

GIAN CARLO PEROSINO *

CLIMATOLOGIA DI TORINO **

SUMMARY - *Turin's climate* (Piedmont, NW Italy).

In this work, we studied the climate of Turin, through the data analysis about air temperature and precipitation collected by a weather station of *Servizio Idrografico Italiano* (1921-1972). We also used data concerning the first twenty years of this century and nearly all the former century, collected by *Reale Accademia delle Scienze* (1803-1865) and by *Osservatorio Astronomico* (1866-1915). Many different statistical processing have been made for a general description of the climate, in order to point out the unusual meteorologic events (in the point of view of entity and frequency) and for a general definition of the hydrologic balance.

RÉSUMÉ - *Climatologie de Turin* (Piémont, NW Italie).

Dans ce travail on a étudié le climat du Turin avec l'analyse des relevements de la température de l'air et des précipitations effectuées par la station météorologique du *Servizio Idrografico Italiano* de l'an 1921 à l'an 1972. On a utilisé aussi les relevements relatifs aux premiers vingts ans de ce siècle et presque tout le siècle précédant effectués par la *Reale Accademia delle Scienze* (1803-1865) et le *Osservatorio Astronomico* (1866-1915). On a achevé plusieurs élaborations statistiques pour une description générale du climat, pour mettre en relief les manifestations météorologiques exceptionnelles (comme entité et comme fréquence) et pour une définition générale du bilan hydrologique.

RIASSUNTO - In questo lavoro è stato studiato il clima di Torino mediante l'analisi di dati riguardanti le rilevazioni della temperatura dell'aria e delle precipitazioni effettuate per mezzo di una stazione meteorologica del *Servizio Idrografico Italiano* dal 1921 al 1972. Sono stati utilizzati anche i dati riguardanti i primi due decenni del secolo attuale e quasi tutto il secolo precedente, rilevati a cura della *Reale Accademia delle Scienze* (1803-1865) e dell'*Osservatorio Astronomico* (1866-1915). Sono state compiute diverse e elaborazioni statistiche per una descrizione generale del clima, per evidenziare gli eventi meteorologici eccezionali (dai punti di vista dell'entità e della frequenza) e per una definizione generale del bilancio idrologico.

INTRODUZIONE

Gli obiettivi di questo studio sono consistiti, essenzialmente, nella descrizione delle caratteristiche principali del clima e nell'individuazione delle modalità (frequenza ed entità) con le quali si sono manifestati eventi meteorologici eccezionali; l'analisi di questi ultimi è particolarmente utile per la loro incidenza nei confronti

* C.R.E.S.T., via Caprera, 30 - 10136 Torino.

** Lavoro eseguito con il contributo del C.R.E.S.T., Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio, Torino.

dell'ambiente in generale e delle attività antropiche in particolare. Tali obiettivi sono stati realizzati attraverso elaborazioni statistiche dei dati riguardanti la temperatura dell'aria e le precipitazioni (rilevati dalla stazione di Torino del Servizio Idrografico Italiano; 238 m s.l.m.; Lat. N 45° 4'; Long.-Mer. Roma- 4° 47' W) gli unici parametri per i quali fossero disponibili serie di osservazioni di lunghezza superiore ai 25-30 anni come normalmente raccomandato per ottenere risultati significativi dalle elaborazioni stesse (Bruce, Clark, 1966; Sokolov, Chapman, 1974).

La raccolta dei dati è stata effettuata per mezzo degli Annali Idrologici (1913-1972) del Servizio Idrografico Italiano (Ministero LL.PP.), delle raccolte trentennali della temperatura dell'aria (1926-1955), delle precipitazioni mensili (1921-1950) e di quelle massime con durata da 1 a 5 giorni consecutivi (1921-1950) dello stesso Servizio Idrografico e, per quanto riguarda le osservazioni antecedenti il 1913, della pubblicazione di Filippo Eredia « Osservazioni pluviometriche raccolte a tutto l'anno 1915 » edita dal Ministero LL.PP. (1920). Si è fatto inoltre uso dei dati pubblicati dalla Regione Piemonte (« Progetto per la Pianificazione delle Risorse Idriche del Territorio Piemontese »; AA.VV., 1980), per il calcolo delle interpolazioni dei pochissimi dati mancanti.

DISTRIBUZIONE DEI DATI ANNUALI

Gli Annali Idrologici riportano, per Torino, le temperature medie mensili ed annue dal 1926 al 1928 e dal 1931 al 1972. Dal 1931 le rilevazioni furono effettuate dalla stazione ubicata presso la stazione ferroviaria di Porta Susa dove si trova attualmente; precedentemente era localizzata a poche centinaia di metri di distanza (all'inizio dell'attuale Corso Inghilterra). Gli spostamenti, anche di pochi metri, delle centraline termometriche possono comportare significative differenze, per cui si è ritenuto opportuno non prendere in considerazione il triennio 1926-1928 per analizzare la serie continua dal 1931 al 1972 (42 anni).

Gli stessi Annali Idrologici riportano anche i totali mensili ed annui delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi dal 1921 al 1972 (52 anni). Anche in questo caso varrebbero le precedenti considerazioni ma si è preferito comunque non trascurare il primo decennio in quanto gli eventuali margini di errore per le piogge sono minori ed inoltre sono ormai molte le pubblicazioni che per Torino, considerano le serie di osservazioni dal 1921.

Sui valori annui (tab. 1 e fig. 1) sono state compiute alcune elaborazioni per verificare la normalità delle loro distribuzioni. A tale scopo sono stati calcolati la media aritmetica « X » e lo scarto quadratico medio « s ».¹ Per le distribuzioni normali è noto che:

¹ Data una serie « n » di valori « X_j » e la loro media « X », si definisce lo scarto quadratico medio « s » con la relazione:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_j - X)^2}{n - 1}}$$

Tab. 1 - Principali parametri statistici calcolati per le serie dei valori annuali delle medie delle temperature (1931-1972: 42 anni), dei totali di precipitazioni (1921-1972: 52 anni) e dei totali dei giorni piovosi (1921-1972: 52 anni) per la stazione di Torino.

	temperature	precipitazioni	giorni piovosi
I massimo assoluto	14,0 °C (1967)	1426 mm (1959)	115 gg (1972)
II massimo assoluto	13,9 °C (1964)	1356 mm (1960)	105 gg (1937)
III massimo assoluto	13,7 °C (1958)	1262 mm (1972)	100 gg (1951)
media del periodo	12,5 °C	817 mm	74 gg
deviazione standar	0,7 °C	209 mm	17 gg
coefficiente di variazione %	5,6 %	26 %	23 %
I quartile	13,2 °C	946 mm	85 gg
II quartile	12,6 °C	789 mm	75 gg
III quartile	12,2 °C	674 mm	64 gg
II minimo assoluto	11,4 °C (1955)	493 mm (1967)	45 gg (1945)
III minimo assoluto	11,3 °C (1956)	474 mm (1929)	39 gg (1924)
I minimo assoluto	10,8 °C (1941)	460 mm (1965)	29 gg (1921)
indice di Bowley	0,20	0,15	---0,05
% dati tra $X + s$ e $X - s$	75,0	73,1	75,0
% dati tra $X + 2s$ e $X - 2s$	95,5	94,2	96,2
% dati tra $X + 3s$ e $X - 3s$	100,0	100,0	100,0
retta interpolante $X = m \cdot F + n$ e coef. correl. $r(X,F)$	---2,33	---395,4	---55,2
	13,86	1122,7	101,6
	---0,97	---0,88	---0,96

