

## ***Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale.***

L'analisi regionale delle piogge massime annuali di durata compresa tra 1 ora e 1 giorno è stata effettuata per il territorio della Puglia centro-meridionale ad integrazione di quanto effettuato in Puglia settentrionale da Claps et al., (1994).

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987). Per l'individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello si è fatto ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e Iiritano, 1994).

I risultati hanno evidenziato (Castorani e Iacobellis, 2001) per l'area esaminata la consistenza di zona unica di primo e secondo livello. L'intero territorio di competenza del compartimento di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale risulta quindi diviso, al primo e secondo livello, in due sottozone. La prima (Claps et al, 1994) comprende la Capitanata, il Sub-appennino Dauno, il Gargano e l'Alta Murgia, la seconda include la restante parte del Tavoliere e della Murgia e la Penisola Salentina.

L'analisi di terzo livello basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota ha portato alla individuazione, oltre alle quattro zone omogenee in Claps et al. (1994), di altre due zone e delle rispettive curve di possibilità climatica.

### **1.1 Dati utilizzati**

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del Compartimento di Bari del S.I.M.N., le cui stazioni costituiscono una rete di misura con buona densità territoriale.

Le osservazioni pluviometriche interessano il periodo dal 1932 al 1994 in tutte le stazioni di studio, con almeno quindici anni di misure, dei massimi annuali delle precipitazioni giornaliere ed orarie. Si è potuto disporre di serie variabili da un minimo di 19 dati ad un massimo di 47 dati per un numero totale di stazioni pari a 66, appartenenti alla Puglia centro-meridionale.

## 1.2 Analisi di 1° e 2° Livello, individuazione delle zone omogenee.

L'analisi condotta sulle piogge giornaliere, consente di accogliere l'ipotesi che le 66 stazioni appartengano ad una zona unica, al primo livello, entro la quale si possono ritenere costanti i valori teorici dei parametri  $\Theta^*$  e  $\Lambda^*$ .

La stima, ottenuta utilizzando la procedura iterativa standard (Claps et al 1994), ha fornito i seguenti risultati:

$$\Theta^* = 2.121$$

$$\Lambda^* = 0.351$$

Anche nella procedura operata al 2° livello di regionalizzazione, la verifica dell'ipotesi di unica zona omogenea ha condotto ad un risultato positivo con valore costante di  $\Lambda_1$ .

Di seguito, in tabella 1, sono riepilogati i risultati ottenuti in tutta la regione.

**Tab. 1a.** Parametri regionali TCEV di 1 e 2 livello.

Zona	$\Lambda^*$	$\Theta^*$	$\Lambda_1$
Puglia Settentrionale	0.772	2.351	44.63
Puglia Centro-meridionale	0.353	2.121	17.55

**Tab. 1b.** Asimmetria (Ca) e coefficiente di variazione (Cv) osservati.

Zona	Ca	$\sigma^2$ (Ca)	Cv	$\sigma^2$ (Cv)
Puglia Settentrionale	1.66	0.52	1.31	0.554
Puglia Centro-meridionale	1.31	0.50	0.45	0.007

### 1.3 Curva di crescita.

L'analisi regionale dei dati di precipitazione al primo e al secondo livello di regionalizzazione è finalizzata alla determinazione delle curve regionali di crescita della grandezza in esame. In particolare per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità spaziale dei parametri della legge TCEV (CV e G), è utile rappresentare la legge  $F(X_t)$  della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata  $X_t$  come prodotto tra il suo valore medio  $\mu(X_t)$  ed una quantità  $K_{T,t}$ , detta *fattore probabilistico di crescita*, funzione del periodo di ritorno T e della durata t, definito dal rapporto:

$$K_{t,T} = X_{t,T}/\mu(X_t) \quad (1)$$

La curva di distribuzione di probabilità del rapporto (1) corrisponde alla curva di crescita, che ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della TCEV.

