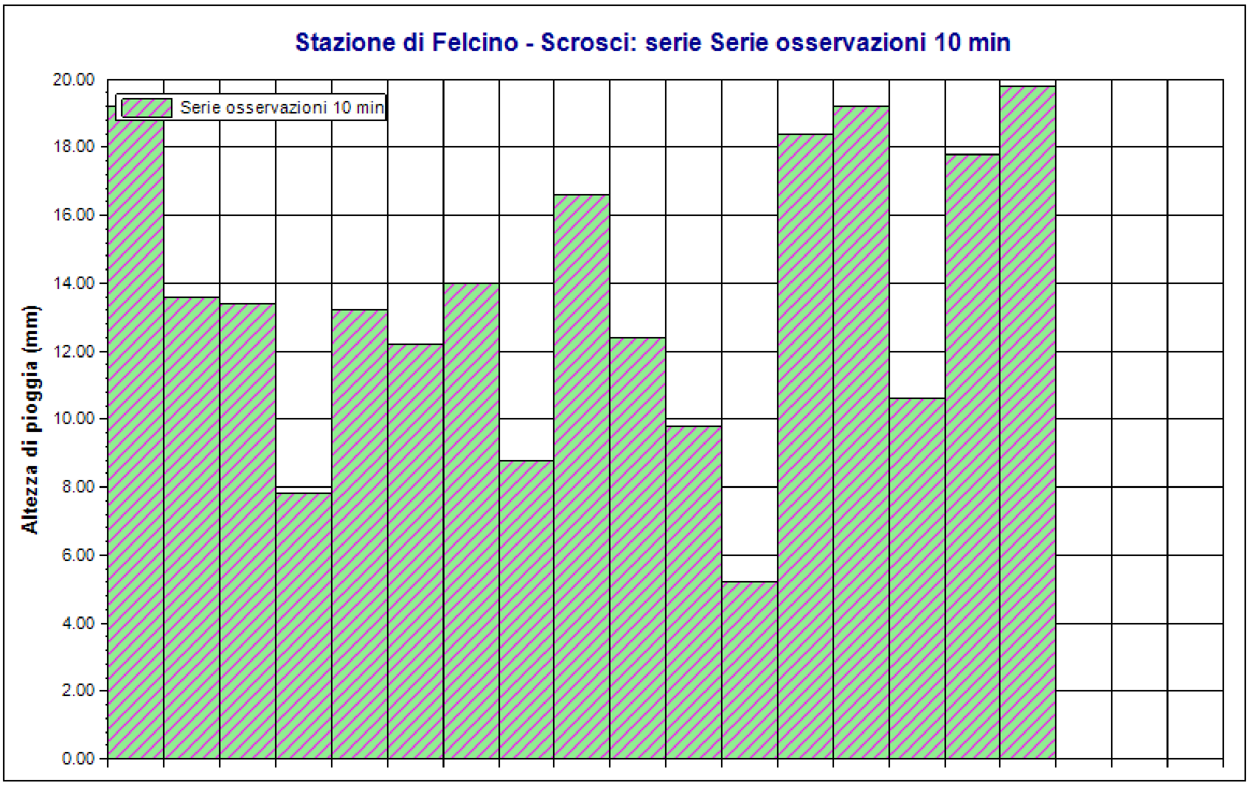
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

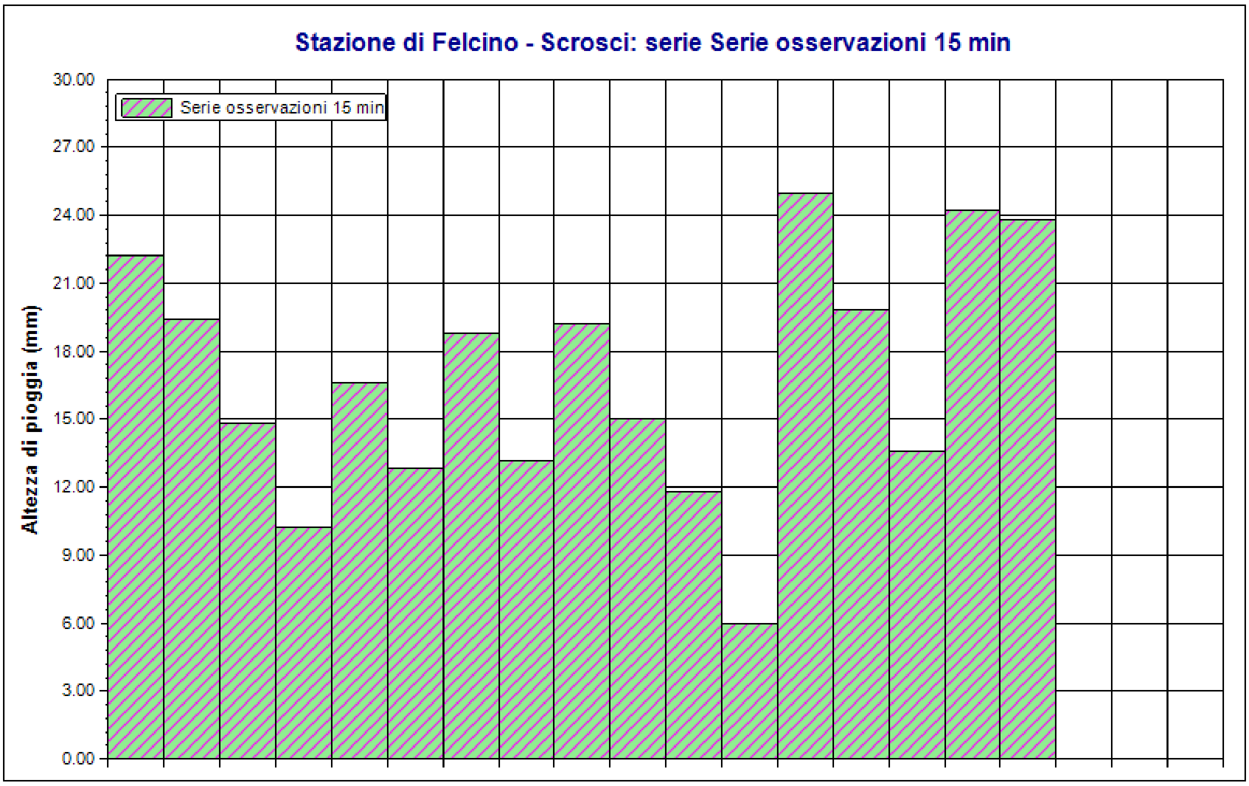
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



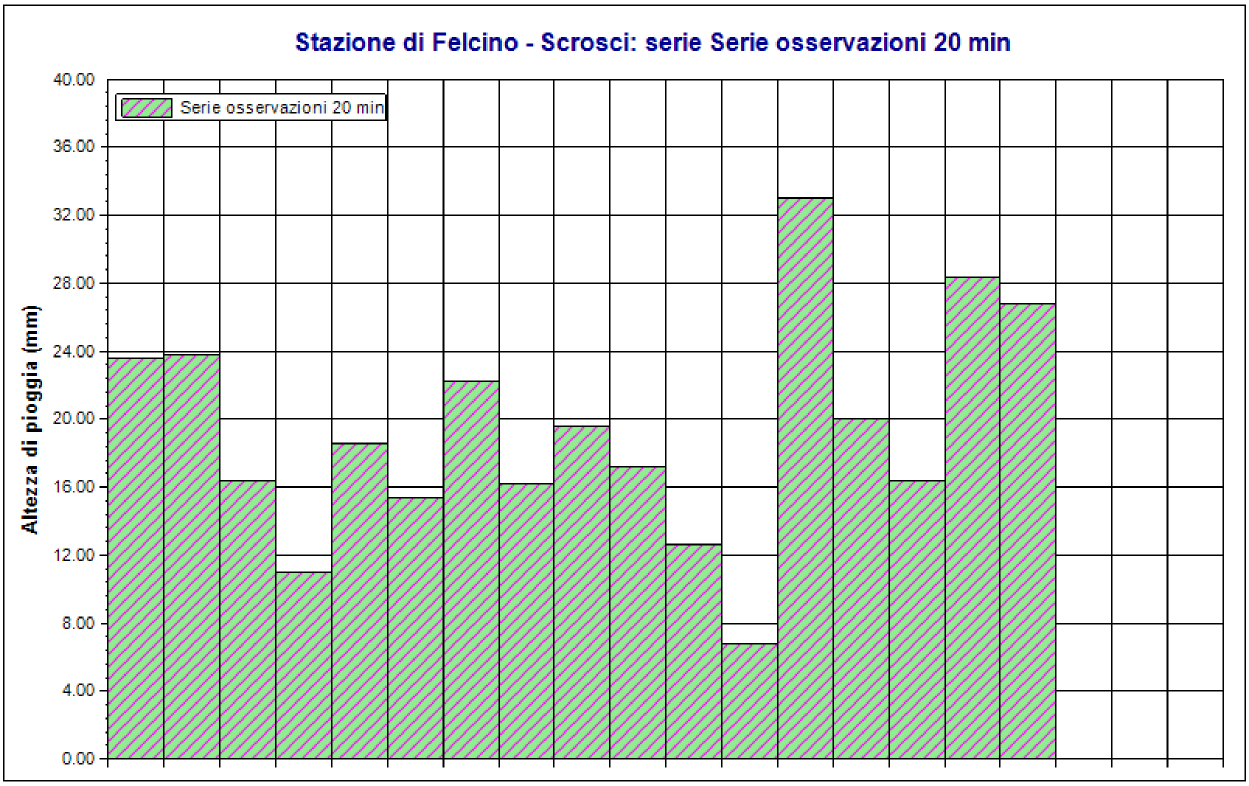
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



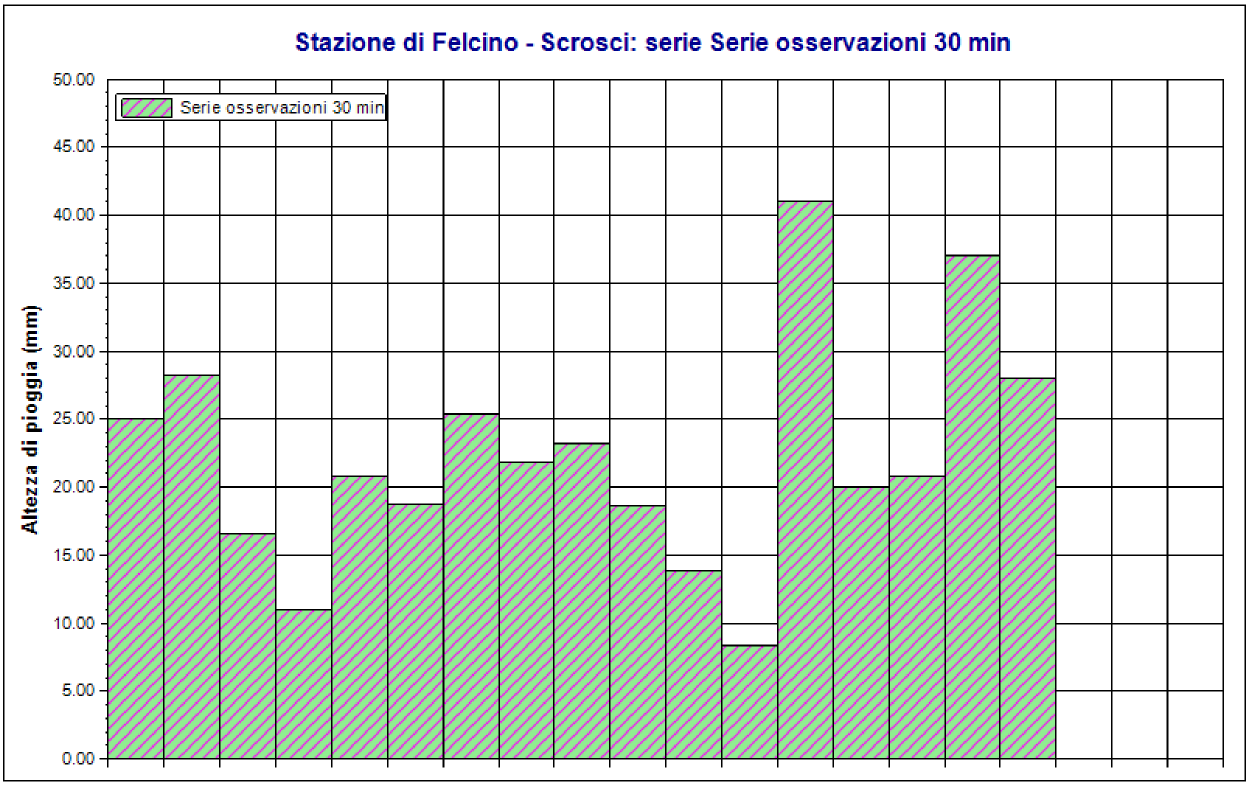
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

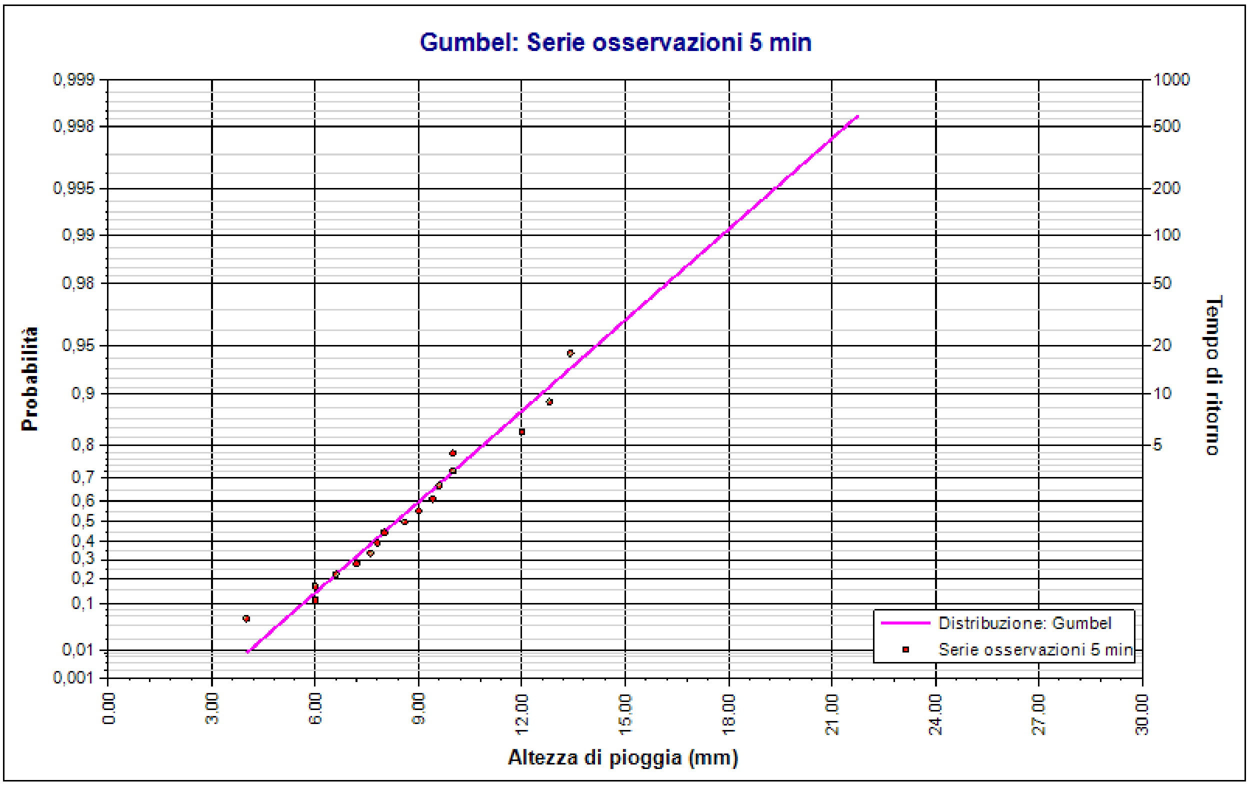
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

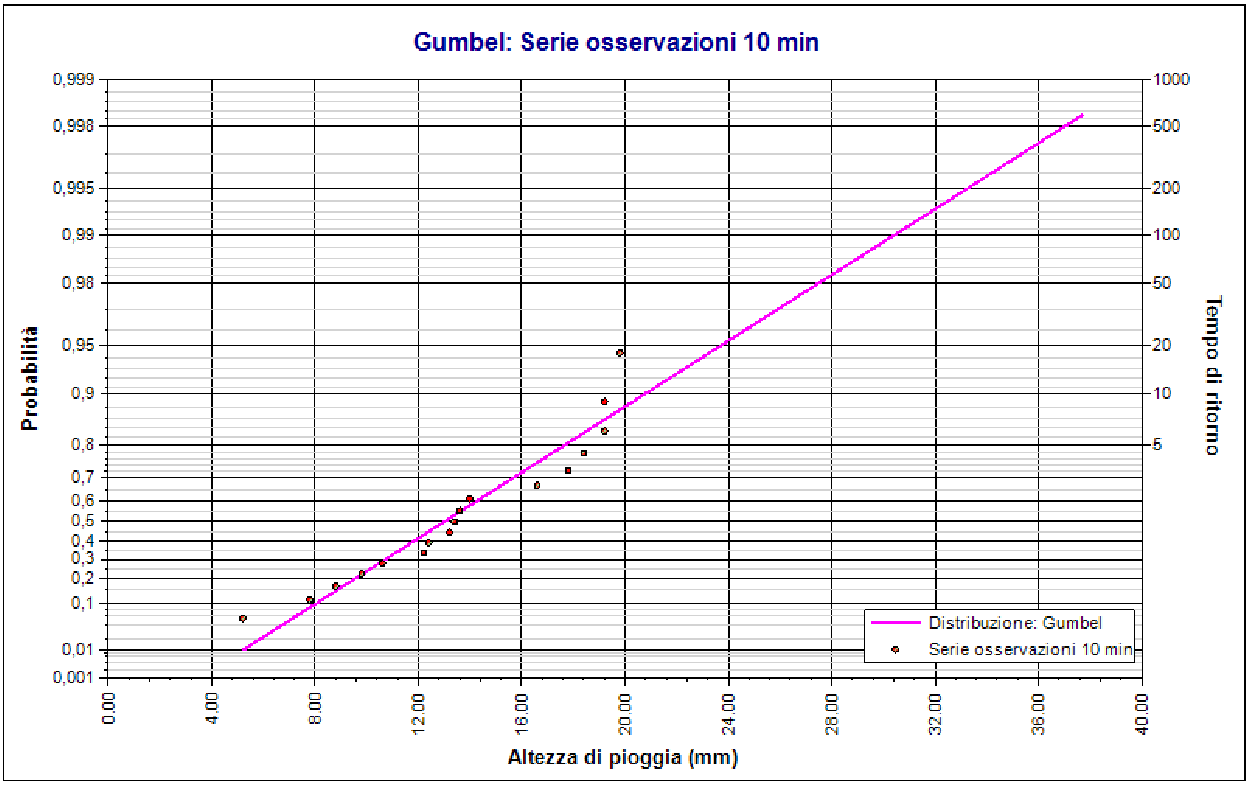
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x-7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x-11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x-14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x-16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x-18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

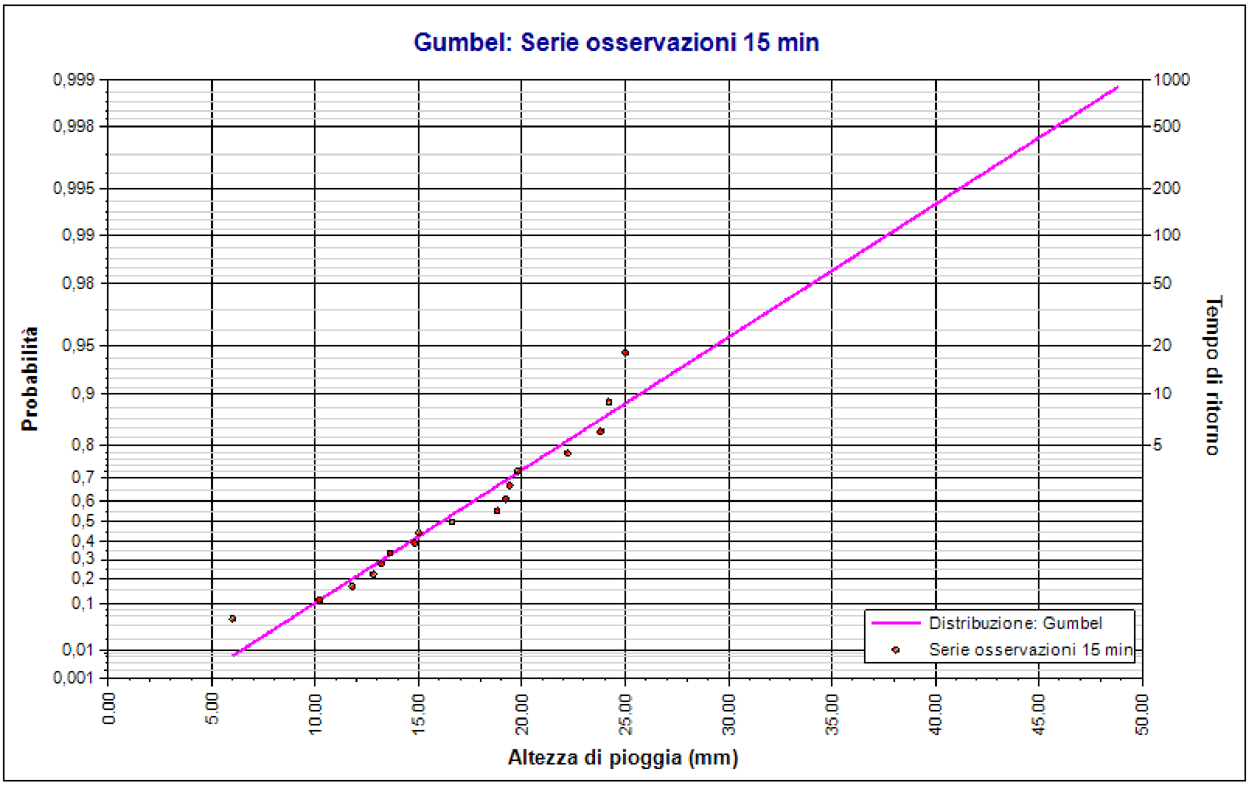
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



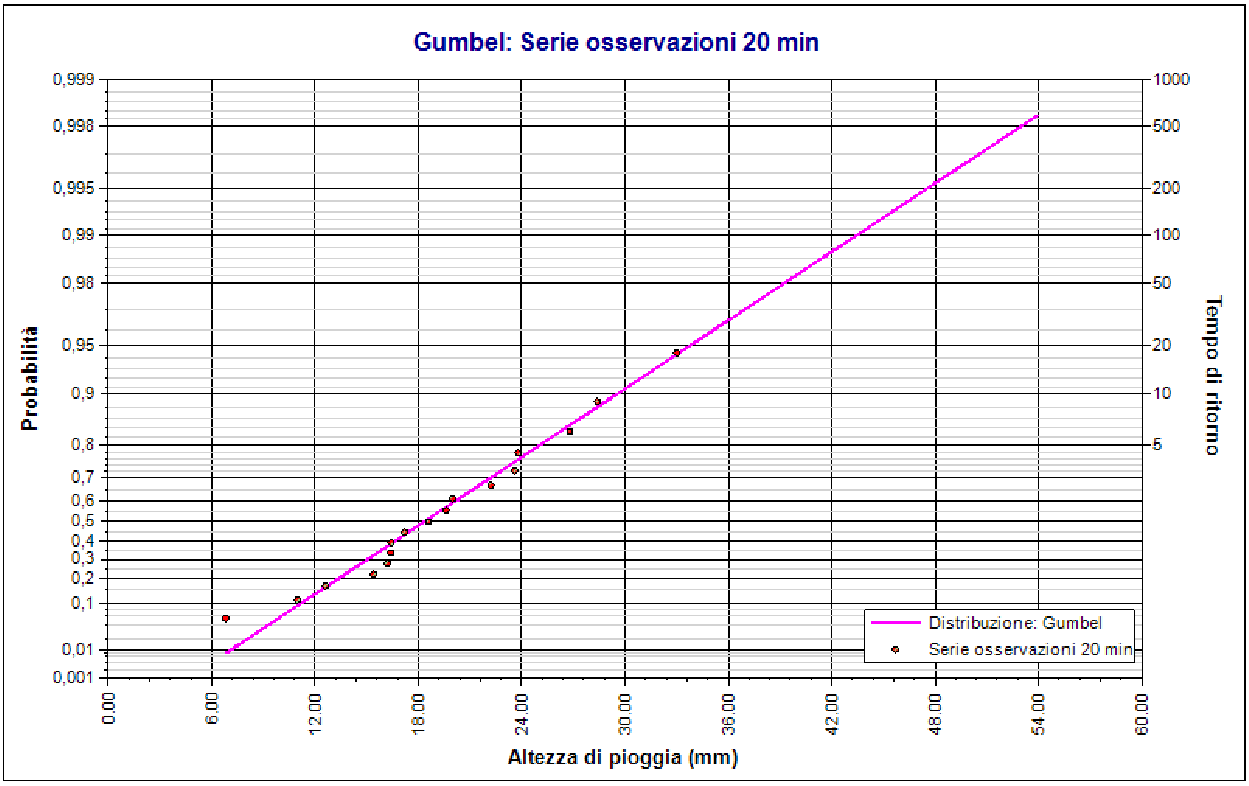
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



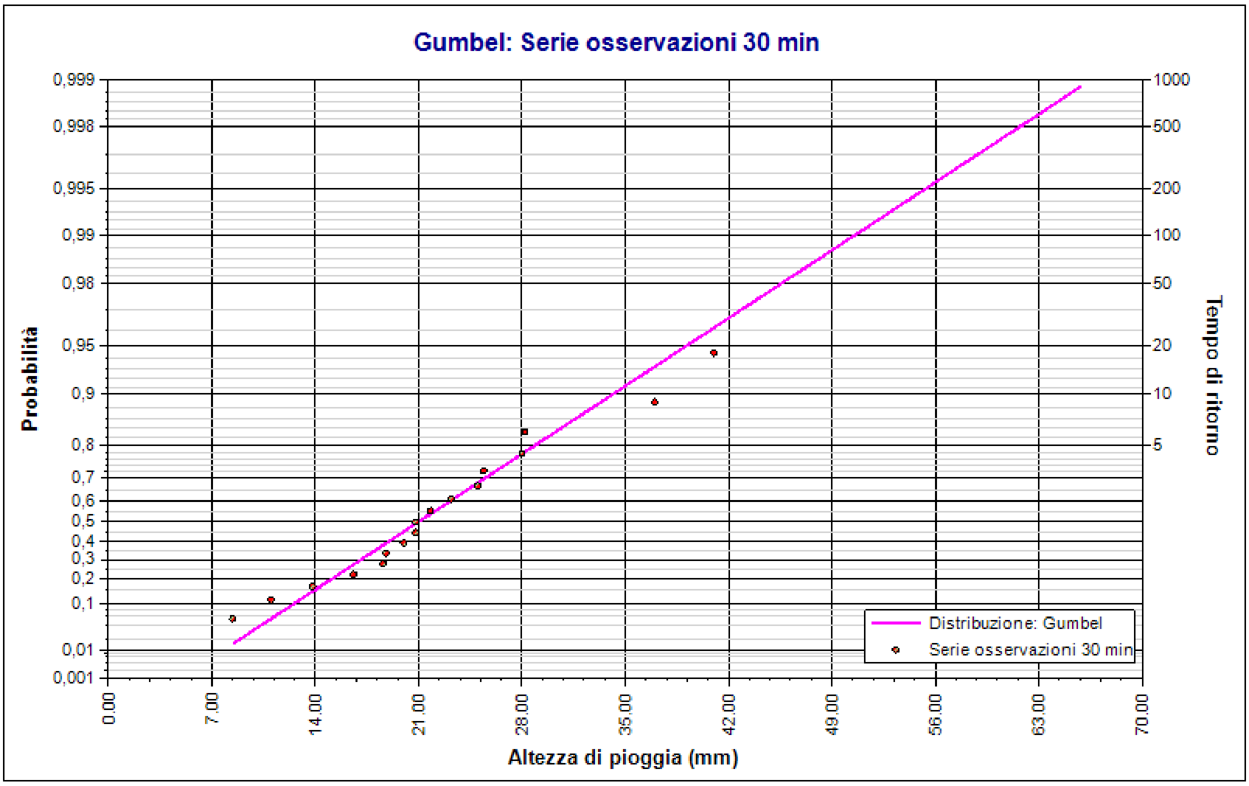
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 25.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

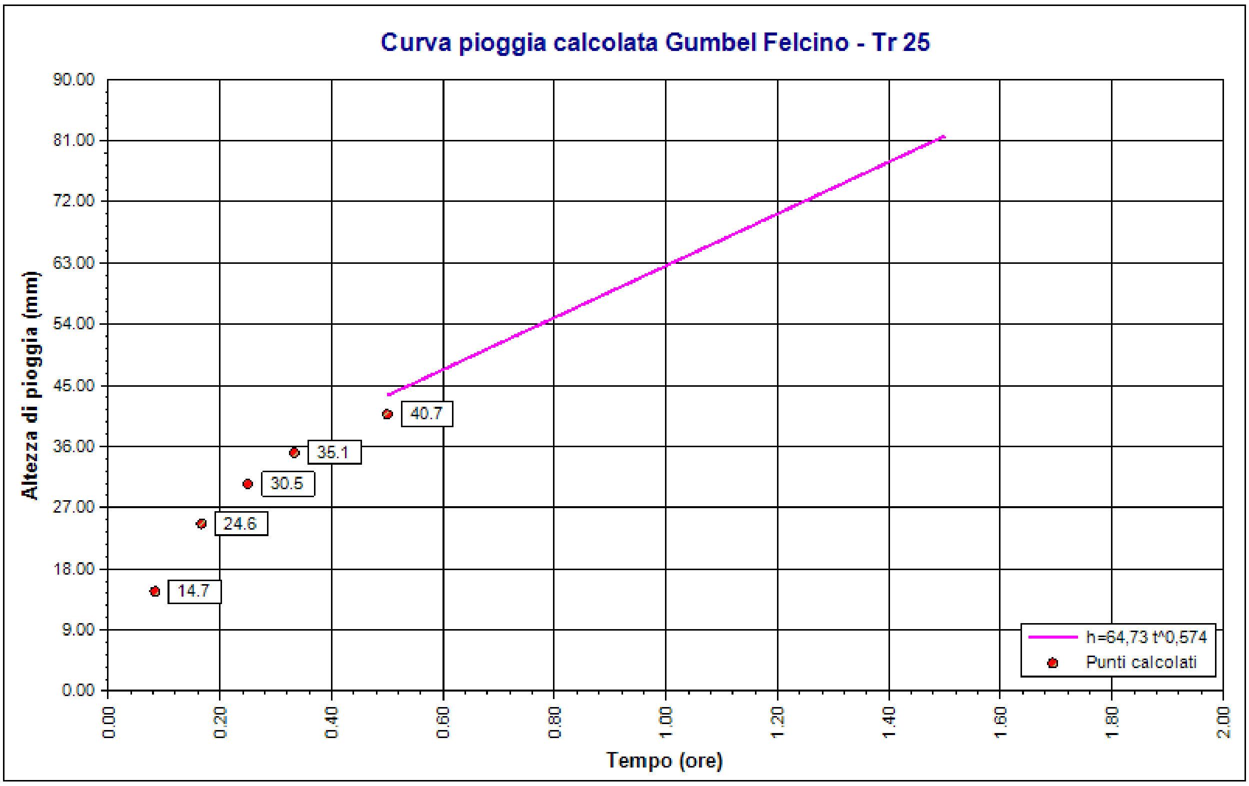
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	14.665
2	0.167	10	24.646
3	0.250	15	30.513
4	0.333	20	35.135
5	0.500	30	40.737

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
64.73	0.57	0.99	$h(t) = 64,7\ t^{0.574}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	64.730		9	228.314		17	328.841
2	96.339		10	242.540		18	339.803
3	121.568		11	256.171		19	350.508
4	143.382		12	269.282		20	360.975
5	162.963		13	281.936		21	371.221
6	180.931		14	294.180		22	381.262
7	197.660		15	306.057		23	391.109
8	213.397		16	317.601		24	400.776



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778

Bacino: Media valle del Tevere

Comune: Perugia

Quota: 193.0 m s.l.m.

Latitudine:

Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5

Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Minima dimensione serie: 14

Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

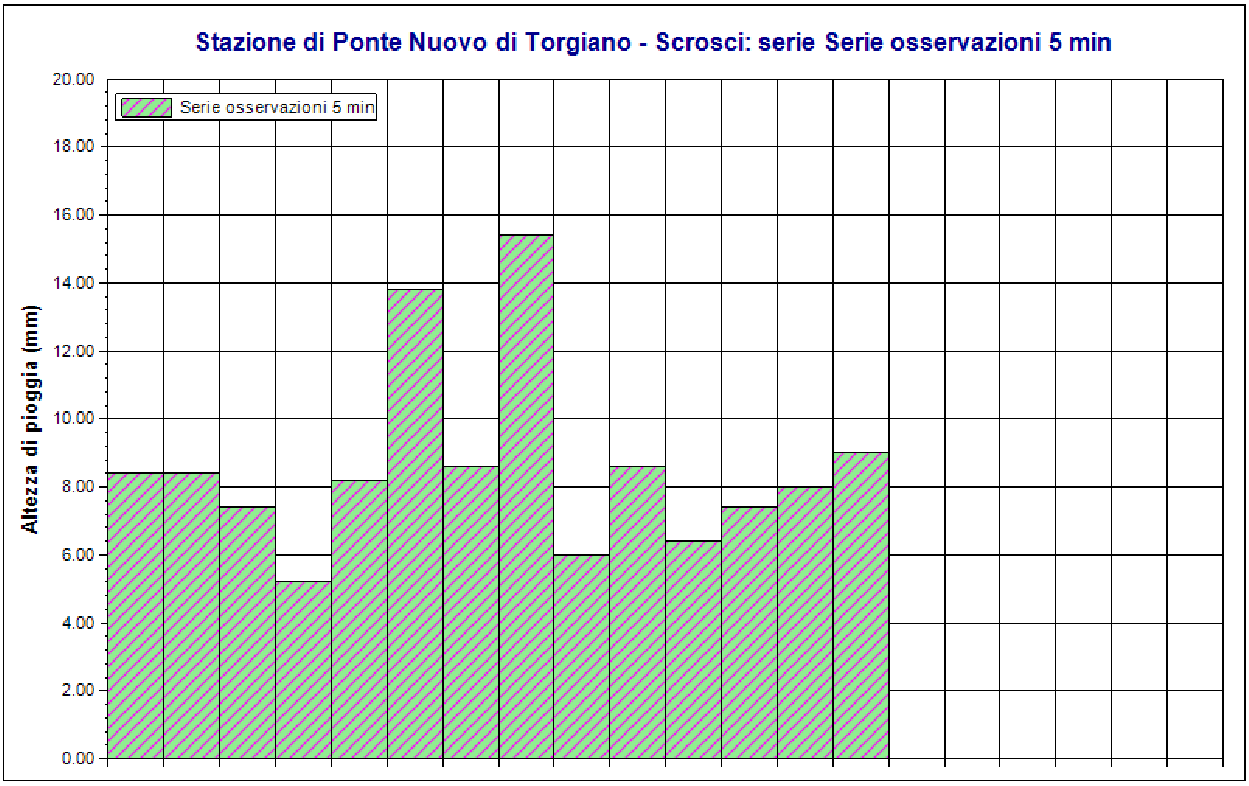
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

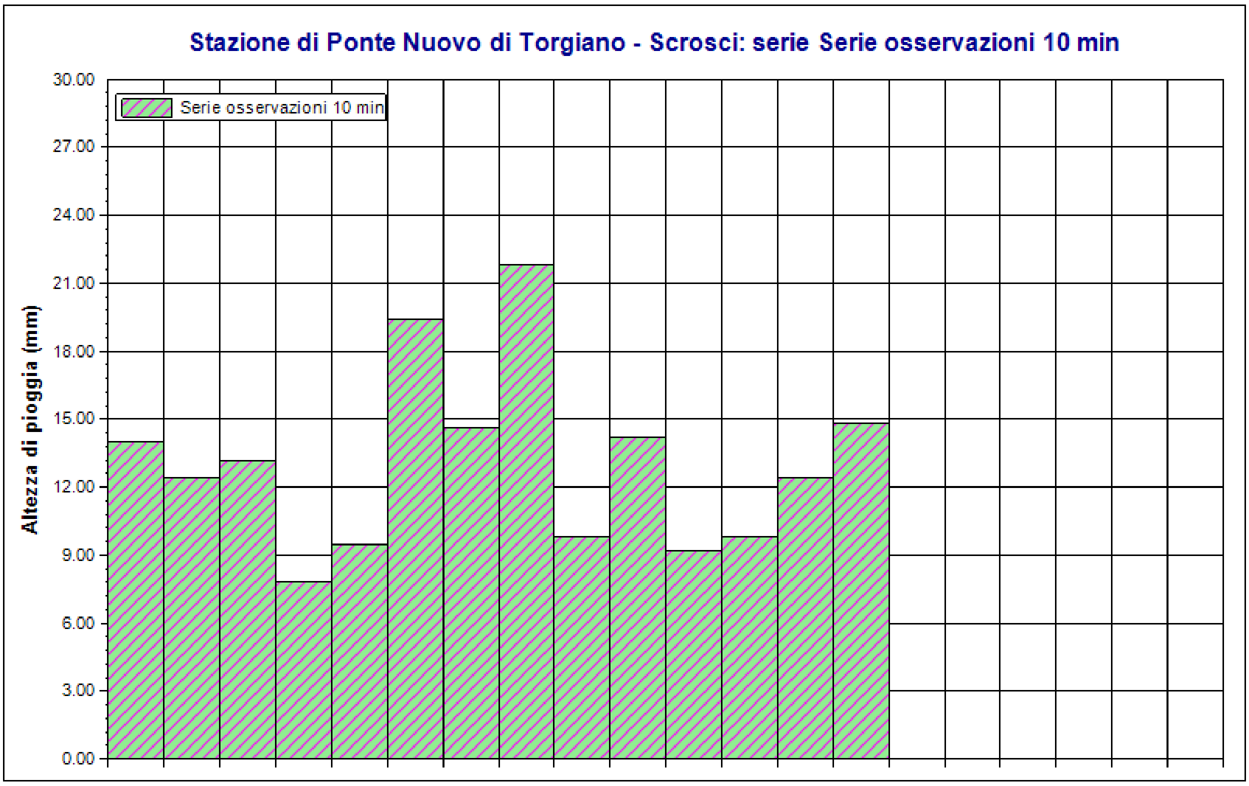
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

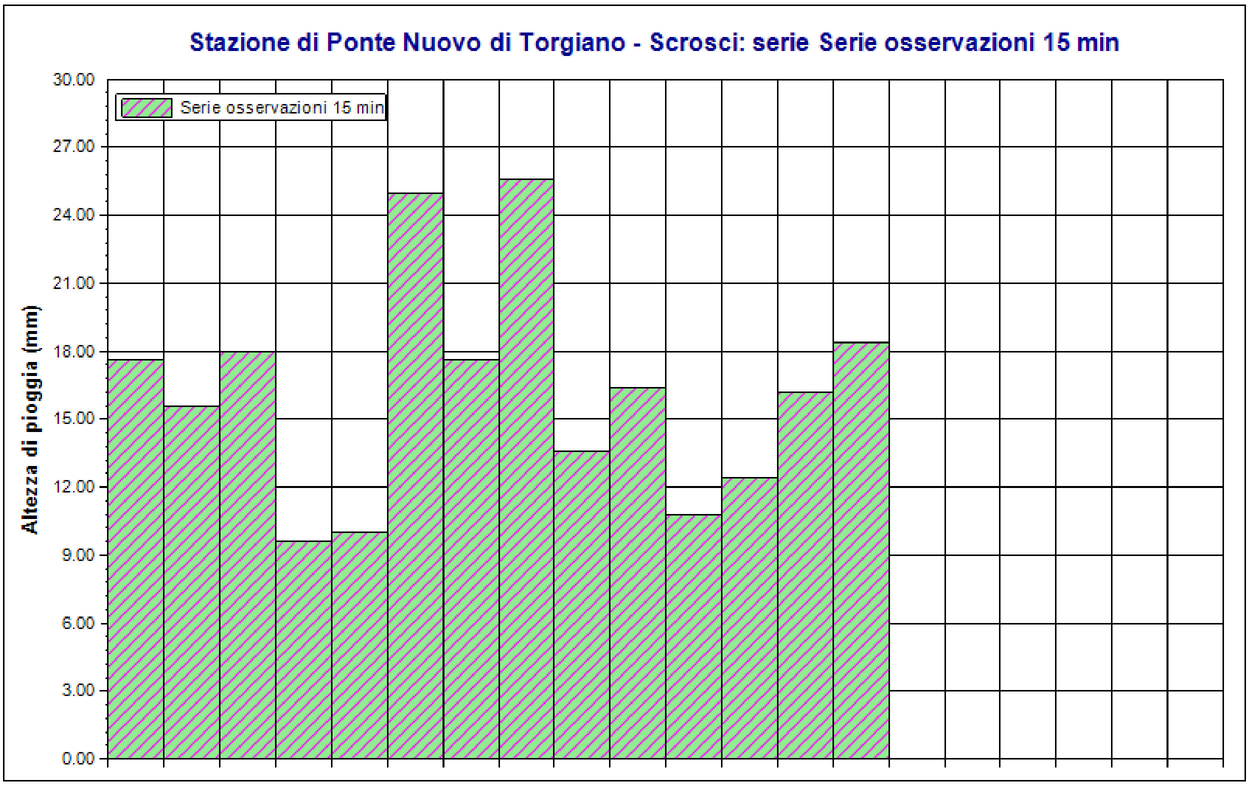
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



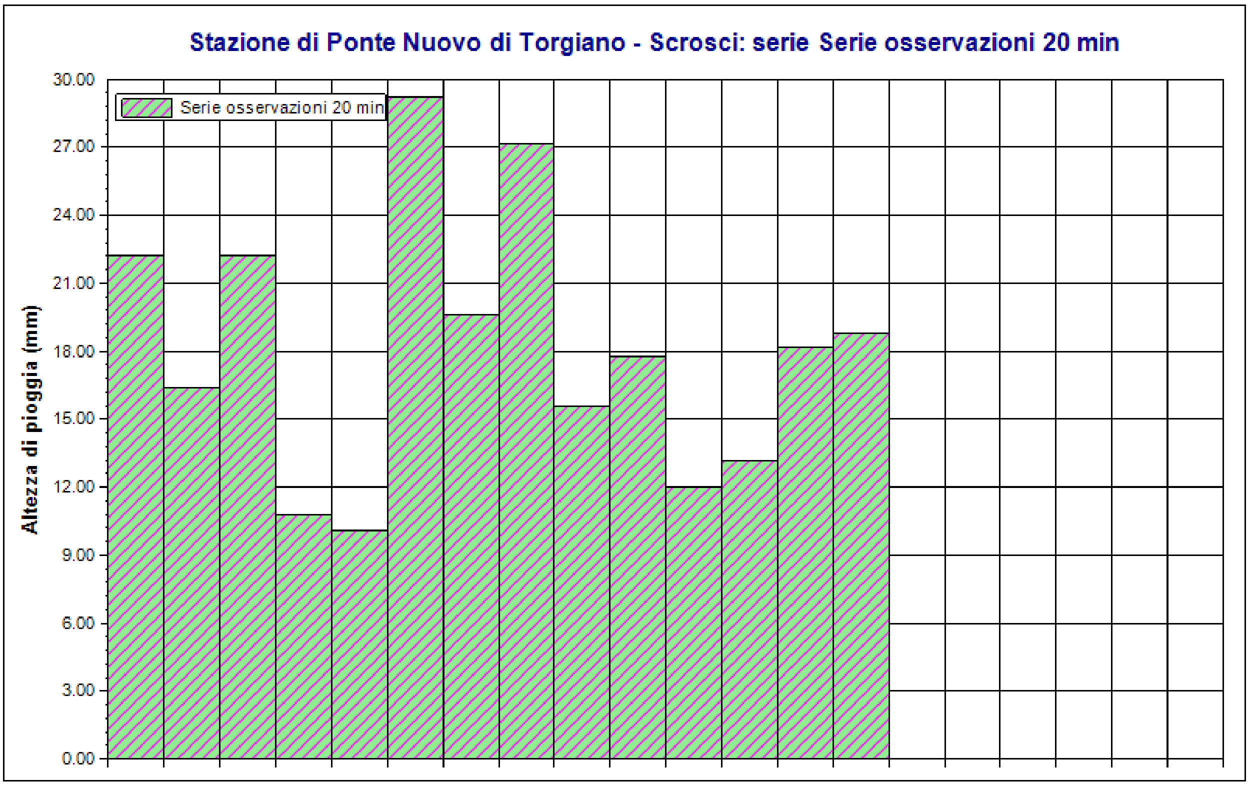
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



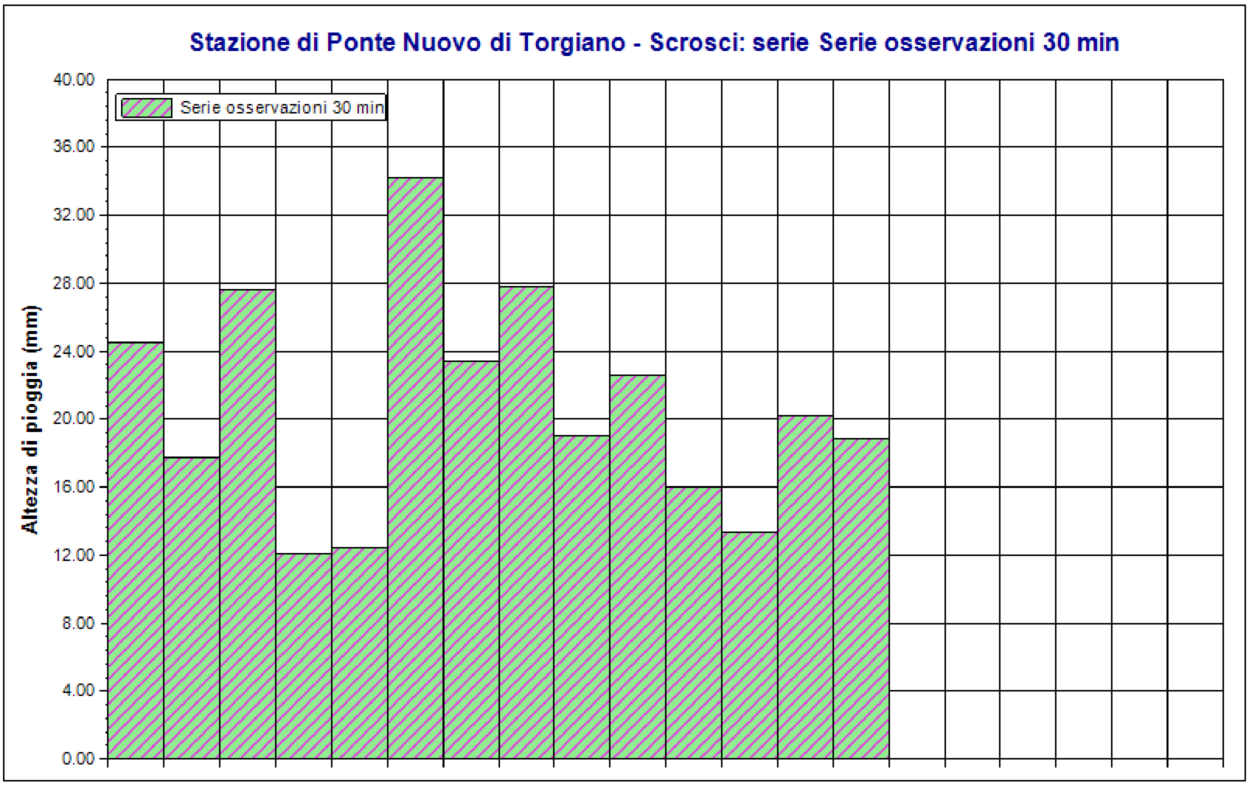
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

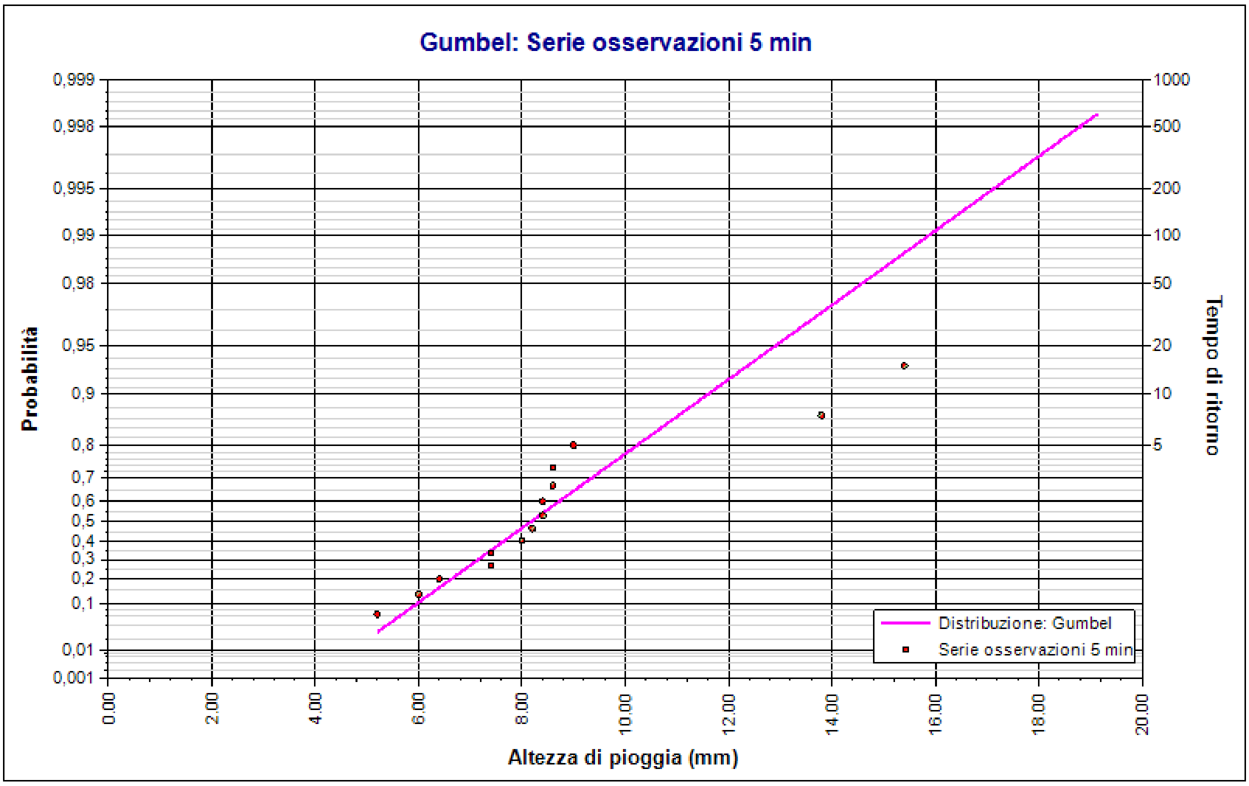
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

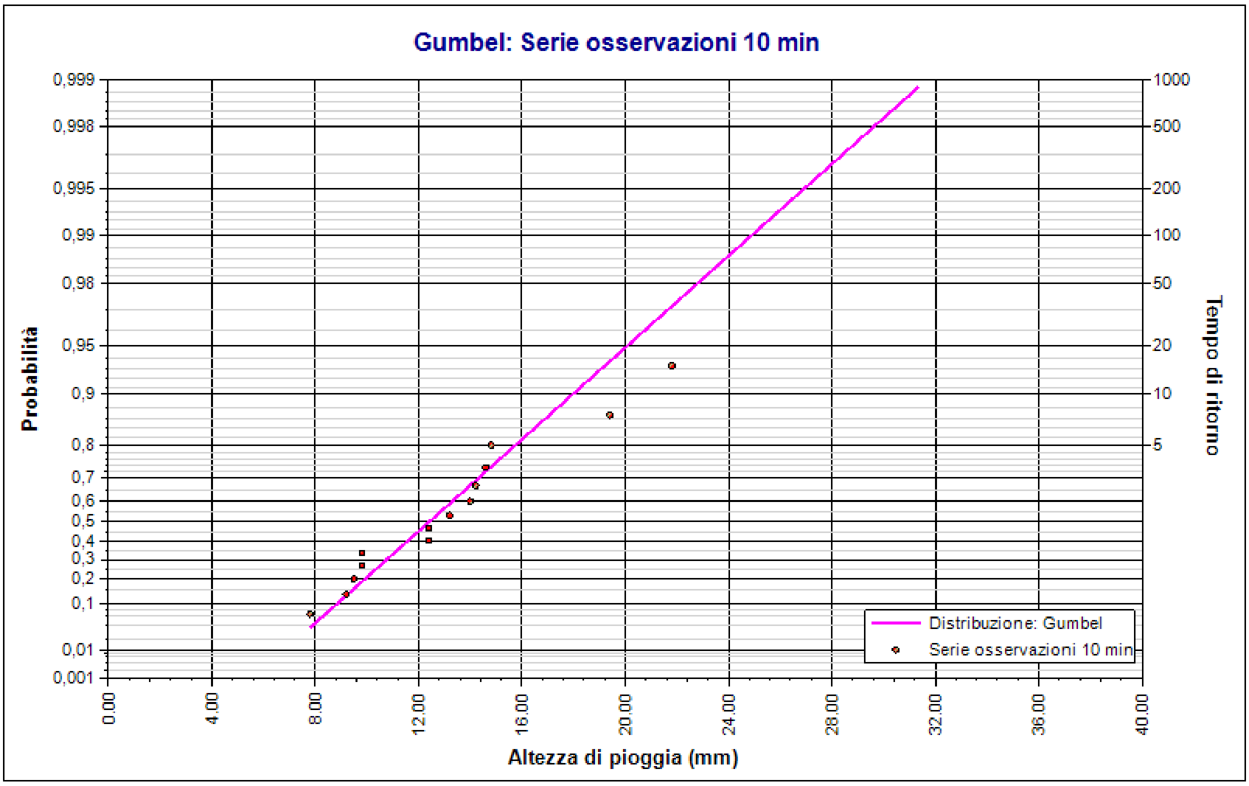
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

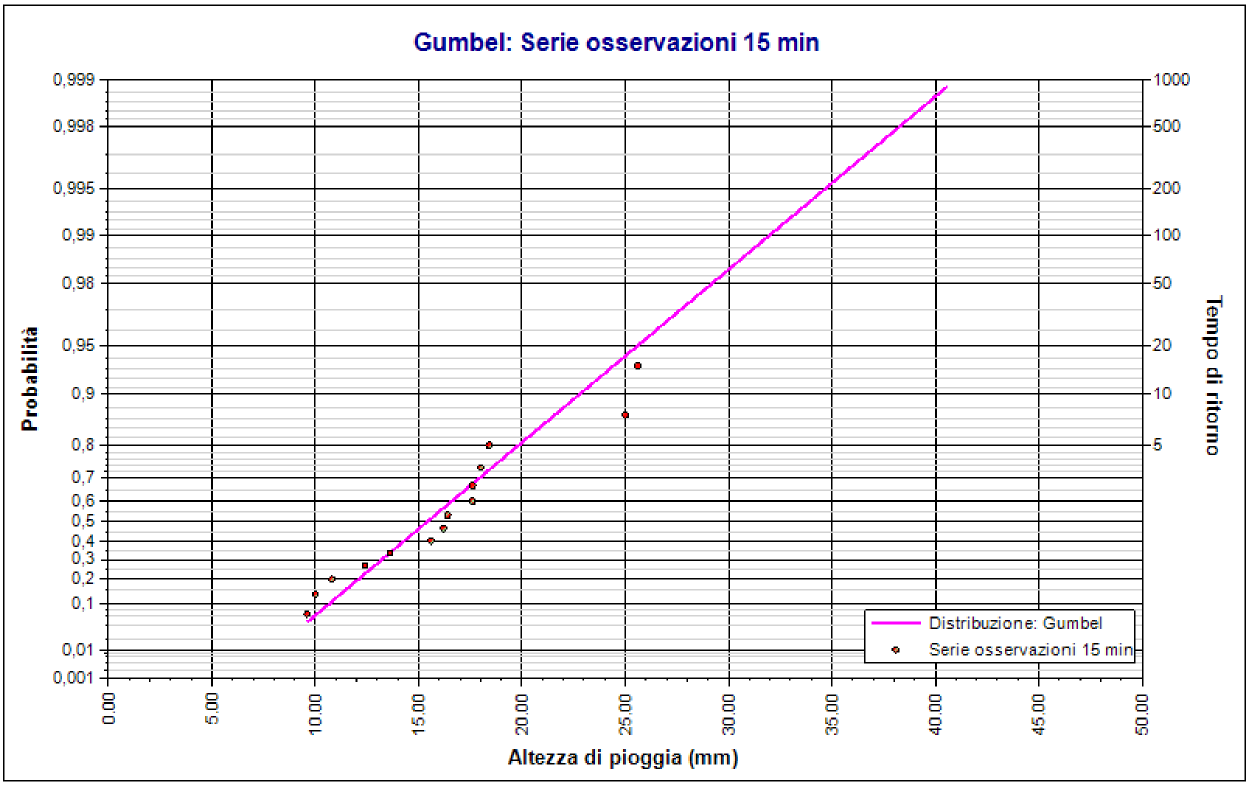
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



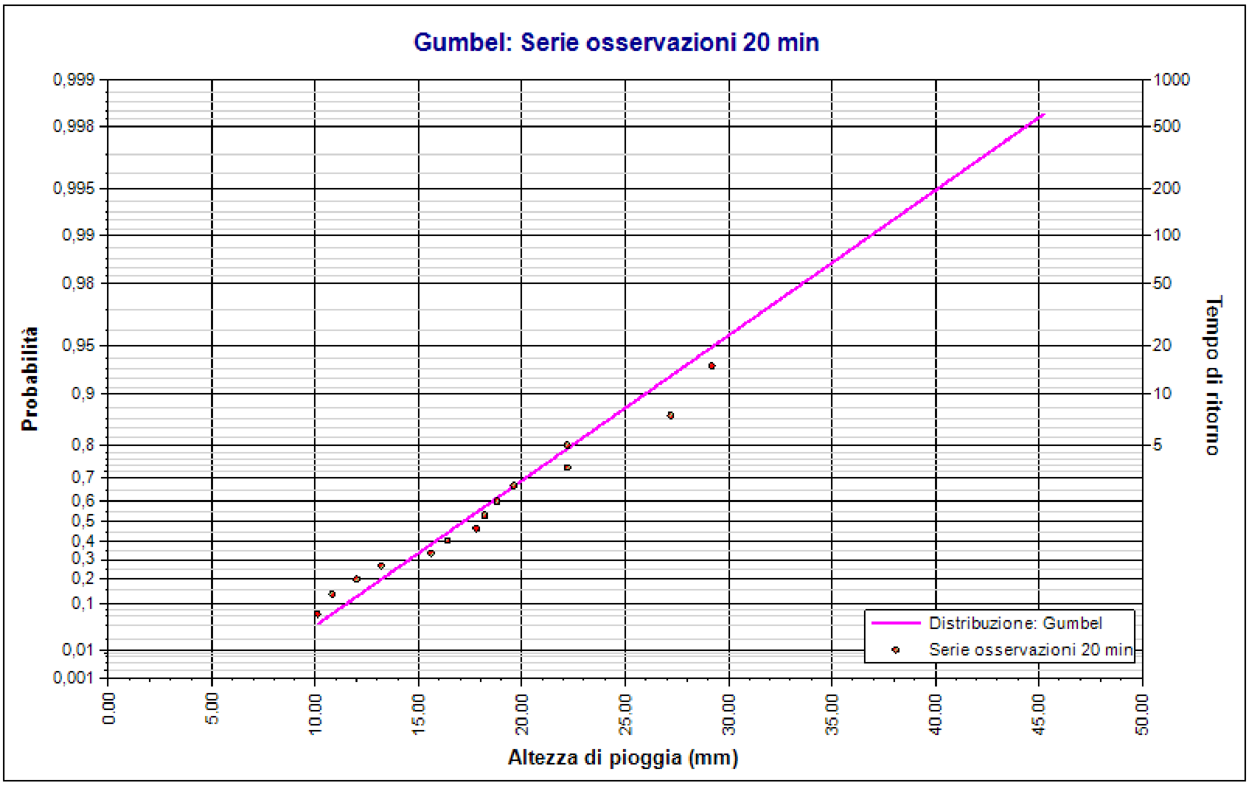
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



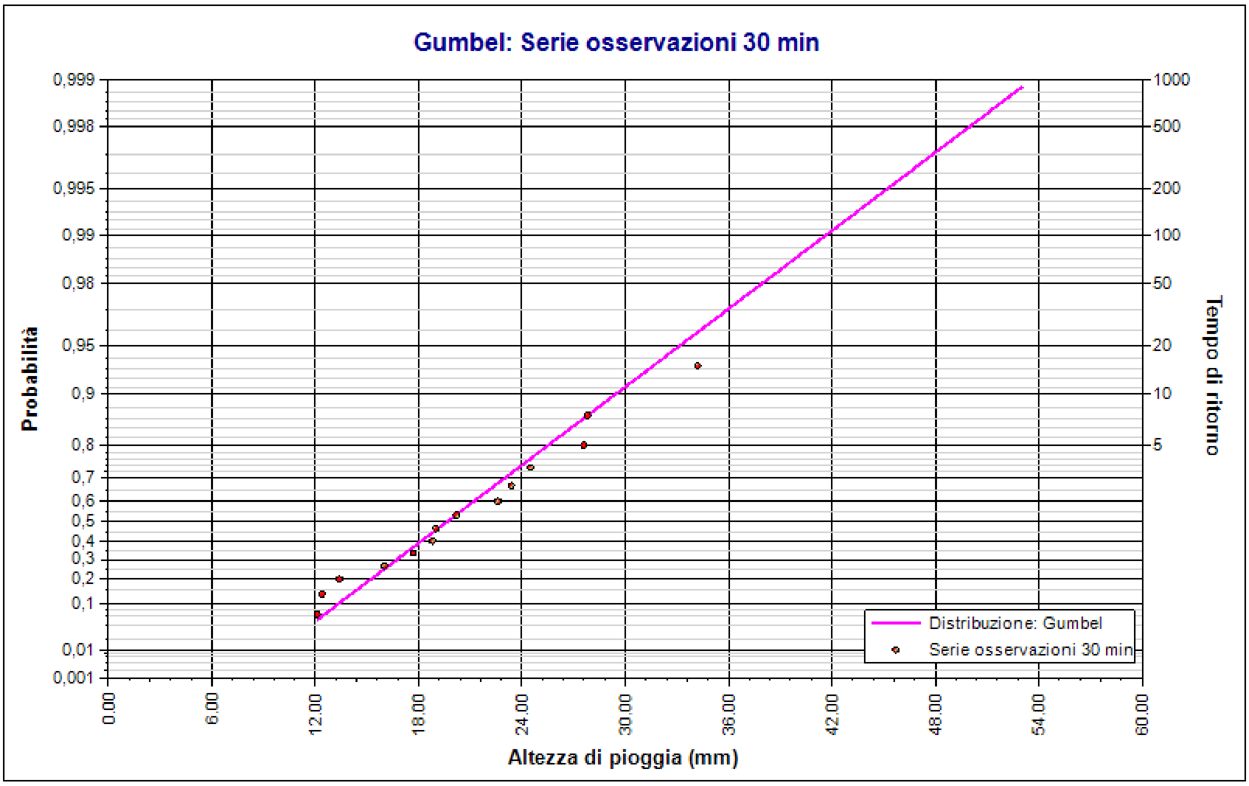
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano

Tempo di ritorno: 25.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

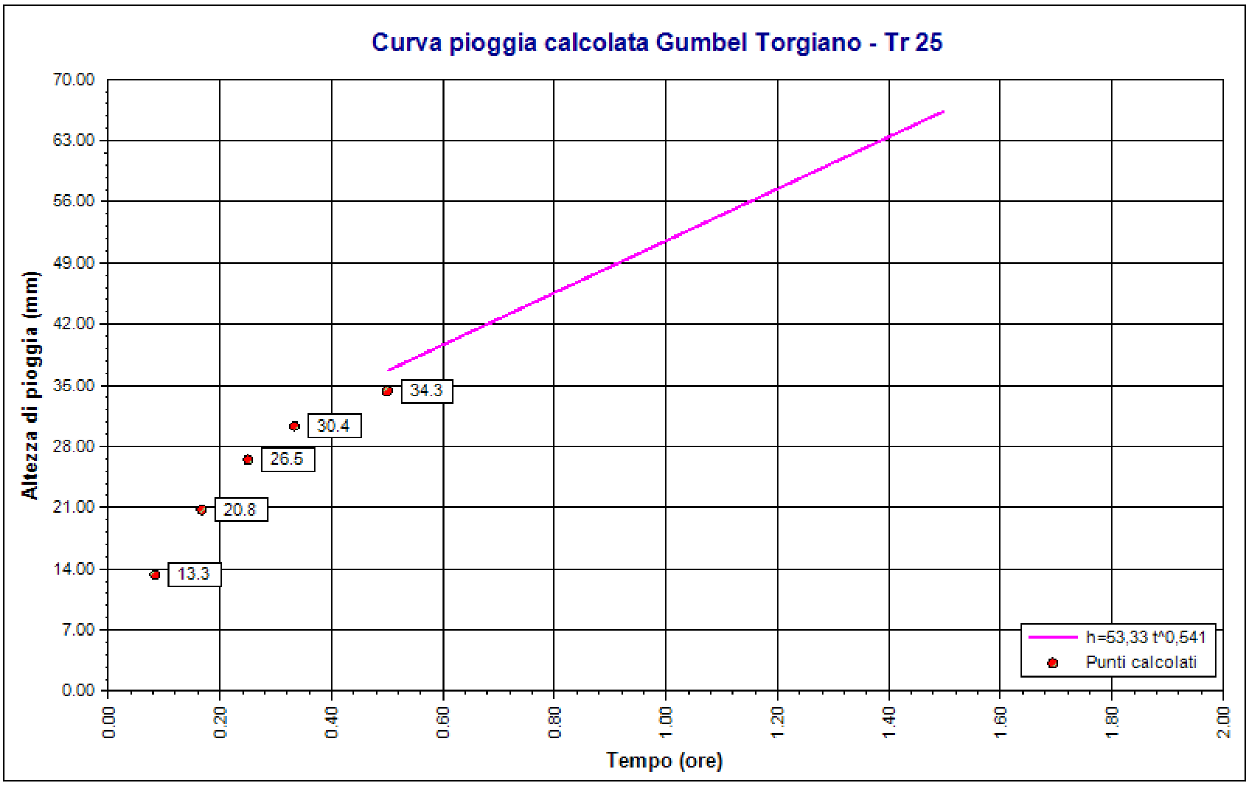
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	13.320
2	0.167	10	20.751
3	0.250	15	26.484
4	0.333	20	30.353
5	0.500	30	34.346

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
53.33	0.54	0.99	$h(t) = 53{,}3\, t^{0.541}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	53.329		9	175.152		17	247.117
2	77.604		10	185.430		18	254.881
3	96.647		11	195.246		19	262.449
4	112.930		12	204.660		20	269.837
5	127.426		13	213.721		21	277.057
6	140.641		14	222.467		22	284.121
7	152.878		15	230.931		23	291.040
8	164.335		16	239.140		24	297.821



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

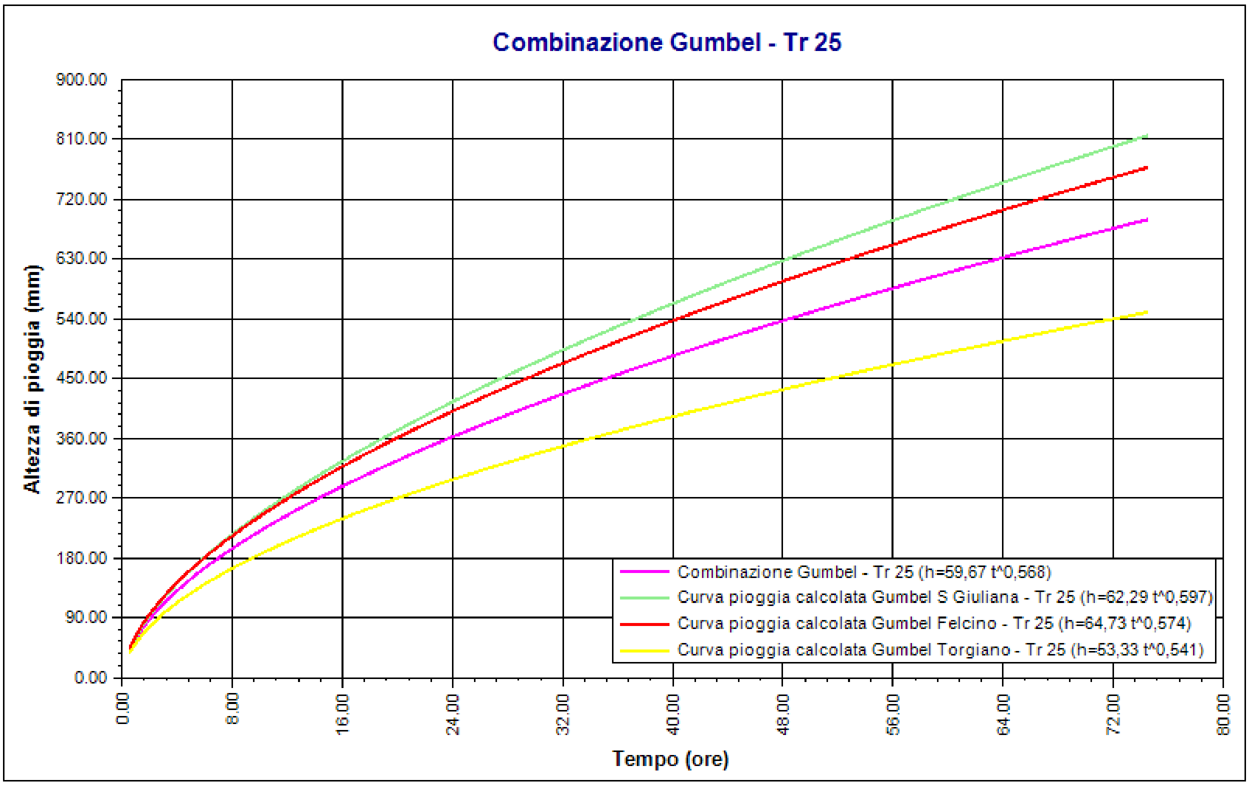
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25	Curva pioggia calcolata	20	62.29	0.60
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25	Curva pioggia calcolata	40	64.73	0.57
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25	Curva pioggia calcolata	40	53.33	0.54

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
59.67	0.57	$h(t) = 59,7\ t^{0.568}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	59.666		9	207.642		17	297.907
2	88.425		10	220.438		18	307.729
3	111.306		11	232.691		19	317.319
4	131.048		12	244.470		20	326.693
5	148.742		13	255.833		21	335.866
6	164.958		14	266.823		22	344.852
7	180.040		15	277.478		23	353.663
8	194.215		16	287.831		24	362.309



Combinazione Gumbel - Tr 25

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h

Dati Pluviogramma

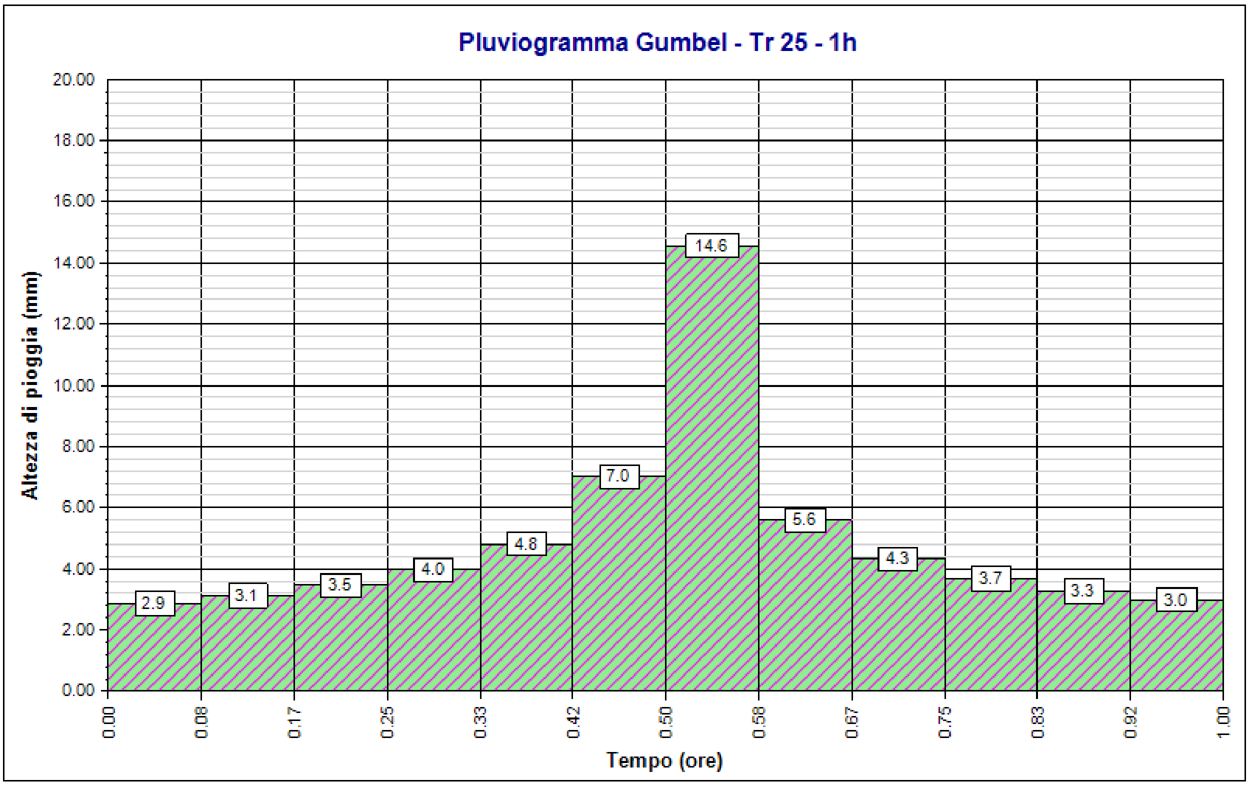
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 25
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 59.666 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
59.67	0.57	$h(t) = 59{,}7\,t^{0.568}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	2.875
2	0.083	0.167	5	10	3.123
3	0.167	0.250	10	15	3.460
4	0.250	0.333	15	20	3.958
5	0.333	0.417	20	25	4.818
6	0.417	0.500	25	30	7.019
7	0.500	0.583	30	35	14.562
8	0.583	0.667	35	40	5.584
9	0.667	0.750	40	45	4.318
10	0.750	0.833	45	50	3.681
11	0.833	0.917	50	55	3.277
12	0.917	1.000	55	60	2.990



Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino A Gumbel - Tr 25 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R= P-S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

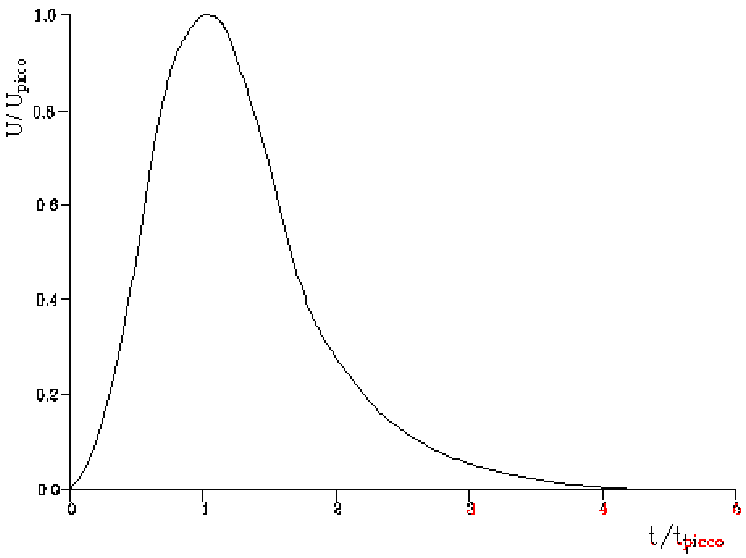
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

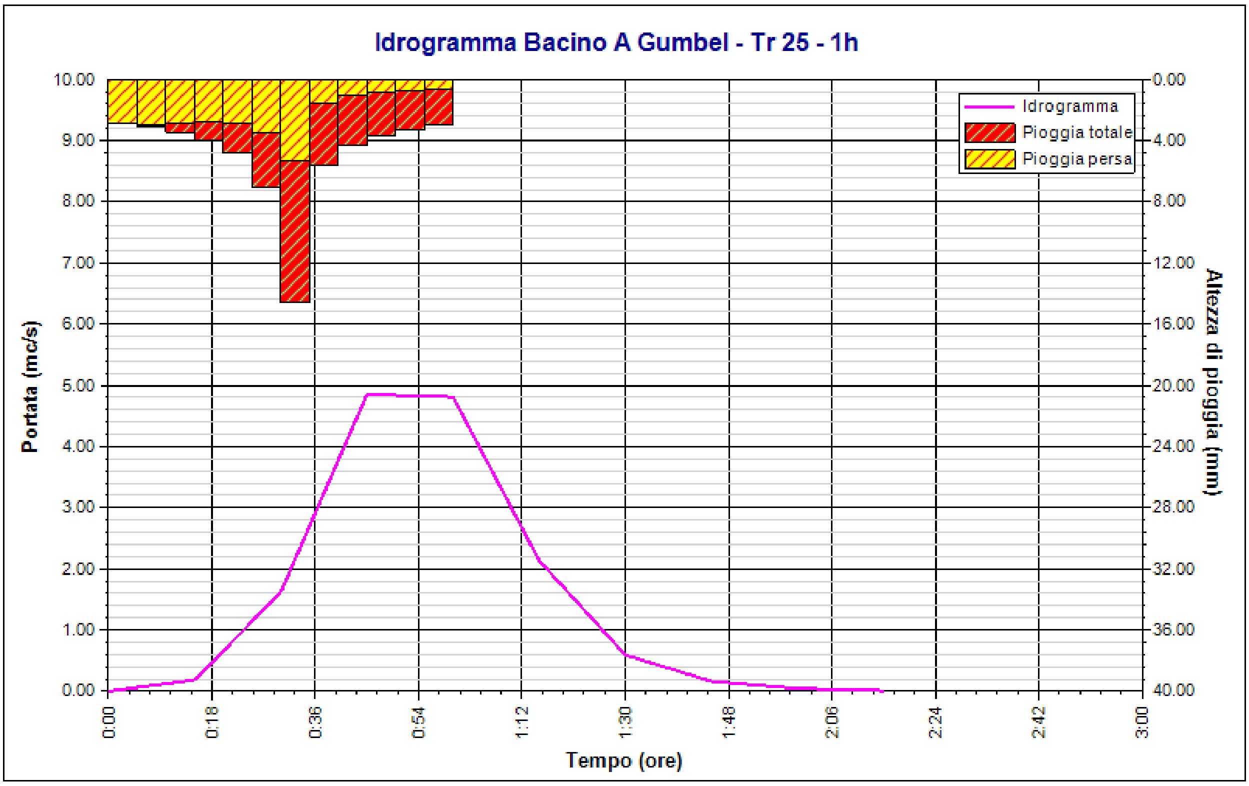
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h
Superficie del bacino: 0.4 kmq
Tlag: 0.204 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 85.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	9.457	8.644	0.813	0.0
2	0.250	15	15.795	9.226	6.569	0.2
3	0.500	30	24.465	8.005	16.460	1.6
4	0.750	45	9.948	2.151	7.797	4.9
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	4.8
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	2.1
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	0.6
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	0.2
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	0.0
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	4.9	mc/s
Istante picco	0.750	ore
Istante picco	45.0	minuti
Durata totale evento	2.250	ore
Volume afflusso	24	mc x 1000
Volume deflusso	13	mc x 1000
Altezza afflusso	59.666	mm
Altezza deflusso	32.398	mm
Coeff. deflusso	0.54	-
Coeff. udometrico	12.13	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino A Gumbel - Tr 25 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

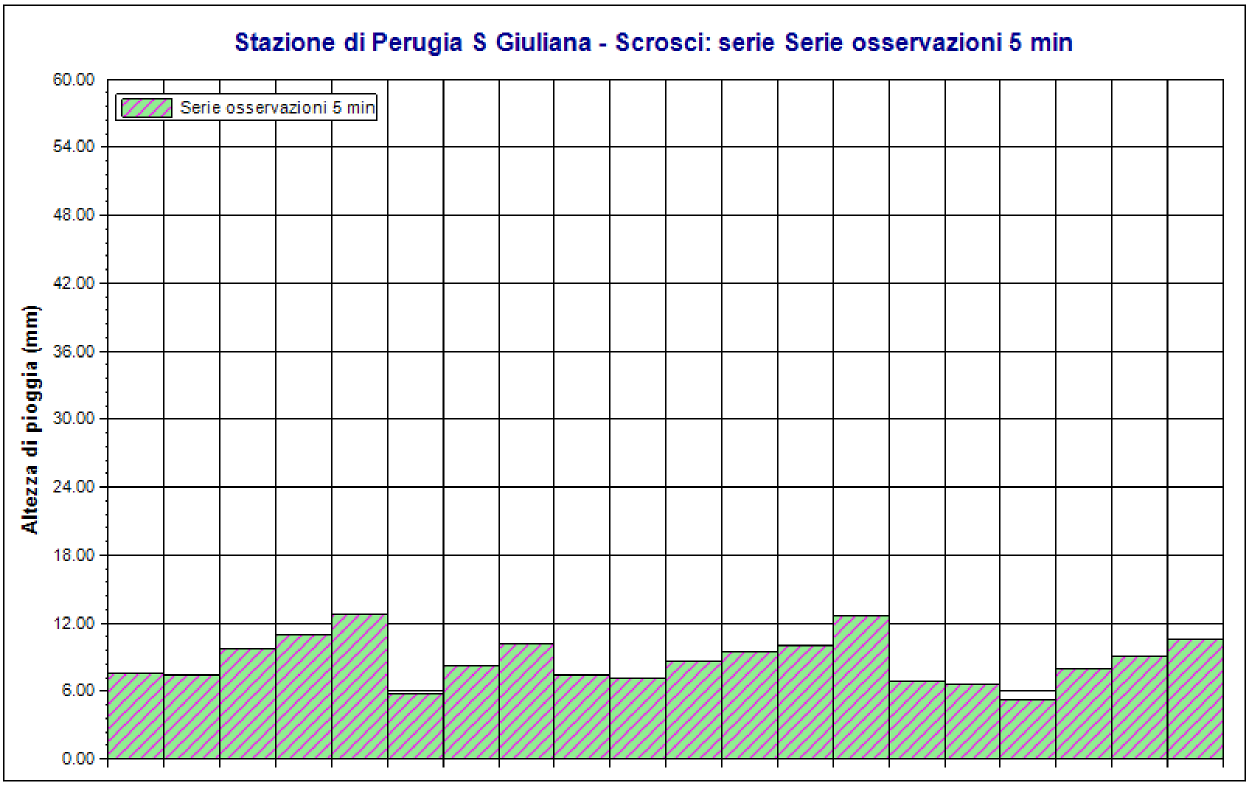
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

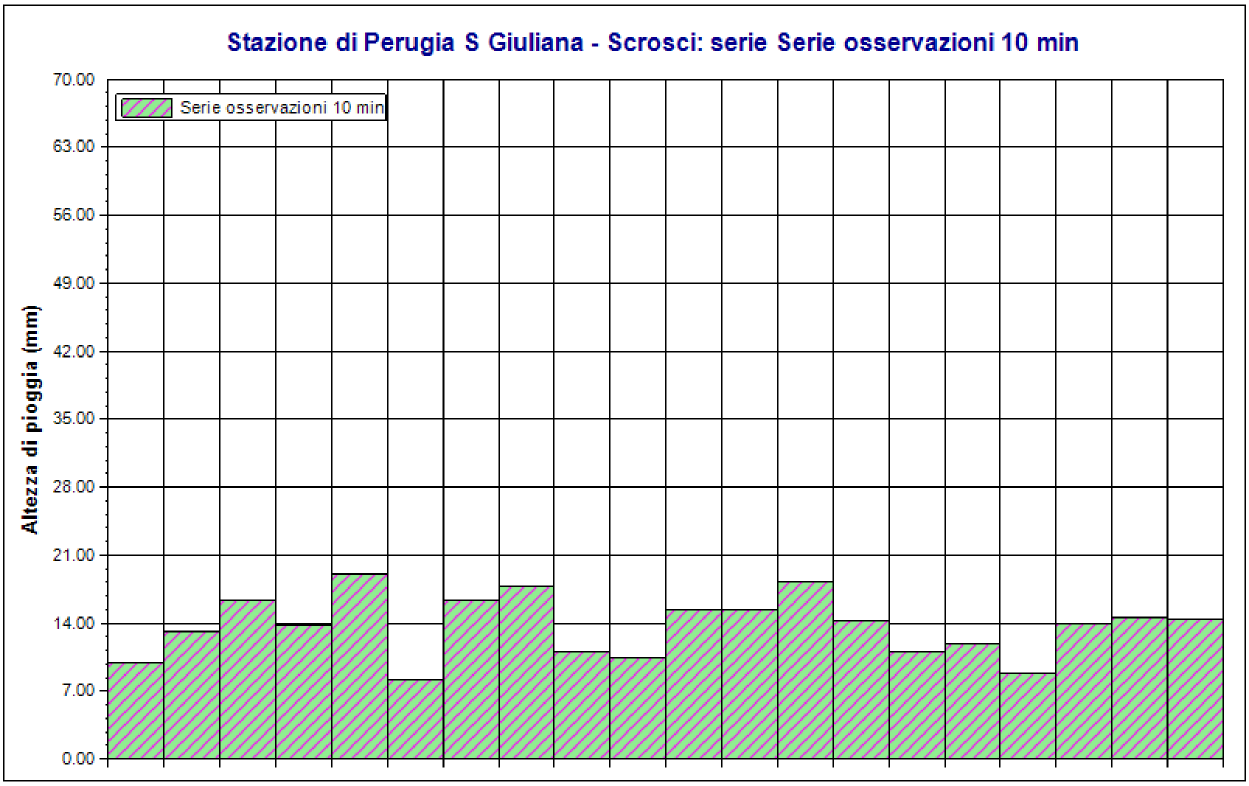
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

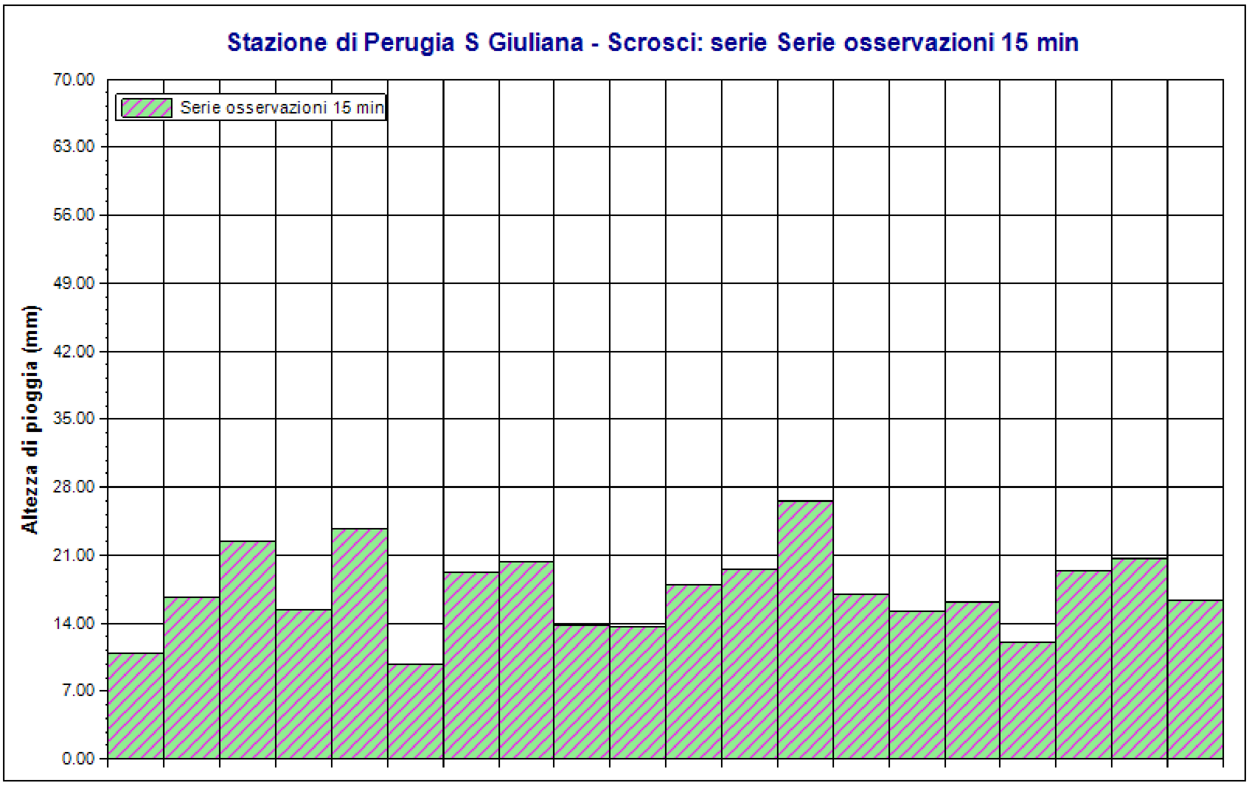
Parametro	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



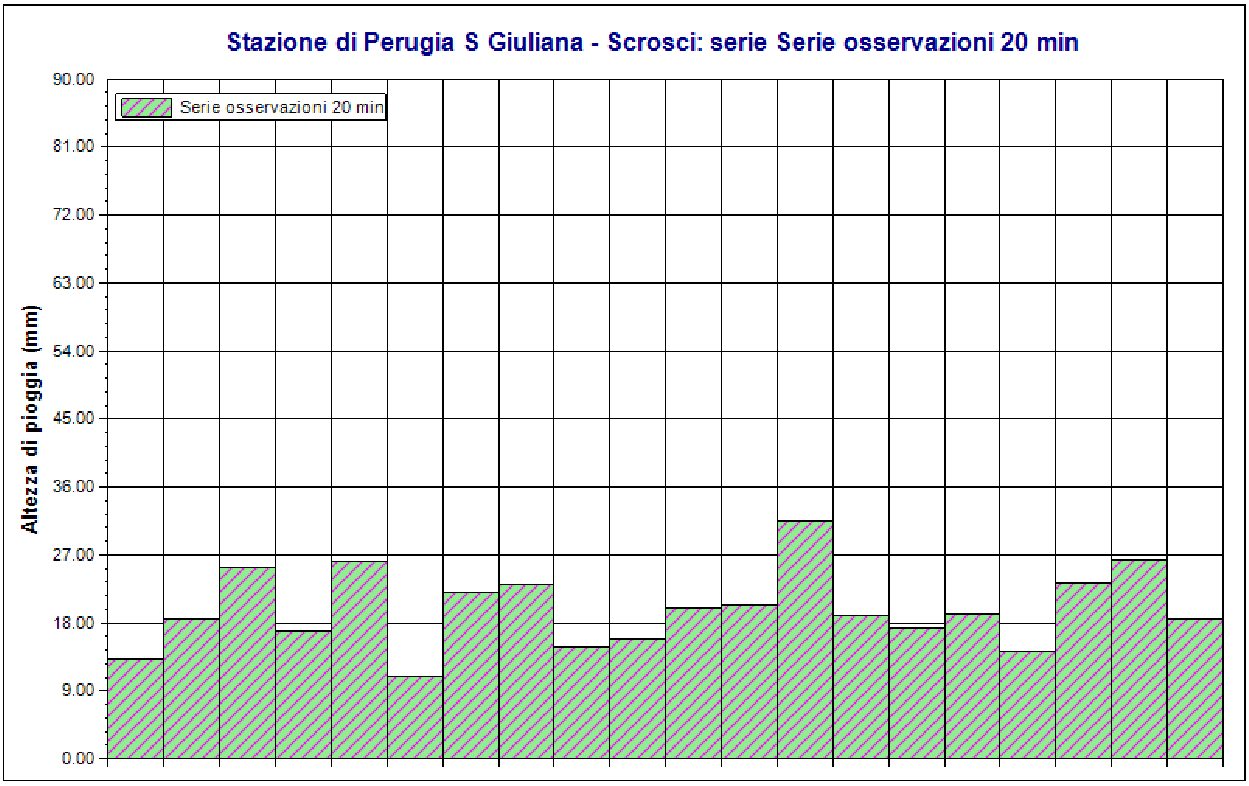
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



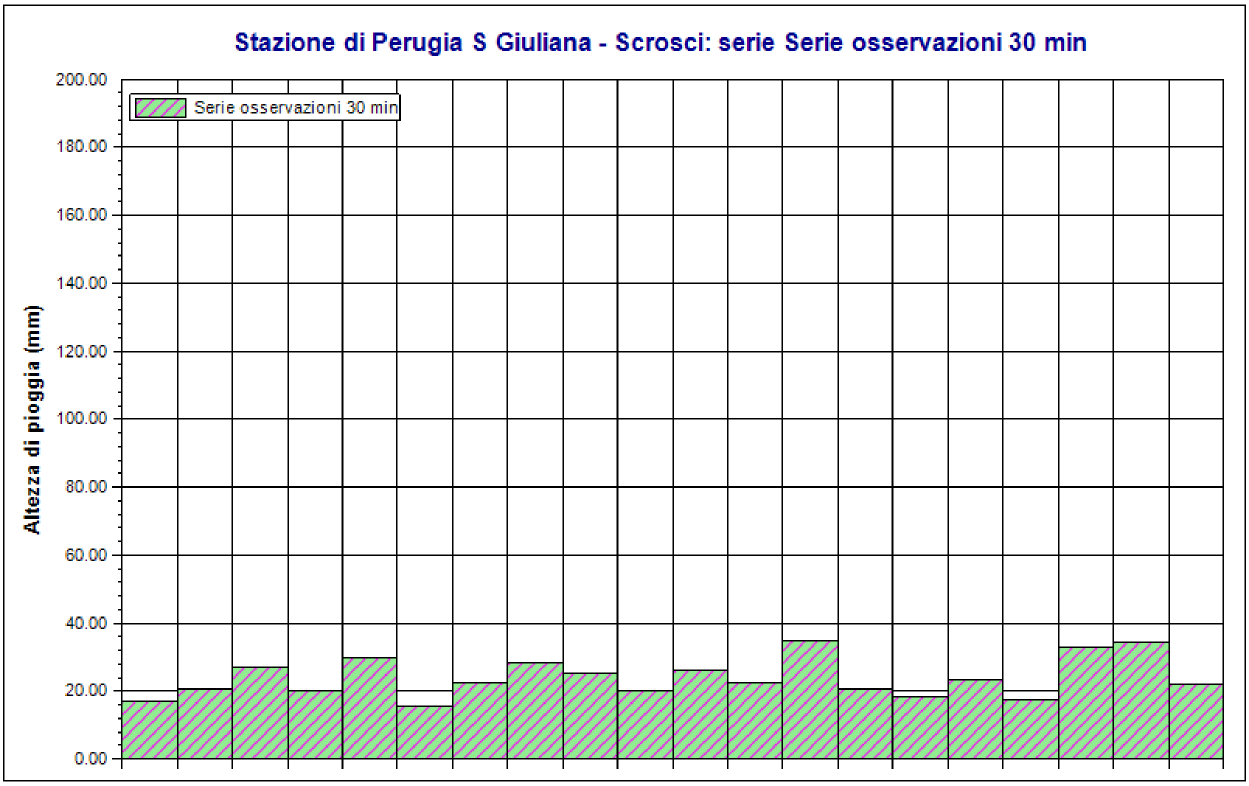
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

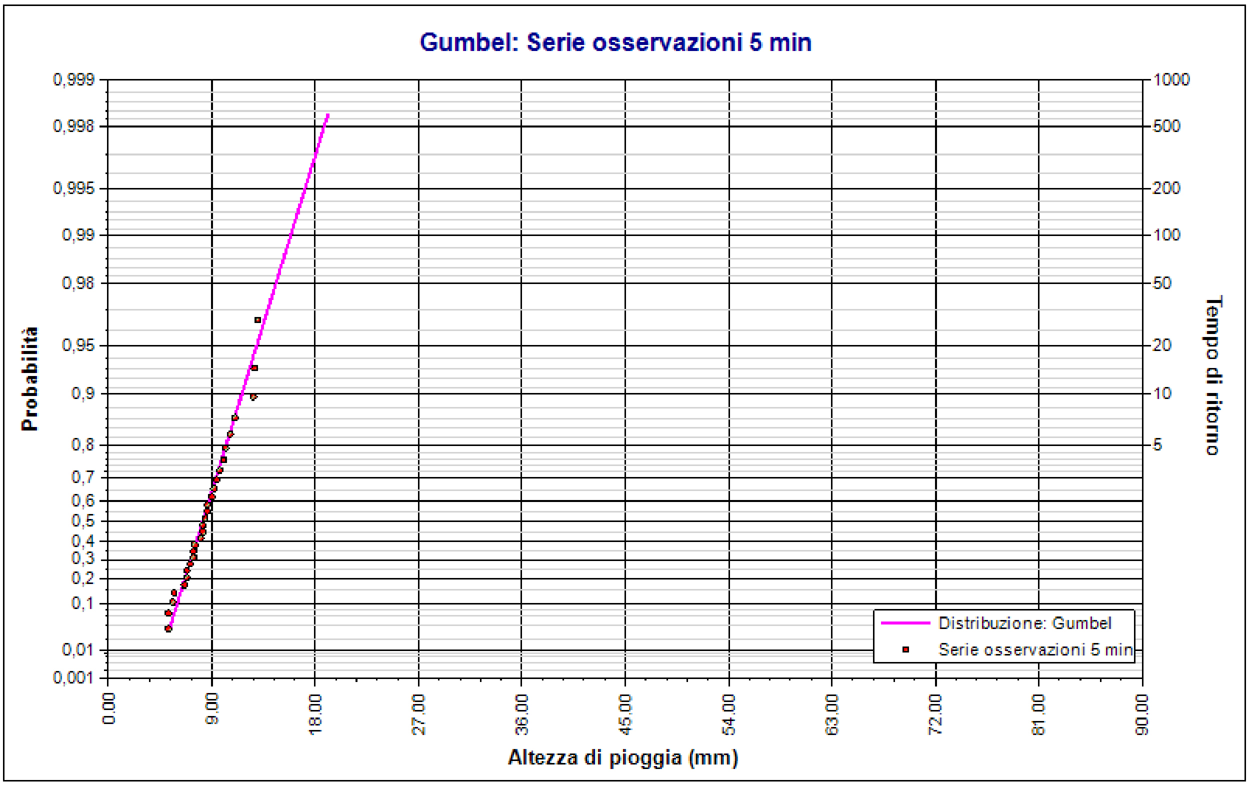
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

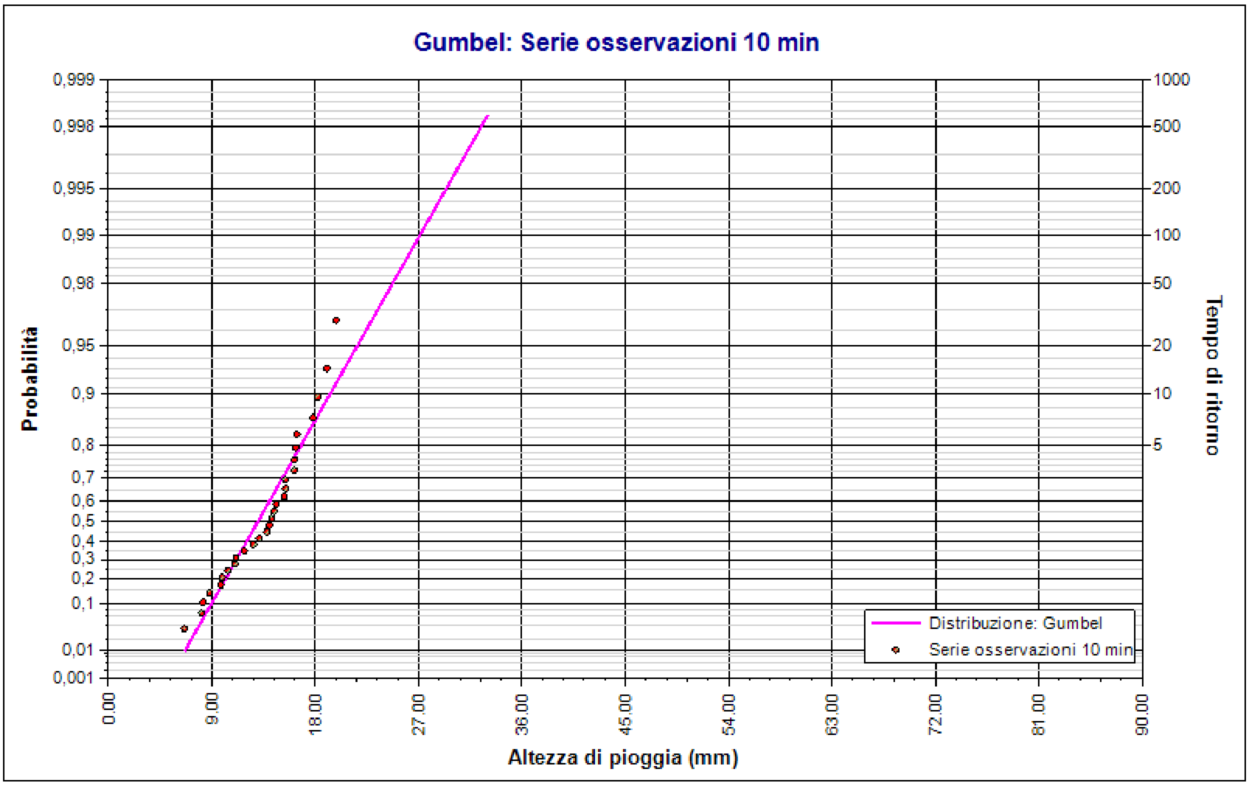
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x-7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x-11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x-14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x-17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x-20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

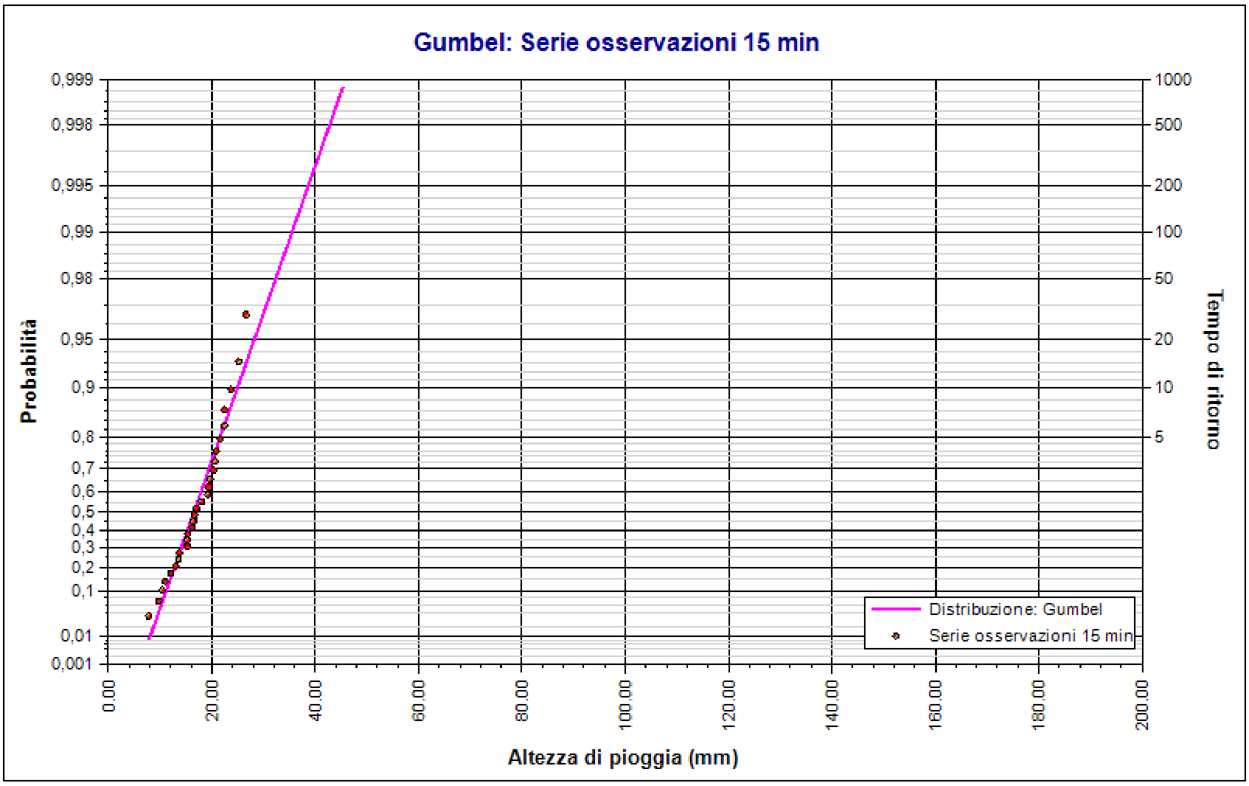
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



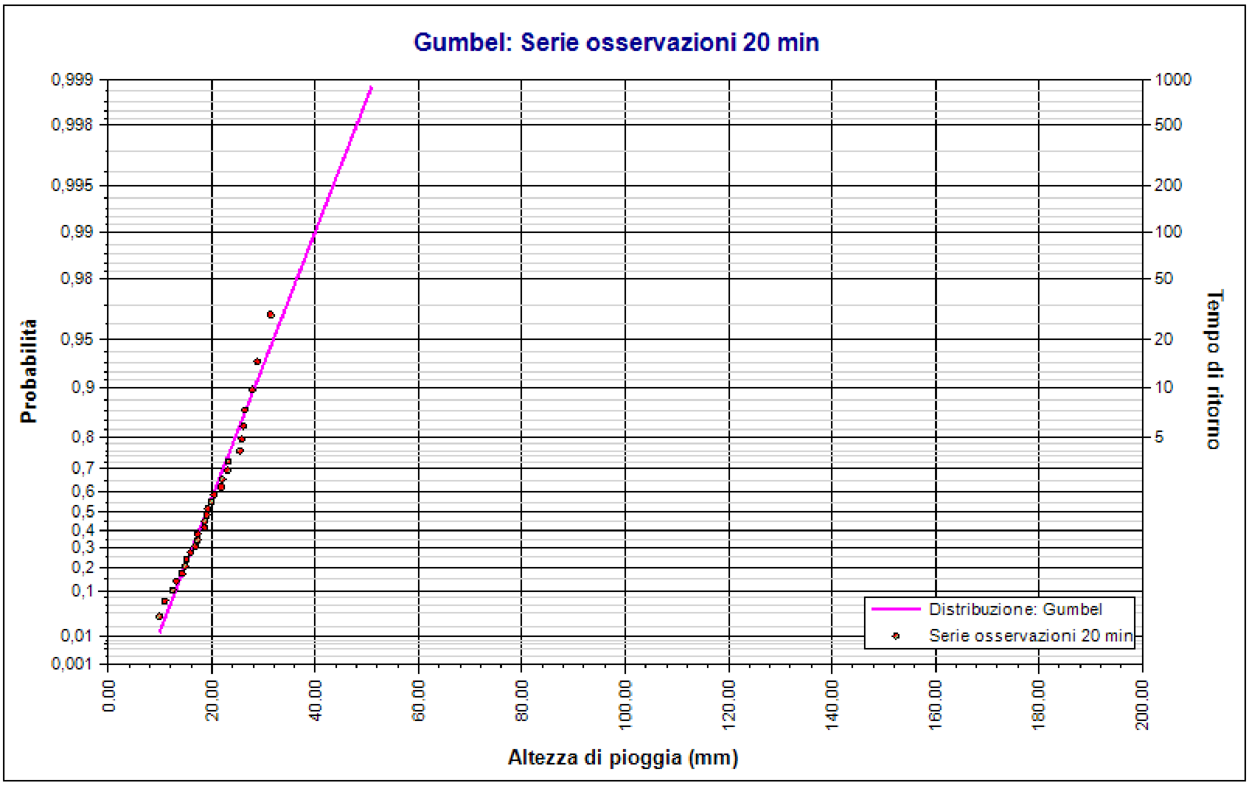
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



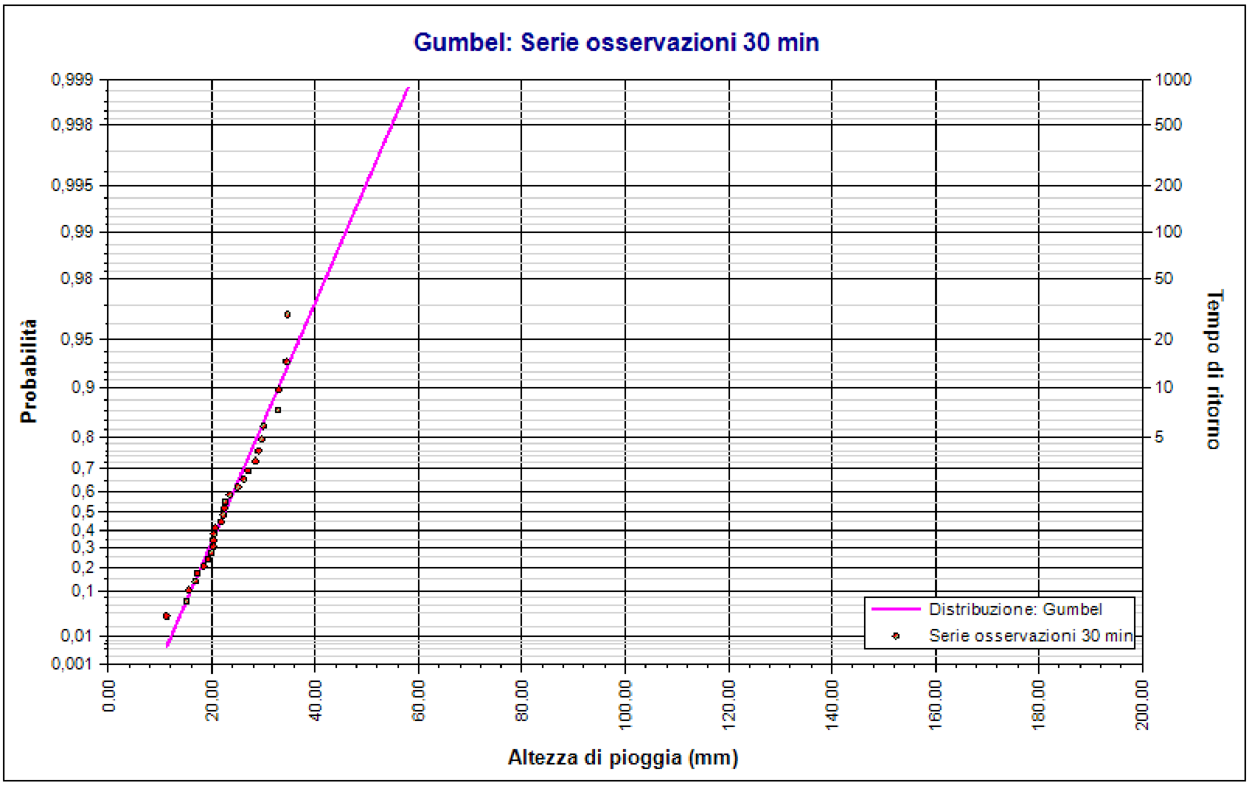
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 10.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

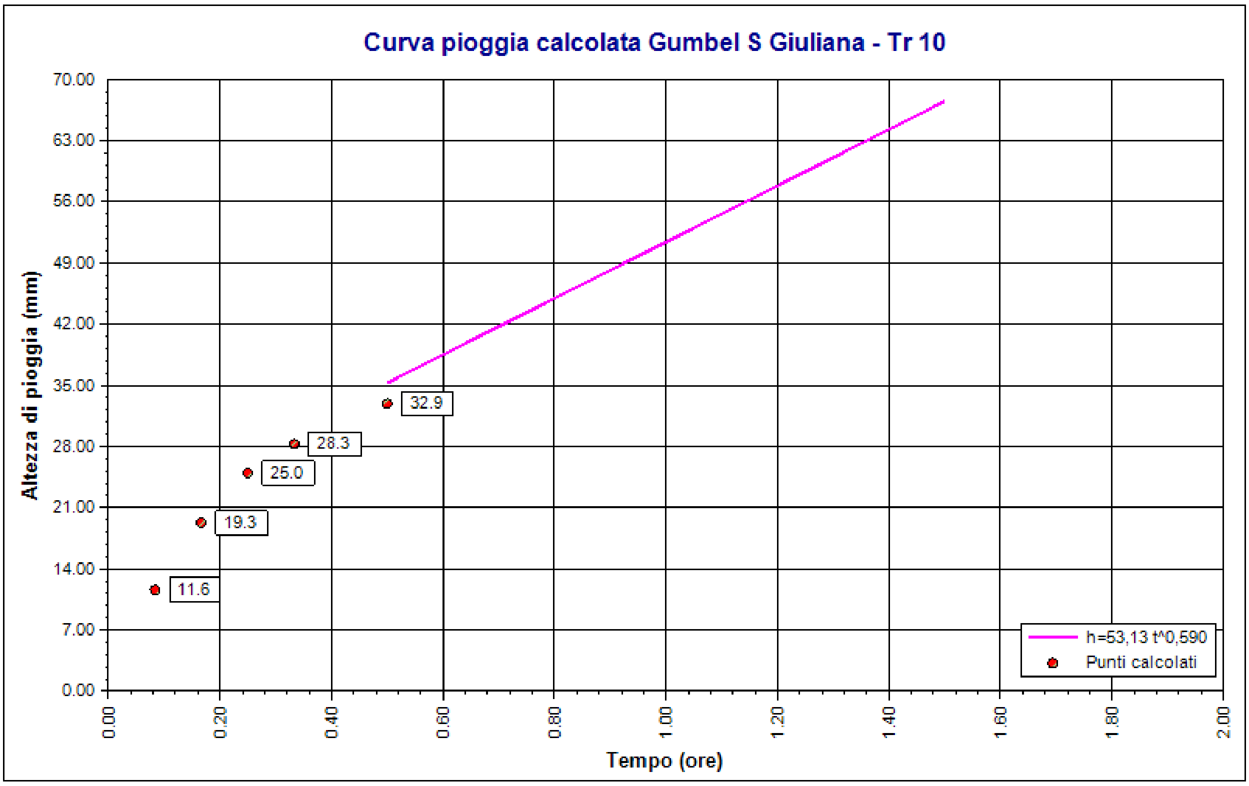
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	11.590
2	0.167	10	19.263
3	0.250	15	24.970
4	0.333	20	28.283
5	0.500	30	32.906

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
53.13	0.59	0.99	$h(t) = 53,1\ t^{0.590}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	53.132		9	194.464		17	283.100
2	80.005		10	206.947		18	292.818
3	101.648		11	218.928		19	302.318
4	120.469		12	230.471		20	311.615
5	137.436		13	241.626		21	320.723
6	153.059		14	252.434		22	329.656
7	167.645		15	262.931		23	338.423
8	181.399		16	273.145		24	347.036



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 17
Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

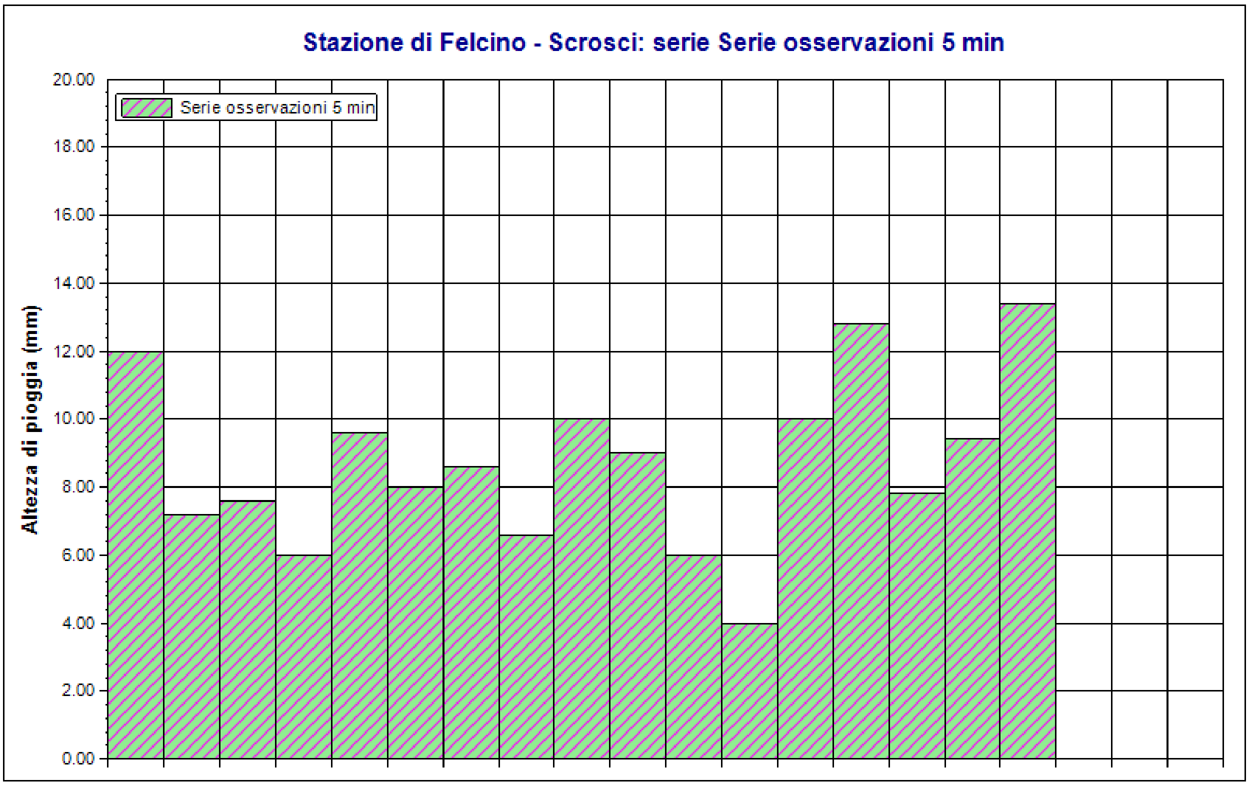
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

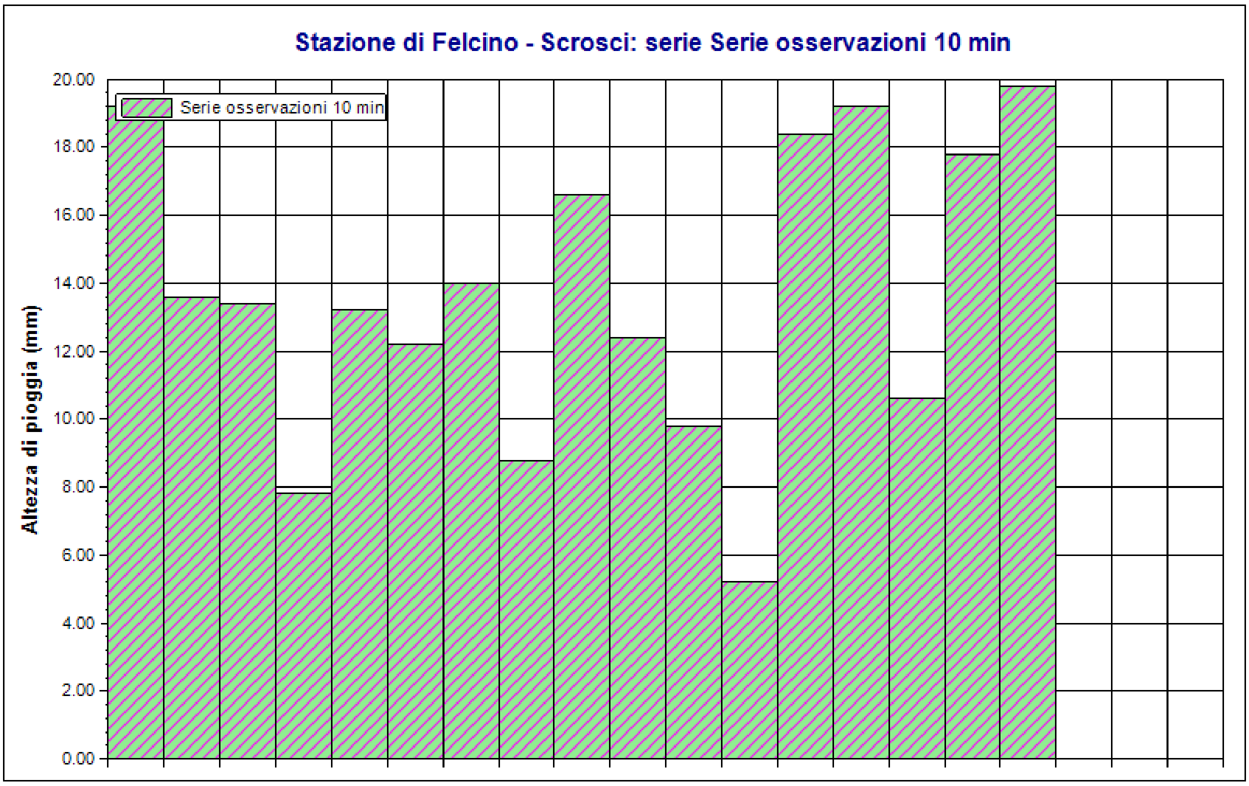
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

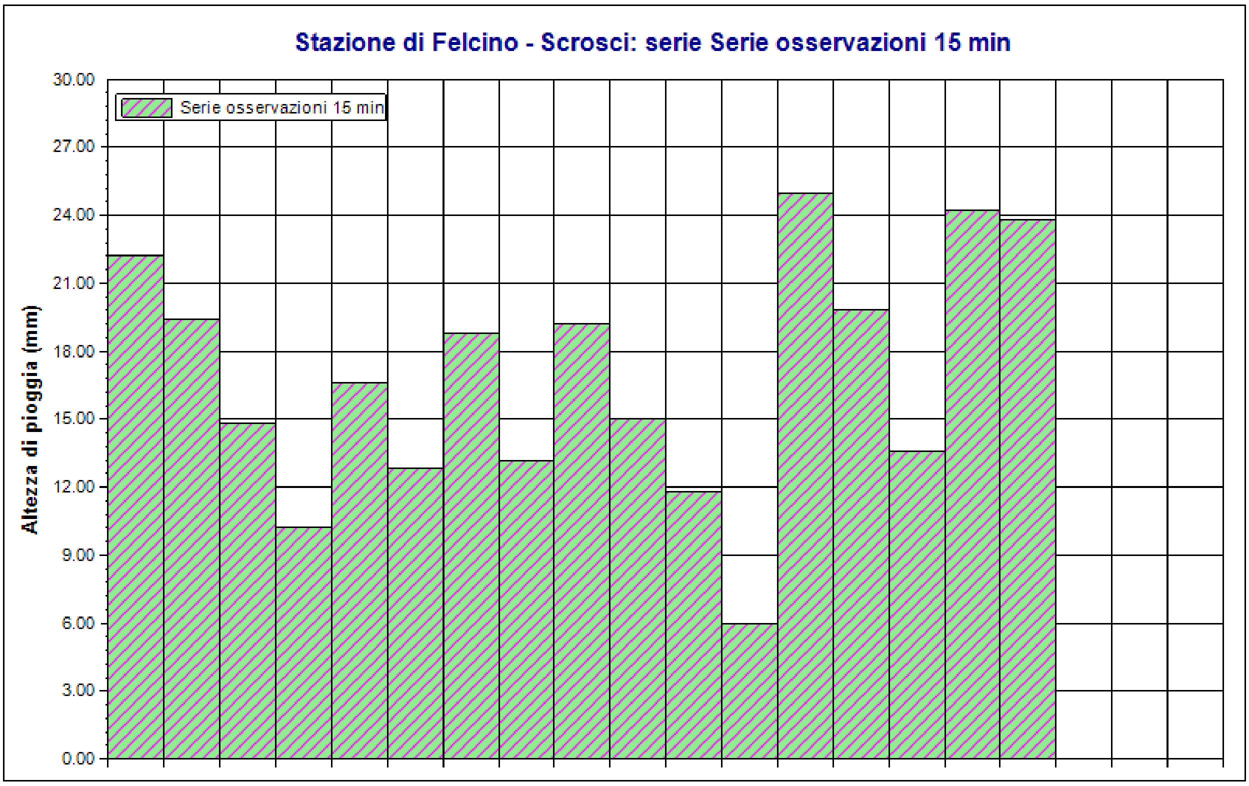
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



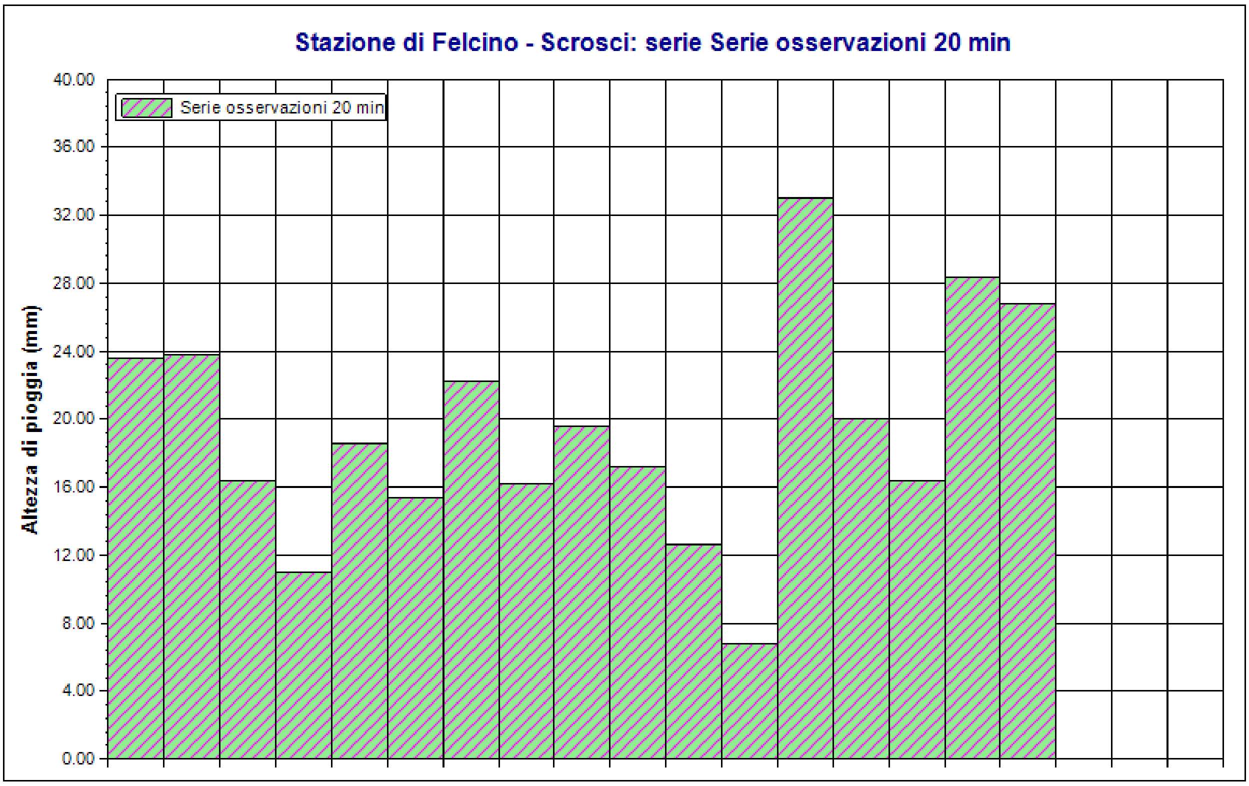
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



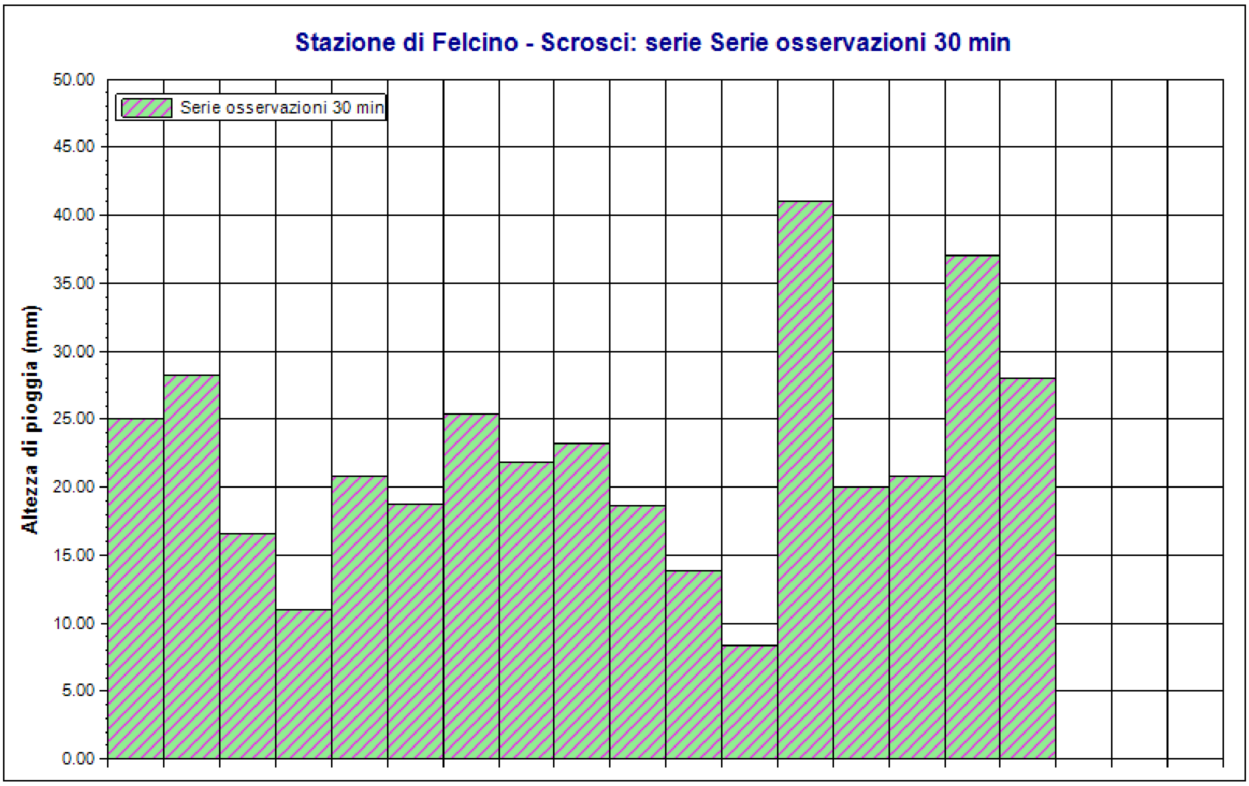
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

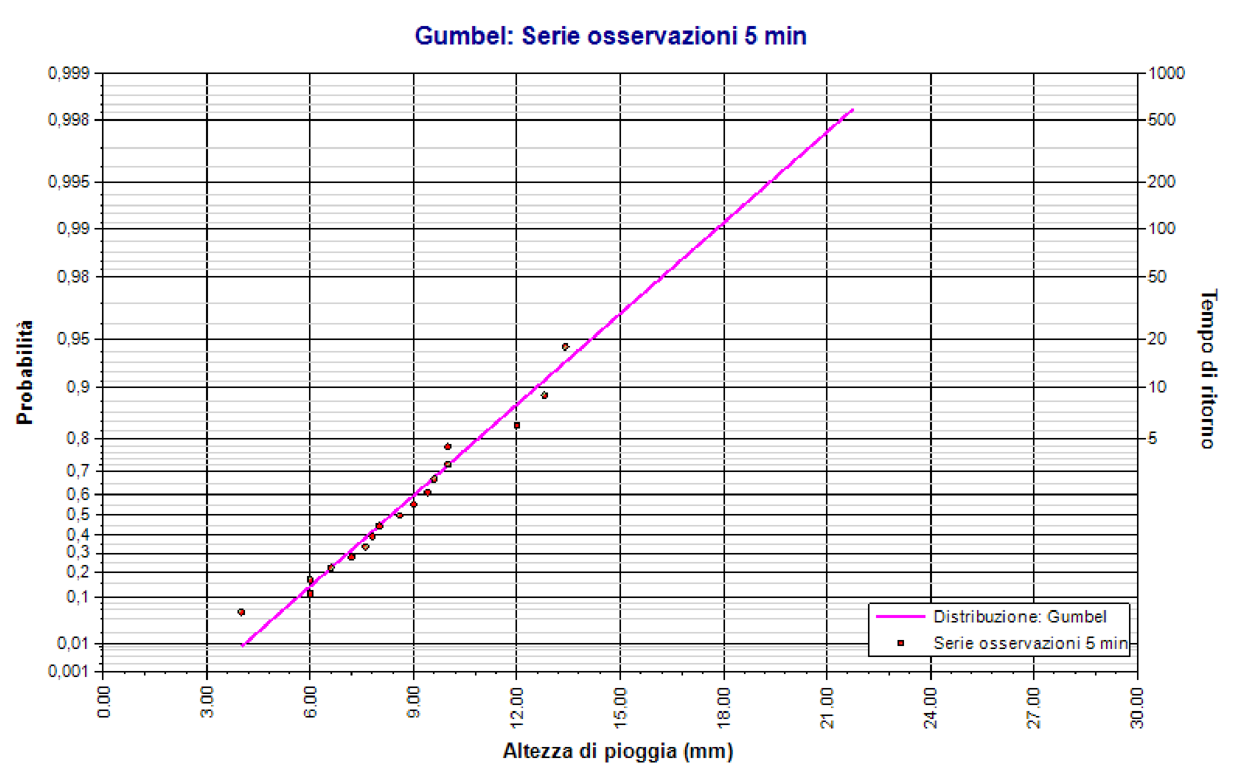
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

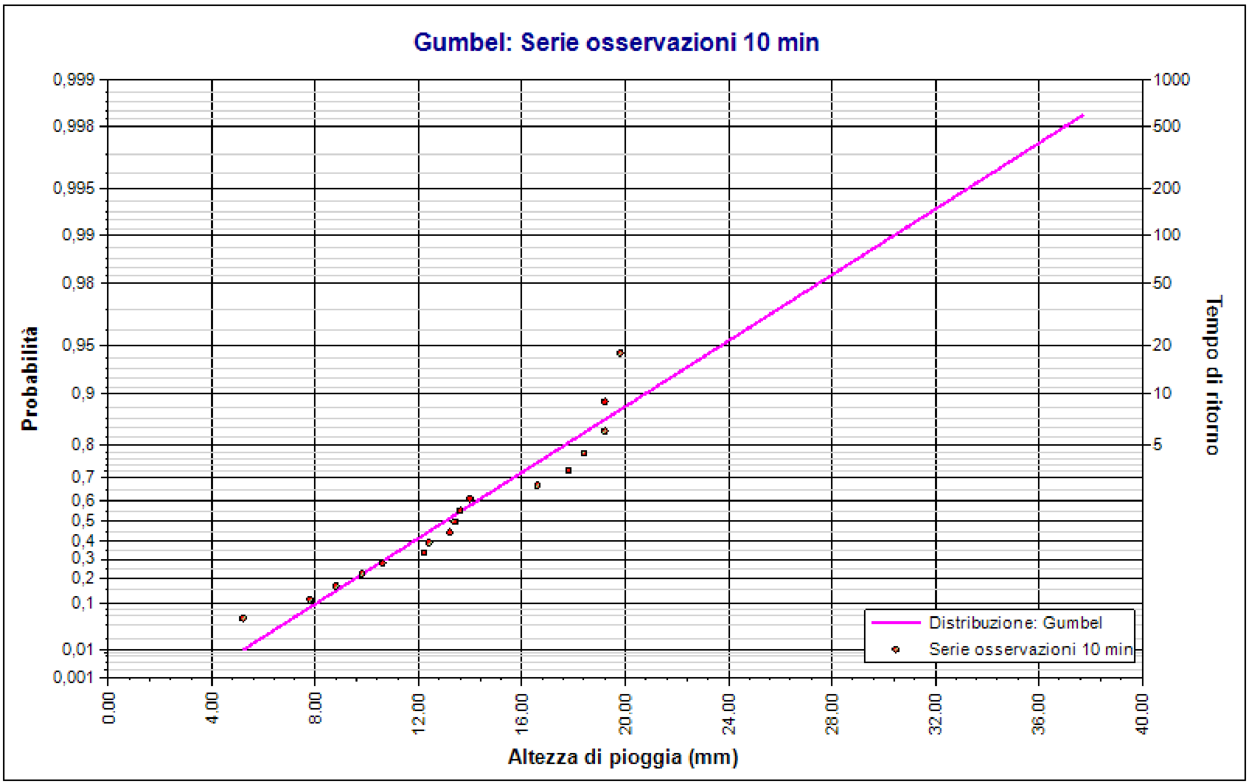
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x-7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x-11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x-14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x-16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x-18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

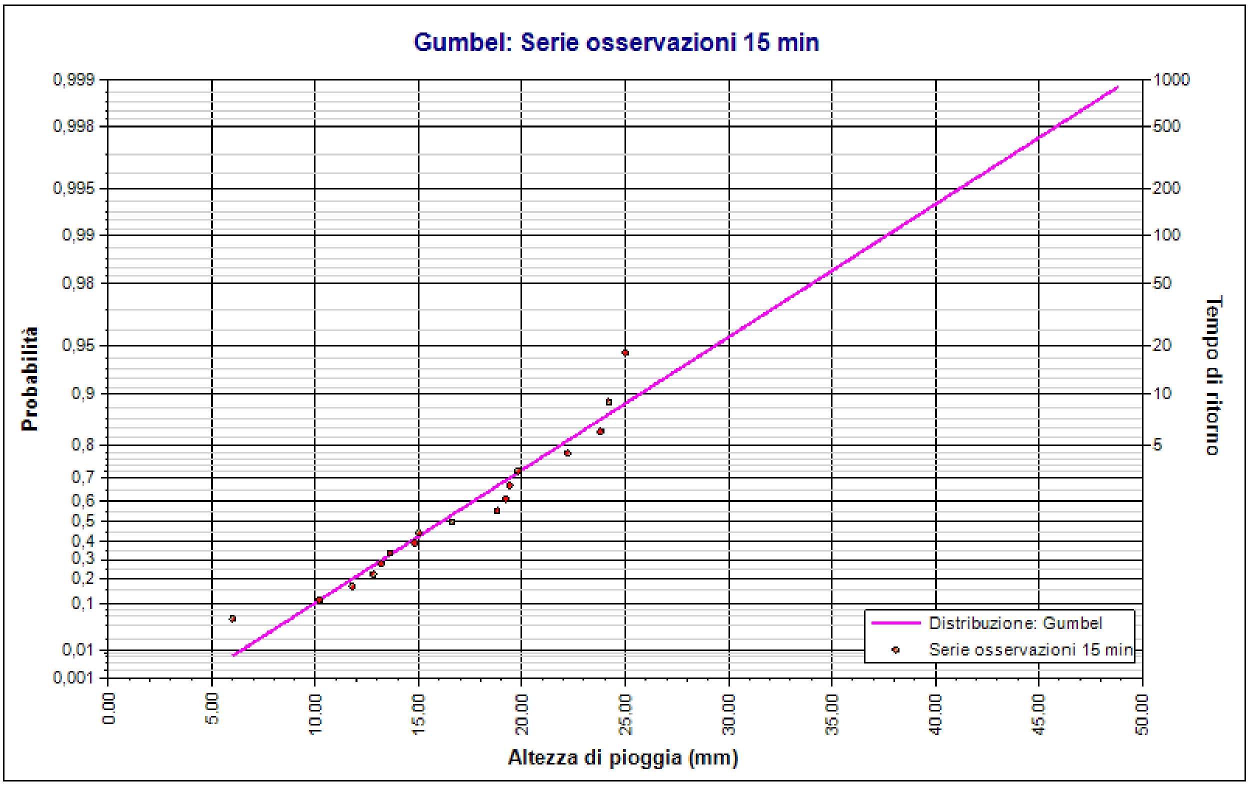
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



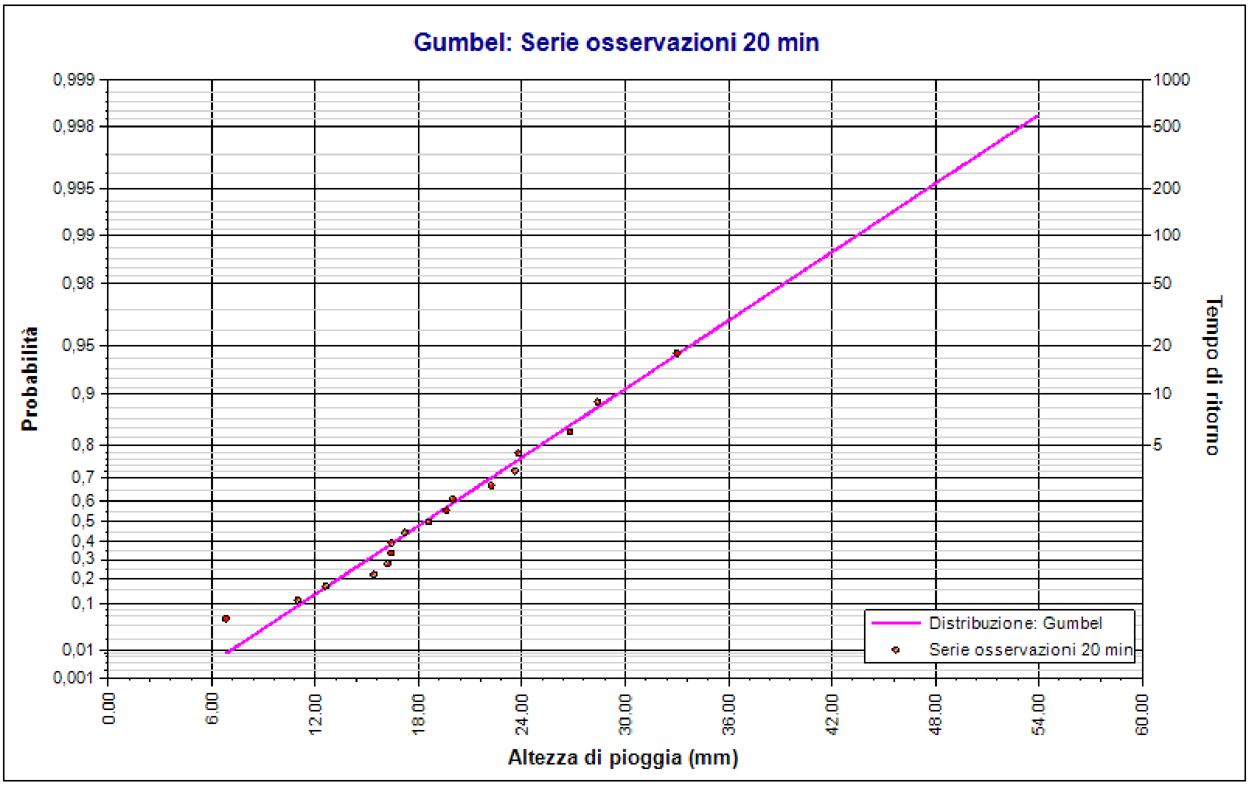
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



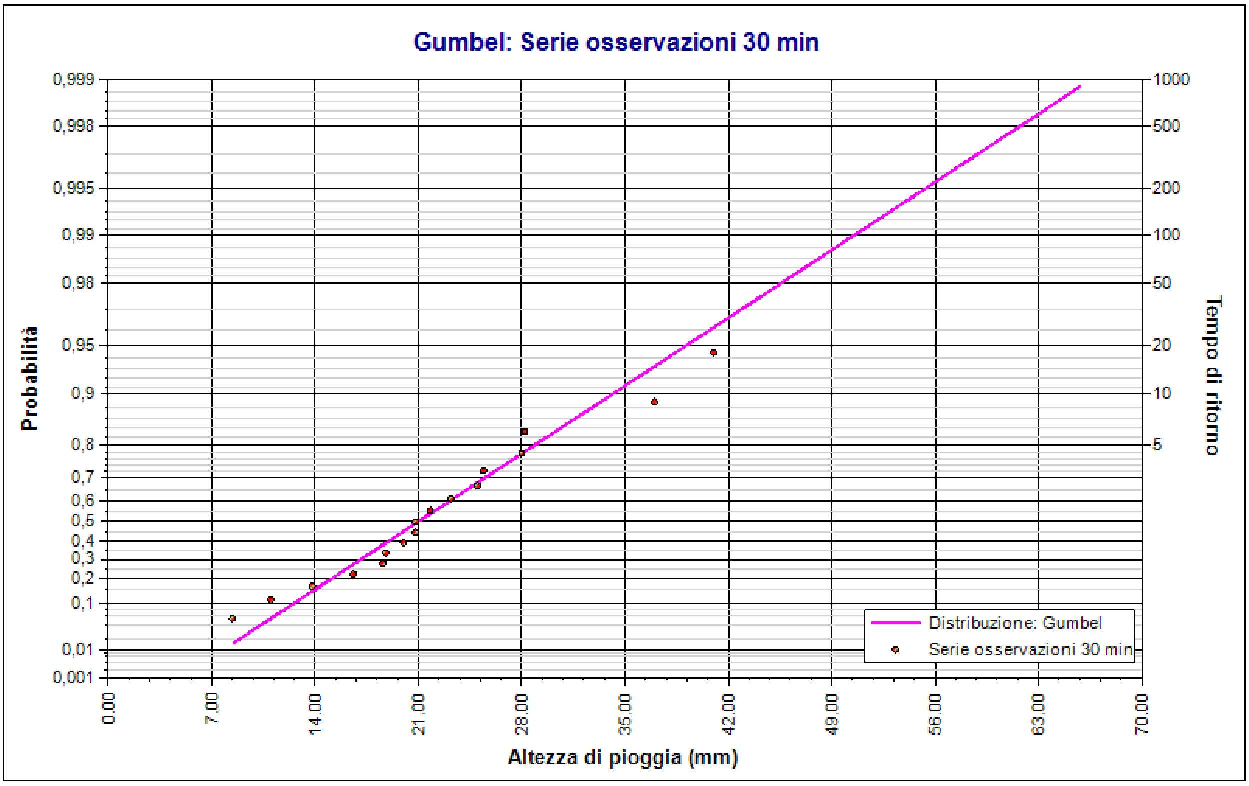
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 10.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

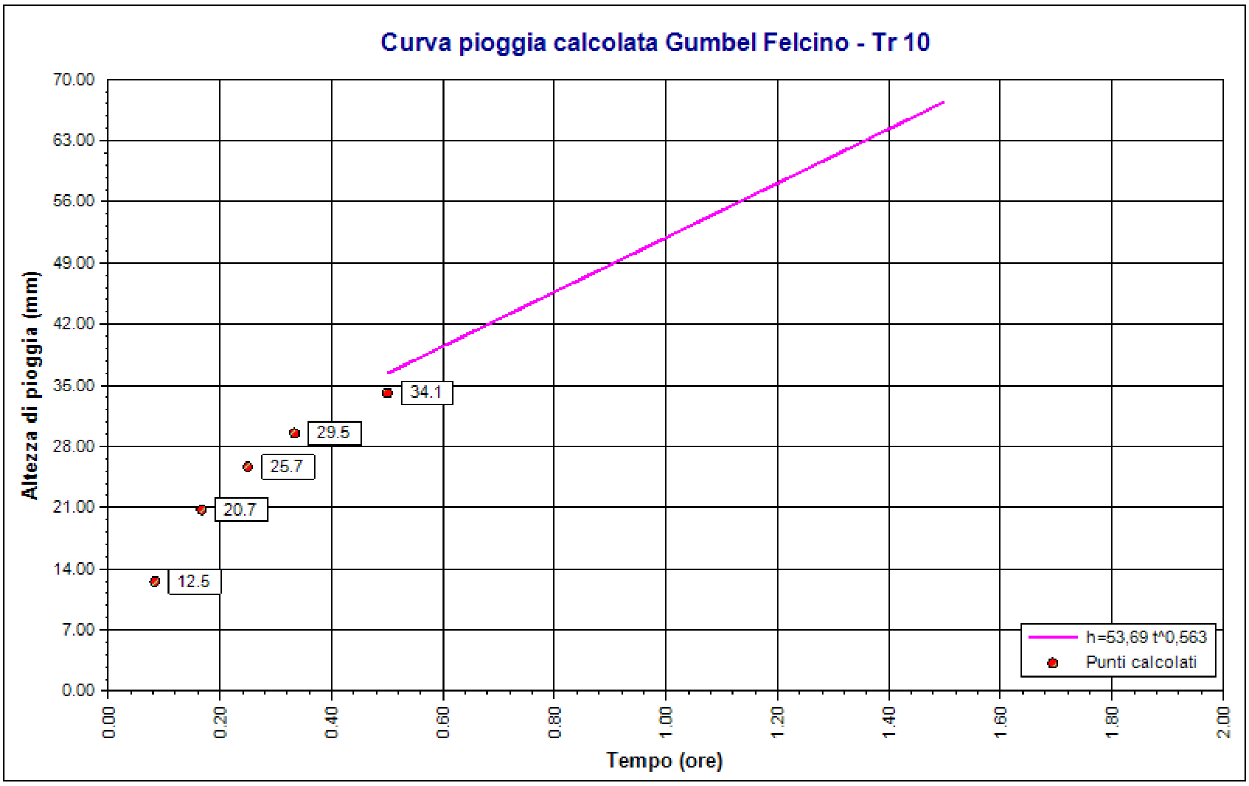
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	12.546
2	0.167	10	20.750
3	0.250	15	25.685
4	0.333	20	29.513
5	0.500	30	34.125

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
53.69	0.56	0.99	$h(t) = 53,7\, t^{0.563}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	53.695		9	184.827		17	264.334
2	79.302		10	196.113		18	272.972
3	99.620		11	206.916		19	281.402
4	117.121		12	217.297		20	289.641
5	132.787		13	227.305		21	297.701
6	147.130		14	236.982		22	305.595
7	160.459		15	246.361		23	313.334
8	172.977		16	255.470		24	320.926



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 14
Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

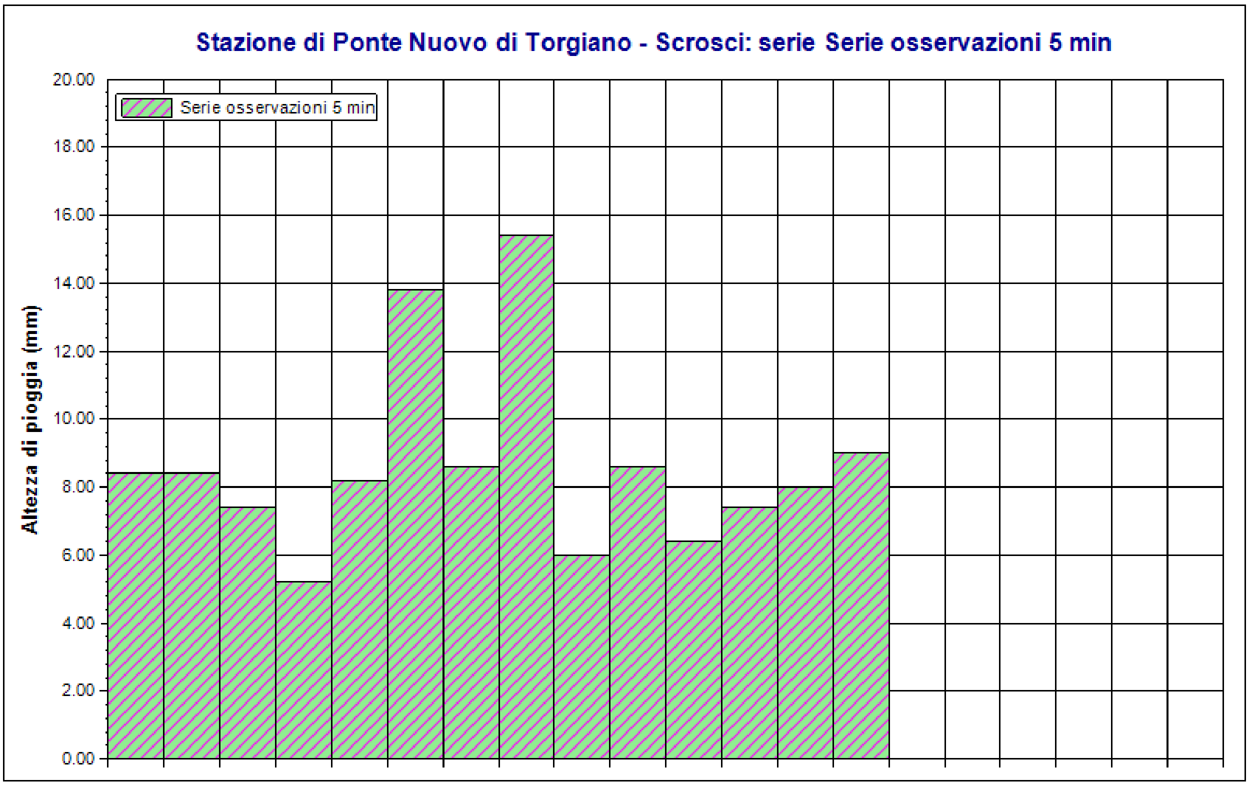
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

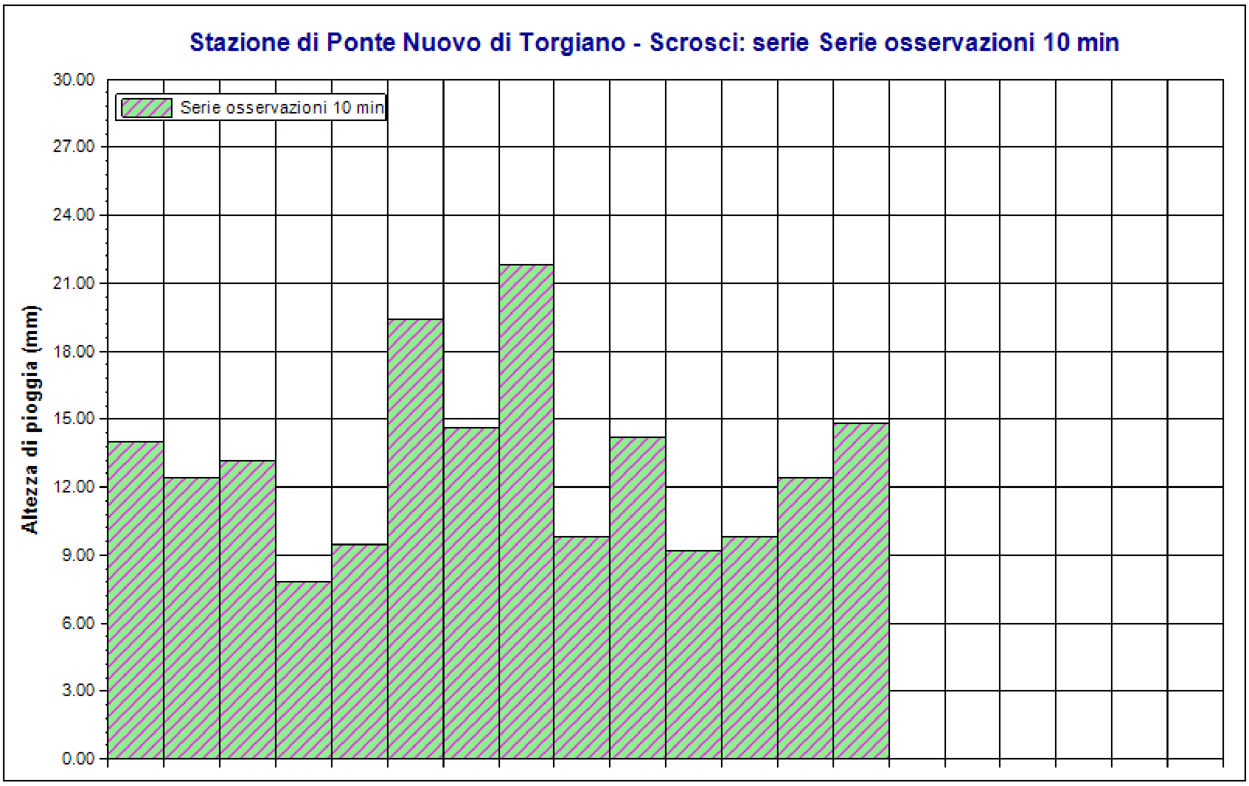
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

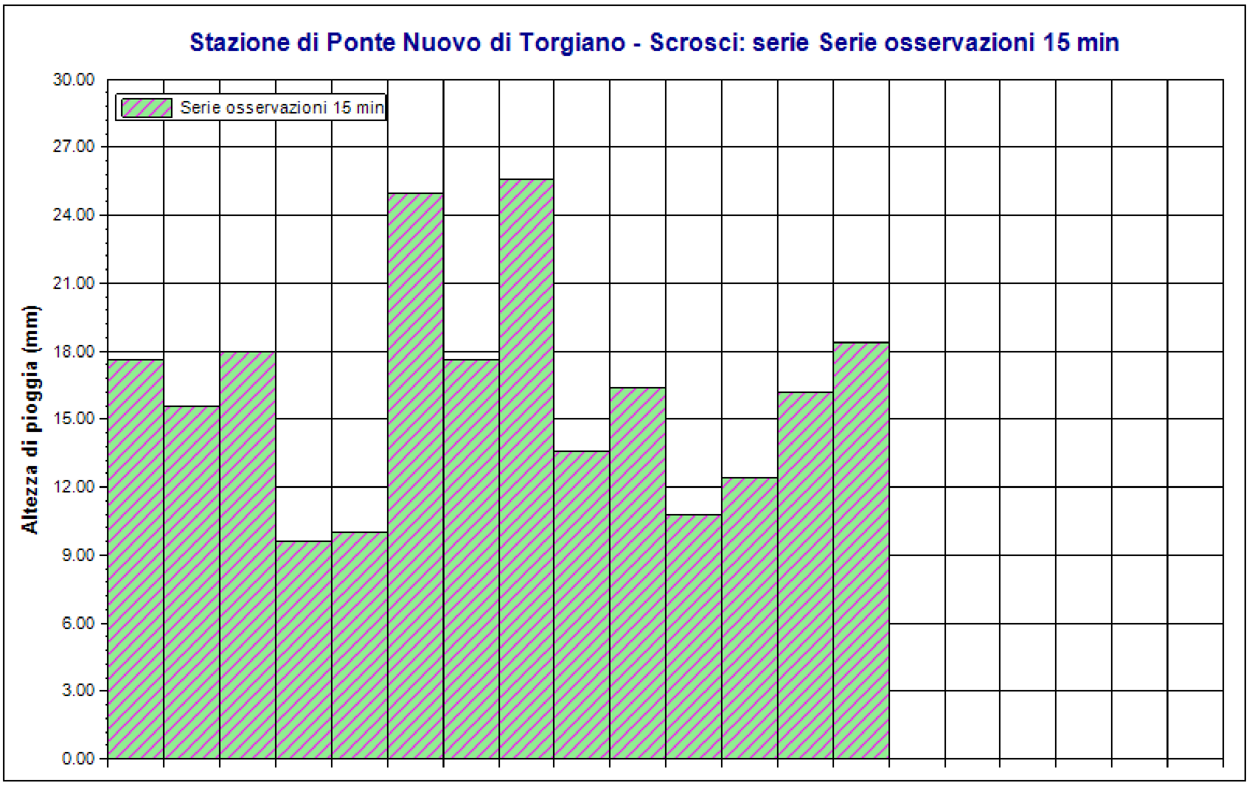
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



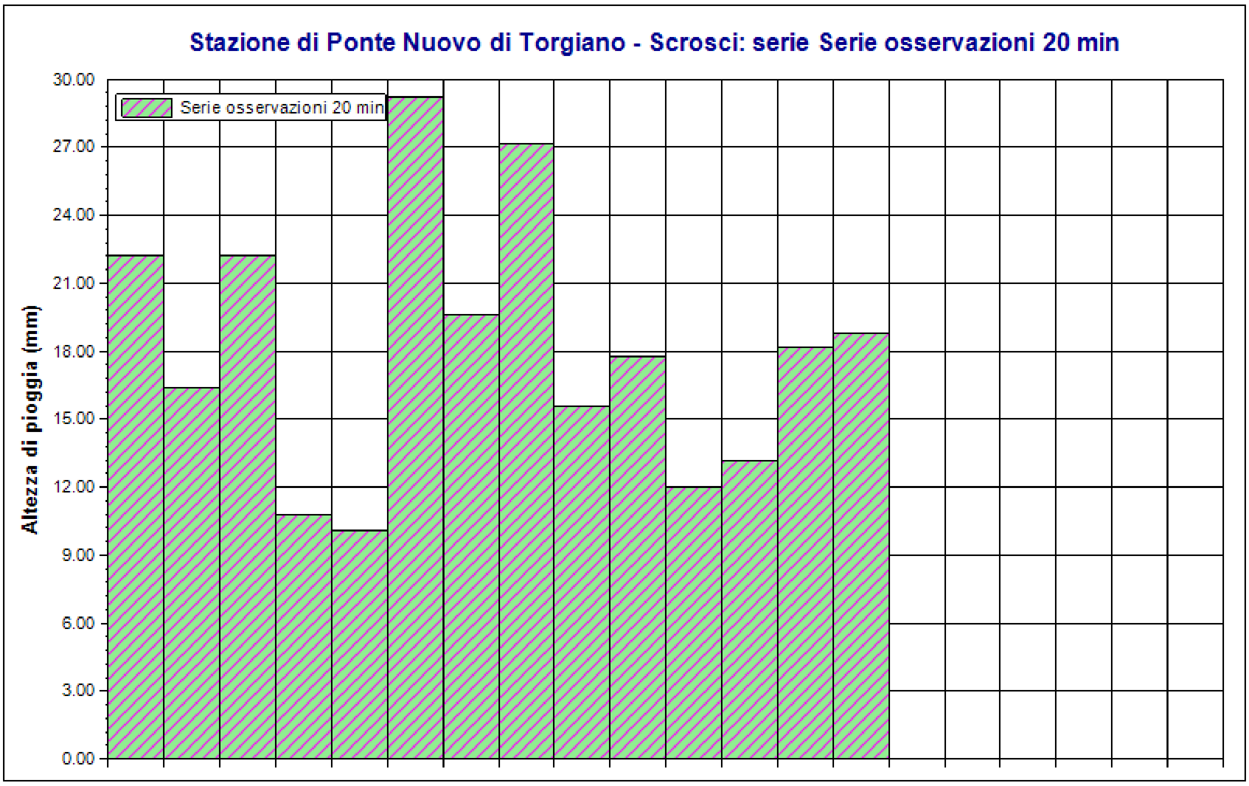
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



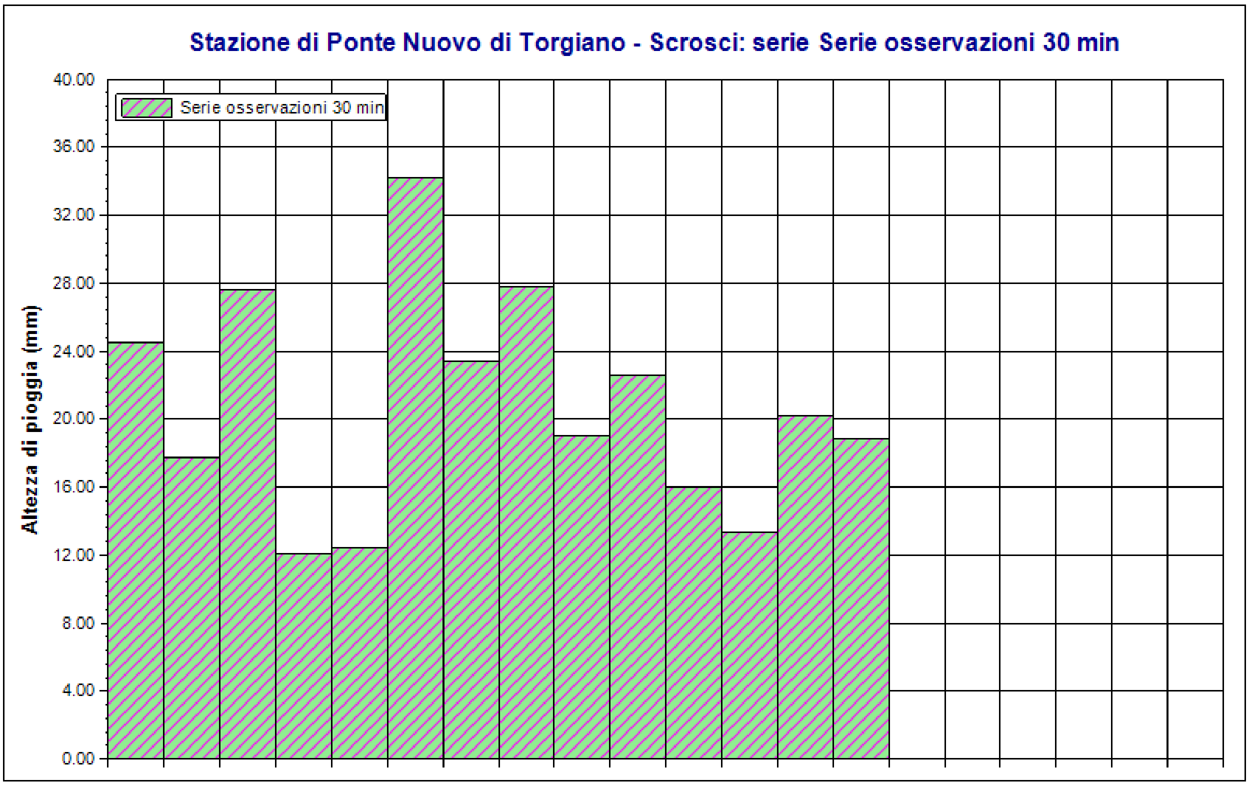
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

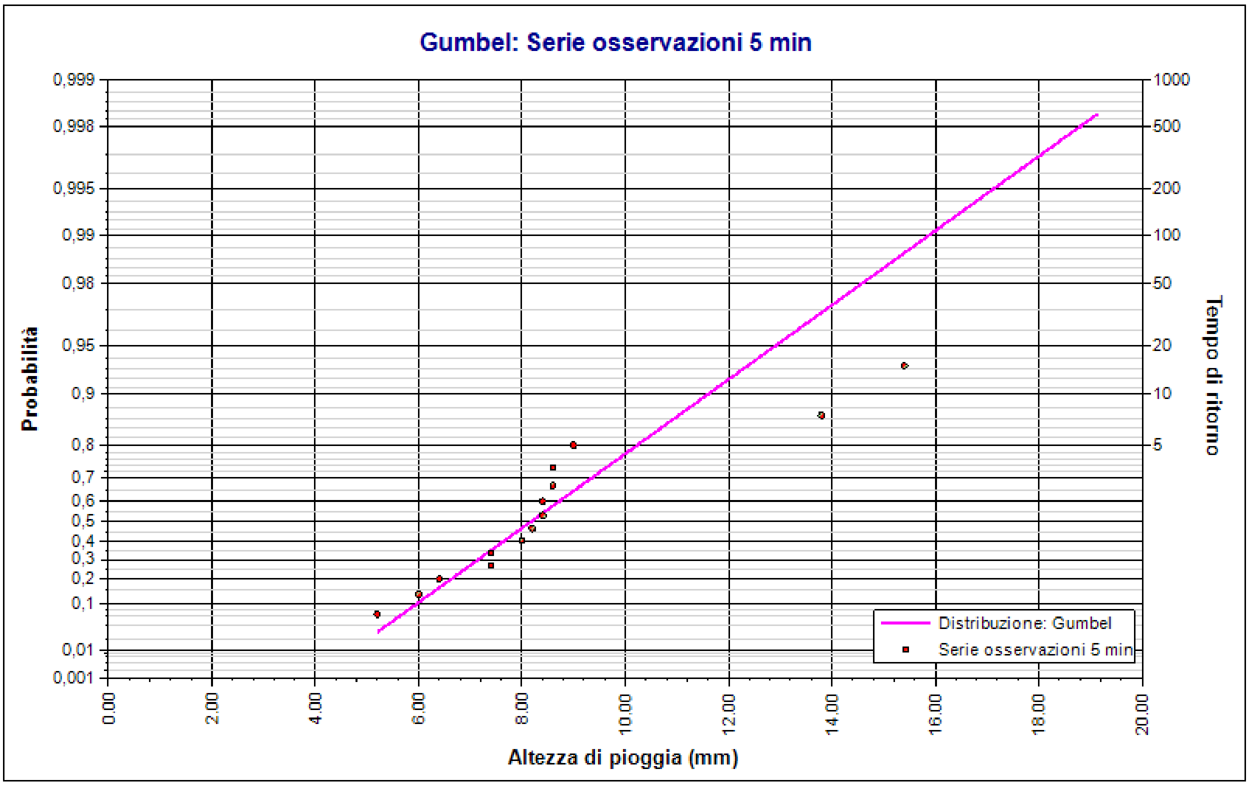
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

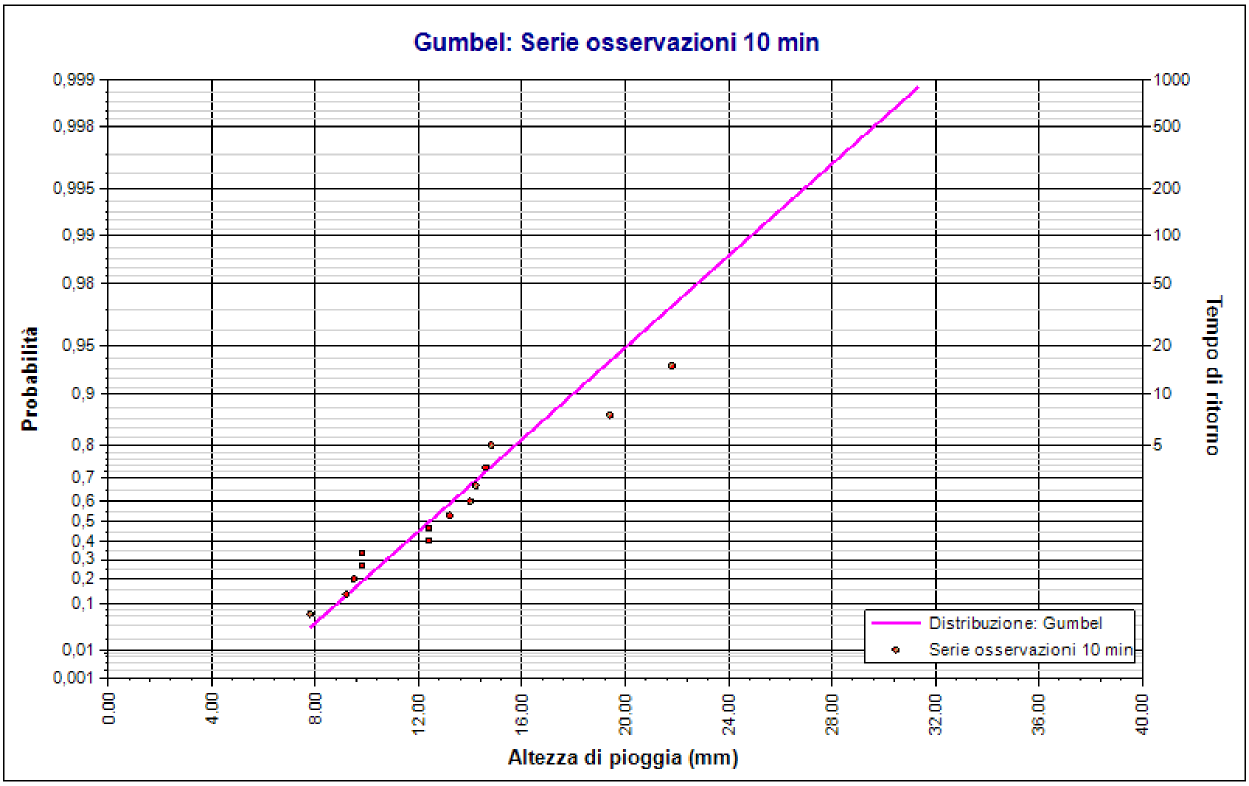
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

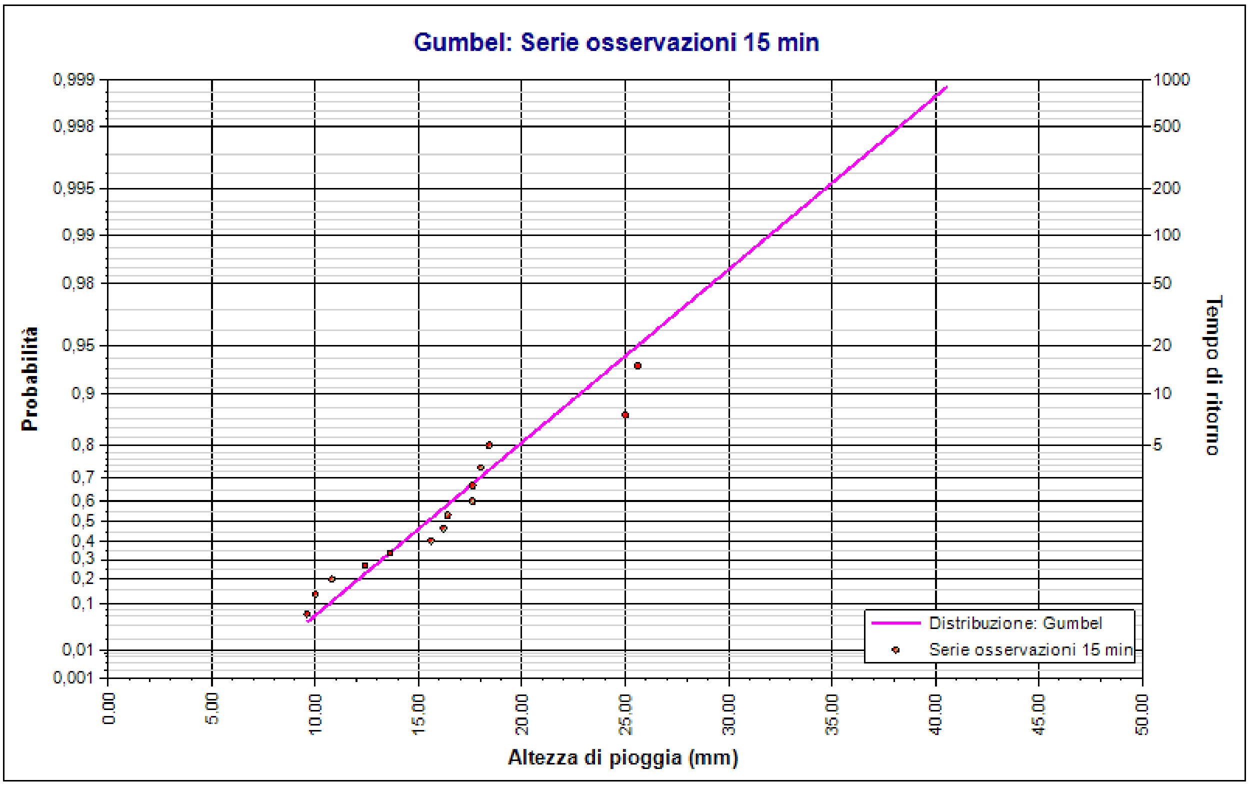
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



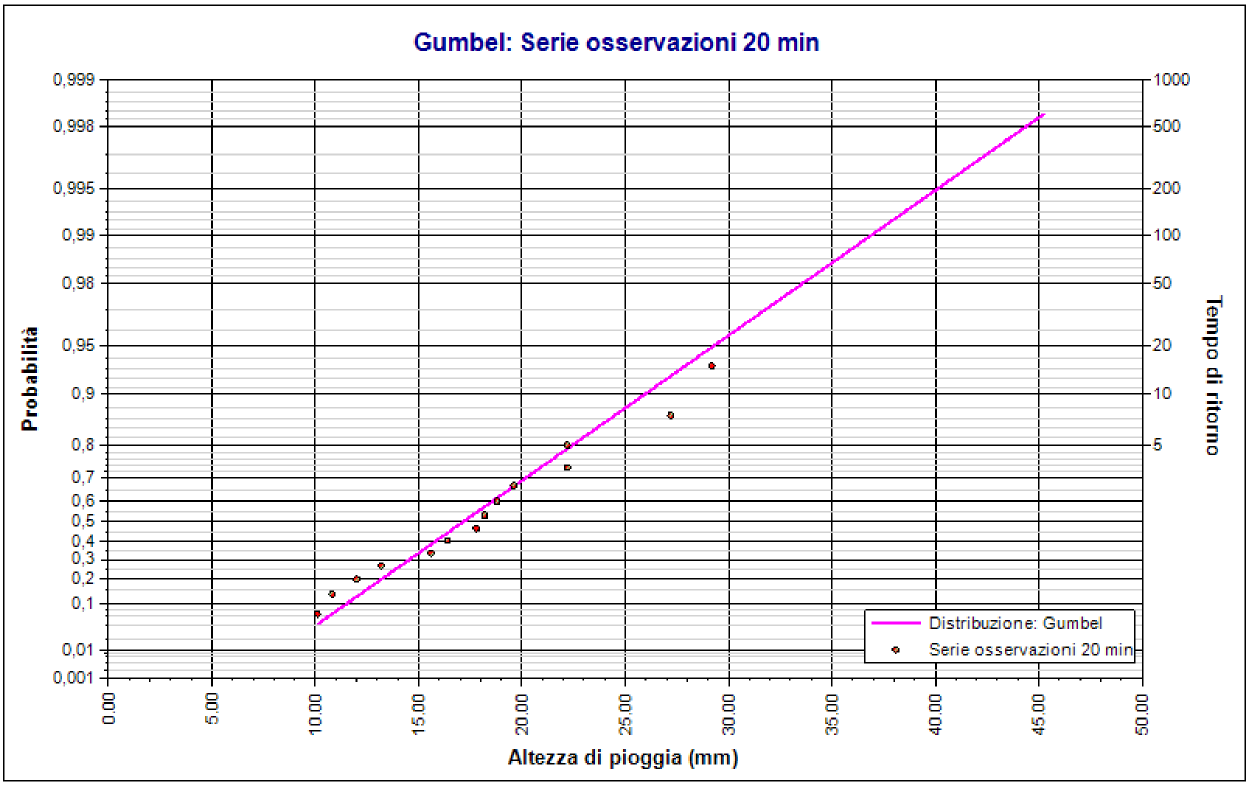
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



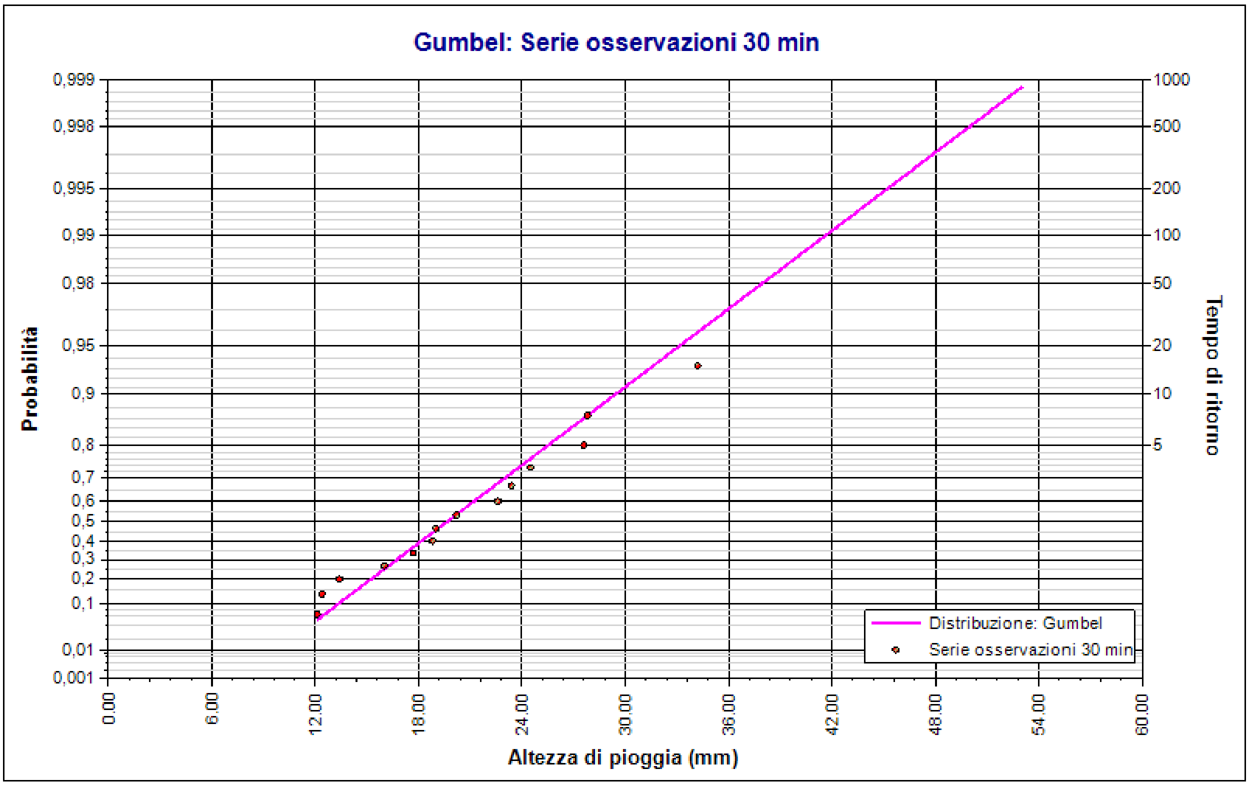
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 10.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

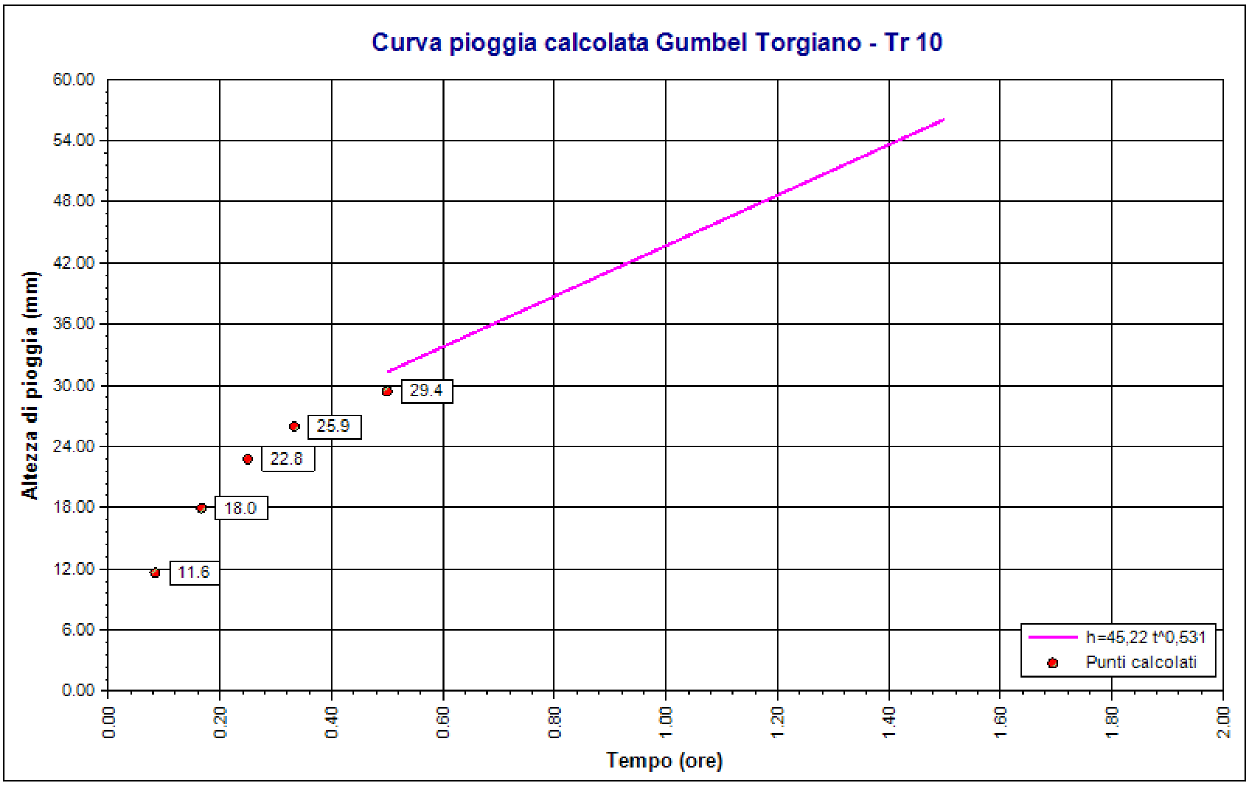
n	Durata (ore)	Durata (minuti)	Altezza (mm)
1	0.083	5	11.595
2	0.167	10	17.956
3	0.250	15	22.775
4	0.333	20	25.933
5	0.500	30	29.420

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
45.22	0.53	0.99	$h(t) = 45{,}2\, t^{0.531}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	45.223		9	145.157		17	203.440
2	65.333		10	153.505		18	209.707
3	81.021		11	161.471		19	215.812
4	94.387		12	169.102		20	221.768
5	106.255		13	176.441		21	227.586
6	117.051		14	183.520		22	233.275
7	127.030		15	190.365		23	238.845
8	136.360		16	196.999		24	244.301



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

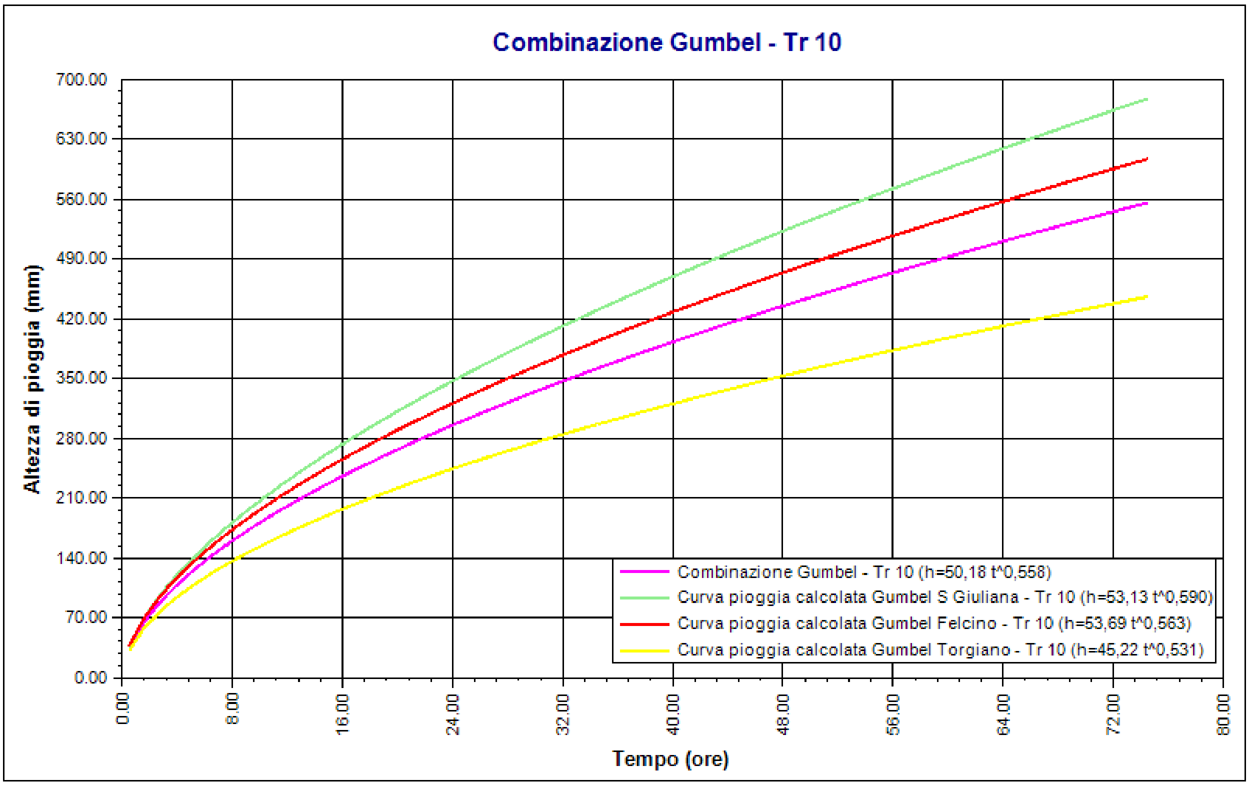
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10	Curva pioggia calcolata	20	53.13	0.59
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10	Curva pioggia calcolata	40	53.69	0.56
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10	Curva pioggia calcolata	40	45.22	0.53

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
50.18	0.56	$h(t) = 50,2\, t^{0.558}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	50.178	9	170.923	17	243.709
2	73.863	10	181.269	18	251.604
3	92.609	11	191.167	19	259.308
4	108.730	12	200.674	20	266.834
5	123.142	13	209.837	21	274.196
6	136.324	14	218.693	22	281.405
7	148.565	15	227.274	23	288.469
8	160.054	16	235.605	24	295.400



Combinazione Gumbel - Tr 10

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h

Dati Pluviogramma

Tipo: Pluviogramma sintetico

Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 10

Durata: 1.000 ore

Altezza di pioggia complessiva: 50.178 mm

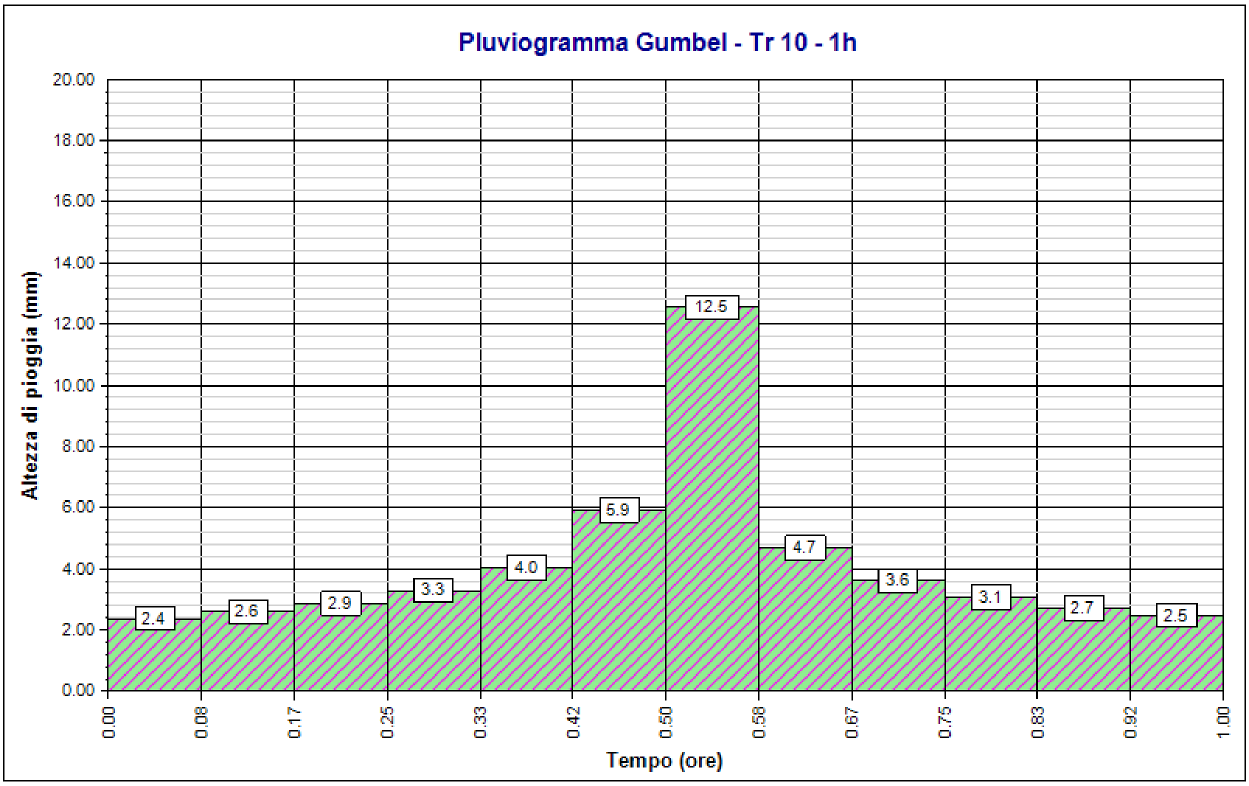
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
50.18	0.56	$h(t) = 50,2\,t^{0.558}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	2.377
2	0.083	0.167	5	10	2.587
3	0.167	0.250	10	15	2.873
4	0.250	0.333	15	20	3.296
5	0.333	0.417	20	25	4.031
6	0.417	0.500	25	30	5.922
7	0.500	0.583	30	35	12.547
8	0.583	0.667	35	40	4.687
9	0.667	0.750	40	45	3.604
10	0.750	0.833	45	50	3.061
11	0.833	0.917	50	55	2.718
12	0.917	1.000	55	60	2.475



Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino A Gumbel - Tr 10 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

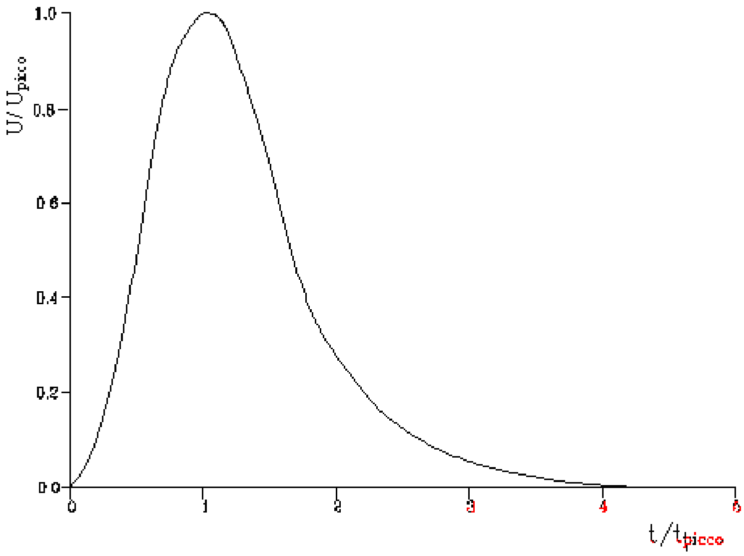
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

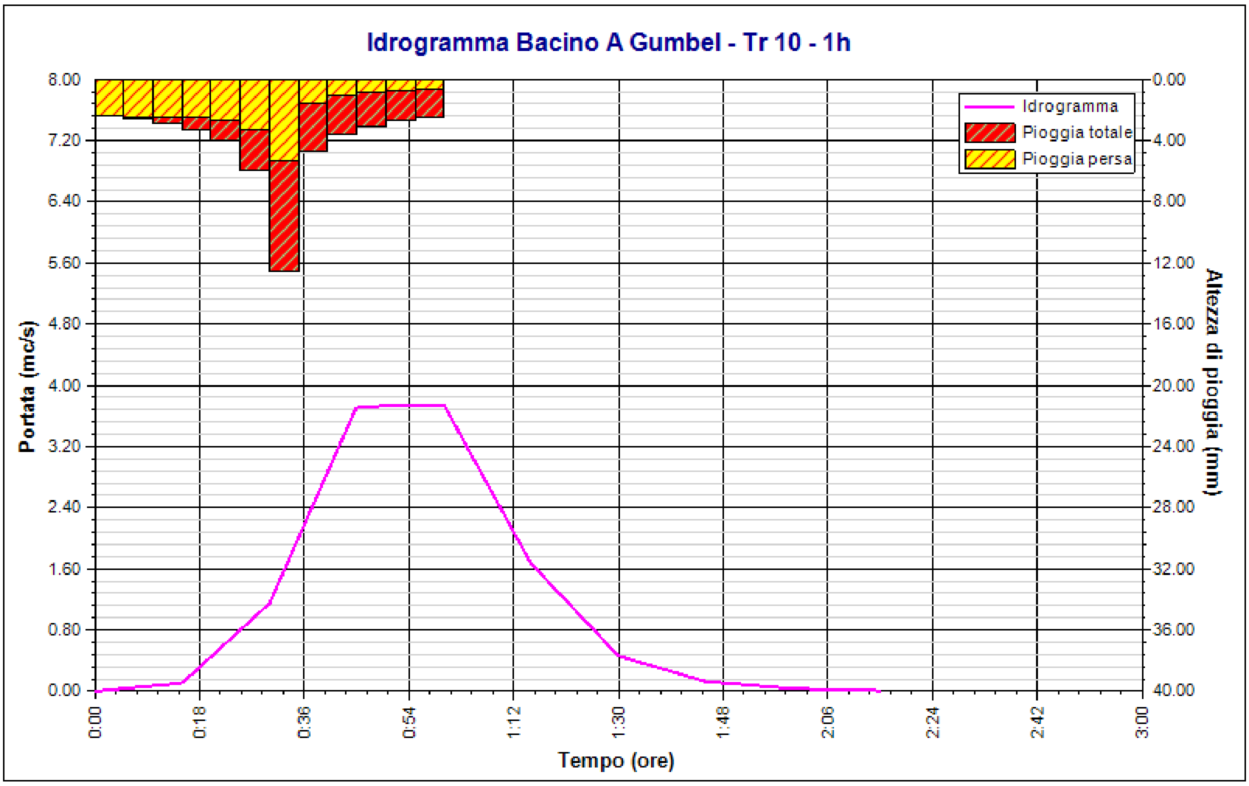
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h
Superficie del bacino: 0.4 kmq
Tlag: 0.204 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 85.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	7.837	7.366	0.471	0.0
2	0.250	15	13.250	8.521	4.729	0.1
3	0.500	30	20.838	7.946	12.891	1.1
4	0.750	45	8.253	2.152	6.101	3.7
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	3.7
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	1.7
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	0.5
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	0.1
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	0.0
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	3.7	mc/s
Istante picco	1.000	ore
Istante picco	60.0	minuti
Durata totale evento	2.250	ore
Volume afflusso	20	mc x 1000
Volume deflusso	10	mc x 1000
Altezza afflusso	50.178	mm
Altezza deflusso	24.773	mm
Coeff. deflusso	0.49	-
Coeff. udometrico	9.36	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino A Gumbel - Tr 10 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

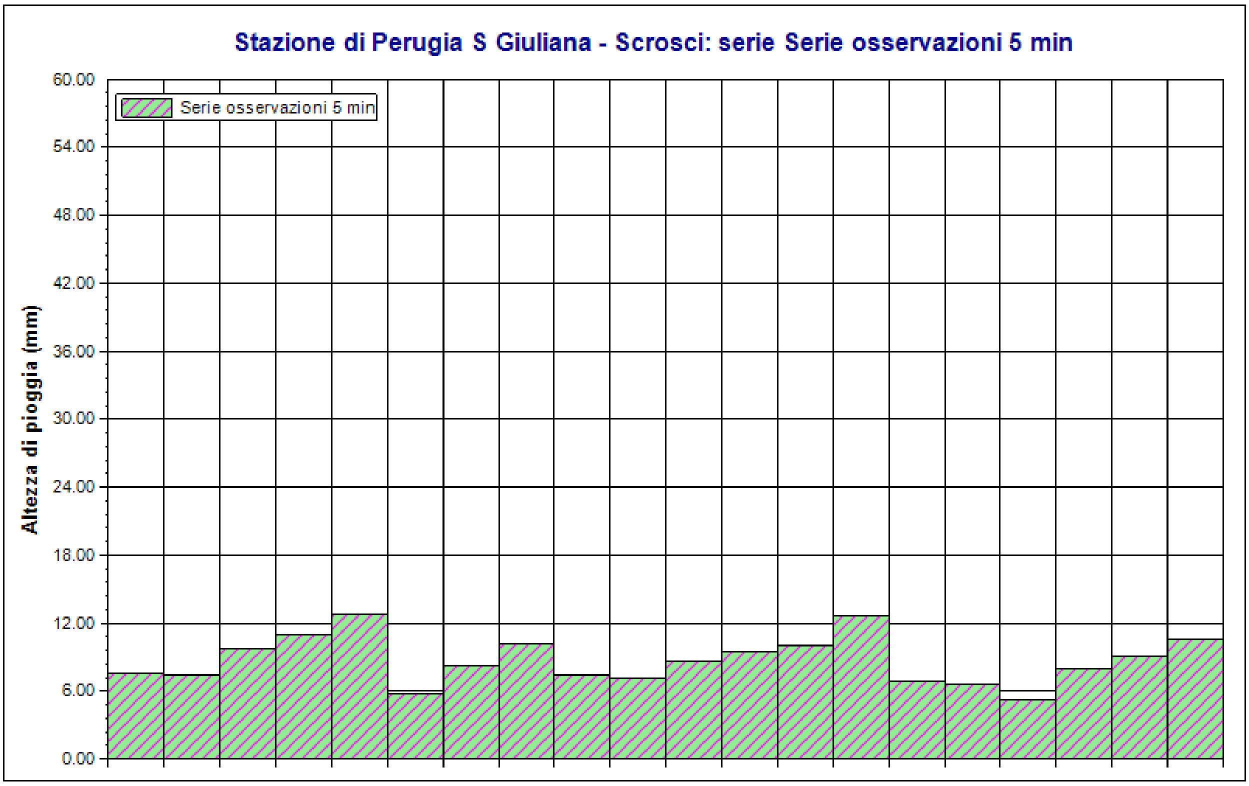
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

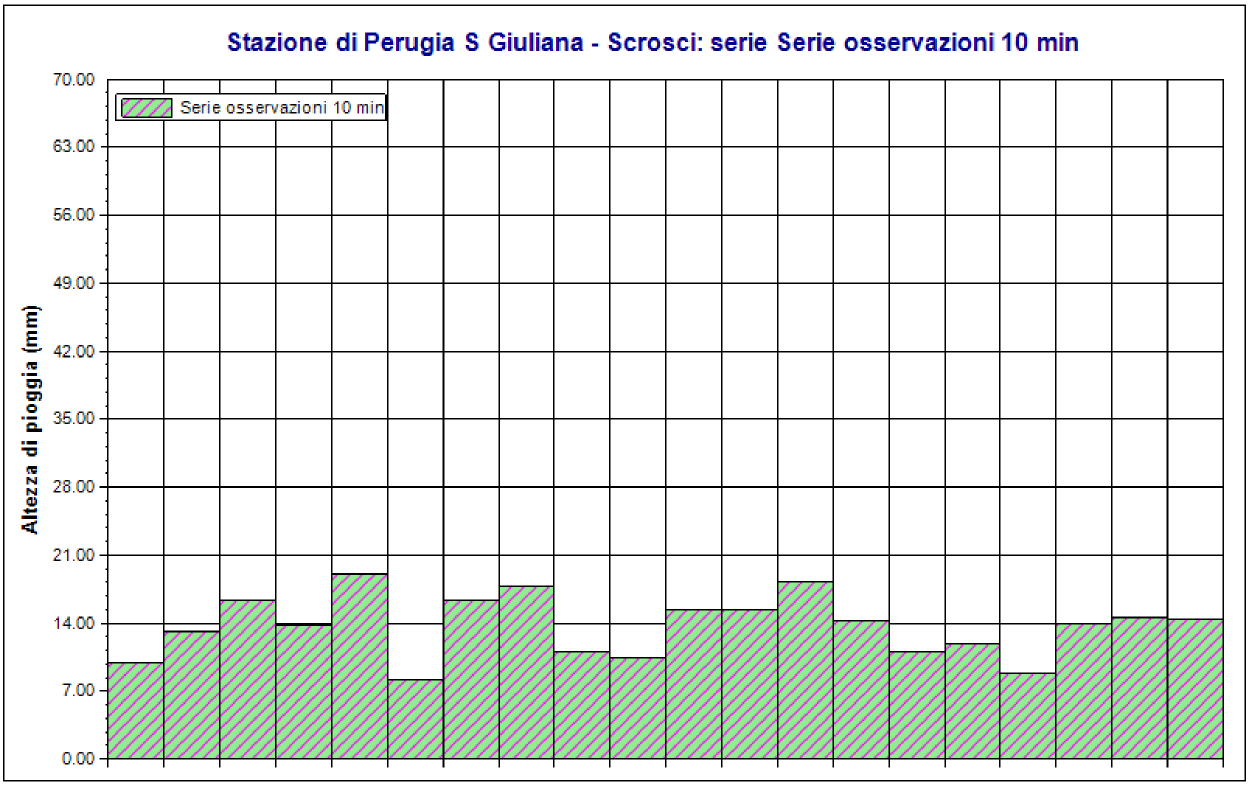
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

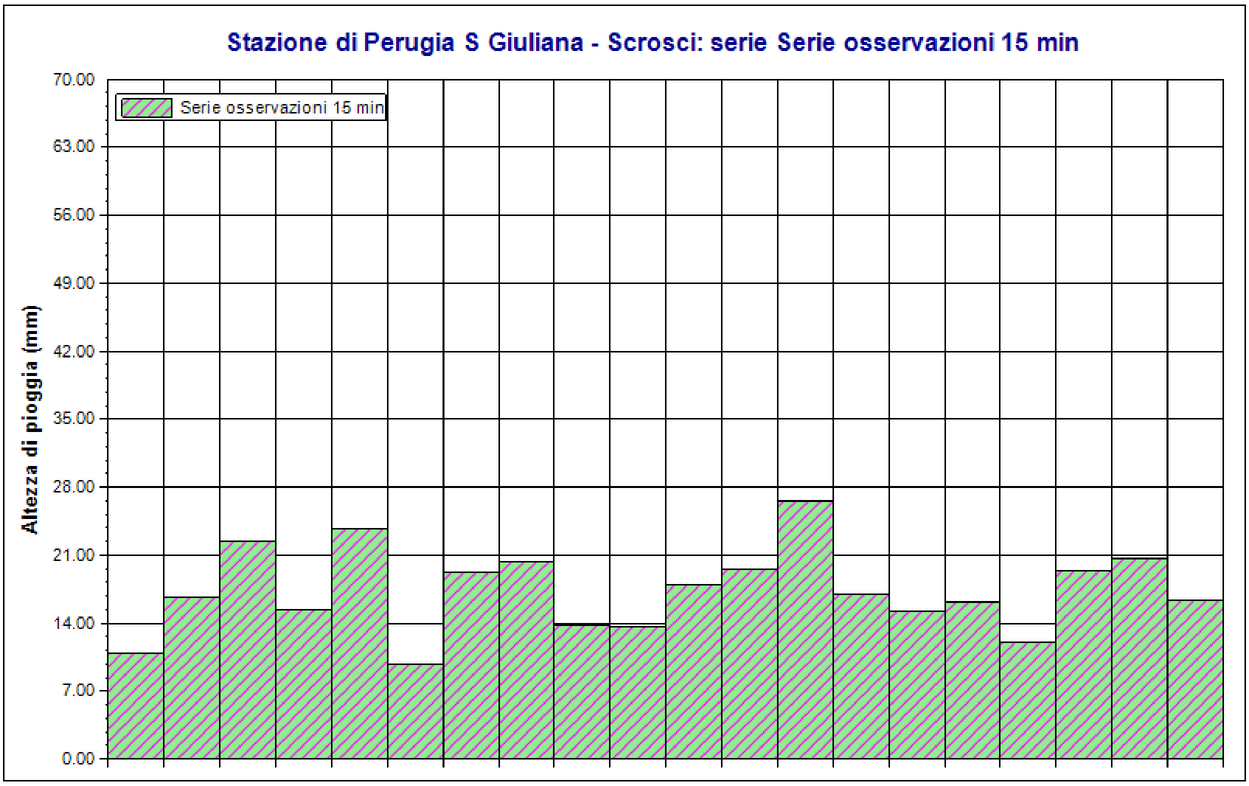
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



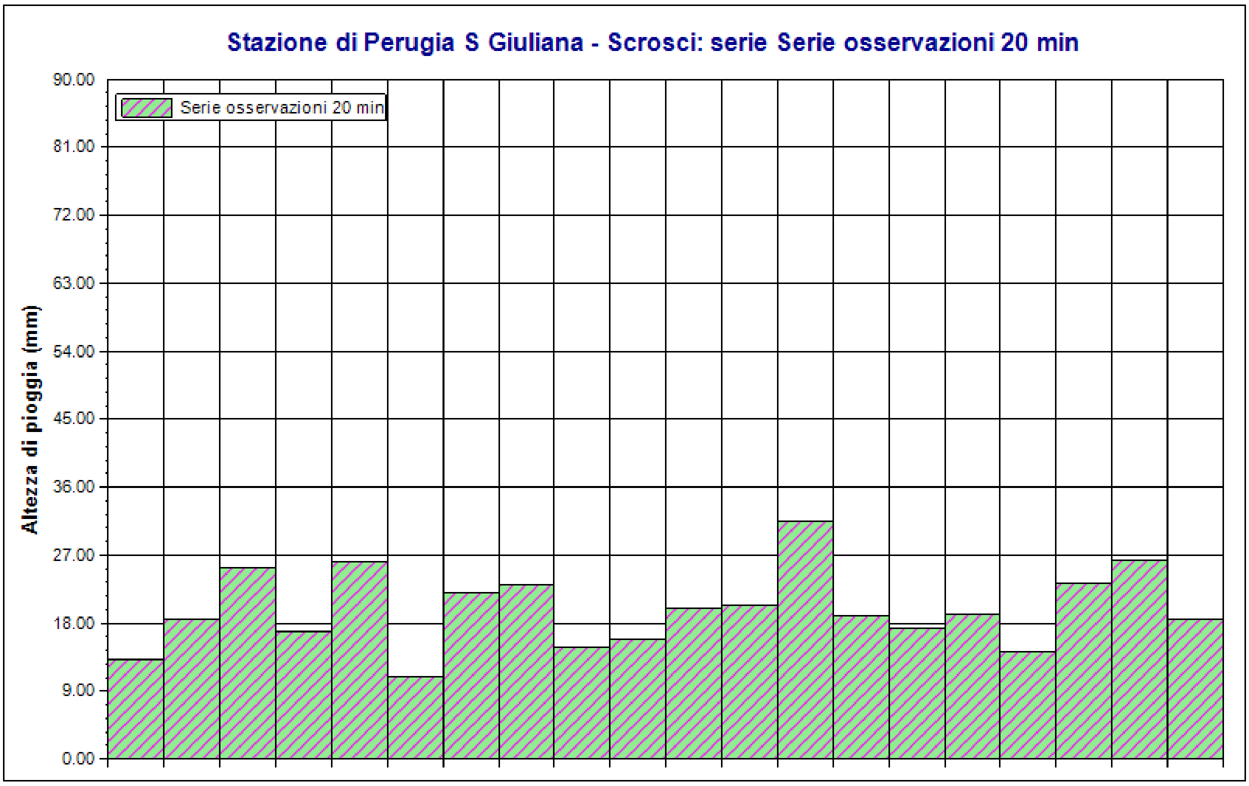
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



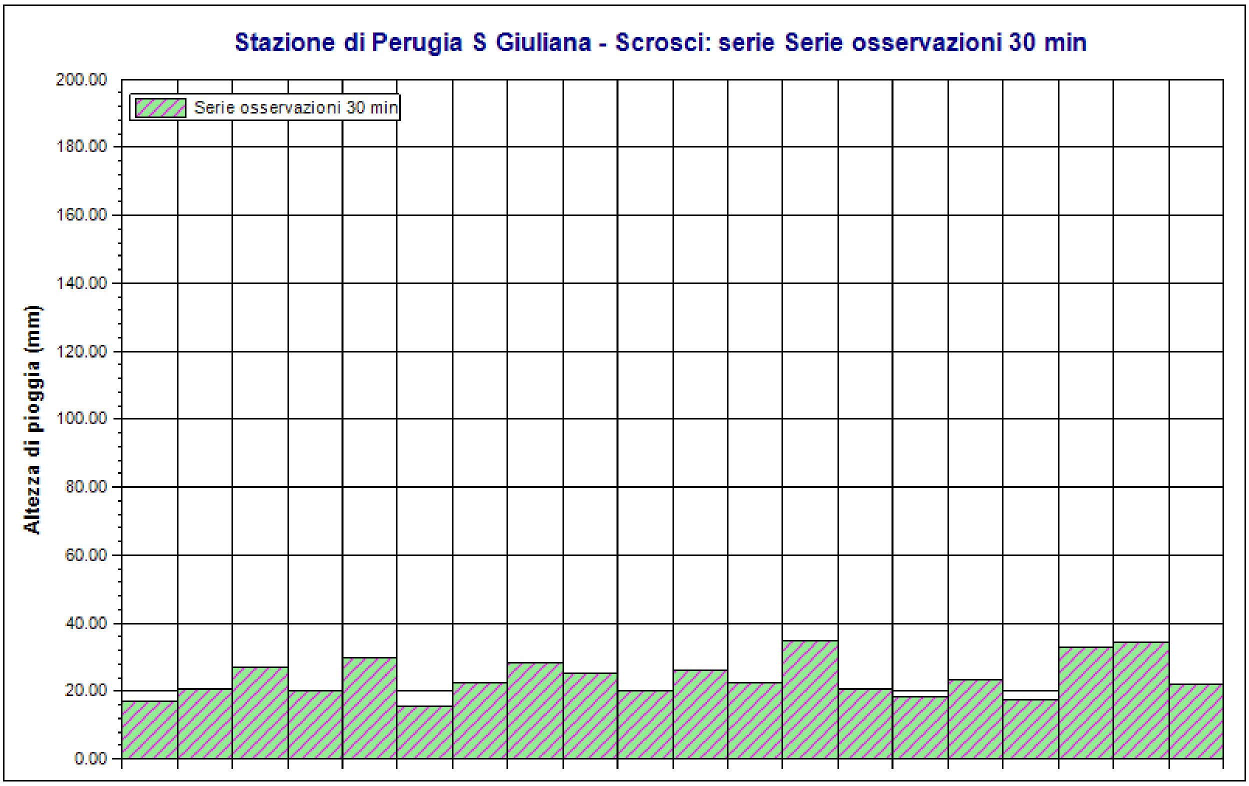
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x)=e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

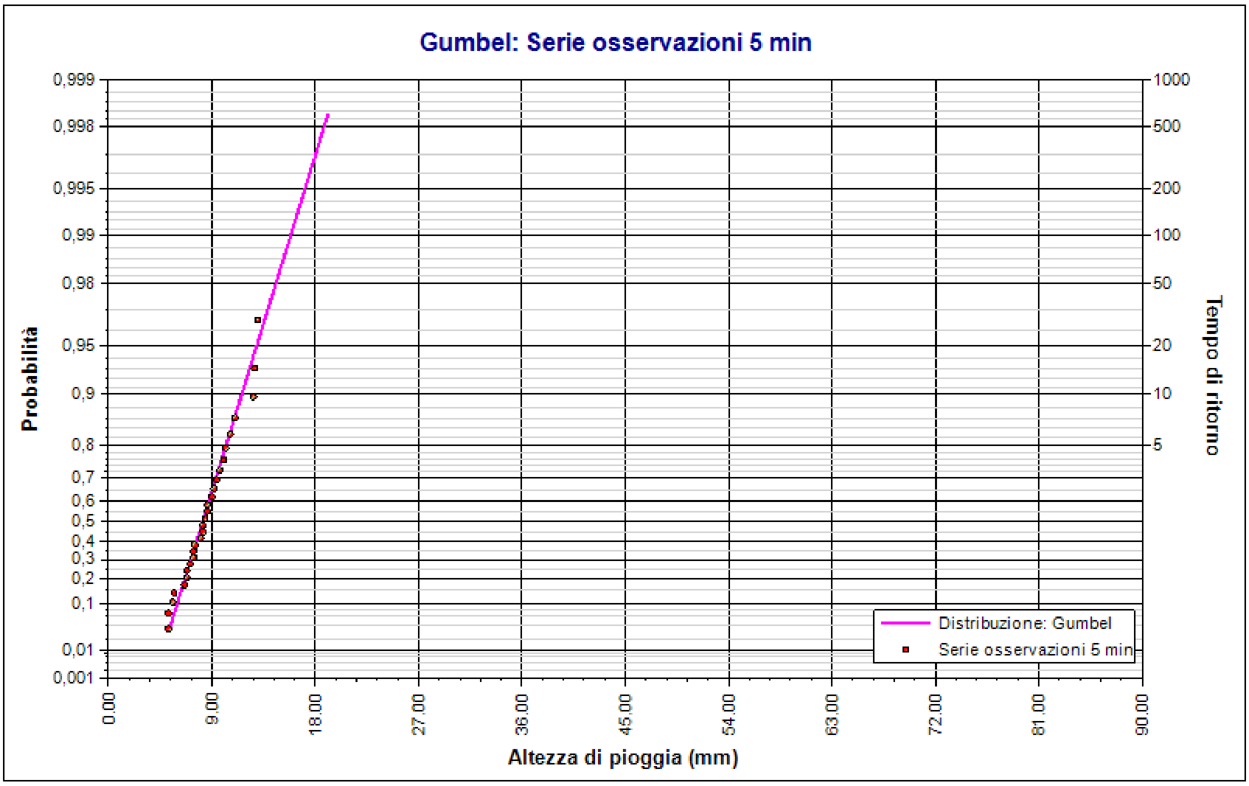
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

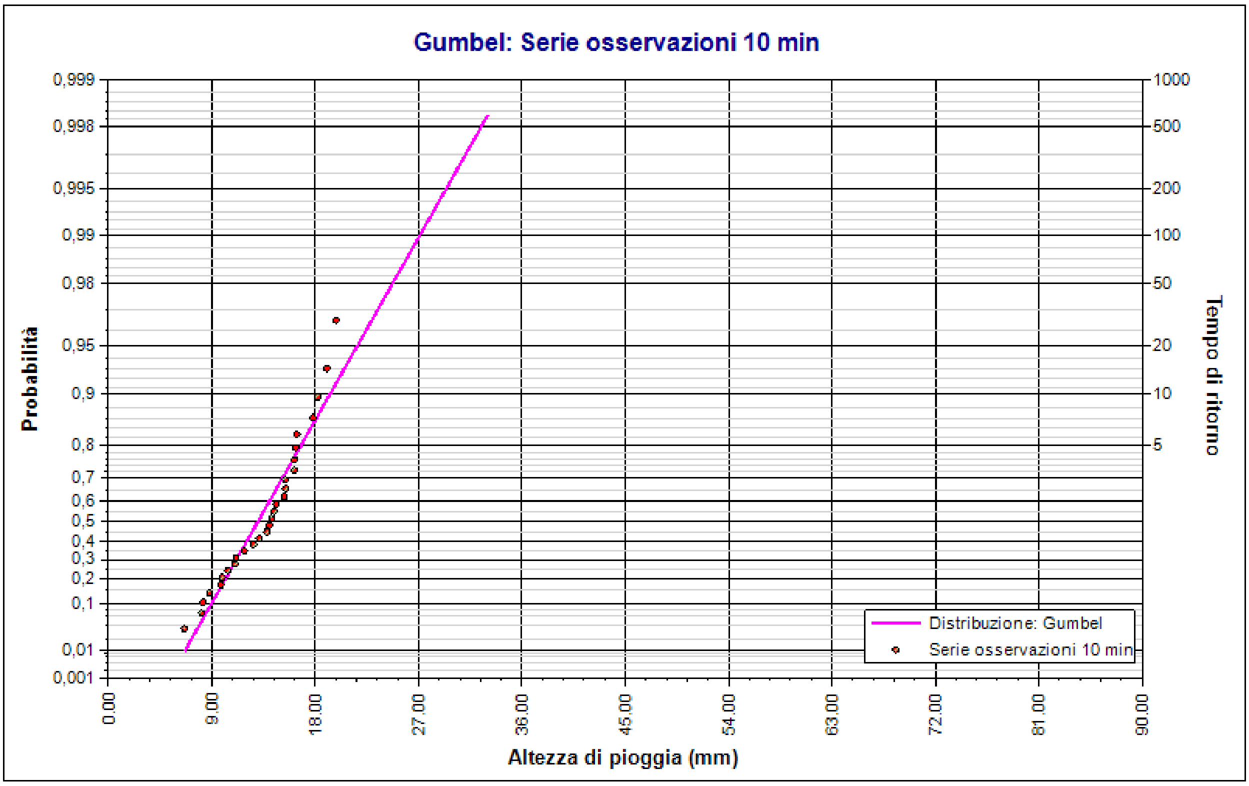
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,551\left(x-7,509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,300\left(x-11,763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,223\left(x-14,866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,201\left(x-17,093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,181\left(x-20,482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

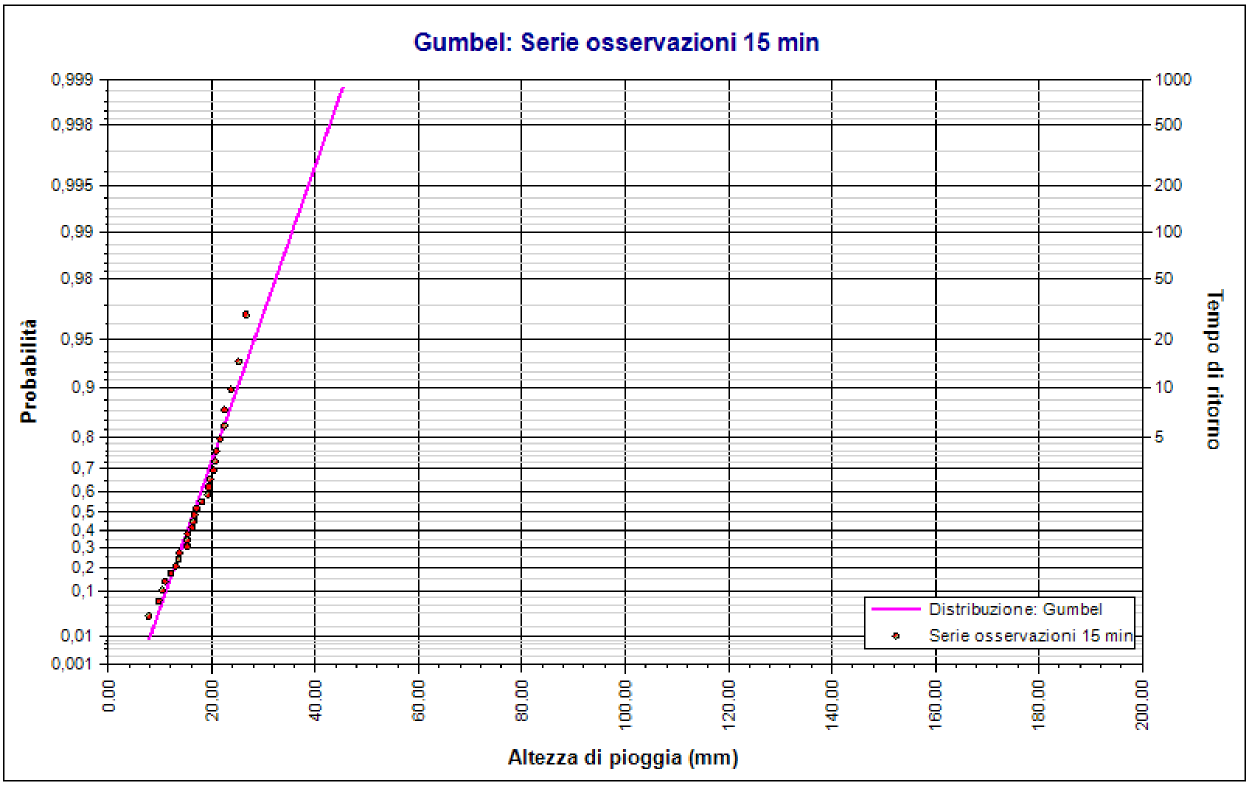
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



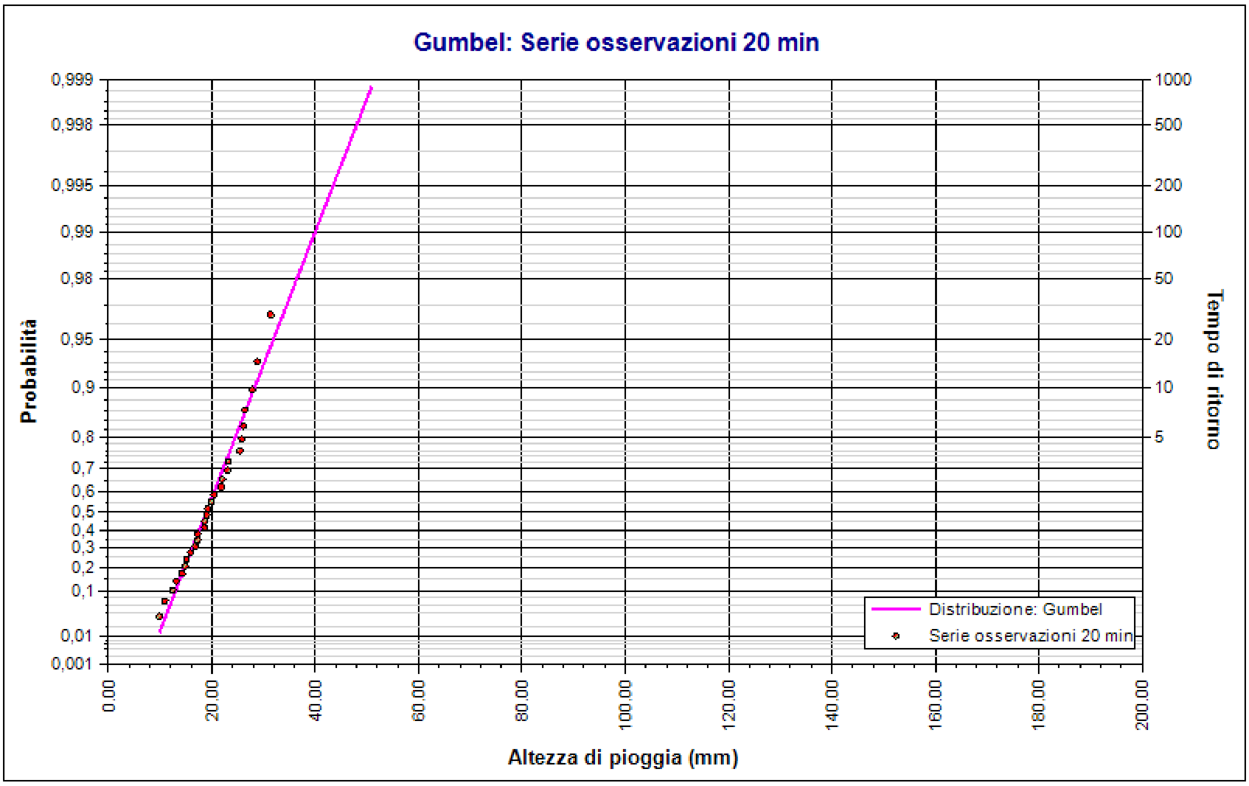
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



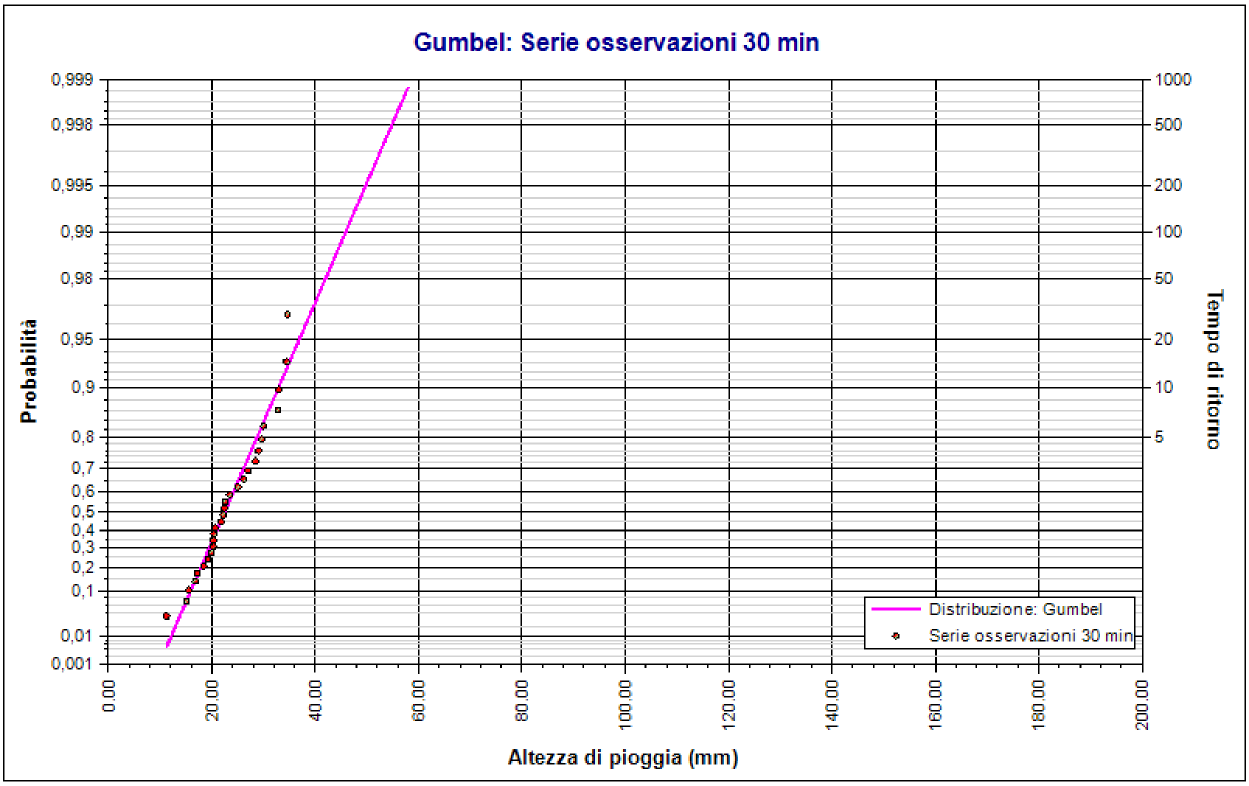
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 200.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

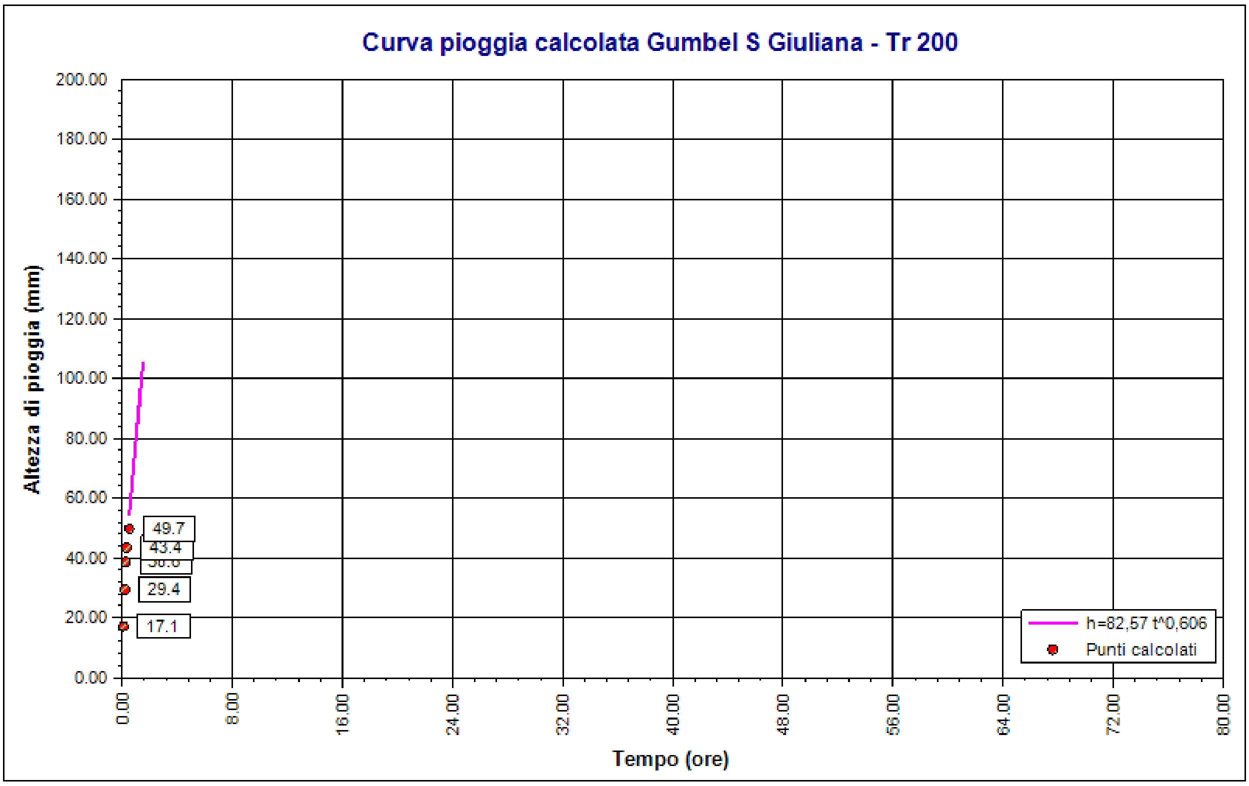
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	17.113
2	0.167	10	29.414
3	0.250	15	38.643
4	0.333	20	43.427
5	0.500	30	49.721

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
82.57	0.61	0.98	$h(t) = 82{,}6\ t^{0{,}606}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	82.574		9	312.476		17	459.317
2	125.653		10	333.067		18	475.498
3	160.631		11	352.861		19	491.327
4	191.207		12	371.956		20	506.831
5	218.877		13	390.433		21	522.032
6	244.433		14	408.357		22	536.951
7	268.355		15	425.784		23	551.604
8	290.961		16	442.757		24	566.008



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 17
Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

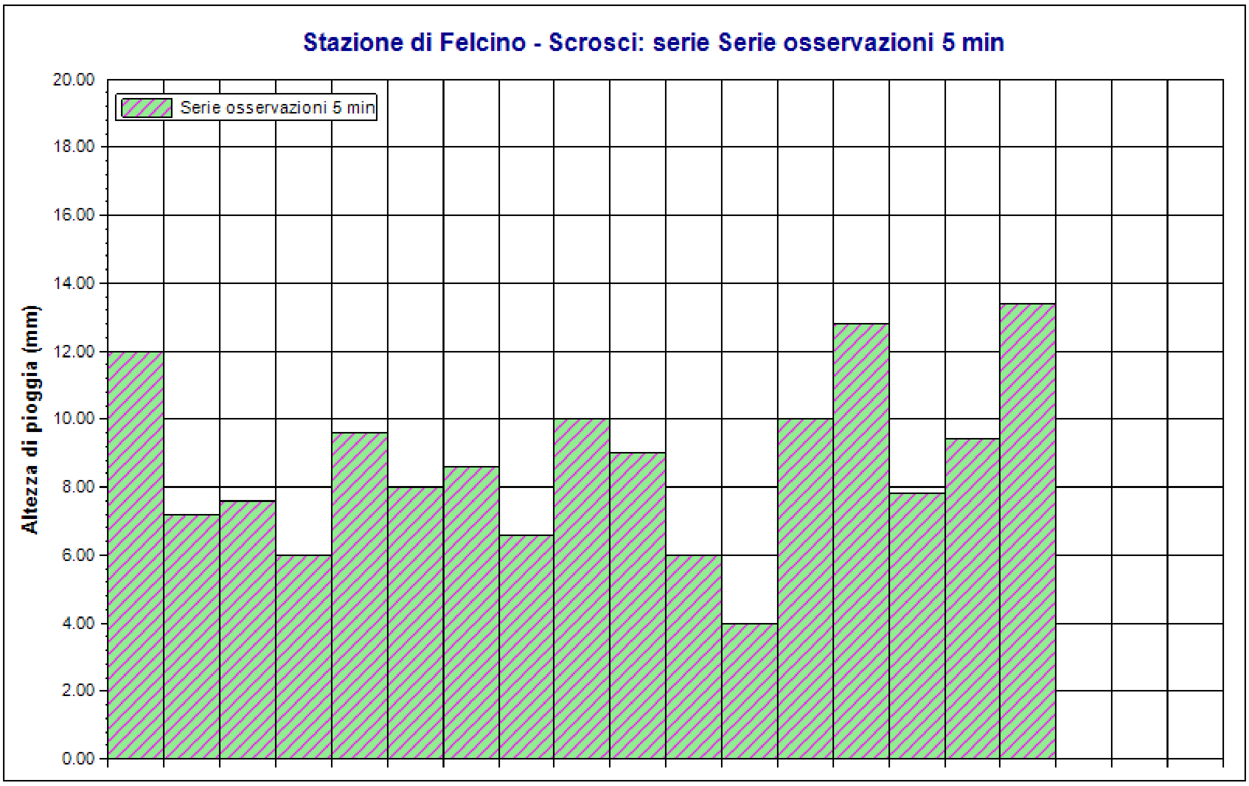
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

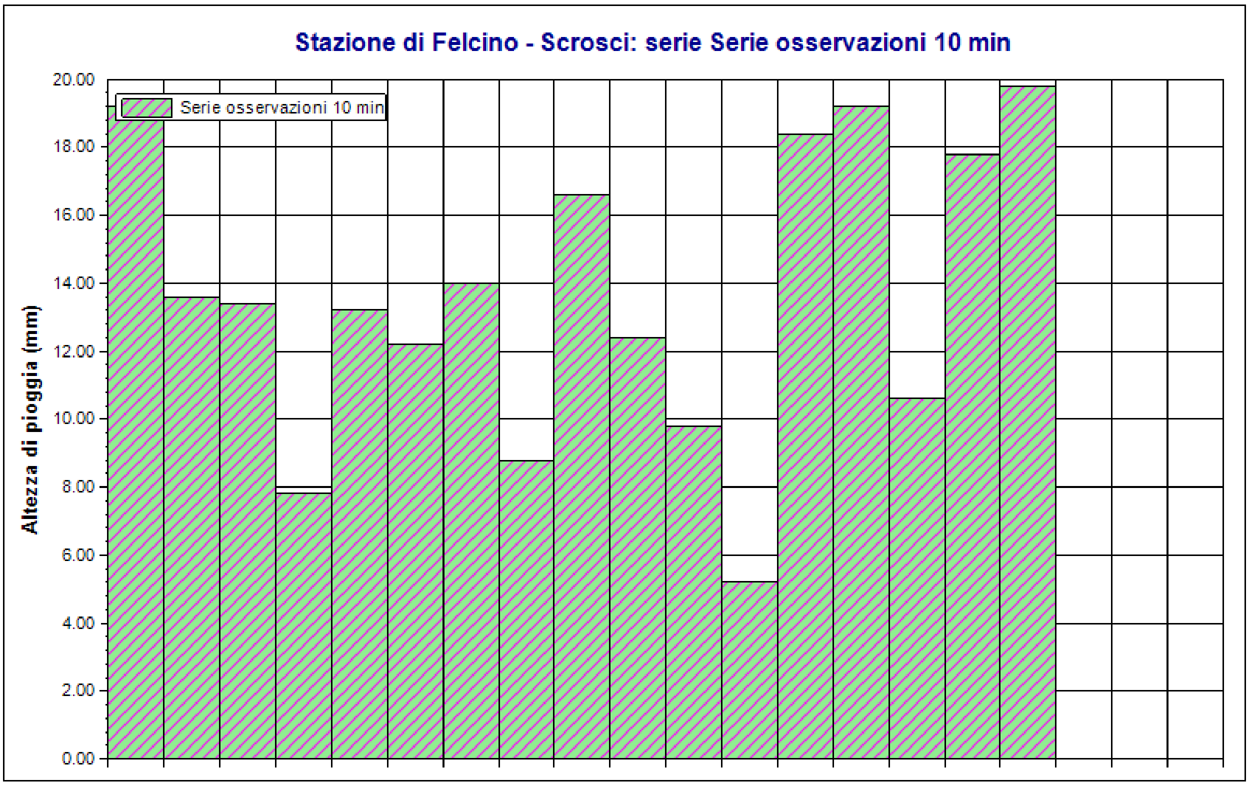
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

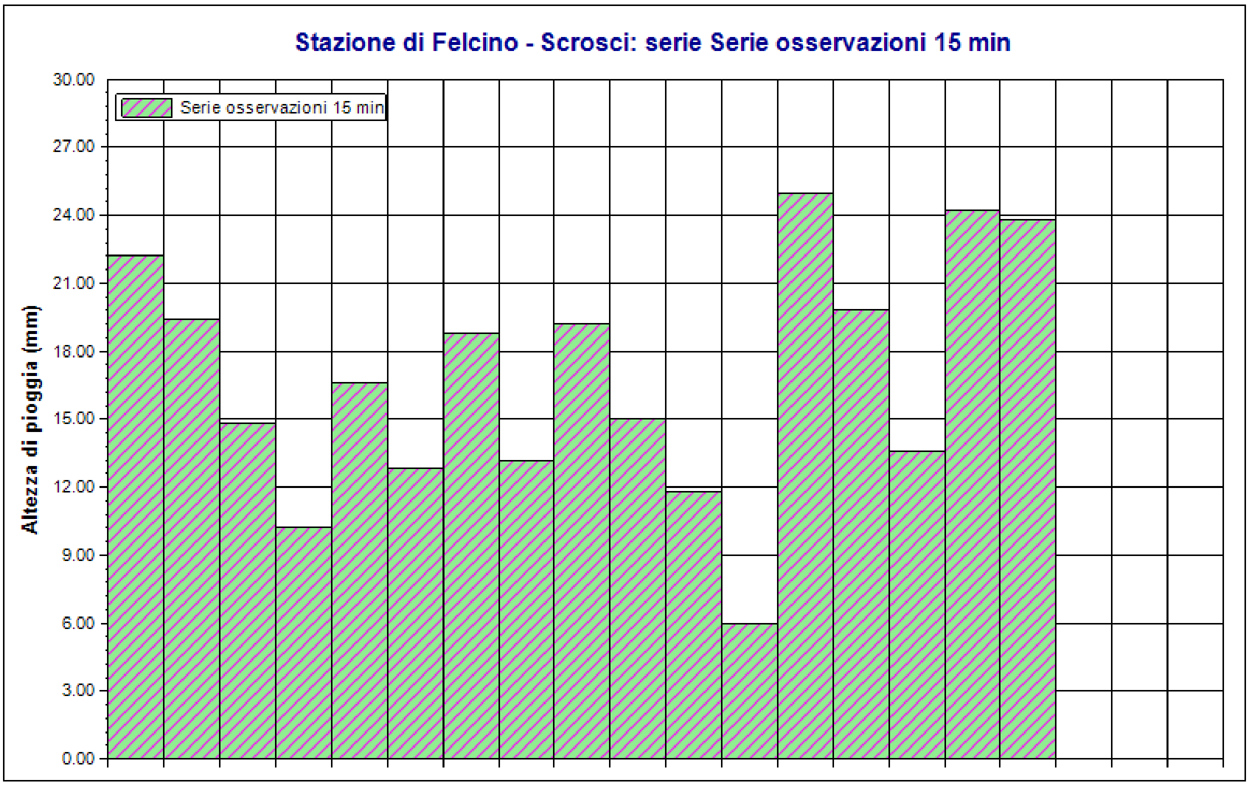
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



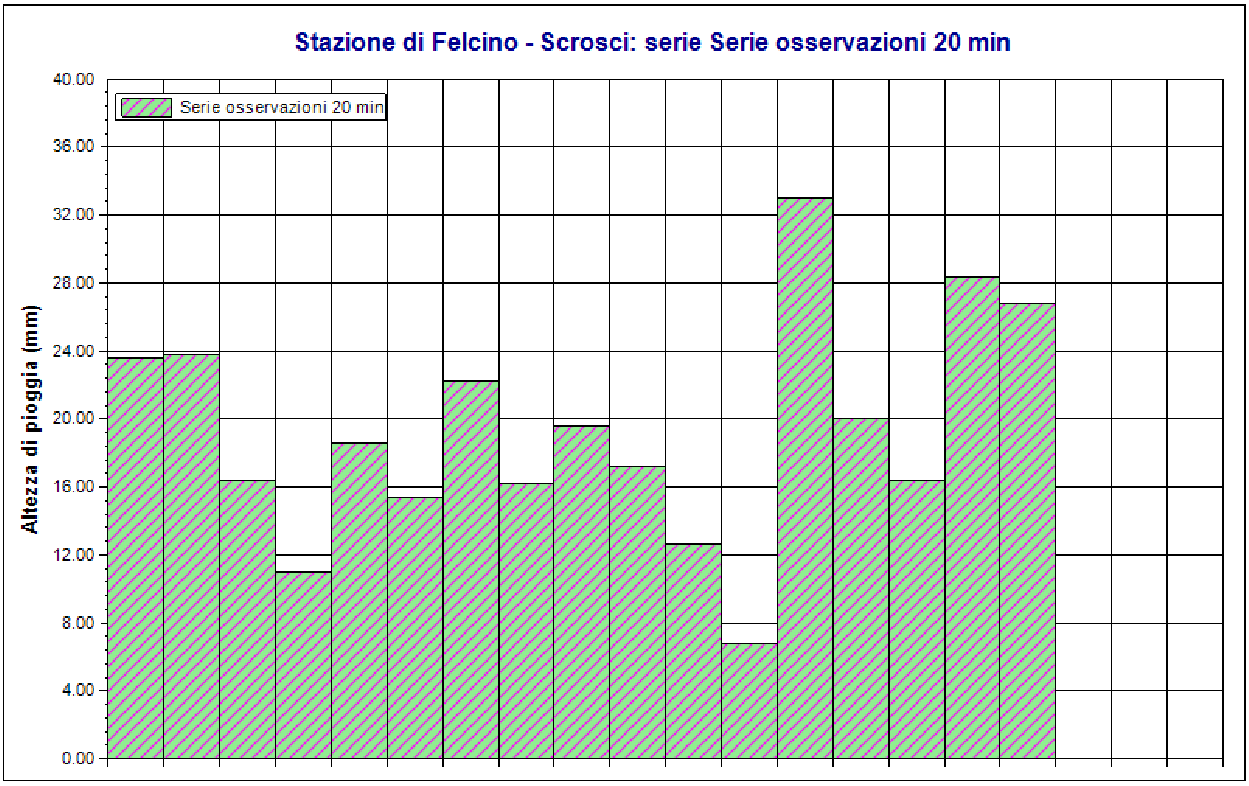
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



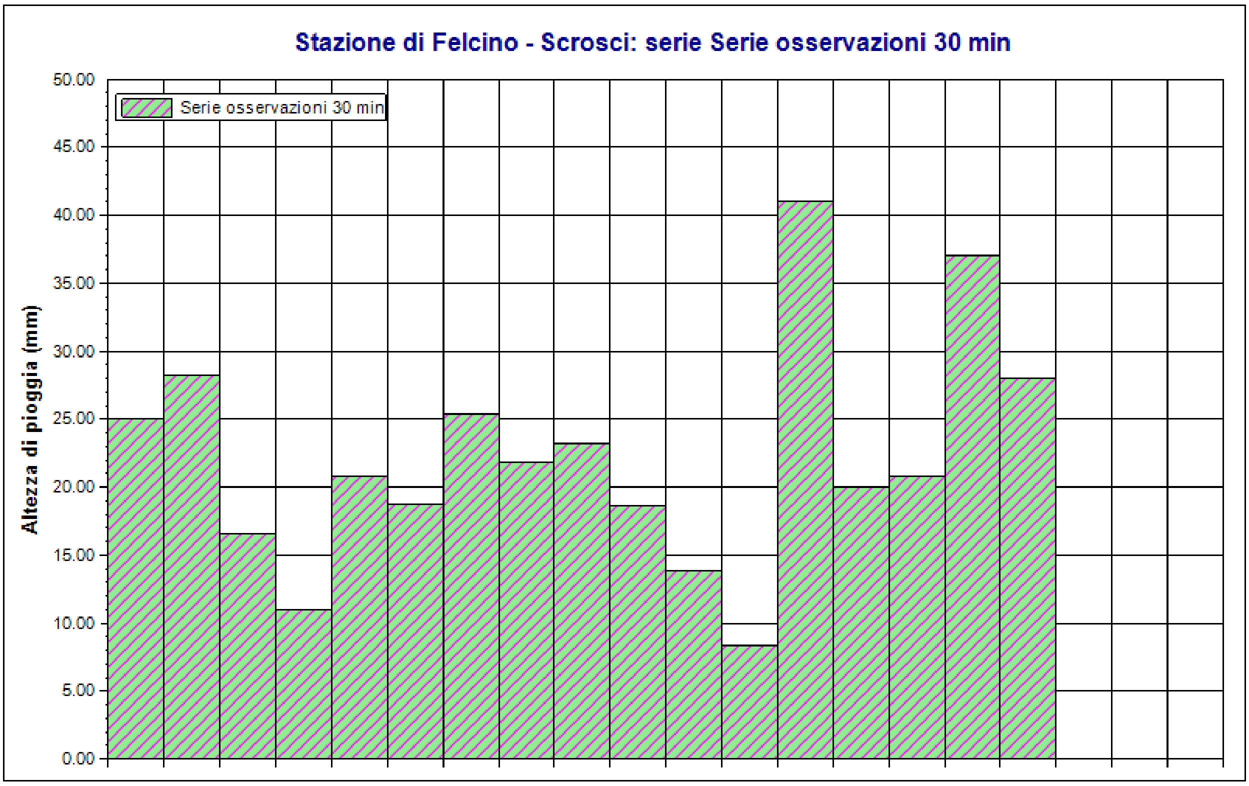
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\;-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[\, 1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\;-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)} \right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{\,-e^{\,-\,\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

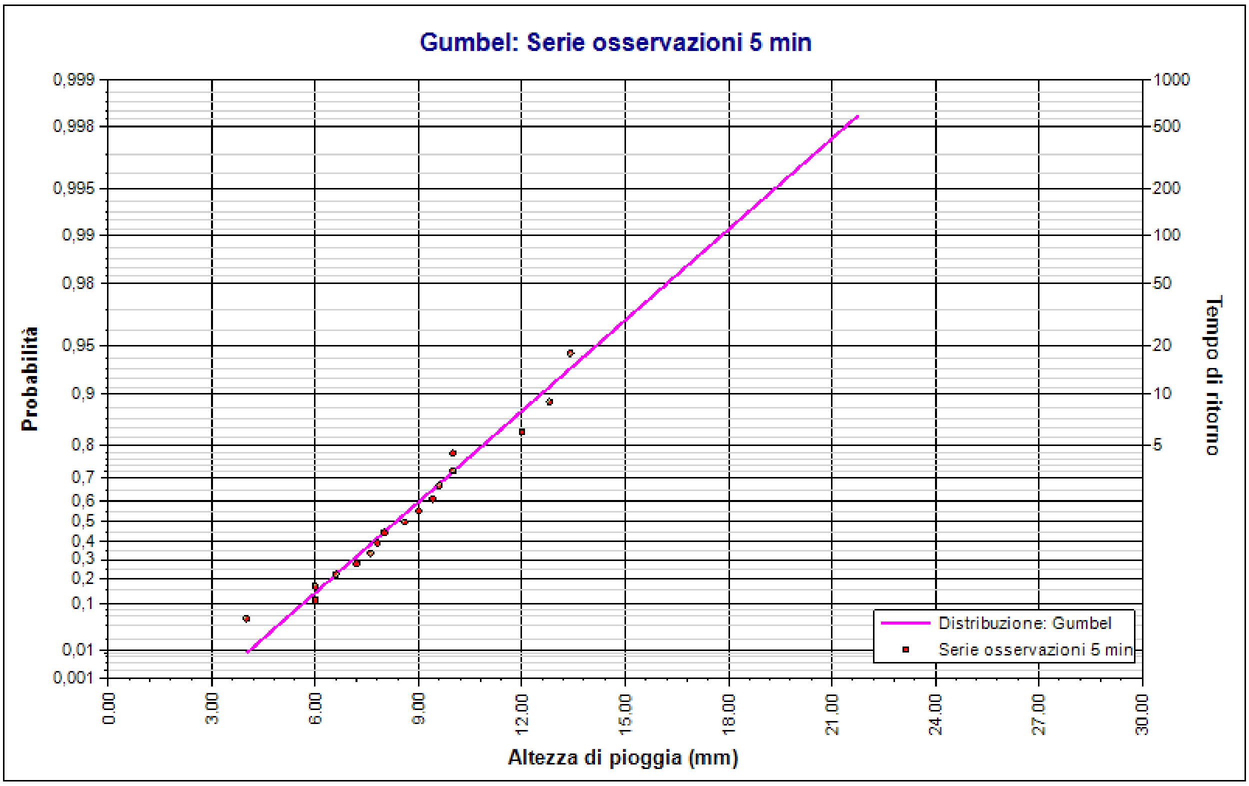
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

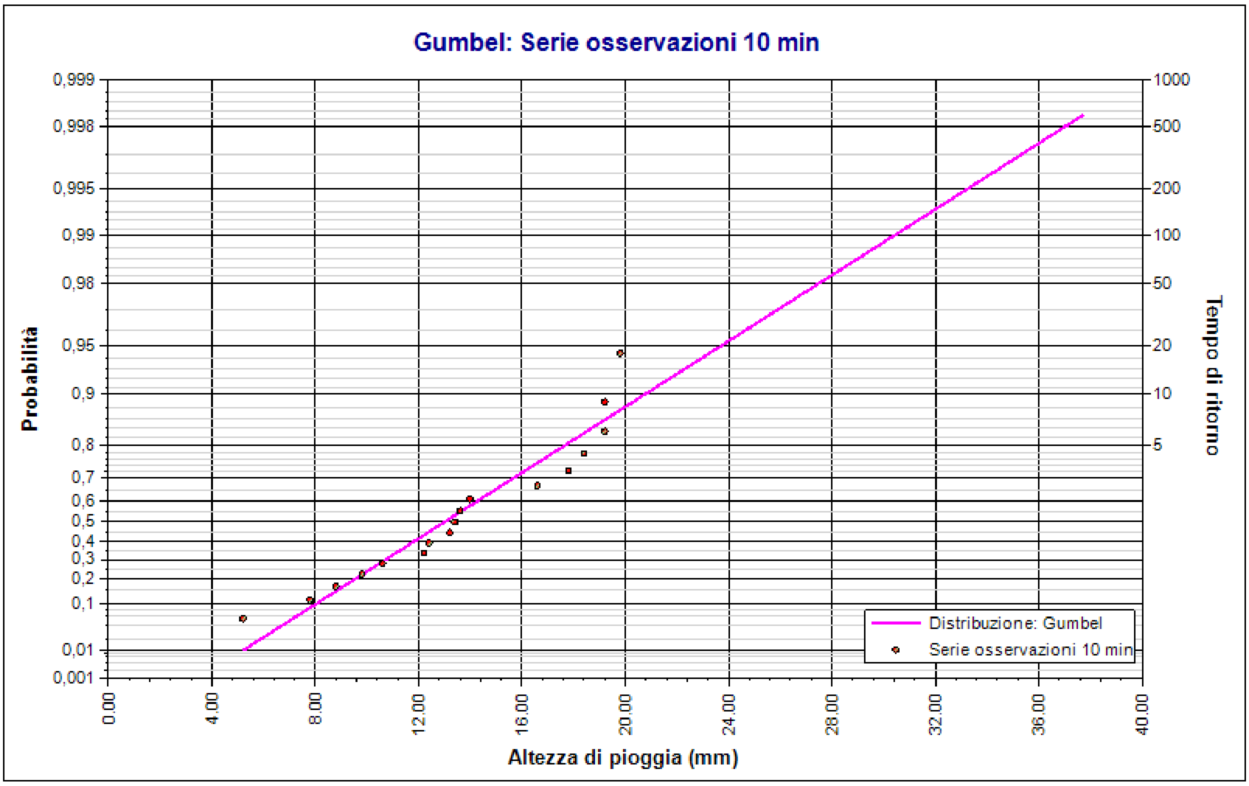
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x-7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x-11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x-14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x-16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x-18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

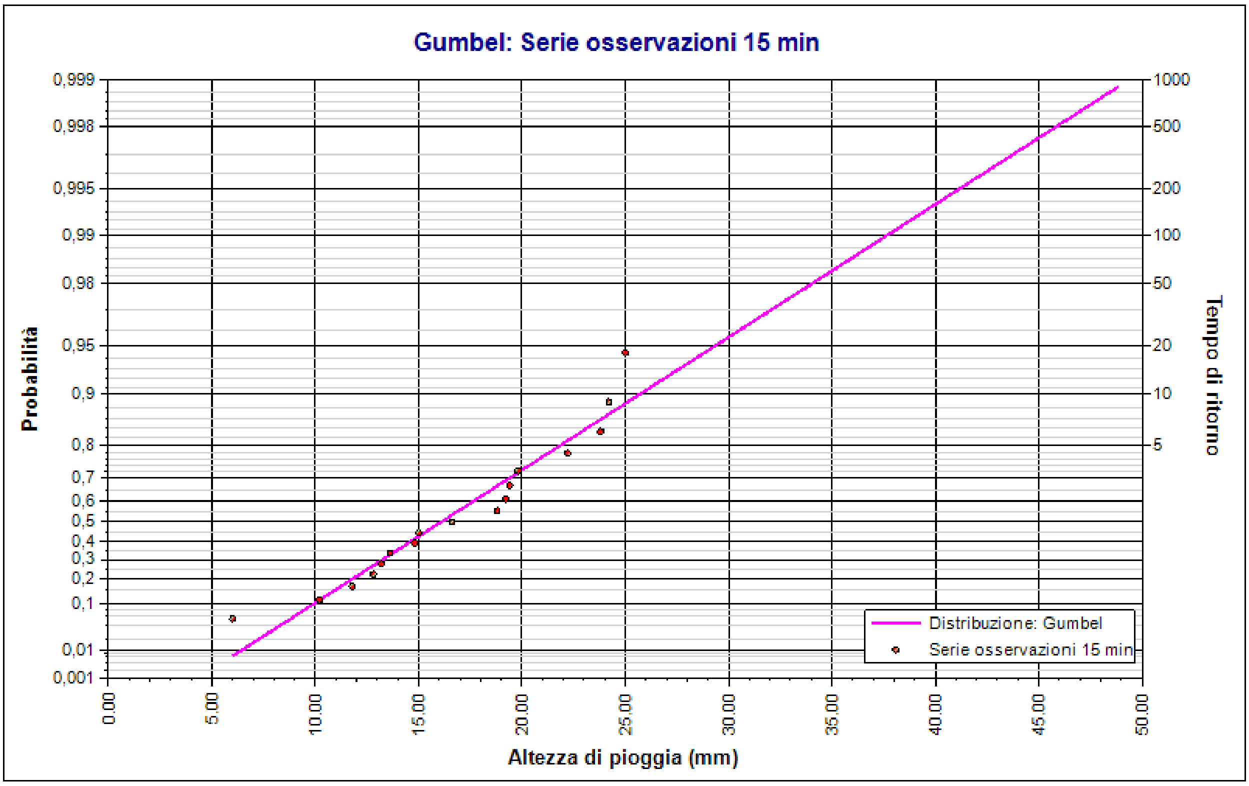
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



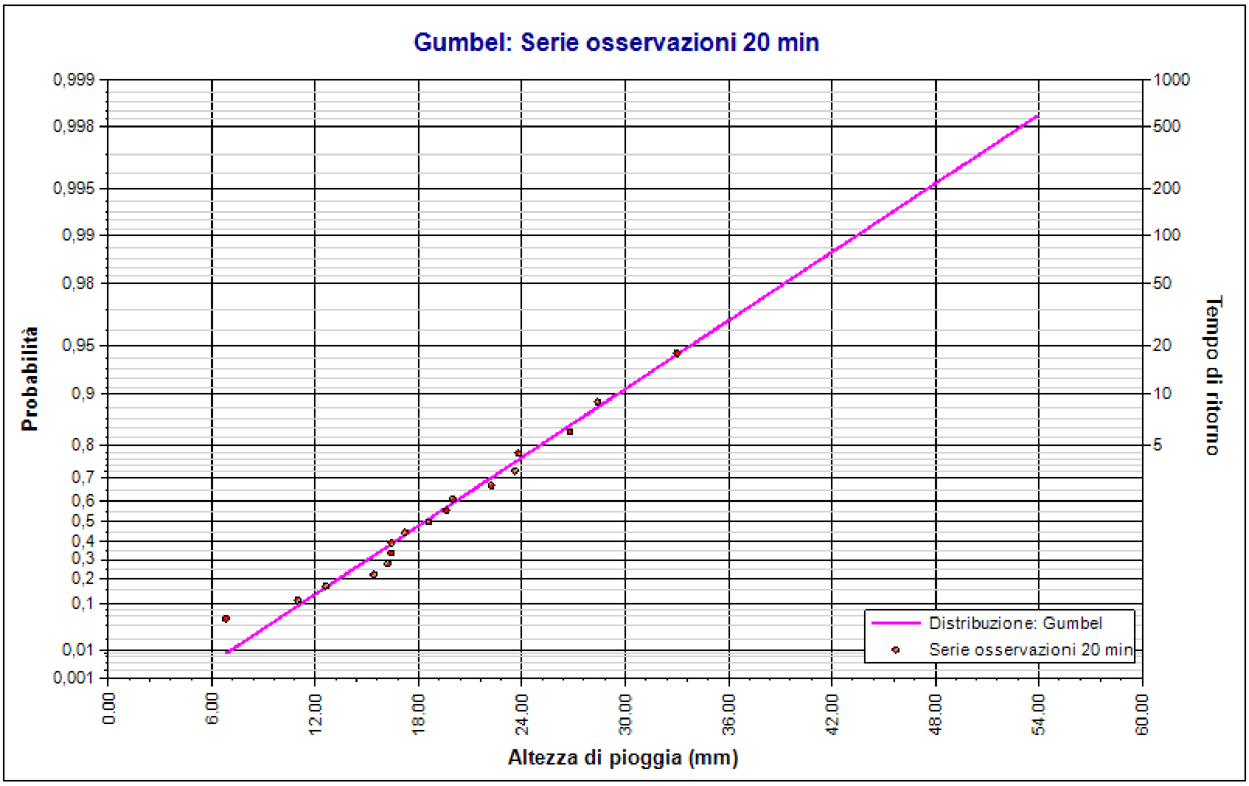
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



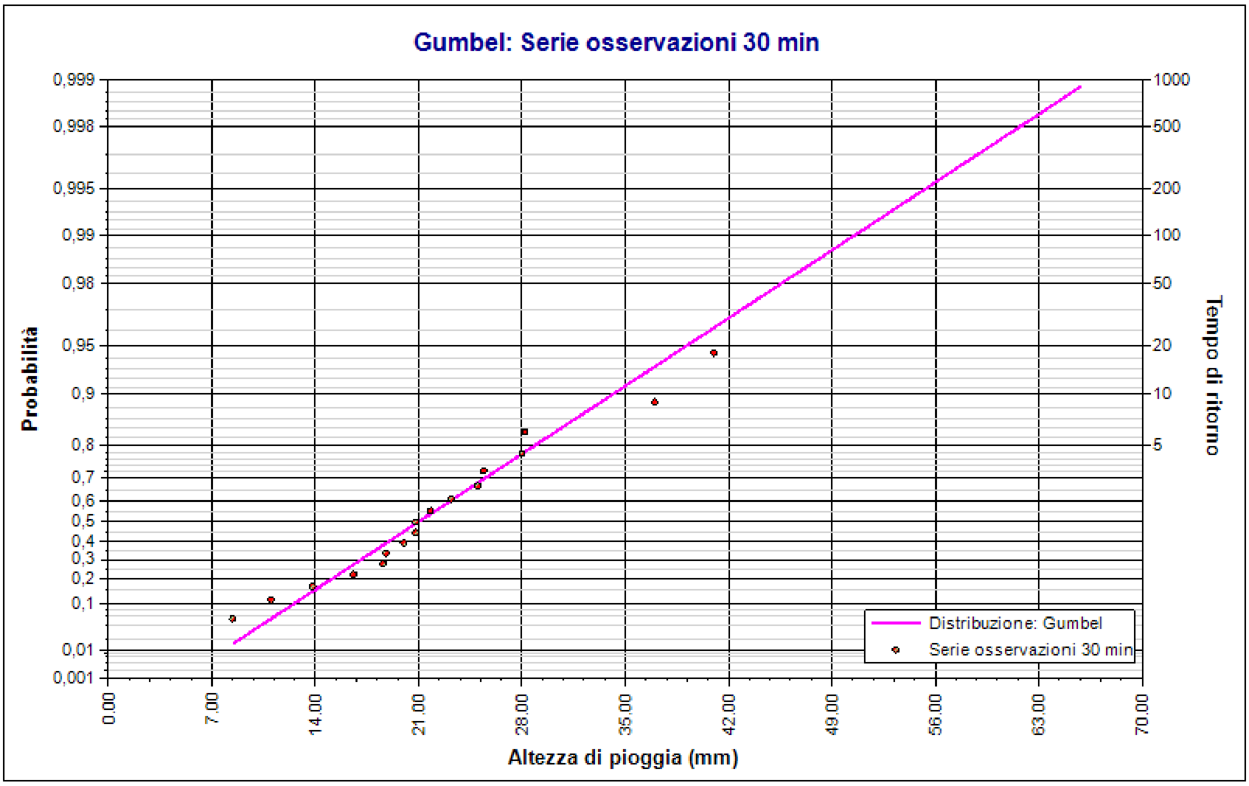
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino

Tempo di ritorno: 200.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

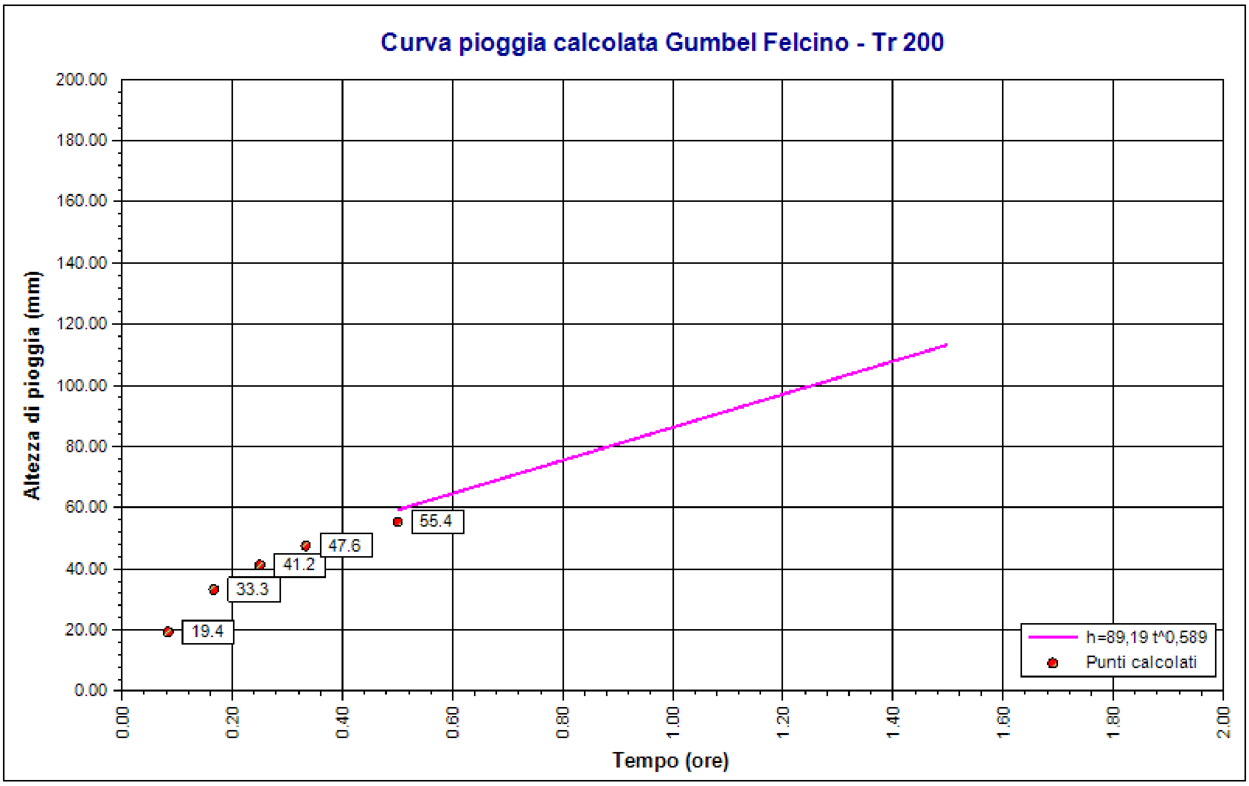
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	19.351
2	0.167	10	33.265
3	0.250	15	41.194
4	0.333	20	47.569
5	0.500	30	55.361

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
89.19	0.59	0.99	$h(t) = 89,2\ t^{0.589}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	89.191		9	325.507		17	473.480
2	134.180		10	346.355		18	489.697
3	170.389		11	366.361		19	505.548
4	201.862		12	385.633		20	521.060
5	230.226		13	404.256		21	536.256
6	256.335		14	422.299		22	551.158
7	280.707		15	439.819		23	565.784
8	303.684		16	456.866		24	580.151



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778

Bacino: Media valle del Tevere

Comune: Perugia

Quota: 193.0 m s.l.m.

Latitudine:

Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5

Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Minima dimensione serie: 14

Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

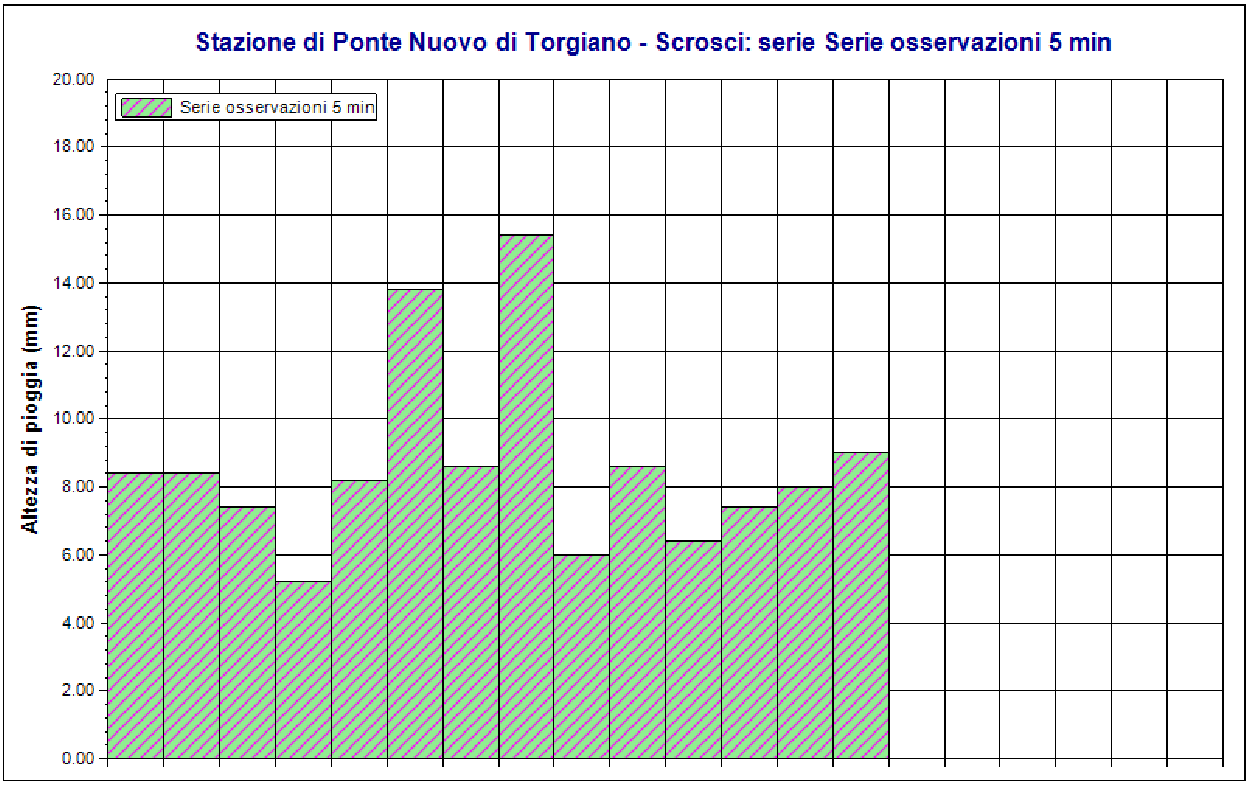
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

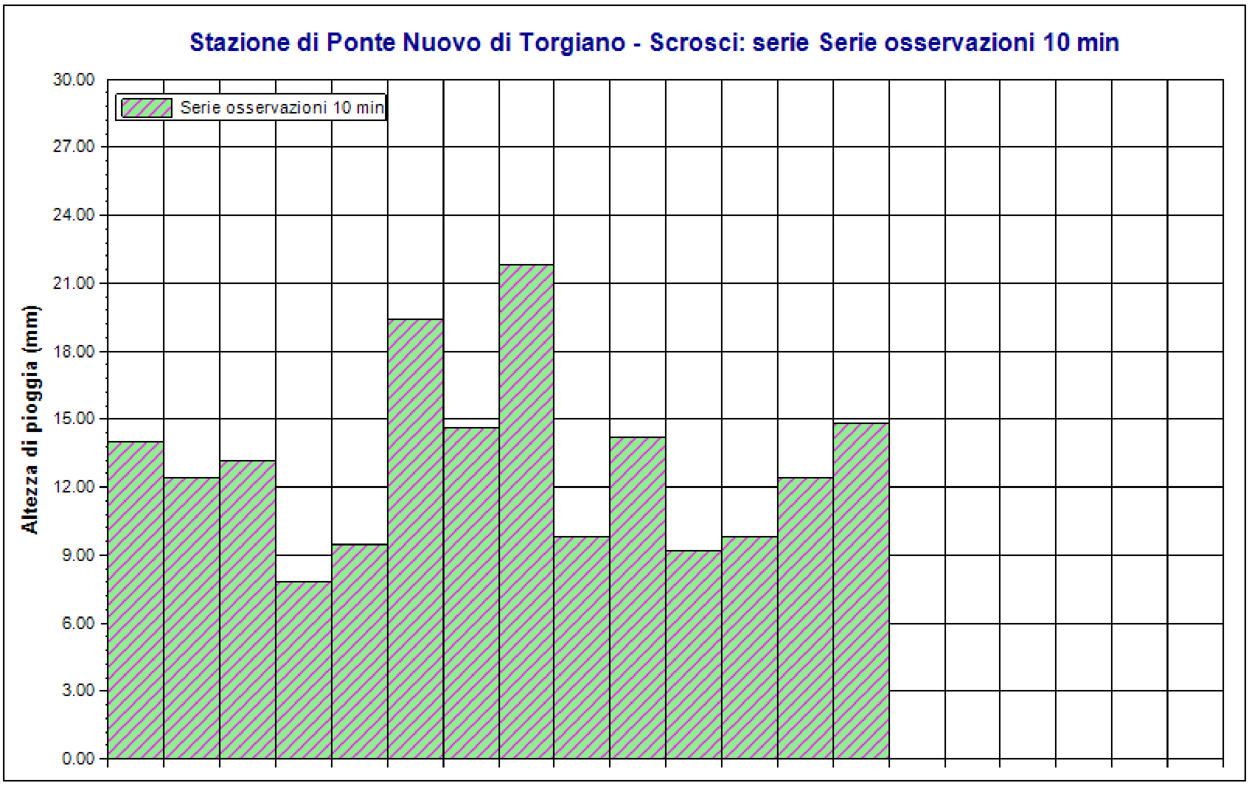
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

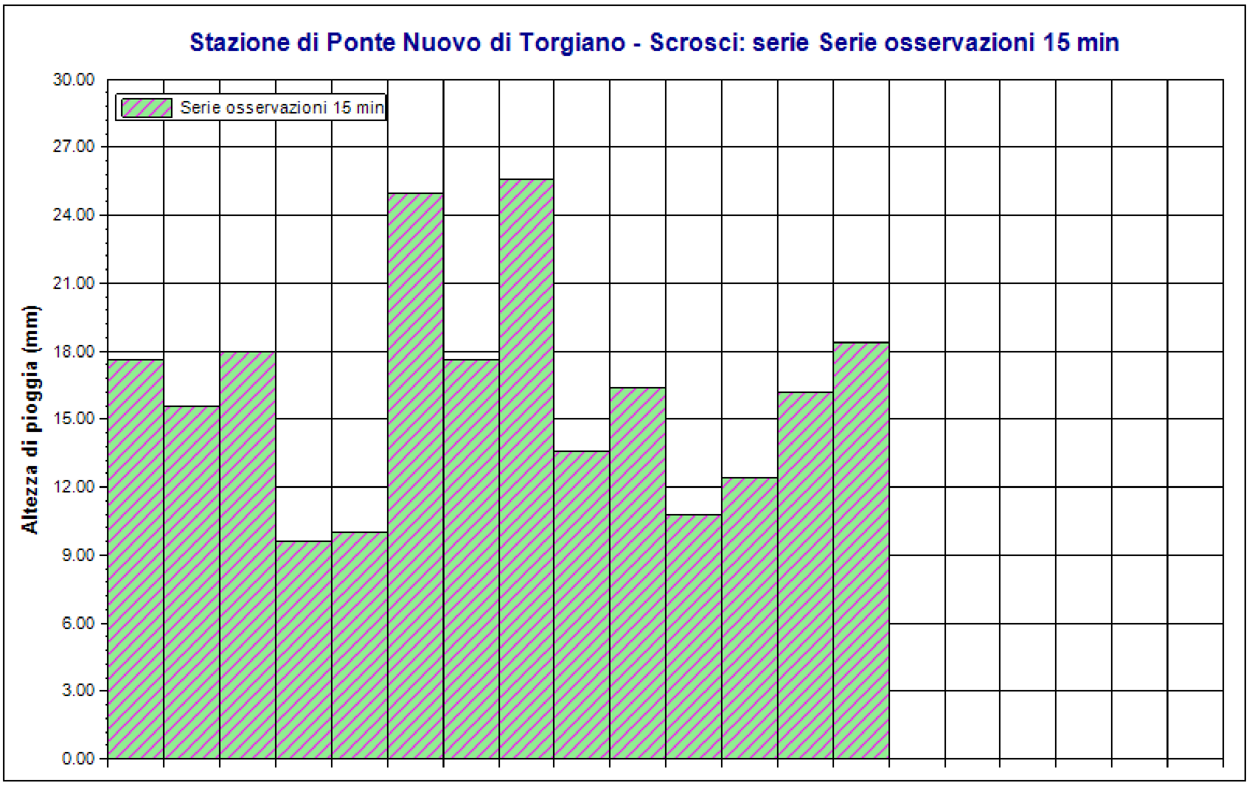
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



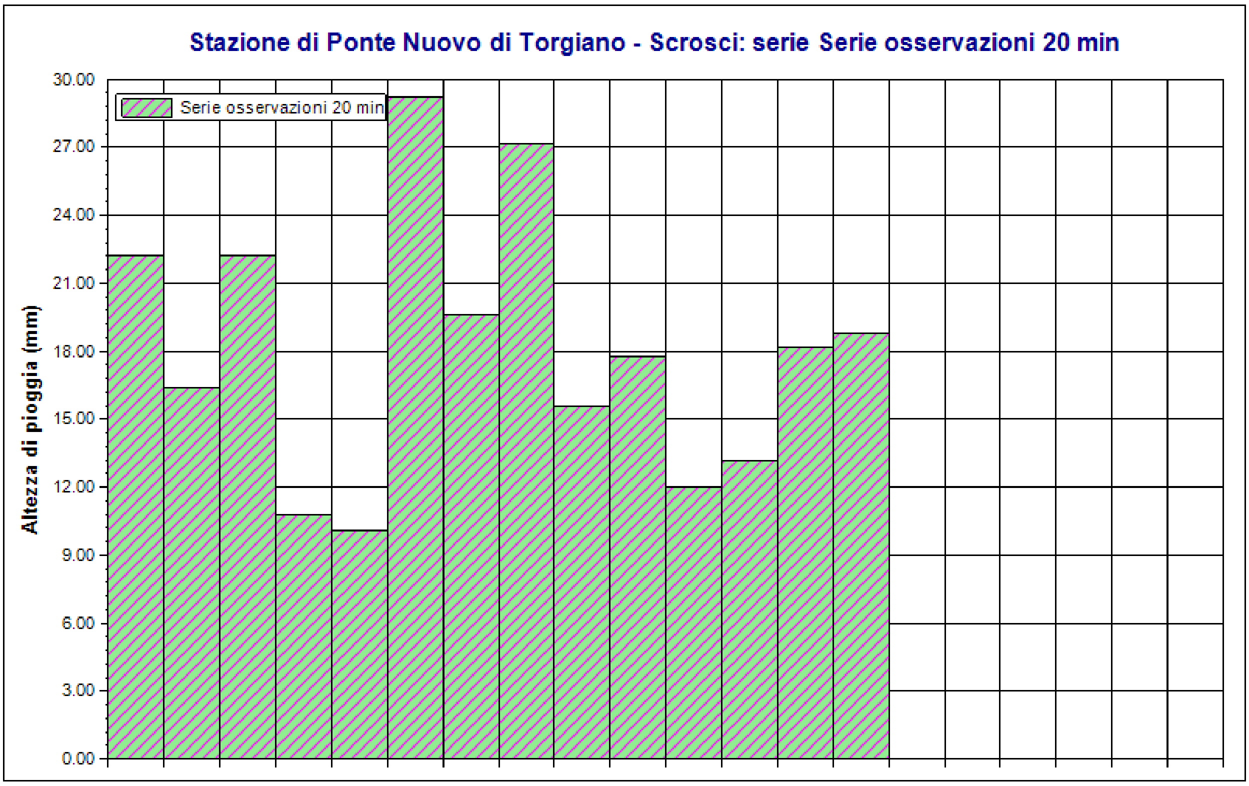
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



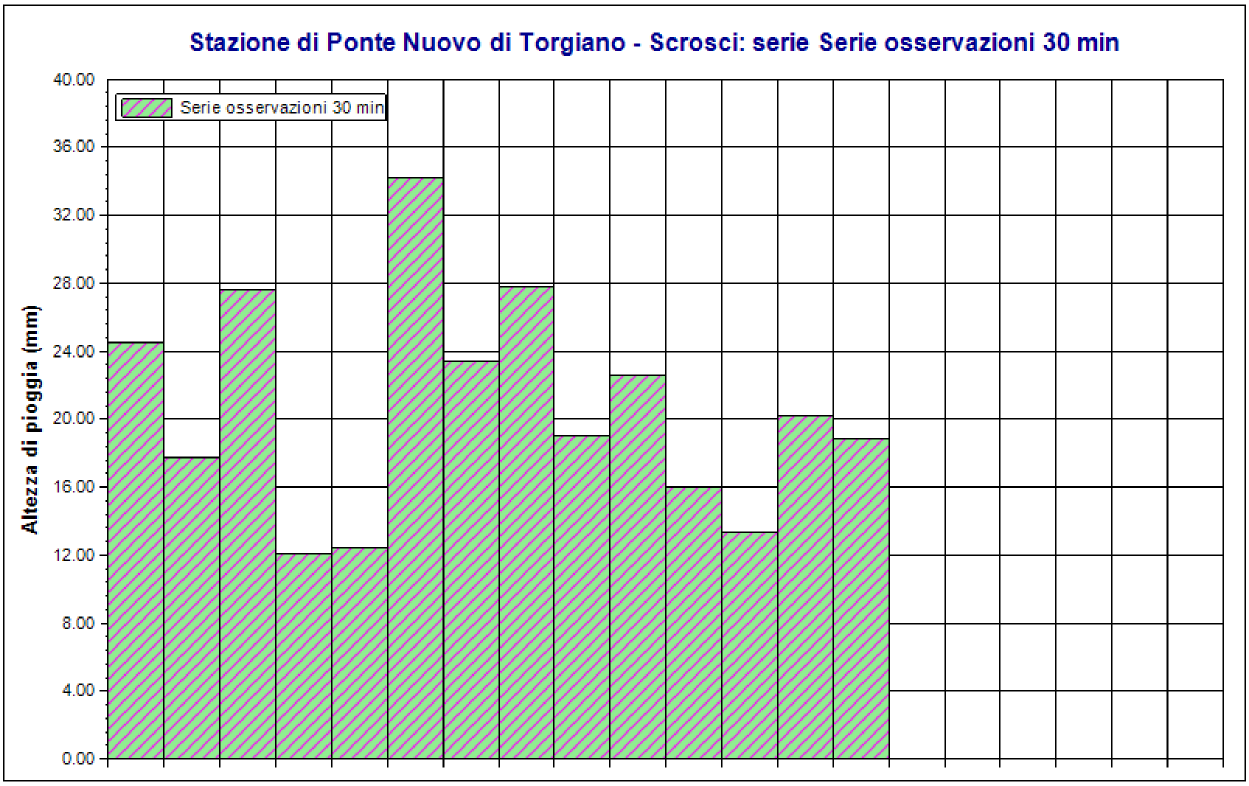
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\;-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\;-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

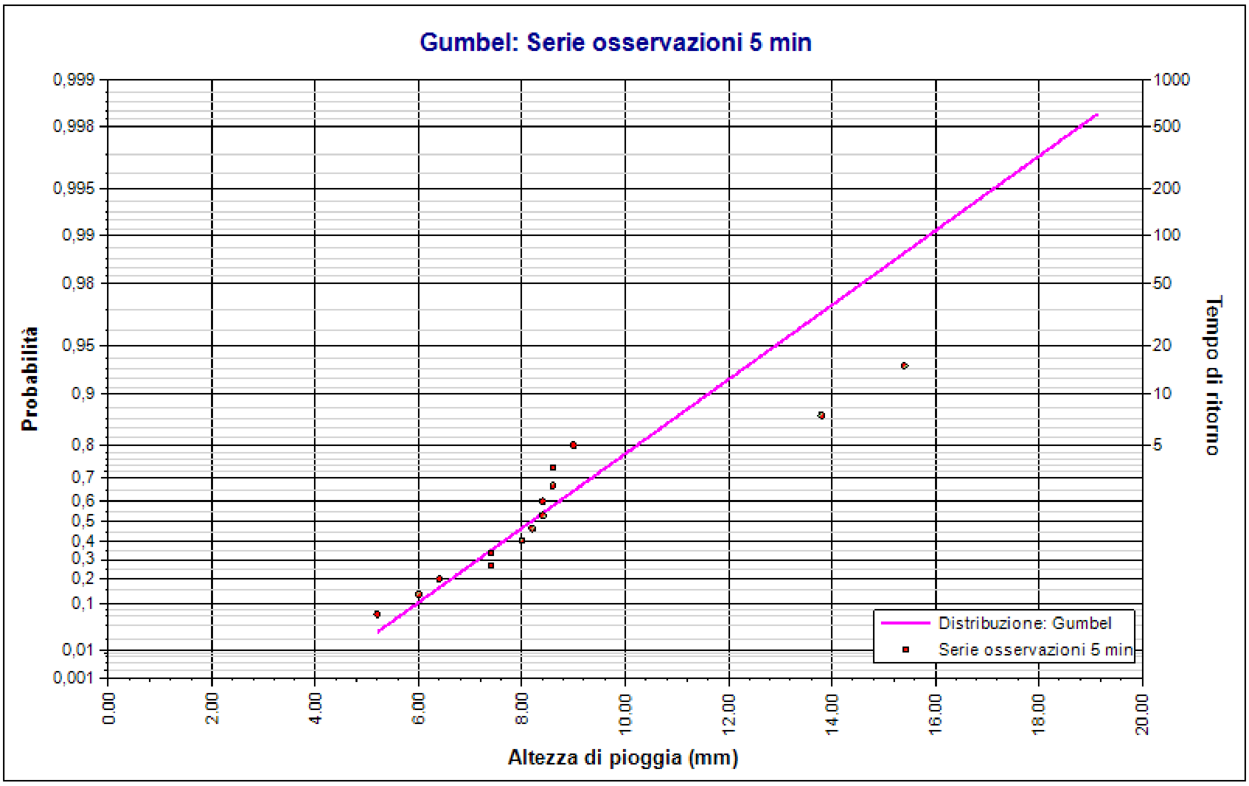
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

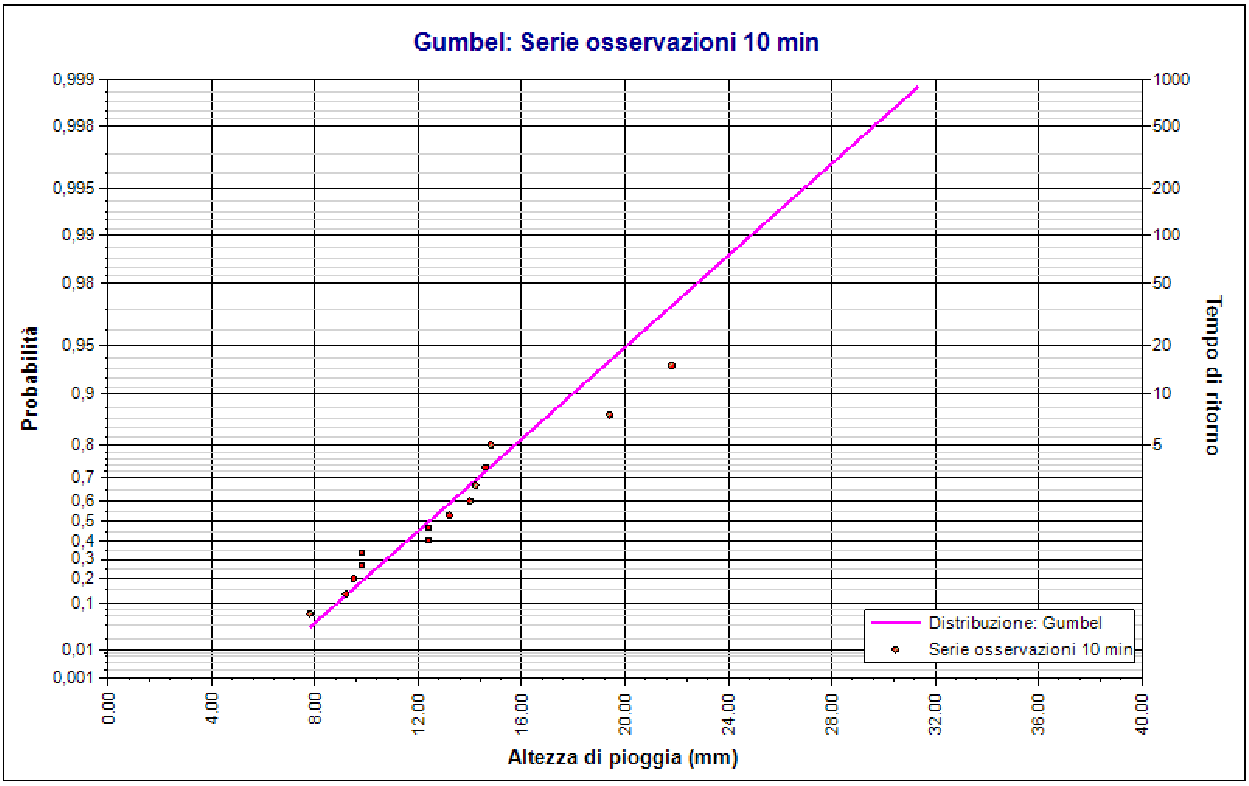
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

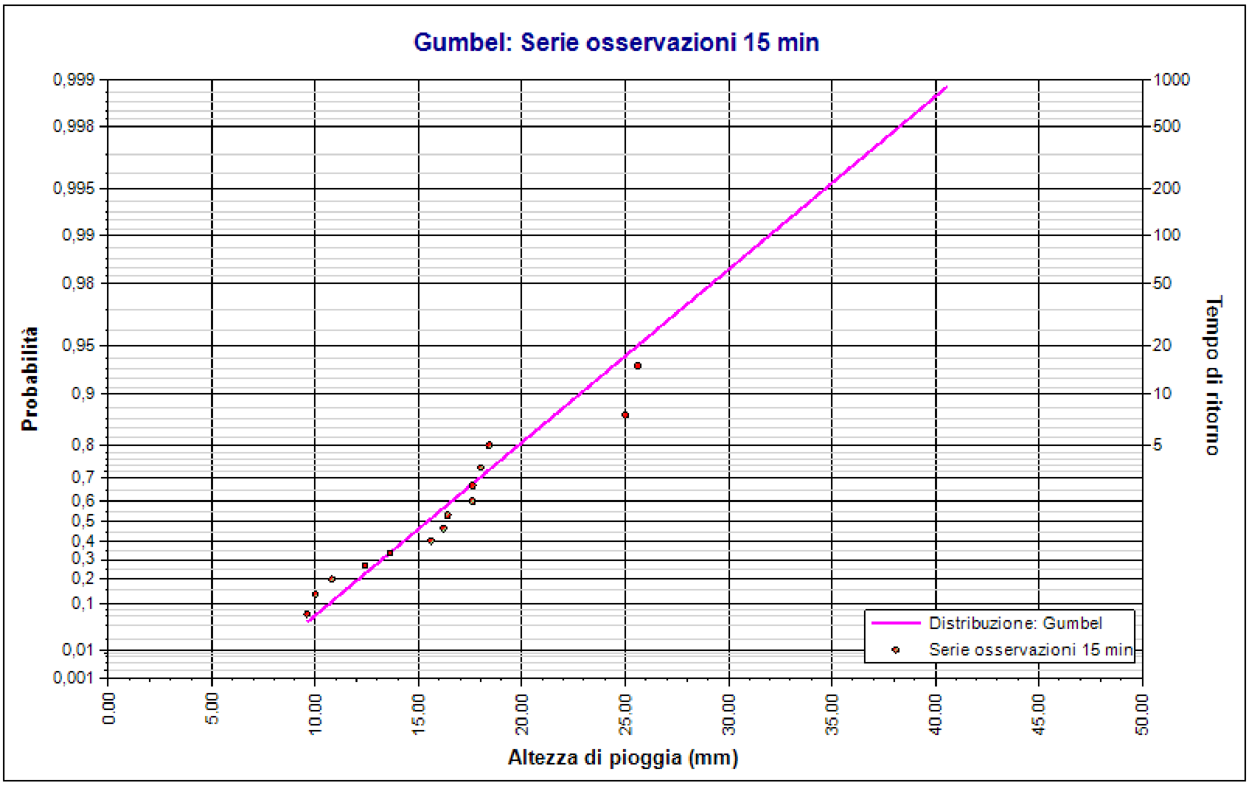
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



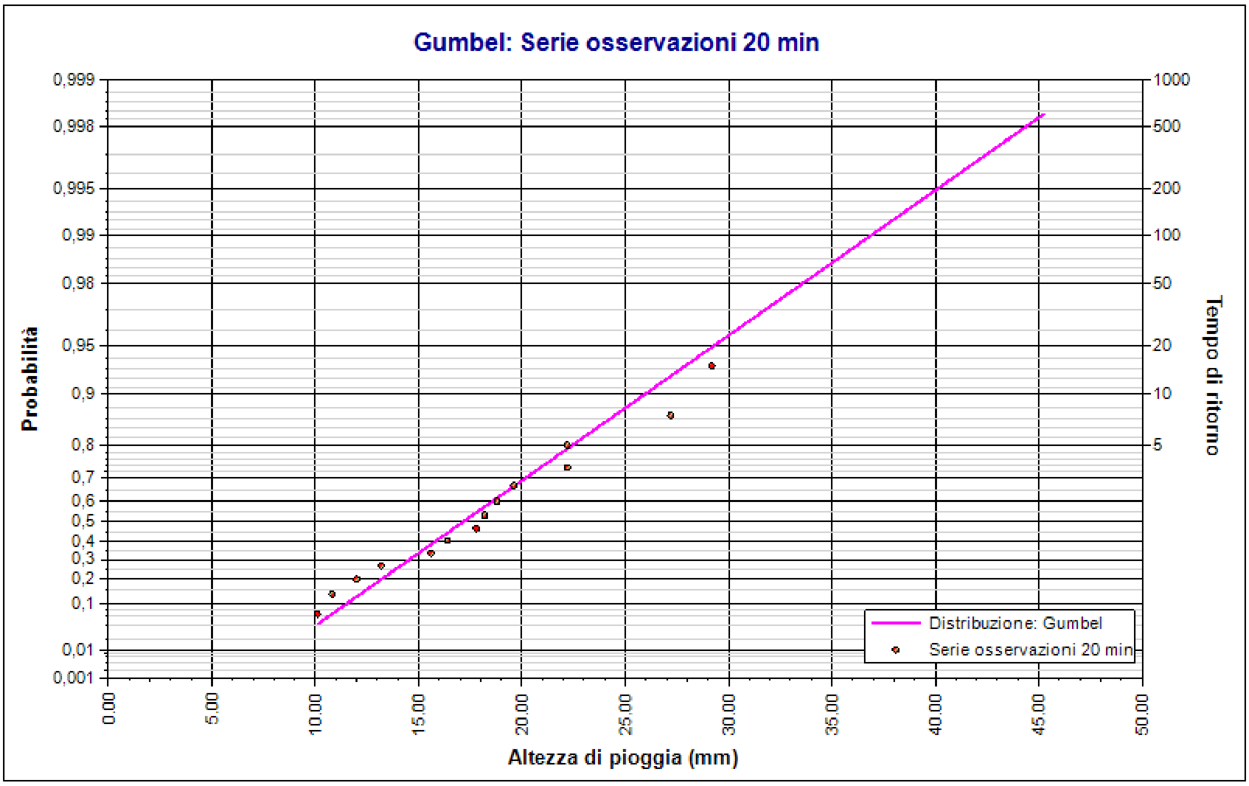
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



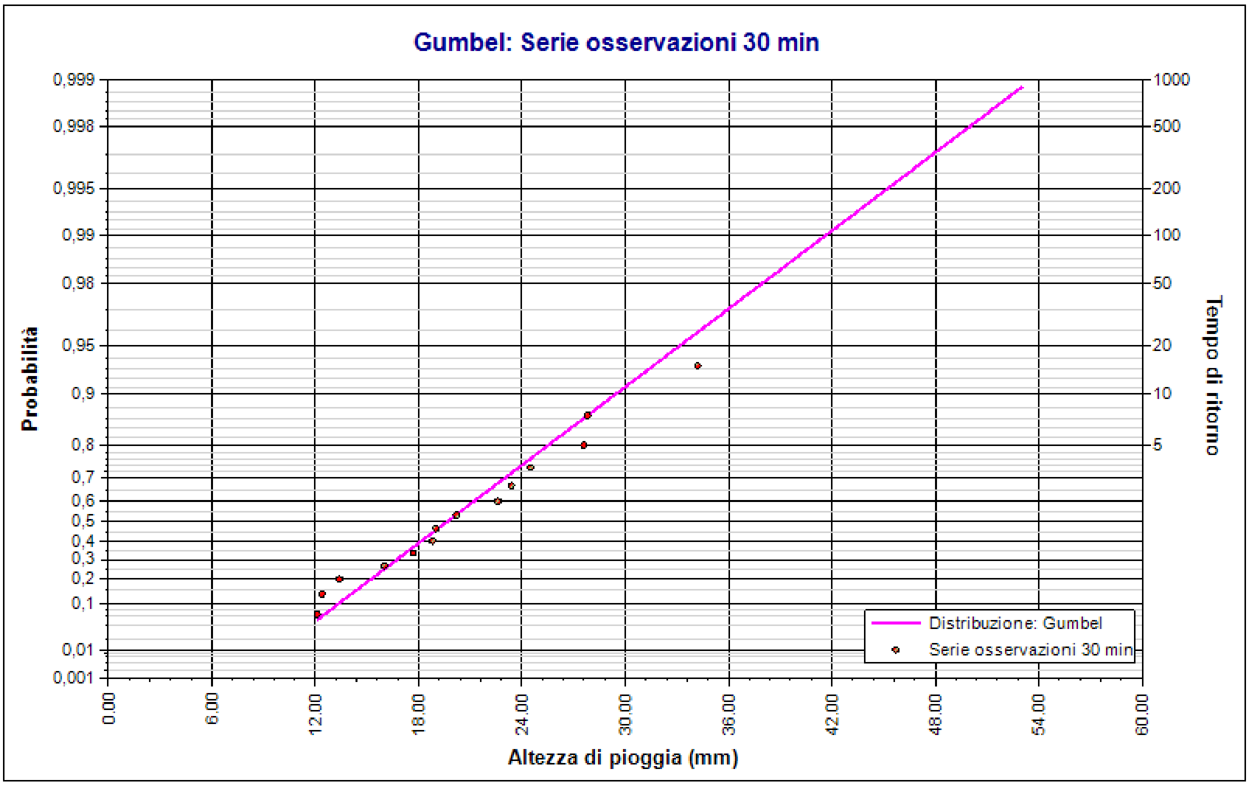
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano

Tempo di ritorno: 200.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

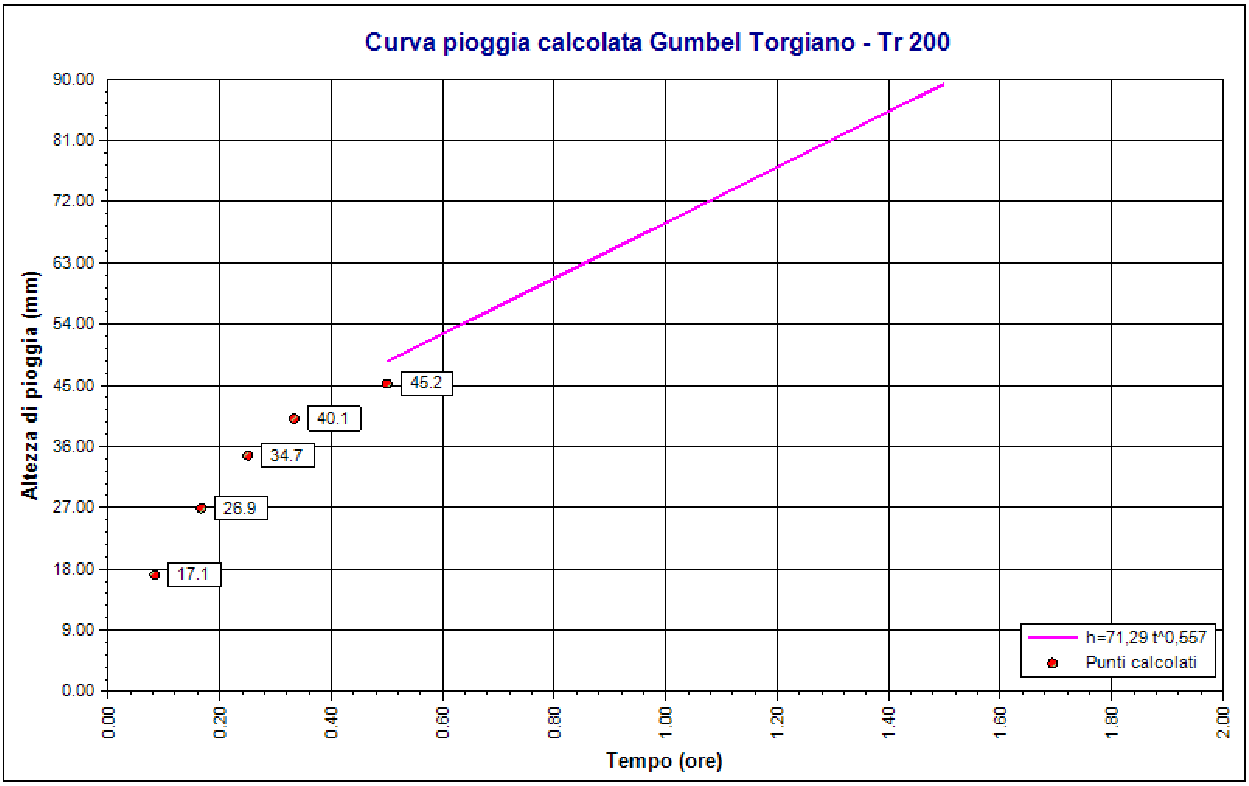
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	17.136
2	0.167	10	26.932
3	0.250	15	34.690
4	0.333	20	40.129
5	0.500	30	45.241

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
71.29	0.56	0.99	$h(t) = 71{,}3\, t^{0.557}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	71.290		9	242.151		17	344.986
2	104.848		10	256.774		18	356.136
3	131.389		11	270.762		19	367.015
4	154.201		12	284.196		20	377.643
5	174.591		13	297.141		21	388.037
6	193.236		14	309.653		22	398.215
7	210.545		15	321.773		23	408.189
8	226.787		16	333.541		24	417.972



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

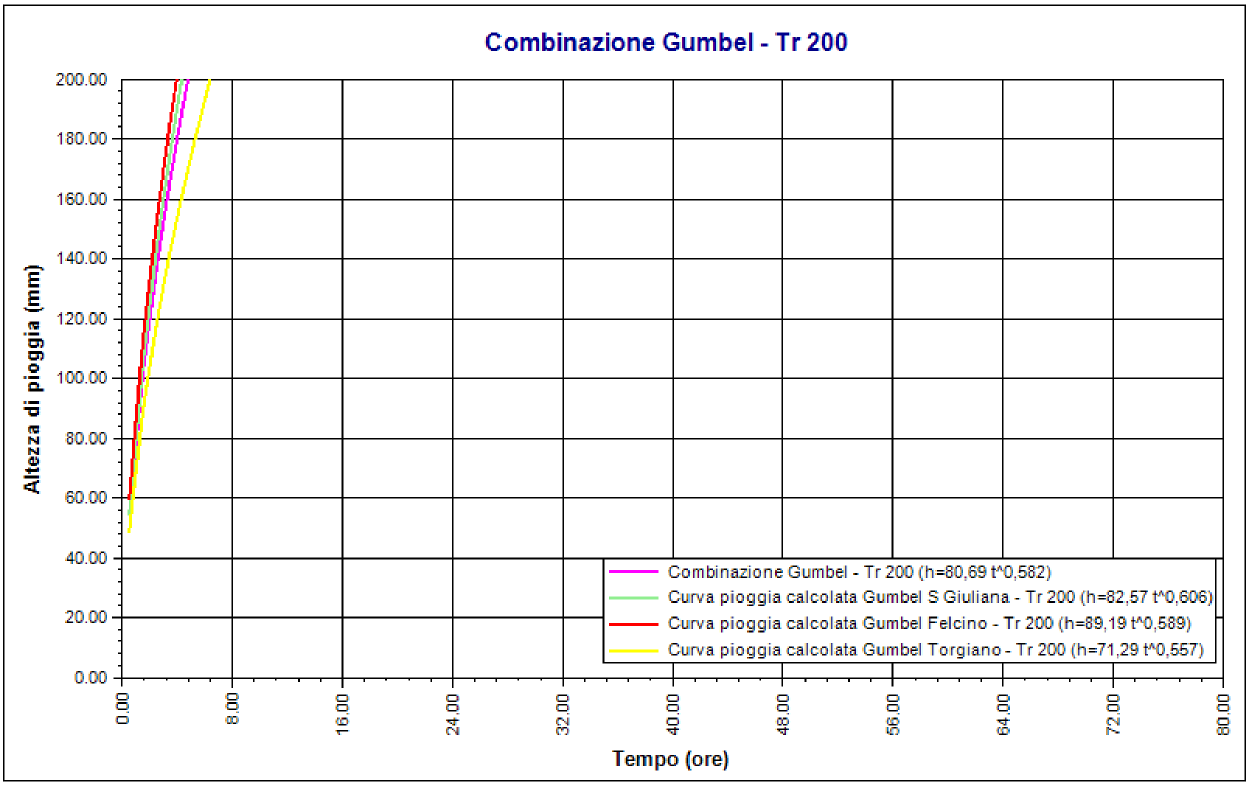
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200	Curva pioggia calcolata	20	82.57	0.61
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200	Curva pioggia calcolata	40	89.19	0.59
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200	Curva pioggia calcolata	40	71.29	0.56

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
80.69	0.58	$h(t) = 80{,}7\, t^{0.582}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	80.689		9	289.603		17	419.223
2	120.752		10	307.904		18	433.394
3	152.865		11	325.454		19	447.239
4	180.706		12	342.348		20	460.782
5	205.748		13	358.662		21	474.045
6	228.764		14	374.459		22	487.046
7	250.221		15	389.790		23	499.801
8	270.428		16	404.699		24	512.327



Combinazione Gumbel - Tr 200

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h

Dati Pluviogramma

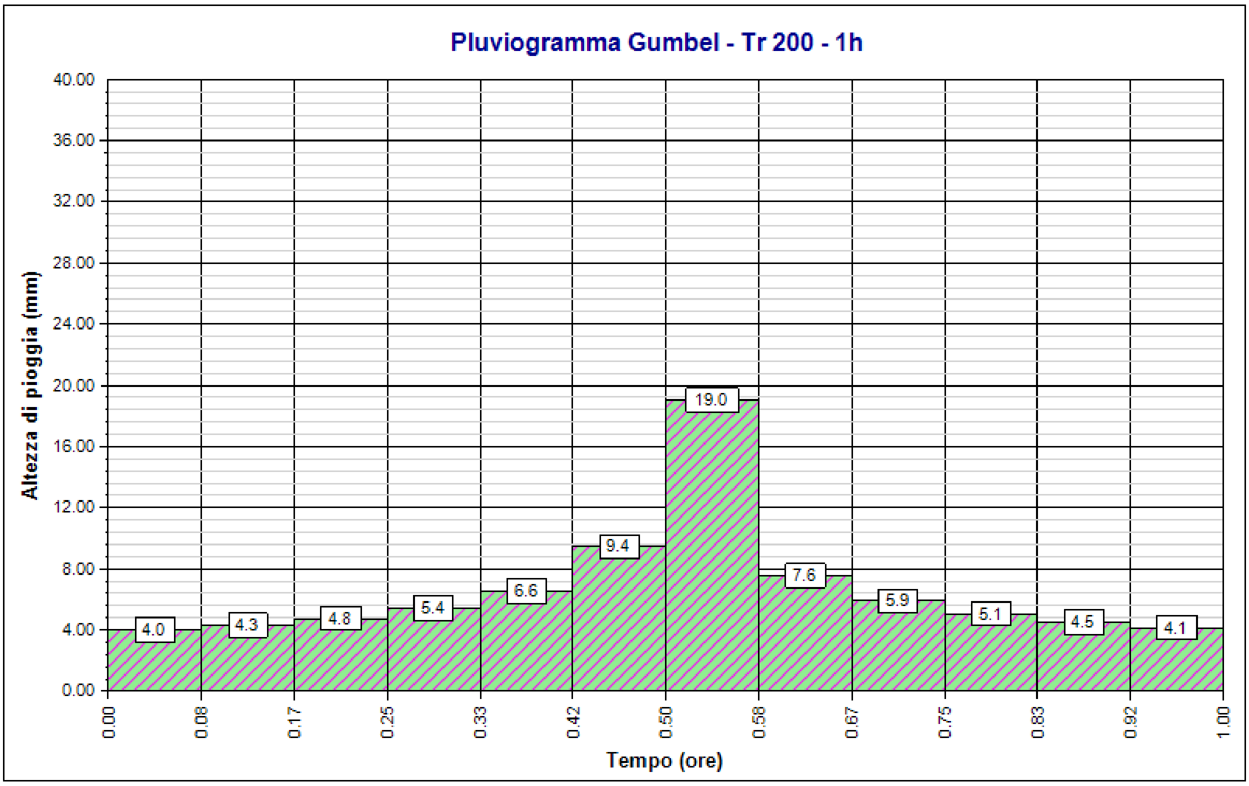
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 200
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 80.689 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
80.69	0.58	$h(t) = 80{,}7\ t^{0.582}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	3.982
2	0.083	0.167	5	10	4.313
3	0.167	0.250	10	15	4.763
4	0.250	0.333	15	20	5.425
5	0.333	0.417	20	25	6.562
6	0.417	0.500	25	30	9.442
7	0.500	0.583	30	35	19.018
8	0.583	0.667	35	40	7.569
9	0.667	0.750	40	45	5.902
10	0.750	0.833	45	50	5.057
11	0.833	0.917	50	55	4.519
12	0.917	1.000	55	60	4.136



Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino B Gumbel - Tr 200 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

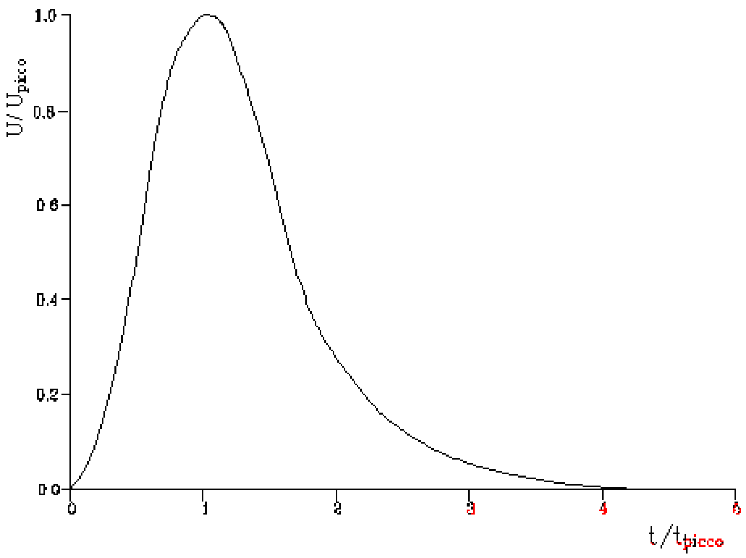
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

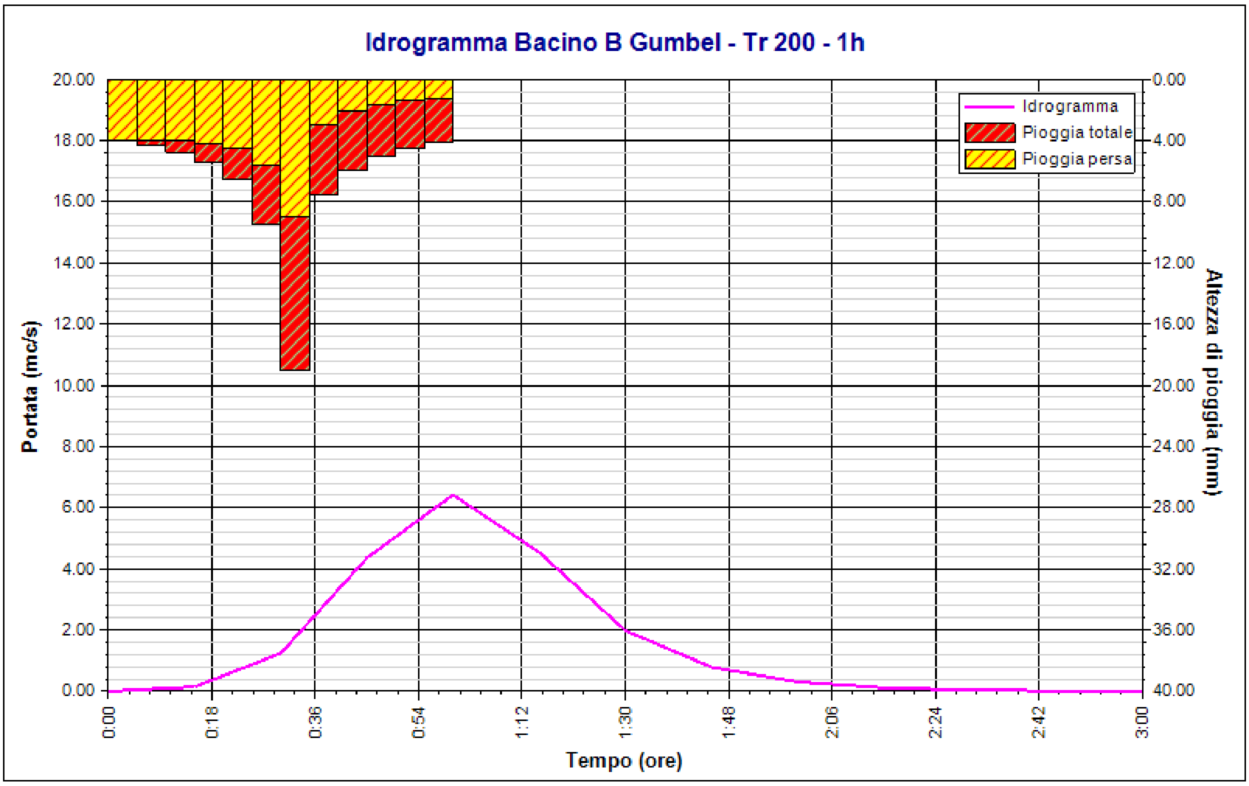
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h
Superficie del bacino: 0.5 kmq
Tlag: 0.318 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 74.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	13.058	12.039	1.019	0.0
2	0.250	15	21.429	14.236	7.193	0.1
3	0.500	30	32.489	13.988	18.501	1.2
4	0.750	45	13.713	4.270	9.443	4.4
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	6.4
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	4.5
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	2.0
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	0.8
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	0.3
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.1
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.0
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.0
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	6.4	mc/s
Istante picco	1.000	ore
Istante picco	60.0	minuti
Durata totale evento	3.000	ore
Volume afflusso	40	mc x 1000
Volume deflusso	18	mc x 1000
Altezza afflusso	80.689	mm
Altezza deflusso	35.885	mm
Coeff. deflusso	0.44	-
Coeff. udometrico	12.84	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino B Gumbel - Tr 200 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

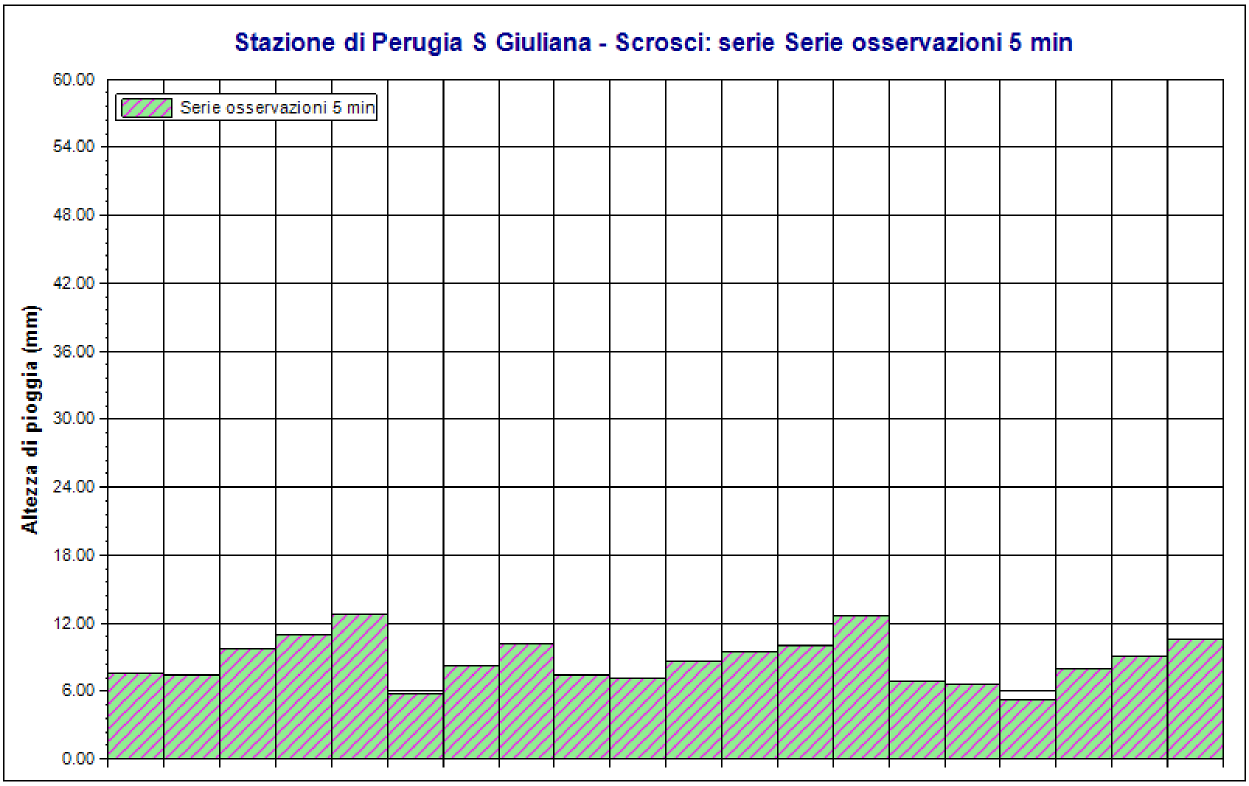
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

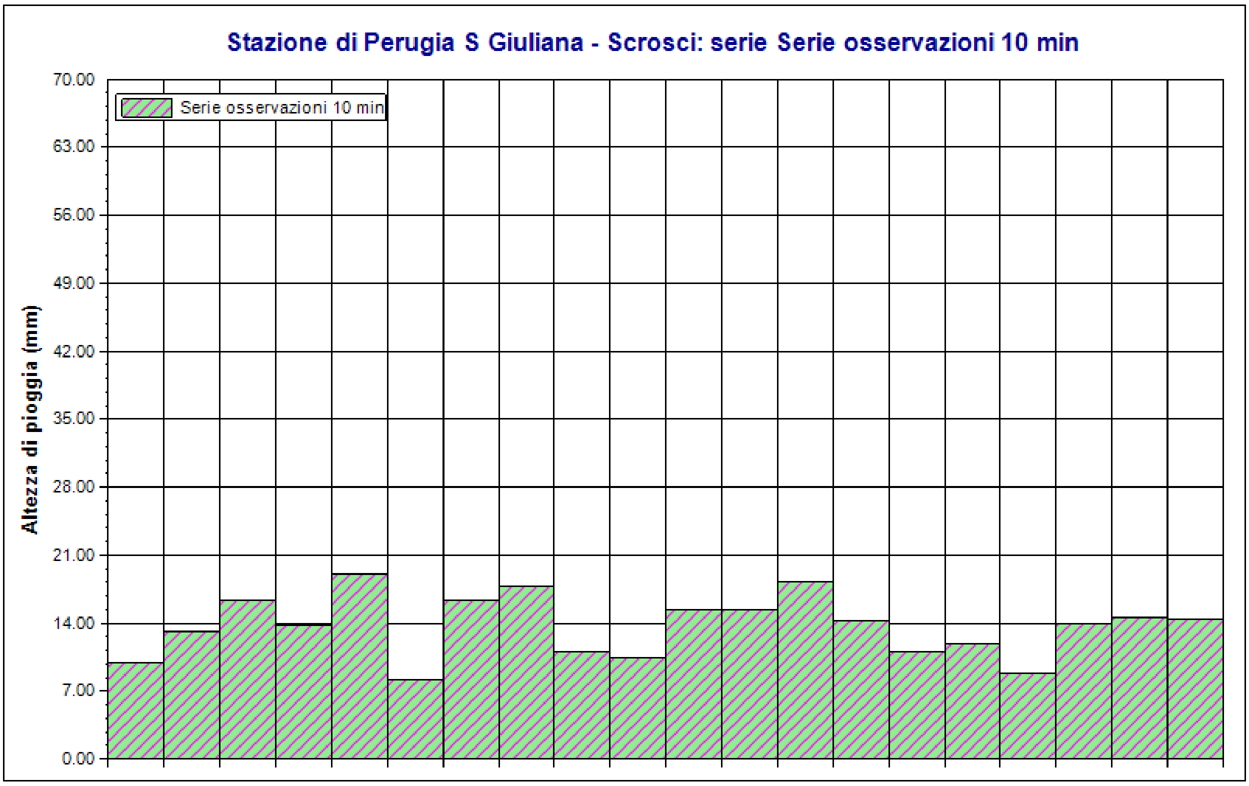
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

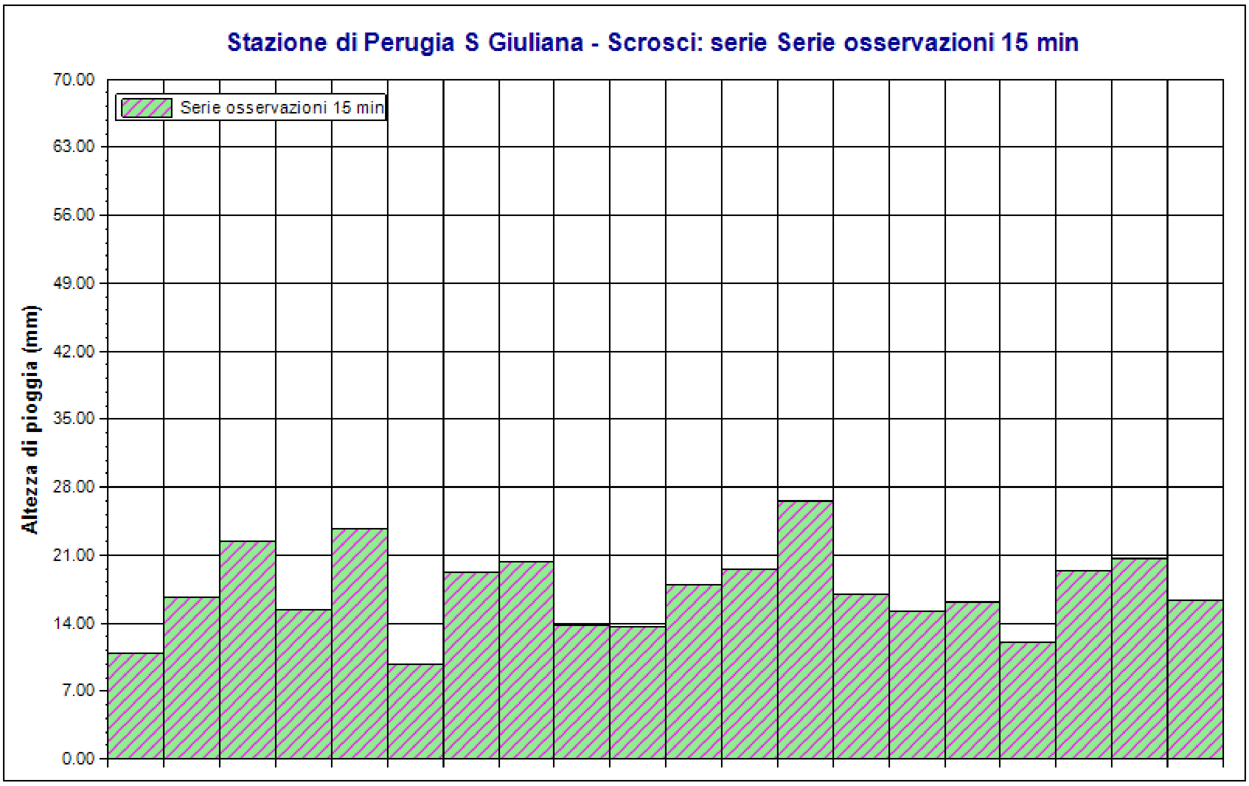
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



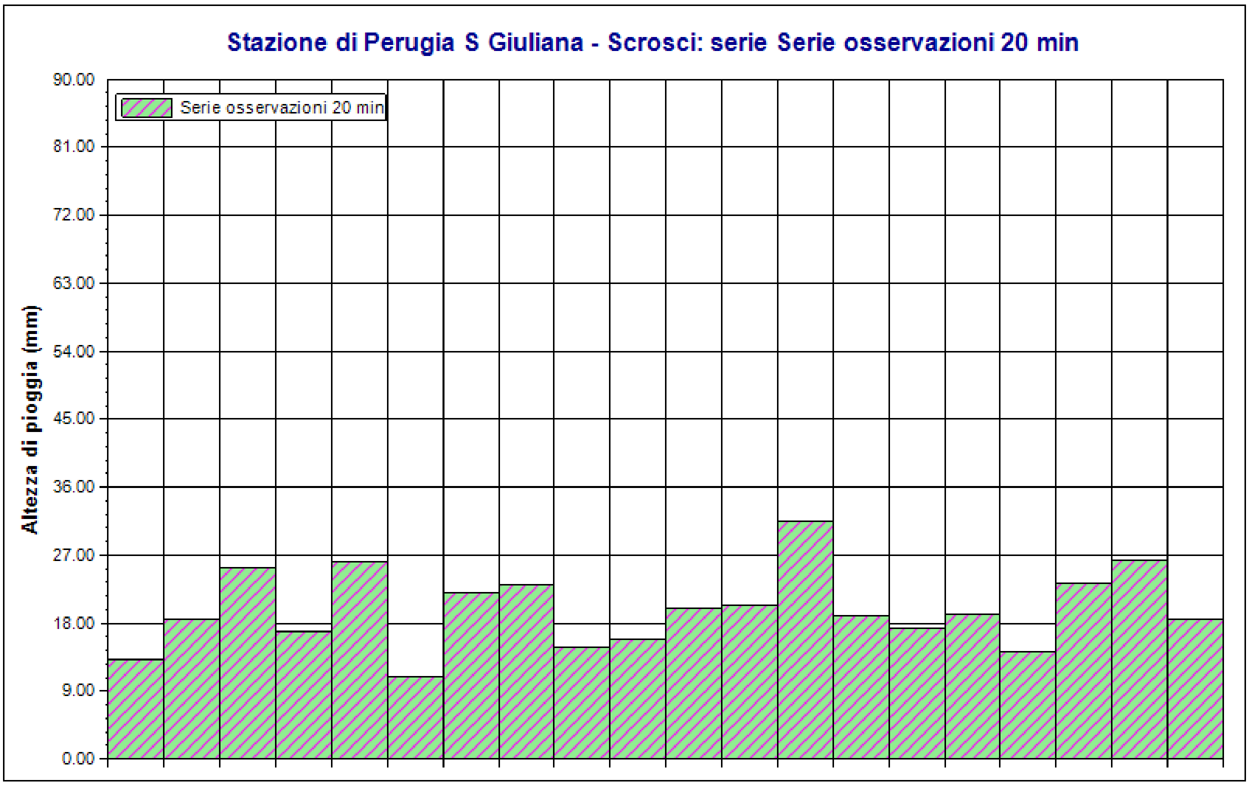
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



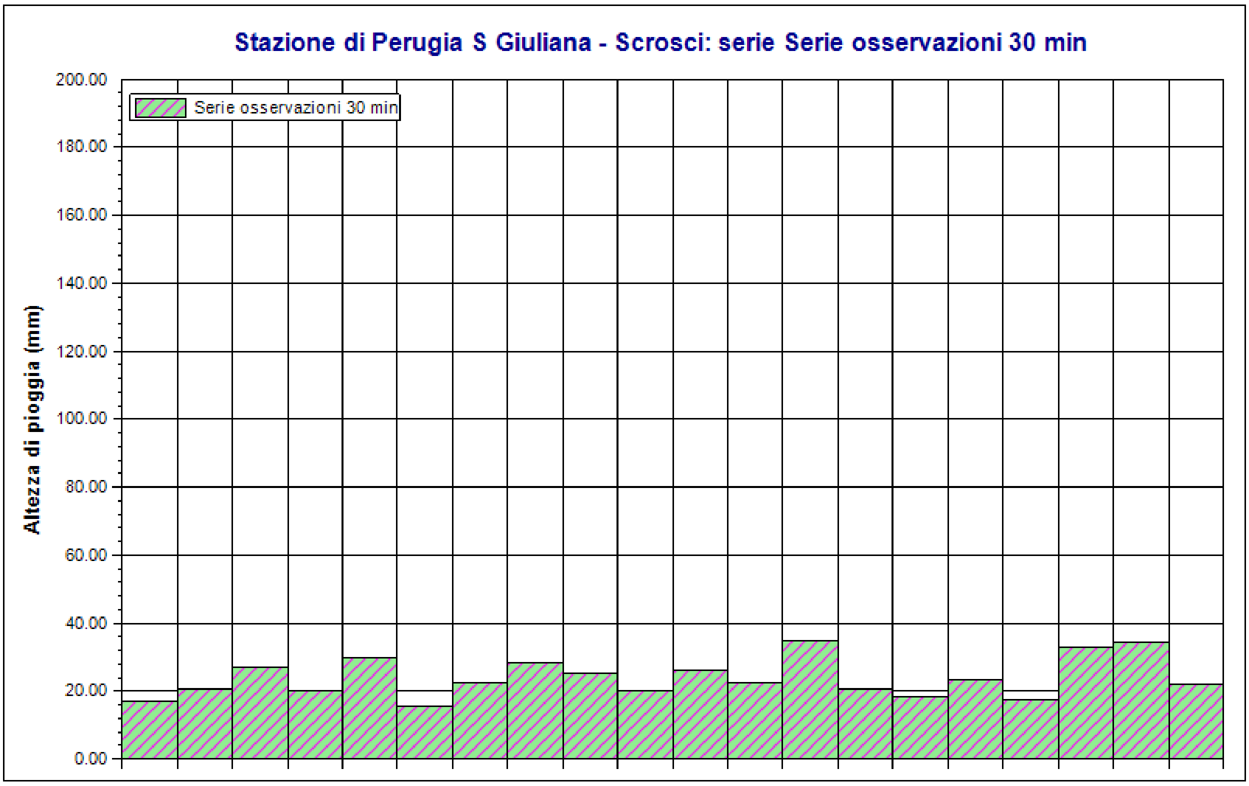
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro α=$k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\;-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\;-\alpha\;\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

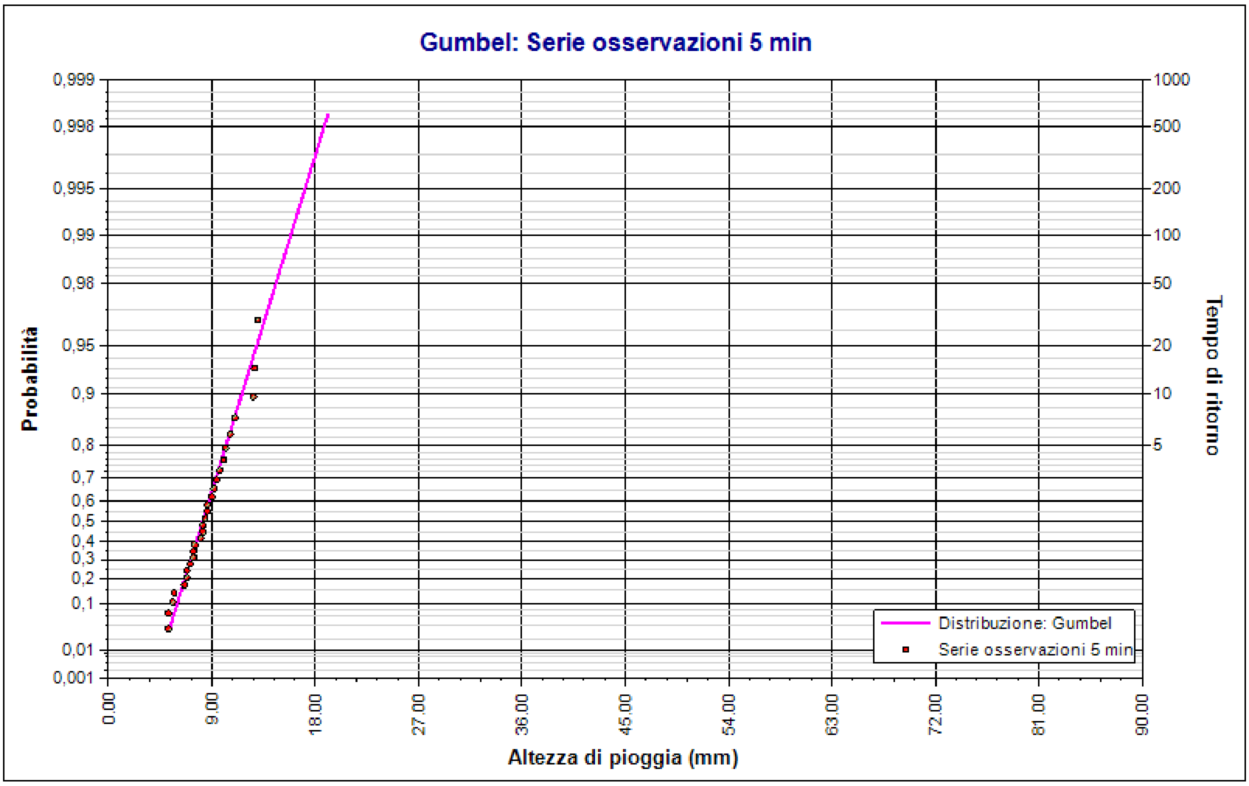
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

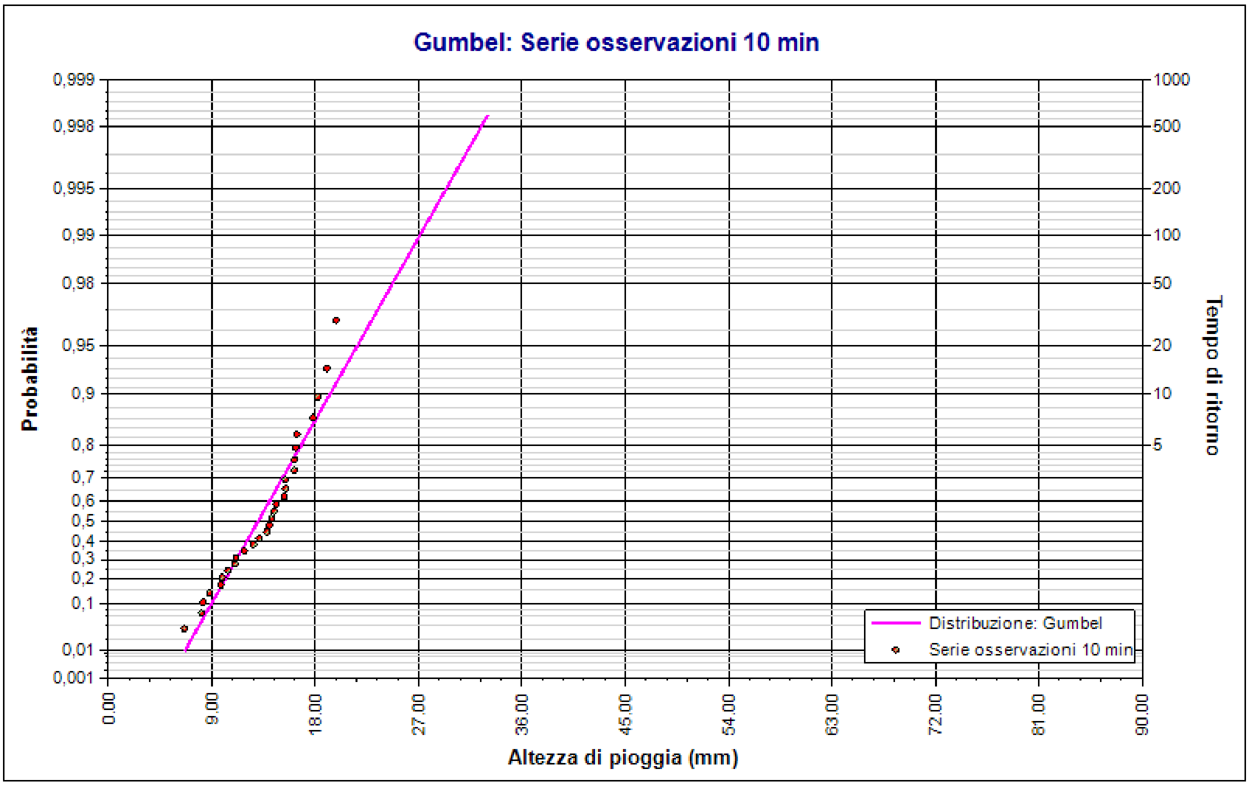
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x - 7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x - 11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x - 14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x - 17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x - 20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

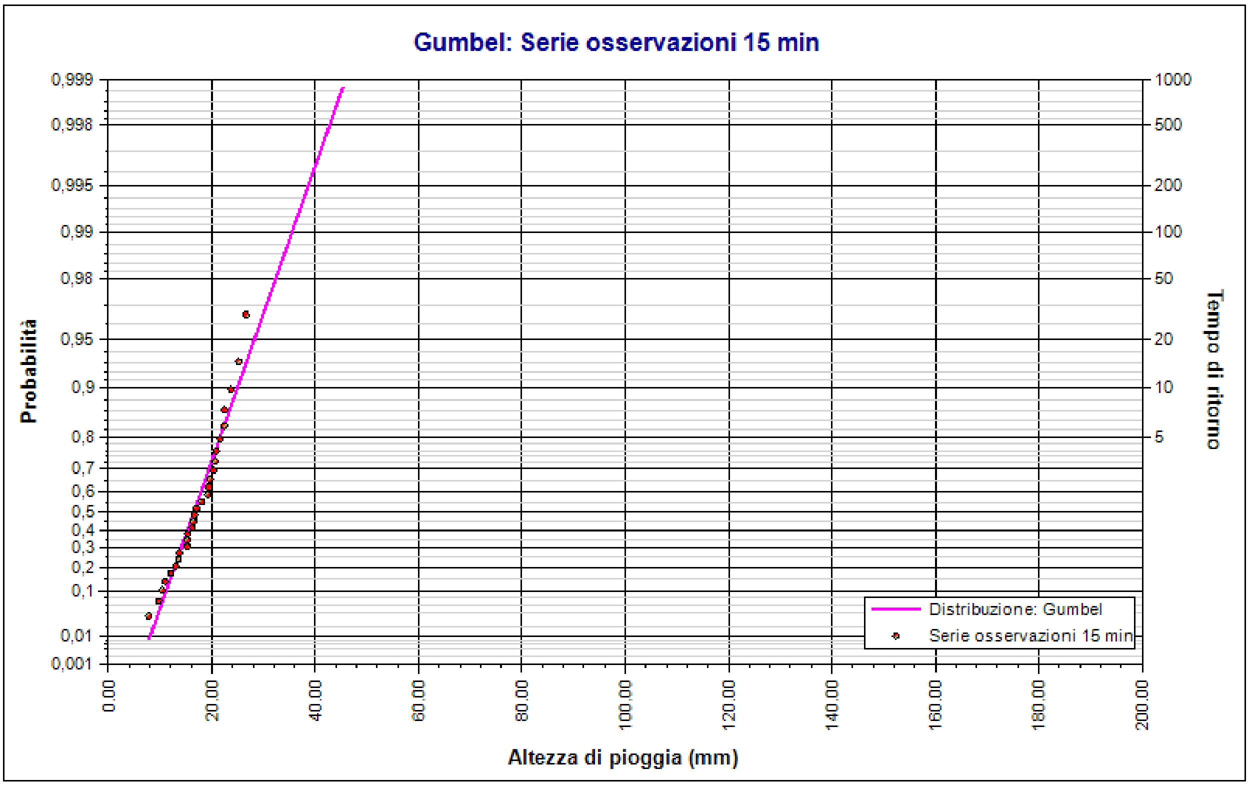
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



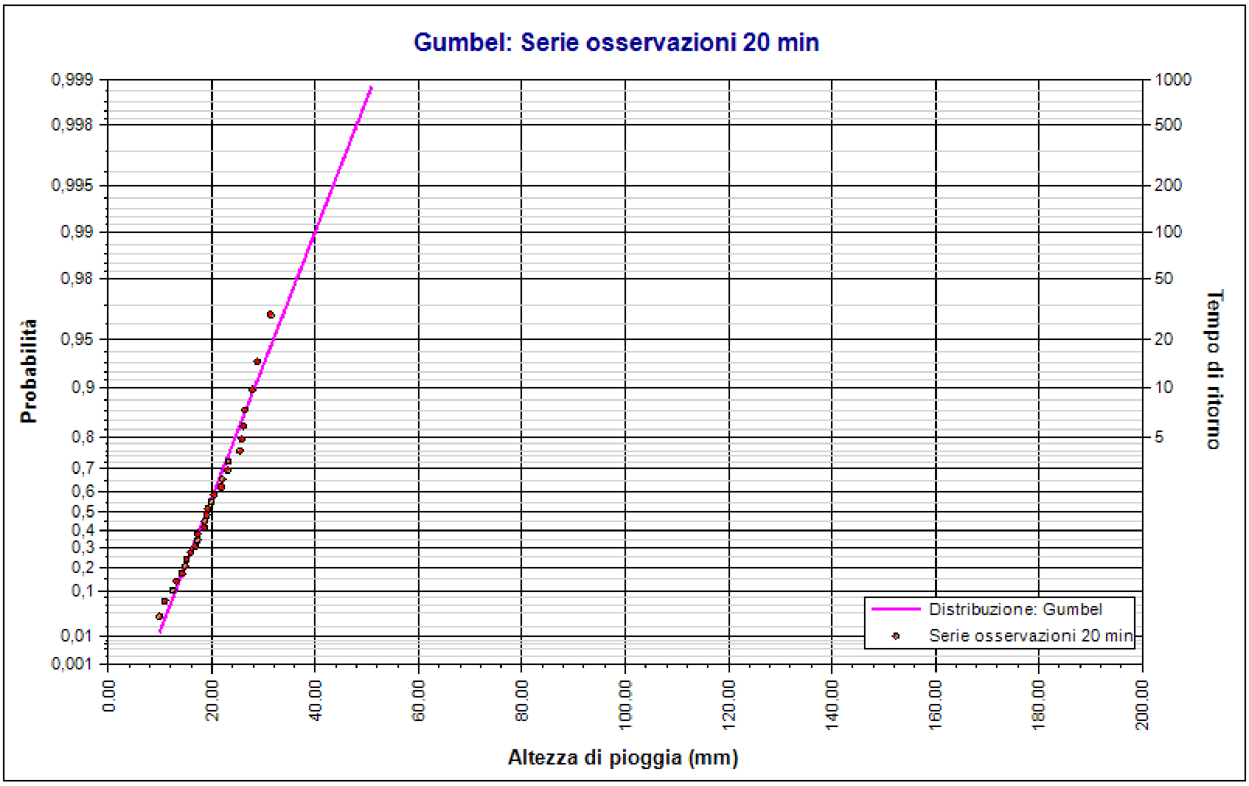
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



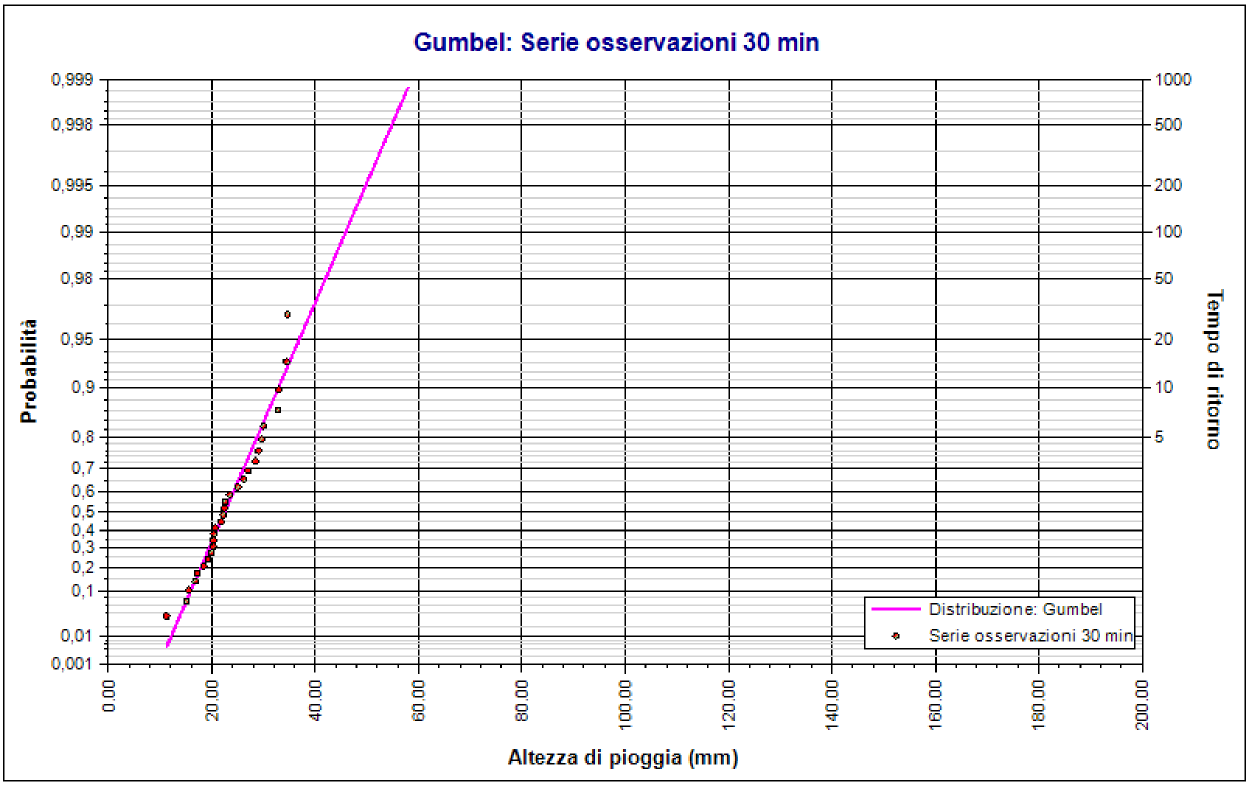
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

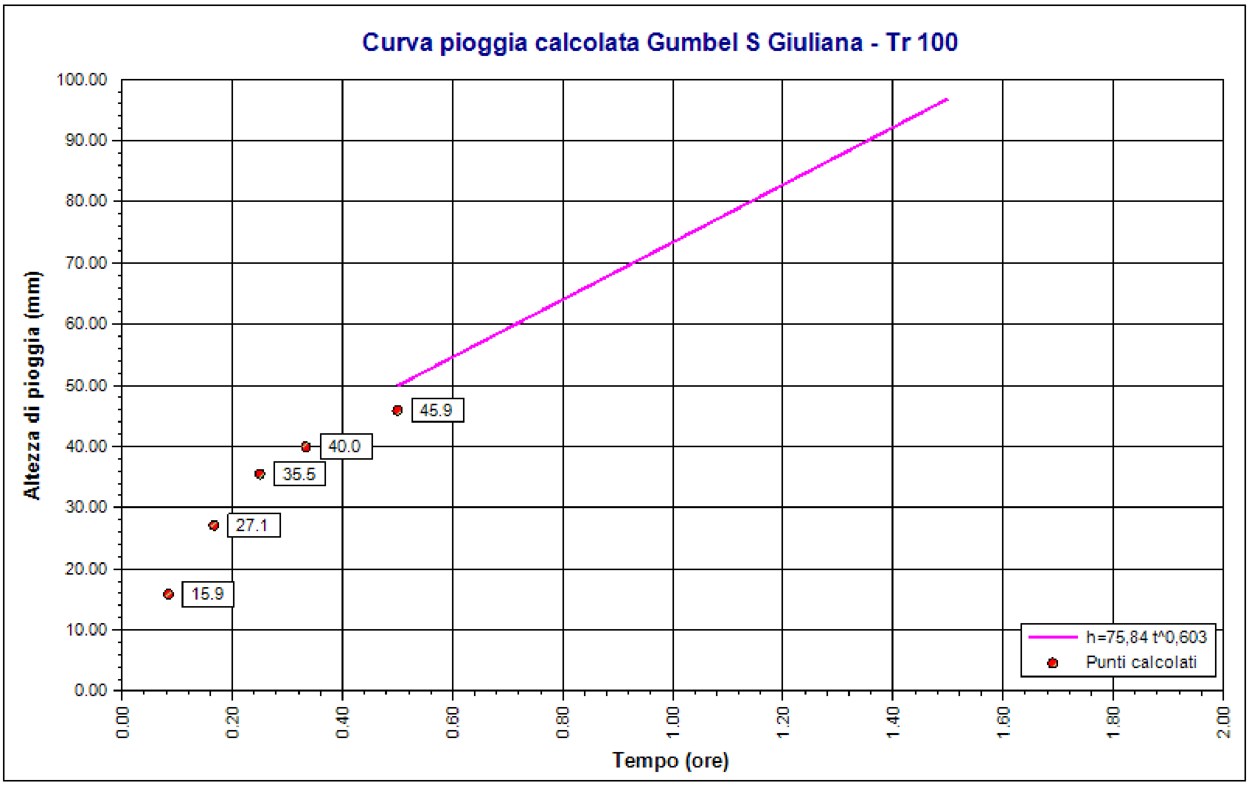
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	15.851
2	0.167	10	27.095
3	0.250	15	35.520
4	0.333	20	39.968
5	0.500	30	45.880

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
75.84	0.60	0.99	$h(t) = 75{,}8\, t^{0{,}603}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	75.844		9	285.436		17	418.903
2	115.213		10	304.165		18	433.598
3	147.135		11	322.164		19	447.972
4	175.016		12	339.524		20	462.048
5	200.231		13	356.319		21	475.848
6	223.508		14	372.608		22	489.390
7	245.287		15	388.442		23	502.689
8	265.861		16	403.861		24	515.761



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760

Bacino: Media valle del Tevere

Comune: Perugia

Quota: 205.0 m s.l.m.

Latitudine:

Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5

Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Minima dimensione serie: 17

Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

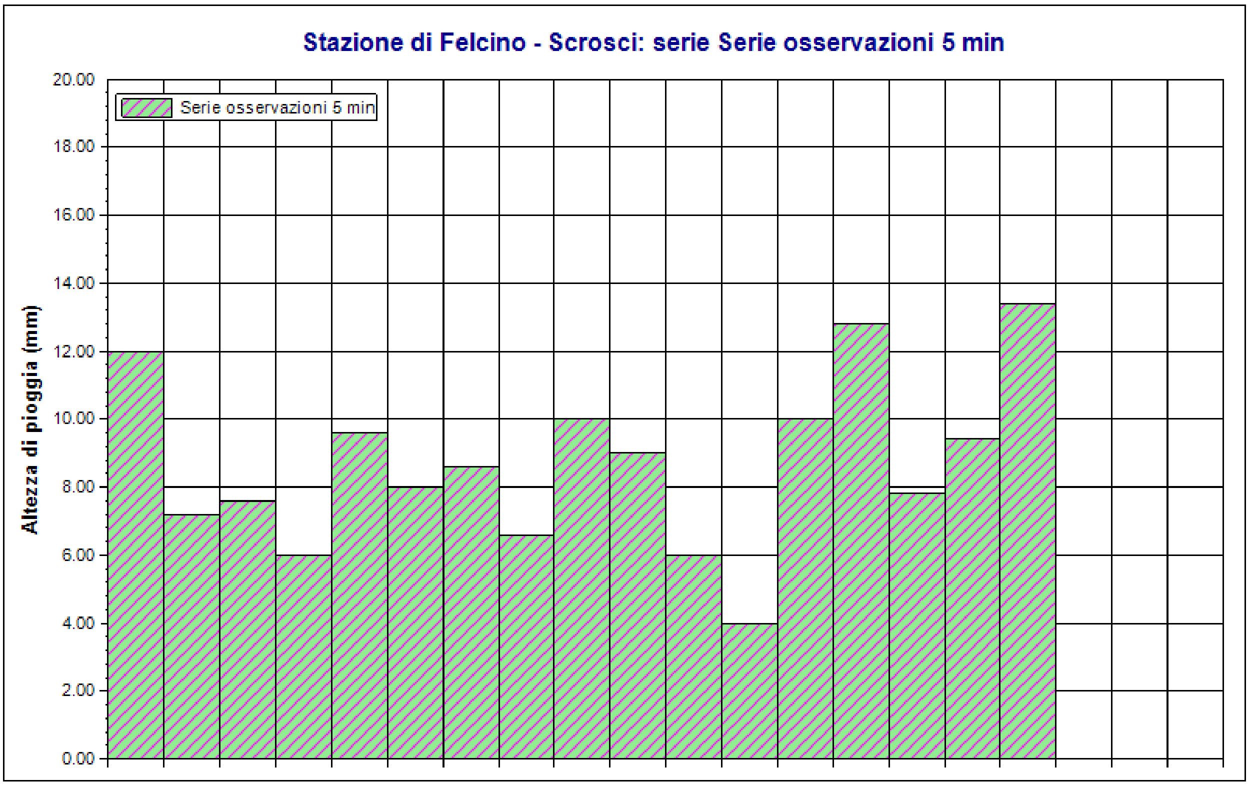
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

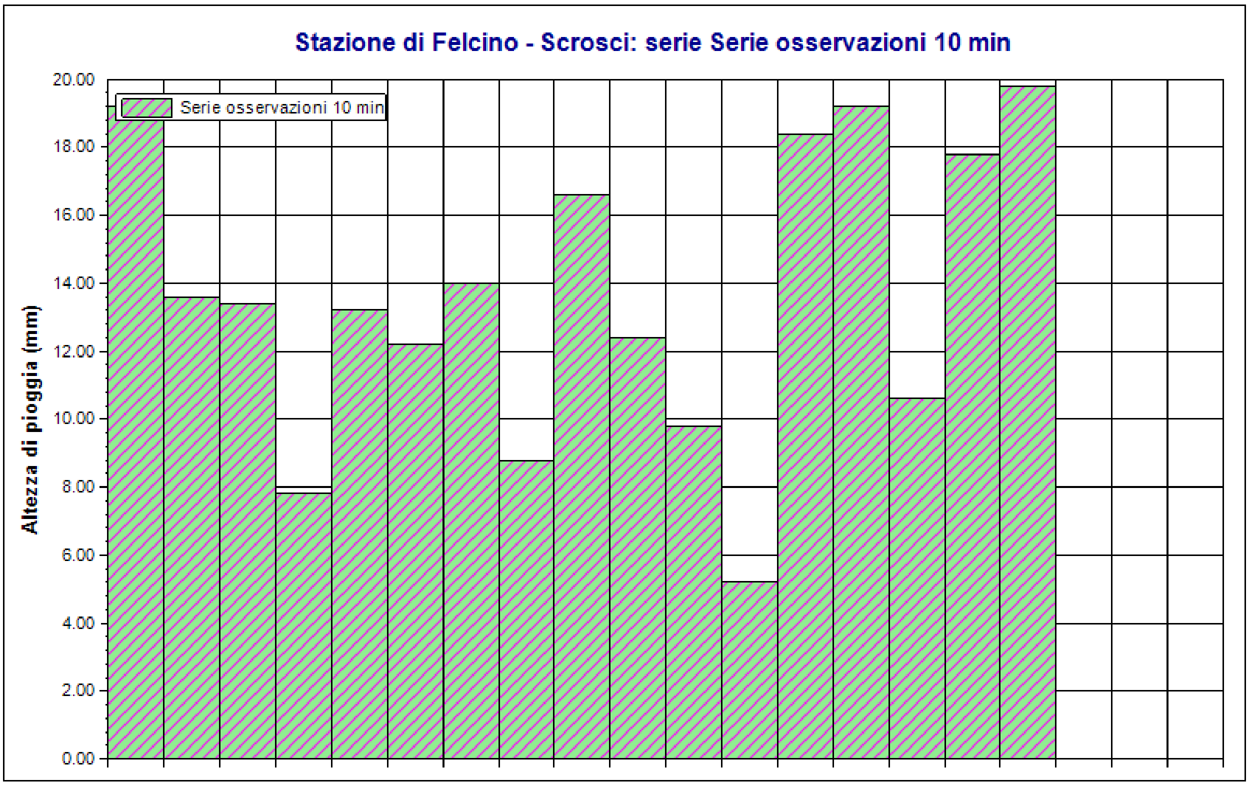
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

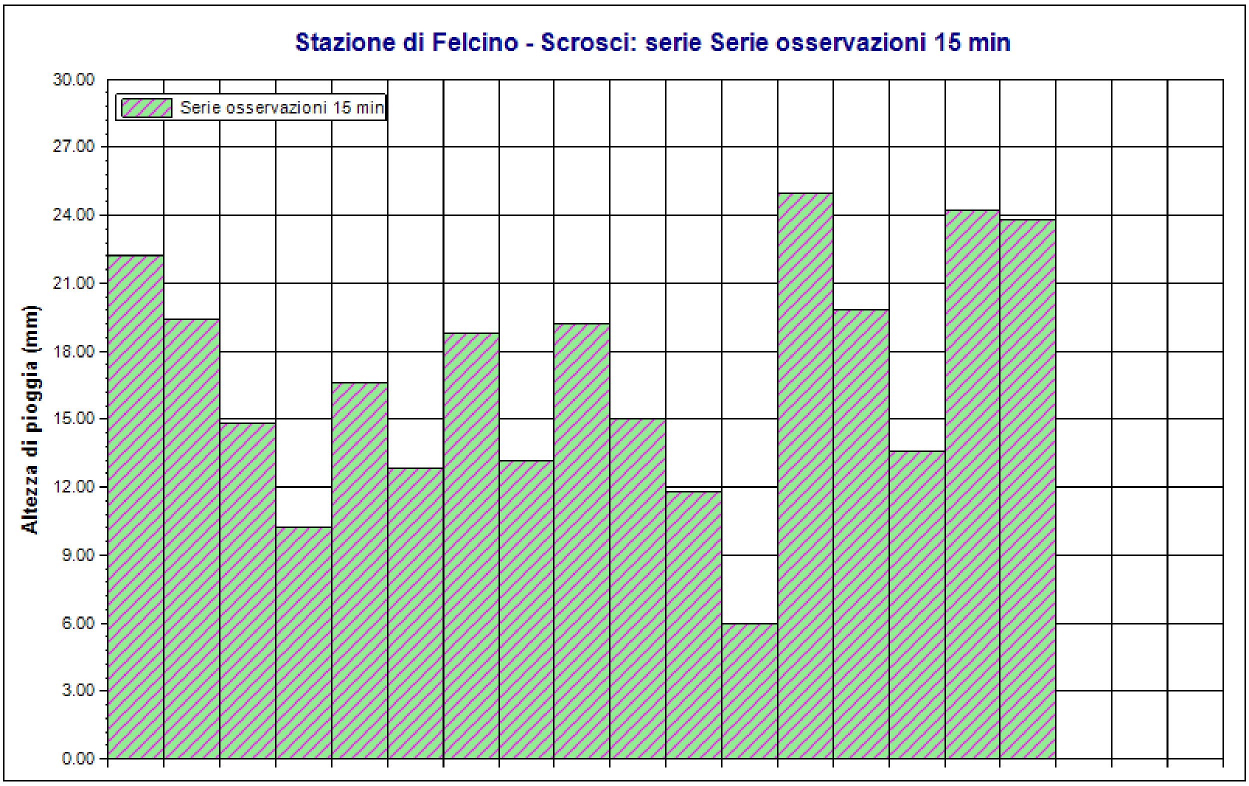
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



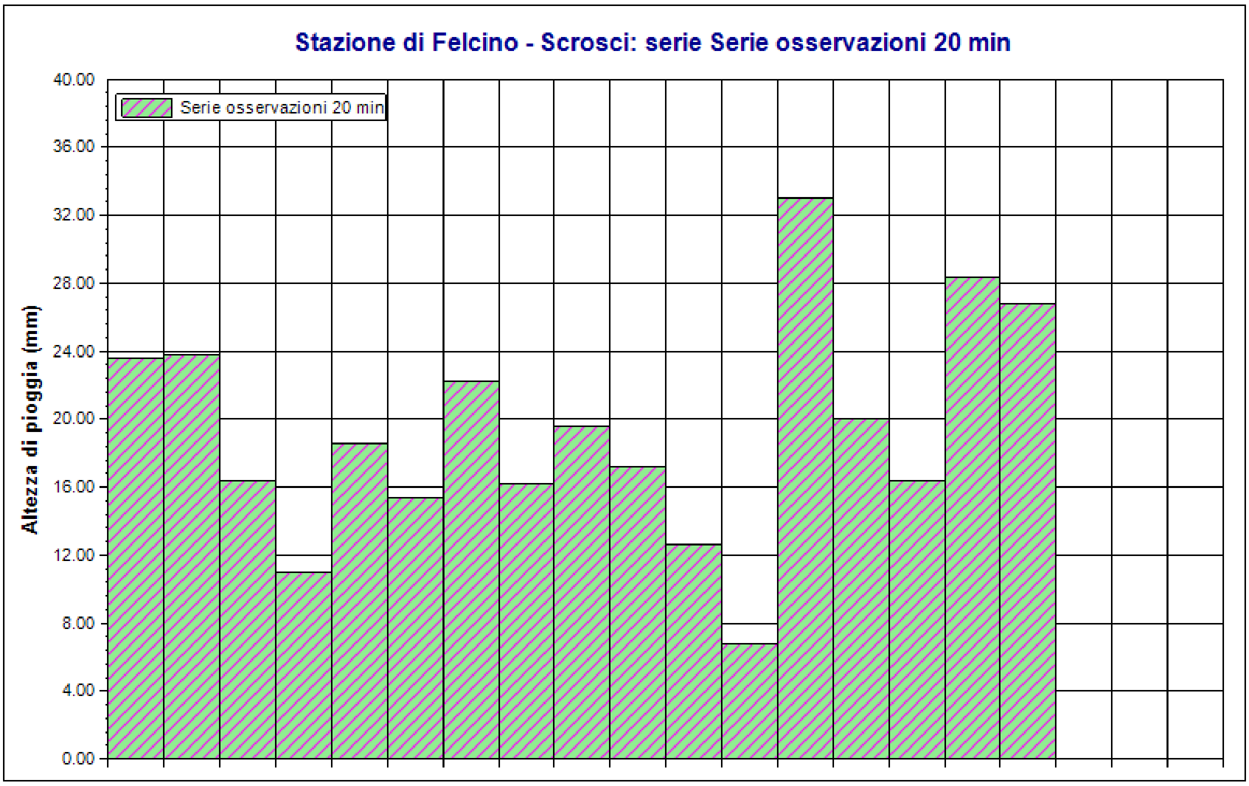
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



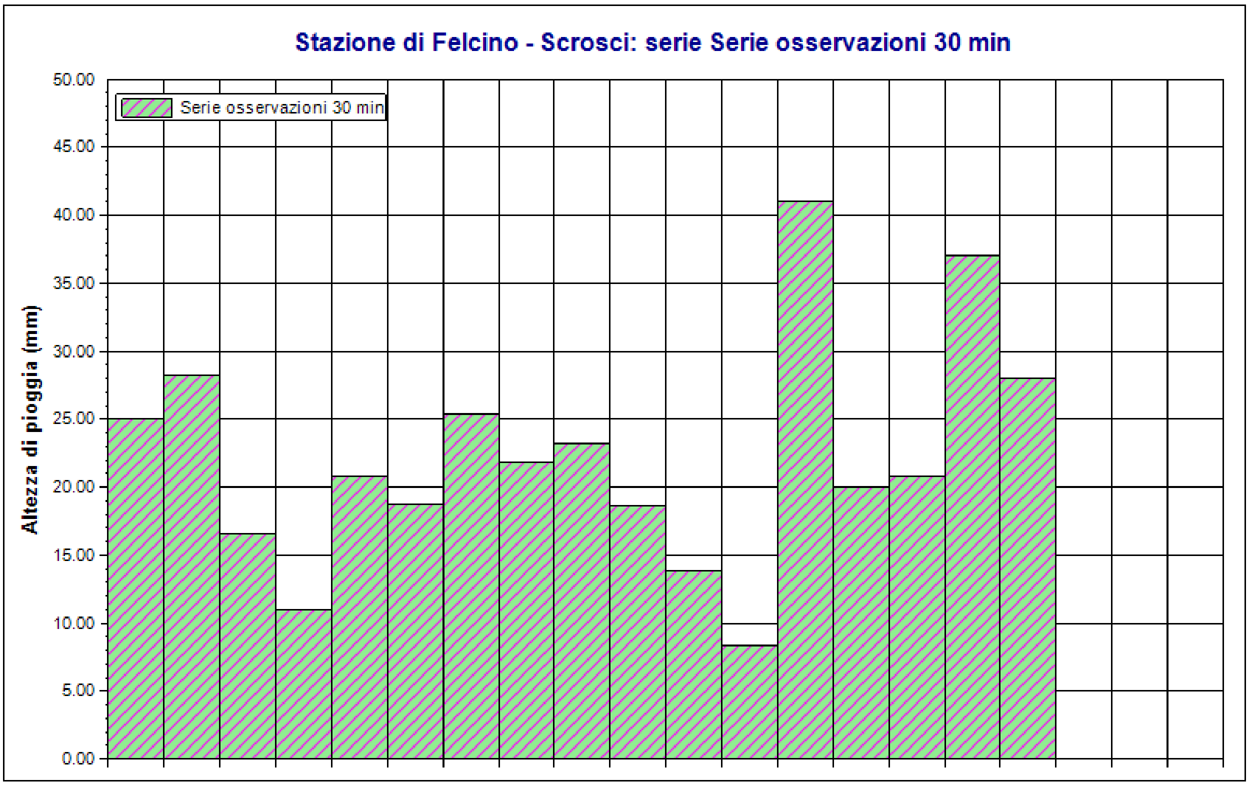
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x)=e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

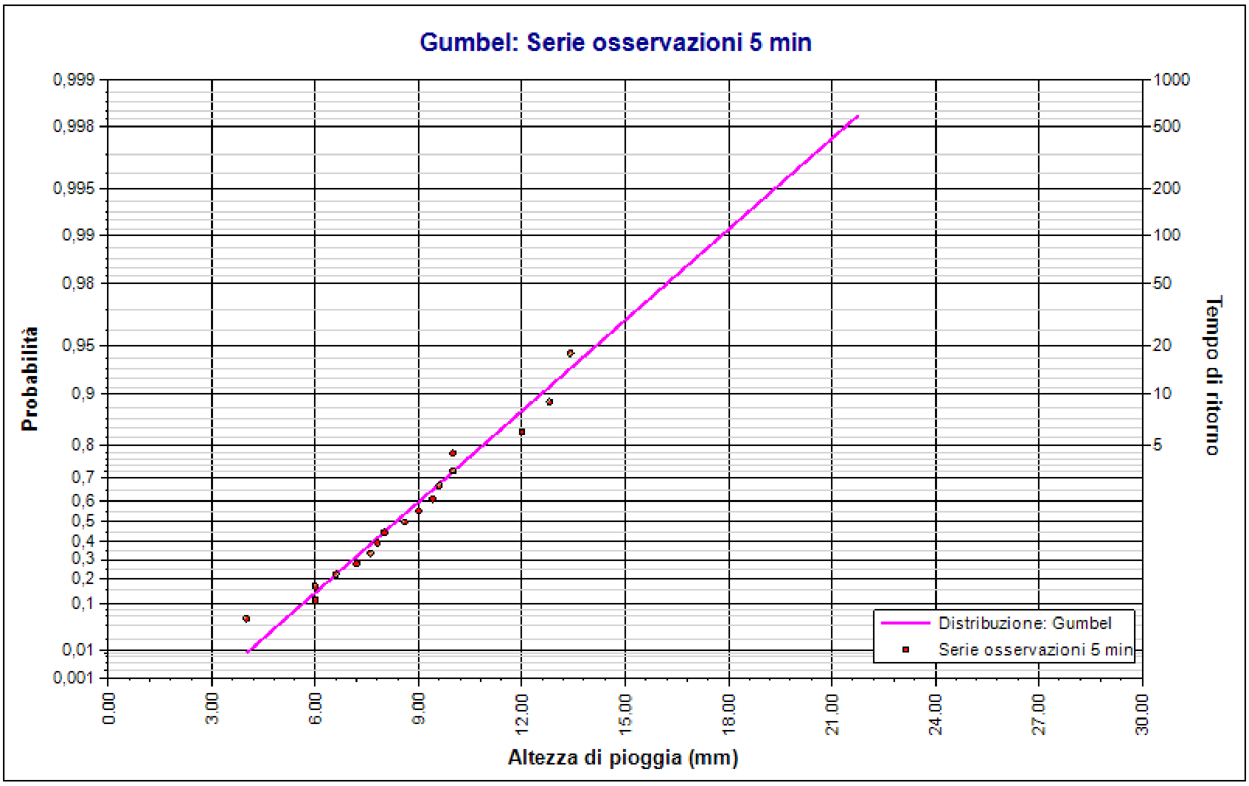
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

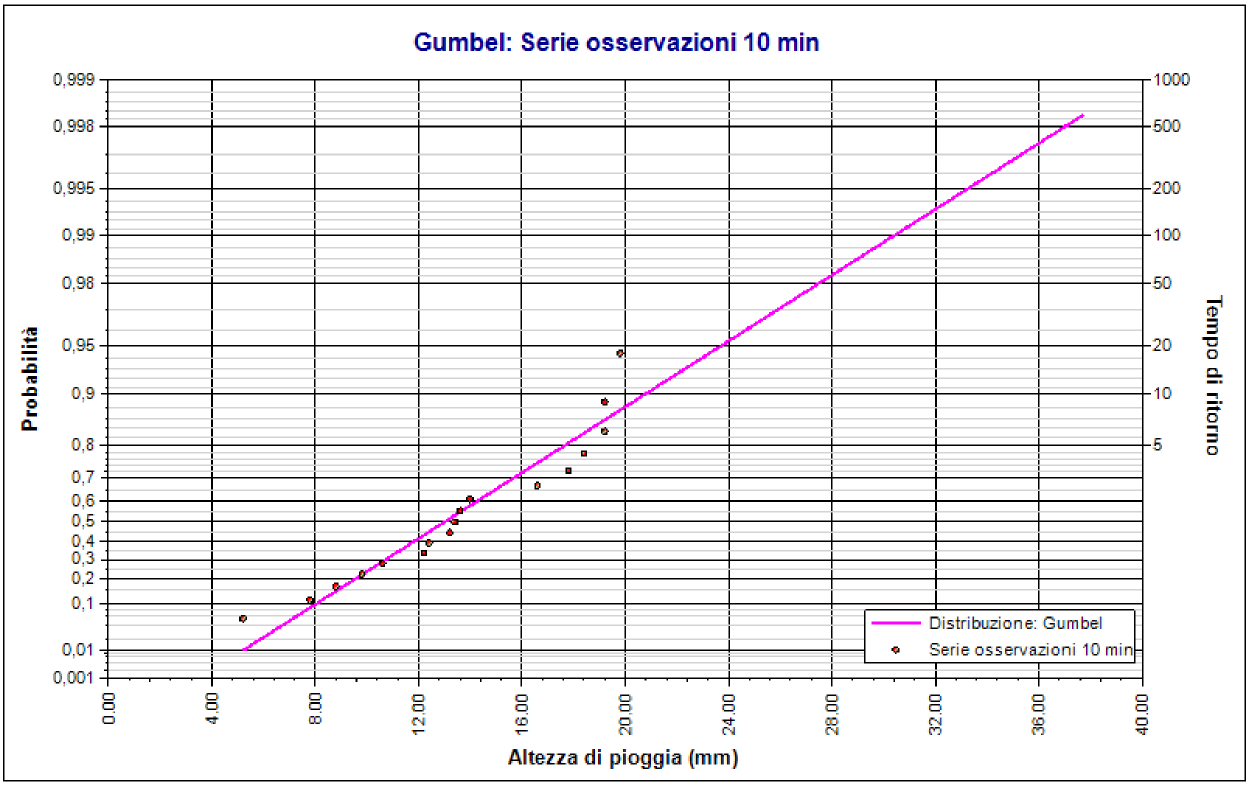
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,448\left(x-7,518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,243\left(x-11,502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,196\left(x-14,225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,169\left(x-16,171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,143\left(x-18,433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

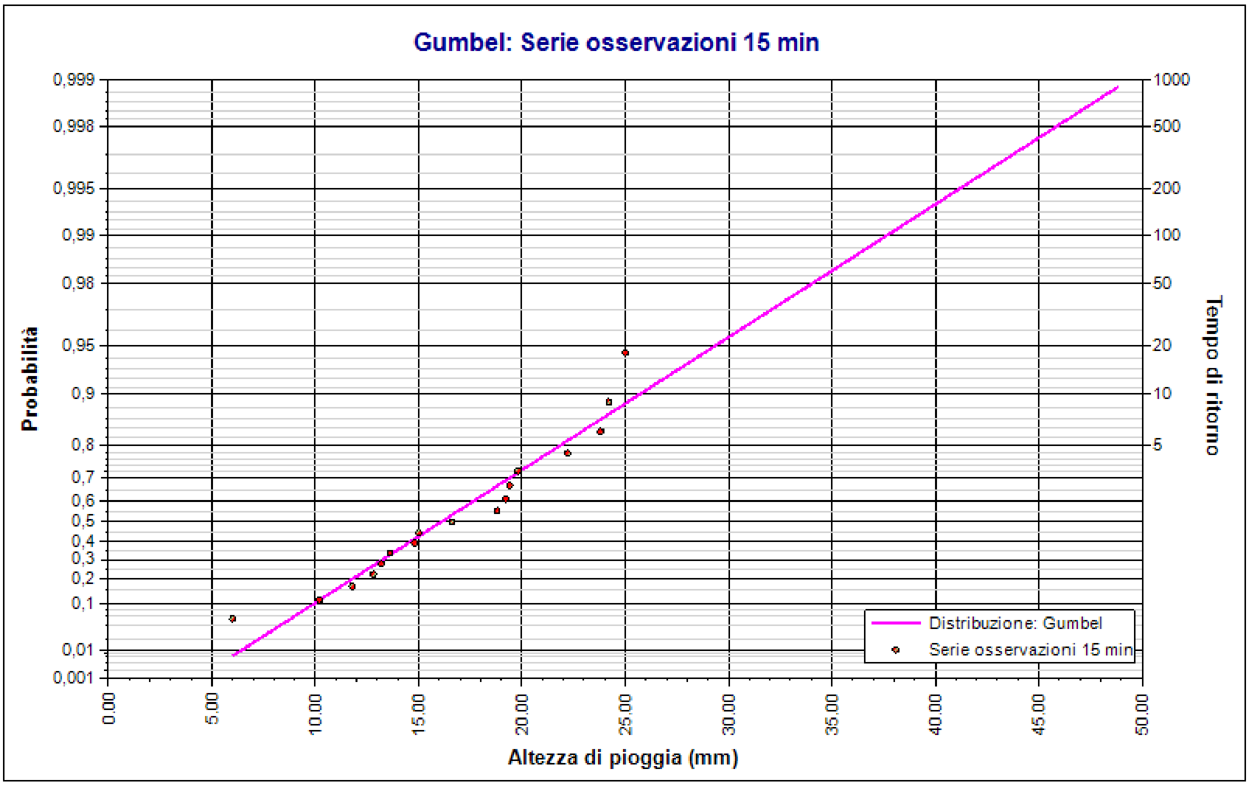
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



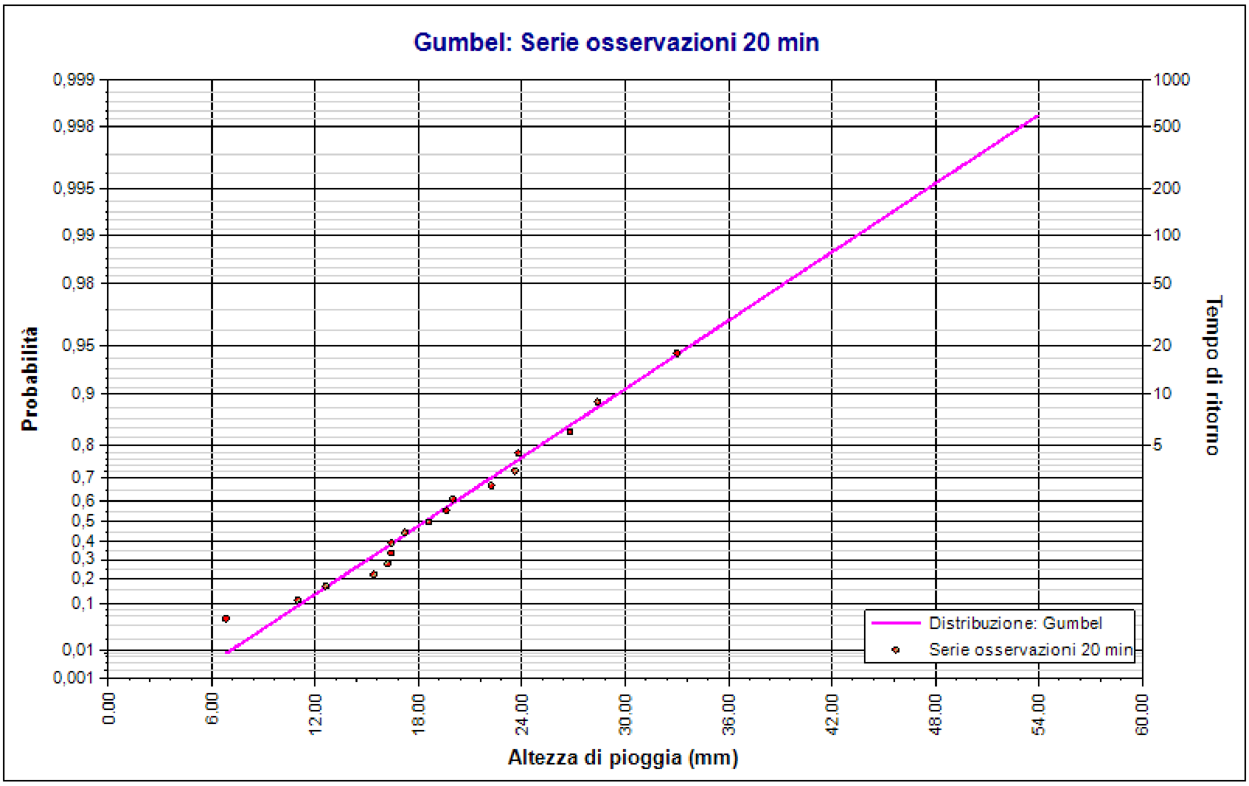
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



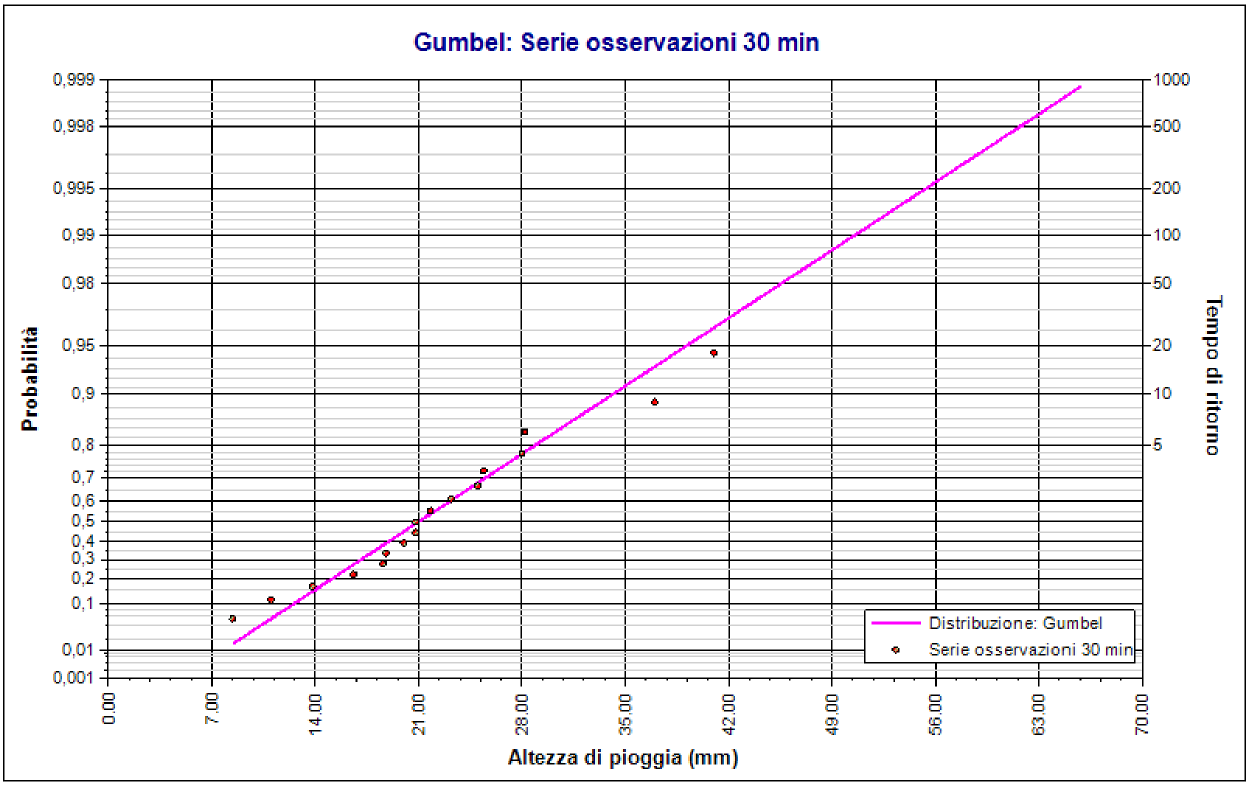
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

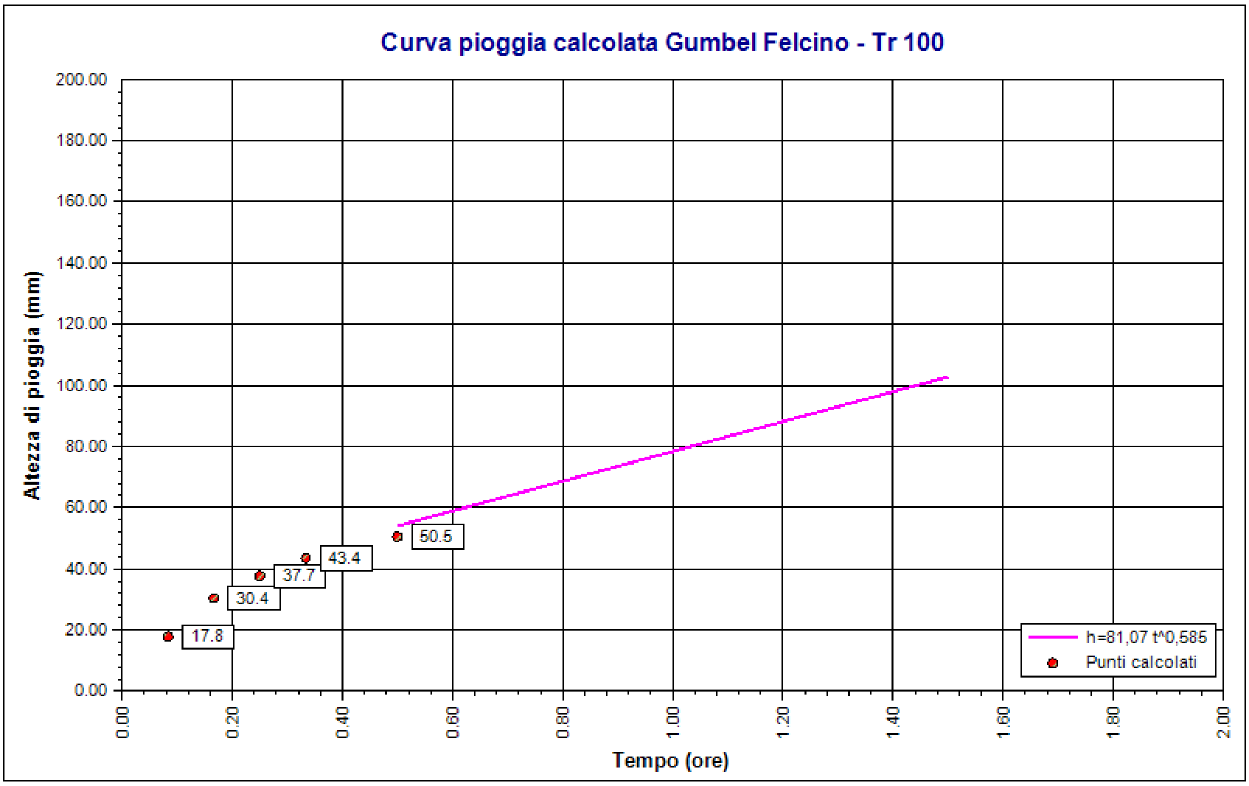
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	17.796
2	0.167	10	30.406
3	0.250	15	37.651
4	0.333	20	43.445
5	0.500	30	50.510

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
81.07	0.59	0.99	$h(t) = 81,1\ t^{0.585}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	81.072	9	293.160	17	425.290
2	121.611	10	311.797	18	439.751
3	154.166	11	329.676	19	453.883
4	182.422	12	346.891	20	467.709
5	207.859	13	363.521	21	481.250
6	231.255	14	379.627	22	494.527
7	253.078	15	395.263	23	507.556
8	273.640	16	410.471	24	520.351



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 14
Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

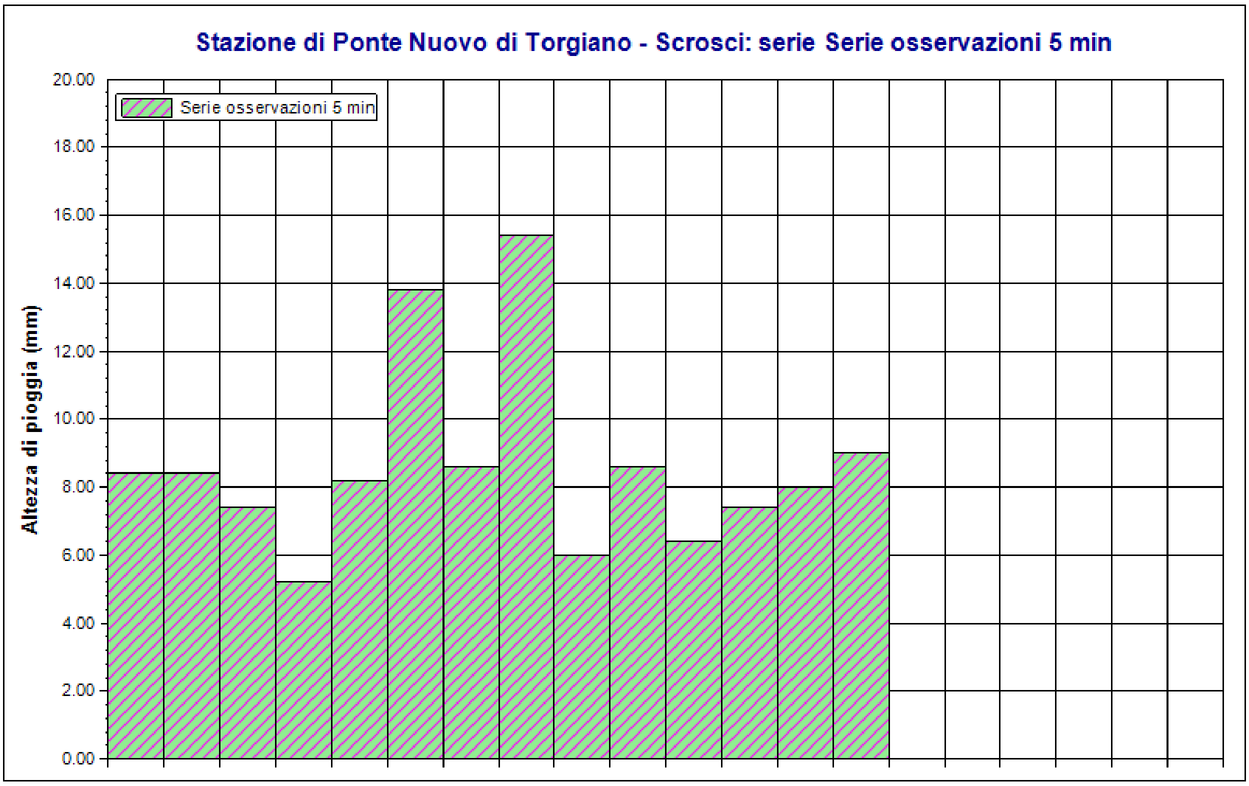
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

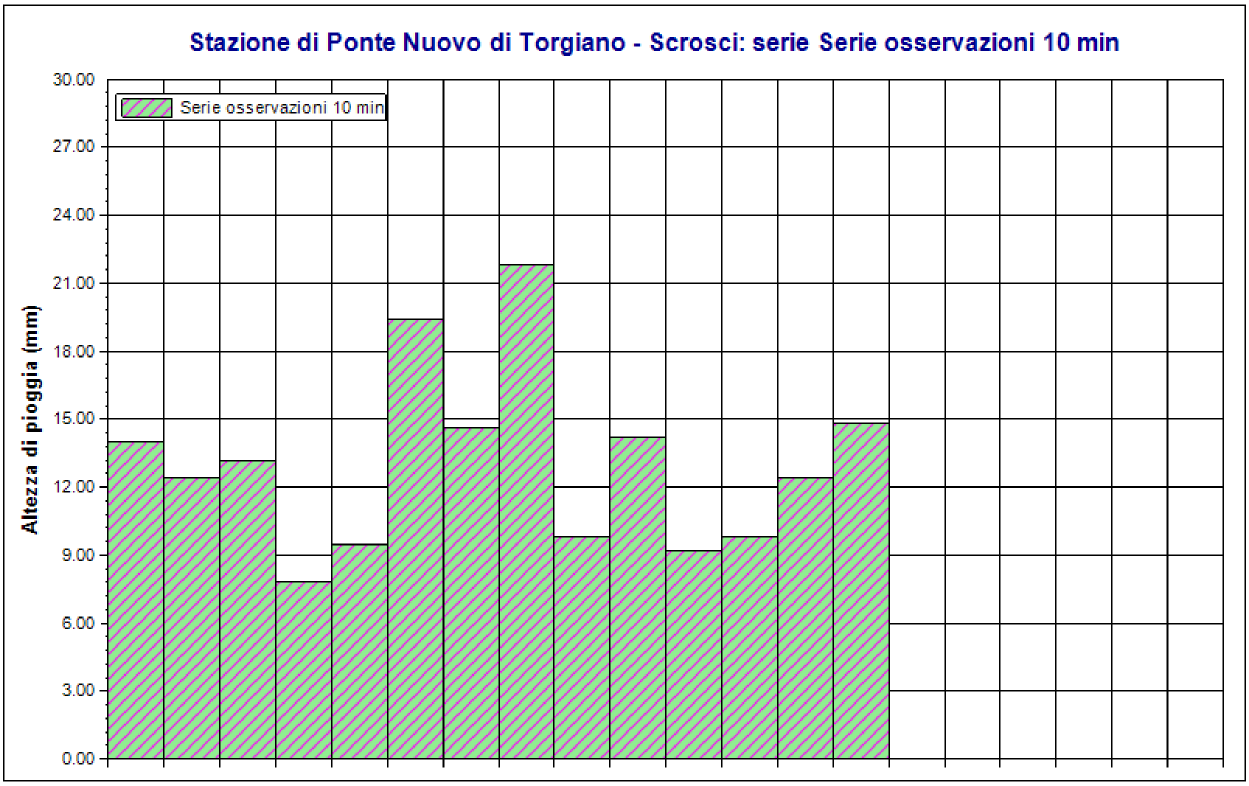
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

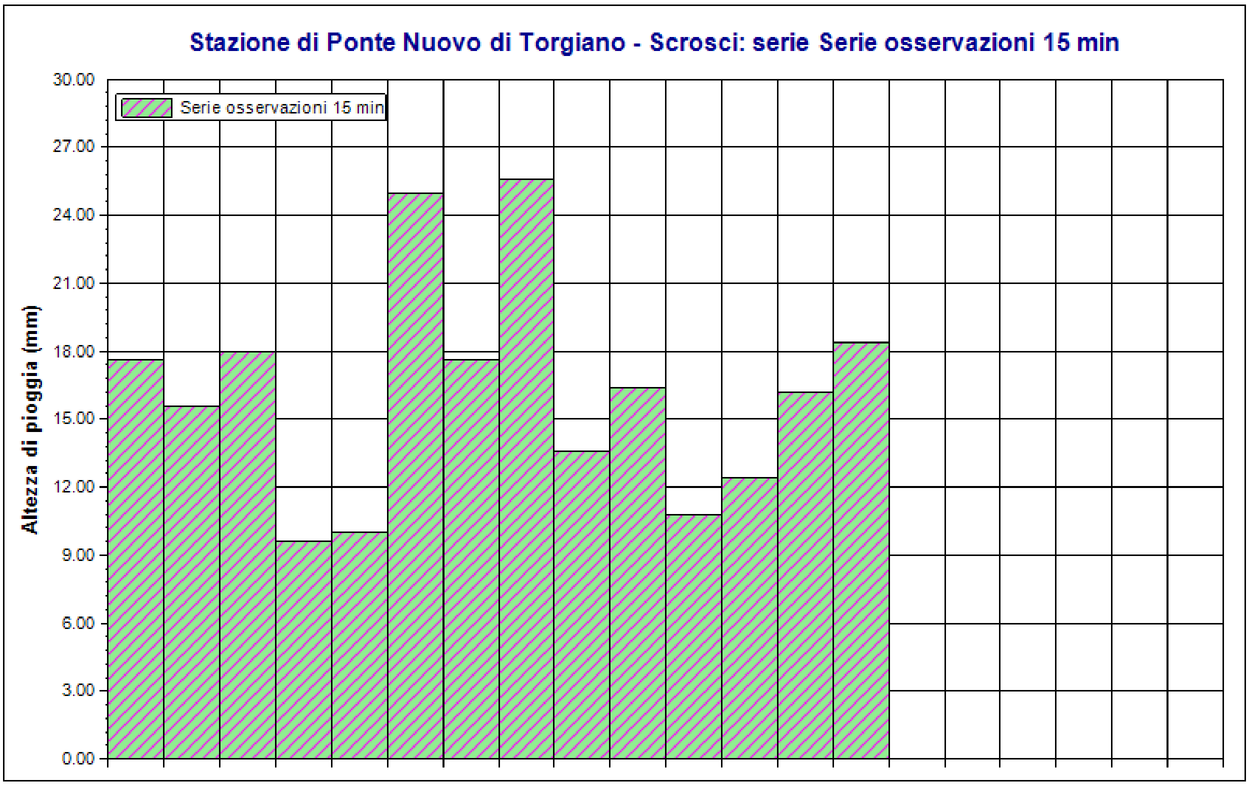
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



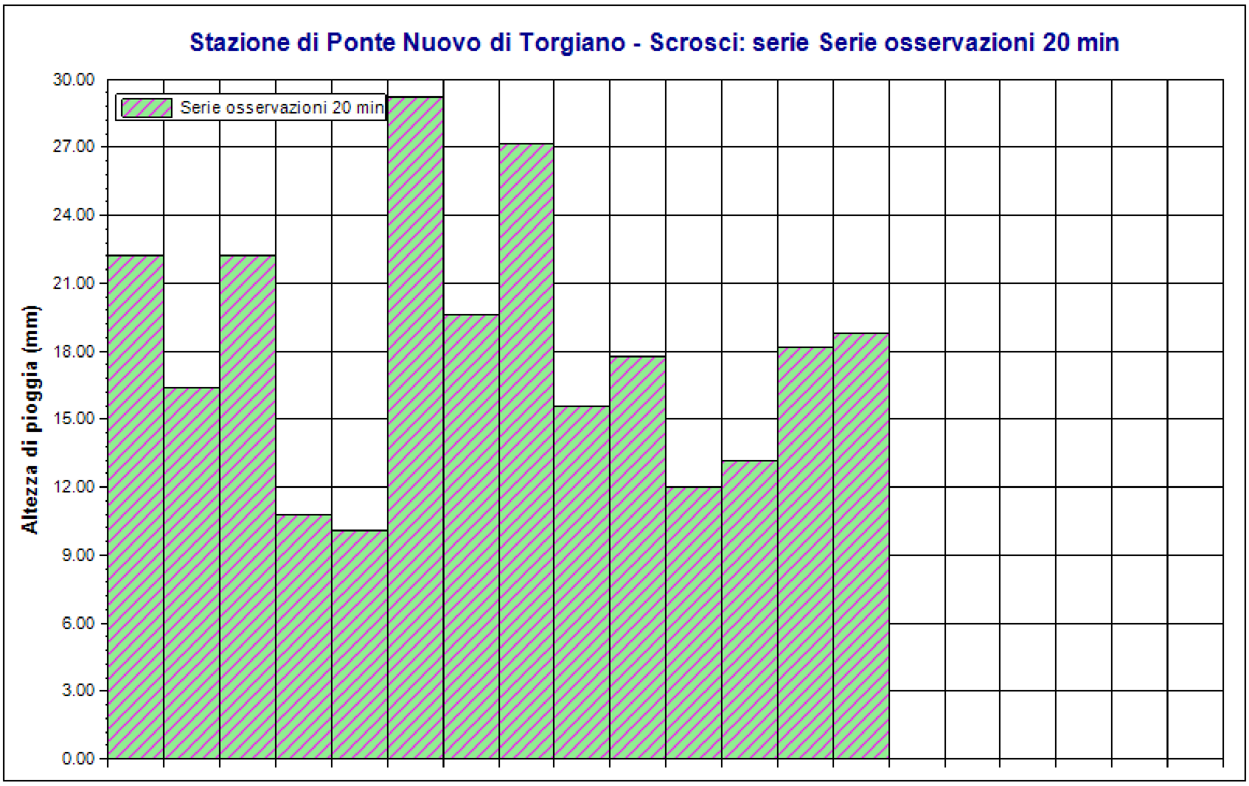
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



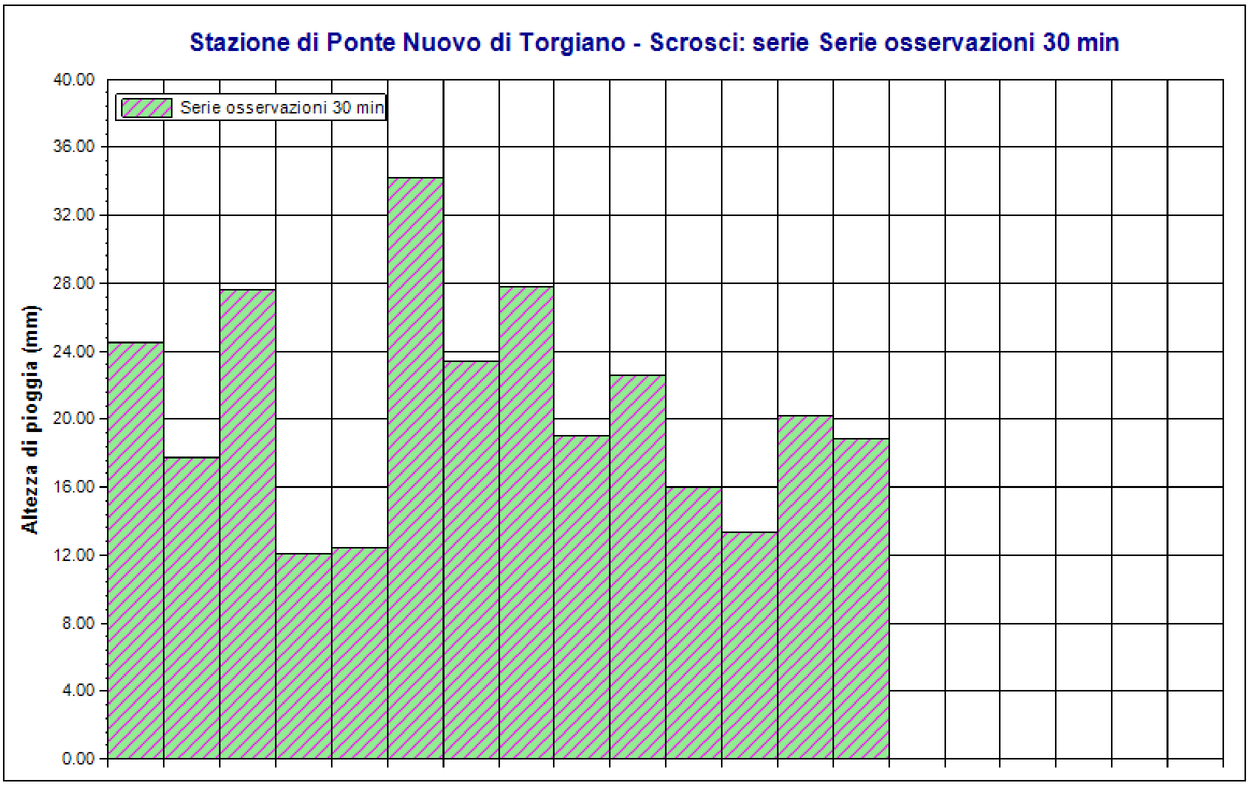
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L’insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall’insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All’interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{\,k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\;-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\;-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

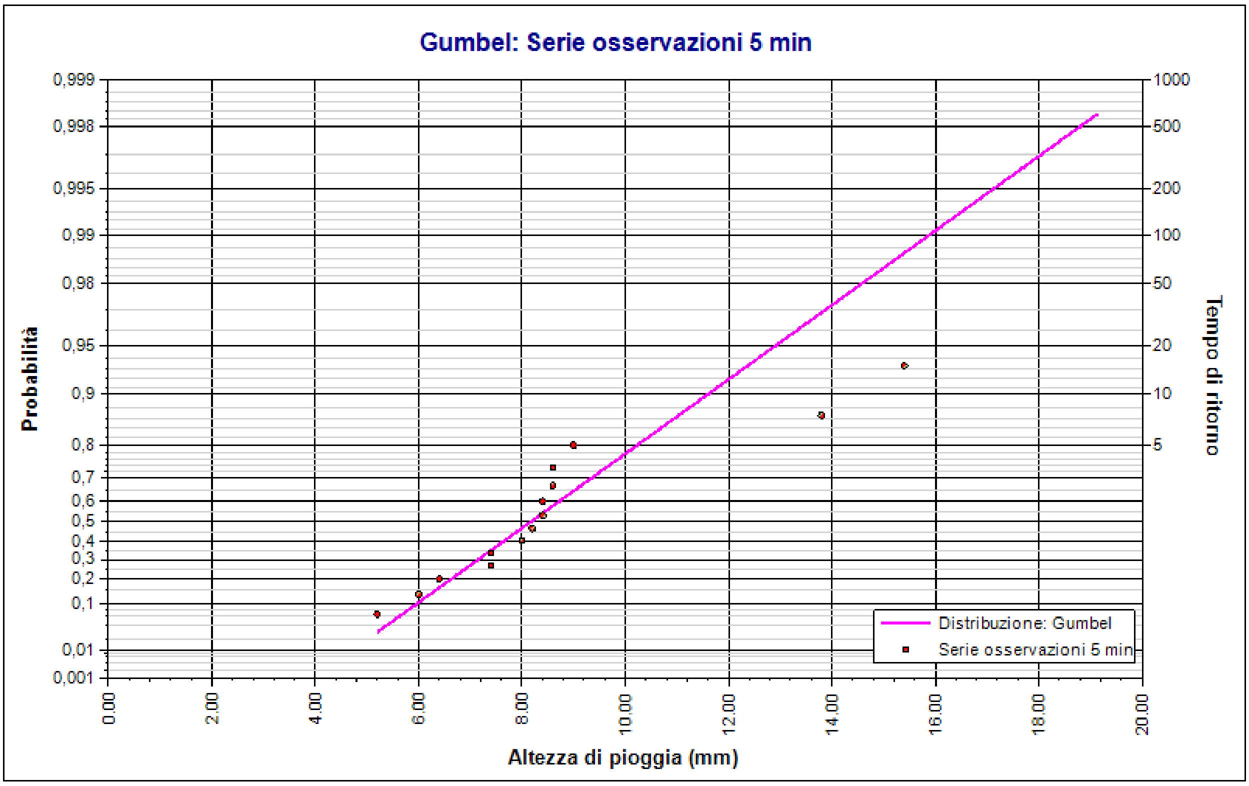
Parametro	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

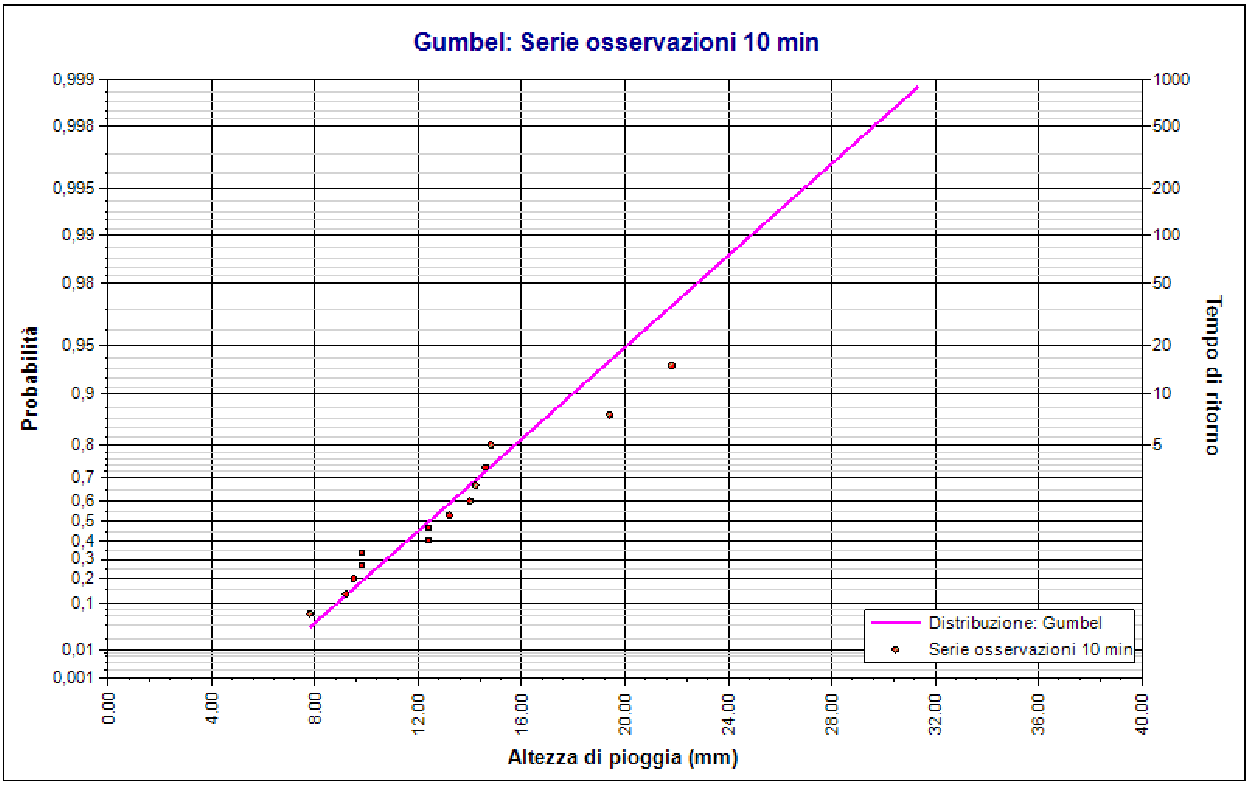
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

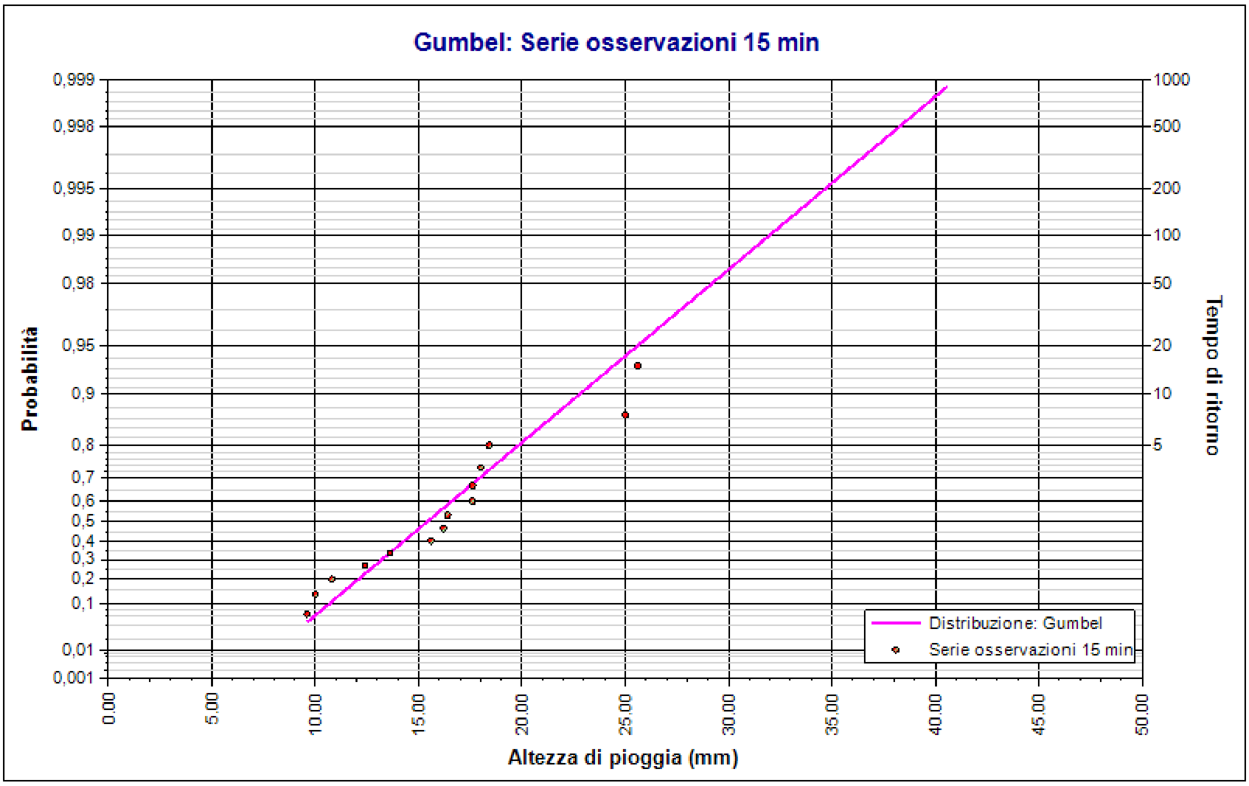
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



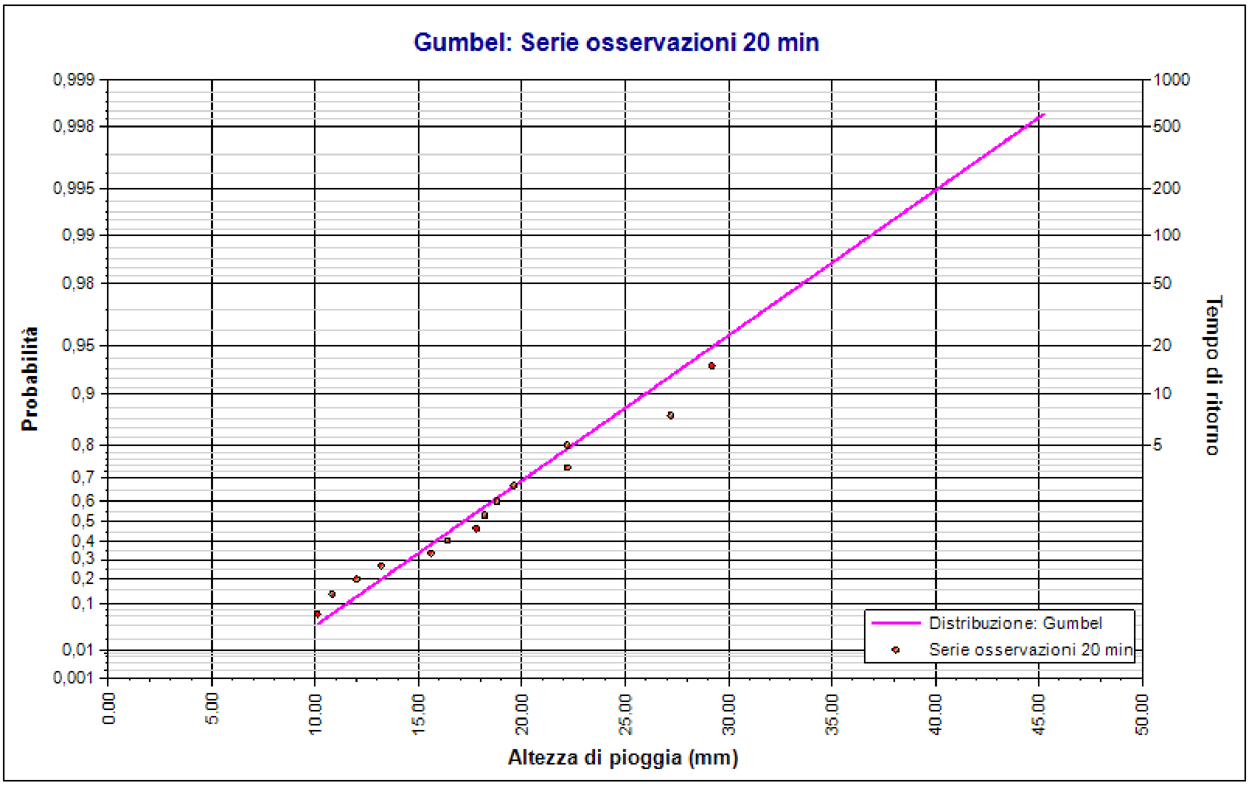
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



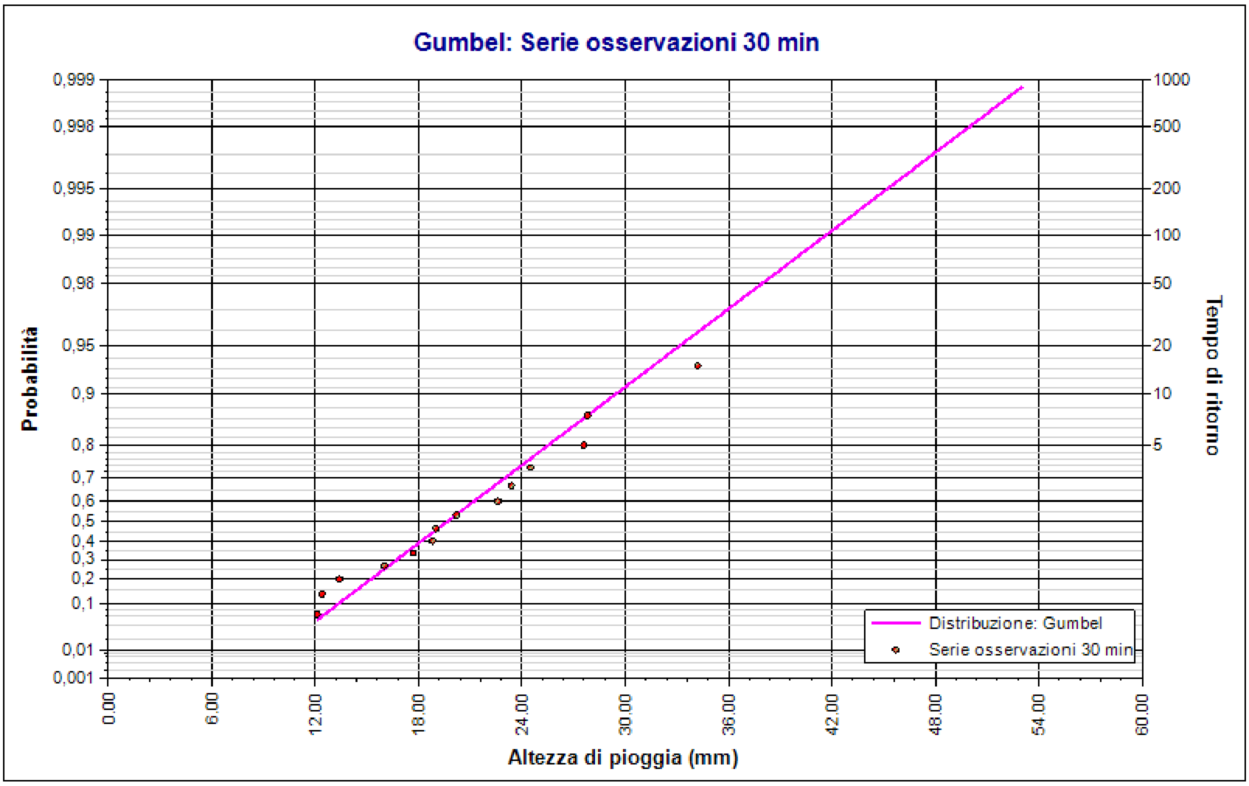
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

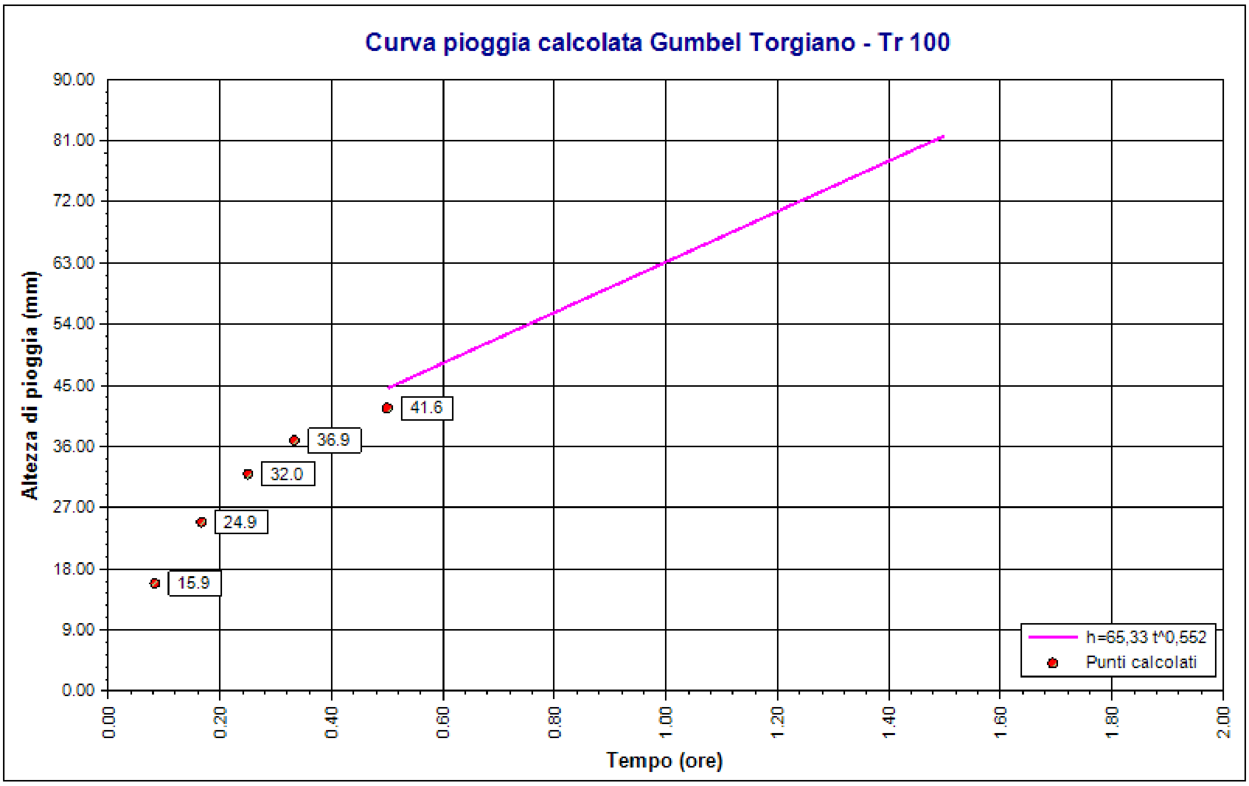
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	15.870
2	0.167	10	24.882
3	0.250	15	31.968
4	0.333	20	36.886
5	0.500	30	41.627

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
65.33	0.55	0.99	$h(t) = 65{,}3\ t^{0.552}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	65.329		9	219.854		17	312.380
2	95.800		10	233.027		18	322.399
3	119.845		11	245.622		19	332.171
4	140.483		12	257.714		20	341.716
5	158.908		13	269.363		21	351.049
6	175.743		14	280.616		22	360.186
7	191.361		15	291.515		23	369.138
8	206.007		16	302.094		24	377.918



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

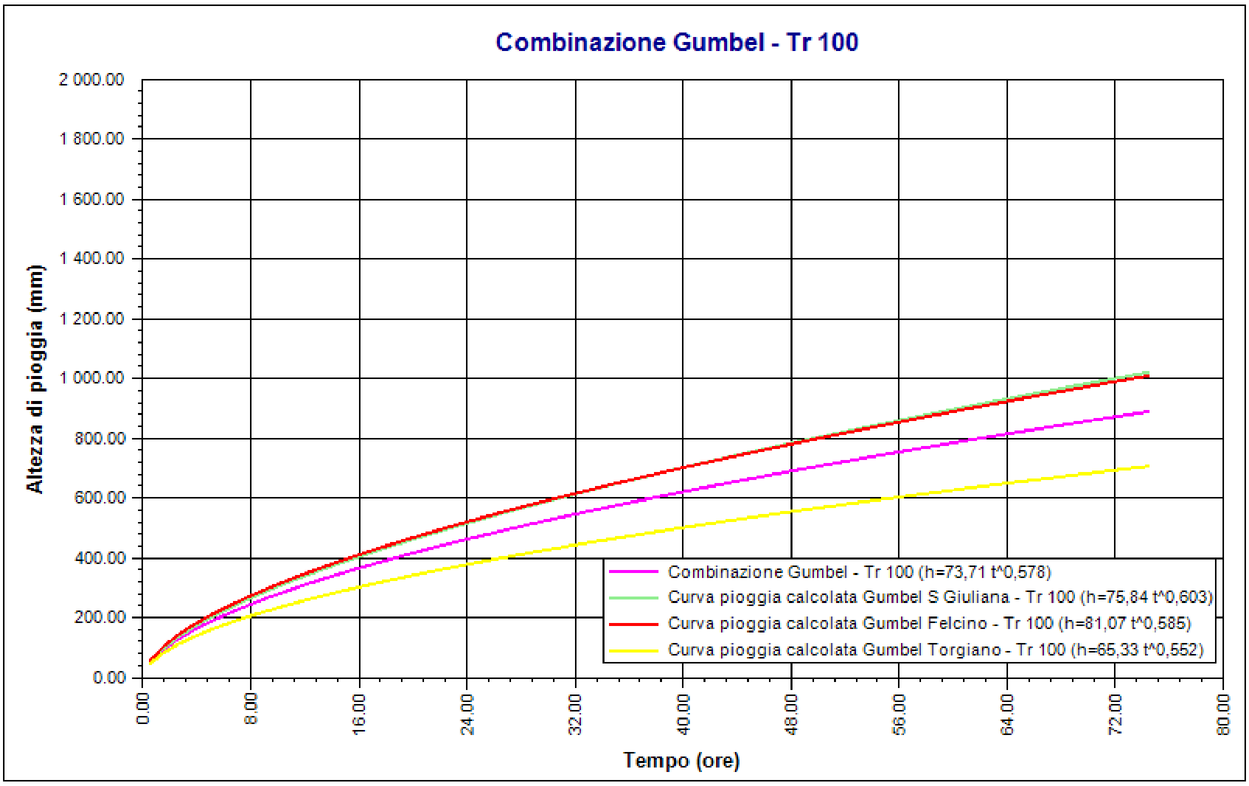
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100	Curva pioggia calcolata	20	75.84	0.60
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100	Curva pioggia calcolata	40	81.07	0.59
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100	Curva pioggia calcolata	40	65.33	0.55

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
73.71	0.58	$h(t) = 73,7\, t^{0.578}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	73.711		9	262.335		17	378.824
2	110.016		10	278.800		18	391.543
3	139.058		11	294.583		19	403.967
4	164.203		12	309.771		20	416.117
5	186.797		13	324.433		21	428.014
6	207.548		14	338.626		22	439.674
7	226.881		15	352.396		23	451.112
8	245.077		16	365.784		24	462.342



Combinazione Gumbel - Tr 100

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h

Dati Pluviogramma

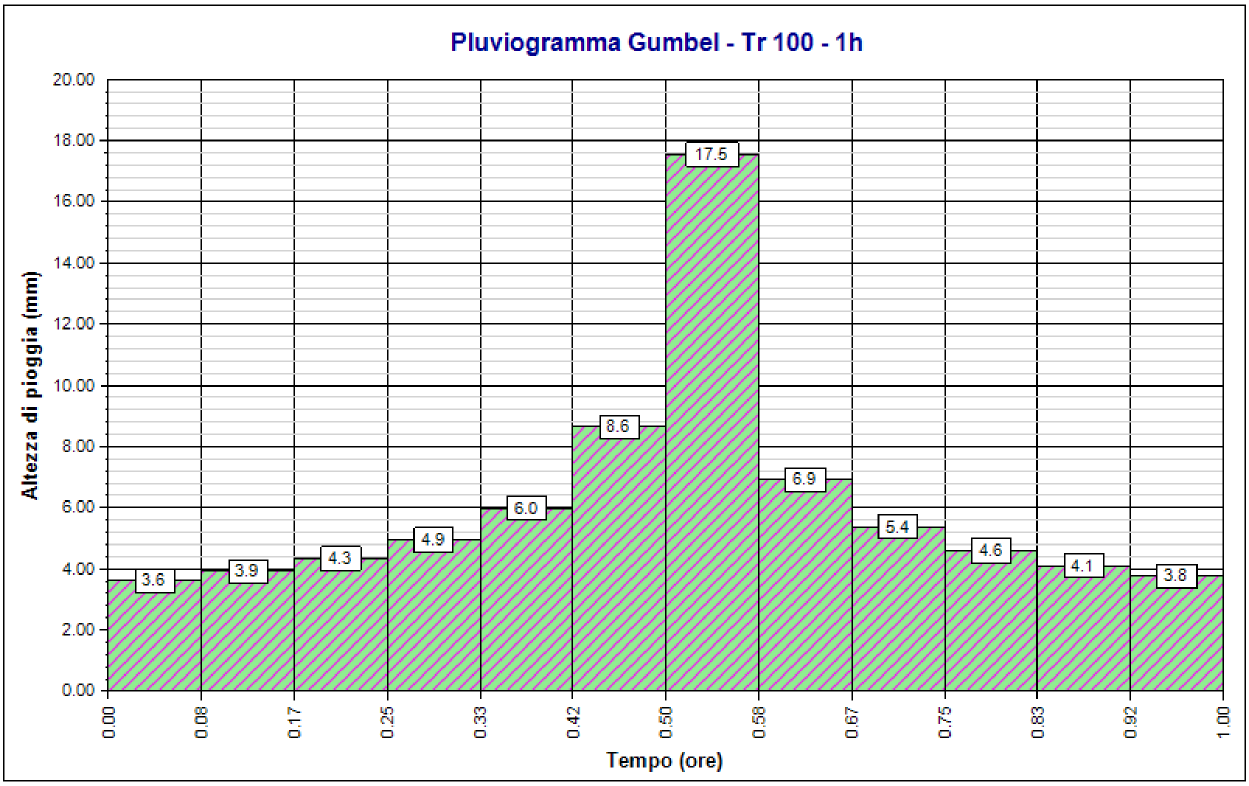
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 100
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 73.711 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
73.71	0.58	$h(t) = 73{,}7\, t^{0.578}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	3.614
2	0.083	0.167	5	10	3.918
3	0.167	0.250	10	15	4.330
4	0.250	0.333	15	20	4.938
5	0.333	0.417	20	25	5.983
6	0.417	0.500	25	30	8.639
7	0.500	0.583	30	35	17.540
8	0.583	0.667	35	40	6.911
9	0.667	0.750	40	45	5.377
10	0.750	0.833	45	50	4.600
11	0.833	0.917	50	55	4.107
12	0.917	1.000	55	60	3.756



Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino B Gumbel - Tr 100 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;

b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'*.

