

SEVERINO BELLONI (\*)

## LE CURVE SEGNALATRICI DELLE POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICHE DA UN'ORA A TRECENTOSESANTACINQUE GIORNI (\*\*)

ABSTRACT: BELLONI S., *The curves of rainfall maximum and minimum values from 1 hour to 365 days*. These curves, relative to five stations of the Northern Italy on a day basis, are studied in the present work. The equations of these curves permit to calculate, with good approximation, the function of mean amounts of rainfall. The envelopping curves of rainfall maximum give, on the basis of the values from 1 to 365 days, the maximum amounts occurring from 1 to 24 hours. Besides, the envelopping curves of rainfall maximum give, on the basis of the values from 1 hour to 60 days, the maximum amounts until 365 days, if the observations are made in the course of a sufficient number of years.

RIASSUNTO: Nel presente lavoro sono state studiate le curve segnalatrici delle possibilità pluviometriche massime e minime, da un'ora a trecentosessantacinque giorni, relative a cinque stazioni dell'Italia Settentrionale, assumendo come unità di base dei tempi il giorno. Le equazioni di queste curve permettono di calcolare, con buona approssimazione, la funzione degli importi medi. Le curve inviluppo degli importi massimi, permettono, conoscendone soltanto i valori relativi ad intervalli di tempo da uno a trecentosessantacinque giorni, di risalire ai valori orari. Inoltre le curve inviluppo degli importi massimi, relative ad intervalli di tempo da un'ora a sessanta giorni, permettono di estrapolarne i valori fino a trecentosessantacinque giorni, purché le osservazioni siano state fatte per un numero sufficiente di anni.

TERMINI-CHIAVE: precipitazione atmosferica - minimi quadrati - regressione statistica.

### 1. INTRODUZIONE

Le curve segnalatrici delle possibilità pluviometriche sono state introdotte per la prima volta da L. FANTOLI negli studi di idrologia applicata (FANTOLI, 1913) allo scopo di avere una valutazione della disponibilità di acqua in una determinata località, attraverso l'analisi dei valori estremi delle precipitazioni. Quest'analisi consiste nell'individuare, per l'intera serie delle osservazioni, i valori più elevati e quelli più bassi, assumendo come unità di base il mese, per intervalli di tempo da uno a dodici mesi. I valori estremi delle precipitazioni sono ottenuti sommando i dati relativi a gruppi di mesi successivi, prescindendo dalle artificiose suddivisioni, basate sui tipici intervalli di tempo stagionali e sugli anni meteorologici o civili, che condizionano spesso la possibilità di un esame realistico e dettagliato della dinamica di questo fenomeno. Si possono così individuare tutti i possibili valori delle precipitazioni, per intervalli di tempo

da uno a dodici mesi consecutivi. Ordinati i dati così ottenuti, è possibile estrarre i valori estremi, sia massimi che minimi e calcolare le linee inviluppo delle precipitazioni, che comprendono tutti i possibili valori delle piogge registrate durante l'intera serie delle osservazioni.

Le equazioni delle curve inviluppo per i massimi assumono la forma:  $P = aT^b$ , dove  $P$  è l'importo delle precipitazioni, espresse in millimetri,  $T$  è il corrispondente intervallo di tempo, espresso in mesi,  $a$  è l'importo delle precipitazioni massime di un mese, espresso in millimetri e  $b$  è un numero minore di uno. Rappresentando le curve in un diagramma cartesiano, queste hanno la concavità rivolta verso l'asse delle ascisse, poiché l'esponente  $b$  della  $T$  è minore di uno. Rappresentando le curve in un diagramma logaritmico, queste diventano rette, che formano con l'asse delle ascisse un angolo minore di  $45^\circ$ , poiché sono funzioni di potenza, con esponente minore di uno.

Le equazioni delle curve inviluppo per i minimi assumono la forma:  $P = a(T-n)^b$ , dove  $P$  è l'importo delle precipitazioni, espresse in millimetri,  $T$  è il corrispondente intervallo di tempo, espresso in mesi,  $n$  è un numero compreso fra uno e quattro,  $a$  è l'importo delle precipitazioni minime di  $(n+1)$  mesi, espresso in millimetri e  $b$  è un numero maggiore di uno. Rappresentando le curve in un diagramma cartesiano, queste hanno la concavità rivolta verso l'asse delle ordinate, poiché l'esponente  $b$  della  $T$  è maggiore di uno. Rappresentando le curve in un diagramma logaritmico, queste rimangono curve con la concavità rivolta verso l'asse delle ascisse, poiché la base della potenza è una differenza e con le tangenti nei vari punti che formano con l'asse delle ascisse un angolo maggiore di  $45^\circ$ , poiché l'esponente della differenza  $(T-n)$  è maggiore di uno.