La dipendenza del fattore di crescita con la durata si può ritenere trascurabile, infatti, calcolando sulle stazioni disponibili le medie pesate dei coefficienti di asimmetria,  $C_a$ , e dei coefficienti di variazione,  $C_v$ , alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria. L'indipendenza dalla durata di  $K_{t,T}$  (nel seguito indicato con  $K_T$ ), autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione.

In base ai valori regionali dei parametri  $\Theta_*$ ,  $\Lambda_*$  e  $\Lambda_1$ , si ottiene la curva di crescita per la zona della Puglia centro – meridionale riportata in fig. 1.

Il valore di  $K_T$  può essere calcolato in funzione di T attraverso una approssimazione asintotica della curva di crescita (Rossi e Villani, 1995):

$$K_T = \mathbf{a} + \mathbf{b} \ln T \quad (2)$$

in cui :

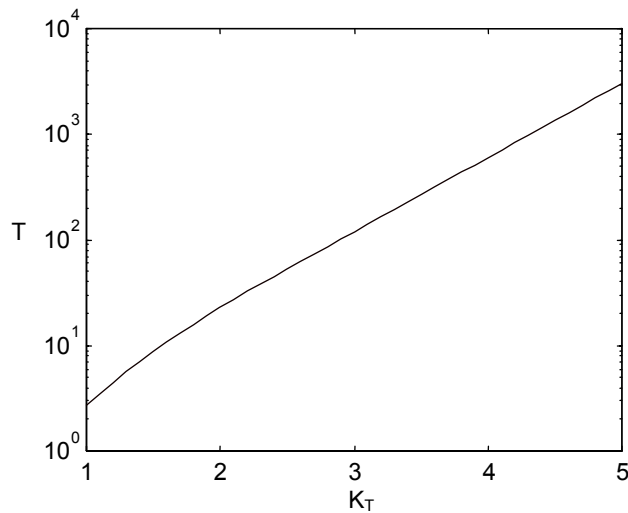
$$\mathbf{a} = (\Theta_* \ln \Lambda_* + \ln \Lambda_1) / \eta ; \quad \mathbf{b} = \Theta_* / \eta$$

$$\eta = \ln \Lambda_1 + C - T_0$$

$$C = 0.5772, \text{ (costante di Eulero),}$$

$$T_o = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(-1)^i \Lambda_*^i}{i!} \Gamma\left(\frac{i}{\theta_*}\right)$$

Nella tabella 2 seguente sono riportati i valori dei parametri a e b, e i relativi valori  $\eta$  e  $T_o$ , che consentono di determinare nella forma (2) le leggi di crescita relative all'area in esame:



**Fig. 1** Curva di crescita per la Puglia Centro – Meridionale.

**Tab. 2** Parametri dell'espressione asintotica (2)

Zona omogenea	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>T<sub>o</sub></b>	<b><math>\eta</math></b>
Puglia centro-meridionale	0.1599	0.5166	-0.6631	4.1053

Va tuttavia osservato che l'uso di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per  $T < 50$  anni e superiori al 5% per  $T < 100$  anni.

Per semplificare la valutazione del fattore di crescita, nella tabella 3 sono riportati, i valori di  $K_T$  relativi ai valori del periodo di ritorno più comunemente adottati nella pratica progettuale.

**Tab. 3** Valori di  $K_T$  Puglia Centro-Meridionale.

<i>T</i>	5	10	20	30	40	50	100	500	1000
$K_T$	1.26	1.53	1.82	2.00	2.13	2.23	2.57	3.38	3.73

#### 1.4. 3° Livello di regionalizzazione

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali.

Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio  $\mu(X_t)$  dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata  $t$  alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_t) = a t^n \quad (3)$$

essendo  $a$  ed  $n$  due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di *curva di probabilità pluviometrica*.