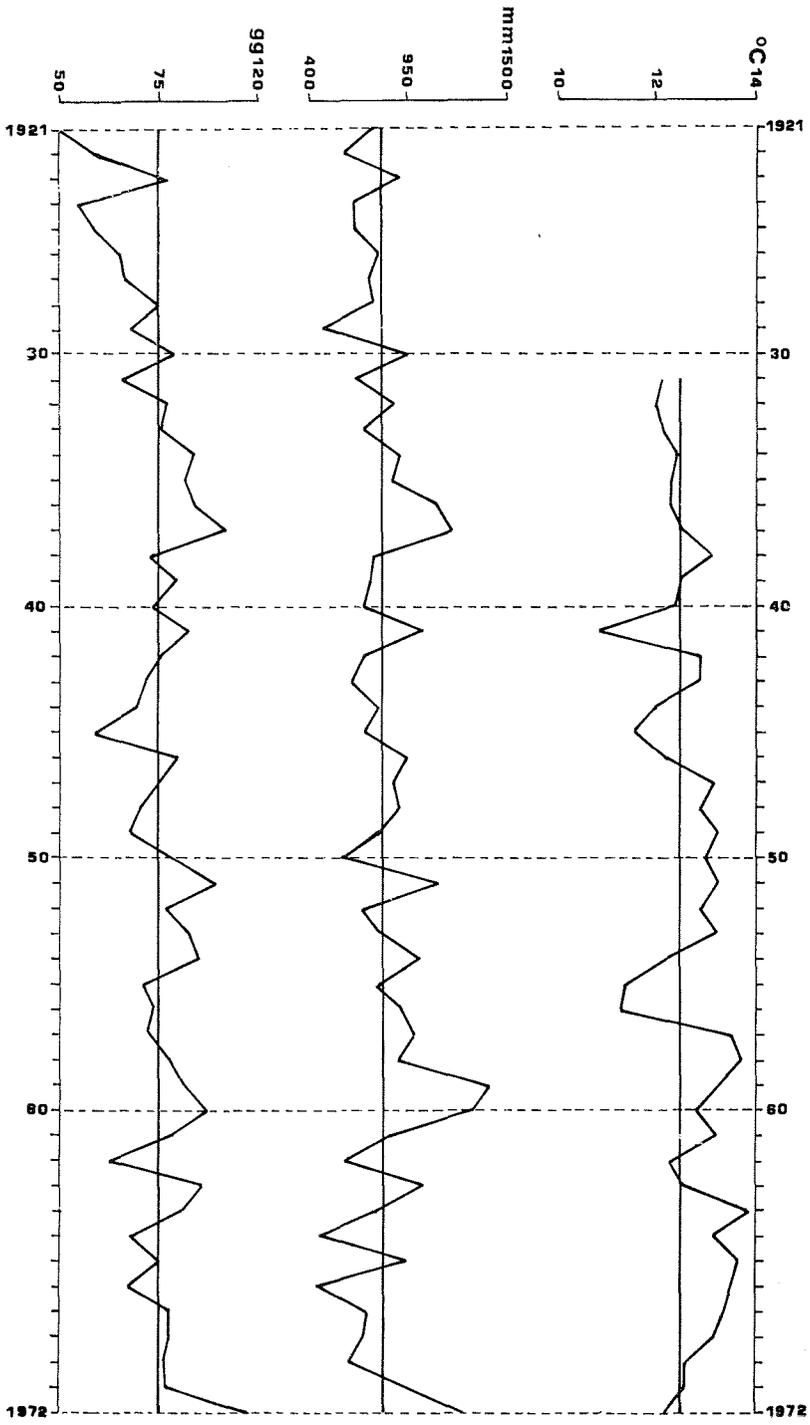


Fig. 1 - Successioni cronologiche dei valori annui delle temperature (°C) dal 1921 al 1972 (42 anni), delle precipitazioni (mm) e del numero dei giorni piovosi (gg) dal 1921 al 1972 (52 anni). Le rette rappresentano le medie annue dei periodi di osservazione.

- il 68,27% dei casi è compreso tra $X - s$ e $X + s$
- il 95,45% dei casi è compreso tra $X - 2s$ e $X + 2s$
- il 99,73% dei casi è compreso tra $X - 3s$ e $X + 3s$

Successivamente sono stati calcolati i valori in corrispondenza del primo (I), del secondo (II) e del terzo (III) quartili in corrispondenza, rispettivamente del 25%, 50% e del 75% delle curve di frequenze cumulate dei valori annui ordinati in senso decrescente. Quindi si è proceduto al calcolo degli indici di Bowley $A = (I - 2II + III) / (I - III)$; tale indice è tanto più vicino a zero tanto più la distribuzione dei dati è normale.

Infine il coefficiente di correlazione « r » fra i singoli valori annui e la loro frequenza « F »² può confermare, se prossimo a uno, la normalità delle distribuzioni tanto da legittimare il calcolo dei coefficienti delle rette interpolanti $X = f(F)$ che permettono, con molta cautela, di effettuare estrapolazioni di valori annui con frequenze inferiori a quelle relative ai dati sperimentali.

I risultati di queste prime elaborazioni sono stati riportati nella già citata tab. 1 insieme ad altri parametri quali il coefficiente di variazione percentuale³ e i valori estremi. In sintesi si è potuto verificare che le distribuzioni dei dati sono significativamente vicine a quella normale; ciò vuol dire che i parametri statistici ottenibili dalle loro elaborazioni sono attendibili e rappresentativi.

TEMPERATURA DELL'ARIA

La *temperatura media annua del periodo di osservazione* (12,5 °C) è risultata inferiore a quella (13,9 °C) calcolata dal Mennella (1967) per la penisola italiana e compresa tra quelle (12-13 °C) indicate dallo stesso Autore come rappresentative della Pianura Padana. Il valore medio annuo massimo registrato nel periodo di osservazione (14,0 °C) si è verificato nel 1967, mentre quello minimo (10,8 °C) nel 1941.

Un'analisi particolare meritano i valori estremi annui per l'importanza che essi assumono nel condizionare le biocenosi, l'agricoltura, i trasporti, ecc. In pratica si tratta di mettere in evidenza l'entità e il tempo di ritorno « Tr »⁴ di certi eventi

² La frequenza « F », valutata con la formulazione di Weibull (in Chow, 1964), può essere così espressa:

$$F = \frac{m}{n + 1}$$

dove « m » è il numero corrispondente alla posizione di ciascun dato nella serie di valori ordinati in senso decrescente ed « n » è il numero dei dati della serie.

³ Se « X » è la media di una serie di valori ed « s » lo scarto quadratico medio, il coefficiente di variazione percentuale « C.V. % » risulta:

$$C.V. \% = \frac{s}{X} \cdot 100$$

⁴ Per tempo di ritorno « Tr » (in anni) si intende l'intervallo di tempo che, in media, in-

di freddo intenso o di notevole caldo. Si è proceduto, prima di tutto, a formare due serie ordinate dei valori massimi e minimi di ogni anno per il periodo di osservazione 1931-1972 considerato ($n = 42$). L'elaborazione statistica dei dati è consistita, sostanzialmente, nell'individuare le leggi teoriche di distribuzione che possono adattarsi ai particolari tipi di dati stessi. Un modello matematico molto comune, per la rappresentazione degli eventi eccezionali, è quello di Gumbel che è risultato altamente soddisfacente dall'United States Weather Bureau (Hershfield e Kohler in Reich, 1963) e che può essere espresso per mezzo della seguente formulazione (Chow, 1964; Mosetti, 1979):

$$K = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \cdot \left[\gamma + \log_e \log_e \left(\frac{Tr}{Tr-1} \right) \right]$$

dove $\gamma = 0,57721...$ è la costante di Eulero e il fattore di frequenza « K » assume valori in funzione della posizione « m » degli « n » dati ordinati in senso decrescente. Fra i diversi valori di « K » e i dati delle due serie sono stati calcolati i coefficienti di correlazione « r » e i parametri delle rette interpolanti che permettono di ricavare valori di temperature estreme annue per qualsiasi « Tr ». A titolo di esempio sono stati calcolati i valori relativi ad alcuni tempi di ritorno sia per le massime che per le minime (fig. 2):

massimi: $T = 34,78 + 1,74 \cdot K$ ($r = 0,988$)
 minimi: $T = -8,32 - 3,52 \cdot K$ ($r = 0,988$)

Tr (anni)	K	T max (°C)	T min (°C)
3	0,269	35,2	- 9,3
5	0,719	36,2	- 10,9
10	1,305	37,1	- 13,0
20	1,866	38,0	- 14,9
30	2,189	38,6	- 16,0
50	2,593	39,3	- 17,5
80	2,962	39,9	- 18,8
100	3,141	40,3	- 19,4

La successione cronologica dei valori medi annui (fig. 1) non pone in evidenza chiare tendenze alla diminuzione o all'aumento e il calcolo del coefficiente di correlazione ($r = 0,49$) tra i dati « T » e il tempo « t » non è risultato sufficientemente significativo.

Il Mennella (1967) cita, per la località di Torino, per il periodo 1866-1906,

tercorre tra due eventi che uguagliano o superano un determinato valore; esso può essere definito come l'inverso della frequenza già annotata in precedenza (in Chow, 1964):

$$Tr = \frac{n+1}{m}$$

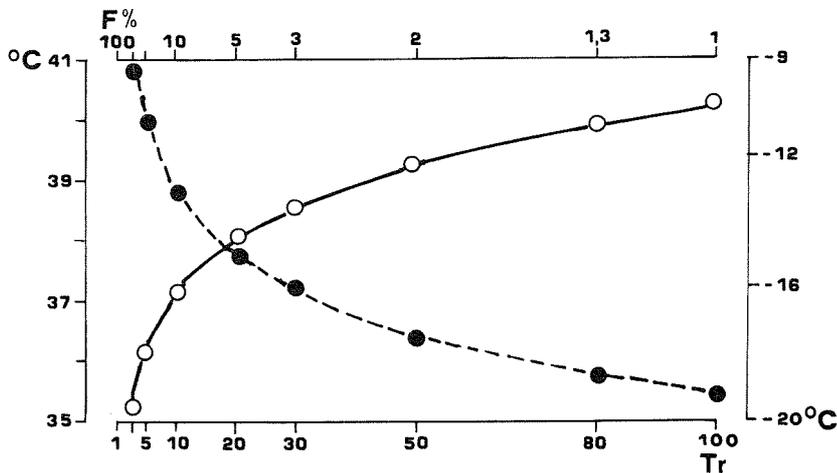


Fig. 2 - Temperature massime (—) e minime (---) assolute annuali estrapolate con il metodo Gumbel in funzione del tempo di ritorno «Tr» espresso in anni e della frequenza percentuale «F».

una media annua pari a 11,9 °C, più di mezzo grado centigrado inferiore a quella (12,5 °C) rappresentativa della serie 1931-1972. Tale confronto, tuttavia, deve essere considerato con molta cautela; infatti in quel periodo precedente le rilevazioni furono eseguite presso l'Osservatorio Astronomico a pochi chilometri di distanza dall'attuale stazione gestita dall'Ufficio Idrografico. Risulta, quindi, ancora molto difficile accertare oggi tendenze climatiche come è già stato fatto notare da Perosino e Rosso (1986) in un recente lavoro sul clima di Alessandria sulla base anche delle indicazioni di diversi Autori (De Gemini, 1962; Janin, 1970; Bernacca, in Serveda e San Gil, 1976; Schneider, 1976; Durio ed Altri, 1982).