Poiché l'analisi dei processi erosivi e dei fenomeni

(\*) Prof. ing. Severino BELLONI, Istituto di Geologia dell'Università di Milano.

(\*\*) Lavoro eseguito presso l'Istituto di Geologia dell'Università degli Studi di Milano, diretto dal prof. B. MARTINIS. Lo scrivente ringrazia il geom. S. ANTICO, che ha disegnato la figura che illustra il lavoro.

di piena richiede un'adeguata conoscenza delle precipitazioni di maggiore intensità e di breve durata, oltre alle curve segnalatrici delle possibilità pluviometriche, sopra descritte, si esaminano i dati relativi alle piogge più elevate per periodi da uno a cinque giorni consecutivi, ordinandole in senso decrescente e ricavandone i massimi assoluti. L'equazione della curva involuppo relativa assume la forma:  $P = aT^b$ , dove  $P$  è l'importo delle precipitazioni, espresse in millimetri,  $T$  è il corrispondente intervallo di tempo, espresso in giorni,  $a$  è l'importo delle precipitazioni massime in un giorno, espresse in millimetri e  $b$  è un numero minore di uno. Rappresentando la curva in un diagramma cartesiano, questa ha la concavità rivolta verso l'asse delle ascisse, poiché l'esponente  $b$  della  $T$  è minore di uno. Rappresentando la curva in un diagramma logaritmico, questa diventa una retta, che forma con l'asse delle ascisse un angolo minore di  $45^\circ$ , poiché è una funzione di potenza, con esponente minore di uno.

Si esaminano inoltre le piogge più intense, nell'ambito giornaliero, sulla base delle piogge rilevate per una, tre, sei, dodici e ventiquattro ore consecutive, operando in modo analogo a quanto fatto per le piogge più elevate nel periodo da uno a cinque giorni. Si ottiene così una equazione della curva involuppo della forma:  $P = aT^b$ , dove  $P$  è l'importo delle precipitazioni, espresse in millimetri,  $T$  è il corrispondente intervallo di tempo, espresso in ore,  $a$  è l'importo delle precipitazioni massime in un'ora, espresse in millimetri e  $b$  è un numero minore di uno. Rappresentando la curva in un diagramma cartesiano, questa ha la concavità rivolta verso l'asse delle ascisse, poiché l'esponente  $b$  della  $T$  è minore di uno. Rappresentando la curva in un diagramma logaritmico, questa diventa una retta, che forma con l'asse delle ascisse un angolo minore di  $45^\circ$ , poiché è una funzione di potenza, con esponente minore di uno.

Da quanto scritto fin qui, risulta evidente che, sia le curve segnalatrici delle possibilità pluviometriche di FANTOLI (1913), sia le curve involuppo delle precipitazioni di maggiore intensità e di breve durata, sono sempre state esaminate separatamente e con unità di base dei tempi diverse, per ognuno degli intervalli di tempo considerati, essendo le precipitazioni in istudio relative ad intervalli di tempo diversi.

In due miei lavori, il primo relativo alle osservazioni meteorologiche alla stazione della Valle del Vo, in provincia di Bergamo (BELLONI & PENSIERI, in corso di stampa), l'altro relativo alla Climatologia della stazione di Arta Terme, in Carnia (BELLONI, in corso di stampa), sono state calcolate le equazioni delle curve segnalatrici delle possibilità pluviometriche massime e minime da un'ora a trecentosessantacinque giorni, assumendo come unità di base dei tempi il giorno.

Il presente lavoro si propone quindi di riprendere in esame lo studio delle curve segnalatrici delle possibilità pluviometriche massime e minime da un'ora a trecentosessantacinque giorni, assumendo come unità di base dei tempi il giorno, allo scopo di mettere in evidenza l'importanza e la versatilità di questo tipo di curva, a mio avviso, assai più utile delle curve da uno a dodici mesi, da uno a cinque giorni e da una a ventiquattro ore.

