

ESERCIZIO A CASA n°2

SVOLGIMENTO

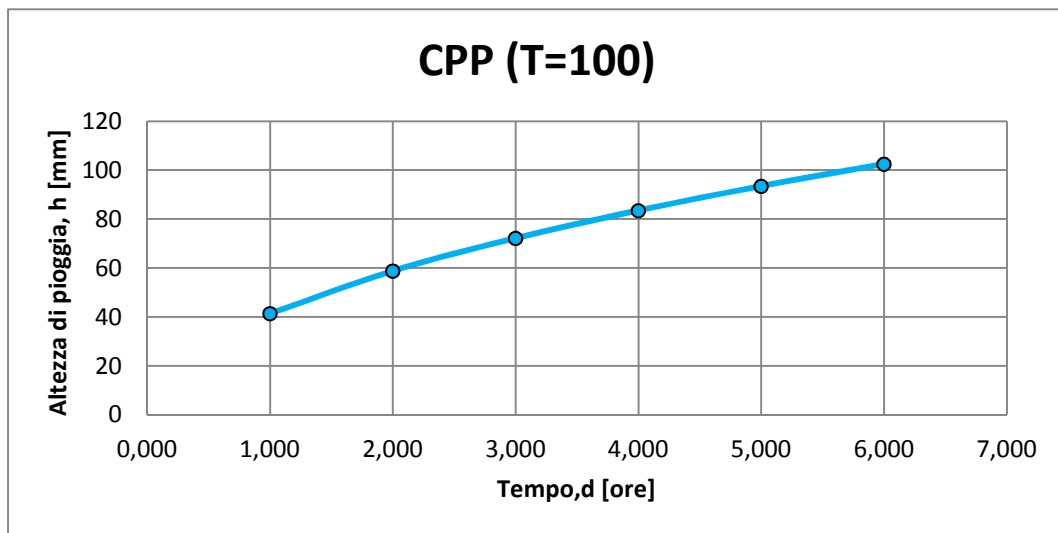
Per prima cosa ci si è calcolati le curve di possibilità pluviometrica (CCP) relative ad un tempo di ritorno (T) pari a 100 anni, tramite le seguenti relazioni:

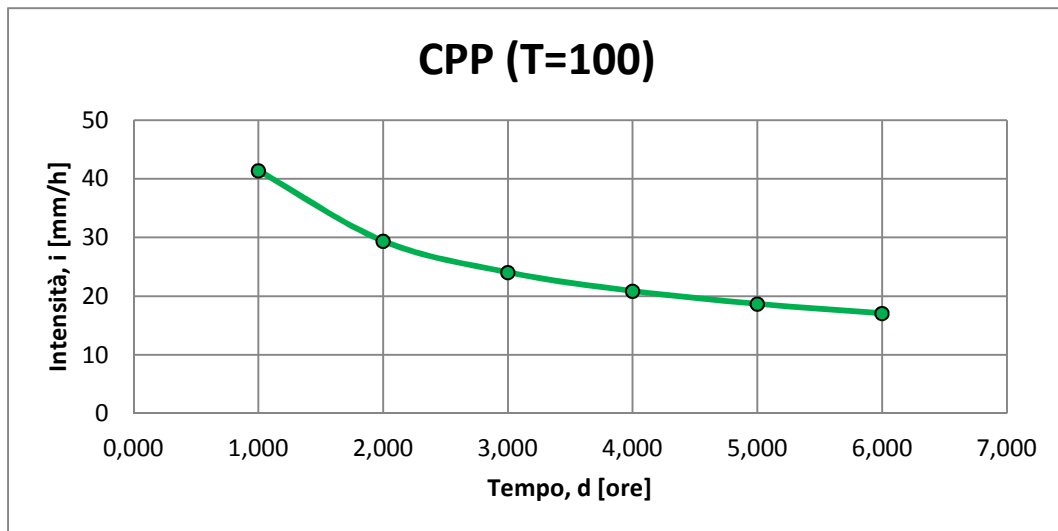
$$h_{d,T} = K_{100} \cdot a \cdot d^n \qquad i_{d,T} = K_{100} \cdot a \cdot d^{n-1}$$

Con:

- a pari a 17,438;
- n pari a 0,506;
- K_{100} pari a 2,3738;

d [ore]	$h_{d,T}$ [mm]	$i_{d,T}$ [mm/h]
1	41,396	41,396
2	58,786	29,393
3	72,174	24,058
4	83,483	20,871
5	93,462	18,692
6	102,495	17,082





Metodo con formula razionale

Applicando la formula di Giandotti è stato calcolato il tempo di corrivazione del bacino del Chisone con riferimento alla sezione di chiusura di San Martino, tale tempo stimato è pari a 6,2 ore che per il calcolo è stato approssimato all'intero più vicino ovvero 6.

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{H_{medio} - H_0}} = \frac{4 \cdot \sqrt{580,5} + 1,5 \cdot 56,276}{0,8 \cdot \sqrt{1324}} = 6,21 \text{ ore} \rightarrow 6 \text{ ore}$$

Noto il tempo di corrivazione ci si è calcolati l'intensità di pioggia media relativa a tale tempo di corrivazione (noti K_{100} , a , n):

$$i = K_{100} \cdot a \cdot d^{n-1} = 2,3738 \cdot 17,438 \cdot 6^{0,504-1} = 17,08 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

Quindi ora è possibile calcolare la portata dovuta a tale evento di pioggia con la formula razionale, avendo un assorbimento iniziale Ψ pari a 0,402:

$$Q = \Psi \frac{i_{t_c} \cdot A}{3,6} = 0,402 \frac{17,08 \cdot 580,5}{3,6} = 1107,325 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Metodo Ψ

Questo metodo si basa sull'assorbimento proporzionale, ovvero una quota parte della precipitazione si infila sempre nel suolo. Si sono considerate differenti piogge a seconda dell'intervallo di tempo considerato, in particolare si è suddiviso il tempo di corrivazione t_c in 6 sottointervalli di durata un'ora e poi si è considerata un pioggia con intensità media derivante dalla CPP per i diversi intervalli; in particolare:

- per il primo sottointervallo di durata 1 ora dalla CPP si ricava un'intensità media pari a 41,4 mm/h;
- per il secondo sottointervallo di durata 2 ore dalla CPP si ricava un'intensità media pari a 29,39 mm/h;
- per il terzo sottointervallo di durata 3 ore dalla CPP si ricava un'intensità media pari a 24,06 mm/h;
- per il quarto sottointervallo di durata 4 ore dalla CPP si ricava un'intensità media pari a 20,87 mm/h;

