

FRANCO STRAVISI (*)

**DISTRIBUZIONE STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI GIORNALIERE
A PESCHIERA DEL TIMAVO, MALCHINA, OPICINA, DOMIO
E SAN BARTOLOMEO
(provincia di Trieste)**

RIASSUNTO

Sulla base dei dati giornalieri di precipitazione rilevati negli anni 1957-1966 in cinque stazioni meteorologiche dell'Istituto Talassografico di Trieste, si calcolano le distribuzioni cumulative di frequenza stagionali ed annue. La media di tali distribuzioni rappresenta l'intera area circostante la città, dal mare all'altipiano carsico.

**FREQUENCY DISTRIBUTION OF DAILY PRECIPITATIONS
IN THE KARST AREA NEAR TRIESTE**

ABSTRACT

The daily precipitations measured in the years 1957-1966 at five meteorological stations near Trieste (fig. 1, tab. 1) are considered. The cumulative relative frequencies (1) are computed as the best cumulative population probabilities for each station, for the whole period of observations and for each season separately.

Seasonal and annual frequency tables (3) are given (tabs 2.1 to 2.3); the average values between the five stations are considered to be representative of the area from the Karst to the sea (Gulf of Trieste), tab. 2.3. Mean recurrence intervals or return periods (4) for daily precipitations are given (tab. 4). The average seasonal probability cycle for classes of daily precipitations is represented in fig. 2; fig. 3 gives the average cumulative distribution which characterizes the whole area surrounding Trieste.

LE STAZIONI METEOROLOGICHE ED I DATI DI PRECIPITAZIONE

In questa nota viene studiata la distribuzione statistica stagionale ed annuale delle precipitazioni giornaliere rilevate negli anni 1957-1966 in una serie di cinque stazioni meteorologiche installate dall'Istituto Talassografico di Trieste sul Carso triestino ed ai piedi dell'altipiano (fig. 1).

(*) C. N. R. - Istituto Talassografico di Trieste.