## 2. METODOLOGIA DI LAVORO

L'esame di alcune curve delle possibilità pluviometriche massime e minime da un'ora a trecentosessantacinque giorni, assumendo come unità di base dei tempi il giorno, permetterà di vedere se i dati relativi ad intervalli di tempo più brevi di un mese, che si ricavano da queste curve, o che si possono calcolare con le equazioni delle stesse, sono uguali o poco diversi, per esempio, dai dati relativi alle precipitazioni massime da uno a cinque giorni e da una a ventiquattro ore, ricavati dalle osservazioni dirette e relativi a questi periodi di tempo.

A tale scopo, nella tab. 1, sono stati scritti i valori massimi e minimi delle precipitazioni, espresse in millimetri, relativi ad intervalli di tempo da un'ora a trecentosessantacinque giorni, assumendo come unità di base dei tempi il giorno, per le stazioni di Arta Terme (anni 1968-1974), della Valle del Vo (anni 1973-1976), di Dezzo di Scalve (anni 1962-1974), di Schilpario (anni 1955-1974) e di Vilminore (anni 1935-1970).

Con i dati della tab. 1 sono state calcolate le equazioni delle dieci curve relative, che sono risultate:

ad Arta Terme, per gli importi massimi:  $P = 85,37 T^{0,50}$   
 ad Arta Terme, per gli importi minimi:  $P = 0,023 (T - 15)^{1,85}$   
 alla Valle del Vo, per gli importi massimi:  $P = 133,98 T^{0,44}$   
 alla Valle del Vo, per gli importi minimi:  $P = 0,005 (T - 10)^{2,10}$   
 a Dezzo di Scalve, per gli importi massimi:  $P = 137,06 T^{0,45}$   
 a Dezzo di Scalve, per gli importi minimi:  $P = 1,20 (T - 58)^{1,15}$   
 a Schilpario, per gli importi massimi:  $P = 124,89 T^{0,52}$   
 a Schilpario, per gli importi minimi:  $P = 0,13 (T - 35)^{1,48}$   
 a Vilminore, per gli importi massimi:  $P = 162,83 T^{0,45}$   
 a Vilminore, per gli importi minimi:  $P = 0,003 (T - 25)^{2,15}$

Nella tab. 2 sono stati riportati i valori calcolati massimi e minimi delle precipitazioni, espresse in millimetri, relativi ad intervalli di tempo da un'ora a trecentosessantacinque giorni, assumendo come unità di base dei tempi il giorno, per le stazioni sopra ricordate. Con i dati della tab. 2 sono stati costruiti i diagrammi logaritmici di fig. 1 che portano sull'asse delle ascisse gli intervalli di tempo, espressi in giorni e sull'asse delle ordinate gli importi delle precipitazioni massime e minime, espresse in millimetri. Dall'esame della fig. 1 si osserva che, in ognuna delle cinque stazioni considerate, la retta involuppo degli importi massimi, rappresentata da una funzione del tipo:  $P = aT^b$ , con  $b$  minore di uno e la curva involuppo degli importi minimi, rappresentata da una funzione del tipo:  $P = c(T - n)^d$ , con  $n \geq 1$  e  $d > 1$ , si incontrano in un punto di ascissa maggiore di trecentosessantacinque giorni ed esterno al grafico. Poiché in questo punto gli importi massimi e quelli minimi sono coincidenti, devono coincidere con questi anche gli importi medi. Nei miei due lavori, precedentemente citati (BELLONI & PENSIERI, in corso di stampa) e (BELLONI, in corso di stampa), accanto alle equazioni delle curve involuppo degli importi massimi e minimi erano state calcolate anche le curve degli importi medi, che erano risultate del tipo:  $P = eT^f$ , dove  $P$  è l'importo delle precipitazioni, espresse in millimetri,  $T$  è il corrispondente intervallo di tempo, espresso in mesi,  $e$  è l'importo medio delle precipitazioni di un mese, espresse in millimetri e  $f$  è un numero uguale ad uno, se il periodo di osservazione ha avuto la durata di un sufficiente numero di anni. È perciò possibile rappre-

TABELLA 1  
PRECIPITAZIONI DA UN'ORA A TRECENTOSESSANTACINQUE GIORNI.