- per il quinto sottointervallo di durata 5 ore dalla CPP si ricava un'intensità media pari a 18,69 mm/h;
- per il sesto sottointervallo di durata 6 ore dalla CPP si ricava un'intensità media pari a 17,08mm/h, che è la stessa utilizzata per il calcolo con la formula razionale;

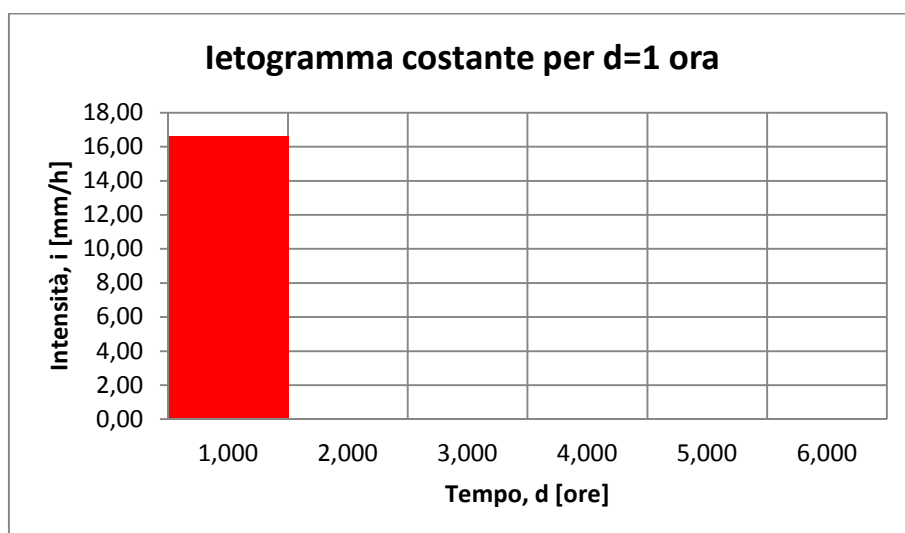
Per il calcolo della portata si è utilizzato il metodo della corrivazione, ma come intensità si è considerata una intensità netta (che mi crea un deflusso superficiale), ovvero l'intensità dell'evento moltiplicata per il coefficiente di afflusso Ψ assunto pari a 0,402:

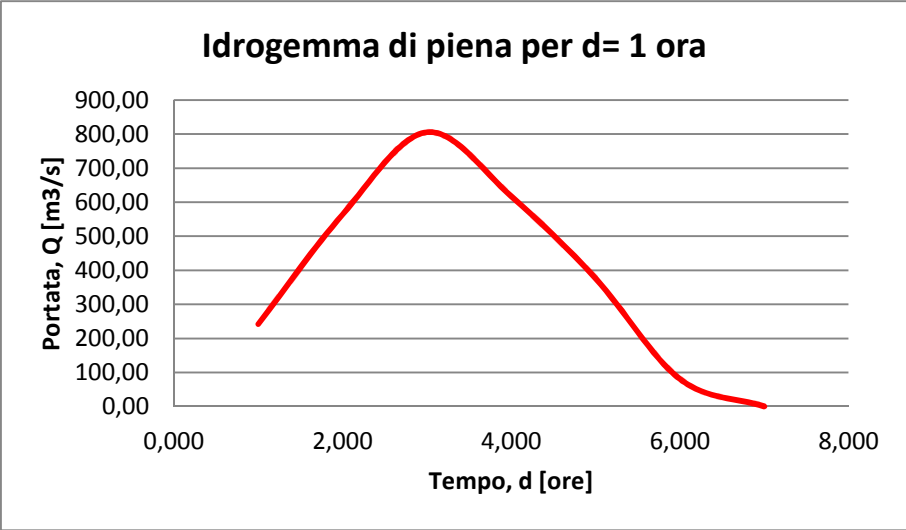
$$i_{netta} = \Psi \cdot i = 0,402 \cdot i$$

Di seguito sono riportate le varie tabelle di calcolo della portata per le differenti durate dell'evento e i relativi ietogrammi e ideogrammi di piena; nelle tabelle in verde sono evidenziati i valori di portata massima per ogni durata di pioggia; si noti che al tempo d=6ore si ottiene una portata massima pari a 107,33 m³/s che è lo stesso valore che si è ottenuto con la formula razionale.

Durata 1 ora e intensità media 41,40 mm/h:

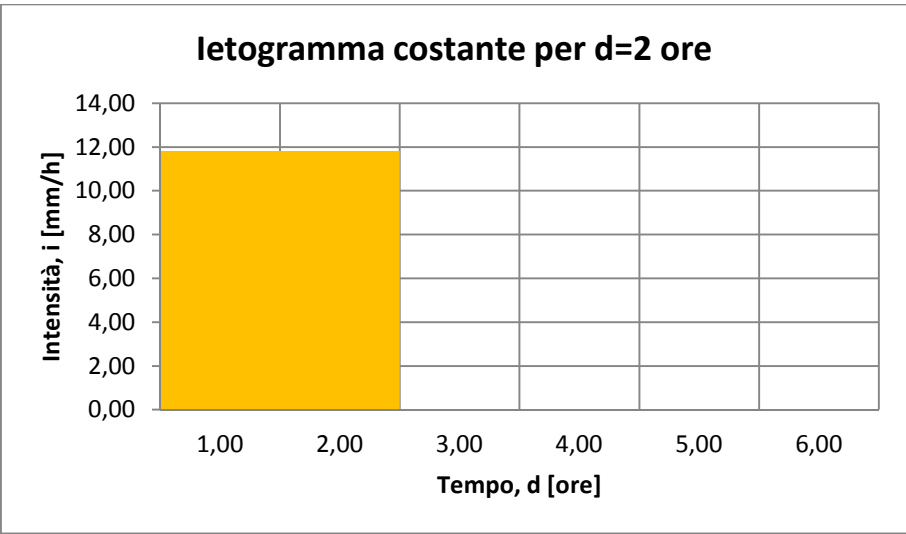
				U1	U2	U3	U4	U5	U6		
	t [ore]	i [mm/h]	i _{netta} [mm/h]	0,0899	0,2098	0,2997	0,2298	0,1399	0,0300	q [mm/h]	Q [m ³ /s]
p1	1,000	41,40	16,64	1,50						1,50	241,50
p2	2,000	0	0,00	0,00	3,49					3,49	563,51
p3	3,000	0	0,00	0,00	0,00	4,99				4,99	805,01
p4	4,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	3,82			3,82	617,18
p5	5,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33		2,33	375,67
p6	6,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	80,50
p7	7,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p8	8,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p9	9,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p10	10,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p11	11,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p12	12,000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