REGIME TERMICO

L'analisi dei dati termici mensili (tab. 2 e fig. 3) è stata condotta, sulla base dello schema di Strahler (1968), con una elaborazione che ha fornito, come risultati, la seguente serie di valori:

- medie mensili (T m),
 - medie delle massime (T max g) e delle minime (T min g) giornaliere,
 - medie dei massimi (T max) e dei minimi (T min) mensili,
 - massimi (T max I - III) e minimi (T min I - III) assoluti;
- nelle stesse tab. 2 e fig. 4 sono inoltre rappresentati:

Tab. 2 - *Temperatura dell'aria a Torino*. Massimi (T max I-III) e minimi (T min I-III) assoluti mensili, medie dei massimi (T max) e dei minimi (T min) mensili, medie mensili delle massime (T max g) e delle minime (T min g) giornaliere, medie mensili (T m) e relativi scarti quadratici medi (s T m), escursioni medie giornaliere (Esc. g), distribuzione delle massime (F.H.) e delle minime (F.L.) medie mensili, distribuzione dei massimi (F.H.) e dei minimi (F.L.) annuali; periodo di osservazione 1931-1972 (42 anni). Sono riportati anche i dati (dal Menzella, 1967) relativi al periodo di osservazione 1866-1906 (T max g', T m', T min g', Esc. g').

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
T max I (°C)	19,5 (1962)	22,0 (1967)	28,8 (1972)	29,8 (1954)	34,2 (1956)	40,0 (1957)	42,6 (1957)	37,0 (1956)	34,8 (1961)	32,0 (1955)	20,5 (1964)	22,0 (1967)	42,6 (1957)
T max II (°C)	18,6 (1944)	19,7 (1935)	25,5 (1958)	29,8 (1961)	34,0 (1960)	39,8 (1962)	39,0 (1956)	37,0 (1958)	33,5 (1956)	28,5 (1967)	20,0 (1971)	19,8 (1936)	—
T max III (°C)	18,0 (1965)	18,8 (1964)	25,5 (1968)	29,0 (1966)	34,0 (1954)	38,2 (1959)	37,6 (1958)	36,0 (1957)	32,8 (1962)	27,5 (1962)	19,9 (1972)	17,0 (1954)	—
T max (°C)	10,1	13,9	19,9	24,7	29,1	32,9	33,8	32,7	29,1	22,9	15,4	11,4	34,6
T max g (°C)	3,6	6,6	12,6	17,3	21,8	26,0	27,8	27,3	23,1	16,4	9,7	4,9	16,4
T max g' (°C)	3,2	6,3	11,4	16,2	19,6	24,4	27,2	26,1	22,3	15,5	9,0	4,4	15,5
T m (°C)	0,9	3,3	8,3	12,9	17,0	21,2	23,4	22,8	19,0	12,9	6,9	2,4	12,5
s T m (°C)	2,0	2,5	1,8	1,3	1,8	1,5	1,4	1,1	1,8	1,5	1,6	1,6	0,7
T m' (°C)	0,3	3,0	7,5	12,0	16,1	20,4	23,1	22,0	18,3	12,2	6,0	1,7	11,9
T min g (°C)	-1,9	-0,1	4,3	8,4	12,5	16,4	18,9	18,1	14,7	9,3	4,0	0,2	8,7
T min g' (°C)	-1,5	0,0	4,6	8,5	12,2	16,7	19,1	18,1	15,2	9,9	4,6	0,0	9,0
T min (°C)	-6,9	-4,8	-0,3	3,6	7,3	11,3	14,8	13,7	9,7	3,9	-0,4	-5,7	8,2
T min III (°C)	-11,0 (1954)	-8,6 (1941)	-4,0 (1949)	0,6 (1931)	3,8 (1945)	8,5 (1956)	11,0 (1944)	10,9 (1966)	6,0 (1936)	0,1 (1932)	-4,0 (1944)	-9,6 (1940)	—
T min II (°C)	-12,8 (1947)	-9,7 (1935)	-4,0 (1959)	0,4 (1958)	3,4 (1954)	7,5 (1936)	10,4 (1931)	10,0 (1954)	6,0 (1955)	-0,4 (1956)	-5,0 (1954)	-13,1 (1933)	—
T min I (°C)	-14,0 (1954)	-19,0 (1956)	-5,0 (1955)	-0,5 (1954)	2,5 (1952)	7,0 (1965)	10,0 (1936)	9,6 (1941)	2,0 (1954)	-2,4 (1941)	-6,0 (1936)	-13,3 (1935)	-19,0 (1956)
Esc. g (°C)	5,5	6,7	8,3	8,9	9,3	9,6	8,9	9,2	8,4	7,1	5,7	4,7	7,7
Esc. g' (°C)	4,7	6,3	6,8	7,6	7,4	7,7	8,1	7,8	7,1	5,6	4,4	4,4	6,5
F.H. (%)	0	0	0	0	0	4	68	26	2	0	0	0	—
F.L. (%)	66	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	—
F.H. (%)	0	0	0	0	2	16	50	30	2	0	0	0	—
F.L. (%)	55	13	0	0	0	0	0	0	0	0	2	30	—

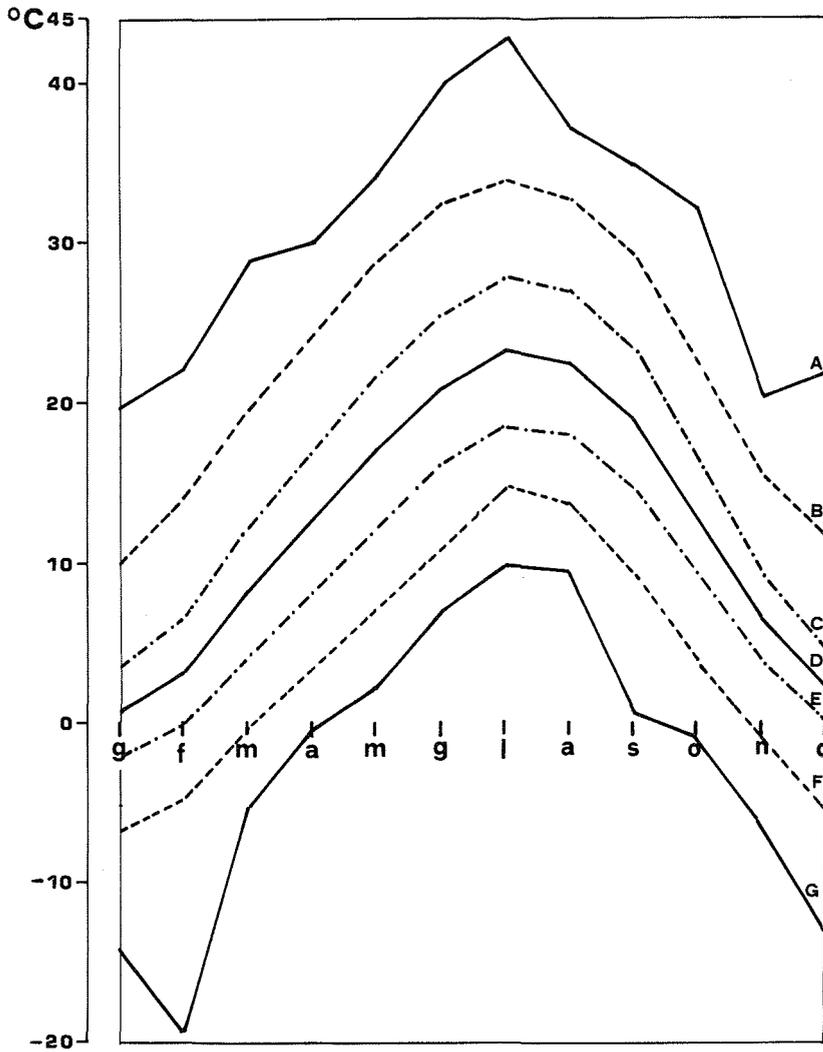


Fig. 3 - Regime termico a Torino. Massimi (A) e minimi (G) assoluti; medie dei massimi (B) e dei minimi (F) mensili; medie mensili dei massimi (C) e dei minimi (D) giornalieri; medie mensili (D). Periodo di osservazione 1931-1972 (42 anni).

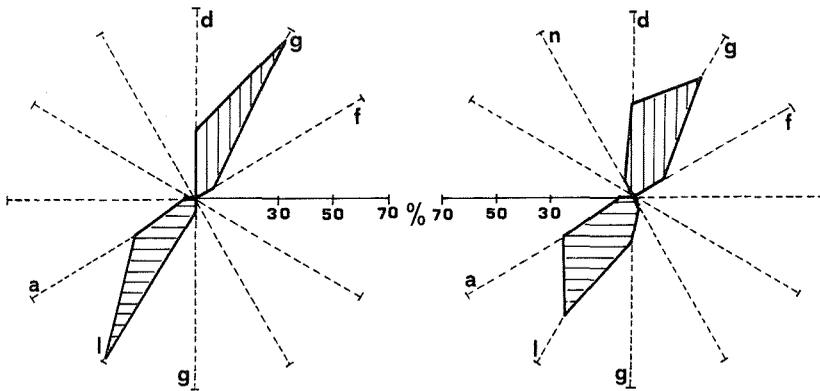


Fig. 4 - Distribuzione frequenziale dei massimi (in basso a sinistra) e dei minimi (in alto a sinistra) annuali delle medie mensili e dei massimi (in basso a destra) e dei minimi (in alto a destra) annuali dei valori estremi. Periodo di osservazione 1931-1972 (42 anni).

— distribuzione % delle massime ($F.H.$) e delle minime ($F.L.$) medie mensili,
 — distribuzione % dei massimi ($F.H.$) e dei minimi ($F.L.$) annuali.

