

Prova Scritta

Esercizio n°1

Calcolare l'altezza massima di precipitazione che si potrebbe avere da una colonna satura alta 10 km a fronte delle seguenti condizioni: temperatura alla superficie del suolo: 20 °C, pressione alla superficie del suolo: 101.3 kPa, tasso di variazione della temperatura: 6.5 °C/km.

Esercizio n°2

Partendo dai seguenti valori di altezze di precipitazione osservate a passo di 10 minuti in un pluviometro calcolare con il metodo *CN* la pioggia netta per un bacino per il quale è stato stimato un valore del $CN(II)=78$, un valore delle perdite iniziali $I_a=5$ mm ed assumendo che nei 5 giorni antecedenti siano caduti 60 mm di pioggia. Disegnare lo ietogramma di pioggia netta e totale.

t	P incr
min	mm
0	0
10.0	3.5
20.0	5.2
30.0	5.0
40.0	3.2
50.0	2.1

Esercizio n°3

Determinare il tempo di ritorno a fronte del quale dovrebbe essere dimensionata l'arginatura di un corso d'acqua affinché la portata di progetto venga superata con una probabilità pari al 5% durante un periodo di 50 anni.

Prova Scritta

Esercizio n°1

Calcolare l'altezza massima di precipitazione che si potrebbe avere da una colonna satura alta 10 km a fronte delle seguenti condizioni: temperatura alla superficie del suolo: 20 °C, pressione alla superficie del suolo: 101.3 kPa, tasso di variazione della temperatura: 6.5 °C/km.

Soluzione

In corrispondenza della superficie del suolo ($z=0$) si ha:

$$T = 20^\circ\text{C}, \text{ ovvero } T = 20 + 273 = 293 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$P = 101.3 \text{ kPa}$$

$$e_s = 611 \exp\left(\frac{17.27 \cdot T}{237.3 + T}\right) = 611 \exp\left(\frac{17.27 \cdot 20}{237.3 + 20}\right) = 2339 \text{ Pa}$$

$$\rho_a = \frac{P}{R_a T} = \frac{101300}{287.6 \cdot 293} = 1.20 \text{ kg/m}^3$$

$$q_v = 0.622 \frac{e}{P} = 0.622 \frac{2339}{101300} = 0.0144$$

Si assuma un incremento di quota $\Delta z = 2 \text{ km}$

A $z = 2 \text{ km}$ si ha

$$T_2 = T_1 - \alpha(z_2 - z_1) = 20 - 6.5(2 - 0) = 7 \text{ }^\circ\text{C} = 280 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$P_2 = P_1 \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{g}{\alpha R_a}} = 101300 \left(\frac{280}{293}\right)^{\frac{9.81}{6.510^{-3} \cdot 287.6}} = 79790 \text{ Pa}$$

$$\rho_a = \frac{P}{R_a T} = \frac{79790}{287.6 \cdot 280} = 0.99 \text{ kg/m}^3$$

$$e_s = 611 \exp\left(\frac{17.27 \cdot T}{237.3 + T}\right) = 611 \exp\left(\frac{17.27 \cdot 7}{237.3 + 7}\right) = 1001 \text{ Pa}$$

$$q_v = 0.622 \frac{e}{P} = 0.622 \frac{1001}{79790} = 0.0078$$

Quindi tra $z = 0 \text{ km}$ e $z = 2 \text{ km}$ si ha

$$\bar{q}_v = \frac{0.0144 + 0.0078}{2} = 0.0111$$

$$\bar{\rho}_a = \frac{1.2 + 0.99}{2} = 1.1 \text{ kg/m}^3$$

Prova Scritta

Quindi la massa d'acqua precipitabile nei primi 2 km è:

$$\Delta m_p = \bar{q}_v \cdot \bar{\rho}_a \cdot A \cdot \Delta z = 0.011 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 2000 = 24.37 \text{ kg/m}^2$$

Ripetendo i medesimi calcoli per le diverse quote fino a $z=10\text{km}$ si ottengono i risultati riportati nella sottostante tabella, ovvero una altezza massima di precipitazione di 41 mm

z (km)	T (°C)	P (kPa)	ρ_a (kg/m ³)	e (kPa)	q_v	$\bar{q}_v$	$\bar{\rho}_a$ (kg/m ³)	Δm_p (kg/m ²)
0	20	101.3	1.2	2.34	0.0144			
2	7	79.79	0.99	1	0.0078	0.0111	1.10	24.37
4	-6	62.14	0.81	0.39	0.0039	0.0059	0.90	10.57
6	-19	47.80	0.66	0.14	0.0018	0.0028	0.73	4.16
8	-32	36.26	0.52	0.04	0.0007	0.0012	0.59	1.46
10	-45	27.09	0.41	0.01	0.0002	0.0005	0.47	0.45
Tot								41.01