Nell'area della Puglia settentrionale il VAPI Puglia fornisce l'individuazione di 4 aree omogenee dal punto di vista del legame fra altezza di precipitazione giornaliera  $\mu(X_g)$  e quota. Ognuna di esse è caratterizzata da una correlazione lineare con elevati valori dell'indice di determinazione tra i valori  $\mu(X_g)$  e le quote sul mare  $h$ :

$$\mu(X_g) = C h + D \quad (4)$$

in cui  $C$  e  $D$  sono parametri che dipendono dall'area omogenea.

Lo studio condotto nell'area centro-meridionale della Puglia, ha condotto alla individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota s.l.m. per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione. Il territorio è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese-Murgia centrale, e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale.

Alla luce di quanto fin qui esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per le due aree in esame, viene generalizzata nella forma:

$$\mu(X_t) = a t^{(Ch+D+\log \alpha - \log a) / \log 24} \quad (5)$$

in cui  $a$  è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di  $\mu(X_t)$  relativi alle serie ricadenti in ciascuna zona omogenea;  $\alpha = x_g/x_{24}$  è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche di pari

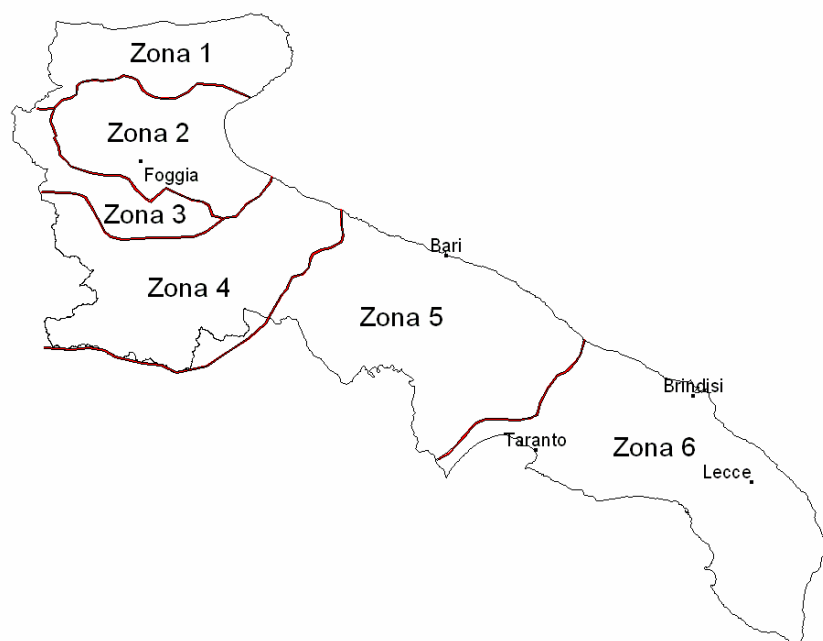
numerosità. Per la Puglia il valore del coefficiente  $\alpha$  è praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89;  $C$  e  $D$  sono i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare.

Per le due zone individuate i valori dei parametri sono riportati in tabella 4.

Tab. 4 Parametri delle curve di 3° livello

Zona	$\alpha$	$a$	$C$	$D$	$N$
5	0.89	28.2	0.0002	4.0837	-
6	“	33.7	0.0022	4.1223	-

Nelle figure 3 e 4 sono rappresentate le curve di possibilità climatica, nelle due zone omogenee (5-6) individuate dallo studio nell'area centro meridionale della regione (Fig. 2).