Giorni	Arta Terme		Valle del Vo		Dezzo di Scalve		Schilpario		Vilminore	
	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
0,042	14,4	0,0	40,0	0,0	33,8	0,0	0,0	0,0	32,2	0,0
0,125	25,4	0,0	60,0	0,0	56,8	0,0	0,0	0,0	74,8	0,0
0,25	36,4	0,0	76,0	0,0	75,0	0,0	0,0	0,0	89,0	0,0
0,50	66,0	0,0	102,0	0,0	86,4	0,0	0,0	0,0	127,0	0,0
1	126,0	0,0	126,0	0,0	140,4	0,0	125,0	0,0	173,6	0,0
2	162,4	0,0	199,0	0,0	205,0	0,0	215,5	0,0	237,0	0,0
3	175,8	0,0	202,0	0,0	205,0	0,0	225,0	0,0	258,0	0,0
4	175,8	0,0	202,0	0,0	256,6	0,0	228,0	0,0	315,0	0,0
5	207,2	0,0	207,0	0,0	301,2	0,0	263,0	0,0	343,0	0,0
30	347,4	0,0	420,0	0,0	647,4	0,4	630,0	0,0	631,8	0,0
60	501,3	21,2	688,0	23,0	746,0	2,6	1 099,0	14,0	893,4	8,0
90	700,9	76,2	941,0	43,0	961,0	77,0	1 324,0	61,0	1 183,0	24,0
122	887,7	138,1	1 170,0	110,0	1 165,0	139,0	1 548,0	101,0	1 285,8	30,0
152	1 052,7	201,3	1 379,0	155,0	1 305,0	204,0	1 727,0	149,0	1 526,0	177,0
183	1 209,1	330,0	1 508,0	303,0	1 424,0	278,0	1 877,0	168,0	1 638,2	234,0
213	1 282,5	415,3	1 667,0	432,0	1 590,0	351,0	2 096,0	216,0	1 813,0	310,0
244	1 334,7	505,3	1 729,0	528,0	1 691,0	437,0	2 204,0	296,0	2 009,4	424,0
274	1 482,1	670,3	1 793,0	625,0	1 777,0	538,0	2 316,0	391,0	2 160,0	473,0
304	1 510,3	803,2	1 800,0	842,0	1 850,0	678,0	2 325,0	499,0	2 241,8	602,0
335	1 605,3	887,4	1 816,0	1 063,0	2 020,0	870,0	2 470,0	680,0	2 469,0	681,0
365	1 682,5	1 034,0	1 836,0	1 130,0	2 106,0	972,8	2 657,0	857,5	2 643,0	751,0

sentare la curva degli importi medi, assumendo come base dei tempi il giorno, sia in un diagramma cartesiano, nel quale questa curva sarà una retta, sia in un diagramma logaritmico nel quale questa curva sarà ancora una retta, che formerà con l'asse delle ascisse un angolo di 45°, essendo una funzione di potenza, con esponente uguale ad uno. Questa funzione, assumendo come base dei tempi il giorno, sarà del tipo:  $P=gT$ , dove  $P$  è l'importo delle precipitazioni, espresse in millimetri,  $T$  è il corrispondente intervallo di tempo, espresso in giorni e  $g$  è l'importo medio delle precipitazioni, durante un giorno, espresse in millimetri.

Nel punto d'incontro delle tre curve degli importi massimi, medi e minimi, si avrà:  $aT^b=c(T-n)^d=gT$ , dove  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $n$  e  $d$  sono numeri noti e  $g$  e  $T$  sono grandezze incognite. Dall'eguaglianza delle prime due equazioni:  $aT^b=c(T-n)^d$ , si ricava quanto segue:

$$a/c=(T-n)^d/T^b, \text{ da cui:}$$

$$(a/c)^{1/d}=(T-n)/T^{b/d}, \text{ da cui:}$$

$$(a/c)^{1/d}T^{b/d}=T-n, \text{ da cui:}$$

$$T-(a/c)^{1/d}T^{b/d}-n=0.$$

Il valore dell'incognita  $T$  si ricava mediante il calcolo di una radice reale dell'equazione  $f(T)=0$ , in un intervallo finito, nel quale  $f(T)$  è una funzione specificata dall'operatore, che deve essere continua e reale nell'intervallo stesso. Il calcolo avviene con una tolleranza specificata, applicando la combinazione del metodo della tangente col metodo della secante.

Dall'eguaglianza della prima e della terza equazione:  $aT^b=gT$ , si ricava:  $g=aT^{b-1}$ , da cui, introducendo in quest'ultima eguaglianza il valore della  $T$ , precedentemente ricavato, si ottiene il valore dell'incognita  $g$ .

A titolo di esempio, si osserva come per le stazioni di Schilpario e di Vilminore siano state trovate le seguenti equazioni:

a Schilpario:  $T-106,70 T^{0,35}-35=0$ , da cui:  $T=1 370$  giorni

a Vilminore:  $T-167,98 T^{0,21}-25=0$ , da cui:  $T=686$  giorni.