Il massimo annuale dei valori medi mensili si verifica nel mese di luglio ($23,4^{\circ}\text{C}$) mentre il minimo in quello di gennaio ($0,9^{\circ}\text{C}$). Aprile e ottobre sono i mesi che più si avvicinano alla media annua ($12,9^{\circ}\text{C}$ per ambedue). Il collocamento di questi valori peculiari nell'anno è simile a quanto avviene per buona parte della penisola italiana con clima più continentale (Mennella, 1967). I calcoli degli scarti quadratici ($s T m$) effettuati sulle medie mensili sono risultati compresi tra uno e due gradi centigradi.

Le curve delle medie delle massime (c) e delle minime (e) giornaliere e delle medie dei massimi (c) e delle minime (e) mensili (fig. 3) mantengono un certo parallelismo con la curva (d) delle medie mensili. Andamento più irregolare hanno le curve delle temperature estreme massime (a) e minime (g) assolute.

Lo studio della distribuzione di frequenza dei massimi ($F.H.\%$) e dei minimi ($F.L.\%$) delle medie mensili (tab. 2 e fig. 4) conferma il mese di luglio come quello più caldo (68% dei casi) e il mese di gennaio come quello più freddo (66% dei casi). La distribuzione di frequenza dei massimi ($F.H.\%$) e dei minimi ($F.L.\%$) annuali dei valori estremi risulta più dispersa attorno ai mesi suddetti; in particolare si sono registrate le più rigide temperature invernali nel mese di novembre nel 2% dei casi e nel mese di febbraio nel 13% dei casi e le più elevate estive nel mese di maggio con il 2%.

ESCURSIONI TERMICHE

La differenza tra il massimo assoluto riscontrato nel periodo di osservazione considerato (42,6 °C nel mese di luglio del 1957) e il minimo (— 19,0 °C nel mese di febbraio del 1956) esprime l'*escursione assoluta* risultata pari a 61,6 °C inferiore al massimo finora riscontrato di 65 °C in Piemonte presso la stazione di Nizza Monferrato (Perosino, 1983).

Nella tab. 2 sono riportate le *escursioni medie giornaliere ottenute* come differenza tra le medie delle massime e delle minime giornaliere (T max g - T min g) di ogni mese. L'andamento di tali escursioni (fig. 5) è simile al regime termico con un massimo nel mese di giugno (9,6 °C) e con un minimo nel mese di dicembre (4,7 °C), risultando di 7,7 °C il valore medio annuale.

Dalla differenza tra le temperature medie mensili del mese più caldo (luglio con 23,4 °C) e del mese più freddo (gennaio con 0,9 °C) si è ottenuta l'*escursione media annua* del periodo di osservazione di 22,5 °C superiore al valore di 20 °C considerato dal Mori (1957) come limite al di sopra del quale il clima di una regione può definirsi di tipo continentale. O. V. Johansson (in Pinna, 1977), al fine di fornire una più precisa classificazione della marittimità e della continentalità a base esclusivamente termica, ha proposto la seguente formulazione:

$$C (\%) = 1,6 \cdot \frac{A}{\text{sen} (\varphi + 10^\circ)} - 14$$

dove « A » rappresenta l'escursione media annua e « φ » la latitudine geografica. Il valore ottenuto è risultato pari al 30% che assegna, secondo i limiti indicati dal suddetto Autore, alla stazione di Torino un clima moderatamente continentale.

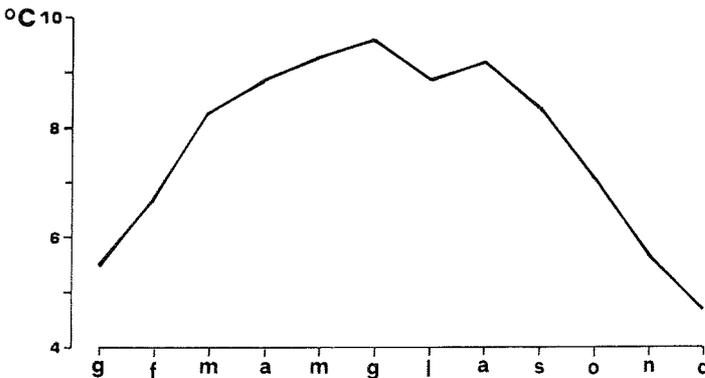


Fig. 5 - Regime delle escursioni medie giornaliere. Periodo di osservazione 1931-1972 (42 anni).

FENOMENI DI GELO E DISGELO

Sulla base della definizione del Pèguy (1970) si definisce giorno di gelo quello in cui la temperatura minima è uguale o inferiore a 0 °C e giorno senza disgelo quello con temperatura massima che non supera lo 0 °C. La tabulazione giornaliera degli estremi diurni, presente negli Annali Idrologici dell'Ufficio Idrografico, permette di fornire un inquadramento generale dei suddetti fenomeni (1951-1972: 22 anni). I risultati sono sintetizzati nella tab. 3 e raffigurati in fig. 6 ove, per ogni mese, sono riportati il numero medio dei giorni con gelo e senza disgelo, nonché la frequenza degli anni in cui questi si sono verificati. Nelle stesse tabella e figura vengono anche riportate in quali date e decadi hanno avuto, sia eccezionalmente che mediamente, inizio e fine tali fenomeni. Si può osservare dalla figura come dicembre, gennaio e febbraio si confermino i mesi più freddi in quanto, in essi, i fenomeni di gelo si verificano più frequentemente; qualche caso si è manifestato anche in aprile.

Tab. 3 - *Fenomeni di gelo e disgelo a Torino*. Medie mensili (Ng) del numero di giorni in cui si sono verificati fenomeni di gelo ($T_{\min} \leq 0^\circ\text{C}$) e senza disgelo ($T_{\max} \leq 0^\circ\text{C}$) calcolate nel numero di anni (Na) in cui si sono manifestati tali fenomeni (espressi anche come frequenze %). Vengono anche riportate le decadi e le date estreme di inizio e di fine. Periodo di osservazione: 1951-1972 (22 anni).

	nov	dic	gen	feb	mar	apr
Na $T_{\min} \leq 0^\circ\text{C}$	12	22	22	21	13	1
Na $T_{\min} \leq 0^\circ\text{C}$ (%)	55	100	100	95	59	5
Ng $T_{\min} \leq 0^\circ\text{C}$	6	15	21	14	6	1
Na $T_{\max} \leq 0^\circ\text{C}$	3	11	14	7	1	0
Na $T_{\max} \leq 0^\circ\text{C}$ (%)	14	50	64	32	5	0
Ng $T_{\max} \leq 0^\circ\text{C}$	3	4	6	6	1	0
decade media inizio	$T_{\min} \leq 0^\circ\text{C}$: III di novembre					
decade media fine	$T_{\min} \leq 0^\circ\text{C}$: I di marzo					
data estrema inizio	$T_{\min} \leq 0^\circ\text{C}$: 5 novembre 1961					
data estrema fine	$T_{\min} \leq 0^\circ\text{C}$: 21 aprile 1954					
decade media inizio	$T_{\max} \leq 0^\circ\text{C}$: III di dicembre					
decade media fine	$T_{\max} \leq 0^\circ\text{C}$: III di gennaio					
data estrema inizio	$T_{\max} \leq 0^\circ\text{C}$: 22 novembre 1954					
data estrema fine	$T_{\max} \leq 0^\circ\text{C}$: 7 marzo 1955					

PRECIPITAZIONI

La *precipitazione media annua* del periodo di osservazione (1921-1972: 52 anni) è risultata pari a 817 mm, inferiore alla media italiana di 970 mm (Contesini, 1956) e superiore a quella della Pianura Padana di 760 mm (Mennella,

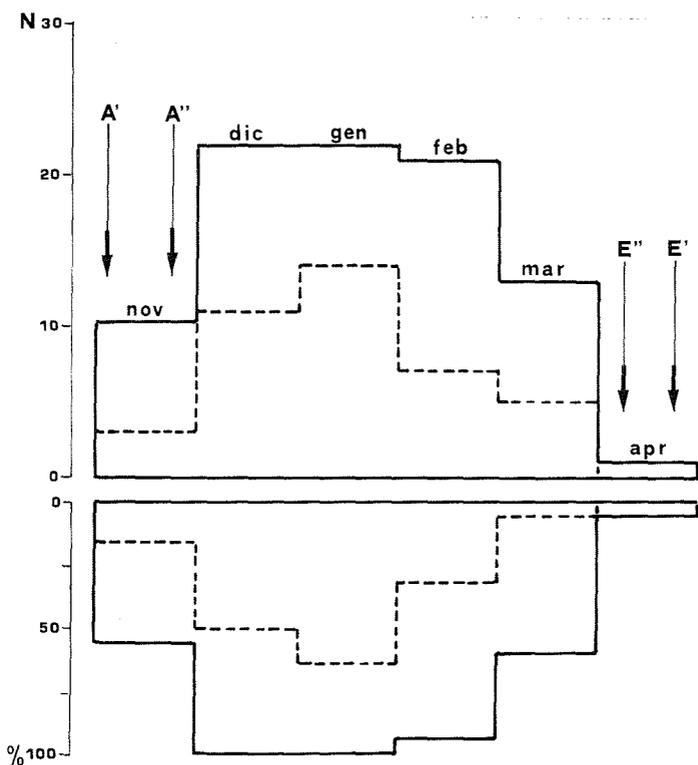


Fig. 6 - Fenomeni di gelo e disgelo a Torino. Numero medio (N) di giorni con gelo (—) e senza disgelo (---) e frequenza (%) degli anni in cui si sono verificati i fenomeni. Vengono anche indicate le decadi medie (A' e E'') e le date estreme (A' e E') di inizio e fine per $T_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$. Periodo di osservazione: 1951-1972 (22 anni).