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

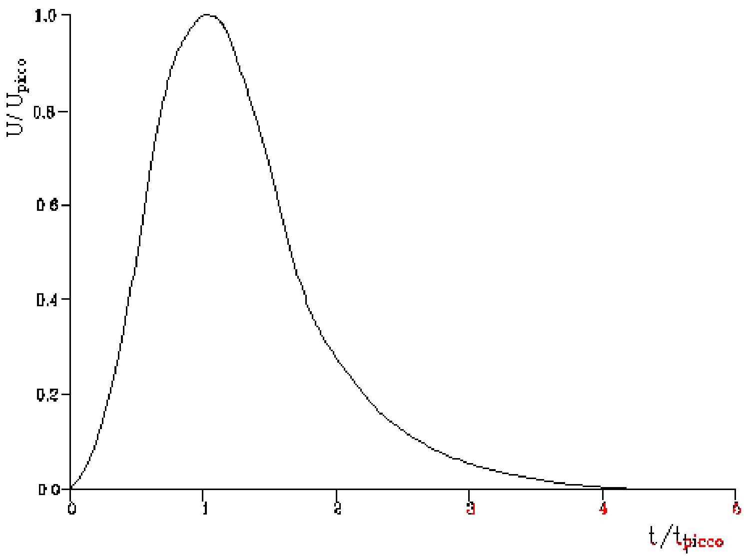
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

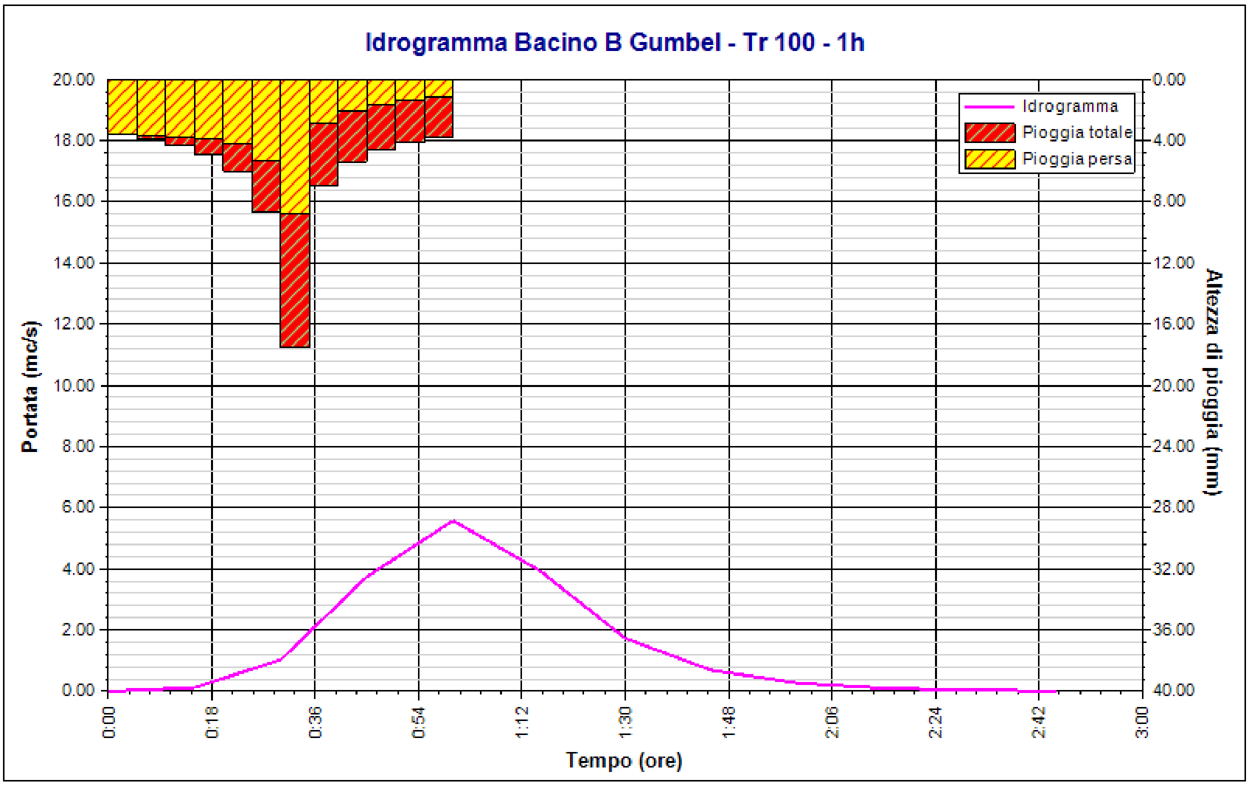
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h
Superficie del bacino: 0.5 kmq
Tlag: 0.318 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 74.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	11.862	11.061	0.800	0.0
2	0.250	15	19.560	13.495	6.065	0.1
3	0.500	30	29.827	13.688	16.139	1.0
4	0.750	45	12.463	4.207	8.255	3.7
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	5.6
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	4.0
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	1.7
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	0.7
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	0.3
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.1
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.0
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	5.6	mc/s
Istante picco	1.000	ore
Istante picco	60.0	minuti
Durata totale evento	2.750	ore
Volume afflusso	37	mc x 1000
Volume deflusso	16	mc x 1000
Altezza afflusso	73.711	mm
Altezza deflusso	31.017	mm
Coeff. deflusso	0.42	-
Coeff. udometrico	11.15	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino B Gumbel - Tr 100 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

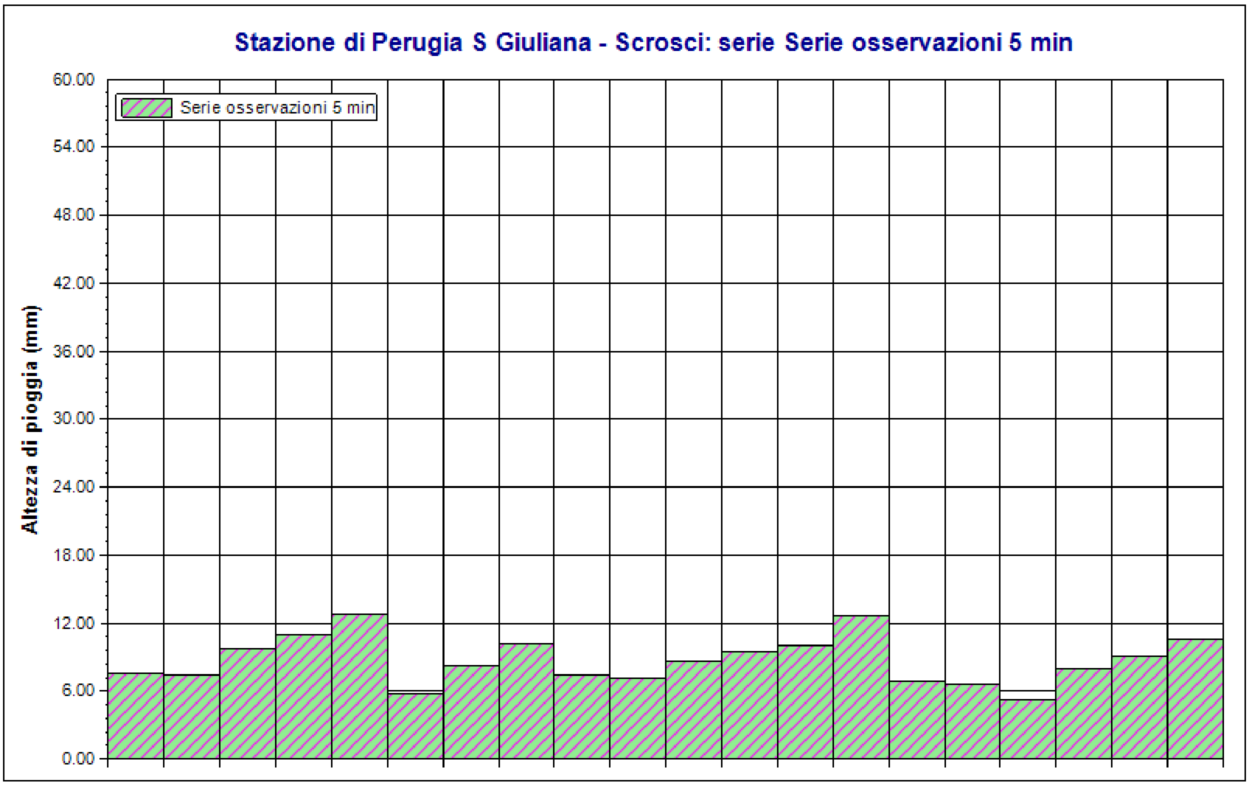
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

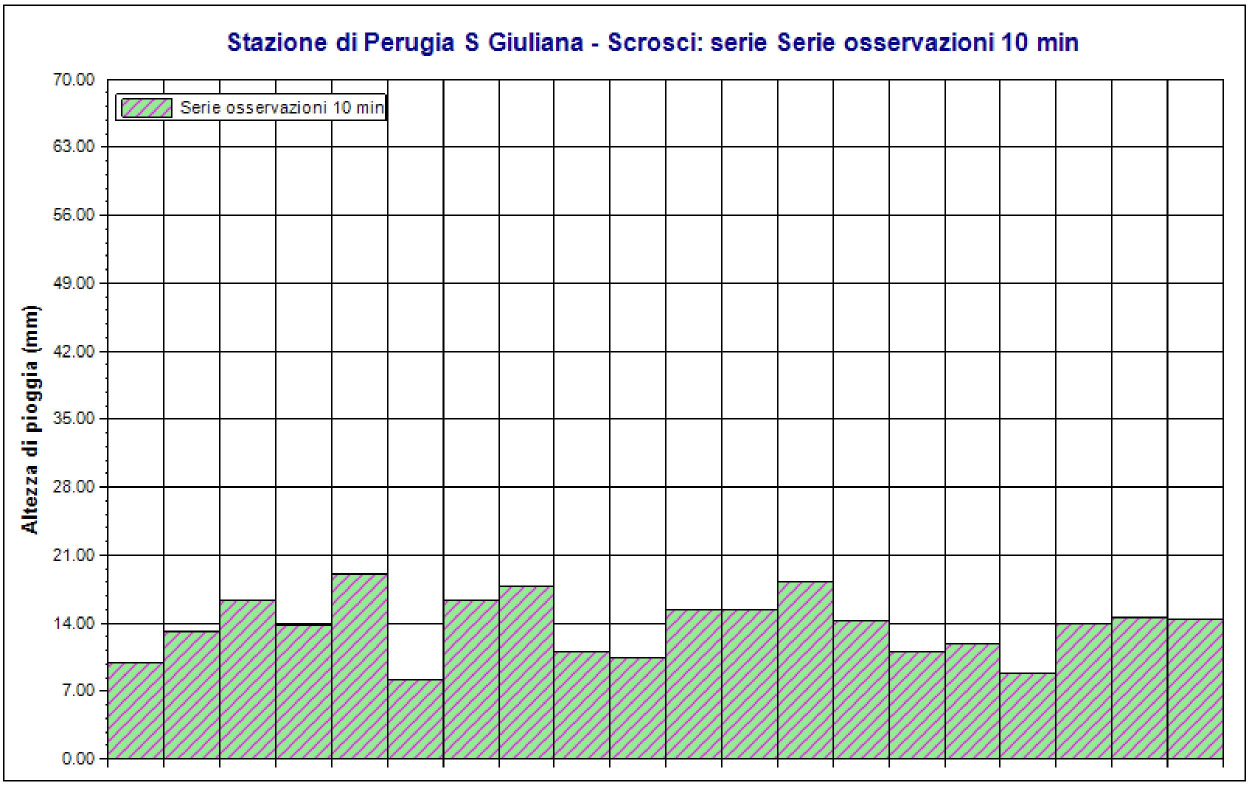
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

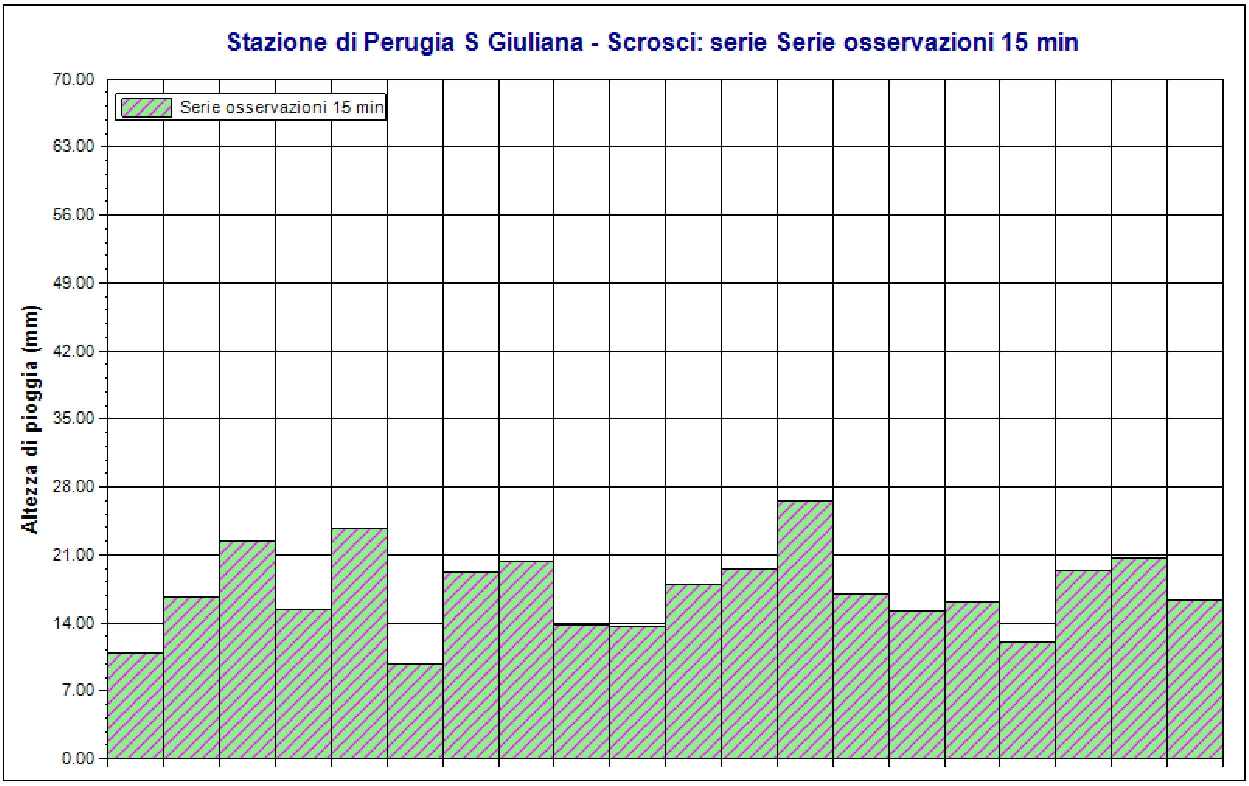
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



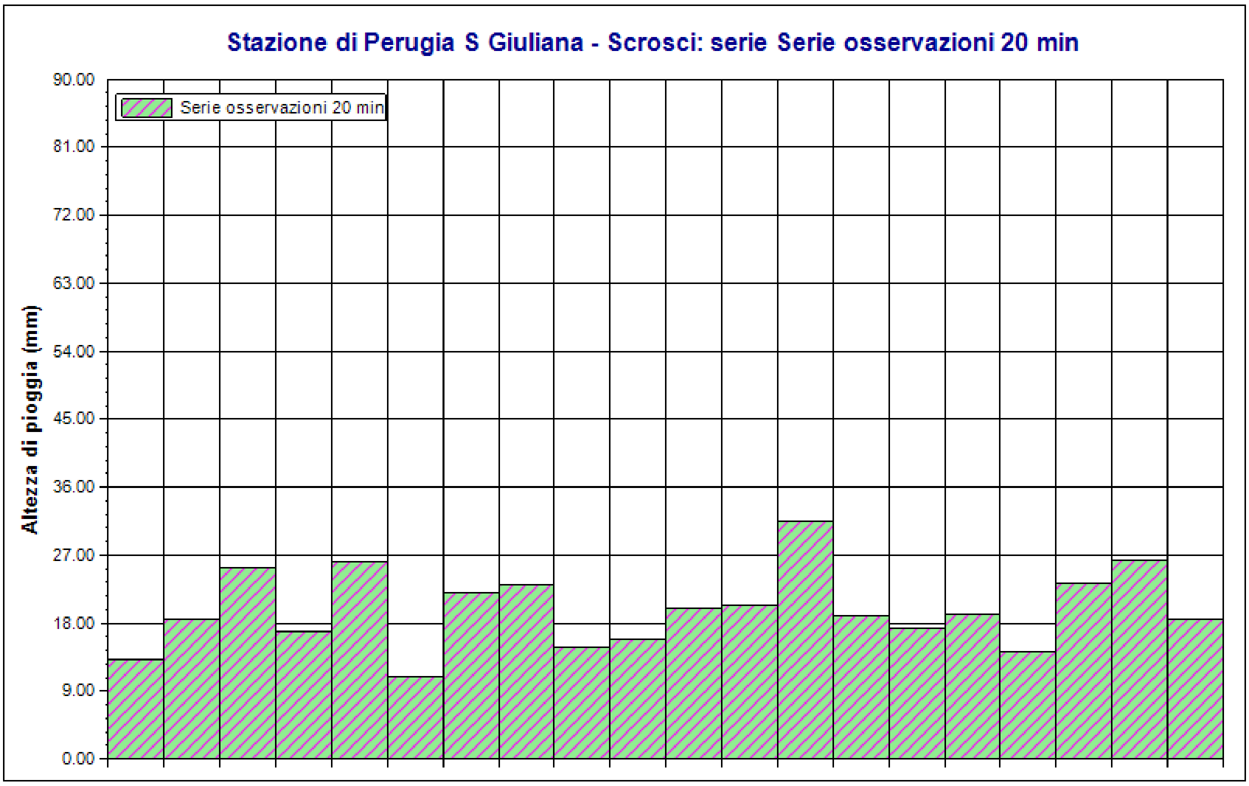
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



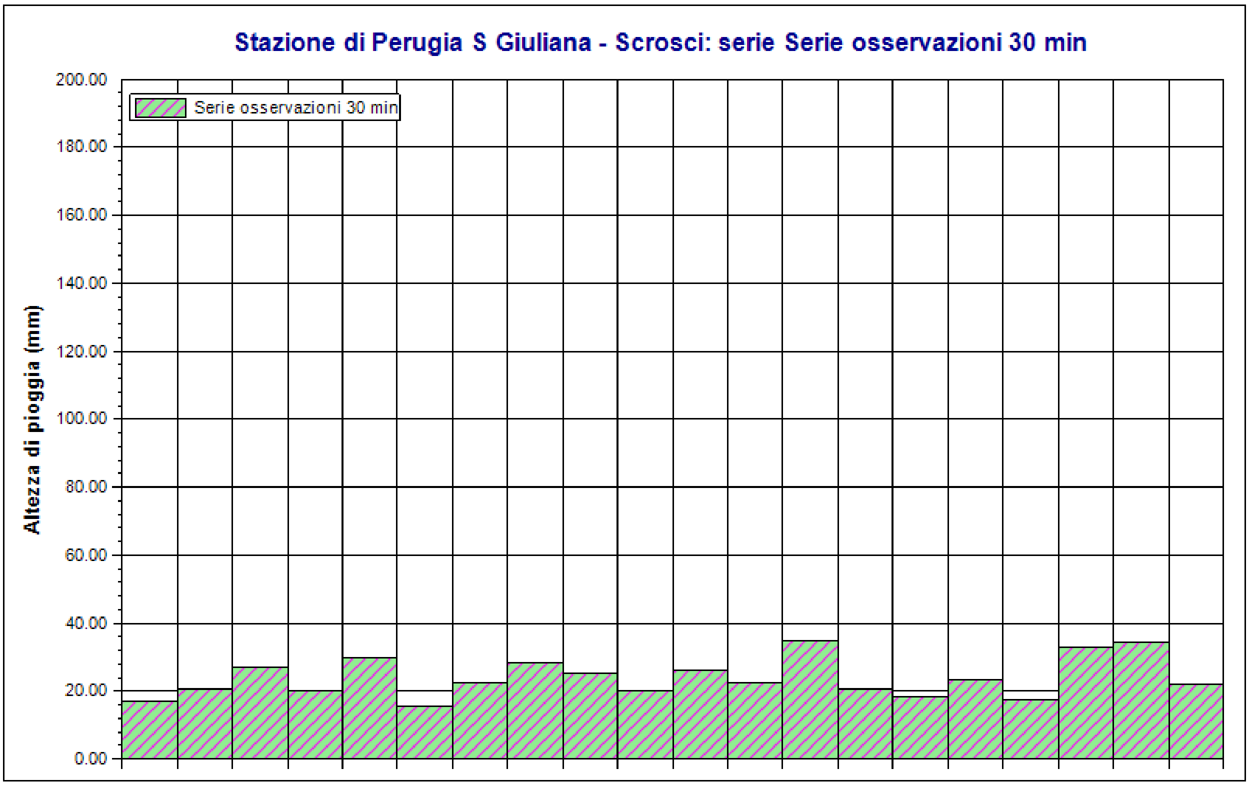
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{\ k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

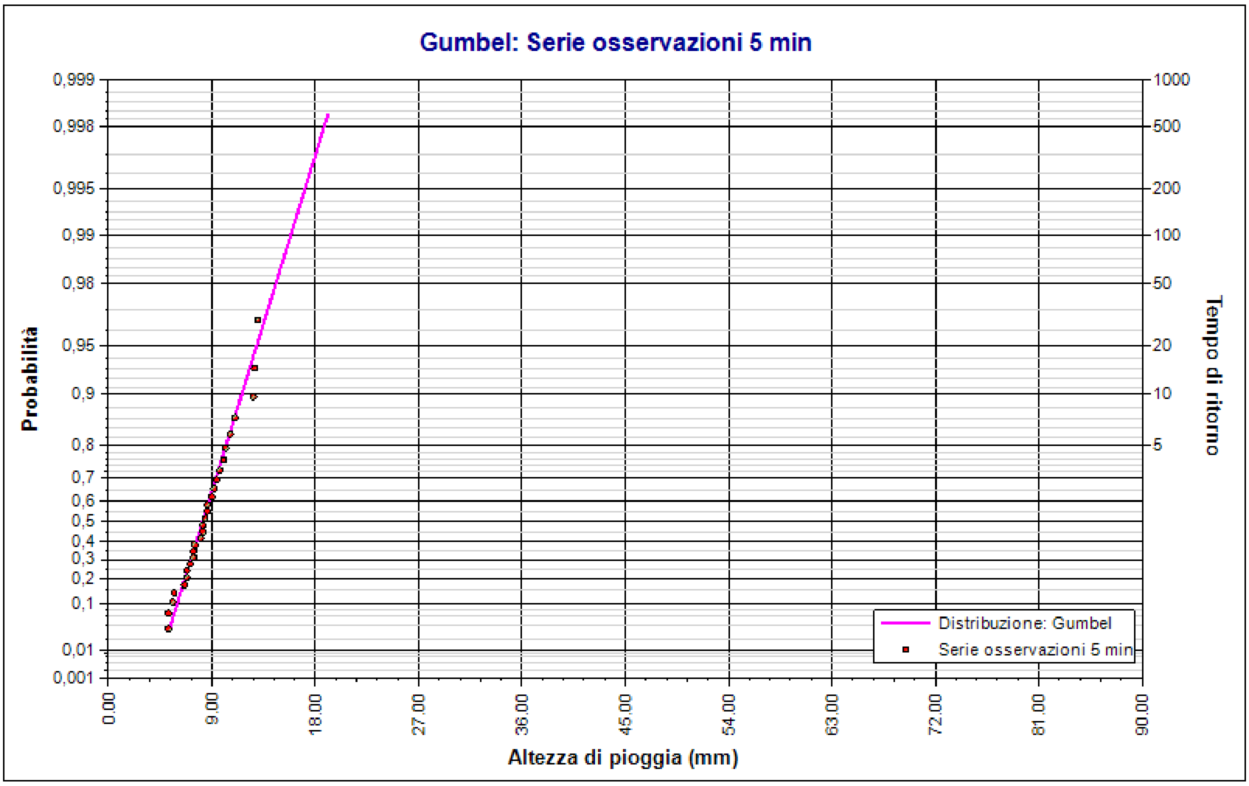
Parametro	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

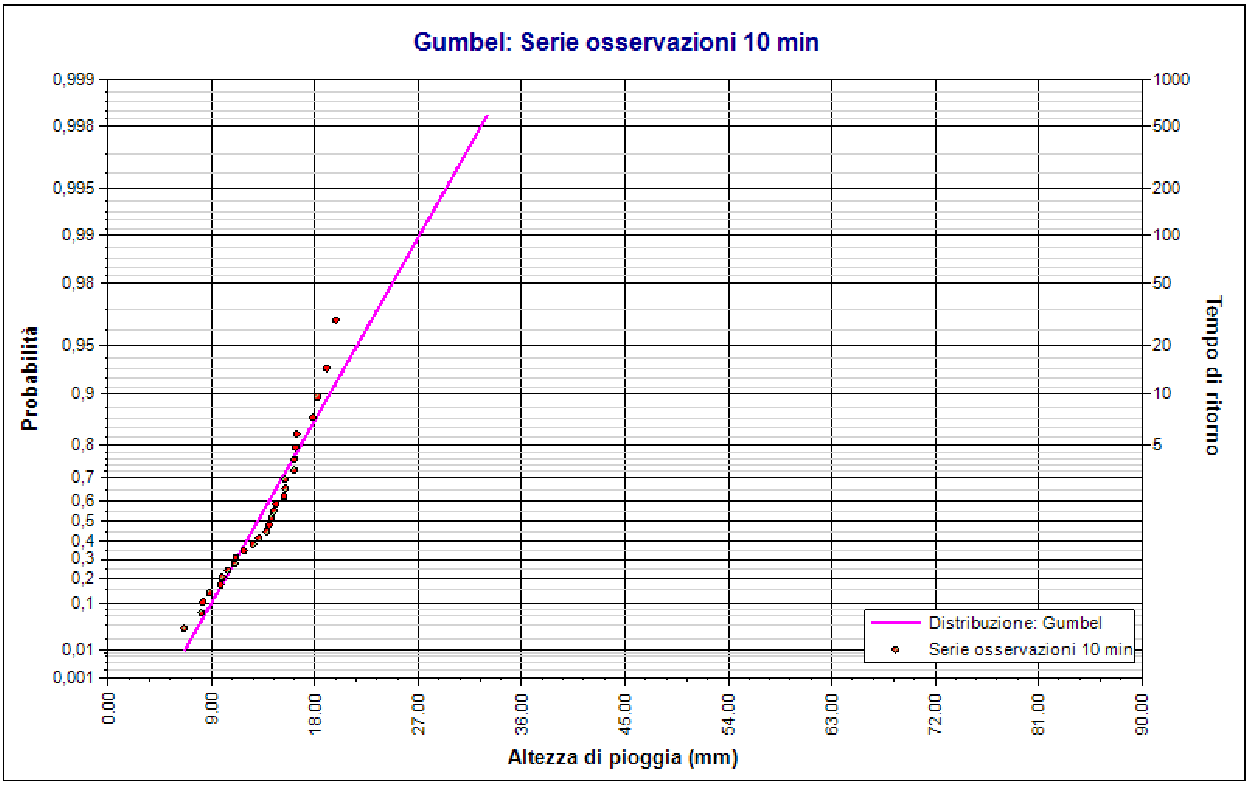
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x-7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x-11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x-14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x-17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x-20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

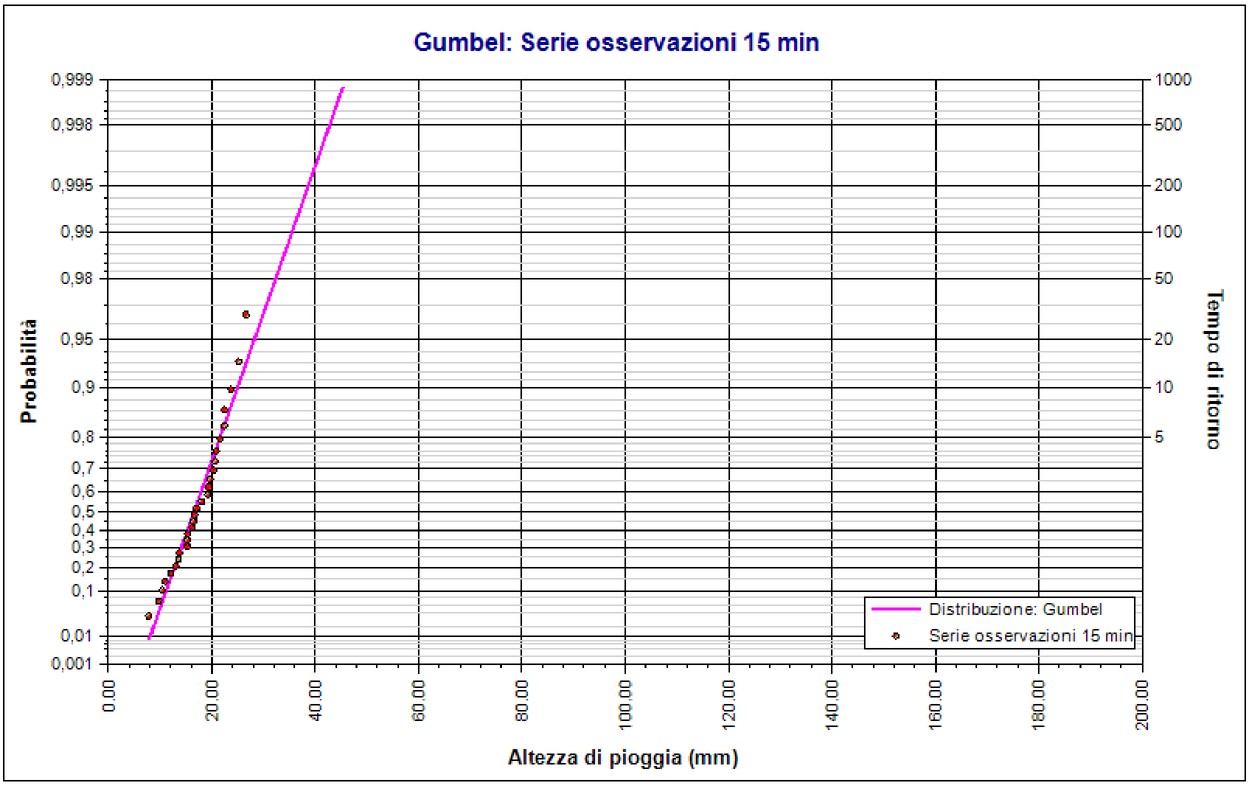
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



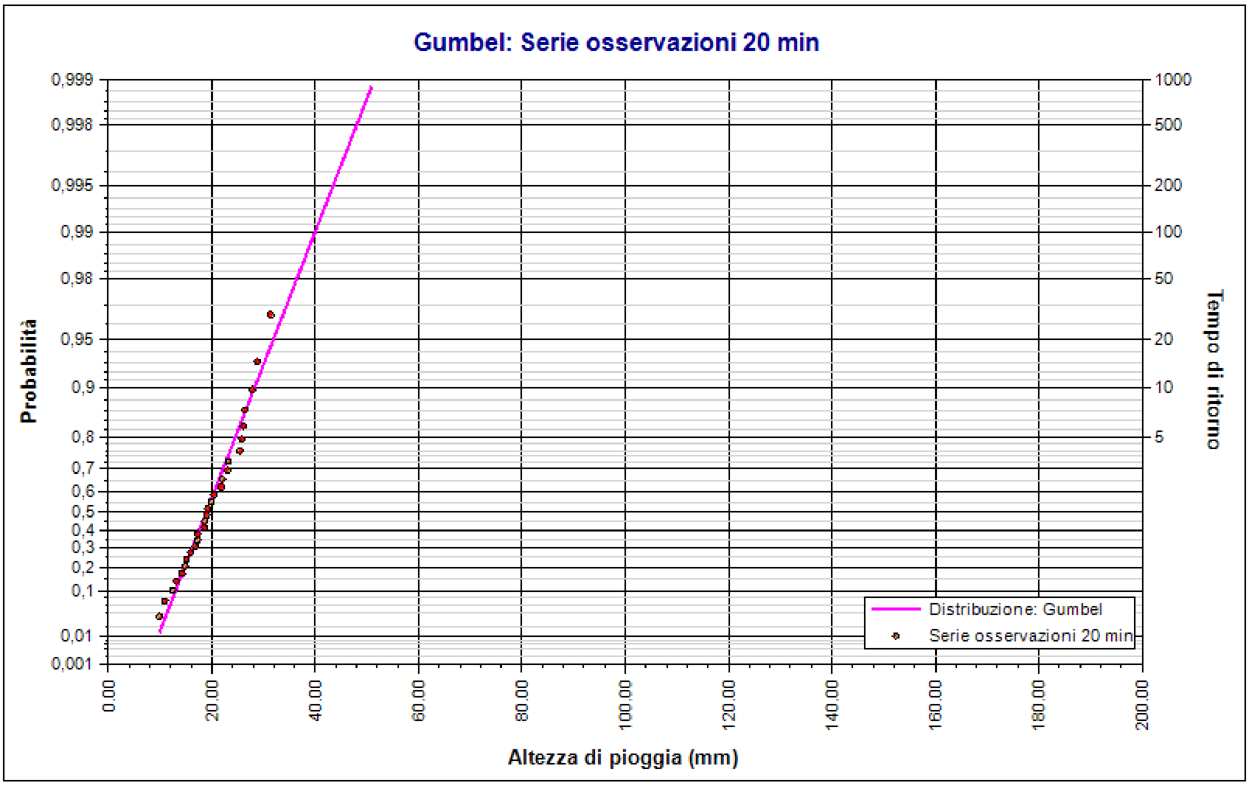
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



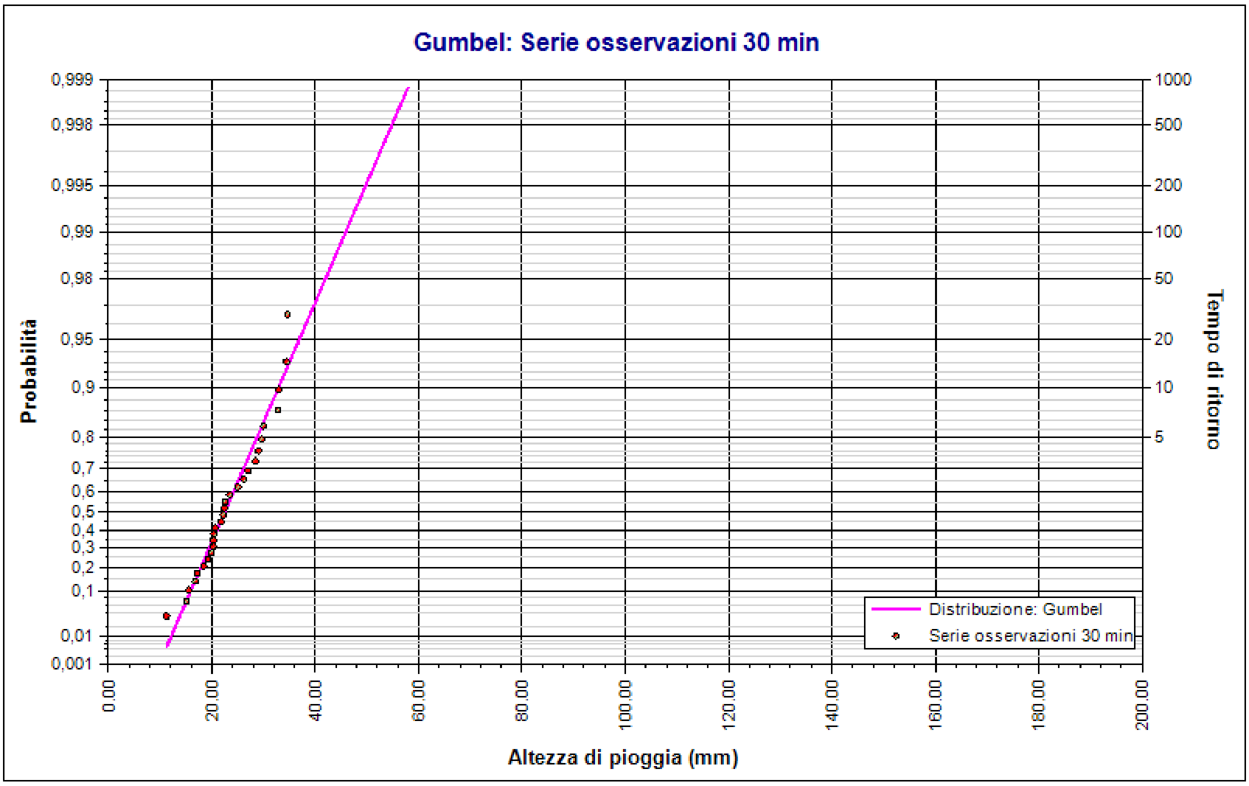
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

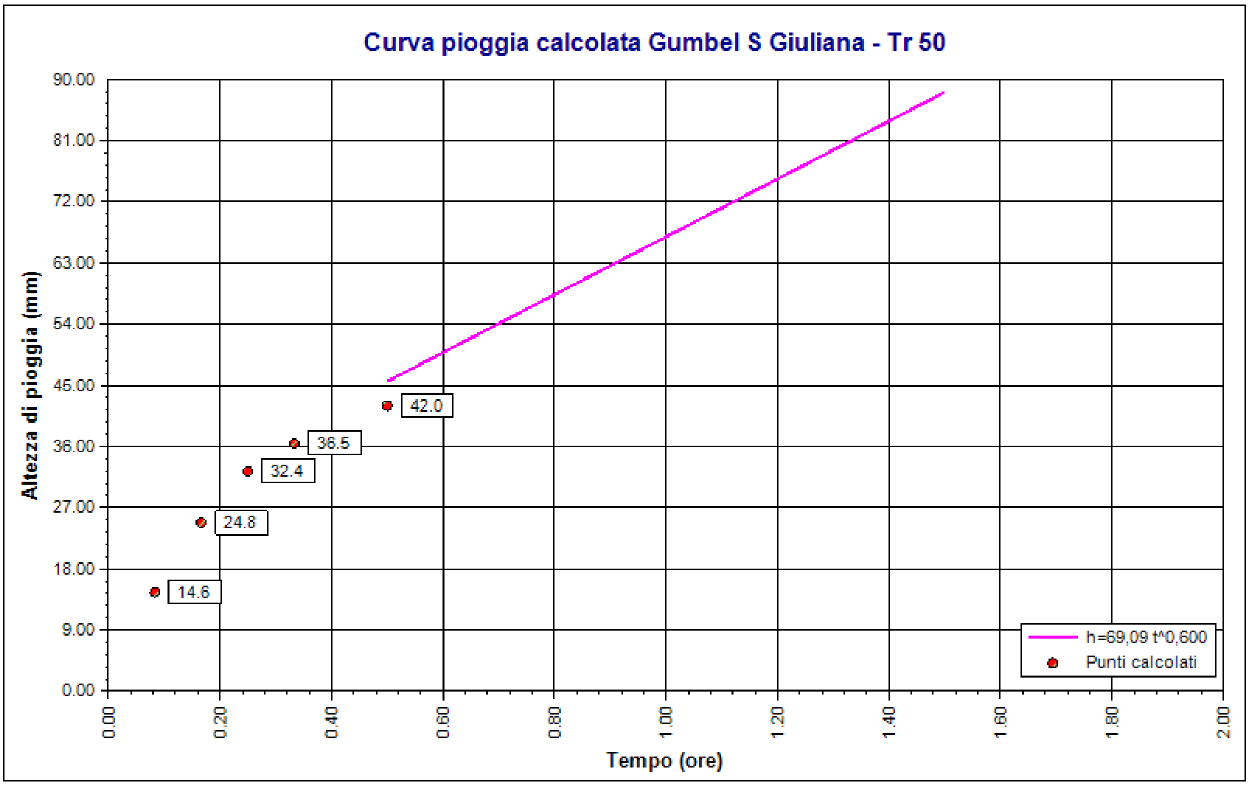
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	14.585
2	0.167	10	24.768
3	0.250	15	32.385
4	0.333	20	36.496
5	0.500	30	42.025

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
69.09	0.60	0.99	$h(t) = 69{,}1\ t^{0{,}600}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	69.092		9	258.337		17	378.418
2	104.740		10	275.202		18	391.626
3	133.600		11	291.404		19	404.543
4	158.781		12	307.028		20	417.192
5	181.537		13	322.138		21	429.590
6	202.531		14	336.791		22	441.754
7	222.165		15	351.031		23	453.699
8	240.704		16	364.895		24	465.438



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 17
Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

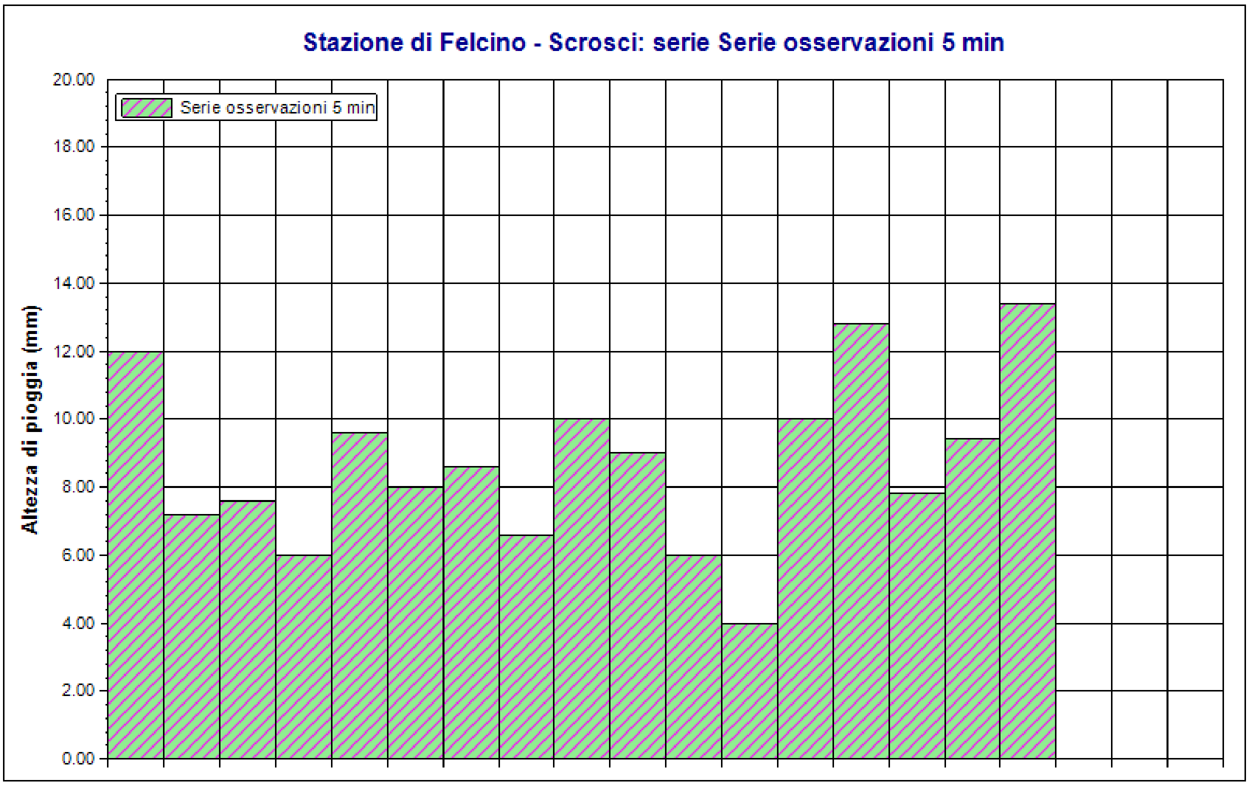
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

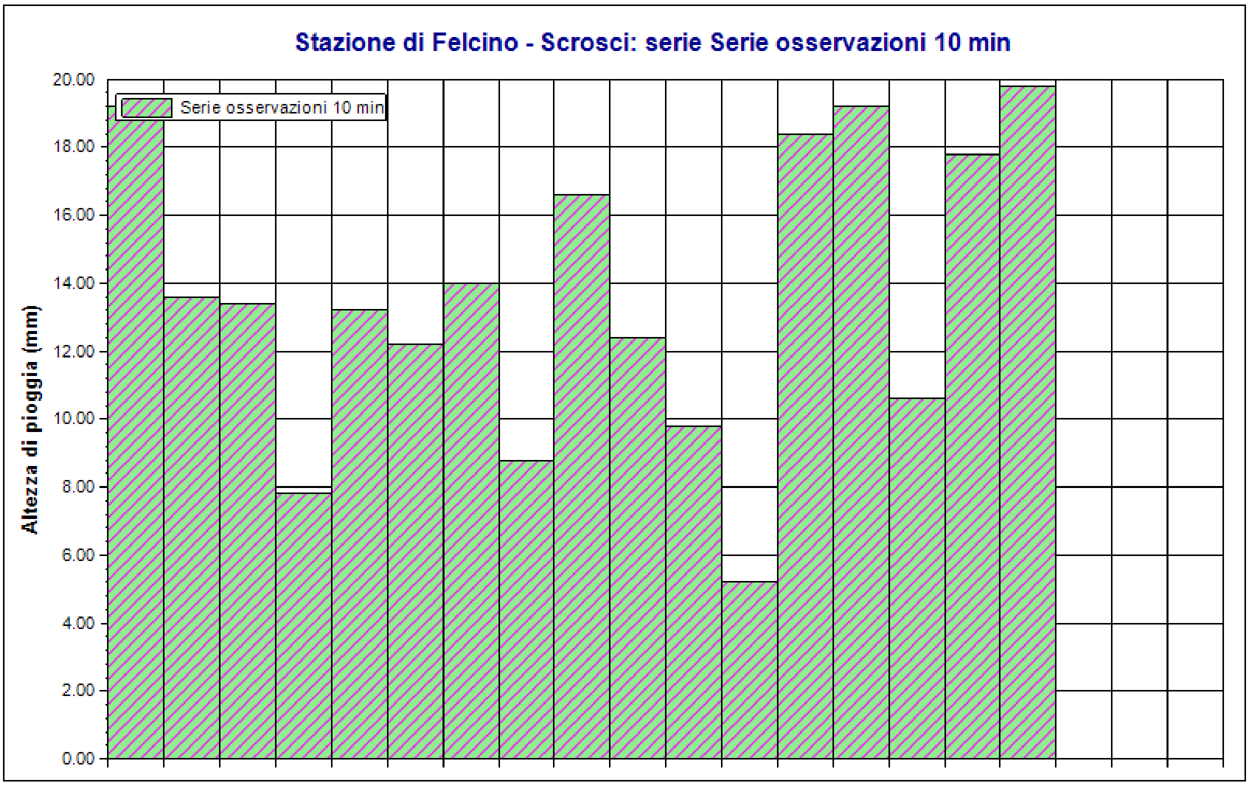
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

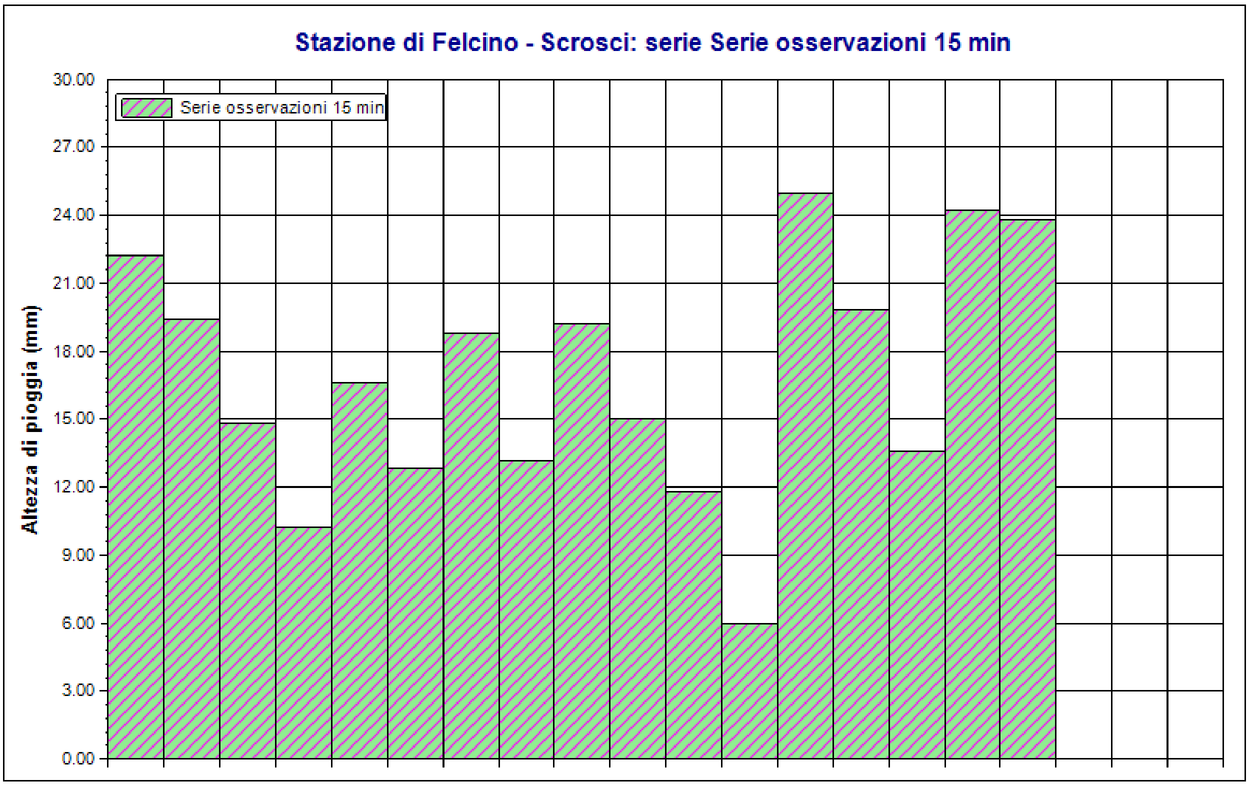
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



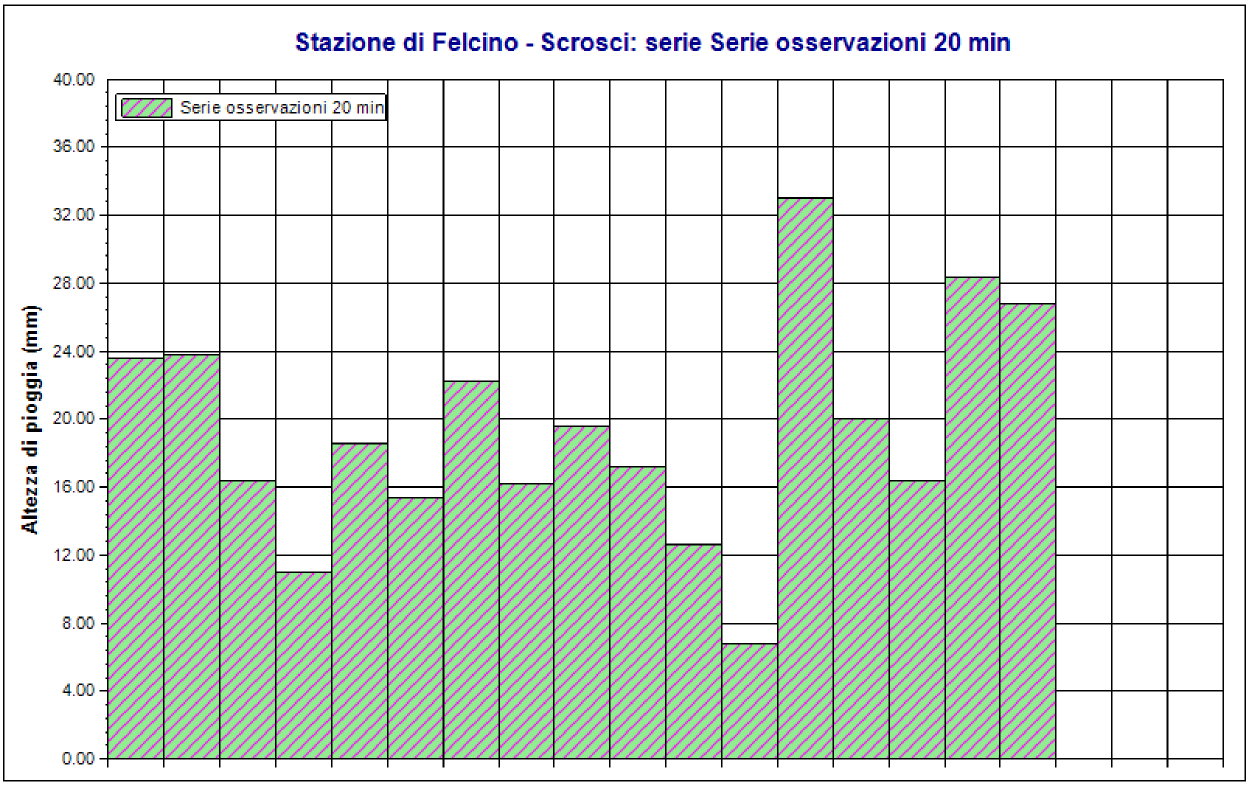
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



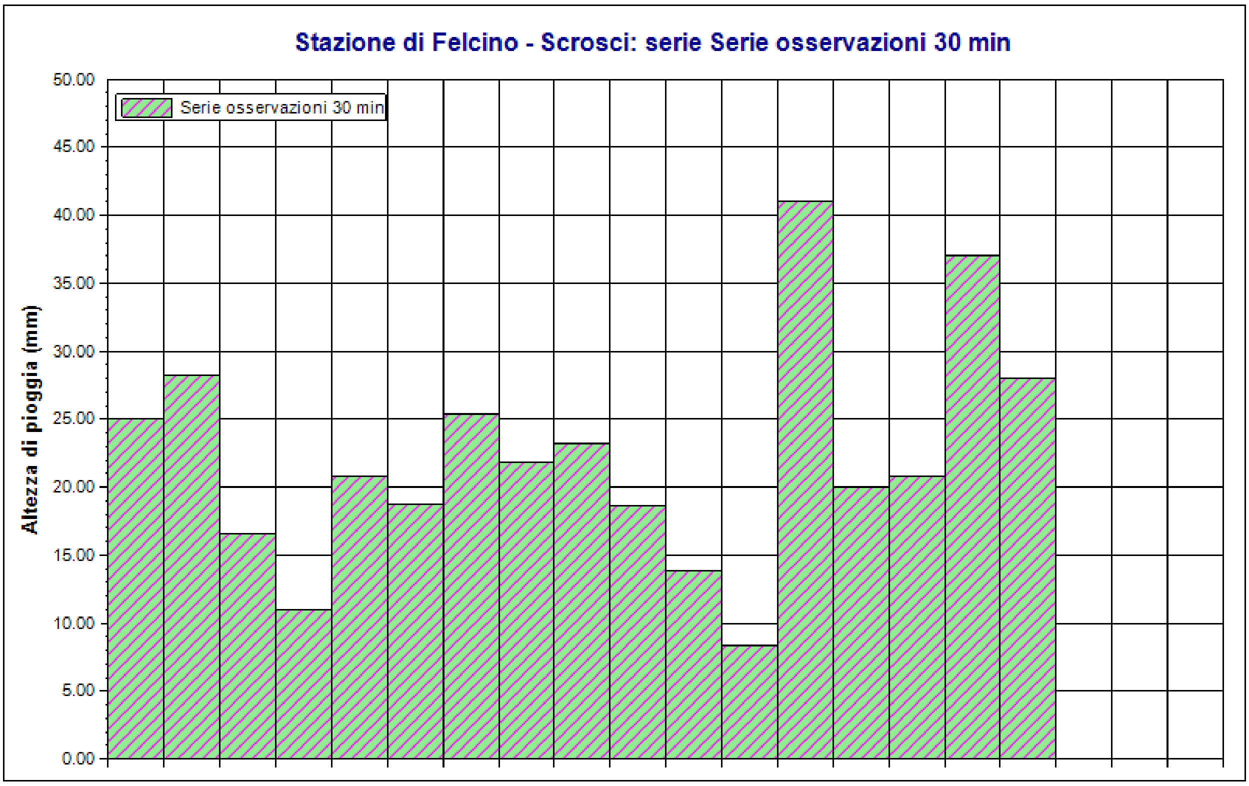
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

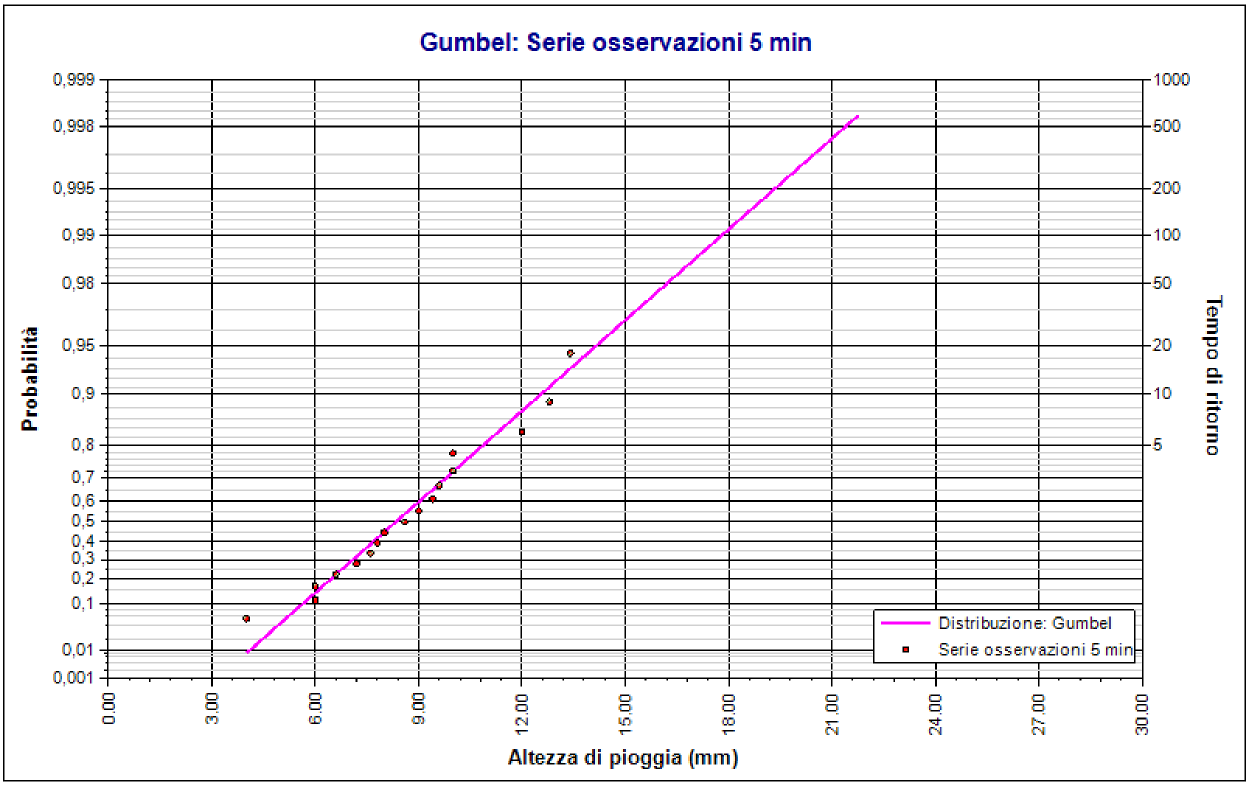
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

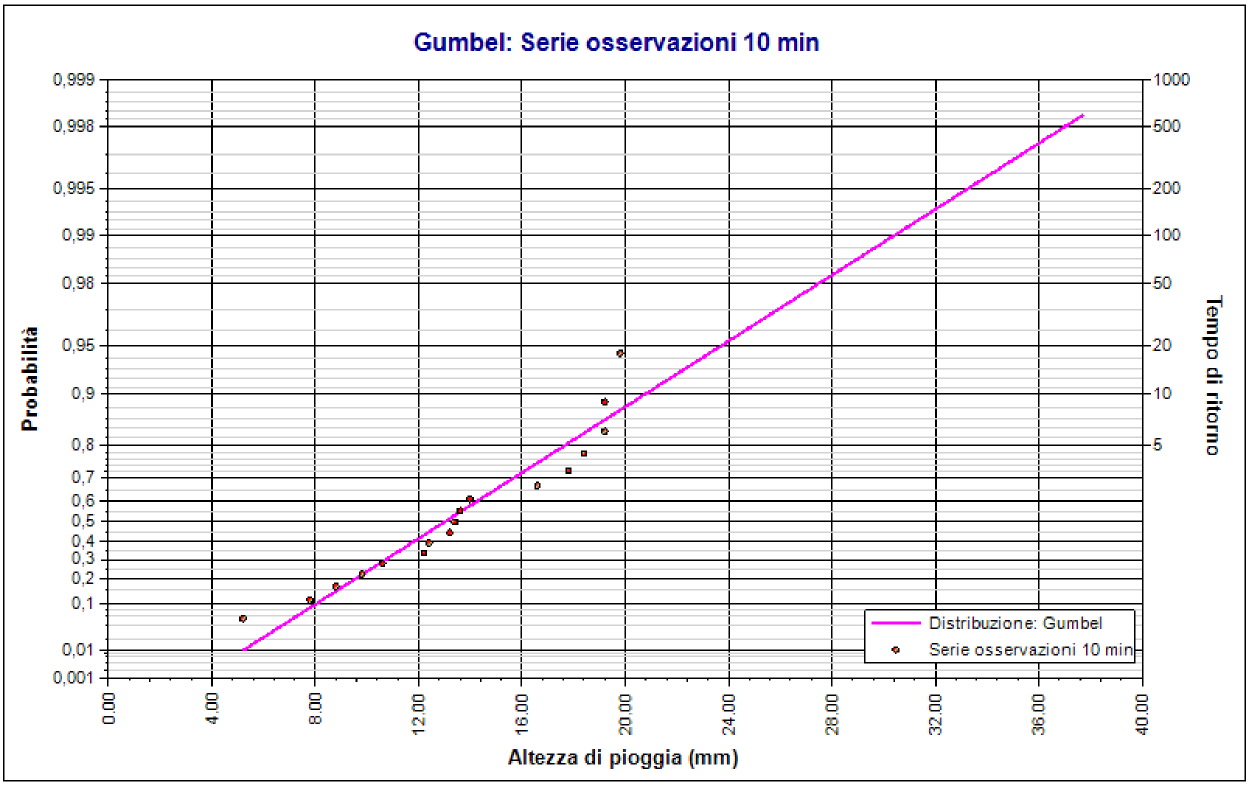
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x - 7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x - 11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x - 14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x - 16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x - 18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

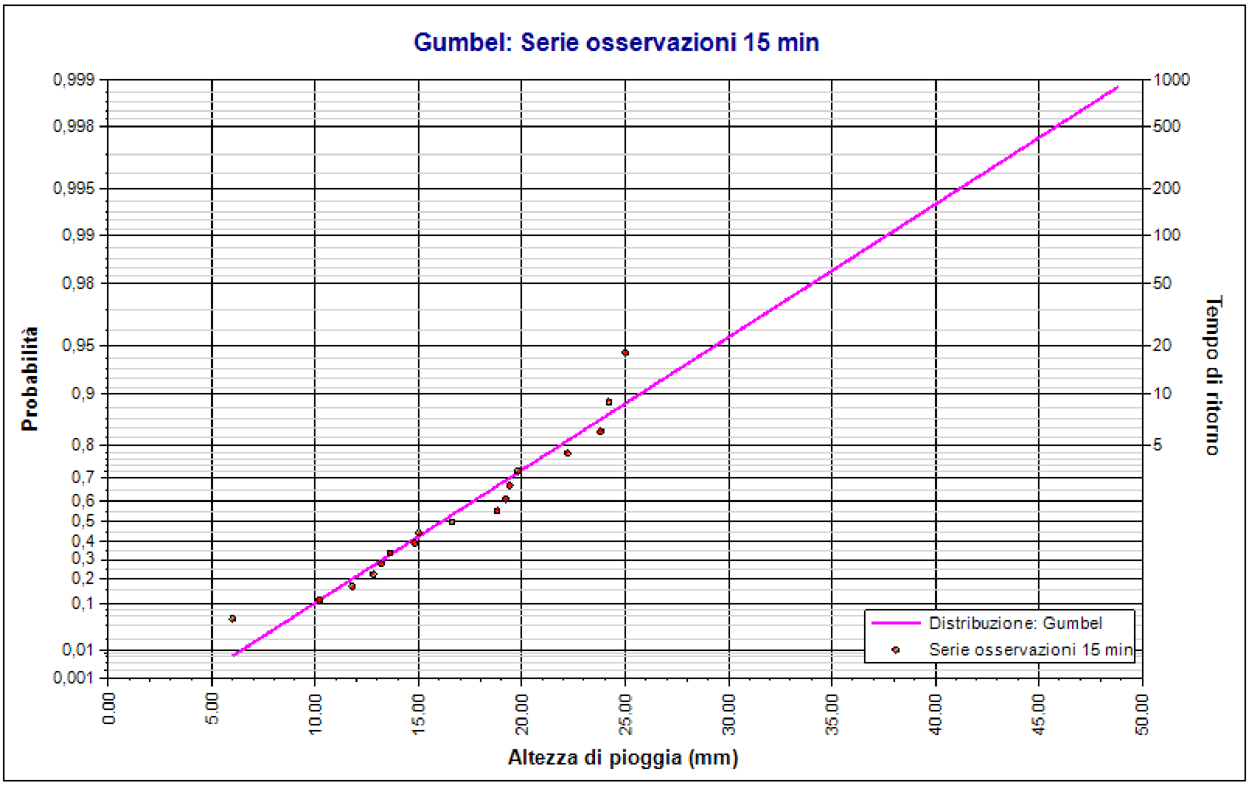
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



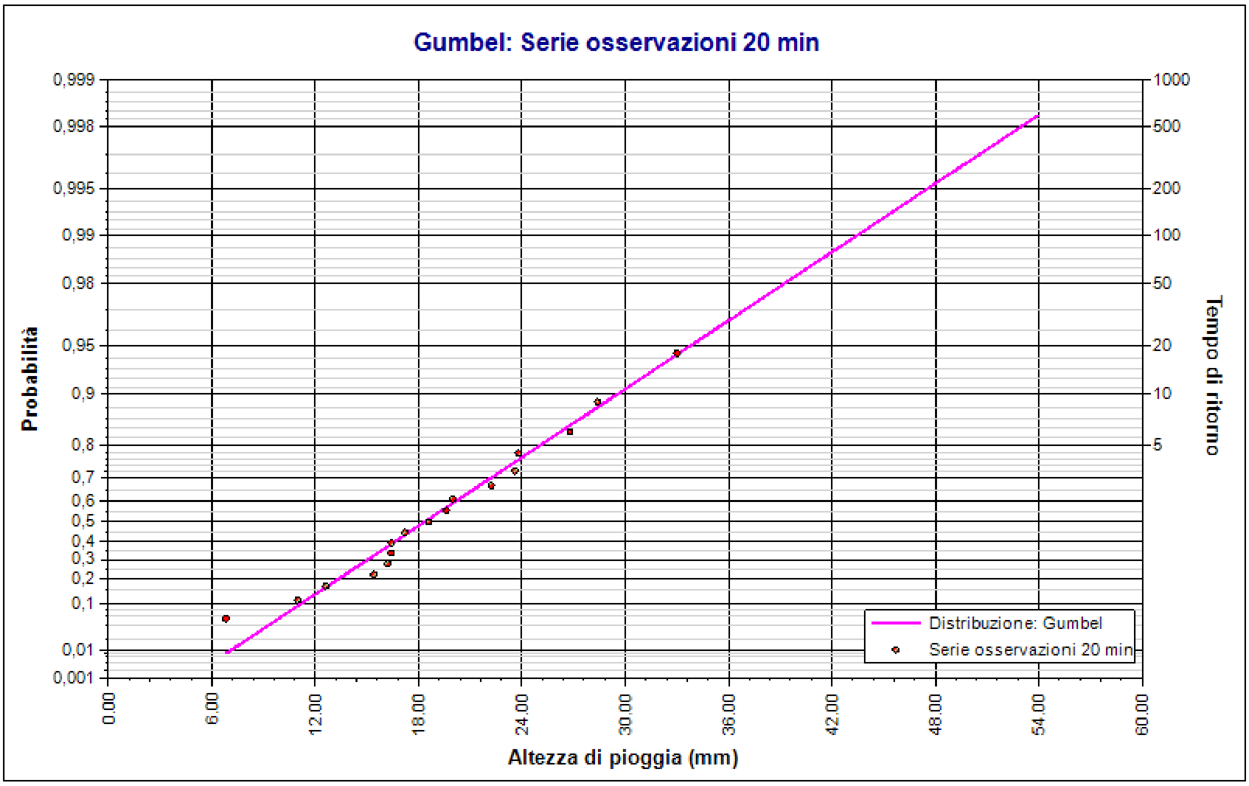
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



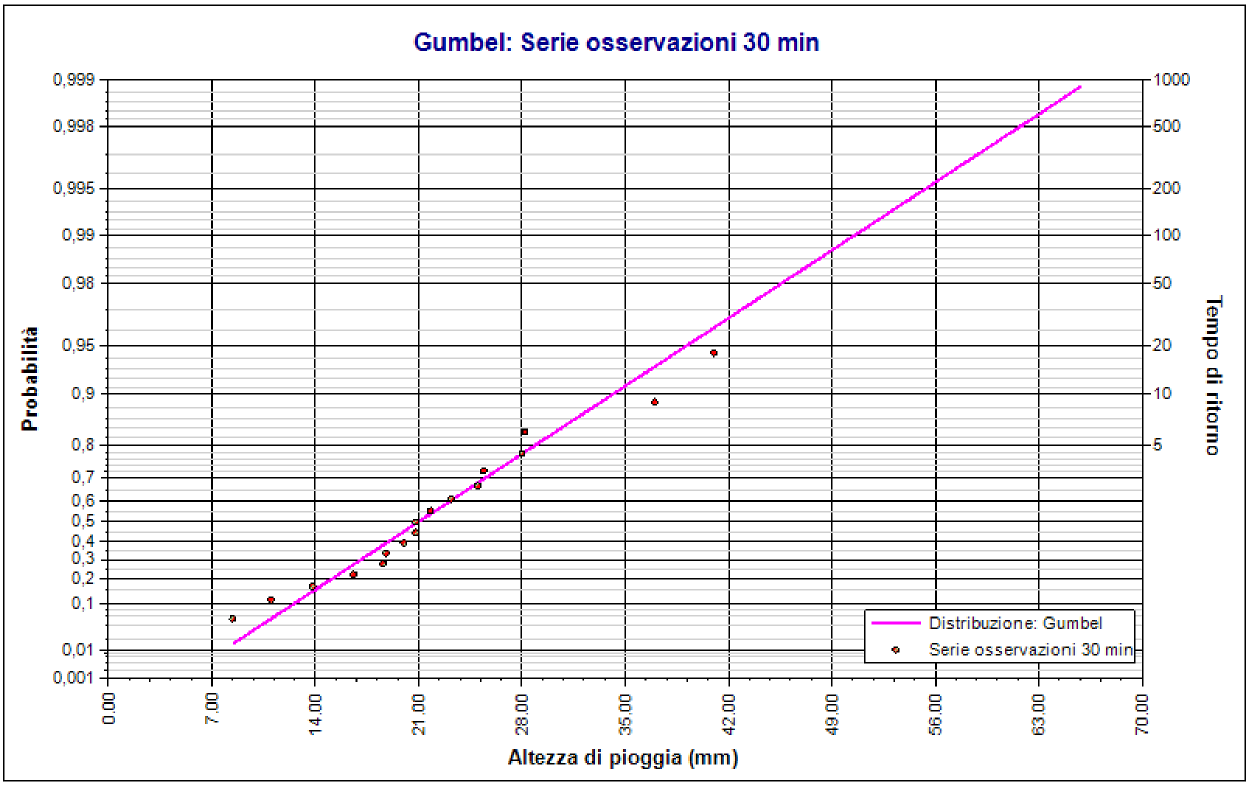
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino

Tempo di ritorno: 50.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

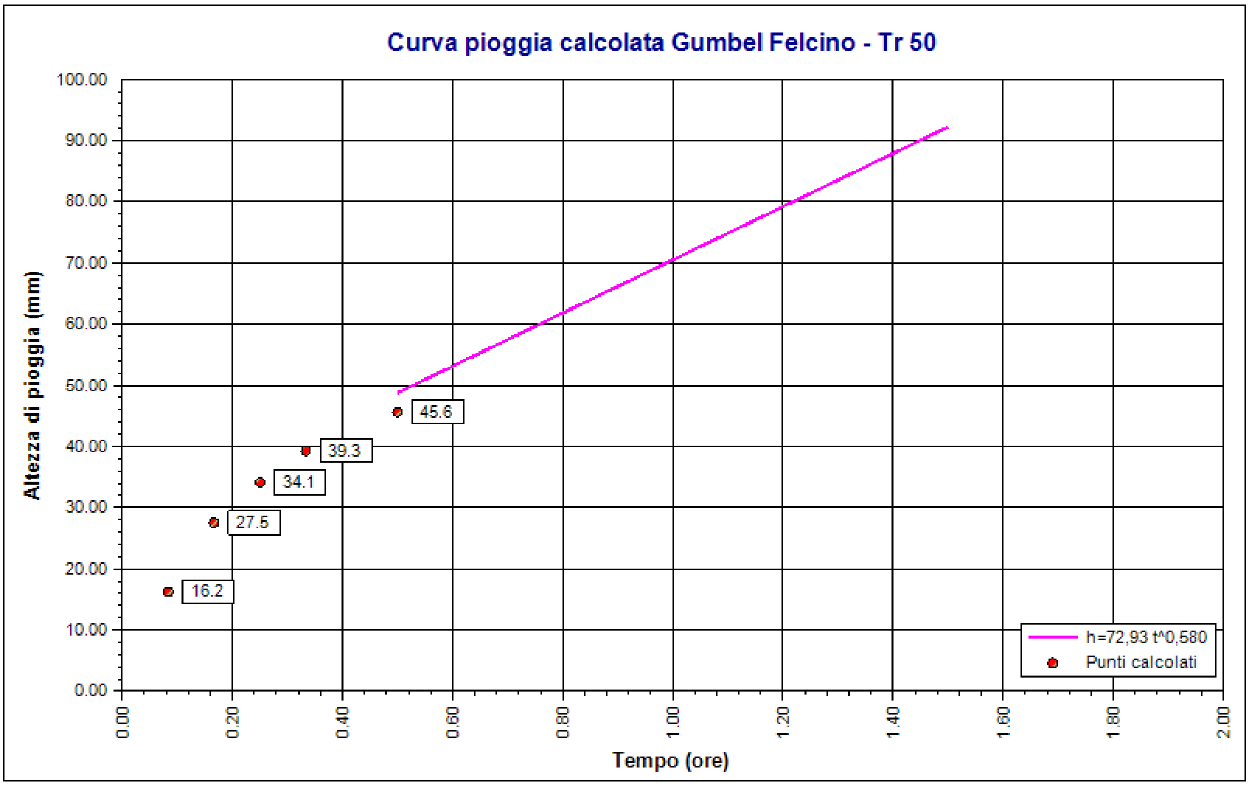
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	16.236
2	0.167	10	27.537
3	0.250	15	34.096
4	0.333	20	39.305
5	0.500	30	45.642

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
72.93	0.58	0.99	$h(t) = 72{,}9\, t^{0.580}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	72.928		9	260.792		17	377.117
2	109.012		10	277.224		18	389.827
3	137.910		11	292.979		19	402.244
4	162.949		12	308.142		20	414.390
5	185.461		13	322.783		21	426.282
6	206.145		14	336.958		22	437.939
7	225.423		15	350.713		23	449.376
8	243.573		16	364.089		24	460.605



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 14
Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

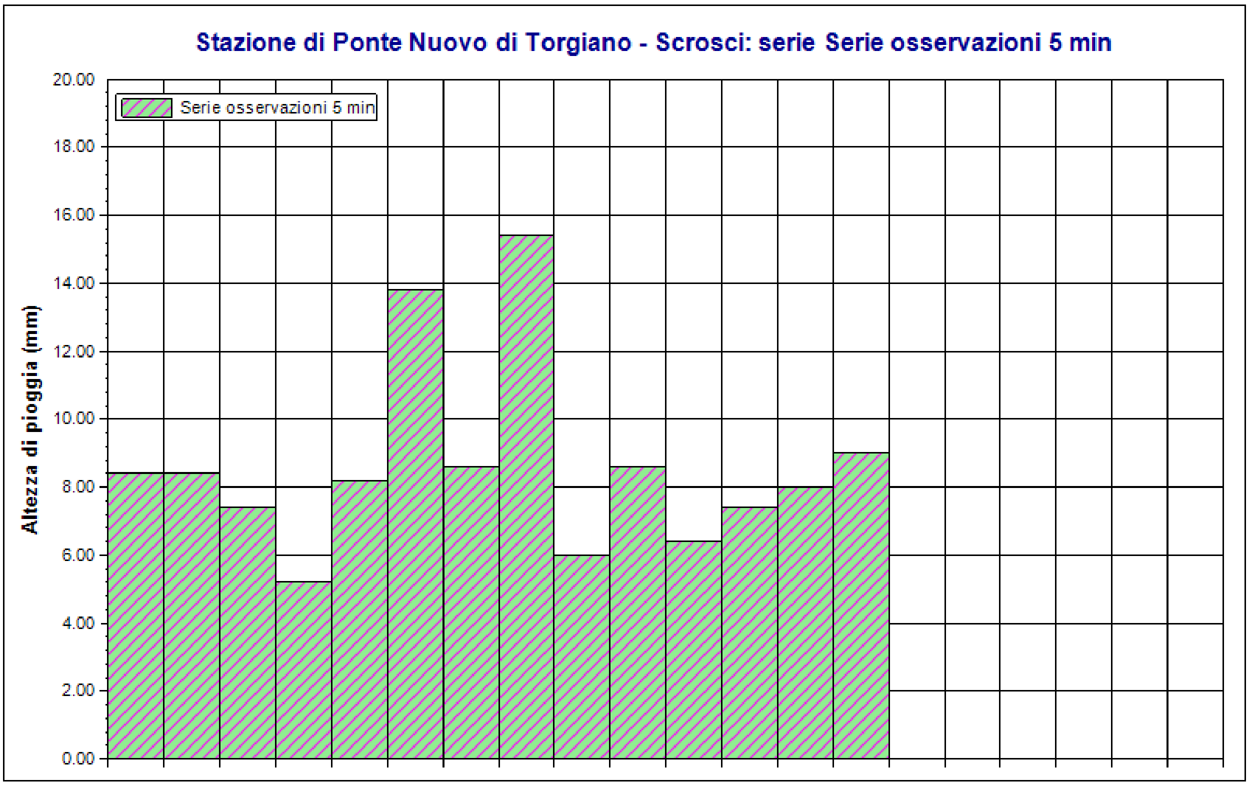
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

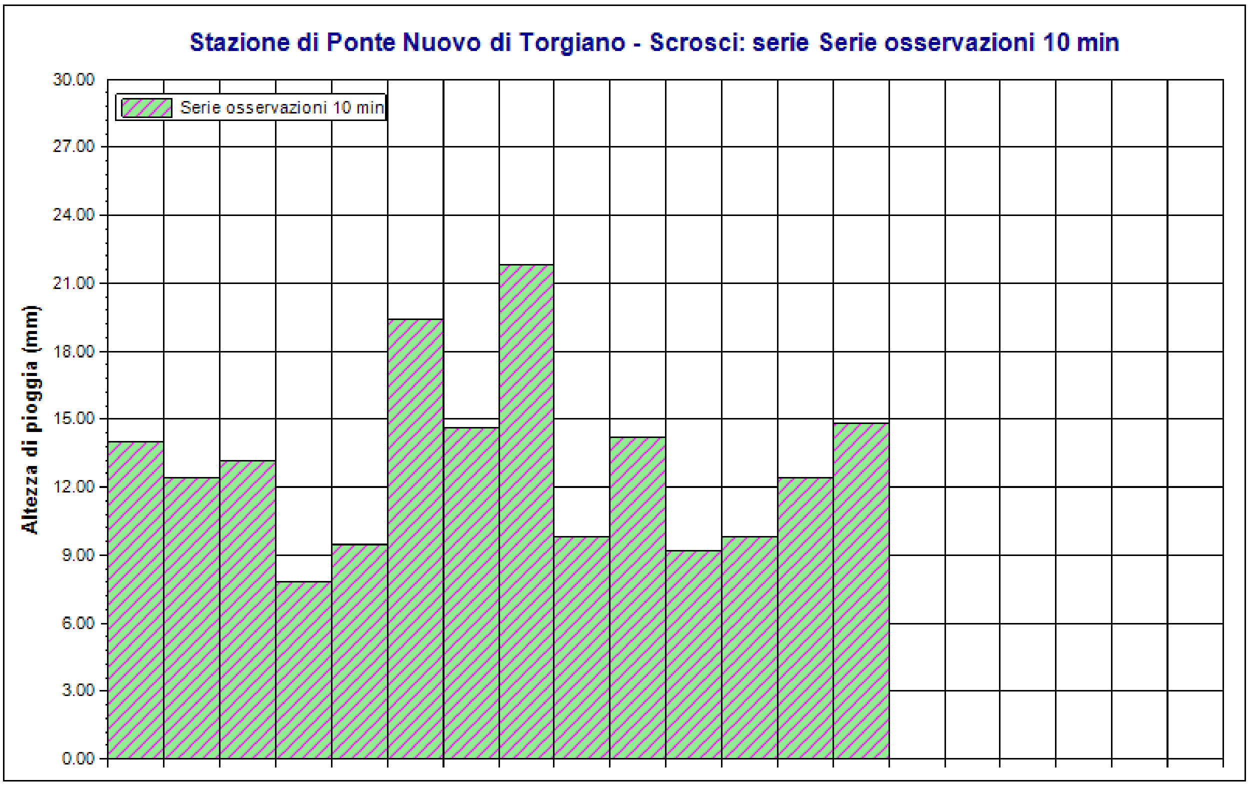
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

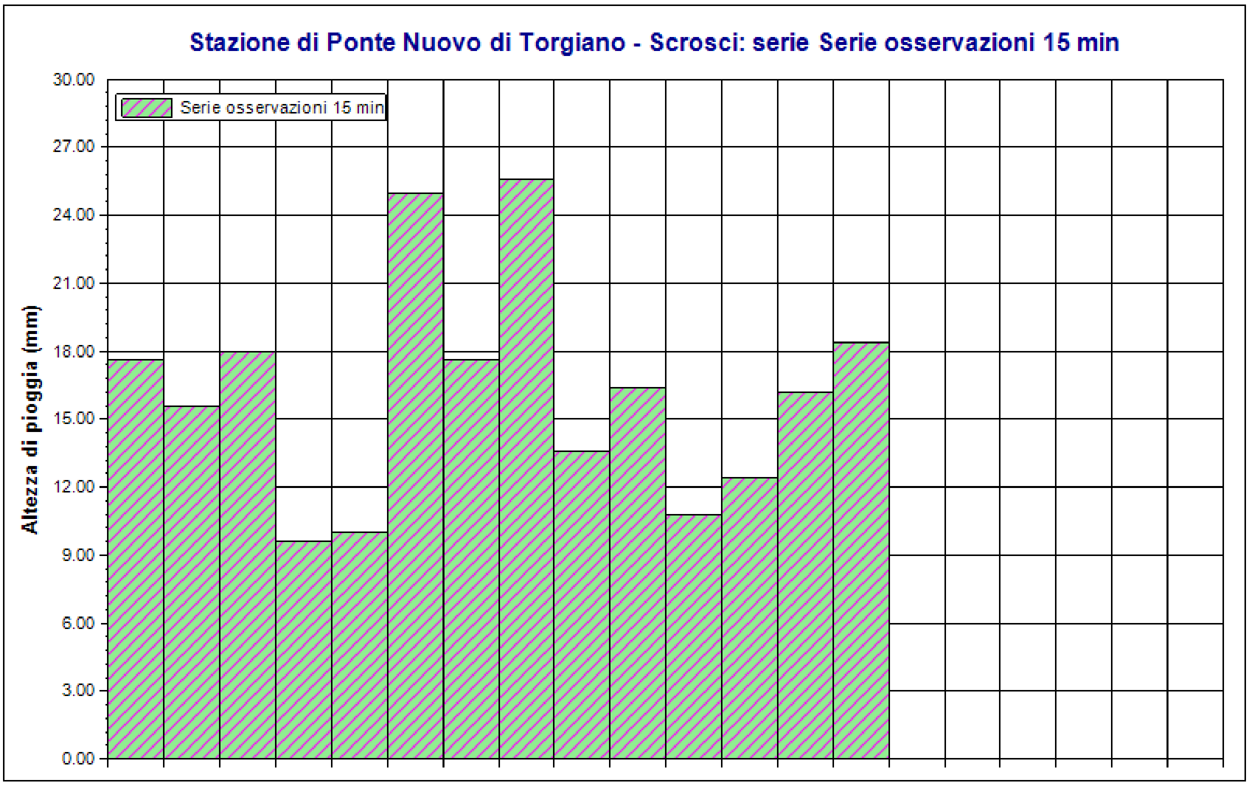
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



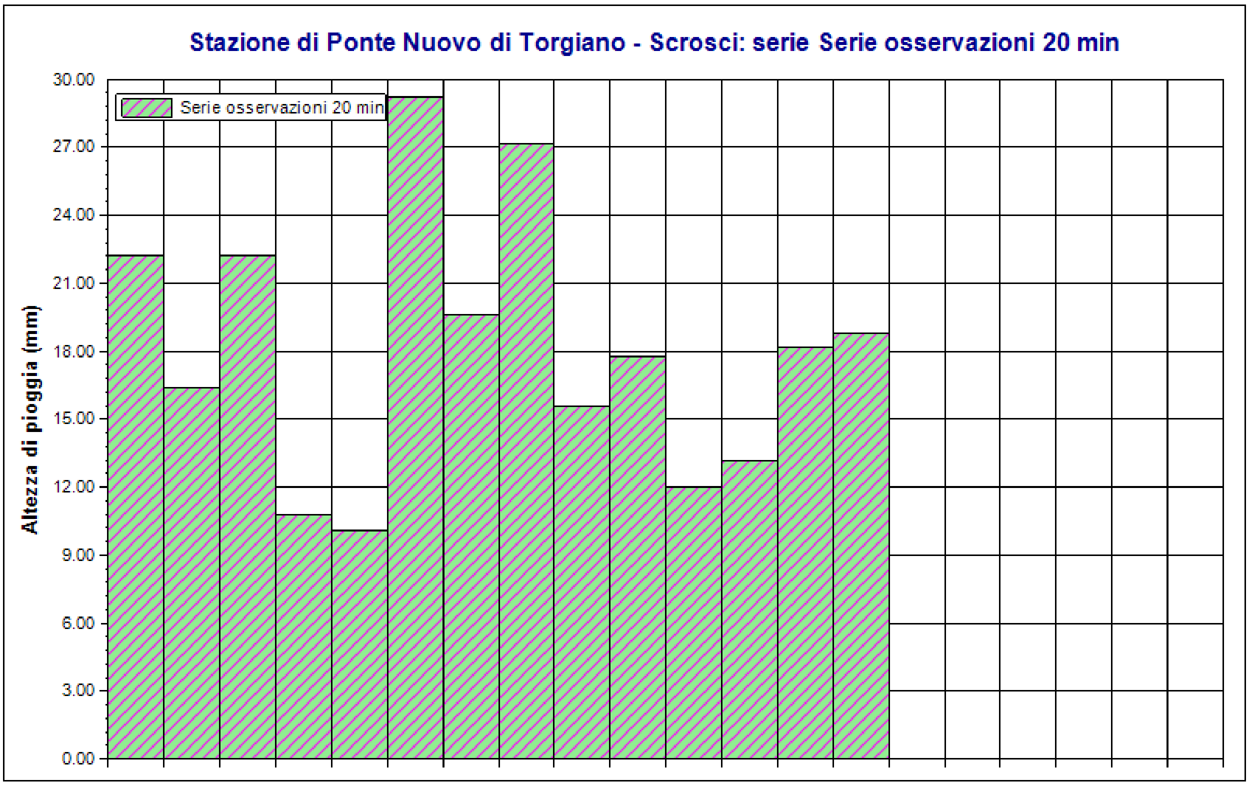
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



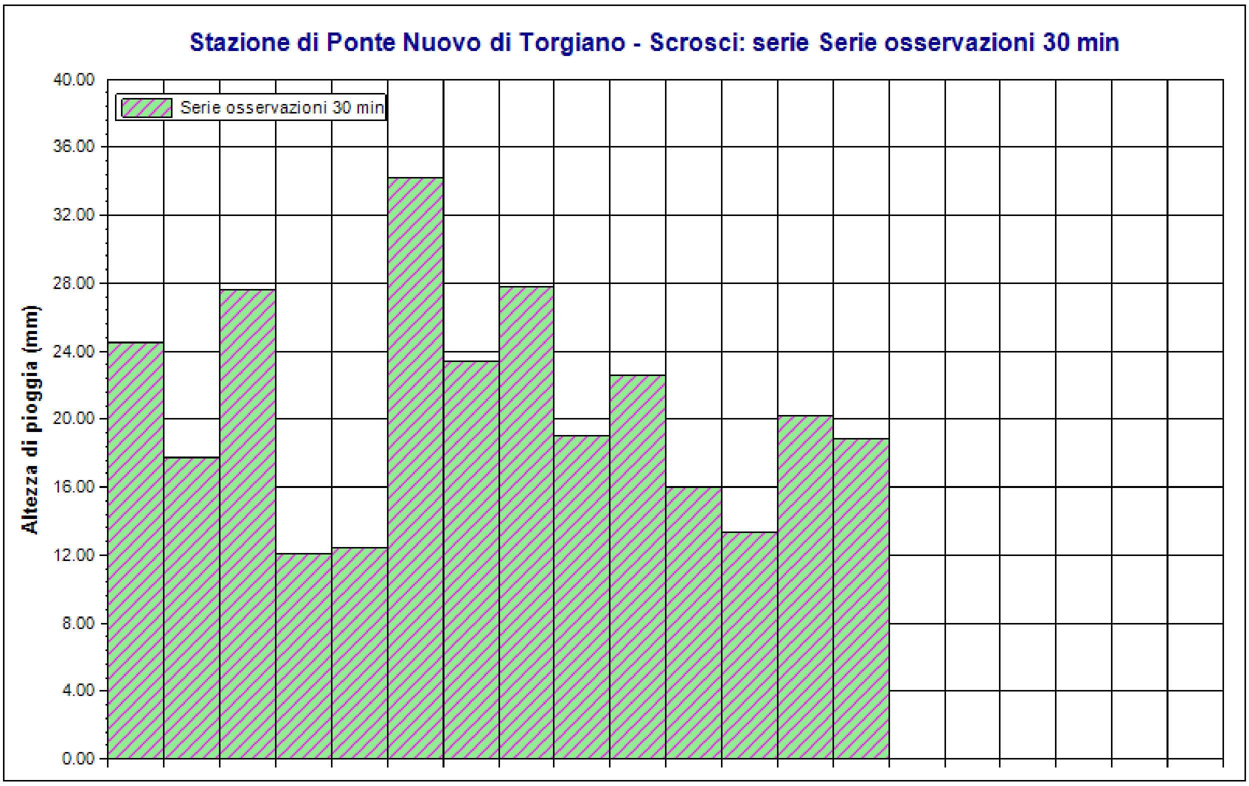
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

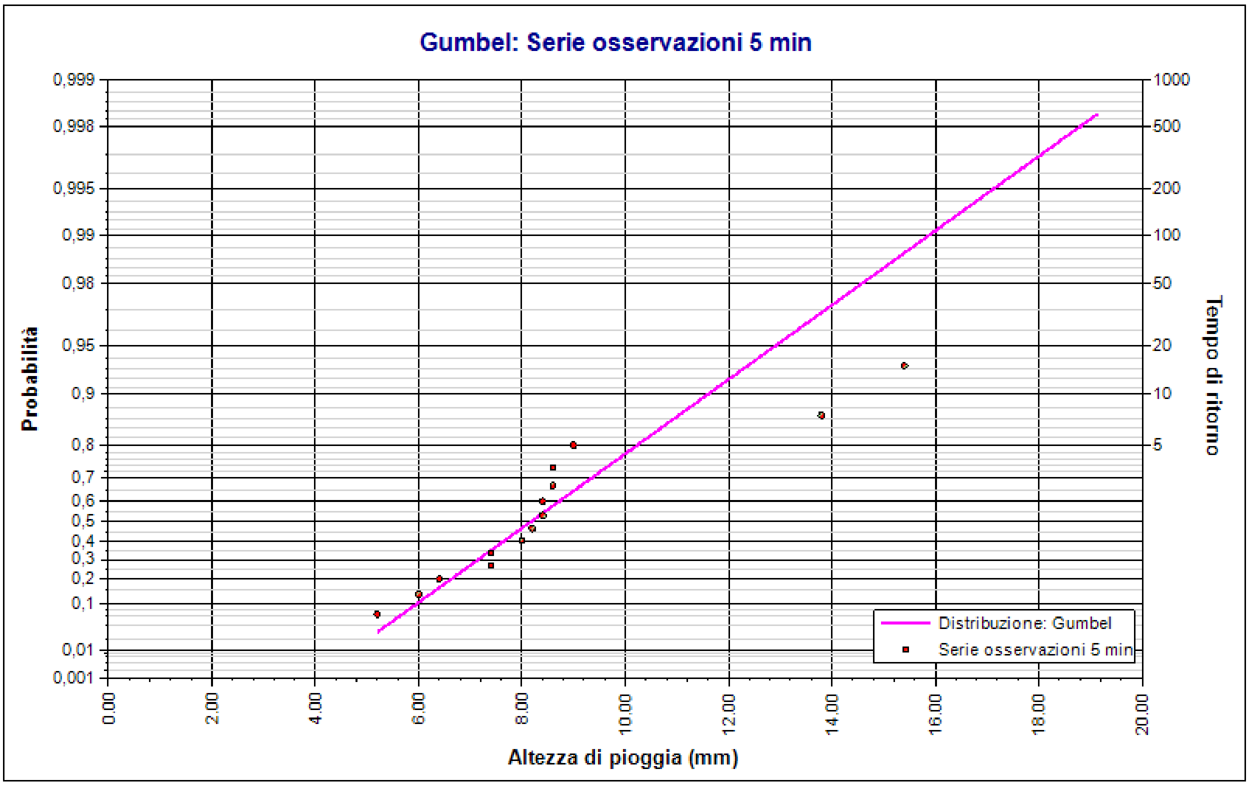
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

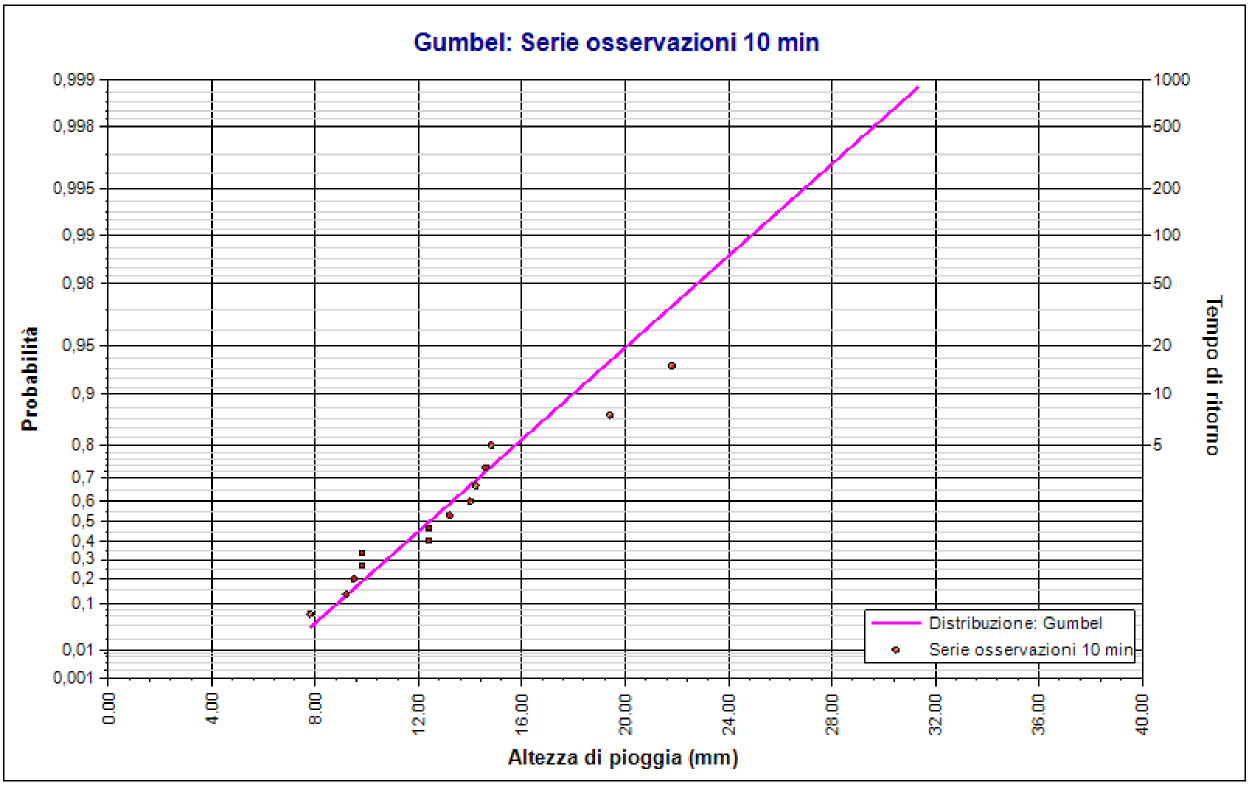
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

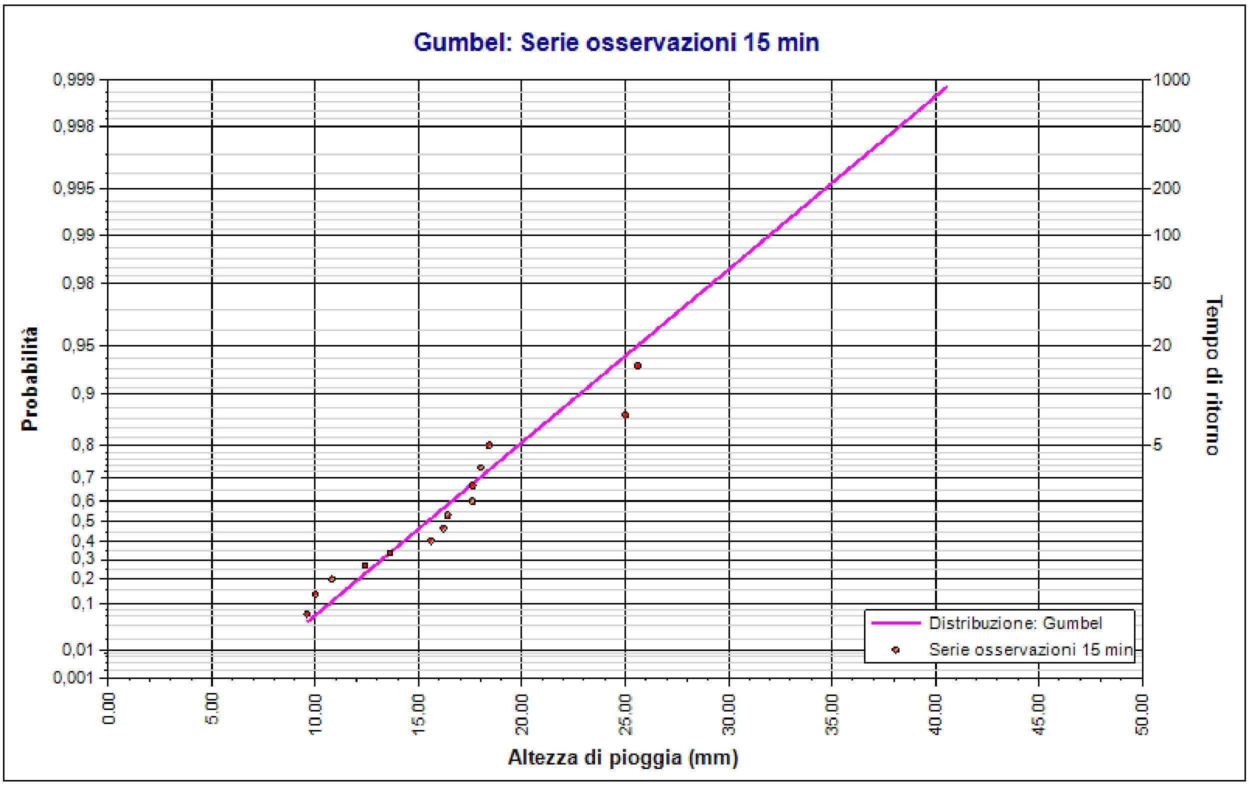
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



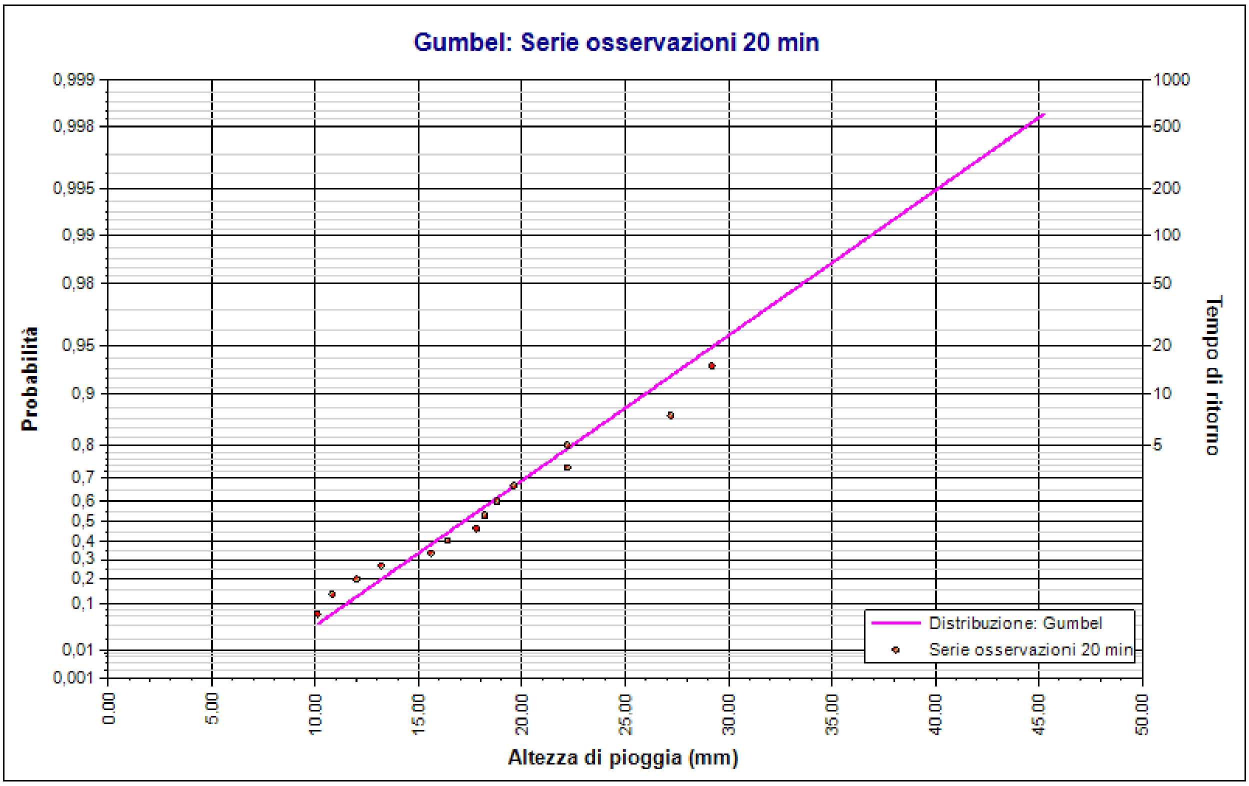
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



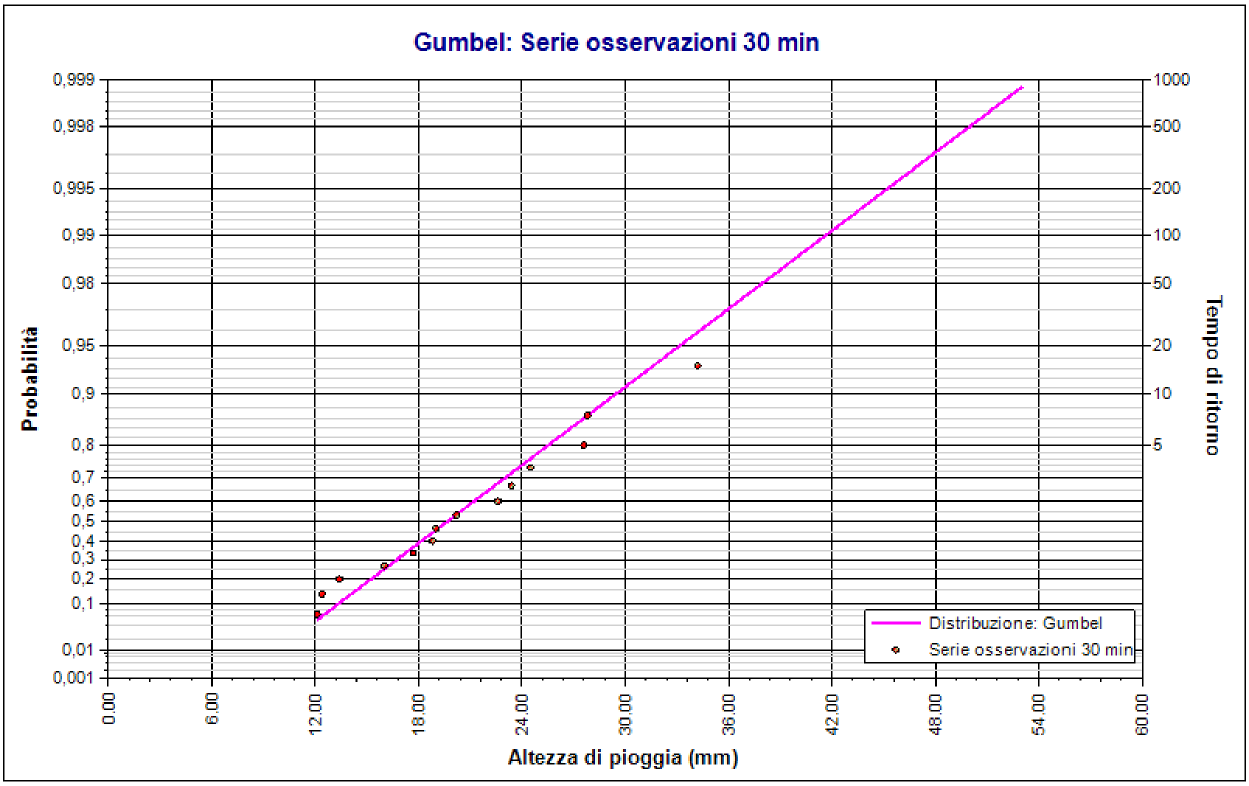
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano

Tempo di ritorno: 50.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

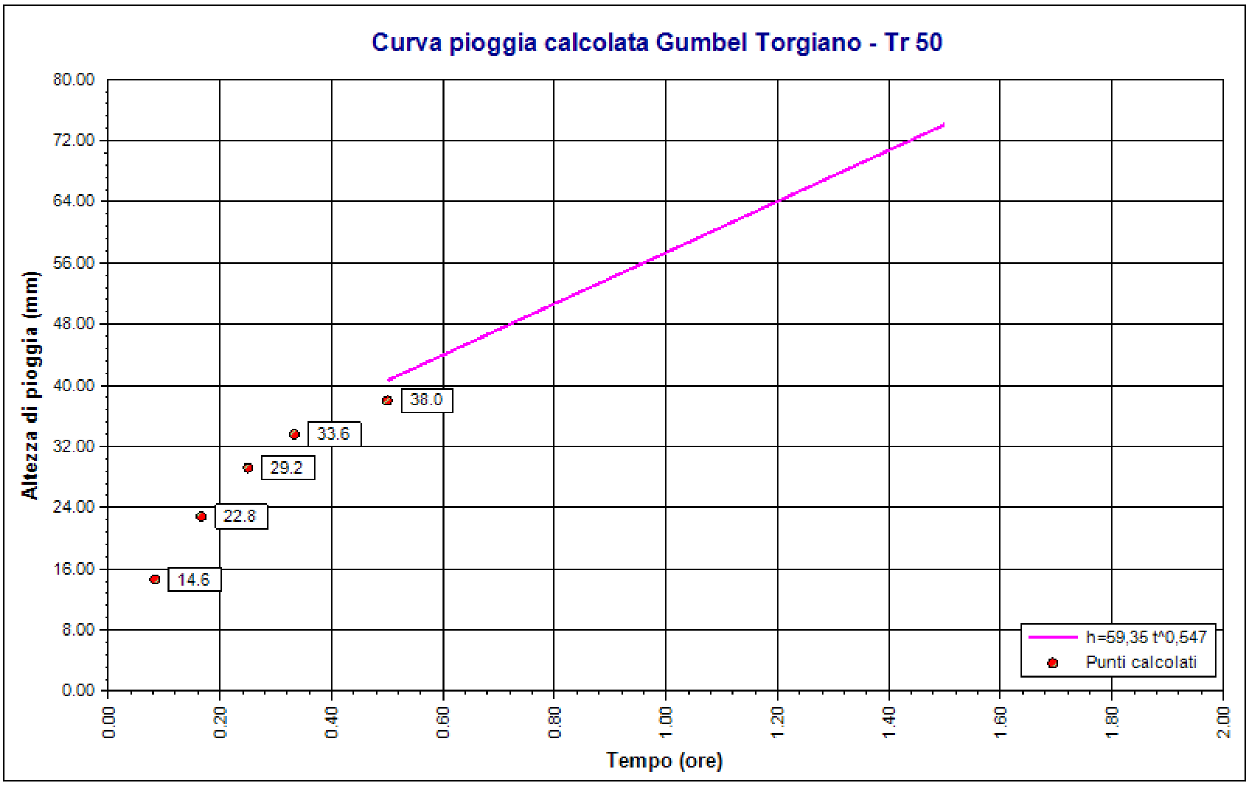
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	14.600
2	0.167	10	22.824
3	0.250	15	29.237
4	0.333	20	33.631
5	0.500	30	38.000

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
59.35	0.55	0.99	$h(t) = 59{,}3\, t^{0.547}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	59.349		9	197.542		17	279.786
2	86.729		10	209.268		18	288.676
3	108.277		11	220.474		19	297.346
4	126.740		12	231.227		20	305.811
5	143.203		13	241.581		21	314.087
6	158.230		14	251.581		22	322.186
7	172.158		15	261.262		23	330.121
8	185.210		16	270.655		24	337.900



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

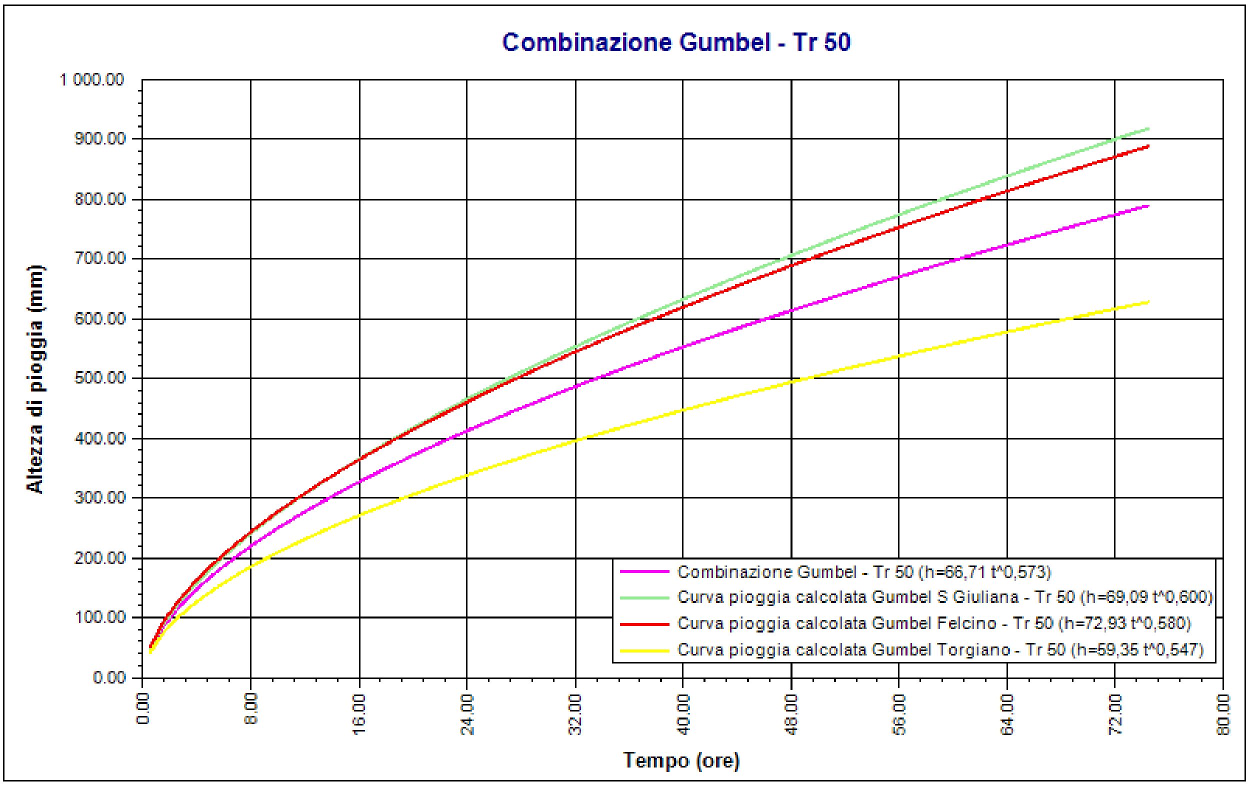
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50	Curva pioggia calcolata	20	69.09	0.60
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50	Curva pioggia calcolata	40	72.93	0.58
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50	Curva pioggia calcolata	40	59.35	0.55

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
66.71	0.57	$h(t) = 66{,}7\ t^{0{,}573}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	66.712		9	235.042		17	338.421
2	99.253		10	249.673		18	349.691
3	125.220		11	263.692		19	360.698
4	147.668		12	277.176		20	371.460
5	167.815		13	290.188		21	381.994
6	186.301		14	302.780		22	392.316
7	203.510		15	314.993		23	402.440
8	219.698		16	326.863		24	412.378



Combinazione Gumbel - Tr 50

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h

Dati Pluviogramma

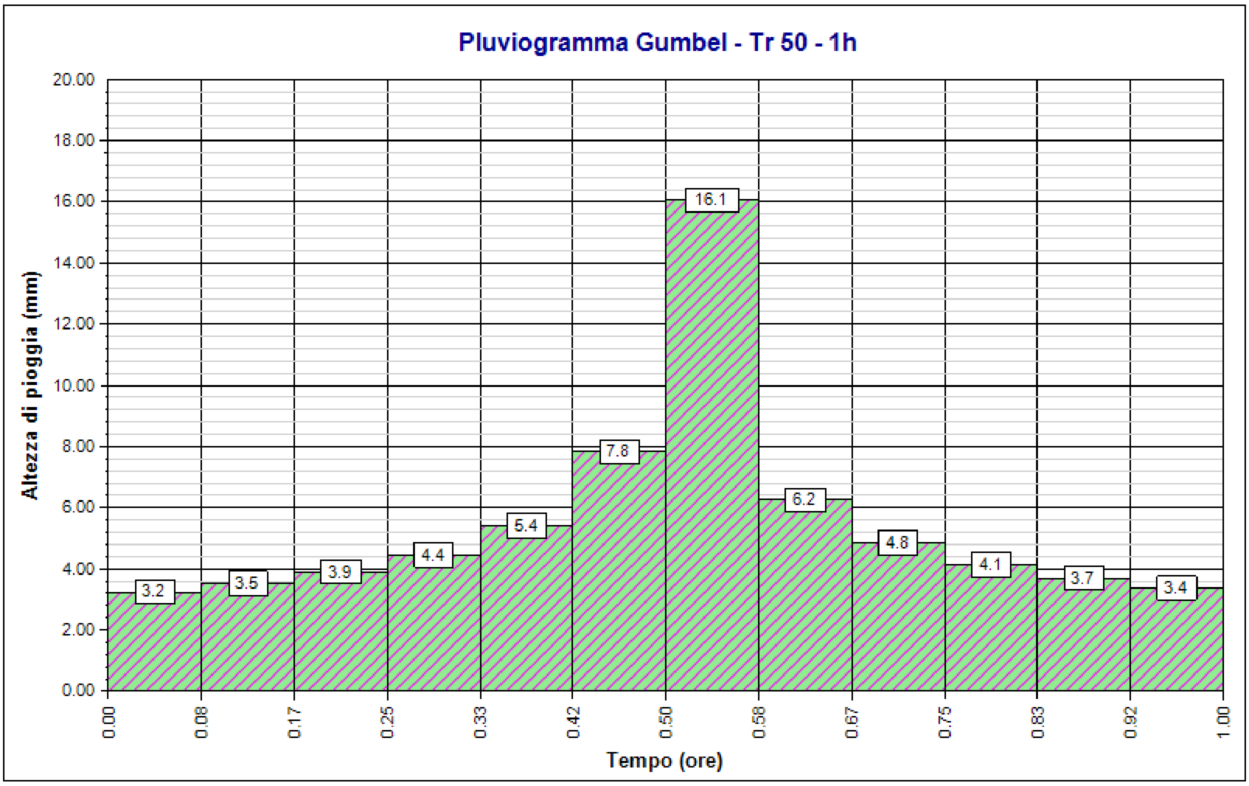
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 50
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 66.712 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
66.71	0.57	$h(t) = 66,7\, t^{0.573}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	3.245
2	0.083	0.167	5	10	3.522
3	0.167	0.250	10	15	3.896
4	0.250	0.333	15	20	4.449
5	0.333	0.417	20	25	5.403
6	0.417	0.500	25	30	7.832
7	0.500	0.583	30	35	16.057
8	0.583	0.667	35	40	6.250
9	0.667	0.750	40	45	4.849
10	0.750	0.833	45	50	4.142
11	0.833	0.917	50	55	3.693
12	0.917	1.000	55	60	3.374



Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino B Gumbel - Tr 50 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

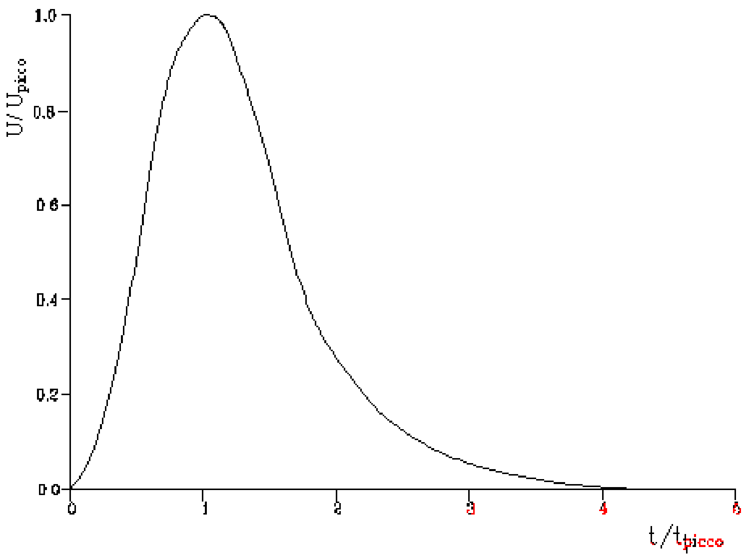
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0{,}5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0{,}2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

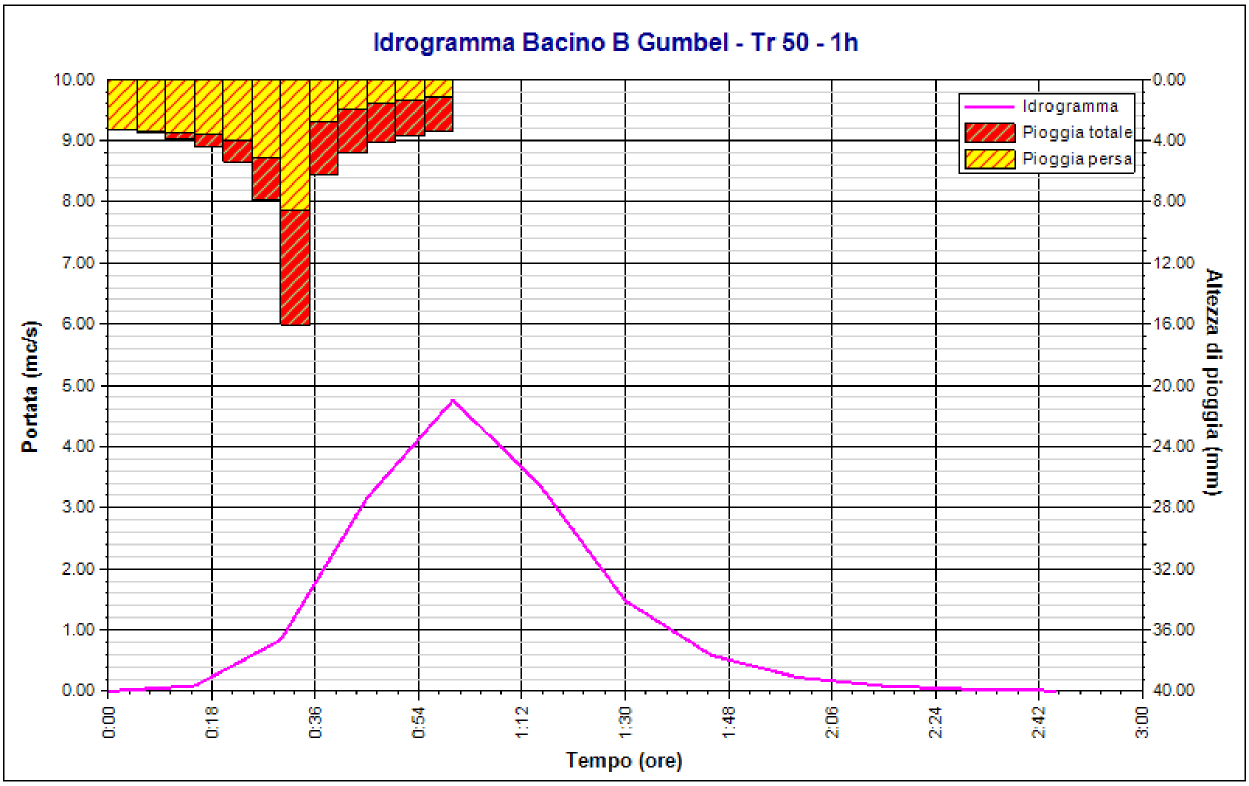
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h
Superficie del bacino: 0.5 kmq
Tlag: 0.318 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 74.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	10.663	10.057	0.606	0.0
2	0.250	15	17.684	12.683	5.001	0.1
3	0.500	30	27.156	13.315	13.840	0.8
4	0.750	45	11.209	4.118	7.092	3.2
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	4.8
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	3.4
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	1.5
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	0.6
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	0.2
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.1
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.0
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	4.8	mc/s
Istante picco	1.000	ore
Istante picco	60.0	minuti
Durata totale evento	2.750	ore
Volume afflusso	33	mc x 1000
Volume deflusso	13	mc x 1000
Altezza afflusso	66.712	mm
Altezza deflusso	26.333	mm
Coeff. deflusso	0.39	-
Coeff. udometrico	9.51	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino B Gumbel - Tr 50 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

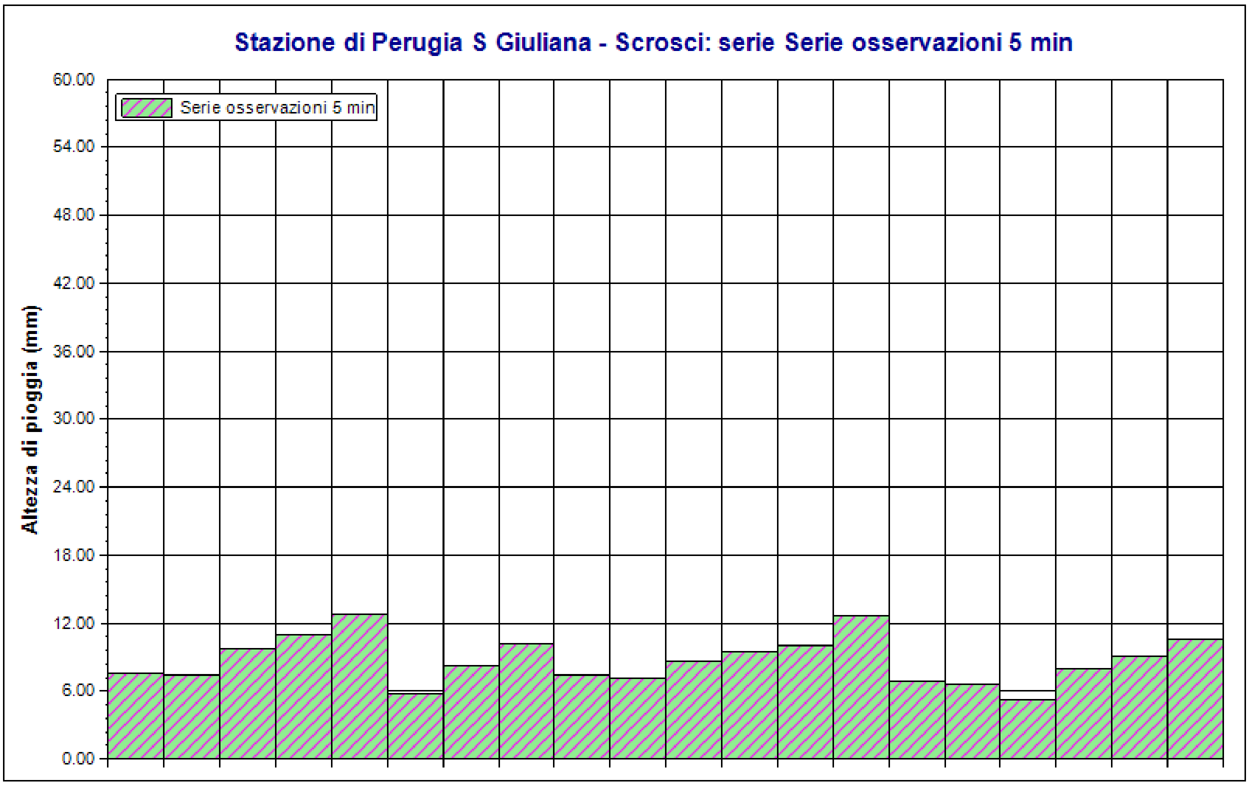
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

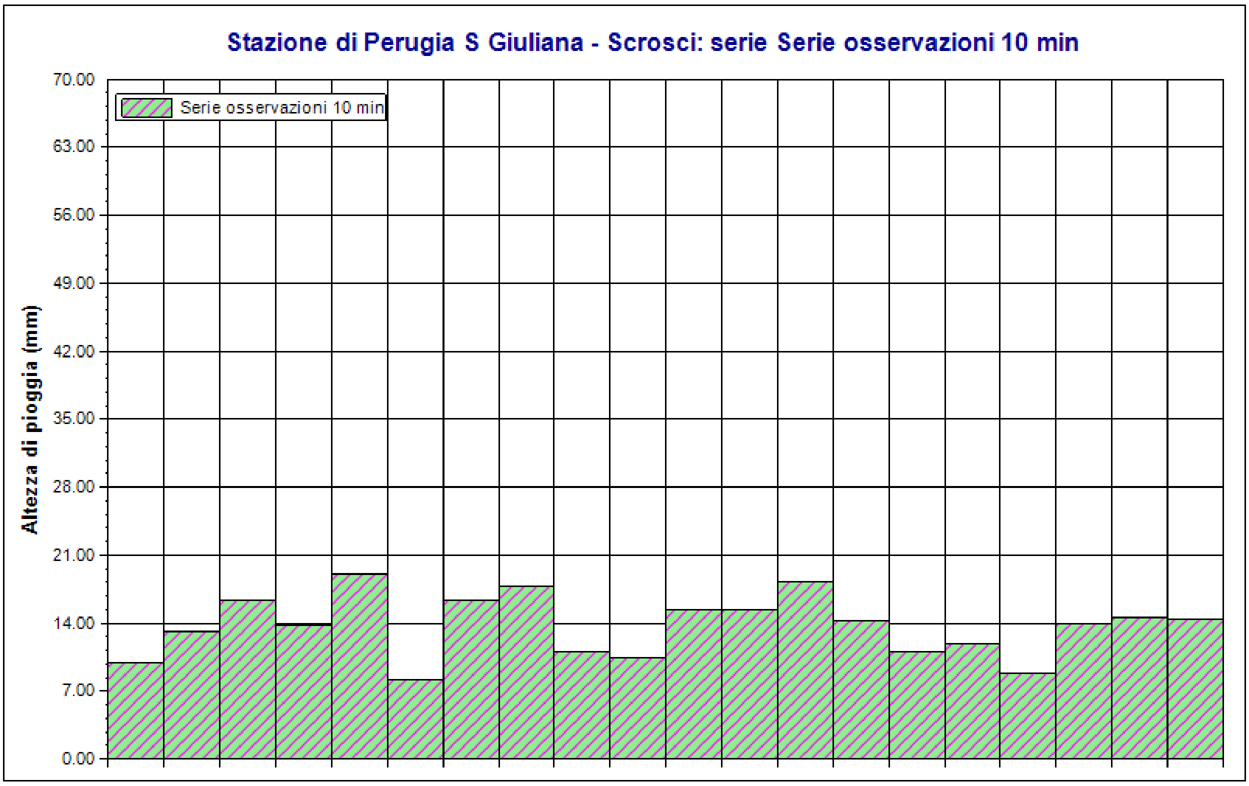
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

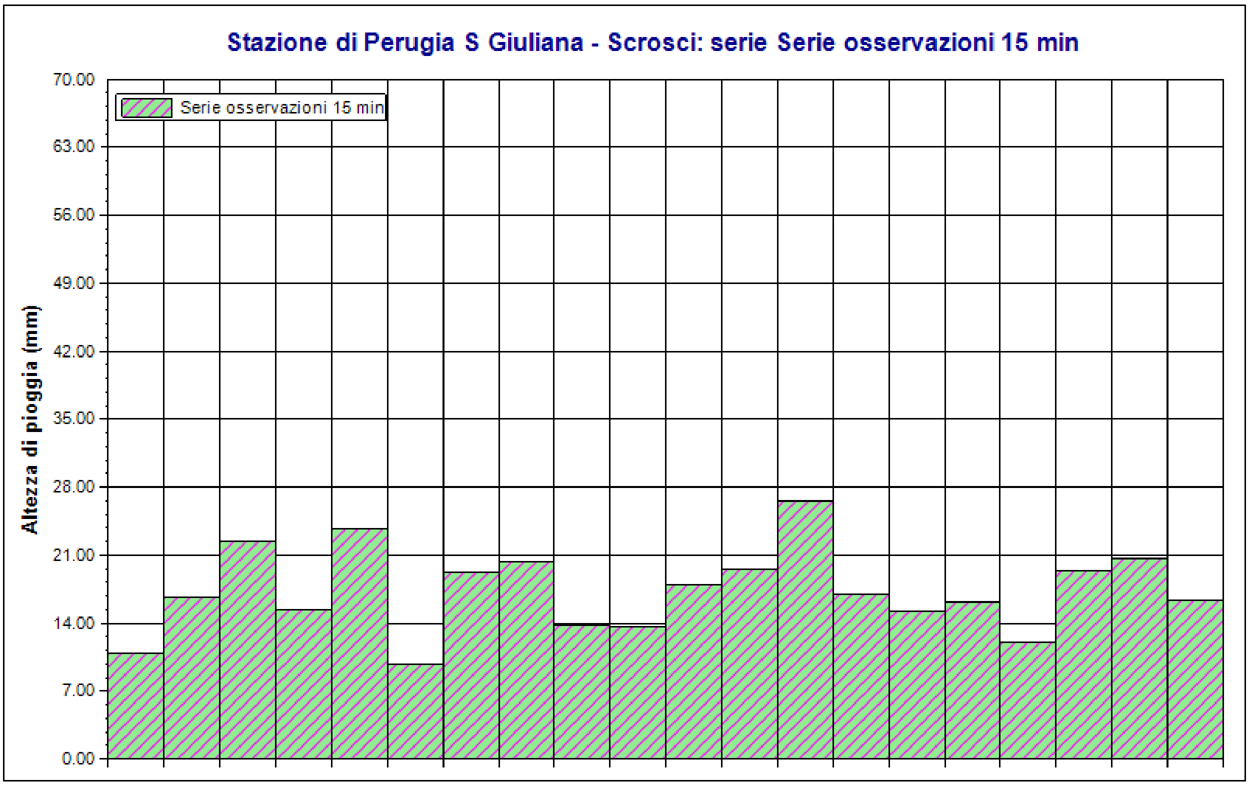
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



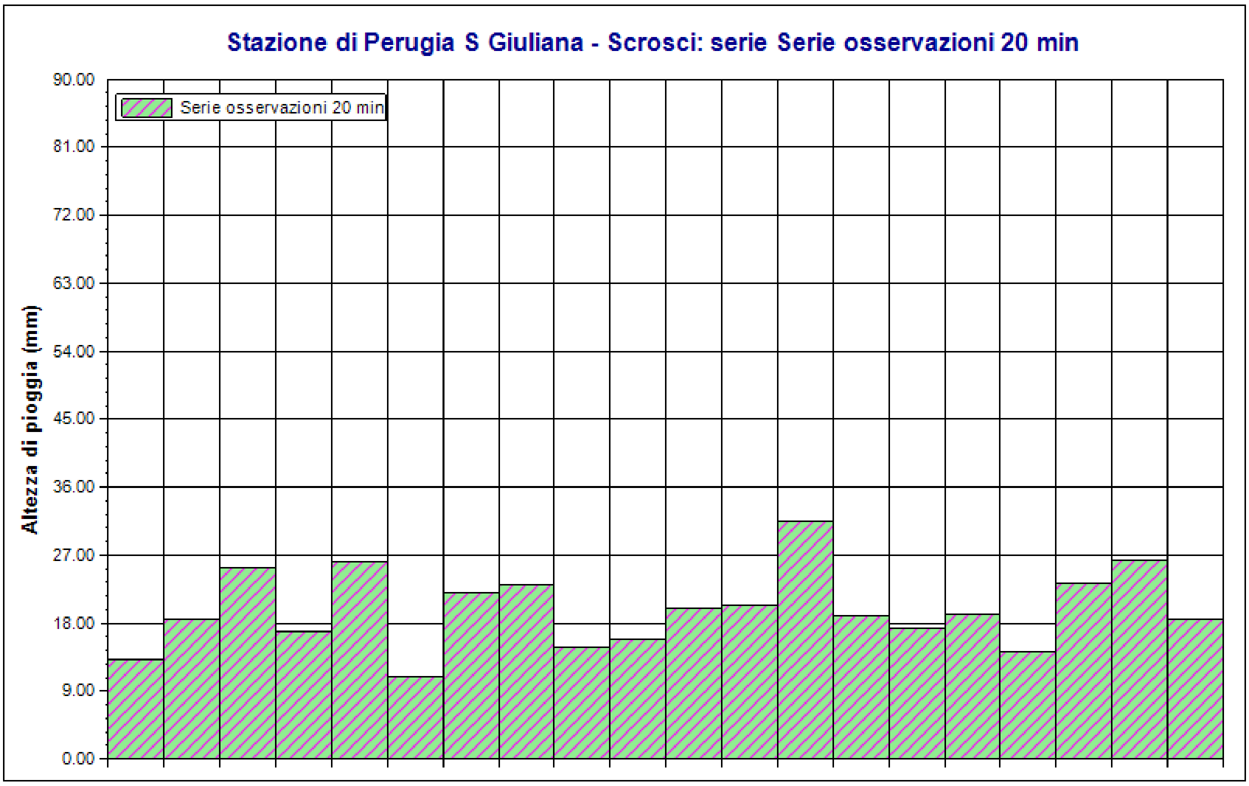
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



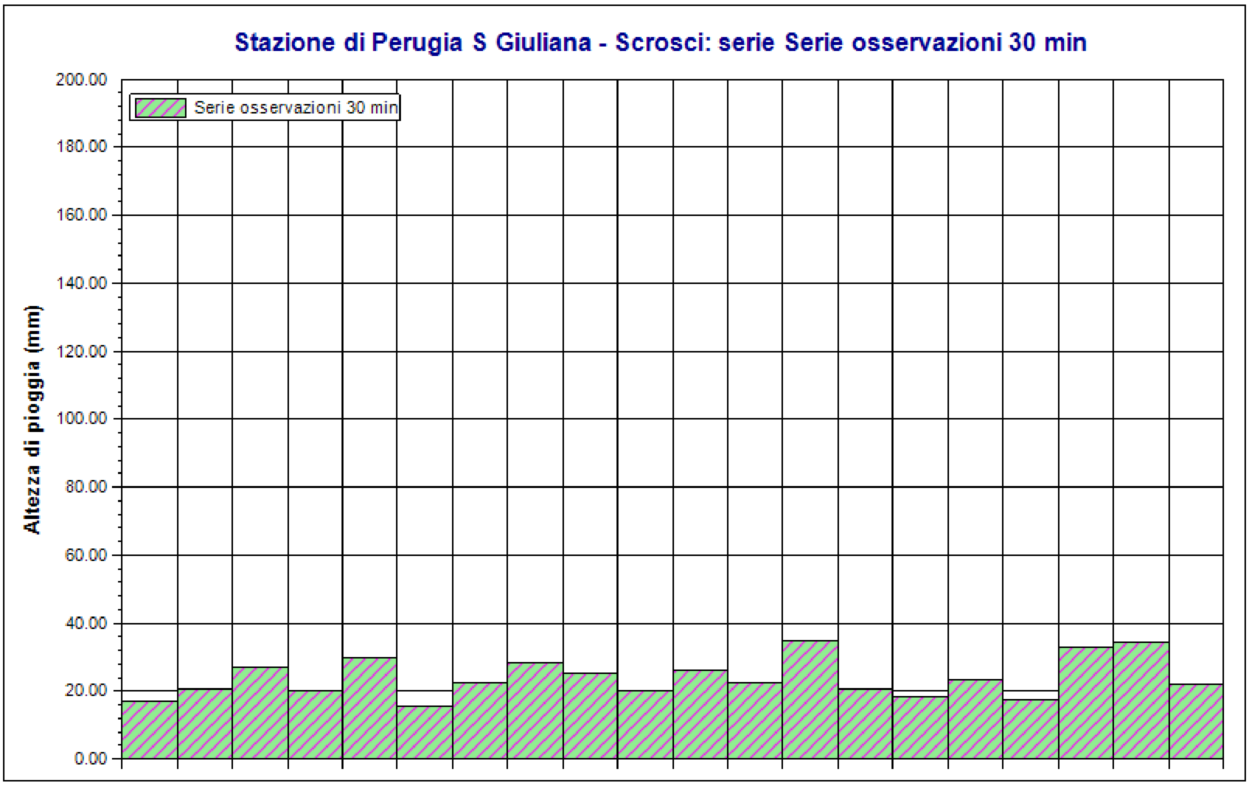
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi\left(x = z_k\right) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k} \cdot e^{-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

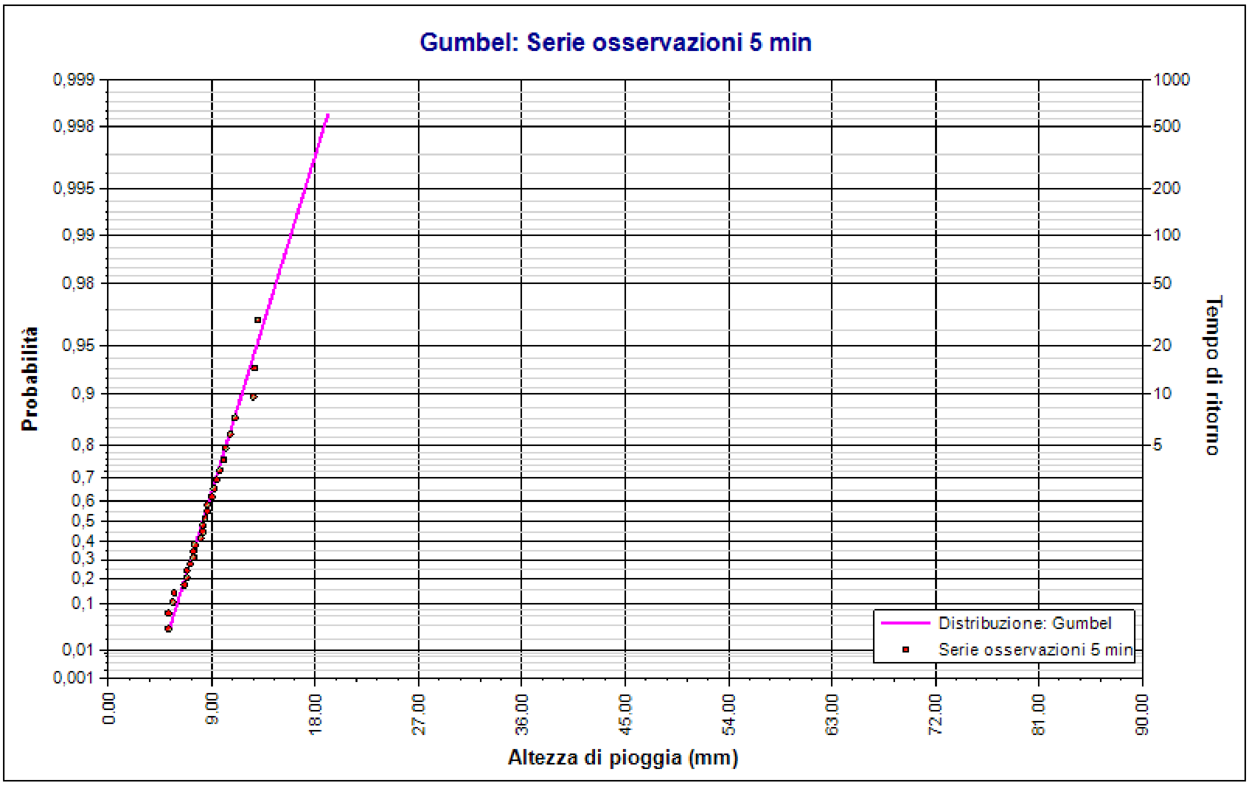
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

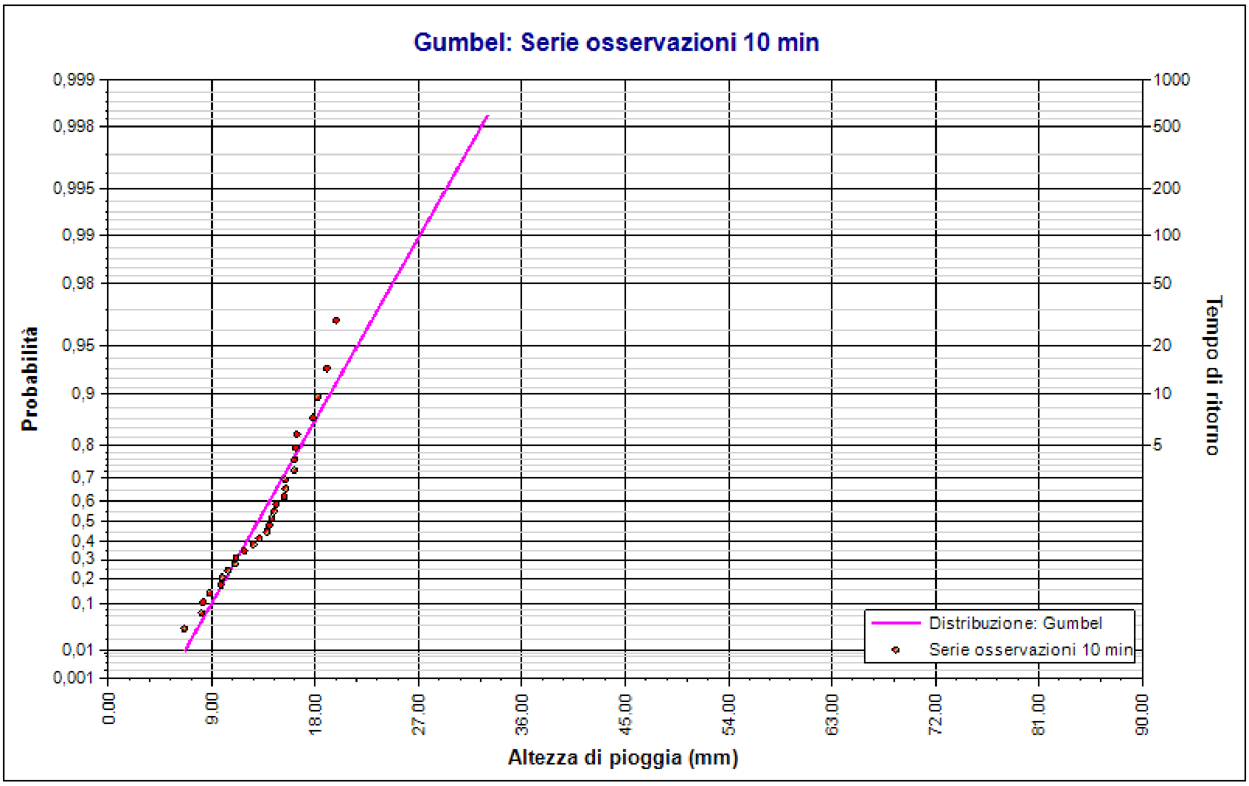
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x - 7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x - 11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x - 14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x - 17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x - 20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

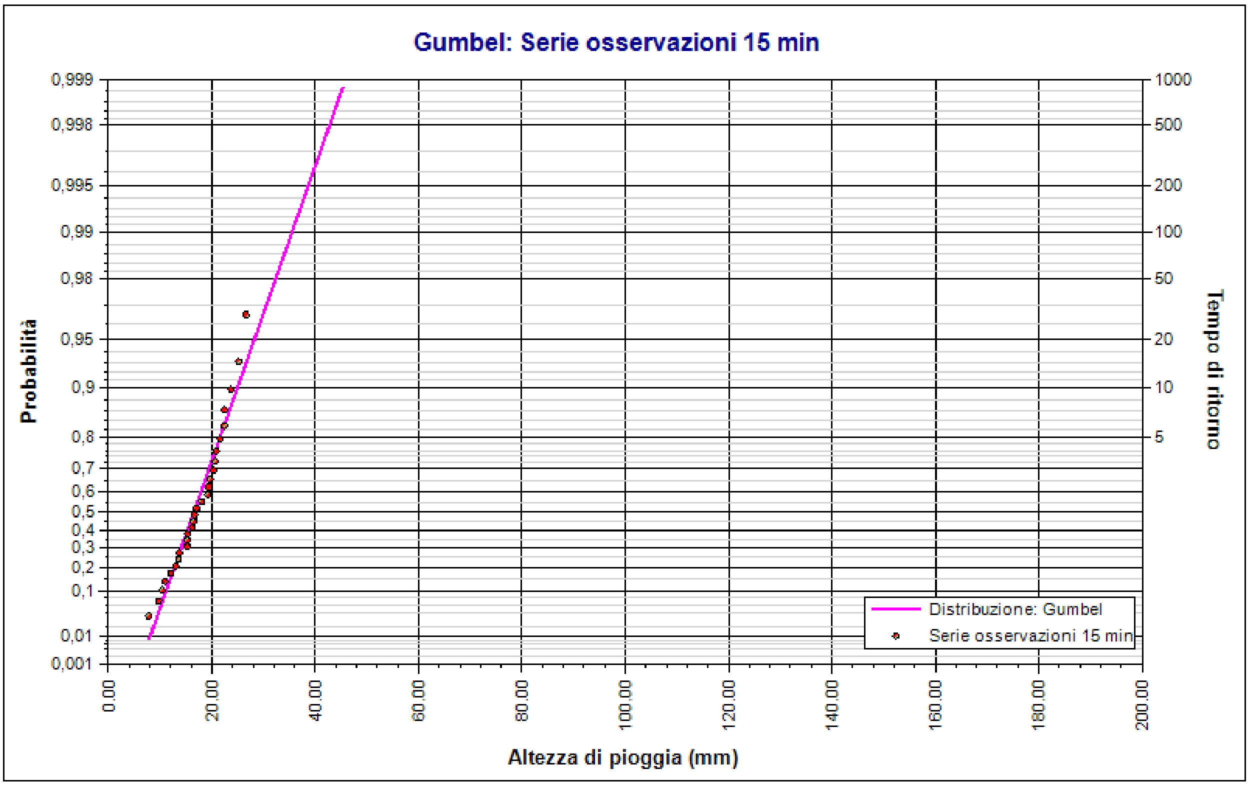
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



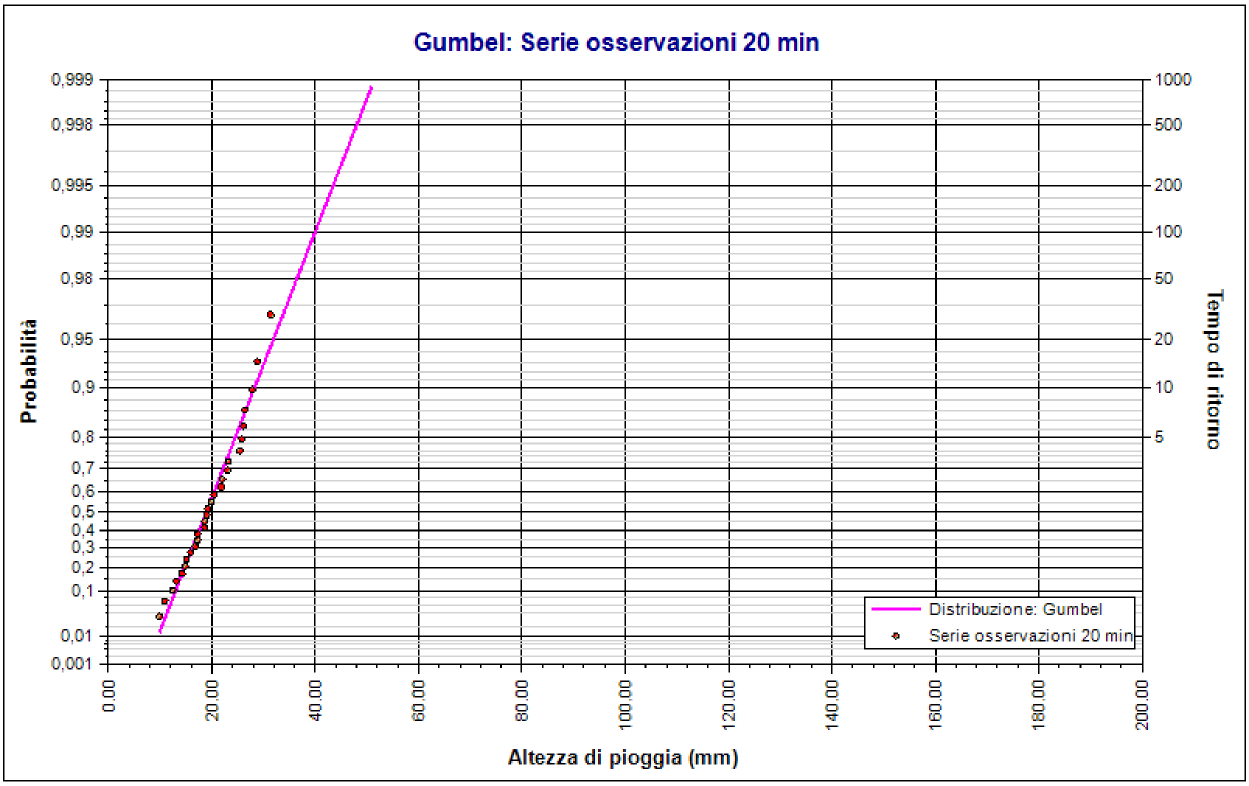
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



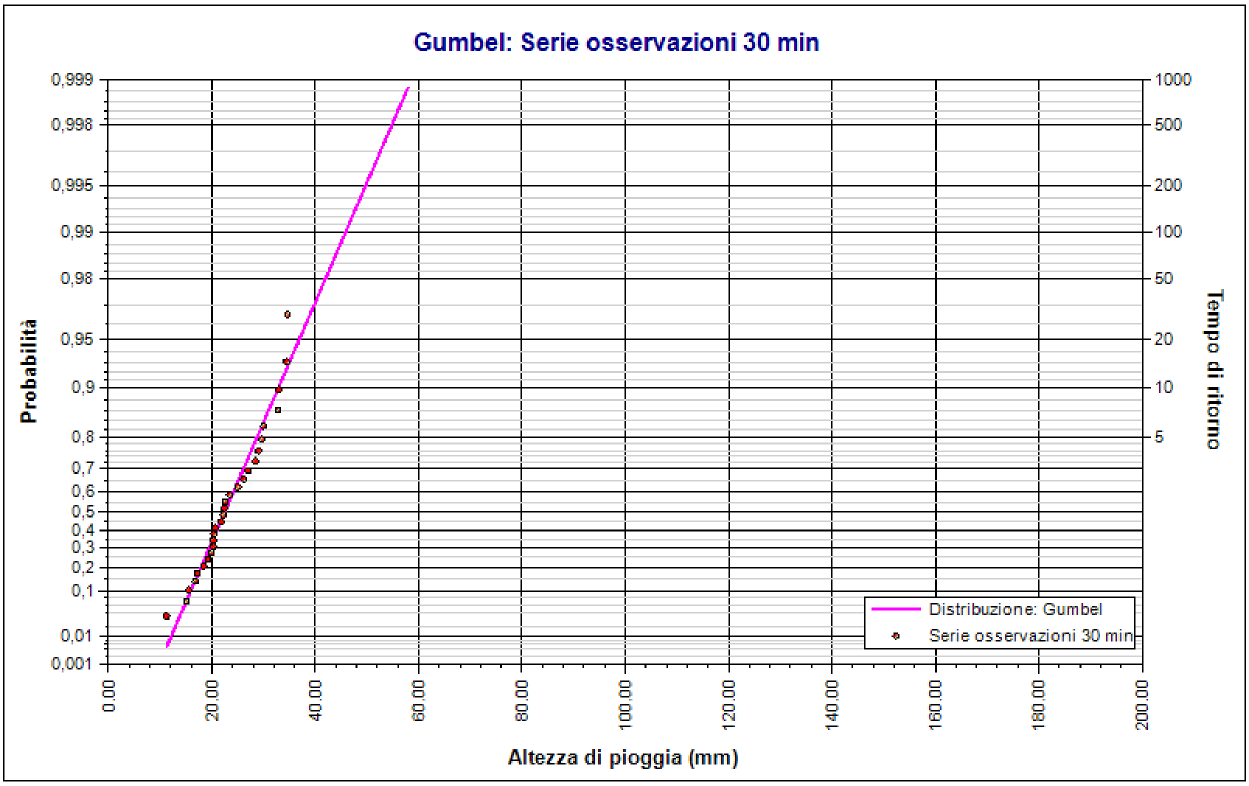
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana

Tempo di ritorno: 25.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

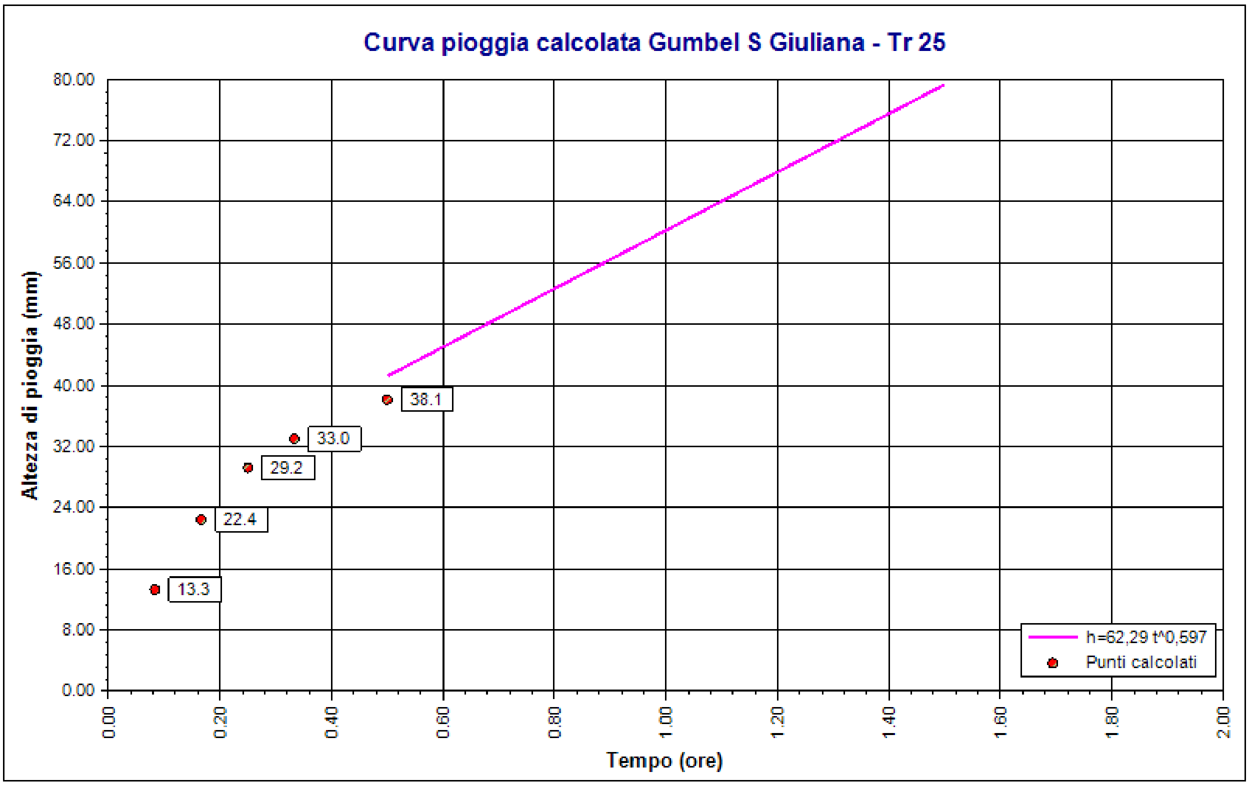
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	13.309
2	0.167	10	22.424
3	0.250	15	29.227
4	0.333	20	32.998
5	0.500	30	38.141

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
62.29	0.60	0.99	$h(t) = 62,3\, t^{0.597}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	62.292		9	231.087		17	337.731
2	94.198		10	246.080		18	349.447
3	119.979		11	260.479		19	360.903
4	142.445		12	274.358		20	372.119
5	162.731		13	287.779		21	383.111
6	181.431		14	300.789		22	393.893
7	198.909		15	313.429		23	404.480
8	215.405		16	325.733		24	414.882



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 17
Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

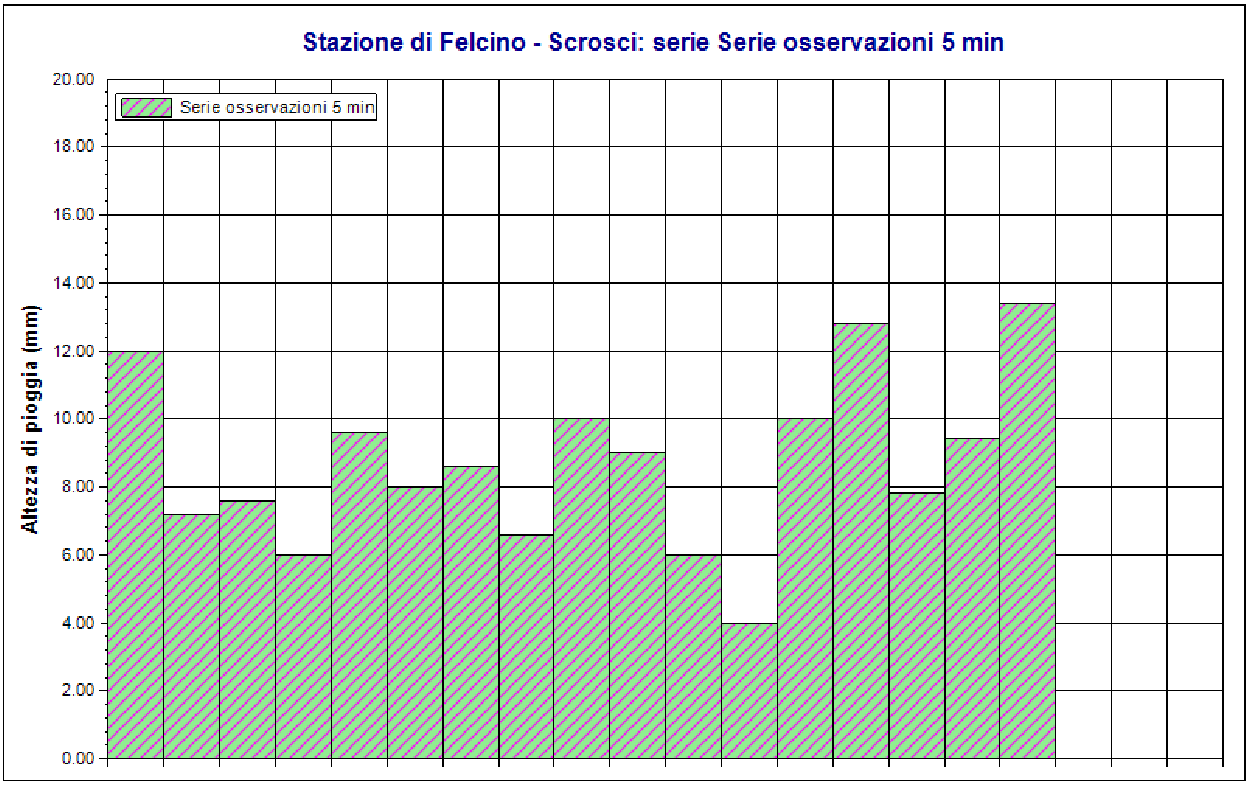
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

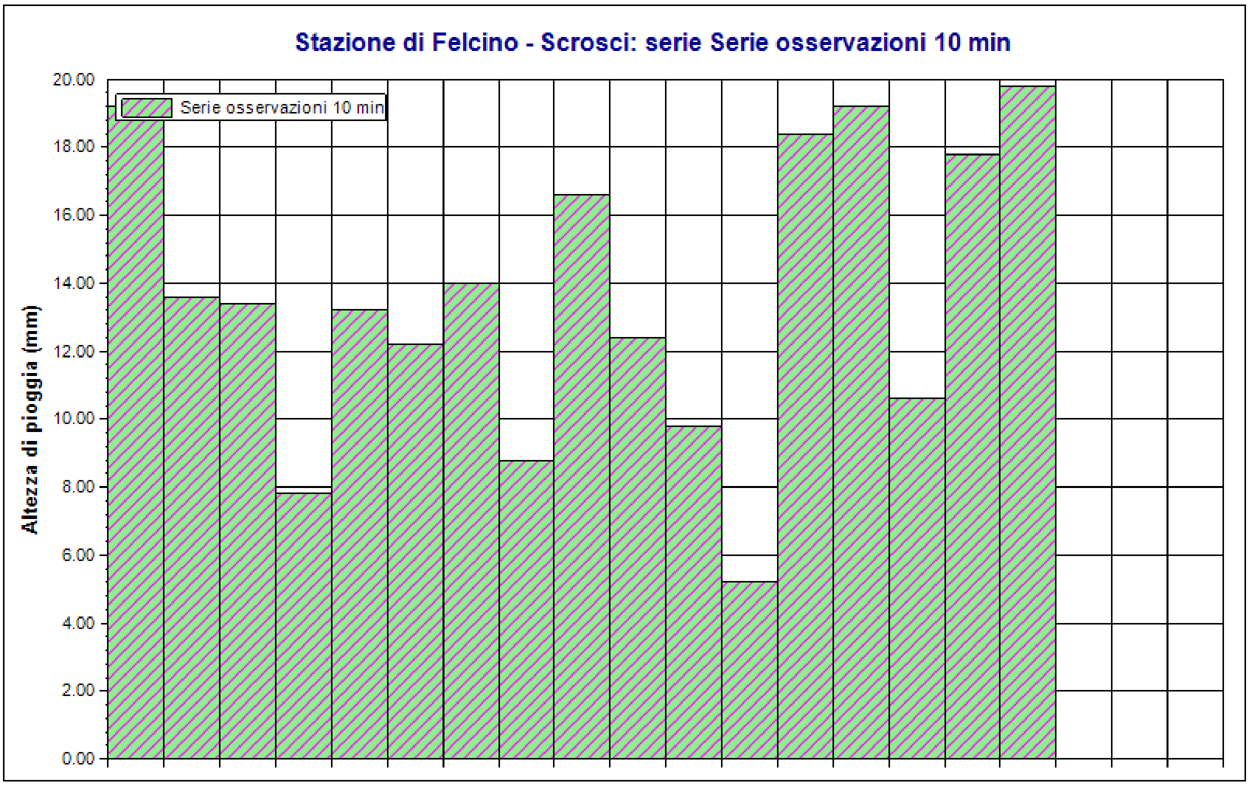
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

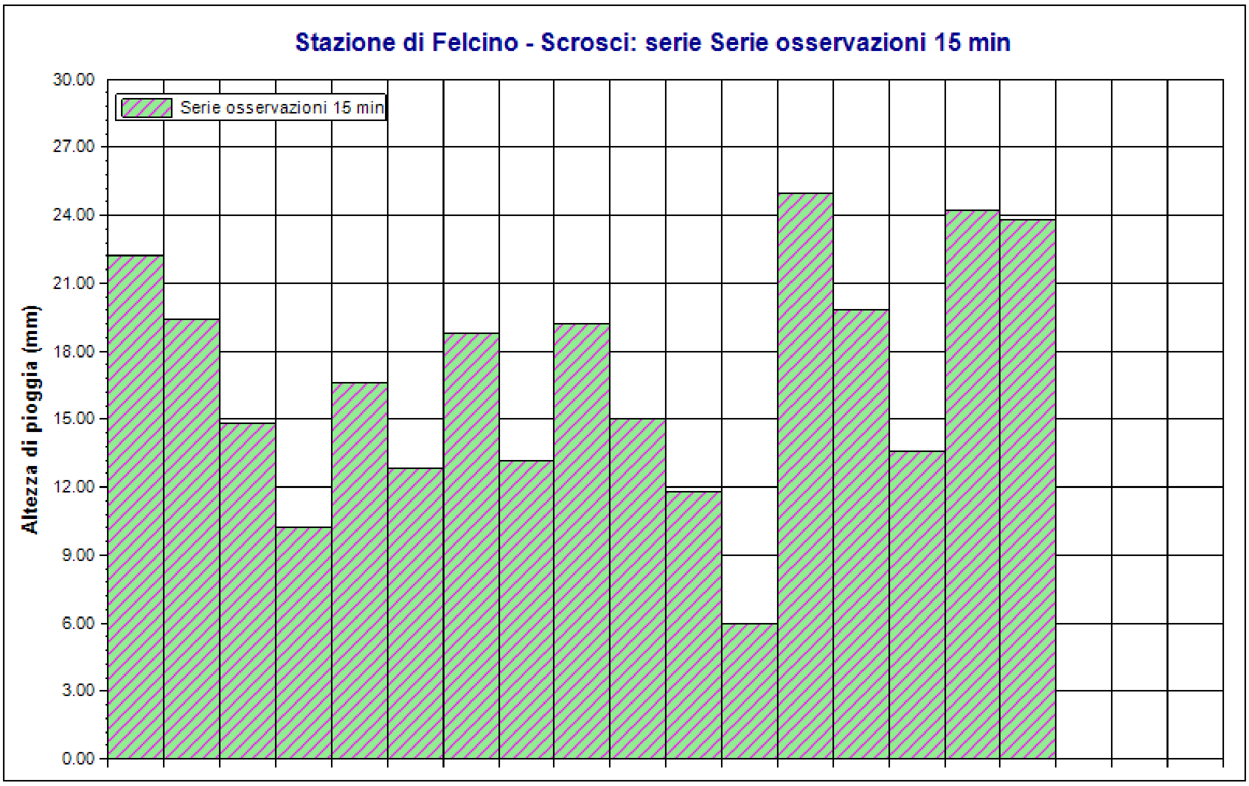
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



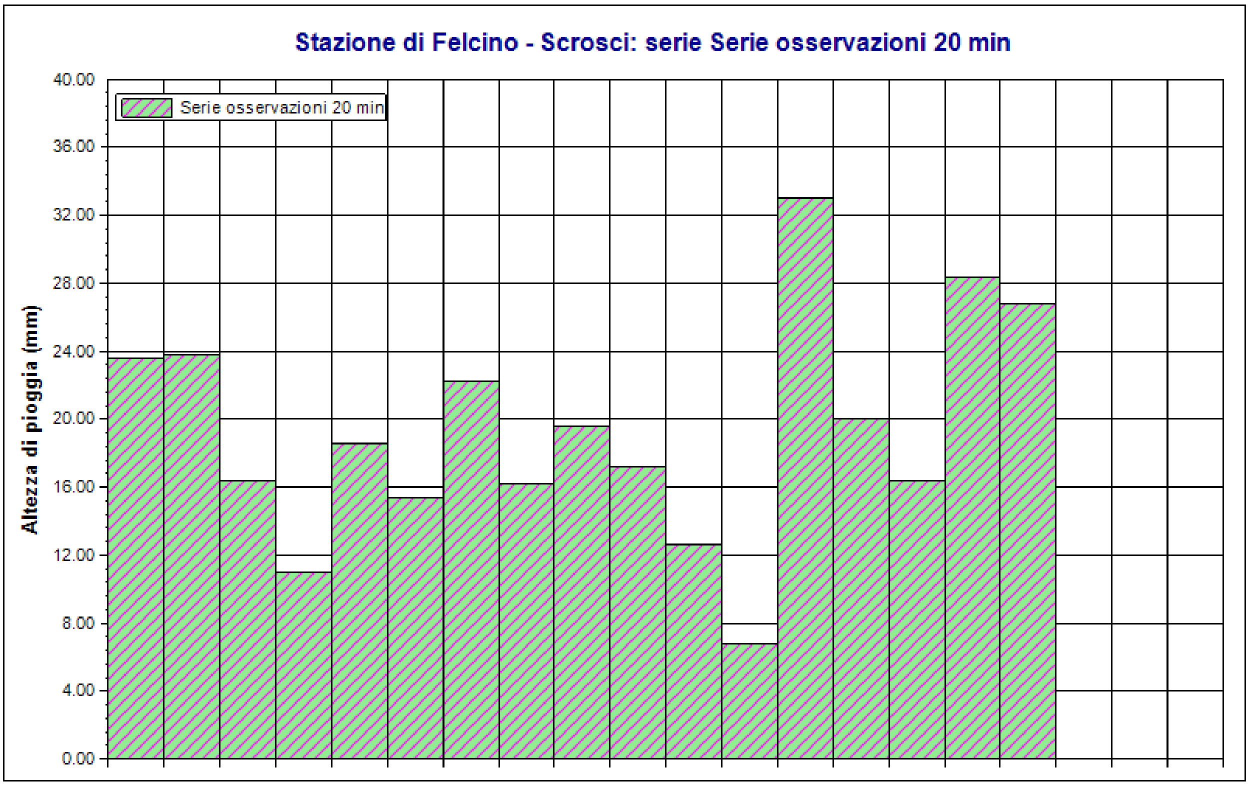
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



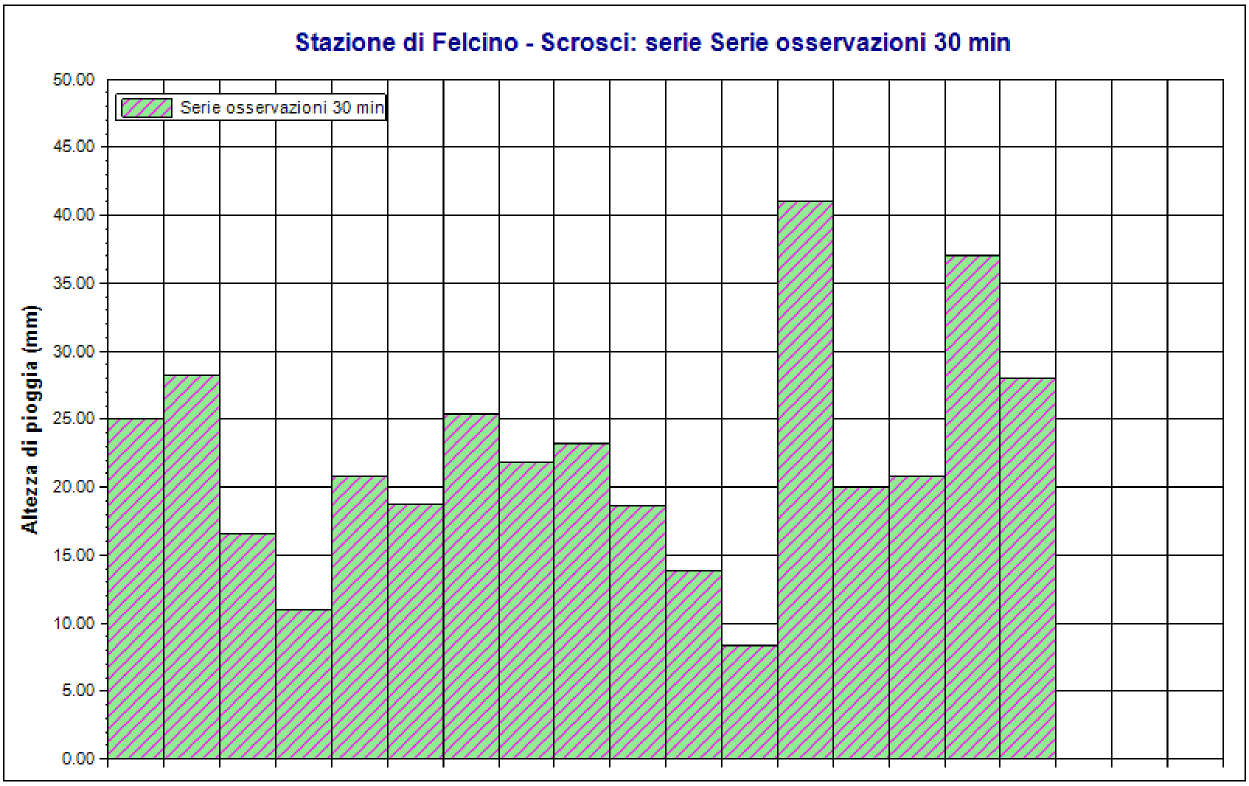
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x)=e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

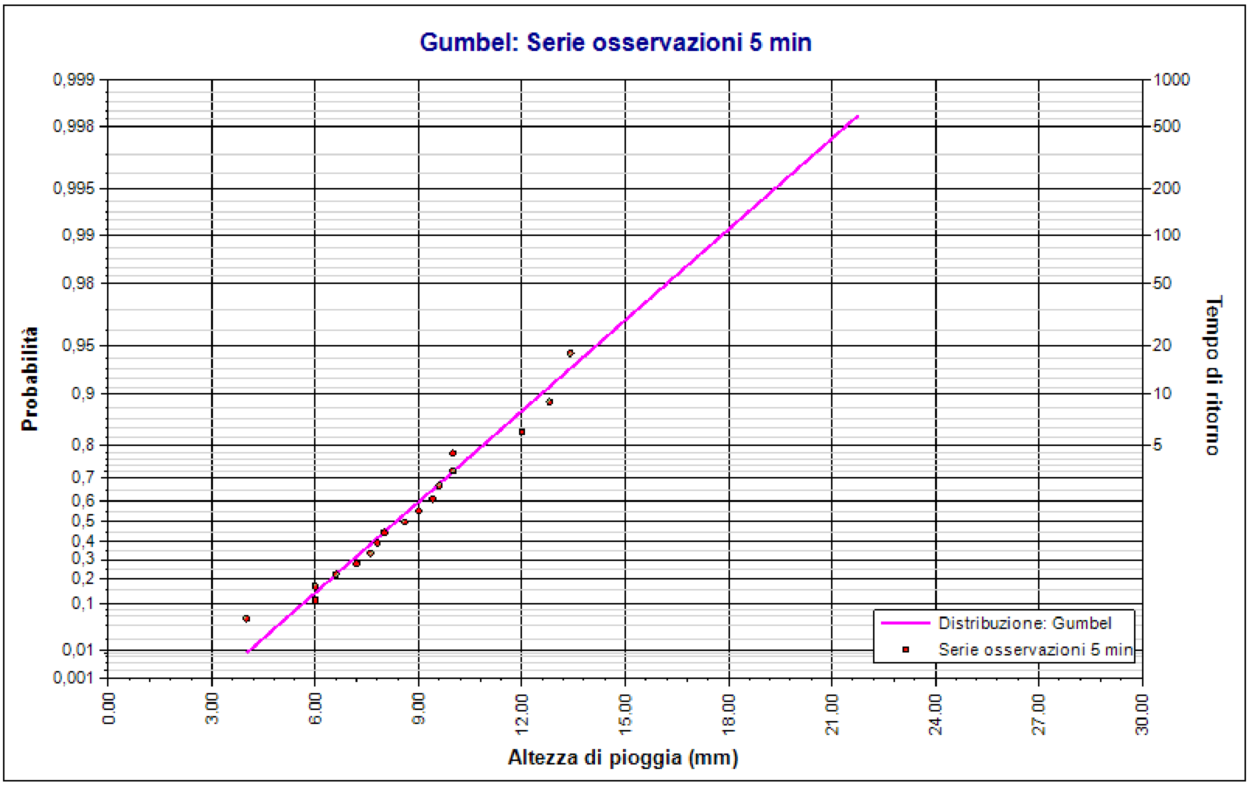
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

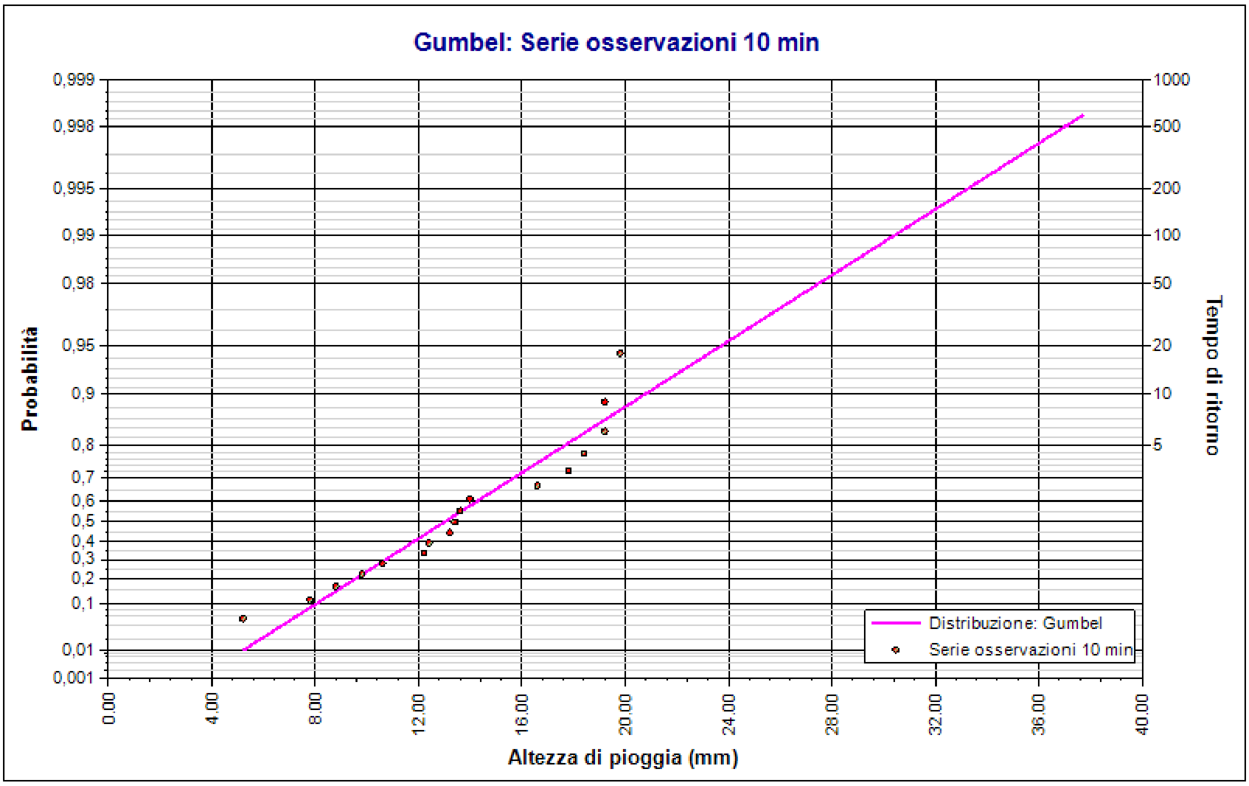
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x-7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x-11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x-14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x-16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x-18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

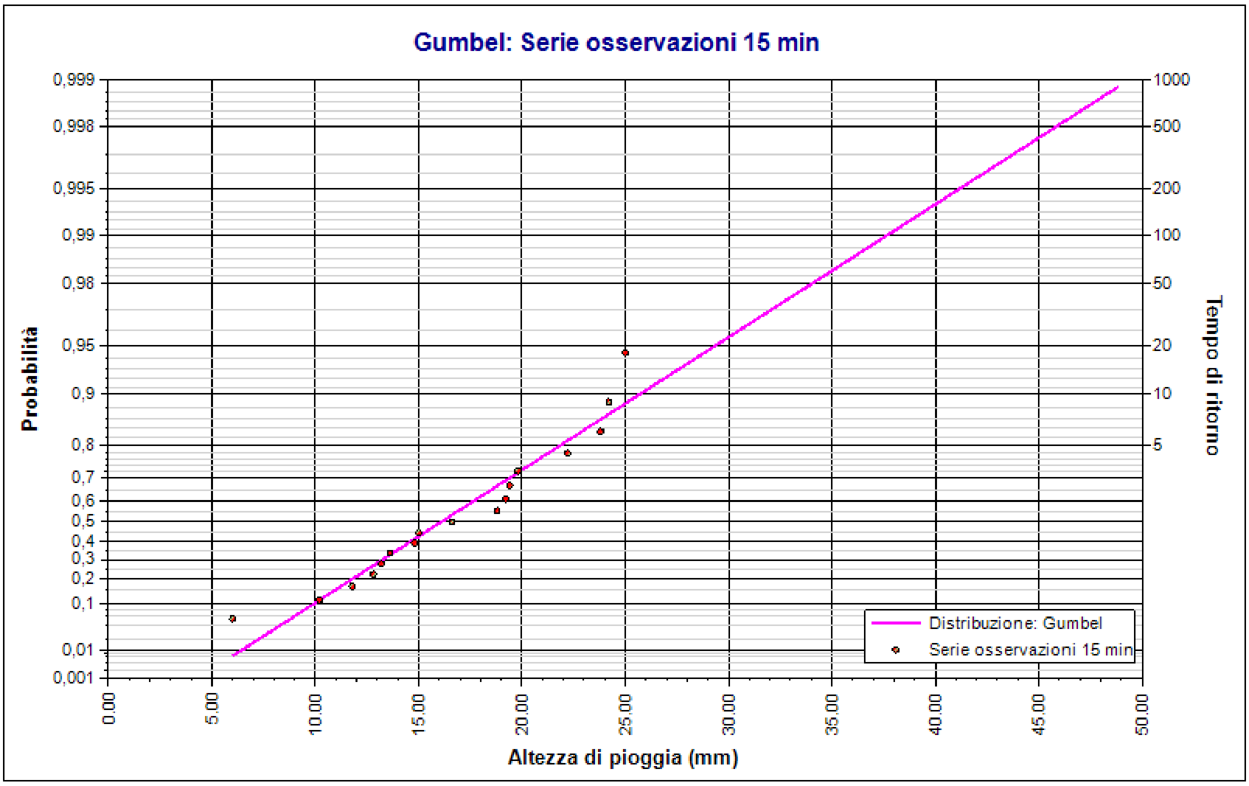
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



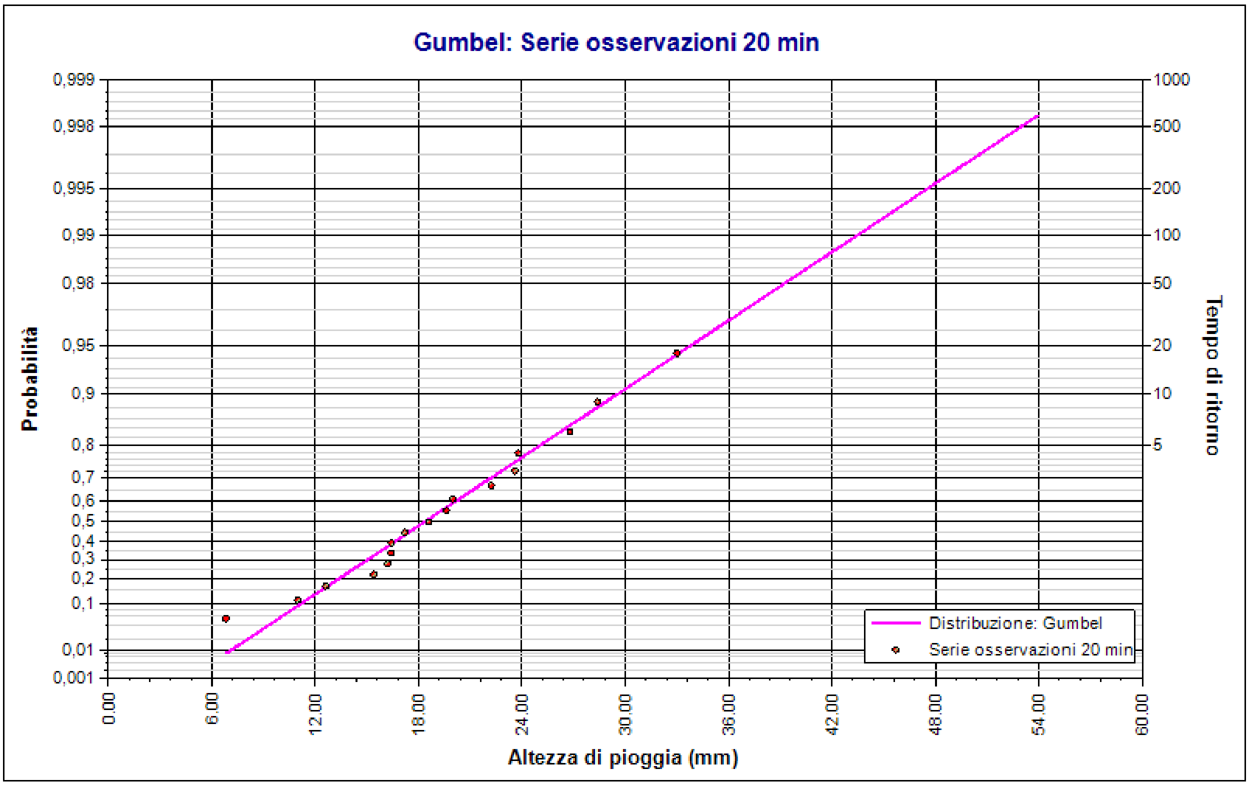
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



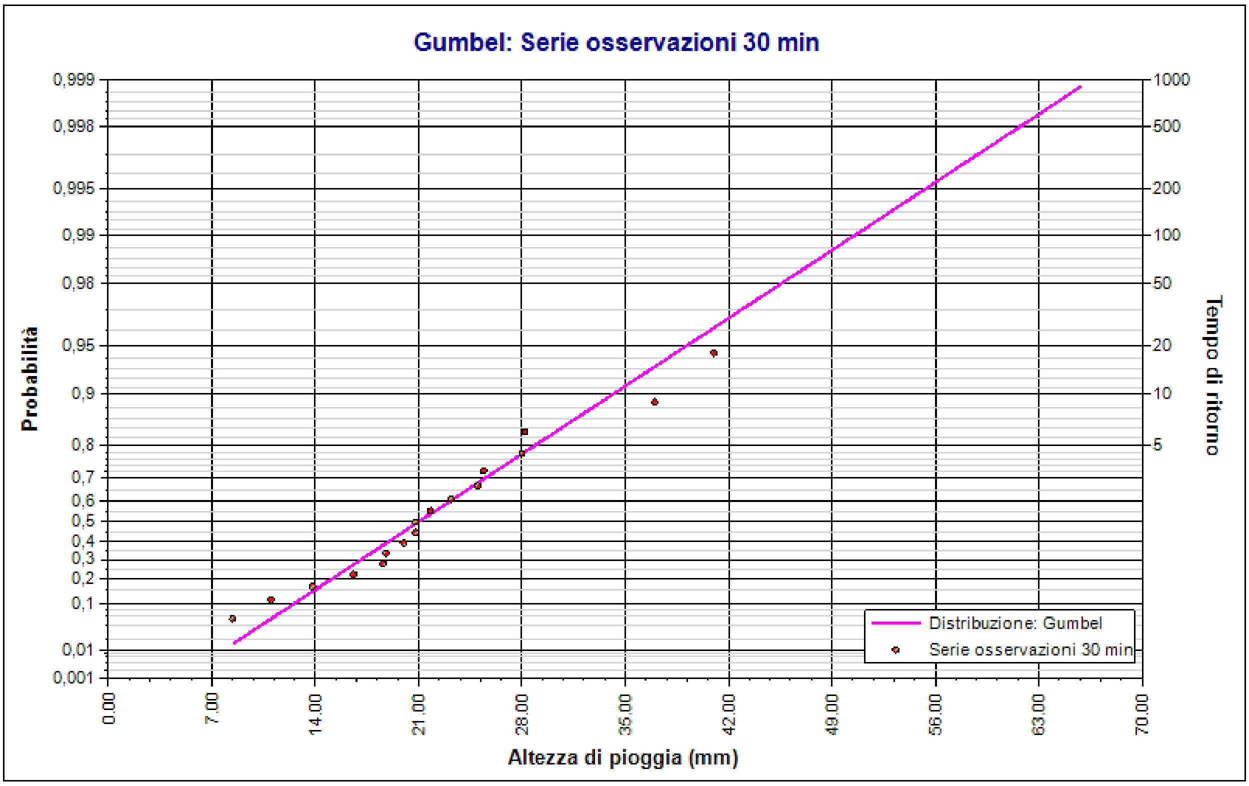
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino

Tempo di ritorno: 25.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

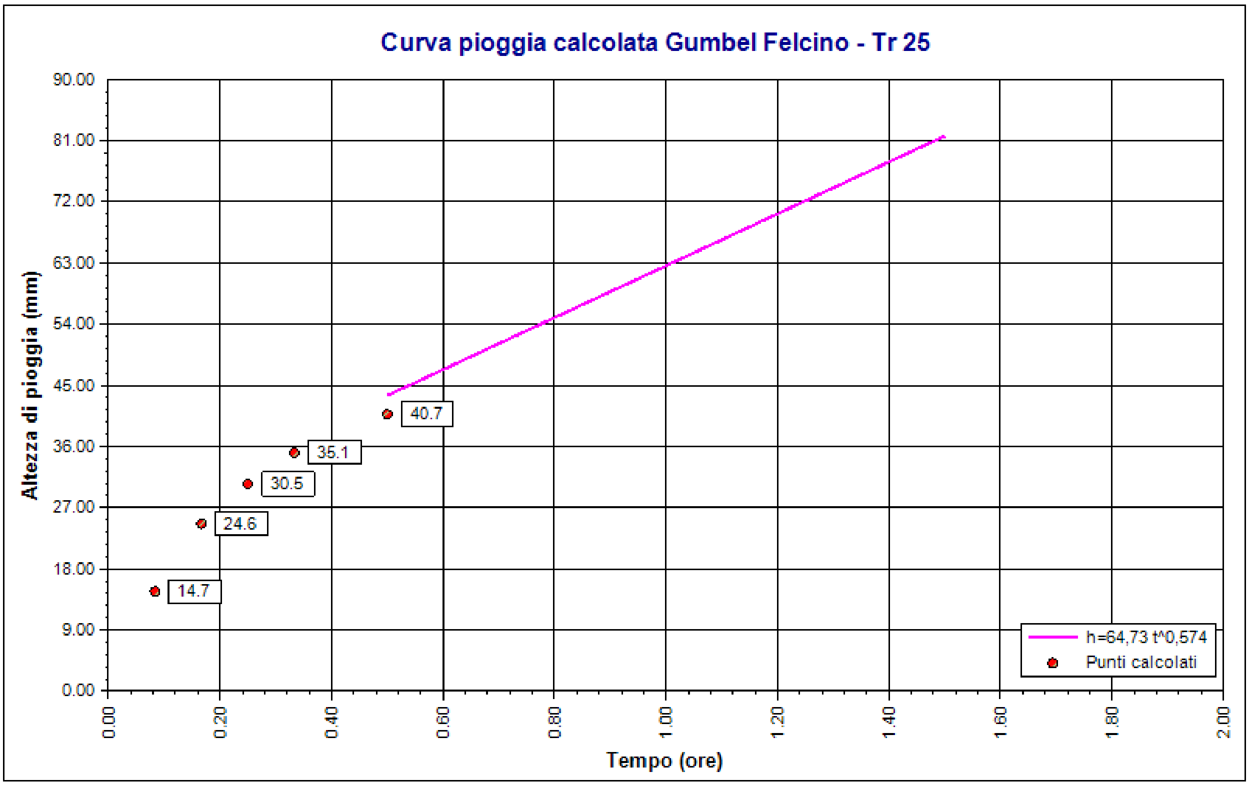
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	14.665
2	0.167	10	24.646
3	0.250	15	30.513
4	0.333	20	35.135
5	0.500	30	40.737

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
64.73	0.57	0.99	$h(t) = 64,7\ t^{0.574}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	64.730		9	228.314		17	328.841
2	96.339		10	242.540		18	339.803
3	121.568		11	256.171		19	350.508
4	143.382		12	269.282		20	360.975
5	162.963		13	281.936		21	371.221
6	180.931		14	294.180		22	381.262
7	197.660		15	306.057		23	391.109
8	213.397		16	317.601		24	400.776



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 14
Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

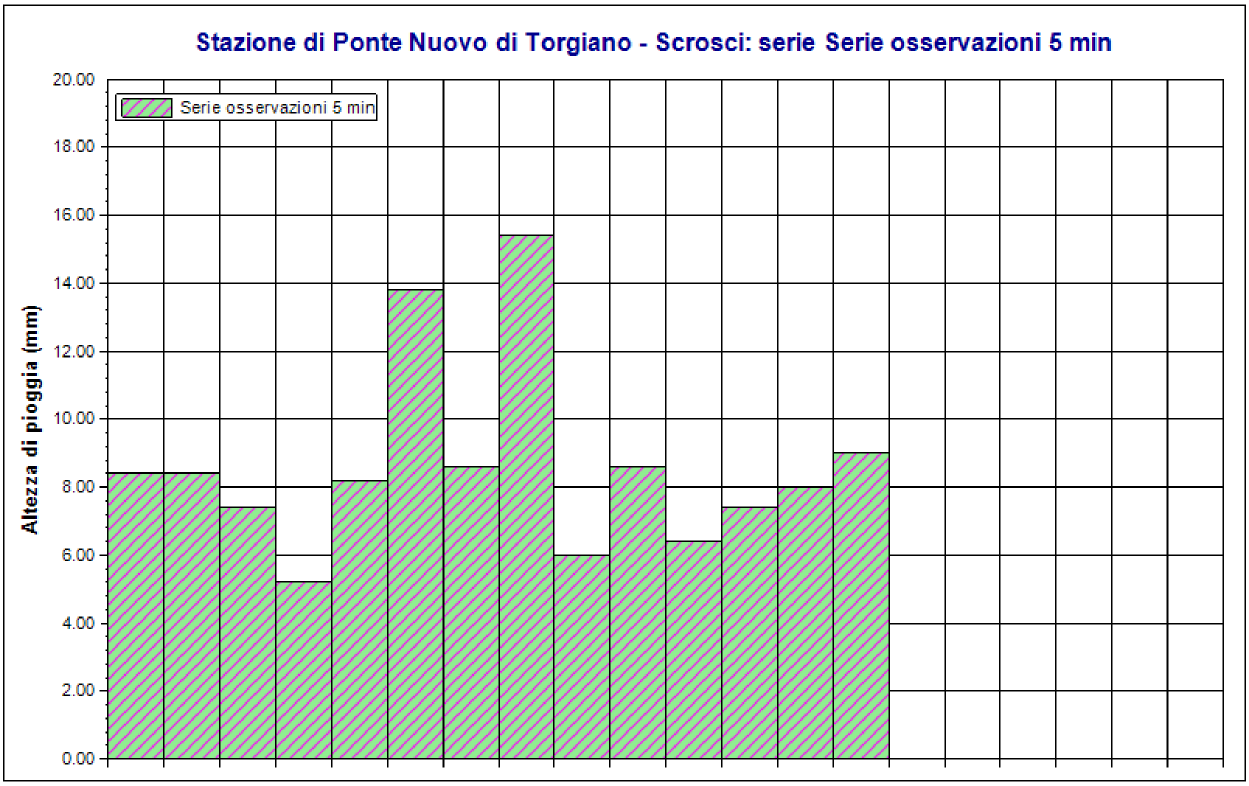
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

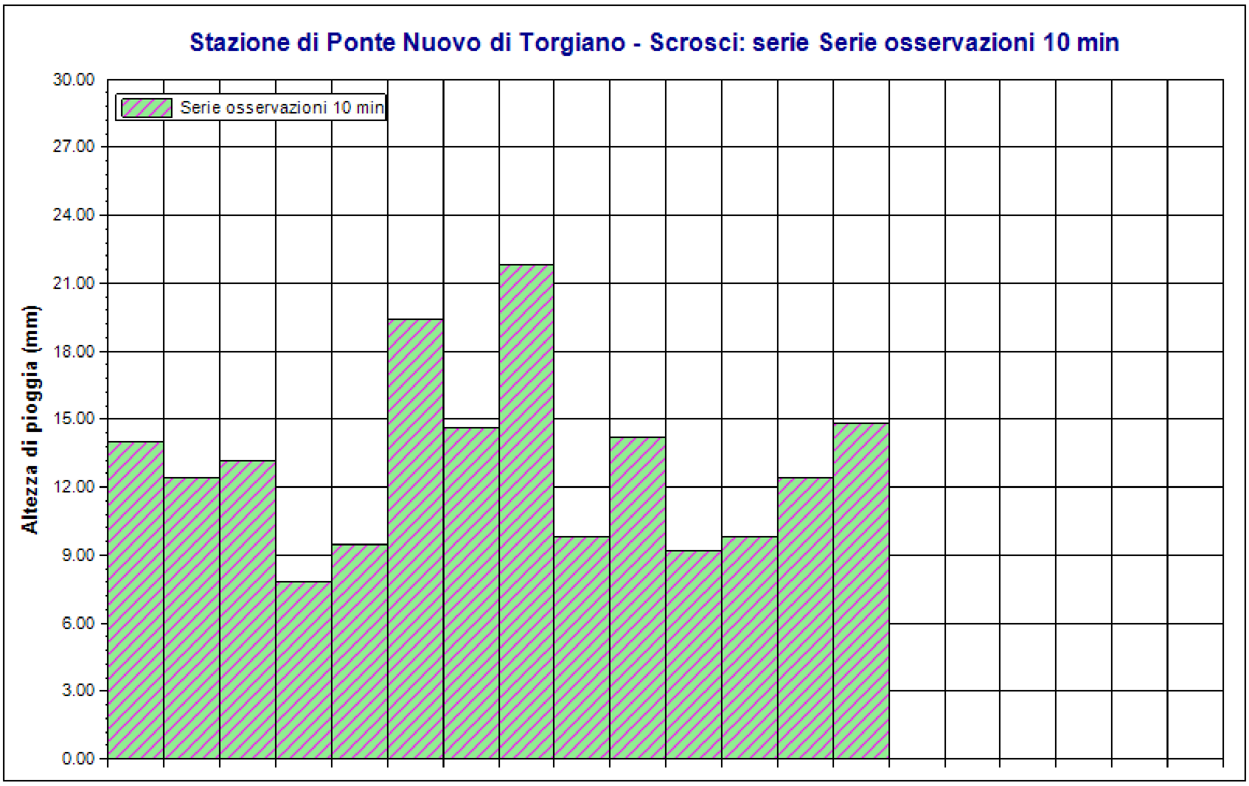
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

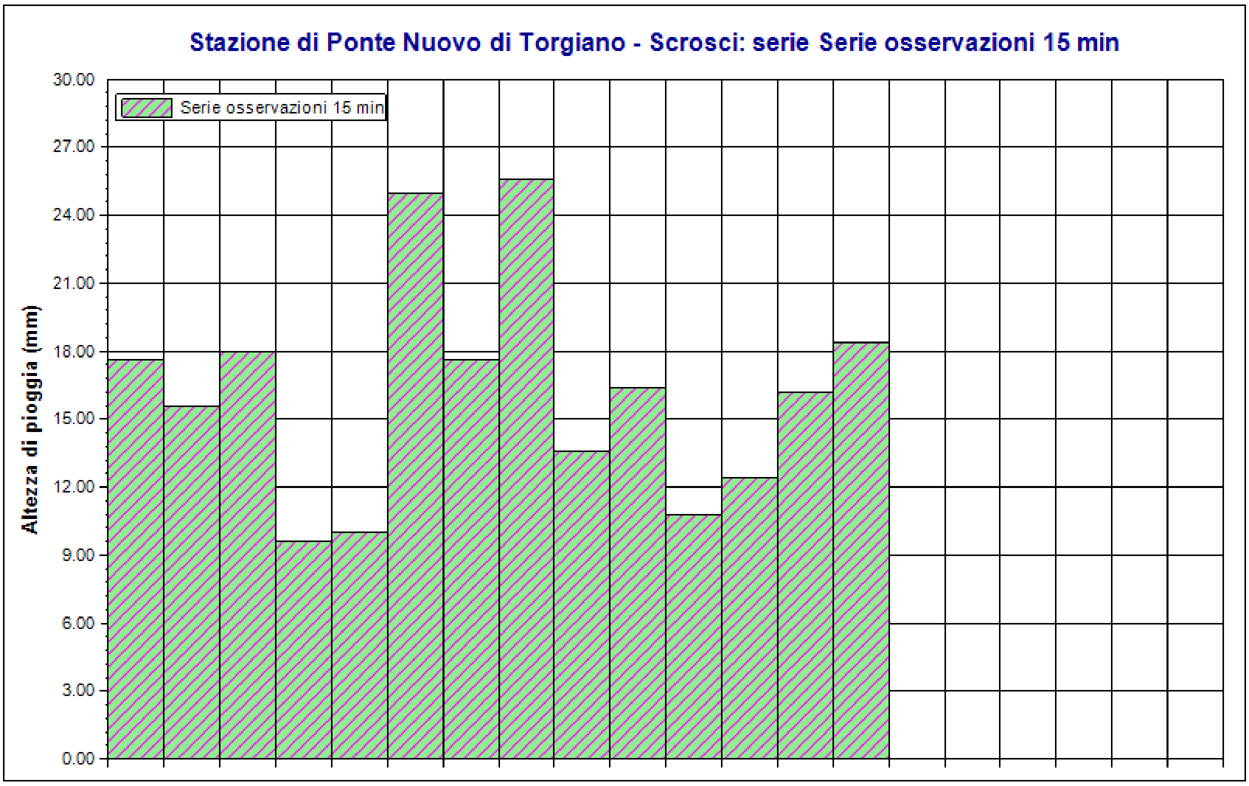
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



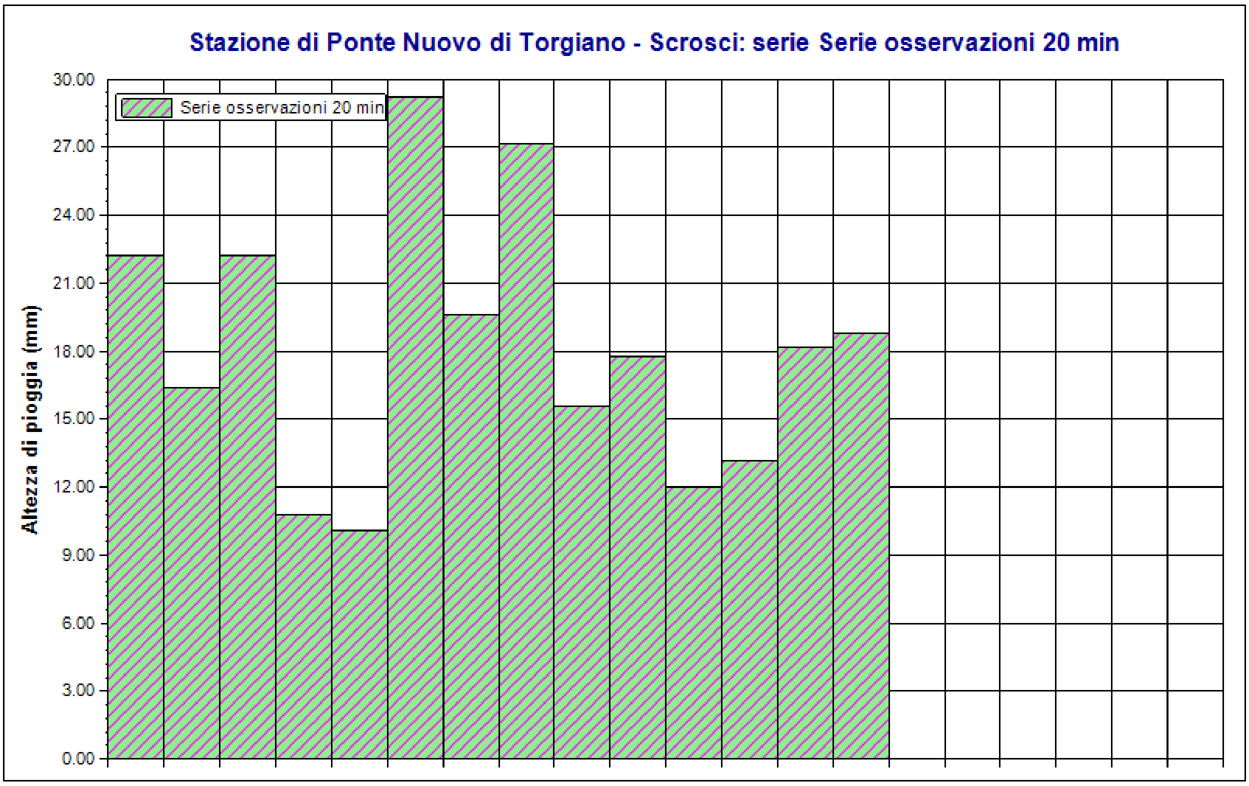
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



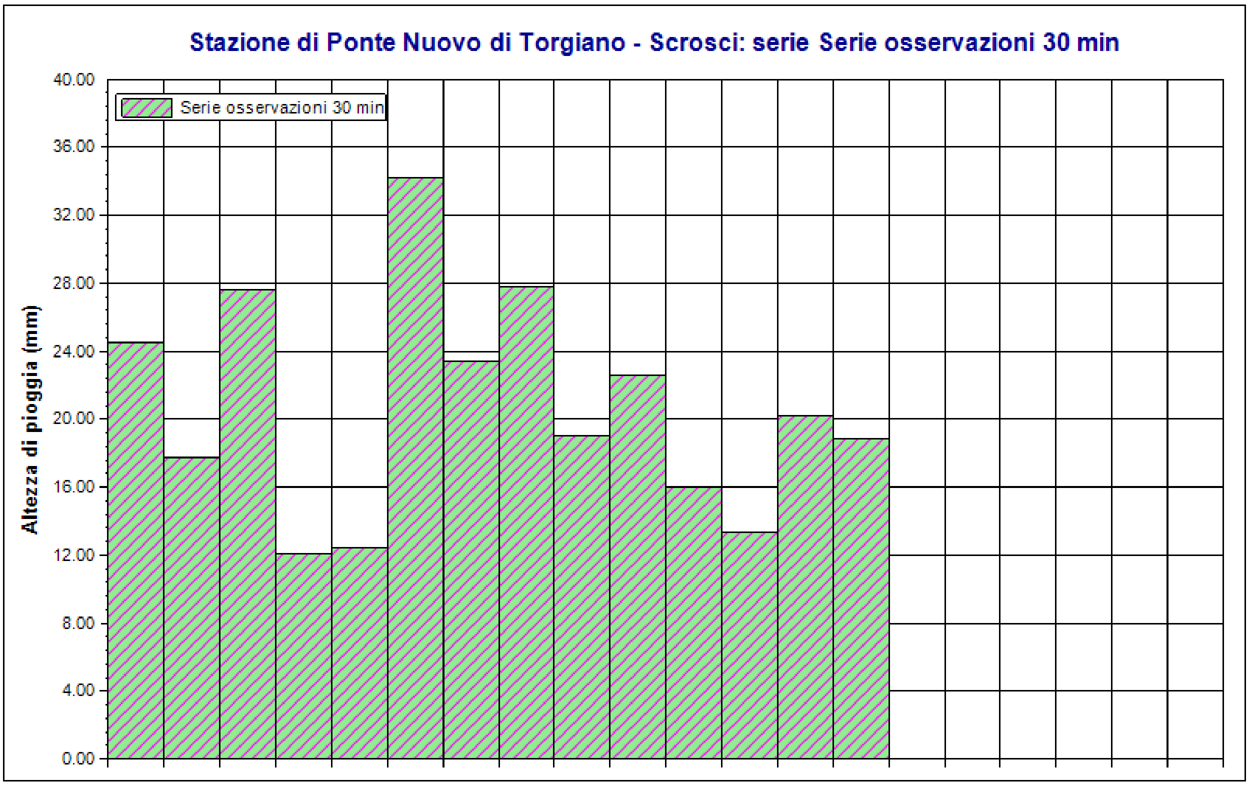
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di *k* (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di *z*, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per *k* tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della *x* dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

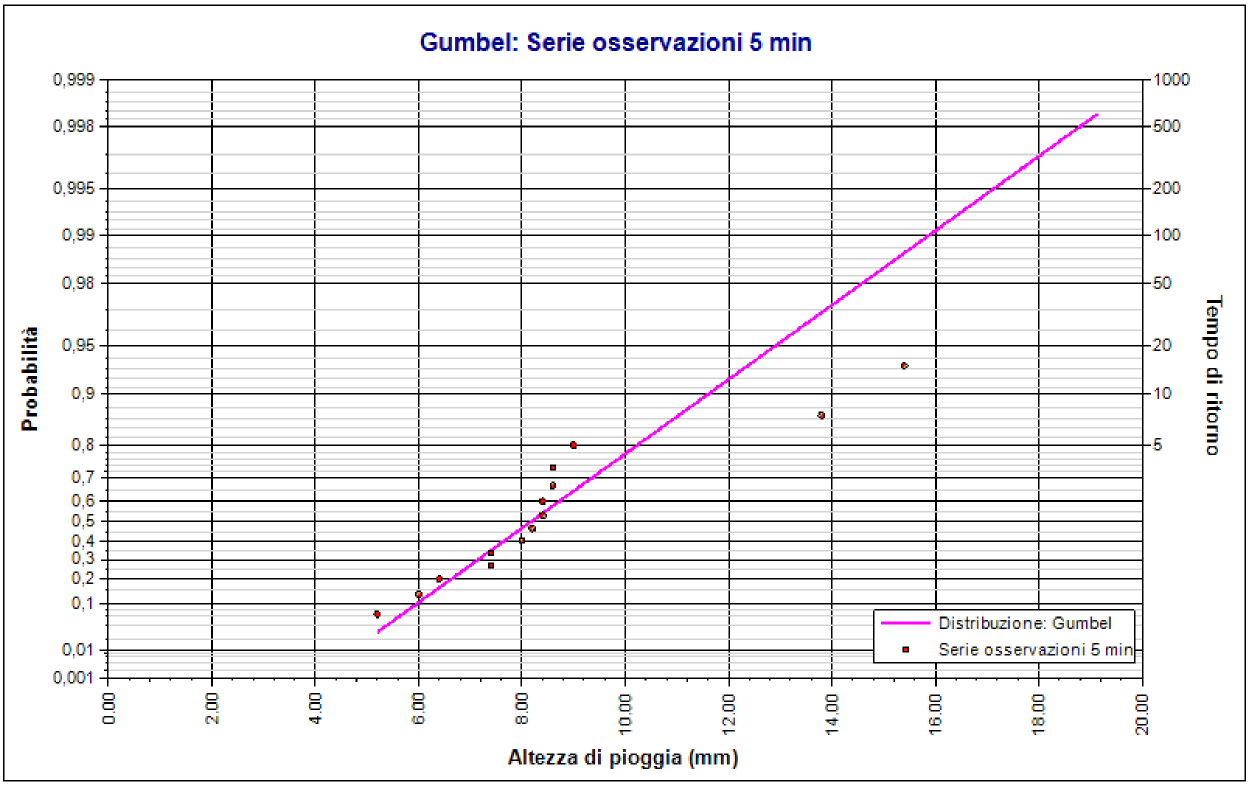
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

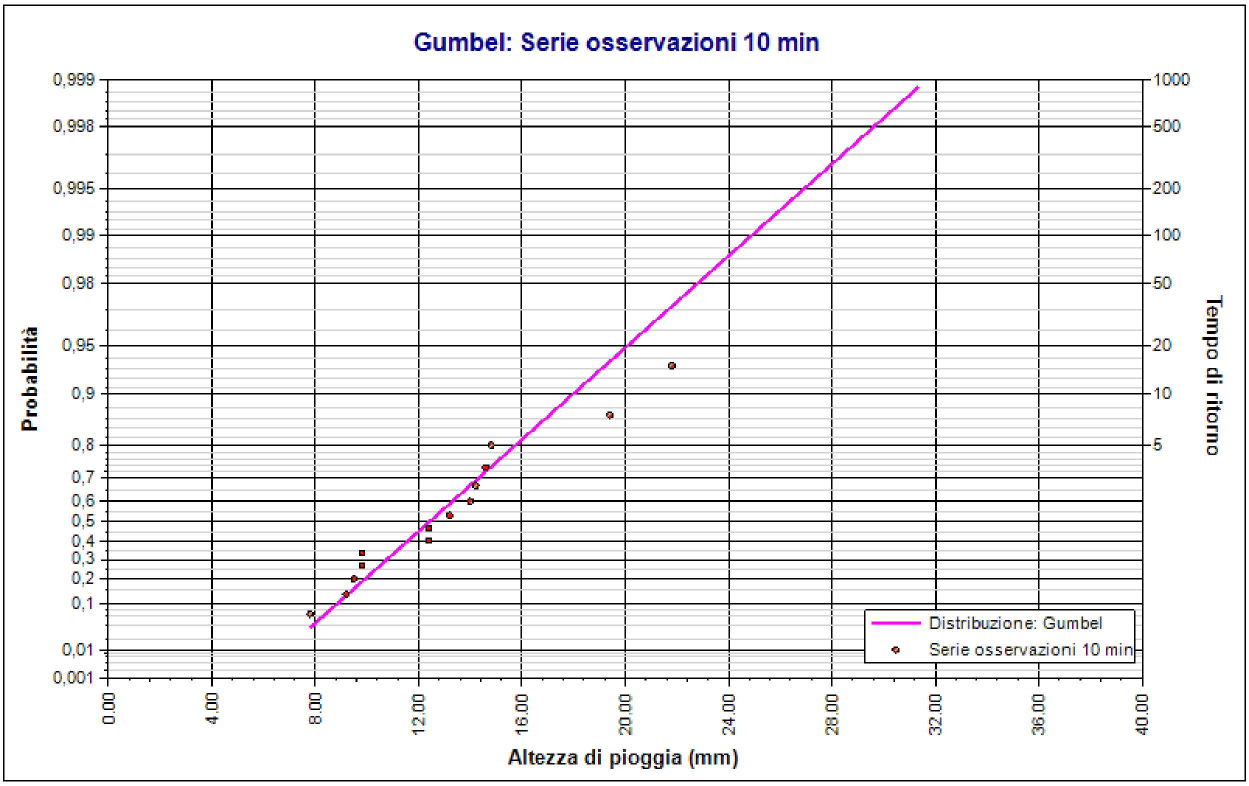
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

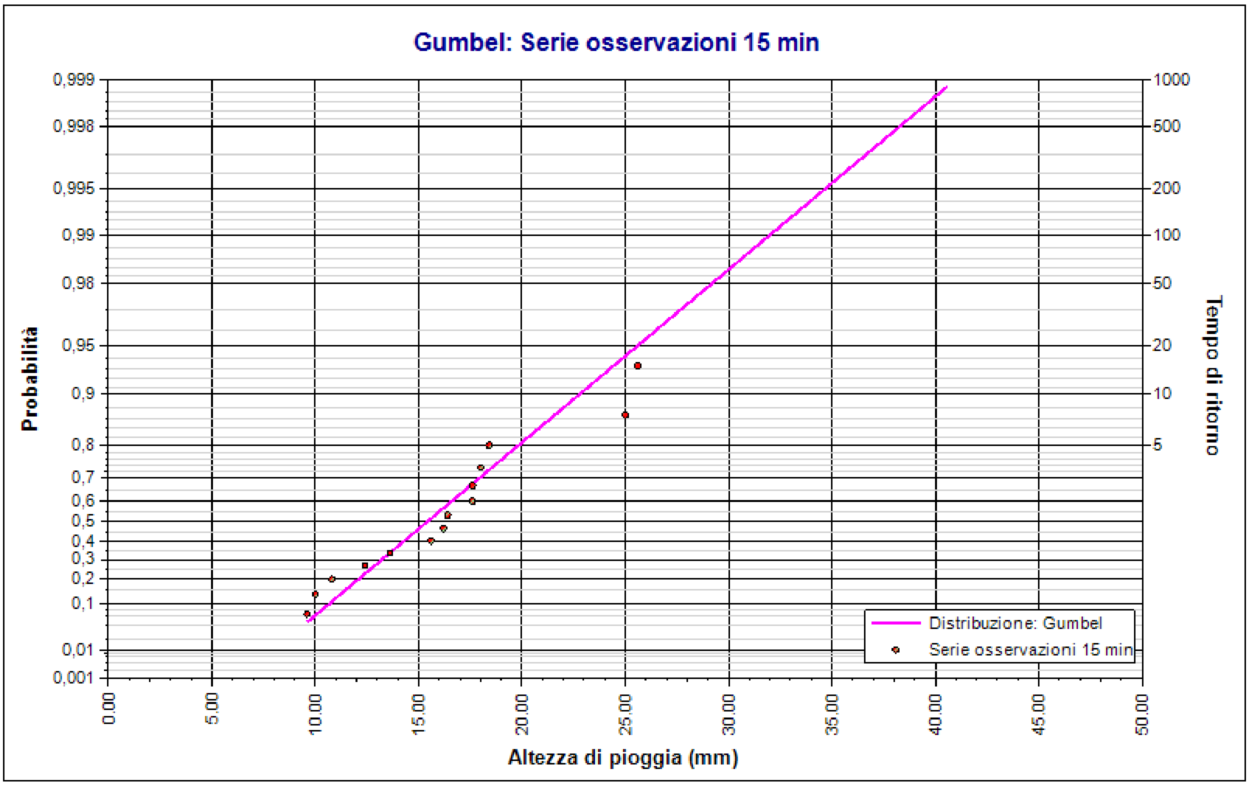
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



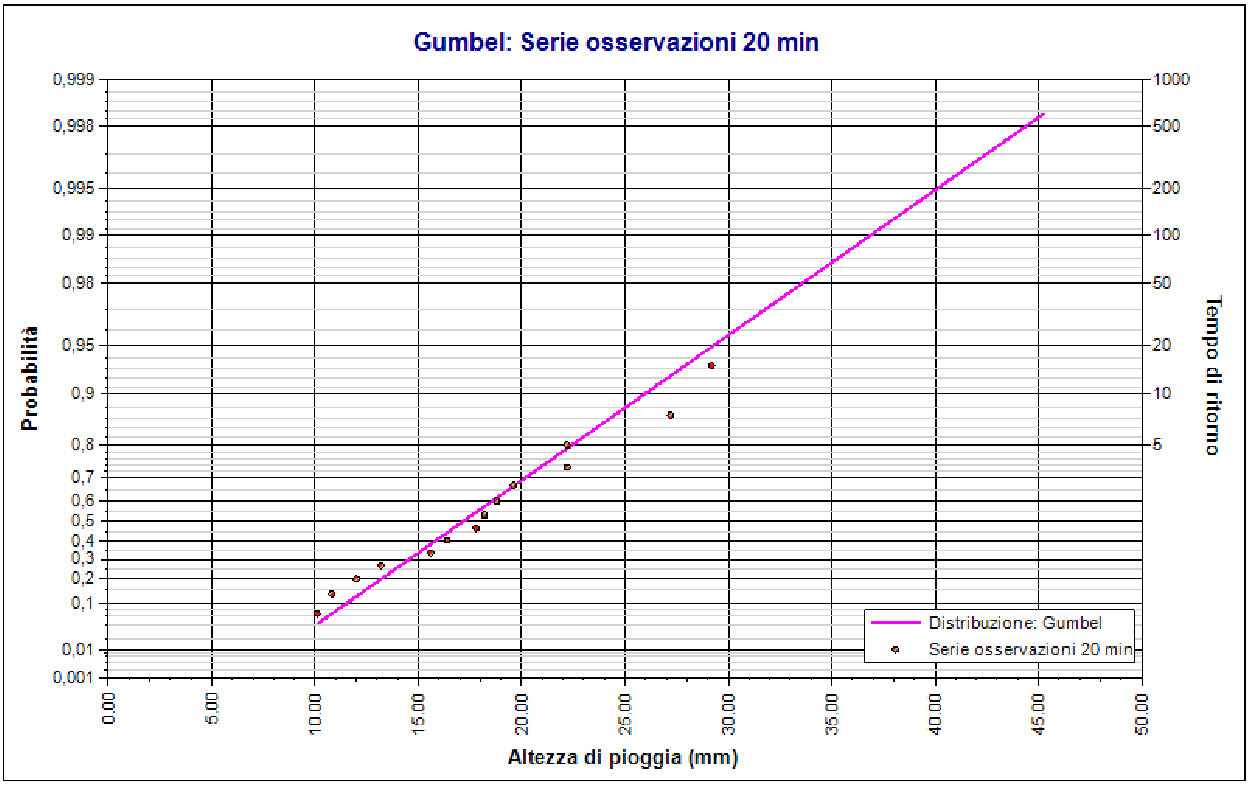
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



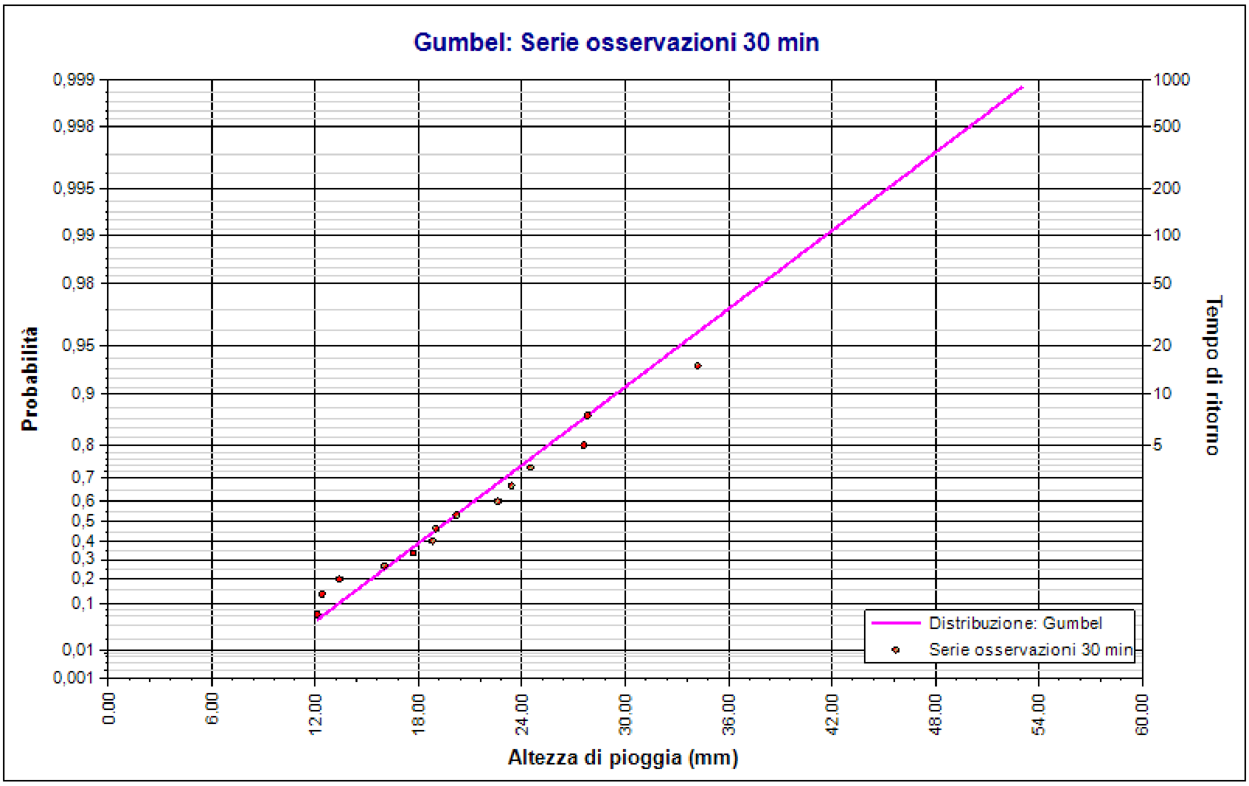
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 25.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

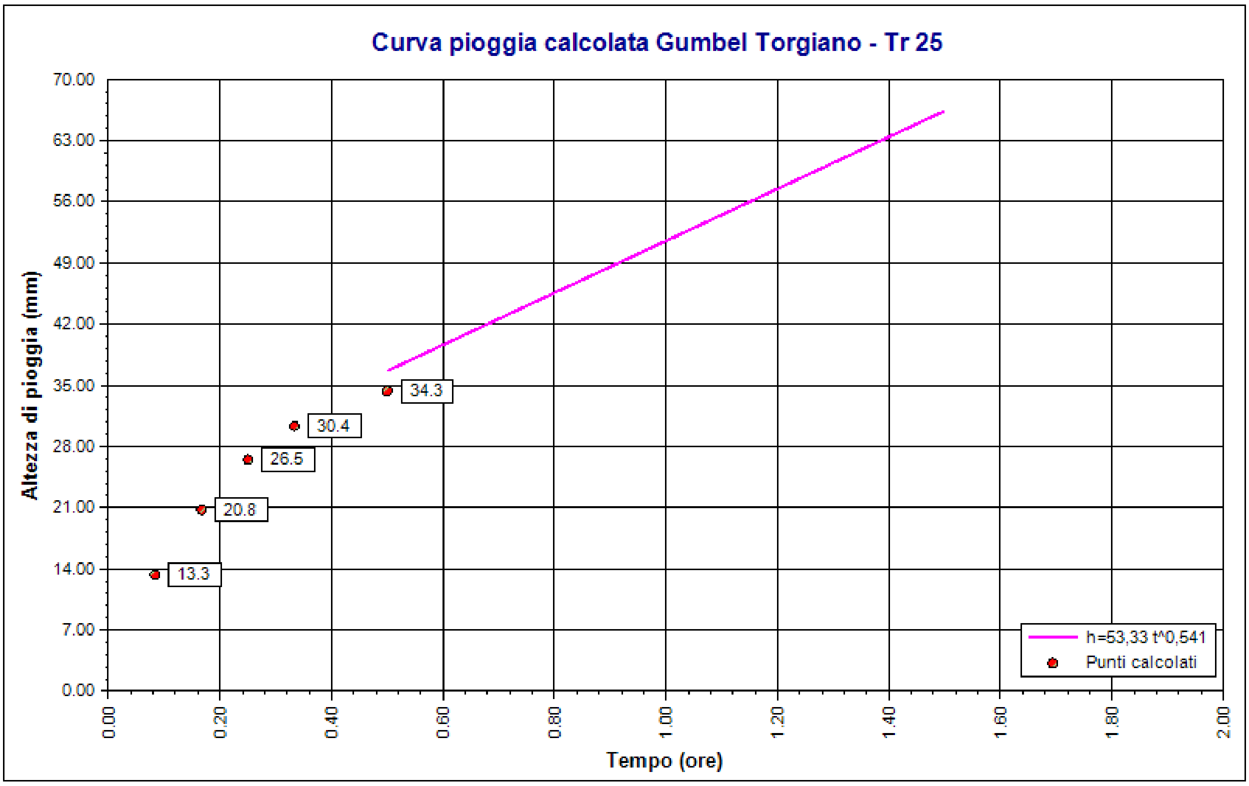
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	13.320
2	0.167	10	20.751
3	0.250	15	26.484
4	0.333	20	30.353
5	0.500	30	34.346

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
53.33	0.54	0.99	$h(t) = 53{,}3\ t^{0.541}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	53.329		9	175.152		17	247.117
2	77.604		10	185.430		18	254.881
3	96.647		11	195.246		19	262.449
4	112.930		12	204.660		20	269.837
5	127.426		13	213.721		21	277.057
6	140.641		14	222.467		22	284.121
7	152.878		15	230.931		23	291.040
8	164.335		16	239.140		24	297.821



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

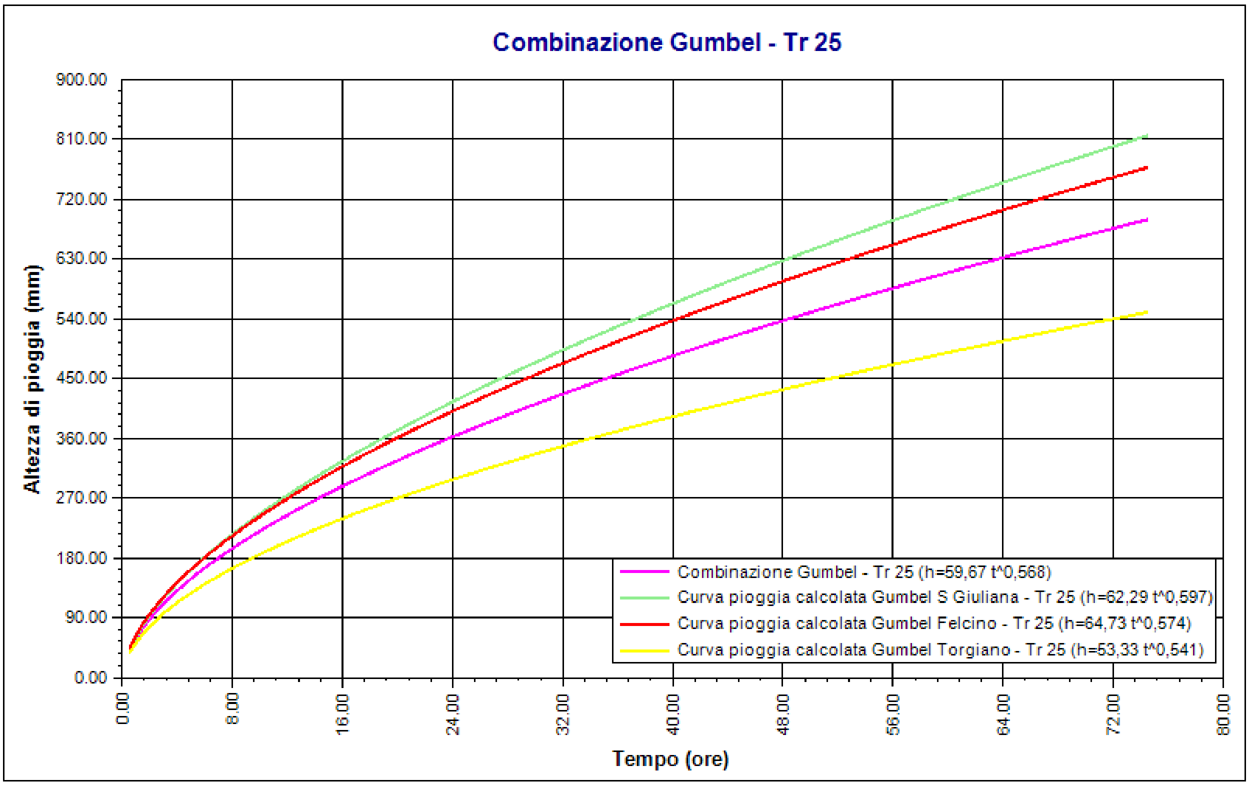
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25	Curva pioggia calcolata	20	62.29	0.60
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25	Curva pioggia calcolata	40	64.73	0.57
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25	Curva pioggia calcolata	40	53.33	0.54

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
59.67	0.57	$h(t) = 59{,}7\ t^{0.568}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	59.666		9	207.642		17	297.907
2	88.425		10	220.438		18	307.729
3	111.306		11	232.691		19	317.319
4	131.048		12	244.470		20	326.693
5	148.742		13	255.833		21	335.866
6	164.958		14	266.823		22	344.852
7	180.040		15	277.478		23	353.663
8	194.215		16	287.831		24	362.309



Combinazione Gumbel - Tr 25

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h

Dati Pluviogramma

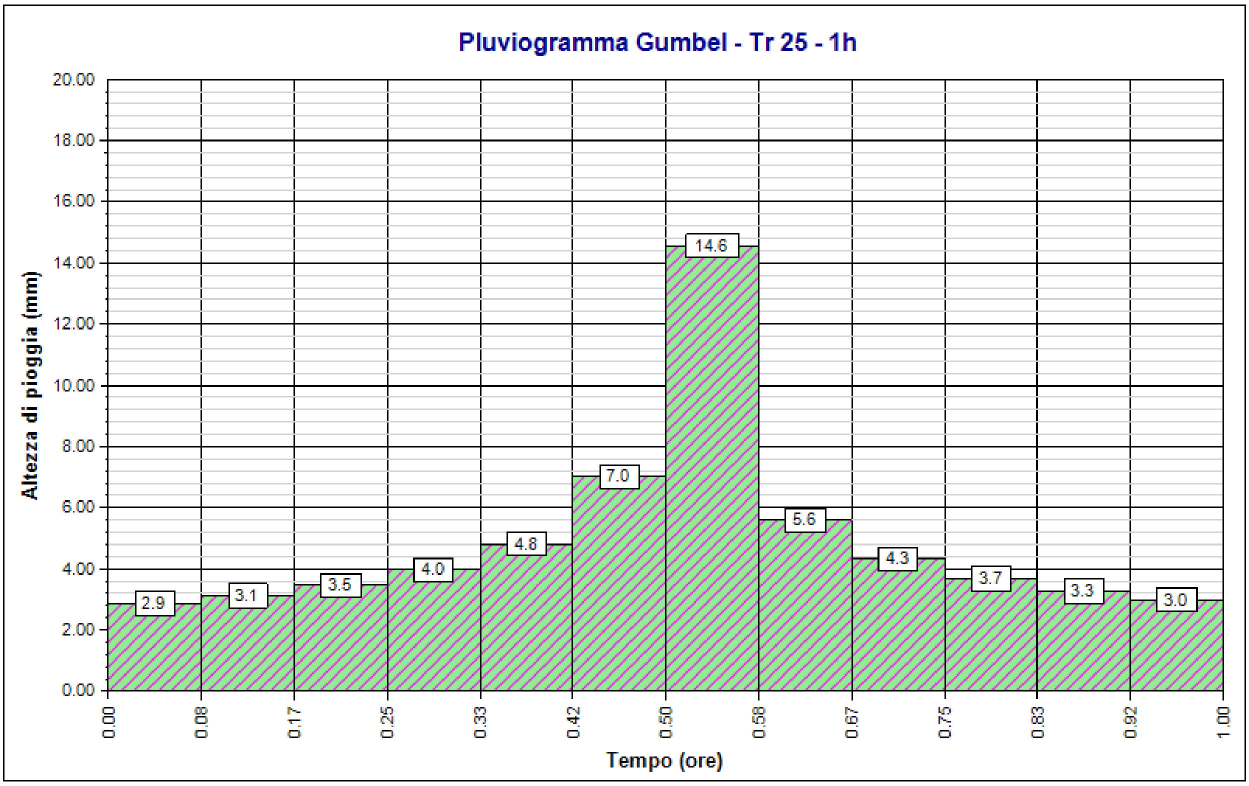
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 25
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 59.666 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
59.67	0.57	$h(t) = 59{,}7\ t^{0{,}568}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	2.875
2	0.083	0.167	5	10	3.123
3	0.167	0.250	10	15	3.460
4	0.250	0.333	15	20	3.958
5	0.333	0.417	20	25	4.818
6	0.417	0.500	25	30	7.019
7	0.500	0.583	30	35	14.562
8	0.583	0.667	35	40	5.584
9	0.667	0.750	40	45	4.318
10	0.750	0.833	45	50	3.681
11	0.833	0.917	50	55	3.277
12	0.917	1.000	55	60	2.990



Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino B Gumbel - Tr 25 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'*.

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

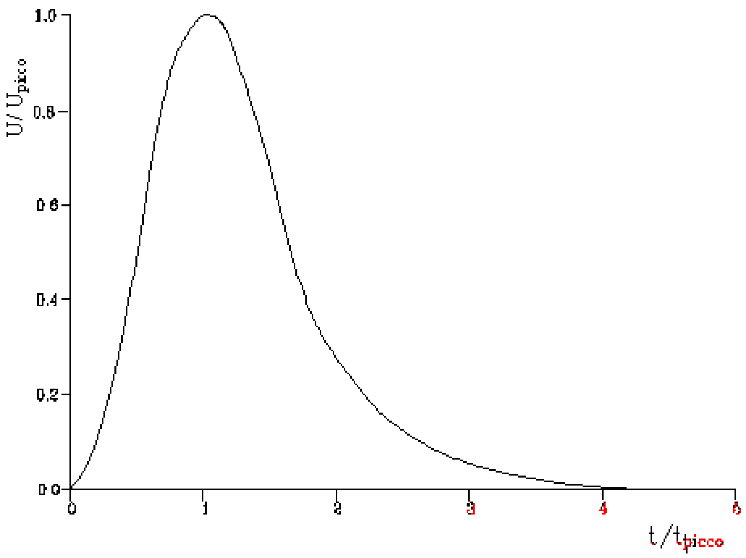
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0{,}6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0{,}5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0{,}2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

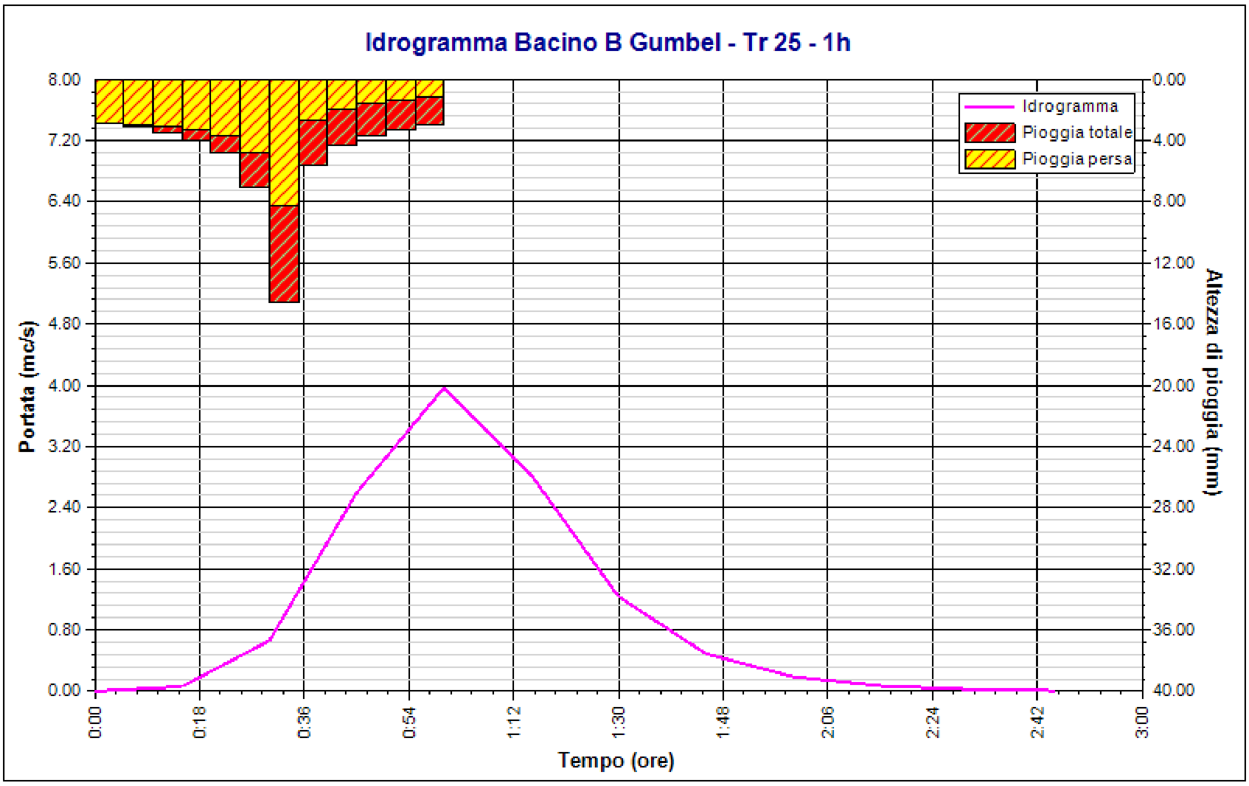
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h
Superficie del bacino: 0.5 kmq
Tlag: 0.318 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 74.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	9.457	9.022	0.436	0.0
2	0.250	15	15.795	11.790	4.005	0.1
3	0.500	30	24.465	12.853	11.611	0.7
4	0.750	45	9.948	3.994	5.954	2.6
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	4.0
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	2.8
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	1.2
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	0.5
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	0.2
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.1
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.0
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	4.0	mc/s
Istante picco	1.000	ore
Istante picco	60.0	minuti
Durata totale evento	2.750	ore
Volume afflusso	30	mc x 1000
Volume deflusso	11	mc x 1000
Altezza afflusso	59.666	mm
Altezza deflusso	21.836	mm
Coeff. deflusso	0.37	-
Coeff. udometrico	7.93	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino B Gumbel - Tr 25 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

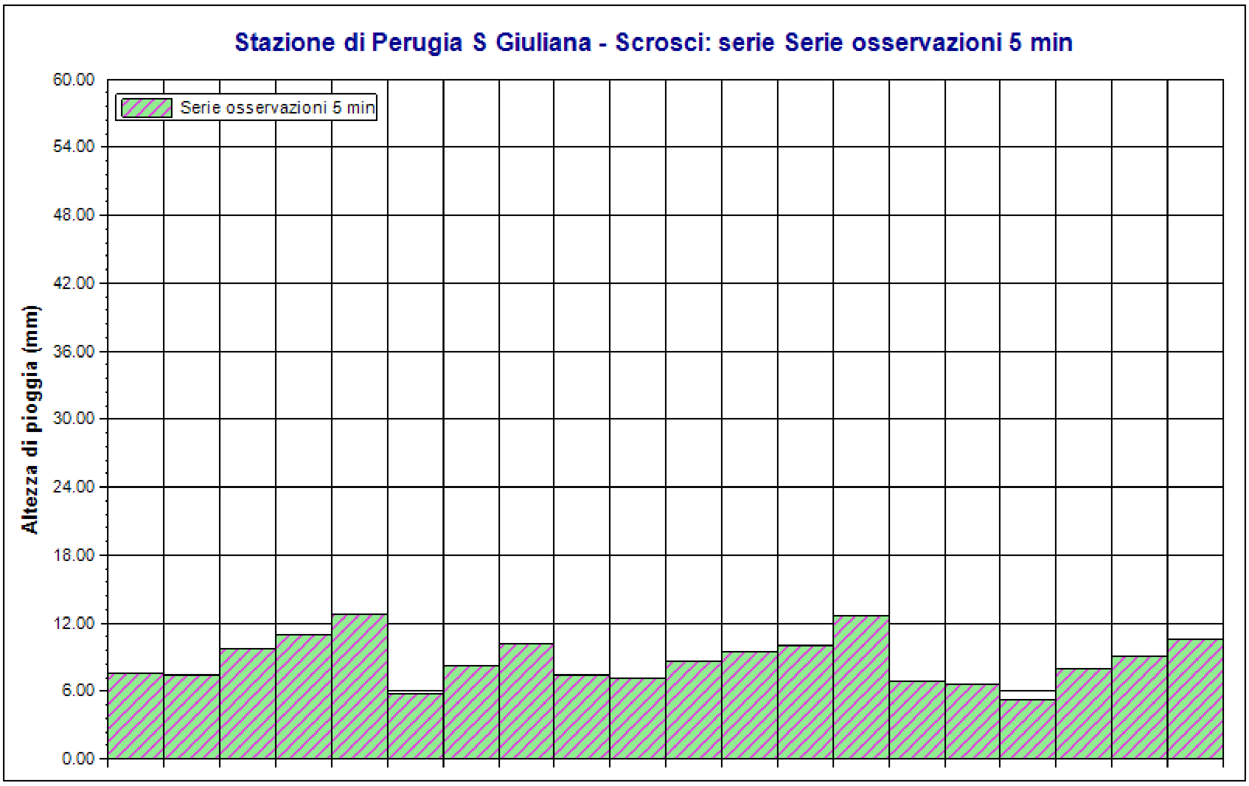
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

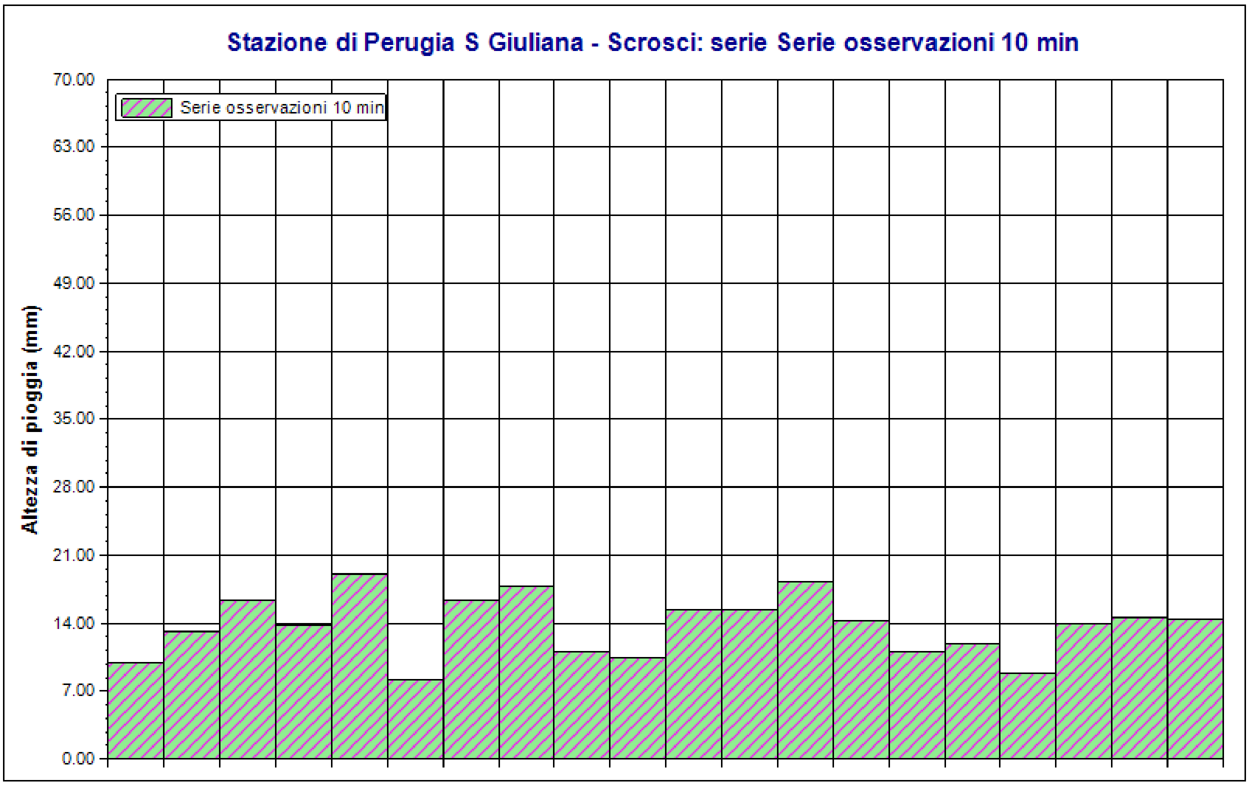
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

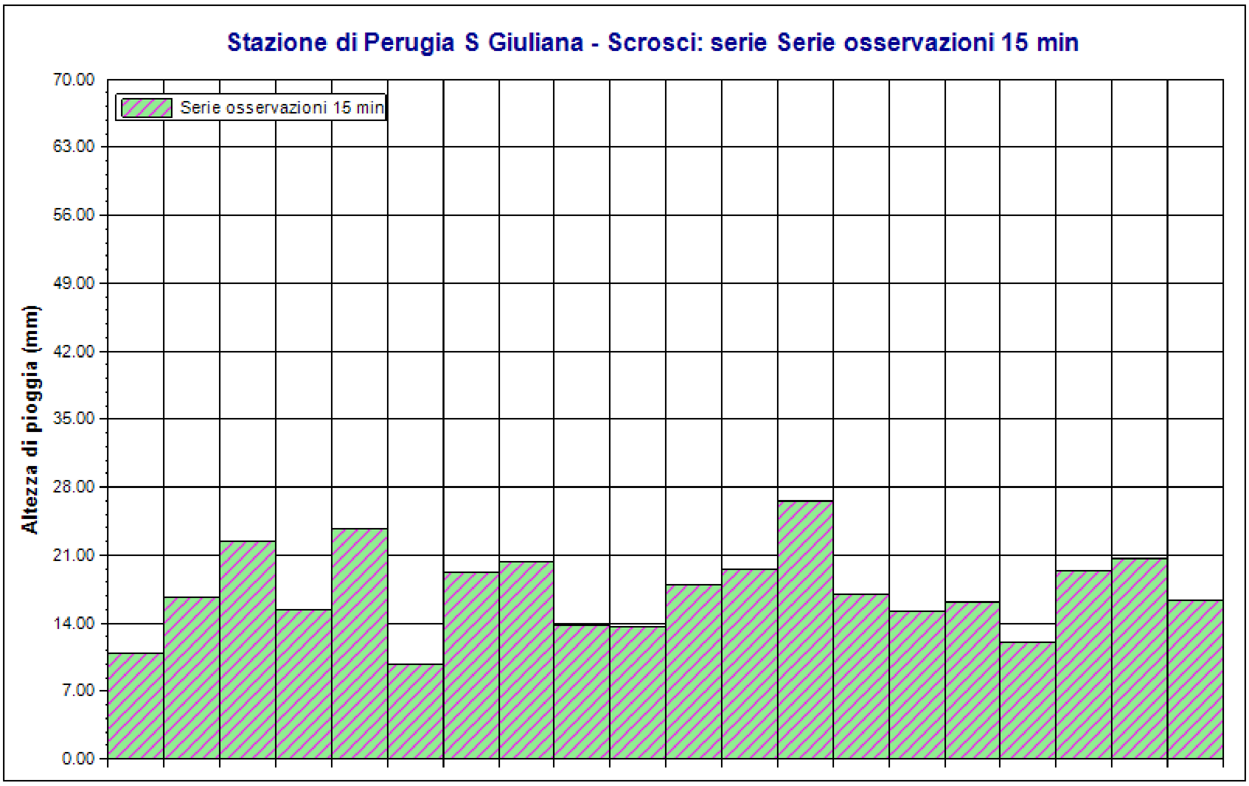
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



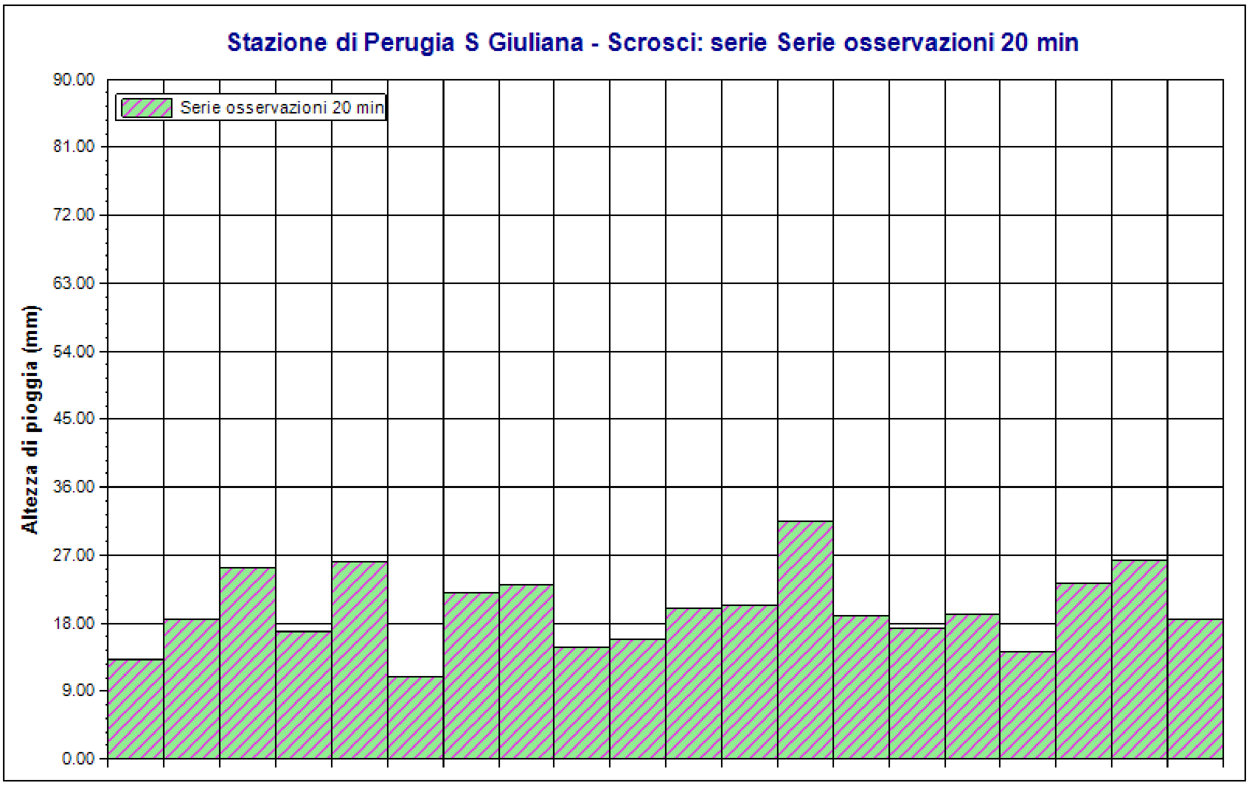
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



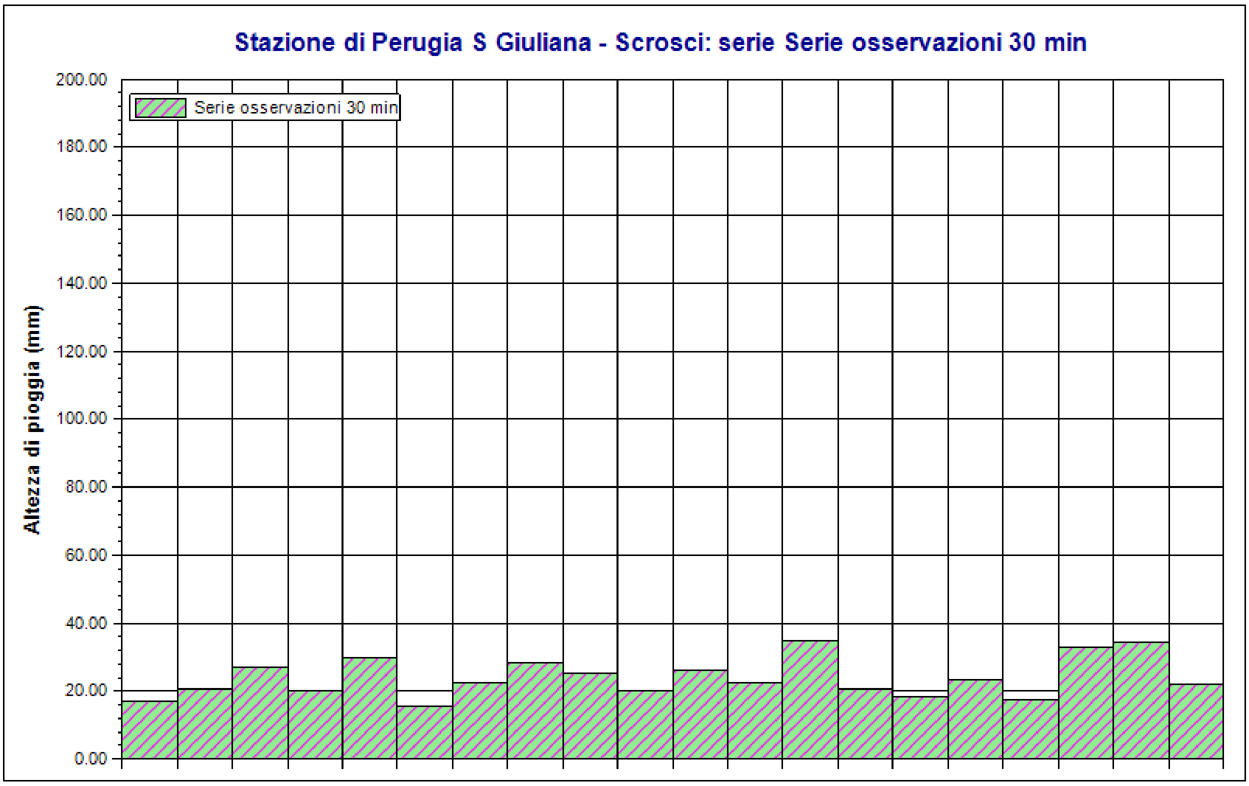
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

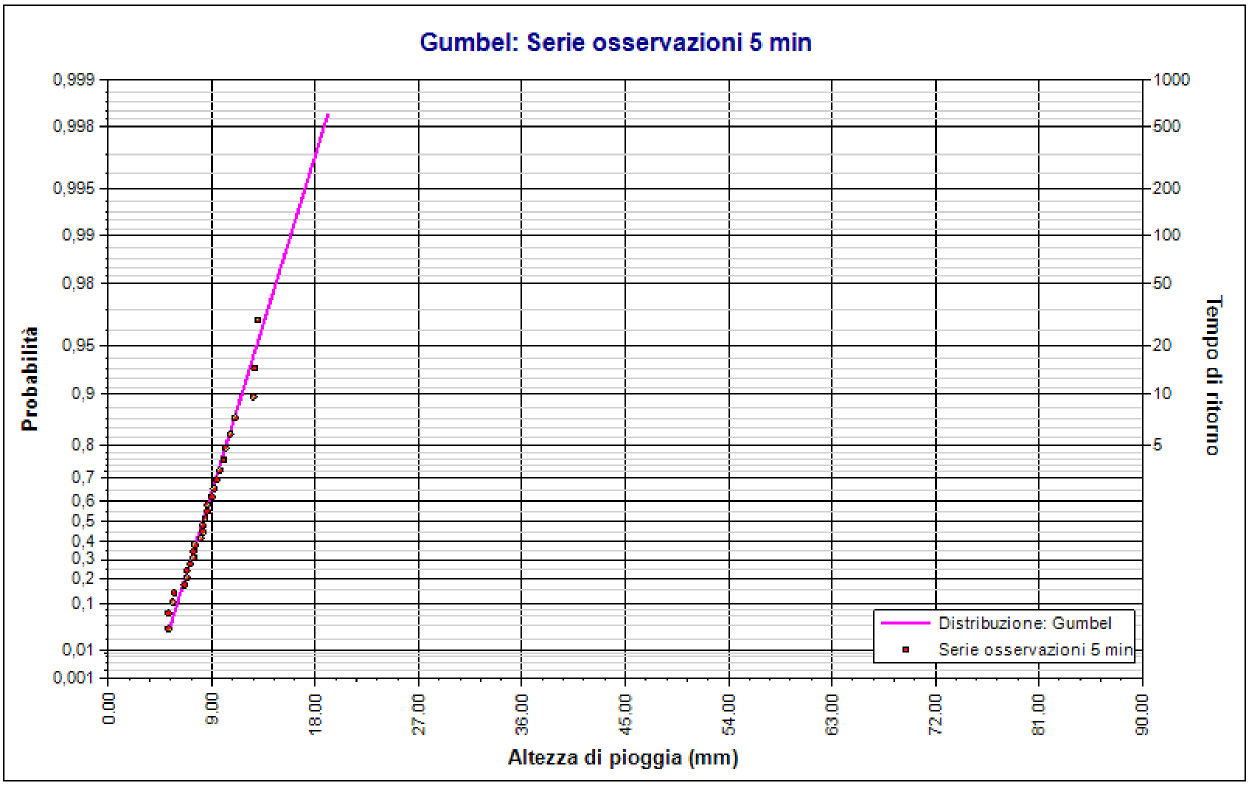
Parametro	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

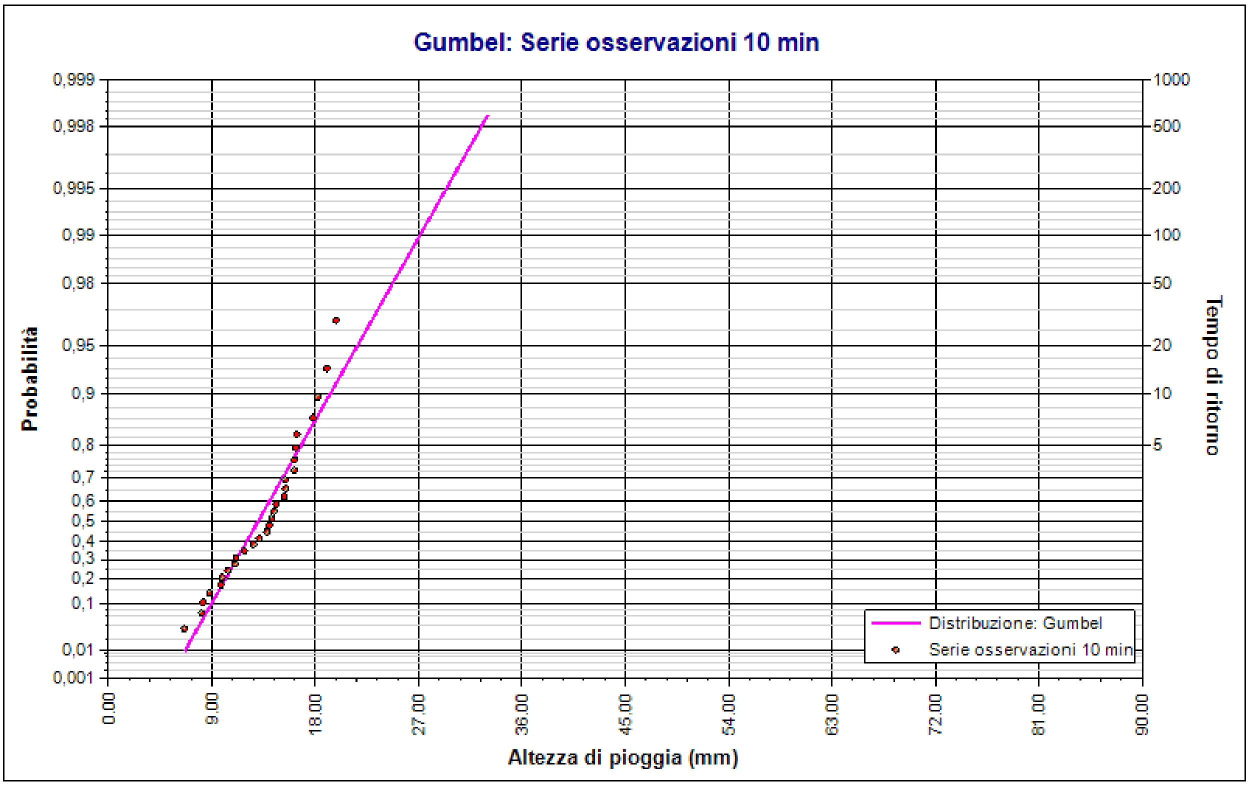
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x-7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x-11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x-14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x-17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x-20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

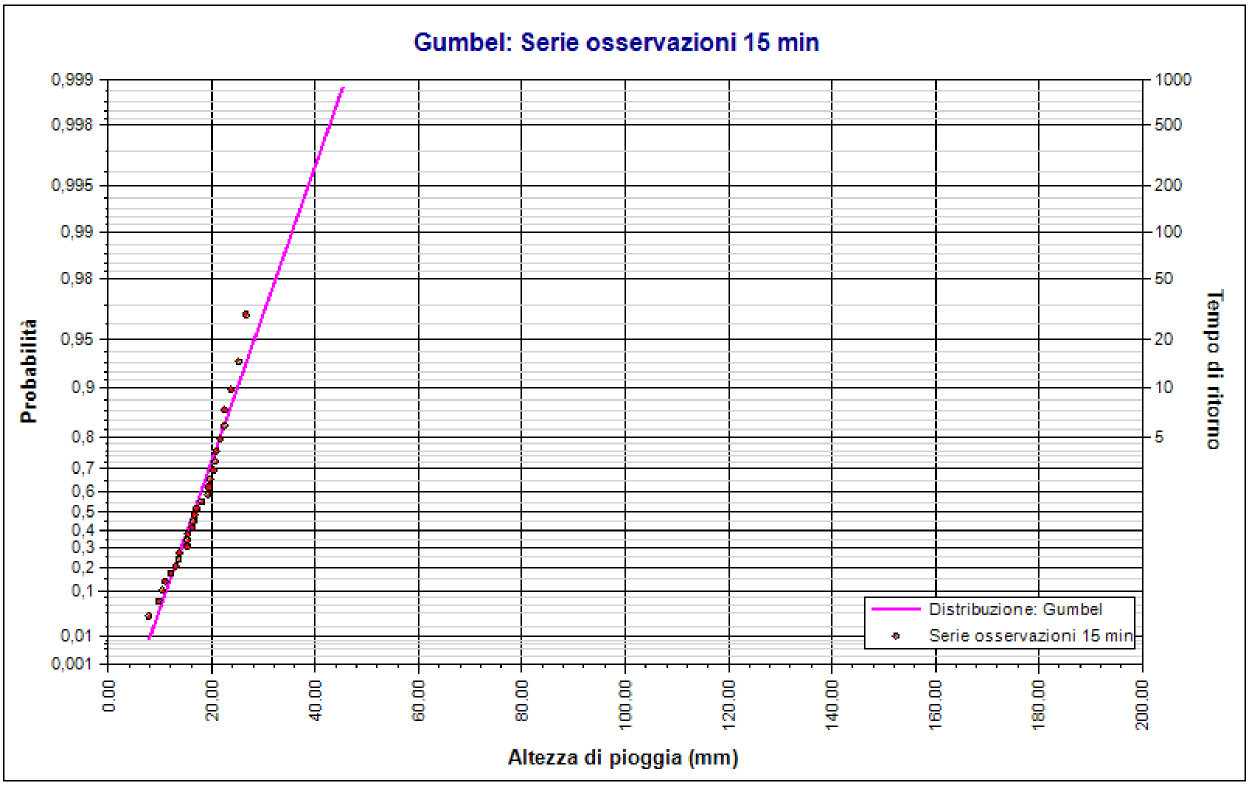
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



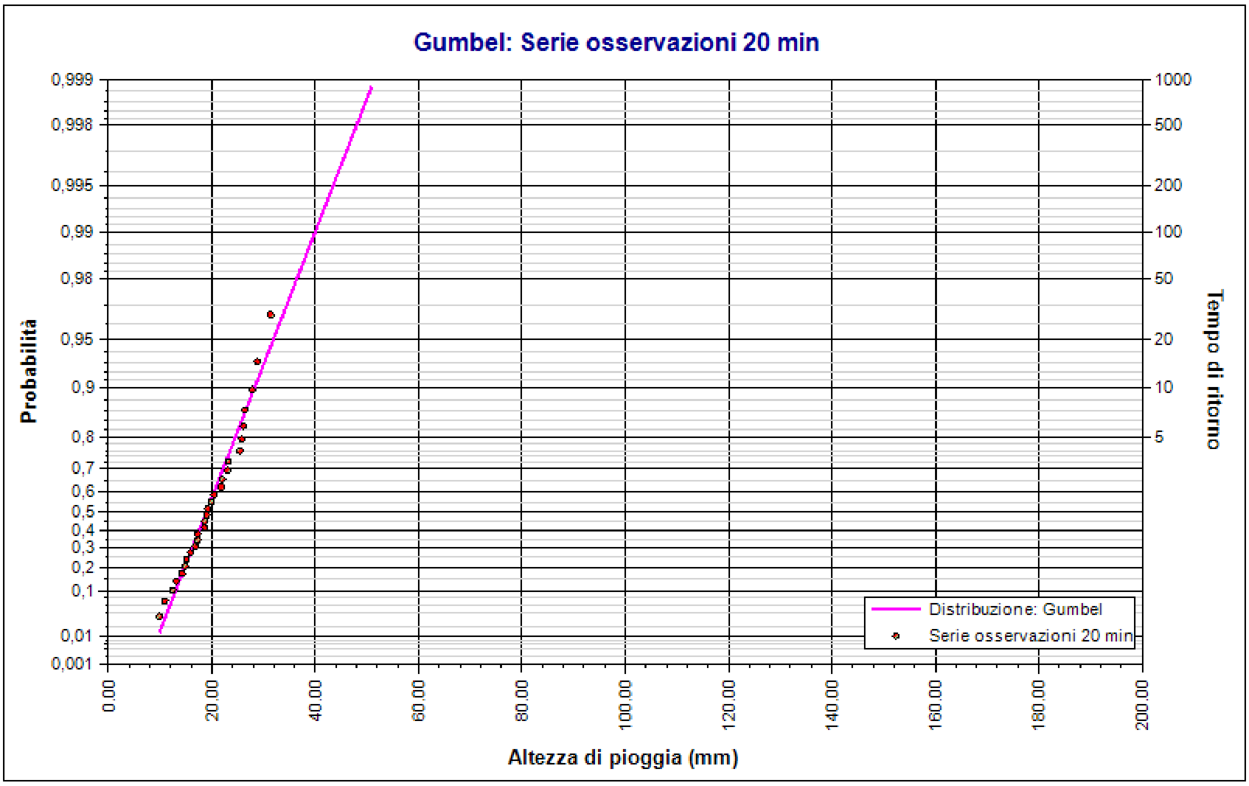
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



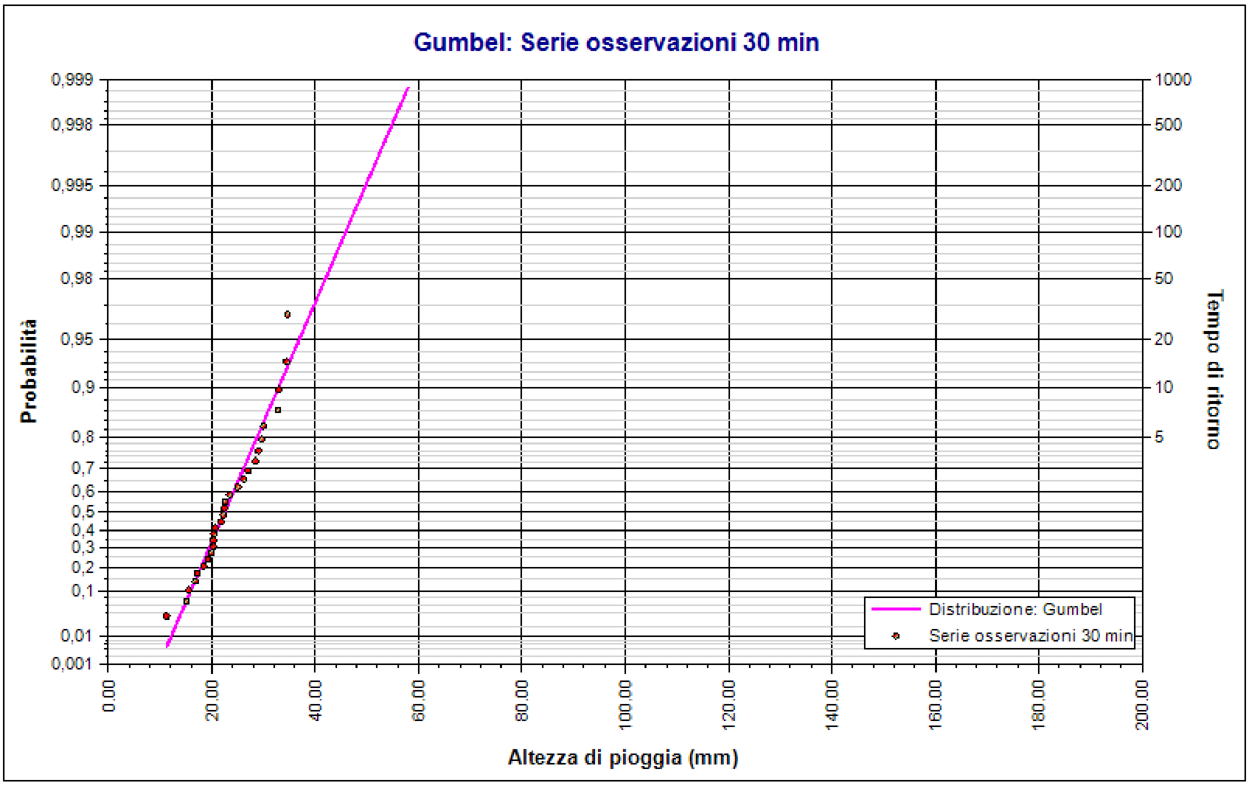
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 10.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

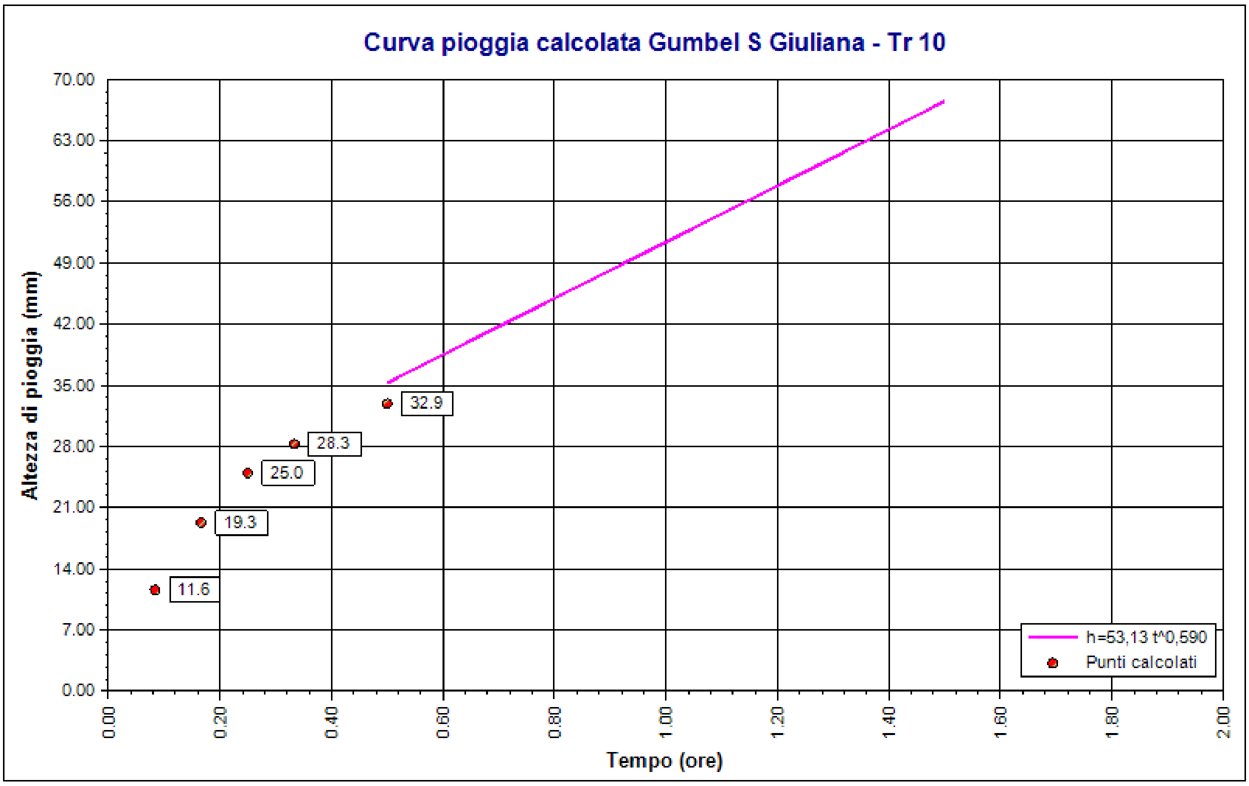
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	11.590
2	0.167	10	19.263
3	0.250	15	24.970
4	0.333	20	28.283
5	0.500	30	32.906

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
53.13	0.59	0.99	$h(t) = 53,1\ t^{0.590}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	53.132		9	194.464		17	283.100
2	80.005		10	206.947		18	292.818
3	101.648		11	218.928		19	302.318
4	120.469		12	230.471		20	311.615
5	137.436		13	241.626		21	320.723
6	153.059		14	252.434		22	329.656
7	167.645		15	262.931		23	338.423
8	181.399		16	273.145		24	347.036



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760

Bacino: Media valle del Tevere

Comune: Perugia

Quota: 205.0 m s.l.m.

Latitudine:

Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5

Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Minima dimensione serie: 17

Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

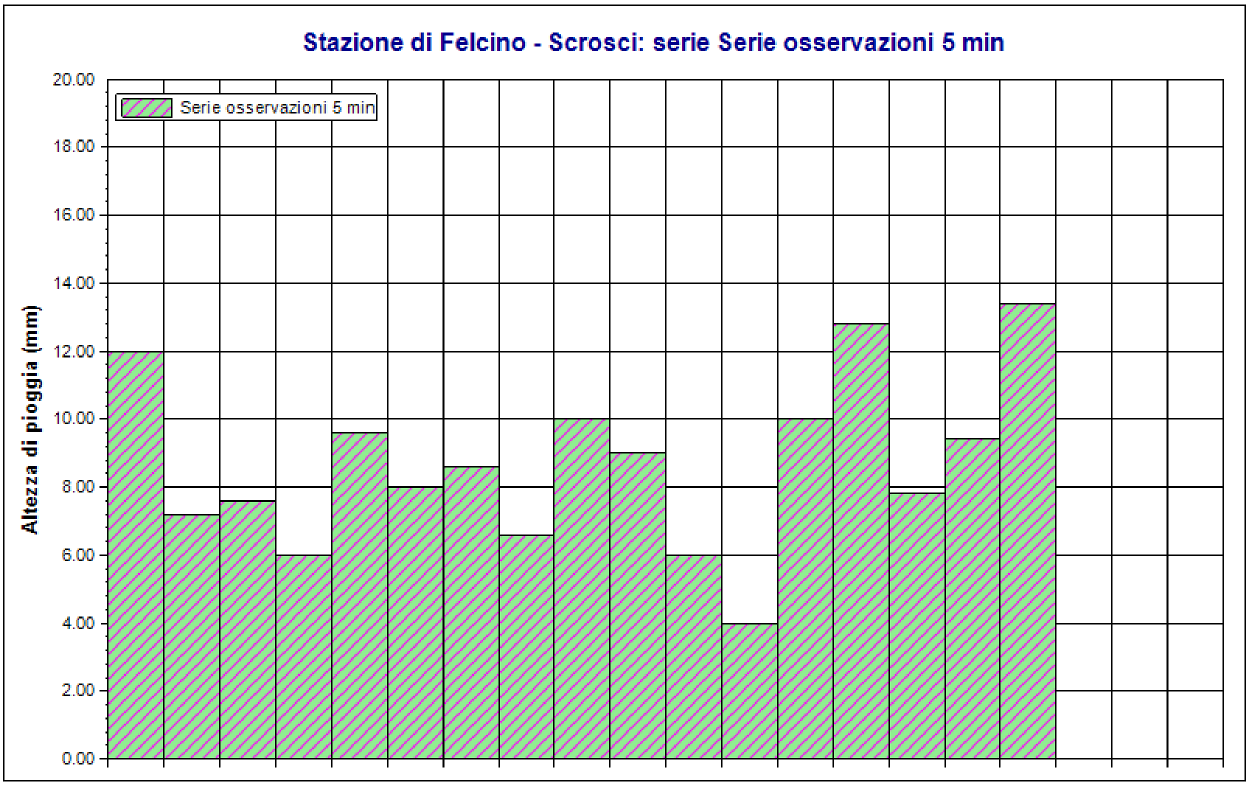
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

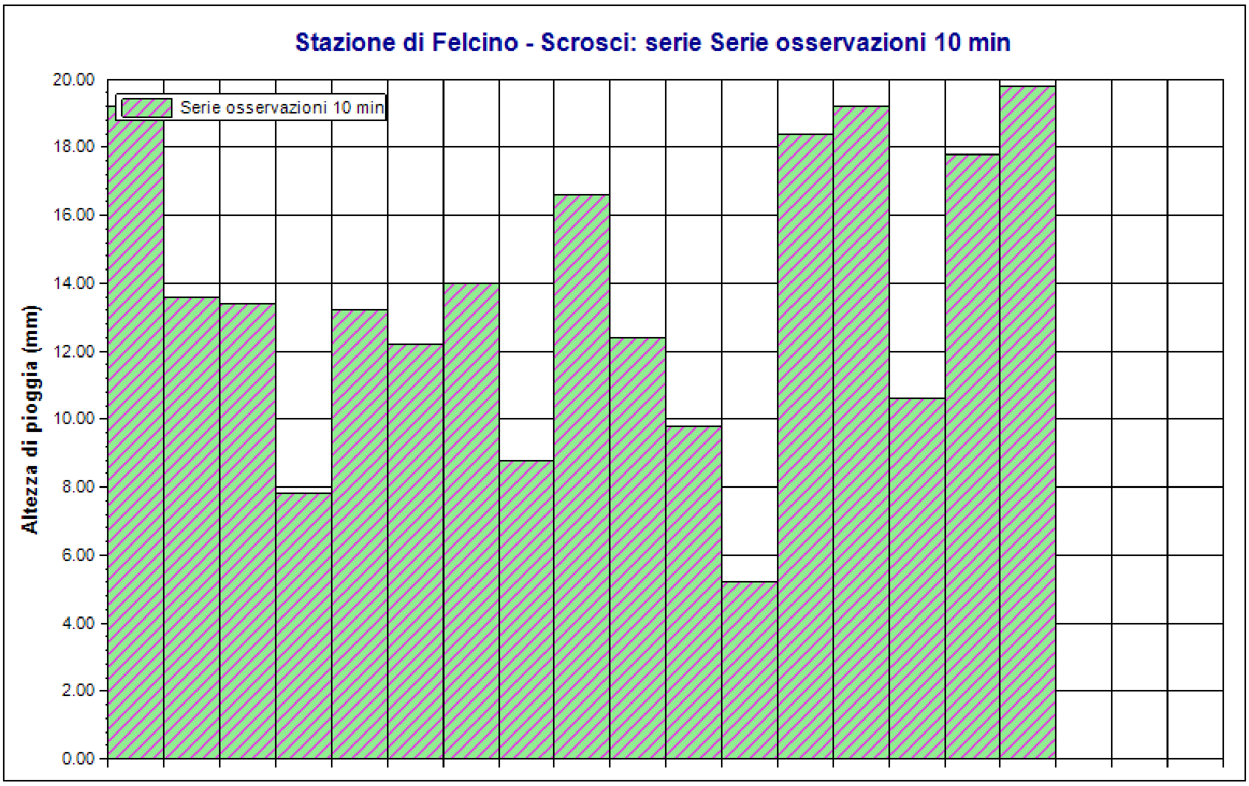
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

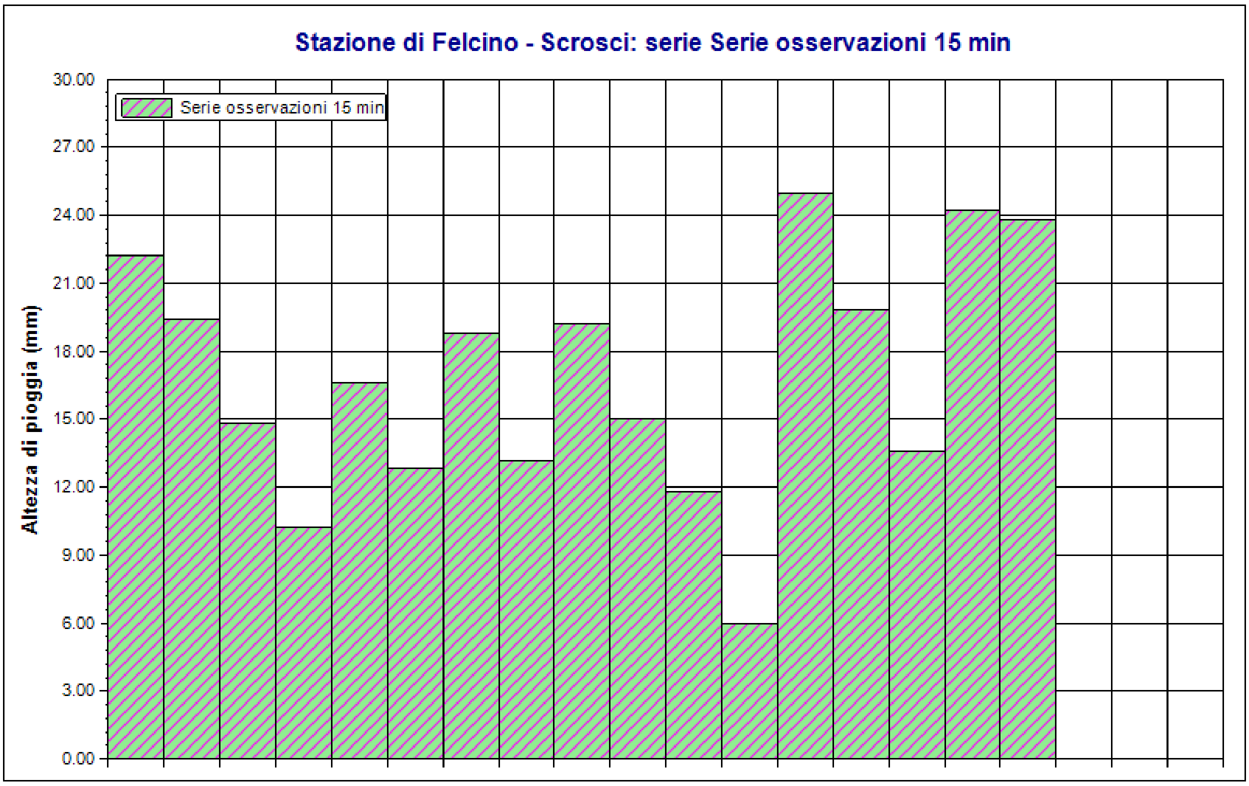
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



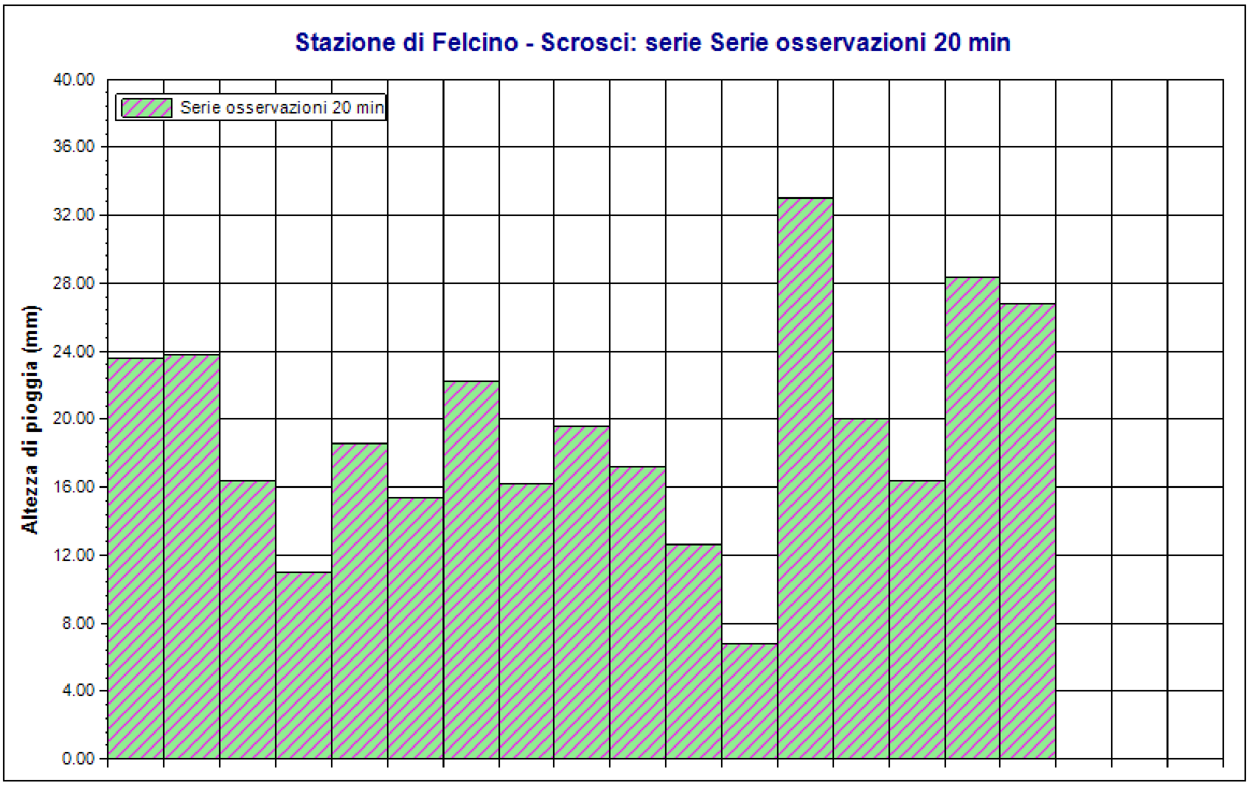
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



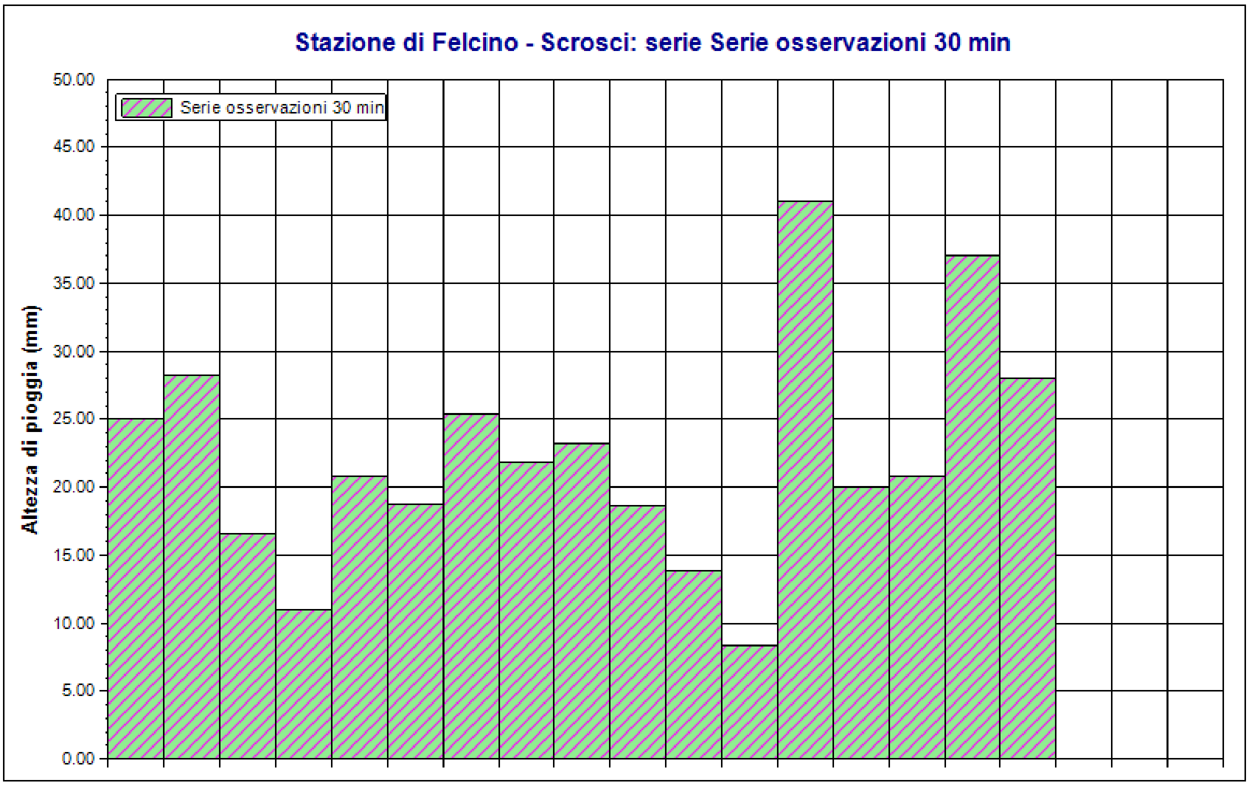
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore x=z_k assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore x=z_k, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi\left(x = z_k\right) = \left[\Phi\left(z\right)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

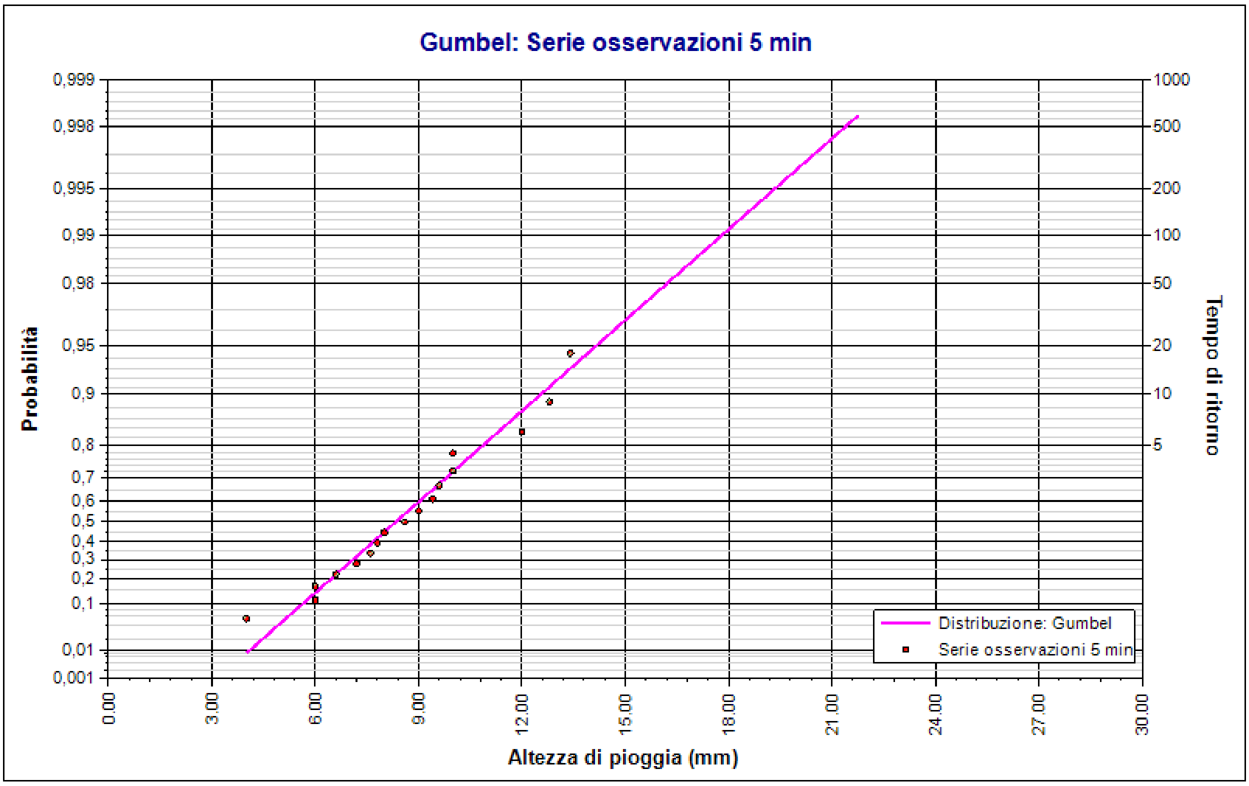
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

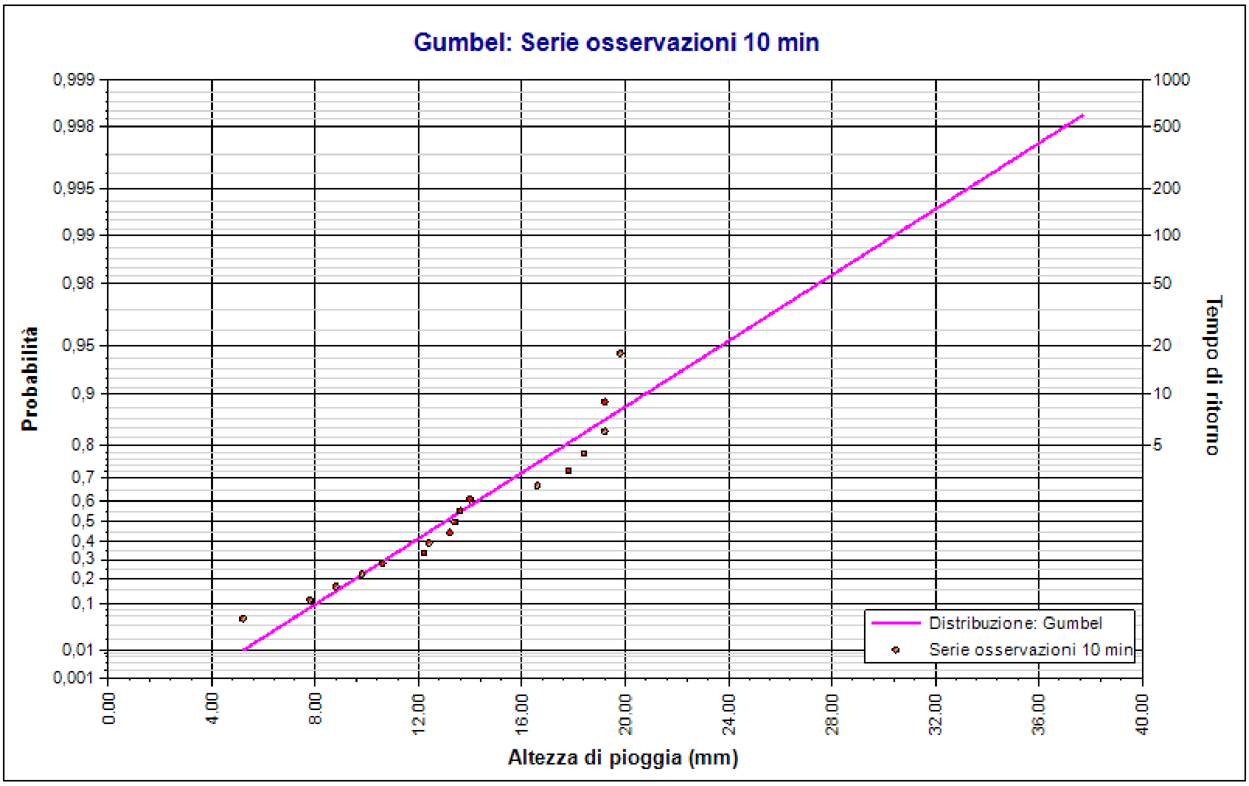
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x - 7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x - 11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x - 14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x - 16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x - 18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

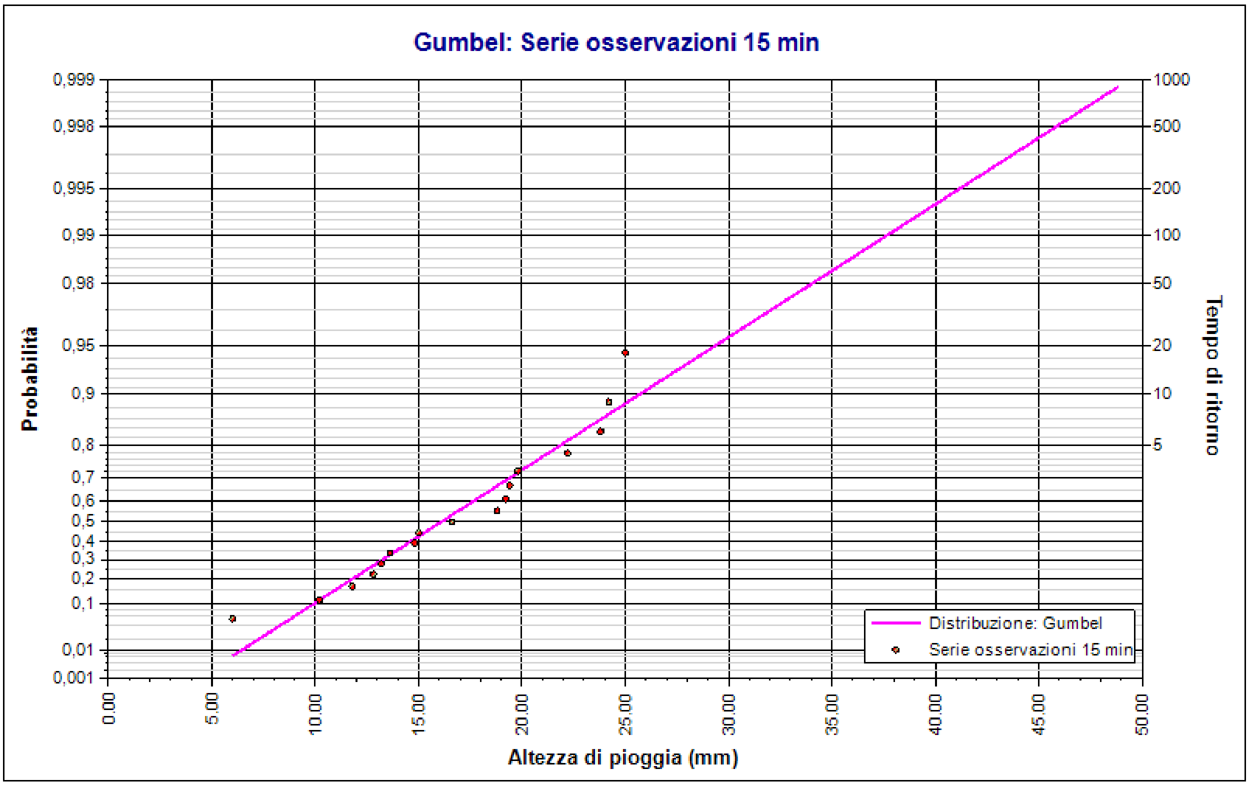
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



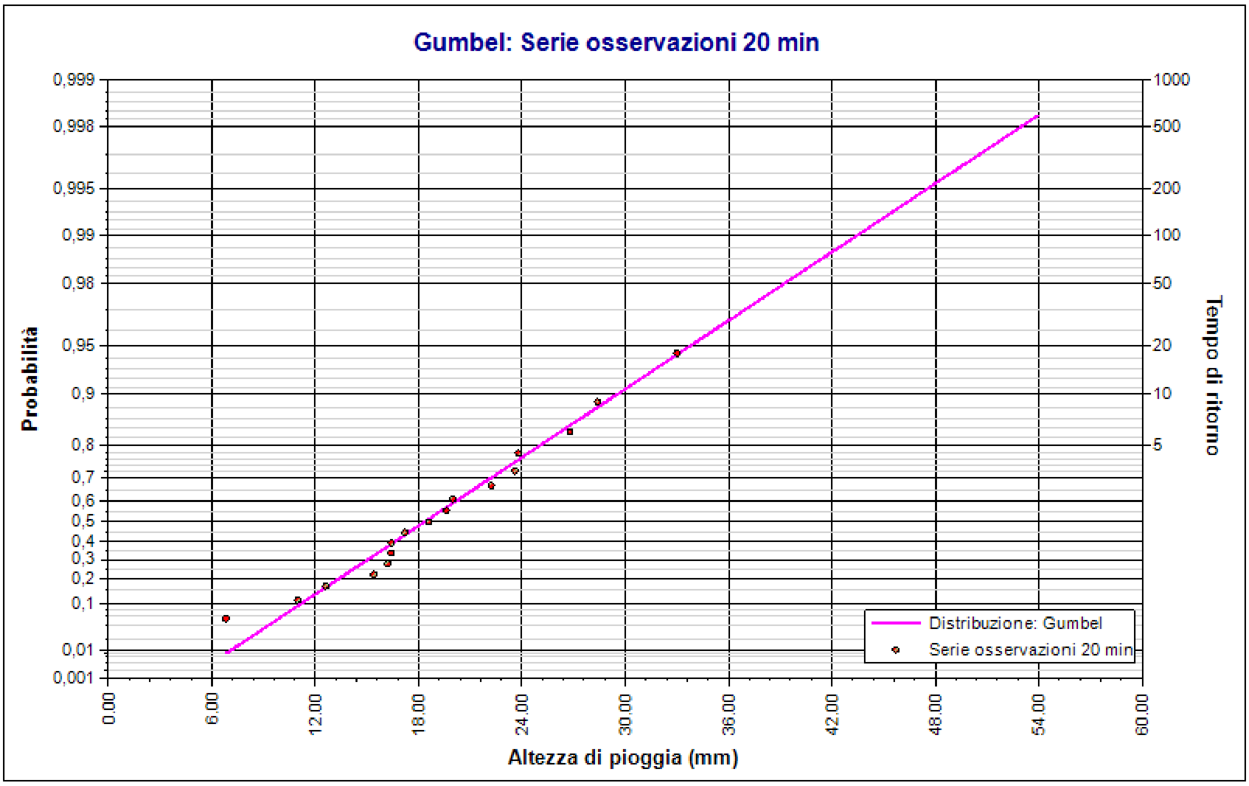
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



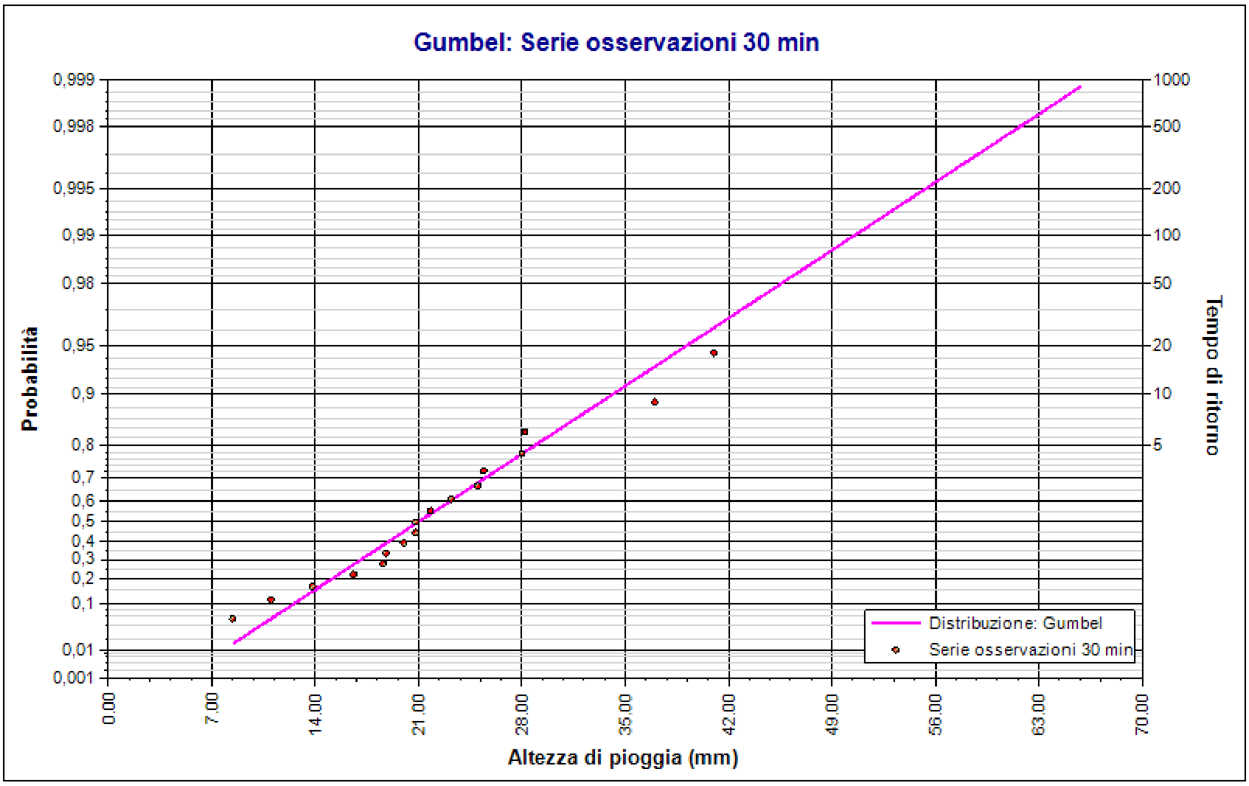
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino

Tempo di ritorno: 10.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

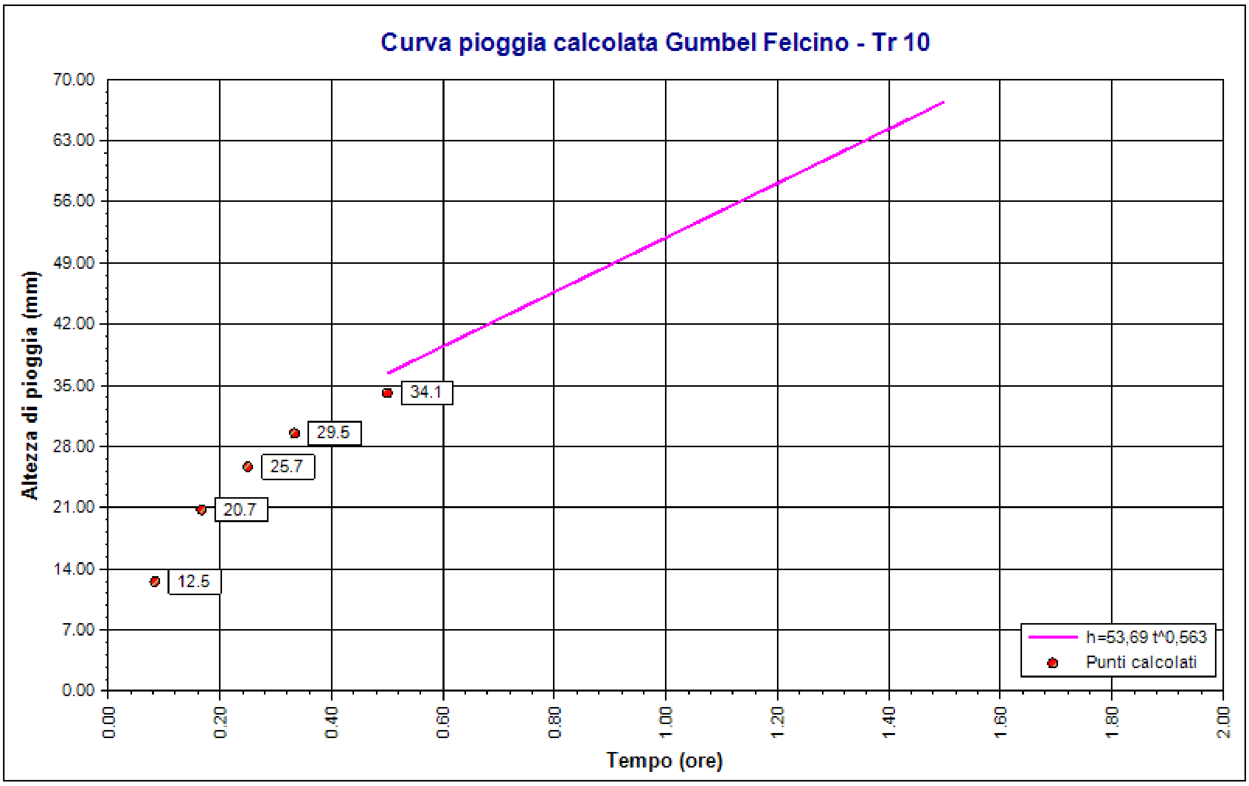
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	12.546
2	0.167	10	20.750
3	0.250	15	25.685
4	0.333	20	29.513
5	0.500	30	34.125

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
53.69	0.56	0.99	$h(t) = 53{,}7\ t^{0.563}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	53.695	9	184.827	17	264.334
2	79.302	10	196.113	18	272.972
3	99.620	11	206.916	19	281.402
4	117.121	12	217.297	20	289.641
5	132.787	13	227.305	21	297.701
6	147.130	14	236.982	22	305.595
7	160.459	15	246.361	23	313.334
8	172.977	16	255.470	24	320.926



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 14
Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

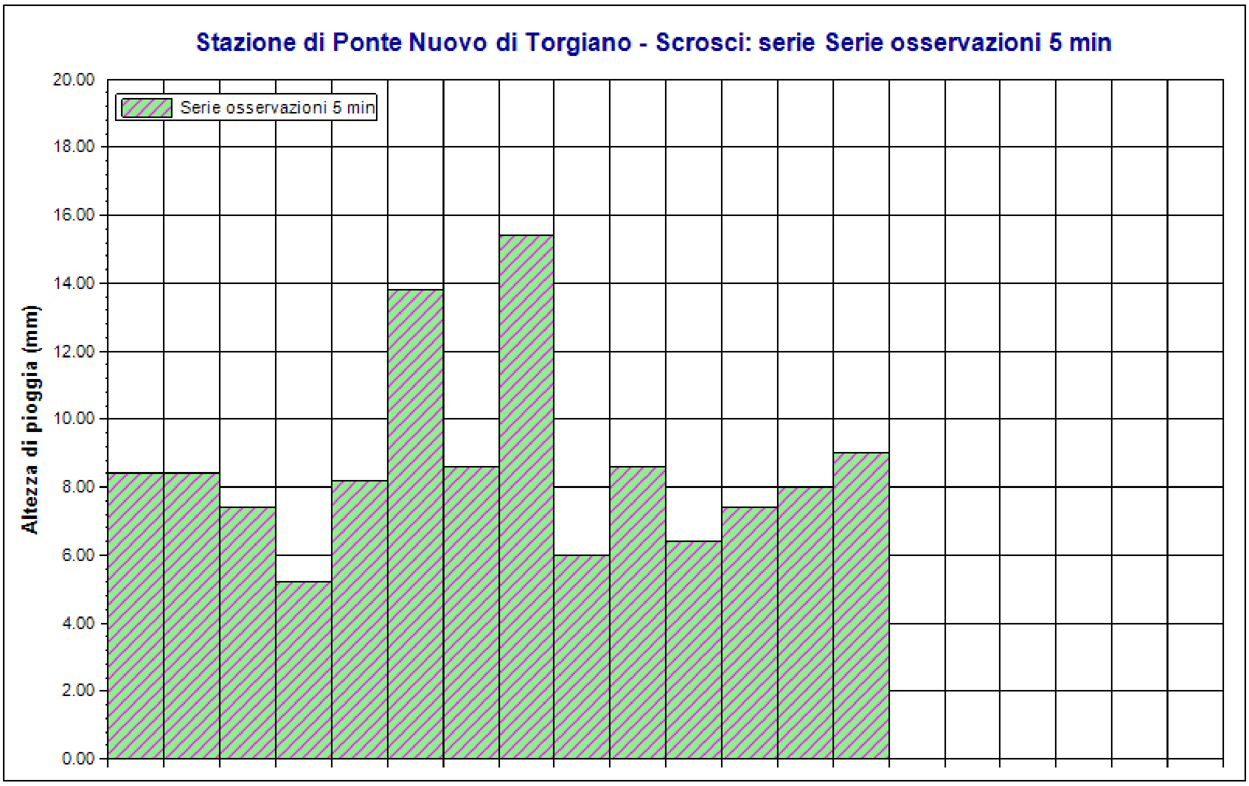
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

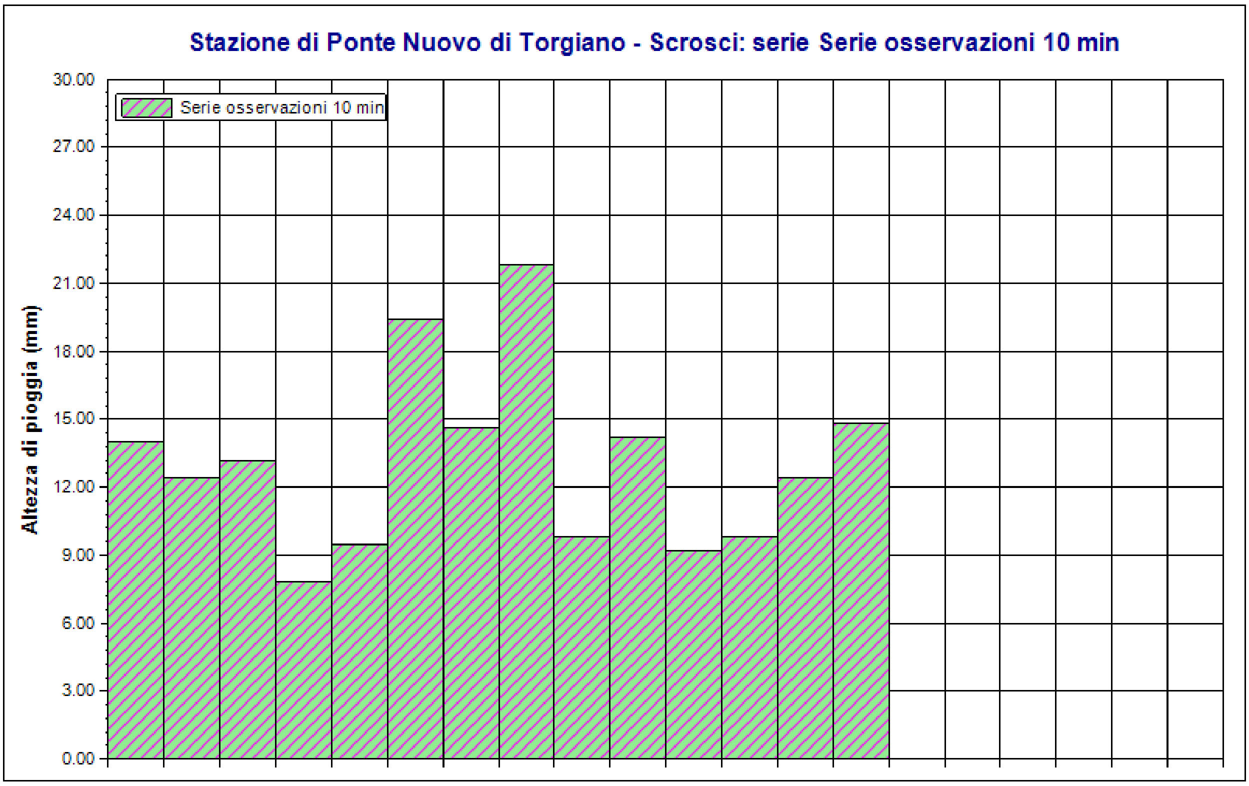
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

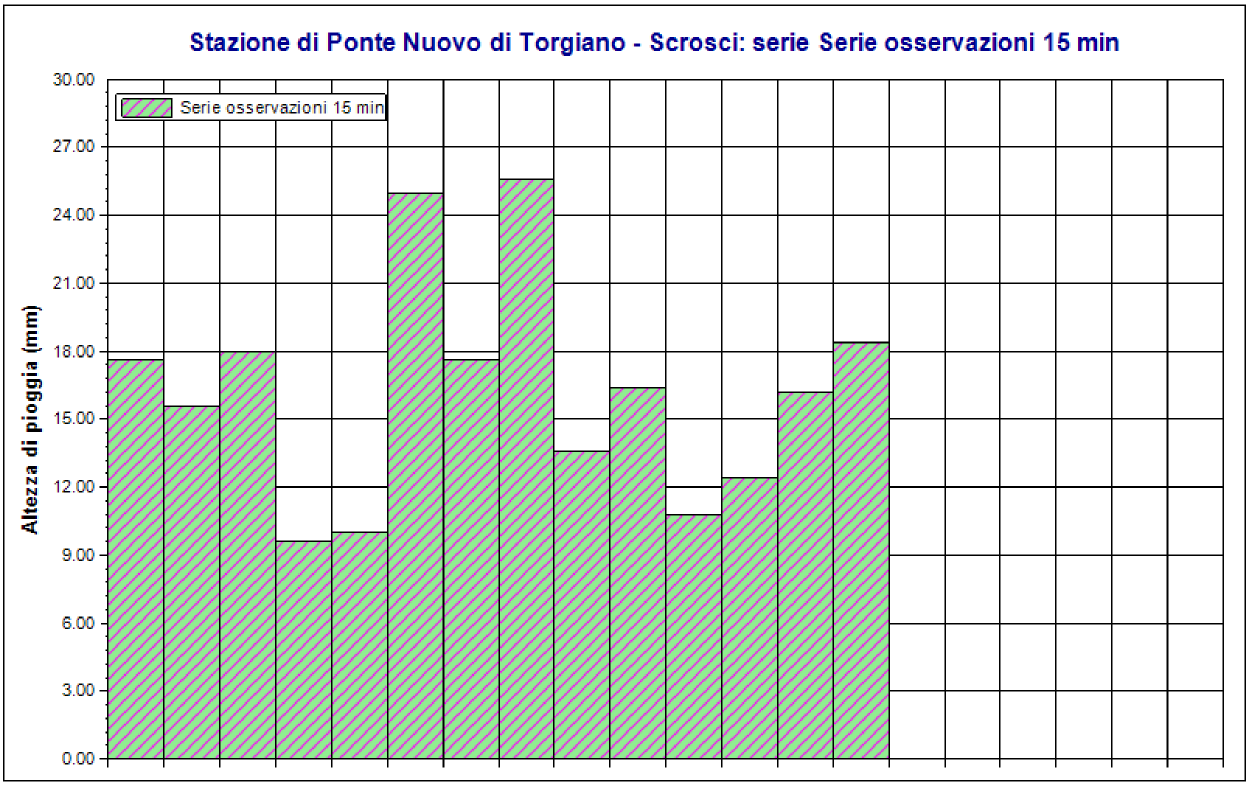
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



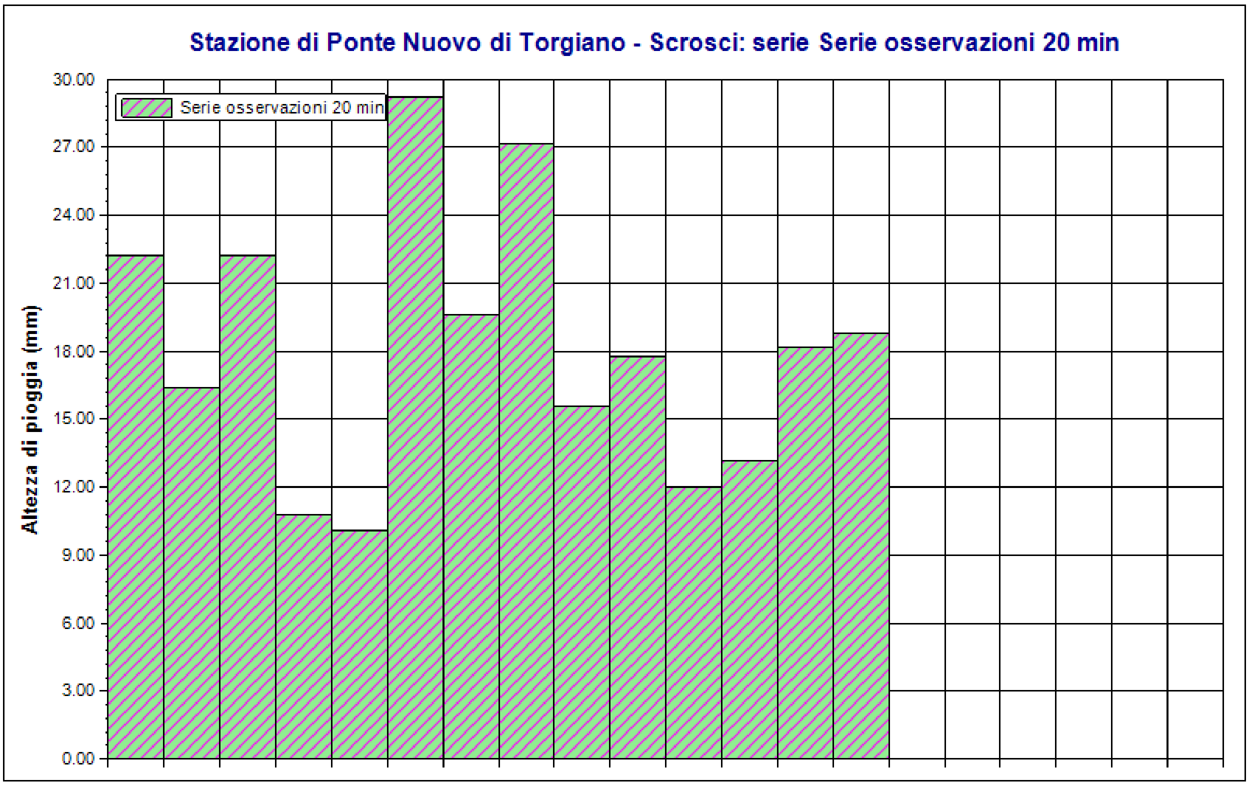
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



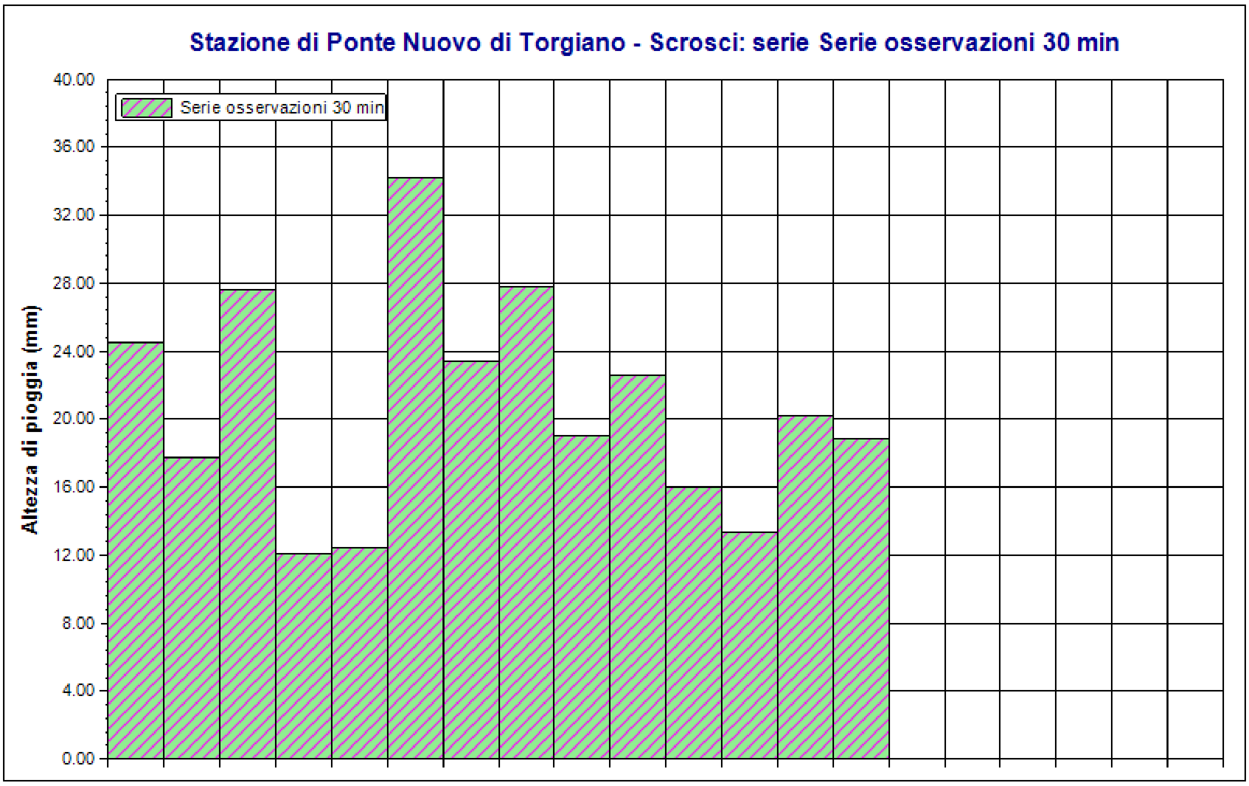
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

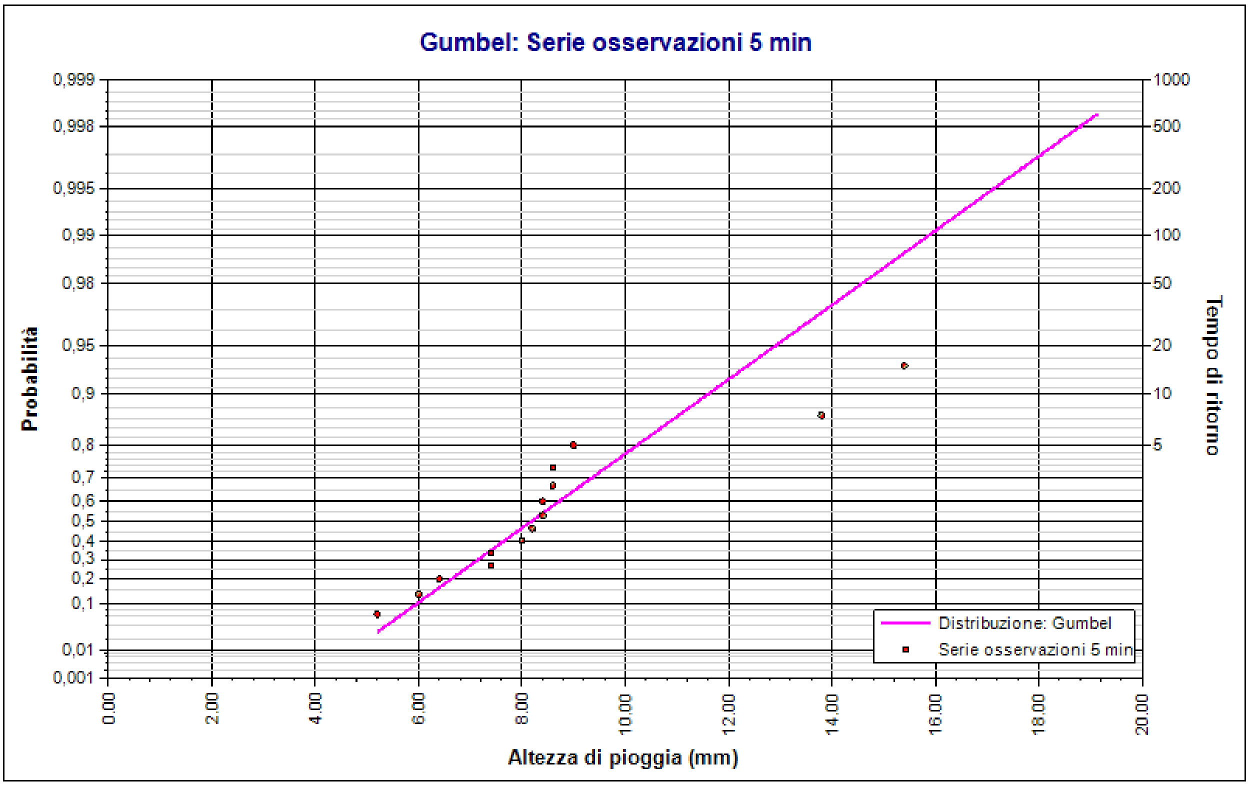
Parametro	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

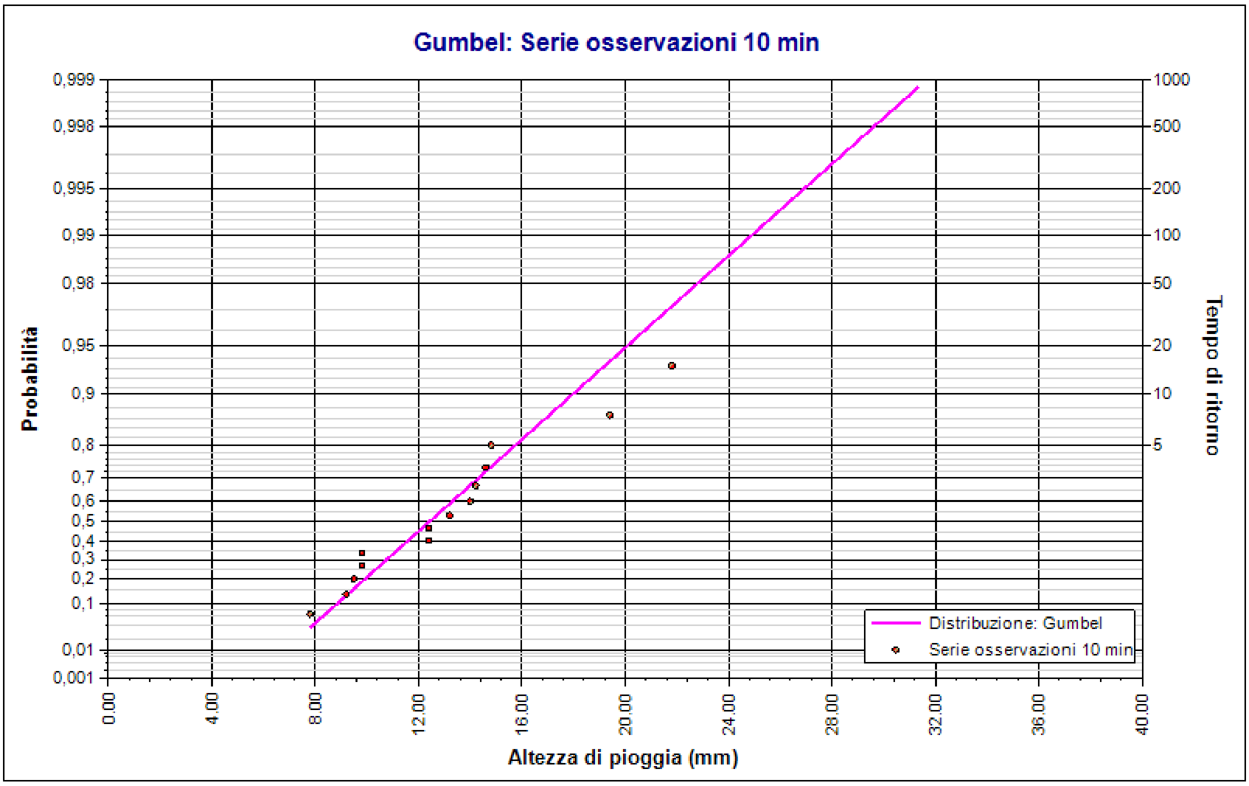
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

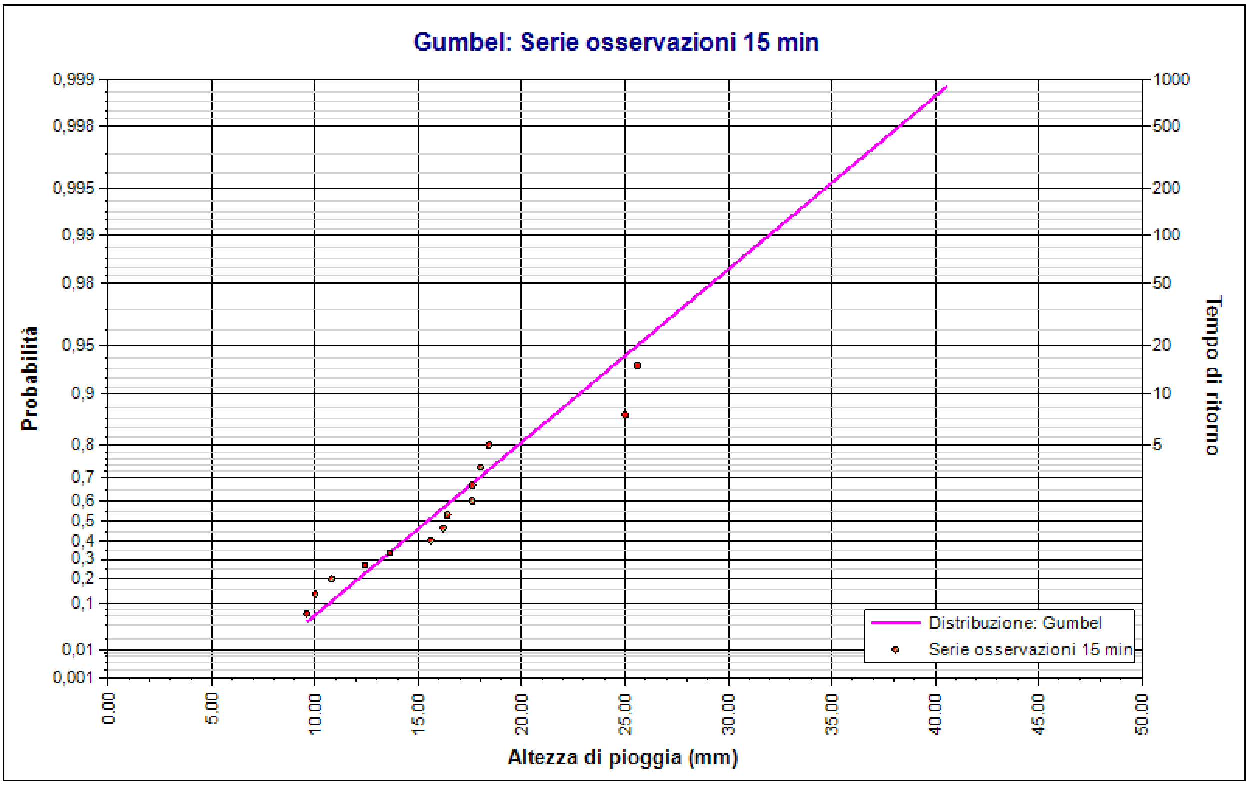
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



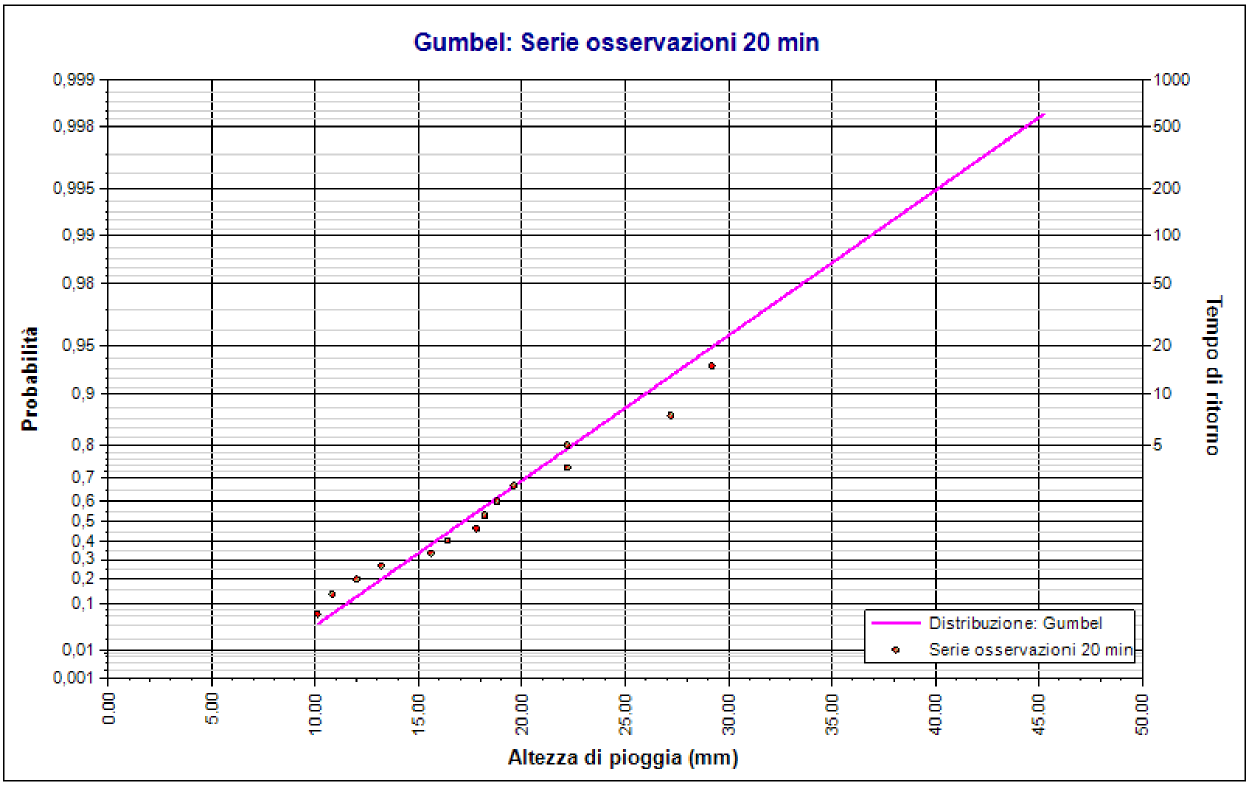
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



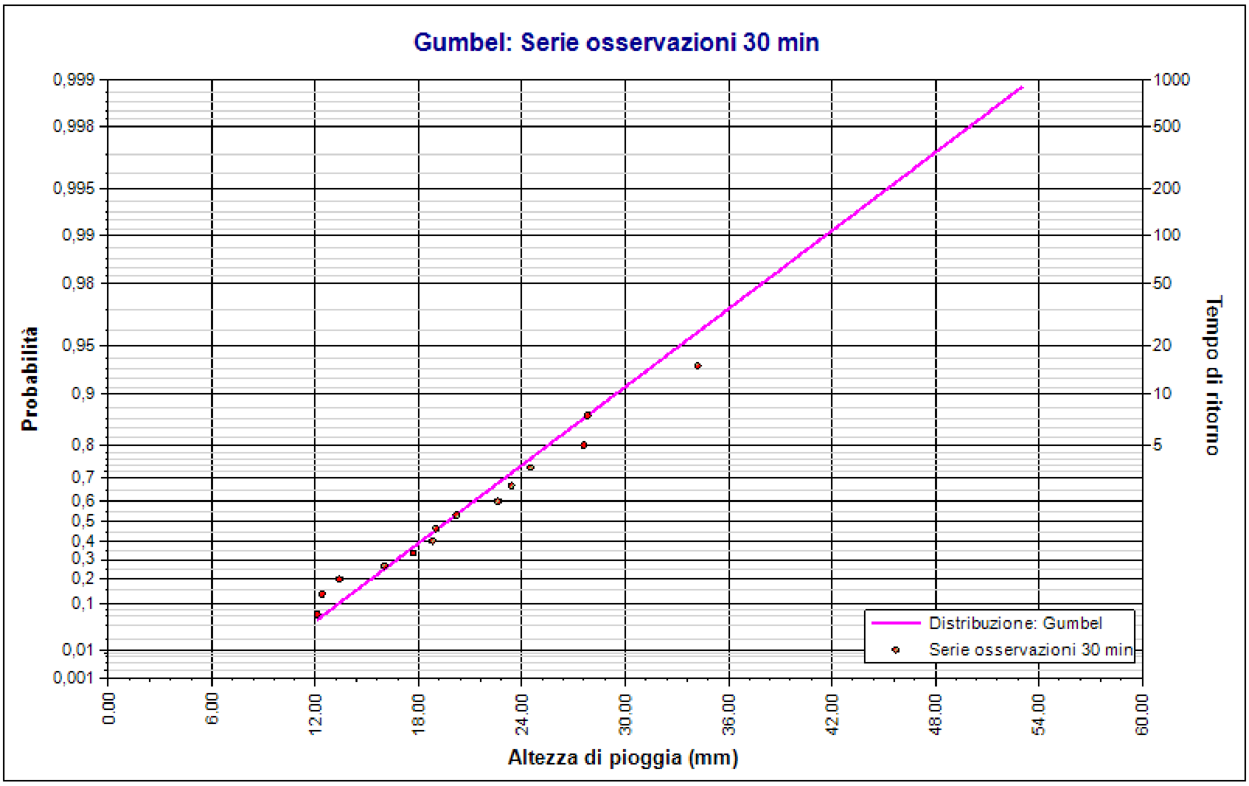
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano

Tempo di ritorno: 10.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

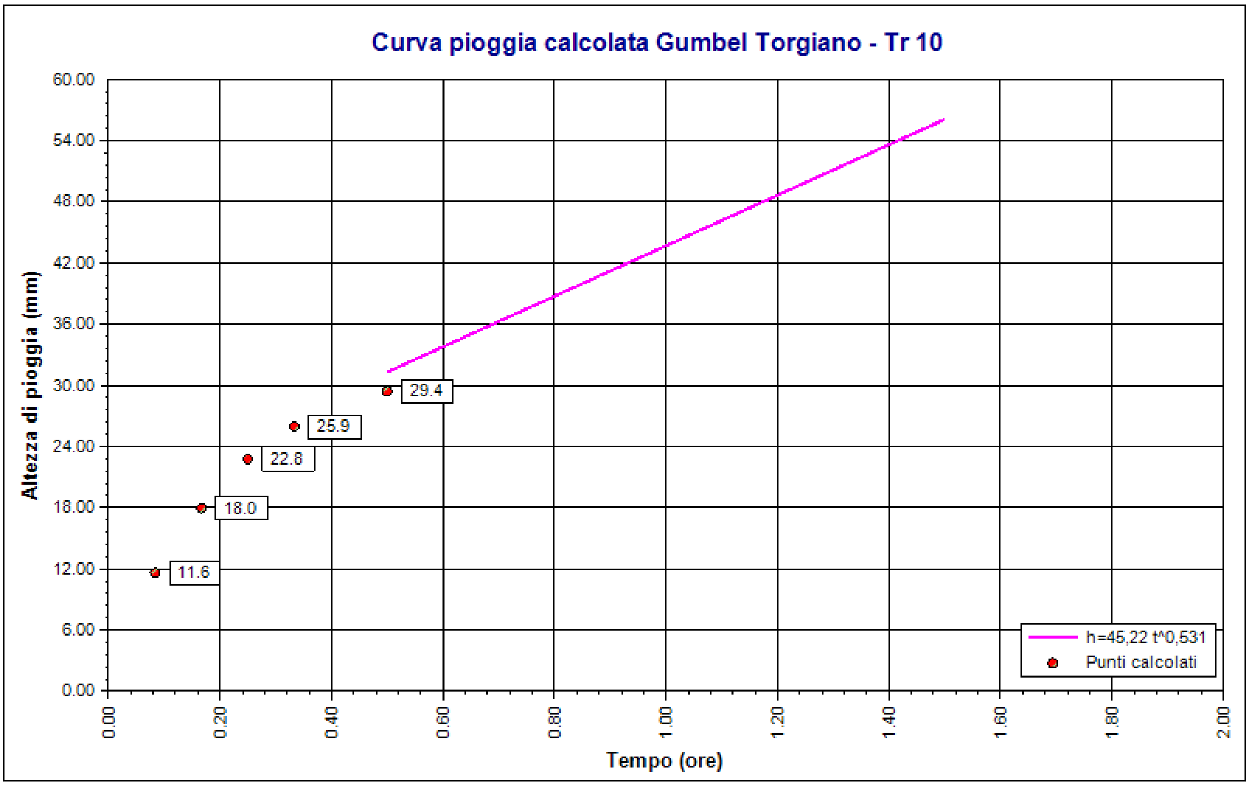
n	Durata (ore)	Durata (minuti)	Altezza (mm)
1	0.083	5	11.595
2	0.167	10	17.956
3	0.250	15	22.775
4	0.333	20	25.933
5	0.500	30	29.420

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
45.22	0.53	0.99	$h(t) = 45{,}2\, t^{0.531}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	45.223		9	145.157		17	203.440
2	65.333		10	153.505		18	209.707
3	81.021		11	161.471		19	215.812
4	94.387		12	169.102		20	221.768
5	106.255		13	176.441		21	227.586
6	117.051		14	183.520		22	233.275
7	127.030		15	190.365		23	238.845
8	136.360		16	196.999		24	244.301



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

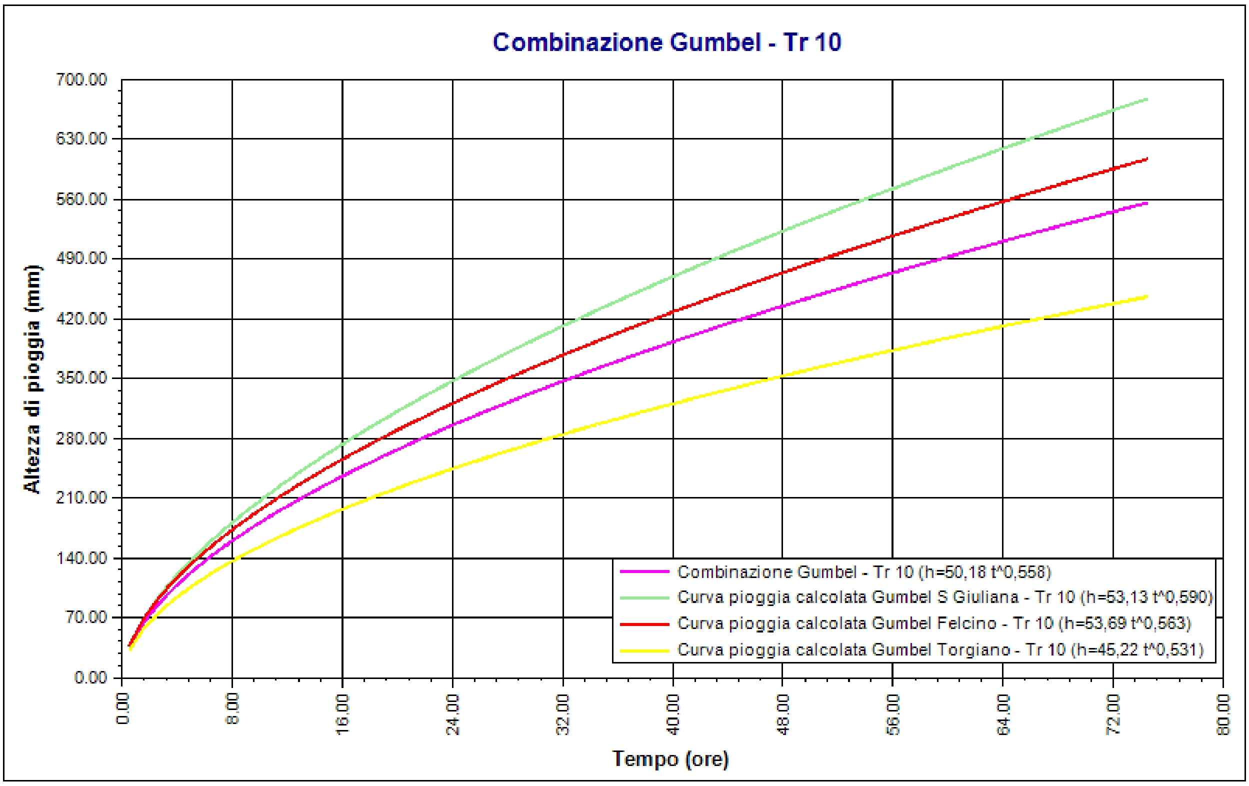
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10	Curva pioggia calcolata	20	53.13	0.59
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10	Curva pioggia calcolata	40	53.69	0.56
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10	Curva pioggia calcolata	40	45.22	0.53

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
50.18	0.56	$h(t) = 50{,}2\, t^{0.558}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	50.178		9	170.923		17	243.709
2	73.863		10	181.269		18	251.604
3	92.609		11	191.167		19	259.308
4	108.730		12	200.674		20	266.834
5	123.142		13	209.837		21	274.196
6	136.324		14	218.693		22	281.405
7	148.565		15	227.274		23	288.469
8	160.054		16	235.605		24	295.400



Combinazione Gumbel - Tr 10

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h

Dati Pluviogramma

Tipo: Pluviogramma sintetico

Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 10

Durata: 1.000 ore

Altezza di pioggia complessiva: 50.178 mm

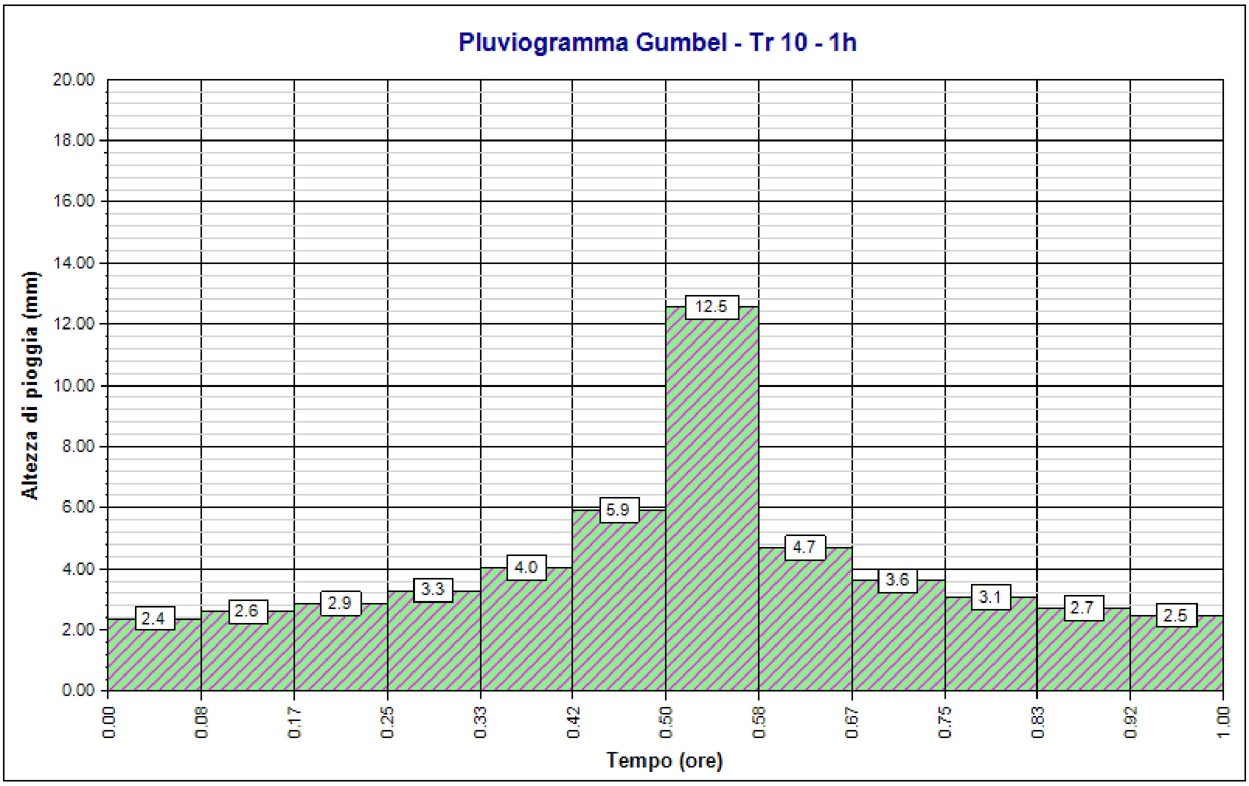
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
50.18	0.56	$h(t) = 50{,}2\, t^{0.558}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	2.377
2	0.083	0.167	5	10	2.587
3	0.167	0.250	10	15	2.873
4	0.250	0.333	15	20	3.296
5	0.333	0.417	20	25	4.031
6	0.417	0.500	25	30	5.922
7	0.500	0.583	30	35	12.547
8	0.583	0.667	35	40	4.687
9	0.667	0.750	40	45	3.604
10	0.750	0.833	45	50	3.061
11	0.833	0.917	50	55	2.718
12	0.917	1.000	55	60	2.475



Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino B Gumbel - Tr 10 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

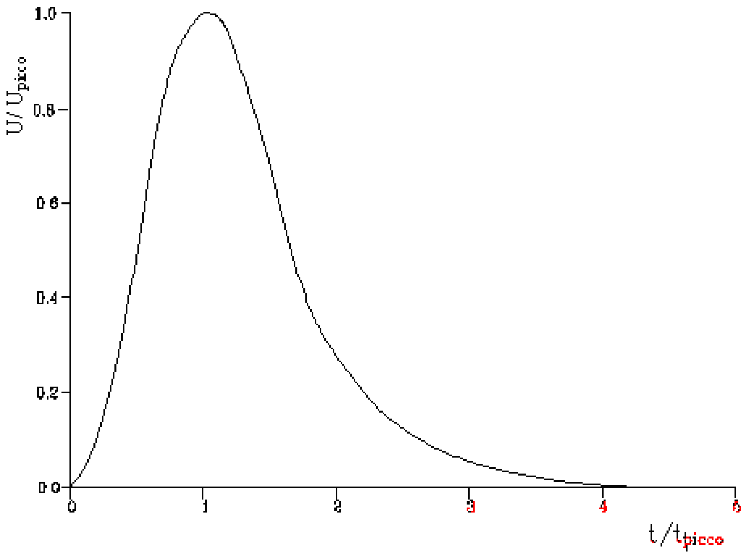
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

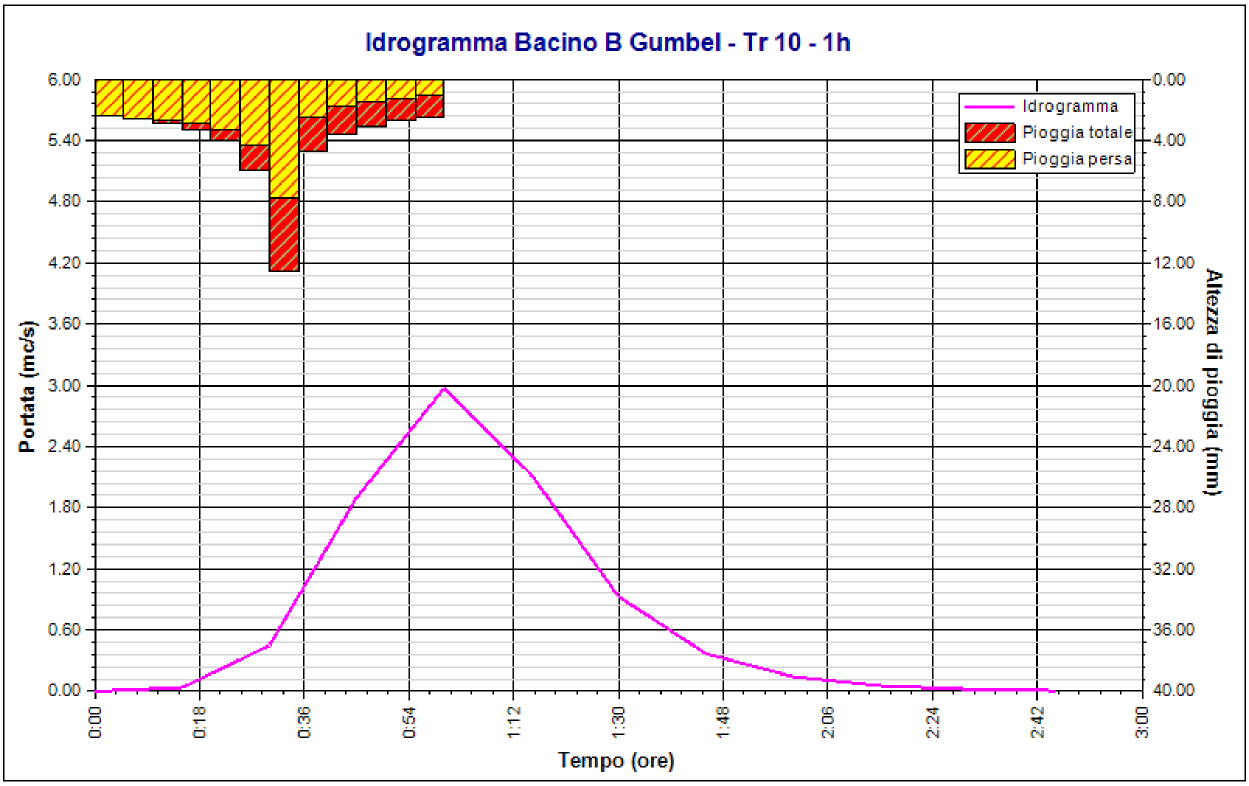
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h
Superficie del bacino: 0.5 kmq
Tlag: 0.318 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 74.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	7.837	7.588	0.249	0.0
2	0.250	15	13.250	10.450	2.799	0.0
3	0.500	30	20.838	12.064	8.773	0.4
4	0.750	45	8.253	3.759	4.494	1.9
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	3.0
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	2.1
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	0.9
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	0.4
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	0.1
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.1
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.0
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	3.0	mc/s
Istante picco	1.000	ore
Istante picco	60.0	minuti
Durata totale evento	2.750	ore
Volume afflusso	25	mc x 1000
Volume deflusso	8	mc x 1000
Altezza afflusso	50.178	mm
Altezza deflusso	16.188	mm
Coeff. deflusso	0.32	-
Coeff. udometrico	5.94	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino B Gumbel - Tr 10 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