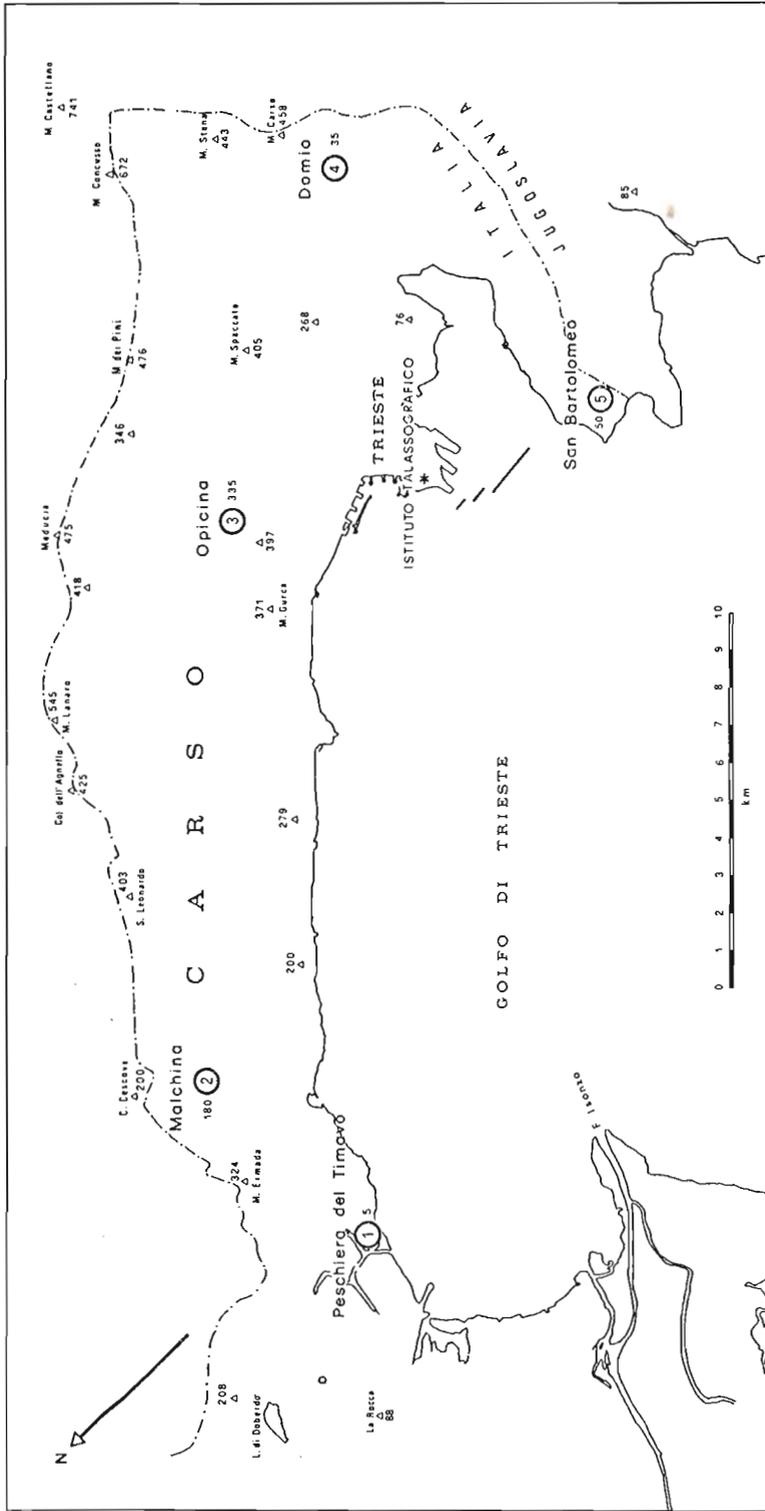


Fig. 1 — Le stazioni meteorologiche.
The meteorological stations.

Queste stazioni funzionarono con continuità per un periodo di 8-10 anni fornendo, oltre alle precipitazioni, dati di temperatura dell'aria, umidità relativa, evaporazione e velocità del vento. Una descrizione delle caratteristiche climatiche di queste cinque località, e dei relativi dati correlati ai dati della stazione campione di Trieste, è riportata da Stravisi (1980). Altre utili informazioni sul clima di Trieste e dintorni si trovano in Stravisi (1976, 1977) e Polli (1953); i dati meteorologici di Trieste e di altre località della regione sono stati ampiamente pubblicati (vedi bibliografia).

I dati qui esaminati sono le altezze, totalizzate in 24 ore, della densità di precipitazione (pioggia, rugiada; brina, grandine e neve fusa) misurate alle ore 19 (tempo medio dell'Europa centrale) nelle stazioni di Peschiera del Timavo, Malchina ed Opicina, fornite di pluviometro, e rilevate alle ore 24 nelle stazioni di Domio e San Bartolomeo, fornite anche di un pluviografo ad altalena. In entrambi i casi la superficie di raccolta era di 1000 cm². Nel periodo invernale, nei casi in cui la neve non veniva fusa e misurata direttamente dagli osservatori, si è considerata un'altezza equivalente in acqua pari ad 1/10 dell'altezza osservata del manto nevoso precipitato.

STAZIONE STATION	ANNI YEARS	I WI	P SP	E SU	A AU	TOTALE TOTAL
1) Peschiera del Timavo (m 5)	1959-1966	722	736	736	728	2922
2) Malchina (m 180)	1957-1965	722	736	736	728	2922
3) Opicina (m 335)	1958-1965	660	675	582	546	2463
4) Domio (m 35)	1957-1966	843	889	859	910	3501
5) San Bartolomeo (m 50)	1957-1965	781	767	736	728	3012

Tab. 1 — Stazioni meteorologiche: quota, anni di osservazioni, numero di dati giornalieri di precipitazione per stagione e totali.
 Meteorological stations: height above m. s. l., years of observations, number of daily precipitation data per season and total.

METODO DI ANALISI STATISTICA

Le altezze giornaliere di precipitazione di ciascuna stazione sono state raggruppate in quattro campioni secondo la stagione; per esempio l'inverno (WI) comprende tutti i mesi di dicembre, gennaio e febbraio negli anni di osservazione, e così via per la primavera (SP), estate (SU) ed autunno (AU).