1967); il valore medio annuo del numero dei giorni piovosi⁵ è risultato pari a 74 giorni (tab. 1).

Il rapporto tra i due valori estremi annuali (1426 mm nel 1959 e 460 mm nel 1965) è risultato compreso tra 3 e 4 il che, secondo Réméniéras (1972), si verificherebbe nei climi continentali o mediterranei.

Il valore medio annuo delle precipitazioni (P) è alla base del calcolo dell'indice di continentalità igrica di Gams (1931) che si ottiene con la relazione:

$$\text{ctg } x = \frac{P}{\text{m s.l.m.}}$$

dove « X » è un valore angolare compreso tra 0° e 90° ; per Torino è $X = 16^{\circ} 40'$,

⁵ Viene considerato giorno piovoso quello in cui le precipitazioni sono pari o superiori a 1 mm.

inferiore al valore di 20° al di sotto del quale sussistono condizioni favorevoli per l'insediamento di specie vegetali termofile (Fenaroli, 1935).

Sulla pubblicazione « Osservazioni pluviometriche raccolte a tutto l'anno 1915 » (Eredia, 1920) sono riportati i valori medi mensili ed annui relativi ai periodi 1866-1915 (rilevazioni effettuate presso l'Osservatorio Astronomico) e 1803-1865 (rilevazioni effettuate presso la R. Accademia delle Scienze). Pur ribadendo le motivazioni, precedentemente espresse, riguardo le dovute cautele per certi confronti, vi è da rilevare come le medie di quei periodi risultino superiori a quella del cinquantennio considerato in questo studio: 875 mm (1866-1915) e 997 mm (1803-1865), del 7% e del 22% in più rispettivamente.

REGIME PLUVIOMETRICO

L'analisi della distribuzione delle precipitazioni nell'arco dell'anno è stata condotta mediante l'elaborazione dei totali pluviometrici (P) e del numero di giorni piovosi (N) mensili (tab. 4 e fig. 7):

- medie mensili (M),
- % delle medie mensili rispetto al mese medio (M%)⁶,
- massimi (H I - III) e minimi (L I - III) assoluti del periodo di osservazione,
- coefficienti di variazione % dei valori mensili (C.V.%),
- frequenze % dei massimi (F.H.%) e dei minimi (F.L.%) annuali dei valori mensili.

La distribuzione dei valori medi mensili delle precipitazioni pone in evidenza due massimi (maggio il principale con 113 mm e novembre il secondario con 79 mm) e due minimi (gennaio il principale con 32 mm e luglio il secondario con 60 mm). L'entità di detti massimi e dei minimi interposti permette di classificare il regime pluviometrico di Torino come *sub-litoraneo occidentale* (secondo la classificazione del Mennella, 1967) interessante tutta la parte occidentale del bacino del Po, dal Tanaro al Ticino (ad eccezione della Valle della Dora Baltea, della alta Valle della Dora Riparia e dei rilievi delle Alpi marittime e del Monferrato). Tale andamento è confermato sia dal regime del numero dei giorni piovosi che dagli altri parametri statistici (tab. 4 e fig. 7). In particolare il mese di maggio si è rivelato il mese più piovoso nel 20% dei casi (nel 18% per novembre); gennaio è stato il meno umido nel 33% dei casi (nell'11% per agosto).

LINEE SEGNALETRICI DELLE POSSIBILITA' PLUVIOMETRICHE

Un inquadramento più completo del fenomeno pluviometrico su scala di tempo mensile, con particolare riferimento alla gestione delle risorse idriche, soprattutto

⁶ Il mese medio 68 mm è il valore della precipitazione media annua del periodo di osservazione 817 mm divisa per 12; il calcolo delle % dei valori medi mensili rispetto al mese medio è stato effettuato per meglio evidenziare eventuali confronti con regimi di altre stazioni.

osservazione (H I-III), medie dei totali mensili (M); percentuali delle medie mensili rispetto al mese medio (M %); minimi assoluti del periodo di osservazione (L I-III); coefficienti di variazione percentuale (C.V. %); frequenze percentuali dei massimi (F.H. %) e dei minimi (F.L. %). Periodo di osservazione 1921-1972 (52 anni). Sono riportati anche i dati (dall'Eredia, 1920) relativi ai periodi di osservazione 1803-1865 (M') e 1866-1915 (M'').

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
P H I	177 (1930)	210 (1972)	220 (1946)	257 (1963)	306 (1949)	283 (1937)	198 (1953)	261 (1959)	192 (1972)	243 (1960)	272 (1951)	224 (1960)
P H II	108 (1951)	157 (1966)	197 (1936)	222 (1941)	248 (1948)	198 (1953)	182 (1957)	132 (1950)	158 (1923)	224 (1966)	268 (1958)	181 (1927)
P H III	104 (1941)	100 (1955)	192 (1936)	213 (1961)	234 (1971)	190 (1940)	144 (1966)	131 (1939)	155 (1960)	200 (1935)	229 (1961)	117 (1932)
P M	32	37	58	93	113	84	60	66	68	73	79	54
P M %	47	54	85	137	166	123	88	97	100	107	100	79
P C.V. %	110	109	94	67	58	65	66	71	70	79	88	93
P M'	43	48	63	104	139	92	82	81	98	117	74	56
P M''	45	39	64	105	117	102	61	71	69	94	63	45
P L III	0	0	1	1	31	22	9	6	9	4	3	3
P L II	(1944)	(1965)	(1961)	(1965)	(1955)	(1923)	(1962)	(1957)	(1961)	(1934)	(1953)	(1940)
P L I	0	0	1	1	29	12	8	3	5	1	3	1
P L I	(1938)	(1946)	(1948)	(1927)	(1944)	(1929)	(1928)	(1936)	(1946)	(1971)	(1922)	(1931)
P L I	0	0	0	0	3	9	0	2	0	0	0	0
P L I	(1925)	(1945)	(1953)	(1955)	(1955)	(1945)	(1922)	(1962)	(1957)	(1921)	(1921)	(1941)
P F.H. %	1	0	10	8	20	12	4	4	8	8	18	7
P F.L. %	33	20	9	4	0	0	2	11	2	10	2	7
N H I	11	16	14	14	20	17	13	11	15	23	15	13
N H I	(1941)	(1972)	(1964)	(1941)	(1946)	(1953)	(1932)	(1954)	(1972)	(1953)	(1926)	(1927)
N H II	10	11	14	14	17	15	10	11	15	17	13	11
N H II	(1972)	(1951)	(1934)	(1930)	(1948)	(1940)	(1956)	(1946)	(1969)	(1966)	(1968)	(1950)
N H III	10	10	14	14	17	14	10	11	10	14	13	11
N H III	(1936)	(1941)	(1928)	(1923)	(1971)	(1933)	(1944)	(1935)	(1943)	(1944)	(1934)	(1942)
N M	4	4	6	8	9	8	6	5	6	7	6	5
N M %	65	65	97	130	146	130	97	81	97	114	97	81
N C.V. %	80	80	67	50	46	48	50	51	55	72	58	66
N M'	4	4	6	9	12	10	7	6	8	8	7	5
N M''	6	6	8	11	13	12	9	8	8	10	8	7
N L III	0	0	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1
N L III	(1944)	(1965)	(1961)	(1965)	(1942)	(1947)	(1948)	(1962)	(1946)	(1969)	(1948)	(1969)
N L II	0	0	1	1	1	2	1	1	1	0	1	1
N L I	(1938)	(1946)	(1948)	(1927)	(1955)	(1945)	(1933)	(1933)	(1921)	(1971)	(1924)	(1966)
N L I	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
N L I	(1925)	(1945)	(1953)	(1955)	(1922)	(1925)	(1922)	(1956)	(1957)	(1921)	(1921)	(1941)
N F.H. %	0	2	9	19	25	15	6	1	6	10	7	0
N F.L. %	27	20	6	6	0	1	4	6	4	8	8	10