Prova Scritta

Esercizio n°2

Partendo dai seguenti valori di altezze di precipitazione osservate a passo di 10 minuti in un pluviometro calcolare con il metodo *CN* la pioggia netta per un bacino per il quale è stato stimato un valore del $CN(II)=78$, un valore delle perdite iniziali $I_a=5$ mm ed assumendo che nei 5 giorni antecedenti siano caduti 60 mm di pioggia. Disegnare lo ietogramma di pioggia netta e totale.

t	P incr
min	mm
0	0
10.0	3.5
20.0	5.2
30.0	5.0
40.0	3.2
50.0	2.1

Soluzione

Dal momento che nei 5 giorni antecedenti l'evento considerato sono caduti 60 mm, indipendentemente dalla stagione ai fini del calcolo della pioggia netta si deve utilizzare il $CN(III)$, ovvero, dato $CN(II)=78$, si avrebbe:

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)} = 89.08$$

A fronte di tale valor di CN si ottiene quindi:

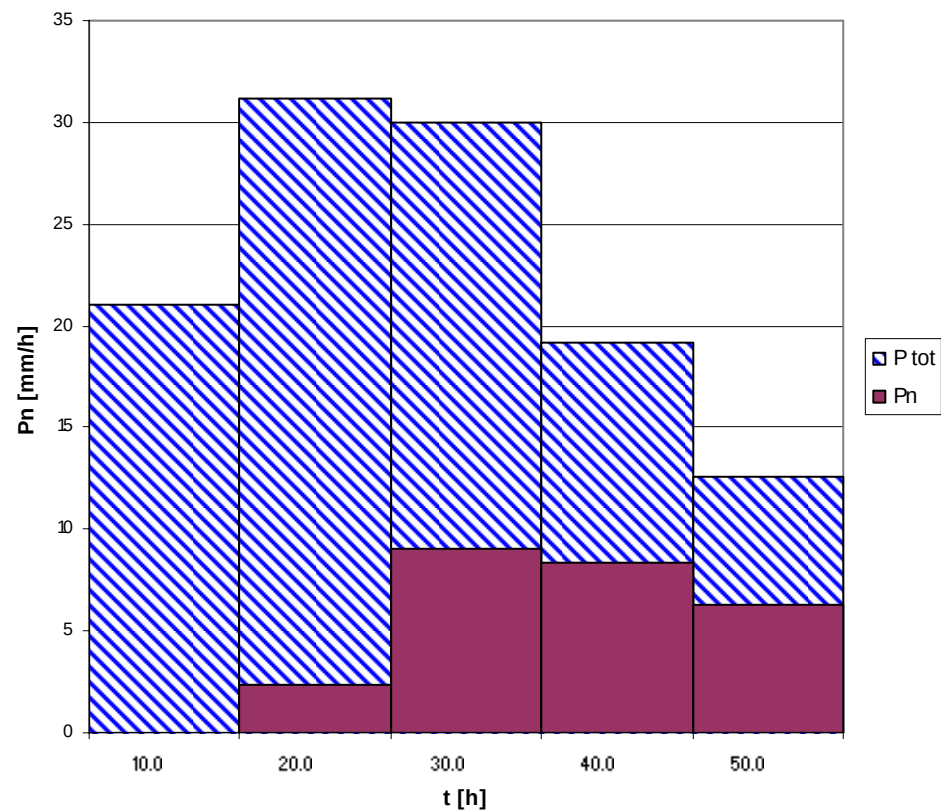
CN **89.08**

$S=31.15$ mm

$I_a=5.00$ mm

t	P incr	P cum	Pn cum	Pn incr	Fa (perd cum)	i	i_netta
min	mm	mm	mm	mm	mm	(mm/h)	(mm/h)
0	0	0	0		0		
10.0	3.5	3.5	0.00	0.00	3.5	21	0.0
20.0	5.2	8.7	0.39	0.39	8.3	31.2	2.4
30.0	5.0	13.7	1.90	1.51	11.8	30	9.0
40.0	3.2	16.9	3.29	1.39	13.6	19.2	8.3
50.0	2.1	19.0	4.34	1.05	14.7	12.6	6.3

Prova Scritta



Prova Scritta

Esercizio n°3

Determinare il tempo di ritorno a fronte del quale dovrebbe essere dimensionata l'arginatura di un corso d'acqua affinché la portata di progetto venga superata con una probabilità pari al 5% durante un periodo di 50 anni.

Soluzione

Il rischio R su n anni è dato da $R = 1 - (1 - p)^n$

Posto $R = 0.05$ e $n = 50$ si ottiene:

$$p = 1 - (1 - 0,05)^{1/50} = 0,00103$$

Il tempo di ritorno T richiesto è:

$$T = \frac{1}{p} = \frac{1}{0,00103} = 975 \approx 1000 \text{ anni}$$