Introducendo i valori della  $T$  sopra riportati nelle equazioni:  $g=aT^{b-1}$  si ricava, per gli importi medi delle precipitazioni:

a Schilpario:  $P=3,90 T$

a Vilminore:  $P=4,48 T$ .

Nel mio lavoro (BELLONI, 1977), sono stati riportati i valori degli importi medi annui delle precipitazioni, nelle due stazioni sopra indicate, che sono: per Schilpario 1 442,5 mm e per Vilminore 1 594,2 mm. Dividendo gli importi medi annui per dodici, si ricavano gli importi medi mensili che sono: per Schilpario 120,21 mm e per Vilminore 132,85 mm.

Introducendo ora nelle due equazioni degli importi medi, del tipo  $P=gT$ , un valore di  $T$  uguale a trenta giorni, si ricava:

a Schilpario:  $P=3,90 \times 30=116,96$  mm

a Vilminore:  $P=4,48 \times 30=134,55$  mm;

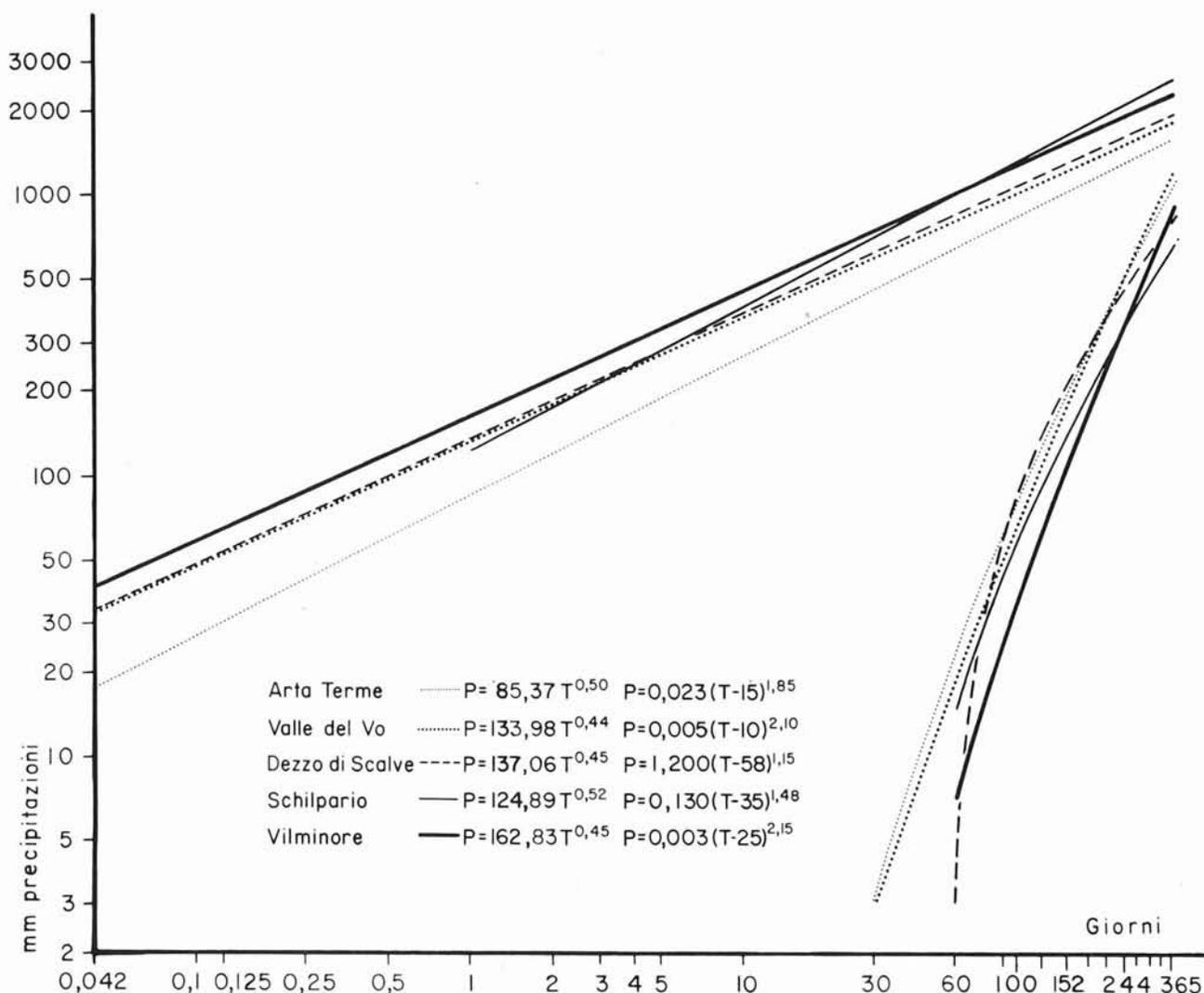


Fig. 1 - Le curve segnalatrici delle possibilità pluviometriche massime e minime da un'ora a trecentosessantacinque giorni alle stazioni di Arta Terme, della Valle del Vo, di Dezzo di Scalve, di Schilpario e di Vilminore.

entrambi i valori ricavati sono praticamente uguali ai valori degli importi medi mensili, dedotti dagli importi medi annui.

Risulta perciò possibile determinare l'importo medio delle precipitazioni da un giorno fino al tempo  $T$ , sia analiticamente, sia graficamente, su un diagramma logaritmico, tracciando la retta che passa per il punto d' incontro della retta involuppo degli importi massimi e della curva involuppo degli importi minimi e forma con l'asse delle ascisse un angolo di  $45^\circ$ . Si ottiene così un'utile indicazione sugli afflussi meteorici medi dei quali si può disporre, in un determinato periodo di tempo, nella stazione in istudio.

Confrontando ora i dati della tab. 1 con quelli della tab. 2, si osserva che le differenze fra i valori calcolati (tab. 2) ed i valori osservati (tab. 1), espresse in percentuale dei valori osservati:  $100 (\text{val. calc.} - \text{val. oss.}) / \text{val. oss.}$ , sono globalmente, per le dieci equazioni esaminate, rispettivamente: il 64 % minori o uguali al 10 %, il 23 % comprese fra il 10 % e il 20 % e il 13 % mag-