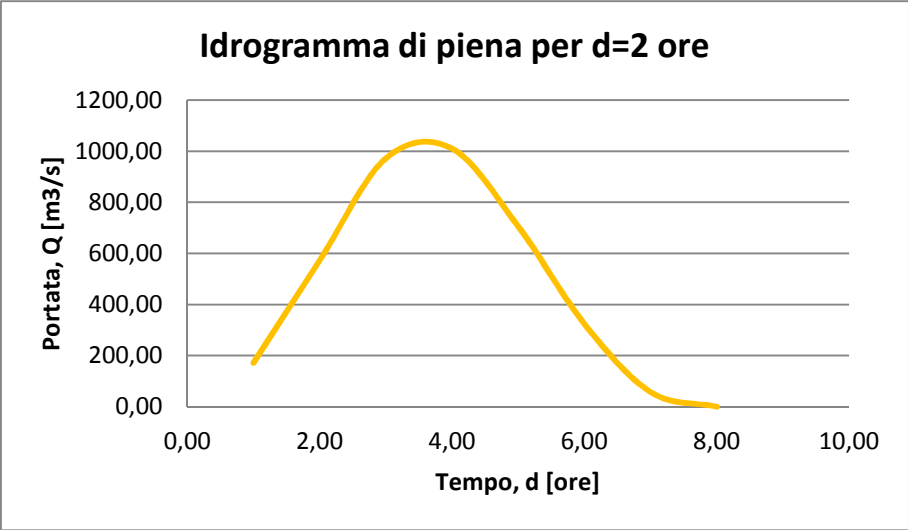




Durata 2 ore e intensità media 29,39mm/h:

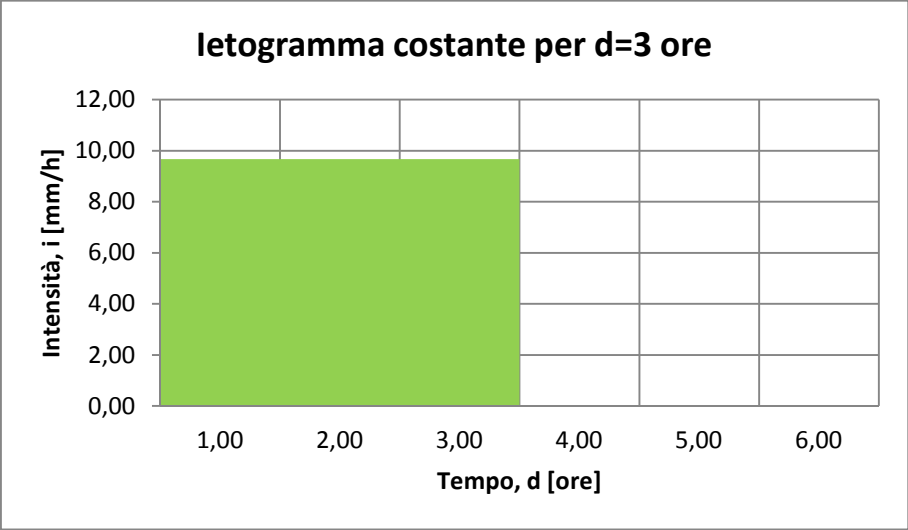
				U1	U2	U3	U4	U5	U6		
	t [ore]	i [mm/h]	i _{netta} [mm/h]	0,0899	0,2098	0,2997	0,2298	0,1399	0,0300	q [mm/h]	Q [m³/s]
p1	1,00	29,39	11,82	1,06						1,06	171,48
p2	2,00	29,39	11,82	1,06	2,48					3,54	571,60
p3	3,00	0,00	0,00	0,00	2,48	3,54				6,02	971,72
p4	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,54	2,72			6,26	1009,83
p5	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,72	1,65		4,37	704,98
p6	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,65	0,35	2,01	323,91
p7	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,35	57,16
p8	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p9	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p10	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p11	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p12	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

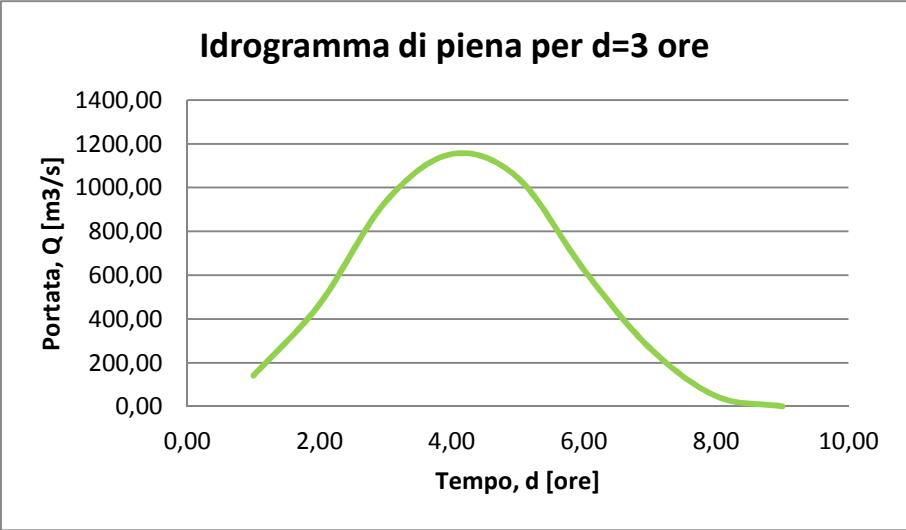




Durata 3 ore e intensità media 24,06 mm/h:

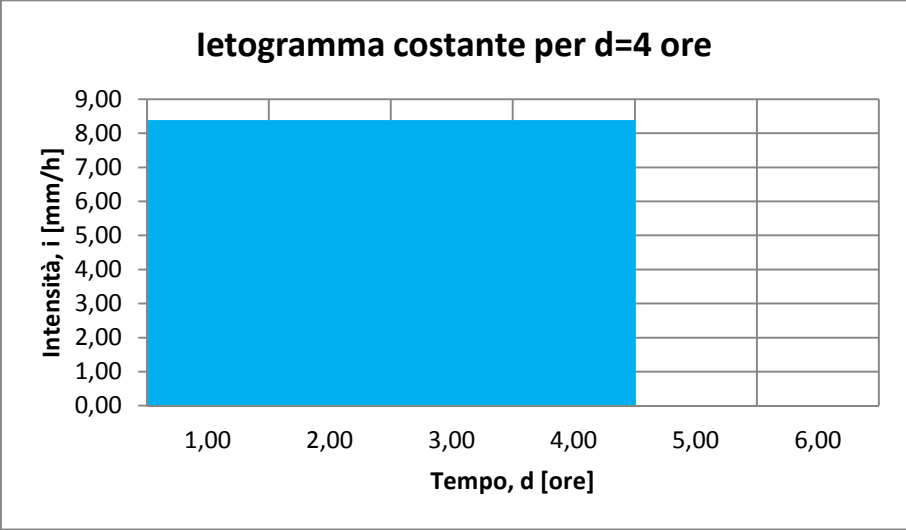
				U1	U2	U3	U4	U5	U6		
	t [ore]	i [mm/h]	i _{netta} [mm/h]	0,0899	0,2098	0,2997	0,2298	0,1399	0,0300	q [mm/h]	Q [m³/s]
p1	1,00	24,06	9,67	0,87						0,87	140,35
p2	2,00	24,06	9,67	0,87	2,03					2,90	467,85
p3	3,00	24,06	9,67	0,87	2,03	2,90				5,80	935,70
p4	4,00	0,00	0,00	0,00	2,03	2,90	2,22			7,15	1154,03
p5	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,90	2,22	1,35		6,47	1044,86
p6	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	1,35	0,29	3,87	623,80
p7	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,29	1,64	265,11
p8	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,29	46,78
p9	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p10	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p11	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p12	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