**Fig. 2** Zone omogenee, 3° livello.

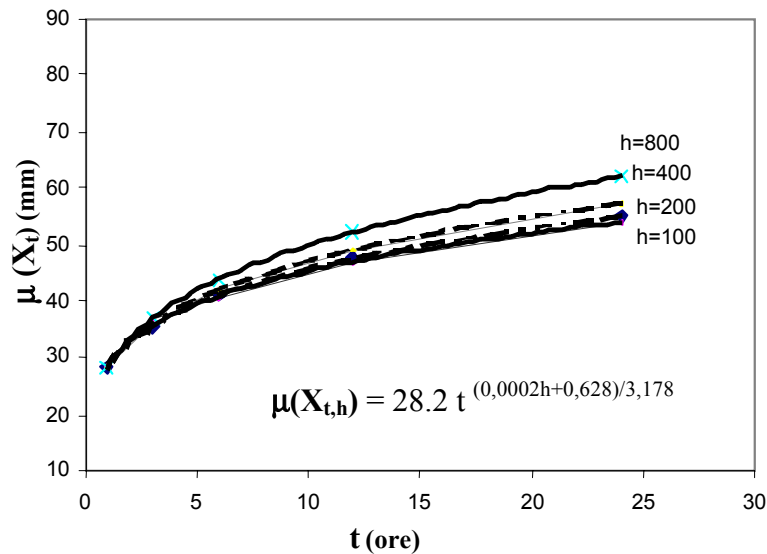


Fig. 3 Curva di probabilità pluviometrica, Zona 5 (Nord barese-Murgia Centrale).

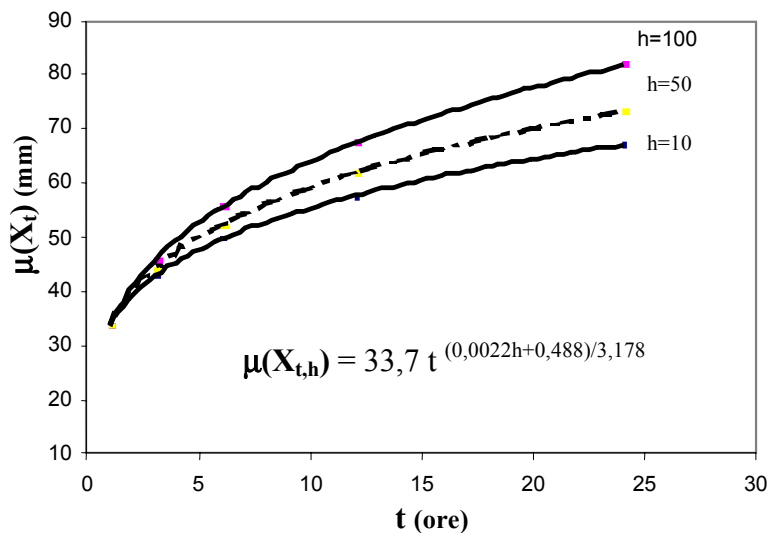


Fig. 4 Curva di probabilità pluviometrica in zona 6 (penisola Salentina).

#### Riferimenti Bibliografici

Castorani A., e V. Iacobellis, Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia, in Studi propedeutici per la redazione del Piano di Bacino Regionale, Regione Puglia, a cura di A. Castorani, Bari, 2001.

Claps P., Copertino V., Ermini R., e Fiorentino M., Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata, *Valutazione delle Piene in Puglia*, DIFA-GNDICI, Potenza 1994.

Fiorentino V., Gabriele S., Rossi F., e Versace P., Hierarchical approach for regional flood frequency analysis, in V. P. Singh (eds), *Regional flood frequency analysis*, 35-49, D. Reidel, Norwell, Mass, 1987.

Gabriele S., e Iiritano G., Alcuni aspetti teorici ed applicativi nella regionalizzazione delle piogge con il metodo TCEV, GNDICI – Linea 1 U.O. 1.4 Pubblicazione n. 1089, Rende, 1994.

Rossi F., Fiorentino M., e Versace P.; Two component extreme value distribution for flood frequency analysis, *Water Resources Research*, 20(7), 847-856, 1984

Rossi F., e P. Villani, Leggi regionali di crescita con il periodo di ritorno, *Valutazione delle Piene in Campania*, Salerno, 1995.