giori o uguali al 20 %. Se ne deduce da ciò che le funzioni di potenza calcolate si adattano con buona approssimazione alle curve segnalatrici osservate degli importi massimi e minimi.

Per vedere ora se sia possibile stimare con buona approssimazione, in assenza di dati osservati, gli importi massimi delle precipitazioni di durata inferiore al giorno, sono stati riportati nella tab. 3 i valori del fattore  $a$  e dell'esponente  $b$  delle equazioni  $P = aT^b$ , assumendo come unità di base dei tempi il giorno, per le cinque equazioni, relative agli importi massimi. Il fattore  $a$  e l'esponente  $b$  sono stati calcolati con i dati ricavati dalla tab. 1, utilizzando soltanto parti dell'intervallo da un'ora a trecentosessantacinque giorni, come è indicato nella prima colonna della tab. 3, nella quale sono riportati i valori estremi degli intervalli di tempo esaminati, espressi in giorni.

Dall'esame della tab. 3, si osserva come i valori di  $a$  e di  $b$ , relativi agli intervalli 0,042 - 60 giorni e 1 - 365 giorni, sono quelli che più si avvicinano ai valori rela-

TABELLA 2  
PRECIPITAZIONI CALCOLATE DA UN'ORA A TRECENTOESSANTACINQUE GIORNI.

Giorni	Arta Terme		Valle del Vo		Dezzo di Scalve		Schilpario		Vilminore	
	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
0,042	18	0	33	0	33	0		0	39	0
0,125	30	0	53	0	54	0		0	64	0
0,25	43	0	72	0	73	0		0	87	0
0,50	60	0	99	0	100	0		0	119	0
1	85	0	134	0	137	0	125	0	163	0
2	121	0	182	0	187	0	179	0	223	0
3	148	0	218	0	225	0	221	0	267	0
4	171	0	248	0	256	0	256	0	304	0
5	191	0	273	0	284	0	288	0	337	0
30	466	3	605	3	637	0	729	0	755	0
60	659	26	823	20	871	3	1 044	15	1 032	7
90	807	66	984	54	1 046	64	1 288	48	1 240	27
122	939	128	1 127	109	1 201	142	1 508	94	1 422	63
152	1 048	201	1 242	179	1 326	220	1 690	146	1 570	112
183	1 150	294	1 348	271	1 442	305	1 861	207	1 708	179
213	1 240	398	1 442	379	1 544	391	2 013	271	1 829	260
244	1 327	520	1 532	511	1 642	482	2 160	344	1 944	361
274	1 406	653	1 612	658	1 730	572	2 294	419	2 049	476
304	1 481	799	1 688	825	1 813	664	2 421	499	2 147	608
335	1 555	965	1 763	1 019	1 895	761	2 546	586	2 243	762
365	1 623	1 138	1 831	1 227	1 970	856	2 661	675	2 332	929

TABELLA 3  
FATTORE *a* ED ESPONENTE *b* DELLE EQUAZIONI DEGLI IMPORTI MASSIMI.