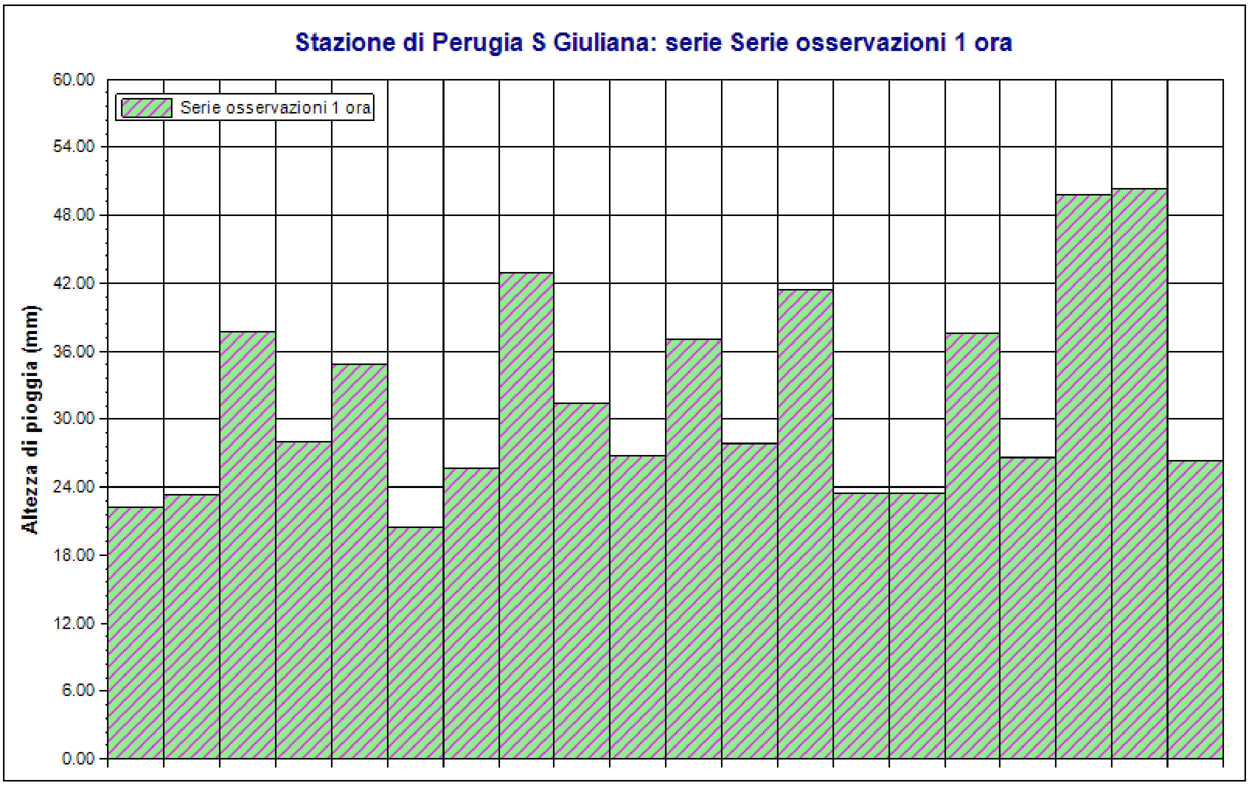
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

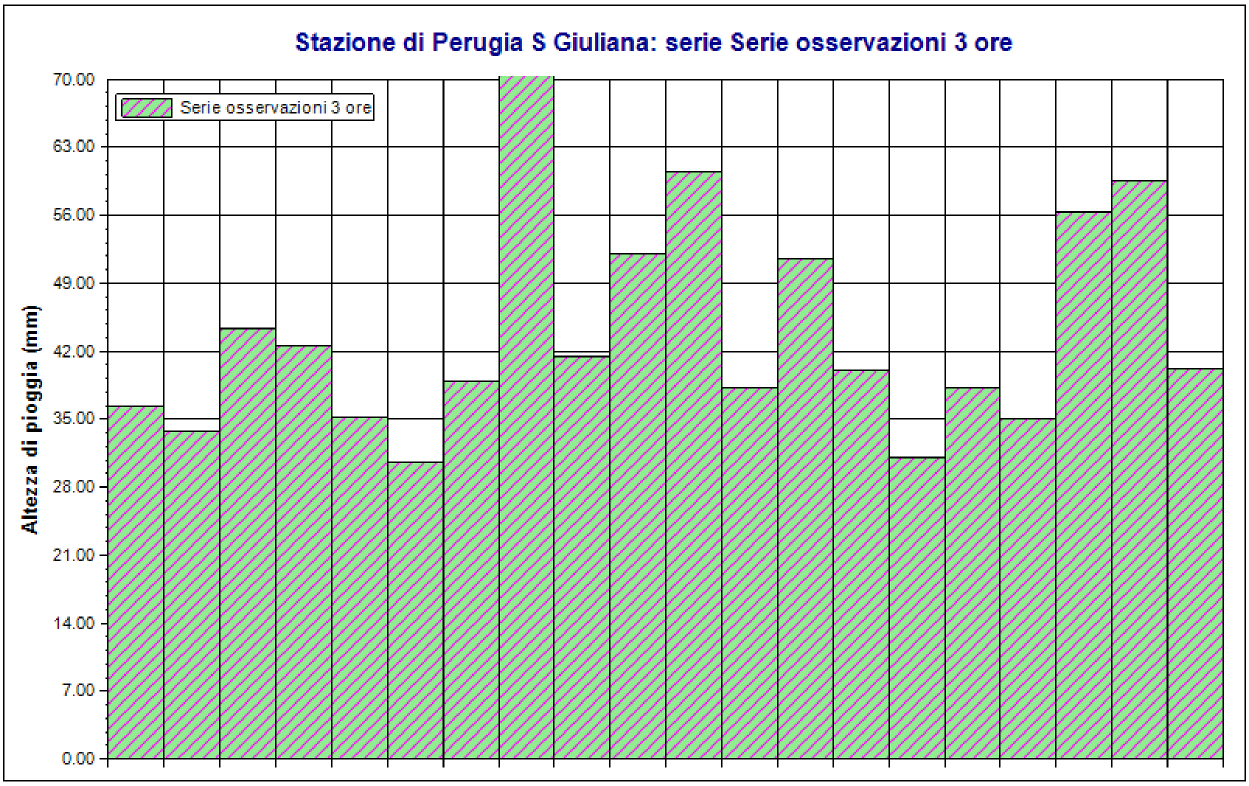
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

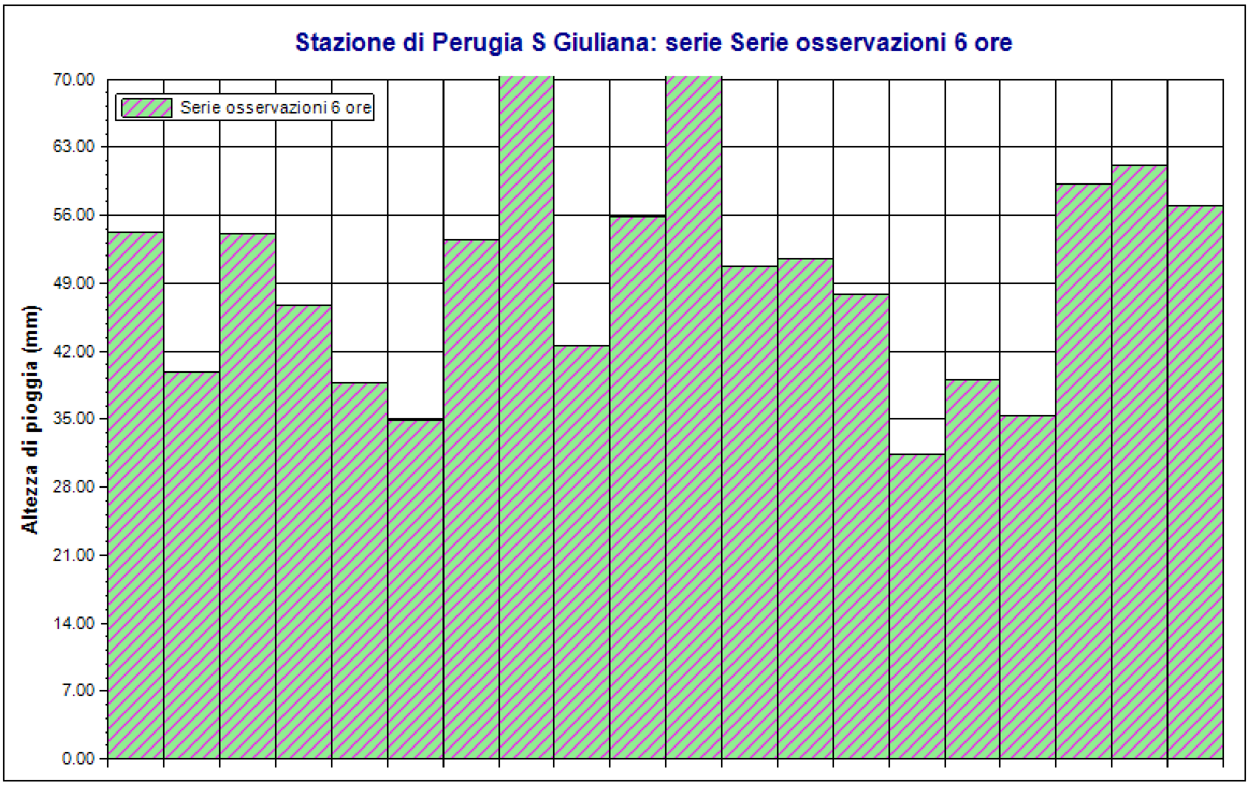
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



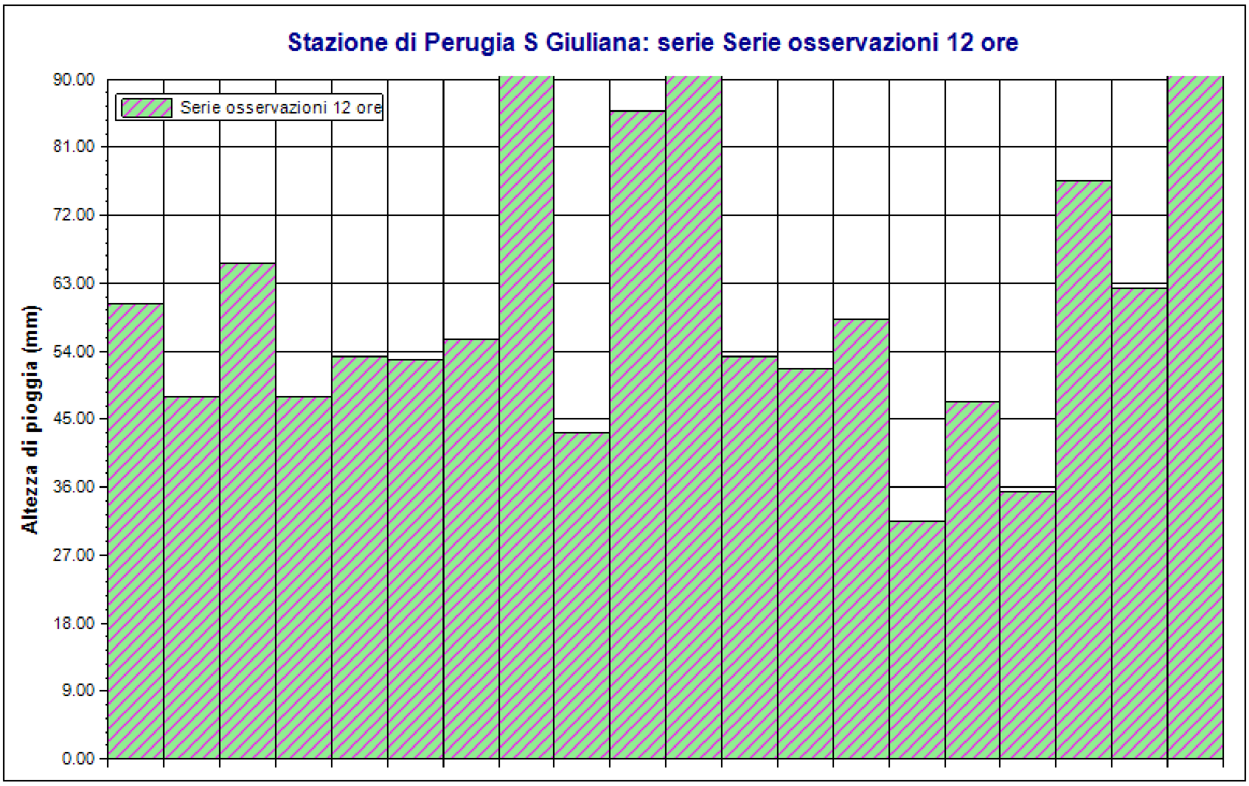
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



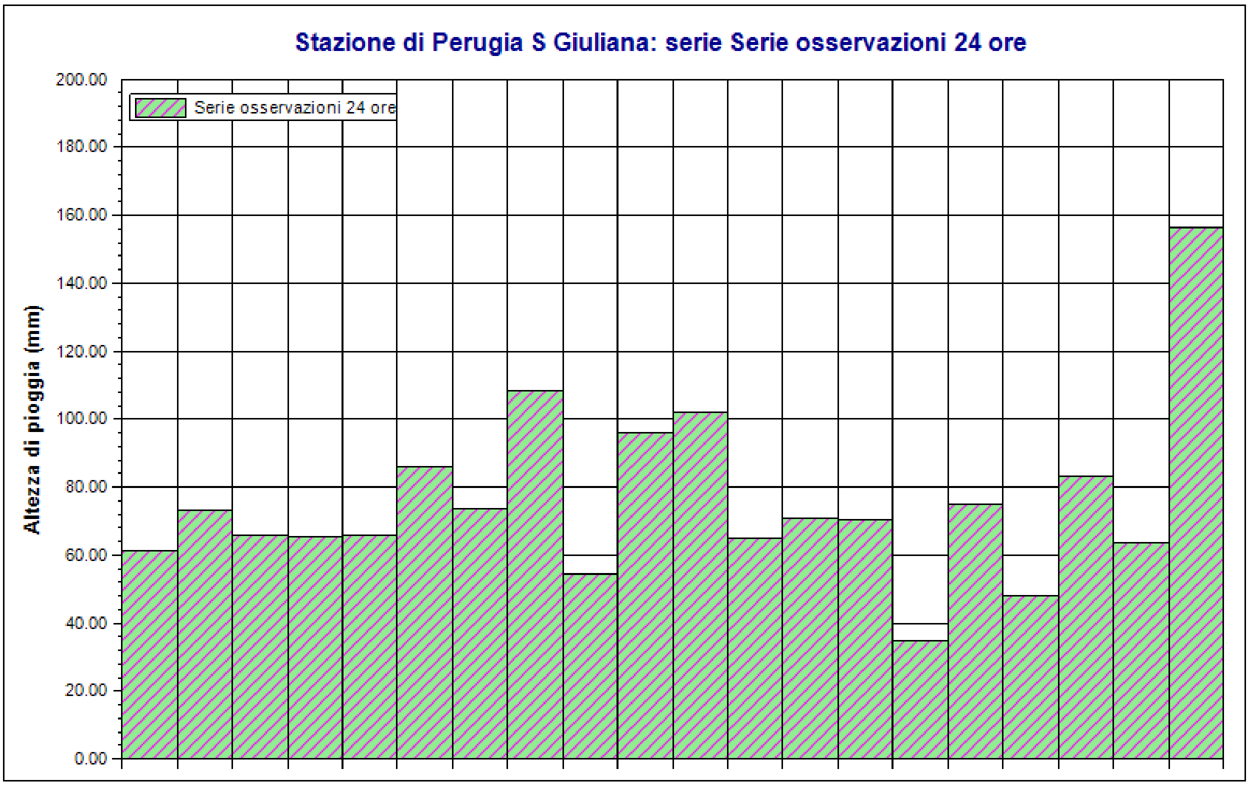
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi\left(x = z_k\right) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

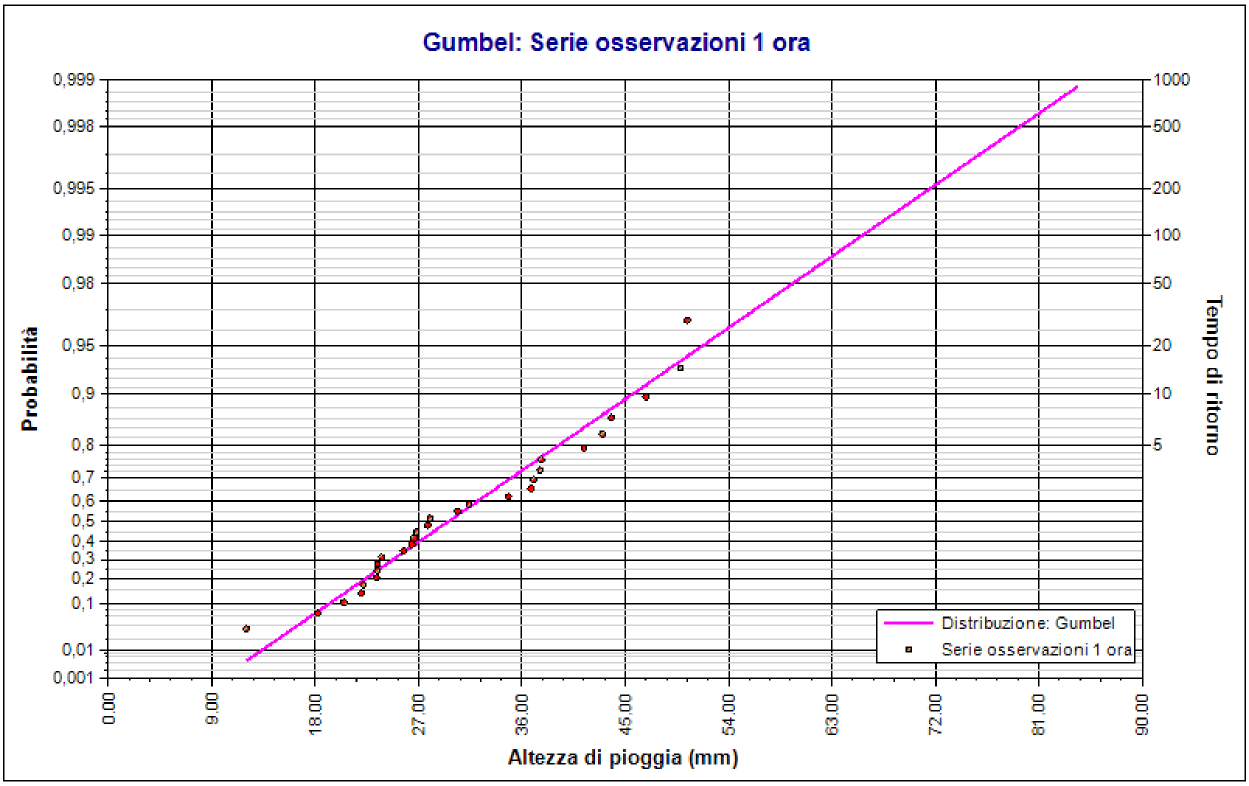
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

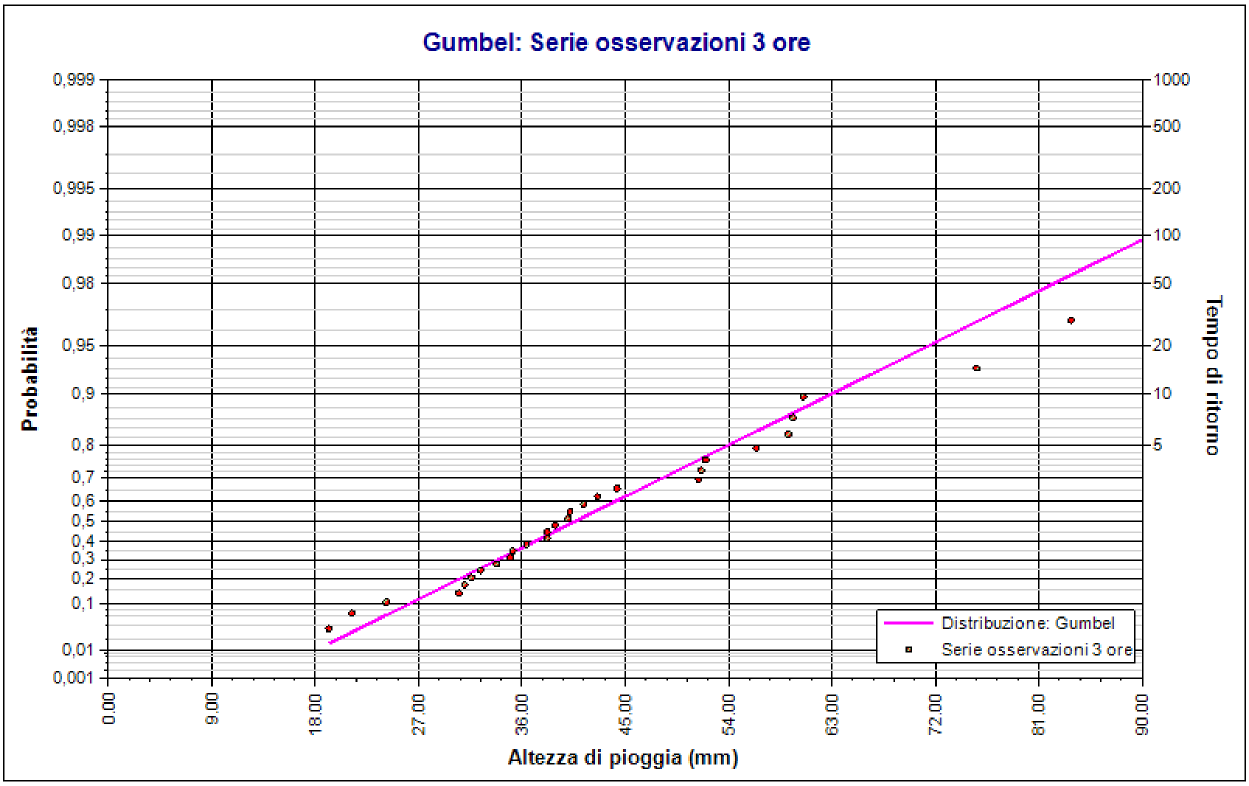
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}117\left(x-26{,}399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}084\left(x-36{,}187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}071\left(x-42{,}675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}062\left(x-49{,}811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}052\left(x-60{,}310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

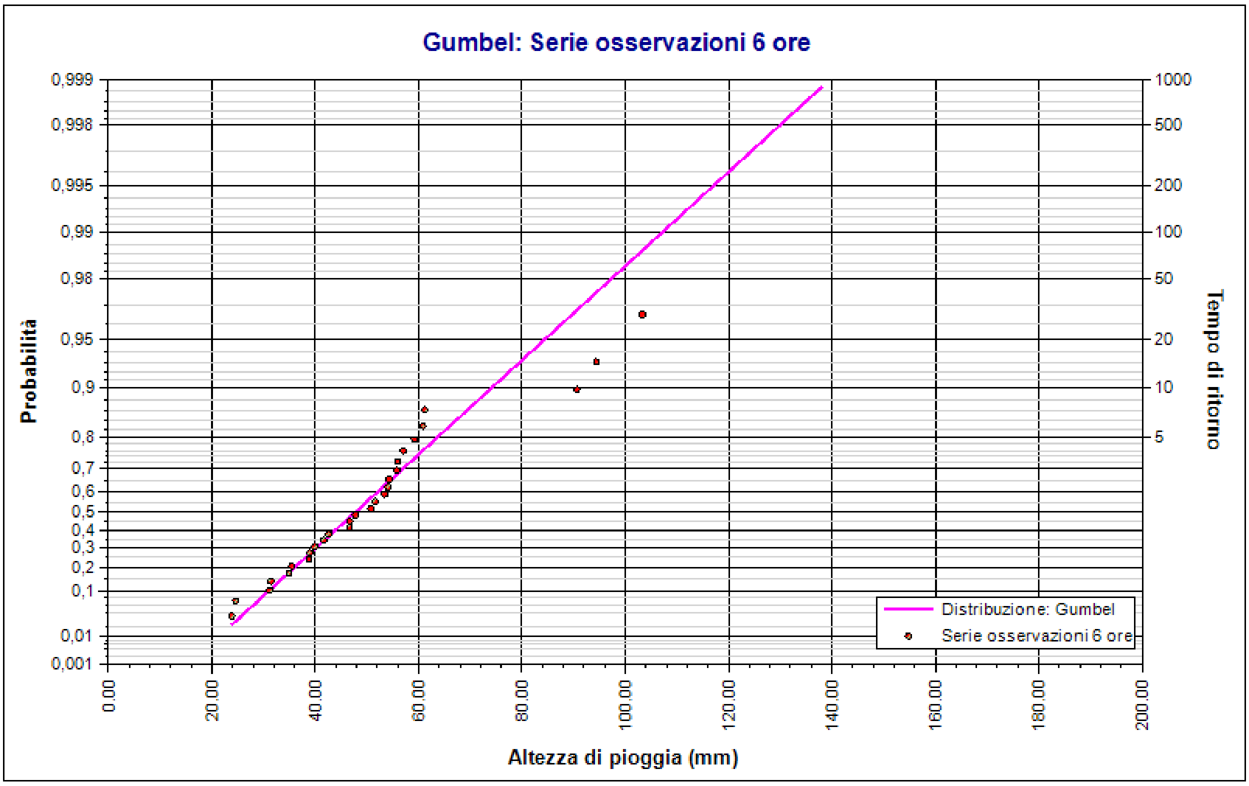
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



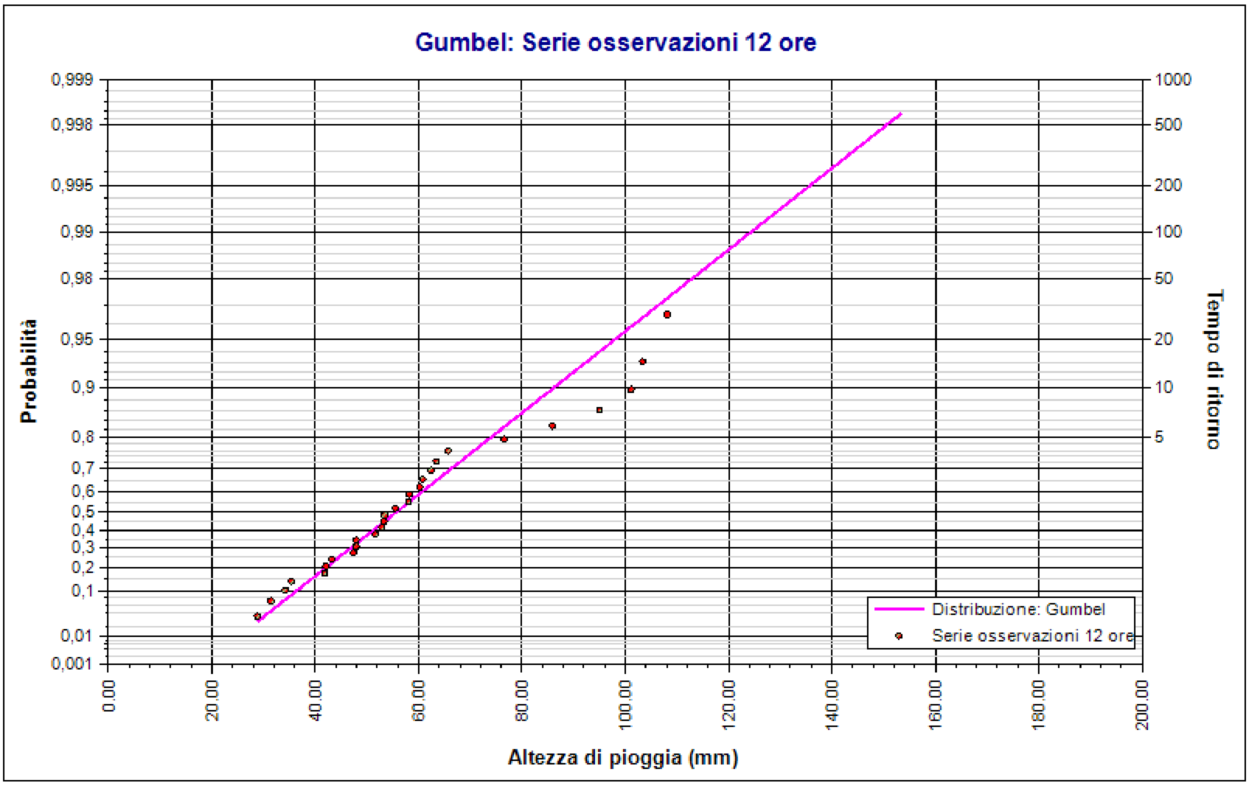
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



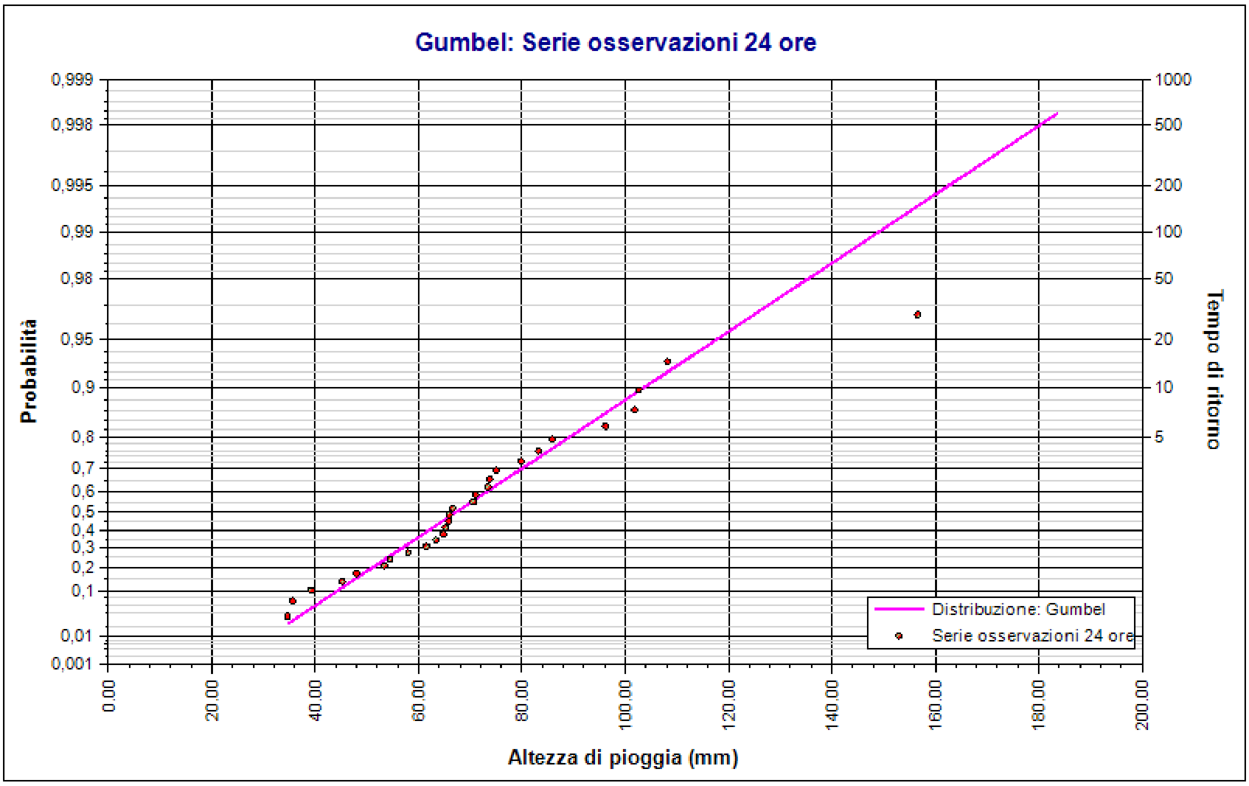
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana

Tempo di ritorno: 200.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

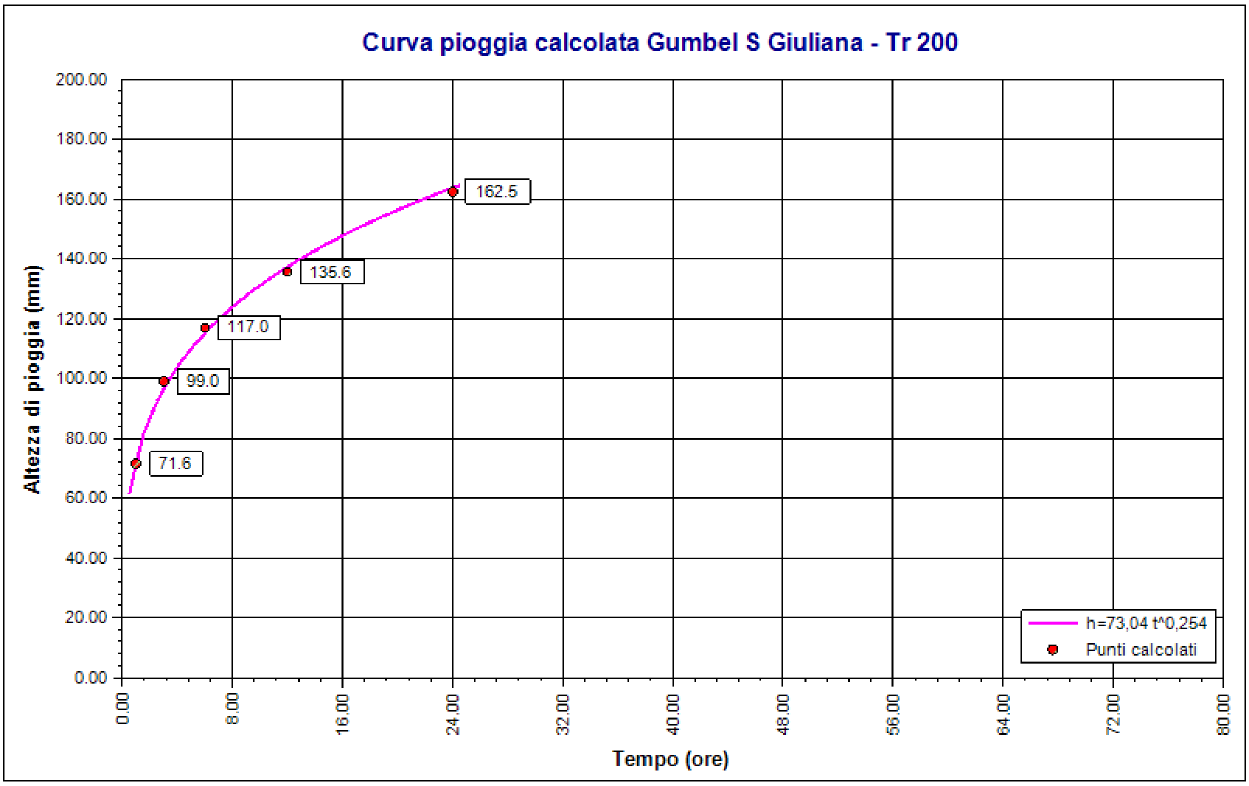
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	71.562
2	3.000	180	98.983
3	6.000	360	117.008
4	12.000	720	135.635
5	24.000	1440	162.485

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
73.04	0.25	1.00	$h(t) = 73{,}0\, t^{0{,}254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	73.043		9	127.648		17	150.033
2	87.108		10	131.111		18	152.228
3	96.560		11	134.324		19	154.333
4	103.881		12	137.327		20	156.357
5	109.941		13	140.148		21	158.308
6	115.153		14	142.812		22	160.190
7	119.752		15	145.337		23	162.009
8	123.885		16	147.740		24	163.770



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

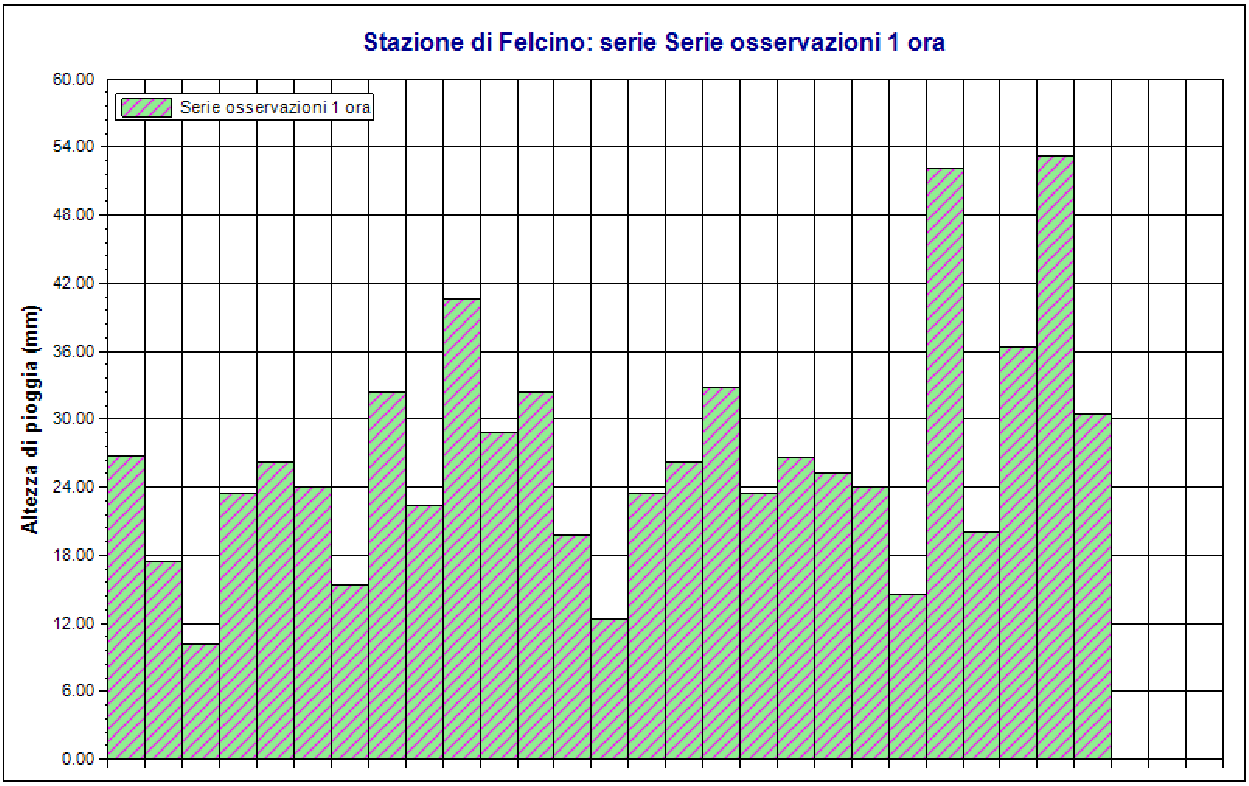
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

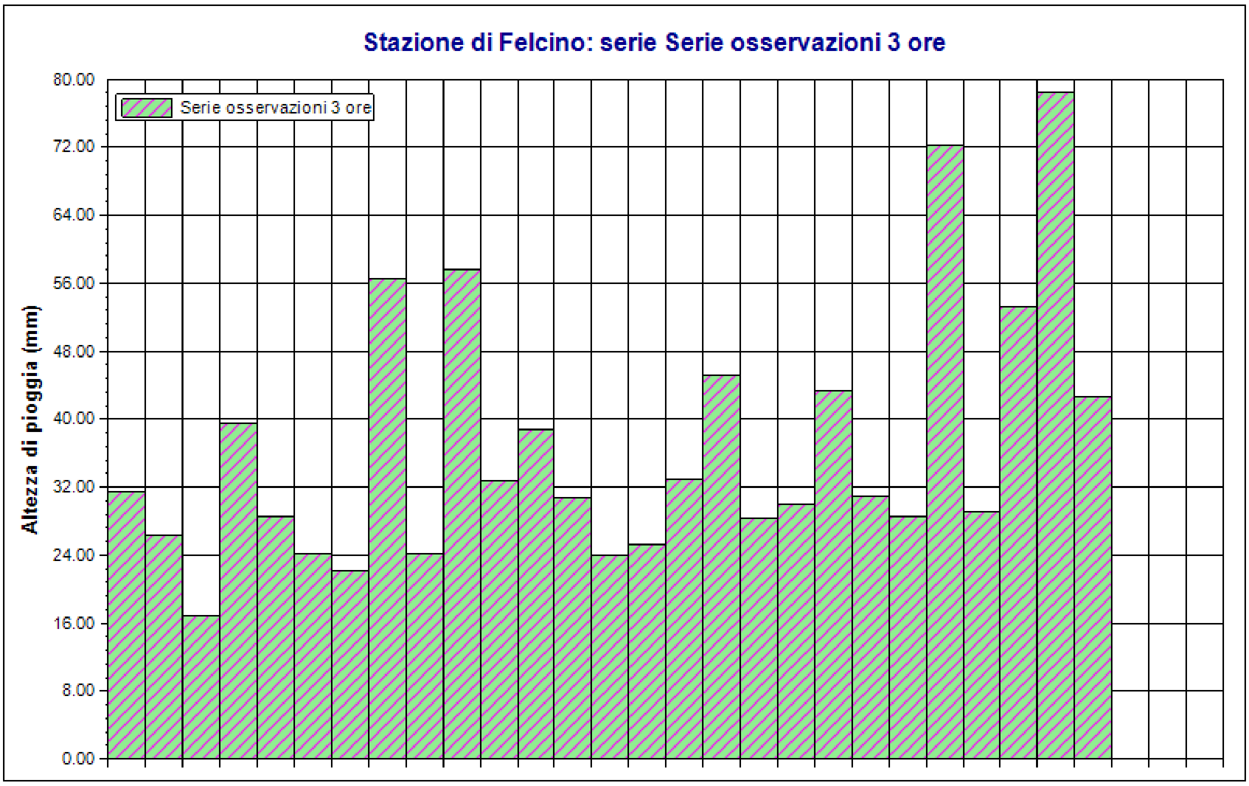
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

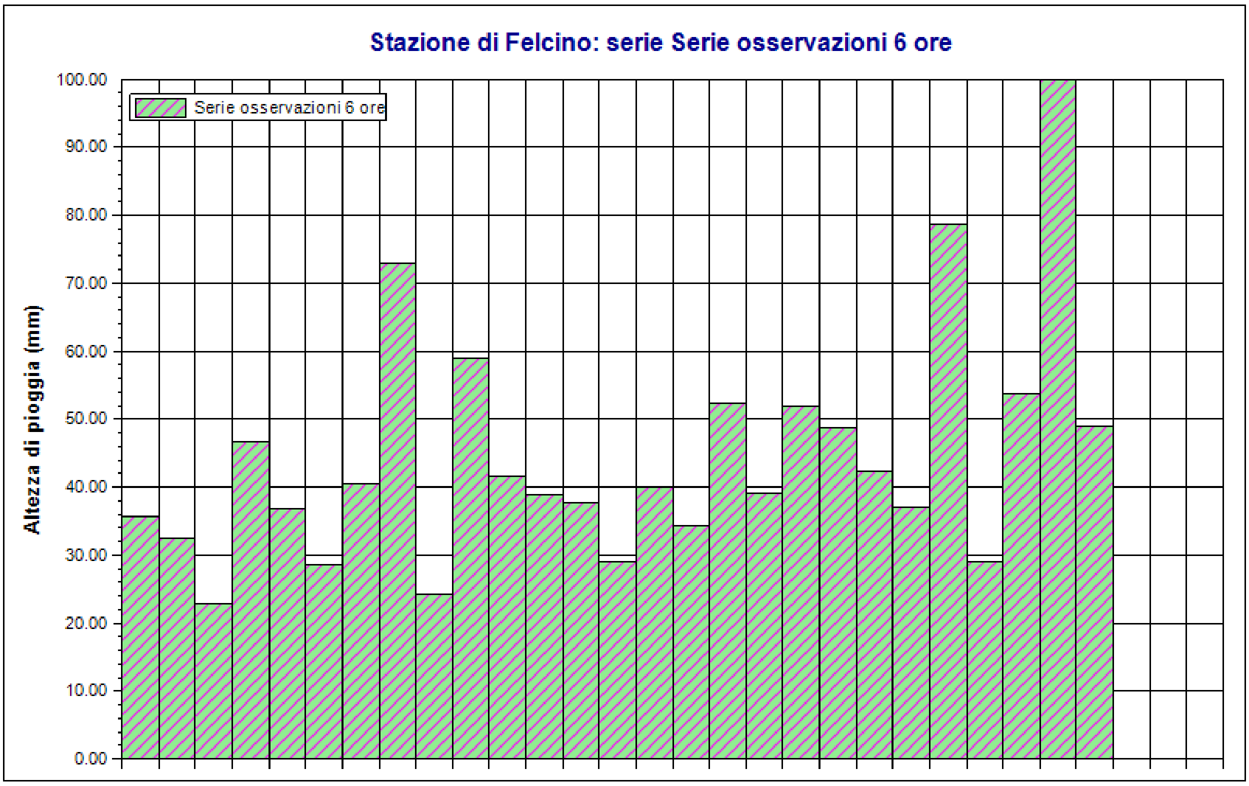
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



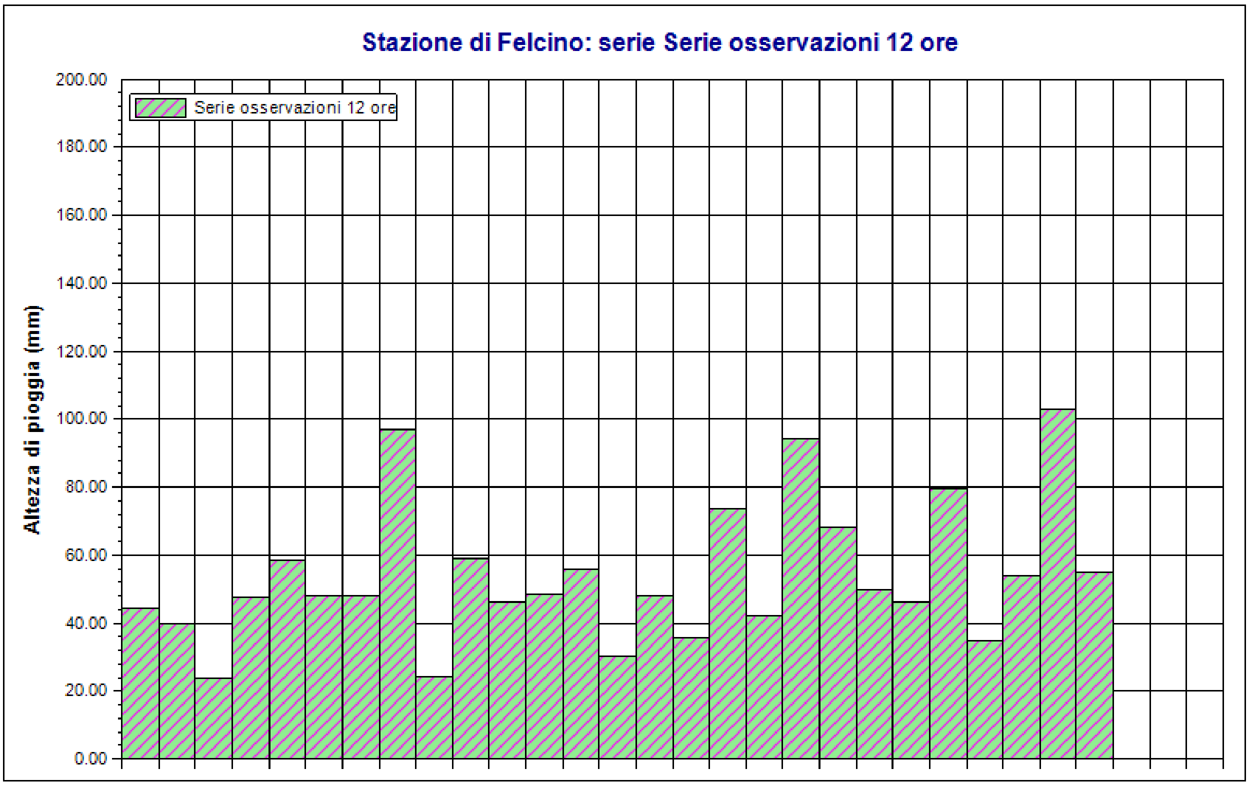
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



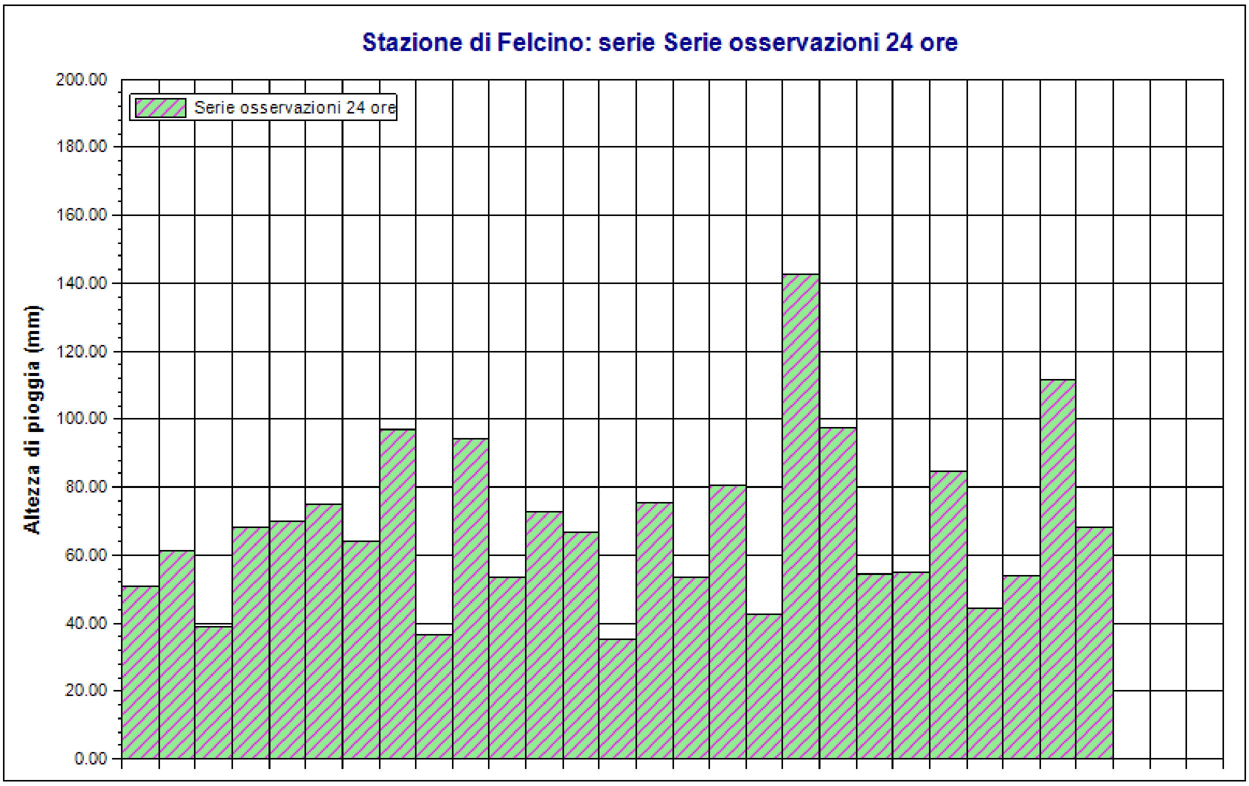
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

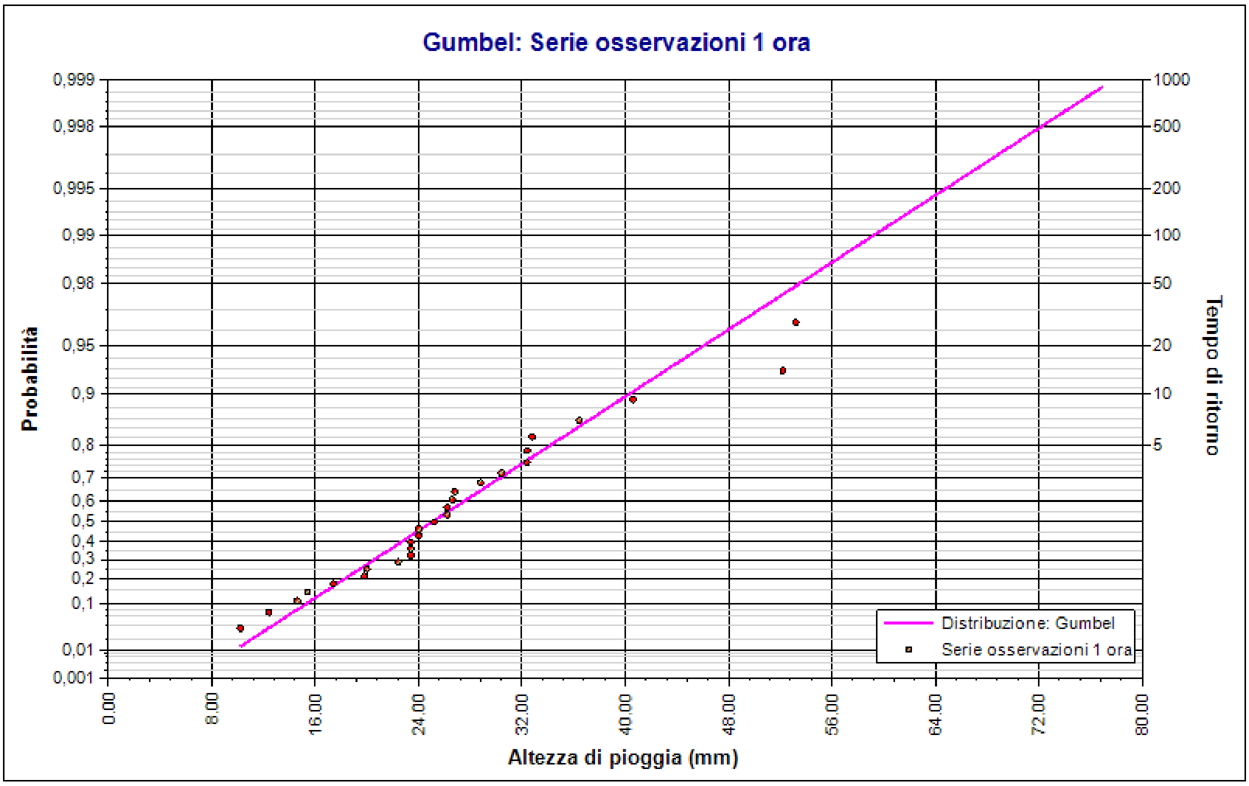
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

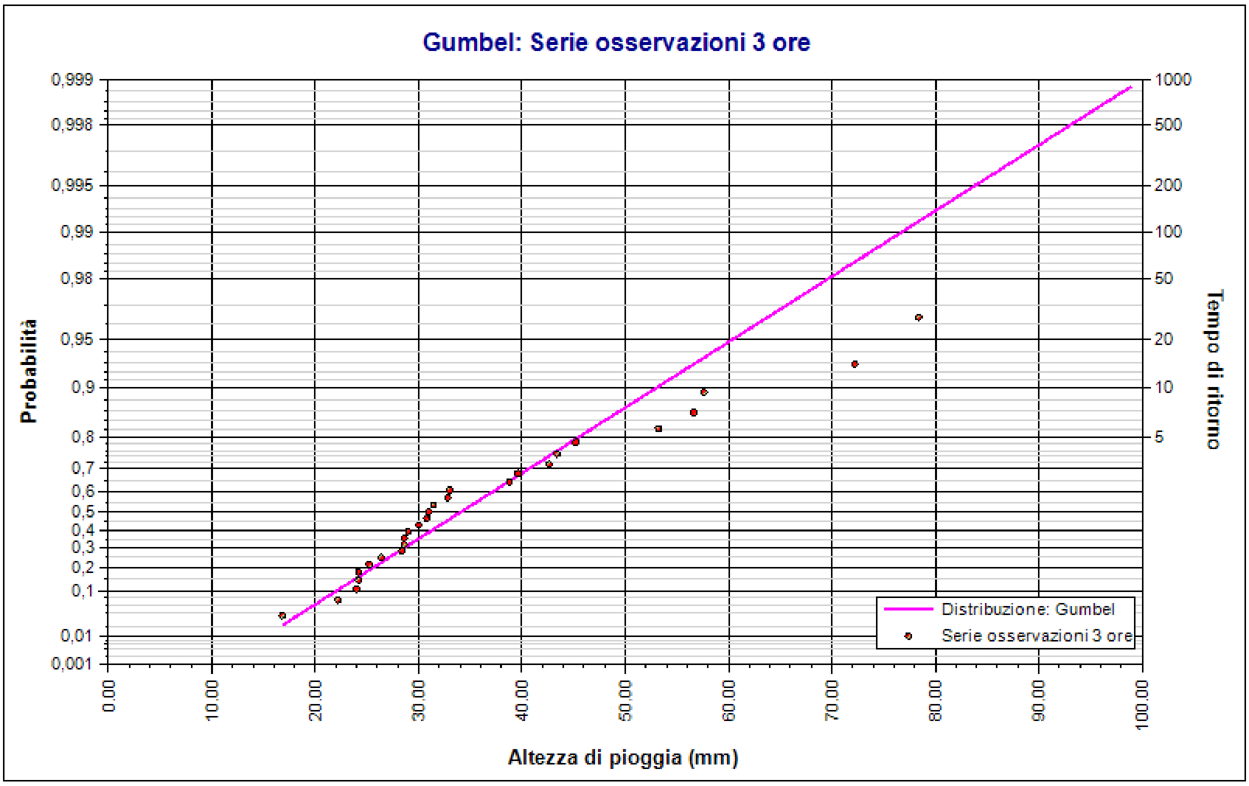
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}124\left(x-22{,}103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}099\left(x-30{,}422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}087\left(x-37{,}409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}064\left(x-44{,}797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}055\left(x-57{,}579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

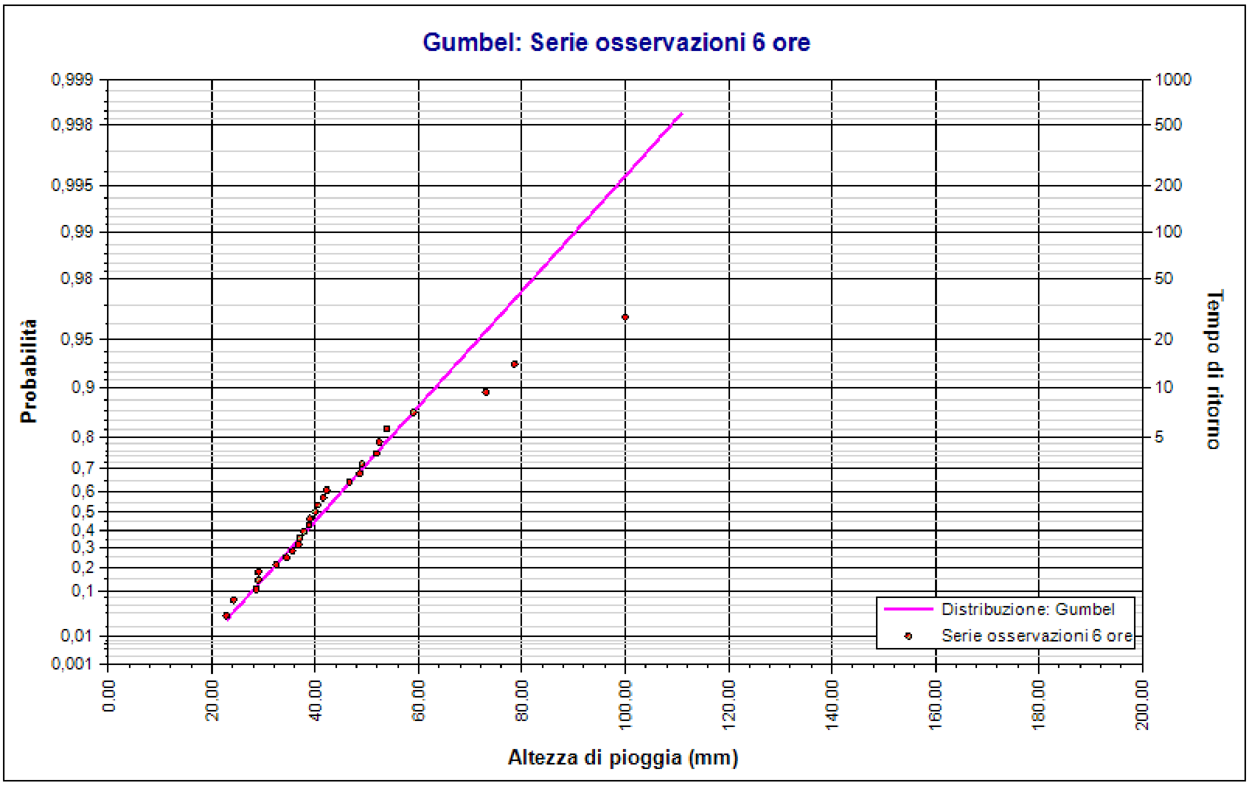
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



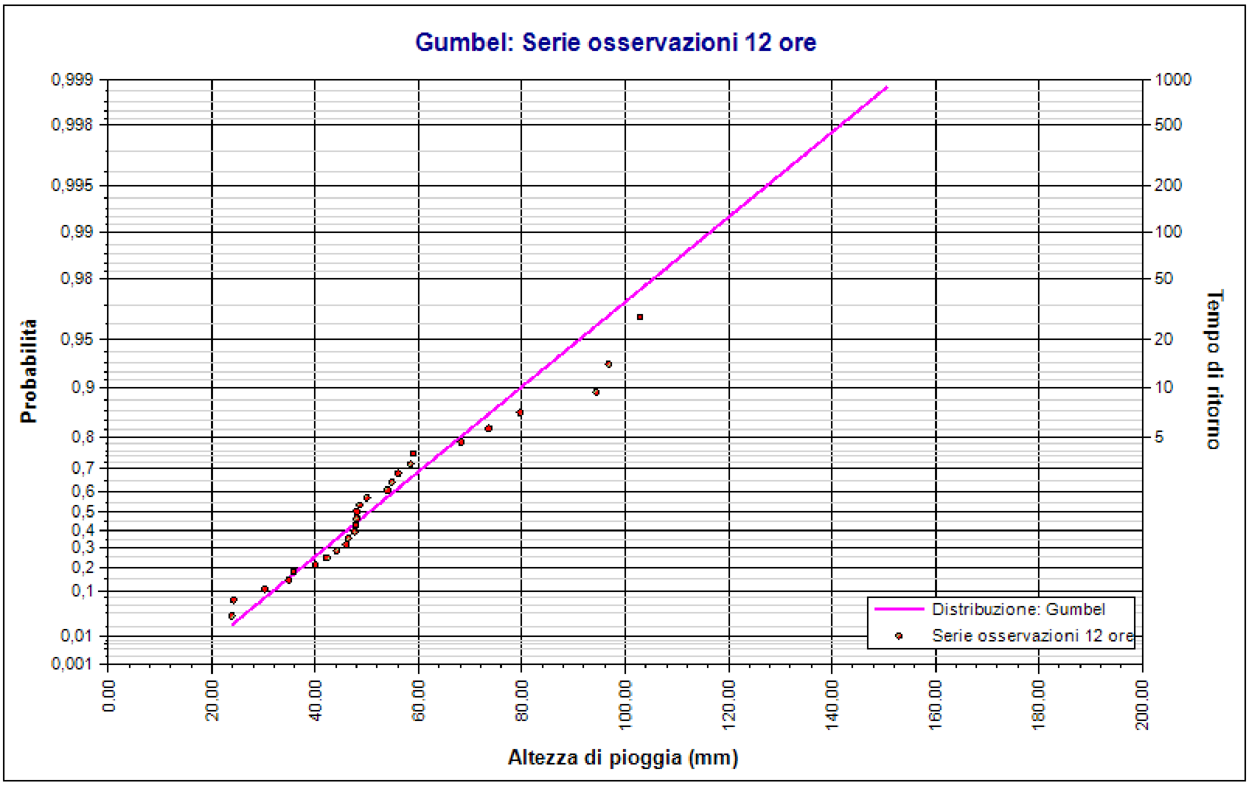
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



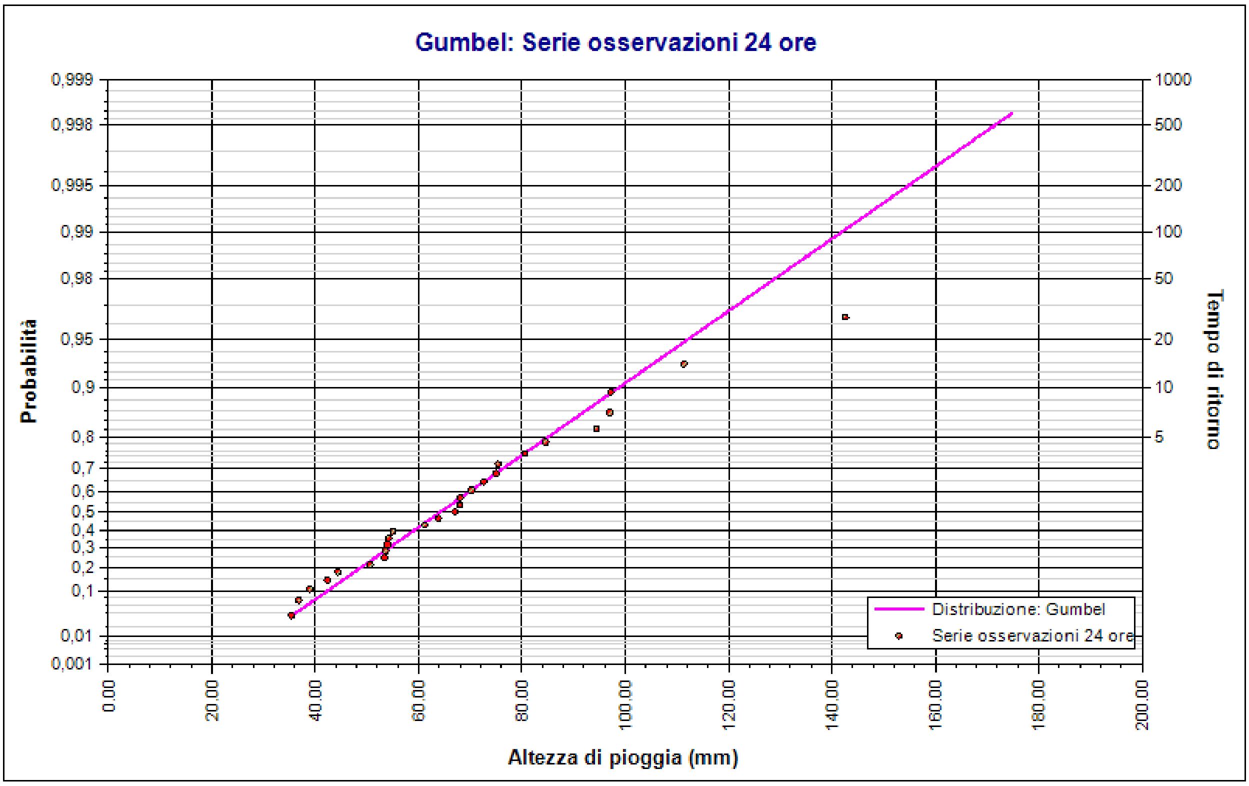
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino

Tempo di ritorno: 200.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

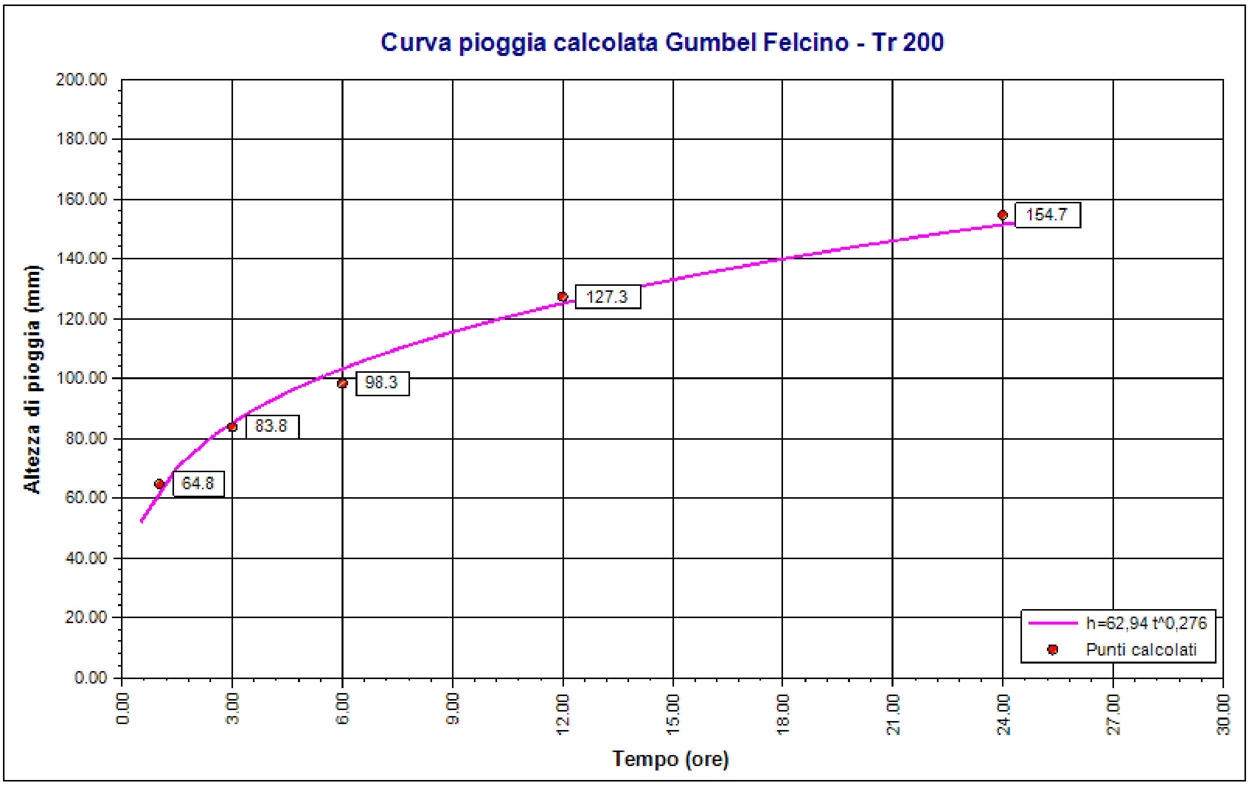
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	64.824
2	3.000	180	83.786
3	6.000	360	98.286
4	12.000	720	127.337
5	24.000	1440	154.672

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
62.94	0.28	1.00	$h(t) = 62{,}9\ t^{0{,}276}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	62.943		9	115.551		17	137.765
2	76.239		10	118.967		18	139.960
3	85.283		11	122.143		19	142.067
4	92.343		12	125.117		20	144.097
5	98.220		13	127.917		21	146.053
6	103.298		14	130.565		22	147.944
7	107.795		15	133.079		23	149.773
8	111.849		16	135.475		24	151.546



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

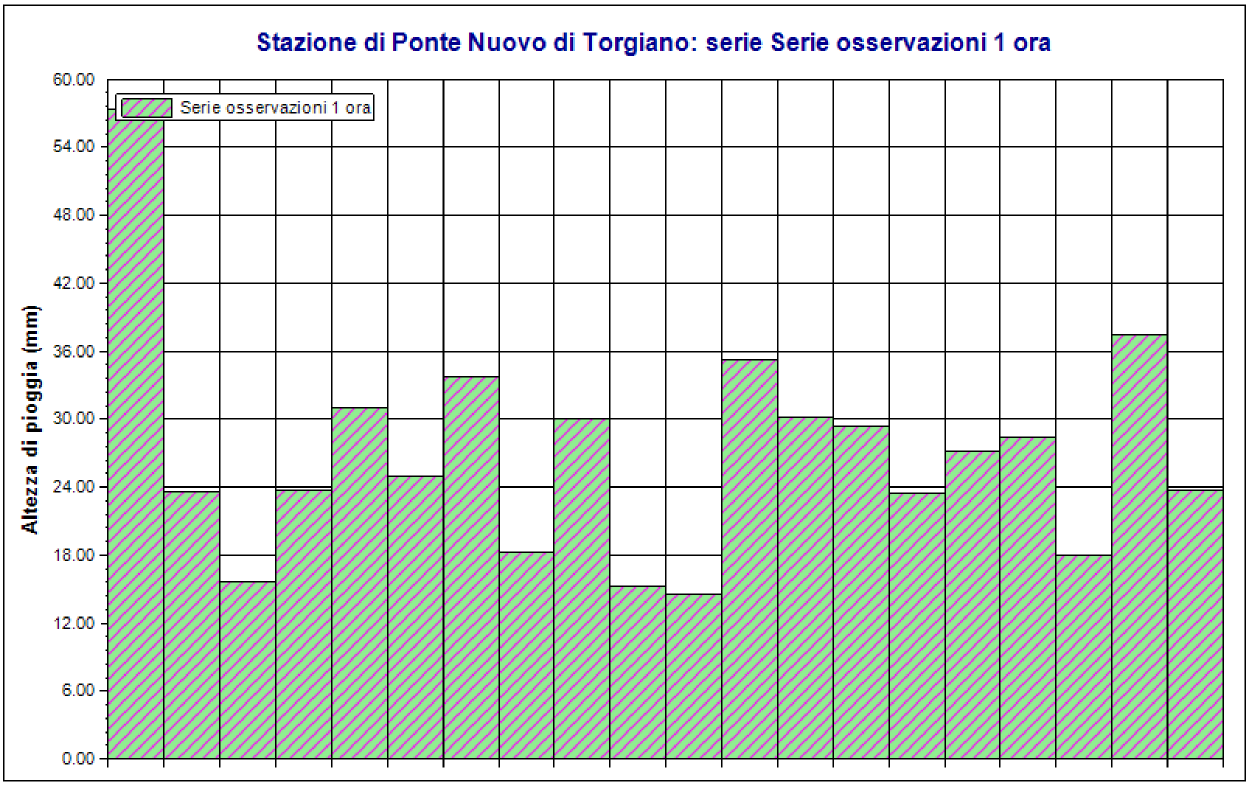
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

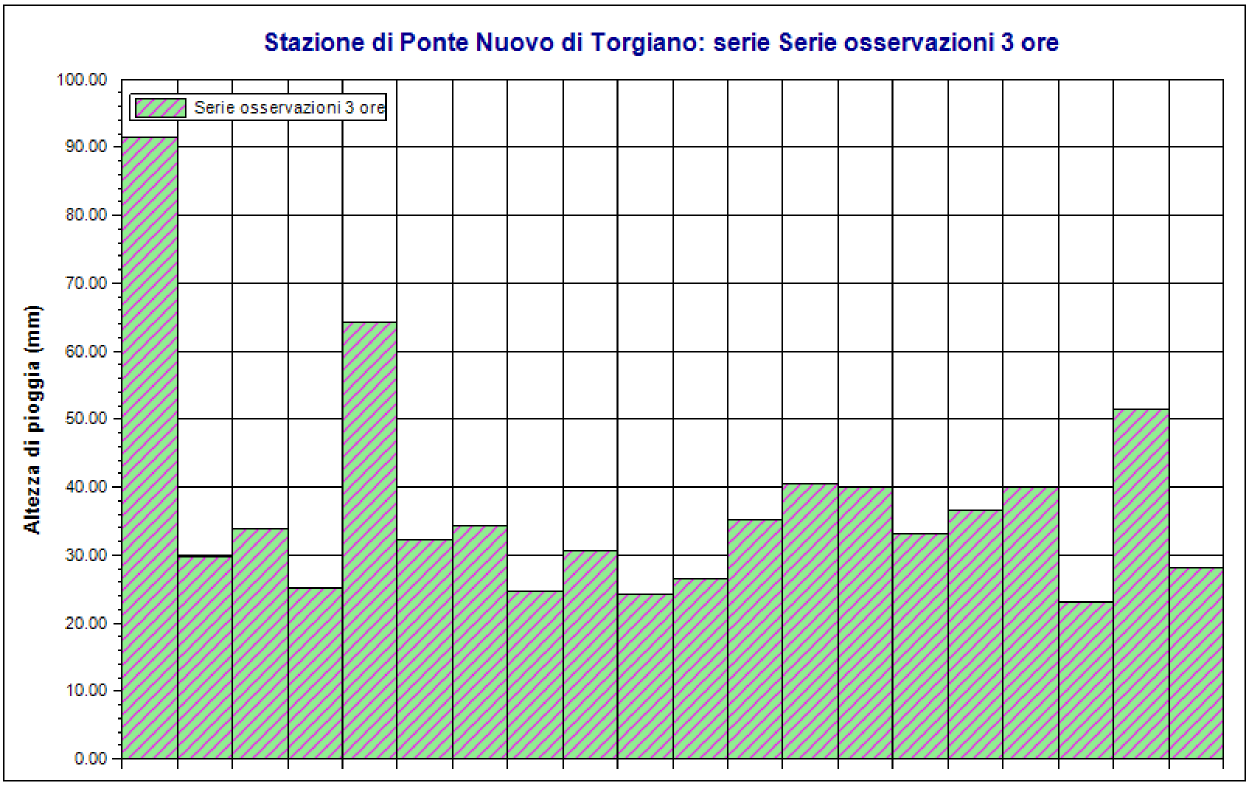
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

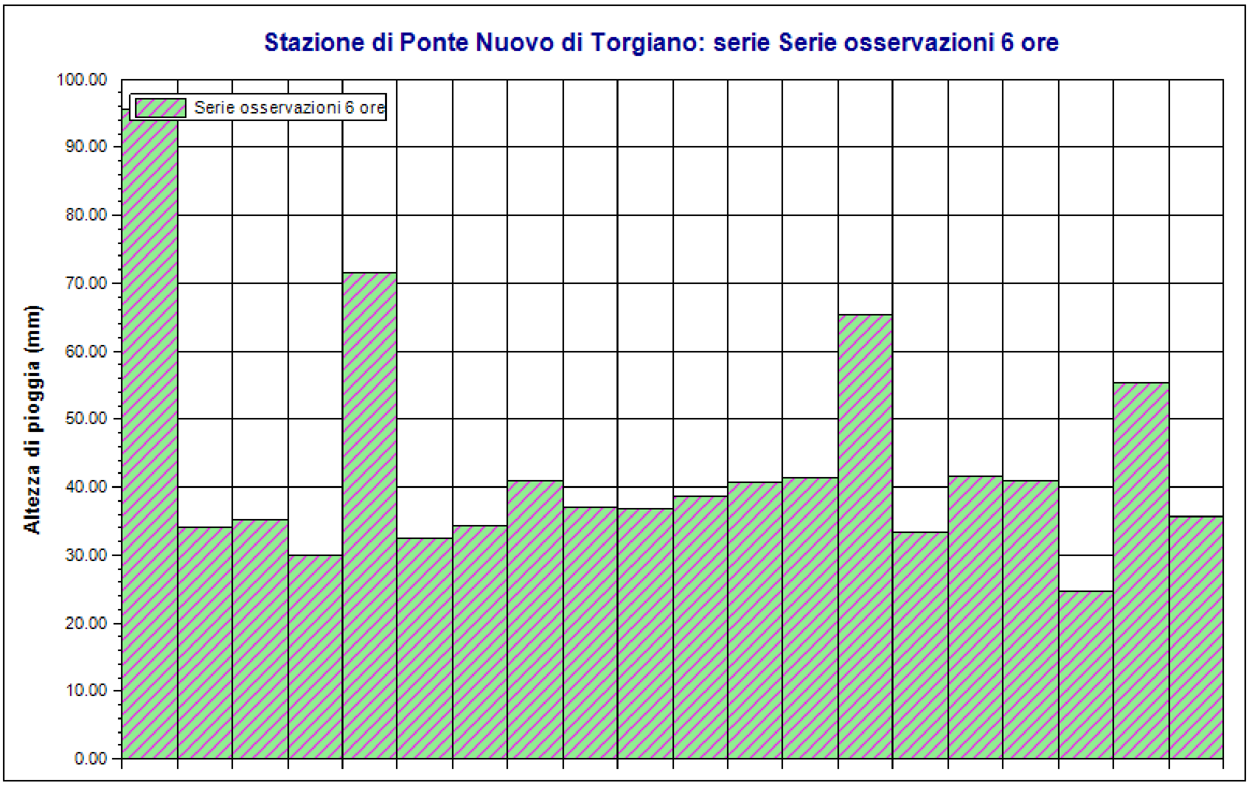
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



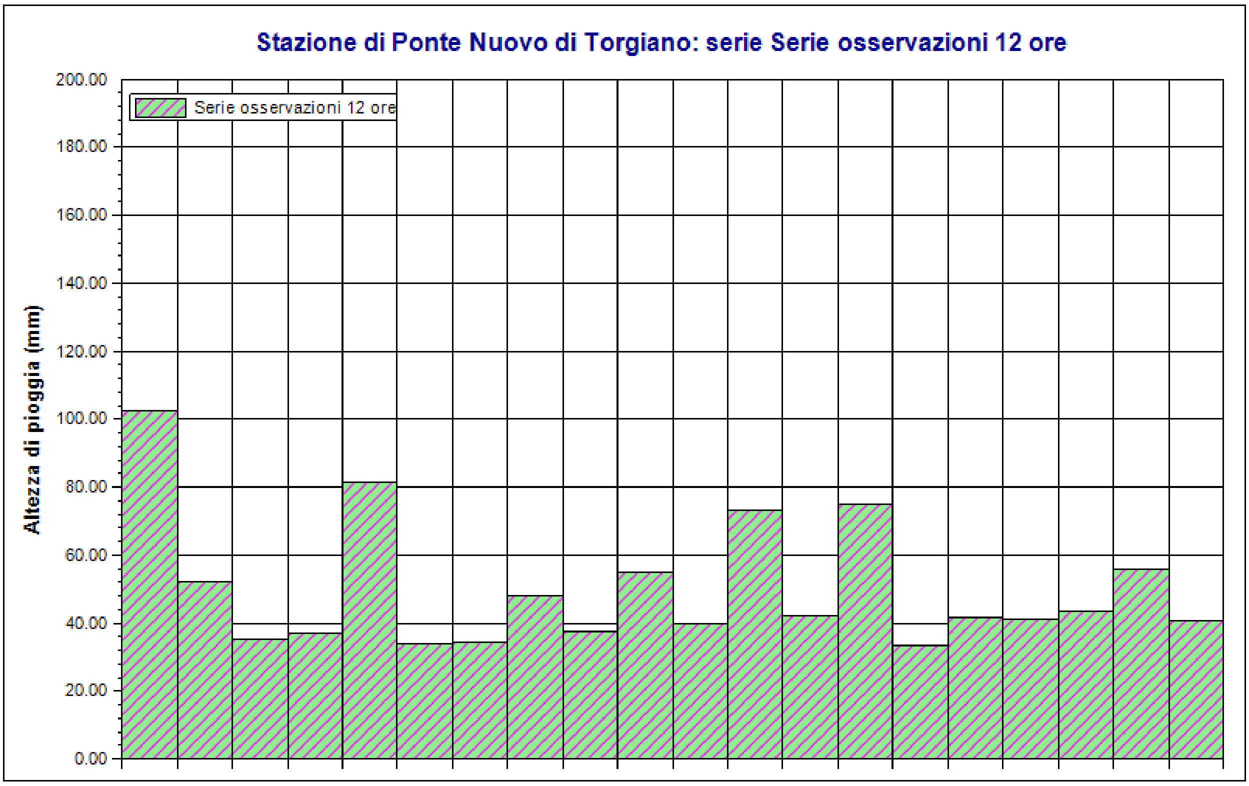
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



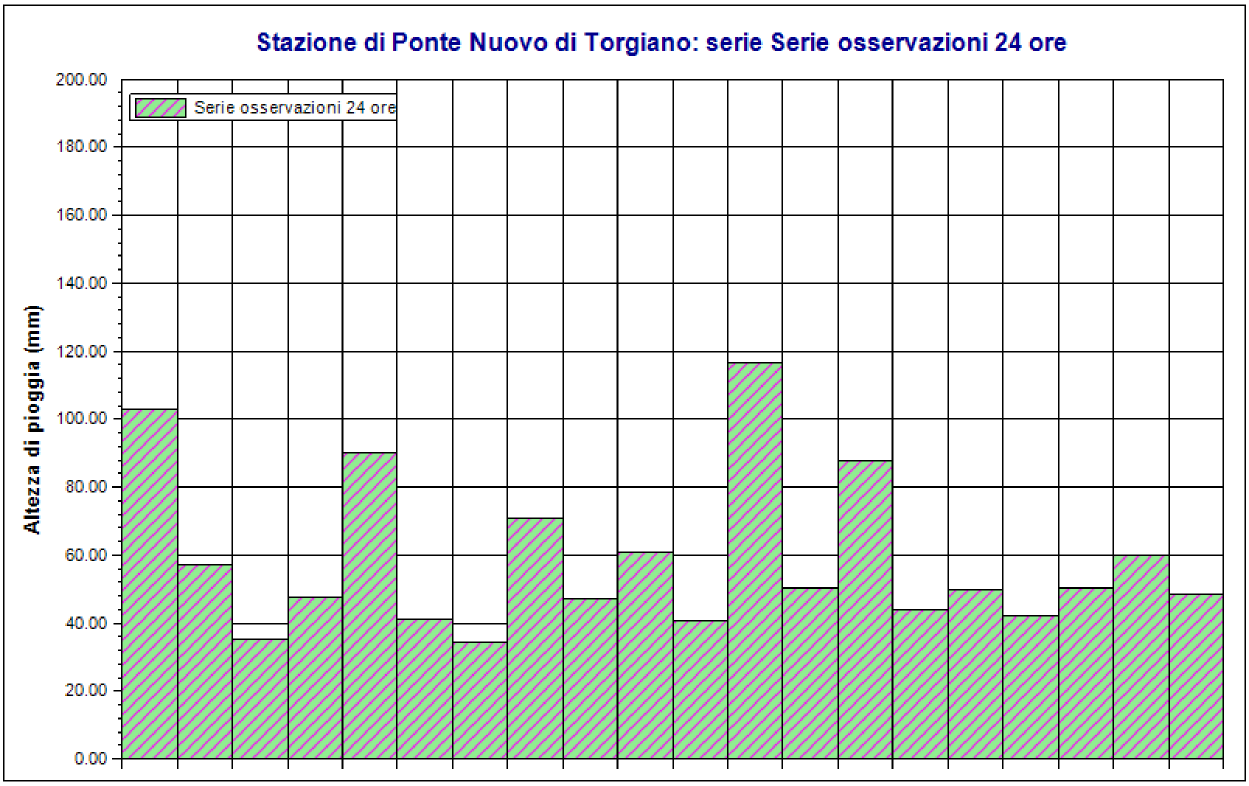
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L’insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall’insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All’interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

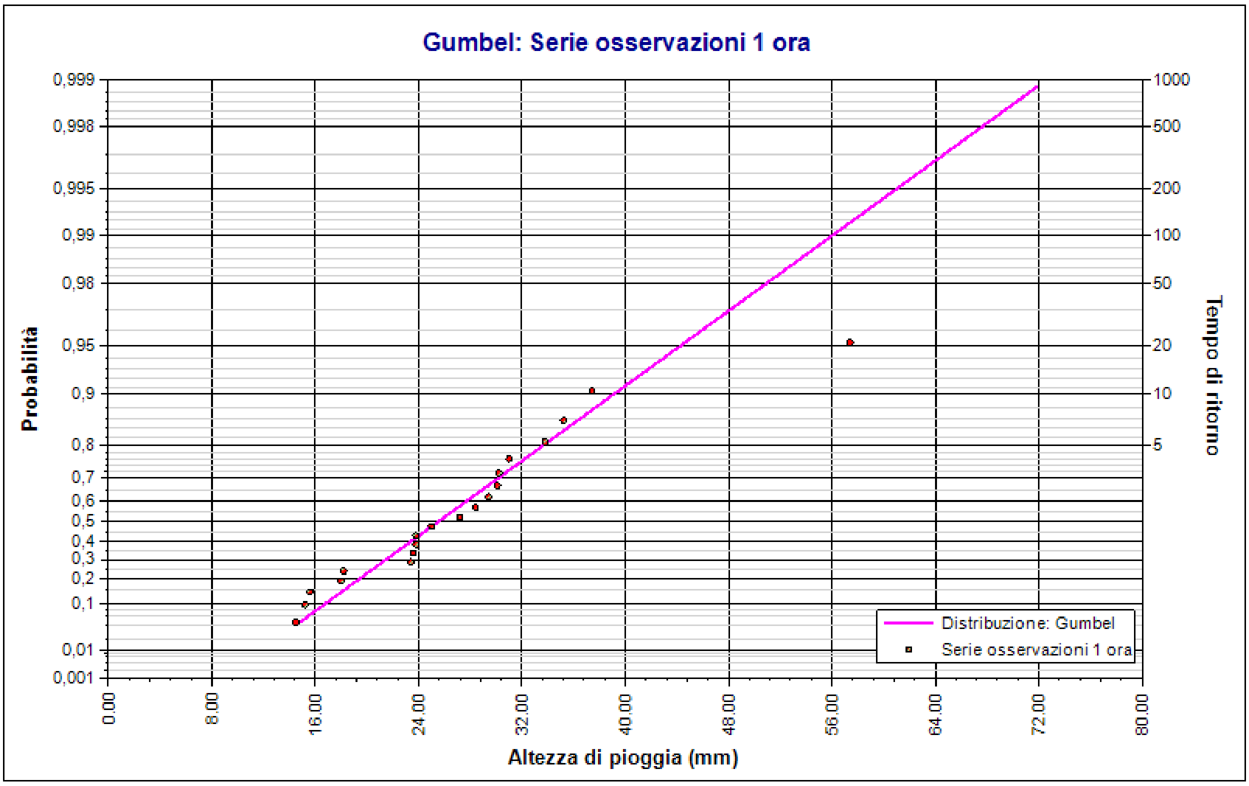
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

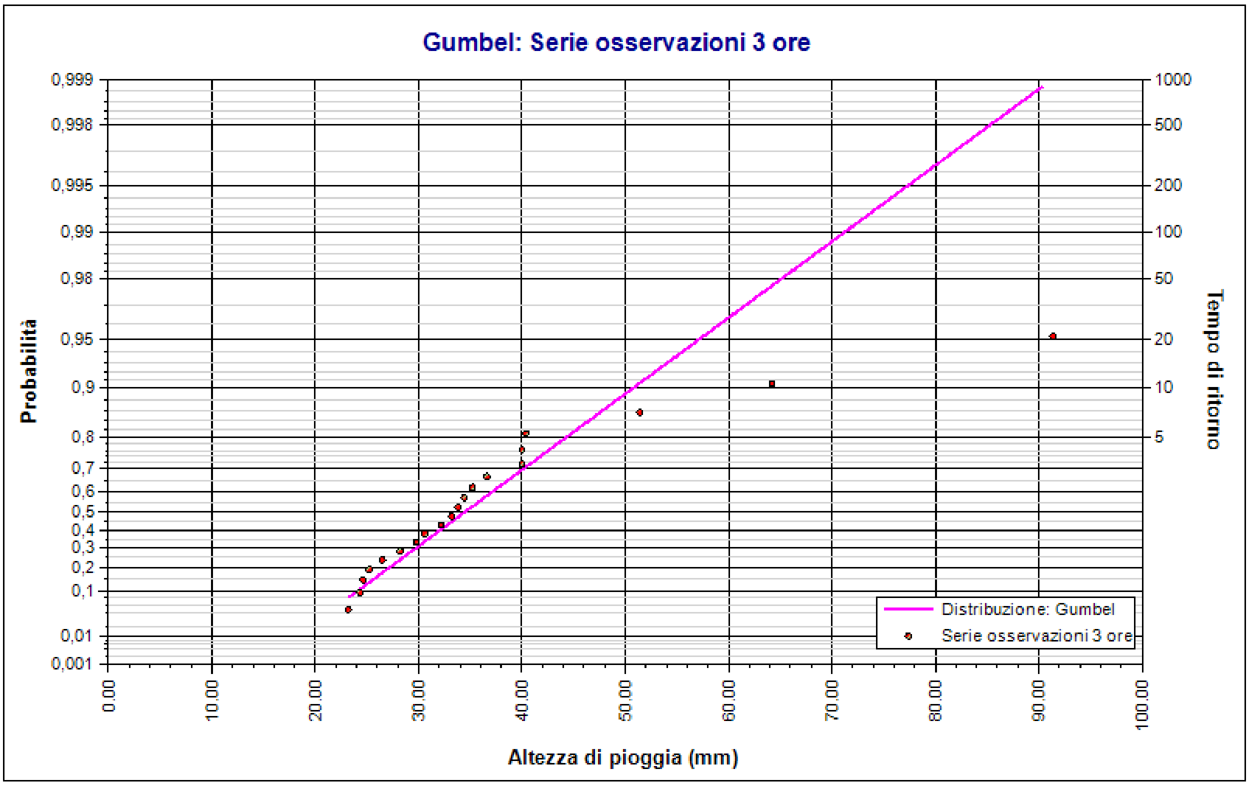
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0,139\left(x - 22,851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0,115\left(x - 31,323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0,105\left(x - 36,893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0,089\left(x - 42,546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0,068\left(x - 49,250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

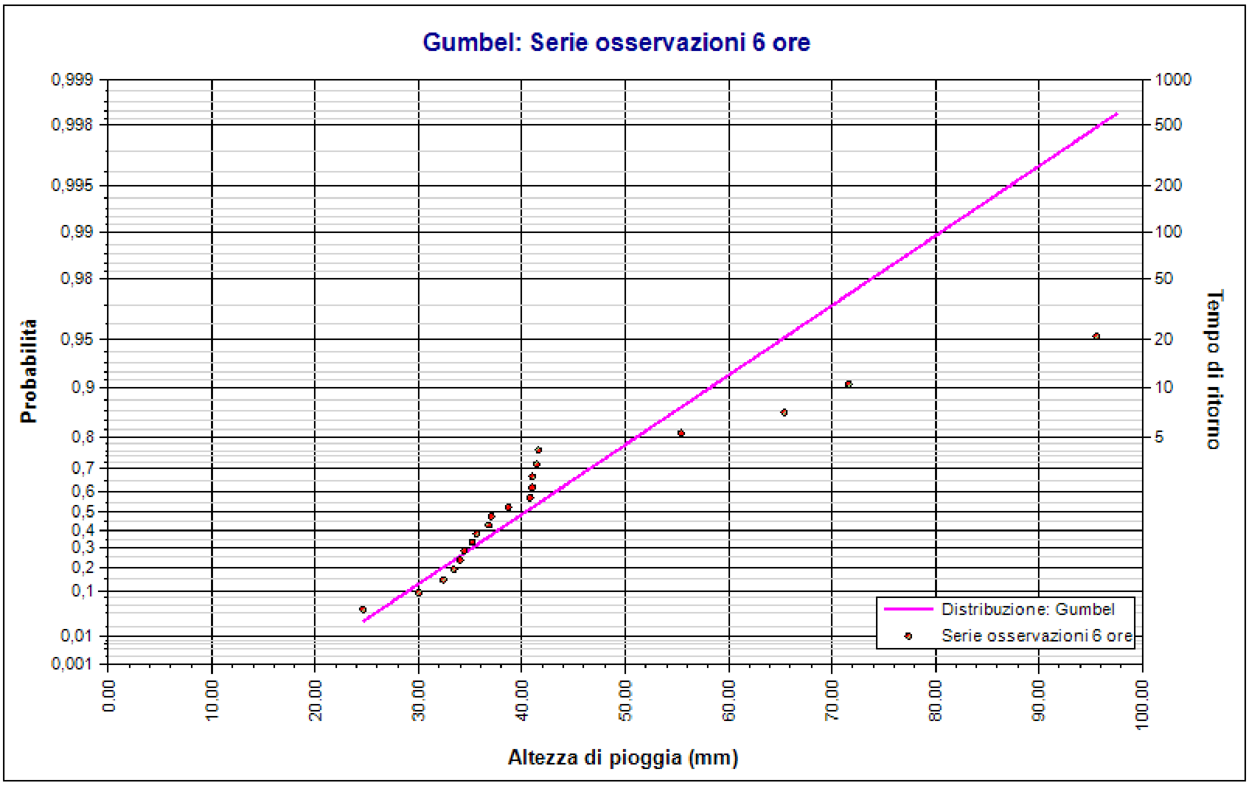
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



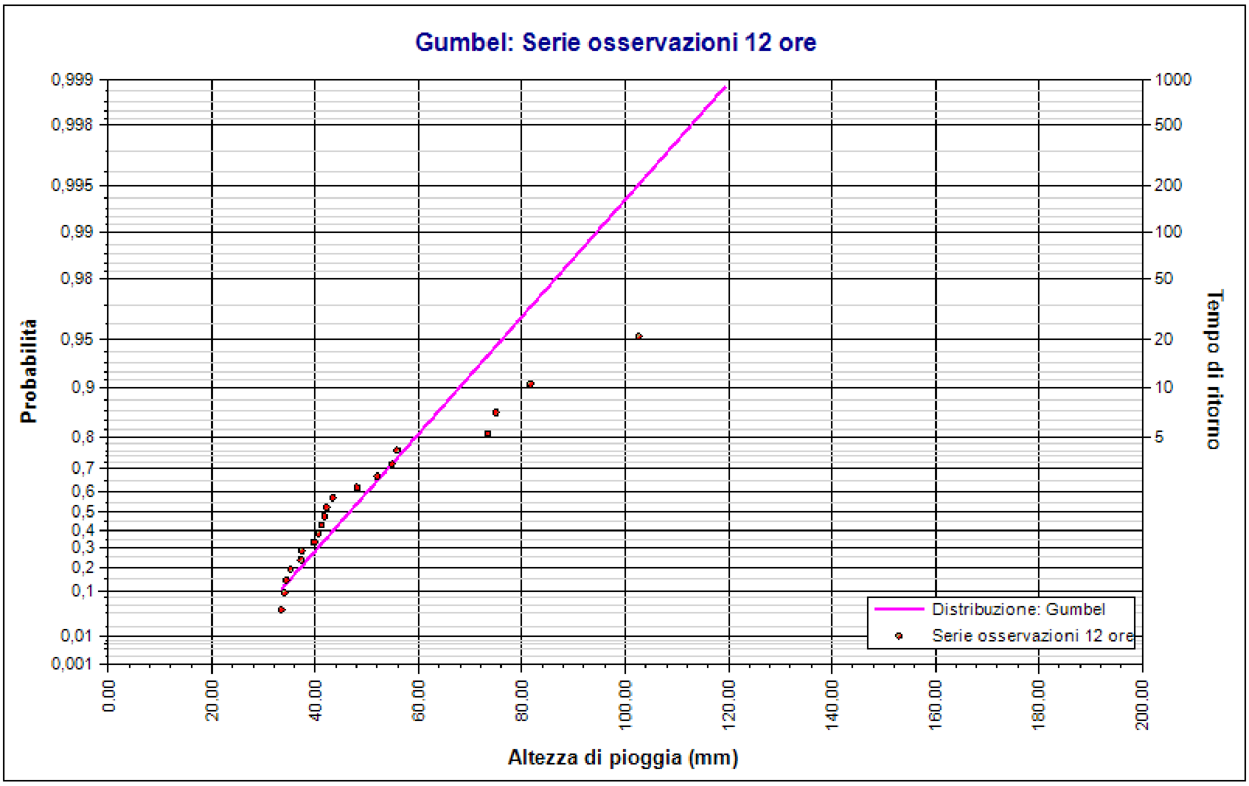
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



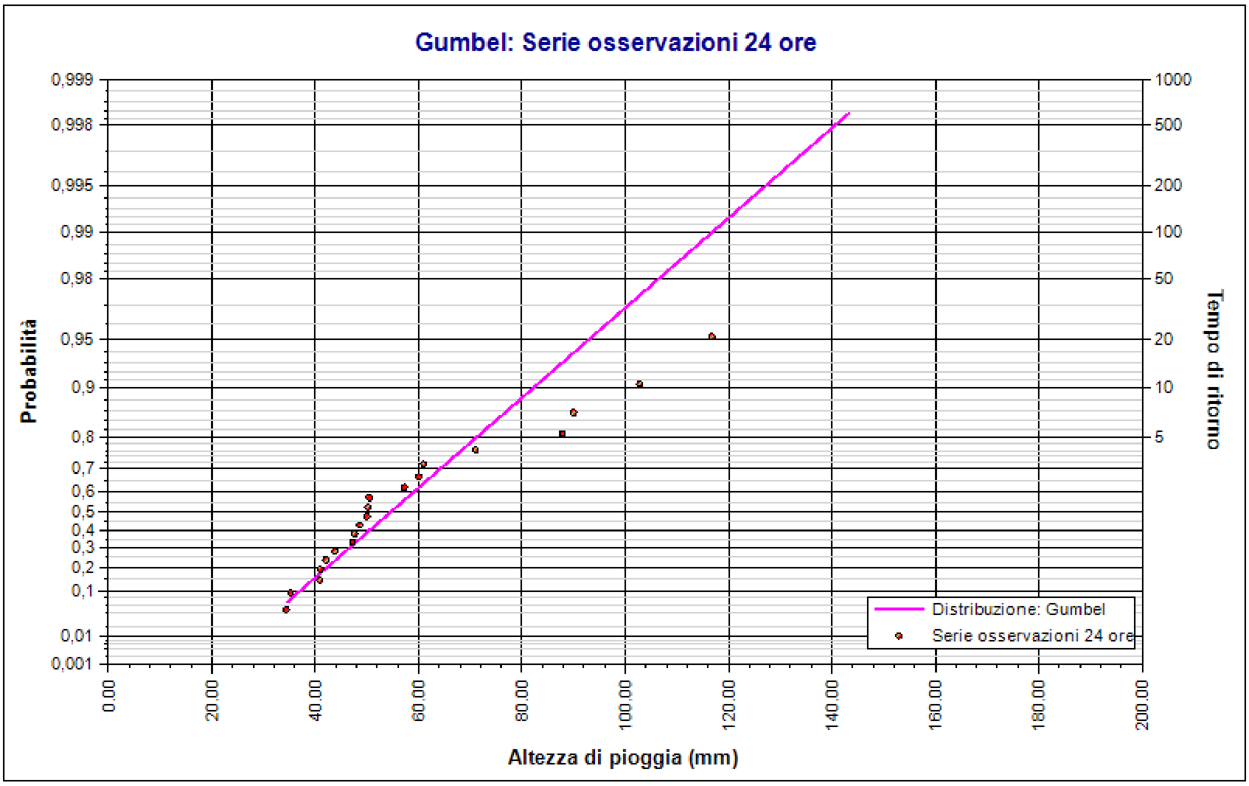
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano

Tempo di ritorno: 200.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

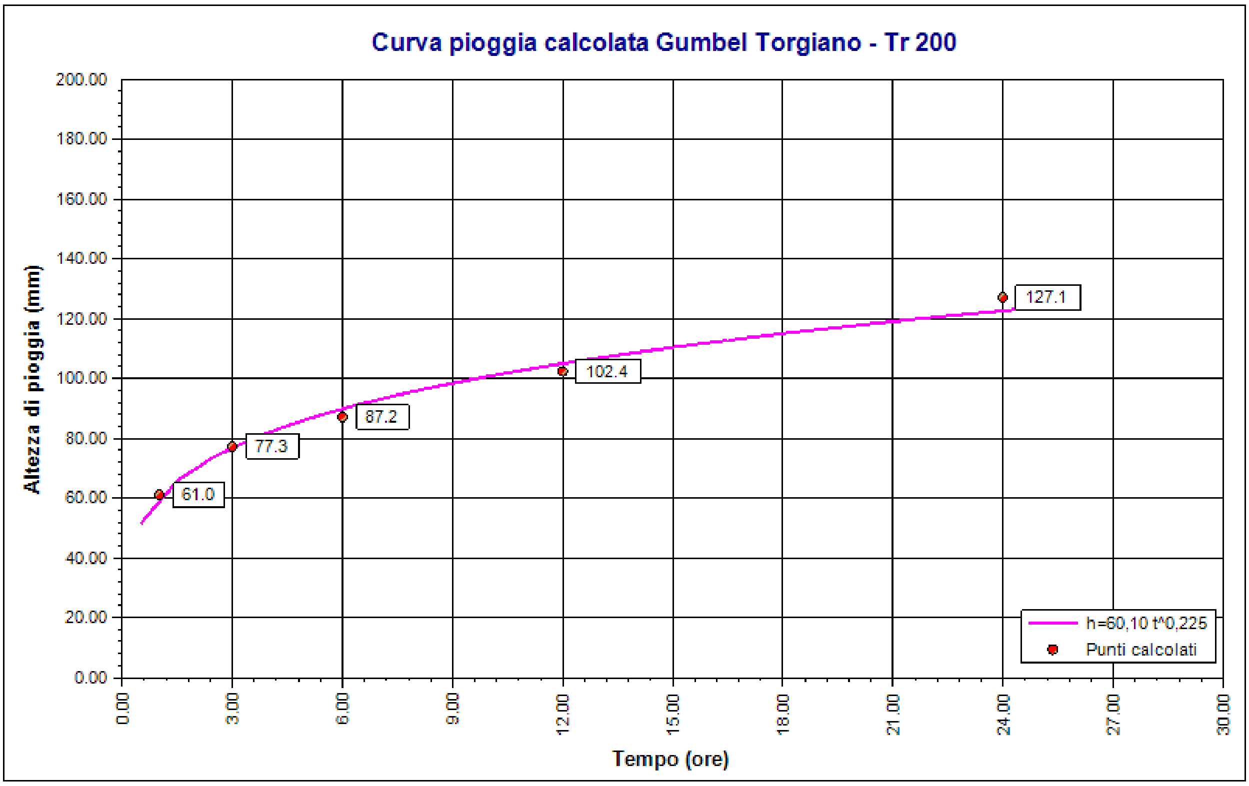
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	61.044
2	3.000	180	77.298
3	6.000	360	87.179
4	12.000	720	102.355
5	24.000	1440	127.118

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
60.10	0.22	0.99	$h(t) = 60,1\ t^{0,225}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	60.099		9	98.438		17	113.551
2	70.221		10	100.795		18	115.018
3	76.916		11	102.975		19	116.423
4	82.049		12	105.007		20	117.772
5	86.265		13	106.912		21	119.069
6	89.870		14	108.706		22	120.319
7	93.036		15	110.403		23	121.527
8	95.868		16	112.015		24	122.694



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

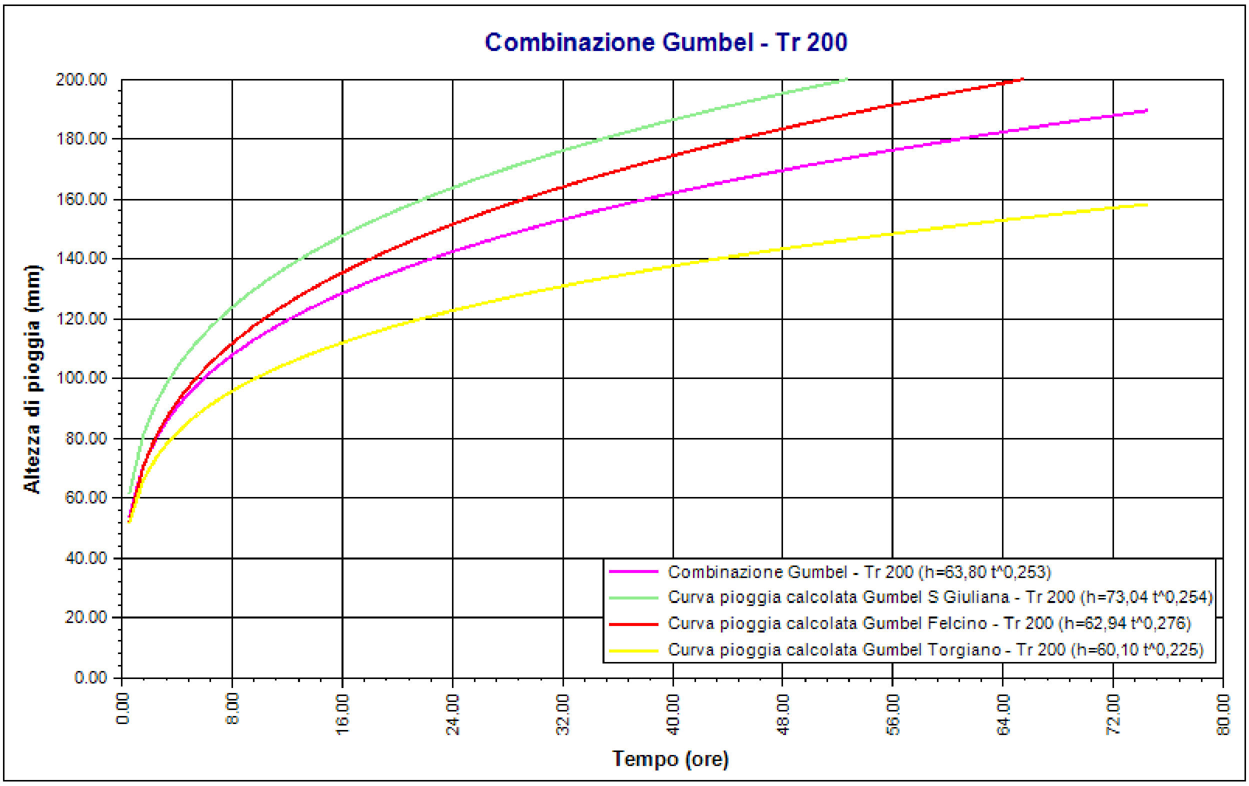
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200	Curva pioggia calcolata	20	73.04	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200	Curva pioggia calcolata	40	62.94	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200	Curva pioggia calcolata	40	60.10	0.22

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
63.80	0.25	$h(t) = 63{,}8\, t^{0{,}253}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	63.805		9	111.149		17	130.521
2	76.015		10	114.148		18	132.419
3	84.213		11	116.929		19	134.240
4	90.561		12	119.528		20	135.991
5	95.812		13	121.969		21	137.678
6	100.329		14	124.274		22	139.305
7	104.312		15	126.459		23	140.878
8	107.891		16	128.538		24	142.401



Combinazione Gumbel - Tr 200

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h

Dati Pluviogramma

Tipo: Pluviogramma sintetico

Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 200

Durata: 1.000 ore

Altezza di pioggia complessiva: 63.805 mm

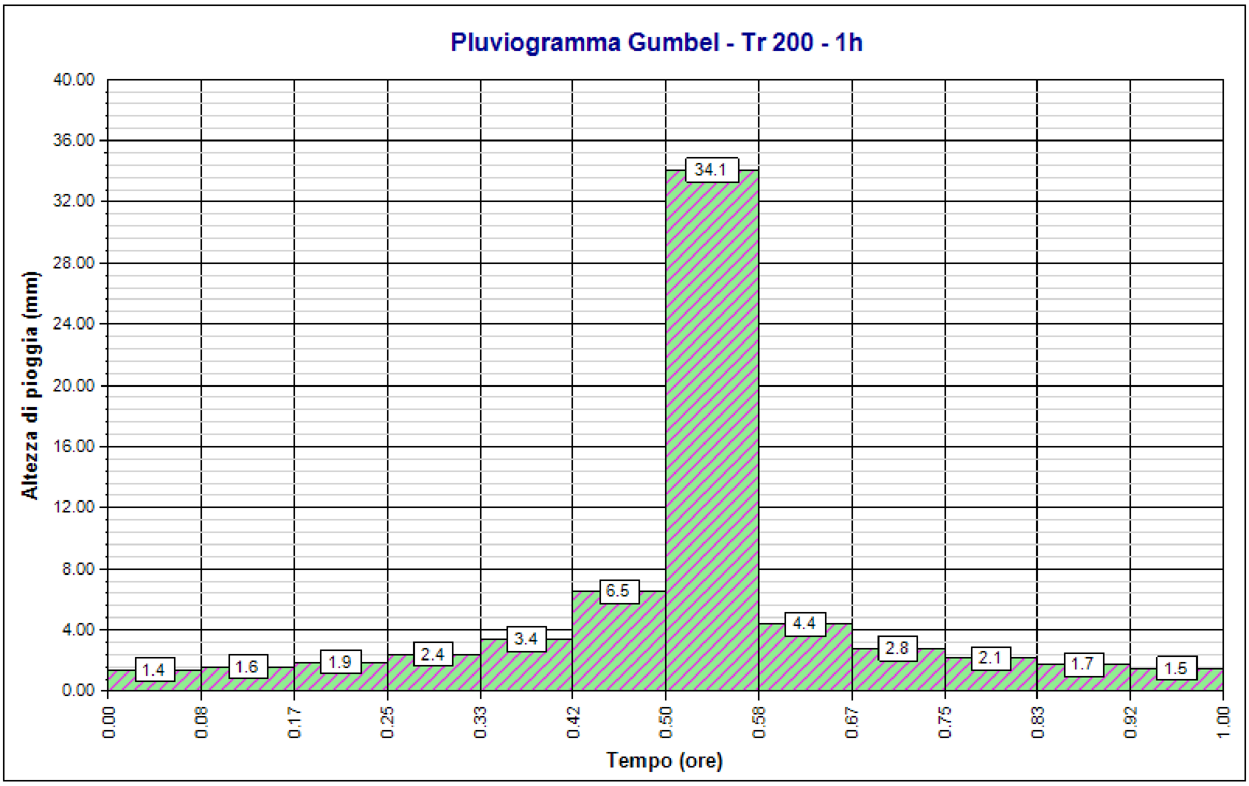
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
63.80	0.25	$h(t) = 63{,}8\ t^{0.253}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	1.387
2	0.083	0.167	5	10	1.600
3	0.167	0.250	10	15	1.910
4	0.250	0.333	15	20	2.411
5	0.333	0.417	20	25	3.389
6	0.417	0.500	25	30	6.518
7	0.500	0.583	30	35	34.059
8	0.583	0.667	35	40	4.376
9	0.667	0.750	40	45	2.803
10	0.750	0.833	45	50	2.127
11	0.833	0.917	50	55	1.739
12	0.917	1.000	55	60	1.485



Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino C Gumbel - Tr 200 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

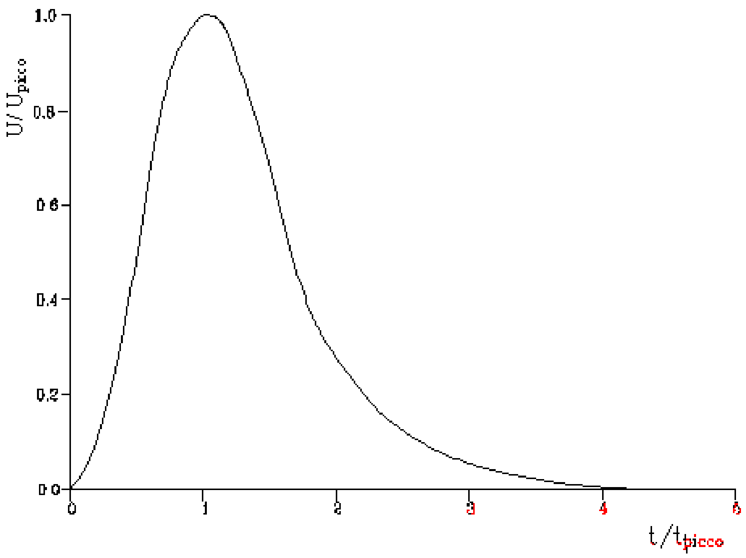
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

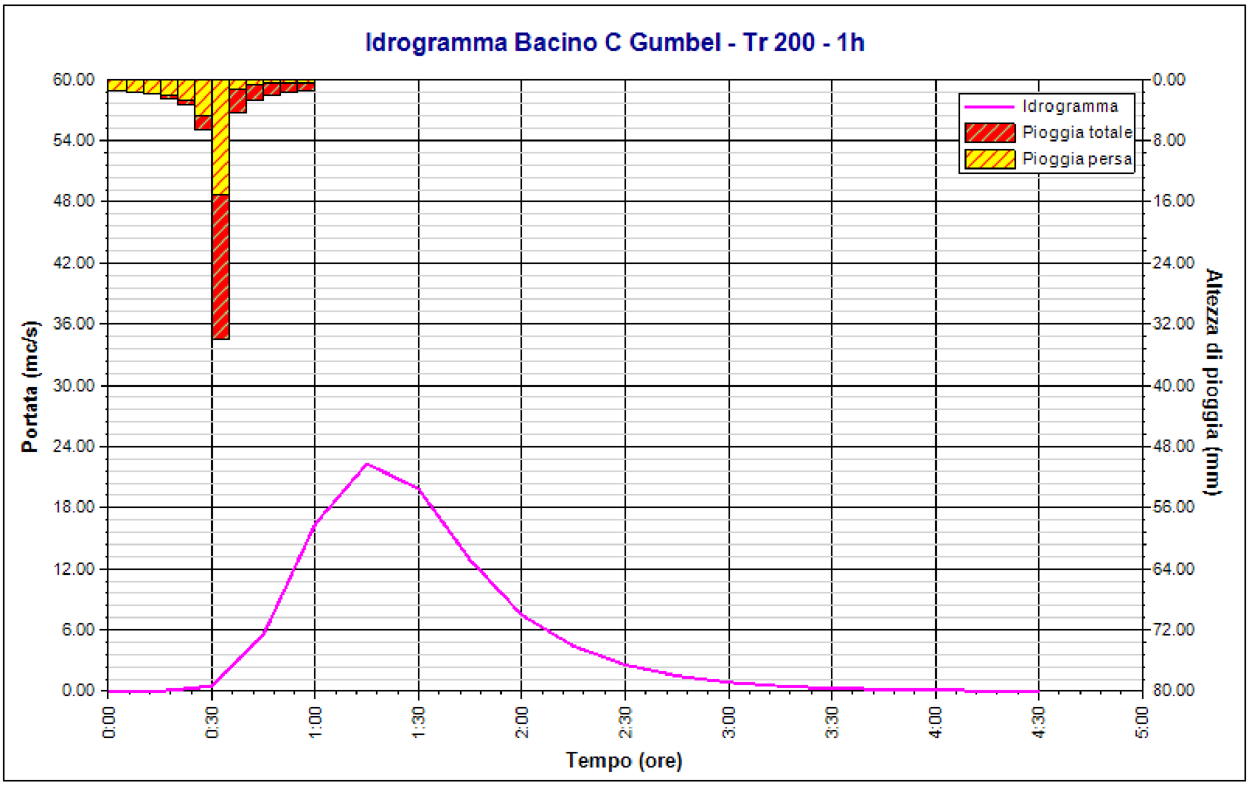
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h
Superficie del bacino: 2.8 kmq
Tlag: 0.642 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 81.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	4.898	4.839	0.059	0.0
2	0.250	15	12.317	9.637	2.680	0.0
3	0.500	30	41.239	17.245	23.994	0.5
4	0.750	45	5.351	1.372	3.979	5.6
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	16.4
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	22.3
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	19.8
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	12.9
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	7.5
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	4.4
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	2.6
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	1.5
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.9
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.5
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.3
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.2
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.1
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0
19	4.500	270	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	22.3	mc/s
Istante picco	1.250	ore
Istante picco	75.0	minuti
Durata totale evento	4.500	ore
Volume afflusso	179	mc x 1000
Volume deflusso	86	mc x 1000
Altezza afflusso	63.805	mm
Altezza deflusso	30.650	mm
Coeff. deflusso	0.48	-
Coeff. udometrico	7.96	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino C Gumbel - Tr 200 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

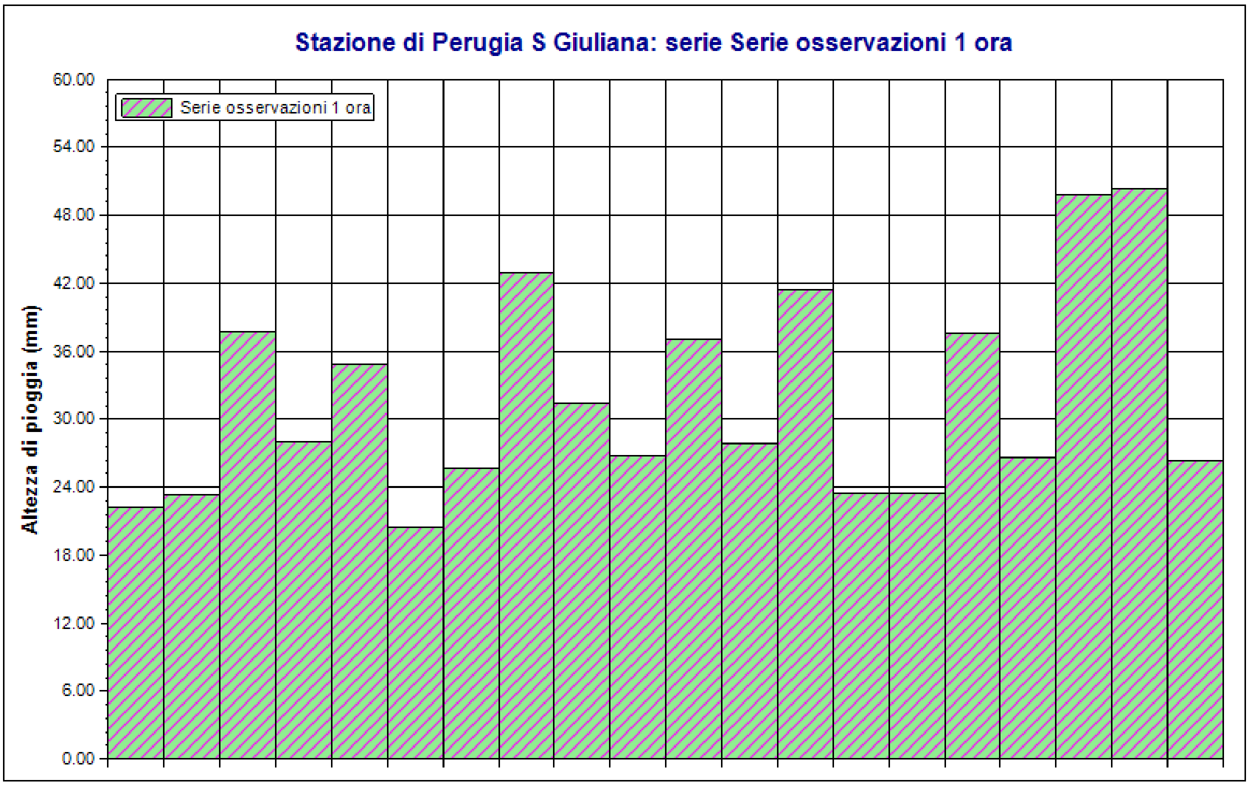
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

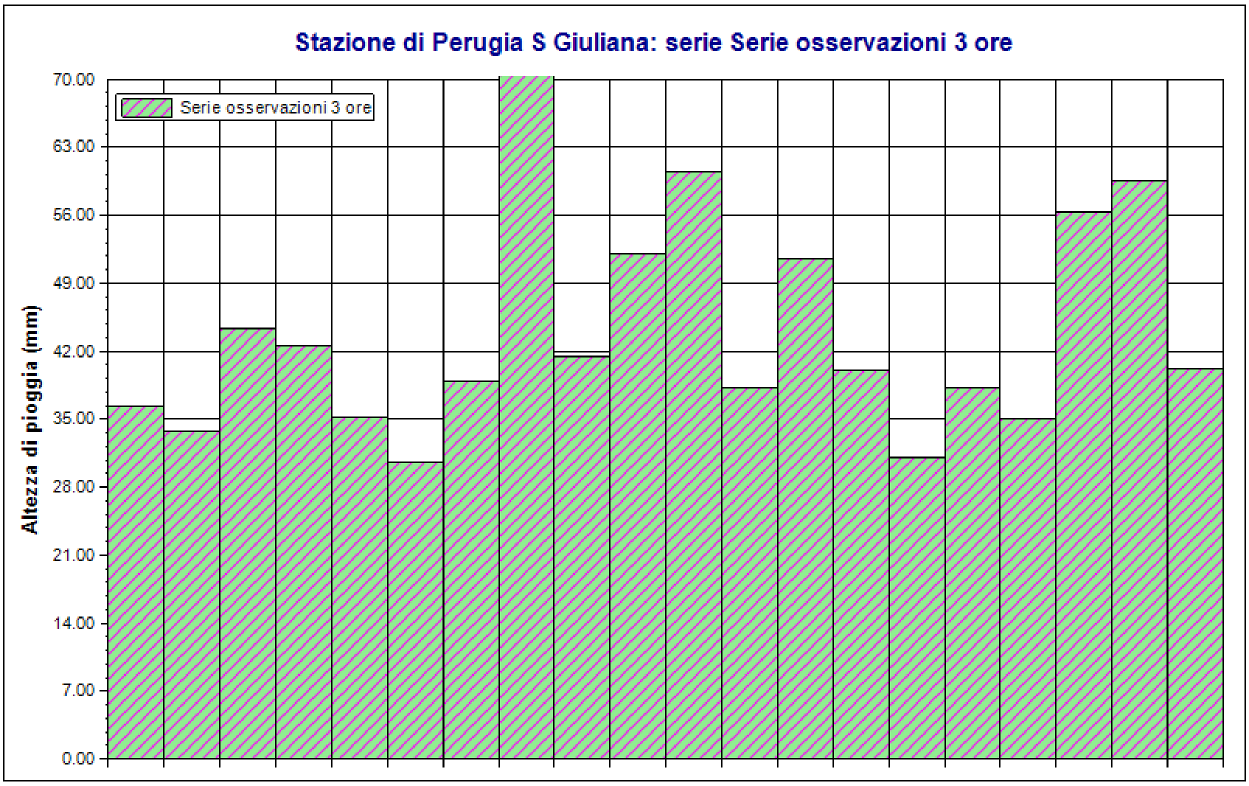
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

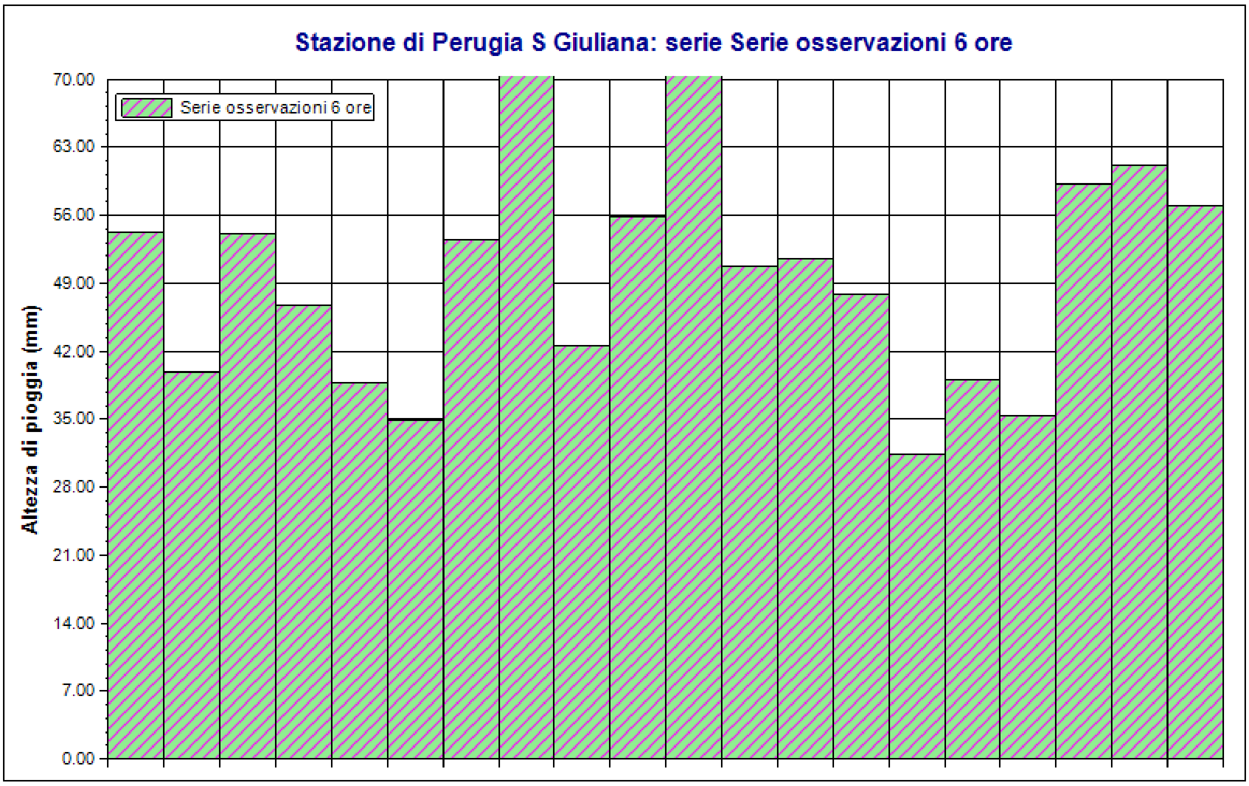
Parametro	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



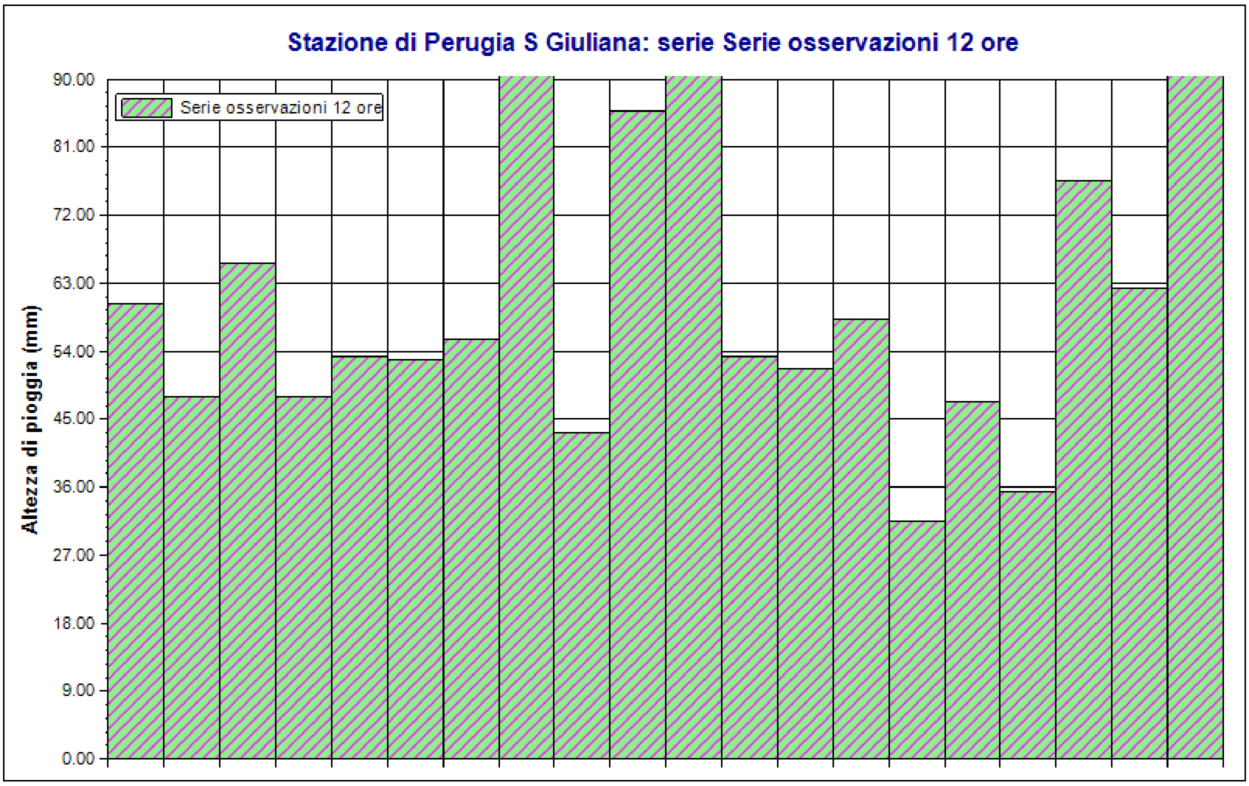
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



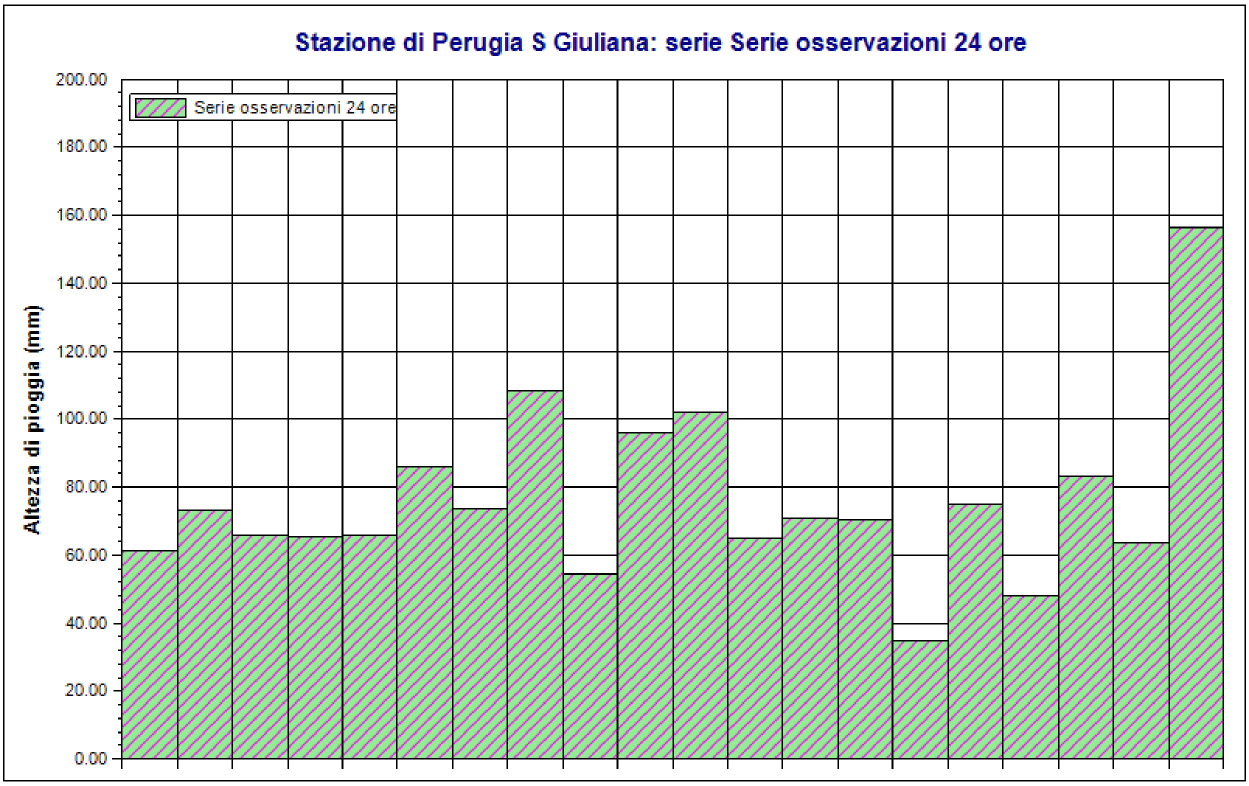
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

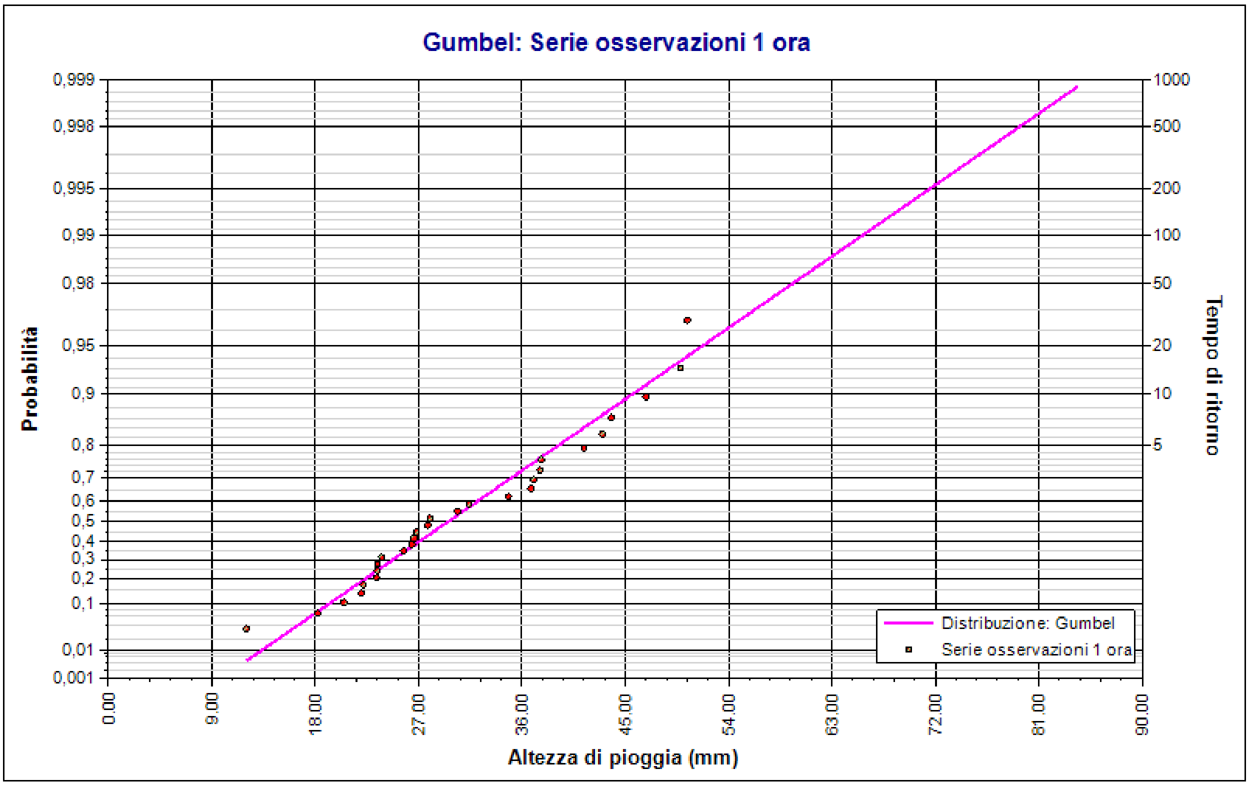
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

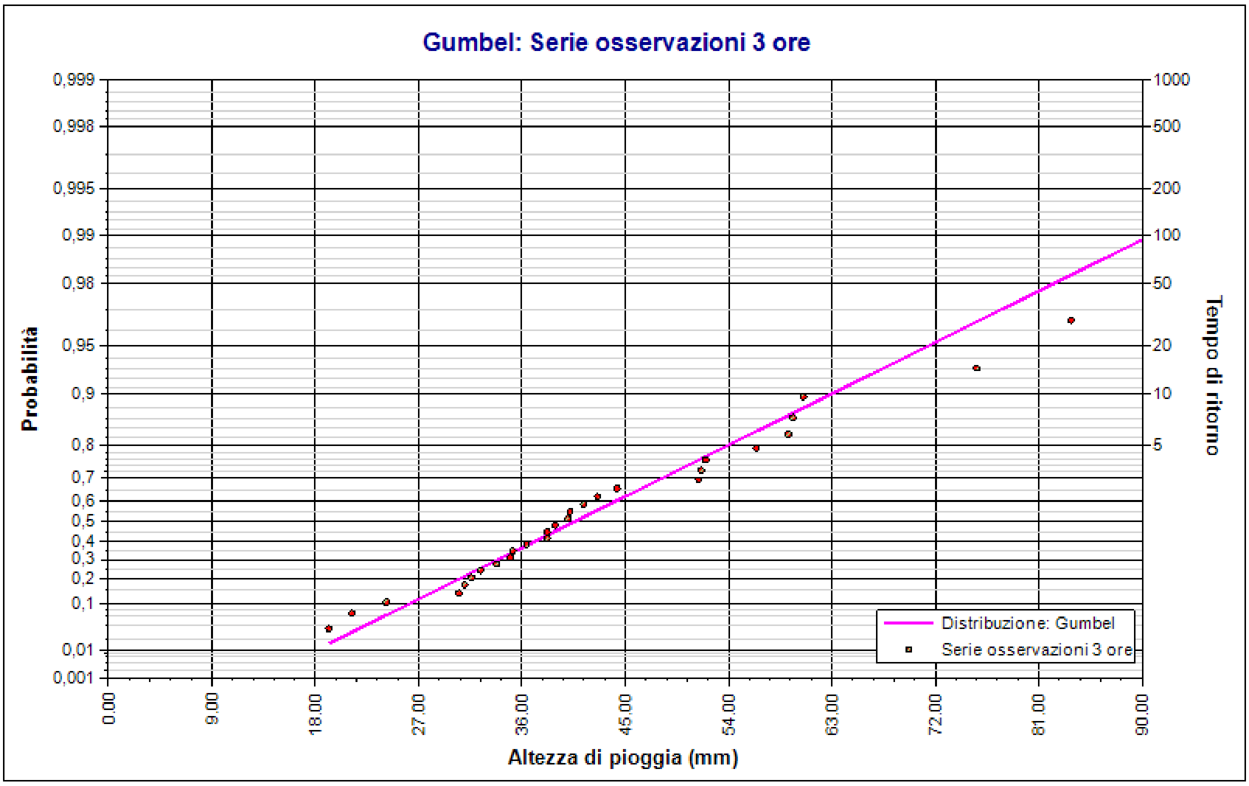
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}117\left(x - 26{,}399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}084\left(x - 36{,}187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}071\left(x - 42{,}675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}062\left(x - 49{,}811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}052\left(x - 60{,}310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

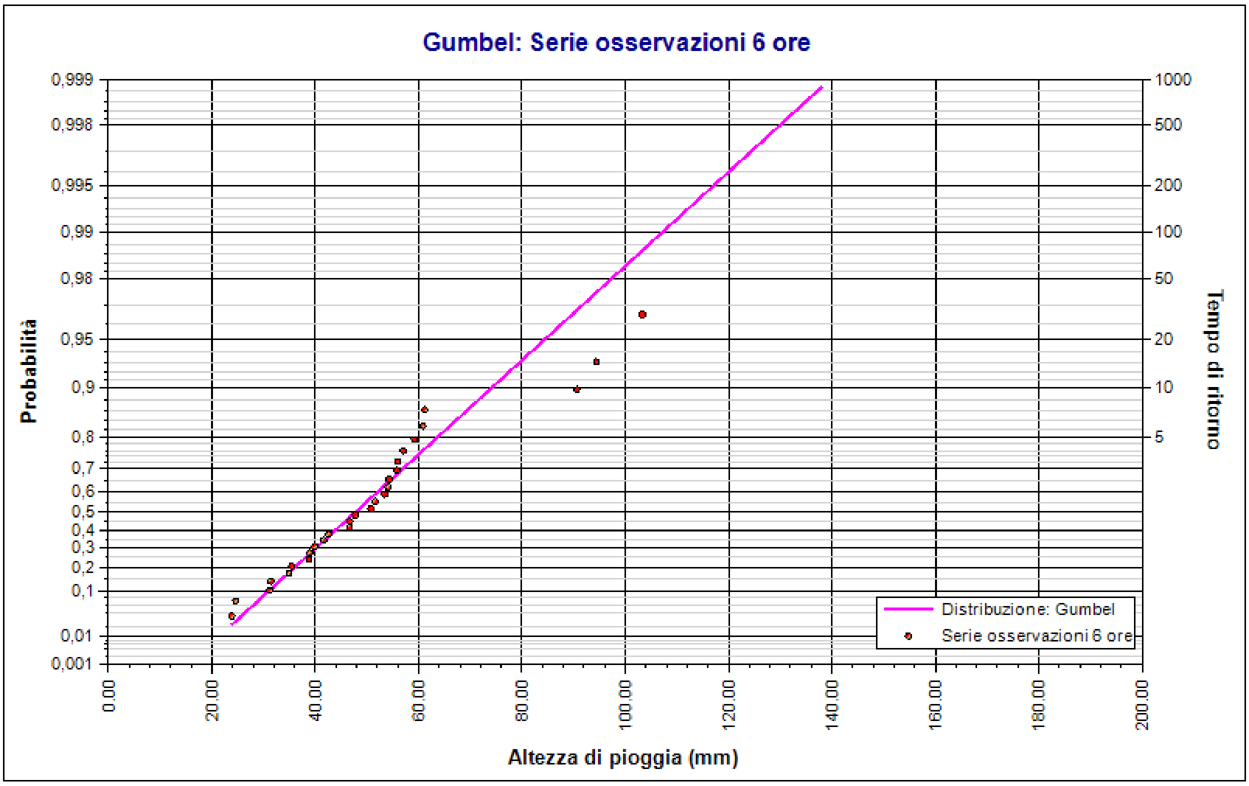
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



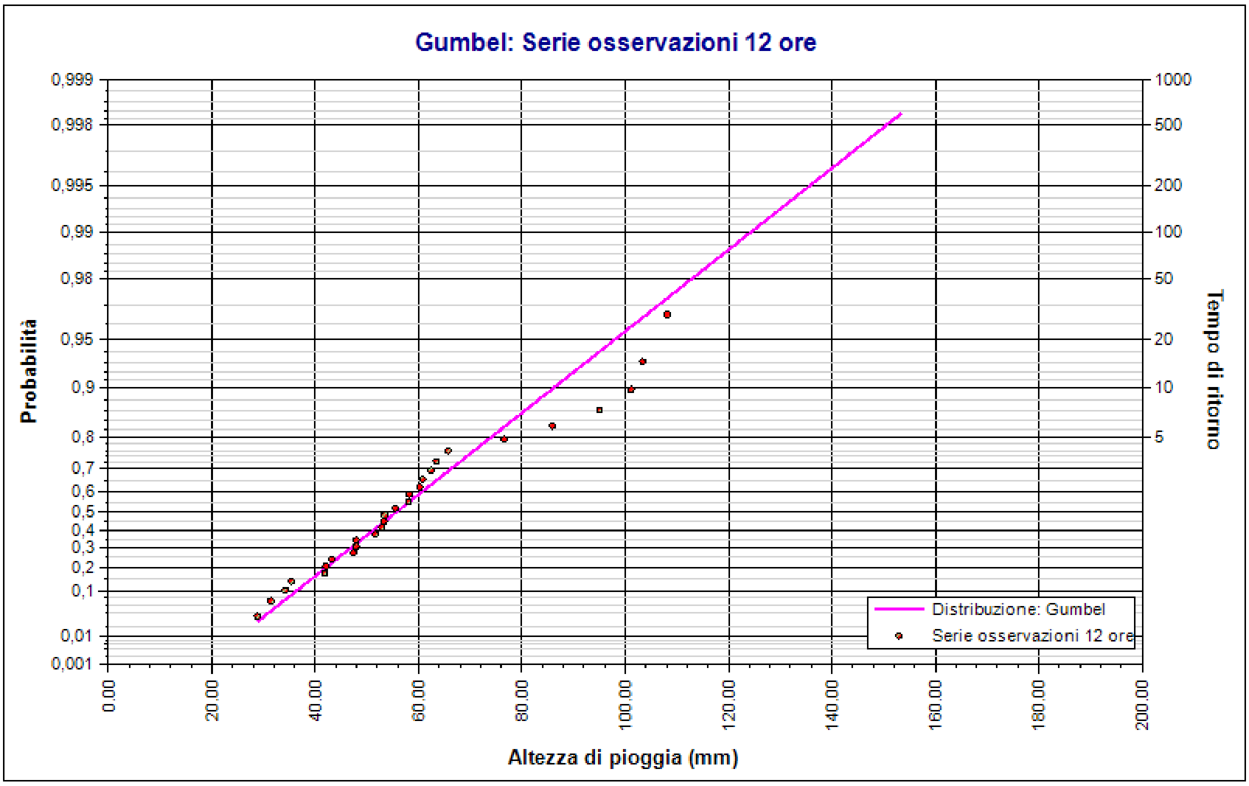
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



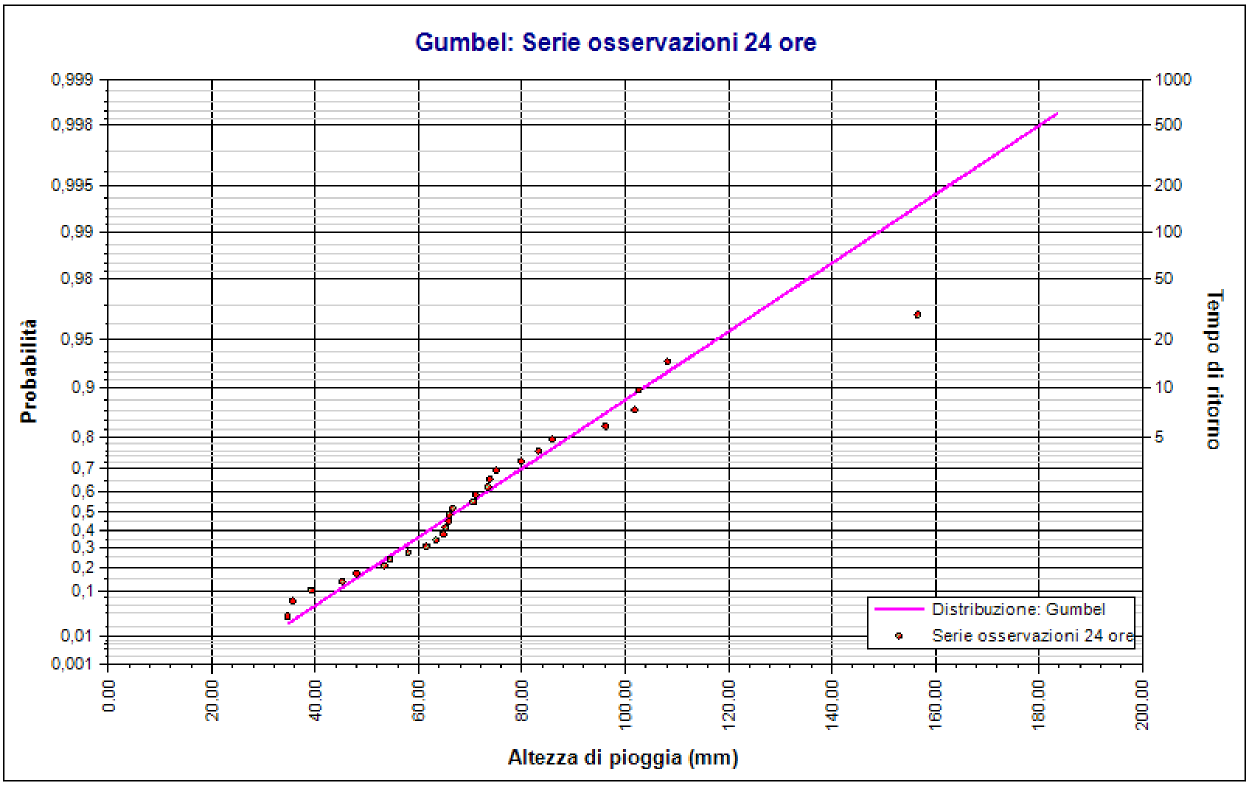
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

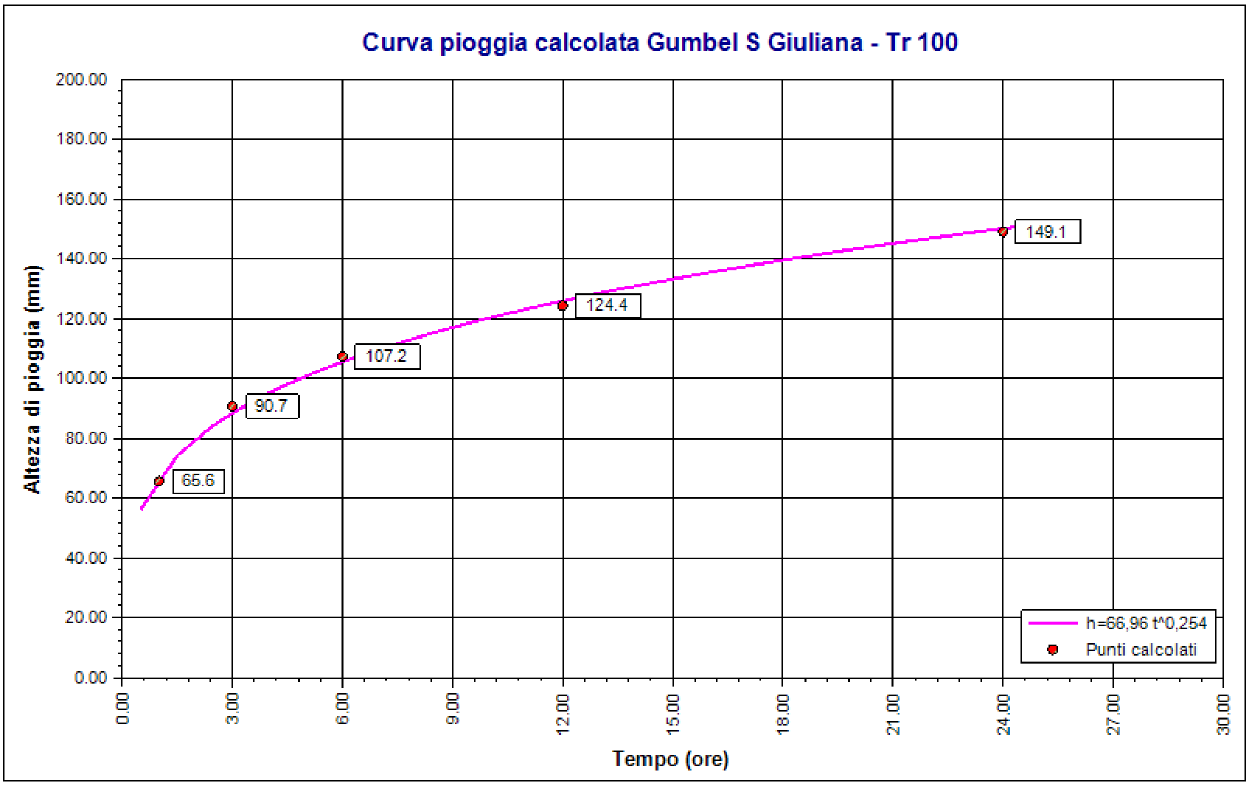
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	65.629
2	3.000	180	90.734
3	6.000	360	107.243
4	12.000	720	124.361
5	24.000	1440	149.063

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
66.96	0.25	1.00	$h(t) = 67{,}0\, t^{0{,}254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	66.964		9	117.047		17	137.581
2	79.863		10	120.224		18	139.595
3	88.532		11	123.172		19	141.526
4	95.248		12	125.926		20	143.383
5	100.806		13	128.514		21	145.172
6	105.587		14	130.957		22	146.899
7	109.805		15	133.274		23	148.568
8	113.596		16	135.478		24	150.183



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

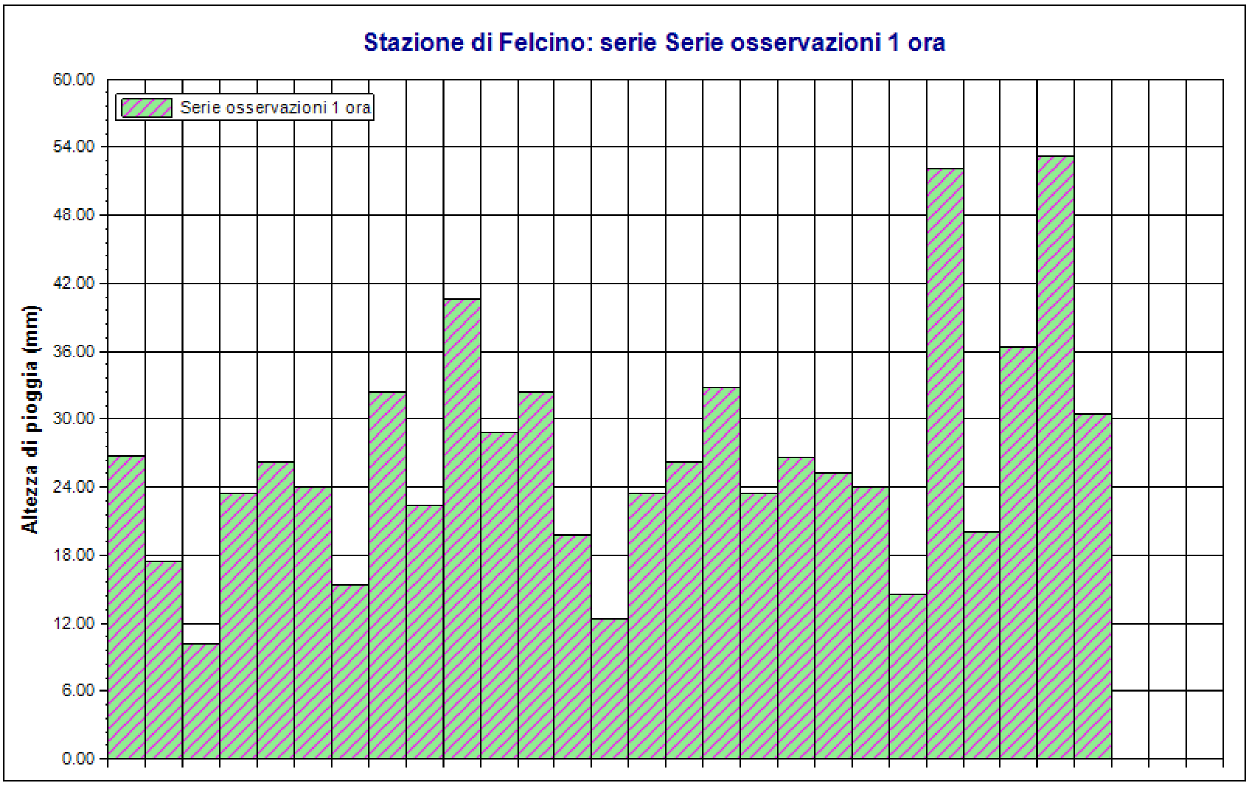
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

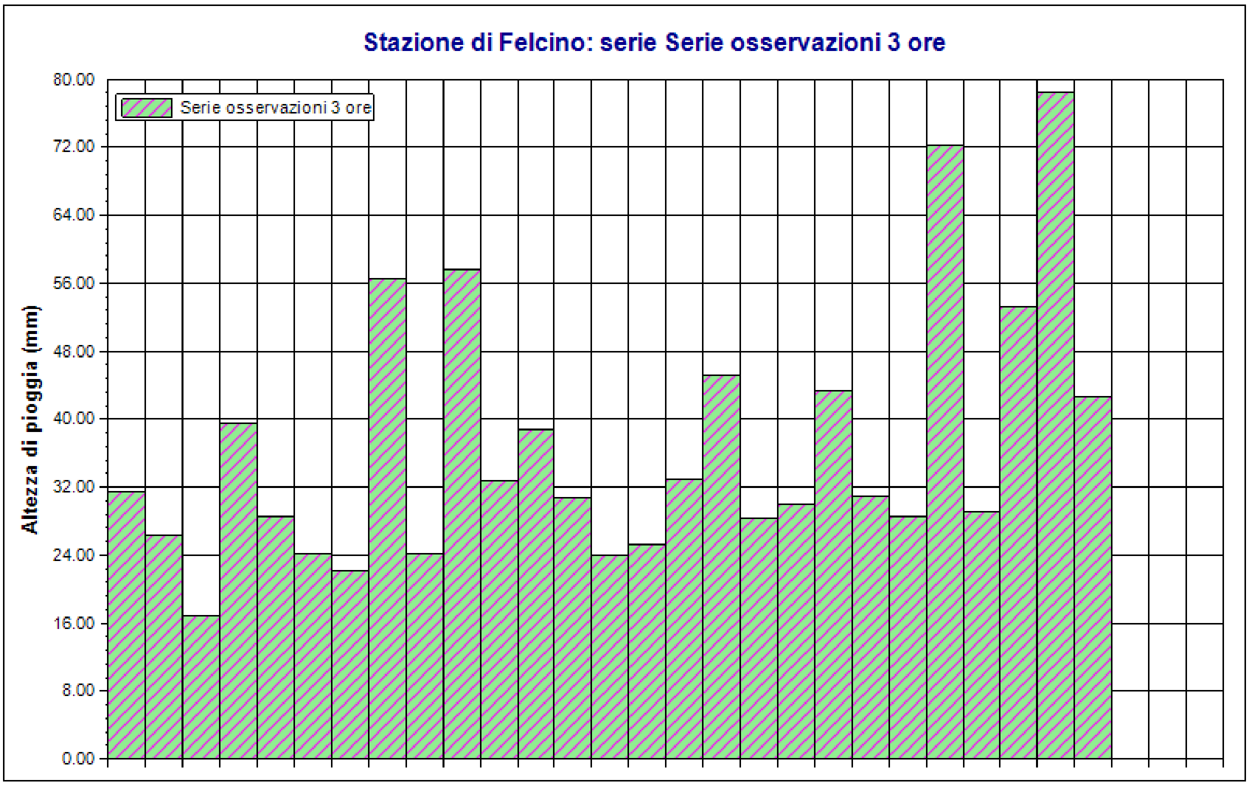
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

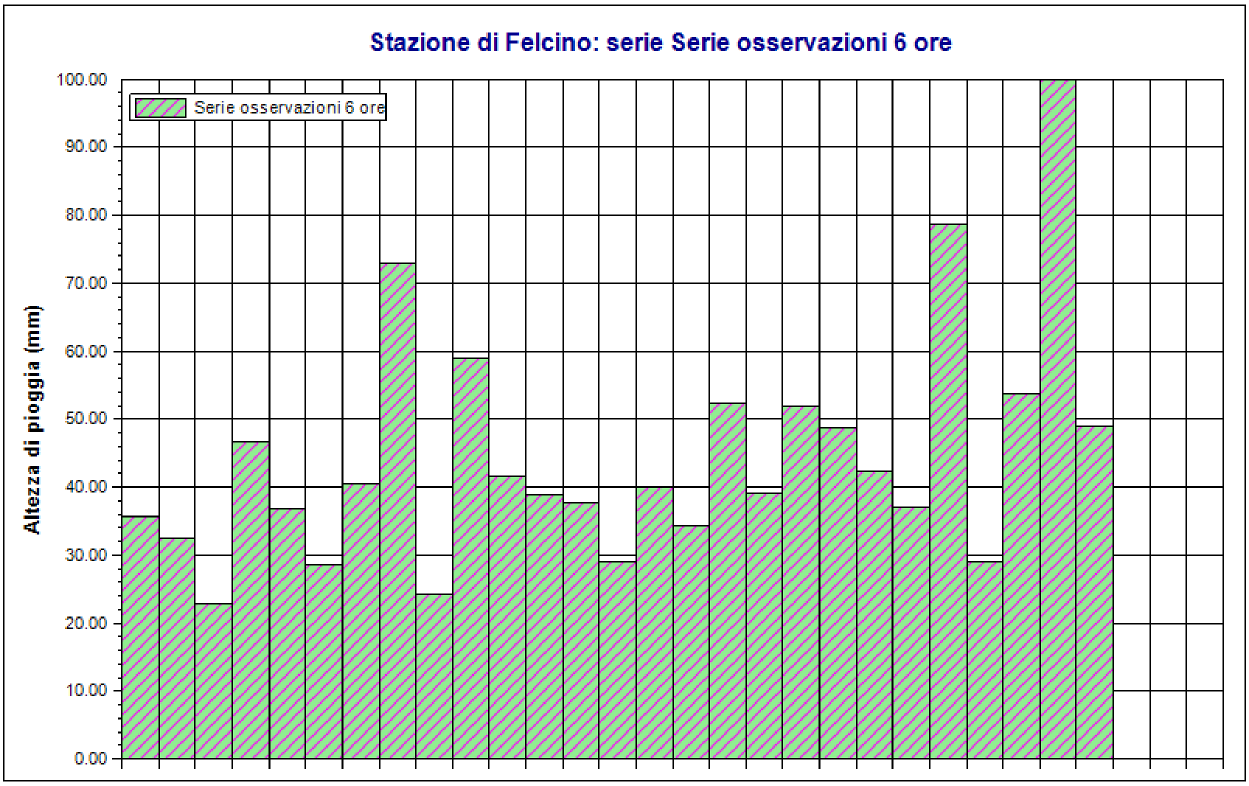
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



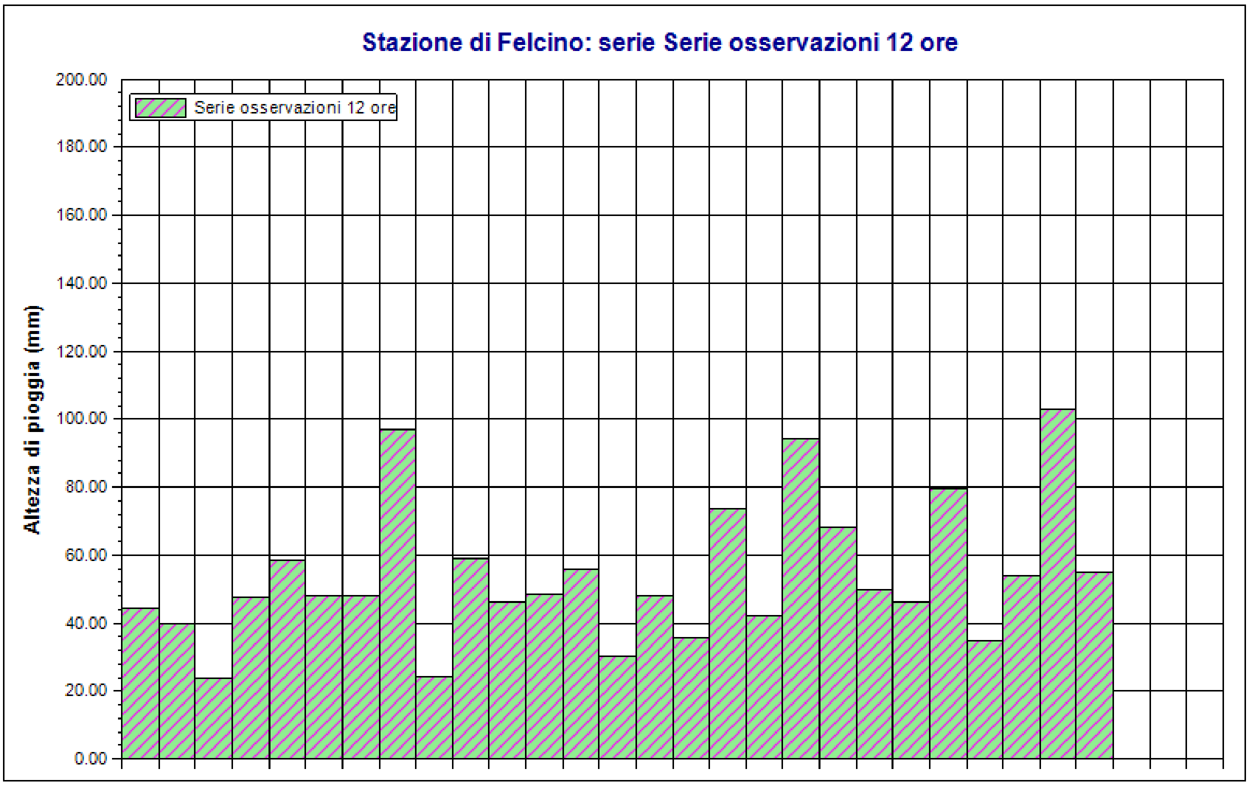
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



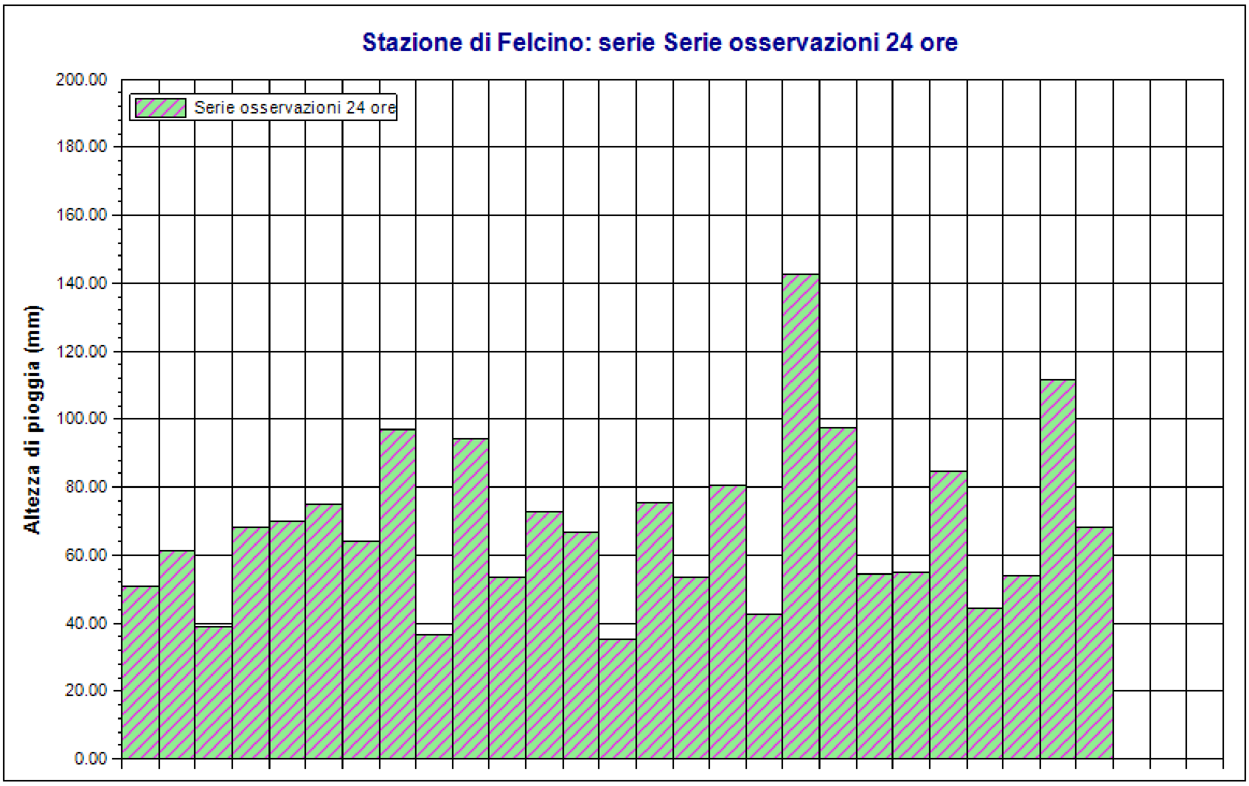
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore x=z_k assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore x=z_k, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{\;k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

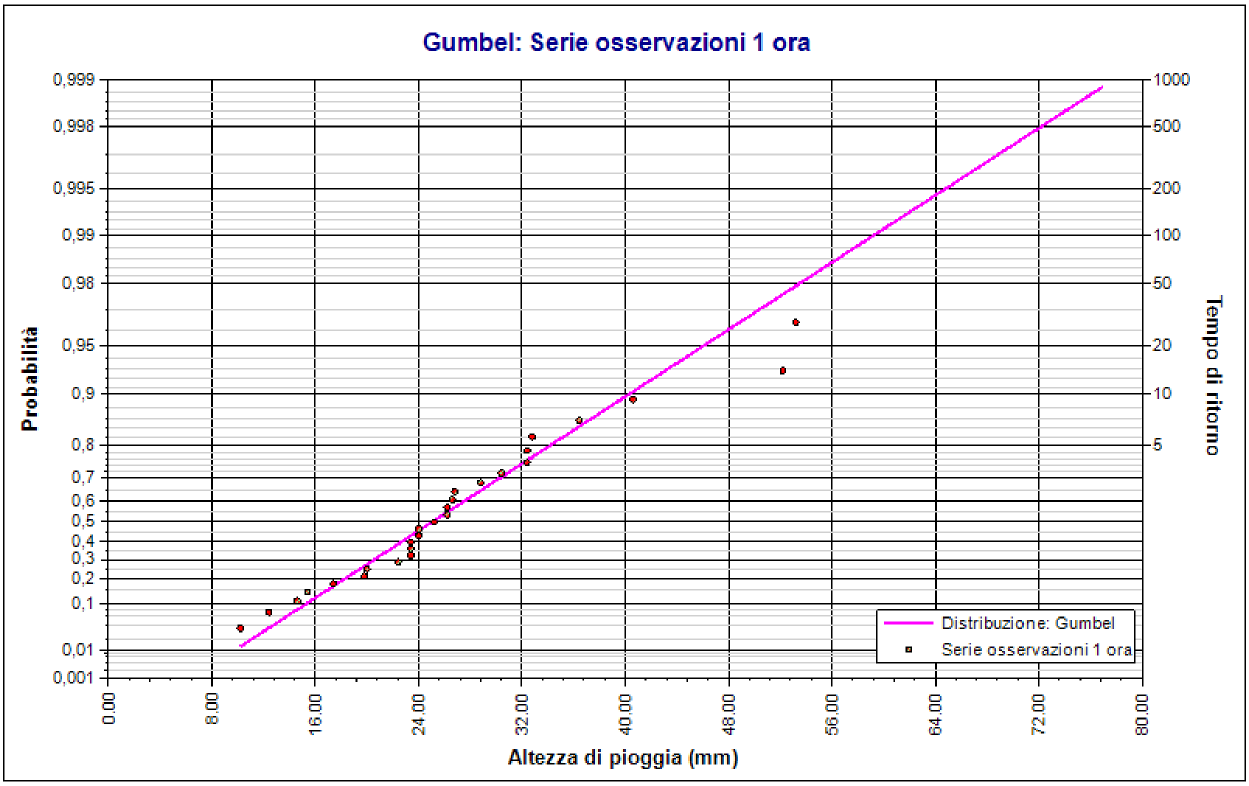
Parametro	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

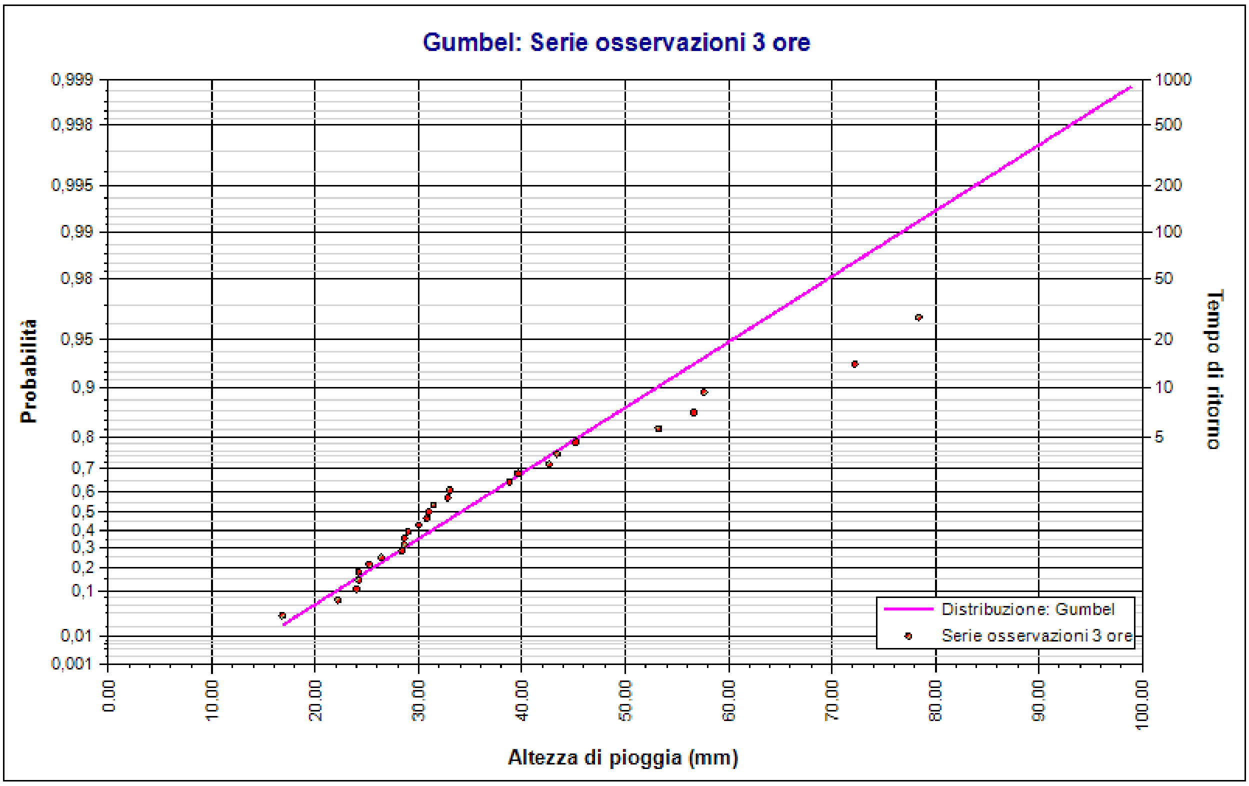
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}124\left(x-22{,}103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}099\left(x-30{,}422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}087\left(x-37{,}409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}064\left(x-44{,}797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}055\left(x-57{,}579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

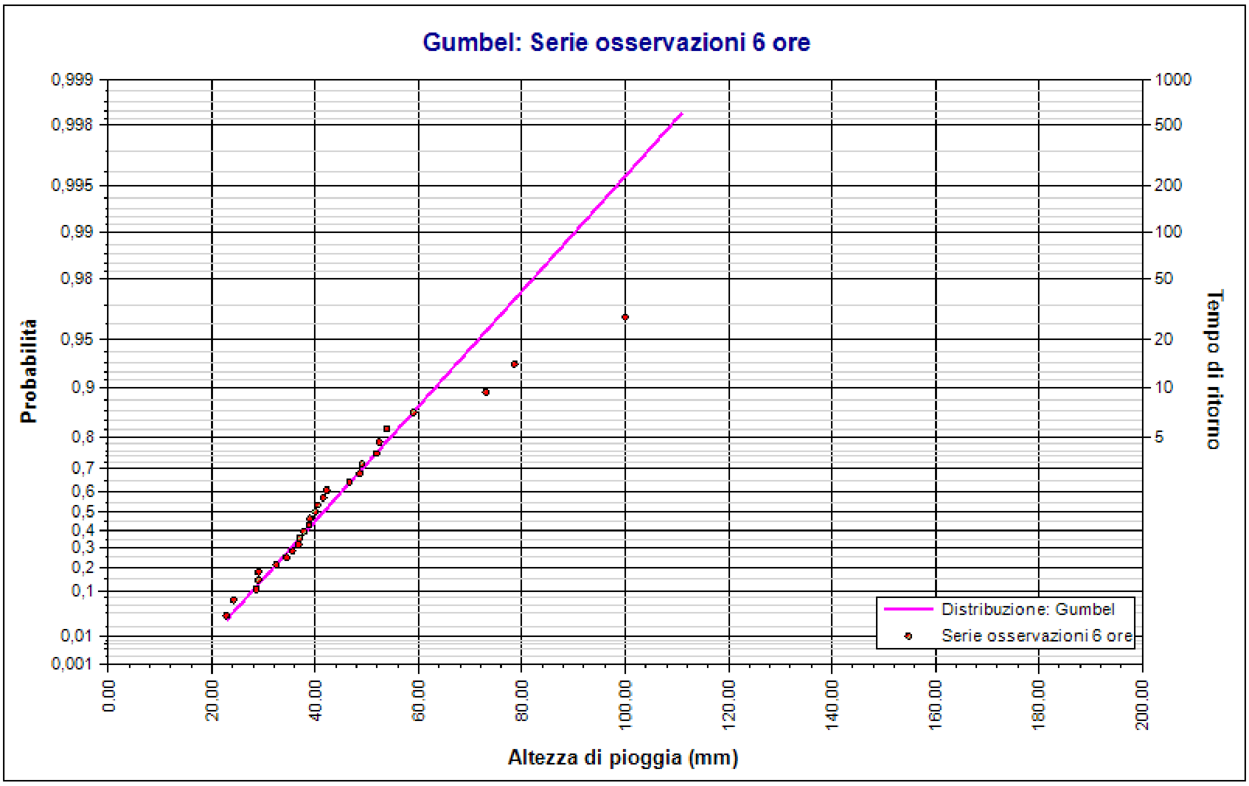
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



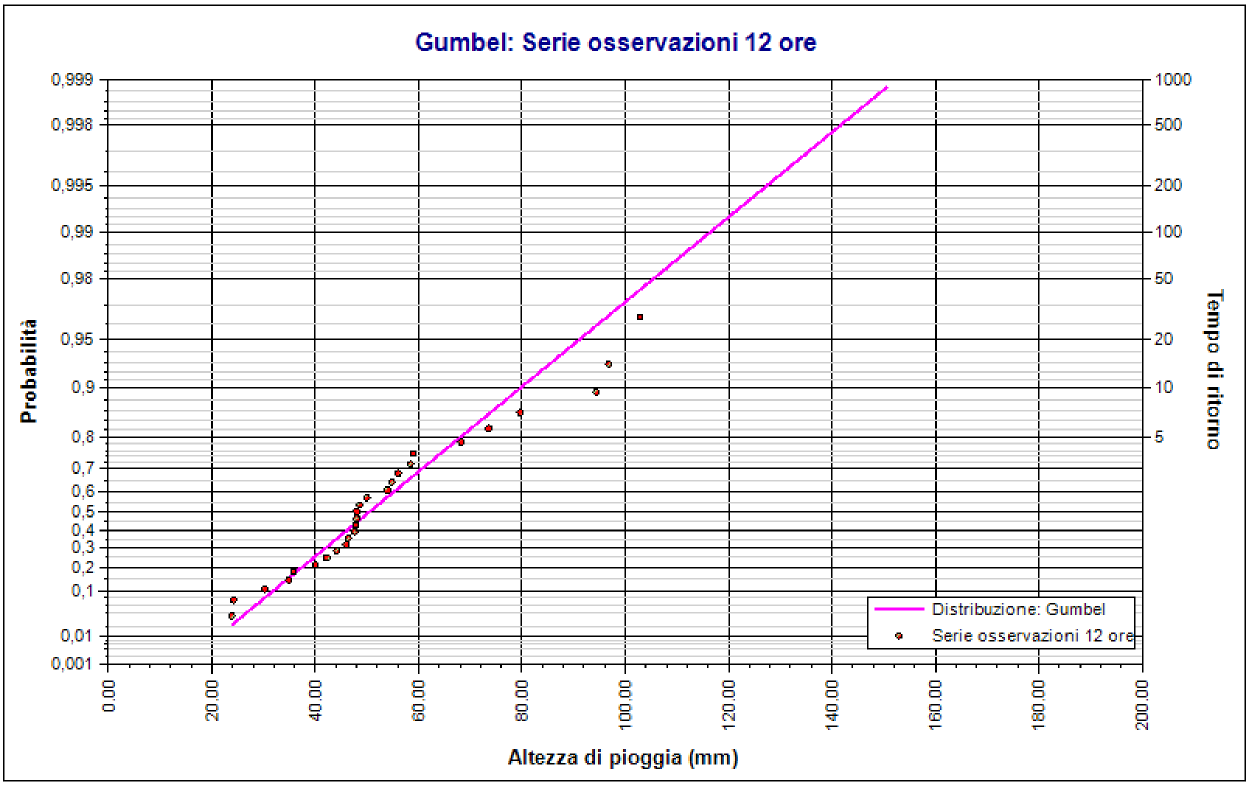
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



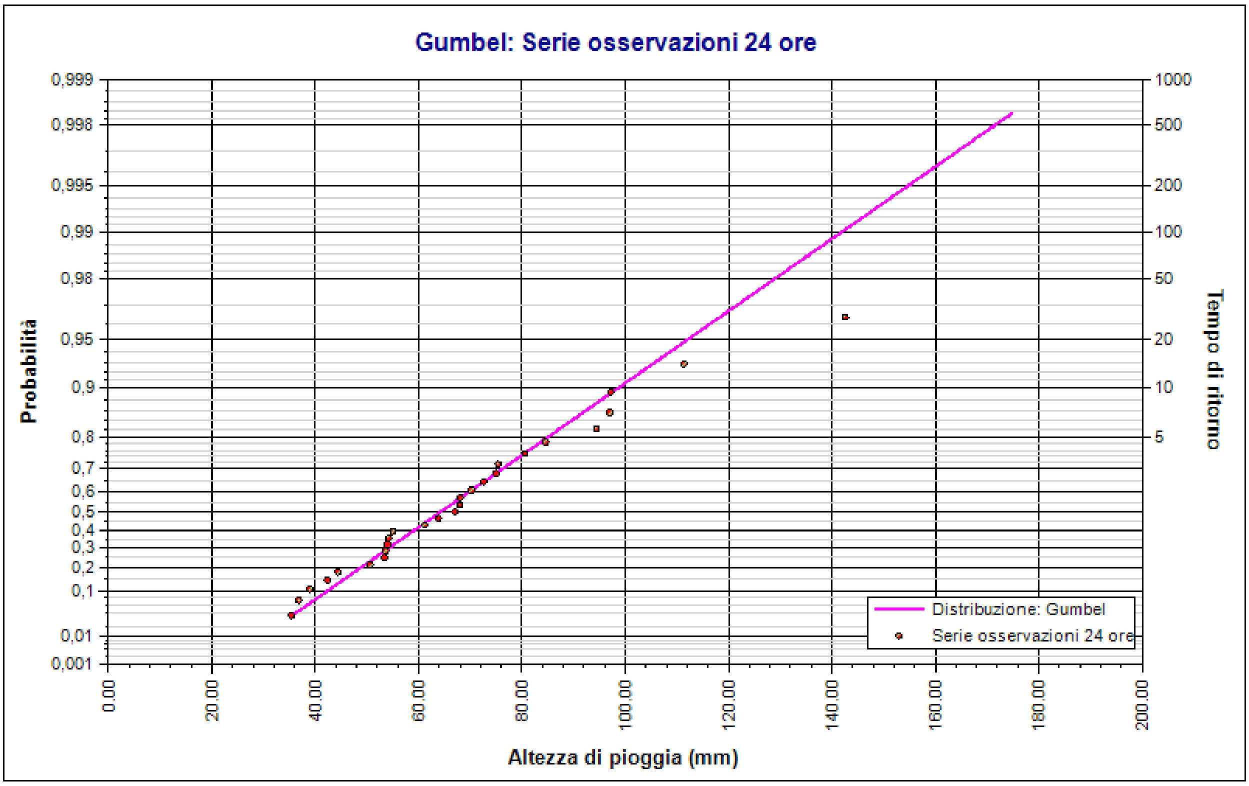
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

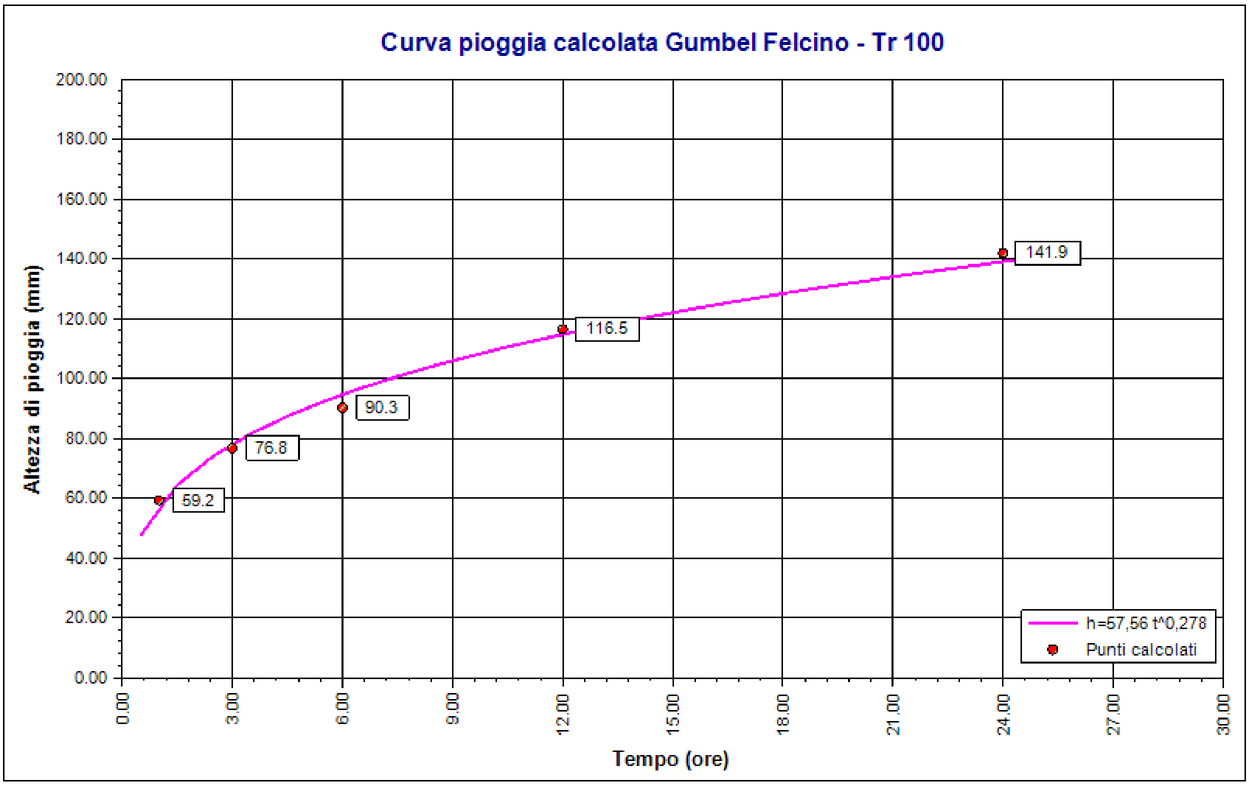
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	59.212
2	3.000	180	76.776
3	6.000	360	90.289
4	12.000	720	116.494
5	24.000	1440	141.917

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
57.56	0.28	1.00	$h(t) = 57{,}6\, t^{0{,}278}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	57.563		9	105.917		17	126.362
2	69.773		10	109.059		18	128.383
3	78.083		11	111.983		19	130.323
4	84.572		12	114.720		20	132.192
5	89.975		13	117.296		21	133.994
6	94.645		14	119.734		22	135.735
7	98.781		15	122.048		23	137.420
8	102.511		16	124.254		24	139.052



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

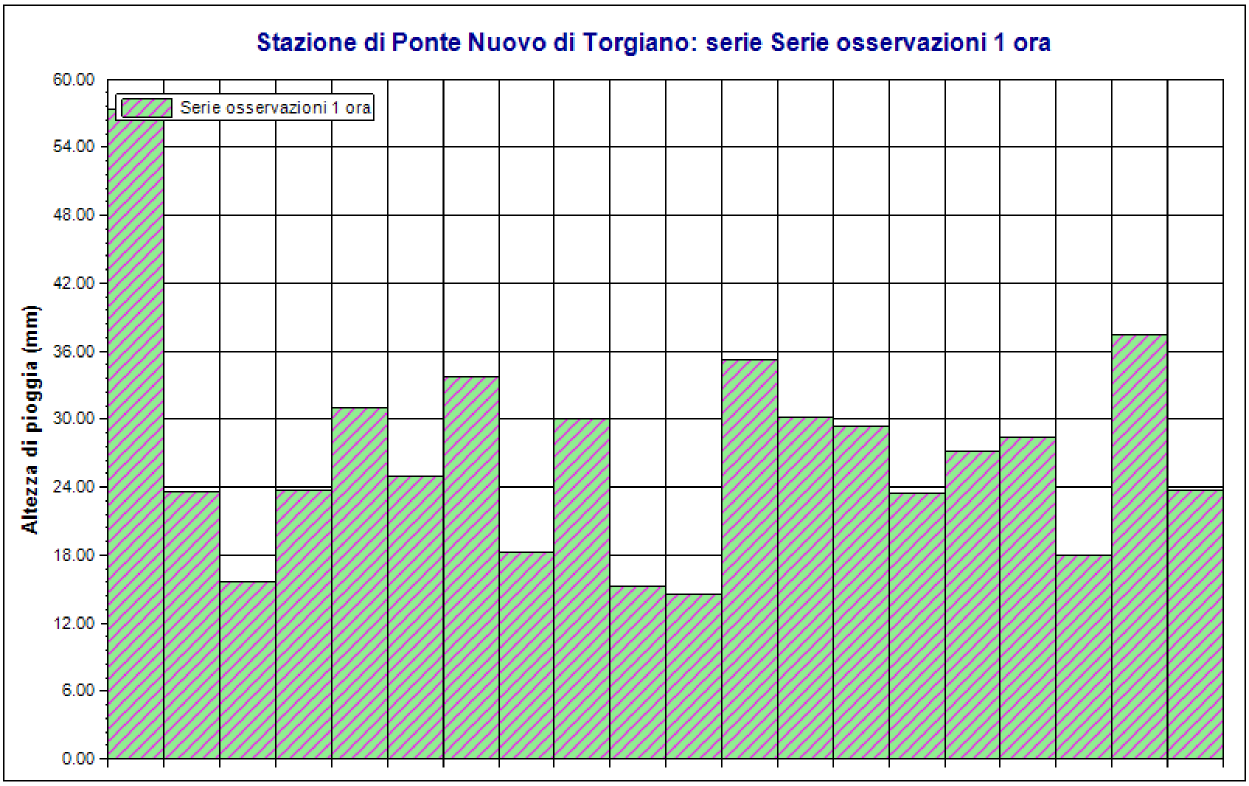
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

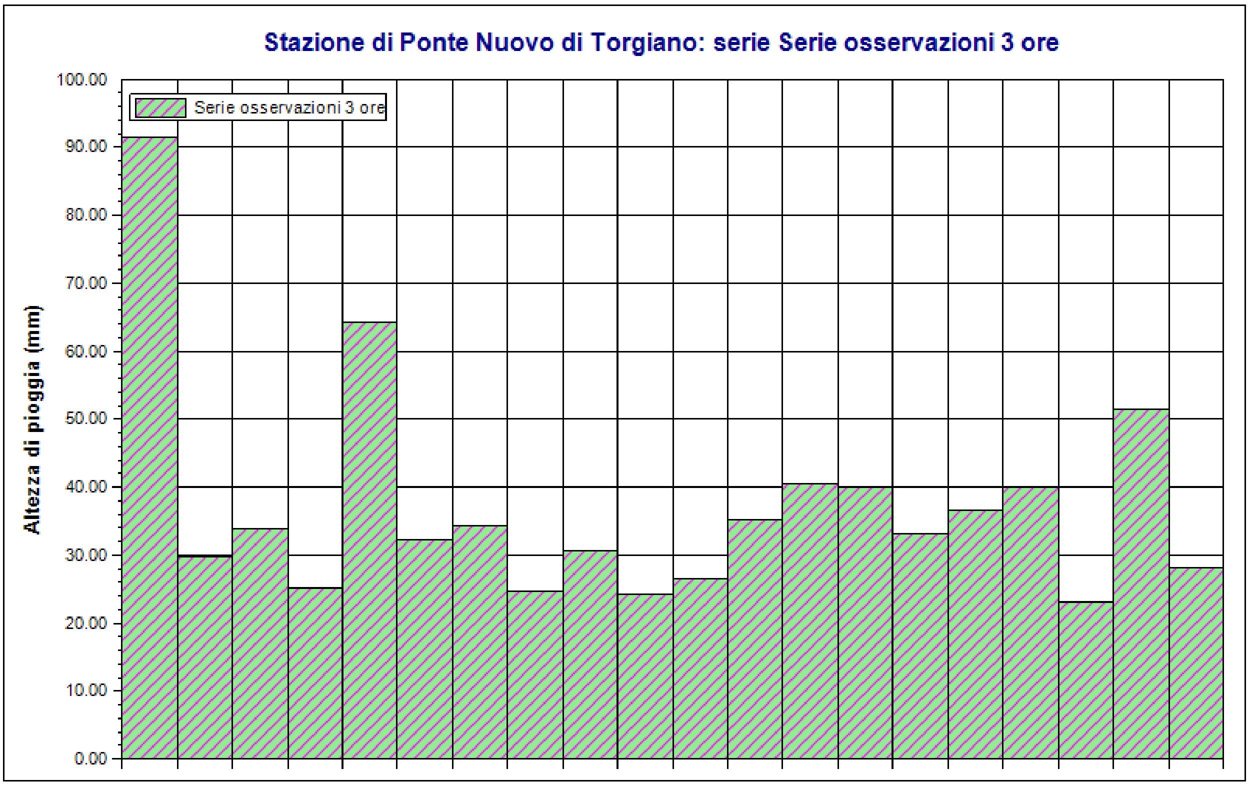
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

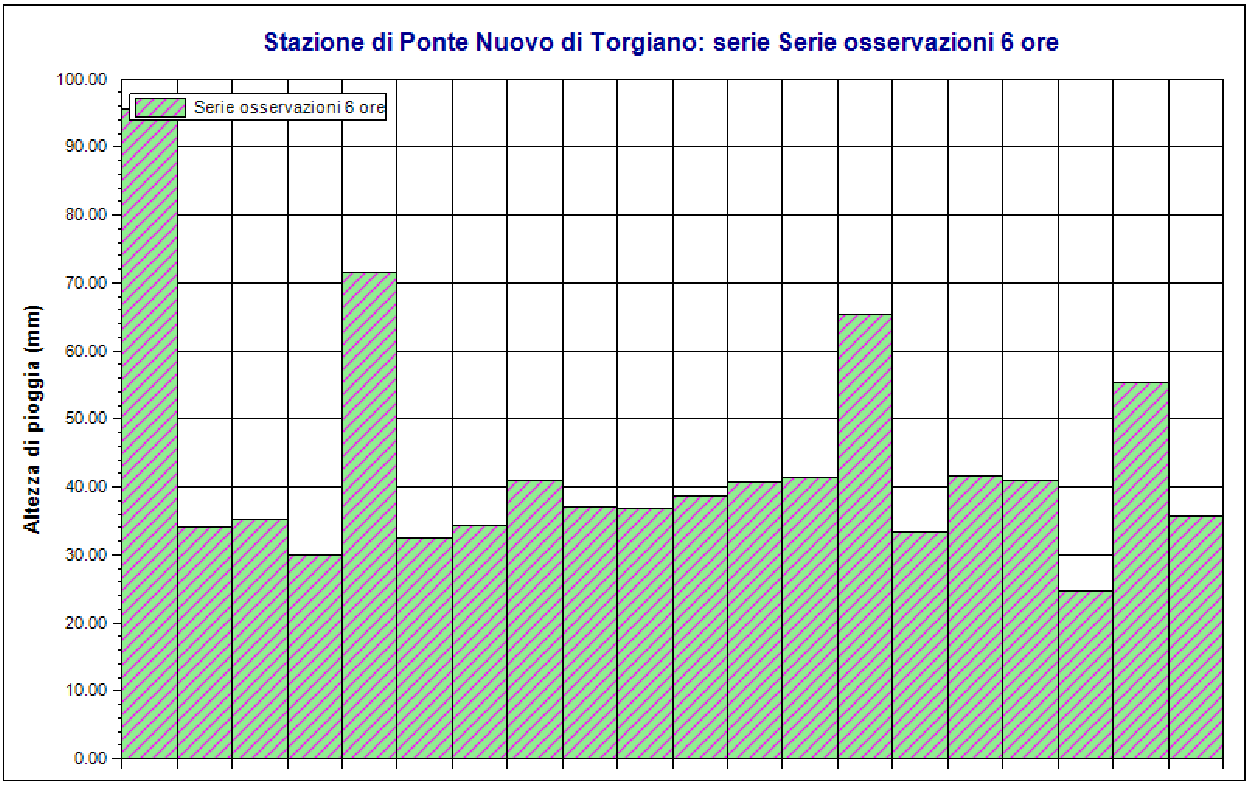
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



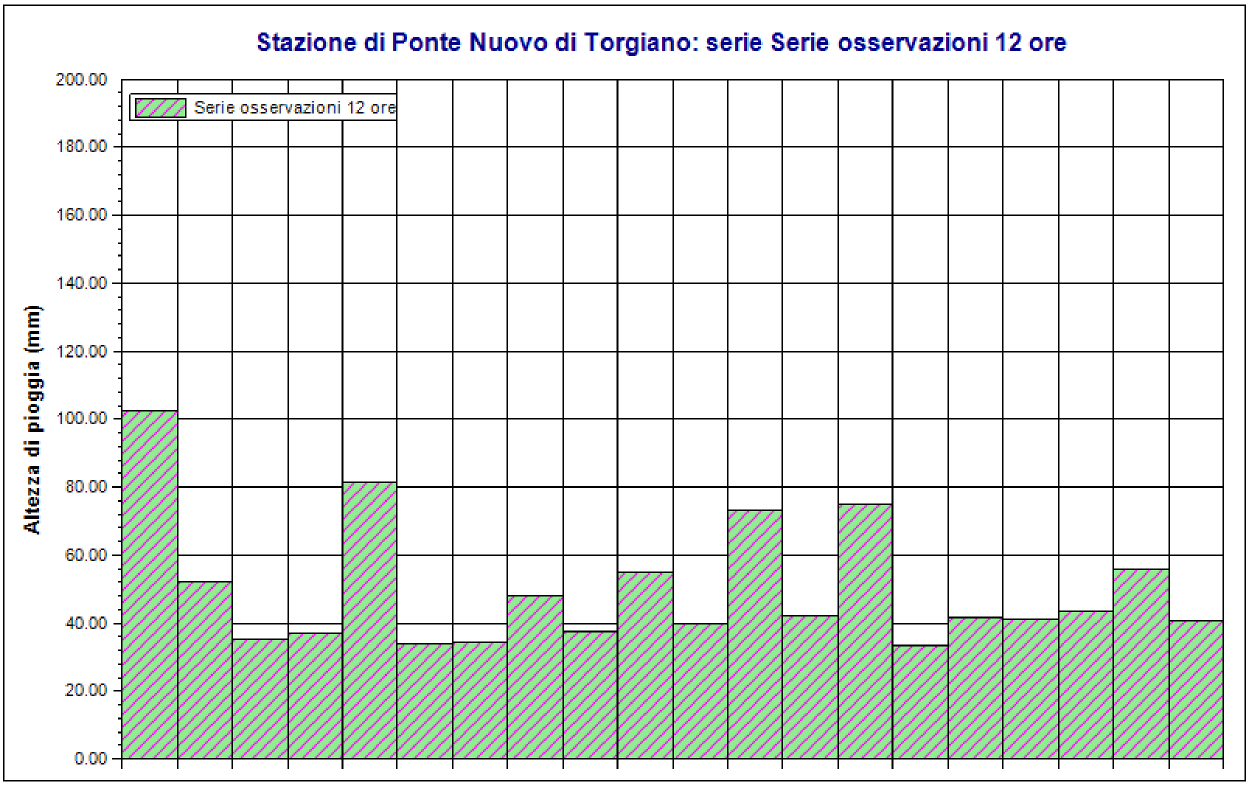
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



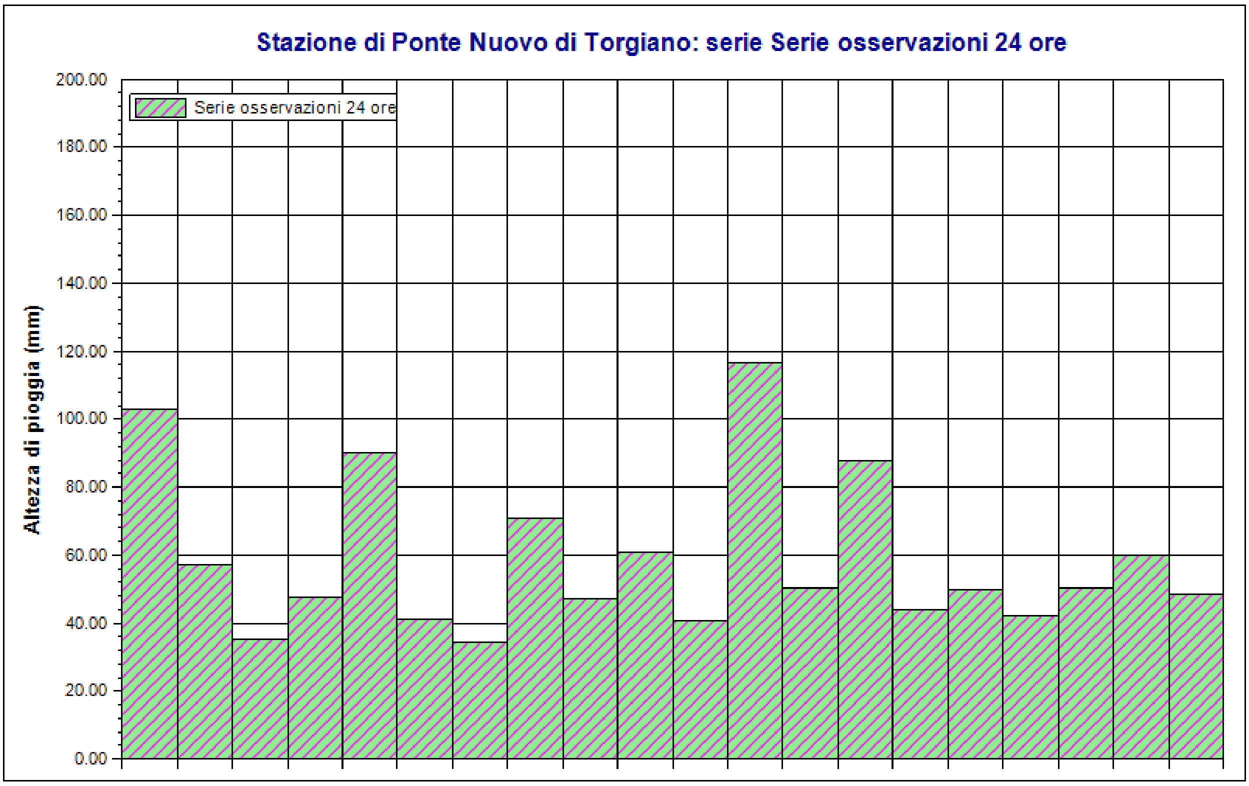
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

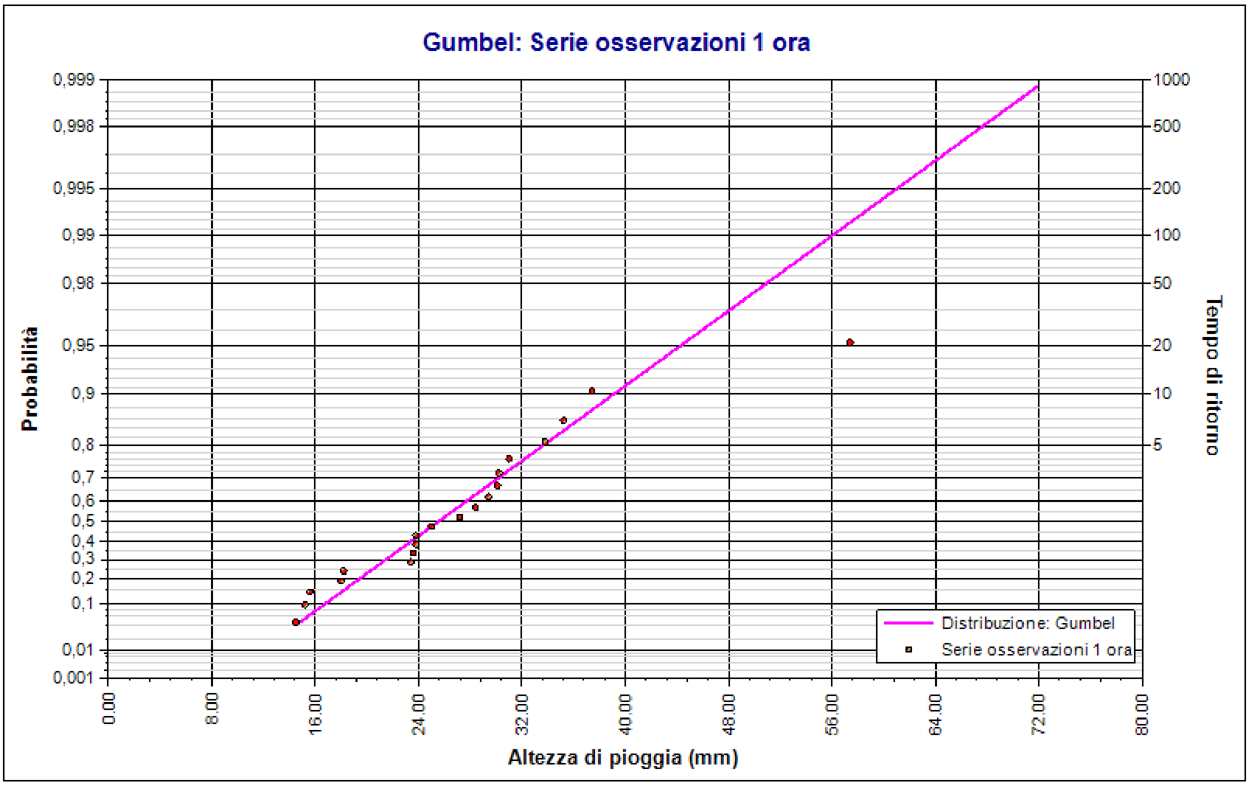
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

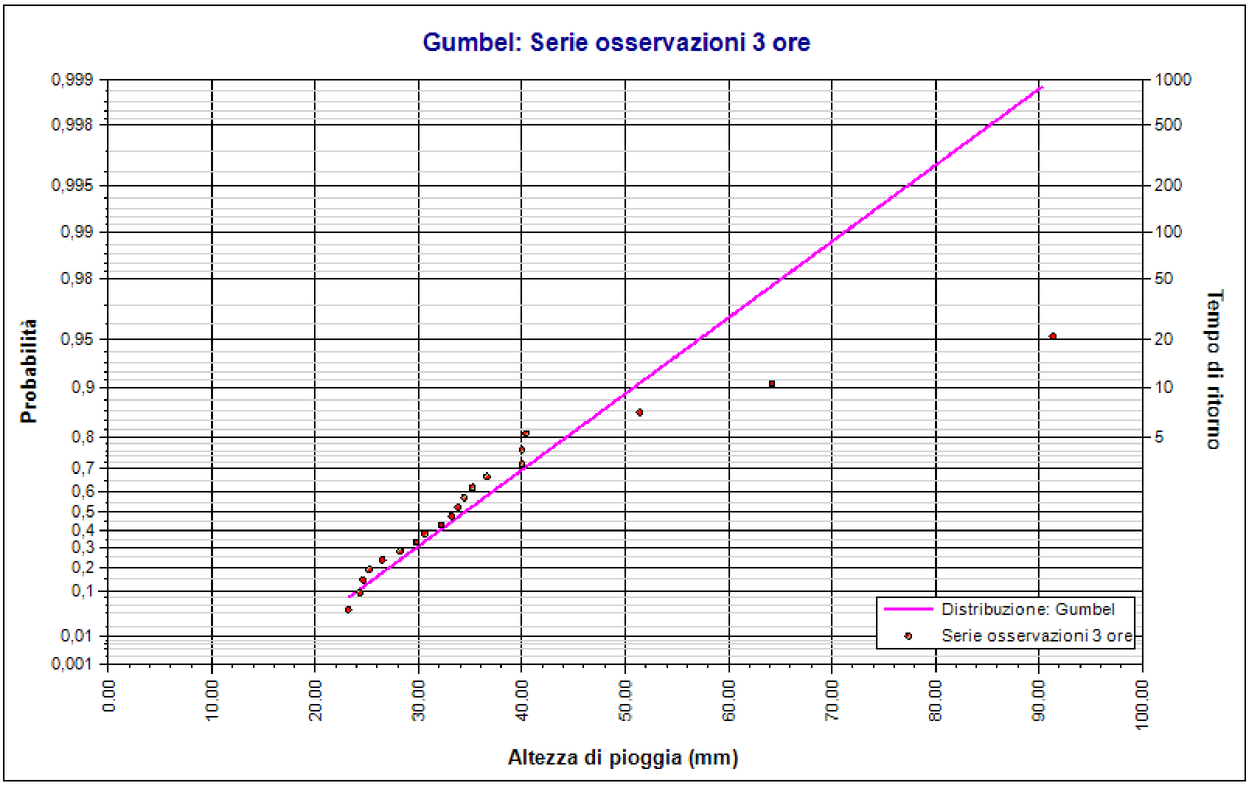
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x-22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x-31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x-36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x-42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x-49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

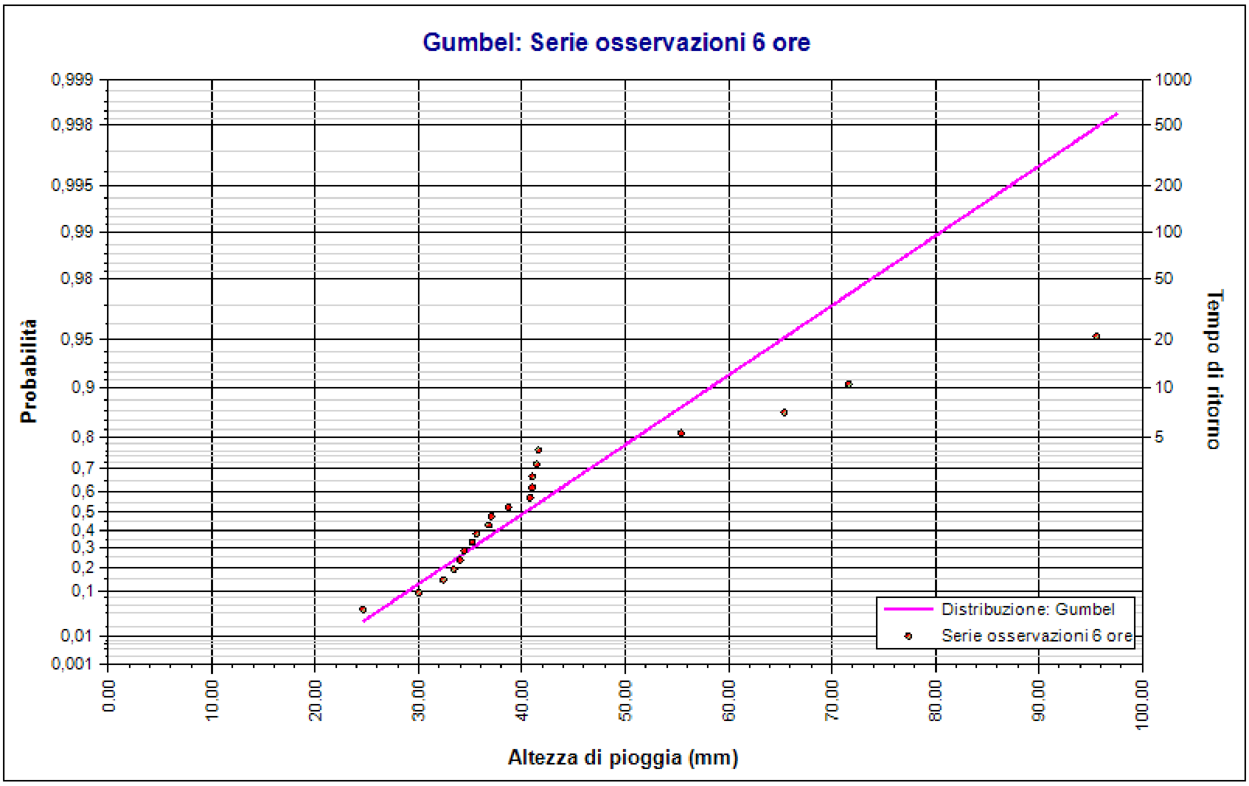
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



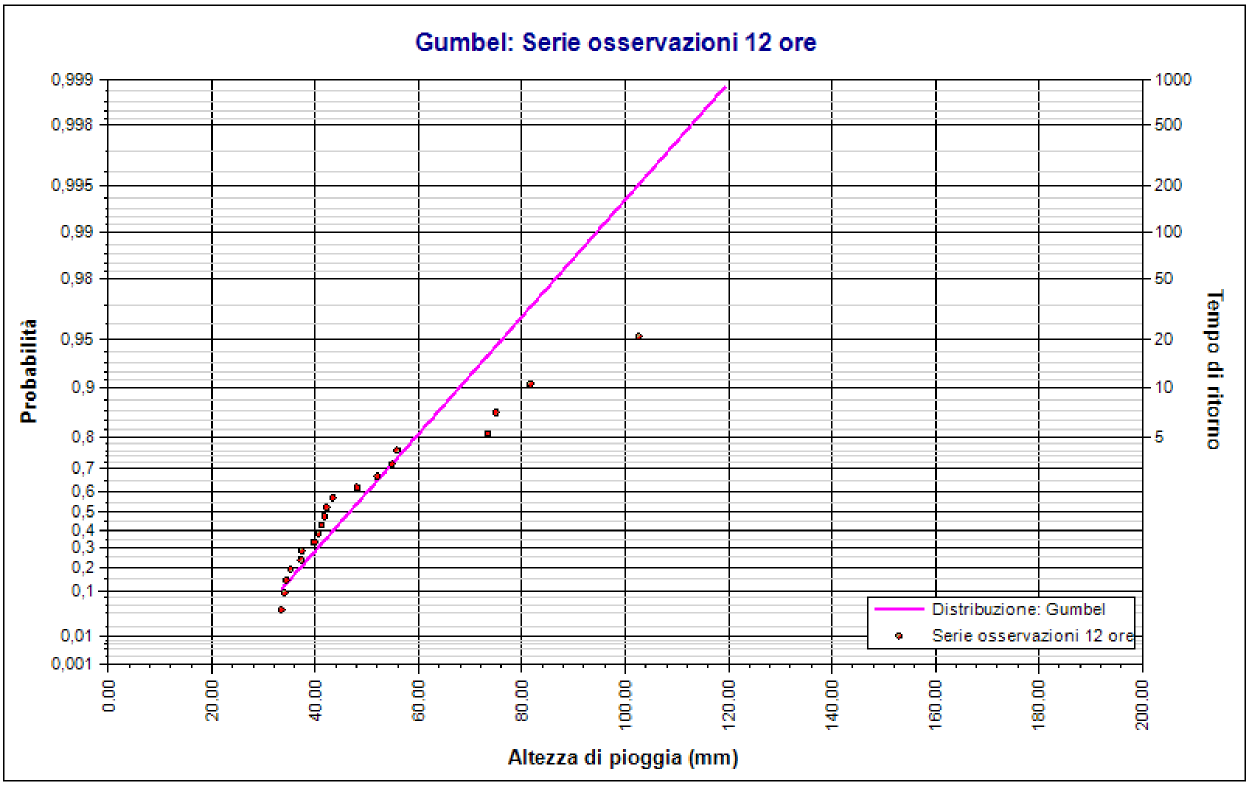
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



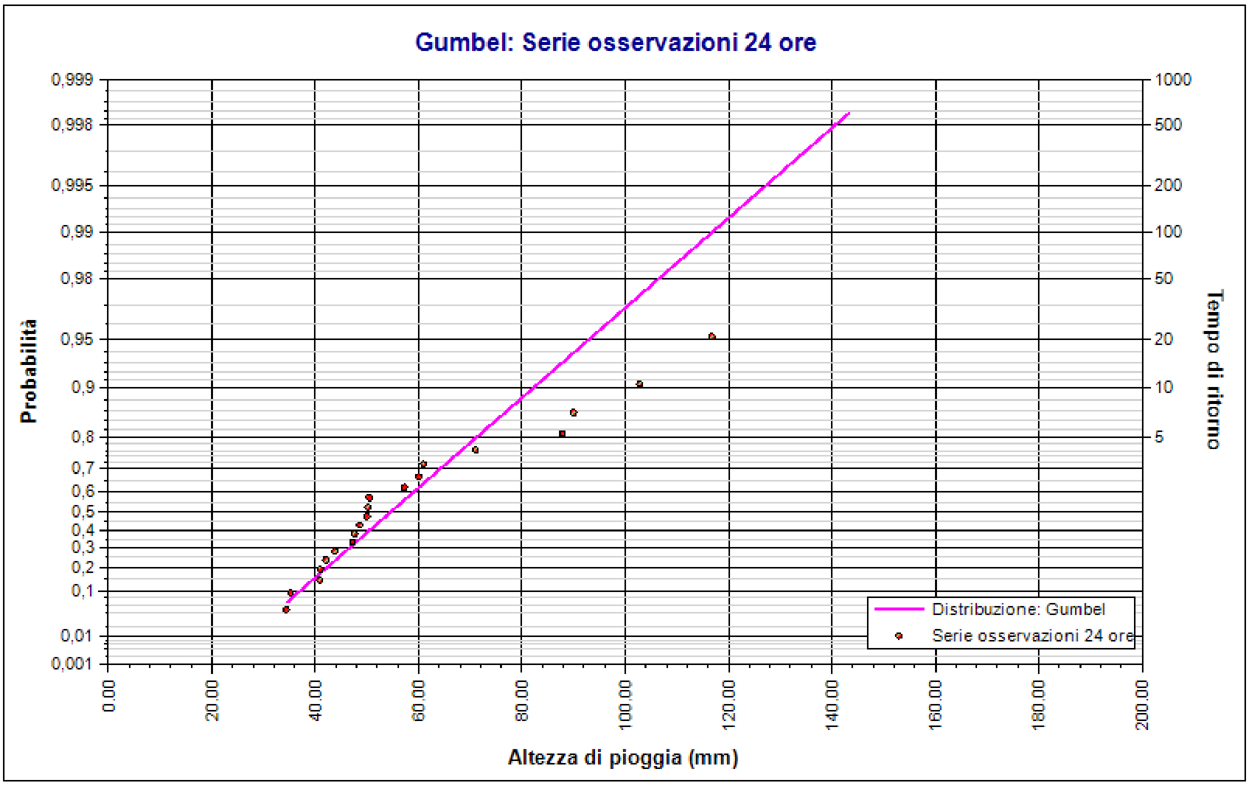
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano

Tempo di ritorno: 100.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

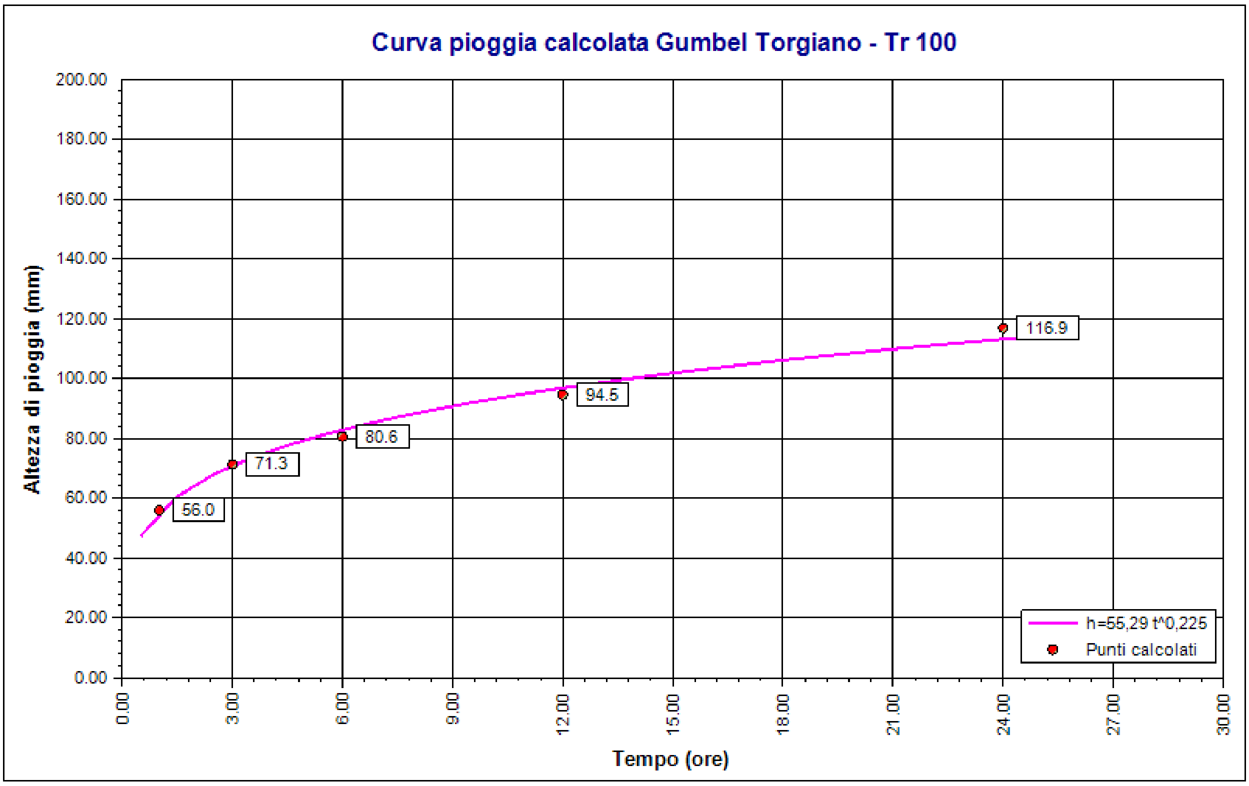
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	56.027
2	3.000	180	71.259
3	6.000	360	80.573
4	12.000	720	94.499
5	24.000	1440	116.890

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
55.29	0.23	1.00	$h(t) = 55{,}3\, t^{0{,}225}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	55.290		9	90.732		17	104.719
2	64.641		10	92.913		18	106.077
3	70.828		11	94.930		19	107.377
4	75.573		12	96.811		20	108.626
5	79.472		13	98.574		21	109.827
6	82.806		14	100.234		22	110.985
7	85.735		15	101.805		23	112.103
8	88.354		16	103.297		24	113.184



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100	Curva pioggia calcolata	20	66.96	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100	Curva pioggia calcolata	40	57.56	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100	Curva pioggia calcolata	40	55.29	0.23

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
58.52	0.25	$h(t) = 58{,}5\ t^{0{,}253}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	58.515		9	102.091		17	119.938
2	69.746		10	104.853		18	121.687
3	77.291		11	107.415		19	123.365
4	83.134		12	109.809		20	124.978
5	87.968		13	112.058		21	126.533
6	92.126		14	114.182		22	128.032
7	95.795		15	116.195		23	129.482
8	99.090		16	118.110		24	130.886

Combinazione Gumbel - Tr 100

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h

Dati Pluviogramma

Tipo: Pluviogramma sintetico

Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 100

Durata: 1.000 ore

Altezza di pioggia complessiva: 58.515 mm

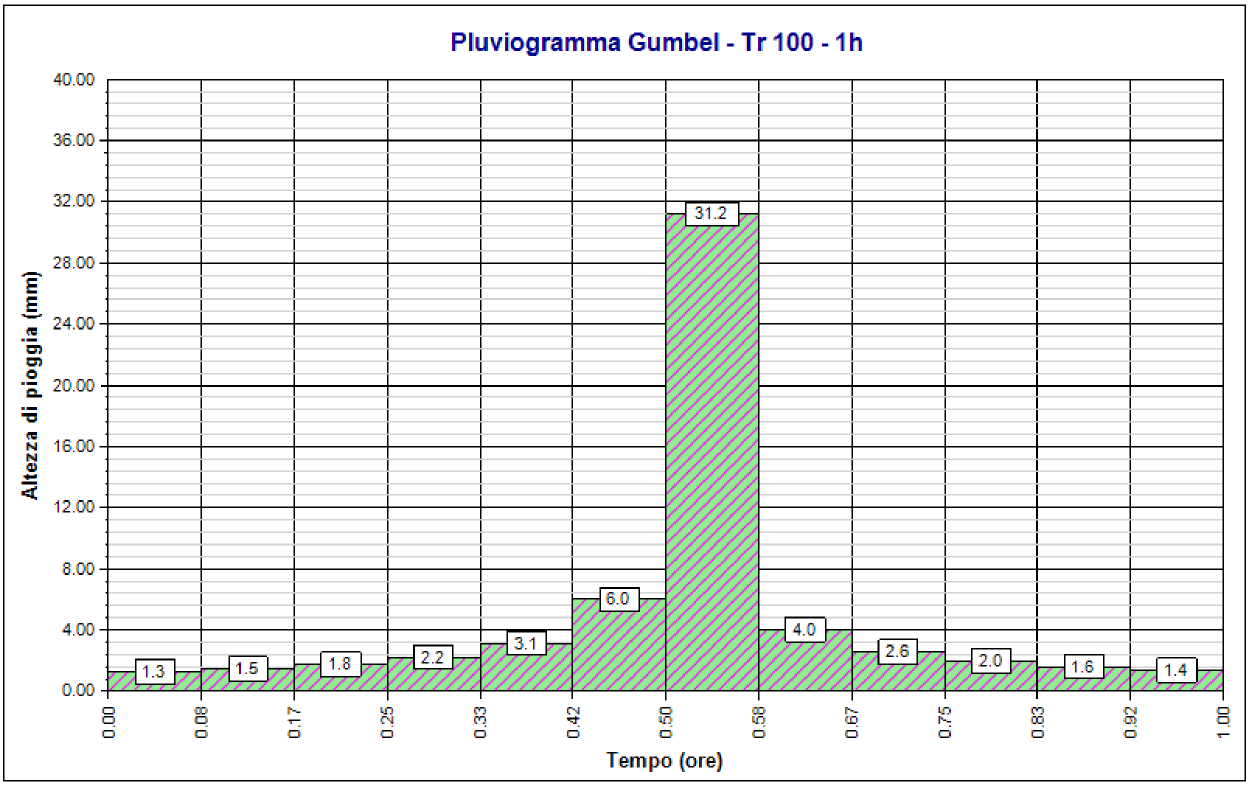
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
58.52	0.25	$h(t) = 58{,}5\ t^{0.253}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	1.276
2	0.083	0.167	5	10	1.472
3	0.167	0.250	10	15	1.756
4	0.250	0.333	15	20	2.216
5	0.333	0.417	20	25	3.113
6	0.417	0.500	25	30	5.985
7	0.500	0.583	30	35	31.182
8	0.583	0.667	35	40	4.020
9	0.667	0.750	40	45	2.576
10	0.750	0.833	45	50	1.955
11	0.833	0.917	50	55	1.599
12	0.917	1.000	55	60	1.365



Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino C Gumbel - Tr 100 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

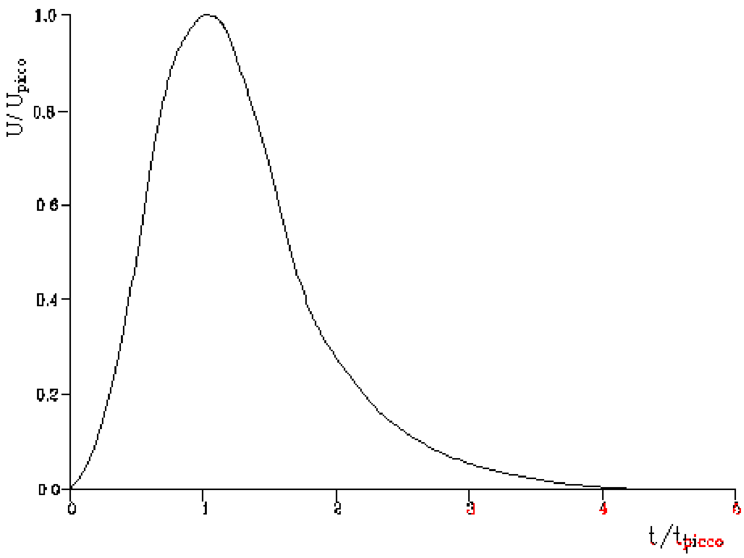
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0{,}6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0{,}5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0{,}2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

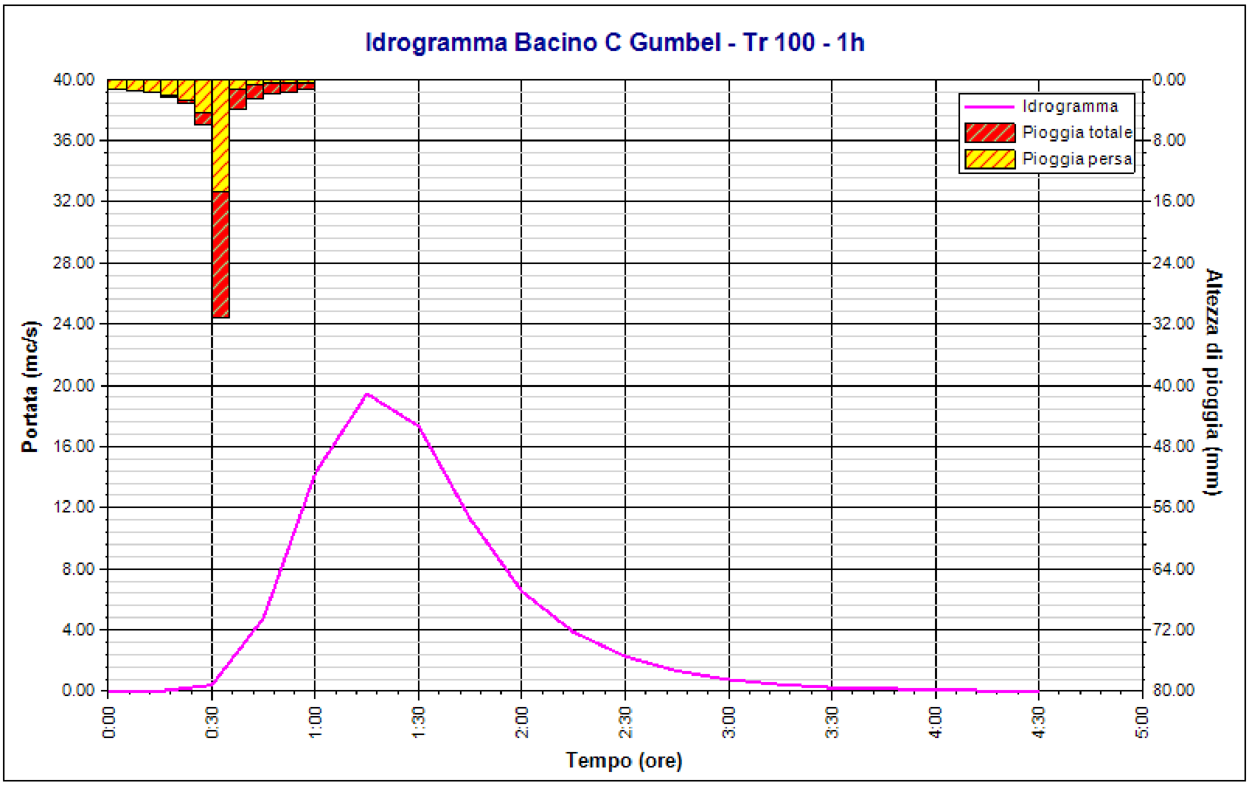
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h
Superficie del bacino: 2.8 kmq
Tlag: 0.642 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 81.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	4.503	4.466	0.037	0.0
2	0.250	15	11.314	9.082	2.232	0.0
3	0.500	30	37.778	16.812	20.966	0.4
4	0.750	45	4.919	1.377	3.542	4.8
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	14.2
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	19.4
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	17.3
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	11.3
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	6.5
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	3.9
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	2.3
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	1.3
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.8
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.4
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.2
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.2
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.1
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0
19	4.500	270	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	19.4	mc/s
Istante picco	1.250	ore
Istante picco	75.0	minuti
Durata totale evento	4.500	ore
Volume afflusso	164	mc x 1000
Volume deflusso	75	mc x 1000
Altezza afflusso	58.515	mm
Altezza deflusso	26.723	mm
Coeff. deflusso	0.46	-
Coeff. udometrico	6.94	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino C Gumbel - Tr 100 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

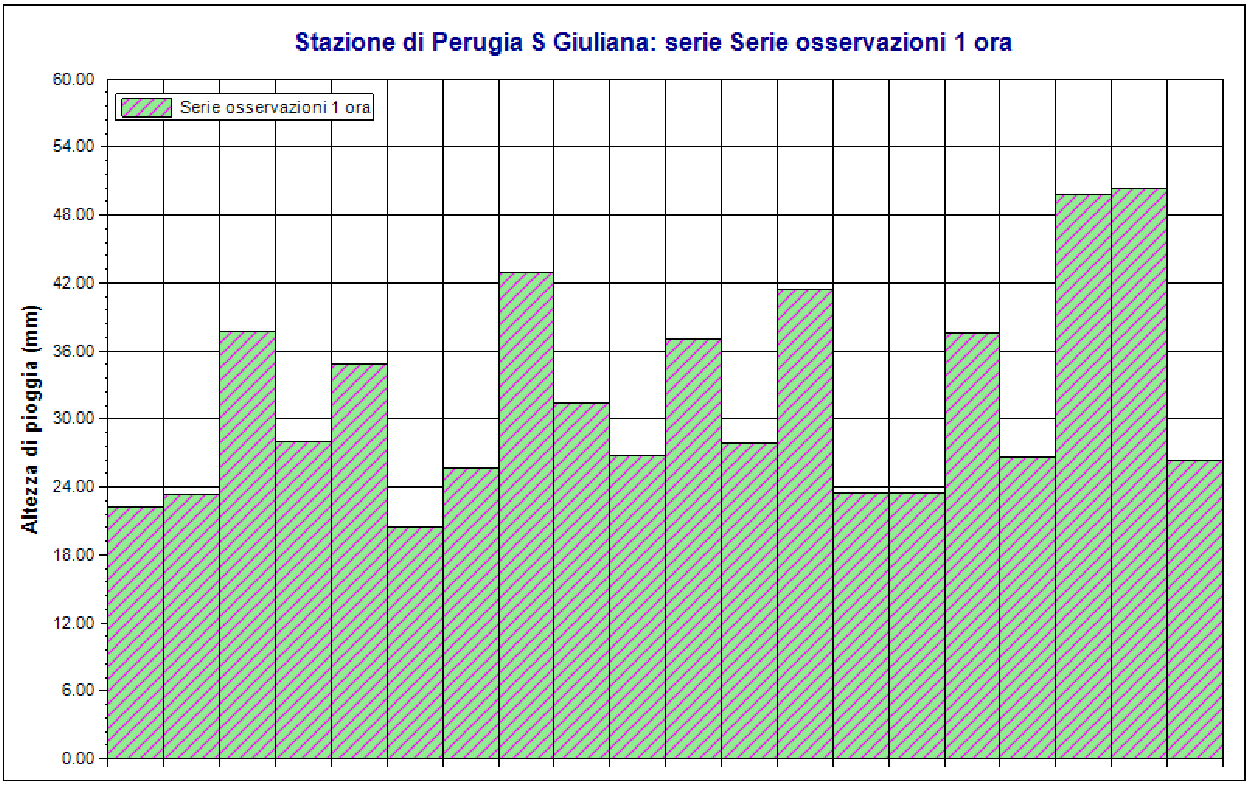
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

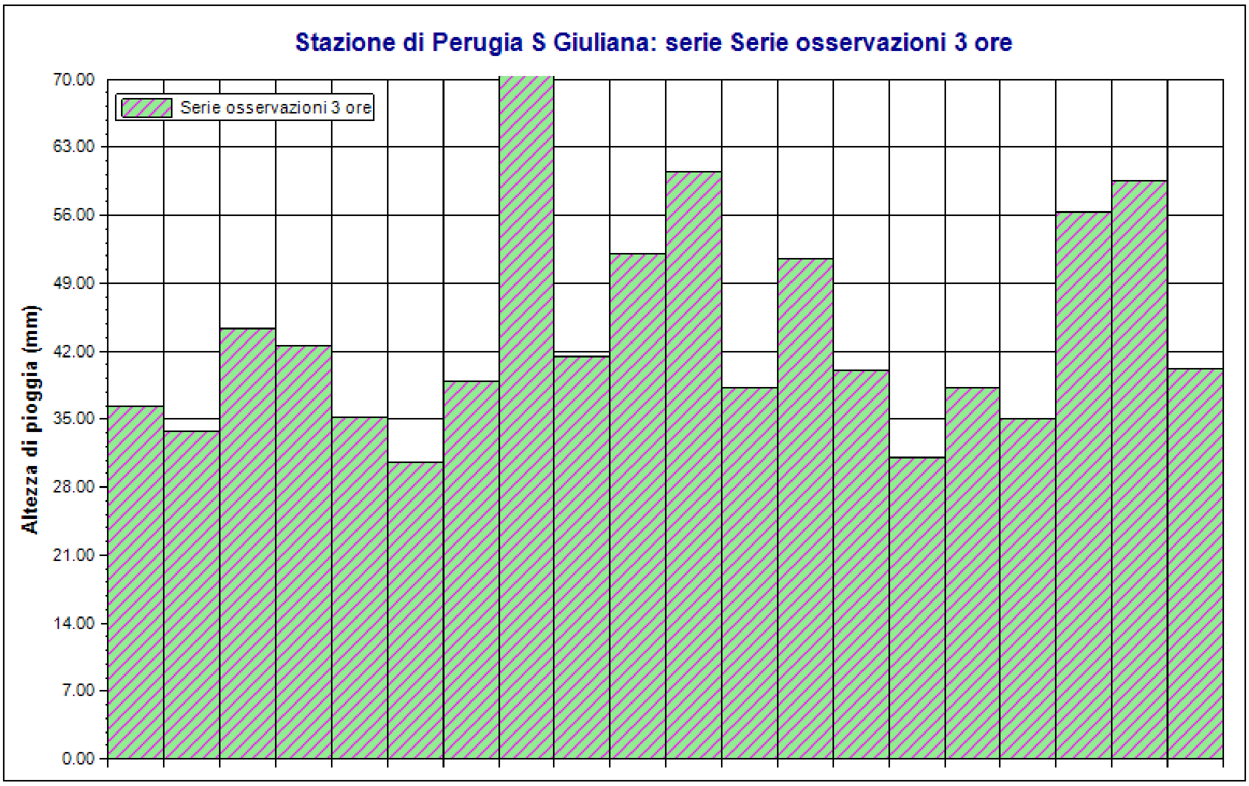
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

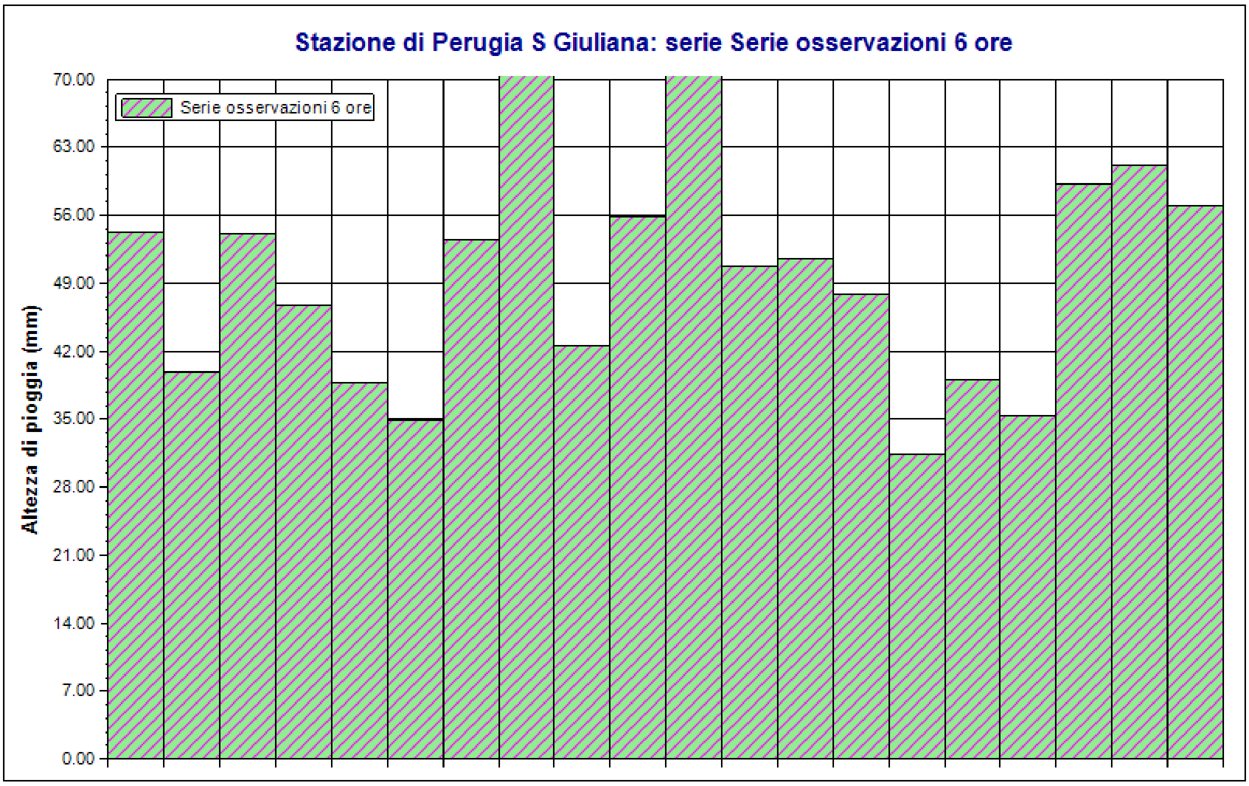
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



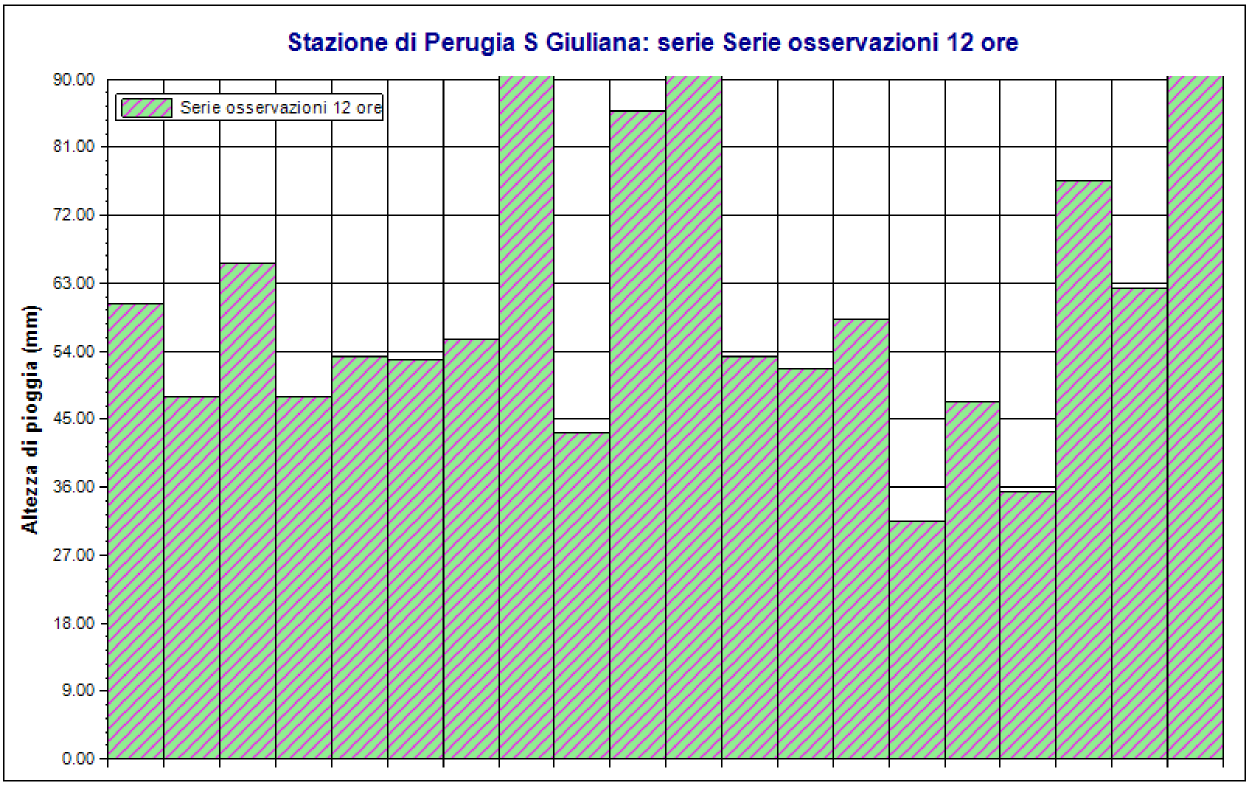
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



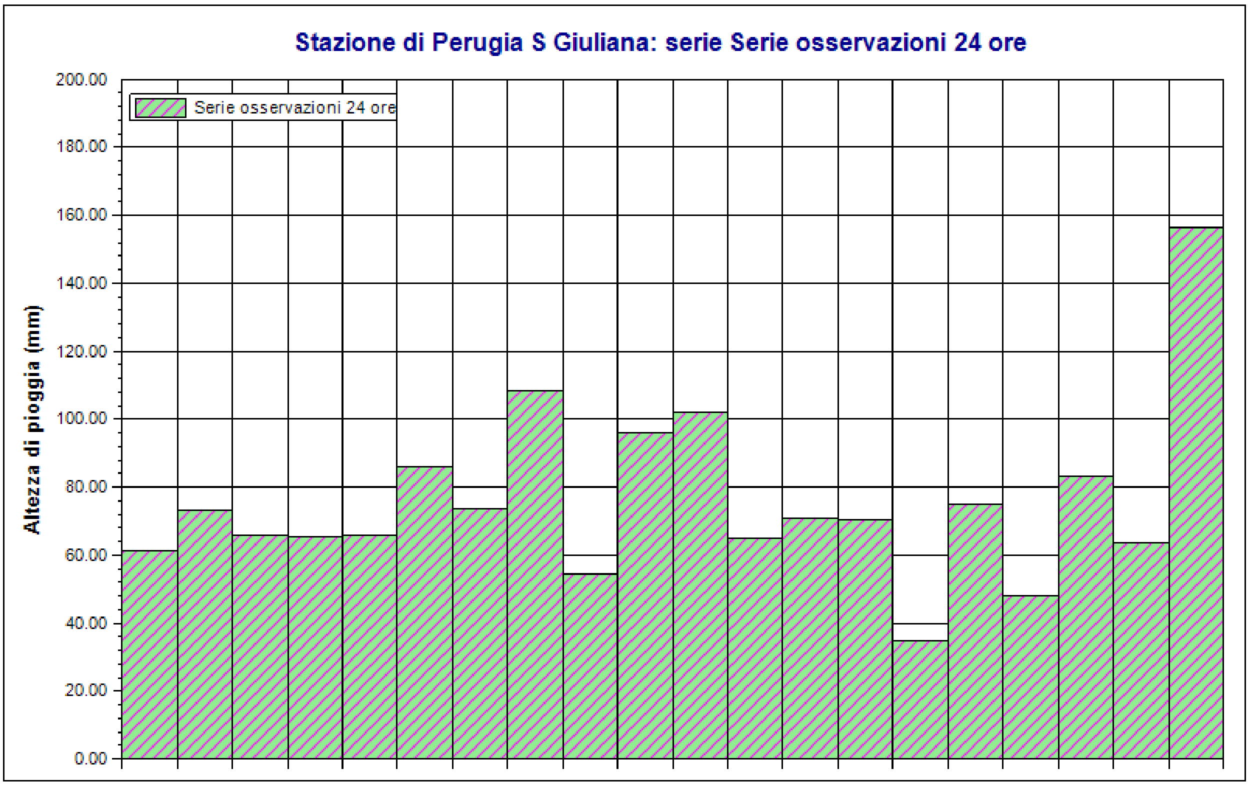
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{\ k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro α=*k*Φ(*z*=ε) che misura la rapidità con cui ε varia al variare di *k* (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di *z*, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per *k* tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della *x* dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

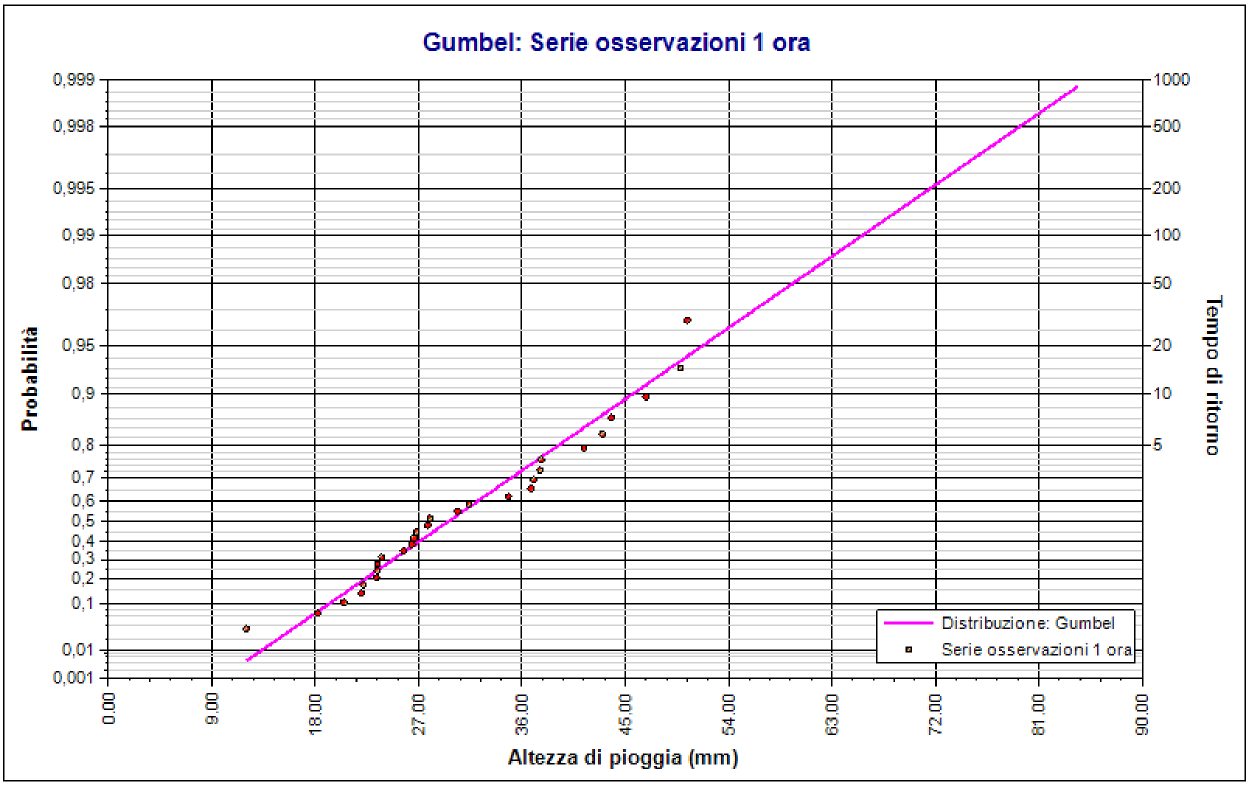
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

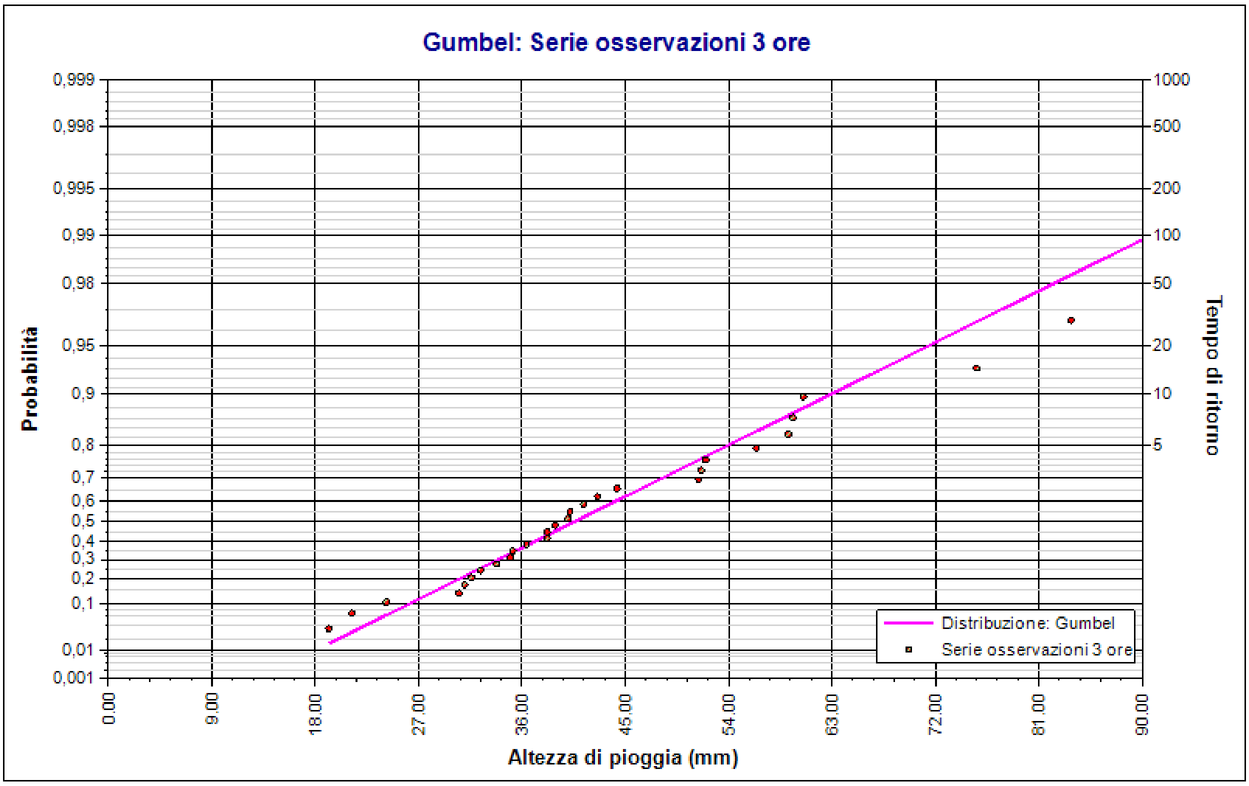
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}117\left(x - 26{,}399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}084\left(x - 36{,}187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}071\left(x - 42{,}675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}062\left(x - 49{,}811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}052\left(x - 60{,}310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

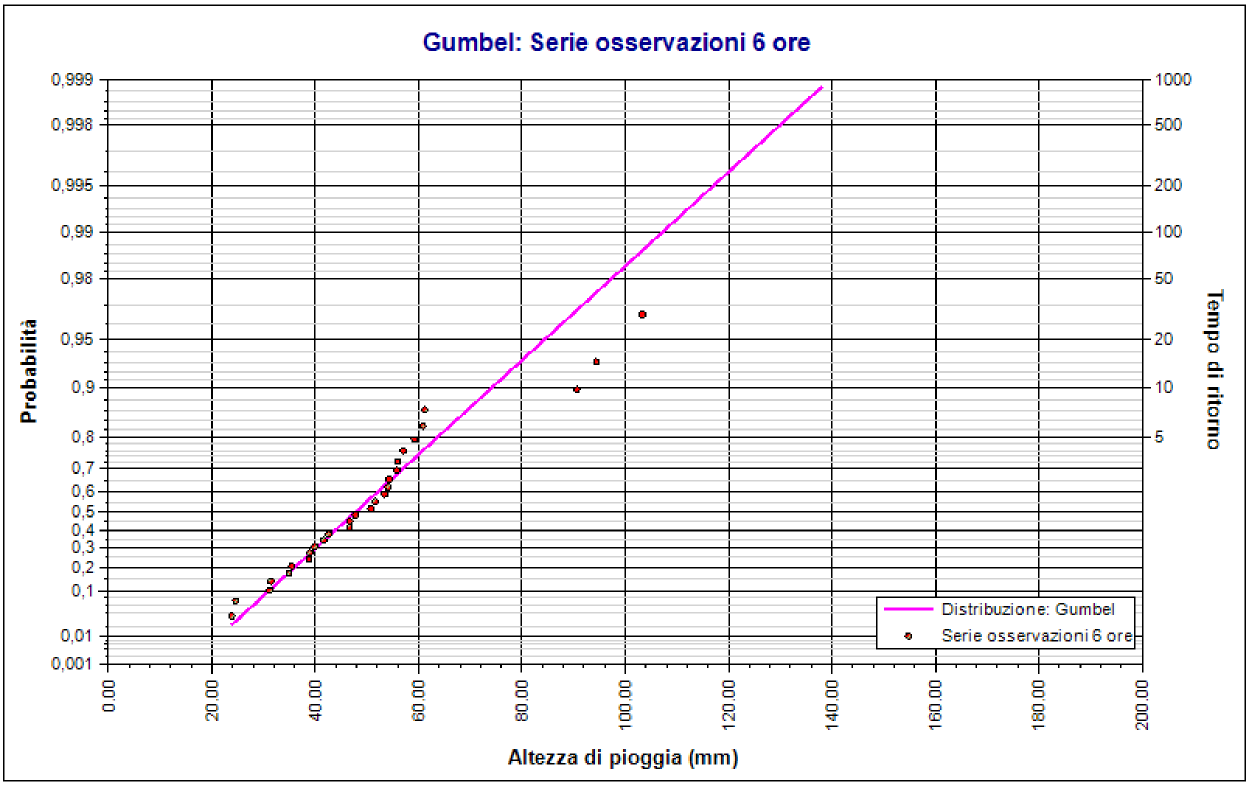
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



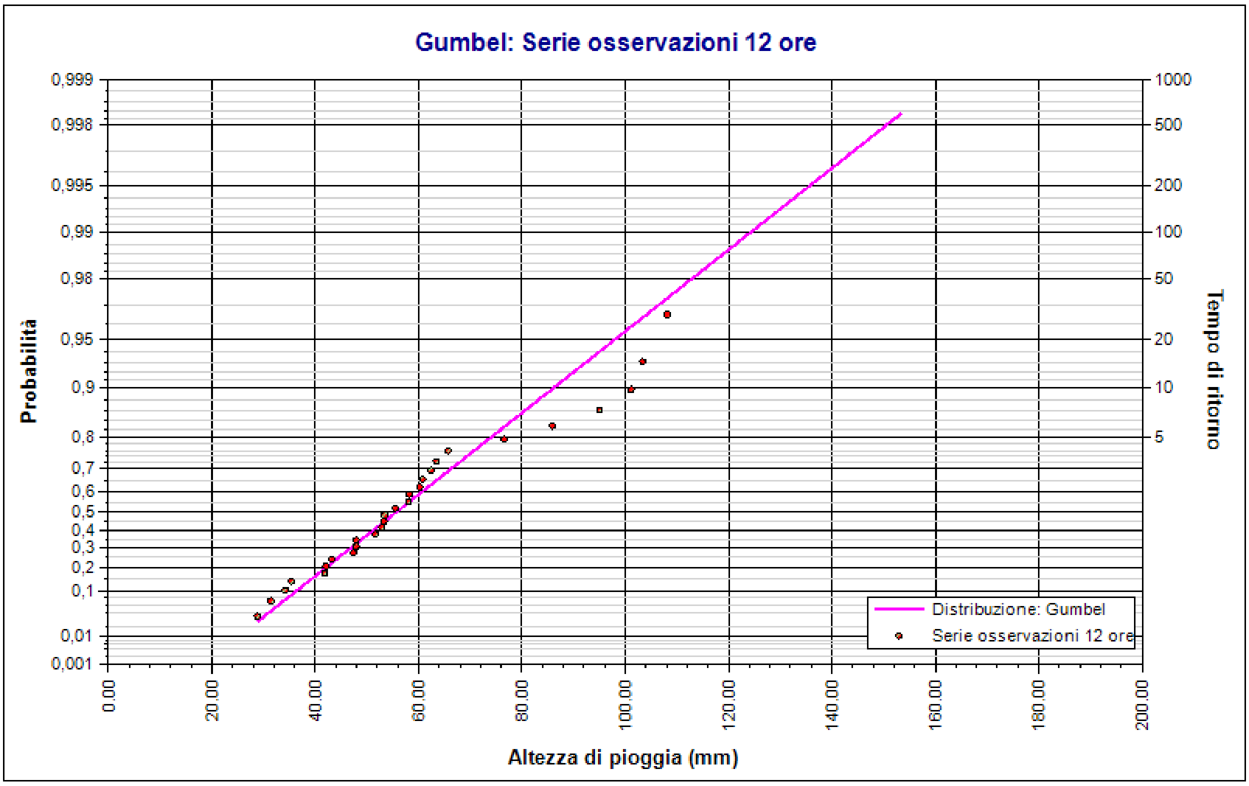
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



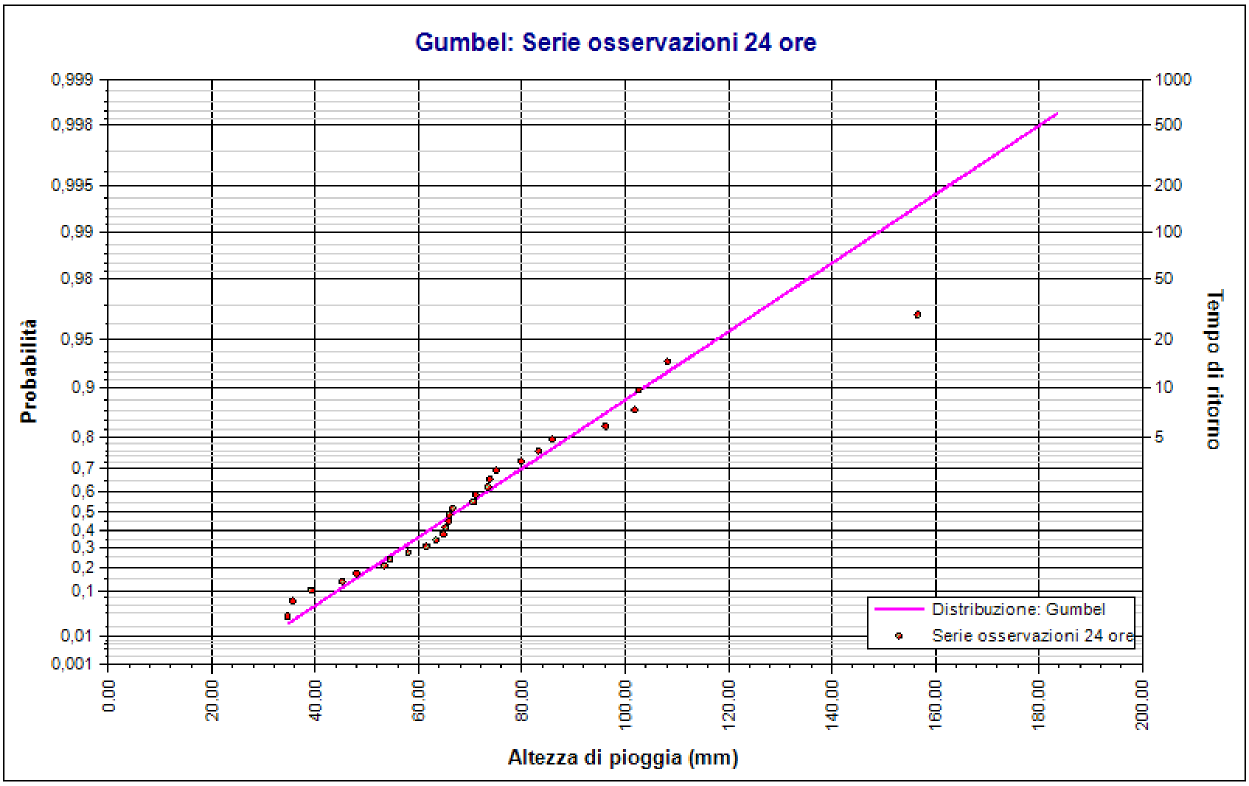
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

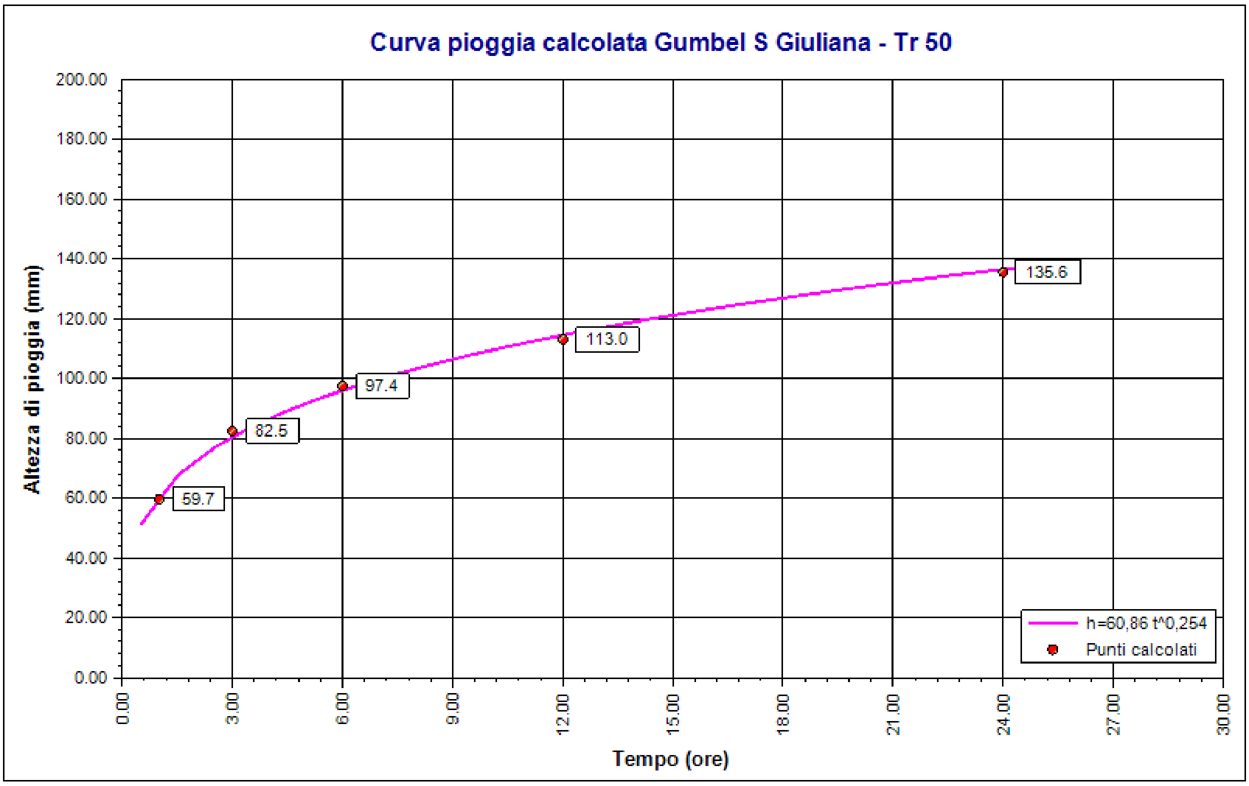
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	59.675
2	3.000	180	82.455
3	6.000	360	97.443
4	12.000	720	113.046
5	24.000	1440	135.592

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
60.86	0.25	1.00	$h(t) = 60{,}9\, t^{0{,}254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	60.863		9	106.408		17	125.084
2	72.593		10	109.297		18	126.915
3	80.476		11	111.978		19	128.672
4	86.583		12	114.483		20	130.361
5	91.637		13	116.837		21	131.989
6	95.985		14	119.059		22	133.559
7	99.822		15	121.166		23	135.077
8	103.269		16	123.171		24	136.547



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

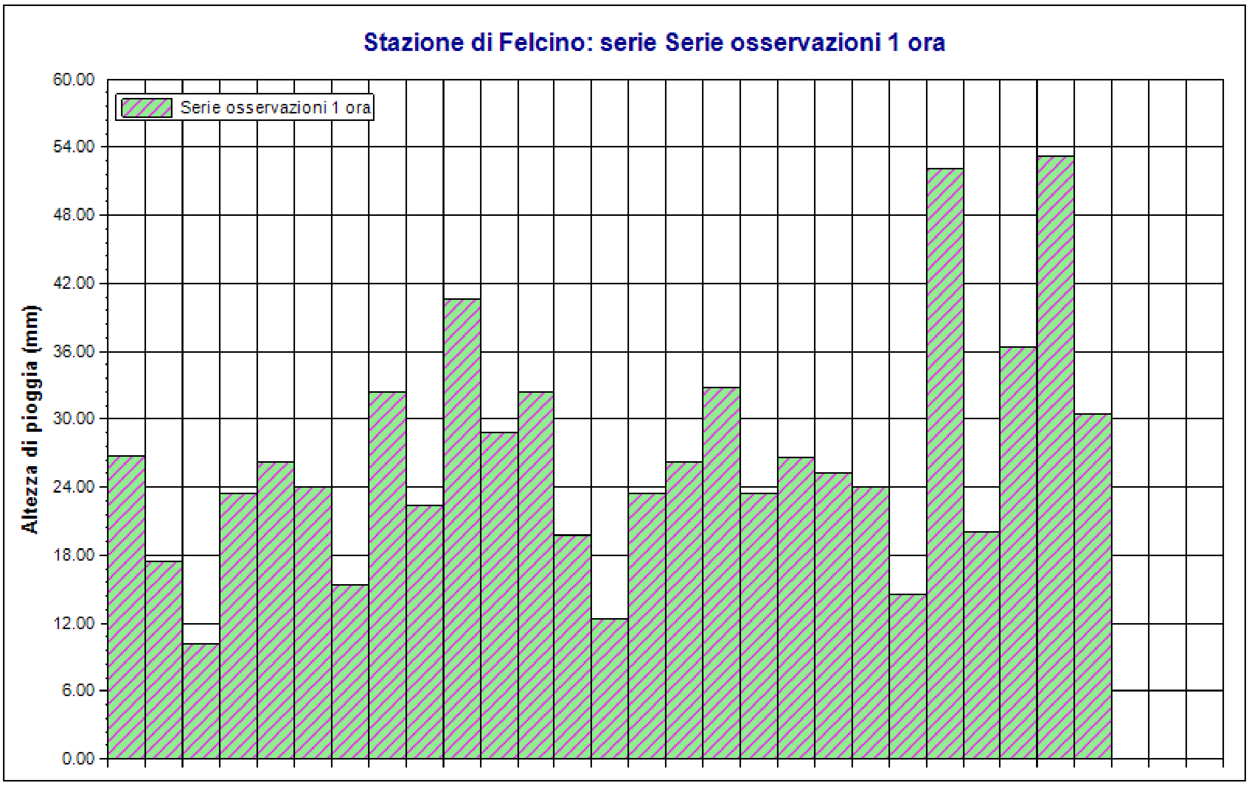
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

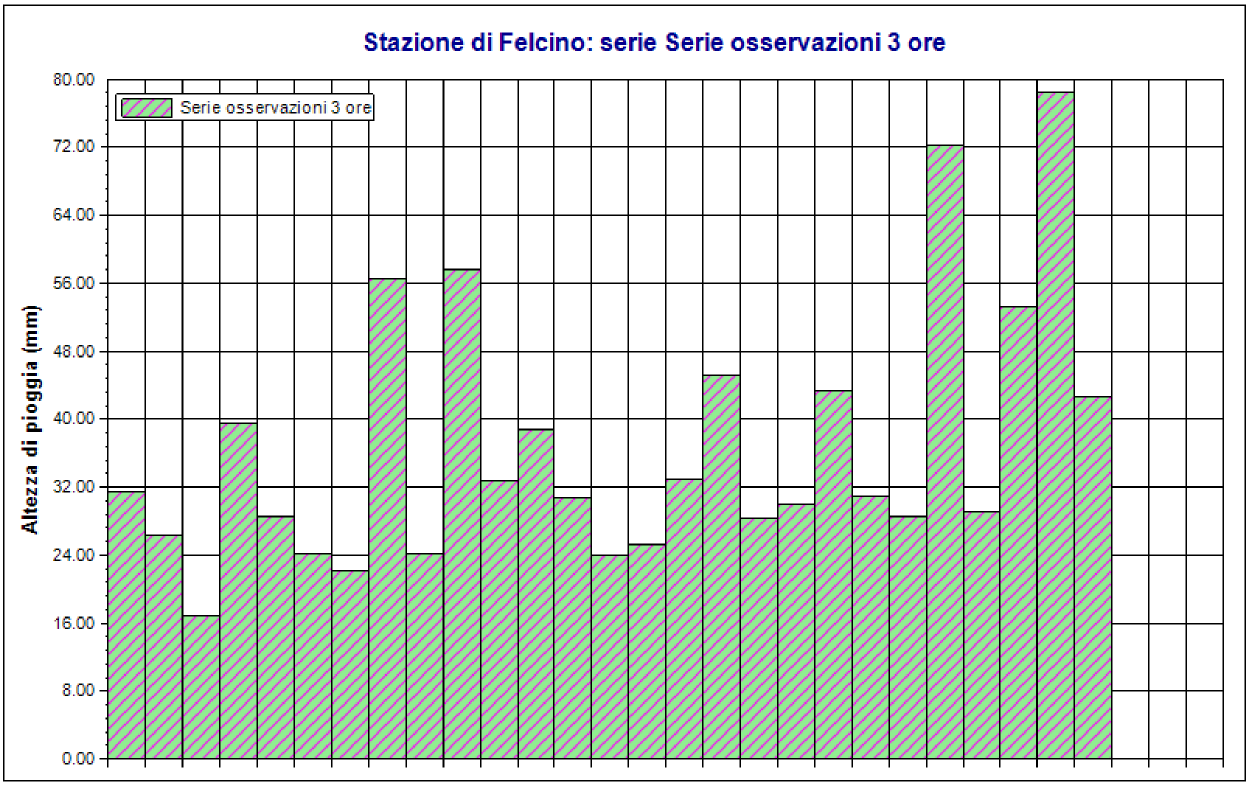
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

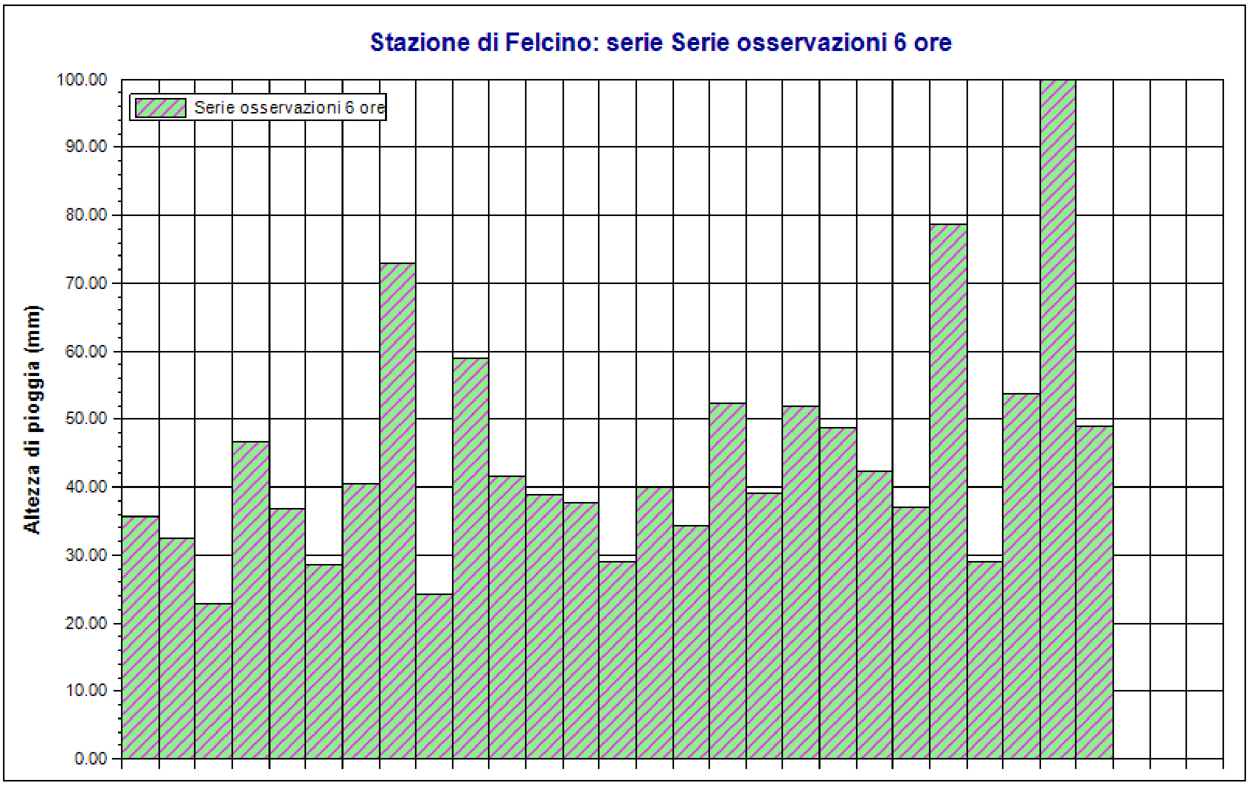
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



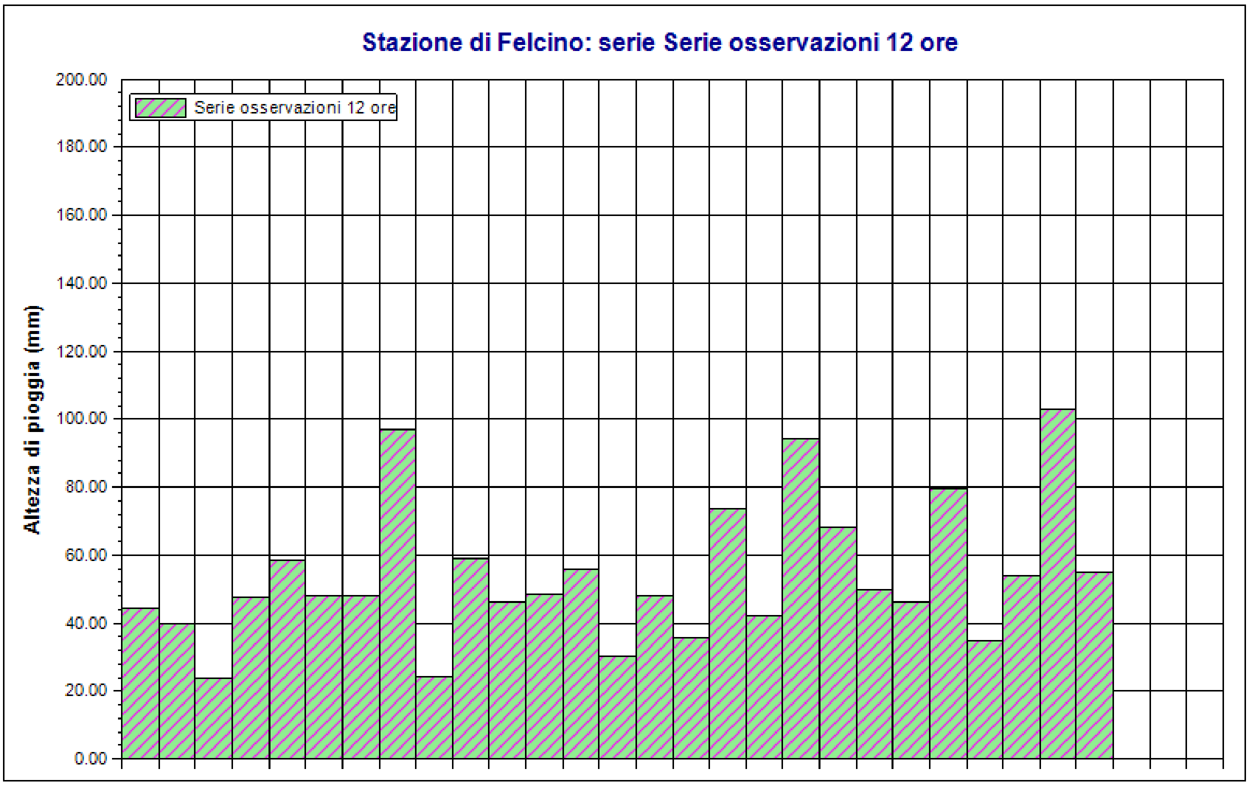
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



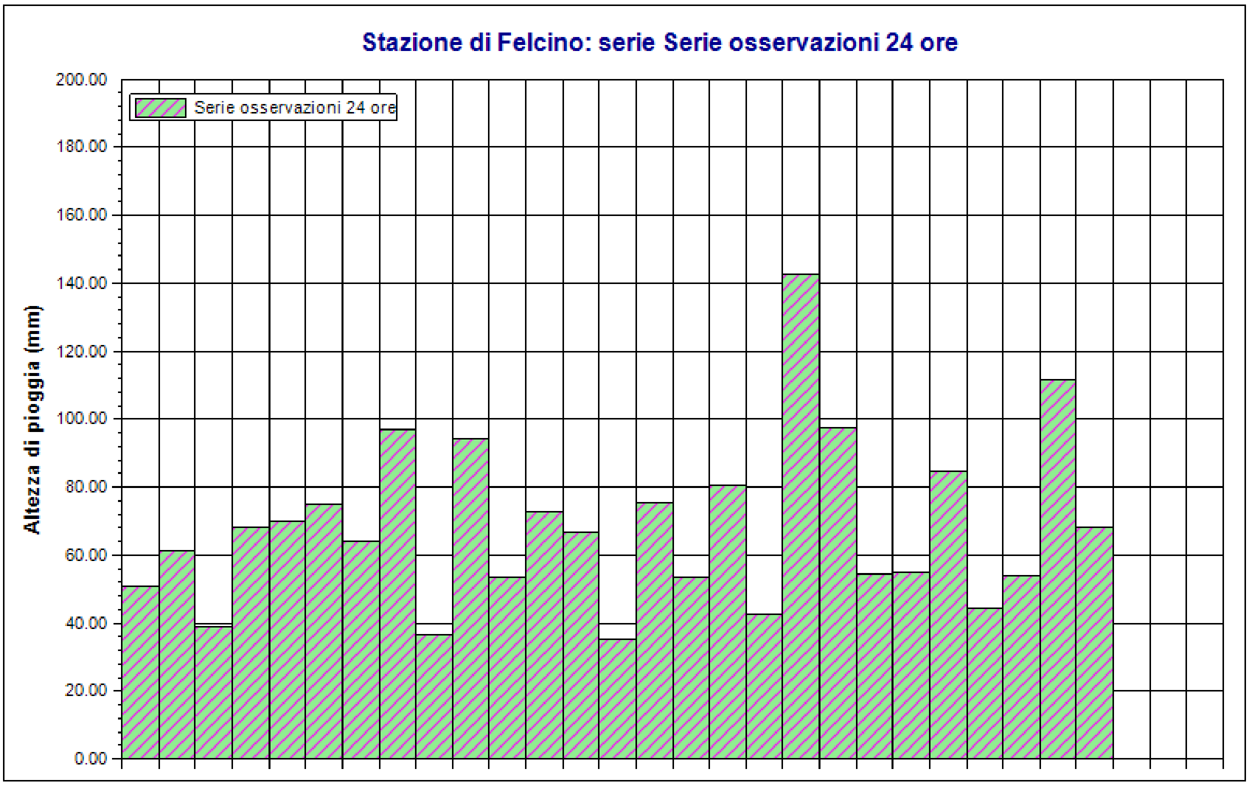
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

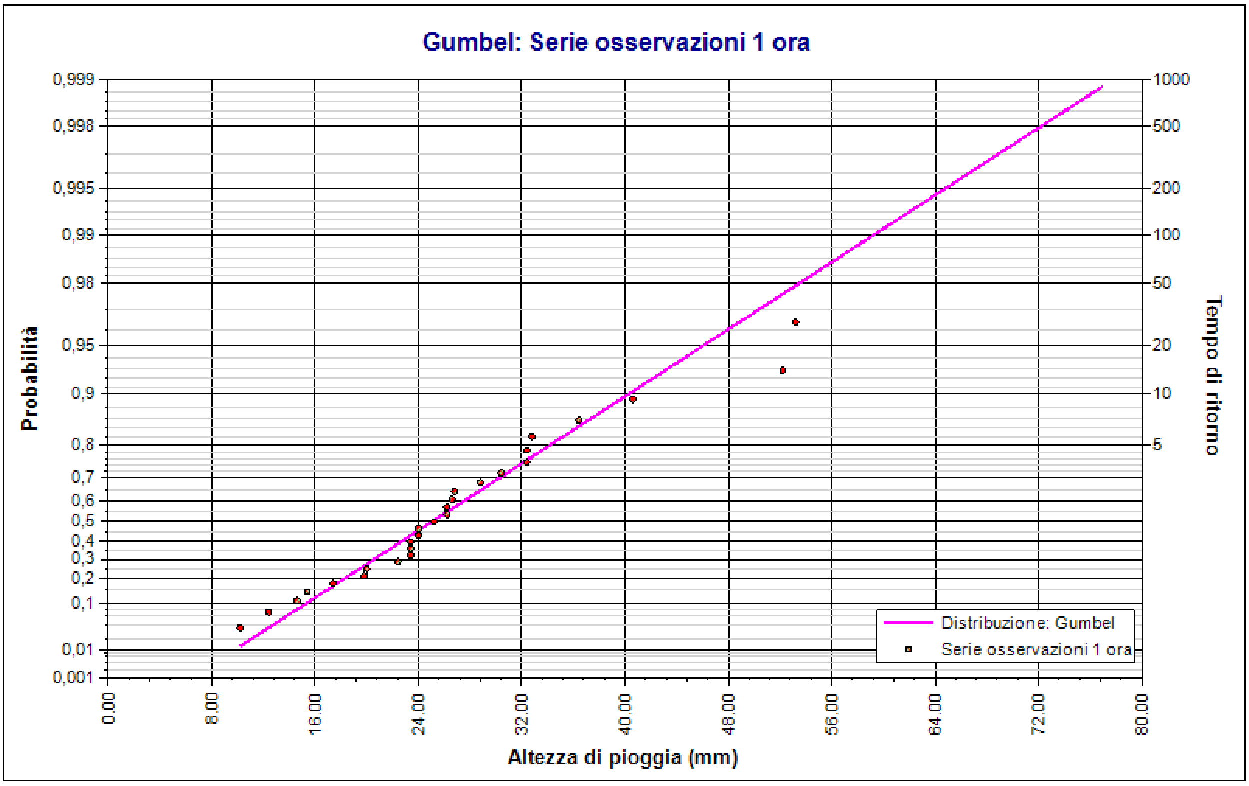
Parametro	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

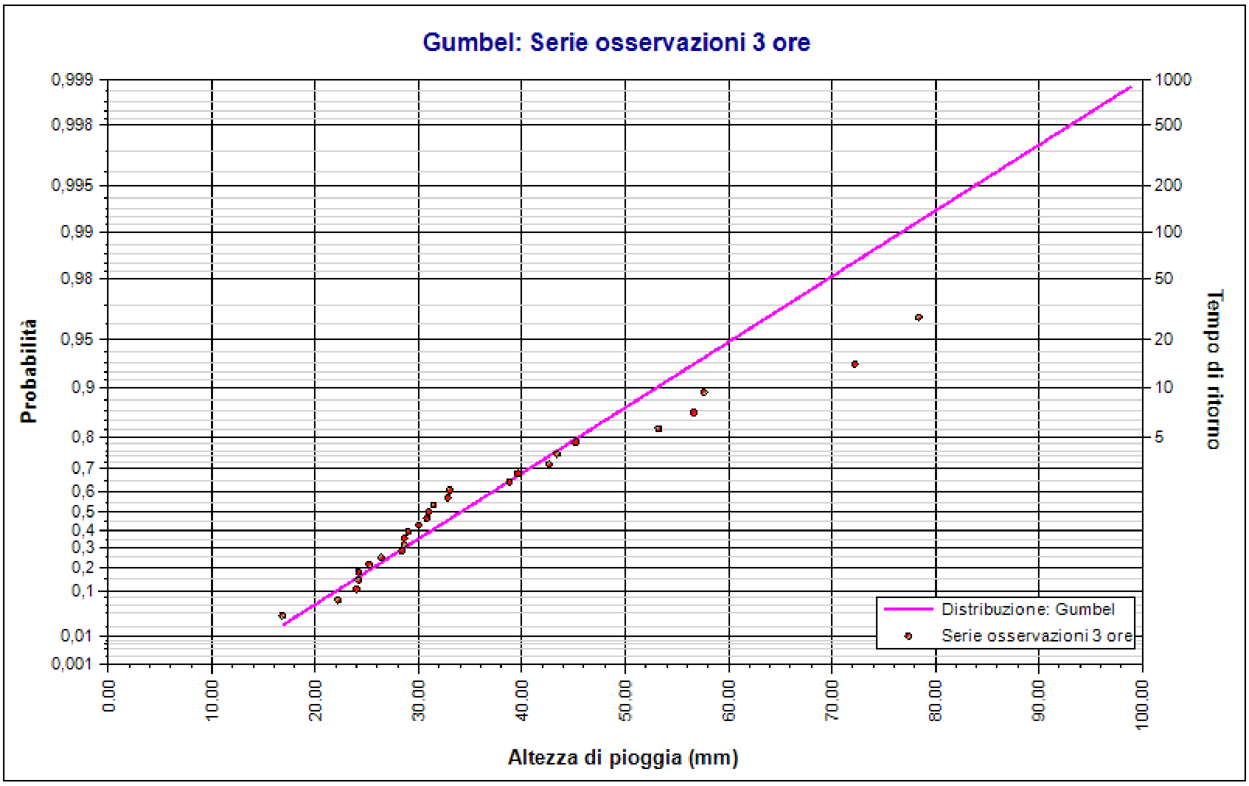
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}124\left(x-22{,}103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}099\left(x-30{,}422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}087\left(x-37{,}409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}064\left(x-44{,}797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}055\left(x-57{,}579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

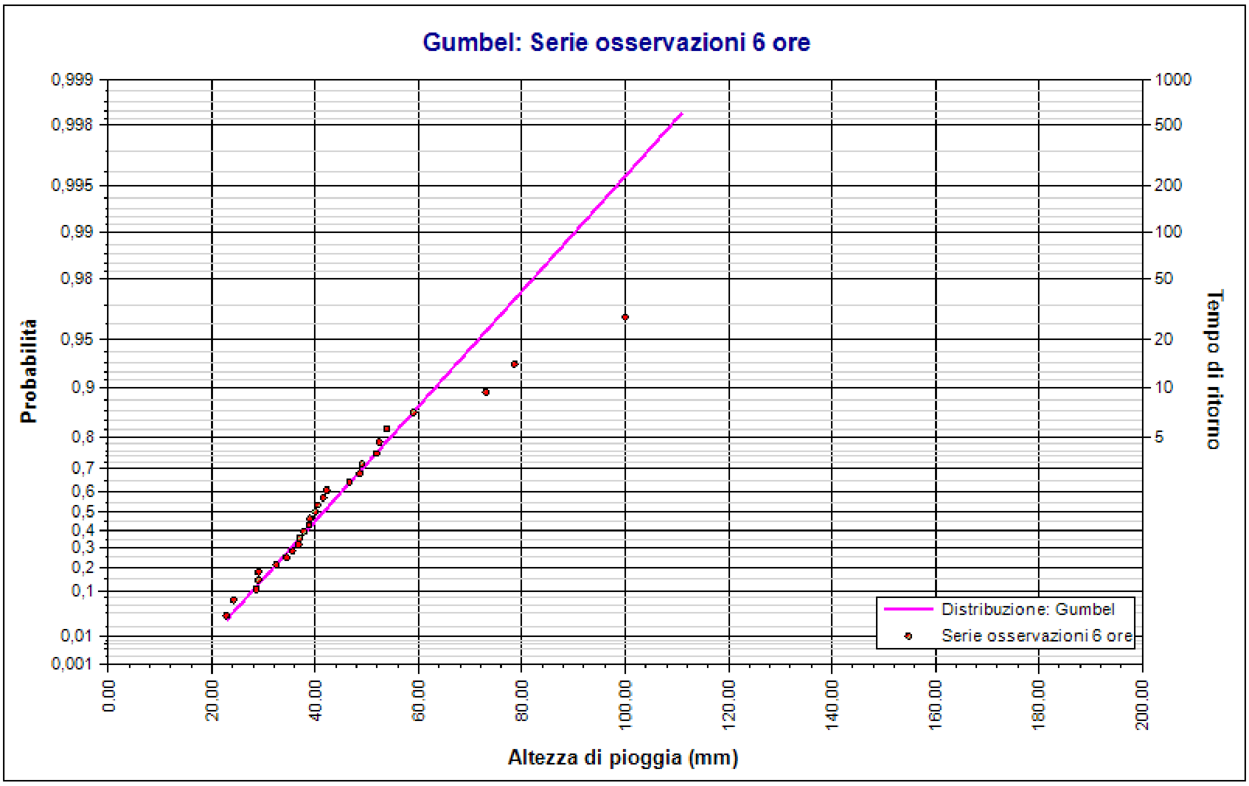
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



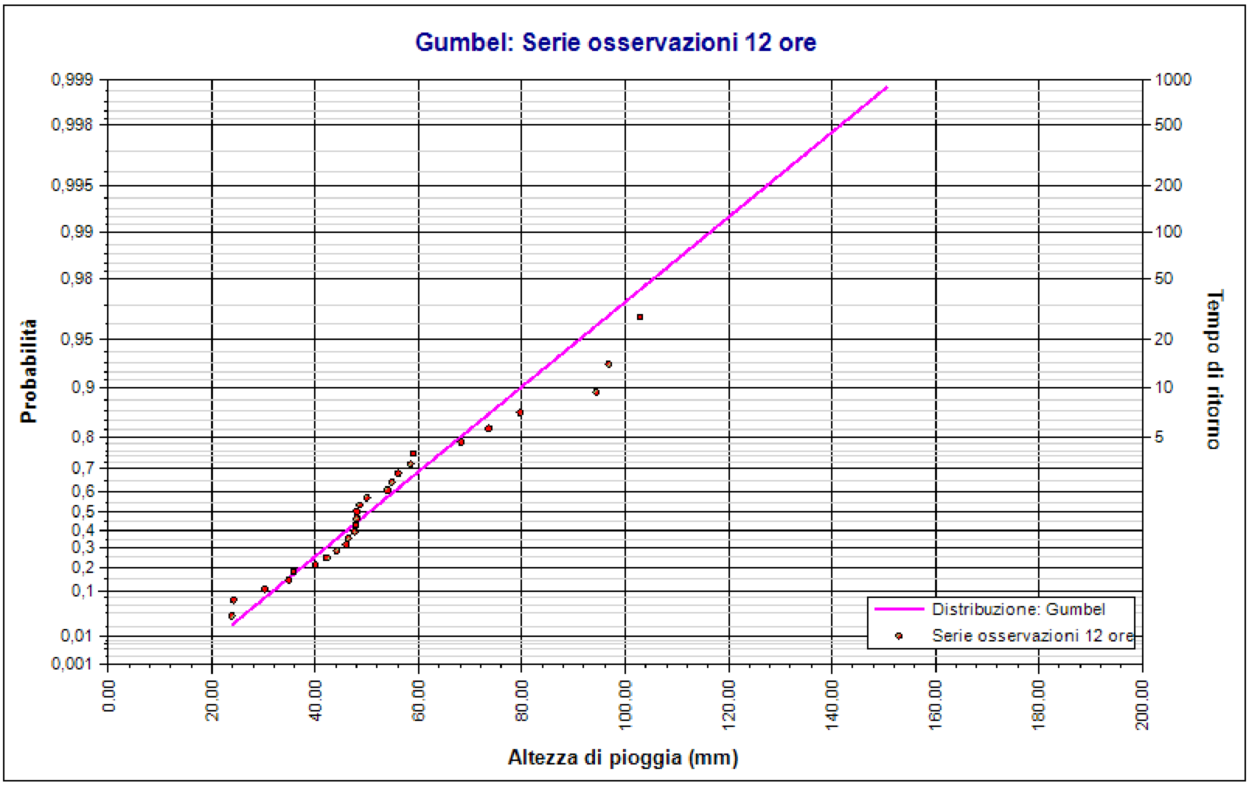
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



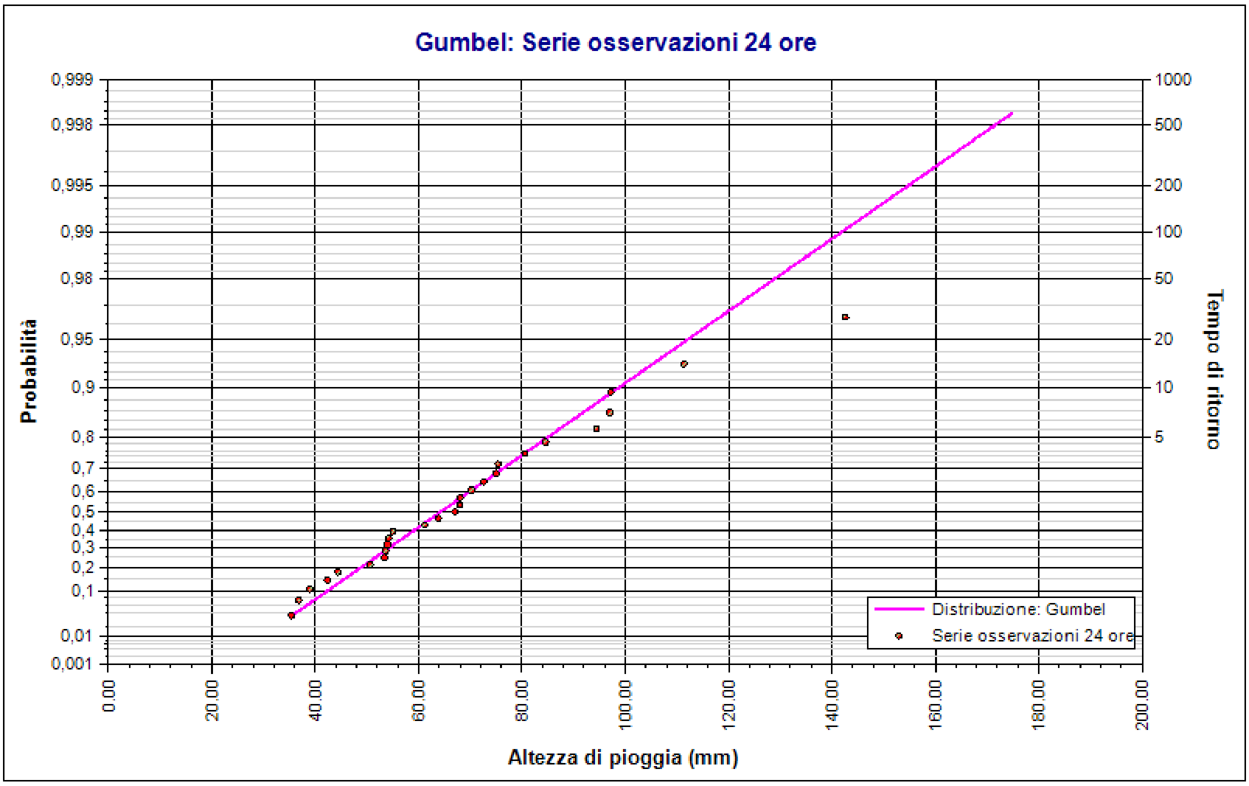
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

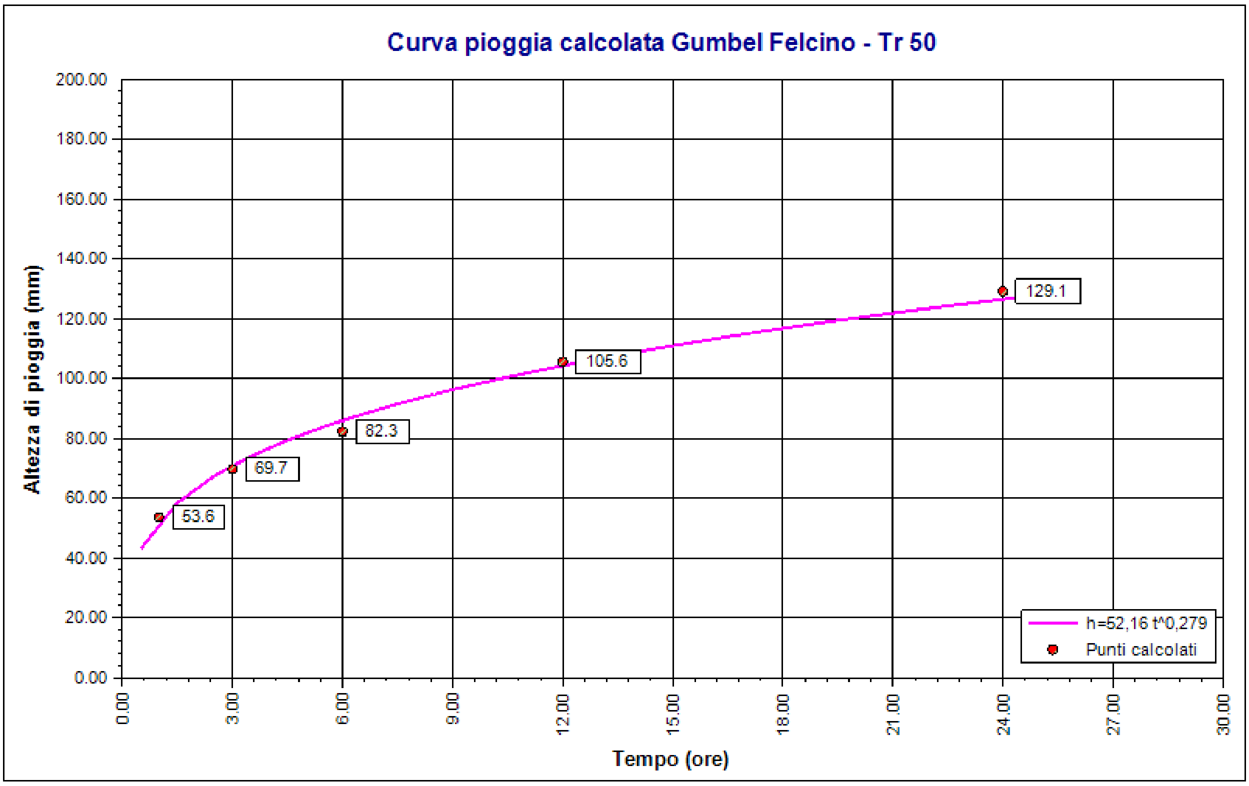
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	53.580
2	3.000	180	69.741
3	6.000	360	82.263
4	12.000	720	105.612
5	24.000	1440	129.117

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
52.16	0.28	1.00	$h(t) = 52,2\, t^{0.279}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	52.163		9	96.247		17	114.917
2	63.283		10	99.115		18	116.763
3	70.856		11	101.784		19	118.536
4	76.772		12	104.283		20	120.243
5	81.700		13	106.637		21	121.890
6	85.960		14	108.863		22	123.481
7	89.734		15	110.977		23	125.021
8	93.138		16	112.991		24	126.513



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

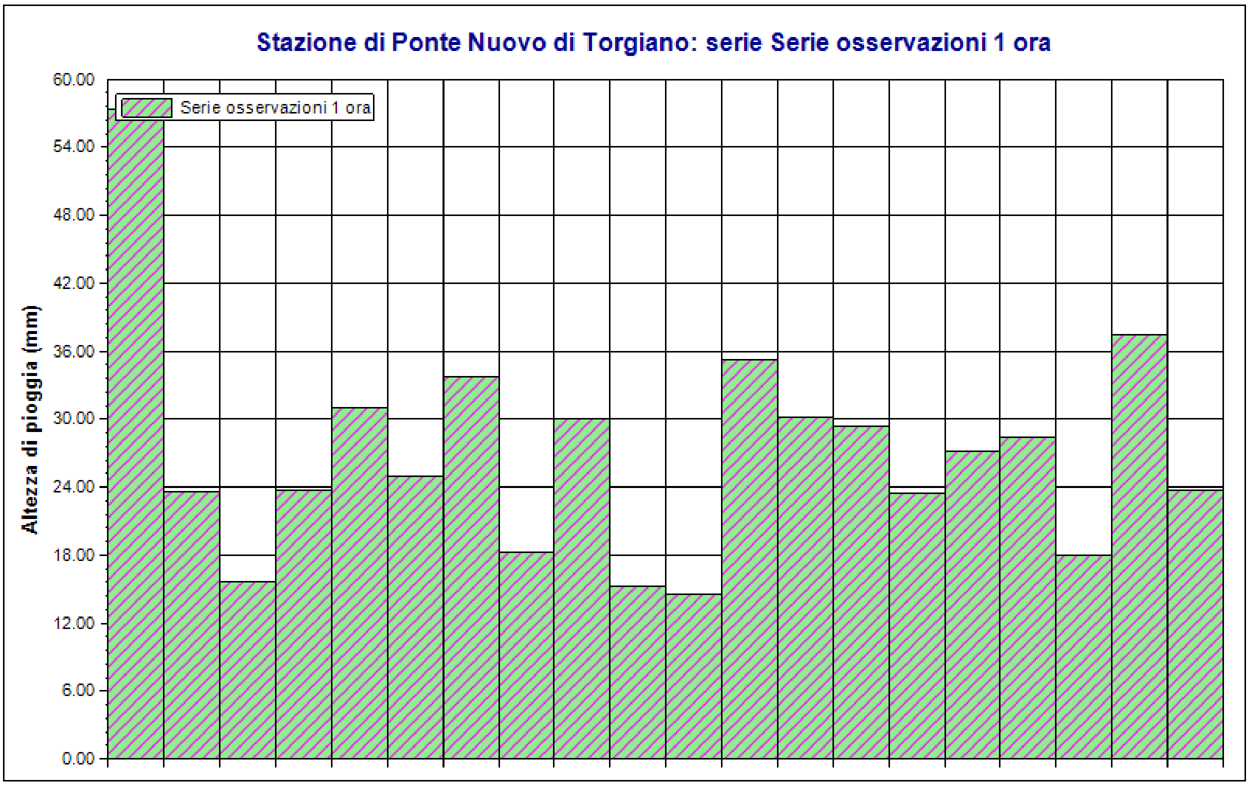
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

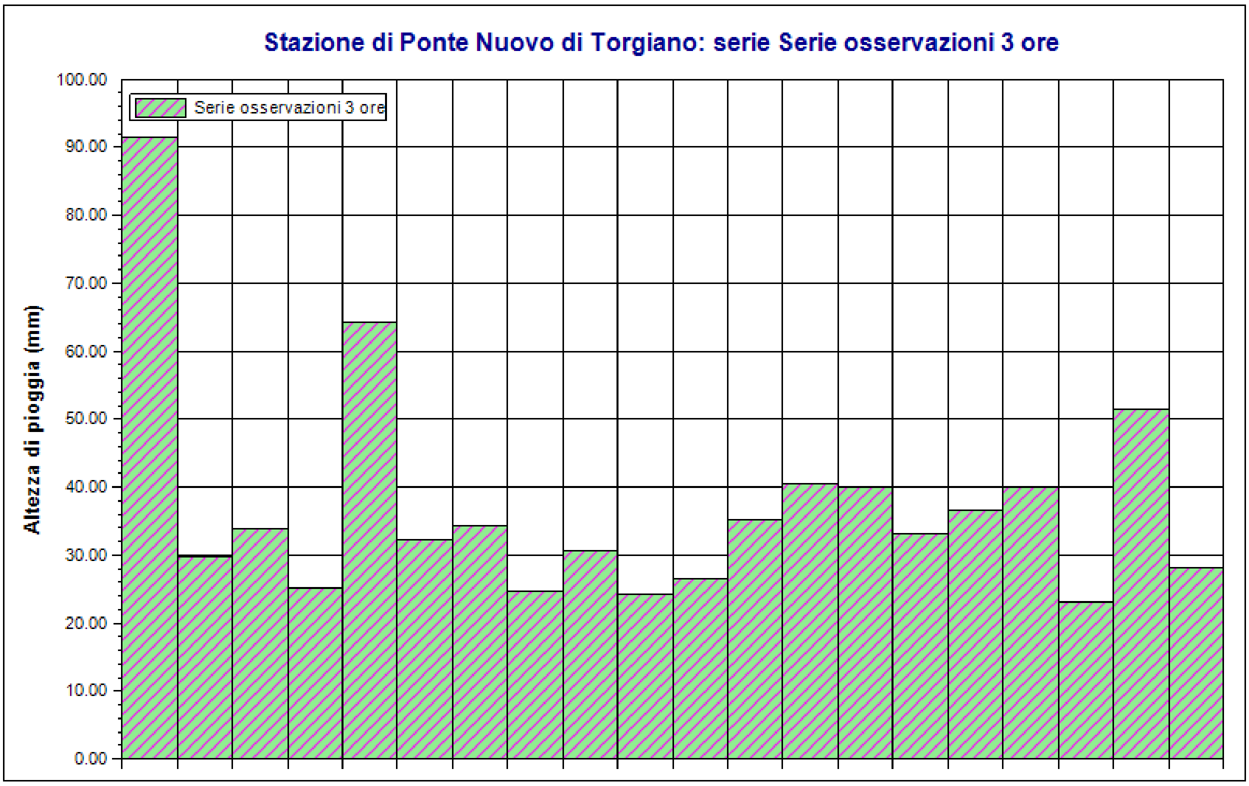
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

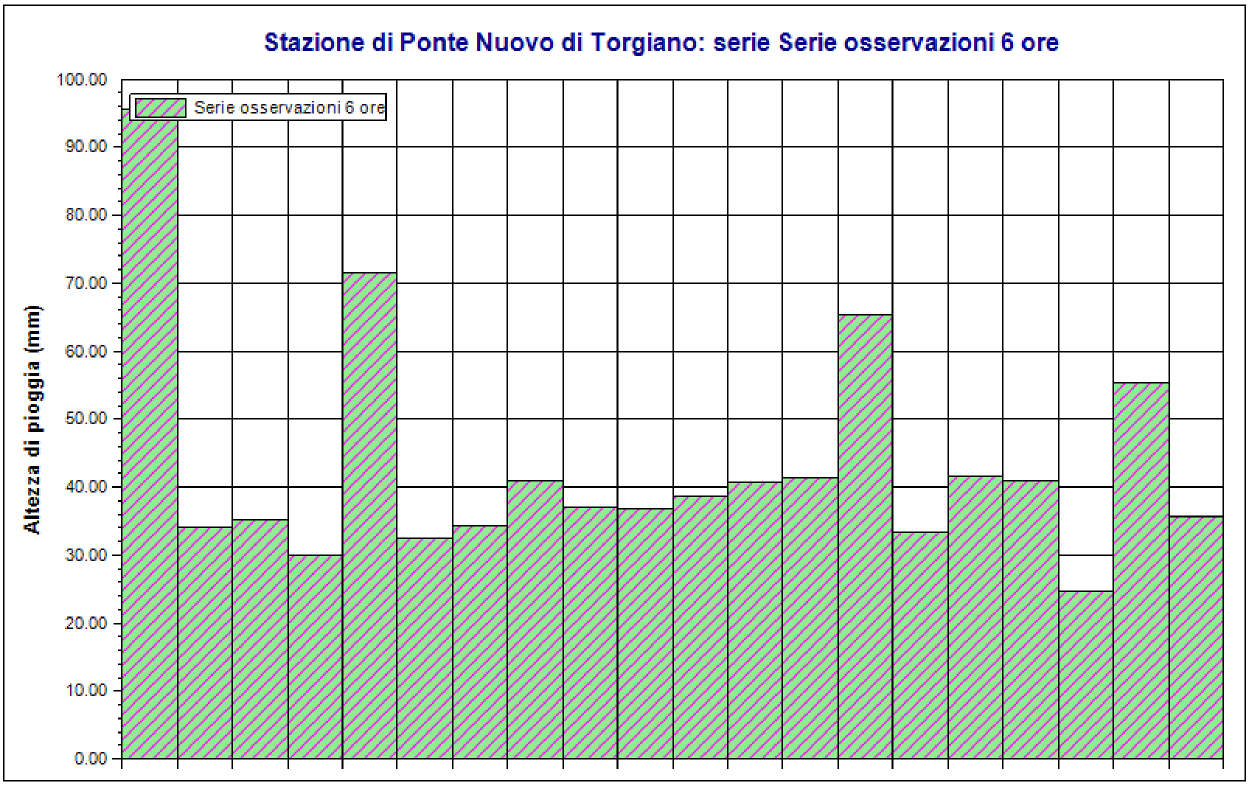
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



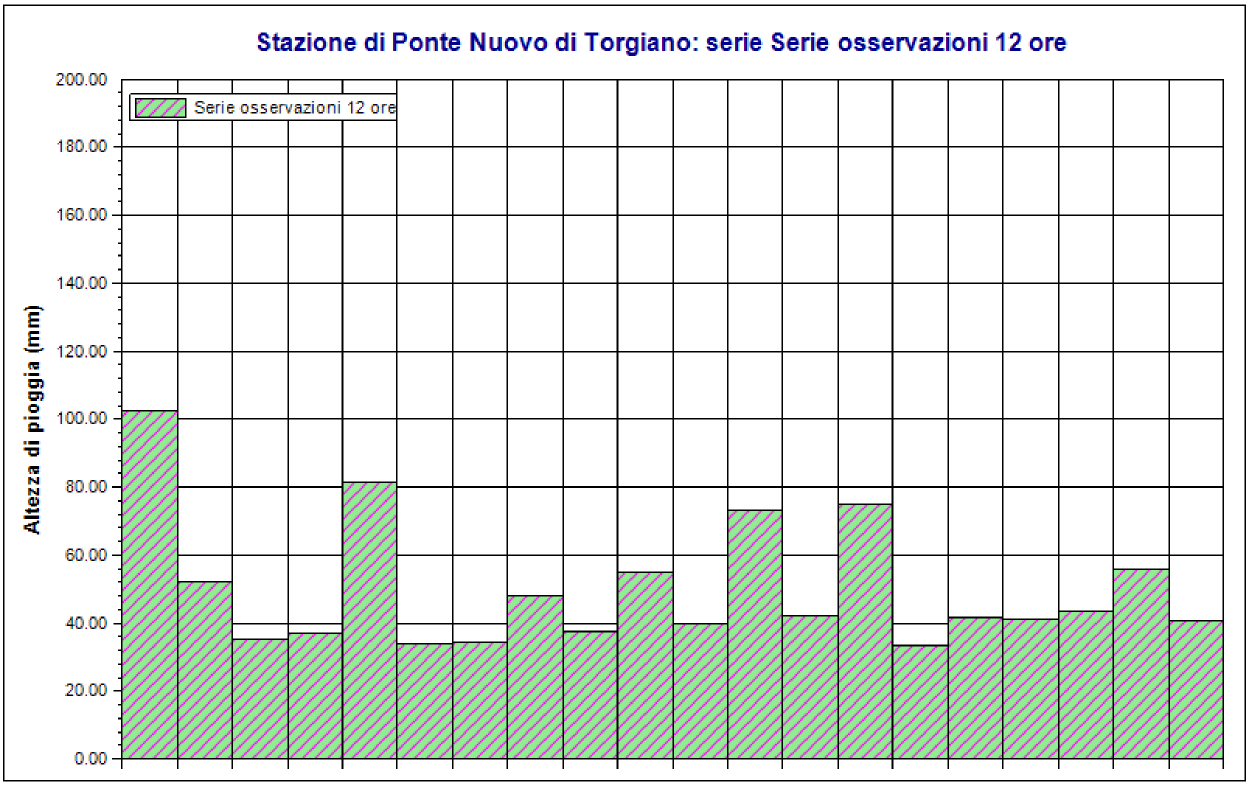
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



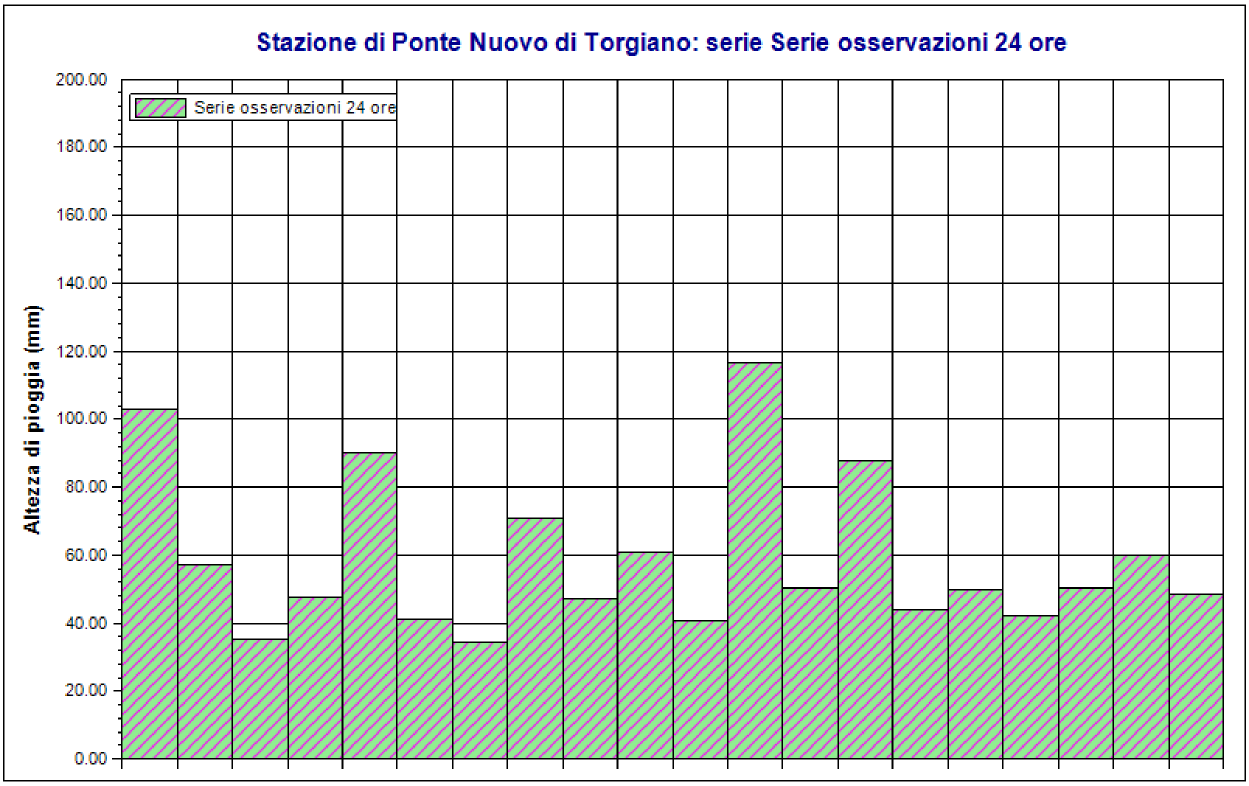
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x)=e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

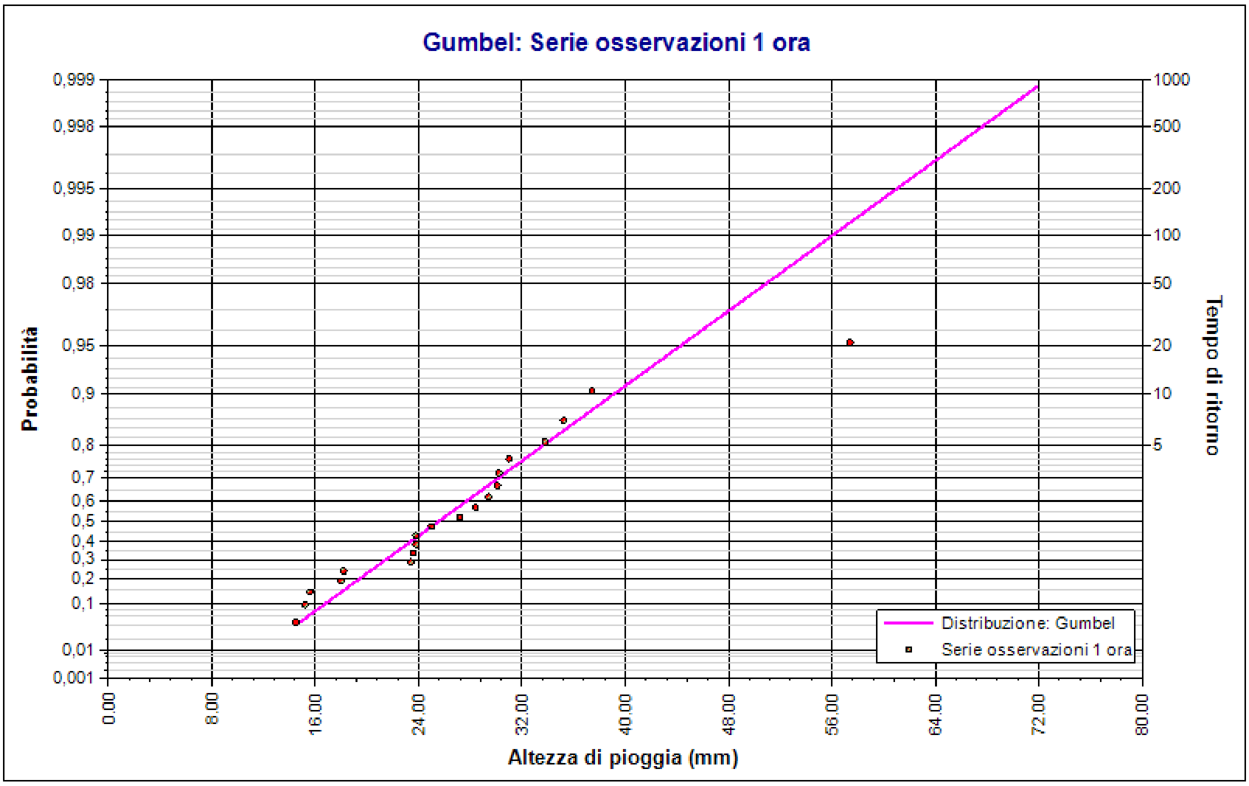
Parametro	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

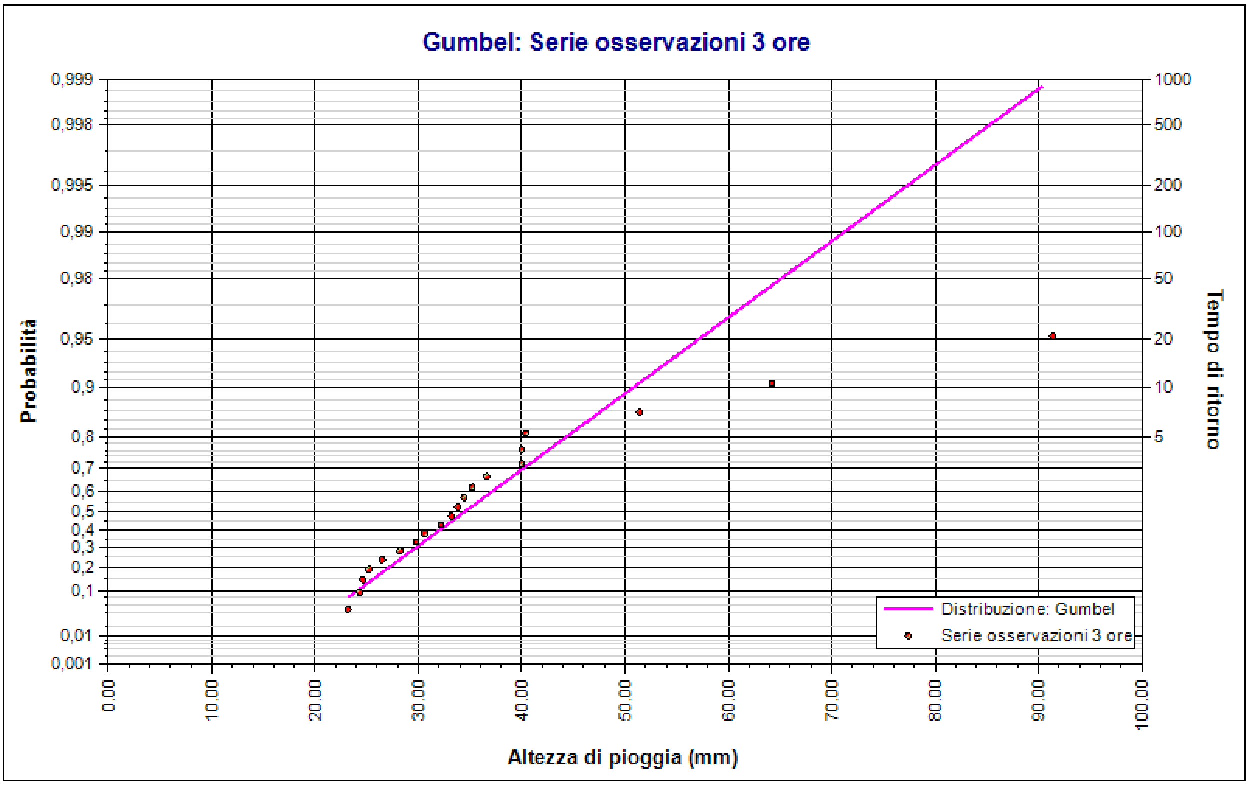
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x-22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x-31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x-36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x-42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x-49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

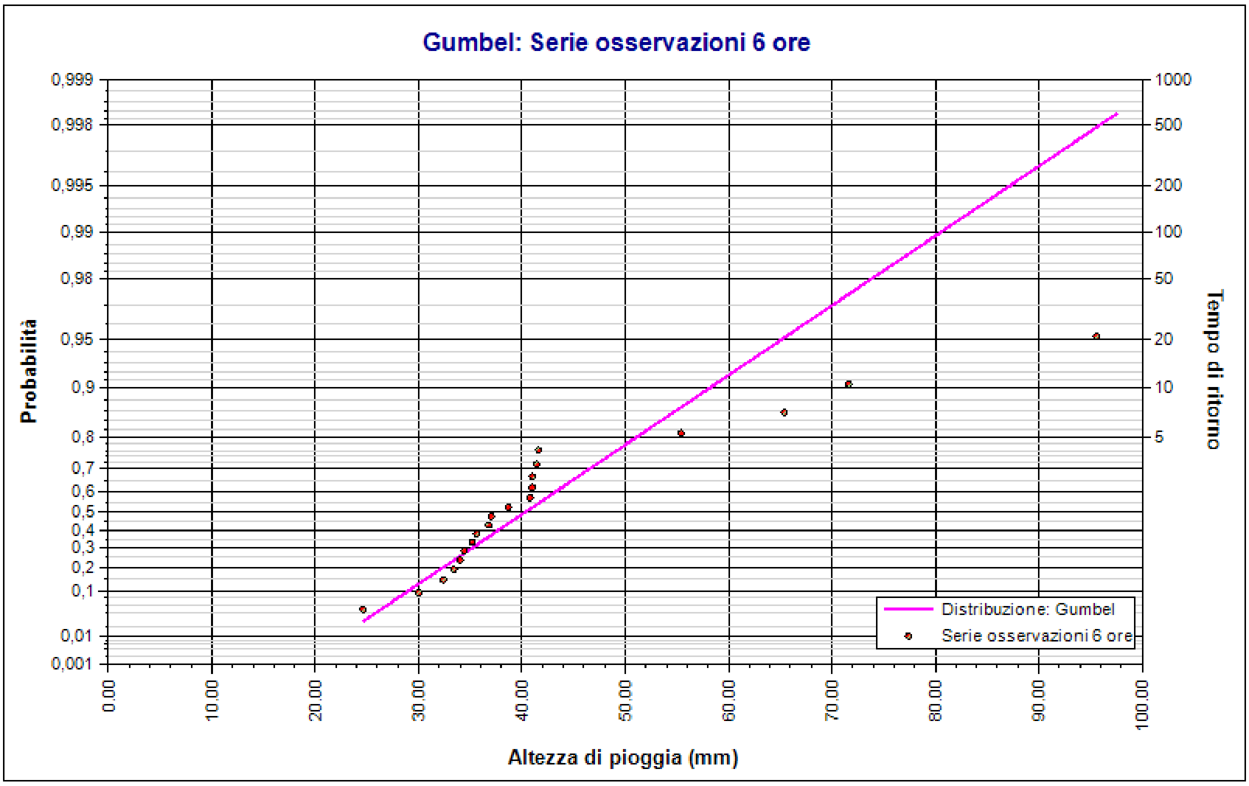
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



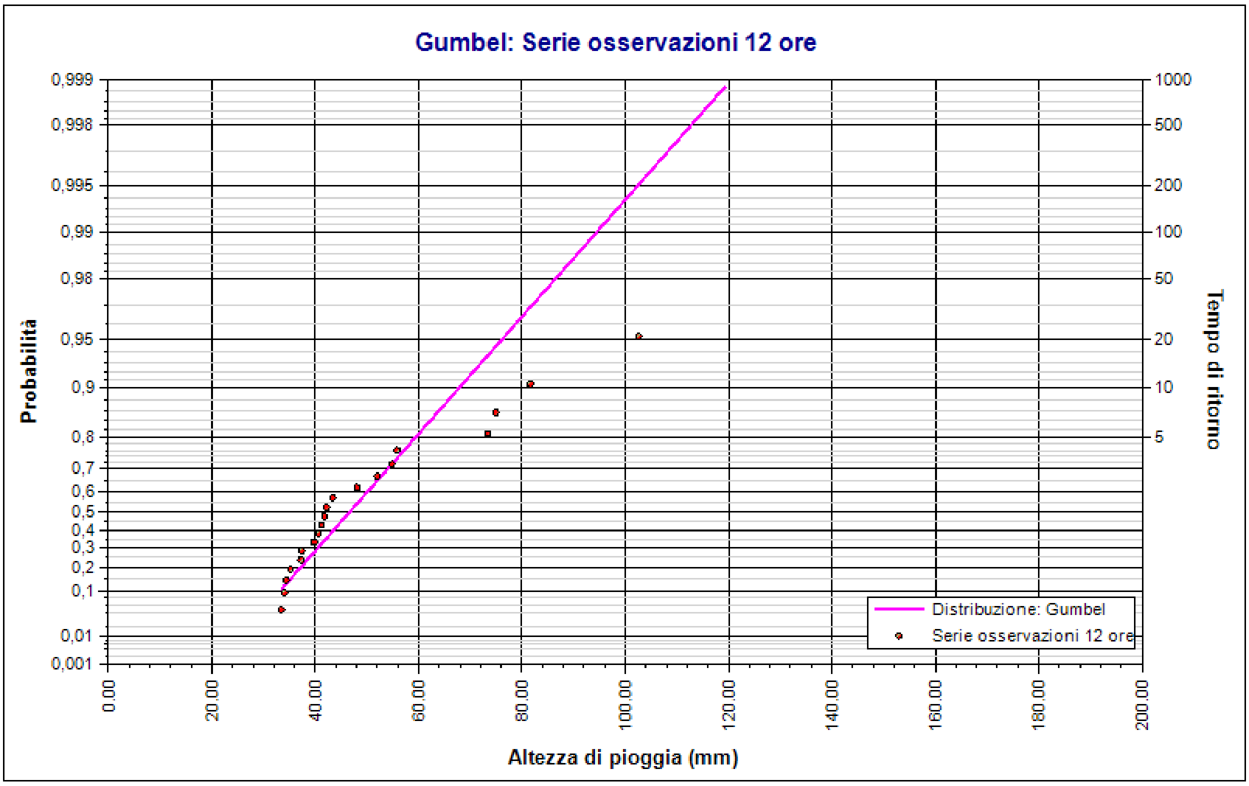
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



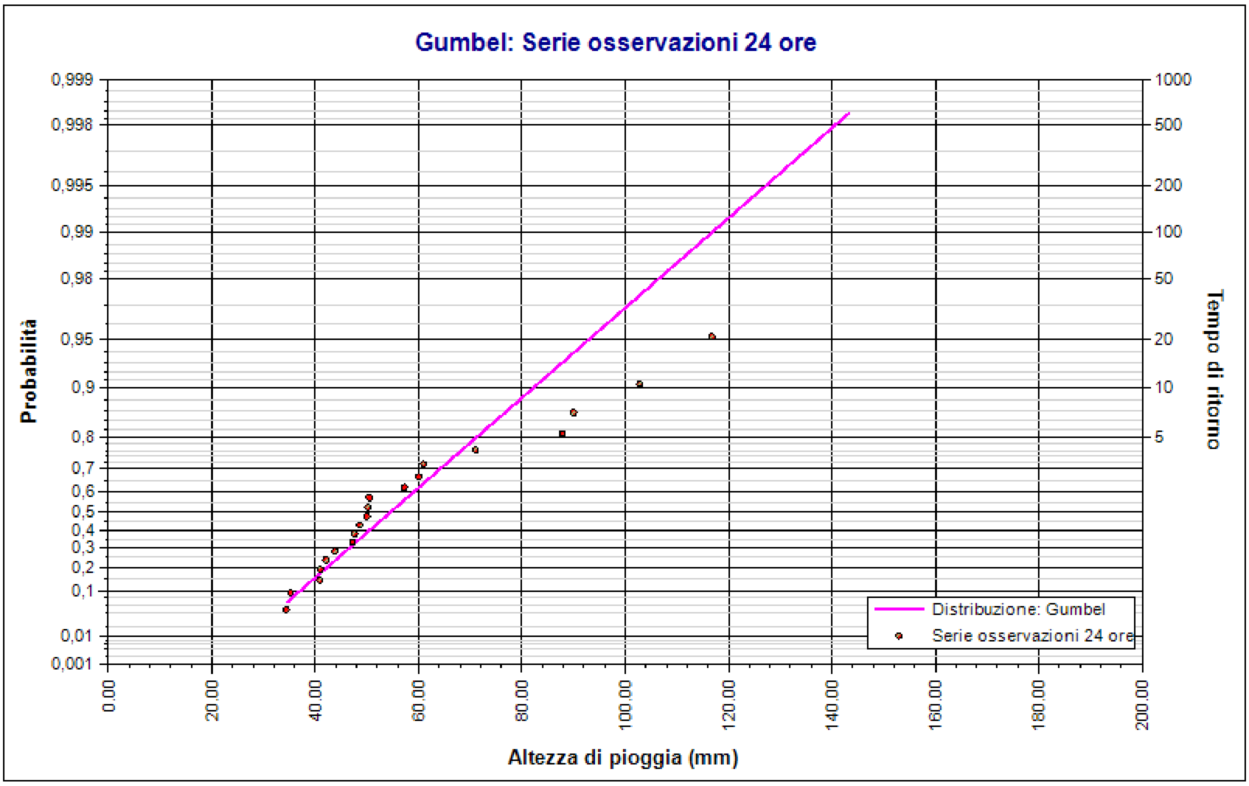
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

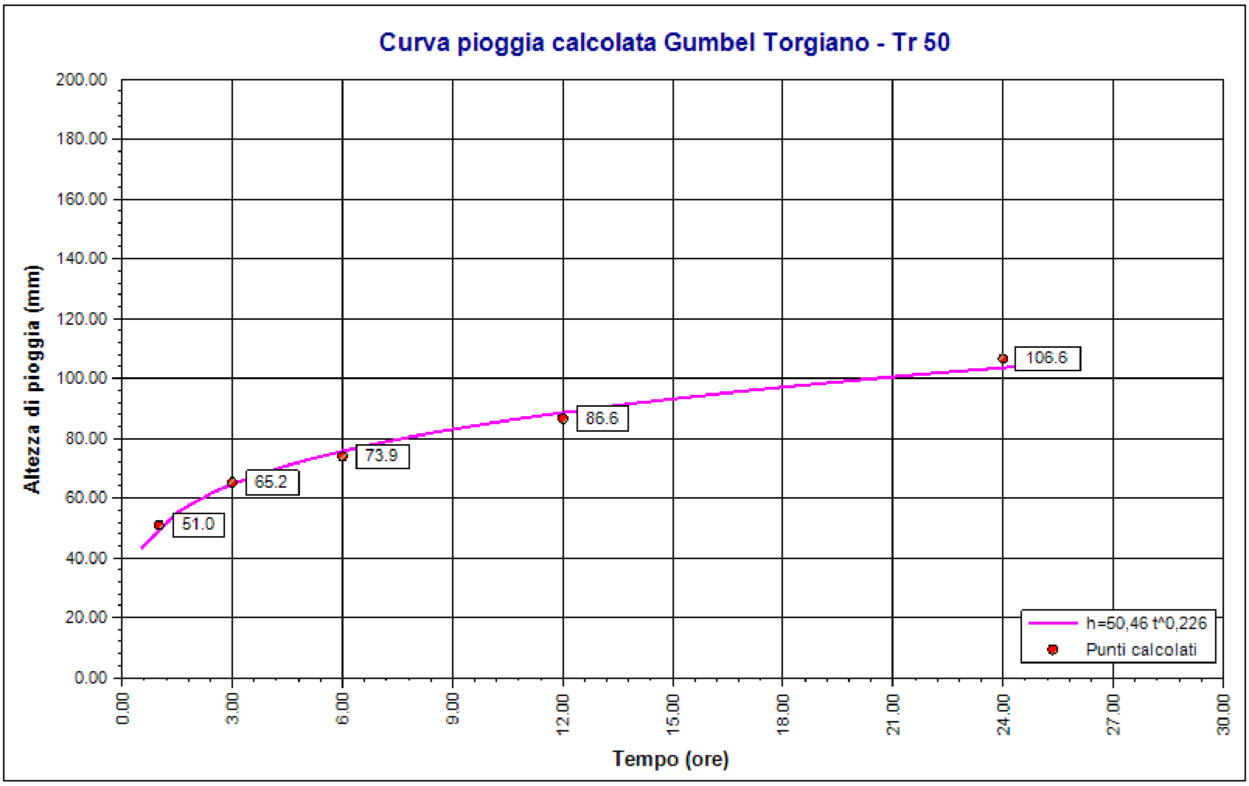
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	50.991
2	3.000	180	65.197
3	6.000	360	73.944
4	12.000	720	86.613
5	24.000	1440	106.623

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
50.46	0.23	1.00	$h(t) = 50{,}5\ t^{0{,}226}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	50.464		9	82.997		17	95.854
2	59.040		10	85.001		18	97.102
3	64.717		11	86.856		19	98.299
4	69.074		12	88.584		20	99.447
5	72.654		13	90.204		21	100.552
6	75.716		14	91.731		22	101.617
7	78.406		15	93.175		23	102.645
8	80.813		16	94.547		24	103.639



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

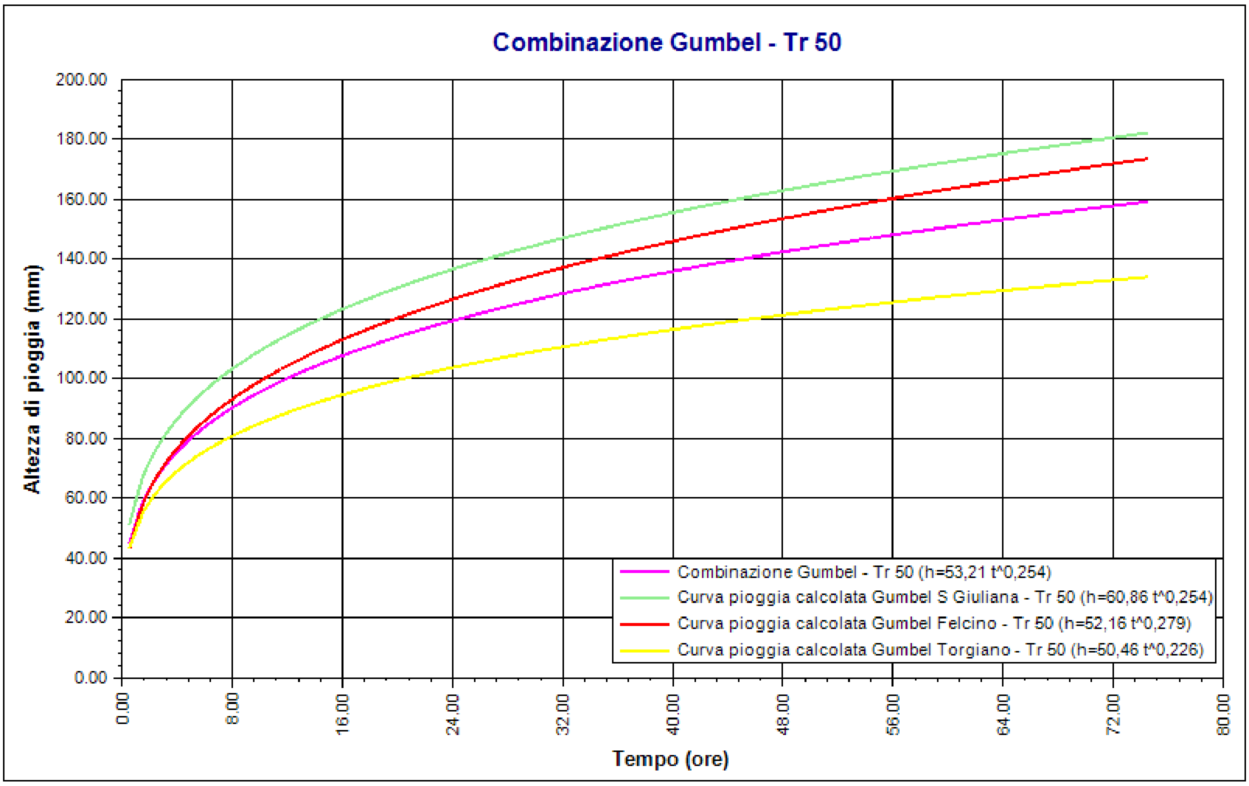
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50	Curva pioggia calcolata	20	60.86	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50	Curva pioggia calcolata	40	52.16	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50	Curva pioggia calcolata	40	50.46	0.23

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
53.21	0.25	$h(t) = 53{,}2\, t^{0{,}254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	53.206	9	93.000	17	109.315
2	63.455	10	95.524	18	110.915
3	70.343	11	97.866	19	112.450
4	75.679	12	100.054	20	113.925
5	80.095	13	102.111	21	115.347
6	83.893	14	104.052	22	116.718
7	87.245	15	105.893	23	118.044
8	90.257	16	107.644	24	119.328



Combinazione Gumbel - Tr 50

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h

Dati Pluviogramma

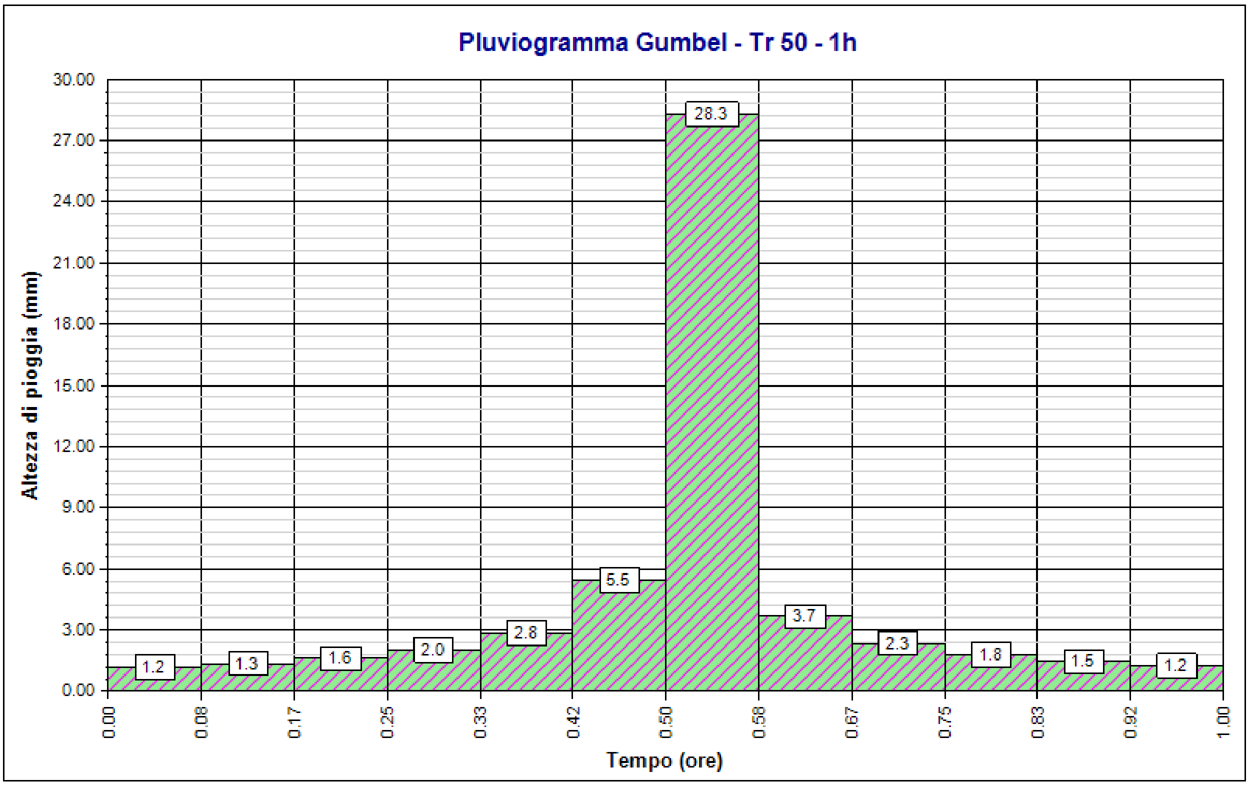
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 50
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 53.206 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
53.21	0.25	$h(t) = 53{,}2\, t^{0.254}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	1.164
2	0.083	0.167	5	10	1.342
3	0.167	0.250	10	15	1.602
4	0.250	0.333	15	20	2.020
5	0.333	0.417	20	25	2.837
6	0.417	0.500	25	30	5.450
7	0.500	0.583	30	35	28.293
8	0.583	0.667	35	40	3.663
9	0.667	0.750	40	45	2.348
10	0.750	0.833	45	50	1.782
11	0.833	0.917	50	55	1.458
12	0.917	1.000	55	60	1.245



Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino C Gumbel - Tr 50 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'} [mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'*.