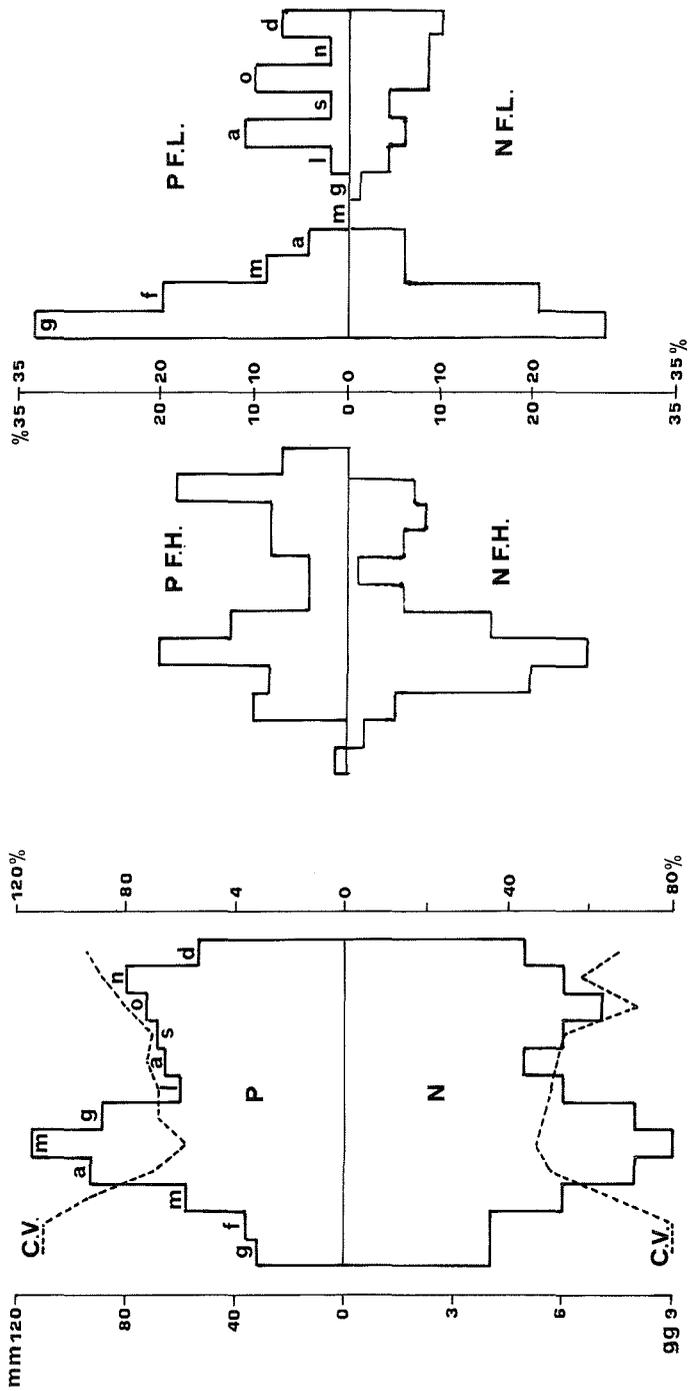


Fig. 7 - *Regime pluviometrico di Torino*. Valori medi mensili delle precipitazioni (P) e del numero dei giorni piovosi (N) e relativi coefficienti di variazione (C.V. %). Frequenze percentuali dei massimi (F.H.) e dei minimi (F.L.) Periodo di osservazione 1921-1972 (52 anni).

per quanto riguarda i valori estremi, è possibile attraverso il metodo Fantoli (1913). Per mezzo del calcolatore sono stati individuati i cinque casi estremi massimi e minimi di precipitazioni da 1 a 12 mesi consecutivi (tab. 5). Dalla bibliografia (Tonini, 1966; Bertuletti e Carollo, 1973; Carollo, 1970-1978; Perosino e Scarpinato, 1982; Perosino e Rosso, 1984 e 1986) si è osservato che ai casi estremi (fig. 8) si possono adattare curve inviluppo (linee segnalatrici delle possibilità pluviometriche) definibili con espressioni del tipo:

$$P = a \cdot T^b \quad \text{per i massimi}$$

$$P = a \cdot (T - n)^b \quad \text{per i minimi}$$

dove « P » sono le precipitazioni, « T » è il tempo (mesi) ed « n » è il numero massimo di mesi consecutivi con assenza di precipitazioni. Per la stazione di Torino sono risultate:

$$P = 323 \cdot T^{0,62} \quad \text{per i massimi}$$

$$P = 10 \cdot (T - 2)^{1,41} \quad \text{per i minimi}$$

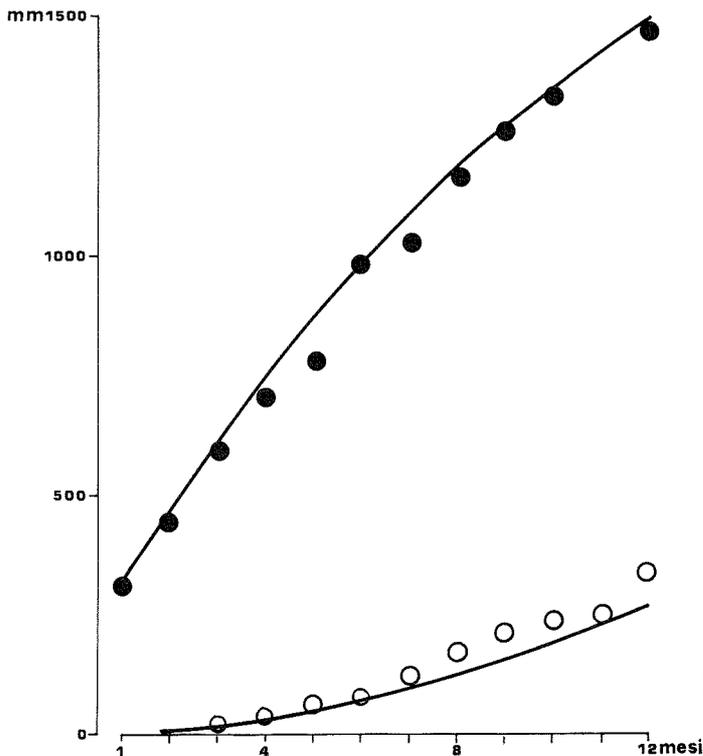


Fig. 8 - Linee segnalatrici delle possibilità pluviometriche e casi massimi (●) e minimi (○) di precipitazioni da 1 a 12 mesi consecutivi. $P = 323 \cdot T^{0,62}$ e $P = 10 \cdot (T - 2)^{1,41}$ rispettivamente le equazioni delle curve inviluppo. Periodo di osservazione 1921-1972 (52 anni).

Tali curve delimitano un'area (fig. 8) sul grafico comprendente tutti i possibili casi da 1 a 12 mesi consecutivi verificatisi nell'arco dell'intero periodo di osservazione (1921-1972). Nei 52 anni considerati non vi è mai stata totale assenza di precipitazioni per più di due mesi consecutivi; il valore minimo di 12 mesi (339 mm) è risultato inferiore all'anno civile più secco (460 mm nel 1965) e dello stesso ordine di grandezza del solo mese eccezionale (306) del maggio 1949. Il caso critico massimo di 12 mesi consecutivi (1462 mm) è risultato superiore all'anno civile più umido (il 1959 con 1426 mm) e decisamente superiore alla media annua del periodo di osservazione (817 mm).

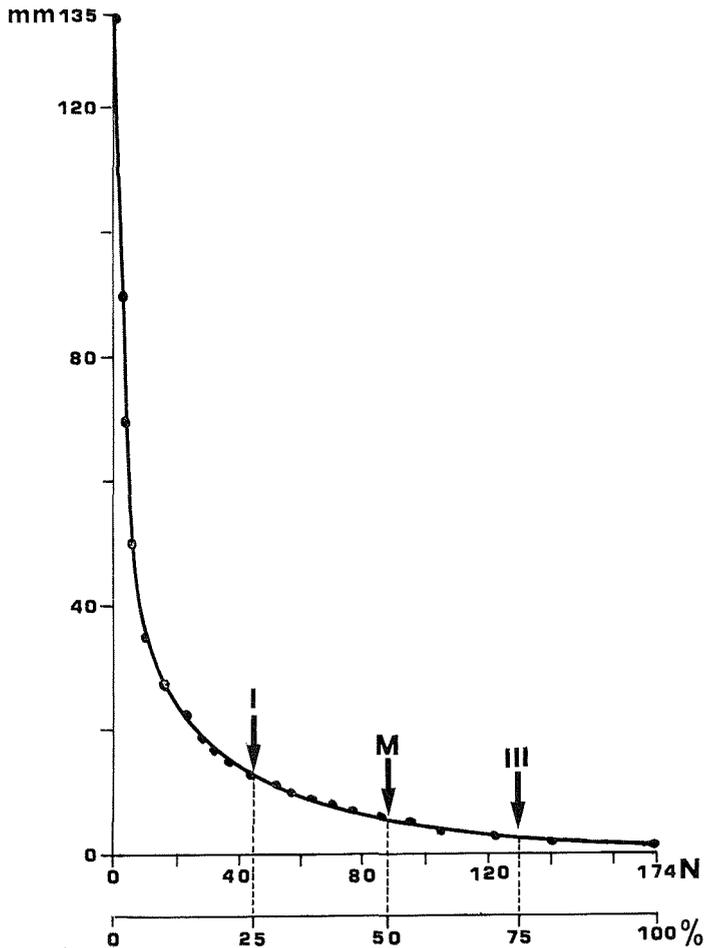


Fig. 9 - Curva cumulata del numero medio annuo (N) di casi di precipitazioni giornaliere (mm) raggruppate in classi di frequenza dalle più elevate (oltre i 100 mm) a quelle minime (inferiori a 1 mm); prima quartile (I = 13 mm), mediana (M = 5 mm) e terzo quartile (III = 2,8 mm). Periodo di osservazione 1951-1972 (22 anni).

Tab. 5 - Valori critici (cinque casi) delle precipitazioni massime e minime da 1 a 12 mesi consecutivi con relative date (anno e mese) di inizio dei fenomeni. Periodo di osservazione: 1921-1972 (52 anni).