Ciascun campione stagionale, di circa 700 dati giornalieri (tab. 1), espressi in mm con una cifra decimale, è stato suddiviso in classi di precipitazione aperte a sinistra. La prima è la classe di precipitazione nulla; i limiti superiori delle altre classi sono p_i , $i = 1, N$ (1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, ... mm/d). L'ampiezza di ciascuna classe $C_i =]p_{i-1}, p_i]$ è di 1 mm/d per $0 < p_i \leq 5$ mm/d, di 5 mm/d per $p_i \geq 10$ mm/d.

Indicando con

n_i il numero di dati del campione compresi nella classe C_i ,

$n = \sum_{i=0}^N n_i$ il numero totale di dati giornalieri del campione,

m_i il numero progressivo dell'ultimo dato uguale a p_i ,
possiamo definire le frequenze relative cumulative

$$F(p_i) = m_i / (n+1), \quad (1)$$

che rappresentano la miglior stima delle probabilità cumulative della popolazione (Thom, 1971). La probabilità di avere una precipitazione maggiore di p è data dunque da

$$f(p) = 100 (1 - F(p)) \% = 365 (1 - F(p)) \text{ giorni/anno}; \quad (2)$$

la funzione $F(p)$ si ottiene interpolando linearmente $F(p_i)$. La probabilità che sia $a < p < b$ è ovviamente

$$d(a, b) = f(a) - f(b). \quad (3)$$

Il tempo medio di ricorrenza o periodo di ritorno per valori superiori a p è

$$R(p) = (1 - F(p))^{-1}. \quad (4)$$

La distribuzione di frequenza di ciascuna stazione relativa a tutto l'anno si ottiene sommando per ogni classe C_i le frequenze n_i relative ai quattro campioni stagionali; sommando anche i quattro valori stagionali di m_i ed n , si ricalcolano le probabilità cumulative (1).

La distribuzione di frequenza media caratterizzante il territorio coperto dalle cinque stazioni si ottiene considerando la media aritmetica delle corrispondenti distribuzioni.

RISULTATI E COMMENTI

Le tab. 2.1, 2.2, 2.3 riportano, per le cinque stazioni elencate in tab. 1, la probabilità di avere, nelle diverse stagioni e complessivamente nell'anno, una giornata con un'altezza totale di precipitazione compresa entro i limiti indicati. Le probabilità medie, che assumiamo rappresentative per la provincia di Trieste, sono date nella tab. 2.3.

La fig. 2 rappresenta l'andamento stagionale delle probabilità percentuali medie delle cinque stazioni (tab. 2.3), caratterizzanti cioè tutto il territorio della provincia di Trieste. Si nota che le precipitazioni giornaliere tra 0 ed 1 mm hanno una probabilità massima (6.2%) in primavera e minima (4.3%) in estate; questo ciclo annuale si modifica con continuità nelle classi successive, e la probabilità minima stagionale slitta in inverno per precipitazioni comprese tra 3 e 4 mm/d (fig. 2a). Le precipitazioni tra 5 e 10 mm/d (fig. 2b) hanno un massimo di probabilità in estate (6.6%) ed in inverno

(6.3%) ed un minimo in primavera (5.5%) ed in autunno (5.4%). Le precipitazioni tra 10 e 15 mm/d sono caratteristiche dell'autunno, quelle tra 15 e 20 mm/d dell'autunno e della primavera. Le precipitazioni giornaliere comprese tra 25-30, 30-35 e 35-40 mm (fig. 2c) aumentano la loro probabilità, dell'ordine di 1%, dall'inverno all'autunno; gli acquazzoni più intensi (40-45, 45-50, > 50 mm/d) caratterizzano l'estate, ed ancora l'autunno, con probabilità da 0.4% (una volta ogni 3 anni) a 0.9% (uno all'anno).

Il numero di giorni all'anno (2) con precipitazione totale uguale a zero o superiore a p è riportato nella tab. 3 per ciascuna stazione (1, . . . 5), assieme ai valori medi delle cinque località.