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'} [mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

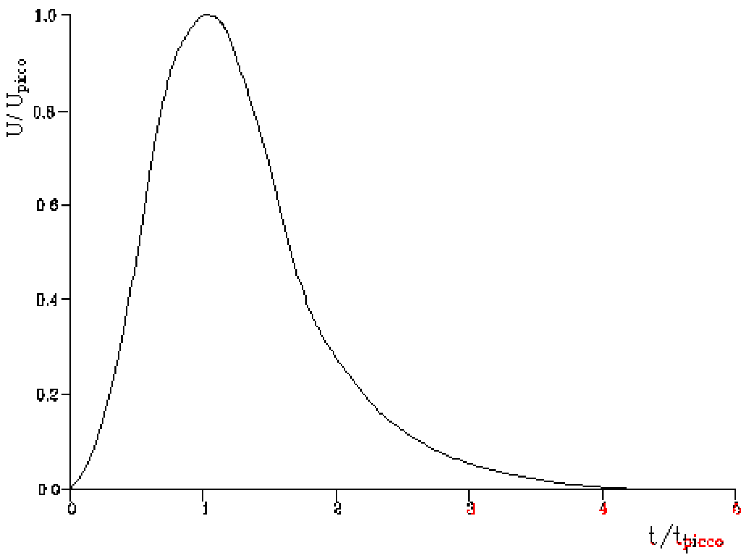
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

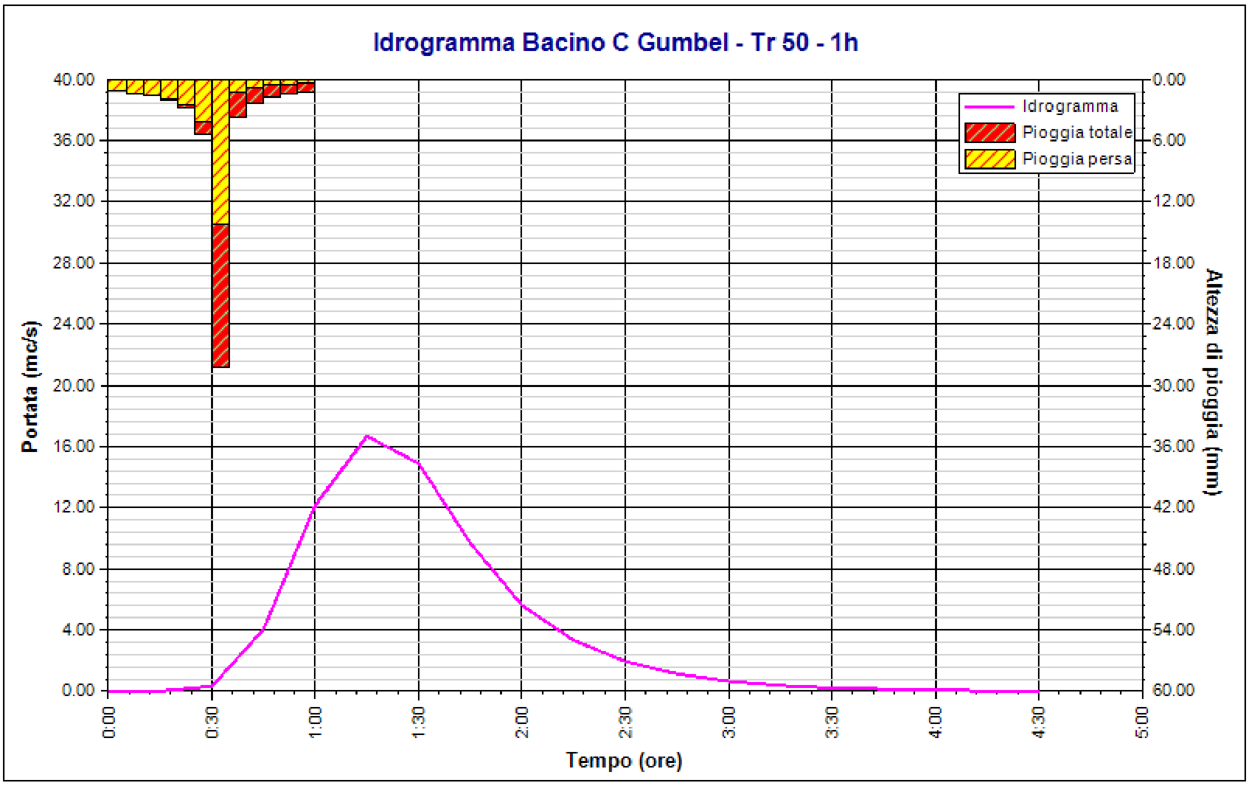
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h
Superficie del bacino: 2.8 kmq
Tlag: 0.642 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 81.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	4.107	4.087	0.020	0.0
2	0.250	15	10.308	8.493	1.815	0.0
3	0.500	30	34.304	16.289	18.015	0.3
4	0.750	45	4.486	1.378	3.109	4.1
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	12.2
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	16.7
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	14.9
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	9.7
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	5.6
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	3.3
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	2.0
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	1.1
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.7
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.4
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.2
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.1
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.1
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0
19	4.500	270	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	16.7	mc/s
Istante picco	1.250	ore
Istante picco	75.0	minuti
Durata totale evento	4.500	ore
Volume afflusso	149	mc x 1000
Volume deflusso	64	mc x 1000
Altezza afflusso	53.206	mm
Altezza deflusso	22.913	mm
Coeff. deflusso	0.43	-
Coeff. udometrico	5.95	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino C Gumbel - Tr 50 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

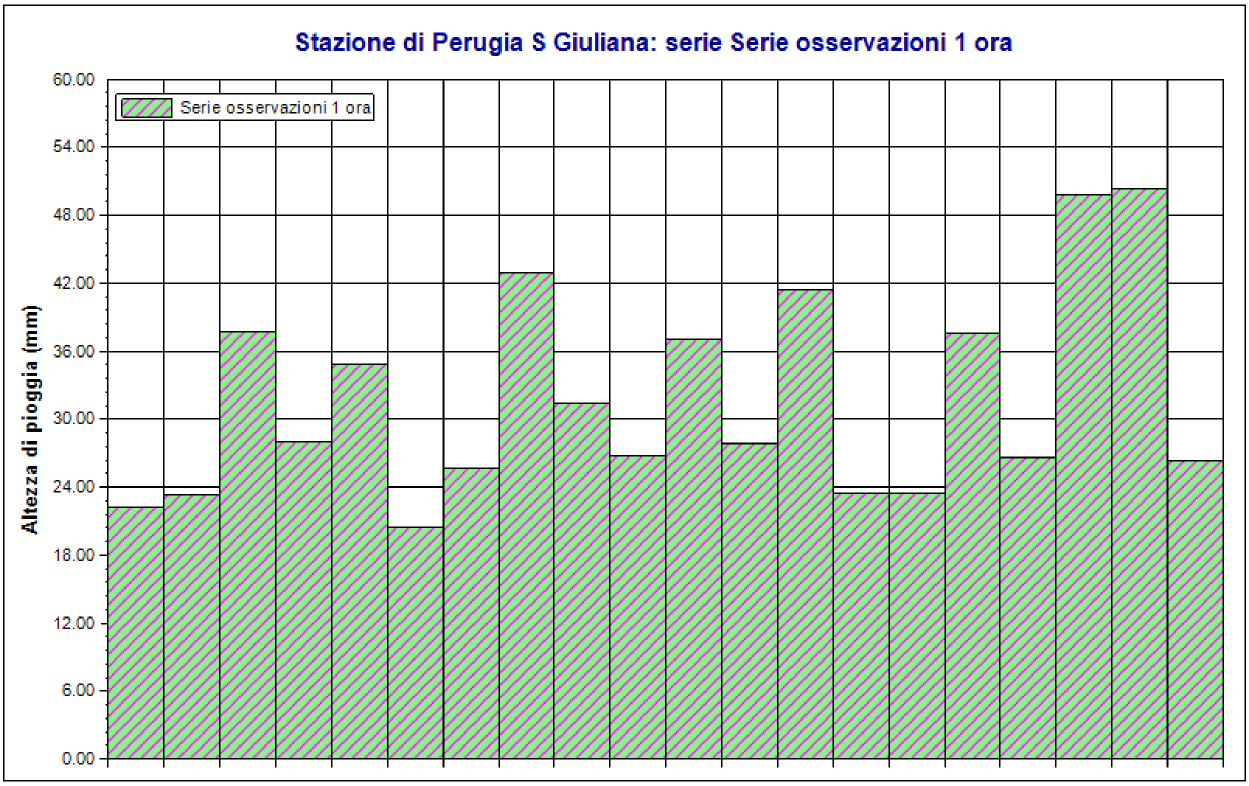
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

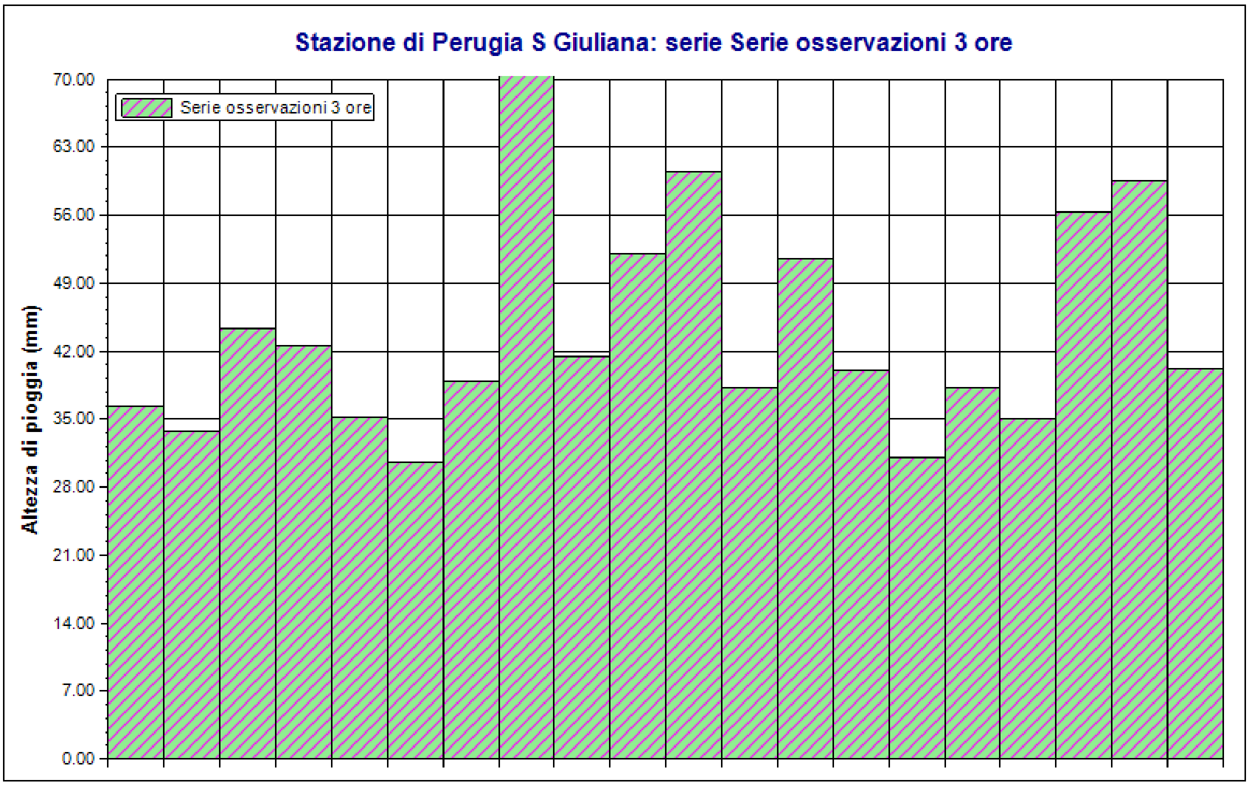
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

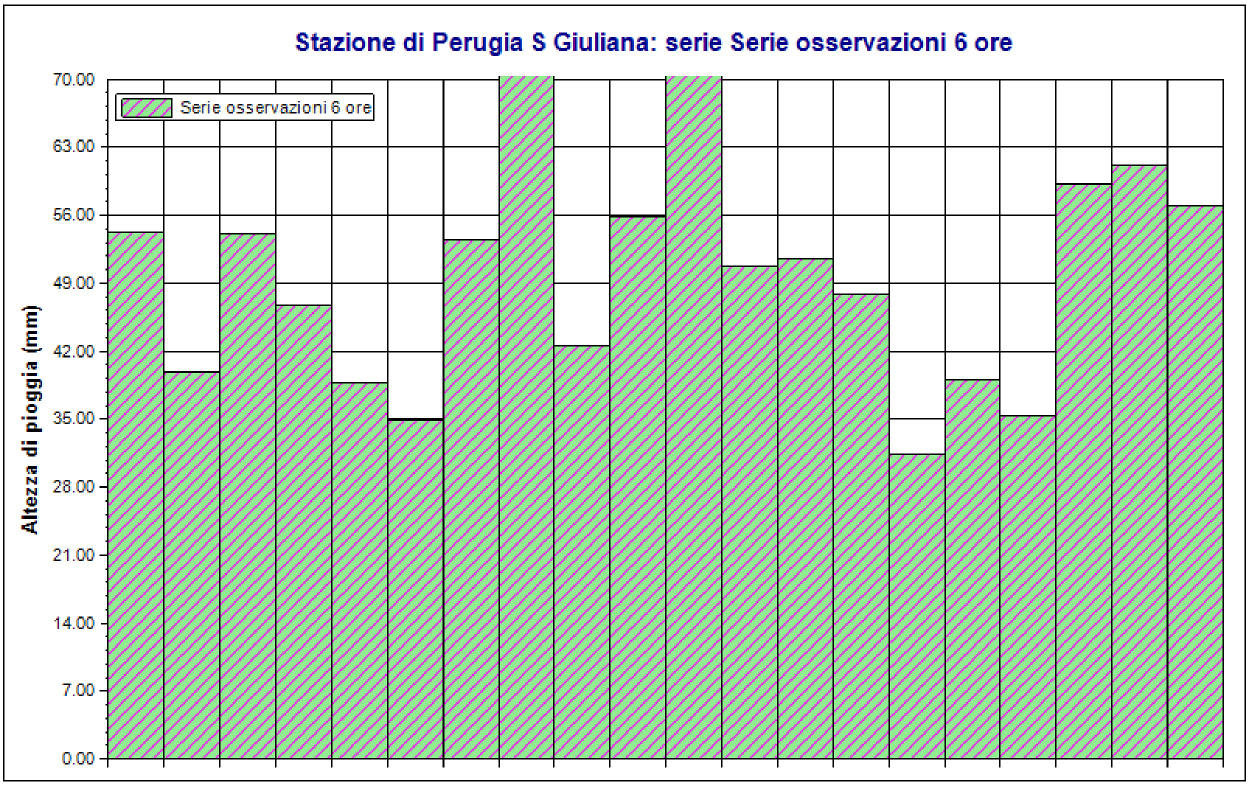
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



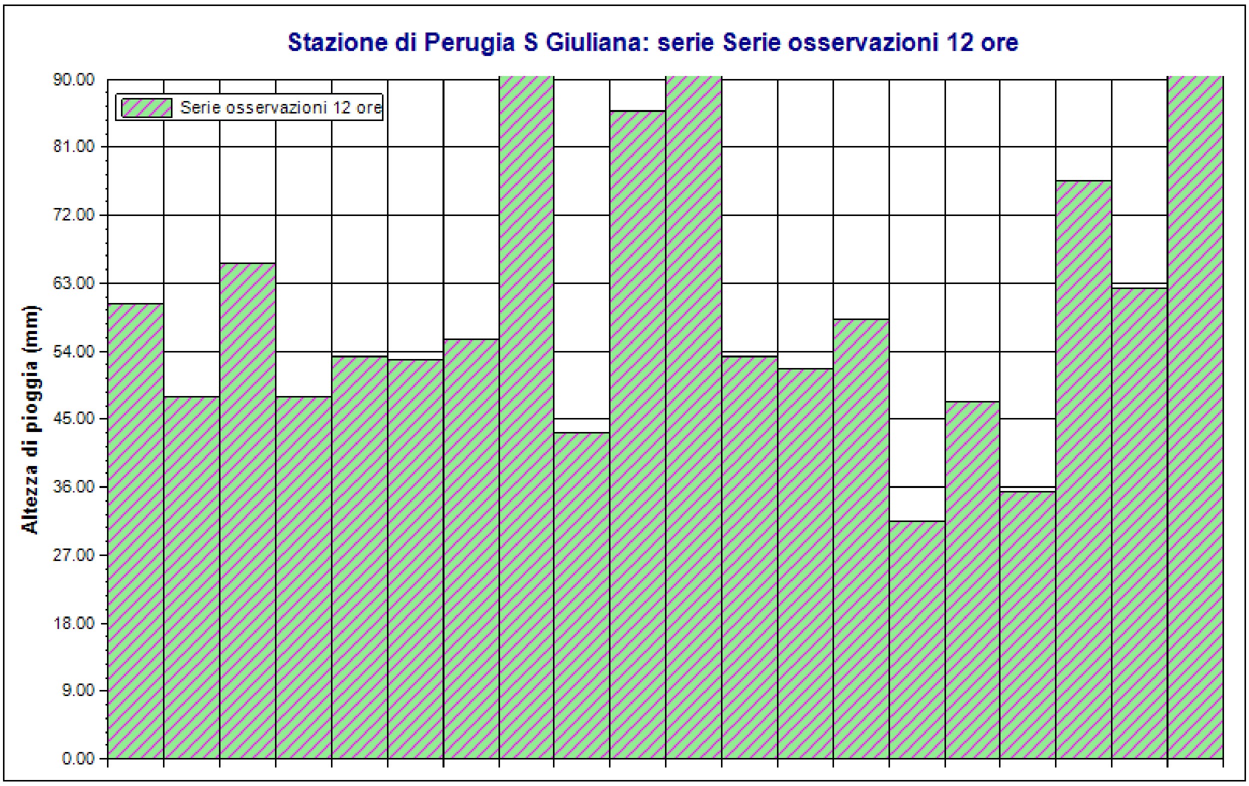
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



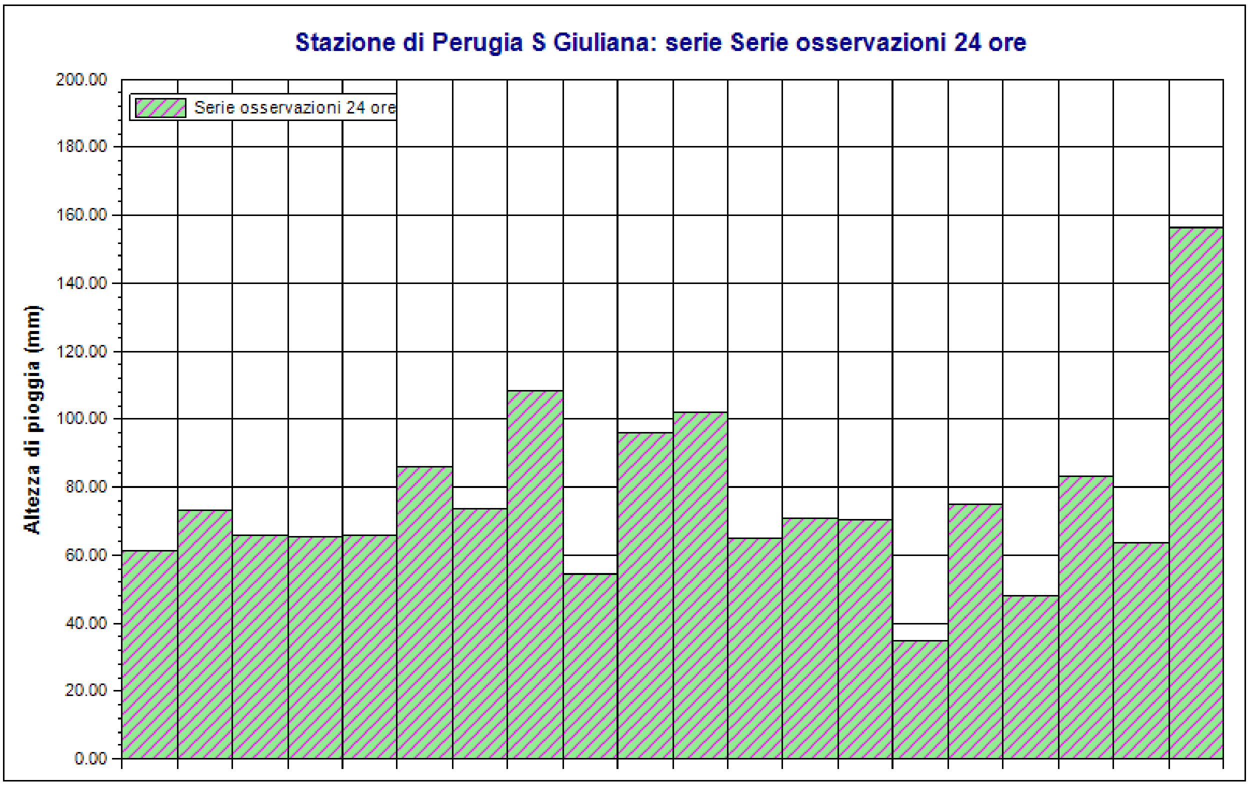
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori x_1, x_2..., x_i..., x_n assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore x=z_k assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore x=z_k, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{\,k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di *k* (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di *z*, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per *k* tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della *x* dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

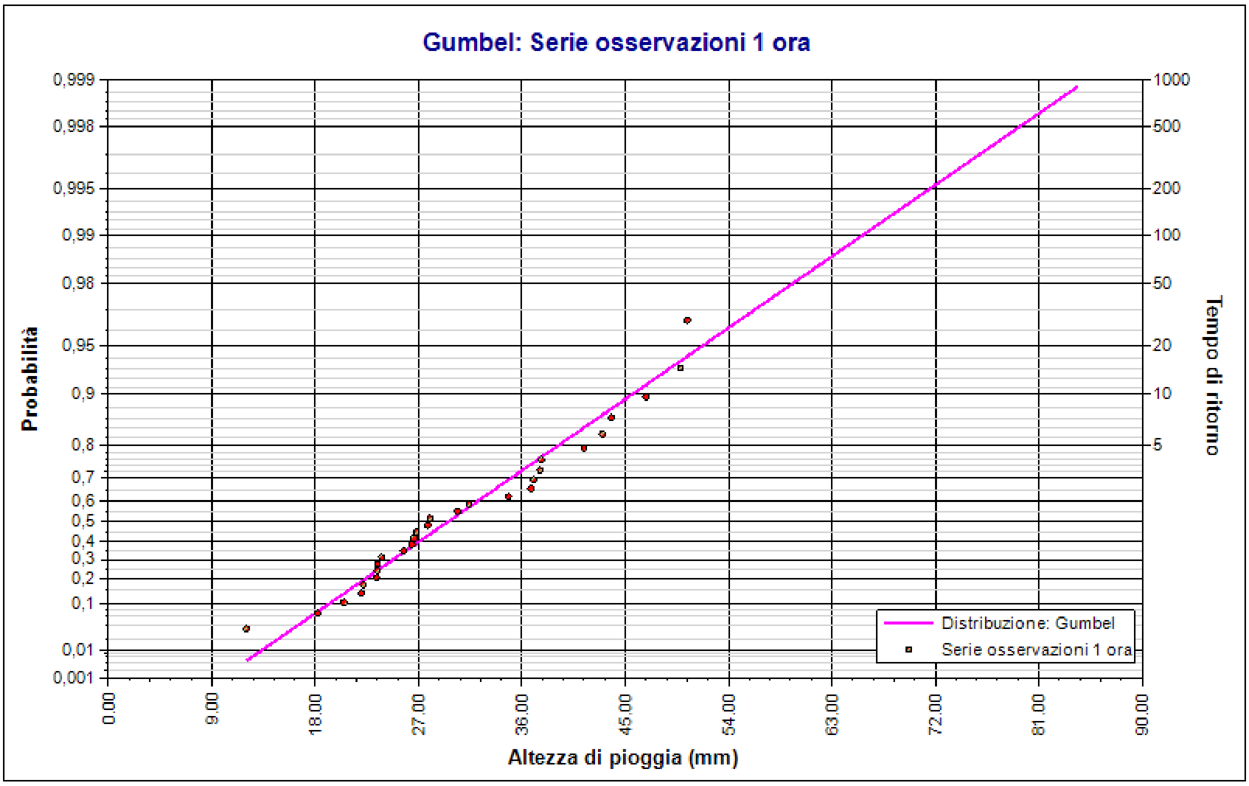
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

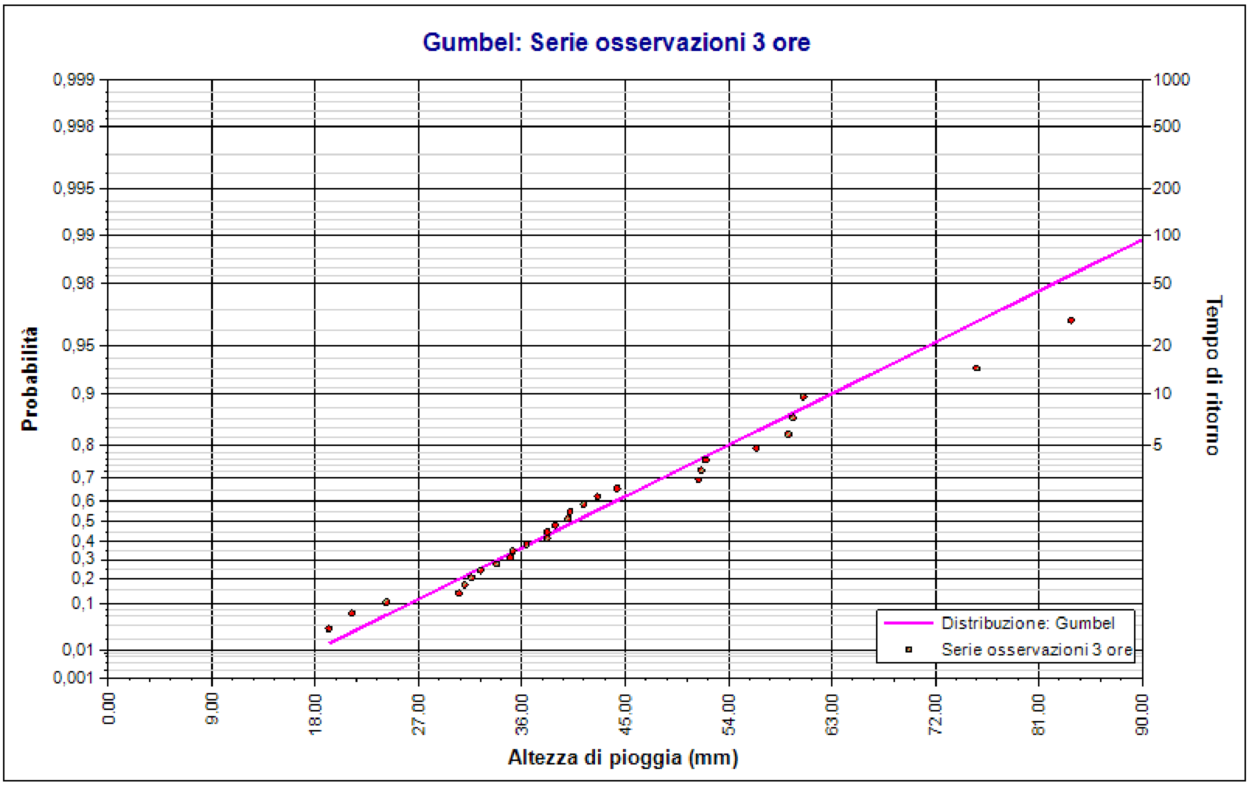
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}117\left(x-26{,}399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}084\left(x-36{,}187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}071\left(x-42{,}675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}062\left(x-49{,}811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}052\left(x-60{,}310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

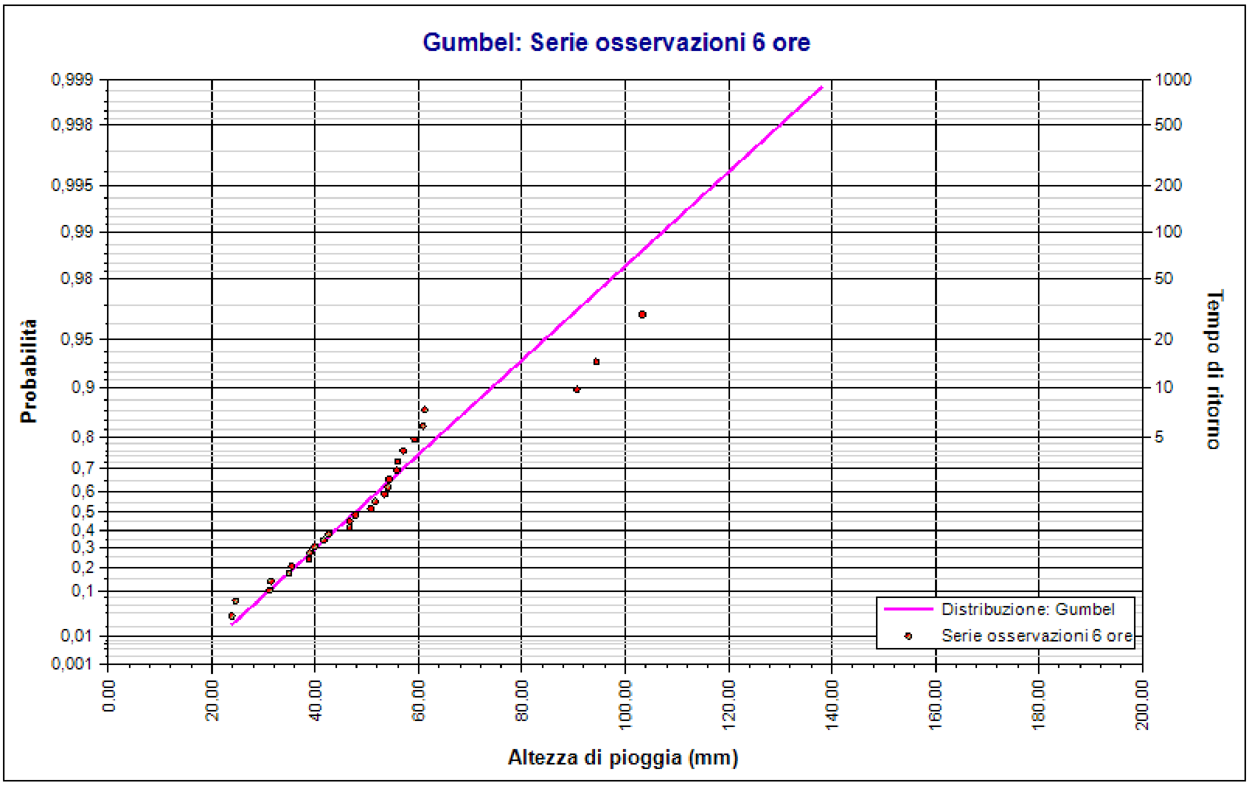
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



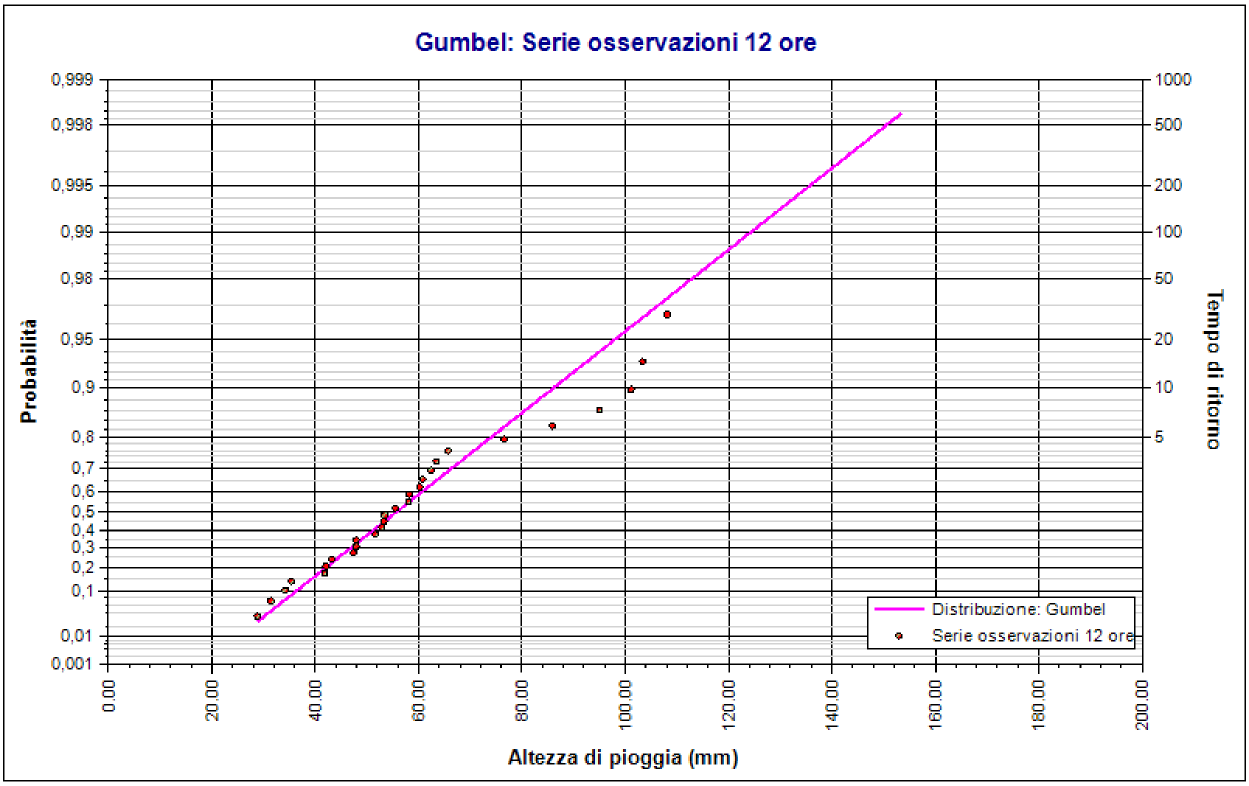
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



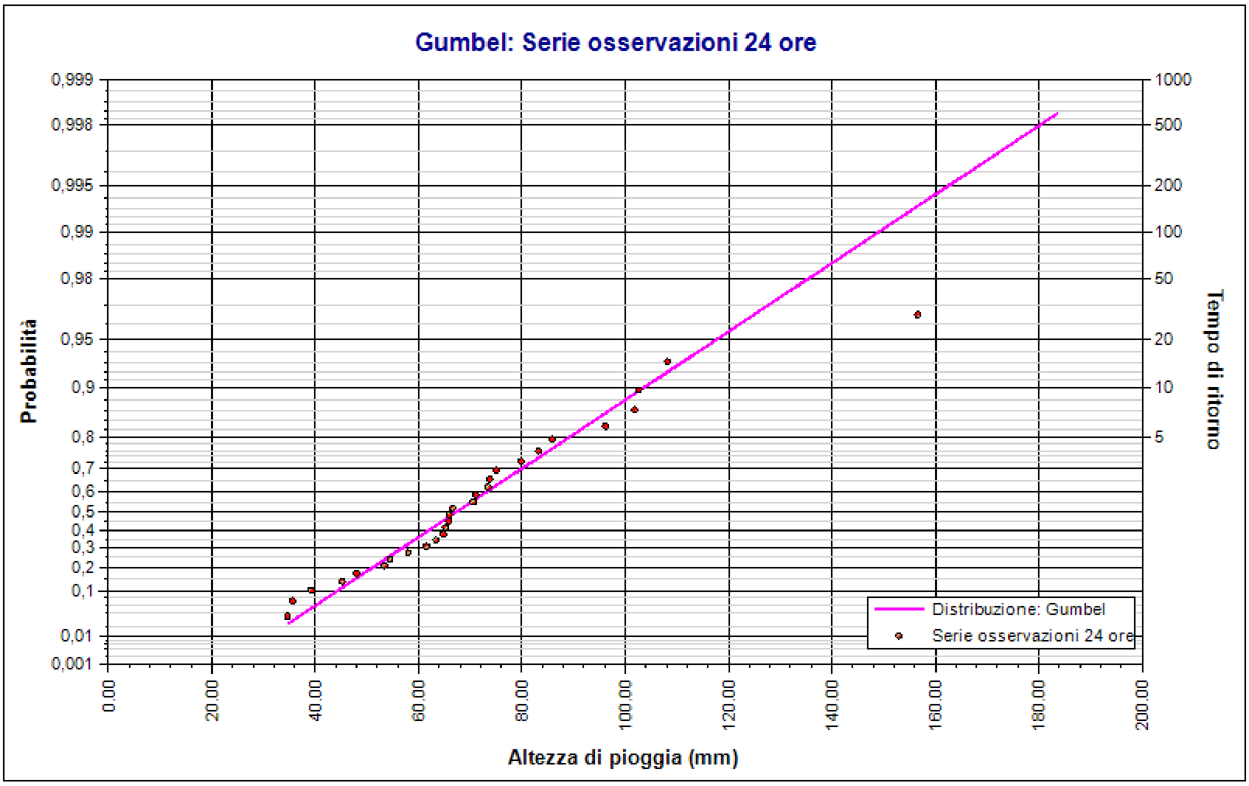
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana

Tempo di ritorno: 25.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

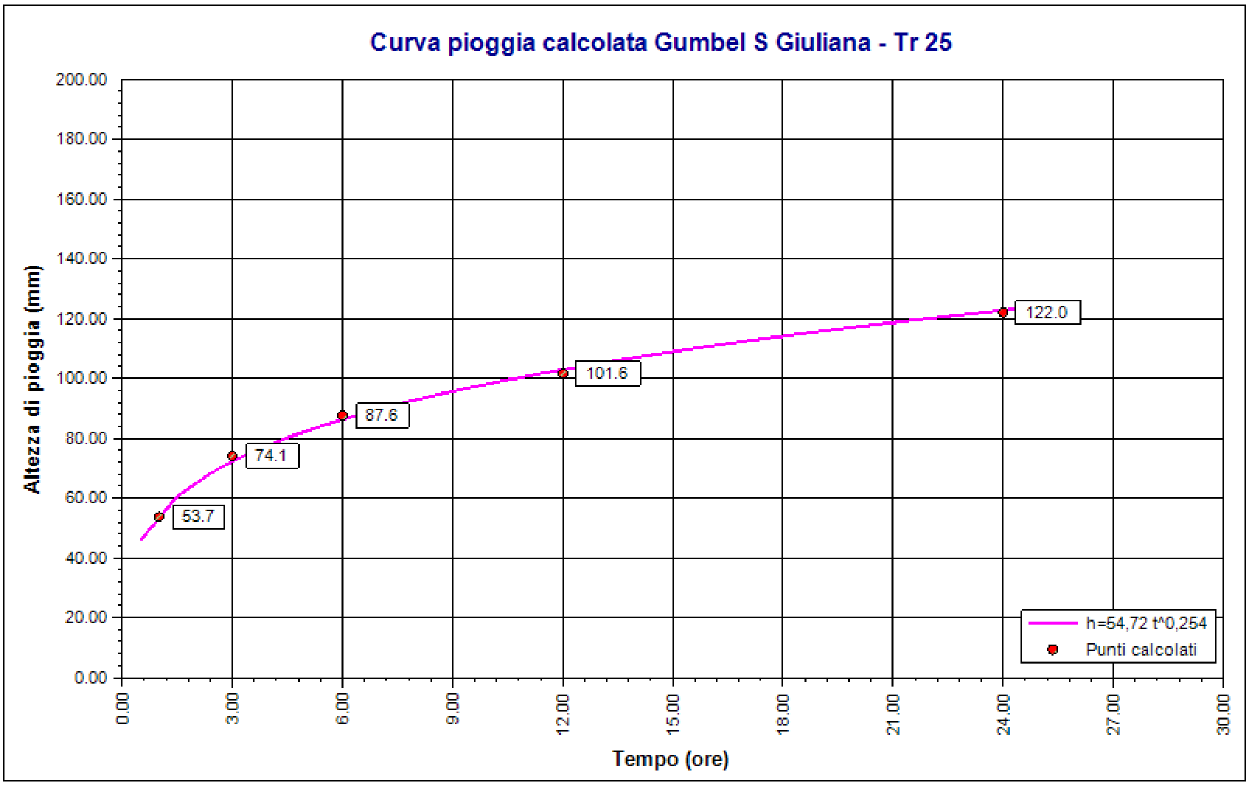
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	53.676
2	3.000	180	74.114
3	6.000	360	87.570
4	12.000	720	101.646
5	24.000	1440	122.021

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
54.72	0.25	1.00	$h(t) = 54,7\, t^{0.254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	54.717		9	95.690		17	112.494
2	65.268		10	98.290		18	114.142
3	72.359		11	100.702		19	115.723
4	77.853		12	102.956		20	117.243
5	82.400		13	105.073		21	118.707
6	86.312		14	107.073		22	120.120
7	89.764		15	108.969		23	121.486
8	92.866		16	110.773		24	122.808



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

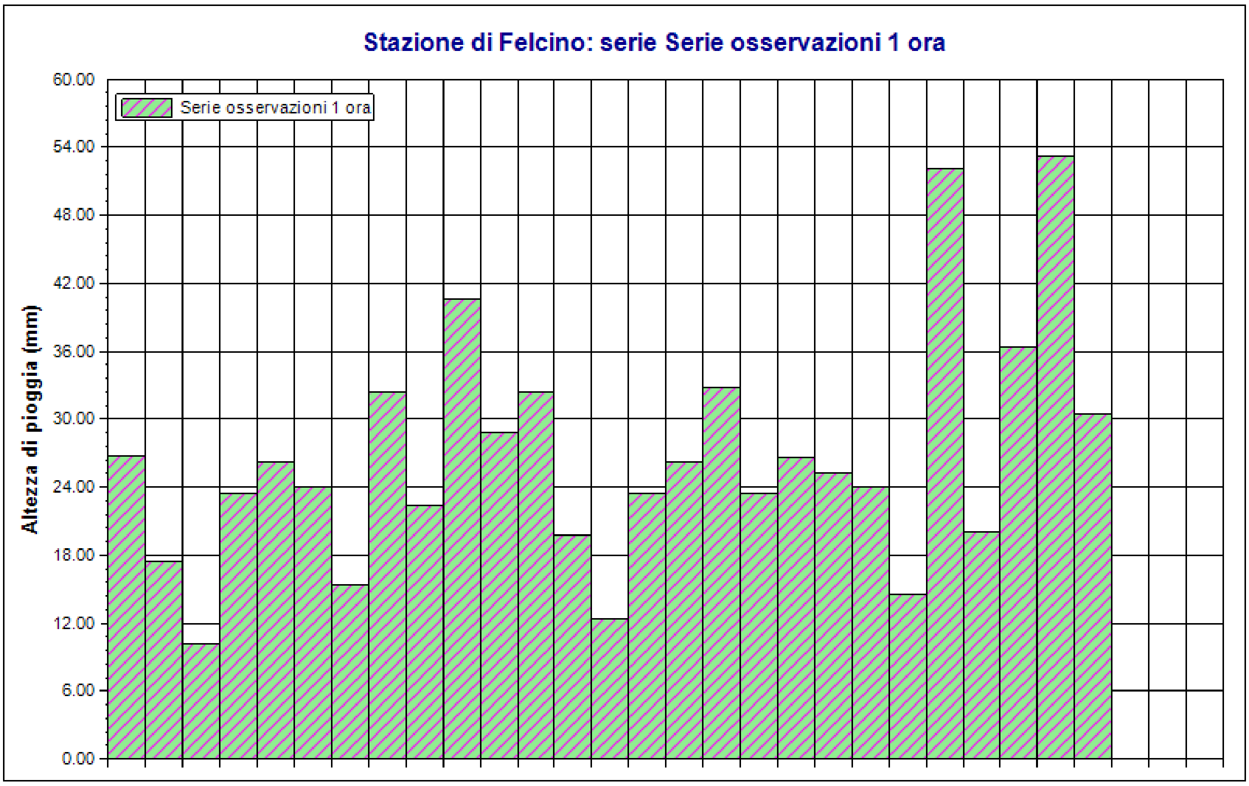
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

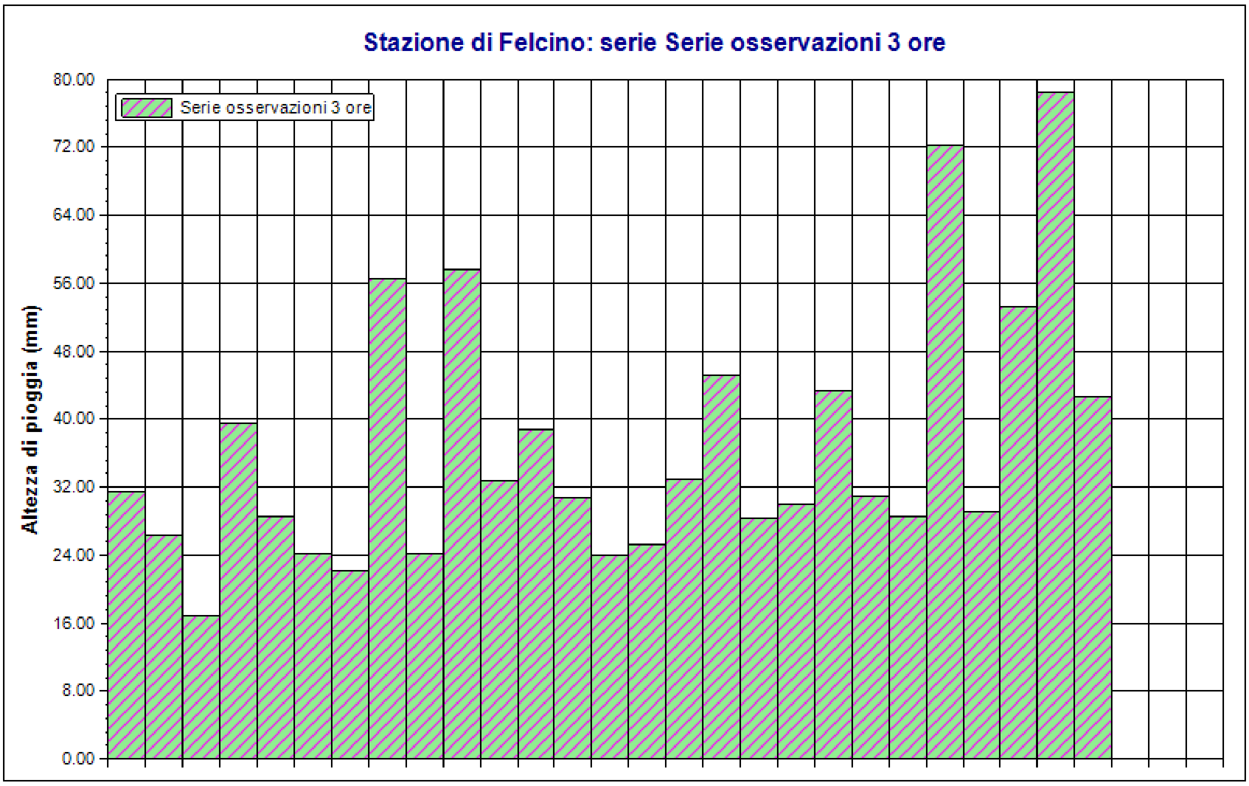
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

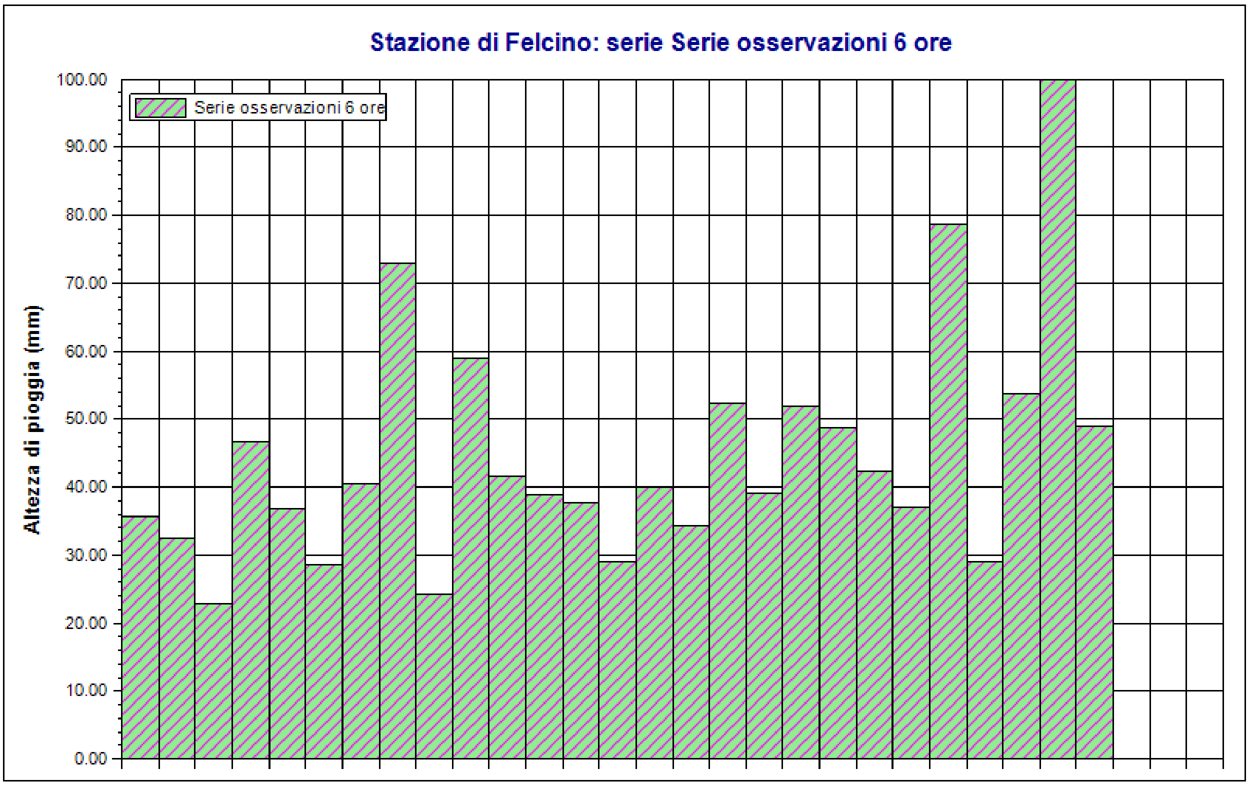
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



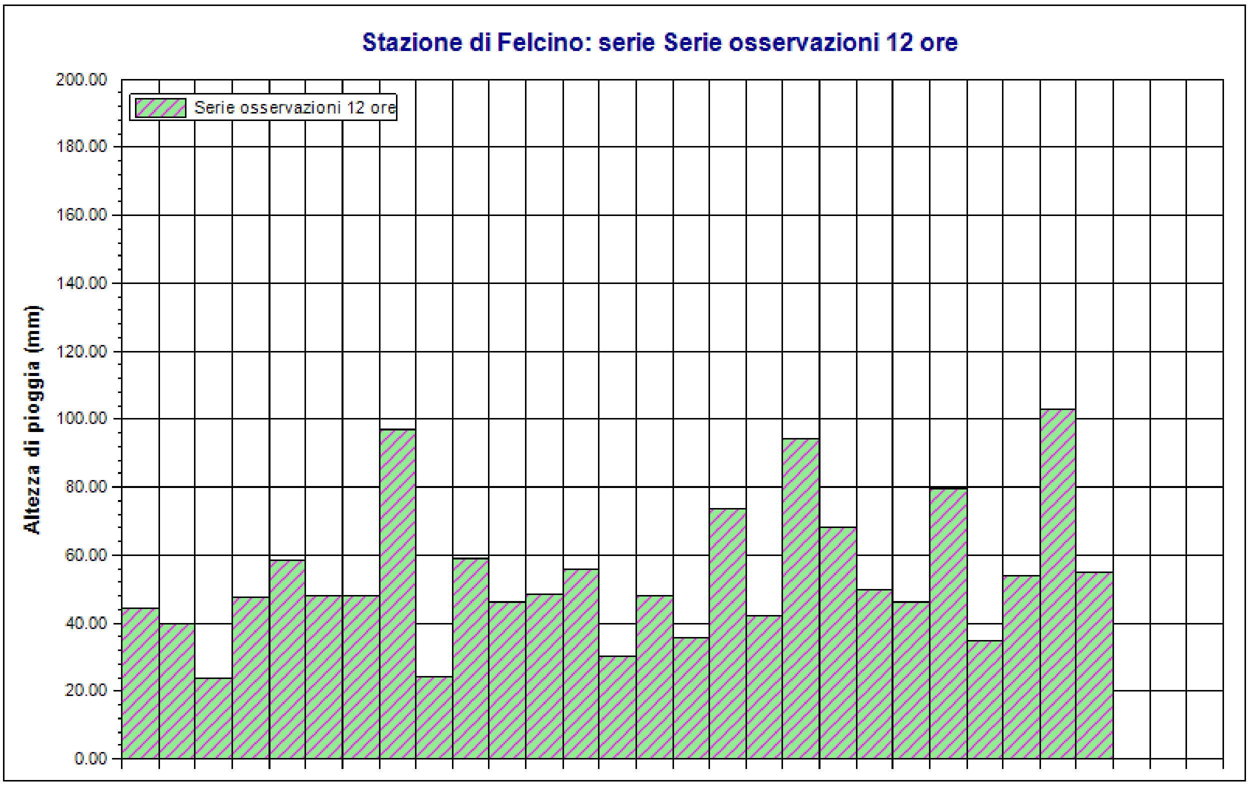
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



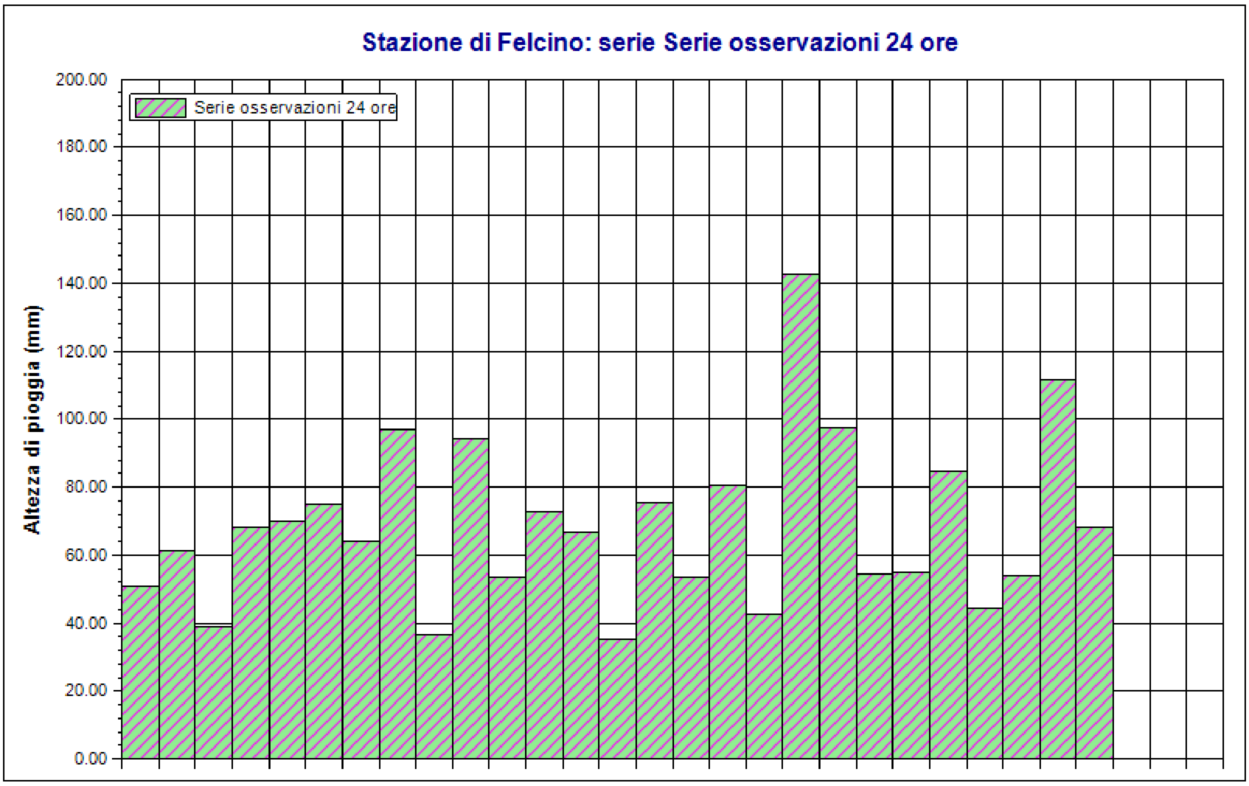
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{\,k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

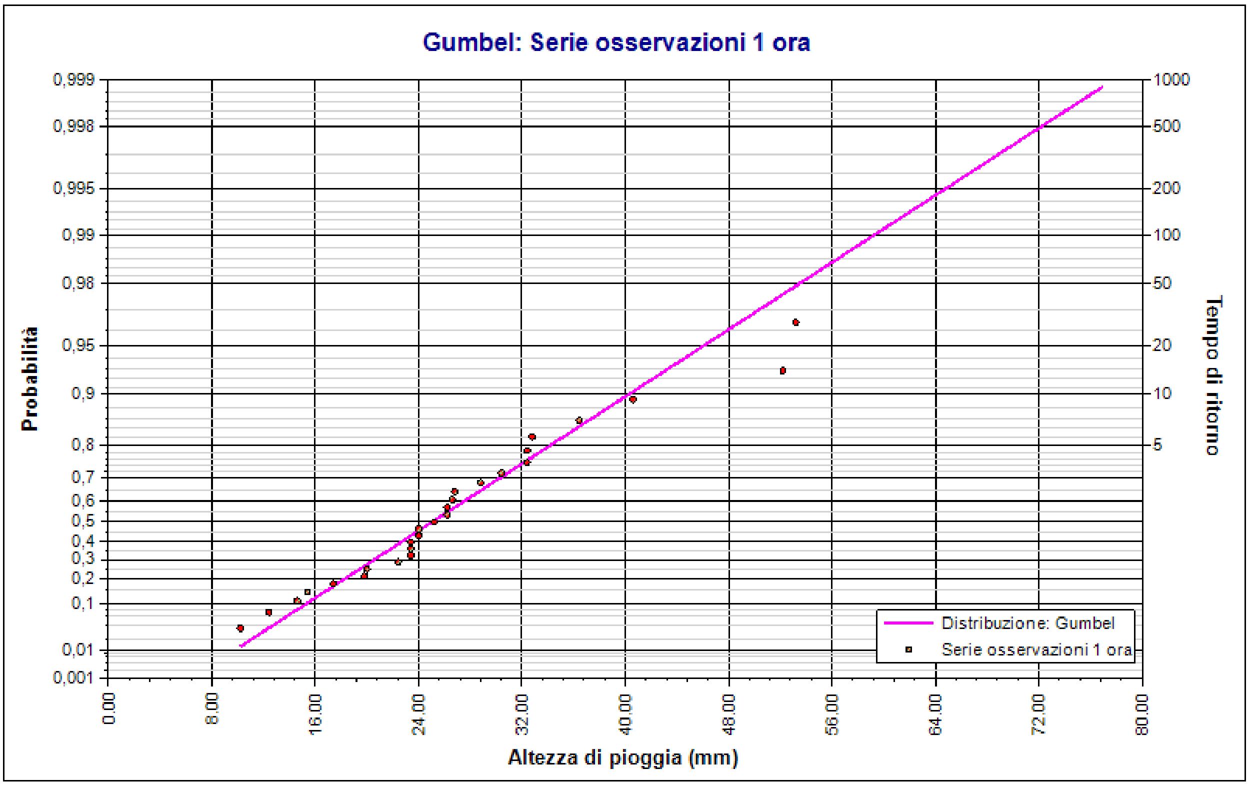
Parametro	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

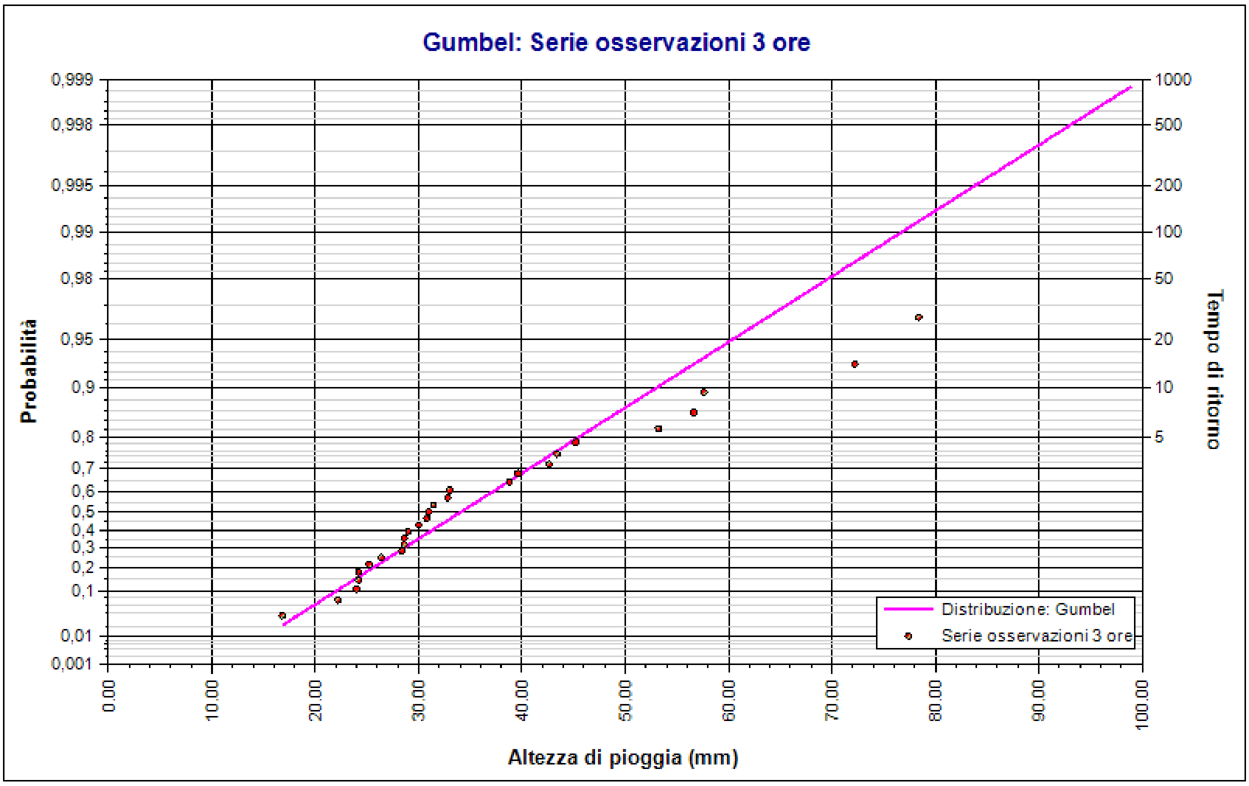
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,124\left(x-22,103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,099\left(x-30,422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,087\left(x-37,409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,064\left(x-44,797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,055\left(x-57,579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

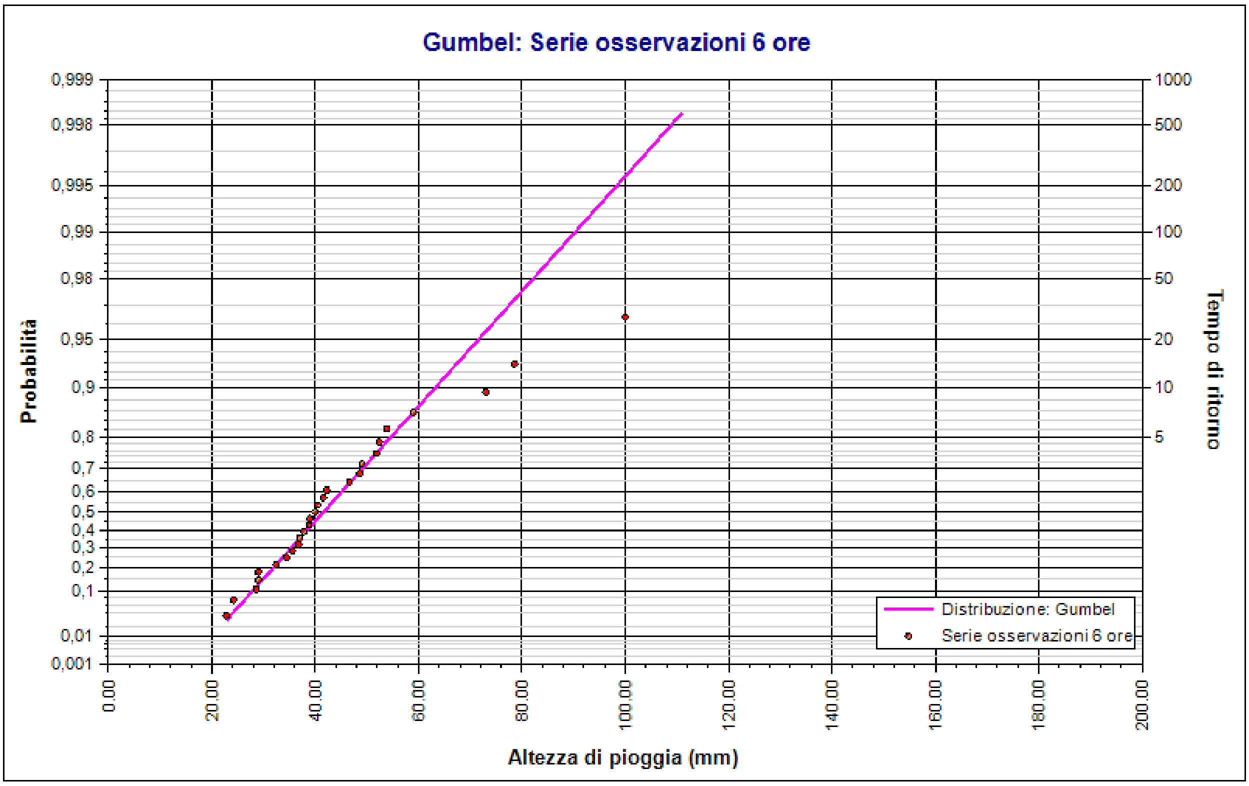
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



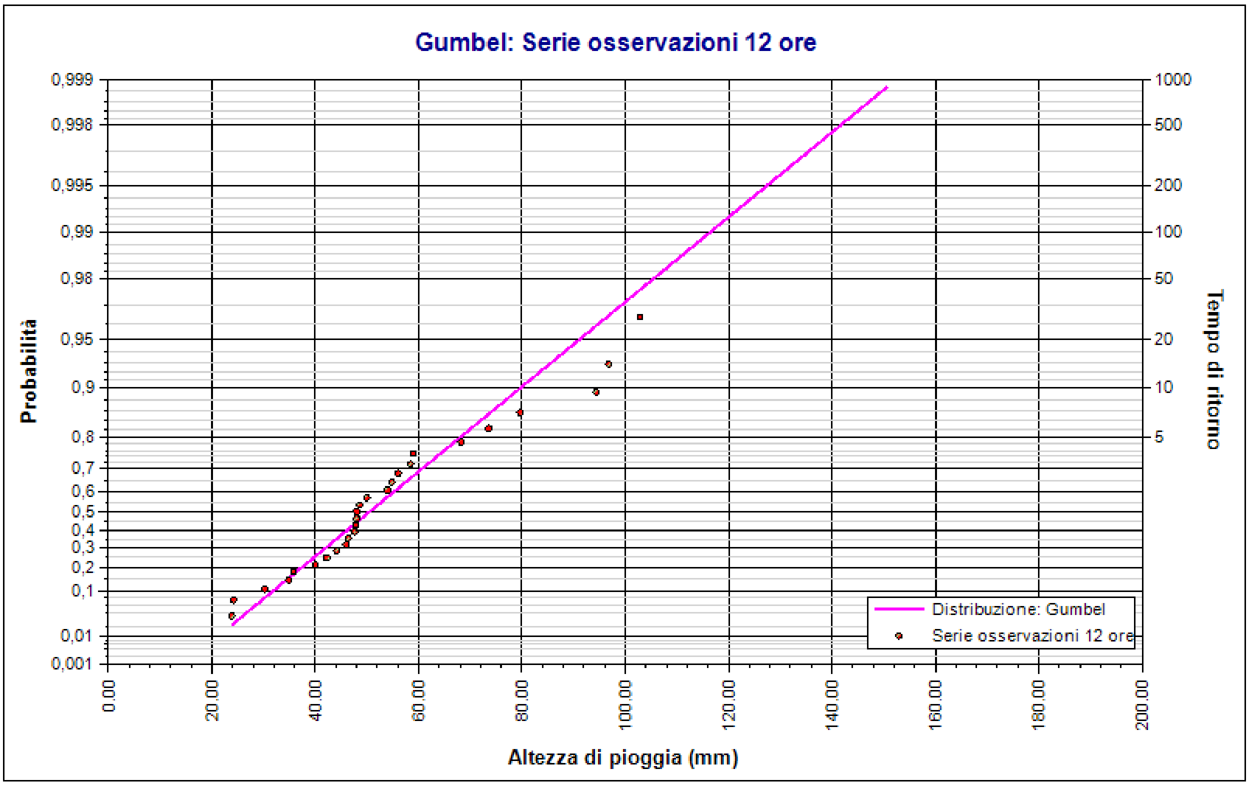
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



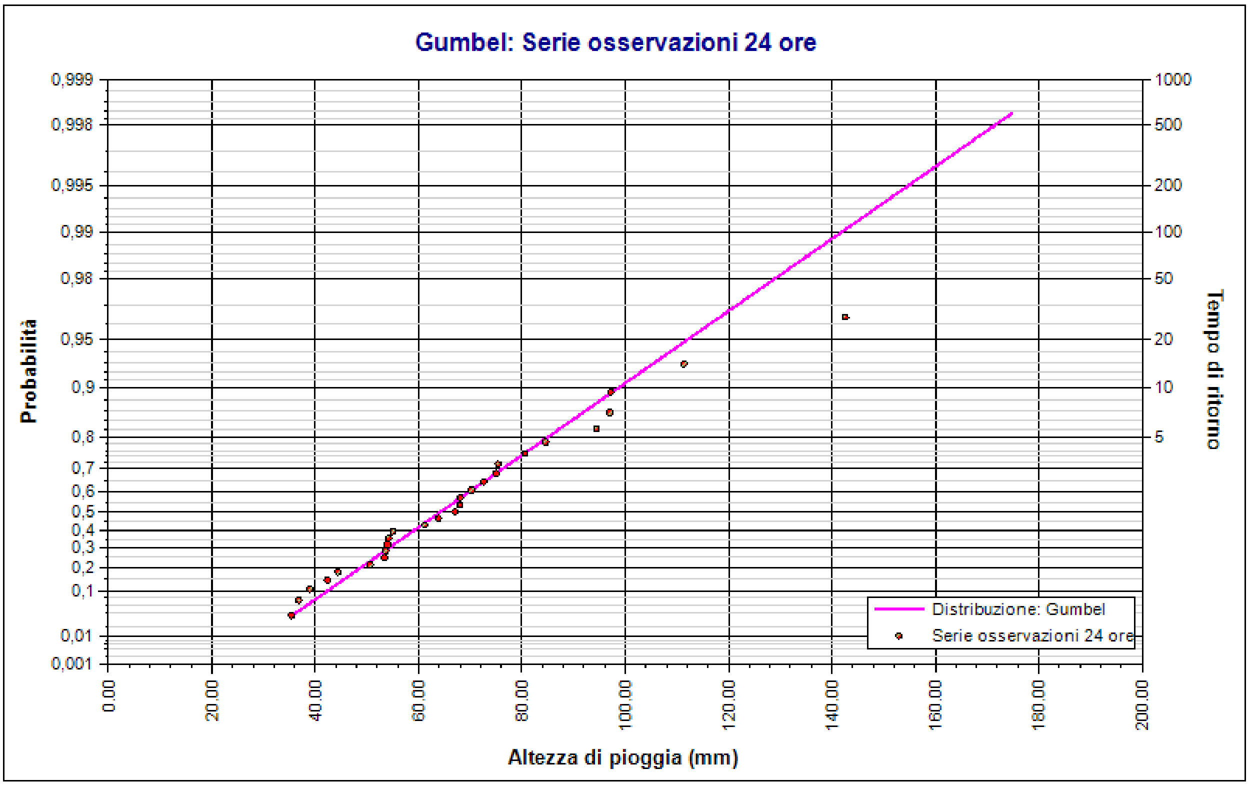
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 25.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

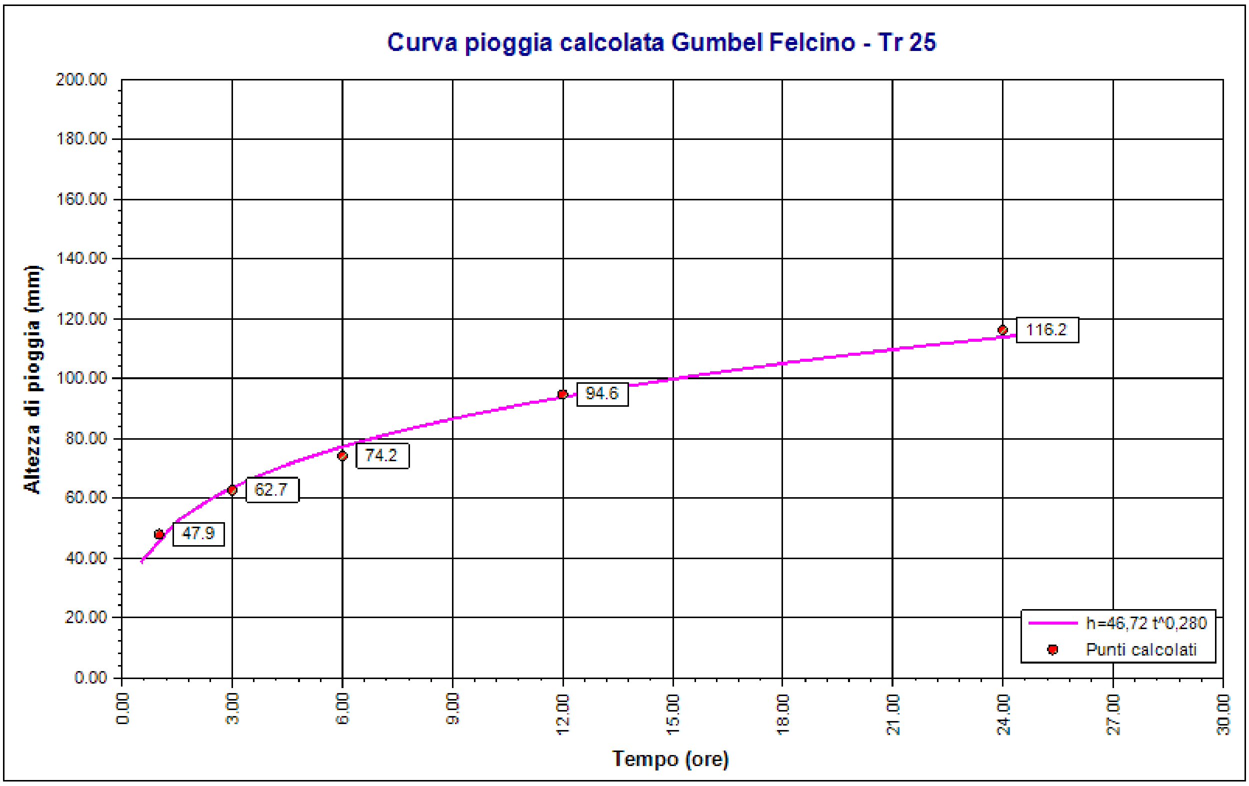
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	47.905
2	3.000	180	62.653
3	6.000	360	74.177
4	12.000	720	94.649
5	24.000	1440	116.221

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
46.72	0.28	1.00	$h(t) = 46,7\, t^{0,280}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	46.723		9	86.504		17	103.387
2	56.744		10	89.097		18	105.057
3	63.574		11	91.510		19	106.661
4	68.914		12	93.769		20	108.206
5	73.362		13	95.897		21	109.696
6	77.210		14	97.910		22	111.136
7	80.619		15	99.822		23	112.530
8	83.694		16	101.645		24	113.881



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

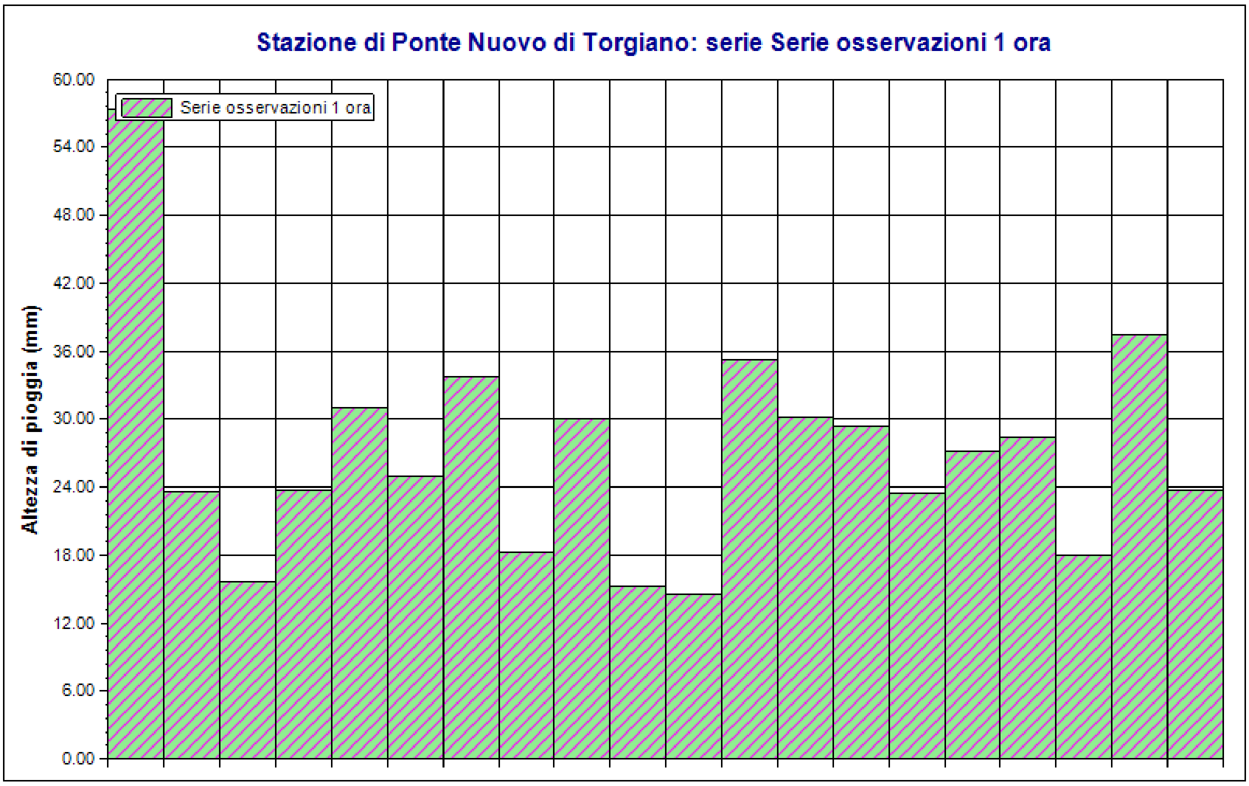
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

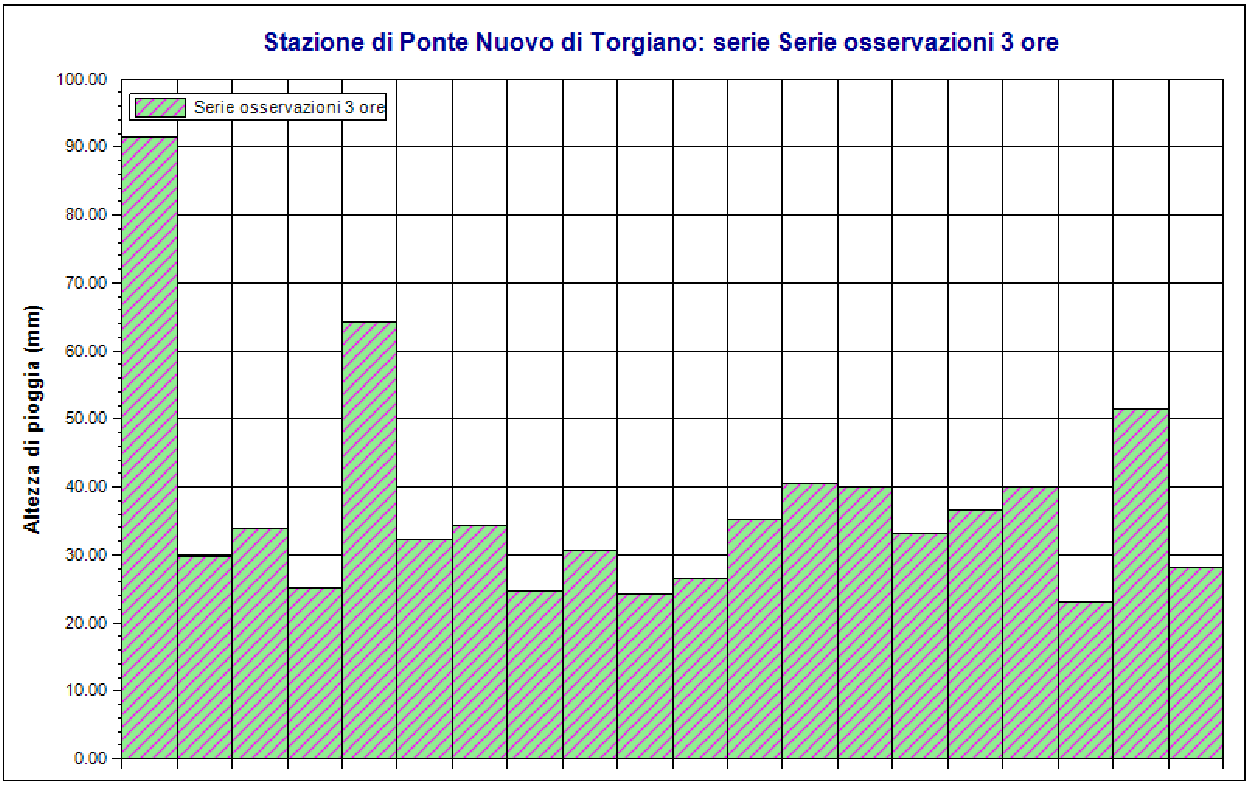
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

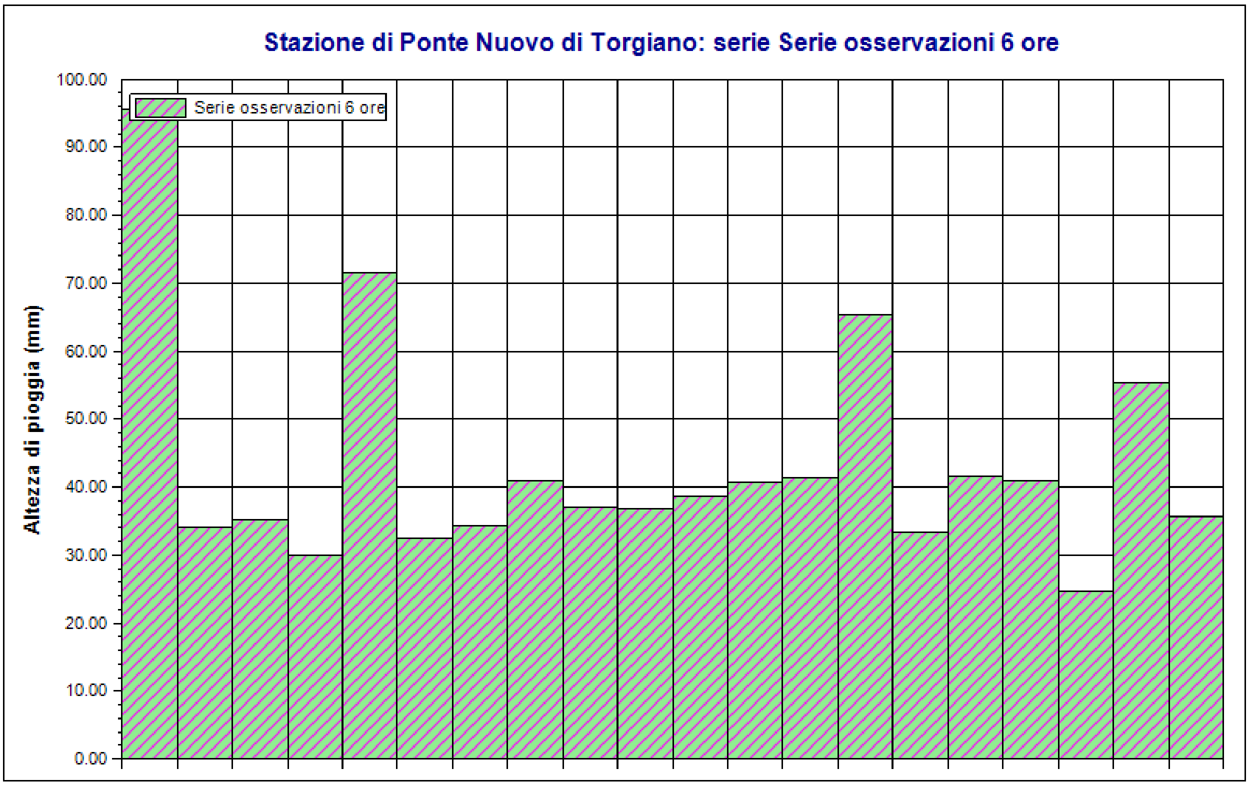
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



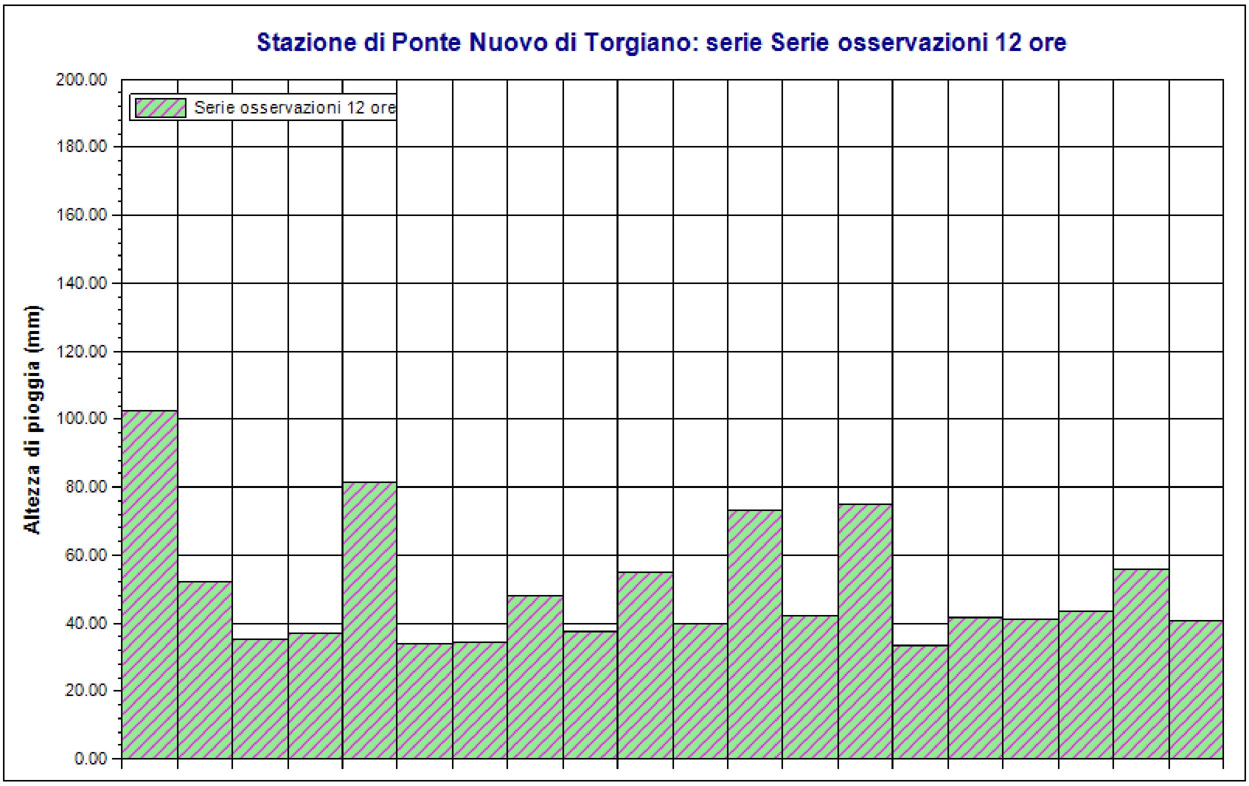
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



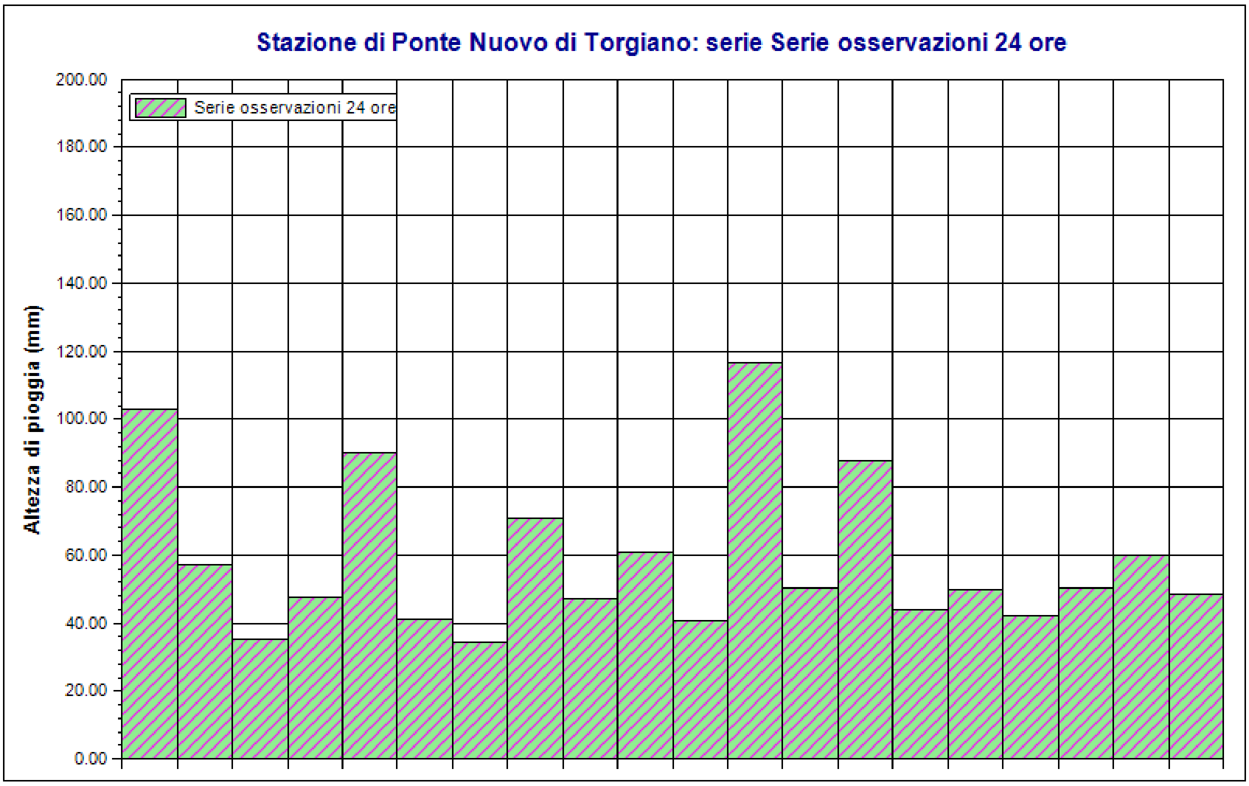
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di *k* (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di *z*, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per *k* tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x)=e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della *x* dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

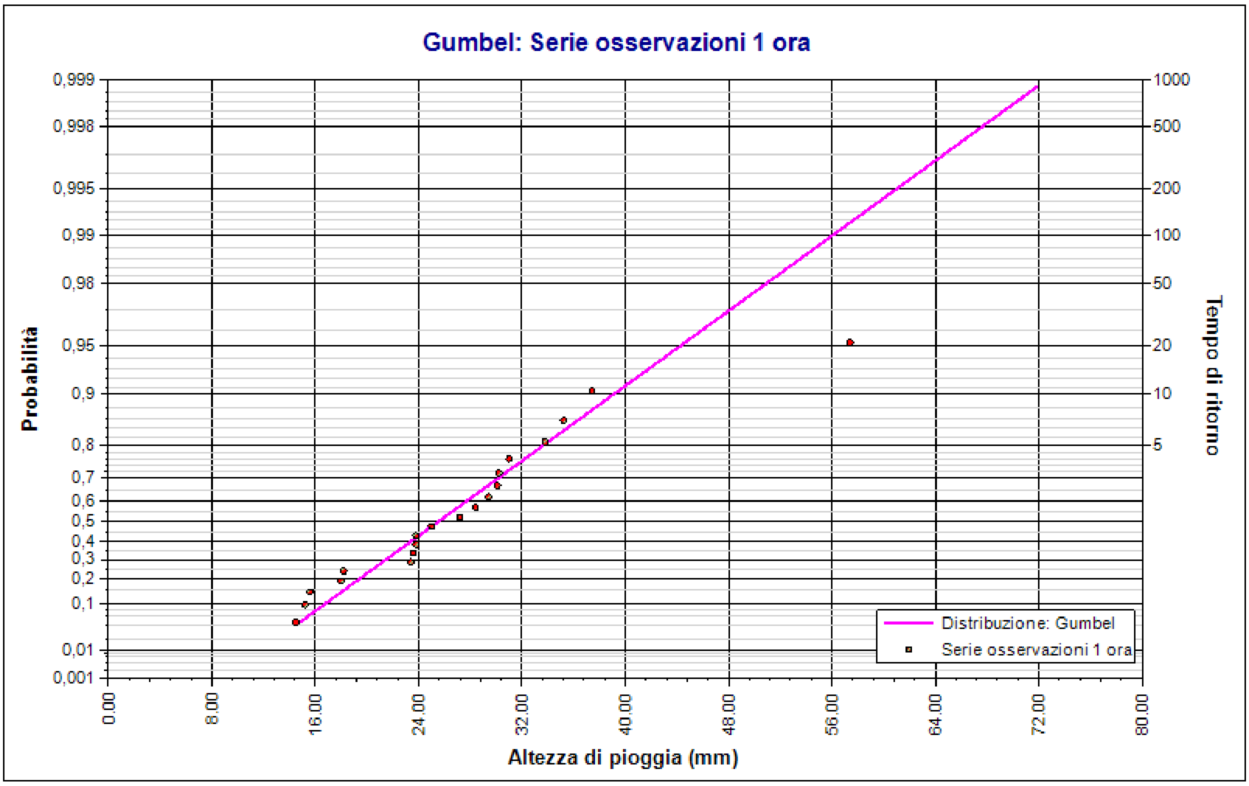
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

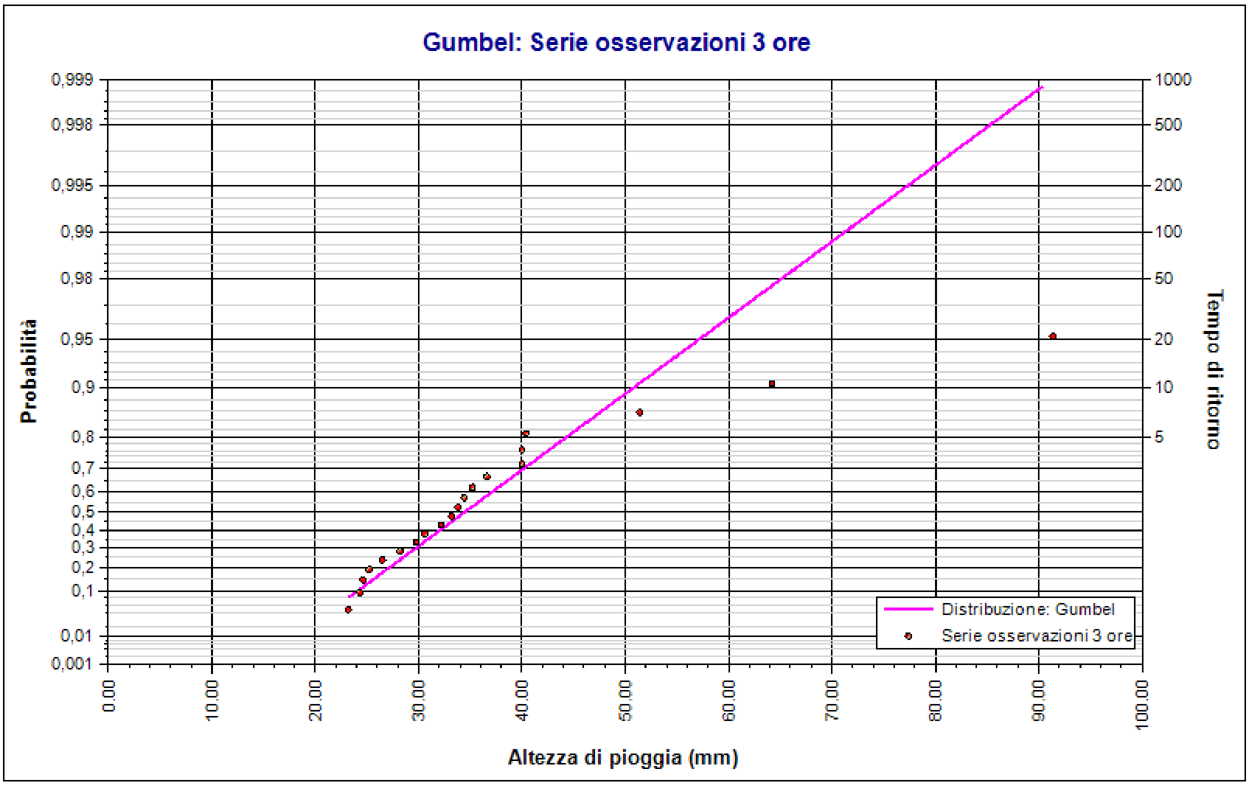
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x-22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x-31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x-36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x-42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x-49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

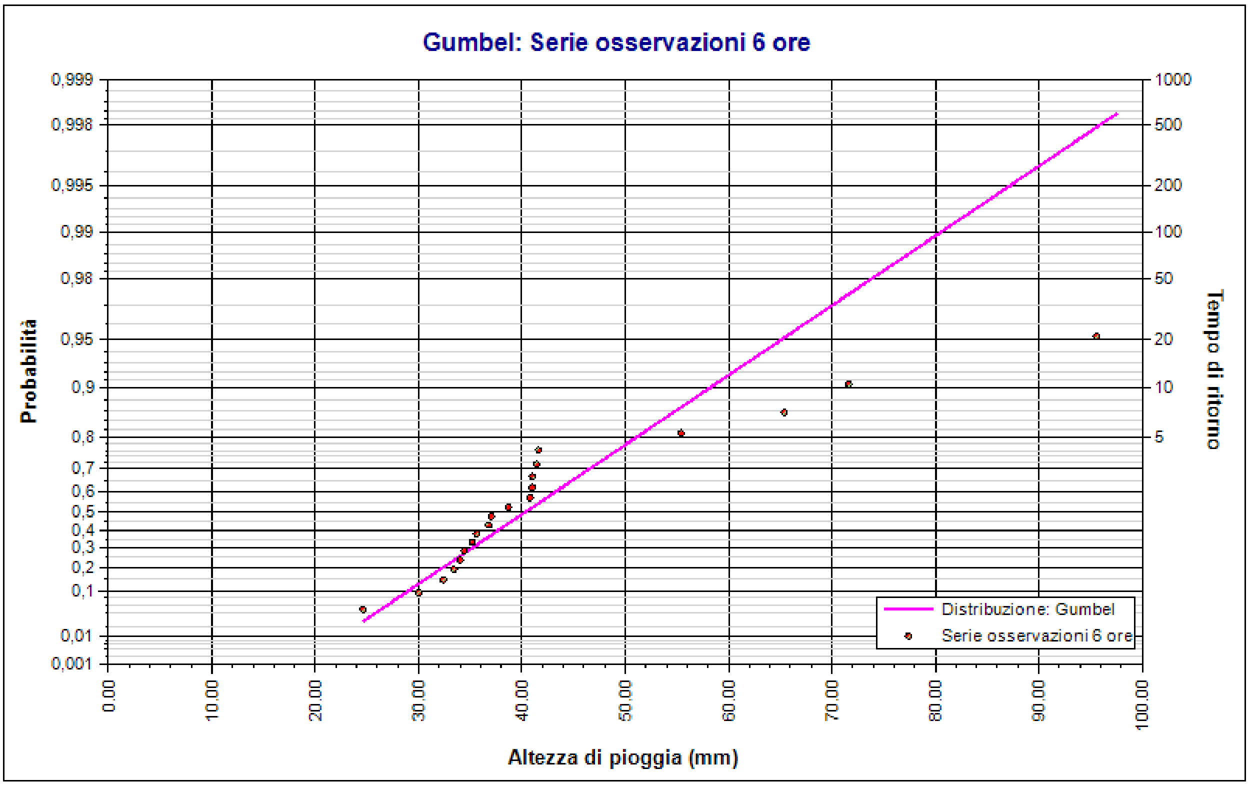
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



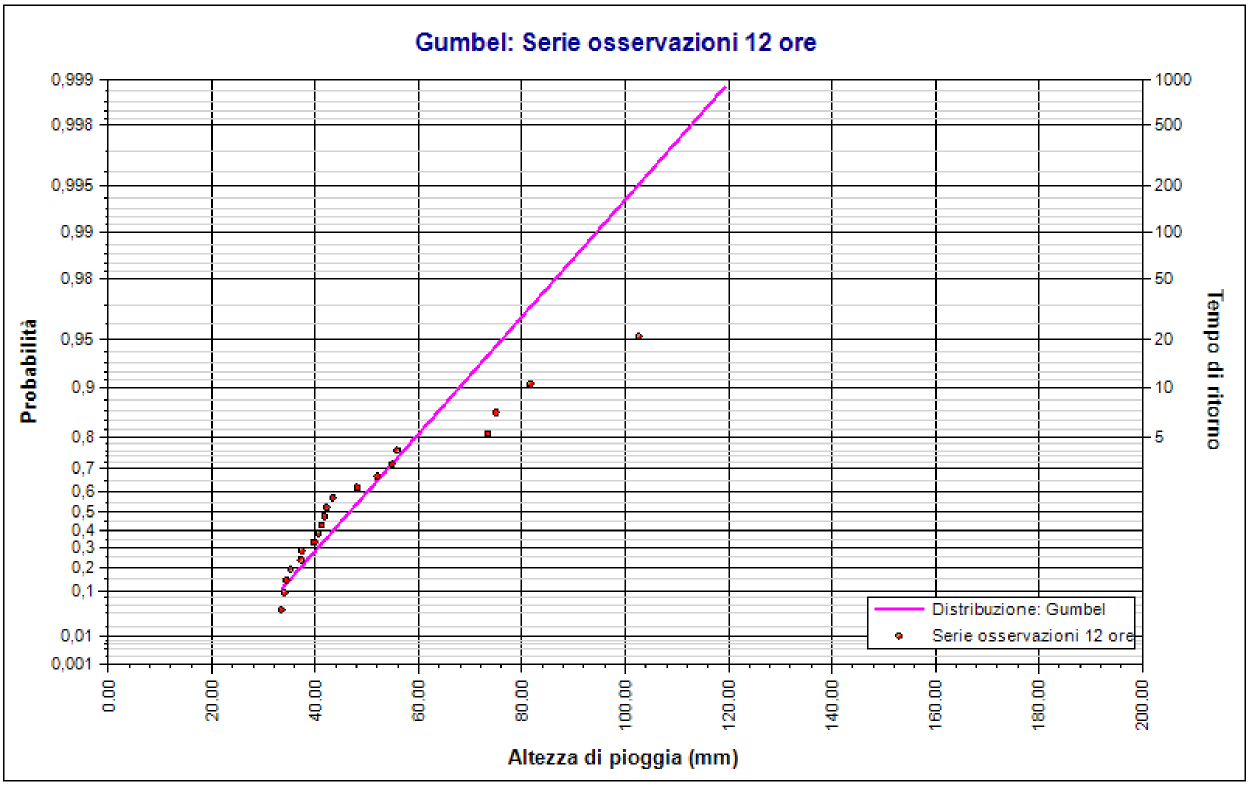
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



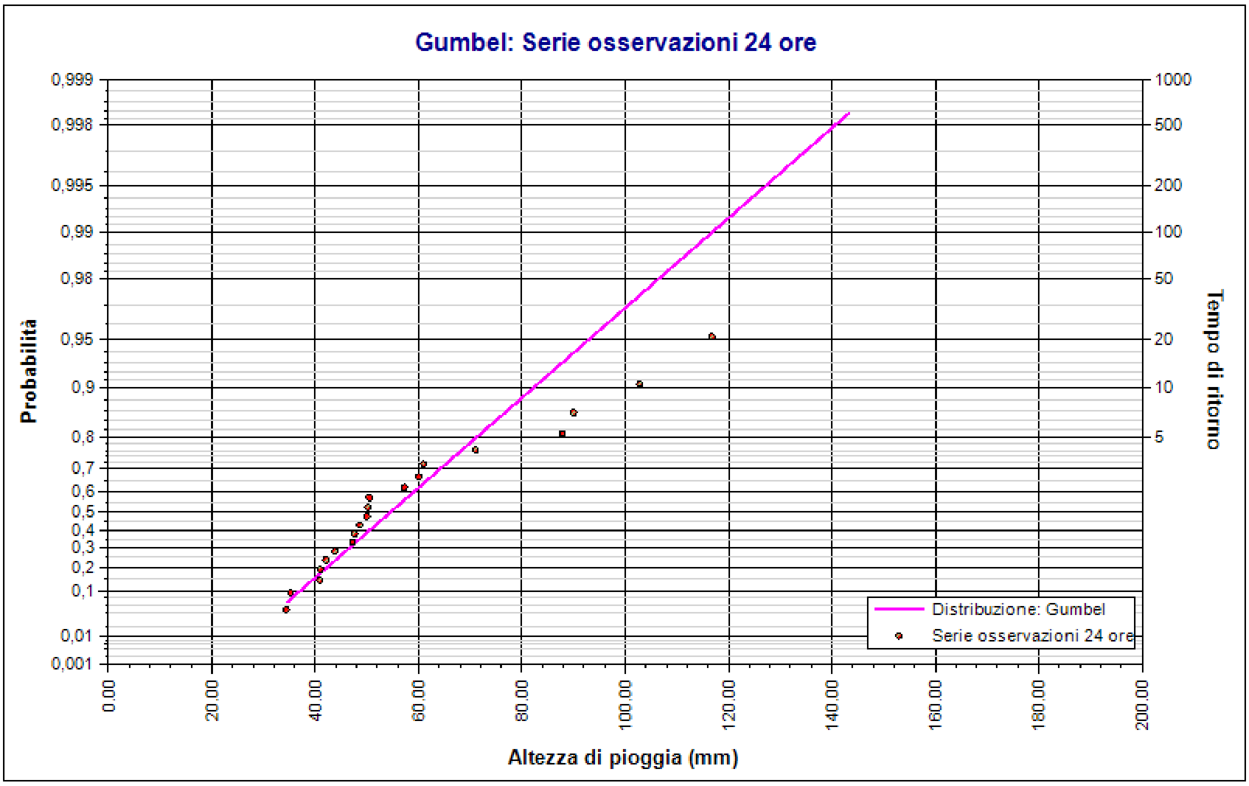
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 25.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

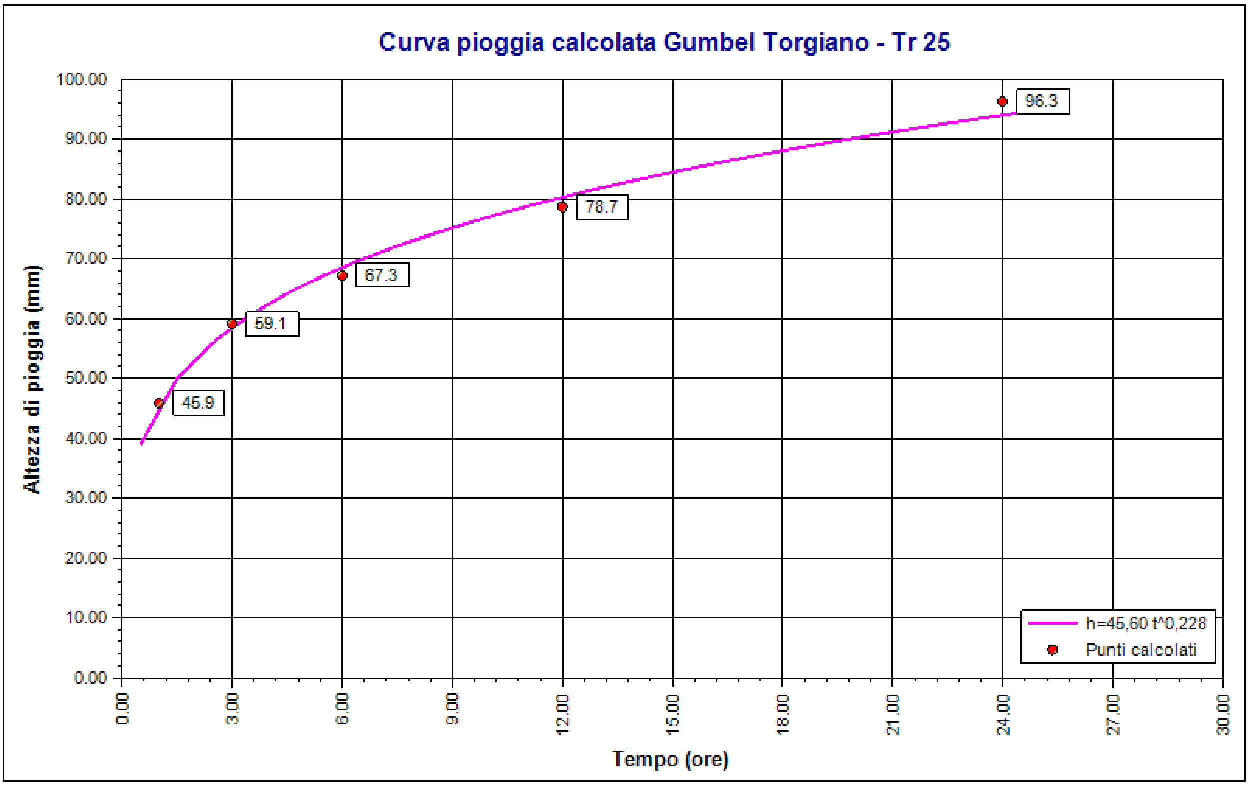
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	45.919
2	3.000	180	59.091
3	6.000	360	67.264
4	12.000	720	78.669
5	24.000	1440	96.281

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
45.60	0.23	1.00	$h(t) = 45{,}6\ t^{0{,}228}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	45.600		9	75.204		17	86.922
2	53.396		10	77.030		18	88.061
3	58.560		11	78.720		19	89.152
4	62.525		12	80.295		20	90.199
5	65.783		13	81.772		21	91.207
6	68.572		14	83.163		22	92.178
7	71.021		15	84.480		23	93.116
8	73.214		16	85.731		24	94.023



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

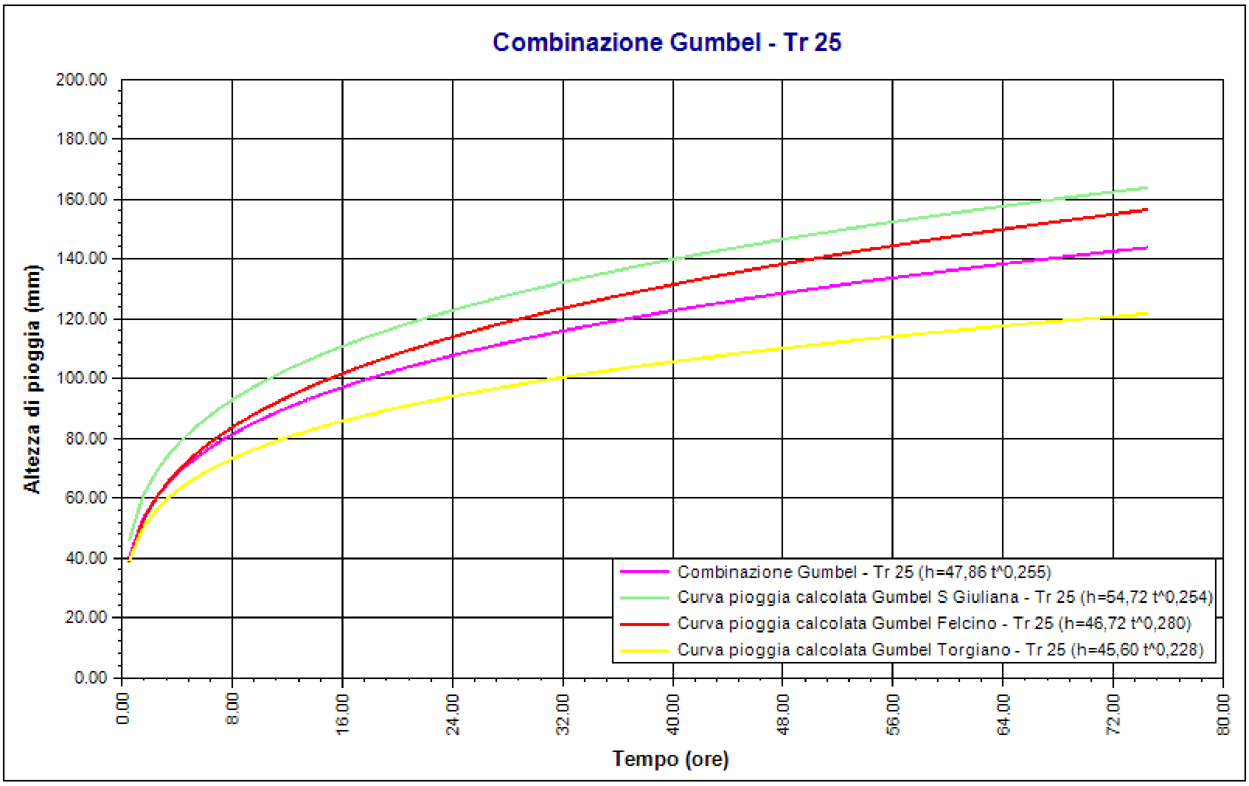
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25	Curva pioggia calcolata	20	54.72	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25	Curva pioggia calcolata	40	46.72	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25	Curva pioggia calcolata	40	45.60	0.23

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
47.86	0.26	$h(t) = 47{,}9\, t^{0{,}255}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	47.856	9	83.840	17	98.613
2	57.116	10	86.125	18	100.062
3	63.343	11	88.245	19	101.453
4	68.168	12	90.227	20	102.789
5	72.162	13	92.089	21	104.077
6	75.599	14	93.847	22	105.320
7	78.632	15	95.514	23	106.521
8	81.358	16	97.100	24	107.685



Combinazione Gumbel - Tr 25

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h

Dati Pluviogramma

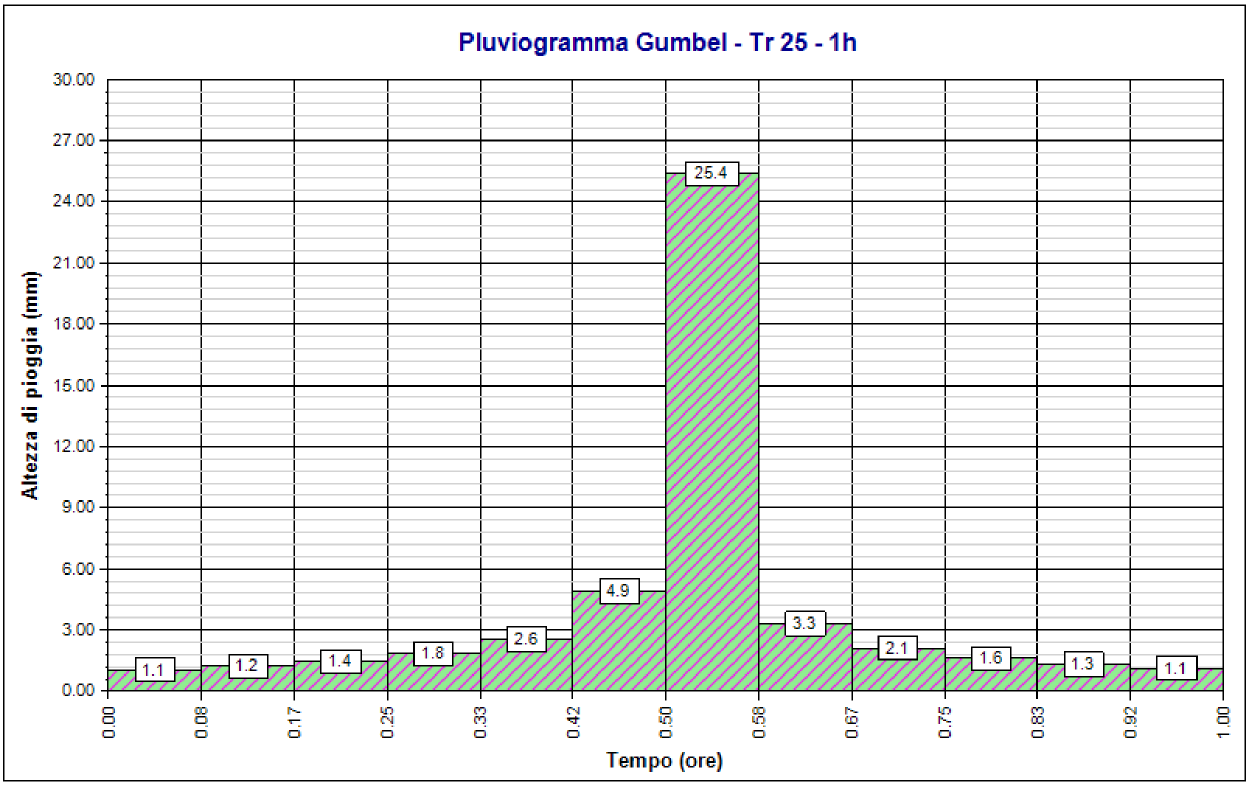
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 25
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 47.856 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
47.86	0.26	$h(t) = 47{,}9\, t^{0{,}255}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	1.051
2	0.083	0.167	5	10	1.212
3	0.167	0.250	10	15	1.446
4	0.250	0.333	15	20	1.823
5	0.333	0.417	20	25	2.559
6	0.417	0.500	25	30	4.911
7	0.500	0.583	30	35	25.383
8	0.583	0.667	35	40	3.302
9	0.667	0.750	40	45	2.119
10	0.750	0.833	45	50	1.609
11	0.833	0.917	50	55	1.317
12	0.917	1.000	55	60	1.125



Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino C Gumbel - Tr 25 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;

b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)

P è la precipitazione fino all'istante t (mm)

S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

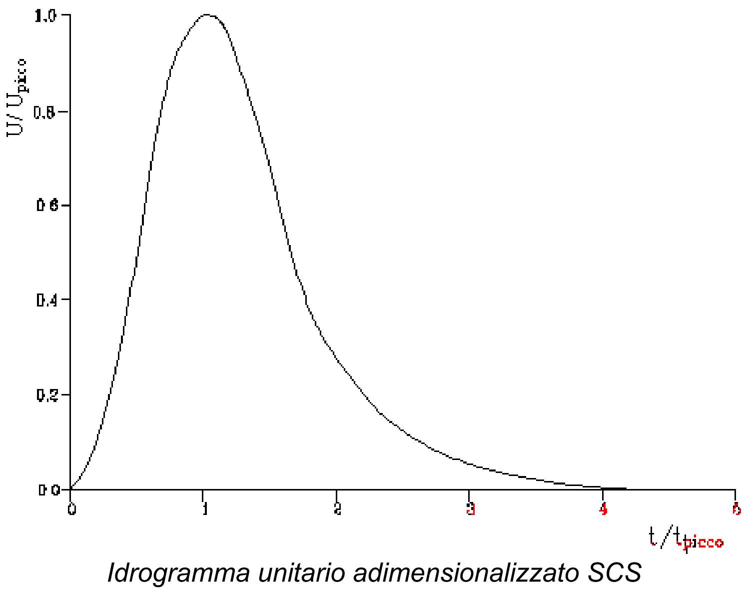
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

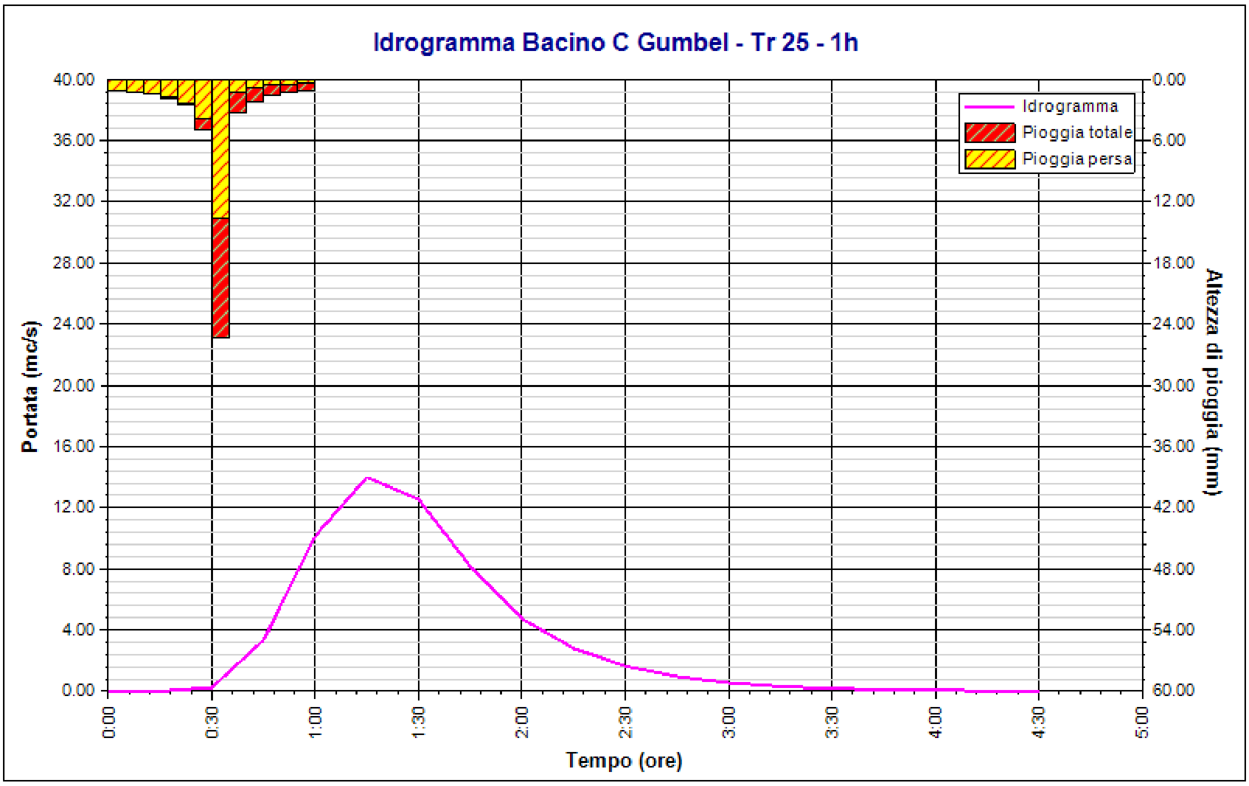
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h
Superficie del bacino: 2.8 kmq
Tlag: 0.642 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 81.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	3.708	3.700	0.008	0.0
2	0.250	15	9.294	7.864	1.429	0.0
3	0.500	30	30.804	15.655	15.150	0.2
4	0.750	45	4.050	1.371	2.679	3.3
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	10.2
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	14.0
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	12.5
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	8.2
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	4.7
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	2.8
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	1.6
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	1.0
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.6
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.3
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.2
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.1
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.1
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0
19	4.500	270	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	14.0	mc/s
Istante picco	1.250	ore
Istante picco	75.0	minuti
Durata totale evento	4.500	ore
Volume afflusso	134	mc x 1000
Volume deflusso	54	mc x 1000
Altezza afflusso	47.856	mm
Altezza deflusso	19.227	mm
Coeff. deflusso	0.40	-
Coeff. udometrico	5.00	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino C Gumbel - Tr 25 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

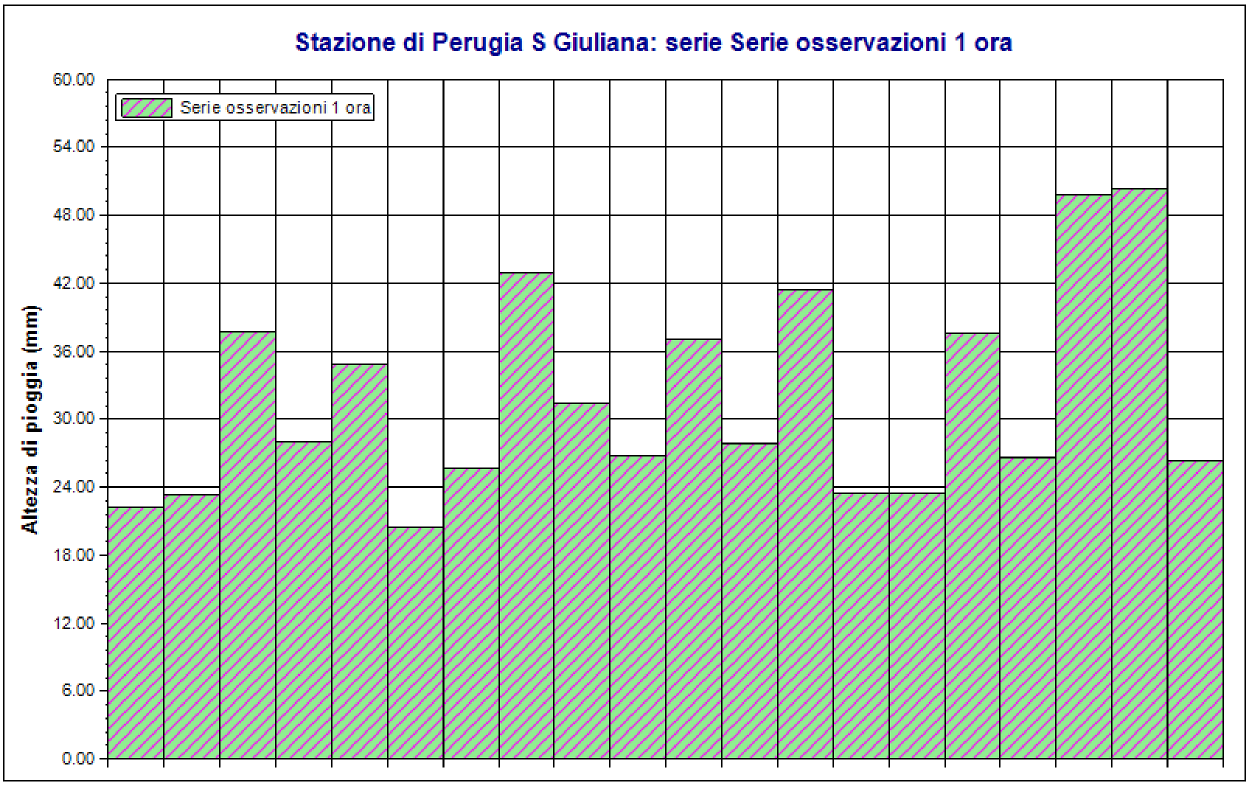
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

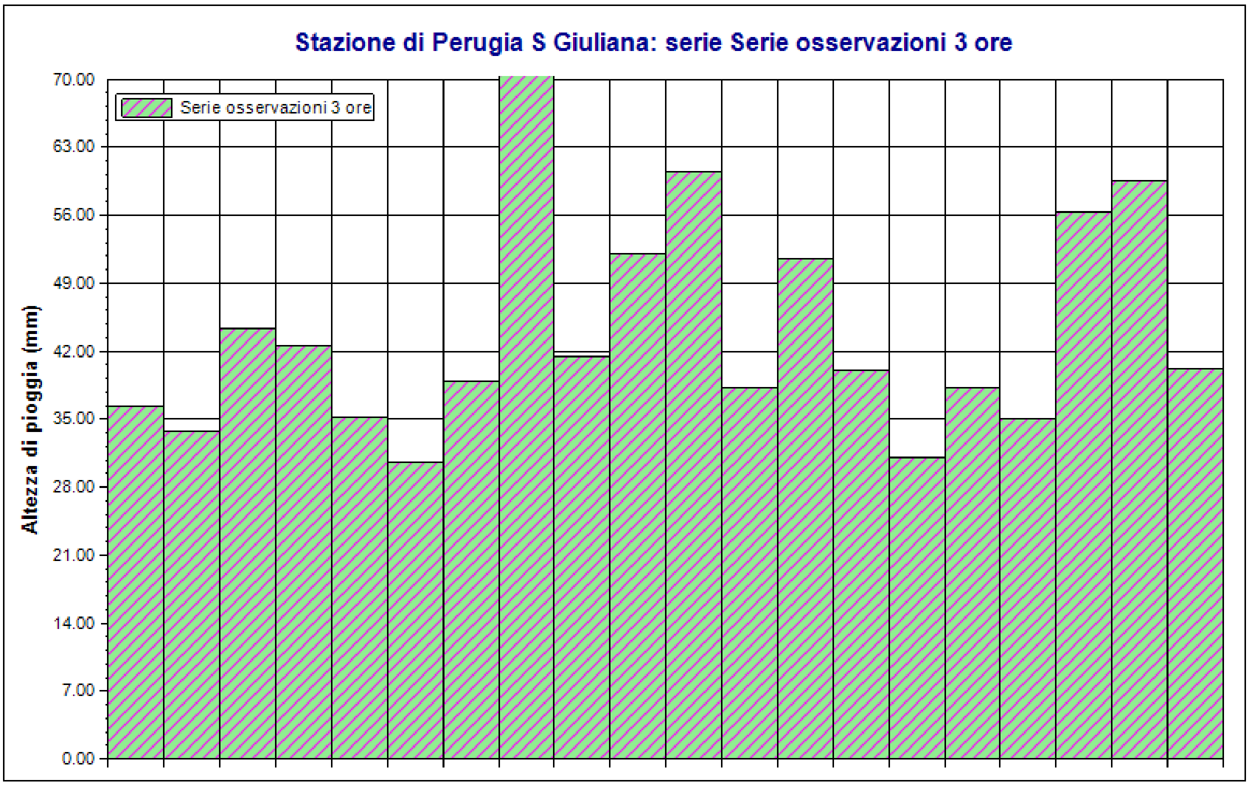
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

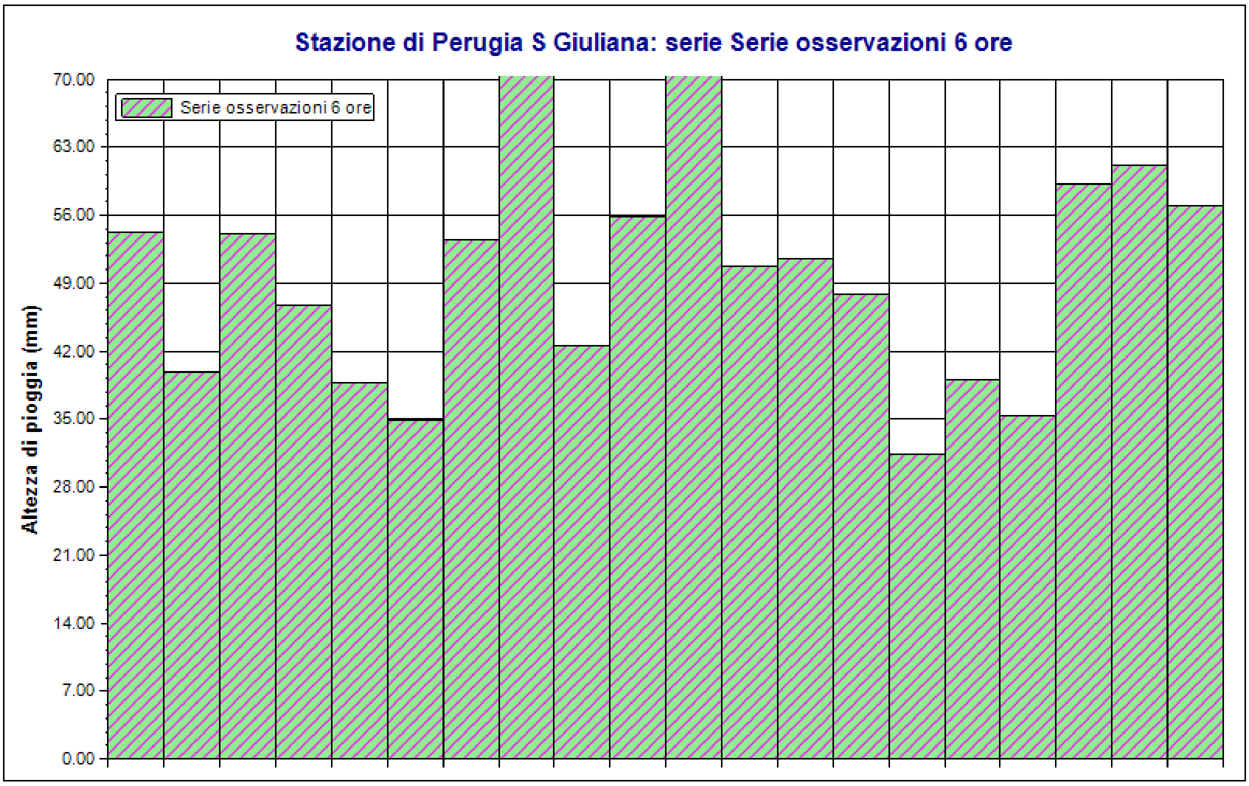
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



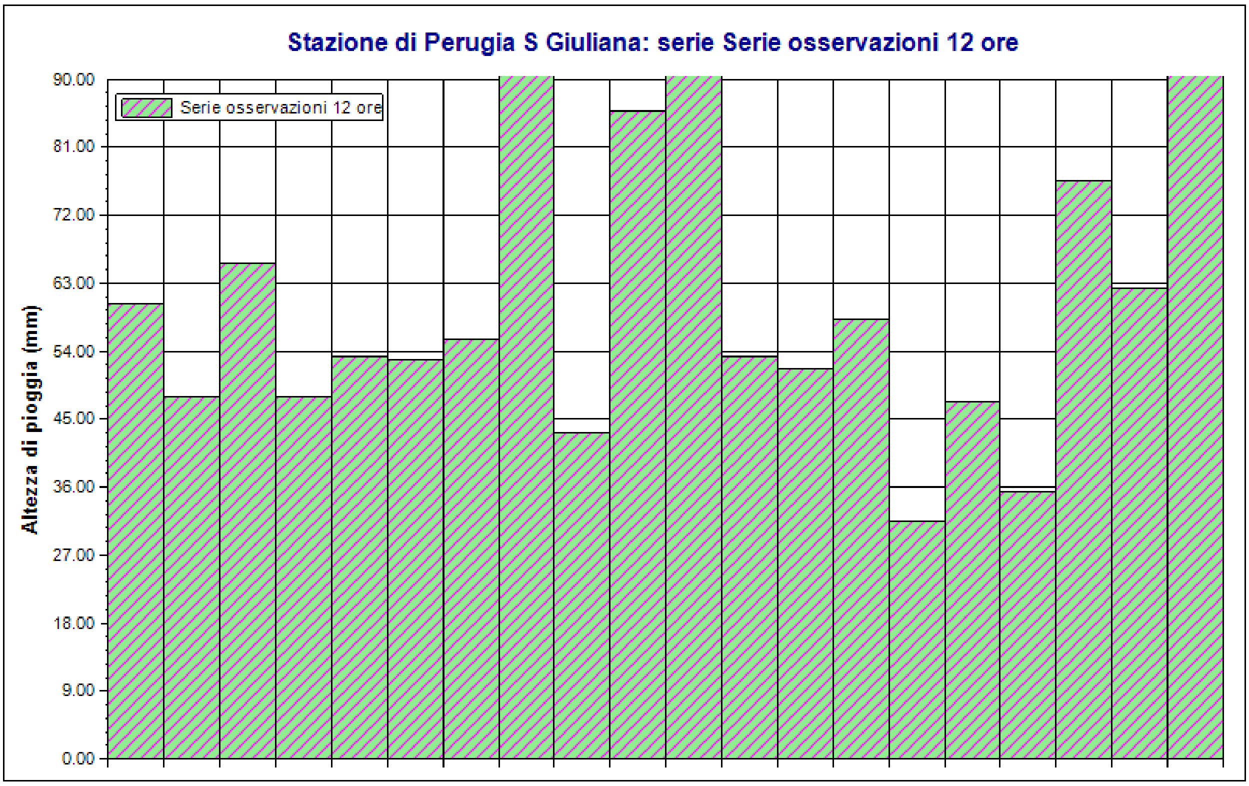
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



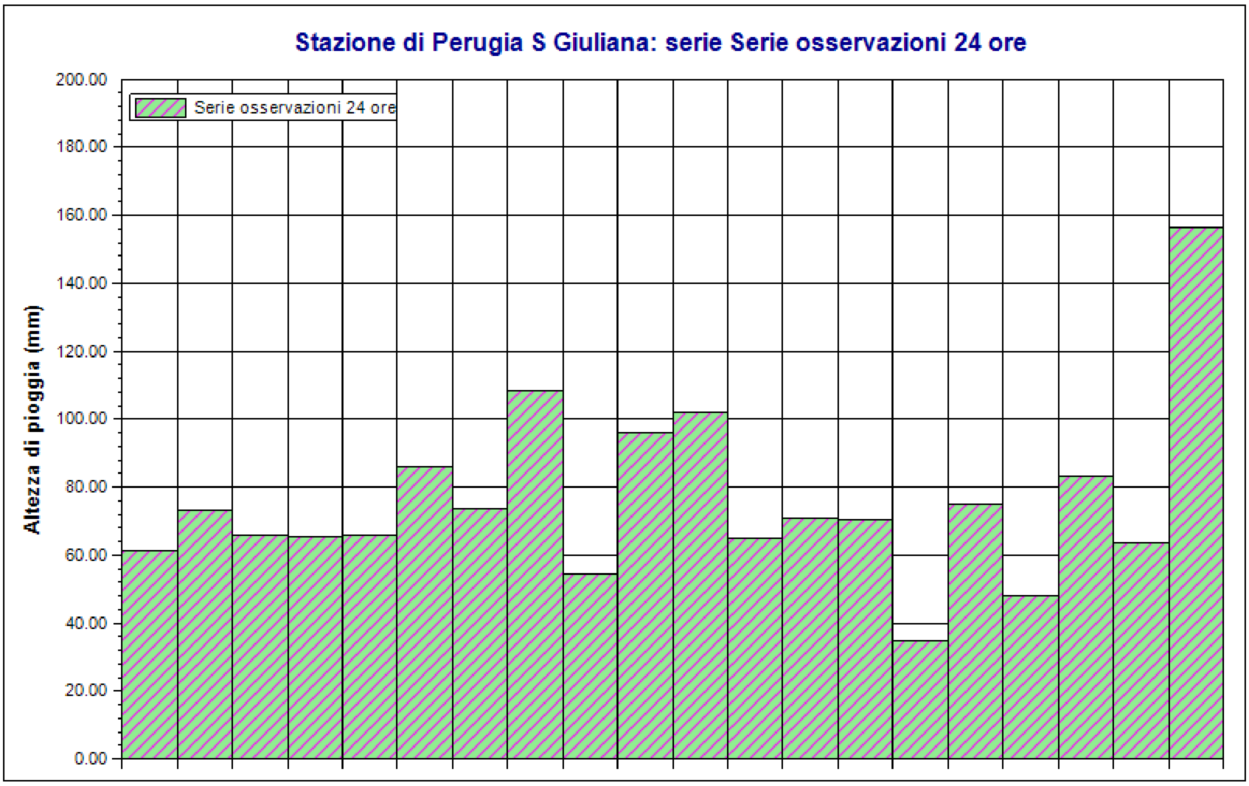
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

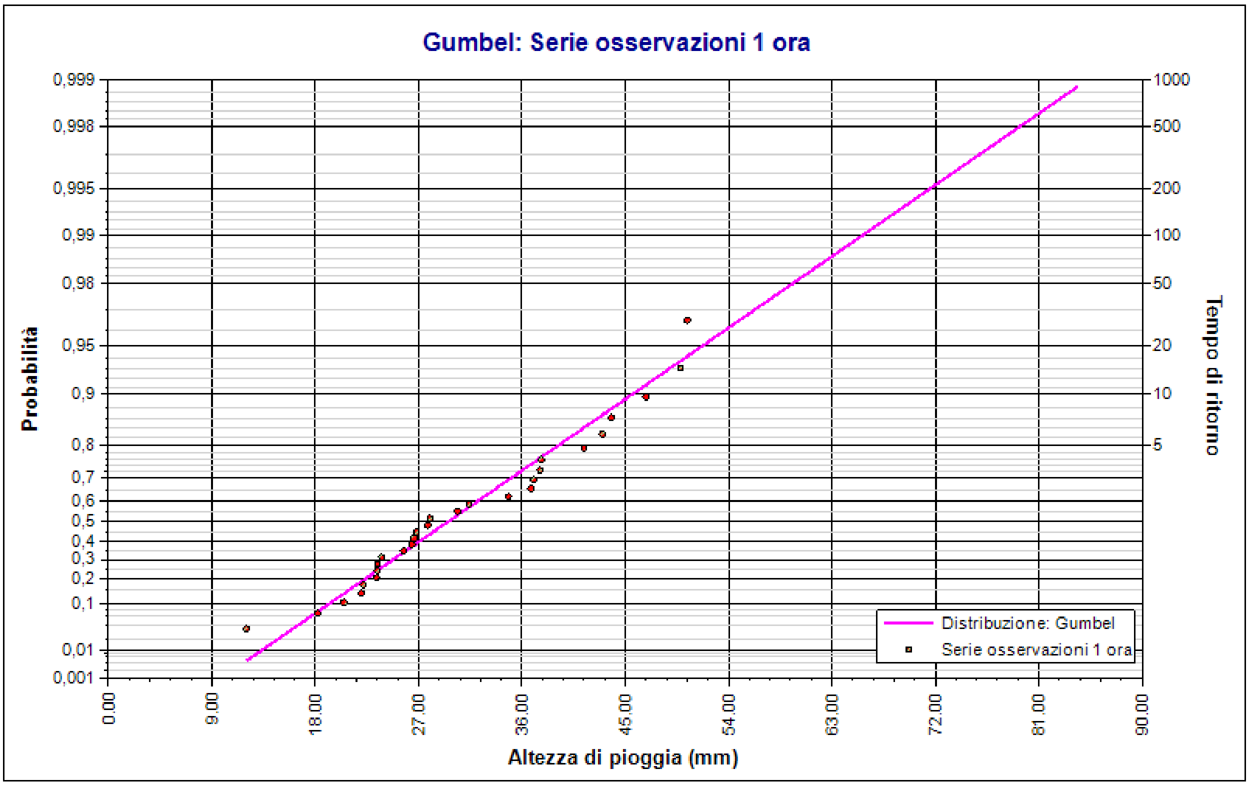
Parametro	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

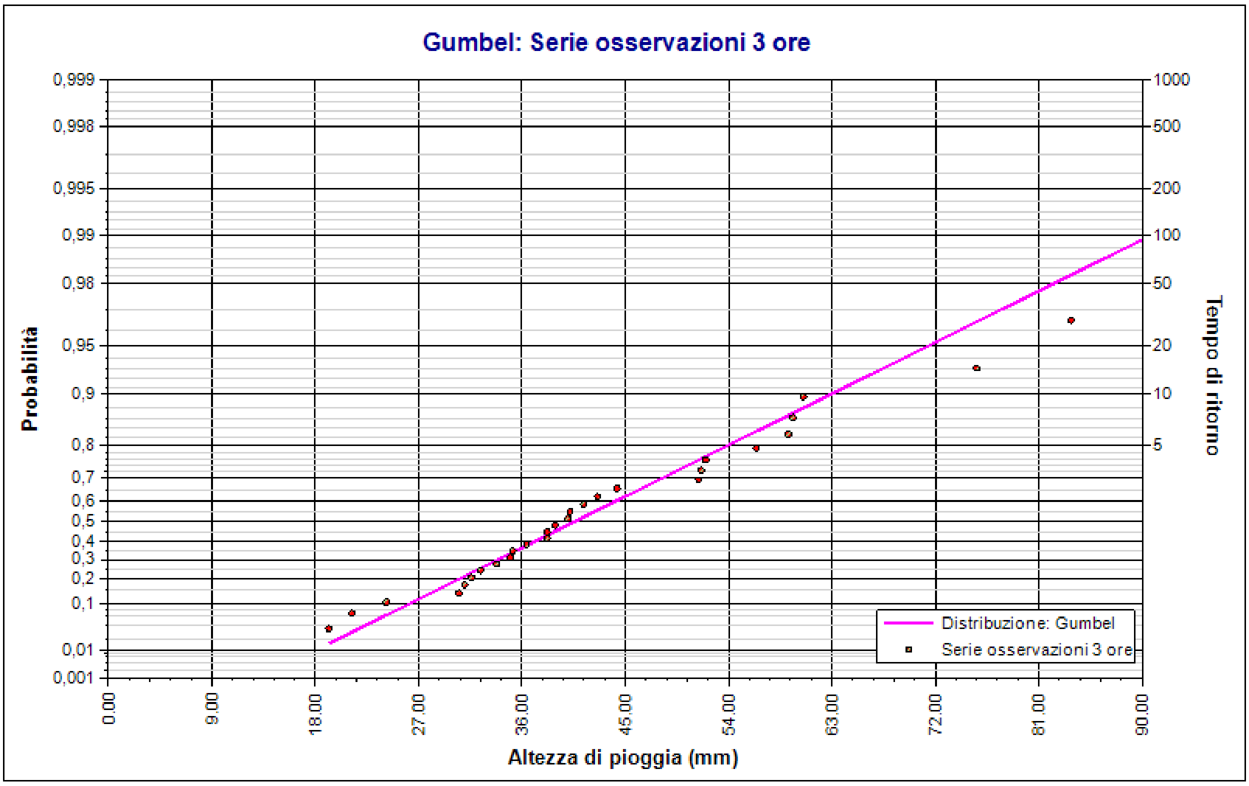
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,117\left(x-26,399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,084\left(x-36,187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,071\left(x-42,675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,062\left(x-49,811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,052\left(x-60,310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

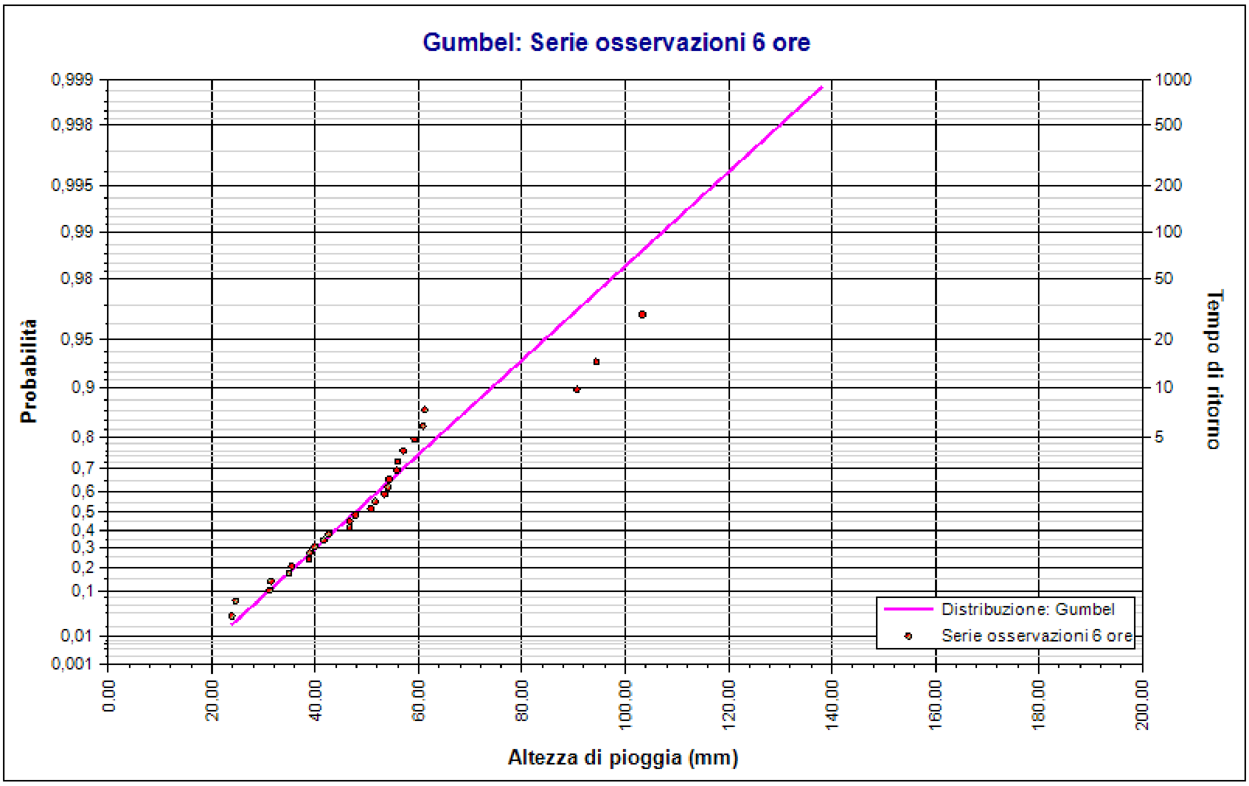
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



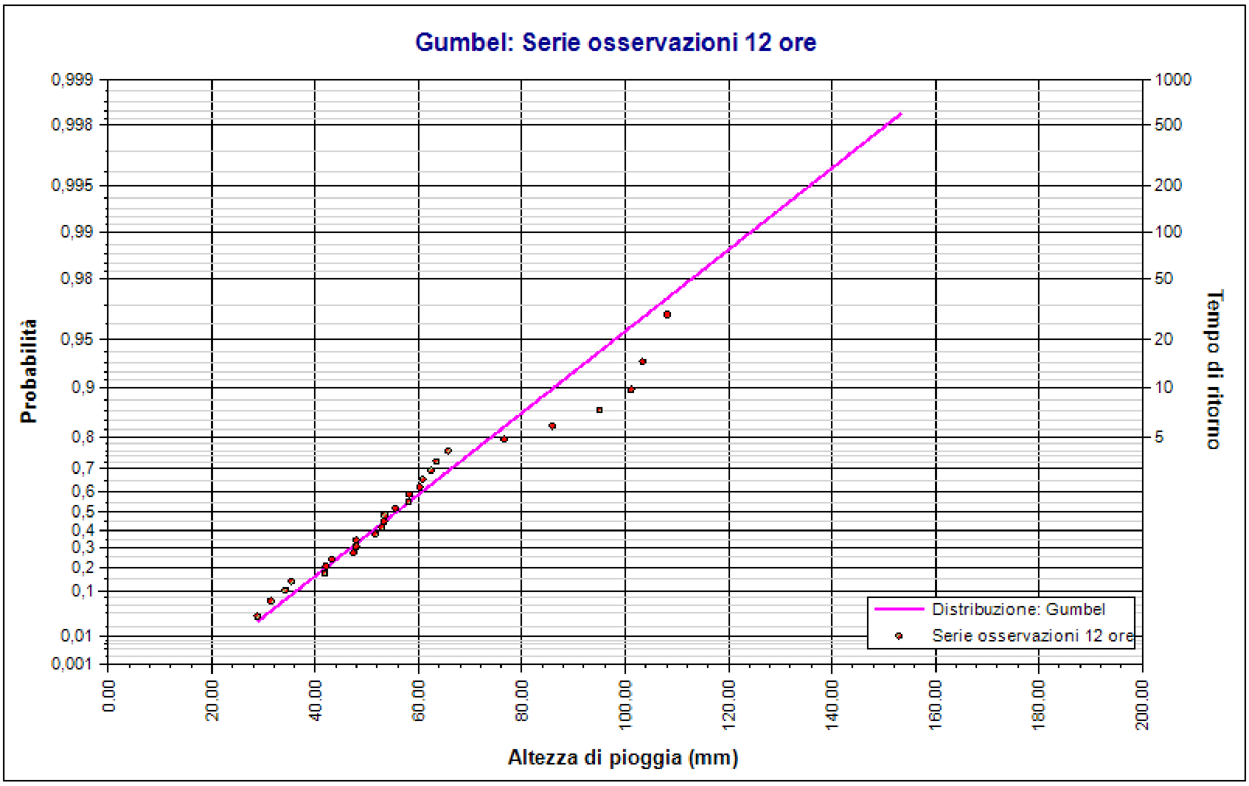
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



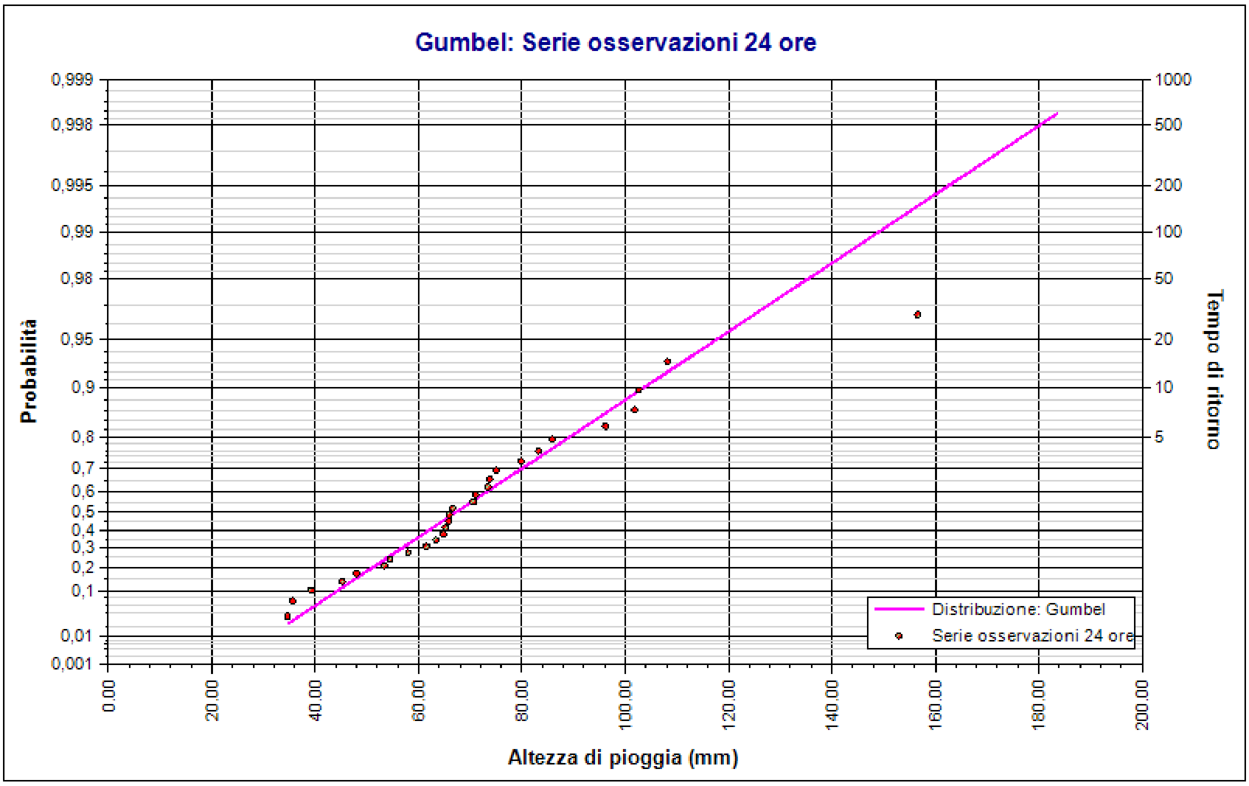
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 10.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

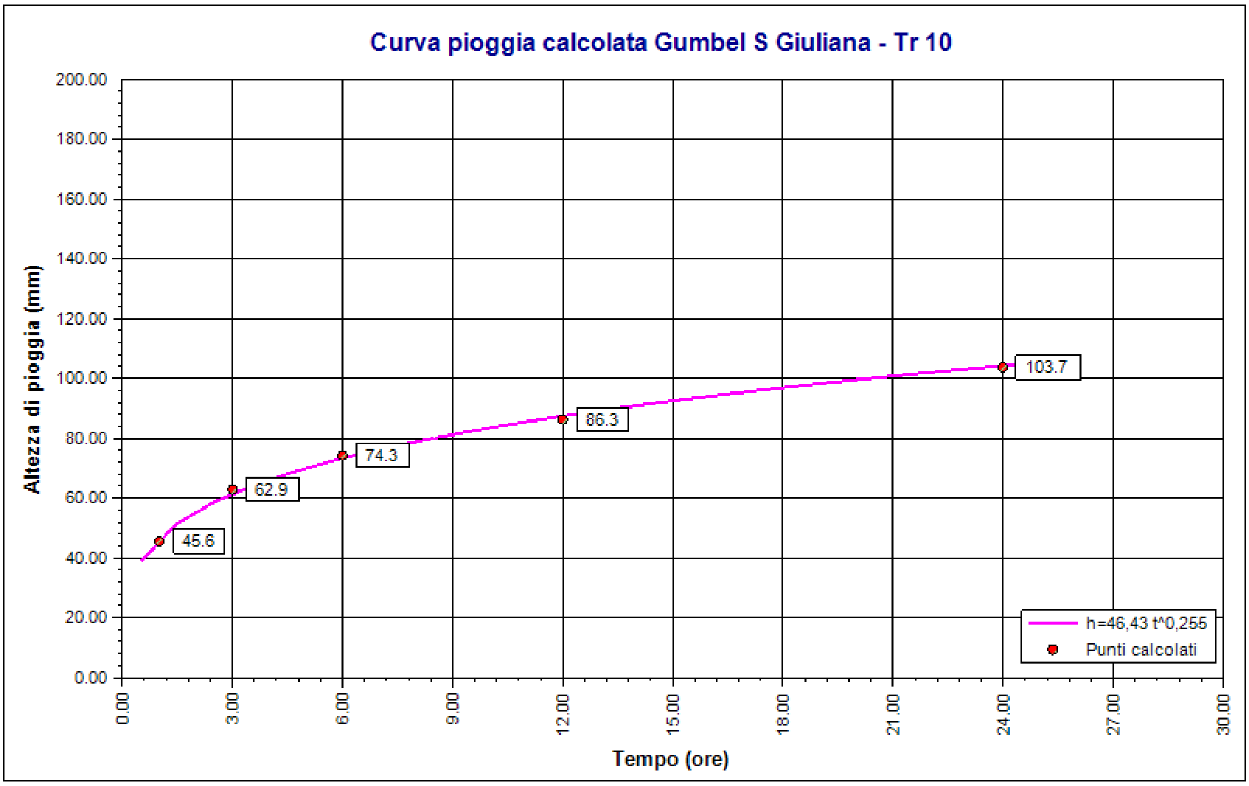
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	45.590
2	3.000	180	62.871
3	6.000	360	74.261
4	12.000	720	86.281
5	24.000	1440	103.727

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
46.43	0.25	1.00	$h(t) = 46,4\ t^{0,255}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	46.432		9	81.242		17	95.523
2	55.394		10	83.451		18	96.924
3	61.418		11	85.501		19	98.267
4	66.086		12	87.416		20	99.559
5	69.949		13	89.216		21	100.803
6	73.273		14	90.916		22	102.004
7	76.206		15	92.527		23	103.166
8	78.842		16	94.060		24	104.290



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

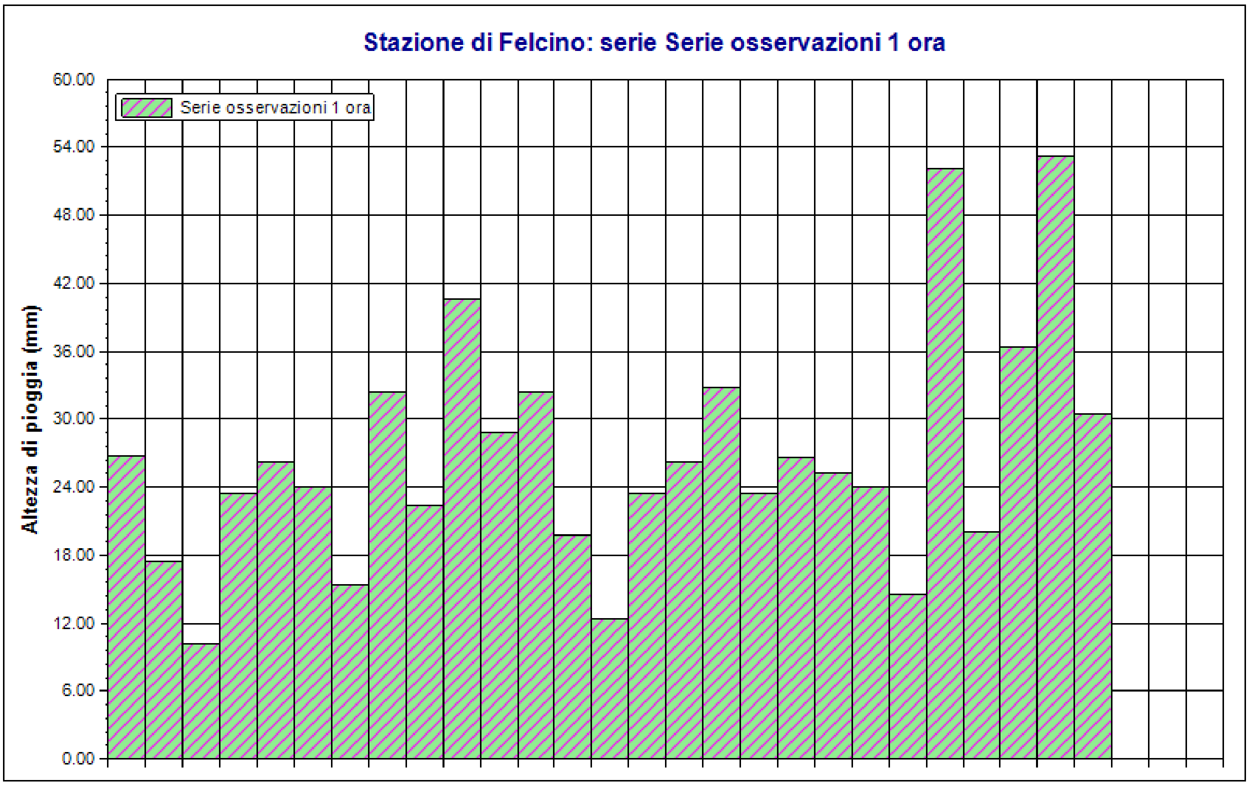
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

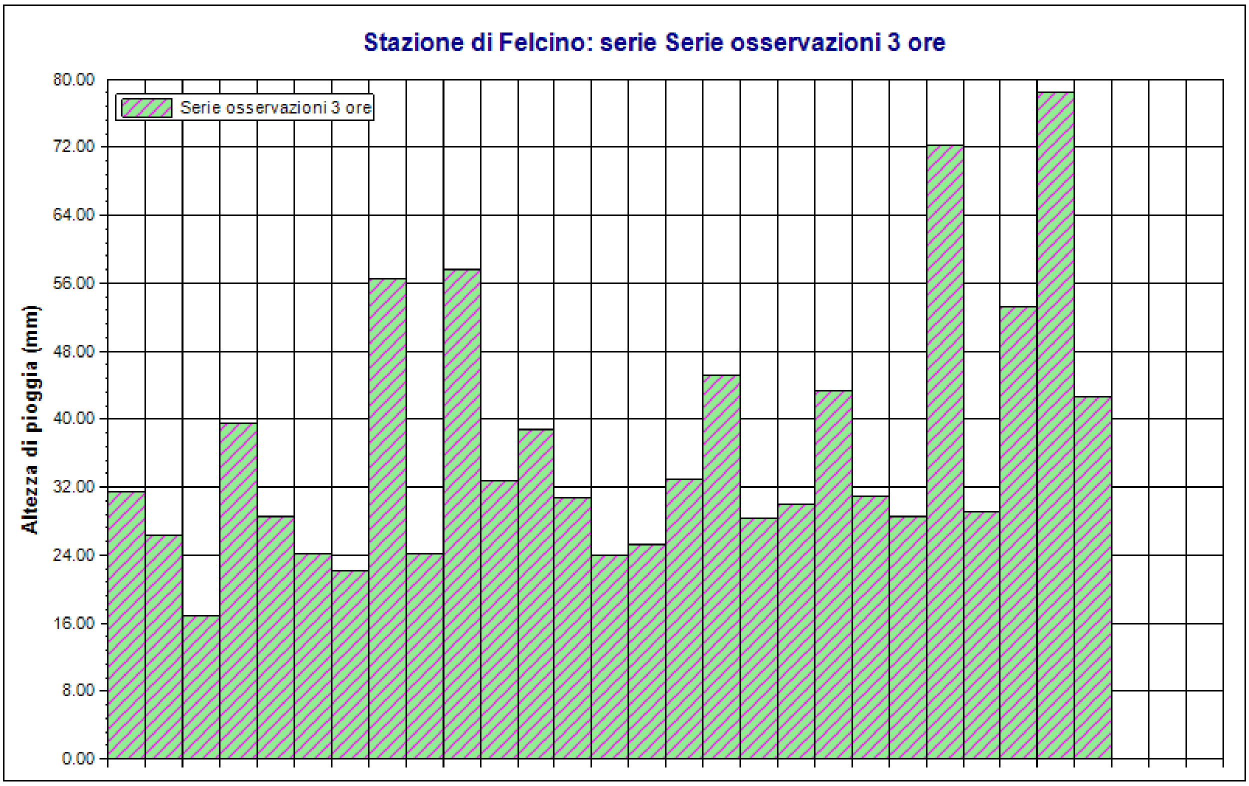
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

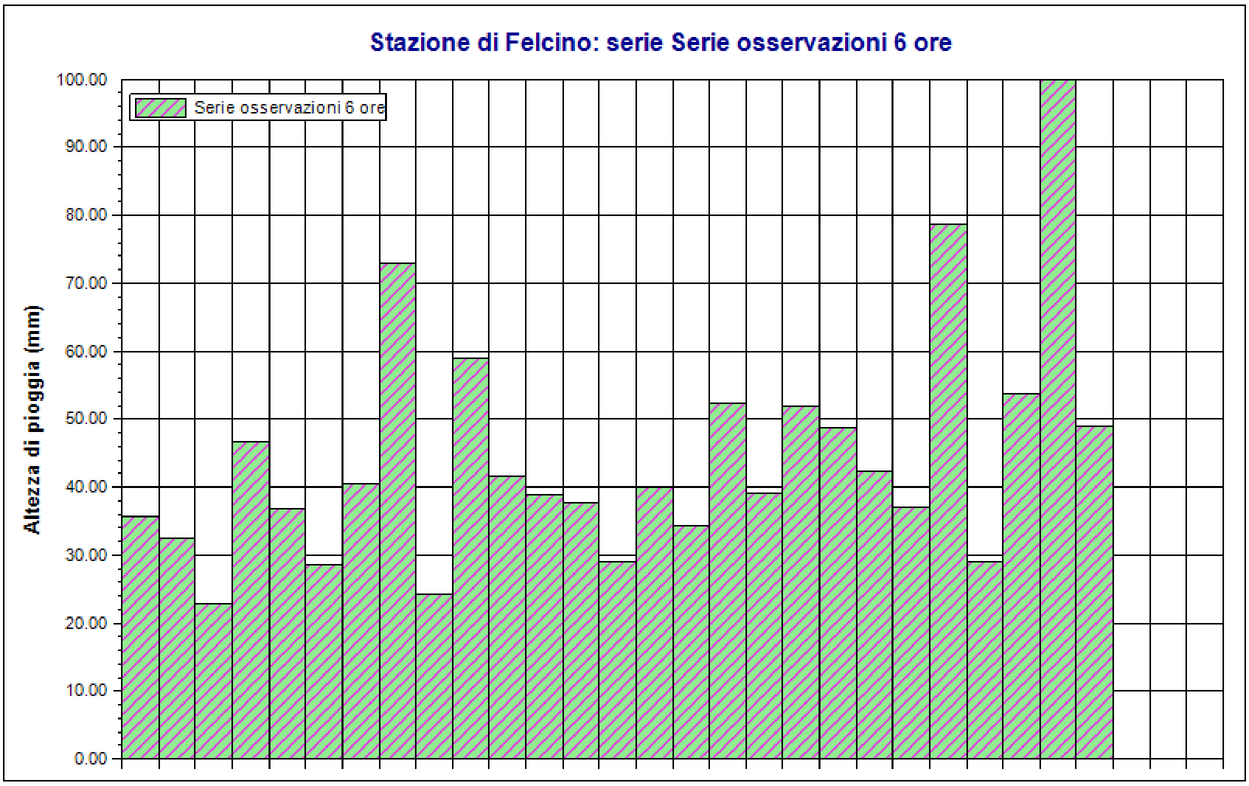
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



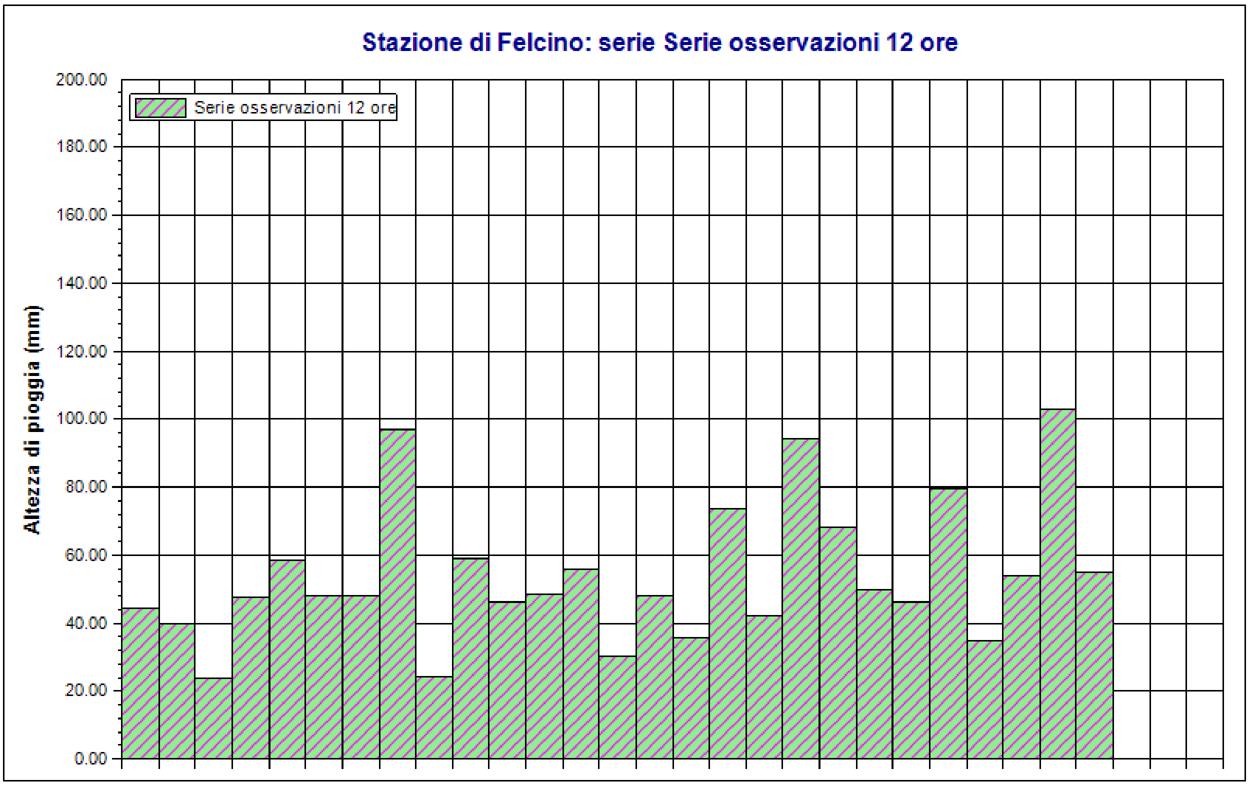
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



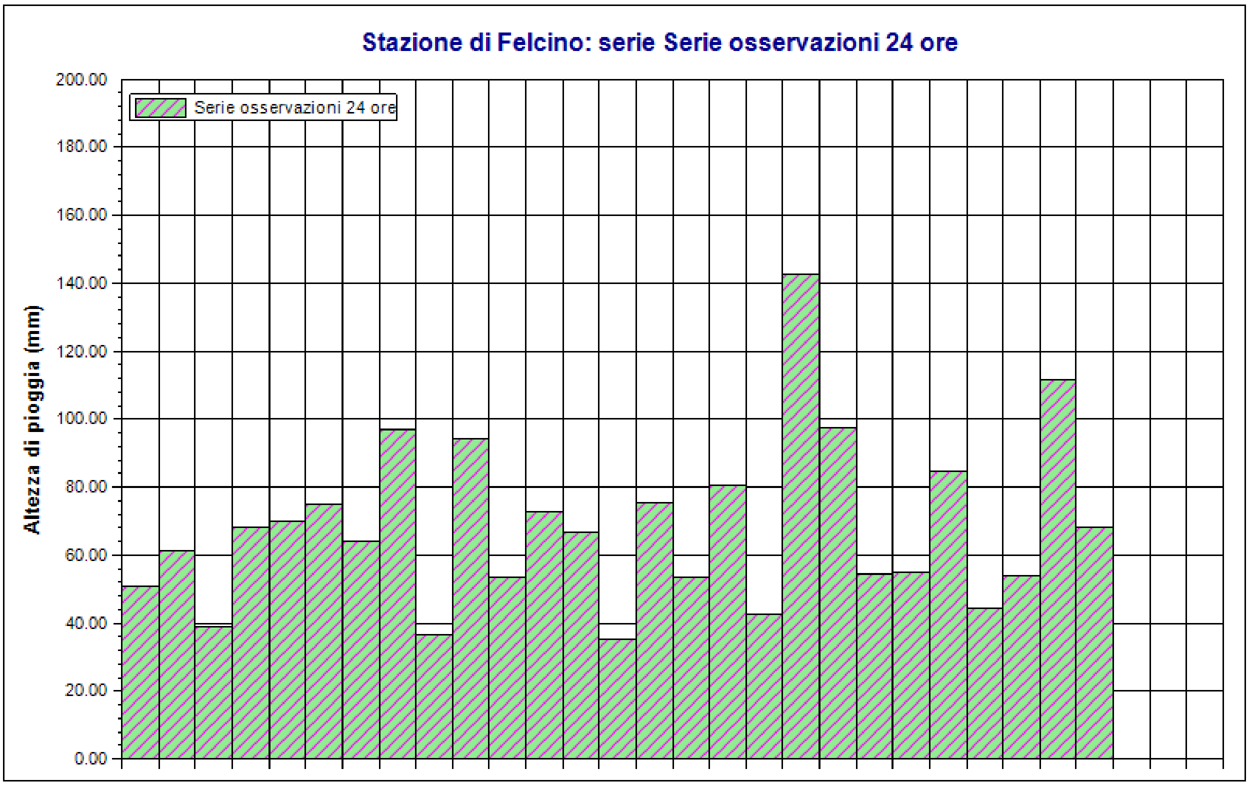
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di *k* (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di *z*, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\;-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\;-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per *k* tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della *x* dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

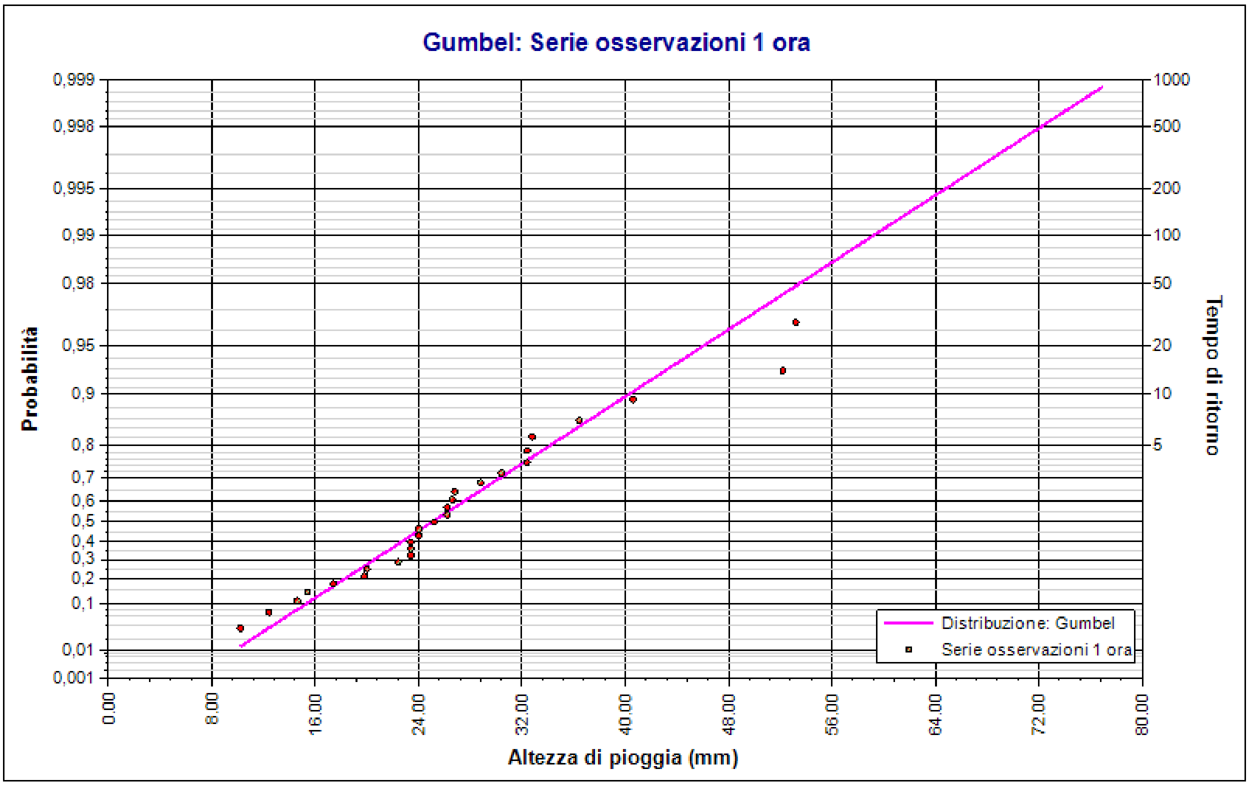
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

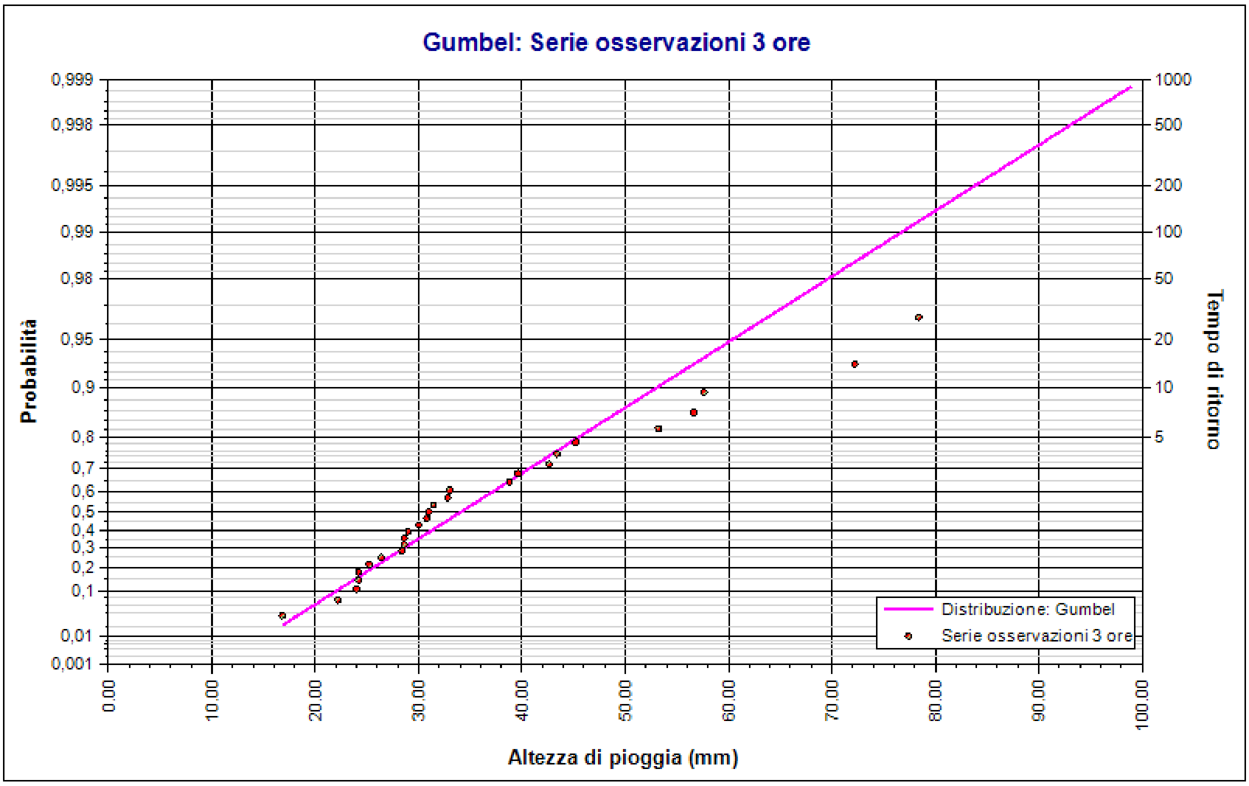
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}124\left(x-22{,}103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}099\left(x-30{,}422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}087\left(x-37{,}409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}064\left(x-44{,}797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}055\left(x-57{,}579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

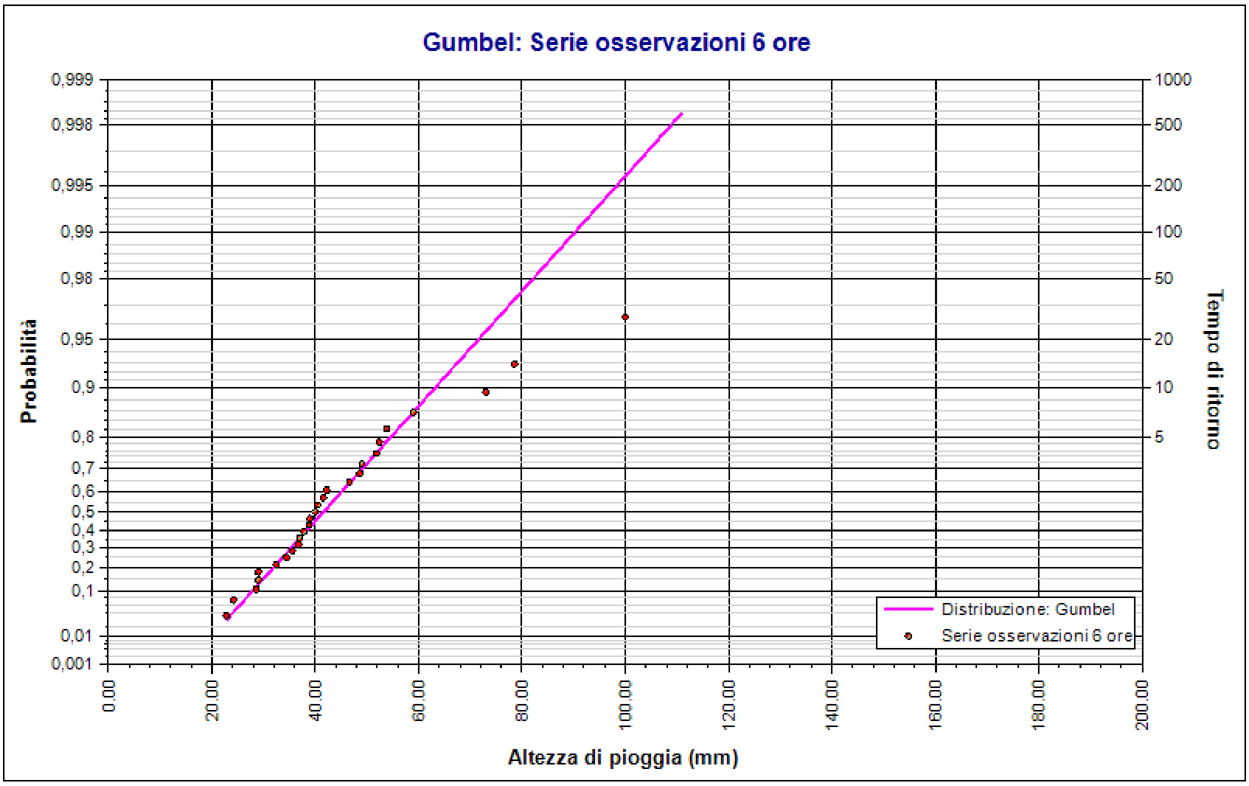
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



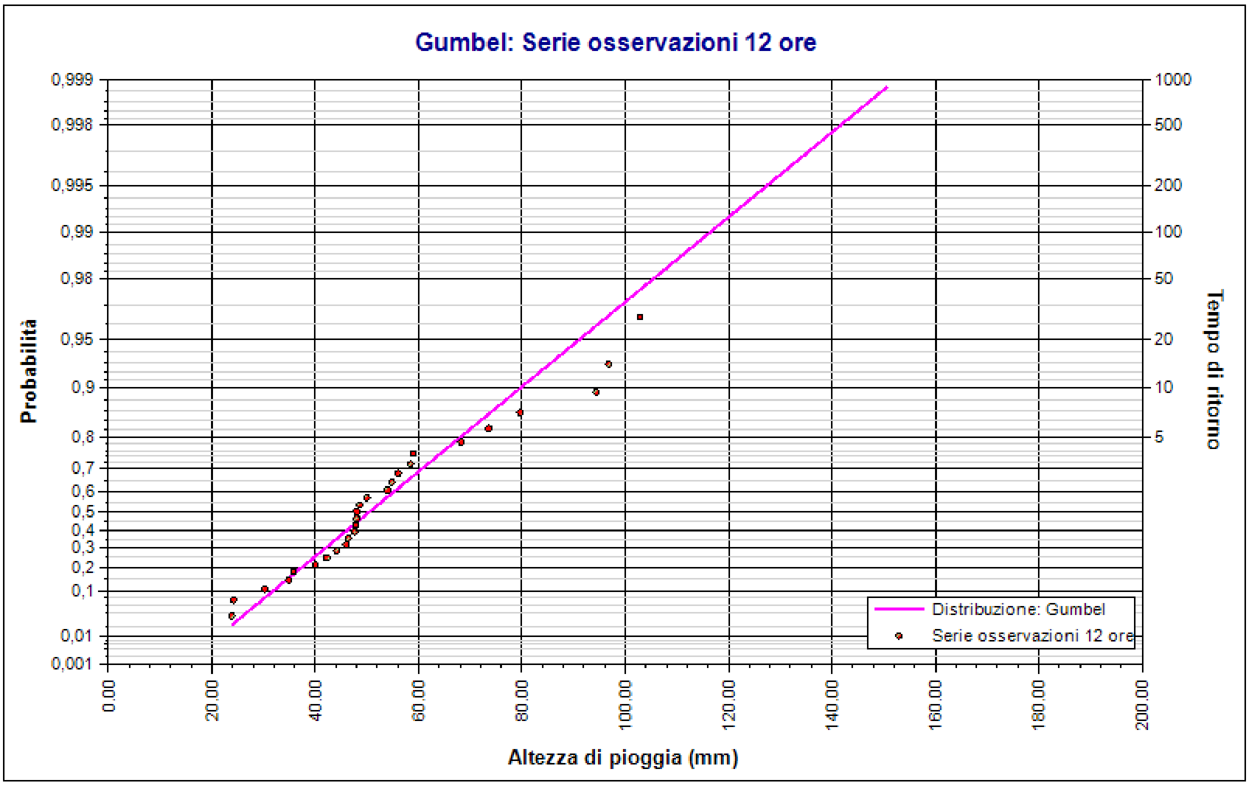
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



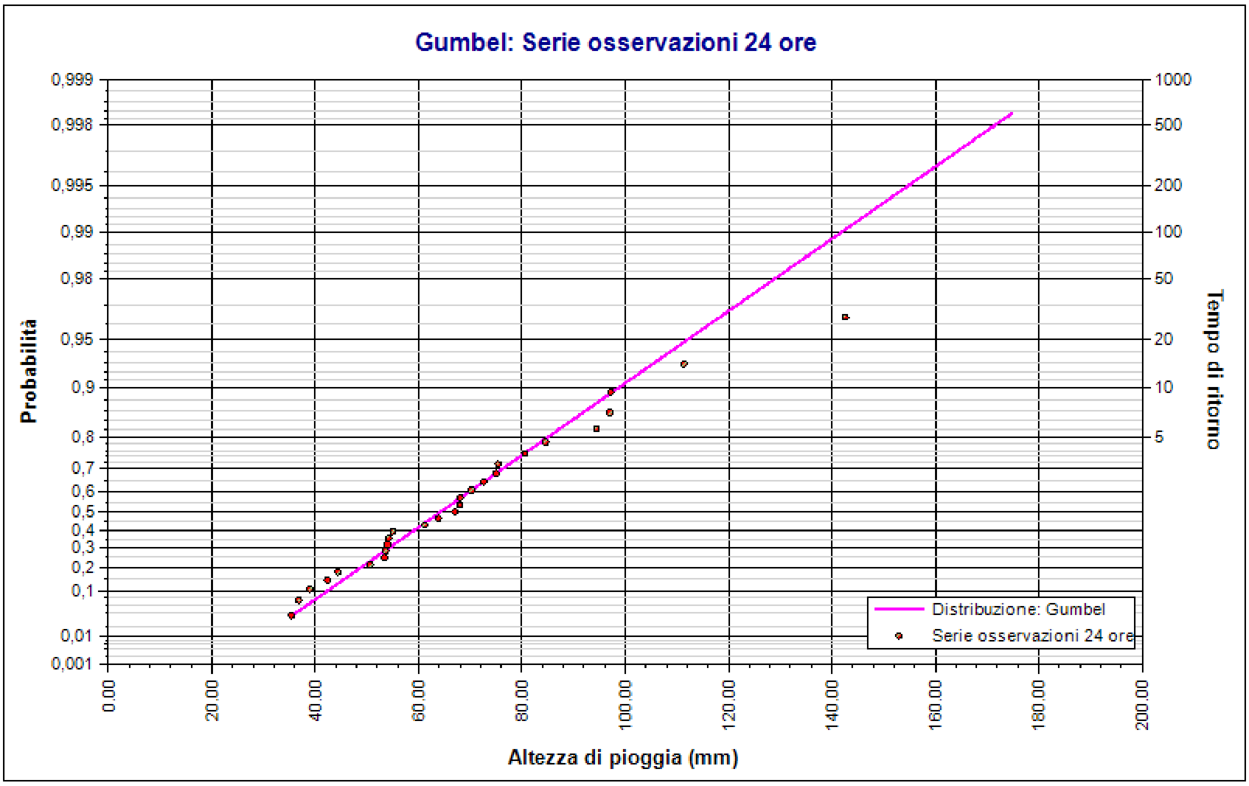
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 10.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

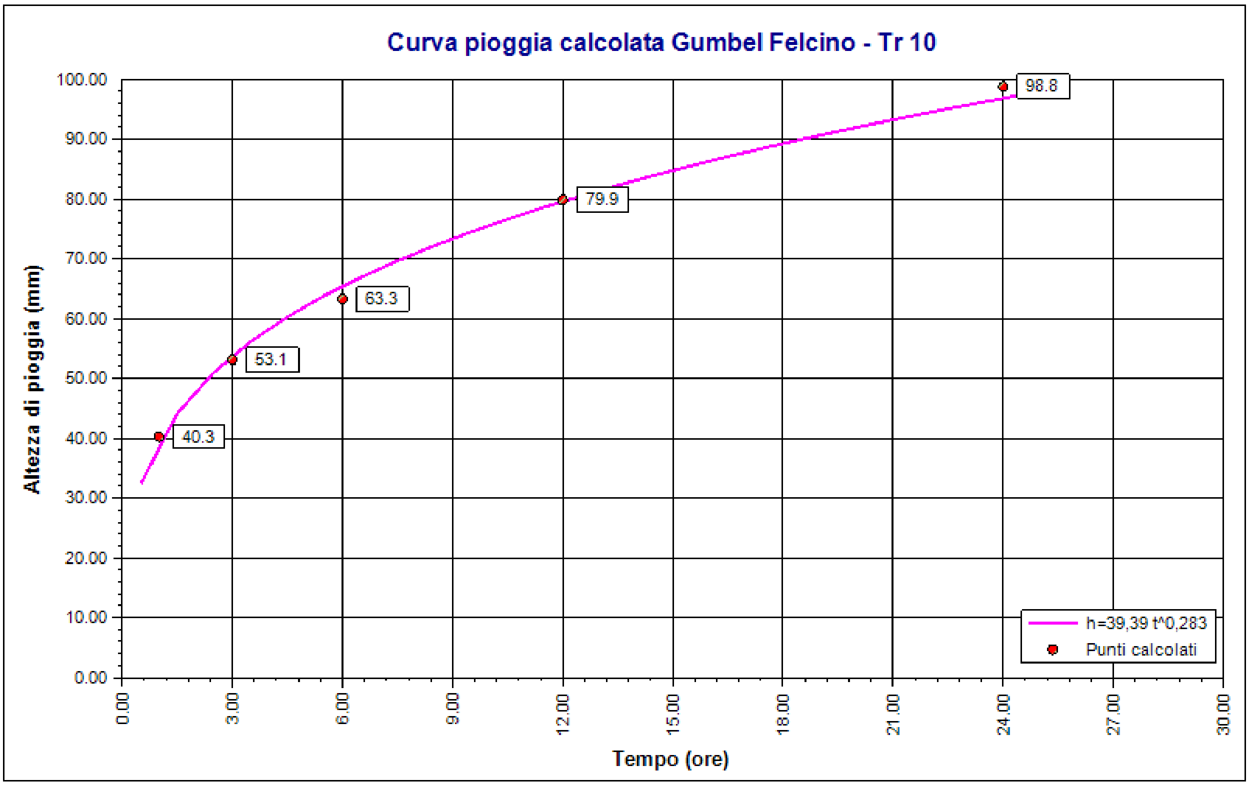
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	40.257
2	3.000	180	53.098
3	6.000	360	63.278
4	12.000	720	79.871
5	24.000	1440	98.837

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
39.39	0.28	1.00	$h(t) = 39,4\ t^{0,283}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	39.388		9	73.370		17	87.844
2	47.928		10	75.591		18	89.277
3	53.758		11	77.659		19	90.654
4	58.319		12	79.595		20	91.980
5	62.122		13	81.420		21	93.260
6	65.413		14	83.146		22	94.496
7	68.331		15	84.786		23	95.693
8	70.964		16	86.349		24	96.853



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

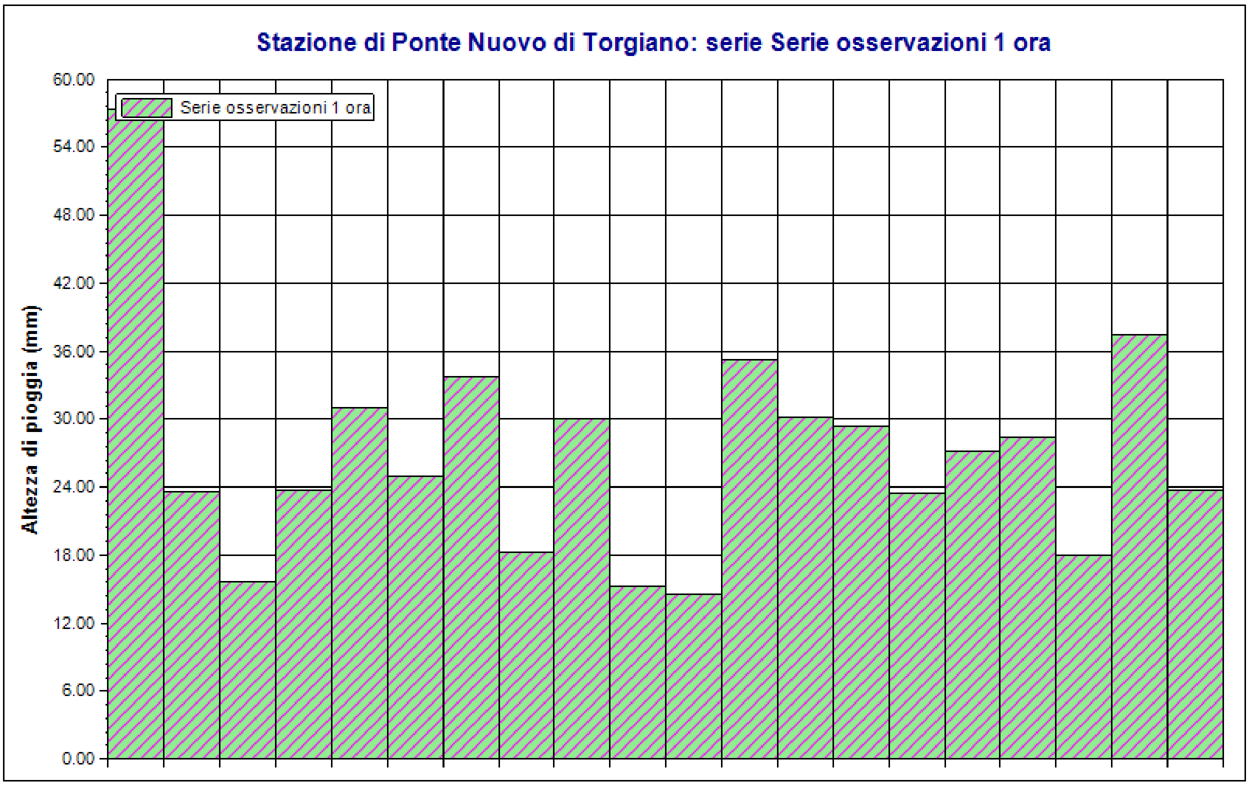
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

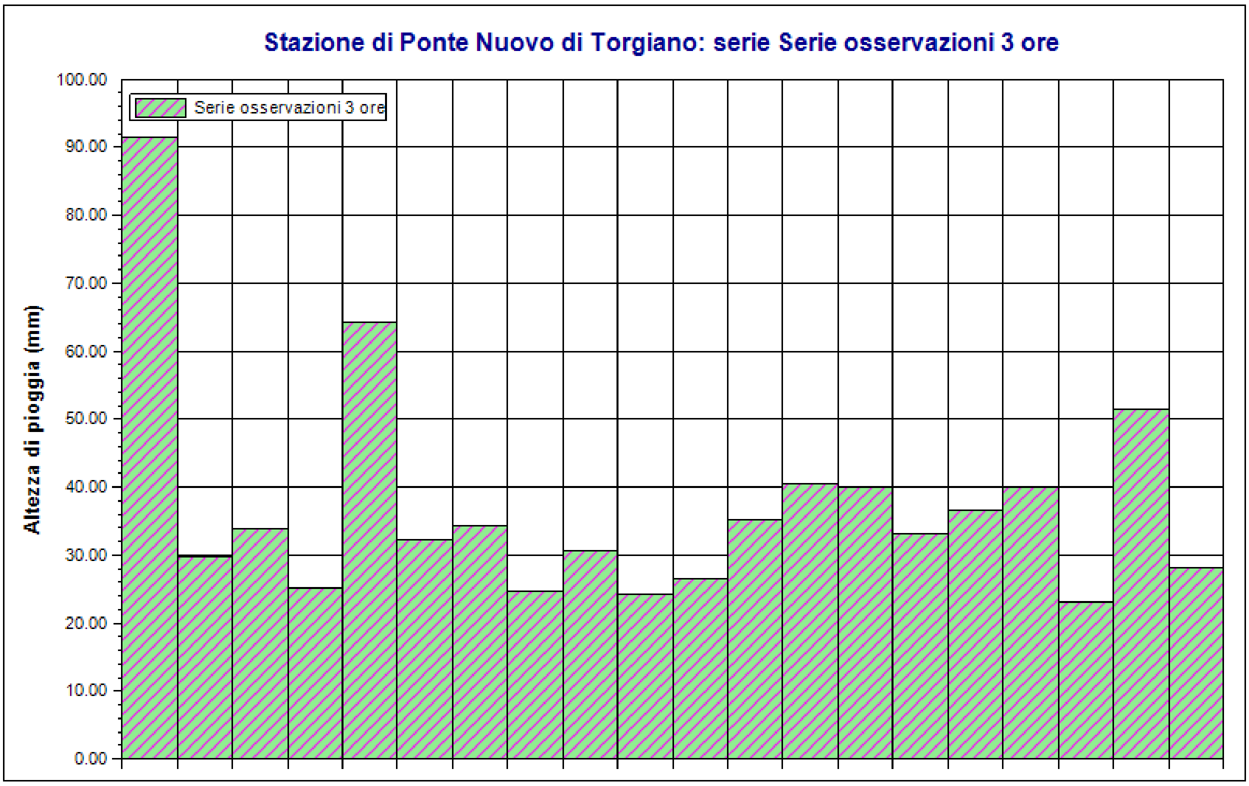
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

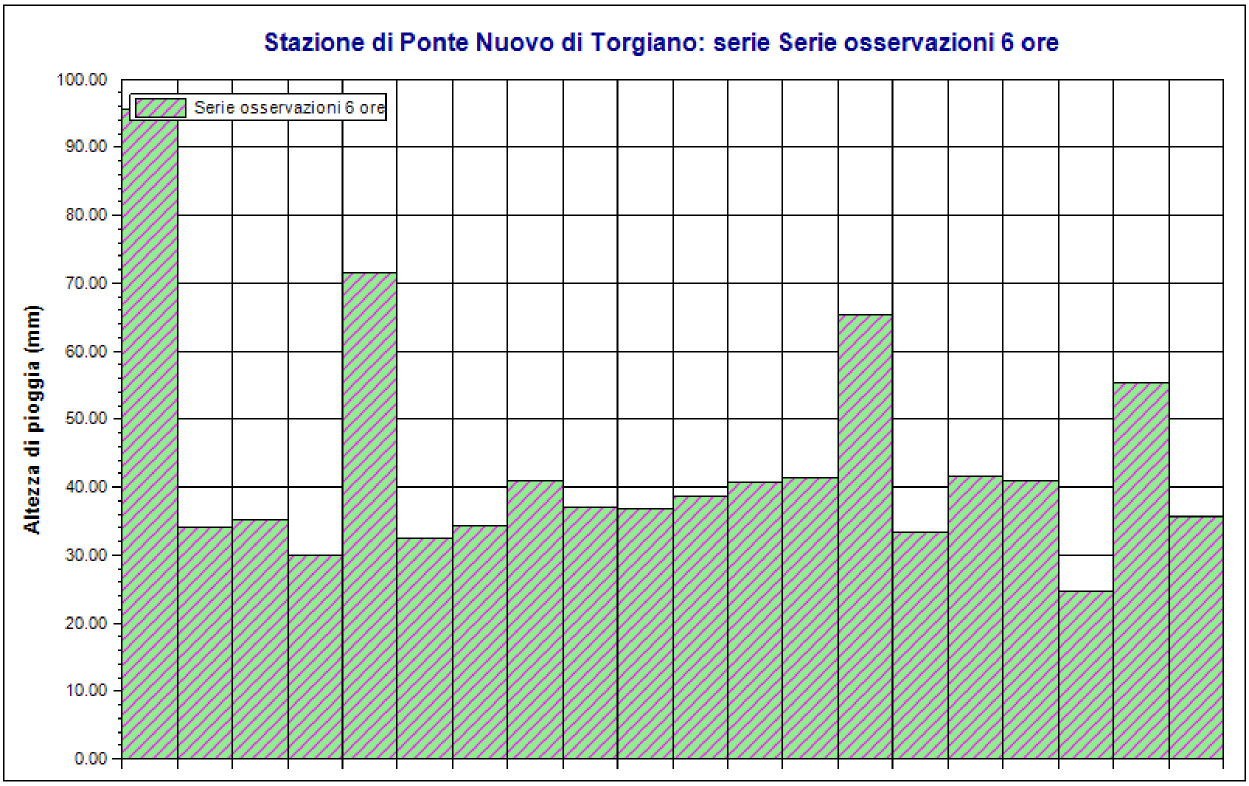
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



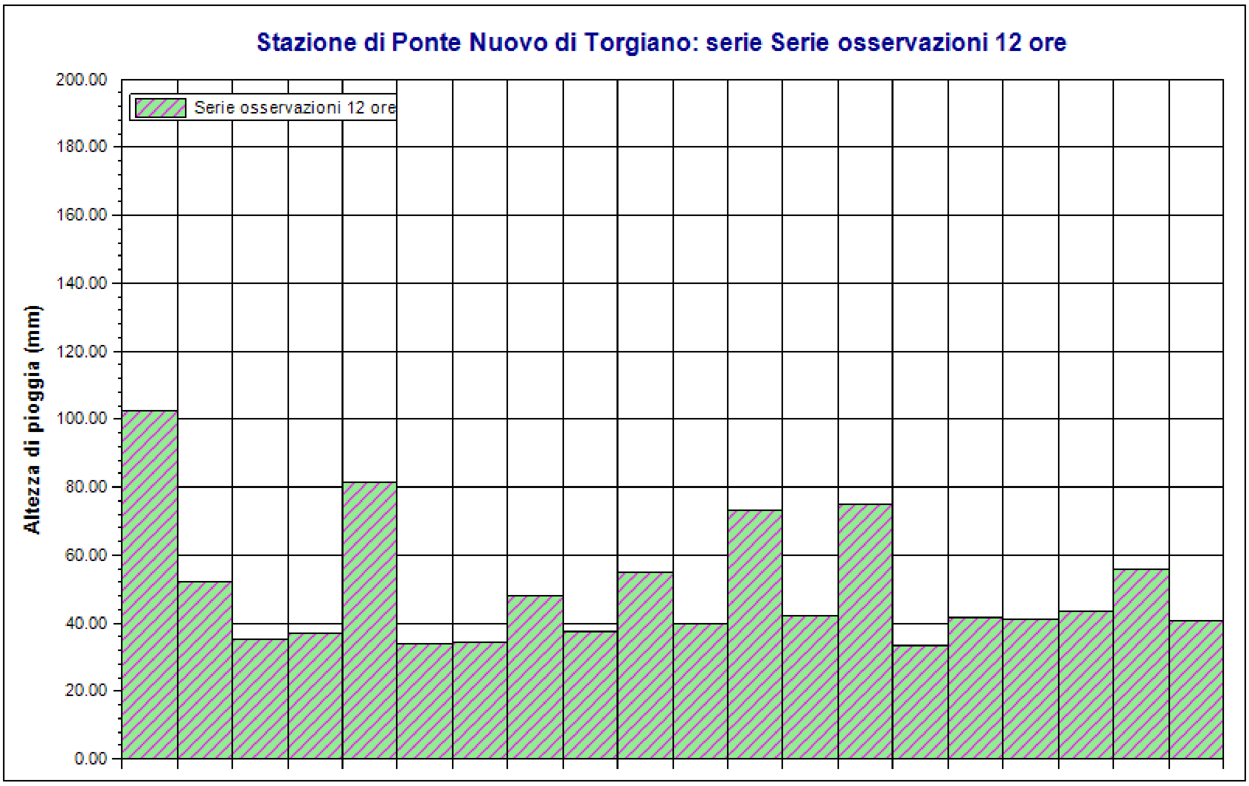
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



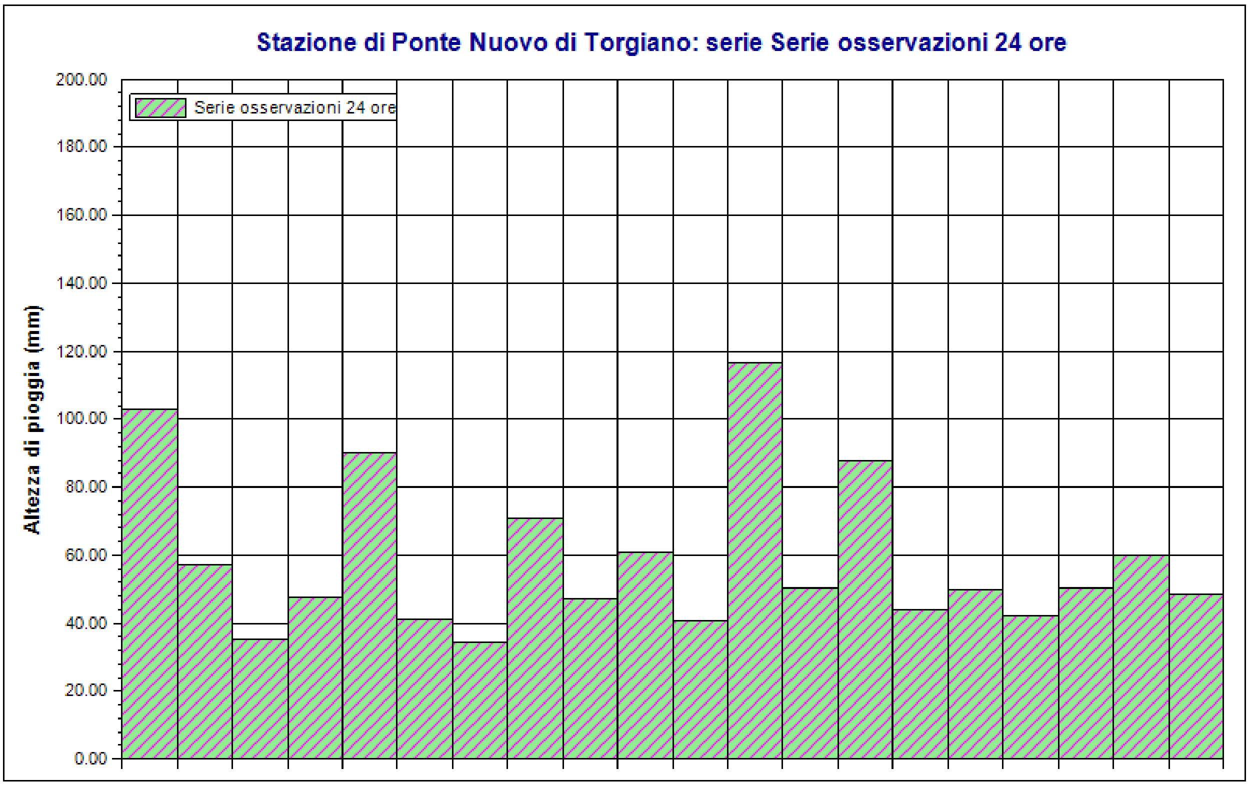
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

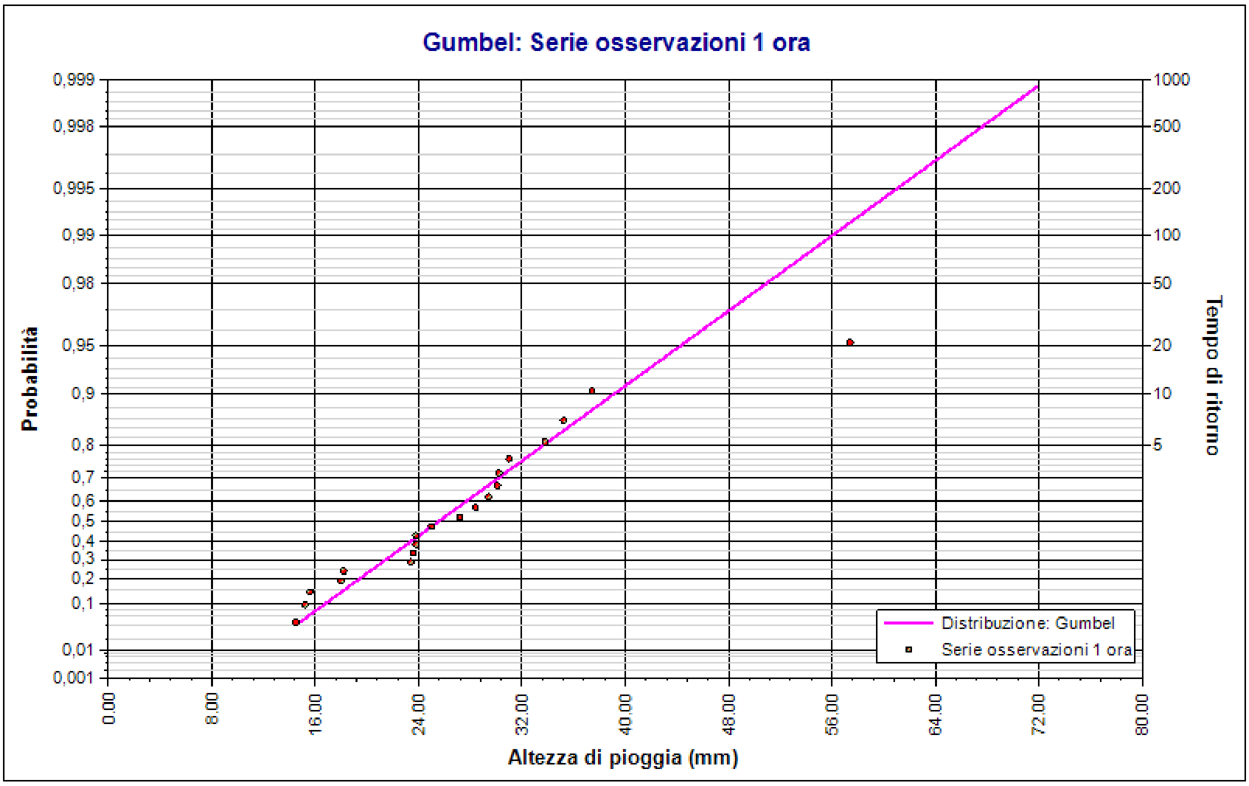
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

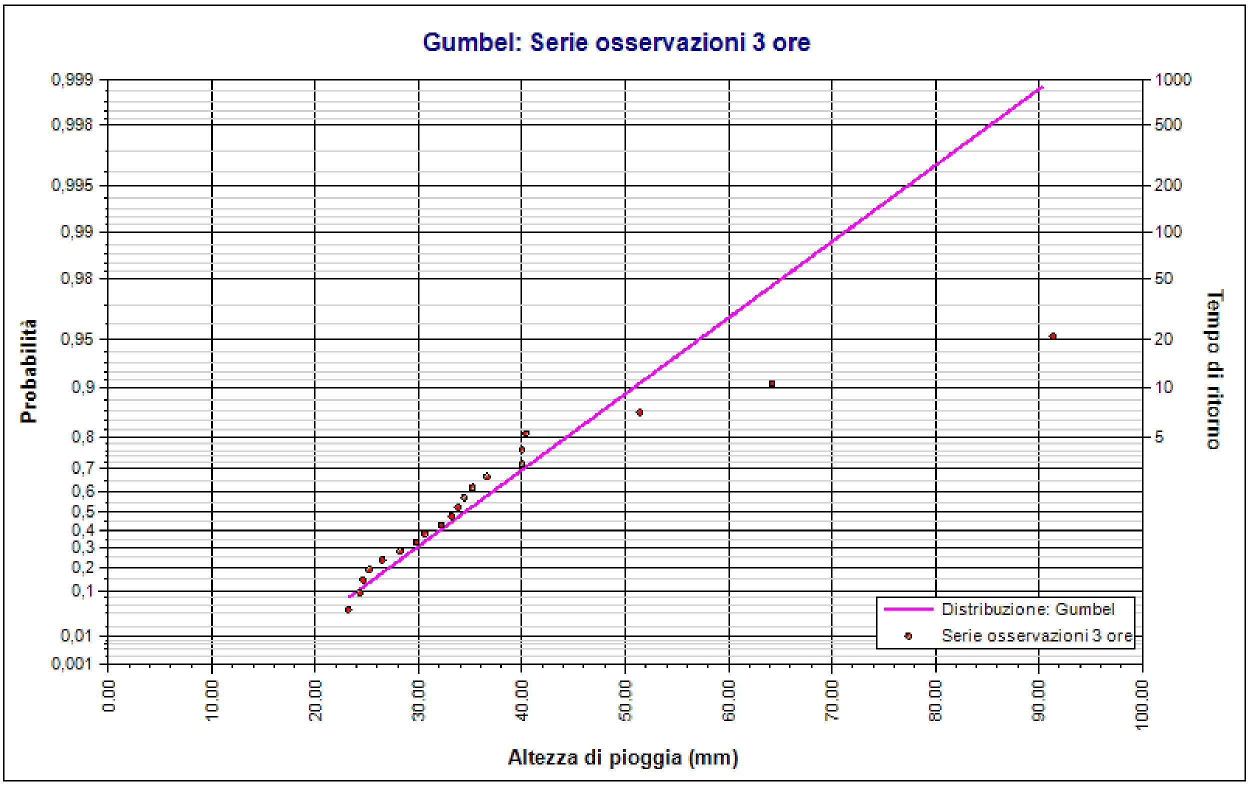
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x-22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x-31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x-36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x-42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x-49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

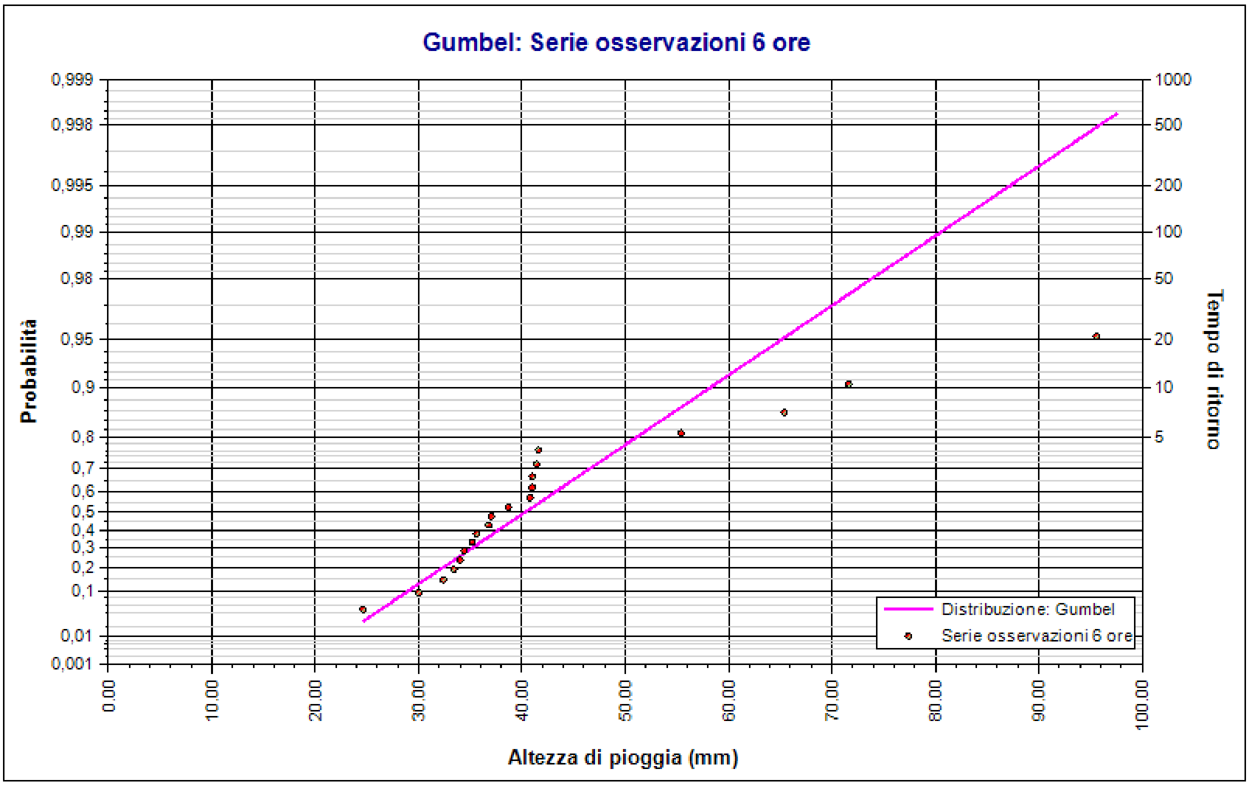
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



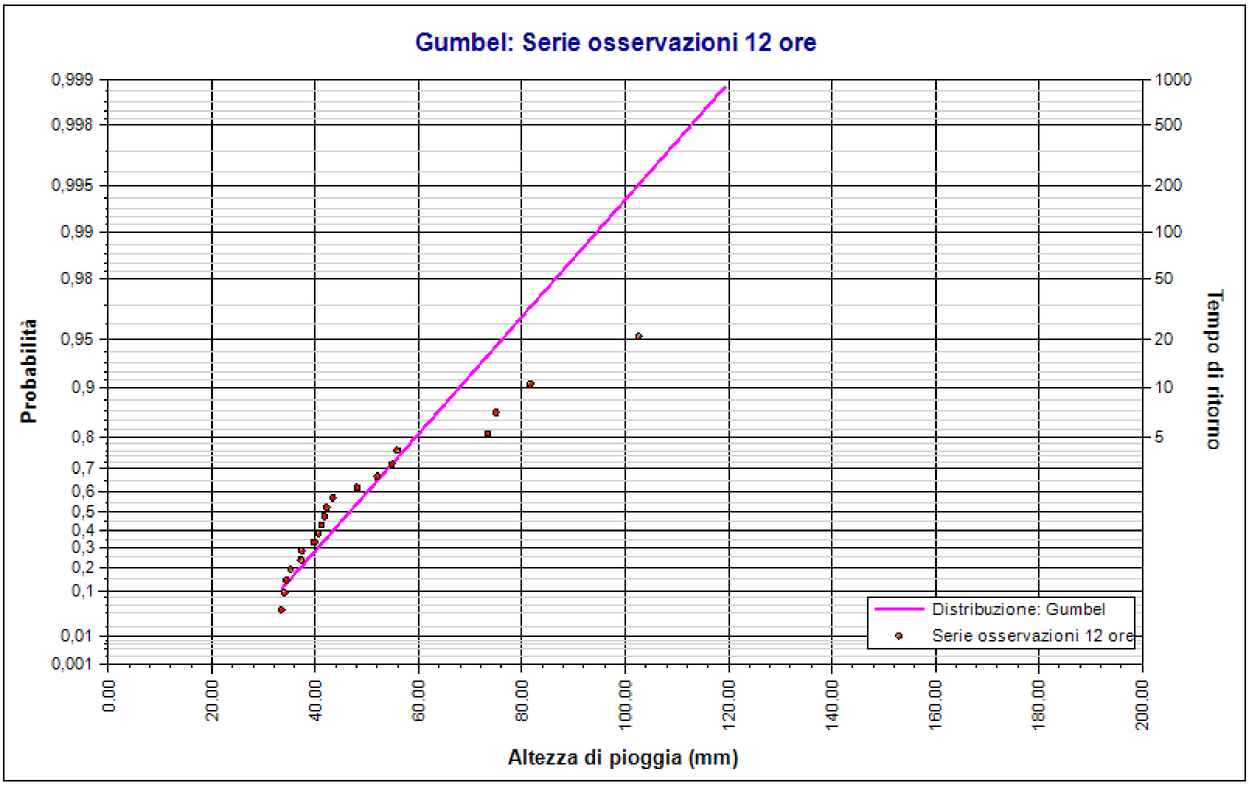
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



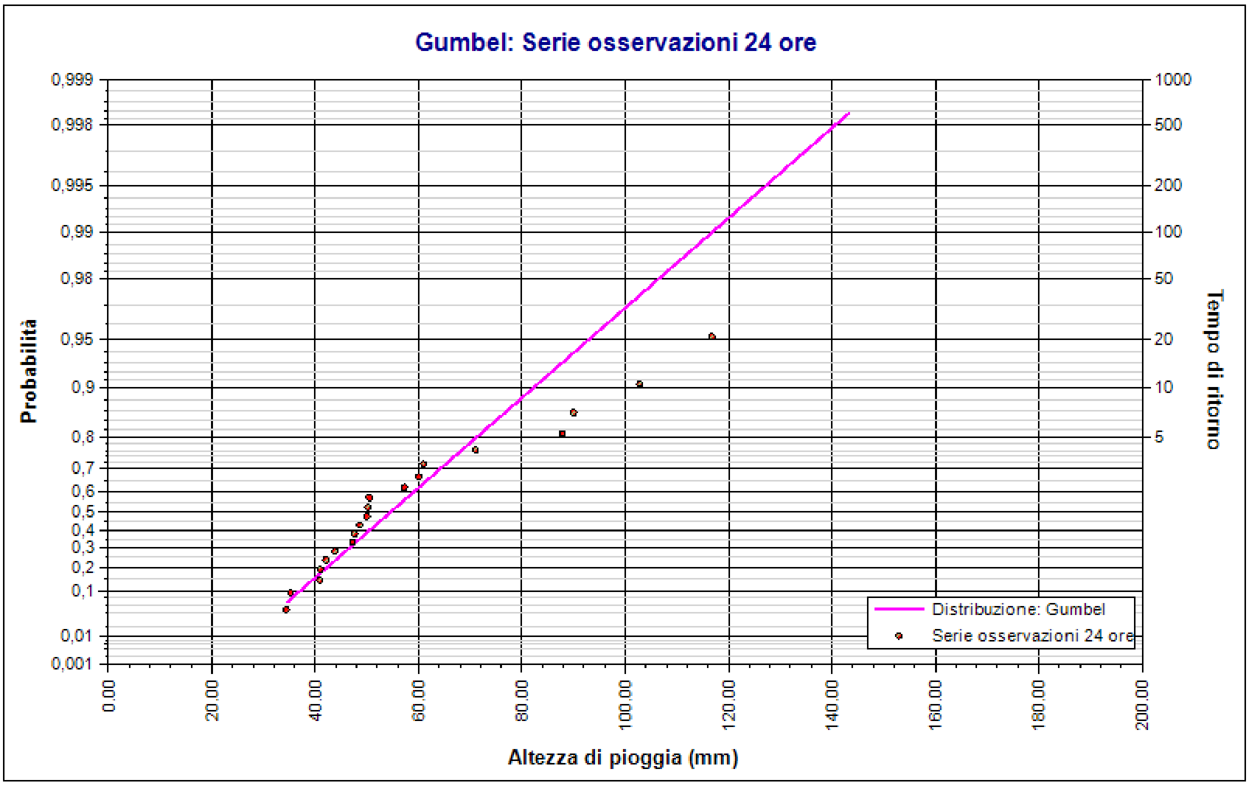
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 10.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

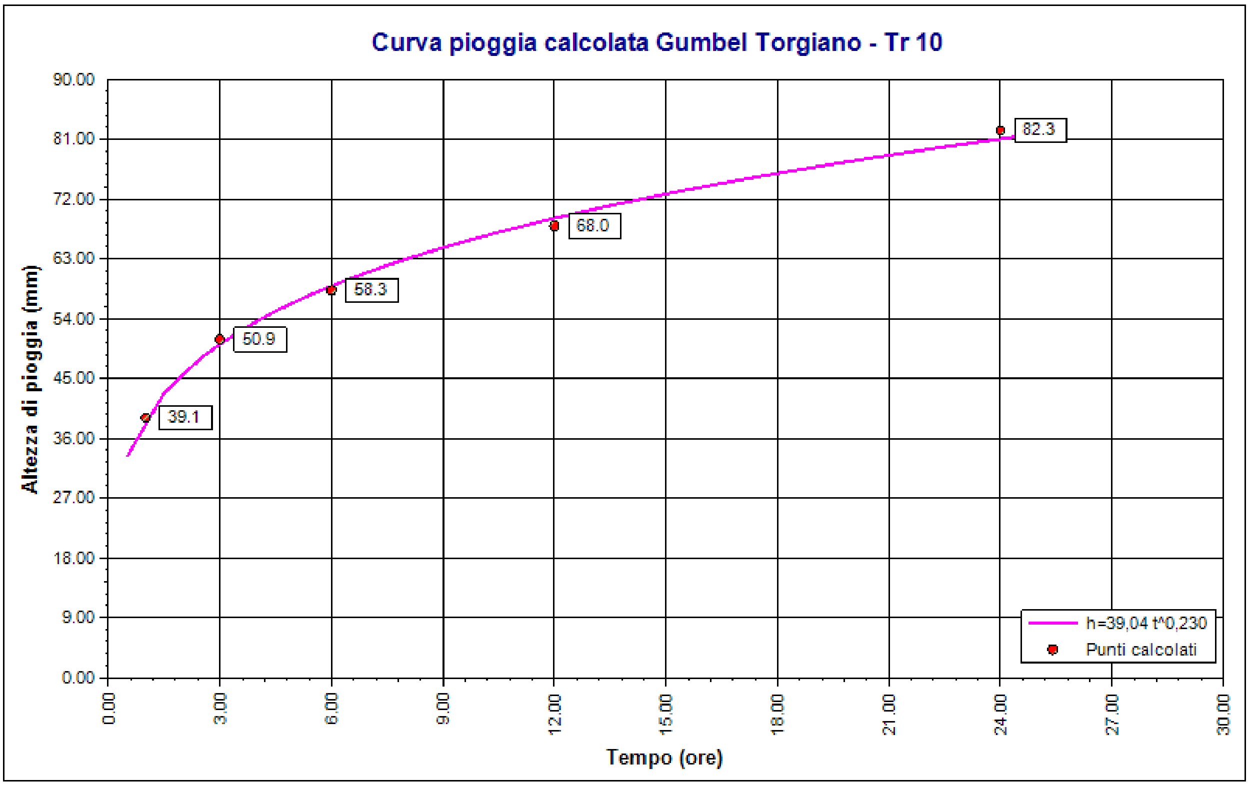
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	39.081
2	3.000	180	50.859
3	6.000	360	58.261
4	12.000	720	67.961
5	24.000	1440	82.339

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
39.04	0.23	1.00	$h(t) = 39,0\,t^{0,230}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	39.042		9	64.698		17	74.882
2	45.786		10	66.284		18	75.873
3	50.259		11	67.752		19	76.822
4	53.695		12	69.121		20	77.733
5	56.521		13	70.404		21	78.609
6	58.940		14	71.614		22	79.455
7	61.066		15	72.759		23	80.271
8	62.969		16	73.846		24	81.060



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10	Curva pioggia calcolata	20	46.43	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10	Curva pioggia calcolata	40	39.39	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10	Curva pioggia calcolata	40	39.04	0.23

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
40.64	0.26	$h(t) = 40{,}6\, t^{0{,}257}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	40.645		9	71.492		17	84.187
2	48.570		10	73.454		18	85.433
3	53.905		11	75.276		19	86.629
4	58.042		12	76.978		20	87.778
5	61.468		13	78.578		21	88.886
6	64.417		14	80.089		22	89.955
7	67.020		15	81.522		23	90.989
8	69.360		16	82.886		24	91.989

Combinazione Gumbel - Tr 10

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h

Dati Pluviogramma

Tipo: Pluviogramma sintetico

Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 10

Durata: 1.000 ore

Altezza di pioggia complessiva: 40.645 mm

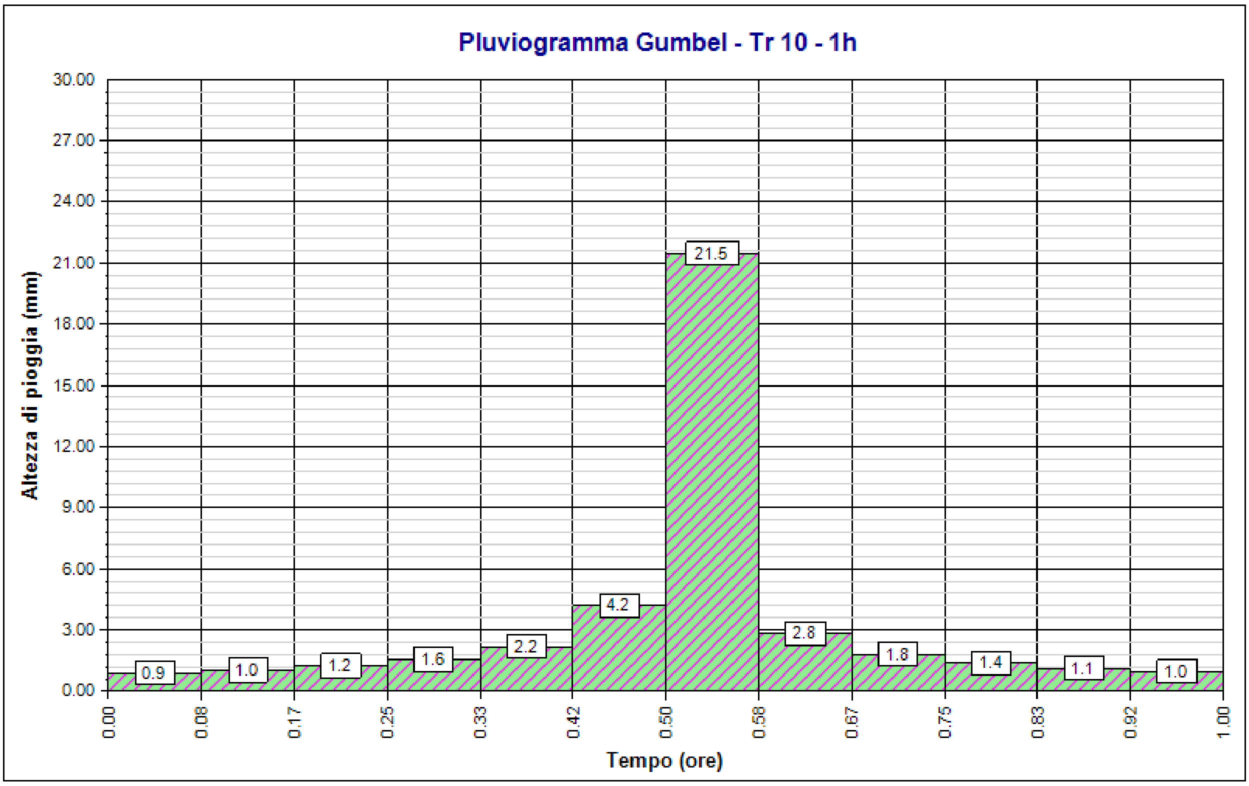
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
40.64	0.26	$h(t) = 40{,}6\, t^{0{,}257}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	0.899
2	0.083	0.167	5	10	1.036
3	0.167	0.250	10	15	1.236
4	0.250	0.333	15	20	1.557
5	0.333	0.417	20	25	2.184
6	0.417	0.500	25	30	4.185
7	0.500	0.583	30	35	21.460
8	0.583	0.667	35	40	2.817
9	0.667	0.750	40	45	1.809
10	0.750	0.833	45	50	1.375
11	0.833	0.917	50	55	1.126
12	0.917	1.000	55	60	0.962



Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino C Gumbel - Tr 10 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'*.

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

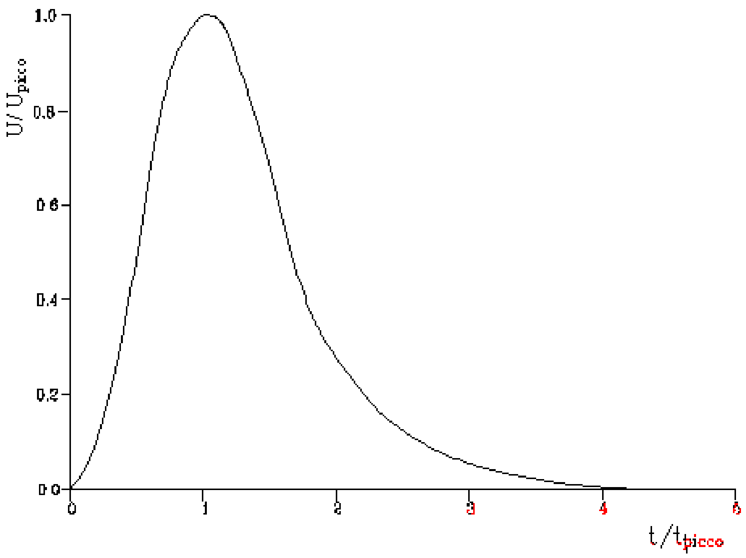
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0{,}6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0{,}5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0{,}2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j)P(i-j+1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

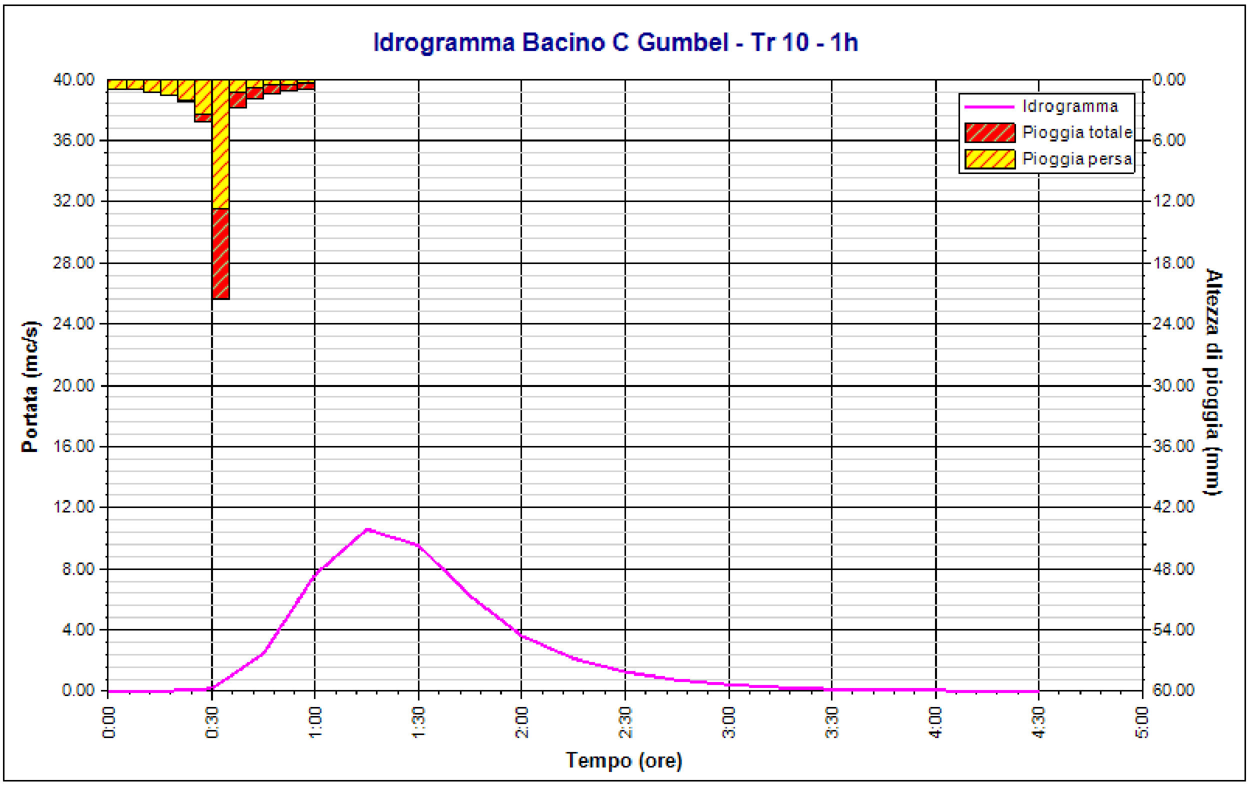
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h
Superficie del bacino: 2.8 kmq
Tlag: 0.642 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 81.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	3.171	3.170	0.000	0.0
2	0.250	15	7.926	6.958	0.968	0.0
3	0.500	30	26.086	14.593	11.493	0.2
4	0.750	45	3.462	1.348	2.114	2.5
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	7.6
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	10.6
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	9.5
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	6.2
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	3.6
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	2.1
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	1.3
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.7
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.4
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.2
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.1
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.1
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.1
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0
19	4.500	270	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	10.6	mc/s
Istante picco	1.250	ore
Istante picco	75.0	minuti
Durata totale evento	4.500	ore
Volume afflusso	114	mc x 1000
Volume deflusso	41	mc x 1000
Altezza afflusso	40.645	mm
Altezza deflusso	14.546	mm
Coeff. deflusso	0.36	-
Coeff. udometrico	3.78	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino C Gumbel - Tr 10 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

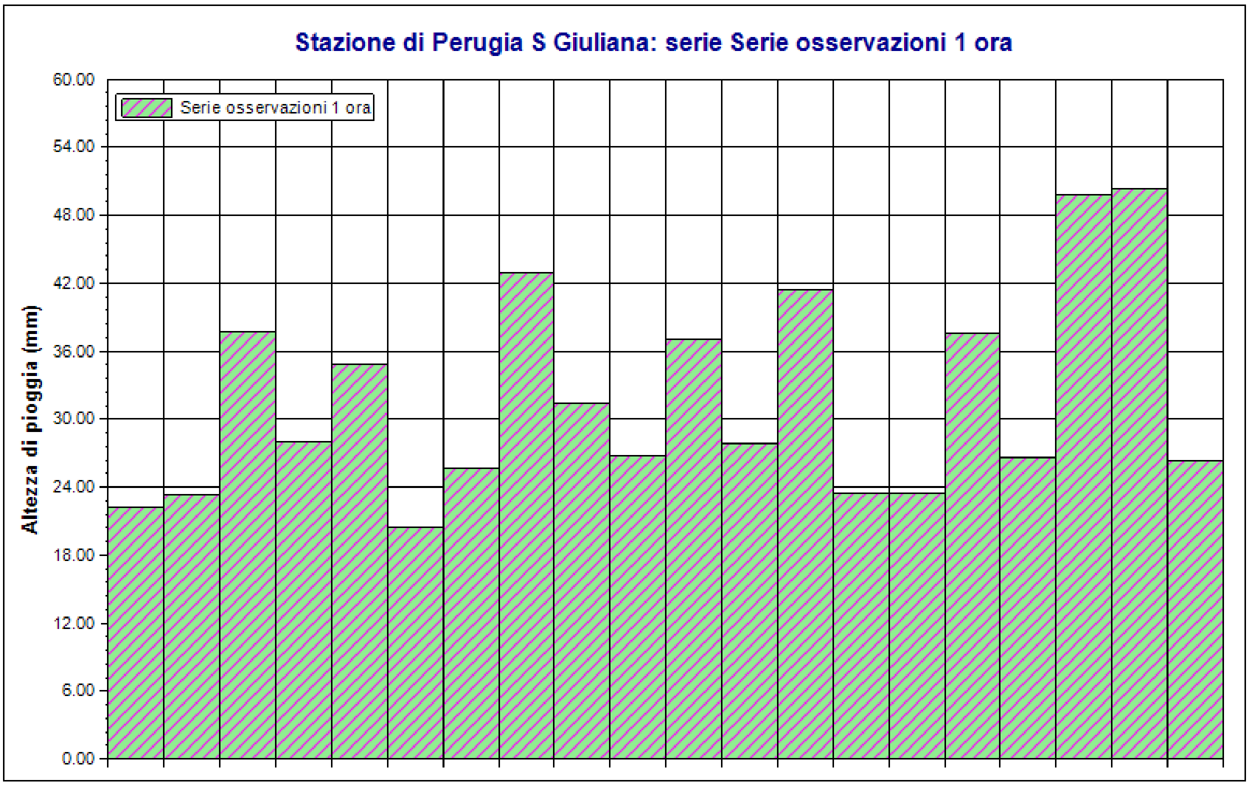
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

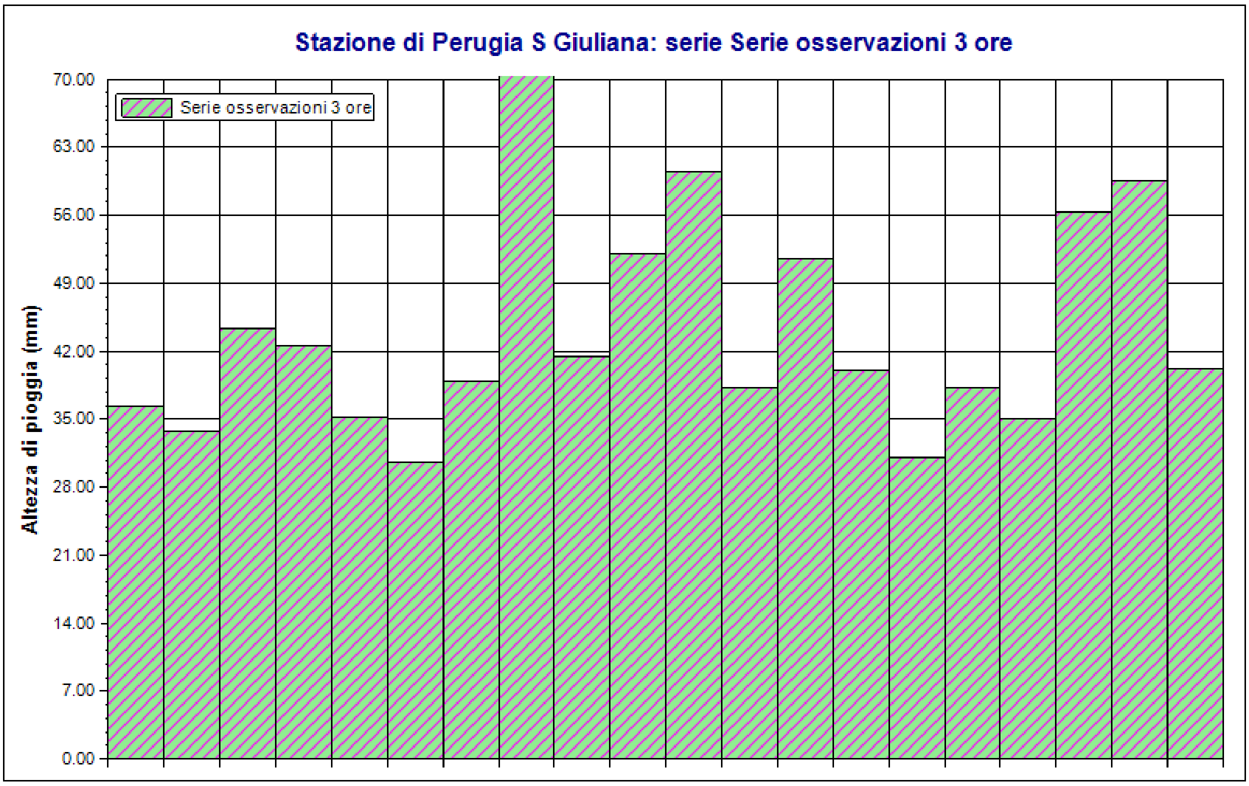
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

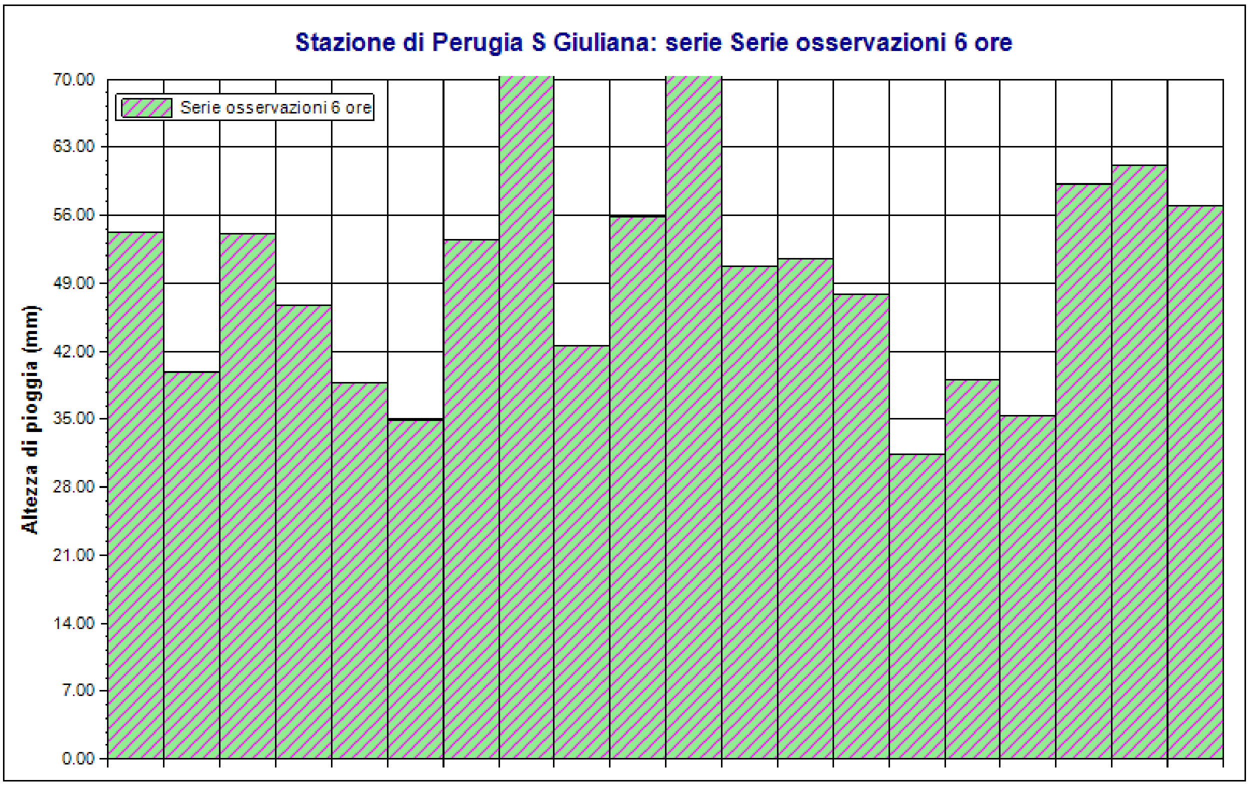
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



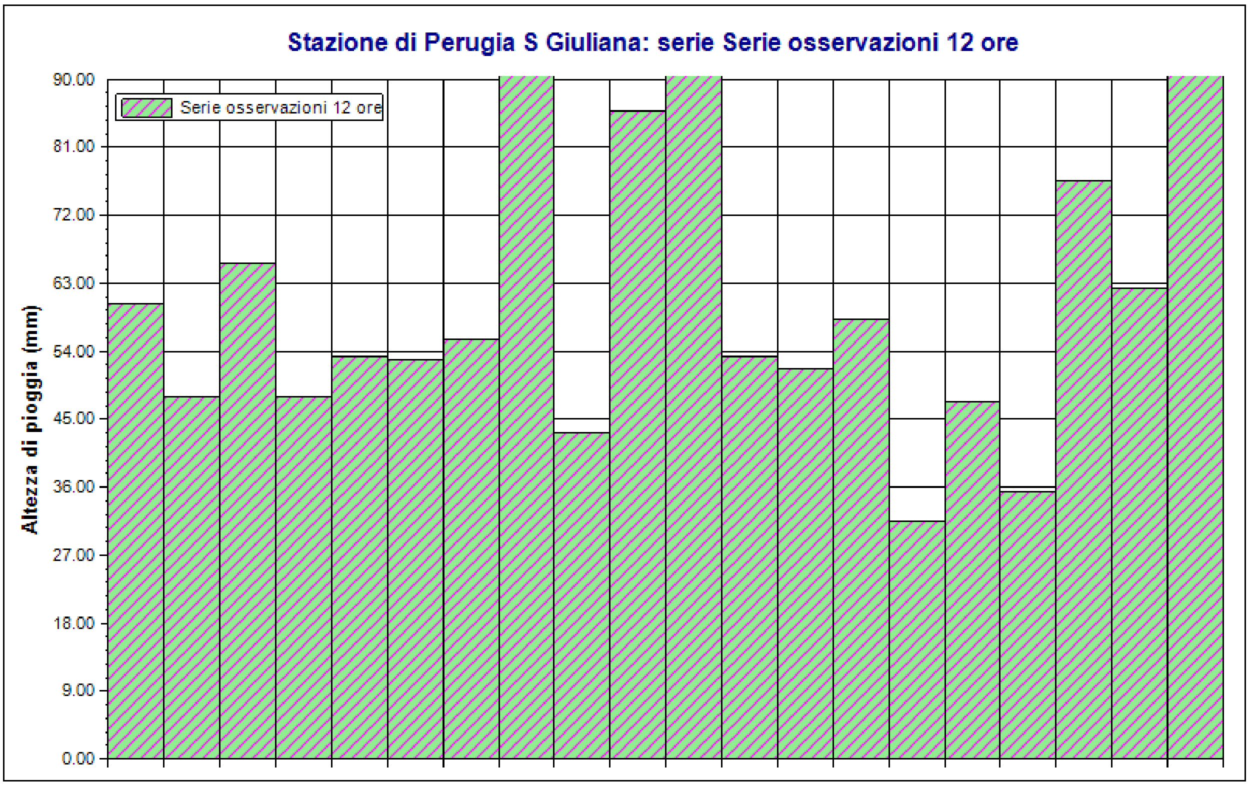
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



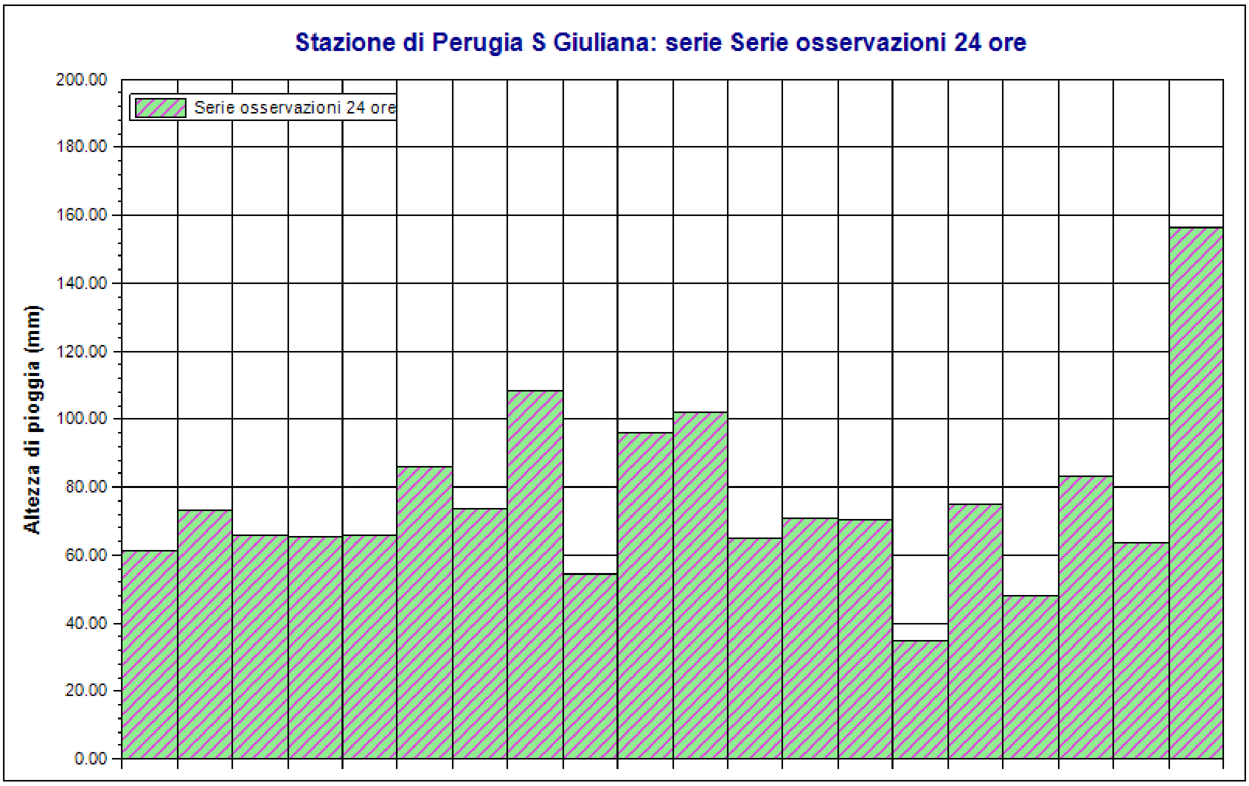
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

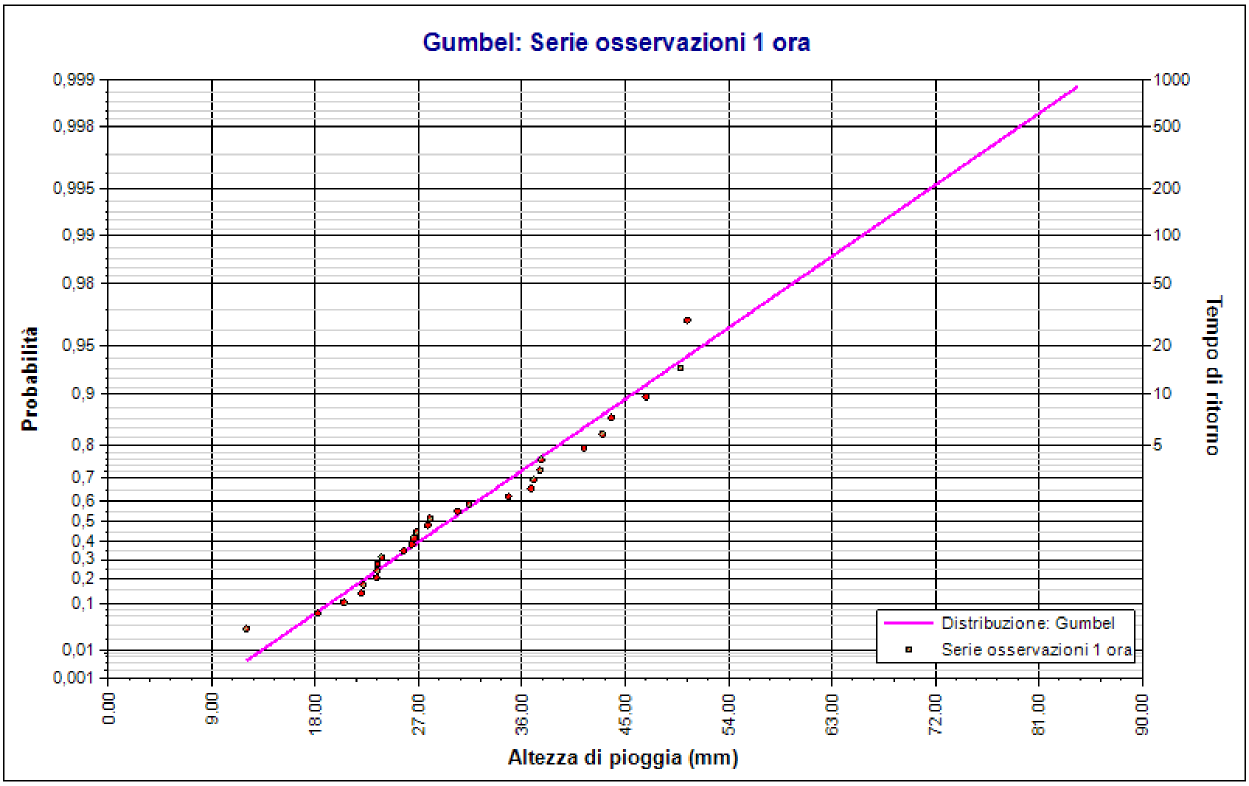
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

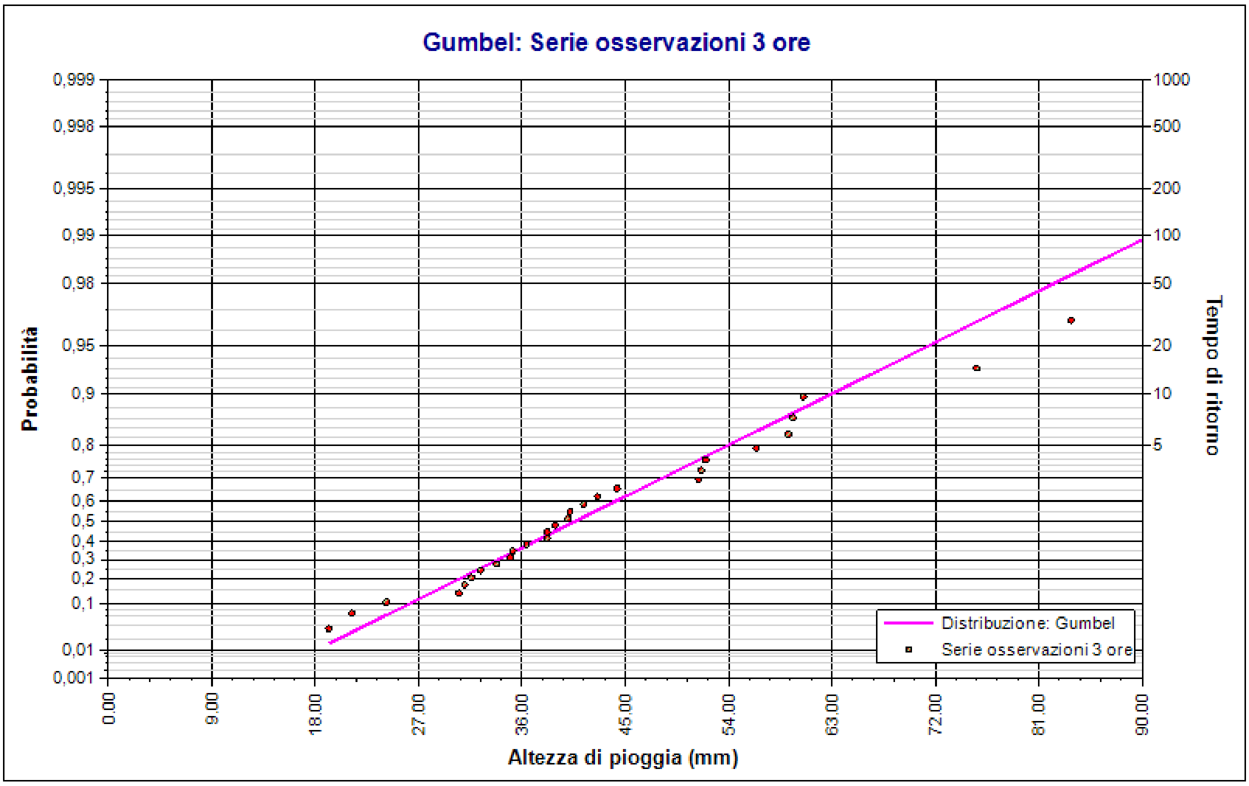
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}117\left(x - 26{,}399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}084\left(x - 36{,}187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}071\left(x - 42{,}675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}062\left(x - 49{,}811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}052\left(x - 60{,}310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

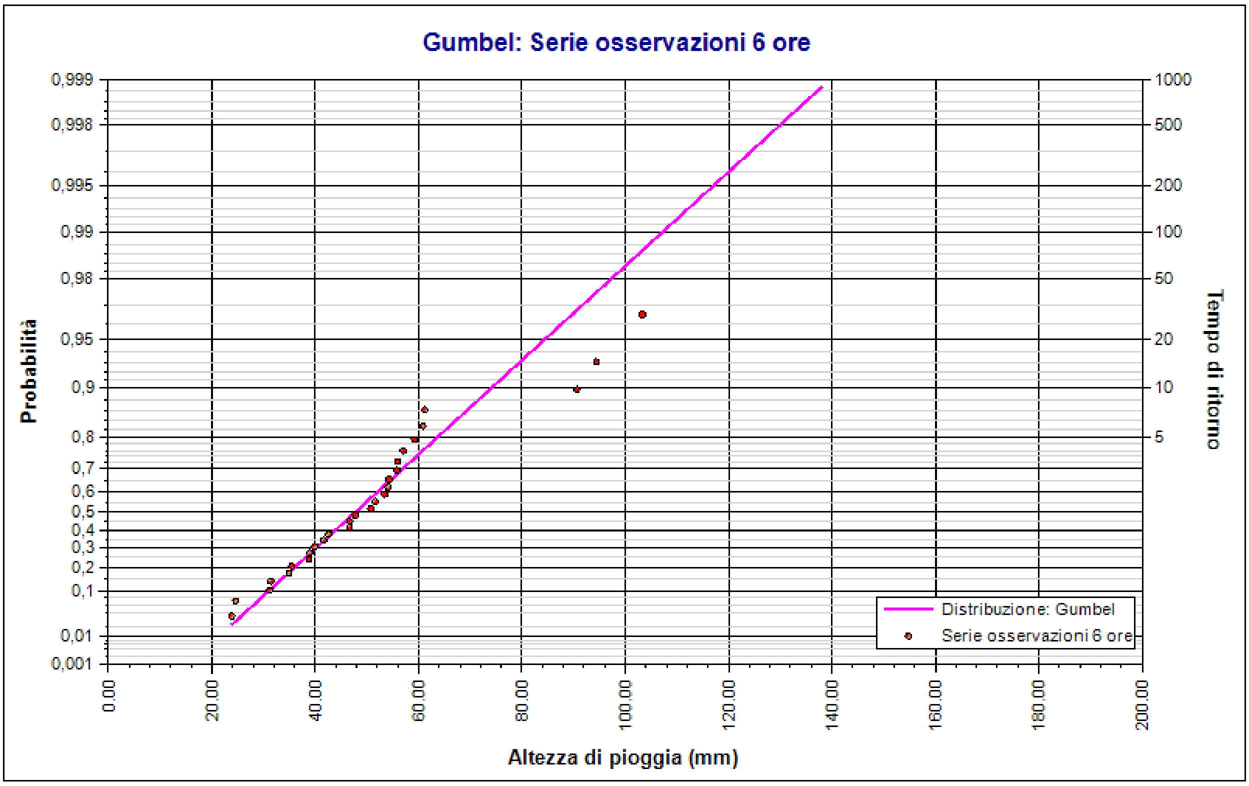
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



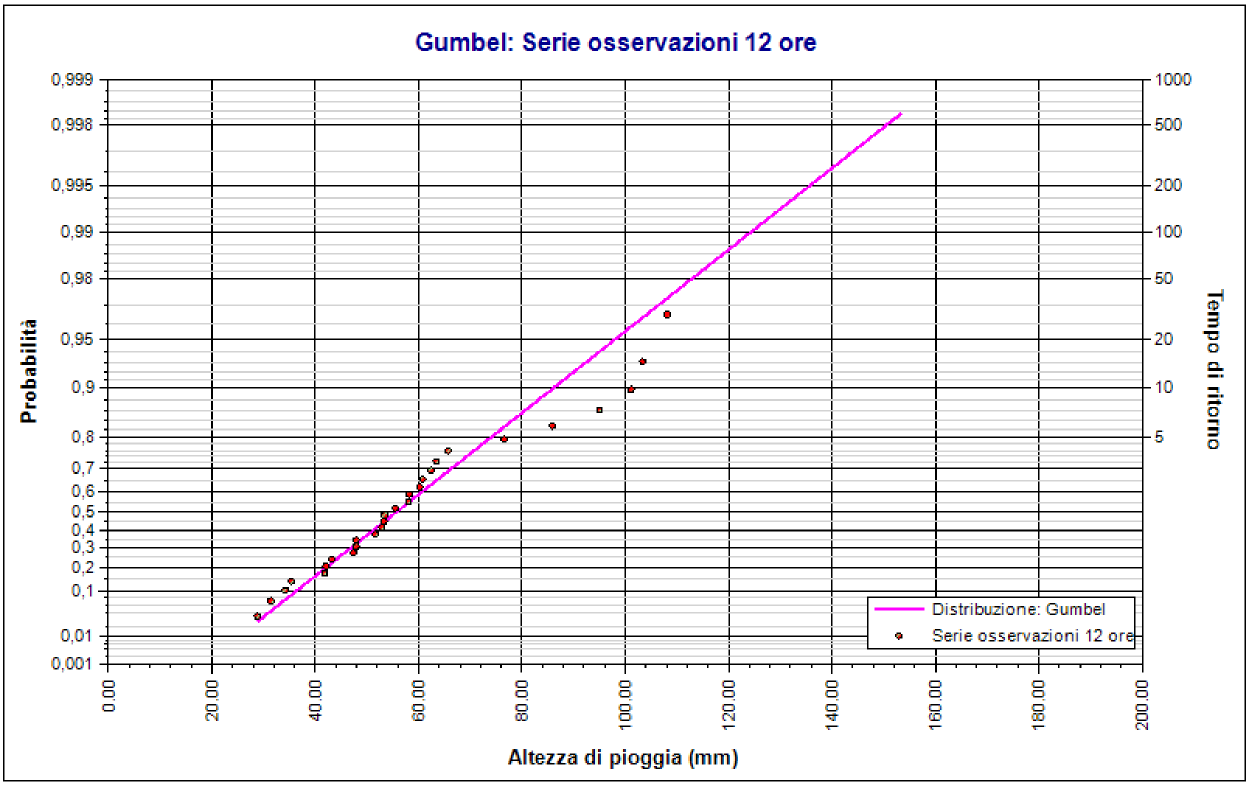
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



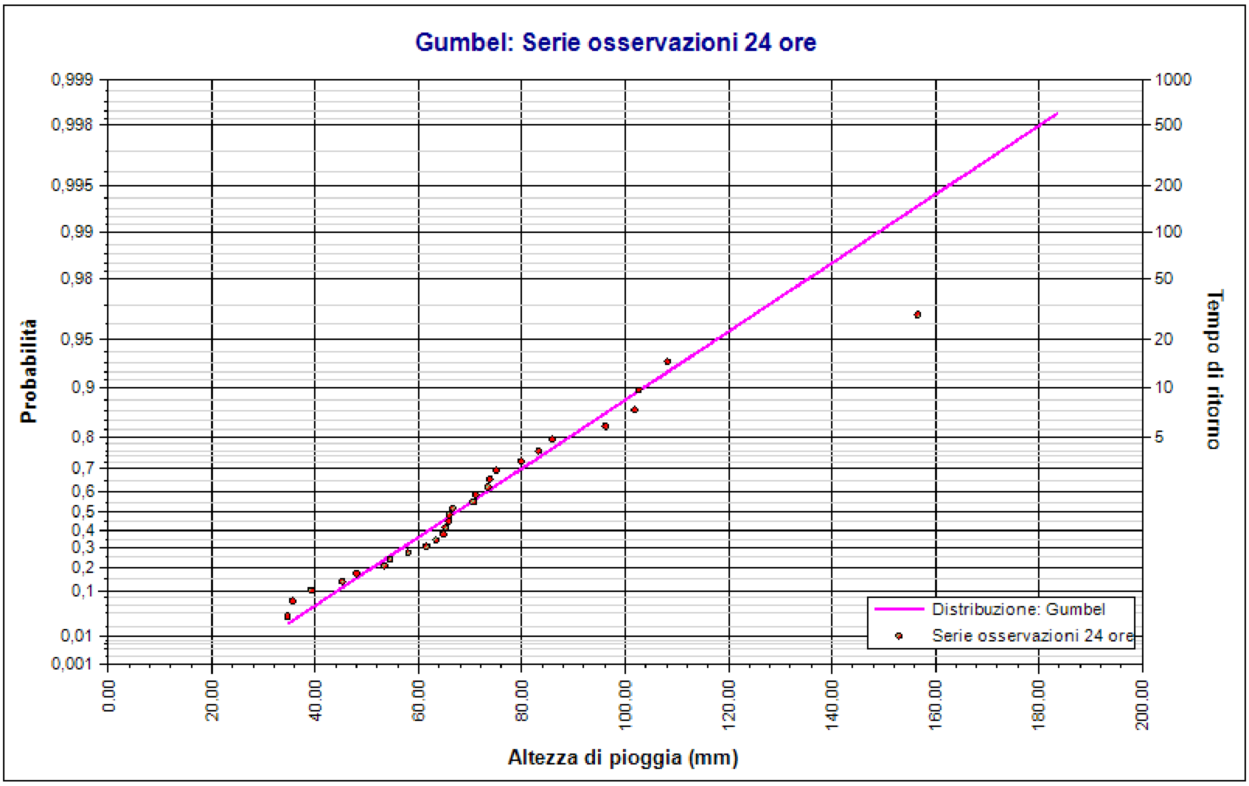
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 200.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

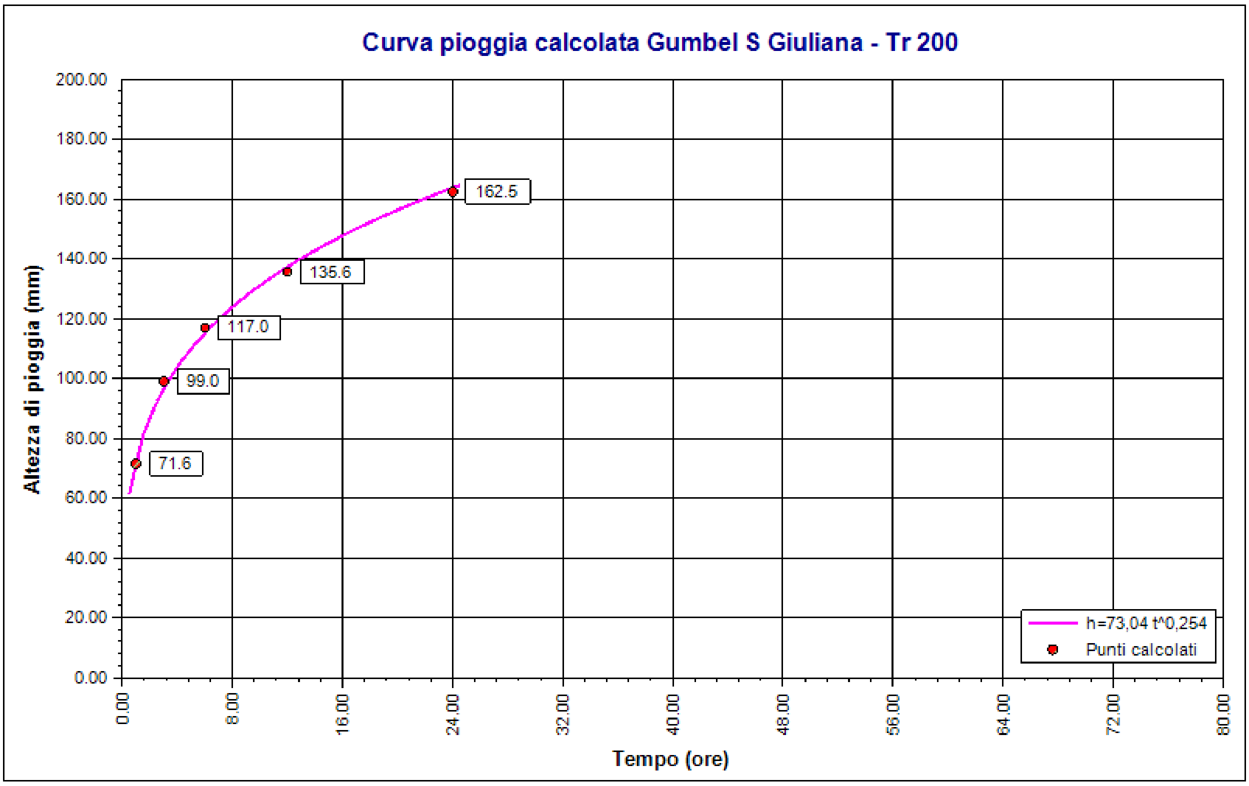
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	71.562
2	3.000	180	98.983
3	6.000	360	117.008
4	12.000	720	135.635
5	24.000	1440	162.485

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
73.04	0.25	1.00	$h(t) = 73,0\, t^{0,254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	73.043		9	127.648		17	150.033
2	87.108		10	131.111		18	152.228
3	96.560		11	134.324		19	154.333
4	103.881		12	137.327		20	156.357
5	109.941		13	140.148		21	158.308
6	115.153		14	142.812		22	160.190
7	119.752		15	145.337		23	162.009
8	123.885		16	147.740		24	163.770



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

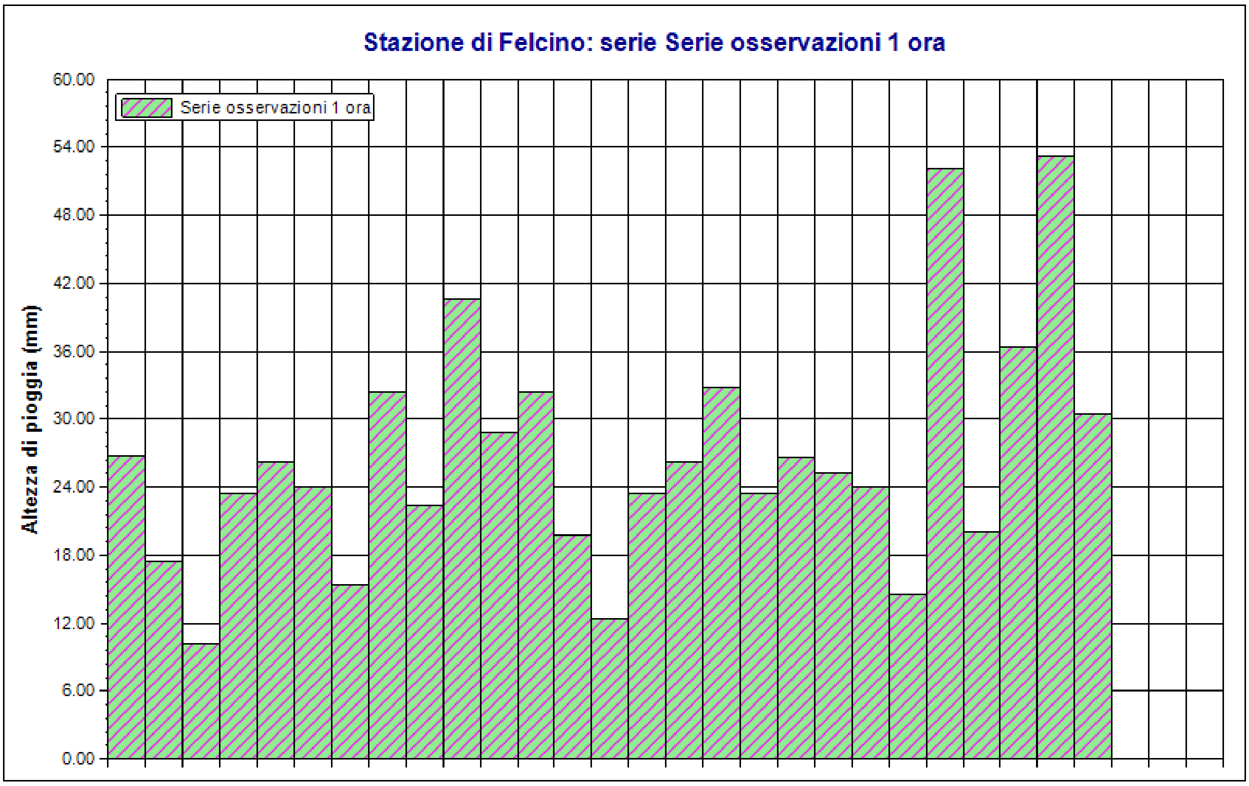
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

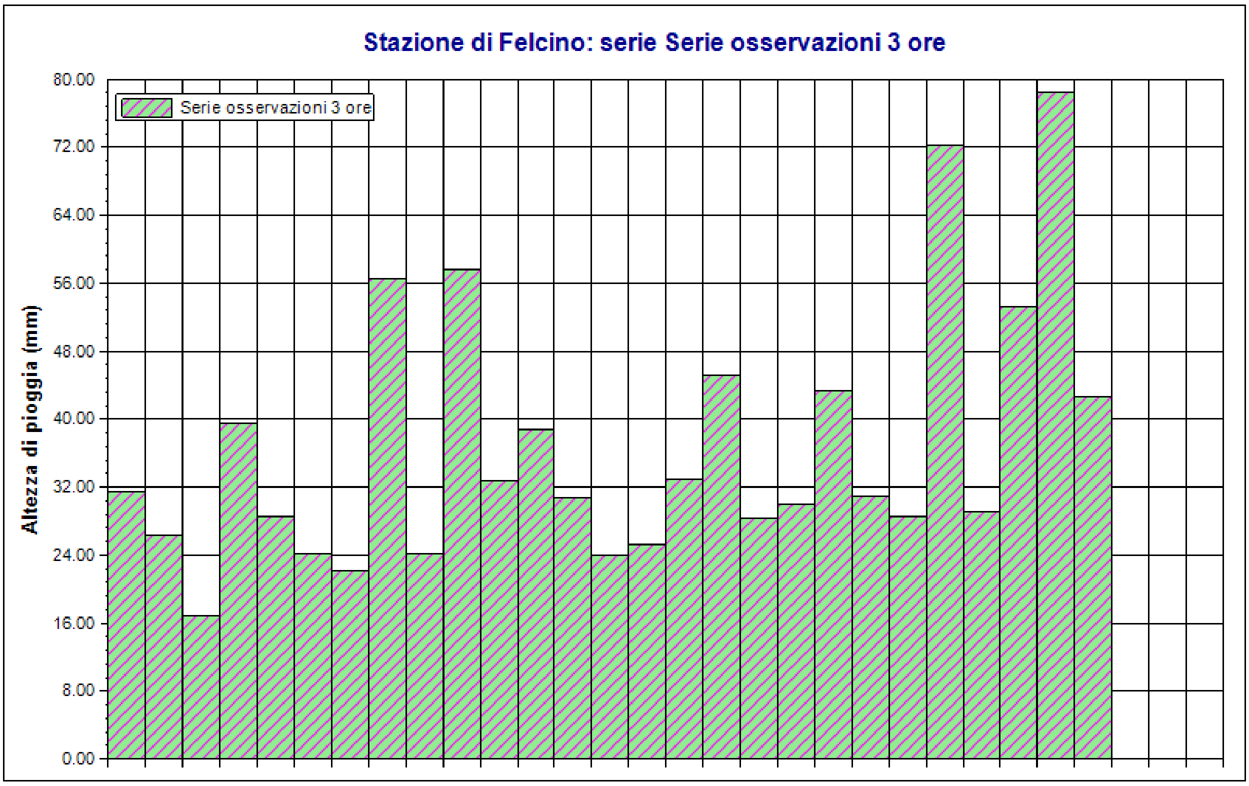
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

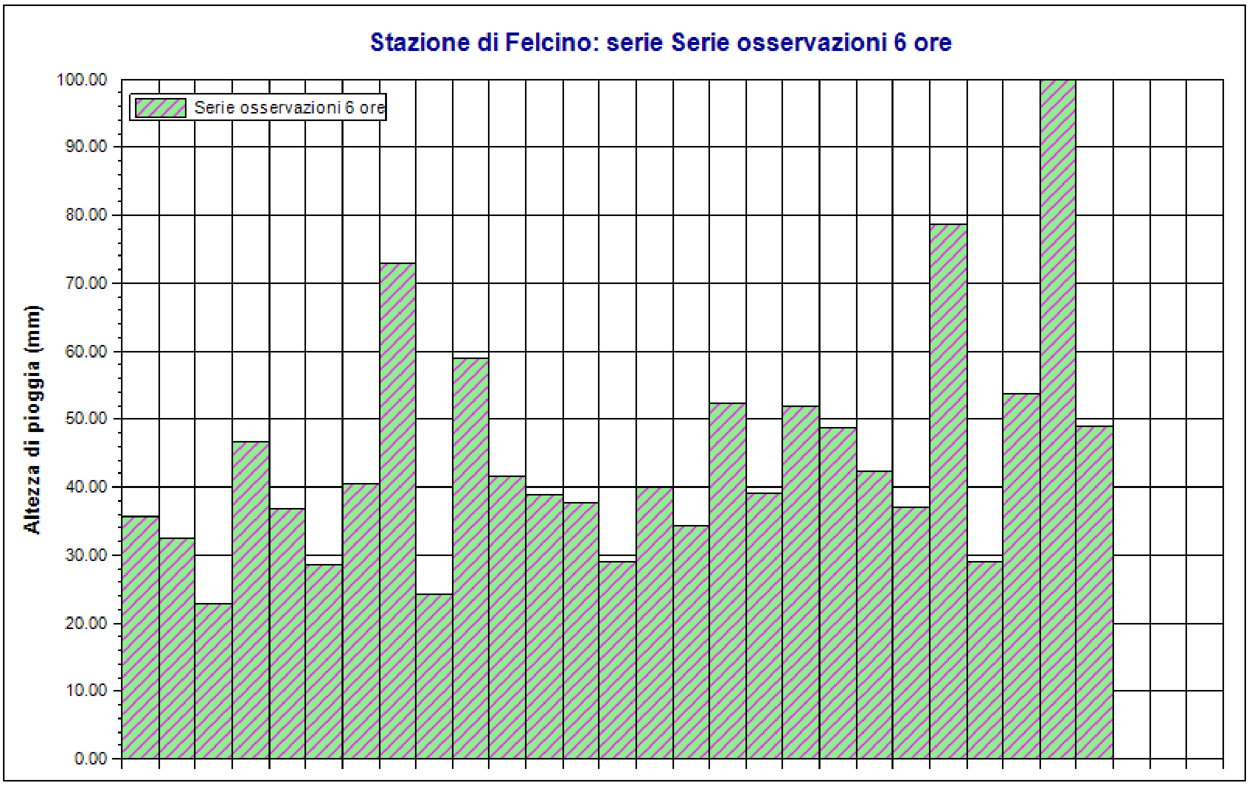
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



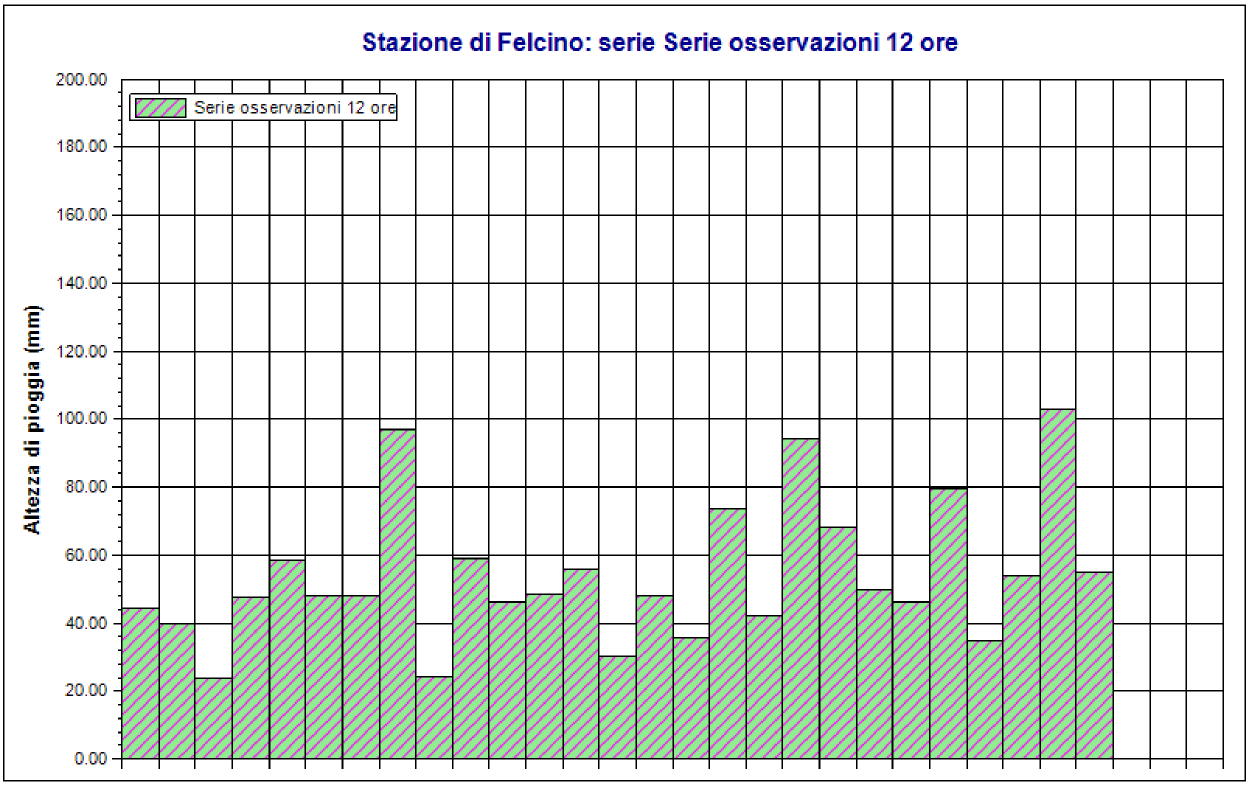
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



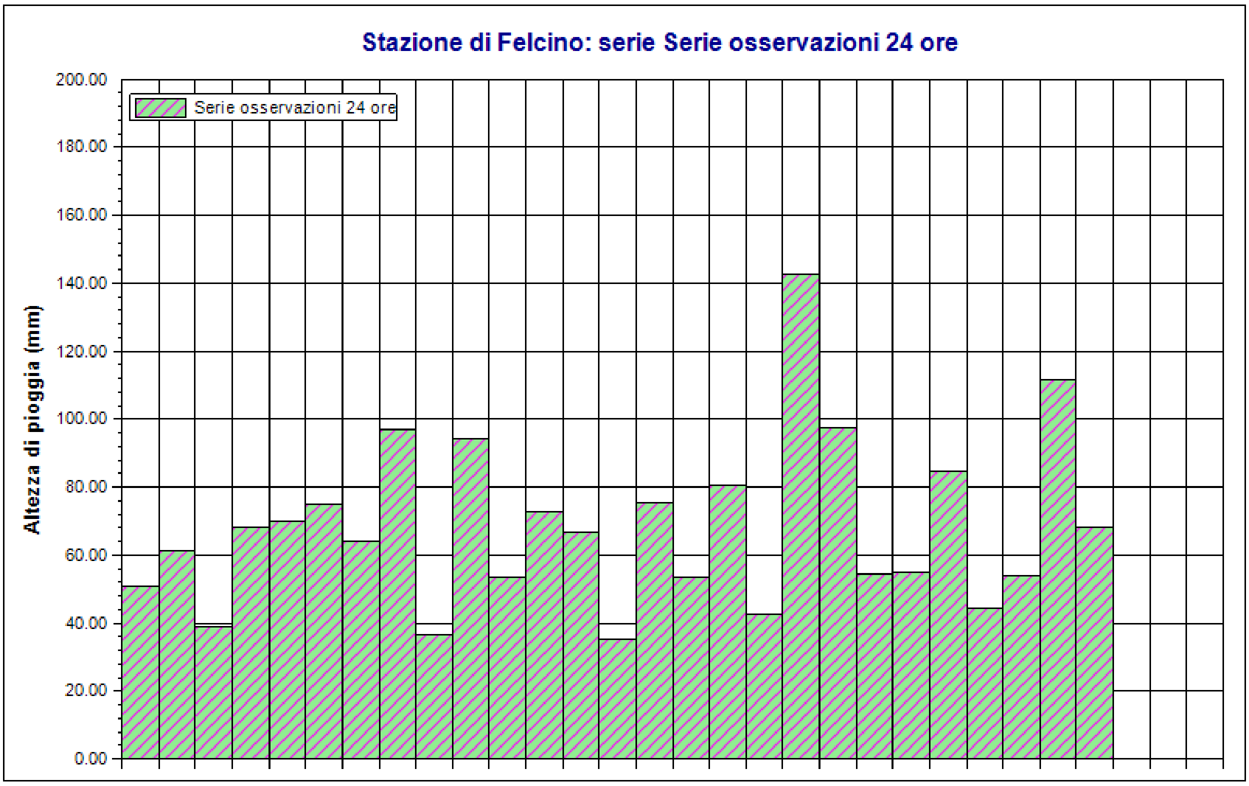
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

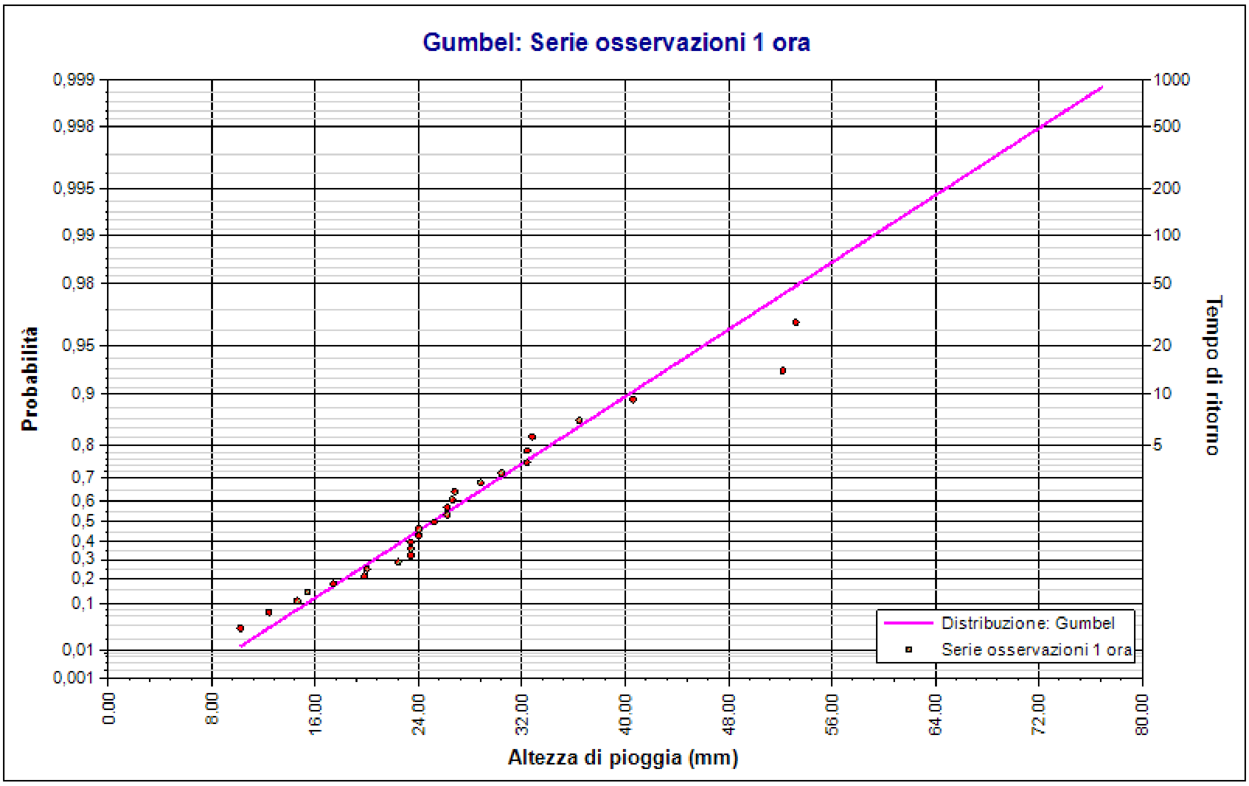
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

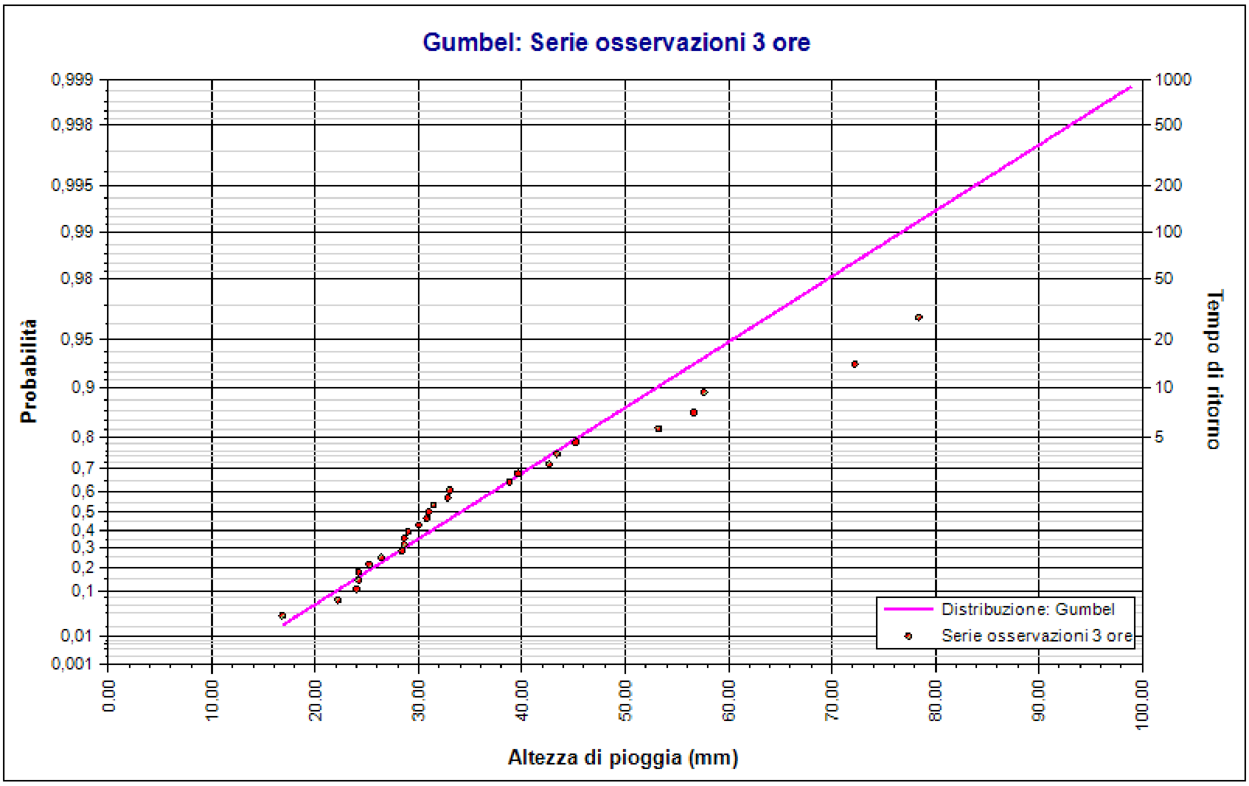
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}124\left(x-22{,}103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}099\left(x-30{,}422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}087\left(x-37{,}409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}064\left(x-44{,}797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}055\left(x-57{,}579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

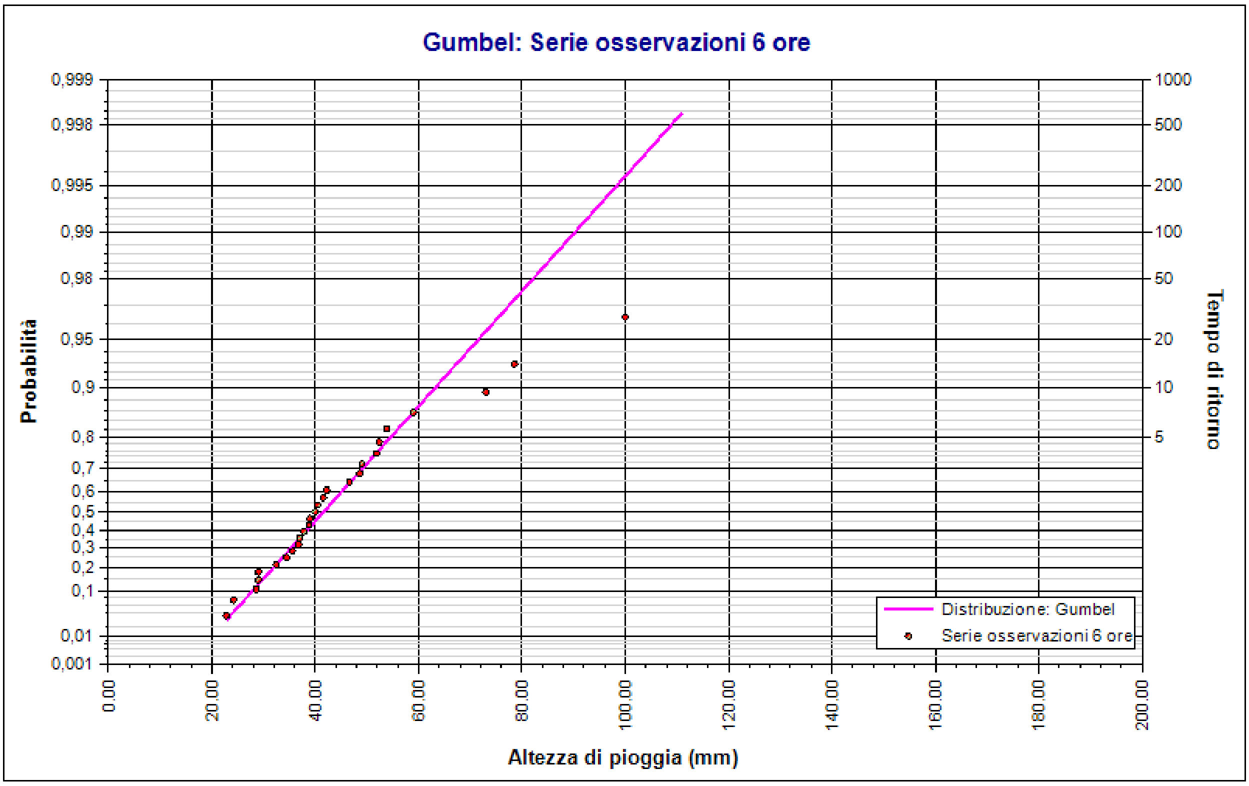
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



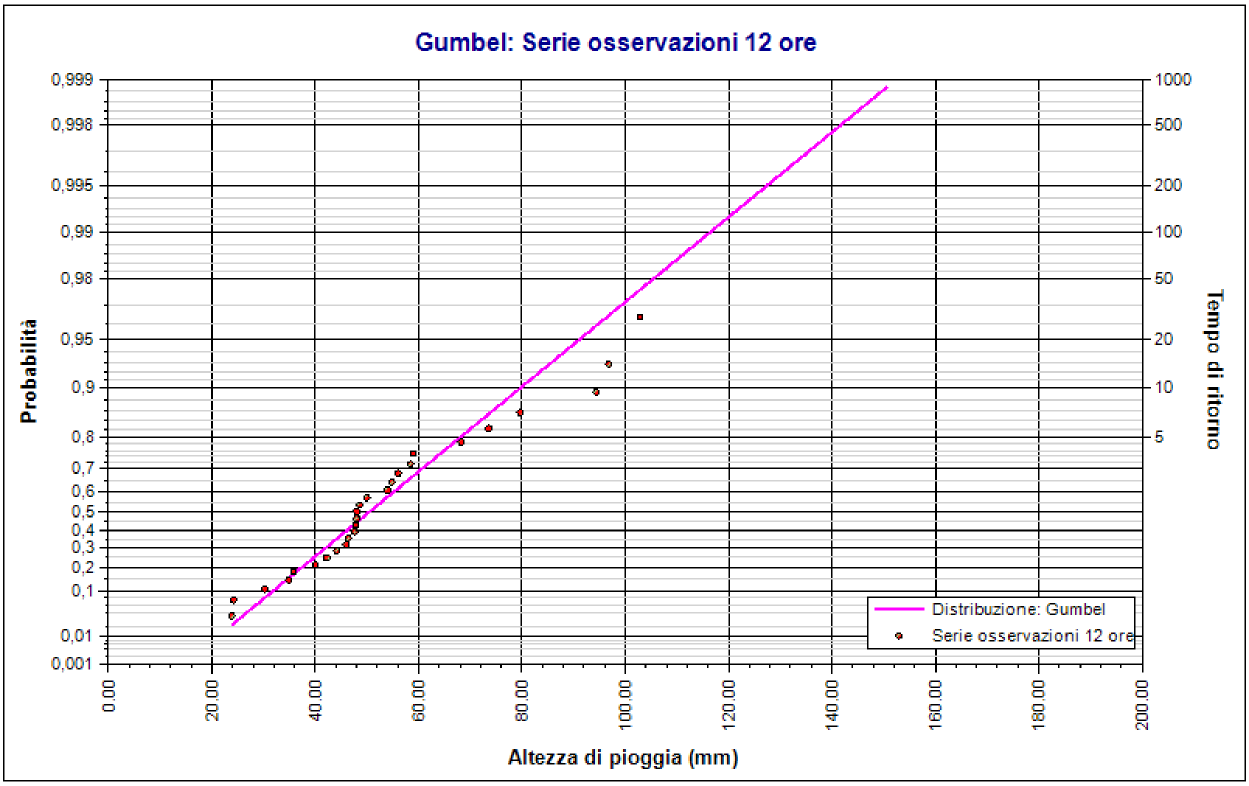
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



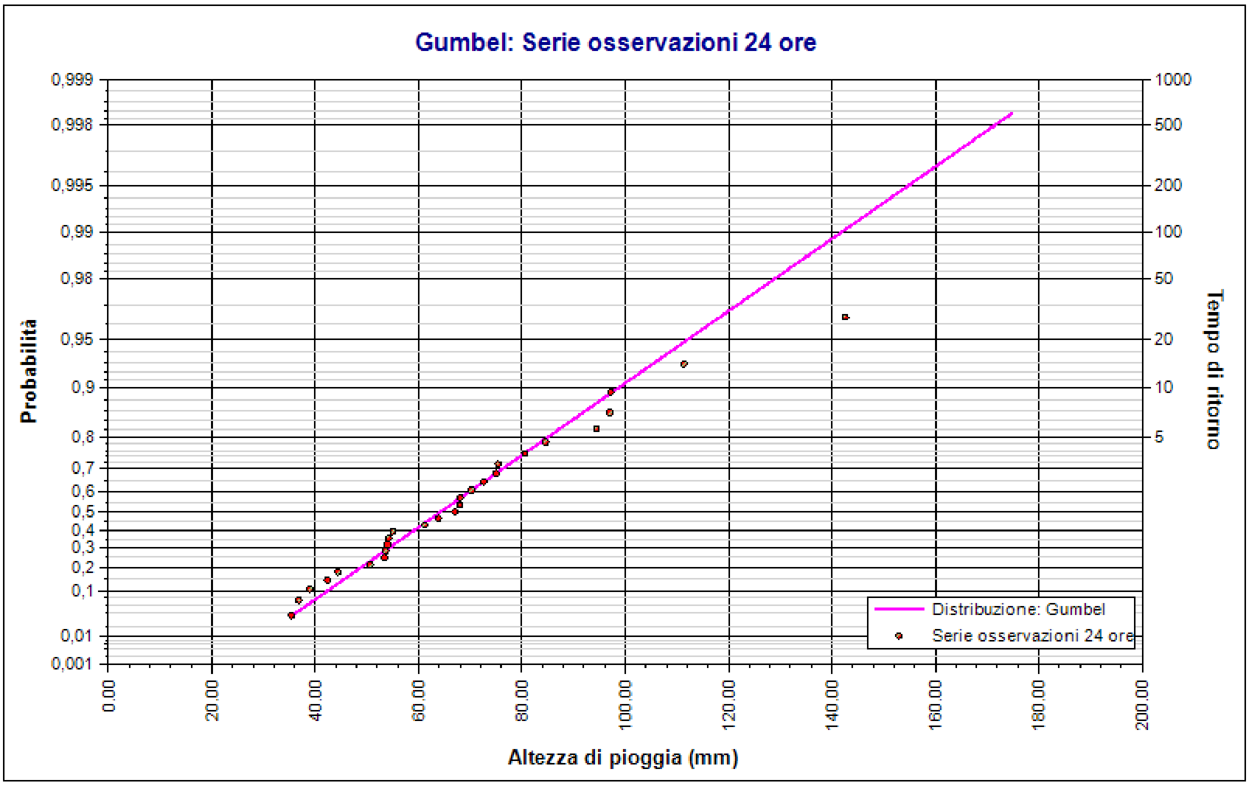
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 200.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

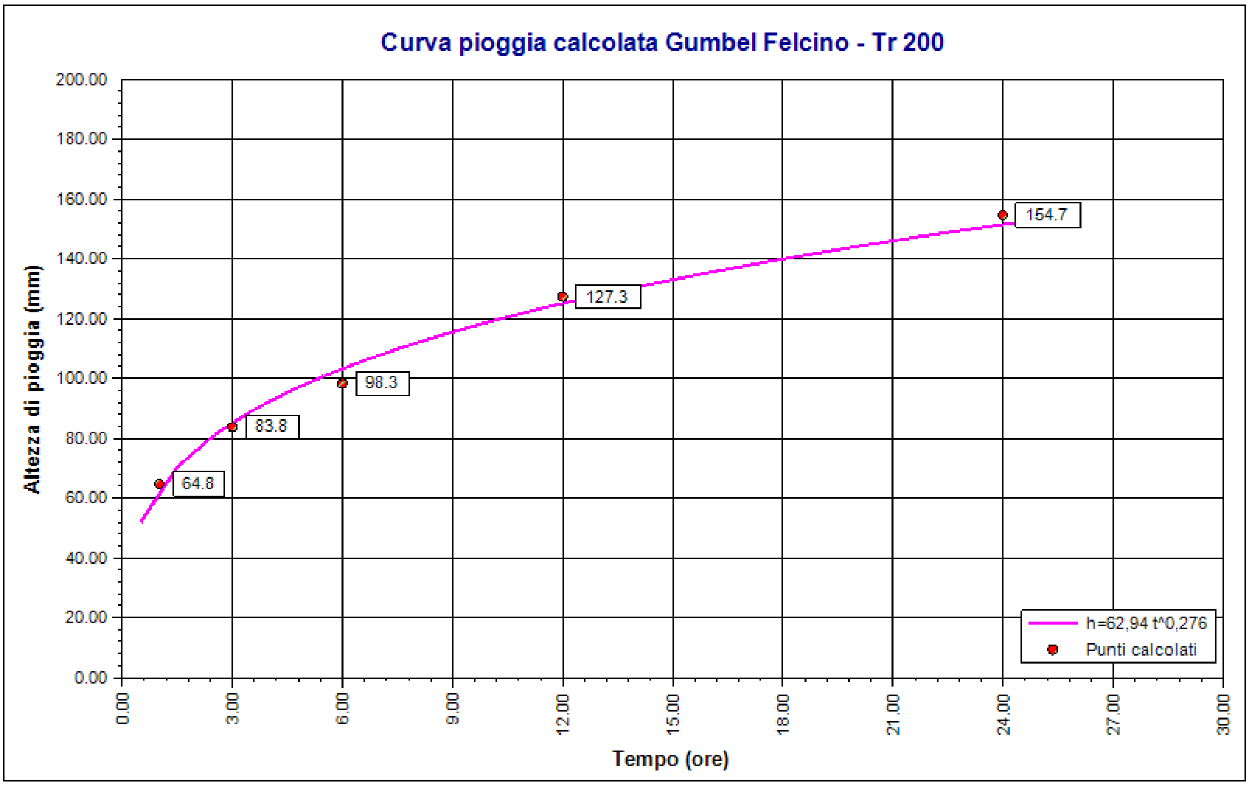
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	64.824
2	3.000	180	83.786
3	6.000	360	98.286
4	12.000	720	127.337
5	24.000	1440	154.672

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
62.94	0.28	1.00	$h(t) = 62{,}9\, t^{0{,}276}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	62.943		9	115.551		17	137.765
2	76.239		10	118.967		18	139.960
3	85.283		11	122.143		19	142.067
4	92.343		12	125.117		20	144.097
5	98.220		13	127.917		21	146.053
6	103.298		14	130.565		22	147.944
7	107.795		15	133.079		23	149.773
8	111.849		16	135.475		24	151.546



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

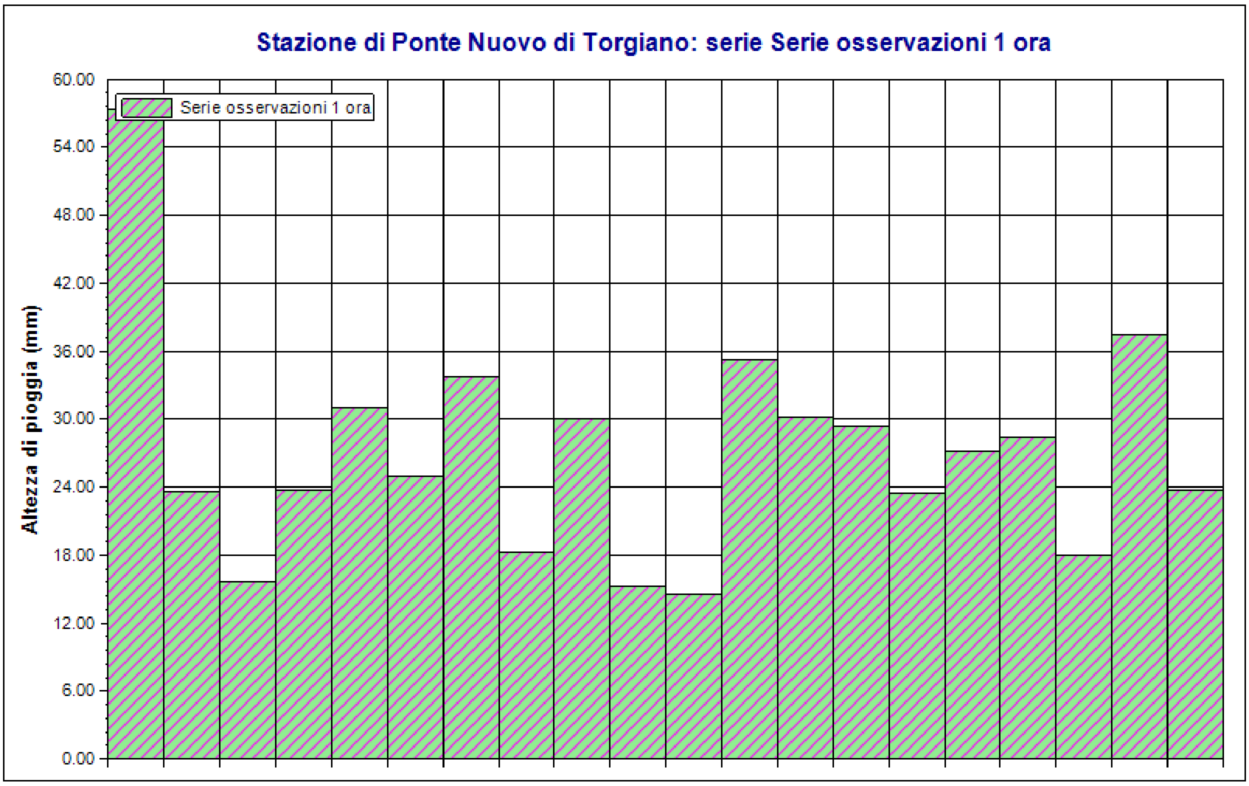
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

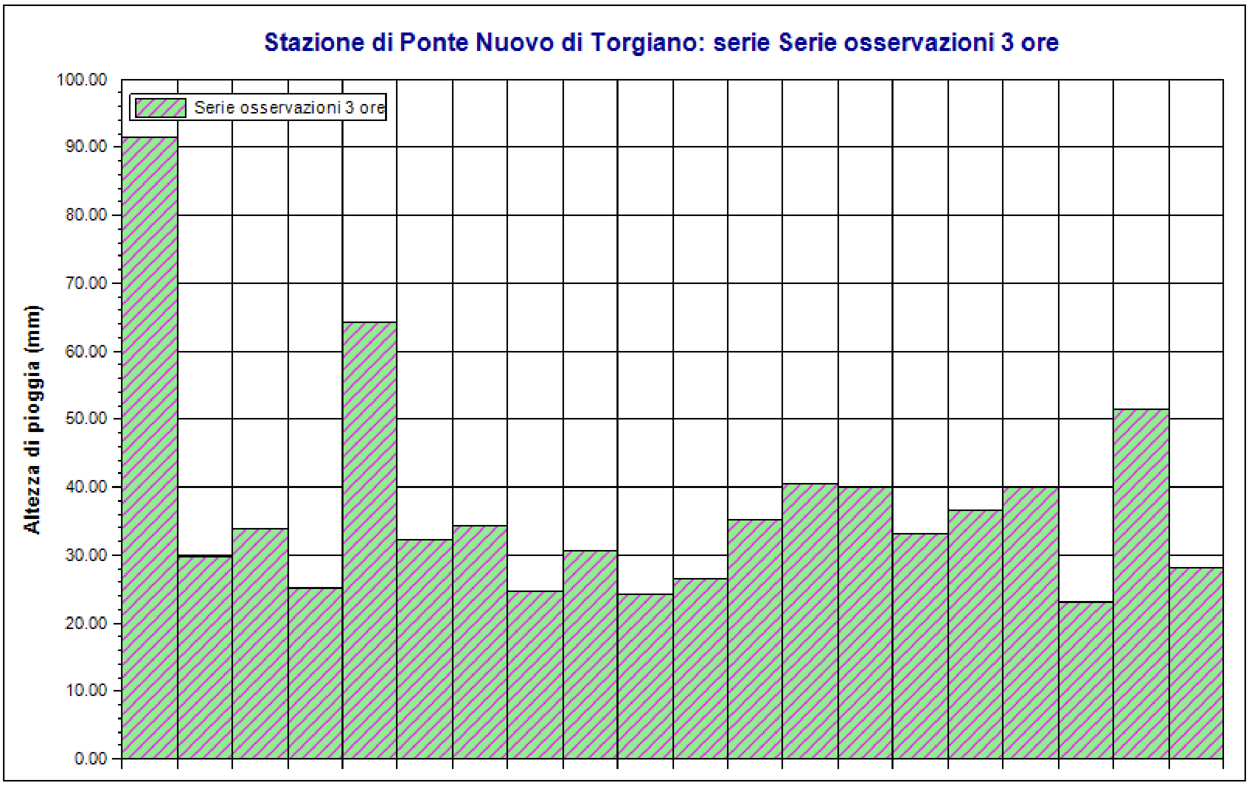
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

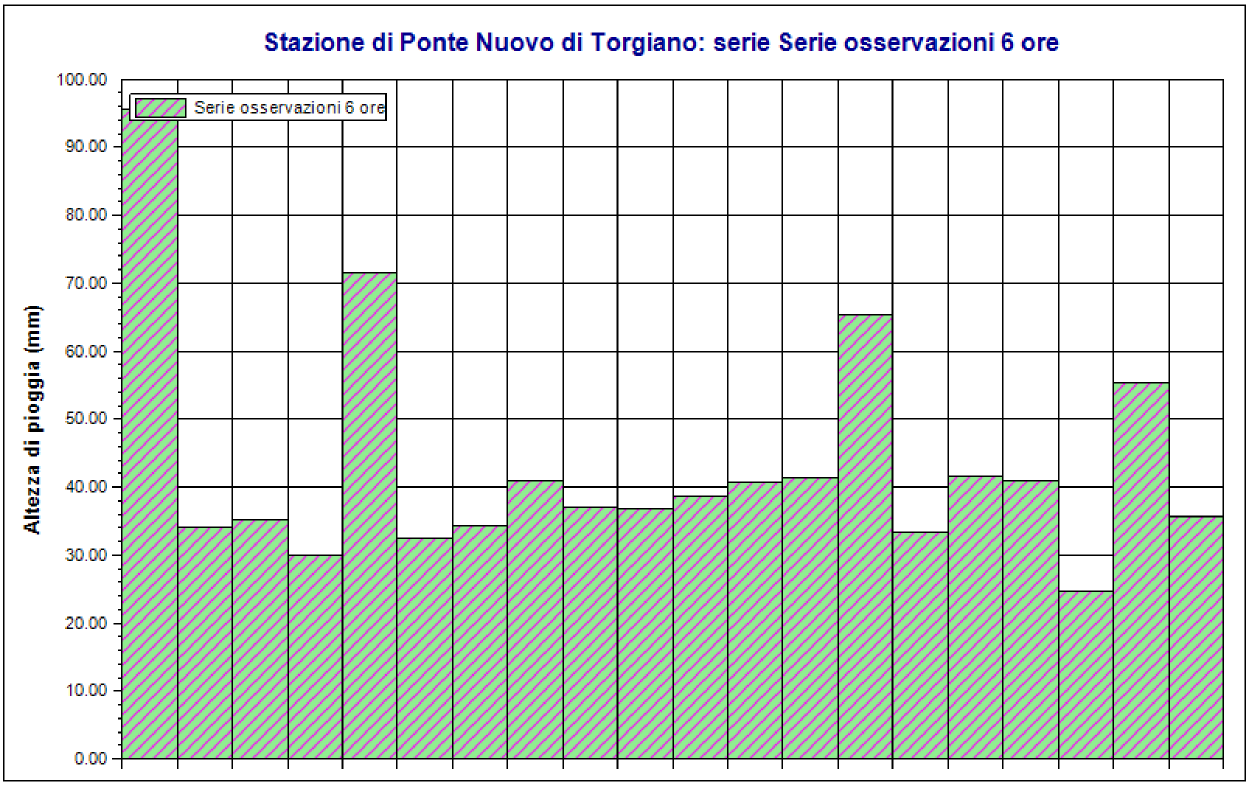
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



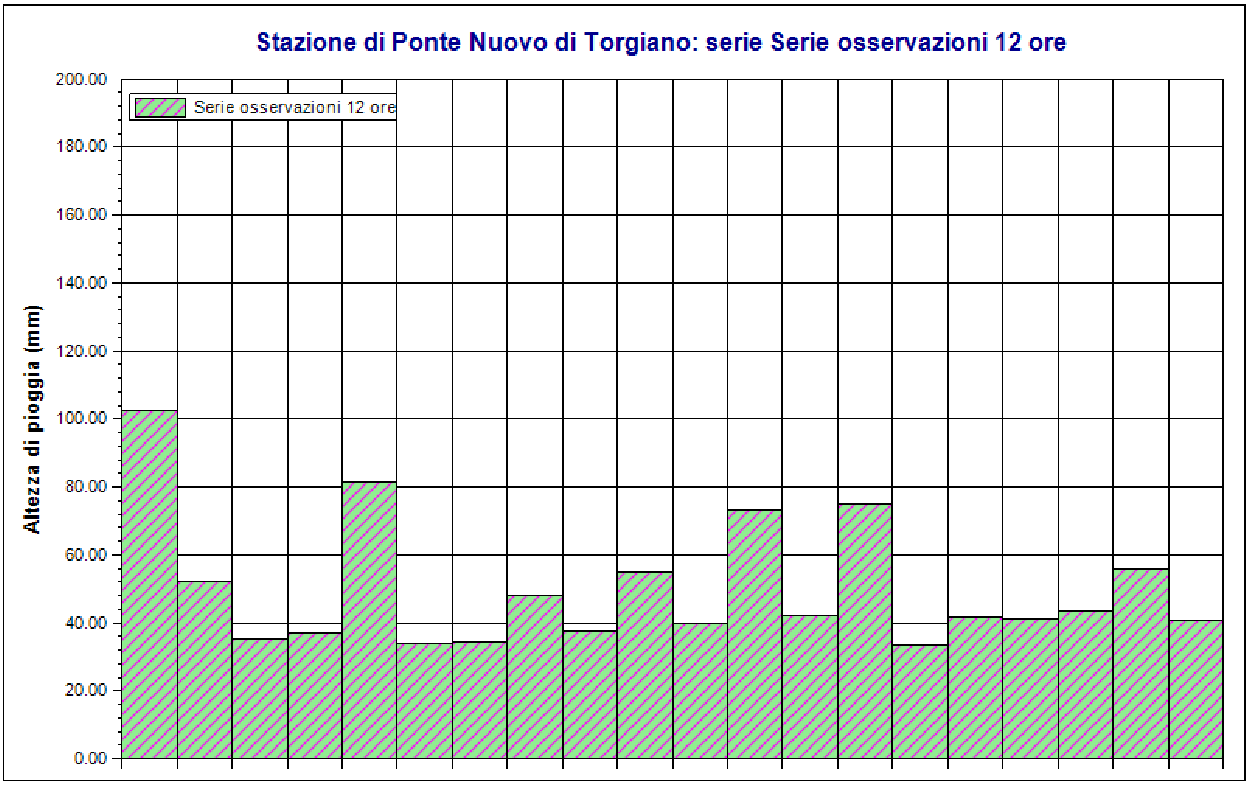
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



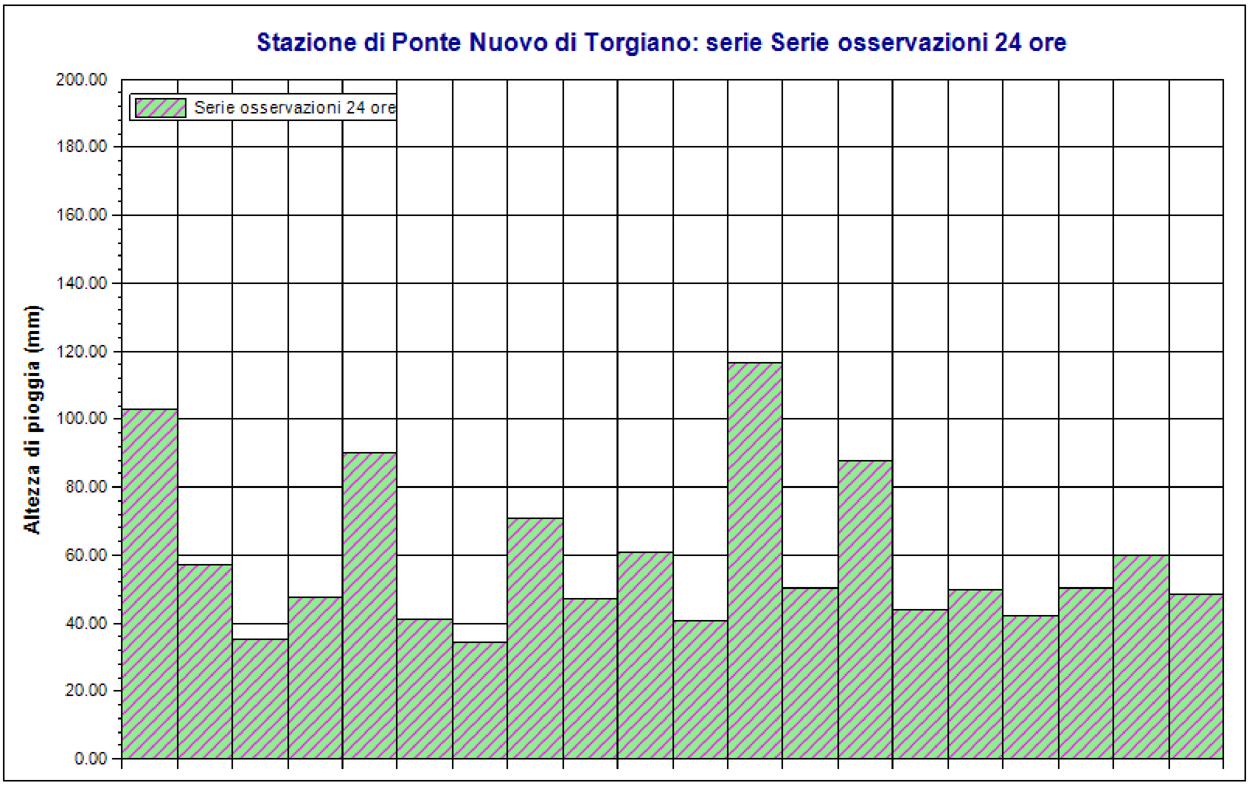
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k} \cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

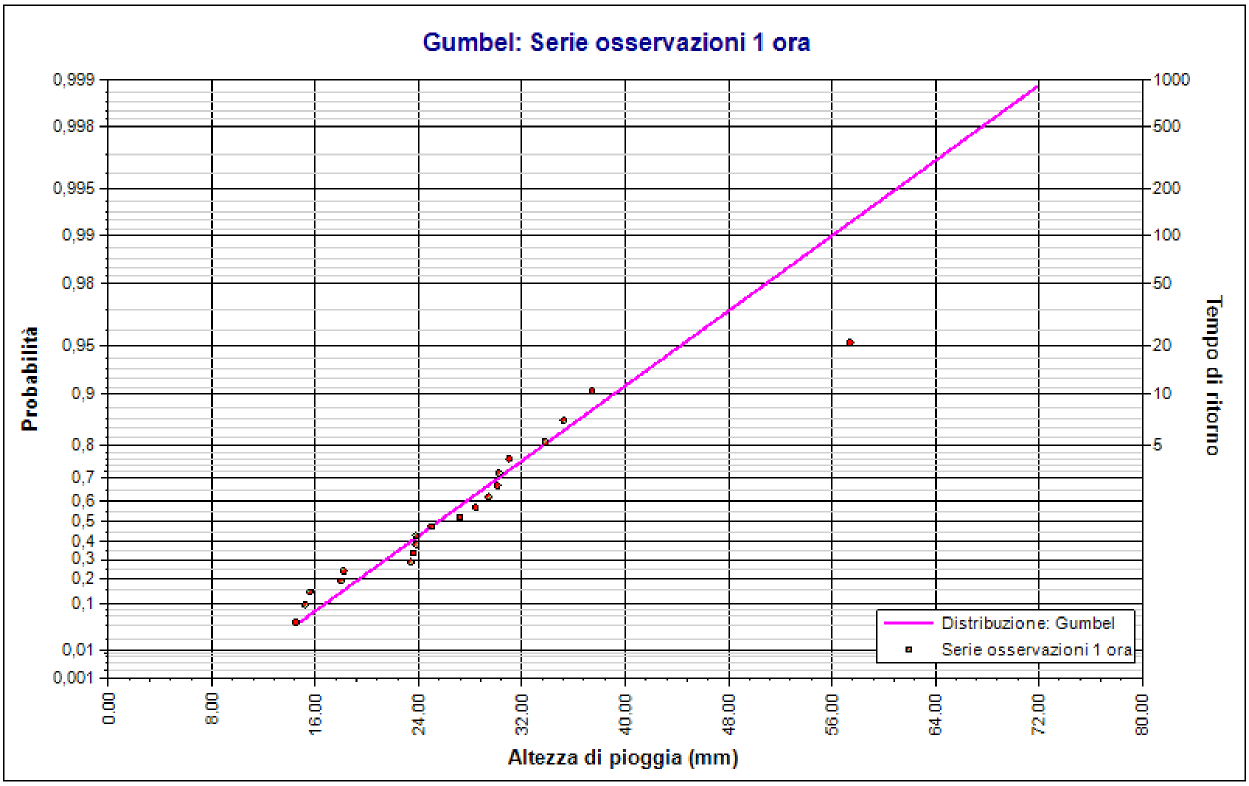
Parametro	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

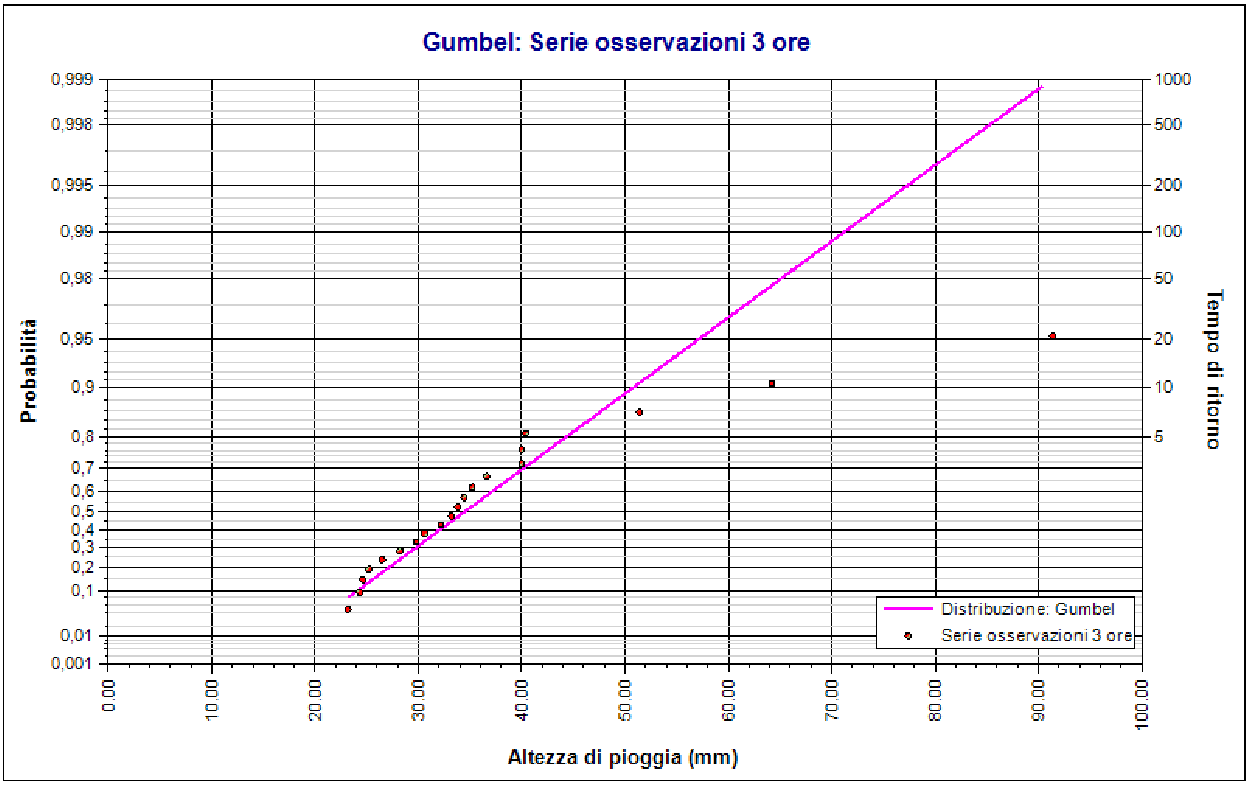
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x-22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x-31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x-36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x-42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x-49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

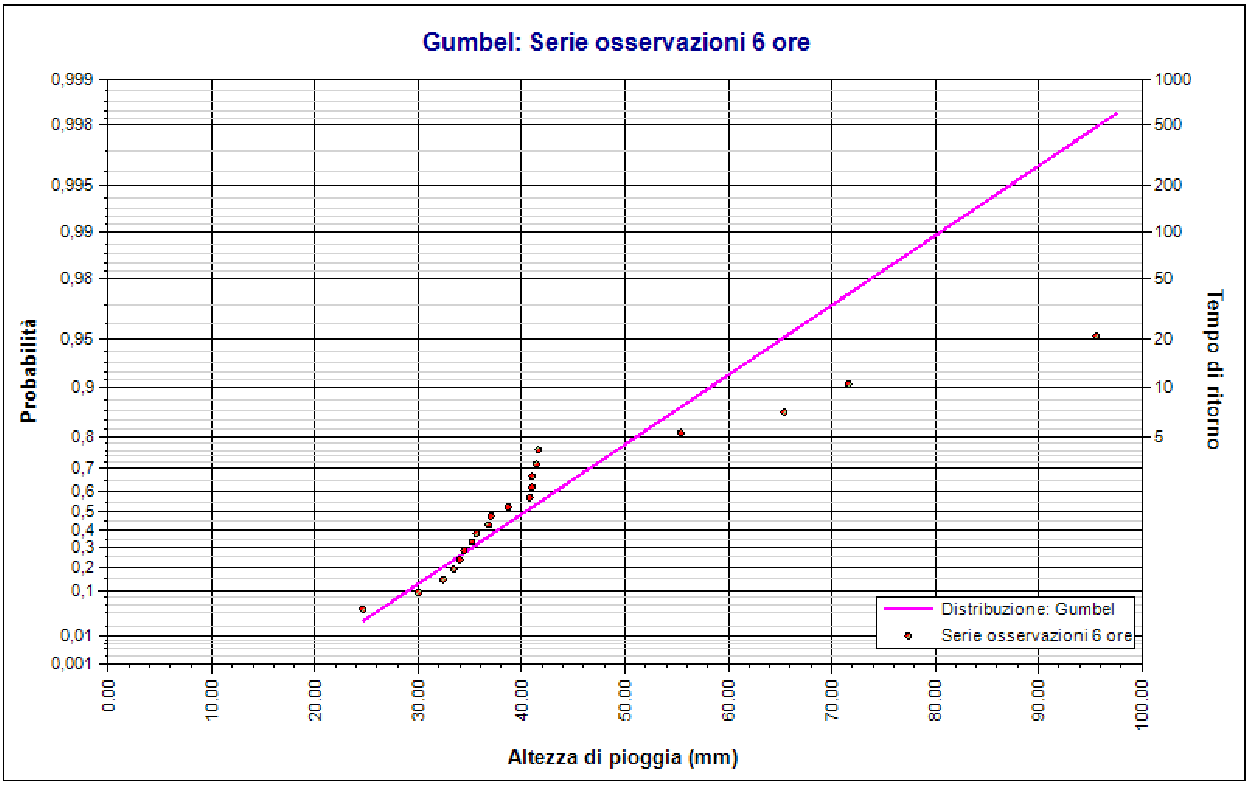
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



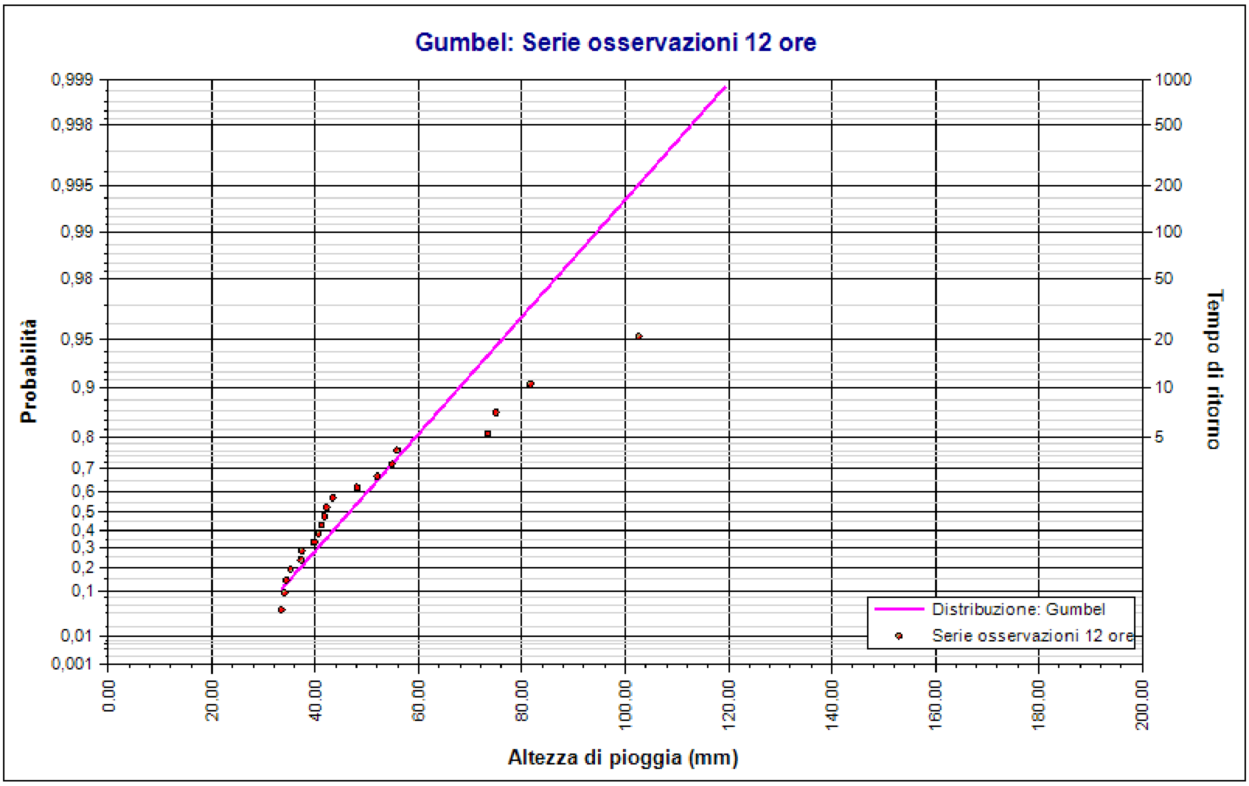
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



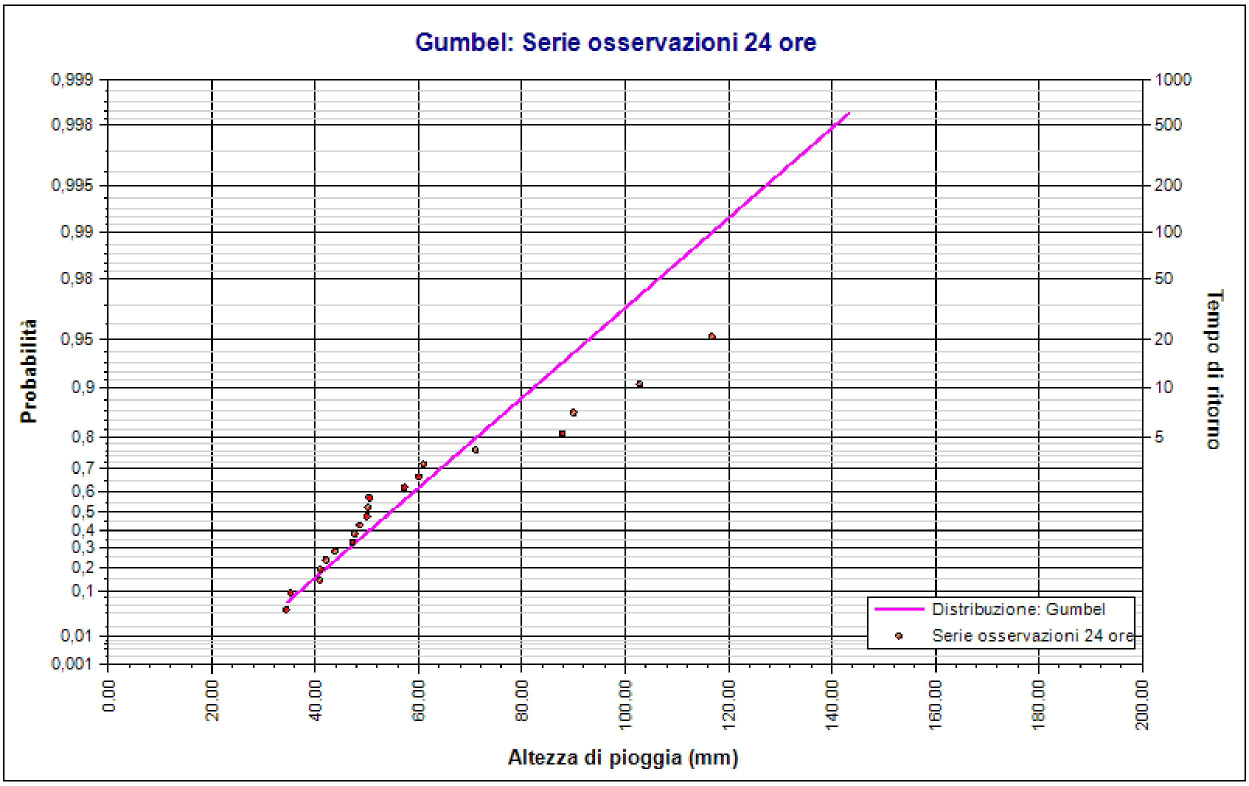
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 200.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

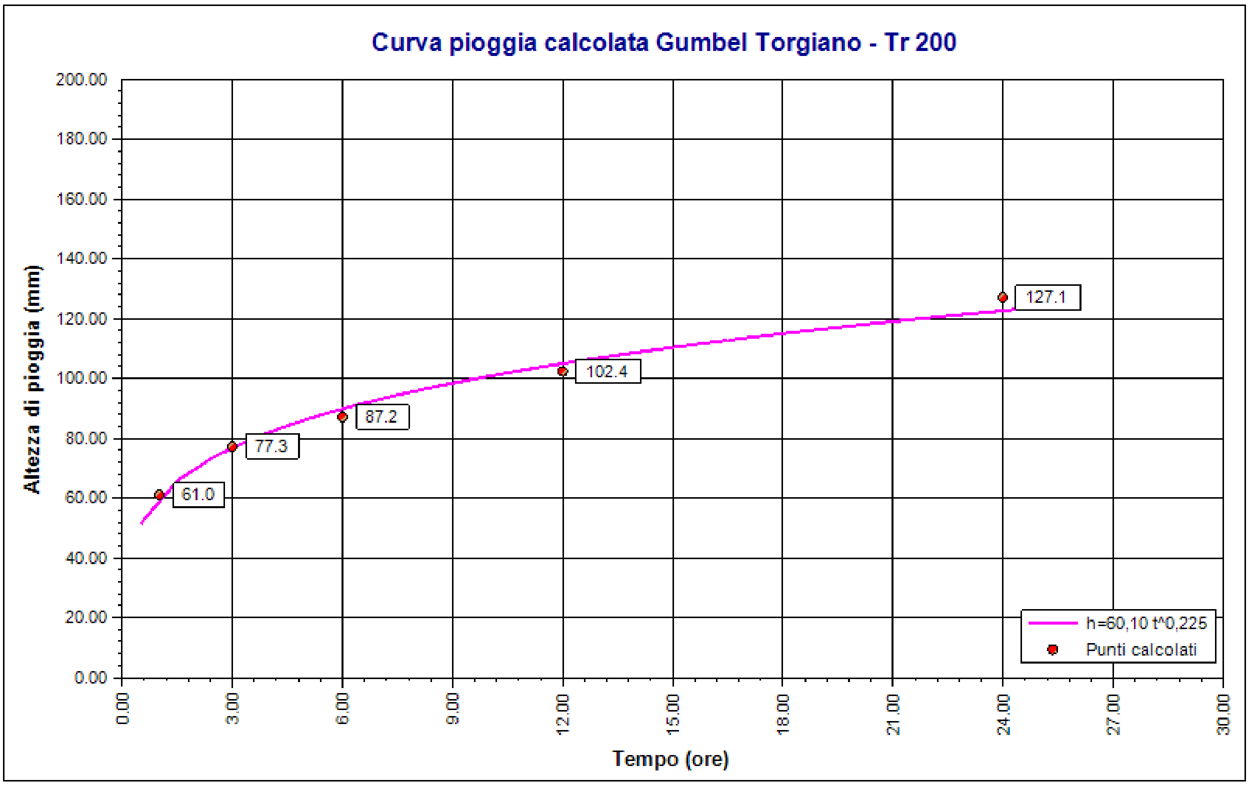
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	61.044
2	3.000	180	77.298
3	6.000	360	87.179
4	12.000	720	102.355
5	24.000	1440	127.118

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
60.10	0.22	0.99	$h(t) = 60,1\ t^{0,225}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	60.099		9	98.438		17	113.551
2	70.221		10	100.795		18	115.018
3	76.916		11	102.975		19	116.423
4	82.049		12	105.007		20	117.772
5	86.265		13	106.912		21	119.069
6	89.870		14	108.706		22	120.319
7	93.036		15	110.403		23	121.527
8	95.868		16	112.015		24	122.694



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

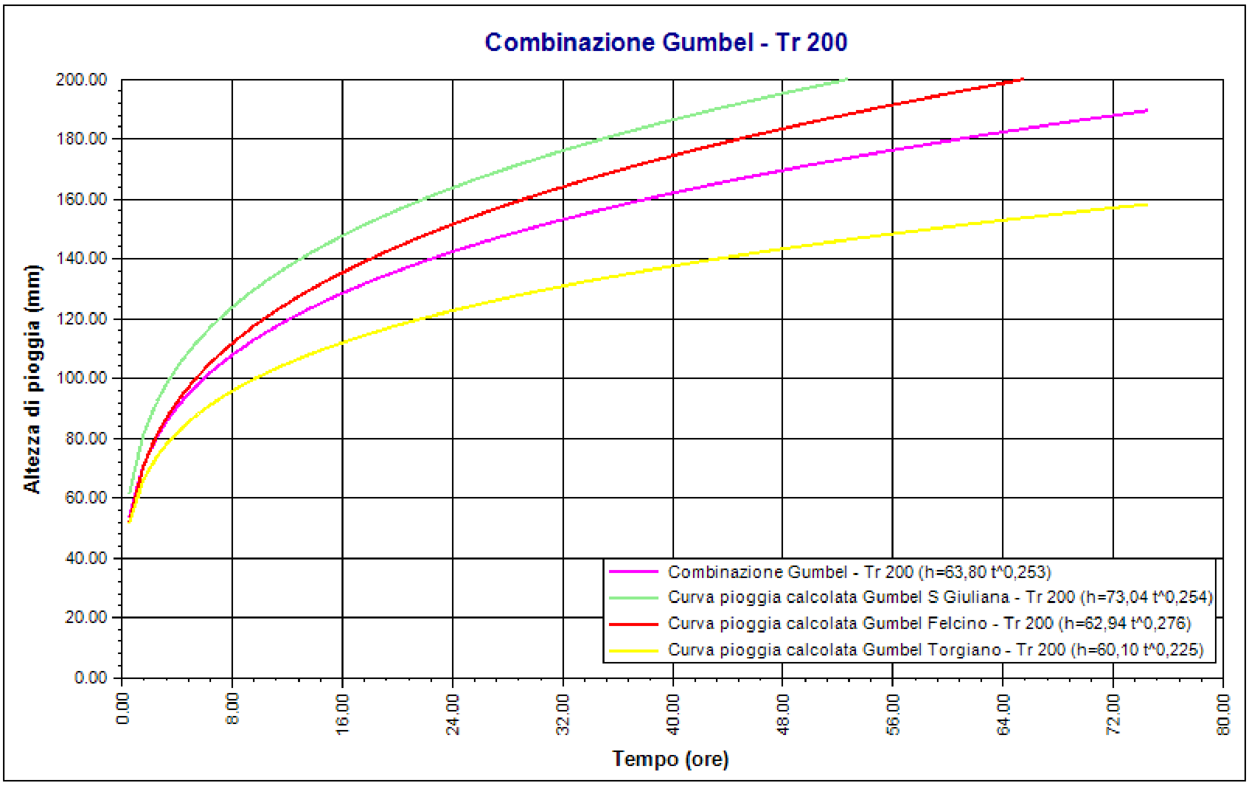
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200	Curva pioggia calcolata	20	73.04	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200	Curva pioggia calcolata	40	62.94	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200	Curva pioggia calcolata	40	60.10	0.22

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
63.80	0.25	$h(t) = 63{,}8\, t^{0{,}253}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	63.805		9	111.149		17	130.521
2	76.015		10	114.148		18	132.419
3	84.213		11	116.929		19	134.240
4	90.561		12	119.528		20	135.991
5	95.812		13	121.969		21	137.678
6	100.329		14	124.274		22	139.305
7	104.312		15	126.459		23	140.878
8	107.891		16	128.538		24	142.401



Combinazione Gumbel - Tr 200

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h

Dati Pluviogramma

Tipo: Pluviogramma sintetico

Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 200

Durata: 1.000 ore

Altezza di pioggia complessiva: 63.805 mm

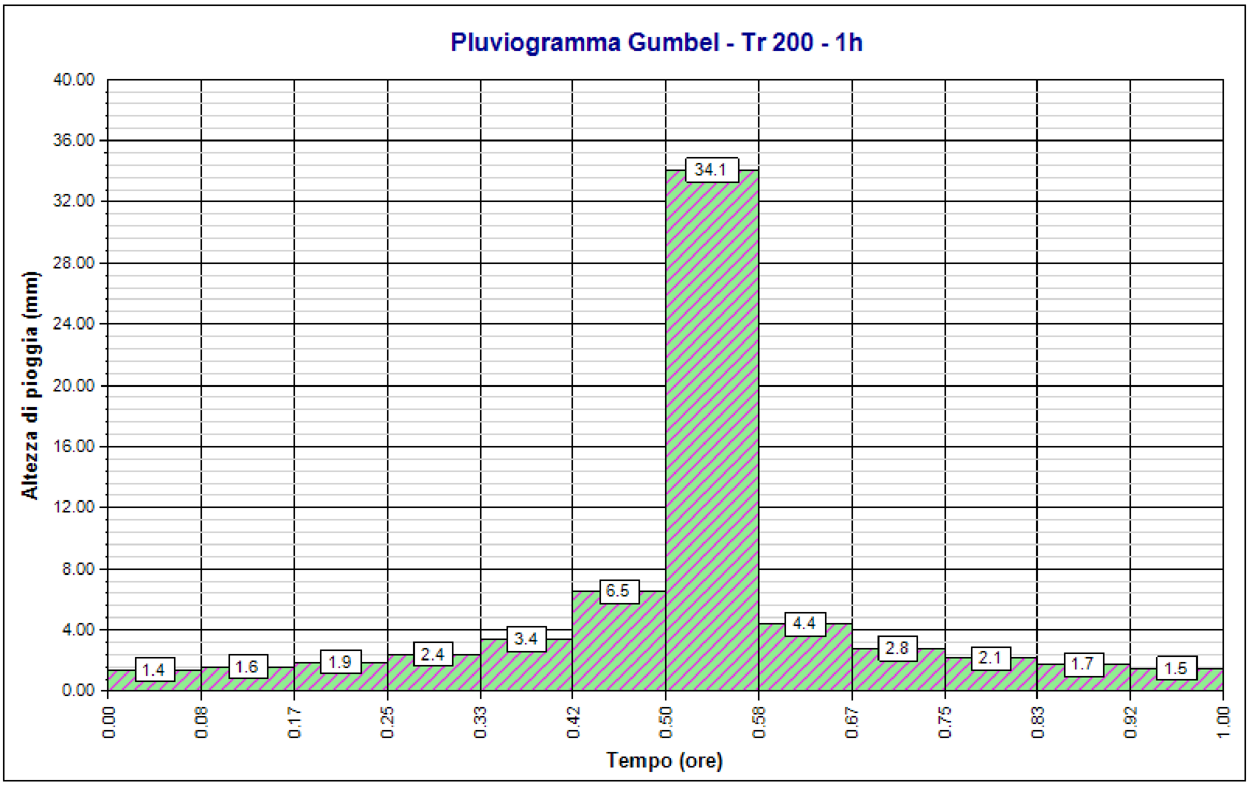
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
63.80	0.25	$h(t) = 63{,}8\ t^{0{,}253}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	1.387
2	0.083	0.167	5	10	1.600
3	0.167	0.250	10	15	1.910
4	0.250	0.333	15	20	2.411
5	0.333	0.417	20	25	3.389
6	0.417	0.500	25	30	6.518
7	0.500	0.583	30	35	34.059
8	0.583	0.667	35	40	4.376
9	0.667	0.750	40	45	2.803
10	0.750	0.833	45	50	2.127
11	0.833	0.917	50	55	1.739
12	0.917	1.000	55	60	1.485



Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino D Gumbel - Tr 200 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

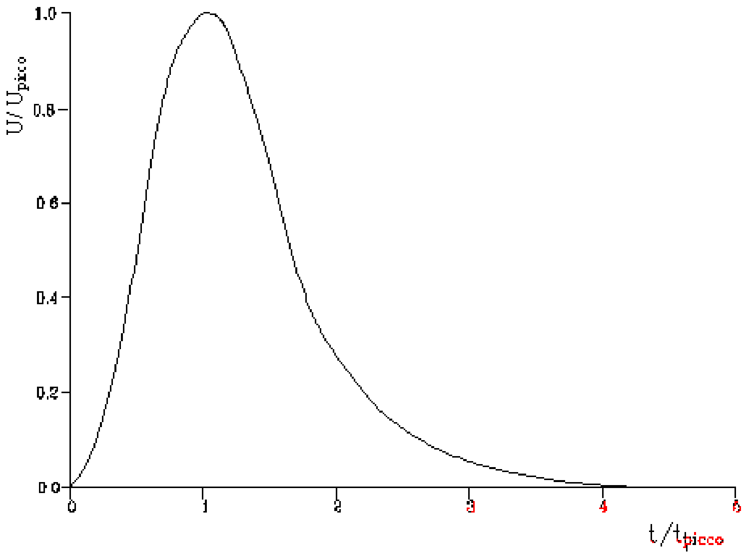
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

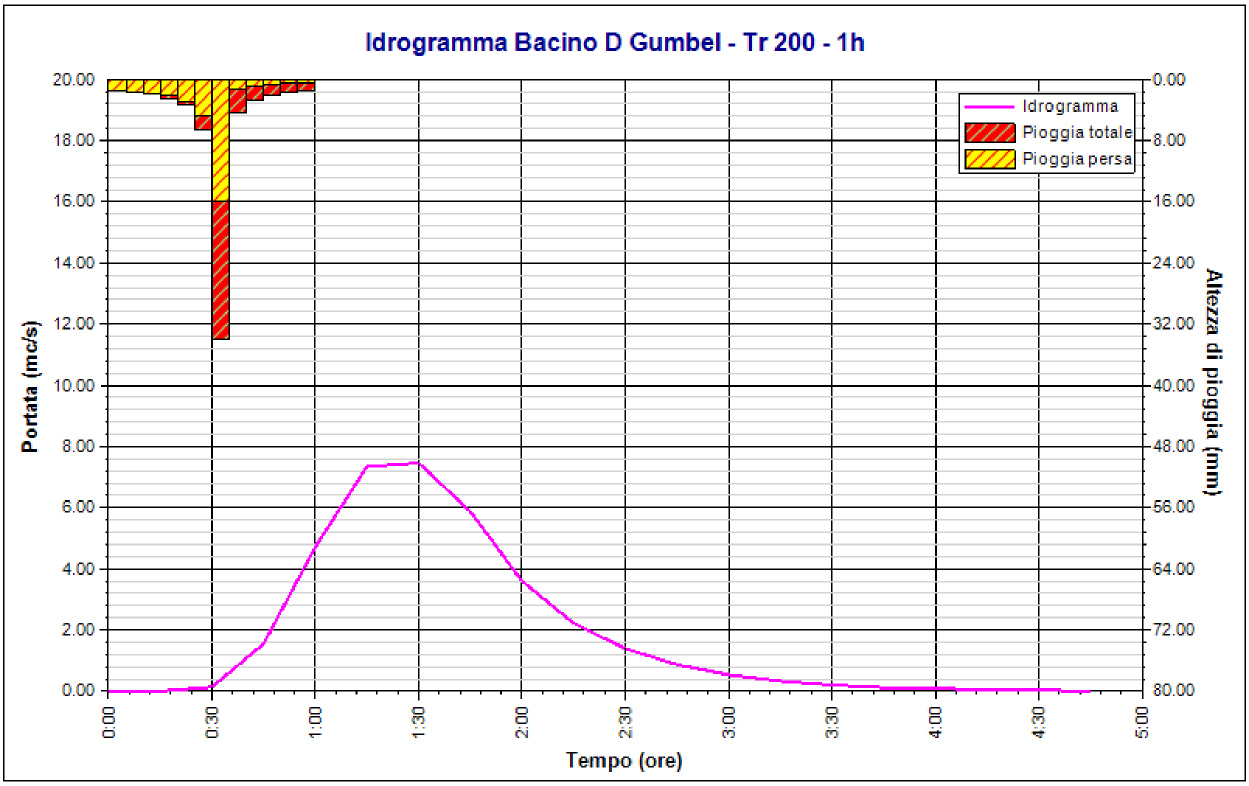
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h
Superficie del bacino: 1.1 kmq
Tlag: 0.738 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 80.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	4.898	4.843	0.055	0.0
2	0.250	15	12.317	9.772	2.545	0.0
3	0.500	30	41.239	17.988	23.251	0.1
4	0.750	45	5.351	1.459	3.892	1.6
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	4.7
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	7.3
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	7.5
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	5.9
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	3.6
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	2.2
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	1.4
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.9
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.5
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.3
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.2
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.1
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.1
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.1
19	4.500	270	0.000	0.000	0.000	0.0
20	4.750	285	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	7.5	mc/s
Istante picco	1.500	ore
Istante picco	90.0	minuti
Durata totale evento	4.750	ore
Volume afflusso	70	mc x 1000
Volume deflusso	33	mc x 1000
Altezza afflusso	63.805	mm
Altezza deflusso	29.876	mm
Coeff. deflusso	0.47	-
Coeff. udometrico	6.78	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino D Gumbel - Tr 200 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

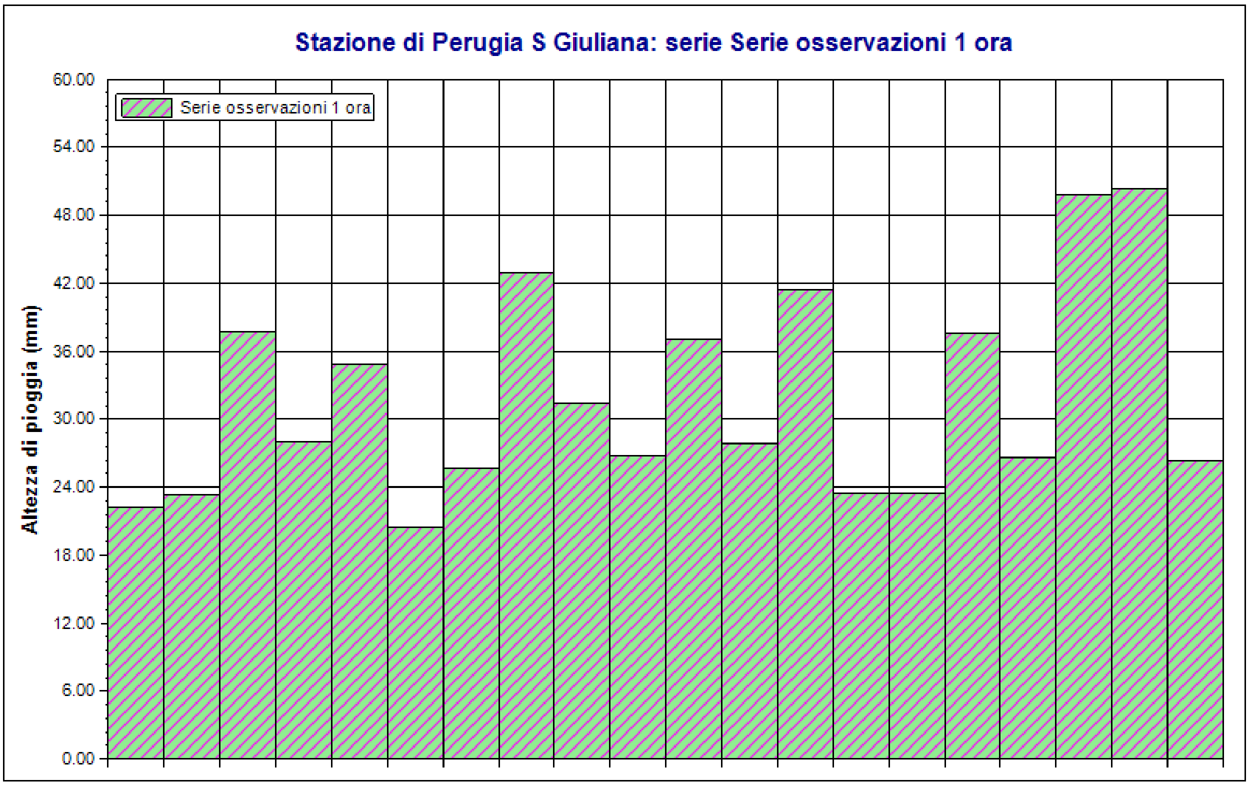
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

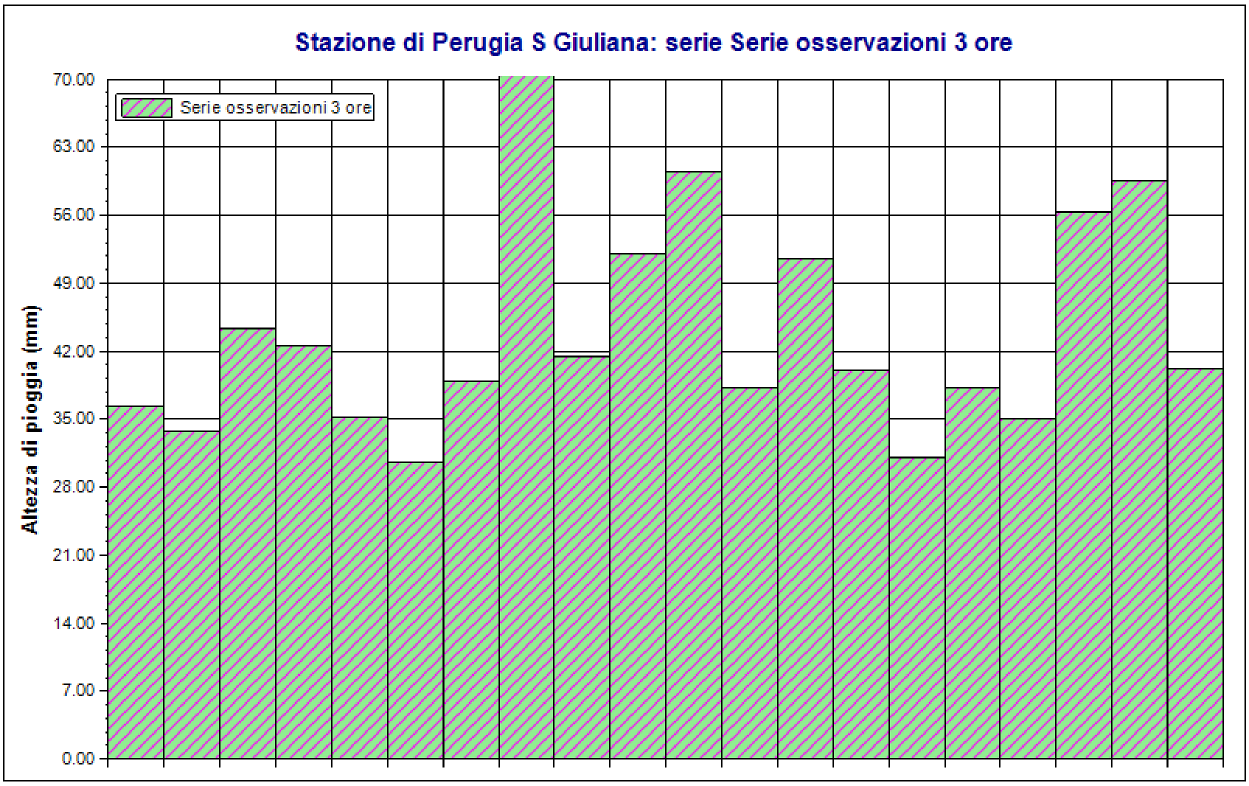
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

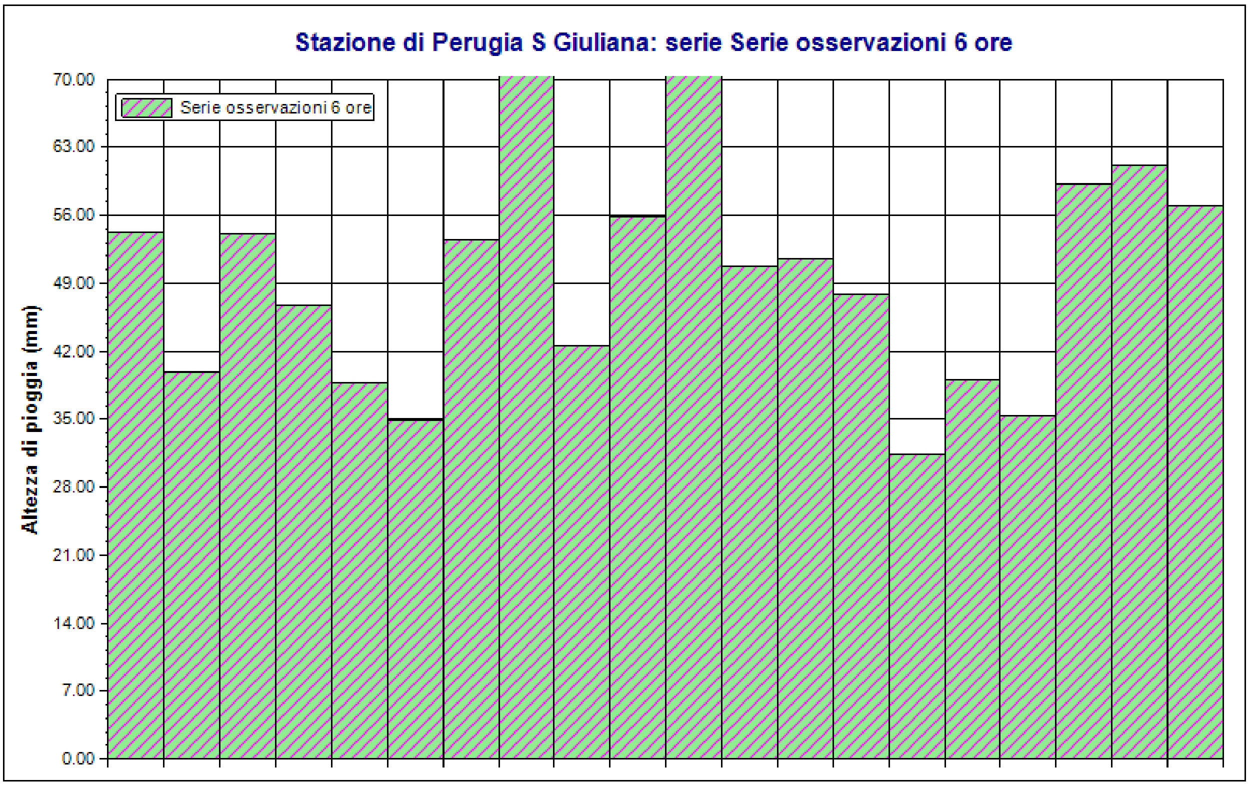
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



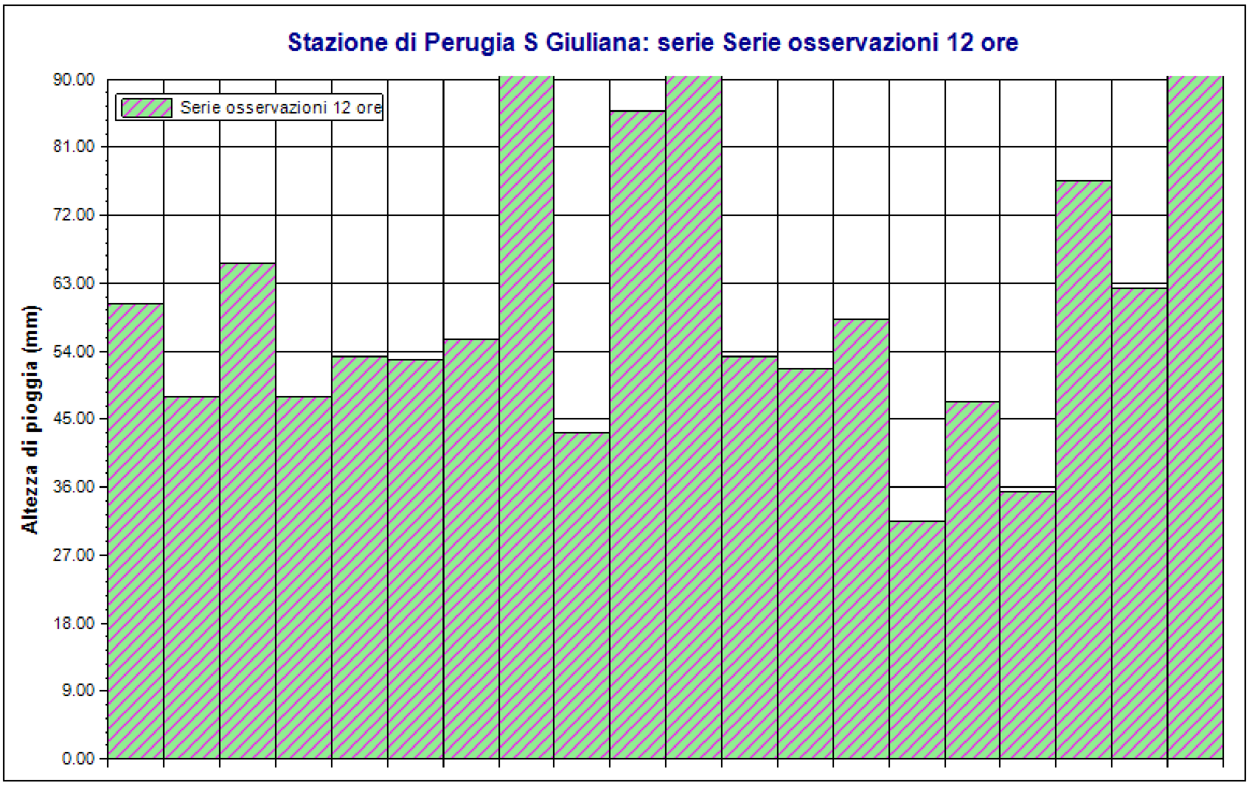
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



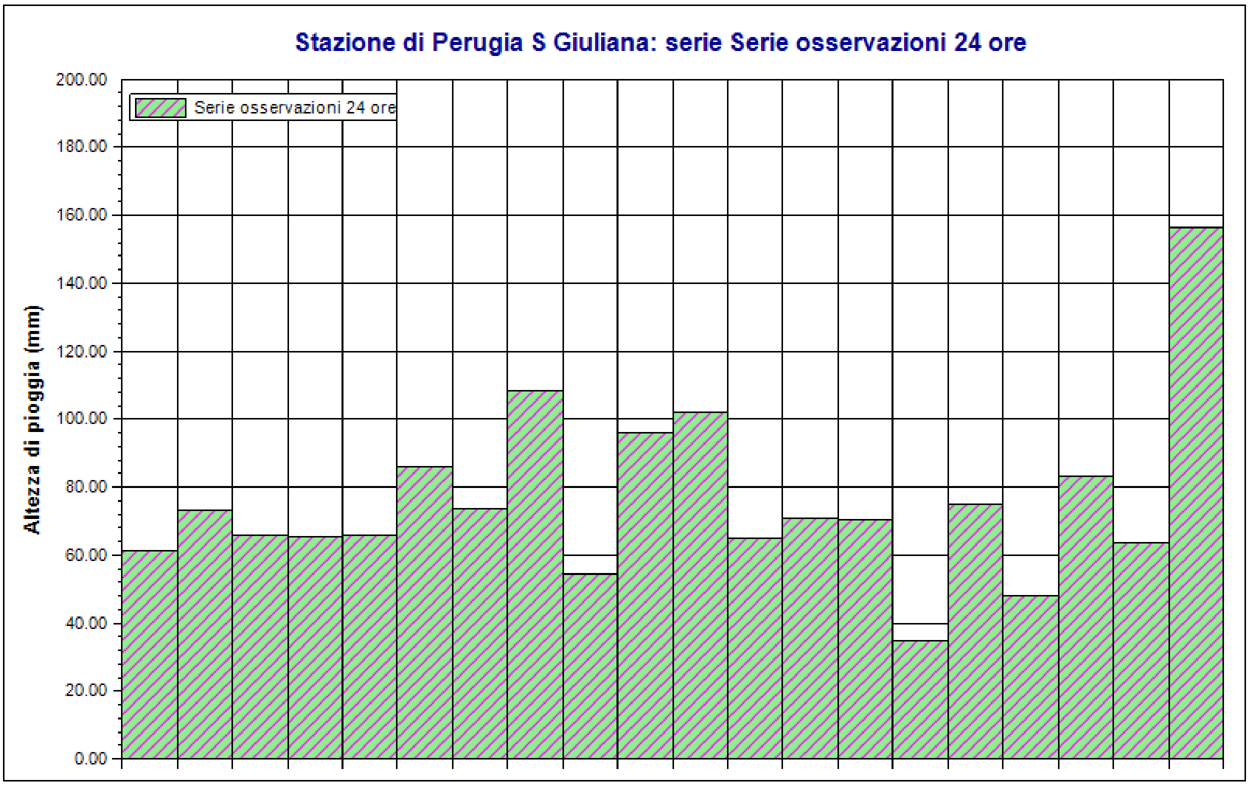
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di *k* (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di *z*, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per *k* tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della *x* dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

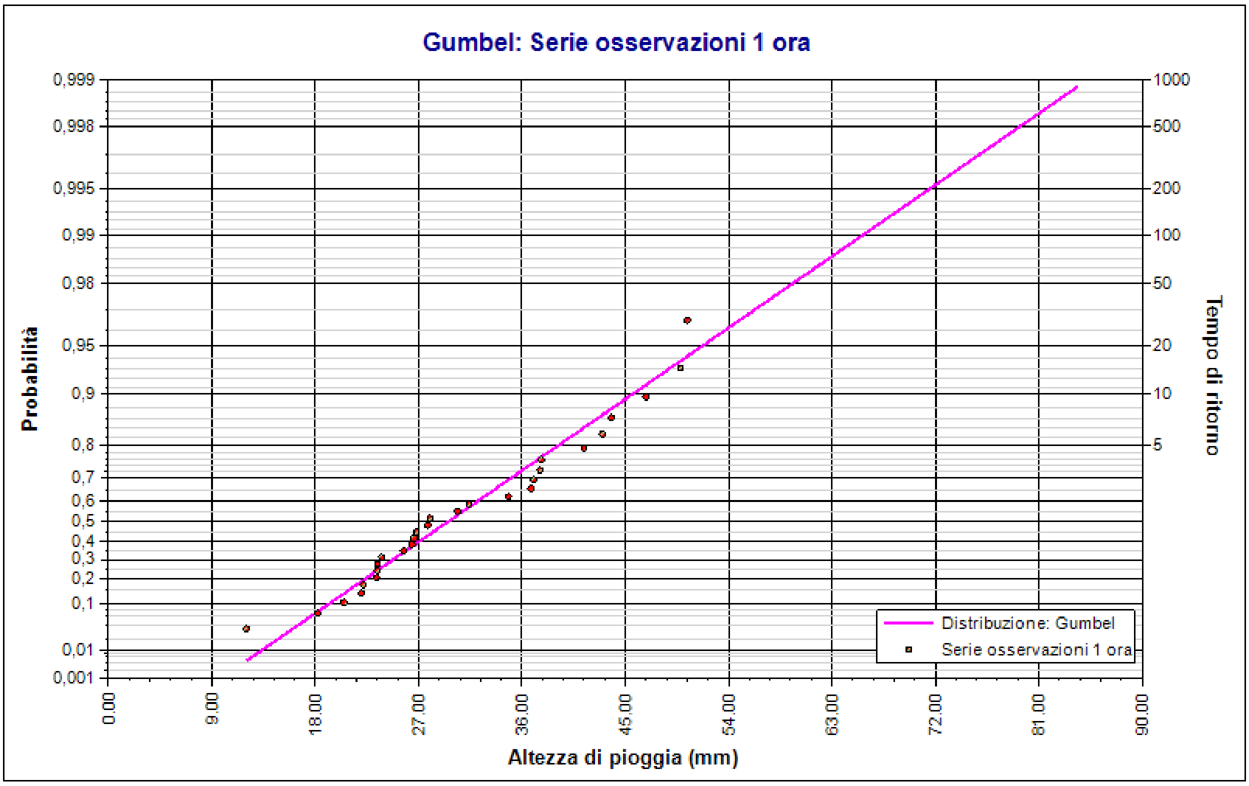
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

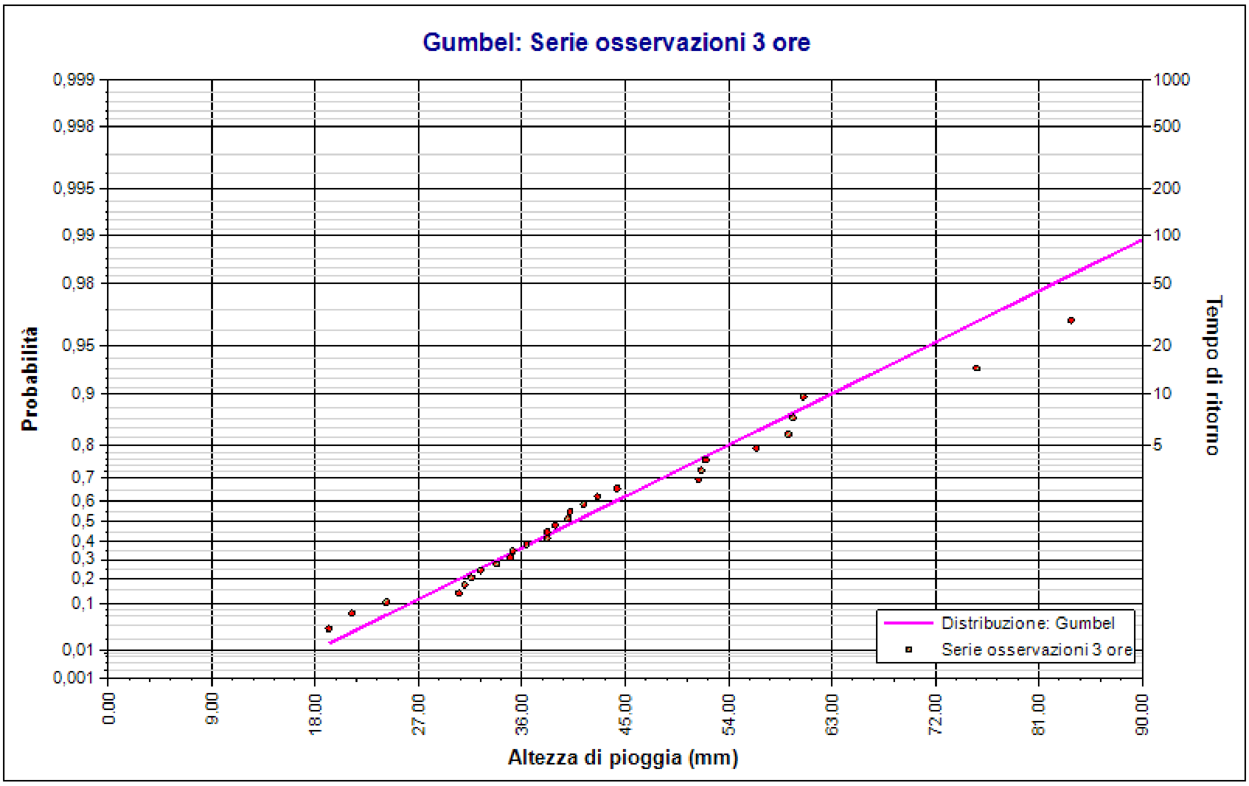
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}117\left(x-26{,}399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}084\left(x-36{,}187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}071\left(x-42{,}675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}062\left(x-49{,}811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}052\left(x-60{,}310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

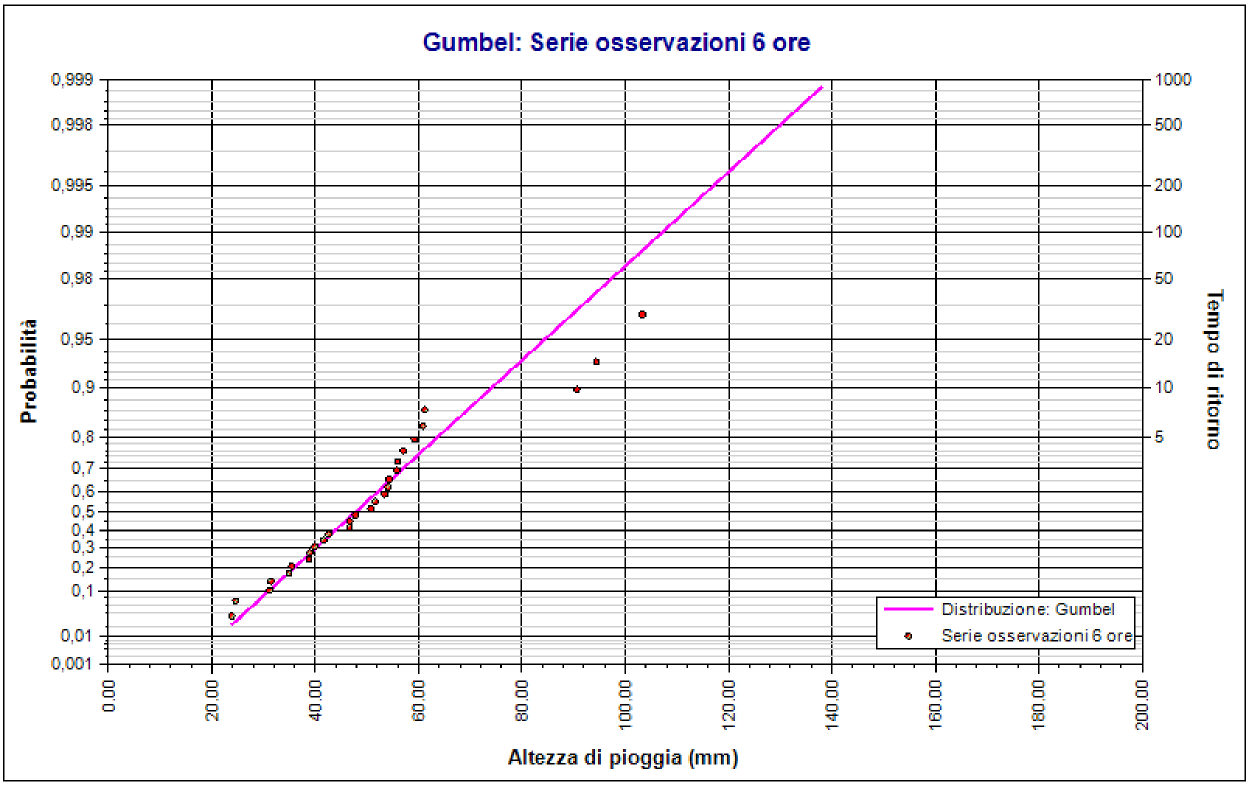
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



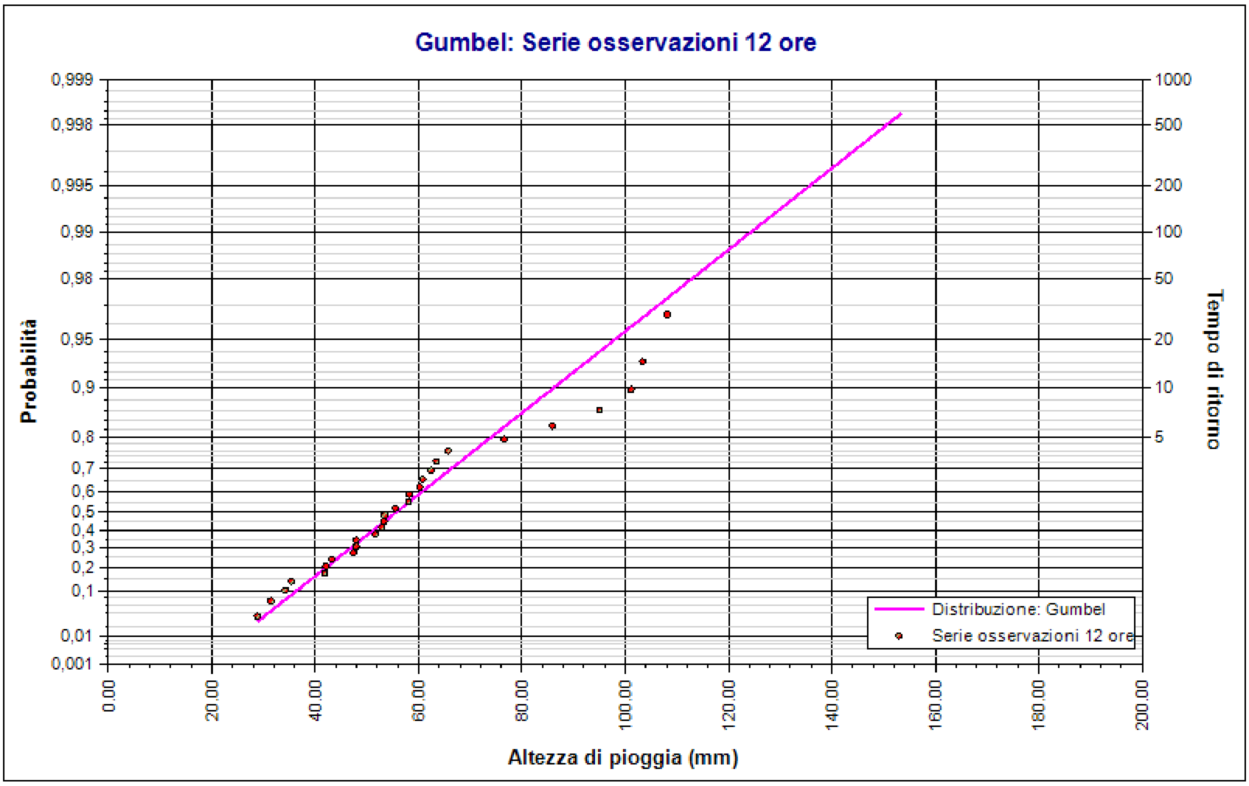
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



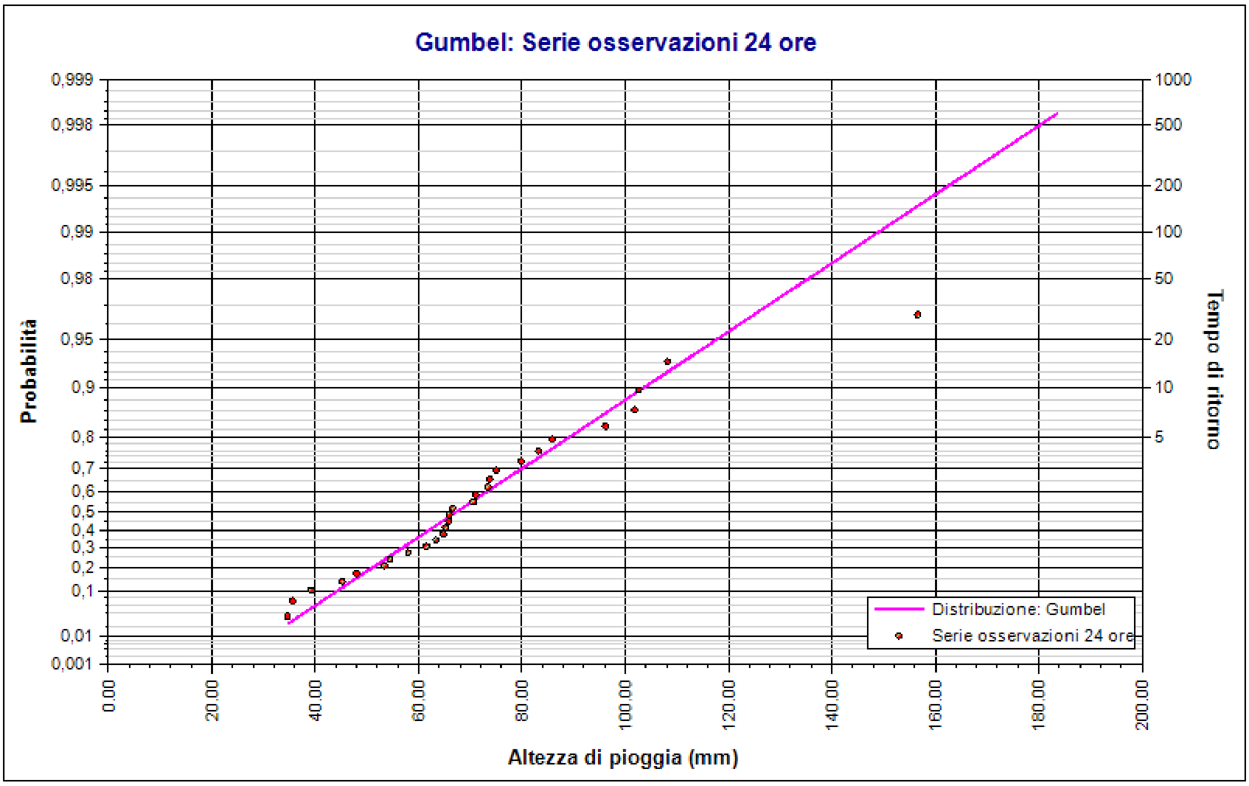
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

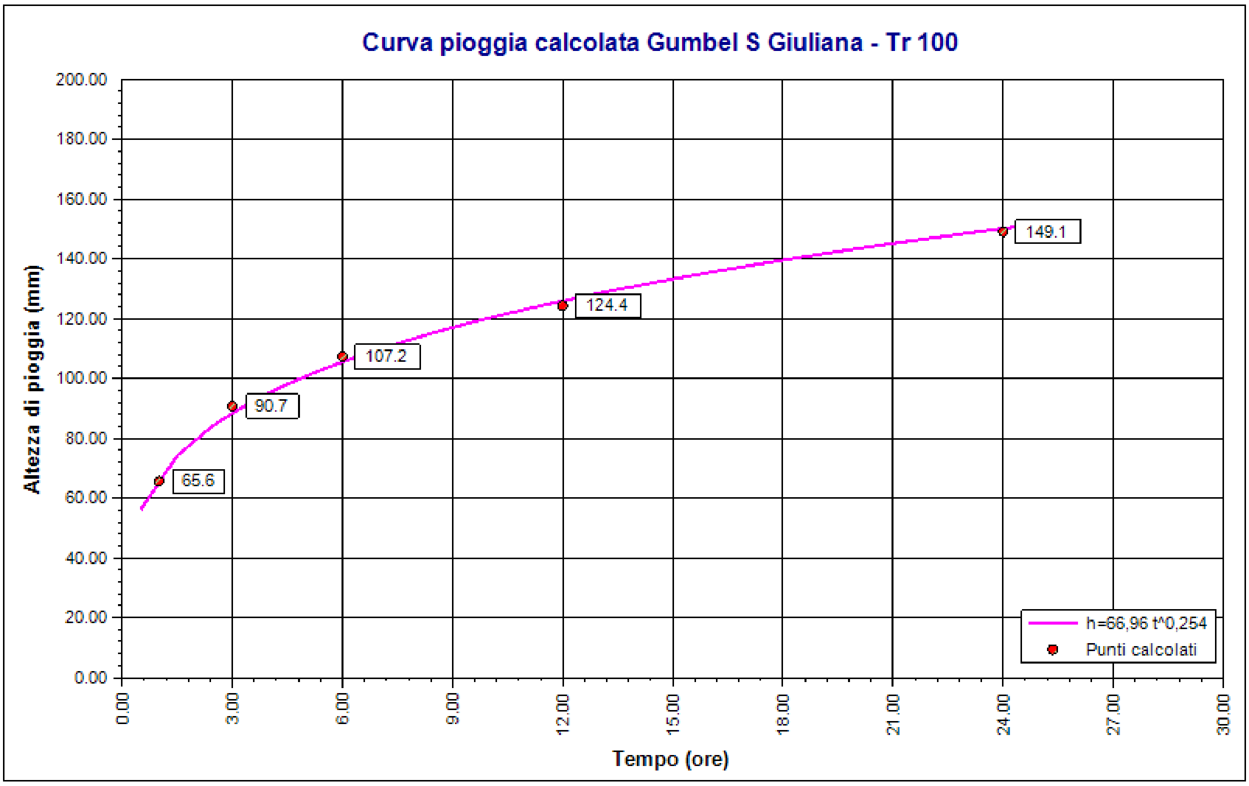
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	65.629
2	3.000	180	90.734
3	6.000	360	107.243
4	12.000	720	124.361
5	24.000	1440	149.063

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
66.96	0.25	1.00	$h(t) = 67{,}0\, t^{0{,}254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	66.964		9	117.047		17	137.581
2	79.863		10	120.224		18	139.595
3	88.532		11	123.172		19	141.526
4	95.248		12	125.926		20	143.383
5	100.806		13	128.514		21	145.172
6	105.587		14	130.957		22	146.899
7	109.805		15	133.274		23	148.568
8	113.596		16	135.478		24	150.183



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

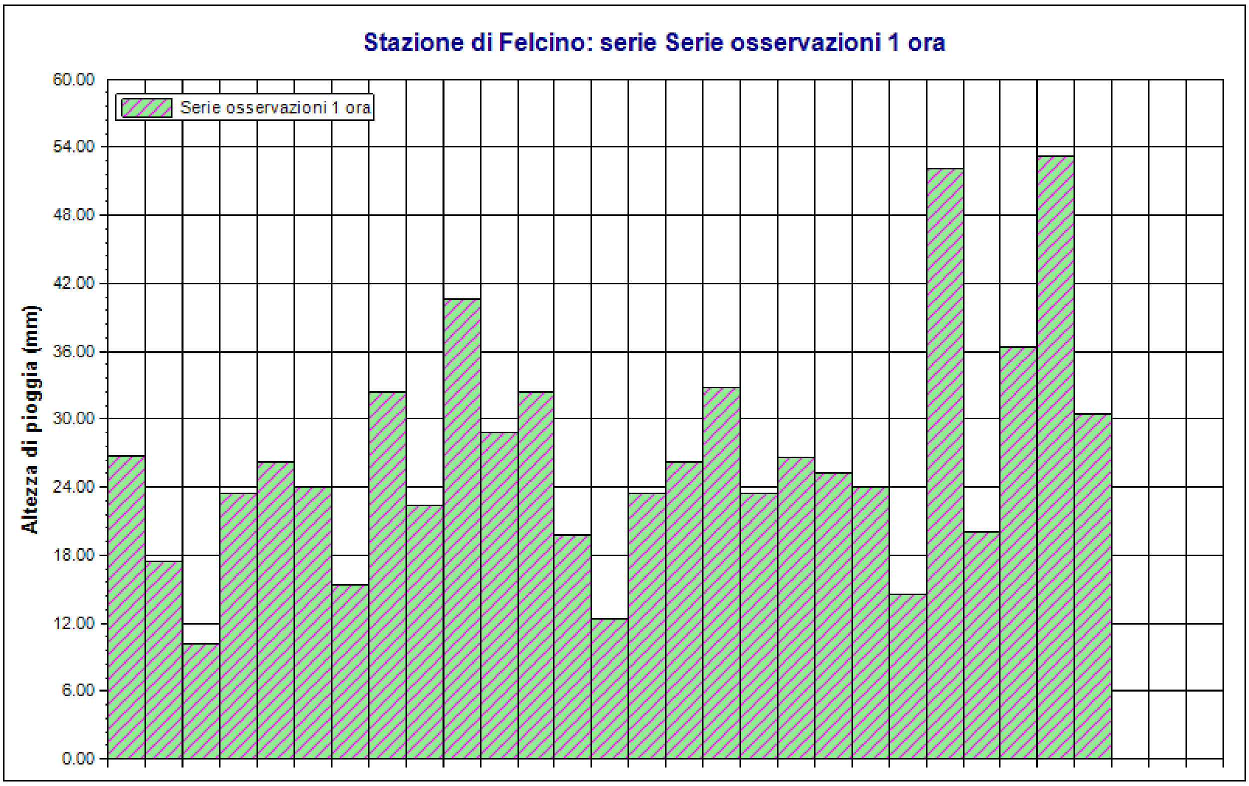
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

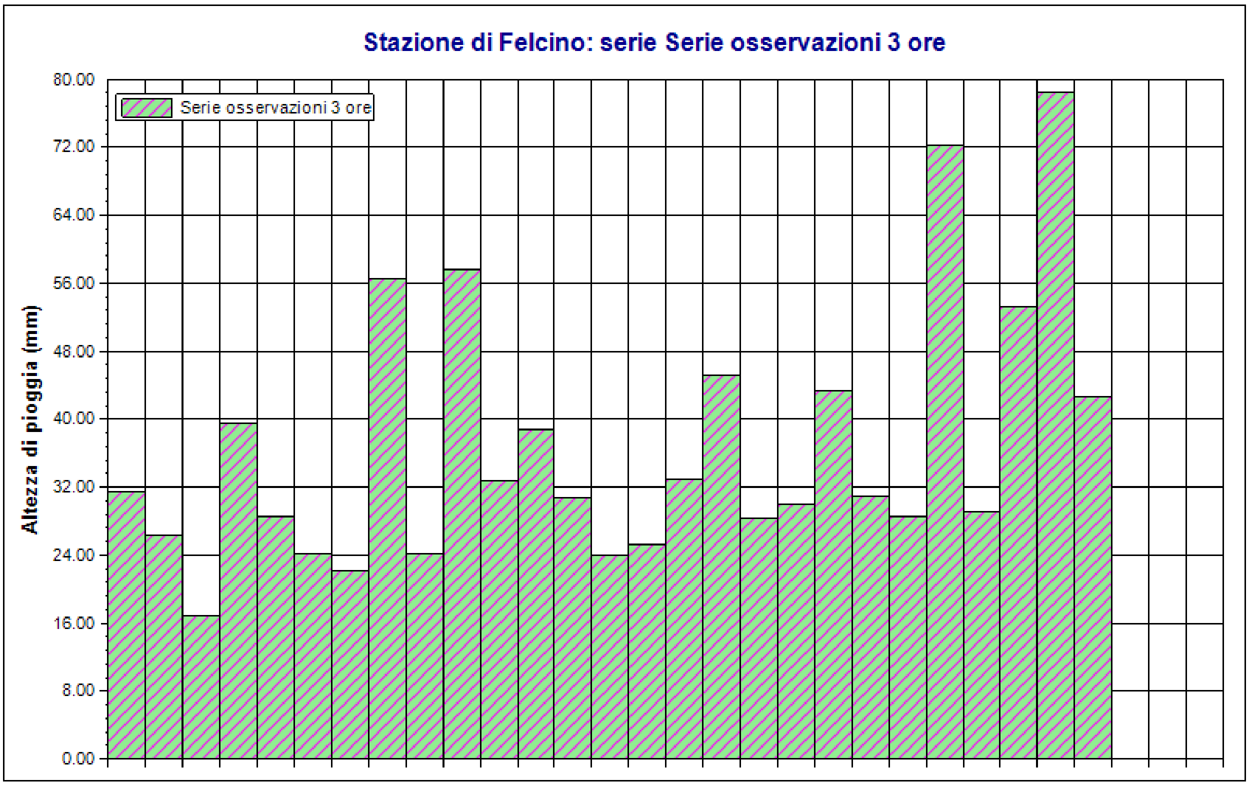
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

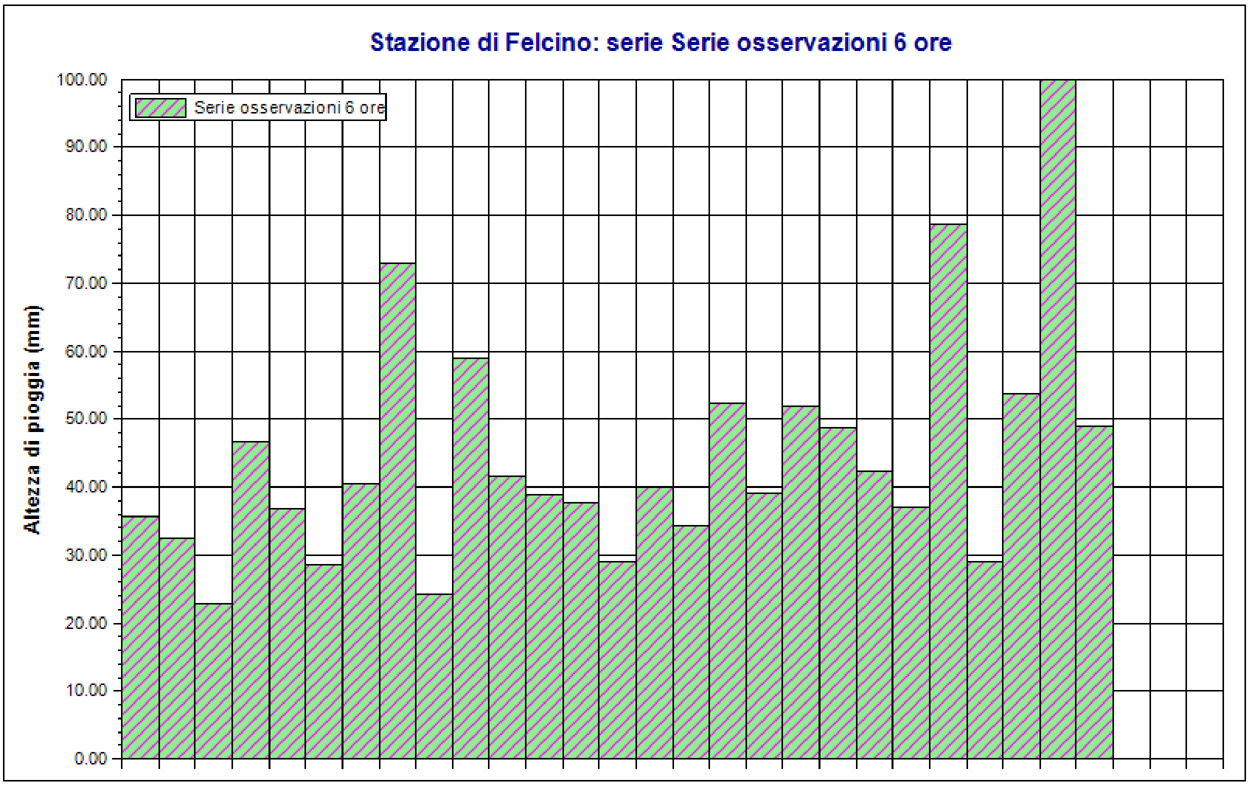
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



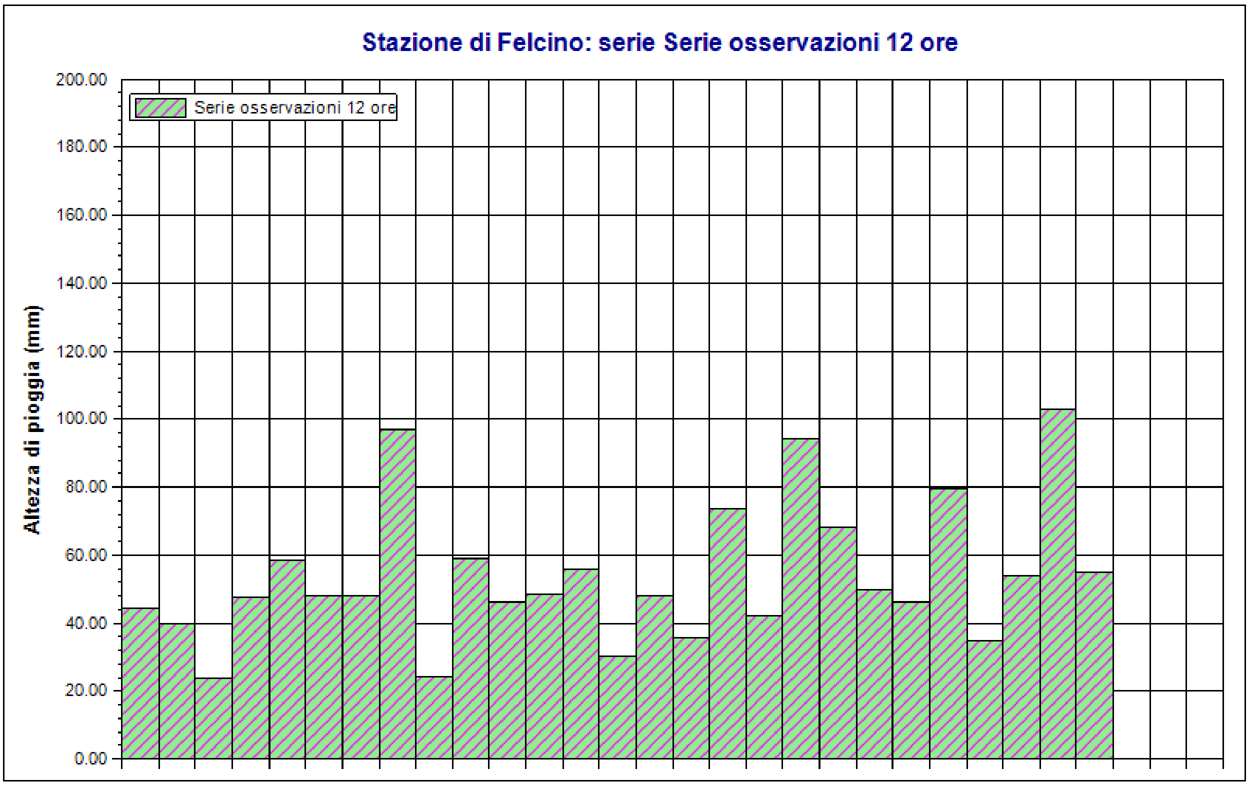
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



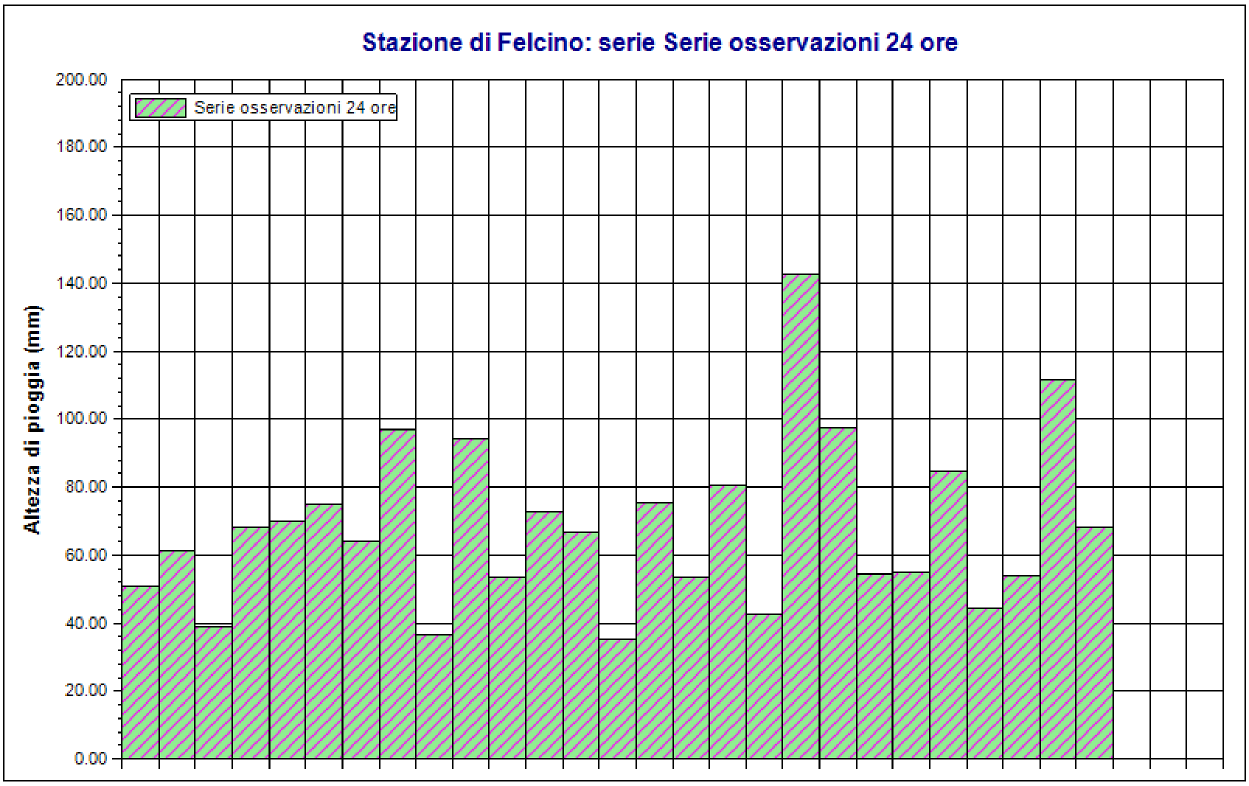
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

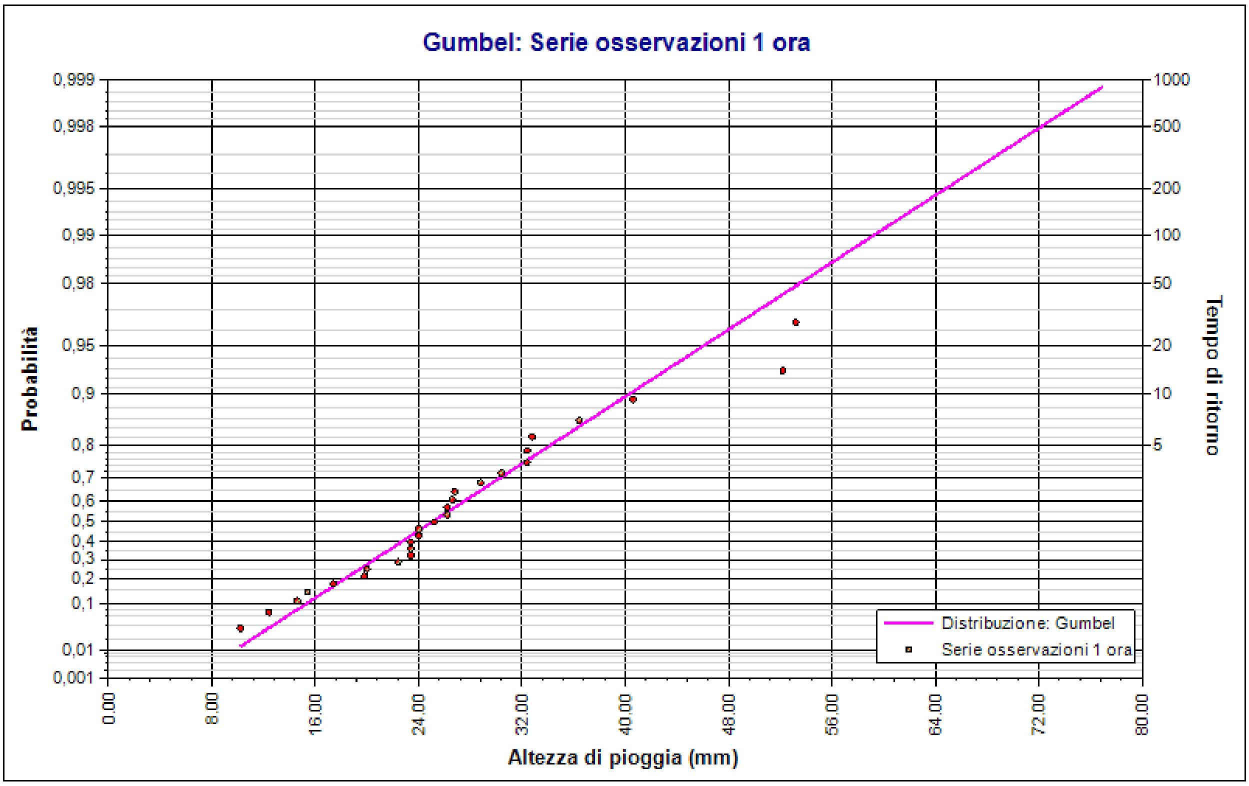
Parametro	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

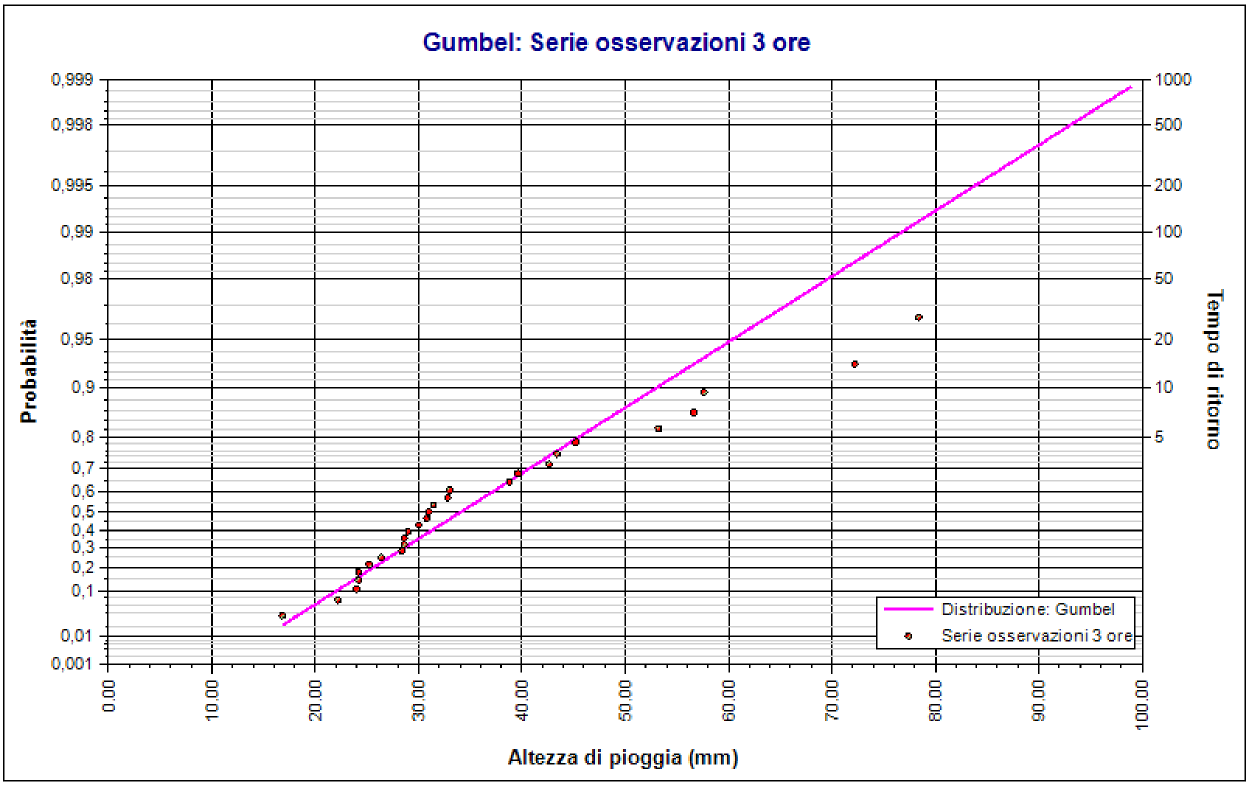
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}124\left(x-22{,}103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}099\left(x-30{,}422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}087\left(x-37{,}409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}064\left(x-44{,}797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}055\left(x-57{,}579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

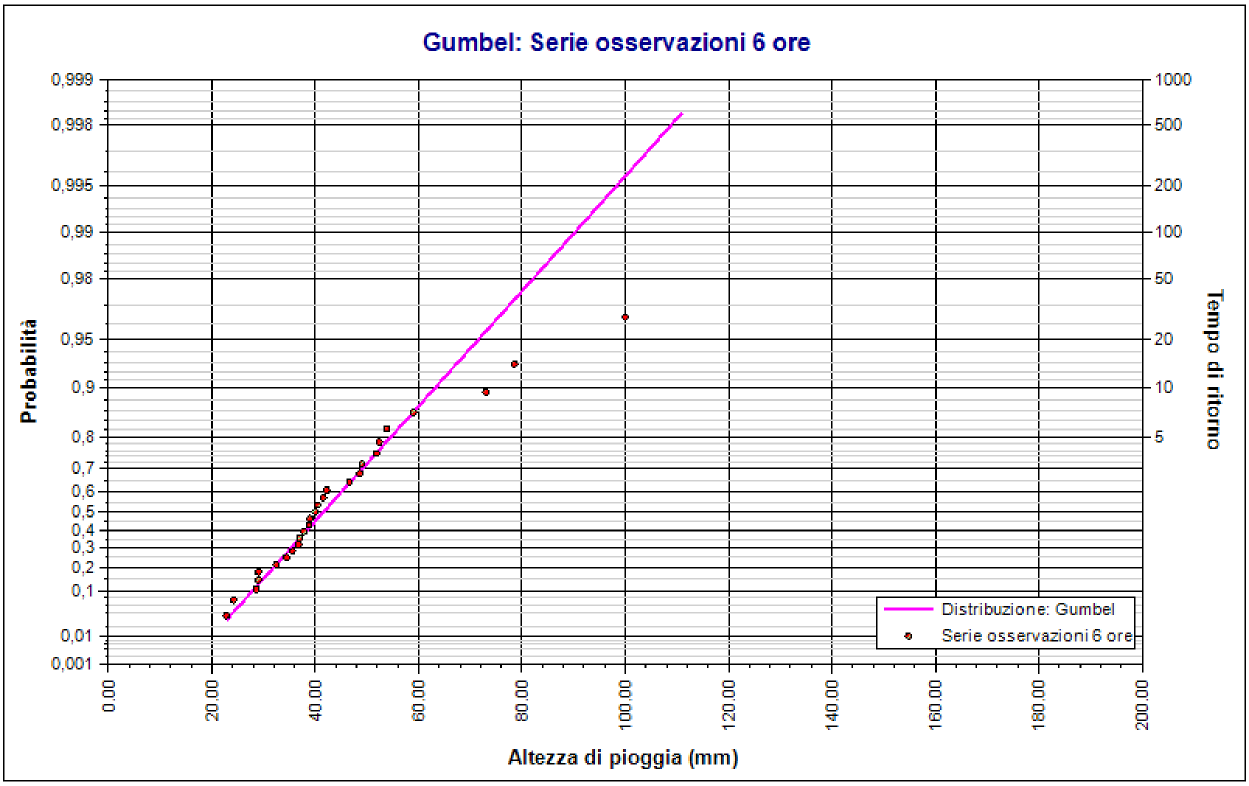
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



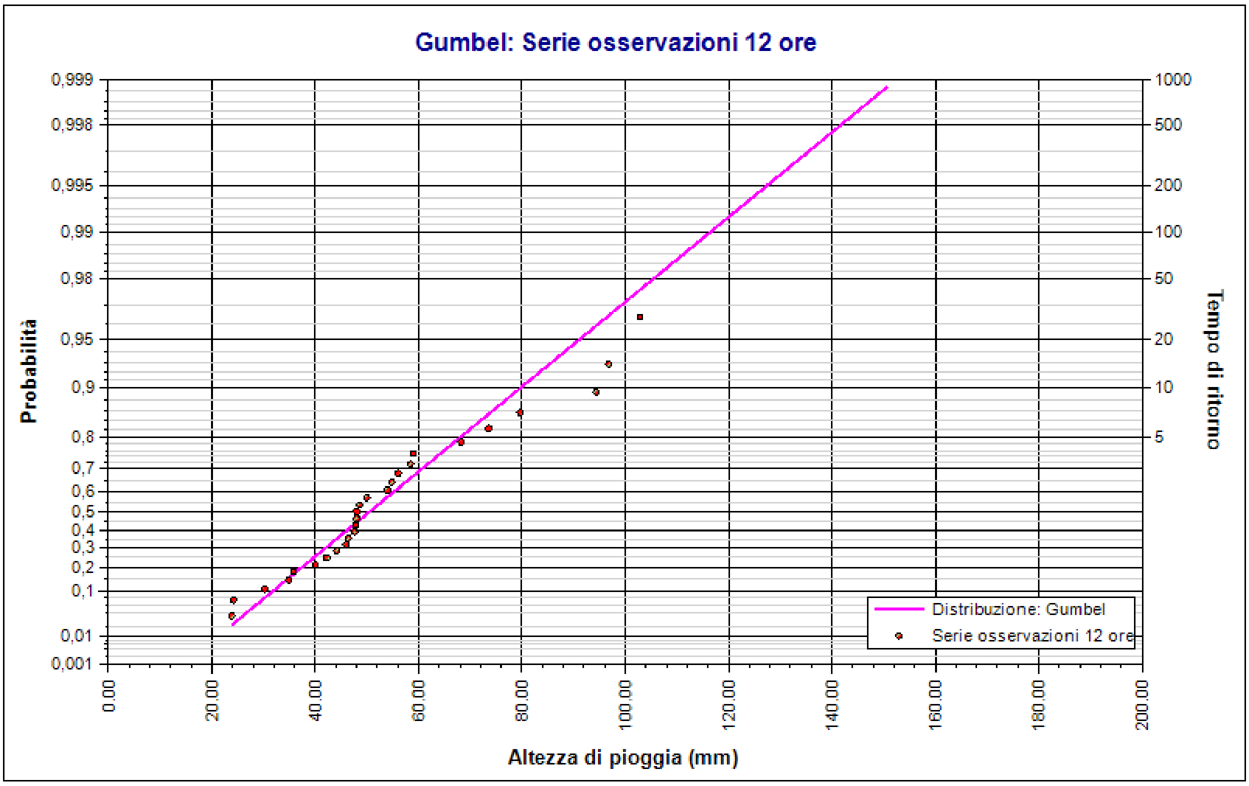
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



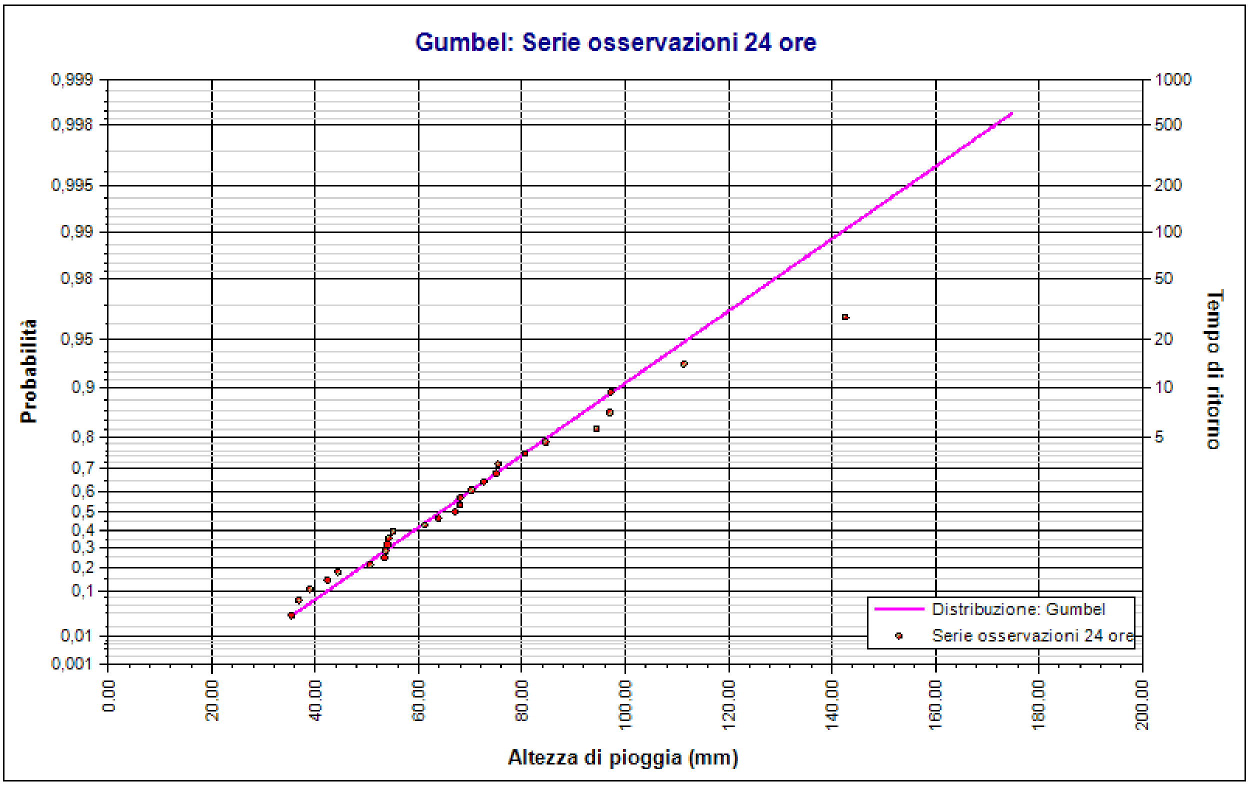
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

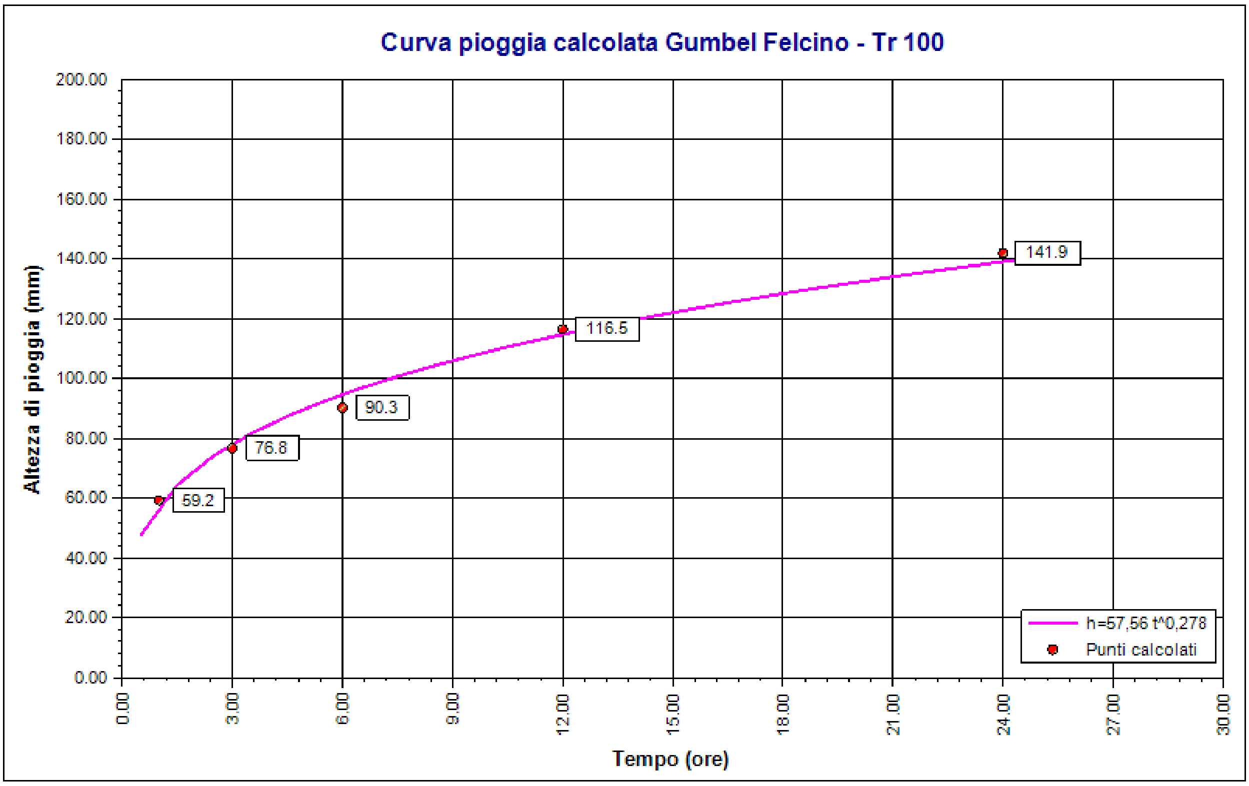
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	59.212
2	3.000	180	76.776
3	6.000	360	90.289
4	12.000	720	116.494
5	24.000	1440	141.917

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
57.56	0.28	1.00	$h(t) = 57{,}6\, t^{0{,}278}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	57.563		9	105.917		17	126.362
2	69.773		10	109.059		18	128.383
3	78.083		11	111.983		19	130.323
4	84.572		12	114.720		20	132.192
5	89.975		13	117.296		21	133.994
6	94.645		14	119.734		22	135.735
7	98.781		15	122.048		23	137.420
8	102.511		16	124.254		24	139.052



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778

Bacino: Media valle del Tevere

Comune: Perugia

Quota: 193.0 m s.l.m.