Intervalli Giorni	Arta Terme		Valle del Vo		Dezzo di Scalve		Schilpario		Vilminore	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
0,042-365	85,37	0,50	133,98	0,44	137,06	0,45			162,83	0,45
0,042- 60	85,36	0,49	129,93	0,37	136,71	0,44			162,30	0,43
0,042- 5	92,73	0,58	129,09	0,36	137,63	0,45			167,20	0,47
1 - 60	122,81	0,32	128,71	0,38	143,90	0,42	127,86	0,50	176,95	0,39
1 -183	109,18	0,42	115,97	0,47	140,96	0,44	124,83	0,52	169,76	0,42
1 -365	103,15	0,46	113,59	0,48	137,18	0,45	124,89	0,52	162,17	0,45
5 -365	70,65	0,53	76,70	0,56	132,52	0,46	109,88	0,54	135,41	0,49
30 -365	37,70	0,65	59,85	0,60	104,80	0,50	110,61	0,54	89,30	0,57
30 -183	30,15	0,70	36,38	0,72	104,80	0,50	89,63	0,59	103,07	0,53

tivi all'intero intervallo 0,042 - 365 giorni. Si può pertanto dedurre da quanto sopra scritto che: 1) in mancanza dei dati osservati, relativi ad intervalli di tempo minori di un giorno, si possono stimare con buona approssimazione gli importi massimi delle precipitazioni di durata minore di un giorno conoscendo gli importi massimi da un giorno a trecentosessantacinque giorni; 2) analogamente, conoscendo gli importi massimi delle precipitazioni da un'ora a sessanta giorni, si possono stimare con buona approssimazione gli importi massimi delle precipitazioni, relative ad intervalli di tempo di durata maggiore di due mesi e fino a trecentosessantacinque giorni. Va da ultimo osservato che l'esponente *b*, nelle

equazioni relative agli intervalli di tempo sopra considerati, è poco diverso dal valore di 0,5, per cui, almeno nelle cinque stazioni studiate, sembra che gli importi massimi delle precipitazioni siano all'incirca proporzionali alla radice quadrata del tempo intercorso, secondo un fattore all'incirca uguale alla massima precipitazione osservata nell'arco di un giorno.

Con riferimento alle tre stazioni di Dezzo di Scalve, Schilpario e Vilminore, si è cercato poi di vedere se i valori degli importi massimi osservati, relativi ad intervalli di tempo da un'ora a sessanta giorni, permettessero, se ricavati da gruppi di anni successivi di uguale durata (per esempio 7 anni, 8 anni, ecc.), di ottenere equazioni

con fattore  $a$  ed esponente  $b$  poco diversi da quelli ottenuti dal calcolo relativo a tutto l'intervallo di tempo esaminato. I risultati dell'analisi sopra descritta hanno dato per la stazione di Dezzo di Scalve, per gruppi di otto anni successivi:  $a=130,55$ ,  $b=0,44$ ; per la stazione di Schilpario, per gruppi di dieci anni successivi:  $a=136,15$ ;  $b=0,40$ ; per gruppi di dodici anni successivi:  $a$  compreso fra 123,96 e 128,59 e  $b$  compreso fra 0,49 e 0,50 ed infine per la stazione di Vilminore, per gruppi di dieci anni successivi:  $a$  compreso fra 142,09 e 155,75 e  $b$  compreso fra 0,36 e 0,47 e per gruppi di quindici anni successivi:  $a$  compreso fra 147,99 e 156,33 e  $b$  compreso fra 0,41 e 0,43.

### 3. CONCLUSIONI

Il presente lavoro ha dimostrato la possibilità di calcolare i valori degli importi massimi delle precipitazioni da un'ora a trecentosessantacinque giorni mediante una sola equazione, relativa all'intero intervallo di tempo considerato, purché venga assunta come unità di base dei tempi il giorno. Analogamente è stato dimostrato come sia possibile calcolare un'unica equazione, relativa allo stesso intervallo di tempo, per gli importi minimi.