I periodi di ritorno (4) in giorni per precipitazioni giornaliere superiori a p , relativi alle località 1, . . . 5 ed alla loro media, sono riportati nella tab. 4.

L'istogramma cumulativo medio delle cinque stazioni (fig. 3) rappresenta infine la probabilità di avere sul territorio della provincia di Trieste una precipitazione giornaliera di altezza superiore ad un certo valore p riportato in ascisse.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare in primo luogo il prof. Silvio Polli, che ha promosso e curato l'attività delle stazioni meteorologiche citate in questa nota.

Ringrazio inoltre gli osservatori di Peschiera del Timavo, Malchina, Opicina, Domio e San Bartolomeo ed il personale dell'Istituto Talassografico di Trieste che nel passato si è occupato della raccolta di questi dati. Ricordo in particolare Ivo Luca e Giorgio Pieri, che hanno seguito ed assicurato il funzionamento delle stazioni e dei relativi strumenti.

1) PESCHIERA DEL TIMAVO

mm/g mm/d	I WI %	P SP %	E SU %	A AU %	ANNO YEAR %	giorni days
0	73.0	68.2	68.8	66.1	69.1	252
0 - 1	4.3	4.7	3.3	3.4	3.9	14
1 - 2	1.7	4.9	3.1	4.1	3.5	13
2 - 3	1.5	2.7	2.4	2.9	2.4	9
3 - 4	1.1	2.8	2.4	1.4	2.0	7
4 - 5	1.9	1.4	1.5	1.1	1.5	5
0 - 5	10.5	16.6	12.8	12.9	13.2	48
5 - 10	6.5	4.7	7.1	5.5	6.0	22
10 - 15	3.9	3.1	3.0	4.0	3.5	13
15 - 20	1.2	3.3	2.0	4.7	2.8	10
20 - 25	1.2	1.8	1.4	2.1	1.6	6
25 - 30	1.5	0.5	0.9	1.2	1.1	4
30 - 35	0.4	0.5	1.4	1.4	0.9	3
35 - 40	0.6	0.5	0.7	0.4	0.5	2
40 - 45	0.3	0.3	0.3	0.0	0.2	1
45 - 50	0.3	0.1	0.3	0.3	0.2	1
> 50	0.4	0.1	1.4	1.4	0.8	3

2) MALCHINA

mm/g mm/d	A AU %	E SU %	P SP %	I WI %	ANNO YEAR %	giorni days
0	73.4	72.3	74.9	71.5	73.1	267
0 - 1	3.3	5.0	2.8	4.0	3.8	14
1 - 2	1.9	2.4	2.0	1.9	2.1	7
2 - 3	2.1	2.2	1.5	1.5	1.8	7
3 - 4	1.5	1.6	1.2	2.2	1.6	6
4 - 5	1.7	1.9	1.9	1.1	1.6	6
0 - 5	10.5	13.2	9.5	10.7	11.0	40
5 - 10	5.7	4.7	5.2	4.4	5.0	18
10 - 15	3.2	2.7	2.3	4.7	3.2	12
15 - 20	2.1	2.2	1.9	1.9	2.0	7
20 - 25	1.8	1.6	1.4	1.0	1.4	6
25 - 30	1.2	1.9	1.1	1.6	1.5	5
30 - 35	0.6	0.3	1.1	0.7	0.7	2
35 - 40	0.6	0.5	0.4	0.8	0.6	2
40 - 45	0.1	0.0	0.5	0.8	0.4	2
45 - 50	0.0	0.3	0.4	0.4	0.3	1
> 50	0.7	0.1	1.2	1.4	0.8	3

Tab. 2.1 — Tabelle di frequenza stagionali ed annuali delle precipitazioni totali giornaliere.
Seasonal and annual frequency tables of daily precipitations.