max. di 1 mese			max. di 2 mesi			max. di 3 mesi			max. di 4 mesi		
mm	anno	mese	mm	anno	mese	mm	anno	mese	mm	anno	mese
306	1949	5	438	1948	4	588	1936	3	695	1936	3
283	1937	6	398	1960	9	537	1960	10	692	1960	9
272	1951	11	391	1936	4	511	1959	7	650	1959	5
261	1959	8	389	1937	5	506	1937	4	611	1937	3
257	1963	4	327	1971	5	492	1971	4	593	1971	3
max. di 5 mesi			max. di 6 mesi			max. di 7 mesi			max. di 8 mesi		
785	1959	4	888	1960	7	1017	1960	6	1156	1935	10
783	1960	8	879	1959	3	975	1959	2	1100	1959	5
751	1936	3	834	1937	5	951	1937	4	1097	1960	5
683	1937	3	793	1936	2	886	1936	1	1056	1937	3
644	1972	2	701	1972	2	803	1972	2	1005	1972	2
max. di 9 mesi			max di 10 mesi			max. di 11 mesi			max. di 12 mesi		
1263	1935	10	1329	1959	3	1425	1959	2	1462	1959	2
1235	1959	4	1319	1935	10	1335	1935	9	1435	1935	10
1176	1960	4	1272	1960	3	1319	1960	2	1364	1960	2
1118	1937	3	1179	1972	1	1190	1972	1	1262	1972	1
1096	1972	1	1140	1937	3	1154	1937	2	1187	1937	1
min. di 1 mese			min. di 2 mesi			min. di 3 mesi			min. di 4 mesi		
mm	anno	mese	mm	anno	mese	mm	anno	mese	mm	anno	mese
0	1957	9	0	1921	10	12	1921	9	28	1951	12
0	1953	3	3	1955	4	16	1966	12	32	1938	1
0	1946	2	6	1957	8	16	1938	1	32	1921	9
0	1945	2	6	1953	2	18	1951	12	47	1965	1
0	1941	12	7	1955	4	20	1953	1	49	1966	12
min. di 5 mesi			min. di 6 mesi			min. di 7 mesi			min. di 8 mesi		
52	1921	9	70	1921	9	118	1921	9	169	1921	9
60	1937	12	112	1966	12	155	1966	11	194	1944	11
70	1966	12	116	1937	11	181	1925	9	220	1928	12
83	1948	2	130	1944	11	185	1928	12	251	1925	8
98	1965	1	136	1948	10	185	1944	11	258	1966	11
min. di 9 mesi			min. di 10 mesi			min. di 11 mesi			min. di 12 mesi		
209	1944	11	232	1921	10	244	1921	9	339	1921	9
219	1921	9	307	1961	12	352	1944	12	435	1944	12
293	1961	12	308	1944	12	393	1966	10	436	1966	10
322	1928	12	380	1928	12	414	1961	12	449	1965	2
335	1966	10	381	1966	10	429	1928	12	463	1928	12

PRECIPITAZIONI GIORNALIERE

Sugli Annali Idrologici dal 1951 al 1972 (22 anni) sono riportati anche i valori giornalieri delle precipitazioni. Seguendo le indicazioni del Péguy (1970) questi dati sono stati raggruppati, mese per mese e per anno, in classi di frequenza (di ampiezza di 1 mm fino a 10 mm, di 2 mm da 10 a 20 mm, di 5 mm da 20 a 40 e di 10 mm per i valori più elevati). Sono state quindi tracciate le curve cumulate dei casi di precipitazioni giornaliere raggruppate in classi dalle più elevate (oltre gli 80 mm) a quelle minime (inferiori a 1 mm). In fig. 9 è riportata la curva cumulata annuale; in corrispondenza di essa (e delle curve mensili, non riportate) sono stati individuati i valori in corrispondenza del I quartile (25%), del II quartile o della mediana (50%) e del III quartile (75%) e riportati in tab. 6 e in fig. 10, dove si osservano andamenti che rispecchiano sostanzialmente il regime pluviometrico precedentemente descritto. Su scala annuale il 50% dei casi sono rappresentati da piogge inferiori a 5 mm, il 25% da quelle inferiori a 3 mm e da quelle superiori a 13 mm.

PRECIPITAZIONI BREVI E INTENSE

Sugli Annali Idrologici sono riportati i valori massimi annuali per 1, 2, 3, 4 e 5 giorni consecutivi e per 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive con relative date in cui tali manifestazioni si sono verificate. Per la stazione di Torino sono disponibili periodi di osservazione di 34 anni (1935, 1937-1939, 1942, 1943, 1945-1972) per $T = 1-24$ hh e di 52 anni (1921-1972) per $T = 1-5$ gg; i principali cinque valori estremi sono riportati in tab. 7.

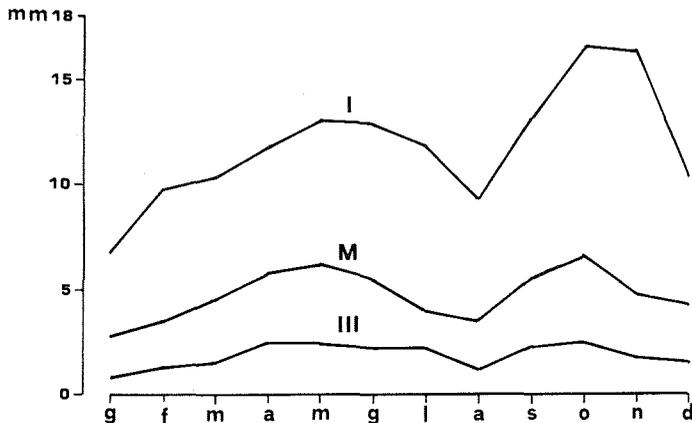


Fig. 10 - Regimi dei valori (mm) valutati in corrispondenza del primo quartile (I), della mediana (M), del terzo quartile (III) sulle curve di frequenza cumulate mensili delle precipitazioni giornaliere. Periodo di osservazione 1951-1972 (22 anni).

Tab. 6 - Valori (mm) valutati in corrispondenza del primo quartile (I), della mediana (M) e del terzo quartile (III) sulle curve cumulate mensili dei casi di precipitazioni giornaliere raggruppate in classi di frequenza dalle più elevate (oltre i 100 mm) a quelle minime (inferiori a 1 mm) e valori massimi assoluti (P max) riscontrati a Torino nel periodo di osservazione 1951-1972 (22 anni).

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
I	7,0	10,0	10,5	12,0	13,5	13,0	12,0	9,4	13,5	17,0	16,8	10,5
M	2,9	3,5	4,7	5,8	6,1	5,7	4,2	3,5	5,7	6,8	4,8	4,5
III	0,9	1,4	1,6	2,7	2,5	2,4	2,2	1,2	2,3	2,6	1,8	1,6
P max	60,0 (1955)	47,0 (1972)	56,4 (1956)	69,0 (1959)	49,0 (1954)	80,2 (1960)	61,6 (1960)	135,0 (1959)	91,4 (1963)	81,6 (1955)	74,2 (1961)	57,6 (1959)

Tab. 7 - *Precipitazioni brevi ed intense a Torino*. Principali casi critici per le precipitazioni massime annuali da 1 a 24 ore consecutive (periodo di osservazione 1935, 1937-1939, 1942, 1943, 1945-1972: 34 anni) e da 1 a 5 giorni consecutivi (periodo di osservazione 1921-1972: 52 anni).

1 h		3 hh		6 hh		12 hh		24 hh	
mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
60	20- 7-1960	69	20- 7-1952	73	25- 6-1960	110	22- 8-1959	153	11-11-1961
58	7- 6-1961	62	20- 7-1960	71	20- 7-1952	87	25- 9-1947	140	22- 8-1959
57	11- 7-1956	61	7- 6-1961	70	22- 8-1959	80	25- 6-1960	104	25- 9-1947
54	20- 7-1952	61	11- 7-1954	67	25- 9-1947	78	11-11-1961	93	18- 9-1963
43	11- 6-1938	55	11- 6-1938	64	19- 9-1963	71	20- 7-1952	83	25- 6-1960
1 g		2 gg		3 gg		4 gg		5 gg	
mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
157	23- 8-1959	157	23- 8-1959	175	23-11-1959	190	22- 8-1959	197	1- 5-1949
104	26- 9-1947	141	12-11-1961	169	12-11-1961	173	12-11-1961	193	21- 8-1959
96	28- 1-1930	133	27- 1-1930	138	27- 1-1930	166	2- 5-1949	173	12-11-1961
91	20- 9-1963	125	13-11-1958	137	24-10-1947	141	26- 1-1930	165	6-11-1962
82	26-10-1955	122	8- 6-1953	133	12-11-1958	139	6-11-1962	157	22- 3-1956

Tab. 8 - Distribuzione delle frequenze delle precipitazioni massime annuali da 1 a 24 ore consecutive (periodo di osservazione 1935, 1937-1939, 1942, 1943, 1945-1972: 34 anni) e da 1 a 5 giorni consecutivi (periodo di osservazione 1921-1972: 52 anni).

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1 h	0	0	0	0	16	27	27	24	6	0	0	0
3 hh	0	0	0	0	12	15	29	27	15	0	2	0
6 hh	0	0	2	3	9	17	24	21	15	2	6	1
12 hh	0	0	0	9	13	14	15	6	17	9	12	5
24 hh	0	0	7	14	12	10	1	10	11	11	14	10
1 g	1	0	8	11	8	12	10	10	13	8	11	8
2 gg	1	1	10	10	10	8	4	12	10	13	15	6
3 gg	4	0	10	8	8	10	1	13	6	13	21	6
4 gg	4	0	10	12	18	5	1	10	8	12	20	4
5 gg	3	1	6	12	15	6	1	10	10	12	20	4

Tab. 9 - Rette interpolanti i dati delle serie di osservazione 1-24 hh e 1-5 gg (ordinati in senso decrescente) e i parametri «K» di Gumbel (con relativi coefficienti di correlazione).

1 h	$P = 32,3 + 12,8 \cdot K$	(0,955)
3 hh	$P = 39,7 + 14,4 \cdot K$	(0,966)
6 hh	$P = 46,8 + 16,1 \cdot K$	(0,953)
12 hh	$P = 56,8 + 20,1 \cdot K$	(0,987)
24 hh	$P = 71,3 + 38,1 \cdot K$	(0,954)
1 g	$P = 59,1 + 23,0 \cdot K$	(0,956)
2 gg	$P = 78,8 + 28,9 \cdot K$	(0,990)
3 gg	$P = 91,3 + 32,2 \cdot K$	(0,989)
4 gg	$P = 99,6 + 34,4 \cdot K$	(0,994)
5 gg	$P = 107,1 + 36,6 \cdot K$	(0,991)

Tab. 10 - Valori estrapolati (mm) con il metodo Gumbel per diversi tempi di ritorno (Tr) per le precipitazioni massime da 1 a 24 ore consecutive e da 1 a 5 giorni consecutivi.