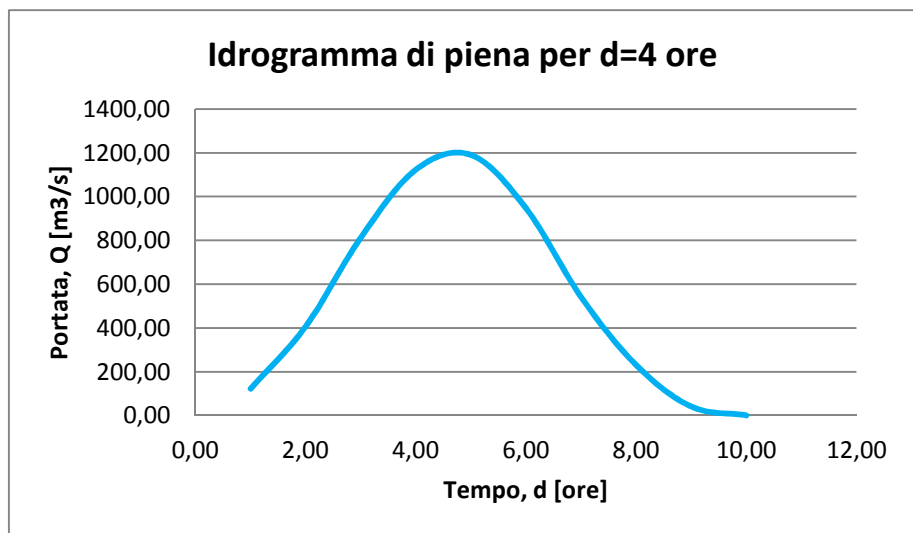




Durata 4 ore e intensità media 20,87 mm/h:

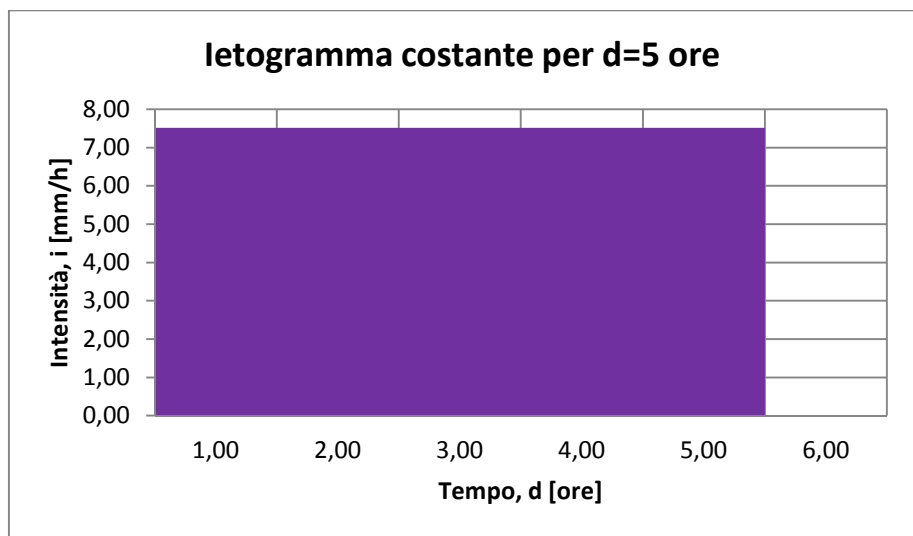
				U1	U2	U3	U4	U5	U6		
	t [ore]	i [mm/h]	i _{netta} [mm/h]	0,0899	0,2098	0,2997	0,2298	0,1399	0,0300	q [mm/h]	Q [m ³ /s]
p1	1,00	20,87	8,39	0,75						0,75	121,76
p2	2,00	20,87	8,39	0,75	1,76					2,51	405,87
p3	3,00	20,87	8,39	0,75	1,76	2,51				5,03	811,74
p4	4,00	20,87	8,39	0,75	1,76	2,51	1,93			6,96	1122,90
p5	5,00	0,00	0,00	0,00	1,76	2,51	1,93	1,17		7,38	1190,55
p6	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,51	1,93	1,17	0,25	5,87	947,03
p7	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,93	1,17	0,25	3,35	541,16
p8	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,17	0,25	1,43	229,99
p9	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	40,59
p10	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p11	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p12	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

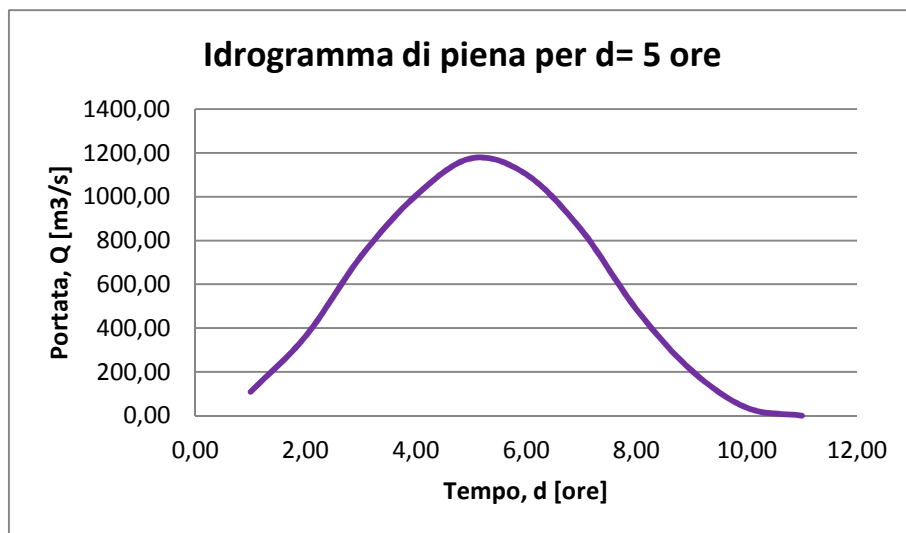




Durata 5 ore e intensità media 18,69 mm/h:

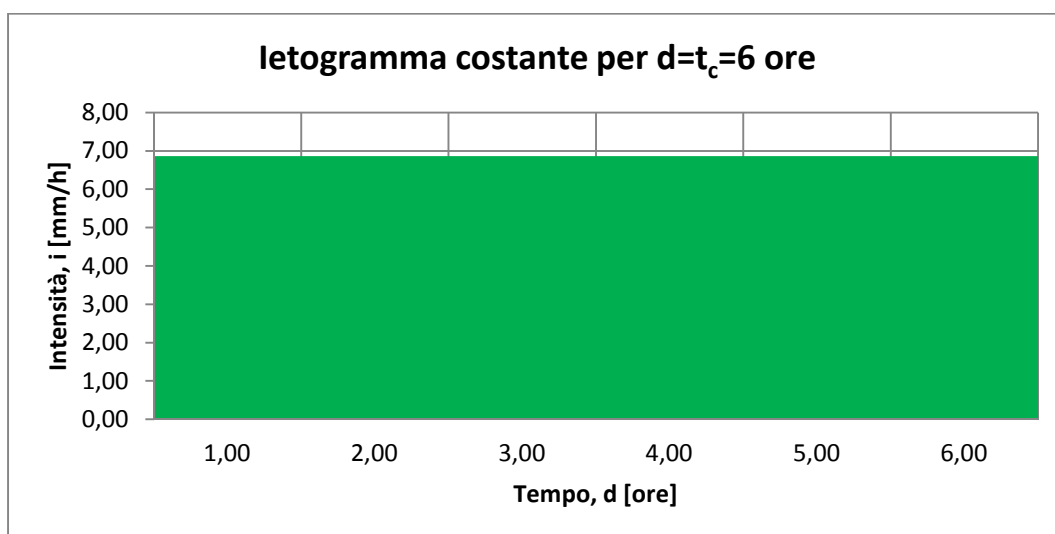
				U1	U2	U3	U4	U5	U6		
	t [ore]	i [mm/h]	i _{netta} [mm/h]	0,0899	0,2098	0,2997	0,2298	0,1399	0,0300	q [mm/h]	Q [m³/s]
p1	1,00	18,69	7,51	0,68						0,68	109,05
p2	2,00	18,69	7,51	0,68	1,58					2,25	363,51
p3	3,00	18,69	7,51	0,68	1,58	2,25				4,50	727,01
p4	4,00	18,69	7,51	0,68	1,58	2,25	1,73			6,23	1005,70
p5	5,00	18,69	7,51	0,68	1,58	2,25	1,73	1,05		7,28	1175,34
p6	6,00	0,00	0,00	0,00	1,58	2,25	1,73	1,05	0,23	6,83	1102,64
p7	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	1,73	1,05	0,23	5,26	848,18
p8	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	1,05	0,23	3,00	484,68
p9	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05	0,23	1,28	205,99
p10	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,23	36,35
p11	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p12	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

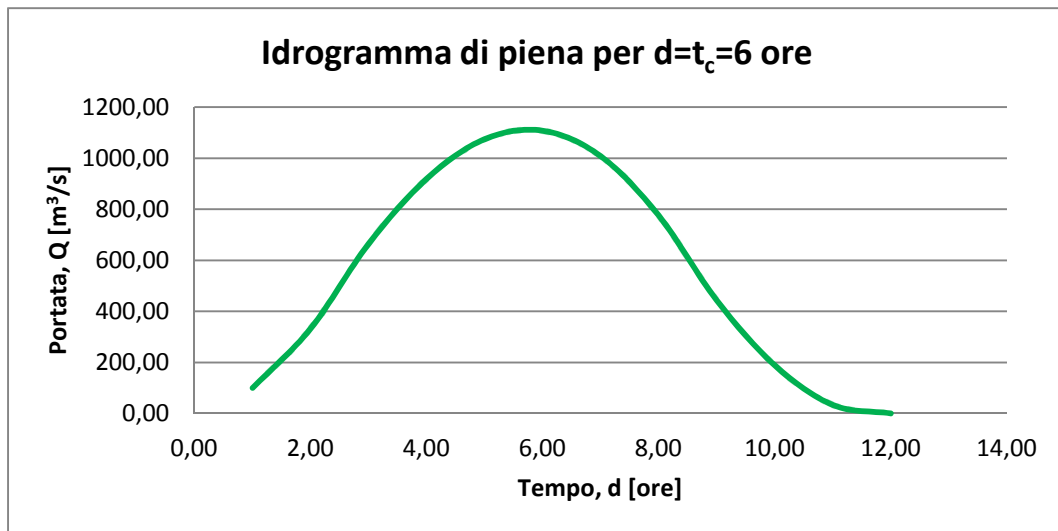




Durata 6 ore e intensità media 17,08 mm/h:

				U1	U2	U3	U4	U5	U6		
	t [ore]	i [mm/h]	i _{netta} [mm/h]	0,0899	0,2098	0,2997	0,2298	0,1399	0,0300	q [mm/h]	Q [m³/s]
p1	1,00	17,08	6,87	0,62						0,62	99,66
p2	2,00	17,08	6,87	0,62	1,44					2,06	332,20
p3	3,00	17,08	6,87	0,62	1,44	2,06				4,12	664,40
p4	4,00	17,08	6,87	0,62	1,44	2,06	1,58			5,69	919,08
p5	5,00	17,08	6,87	0,62	1,44	2,06	1,58	0,96		6,66	1074,11
p6	6,00	17,08	6,87	0,62	1,44	2,06	1,58	0,96	0,21	6,86	1107,33
p7	7,00	0,00	0,00	0,00	1,44	2,06	1,58	0,96	0,21	6,24	1007,67
p8	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,06	1,58	0,96	0,21	4,80	775,13
p9	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,58	0,96	0,21	2,74	442,93
p10	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,21	1,17	188,25
p11	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,21	33,22
p12	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00





Metodo SNS-CN

Il valore CN è fornito dal testo ed è pari a 74, quindi ci si è calcolati S (grado di riempimento massimo) e conoscendo la precipitazione totale dell'evento (P) e imponendo $I_a=0,2S$ (assorbimento iniziale) ci si è calcolati la pioggia effettiva (P_e) tramite la formula seguente.

$$S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) = 254 \cdot \left(\frac{100}{74} - 1 \right) = 89,24$$