3) OPICINA

mm/g mm/d	I WI %	P SP %	E SU %	A AU %	ANNO YEAR %	giorni days
0	70.5	66.3	71.0	65.3	68.4	250
0 - 1	4.5	4.7	2.2	4.8	4.1	15
1 - 2	3.0	4.9	2.4	2.7	3.3	12
2 - 3	1.4	3.0	2.4	4.0	2.6	10
3 - 4	1.2	1.5	0.9	2.4	1.5	5
4 - 5	1.8	1.3	1.5	1.8	1.6	6
0 - 5	12.0	15.4	9.5	15.7	13.2	48
5 - 10	6.7	5.9	8.9	5.7	6.8	25
10 - 15	3.5	4.7	3.3	4.4	4.0	15
15 - 20	2.0	2.8	1.4	1.6	2.0	7
20 - 25	2.7	1.6	1.0	1.8	1.8	7
25 - 30	0.9	1.6	1.5	2.0	1.5	6
30 - 35	0.8	1.0	1.0	1.5	1.1	4
35 - 40	0.3	0.1	0.7	0.4	0.4	1
40 - 45	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	1
45 - 50	0.0	0.0	0.7	0.2	0.2	1
> 50	0.3	0.0	0.5	0.9	0.4	1

4) DOMIO

mm/g mm/d	I WI %	P SP %	E SU %	A AU %	ANNO YEAR %	giorni days
0	65.3	65.4	66.7	66.0	65.9	241
0 - 1	10.0	8.9	7.3	7.7	8.5	31
1 - 2	3.9	5.1	3.1	3.3	3.9	14
2 - 3	2.3	2.7	2.8	2.2	2.5	9
3 - 4	2.1	1.7	1.9	2.2	2.0	7
4 - 5	2.1	1.7	1.3	1.6	1.7	6
0 - 5	20.4	20.0	16.4	17.0	18.4	67
5 - 10	6.2	7.0	5.0	4.9	5.8	21
10 - 15	2.8	1.9	3.3	3.8	3.0	11
15 - 20	1.9	2.6	2.6	2.7	2.5	9
20 - 25	1.3	1.2	2.2	1.5	1.6	6
25 - 30	0.8	0.7	1.4	1.3	1.1	4
30 - 35	0.4	0.7	0.5	0.4	0.5	2
35 - 40	0.4	0.2	0.1	1.0	0.4	2
40 - 45	0.2	0.1	0.5	0.4	0.3	1
45 - 50	0.2	0.0	0.5	0.1	0.2	1
> 50	0.0	0.1	0.8	0.5	0.4	1

Tab. 2.2 — Tabelle di frequenza stagionali ed annuali delle precipitazioni totali giornaliere.
Seasonal and annual frequency tables of daily precipitations.

5) SAN BARTOLOMEO

mm/g mm/d	I WI %	P SP %	E SU %	A AU %	ANNO YEAR %	giorni days
0	69.9	67.7	70.4	68.4	69.2	253
0 - 1	7.0	7.6	6.0	6.2	6.7	24
1 - 2	3.5	3.5	2.8	3.0	3.2	12
2 - 3	2.0	3.0	1.8	2.9	2.4	9
3 - 4	1.8	2.3	2.2	1.6	2.0	7
4 - 5	2.0	2.3	1.2	1.1	1.7	6
0 - 5	16.4	18.7	14.0	14.8	16.0	59
5 - 10	6.4	5.2	6.6	6.3	6.1	22
10 - 15	3.8	3.0	2.8	3.3	3.3	12
15 - 20	1.7	2.2	1.6	2.6	2.0	7
20 - 25	0.9	2.0	1.2	1.0	1.3	5
25 - 30	0.1	0.5	0.7	1.2	0.6	2
30 - 35	0.3	0.1	0.5	0.8	0.4	2
35 - 40	0.3	0.1	0.4	0.7	0.4	1
40 - 45	0.1	0.3	0.5	0.4	0.3	1
45 - 50	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0
> 50	0.0	0.0	0.8	0.3	0.3	1

