

Titolo della tesi: Confronto tra modelli matematici per la stima delle piogge di breve durata e notevole intensità per la Regione Lazio

Tipo di Laurea: Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Sessione di Laurea: Novembre

Anno accademico: 2016/2017

Nome Candidato: Pavani Alessio

Matricola: 1645311

Relatore: Prof. Ing. Francesco Napolitano

Correlatore: Dott. Ing. Claudio Mineo

SSD Relatore: ICAR 02

Le precipitazioni di breve durata e notevole intensità sono un fenomeno fondamentale nello studio e nella modellazione dei fenomeni idrologici, relativamente alla progettazione di opere idrauliche e alla gestione degli eventi di piena e delle acque in generale.

In questo lavoro è stato effettuato uno studio sulle precipitazioni di breve durata, attraverso l'analisi dei dati di pioggia di sei stazioni pluviometriche nella regione Lazio, in Italia, sui dati disponibili dal 1994 al 2015. Sono state calcolate le *curve di possibilità pluviometrica* di tipo DDF, studiando due differenti modelli con lo scopo di evidenziare se tali metodologie siano o meno attendibili relativamente al funzionamento delle opere ingegneristiche maggiormente interessate da questo tipo di fenomeni.

- $h_{t,Tr} = at^n$
 - $h_{t,Tr}$ è l'altezza di pioggia per una durata t e un tempo di ritorno Tr ;
 - a, b sono parametri positive caratteristici del sito;
- $h_{t,Tr} = \frac{at}{(b+t)^m}$
 - m è un esponente con valore compreso tra 0 e 1;
 - $n=1-m$.

Per entrambe le equazioni si è proceduto inizialmente con la regolarizzazione dei parametri al fine di adattare i dati registrati alle rispettive metodologie, sviluppando il lavoro sulle altezze di pioggia relative al tempo di ritorno di 5 anni e assumendo che i valori di $h_{t,Tr}$ seguano la legge di distribuzione di probabilità "Extreme Values Type II (EV2)" come suggerito dagli studi condotti da Koutsoyiannis[2004].

Per l'equazione a due parametri sono state costruite le DDF per le durate superiori ed inferiori all'ora, utilizzando differenti parametri. Nella costruzione della DDF completa si è notato come l'altezza di pioggia per la durata di un'ora, calcolata con le due coppie di parametri, fosse differente; è stato pertanto imposto il passaggio di entrambe le curve per la stessa altezza di pioggia, trovando analiticamente il valore della durata t^* per cui ogni curva ha validità.

Relativamente all'equazione a tre parametri, la parametrizzazione è stata eseguita sia per via sperimentale, che ricorrendo alle informazioni di letteratura, riscontrando delle differenze nei risultati. Inoltre i dati forniti in letteratura sono stati ottenuti a partire da un campione meno numeroso rispetto a quello a disposizione dello studio in questione.

Entrambe le leggi sono state poi confrontate con la legge di Bell, la quale si basa sull'ipotesi che le caratteristiche dell'evento di pioggia intense siano indipendenti dalla località geografica. Dal confronto risulta

che la legge di Bell tende a sovrastimare i valori delle altezze di pioggia per le brevissime durate, pertanto qualora fossero disponibili i dati dei pluviometri sarebbe preferibile utilizzare i dati sperimentali.

Si è voluto infine mostrare a titolo di esempio una semplice applicazione ingegneristica delle metodologie studiate, andando a valutare l'altezza del tirante idrico in una condotta a pelo libero, inserendo come dati sulla pioggia quelli ricavati dalla costruzione delle curve di possibilità pluviometrica.

Dallo studio del caso reale non si riscontrano differenze significative del valore del tirante idrico. Questa è un'osservazione di notevole significatività, in quanto nonostante si utilizzino dati di input differenti (i valori dell'altezza di precipitazione calcolati con l'eq.1 e l'eq.2) il risultato della soluzione ingegneristica finale risulta essere stabile.

Si vuole quindi porre l'attenzione sulla necessità di valutare la metodologia da utilizzare relativamente al tipo e alla quantità di dati a disposizione.

Per la costruzione delle curve di possibilità pluviometrica con la legge a due parametri, si determinano due coppie di valori, rispettivamente per durate inferiori e superiori all'ora, andando poi a creare la curva DDF completa unendo le due curve

E' necessario definire il punto di intersezione tra i due campi di durata t_1 e t_2 : si ottiene l'espressione analitica dalla quale si ricava il valore del tempo t^* in cui si ha la stessa altezza di pioggia, andando a riportare il grafico della curva DDF su un piano bilogarithmico ed imponendo lo stesso valore della durata per le due equazioni:

$$h_1 = h_2 \rightarrow$$

$$a_1 t^{n_1} = a_2 t^{n_2} \rightarrow$$

$$\ln(a_1 t^{n_1}) = \ln(a_2 t^{n_2}) \rightarrow t^* = \exp \left[\frac{\ln(a_2) - \ln(a_1)}{n_1 - n_2} \right]$$

Con questa procedura è stato possibile rappresentare nella seguente tabella i valori delle altezze di pioggia calcolati con la legge a due parametri, adottando i parametri per le durate superiori all'ora non più con un tempo maggiore di 60 minuti, ma con un tempo maggiore di t^* .

Per le località, dove non sono state elaborate espressioni empiriche, si può far riferimento ad un secondo approccio che prevede la valutazione delle curve DDF con l'equazione a tre parametri, attraverso la conoscenza:

- delle serie dei massimi annuali di precipitazione per le durate superiori all'ora, $h_{\max}(t > 60 \text{ min})$;
- il valore misurato del rapporto μ_t , ritenuto indipendente dal tempo di ritorno, tra la precipitazione di durata oraria e la precipitazione di generica durata $t < 60$ minuti.

In questo lavoro è stato assunto che per le stazioni in esame i valori di $h_{t,Tr}$ seguano la legge di distribuzione di probabilità "Extreme Values Type II (EV2)" come suggerito dagli studi condotti da *Koutsoyiannis*[2004].

Per quanto riguarda la regolarizzazione delle curve di caso critico con la legge a tre parametri, è stato imposto il passaggio delle curve di possibilità pluviometrica per l'altezza di pioggia di 5 minuti, avendo stimato per ogni pluviometro il coefficiente $\mu_t = \mu_5$, come il rapporto tra la media di tutti i massimi di pioggia annuali di durata 5 minuti $\overline{h_{\max}}(t_5)$, e la media dei massimi di pioggia annuali della durata oraria $\overline{h_{\max}}(t_{60})$:

$$\mu_5 = \frac{\overline{h_{\max}}(t_5)}{\overline{h_{\max}}(t_{60})} \quad (4.3)$$

Per la valutazione delle curve DDF attraverso l'eq.2 sono state seguite due metodologie, relativamente all'imposizione del passaggio delle curve per l'altezza di pioggia di durata 5 minuti. In particolare il valore $\mu_{5'}$, funzione dei parametri b e m , è stato ottenuto:

- calcolandolo sperimentalmente per ogni stazione a partire dalle informazioni fornite dai pluviometri;
- ricorrendo alle informazioni di letteratura, l'unico valore fornito è quello per la stazione di Roma Macao ed è pari a 0,278.