FOGNA PLUVIALE – RELAZIONE IDROLOGICA

1. PREMESSA

Le curve di probabilità pluviometrica

$$h_{t,T} = f(t,T) \quad (1.1)$$

esprimono la dipendenza della massima altezza di pioggia $h_{t,T}$, che può cadere in un punto in un qualsiasi intervallo di tempo t, dalla durata di quest'intervallo e dalla probabilità di non superamento. Quest'ultima, normalmente, viene indicata con il periodo di ritorno T, espresso in anni, che rappresenta l'intervallo medio di tempo in cui ci si può attendere che gli eventi h_t siano inferiori o al più uguali a $h_{t,T}$.

Poiché la portata di piena in una canalizzazione dipende dalla intensità media di pioggia

$$i_t = h_t/t \quad (1.2)$$

e dalla durata t della stessa appare chiara l'importanza che dette curve assumono per la progettazione delle opere di drenaggio delle acque.

2. Metodo statistico

L'approccio a cui fa riferimento tale metodo è di natura probabilistica in quanto introduce un periodo di ritorno T , definibile come il numero medio di anni che bisogna attendere perché l'altezza di pioggia di un evento di durata **t** venga superato per la prima volta. Concettualmente in tal modo ci si và a cautelare da un evento che con buone probabilità non si verificherà prima di **T** anni; è chiaro che quanto maggiore si assume T tanto più si riducono i rischi che l'evento gravoso previsto si verifichi, anche se ciò porta ad un aggravio economico maggiore per la realizzazione dell'opera.

Infatti si è soliti assumere valori elevati del periodo di ritorno solo per opere idrauliche molto impegnative, mentre per opere di tipo fognario si è soliti assumere un periodo di ritorno T =10 anni. Nel caso di Canosa, atteso il grave dissesto idrogeologico dovuto alla presenza delle cavità sotterranee nell'abitato, si è assunto un tempo di ritorno pari a 30 anni.

Il metodo statistico mira dunque a calcolare la massima altezza di pioggia che con ogni probabilità non si verificherà prima di 30 anni, per far ciò viene utilizzata la Legge di Gumbel che presenta la seguente espressione:

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot K_T \qquad (1.3)$$

in cui si avrà:

- $h_{t,T}$: massima altezza di pioggia associata all'evento di durata t in un periodo di ritorno T
- μ_t : altezza di pioggia media associata all'evento di durata t
- K_T : fattore di crescita con il periodo di ritorno T

essendo il fattore K_T indipendente dalla durata dell'evento.

Per procedere con tale metodo statistico, si parte dallo studio dei dati riportati in Tab.1.1, ricavando per ogni classe di durata dell'evento di pioggia (1,3,6,12,24) gli indici caratteristici della distribuzione dei dati e cioè:

- Media con la relazione :

$$\overline{h}_t = \frac{\sum_{i=1}^{N_t} h_{t,i}}{N_t} \qquad (1.4)$$

- Scarto quadratico medio (s.q.m.) dall'espressione :

$$\text{s.q.m.} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N_t} (h_{t,i} - \overline{h}_t)^2}{(N_t - 1)}} \qquad (1.5)$$

- Moda con l'espressione :

$$e_t = \overline{h}_t - 0{,}45 \cdot \text{s.q.m.} \qquad (1.6)$$

dove si avrà :

- h_{ti} : massima altezza di pioggia dell'evento di durata t riferito all'anno i-esimo
- N_t : numero di anni di osservazioni
- $\overline{h}_t$: media delle massime altezze relativo all'evento di durata t

A partire da tali indici, la cui precisione è legata alla numerosità dei dati, è possibile calcolare il fattore K_T di crescita utilizzando la relazione:

$$\mathbf{K_T} = \frac{\mathbf{s.q.m.}}{\mathbf{0{,}557 \cdot e_t}} \qquad (1.7)$$

in cui $\mathbf{e_t}$ ed **s.q.m.** sono i simboli prima definiti. In tal modo, in corrispondenza di ogni evento di durata t si avrà un valore del fattore $K_{T,t}$ come riportato in Tab.1.1