Latitudine:

Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5

Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Minima dimensione serie: 20

Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

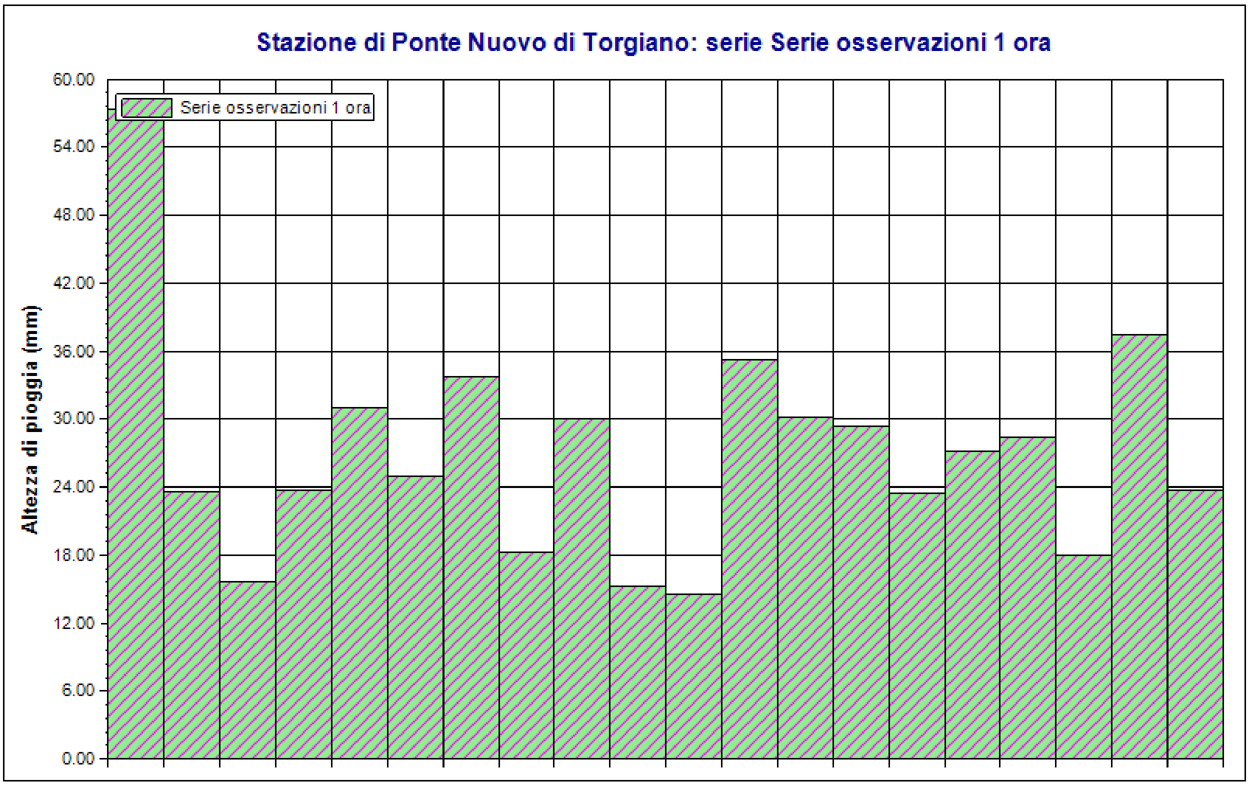
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

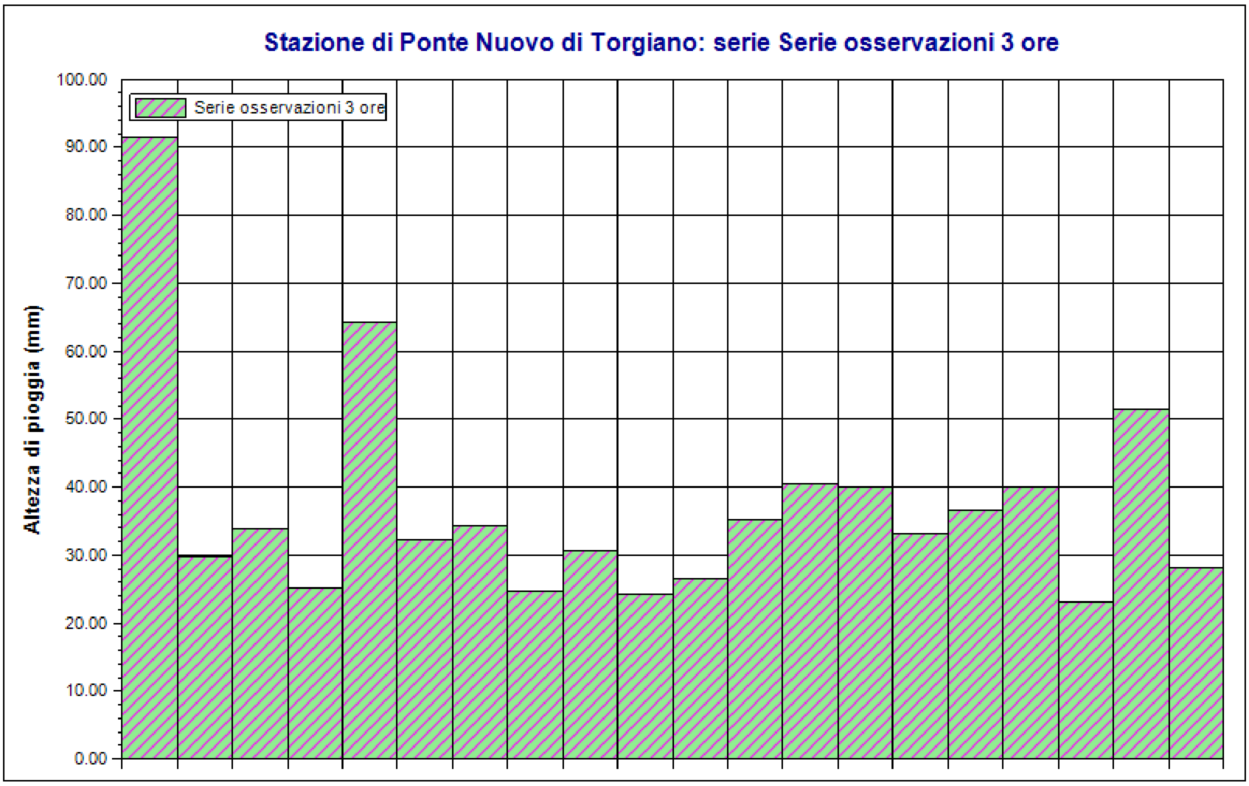
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

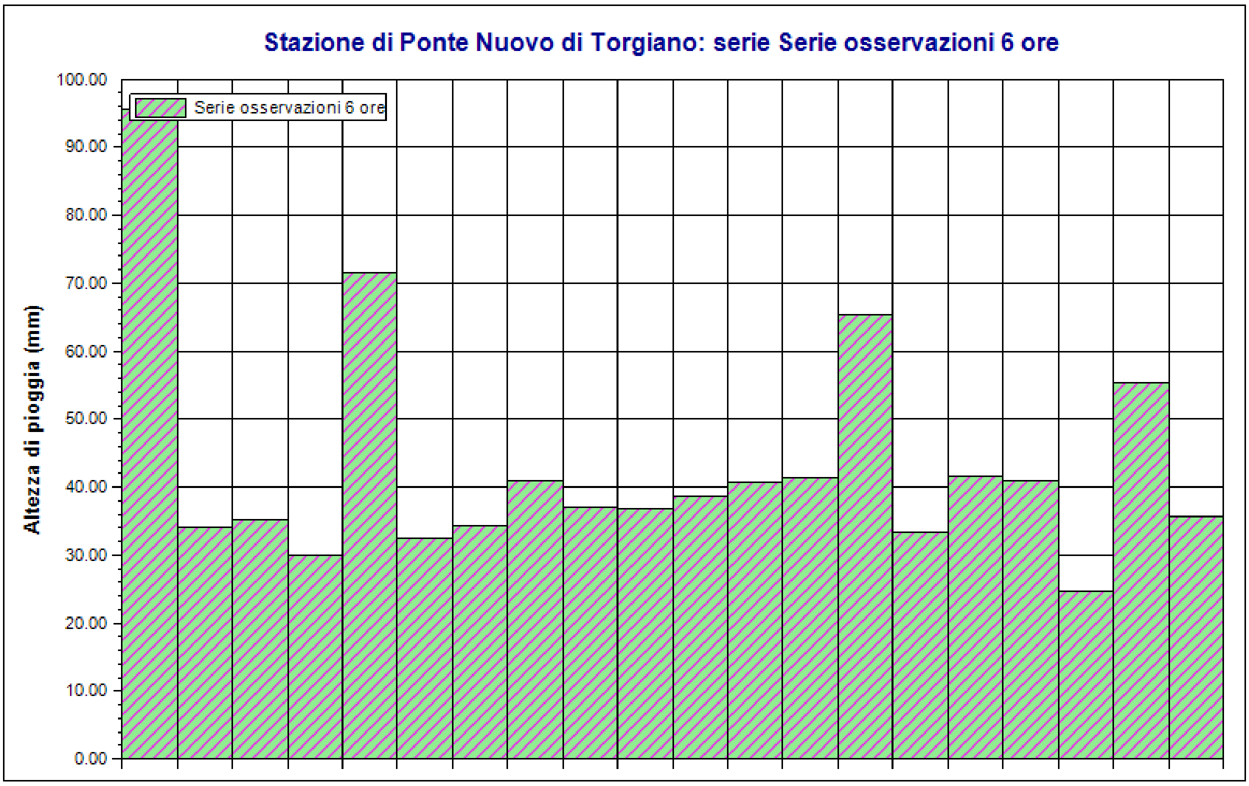
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



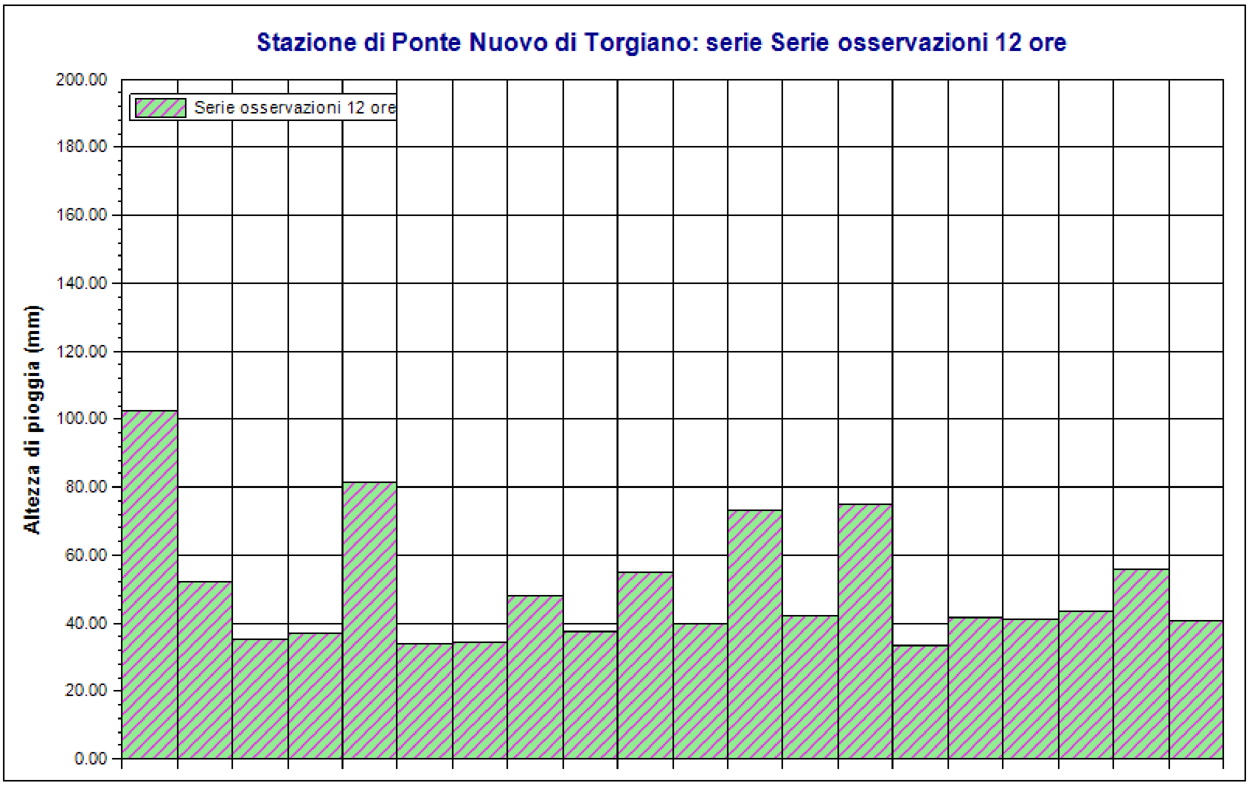
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



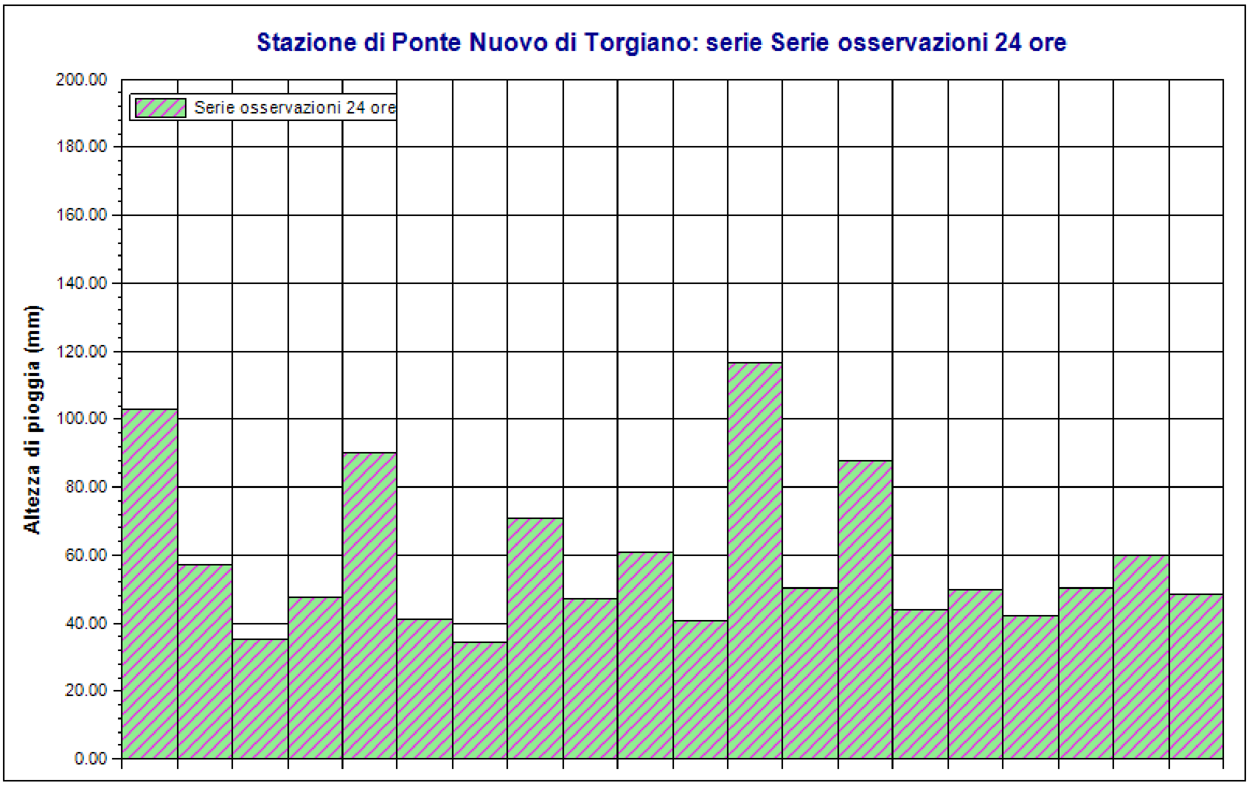
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x)=e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

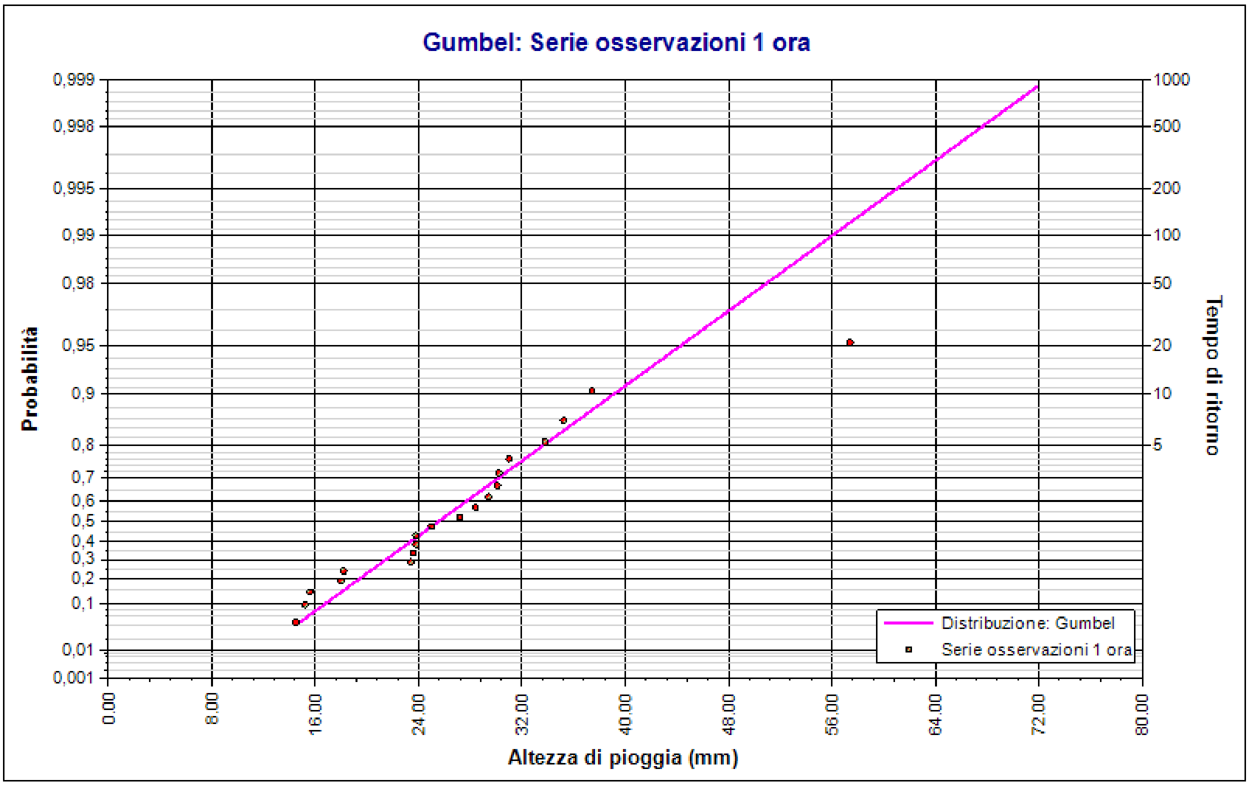
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

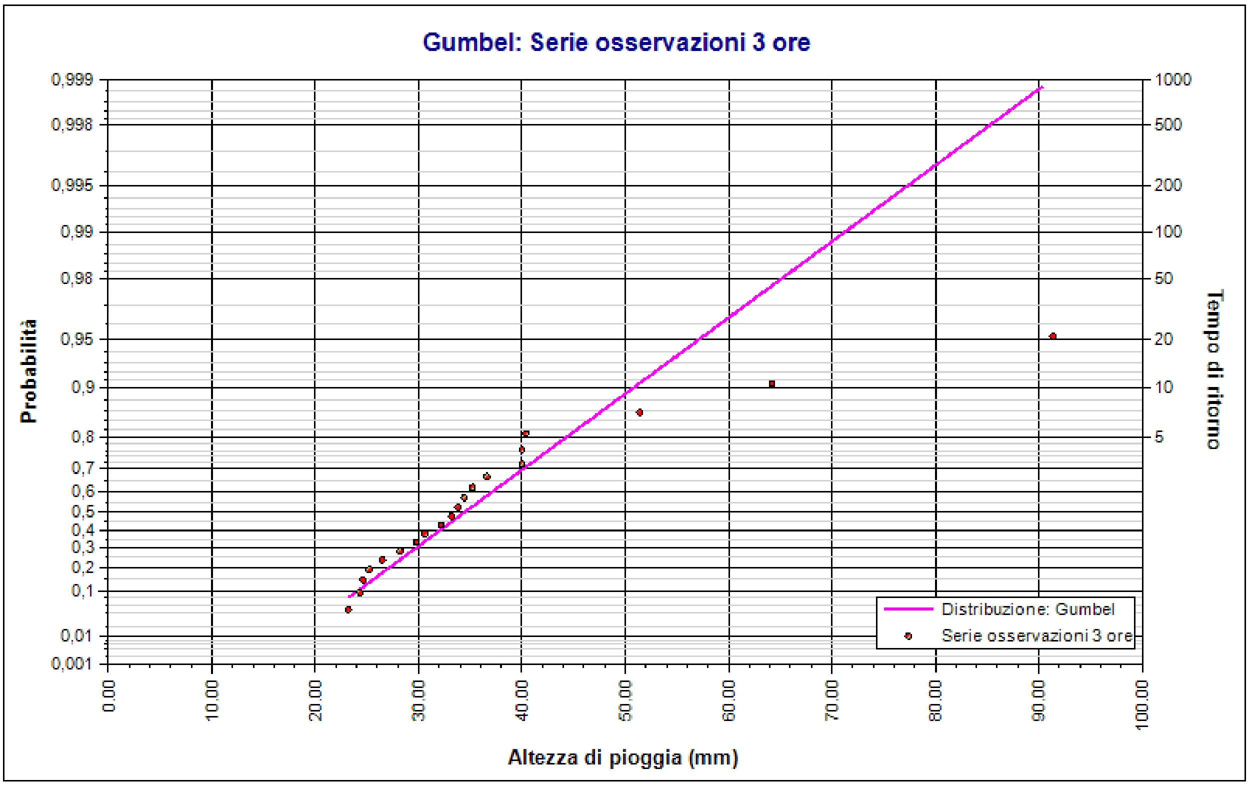
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x - 22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x - 31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x - 36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x - 42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x - 49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

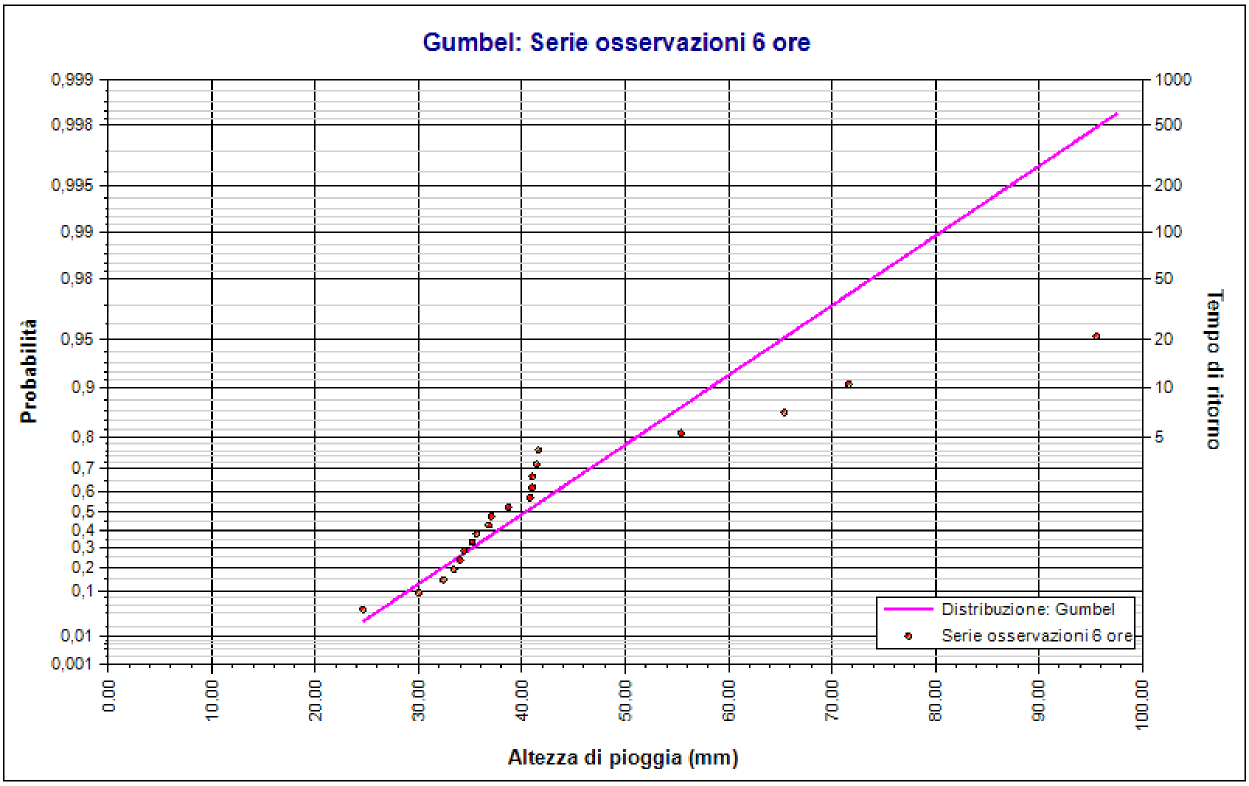
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



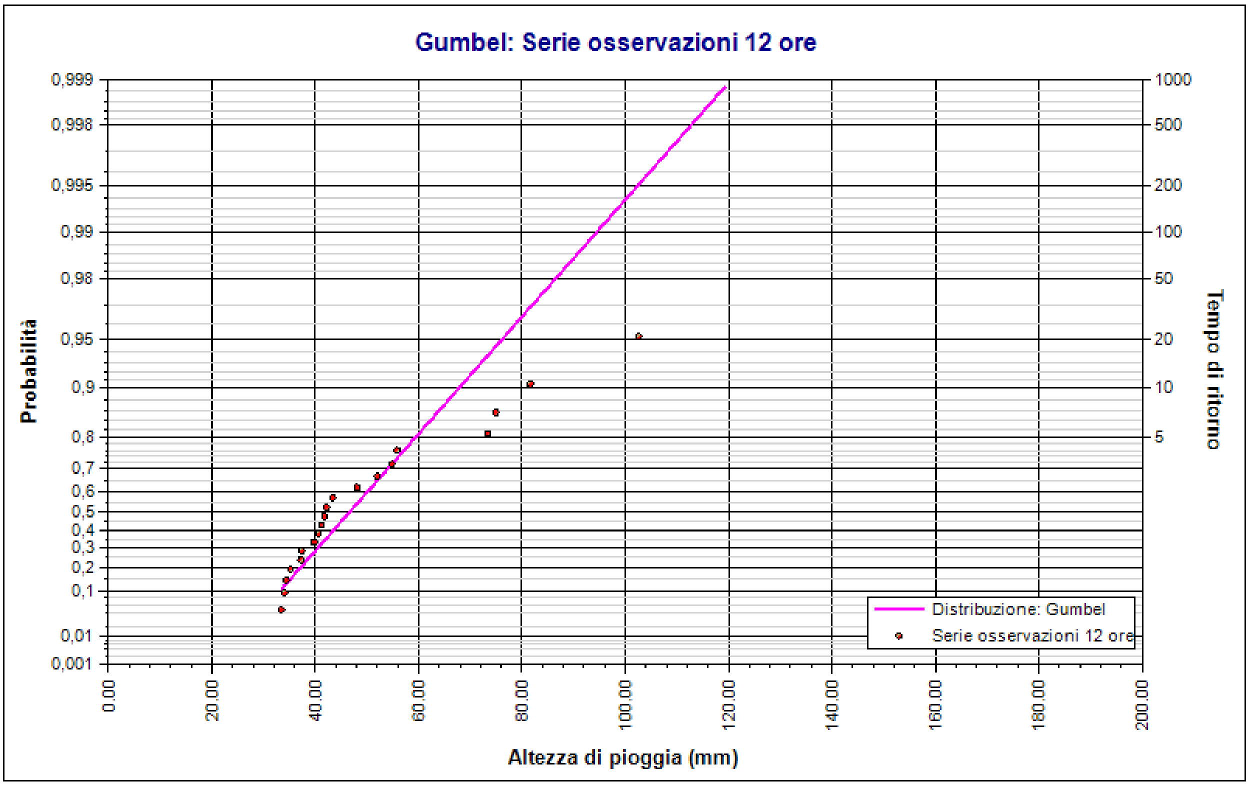
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



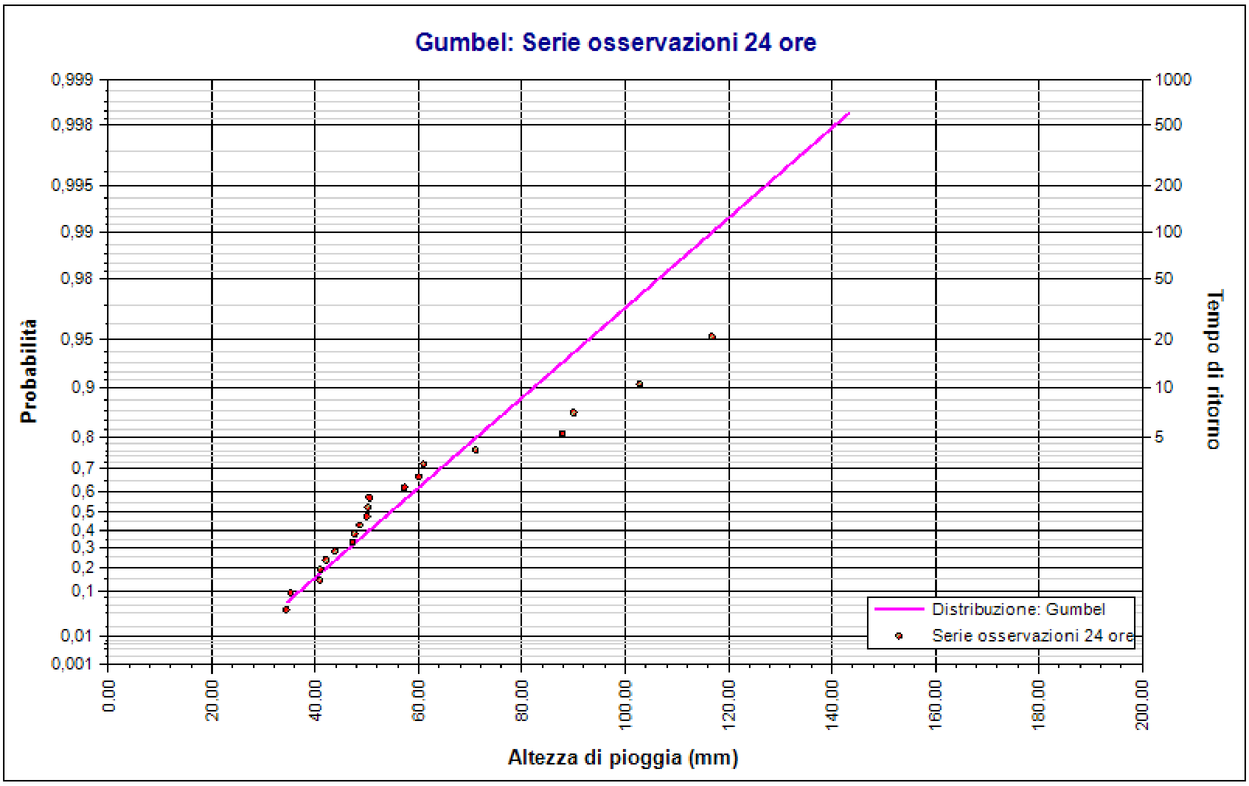
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

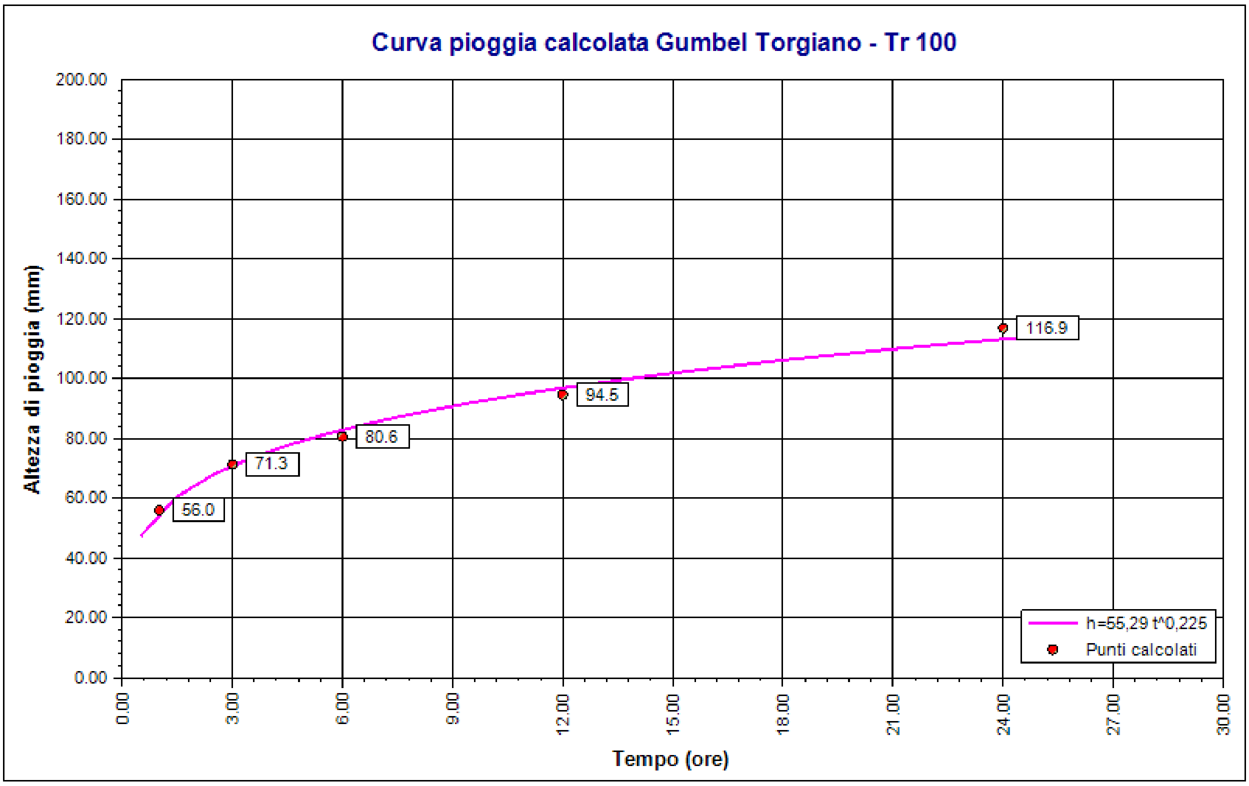
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	56.027
2	3.000	180	71.259
3	6.000	360	80.573
4	12.000	720	94.499
5	24.000	1440	116.890

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
55.29	0.23	1.00	$h(t) = 55,3\, t^{0,225}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	55.290	9	90.732	17	104.719
2	64.641	10	92.913	18	106.077
3	70.828	11	94.930	19	107.377
4	75.573	12	96.811	20	108.626
5	79.472	13	98.574	21	109.827
6	82.806	14	100.234	22	110.985
7	85.735	15	101.805	23	112.103
8	88.354	16	103.297	24	113.184



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100	Curva pioggia calcolata	20	66.96	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100	Curva pioggia calcolata	40	57.56	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100	Curva pioggia calcolata	40	55.29	0.23

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
58.52	0.25	$h(t) = 58{,}5\, t^{0.253}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	58.515		9	102.091		17	119.938
2	69.746		10	104.853		18	121.687
3	77.291		11	107.415		19	123.365
4	83.134		12	109.809		20	124.978
5	87.968		13	112.058		21	126.533
6	92.126		14	114.182		22	128.032
7	95.795		15	116.195		23	129.482
8	99.090		16	118.110		24	130.886

Combinazione Gumbel - Tr 100

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h

Dati Pluviogramma

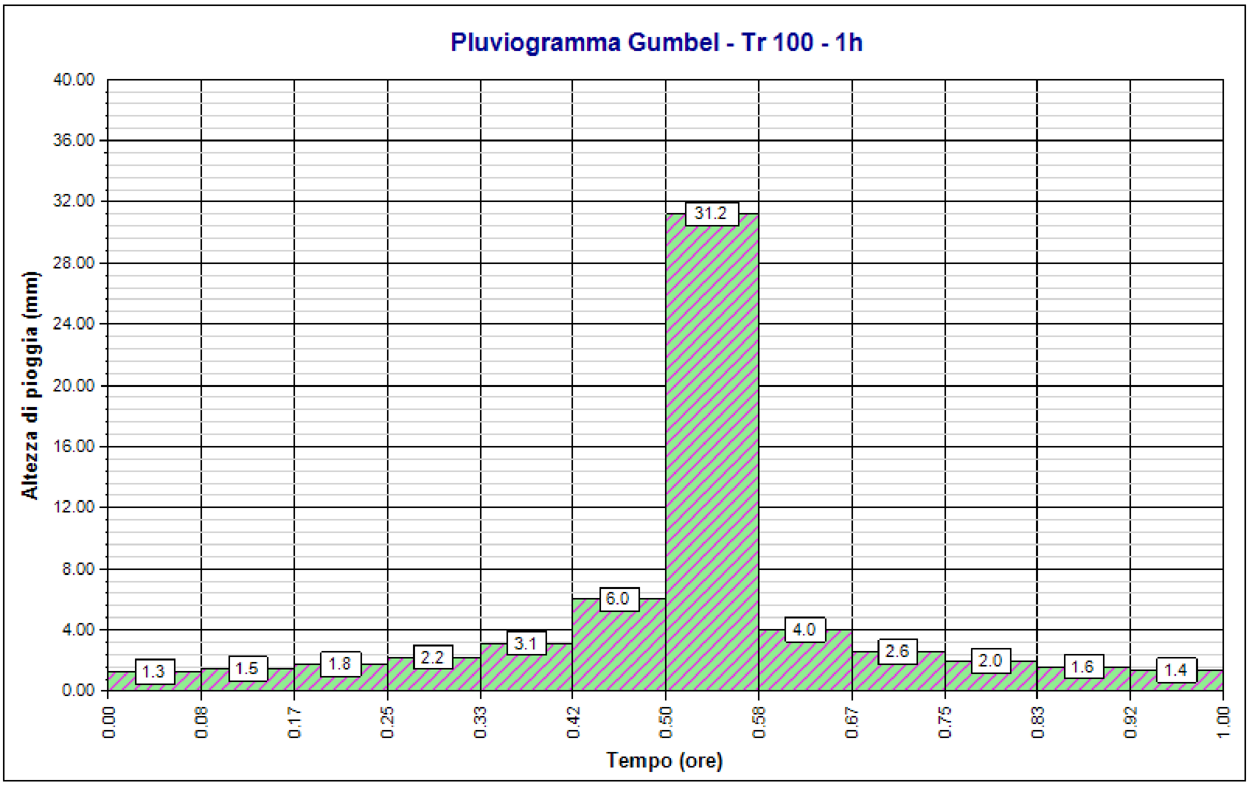
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 100
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 58.515 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
58.52	0.25	$h(t) = 58,5\, t^{0.253}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	1.276
2	0.083	0.167	5	10	1.472
3	0.167	0.250	10	15	1.756
4	0.250	0.333	15	20	2.216
5	0.333	0.417	20	25	3.113
6	0.417	0.500	25	30	5.985
7	0.500	0.583	30	35	31.182
8	0.583	0.667	35	40	4.020
9	0.667	0.750	40	45	2.576
10	0.750	0.833	45	50	1.955
11	0.833	0.917	50	55	1.599
12	0.917	1.000	55	60	1.365



Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino D Gumbel - Tr 100 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;

b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)

P è la precipitazione fino all'istante t (mm)

S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

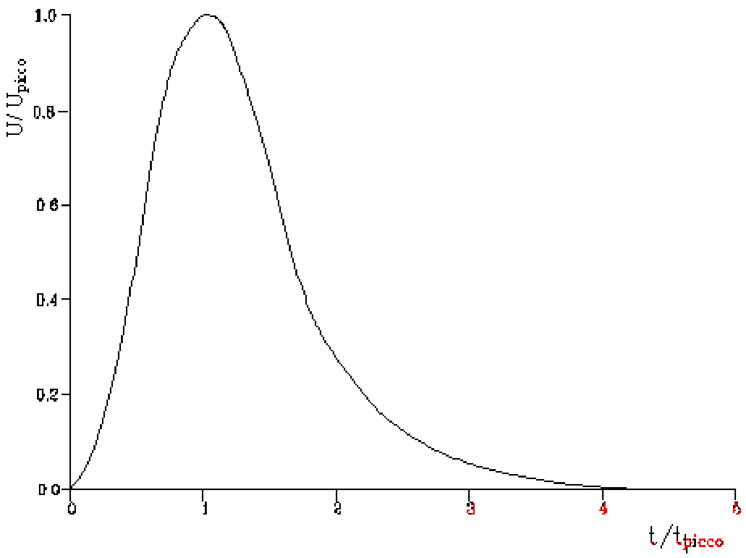
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084\frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j)P(i-j+1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

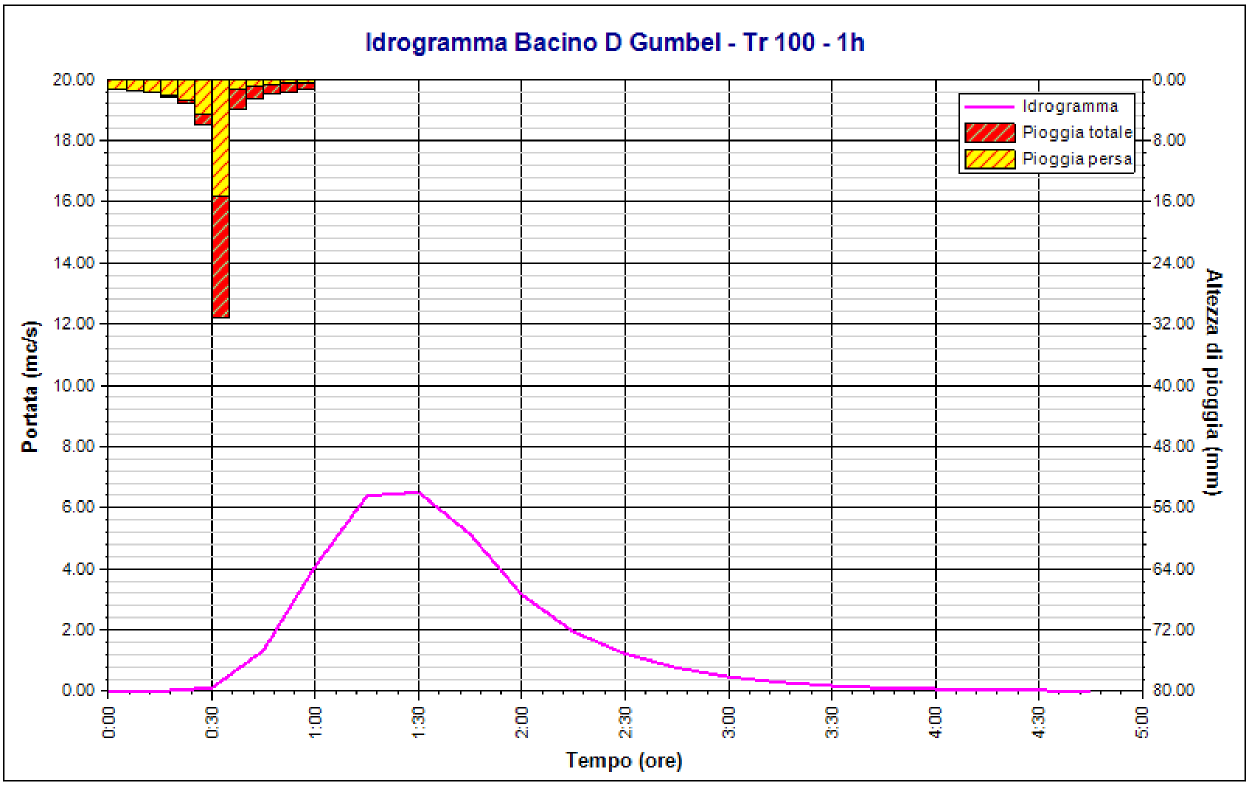
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h
Superficie del bacino: 1.1 kmq
Tlag: 0.738 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 80.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	4.503	4.469	0.035	0.0
2	0.250	15	11.314	9.196	2.118	0.0
3	0.500	30	37.778	17.494	20.284	0.1
4	0.750	45	4.919	1.461	3.459	1.3
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	4.1
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	6.4
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	6.5
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	5.1
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	3.1
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	1.9
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	1.2
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.8
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.5
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.3
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.2
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.1
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.1
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0
19	4.500	270	0.000	0.000	0.000	0.0
20	4.750	285	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	6.5	mc/s
Istante picco	1.500	ore
Istante picco	90.0	minuti
Durata totale evento	4.750	ore
Volume afflusso	64	mc x 1000
Volume deflusso	29	mc x 1000
Altezza afflusso	58.515	mm
Altezza deflusso	26.011	mm
Coeff. deflusso	0.44	-
Coeff. udometrico	5.91	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino D Gumbel - Tr 100 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

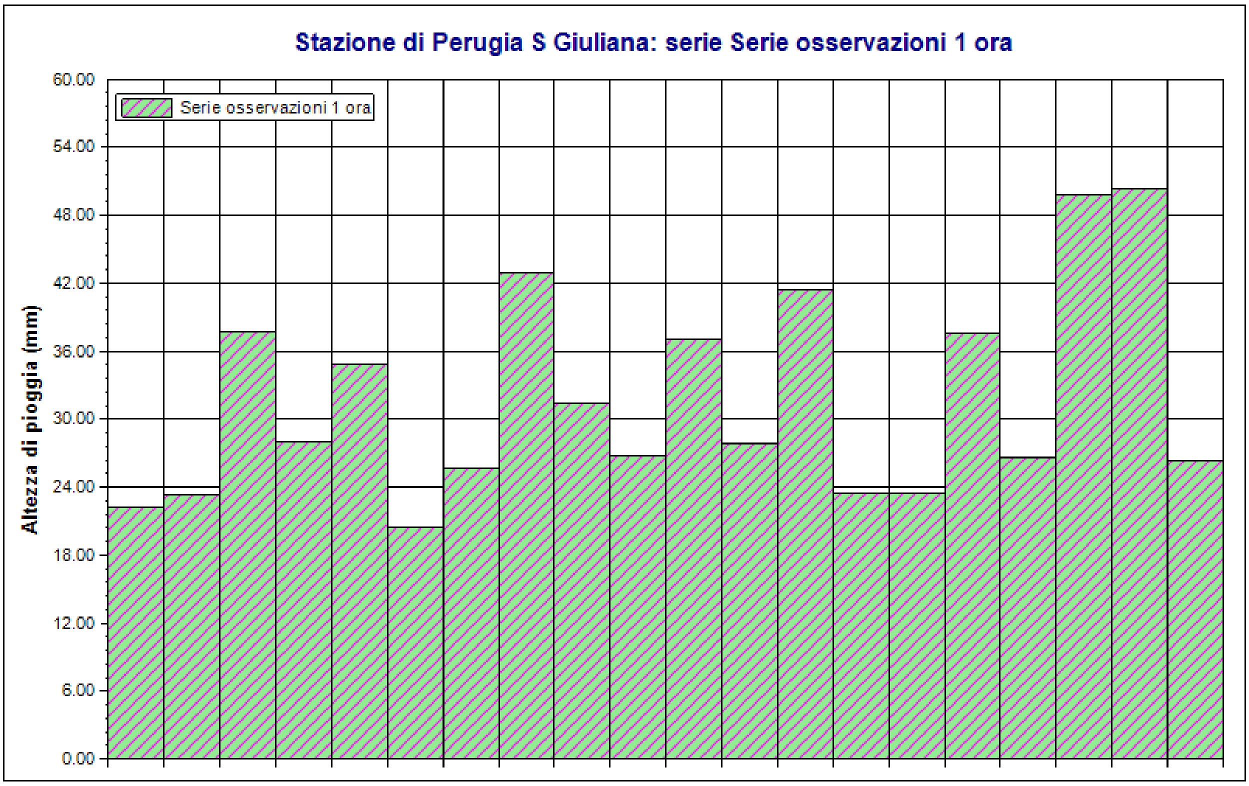
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

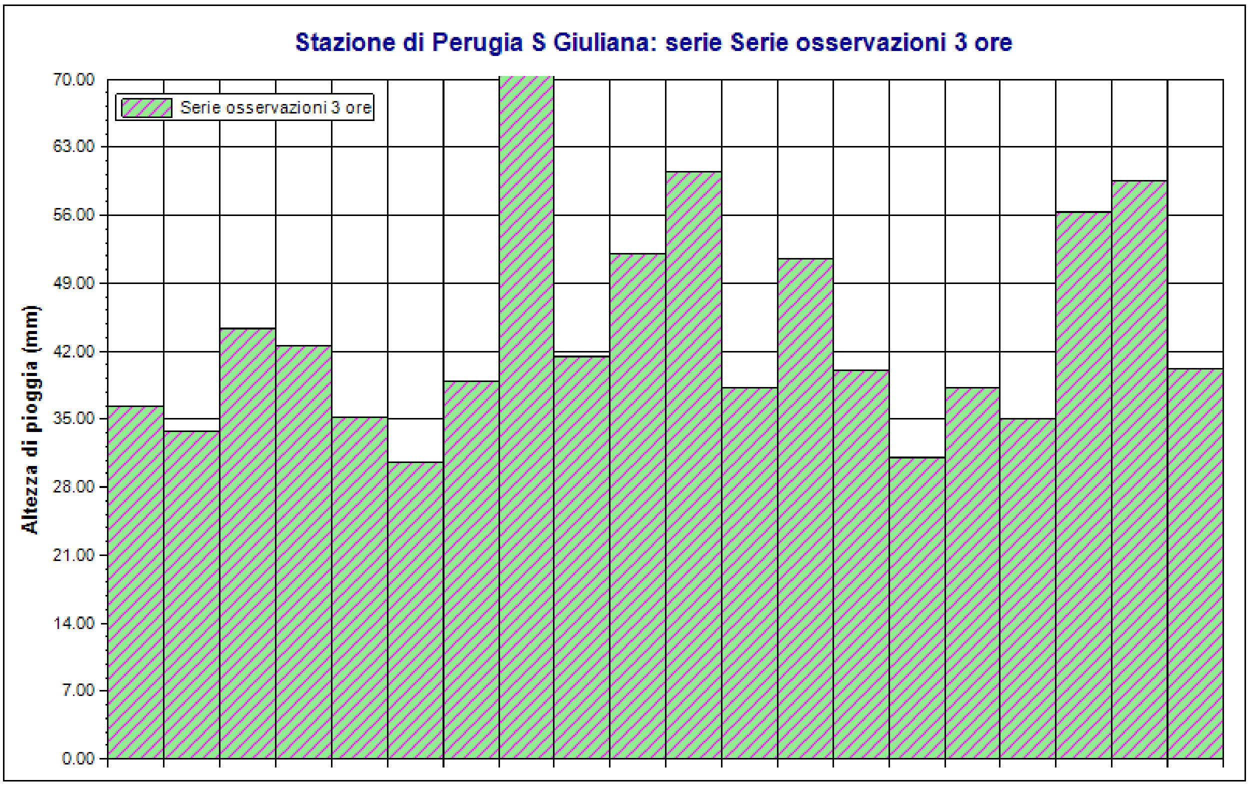
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

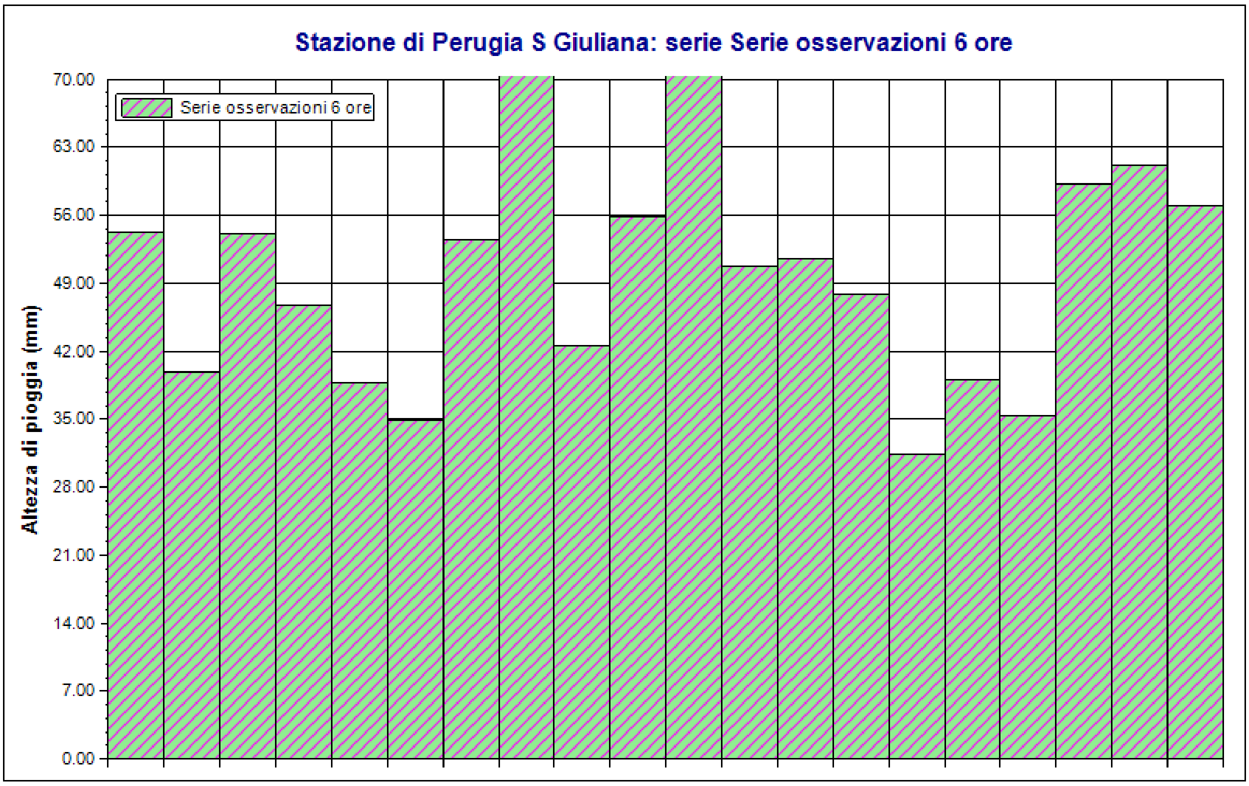
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



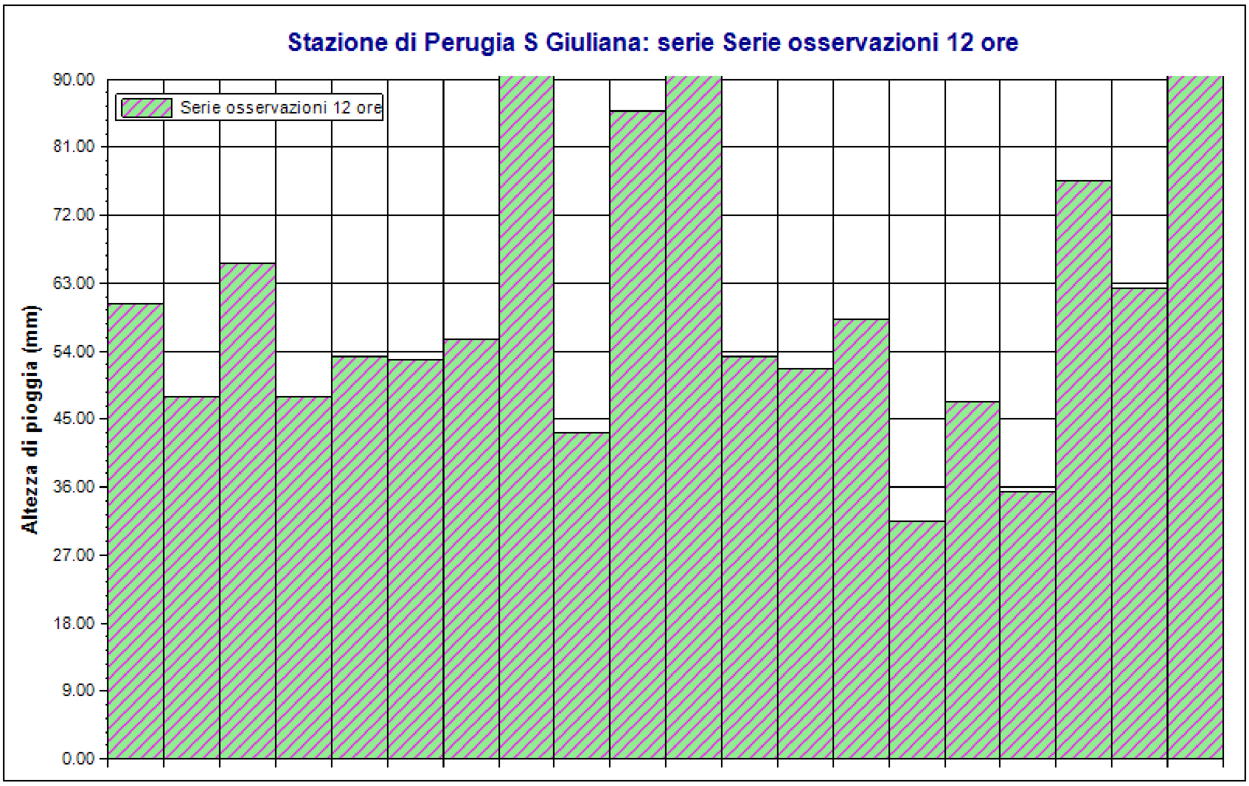
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



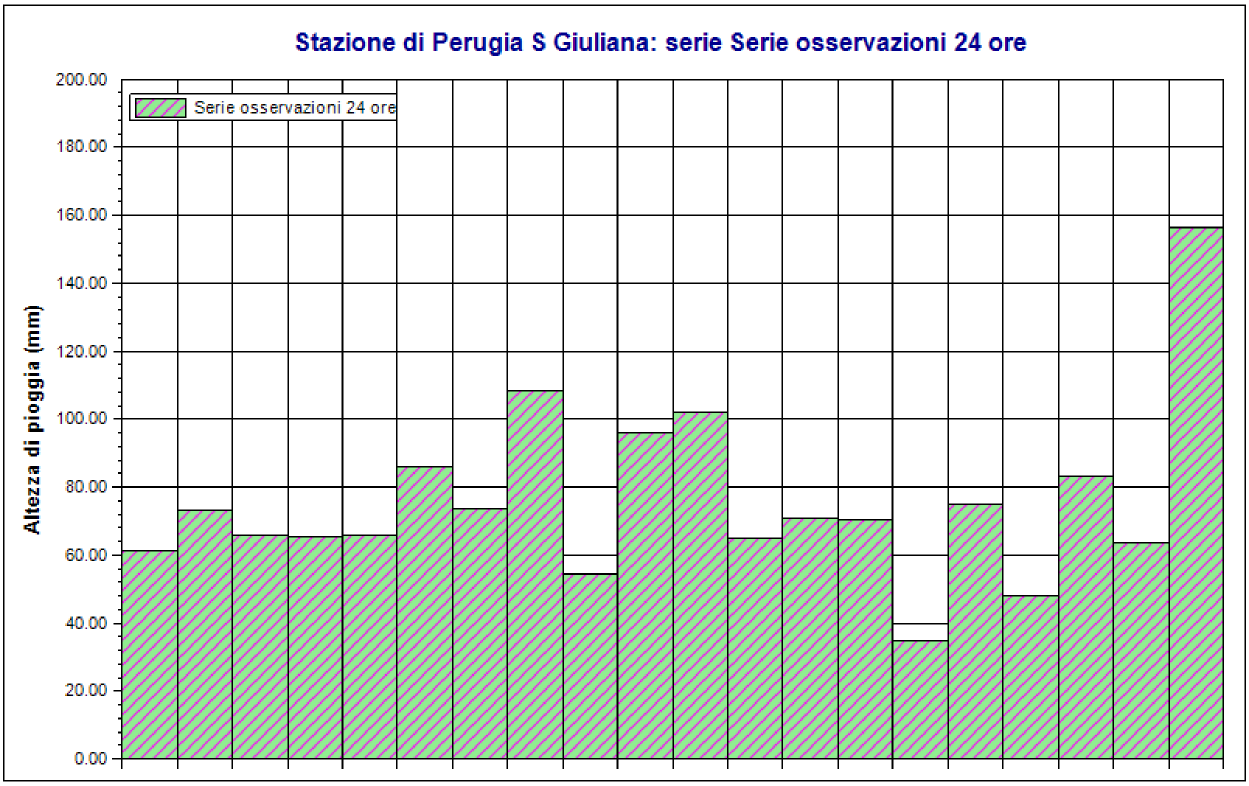
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di *k* (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di *z*, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per *k* tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della *x* dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

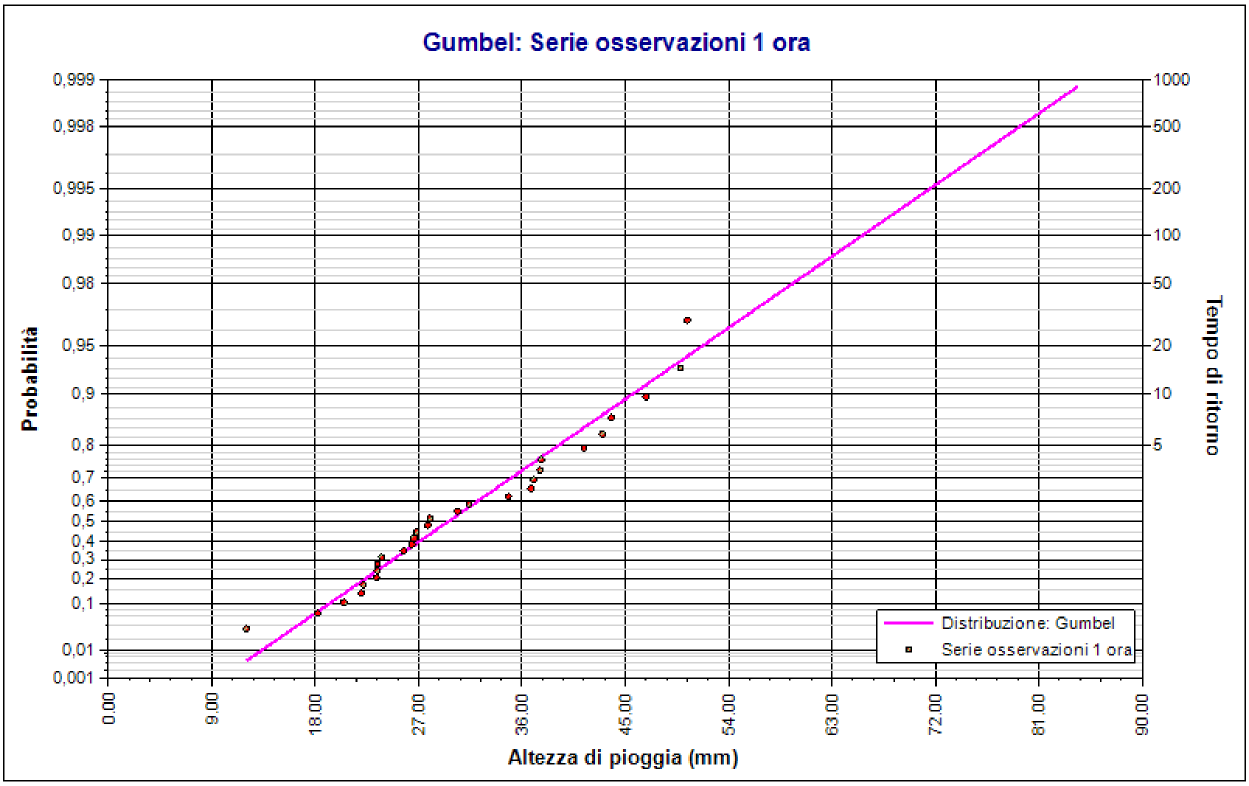
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

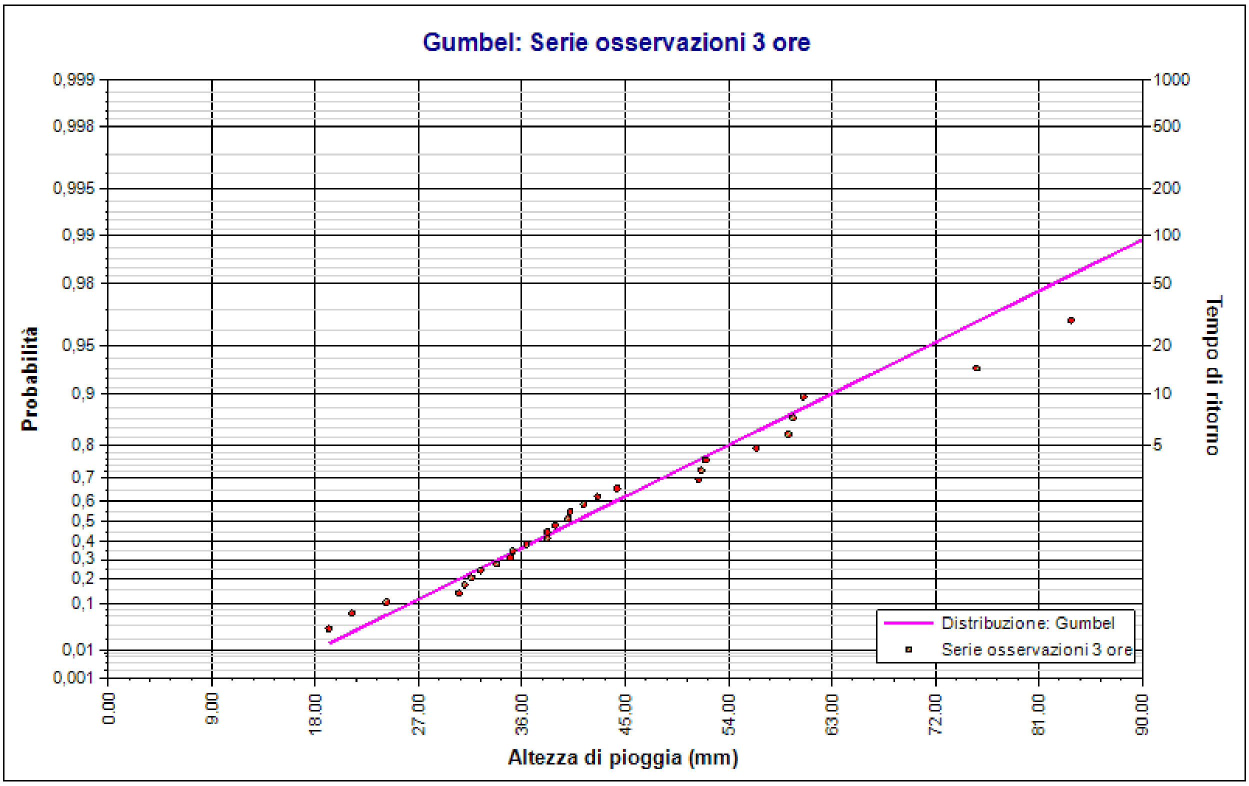
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}117\left(x-26{,}399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}084\left(x-36{,}187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}071\left(x-42{,}675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}062\left(x-49{,}811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}052\left(x-60{,}310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

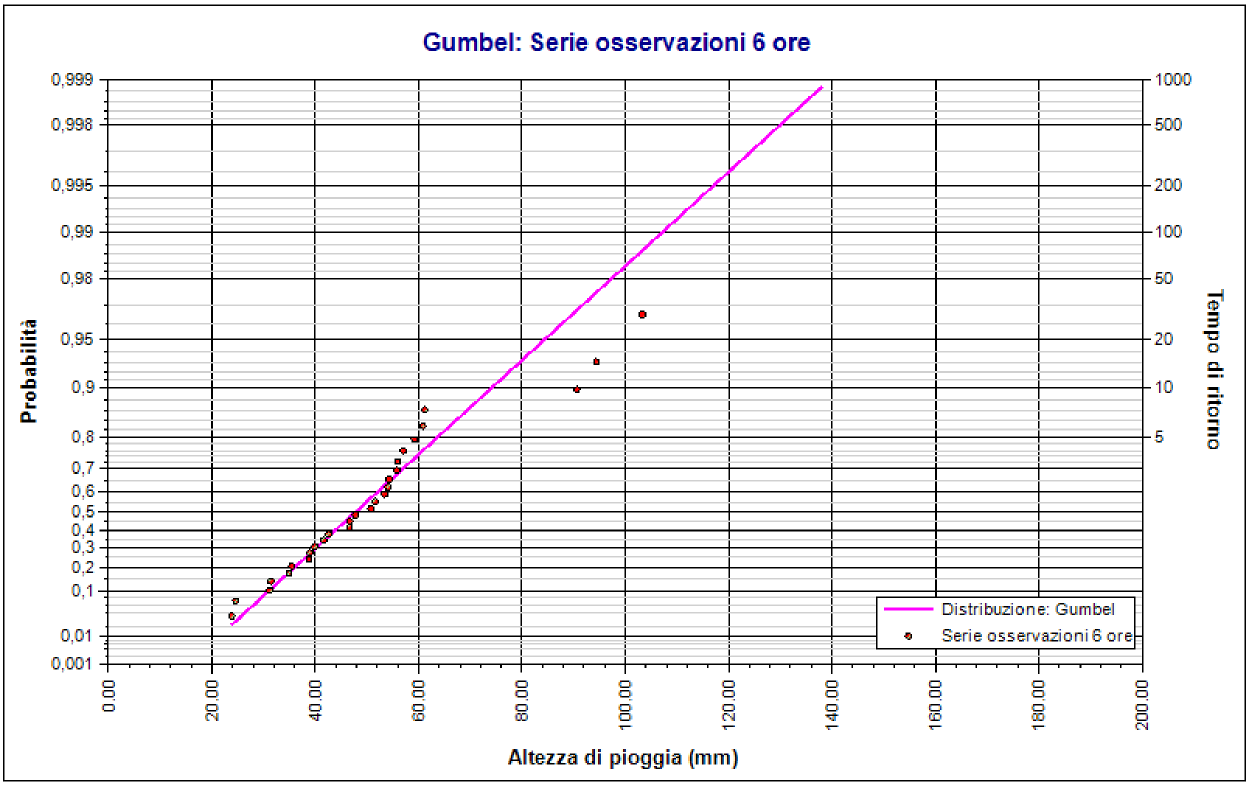
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



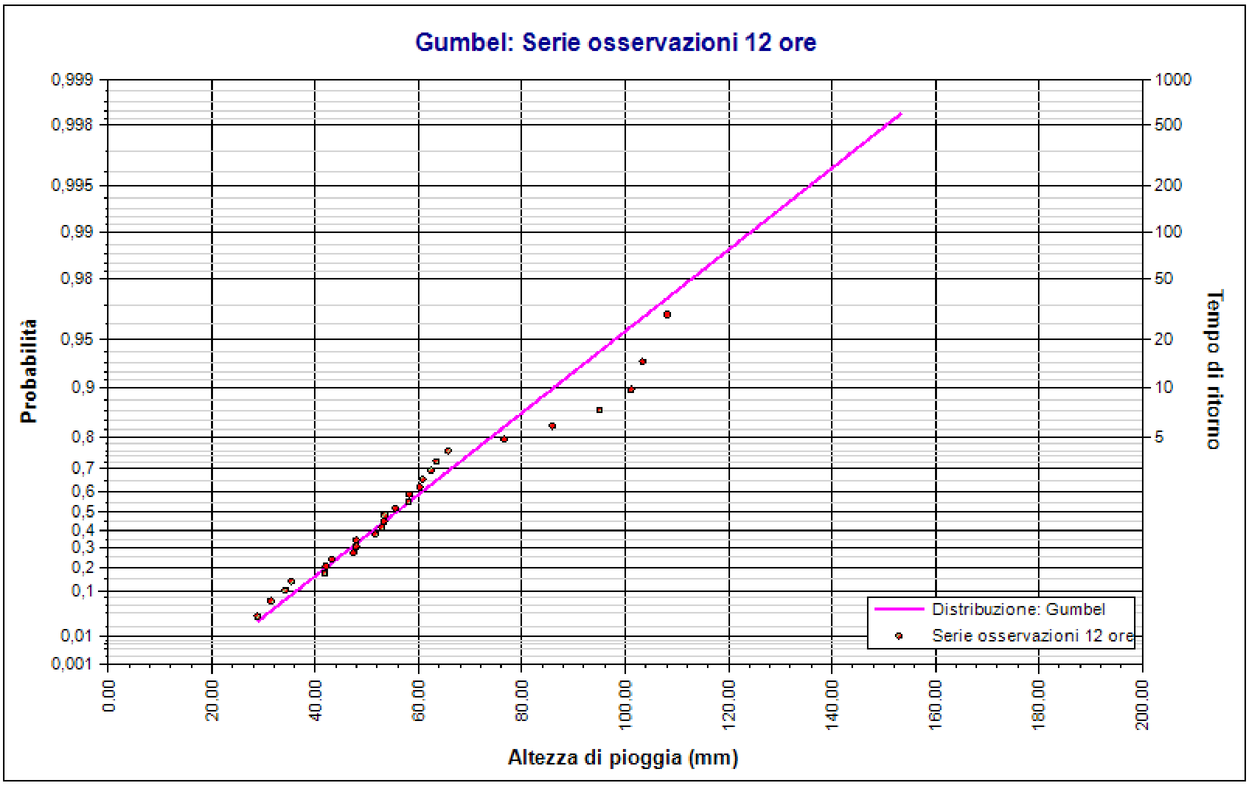
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



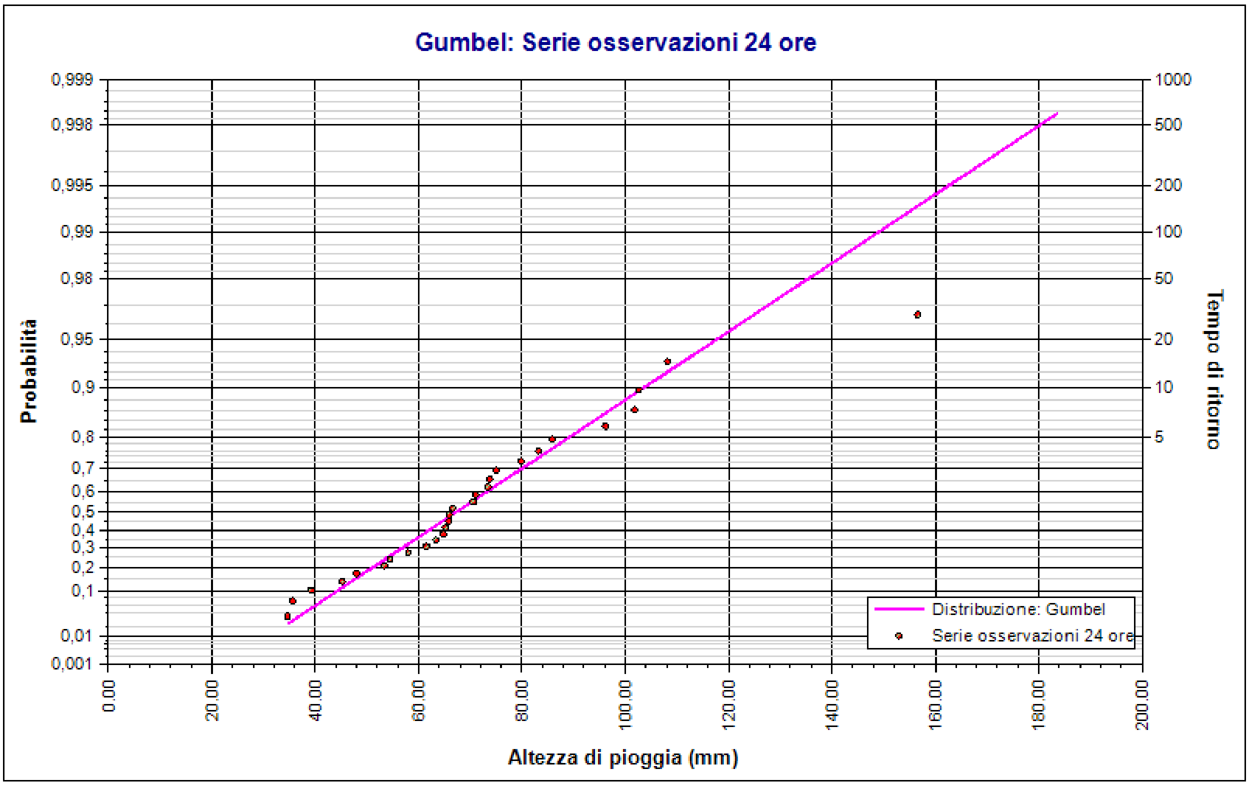
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

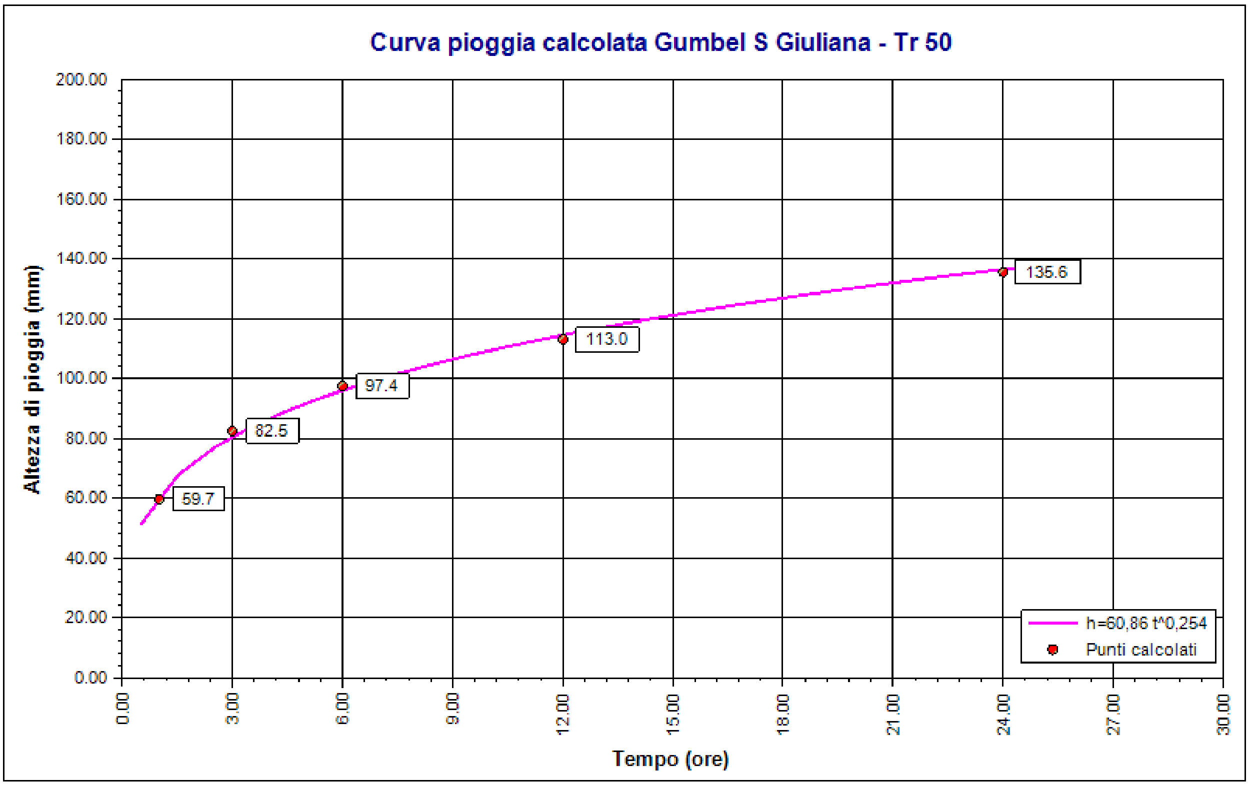
n	Durata (ore)	Durata (minuti)	Altezza (mm)
1	1.000	60	59.675
2	3.000	180	82.455
3	6.000	360	97.443
4	12.000	720	113.046
5	24.000	1440	135.592

Risultati interpolazione

Coefficienti curva a	Coefficienti curva n	Coefficienti curva correlazione (r)	Espressione
60.86	0.25	1.00	$h(t) = 60{,}9\ t^{0{,}254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	60.863		9	106.408		17	125.084
2	72.593		10	109.297		18	126.915
3	80.476		11	111.978		19	128.672
4	86.583		12	114.483		20	130.361
5	91.637		13	116.837		21	131.989
6	95.985		14	119.059		22	133.559
7	99.822		15	121.166		23	135.077
8	103.269		16	123.171		24	136.547



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

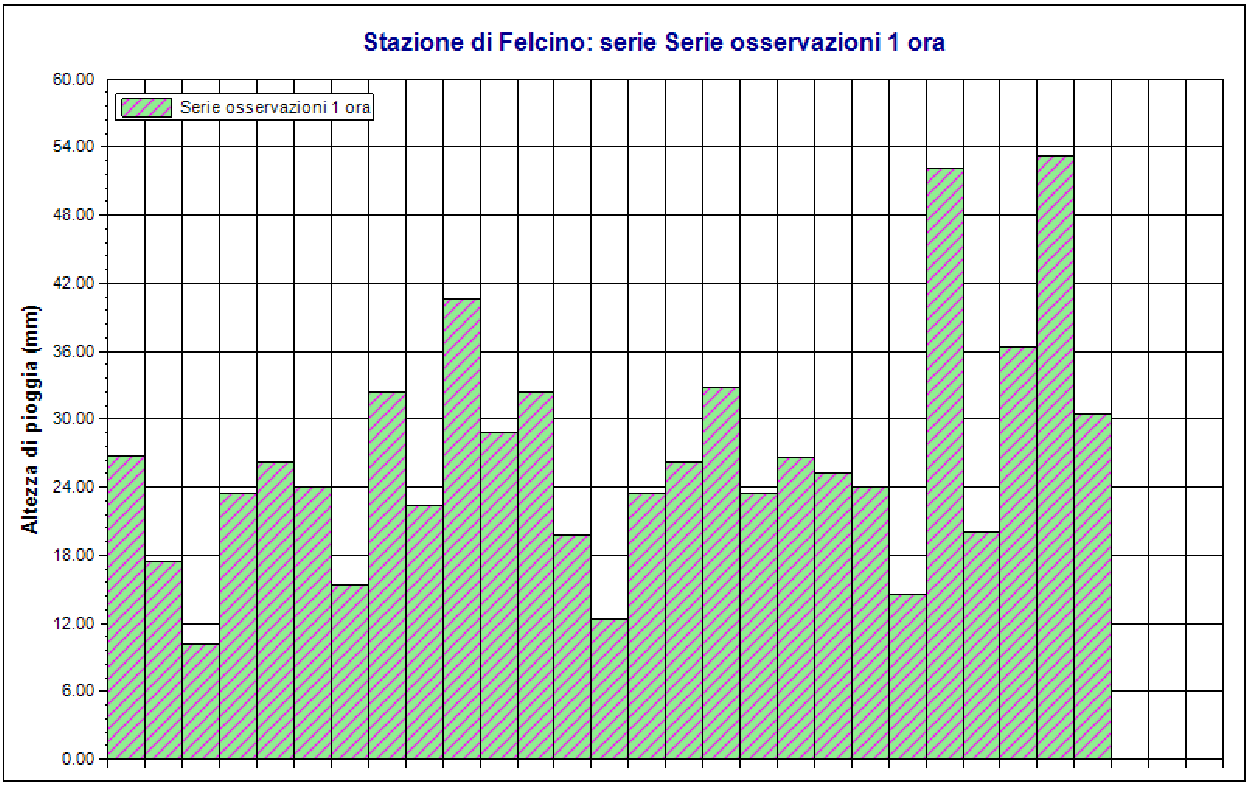
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

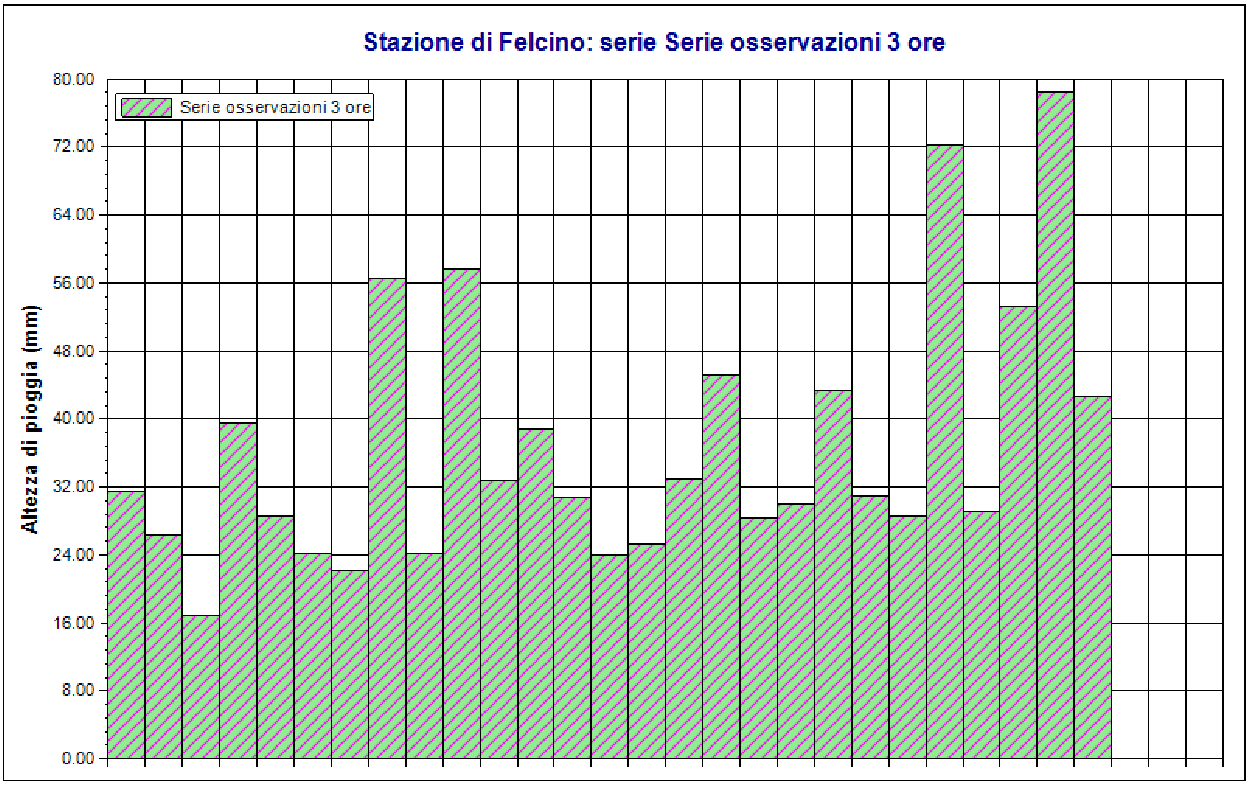
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

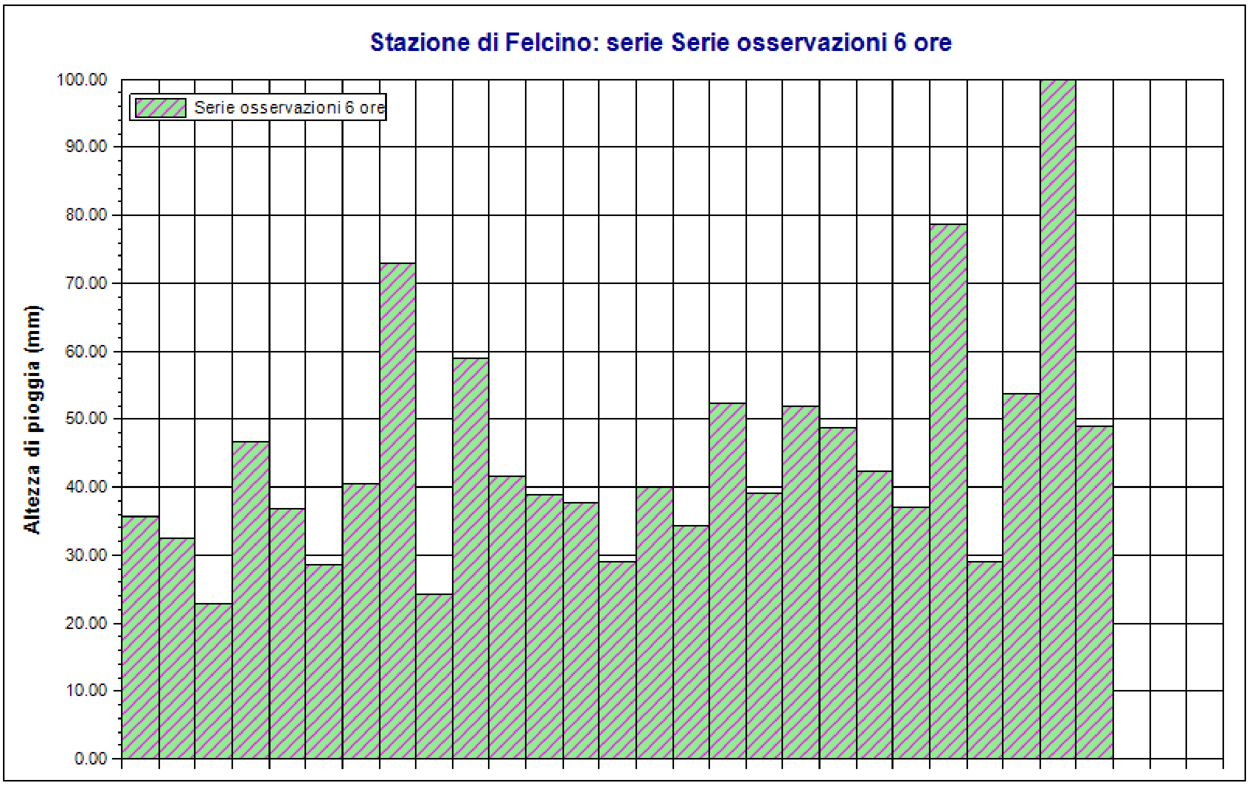
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



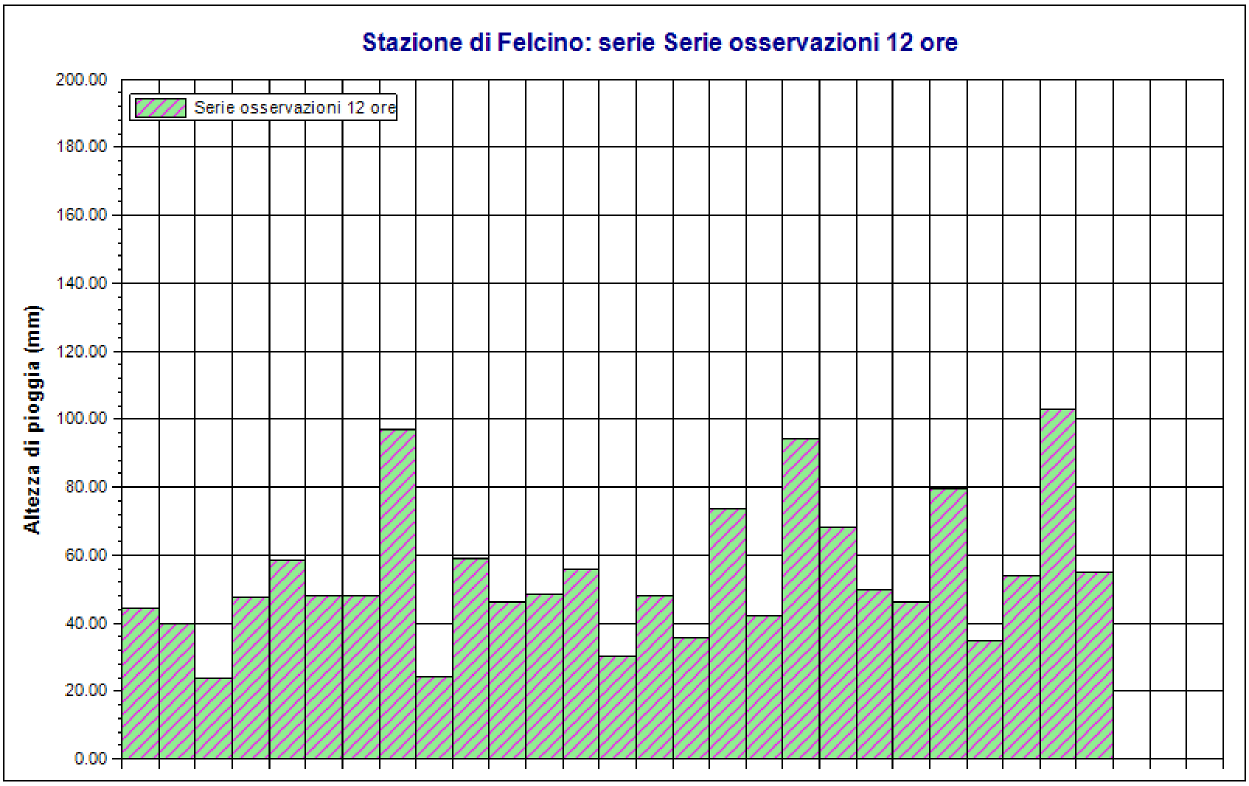
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



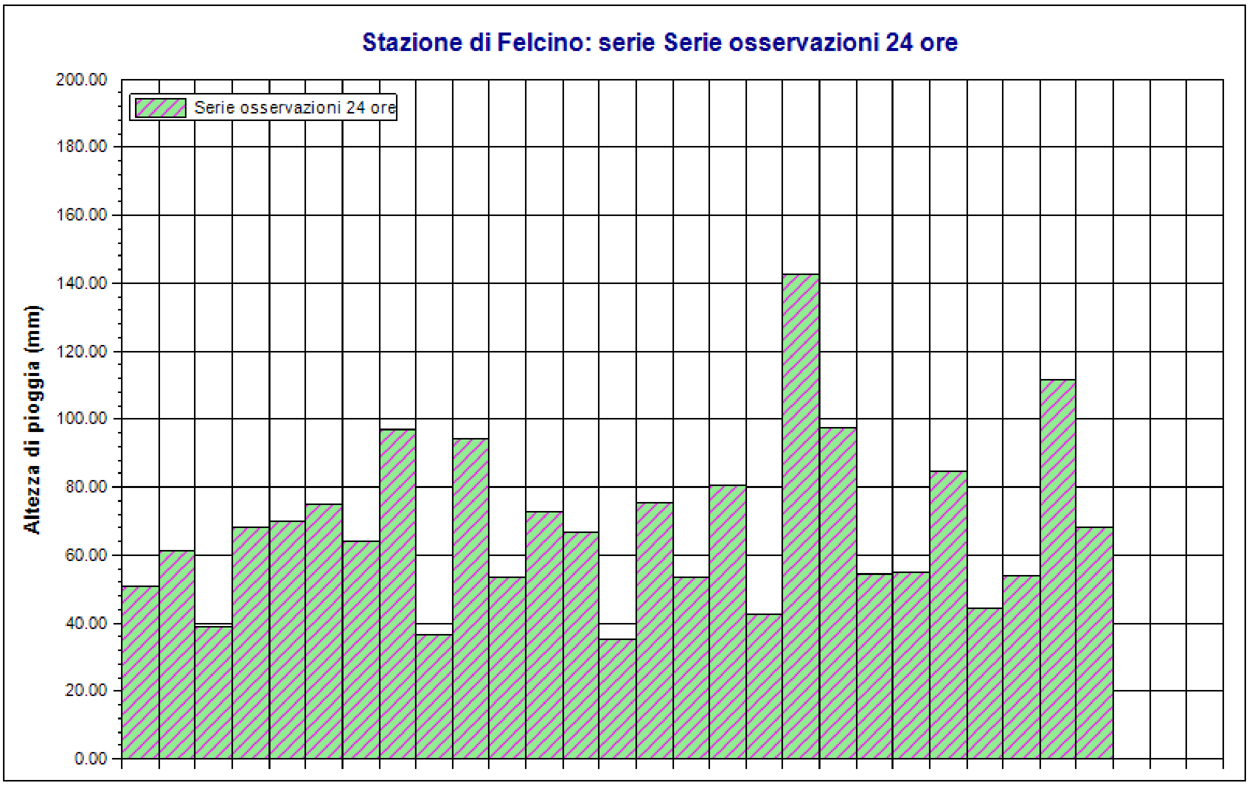
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

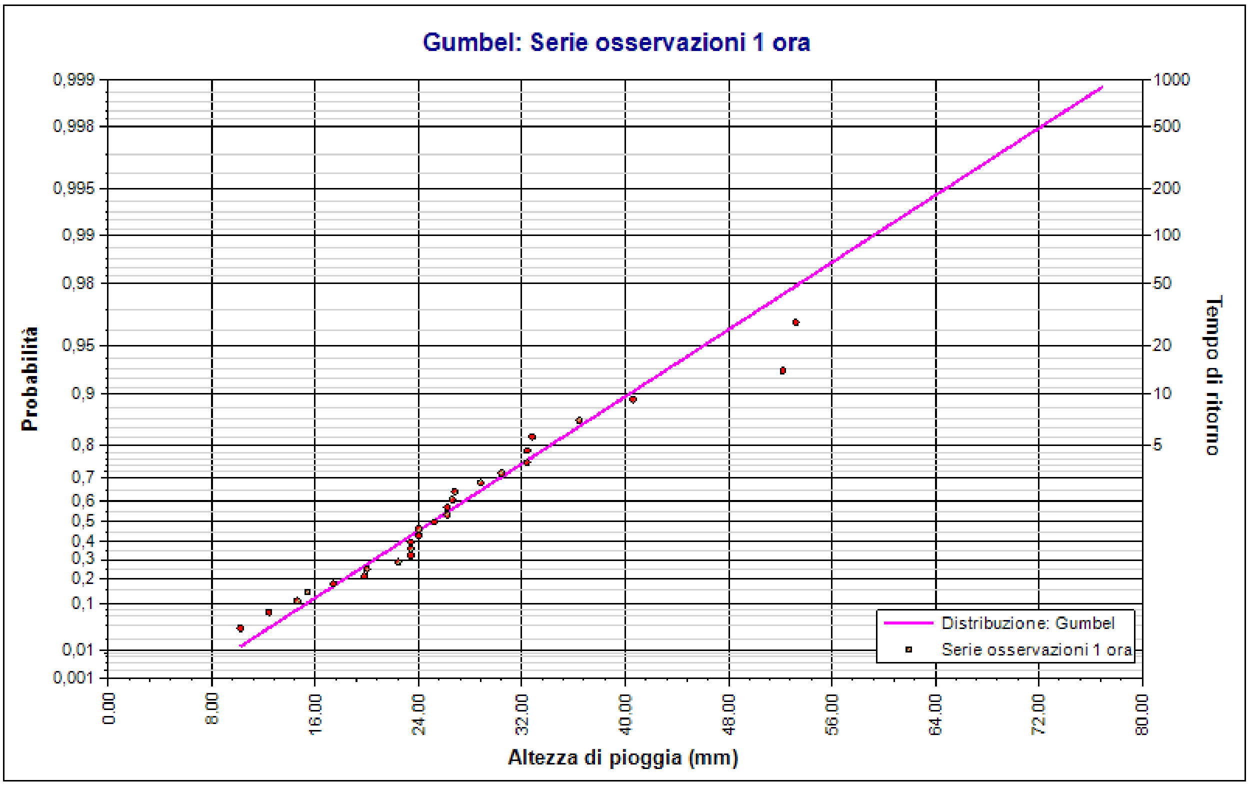
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

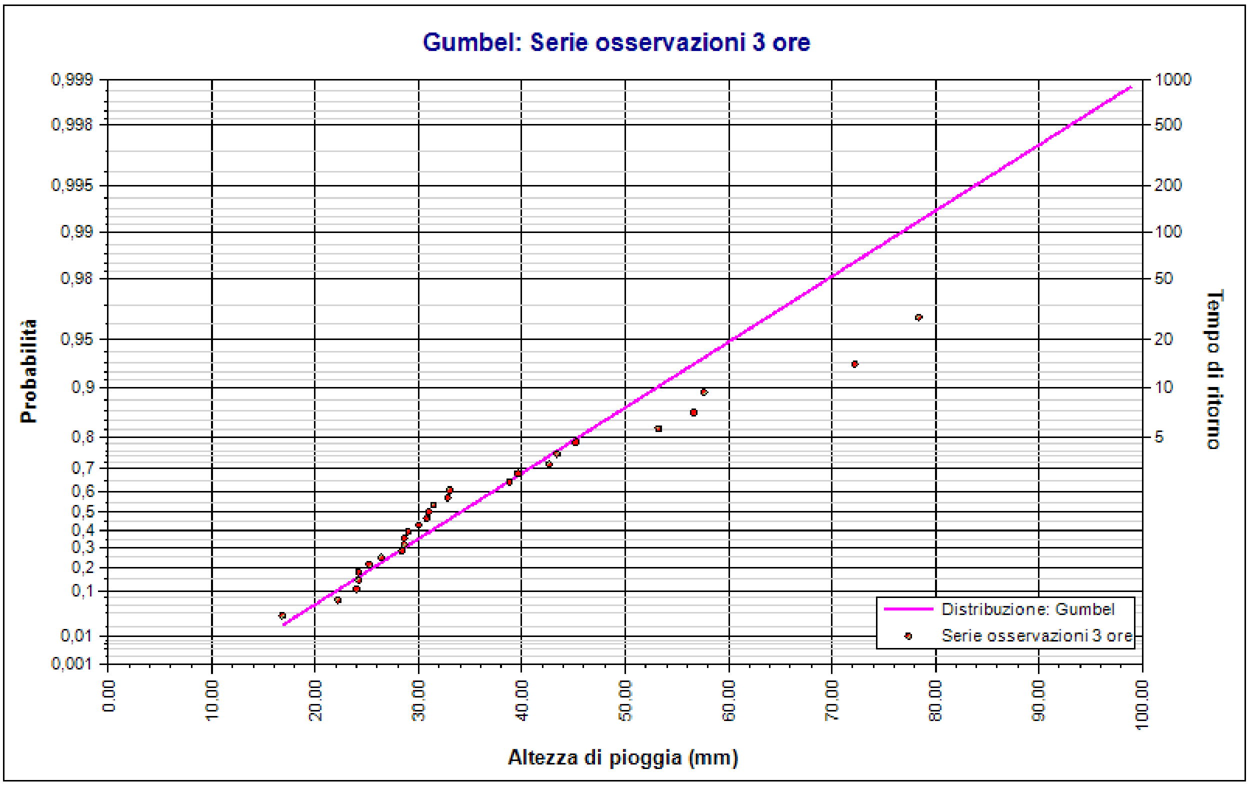
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,124\left(x-22,103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,099\left(x-30,422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,087\left(x-37,409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,064\left(x-44,797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,055\left(x-57,579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

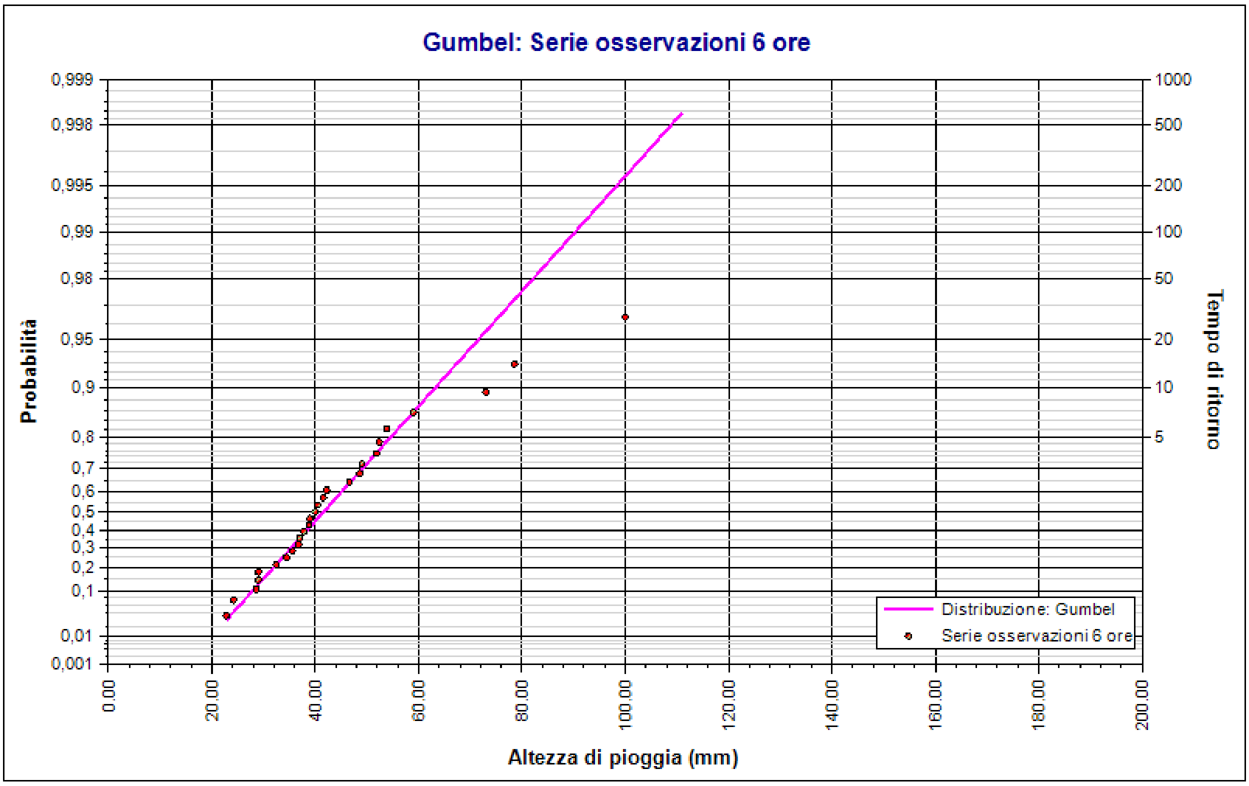
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



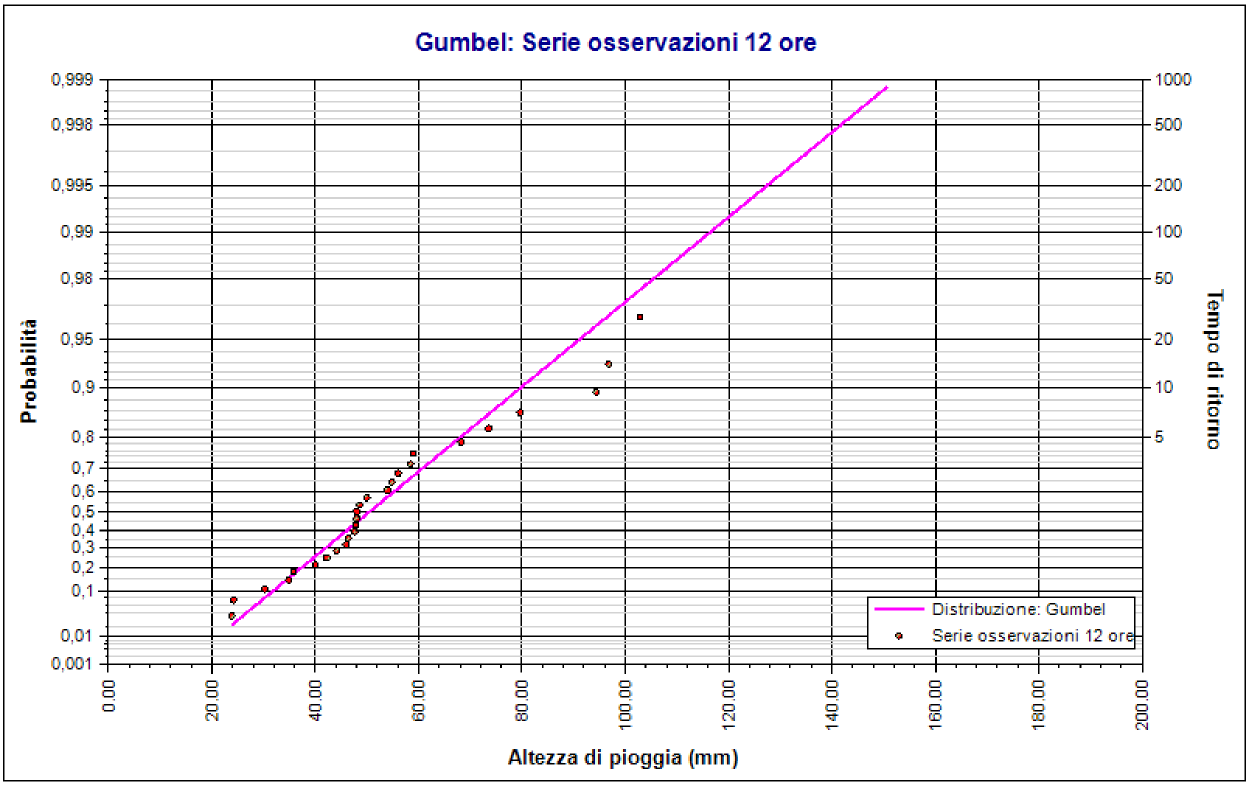
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



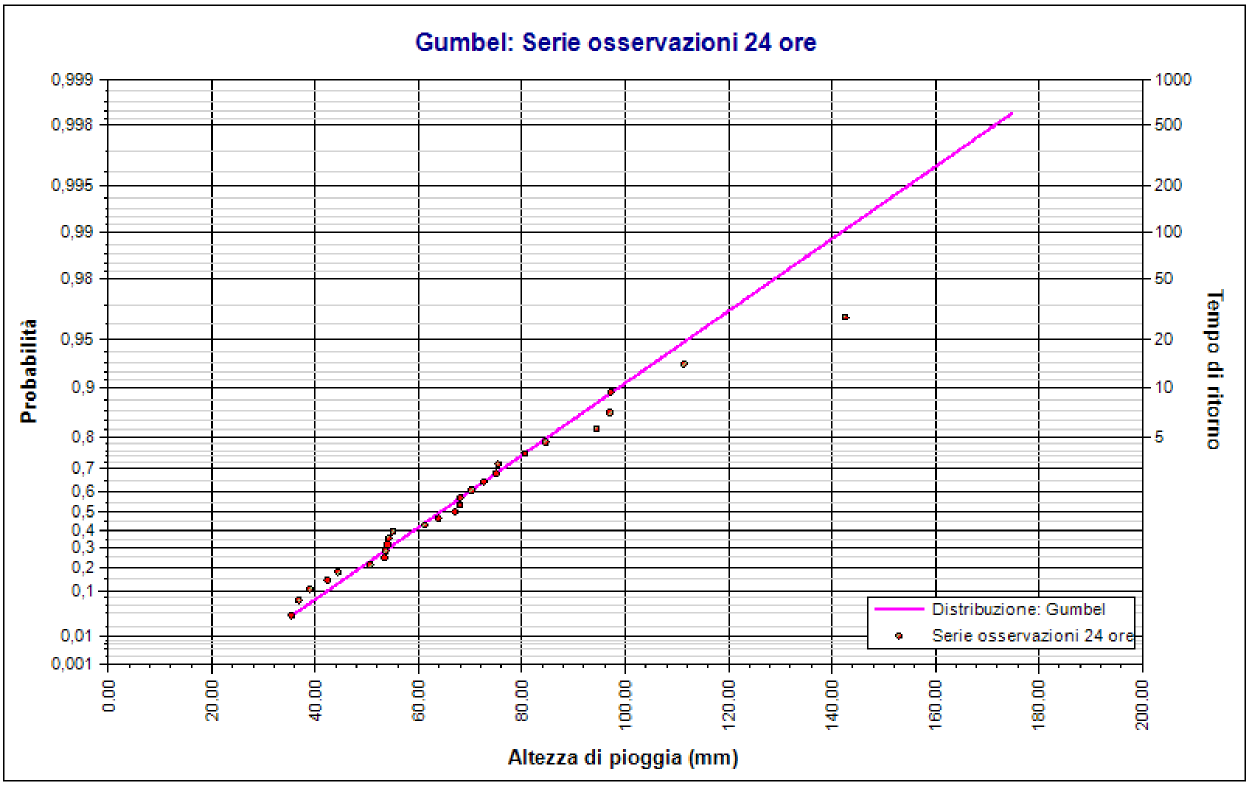
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

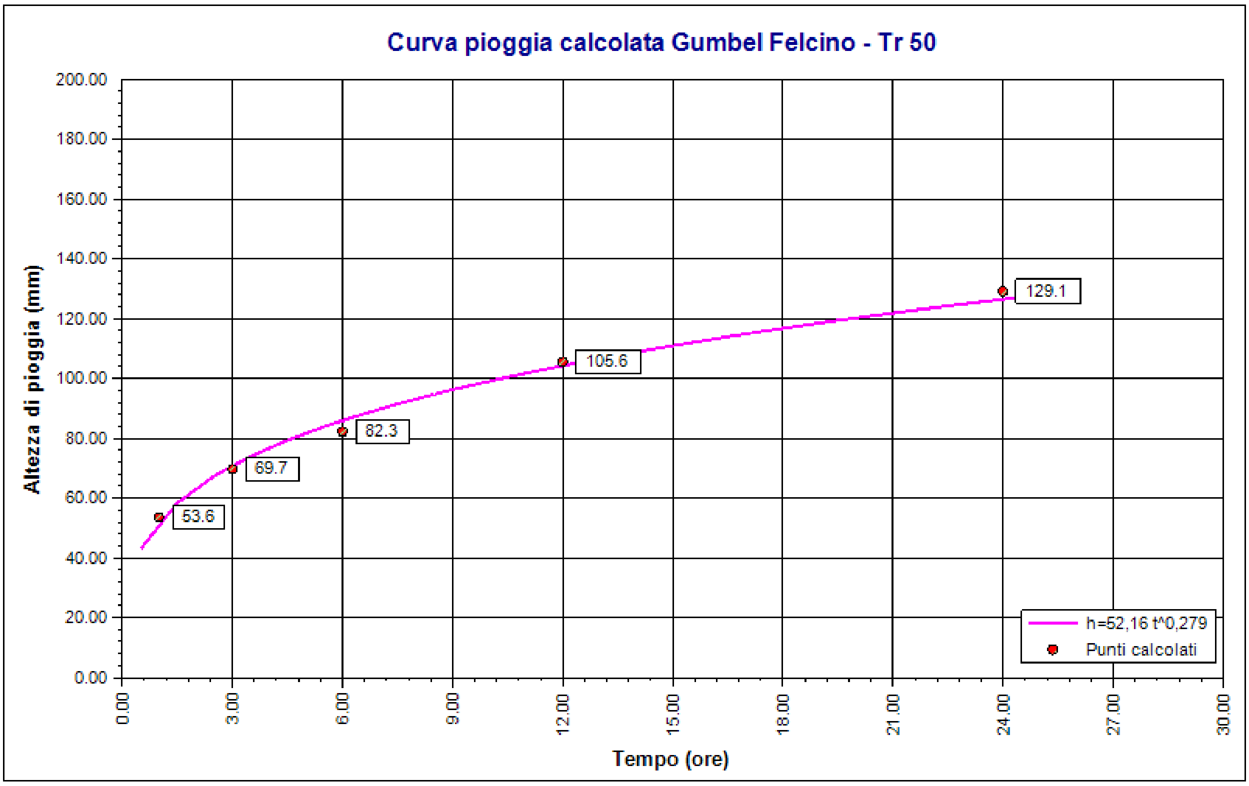
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	53.580
2	3.000	180	69.741
3	6.000	360	82.263
4	12.000	720	105.612
5	24.000	1440	129.117

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
52.16	0.28	1.00	$h(t) = 52{,}2\, t^{0{,}279}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	52.163		9	96.247		17	114.917
2	63.283		10	99.115		18	116.763
3	70.856		11	101.784		19	118.536
4	76.772		12	104.283		20	120.243
5	81.700		13	106.637		21	121.890
6	85.960		14	108.863		22	123.481
7	89.734		15	110.977		23	125.021
8	93.138		16	112.991		24	126.513



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

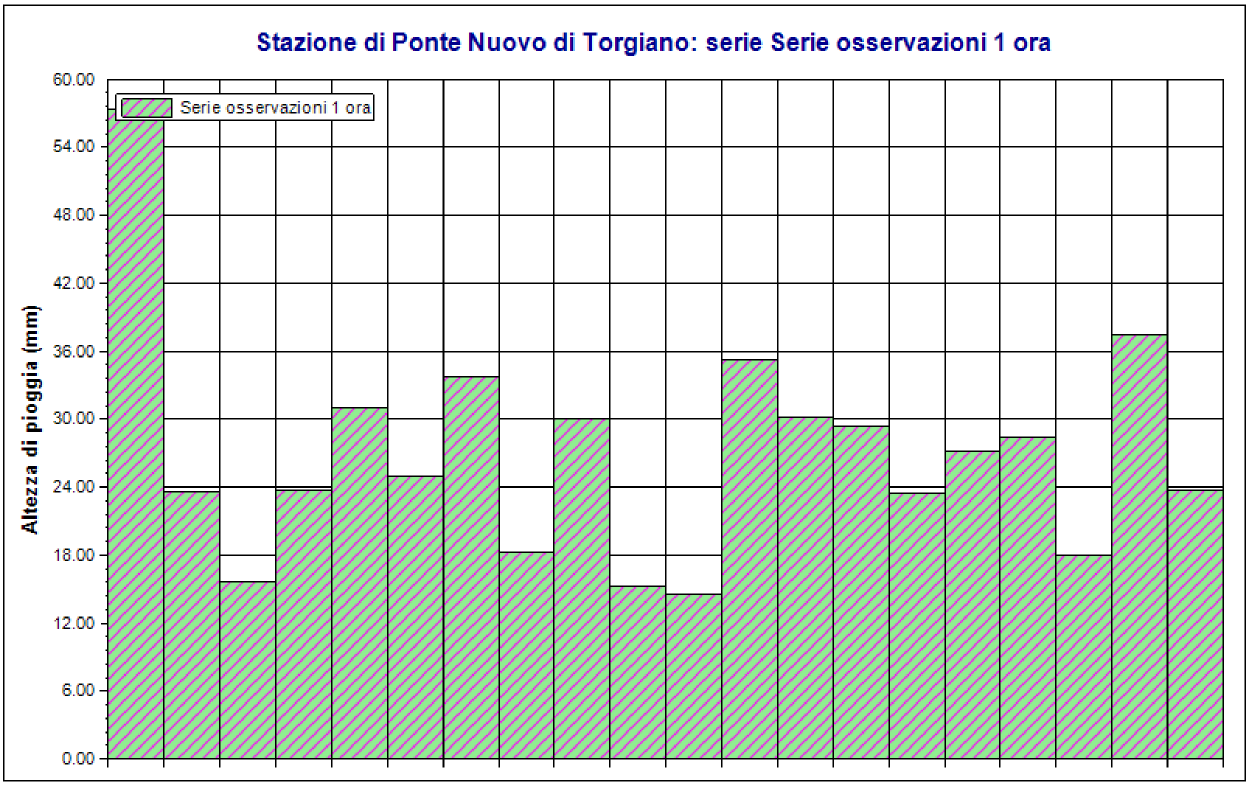
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

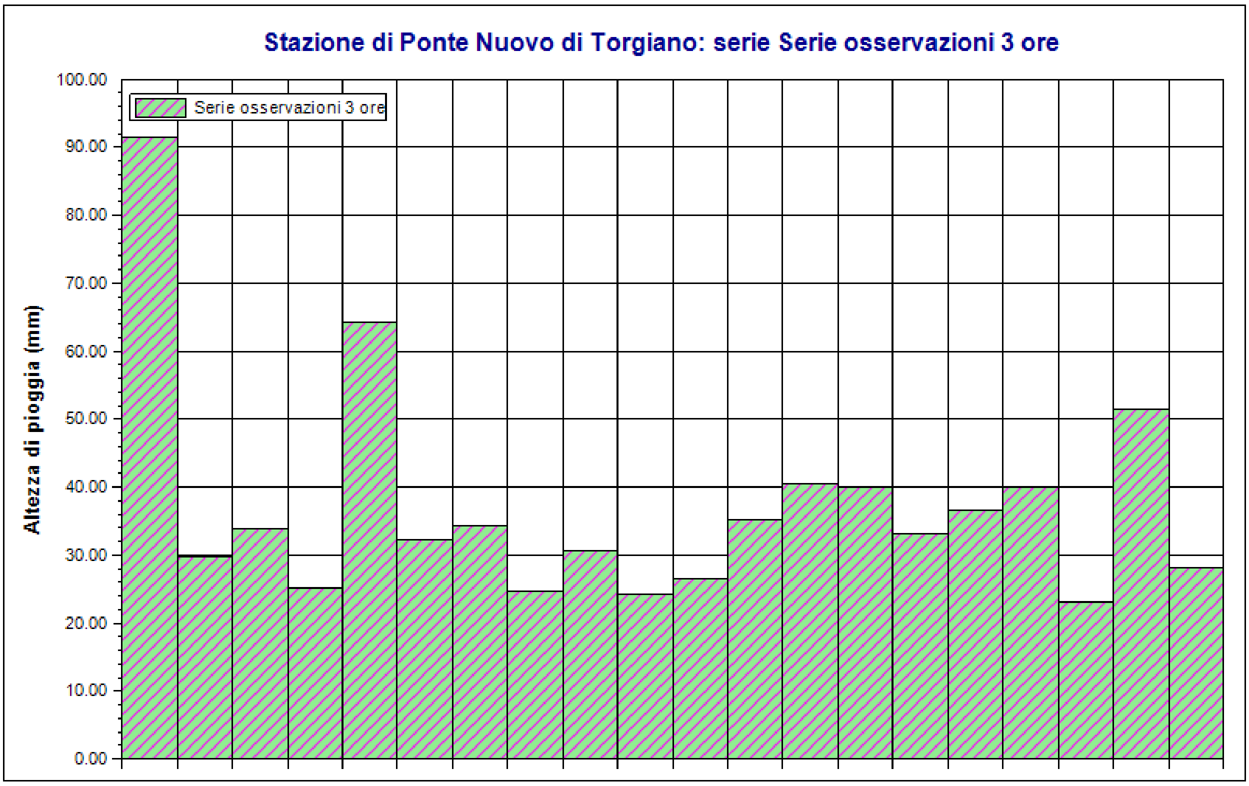
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

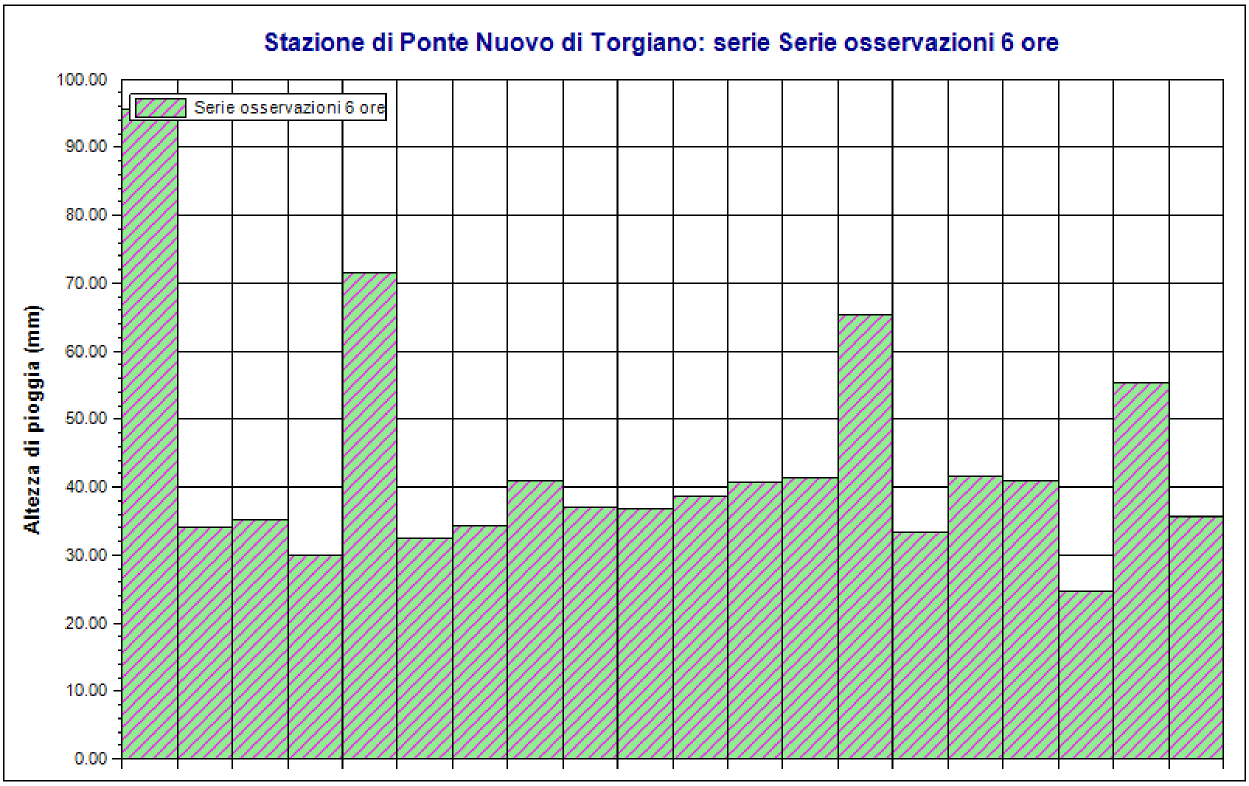
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



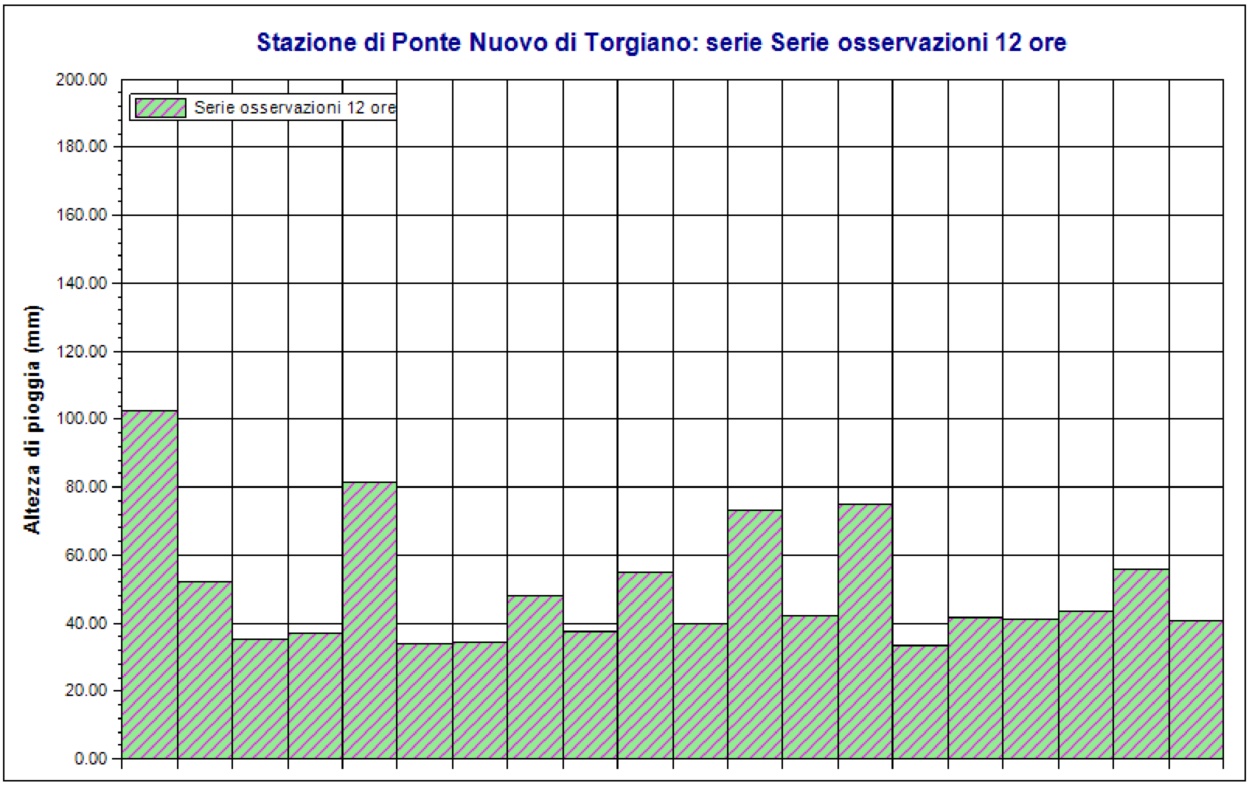
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



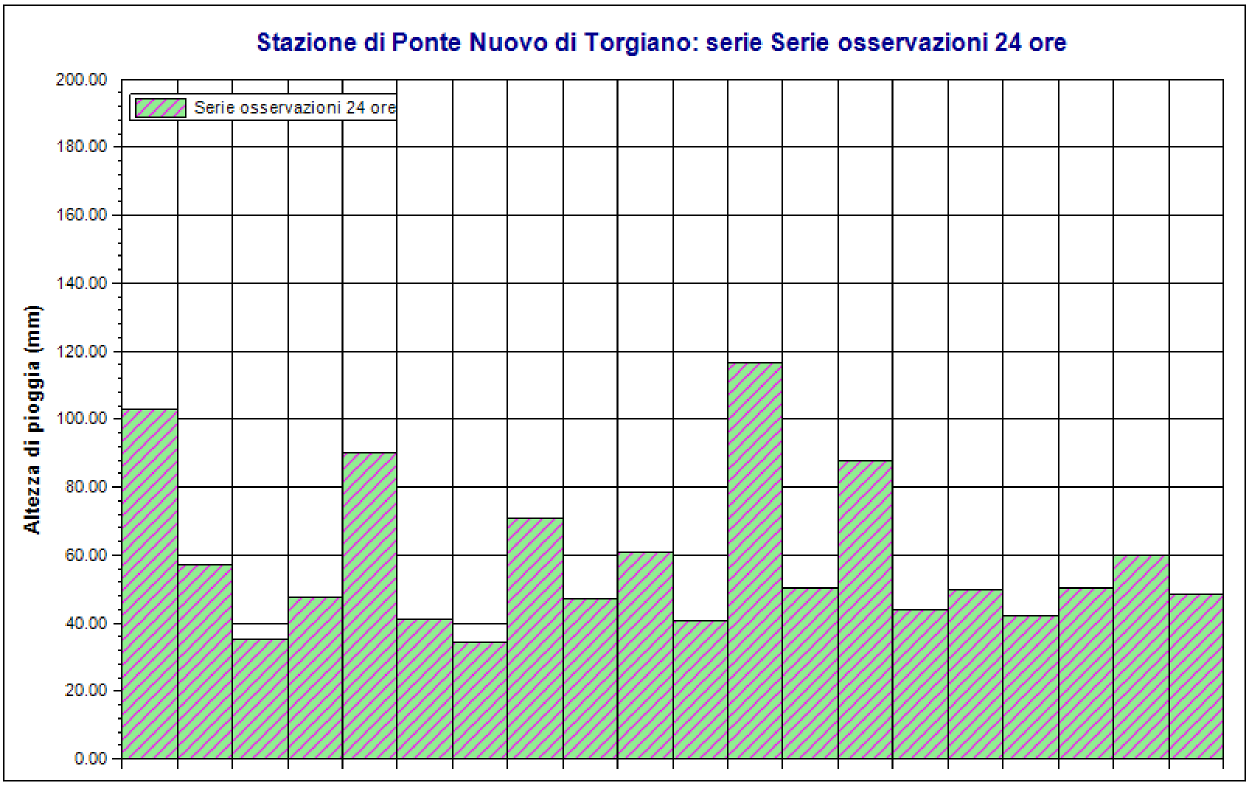
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

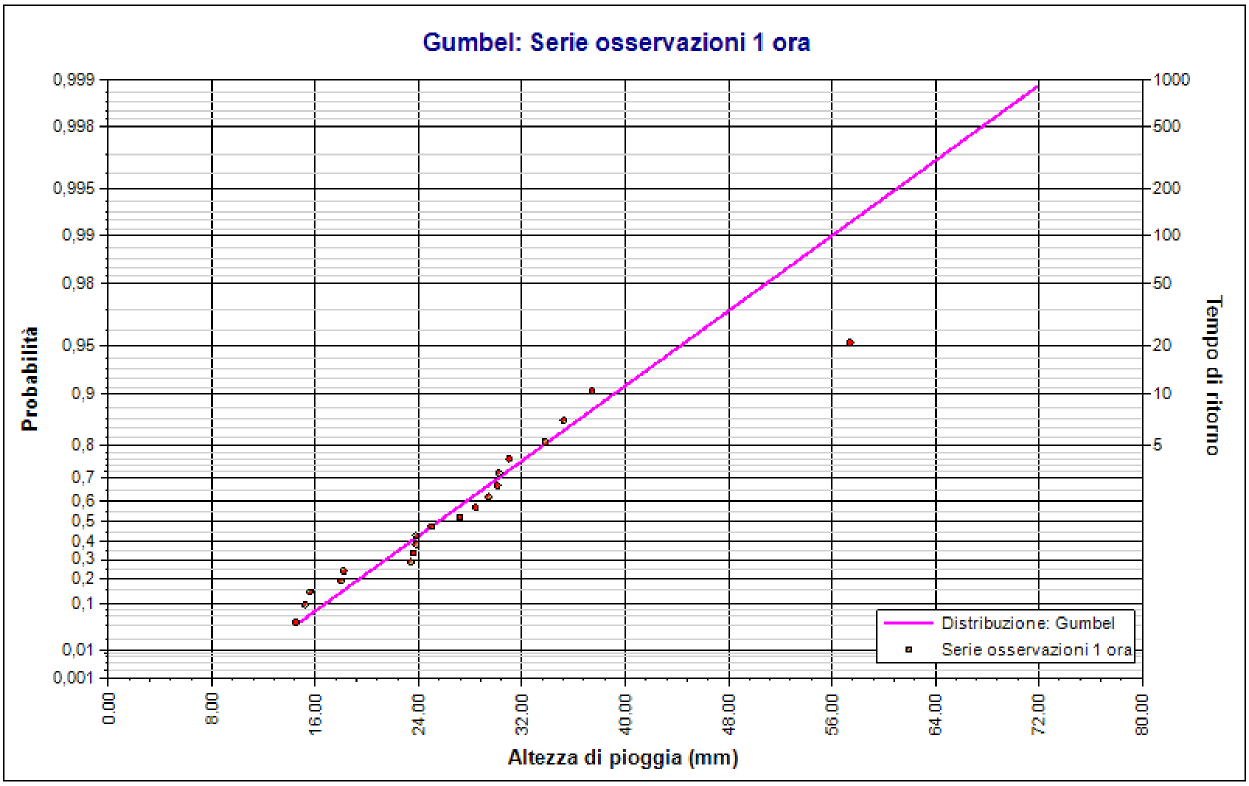
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

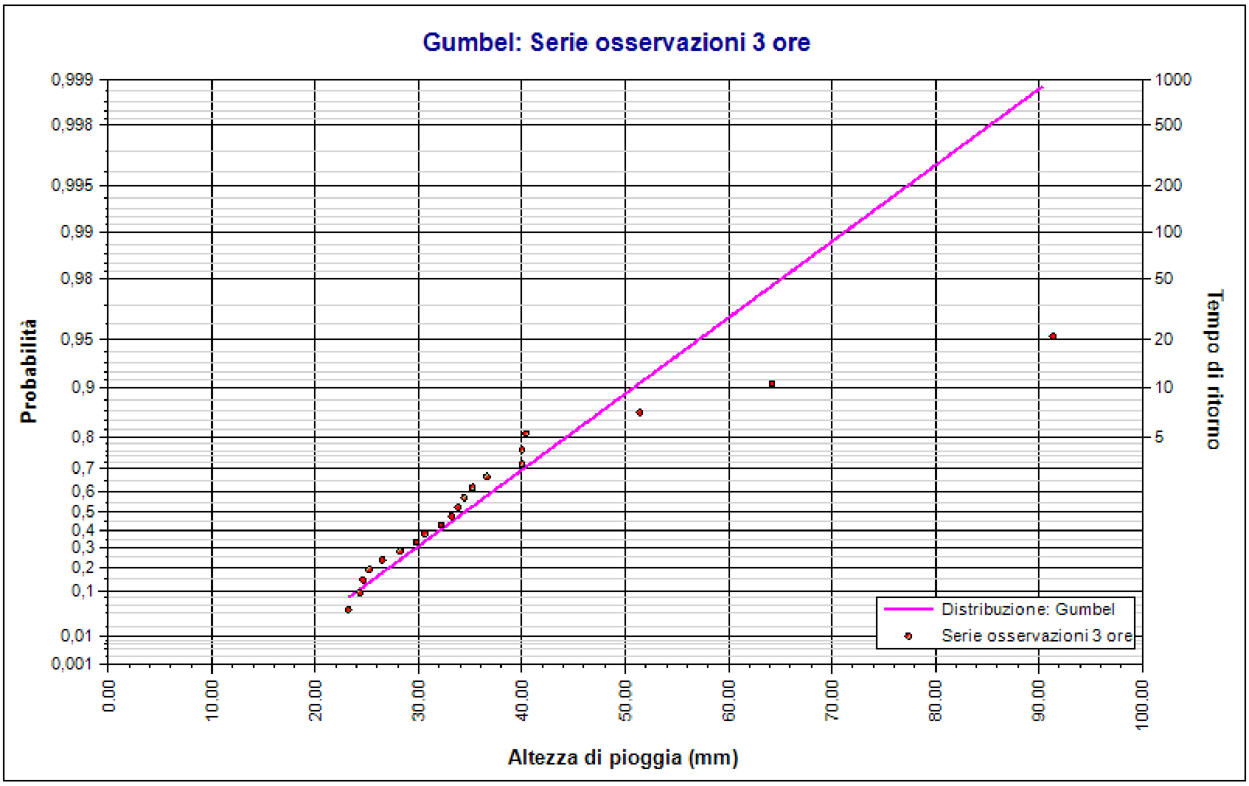
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x-22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x-31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x-36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x-42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x-49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

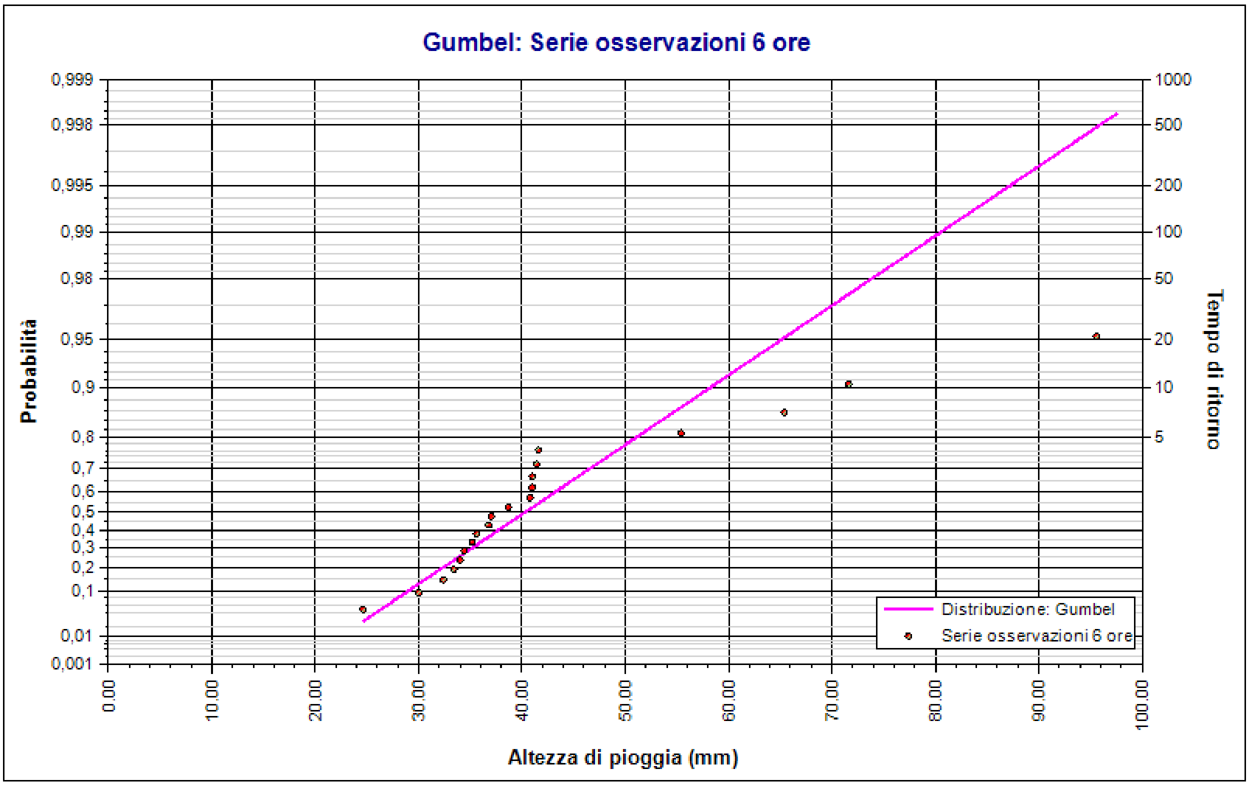
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



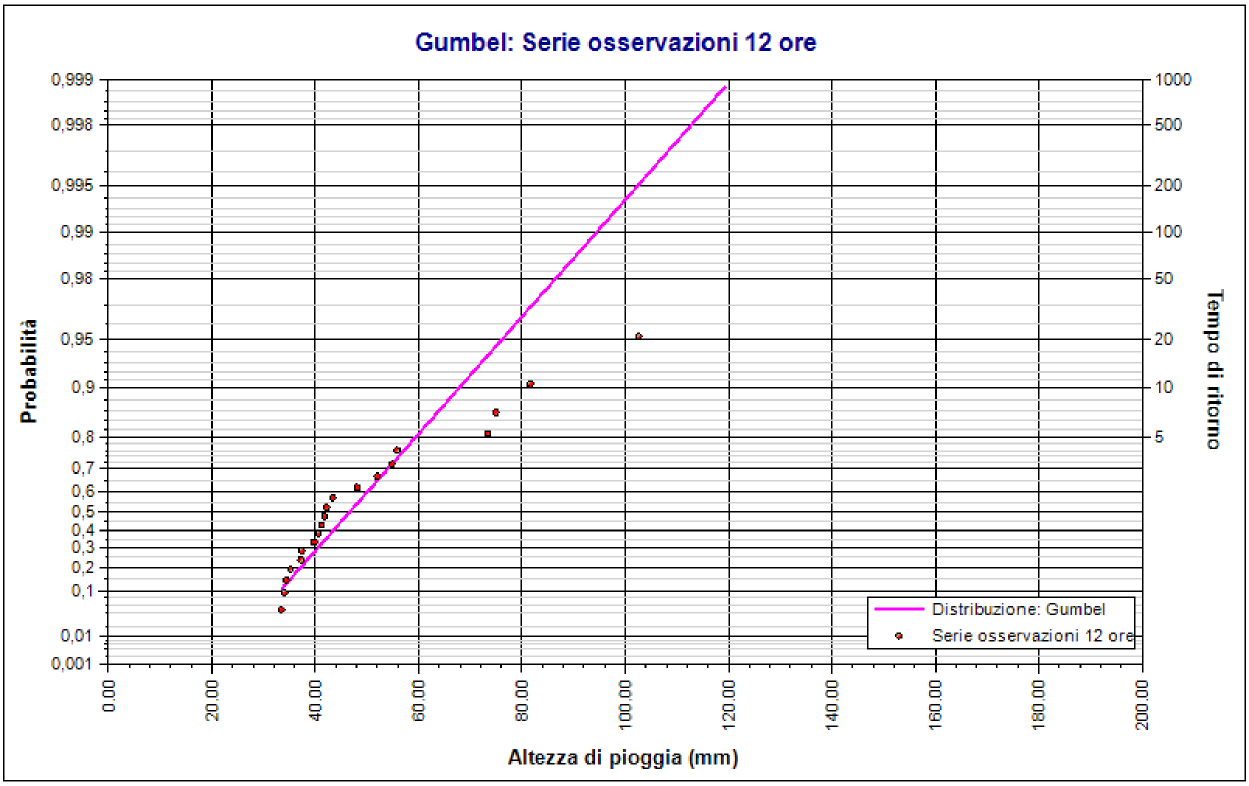
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



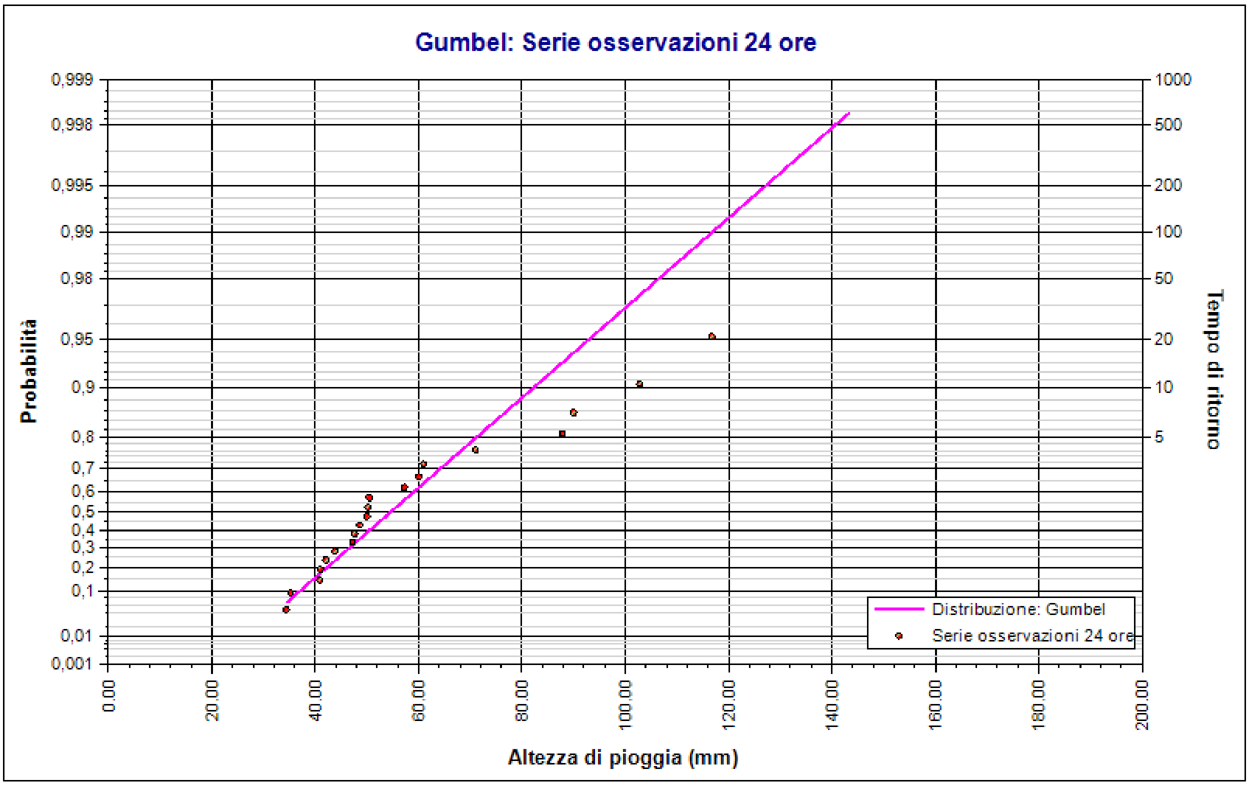
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano

Tempo di ritorno: 50.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

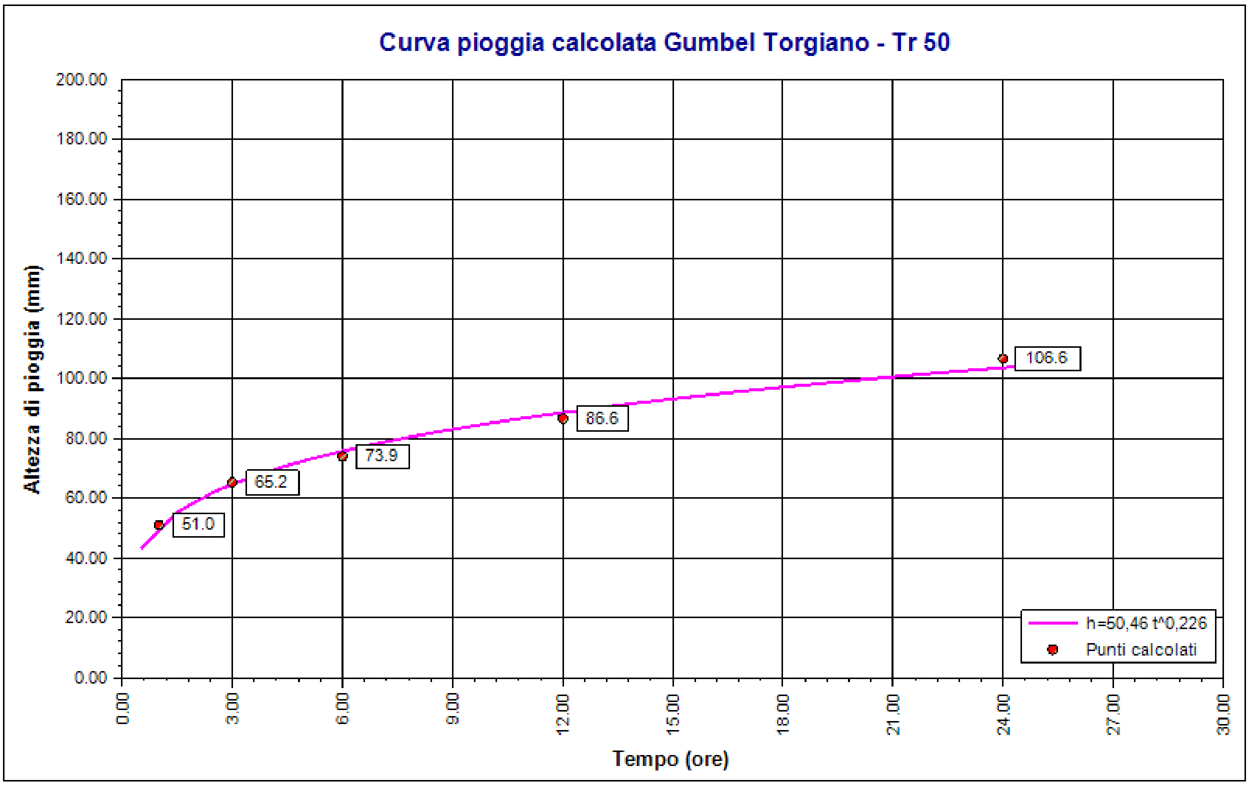
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	50.991
2	3.000	180	65.197
3	6.000	360	73.944
4	12.000	720	86.613
5	24.000	1440	106.623

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
50.46	0.23	1.00	$h(t) = 50{,}5\, t^{0{,}226}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	50.464		9	82.997		17	95.854
2	59.040		10	85.001		18	97.102
3	64.717		11	86.856		19	98.299
4	69.074		12	88.584		20	99.447
5	72.654		13	90.204		21	100.552
6	75.716		14	91.731		22	101.617
7	78.406		15	93.175		23	102.645
8	80.813		16	94.547		24	103.639



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

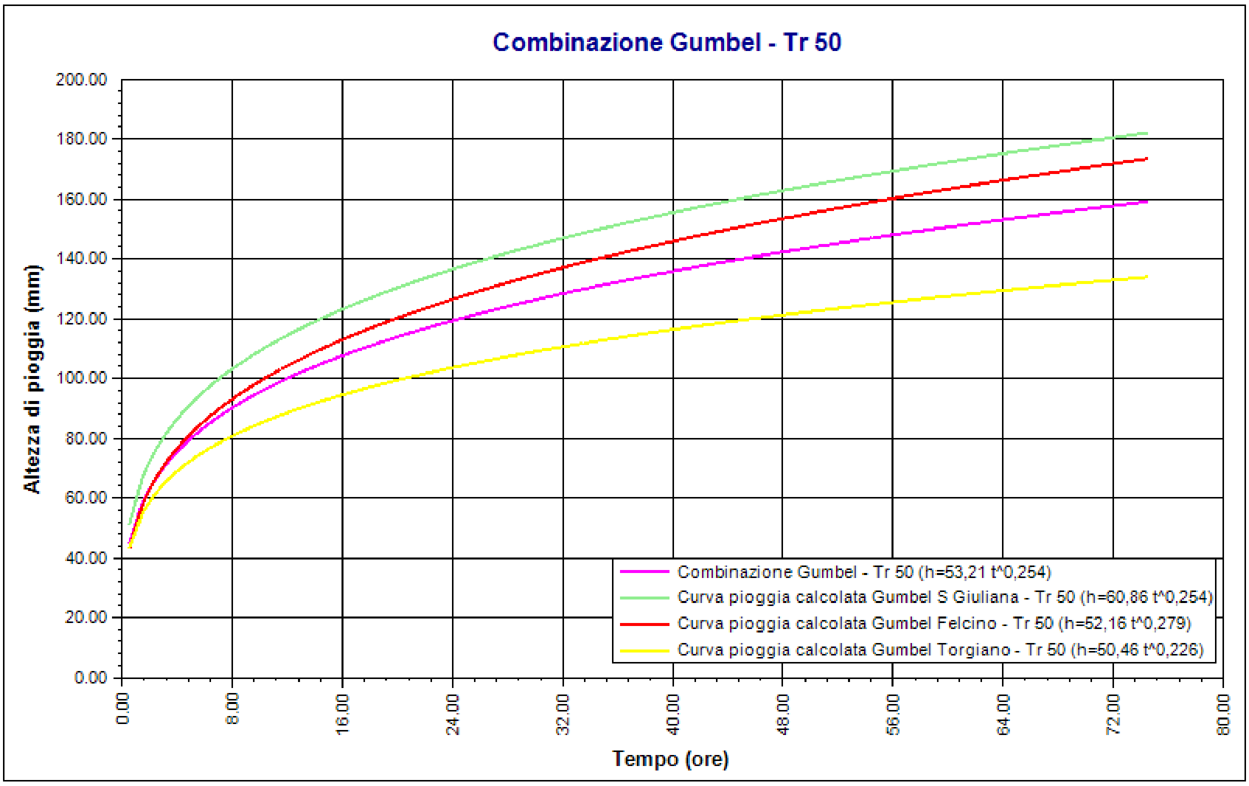
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50	Curva pioggia calcolata	20	60.86	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50	Curva pioggia calcolata	40	52.16	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50	Curva pioggia calcolata	40	50.46	0.23

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
53.21	0.25	$h(t) = 53{,}2\,t^{0{,}254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	53.206	9	93.000	17	109.315
2	63.455	10	95.524	18	110.915
3	70.343	11	97.866	19	112.450
4	75.679	12	100.054	20	113.925
5	80.095	13	102.111	21	115.347
6	83.893	14	104.052	22	116.718
7	87.245	15	105.893	23	118.044
8	90.257	16	107.644	24	119.328



Combinazione Gumbel - Tr 50

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h

Dati Pluviogramma

Tipo: Pluviogramma sintetico

Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 50

Durata: 1.000 ore

Altezza di pioggia complessiva: 53.206 mm

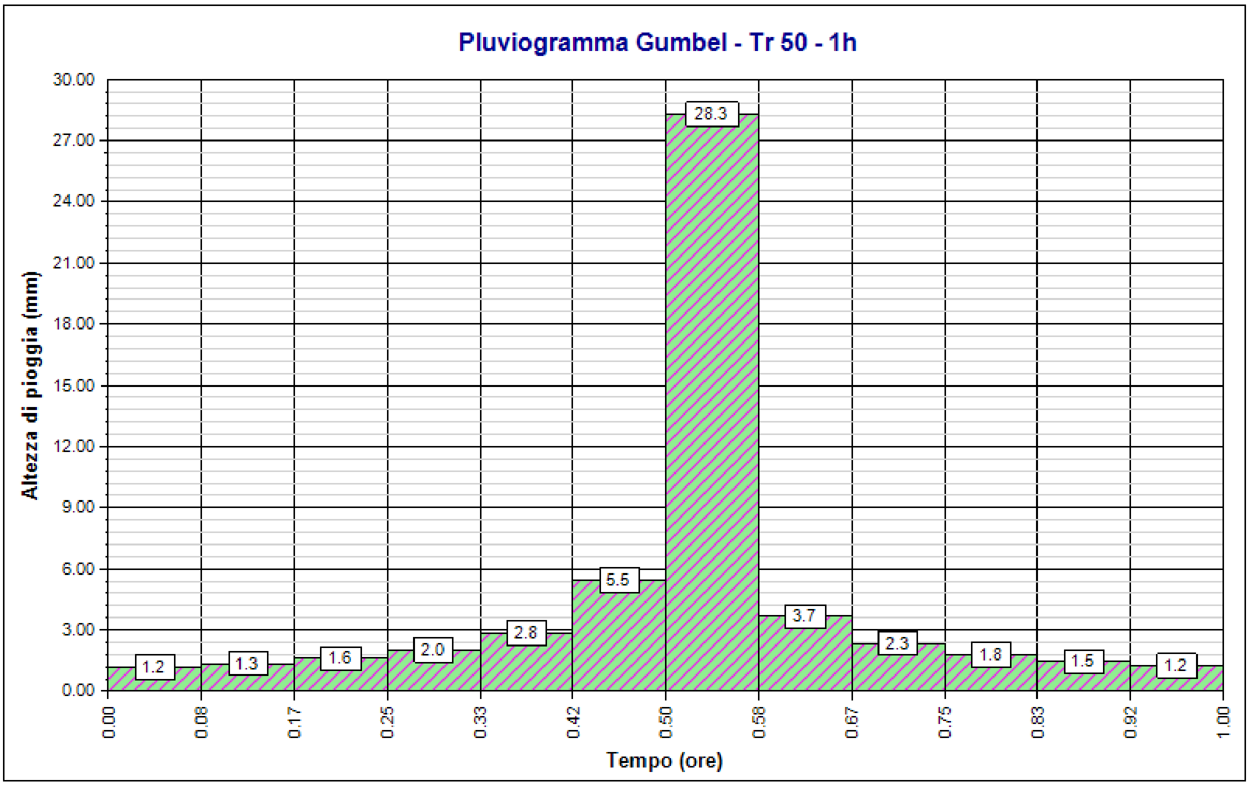
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
53.21	0.25	$h(t) = 53{,}2\, t^{0.254}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	1.164
2	0.083	0.167	5	10	1.342
3	0.167	0.250	10	15	1.602
4	0.250	0.333	15	20	2.020
5	0.333	0.417	20	25	2.837
6	0.417	0.500	25	30	5.450
7	0.500	0.583	30	35	28.293
8	0.583	0.667	35	40	3.663
9	0.667	0.750	40	45	2.348
10	0.750	0.833	45	50	1.782
11	0.833	0.917	50	55	1.458
12	0.917	1.000	55	60	1.245



Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino D Gumbel - Tr 50 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;

b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)

P è la precipitazione fino all'istante t (mm)

S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

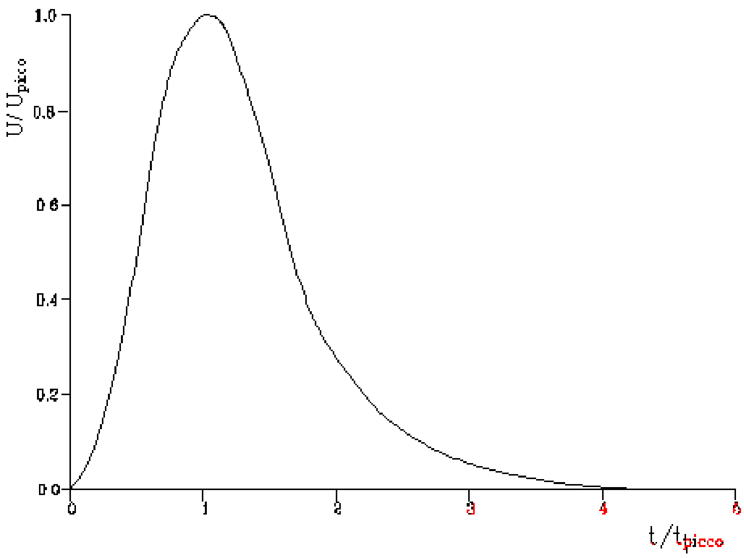
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

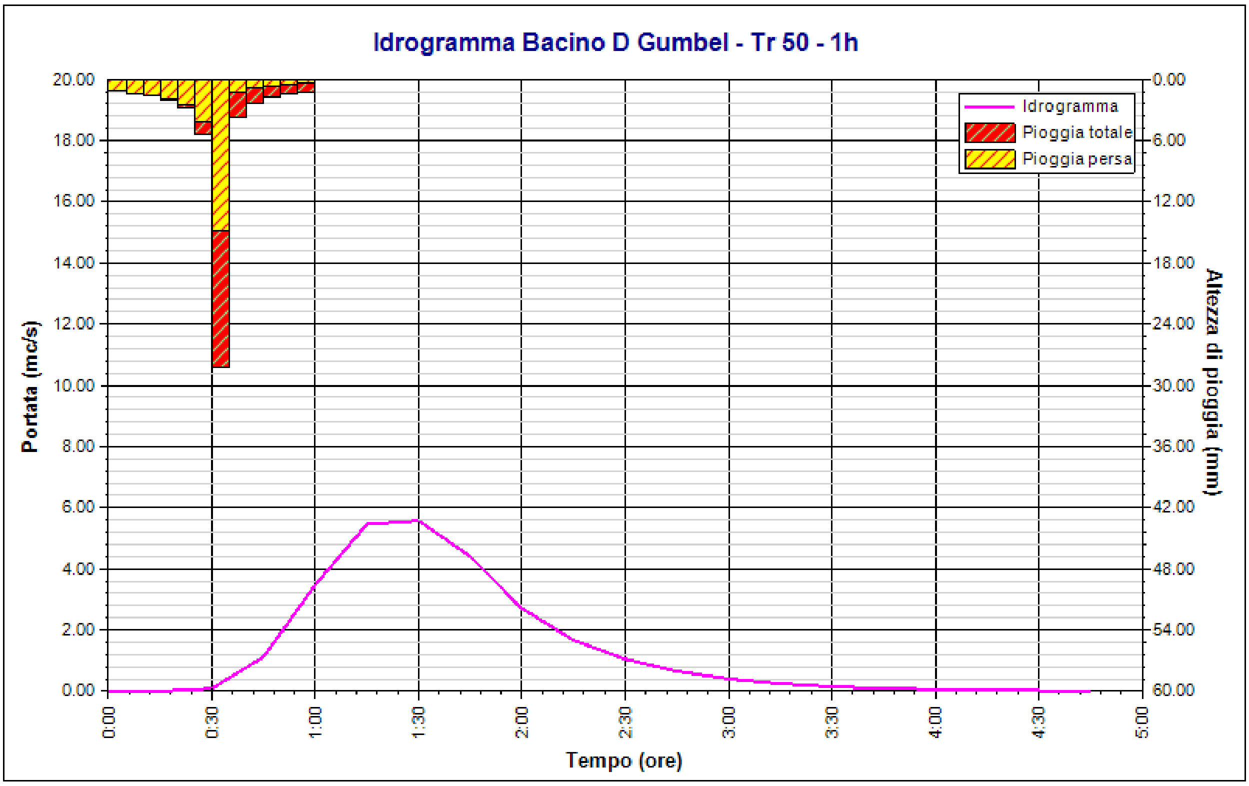
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h
Superficie del bacino: 1.1 kmq
Tlag: 0.738 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 80.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	4.107	4.088	0.019	0.0
2	0.250	15	10.308	8.587	1.720	0.0
3	0.500	30	34.304	16.905	17.399	0.1
4	0.750	45	4.486	1.457	3.030	1.1
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	3.5
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	5.5
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	5.6
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	4.4
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	2.7
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	1.7
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	1.0
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.7
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.4
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.2
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.1
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.1
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.1
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0
19	4.500	270	0.000	0.000	0.000	0.0
20	4.750	285	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	5.6	mc/s
Istante picco	1.500	ore
Istante picco	90.0	minuti
Durata totale evento	4.750	ore
Volume afflusso	59	mc x 1000
Volume deflusso	24	mc x 1000
Altezza afflusso	53.206	mm
Altezza deflusso	22.267	mm
Coeff. deflusso	0.42	-
Coeff. udometrico	5.07	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino D Gumbel - Tr 50 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

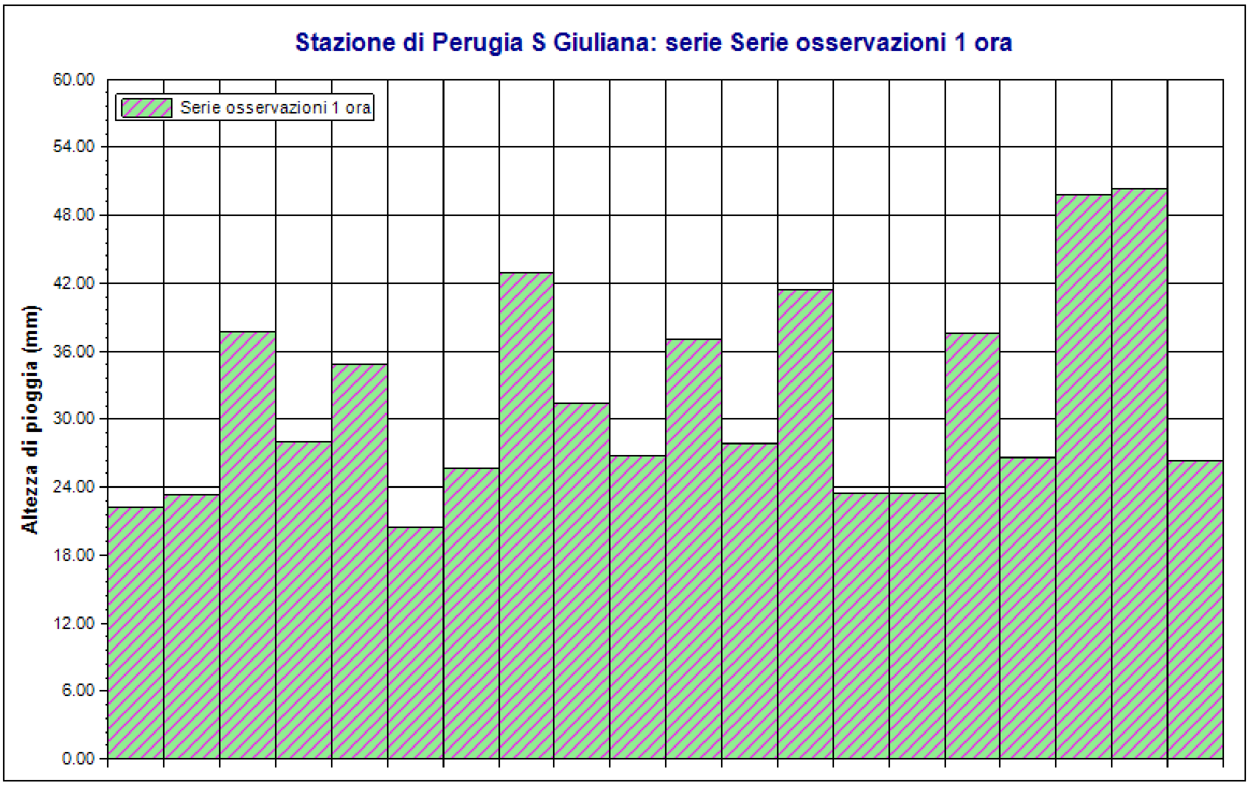
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

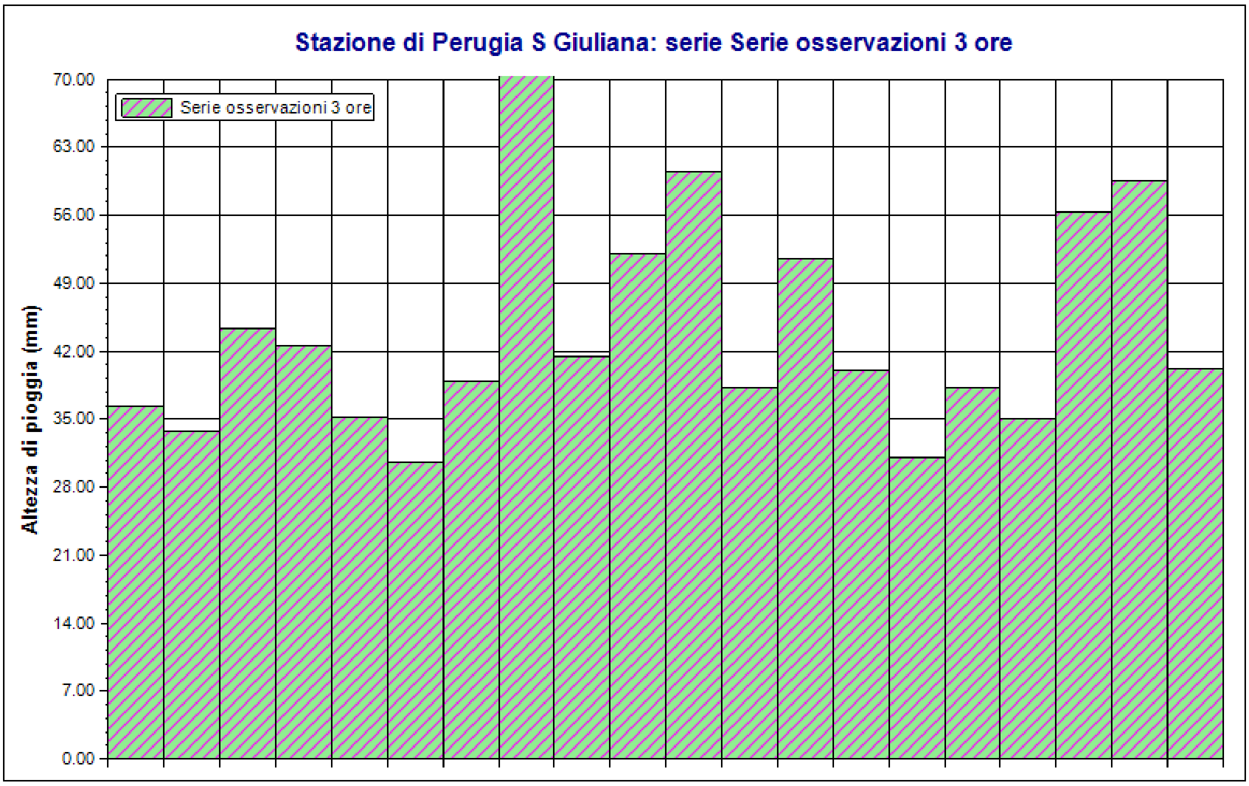
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

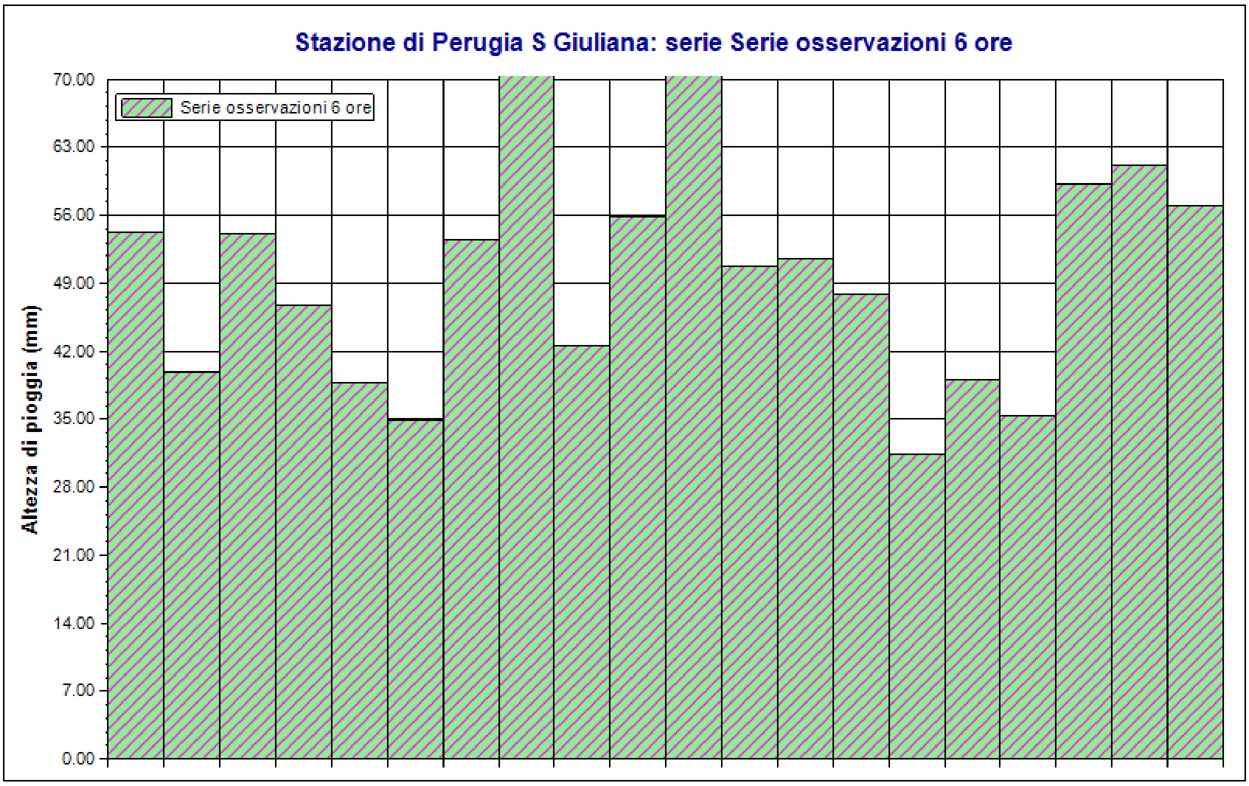
Parametro	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



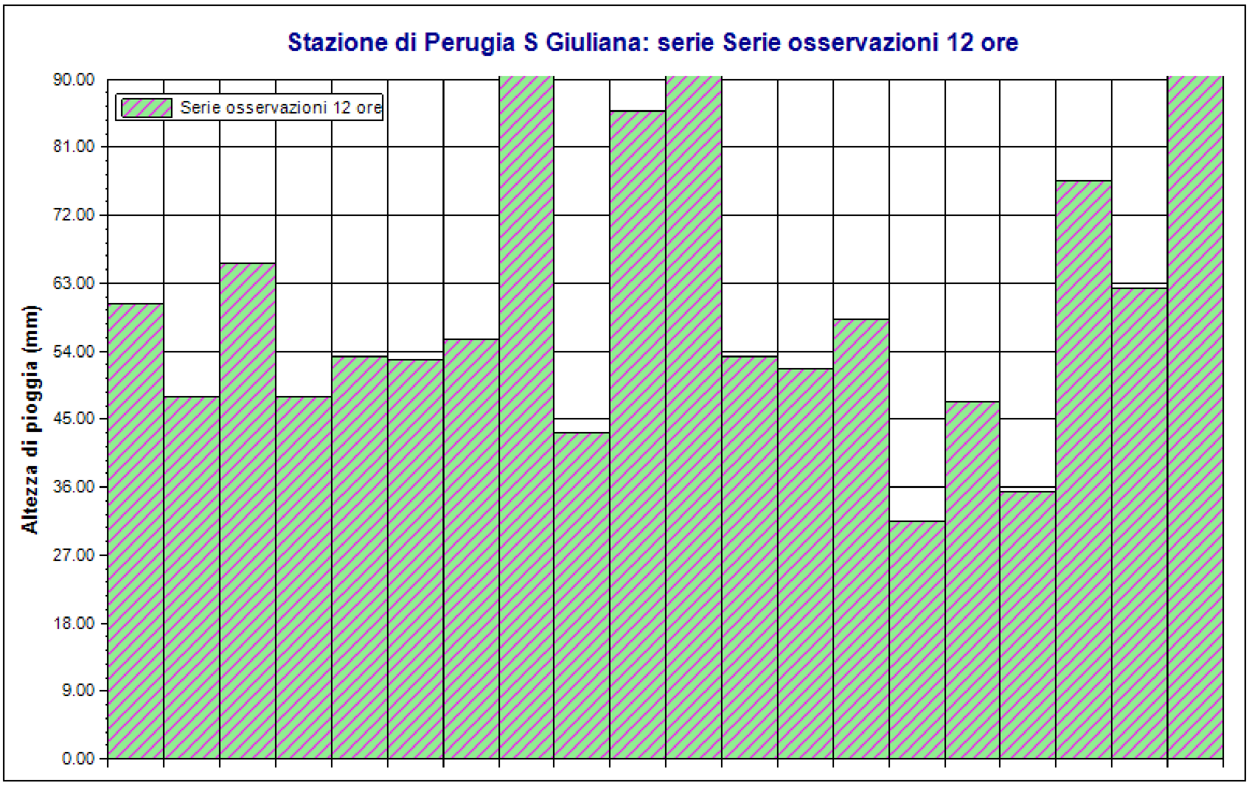
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



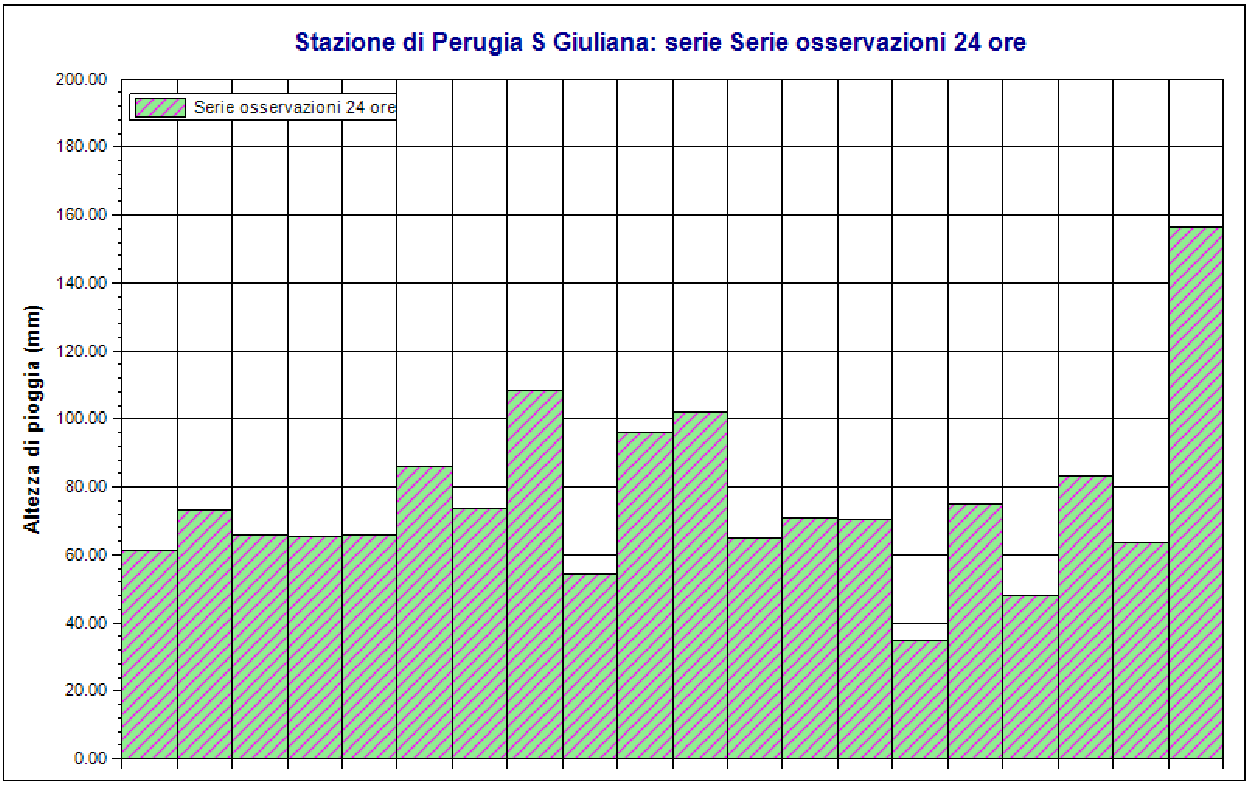
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[\,1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

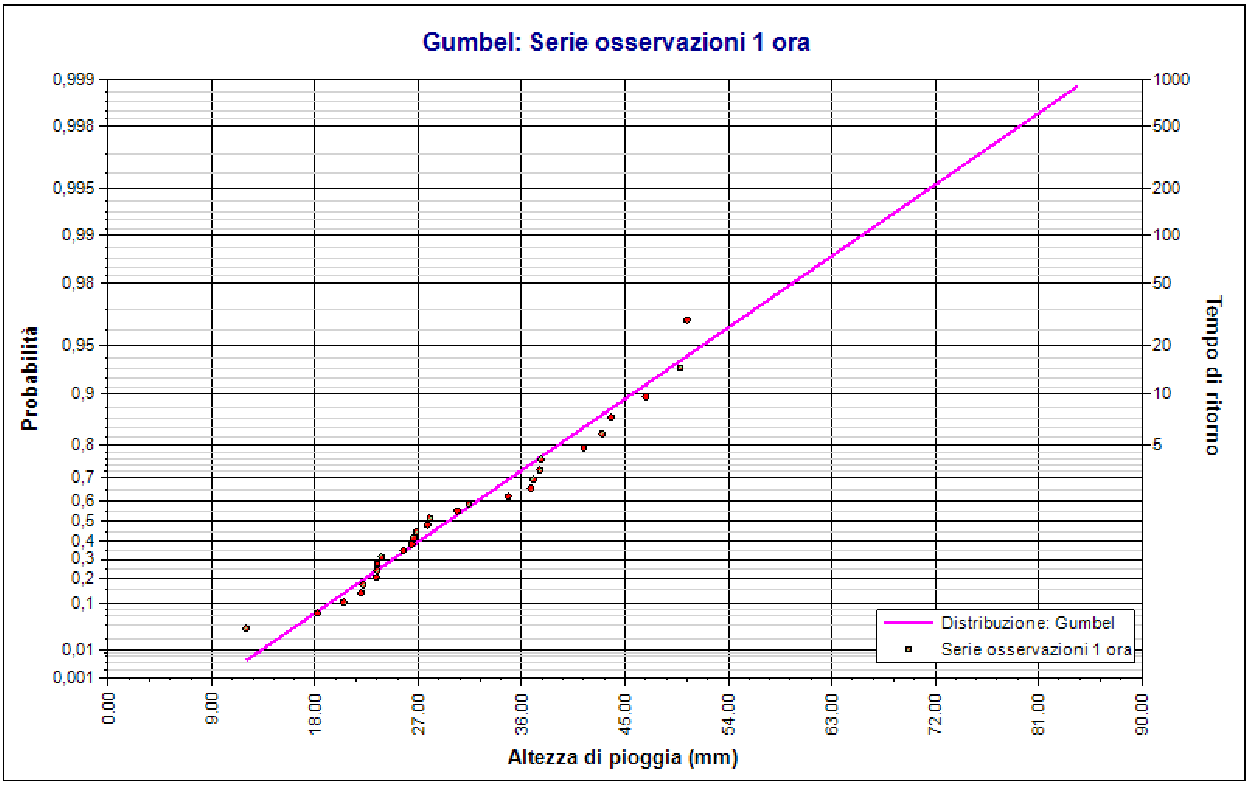
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

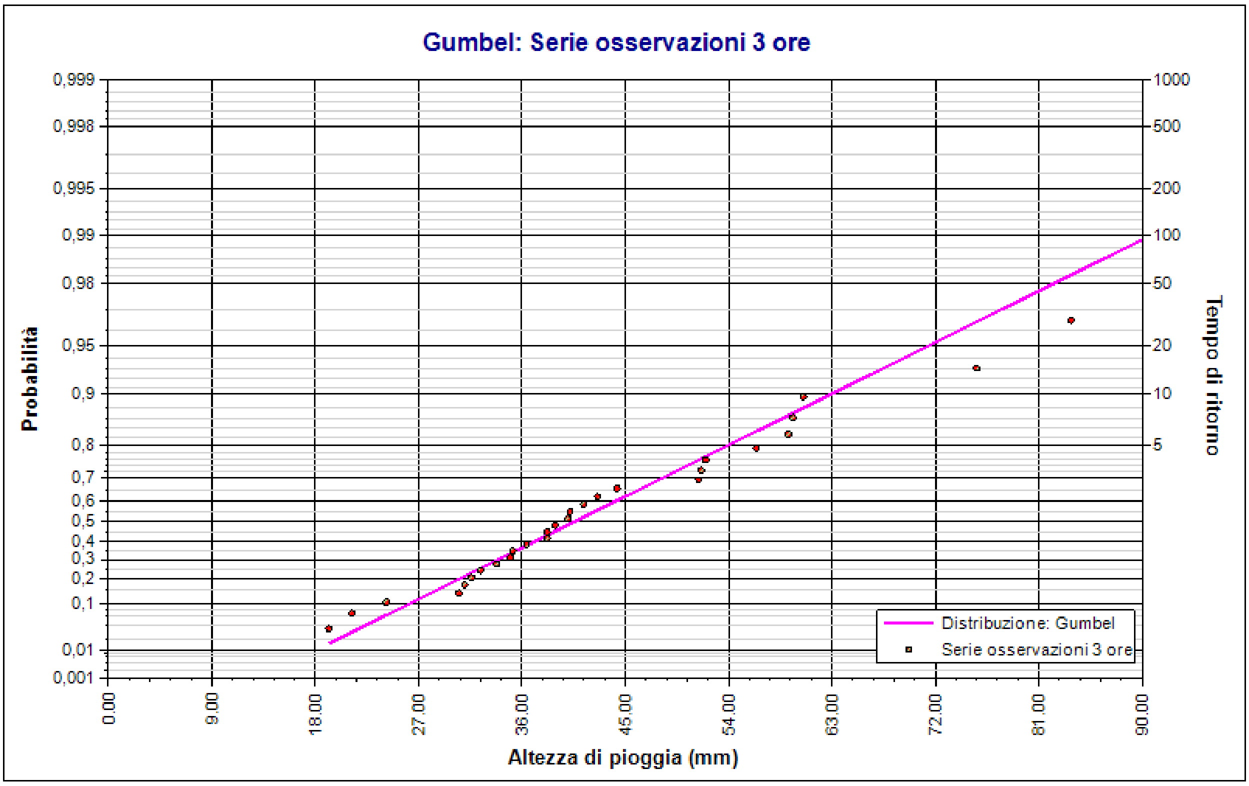
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}117\left(x-26{,}399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}084\left(x-36{,}187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}071\left(x-42{,}675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}062\left(x-49{,}811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}052\left(x-60{,}310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

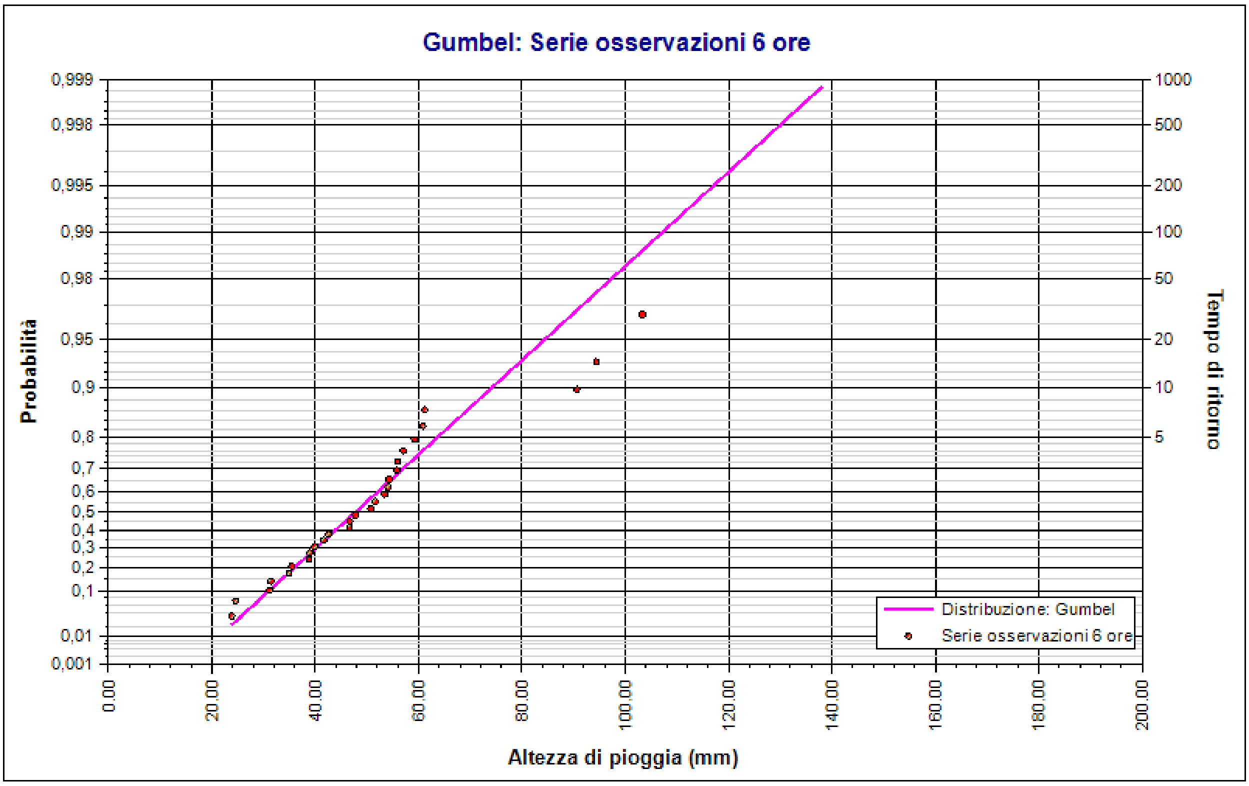
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



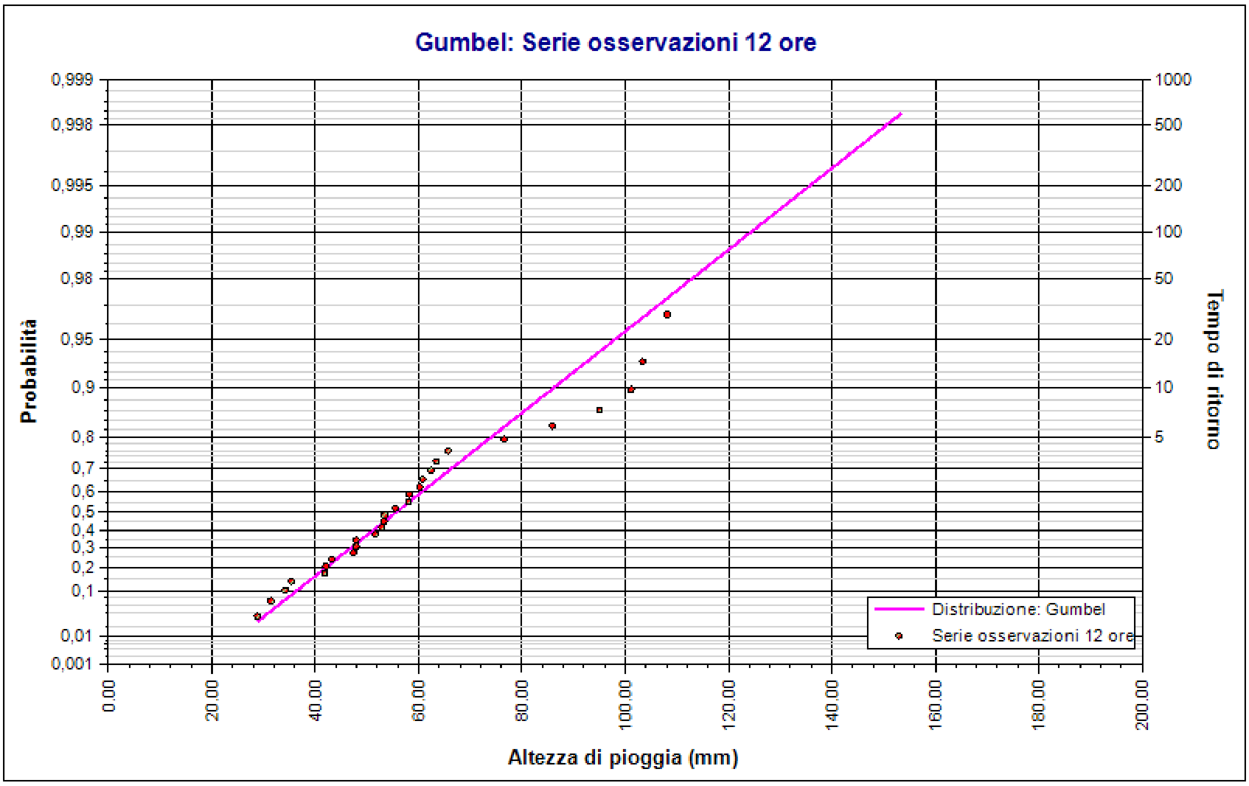
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



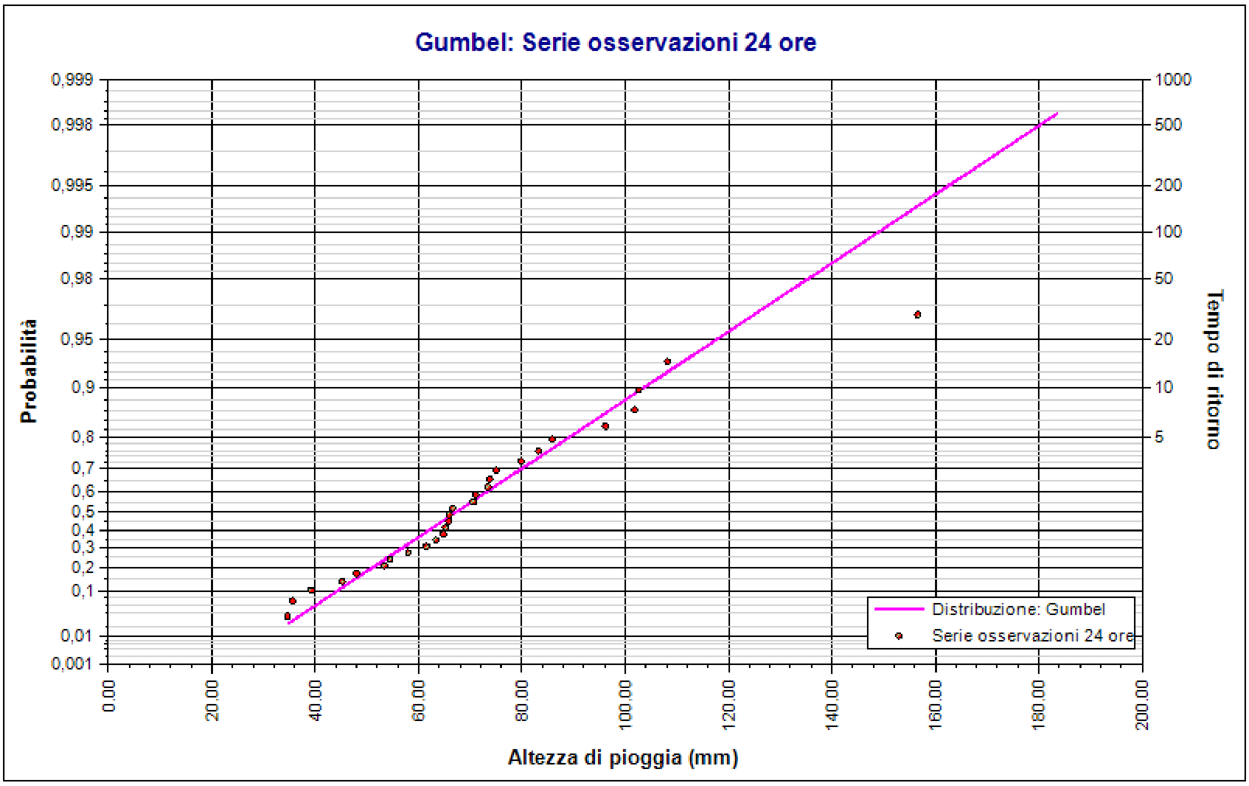
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 25.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

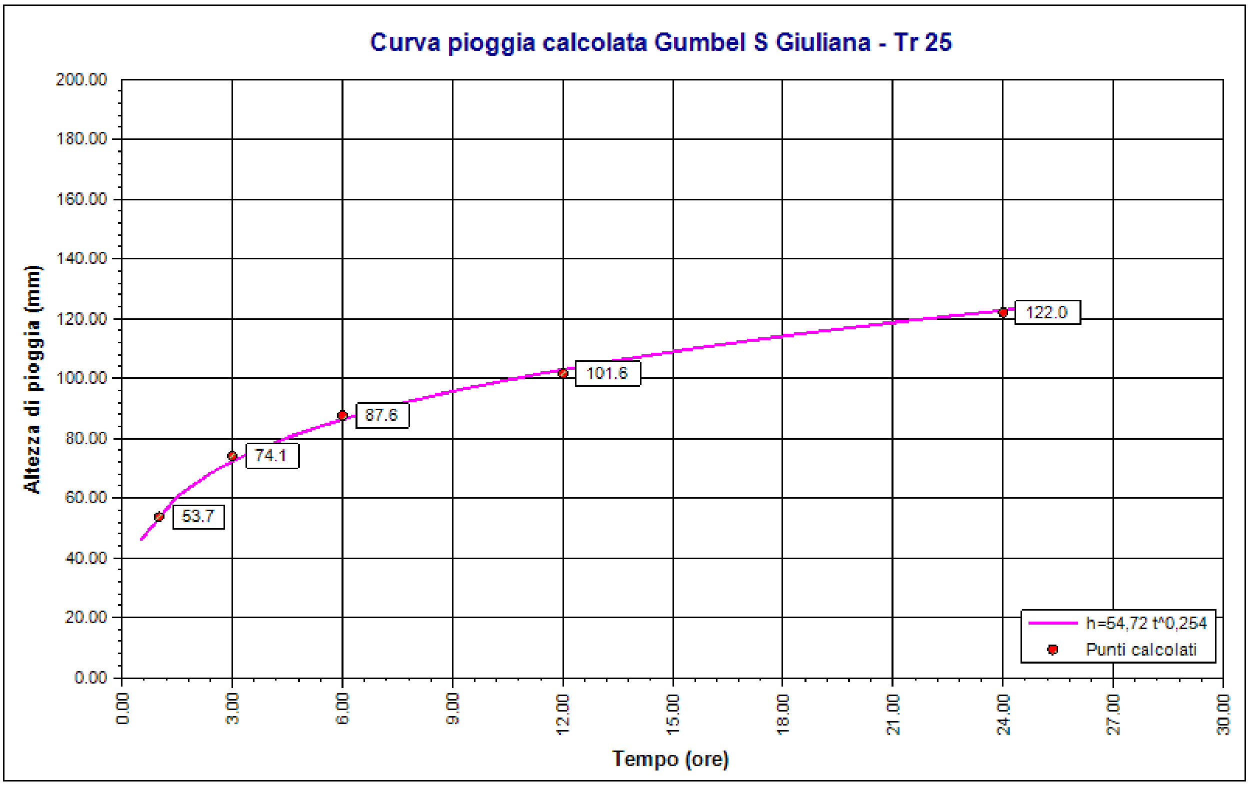
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	53.676
2	3.000	180	74.114
3	6.000	360	87.570
4	12.000	720	101.646
5	24.000	1440	122.021

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
54.72	0.25	1.00	$h(t) = 54,7\, t^{0,254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	54.717		9	95.690		17	112.494
2	65.268		10	98.290		18	114.142
3	72.359		11	100.702		19	115.723
4	77.853		12	102.956		20	117.243
5	82.400		13	105.073		21	118.707
6	86.312		14	107.073		22	120.120
7	89.764		15	108.969		23	121.486
8	92.866		16	110.773		24	122.808



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

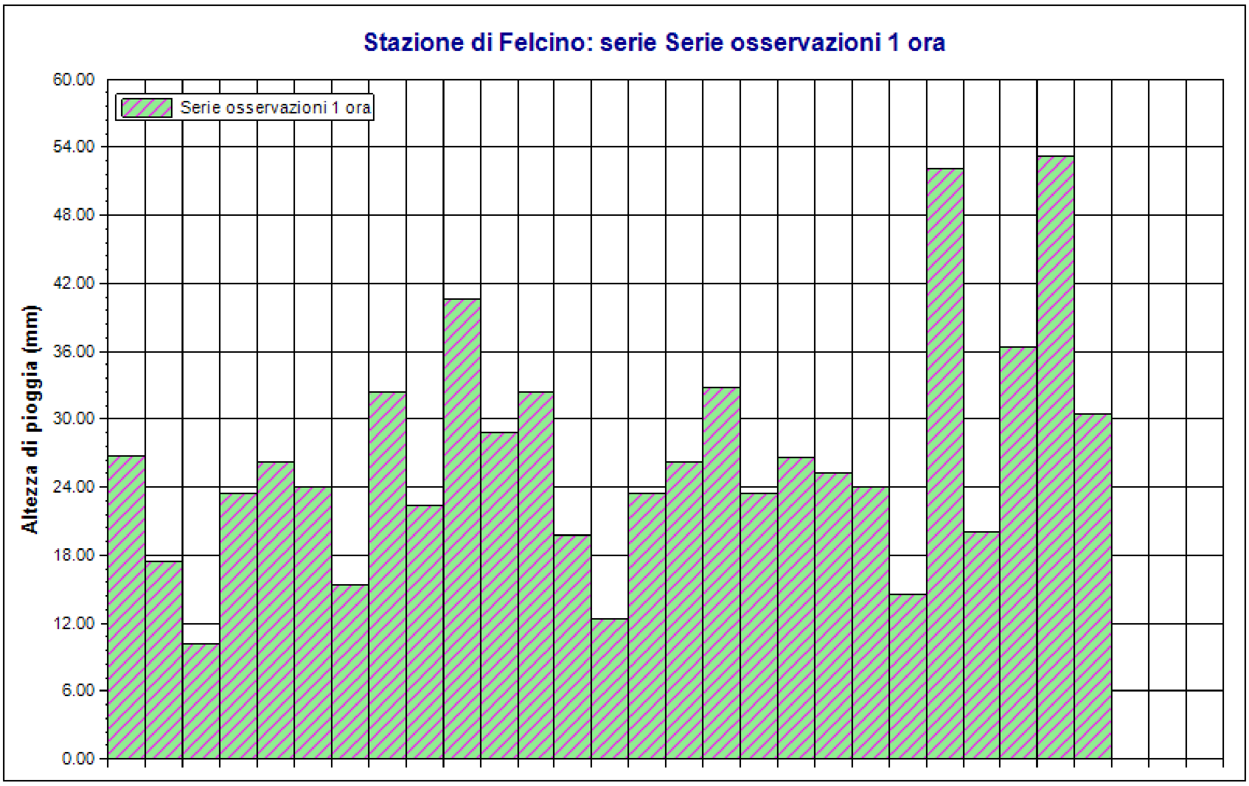
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

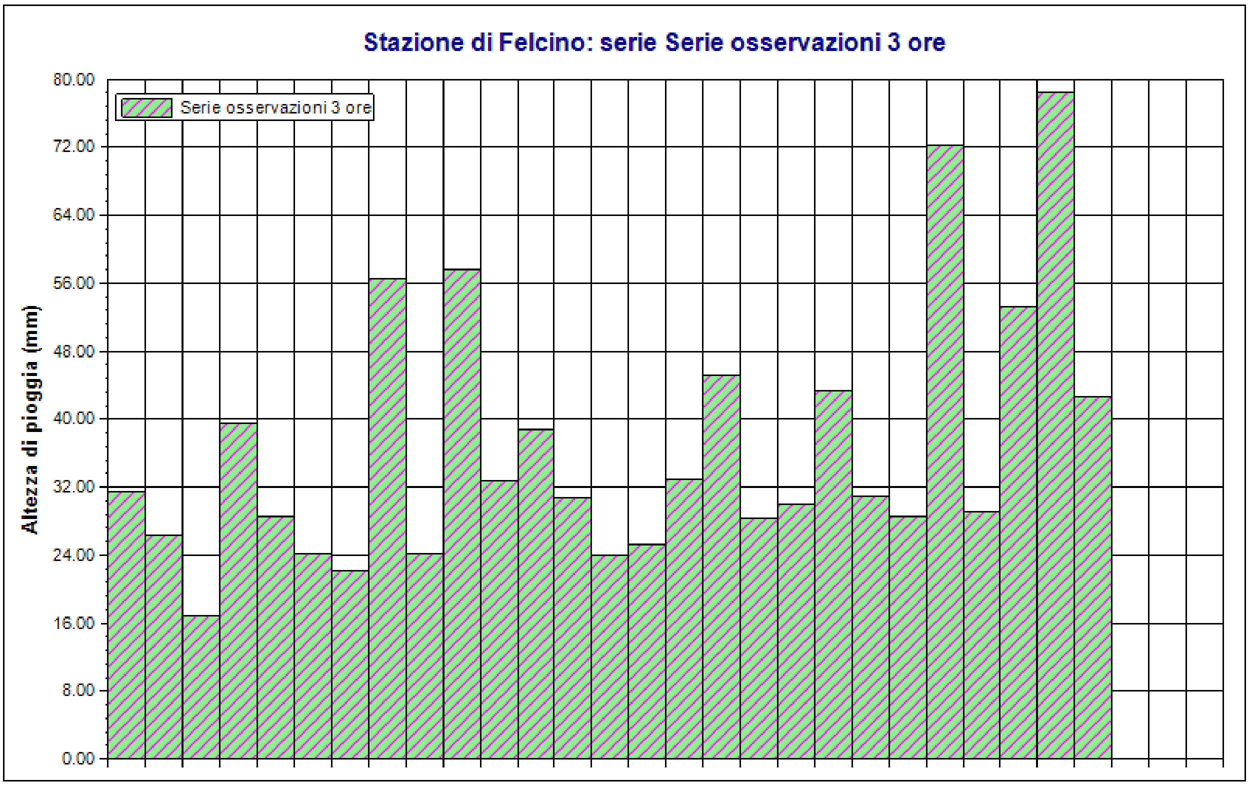
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

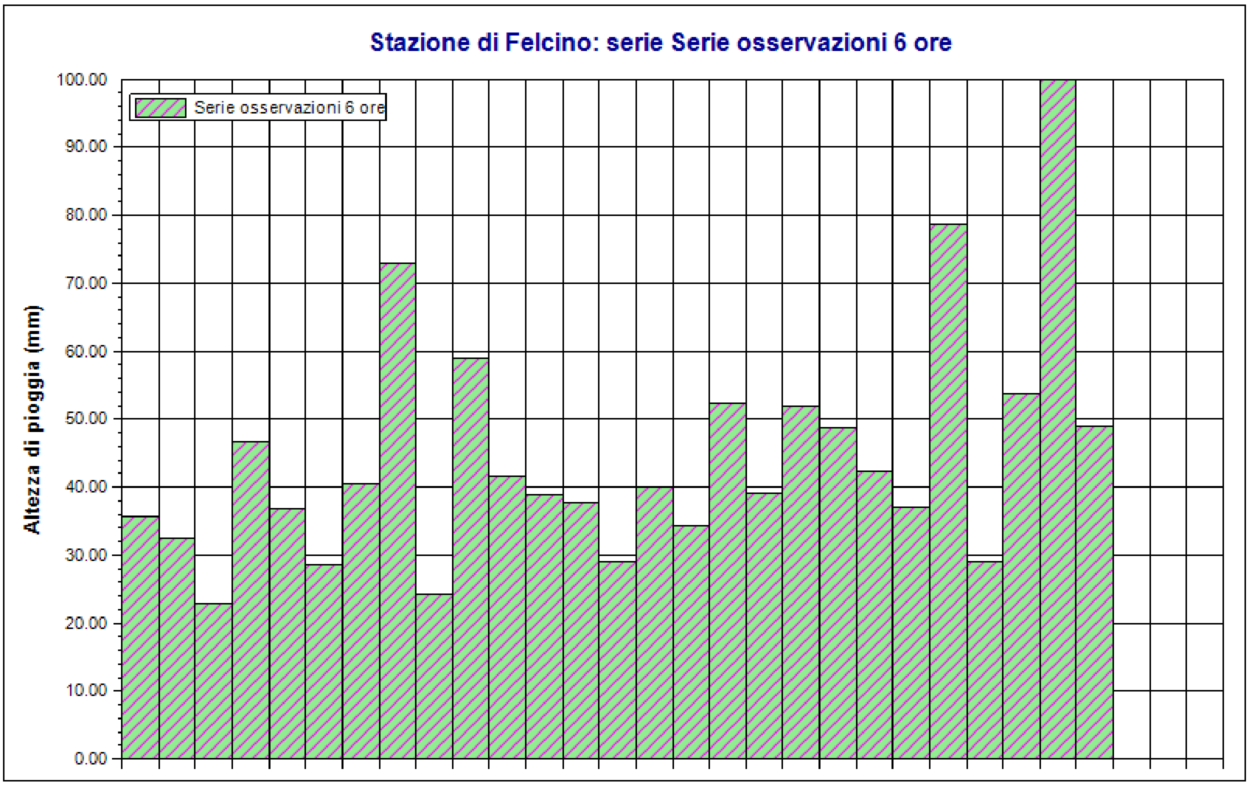
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



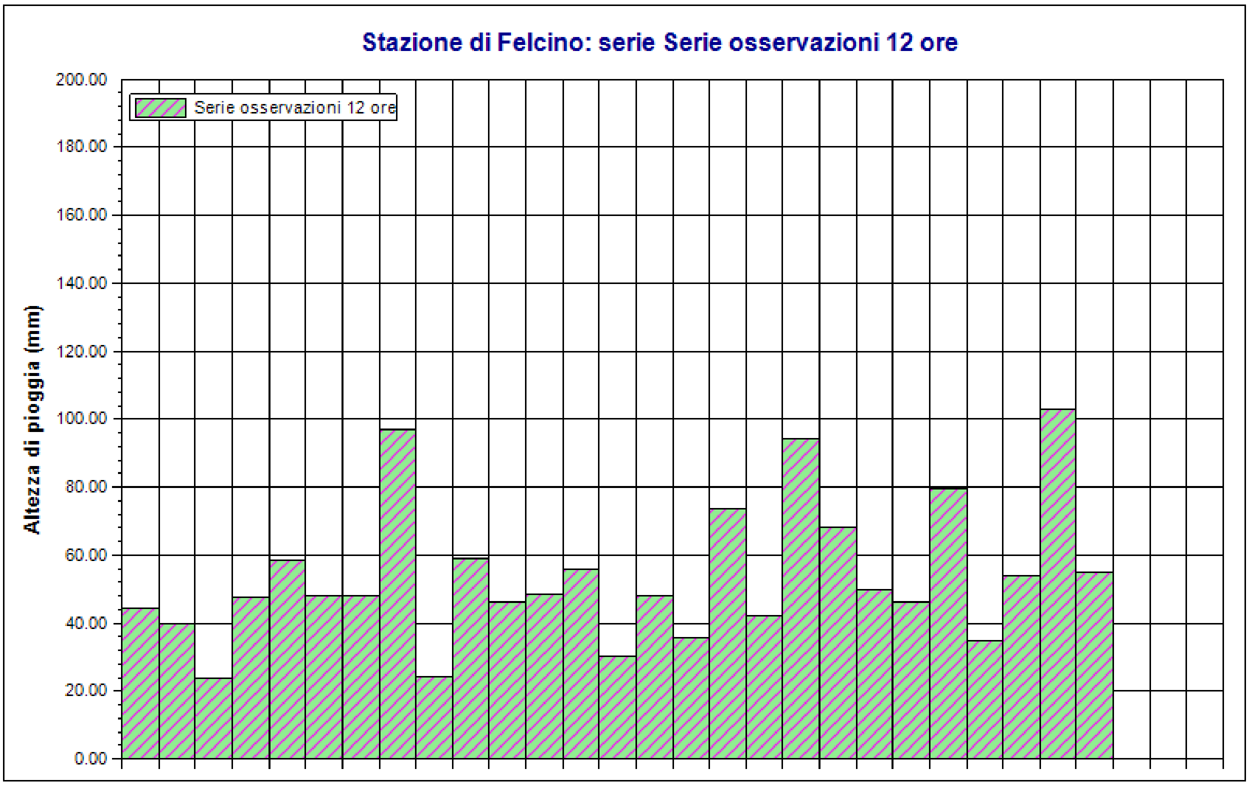
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



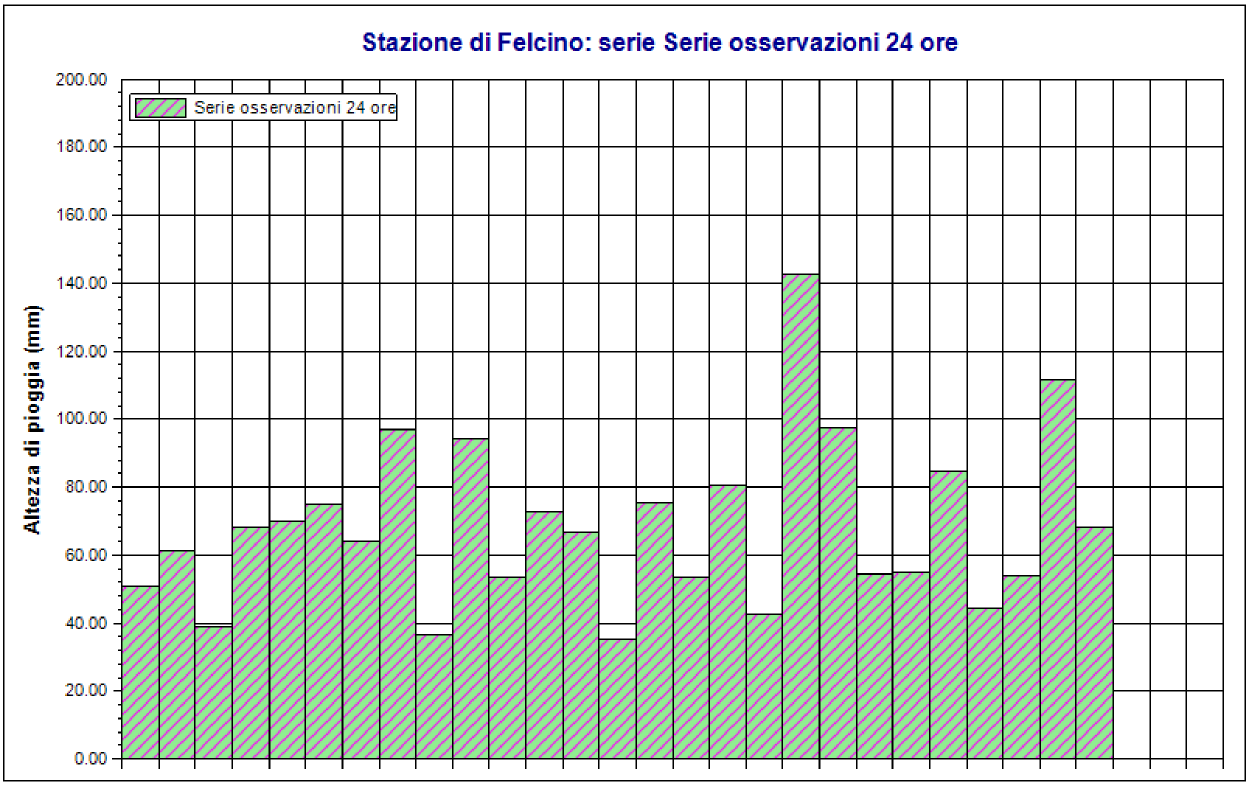
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

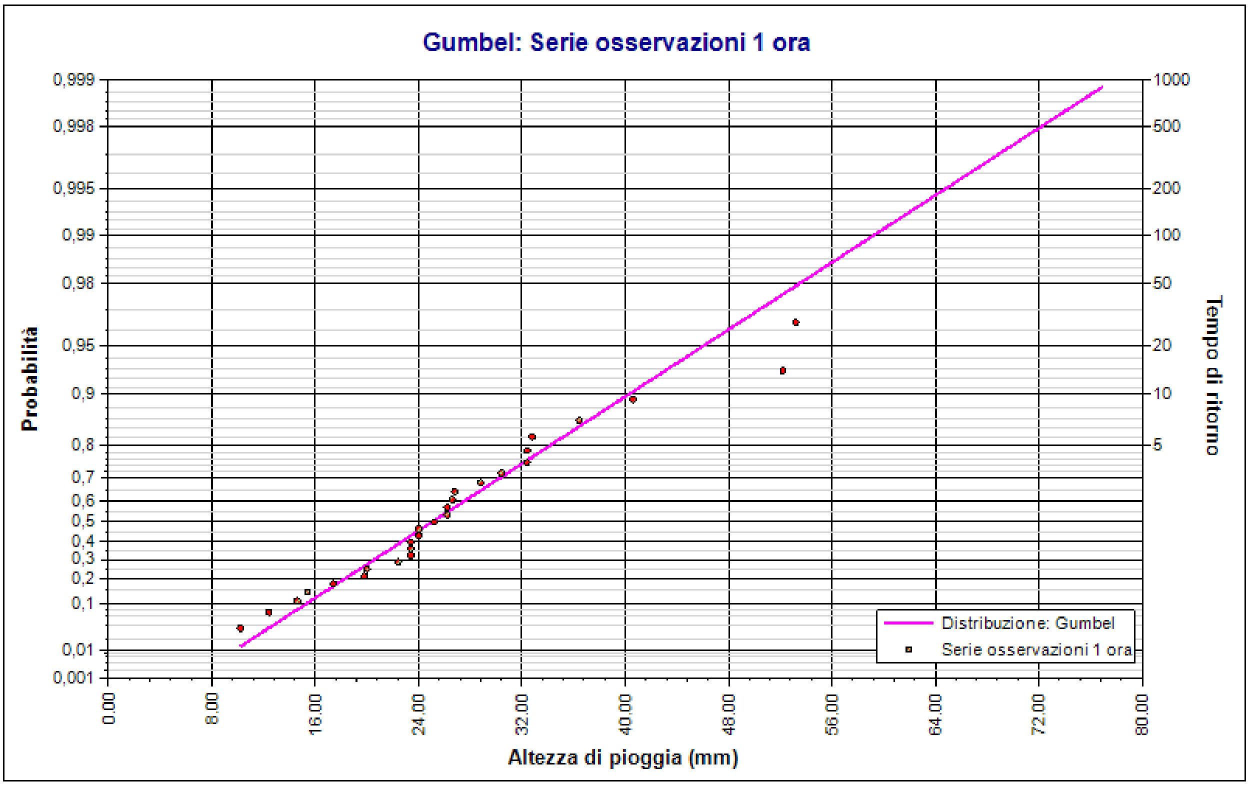
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

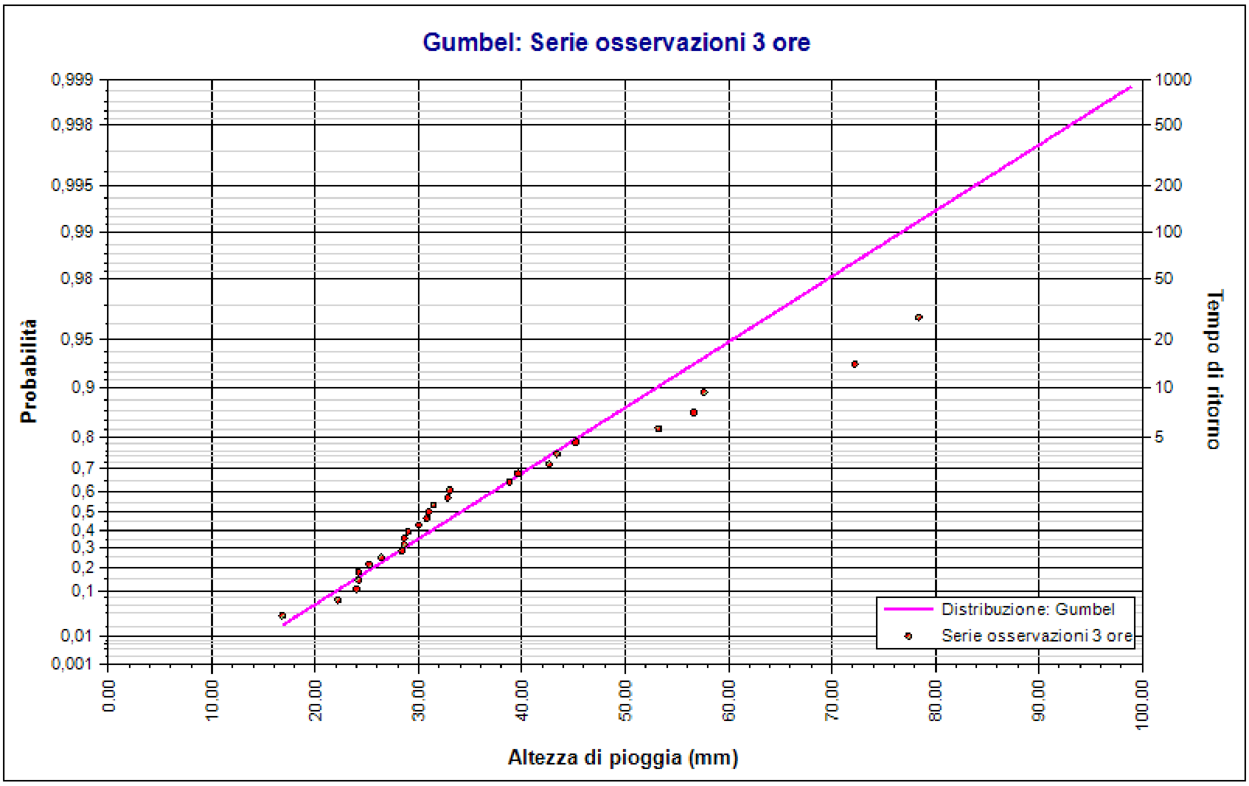
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}124\left(x-22{,}103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}099\left(x-30{,}422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}087\left(x-37{,}409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}064\left(x-44{,}797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}055\left(x-57{,}579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

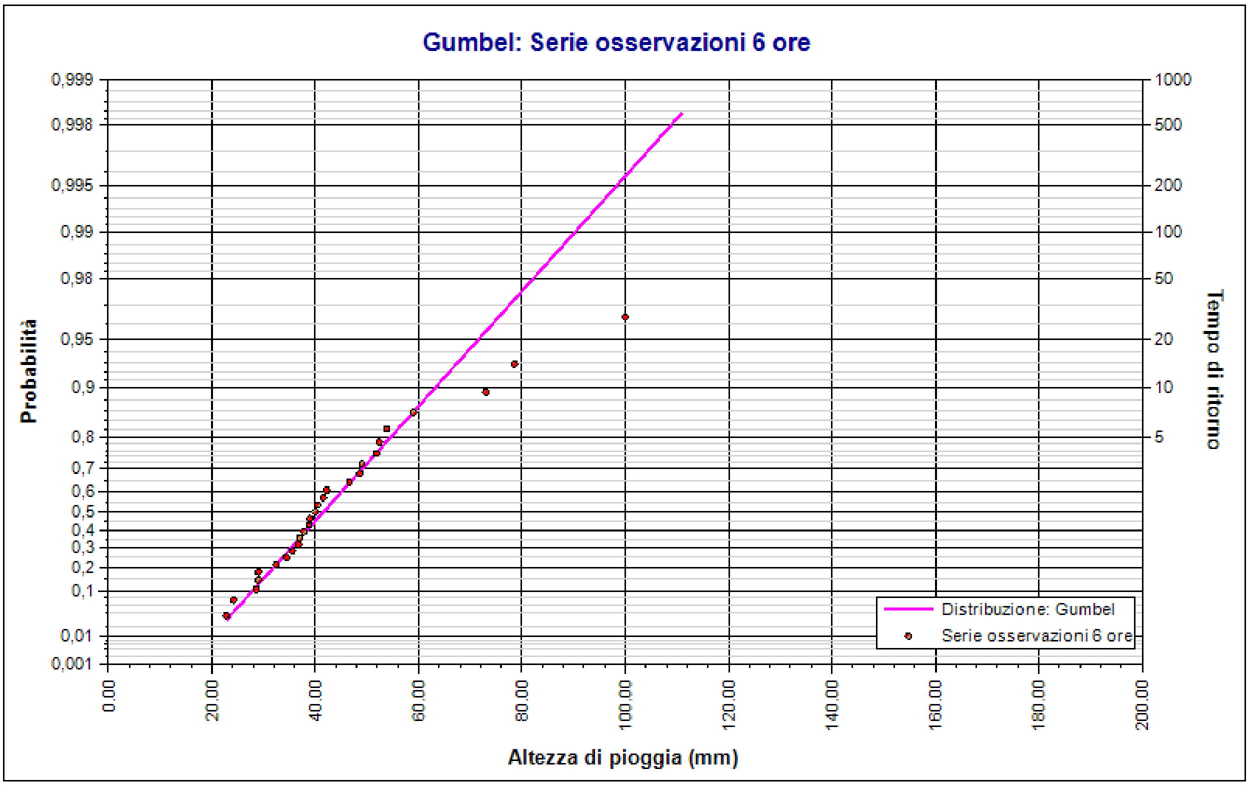
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



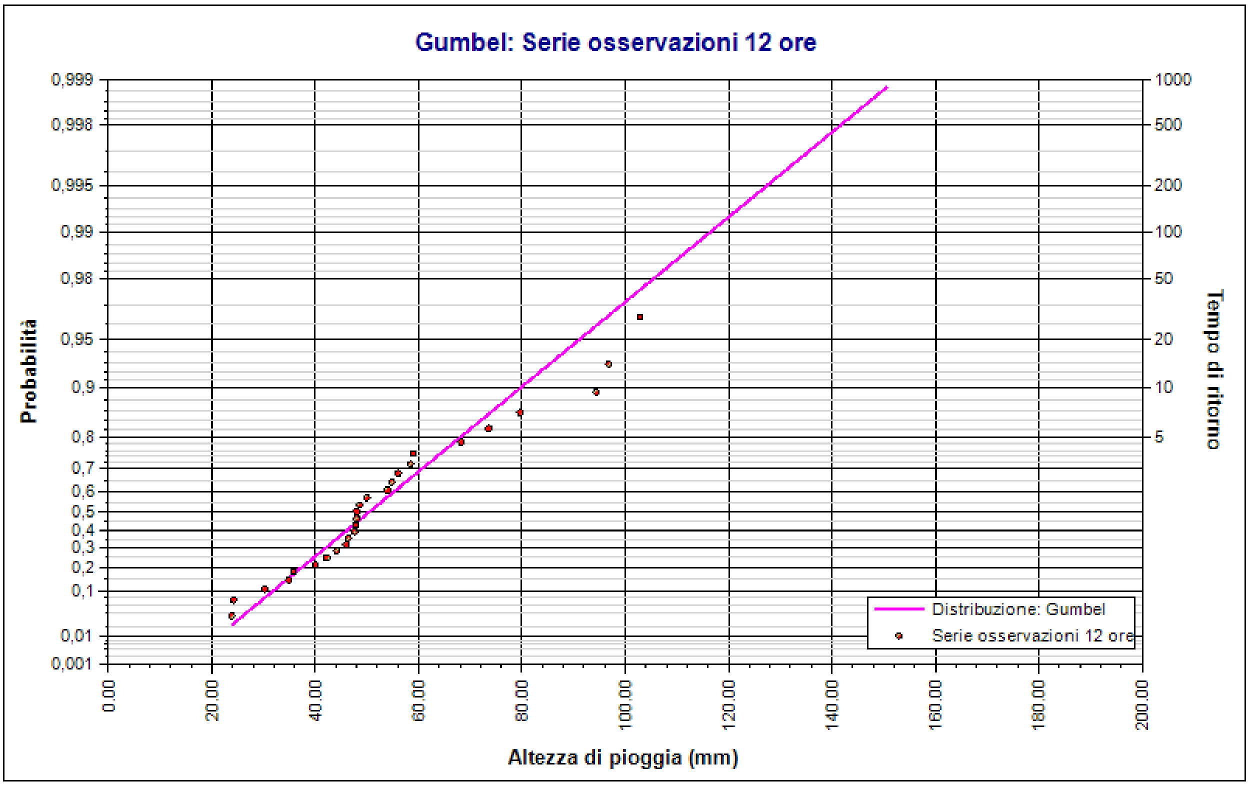
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



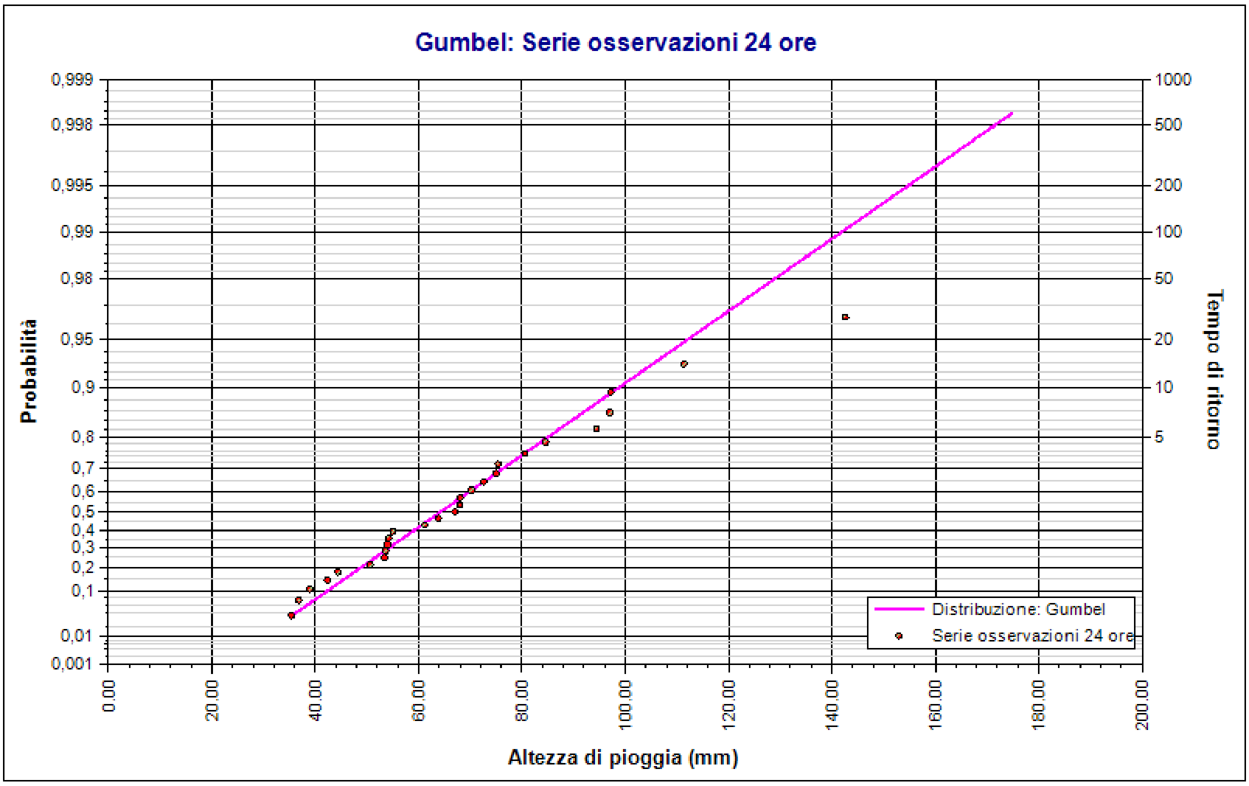
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino

Tempo di ritorno: 25.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

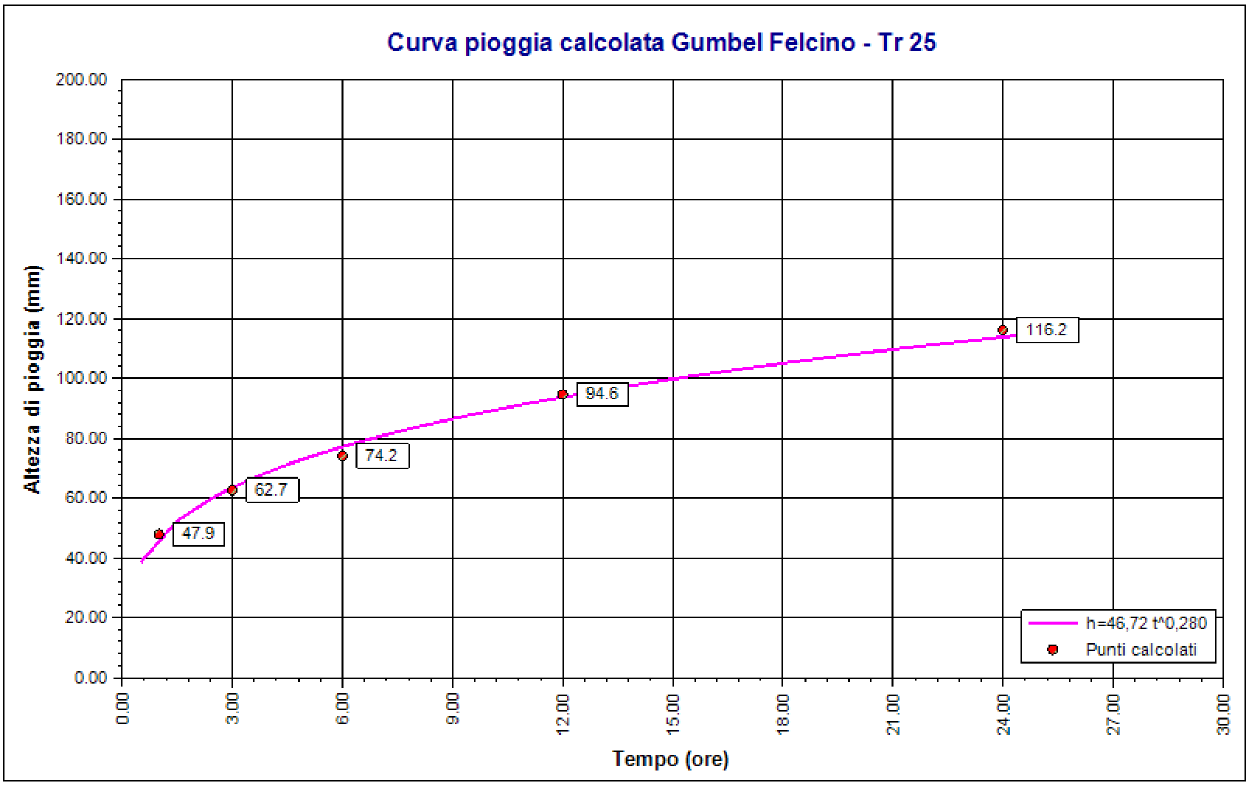
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	47.905
2	3.000	180	62.653
3	6.000	360	74.177
4	12.000	720	94.649
5	24.000	1440	116.221

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
46.72	0.28	1.00	$h(t) = 46{,}7\ t^{0{,}280}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	46.723		9	86.504		17	103.387
2	56.744		10	89.097		18	105.057
3	63.574		11	91.510		19	106.661
4	68.914		12	93.769		20	108.206
5	73.362		13	95.897		21	109.696
6	77.210		14	97.910		22	111.136
7	80.619		15	99.822		23	112.530
8	83.694		16	101.645		24	113.881



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

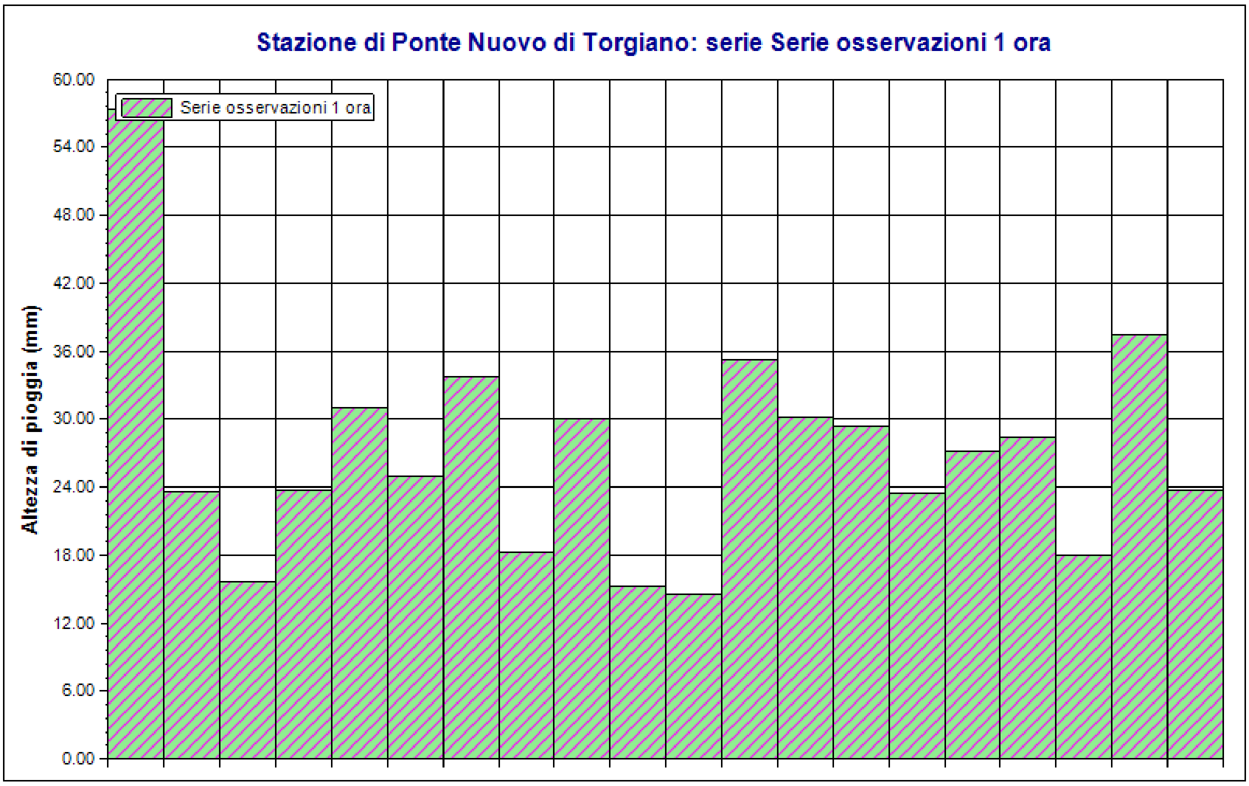
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

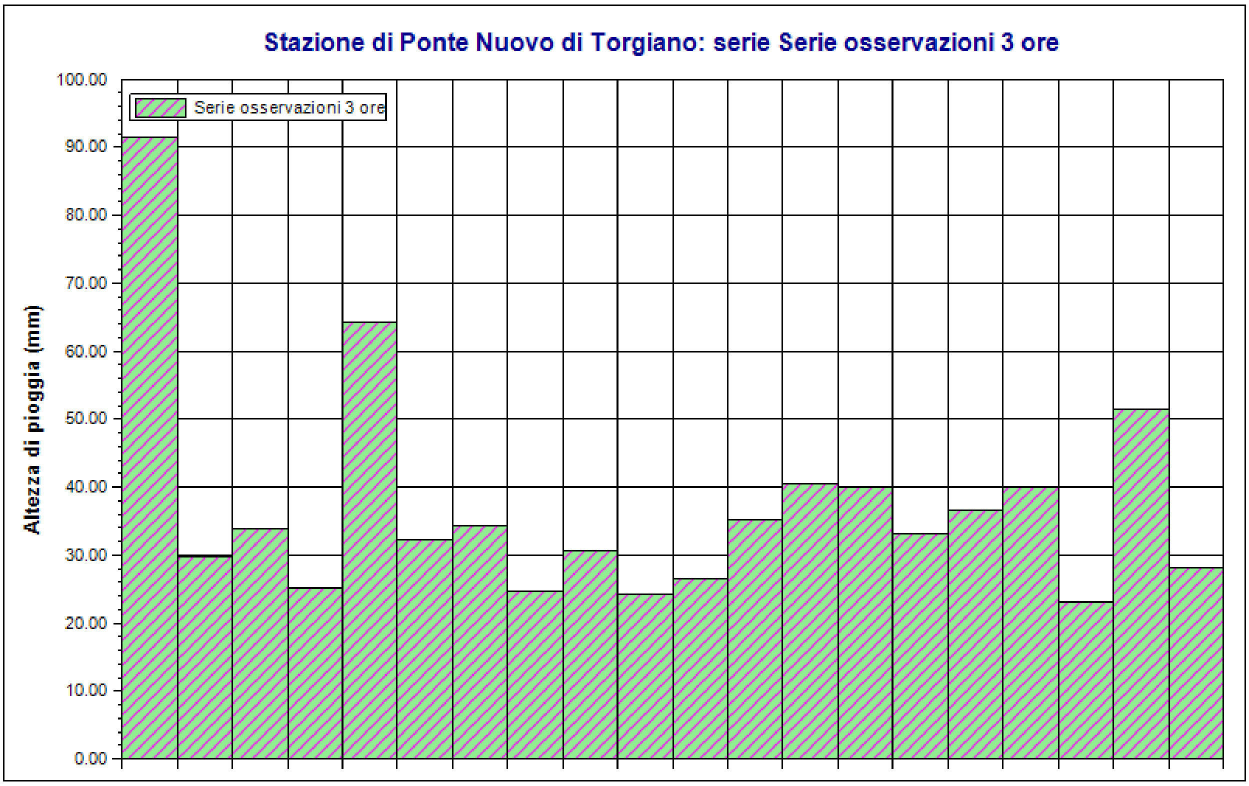
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

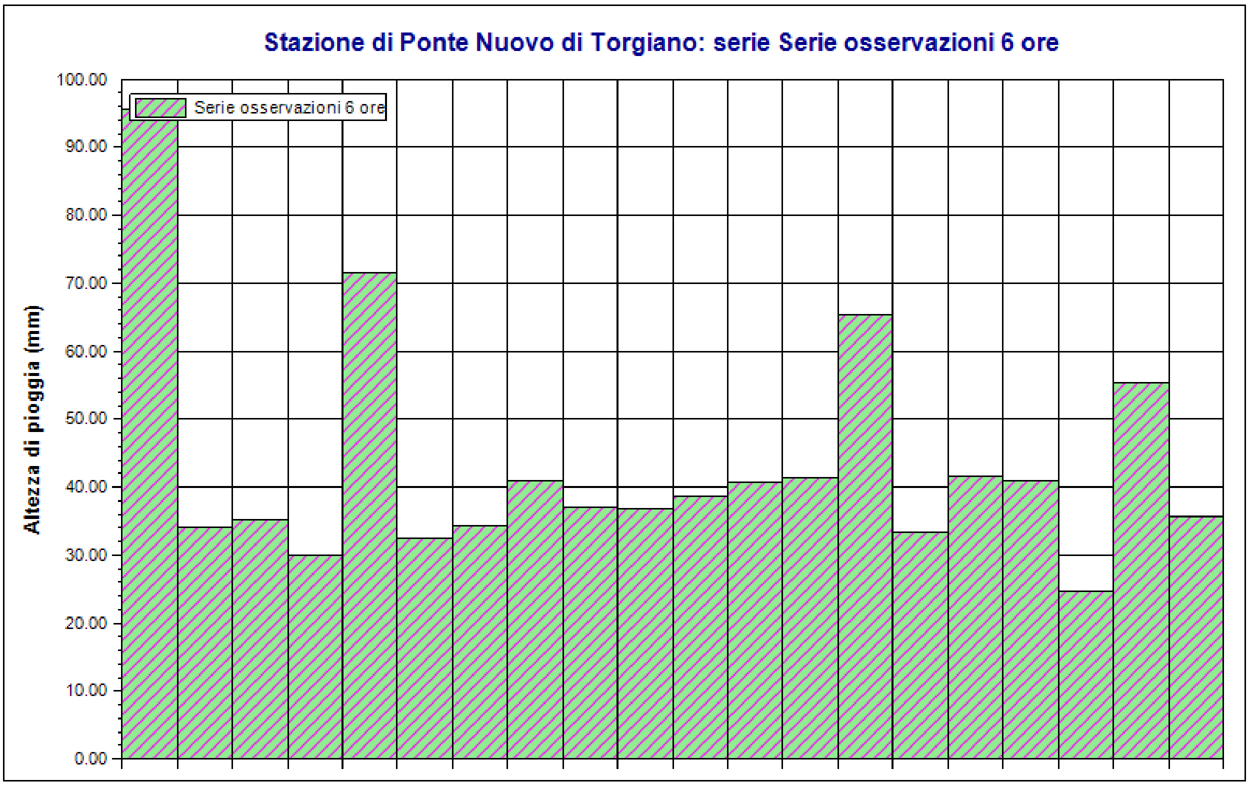
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



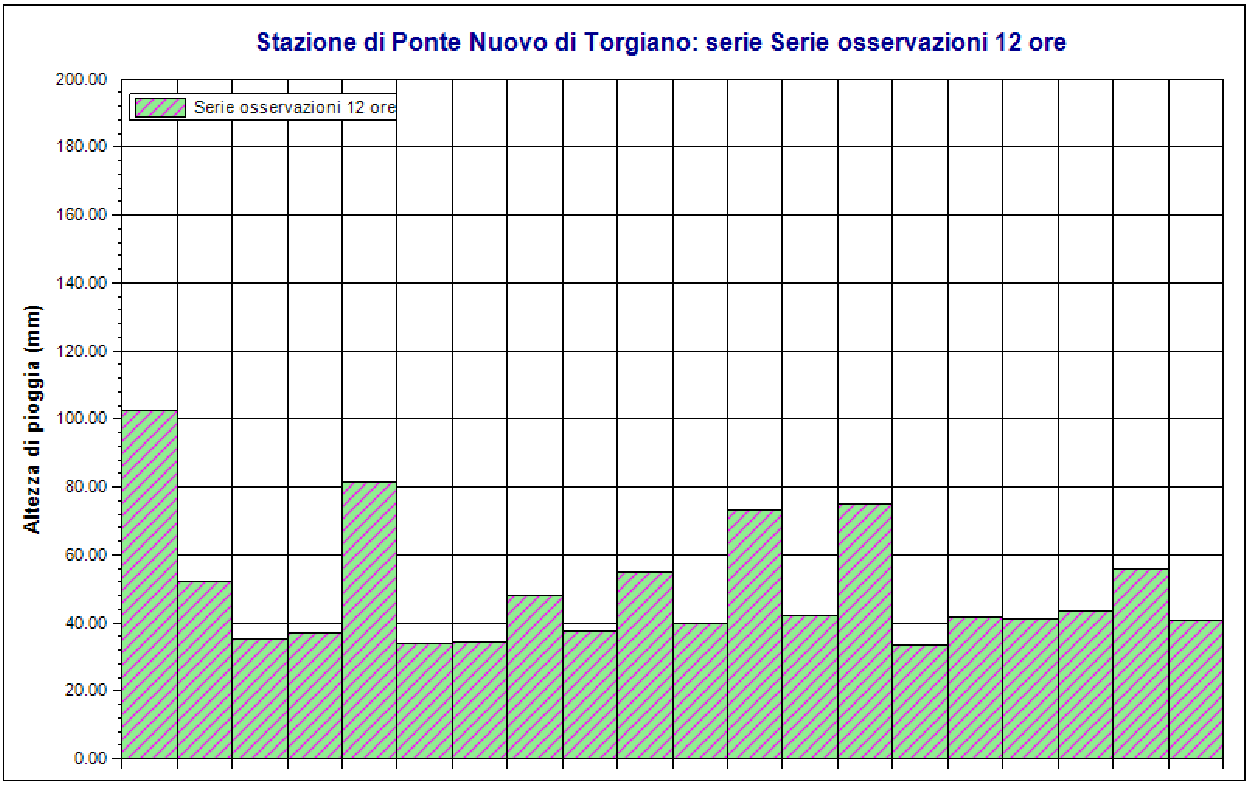
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



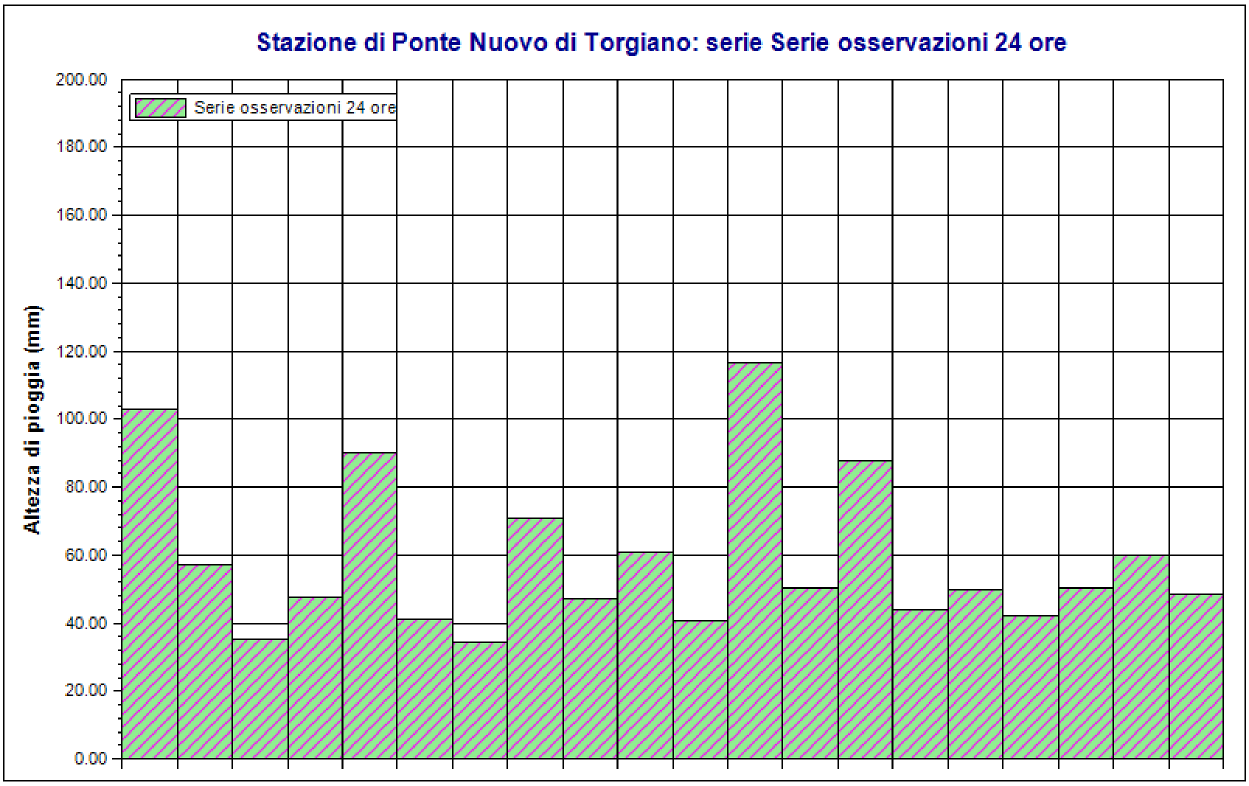
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

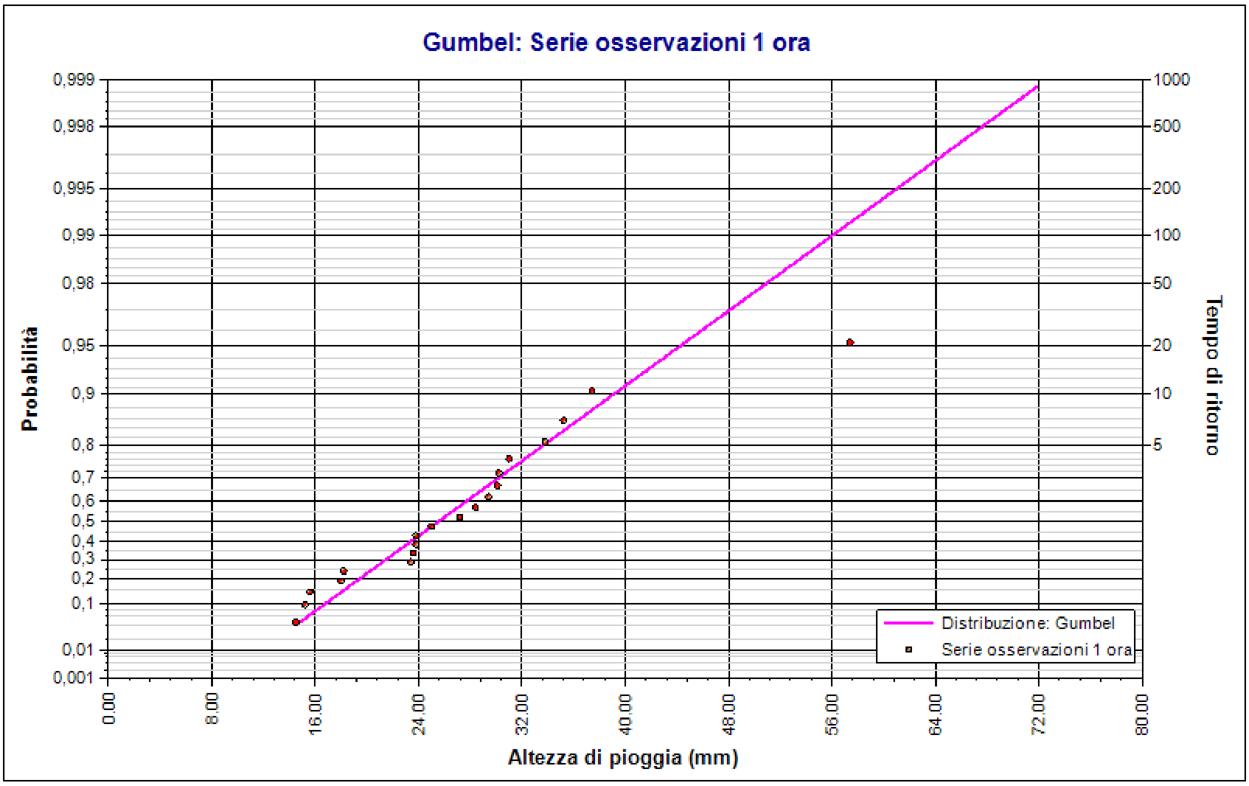
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

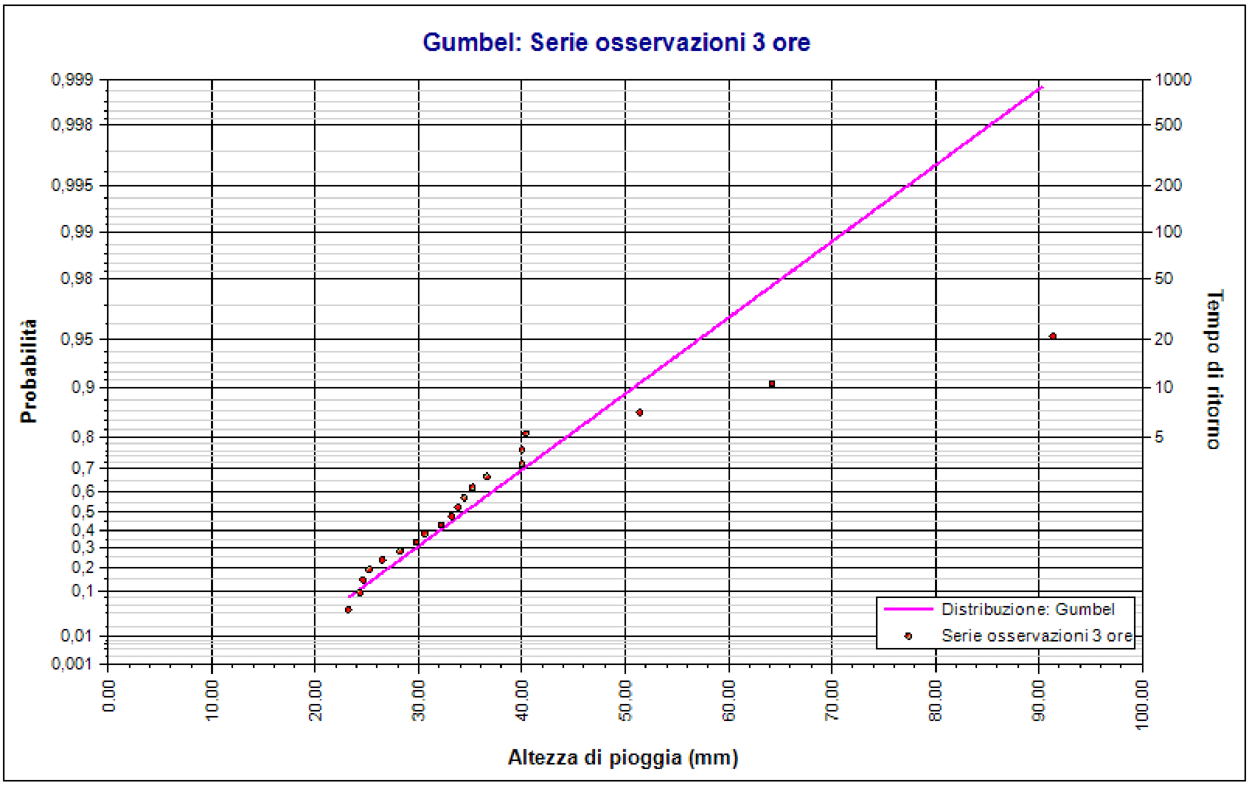
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x - 22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x - 31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x - 36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x - 42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x - 49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

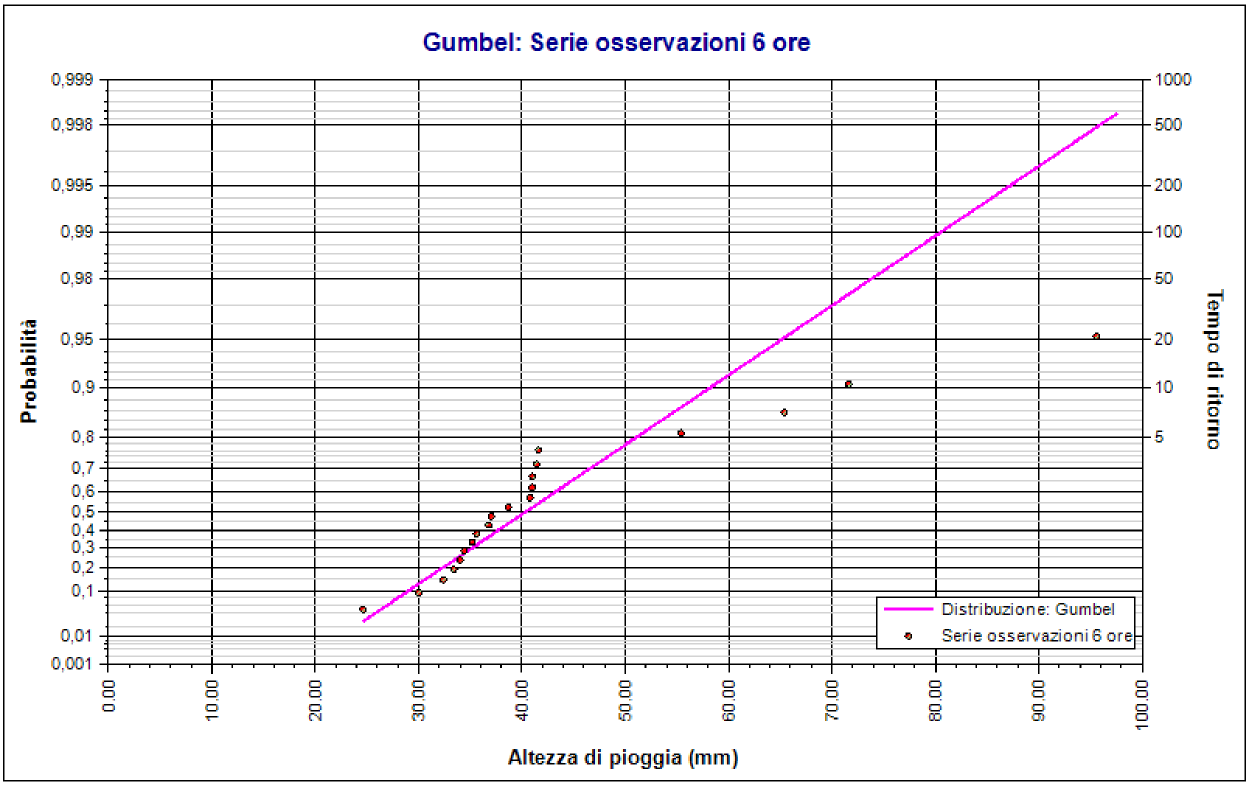
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



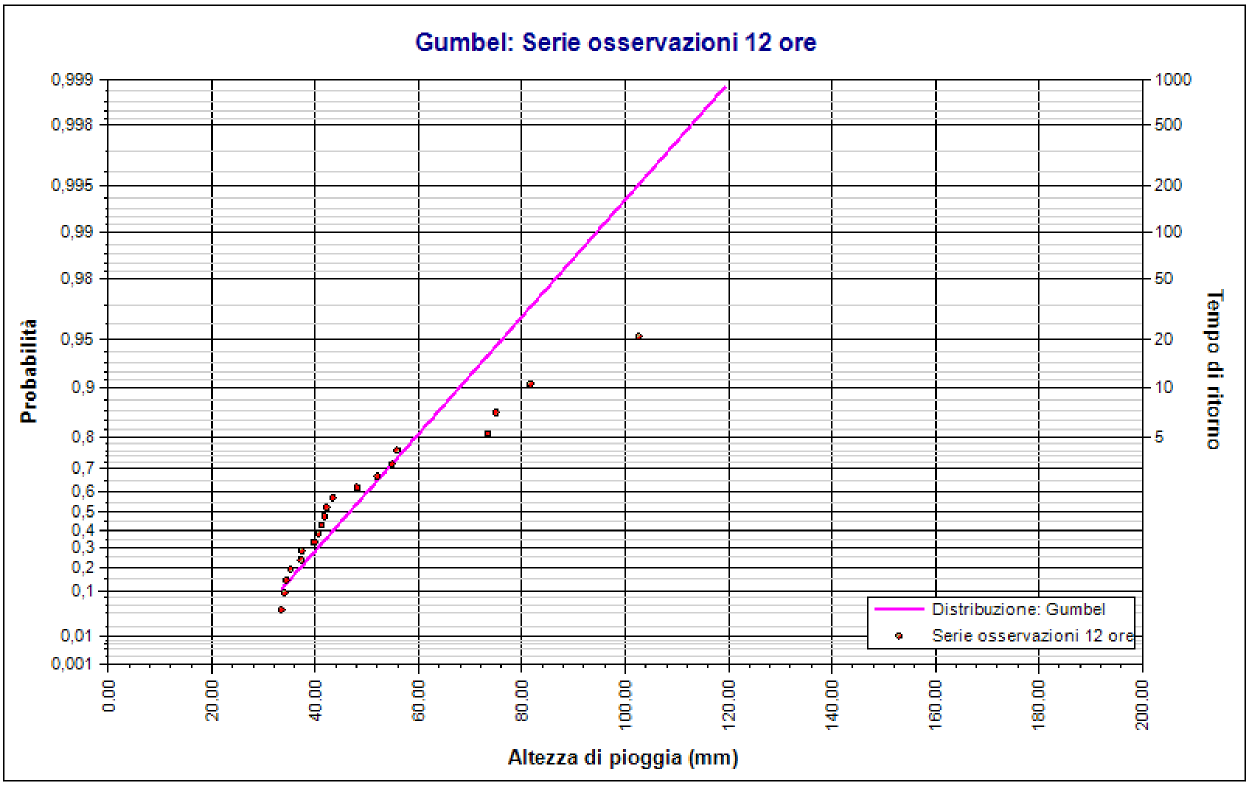
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



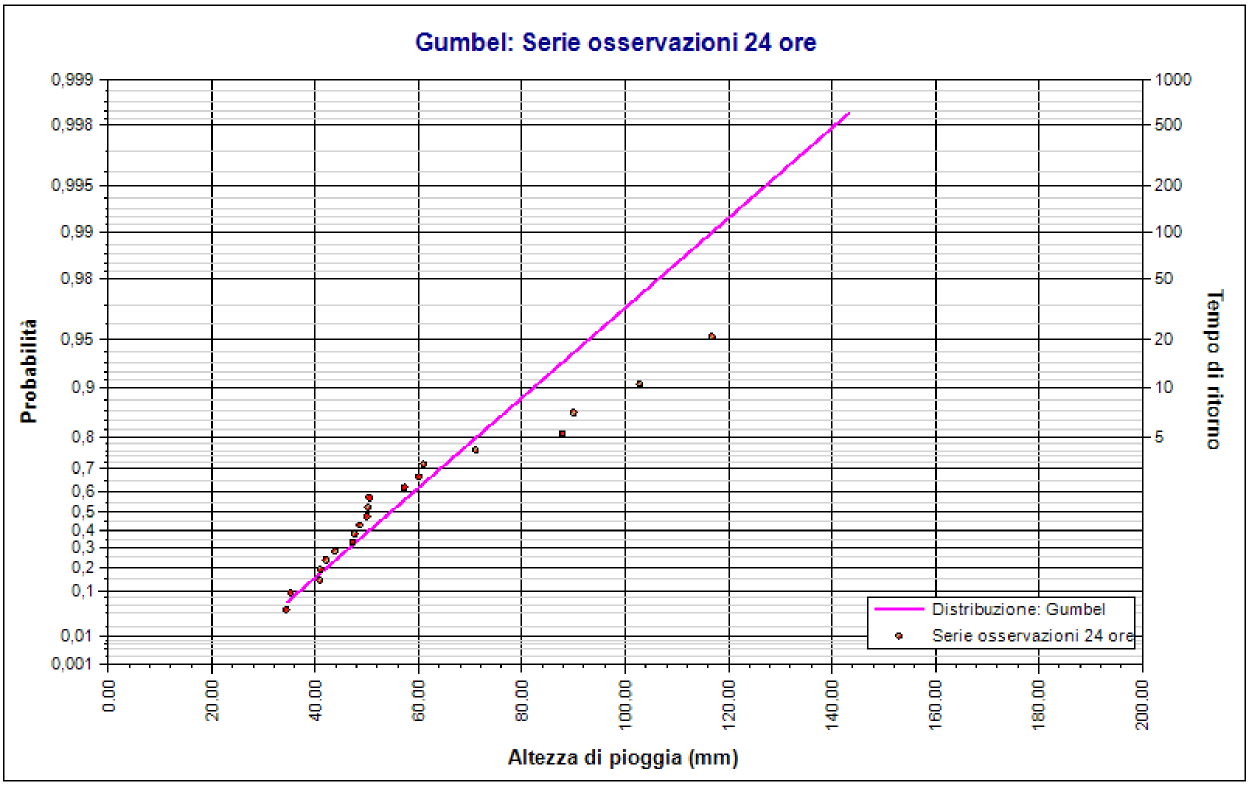
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 25.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

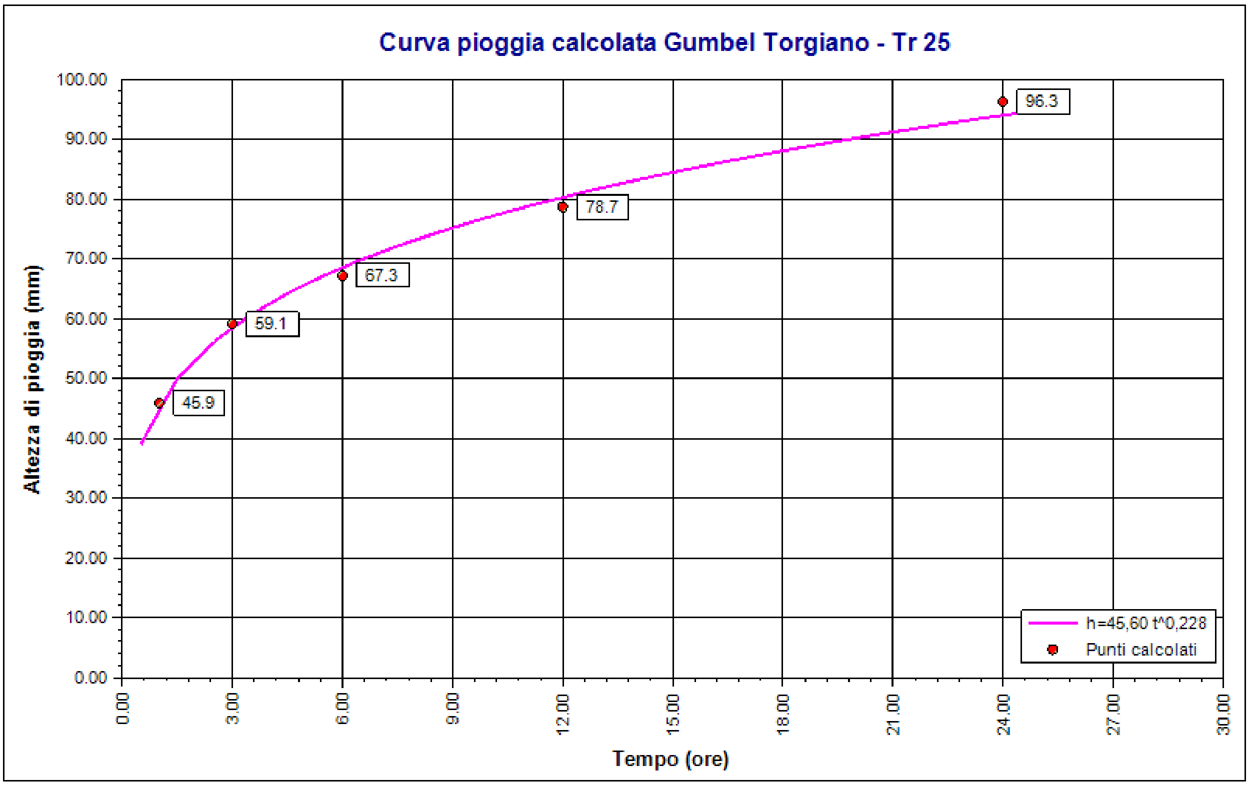
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	45.919
2	3.000	180	59.091
3	6.000	360	67.264
4	12.000	720	78.669
5	24.000	1440	96.281

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
45.60	0.23	1.00	$h(t) = 45,6\, t^{0,228}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	45.600		9	75.204		17	86.922
2	53.396		10	77.030		18	88.061
3	58.560		11	78.720		19	89.152
4	62.525		12	80.295		20	90.199
5	65.783		13	81.772		21	91.207
6	68.572		14	83.163		22	92.178
7	71.021		15	84.480		23	93.116
8	73.214		16	85.731		24	94.023



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

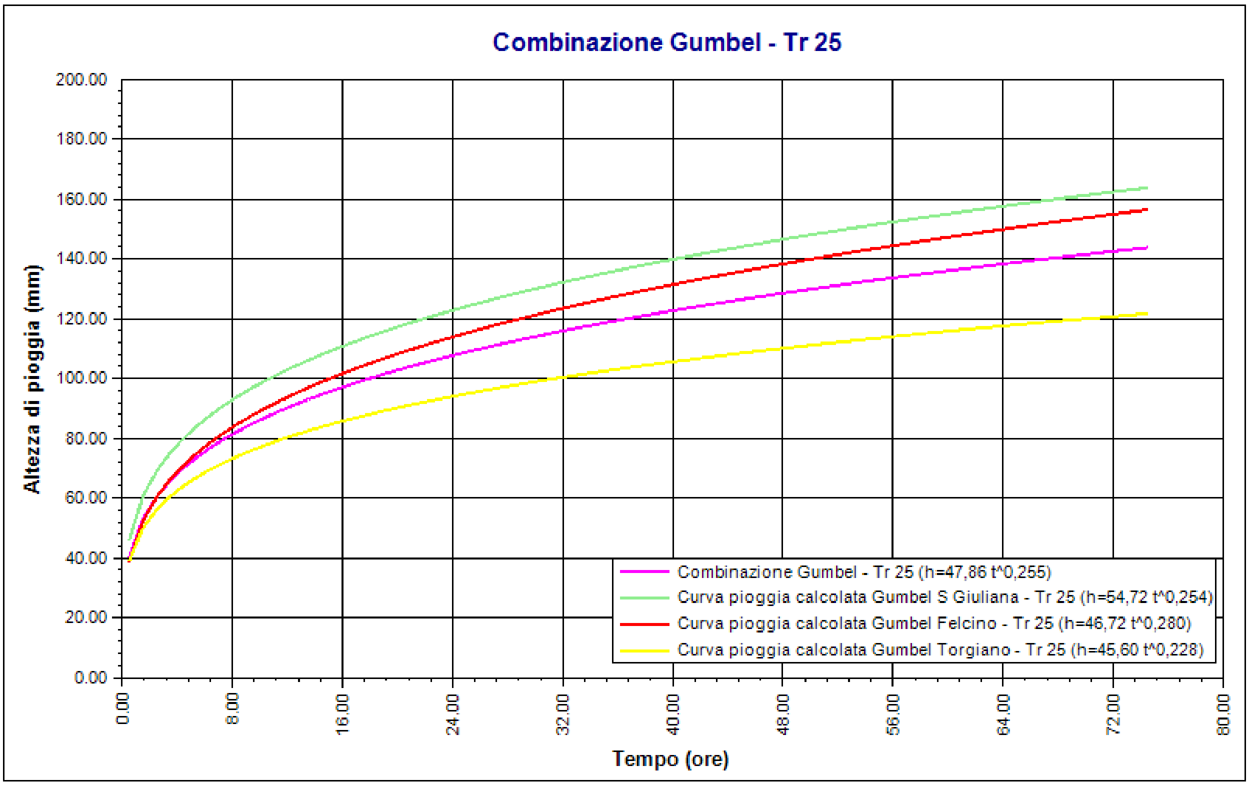
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25	Curva pioggia calcolata	20	54.72	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25	Curva pioggia calcolata	40	46.72	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25	Curva pioggia calcolata	40	45.60	0.23

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
47.86	0.26	$h(t) = 47{,}9\, t^{0{,}255}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	47.856		9	83.840		17	98.613
2	57.116		10	86.125		18	100.062
3	63.343		11	88.245		19	101.453
4	68.168		12	90.227		20	102.789
5	72.162		13	92.089		21	104.077
6	75.599		14	93.847		22	105.320
7	78.632		15	95.514		23	106.521
8	81.358		16	97.100		24	107.685



Combinazione Gumbel - Tr 25

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h

Dati Pluviogramma

Tipo: Pluviogramma sintetico

Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 25

Durata: 1.000 ore

Altezza di pioggia complessiva: 47.856 mm

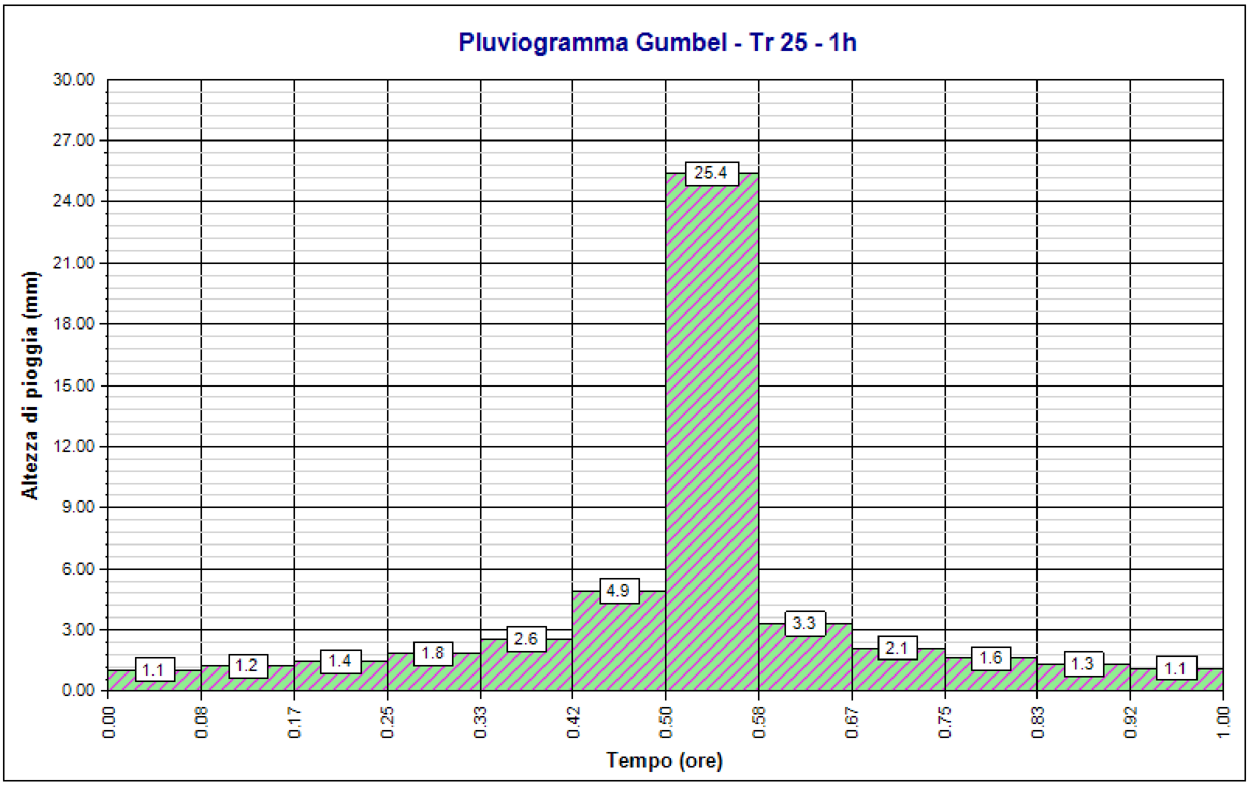
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
47.86	0.26	$h(t) = 47{,}9\, t^{0{,}255}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	1.051
2	0.083	0.167	5	10	1.212
3	0.167	0.250	10	15	1.446
4	0.250	0.333	15	20	1.823
5	0.333	0.417	20	25	2.559
6	0.417	0.500	25	30	4.911
7	0.500	0.583	30	35	25.383
8	0.583	0.667	35	40	3.302
9	0.667	0.750	40	45	2.119
10	0.750	0.833	45	50	1.609
11	0.833	0.917	50	55	1.317
12	0.917	1.000	55	60	1.125



Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino D Gumbel - Tr 25 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

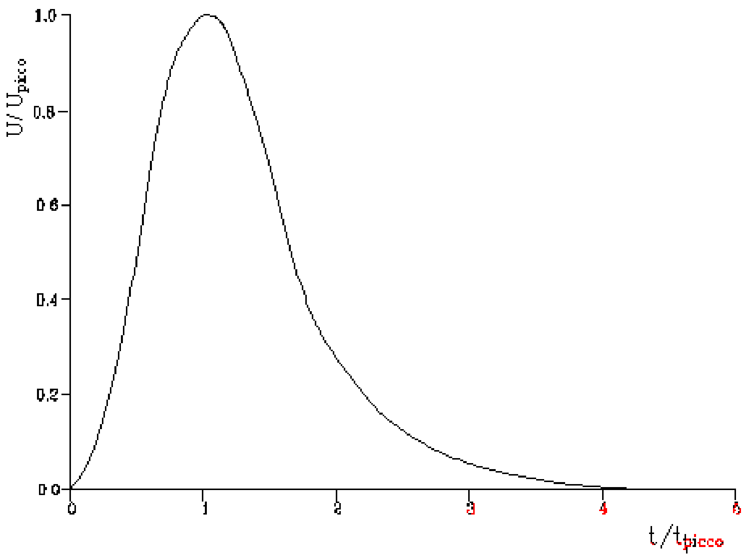
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j)P(i-j+1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

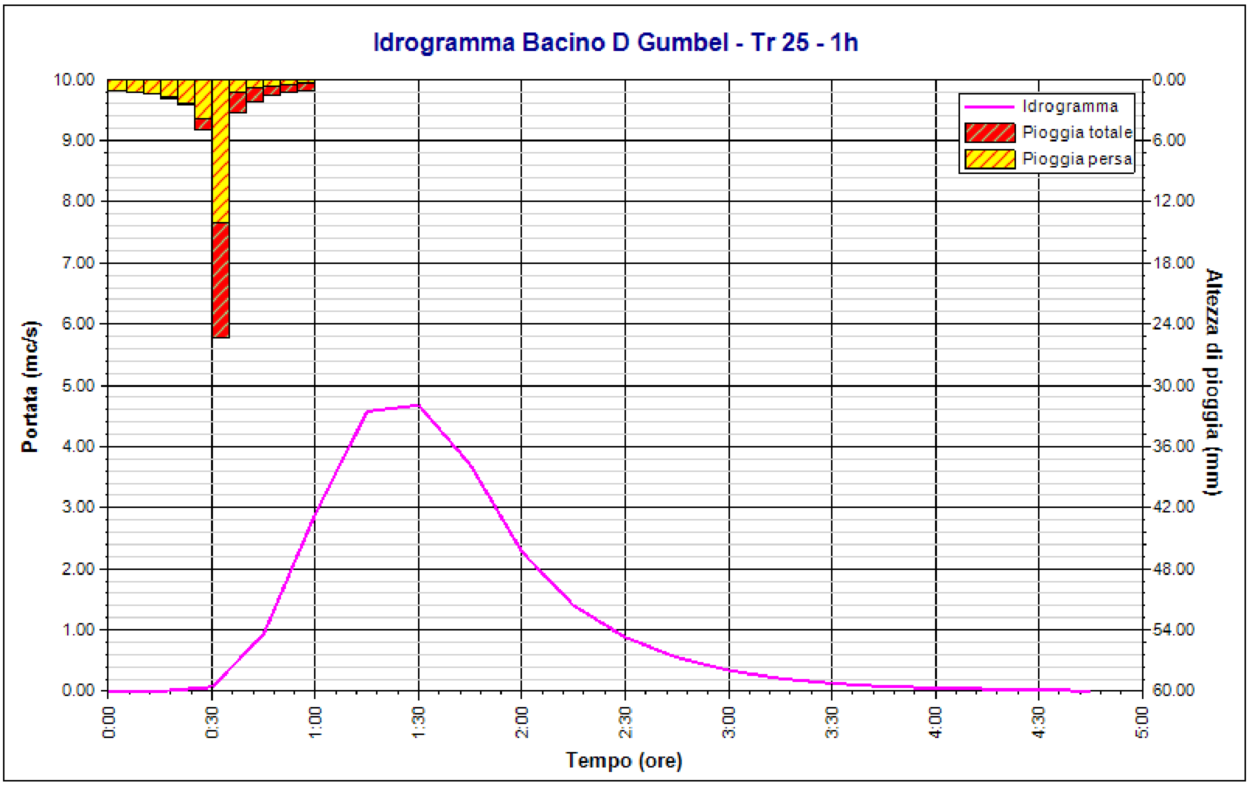
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h
Superficie del bacino: 1.1 kmq
Tlag: 0.738 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 80.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	3.708	3.701	0.008	0.0
2	0.250	15	9.294	7.940	1.353	0.0
3	0.500	30	30.804	16.201	14.603	0.1
4	0.750	45	4.050	1.445	2.605	0.9
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	2.9
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	4.6
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	4.7
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	3.7
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	2.3
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	1.4
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.9
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.5
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.3
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.2
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.1
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.1
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.1
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0
19	4.500	270	0.000	0.000	0.000	0.0
20	4.750	285	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	4.7	mc/s
Istante picco	1.500	ore
Istante picco	90.0	minuti
Durata totale evento	4.750	ore
Volume afflusso	53	mc x 1000
Volume deflusso	21	mc x 1000
Altezza afflusso	47.856	mm
Altezza deflusso	18.652	mm
Coeff. deflusso	0.39	-
Coeff. udometrico	4.25	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino D Gumbel - Tr 25 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

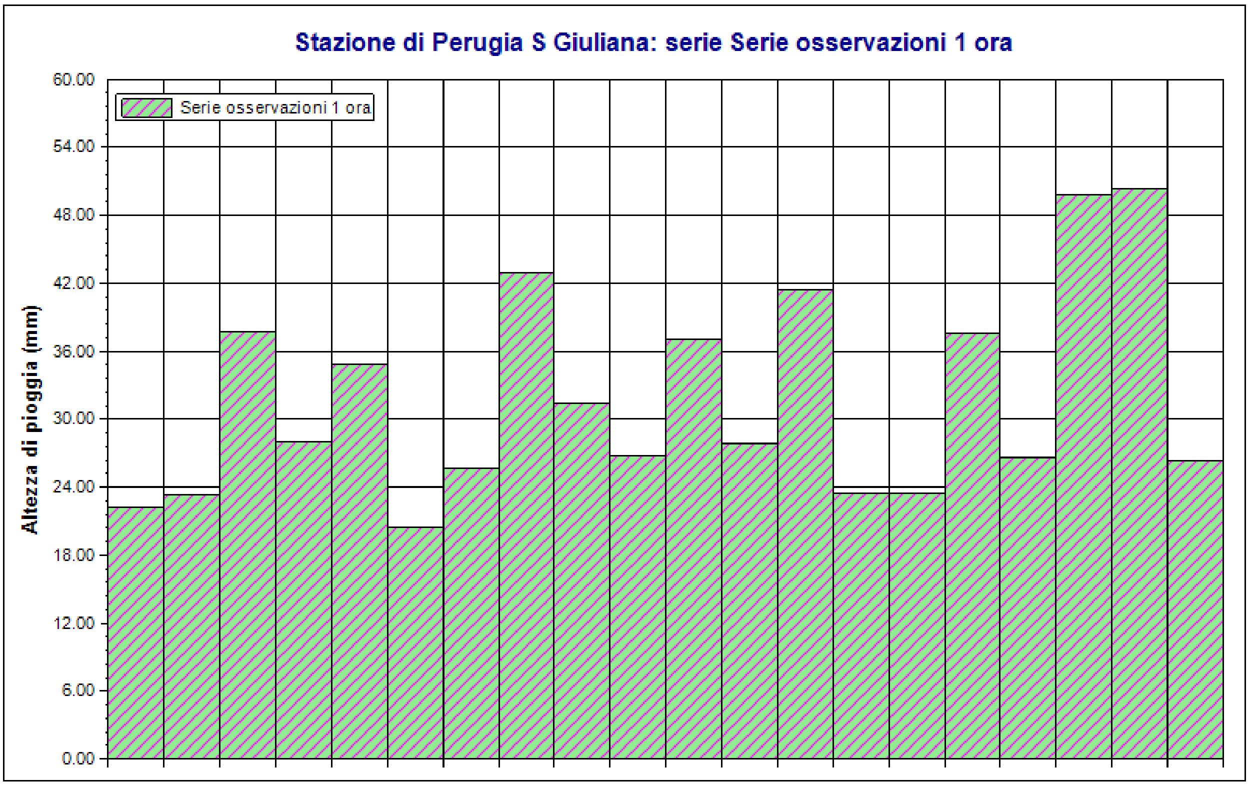
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

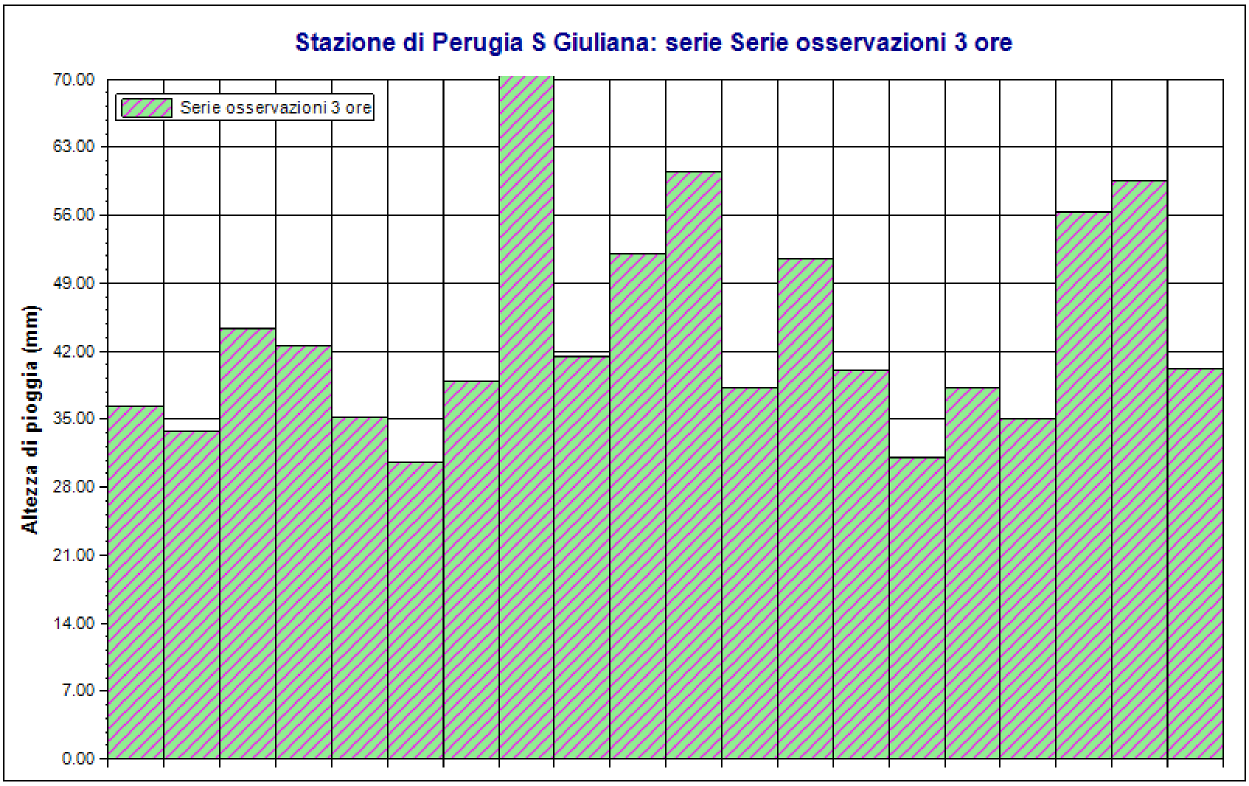
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

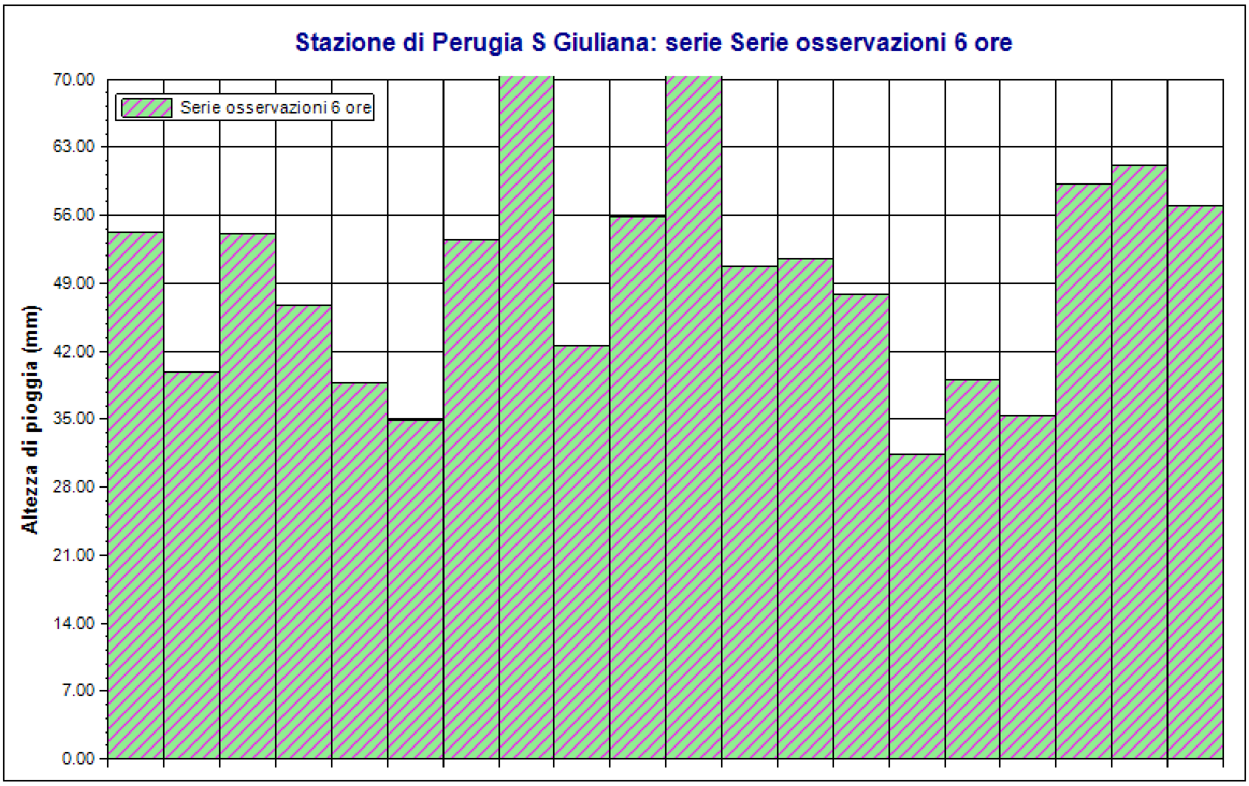
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



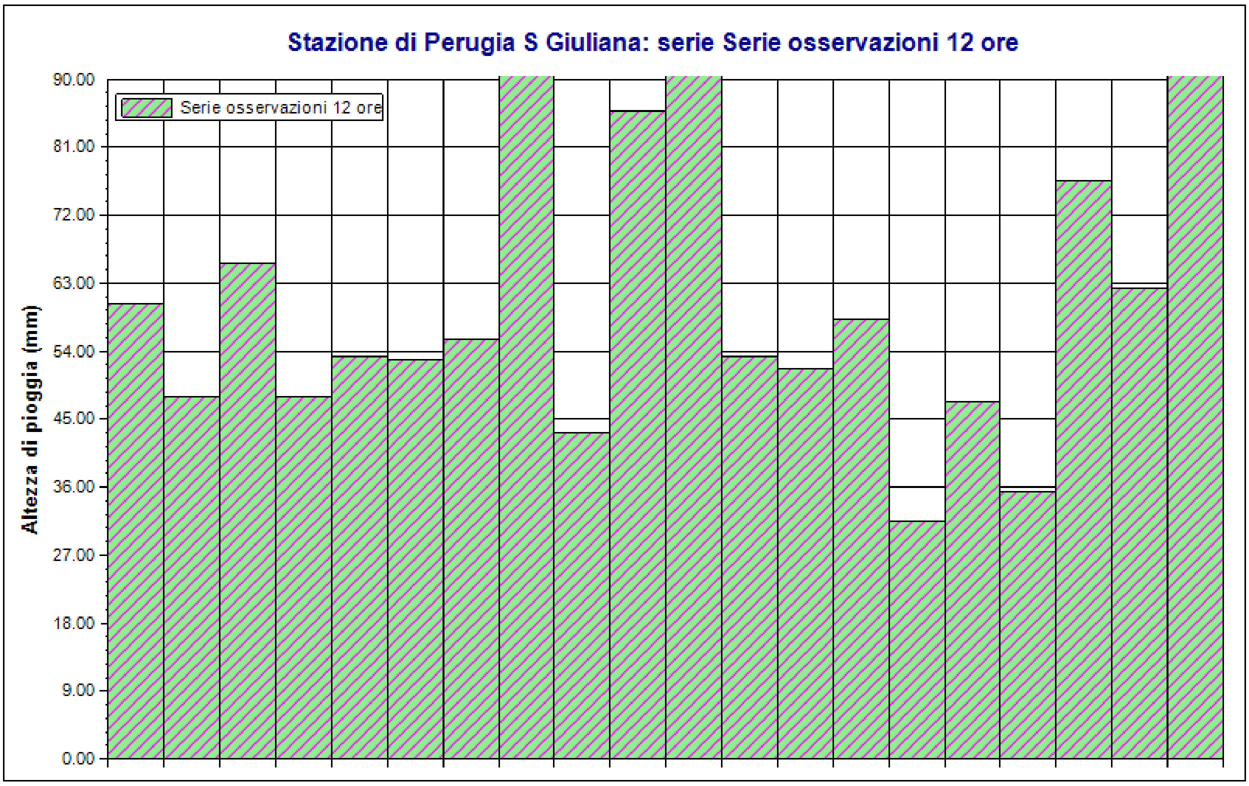
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



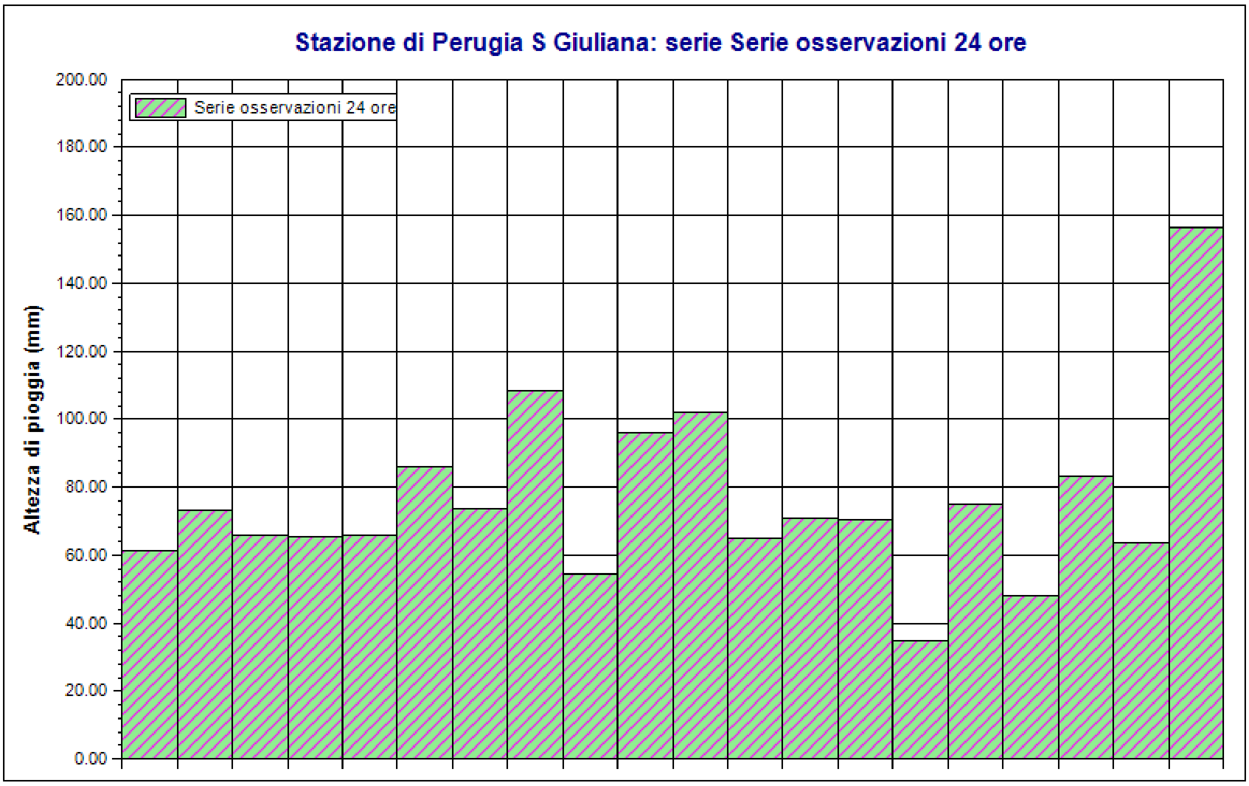
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

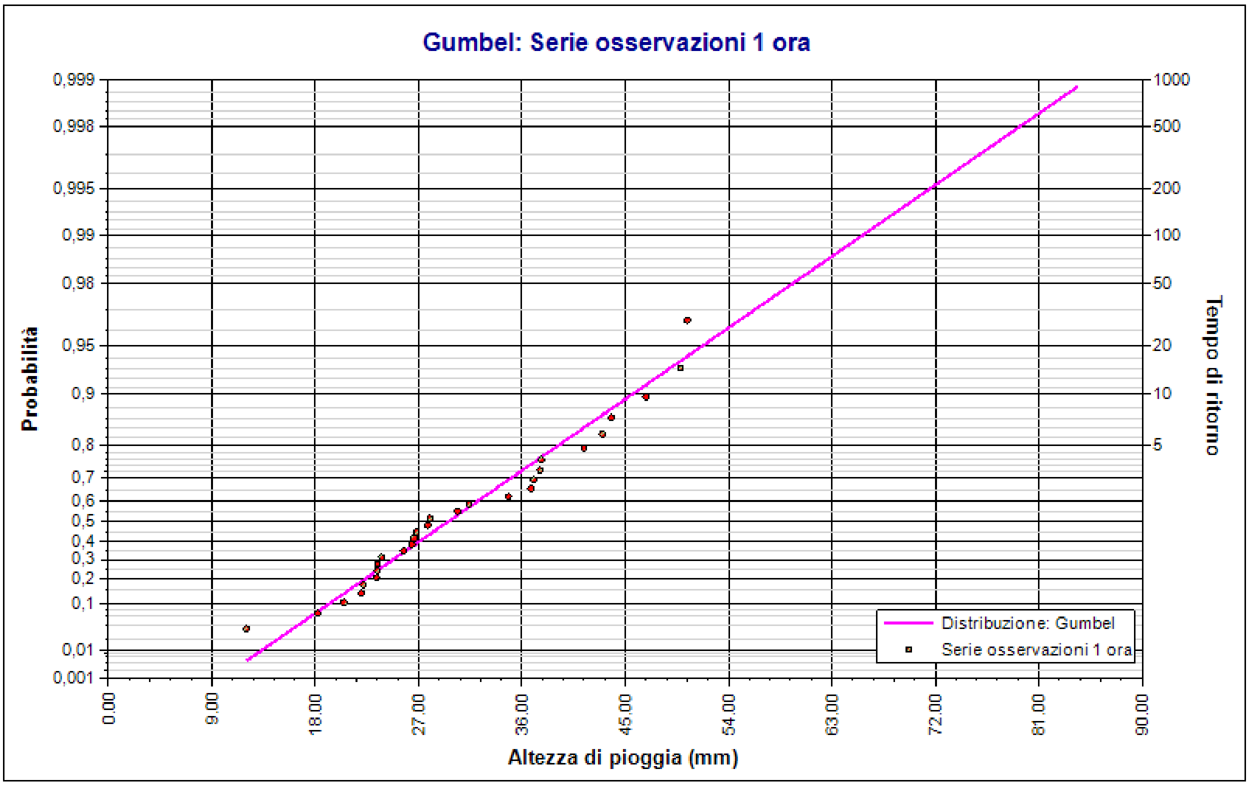
Parametro	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

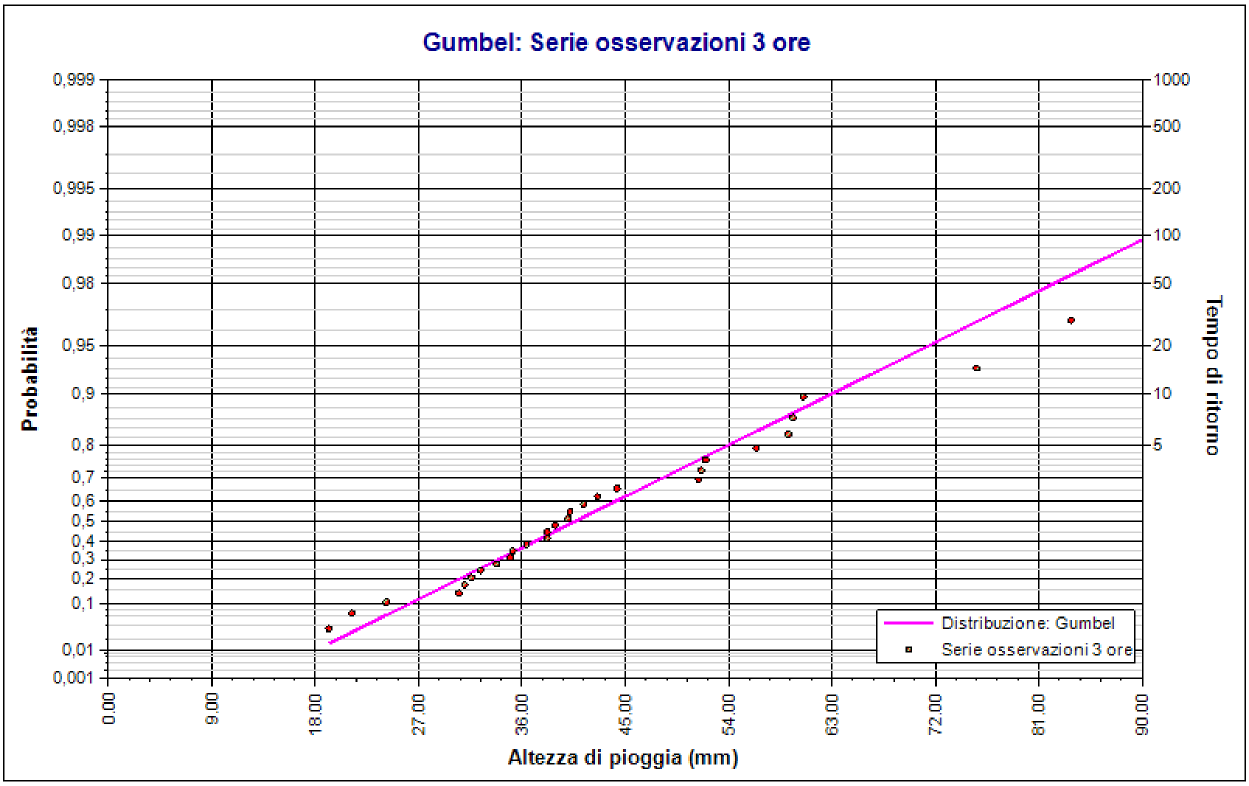
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}117\left(x-26{,}399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}084\left(x-36{,}187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}071\left(x-42{,}675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}062\left(x-49{,}811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}052\left(x-60{,}310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

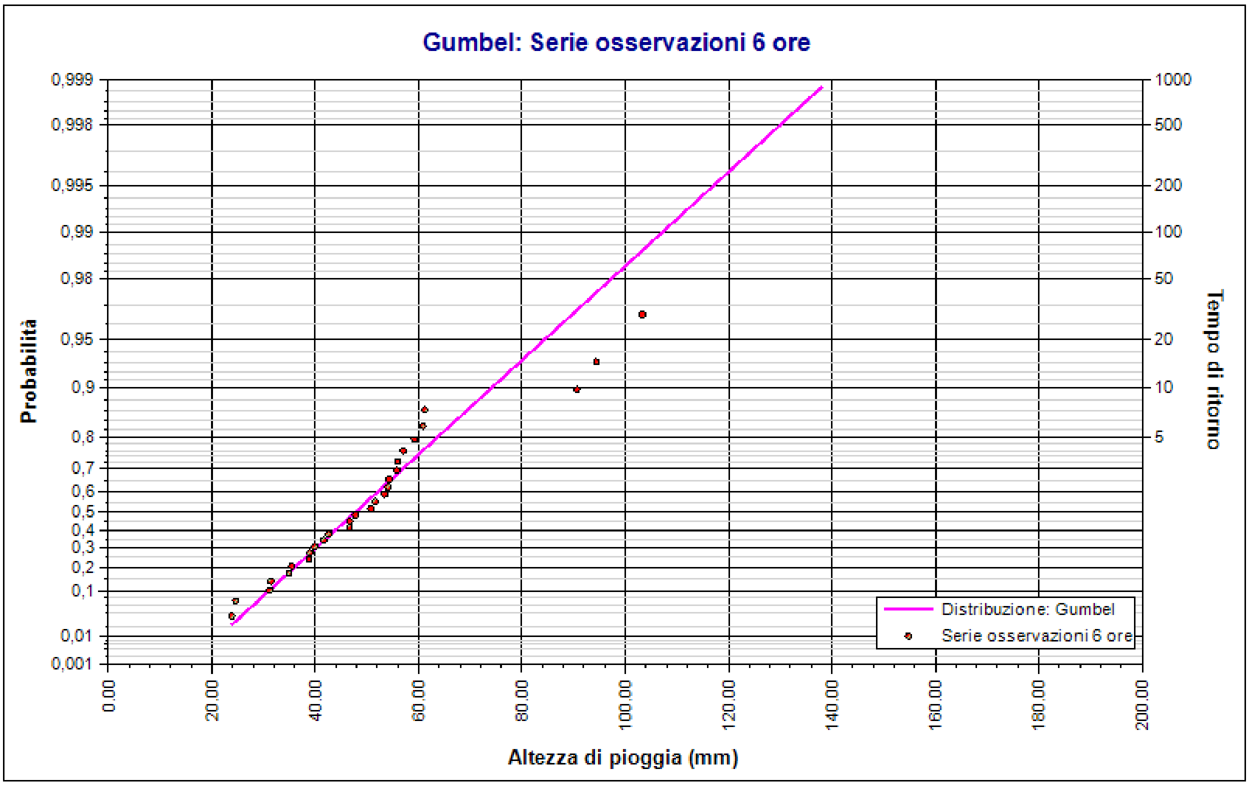
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



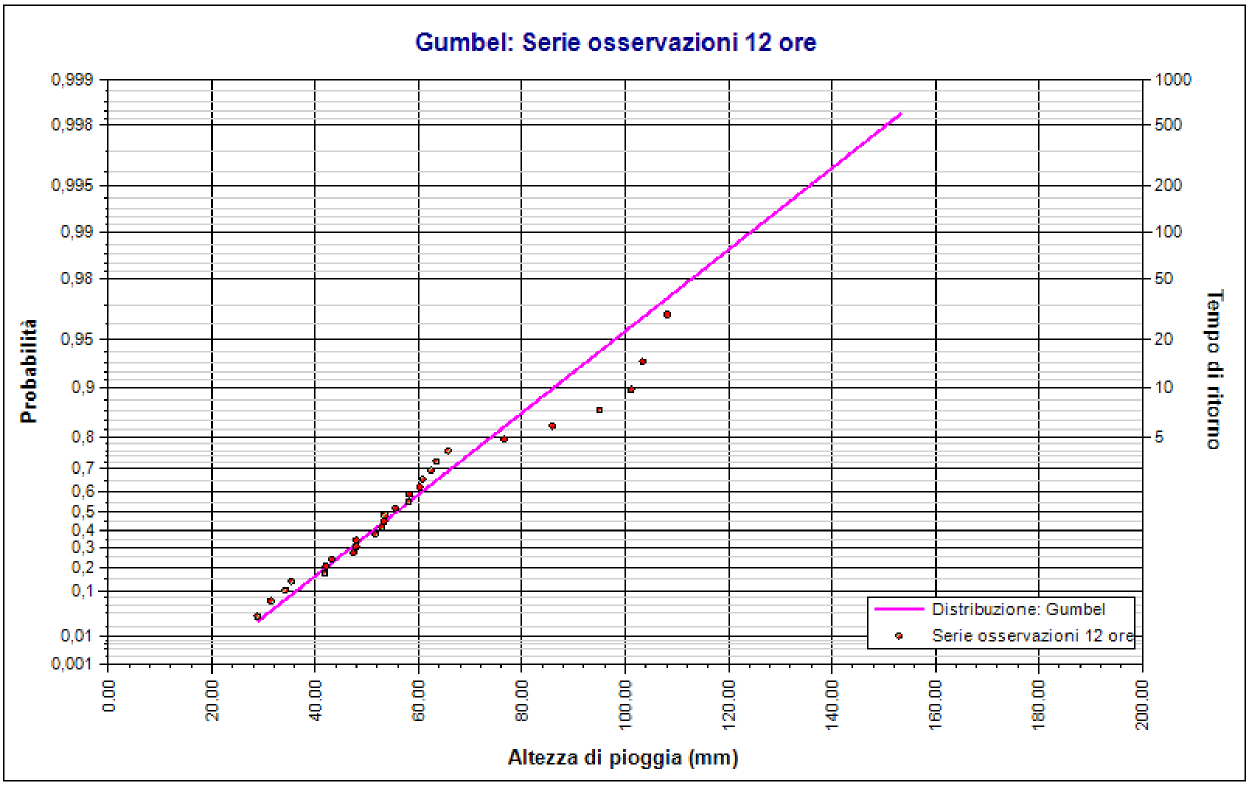
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



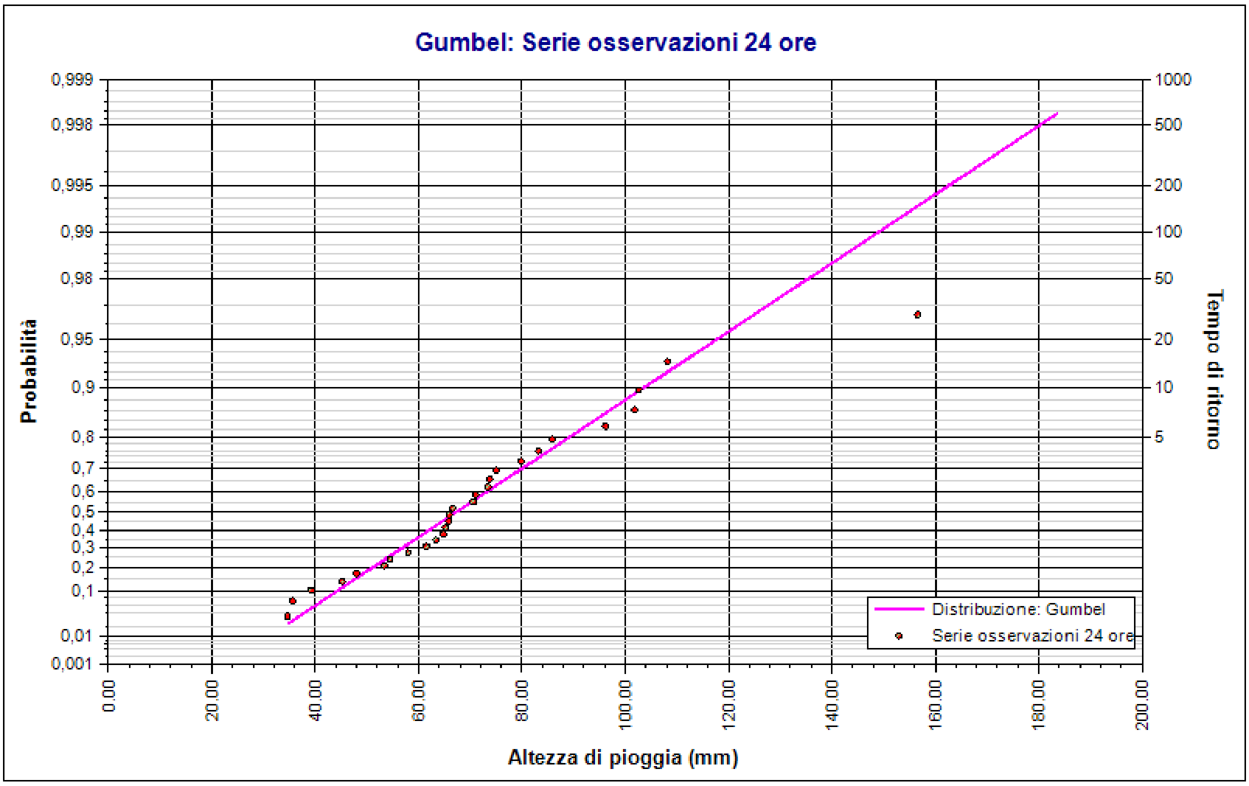
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana

Tempo di ritorno: 10.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

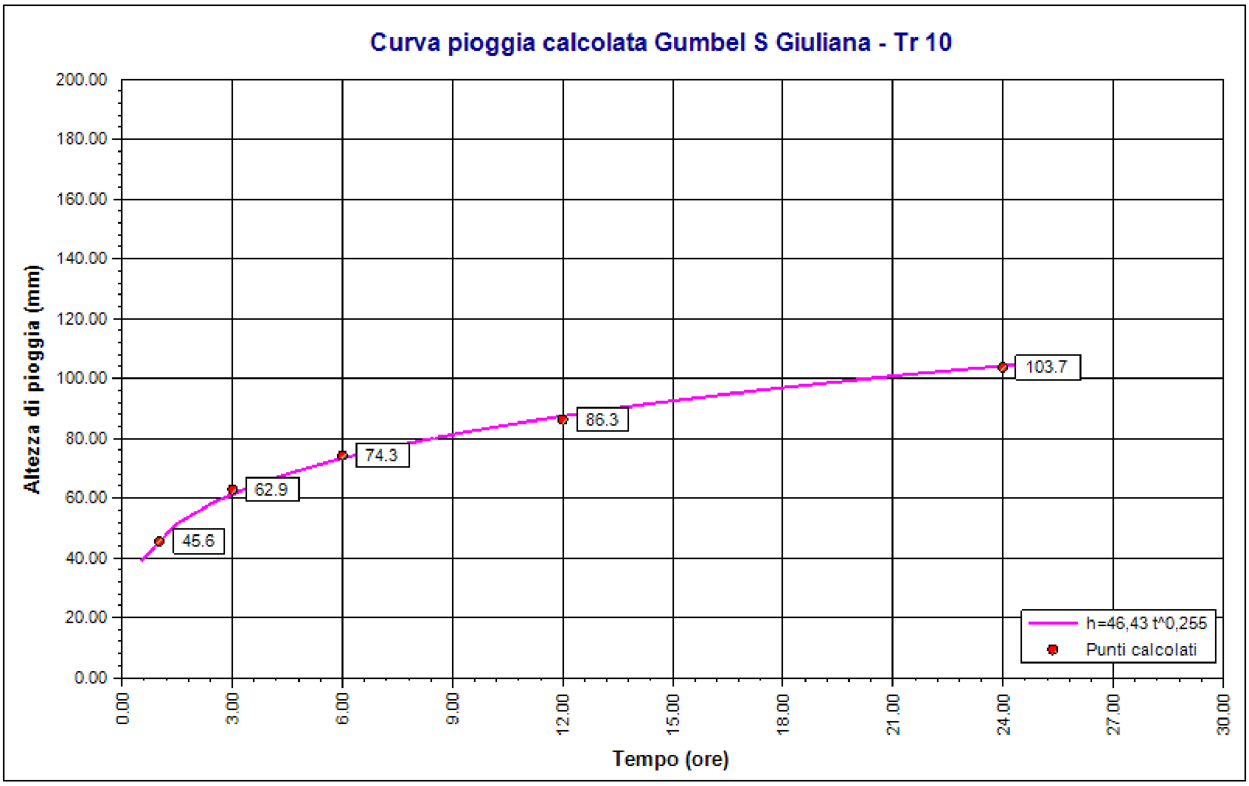
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	45.590
2	3.000	180	62.871
3	6.000	360	74.261
4	12.000	720	86.281
5	24.000	1440	103.727

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
46.43	0.25	1.00	$h(t) = 46,4\ t^{0,255}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	46.432		9	81.242		17	95.523
2	55.394		10	83.451		18	96.924
3	61.418		11	85.501		19	98.267
4	66.086		12	87.416		20	99.559
5	69.949		13	89.216		21	100.803
6	73.273		14	90.916		22	102.004
7	76.206		15	92.527		23	103.166
8	78.842		16	94.060		24	104.290



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

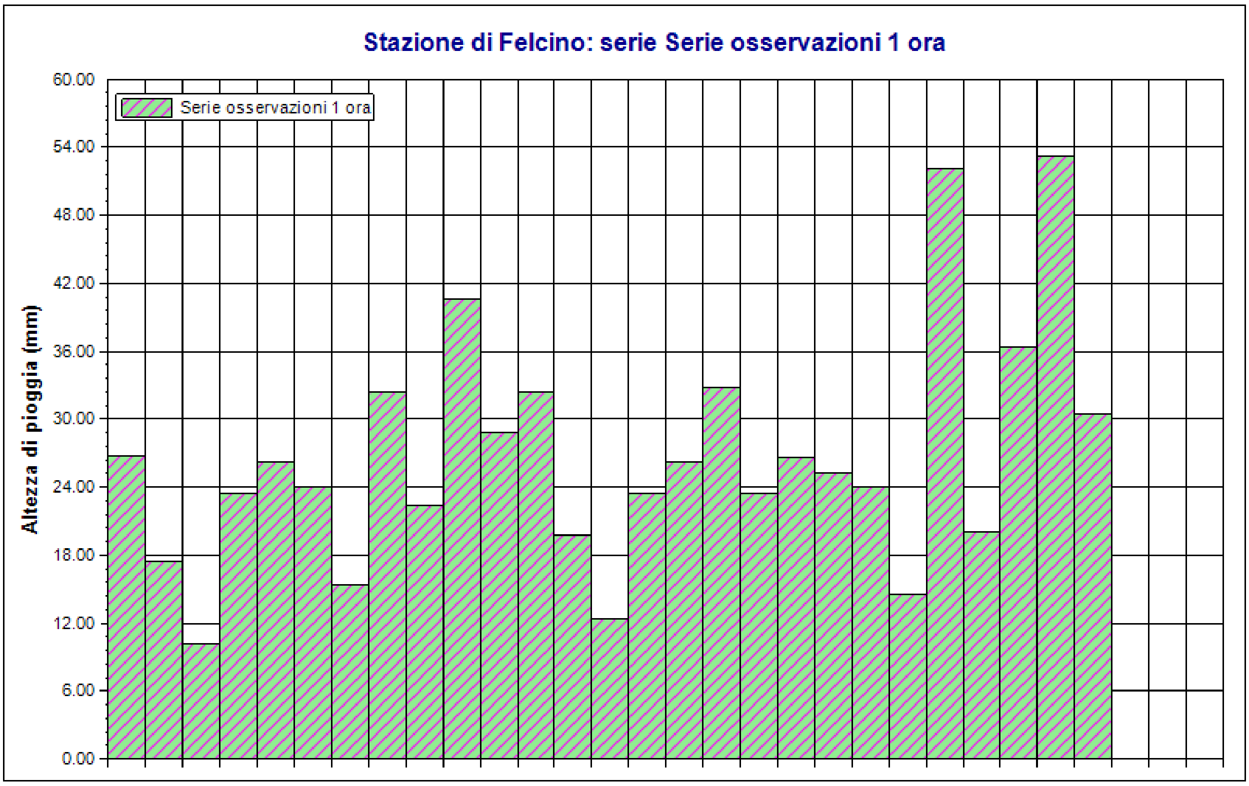
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

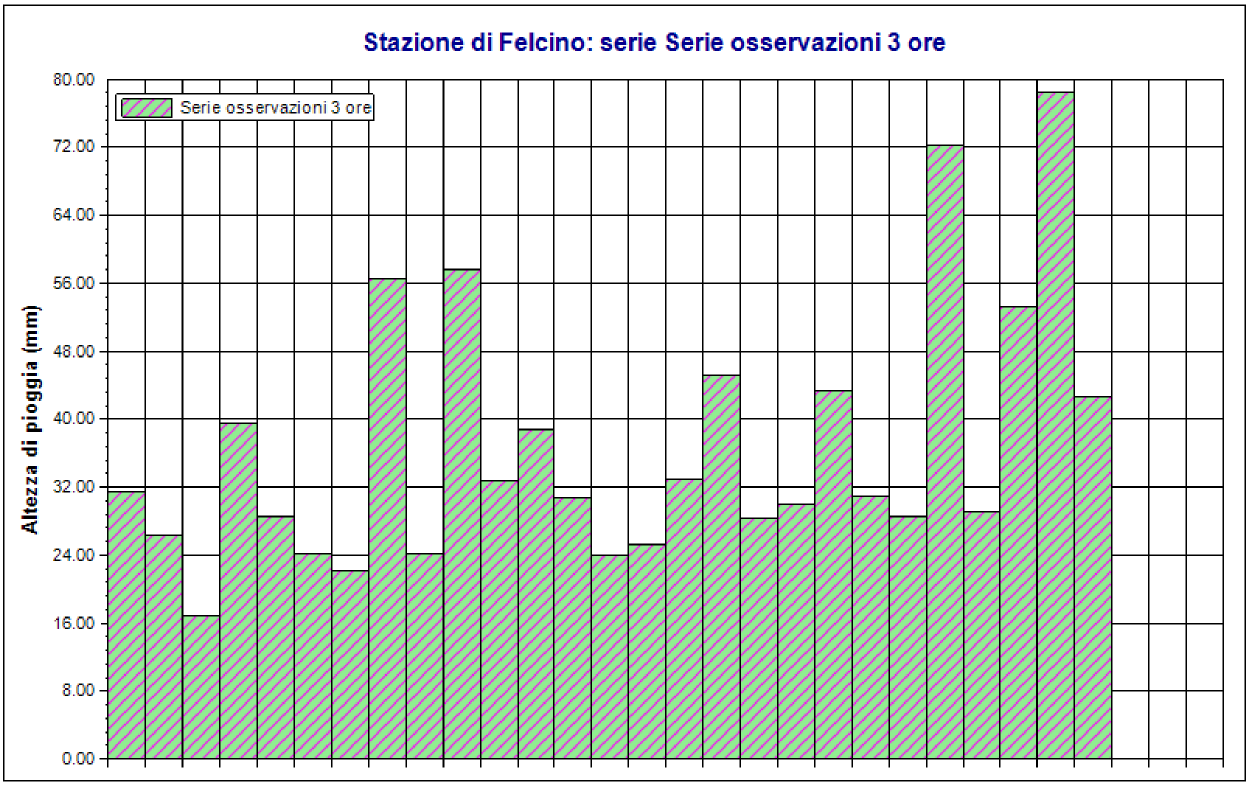
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

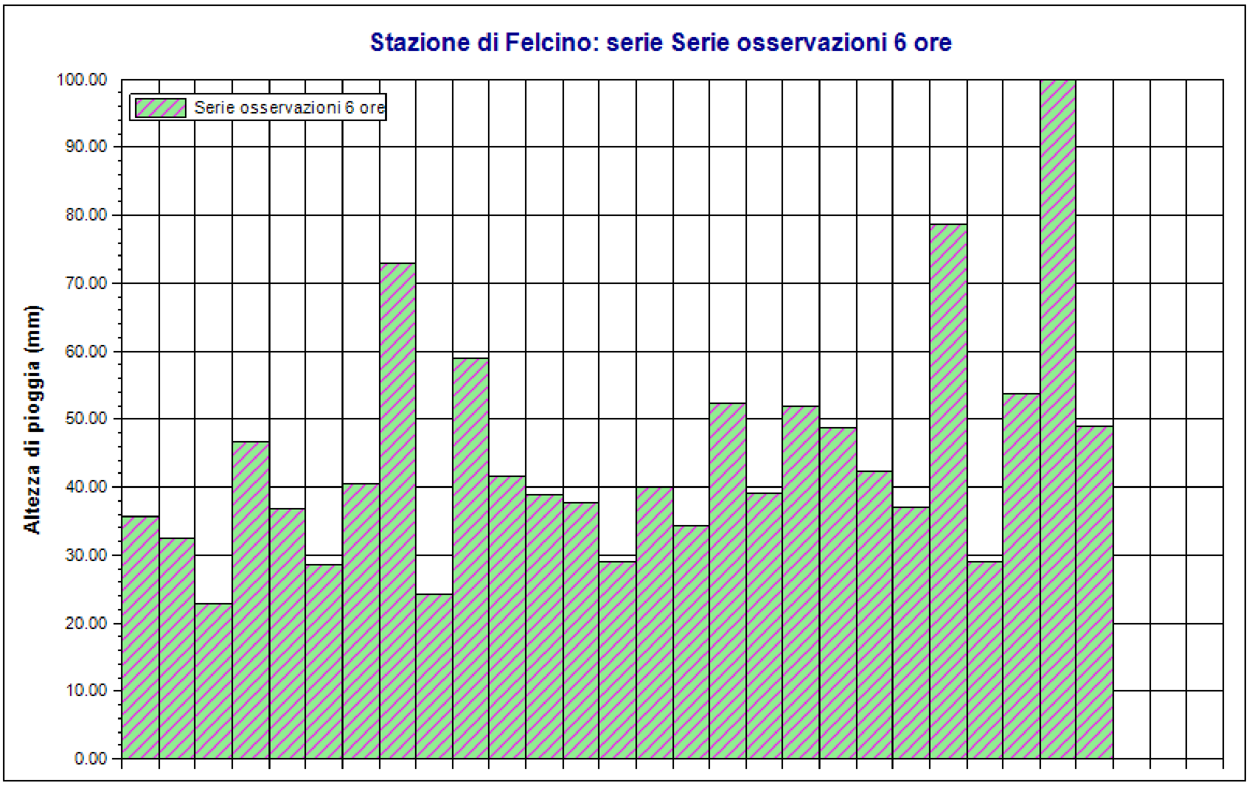
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



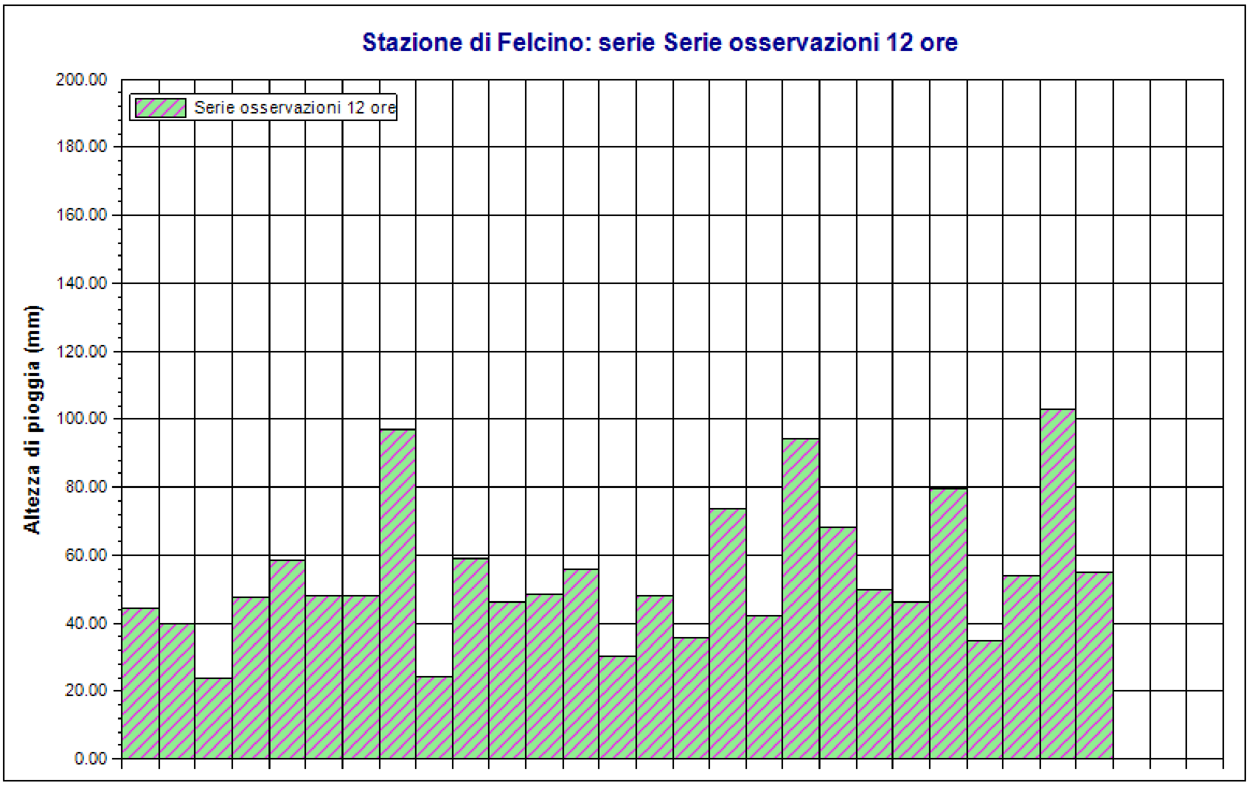
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



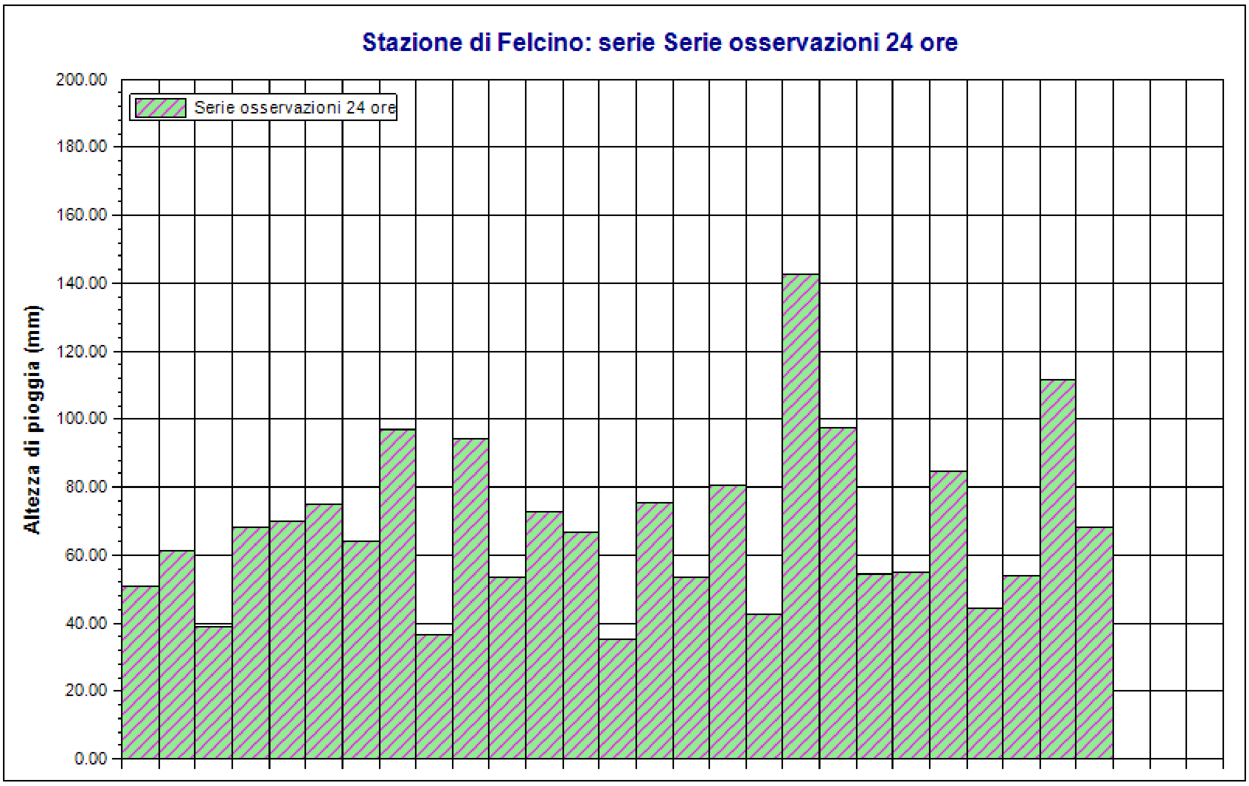
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi\left(x = z_k\right) = \left[\Phi\left(z\right)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

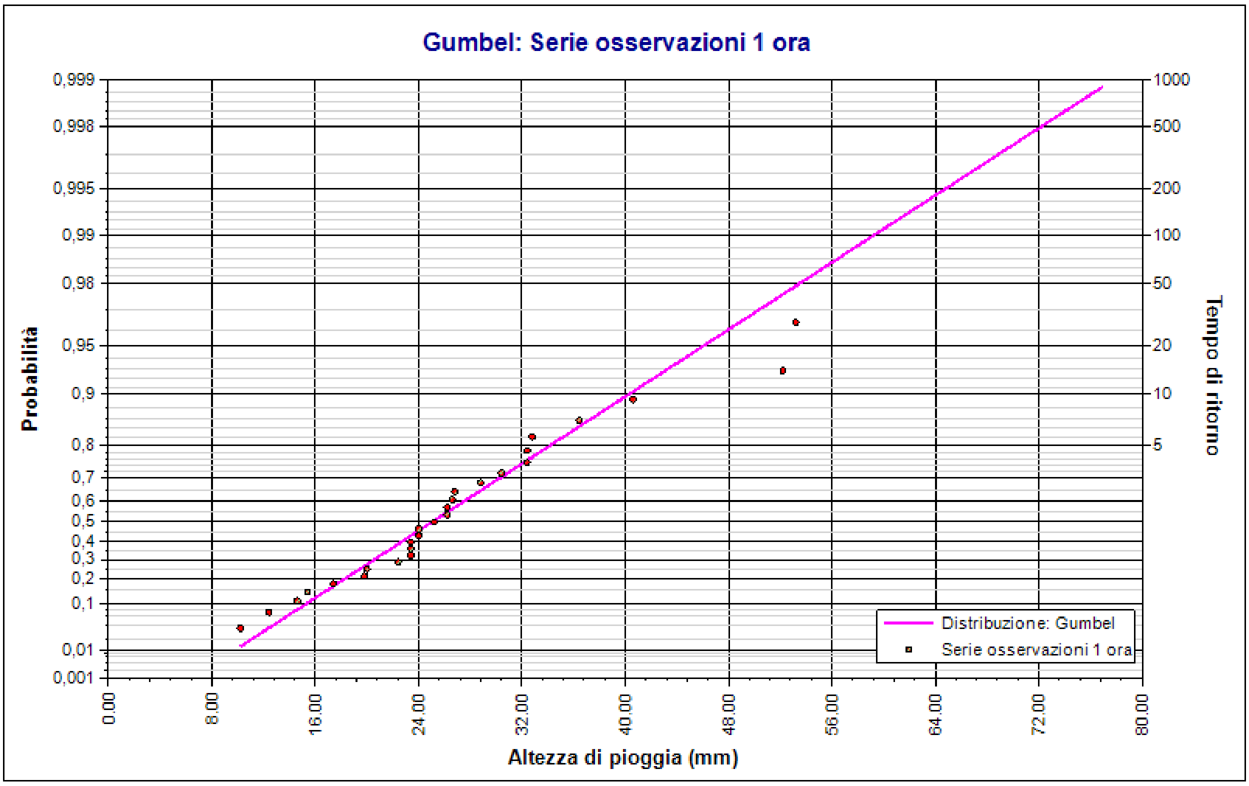
Parametro	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

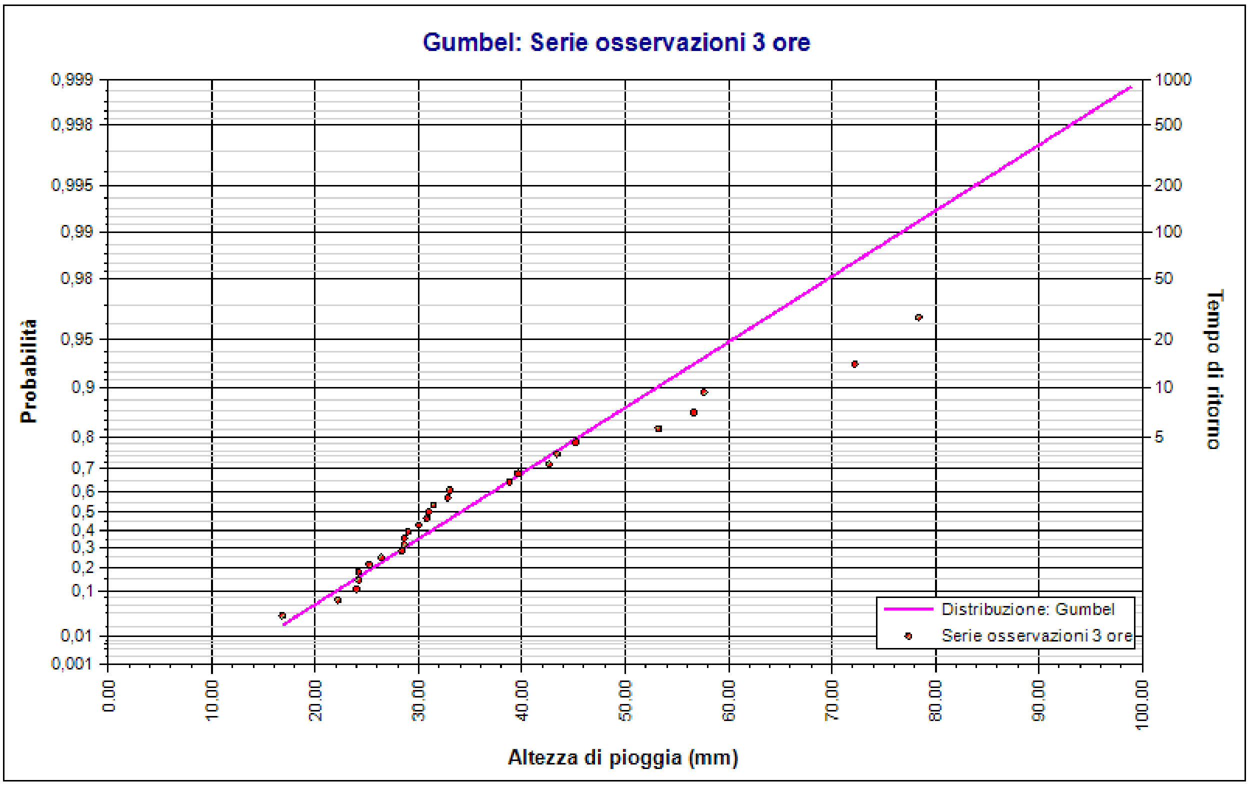
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}124\left(x-22{,}103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}099\left(x-30{,}422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}087\left(x-37{,}409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}064\left(x-44{,}797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}055\left(x-57{,}579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

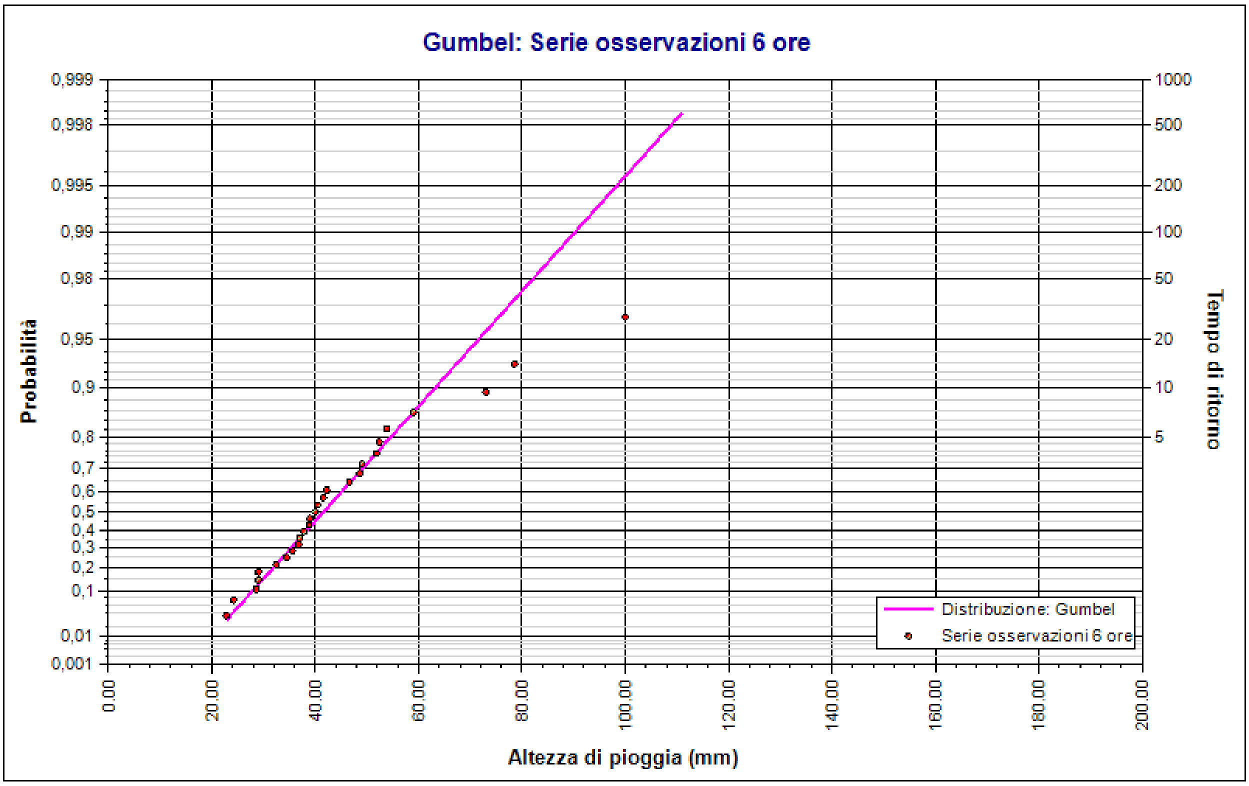
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



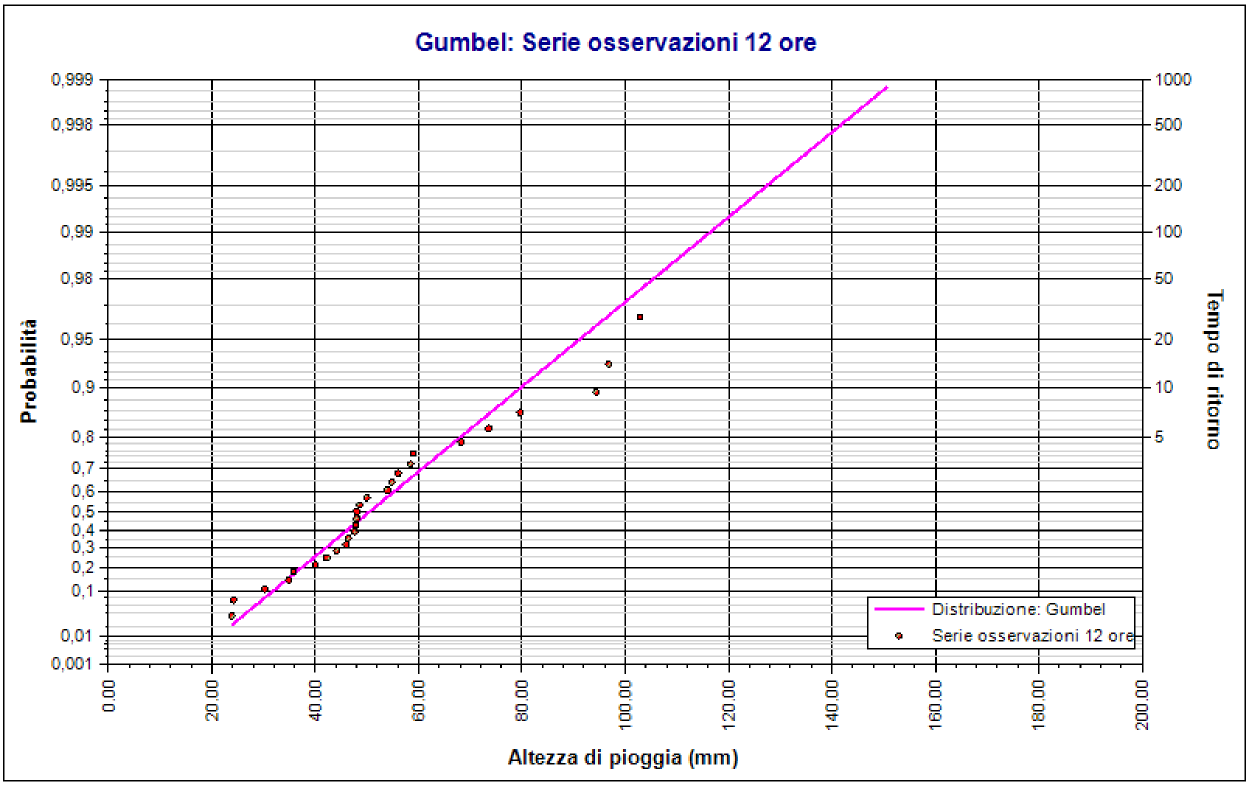
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



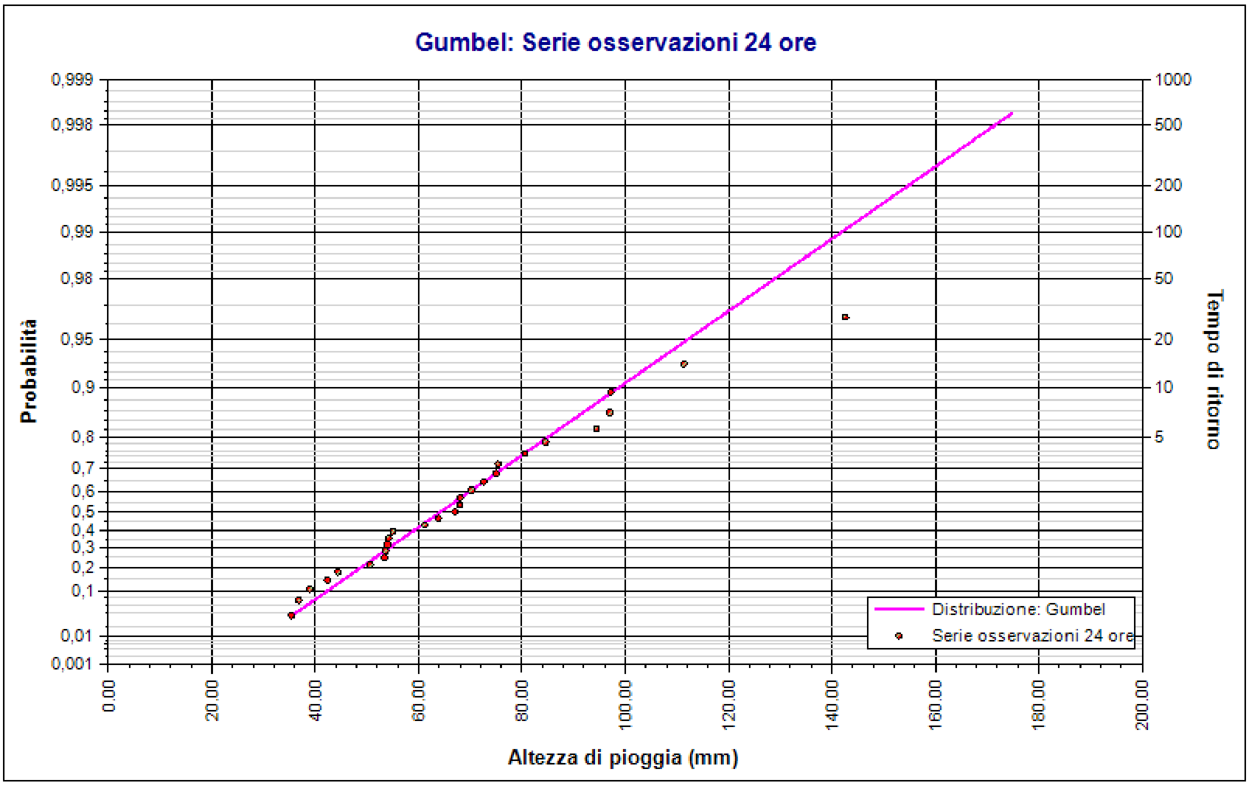
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 10.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

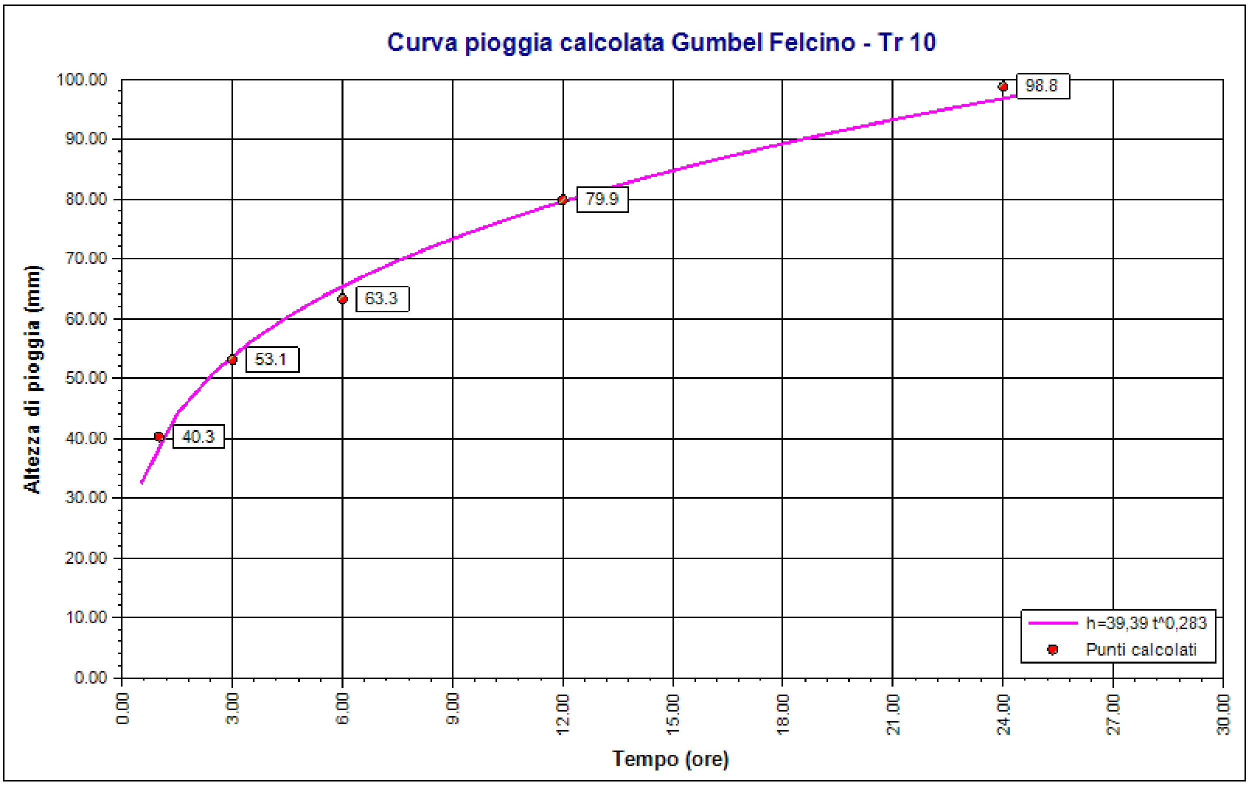
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	40.257
2	3.000	180	53.098
3	6.000	360	63.278
4	12.000	720	79.871
5	24.000	1440	98.837

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
39.39	0.28	1.00	$h(t) = 39{,}4\ t^{0{,}283}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	39.388		9	73.370		17	87.844
2	47.928		10	75.591		18	89.277
3	53.758		11	77.659		19	90.654
4	58.319		12	79.595		20	91.980
5	62.122		13	81.420		21	93.260
6	65.413		14	83.146		22	94.496
7	68.331		15	84.786		23	95.693
8	70.964		16	86.349		24	96.853



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

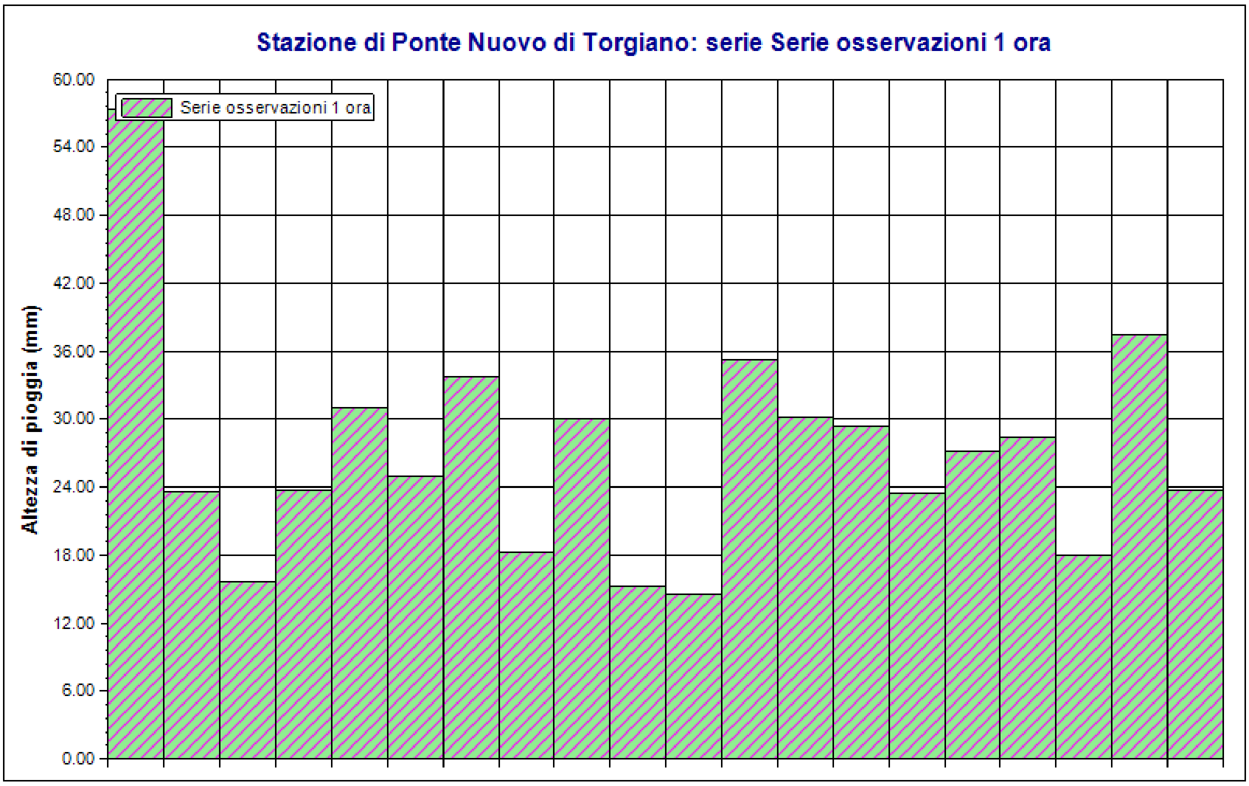
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

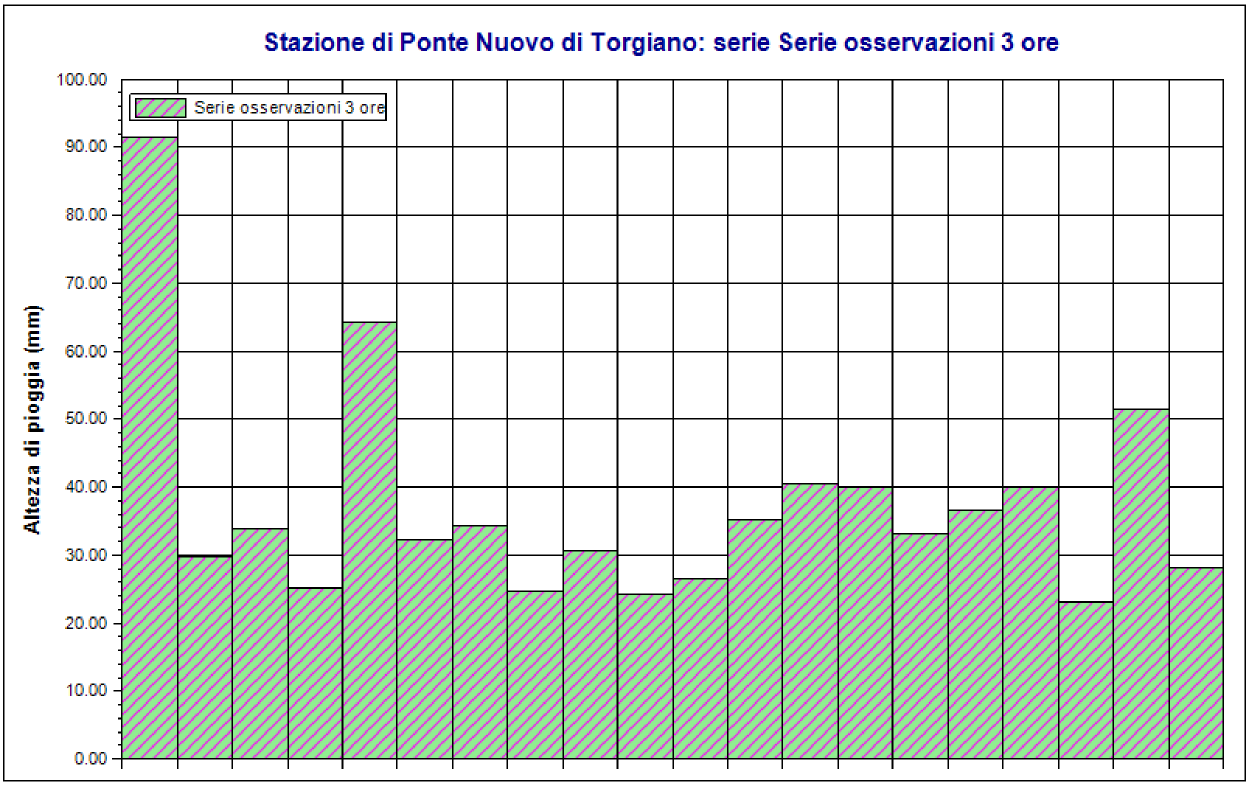
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

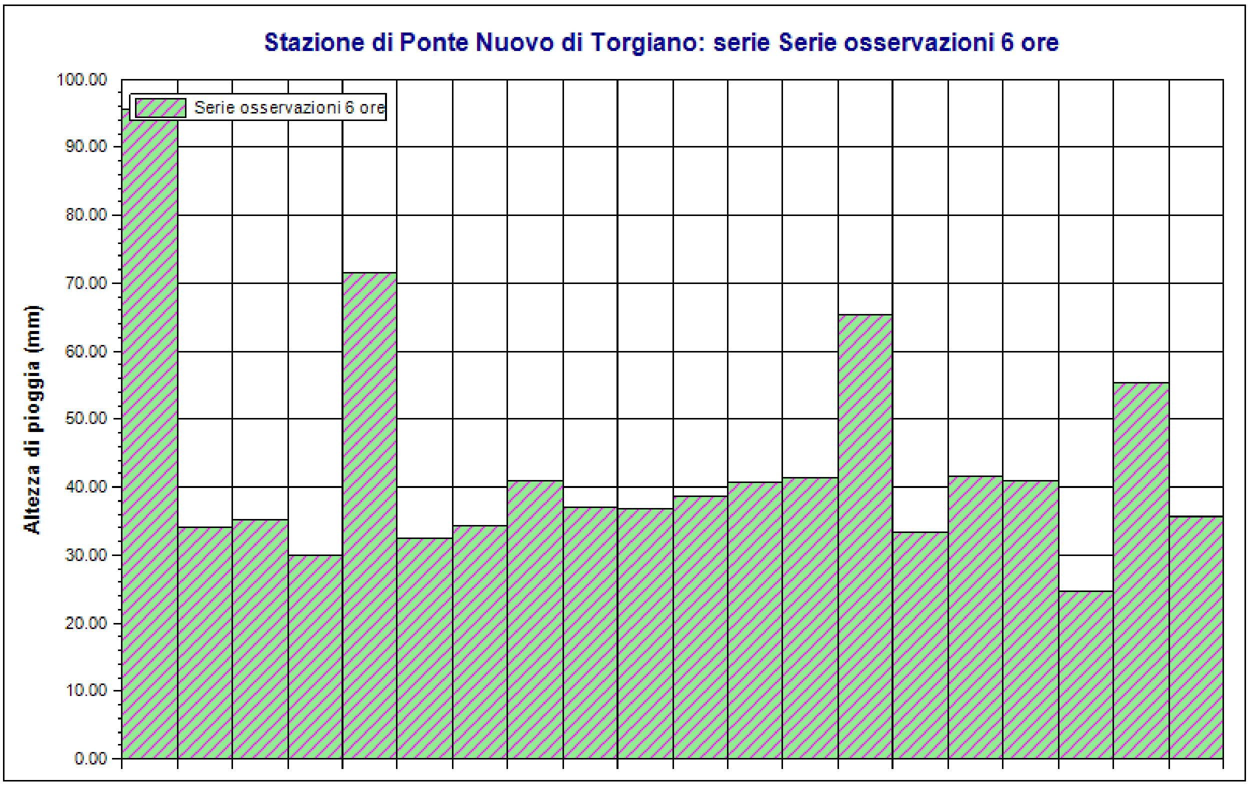
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



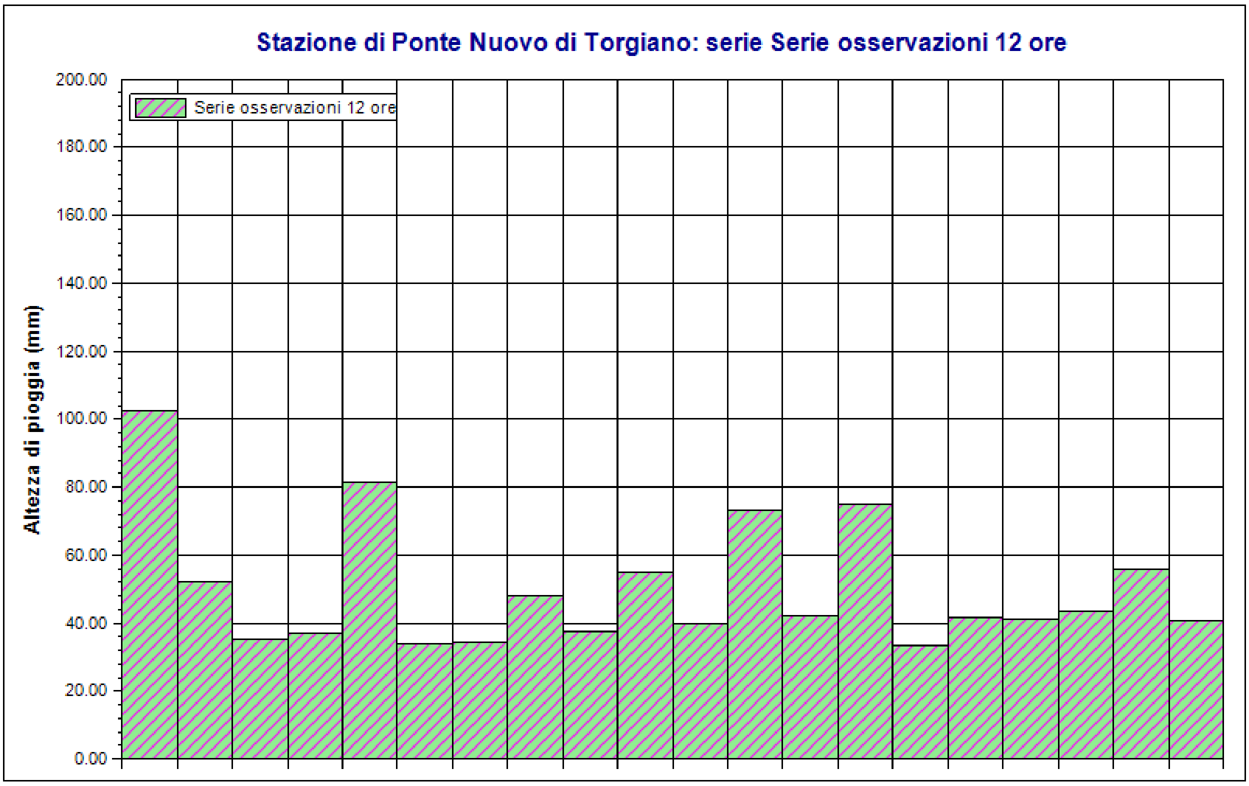
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



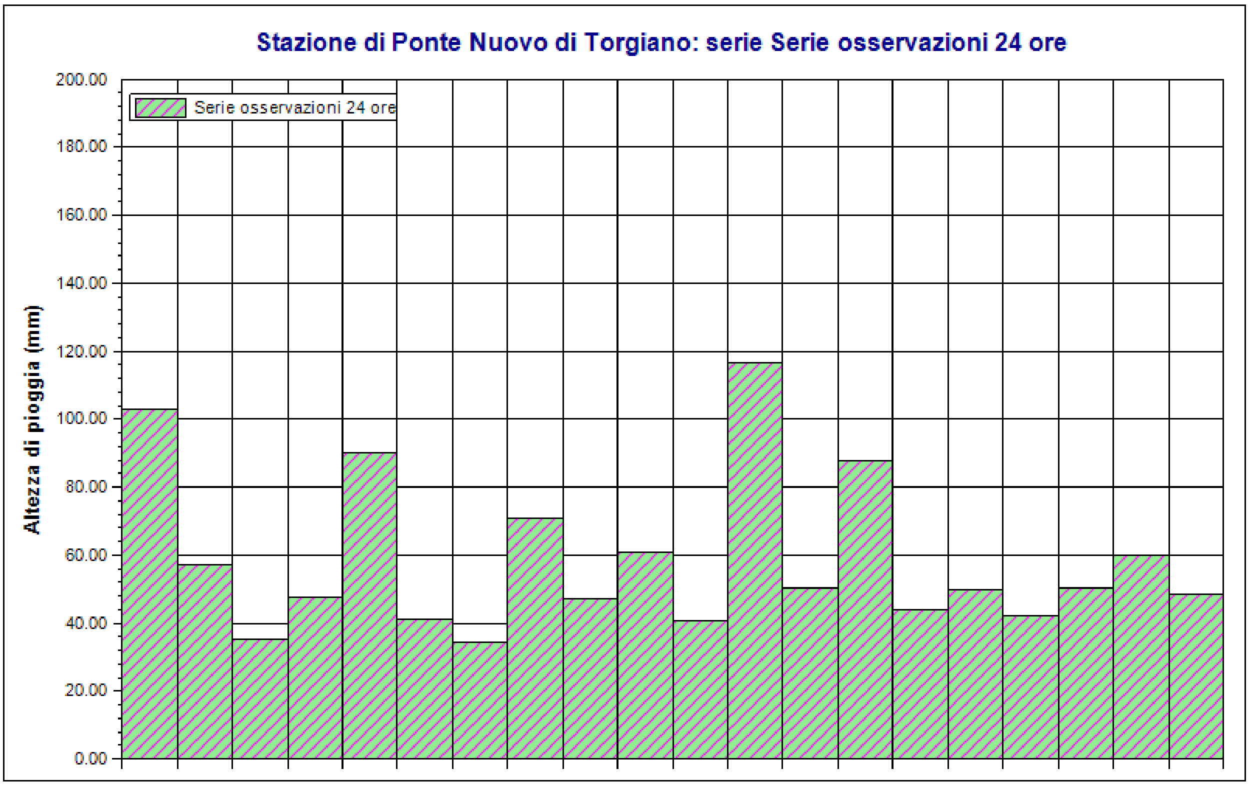
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

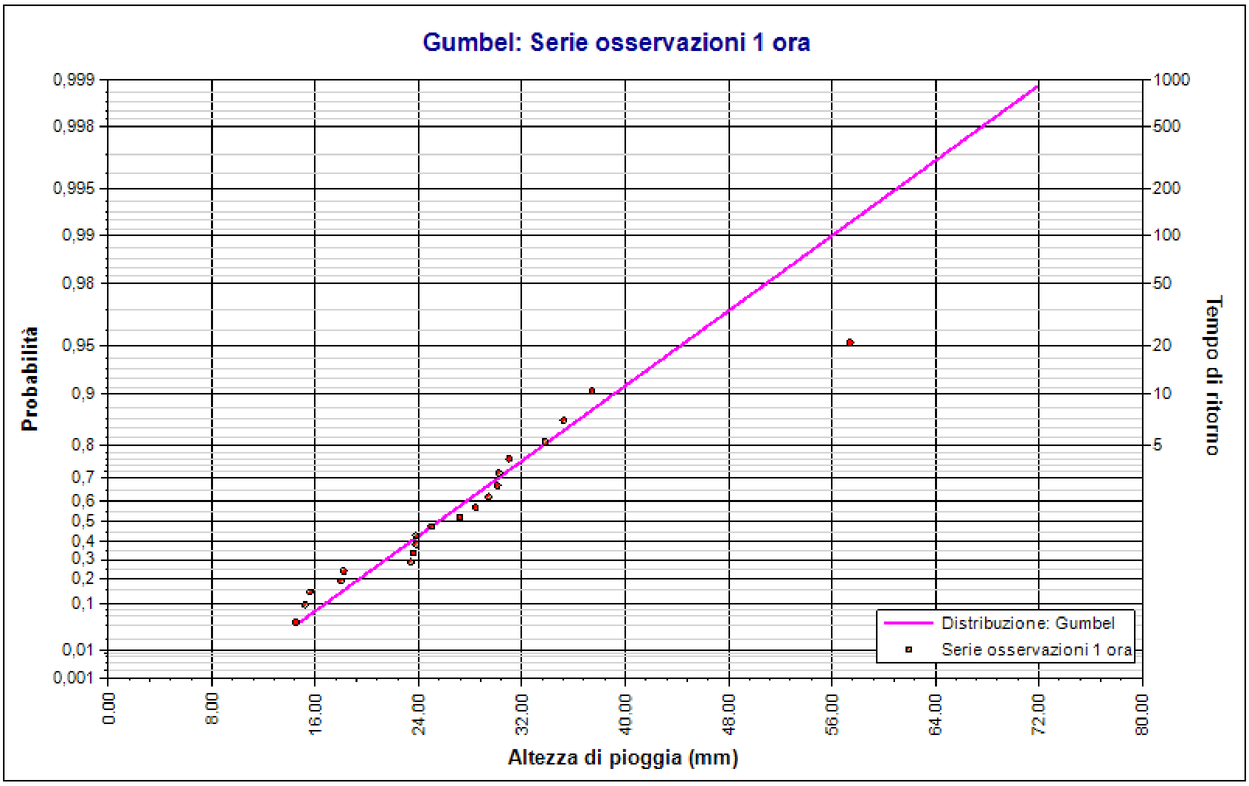
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

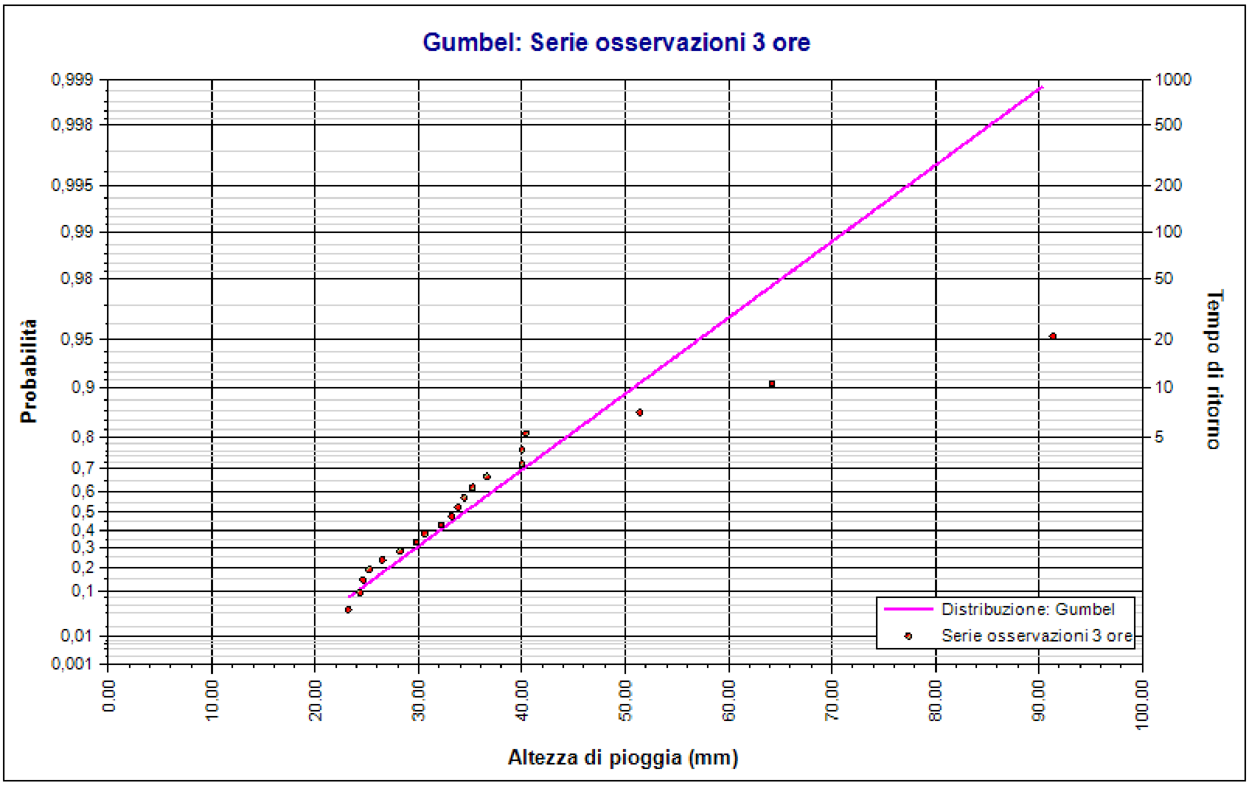
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x - 22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x - 31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x - 36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x - 42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x - 49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

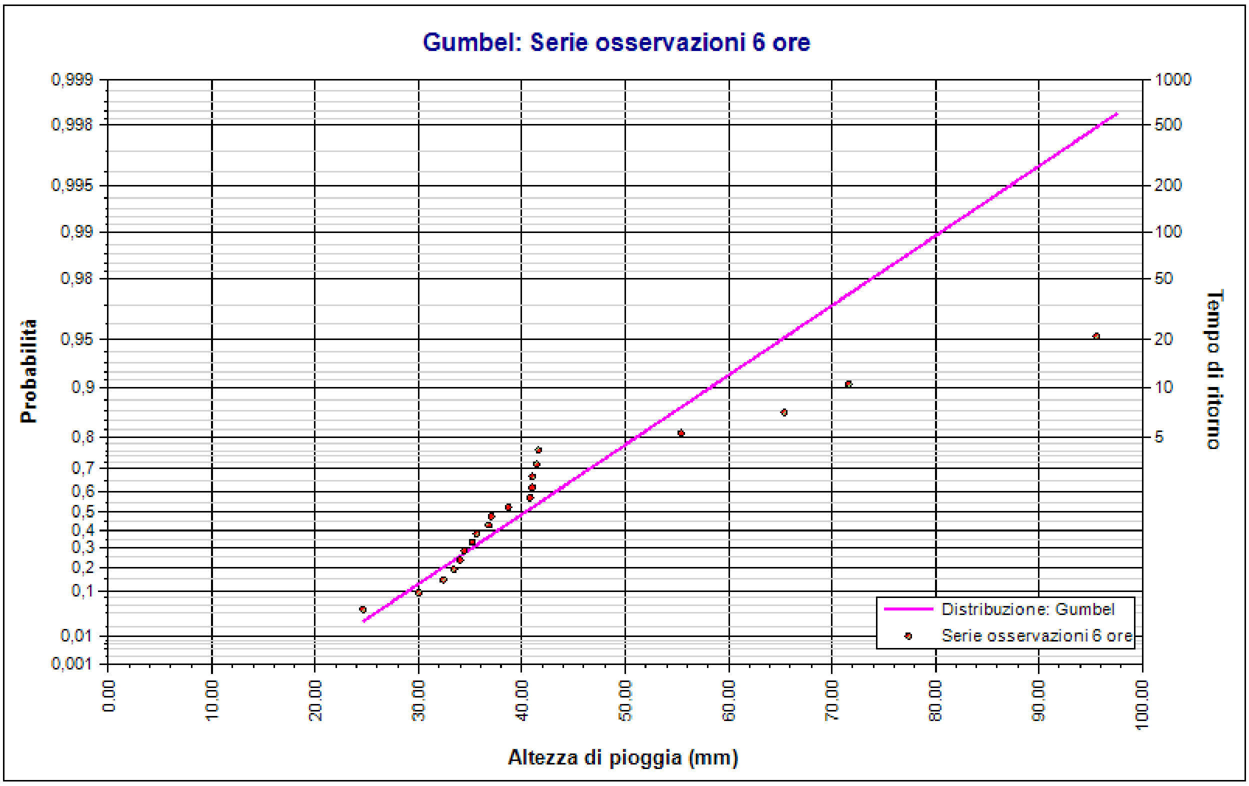
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



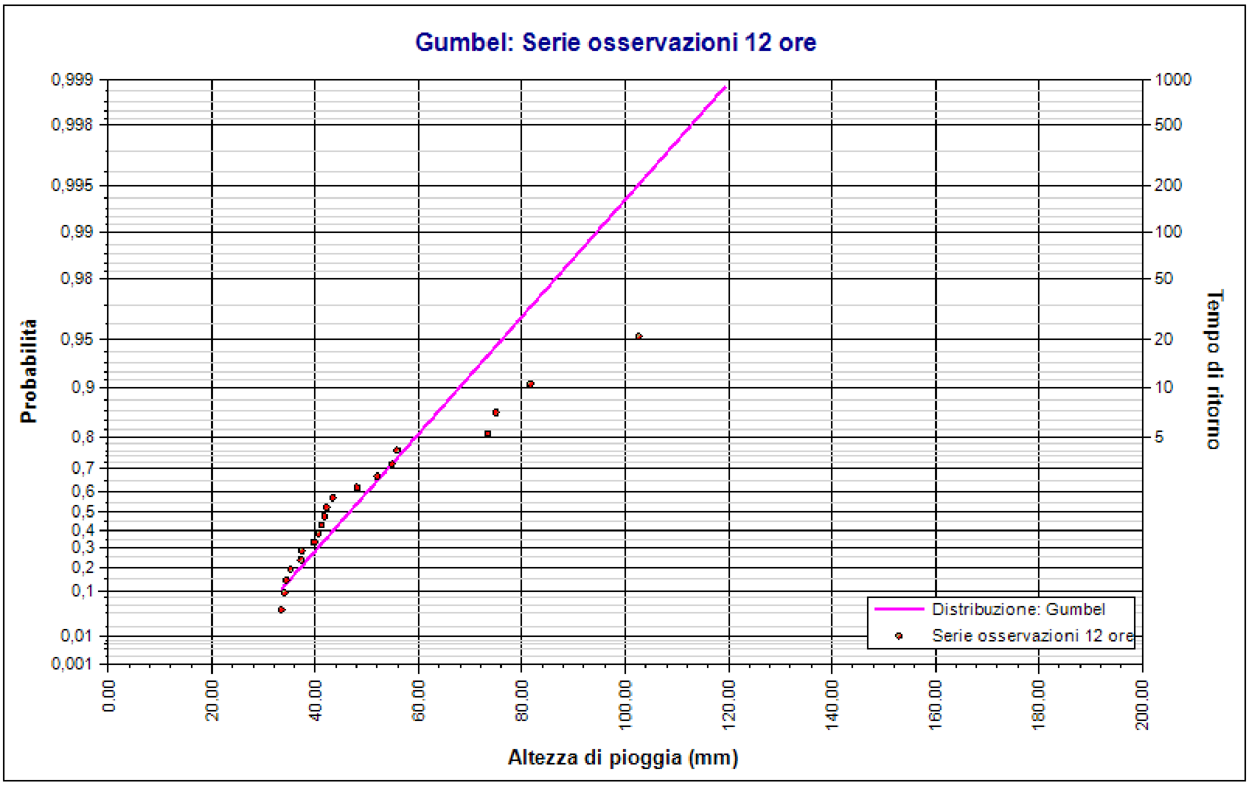
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



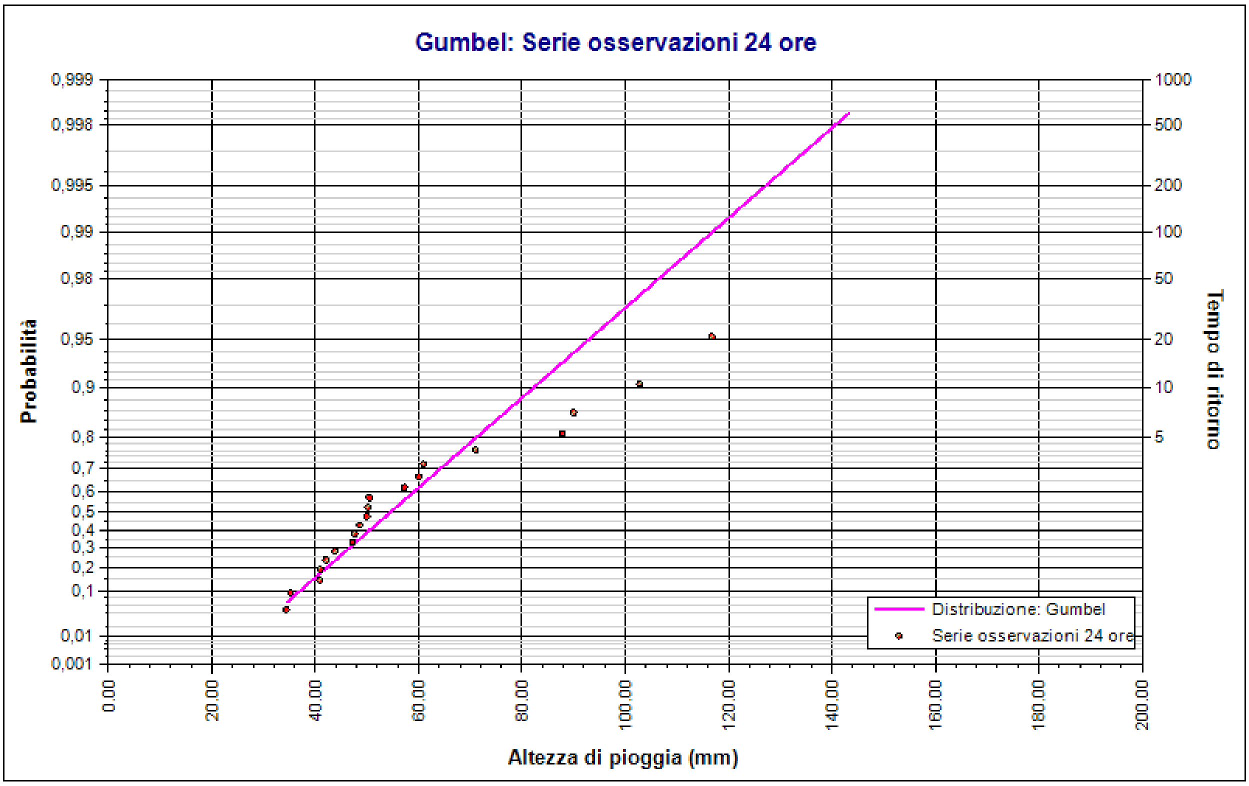
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 10.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

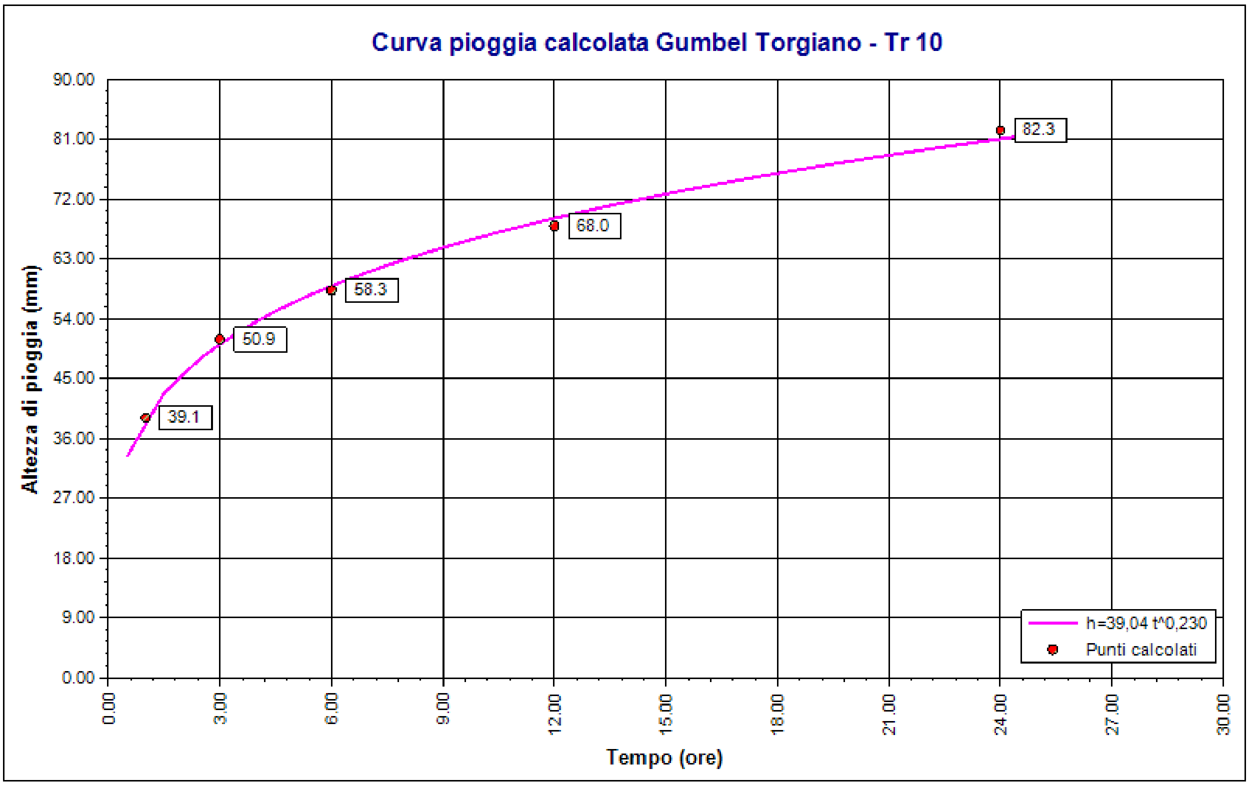
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	39.081
2	3.000	180	50.859
3	6.000	360	58.261
4	12.000	720	67.961
5	24.000	1440	82.339

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
39.04	0.23	1.00	$h(t) = 39{,}0\, t^{0{,}230}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	39.042		9	64.698		17	74.882
2	45.786		10	66.284		18	75.873
3	50.259		11	67.752		19	76.822
4	53.695		12	69.121		20	77.733
5	56.521		13	70.404		21	78.609
6	58.940		14	71.614		22	79.455
7	61.066		15	72.759		23	80.271
8	62.969		16	73.846		24	81.060



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10	Curva pioggia calcolata	20	46.43	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10	Curva pioggia calcolata	40	39.39	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10	Curva pioggia calcolata	40	39.04	0.23

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
40.64	0.26	$h(t) = 40{,}6\ t^{0{,}257}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	40.645	9	71.492	17	84.187
2	48.570	10	73.454	18	85.433
3	53.905	11	75.276	19	86.629
4	58.042	12	76.978	20	87.778
5	61.468	13	78.578	21	88.886
6	64.417	14	80.089	22	89.955
7	67.020	15	81.522	23	90.989
8	69.360	16	82.886	24	91.989

Combinazione Gumbel - Tr 10

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h

Dati Pluviogramma

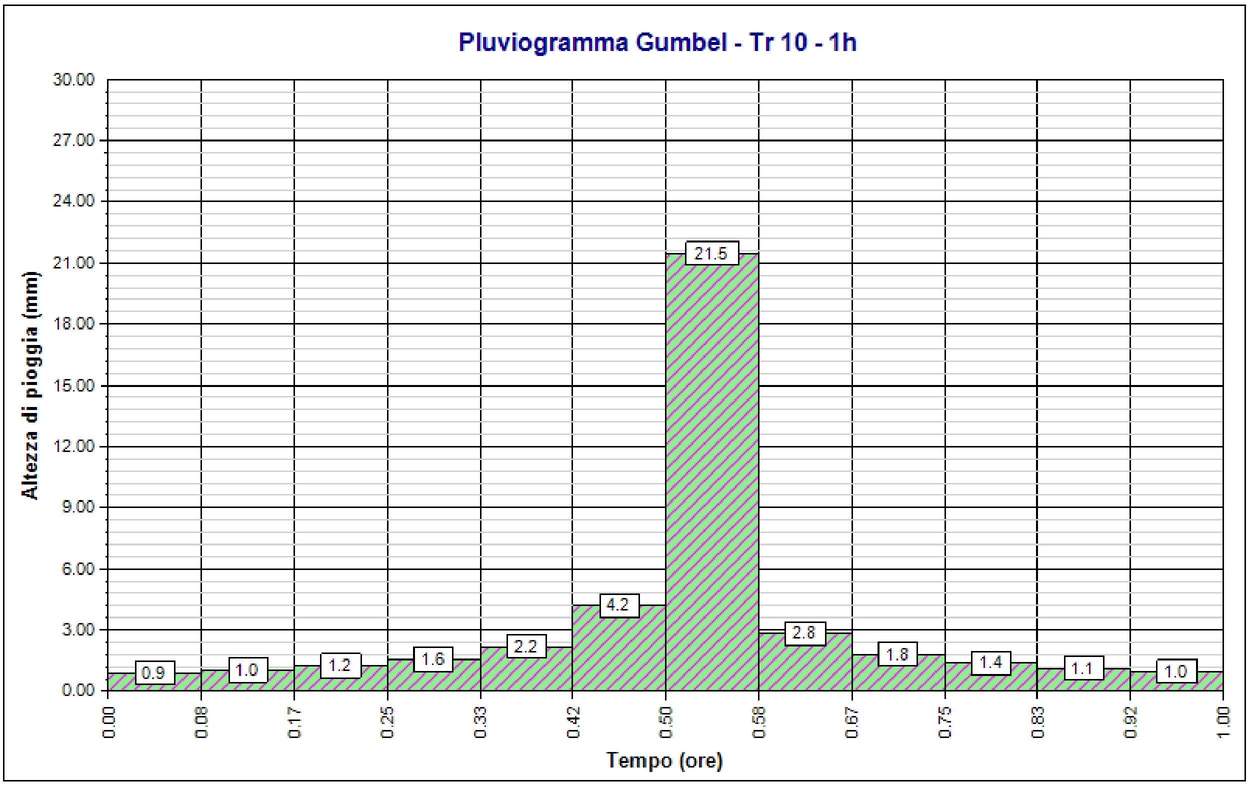
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 10
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 40.645 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
40.64	0.26	$h(t) = 40{,}6\, t^{0{,}257}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	0.899
2	0.083	0.167	5	10	1.036
3	0.167	0.250	10	15	1.236
4	0.250	0.333	15	20	1.557
5	0.333	0.417	20	25	2.184
6	0.417	0.500	25	30	4.185
7	0.500	0.583	30	35	21.460
8	0.583	0.667	35	40	2.817
9	0.667	0.750	40	45	1.809
10	0.750	0.833	45	50	1.375
11	0.833	0.917	50	55	1.126
12	0.917	1.000	55	60	0.962



Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino D Gumbel - Tr 10 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'*.

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

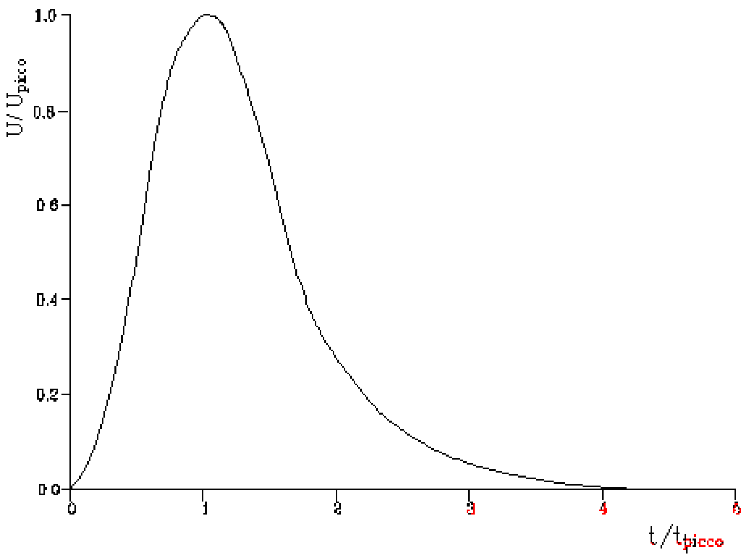
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

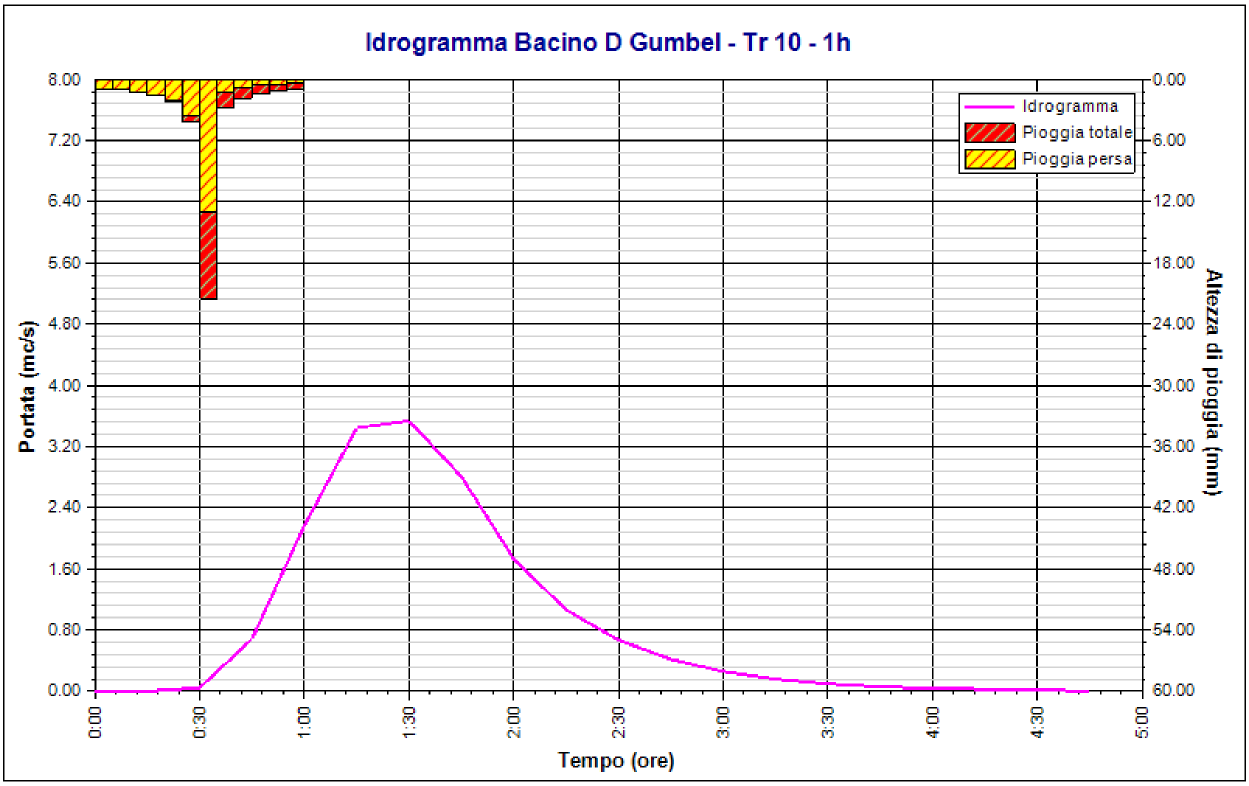
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h
Superficie del bacino: 1.1 kmq
Tlag: 0.738 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 80.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	3.171	3.170	0.000	0.0
2	0.250	15	7.926	7.011	0.915	0.0
3	0.500	30	26.086	15.040	11.046	0.0
4	0.750	45	3.462	1.413	2.049	0.7
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	2.2
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	3.4
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	3.5
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	2.8
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	1.7
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	1.1
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.7
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.4
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.3
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.2
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.1
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.1
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.0
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0
19	4.500	270	0.000	0.000	0.000	0.0
20	4.750	285	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	3.5	mc/s
Istante picco	1.500	ore
Istante picco	90.0	minuti
Durata totale evento	4.750	ore
Volume afflusso	45	mc x 1000
Volume deflusso	15	mc x 1000
Altezza afflusso	40.645	mm
Altezza deflusso	14.073	mm
Coeff. deflusso	0.35	-
Coeff. udometrico	3.21	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino D Gumbel - Tr 10 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

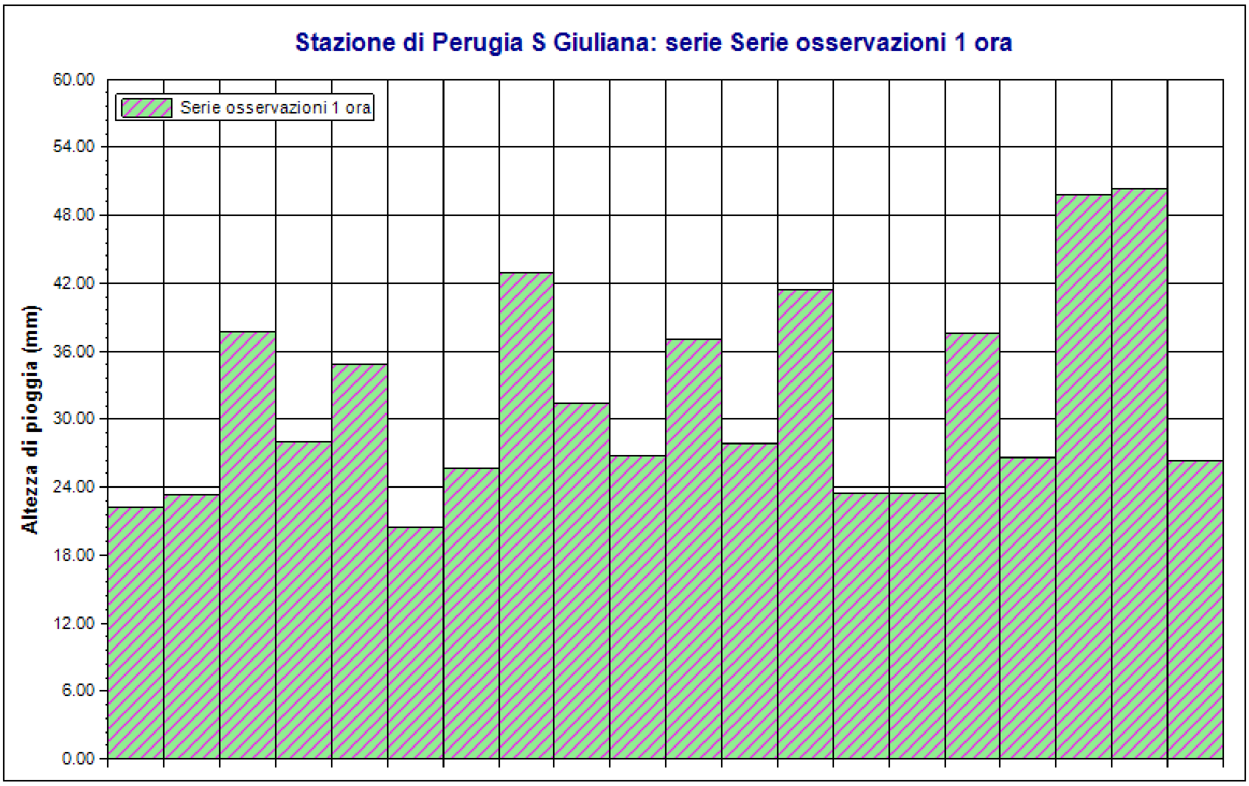
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

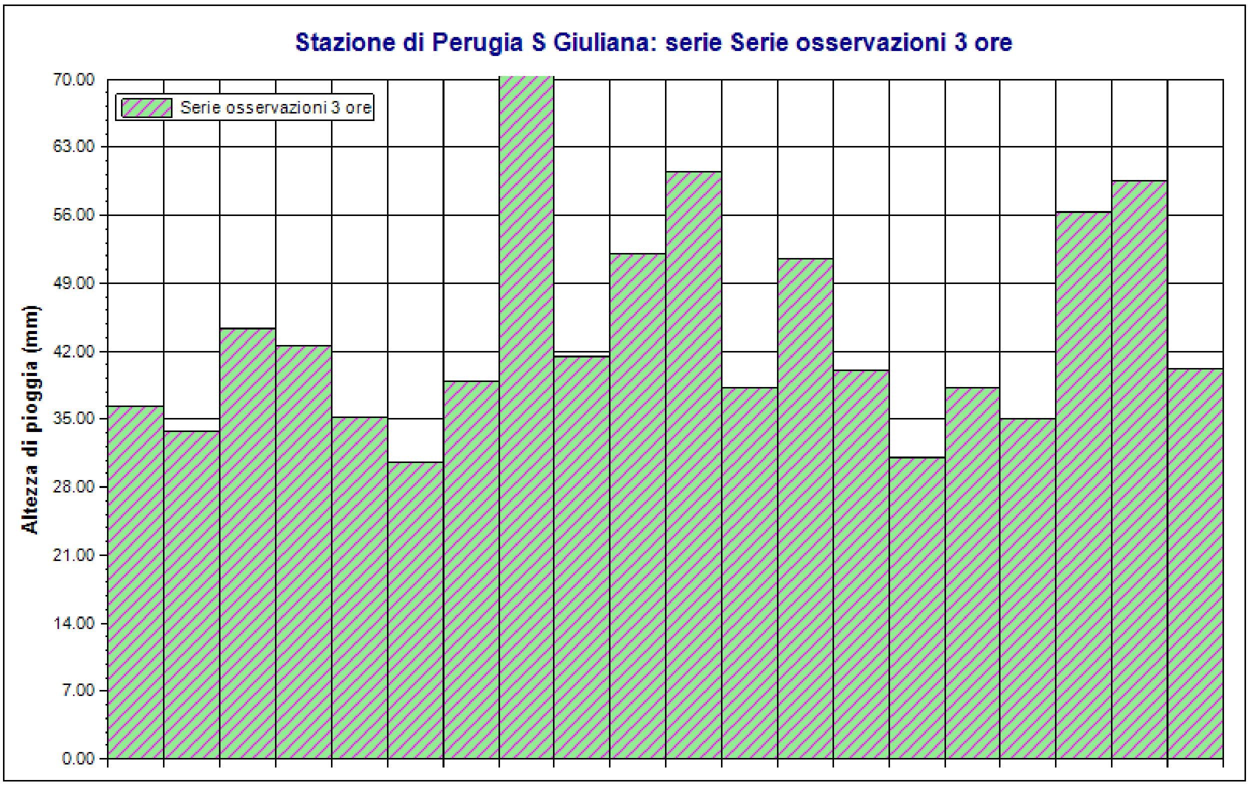
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

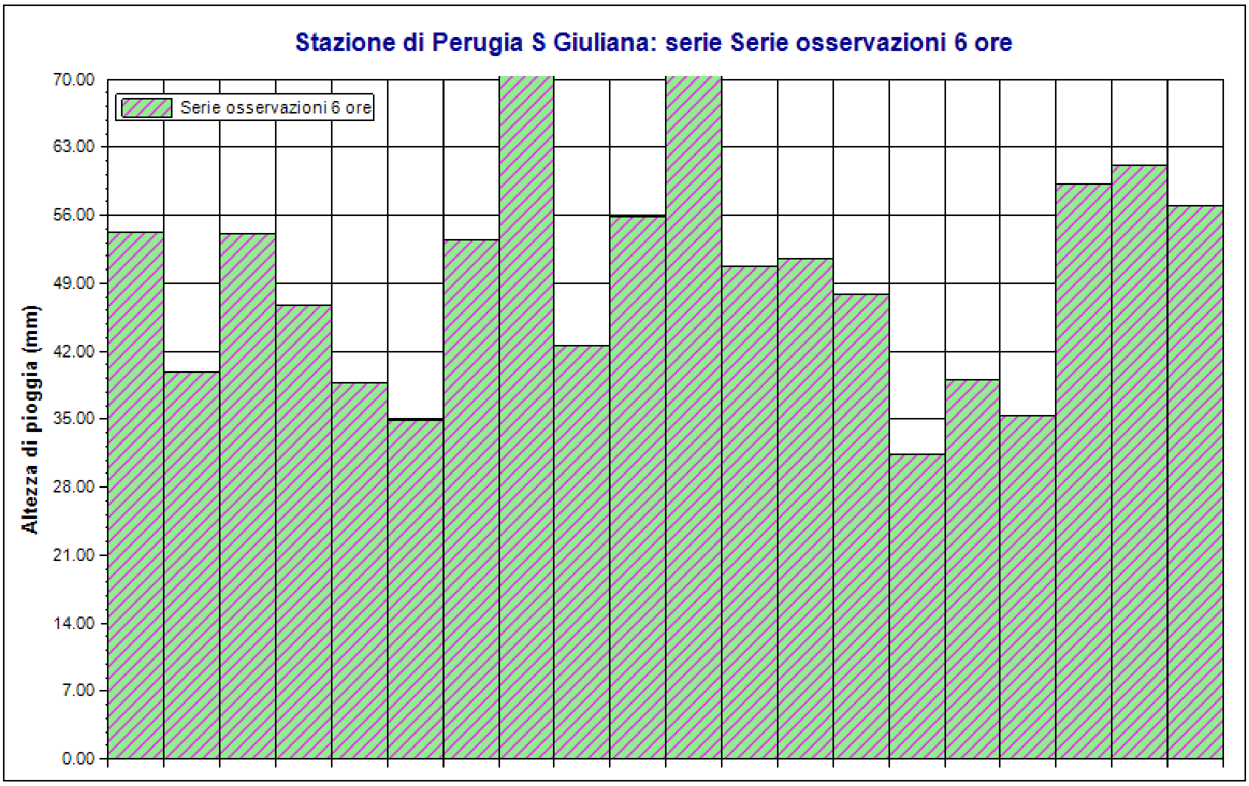
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



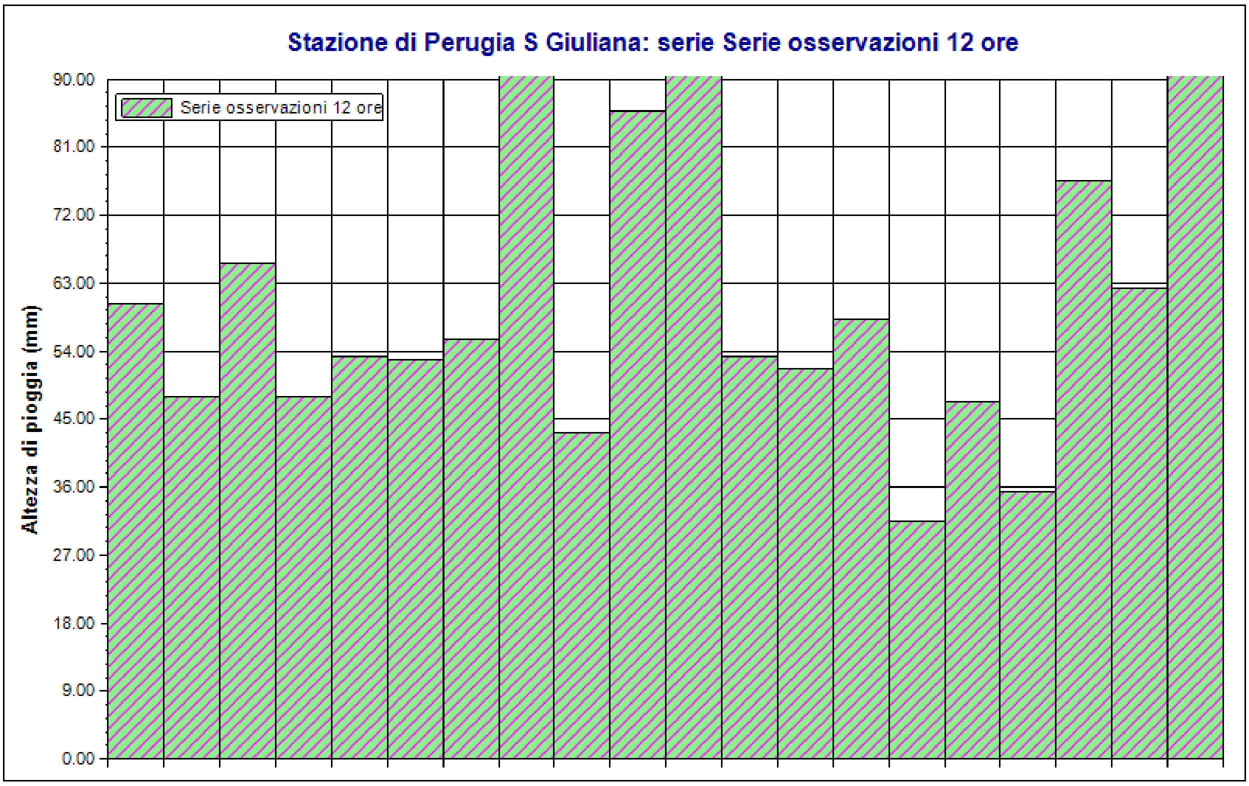
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



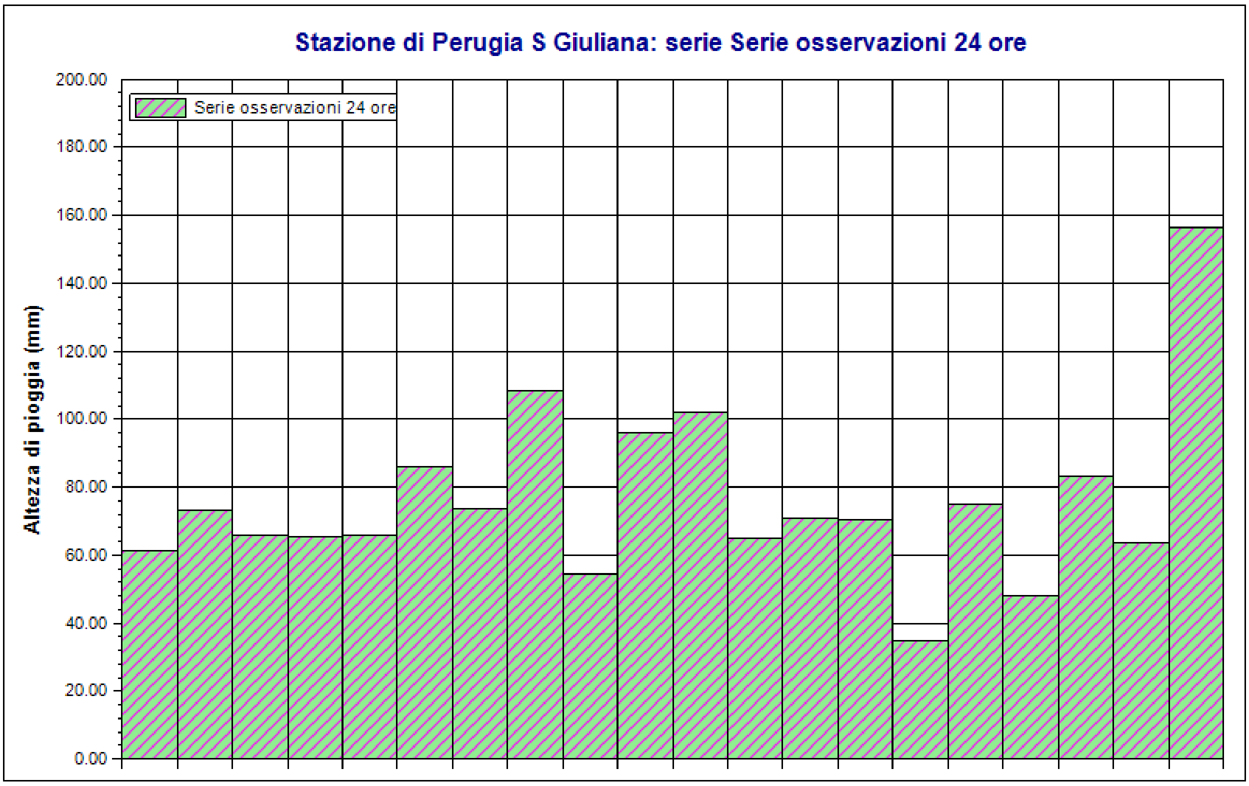
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori x assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale X la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la x ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli n valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla x in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione n tratto a caso dalla popolazione della X.