FREQUENZE MEDIE AVERAGE FREQUENCIES

mm/g mm/d	I WI %	P SP %	E SU %	A AU %	ANNO YEAR %	giorni days
0	70.4	68.0	70.4	67.5	69.1	252
0 - 1	5.8	6.2	4.3	5.2	5.3	19
1 - 2	2.8	4.2	2.7	3.0	3.2	12
2 - 3	1.9	2.7	2.2	2.7	2.3	8
3 - 4	1.5	2.0	1.7	2.0	1.8	7
4 - 5	1.9	1.7	1.5	1.3	1.6	6
0 - 5	13.9	16.8	12.4	14.2	14.4	52
5 - 10	6.3	5.5	6.6	5.4	5.9	22
10 - 15	3.4	3.1	2.9	4.0	3.4	12
15 - 20	1.8	2.6	1.9	2.7	2.3	8
20 - 25	1.6	1.6	1.4	1.5	1.5	6
25 - 30	0.9	1.0	1.1	1.5	1.1	4
30 - 35	0.5	0.5	0.9	1.0	0.9	3
35 - 40	0.4	0.3	0.5	0.7	0.5	2
40 - 45	0.2	0.2	0.4	0.4	0.3	1
45 - 50	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2	1
> 50	0.3	0.1	0.9	0.9	0.6	2

Tab. 2.3 — Tabelle di frequenza stagionali ed annuali delle precipitazioni totali giornaliere.
Seasonal and annual frequency tables of daily precipitations.

p mm/g mm/d	1	2	3	4	5	MEDIA Average
0	113	98	115	124	112	113
1	98	84	100	94	88	93
2	86	77	88	80	76	81
3	77	70	79	70	67	73
4	70	64	73	63	60	66
5	65	58	67	57	54	60
10	43	40	43	36	31	39
15	30	28	28	25	20	26
20	20	21	21	16	12	18
25	14	15	14	11	8	12
30	10	10	9	7	5	8
35	7	8	5	5	4	6
40	5	6	4	3	2	4
45	4	4	2	2	1	3
50	3	3	2	1	1	2
p = 0	252	267	250	241	253	252

Tab. 3 — Giorni all'anno con precipitazioni superiori a p (cinque stazioni e valori mensili).
Days per year with precipitations greater than p (five localities and average values).

p mm/g mm/d	1	2	3	4	5	MEDIA Average
0	3	4	3	3	3	3
1	4	4	4	4	4	4
2	4	5	4	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5
4	5	6	5	6	6	6
5	6	6	5	6	7	6
10	9	9	9	10	12	10
15	12	13	13	14	19	14
20	18	18	17	22	30	21
25	26	24	26	35	48	32
30	36	36	42	55	68	47
35	54	47	75	75	97	70
40	77	65	103	110	152	101
45	92	86	154	167	303	160
50	116	112	222	250	333	207

Tab. 4 — Periodi di ritorno in giorni per precipitazioni giornaliere superiori a p
(cinque stazioni e valori medi).
Return periods for daily precipitations greater than p (five localities and average values).