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

Siccome si è partiti dalla pioggia lorda cumulata, i valori che si ottengono di P_e sono valori cumulati, quindi per sottrazioni successive si ottiene la pioggia effettiva e quindi dividendo per Δt (che è pari a 1 ora) si ottiene l'intensità effettiva

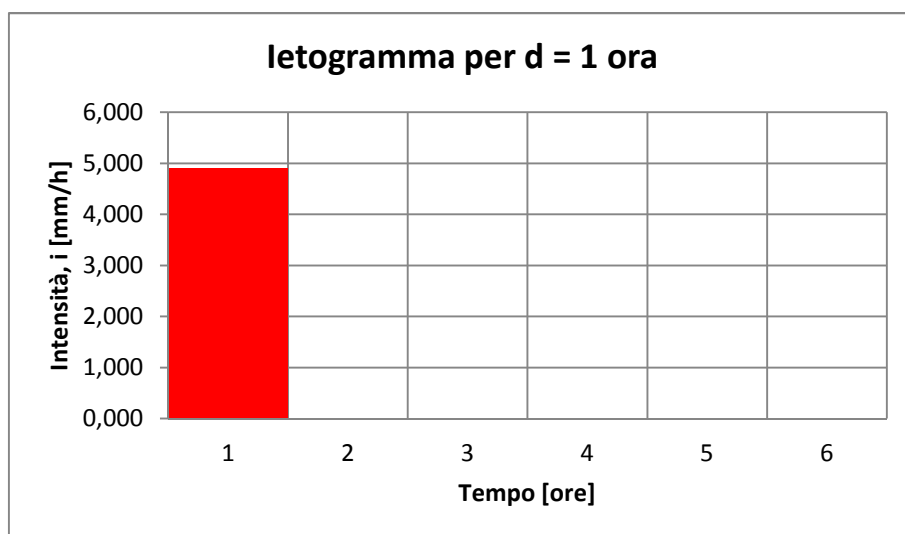
Una volta calcolata la intensità effettiva si è calcolata la portata con il metodo della corrivazione; i valori massimi per una durata $d=6$ ore sono maggiori di quelli che si ottengono tramite la formulazione razionale, infatti si noti che la portata massima calcolata con tale metodo è $1435,1 \text{ m}^3/\text{s}$ mentre quella calcolata con il metodo Ψ e con la formula razionale è $1107,33 \text{ m}^3/\text{s}$

Di seguito sono riportate le tabelle di calcolo utilizzate per calcolare l'intensità di pioggia e la portata con il metodo della corrivazione.

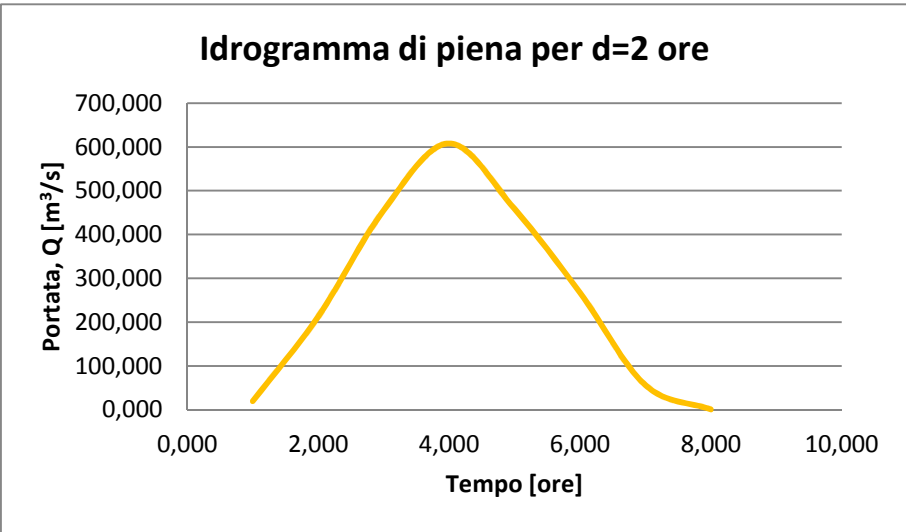
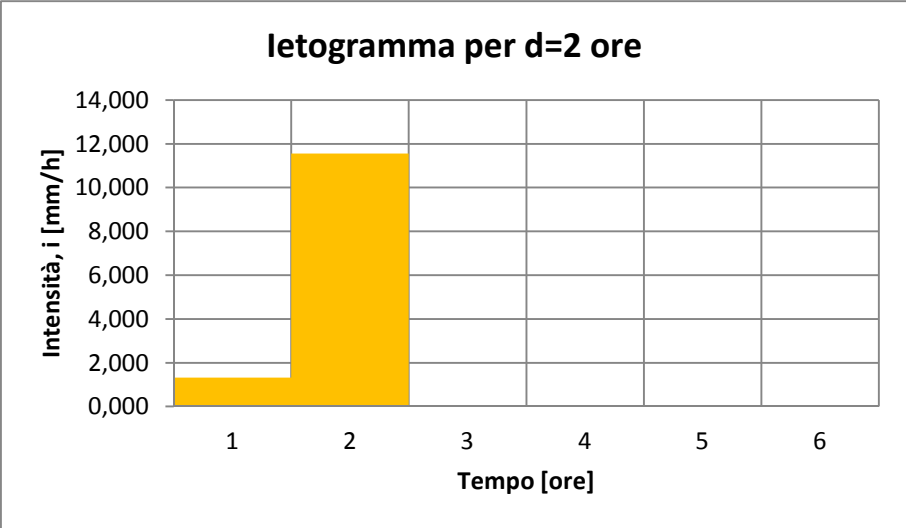
Durata 1 ora e intensità media 41,40 mm/h:

P [mm]	41,40				
P _e [mm]	16,64				
S	89,24				
CN	74,00				
	P _l orda cumulata [mm]	P _{e,cumulata} [mm]	P _e [mm]	i _e [mm/h]	
1	41,400	4,917	4,917	4,917	
2	41,400	4,917	0,000	0,000	
3	41,400	4,917	0,000	0,000	
4	41,400	4,917	0,000	0,000	
5	41,400	4,917	0,000	0,000	
6	41,400	4,917	0,000	0,000	

			U1	U2	U3	U4	U5	U6		
	t [ore]	i [mm/h]	0,0899	0,2098	0,2997	0,2298	0,1399	0,0300	q [mm/h]	Q [m ³ /s]
p1	1,000	4,917	0,442						0,442	71,365
p2	2,000	0,000	0,000	1,032					1,032	166,518
p3	3,000	0,000	0,000	0,000	1,474				1,474	237,884
p4	4,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,130			1,130	182,377
p5	5,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,688		0,688	111,012
p6	6,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,147	0,147	23,788
p7	7,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
p8	8,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
p9	9,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
p10	10,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
p11	11,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
p12	12,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