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale Z, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione k di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della z e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da z fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della z possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione k e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria z si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione k.

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria z in un campione di dimensione k, misura la probabilità che x risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della z, $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le k osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della x, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di k, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di k all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di z che ci si deve attendere che venga superato una volta su k (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

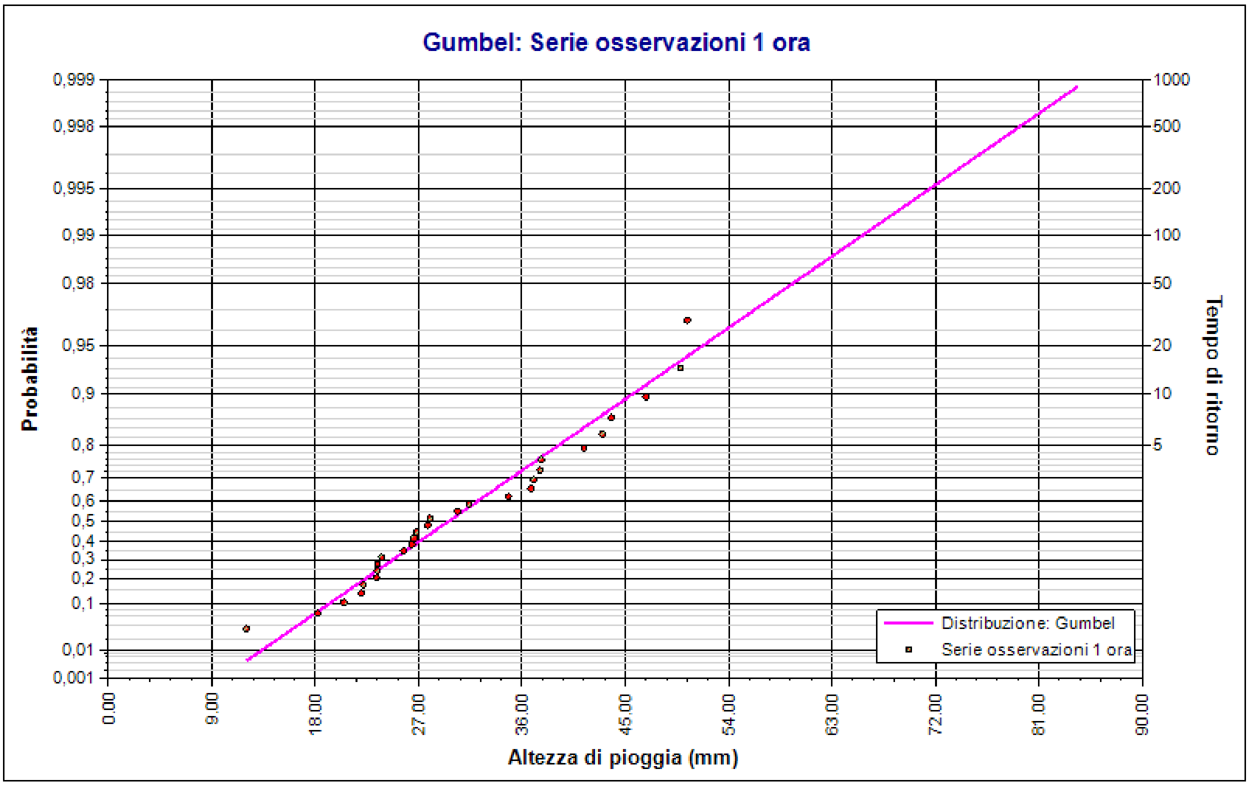
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

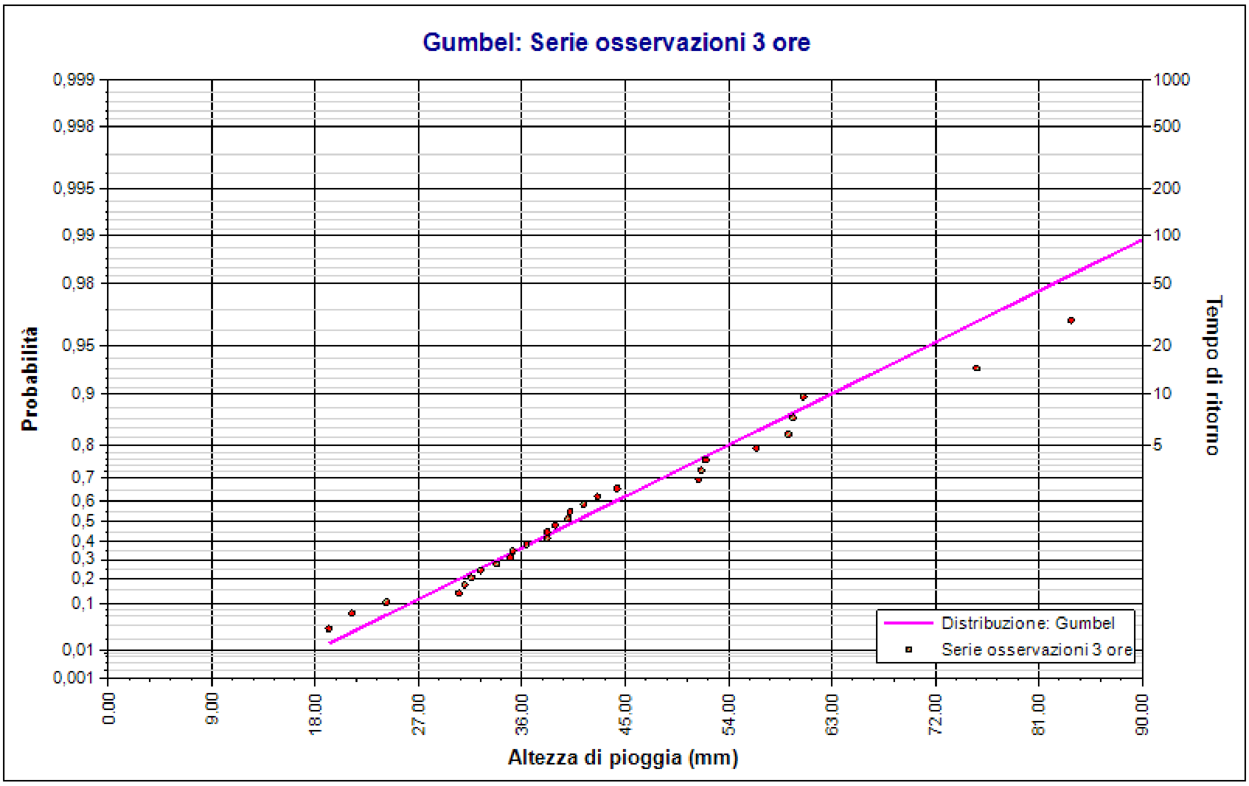
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}117\left(x-26{,}399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}084\left(x-36{,}187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}071\left(x-42{,}675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}062\left(x-49{,}811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}052\left(x-60{,}310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

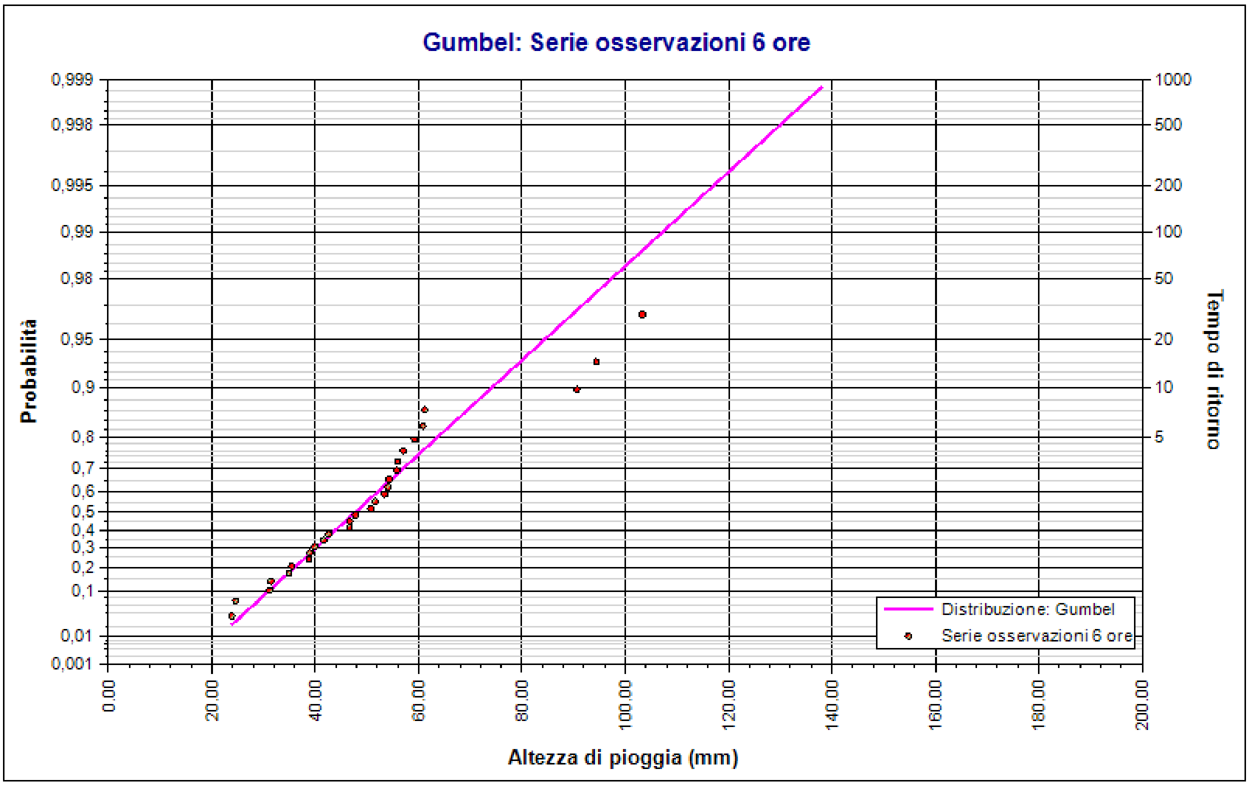
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



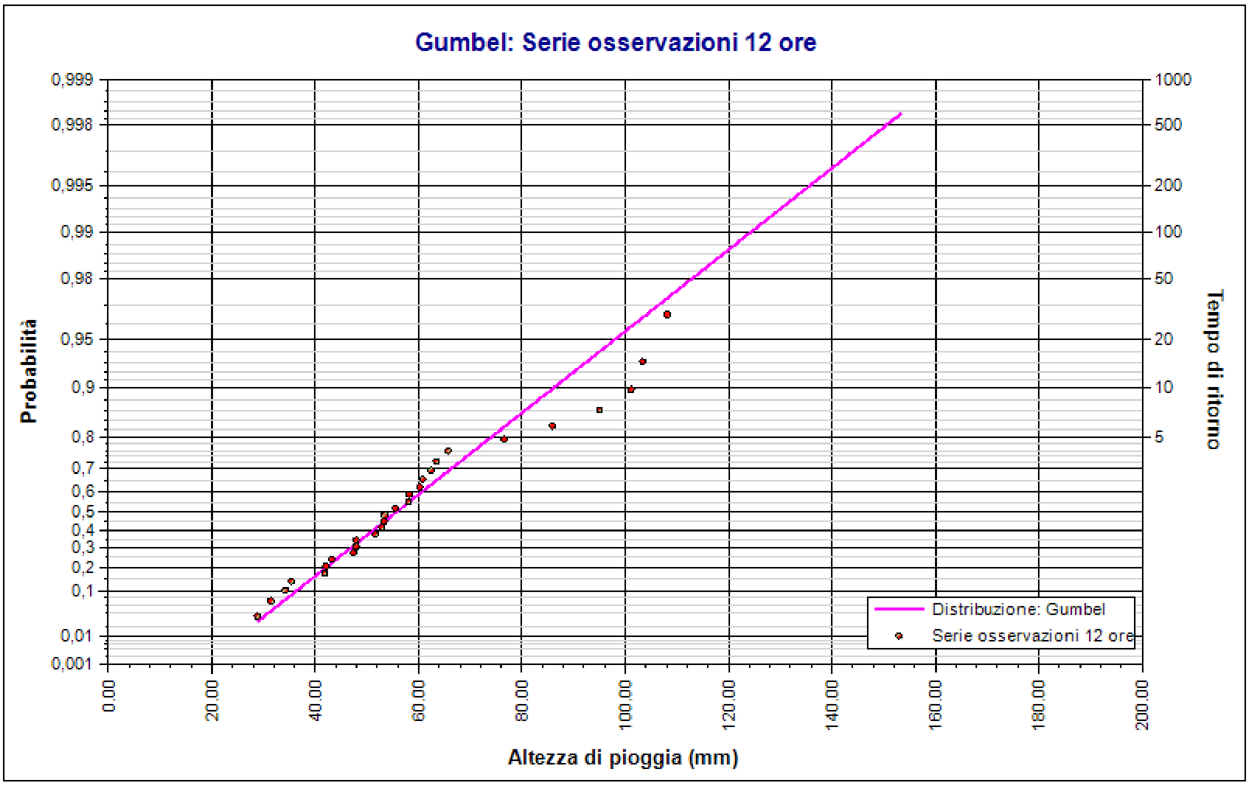
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



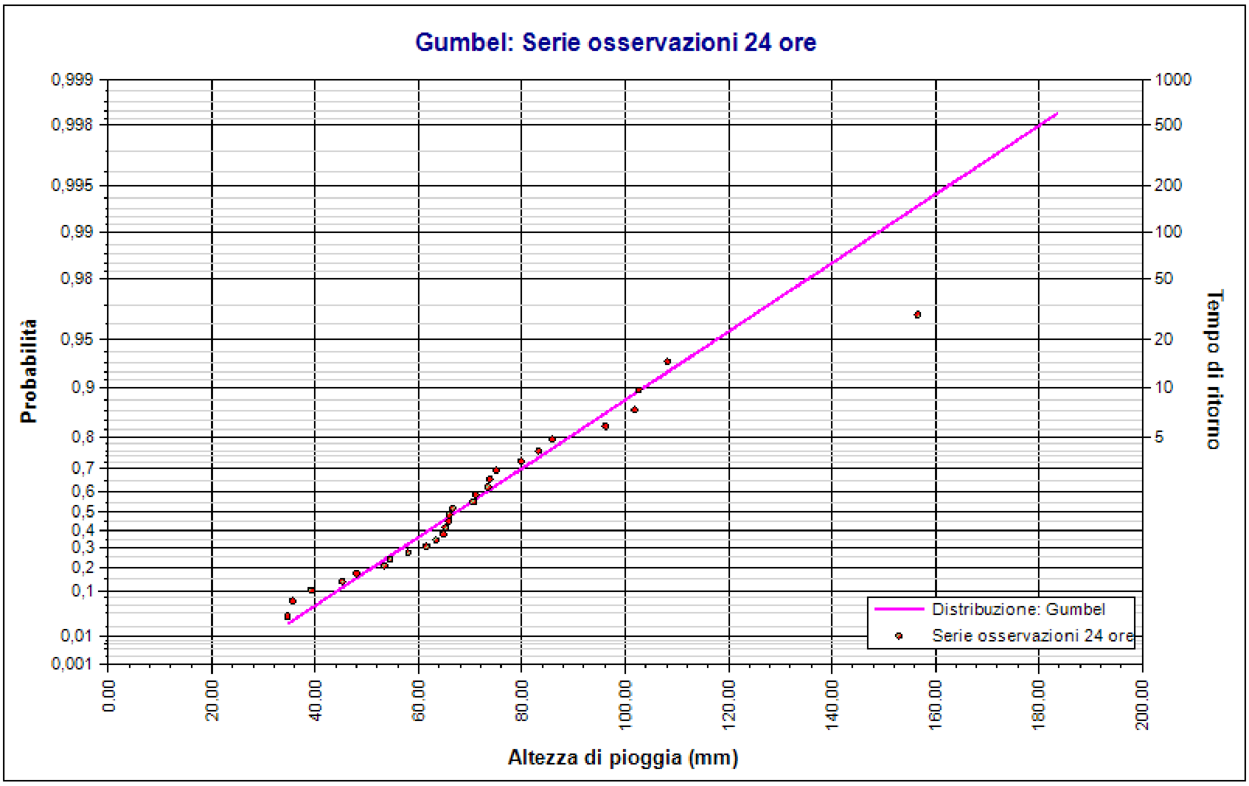
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana

Tempo di ritorno: 200.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

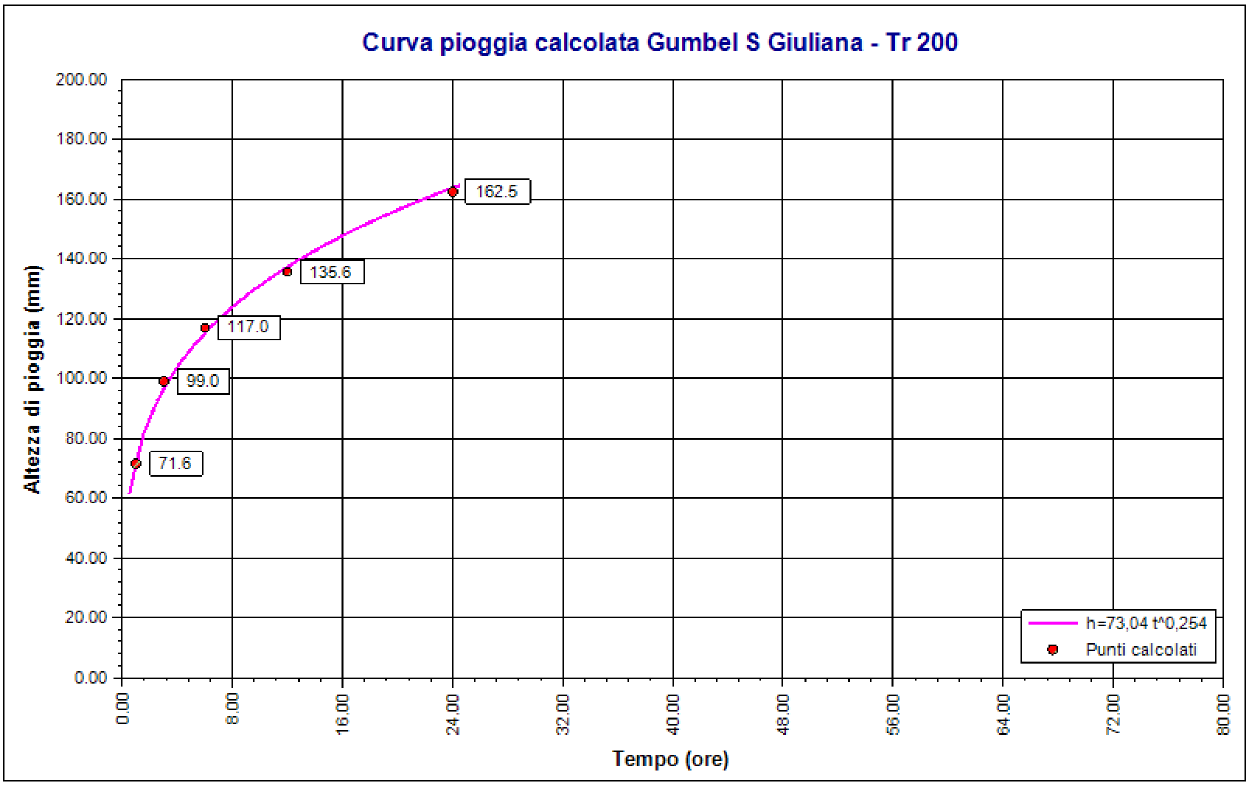
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	71.562
2	3.000	180	98.983
3	6.000	360	117.008
4	12.000	720	135.635
5	24.000	1440	162.485

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
73.04	0.25	1.00	$h(t) = 73{,}0\, t^{0{,}254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	73.043		9	127.648		17	150.033
2	87.108		10	131.111		18	152.228
3	96.560		11	134.324		19	154.333
4	103.881		12	137.327		20	156.357
5	109.941		13	140.148		21	158.308
6	115.153		14	142.812		22	160.190
7	119.752		15	145.337		23	162.009
8	123.885		16	147.740		24	163.770



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

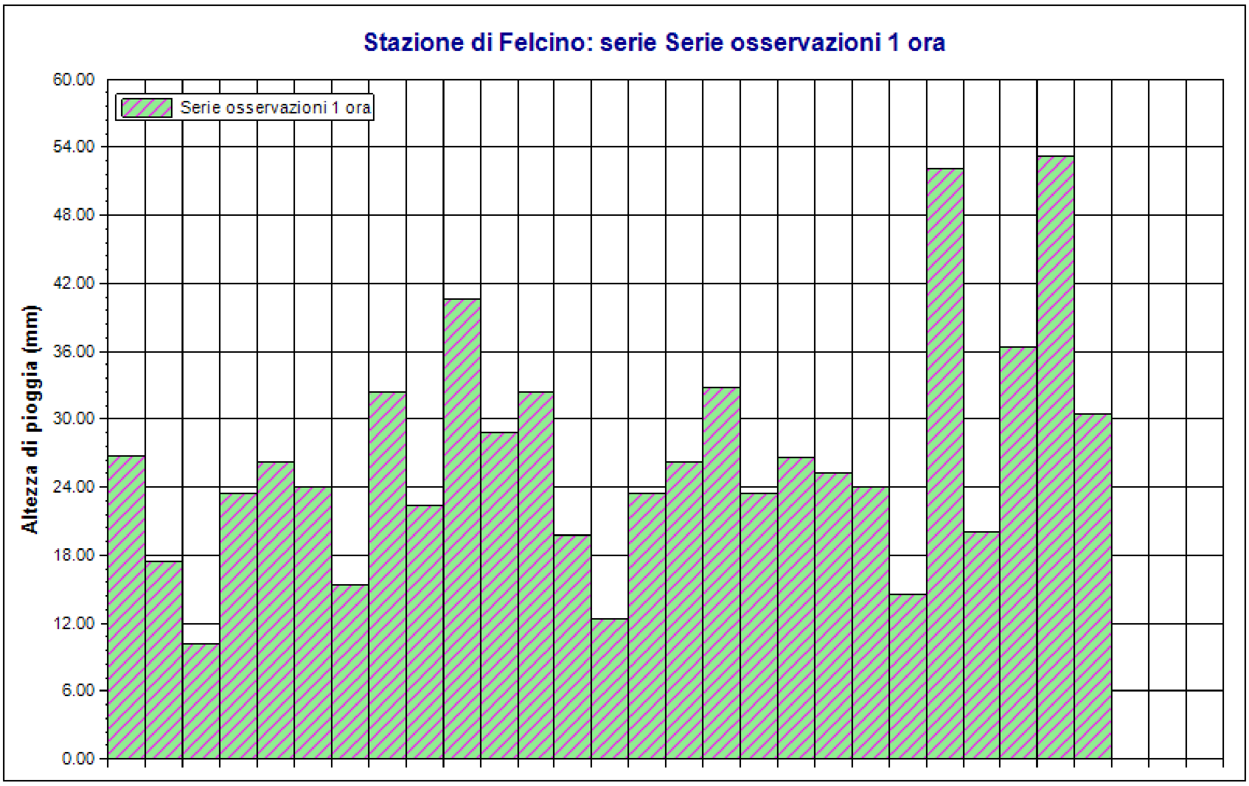
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

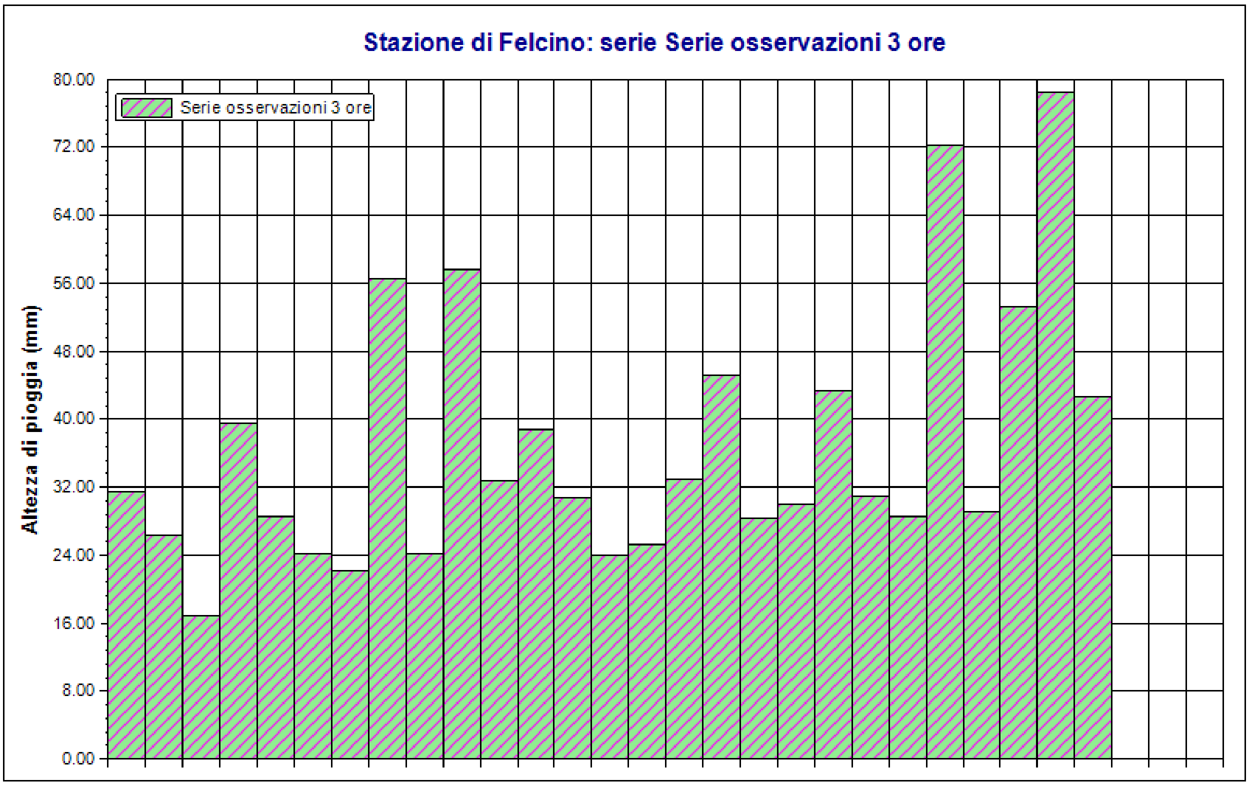
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

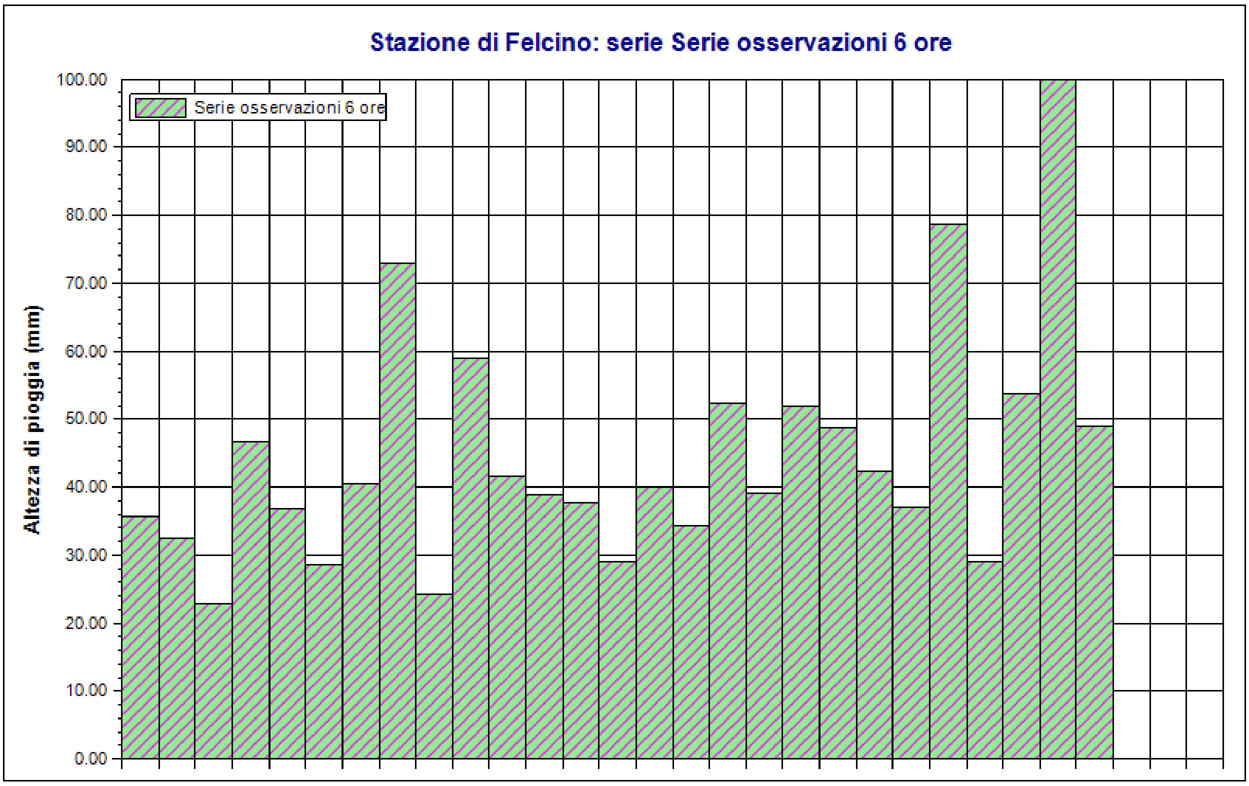
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



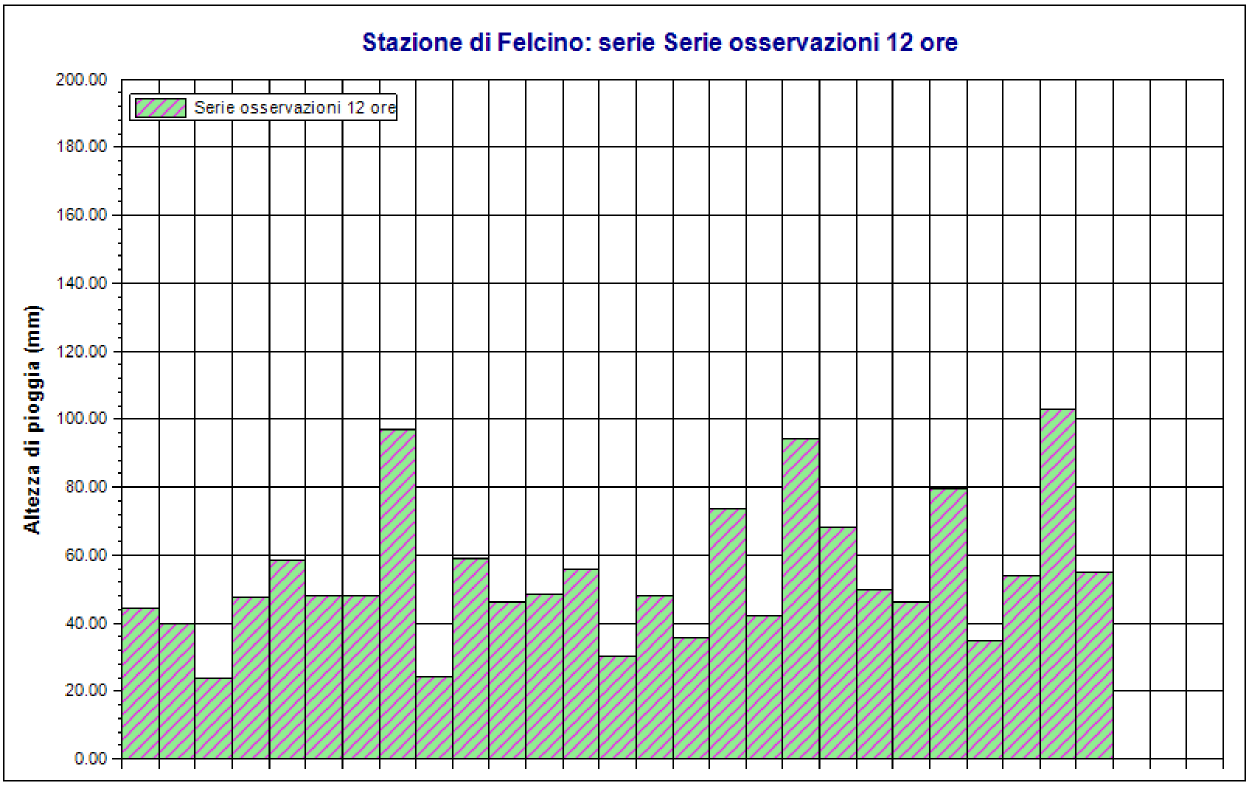
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



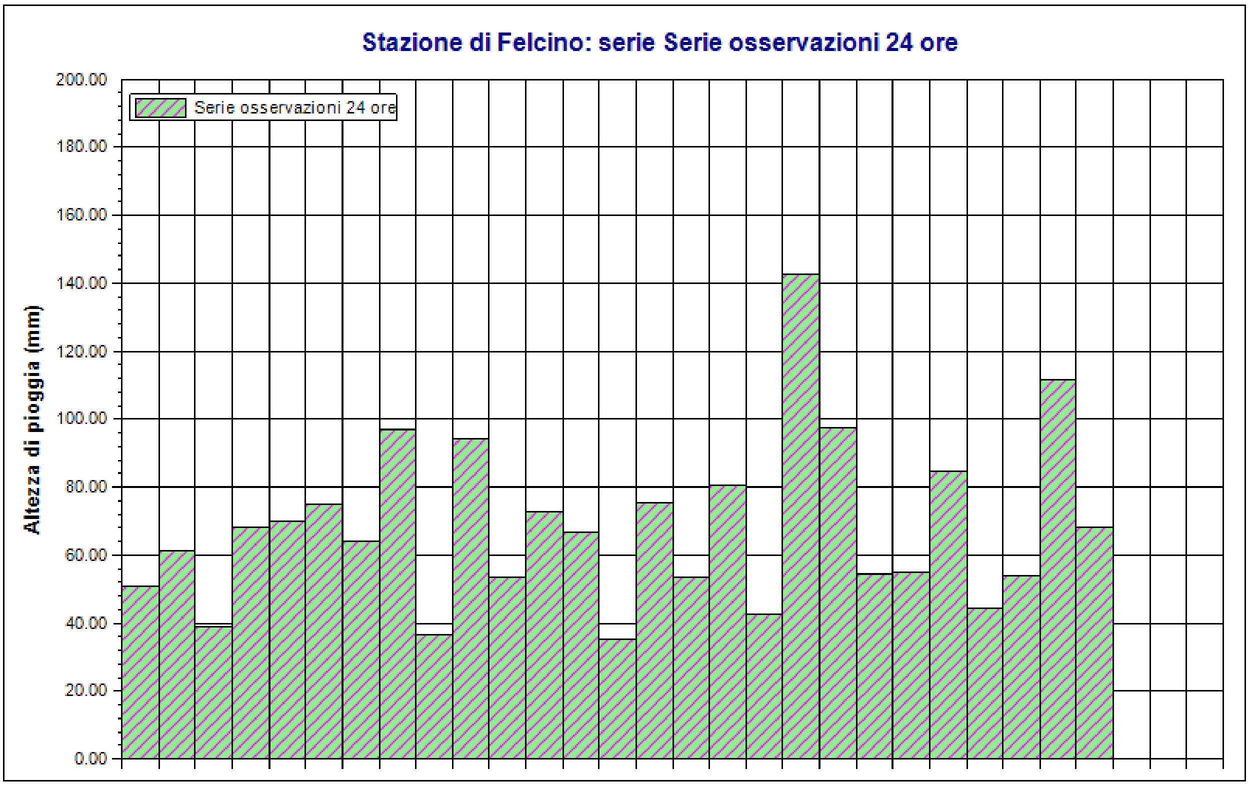
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

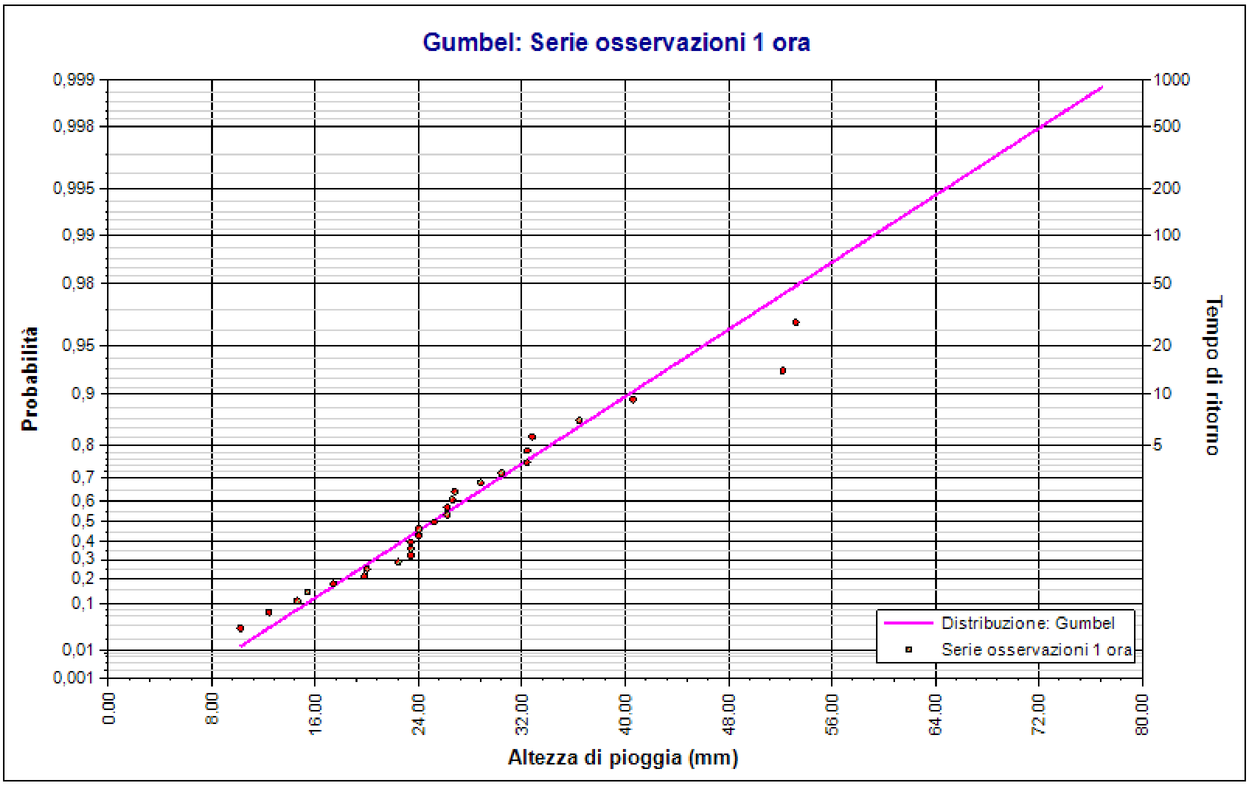
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

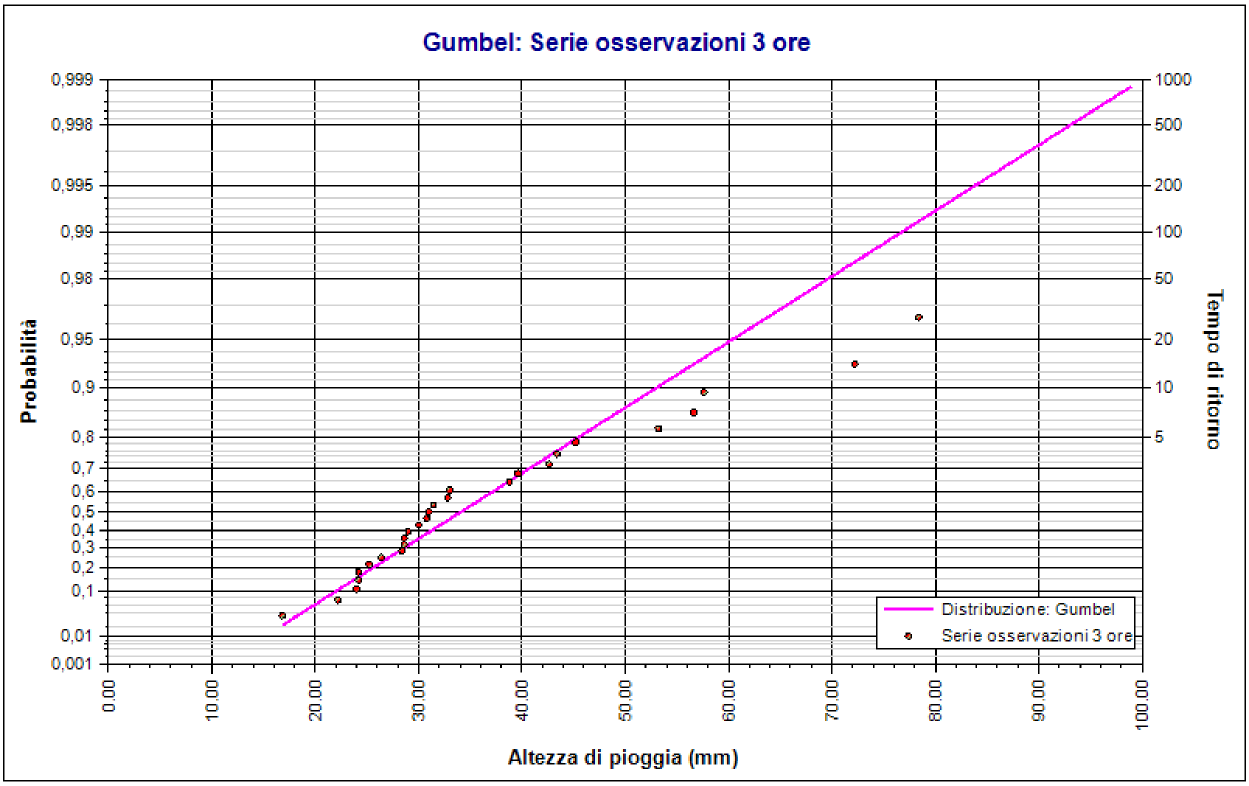
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}124\left(x-22{,}103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}099\left(x-30{,}422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}087\left(x-37{,}409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}064\left(x-44{,}797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}055\left(x-57{,}579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

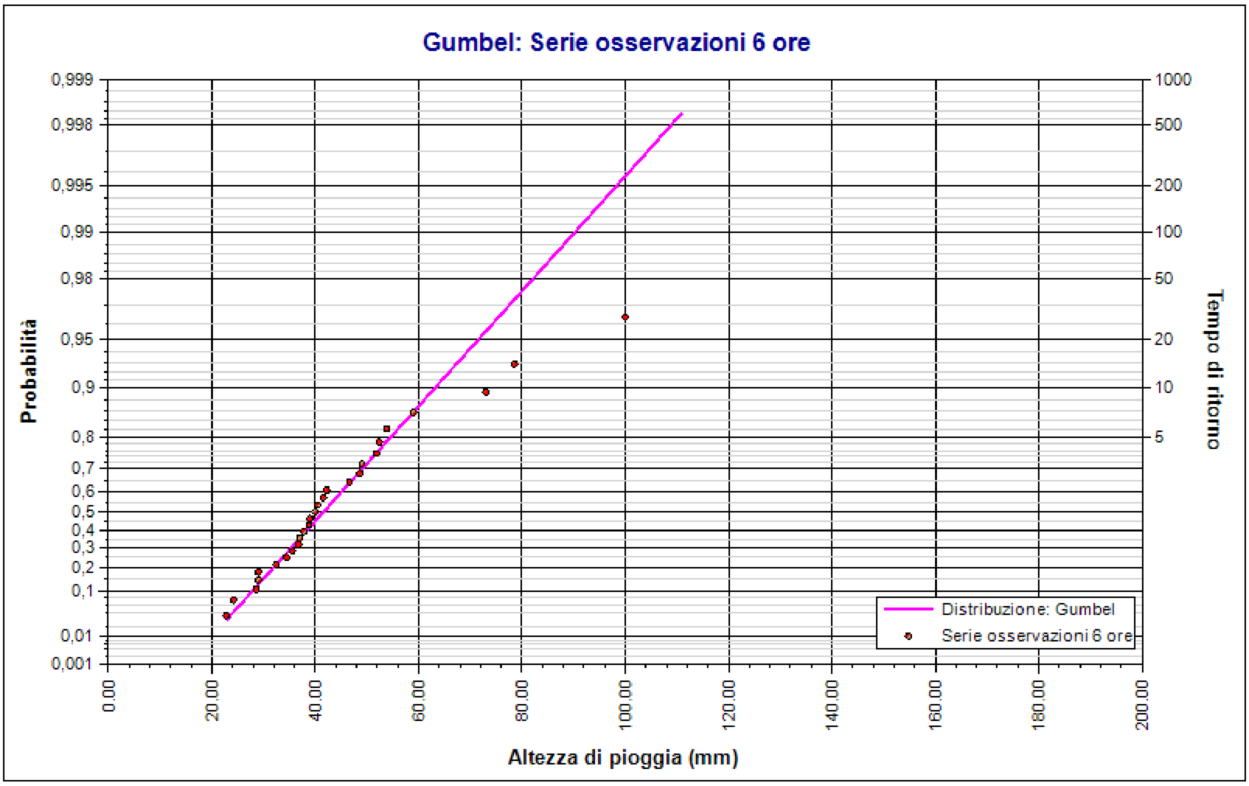
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



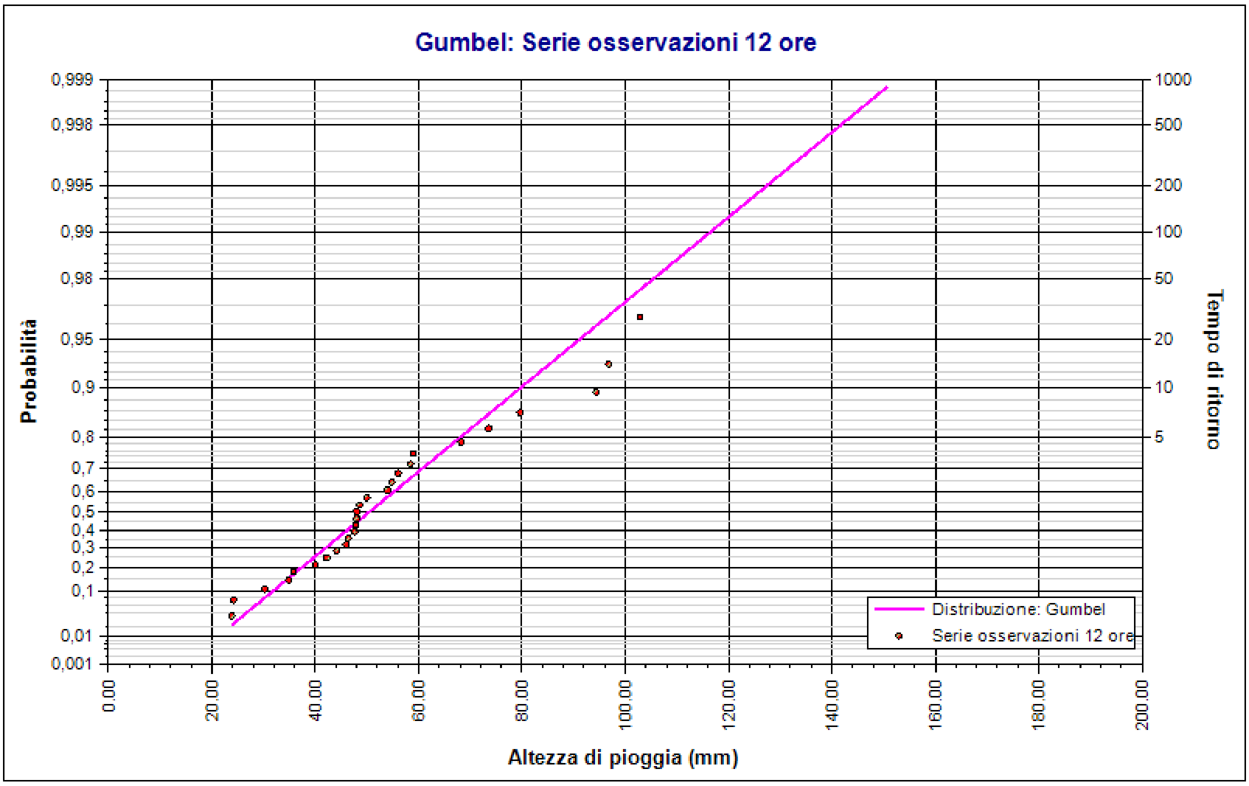
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



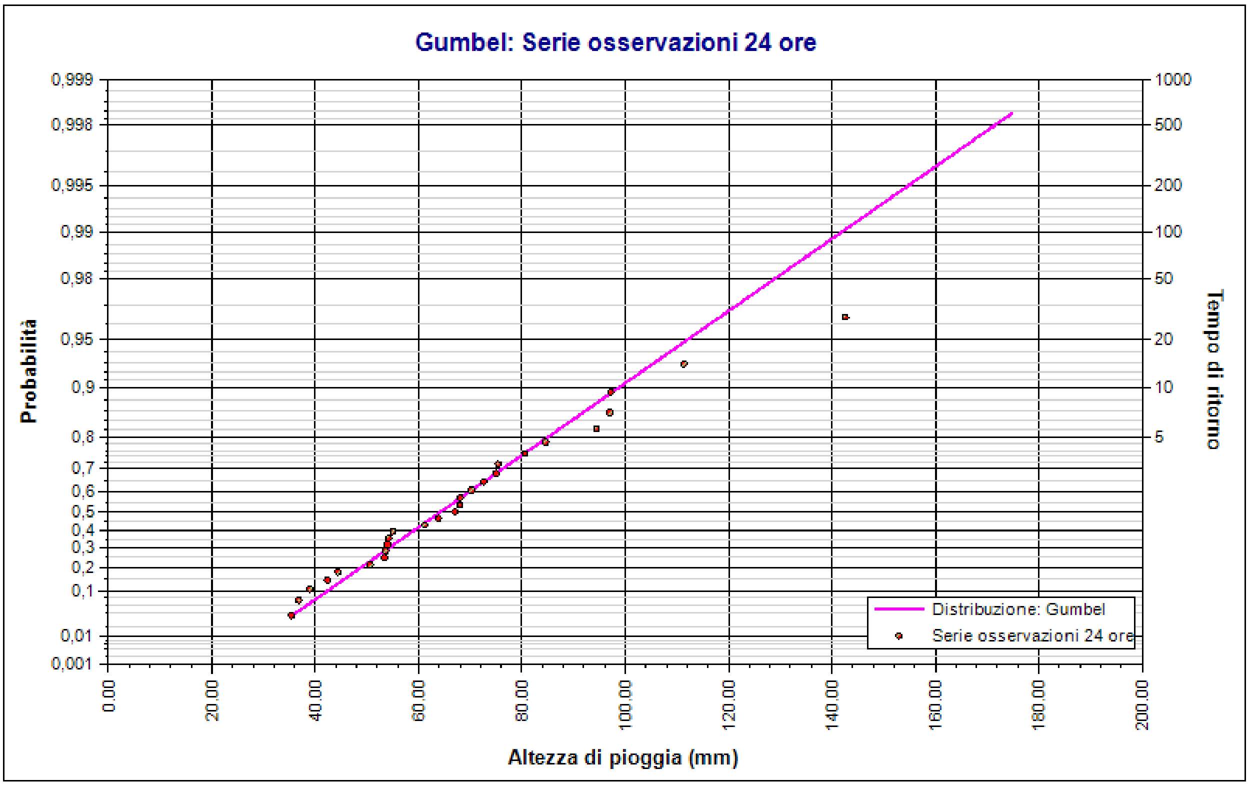
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino

Tempo di ritorno: 200.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

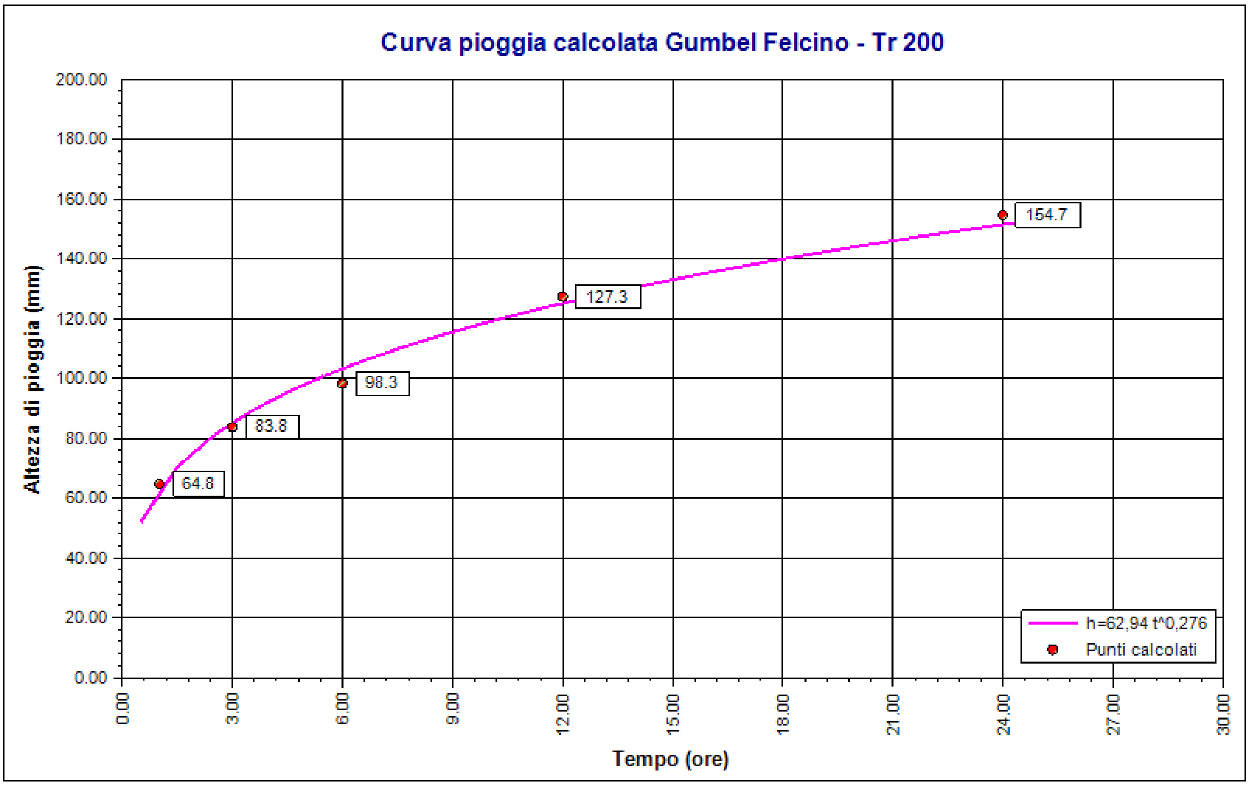
n	Durata (ore)	Durata (minuti)	Altezza (mm)
1	1.000	60	64.824
2	3.000	180	83.786
3	6.000	360	98.286
4	12.000	720	127.337
5	24.000	1440	154.672

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
62.94	0.28	1.00	$h(t) = 62{,}9\, t^{0.276}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	62.943		9	115.551		17	137.765
2	76.239		10	118.967		18	139.960
3	85.283		11	122.143		19	142.067
4	92.343		12	125.117		20	144.097
5	98.220		13	127.917		21	146.053
6	103.298		14	130.565		22	147.944
7	107.795		15	133.079		23	149.773
8	111.849		16	135.475		24	151.546



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

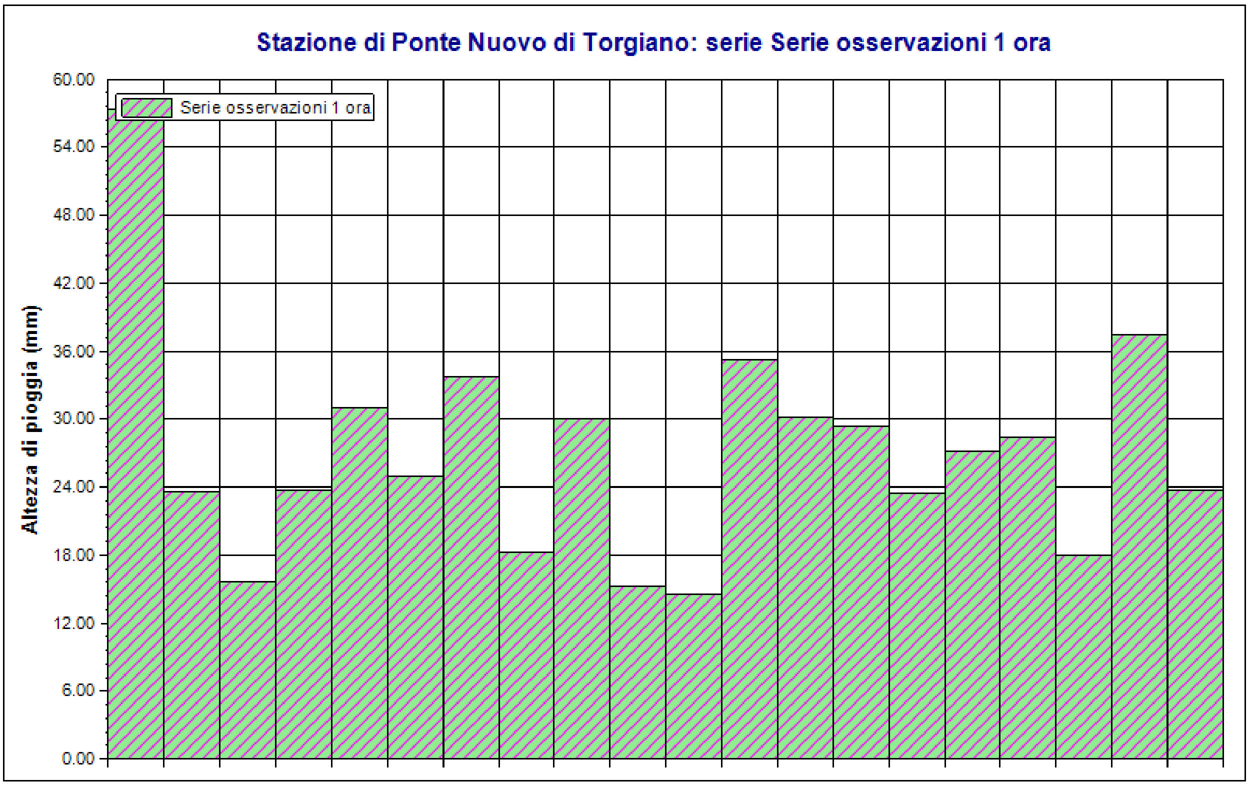
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

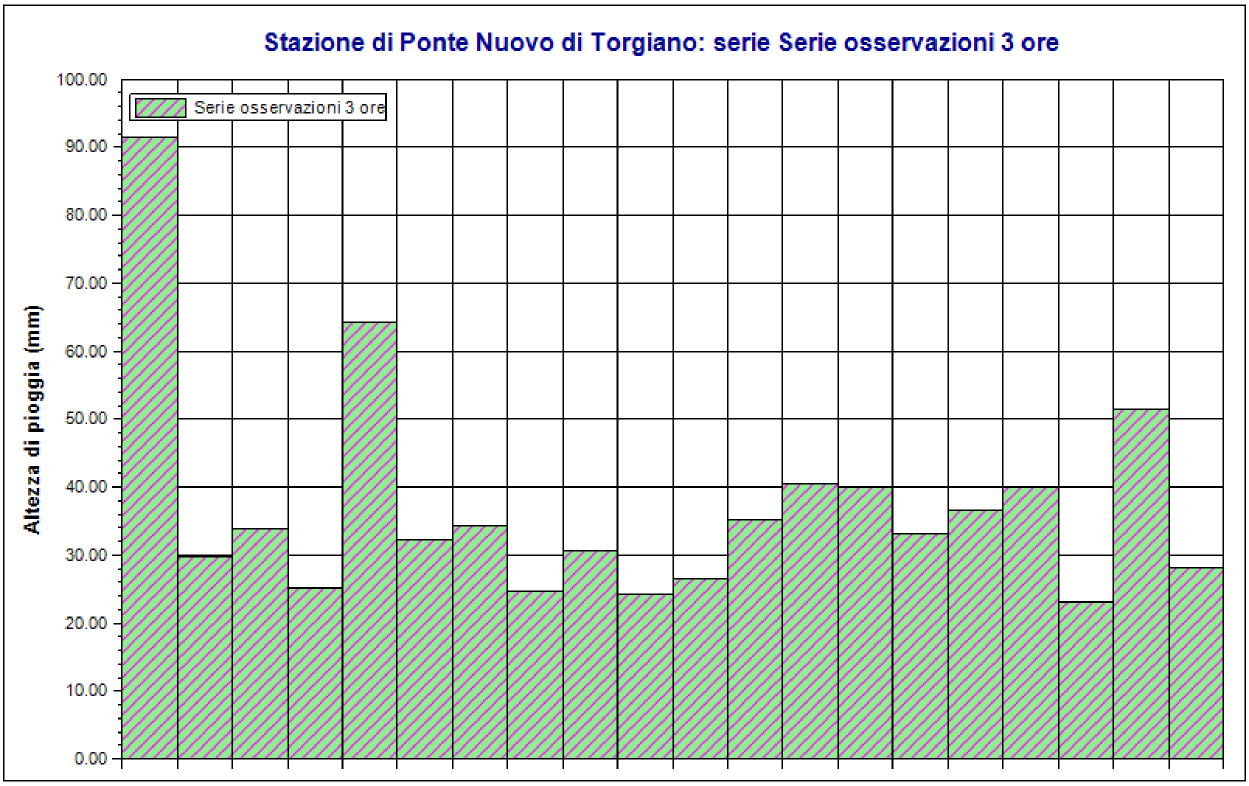
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

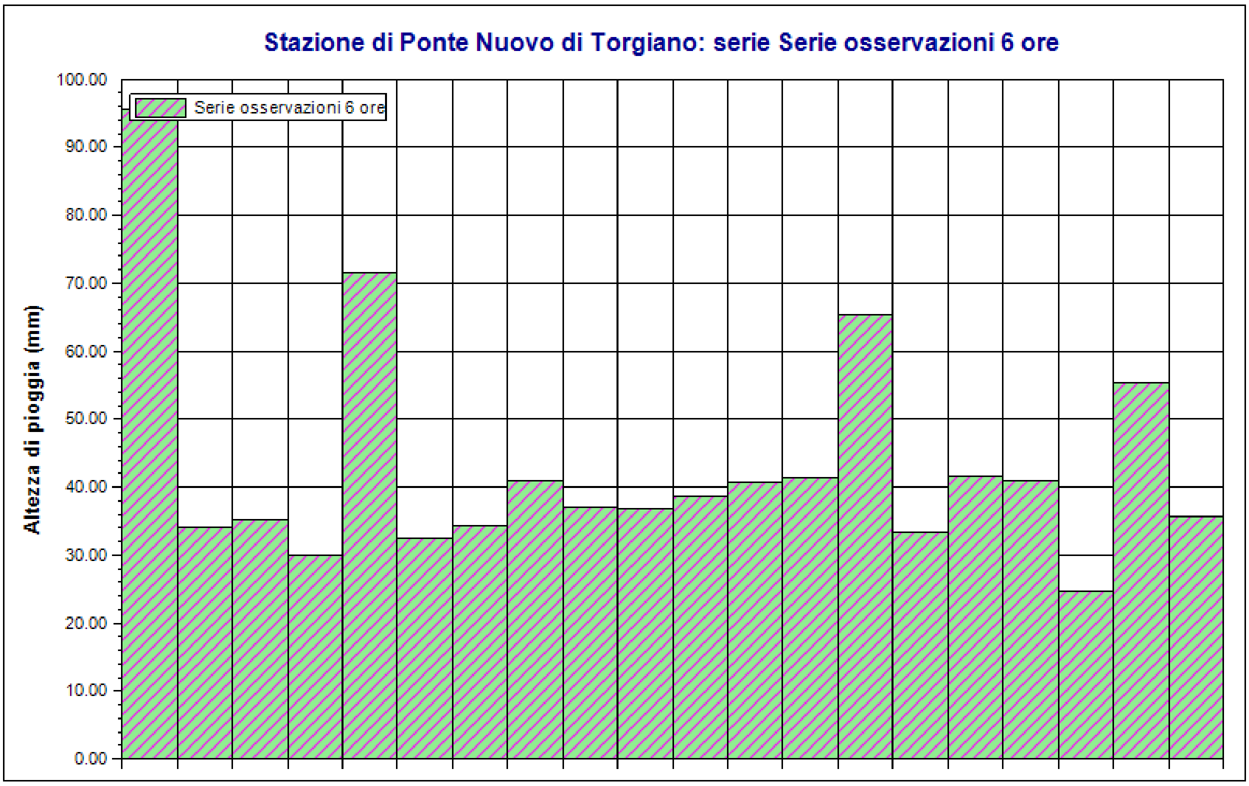
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



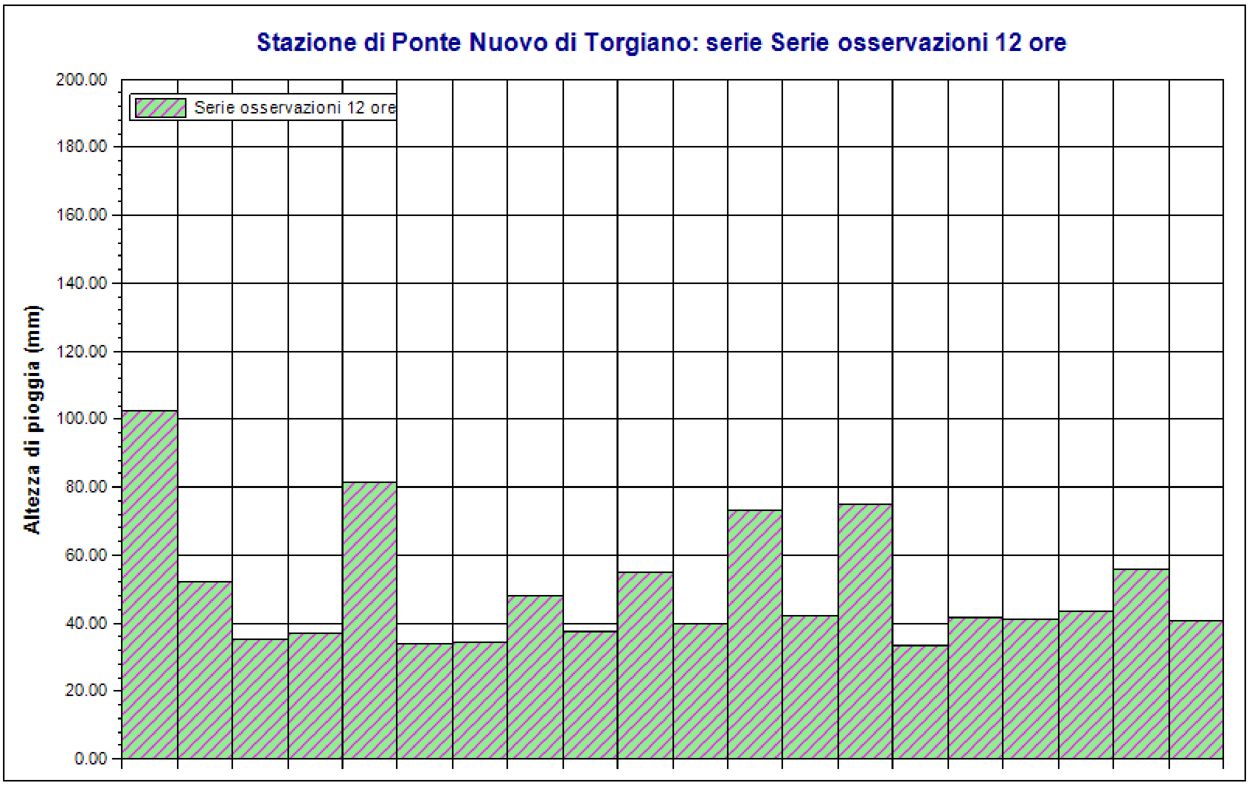
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



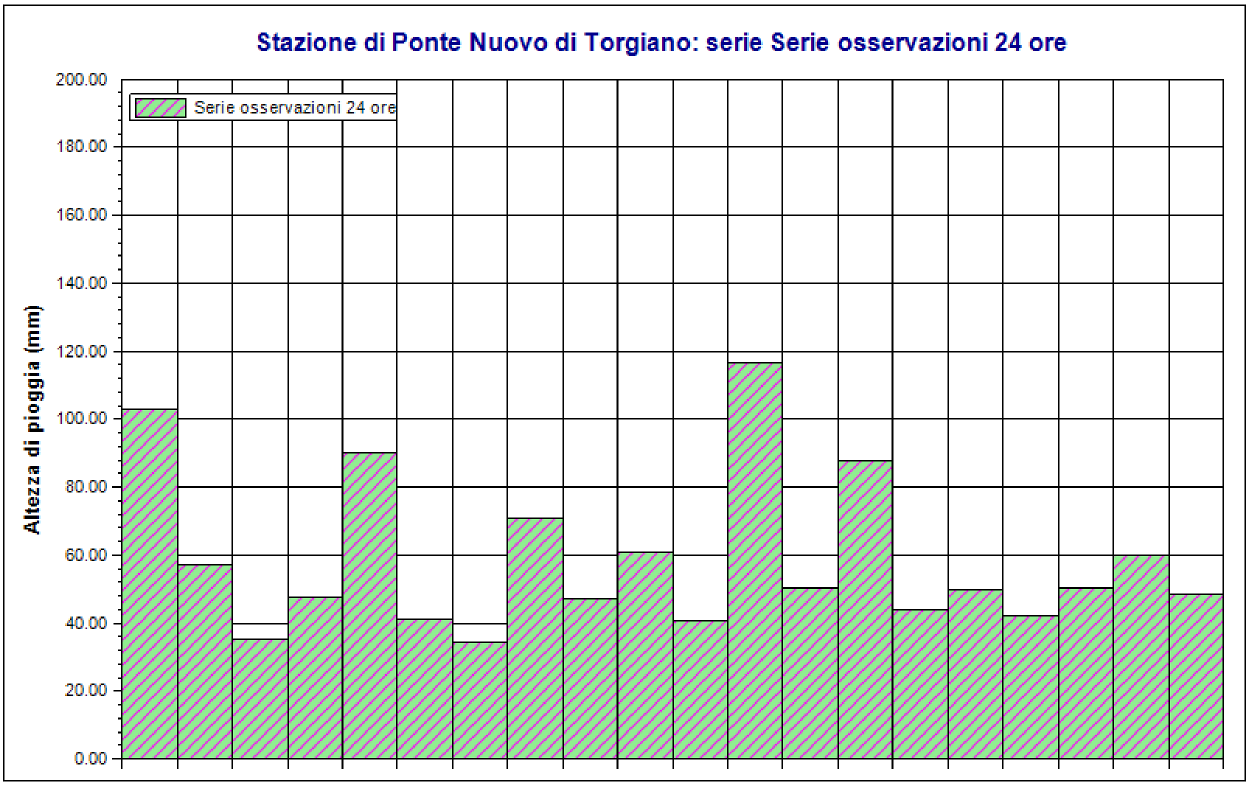
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z)=1-\frac{1}{k}e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x)=e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

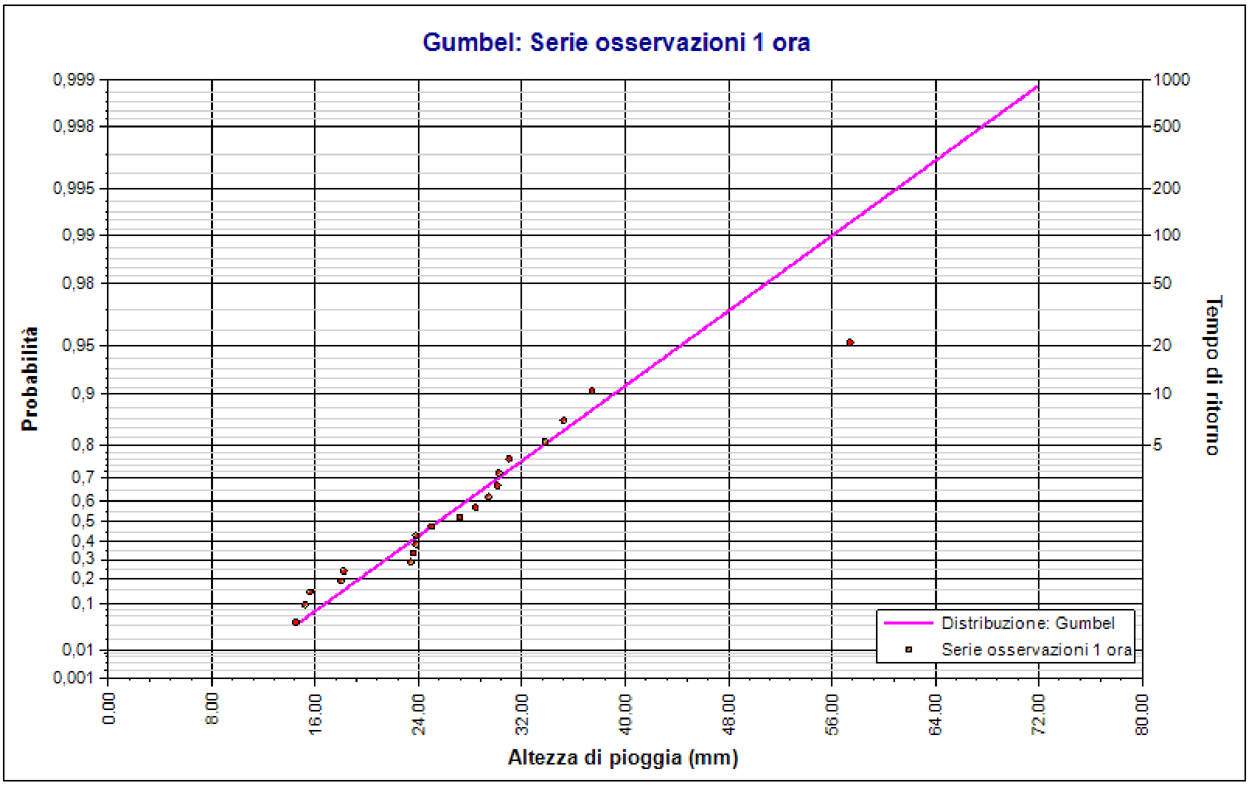
Parametro	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

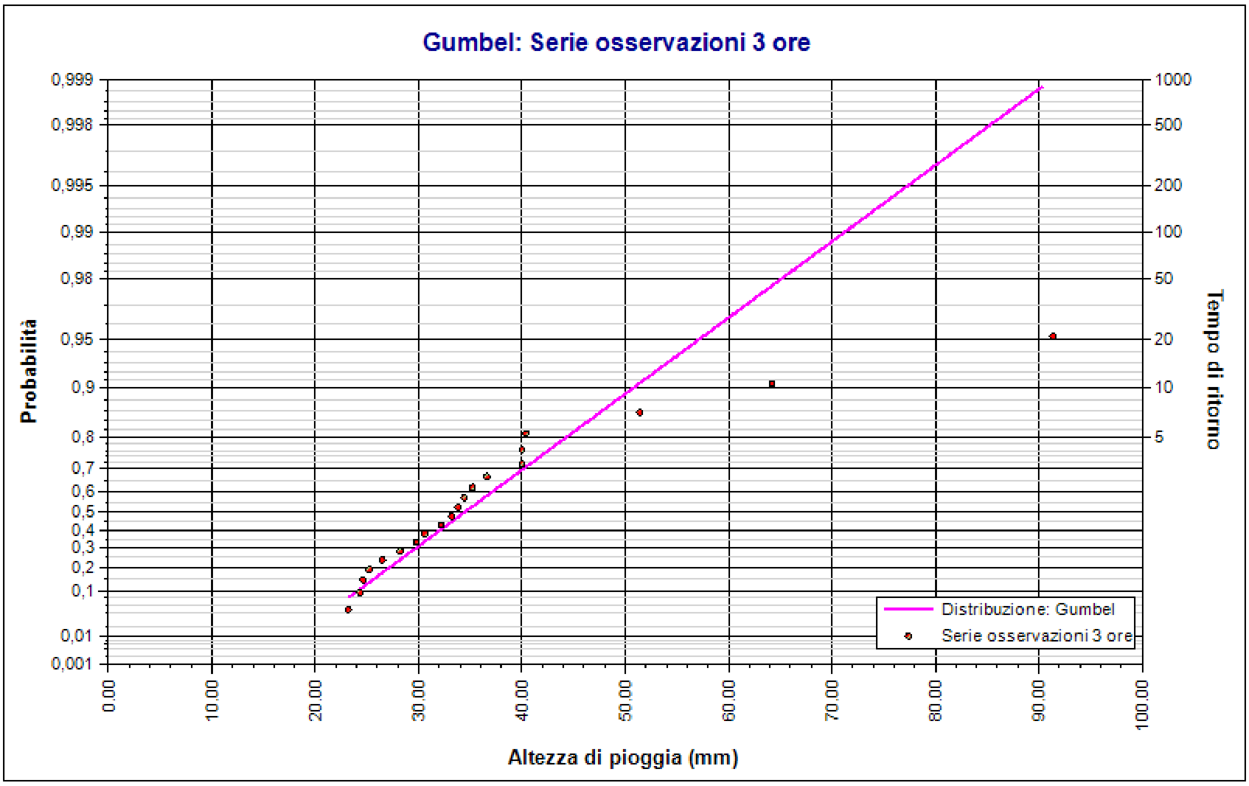
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x-22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x-31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x-36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x-42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x-49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

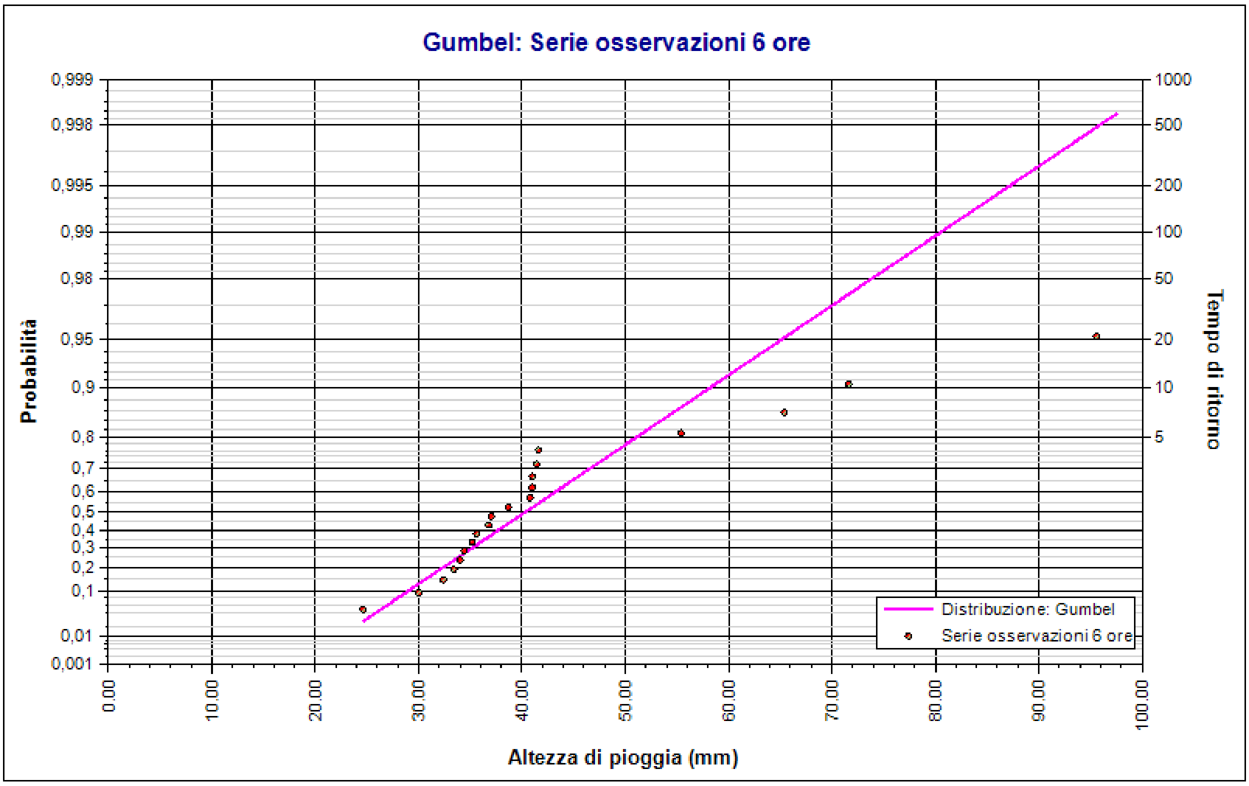
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



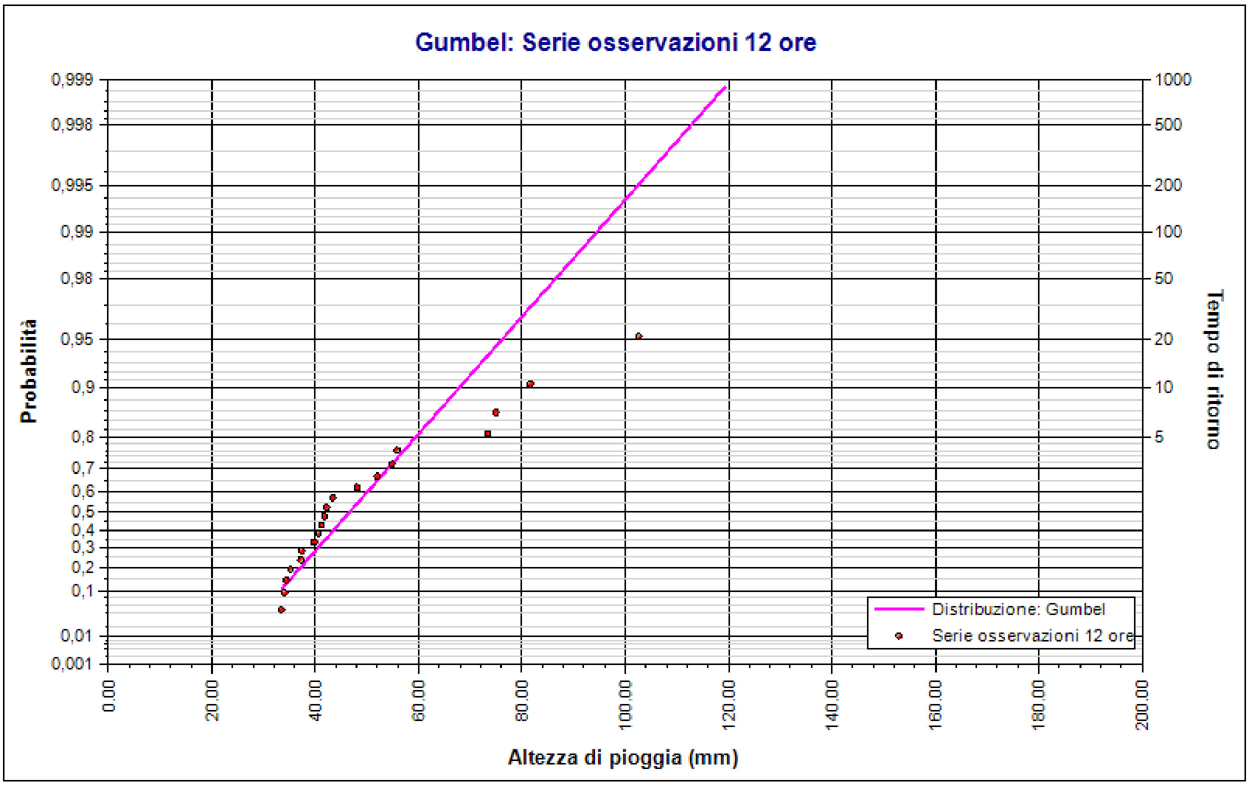
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



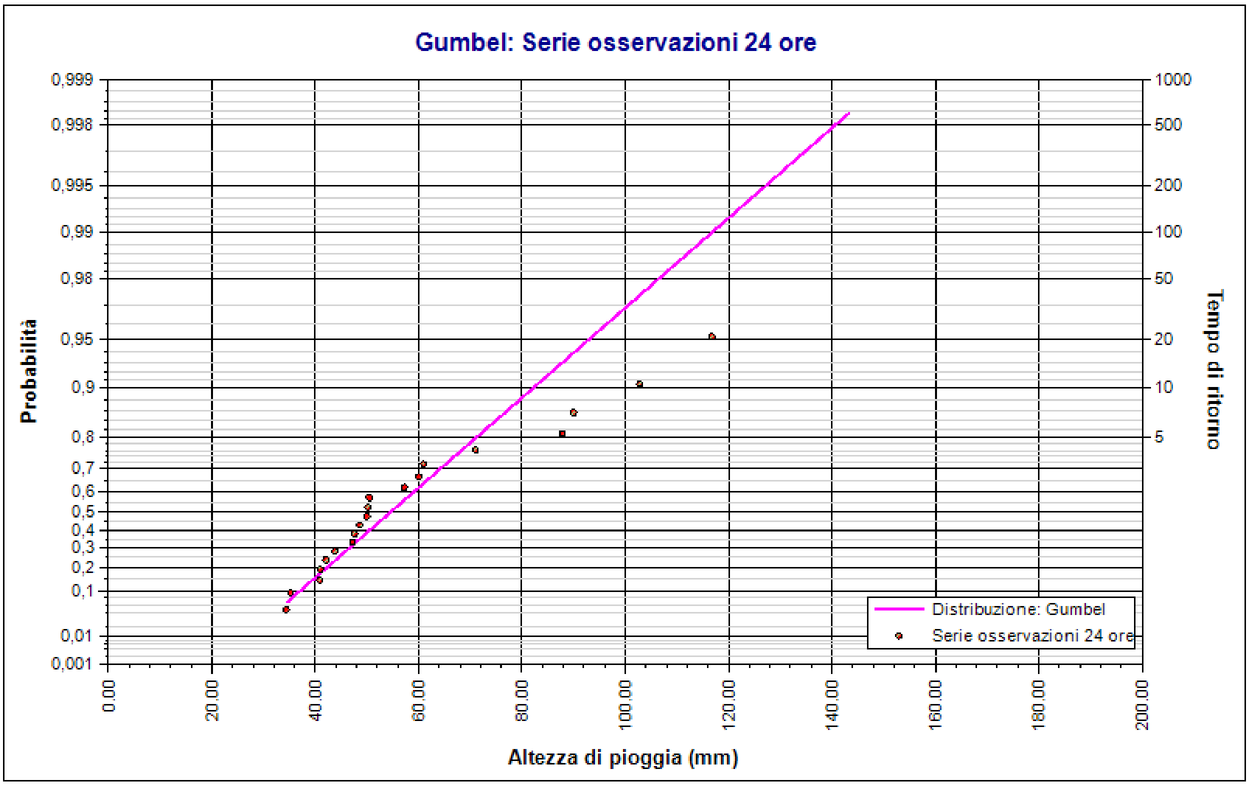
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano

Tempo di ritorno: 200.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

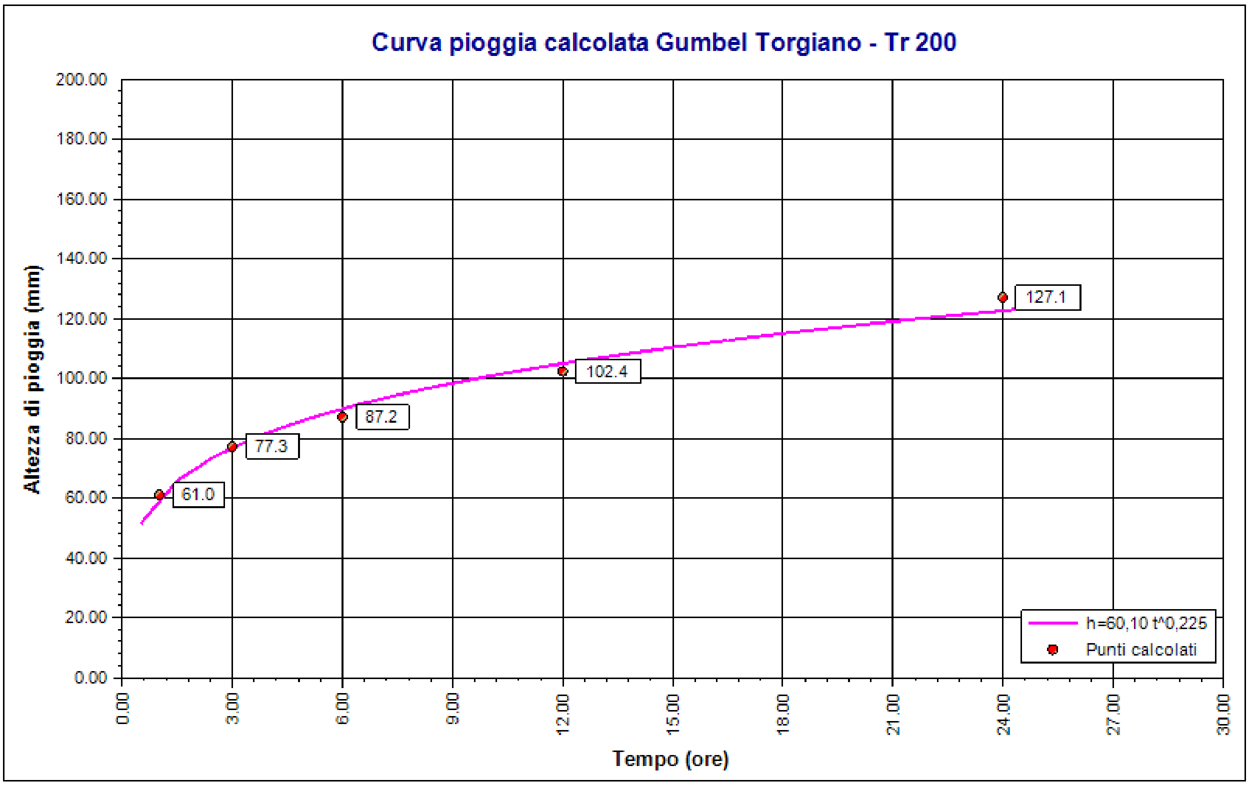
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	61.044
2	3.000	180	77.298
3	6.000	360	87.179
4	12.000	720	102.355
5	24.000	1440	127.118

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
60.10	0.22	0.99	$h(t) = 60,1\ t^{0.225}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	60.099		9	98.438		17	113.551
2	70.221		10	100.795		18	115.018
3	76.916		11	102.975		19	116.423
4	82.049		12	105.007		20	117.772
5	86.265		13	106.912		21	119.069
6	89.870		14	108.706		22	120.319
7	93.036		15	110.403		23	121.527
8	95.868		16	112.015		24	122.694



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

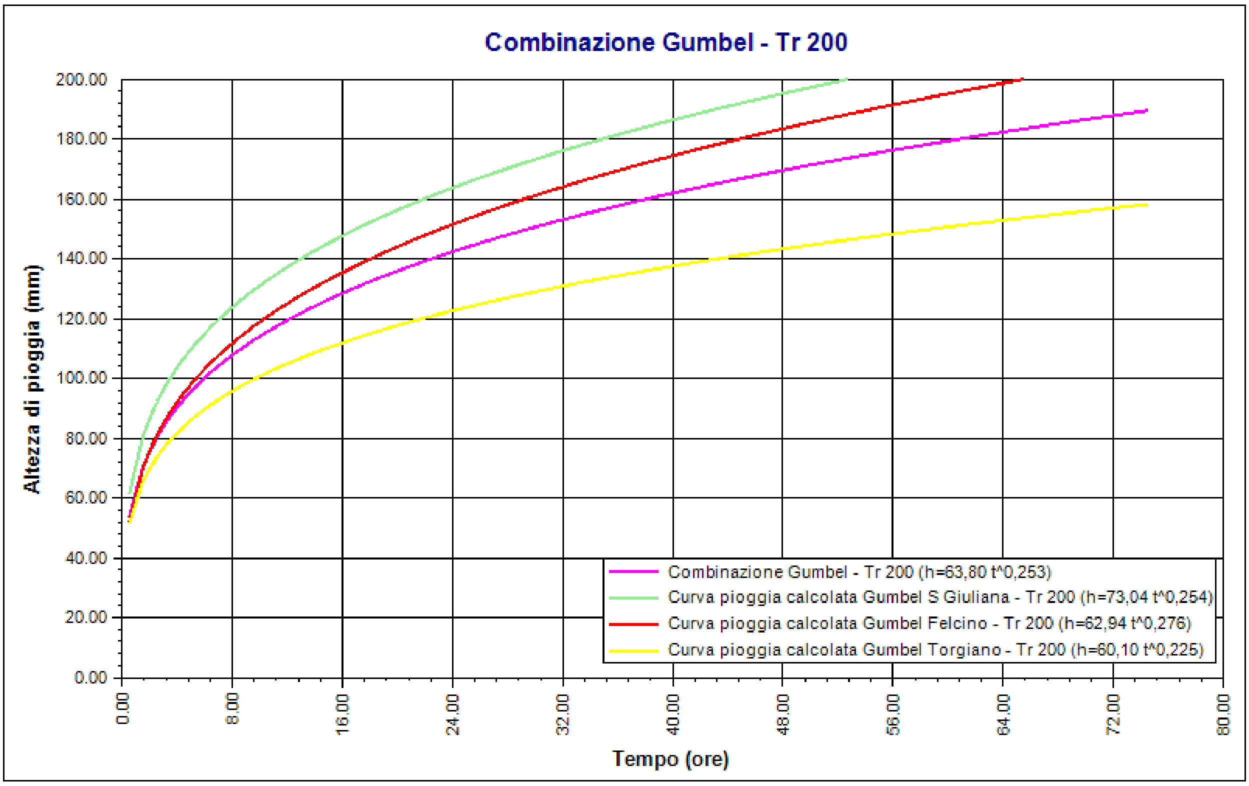
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200	Curva pioggia calcolata	20	73.04	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200	Curva pioggia calcolata	40	62.94	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200	Curva pioggia calcolata	40	60.10	0.22

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
63.80	0.25	$h(t) = 63{,}8\, t^{0{,}253}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	63.805		9	111.149		17	130.521
2	76.015		10	114.148		18	132.419
3	84.213		11	116.929		19	134.240
4	90.561		12	119.528		20	135.991
5	95.812		13	121.969		21	137.678
6	100.329		14	124.274		22	139.305
7	104.312		15	126.459		23	140.878
8	107.891		16	128.538		24	142.401



Combinazione Gumbel - Tr 200

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h

Dati Pluviogramma

Tipo: Pluviogramma sintetico

Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 200

Durata: 1.000 ore

Altezza di pioggia complessiva: 63.805 mm

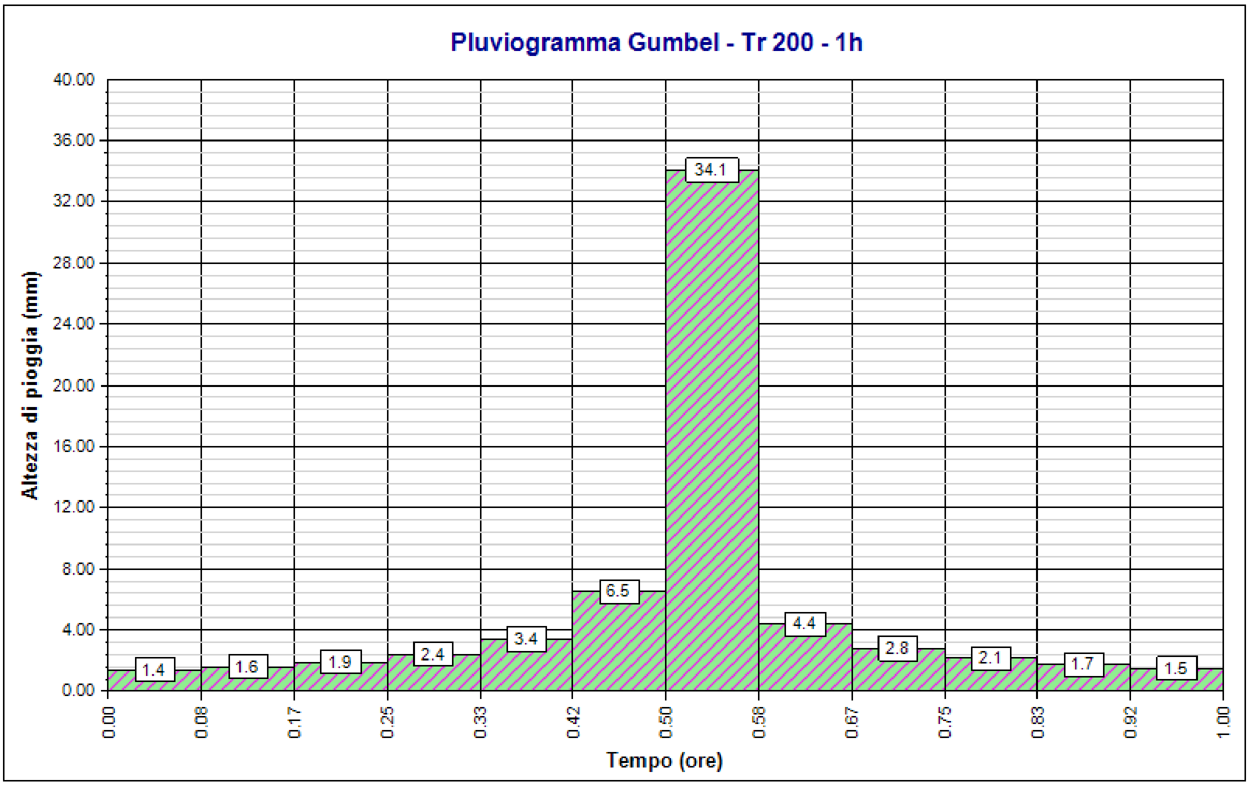
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
63.80	0.25	$h(t) = 63{,}8\, t^{0{,}253}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	1.387
2	0.083	0.167	5	10	1.600
3	0.167	0.250	10	15	1.910
4	0.250	0.333	15	20	2.411
5	0.333	0.417	20	25	3.389
6	0.417	0.500	25	30	6.518
7	0.500	0.583	30	35	34.059
8	0.583	0.667	35	40	4.376
9	0.667	0.750	40	45	2.803
10	0.750	0.833	45	50	2.127
11	0.833	0.917	50	55	1.739
12	0.917	1.000	55	60	1.485



Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino E Gumbel - Tr 200 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;

b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)

P è la precipitazione fino all'istante t (mm)

S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

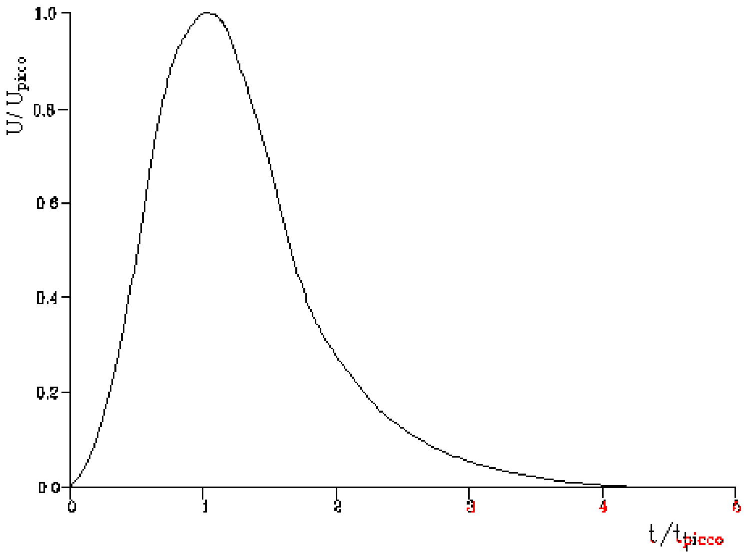
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j)P(i-j+1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

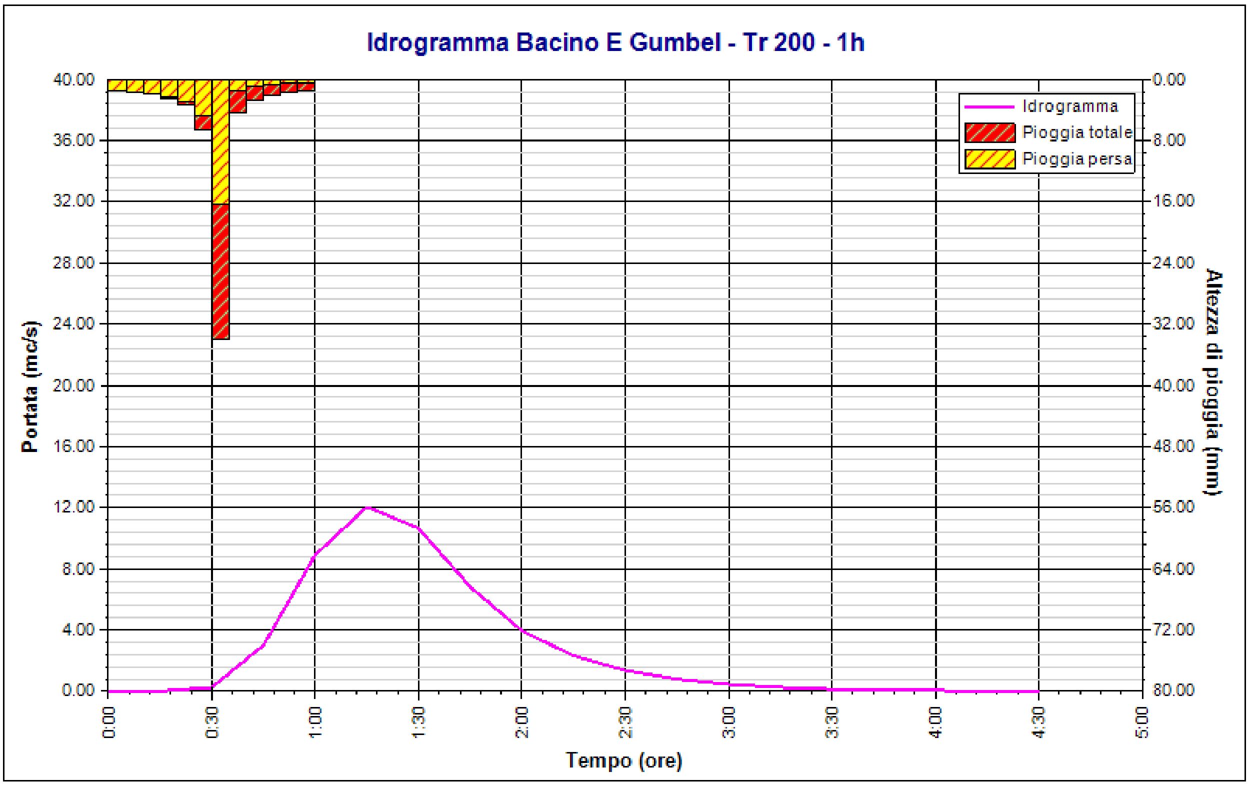
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h
Superficie del bacino: 1.6 kmq
Tlag: 0.636 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 79.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	4.898	4.846	0.052	0.0
2	0.250	15	12.317	9.897	2.420	0.0
3	0.500	30	41.239	18.705	22.534	0.3
4	0.750	45	5.351	1.546	3.805	3.0
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	8.9
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	12.1
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	10.6
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	6.8
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	3.9
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	2.3
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	1.4
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.8
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.4
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.3
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.1
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.1
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.1
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0
19	4.500	270	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	12.1	mc/s
Istante picco	1.250	ore
Istante picco	75.0	minuti
Durata totale evento	4.500	ore
Volume afflusso	102	mc x 1000
Volume deflusso	46	mc x 1000
Altezza afflusso	63.805	mm
Altezza deflusso	28.747	mm
Coeff. deflusso	0.45	-
Coeff. udometrico	7.53	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino E Gumbel - Tr 200 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

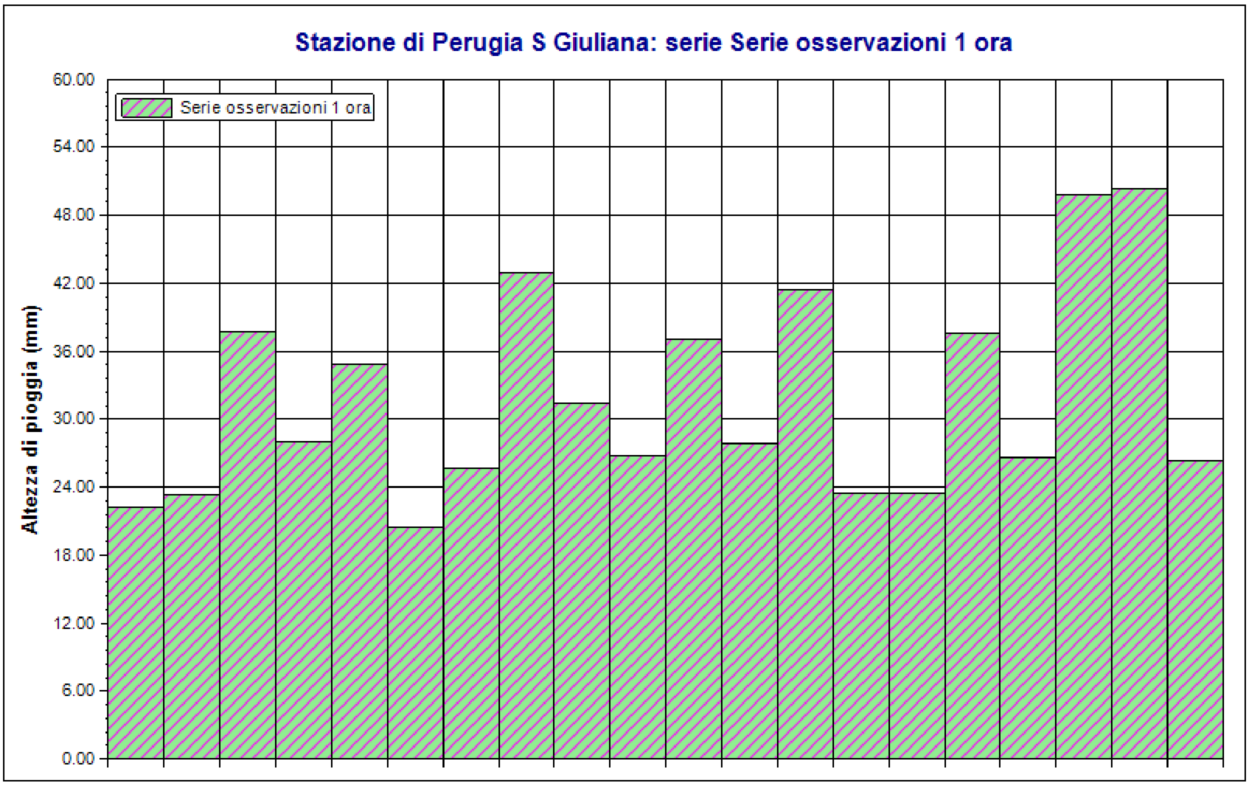
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

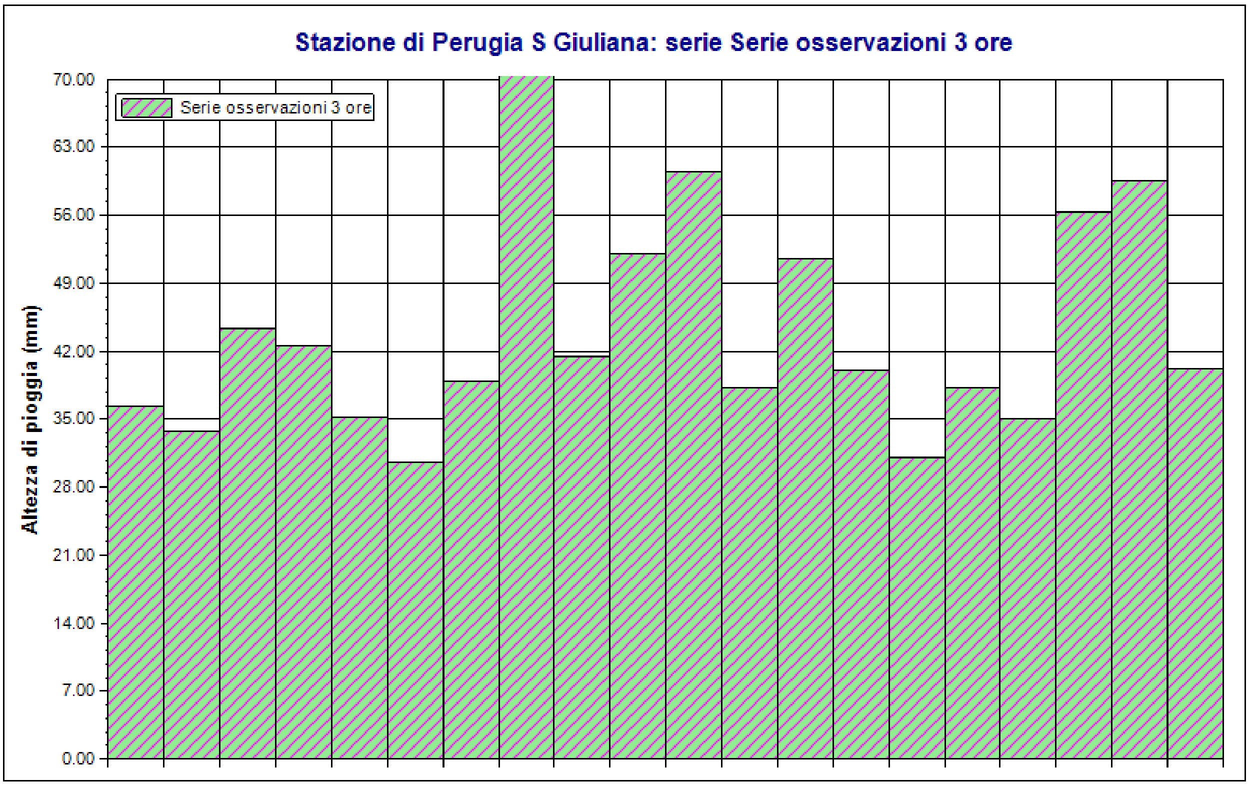
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

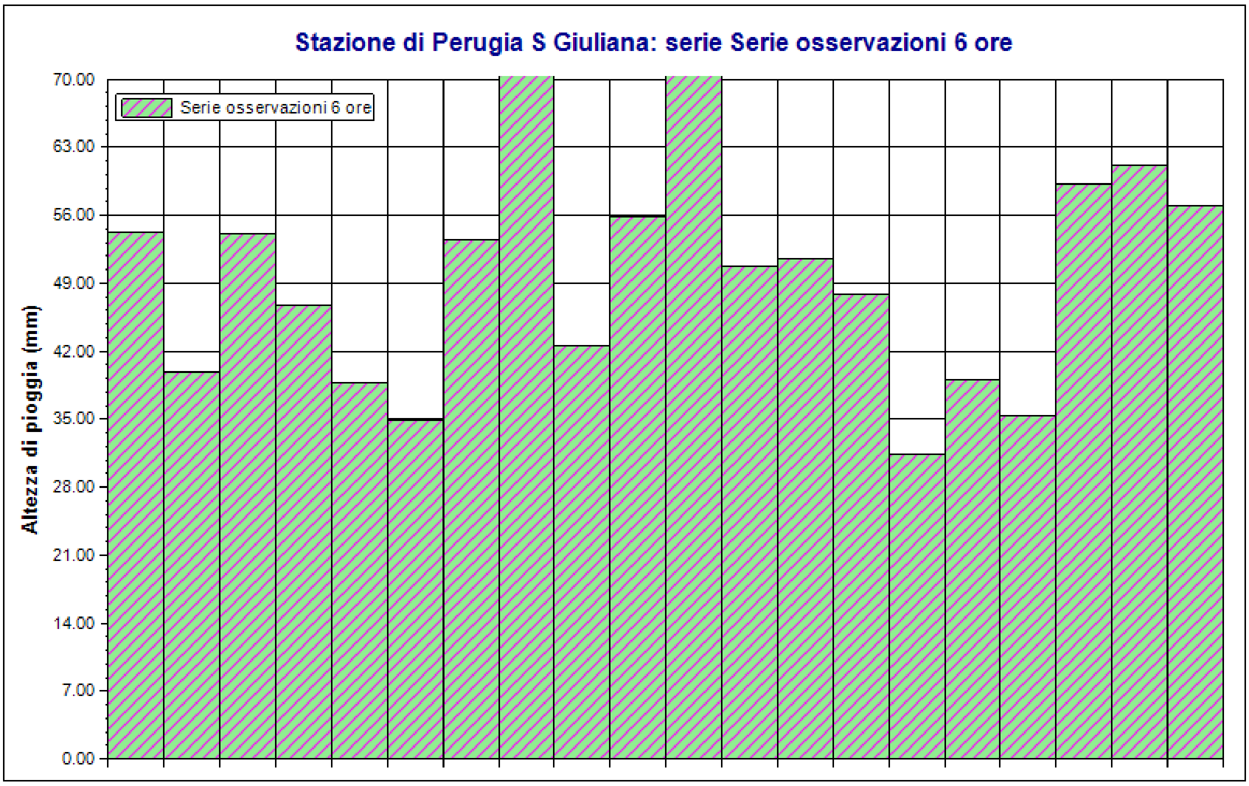
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



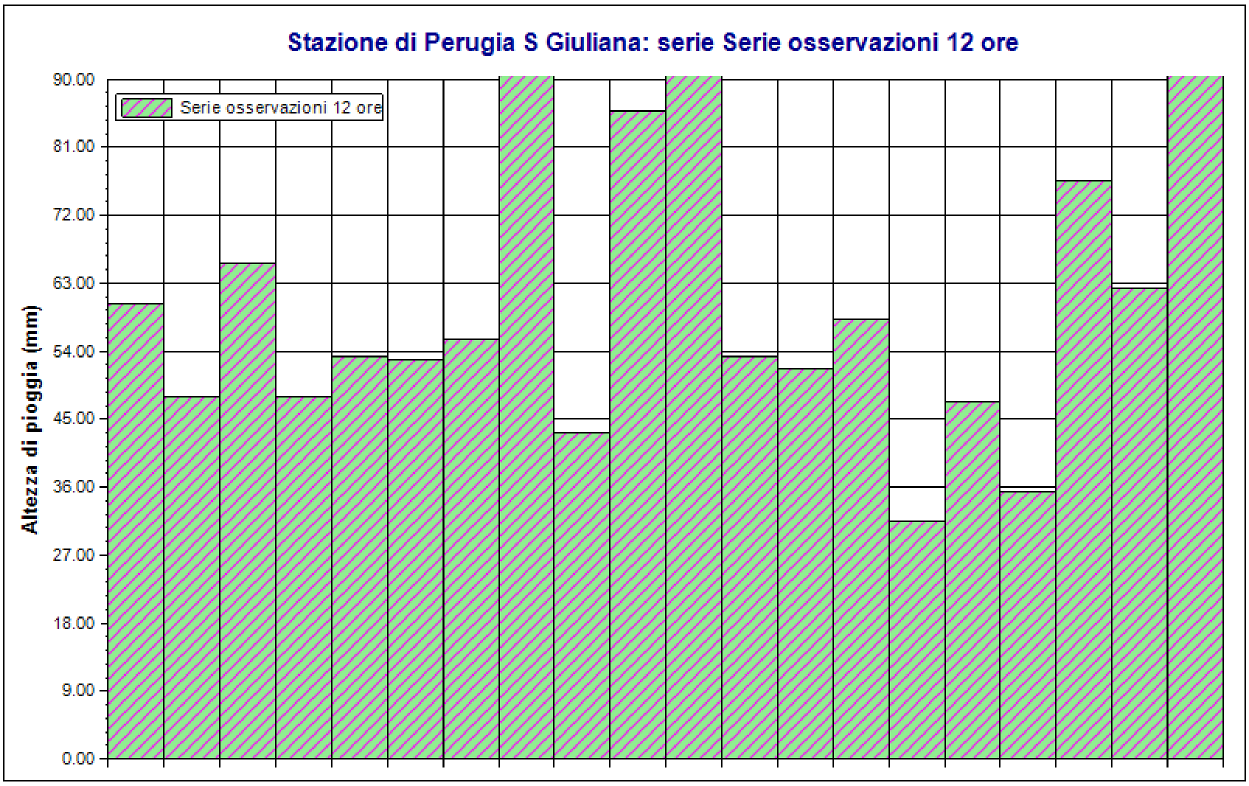
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



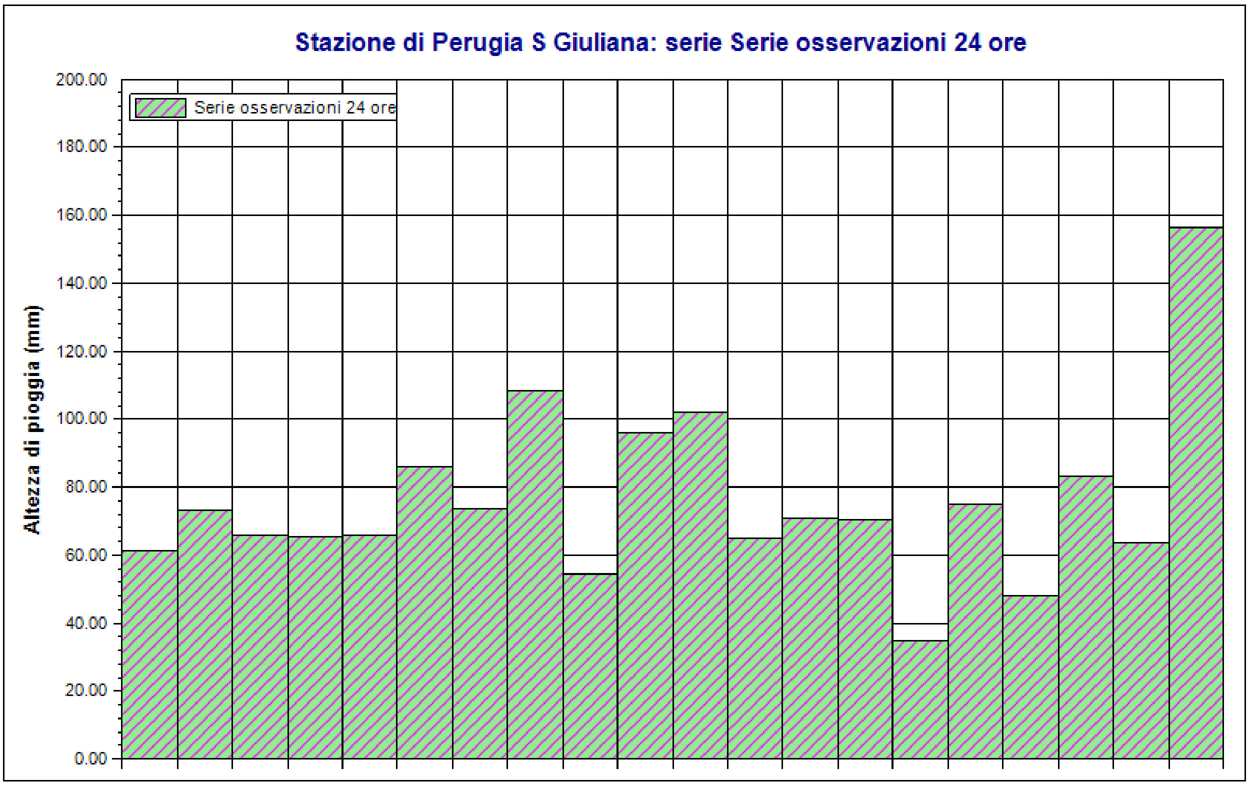
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

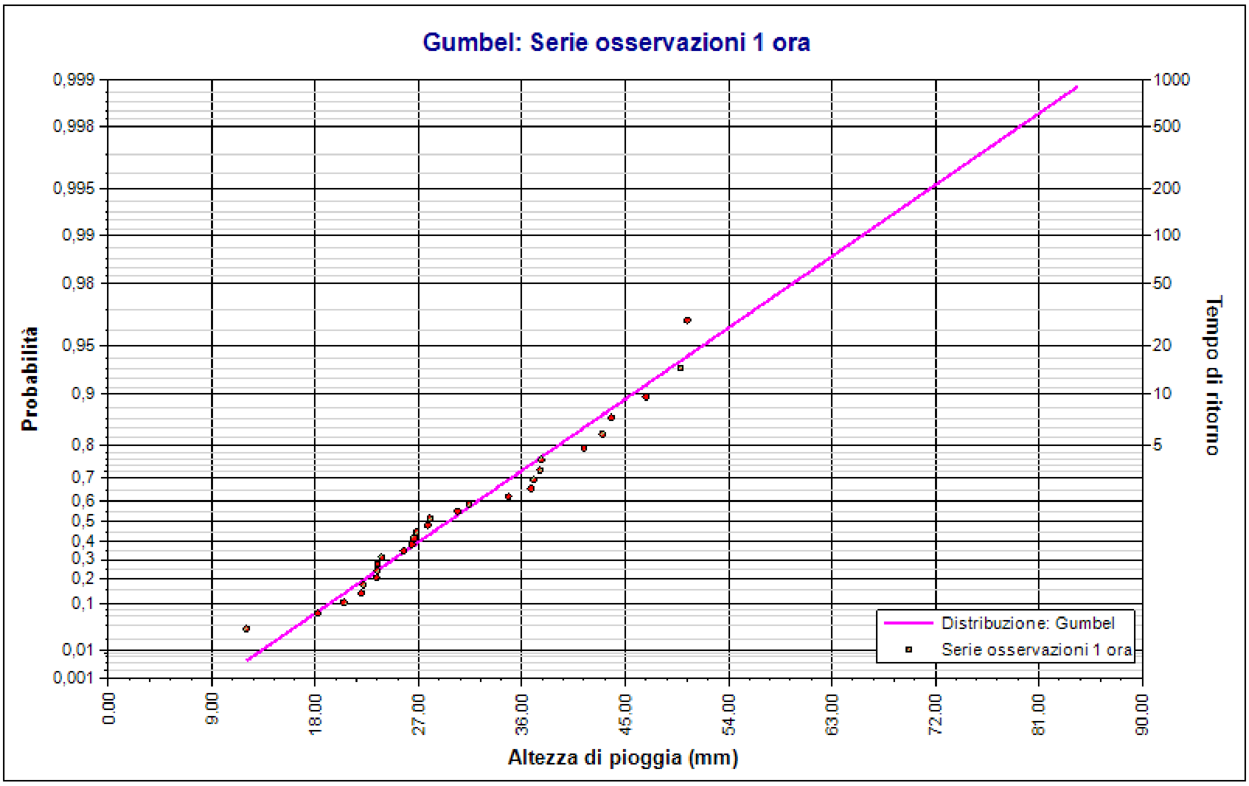
Parametro	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

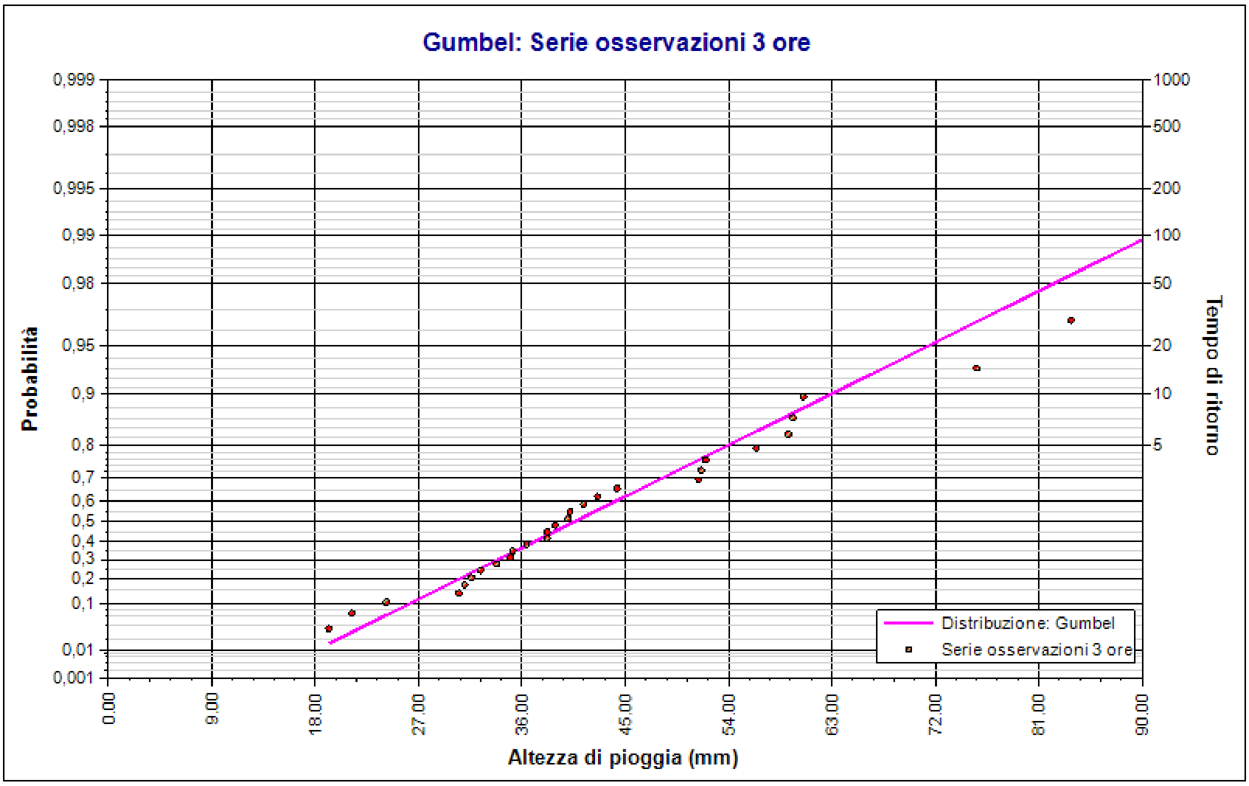
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,117\left(x-26,399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,084\left(x-36,187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,071\left(x-42,675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,062\left(x-49,811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0,052\left(x-60,310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

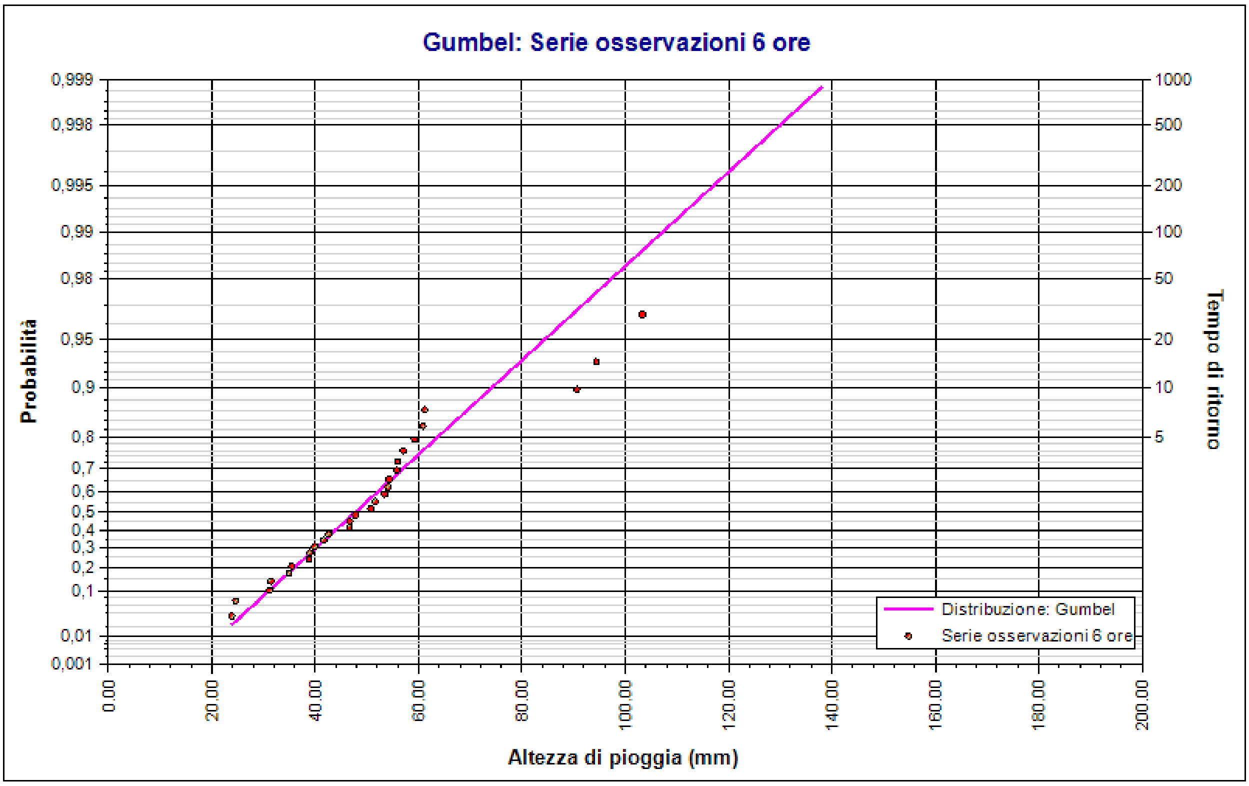
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



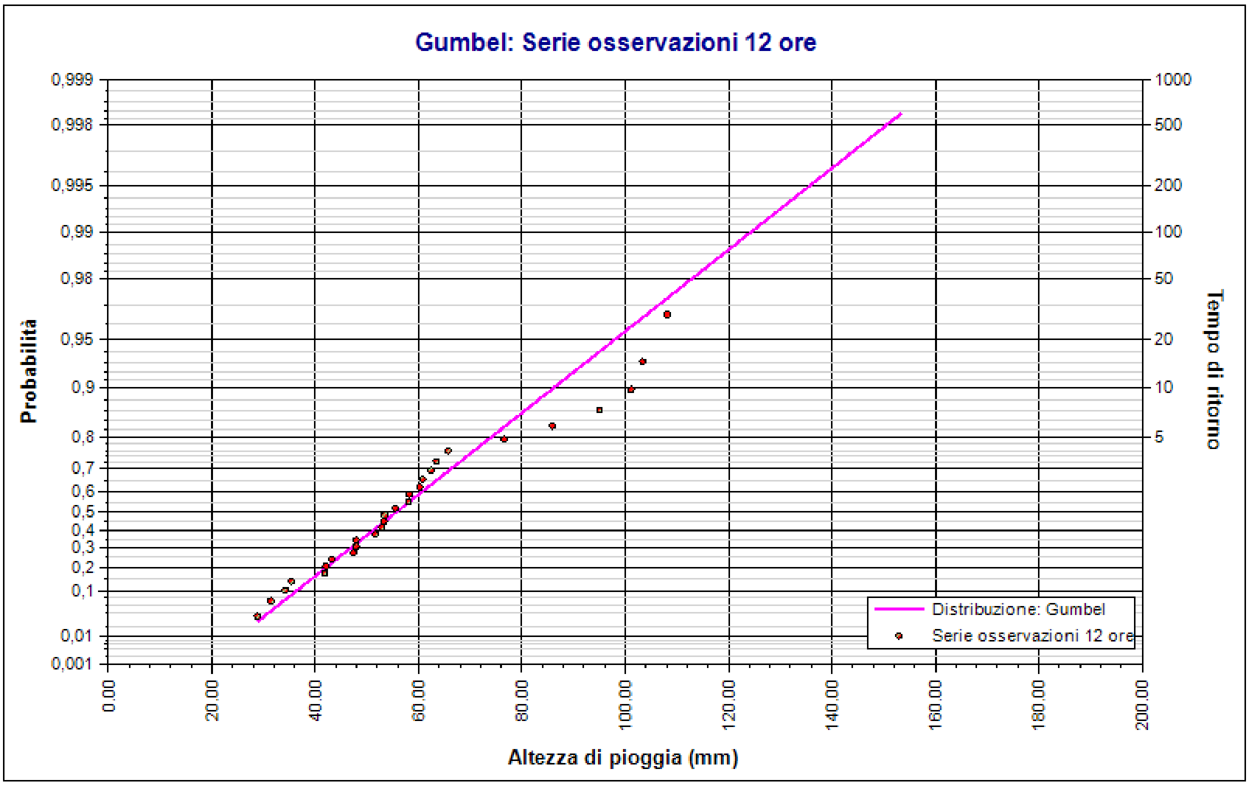
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



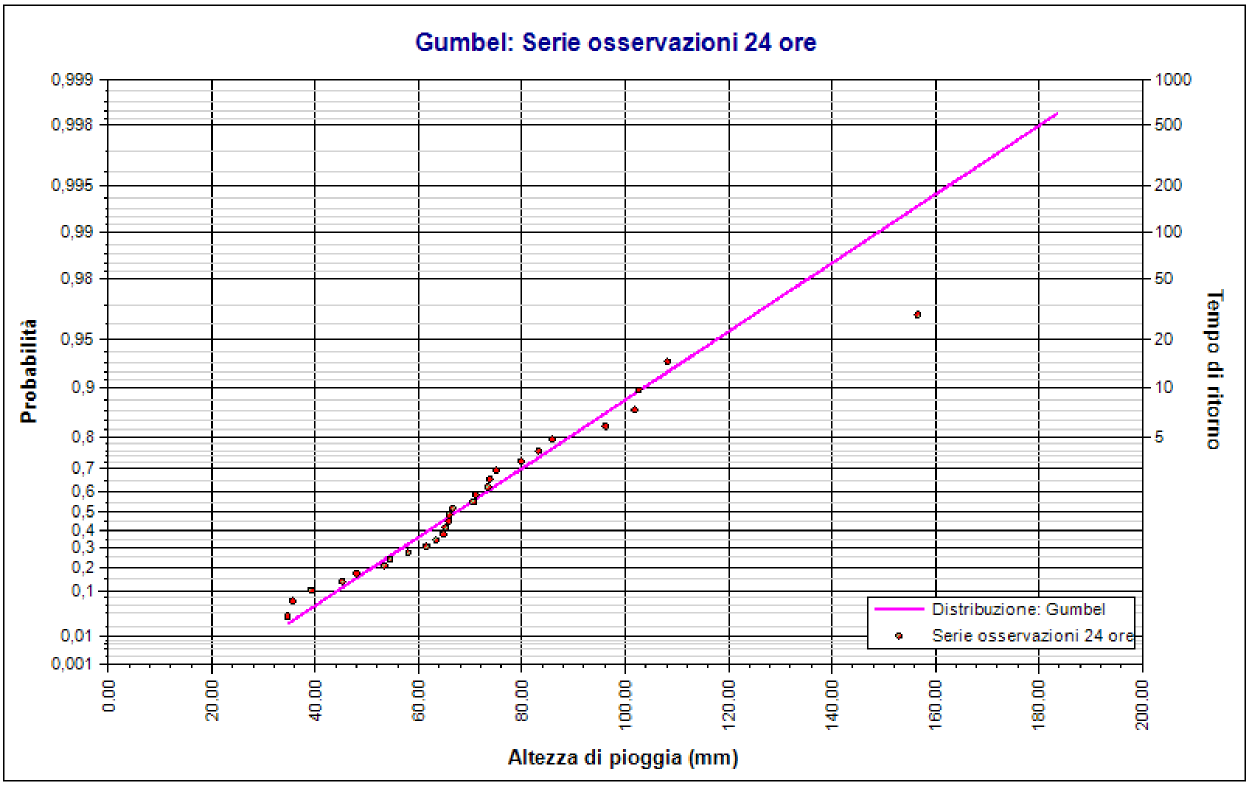
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

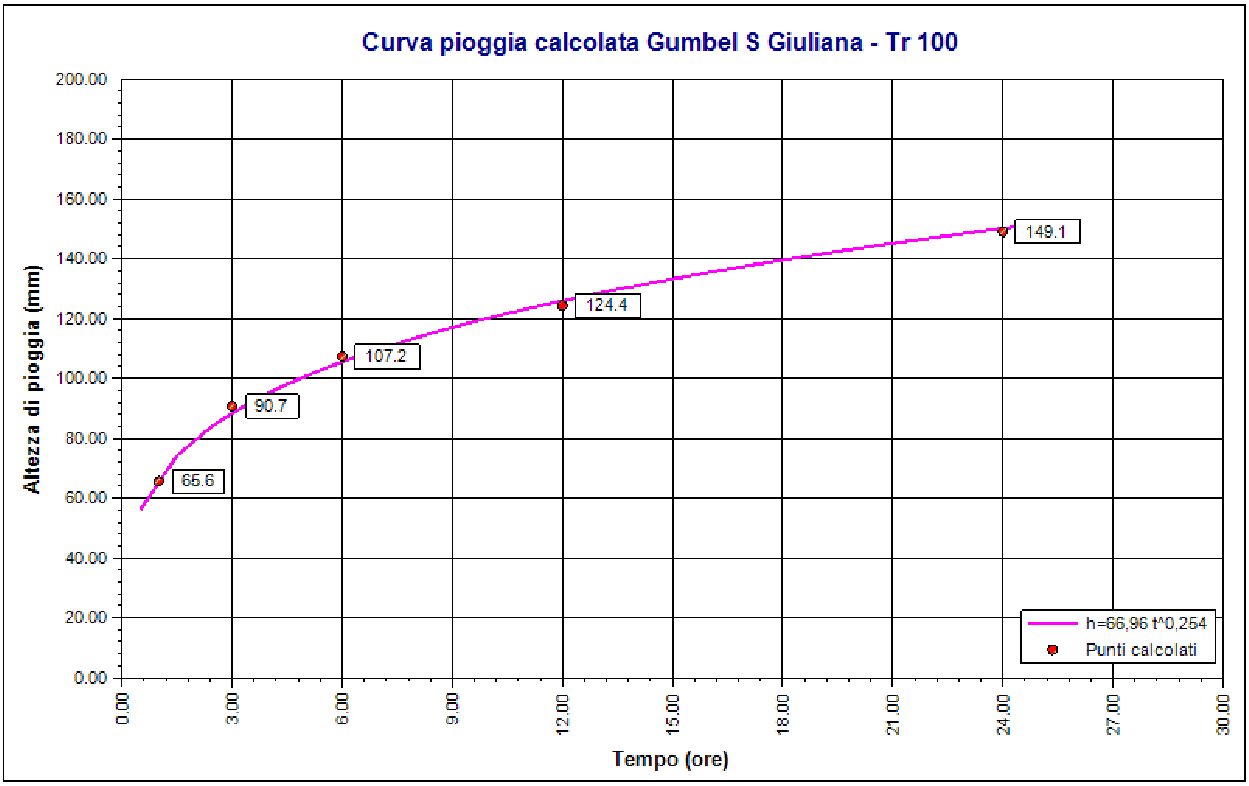
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	65.629
2	3.000	180	90.734
3	6.000	360	107.243
4	12.000	720	124.361
5	24.000	1440	149.063

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
66.96	0.25	1.00	$h(t) = 67{,}0\, t^{0{,}254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	66.964	9	117.047	17	137.581
2	79.863	10	120.224	18	139.595
3	88.532	11	123.172	19	141.526
4	95.248	12	125.926	20	143.383
5	100.806	13	128.514	21	145.172
6	105.587	14	130.957	22	146.899
7	109.805	15	133.274	23	148.568
8	113.596	16	135.478	24	150.183



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

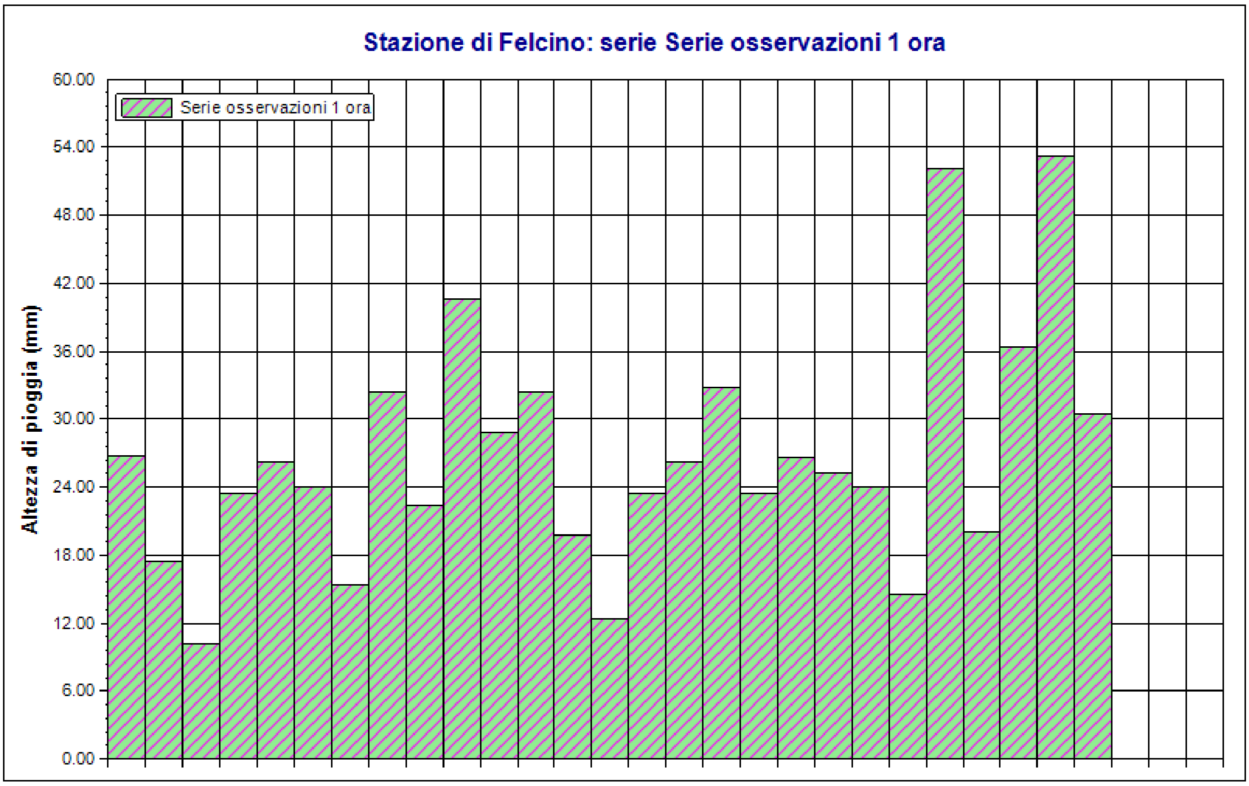
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

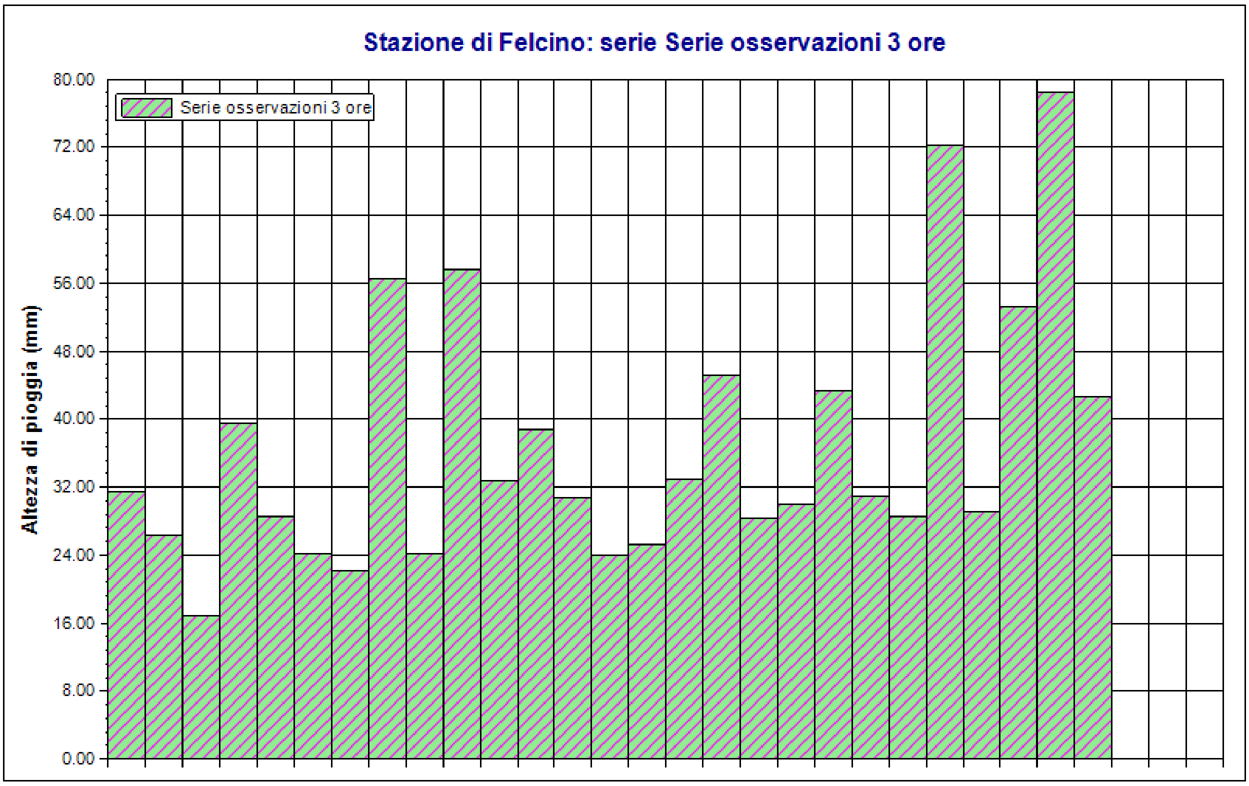
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

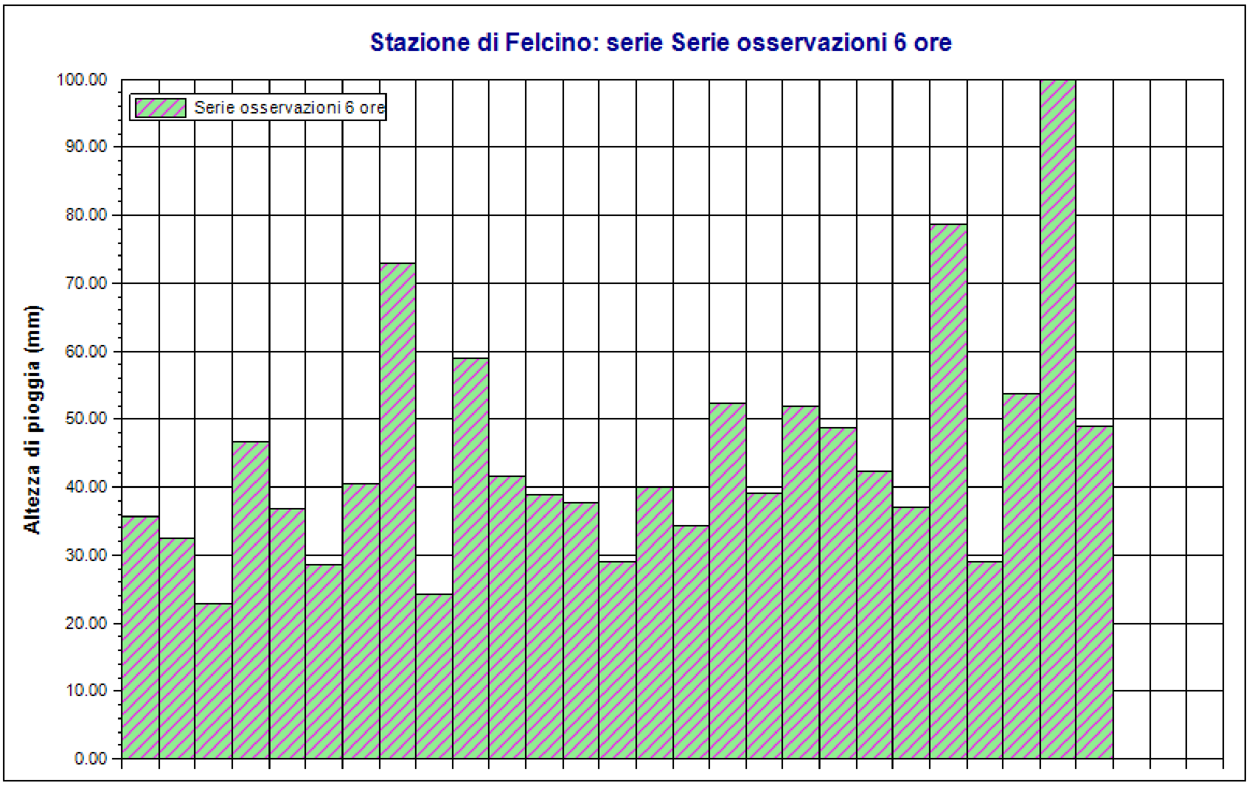
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



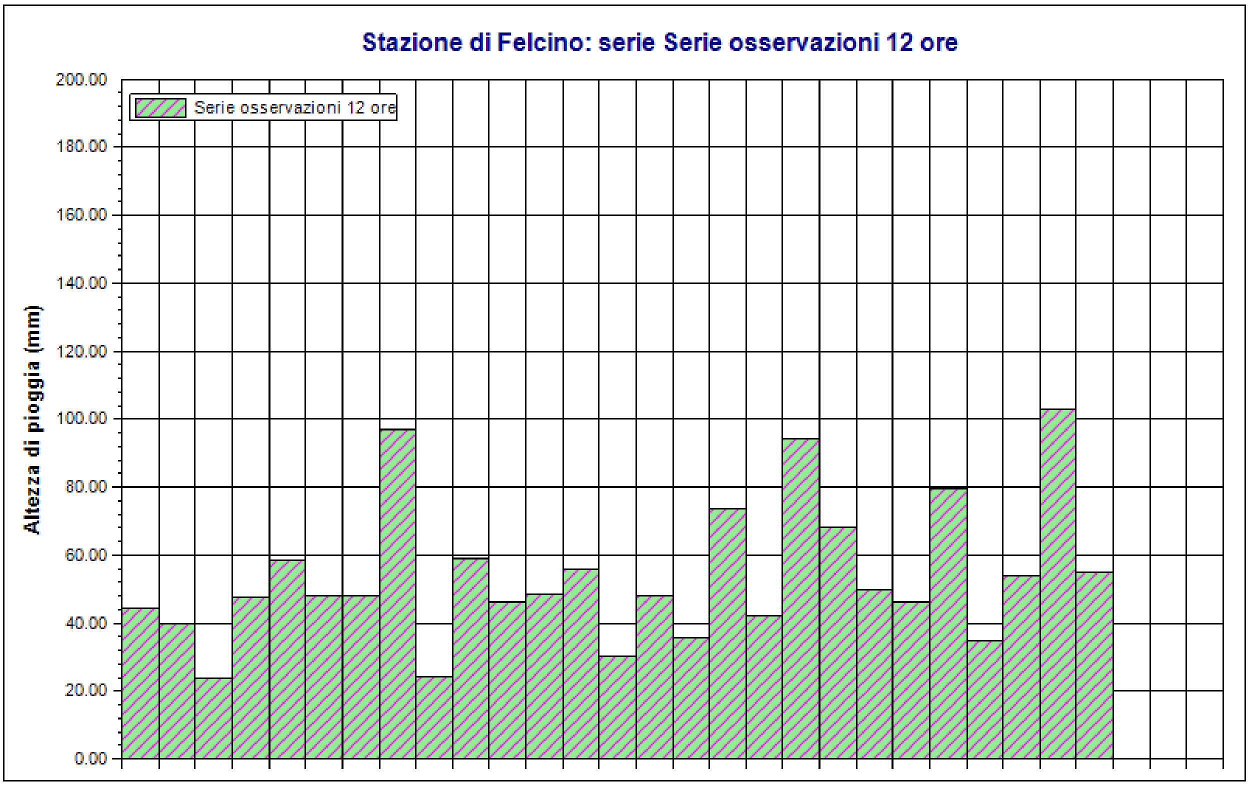
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



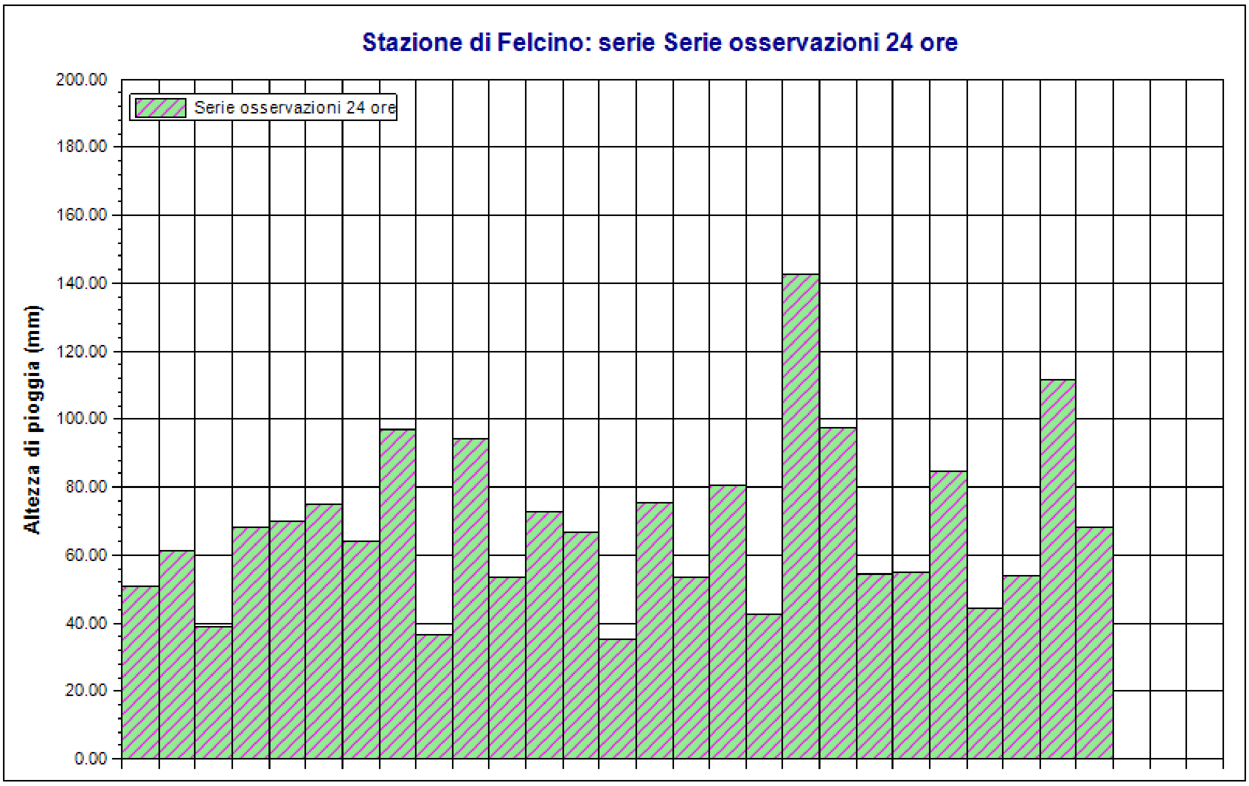
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k} e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k} \cdot e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

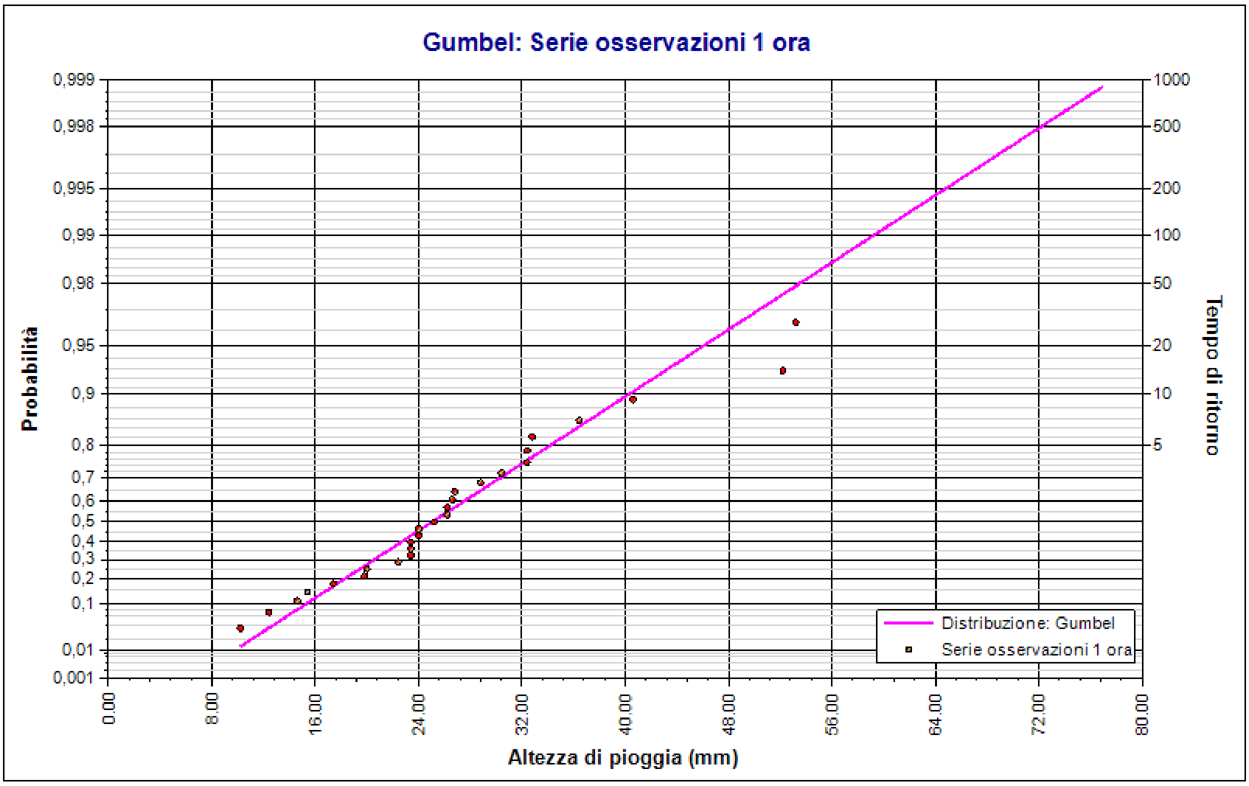
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

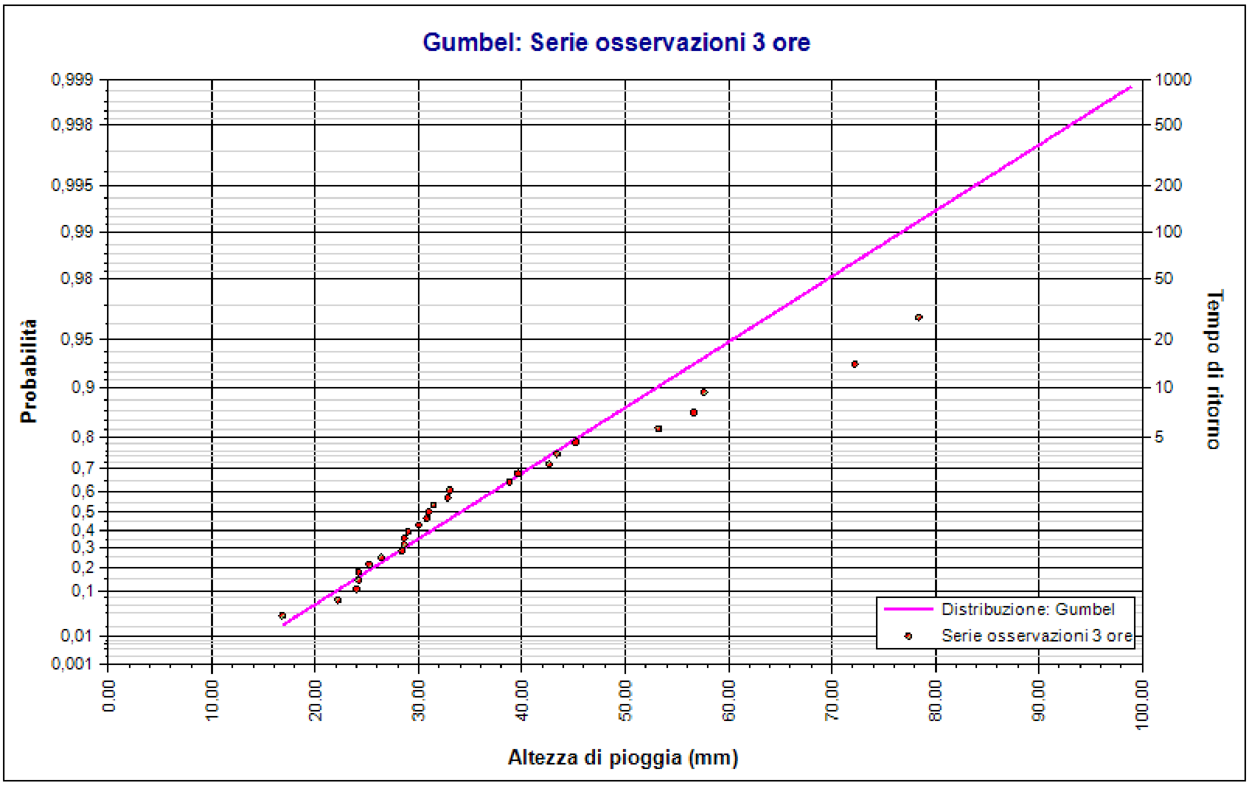
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}124\left(x - 22{,}103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}099\left(x - 30{,}422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}087\left(x - 37{,}409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}064\left(x - 44{,}797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}055\left(x - 57{,}579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

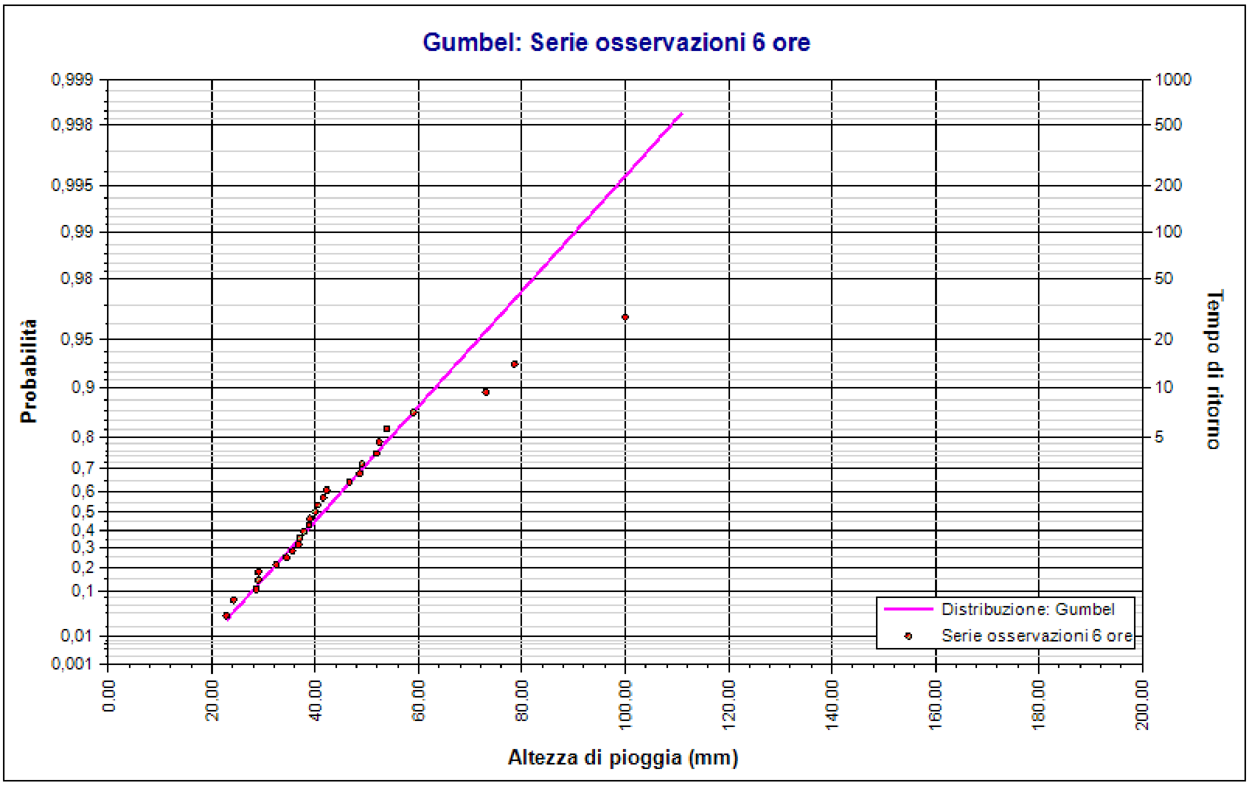
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



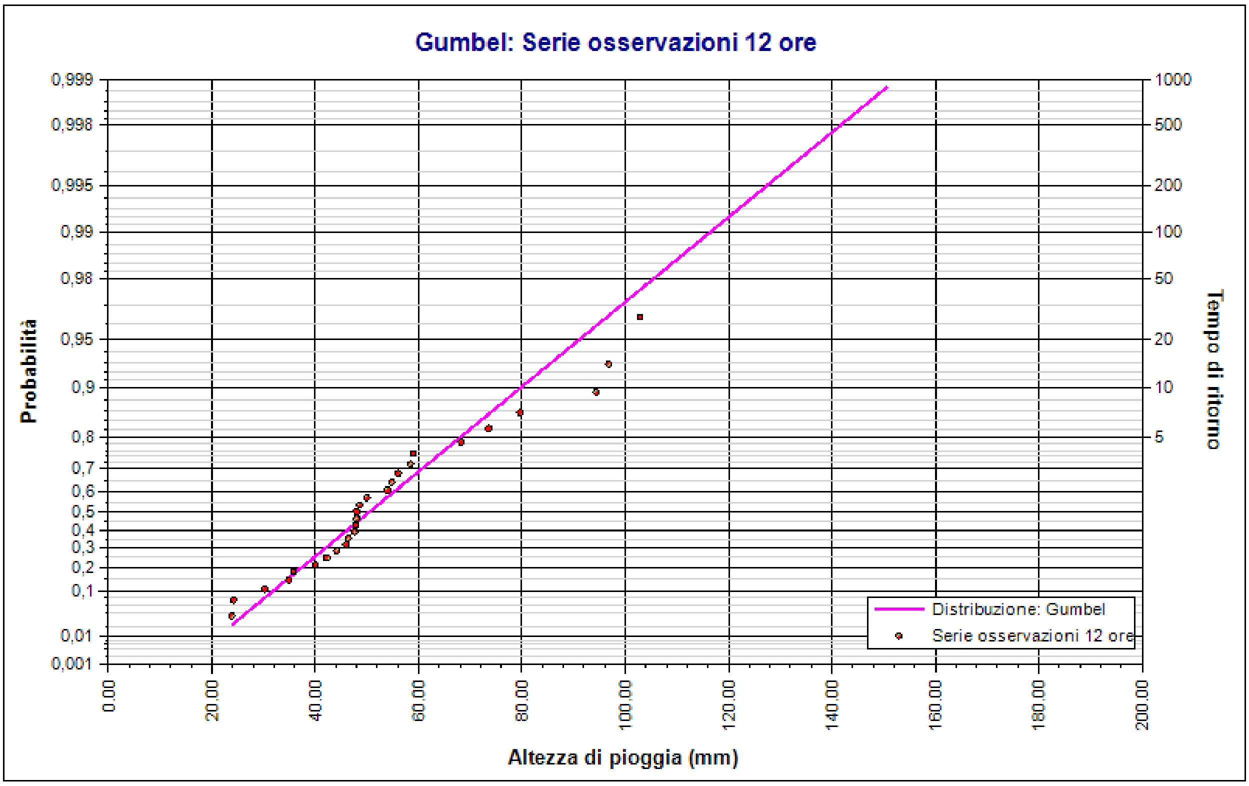
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



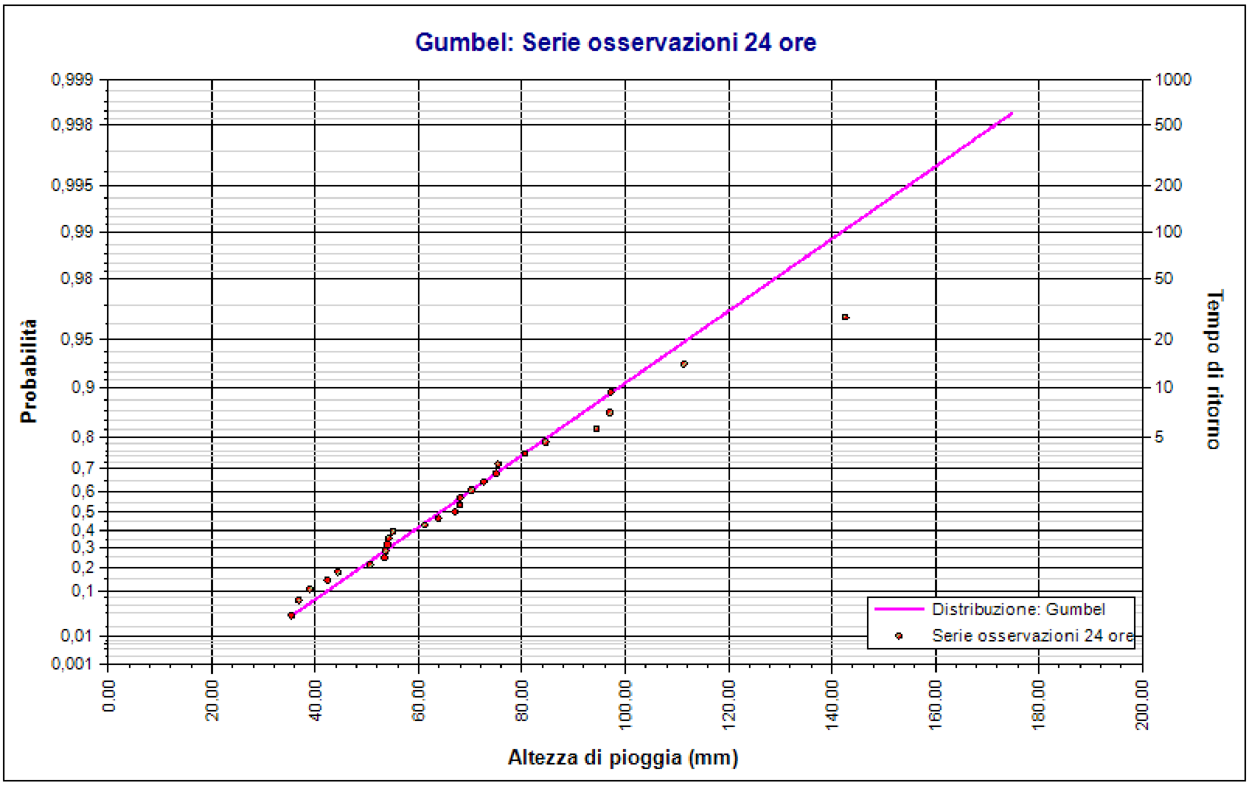
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino

Tempo di ritorno: 100.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

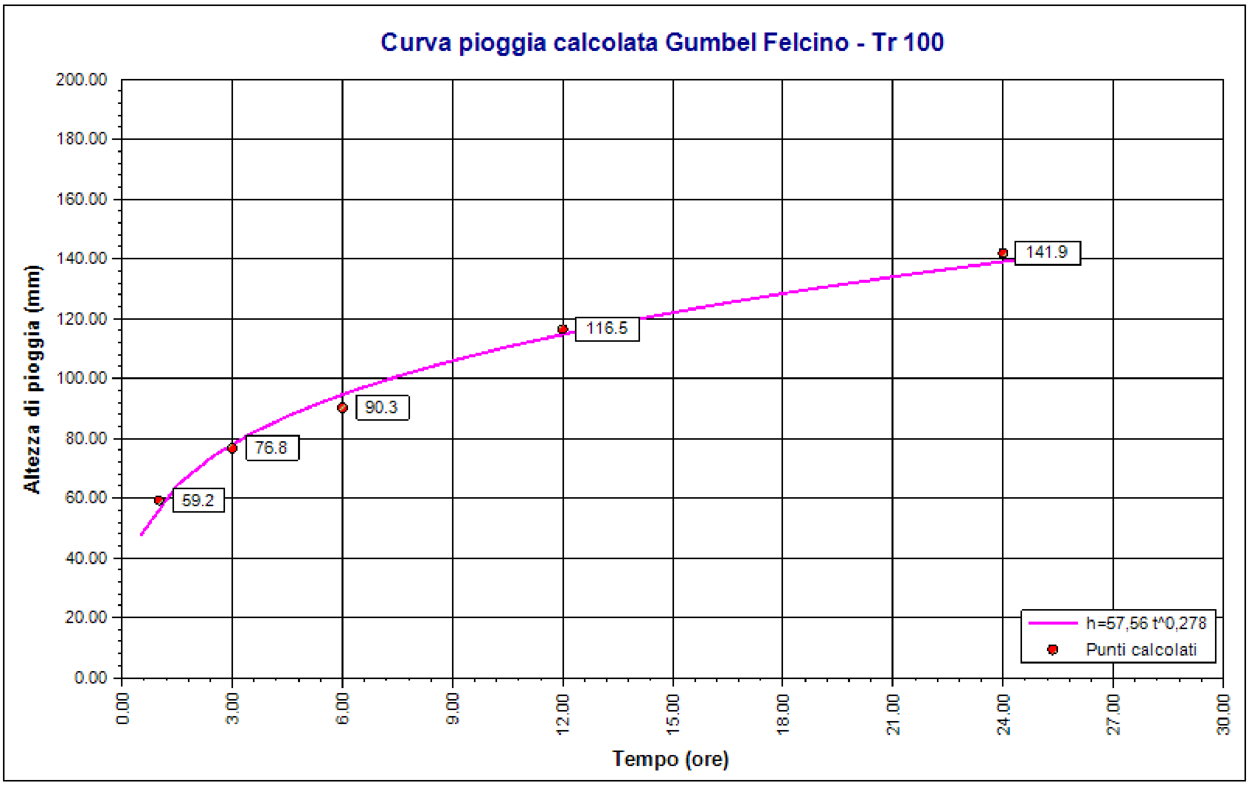
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	59.212
2	3.000	180	76.776
3	6.000	360	90.289
4	12.000	720	116.494
5	24.000	1440	141.917

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
57.56	0.28	1.00	$h(t) = 57,6\, t^{0,278}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	57.563		9	105.917		17	126.362
2	69.773		10	109.059		18	128.383
3	78.083		11	111.983		19	130.323
4	84.572		12	114.720		20	132.192
5	89.975		13	117.296		21	133.994
6	94.645		14	119.734		22	135.735
7	98.781		15	122.048		23	137.420
8	102.511		16	124.254		24	139.052



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

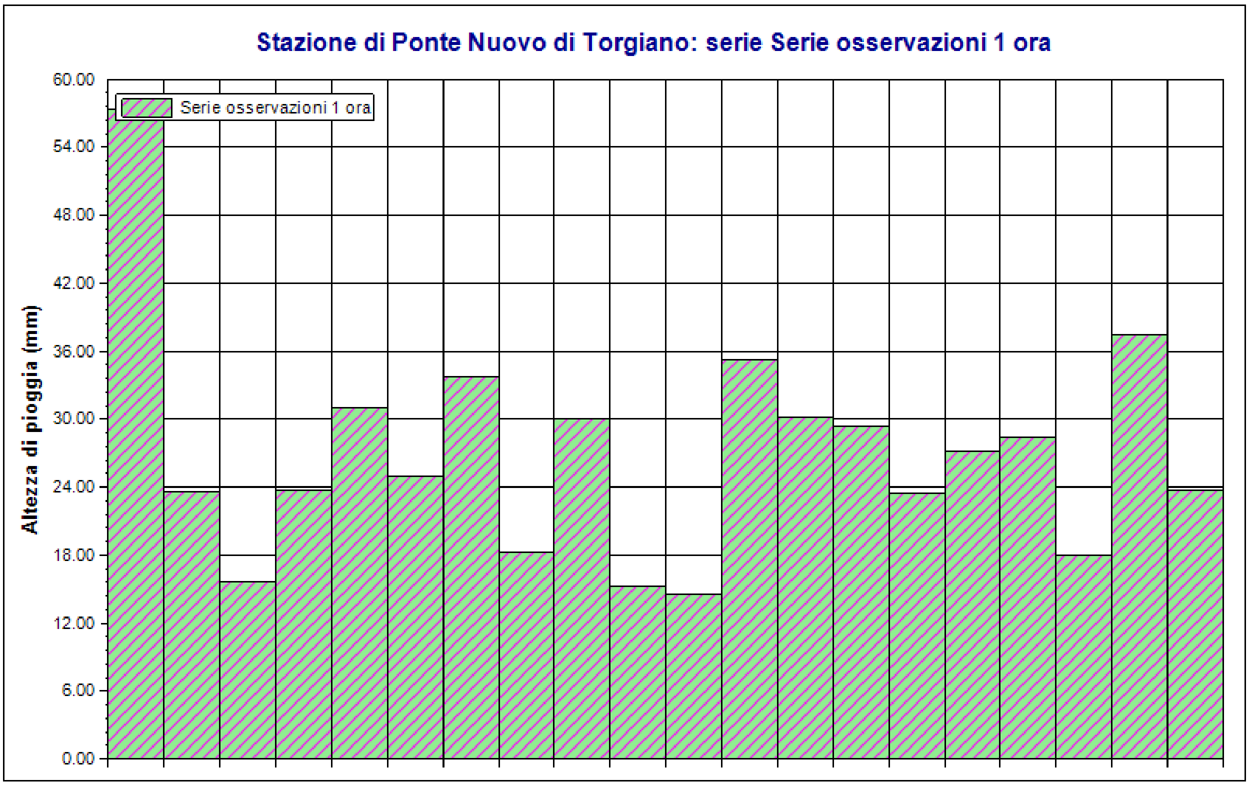
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

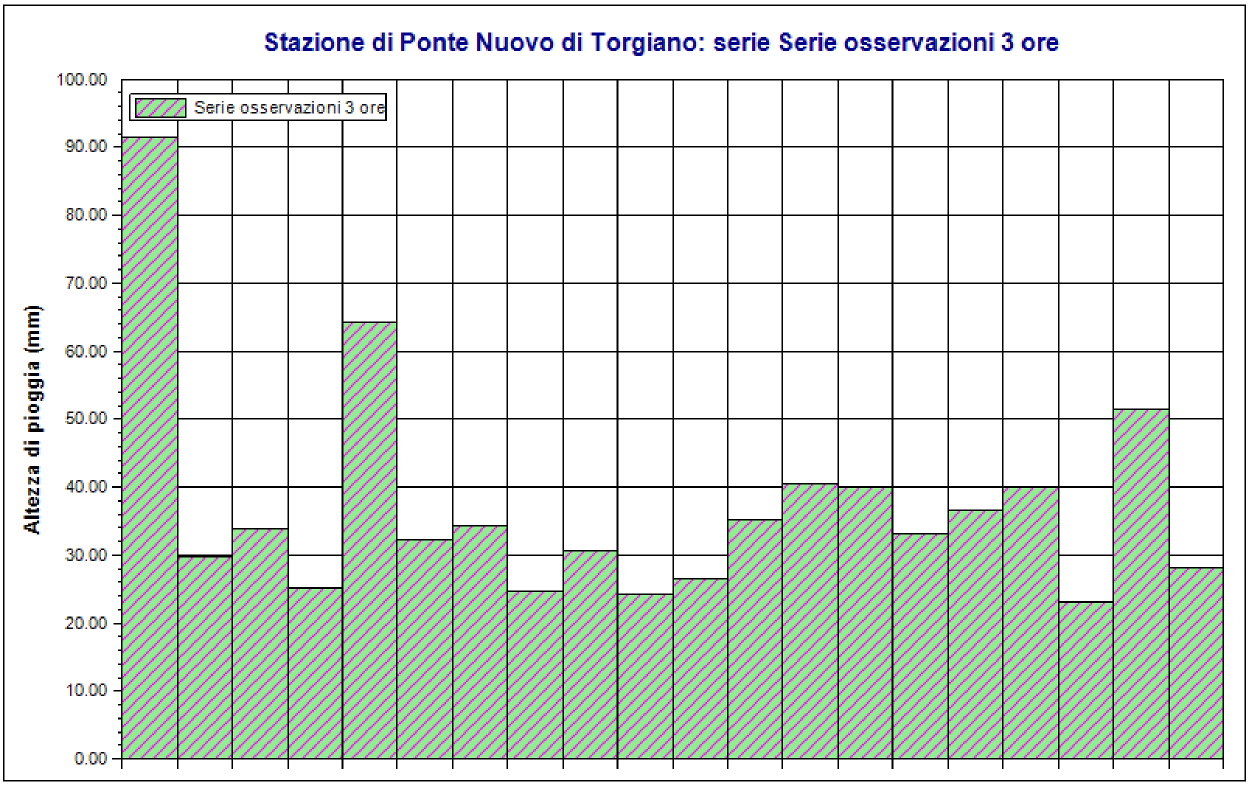
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

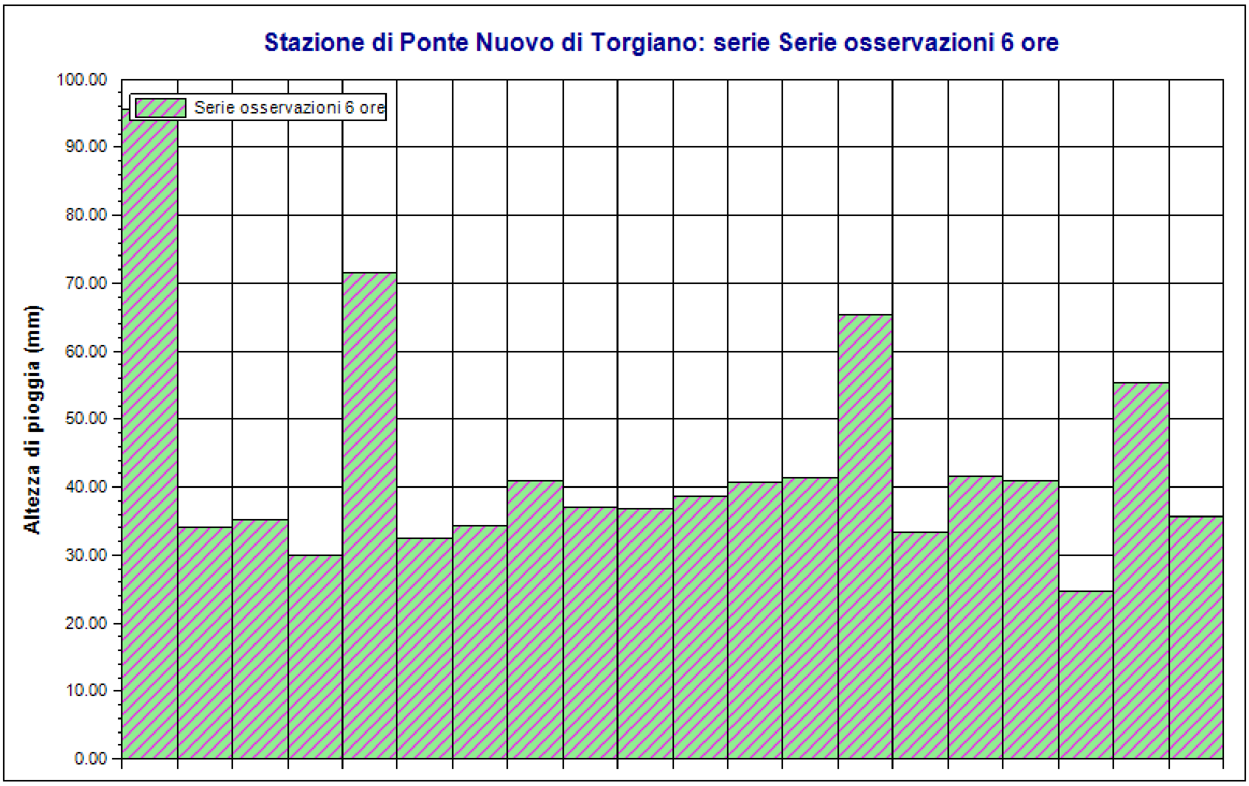
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



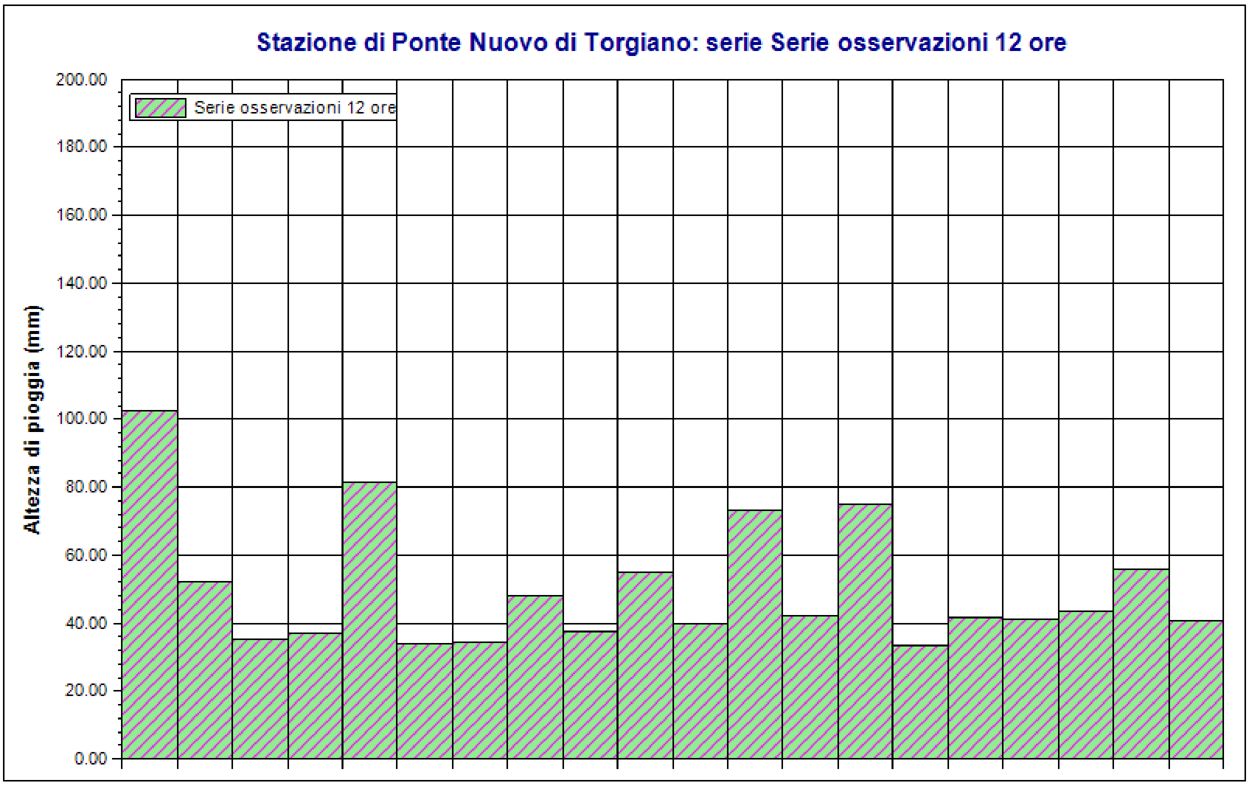
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



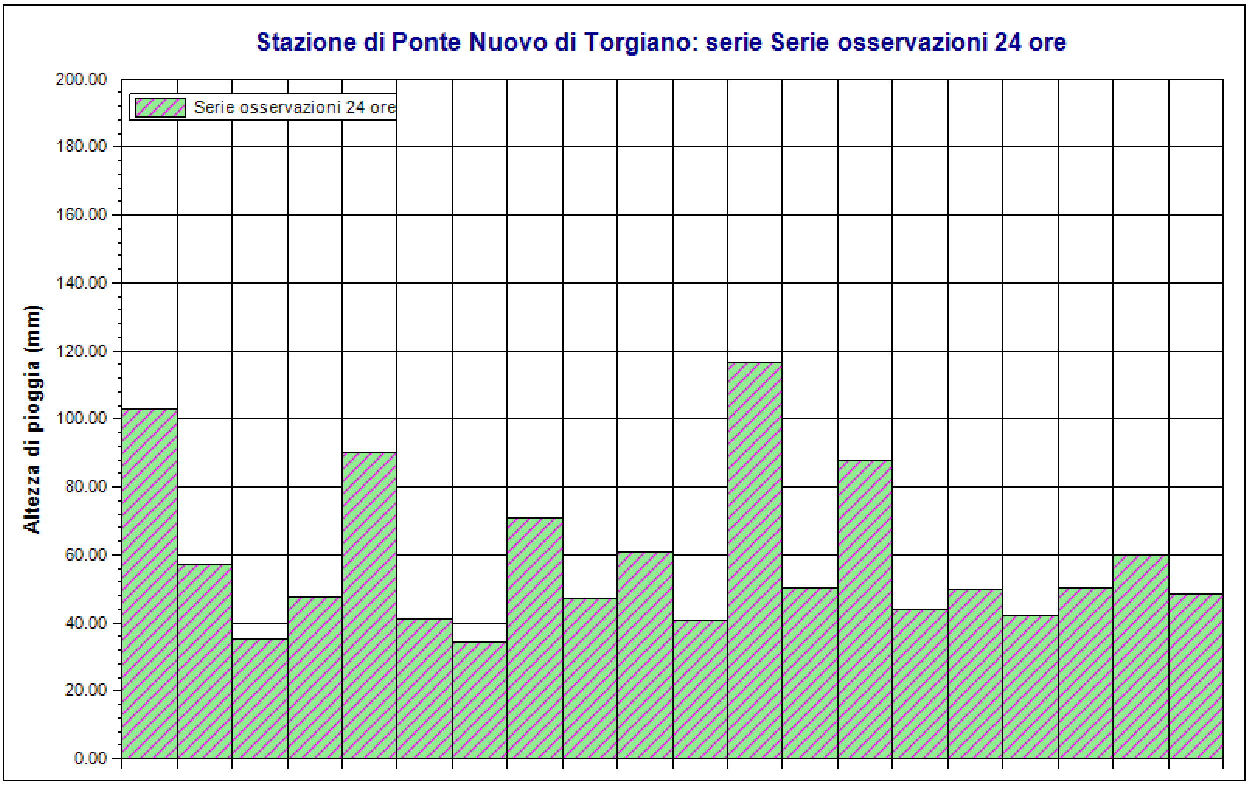
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

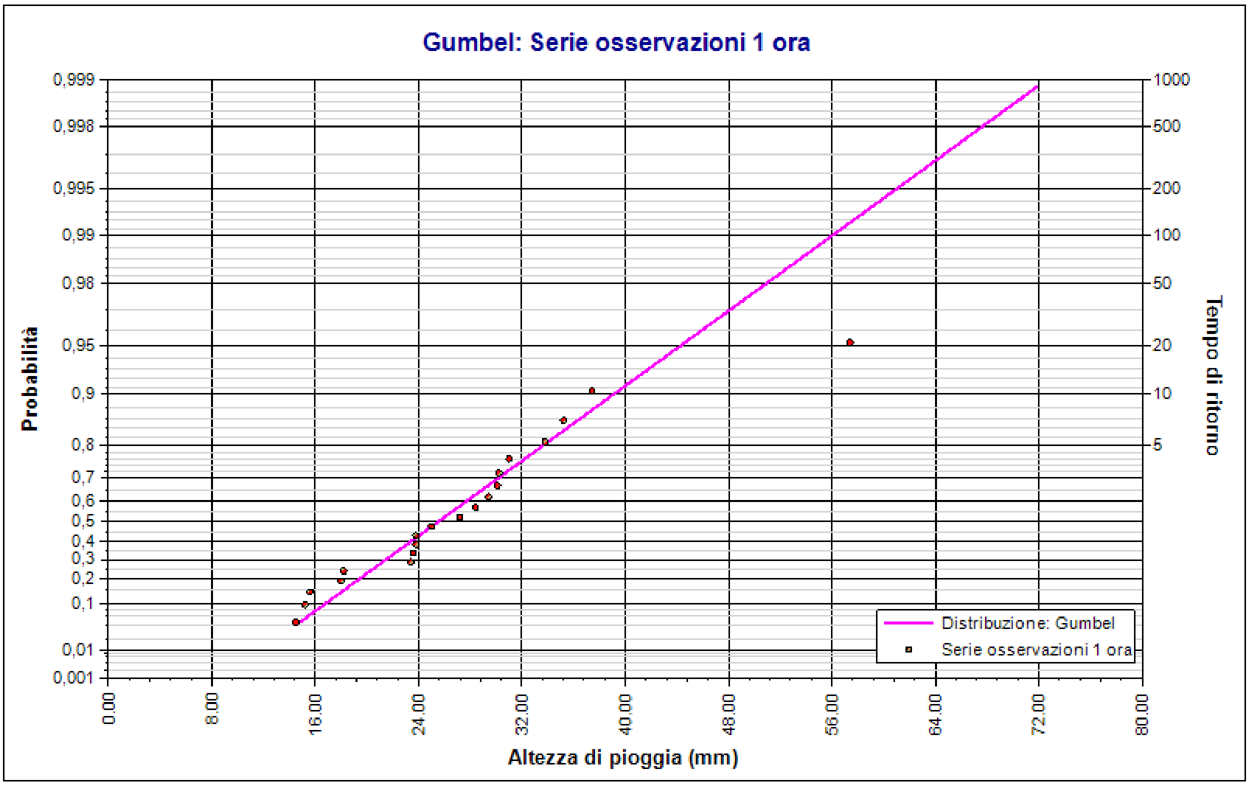
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

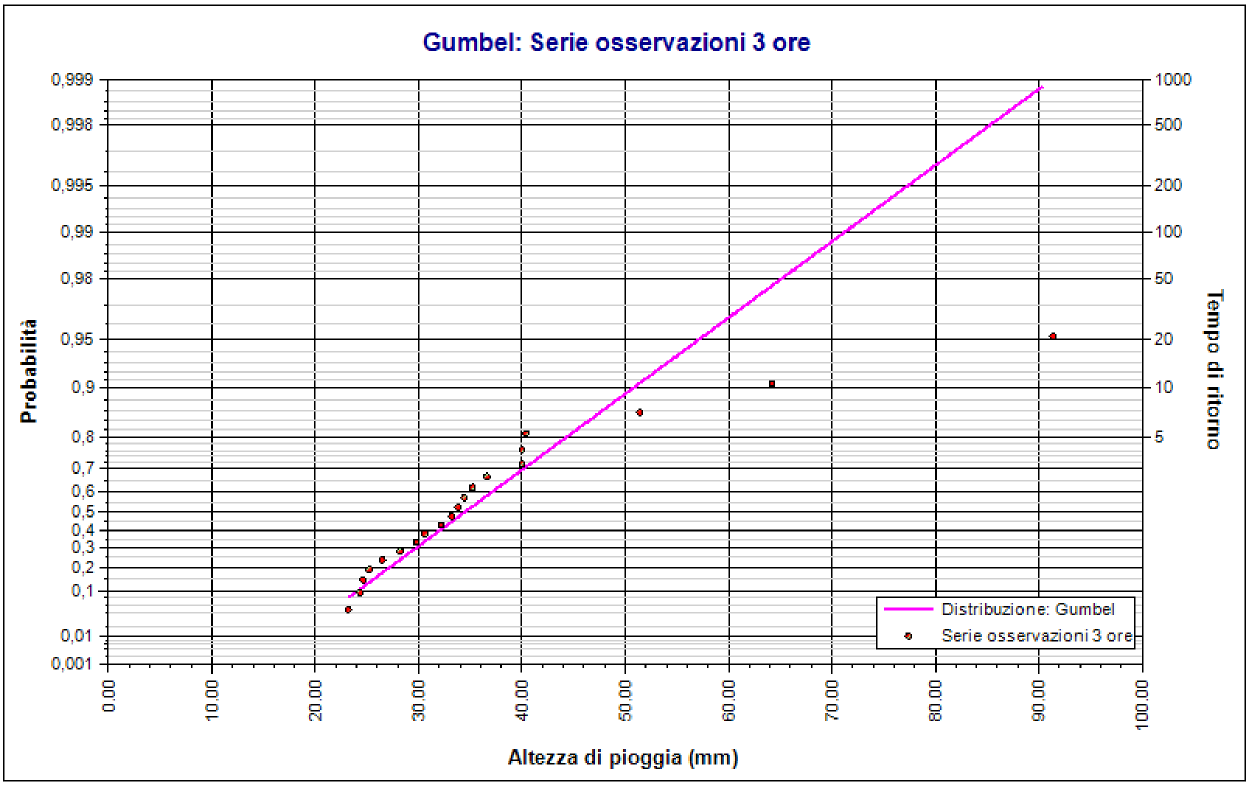
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x-22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x-31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x-36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x-42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x-49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

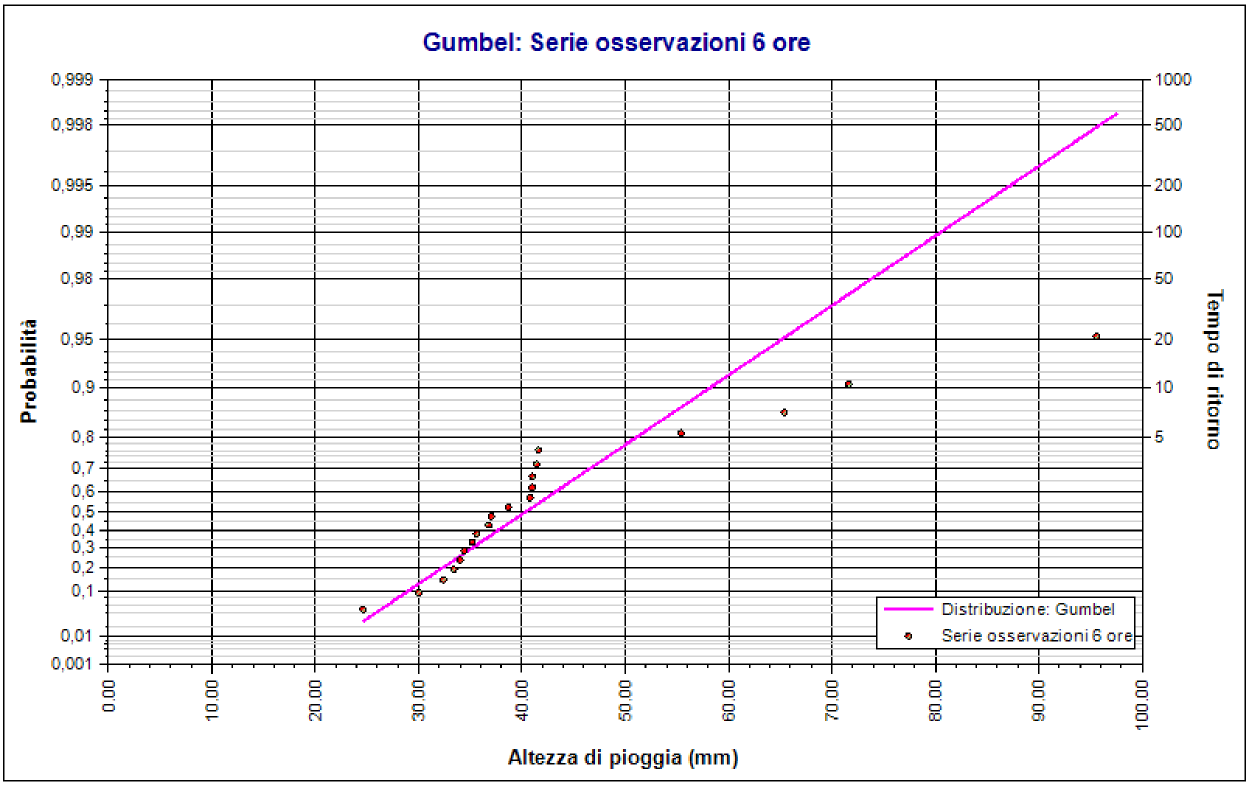
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



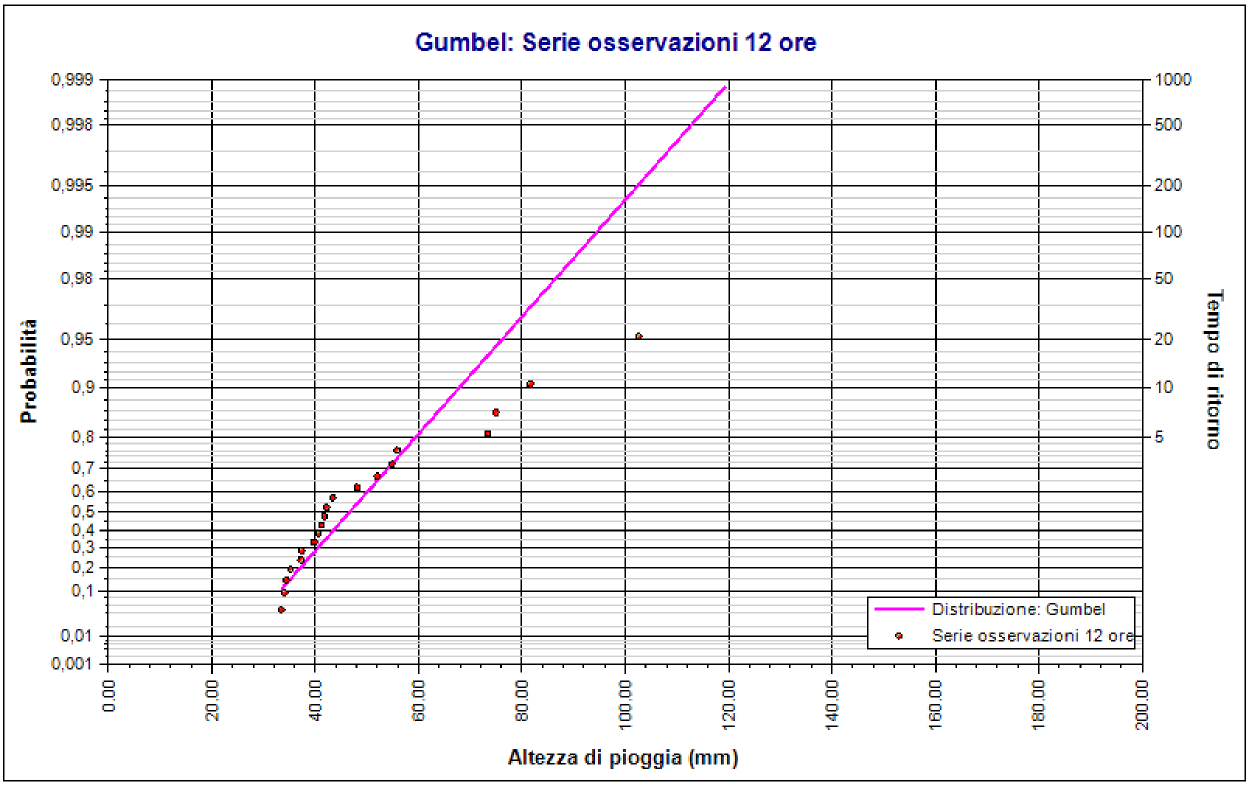
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



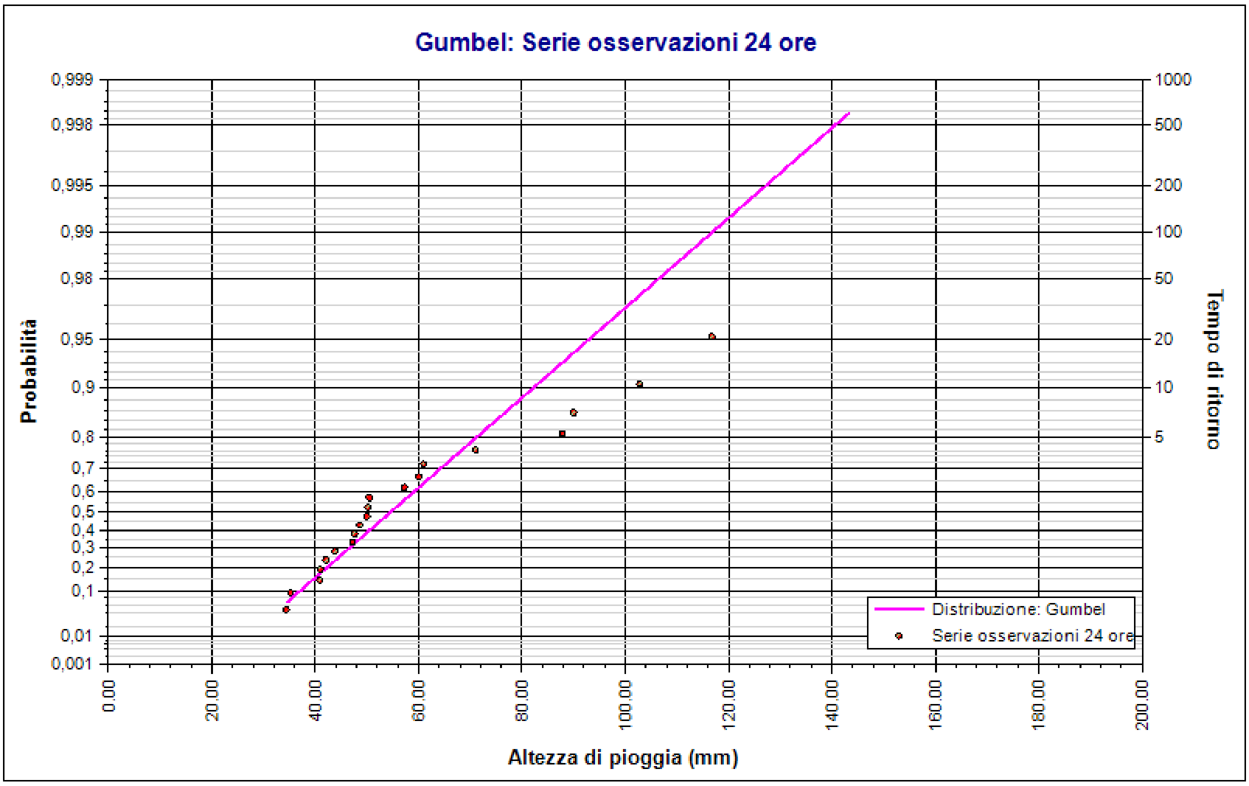
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

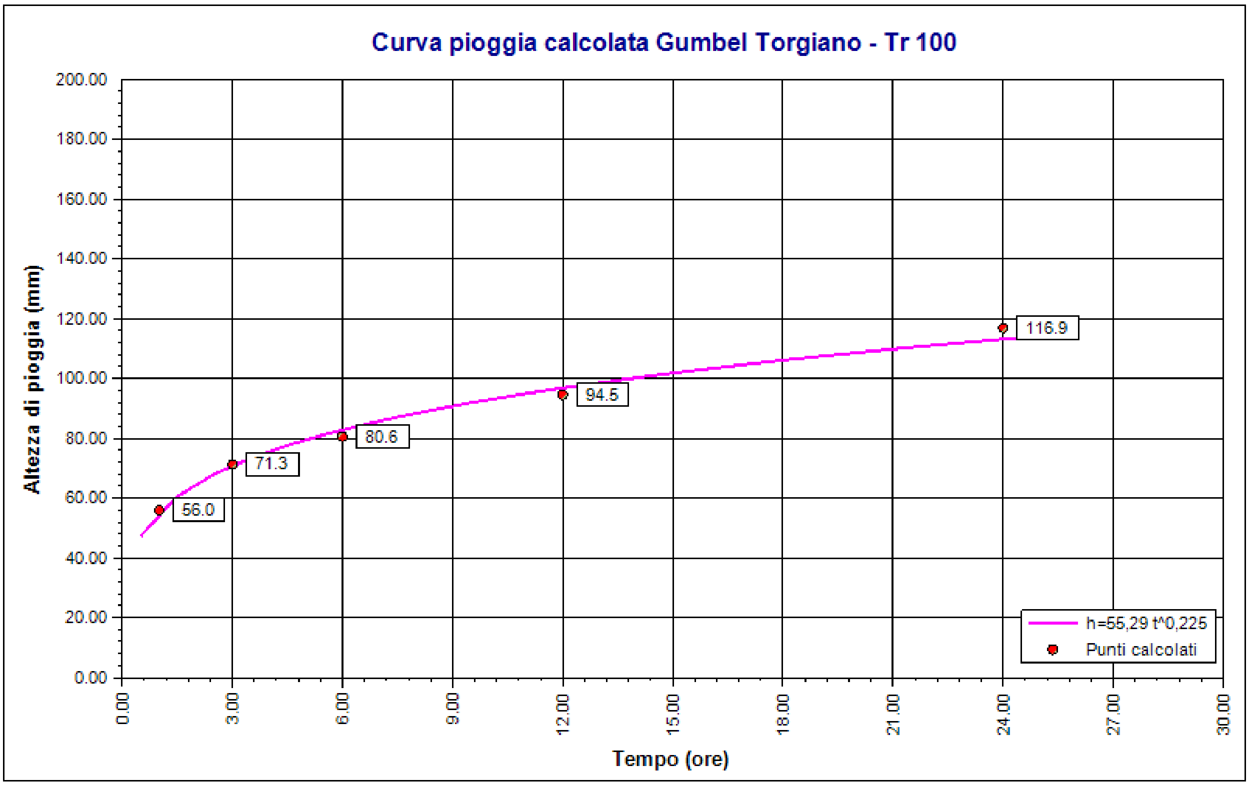
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	56.027
2	3.000	180	71.259
3	6.000	360	80.573
4	12.000	720	94.499
5	24.000	1440	116.890

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
55.29	0.23	1.00	$h(t) = 55{,}3\, t^{0{,}225}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	55.290		9	90.732		17	104.719
2	64.641		10	92.913		18	106.077
3	70.828		11	94.930		19	107.377
4	75.573		12	96.811		20	108.626
5	79.472		13	98.574		21	109.827
6	82.806		14	100.234		22	110.985
7	85.735		15	101.805		23	112.103
8	88.354		16	103.297		24	113.184



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100	Curva pioggia calcolata	20	66.96	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100	Curva pioggia calcolata	40	57.56	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100	Curva pioggia calcolata	40	55.29	0.23

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
58.52	0.25	$h(t) = 58{,}5\ t^{0{,}253}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	58.515		9	102.091		17	119.938
2	69.746		10	104.853		18	121.687
3	77.291		11	107.415		19	123.365
4	83.134		12	109.809		20	124.978
5	87.968		13	112.058		21	126.533
6	92.126		14	114.182		22	128.032
7	95.795		15	116.195		23	129.482
8	99.090		16	118.110		24	130.886

Combinazione Gumbel - Tr 100

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h

Dati Pluviogramma

Tipo: Pluviogramma sintetico

Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 100

Durata: 1.000 ore

Altezza di pioggia complessiva: 58.515 mm

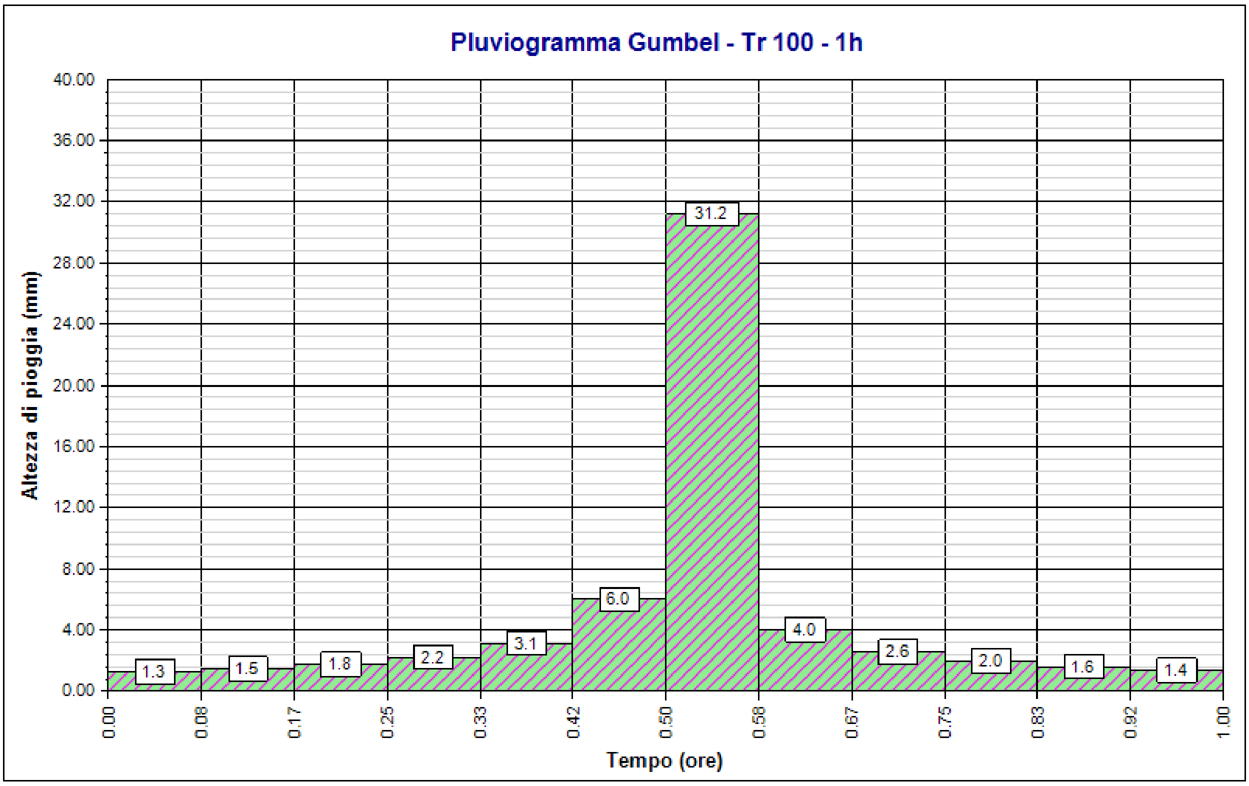
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
58.52	0.25	$h(t) = 58,5\, t^{0,253}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	1.276
2	0.083	0.167	5	10	1.472
3	0.167	0.250	10	15	1.756
4	0.250	0.333	15	20	2.216
5	0.333	0.417	20	25	3.113
6	0.417	0.500	25	30	5.985
7	0.500	0.583	30	35	31.182
8	0.583	0.667	35	40	4.020
9	0.667	0.750	40	45	2.576
10	0.750	0.833	45	50	1.955
11	0.833	0.917	50	55	1.599
12	0.917	1.000	55	60	1.365



Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino E Gumbel - Tr 100 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

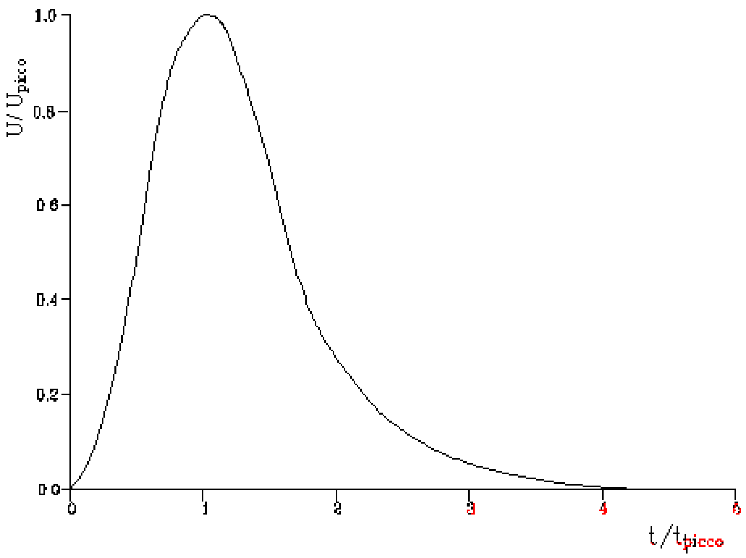
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

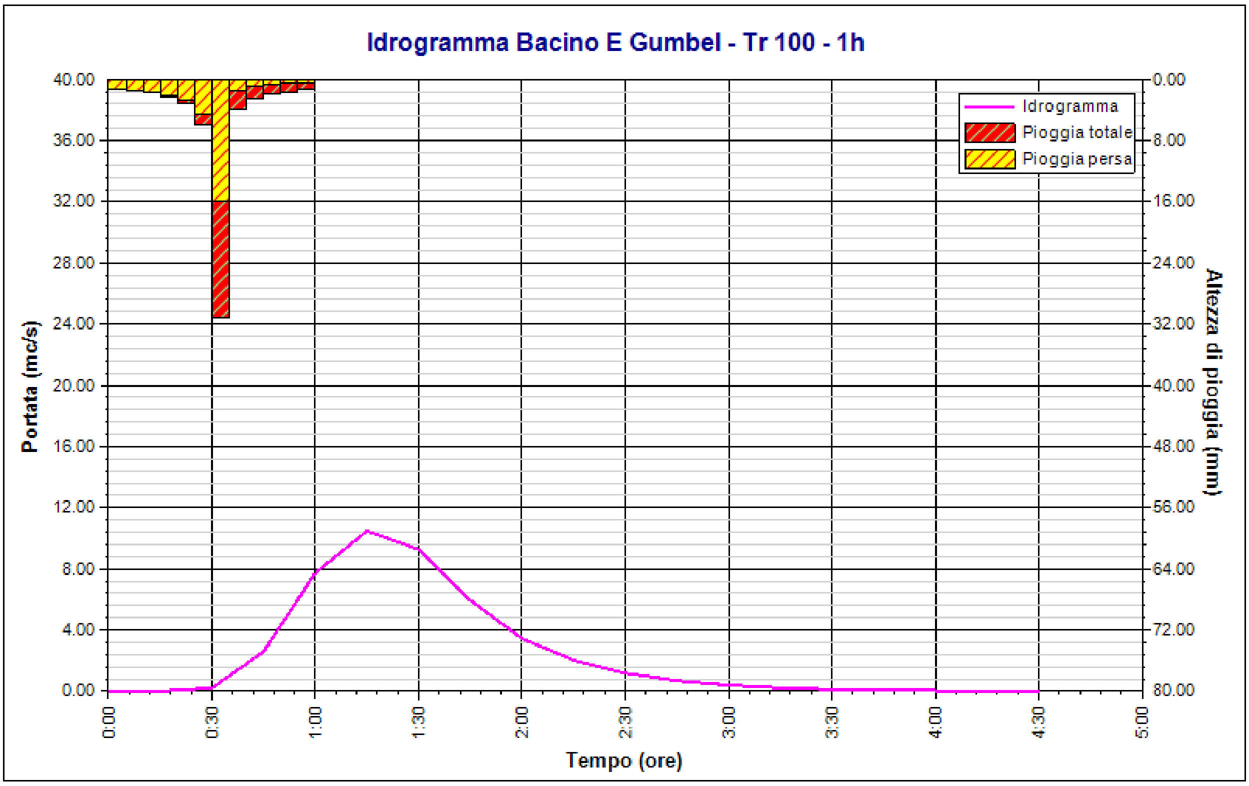
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h
Superficie del bacino: 1.6 kmq
Tlag: 0.636 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 79.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	4.503	4.471	0.033	0.0
2	0.250	15	11.314	9.302	2.012	0.0
3	0.500	30	37.778	18.150	19.628	0.2
4	0.750	45	4.919	1.543	3.376	2.6
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	7.7
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	10.5
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	9.3
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	5.9
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	3.4
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	2.0
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	1.2
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.7
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.4
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.2
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.1
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.1
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.0
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0
19	4.500	270	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	10.5	mc/s
Istante picco	1.250	ore
Istante picco	75.0	minuti
Durata totale evento	4.500	ore
Volume afflusso	94	mc x 1000
Volume deflusso	40	mc x 1000
Altezza afflusso	58.515	mm
Altezza deflusso	24.993	mm
Coeff. deflusso	0.43	-
Coeff. udometrico	6.55	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino E Gumbel - Tr 100 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

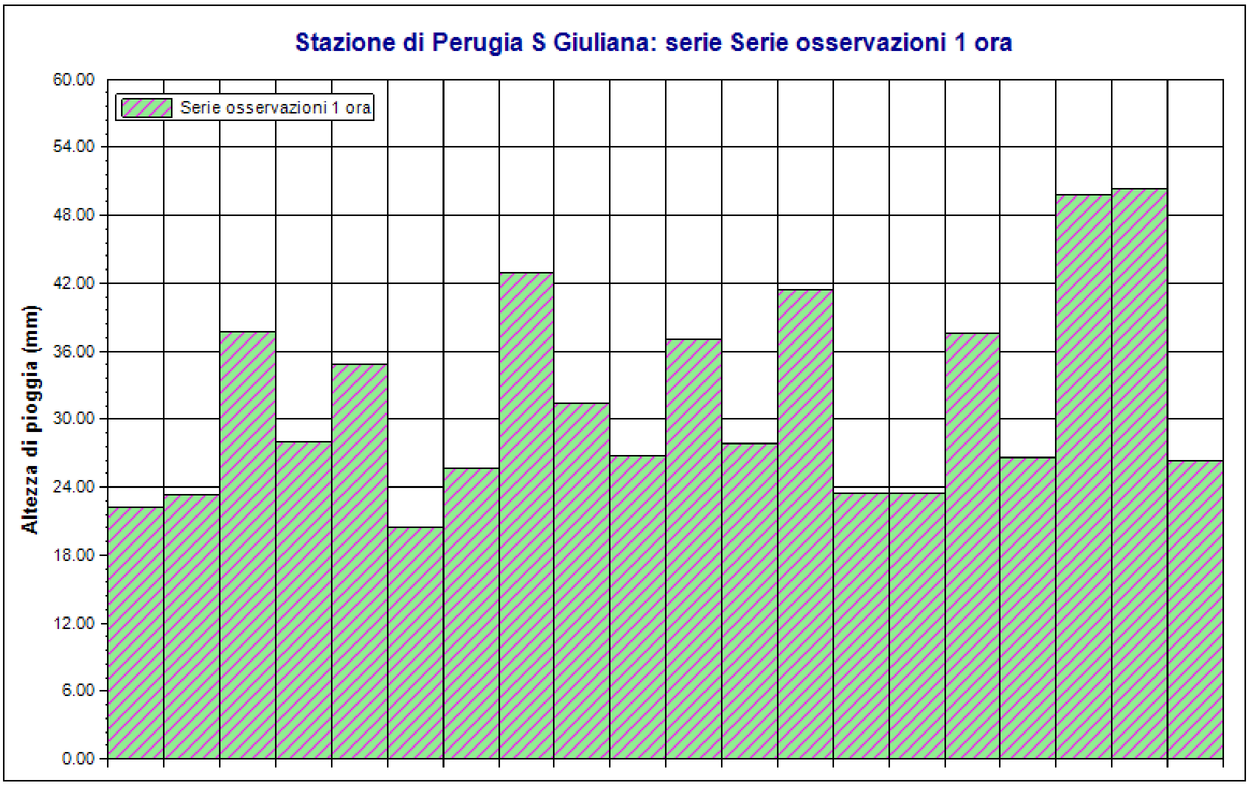
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

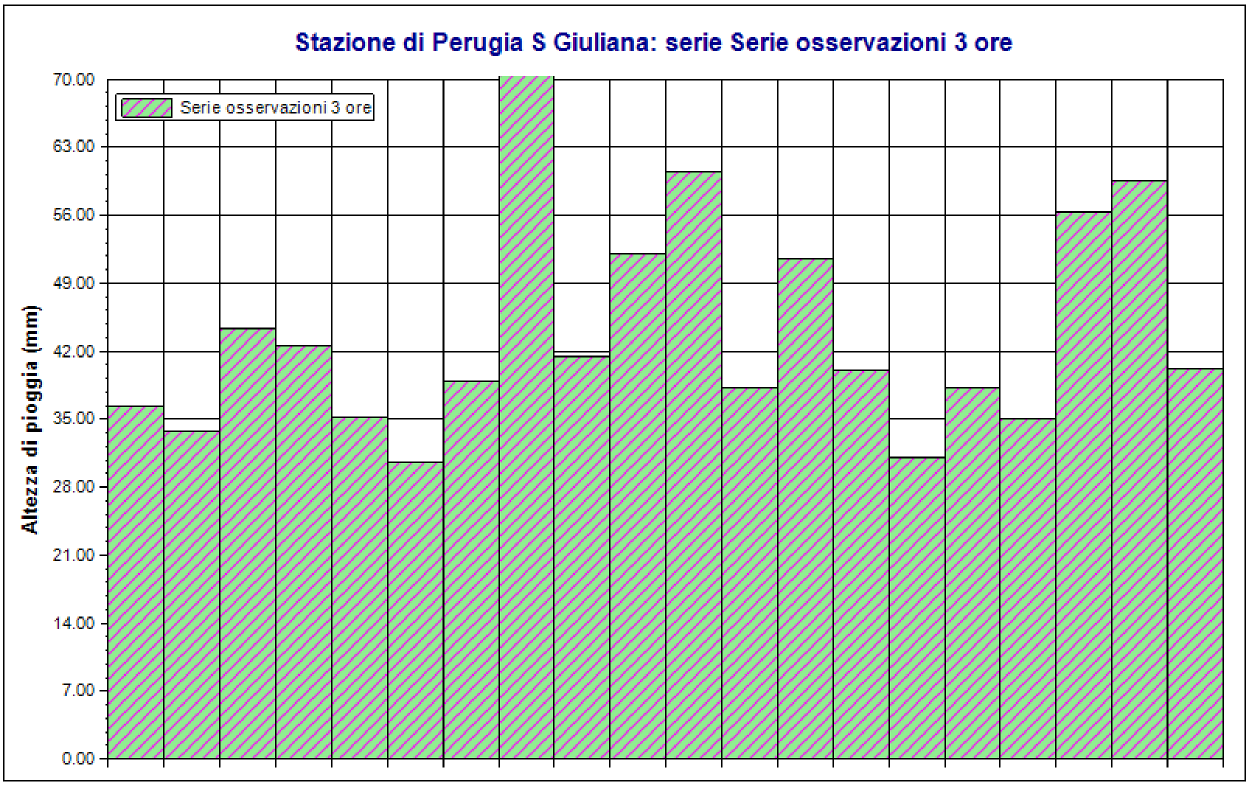
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

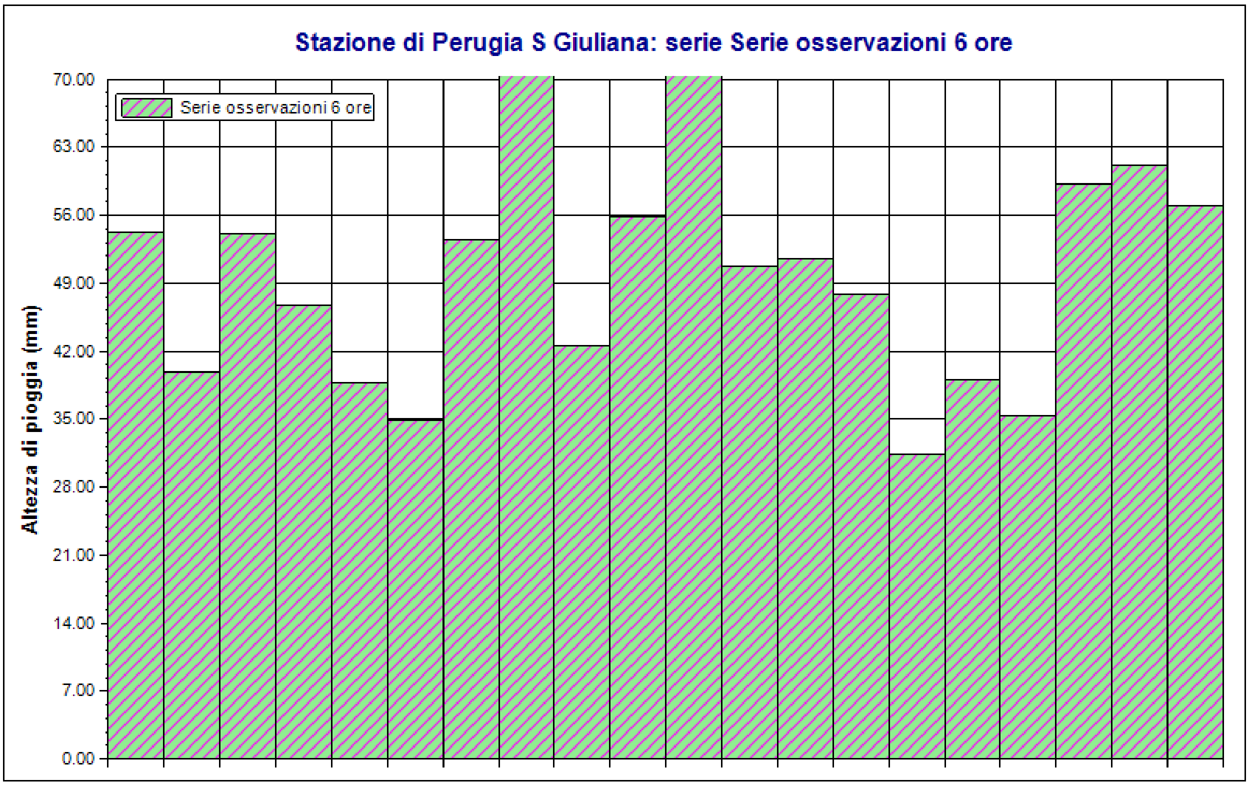
Parametro	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



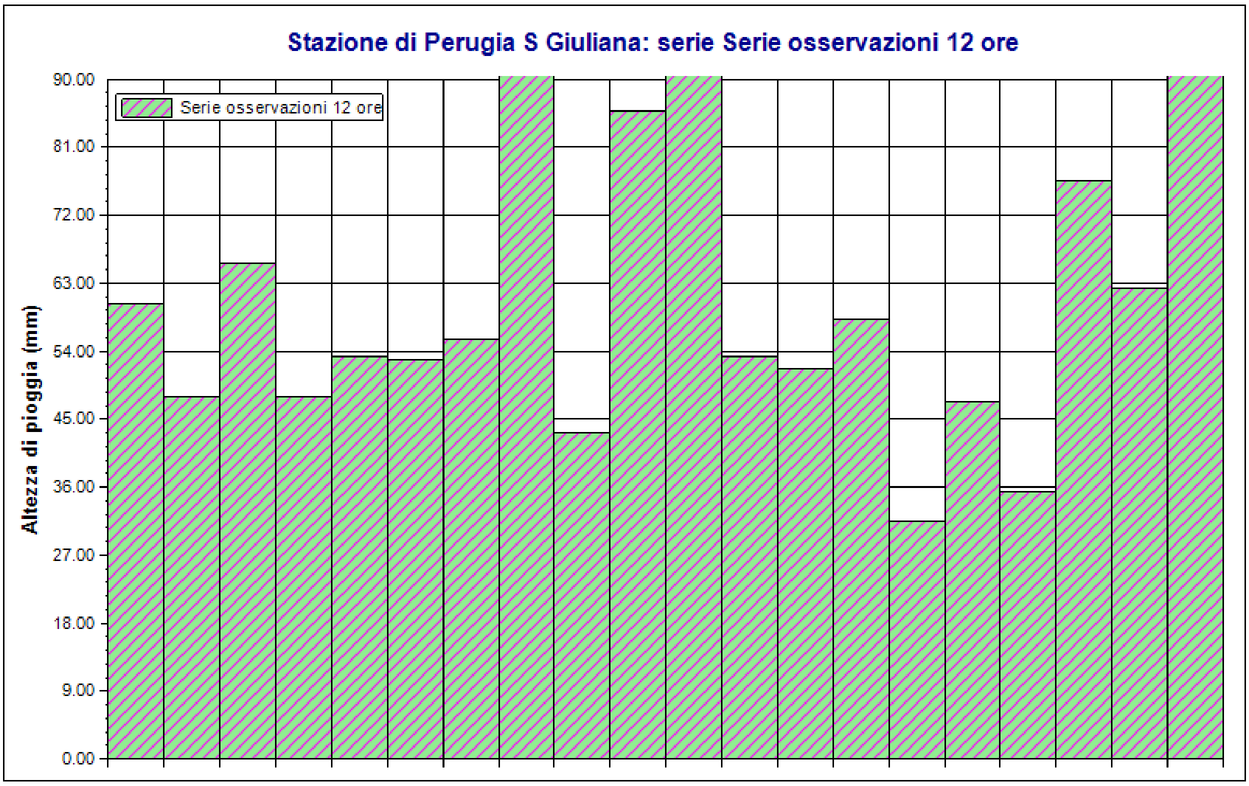
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



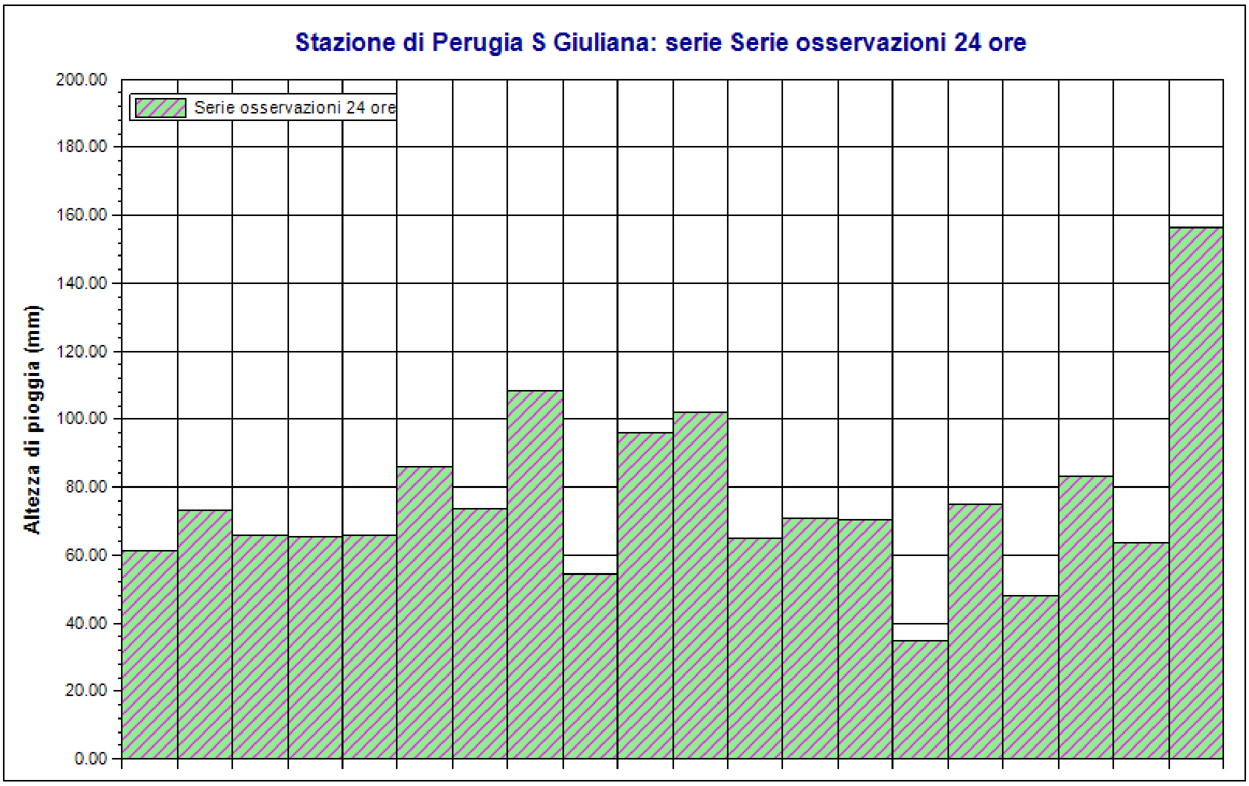
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

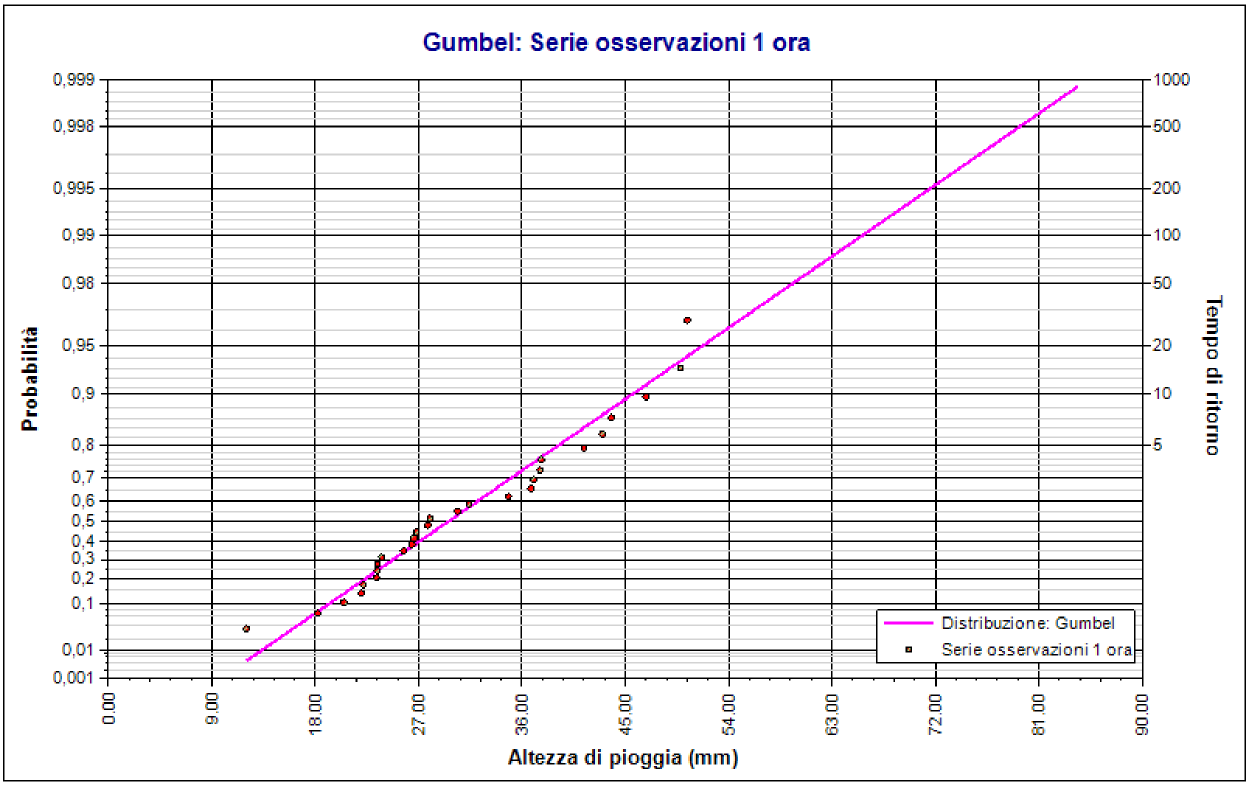
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

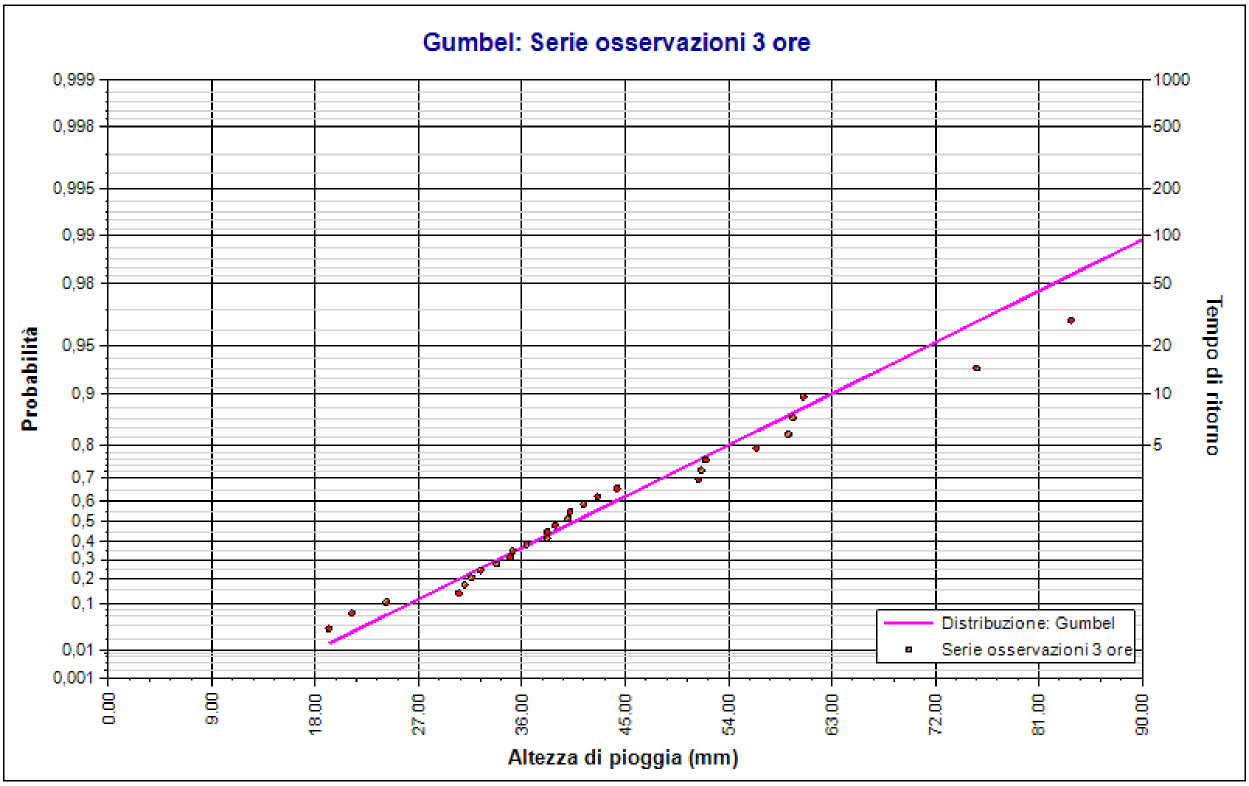
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}117\left(x-26{,}399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}084\left(x-36{,}187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}071\left(x-42{,}675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}062\left(x-49{,}811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}052\left(x-60{,}310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

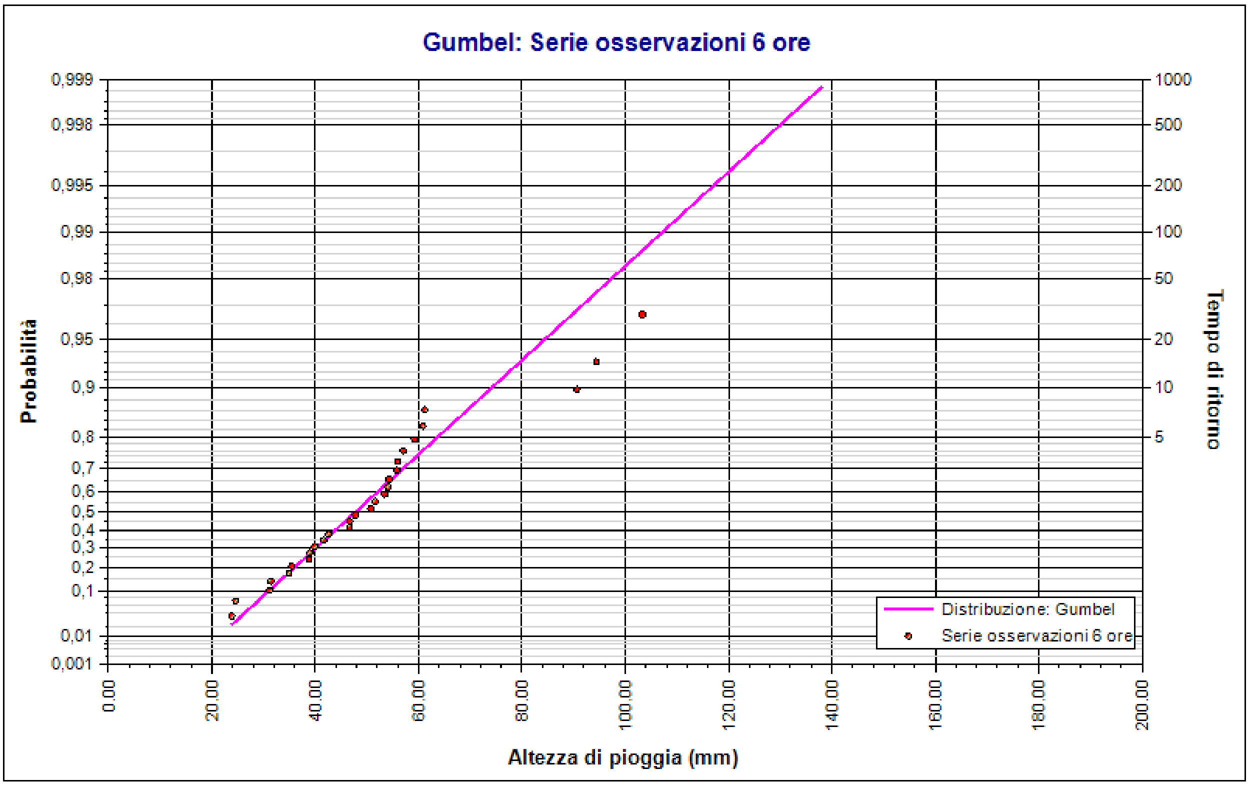
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



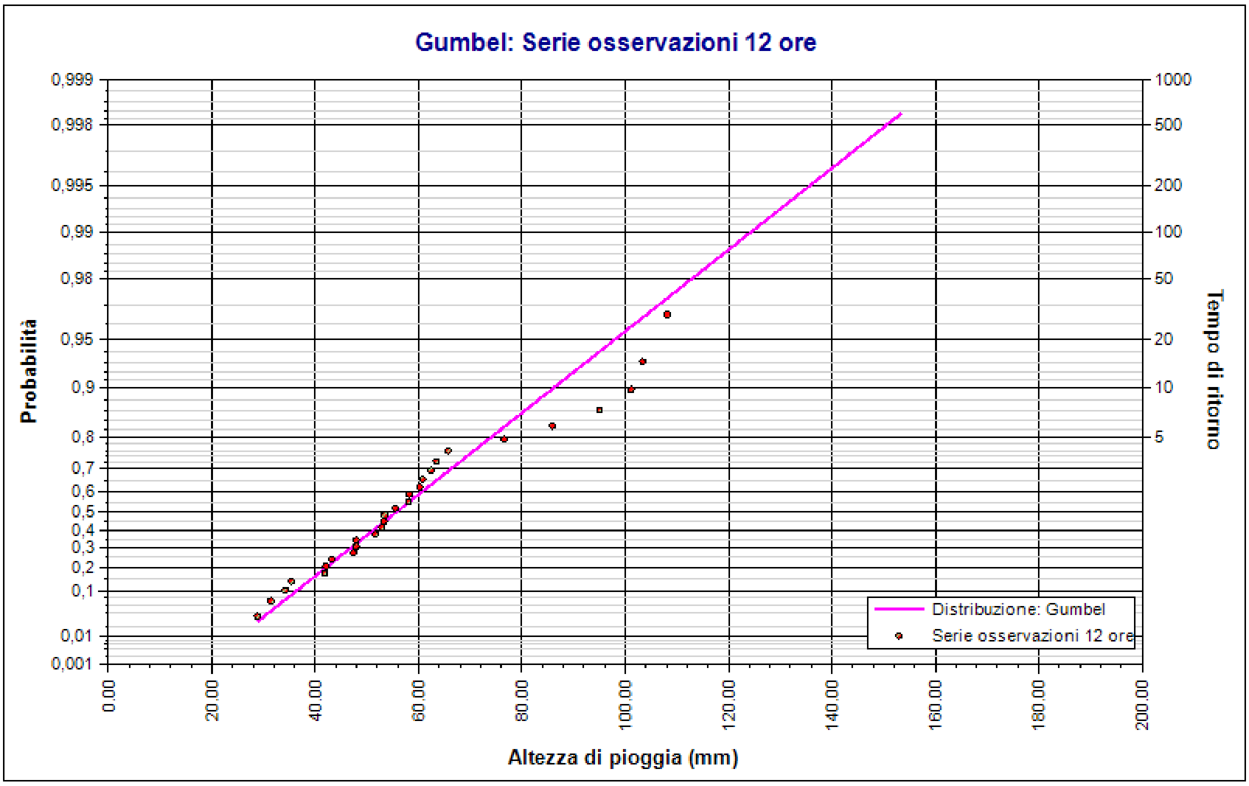
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



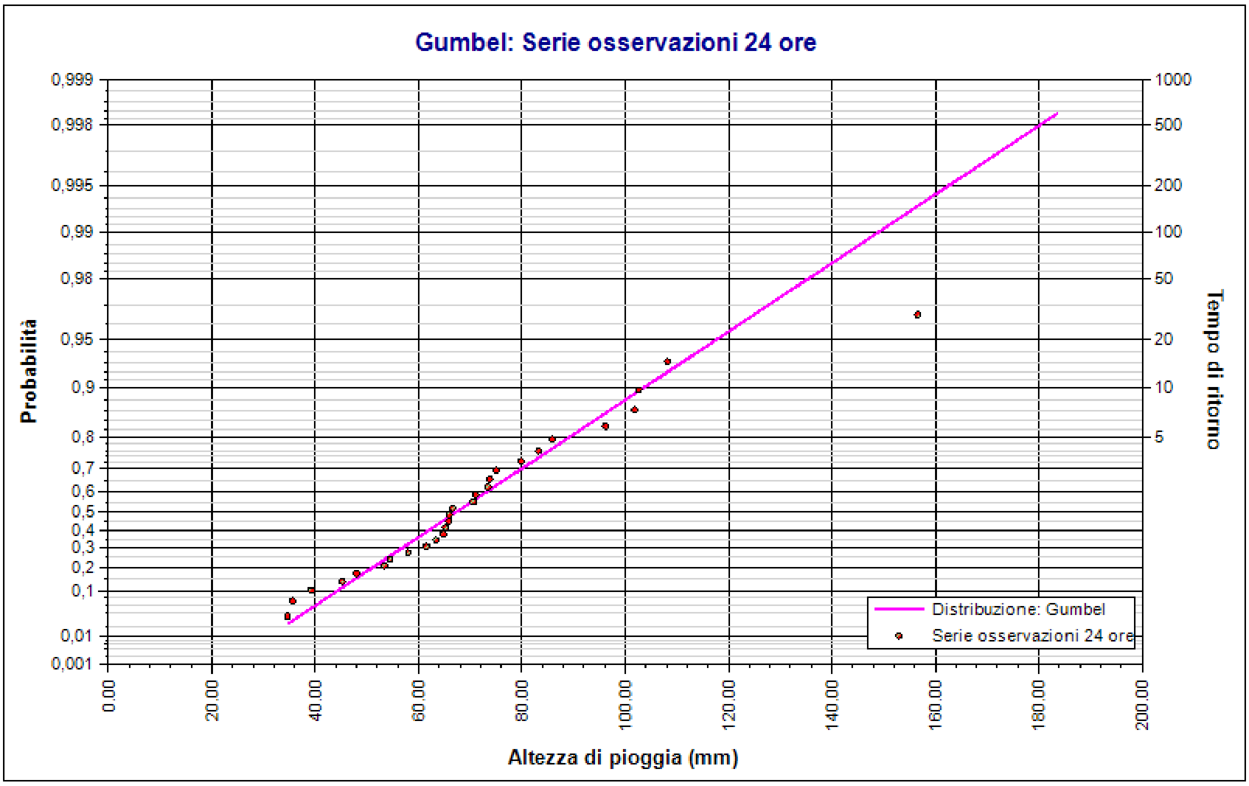
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

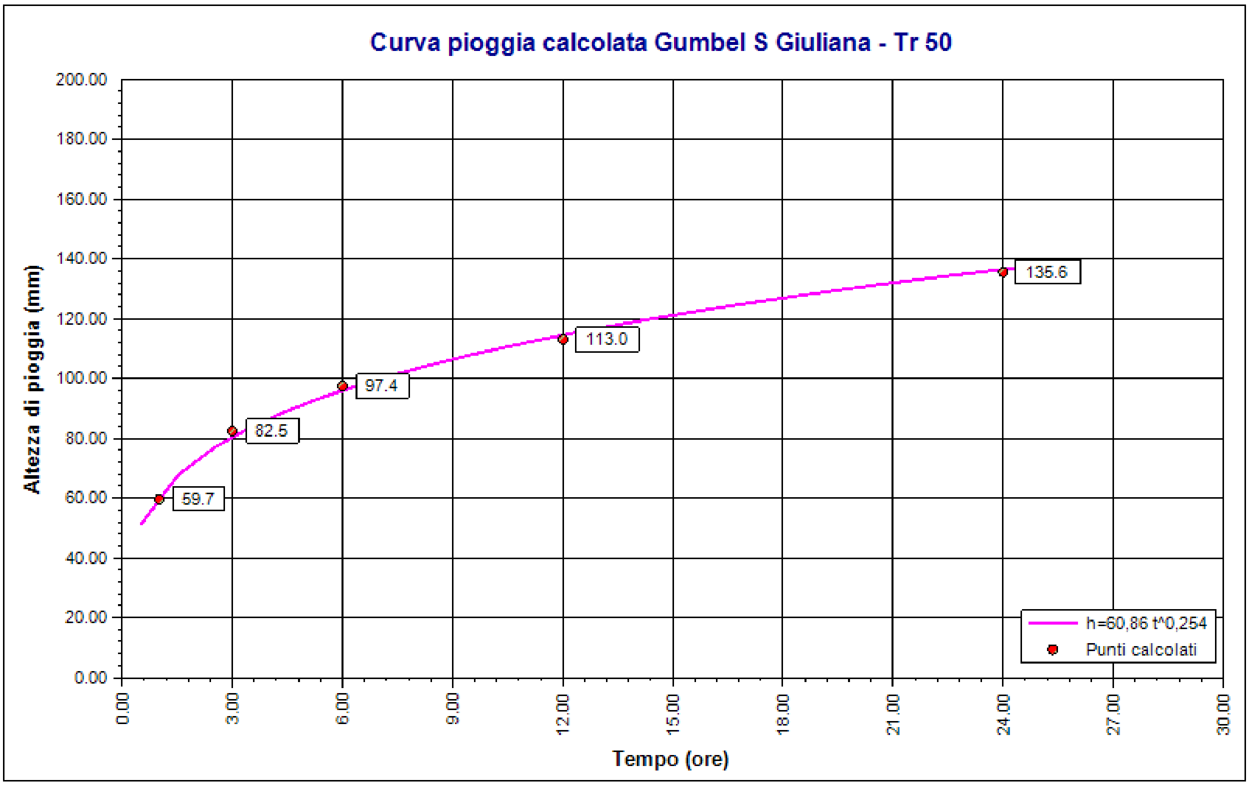
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	59.675
2	3.000	180	82.455
3	6.000	360	97.443
4	12.000	720	113.046
5	24.000	1440	135.592

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
60.86	0.25	1.00	$h(t) = 60,9\, t^{0.254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	60.863		9	106.408		17	125.084
2	72.593		10	109.297		18	126.915
3	80.476		11	111.978		19	128.672
4	86.583		12	114.483		20	130.361
5	91.637		13	116.837		21	131.989
6	95.985		14	119.059		22	133.559
7	99.822		15	121.166		23	135.077
8	103.269		16	123.171		24	136.547



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

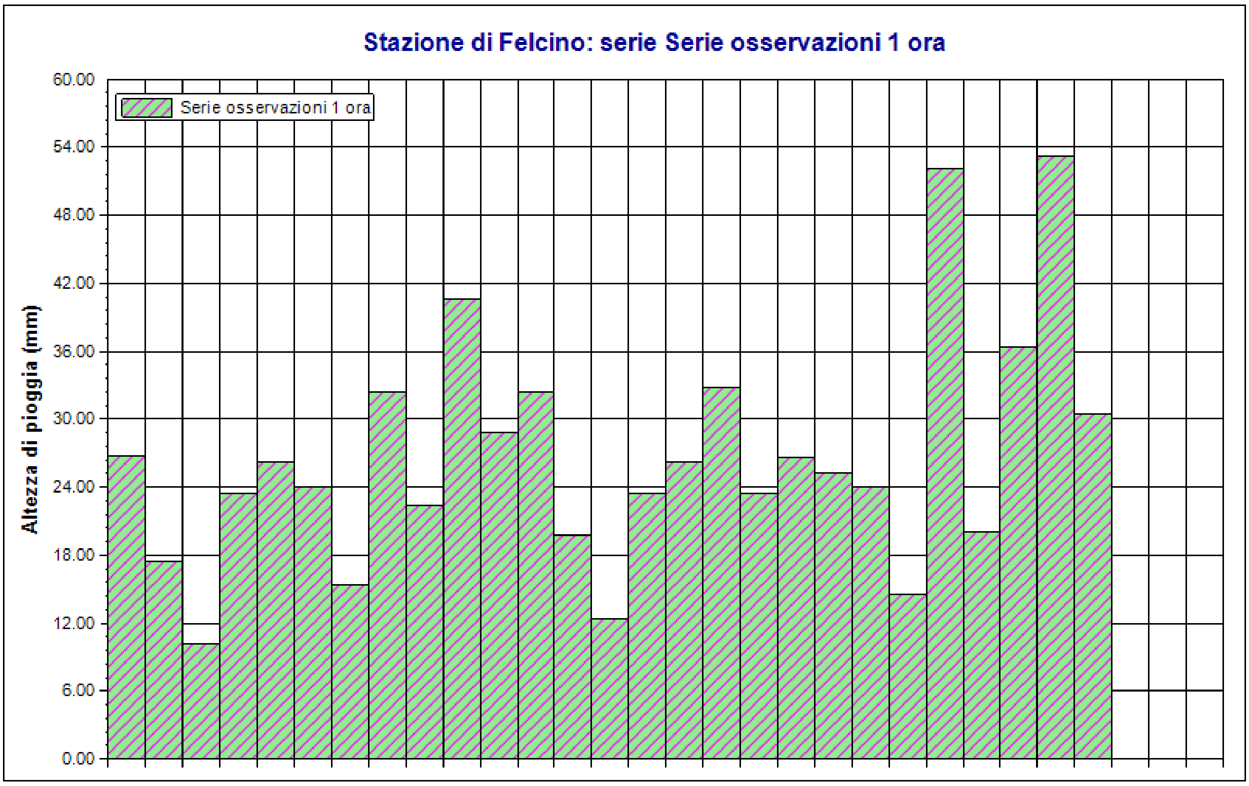
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

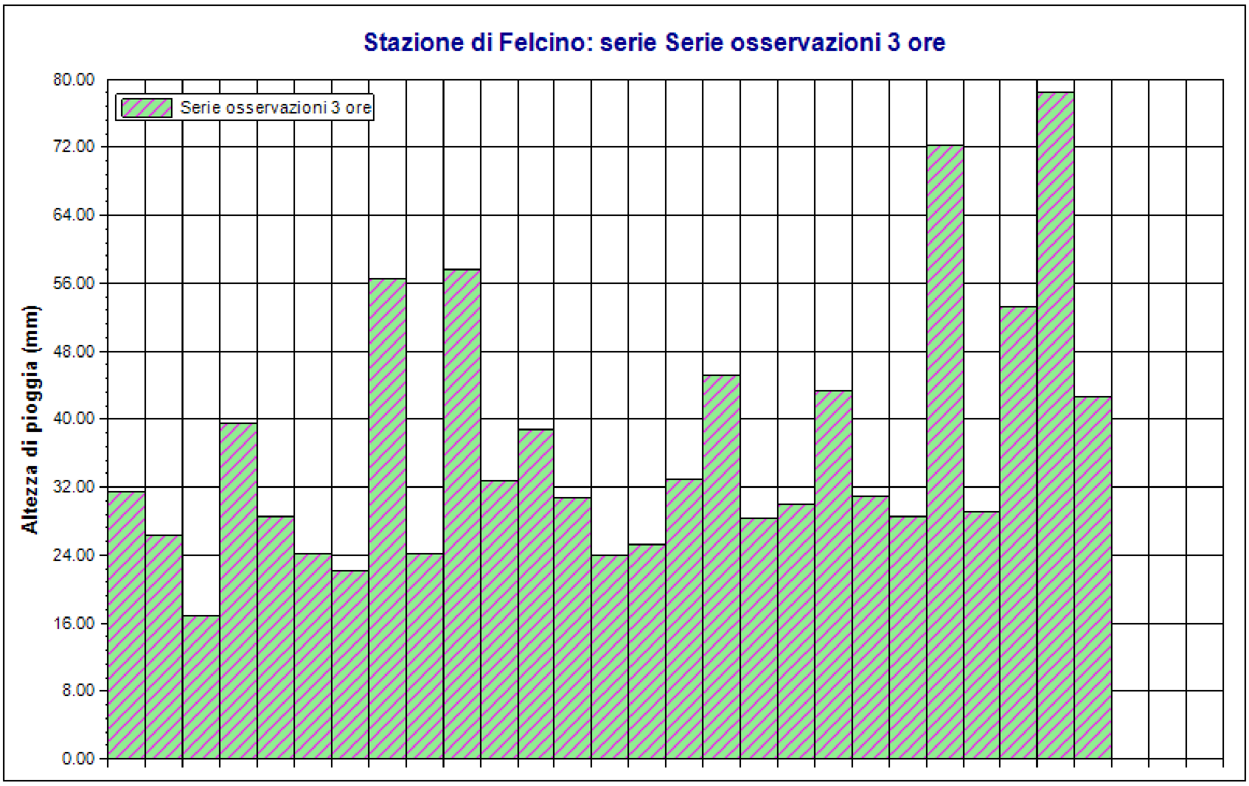
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

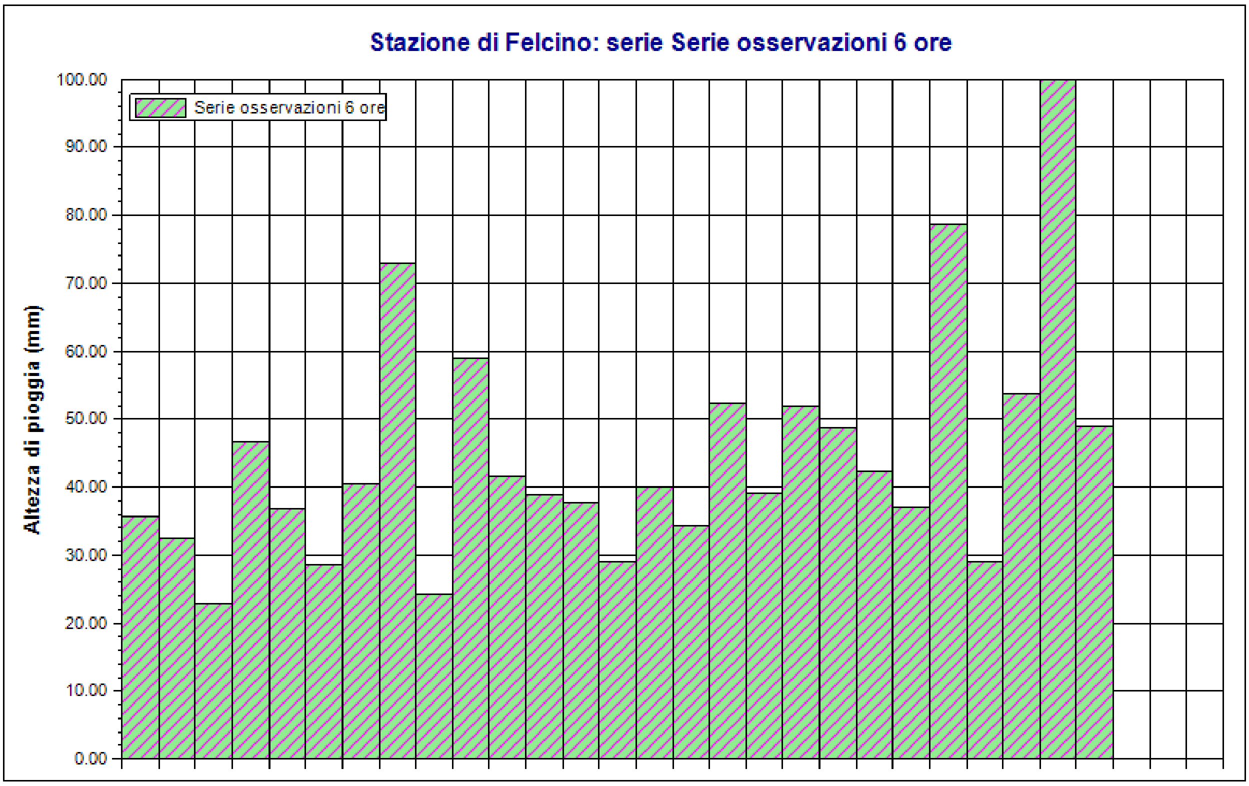
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



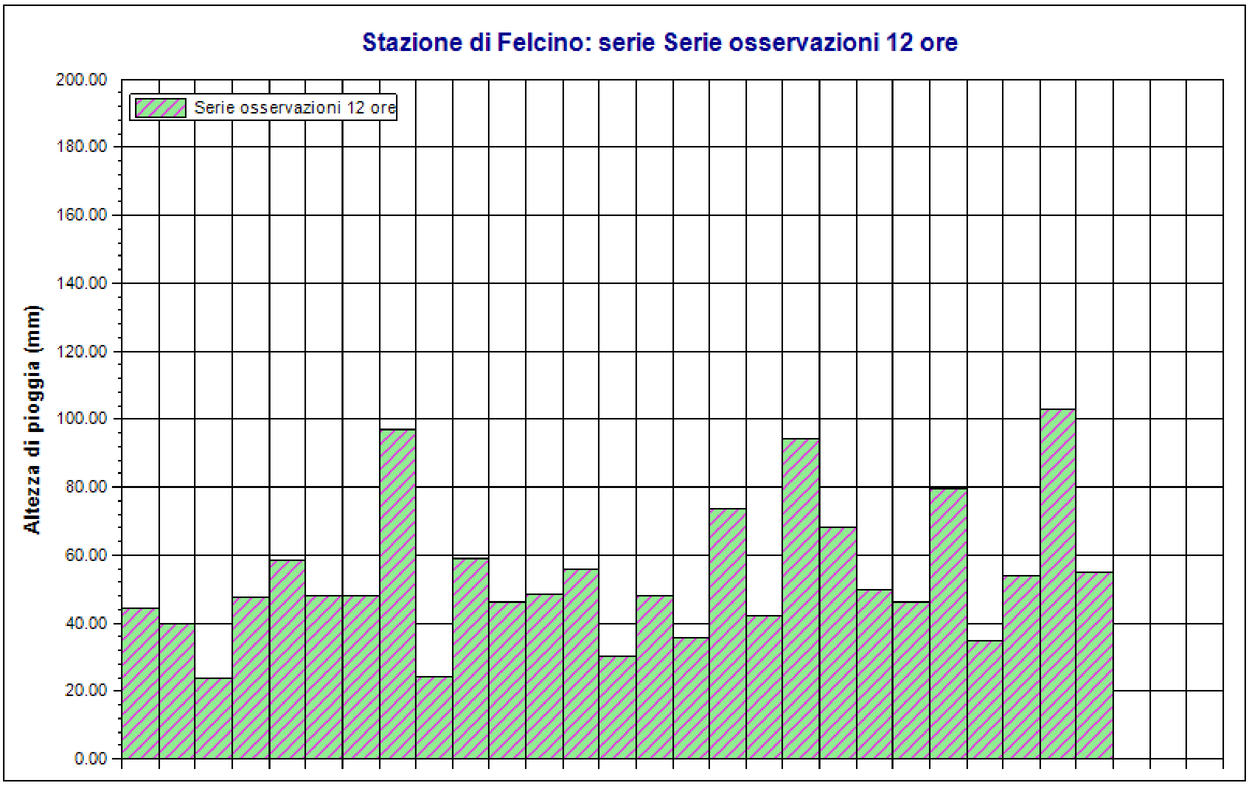
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



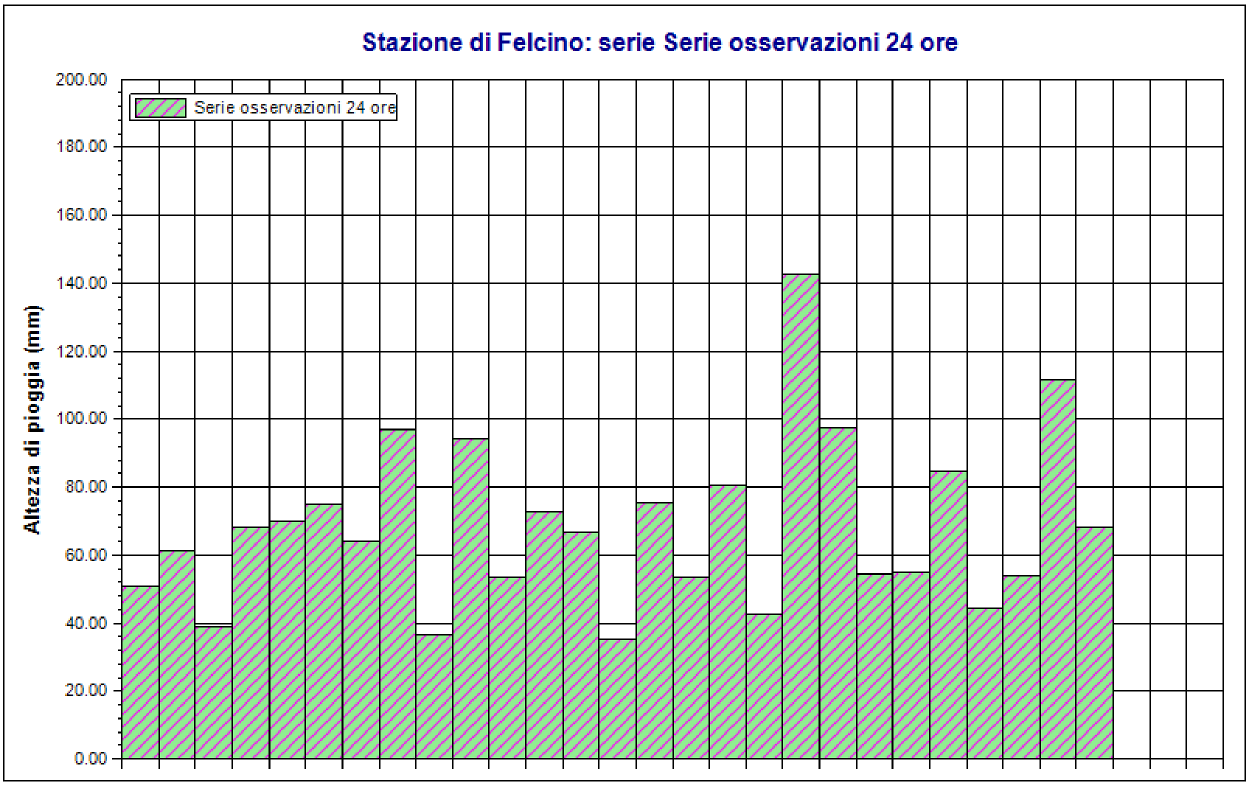
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi\left(x = z_k\right) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

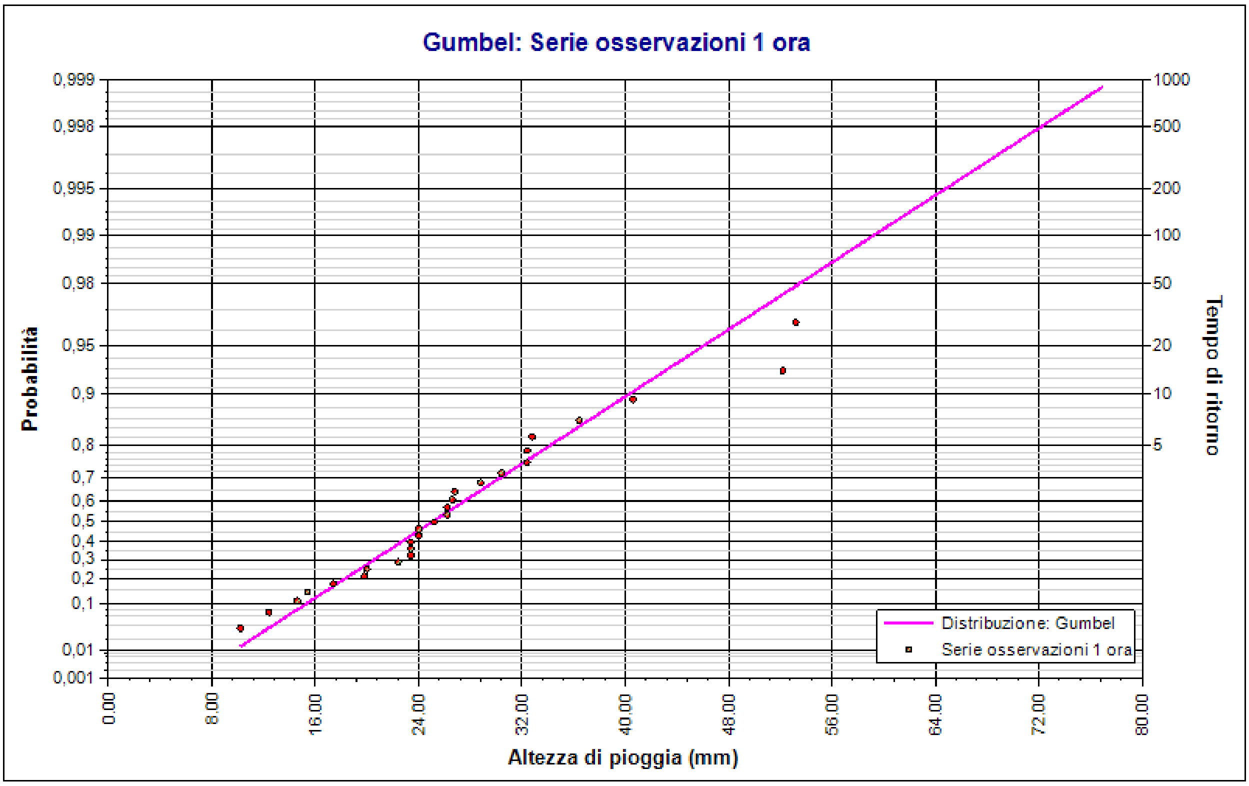
Parametro	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

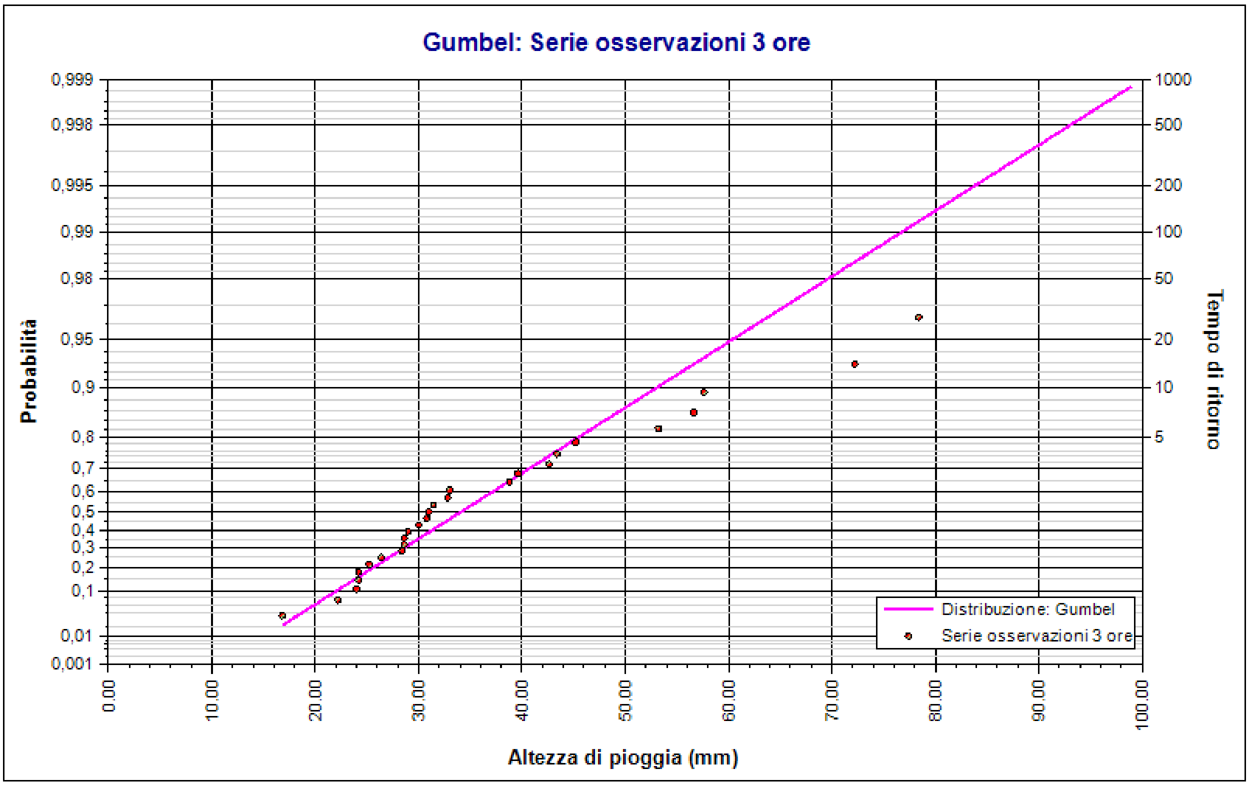
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}124\left(x - 22{,}103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}099\left(x - 30{,}422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}087\left(x - 37{,}409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}064\left(x - 44{,}797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}055\left(x - 57{,}579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

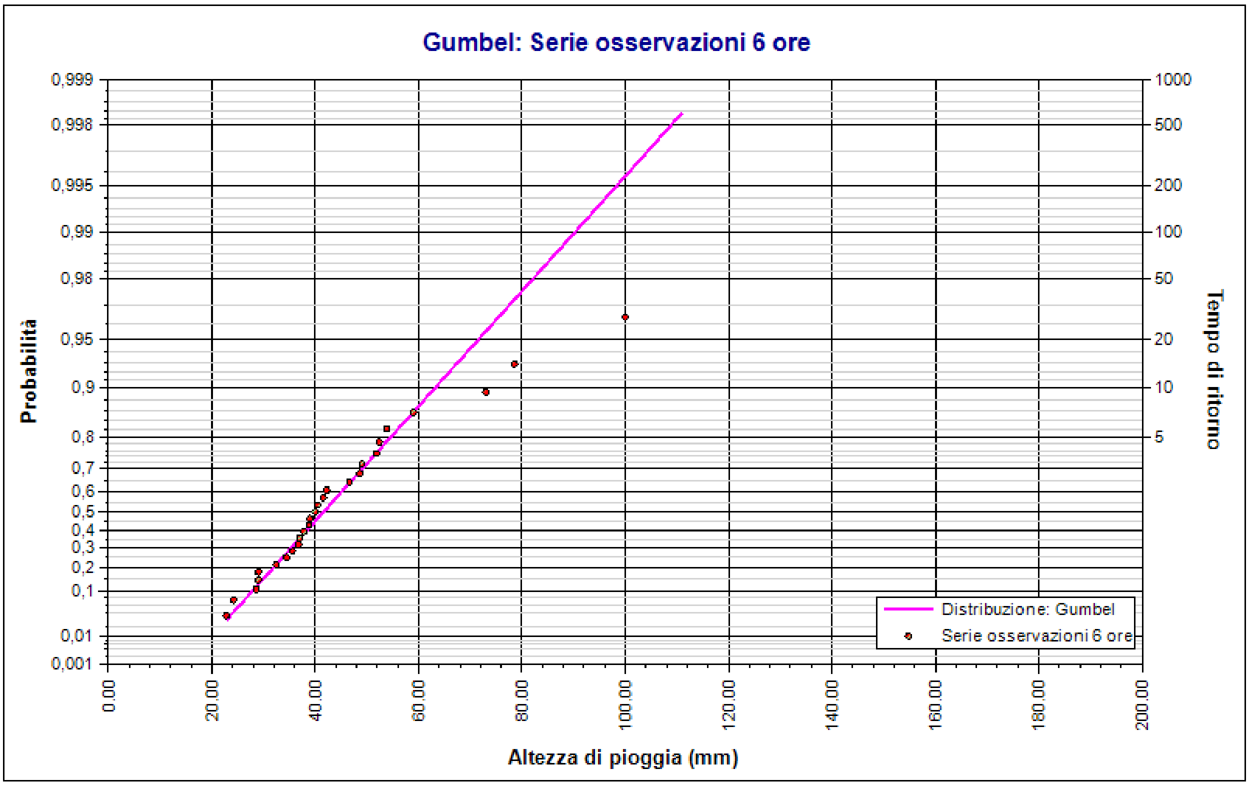
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



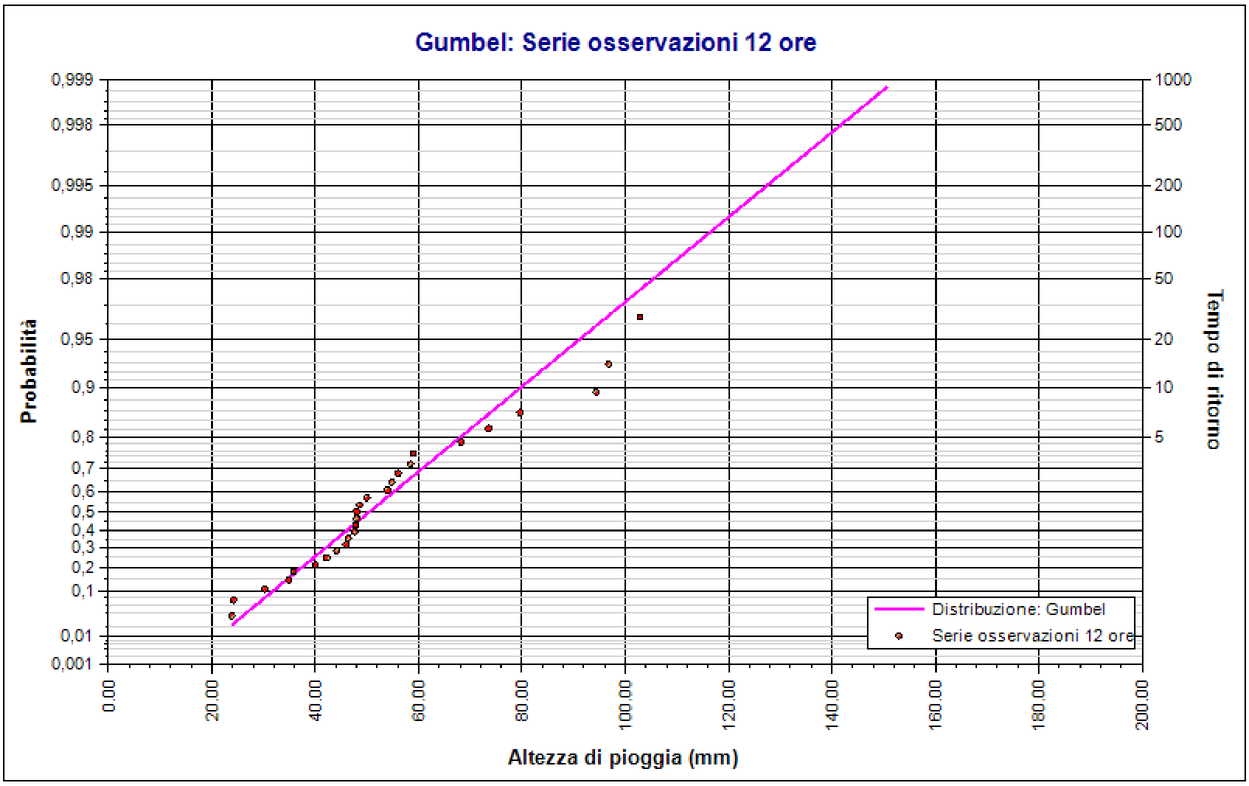
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



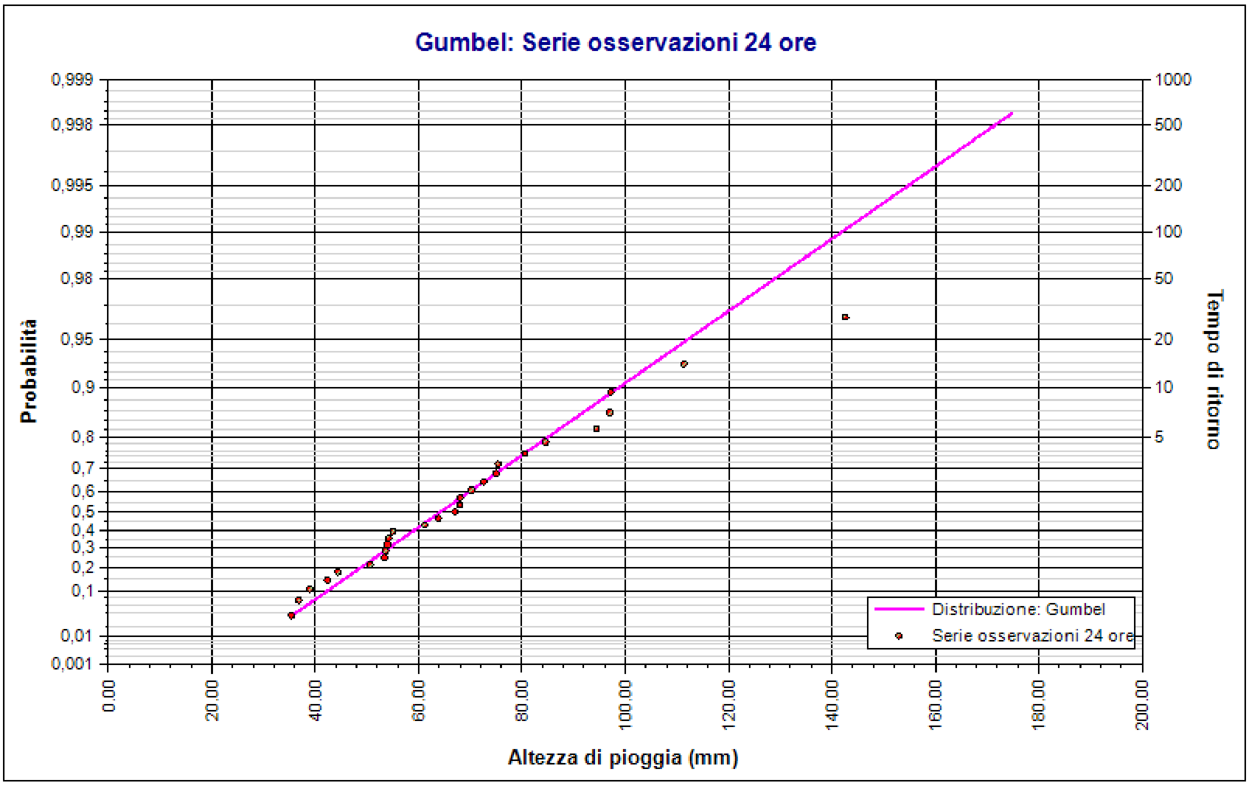
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

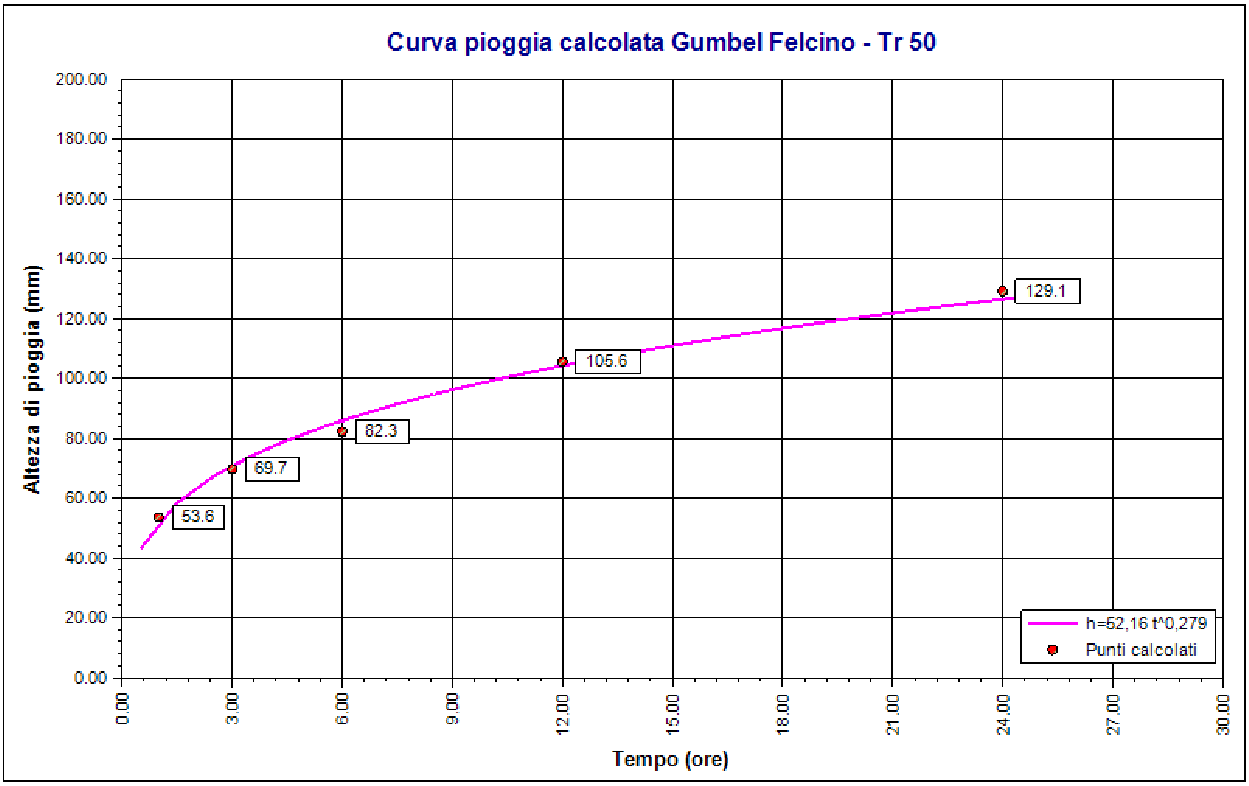
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	53.580
2	3.000	180	69.741
3	6.000	360	82.263
4	12.000	720	105.612
5	24.000	1440	129.117

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
52.16	0.28	1.00	$h(t) = 52,2\, t^{0,279}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	52.163		9	96.247		17	114.917
2	63.283		10	99.115		18	116.763
3	70.856		11	101.784		19	118.536
4	76.772		12	104.283		20	120.243
5	81.700		13	106.637		21	121.890
6	85.960		14	108.863		22	123.481
7	89.734		15	110.977		23	125.021
8	93.138		16	112.991		24	126.513



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

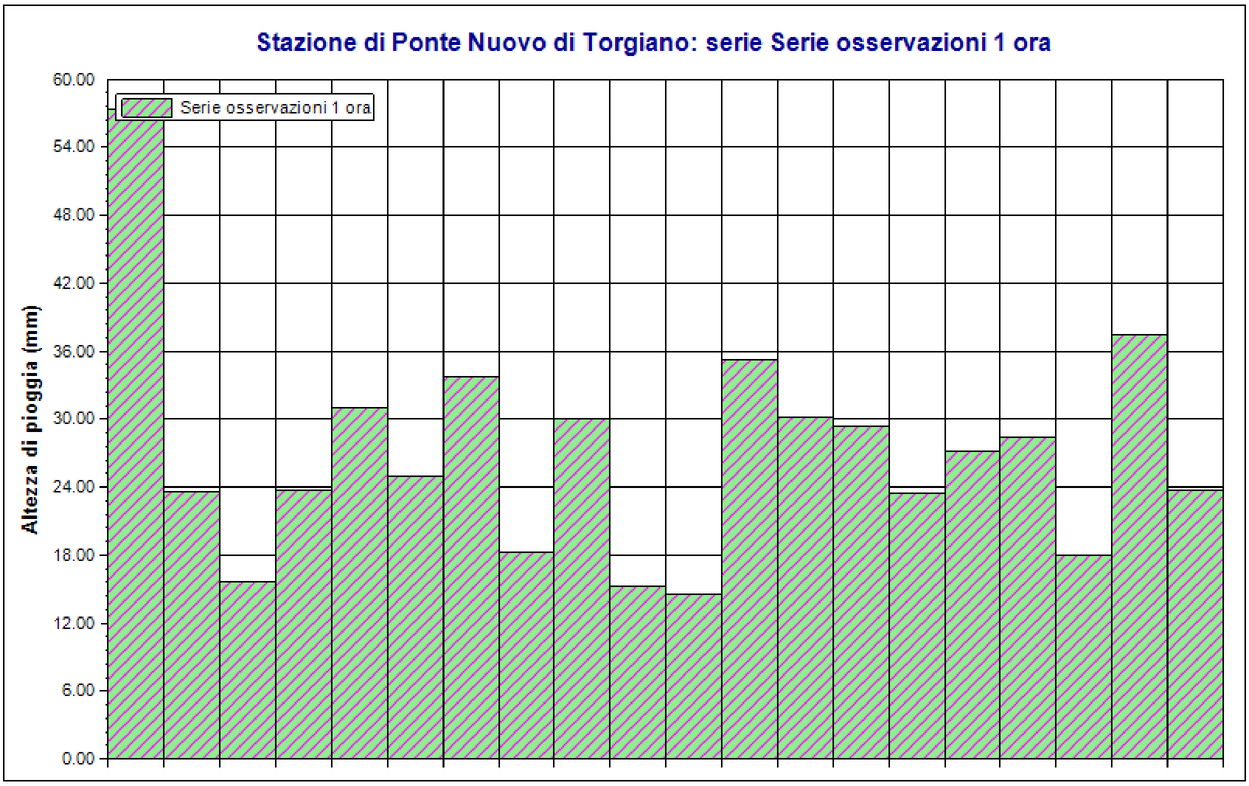
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

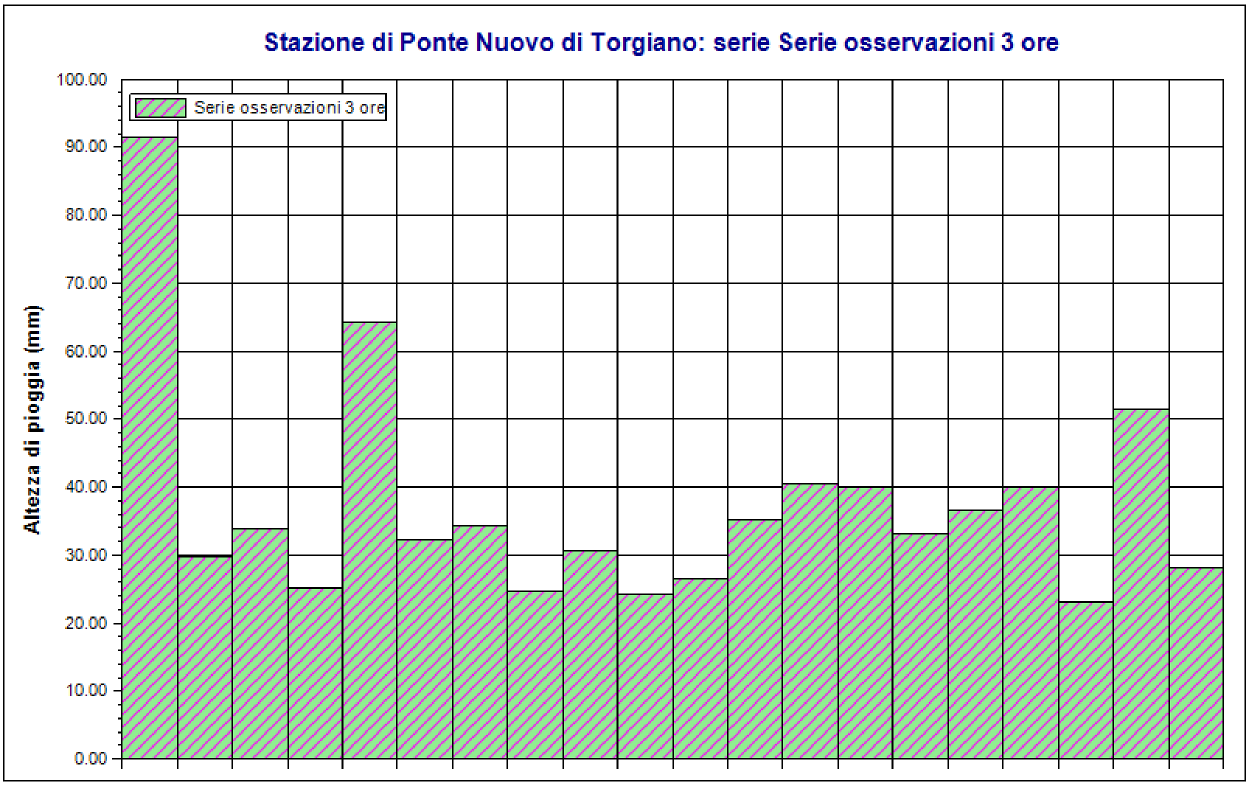
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

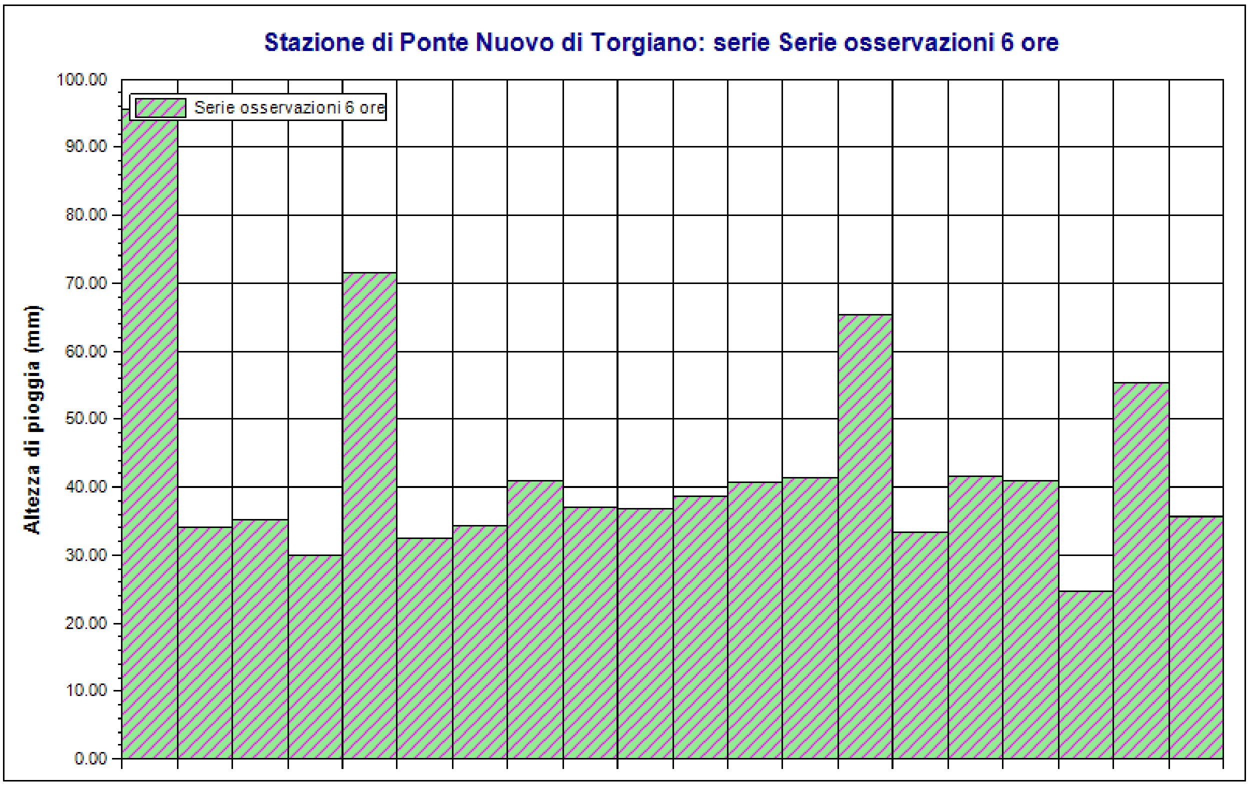
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



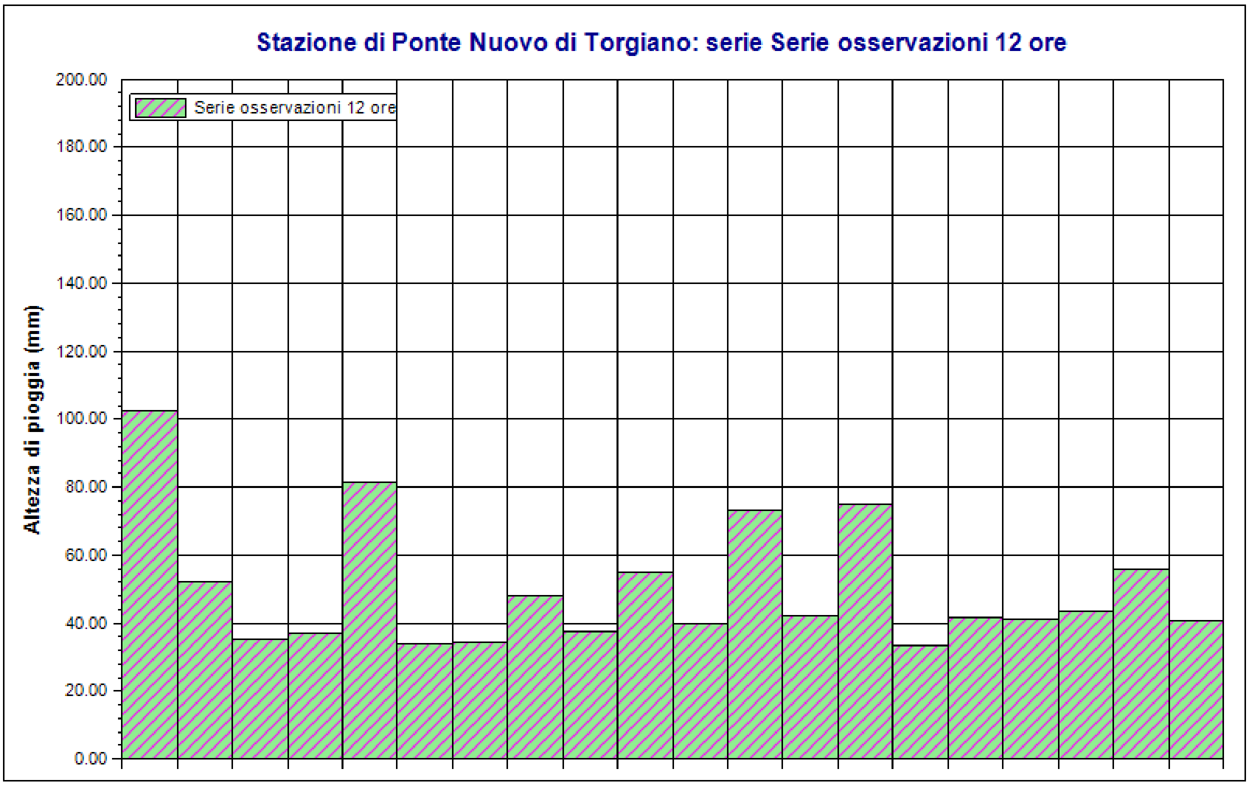
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



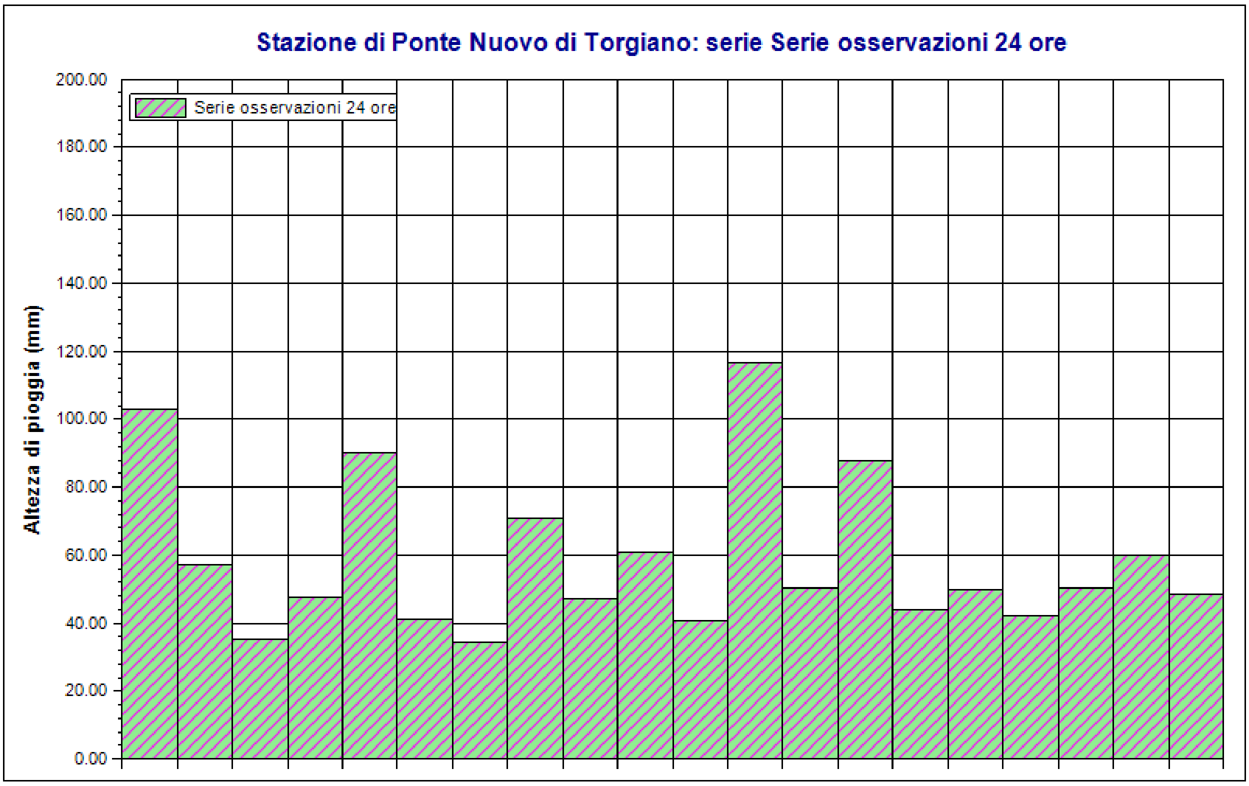
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[\,1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

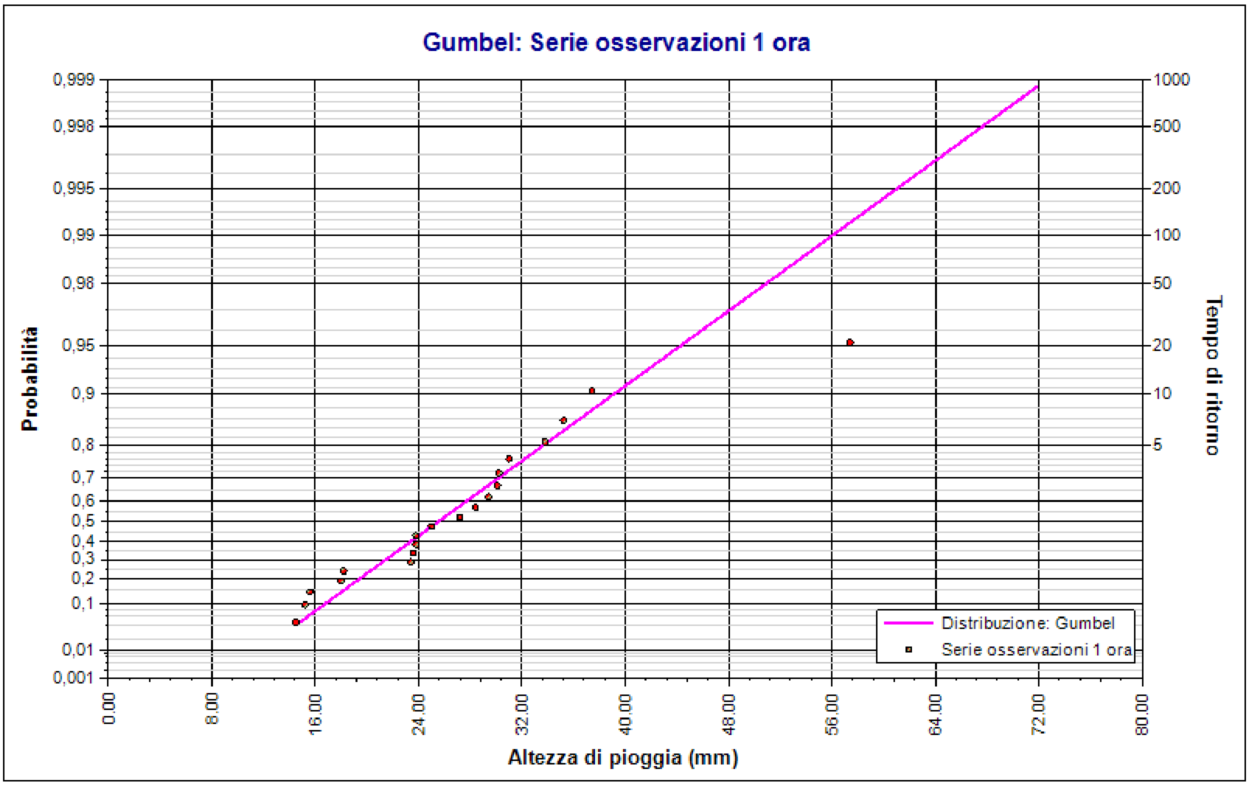
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

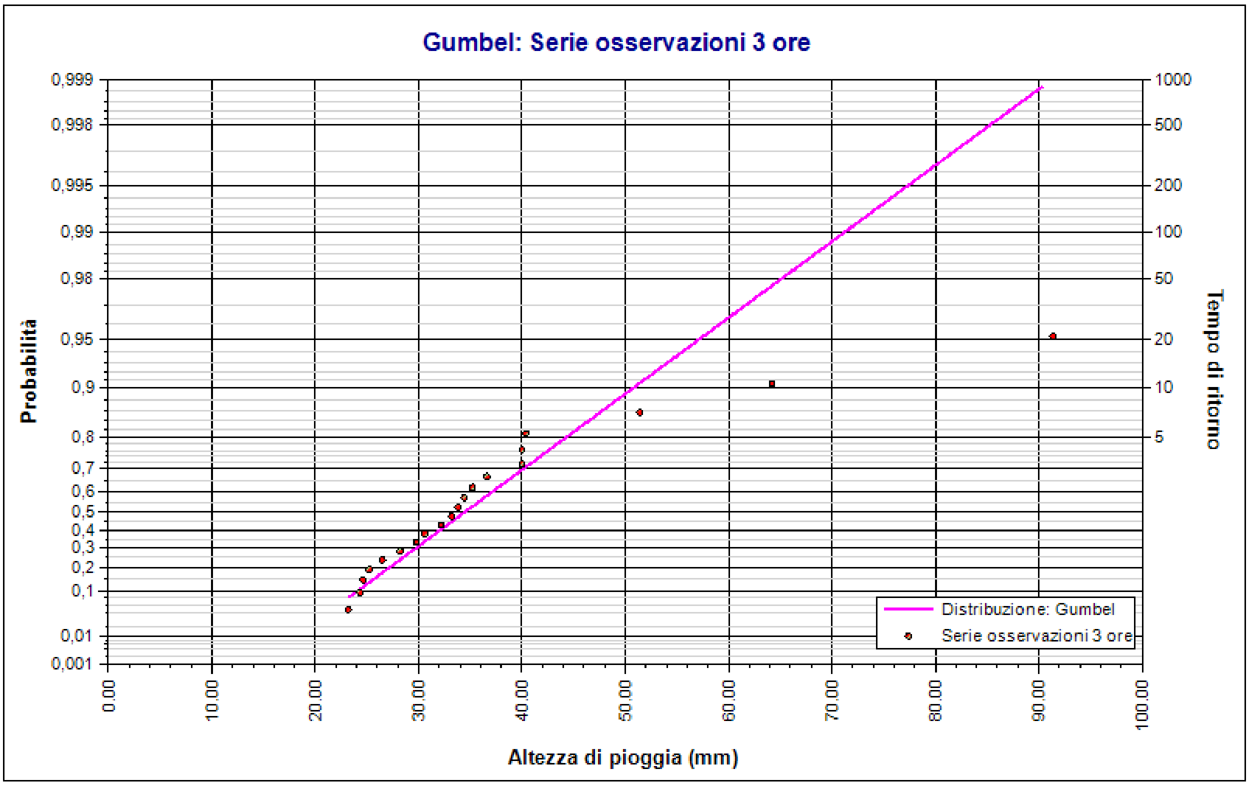
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x-22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x-31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x-36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x-42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x-49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

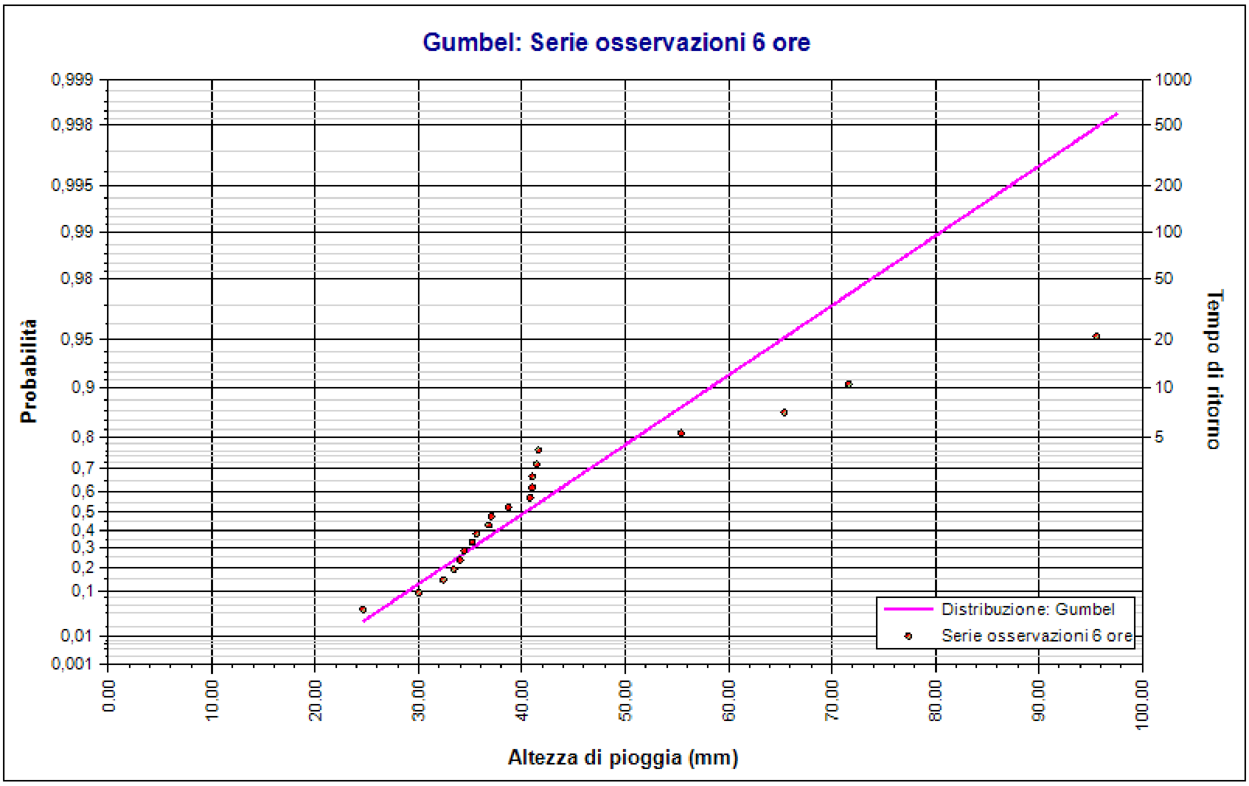
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



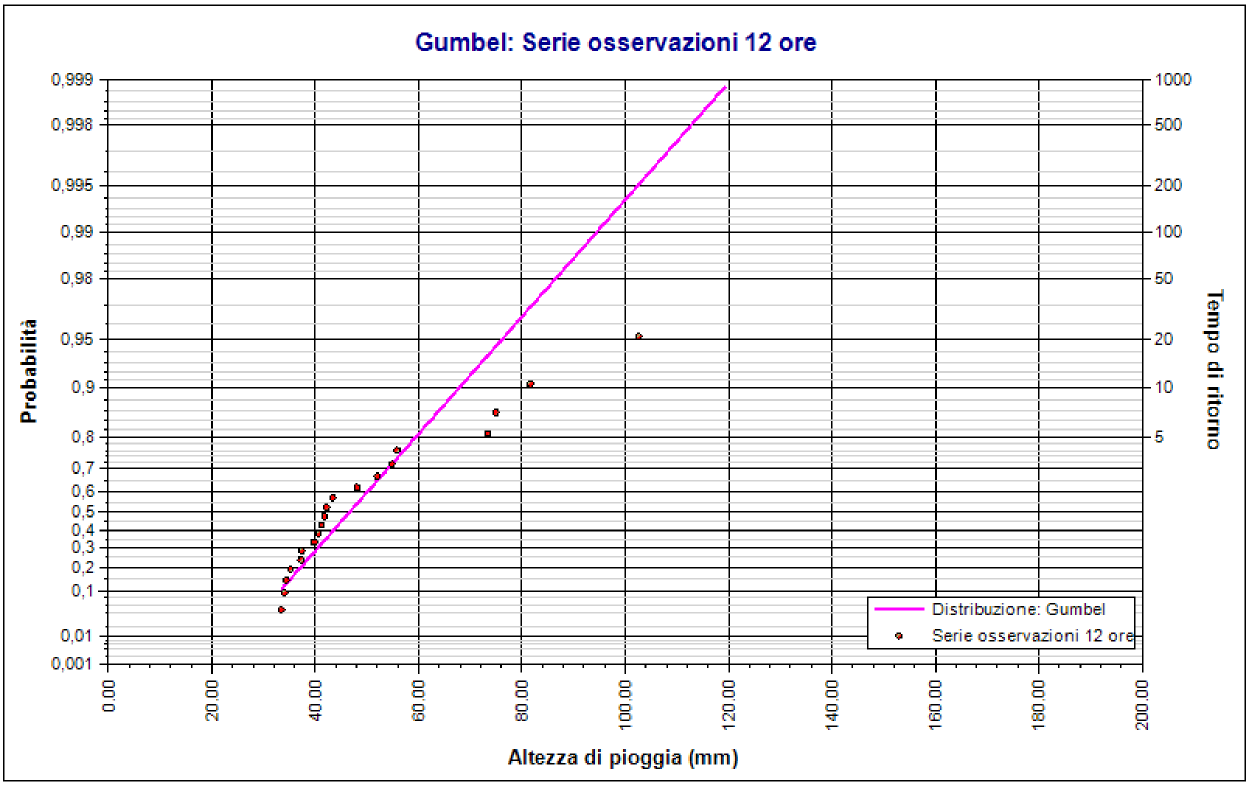
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



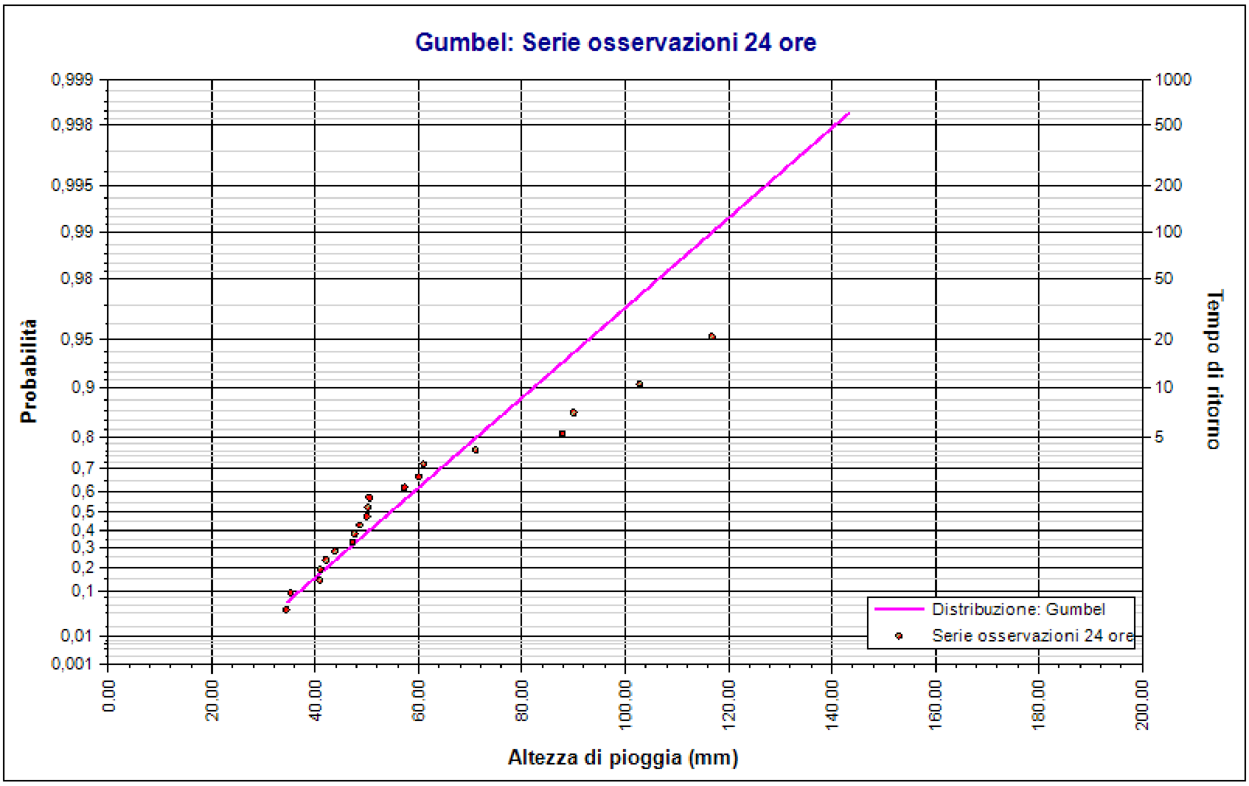
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

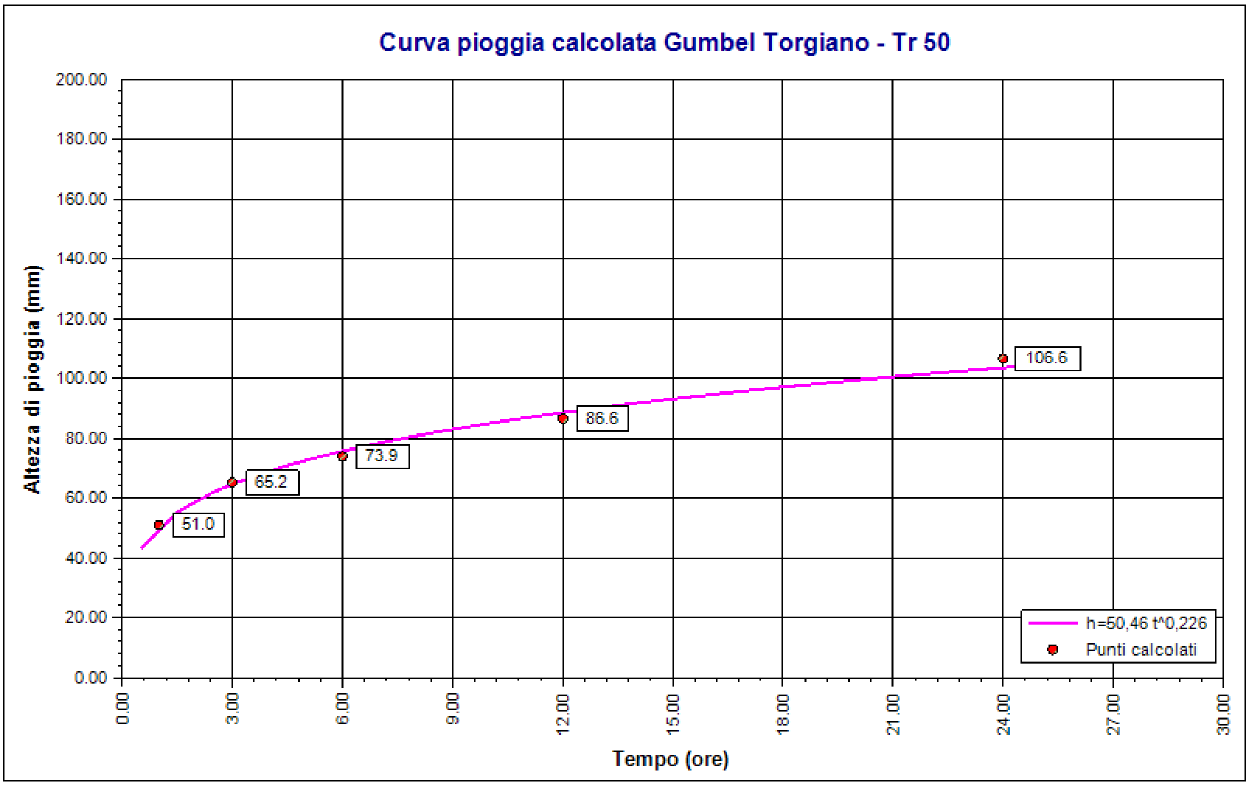
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	50.991
2	3.000	180	65.197
3	6.000	360	73.944
4	12.000	720	86.613
5	24.000	1440	106.623

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
50.46	0.23	1.00	$h(t) = 50{,}5\ t^{0{,}226}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	50.464		9	82.997		17	95.854
2	59.040		10	85.001		18	97.102
3	64.717		11	86.856		19	98.299
4	69.074		12	88.584		20	99.447
5	72.654		13	90.204		21	100.552
6	75.716		14	91.731		22	101.617
7	78.406		15	93.175		23	102.645
8	80.813		16	94.547		24	103.639



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

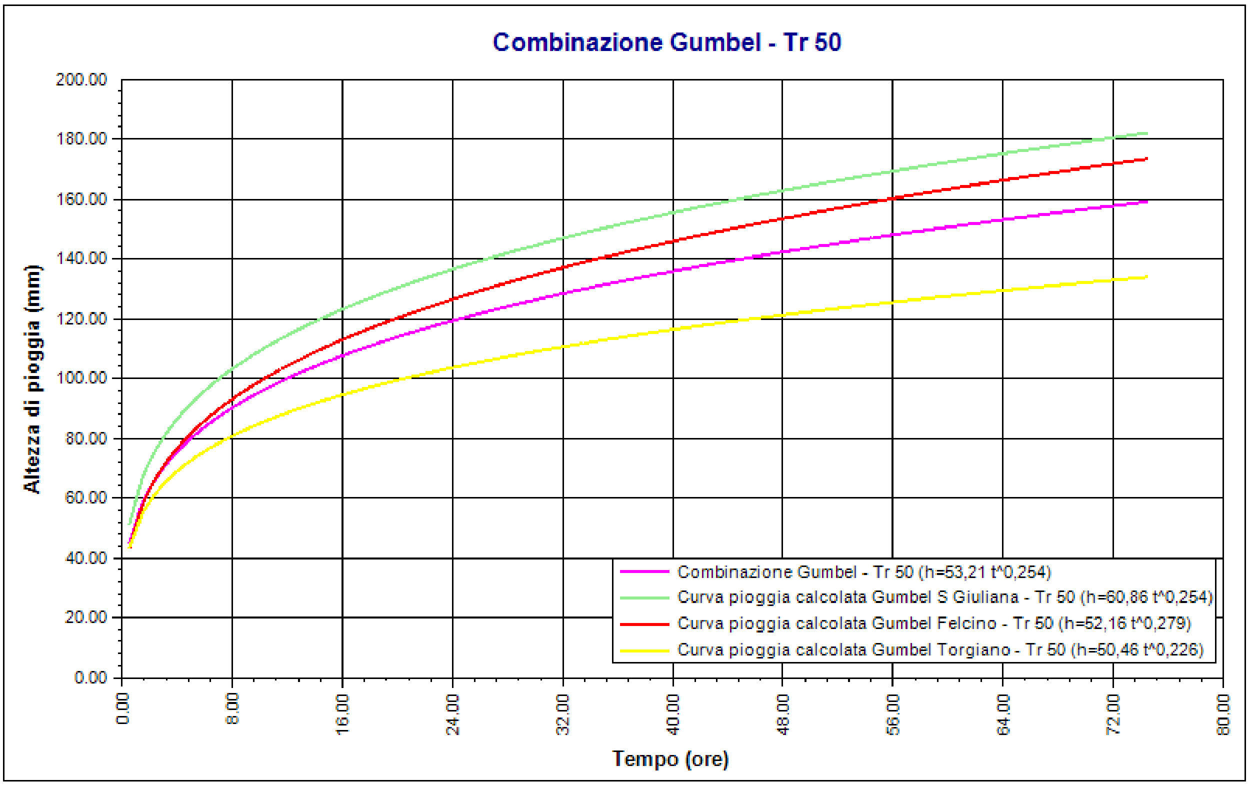
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50	Curva pioggia calcolata	20	60.86	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50	Curva pioggia calcolata	40	52.16	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50	Curva pioggia calcolata	40	50.46	0.23

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
53.21	0.25	$h(t) = 53{,}2\ t^{0{,}254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	53.206	9	93.000	17	109.315
2	63.455	10	95.524	18	110.915
3	70.343	11	97.866	19	112.450
4	75.679	12	100.054	20	113.925
5	80.095	13	102.111	21	115.347
6	83.893	14	104.052	22	116.718
7	87.245	15	105.893	23	118.044
8	90.257	16	107.644	24	119.328



Combinazione Gumbel - Tr 50

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h

Dati Pluviogramma

Tipo: Pluviogramma sintetico

Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 50

Durata: 1.000 ore

Altezza di pioggia complessiva: 53.206 mm

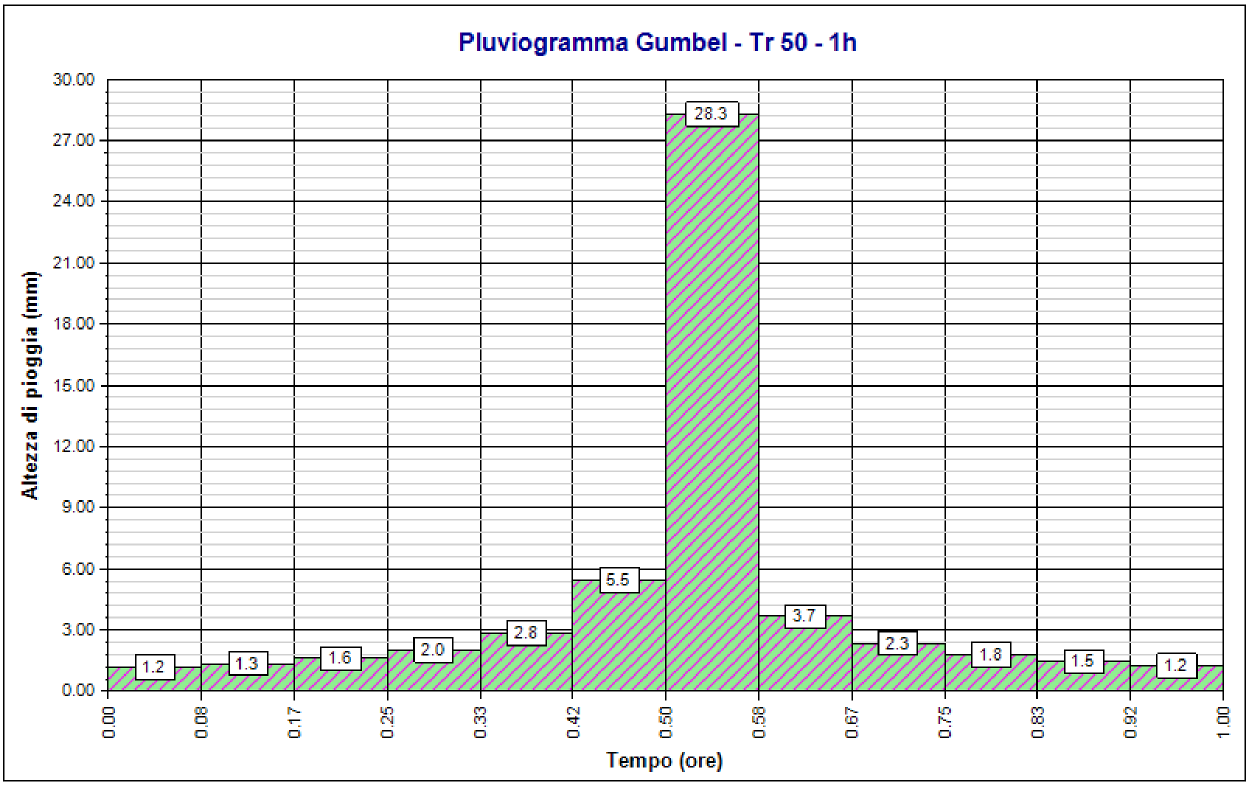
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
53.21	0.25	$h(t) = 53{,}2\,t^{0.254}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	1.164
2	0.083	0.167	5	10	1.342
3	0.167	0.250	10	15	1.602
4	0.250	0.333	15	20	2.020
5	0.333	0.417	20	25	2.837
6	0.417	0.500	25	30	5.450
7	0.500	0.583	30	35	28.293
8	0.583	0.667	35	40	3.663
9	0.667	0.750	40	45	2.348
10	0.750	0.833	45	50	1.782
11	0.833	0.917	50	55	1.458
12	0.917	1.000	55	60	1.245



Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino E Gumbel - Tr 50 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

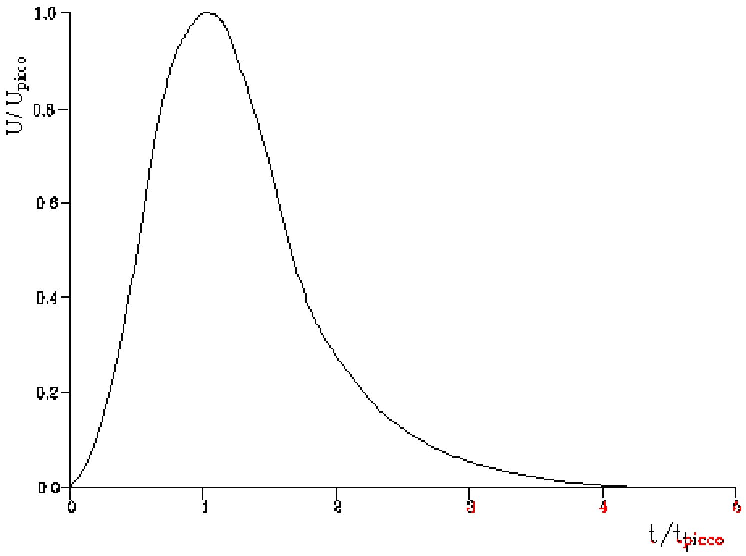
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0{,}6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0{,}5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0{,}2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

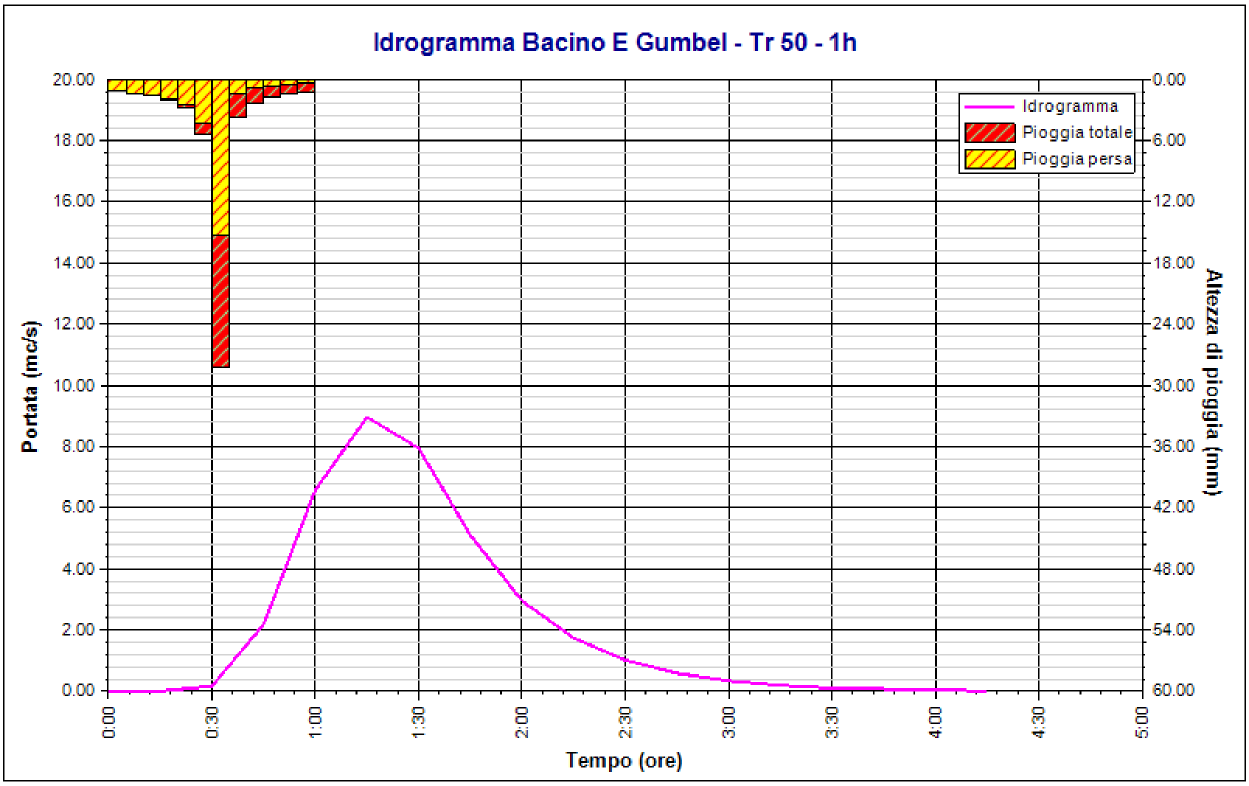
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h
Superficie del bacino: 1.6 kmq
Tlag: 0.636 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 79.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	4.107	4.090	0.018	0.0
2	0.250	15	10.308	8.675	1.633	0.0
3	0.500	30	34.304	17.496	16.808	0.2
4	0.750	45	4.486	1.534	2.952	2.2
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	6.6
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	9.0
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	7.9
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	5.1
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	3.0
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	1.7
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	1.0
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.6
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.3
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.2
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.1
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.1
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.0
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	9.0	mc/s
Istante picco	1.250	ore
Istante picco	75.0	minuti
Durata totale evento	4.250	ore
Volume afflusso	85	mc x 1000
Volume deflusso	34	mc x 1000
Altezza afflusso	53.206	mm
Altezza deflusso	21.360	mm
Coeff. deflusso	0.40	-
Coeff. udometrico	5.60	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino E Gumbel - Tr 50 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

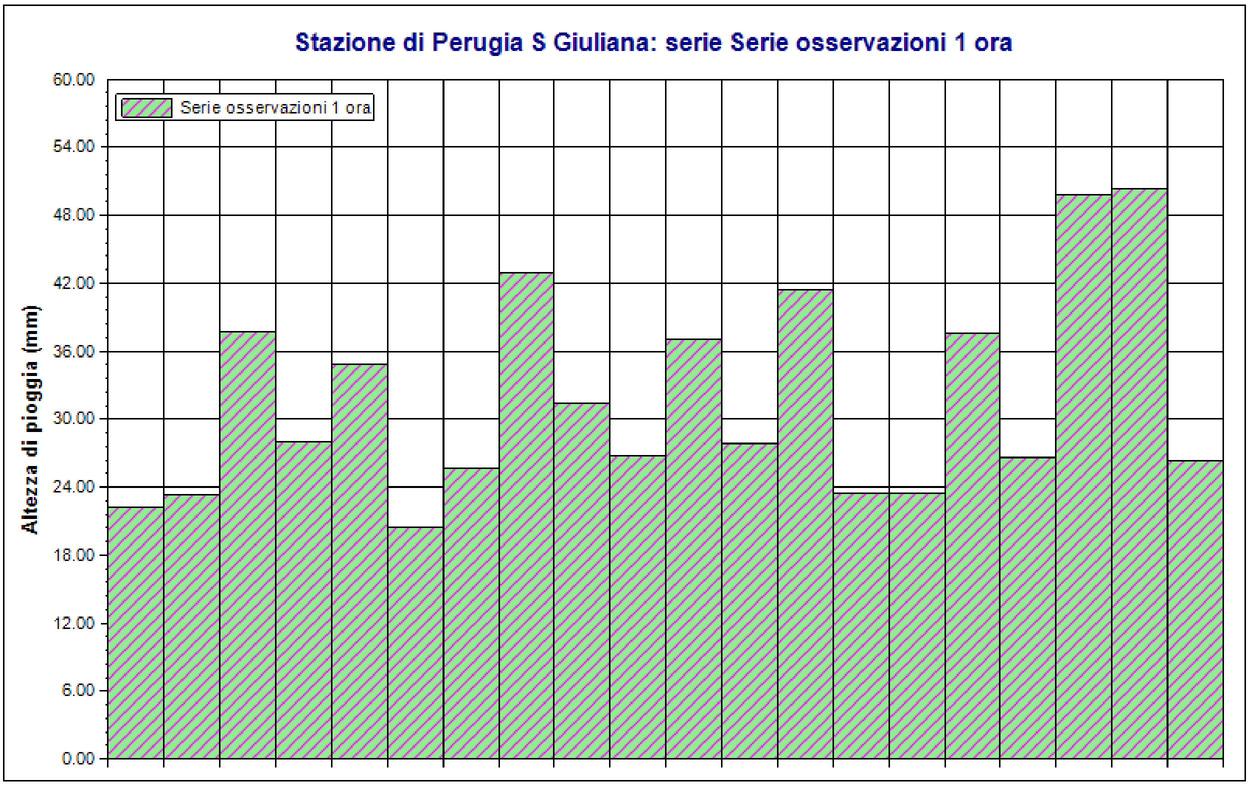
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

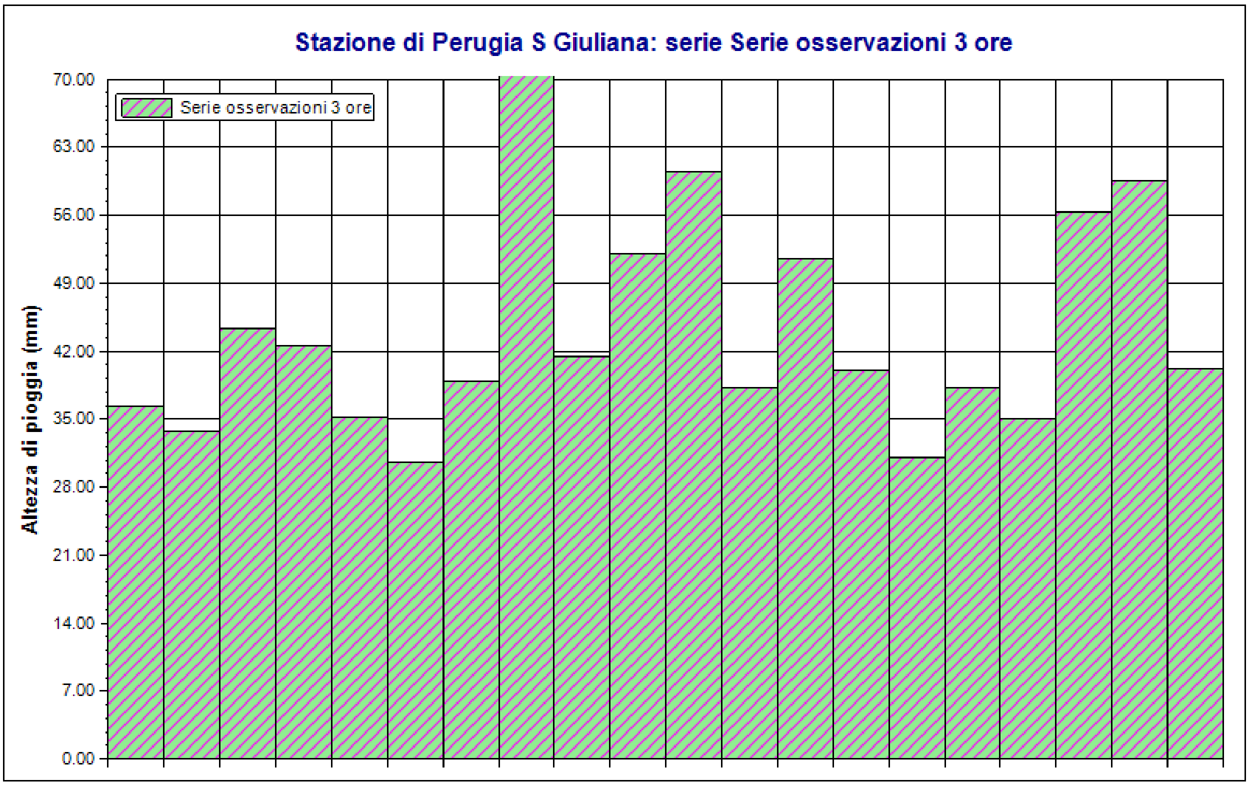
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

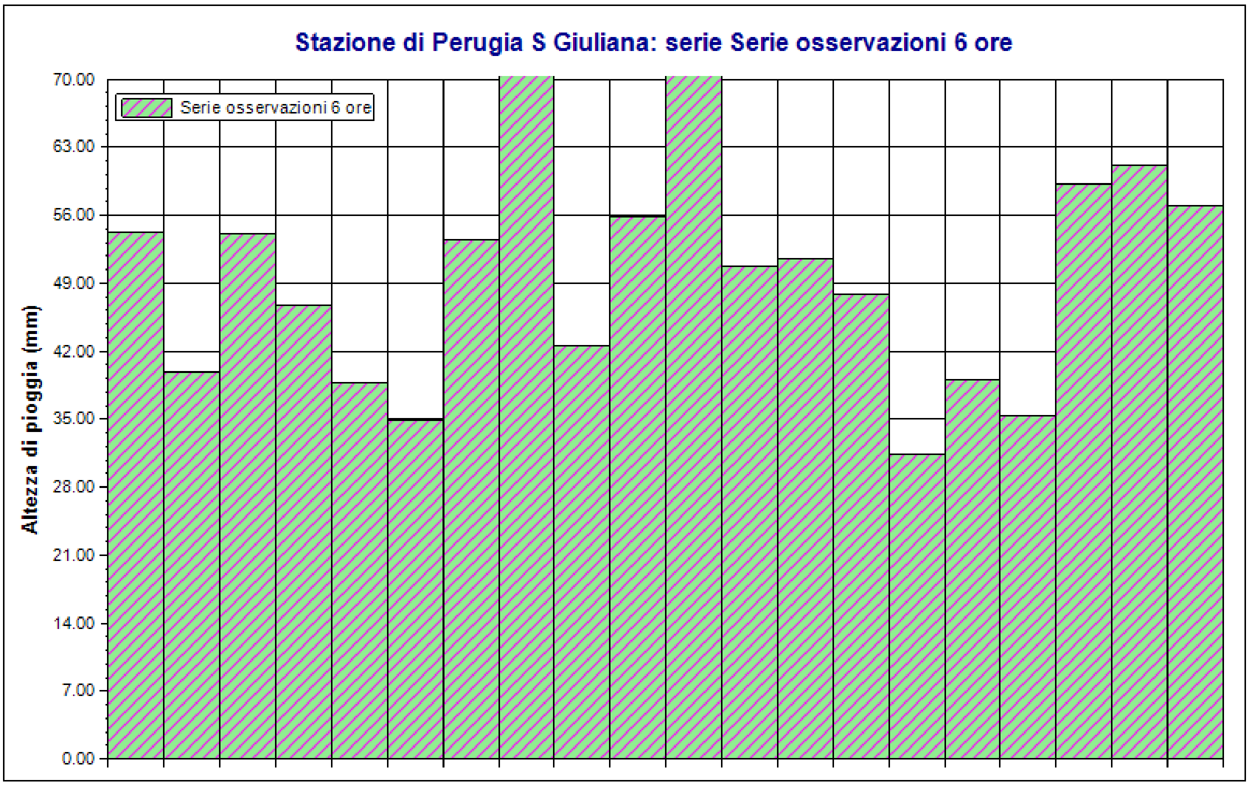
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



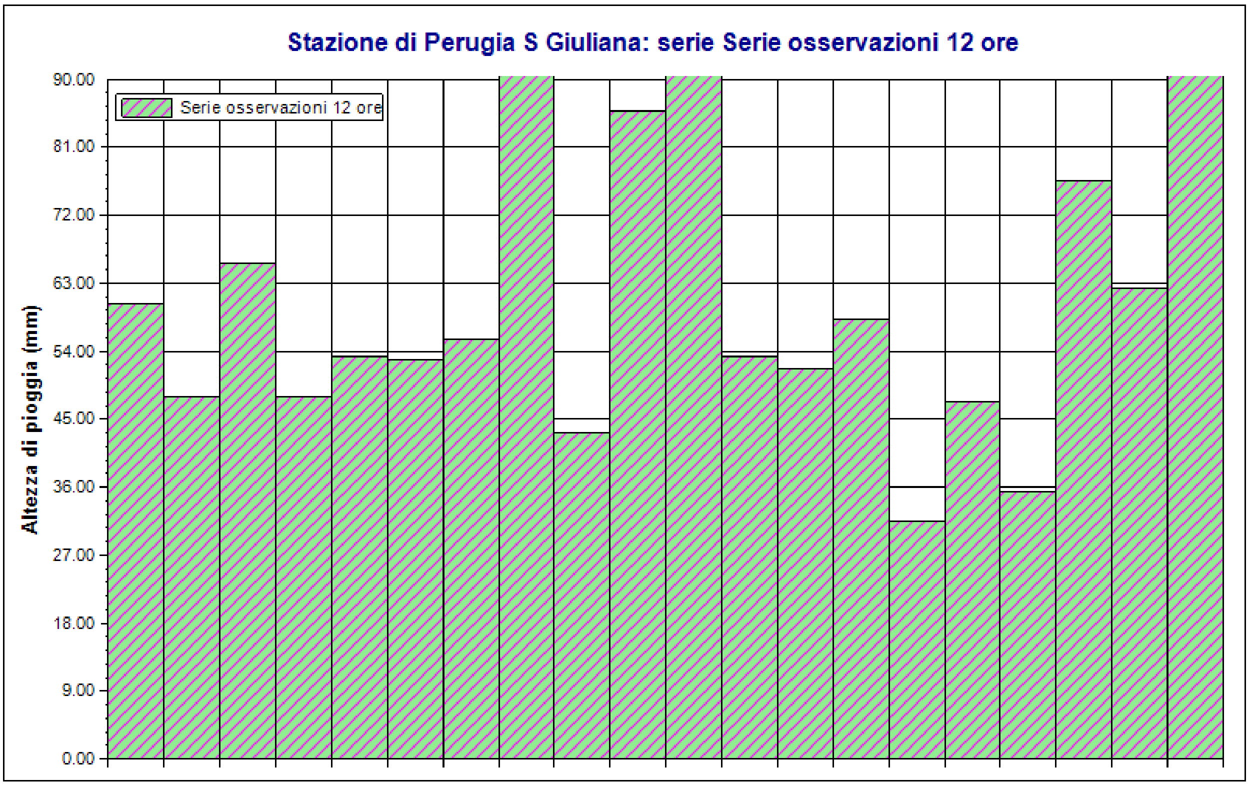
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



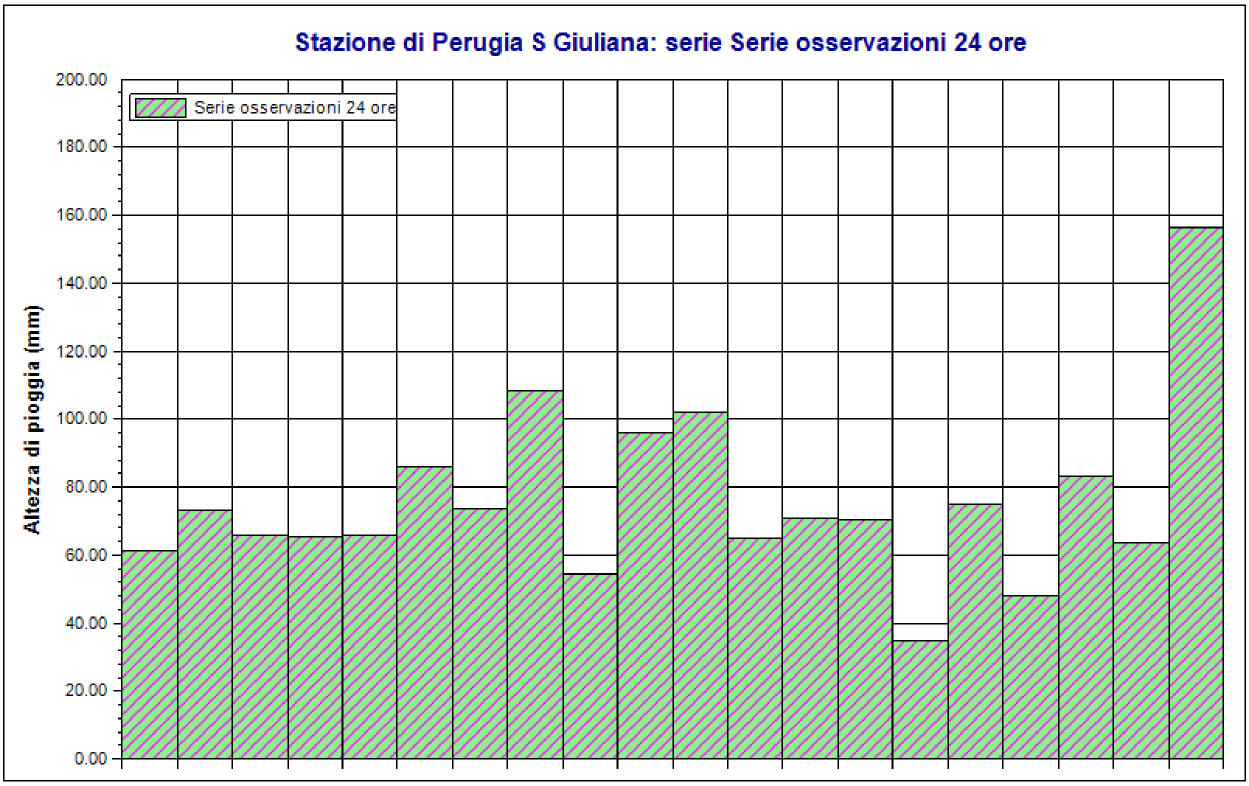
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di *k* (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di *z*, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per *k* tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della *x* dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

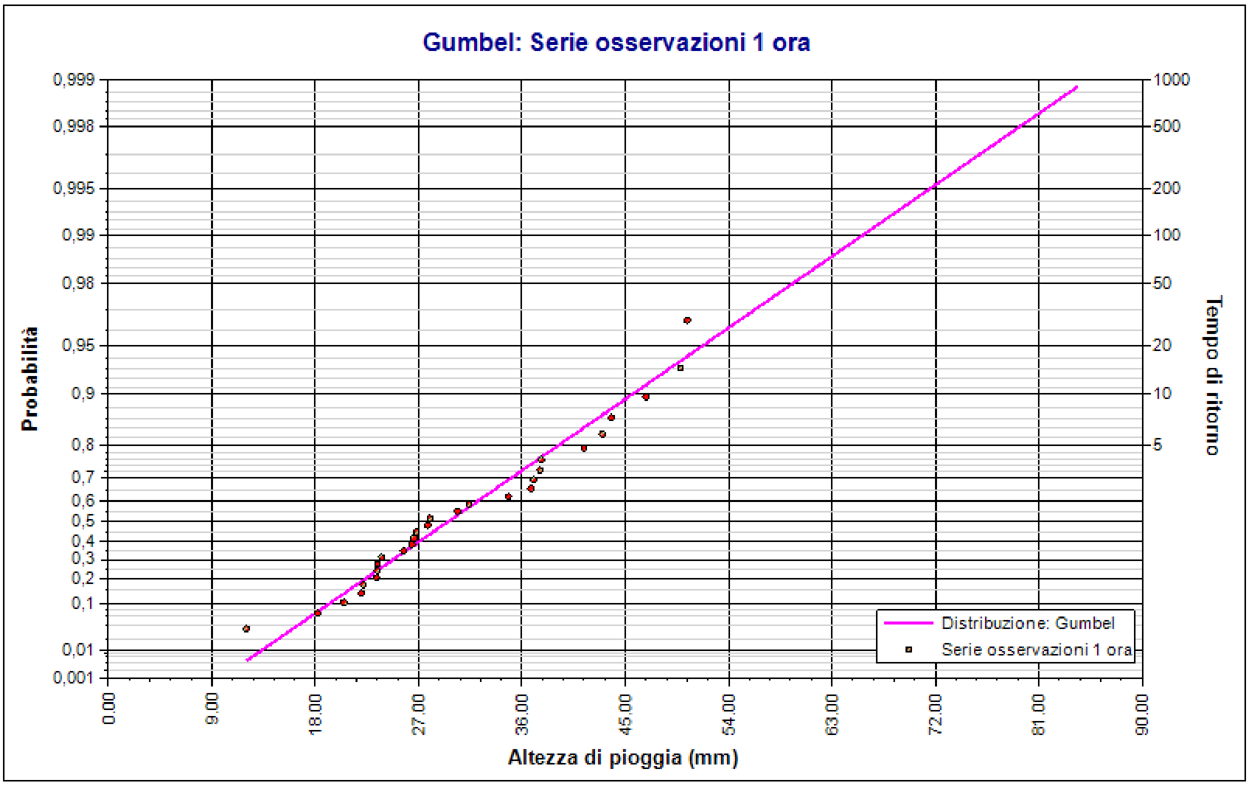
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

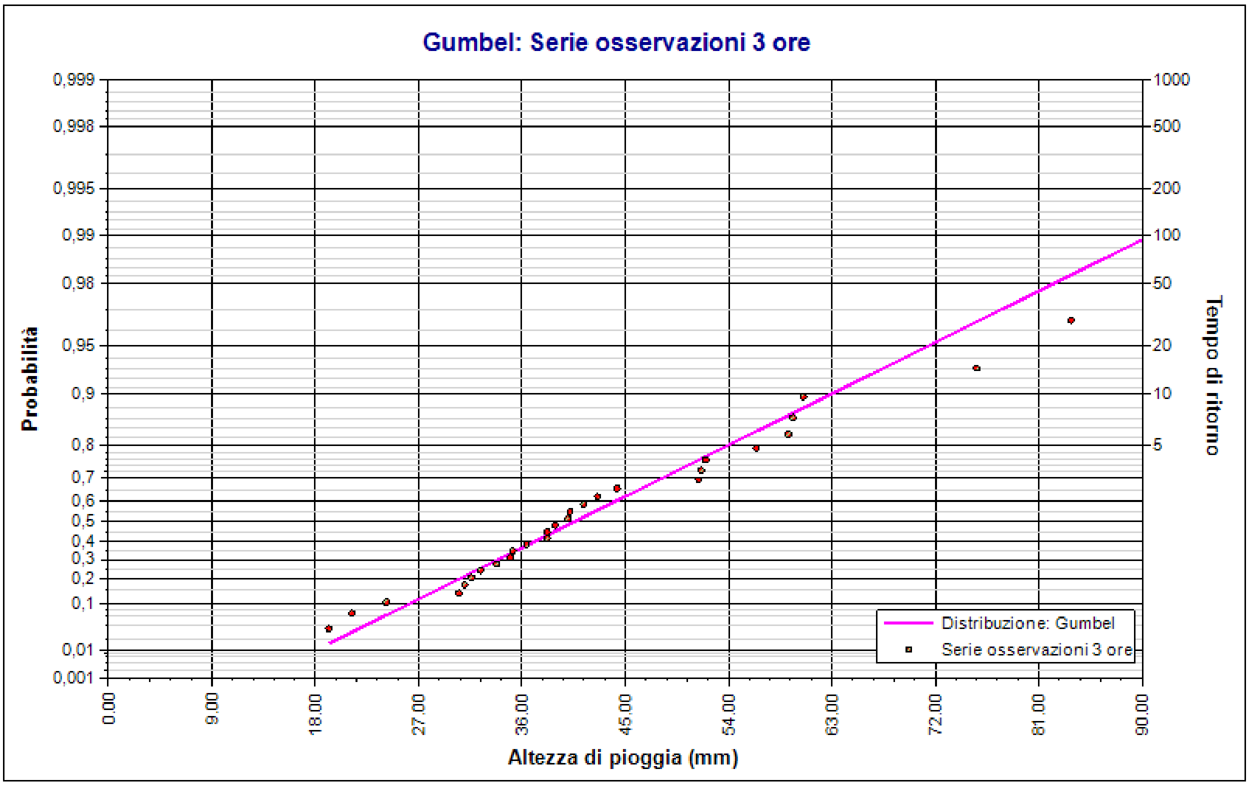
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}117\left(x-26{,}399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}084\left(x-36{,}187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}071\left(x-42{,}675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}062\left(x-49{,}811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}052\left(x-60{,}310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

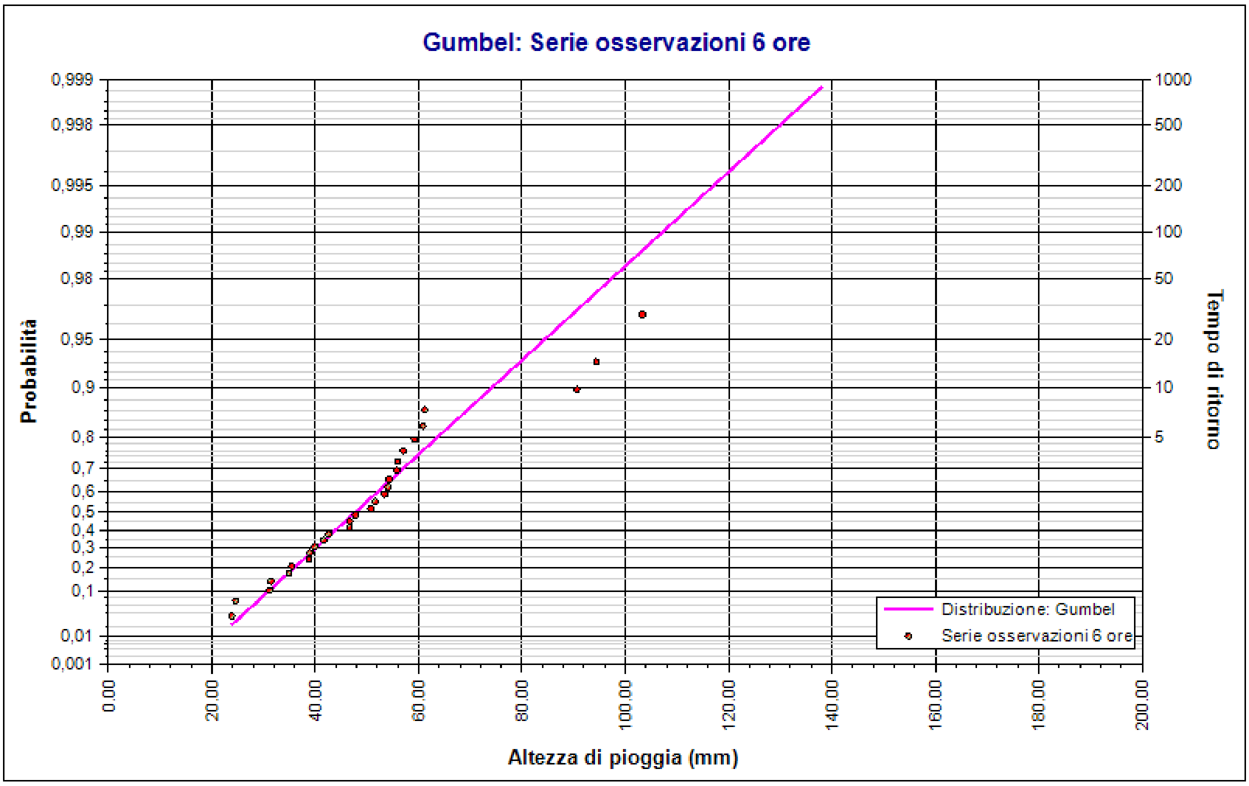
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



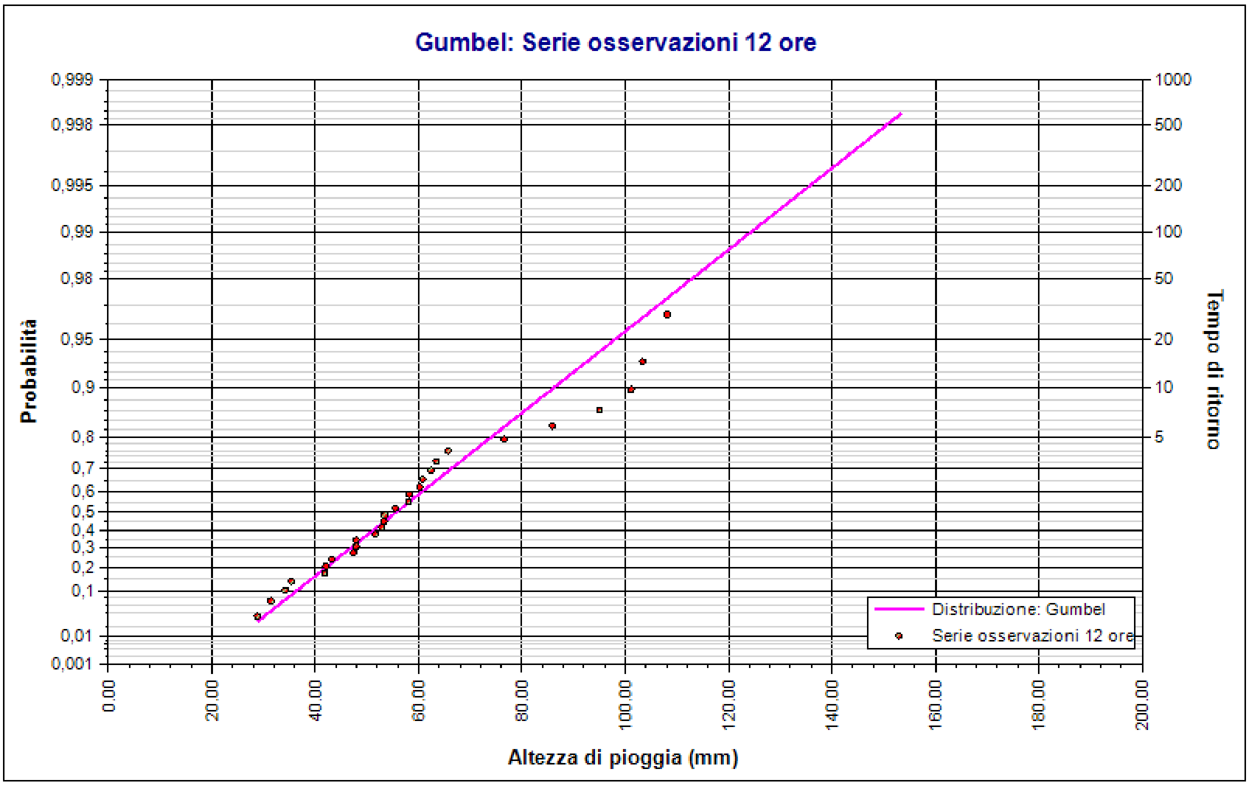
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



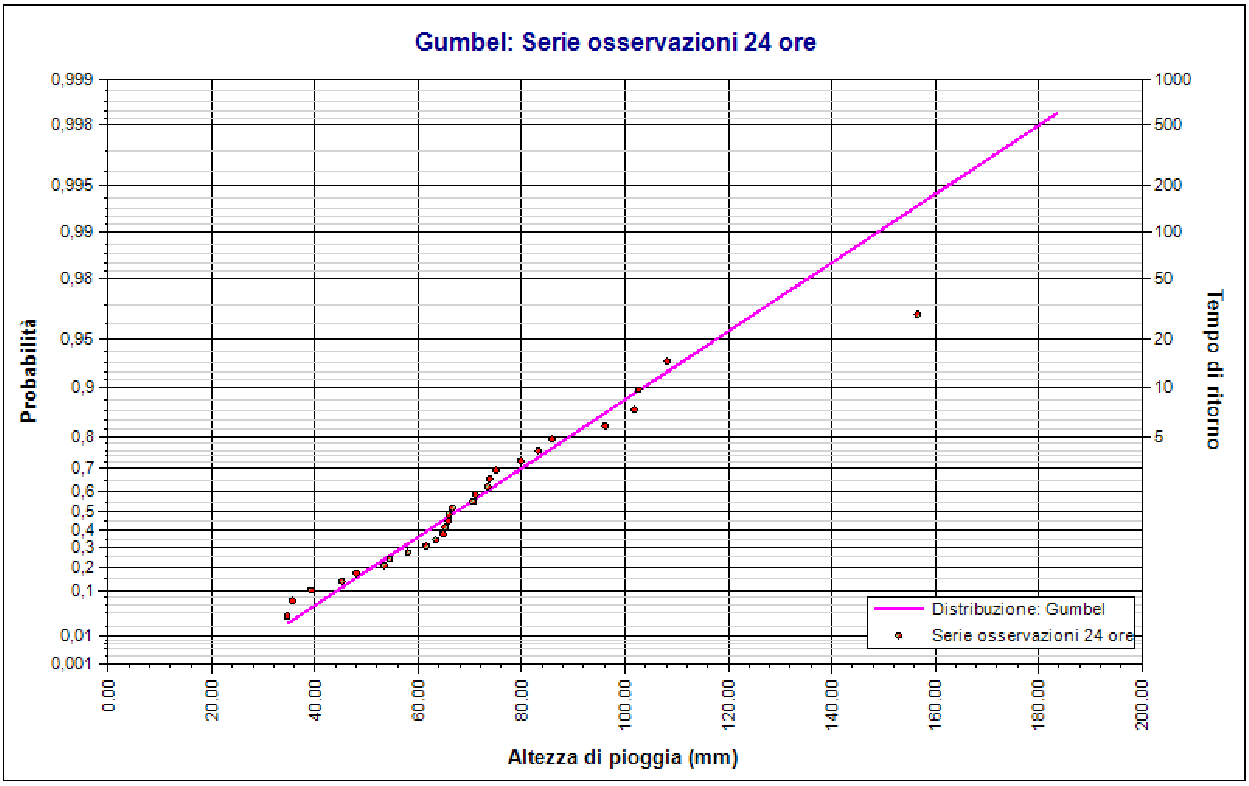
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 25.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

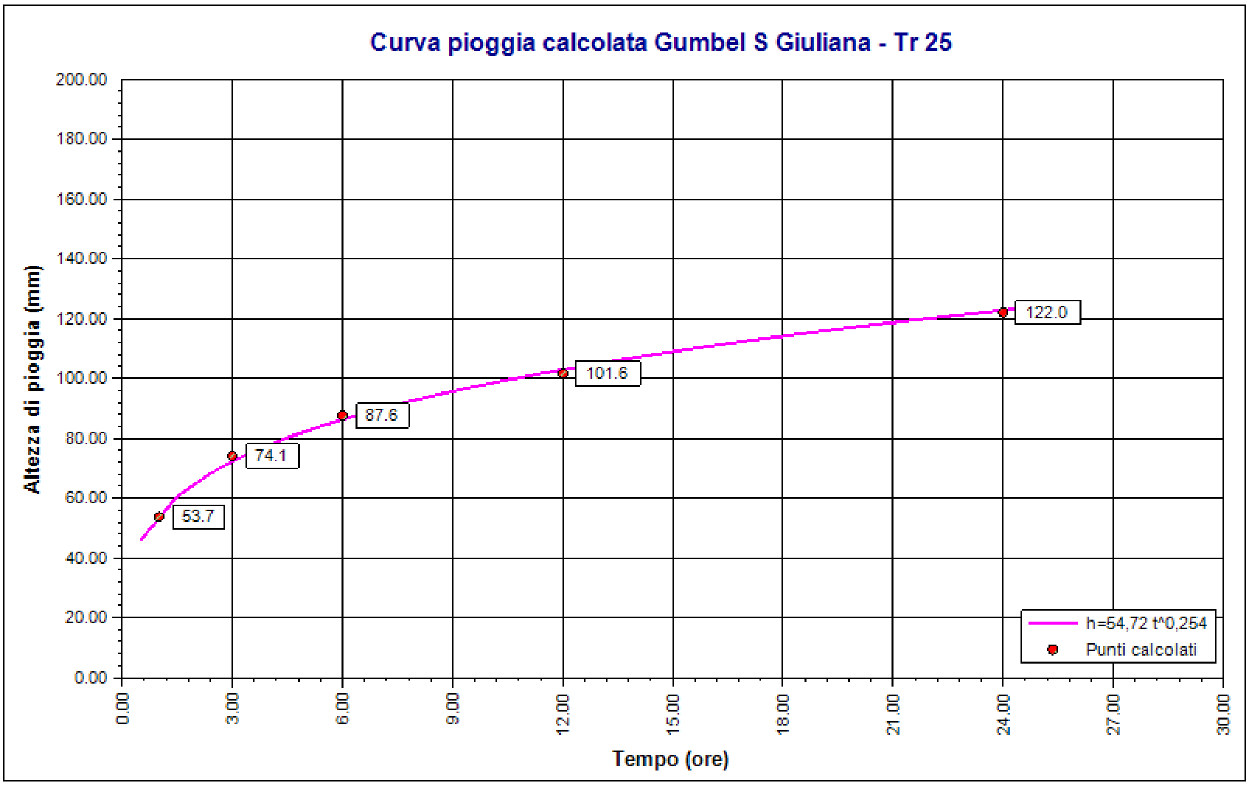
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	53.676
2	3.000	180	74.114
3	6.000	360	87.570
4	12.000	720	101.646
5	24.000	1440	122.021

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
54.72	0.25	1.00	$h(t) = 54{,}7\, t^{0{,}254}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	54.717		9	95.690		17	112.494
2	65.268		10	98.290		18	114.142
3	72.359		11	100.702		19	115.723
4	77.853		12	102.956		20	117.243
5	82.400		13	105.073		21	118.707
6	86.312		14	107.073		22	120.120
7	89.764		15	108.969		23	121.486
8	92.866		16	110.773		24	122.808



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

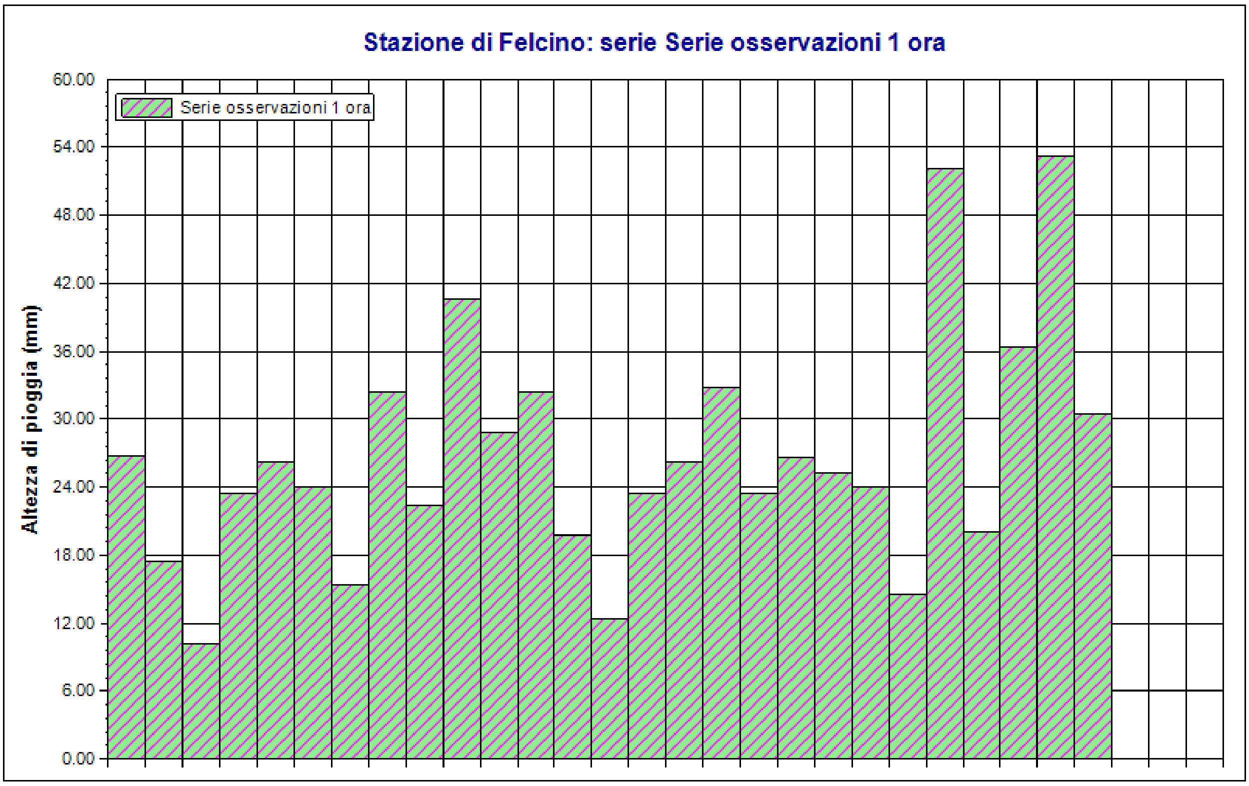
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

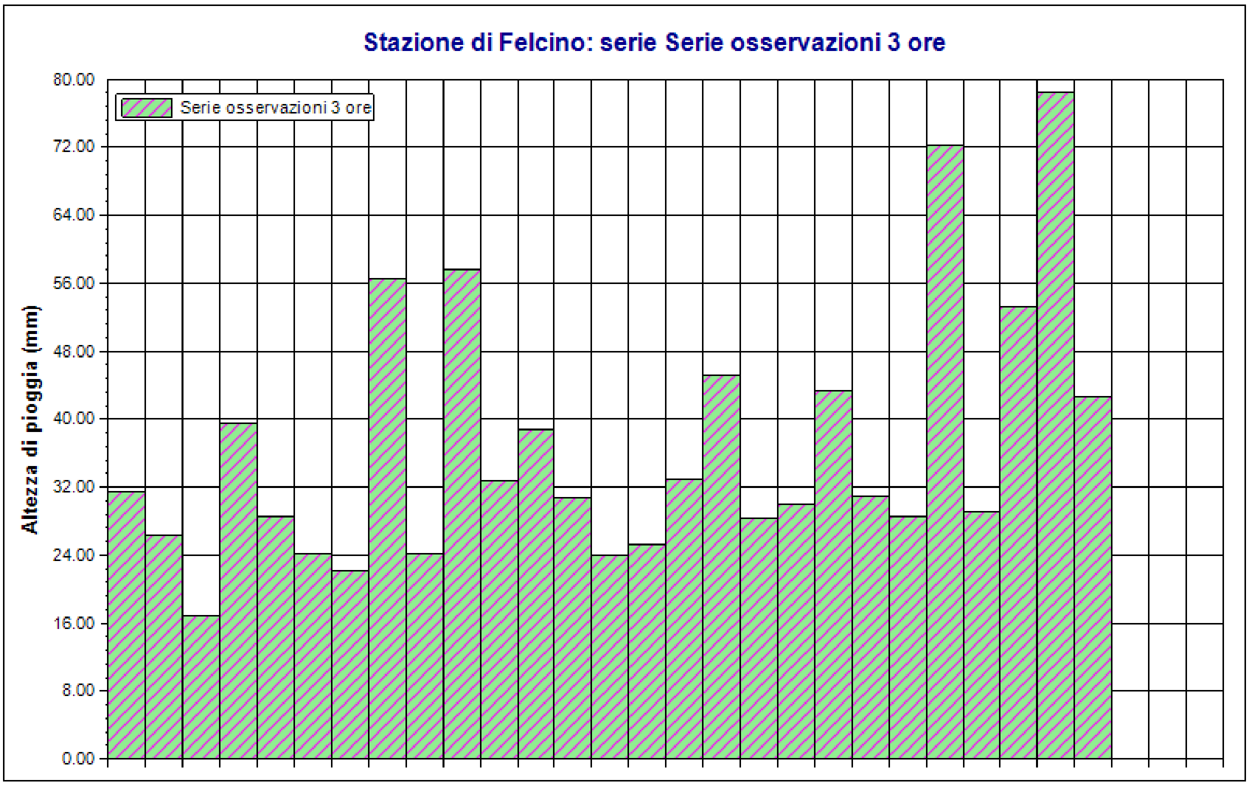
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

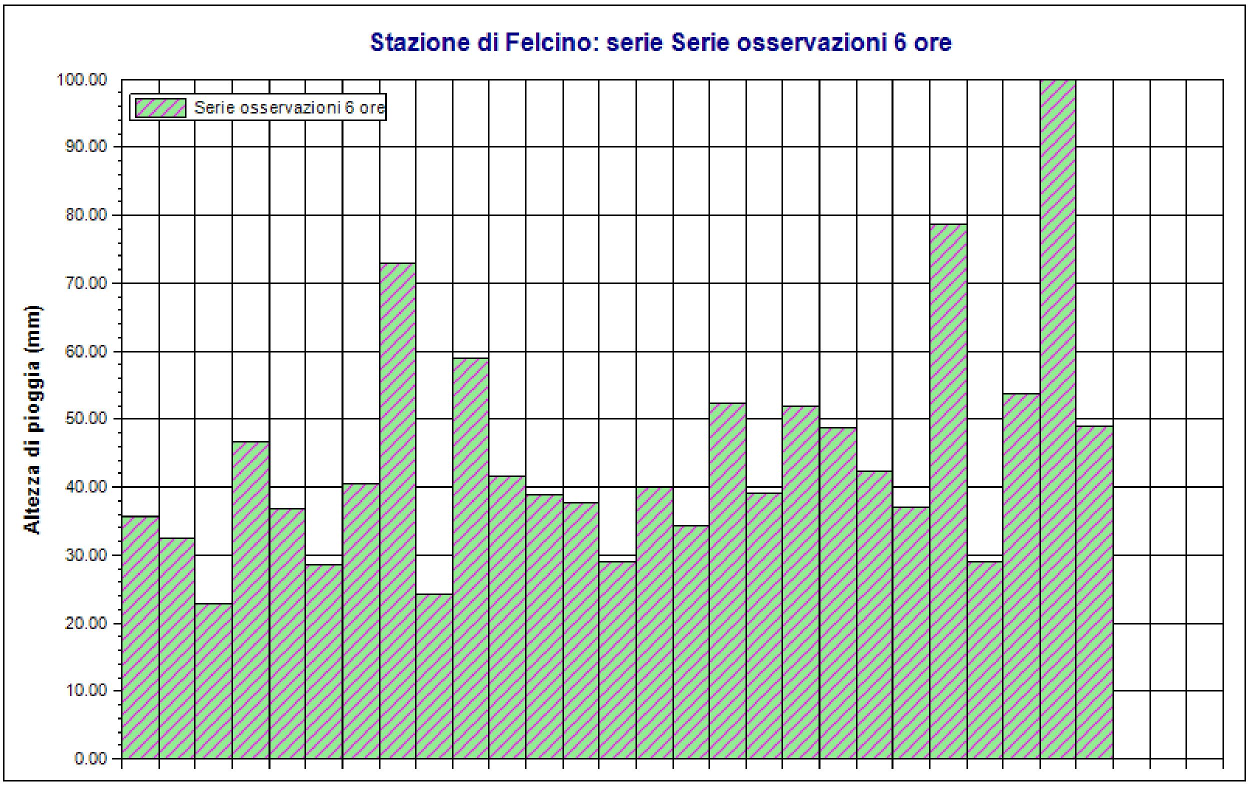
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



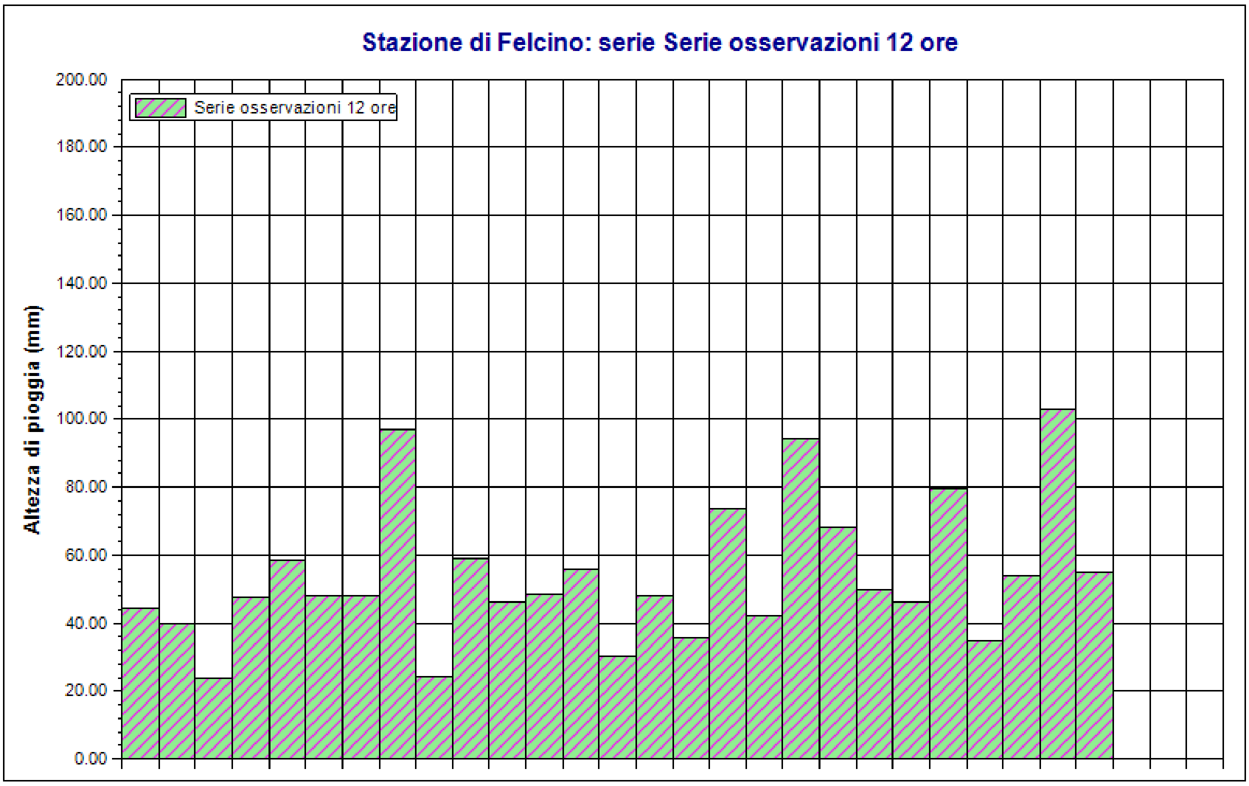
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



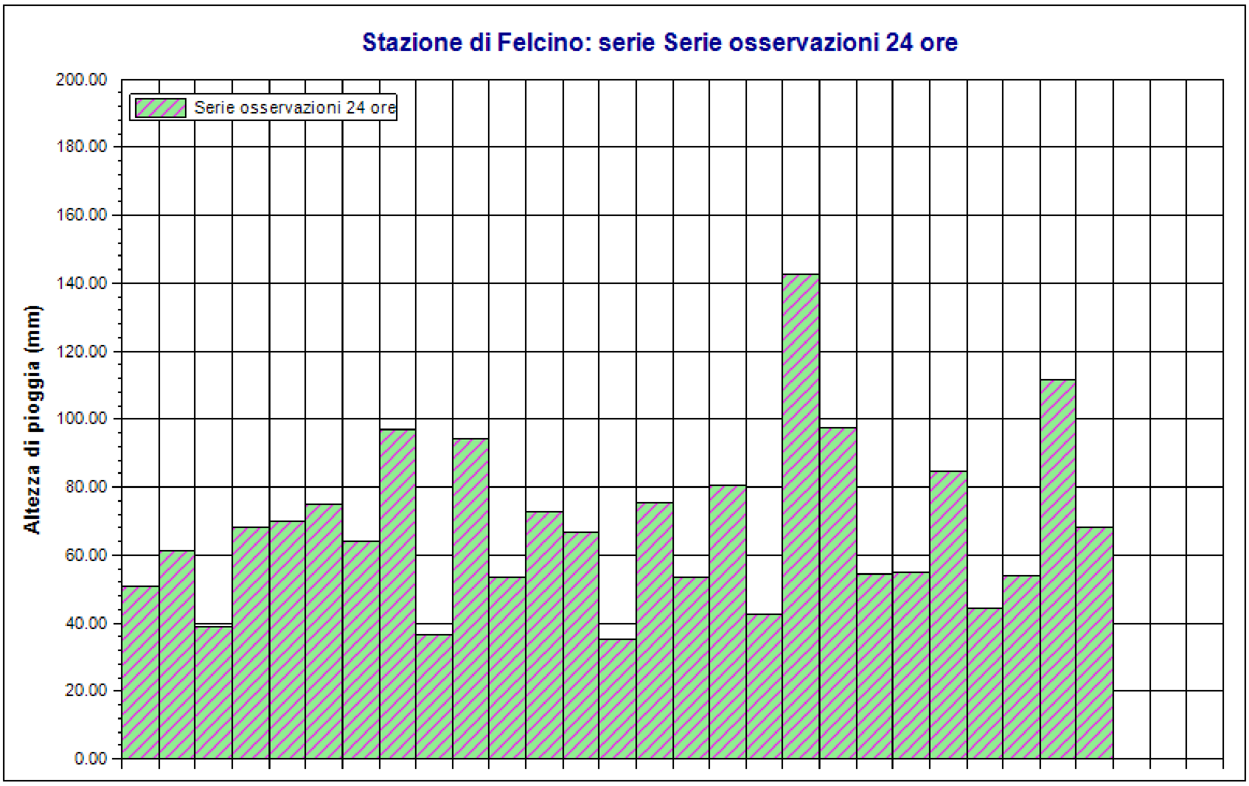
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

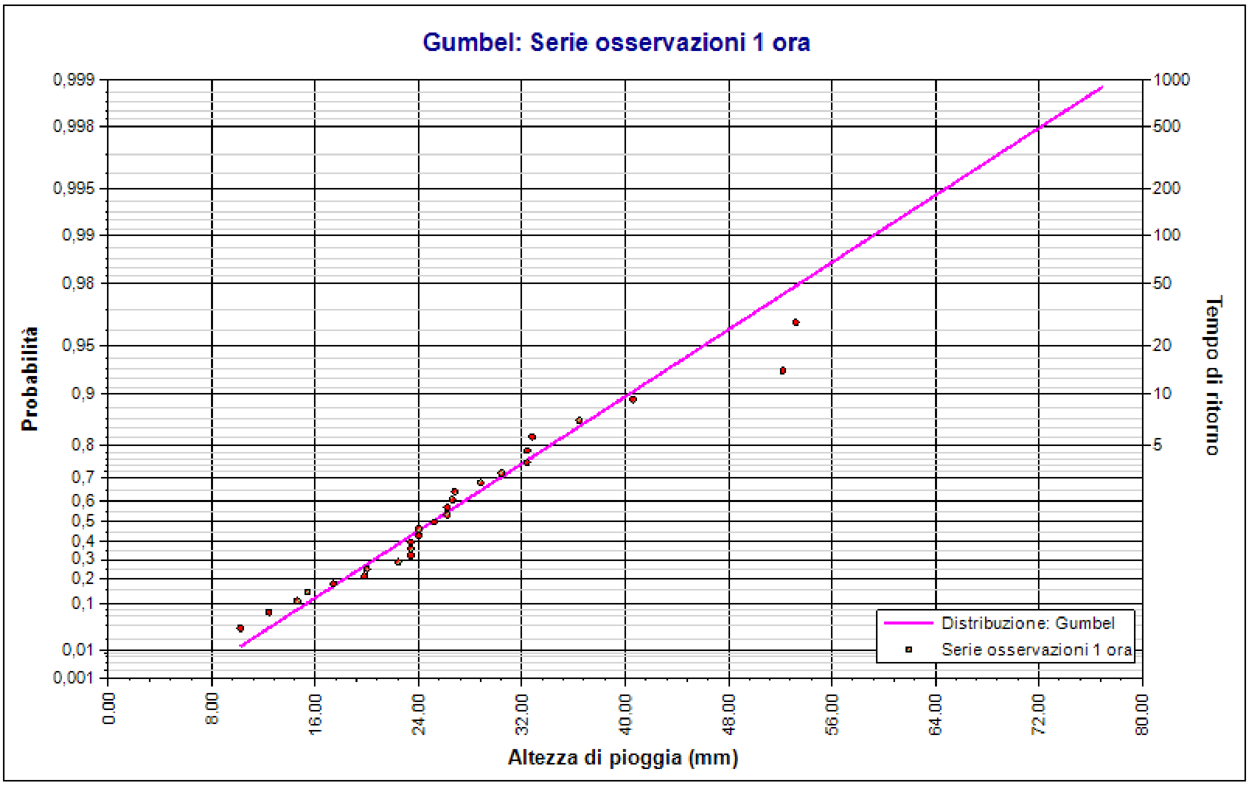
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

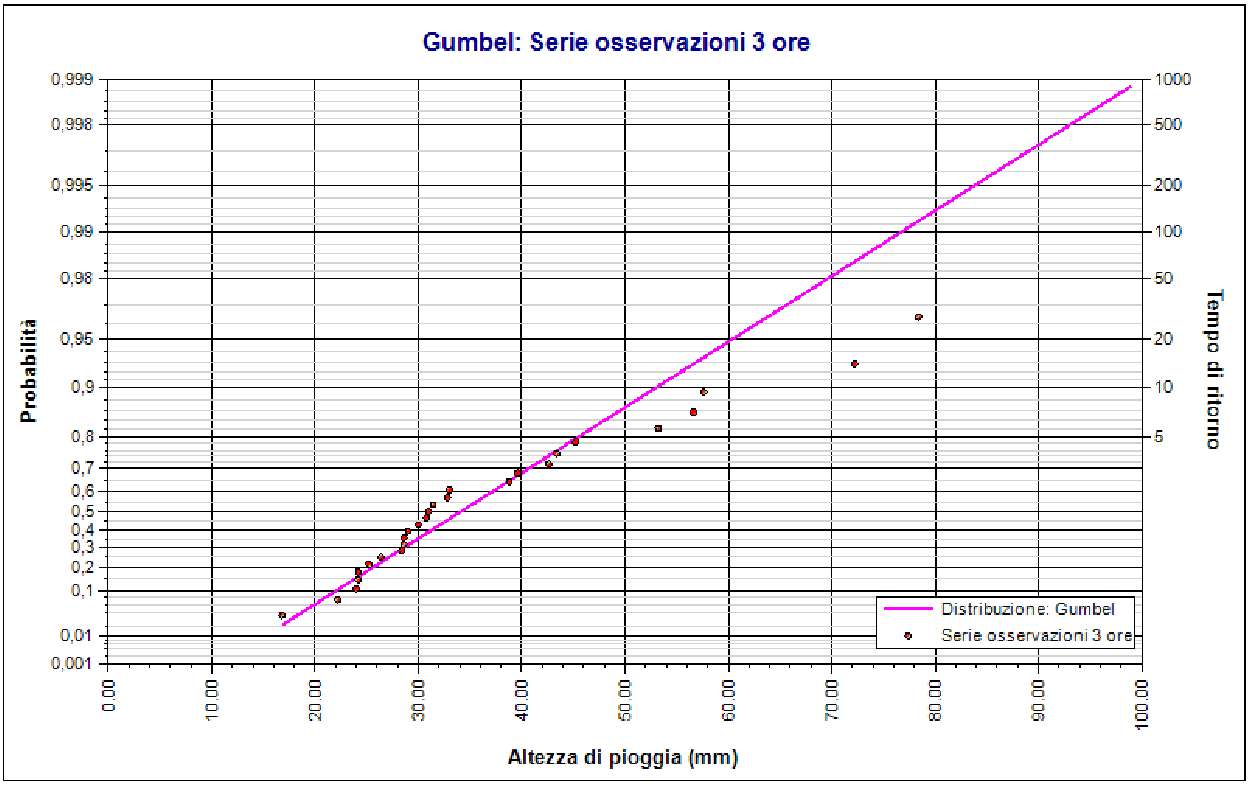
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}124\left(x-22{,}103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}099\left(x-30{,}422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}087\left(x-37{,}409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}064\left(x-44{,}797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}055\left(x-57{,}579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