Si è osservato poi come le equazioni delle curve sviluppo degli importi massimi e degli importi minimi permettano di calcolare l'equazione della curva degli importi medi e conoscere così la disponibilità media di acqua di afflusso meteorico nella stazione in istudio.

Successivamente si è visto come, non conoscendo gli importi massimi delle precipitazioni da un'ora a ventiquattro ore, sia possibile estrapolare a questo intervallo di tempo, con buona approssimazione, i valori ottenuti calcolando l'equazione per l'intervallo da uno a trecentosessantacinque giorni, sempre utilizzando come unità di base dei tempi il giorno.

È stato inoltre osservato come calcolando l'equazione degli importi massimi, sulla base dei dati osservati da un'ora a sessanta giorni, sia possibile estrapolarla fino a trecentosessantacinque giorni, purché la base dei tempi sia sempre il giorno.

Si è notato ancora come, nelle stazioni studiate, gli importi massimi delle precipitazioni siano all'incirca proporzionali alla radice quadrata dei tempi intercorsi, secondo un fattore che corrisponde all'incirca alla massima precipitazione verificatasi nell'arco di un giorno.

Si è cercato infine di vedere quale fosse il numero minimo di anni consecutivi necessario affinché si verificassero le condizioni relative a periodi più lunghi. A questo proposito occorre ricordare che la lunghezza del

periodo di osservazione, nell'analisi delle precipitazioni, ha sempre costituito un notevole problema a causa della variabilità interannuale di questo elemento climatico. G. REMENIERAS riporta gli studi di A. BINNIE (REMENIERAS, 1972) relativi a lunghe effemeridi di 53 località della Terra e confronta le medie dell'intero periodo di osservazione con quelle corrispondenti ad intervalli parziali. Questi studi hanno dimostrato che la differenza fra queste medie è praticamente trascurabile, al di sopra di periodi di 20 ÷ 30 anni. Occorre ricordare, a questo proposito, che l'Organizzazione Meteorologica Mondiale ha raccomandato di considerare come valori normali quelli calcolati su dati trentennali. Sempre su questo tema, le ricerche di CAROLLO (1977) hanno mostrato come la stabilizzazione, pressoché completa, su dati molto vicini ai dati di un intero periodo, lungo fino a cento-cinque anni, risulti evidente iniziando da intervalli di settant'anni.

Per le tre stazioni di Dezzo di Scalve, Vilminore e Schilpario si è visto che i primi risultati significativi, utili per l'estrapolazione delle osservazioni da un'ora a sessanta giorni all'intervallo di tempo da un'ora a trecentosessantacinque giorni, si ottengono per intervalli di tempo, in anni, della durata di almeno due terzi del periodo di osservazione, per periodi non superiori a vent'anni e della durata di poco meno della metà del periodo di osservazione, per periodi superiori ai trent'anni.

### BIBLIOGRAFIA

- BELLONI S. (1977) - *Osservazioni meteorologiche eseguite negli anni 1973 e 1974 alla stazione della Valle del Vo, Bergamo*, Ist. Geol. Pal. Univ. Milano, 236, n.s., 1-73, 23 ff.
- BELLONI S. & PENSIERI R. (in corso di stampa) - *Il clima alla stazione della Valle del Vo, Bergamo, nel quadriennio 1973-1976*.
- BELLONI S. (in corso di stampa) - *Climatologia (Arta Terme)*.
- CAROLLO A. (1973) - *Lineamenti generali delle precipitazioni nel bacino del Tevere*, Mem. Ist. Ital. Idrob., 30, 189-235.
- CAROLLO A. (1977) - *Alcune esperienze di elaborazioni e di Cartografia applicate alle risorse idriche*, Gruppo Studio Geografia Fisica Geomorfologia a cura di A. CAROLLO e B. FRANCESCHETTI, Ist. Geol., Pal. Geogr. Fis. Univ. Torino, 12-30, Torino.
- FANTOLI L. (1913) - *Linee segnalatrici della possibilità climatica e loro applicazione idraulica*, Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett., 46; 65-103.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI-UFFICIO IDROGRAFICO DEL PO-SEZIONE DI PARMA (1935-1970) - *Annali idrologici*.
- REMENIERAS G. (1972) - *L'hydrologie de l'ingénieur*, 456 pp., num. ff., Eyrolles, Paris.
- TONINI D. (1969) - *Elementi di Idrografia e Idrologia*, vol. I, 603 pp., num. ff., Libreria Universitaria, Venezia.