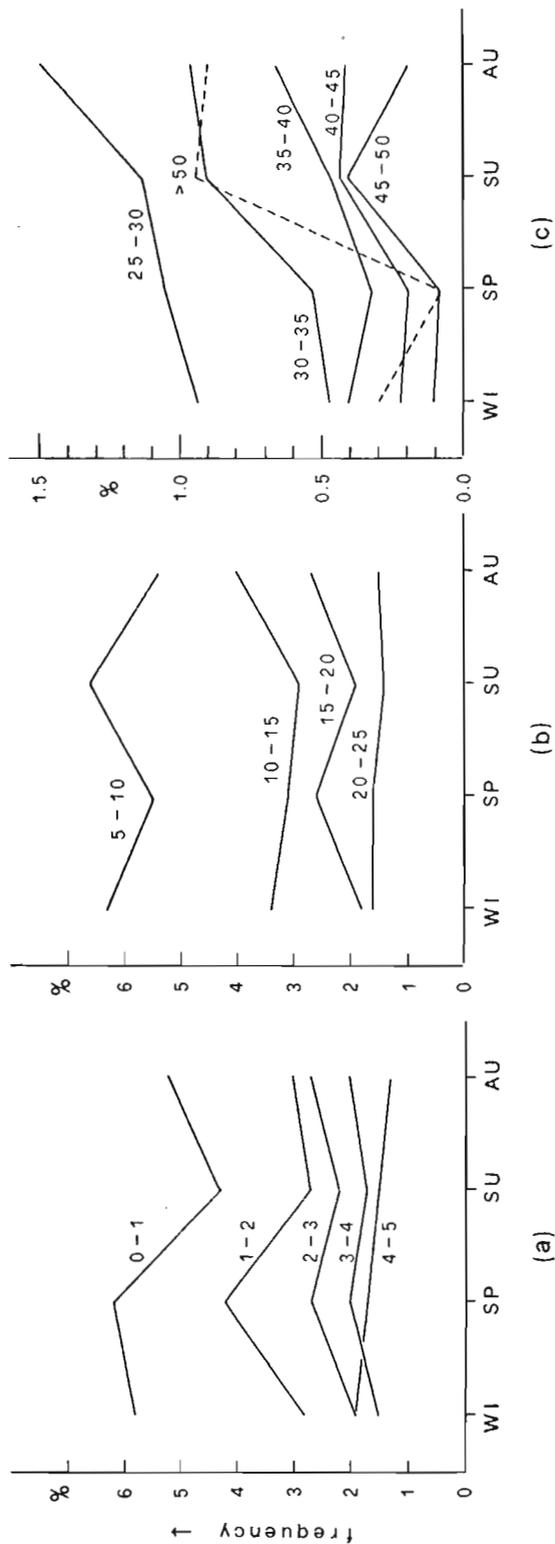


Fig. 2 — Frequenza media delle precipitazioni giornaliere nelle stazioni di Peschiera del Timavo, Matichina, Opicina, Domio e San Bartolomeo: variazione stagionale per classi di 1 mm/g (a) e di 5 mm/g (b, c).
 Average frequency of daily precipitations at the five localities: seasonal variation for classes with a range of 1 mm/d (a) and 5 mm/d (b, c).