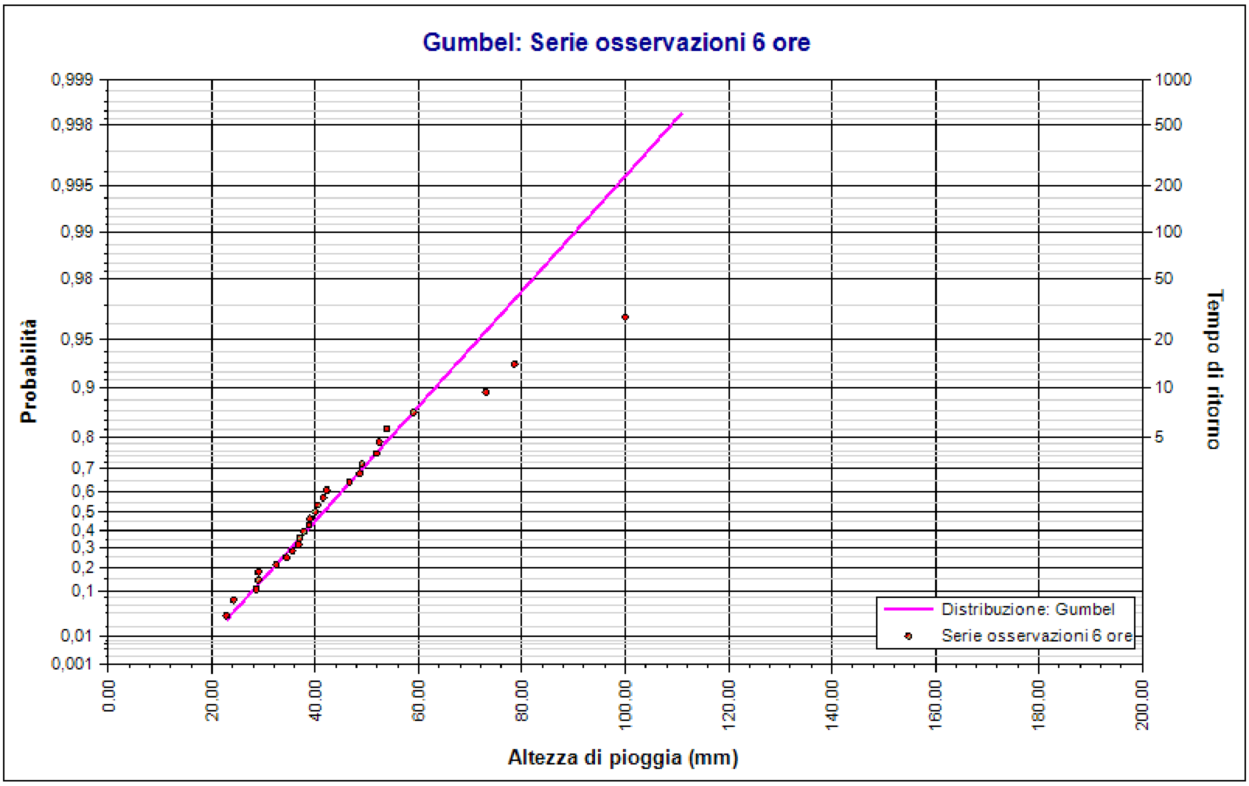
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



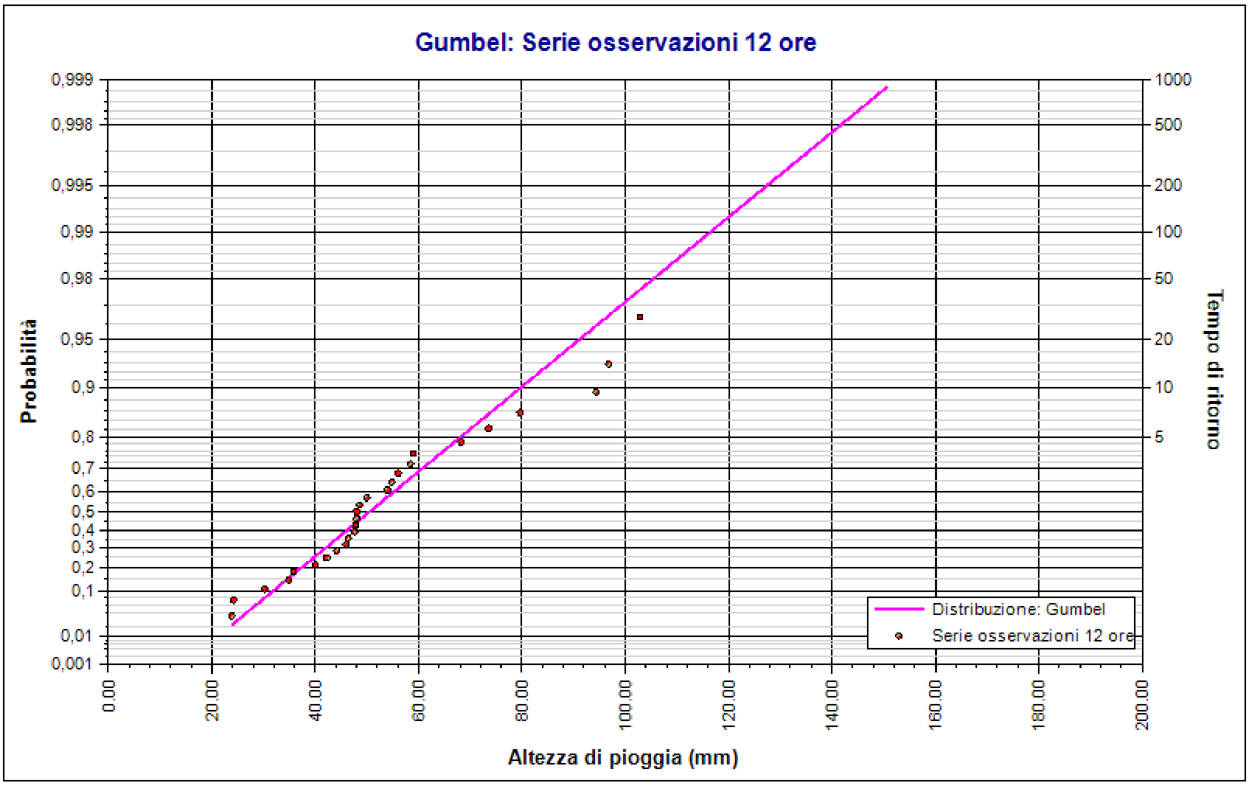
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



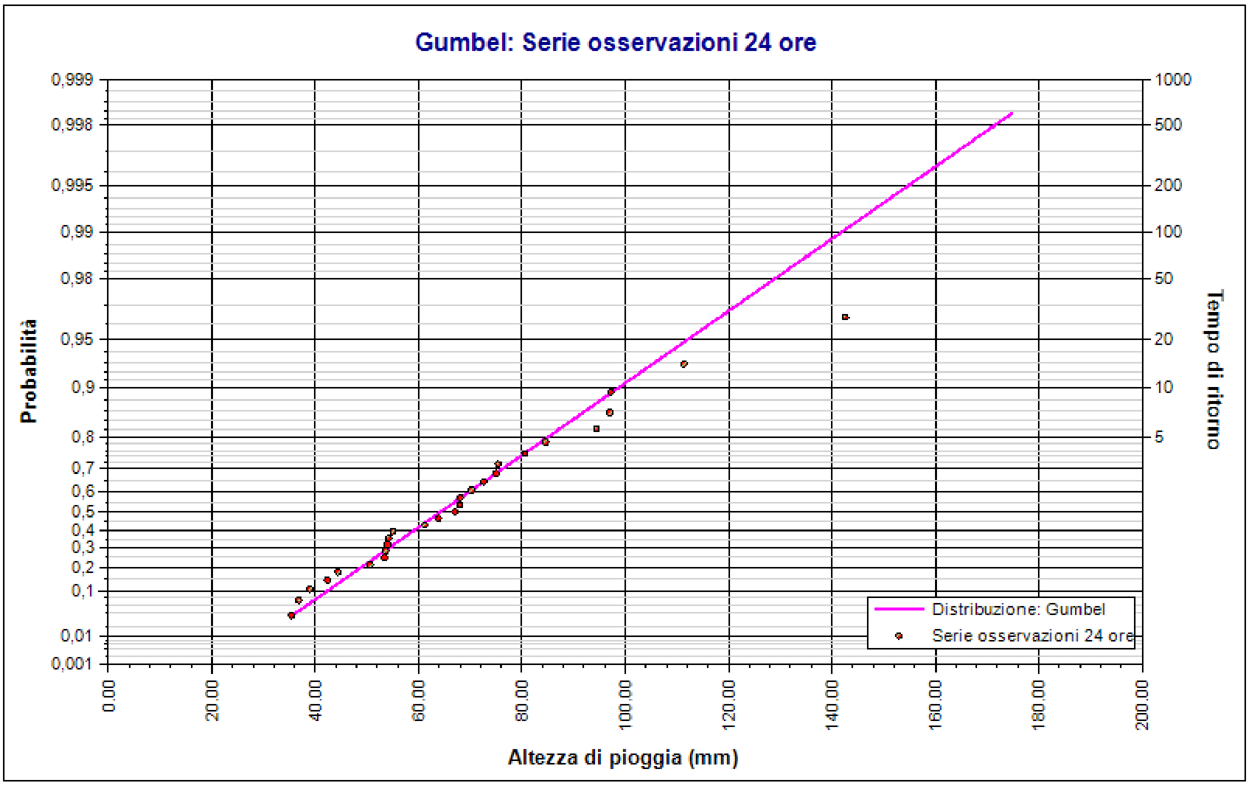
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 25.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

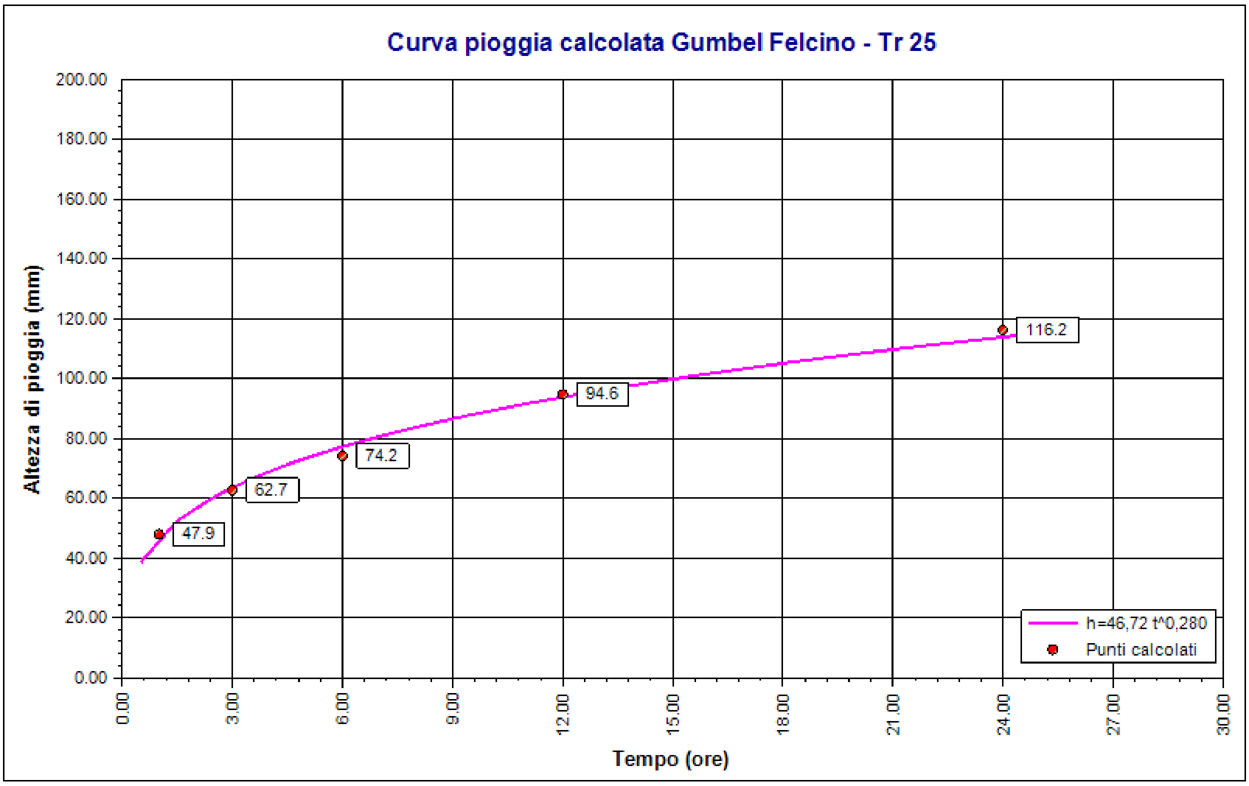
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	47.905
2	3.000	180	62.653
3	6.000	360	74.177
4	12.000	720	94.649
5	24.000	1440	116.221

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
46.72	0.28	1.00	$h(t) = 46,7\, t^{0,280}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	46.723	9	86.504	17	103.387
2	56.744	10	89.097	18	105.057
3	63.574	11	91.510	19	106.661
4	68.914	12	93.769	20	108.206
5	73.362	13	95.897	21	109.696
6	77.210	14	97.910	22	111.136
7	80.619	15	99.822	23	112.530
8	83.694	16	101.645	24	113.881



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

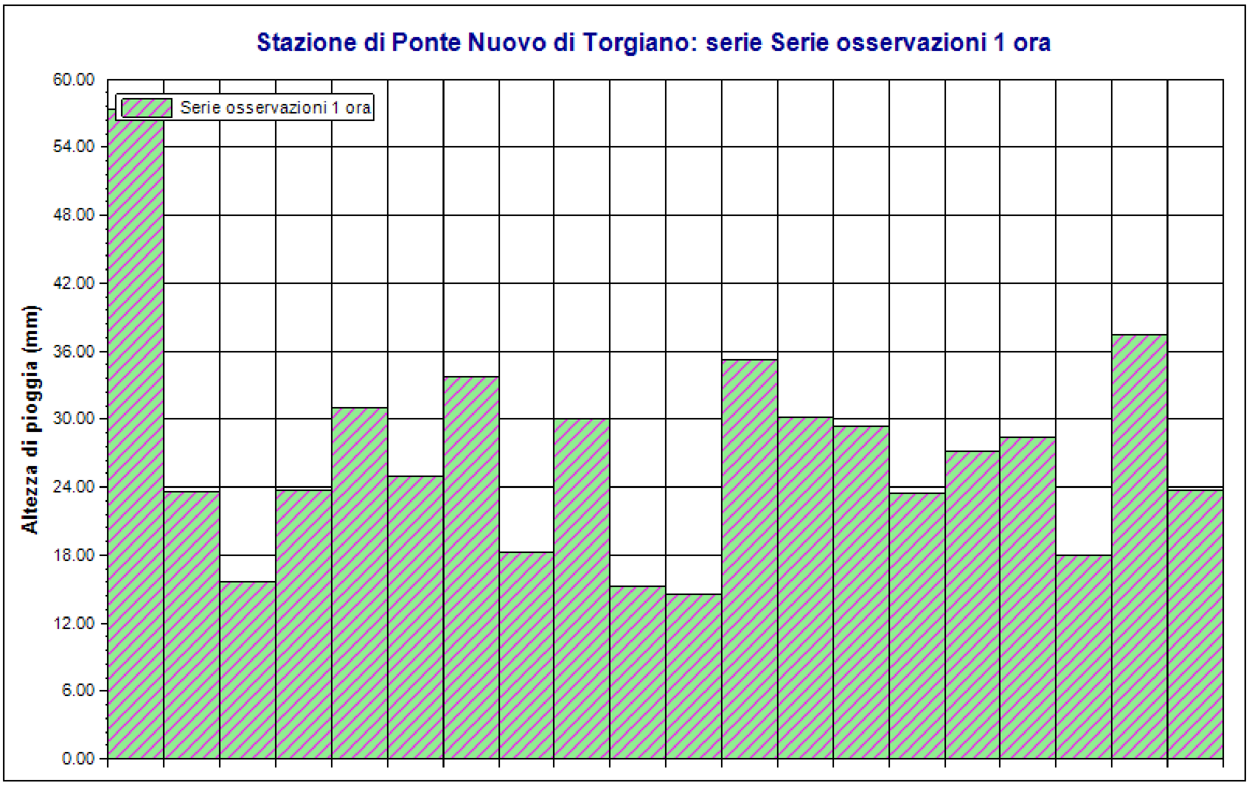
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

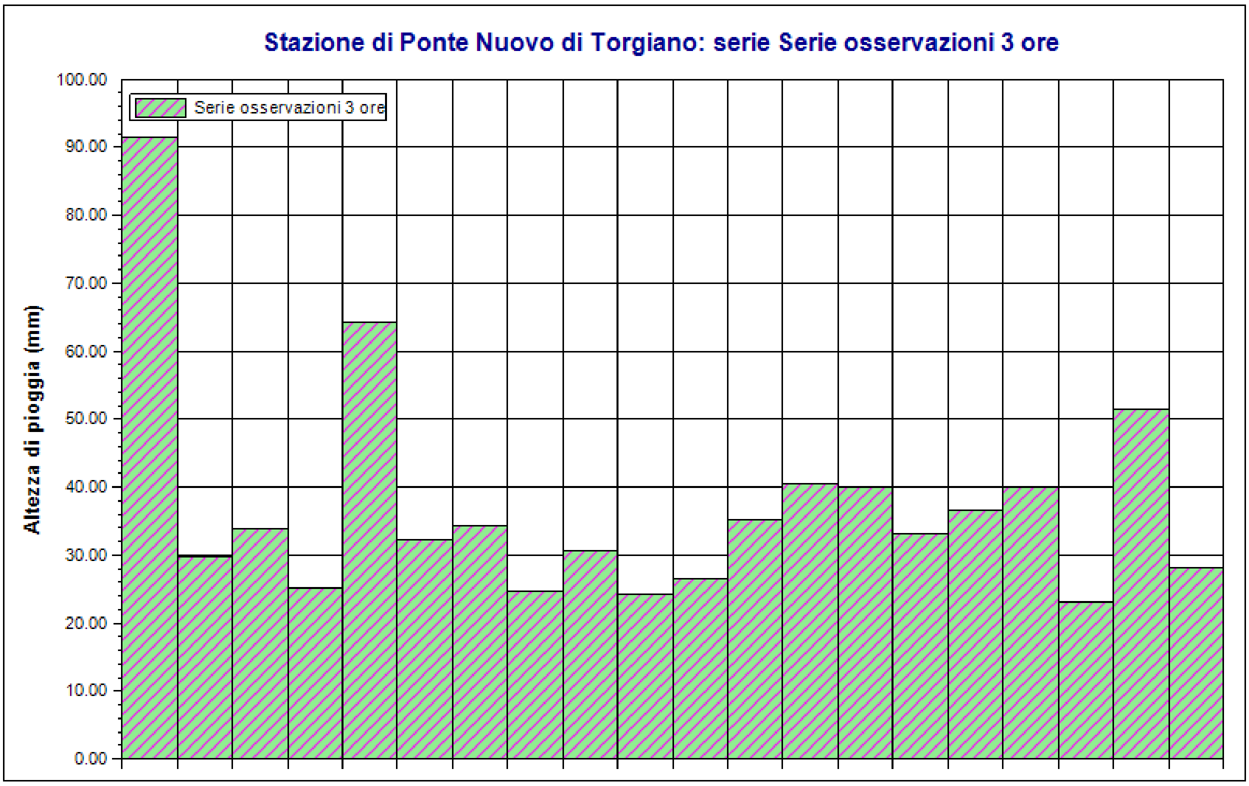
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

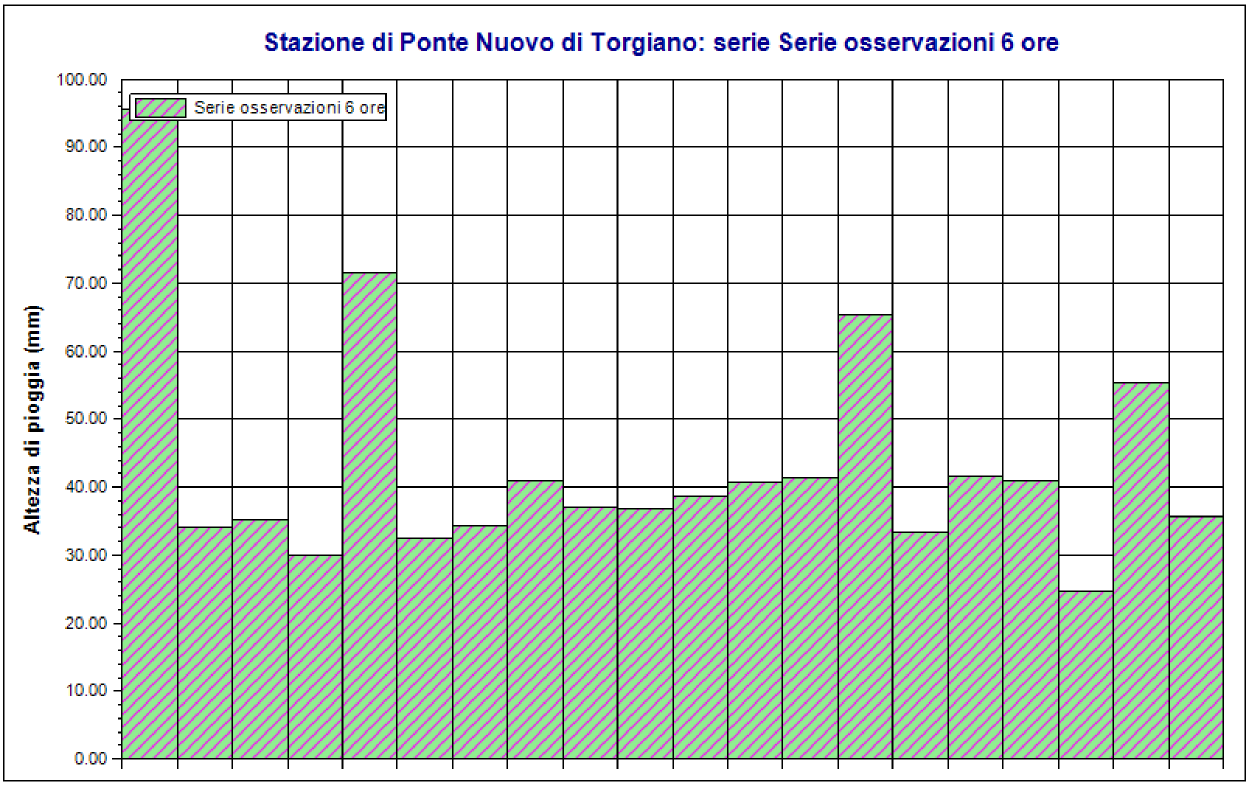
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



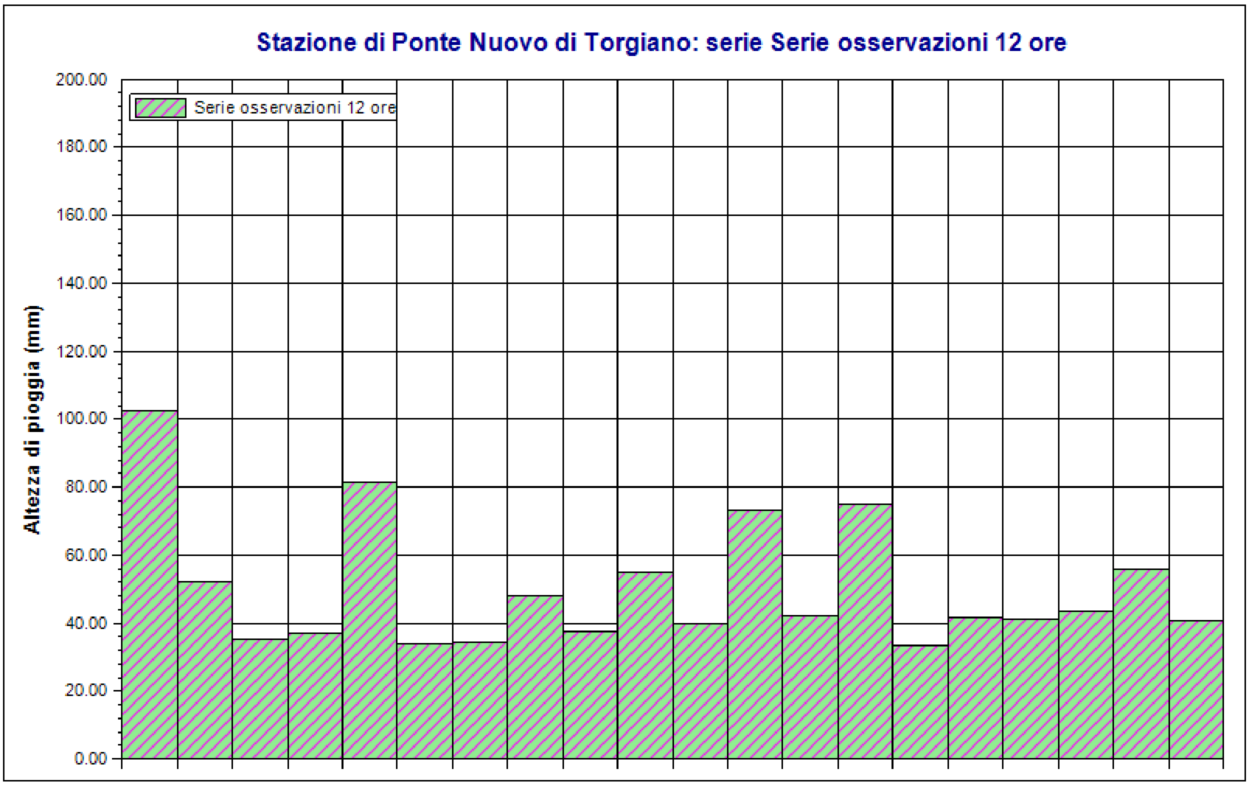
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



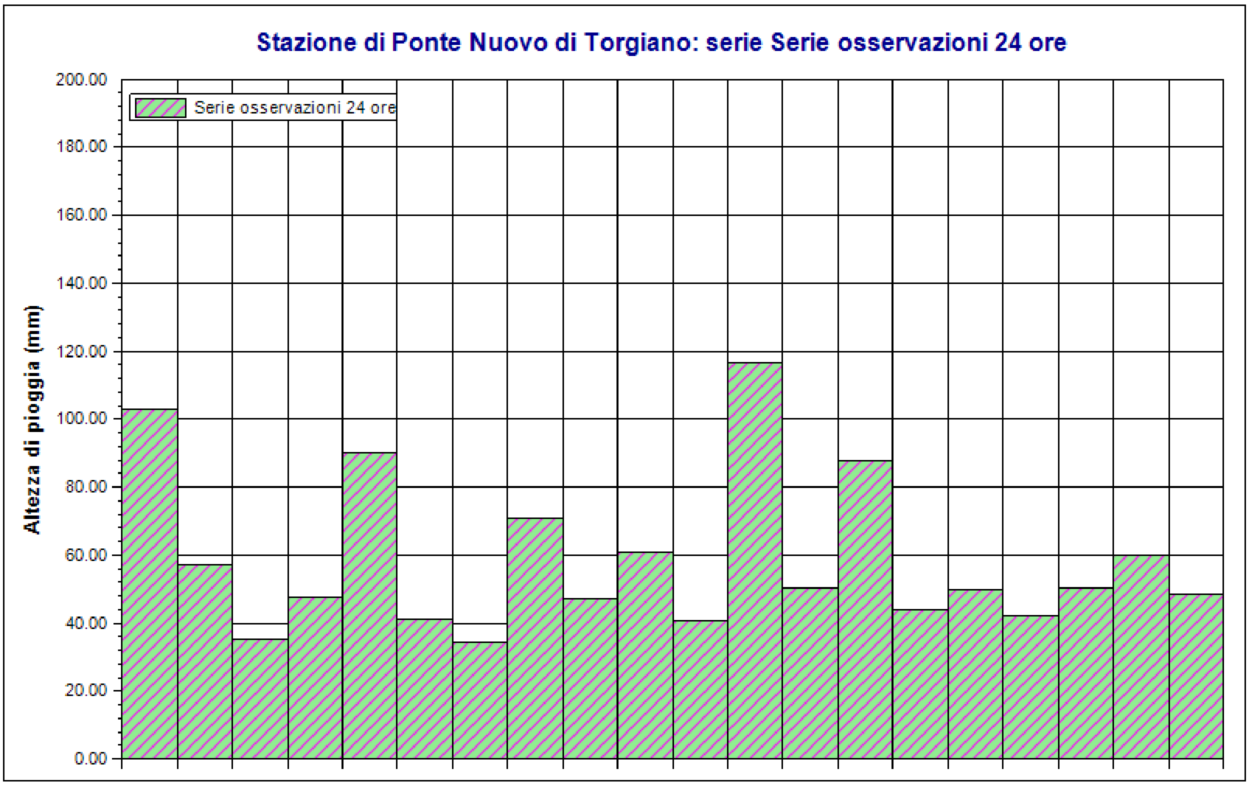
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k} \cdot e^{-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

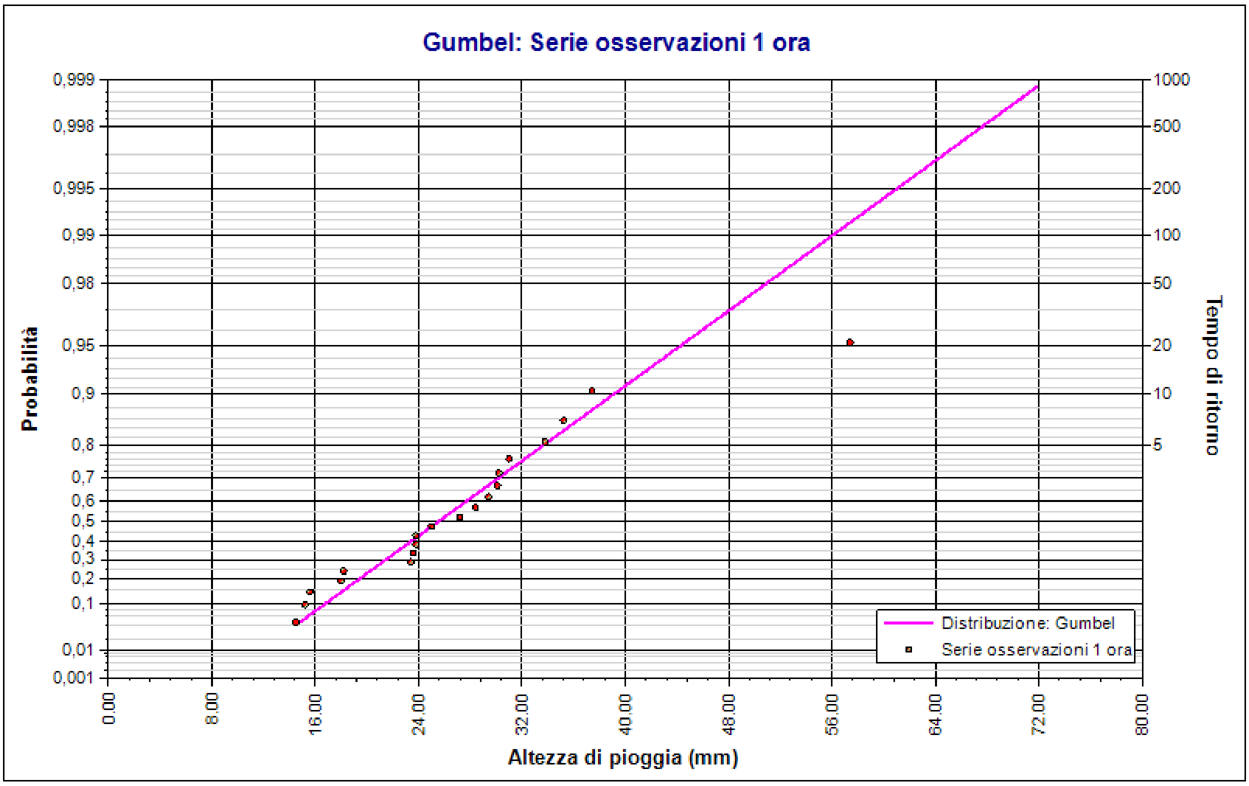
Parametro	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

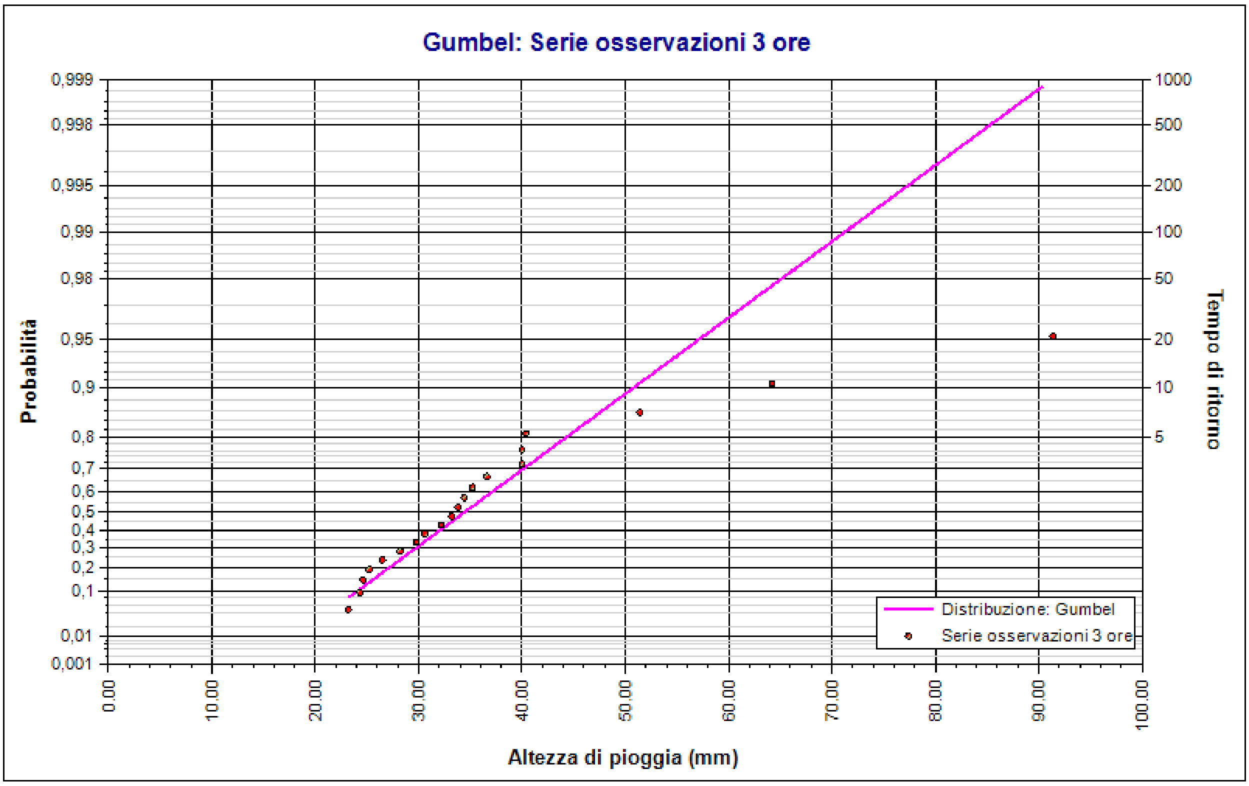
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x-22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x-31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x-36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x-42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x-49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

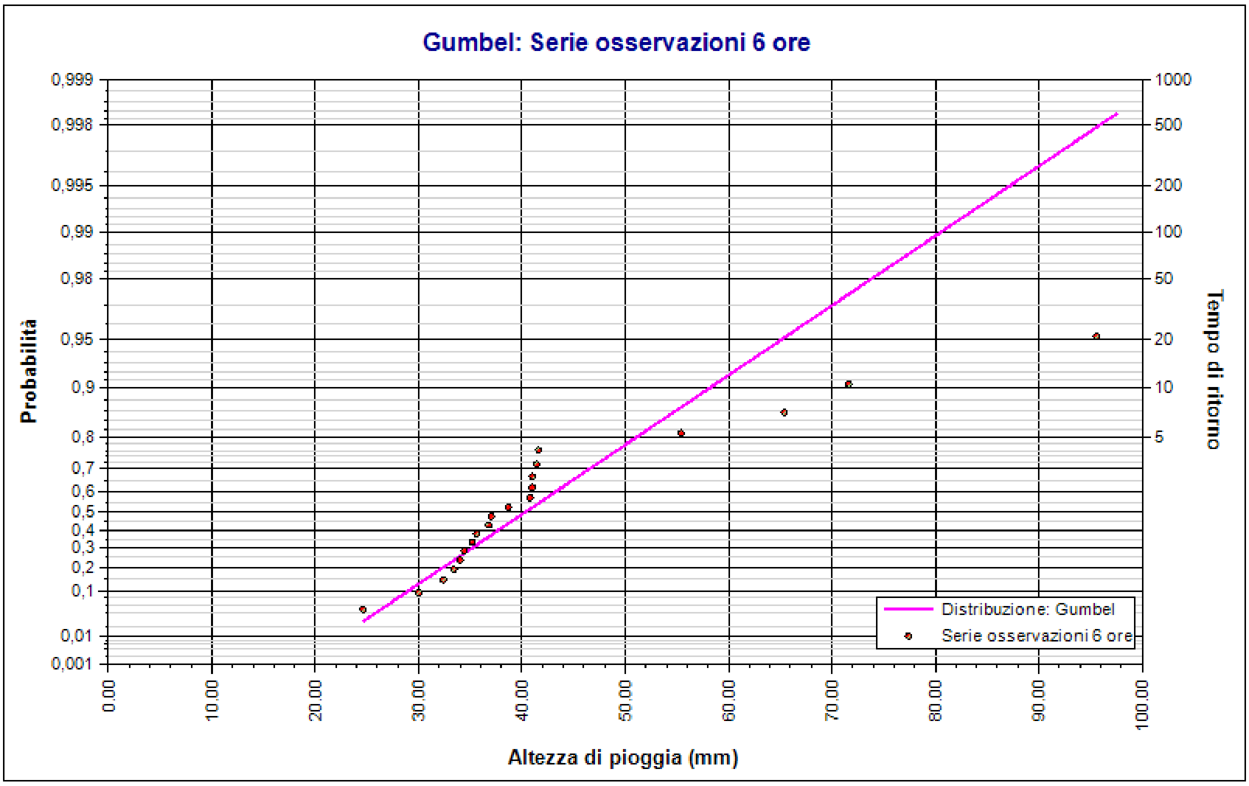
Tempi di ritorno	**Durate**				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



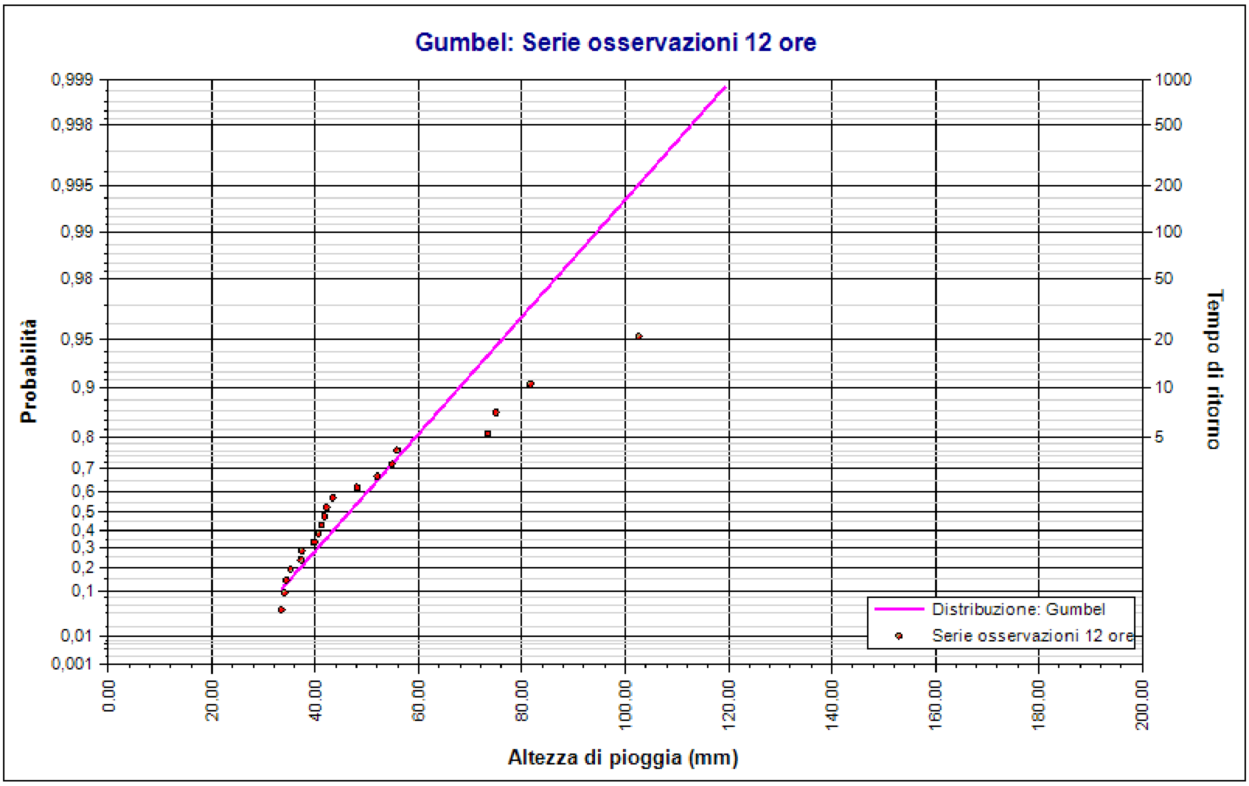
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



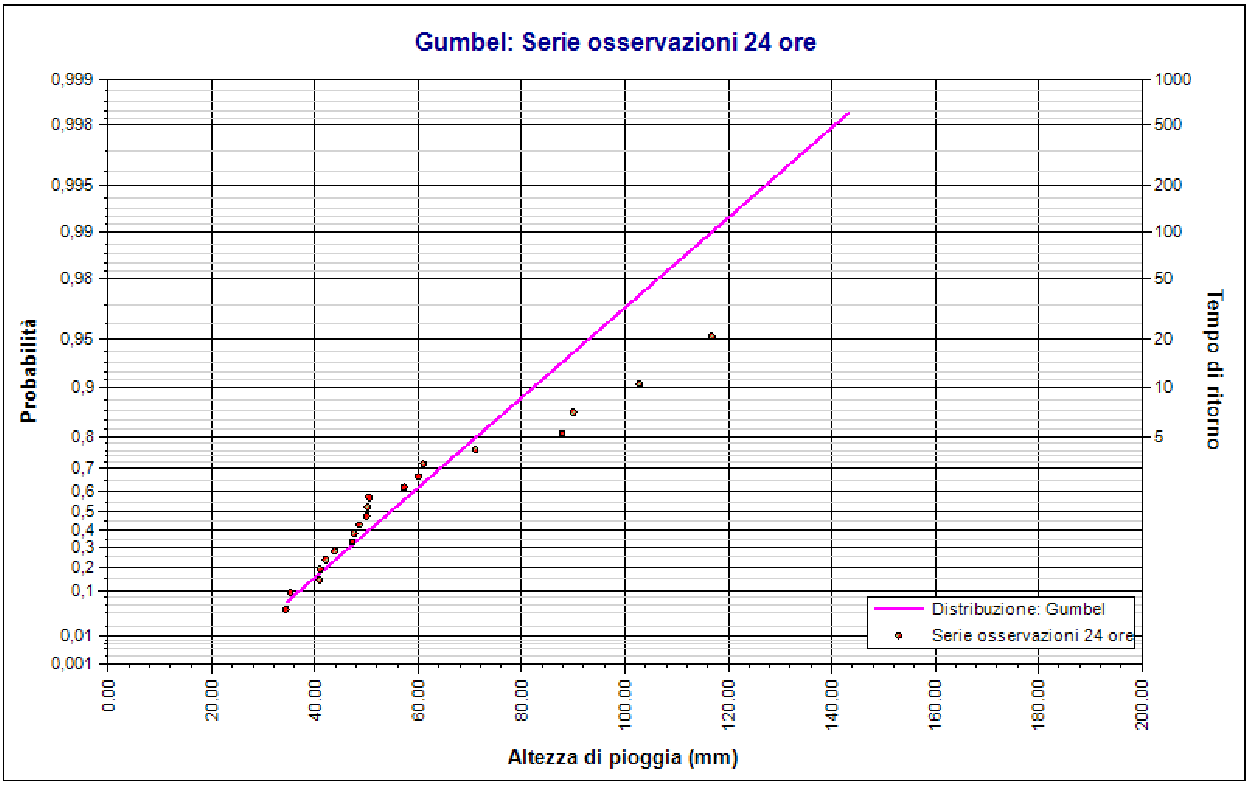
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano

Tempo di ritorno: 25.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

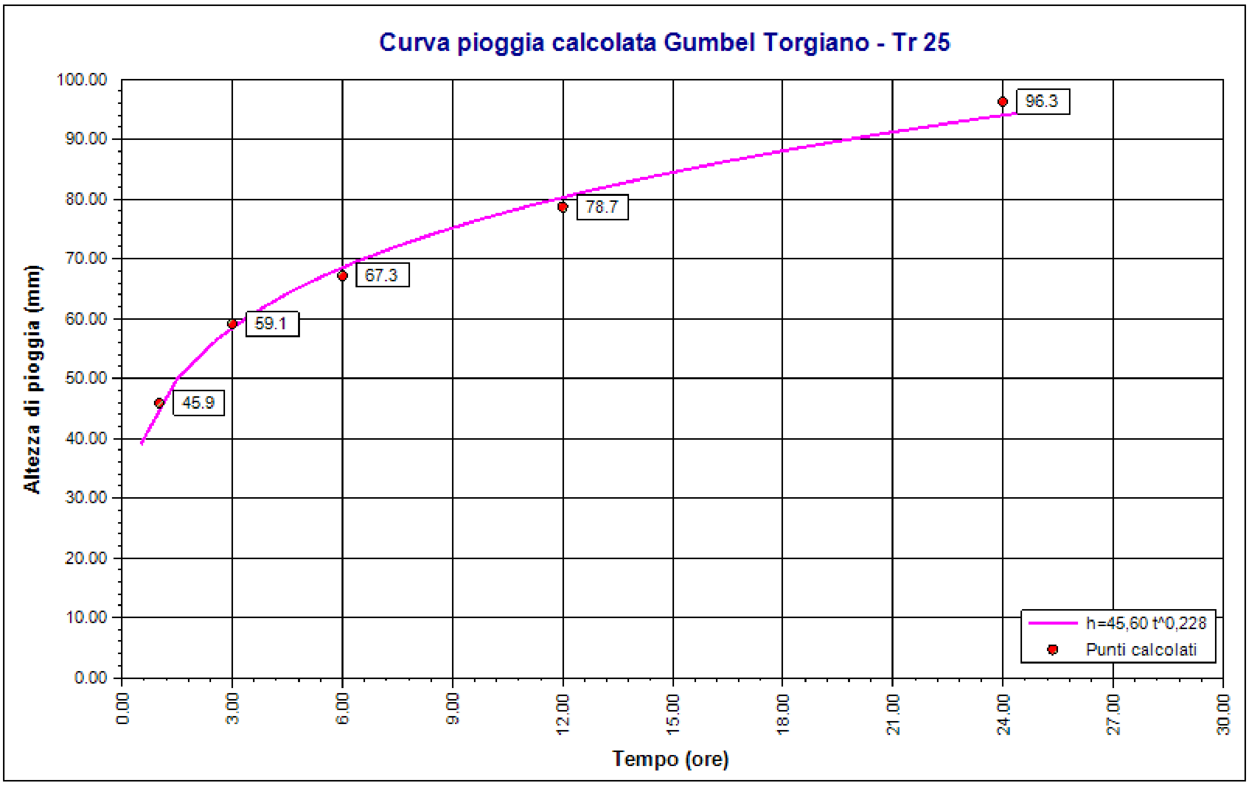
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	45.919
2	3.000	180	59.091
3	6.000	360	67.264
4	12.000	720	78.669
5	24.000	1440	96.281

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
45.60	0.23	1.00	$h(t) = 45{,}6\ t^{0{,}228}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	45.600		9	75.204		17	86.922
2	53.396		10	77.030		18	88.061
3	58.560		11	78.720		19	89.152
4	62.525		12	80.295		20	90.199
5	65.783		13	81.772		21	91.207
6	68.572		14	83.163		22	92.178
7	71.021		15	84.480		23	93.116
8	73.214		16	85.731		24	94.023



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

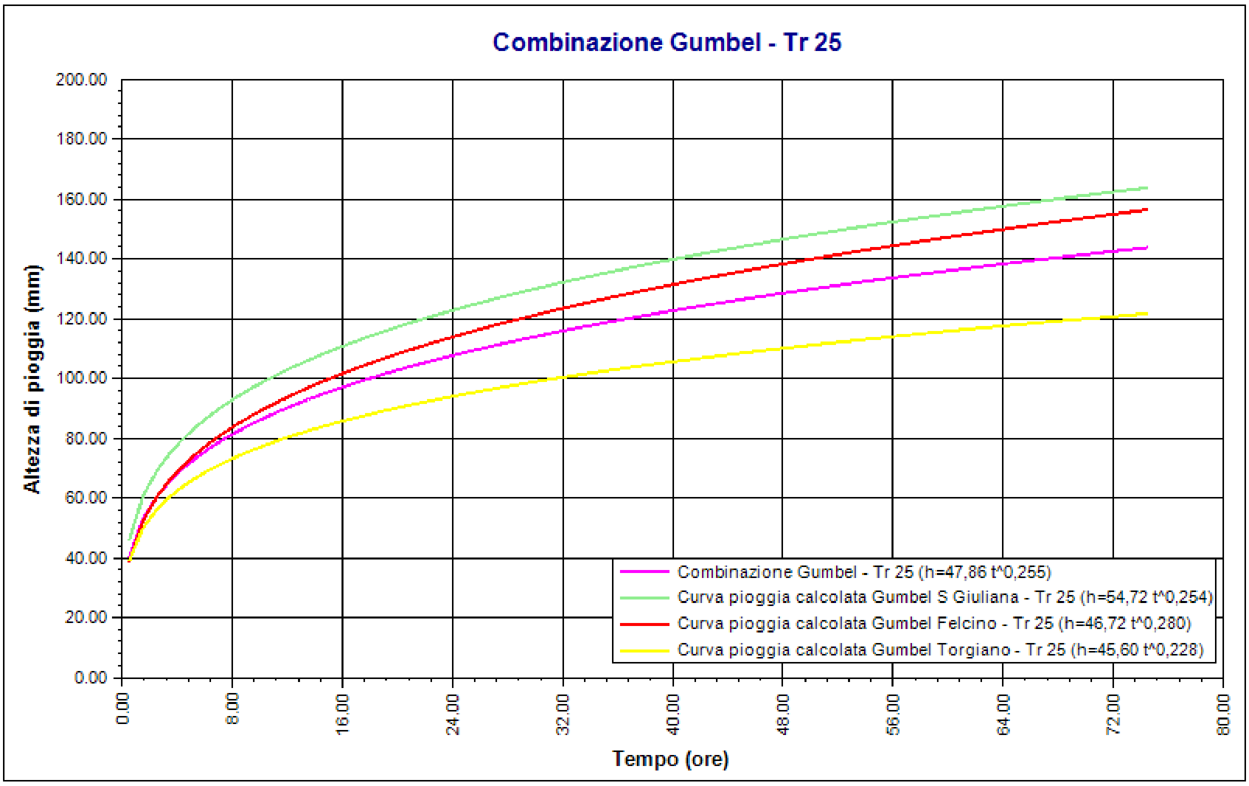
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25	Curva pioggia calcolata	20	54.72	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25	Curva pioggia calcolata	40	46.72	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25	Curva pioggia calcolata	40	45.60	0.23

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
47.86	0.26	$h(t) = 47{,}9\, t^{0{,}255}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	47.856	9	83.840	17	98.613
2	57.116	10	86.125	18	100.062
3	63.343	11	88.245	19	101.453
4	68.168	12	90.227	20	102.789
5	72.162	13	92.089	21	104.077
6	75.599	14	93.847	22	105.320
7	78.632	15	95.514	23	106.521
8	81.358	16	97.100	24	107.685



Combinazione Gumbel - Tr 25

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h

Dati Pluviogramma

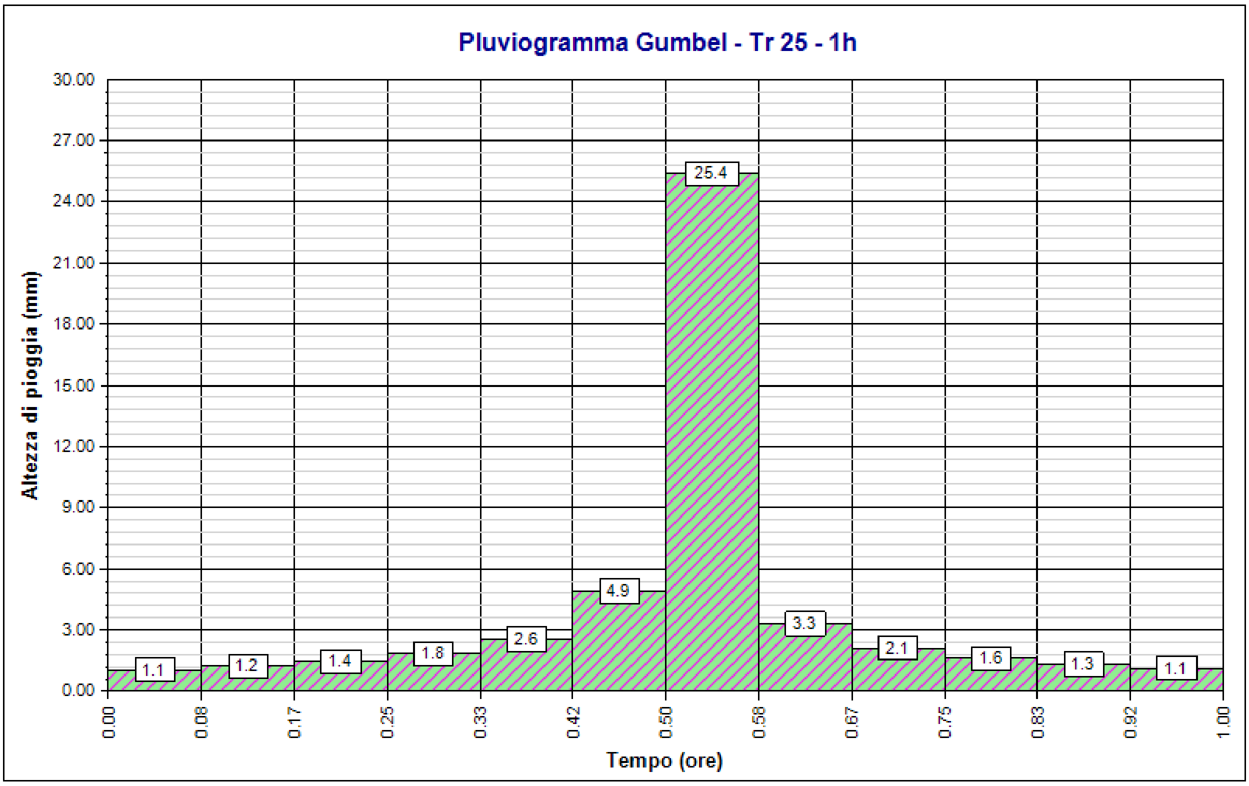
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 25
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 47.856 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
47.86	0.26	$h(t) = 47{,}9\, t^{0.255}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	1.051
2	0.083	0.167	5	10	1.212
3	0.167	0.250	10	15	1.446
4	0.250	0.333	15	20	1.823
5	0.333	0.417	20	25	2.559
6	0.417	0.500	25	30	4.911
7	0.500	0.583	30	35	25.383
8	0.583	0.667	35	40	3.302
9	0.667	0.750	40	45	2.119
10	0.750	0.833	45	50	1.609
11	0.833	0.917	50	55	1.317
12	0.917	1.000	55	60	1.125



Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino E Gumbel - Tr 25 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

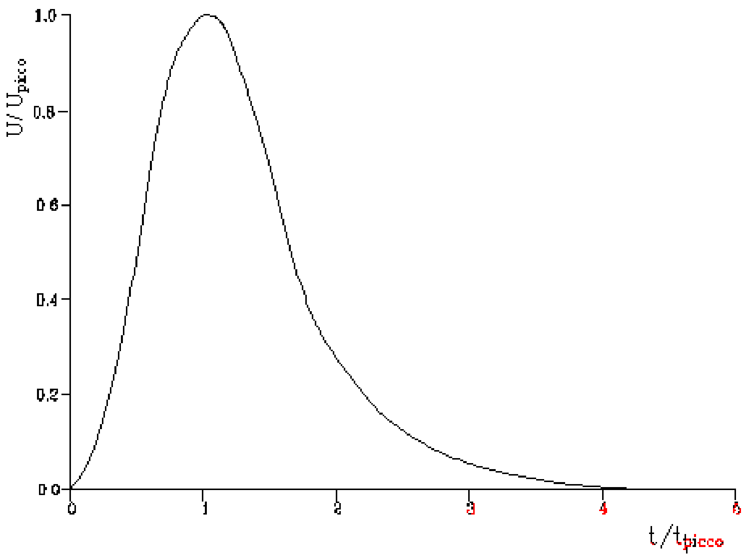
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo.*

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

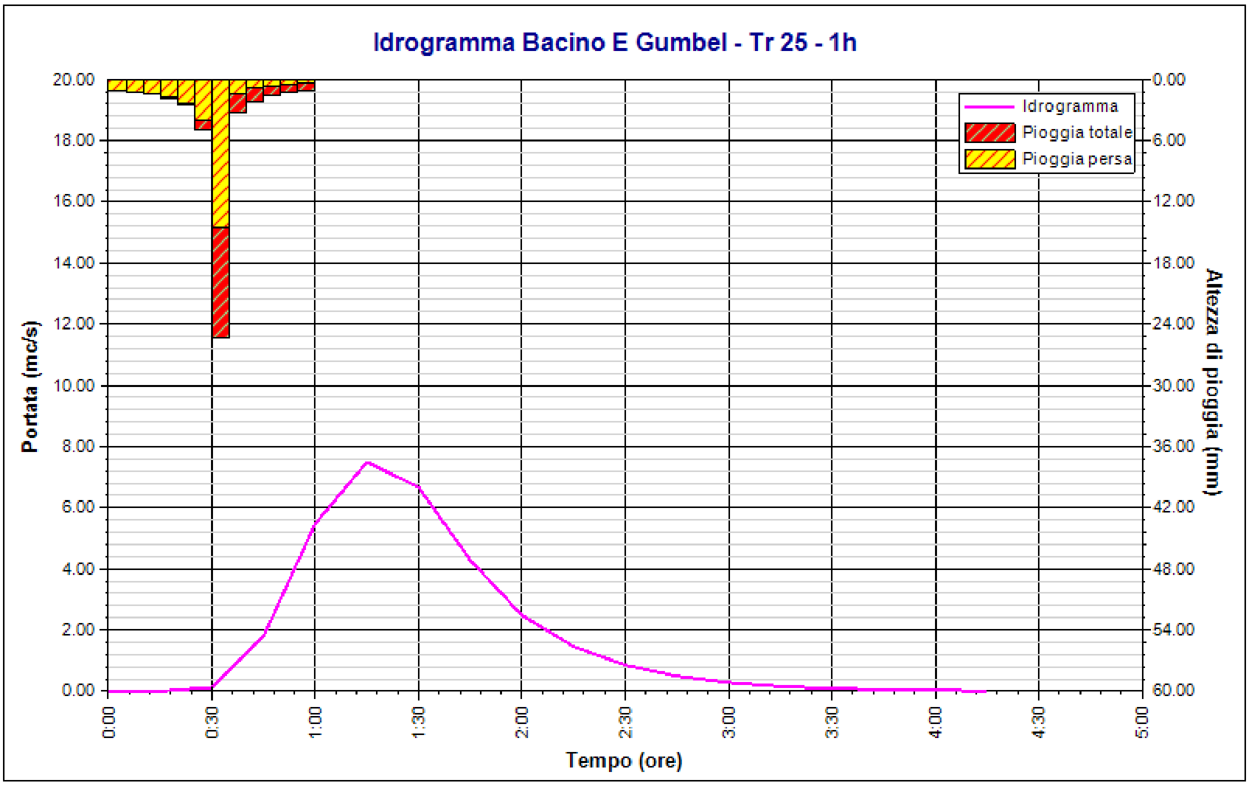
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h
Superficie del bacino: 1.6 kmq
Tlag: 0.636 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 79.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	3.708	3.701	0.007	0.0
2	0.250	15	9.294	8.010	1.283	0.0
3	0.500	30	30.804	16.723	14.081	0.1
4	0.750	45	4.050	1.517	2.533	1.8
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	5.5
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	7.5
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	6.7
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	4.3
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	2.5
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	1.5
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.9
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.5
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.3
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.2
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.1
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.1
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.0
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	7.5	mc/s
Istante picco	1.250	ore
Istante picco	75.0	minuti
Durata totale evento	4.250	ore
Volume afflusso	77	mc x 1000
Volume deflusso	29	mc x 1000
Altezza afflusso	47.856	mm
Altezza deflusso	17.863	mm
Coeff. deflusso	0.37	-
Coeff. udometrico	4.68	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino E Gumbel - Tr 25 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

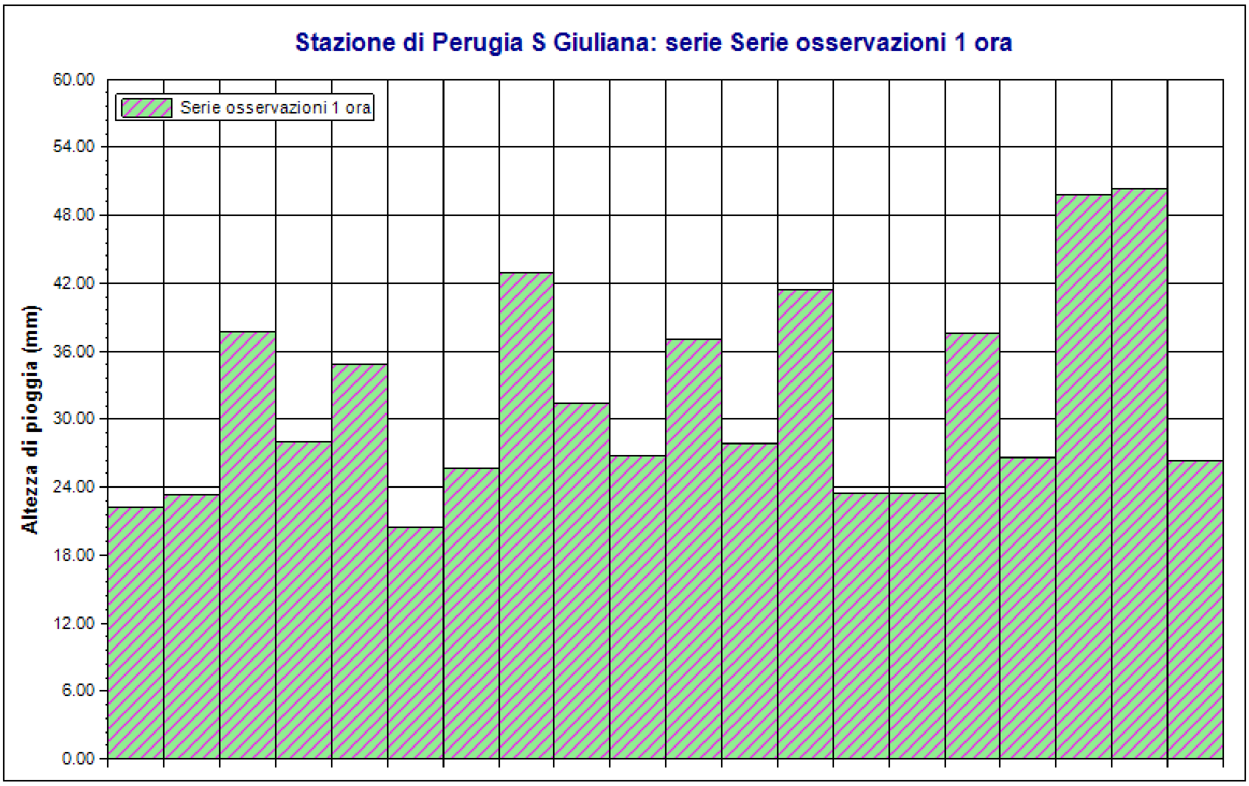
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	22.2	36.4	54.3	60.2	61.5
2	23.3	33.8	39.9	47.9	73.4
3	37.7	44.3	54.1	65.7	65.8
4	28.0	42.6	46.7	47.9	65.2
5	34.8	35.2	38.8	53.3	65.9
6	20.5	30.5	34.9	52.9	85.8
7	25.7	38.9	53.4	55.5	73.8
8	43.0	83.8	103.3	108.1	108.2
9	31.4	41.4	42.6	43.2	54.4
10	26.8	52.0	55.9	85.9	96.2
11	37.0	60.5	94.4	101.1	101.8
12	27.8	38.2	50.8	53.4	64.8
13	41.4	51.6	51.6	51.6	71.0
14	23.4	40.0	47.8	58.2	70.6
15	23.4	31.0	31.4	31.4	34.6
16	37.6	38.2	39.0	47.4	75.0
17	26.6	35.0	35.4	35.4	48.0
18	49.8	56.4	59.2	76.6	83.2
19	50.4	59.6	61.2	62.4	63.4
20	26.4	40.2	57.0	103.4	156.6
21	43.8	59.2	60.8	60.8	79.8
22	22.0	32.4	46.6	58.0	58.0
23	12.0	21.2	31.2	41.8	53.4
24	30.4	31.6	41.6	42.0	45.2
25	18.2	19.2	23.8	34.2	35.6
26	23.8	24.2	24.6	28.8	39.2
27	46.8	75.6	90.6	95.0	102.6
28	36.8	51.4	55.8	63.4	66.6

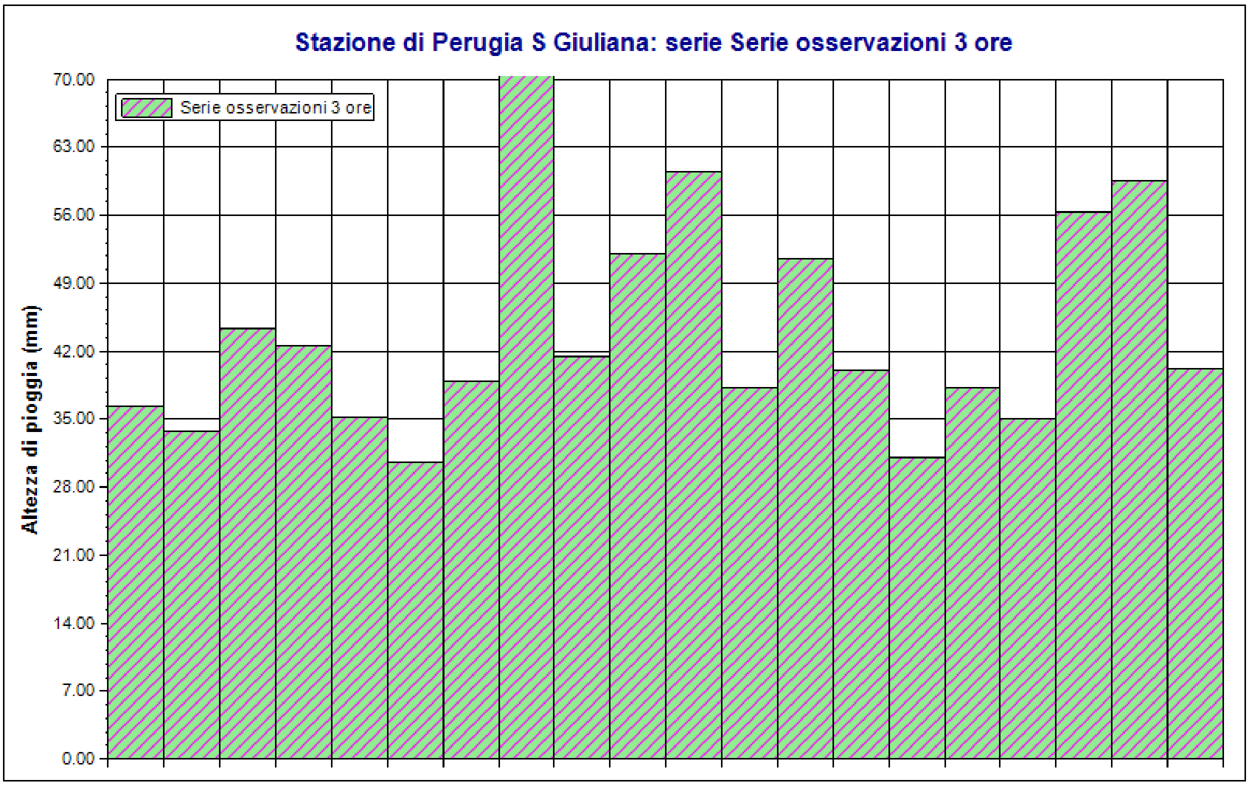
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	871.0	1204.4	1426.7	1665.5	1999.6
Valore minimo	12.0	19.2	23.8	28.8	34.6

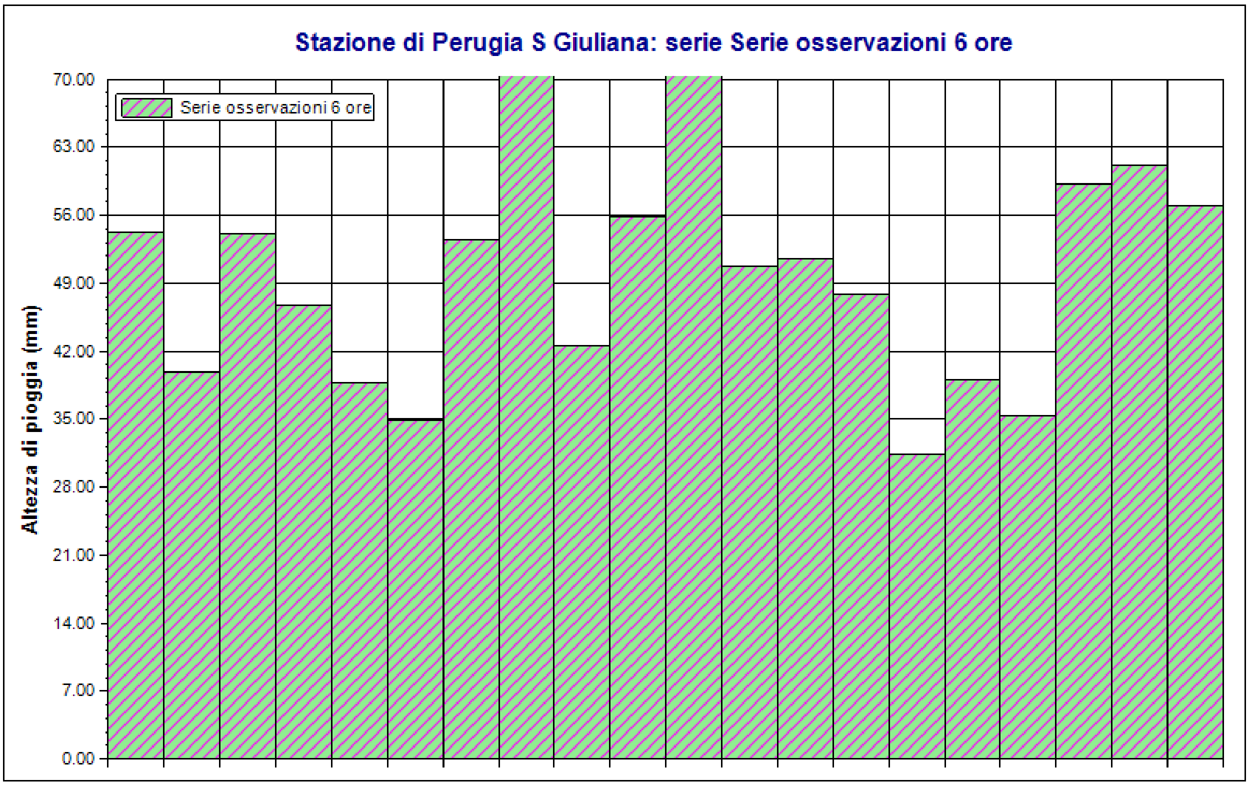
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore massimo	50.4	83.8	103.3	108.1	156.6
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Coeff. variazione	0.321	0.354	0.376	0.366	0.357
Coeff. asimmetria	0.373	0.924	1.267	0.920	1.369



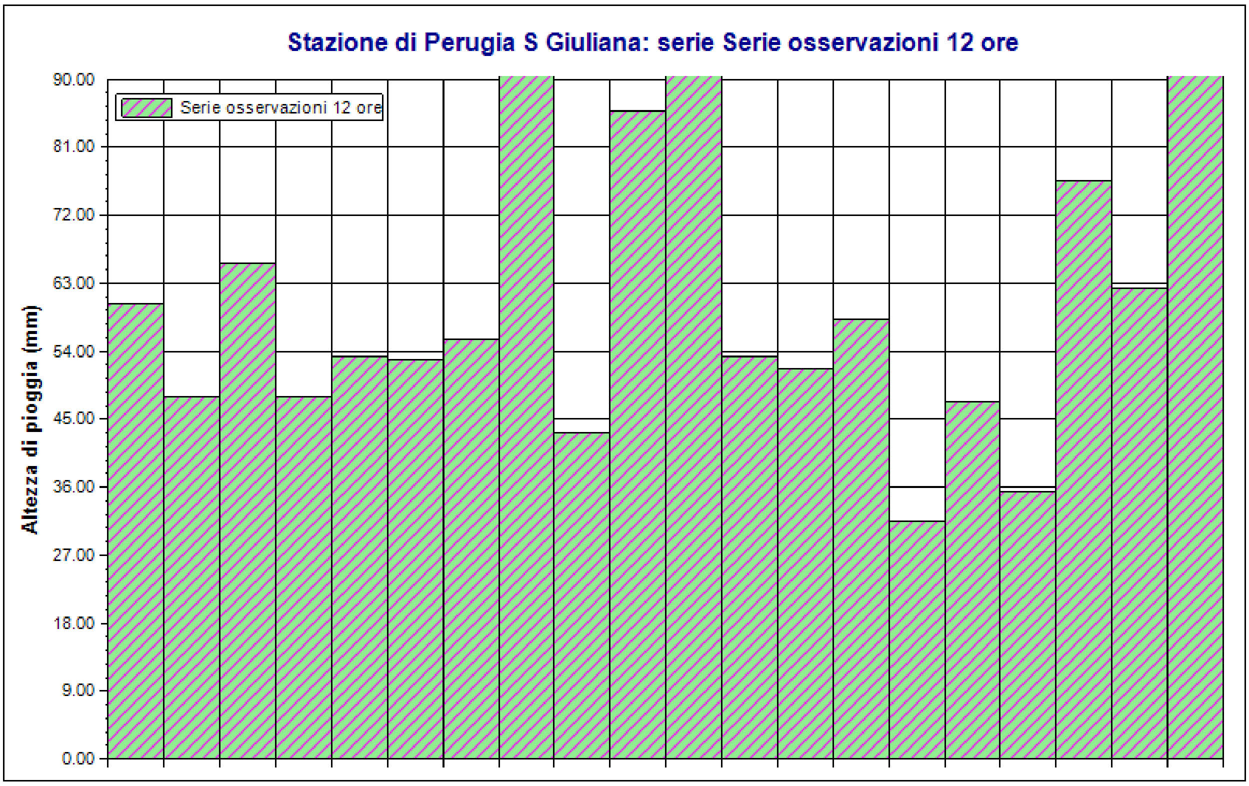
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



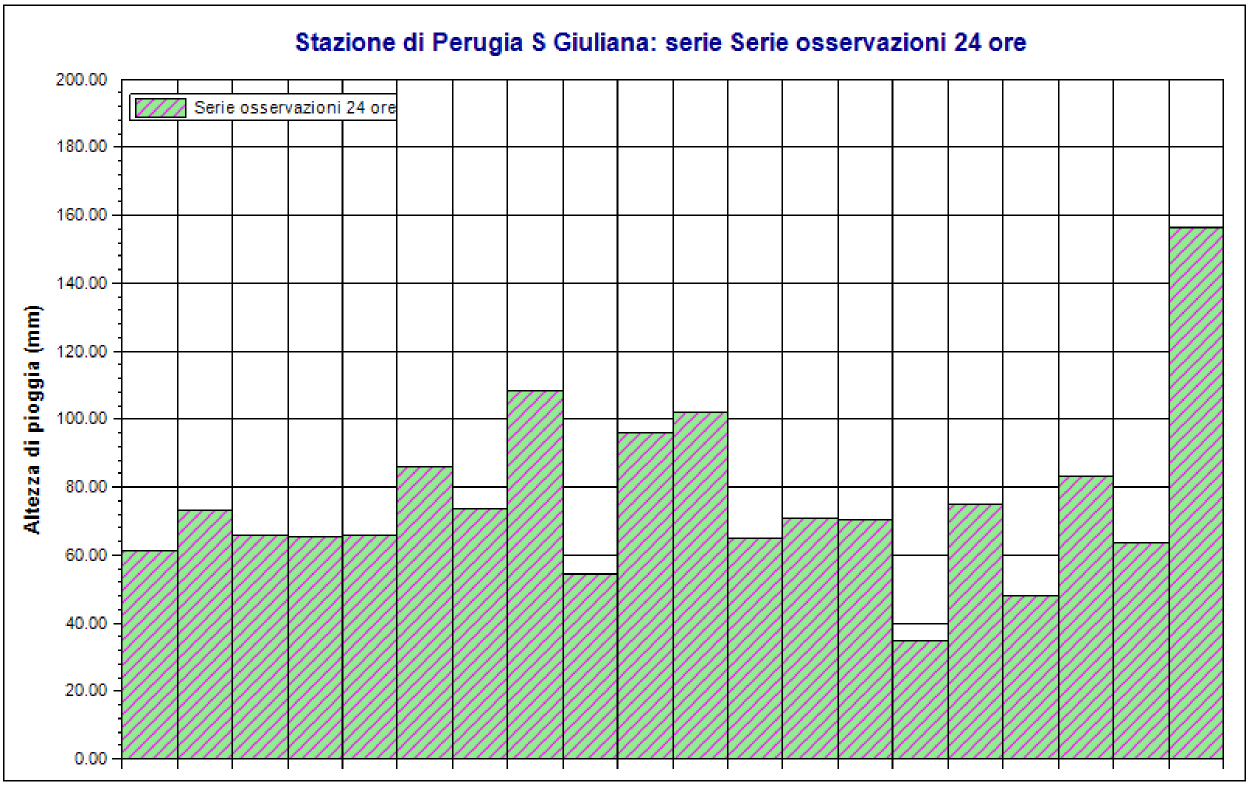
Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Perugia S Giuliana. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

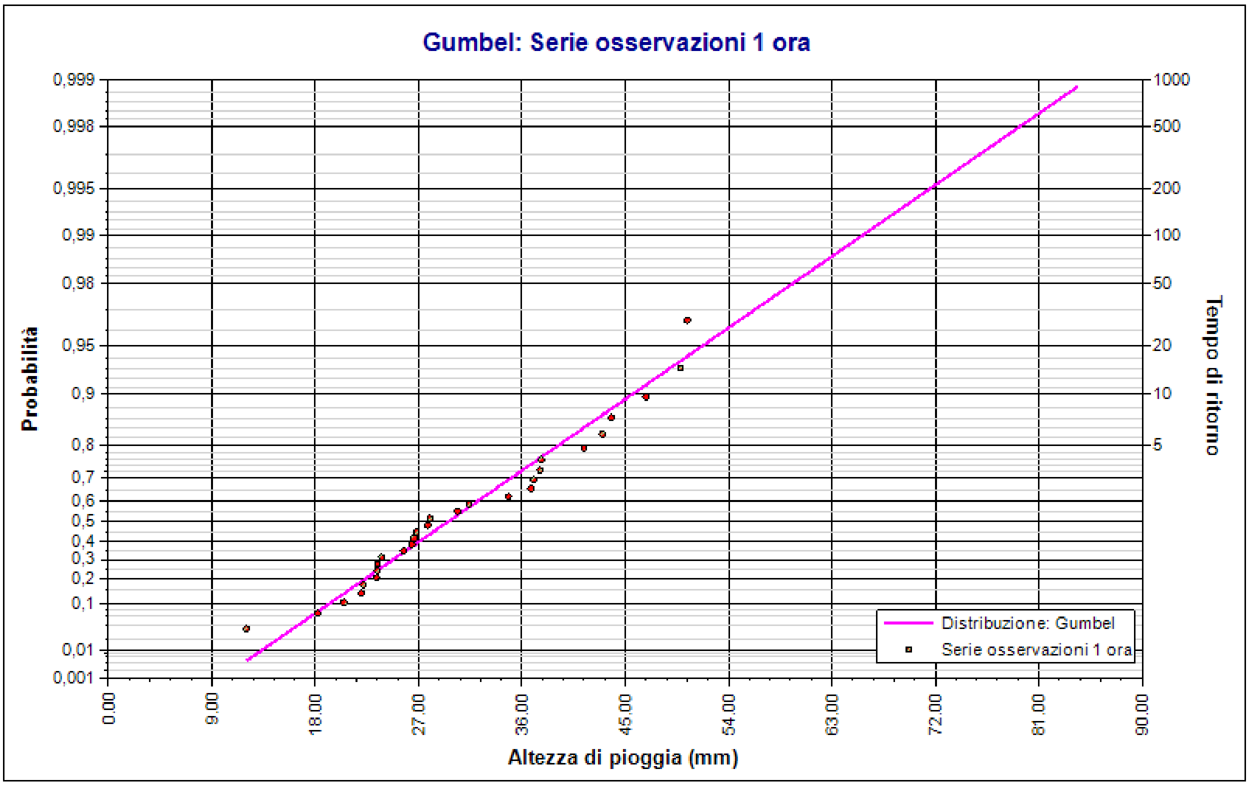
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	31.11	43.01	50.95	59.48	71.41
Dev. standard	9.99	15.22	19.15	21.76	25.53
Alfa	0.1173	0.0843	0.0712	0.0617	0.0518
Epsilon	26.399	36.187	42.675	49.811	60.310

Espressioni delle CDF della distribuzione

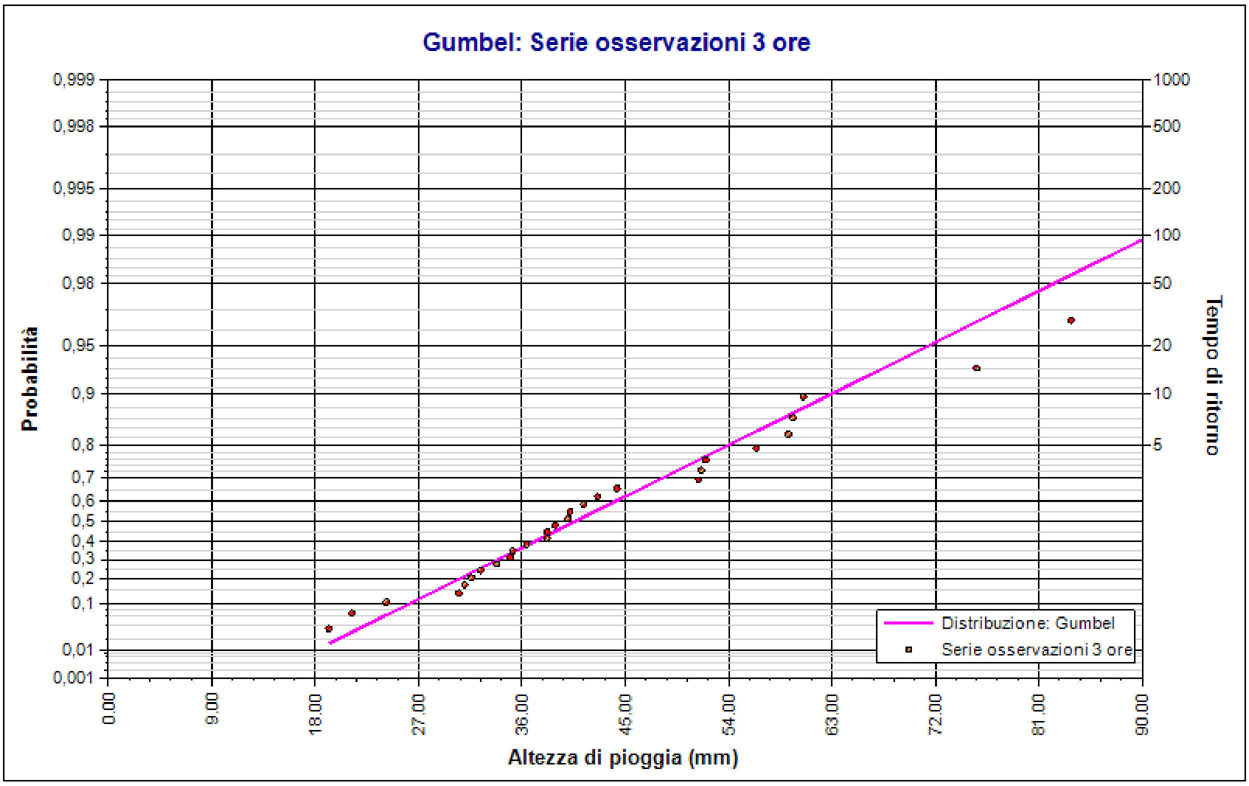
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}117\left(x-26{,}399\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}084\left(x-36{,}187\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}071\left(x-42{,}675\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}062\left(x-49{,}811\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}052\left(x-60{,}310\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

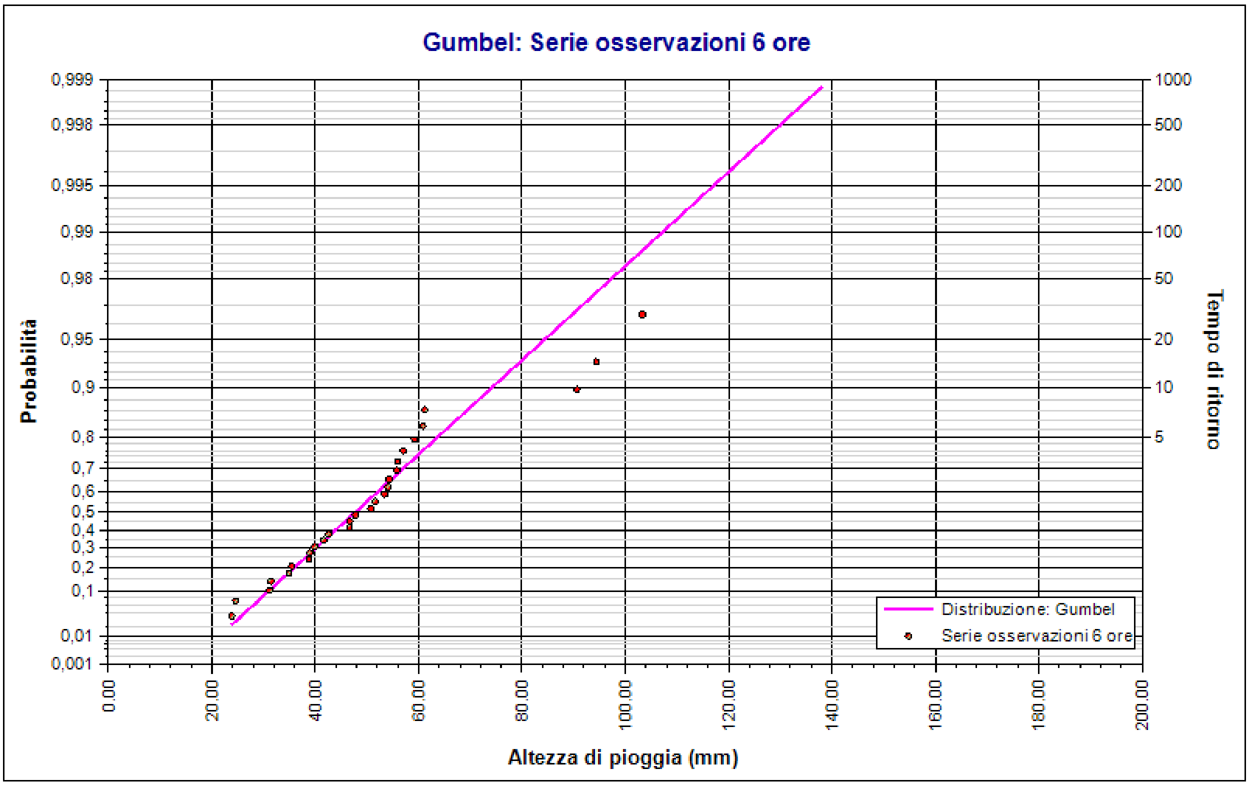
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	29.52	40.53	47.82	55.75	67.38
5 anni	39.19	53.97	63.73	74.12	89.25
10 anni	45.59	62.87	74.26	86.28	103.73
20 anni	51.73	71.41	84.36	97.95	117.62
50 anni	59.67	82.45	97.44	113.05	135.59
100 anni	65.63	90.73	107.24	124.36	149.06
200 anni	71.56	98.98	117.01	135.63	162.48
500 anni	79.39	109.87	129.89	150.51	180.19
1000 anni	85.30	118.09	139.63	161.75	193.58



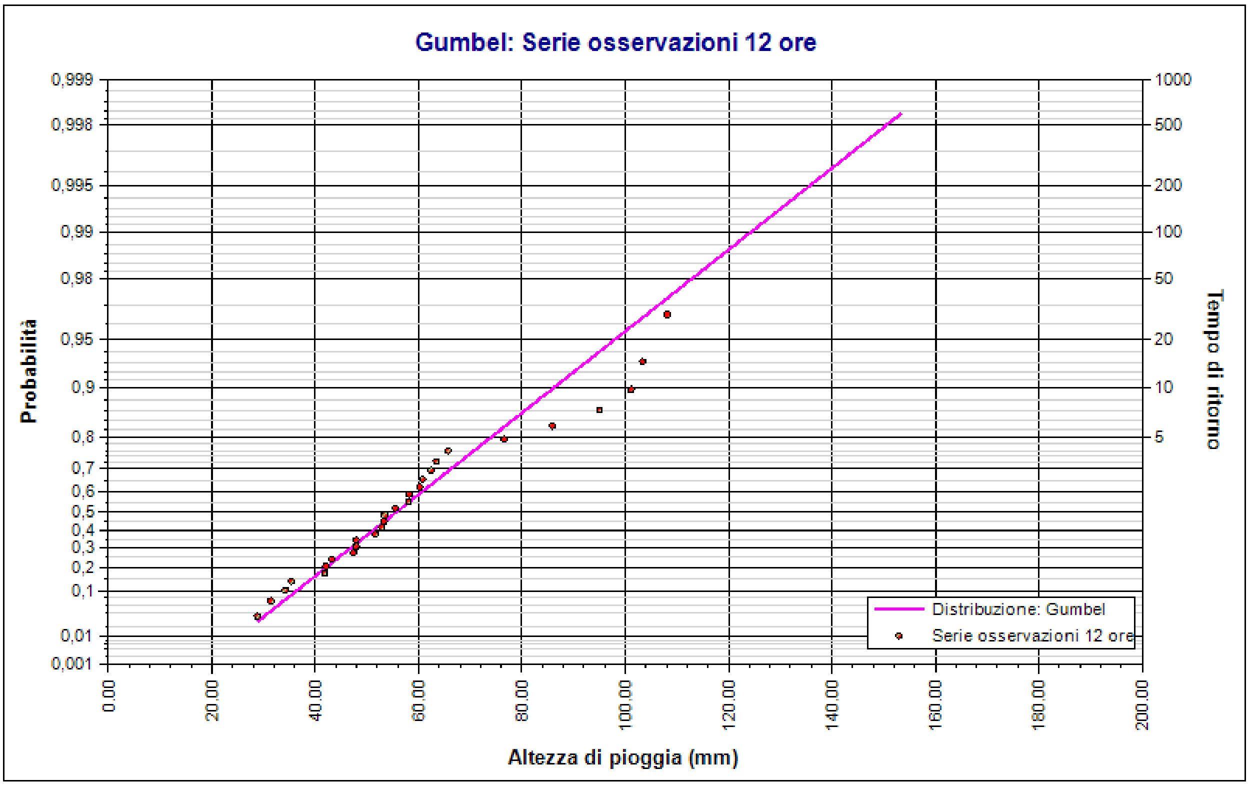
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



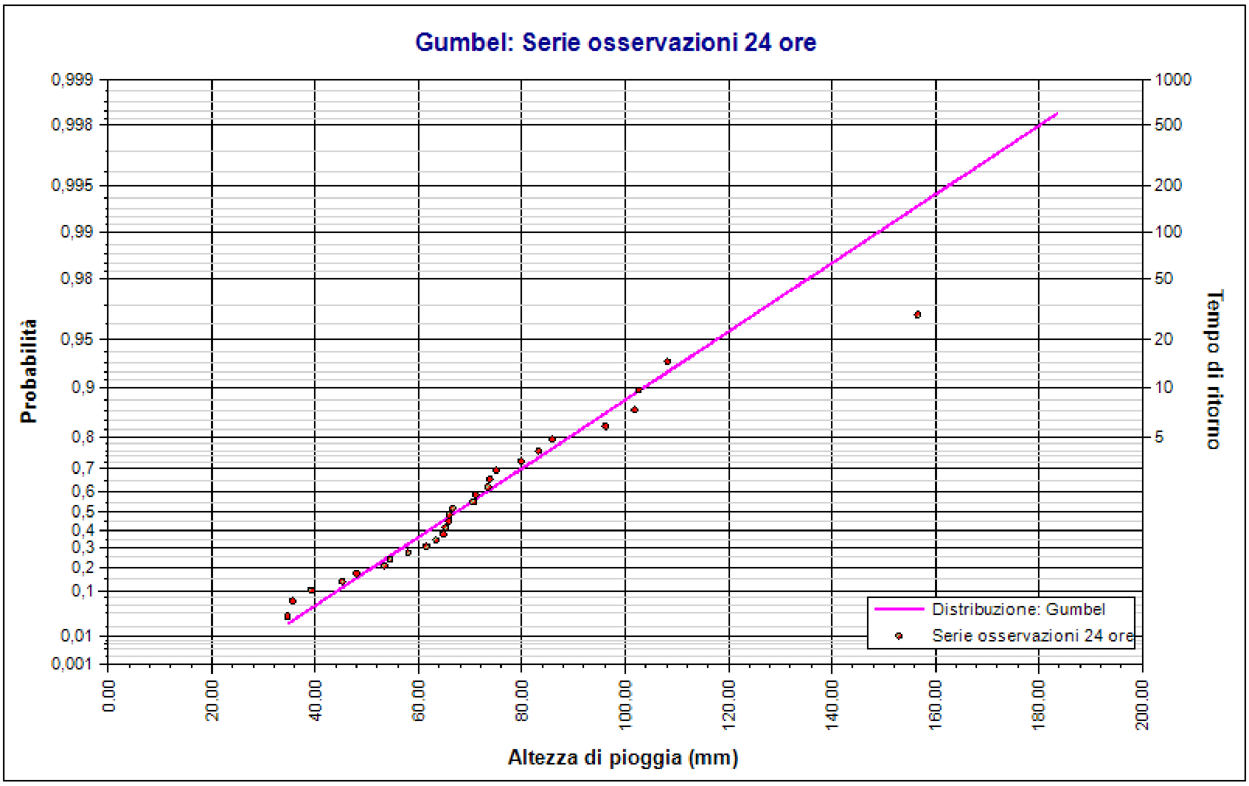
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 10.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

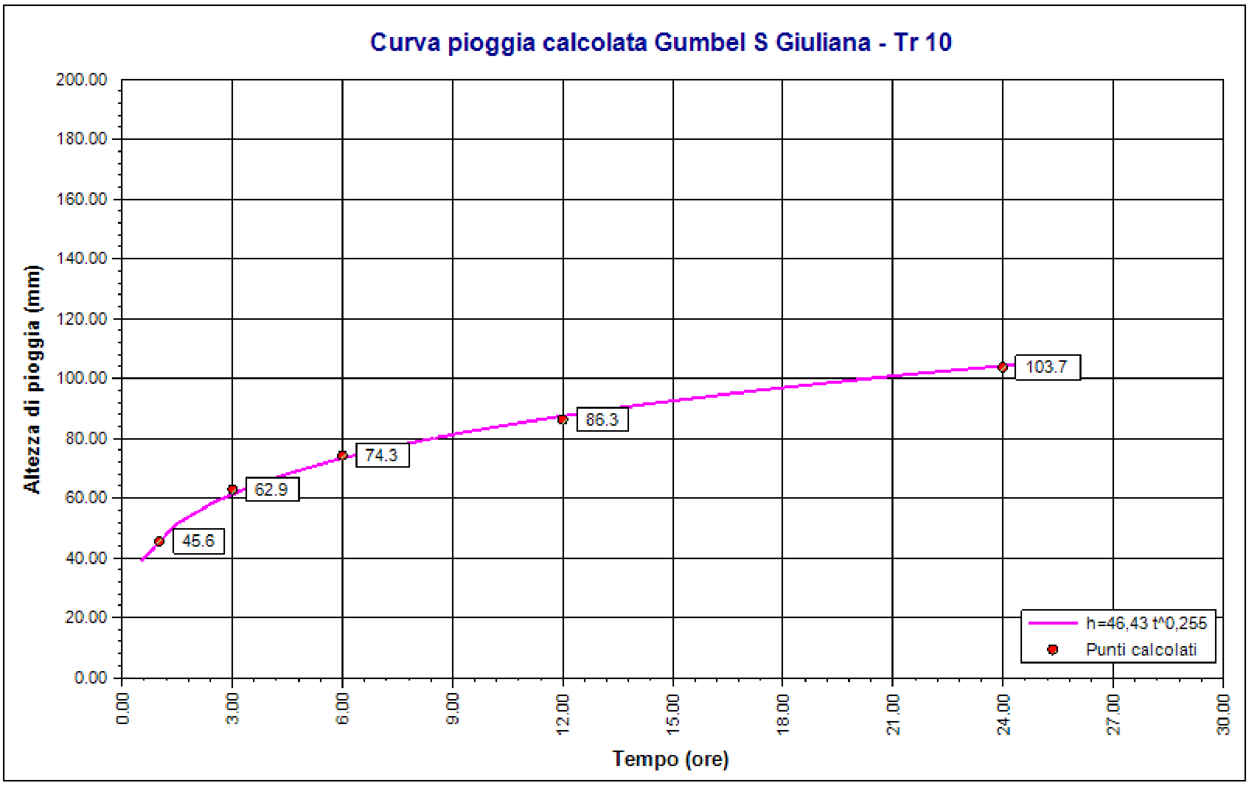
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	45.590
2	3.000	180	62.871
3	6.000	360	74.261
4	12.000	720	86.281
5	24.000	1440	103.727

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
46.43	0.25	1.00	$h(t) = 46,4\ t^{0,255}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	46.432		9	81.242		17	95.523
2	55.394		10	83.451		18	96.924
3	61.418		11	85.501		19	98.267
4	66.086		12	87.416		20	99.559
5	69.949		13	89.216		21	100.803
6	73.273		14	90.916		22	102.004
7	76.206		15	92.527		23	103.166
8	78.842		16	94.060		24	104.290



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 27
Massima dimensione serie: 27

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

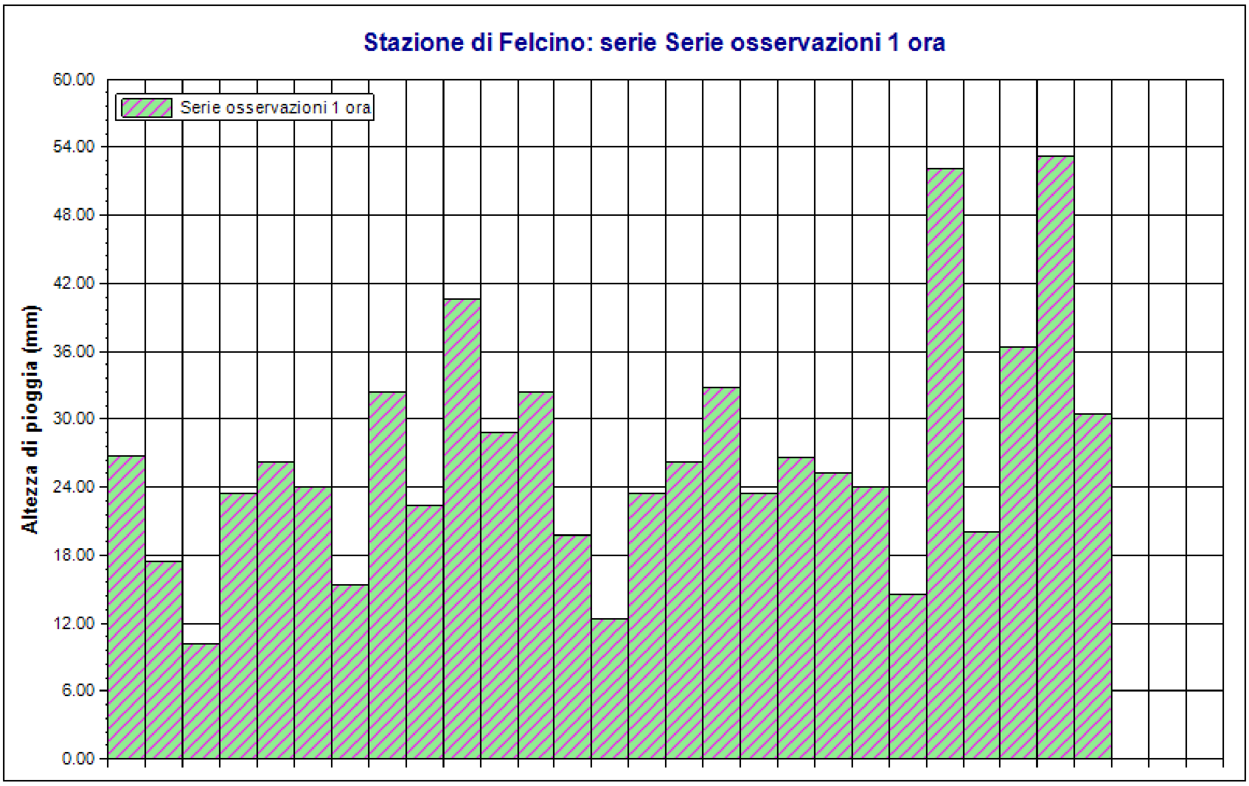
Serie osservazioni

n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	26.8	31.4	35.6	44.2	50.6
2	17.4	26.4	32.4	40.0	61.2
3	10.2	16.8	22.8	23.8	39.0
4	23.4	39.6	46.6	47.6	68.0
5	26.2	28.6	36.8	58.4	70.2
6	24.0	24.2	28.6	47.8	75.0
7	15.4	22.2	40.4	48.0	63.8
8	32.4	56.6	73.0	96.8	97.0
9	22.4	24.2	24.2	24.2	36.8
10	40.6	57.6	59.0	59.0	94.4
11	28.8	32.8	41.6	46.4	53.4
12	32.4	38.8	38.8	48.6	72.6
13	19.8	30.8	37.8	56.0	67.0
14	12.4	24.0	29.0	30.2	35.4
15	23.4	25.2	40.0	48.0	75.4
16	26.2	33.0	34.4	35.8	53.6
17	32.8	45.2	52.4	73.6	80.6
18	23.4	28.4	39.0	42.2	42.4
19	26.6	30.0	51.8	94.4	142.6
20	25.2	43.4	48.6	68.2	97.2
21	24.0	31.0	42.2	50.0	54.2
22	14.6	28.6	37.0	46.0	55.0
23	52.2	72.2	78.6	79.6	84.6
24	20.0	29.0	29.0	34.8	44.4
25	36.4	53.2	53.8	54.0	54.0
26	53.2	78.4	100.0	102.8	111.4
27	30.4	42.6	49.0	54.8	68.0

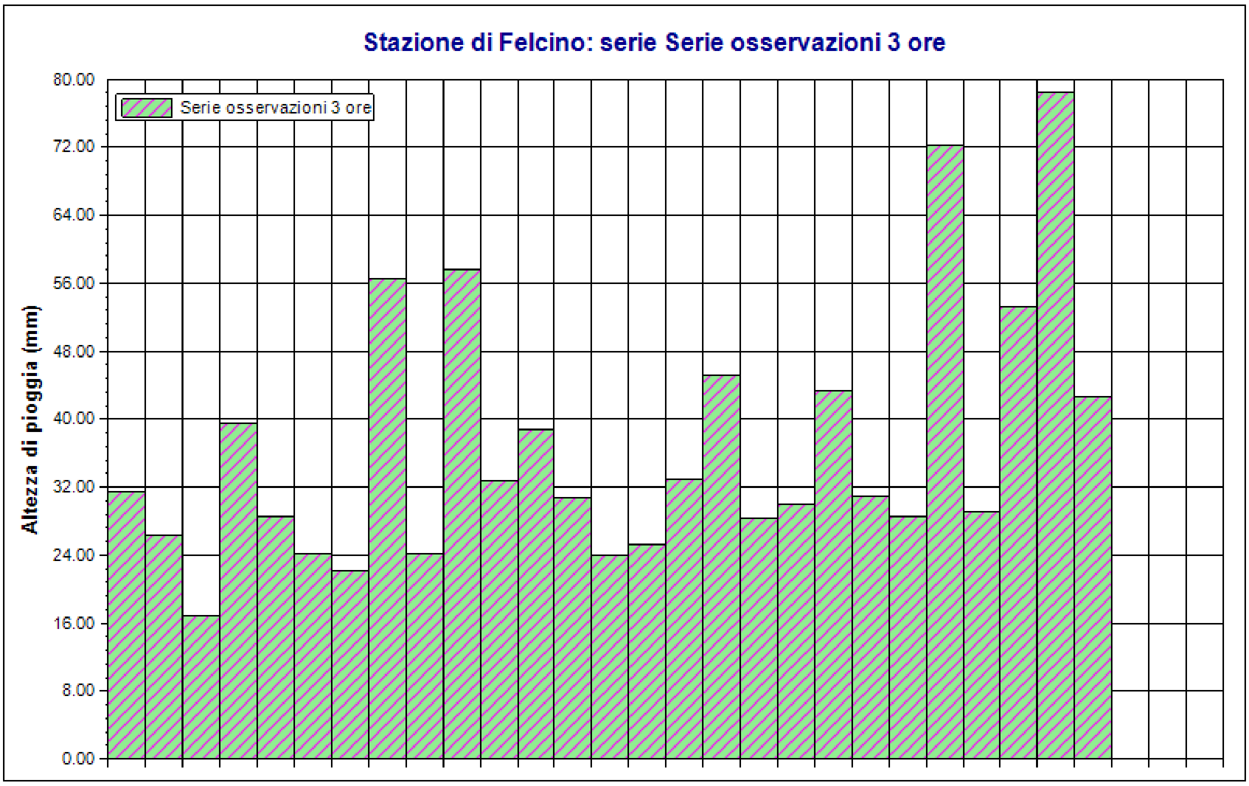
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Somma dei dati	720.6	994.2	1202.4	1455.2	1847.8
Valore minimo	10.2	16.8	22.8	23.8	35.4
Valore massimo	53.2	78.4	100.0	102.8	142.6

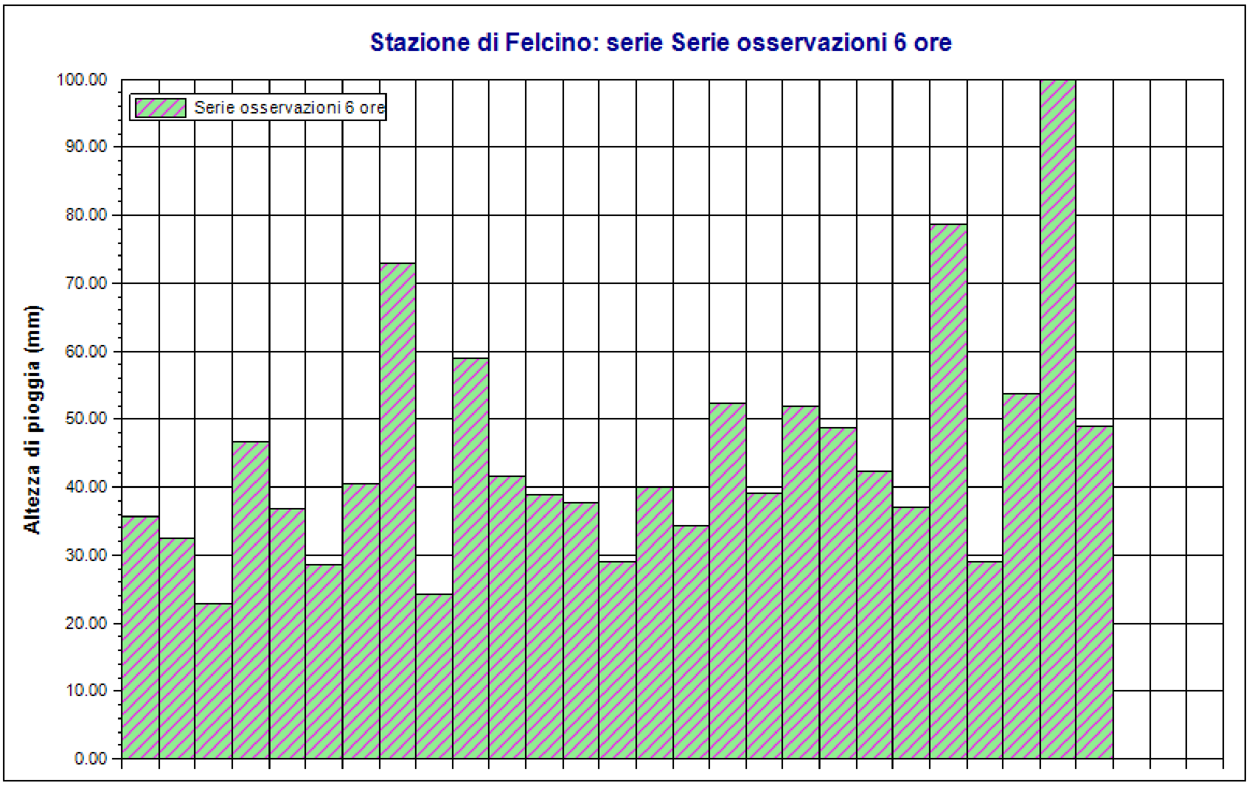
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Coeff. variazione	0.386	0.413	0.387	0.381	0.361
Coeff. asimmetria	1.036	1.359	1.643	0.977	1.141



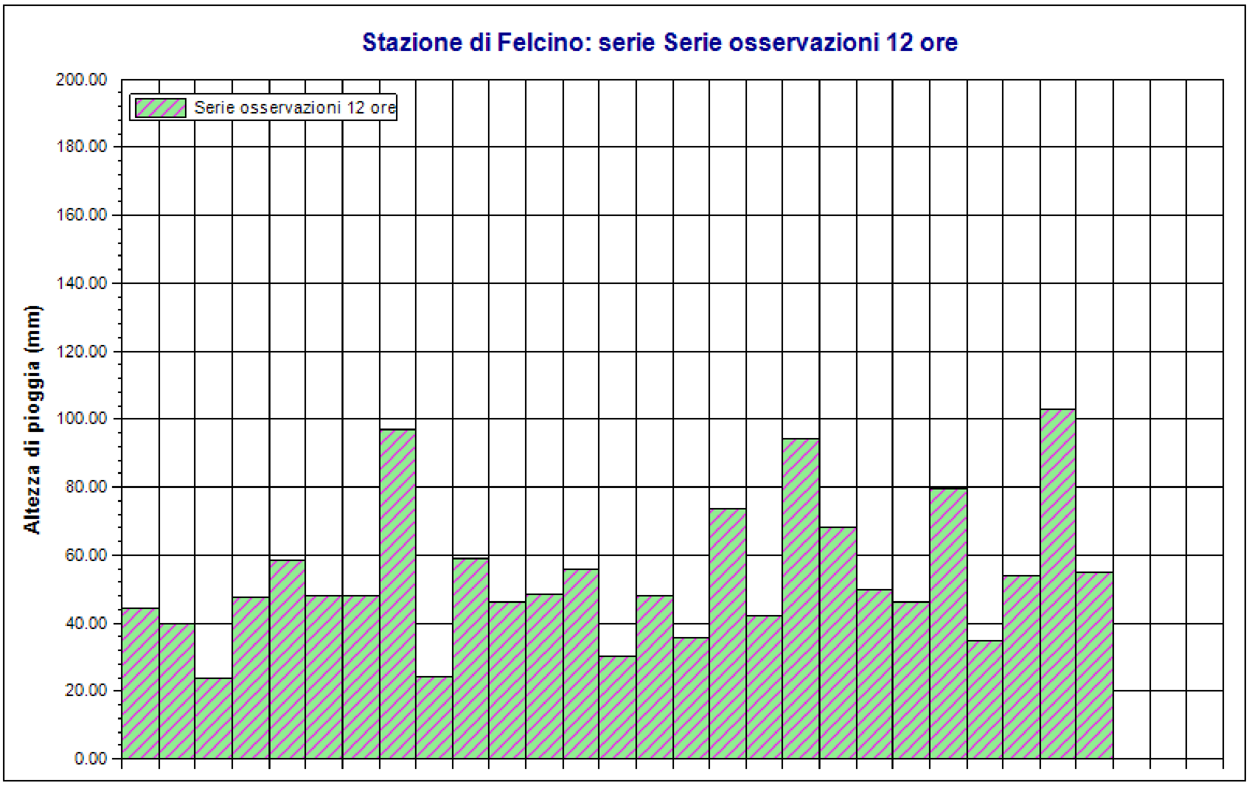
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



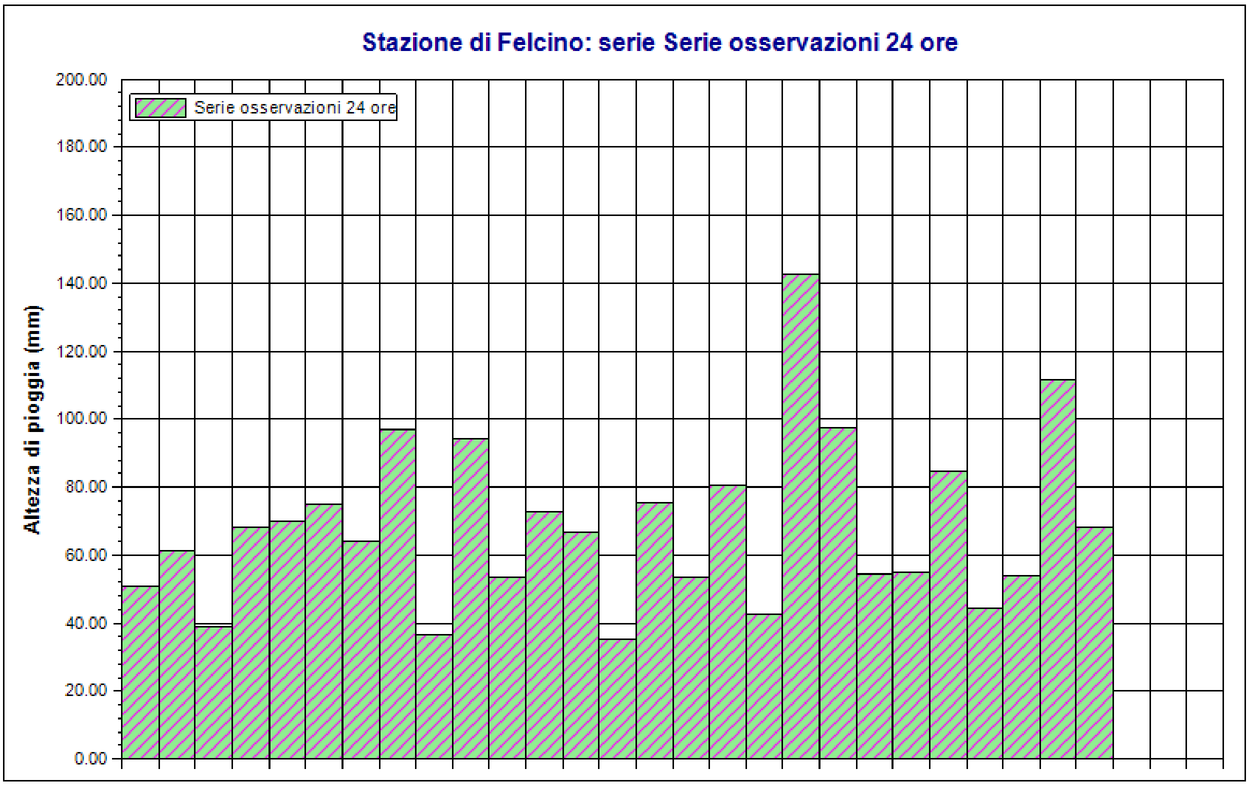
Stazione di Felcino. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Felcino. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x)=e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

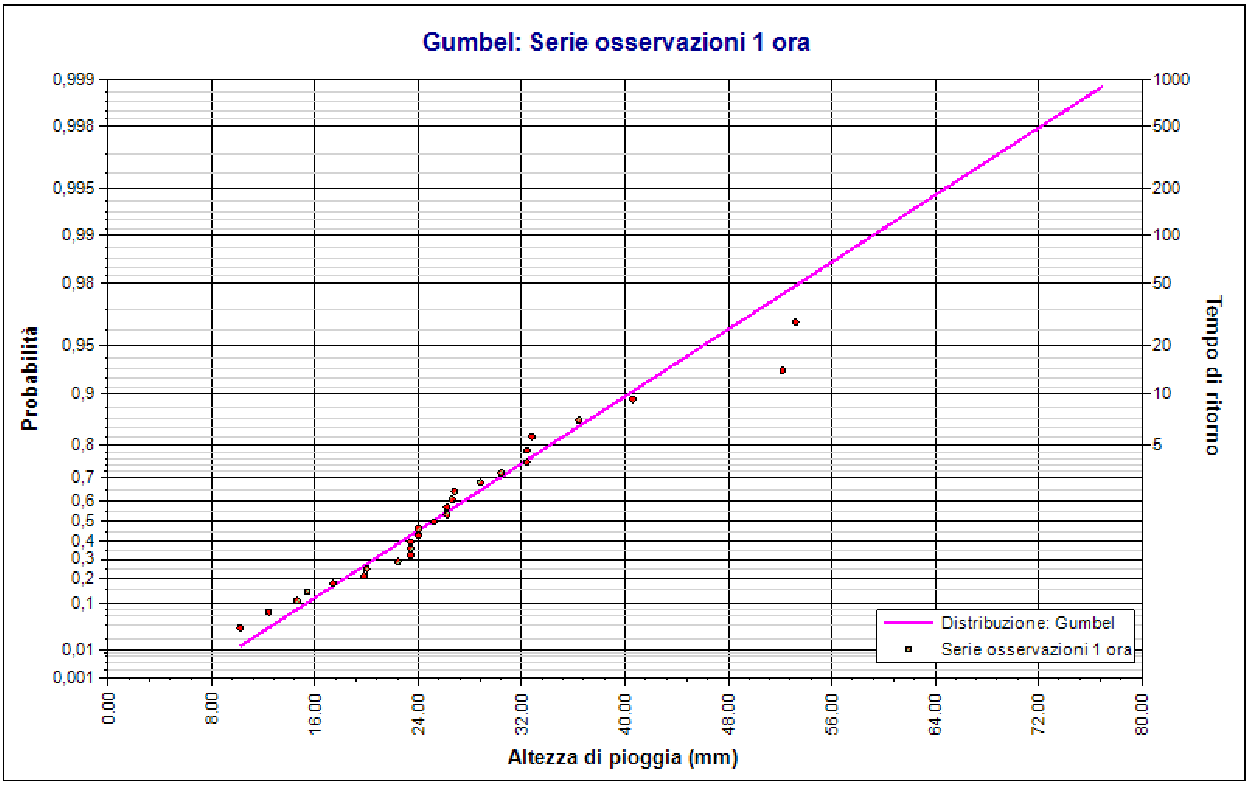
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	27	27	27	27	27
Valore medio	26.69	36.82	44.53	53.90	68.44
Dev. standard	10.30	15.21	17.24	20.52	24.68
Alfa	0.1240	0.0992	0.0870	0.0642	0.0545
Epsilon	22.103	30.422	37.409	44.797	57.579

Espressioni delle CDF della distribuzione

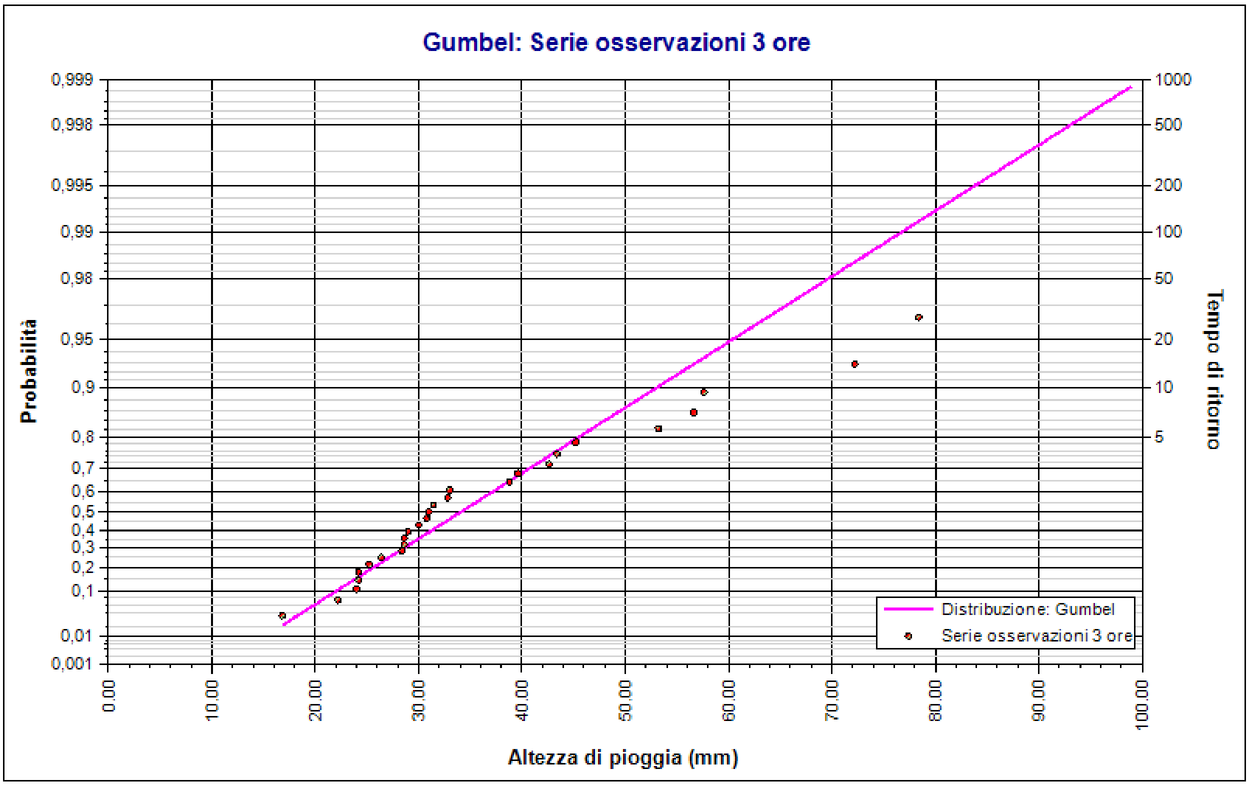
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}124\left(x-22{,}103\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}099\left(x-30{,}422\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}087\left(x-37{,}409\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}064\left(x-44{,}797\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}055\left(x-57{,}579\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

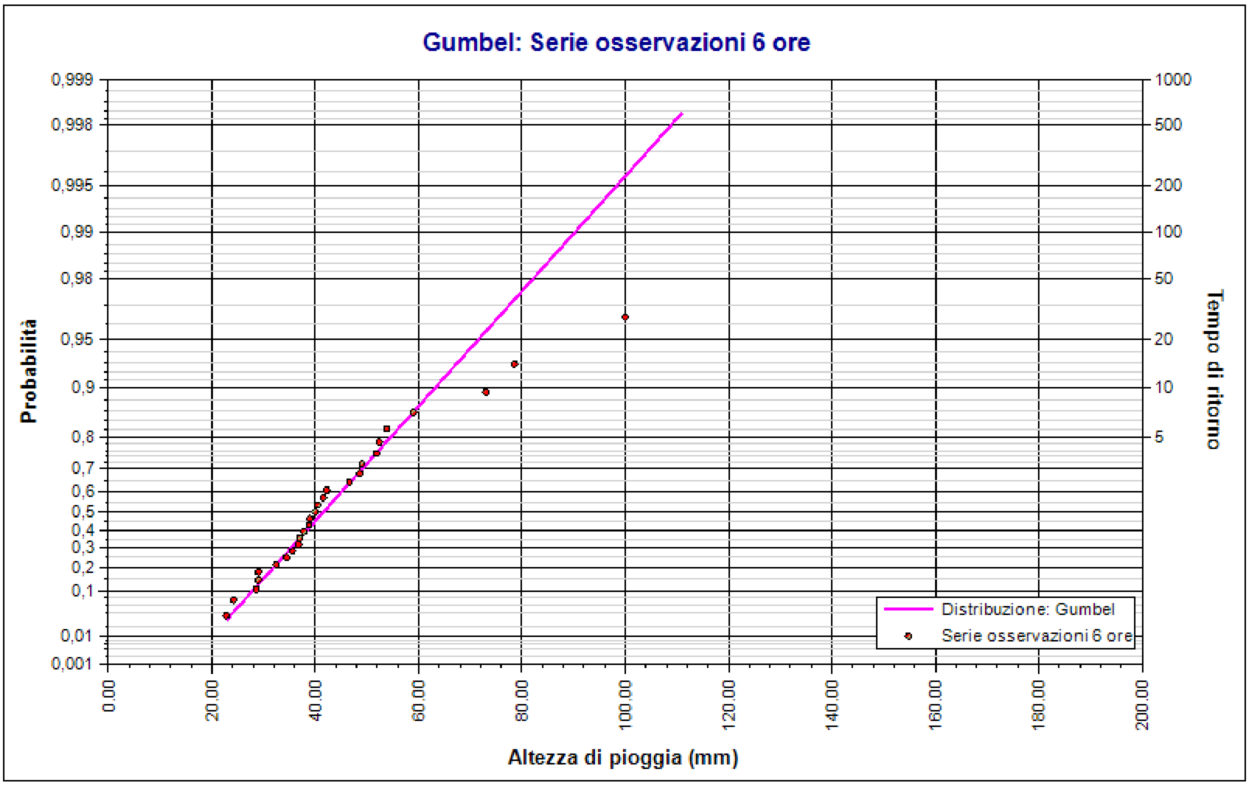
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.06	34.12	41.62	50.51	64.30
5 anni	34.20	45.54	54.65	68.17	85.08
10 anni	40.26	53.10	63.28	79.87	98.84
20 anni	46.06	60.35	71.55	91.09	112.03
50 anni	53.58	69.74	82.26	105.61	129.12
100 anni	59.21	76.78	90.29	116.49	141.92
200 anni	64.82	83.79	98.29	127.34	154.67
500 anni	72.23	93.03	108.84	141.64	171.50
1000 anni	77.82	100.02	116.81	152.45	184.22



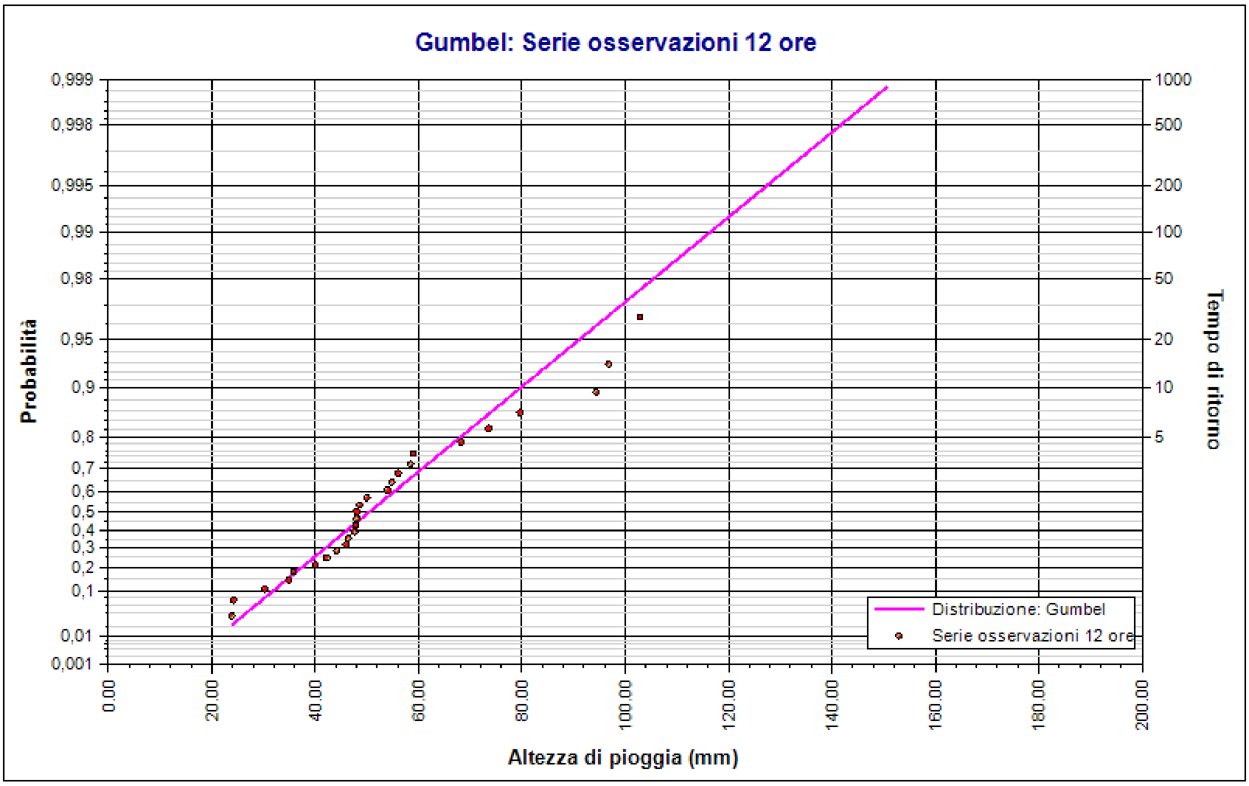
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



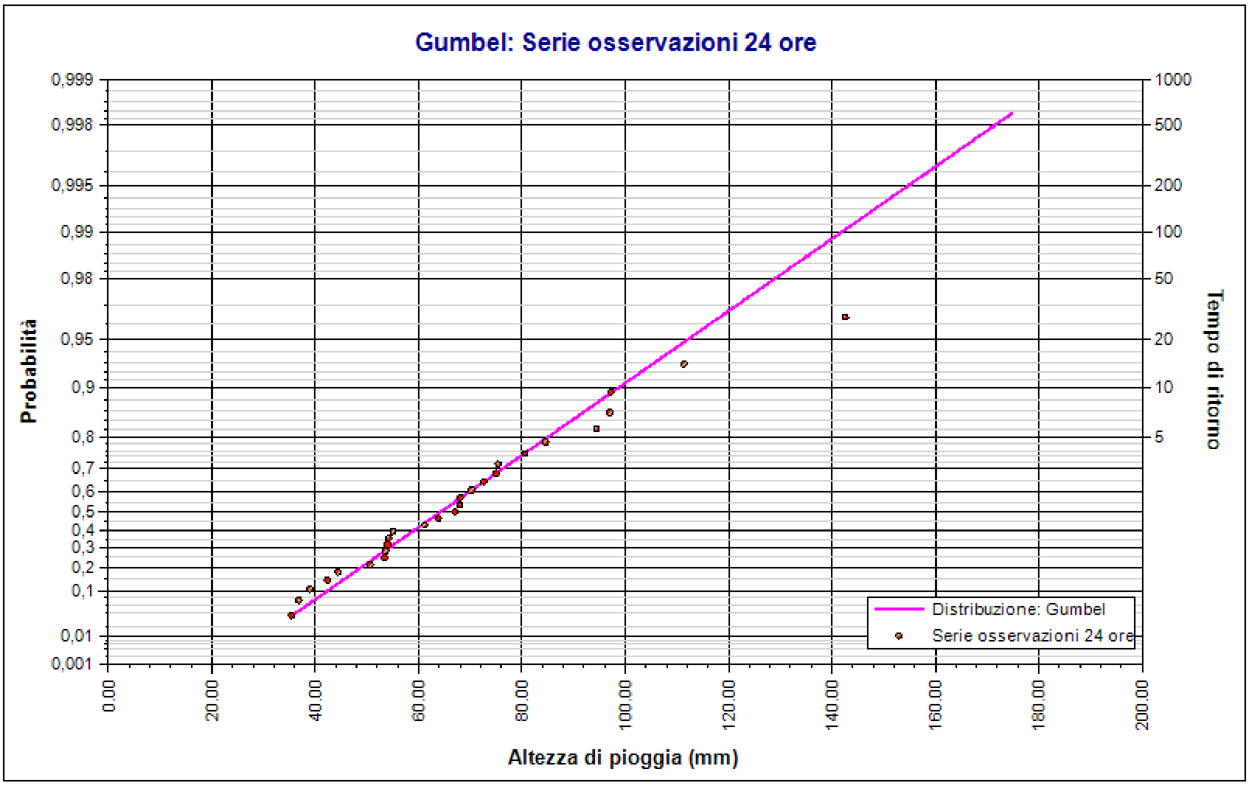
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 10.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

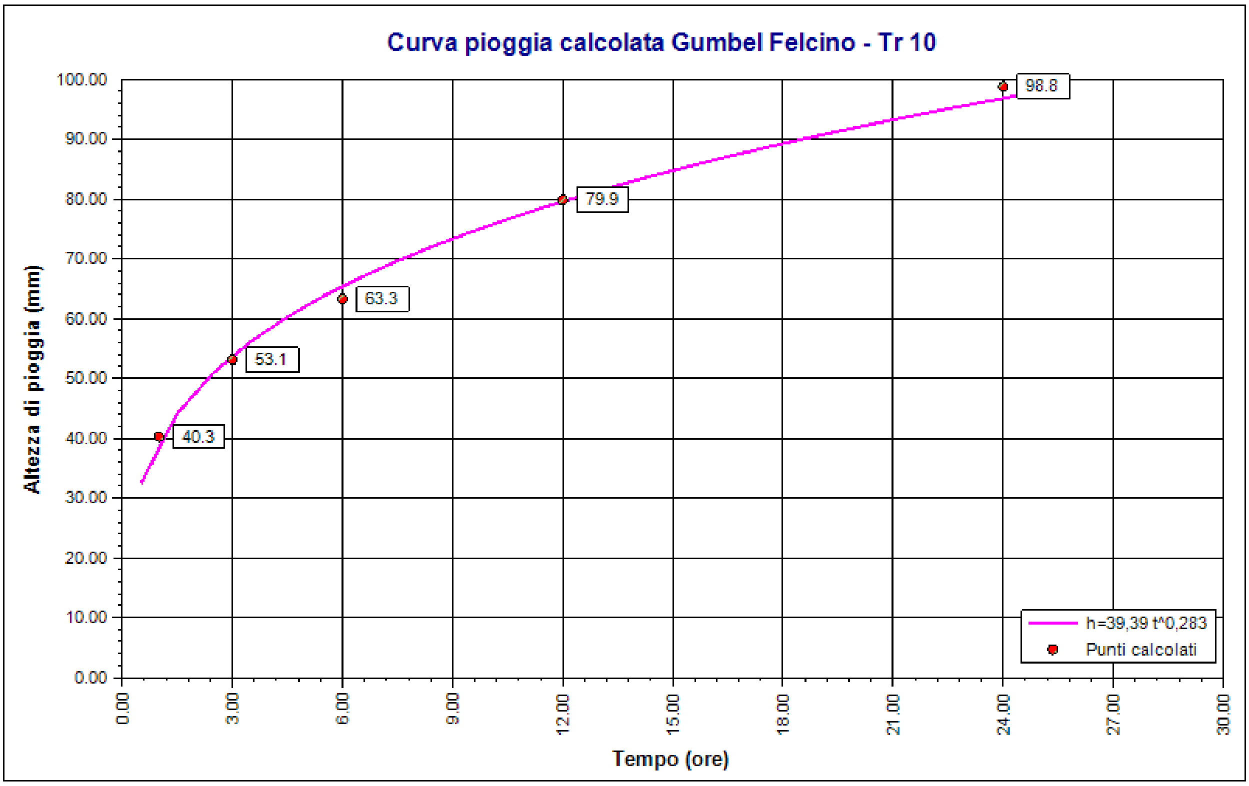
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	40.257
2	3.000	180	53.098
3	6.000	360	63.278
4	12.000	720	79.871
5	24.000	1440	98.837

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
39.39	0.28	1.00	$h(t) = 39{,}4\ t^{0{,}283}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	39.388		9	73.370		17	87.844
2	47.928		10	75.591		18	89.277
3	53.758		11	77.659		19	90.654
4	58.319		12	79.595		20	91.980
5	62.122		13	81.420		21	93.260
6	65.413		14	83.146		22	94.496
7	68.331		15	84.786		23	95.693
8	70.964		16	86.349		24	96.853



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore
Minima dimensione serie: 20
Massima dimensione serie: 20

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

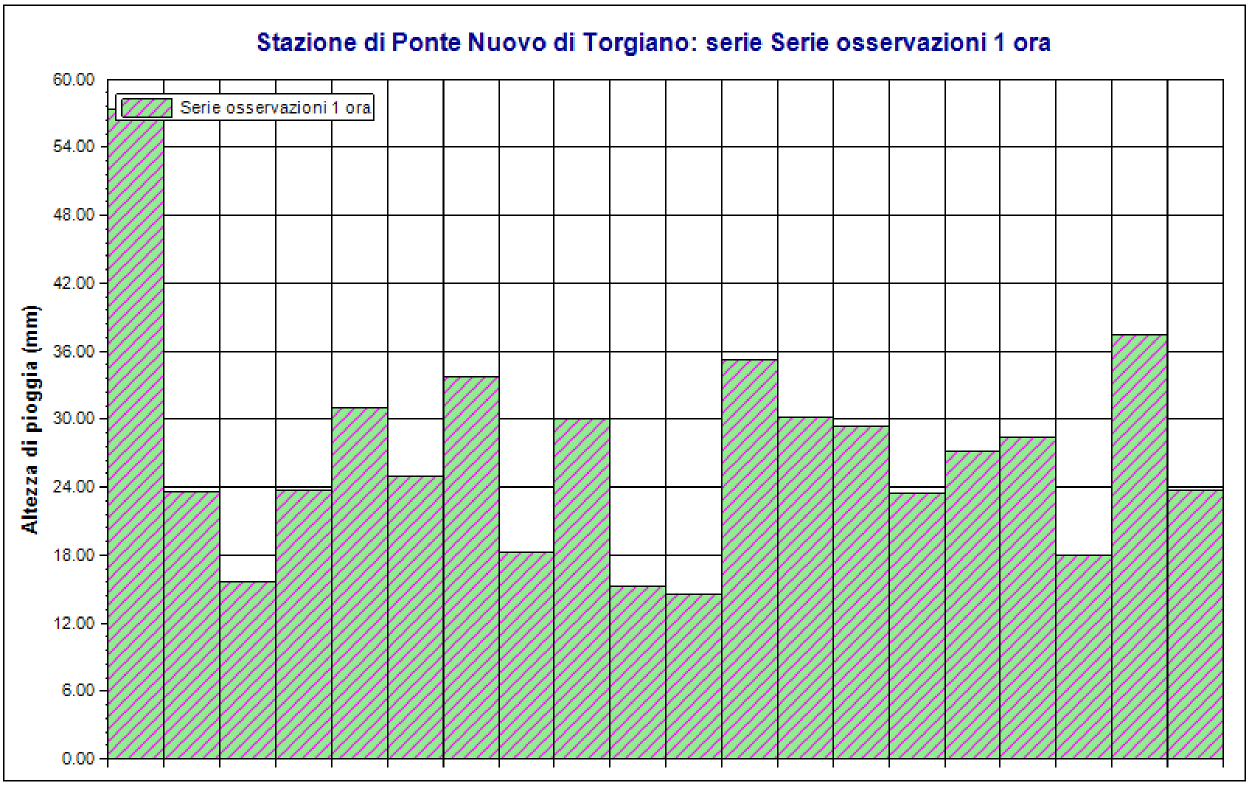
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie osservazioni

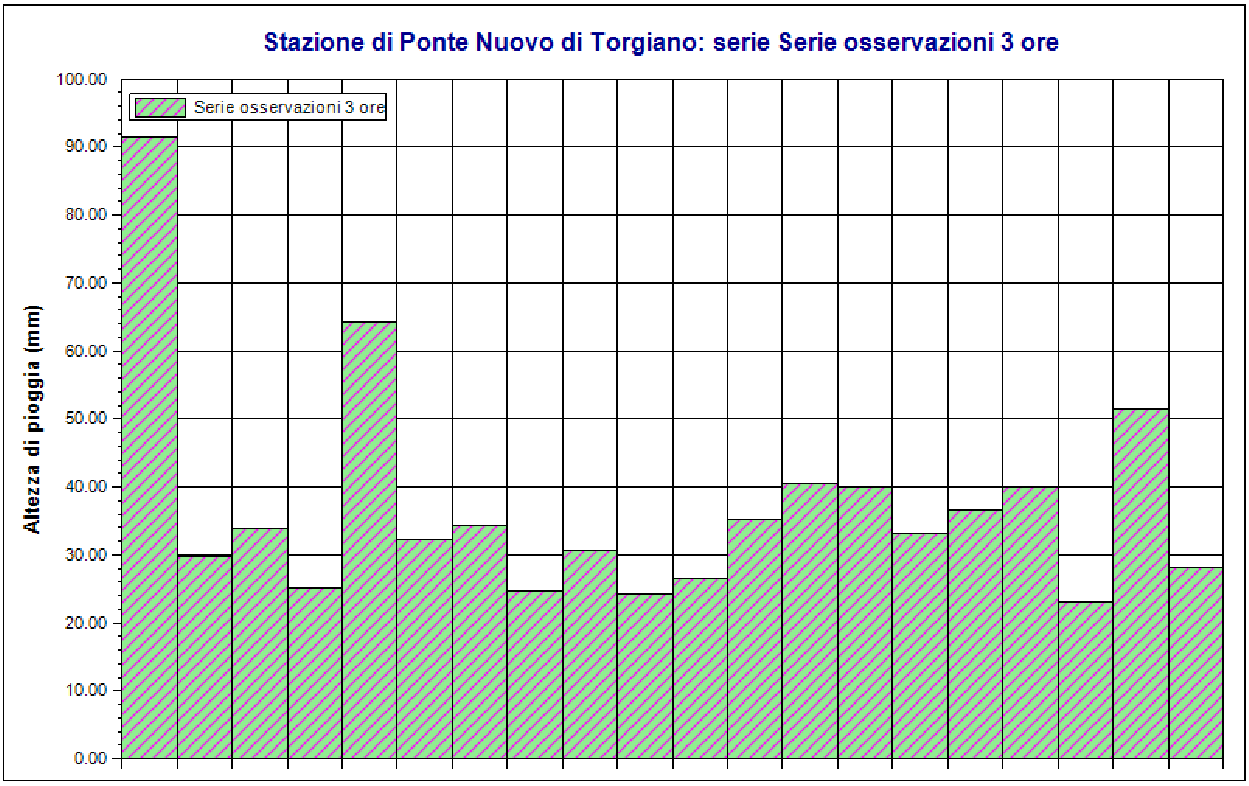
n	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1	57.4	91.4	95.6	102.6	102.8
2	23.6	29.8	34.0	52.0	57.2
3	15.6	33.8	35.2	35.2	35.2
4	23.8	25.2	30.0	37.2	47.6
5	31.0	64.2	71.6	81.6	90.0
6	25.0	32.2	32.4	34.0	41.0
7	33.8	34.4	34.4	34.4	34.4
8	18.2	24.6	41.0	48.1	71.0
9	30.1	30.6	37.0	37.4	47.2
10	15.2	24.3	36.8	54.8	61.0
11	14.5	26.5	38.7	39.8	40.8
12	35.2	35.2	40.8	73.4	116.8
13	30.2	40.4	41.4	42.2	50.2
14	29.4	40.0	65.4	75.0	87.8
15	23.4	33.2	33.4	33.4	43.8
16	27.2	36.6	41.6	41.8	50.0
17	28.4	40.0	41.0	41.2	42.0
18	18.0	23.2	24.6	43.4	50.4
19	37.4	51.4	55.4	55.8	60.0
20	23.8	28.2	35.6	40.6	48.6

Dati Statistici

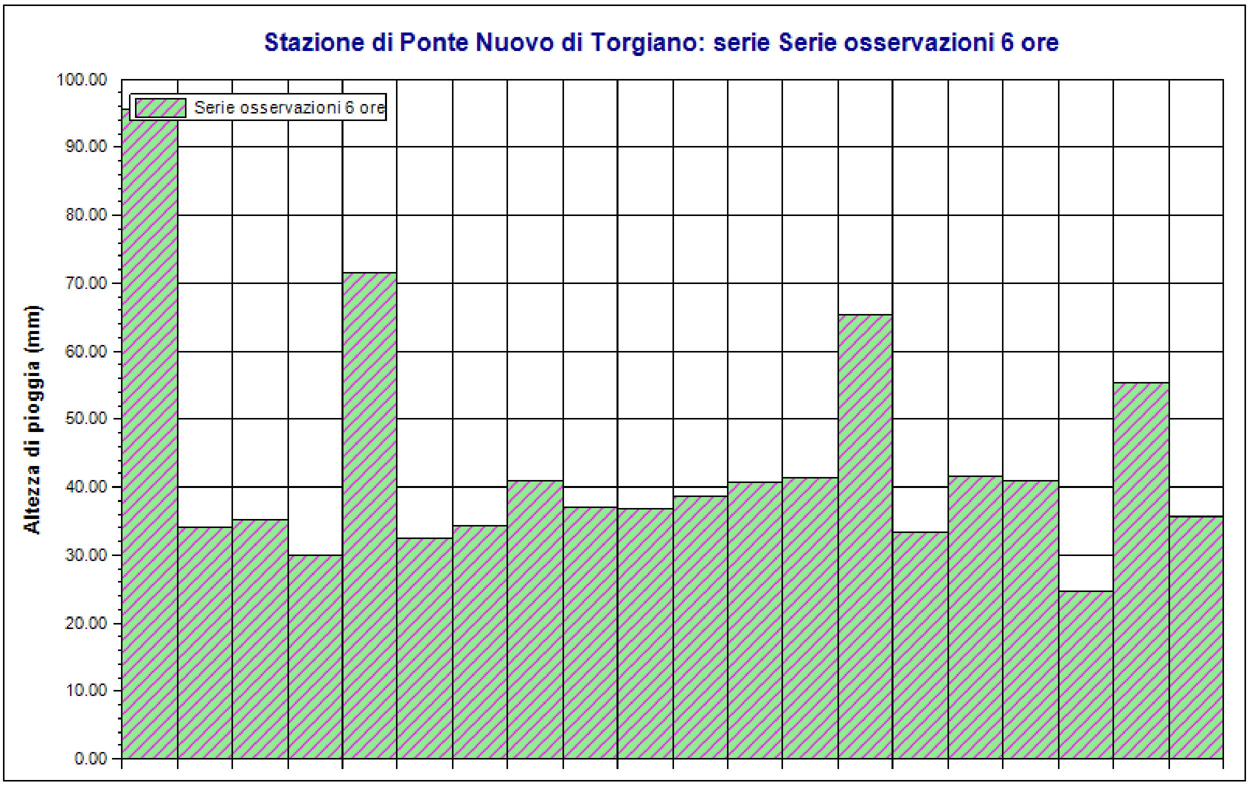
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Somma dei dati	541.2	745.2	865.9	1003.9	1177.8
Valore minimo	14.5	23.2	24.6	33.4	34.4
Valore massimo	57.4	91.4	95.6	102.6	116.8
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Coeff. variazione	0.362	0.432	0.387	0.376	0.393
Coeff. asimmetria	1.448	2.379	2.041	1.553	1.329



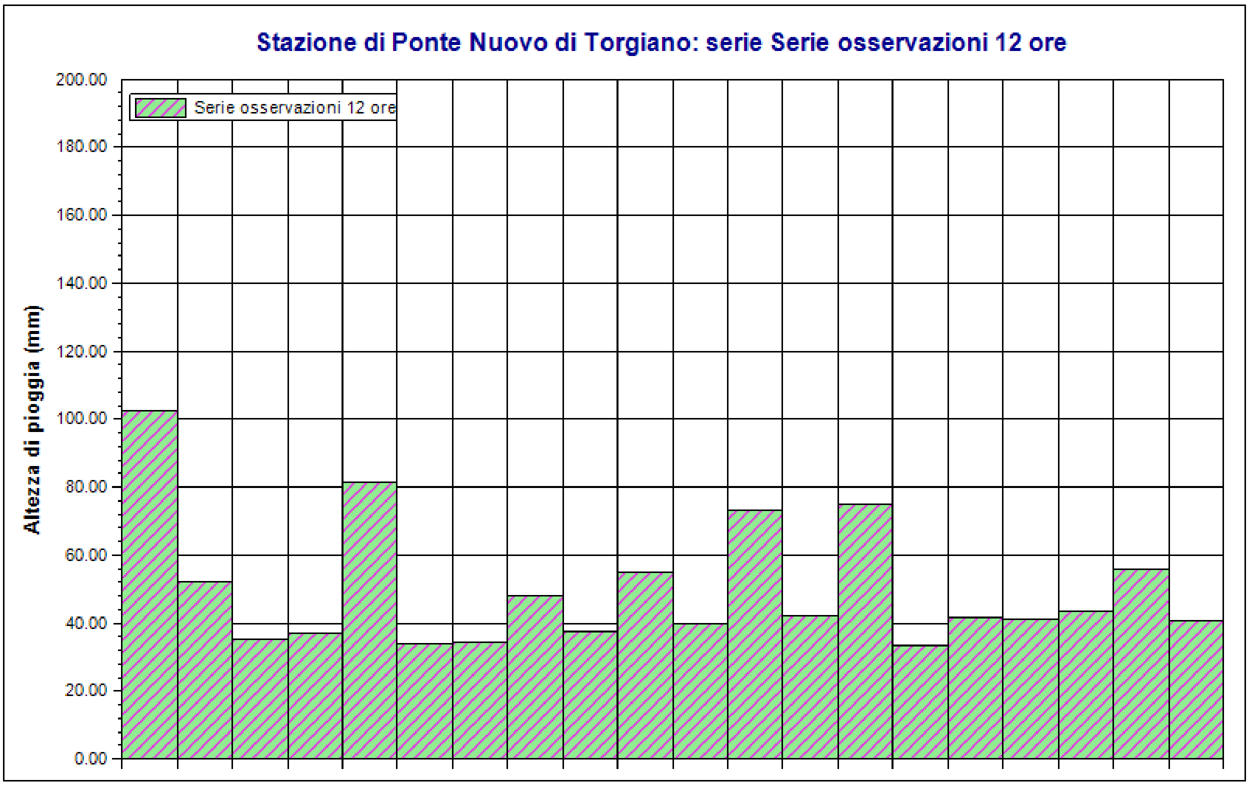
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



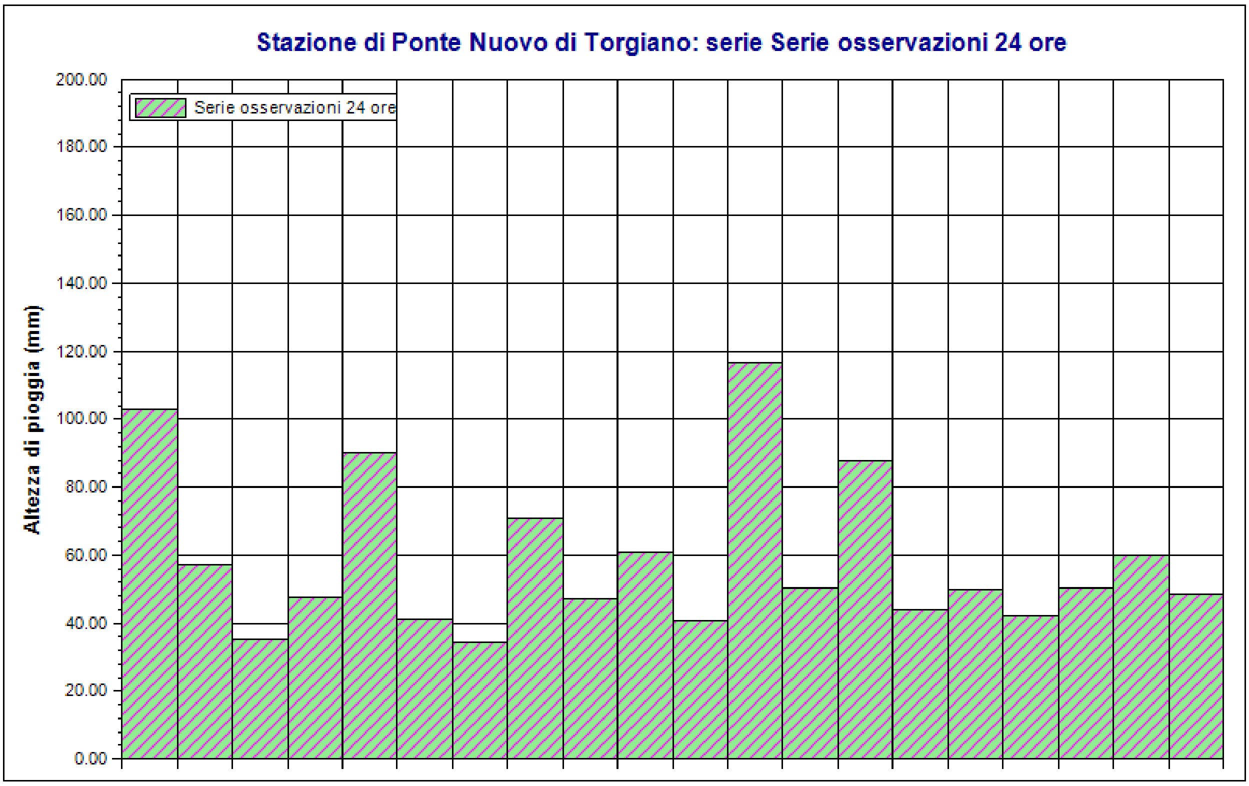
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano. Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z, Φ(x)*, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi\left(x = z_k\right) = \left[\Phi\left(z\right)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

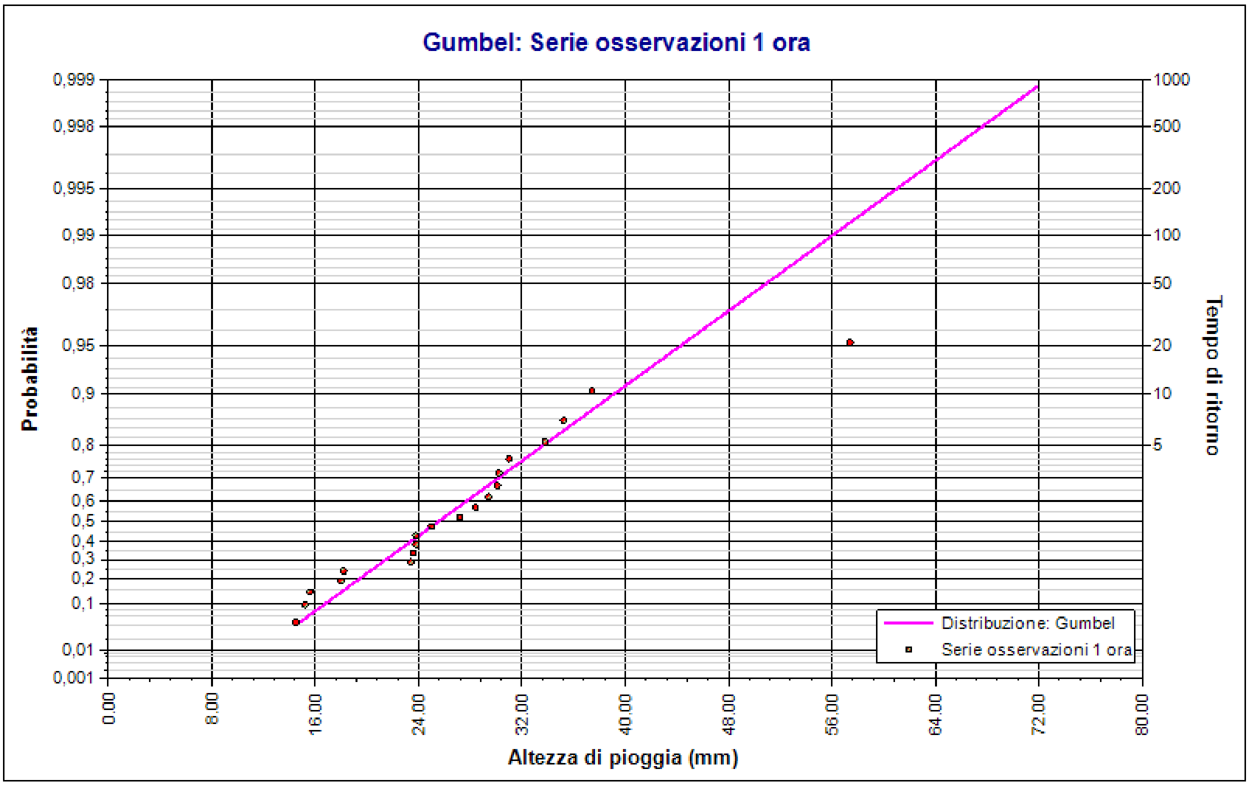
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	27.06	37.26	43.30	50.20	58.89
Dev. standard	9.79	16.09	16.75	18.86	23.12
Alfa	0.1387	0.1152	0.1053	0.0885	0.0680
Epsilon	22.851	31.323	36.893	42.546	49.250

Espressioni delle CDF della distribuzione

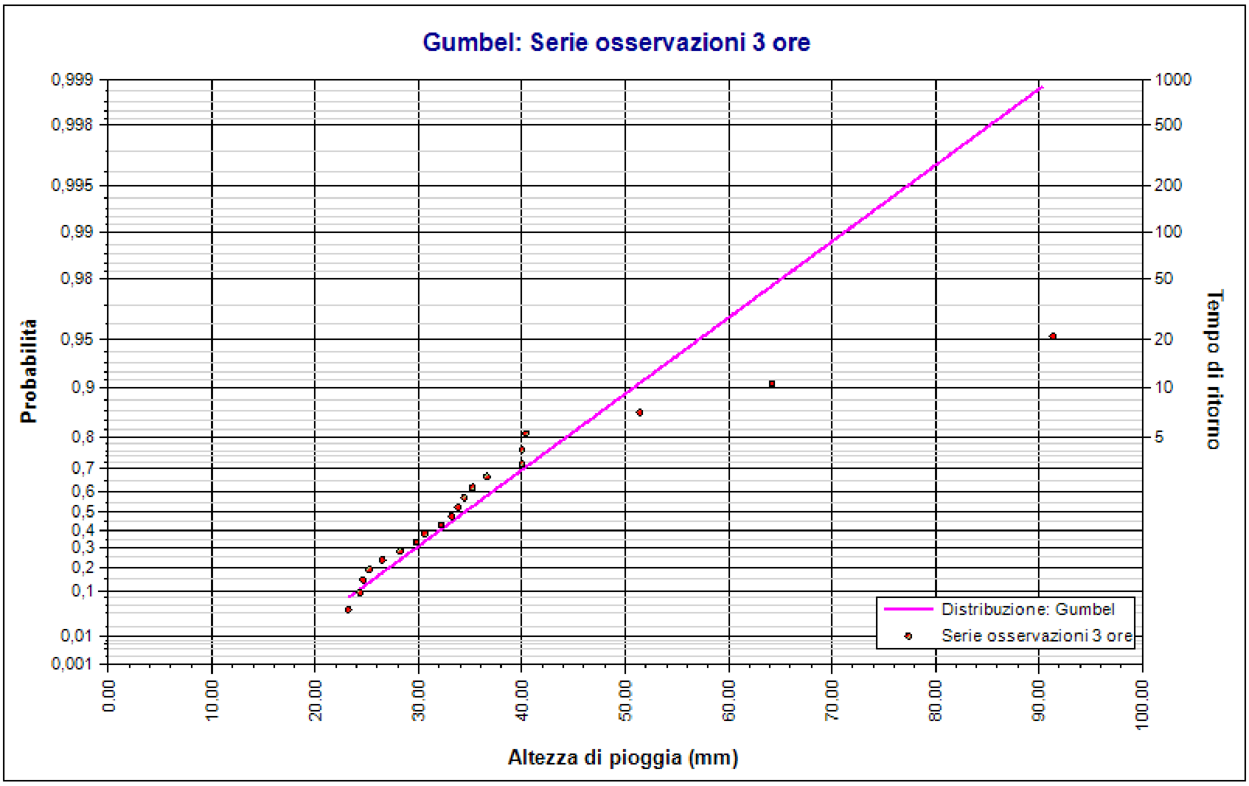
Gumbel: Serie osservazioni 1 ora	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}139\left(x - 22{,}851\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 3 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}115\left(x - 31{,}323\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 6 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}105\left(x - 36{,}893\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 12 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}089\left(x - 42{,}546\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 24 ore	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}068\left(x - 49{,}250\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

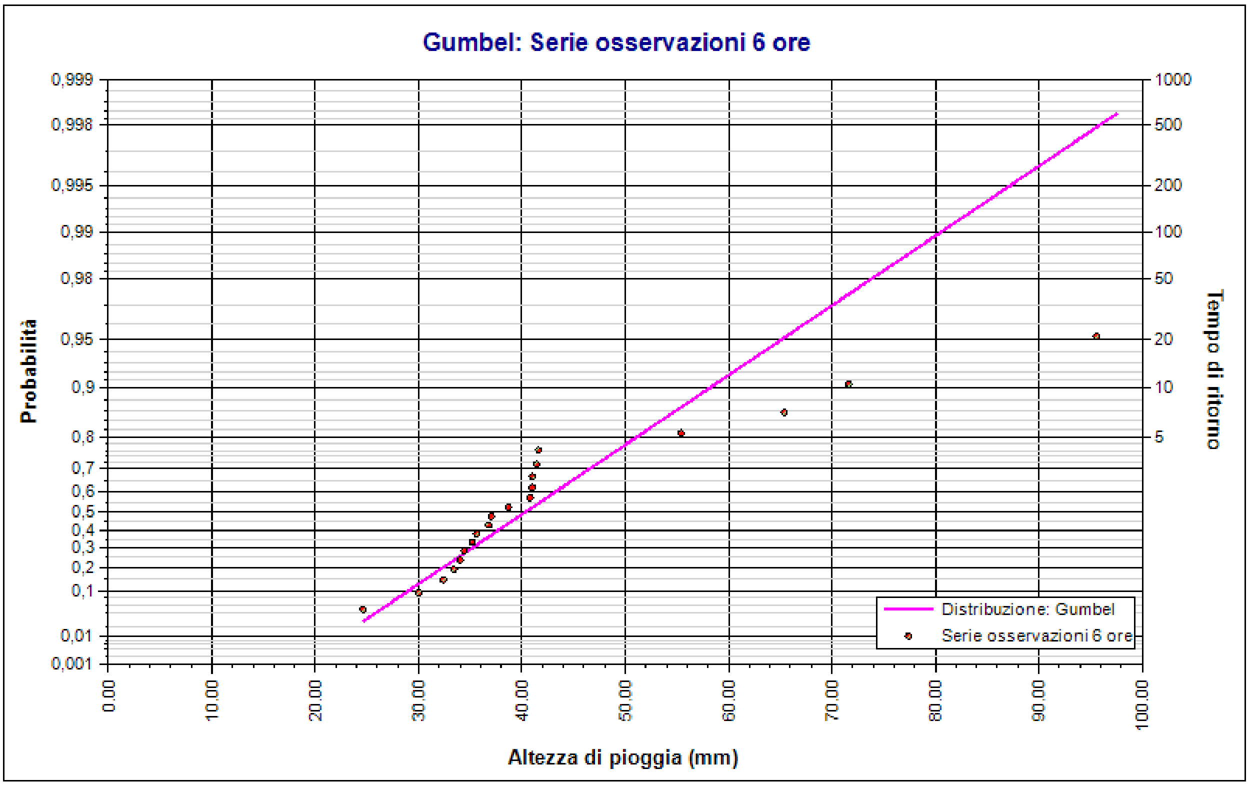
Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**
2 anni	25.49	34.50	40.37	46.68	54.64
5 anni	33.67	44.34	51.14	59.49	71.31
10 anni	39.08	50.86	58.26	67.96	82.34
20 anni	44.27	57.11	65.10	76.09	92.92
50 anni	50.99	65.20	73.94	86.61	106.62
100 anni	56.03	71.26	80.57	94.50	116.89
200 anni	61.04	77.30	87.18	102.36	127.12
500 anni	67.66	85.27	95.89	112.72	140.61
1000 anni	72.67	91.29	102.48	120.55	150.81



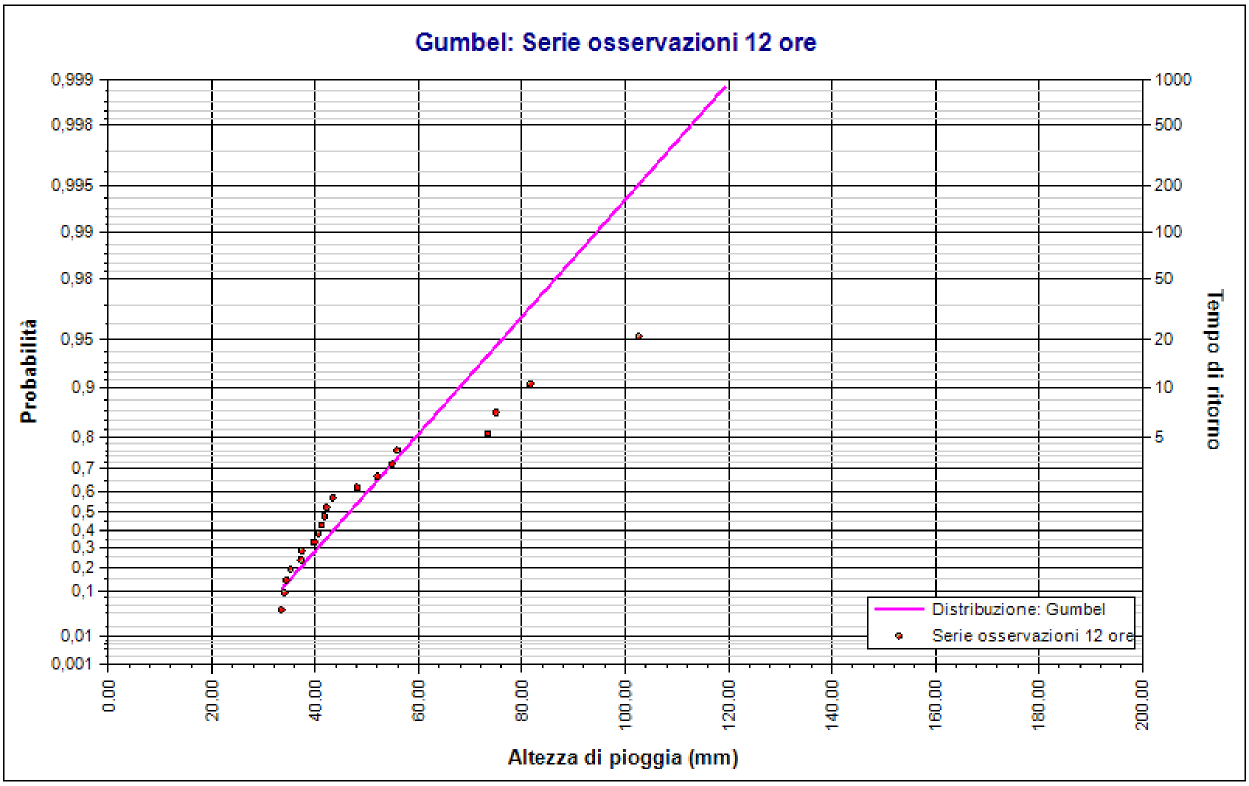
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 1 ora. Durata 1 ora



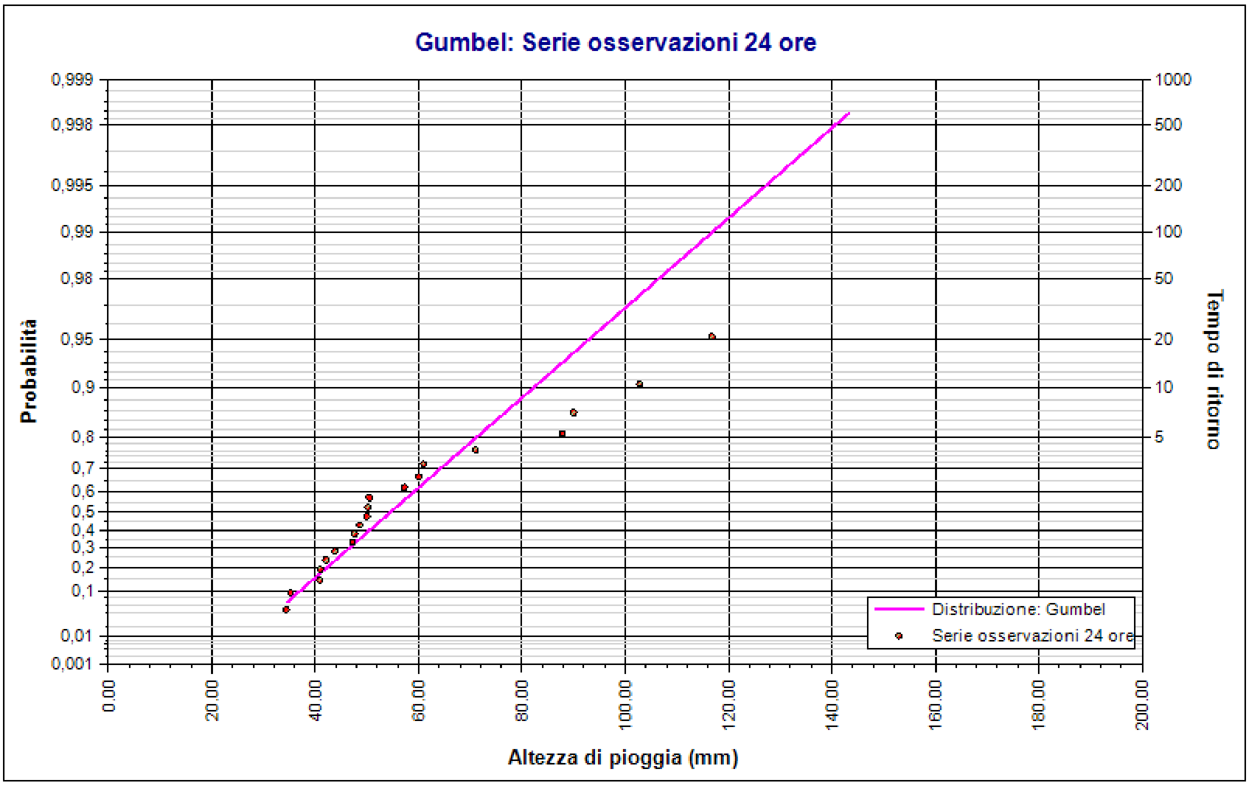
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 3 ore. Durata 3 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 6 ore. Durata 6 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 24 ore. Durata 24 ore

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 10.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore

Tabella punti di calcolo

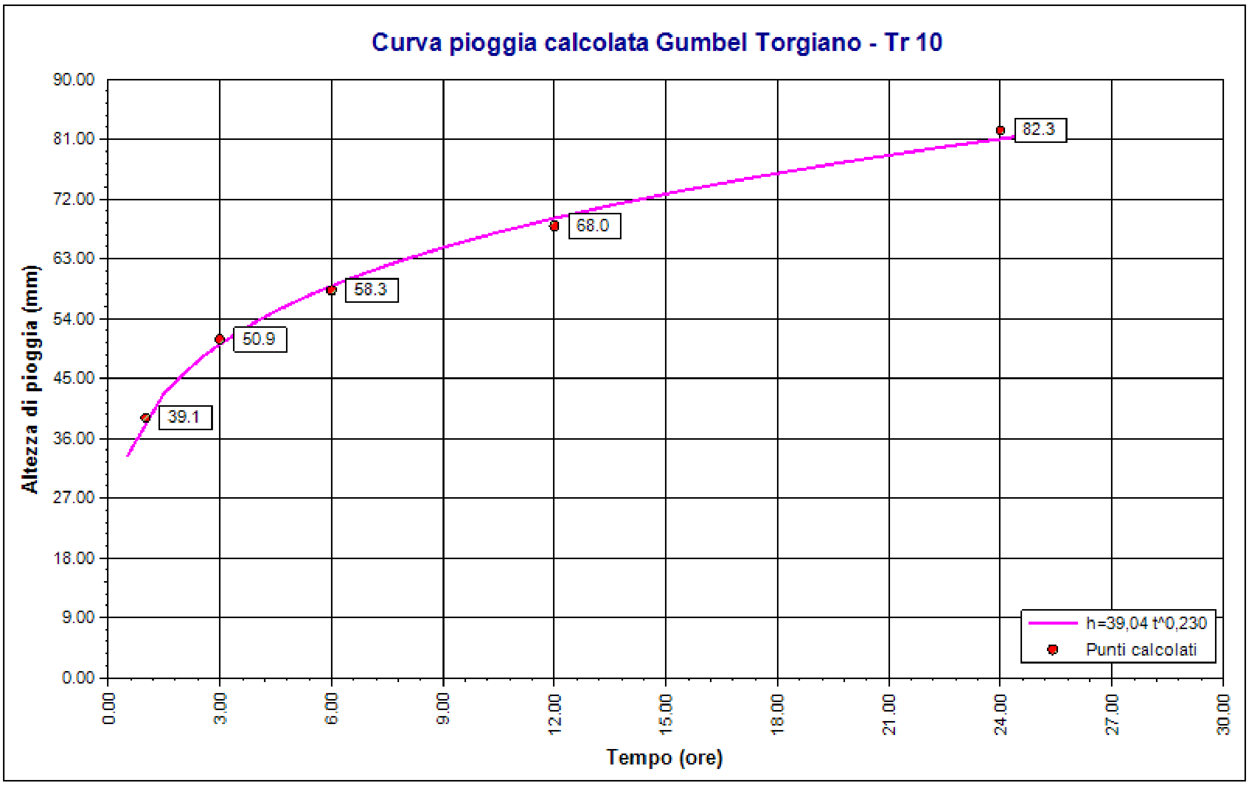
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	39.081
2	3.000	180	50.859
3	6.000	360	58.261
4	12.000	720	67.961
5	24.000	1440	82.339

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
39.04	0.23	1.00	$h(t) = 39{,}0\ t^{0{,}230}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	39.042		9	64.698		17	74.882
2	45.786		10	66.284		18	75.873
3	50.259		11	67.752		19	76.822
4	53.695		12	69.121		20	77.733
5	56.521		13	70.404		21	78.609
6	58.940		14	71.614		22	79.455
7	61.066		15	72.759		23	80.271
8	62.969		16	73.846		24	81.060



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10	Curva pioggia calcolata	20	46.43	0.25
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10	Curva pioggia calcolata	40	39.39	0.28
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10	Curva pioggia calcolata	40	39.04	0.23

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
40.64	0.26	$h(t) = 40{,}6\, t^{0{,}257}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	40.645	9	71.492	17	84.187
2	48.570	10	73.454	18	85.433
3	53.905	11	75.276	19	86.629
4	58.042	12	76.978	20	87.778
5	61.468	13	78.578	21	88.886
6	64.417	14	80.089	22	89.955
7	67.020	15	81.522	23	90.989
8	69.360	16	82.886	24	91.989

Combinazione Gumbel - Tr 10

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h

Dati Pluviogramma

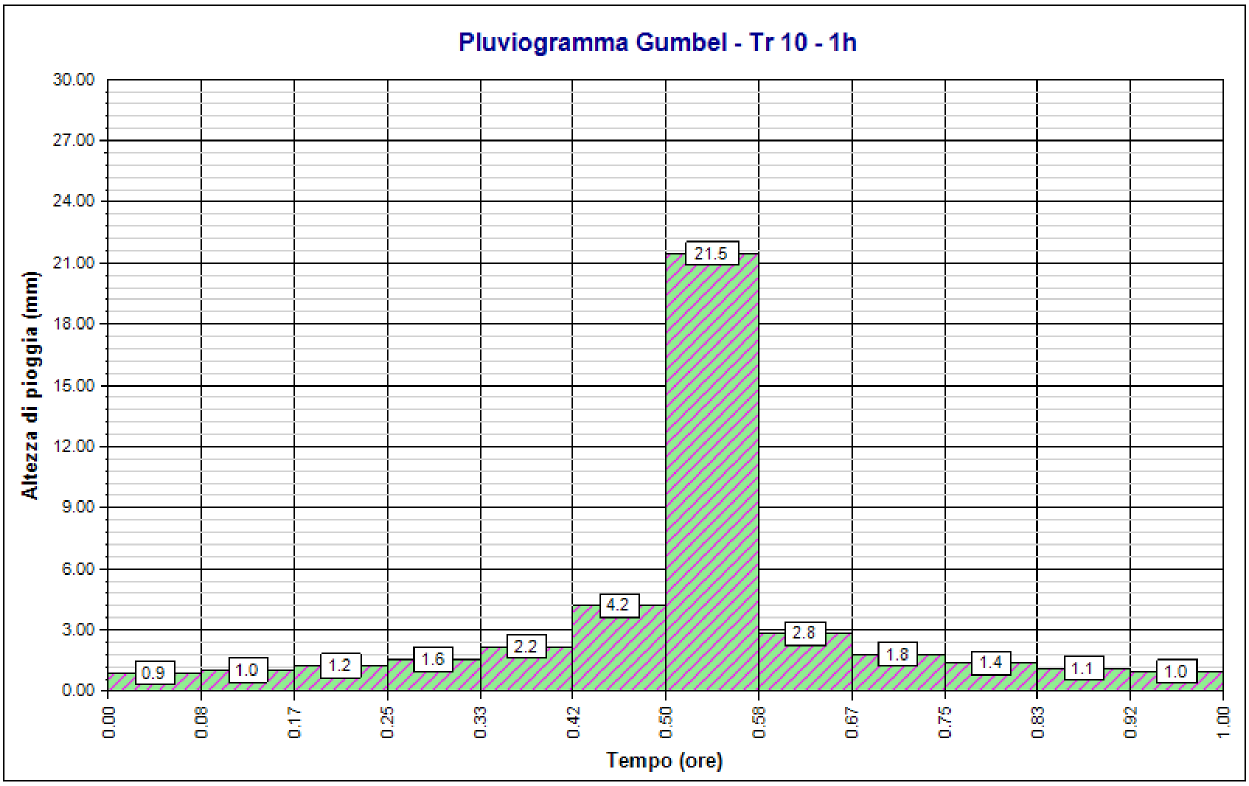
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 10
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 40.645 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
40.64	0.26	$h(t) = 40,6\ t^{0,257}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	0.899
2	0.083	0.167	5	10	1.036
3	0.167	0.250	10	15	1.236
4	0.250	0.333	15	20	1.557
5	0.333	0.417	20	25	2.184
6	0.417	0.500	25	30	4.185
7	0.500	0.583	30	35	21.460
8	0.583	0.667	35	40	2.817
9	0.667	0.750	40	45	1.809
10	0.750	0.833	45	50	1.375
11	0.833	0.917	50	55	1.126
12	0.917	1.000	55	60	0.962



Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino E Gumbel - Tr 10 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

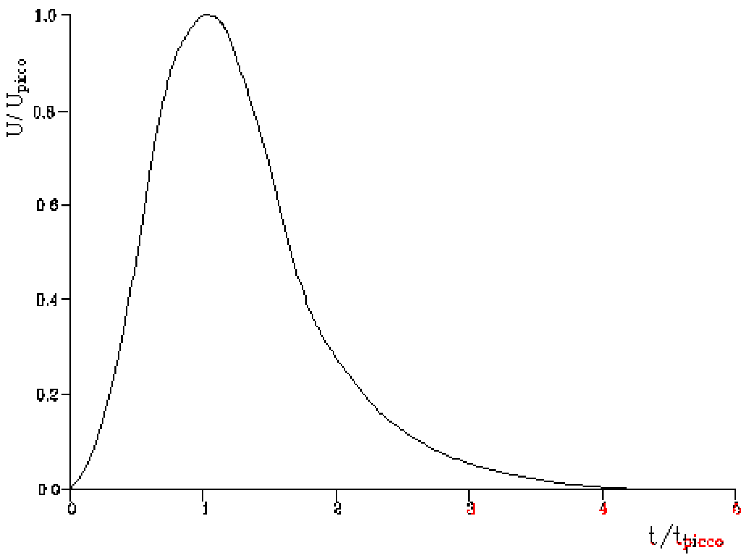
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

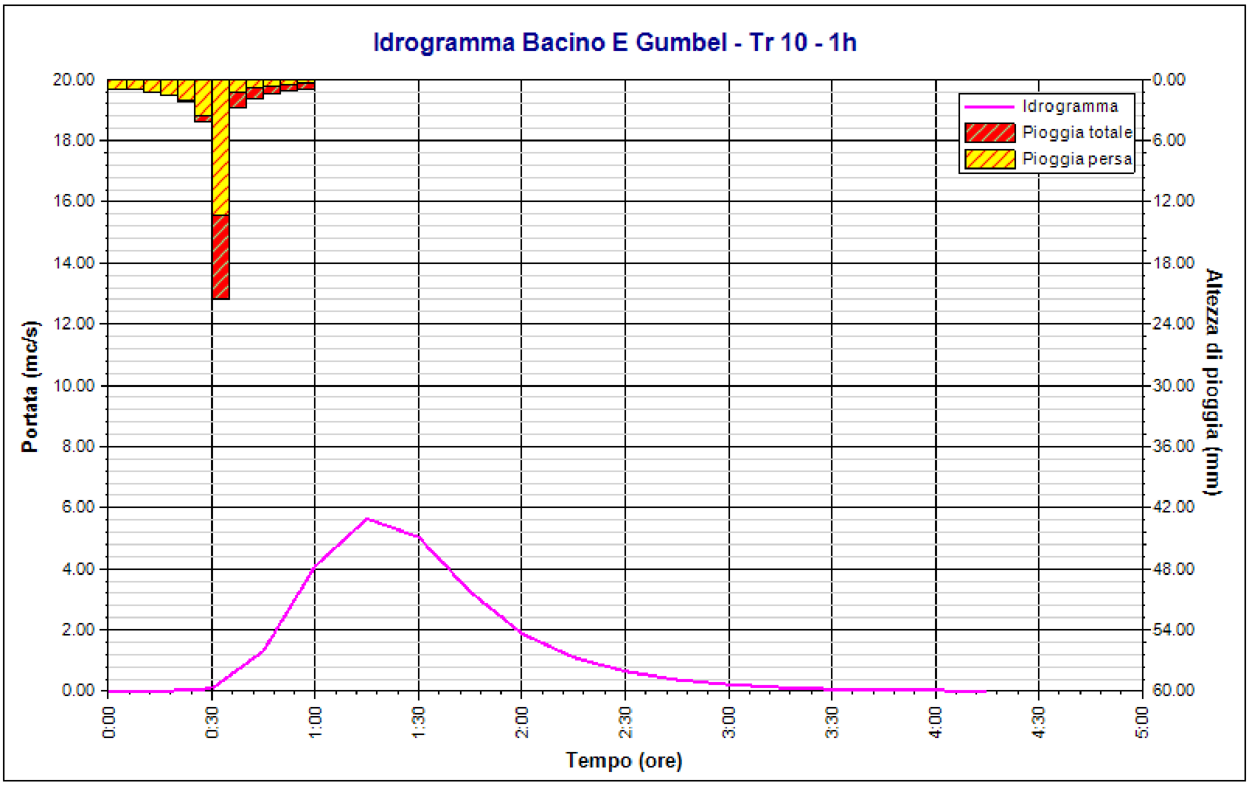
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h
Superficie del bacino: 1.6 kmq
Tlag: 0.636 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 79.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	3.171	3.170	0.000	0.0
2	0.250	15	7.926	7.060	0.867	0.0
3	0.500	30	26.086	15.464	10.622	0.1
4	0.750	45	3.462	1.476	1.986	1.3
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	4.1
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	5.6
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	5.0
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	3.2
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	1.9
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	1.1
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.6
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.4
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.2
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.1
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.1
16	3.750	225	0.000	0.000	0.000	0.0
17	4.000	240	0.000	0.000	0.000	0.0
18	4.250	255	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	5.6	mc/s
Istante picco	1.250	ore
Istante picco	75.0	minuti
Durata totale evento	4.250	ore
Volume afflusso	65	mc x 1000
Volume deflusso	22	mc x 1000
Altezza afflusso	40.645	mm
Altezza deflusso	13.443	mm
Coeff. deflusso	0.33	-
Coeff. udometrico	3.52	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino E Gumbel - Tr 10 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872

Bacino: Nestore

Comune: Perugia

Quota: 417.0 m s.l.m.

Latitudine:

Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5

Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Minima dimensione serie: 28

Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

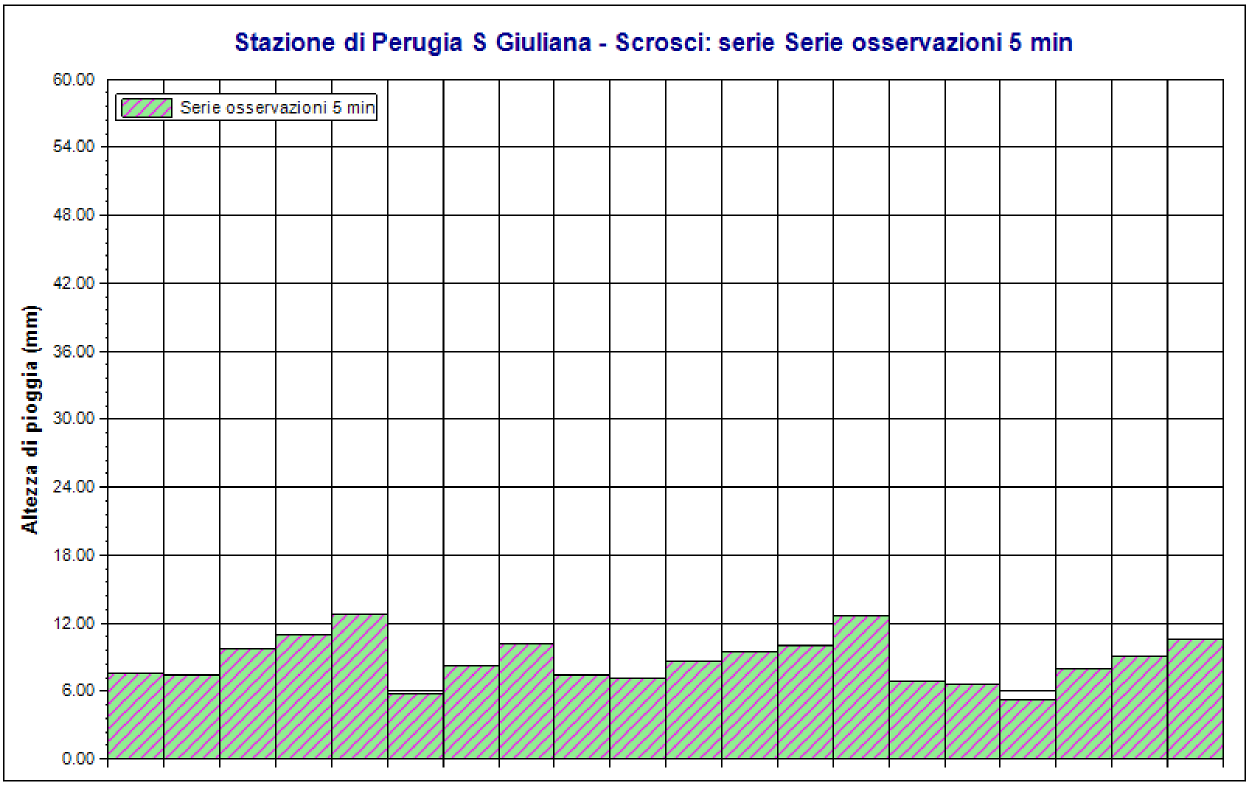
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

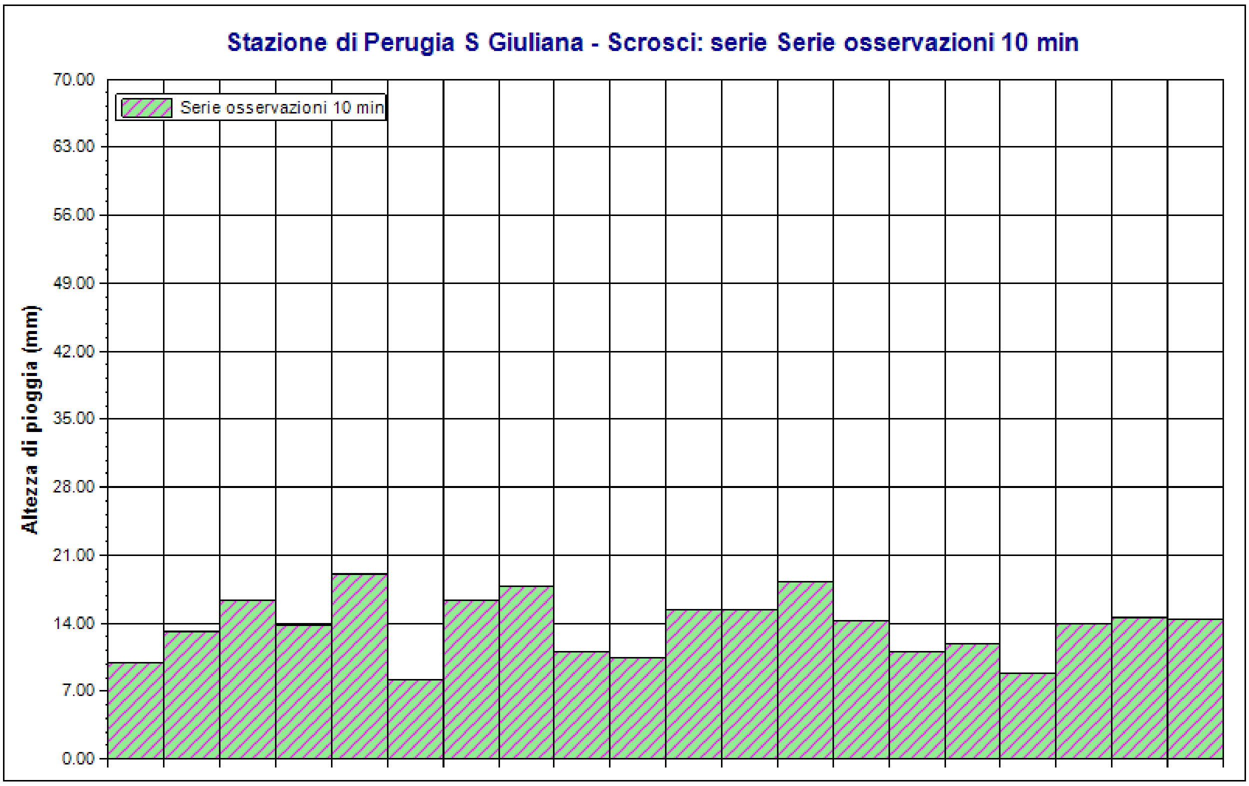
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

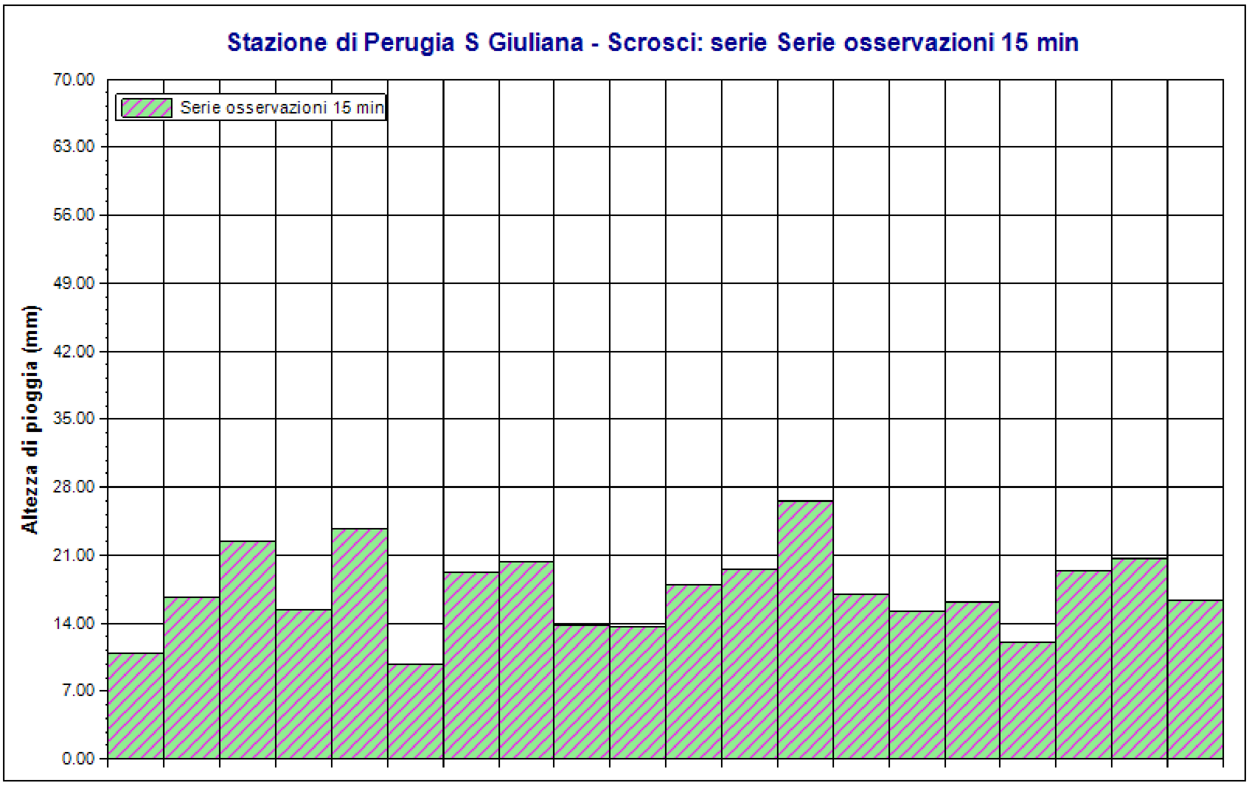
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



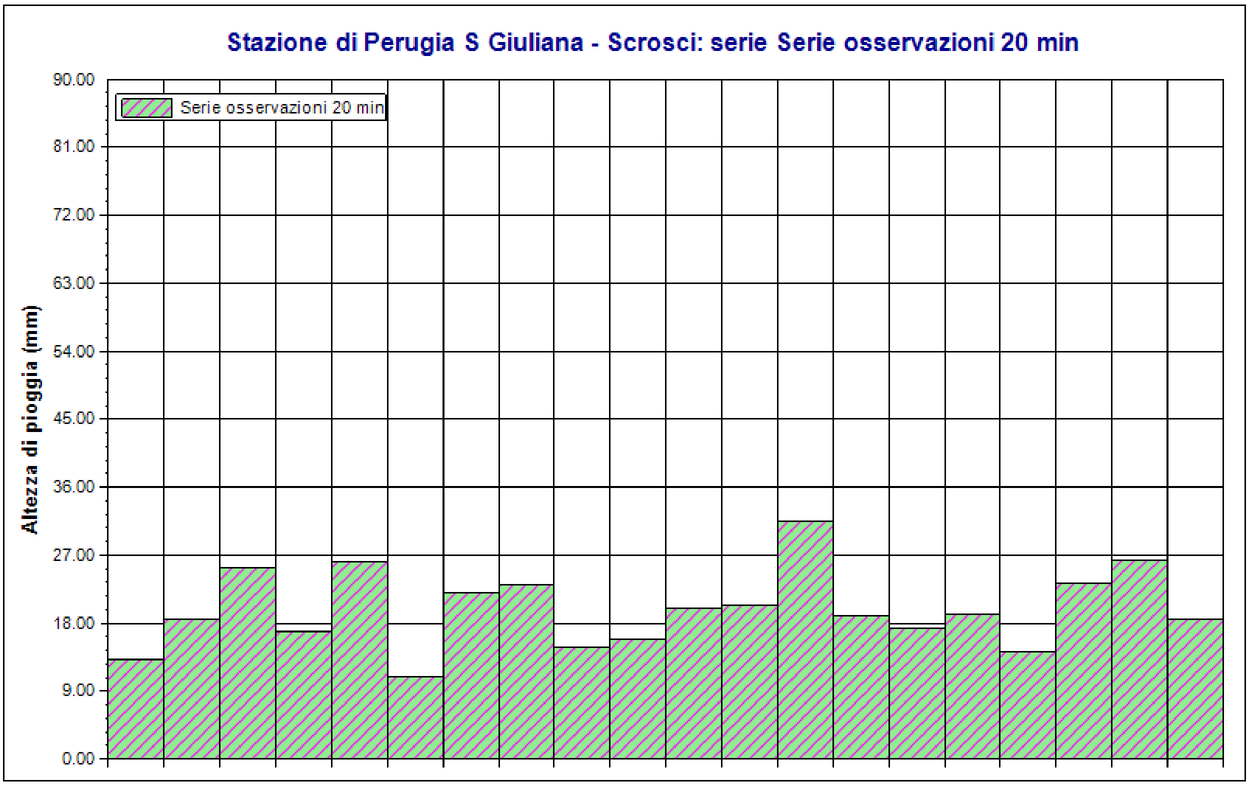
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



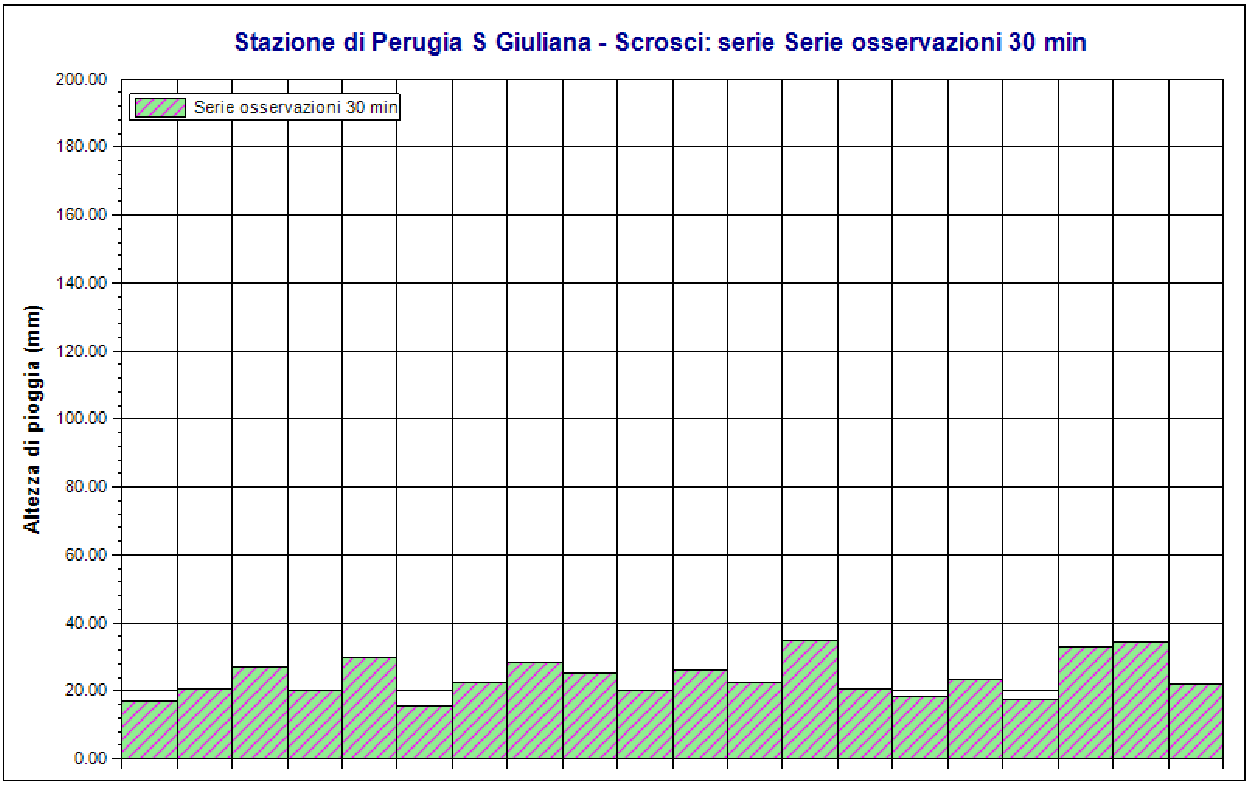
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\;-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\;-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

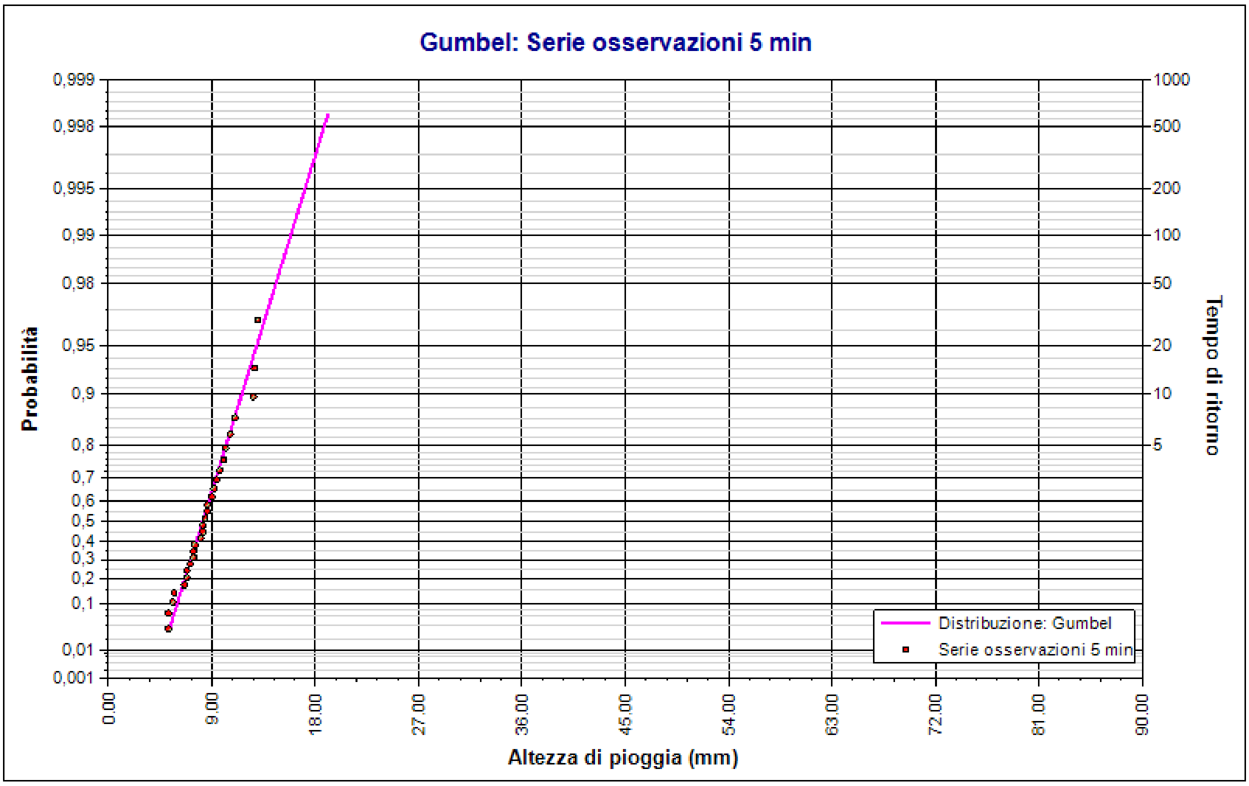
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

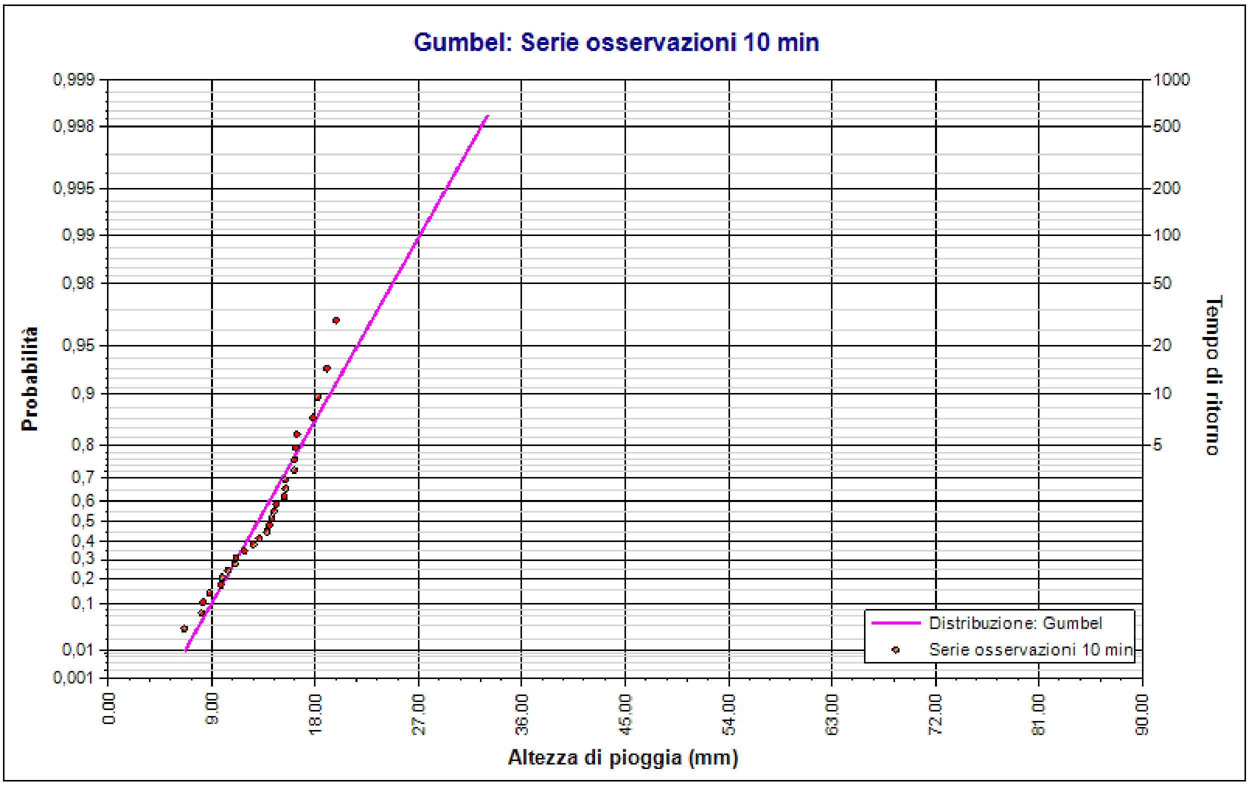
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x-7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x-11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x-14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x-17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x-20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

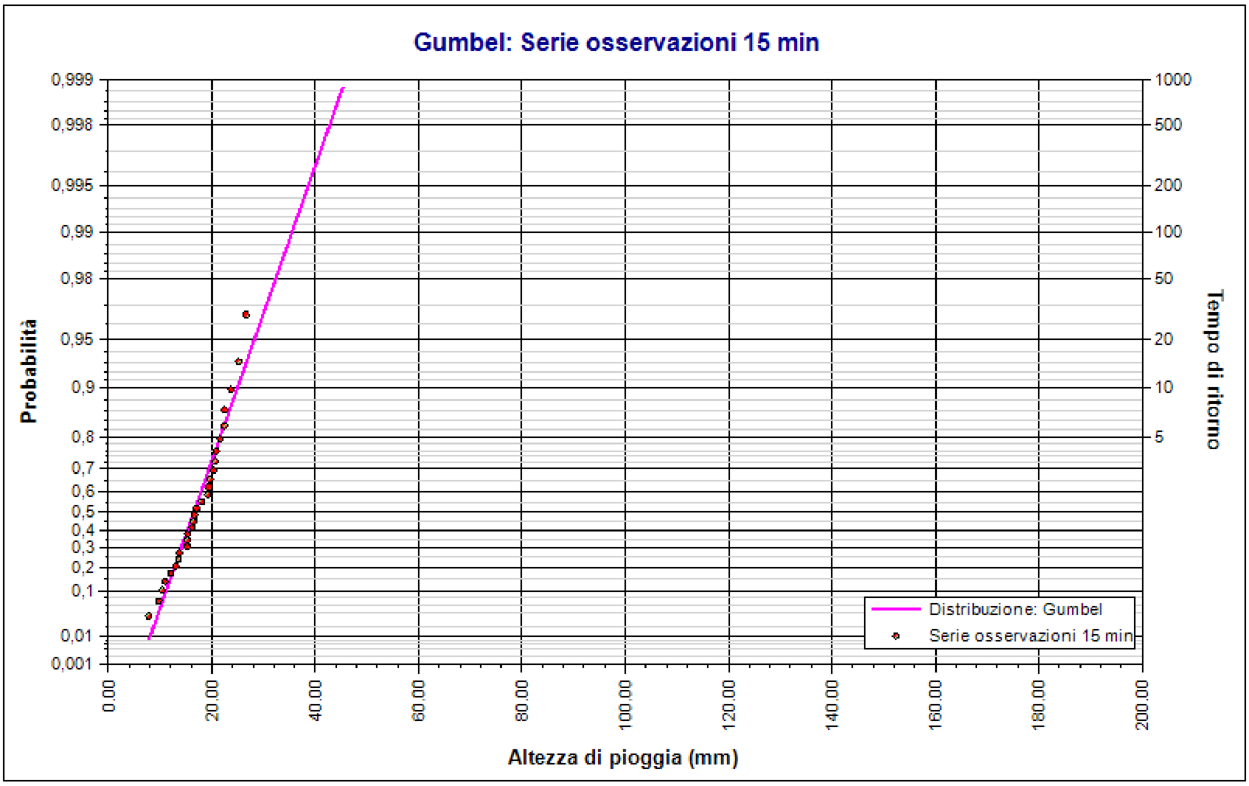
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



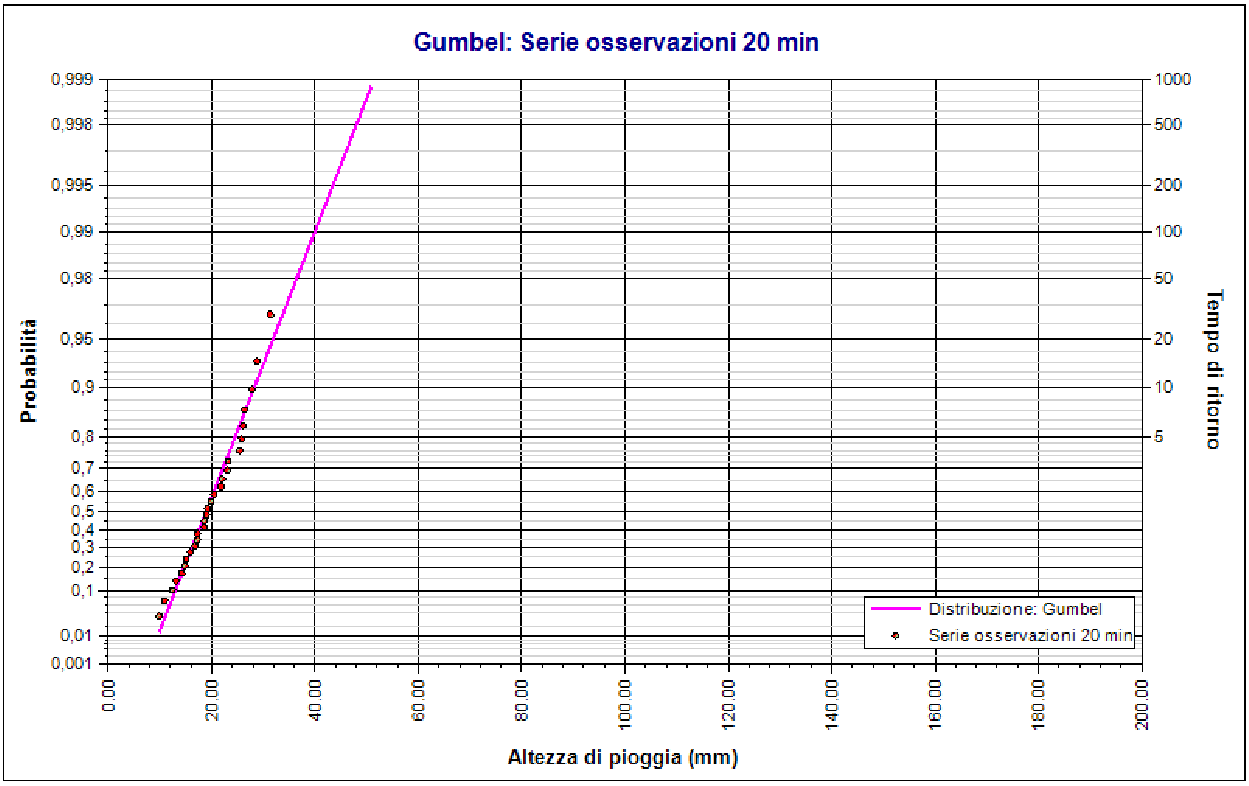
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



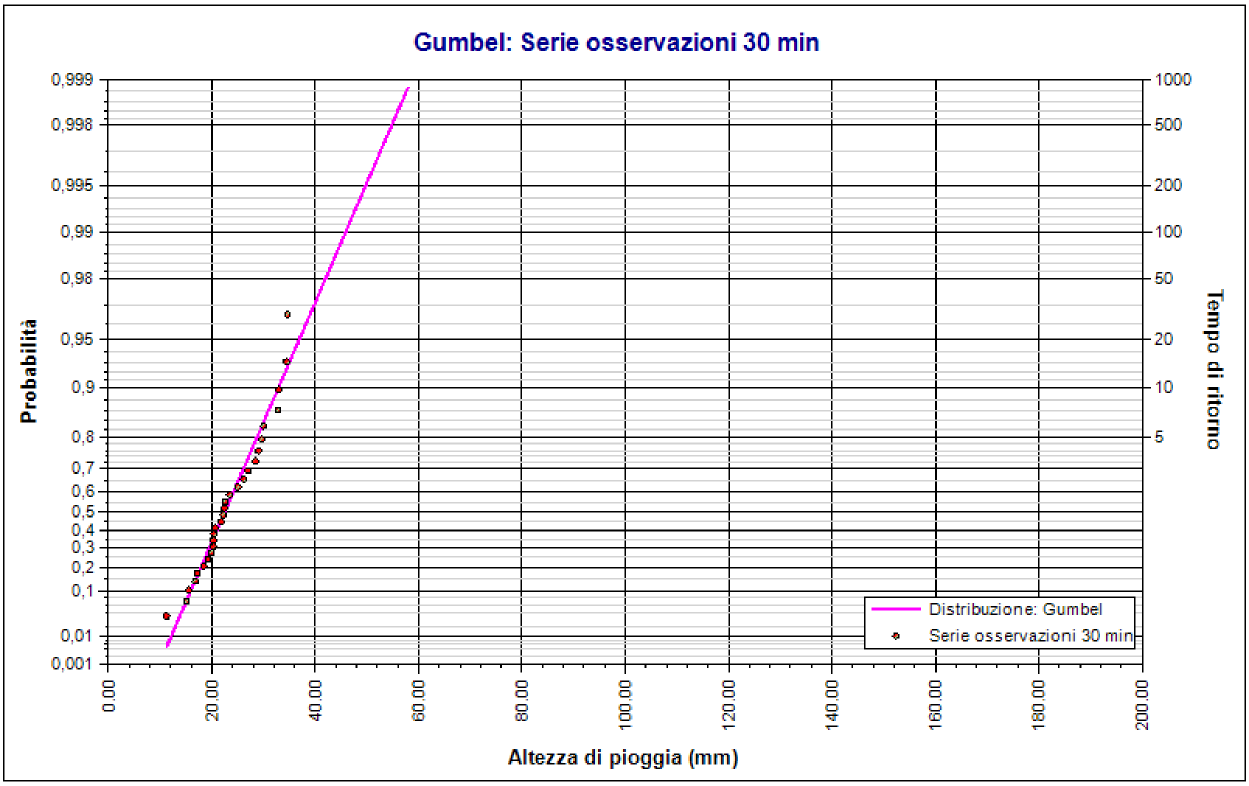
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 200.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

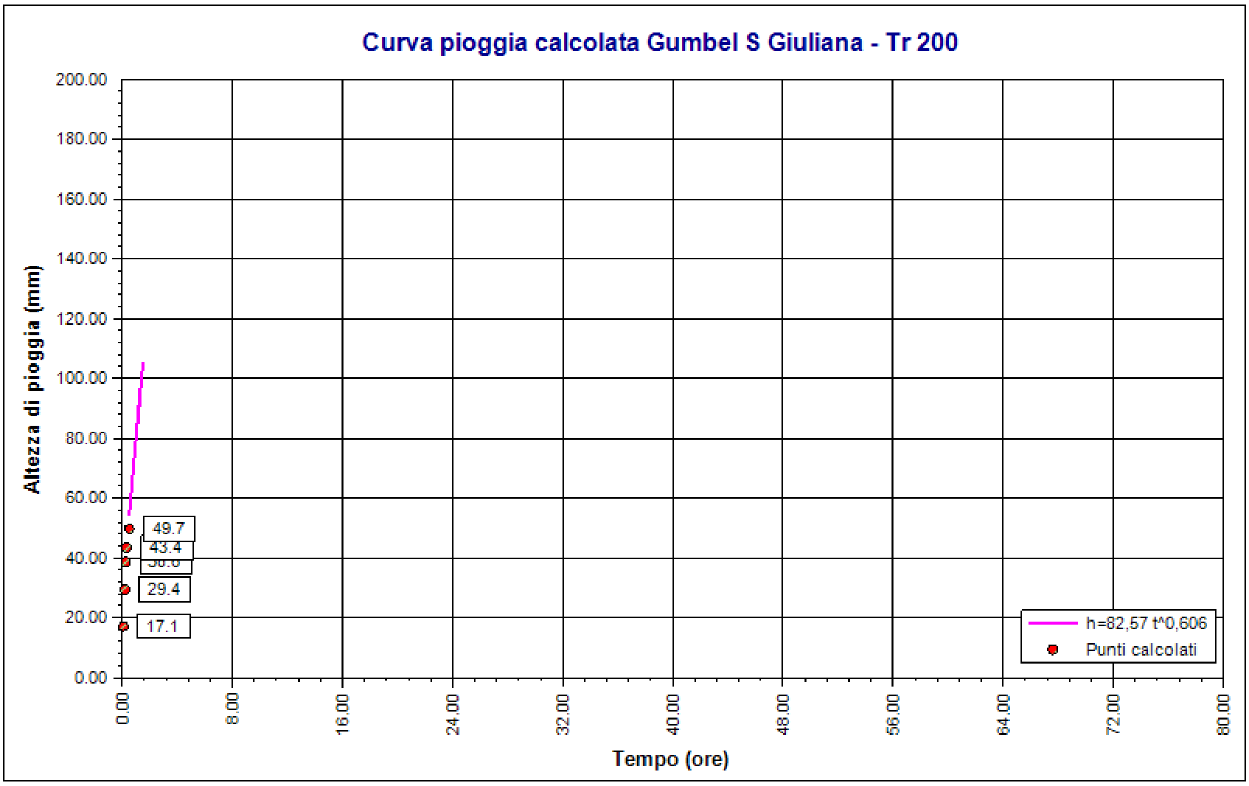
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	17.113
2	0.167	10	29.414
3	0.250	15	38.643
4	0.333	20	43.427
5	0.500	30	49.721

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
82.57	0.61	0.98	$h(t) = 82{,}6\ t^{0{,}606}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	82.574		9	312.476		17	459.317
2	125.653		10	333.067		18	475.498
3	160.631		11	352.861		19	491.327
4	191.207		12	371.956		20	506.831
5	218.877		13	390.433		21	522.032
6	244.433		14	408.357		22	536.951
7	268.355		15	425.784		23	551.604
8	290.961		16	442.757		24	566.008



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 17
Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

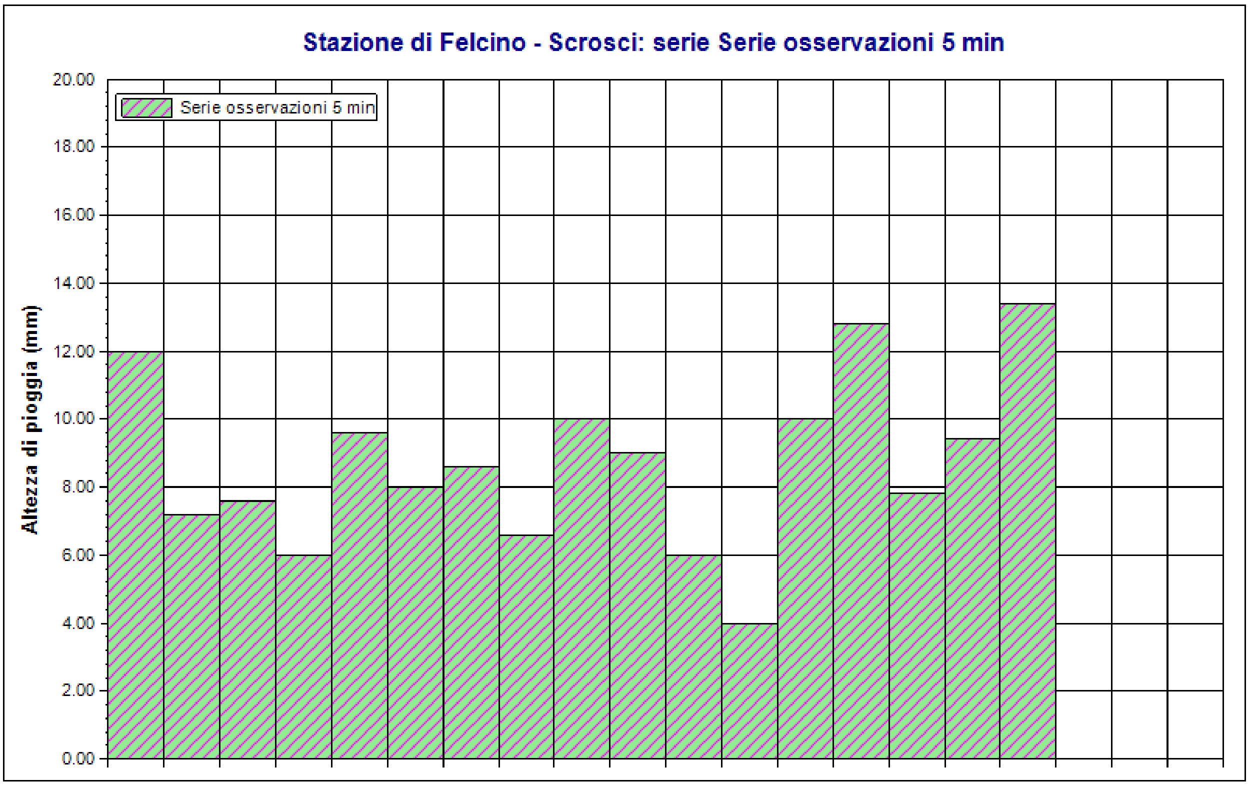
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

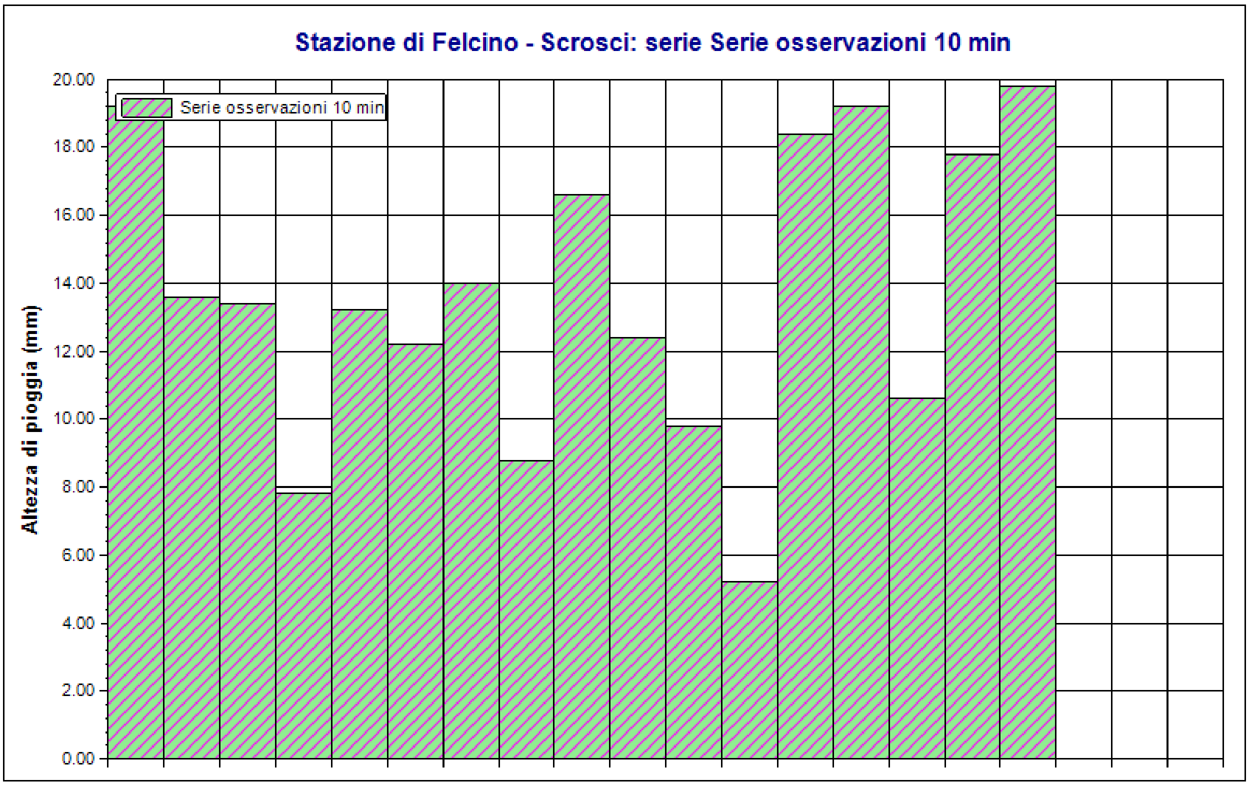
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

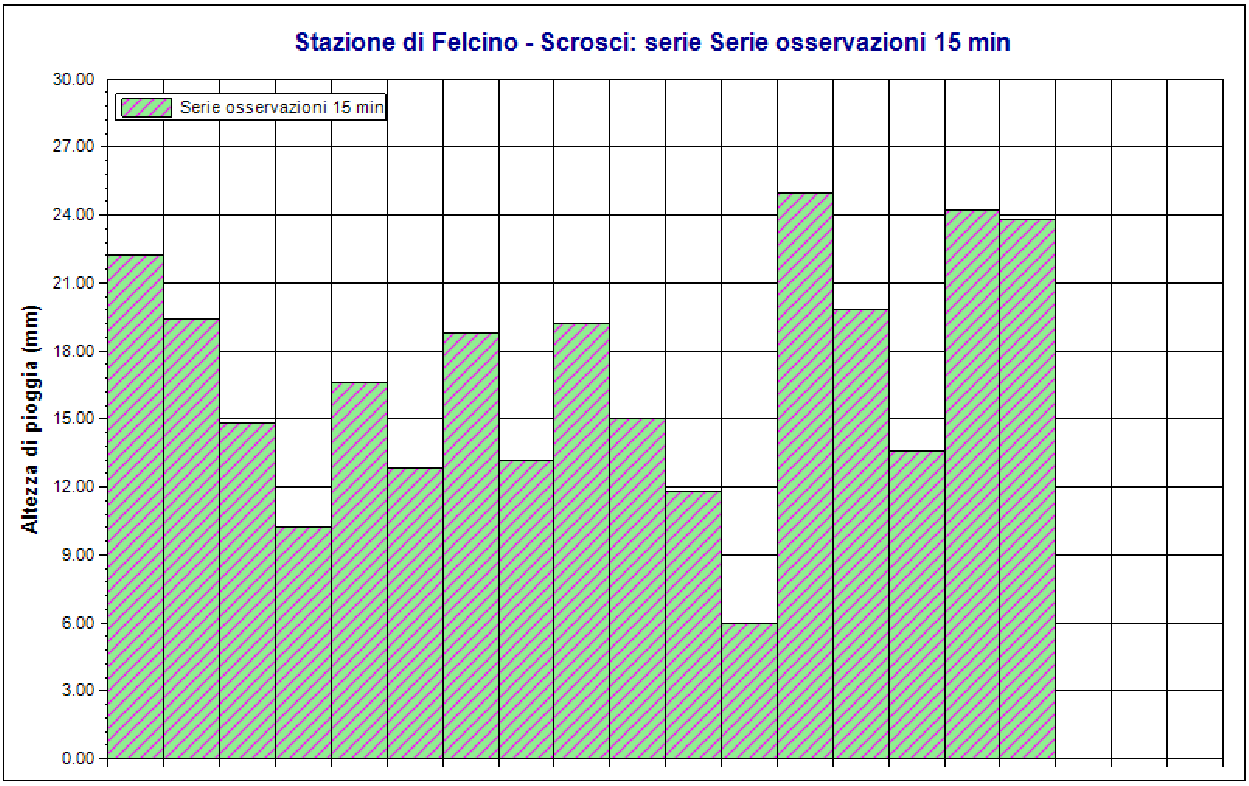
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



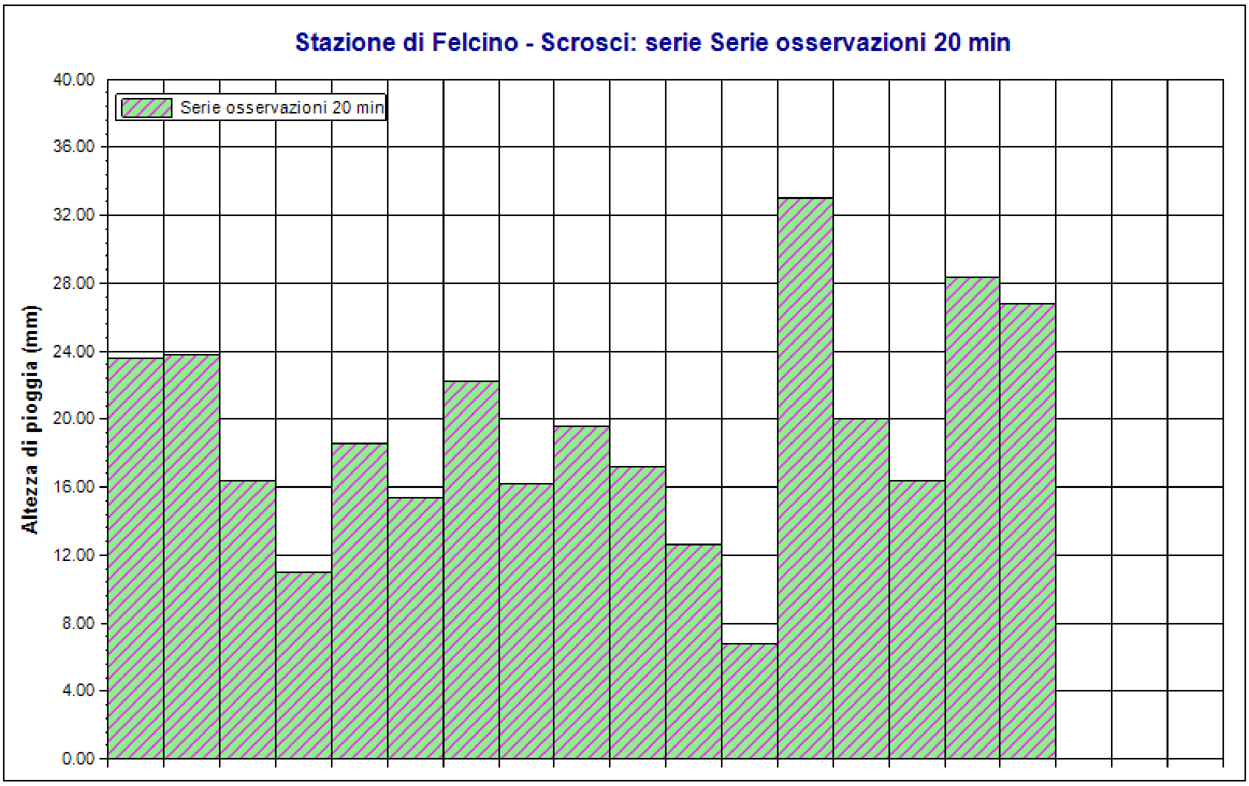
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



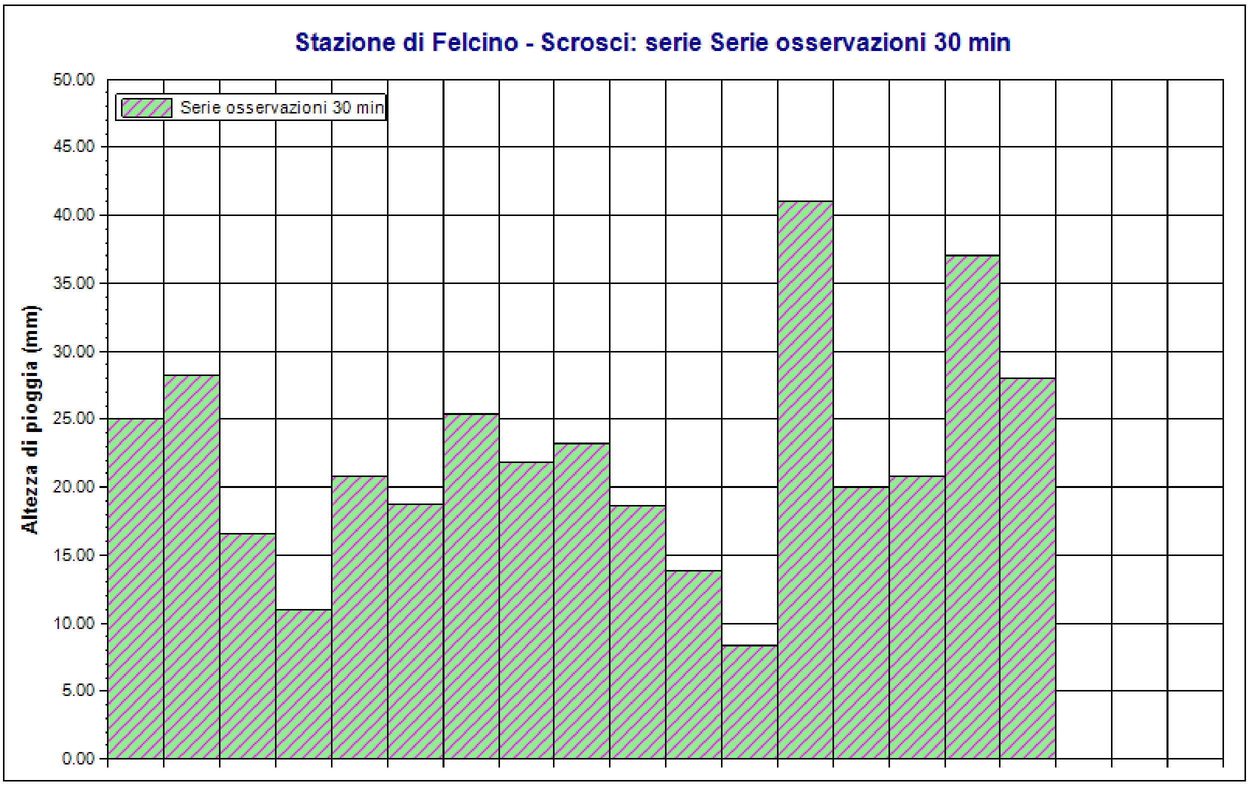
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

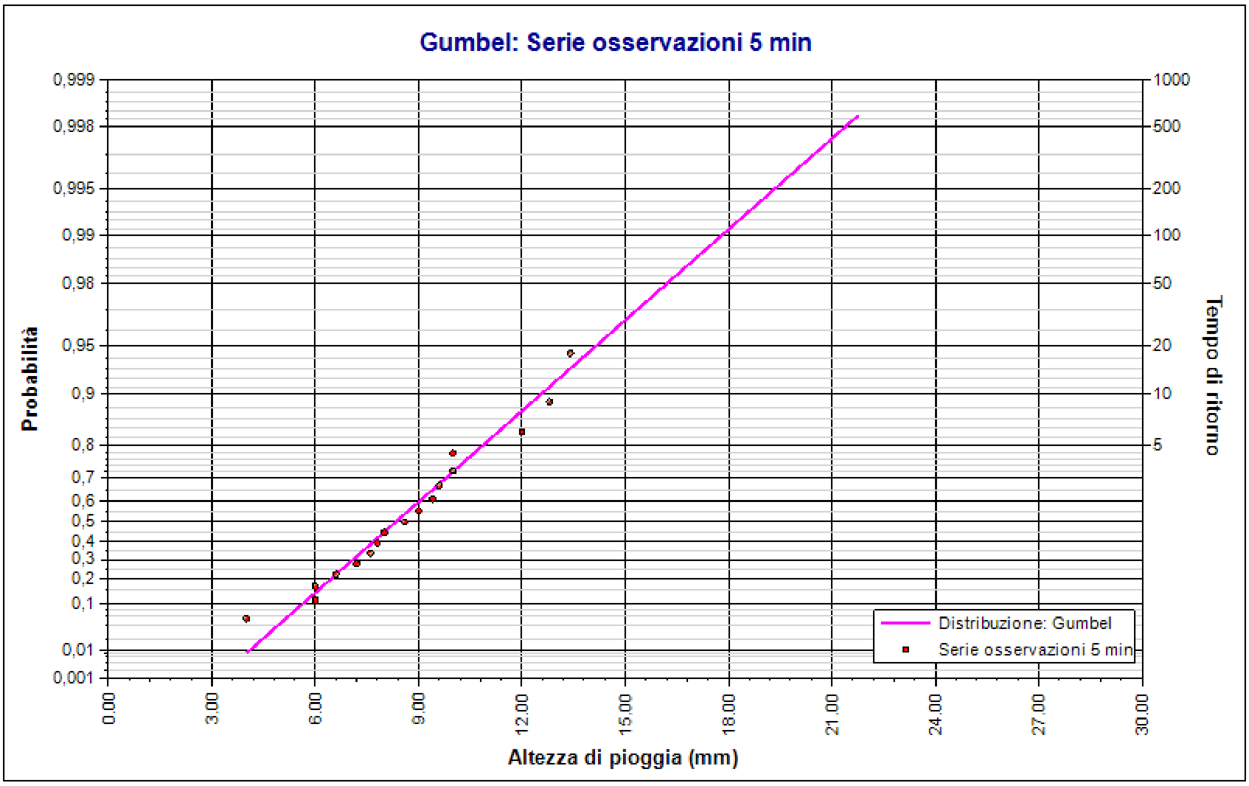
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

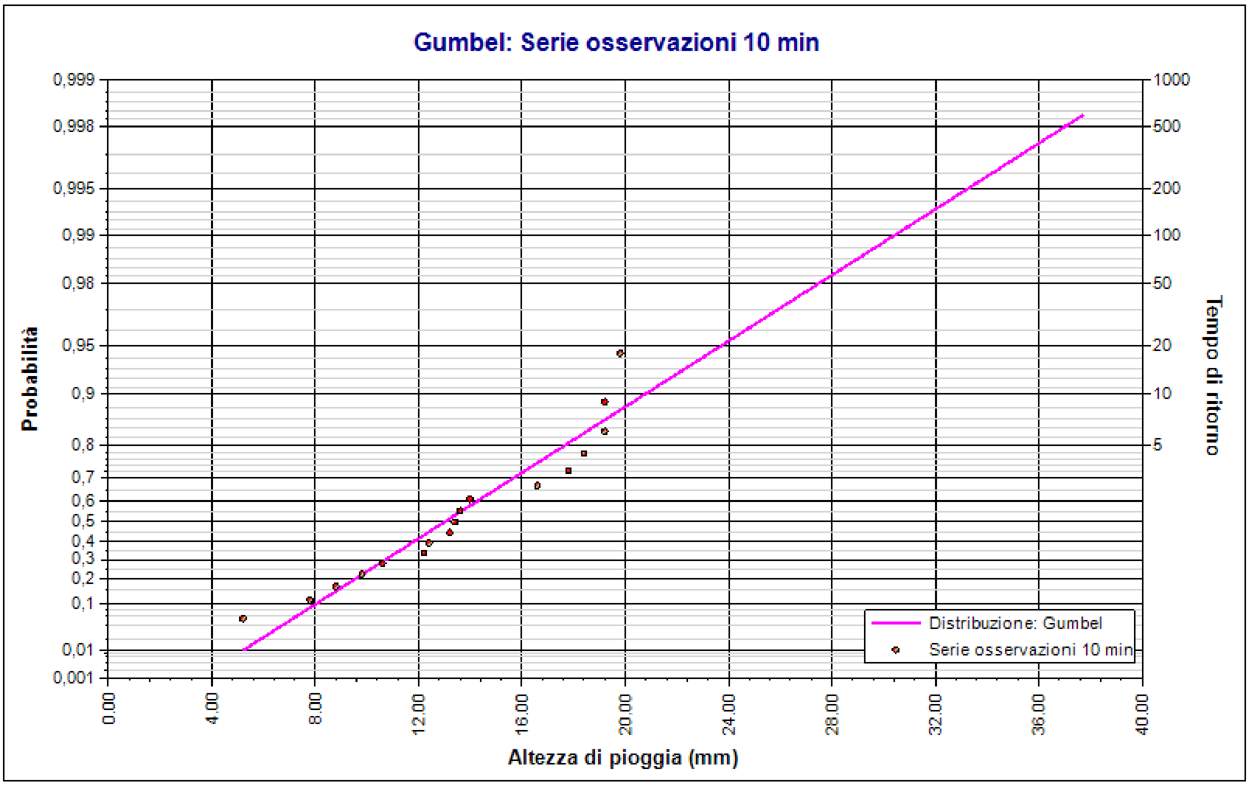
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x-7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x-11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x-14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x-16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x-18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

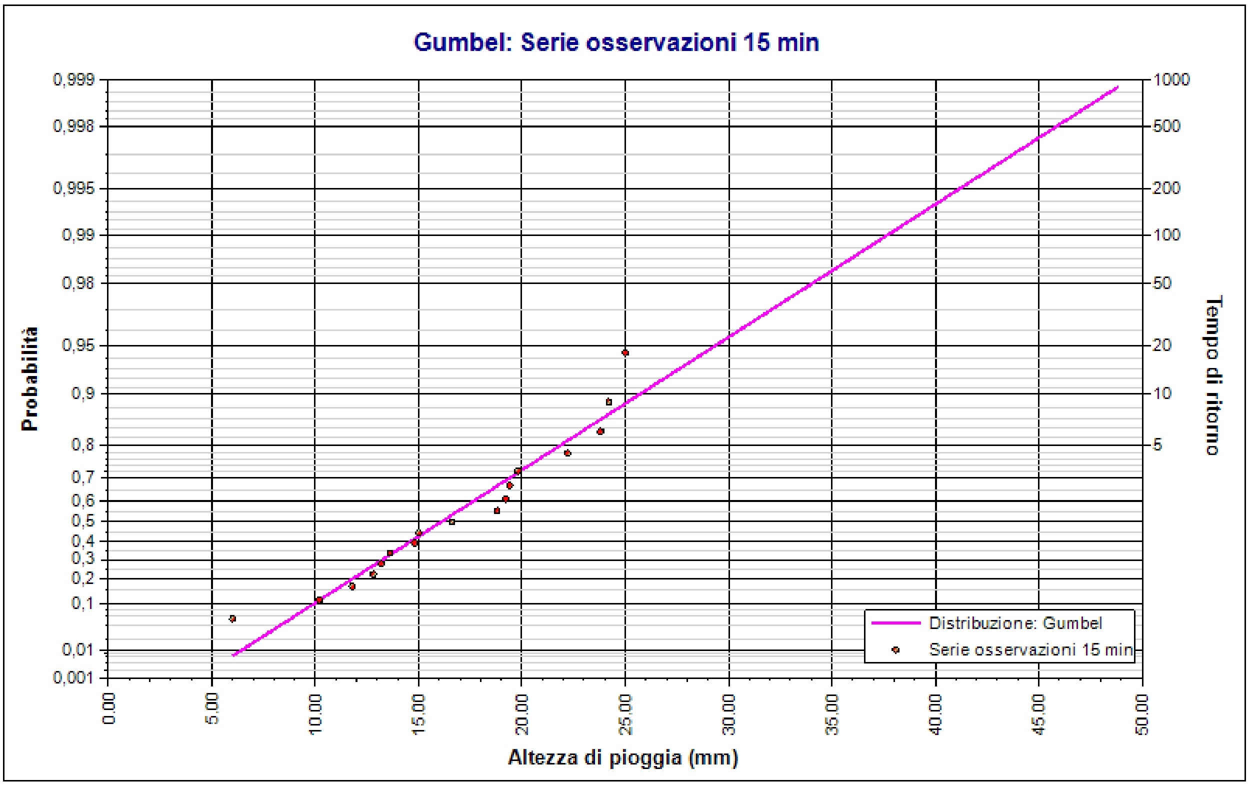
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



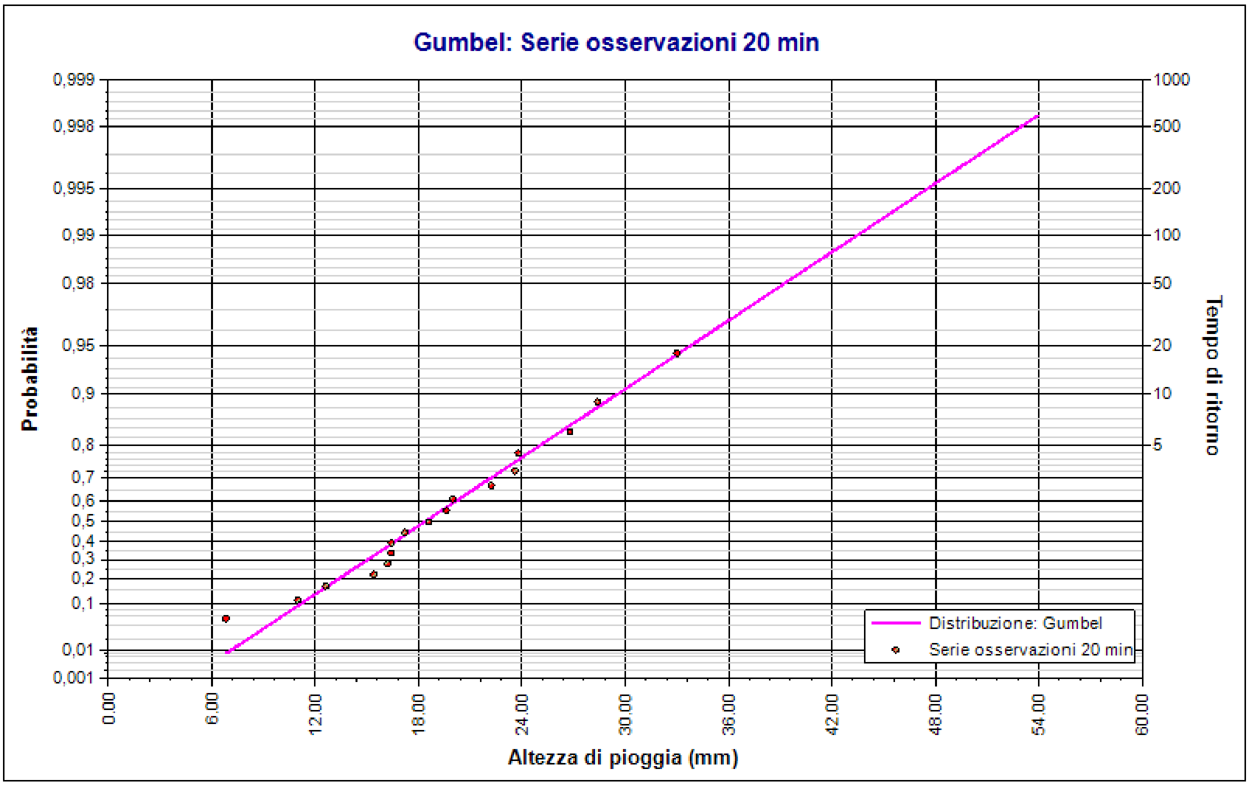
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



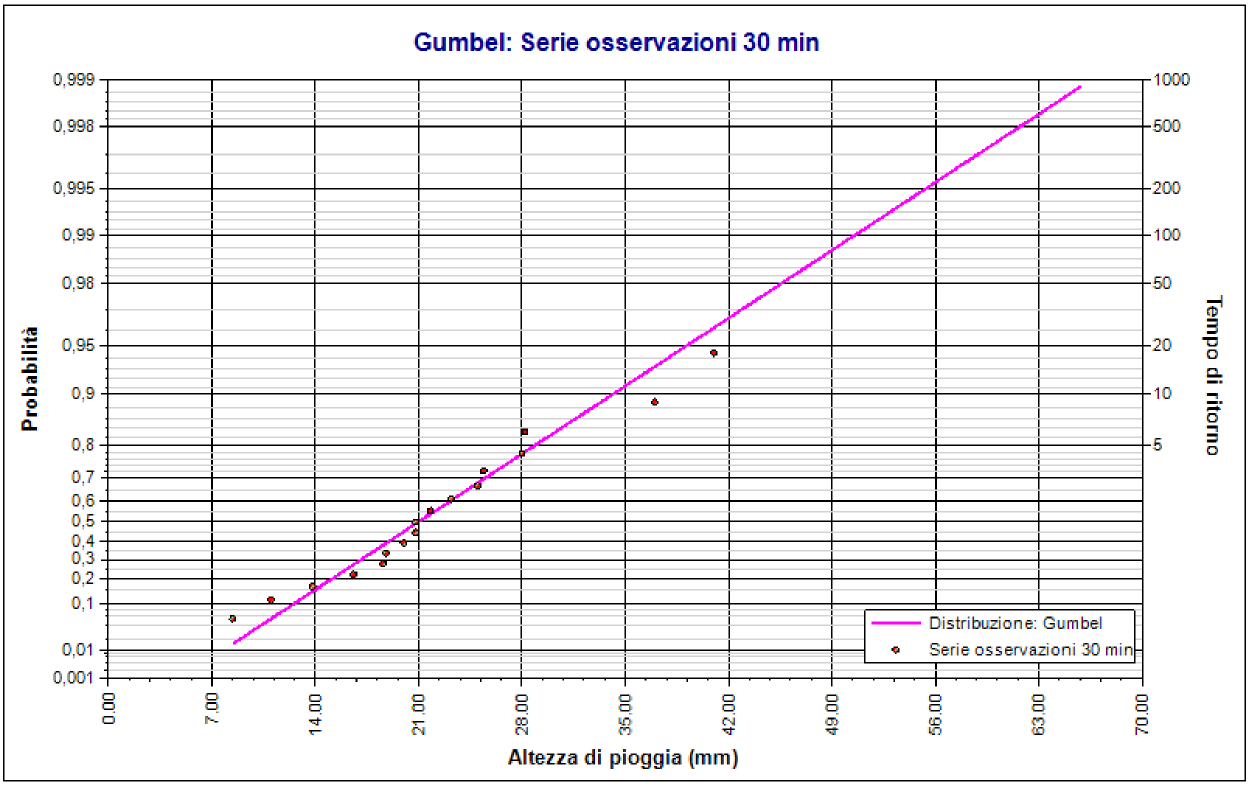
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 200.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

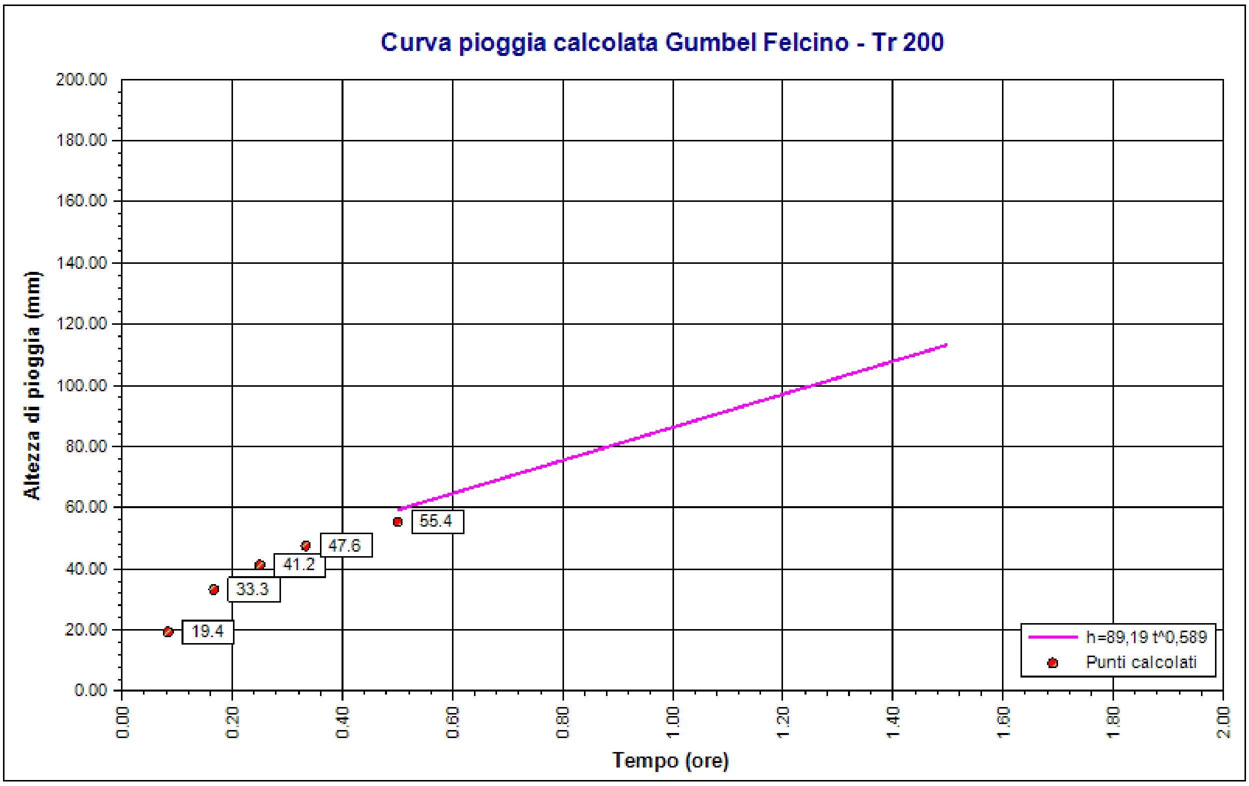
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	19.351
2	0.167	10	33.265
3	0.250	15	41.194
4	0.333	20	47.569
5	0.500	30	55.361

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
89.19	0.59	0.99	$h(t) = 89{,}2\, t^{0.589}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	89.191		9	325.507		17	473.480
2	134.180		10	346.355		18	489.697
3	170.389		11	366.361		19	505.548
4	201.862		12	385.633		20	521.060
5	230.226		13	404.256		21	536.256
6	256.335		14	422.299		22	551.158
7	280.707		15	439.819		23	565.784
8	303.684		16	456.866		24	580.151



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 14
Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

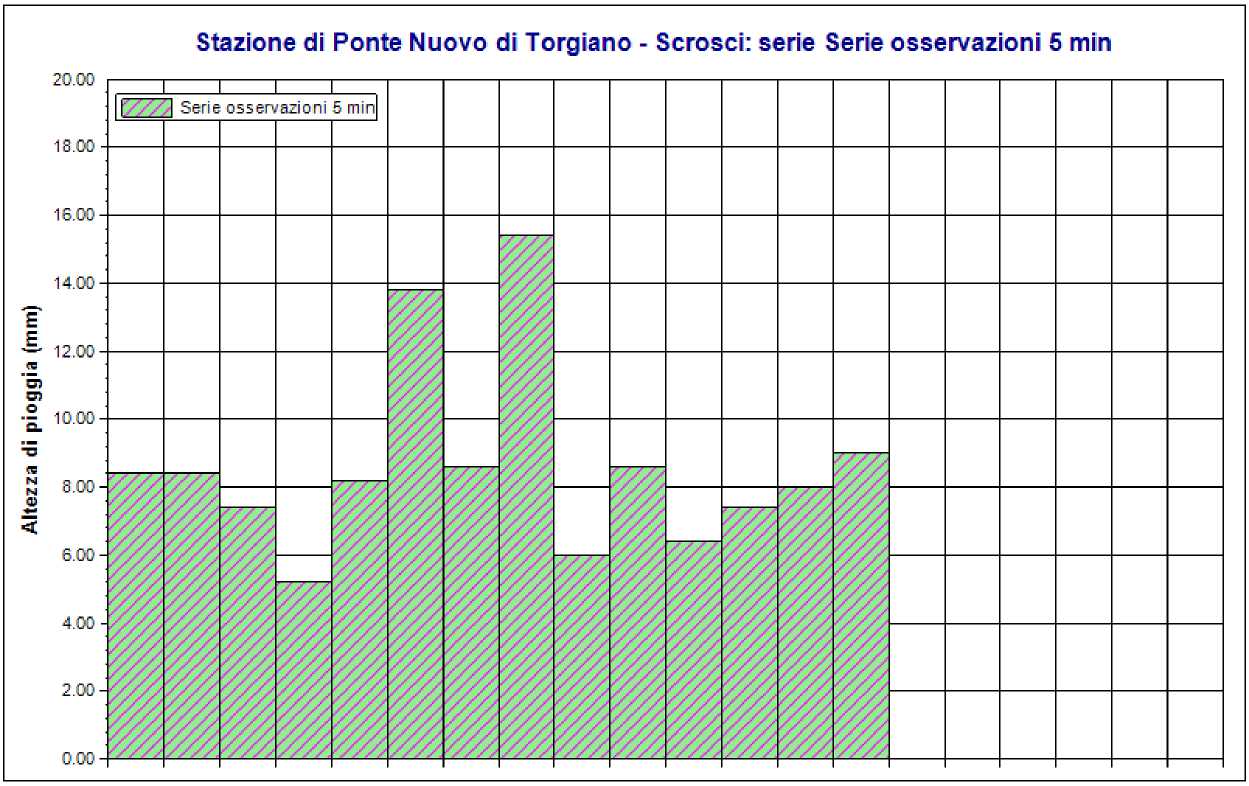
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

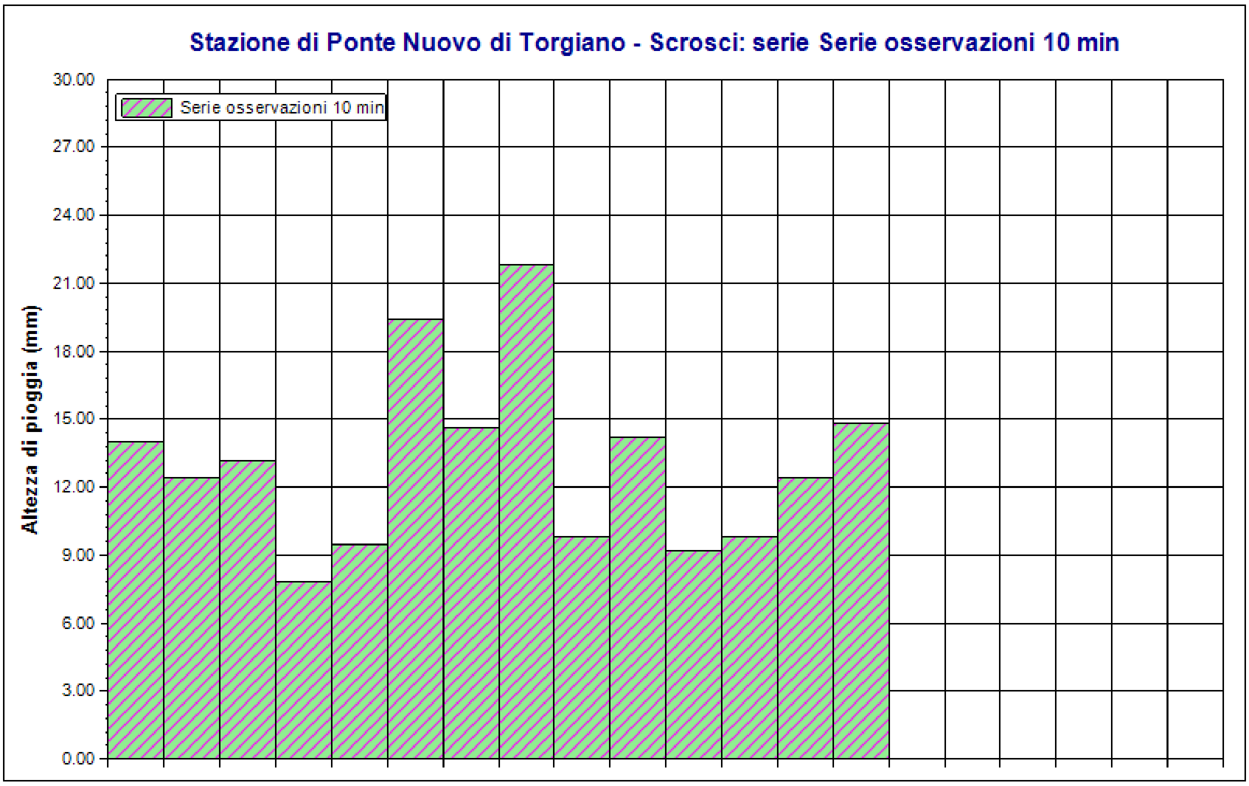
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

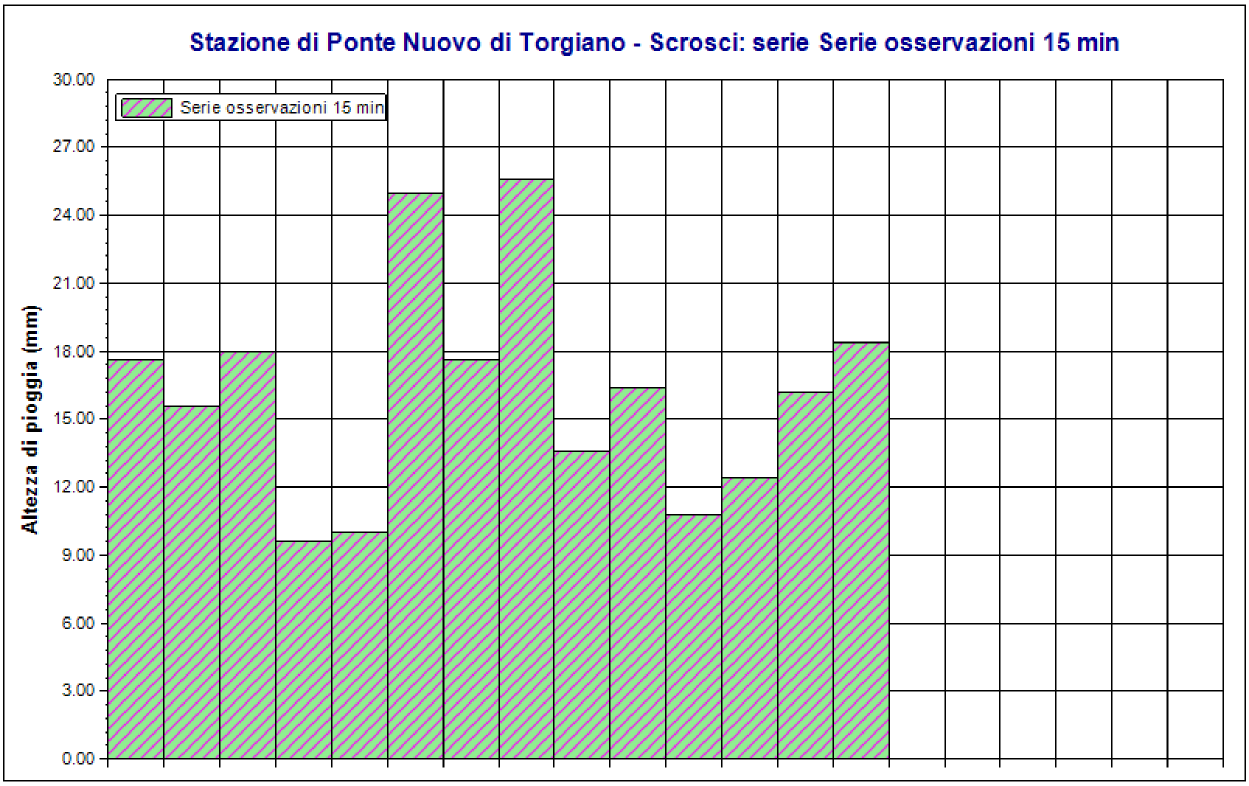
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



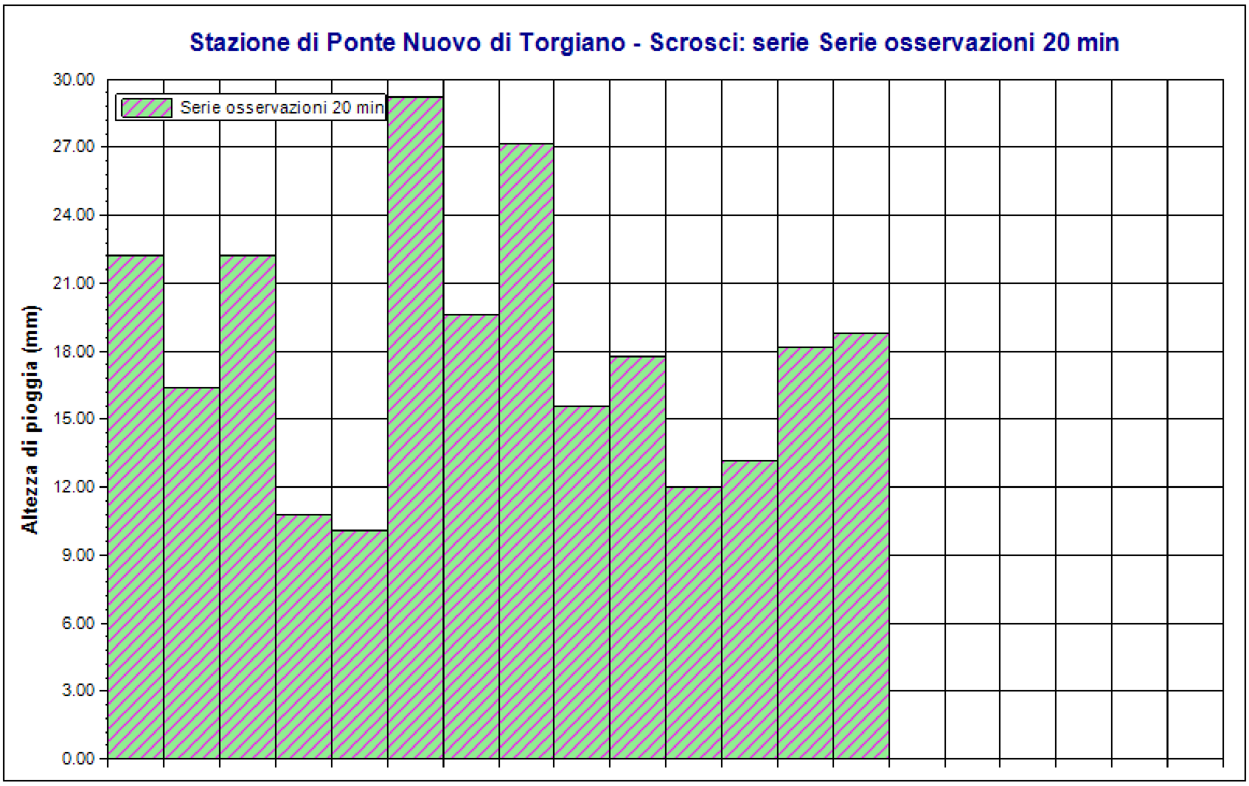
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



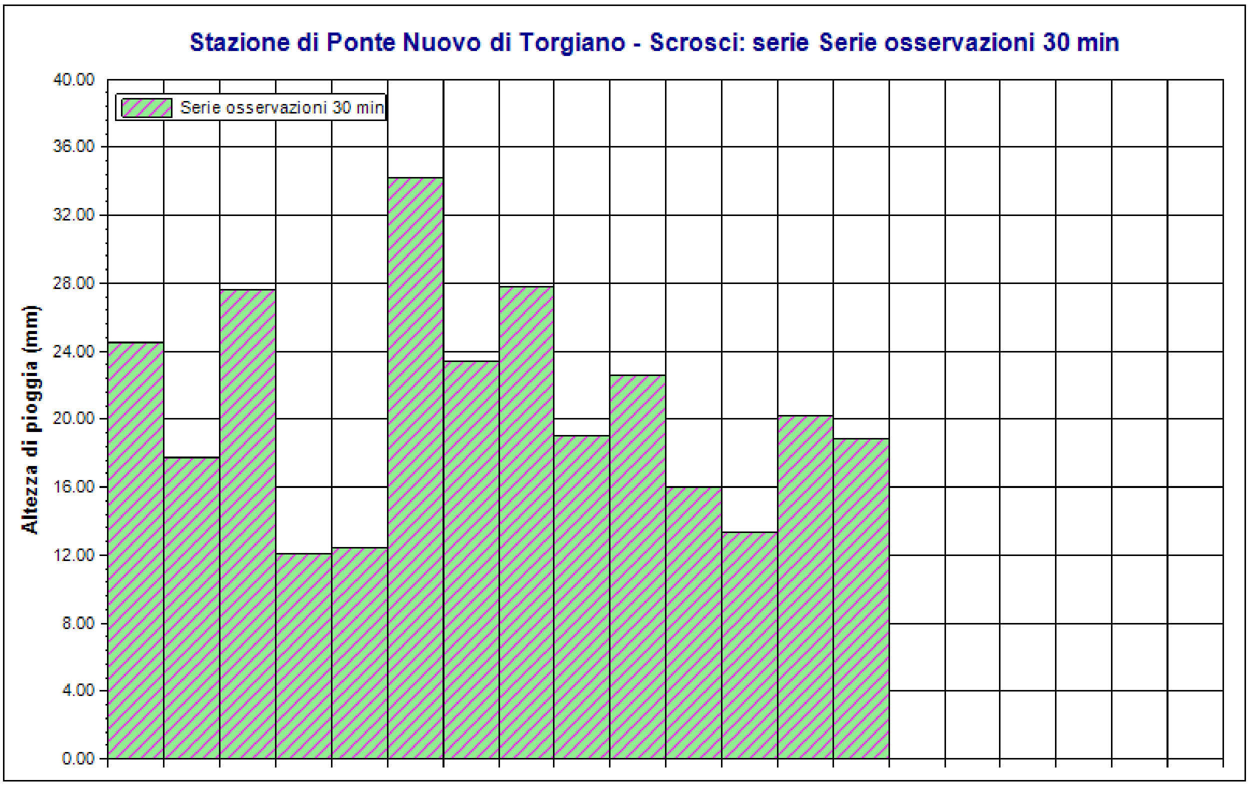
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

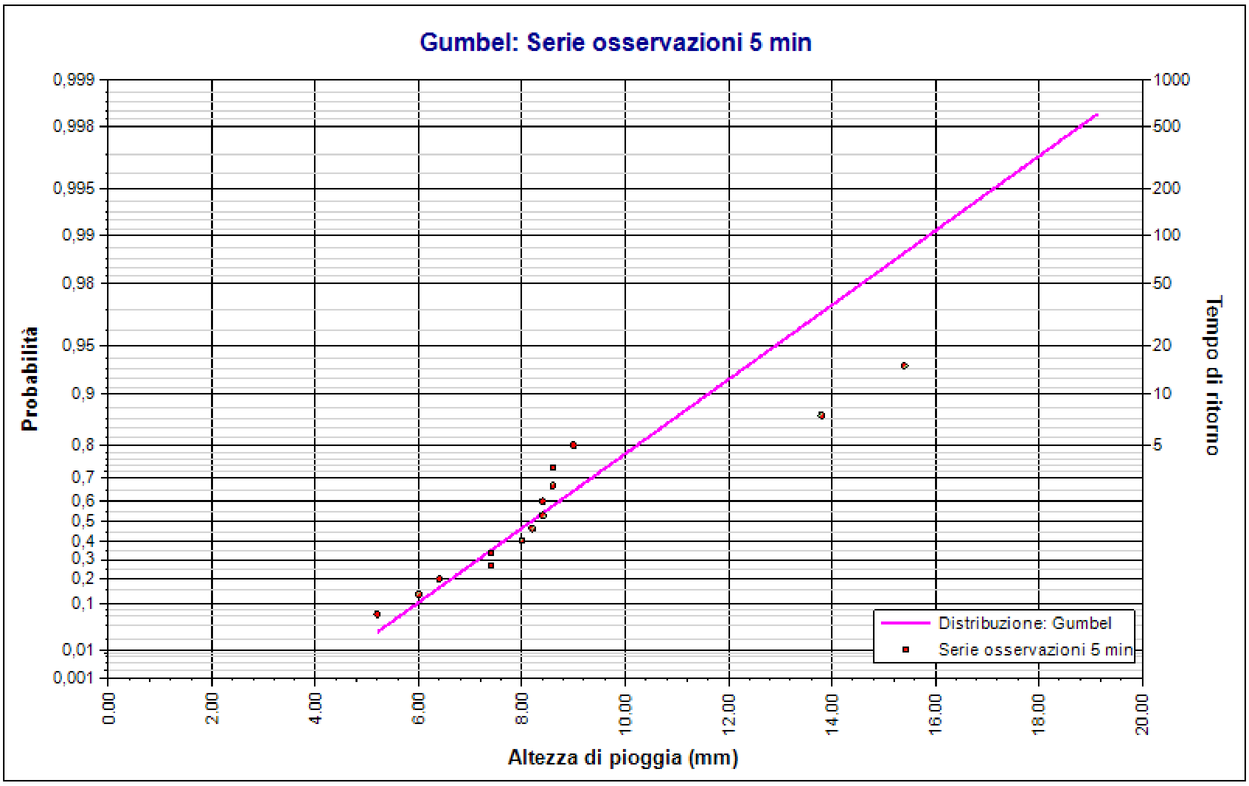
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

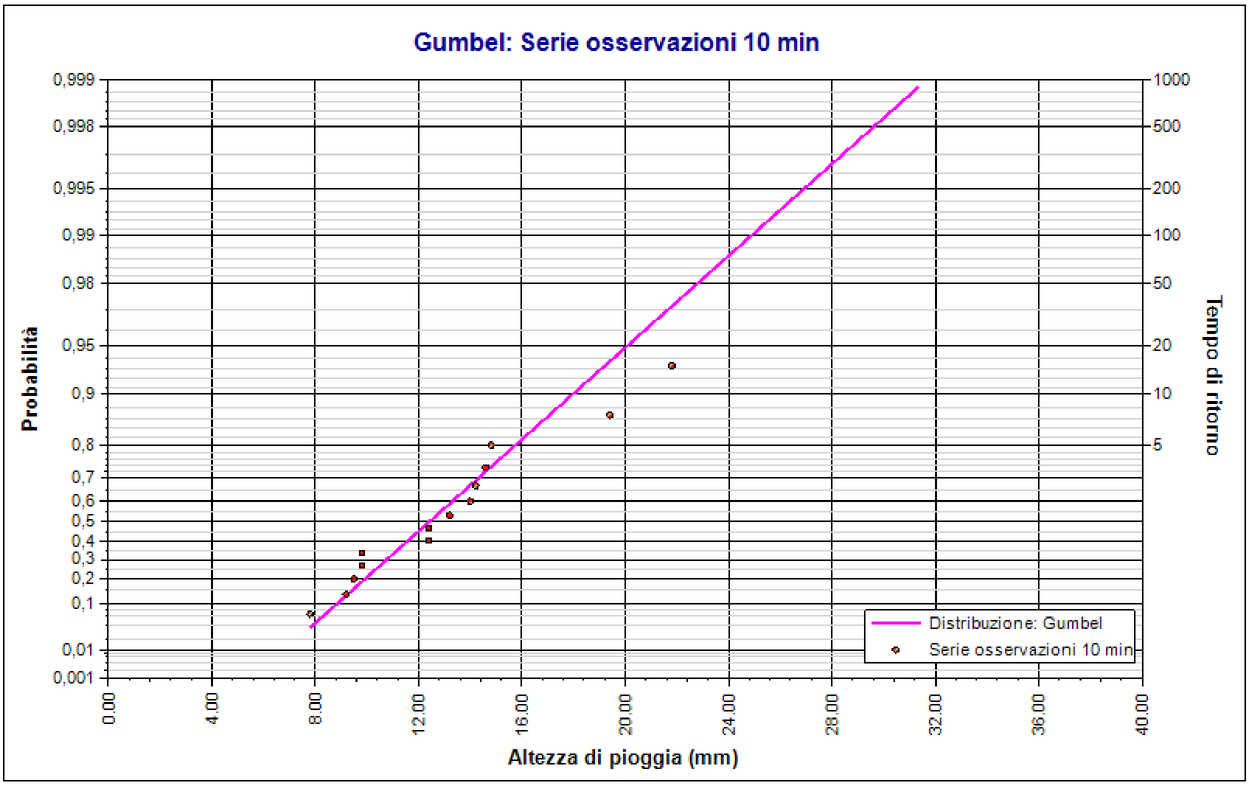
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

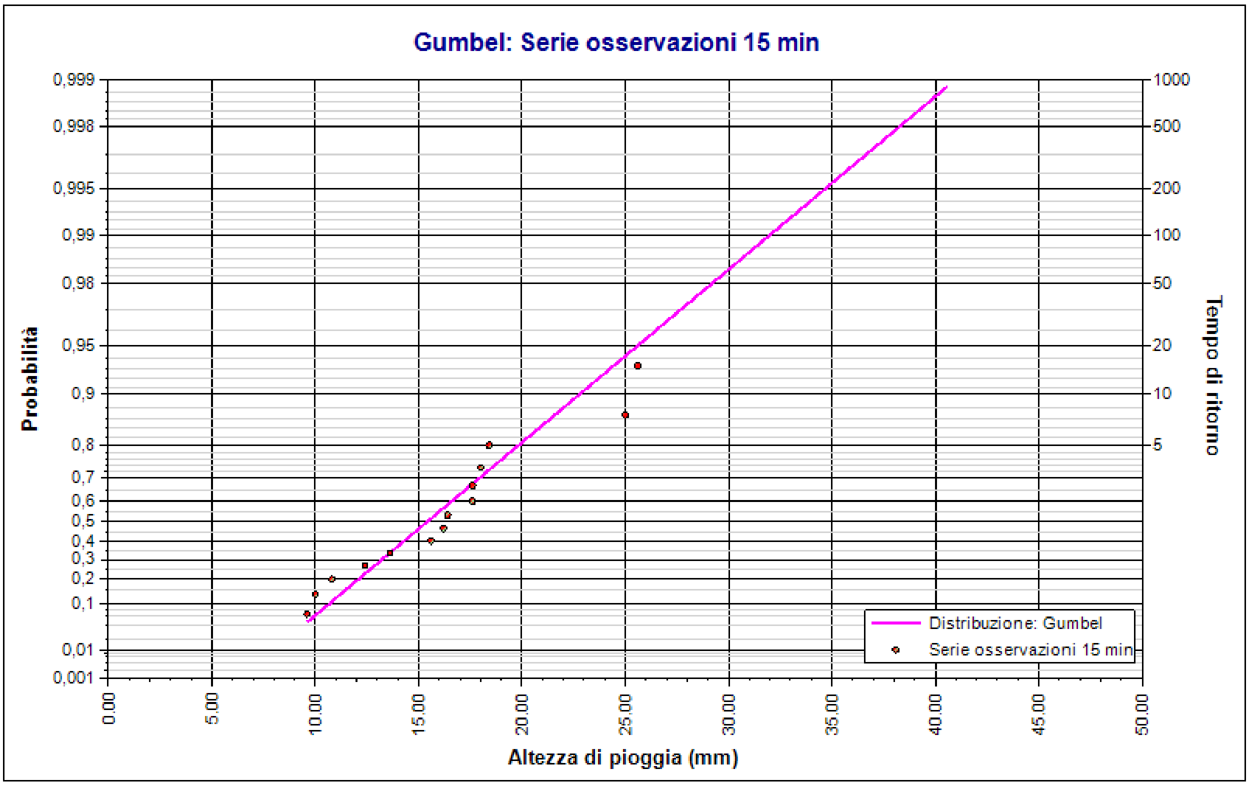
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



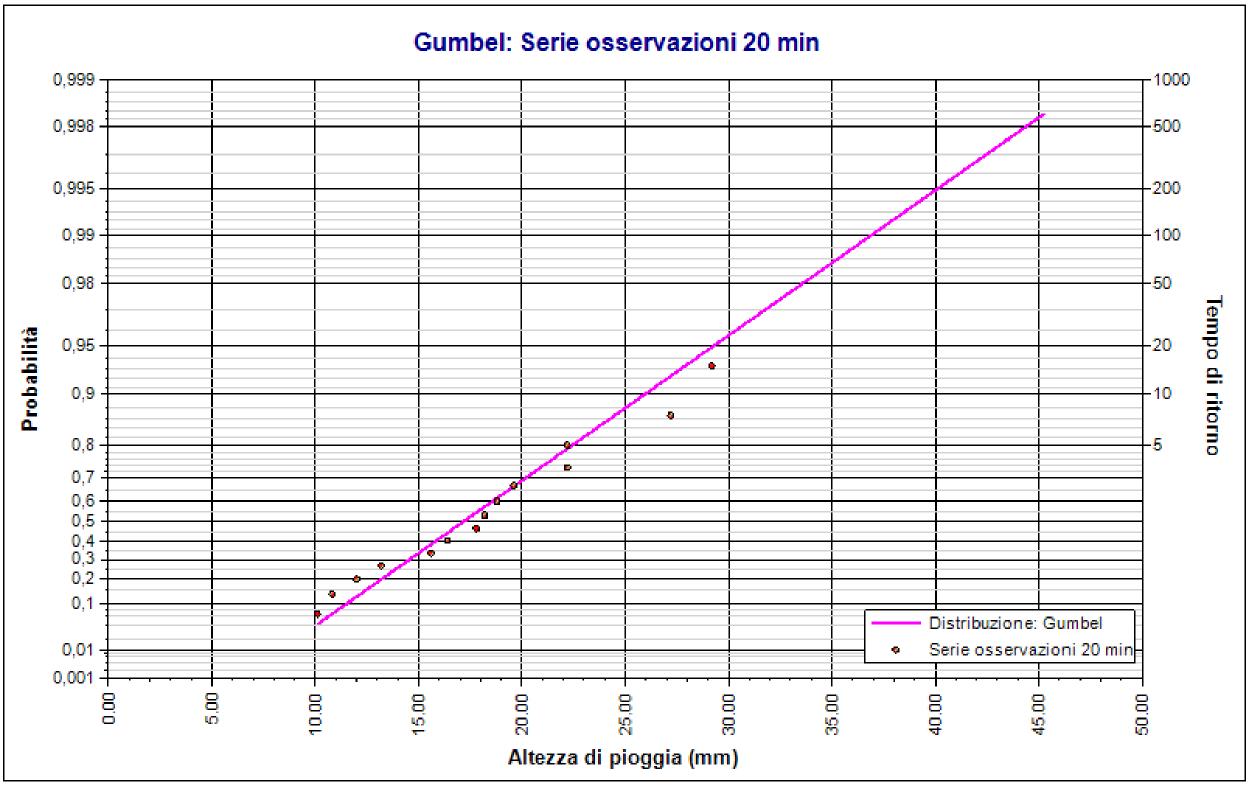
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



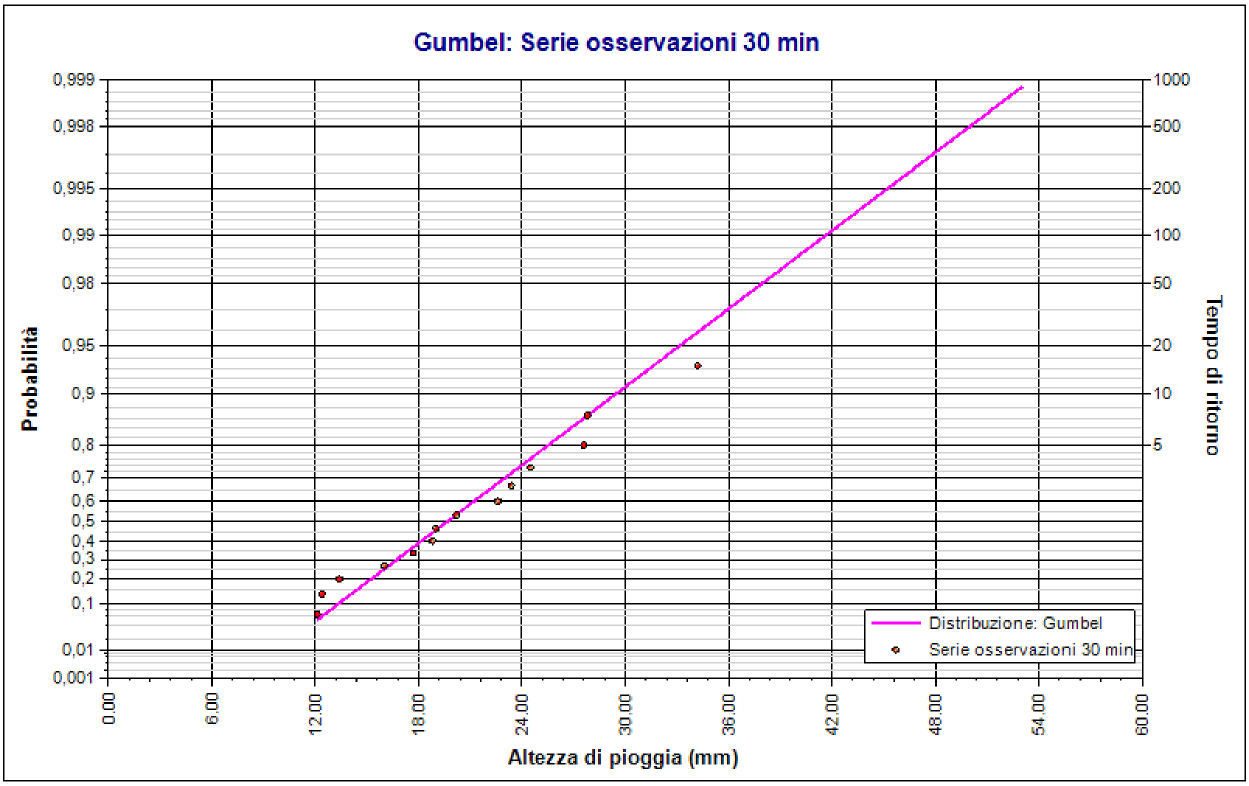
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano

Tempo di ritorno: 200.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

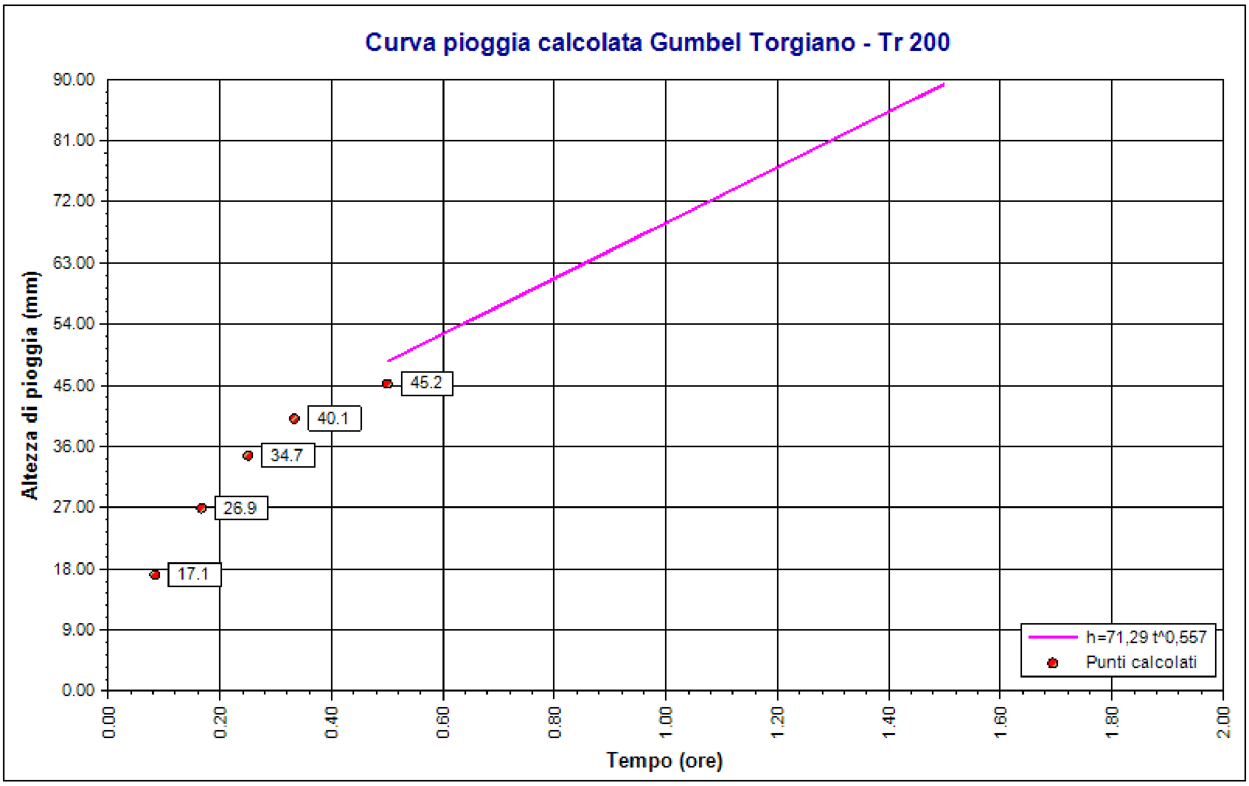
n	Durata (ore)	Durata (minuti)	Altezza (mm)
1	0.083	5	17.136
2	0.167	10	26.932
3	0.250	15	34.690
4	0.333	20	40.129
5	0.500	30	45.241

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
71.29	0.56	0.99	$h(t) = 71{,}3\,t^{0.557}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	71.290		9	242.151		17	344.986
2	104.848		10	256.774		18	356.136
3	131.389		11	270.762		19	367.015
4	154.201		12	284.196		20	377.643
5	174.591		13	297.141		21	388.037
6	193.236		14	309.653		22	398.215
7	210.545		15	321.773		23	408.189
8	226.787		16	333.541		24	417.972



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 200

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

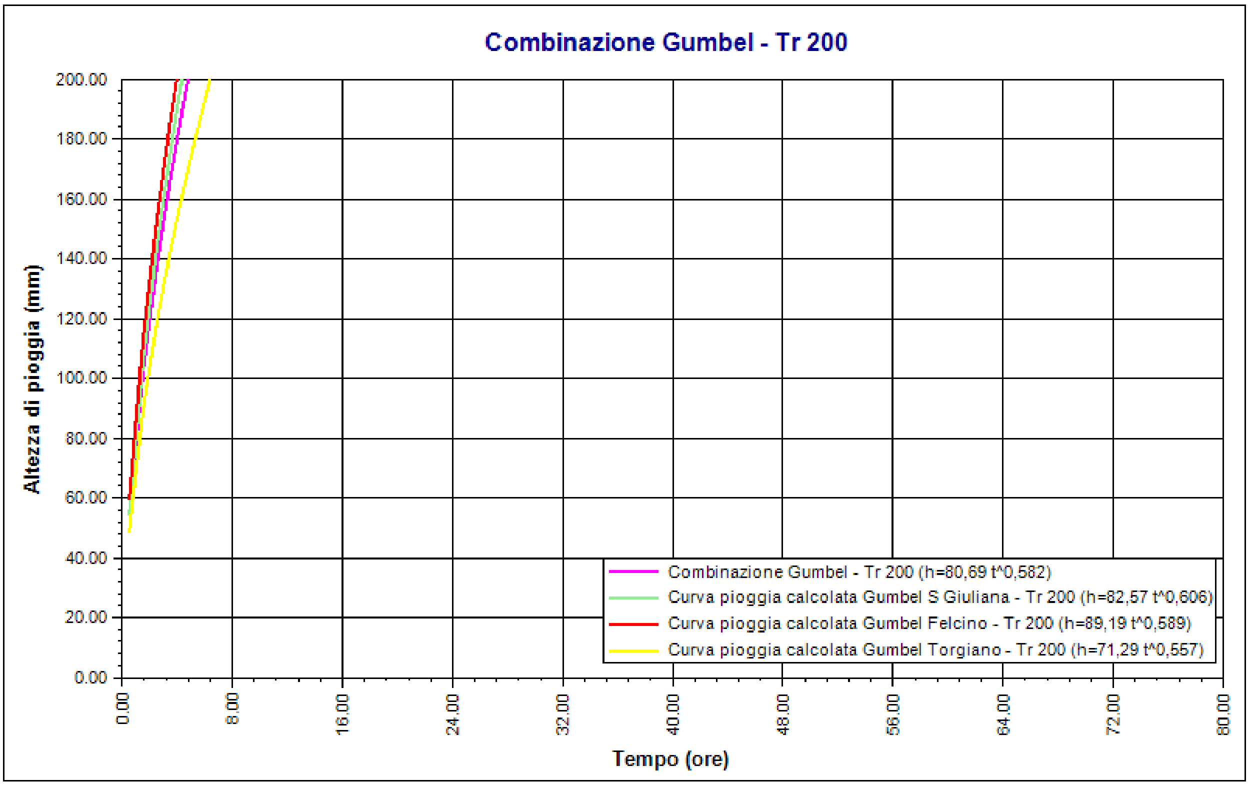
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 200	Curva pioggia calcolata	20	82.57	0.61
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 200	Curva pioggia calcolata	40	89.19	0.59
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 200	Curva pioggia calcolata	40	71.29	0.56

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
80.69	0.58	$h(t) = 80,7\, t^{0.582}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	80.689		9	289.603		17	419.223
2	120.752		10	307.904		18	433.394
3	152.865		11	325.454		19	447.239
4	180.706		12	342.348		20	460.782
5	205.748		13	358.662		21	474.045
6	228.764		14	374.459		22	487.046
7	250.221		15	389.790		23	499.801
8	270.428		16	404.699		24	512.327



Combinazione Gumbel - Tr 200

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h

Dati Pluviogramma

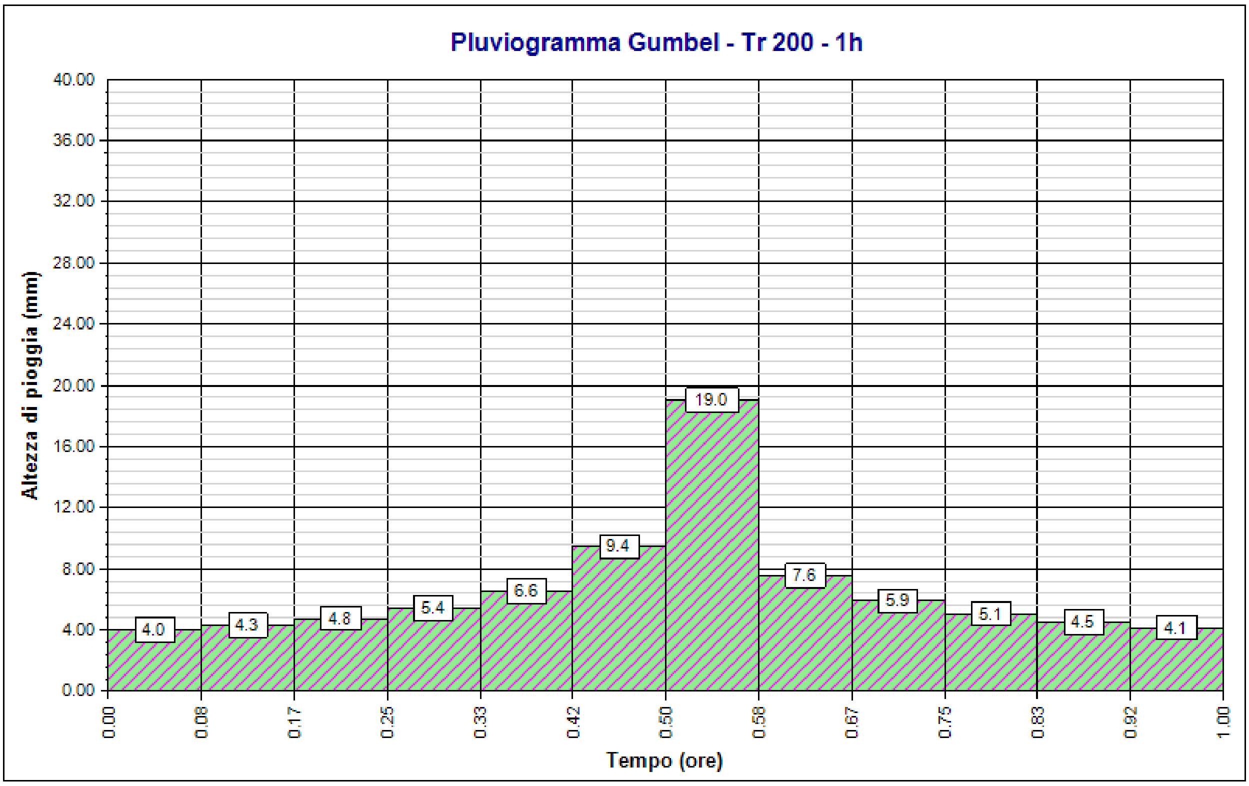
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 200
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 80.689 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
80.69	0.58	$h(t) = 80,7\, t^{0.582}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	3.982
2	0.083	0.167	5	10	4.313
3	0.167	0.250	10	15	4.763
4	0.250	0.333	15	20	5.425
5	0.333	0.417	20	25	6.562
6	0.417	0.500	25	30	9.442
7	0.500	0.583	30	35	19.018
8	0.583	0.667	35	40	7.569
9	0.667	0.750	40	45	5.902
10	0.750	0.833	45	50	5.057
11	0.833	0.917	50	55	4.519
12	0.917	1.000	55	60	4.136



Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino F Gumbel - Tr 200 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;

b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

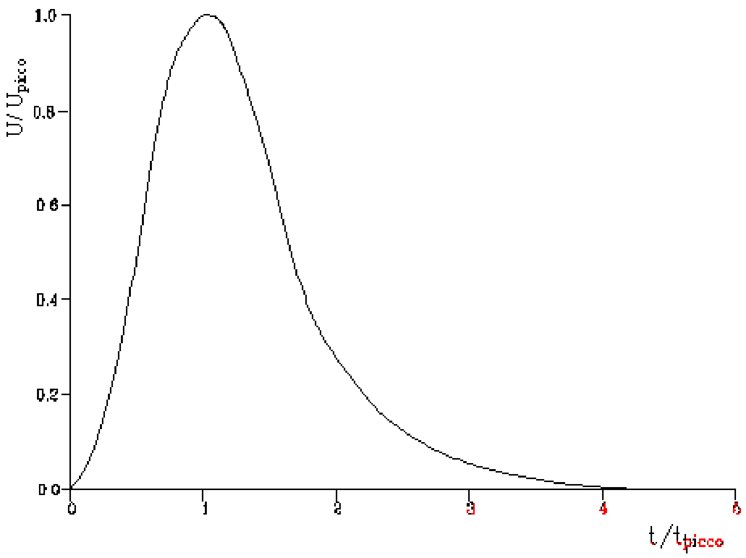
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j)P(i-j+1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

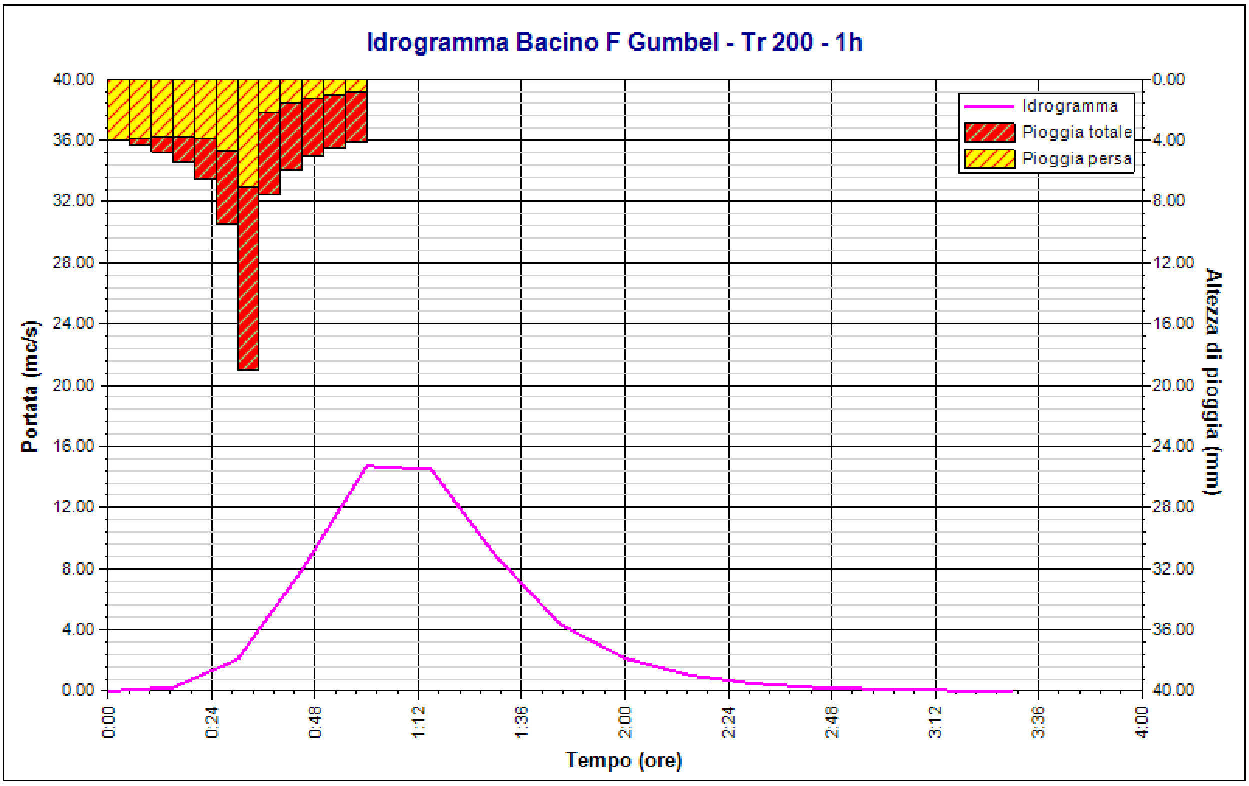
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 200 - 1h
Superficie del bacino: 1.2 kmq
Tlag: 0.444 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 80.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	13.058	11.683	1.375	0.0
2	0.250	15	21.429	12.367	9.062	0.2
3	0.500	30	32.489	10.819	21.670	2.1
4	0.750	45	13.713	3.072	10.641	7.9
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	14.7
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	14.5
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	8.8
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	4.3
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	2.1
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	1.0
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.5
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.2
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.1
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.0
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	14.7	mc/s
Istante picco	1.000	ore
Istante picco	60.0	minuti
Durata totale evento	3.500	ore
Volume afflusso	97	mc x 1000
Volume deflusso	51	mc x 1000
Altezza afflusso	80.689	mm
Altezza deflusso	42.391	mm
Coeff. deflusso	0.53	-
Coeff. udometrico	12.25	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino F Gumbel - Tr 200 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

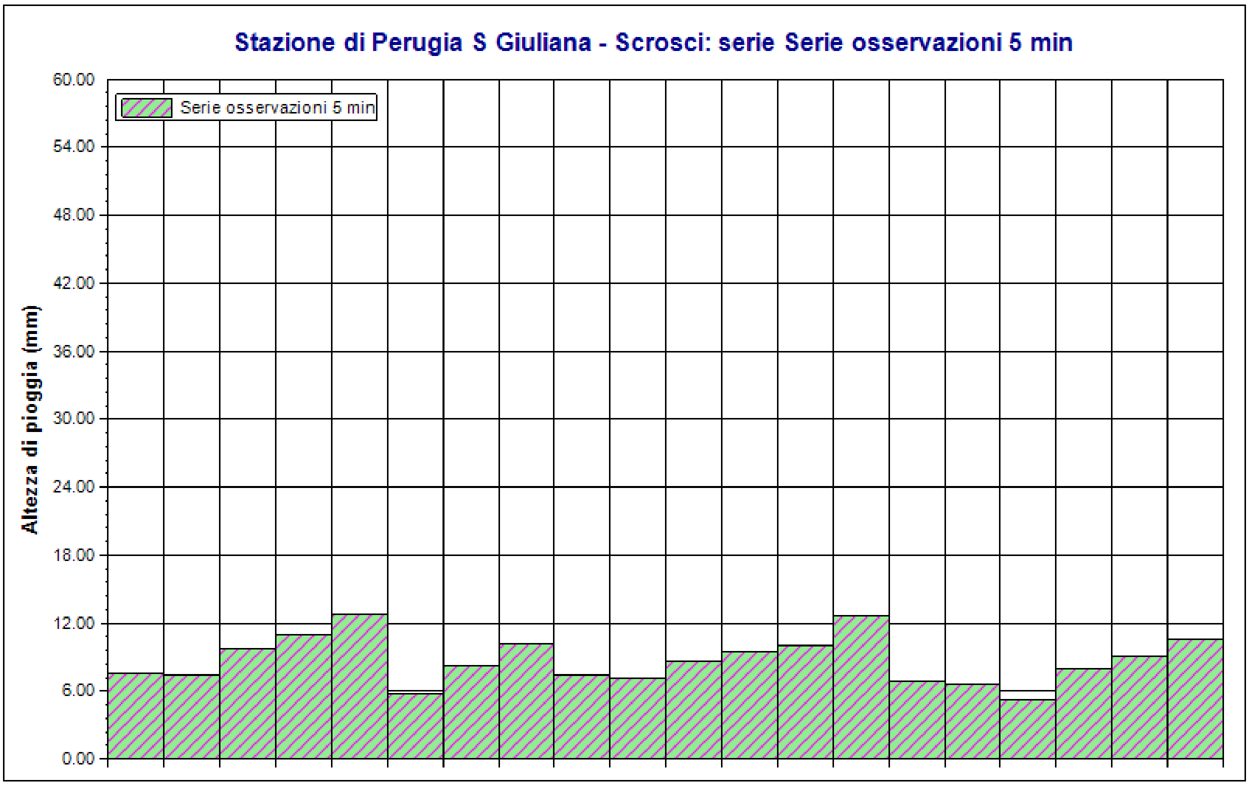
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

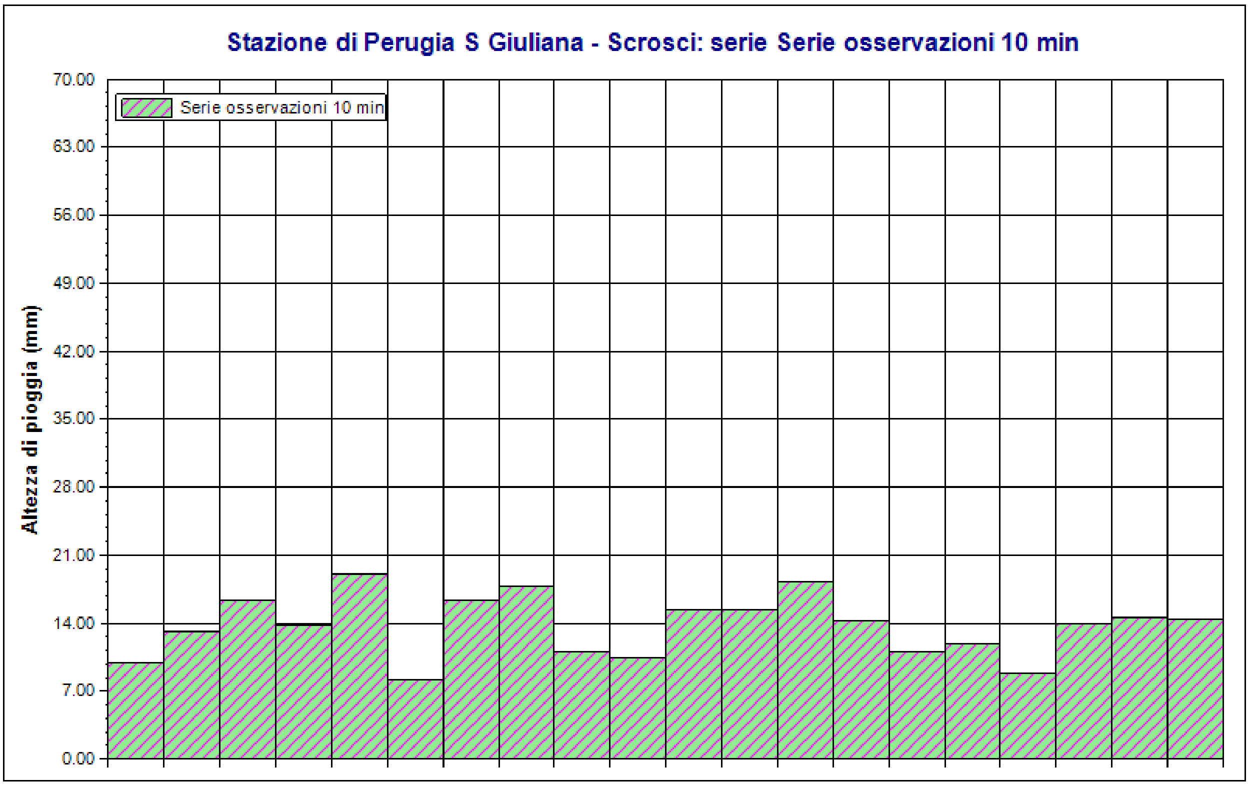
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

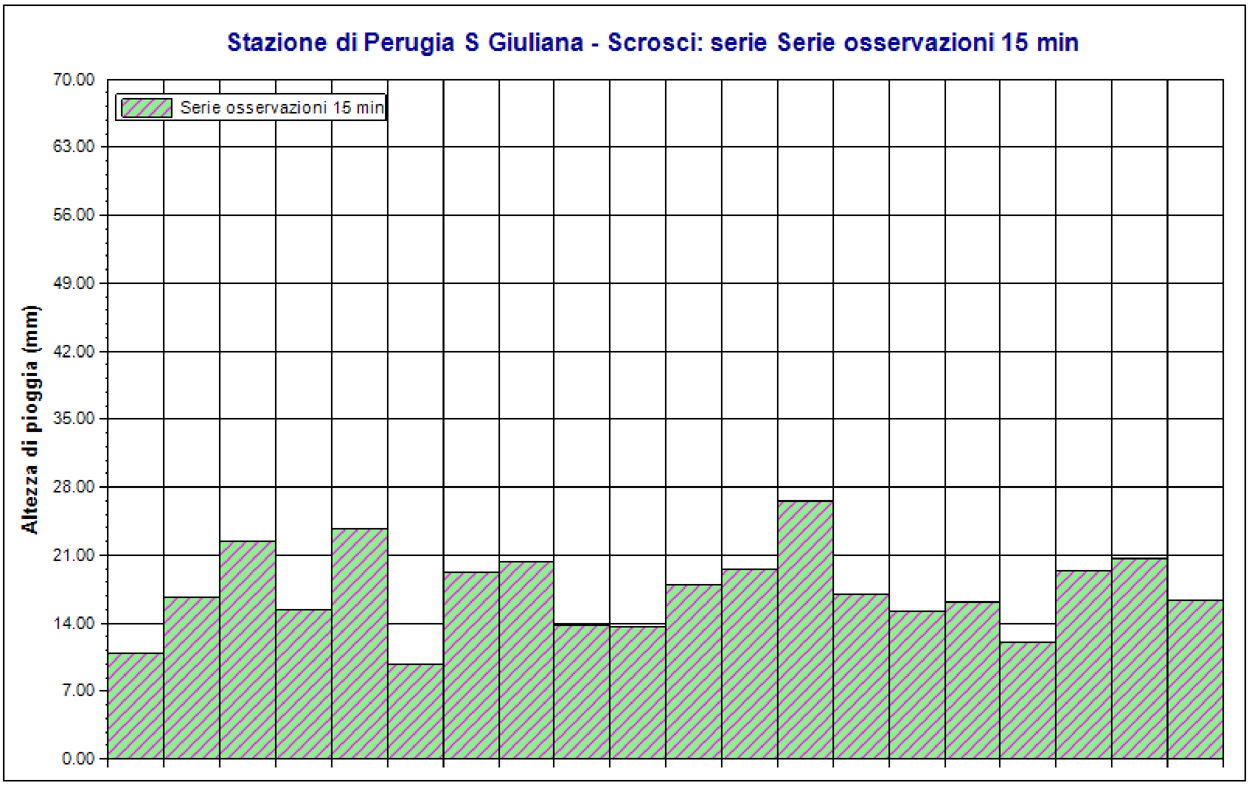
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



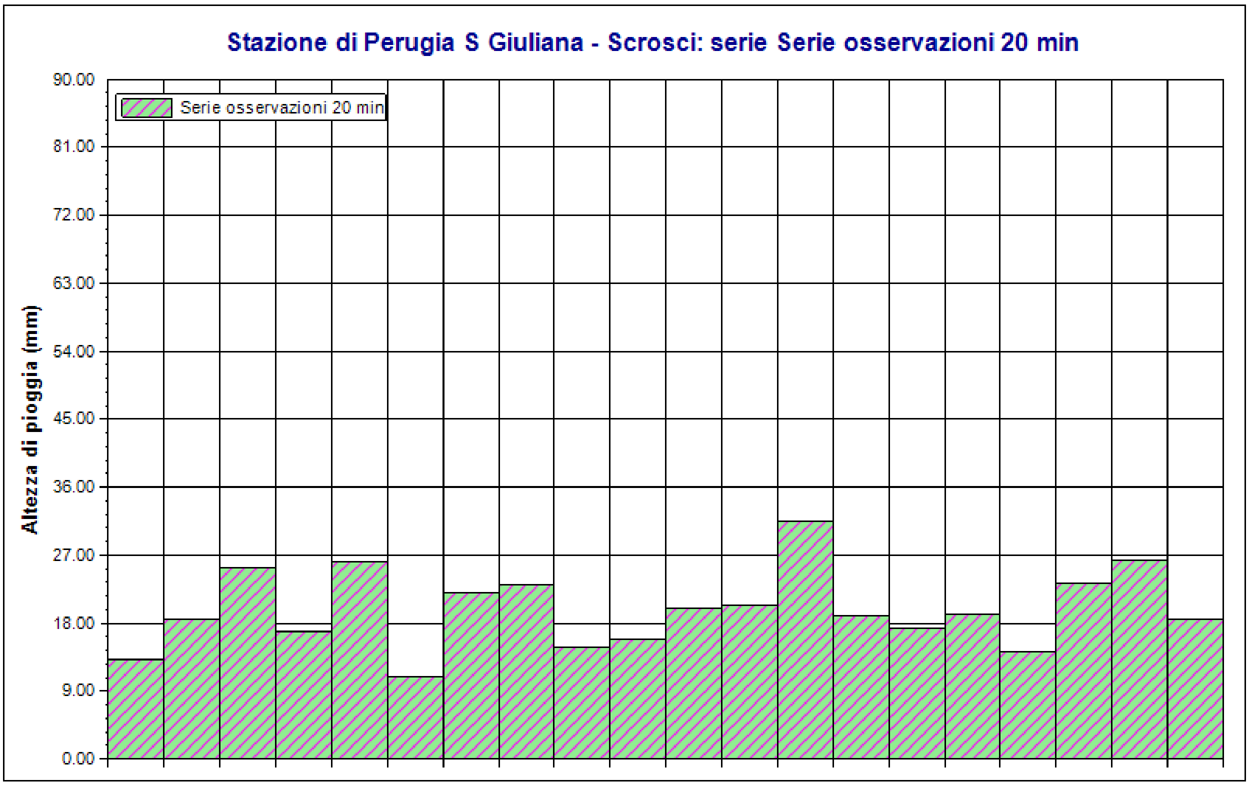
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



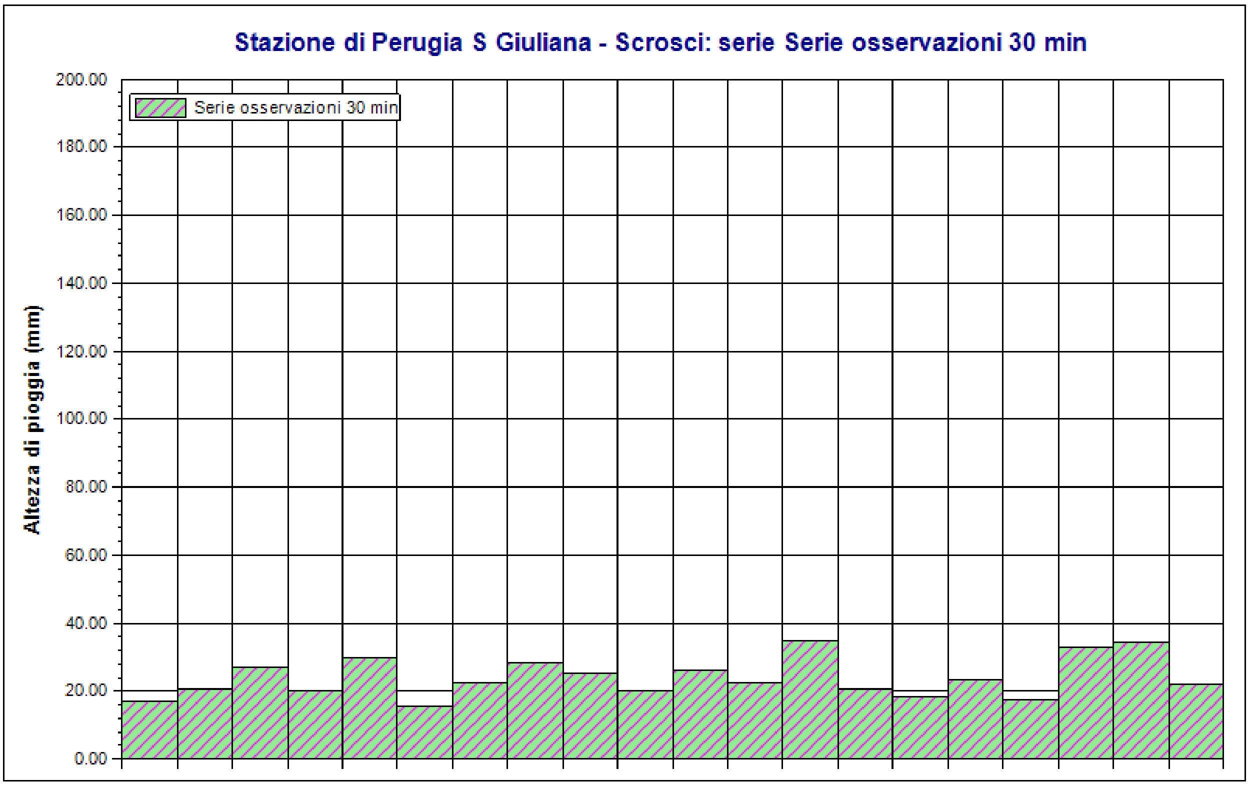
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori x_1, x_2..., x_i..., x_n assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

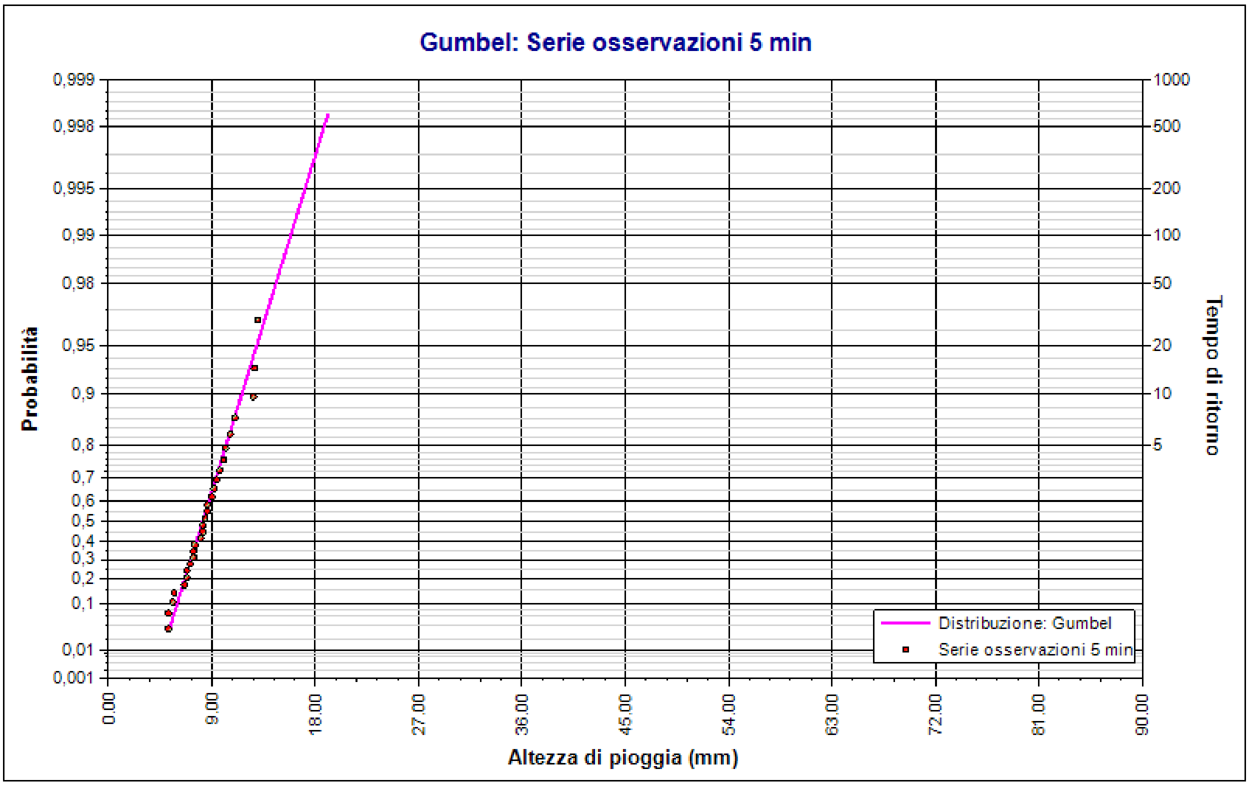
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

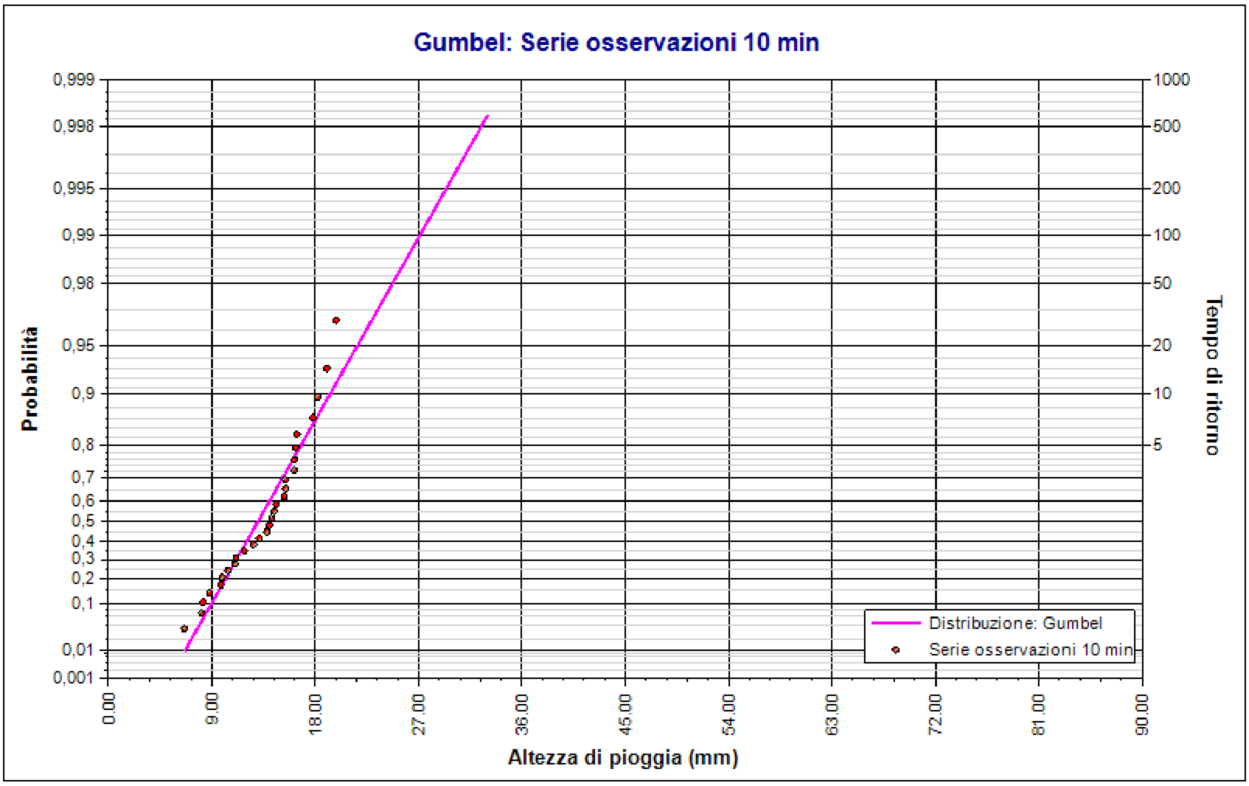
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x - 7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x - 11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x - 14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x - 17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x - 20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

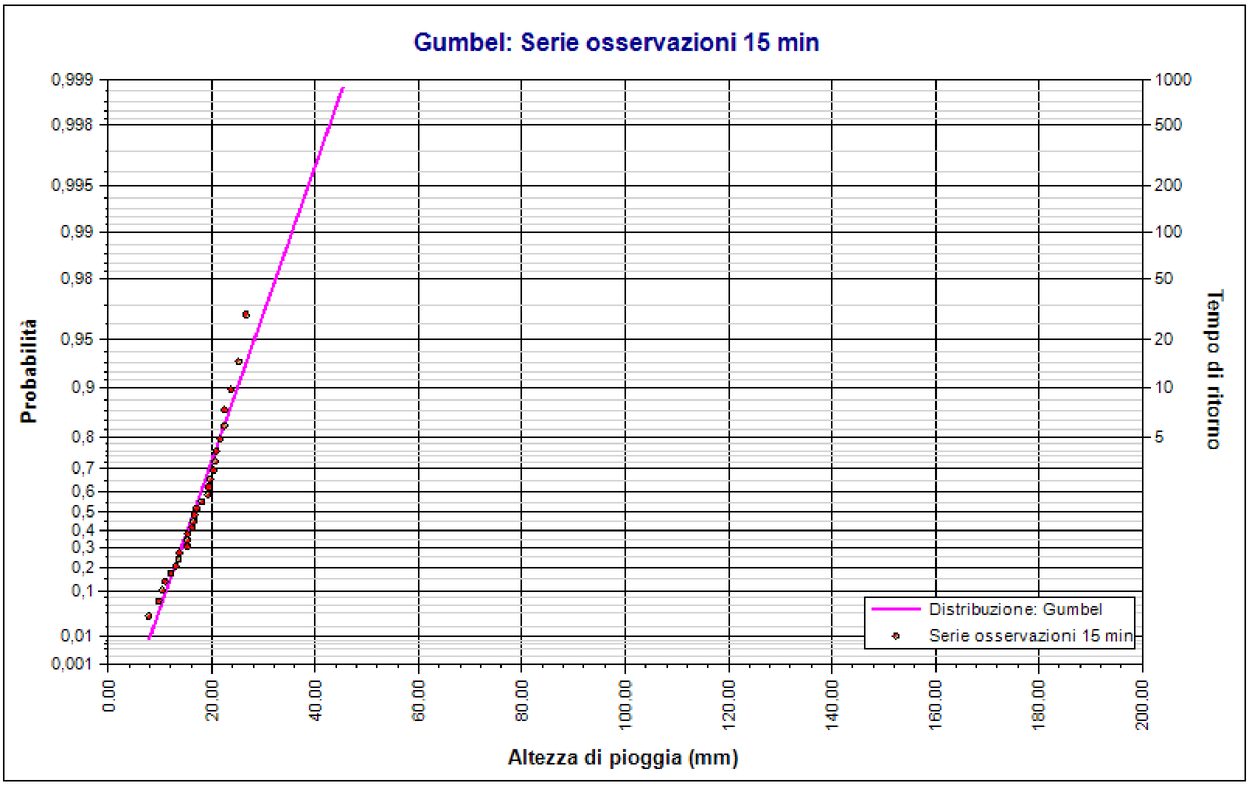
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



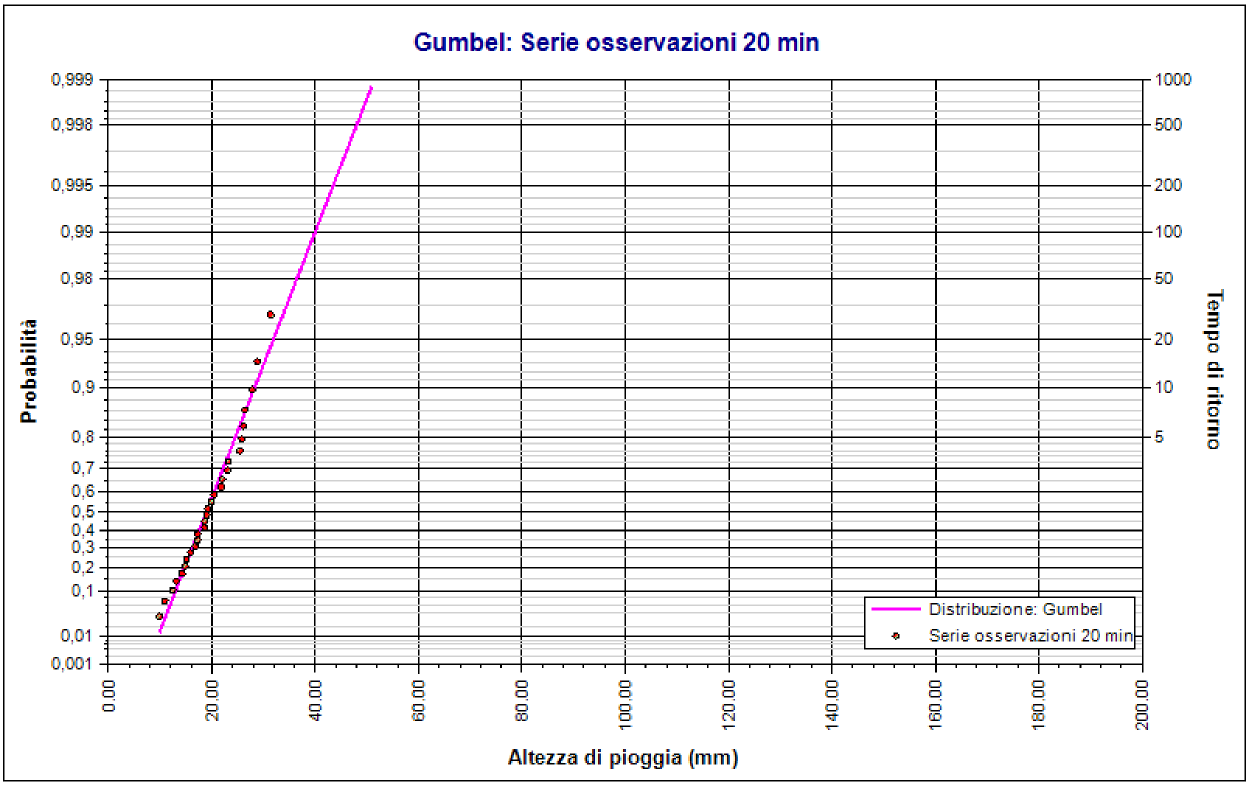
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



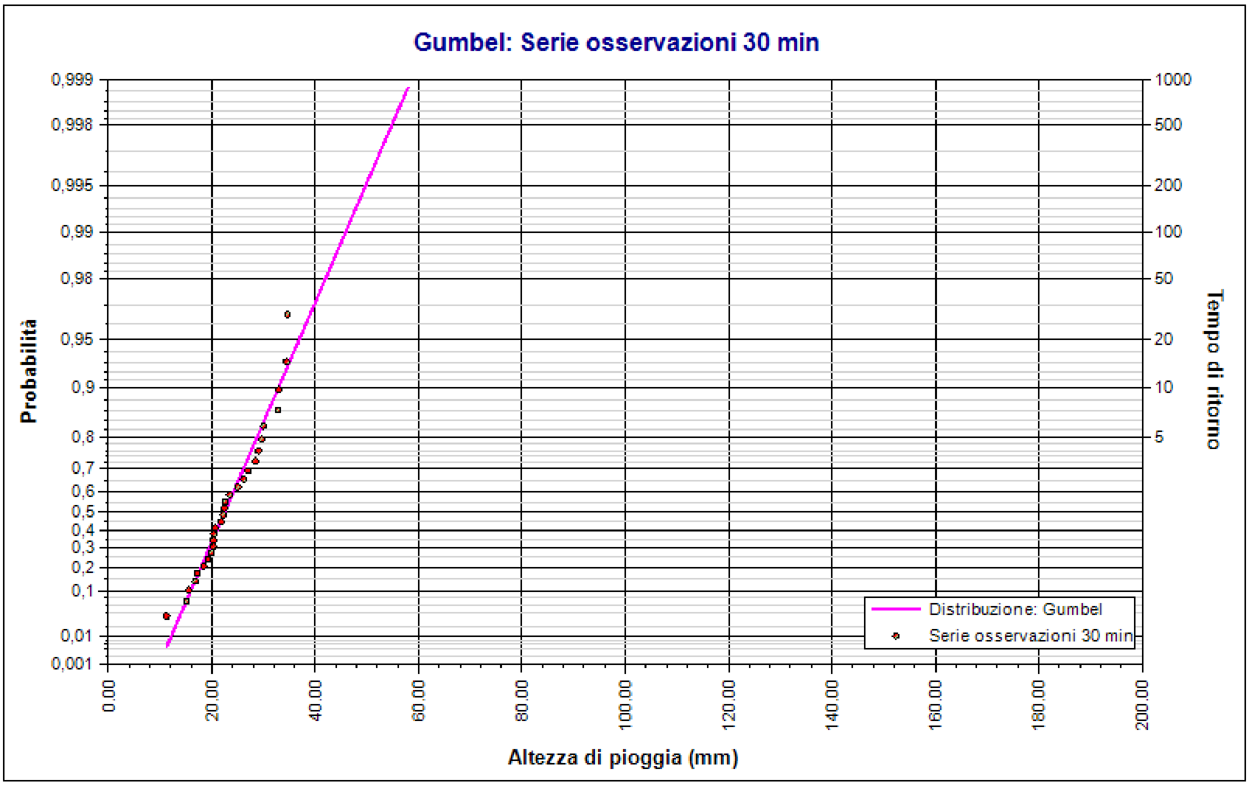
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

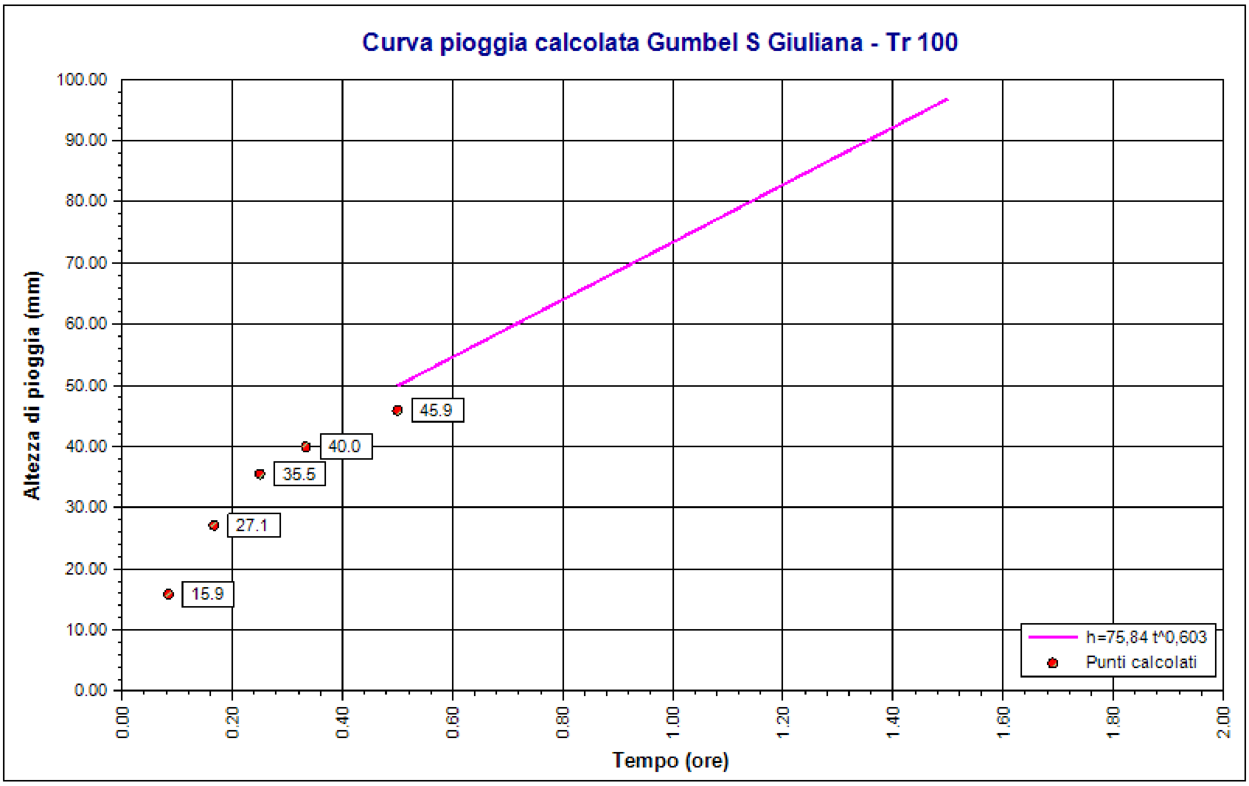
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	15.851
2	0.167	10	27.095
3	0.250	15	35.520
4	0.333	20	39.968
5	0.500	30	45.880

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
75.84	0.60	0.99	$h(t) = 75{,}8\ t^{0{,}603}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	75.844		9	285.436		17	418.903
2	115.213		10	304.165		18	433.598
3	147.135		11	322.164		19	447.972
4	175.016		12	339.524		20	462.048
5	200.231		13	356.319		21	475.848
6	223.508		14	372.608		22	489.390
7	245.287		15	388.442		23	502.689
8	265.861		16	403.861		24	515.761



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 17
Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

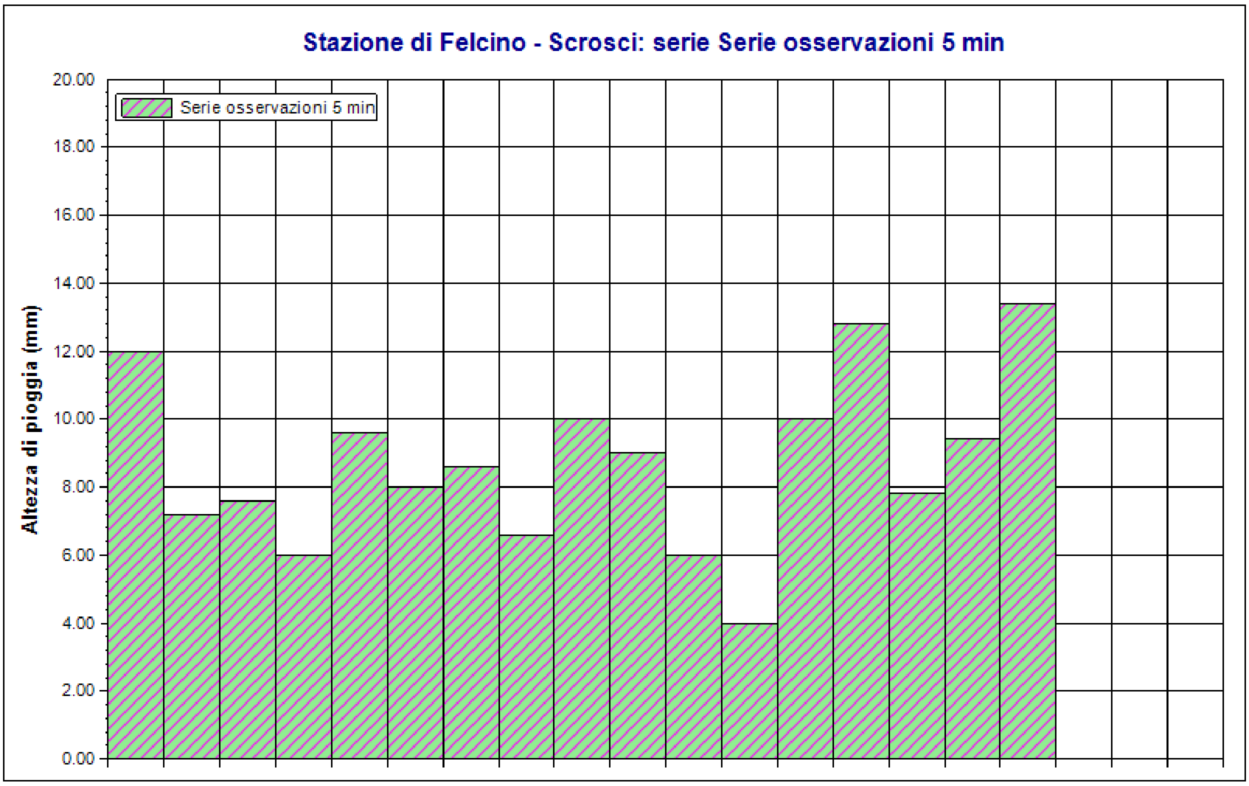
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

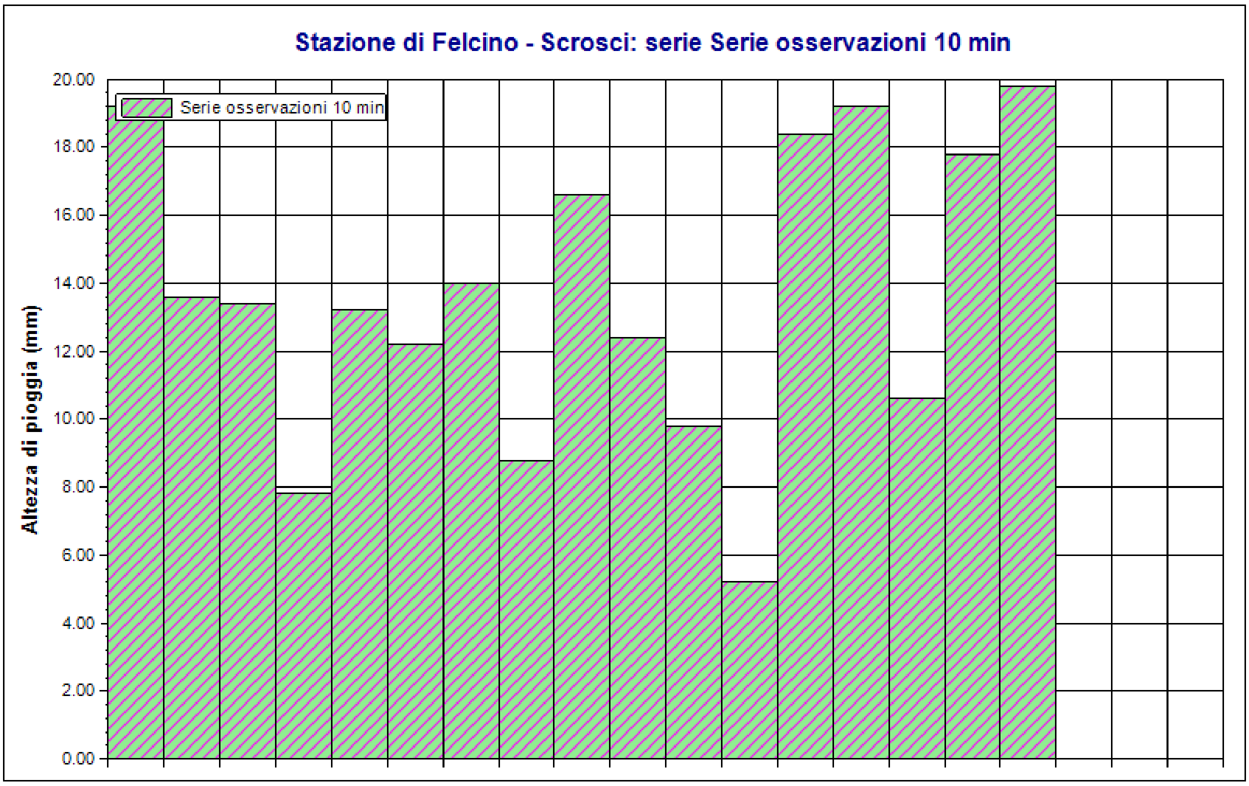
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

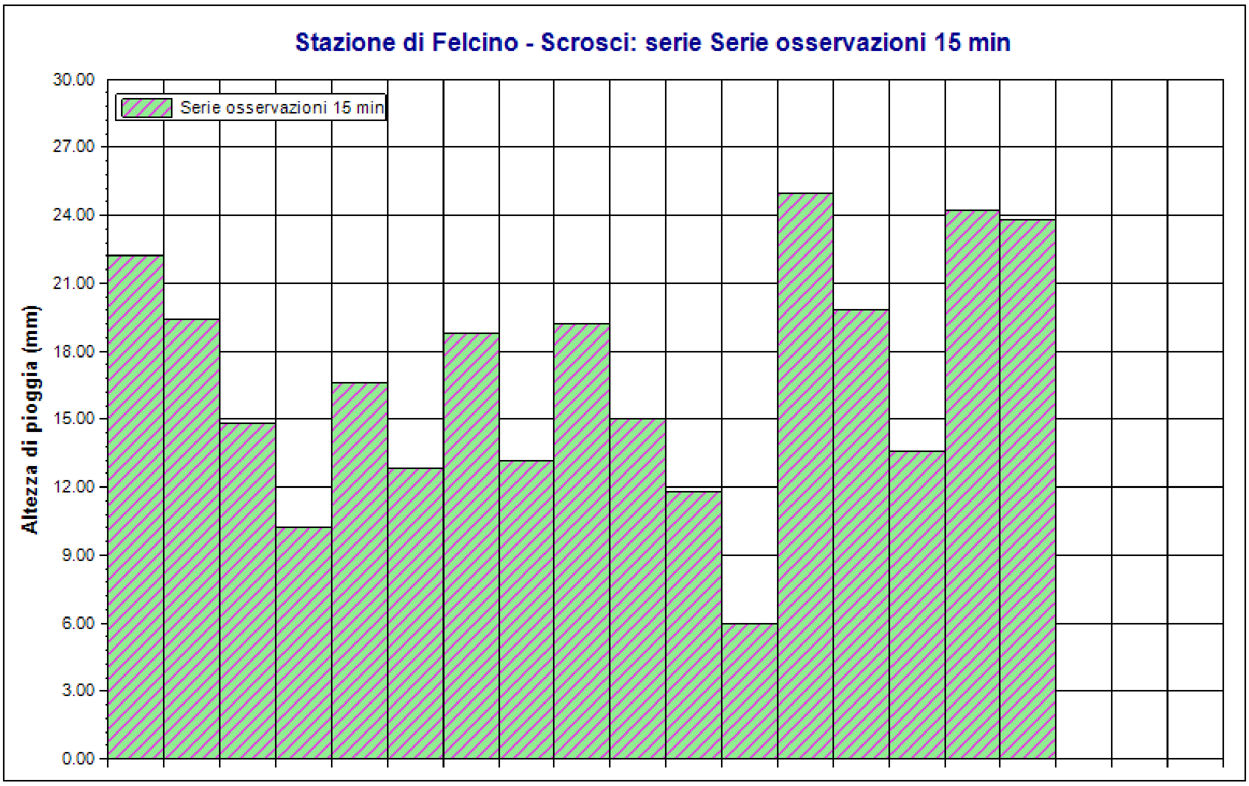
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



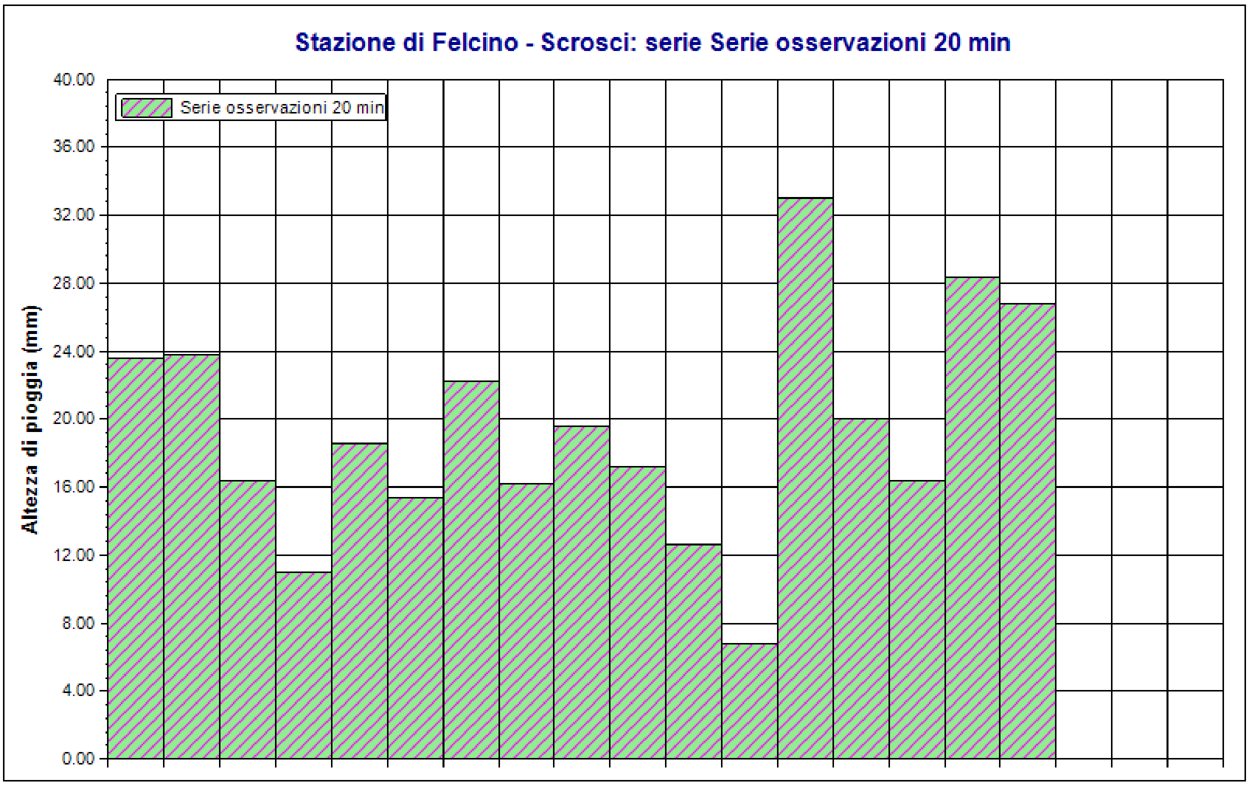
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



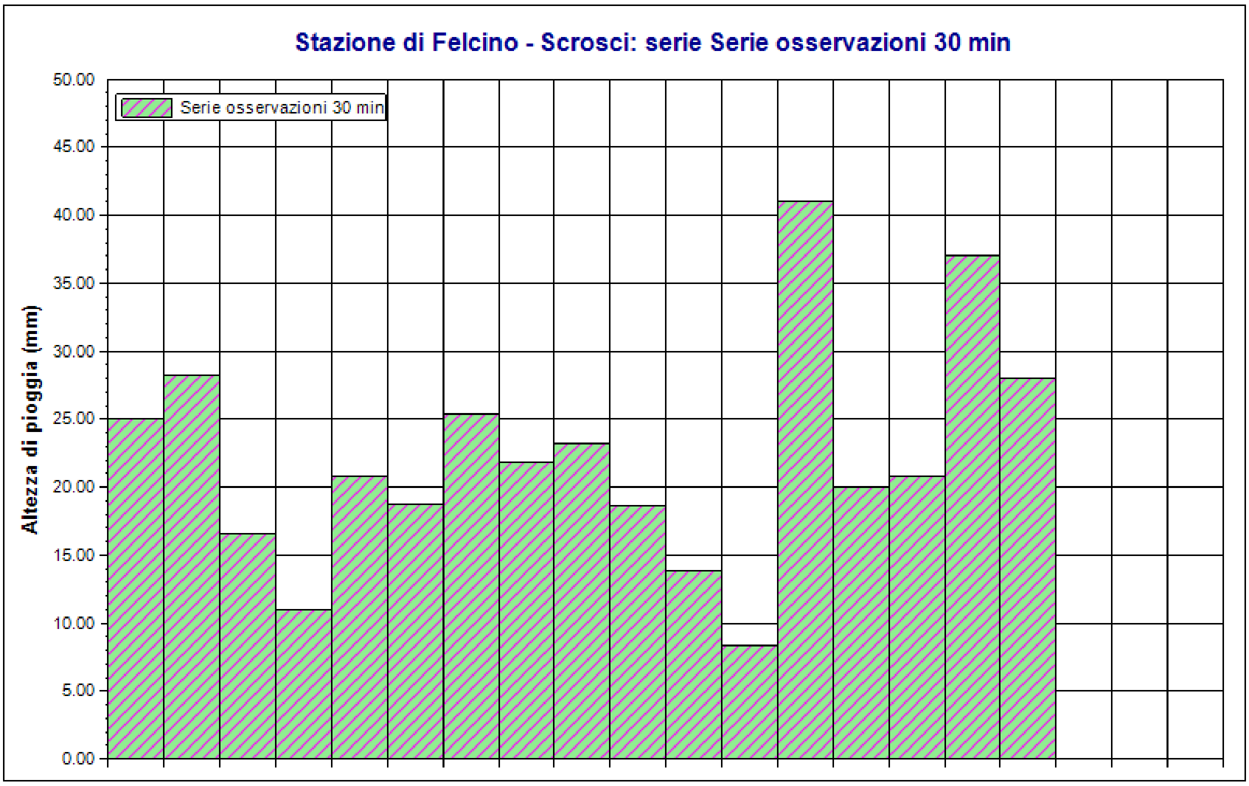
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

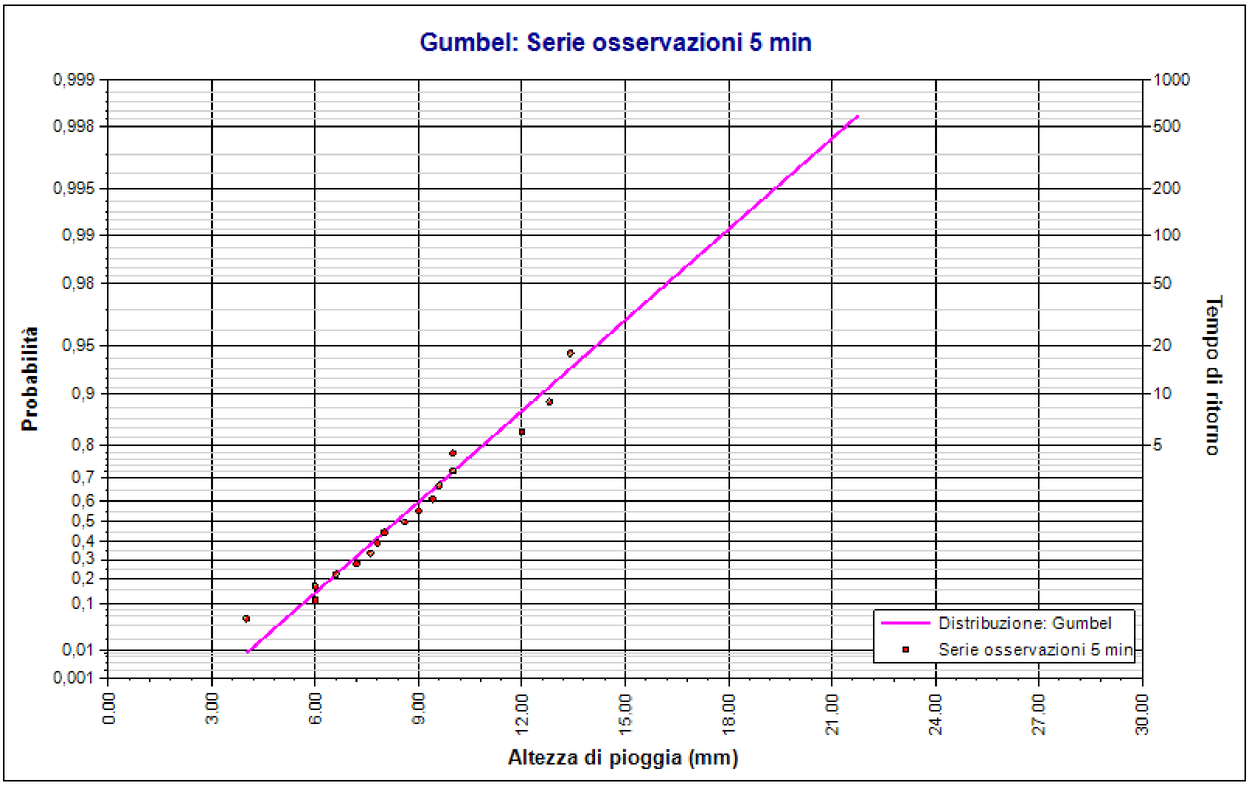
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

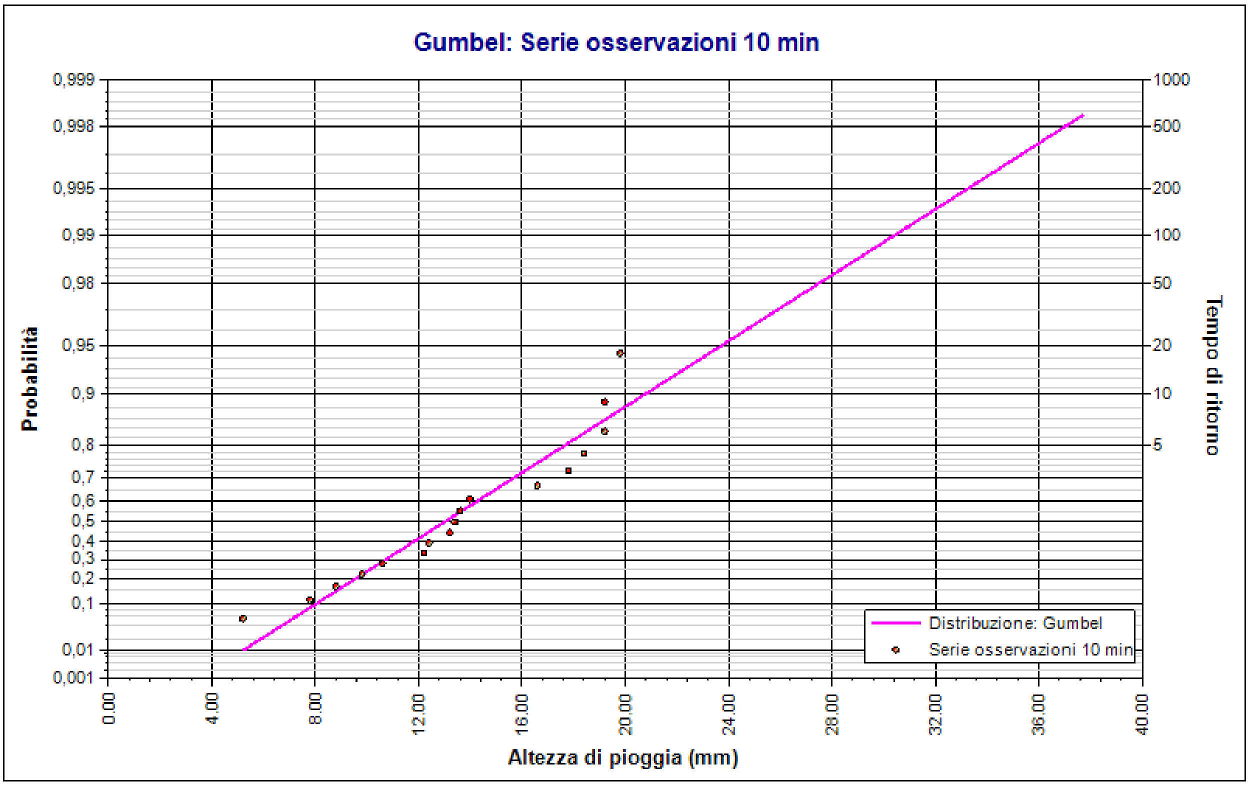
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x-7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x-11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x-14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x-16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x-18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

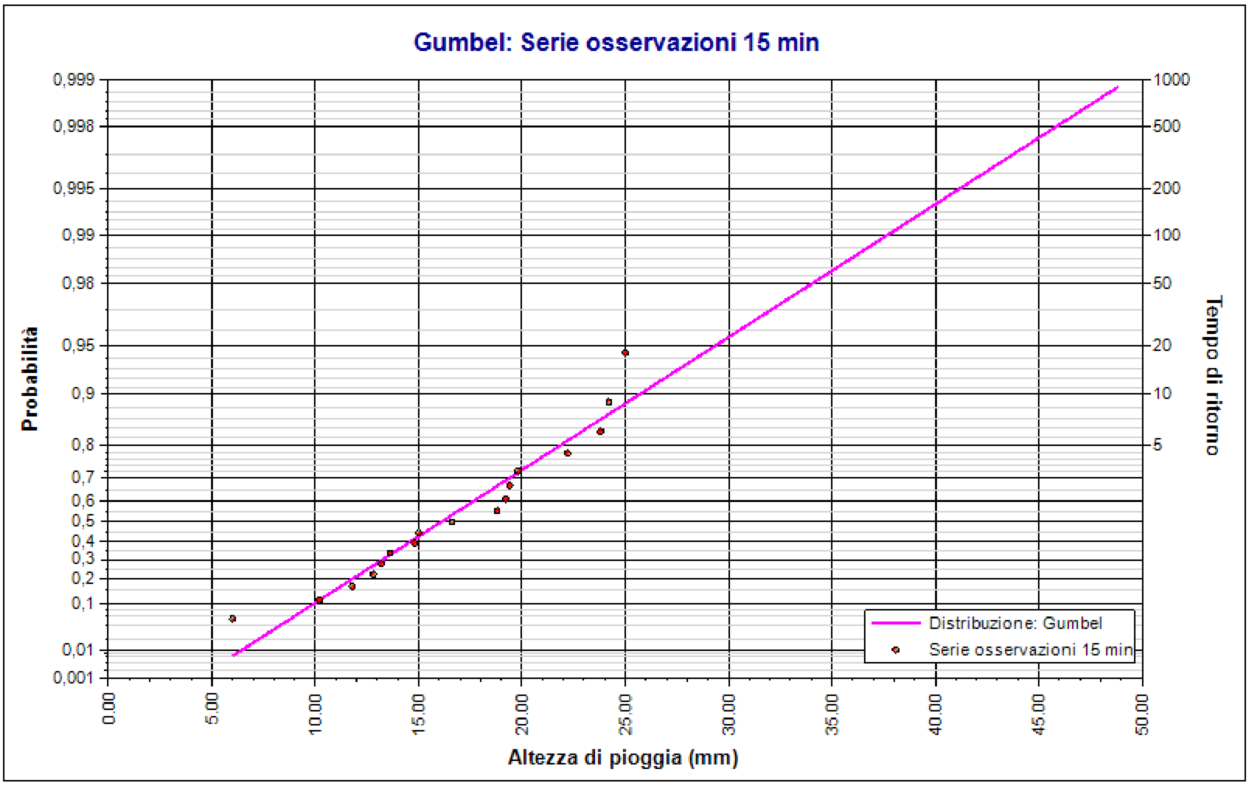
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



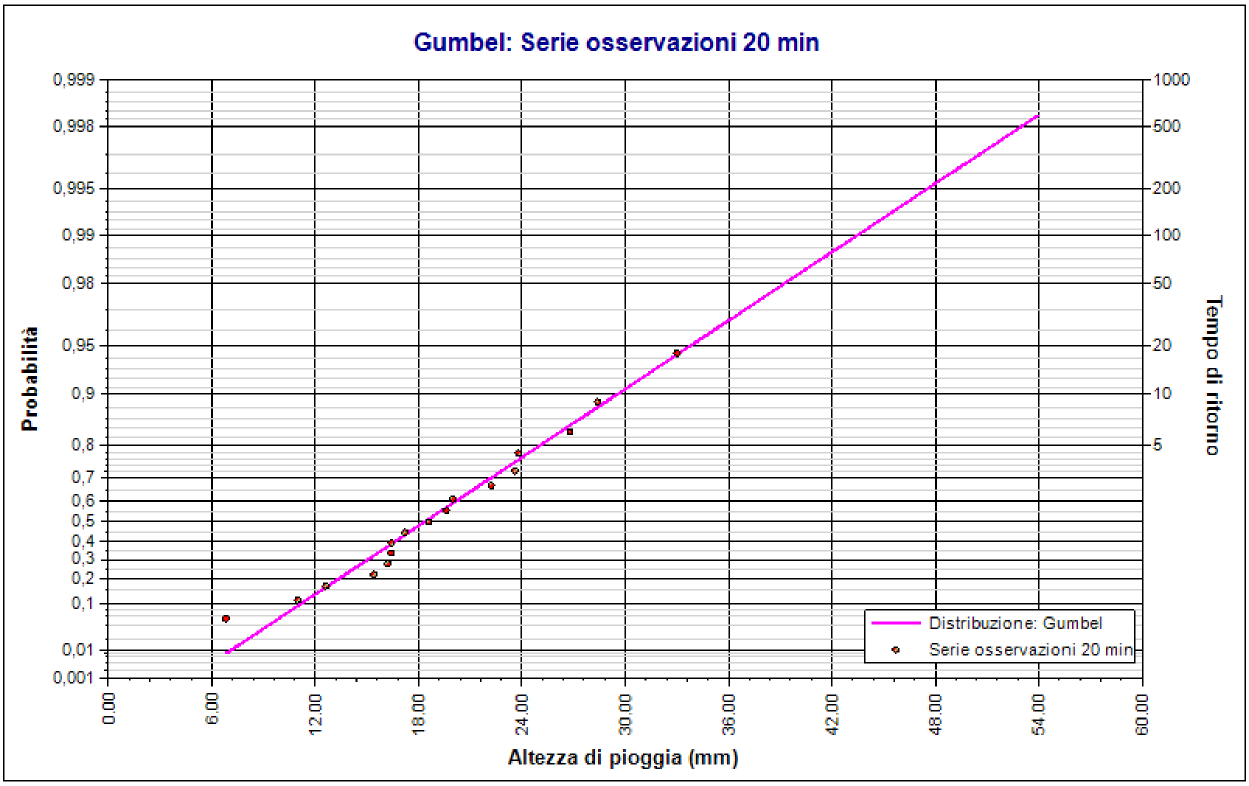
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



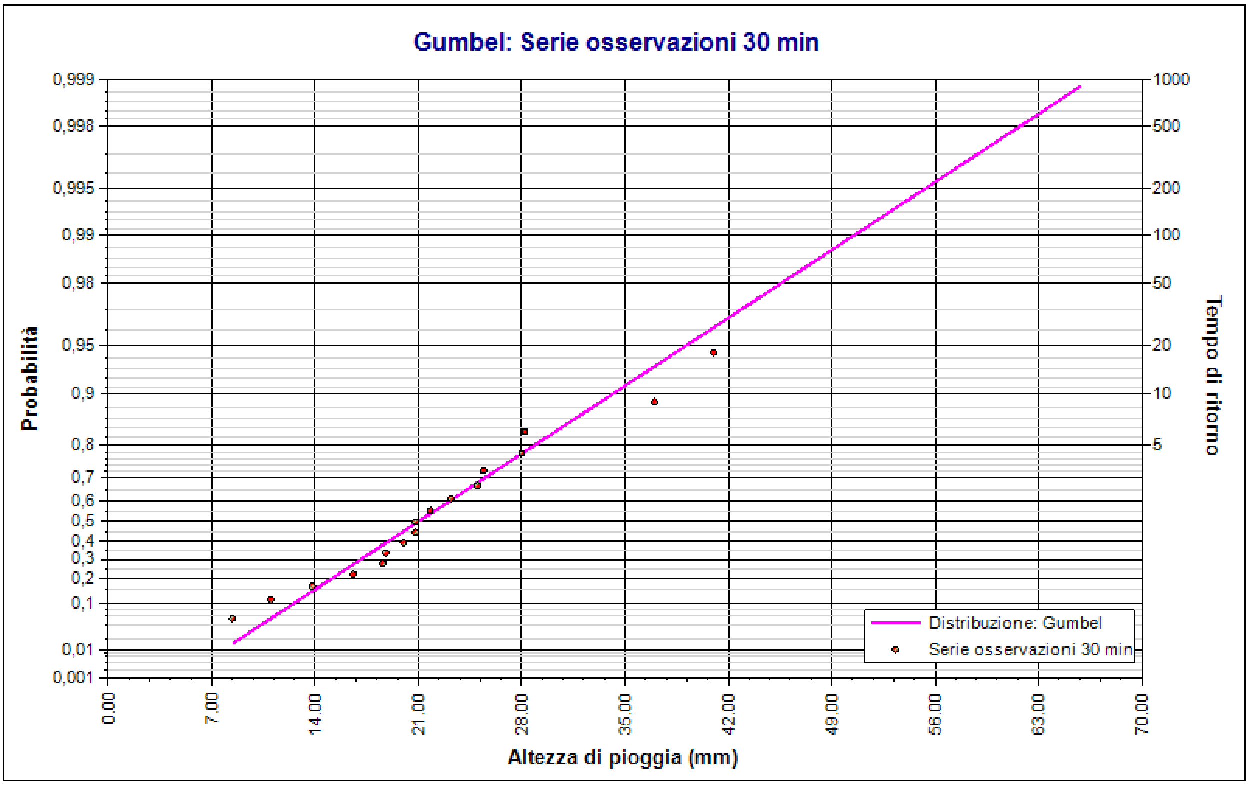
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

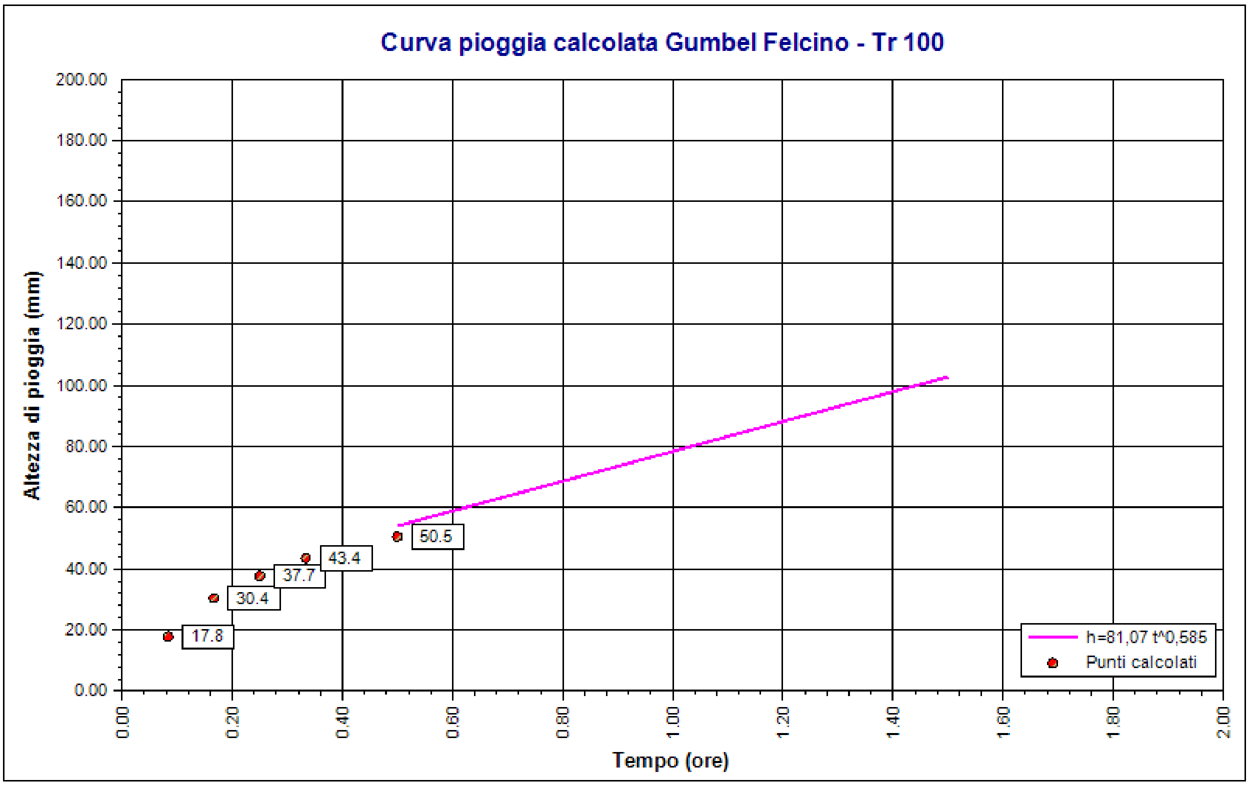
n	Durata (ore)	Durata (minuti)	Altezza (mm)
1	0.083	5	17.796
2	0.167	10	30.406
3	0.250	15	37.651
4	0.333	20	43.445
5	0.500	30	50.510

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
81.07	0.59	0.99	$h(t) = 81,1\ t^{0.585}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	81.072		9	293.160		17	425.290
2	121.611		10	311.797		18	439.751
3	154.166		11	329.676		19	453.883
4	182.422		12	346.891		20	467.709
5	207.859		13	363.521		21	481.250
6	231.255		14	379.627		22	494.527
7	253.078		15	395.263		23	507.556
8	273.640		16	410.471		24	520.351



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 14
Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

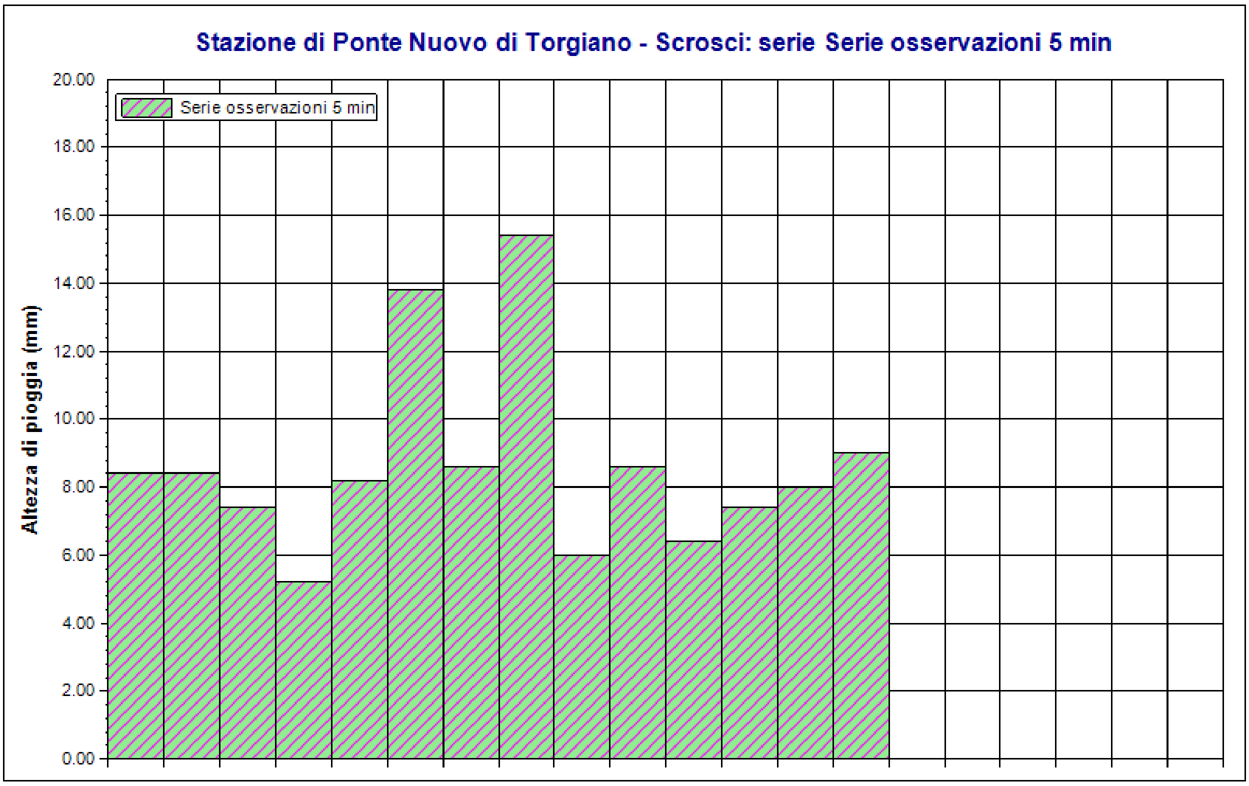
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

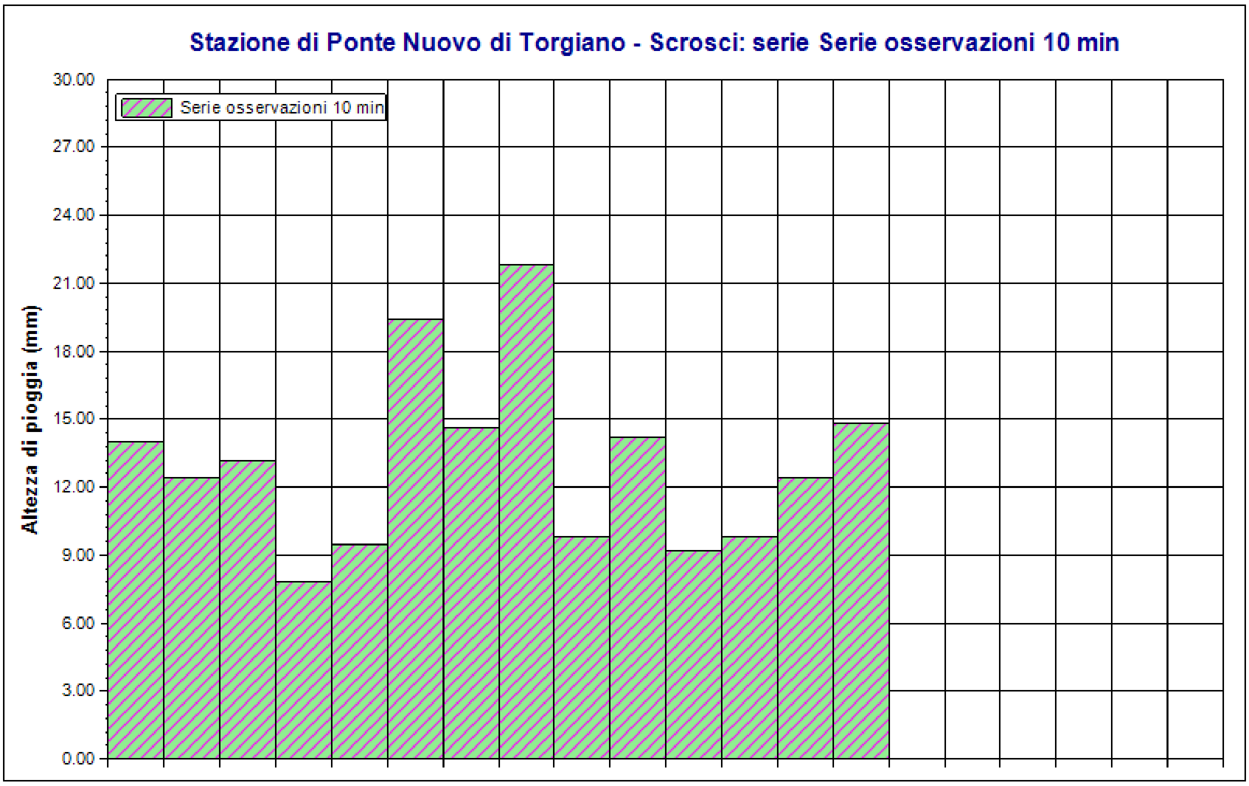
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

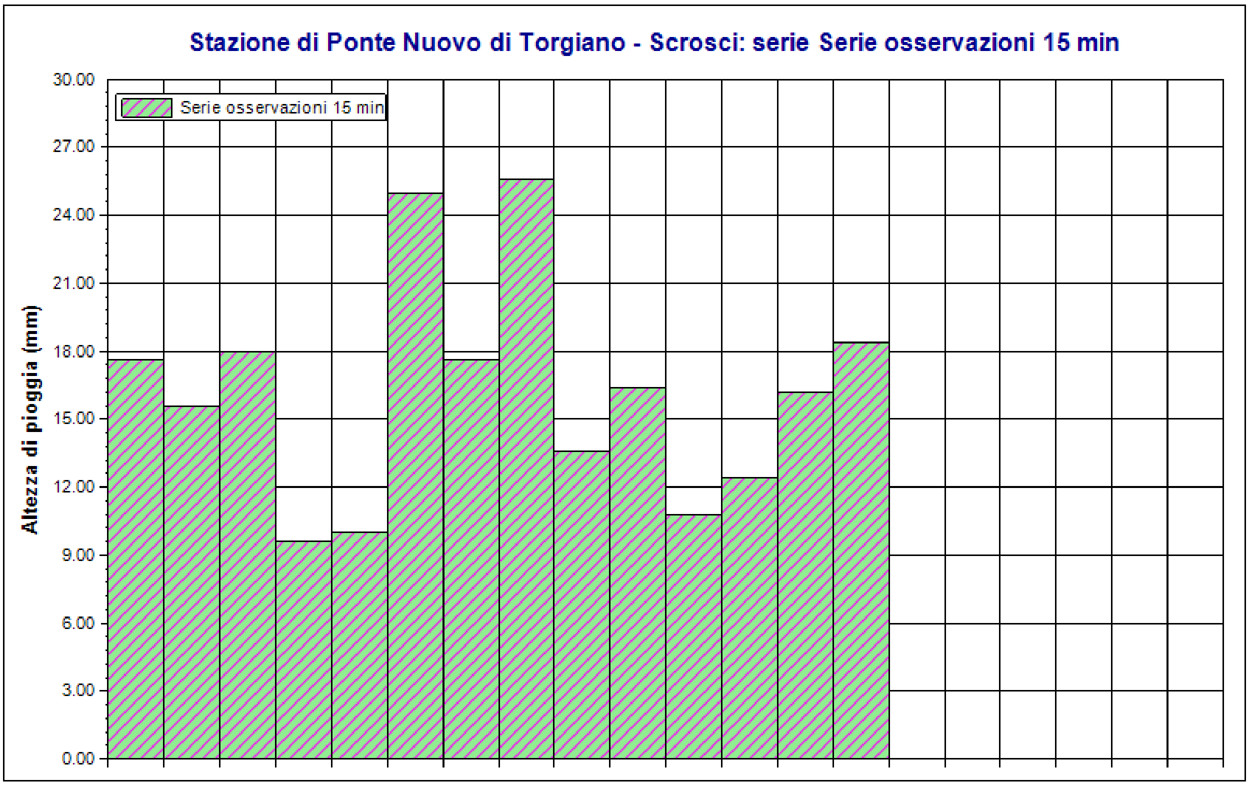
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



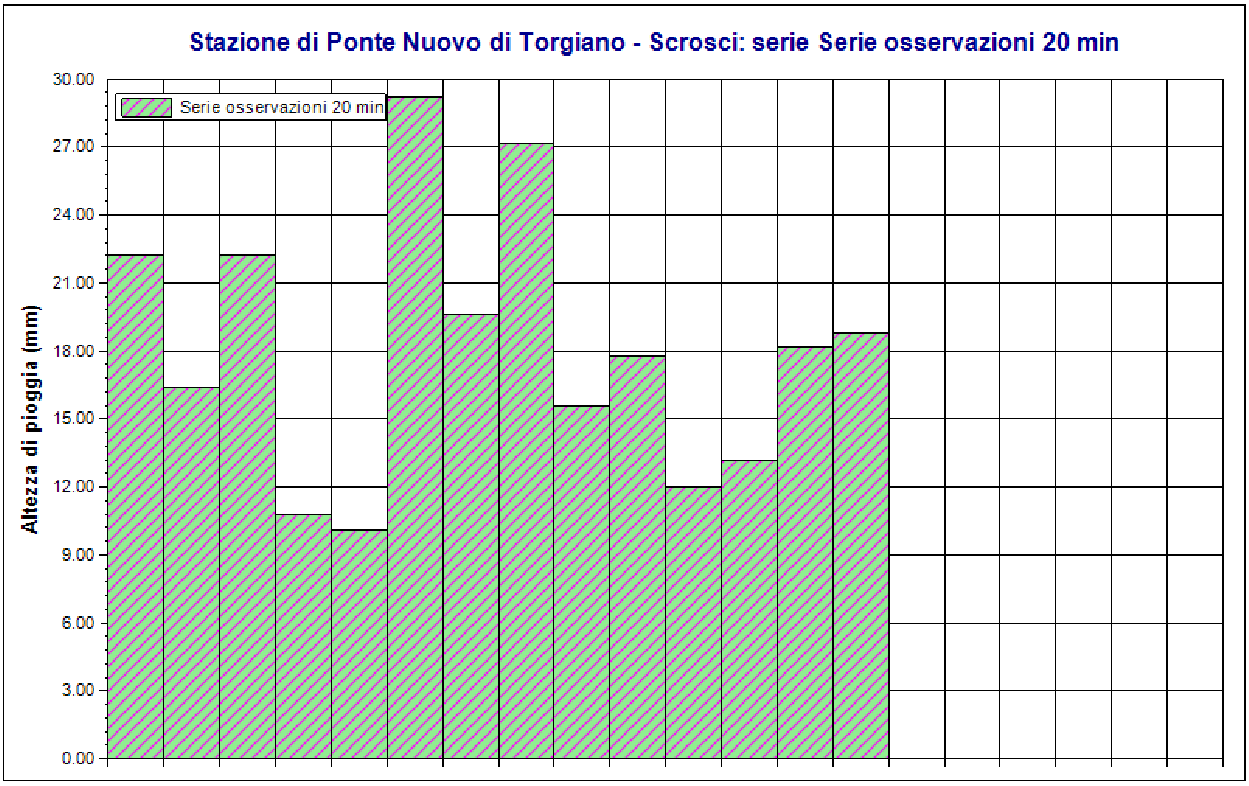
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



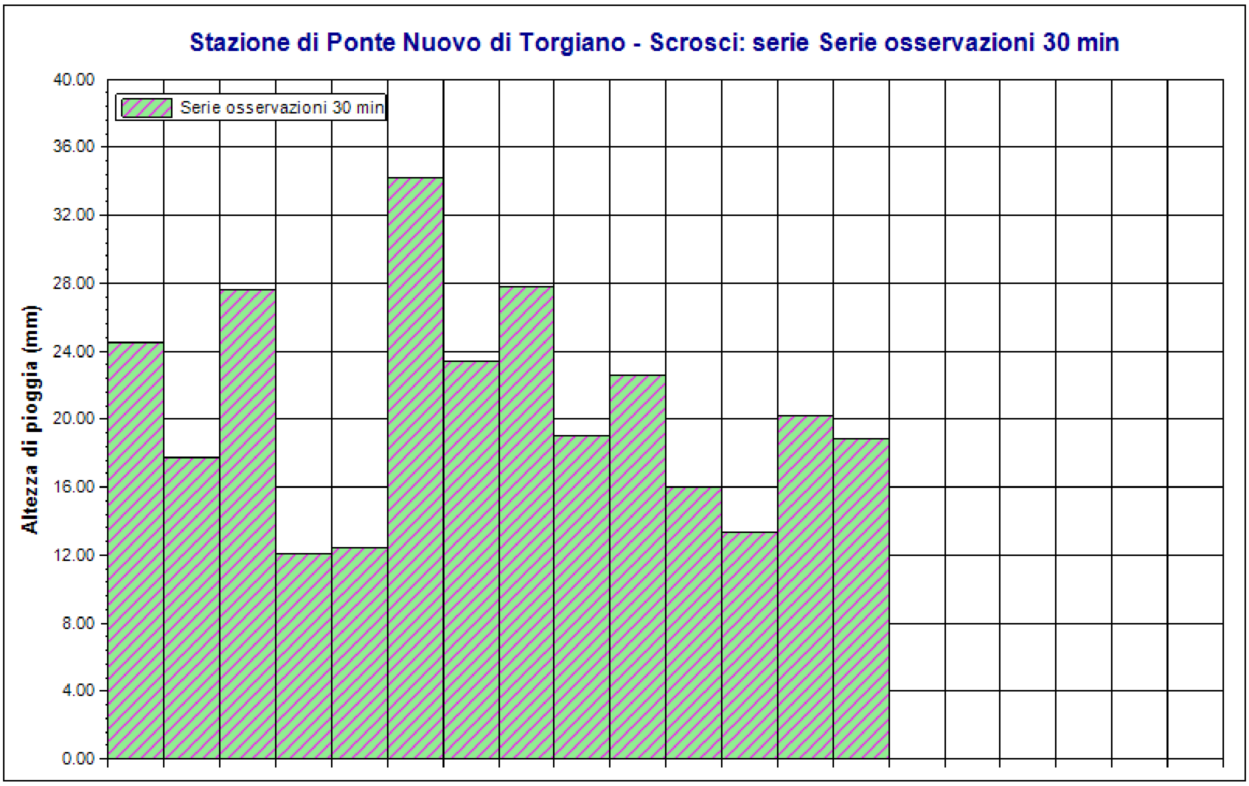
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore x=z_k assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore x=z_k, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^k$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

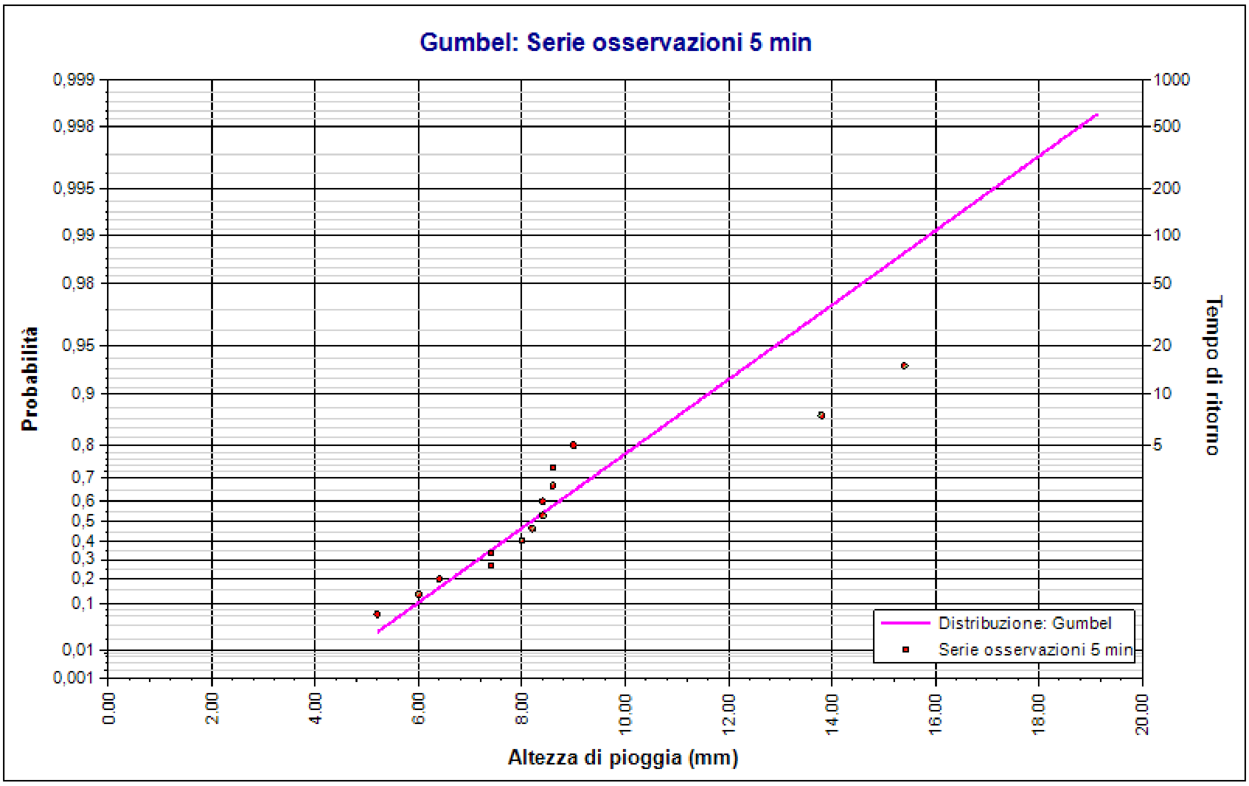
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