	1h	3h	6h	12h	24h
$\overline{h}_t$	25.85	33,95	40,91	47,59	56,08
s.q.m.	9,15	13,73	16,38	18,23	21,14
e_t	21,73	27,77	33,54	39,39	46,56
$K_{T,t}$	0,75	0,88	0,87	0,83	0,81

Tab.1.1

A partire dai cinque valori del fattore di crescita, è possibile ricavare l'unico fattore K_T come media pesata degli stessi :

$$\mathbf{K_T} = \frac{\sum_{i=1}^{5} \mathbf{K_{T,i} \cdot N_i}}{\sum_{i=1}^{5} \mathbf{N_i}} \qquad (1.8)$$

i cui termini hanno il seguente significato:

- $K_{T,i}$: fattore di crescita associato all'evento di durata i-esima
- N_i : numero di dati campionari associati all'evento di durata i-esima
- K_T : fattore di crescita indipendente dalla durata dell'evento

Eseguendo il calcolo si otterrà un valore del fattore di crescita pari a :

$\mathbf{K_T = 0{,}83}$

che applicato direttamente nella legge di Gumbel consente di ricavare i valori massimi delle altezze di pioggia associate alle durate dei singoli eventi all'interno dell'assegnato periodo di ritorno T; la legge suddetta ha l'espressione :

$$\mathbf{h_{t,T} = e_t \cdot (1+K_T \cdot logT)} \qquad (1.9)$$

in cui oltre a comparire la moda e_t e il fattore di crescita K_T compare esplicitamente anche il periodo di ritorno T che nel caso in esame della rete fognaria si assumerà pari a <u>T=30 anni</u> . Sostituendo i valori trovati per ogni durata t (vedi Tab.1.1) si otterrano i valori di $h_{t,T}$ riportati in Tab.1.2 :

	1h	3h	6h	12h	24h
$h_{t,T}$	39,847	50,926	61,49	72,219	85,378

Tab.1.2

A partire da tali valori ricavati, è necessario estrapolare una legge che rappresenti, univocamente, tutti i dati ricavati. Tale legge sarà proprio la legge (1.1) introdotta in precedenza e da cui è immediato ricavare la (1.2) che esprime l'intensità media della pioggia. Inoltre, proprio attraverso i dati di Tab.1.2 è possibile conoscere i due parametri incogniti **a** ed **n**. Infatti, per quanto concerne **a**, ricordando l'espressione logaritmica della (1.1) :

$$logh_{t,T} = loga + n \cdot logt \qquad (1.1)'$$

imponendo t = 1 ora si ottiene

$$logh_{1,10} = loga \qquad (1.10)$$

e cioè $h_{1,30}$ = a e con i valori in Tab.1.2 si ottiene **a = 0,40** espresso in millimetri essendo le altezze di pioggia espresse in millimetri.

Per quanto riguarda, invece, il coefficiente **n**, è possibile ancora ricavarlo dalla legge (1.1)' così da avere :

$$n = \frac{\log h_{t,T} - \log a}{\log t} \qquad (1.11)$$

Imponendo t =24ore, e sostituendo ad $h_{t,T}$ il valore posto in Tab.1.2 in corrispondenza di t=24h, si ottiene un valore del coefficiente pari a **n = 0,414** .

Si osserva, che quanto fatto or ora, equivale a considerare, nella carta bilogaritmica di ascissa t ed ordinata h, il coefficiente angolare della retta passante per i due punti :

A(1 , $h_{1,30}$) e B(24 , $h_{24,30}$).

La legge (1.1), assume dunque la forma completa :

$$h_{t,30} = 40 \cdot t^{0,414} \qquad (1.1)''$$