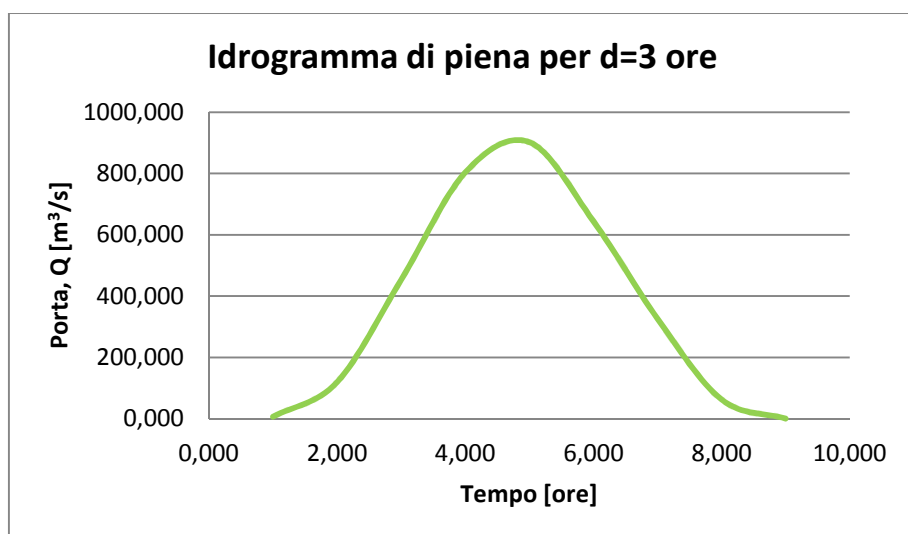
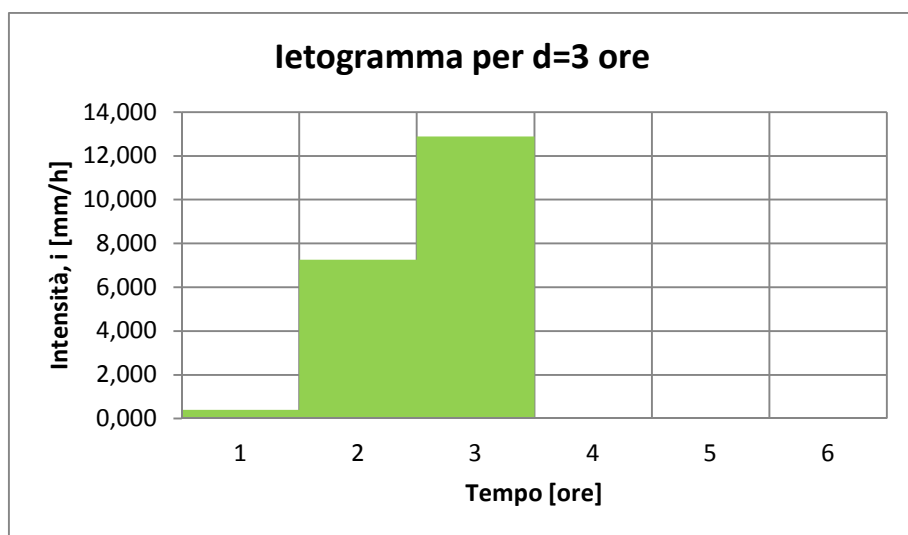
[illegible]



Durata 3 ore e intensità media 24,06 mm/h:

P [mm]	72,17				
P _e [mm]	29,01				
S	89,24				
CN	74,00				
	P _l orda cumulata [mm]	P _{e,cumulata} [mm]	P _e [mm]	i _e [mm/h]	
1	24,058	0,404	0,404	0,404	
2	48,116	7,665	7,262	7,262	
3	72,174	20,556	12,891	12,891	
4	72,174	20,556	0,000	0,000	
5	72,174	20,556	0,000	0,000	
6	72,174	20,556	0,000	0,000	

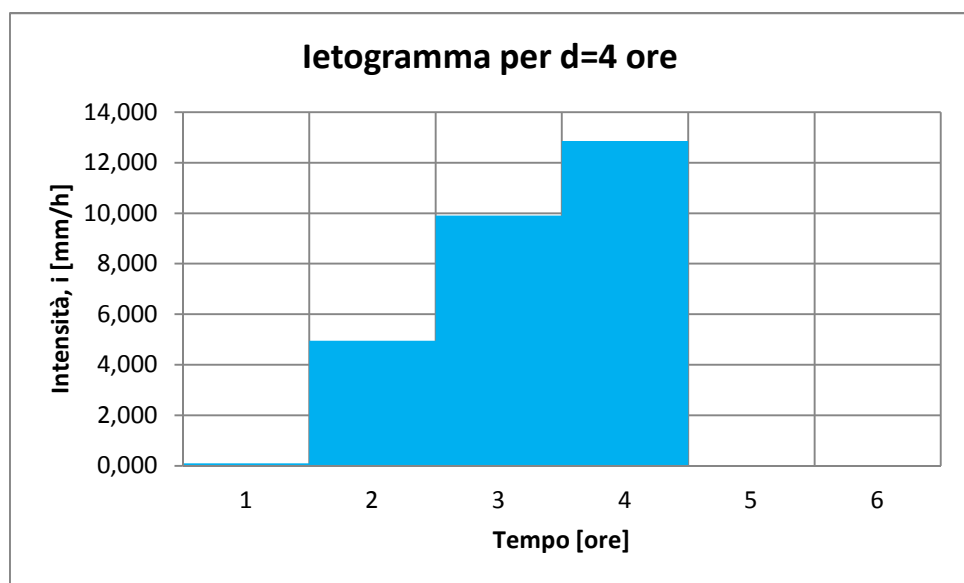
			U1	U2	U3	U4	U5	U6		
	t [ore]	i [mm/h]	0,0899	0,2098	0,2997	0,2298	0,1399	0,0300	q [mm/h]	Q [m ³ /s]
p1	1,000	0,404	0,036						0,036	5,862
p2	2,000	7,262	0,653	0,085					0,738	119,061
p3	3,000	12,891	1,159	1,524	0,121				2,804	452,511
p4	4,000	0,000	0,000	2,705	2,177	0,093			4,974	802,771
p5	5,000	0,000	0,000	0,000	3,864	1,669	0,057		5,589	902,021
p6	6,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,962	1,016	0,012	3,990	643,969
p7	7,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,803	0,218	2,021	326,136
p8	8,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,386	0,386	62,359
p9	9,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
p10	10,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
p11	11,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
p12	12,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



Durata 4 ore e intensità media 20,87 mm/h:

P [mm]	83,48				
P _e [mm]	33,56				
S	89,24				
CN	74,00				
	P _l orda cumulata [mm]	P _{e,cumulata} [mm]	P _e [mm]	i _e [mm/h]	
1	20,871	0,099	0,099	0,099	
2	41,742	5,046	4,947	4,947	
3	62,612	14,953	9,907	9,907	
4	83,483	27,815	12,862	12,862	
5	83,483	27,815	0,000	0,000	
6	83,483	27,815	0,000	0,000	

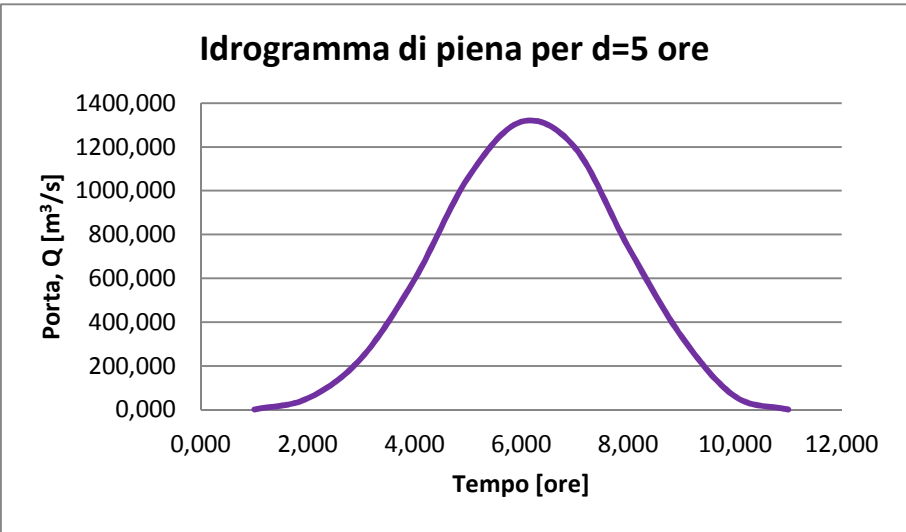
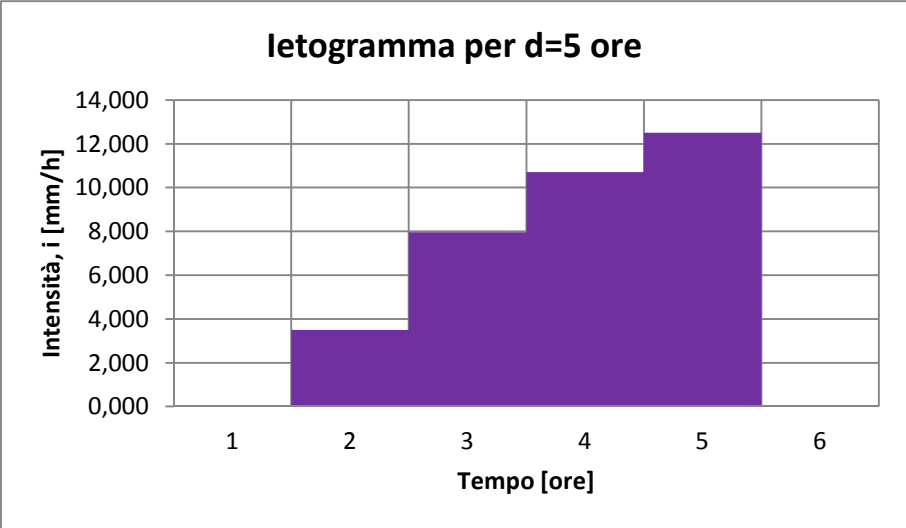
			U1	U2	U3	U4	U5	U6		
	t [ore]	i [mm/h]	0,0899	0,2098	0,2997	0,2298	0,1399	0,0300	q [mm/h]	Q [m ³ /s]
p1	1,000	0,099	0,009						0,009	1,437
p2	2,000	4,947	0,445	0,021					0,466	75,144
p3	3,000	9,907	0,891	1,038	0,030				1,958	316,078
p4	4,000	12,862	1,157	2,079	1,483	0,023			4,741	765,110
p5	5,000	0,000	0,000	2,699	2,970	1,137	0,014		6,819	1100,488
p6	6,000	0,000	0,000	0,000	3,855	2,277	0,692	0,003	6,827	1101,773
p7	7,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,956	1,386	0,148	4,490	724,595
p8	8,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,799	0,297	2,096	338,282
p9	9,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,386	0,386	62,219
p10	10,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
p11	11,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
p12	12,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000





P[mm]	93,46			
P _e [mm]	37,57			
S	89,24			
CN	74,00			
	P _{lorda cumulata} [mm]	P _{e,cumulata} [mm]	P _e [mm]	i _e [mm/h]
1	18,692	0,008	0,008	0,008
2	37,385	3,509	3,501	3,501
3	56,077	11,465	7,956	7,956
4	74,770	22,167	10,702	10,702
5	93,462	34,681	12,514	12,514
6	93,462	34,681	0,000	0,000

[illegible]



Durata 6 ore e intensità media 17,08 mm/h:

P [mm]	102,49			
P _e [mm]	41,20			
S	89,24			
CN	74,00			
	P _l orda cumulata [mm]	P _{e,cumulata} [mm]	P _e [mm]	i _e [mm/h]
1	17,082	0,007	0,007	0,007
2	34,165	2,522	2,515	2,515
3	51,247	9,095	6,573	6,573
4	68,330	18,238	9,143	9,143
5	85,412	29,111	10,873	10,873
6	102,495	41,204	12,093	12,093

			U1	U2	U3	U4	U5	U6		
	t [ore]	i [mm/h]	0,0899	0,2098	0,2997	0,2298	0,1399	0,0300	q [mm/h]	Q [m ³ /s]
p1	1,000	0,007	0,001						0,001	0,096
p2	2,000	2,515	0,226	0,001					0,228	36,729
p3	3,000	6,573	0,591	0,528	0,002				1,121	180,892
p4	4,000	9,143	0,822	1,379	0,754	0,002			2,957	477,203
p5	5,000	10,873	0,978	1,918	1,970	0,578	0,001		5,445	878,820
p6	6,000	12,093	1,087	2,281	2,741	1,511	0,352	0,000	7,972	1286,576
p7	7,000	0,000	0,000	2,537	3,259	2,101	0,919	0,075	8,892	1435,119
p8	8,000	0,000	0,000	0,000	3,625	2,499	1,279	0,197	7,599	1226,439
p9	9,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,779	1,521	0,274	4,574	738,177
p10	10,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,692	0,326	2,017	325,593
p11	11,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,362	0,362	58,499
p12	12,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