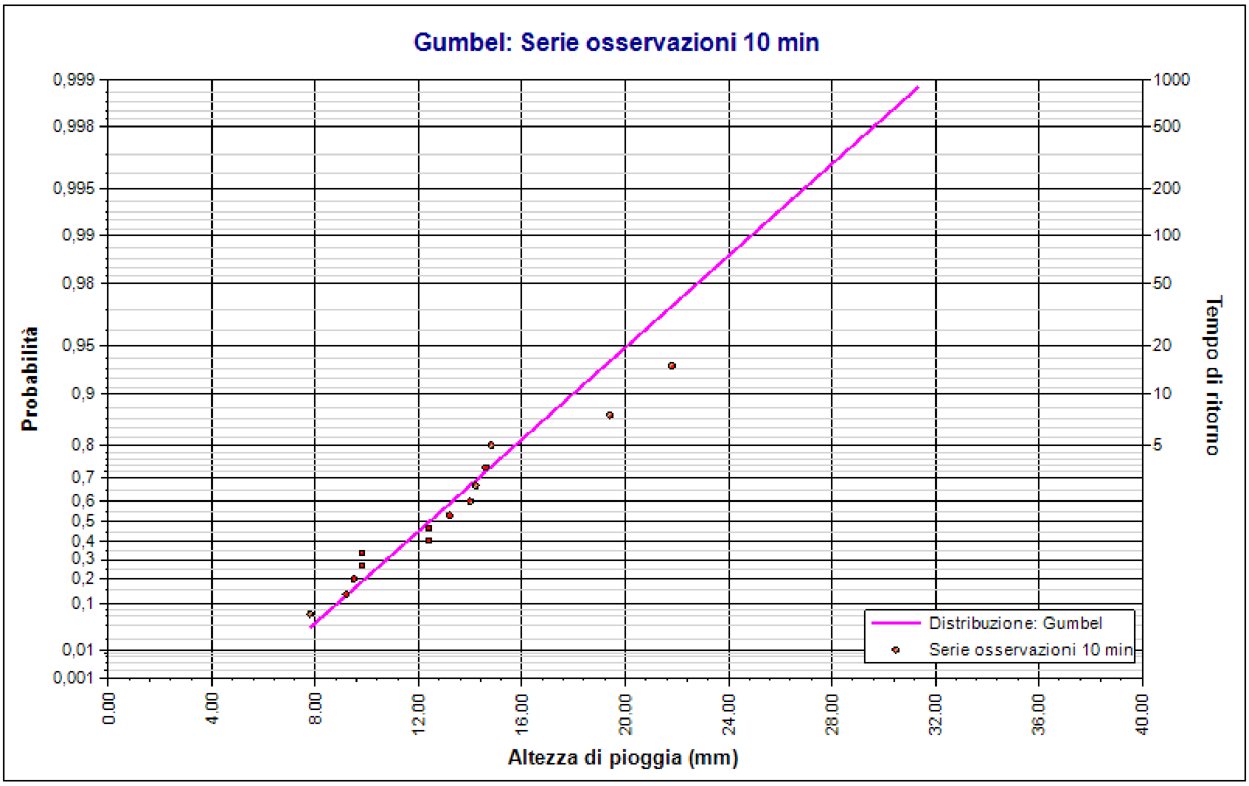
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

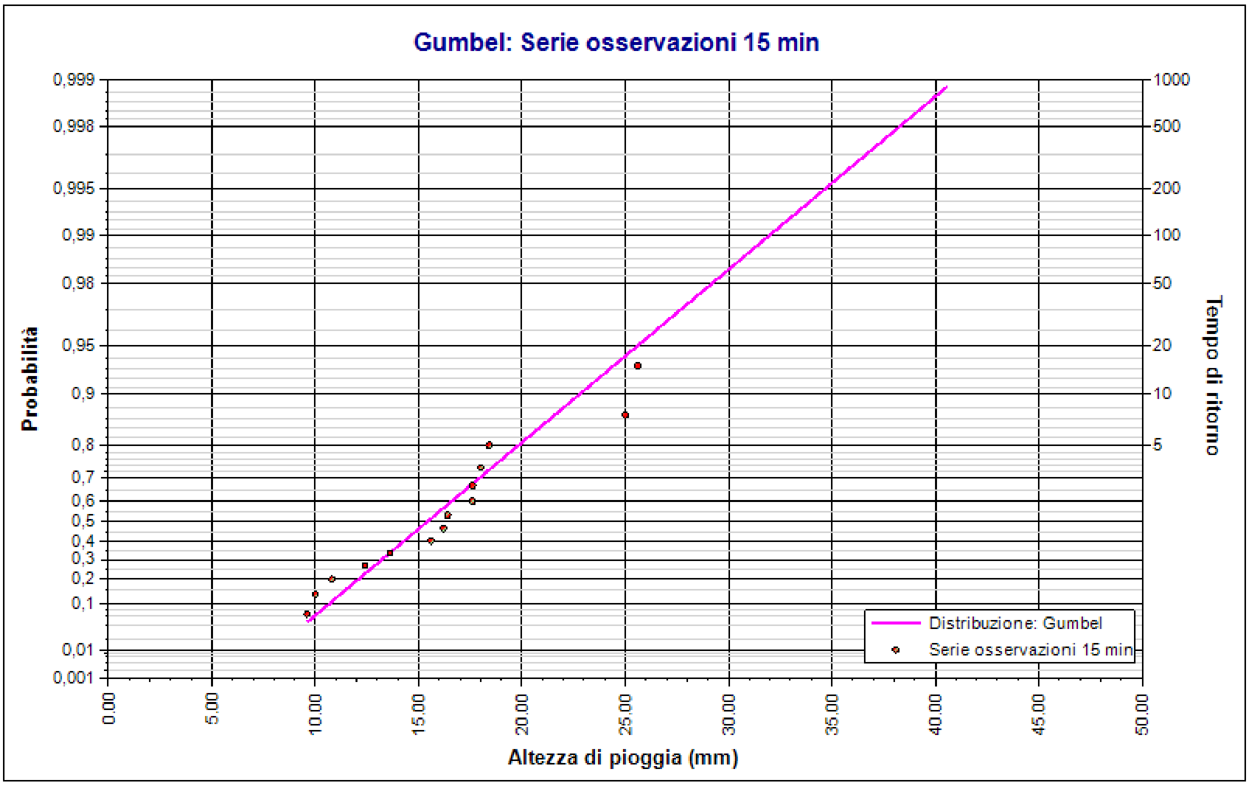
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



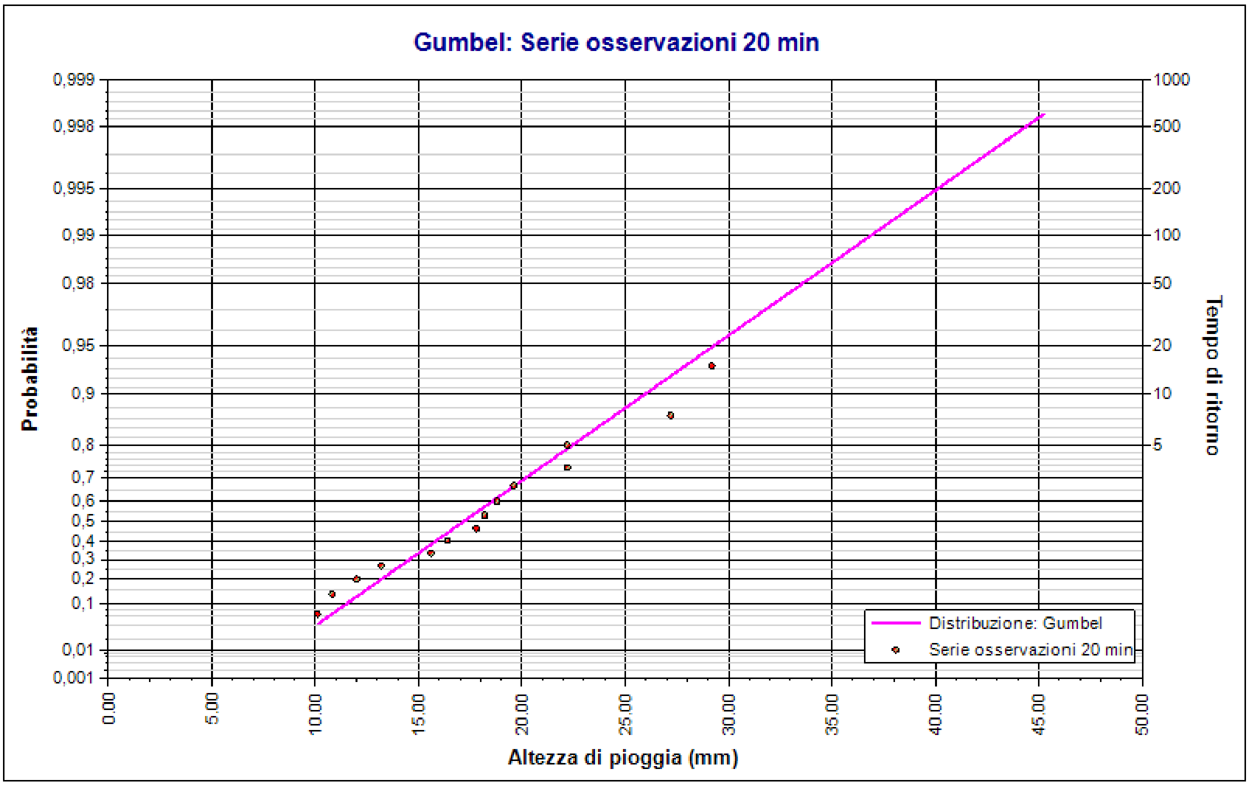
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



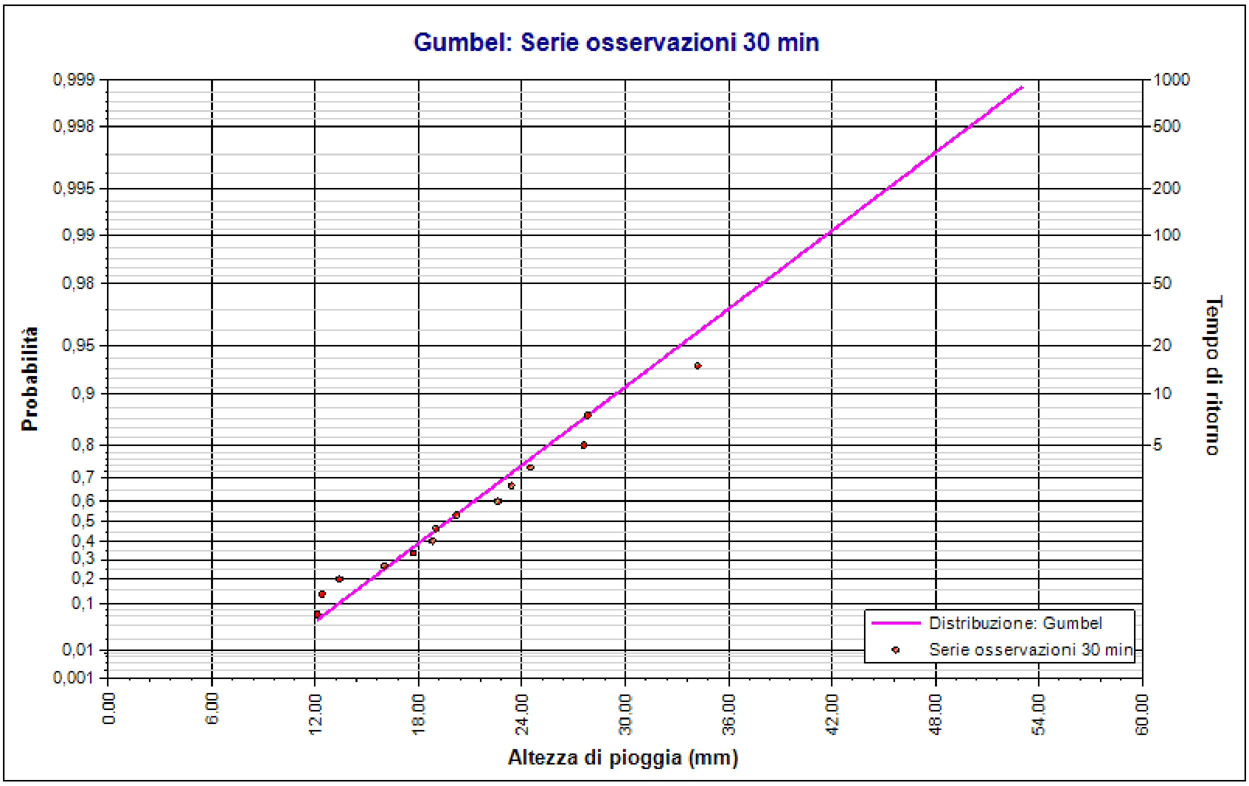
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 100.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

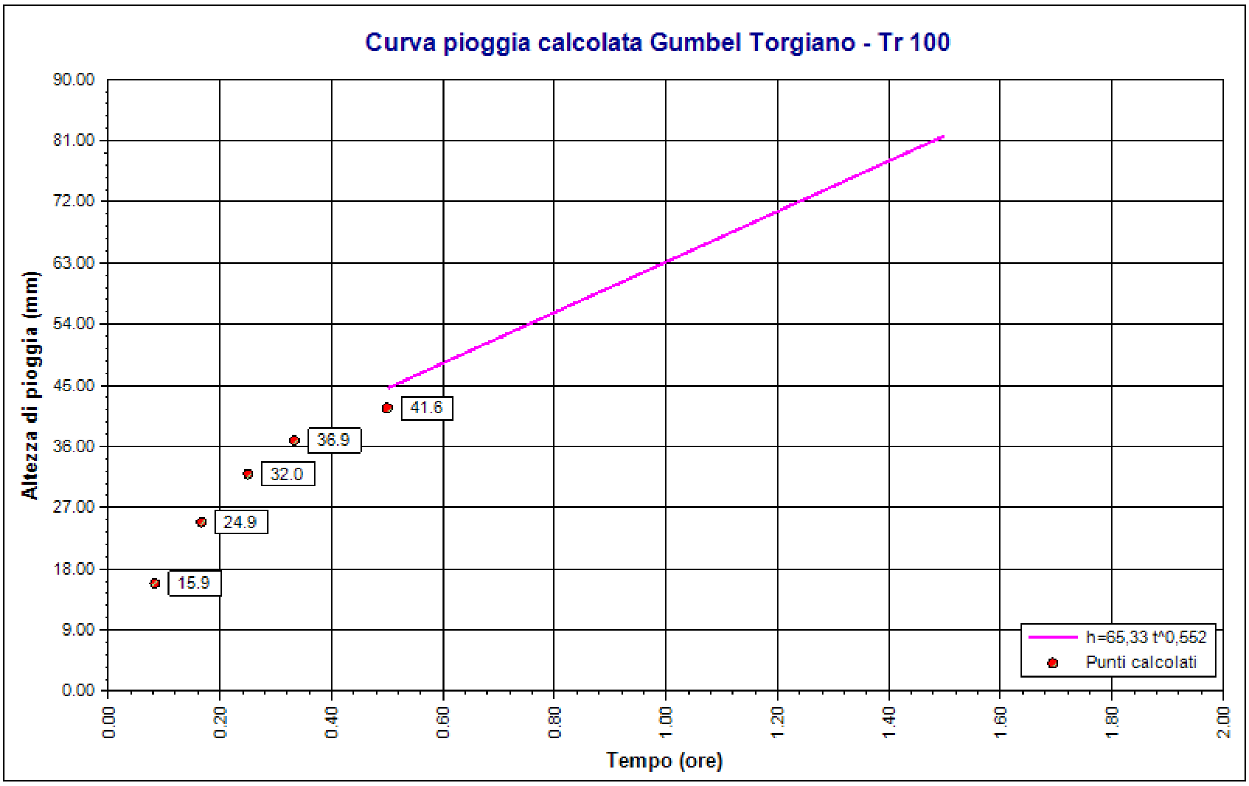
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	15.870
2	0.167	10	24.882
3	0.250	15	31.968
4	0.333	20	36.886
5	0.500	30	41.627

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
65.33	0.55	0.99	$h(t) = 65,3\, t^{0.552}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	65.329		9	219.854		17	312.380
2	95.800		10	233.027		18	322.399
3	119.845		11	245.622		19	332.171
4	140.483		12	257.714		20	341.716
5	158.908		13	269.363		21	351.049
6	175.743		14	280.616		22	360.186
7	191.361		15	291.515		23	369.138
8	206.007		16	302.094		24	377.918



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 100

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

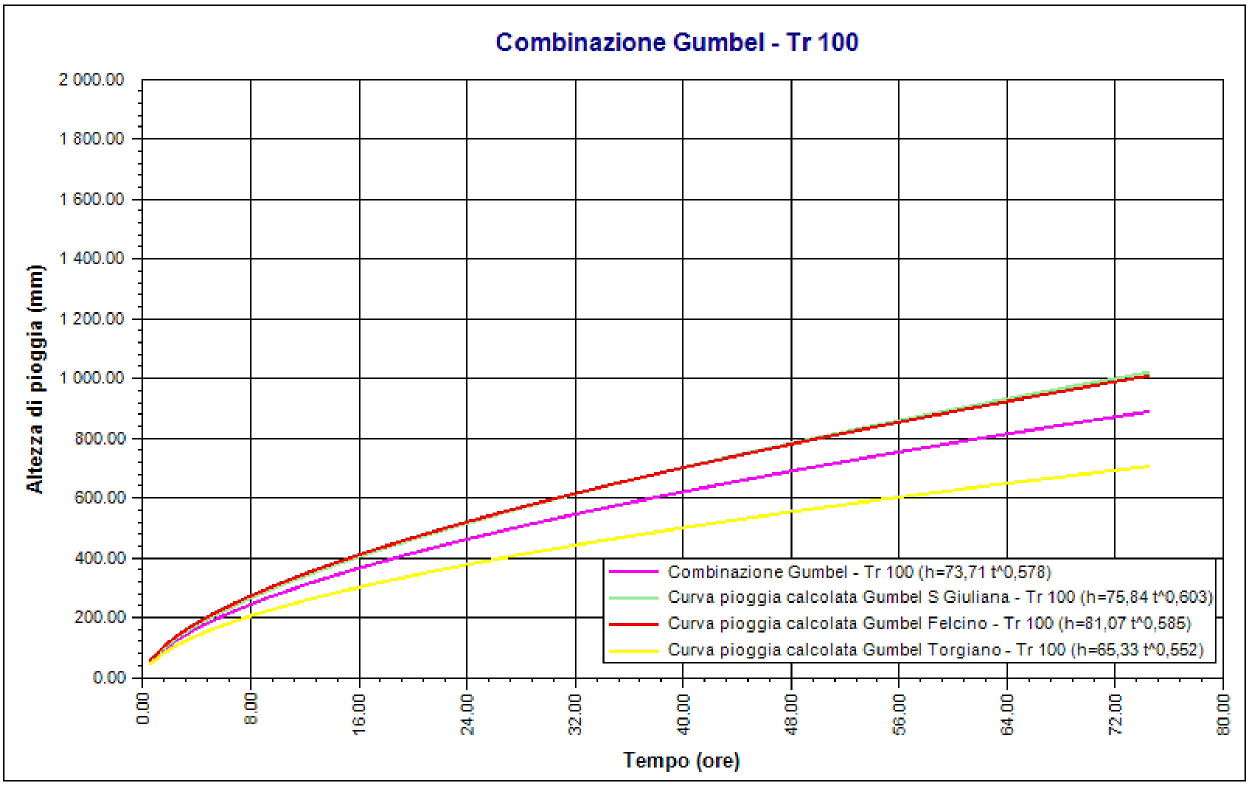
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 100	Curva pioggia calcolata	20	75.84	0.60
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 100	Curva pioggia calcolata	40	81.07	0.59
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 100	Curva pioggia calcolata	40	65.33	0.55

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
73.71	0.58	$h(t) = 73{,}7\, t^{0{,}578}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	73.711		9	262.335		17	378.824
2	110.016		10	278.800		18	391.543
3	139.058		11	294.583		19	403.967
4	164.203		12	309.771		20	416.117
5	186.797		13	324.433		21	428.014
6	207.548		14	338.626		22	439.674
7	226.881		15	352.396		23	451.112
8	245.077		16	365.784		24	462.342



Combinazione Gumbel - Tr 100

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h

Dati Pluviogramma

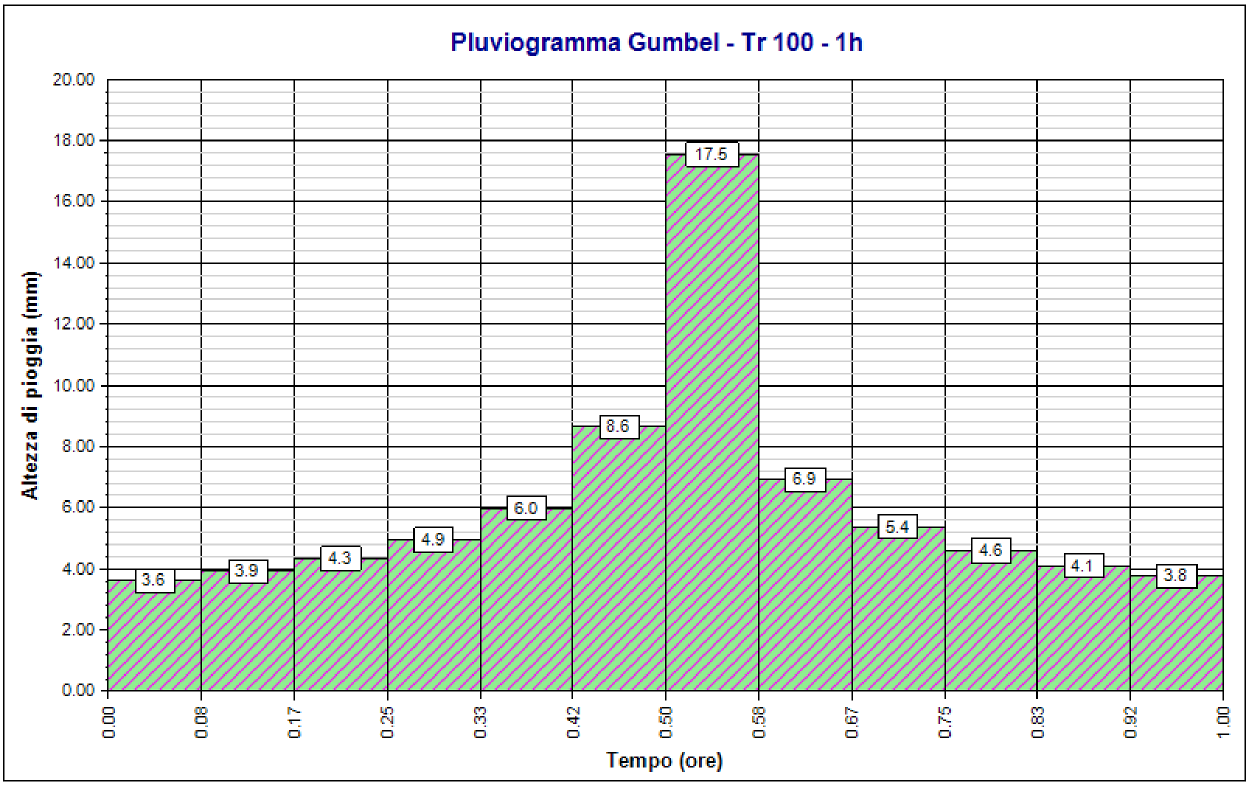
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 100
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 73.711 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
73.71	0.58	$h(t) = 73{,}7\, t^{0.578}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	3.614
2	0.083	0.167	5	10	3.918
3	0.167	0.250	10	15	4.330
4	0.250	0.333	15	20	4.938
5	0.333	0.417	20	25	5.983
6	0.417	0.500	25	30	8.639
7	0.500	0.583	30	35	17.540
8	0.583	0.667	35	40	6.911
9	0.667	0.750	40	45	5.377
10	0.750	0.833	45	50	4.600
11	0.833	0.917	50	55	4.107
12	0.917	1.000	55	60	3.756



Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino F Gumbel - Tr 100 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

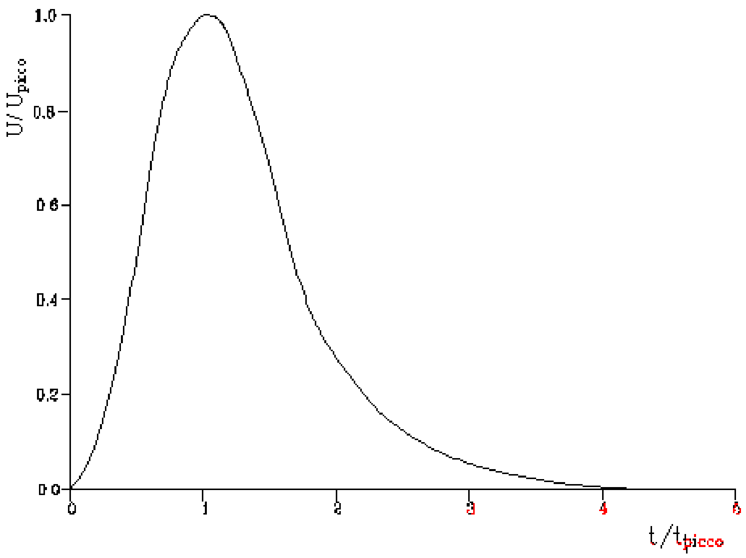
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

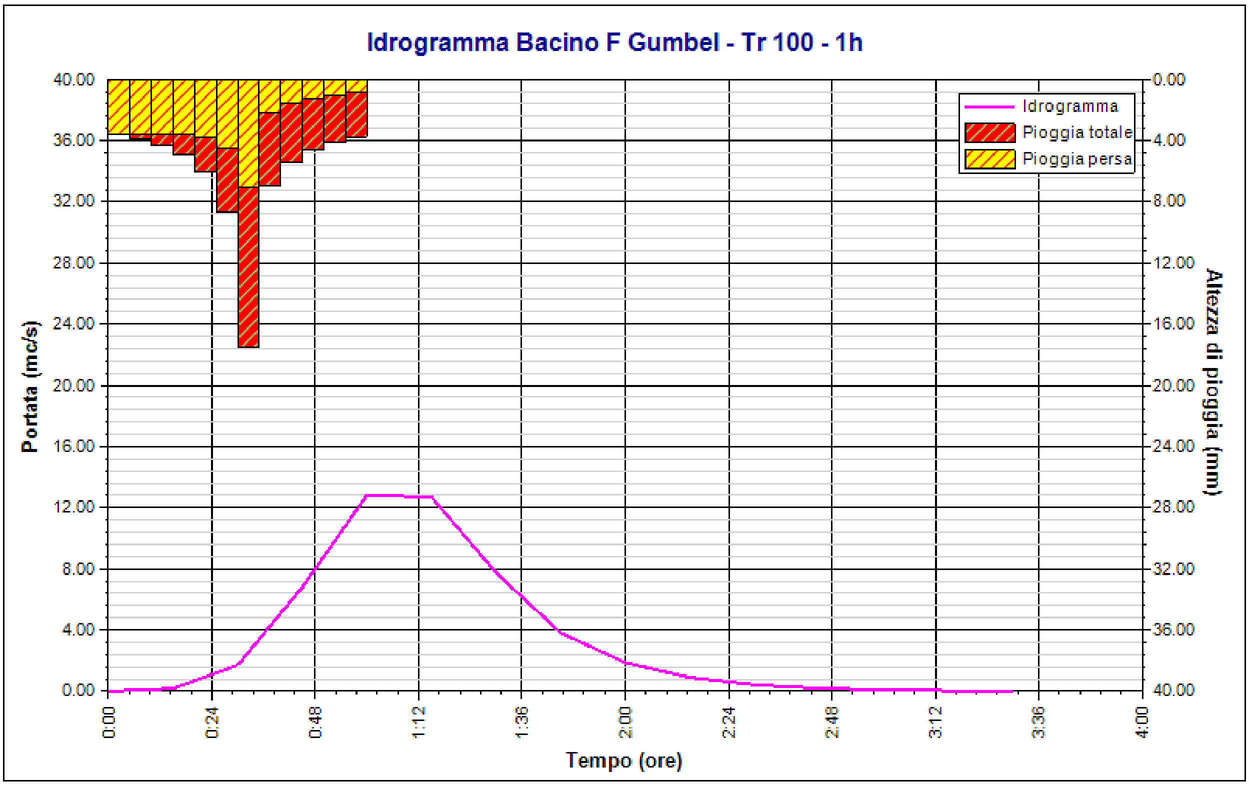
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 100 - 1h
Superficie del bacino: 1.2 kmq
Tlag: 0.444 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 80.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	11.862	10.777	1.085	0.0
2	0.250	15	19.560	11.857	7.703	0.2
3	0.500	30	29.827	10.747	19.080	1.7
4	0.750	45	12.463	3.075	9.387	6.8
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	12.8
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	12.7
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	7.7
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	3.8
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	1.9
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.9
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.4
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.2
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.1
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.0
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	12.8	mc/s
Istante picco	1.000	ore
Istante picco	60.0	minuti
Durata totale evento	3.500	ore
Volume afflusso	88	mc x 1000
Volume deflusso	44	mc x 1000
Altezza afflusso	73.711	mm
Altezza deflusso	36.944	mm
Coeff. deflusso	0.50	-
Coeff. udometrico	10.68	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino F Gumbel - Tr 100 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

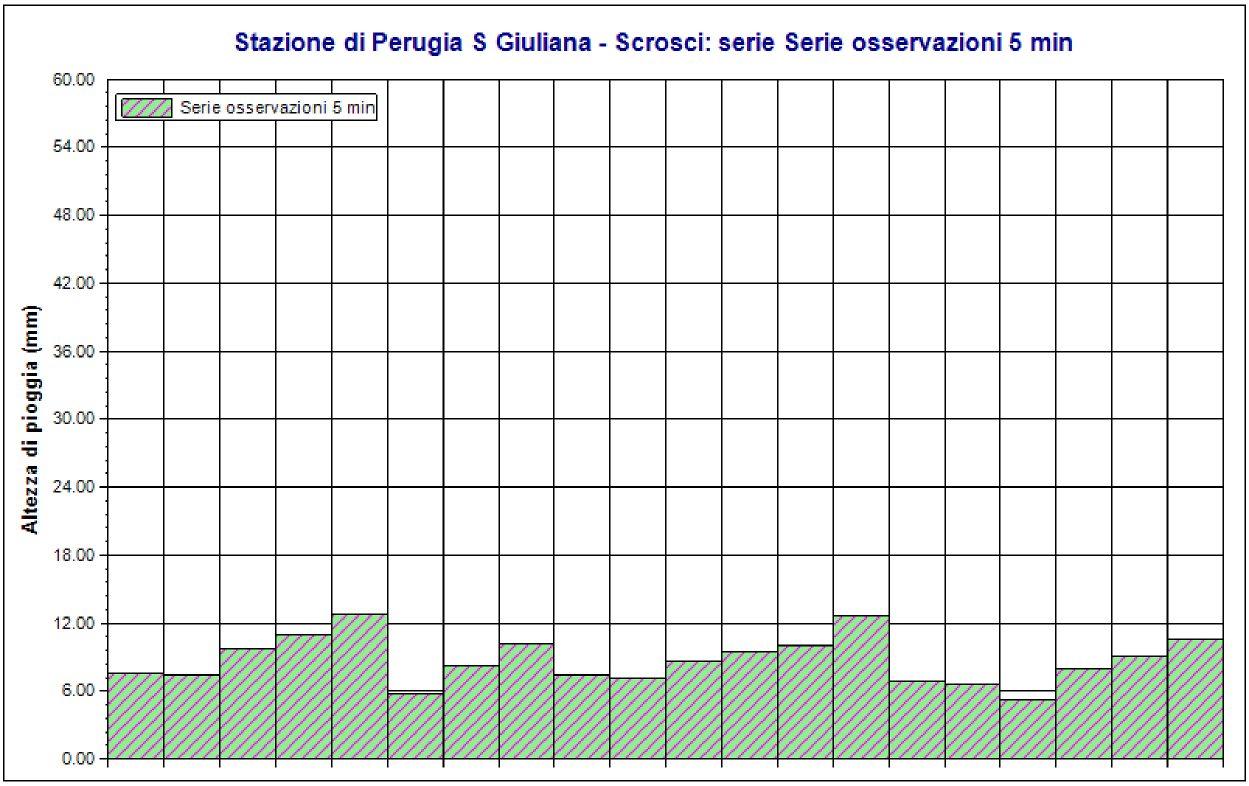
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

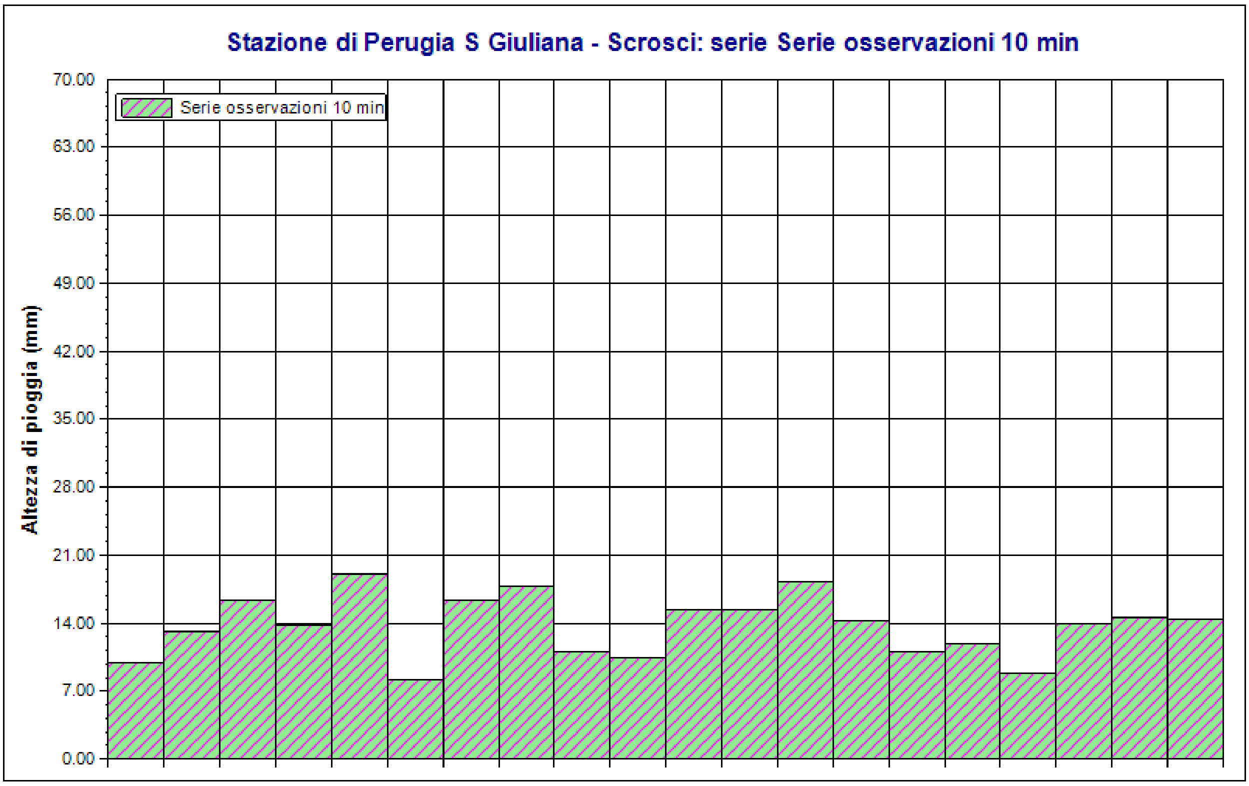
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

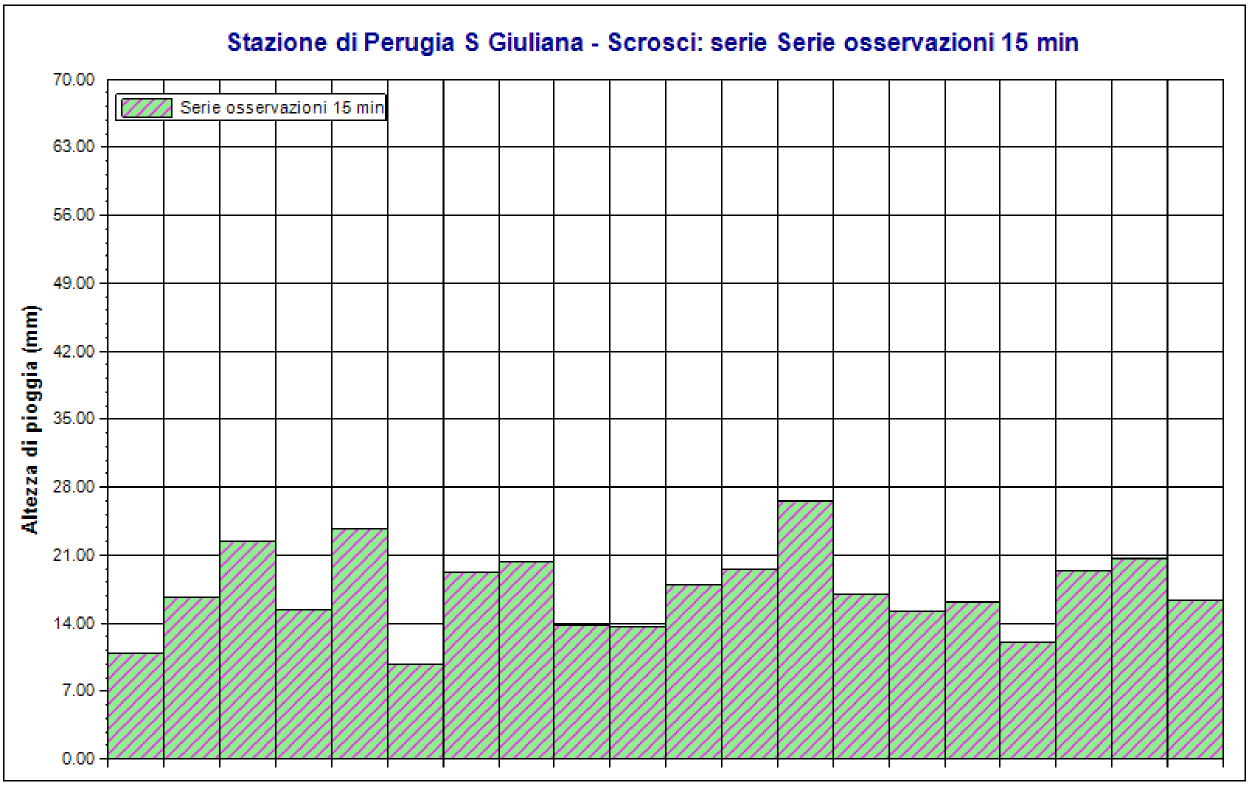
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



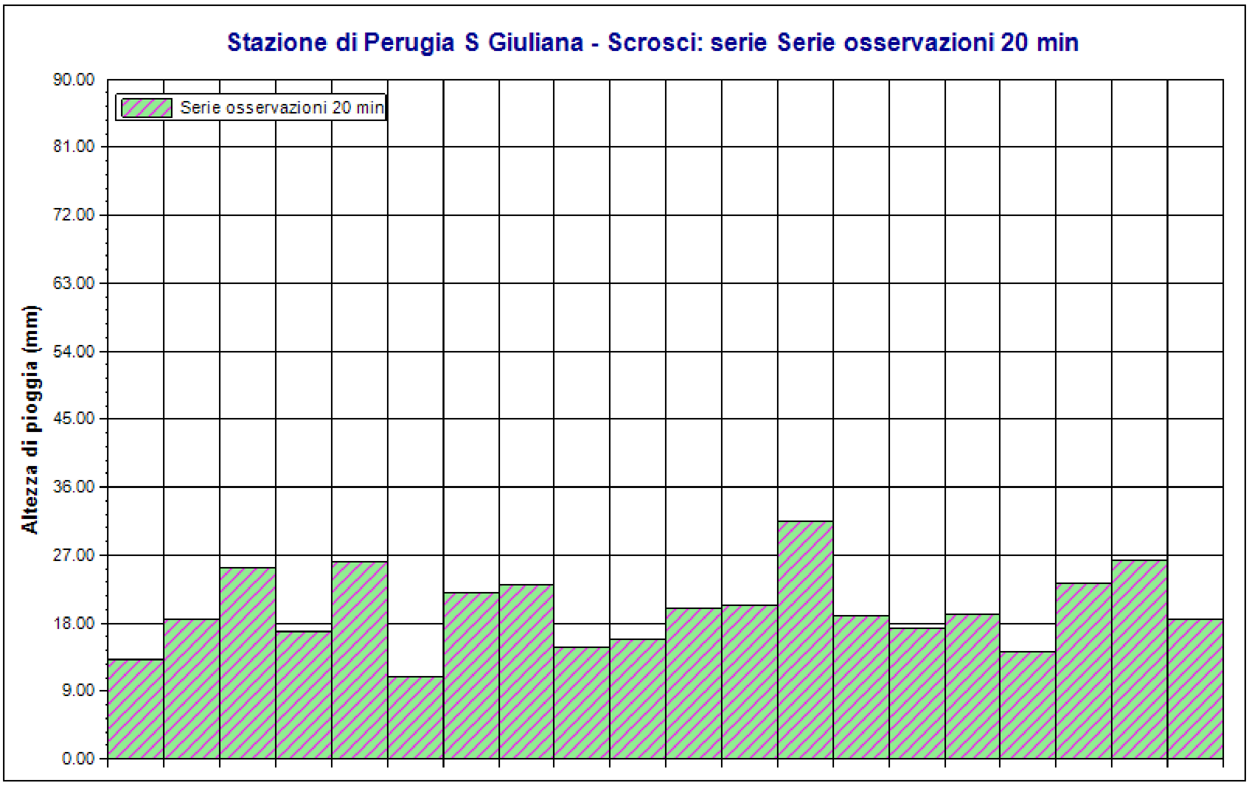
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



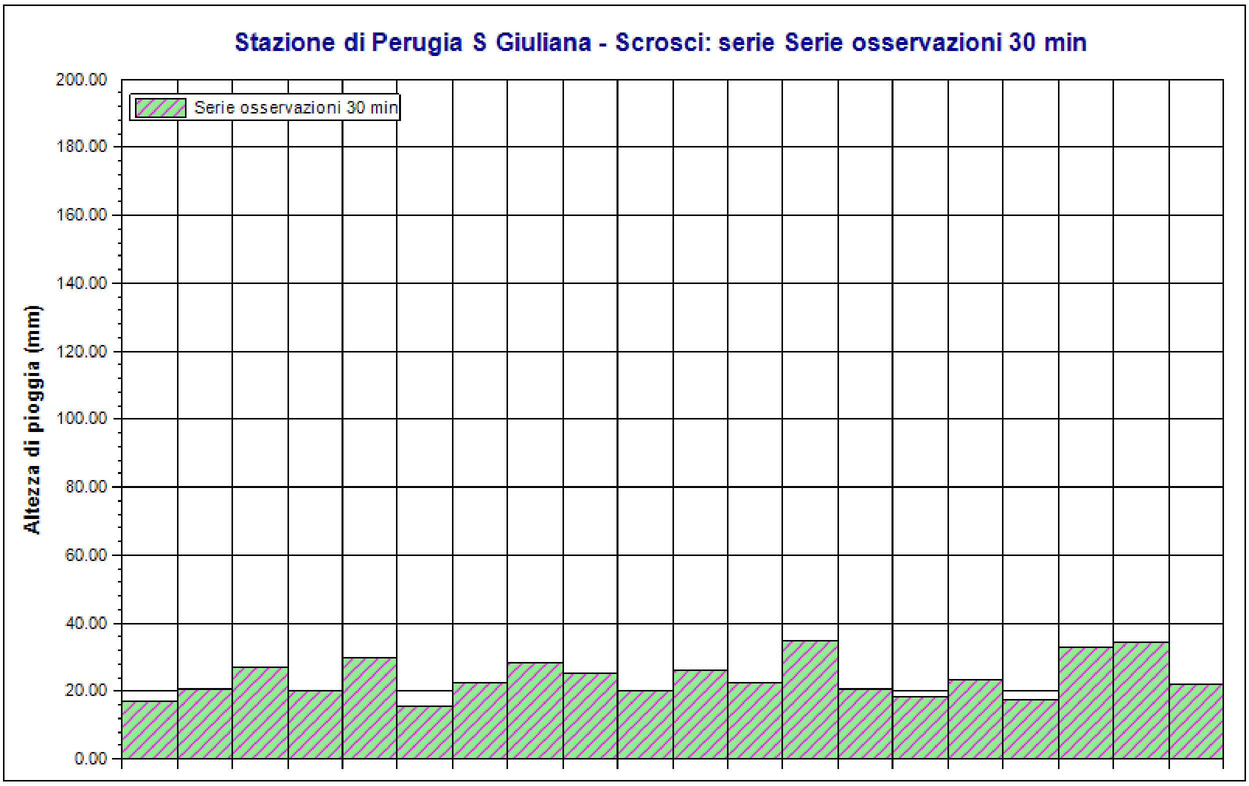
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

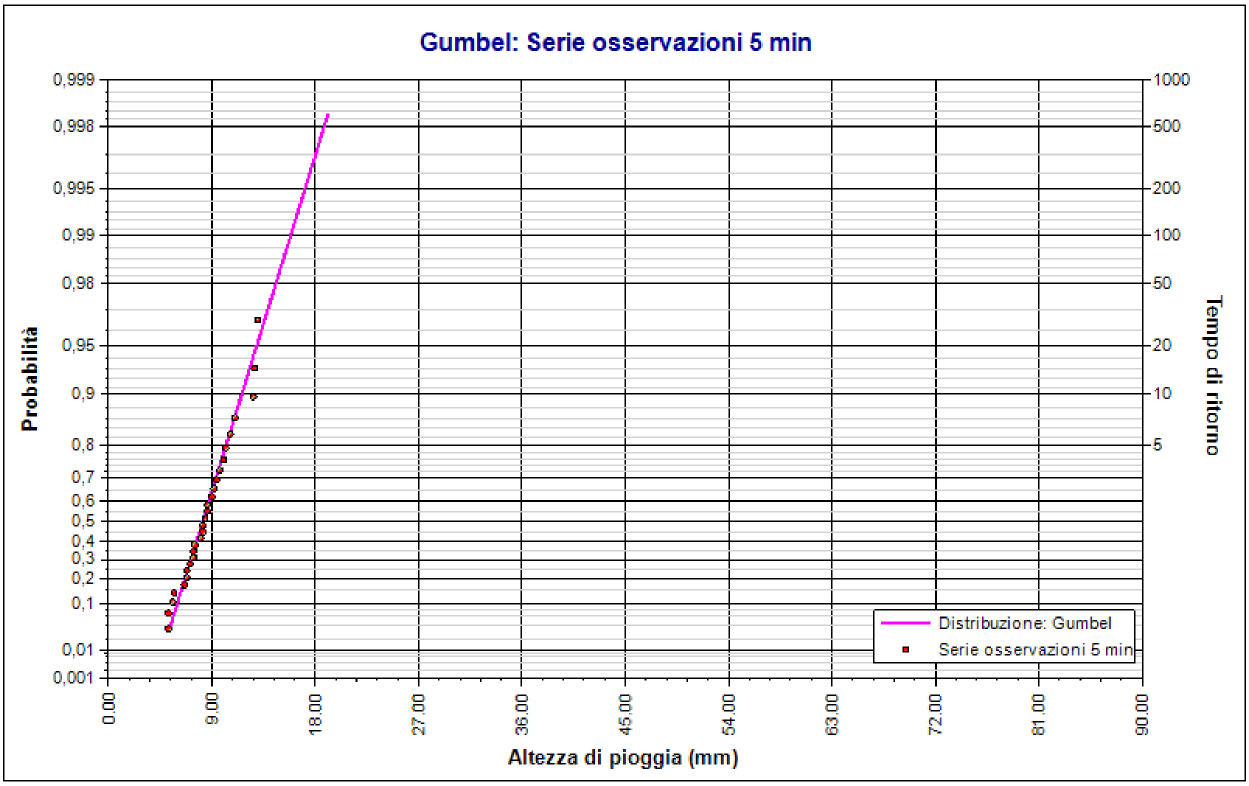
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

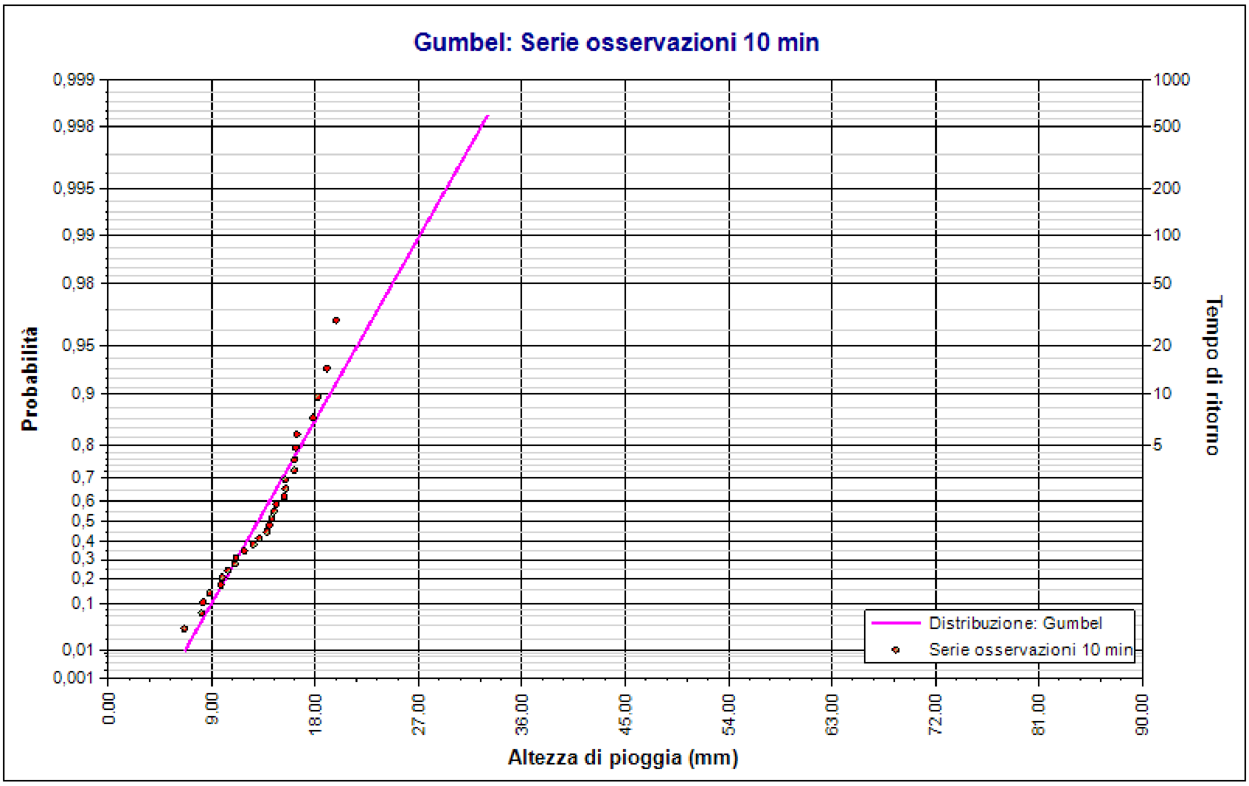
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x - 7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x - 11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x - 14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x - 17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x) = exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x - 20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

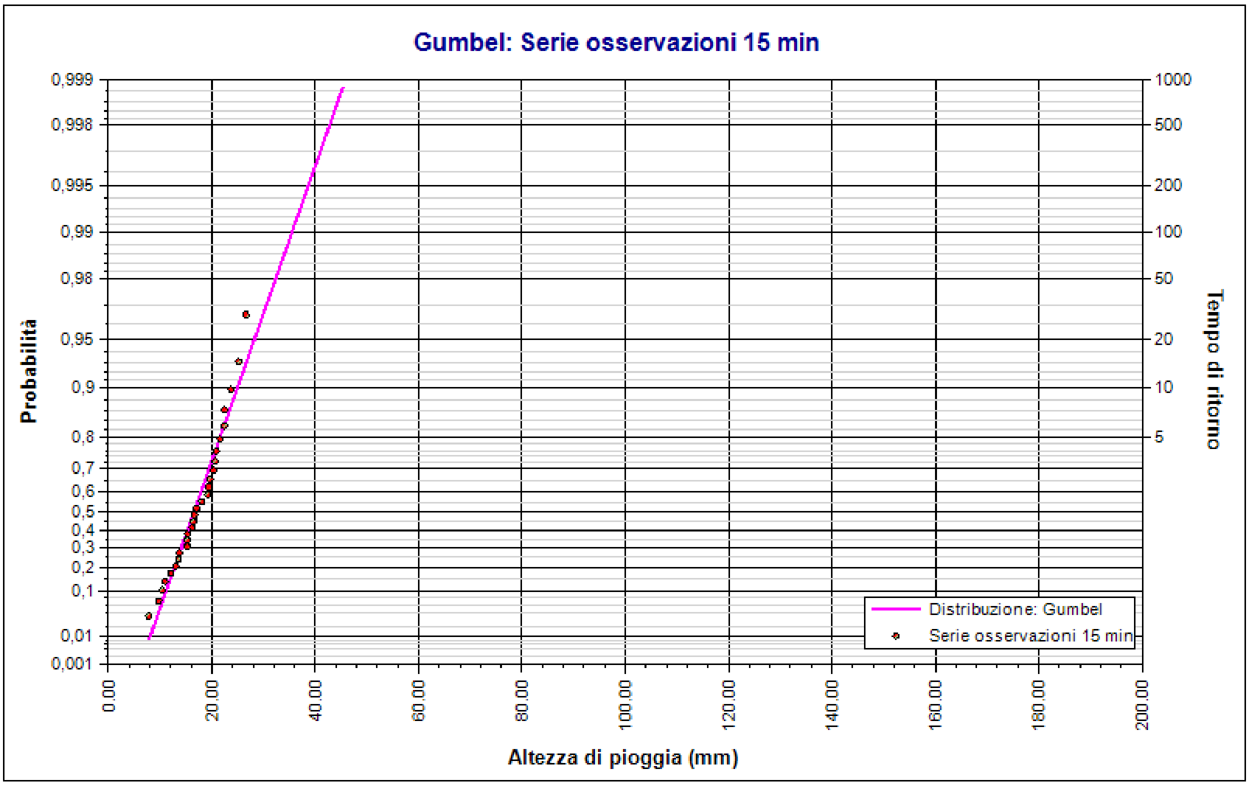
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



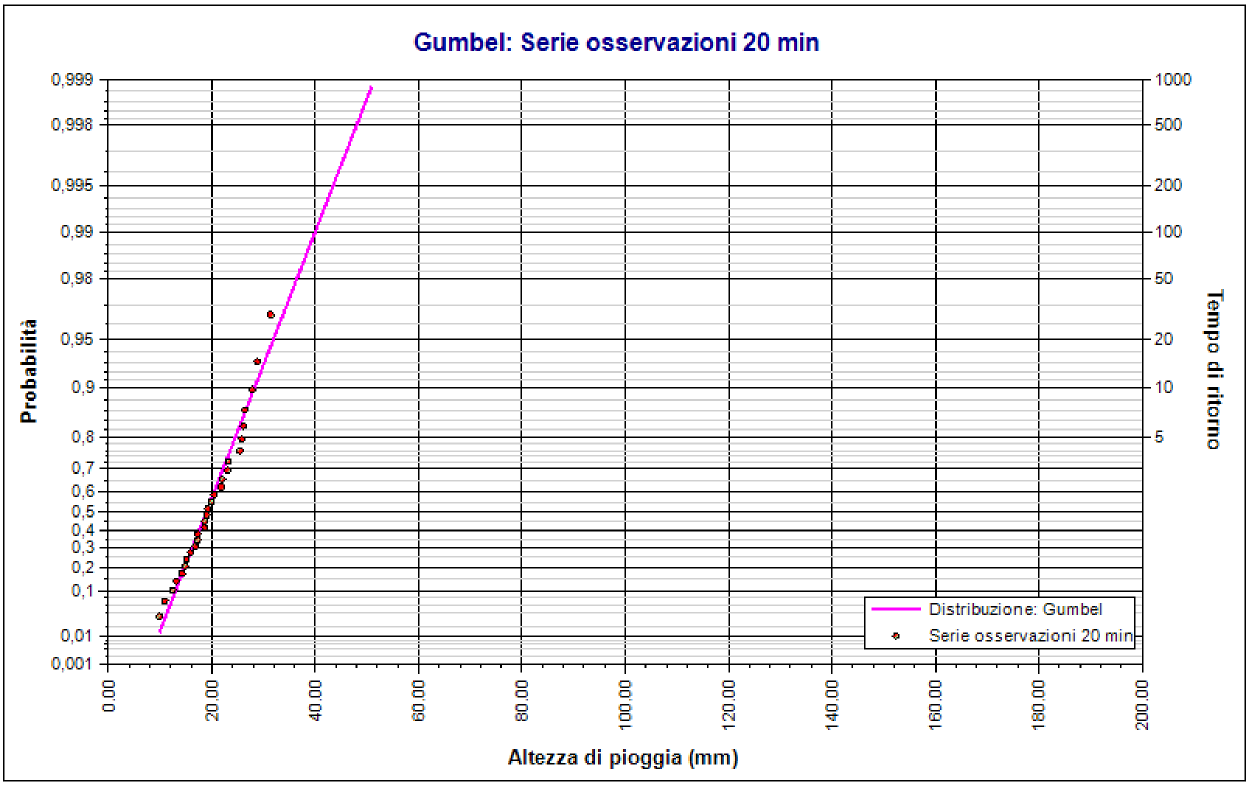
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



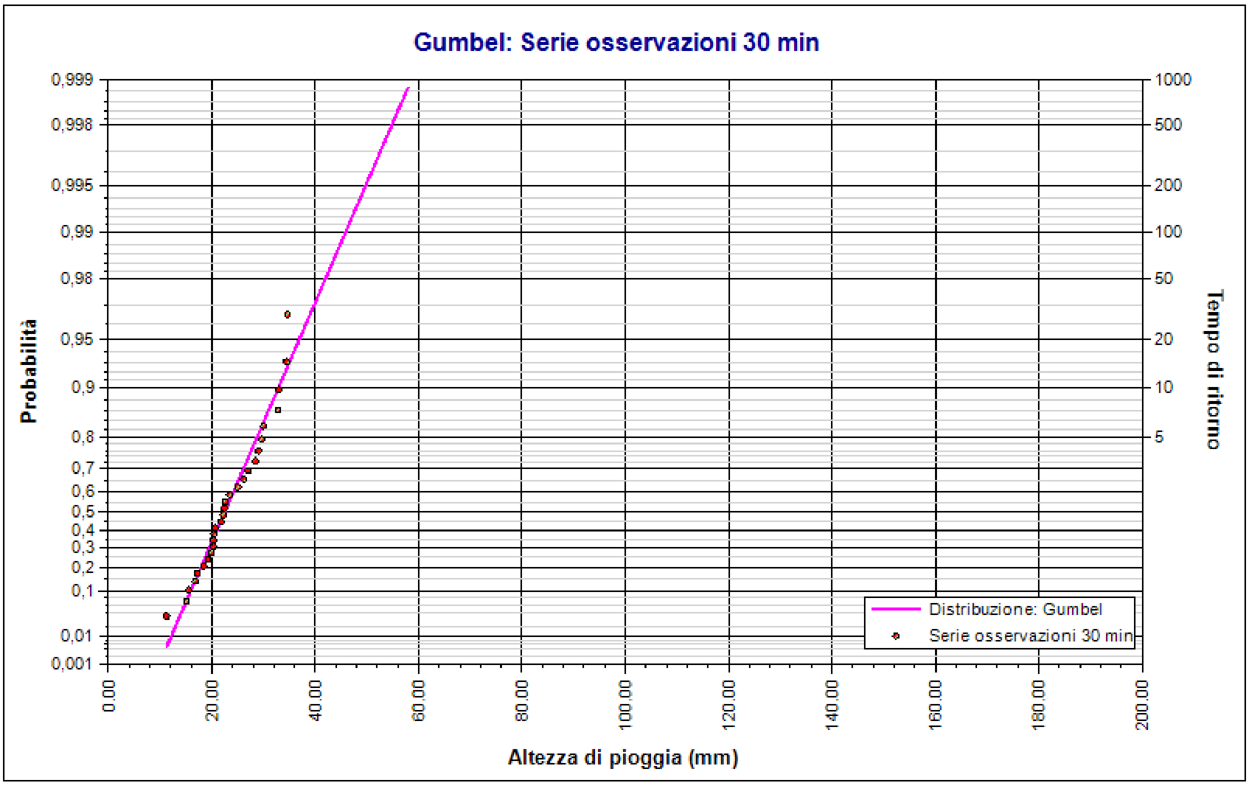
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

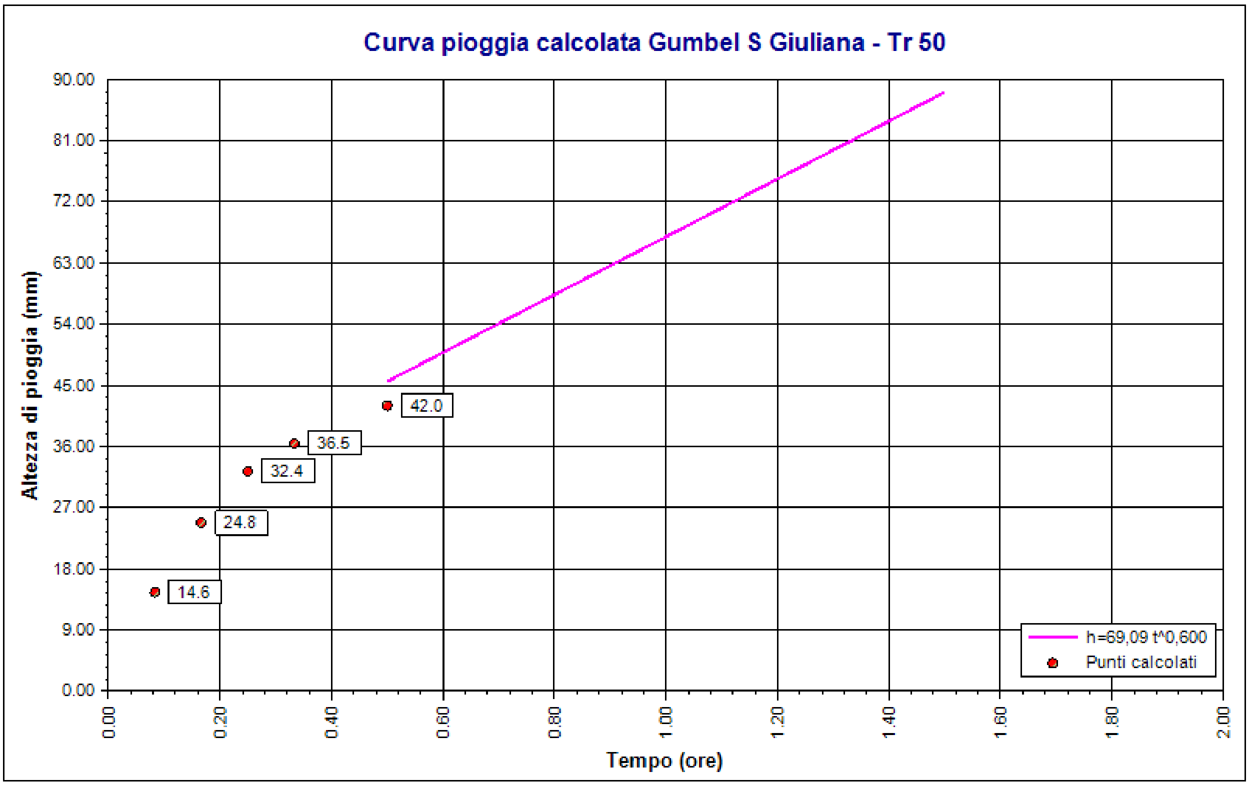
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	14.585
2	0.167	10	24.768
3	0.250	15	32.385
4	0.333	20	36.496
5	0.500	30	42.025

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
69.09	0.60	0.99	$h(t) = 69,1\, t^{0.600}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	69.092		9	258.337		17	378.418
2	104.740		10	275.202		18	391.626
3	133.600		11	291.404		19	404.543
4	158.781		12	307.028		20	417.192
5	181.537		13	322.138		21	429.590
6	202.531		14	336.791		22	441.754
7	222.165		15	351.031		23	453.699
8	240.704		16	364.895		24	465.438



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 17
Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

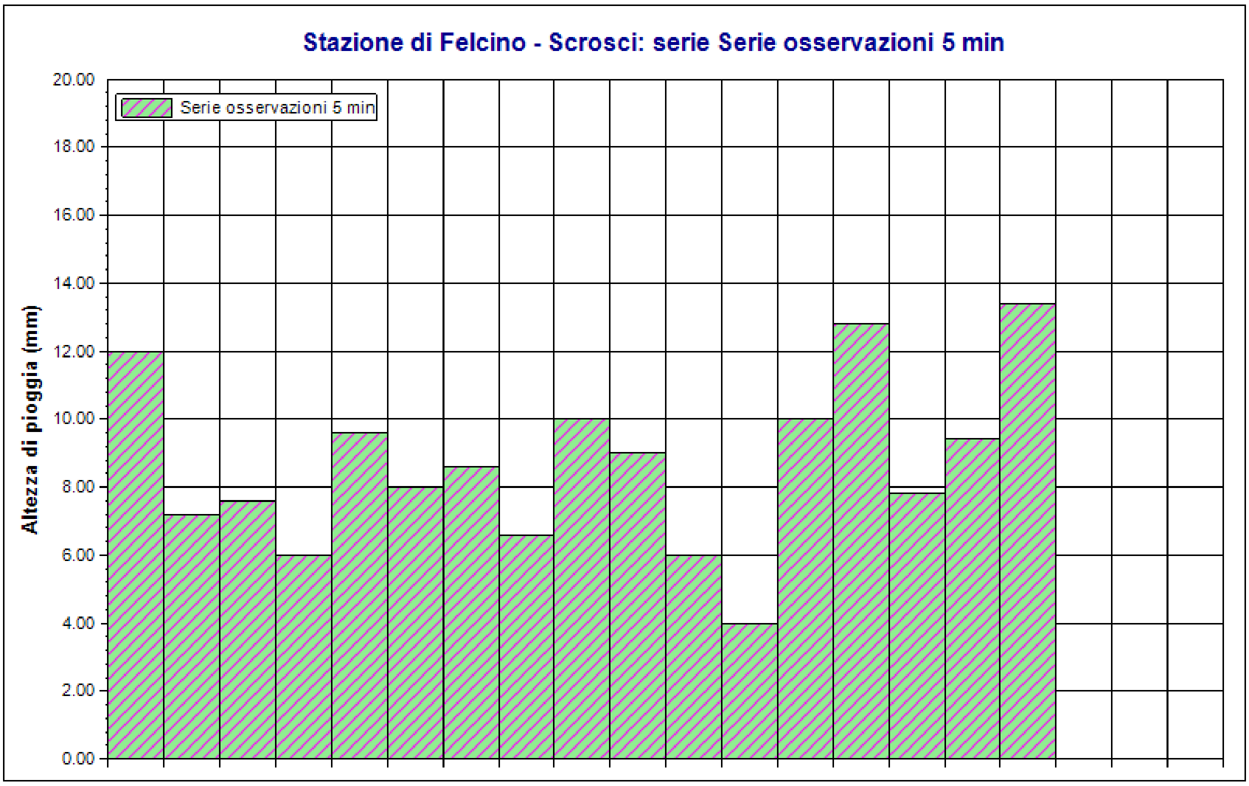
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

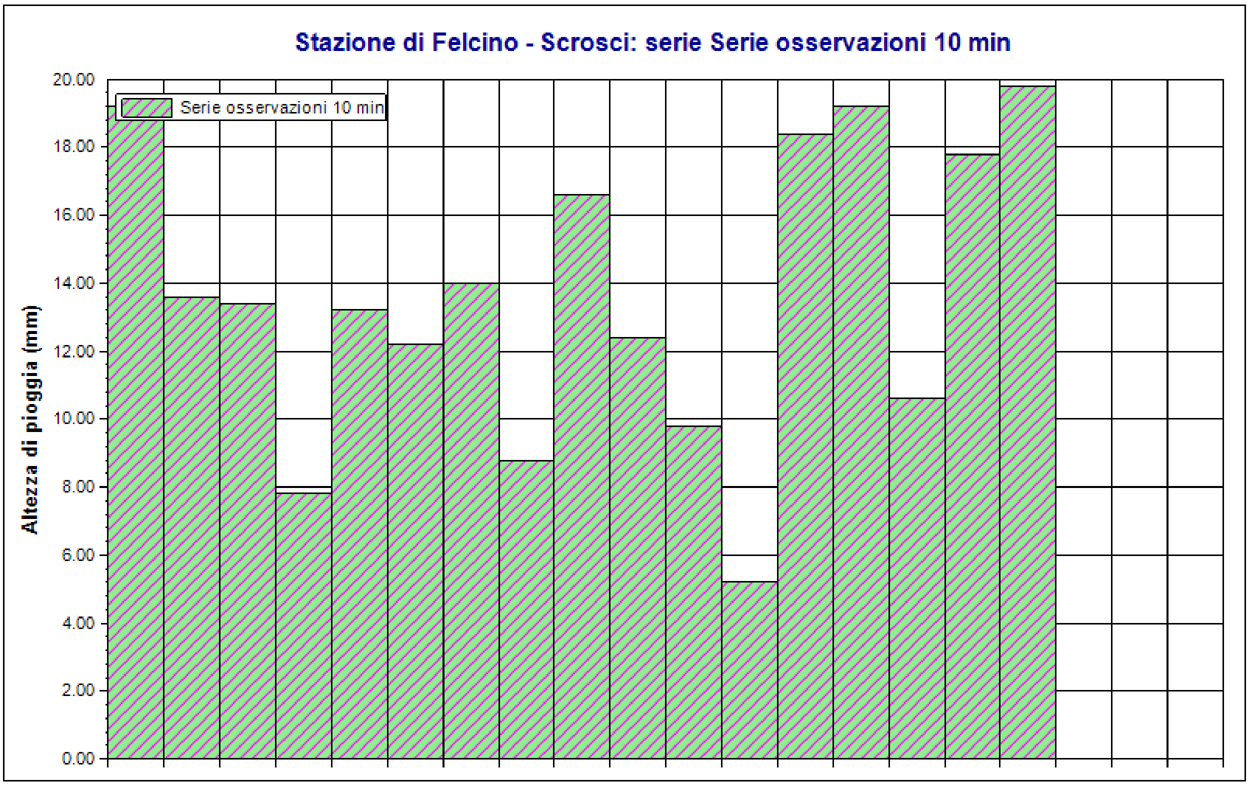
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

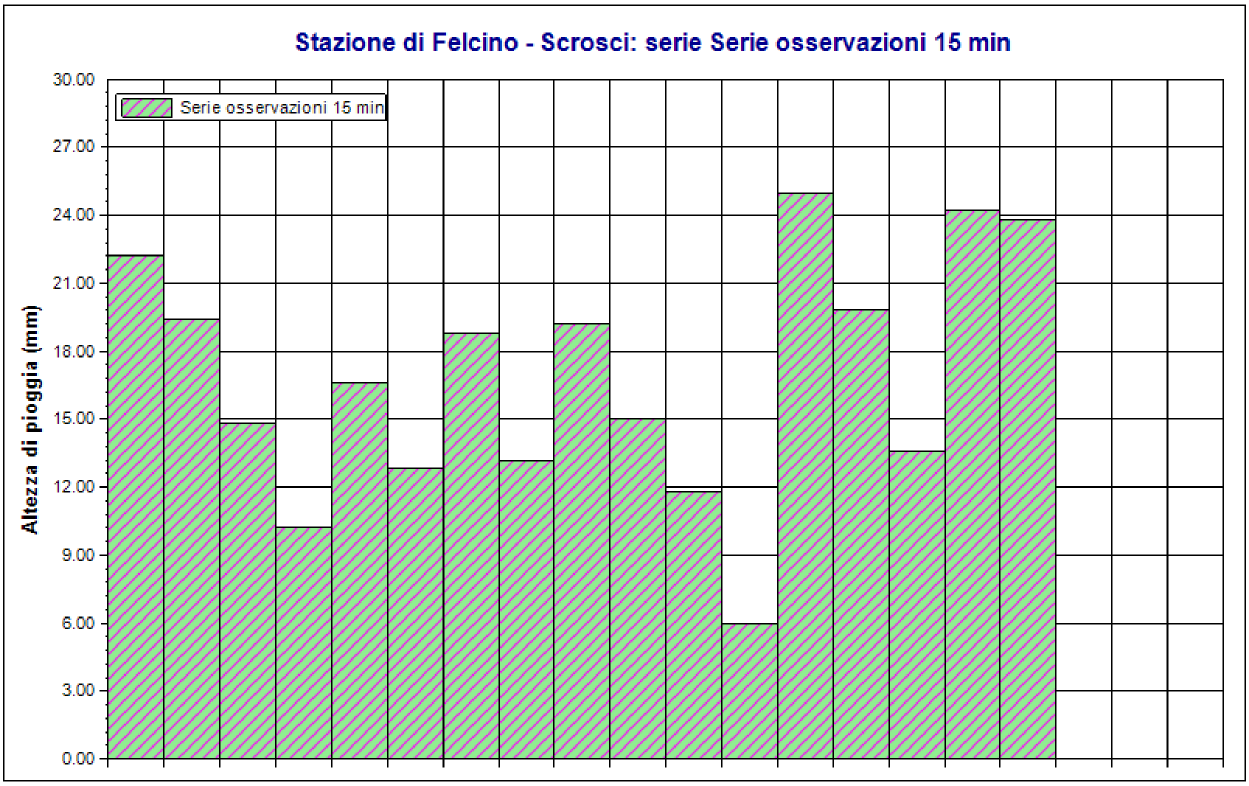
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



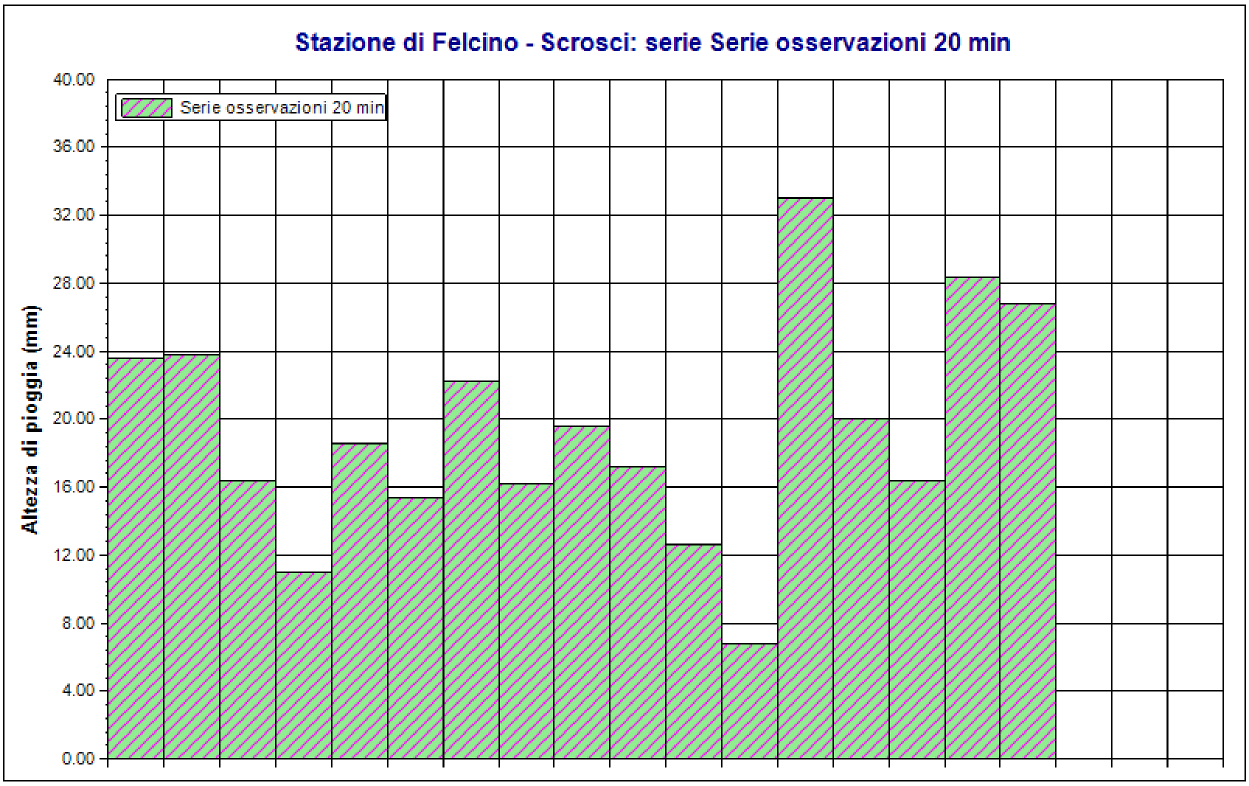
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



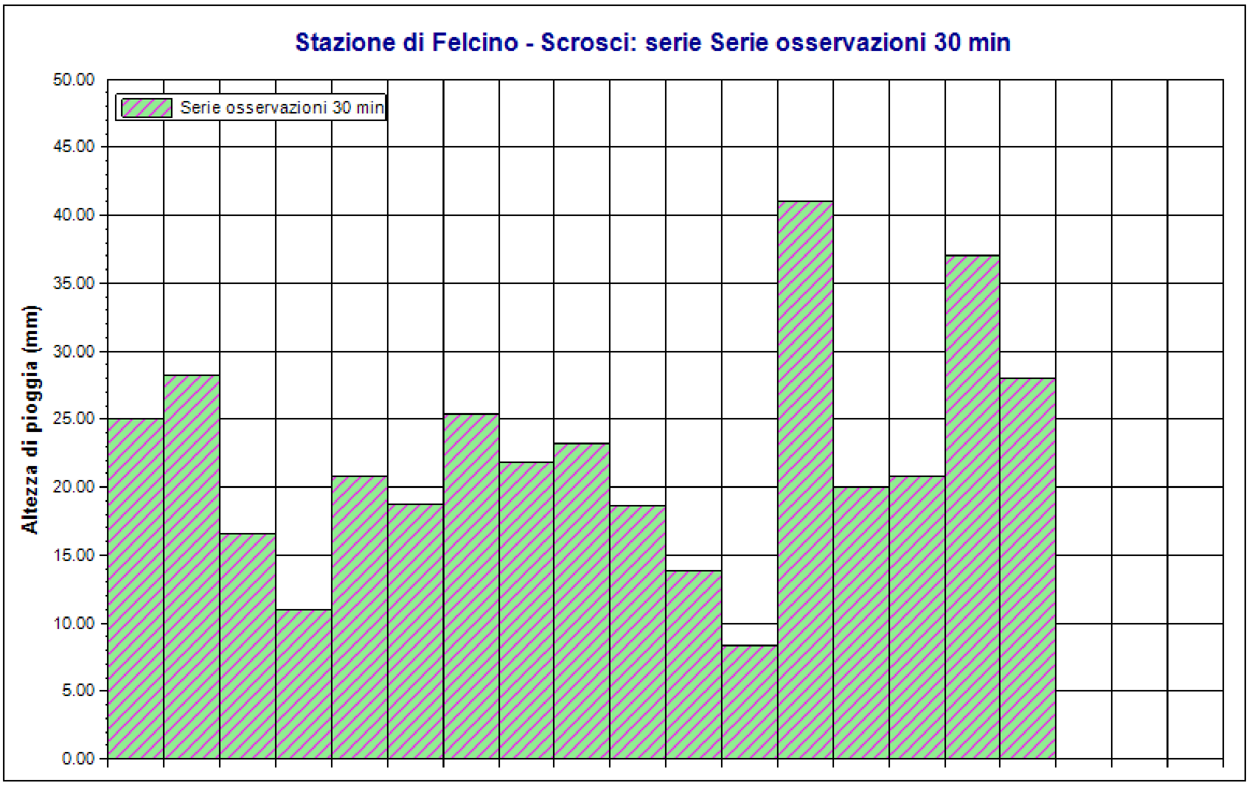
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

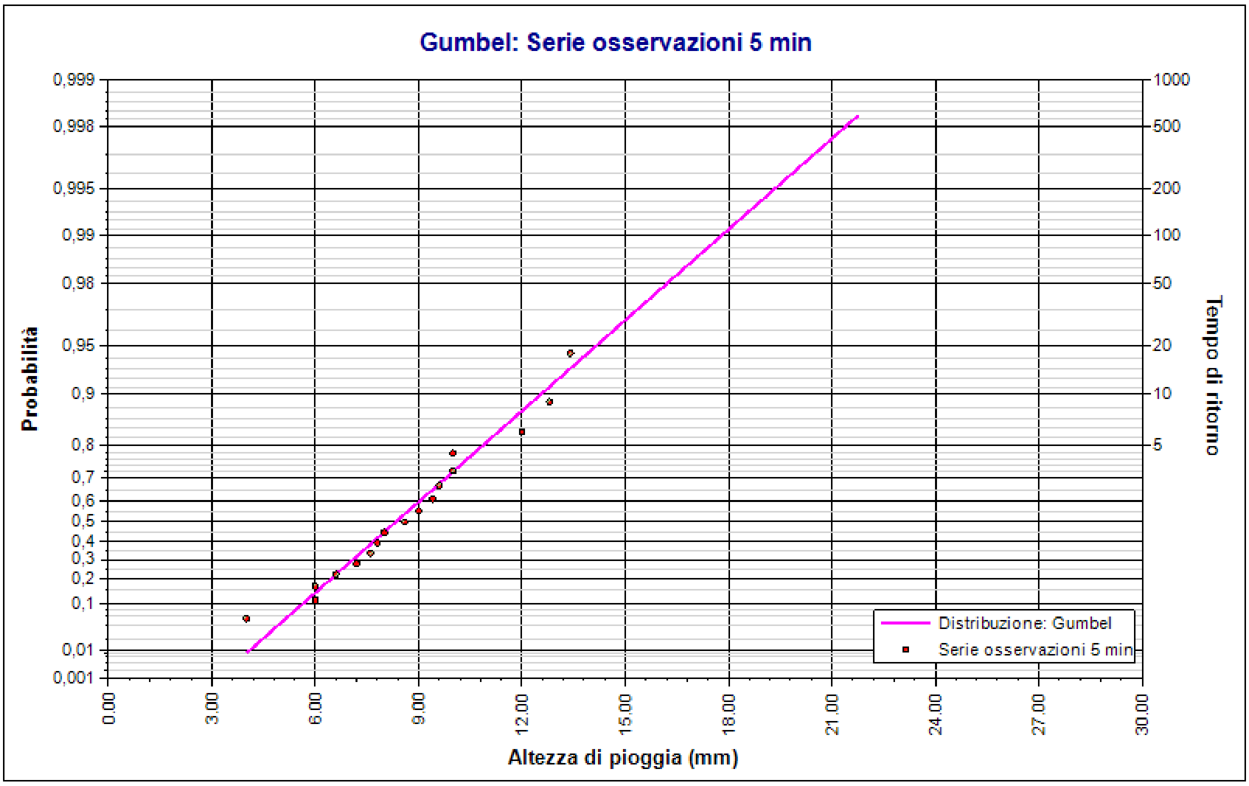
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

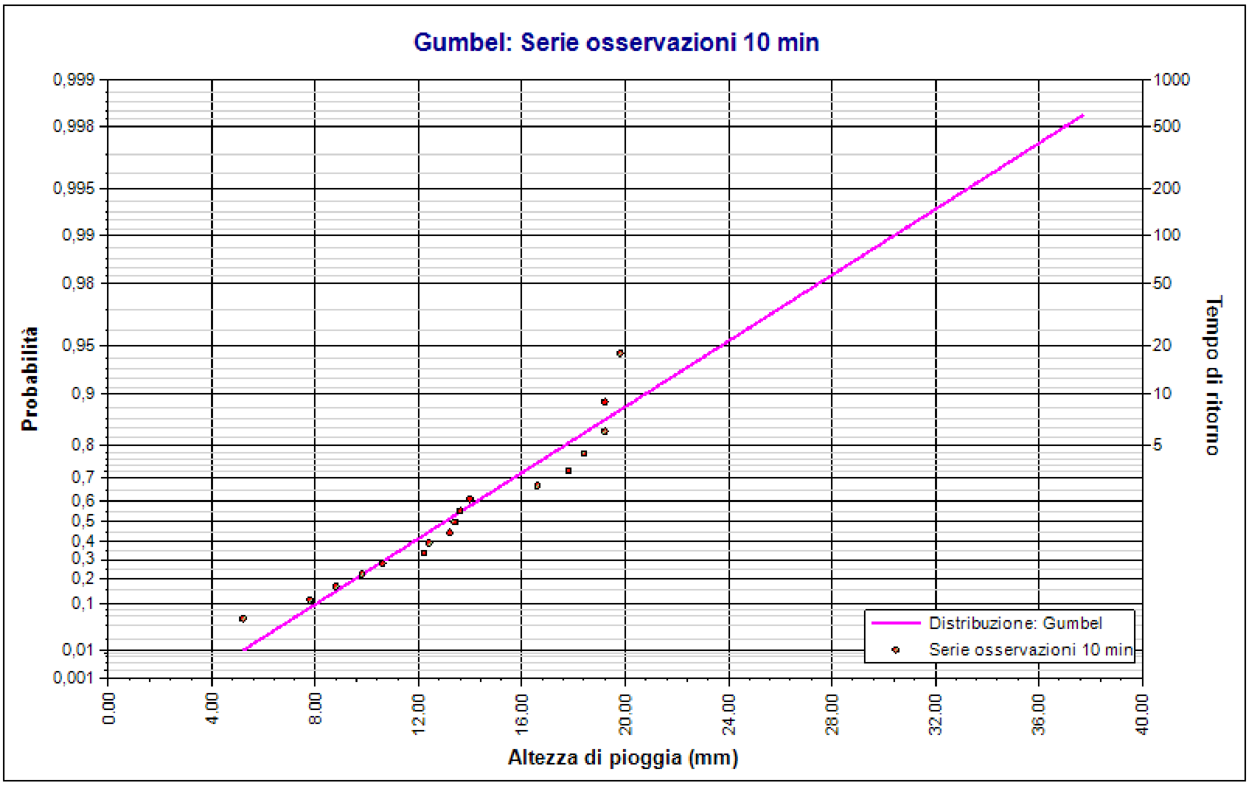
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x-7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x-11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x-14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x-16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x-18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

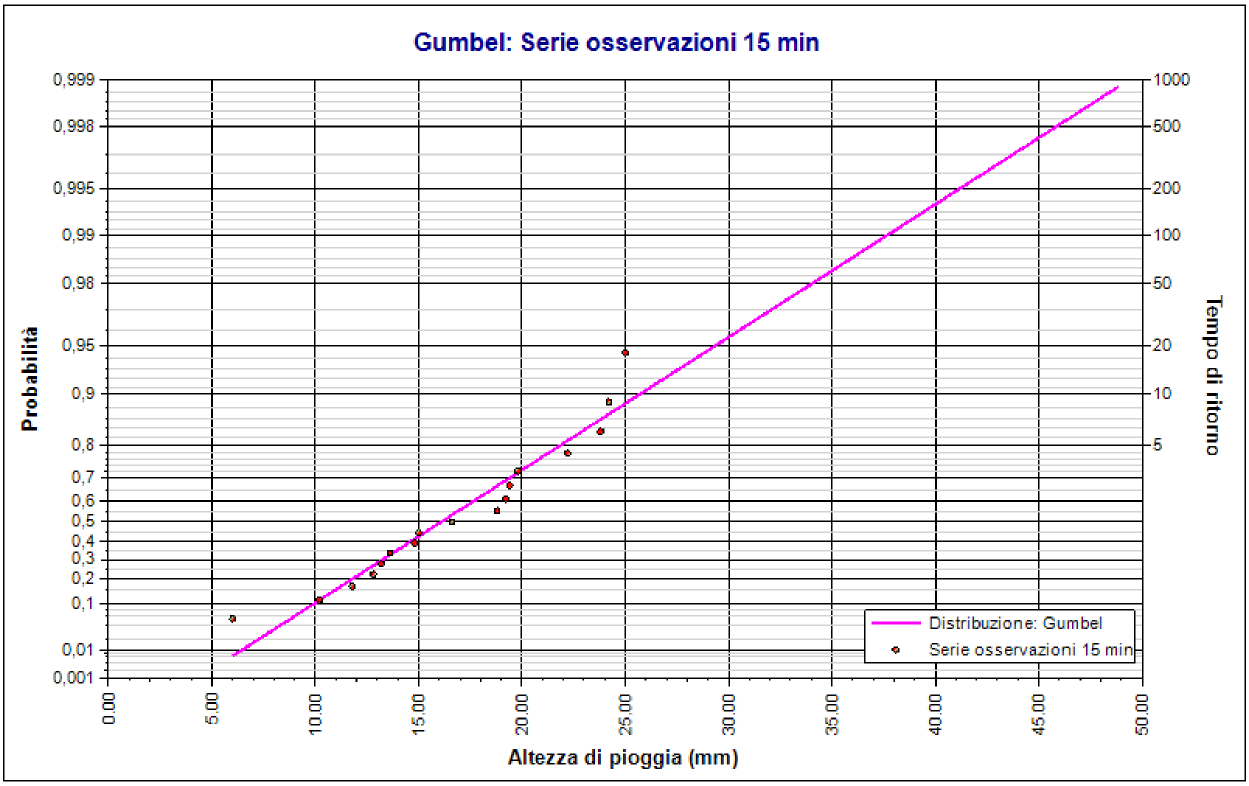
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



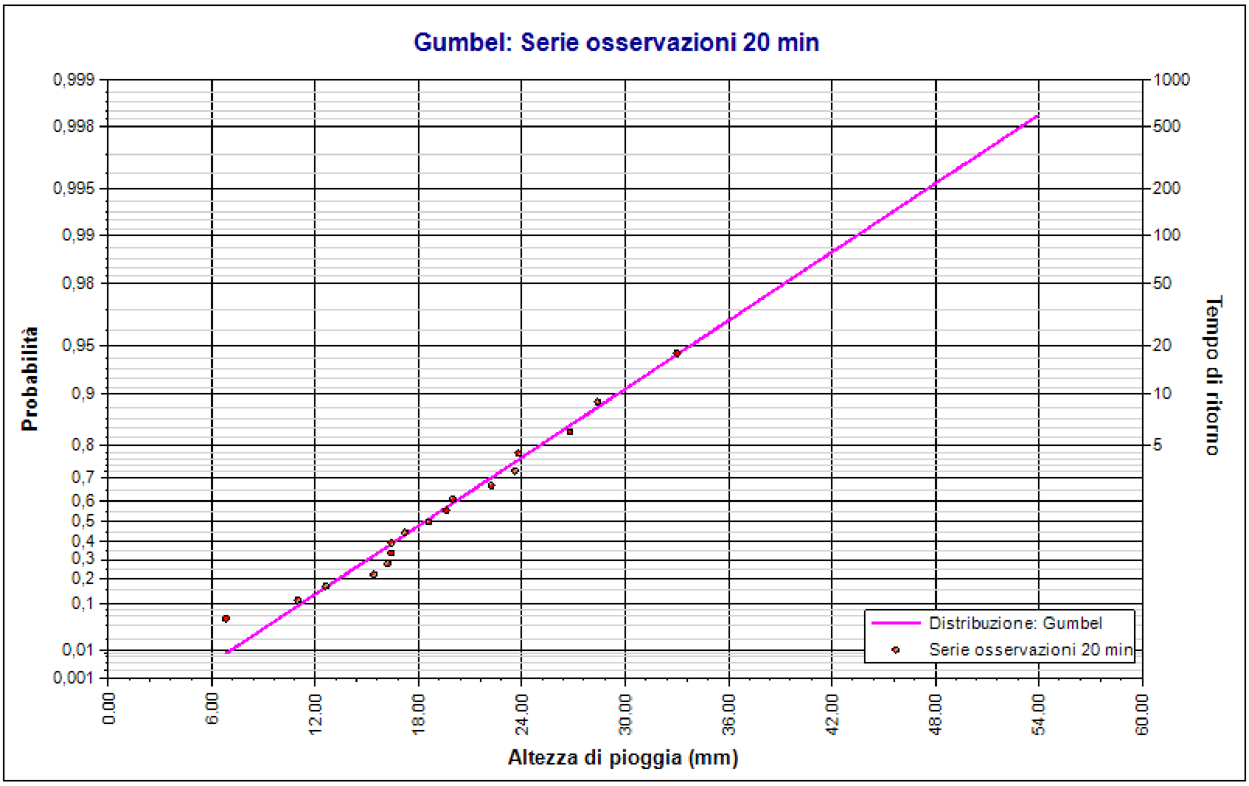
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



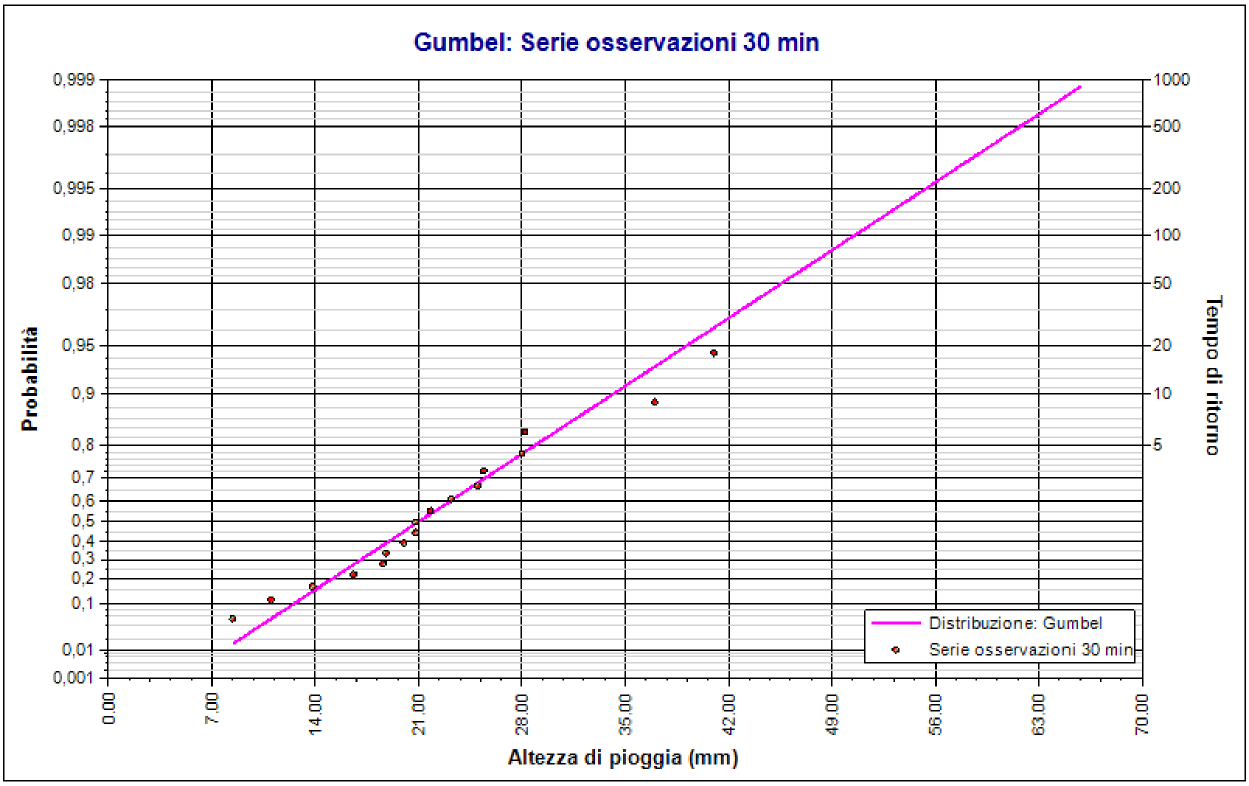
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

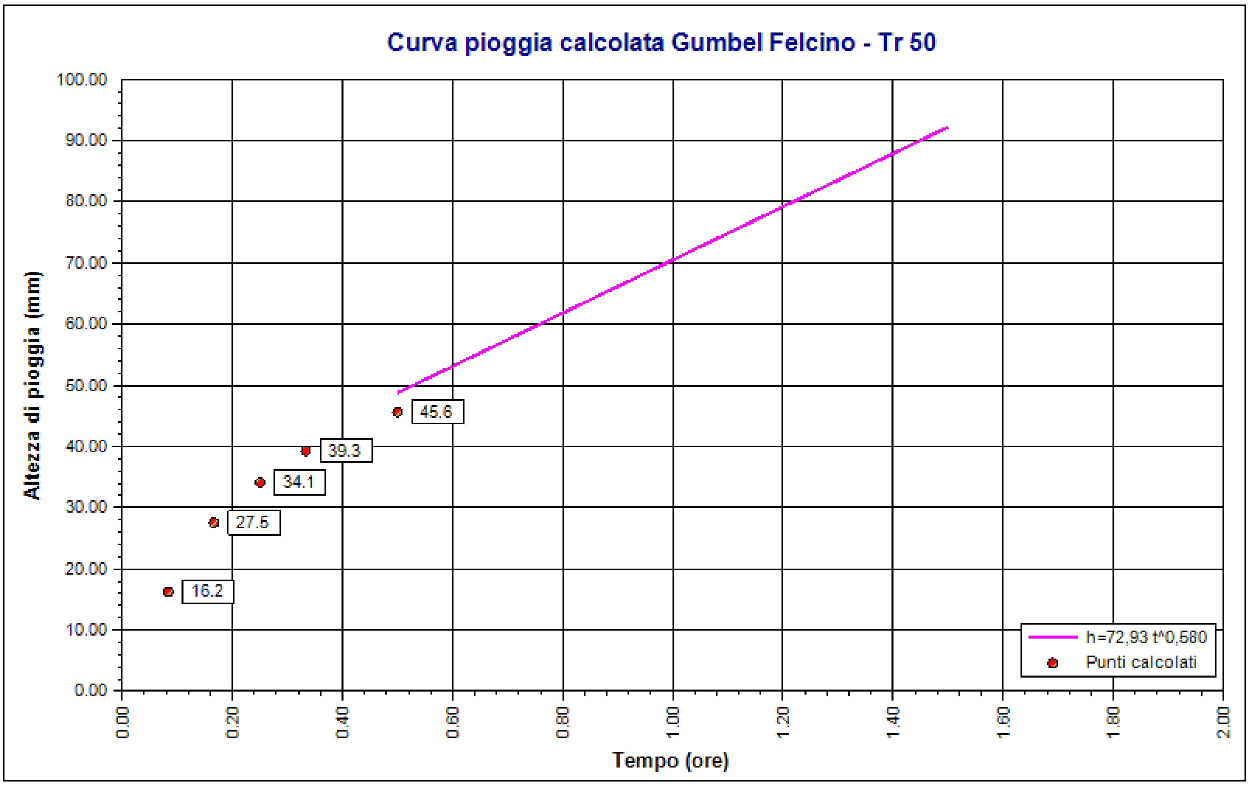
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	16.236
2	0.167	10	27.537
3	0.250	15	34.096
4	0.333	20	39.305
5	0.500	30	45.642

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
72.93	0.58	0.99	$h(t) = 72{,}9\, t^{0.580}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	72.928		9	260.792		17	377.117
2	109.012		10	277.224		18	389.827
3	137.910		11	292.979		19	402.244
4	162.949		12	308.142		20	414.390
5	185.461		13	322.783		21	426.282
6	206.145		14	336.958		22	437.939
7	225.423		15	350.713		23	449.376
8	243.573		16	364.089		24	460.605



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 14
Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

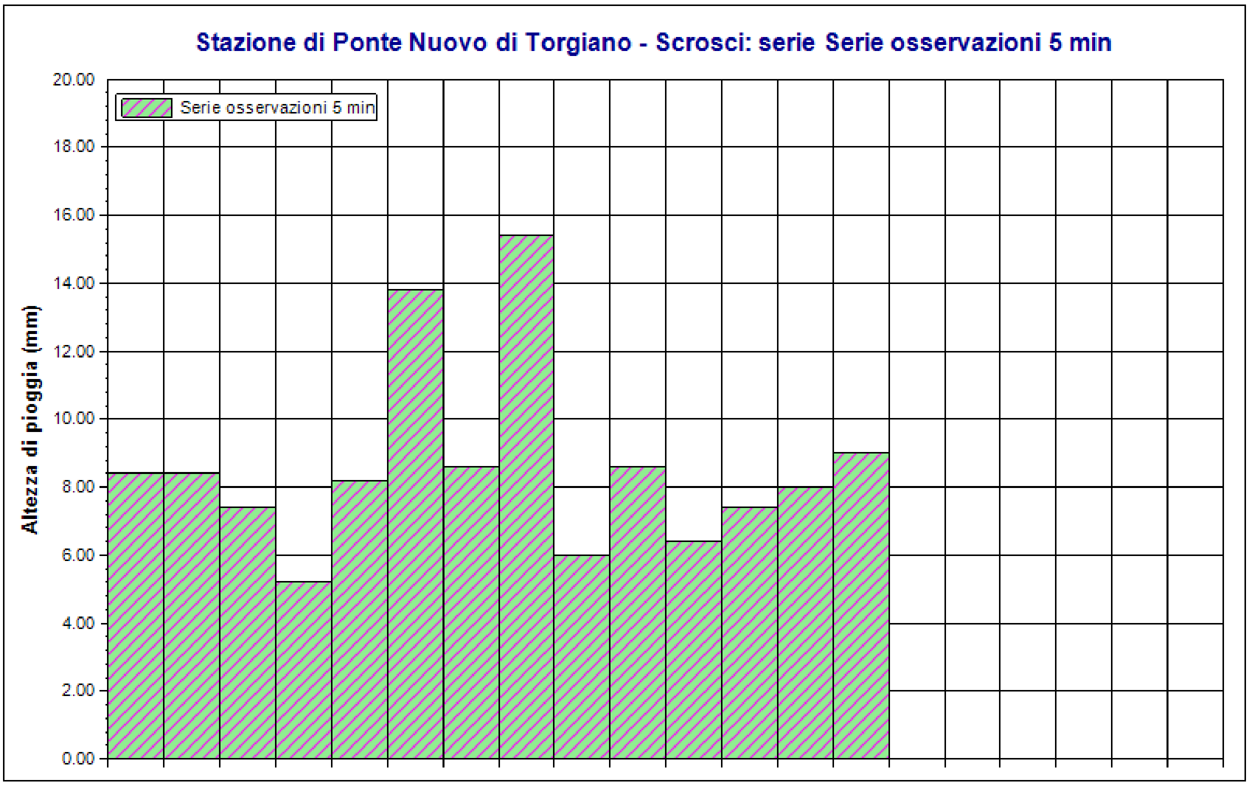
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

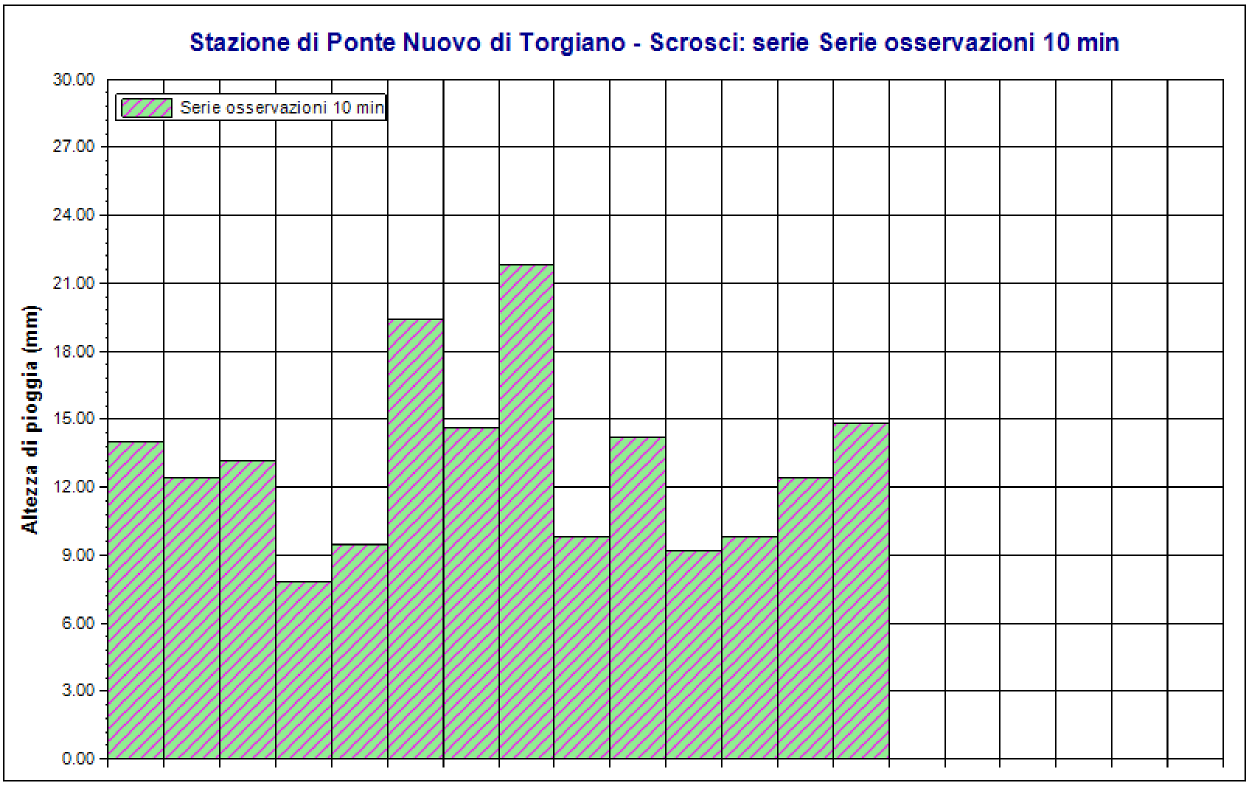
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

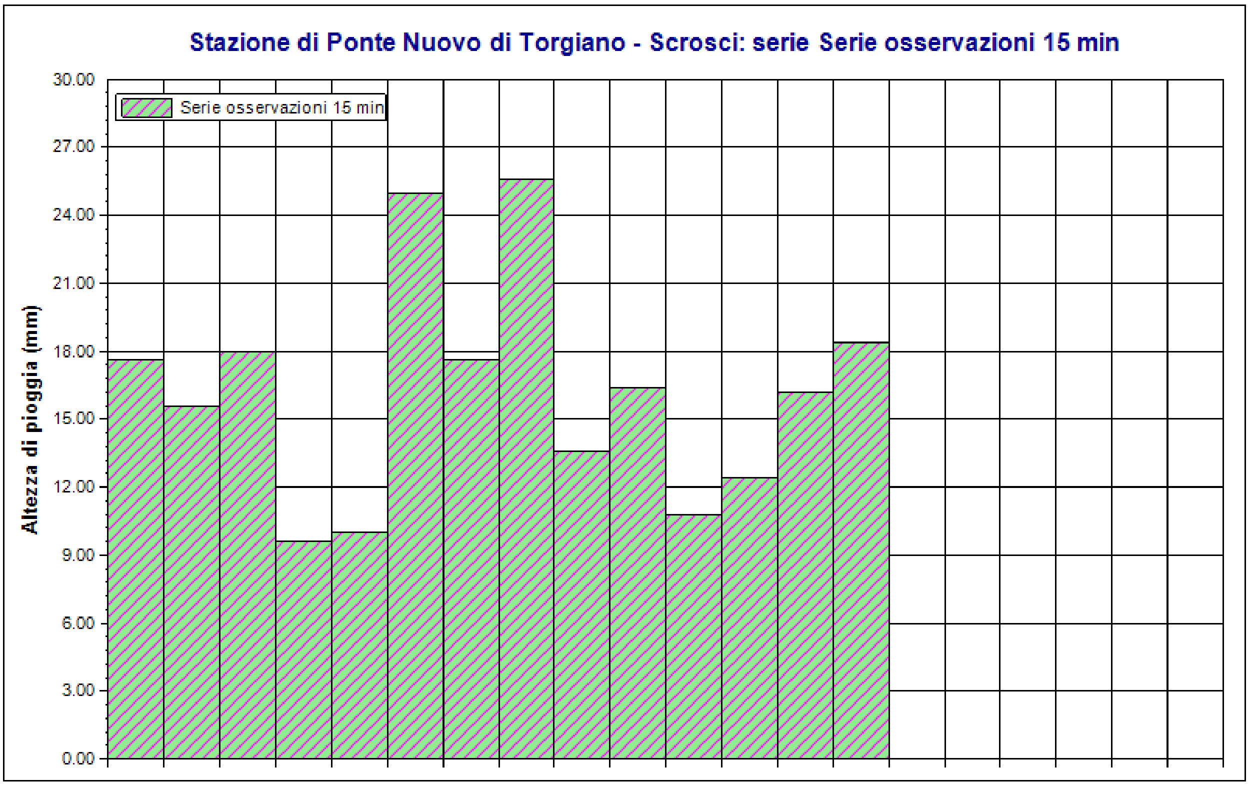
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



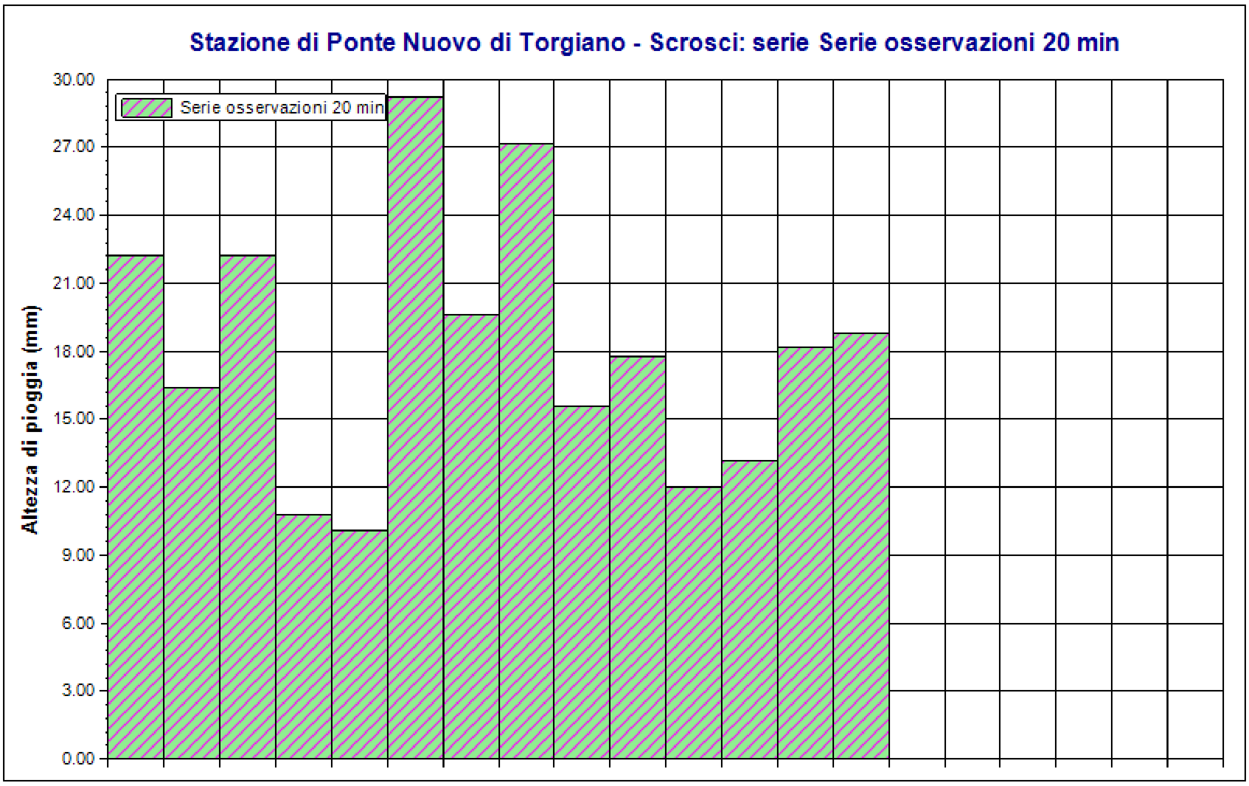
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



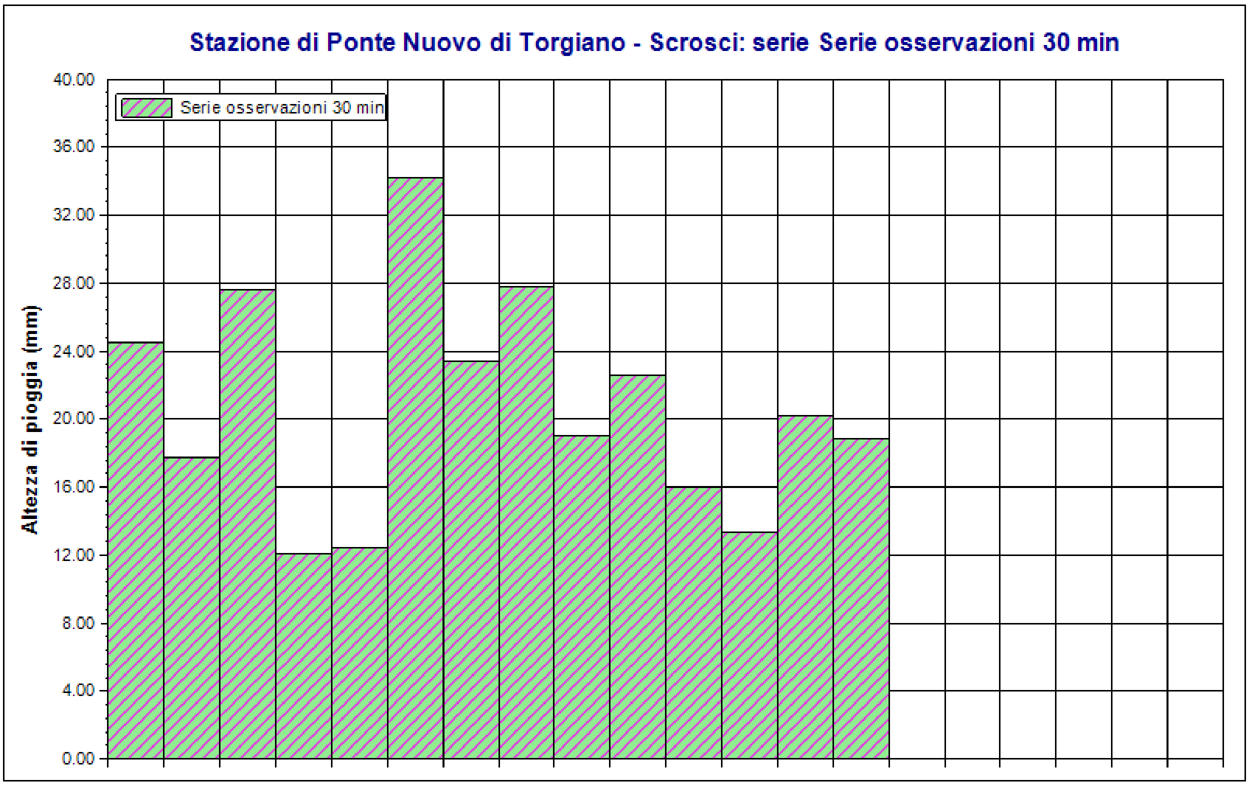
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{\,-e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

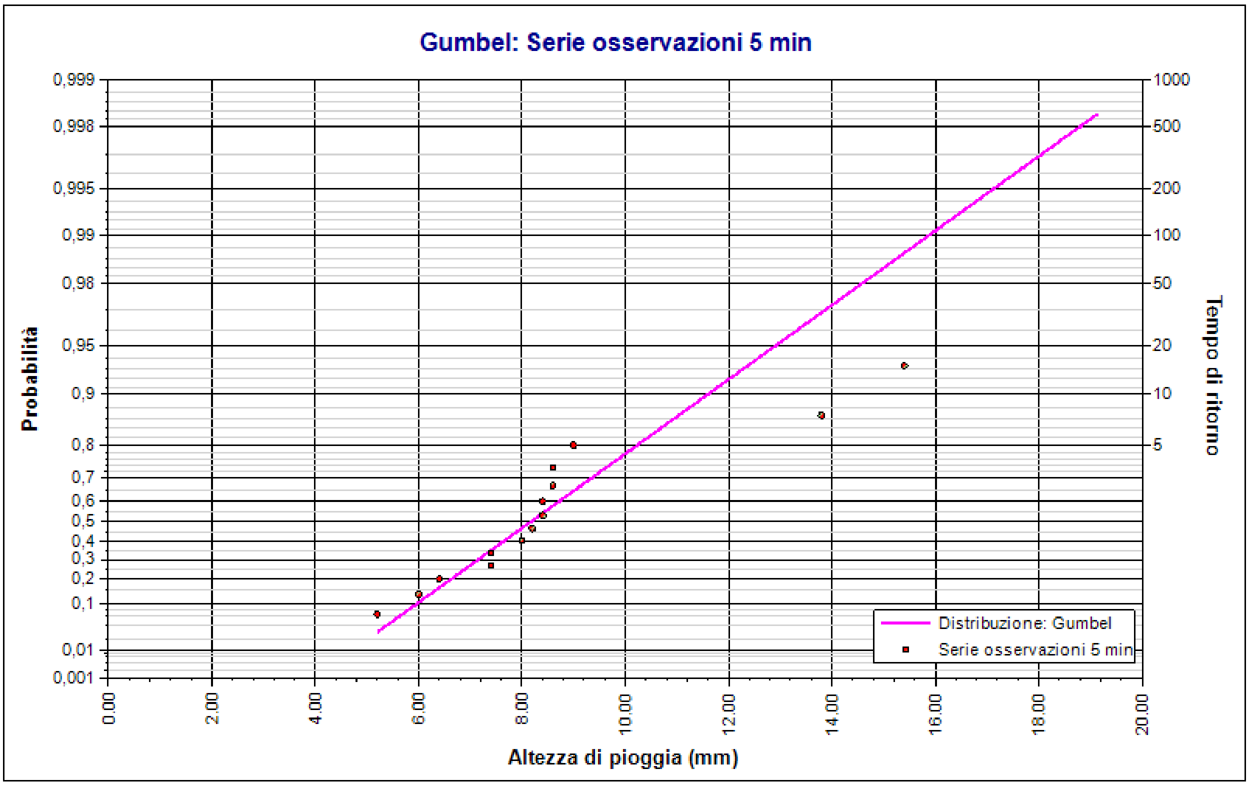
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

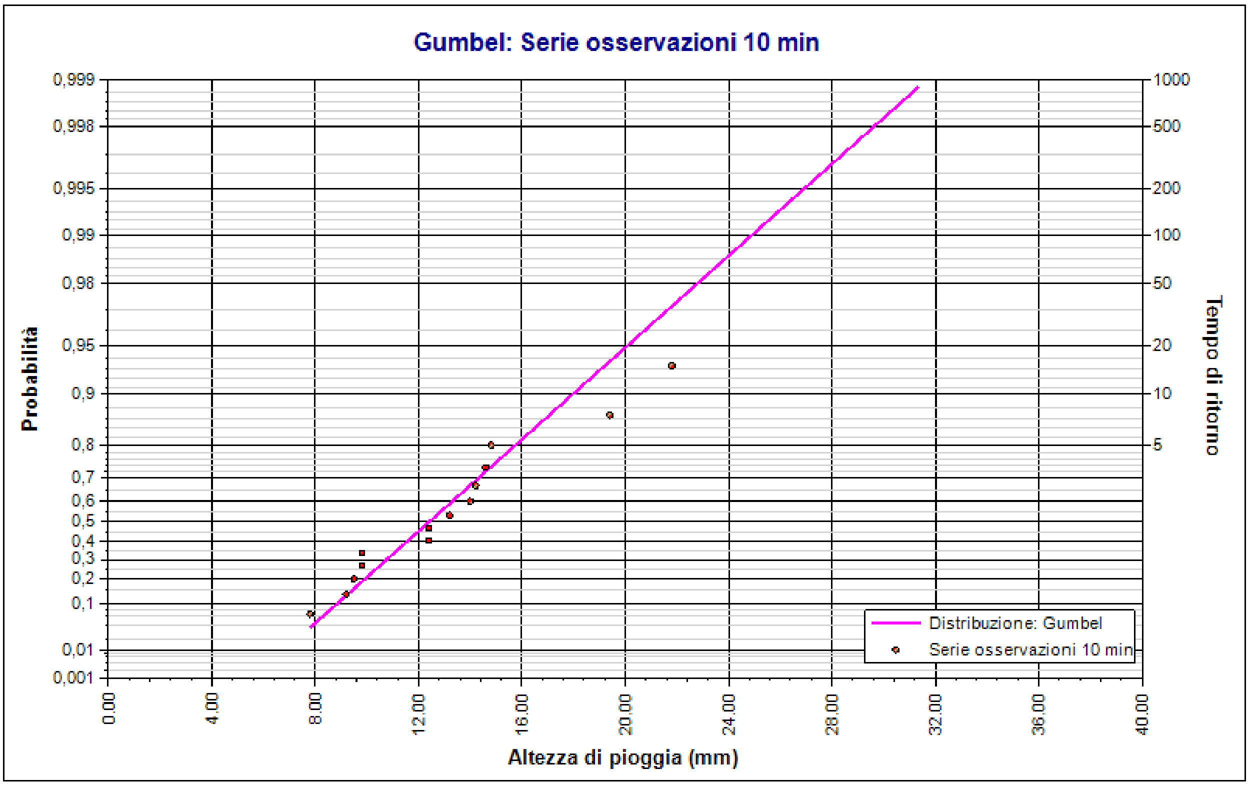
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

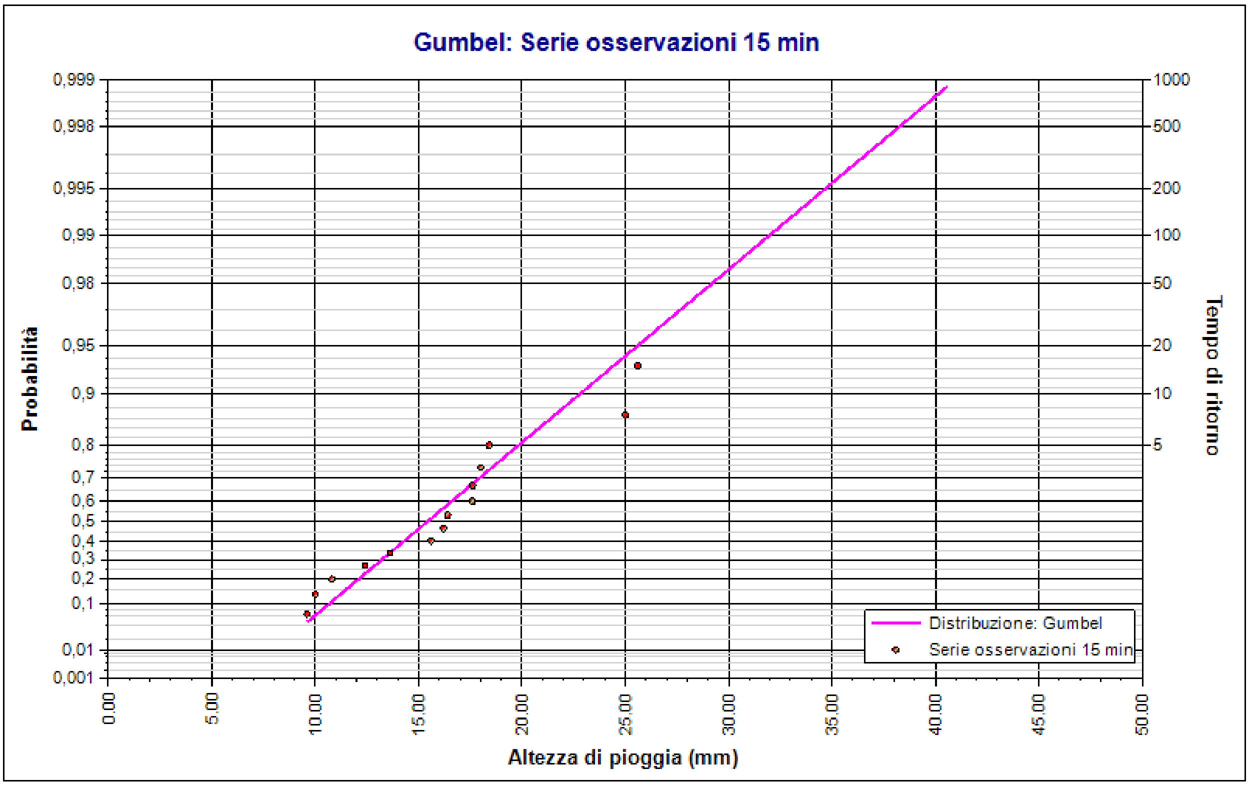
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



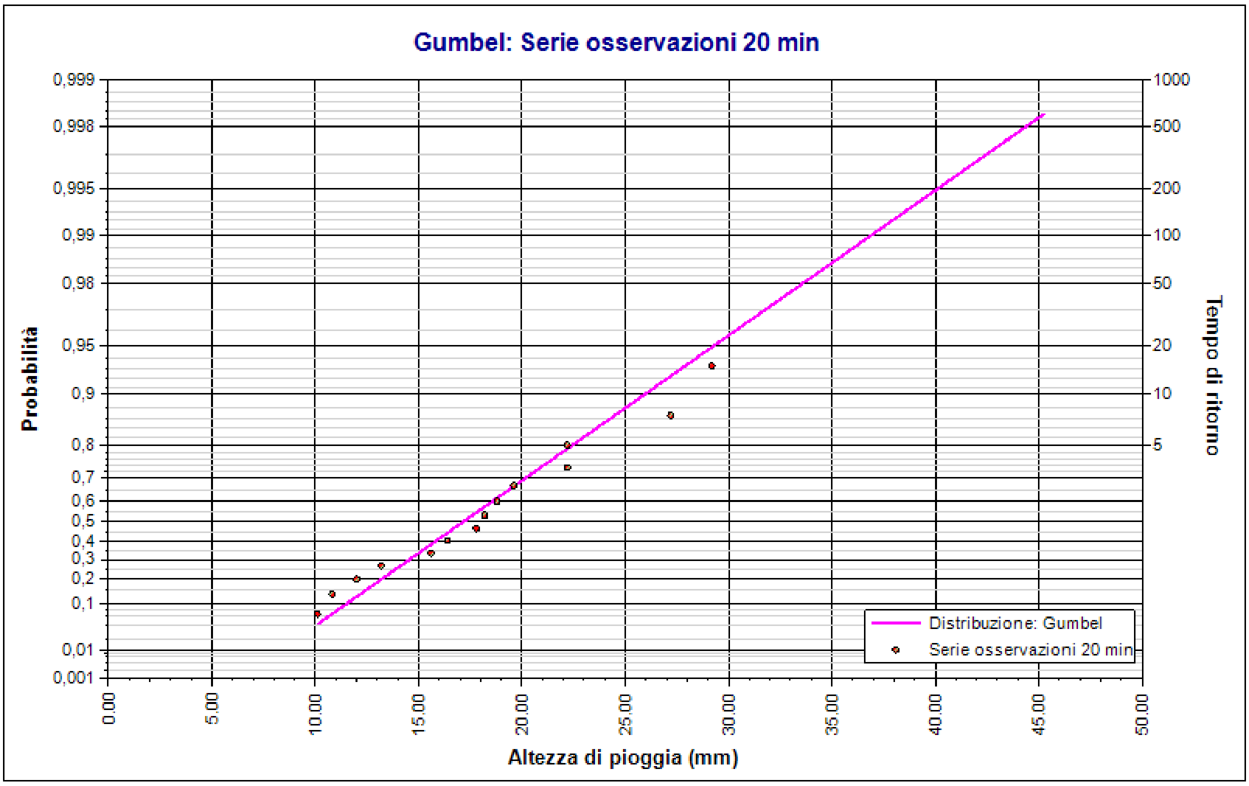
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



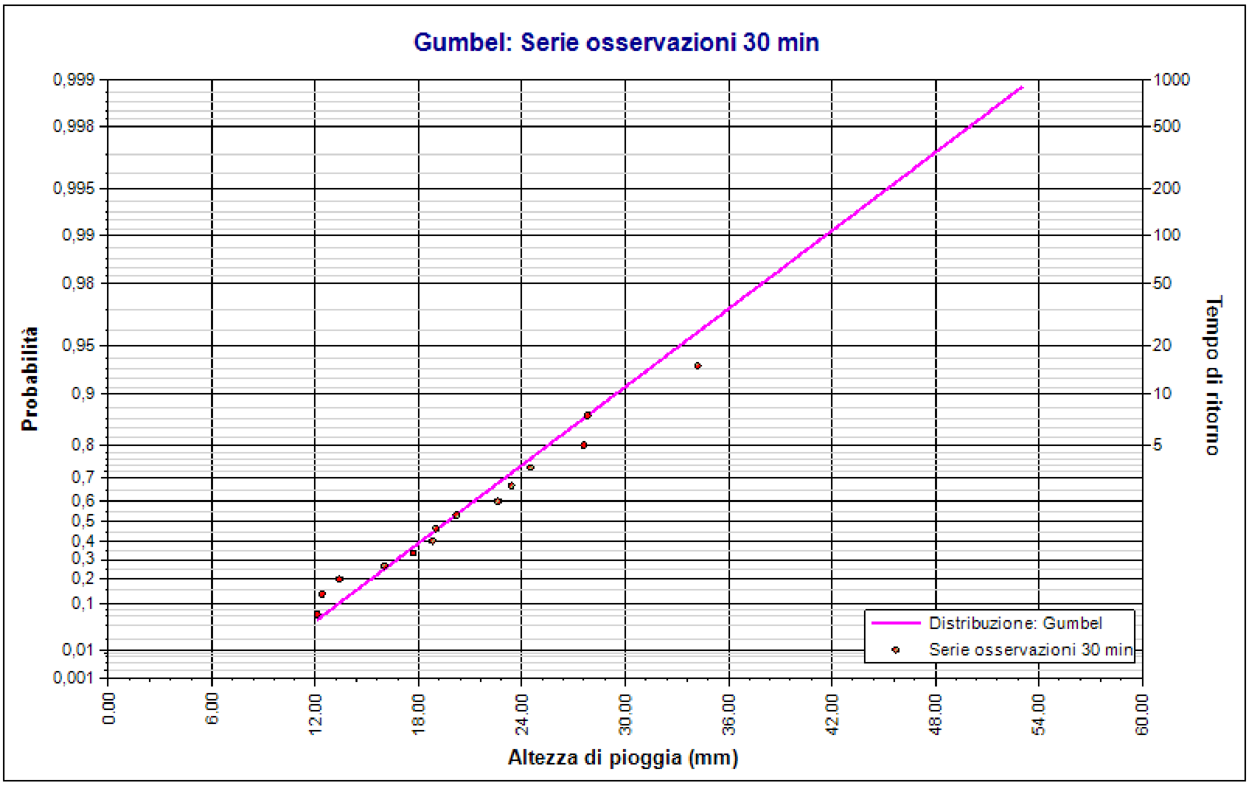
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 50.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

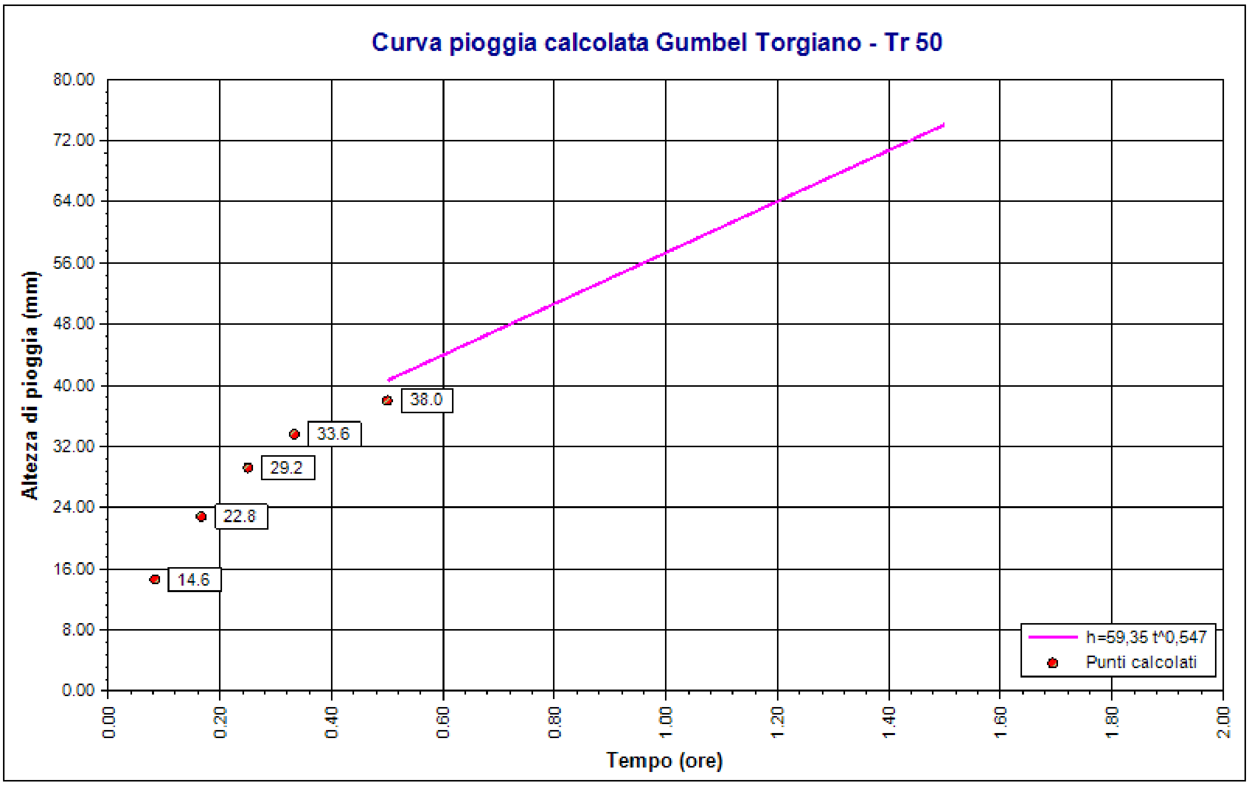
n	Durata (ore)	Durata (minuti)	Altezza (mm)
1	0.083	5	14.600
2	0.167	10	22.824
3	0.250	15	29.237
4	0.333	20	33.631
5	0.500	30	38.000

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
59.35	0.55	0.99	$h(t) = 59{,}3\, t^{0.547}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	59.349	9	197.542	17	279.786
2	86.729	10	209.268	18	288.676
3	108.277	11	220.474	19	297.346
4	126.740	12	231.227	20	305.811
5	143.203	13	241.581	21	314.087
6	158.230	14	251.581	22	322.186
7	172.158	15	261.262	23	330.121
8	185.210	16	270.655	24	337.900



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 50

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

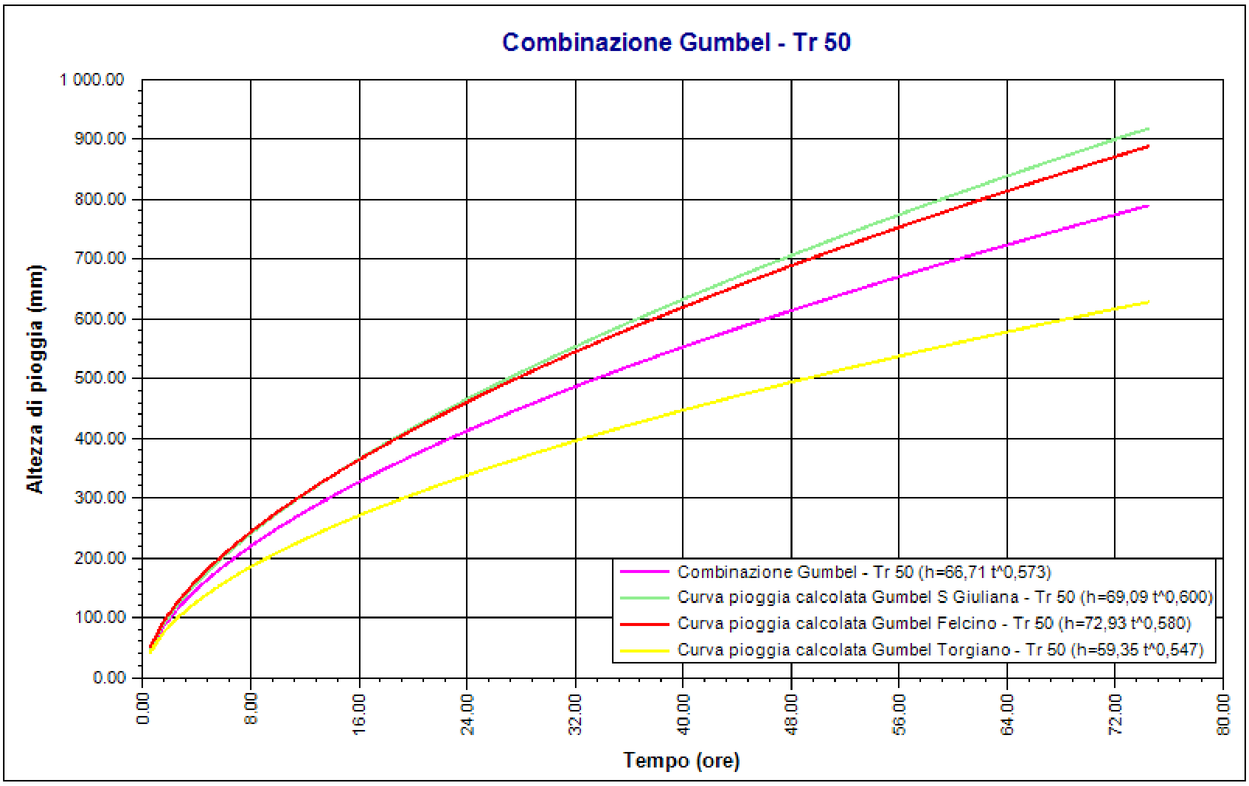
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 50	Curva pioggia calcolata	20	69.09	0.60
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 50	Curva pioggia calcolata	40	72.93	0.58
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 50	Curva pioggia calcolata	40	59.35	0.55

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
66.71	0.57	$h(t) = 66,7\, t^{0,573}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	66.712		9	235.042		17	338.421
2	99.253		10	249.673		18	349.691
3	125.220		11	263.692		19	360.698
4	147.668		12	277.176		20	371.460
5	167.815		13	290.188		21	381.994
6	186.301		14	302.780		22	392.316
7	203.510		15	314.993		23	402.440
8	219.698		16	326.863		24	412.378



Combinazione Gumbel - Tr 50

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h

Dati Pluviogramma

Tipo: Pluviogramma sintetico

Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 50

Durata: 1.000 ore

Altezza di pioggia complessiva: 66.712 mm

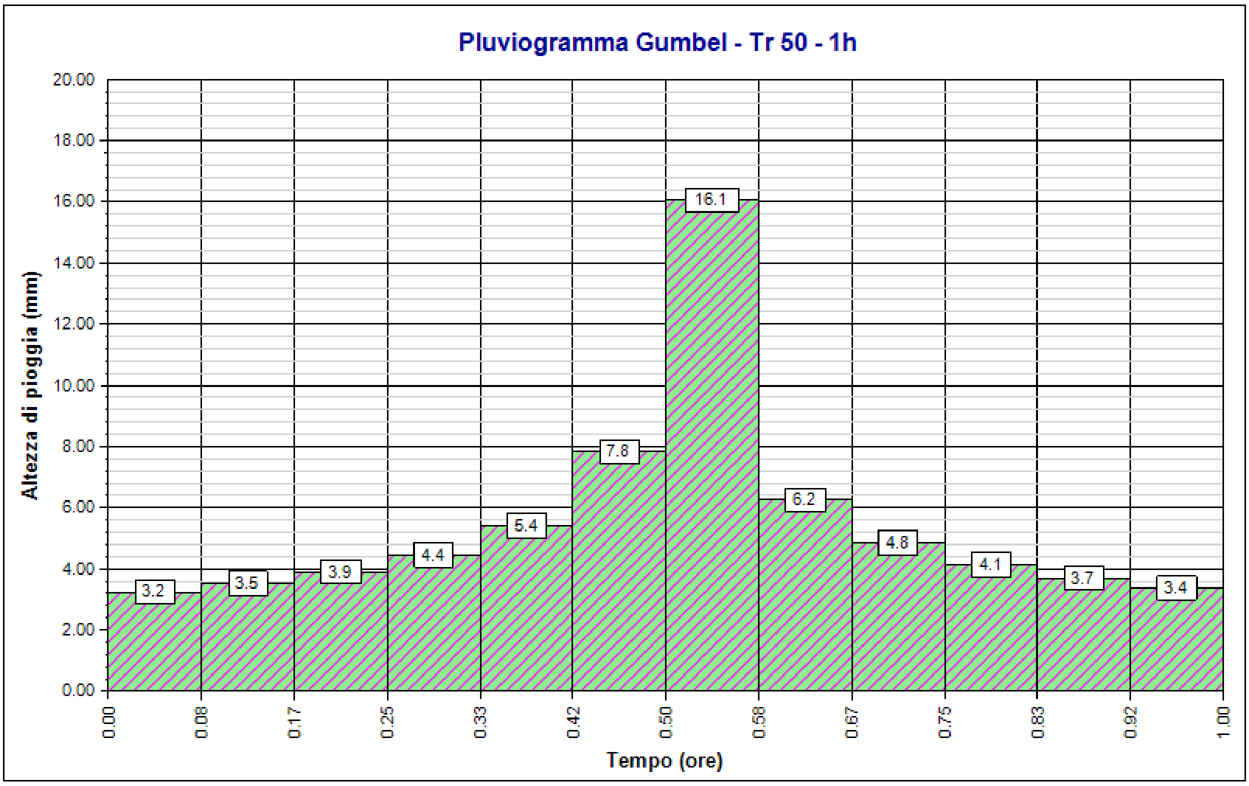
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
66.71	0.57	$h(t) = 66,7\ t^{0,573}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	3.245
2	0.083	0.167	5	10	3.522
3	0.167	0.250	10	15	3.896
4	0.250	0.333	15	20	4.449
5	0.333	0.417	20	25	5.403
6	0.417	0.500	25	30	7.832
7	0.500	0.583	30	35	16.057
8	0.583	0.667	35	40	6.250
9	0.667	0.750	40	45	4.849
10	0.750	0.833	45	50	4.142
11	0.833	0.917	50	55	3.693
12	0.917	1.000	55	60	3.374



Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino F Gumbel - Tr 50 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

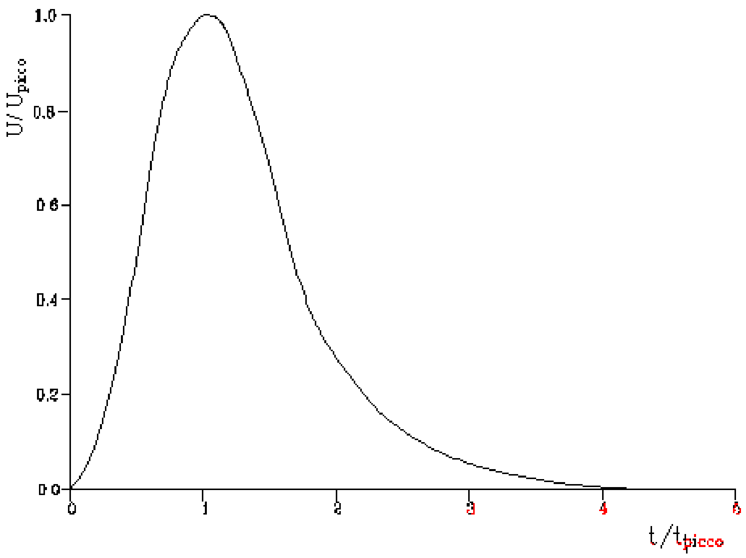
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

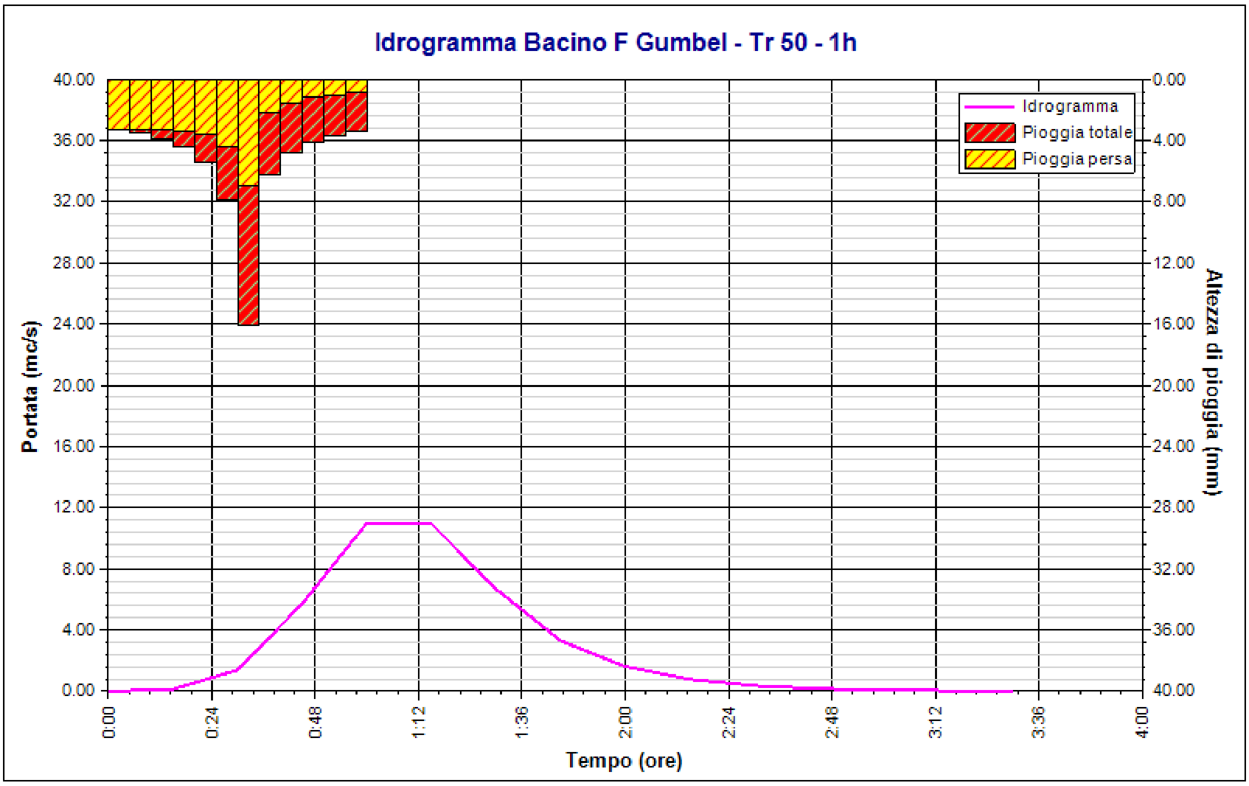
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 50 - 1h
Superficie del bacino: 1.2 kmq
Tlag: 0.444 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 80.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	10.663	9.838	0.825	0.0
2	0.250	15	17.684	11.278	6.406	0.1
3	0.500	30	27.156	10.624	16.532	1.4
4	0.750	45	11.209	3.063	8.146	5.7
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	11.0
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	10.9
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	6.7
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	3.3
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	1.6
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.8
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.4
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.2
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.1
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.0
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	11.0	mc/s
Istante picco	1.000	ore
Istante picco	60.0	minuti
Durata totale evento	3.500	ore
Volume afflusso	80	mc x 1000
Volume deflusso	38	mc x 1000
Altezza afflusso	66.712	mm
Altezza deflusso	31.643	mm
Coeff. deflusso	0.47	-
Coeff. udometrico	9.16	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino F Gumbel - Tr 50 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

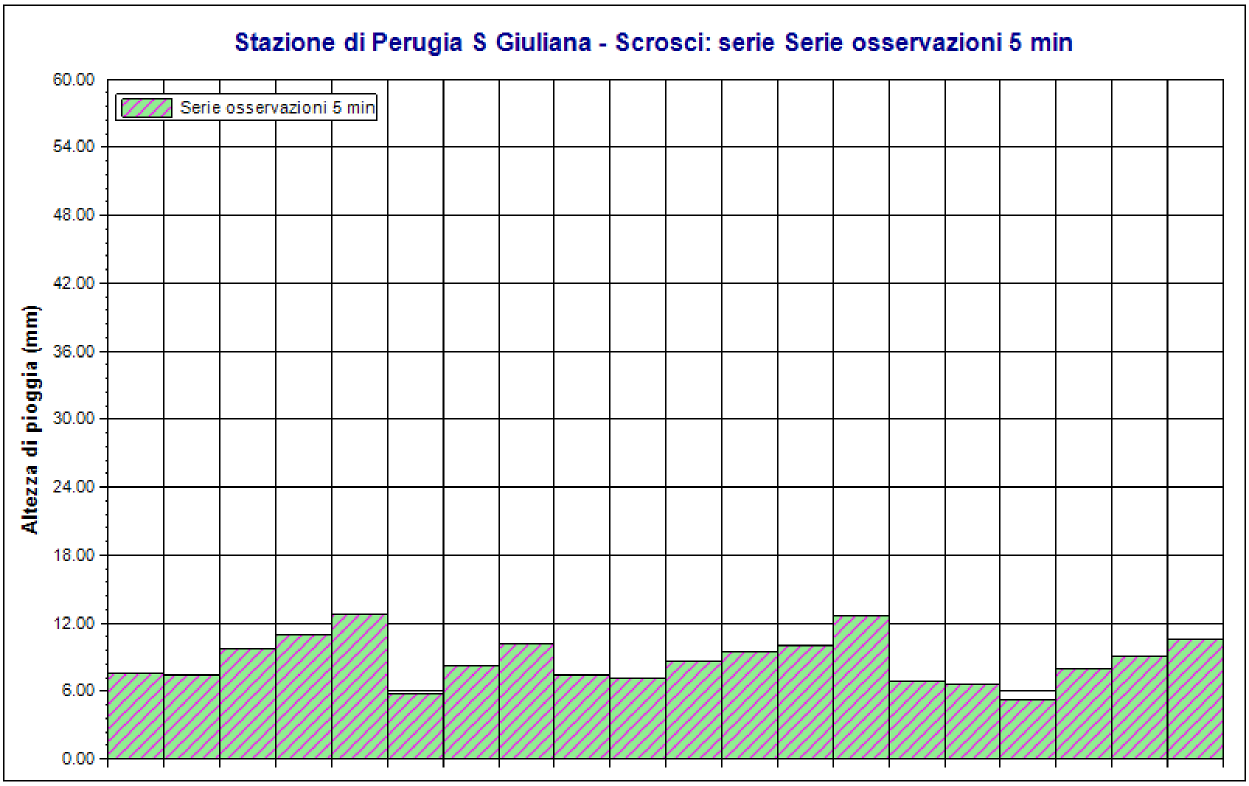
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

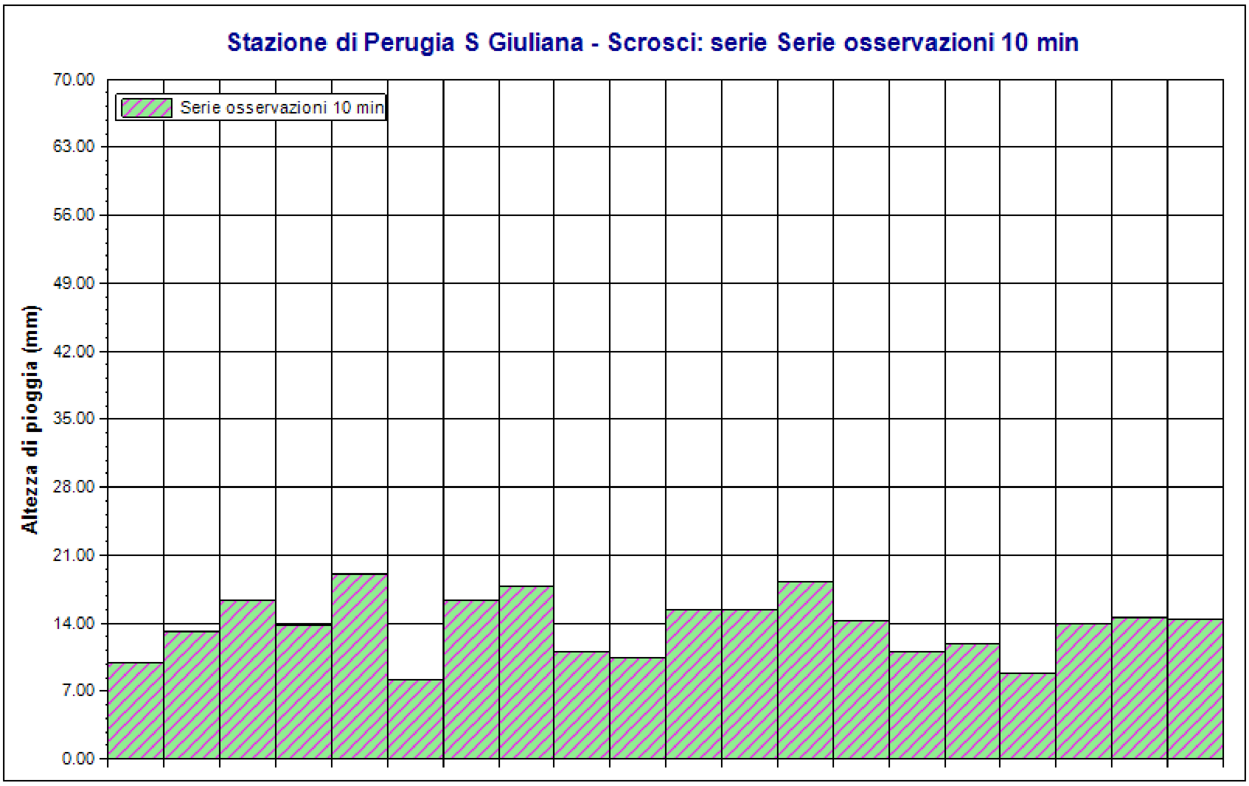
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

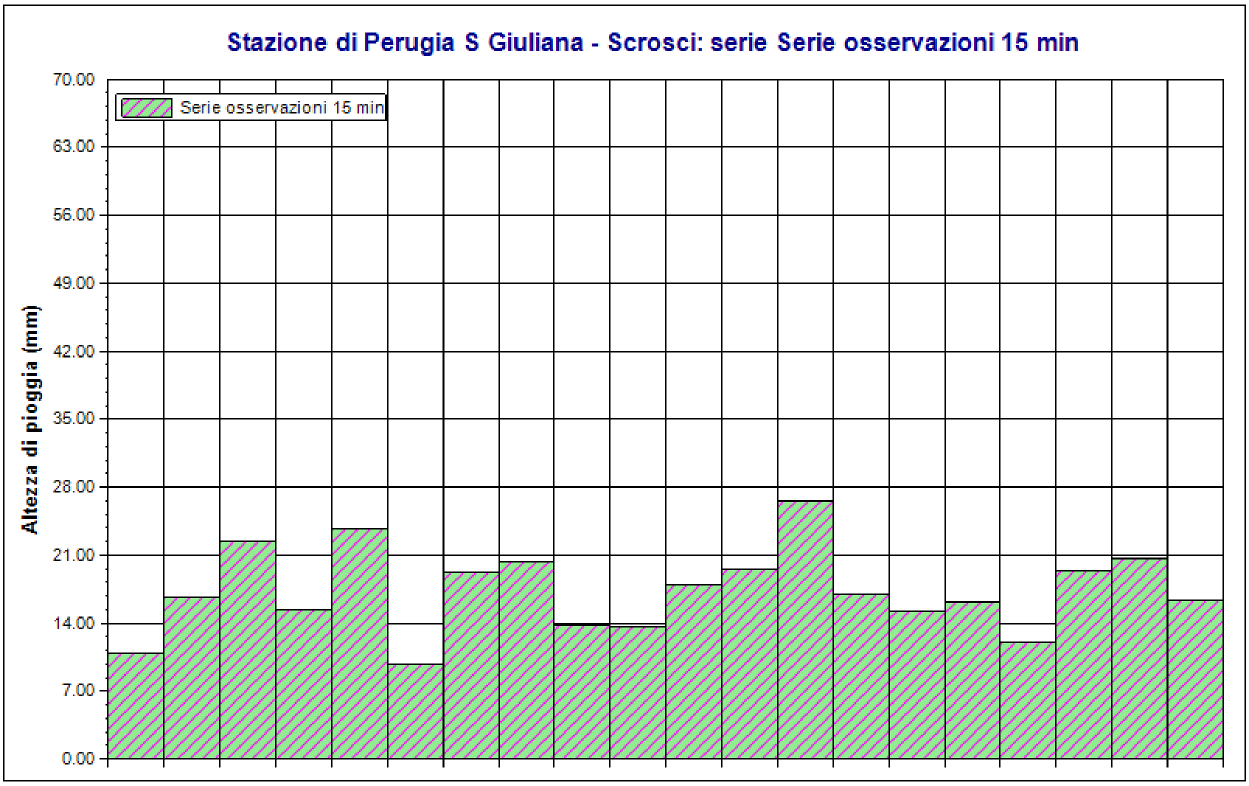
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



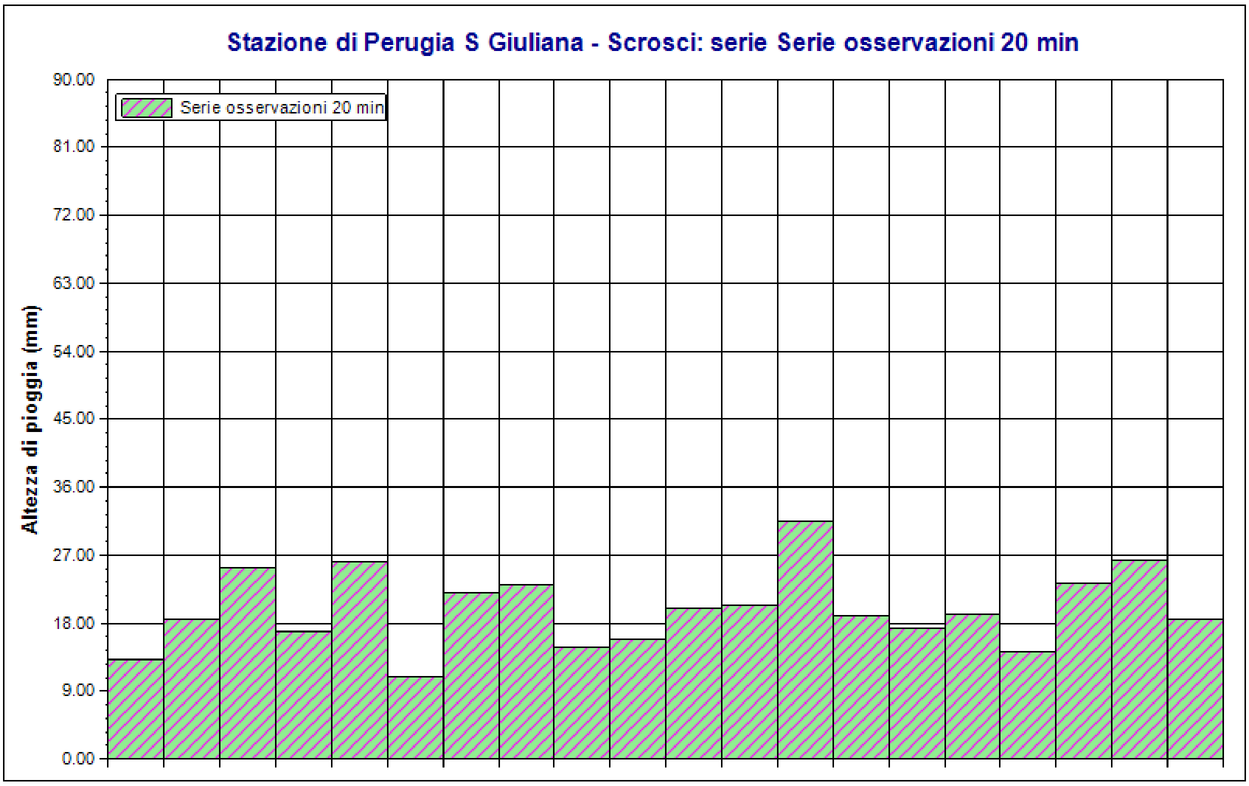
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



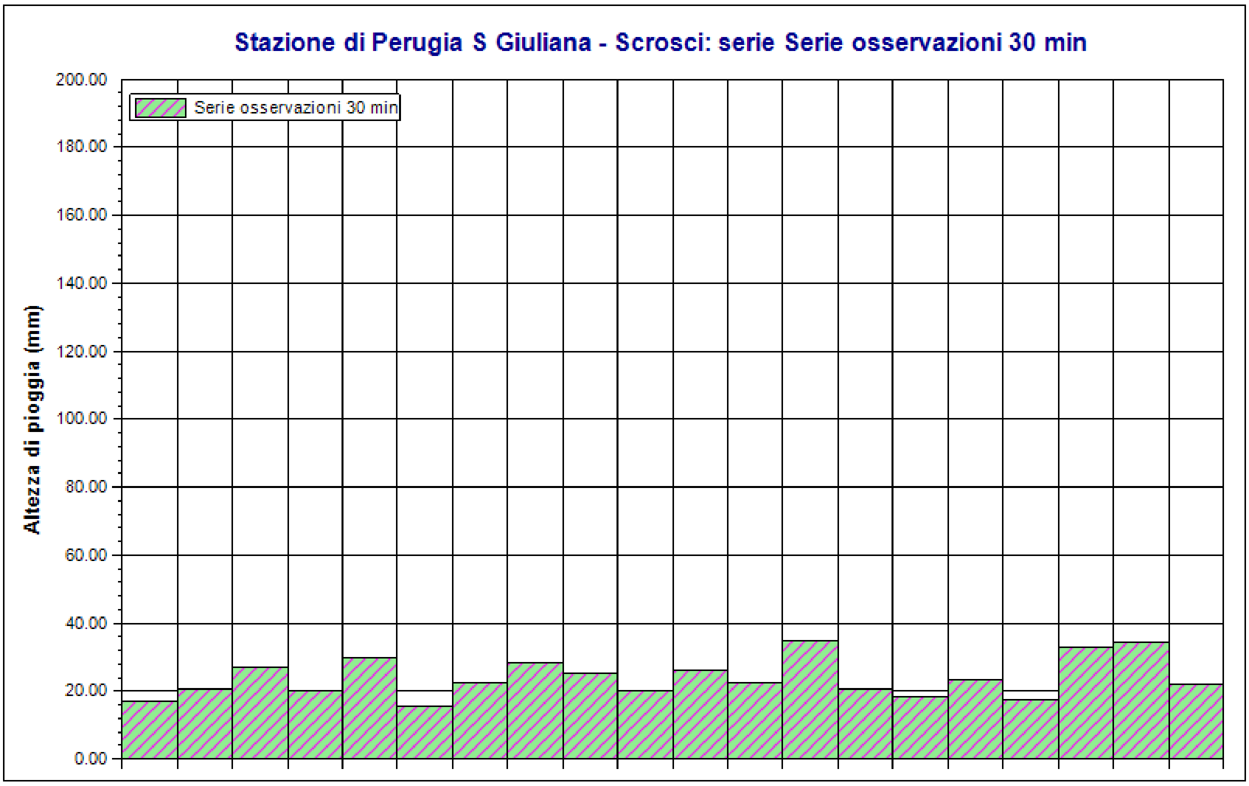
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)}\right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

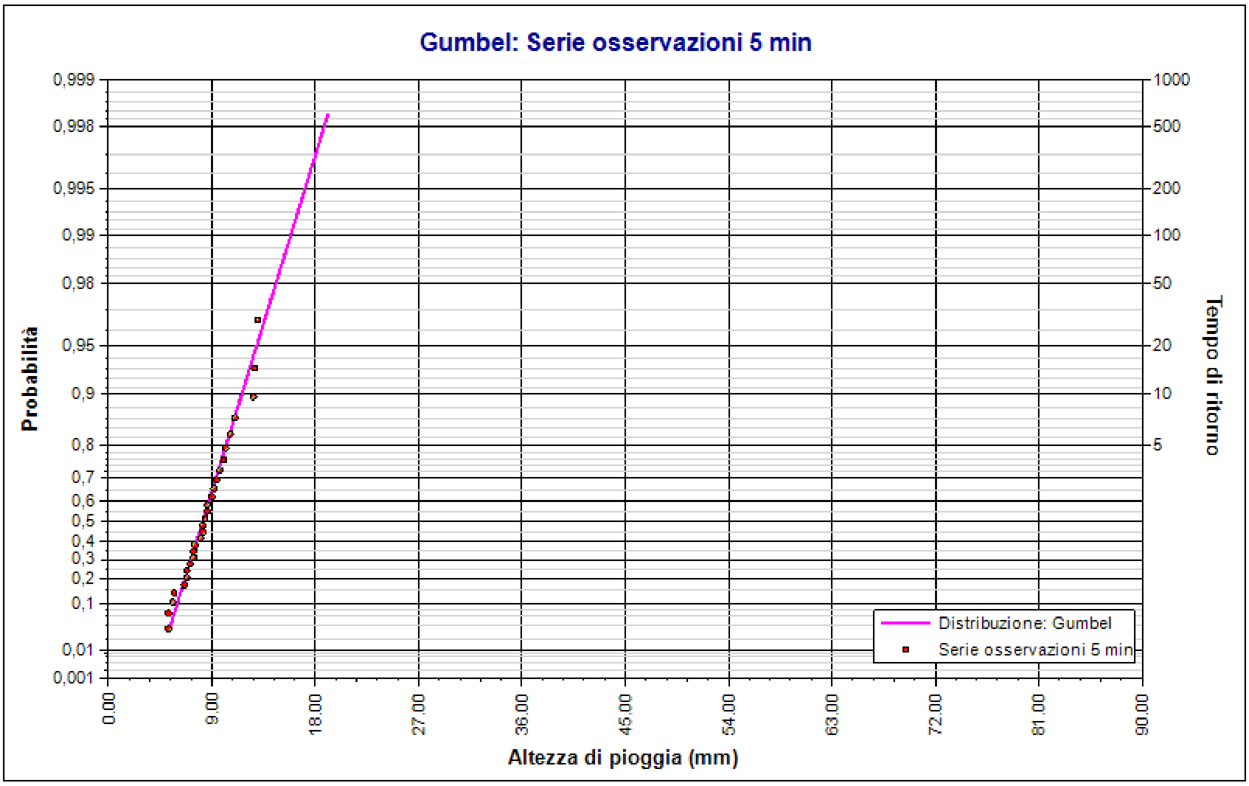
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

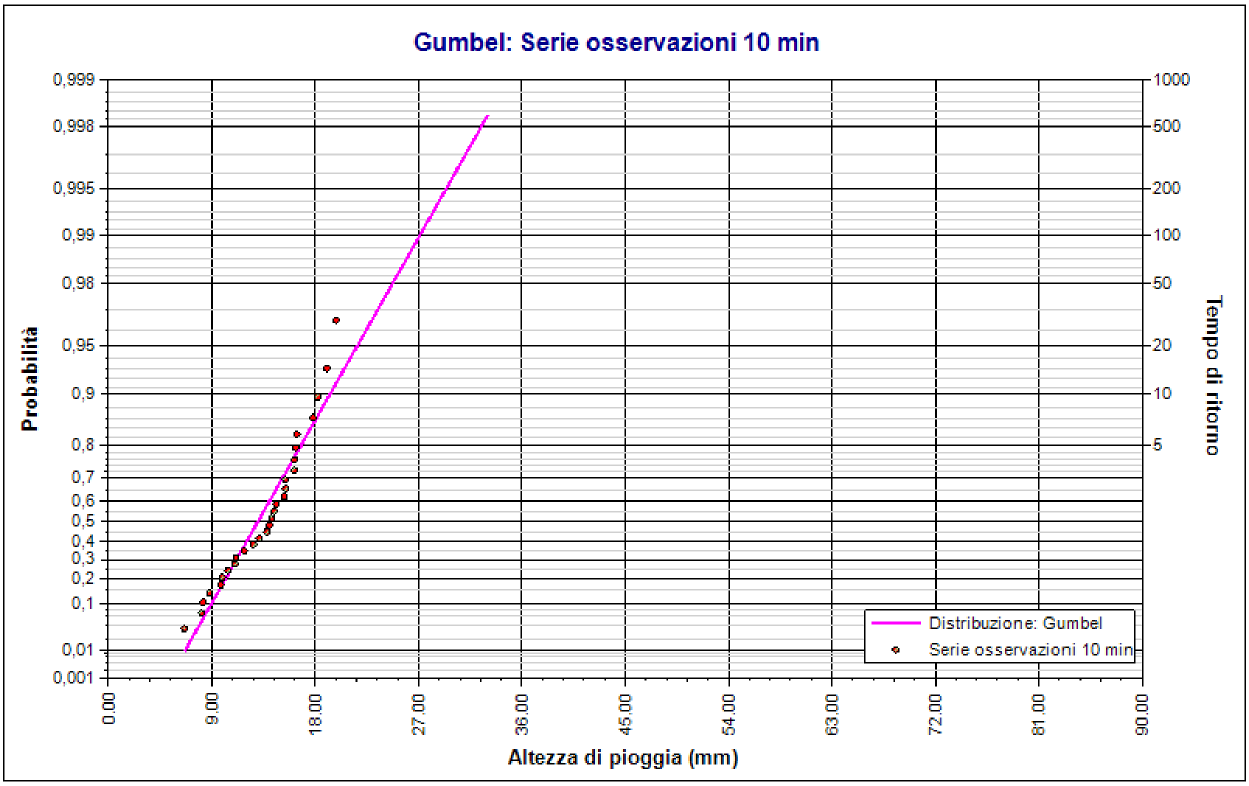
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x-7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x-11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x-14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x-17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x-20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

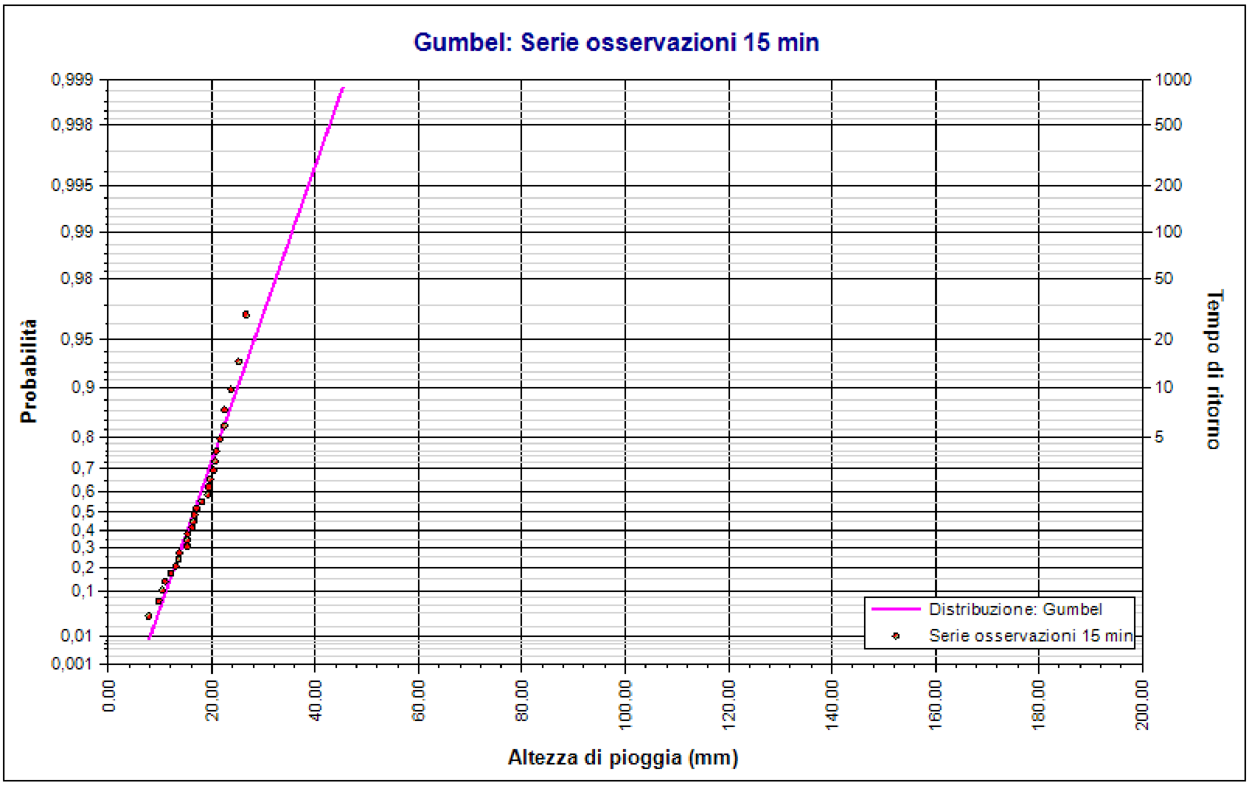
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



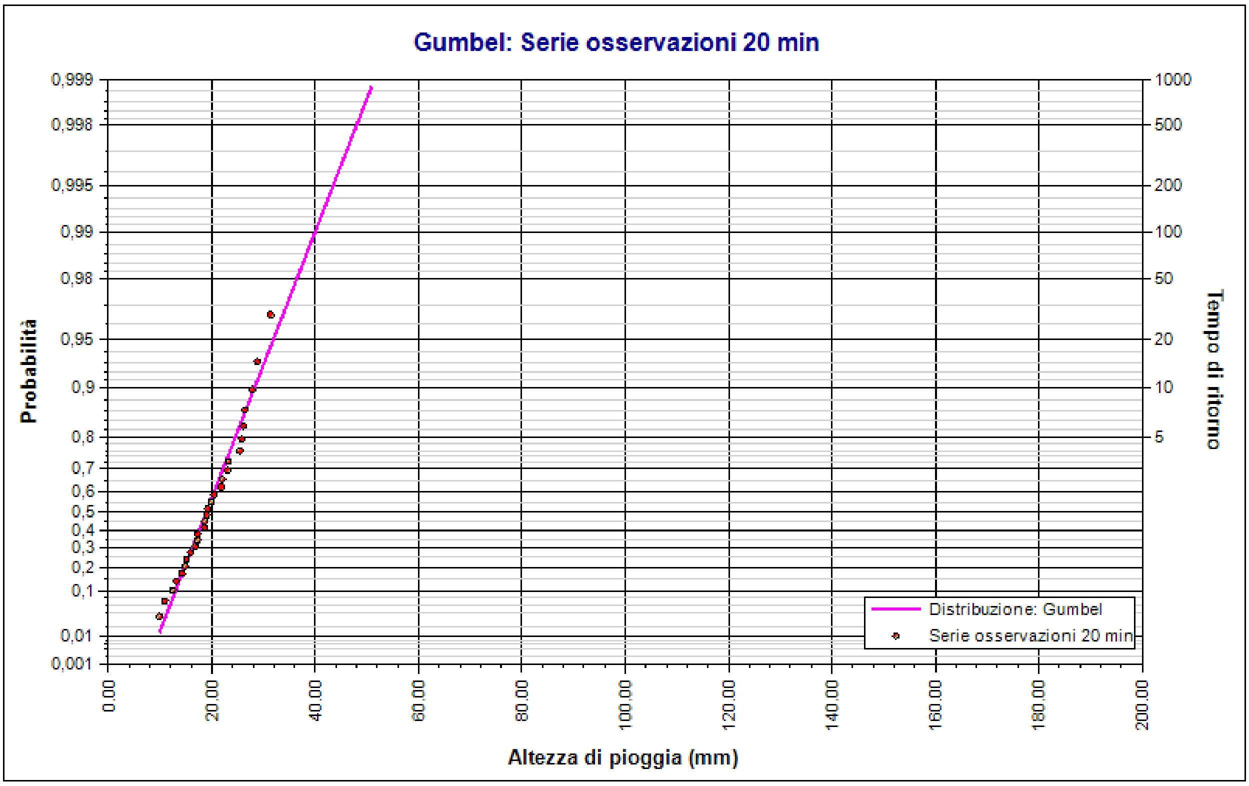
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



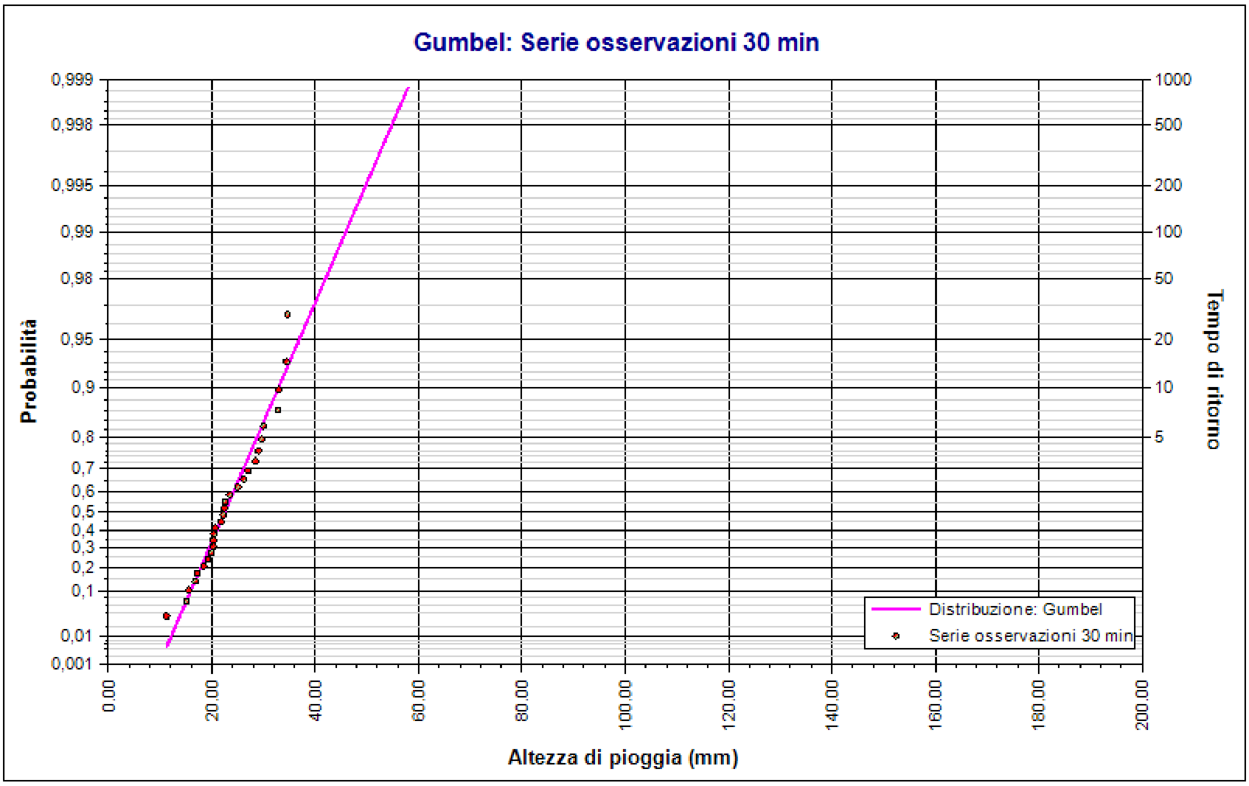
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana
Tempo di ritorno: 25.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

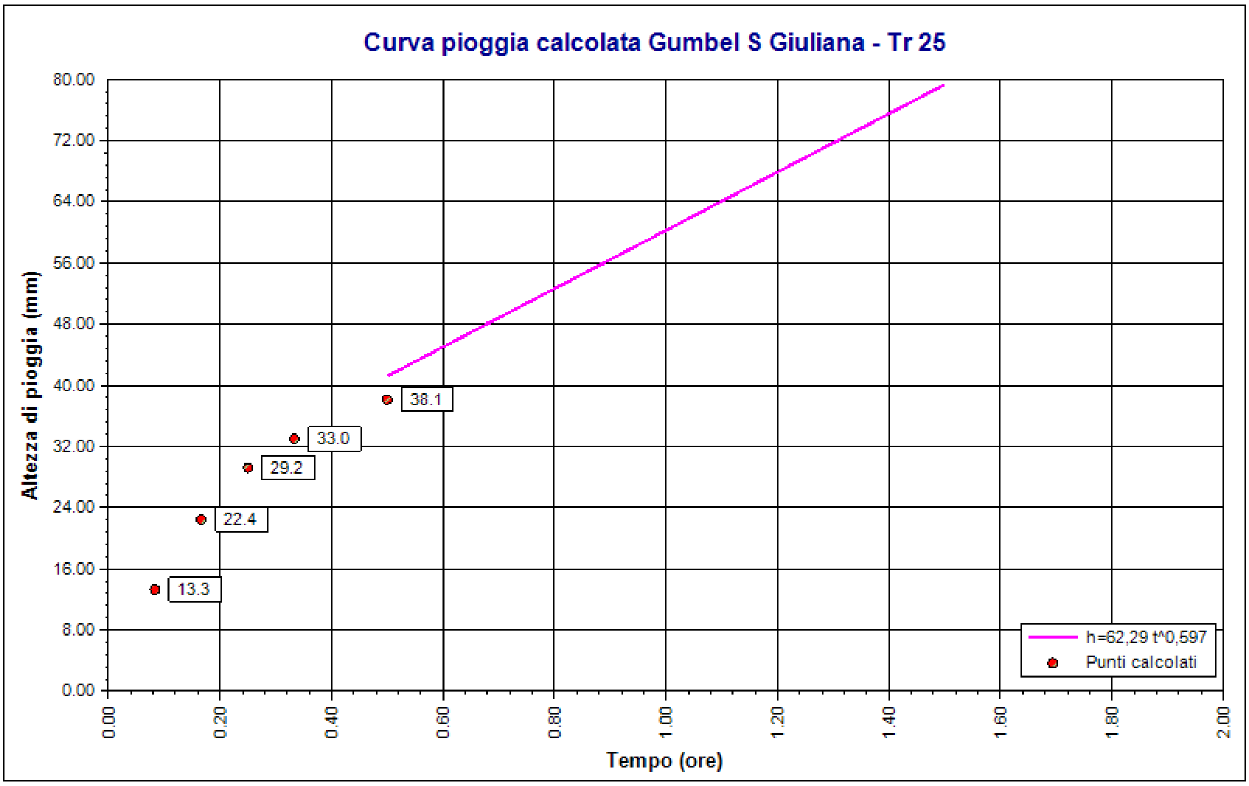
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	13.309
2	0.167	10	22.424
3	0.250	15	29.227
4	0.333	20	32.998
5	0.500	30	38.141

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
62.29	0.60	0.99	$h(t) = 62{,}3\, t^{0.597}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	62.292		9	231.087		17	337.731
2	94.198		10	246.080		18	349.447
3	119.979		11	260.479		19	360.903
4	142.445		12	274.358		20	372.119
5	162.731		13	287.779		21	383.111
6	181.431		14	300.789		22	393.893
7	198.909		15	313.429		23	404.480
8	215.405		16	325.733		24	414.882



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 17
Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

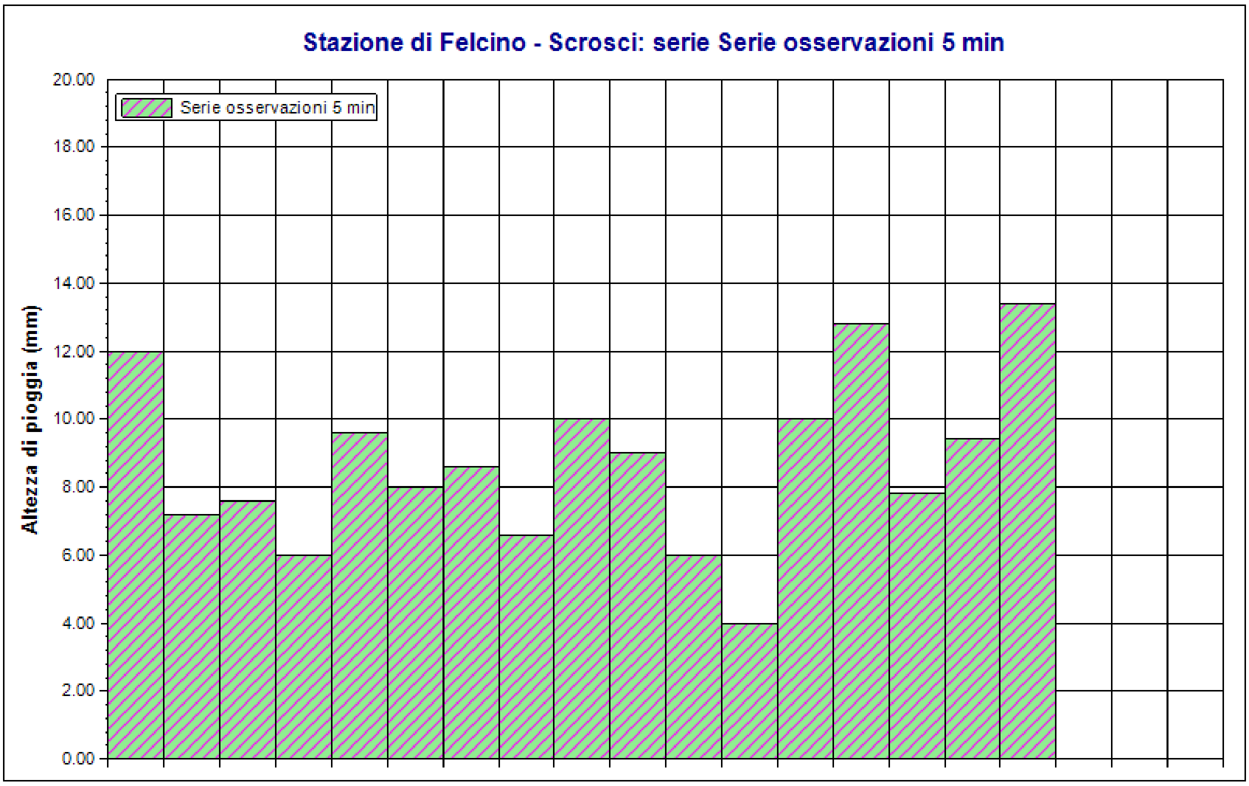
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

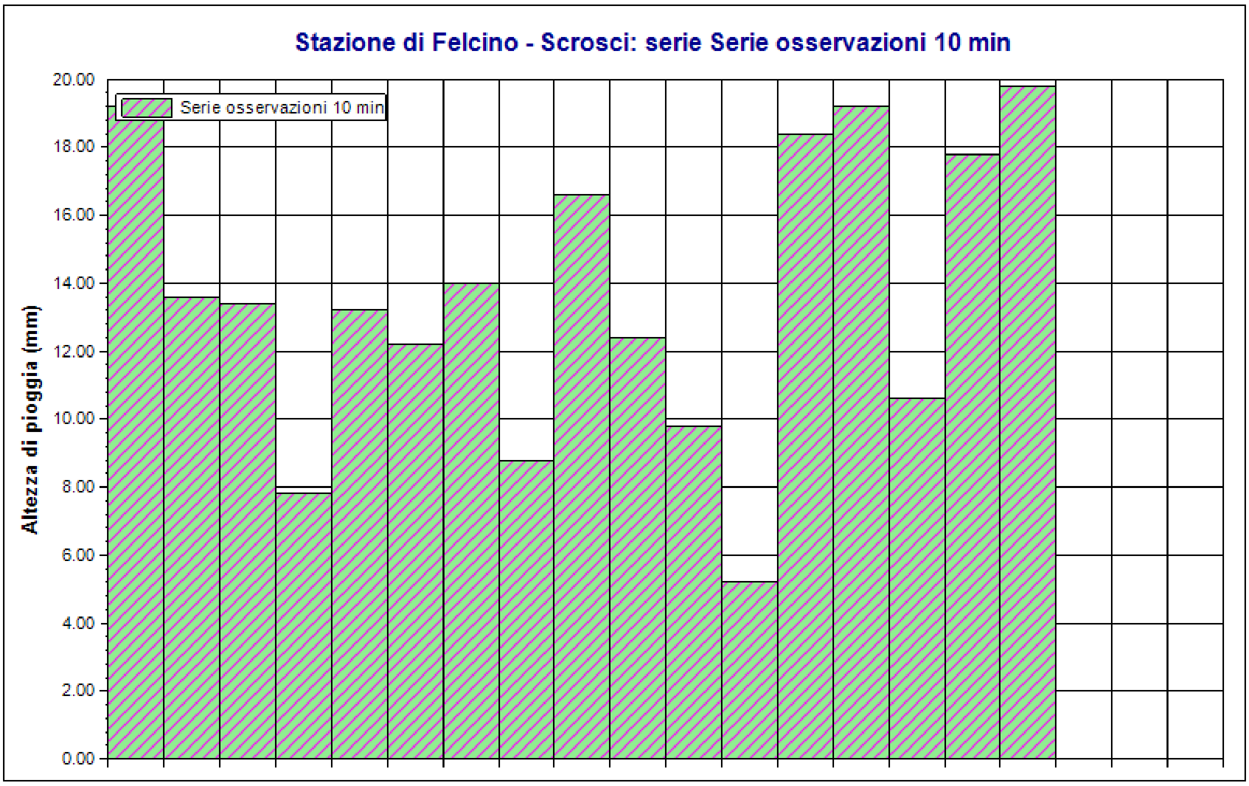
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

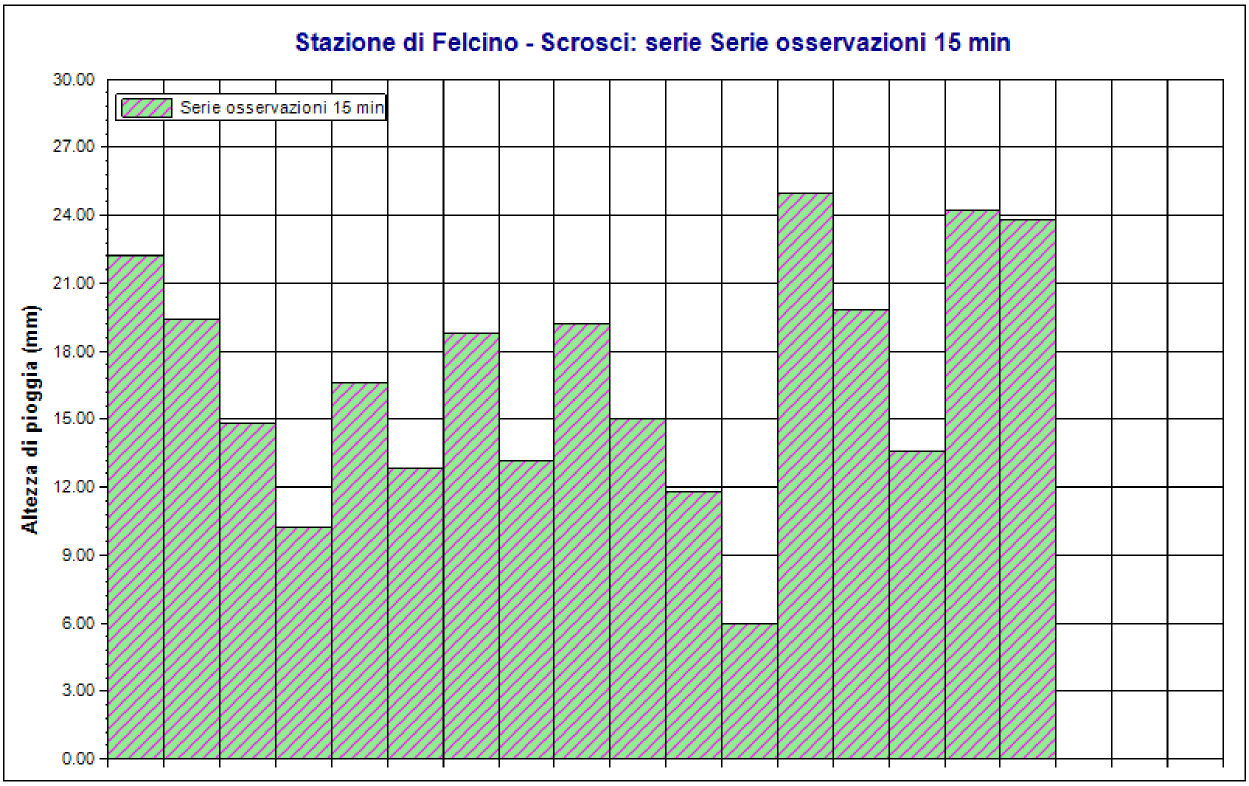
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



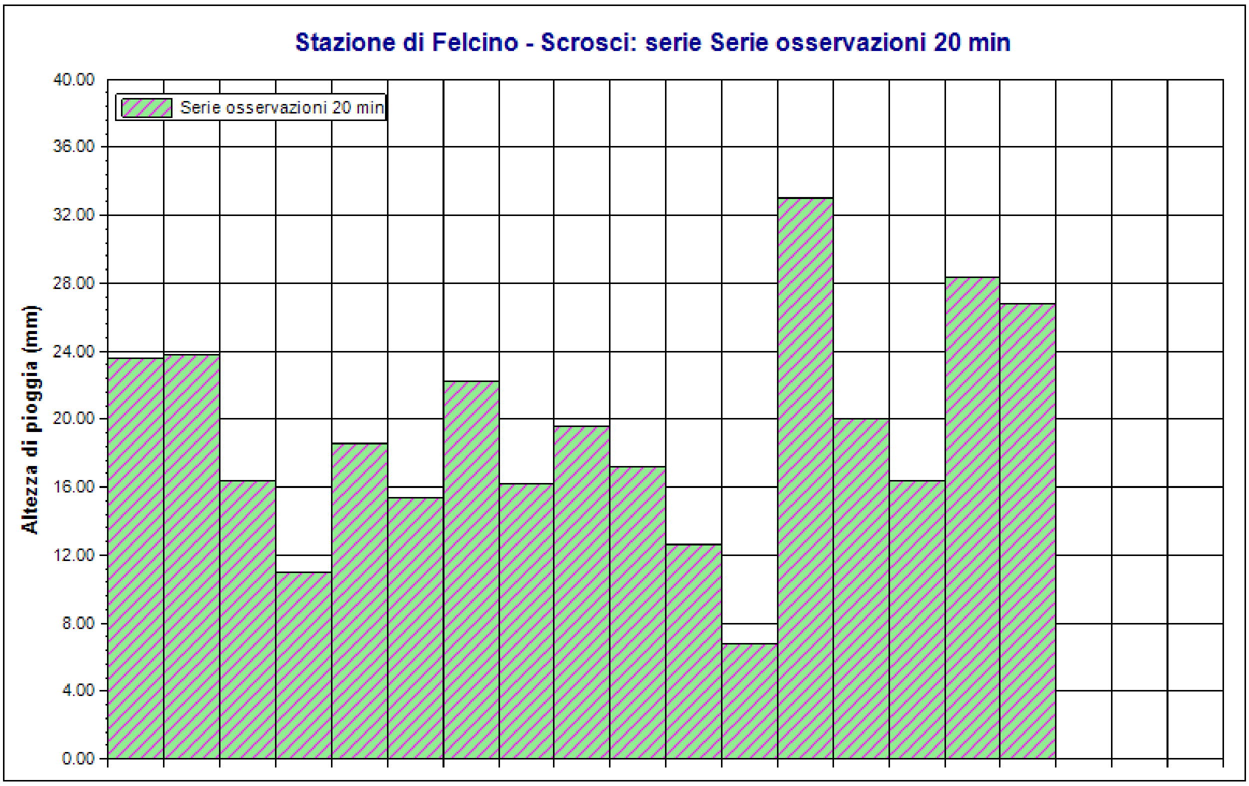
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



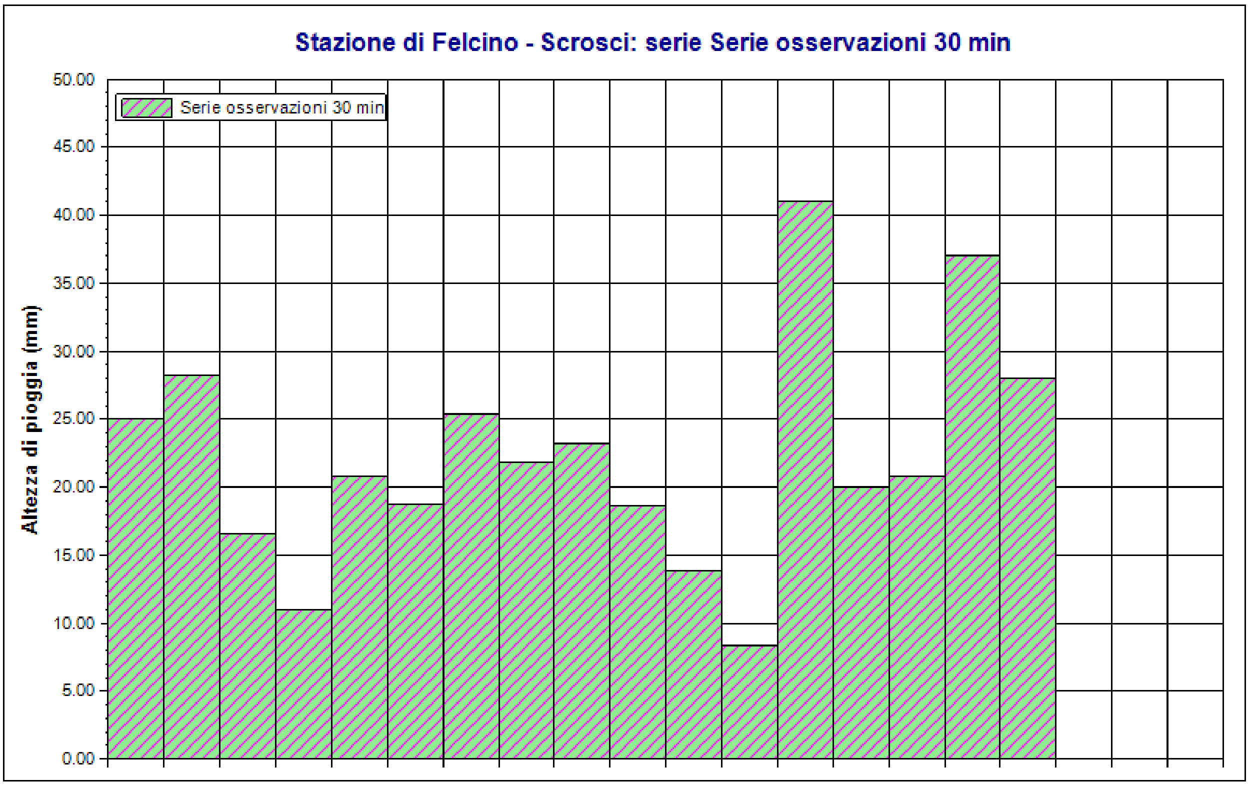
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi\left(x = z_k\right) = \left[\Phi\left(z\right)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

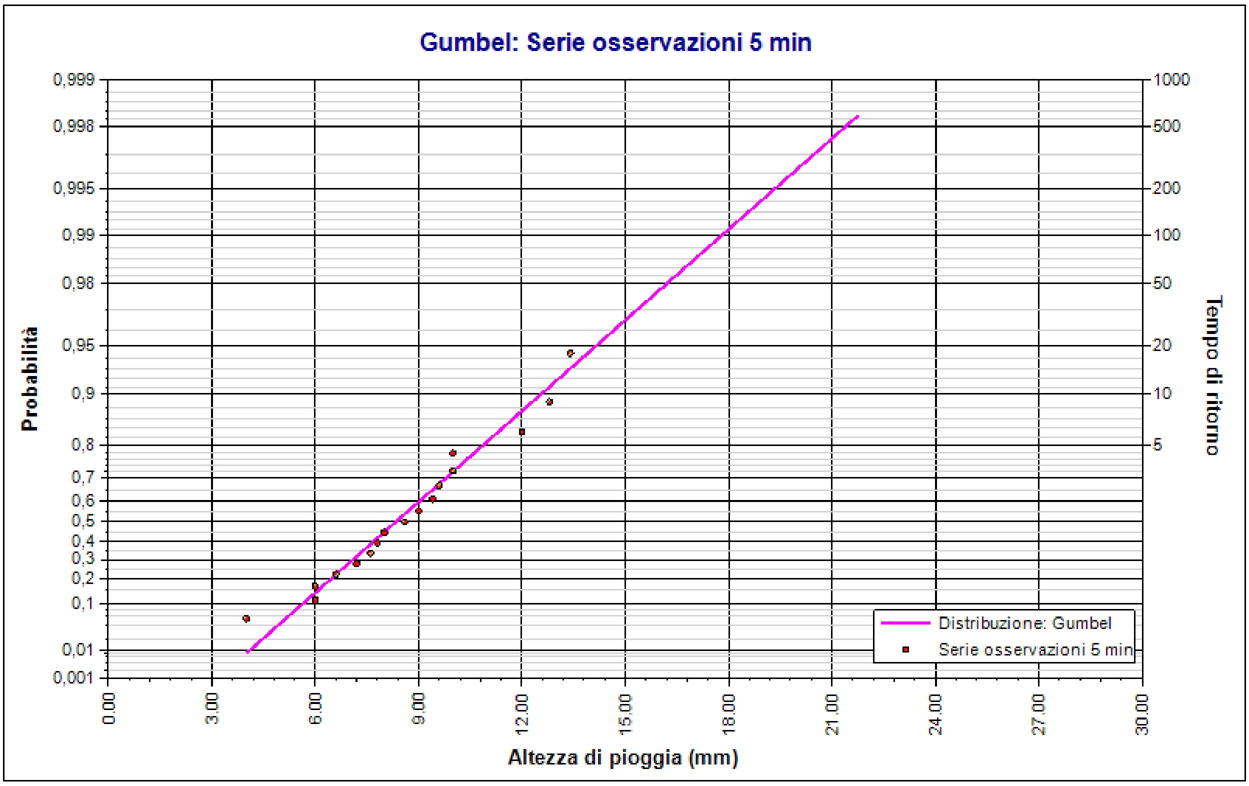
Parametro	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

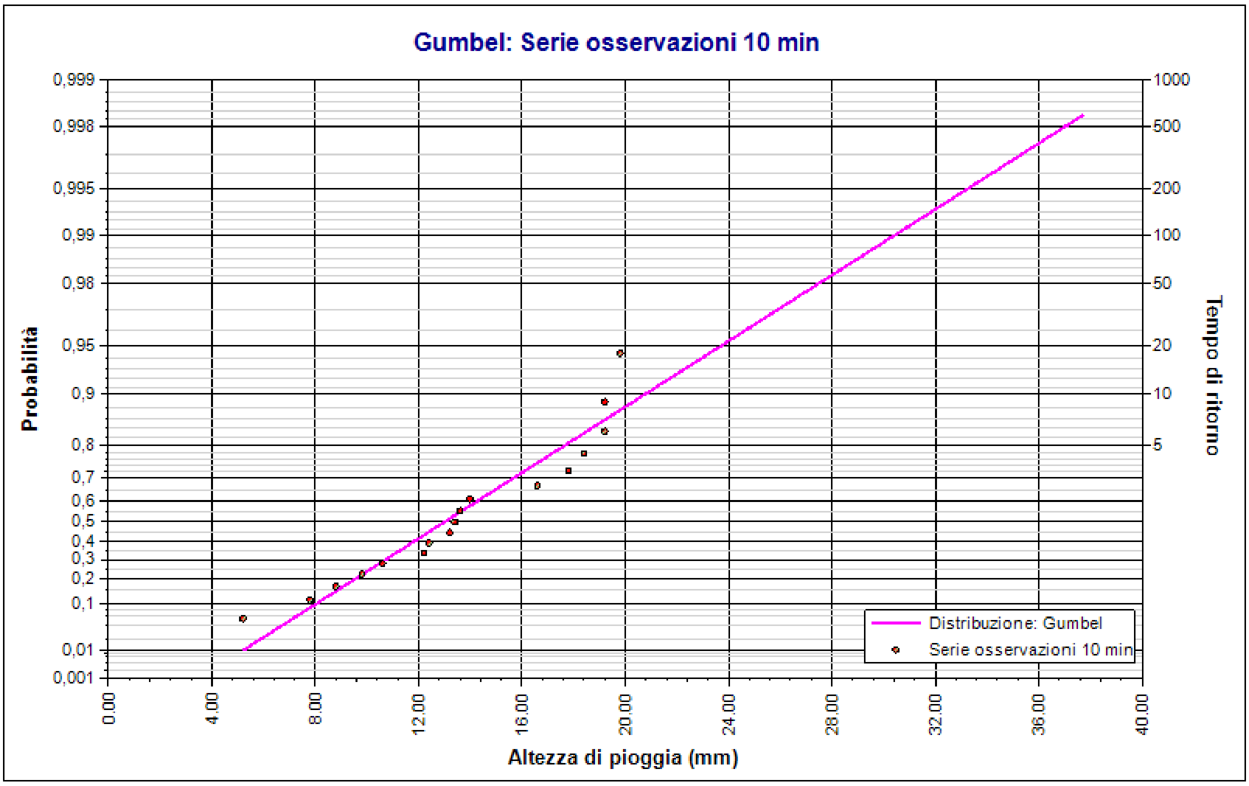
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x-7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x-11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x-14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x-16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x-18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

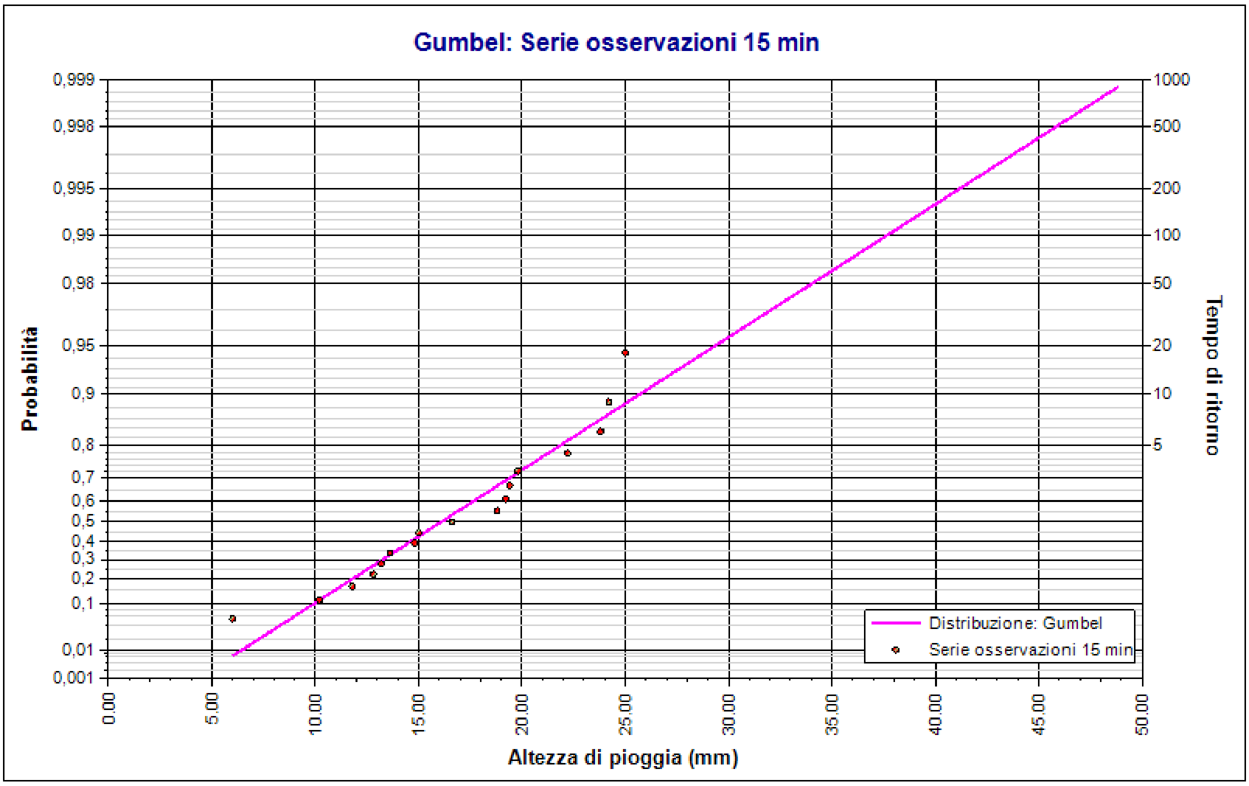
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



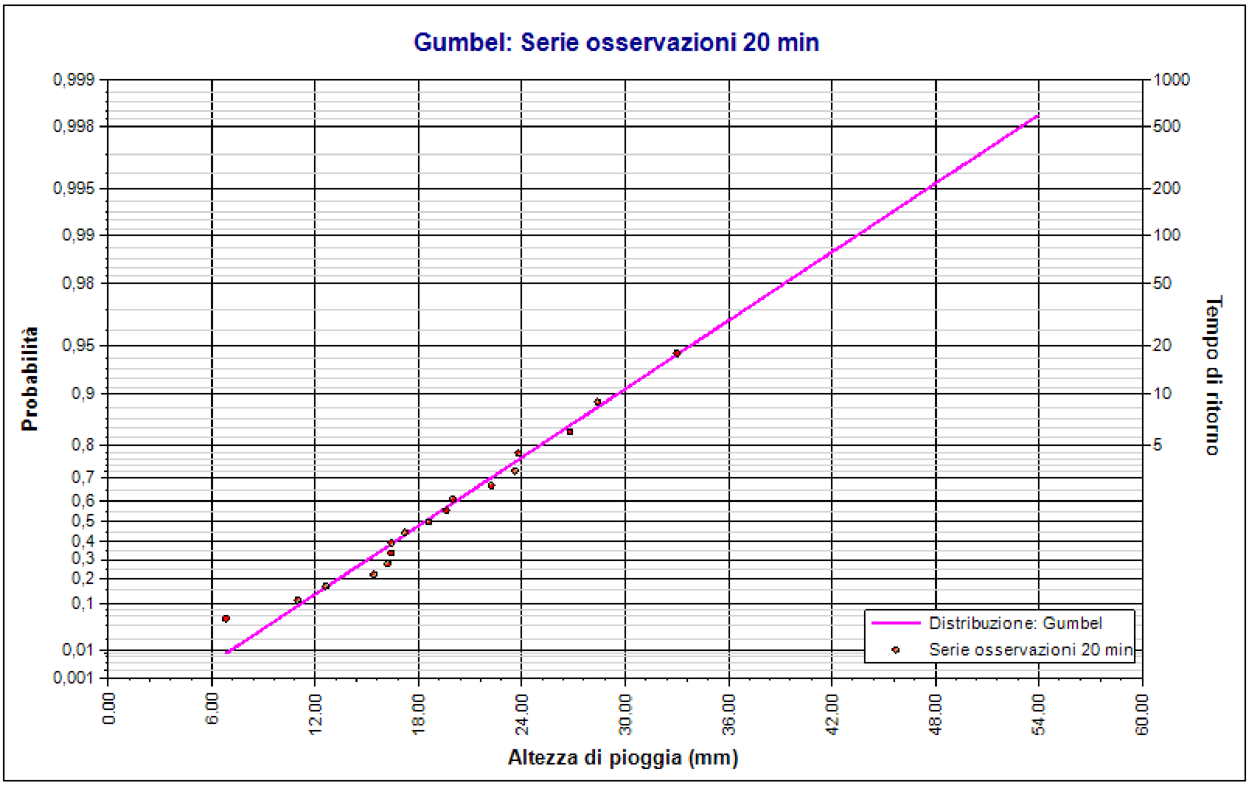
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



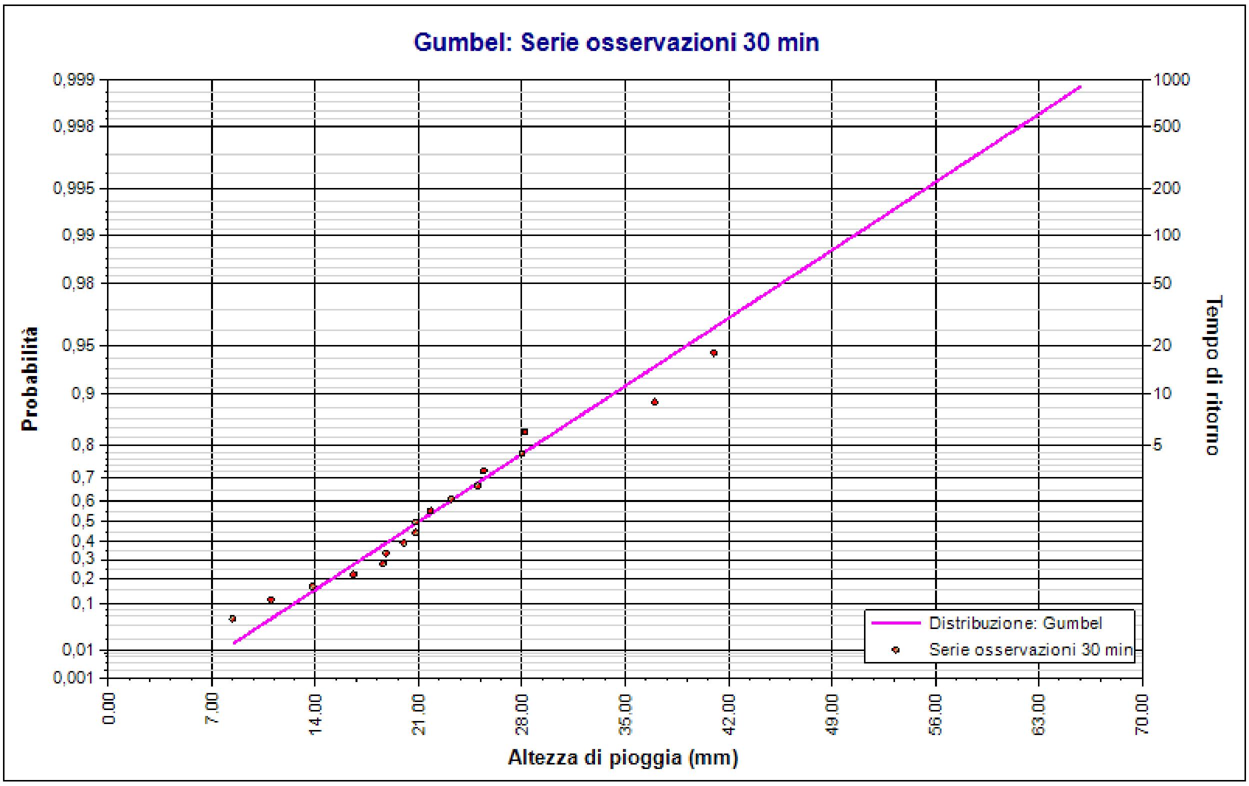
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino

Tempo di ritorno: 25.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

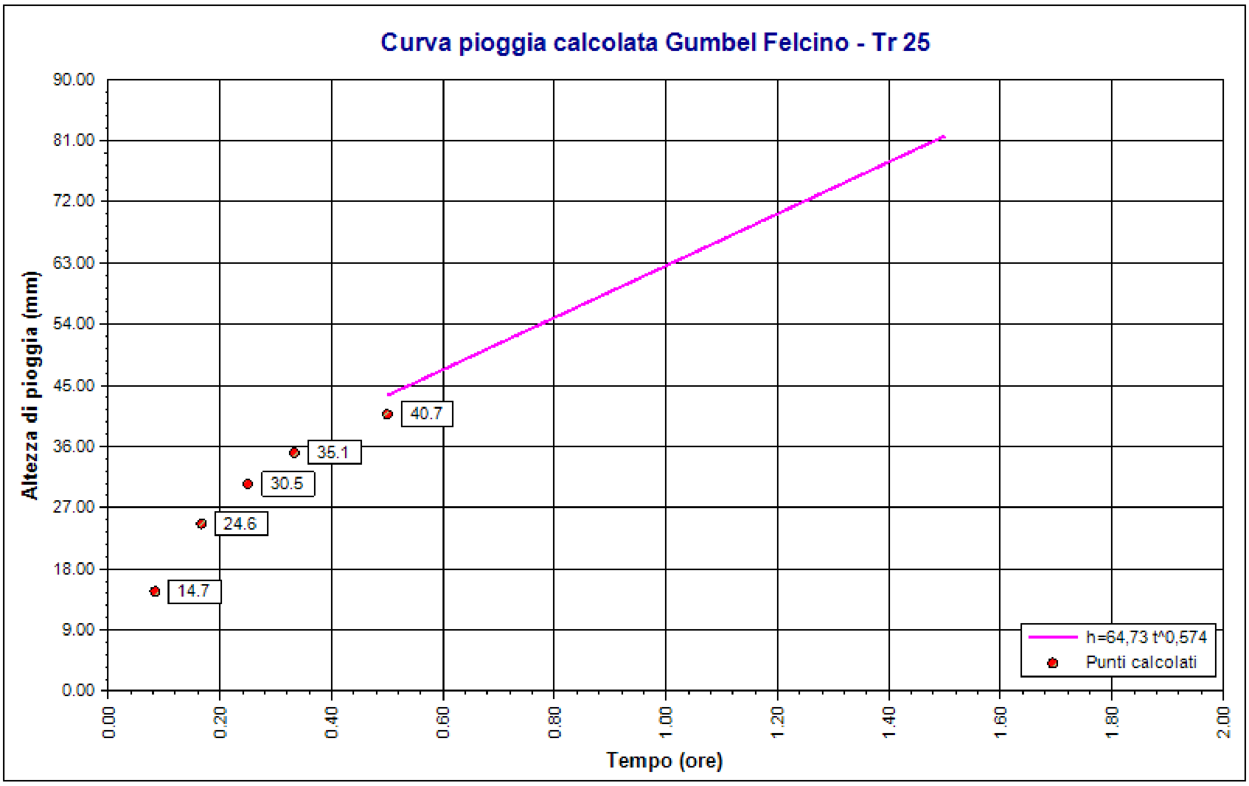
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	14.665
2	0.167	10	24.646
3	0.250	15	30.513
4	0.333	20	35.135
5	0.500	30	40.737

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
64.73	0.57	0.99	$h(t) = 64,7\ t^{0.574}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	64.730		9	228.314		17	328.841
2	96.339		10	242.540		18	339.803
3	121.568		11	256.171		19	350.508
4	143.382		12	269.282		20	360.975
5	162.963		13	281.936		21	371.221
6	180.931		14	294.180		22	381.262
7	197.660		15	306.057		23	391.109
8	213.397		16	317.601		24	400.776



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 14
Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

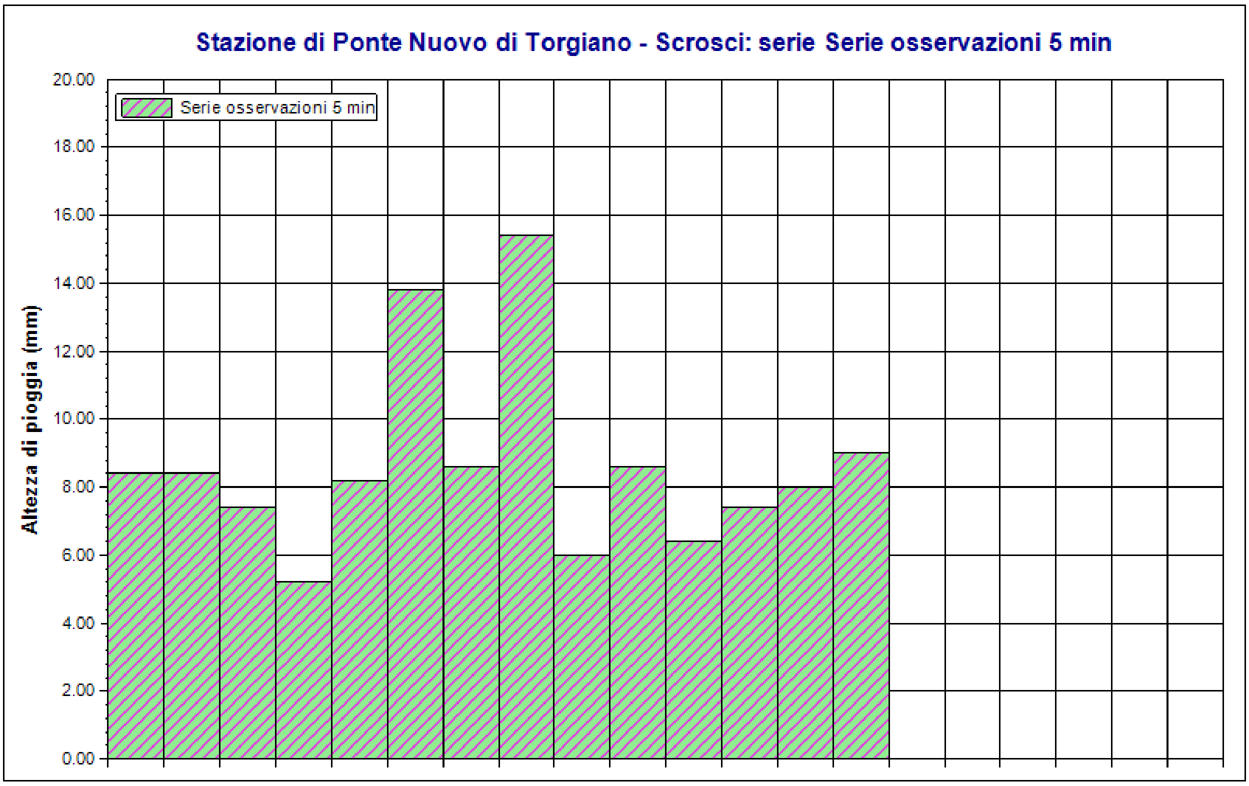
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

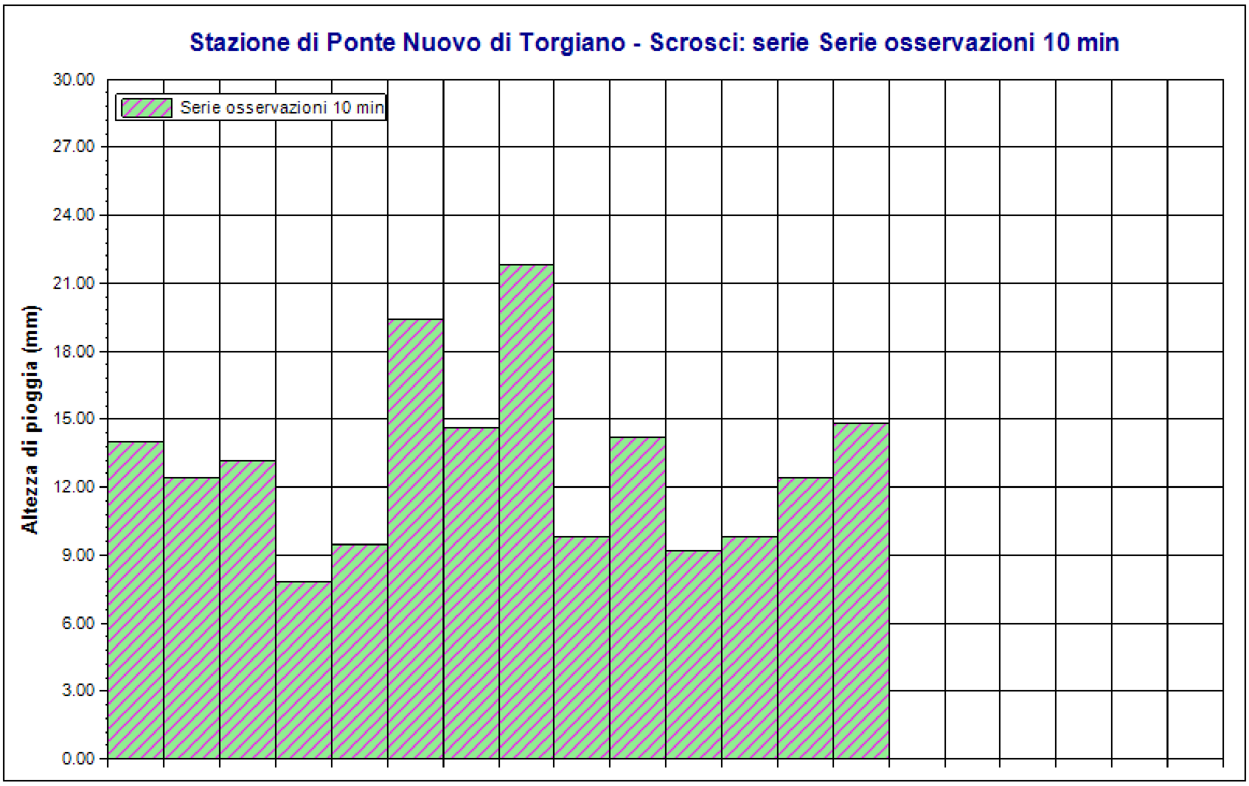
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

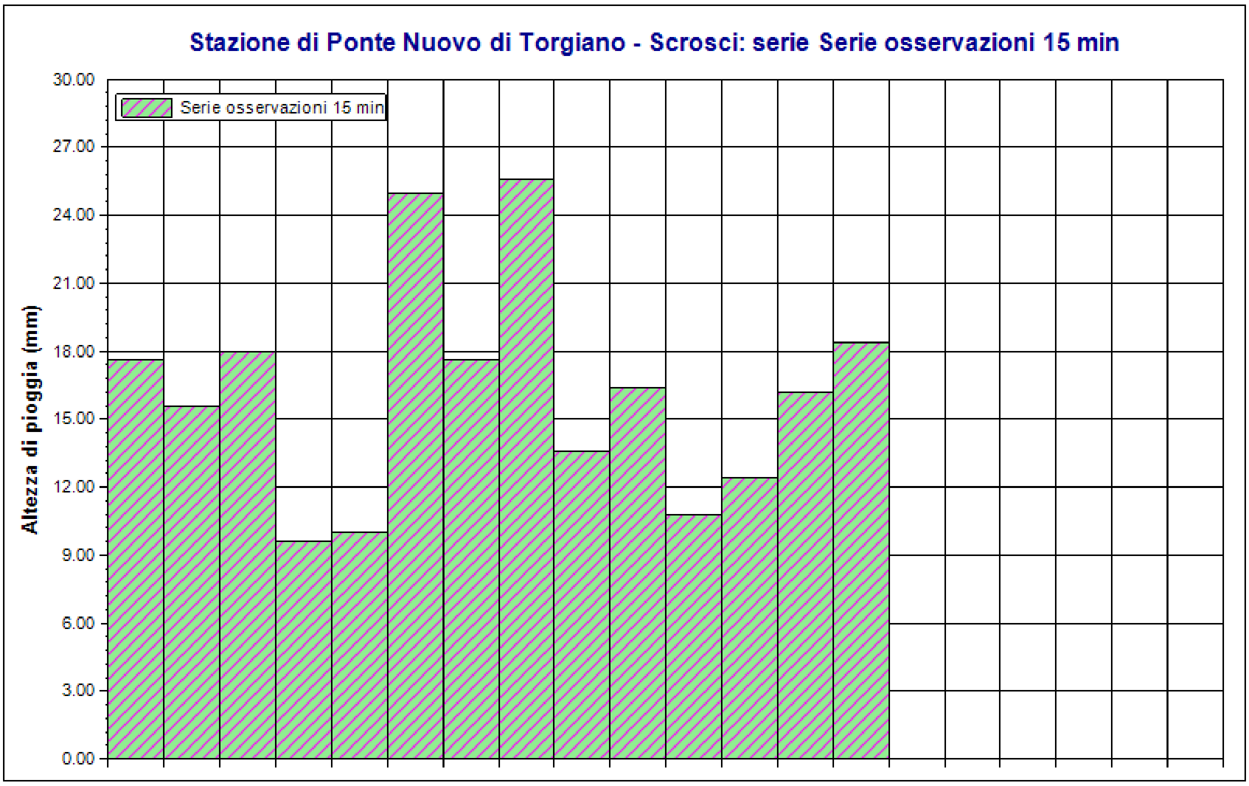
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



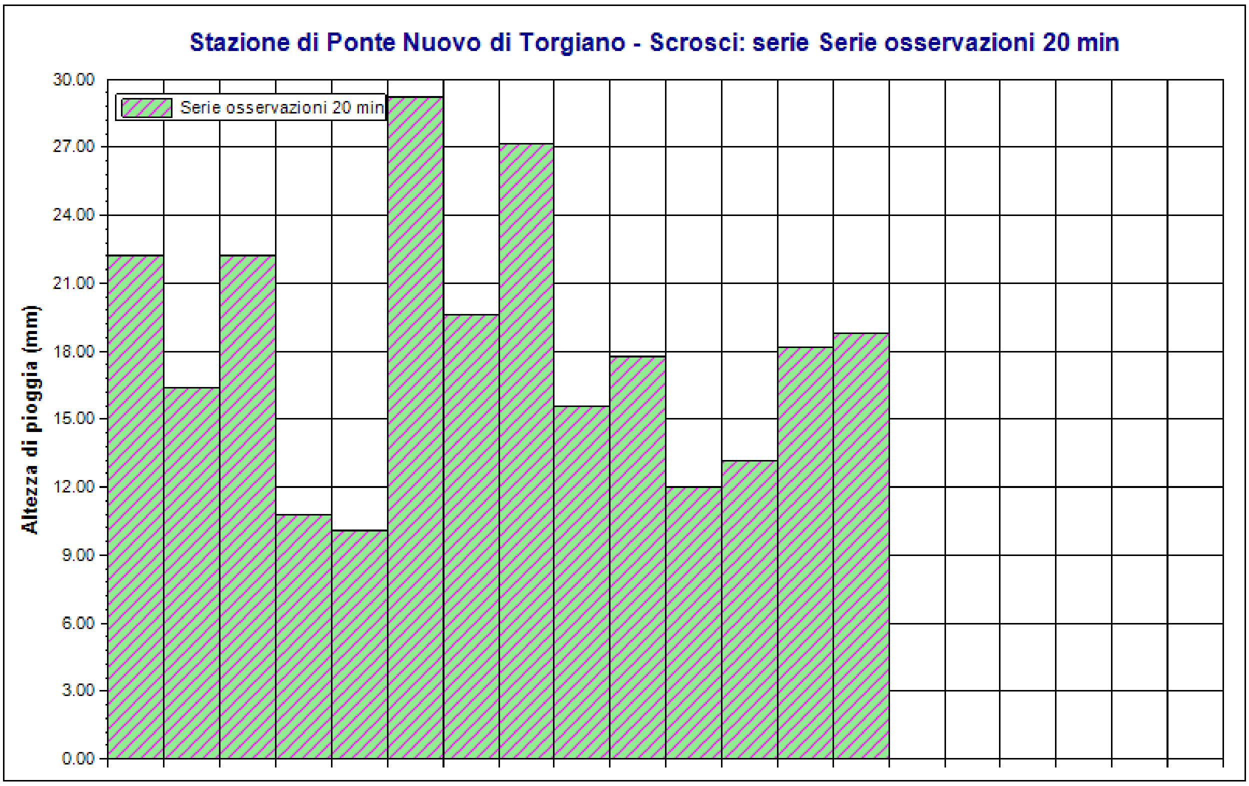
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



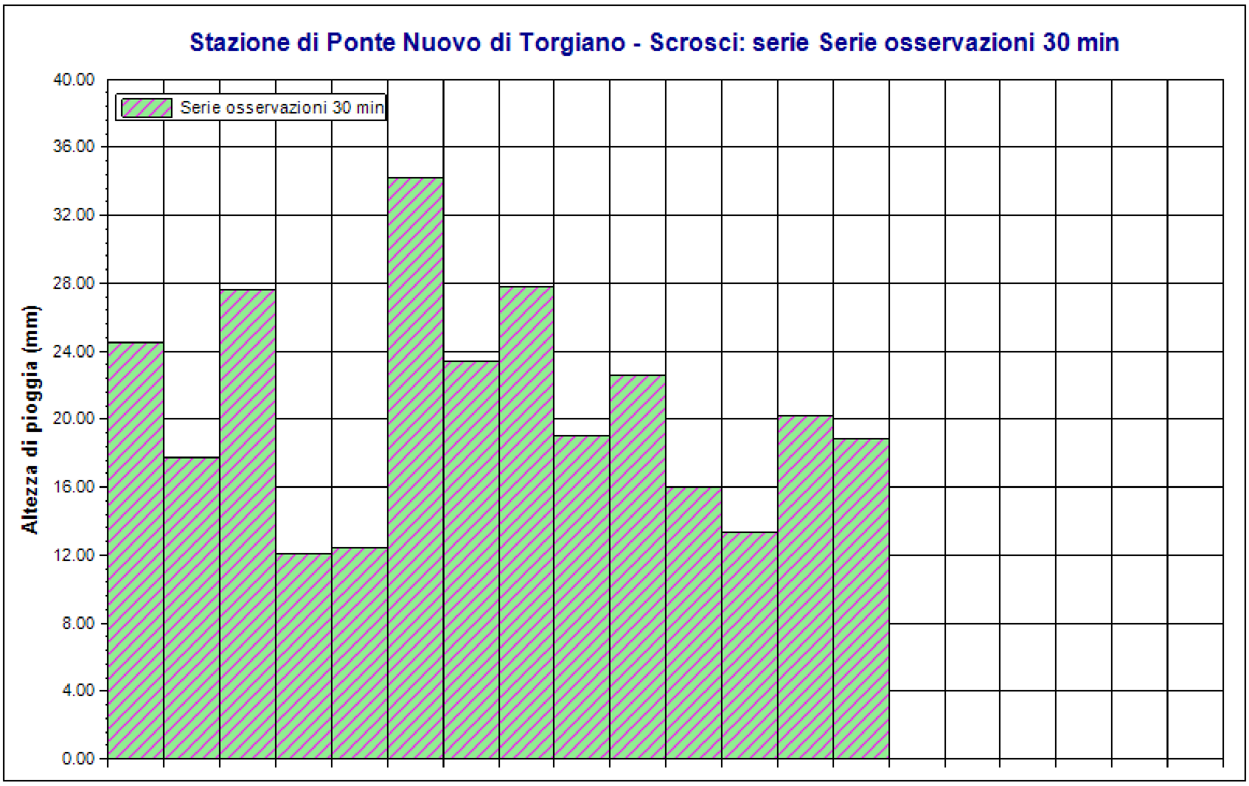
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi(z=\varepsilon)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,(x-\varepsilon)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

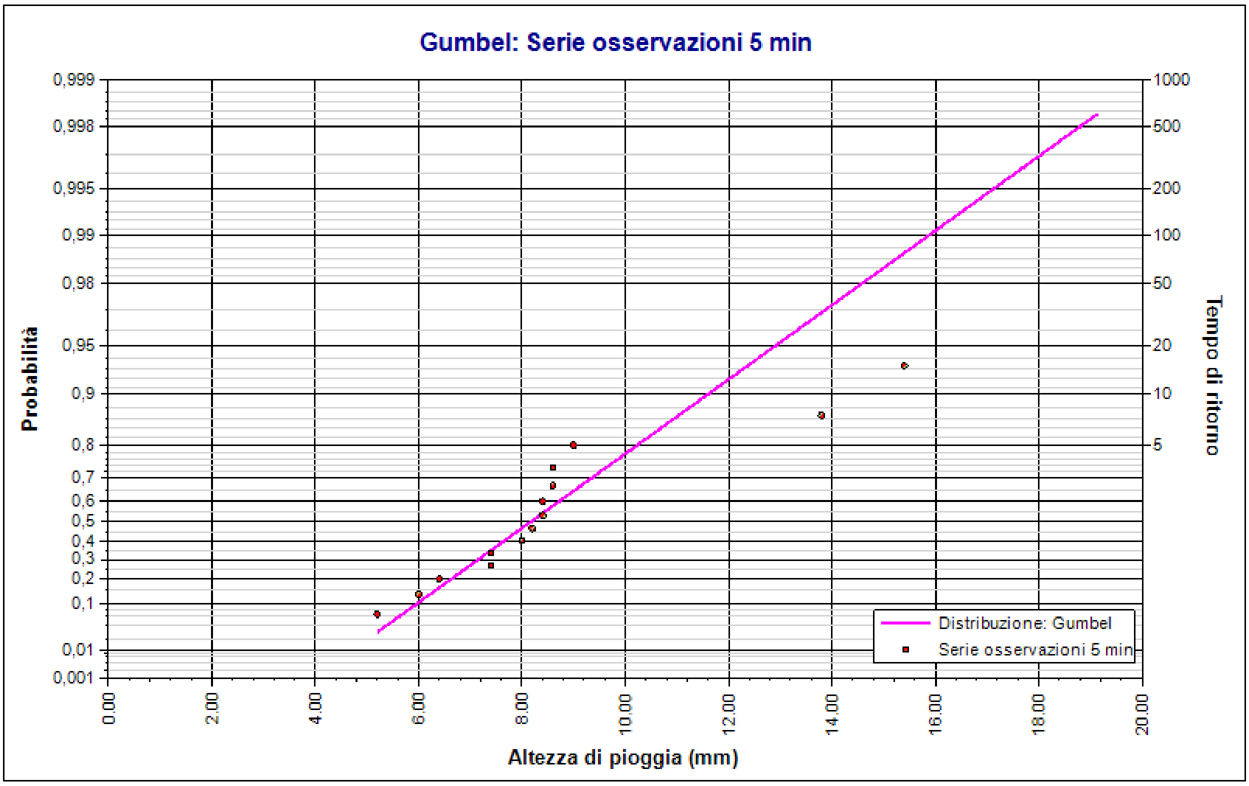
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

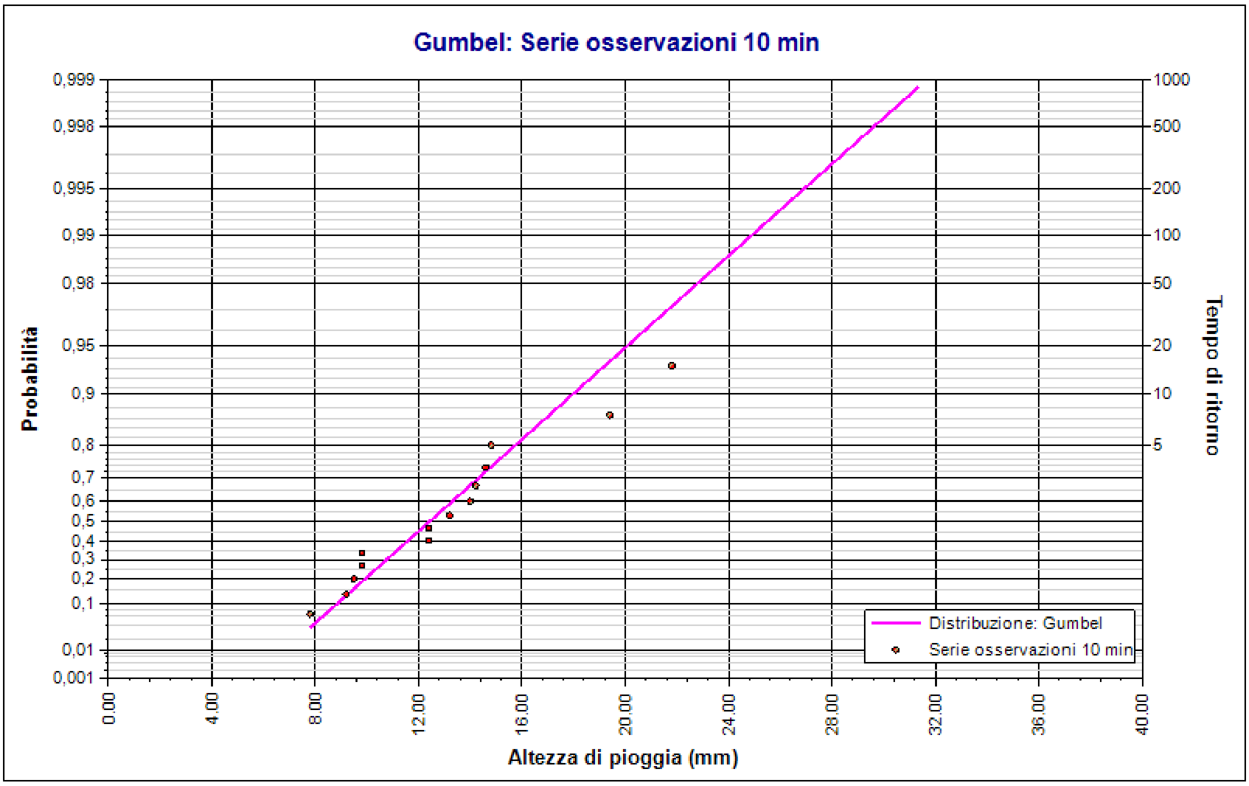
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

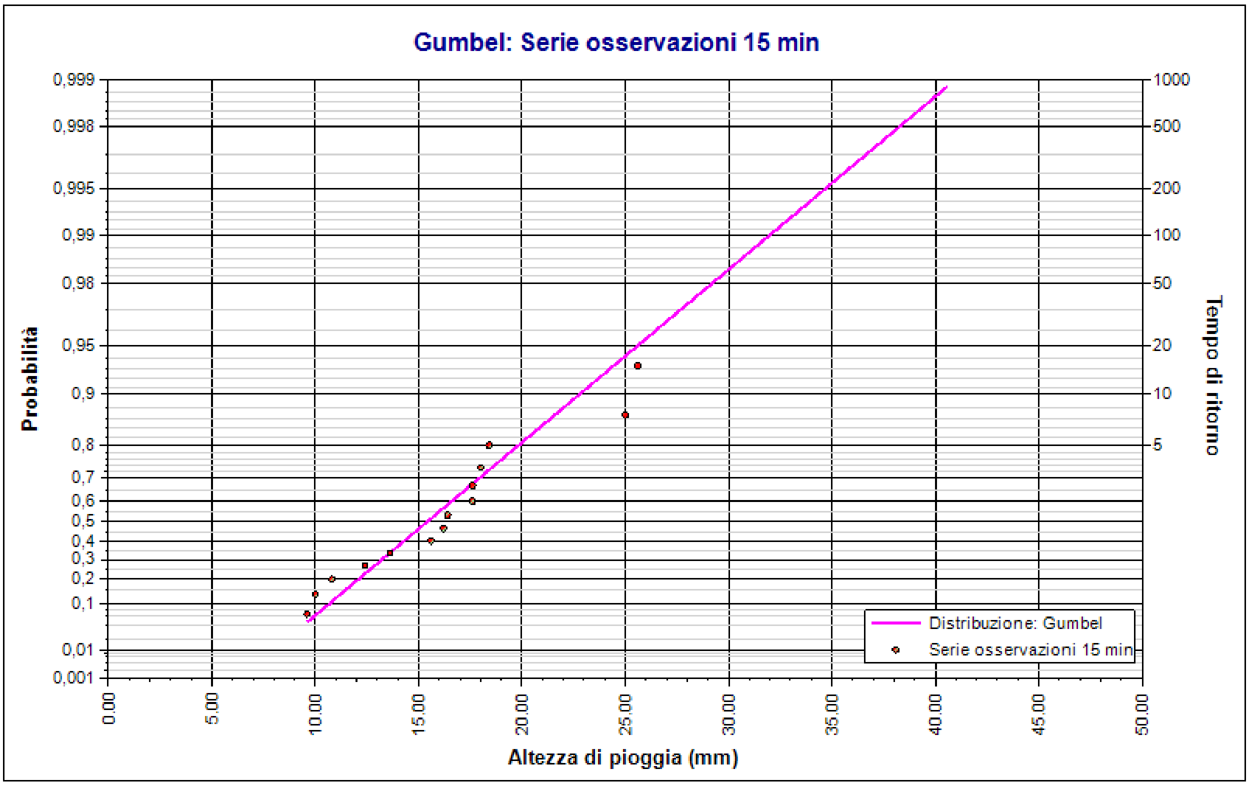
Tempi di ritorno	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



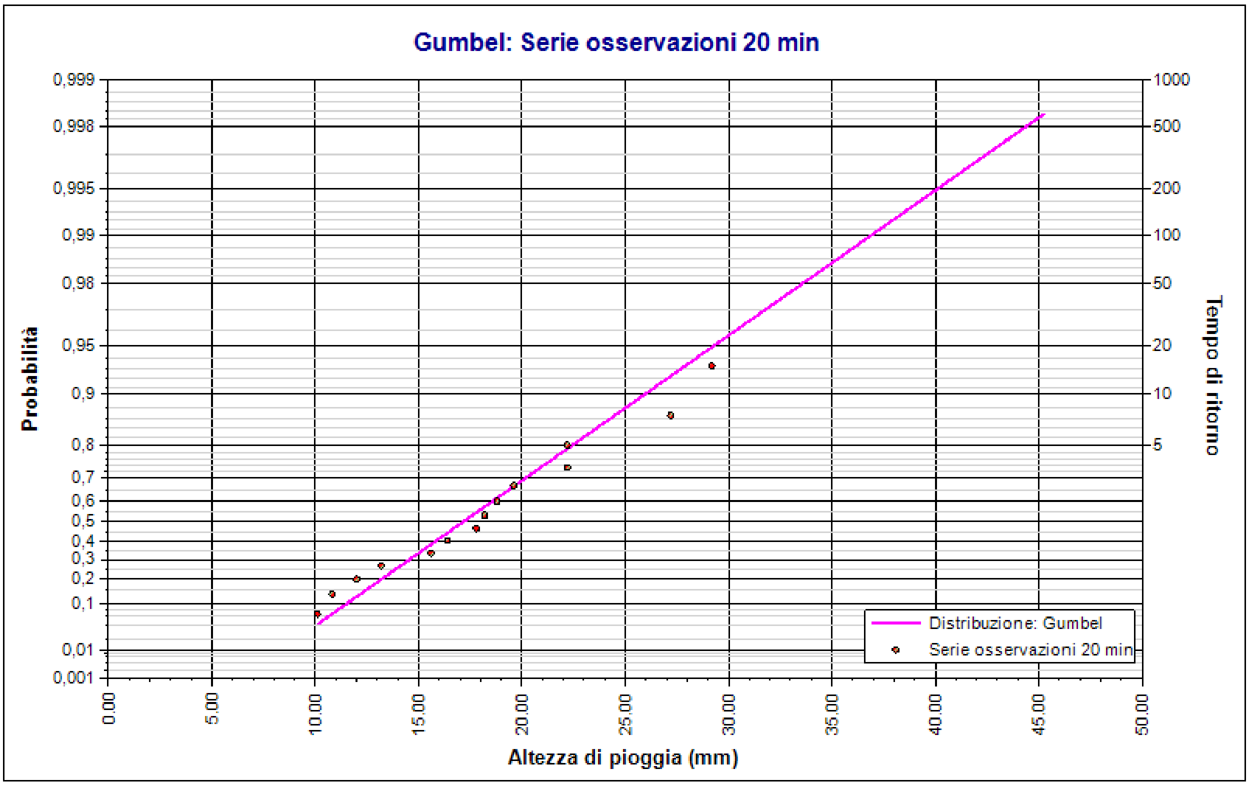
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



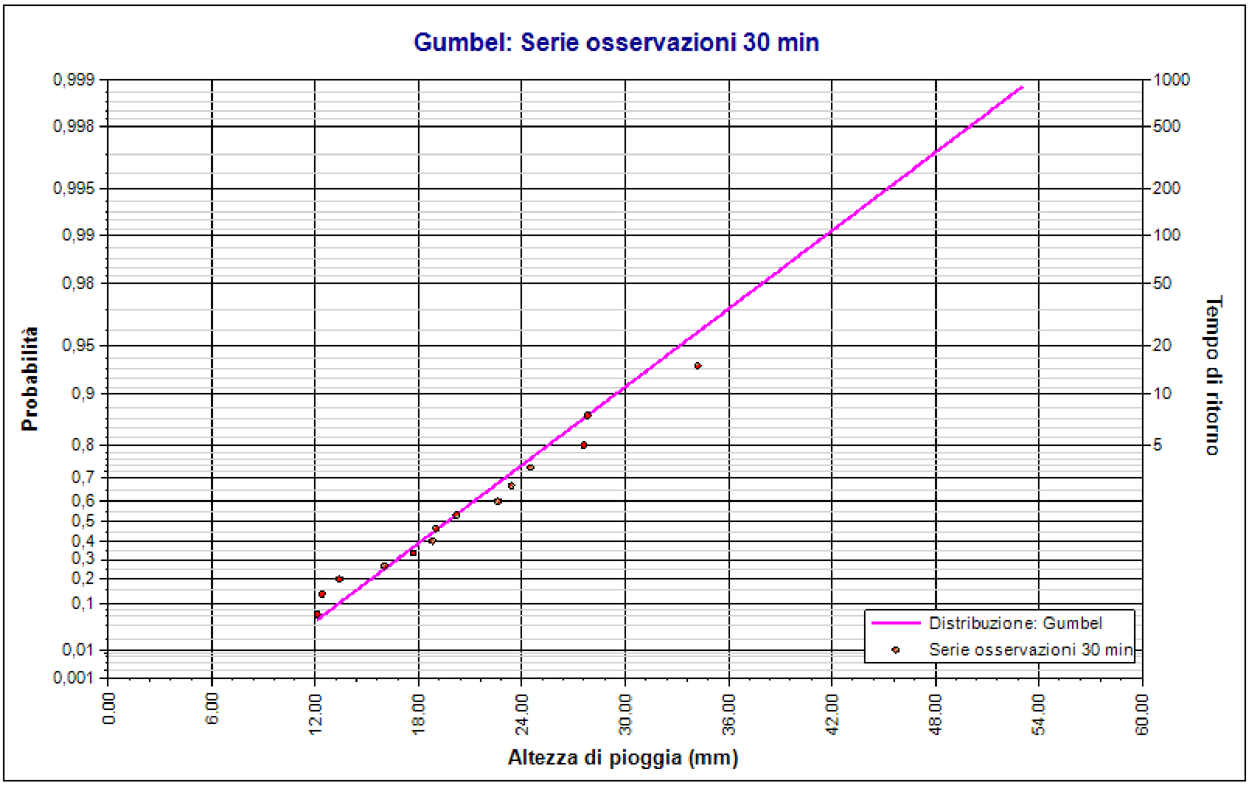
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano
Tempo di ritorno: 25.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

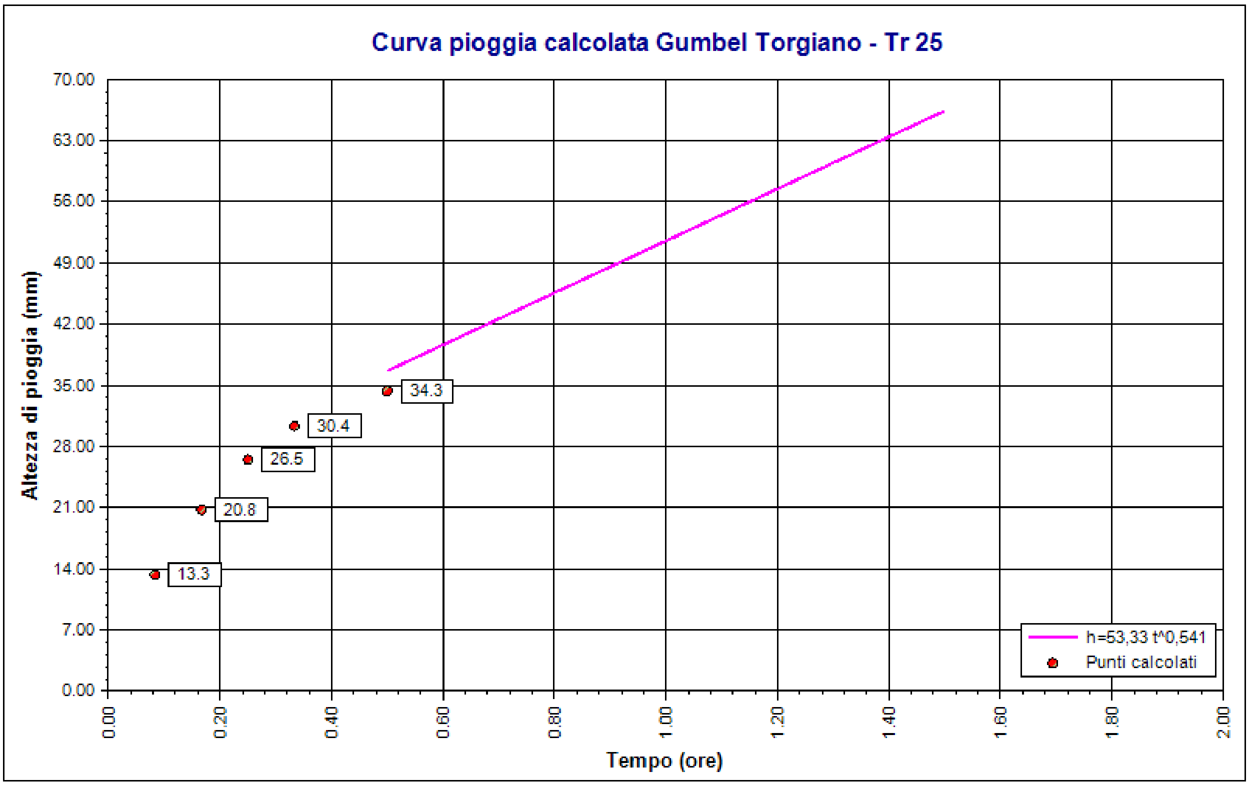
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	13.320
2	0.167	10	20.751
3	0.250	15	26.484
4	0.333	20	30.353
5	0.500	30	34.346

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
53.33	0.54	0.99	$h(t) = 53{,}3\, t^{0.541}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	53.329		9	175.152		17	247.117
2	77.604		10	185.430		18	254.881
3	96.647		11	195.246		19	262.449
4	112.930		12	204.660		20	269.837
5	127.426		13	213.721		21	277.057
6	140.641		14	222.467		22	284.121
7	152.878		15	230.931		23	291.040
8	164.335		16	239.140		24	297.821



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 25

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

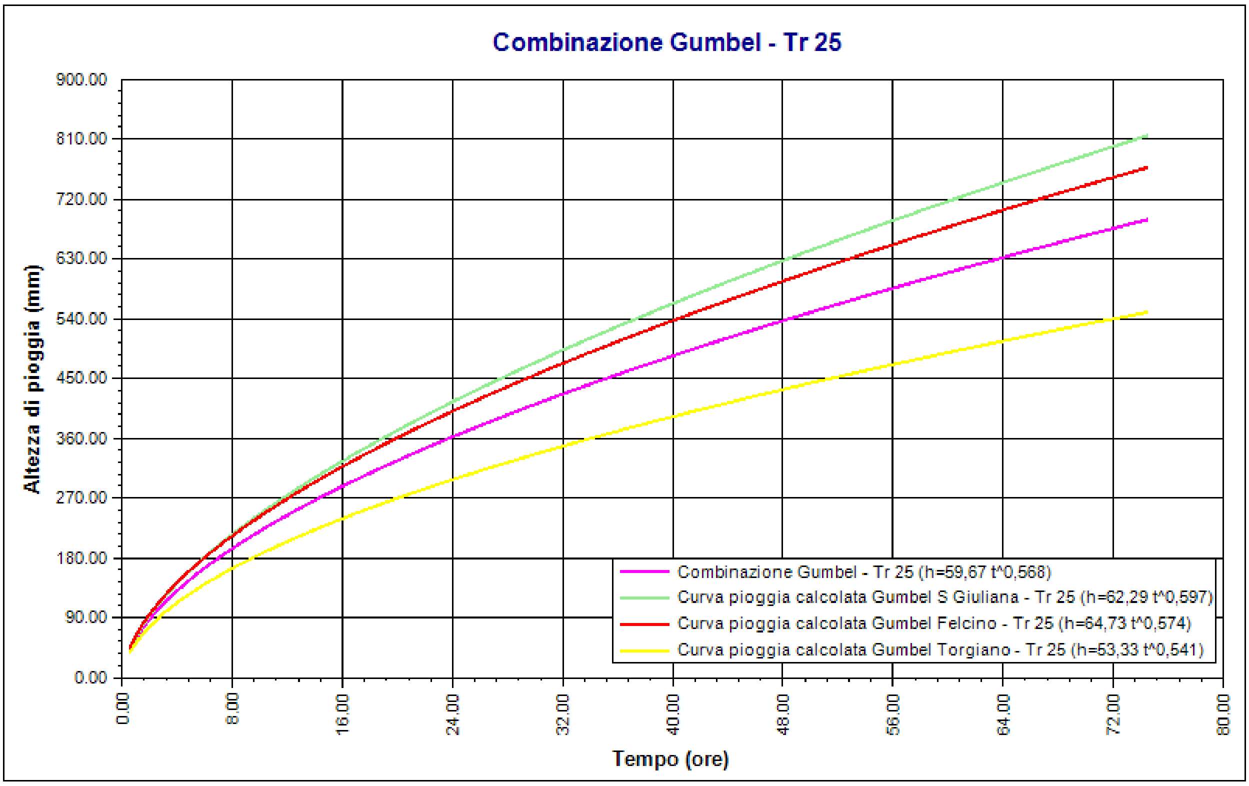
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 25	Curva pioggia calcolata	20	62.29	0.60
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 25	Curva pioggia calcolata	40	64.73	0.57
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 25	Curva pioggia calcolata	40	53.33	0.54

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
59.67	0.57	$h(t) = 59{,}7\ t^{0.568}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	59.666	9	207.642	17	297.907
2	88.425	10	220.438	18	307.729
3	111.306	11	232.691	19	317.319
4	131.048	12	244.470	20	326.693
5	148.742	13	255.833	21	335.866
6	164.958	14	266.823	22	344.852
7	180.040	15	277.478	23	353.663
8	194.215	16	287.831	24	362.309



Combinazione Gumbel - Tr 25

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h

Dati Pluviogramma

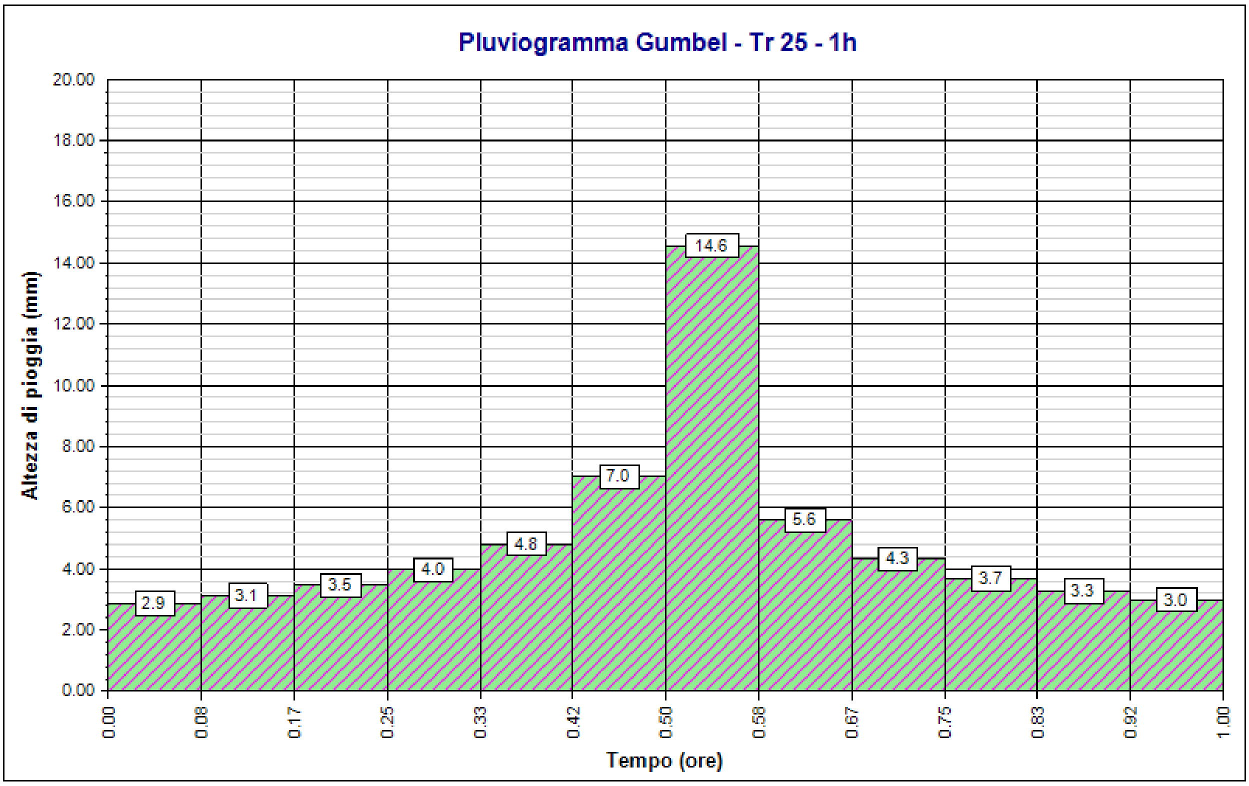
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 25
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 59.666 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
59.67	0.57	$h(t) = 59{,}7\, t^{0.568}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	2.875
2	0.083	0.167	5	10	3.123
3	0.167	0.250	10	15	3.460
4	0.250	0.333	15	20	3.958
5	0.333	0.417	20	25	4.818
6	0.417	0.500	25	30	7.019
7	0.500	0.583	30	35	14.562
8	0.583	0.667	35	40	5.584
9	0.667	0.750	40	45	4.318
10	0.750	0.833	45	50	3.681
11	0.833	0.917	50	55	3.277
12	0.917	1.000	55	60	2.990



Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino F Gumbel - Tr 25 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'*.

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

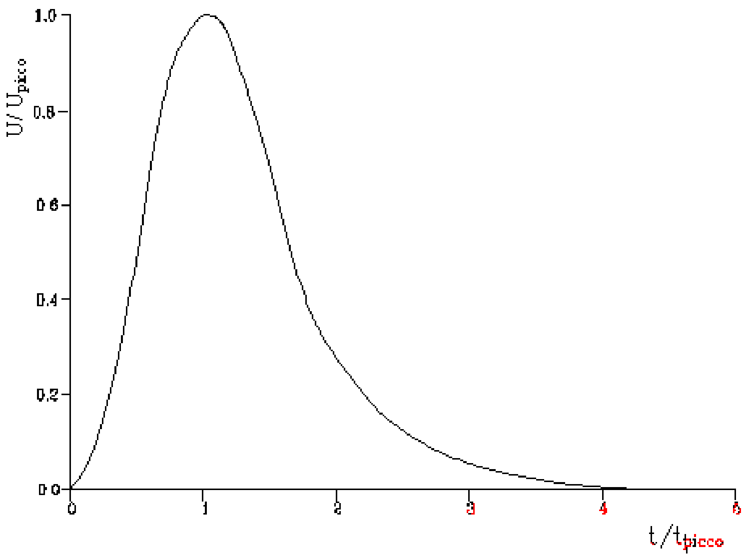
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084\frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j)P(i-j+1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

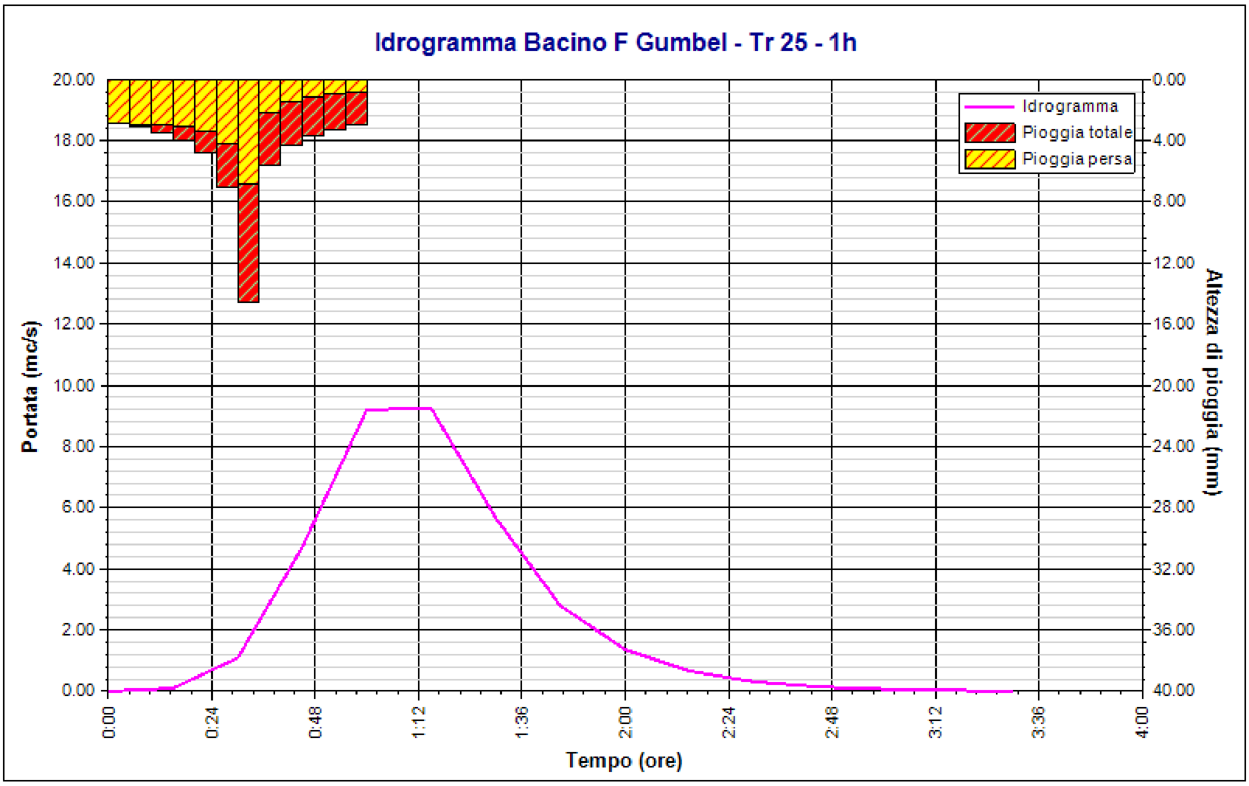
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 25 - 1h
Superficie del bacino: 1.2 kmq
Tlag: 0.444 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 80.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	9.457	8.861	0.596	0.0
2	0.250	15	15.795	10.617	5.178	0.1
3	0.500	30	24.465	10.437	14.027	1.1
4	0.750	45	9.948	3.029	6.920	4.7
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	9.2
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	9.2
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	5.6
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	2.8
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	1.4
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.7
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.3
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.1
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.1
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.0
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	9.2	mc/s
Istante picco	1.250	ore
Istante picco	75.0	minuti
Durata totale evento	3.500	ore
Volume afflusso	72	mc x 1000
Volume deflusso	32	mc x 1000
Altezza afflusso	59.666	mm
Altezza deflusso	26.498	mm
Coeff. deflusso	0.44	-
Coeff. udometrico	7.69	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino F Gumbel - Tr 25 - 1h

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12872
Bacino: Nestore
Comune: Perugia
Quota: 417.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 28
Massima dimensione serie: 28

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

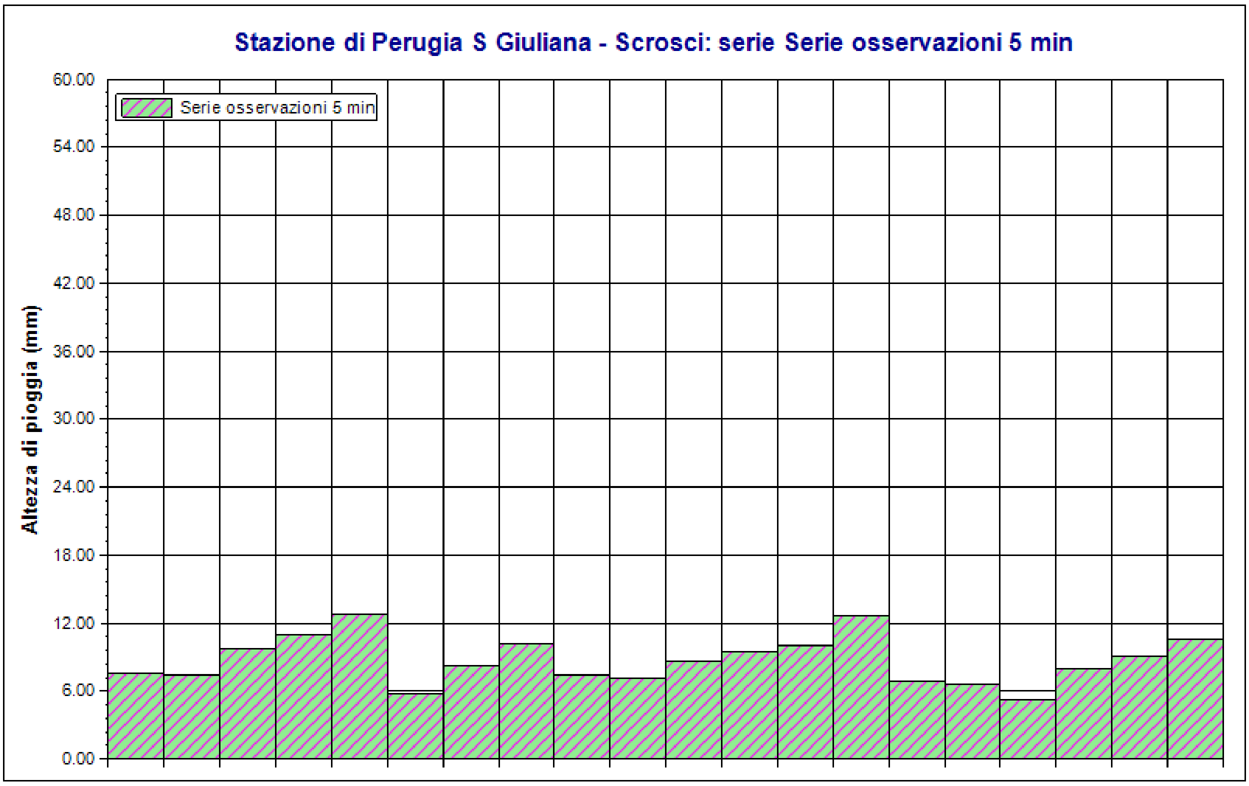
Serie osservazioni

n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	7.5	9.9	10.9	13.1	16.8
2	7.4	13.1	16.6	18.6	20.4
3	9.7	16.3	22.4	25.4	27.0
4	11.0	13.8	15.3	16.8	19.9
5	12.7	19.0	23.7	26.1	29.7
6	5.7	8.1	9.7	10.9	15.5
7	8.2	16.4	19.2	22.0	22.2
8	10.2	17.8	20.3	23.0	28.4
9	7.4	11.1	13.7	14.8	25.0
10	7.1	10.4	13.6	15.9	20.3
11	8.6	15.3	18.0	19.9	26.1
12	9.4	15.4	19.6	20.4	22.6
13	10.0	18.2	26.6	31.4	34.6
14	12.6	14.2	17.0	19.0	20.6
15	6.8	11.0	15.2	17.2	18.4
16	6.6	11.8	16.2	19.2	23.4
17	5.2	8.8	12.0	14.2	17.2
18	8.0	14.0	19.4	23.2	33.0
19	9.0	14.6	20.6	26.4	34.4
20	10.6	14.4	16.4	18.6	21.8
21	8.2	16.2	21.6	25.8	29.0
22	8.4	12.6	15.2	17.2	20.2
23	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2
24	8.6	15.4	20.8	21.8	22.4
25	6.8	8.2	10.4	12.4	15.0
26	5.6	9.8	13.0	15.0	19.2
27	9.2	16.2	22.4	27.8	32.8
28	13.0	19.8	25.2	28.8	30.0

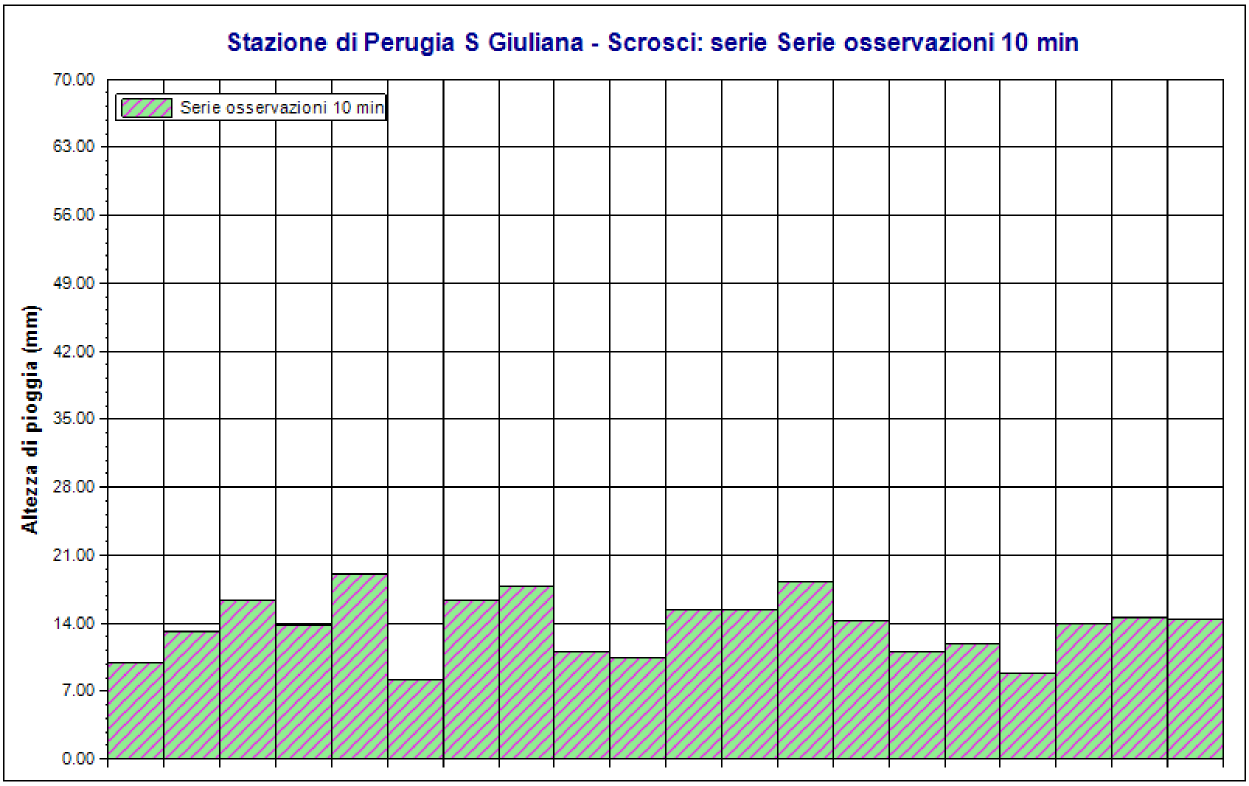
Dati Statistici

Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Somma dei dati	238.7	378.4	482.8	554.7	657.1
Valore minimo	5.2	6.6	7.8	9.8	11.2

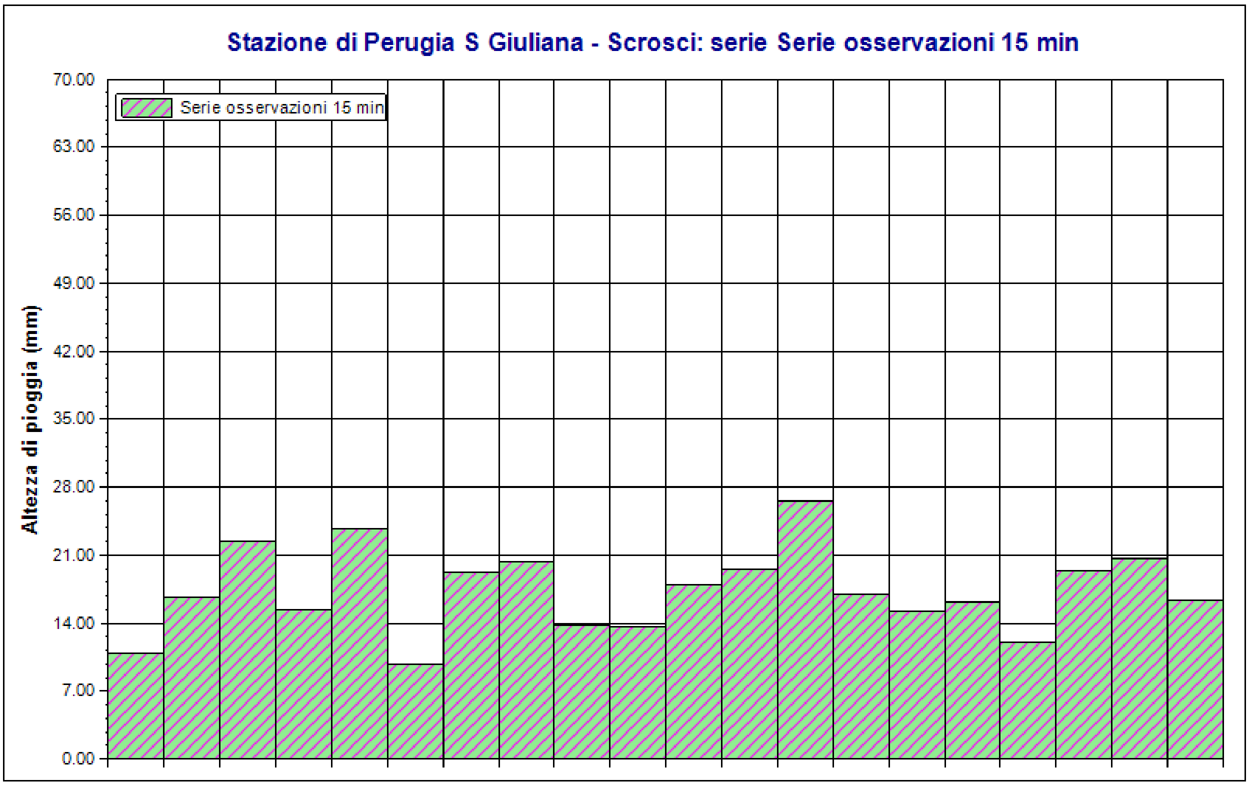
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Valore massimo	13.0	19.8	26.6	31.4	34.6
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Coeff. variazione	0.254	0.260	0.280	0.285	0.266
Coeff. asimmetria	0.468	-0.191	-0.033	0.187	0.223



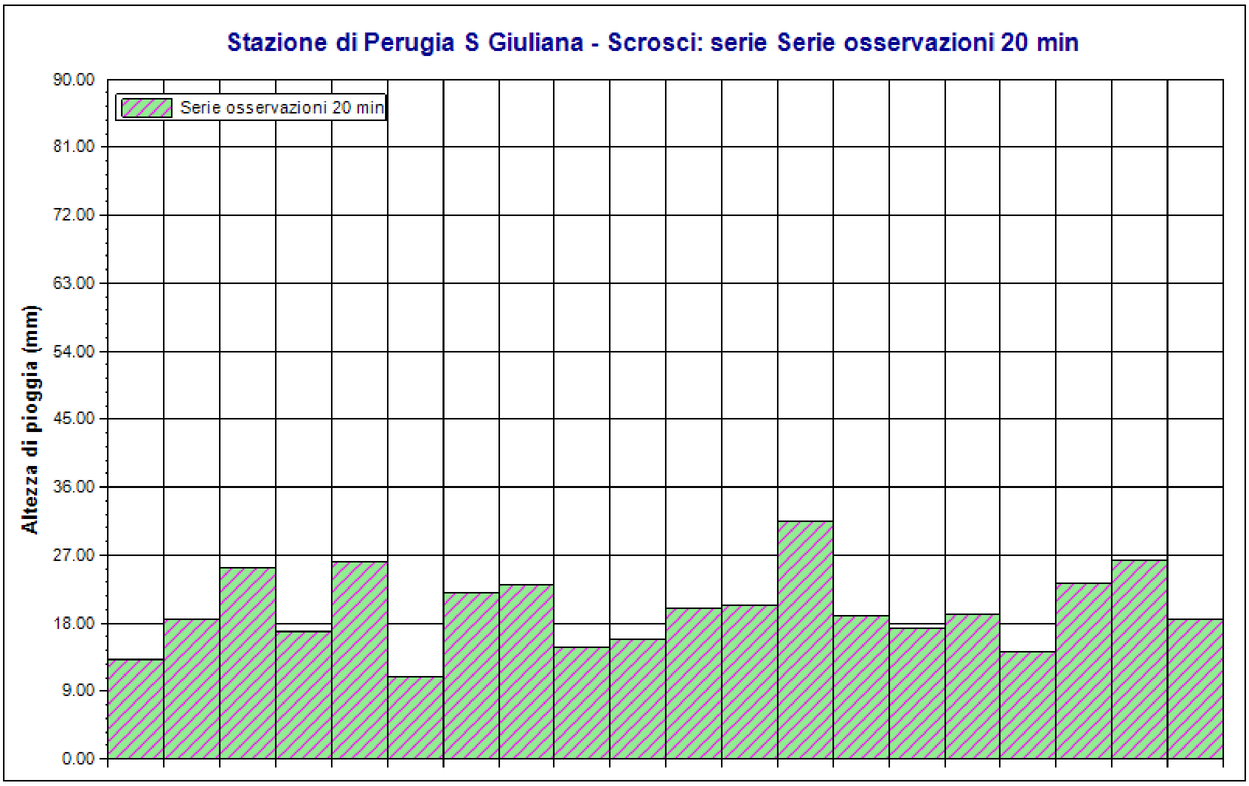
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



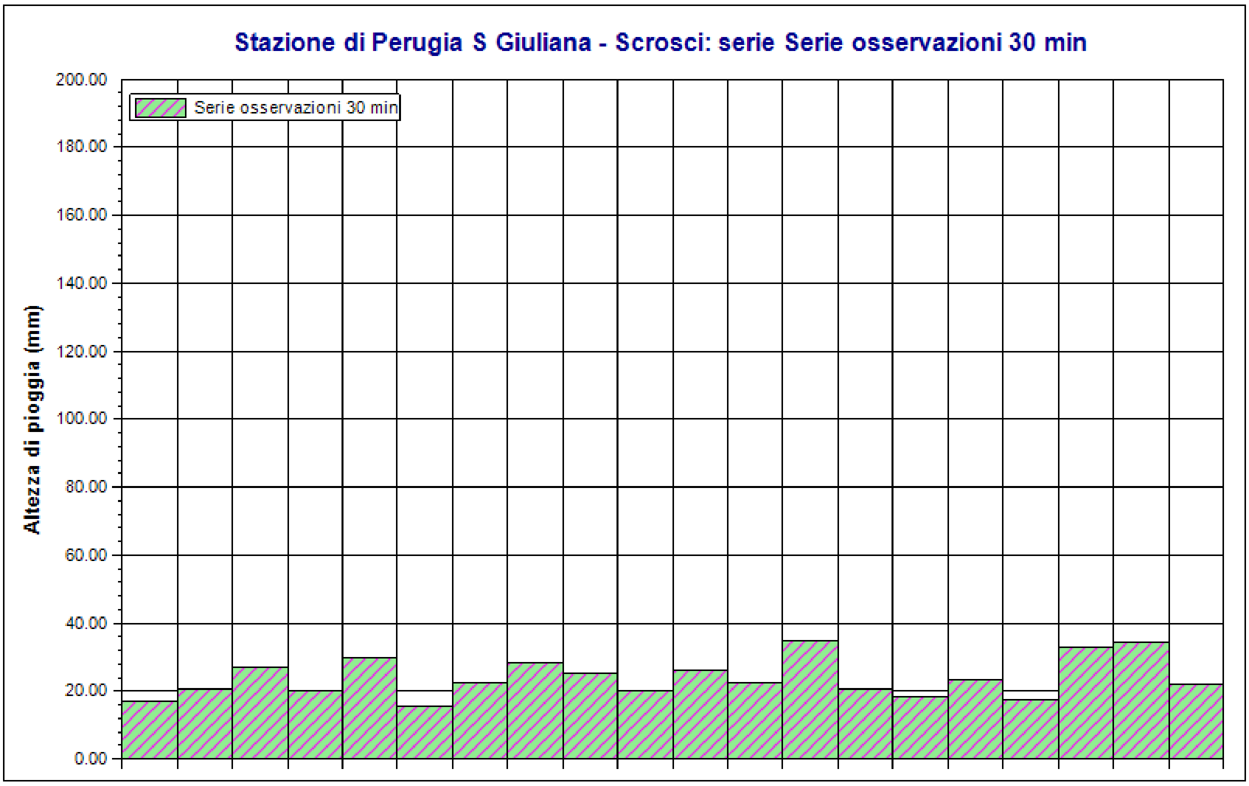
Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel S Giuliana

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\;-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\;-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Perugia S Giuliana - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

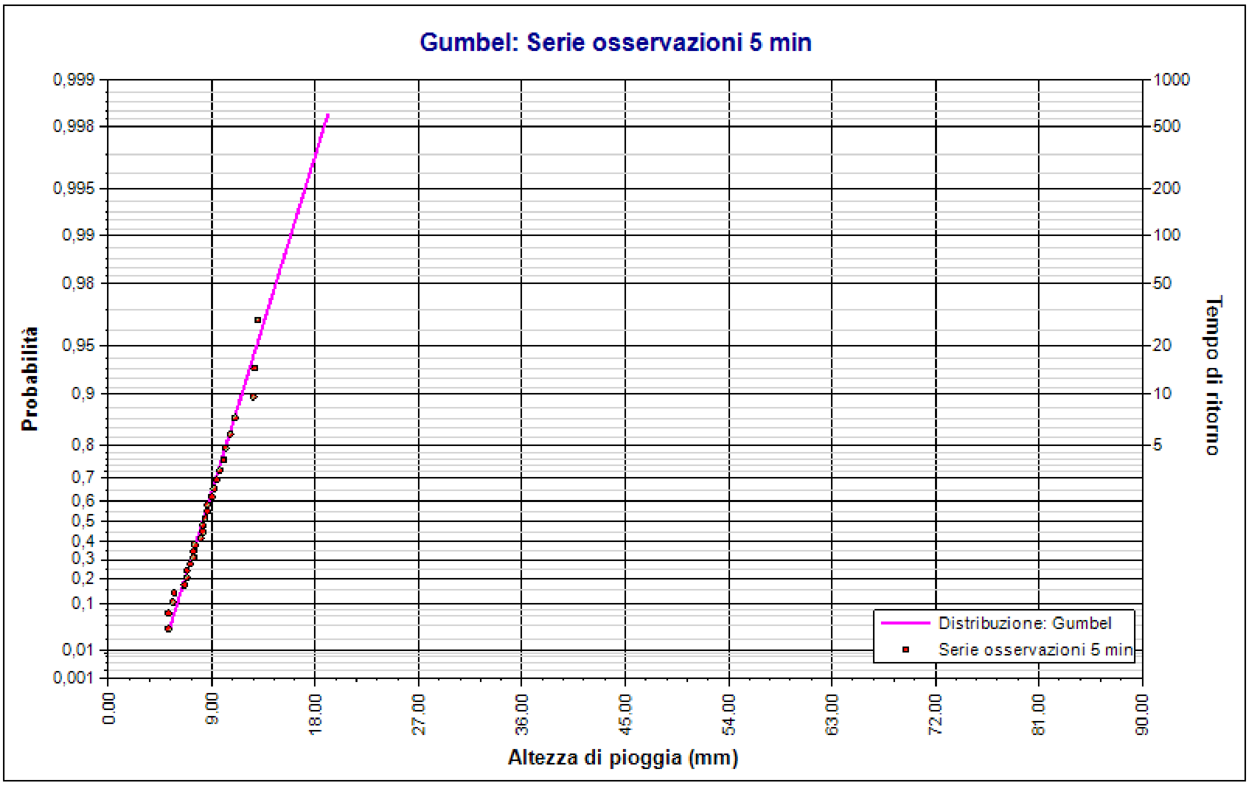
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	28	28	28	28	28
Valore medio	8.53	13.51	17.24	19.81	23.47
Dev. standard	2.17	3.52	4.84	5.65	6.24
Alfa	0.5514	0.3000	0.2227	0.2011	0.1811
Epsilon	7.509	11.763	14.866	17.093	20.482

Espressioni delle CDF della distribuzione

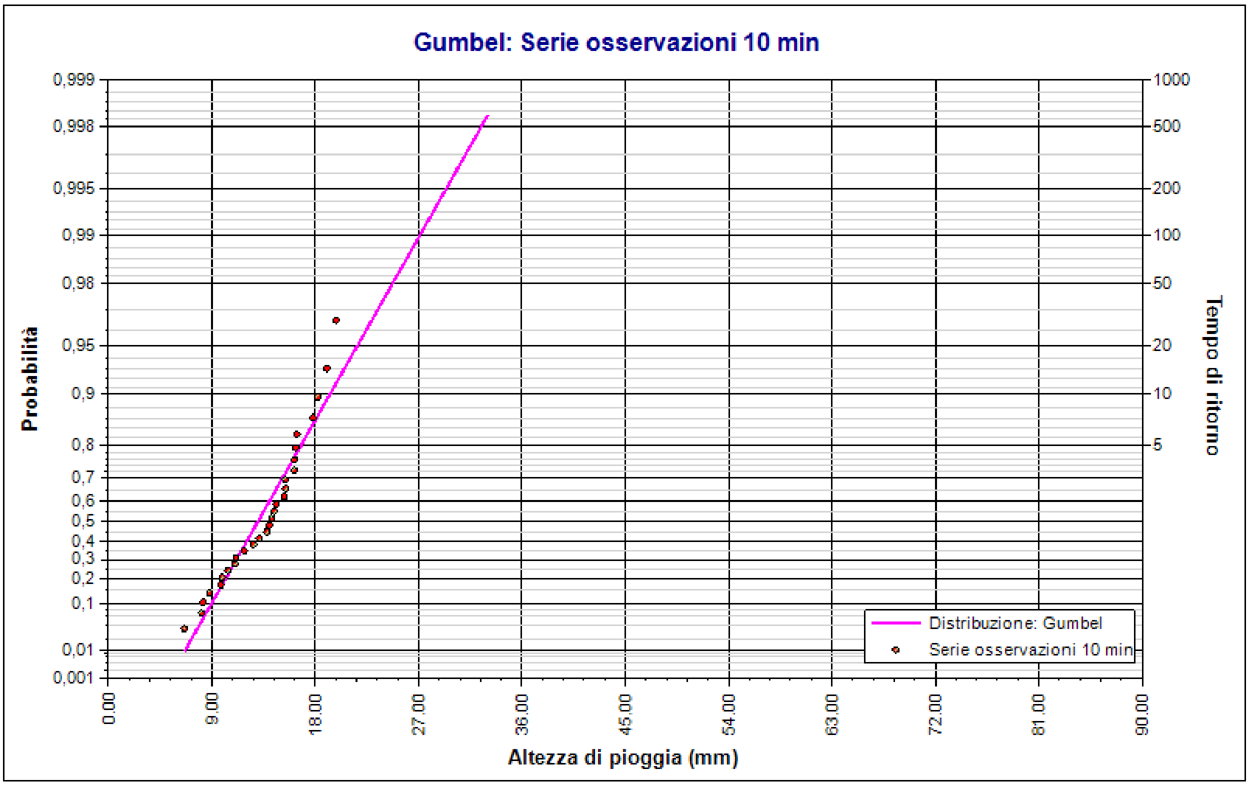
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}551\left(x-7{,}509\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}300\left(x-11{,}763\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}223\left(x-14{,}866\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}201\left(x-17{,}093\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}181\left(x-20{,}482\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

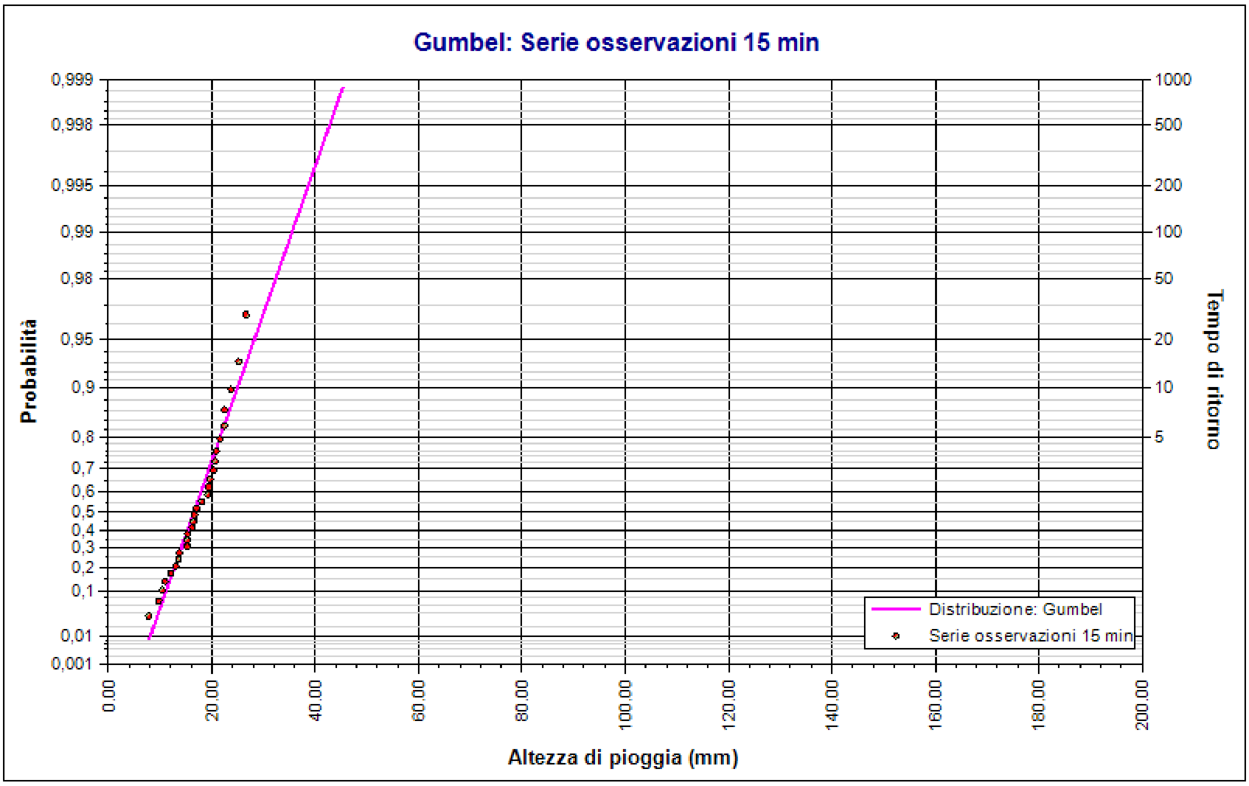
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.98	16.51	18.92	22.51
5 anni	10.23	16.76	21.60	24.55	28.76
10 anni	11.59	19.26	24.97	28.28	32.91
20 anni	12.90	21.66	28.20	31.86	36.88
50 anni	14.59	24.77	32.38	36.50	42.03
100 anni	15.85	27.10	35.52	39.97	45.88
200 anni	17.11	29.41	38.64	43.43	49.72
500 anni	18.78	32.47	42.76	47.99	54.79
1000 anni	20.04	34.78	45.88	51.44	58.62



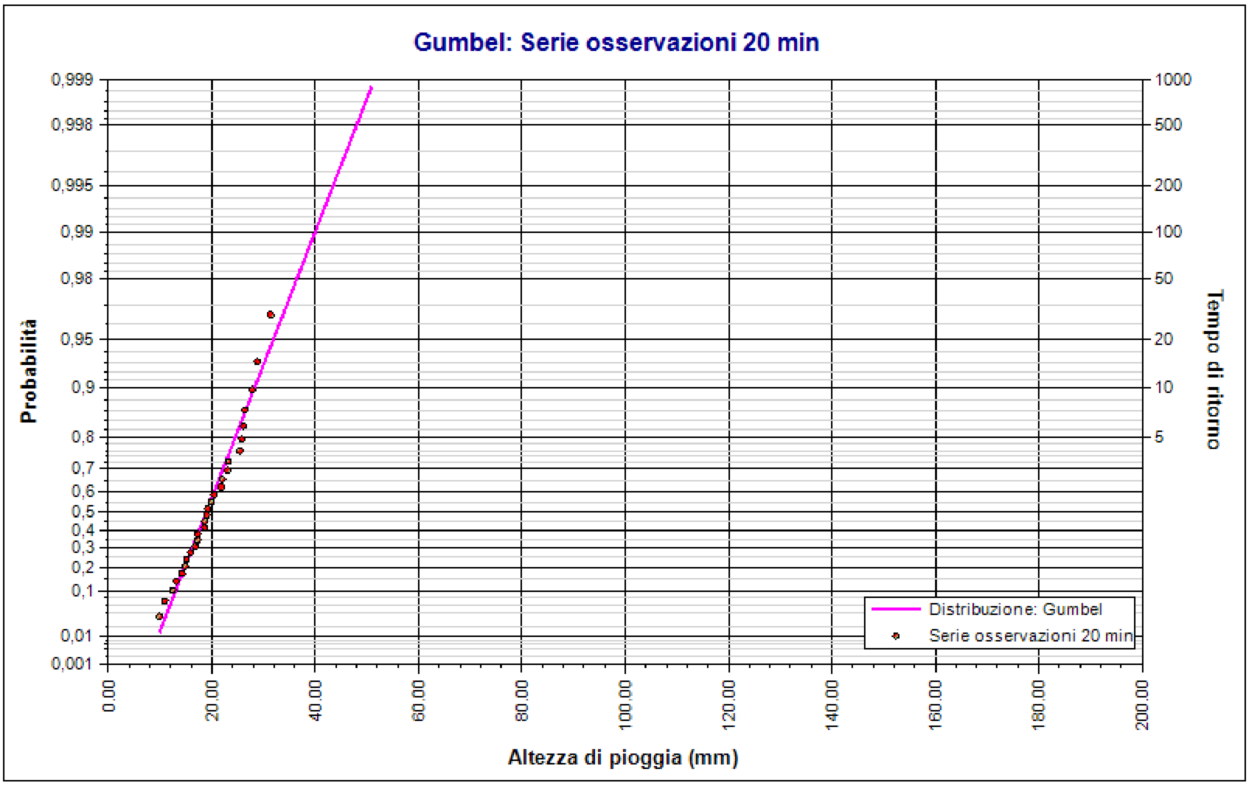
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



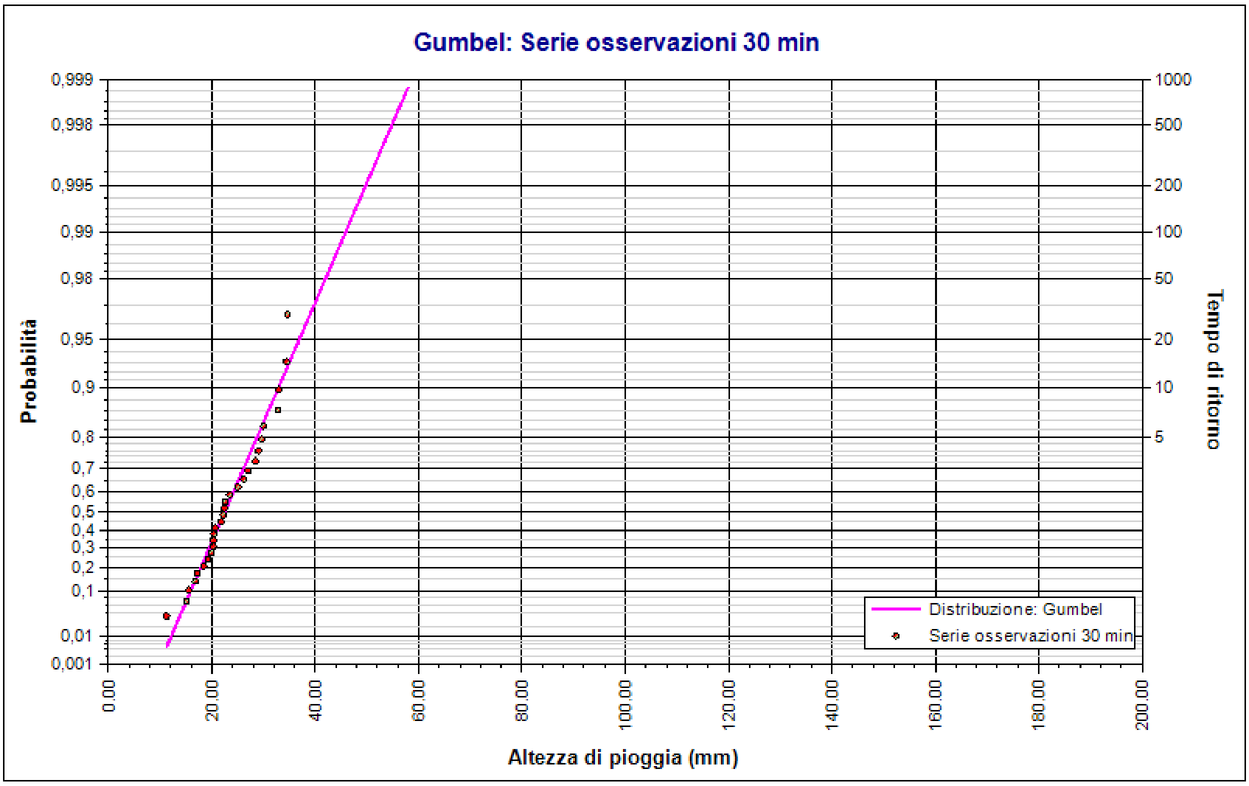
Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel S Giuliana. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel S Giuliana

Tempo di ritorno: 10.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

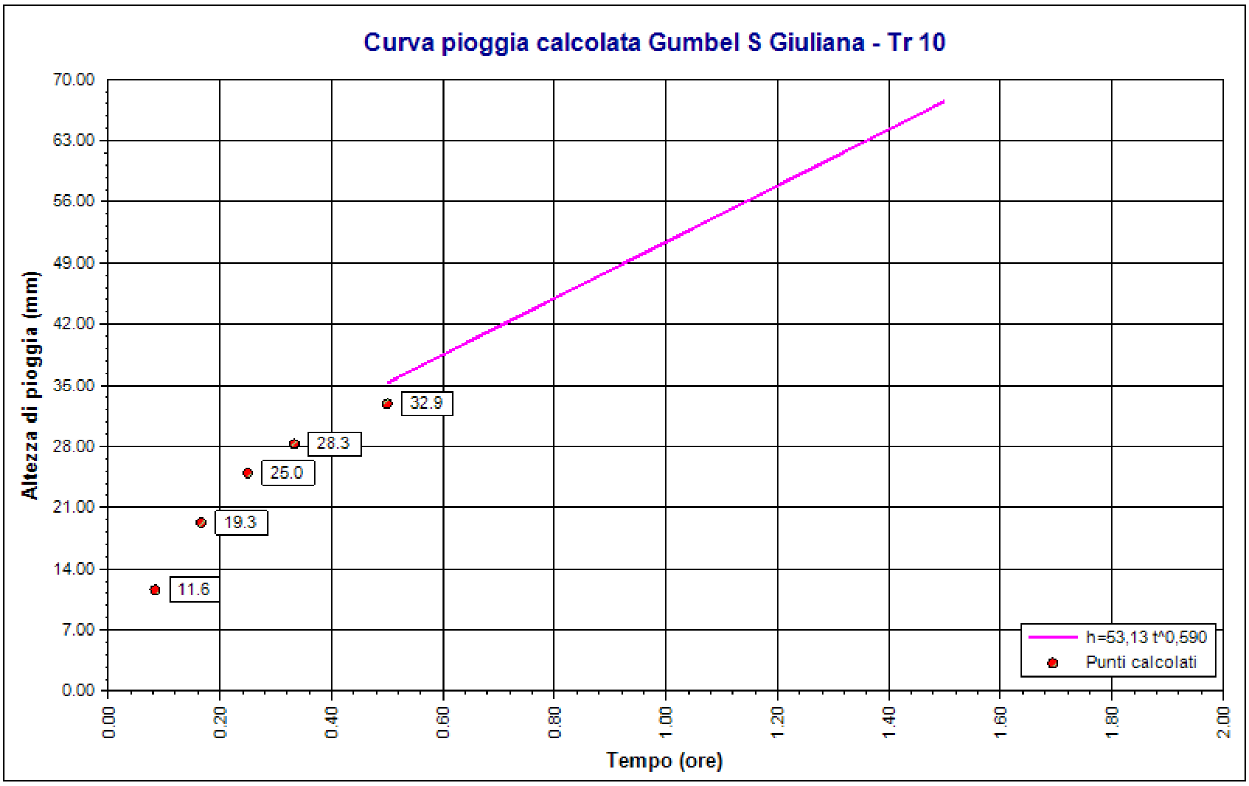
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	11.590
2	0.167	10	19.263
3	0.250	15	24.970
4	0.333	20	28.283
5	0.500	30	32.906

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
53.13	0.59	0.99	$h(t) = 53,1\ t^{0.590}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	53.132		9	194.464		17	283.100
2	80.005		10	206.947		18	292.818
3	101.648		11	218.928		19	302.318
4	120.469		12	230.471		20	311.615
5	137.436		13	241.626		21	320.723
6	153.059		14	252.434		22	329.656
7	167.645		15	262.931		23	338.423
8	181.399		16	273.145		24	347.036



Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Felcino - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12760
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 205.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 17
Massima dimensione serie: 17

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

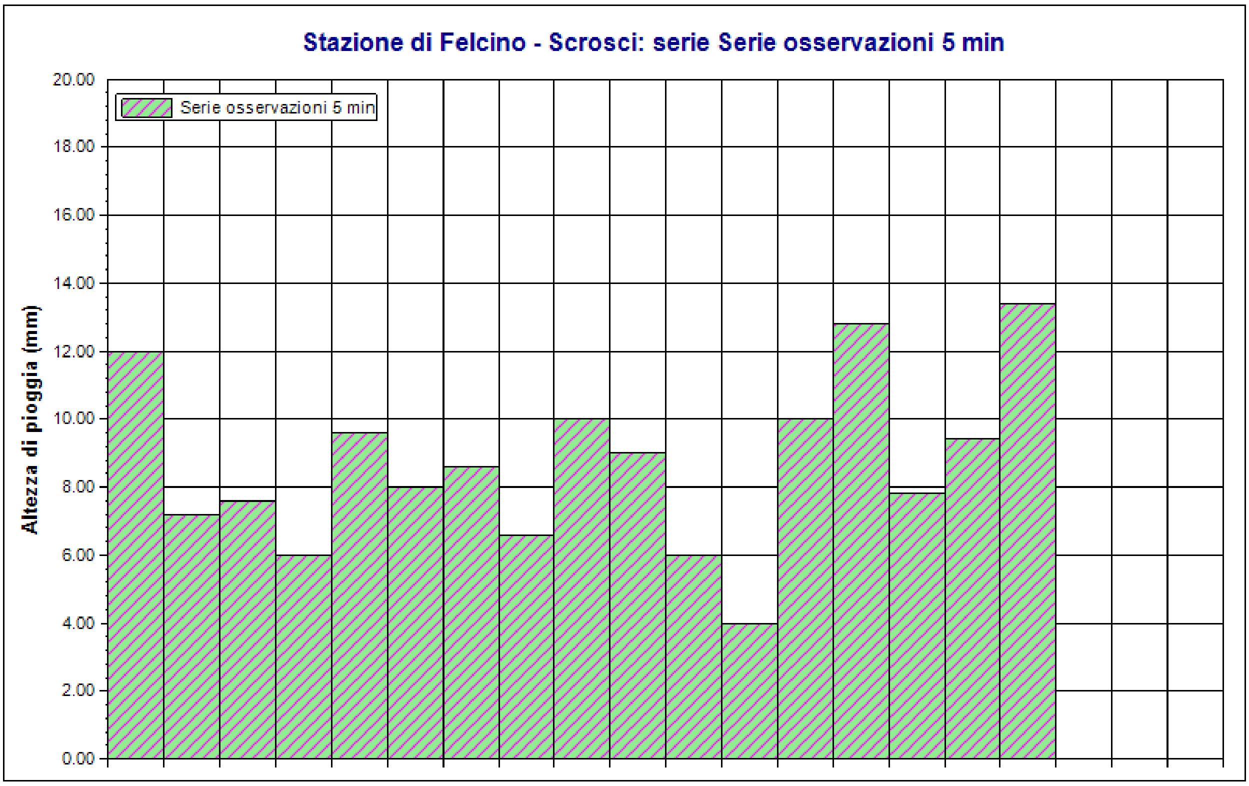
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

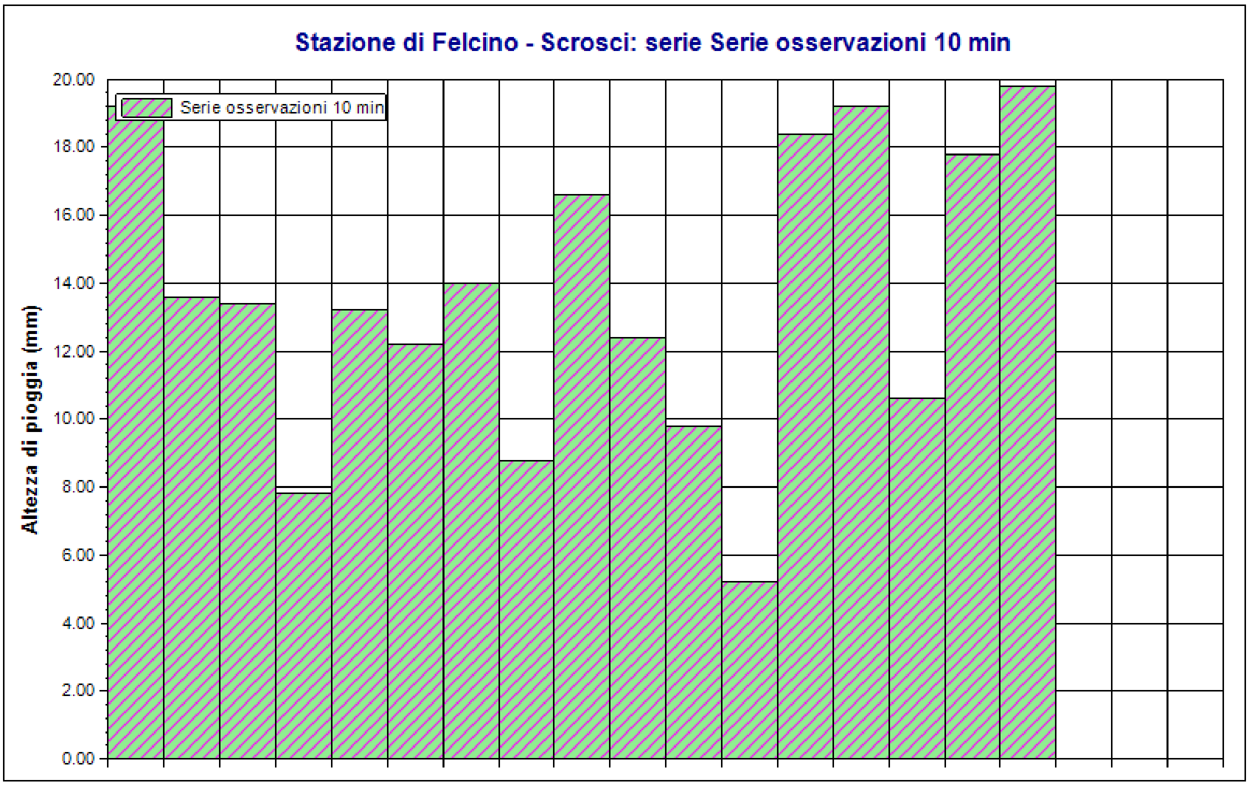
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	12.0	19.2	22.2	23.6	25.0
2	7.2	13.6	19.4	23.8	28.2
3	7.6	13.4	14.8	16.4	16.6
4	6.0	7.8	10.2	11.0	11.0
5	9.6	13.2	16.6	18.6	20.8
6	8.0	12.2	12.8	15.4	18.8
7	8.6	14.0	18.8	22.2	25.4
8	6.6	8.8	13.2	16.2	21.8
9	10.0	16.6	19.2	19.6	23.2
10	9.0	12.4	15.0	17.2	18.6
11	6.0	9.8	11.8	12.6	13.8
12	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
13	10.0	18.4	25.0	33.0	41.0
14	12.8	19.2	19.8	20.0	20.0
15	7.8	10.6	13.6	16.4	20.8
16	9.4	17.8	24.2	28.4	37.0
17	13.4	19.8	23.8	26.8	28.0

Dati Statistici

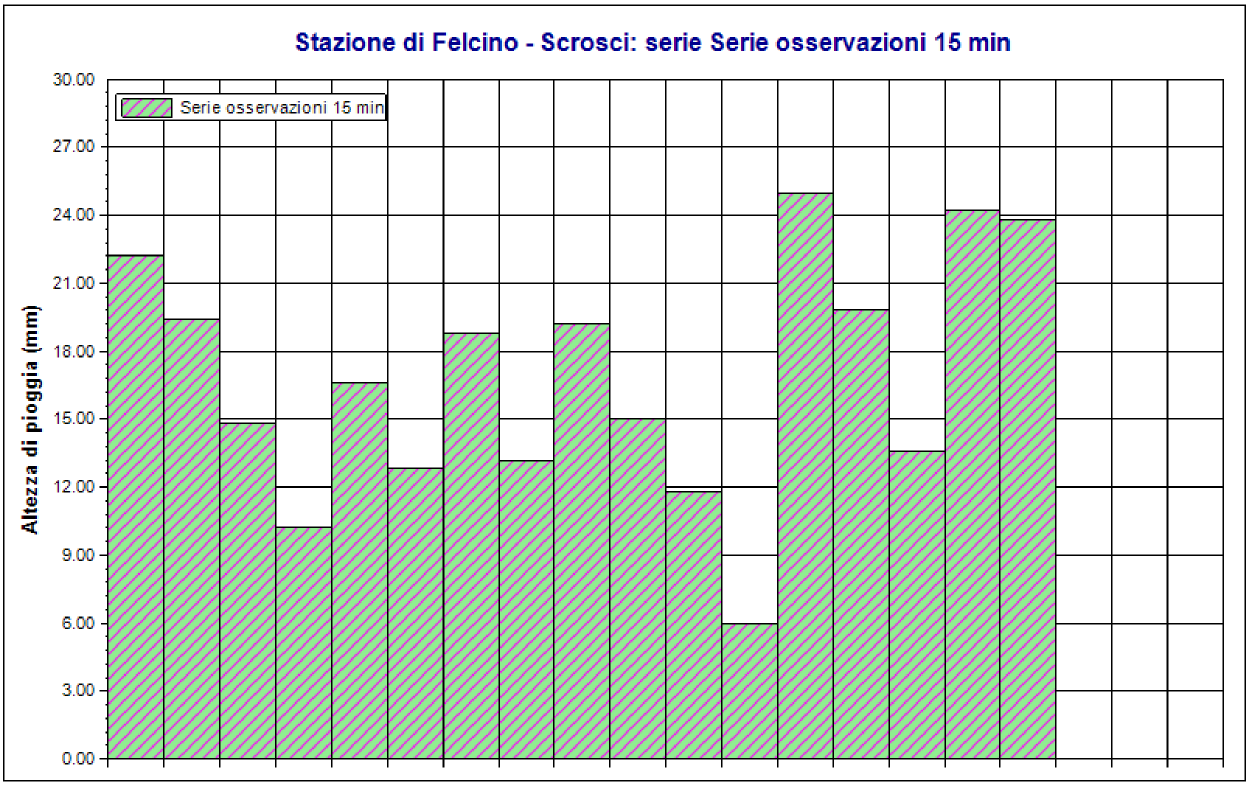
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Somma dei dati	148.0	232.0	286.4	328.0	378.4
Valore minimo	4.0	5.2	6.0	6.8	8.4
Valore massimo	13.4	19.8	25.0	33.0	41.0
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Coeff. variazione	0.288	0.320	0.317	0.341	0.375
Coeff. asimmetria	0.244	-0.193	-0.172	0.245	0.642



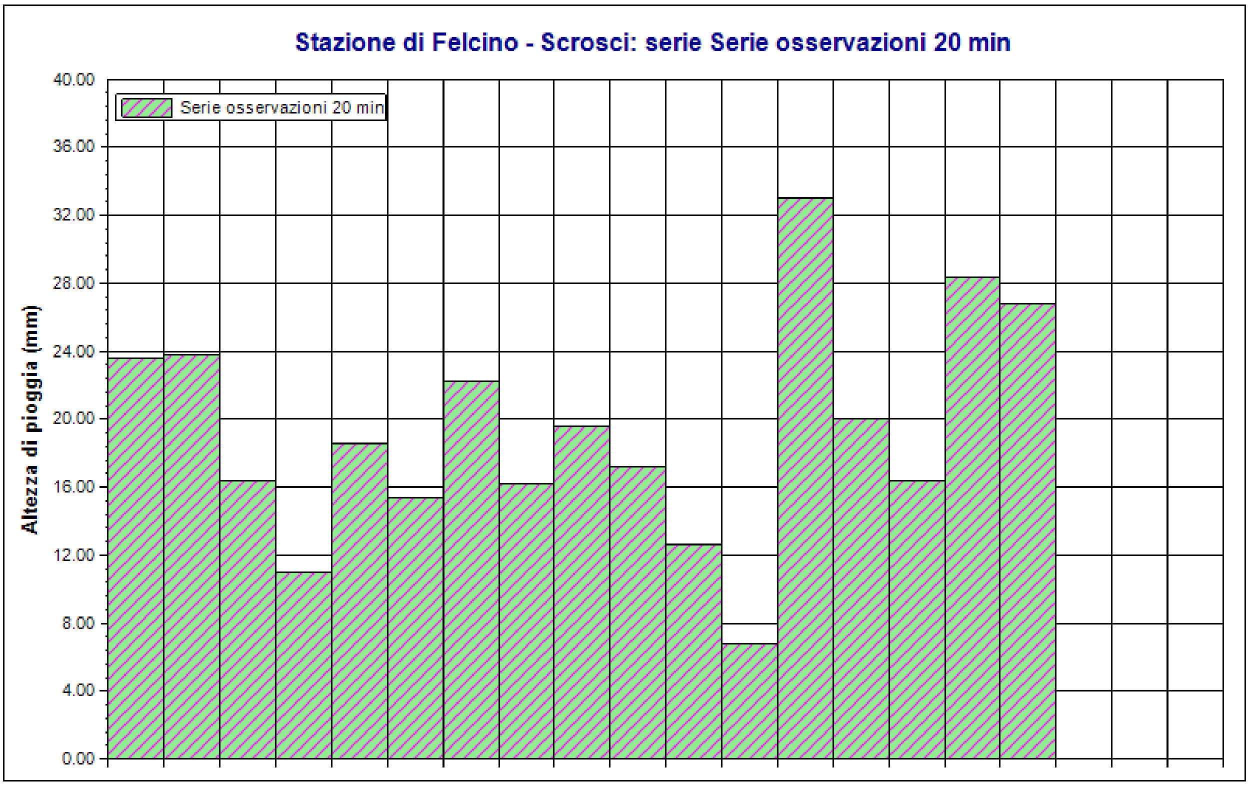
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



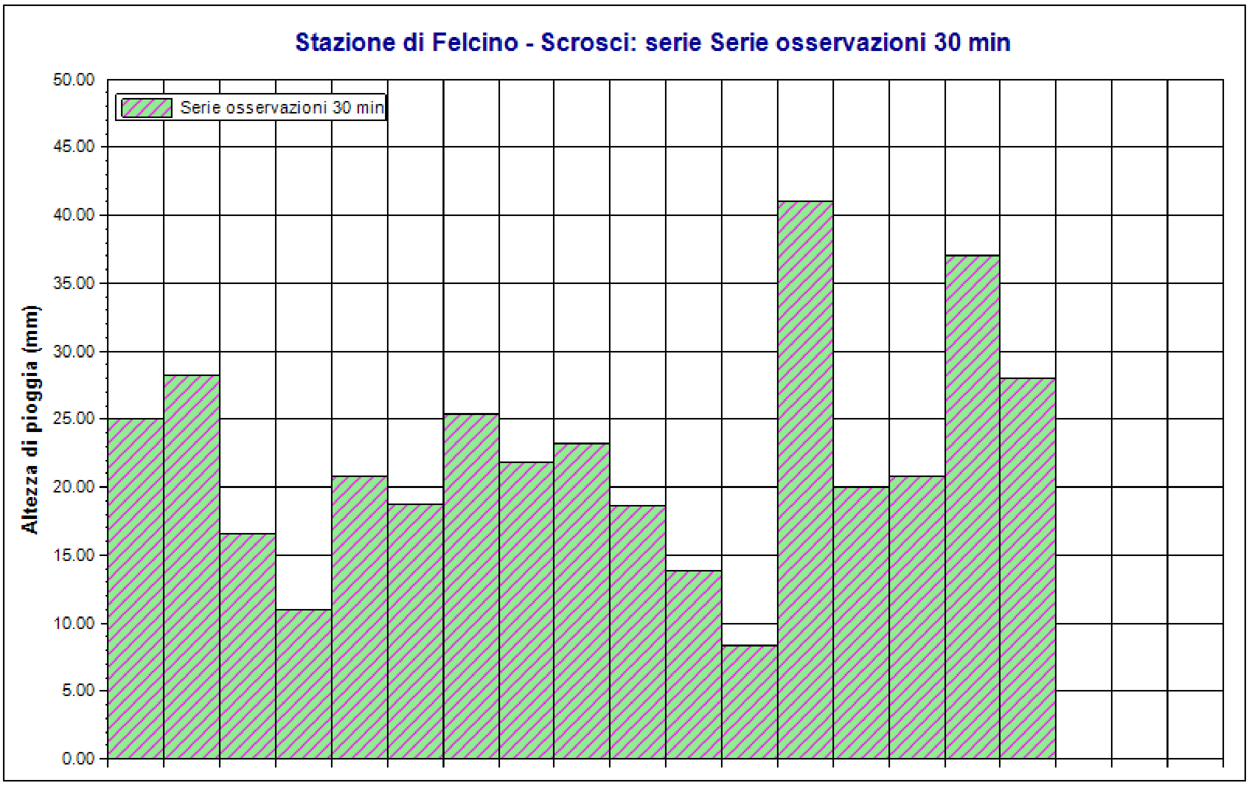
Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Felcino - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Felcino

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi\left(x = z_k\right) = \left[\Phi\left(z\right)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right)=1-\frac{1}{k}\,e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right)=\left[1-\frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right)=e^{\,-e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha}=\frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma=\frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon=\eta-0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Felcino - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

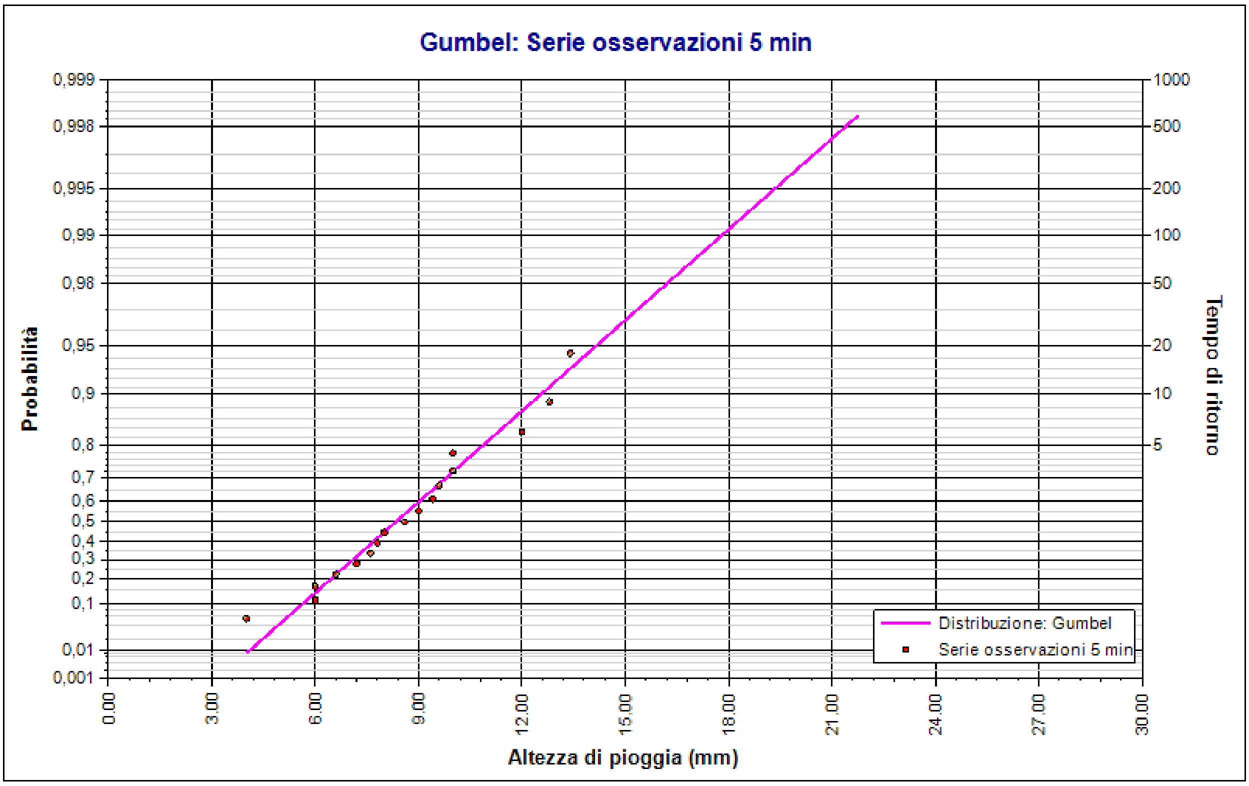
Parametro	Durate				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
Dimensione campione	17	17	17	17	17
Valore medio	8.71	13.65	16.85	19.29	22.26
Dev. standard	2.51	4.37	5.35	6.57	8.34
Alfa	0.4475	0.2433	0.1964	0.1687	0.1434
Epsilon	7.518	11.502	14.225	16.171	18.433

Espressioni delle CDF della distribuzione

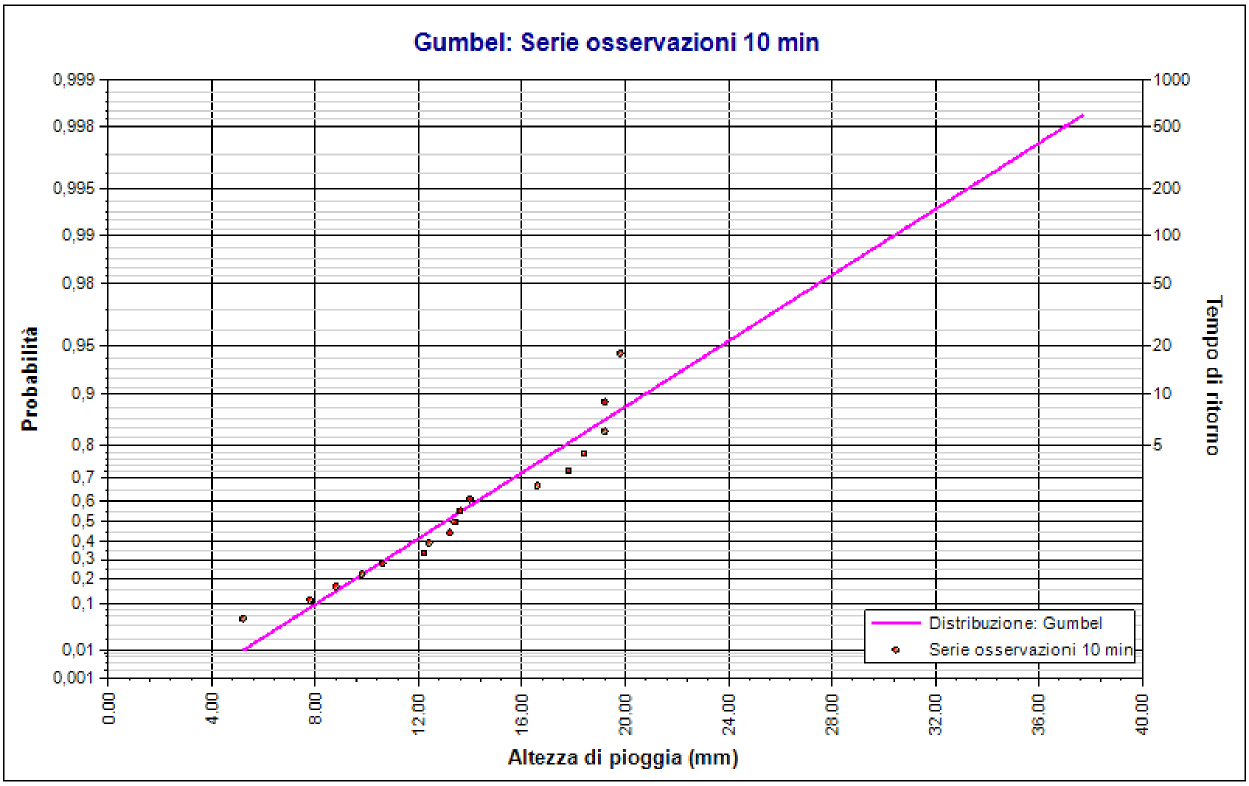
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}448\left(x-7{,}518\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}243\left(x-11{,}502\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}196\left(x-14{,}225\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}169\left(x-16{,}171\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}143\left(x-18{,}433\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

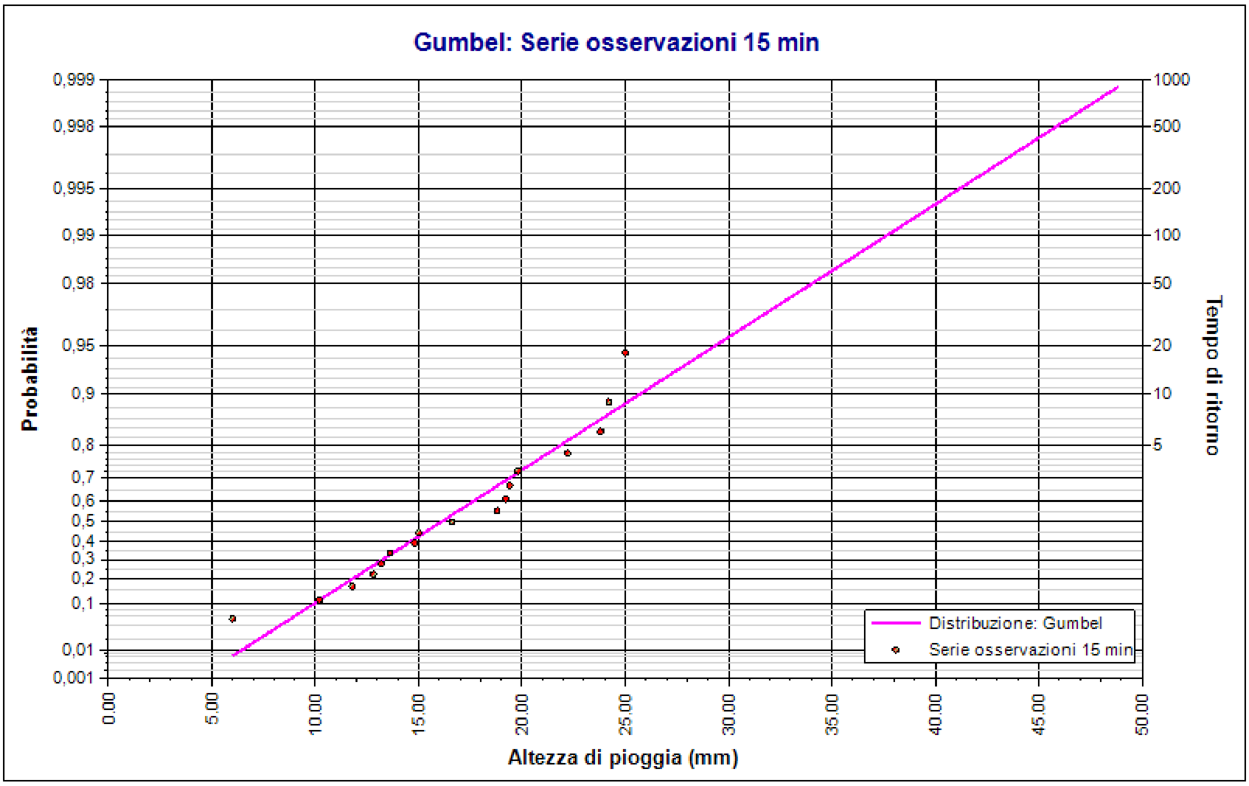
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.34	13.01	16.09	18.34	20.99
5 anni	10.87	17.67	21.86	25.06	28.89
10 anni	12.55	20.75	25.68	29.51	34.12
20 anni	14.15	23.71	29.35	33.78	39.14
50 anni	16.24	27.54	34.10	39.30	45.64
100 anni	17.80	30.41	37.65	43.44	50.51
200 anni	19.35	33.26	41.19	47.57	55.36
500 anni	21.40	37.04	45.87	53.01	61.76
1000 anni	22.95	39.89	49.40	57.12	66.60



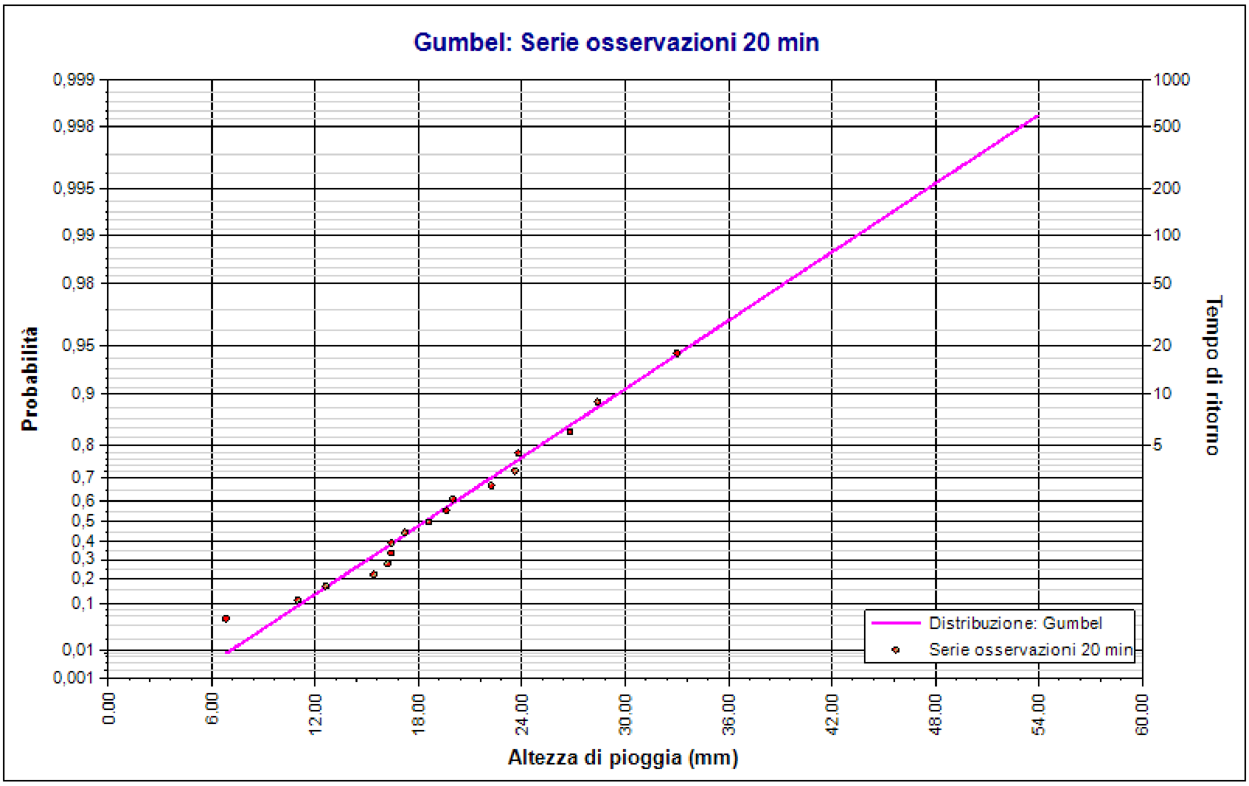
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



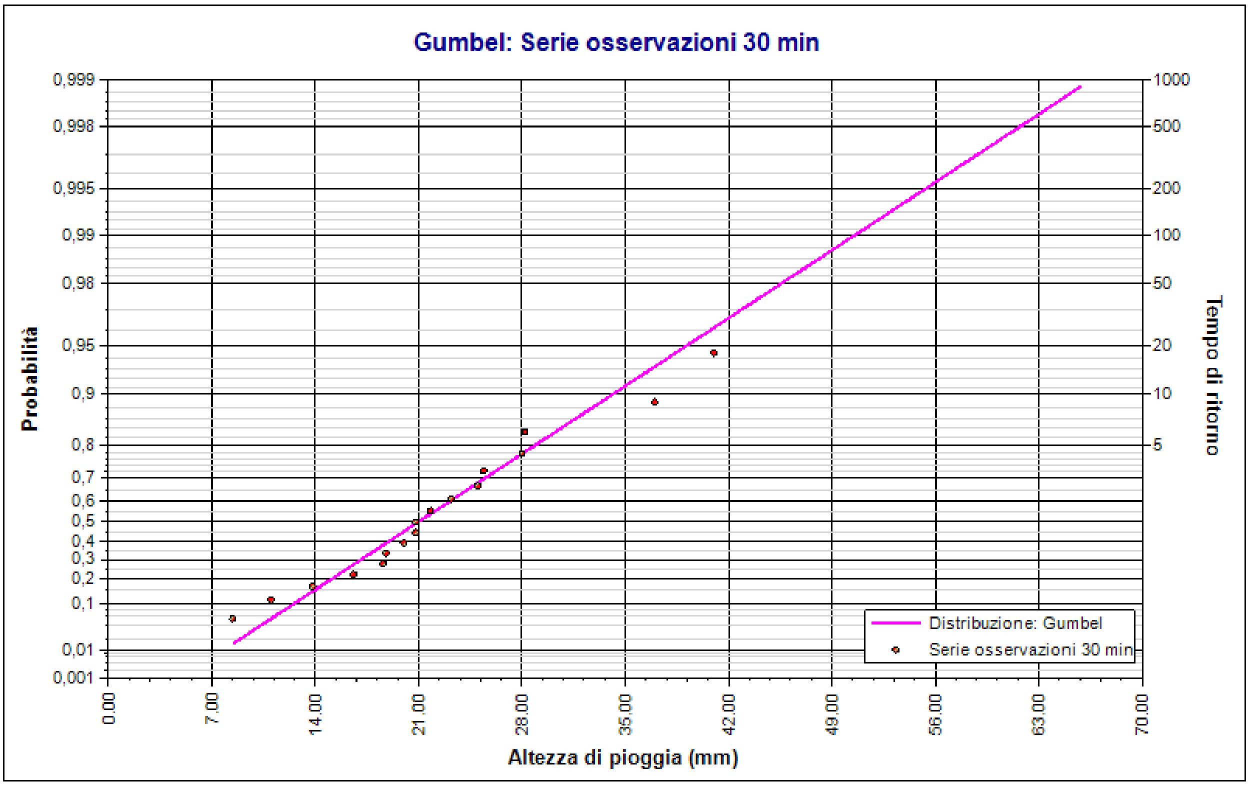
Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Felcino. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata
Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Felcino
Tempo di ritorno: 10.000 anni
Numero punti: 5
Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

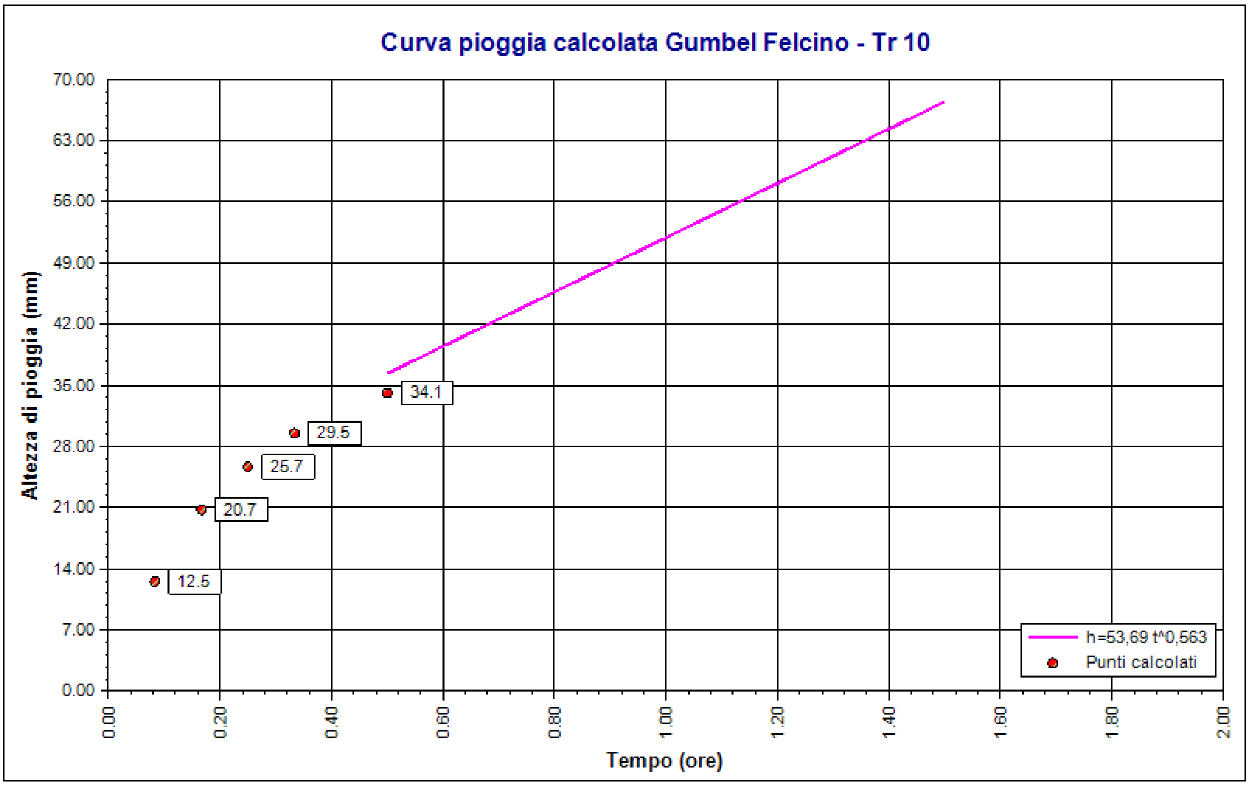
n	Durata (ore)	Durata (minuti)	Altezza (mm)
1	0.083	5	12.546
2	0.167	10	20.750
3	0.250	15	25.685
4	0.333	20	29.513
5	0.500	30	34.125

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
53.69	0.56	0.99	$h(t) = 53{,}7\ t^{0.563}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	53.695		9	184.827		17	264.334
2	79.302		10	196.113		18	272.972
3	99.620		11	206.916		19	281.402
4	117.121		12	217.297		20	289.641
5	132.787		13	227.305		21	297.701
6	147.130		14	236.982		22	305.595
7	160.459		15	246.361		23	313.334
8	172.977		16	255.470		24	320.926



Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10

Rapporto sulla stazione di misura:

Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Dati Stazione

Codice: 12778
Bacino: Media valle del Tevere
Comune: Perugia
Quota: 193.0 m s.l.m.
Latitudine:
Longtudine:

Dati Serie

Serie presenti: 5
Durate presenti: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti
Minima dimensione serie: 14
Massima dimensione serie: 14

	Serie n. 1
Nome della serie	Serie osservazioni 5 min
Durata	5 minuti
Descrizione	

	Serie n. 2
Nome della serie	Serie osservazioni 10 min
Durata	10 minuti
Descrizione	

	Serie n. 3
Nome della serie	Serie osservazioni 15 min
Durata	15 minuti
Descrizione	

	Serie n. 4
Nome della serie	Serie osservazioni 20 min
Durata	20 minuti
Descrizione	

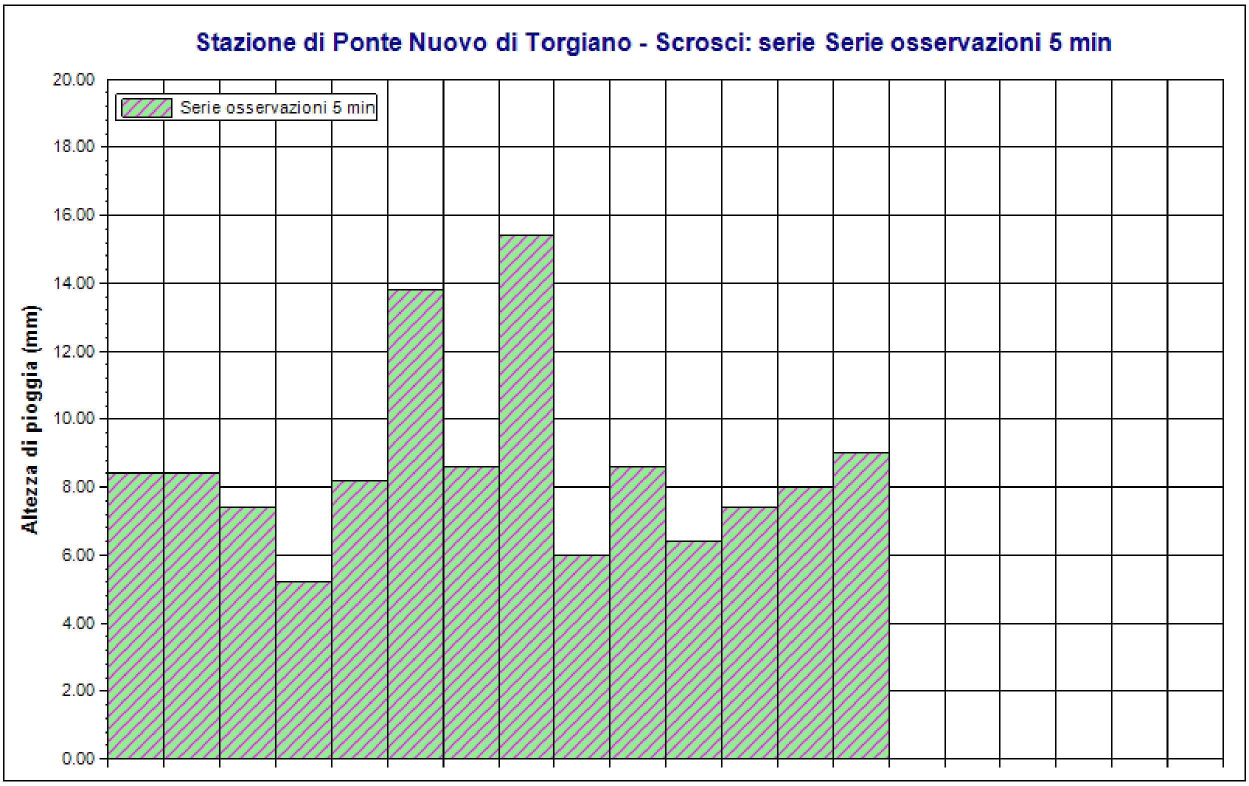
	Serie n. 5
Nome della serie	Serie osservazioni 30 min
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie osservazioni

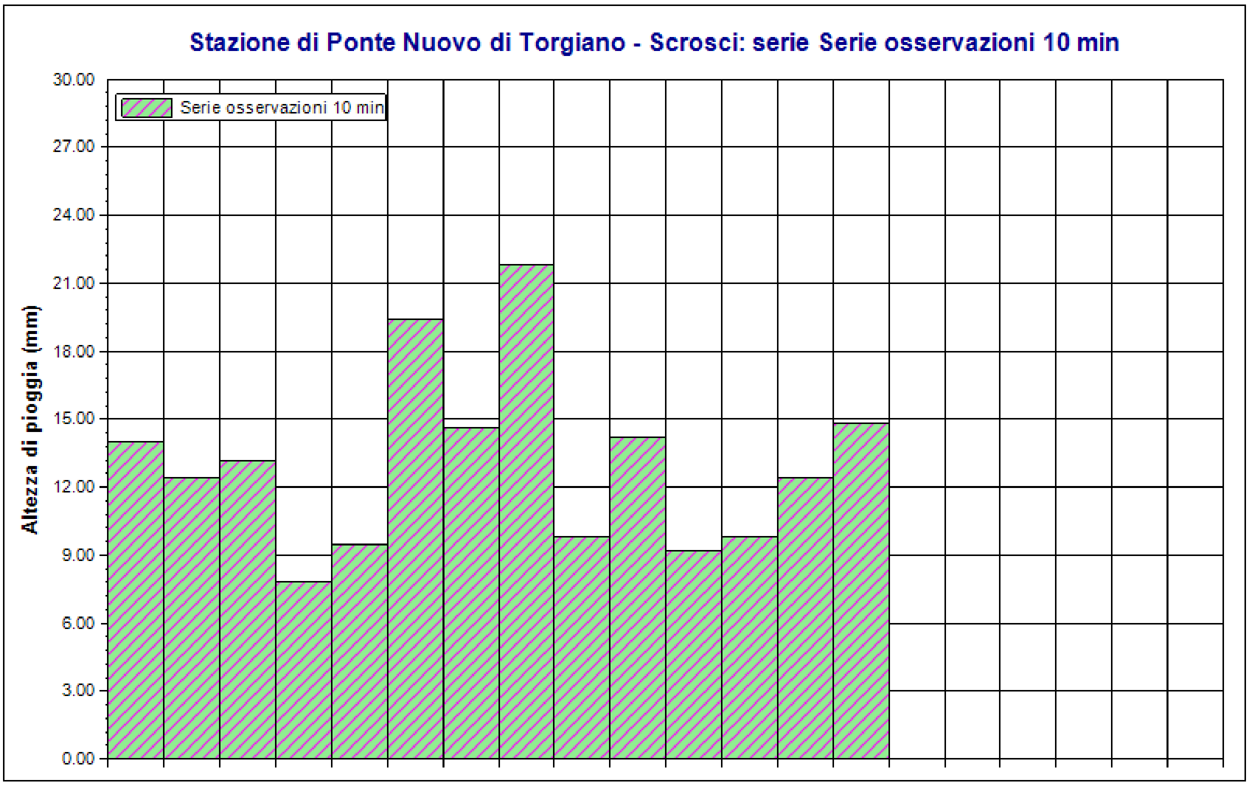
n	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
1	8.4	14.0	17.6	22.2	24.5
2	8.4	12.4	15.6	16.4	17.7
3	7.4	13.2	18.0	22.2	27.6
4	5.2	7.8	9.6	10.8	12.1
5	8.2	9.5	10.0	10.1	12.4
6	13.8	19.4	25.0	29.2	34.2
7	8.6	14.6	17.6	19.6	23.4
8	15.4	21.8	25.6	27.2	27.8
9	6.0	9.8	13.6	15.6	19.0
10	8.6	14.2	16.4	17.8	22.6
11	6.4	9.2	10.8	12.0	16.0
12	7.4	9.8	12.4	13.2	13.4
13	8.0	12.4	16.2	18.2	20.2
14	9.0	14.8	18.4	18.8	18.8

Dati Statistici

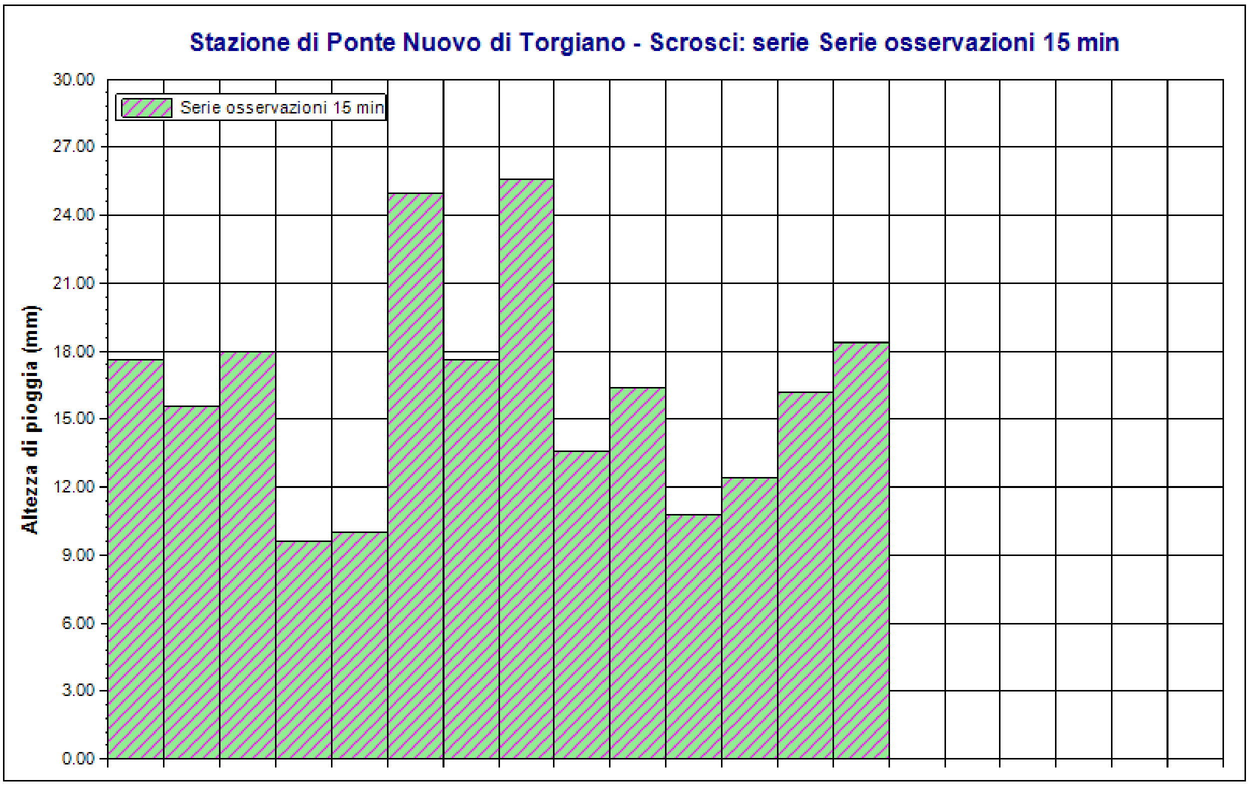
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Somma dei dati	120.8	182.9	226.8	253.3	289.7
Valore minimo	5.2	7.8	9.6	10.1	12.1
Valore massimo	15.4	21.8	25.6	29.2	34.2
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Coeff. variazione	0.322	0.301	0.302	0.318	0.311
Coeff. asimmetria	1.577	0.901	0.598	0.474	0.503



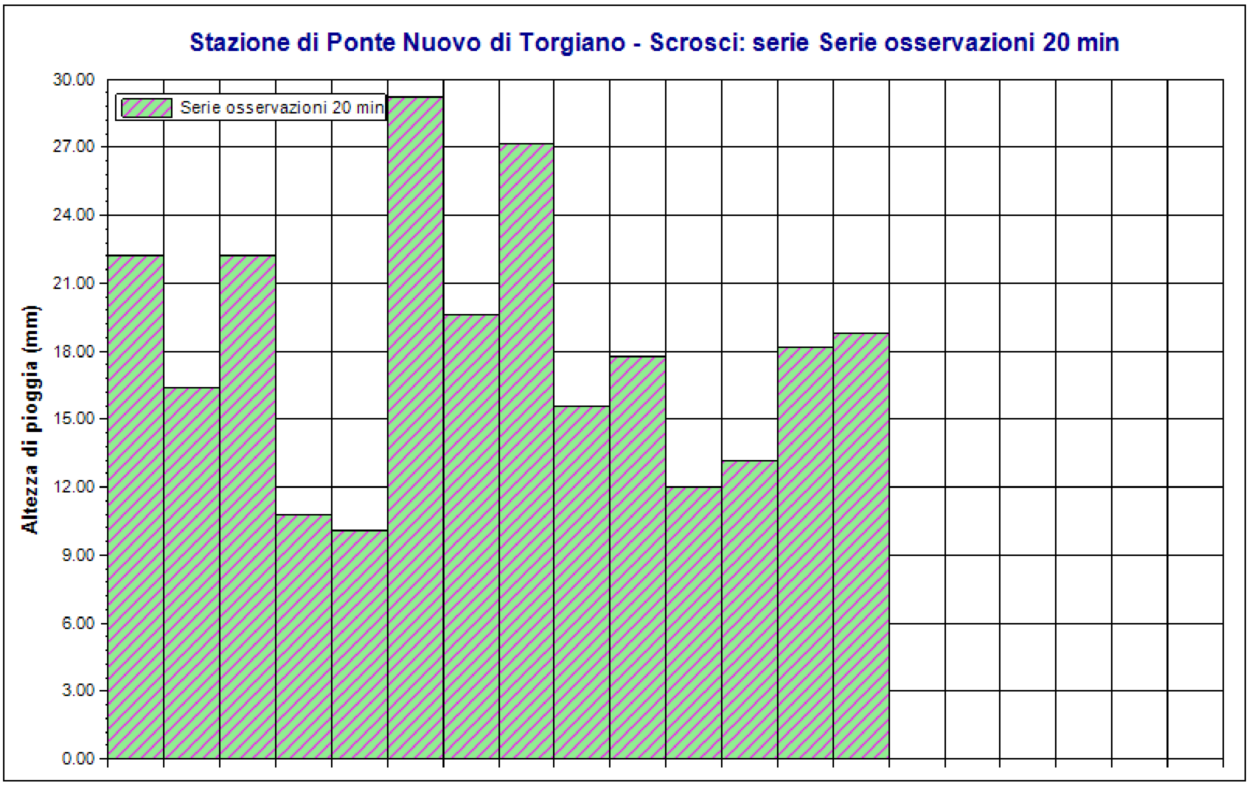
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



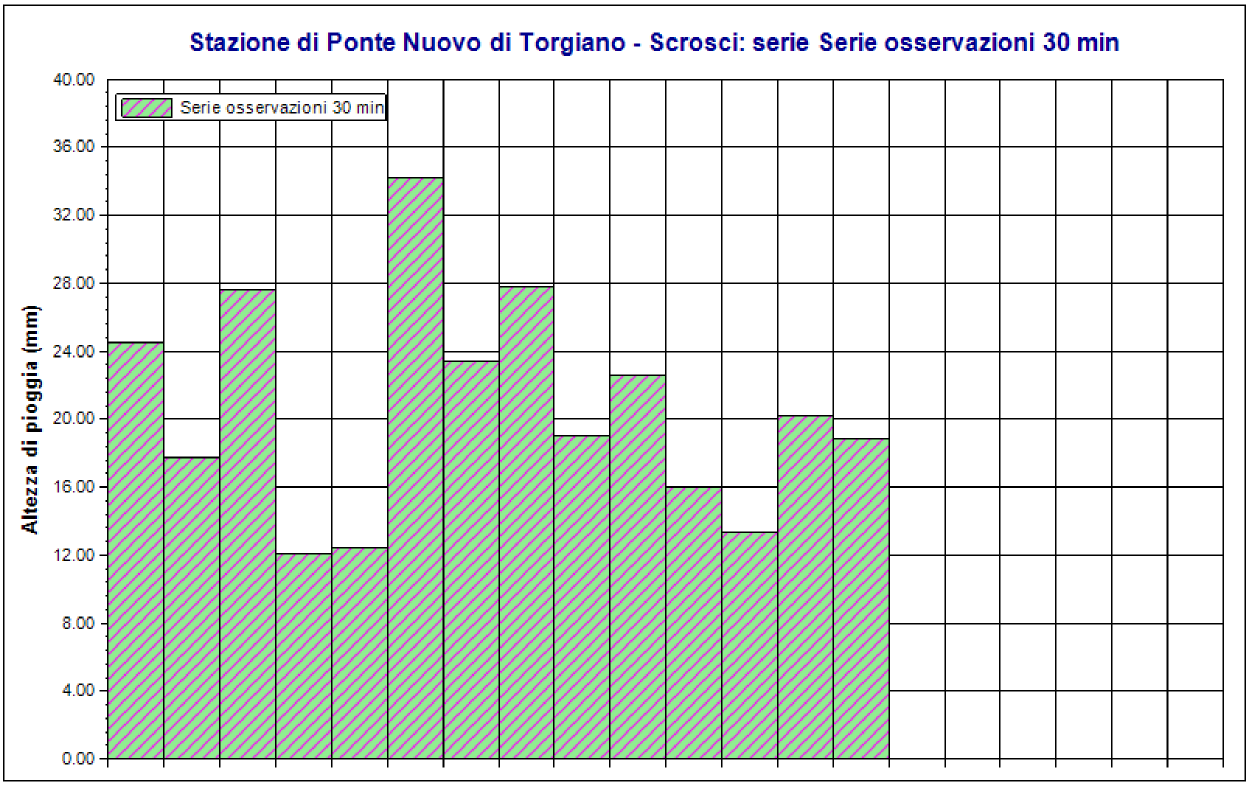
Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci. Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel Torgiano

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori *x* assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale *X* la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la *x* ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli *n* valori $x_1, x_2..., x_i..., x_n$ assunti dalla *x* in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione *n* tratto a caso dalla popolazione della *X.*

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale *Z*, definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione *k* di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della *z* e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da *z* fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della *z* possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione *k* e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria *z* si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione *k.*

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria *z* in un campione di dimensione *k*, misura la probabilità che *x* risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della *z,* $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi\left(x = z_k\right) = \left[\Phi(z)\right]^{k}$$

se le *k* osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della *x*, ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di *k*, in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di *k* all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di *z* che ci si deve attendere che venga superato una volta su *k* (estremo atteso), per cui:

$$k\left[1-\Phi\left(z=\varepsilon\right)\right]=1$$

considerando il parametro $\alpha=k\Phi(z=\varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z, quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

$$\Phi\left(z\right) = 1 - \frac{1}{k}\, e^{\,-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}$$

$$\Phi\left(x\right) = \left[1 - \frac{1}{k}\cdot e^{\,-\alpha\,\left(x-\varepsilon\right)}\right]^{k}$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi\left(x\right) = e^{-e^{-\alpha\left(x-\varepsilon\right)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di ***Gumbel***.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma = \frac{\sigma}{1{,}28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0{,}450\,\sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Stazione di Ponte Nuovo di Torgiano - Scrosci

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Elaborazioni valide: 5 (5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti)

Stima parametri

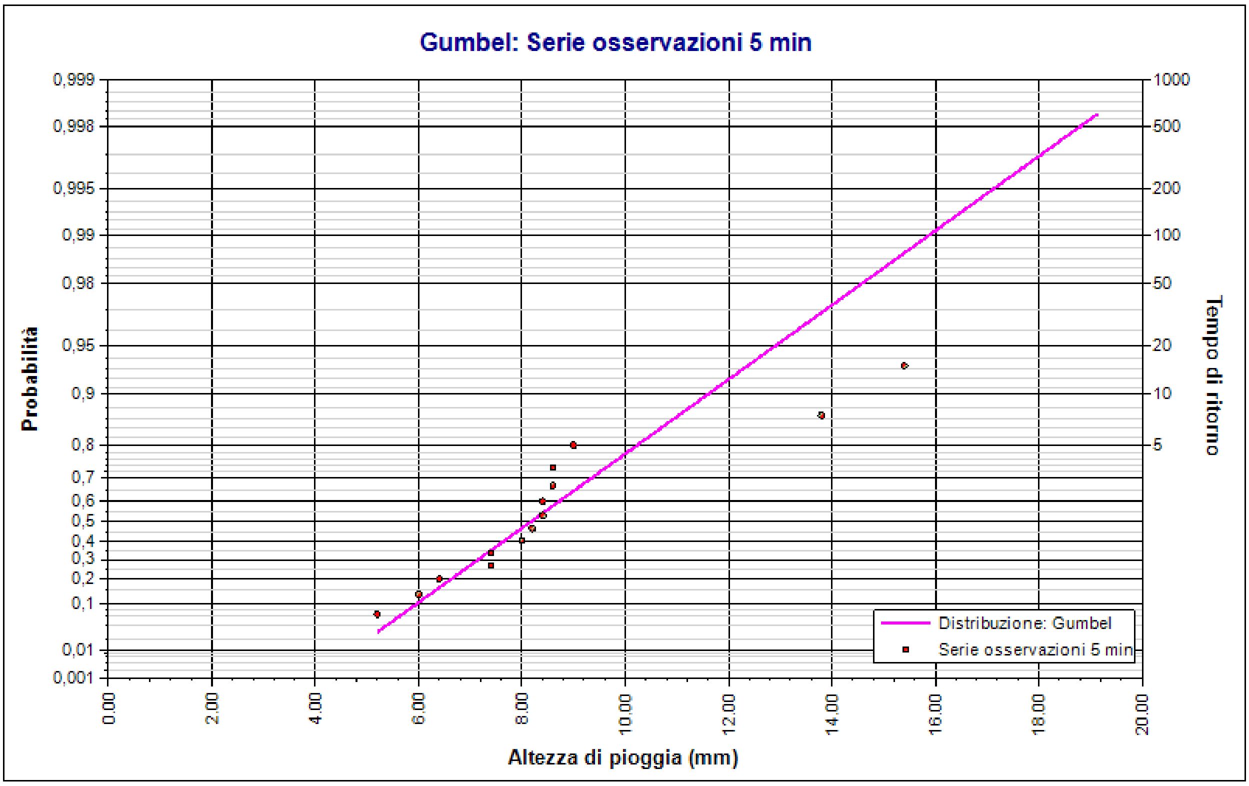
Parametro	Durate				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti
Dimensione campione	14	14	14	14	14
Valore medio	8.63	13.06	16.20	18.09	20.69
Dev. standard	2.77	3.94	4.89	5.75	6.44
Alfa	0.5496	0.3393	0.2556	0.2145	0.1925
Epsilon	7.500	11.324	13.970	15.443	17.730

Espressioni delle CDF della distribuzione

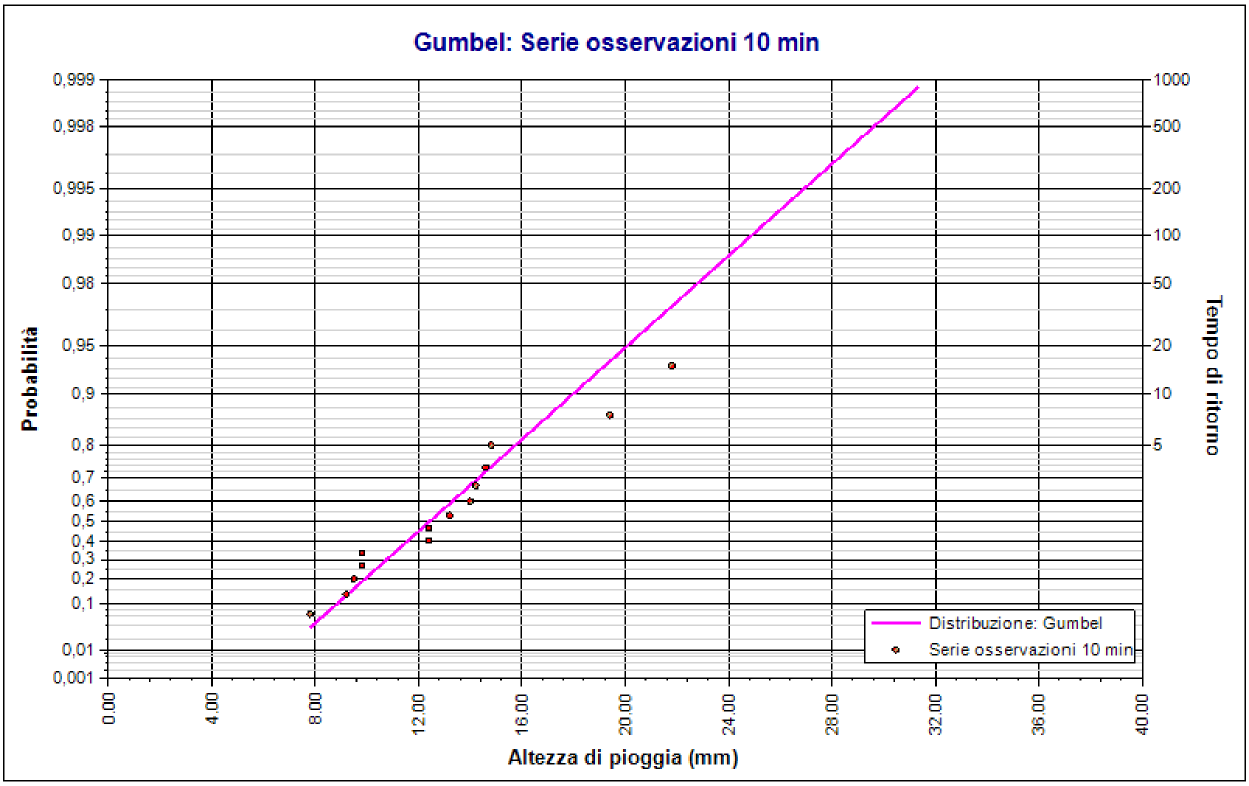
Gumbel: Serie osservazioni 5 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}550\left(x-7{,}500\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 10 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}339\left(x-11{,}324\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 15 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}256\left(x-13{,}970\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 20 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}215\left(x-15{,}443\right)\right)\right]$
Gumbel: Serie osservazioni 30 min	$F_x(x)=exp\left[-exp\left(-0{,}192\left(x-17{,}730\right)\right)\right]$

Frattili distribuzioni probabilistiche

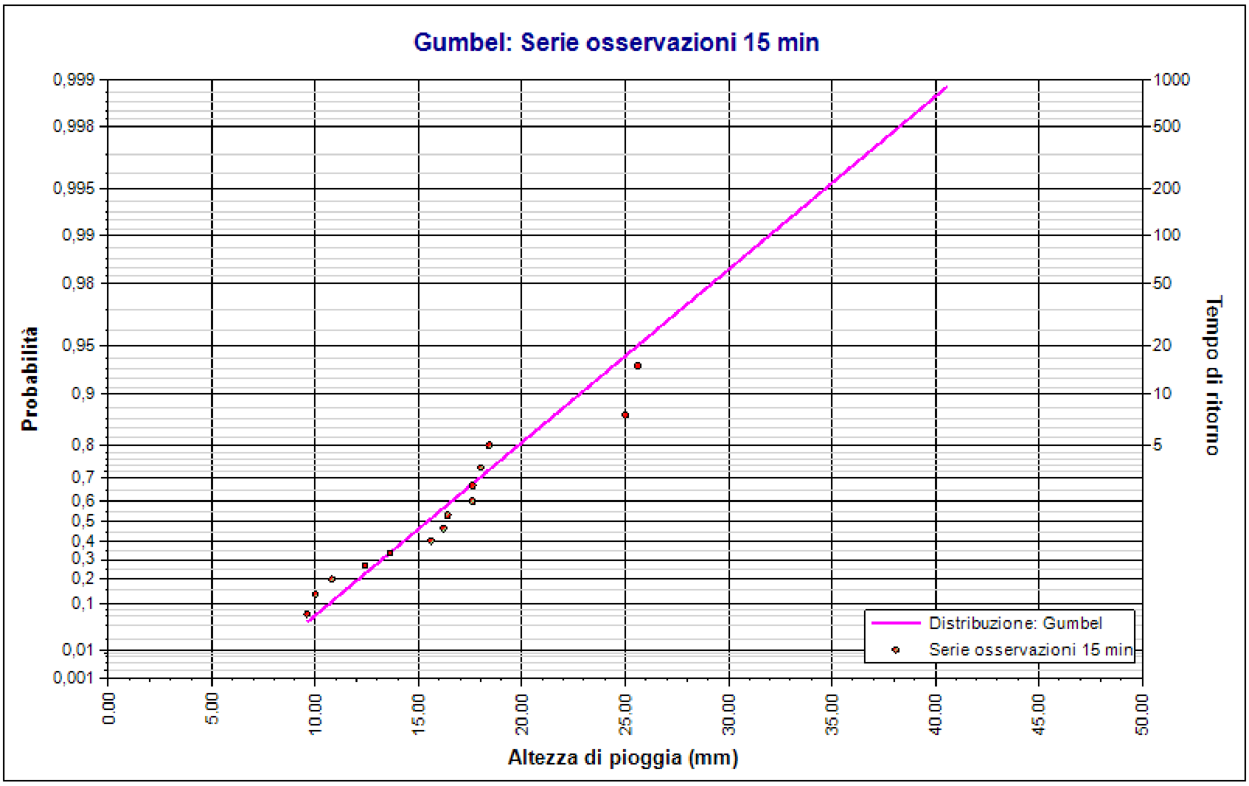
Tempi di ritorno	**Durate**				
	5 minuti	**10 minuti**	**15 minuti**	**20 minuti**	**30 minuti**
2 anni	8.17	12.40	15.40	17.15	19.63
5 anni	10.23	15.74	19.84	22.43	25.52
10 anni	11.59	17.96	22.77	25.93	29.42
20 anni	12.90	20.08	25.59	29.29	33.16
50 anni	14.60	22.82	29.24	33.63	38.00
100 anni	15.87	24.88	31.97	36.89	41.63
200 anni	17.14	26.93	34.69	40.13	45.24
500 anni	18.81	29.64	38.28	44.41	50.01
1000 anni	20.07	31.68	40.99	47.64	53.61



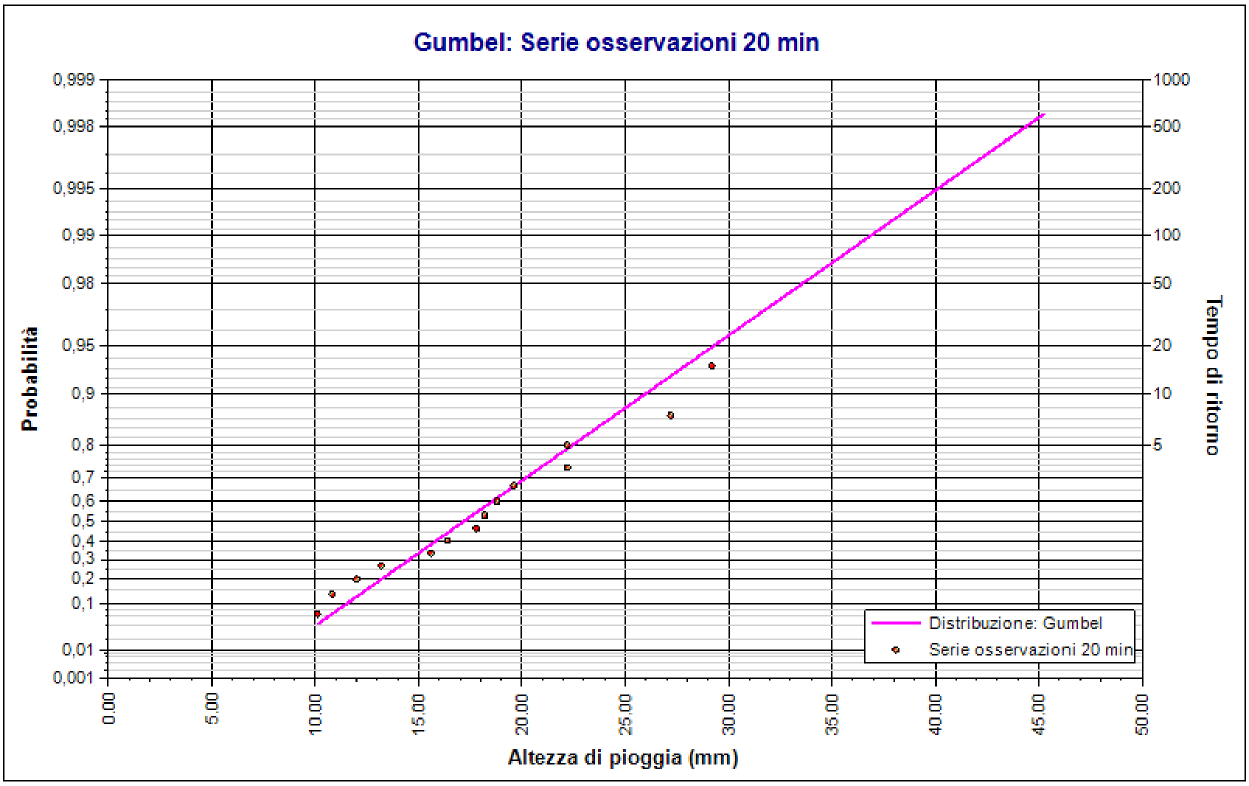
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 5 min. Durata 5 minuti



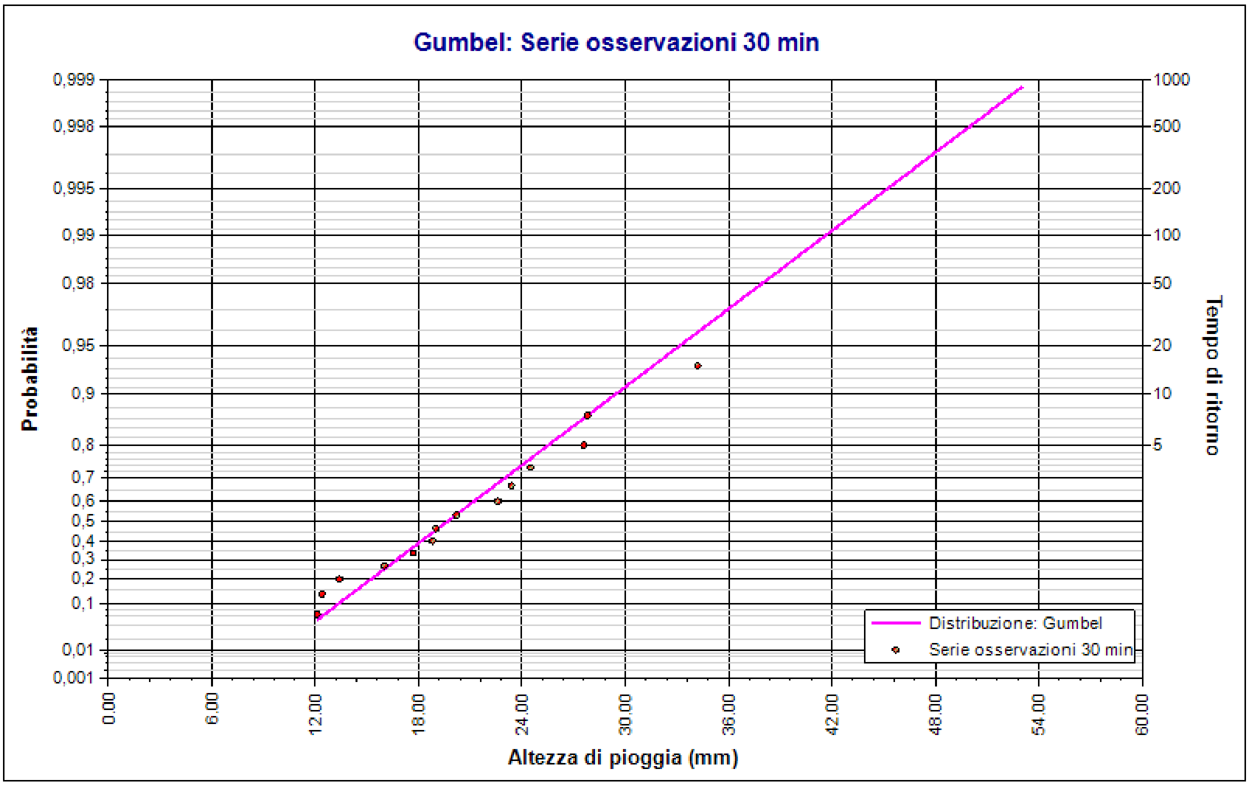
Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 10 min. Durata 10 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 15 min. Durata 15 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 20 min. Durata 20 minuti



Elaborazione Gumbel Torgiano. Gumbel: Serie osservazioni 30 min. Durata 30 minuti

Rapporto sulla curva di pioggia:

Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Curva di pioggia calcolata

Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel Torgiano

Tempo di ritorno: 10.000 anni

Numero punti: 5

Durate di calcolo: 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti

Tabella punti di calcolo

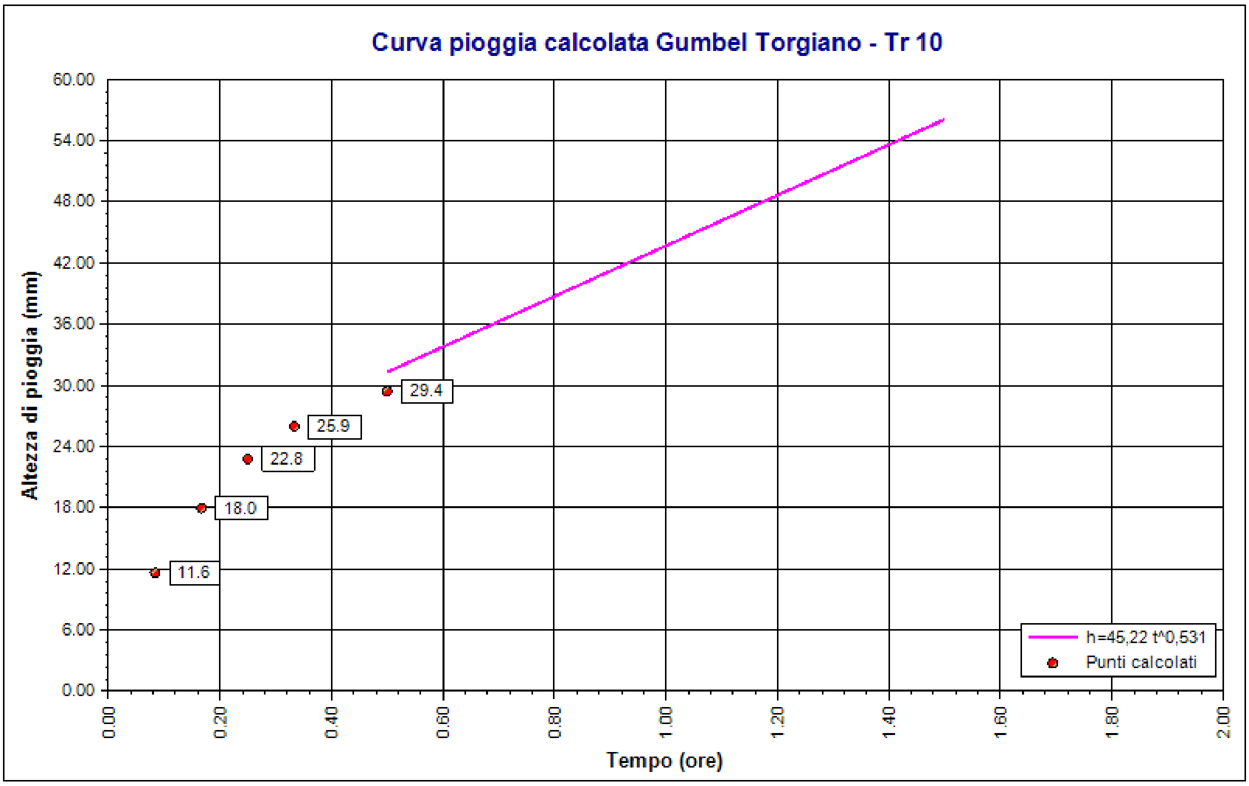
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	0.083	5	11.595
2	0.167	10	17.956
3	0.250	15	22.775
4	0.333	20	25.933
5	0.500	30	29.420

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
45.22	0.53	0.99	$h(t) = 45{,}2\, t^{0{,}531}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	45.223		9	145.157		17	203.440
2	65.333		10	153.505		18	209.707
3	81.021		11	161.471		19	215.812
4	94.387		12	169.102		20	221.768
5	106.255		13	176.441		21	227.586
6	117.051		14	183.520		22	233.275
7	127.030		15	190.365		23	238.845
8	136.360		16	196.999		24	244.301



Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10

Rapporto sulla curva di pioggia:

Combinazione Gumbel - Tr 10

Dati Curva di pioggia

Tipo: Combinazione curve di pioggia

Numero curve: 3

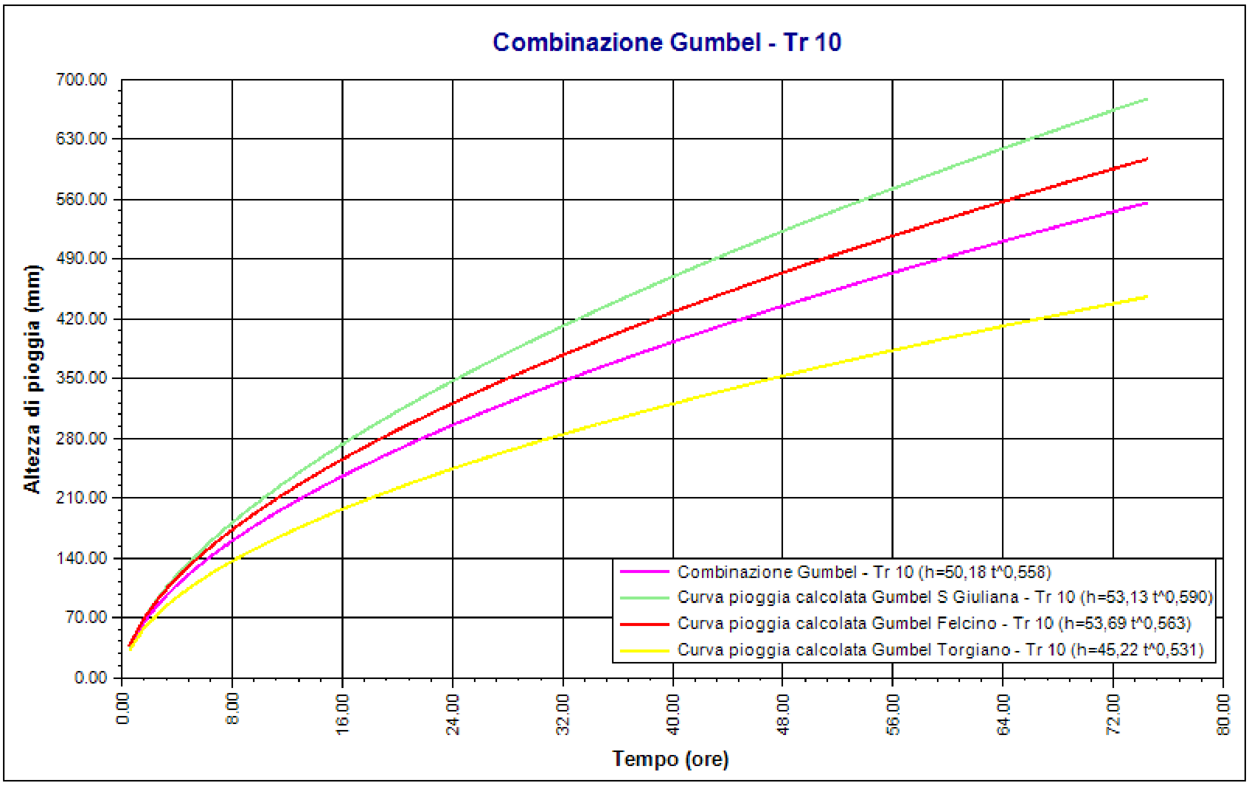
N	Nome	Tipo	Peso	Coefficienti	
				a	n
1	Curva pioggia calcolata Gumbel S Giuliana - Tr 10	Curva pioggia calcolata	20	53.13	0.59
2	Curva pioggia calcolata Gumbel Felcino - Tr 10	Curva pioggia calcolata	40	53.69	0.56
3	Curva pioggia calcolata Gumbel Torgiano - Tr 10	Curva pioggia calcolata	40	45.22	0.53

Coefficienti curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
50.18	0.56	$h(t) = 50{,}2\, t^{0.558}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	50.178	9	170.923	17	243.709
2	73.863	10	181.269	18	251.604
3	92.609	11	191.167	19	259.308
4	108.730	12	200.674	20	266.834
5	123.142	13	209.837	21	274.196
6	136.324	14	218.693	22	281.405
7	148.565	15	227.274	23	288.469
8	160.054	16	235.605	24	295.400



Combinazione Gumbel - Tr 10

Rapporto pluviogramma sintetico:

Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h

Dati Pluviogramma

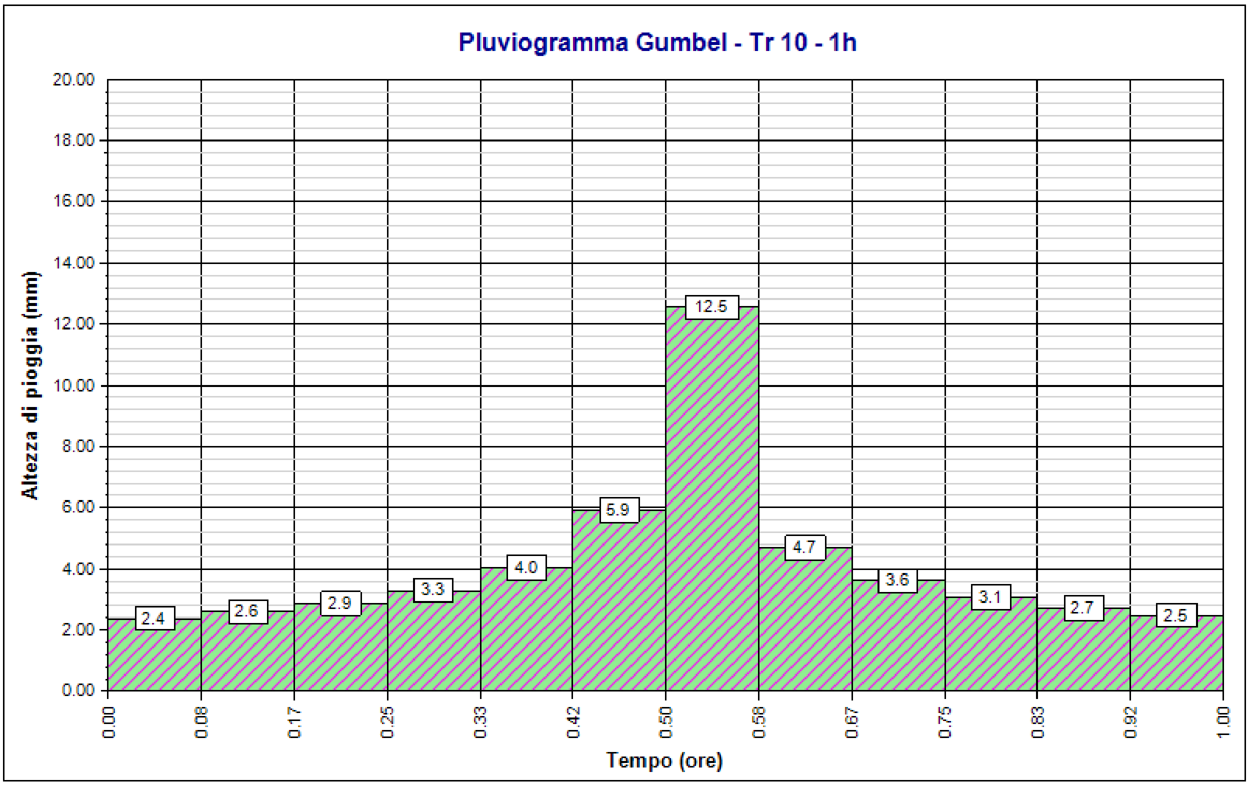
Tipo: Pluviogramma sintetico
Curva di pioggia: Combinazione Gumbel - Tr 10
Durata: 1.000 ore
Altezza di pioggia complessiva: 50.178 mm
Intervallo di discretizzazione: 5

Curva di pioggia

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
50.18	0.56	$h(t) = 50{,}2\, t^{0.558}$

Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	2.377
2	0.083	0.167	5	10	2.587
3	0.167	0.250	10	15	2.873
4	0.250	0.333	15	20	3.296
5	0.333	0.417	20	25	4.031
6	0.417	0.500	25	30	5.922
7	0.500	0.583	30	35	12.547
8	0.583	0.667	35	40	4.687
9	0.667	0.750	40	45	3.604
10	0.750	0.833	45	50	3.061
11	0.833	0.917	50	55	2.718
12	0.917	1.000	55	60	2.475



Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h

Rapporto idrogramma:

Idrogramma Bacino F Gumbel - Tr 10 - 1h

Modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

a) Determinazione delle piogge nette;
b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)
P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite *S* e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, *S'* (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}[mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso *R* nota la precipitazione *P* e la massima infiltrazione *S'.*

Considerando che un'aliquota di *P* si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'}[mm]$$

essendo *Ia (mm)* la perdita iniziale *(Initial abstraction).*

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione *S' (mm)*, che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove *CN (Curve Number)* è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

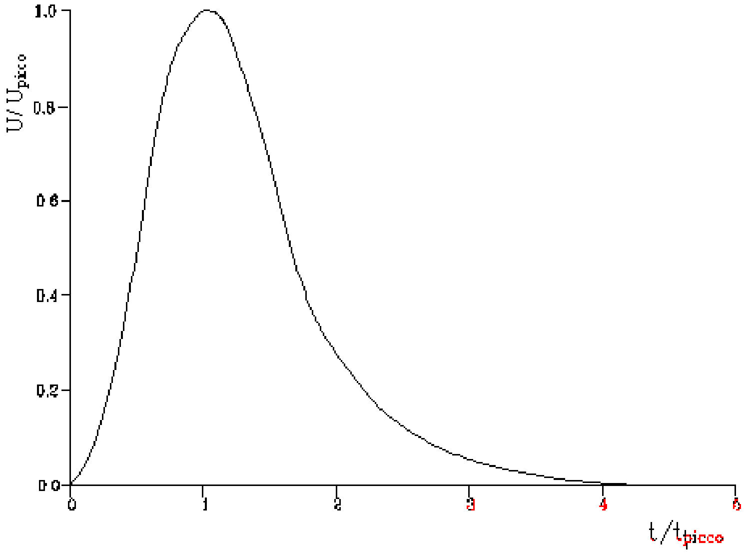
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} *(ore)* pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG}=0,6\ t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2.



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^{i} U(j) P(i - j + 1)$$

dove *Q(i)* è la portata alla fine dell'intervallo i-esimo, *U(j)* è la *j-esima* ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura,e *P(i)* è la pioggia netta all'intervallo *i-esimo*.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

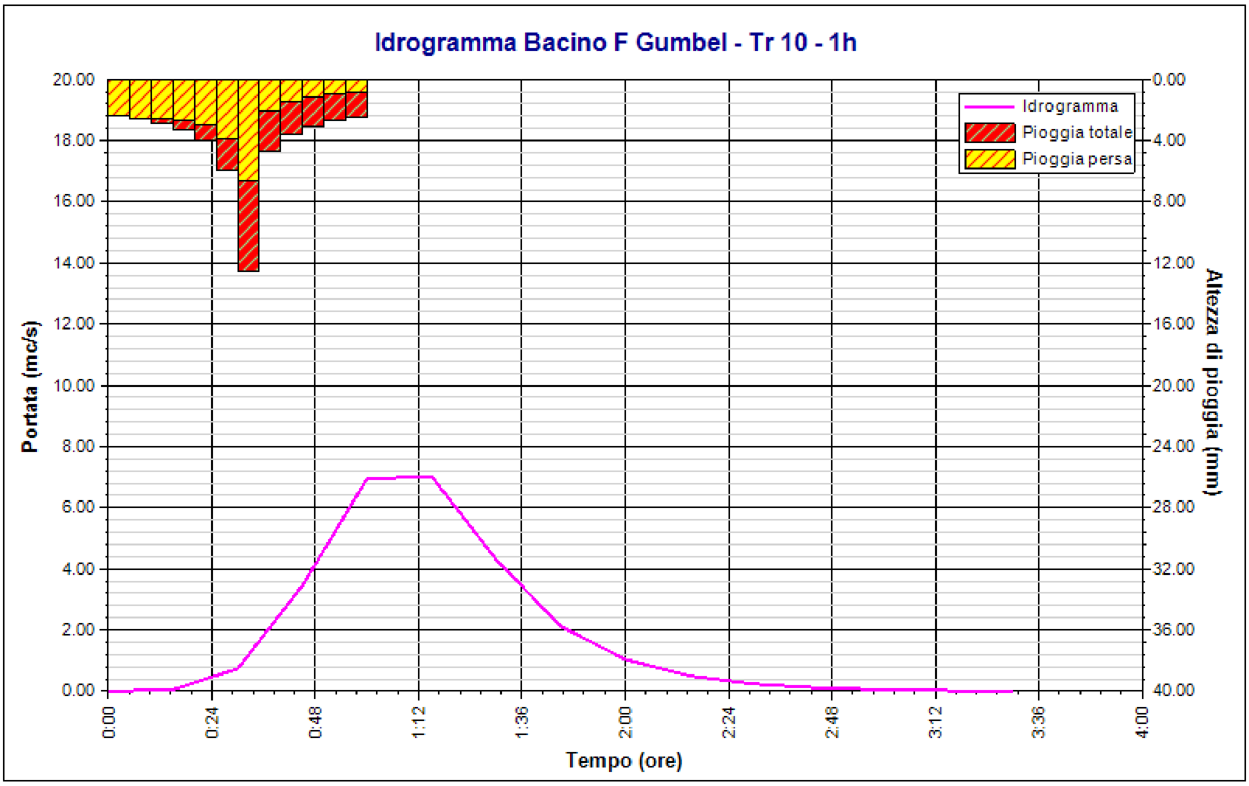
Pluviogramma di input: Pluviogramma Gumbel - Tr 10 - 1h
Superficie del bacino: 1.2 kmq
Tlag: 0.444 ore
Astrazione iniziale: 3.0 mm
Curve Number: 80.0
Intervallo di calcolo: 15 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	7.837	7.495	0.342	0.0
2	0.250	15	13.250	9.582	3.667	0.1
3	0.500	30	20.838	10.055	10.783	0.7
4	0.750	45	8.253	2.936	5.318	3.4
5	1.000	60	0.000	0.000	0.000	6.9
6	1.250	75	0.000	0.000	0.000	7.0
7	1.500	90	0.000	0.000	0.000	4.3
8	1.750	105	0.000	0.000	0.000	2.1
9	2.000	120	0.000	0.000	0.000	1.0
10	2.250	135	0.000	0.000	0.000	0.5
11	2.500	150	0.000	0.000	0.000	0.2
12	2.750	165	0.000	0.000	0.000	0.1
13	3.000	180	0.000	0.000	0.000	0.1
14	3.250	195	0.000	0.000	0.000	0.0
15	3.500	210	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	7.0	mc/s
Istante picco	1.250	ore
Istante picco	75.0	minuti
Durata totale evento	3.500	ore
Volume afflusso	60	mc x 1000
Volume deflusso	24	mc x 1000
Altezza afflusso	50.178	mm
Altezza deflusso	19.942	mm
Coeff. deflusso	0.40	-
Coeff. udometrico	5.85	mc/s/kmq



Idrogramma Bacino F Gumbel - Tr 10 - 1h