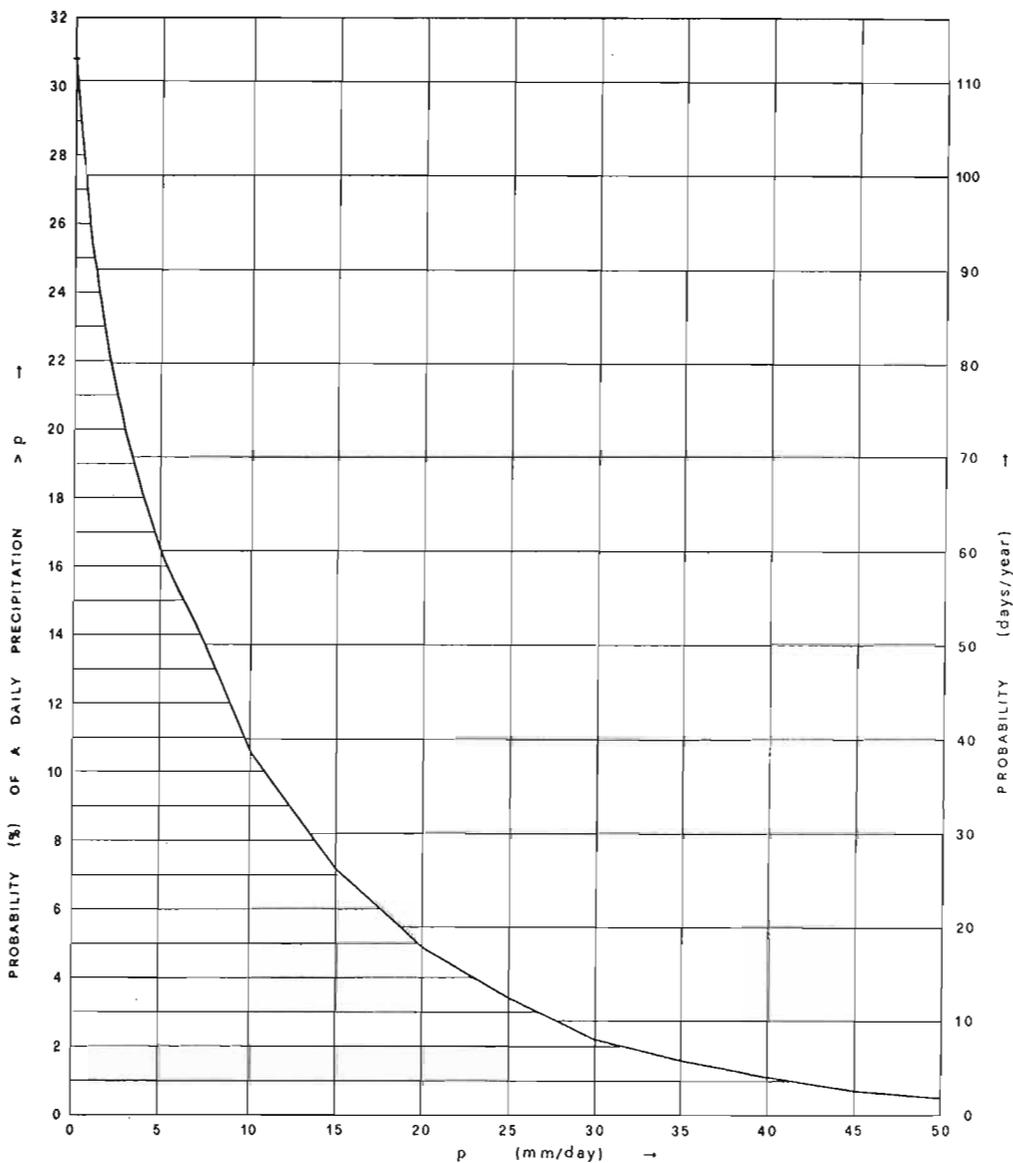


Fig. 3 — Probabilità per precipitazioni giornaliere superiori a p nel Carso triestino (distribuzione cumulativa media di cinque stazioni).
 Probability of daily precipitations exceeding p in the Karst area near Trieste (average cumulative distribution of five localities).

BIBLIOGRAFIA

- ISTITUTO TALASSOGRAFICO DI TRIESTE: «*Annuario con le osservazioni meteorologiche*», dal 1972 al 1975, N. 491 (1973), N. 500 (1974), N. 508 (1975), N. 524 (1976).
- ISTITUTO TALASSOGRAFICO DI TRIESTE: «*Dati delle stazioni meteorologiche nella regione Friuli - Venezia Giulia*», anno 1976, N. 533 (1977); anno 1977 N. 549 (1979).
- MAGISTRATO ALLE ACQUE, Ufficio Idrografico: «*Bollettino mensile*», dal 1912.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE, Ufficio Idrografico: «*Annali idrologici*», dal 1925.
- POLLI S. (1953): «*Dati climatici di Trieste e dintorni*», Ist. Talassografico Trieste, N. 284, 1-16.
- POLLI S., (1971): «*Il clima della regione*», in Enc. Mon. Friuli - Venezia Giulia, I, 1, «*Il Paese*», 443-488.
- POLLI S. e TOMMASINI T. (1972): «*Un ventennio di pluviometria giornaliera sul Carso triestino*», Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Trieste, 27, (4), 173-186.
- S. A. G. COMMISSIONE GROTTE «E. BOEGAN»: «*Bollettino della stazione meteorologica di Borgo Grotta Gigante (Trieste): osservazioni meteoriche*», dal 1967 al 1980.
- STRAVISI F. (1976): «*Considerazioni statistiche sui valori medi mensili di cinque elementi meteorologici - Trieste 1841-1975*», Ist. Talassografico di Trieste, N. 529, 1-53.
- STRAVISI F. (1977): «*Il regime dei venti a Trieste (1951-1975)*», Boll. Soc. Adriatica Sc., LXI, 87-104.
- STRAVISI F. (1980): «*Caratteristiche climatiche di Peschiera del Timavo, Malchina, Opicina, Domio e San Bartolomeo (provincia di Trieste)*», Boll. Soc. Adriatica Sc., LXIV, 31-55.
- THOM H. C. S. (1971): «*Some methods of climatological analysis*», W. M. O. - No. 199. TP. 103, TN No. 81, 1-53.