Tr	K	1h	3hh	6hh	12hh	24hh	1g	2gg	3gg	4gg	5gg
10	1,31	49	59	68	83	108	89	117	133	145	155
20	1,87	56	67	77	94	124	102	133	152	164	176
30	2,19	60	71	82	101	133	109	142	162	175	187
45	2,51	64	76	87	107	142	117	151	172	186	199
60	2,74	67	79	91	112	148	122	158	180	194	207
90	3,05	71	84	96	118	157	129	167	190	205	219

Tab. 11 - Rette interpolanti i valori (mm) delle precipitazioni (P) estrapolati con il metodo Gumbel per T = 1-24 hh e per T = 1-5 gg (e relativi coefficienti di correlazione) per diversi tempi di ritorno (Tr).

Tr	rette interpolanti per T = 1-24 hh		rette interpolanti per T = 1-5 gg	
10	LogP = 1,670 + 0,244 · LogT	(0,984)	LogP = 1,956 + 0,344 · LogT	(0,998)
20	LogP = 1,719 + 0,245 · LogT	(0,980)	LogP = 2,015 + 0,338 · LogT	(0,998)
30	LogP = 1,751 + 0,246 · LogT	(0,978)	LogP = 2,044 + 0,335 · LogT	(0,957)
45	LogP = 1,779 + 0,245 · LogT	(0,977)	LogP = 2,073 + 0,329 · LogT	(0,988)
60	LogP = 1,798 + 0,245 · LogT	(0,977)	LogP = 2,092 + 0,328 · LogT	(0,997)
90	LogP = 1,824 + 0,244 · LogT	(0,975)	LogP = 2,116 + 0,328 · LogT	(0,998)

Sulle serie di questi valori, ordinati in senso decrescente, analogamente a quanto fatto per i valori estremi delle temperature, è stato applicato il metodo Gumbel ottenendo una serie di equazioni riportate in tab. 9; da queste ultime sono stati estrapolati valori per T = 1-5 gg e per T = 1-24 hh per diversi tempi di ritorno « Tr » anche superiori a quello dei dati sperimentali (tab. 10).

I casi critici stimati con il metodo Gumbel possono essere correlati in funzione del tempo espresso in ore o in giorni $P = f(T)$ secondo l'equazione di una retta dove vengono considerati i logaritmi decimali delle variabili « P » e « T » (tab. 11):

$$\text{Log } P = \text{Log } a + b \cdot \text{Log } T$$

applicando le proprietà notevoli dei logaritmi, attraverso semplici passaggi, si ottiene:

$$\text{Log } P = \text{Log } a + \text{Log } T^b$$

$$\text{Log } P = \text{Log } a \cdot T^b$$

$$P = a \cdot T^b$$

si ottiene un'equazione esponenziale che, come quelle logaritmiche riportate in tab. 11, permette di ricavare valori di « P » per qualunque intervallo di tempo « T ».

Facendo riferimento unicamente ai casi per T = 1-24 hh, dividendo ambo i membri dell'ultima equazione per « T » si ricava:

$$\frac{P}{T} = a \cdot T^{b-1}$$

e definendo il rapporto P/T come intensità oraria « I » di pioggia (mm/h) si ottiene infine:

$$I = a T^{b-1}$$

Utilizzando i parametri delle rette interpolanti per $T = 1-24$ hh (riportati in tab. 11) si possono ricavare le diverse equazioni $I = f(T)$ per i diversi tempi di ritorno:

$$\begin{aligned} I &= 46,77 \cdot T^{-0,76} & (\text{Tr} = 10) \\ I &= 52,36 \cdot T^{-0,76} & (\text{Tr} = 20) \\ I &= 56,36 \cdot T^{-0,76} & (\text{Tr} = 30) \\ I &= 60,12 \cdot T^{-0,76} & (\text{Tr} = 45) \\ I &= 62,81 \cdot T^{-0,76} & (\text{Tr} = 60) \\ I &= 66,68 \cdot T^{-0,76} & (\text{Tr} = 90) \end{aligned}$$

Tutte le equazioni riportate sono raffigurate in fig. 11 dove si osserva chiaramente il parallelismo tra loro dovuto allo stesso esponente $-0,76$. Si osserva, inoltre, che passando da fenomeni caratterizzati da $\text{Tr} = 10$ (una frequenza annuale del

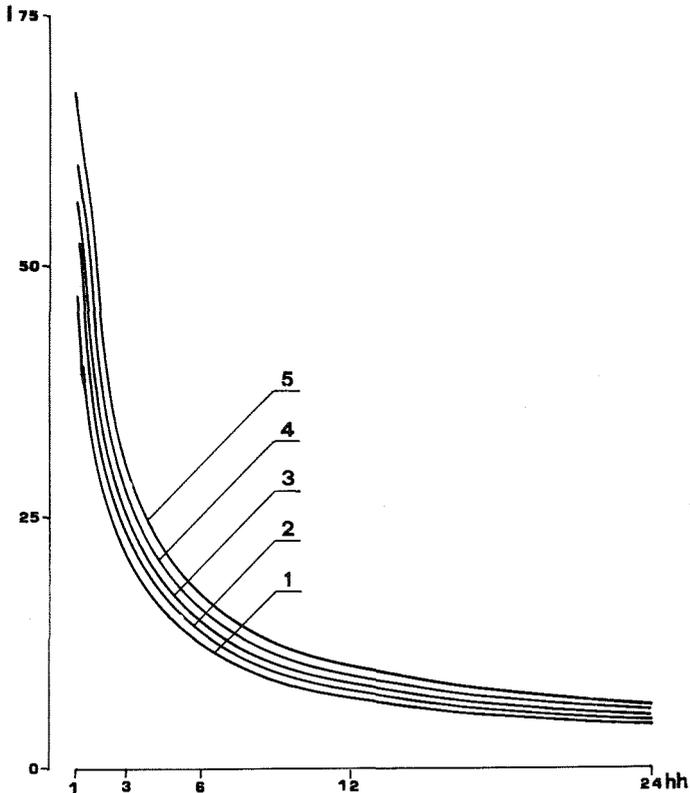


Fig. 11 - Correlazione tra l'intensità di pioggia « I » (mm/h) con i tempi di durata $T = 1, 3, 6, 12$ e 24 ore consecutive (hh) per diversi tempi di ritorno $\text{Tr} = 10$ (1), 20 (2), 30 (3), 45 (4) e 90 (5) anni.

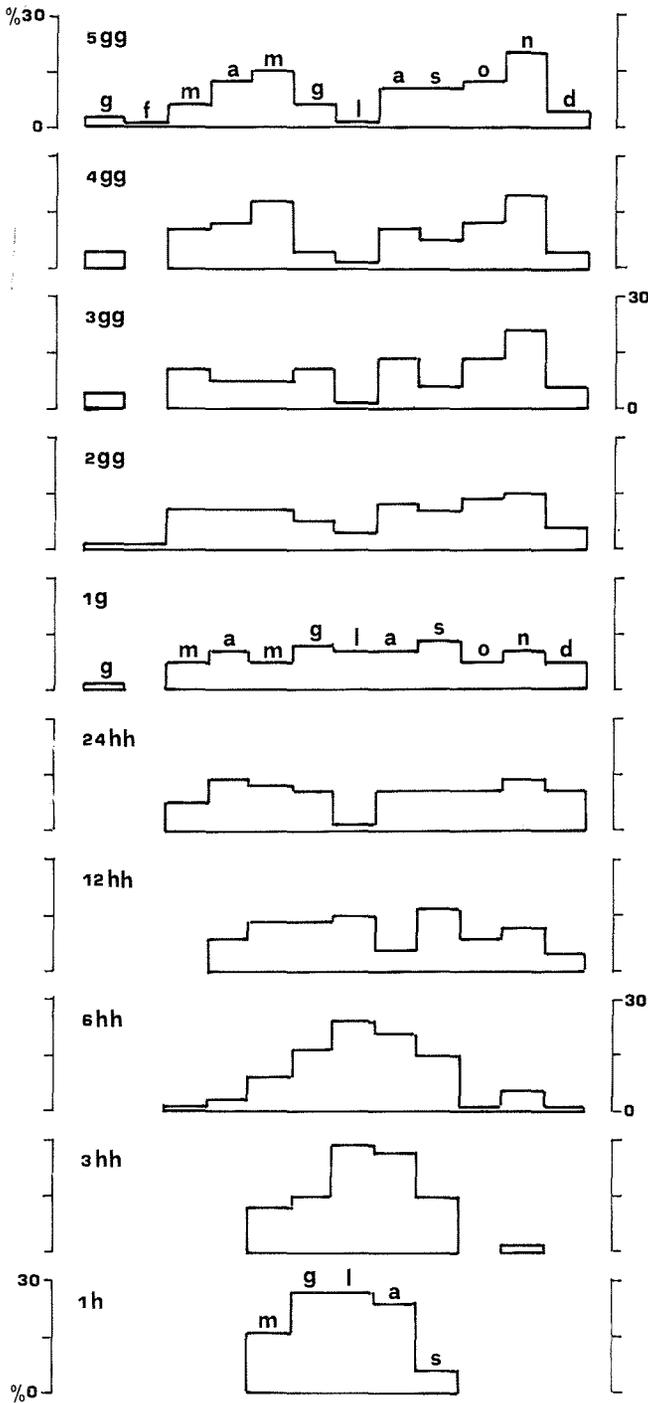


Fig. 12 - Distribuzione delle frequenze percentuali delle precipitazioni massime annuali da 1 a 5 giorni consecutivi (periodo di osservazione 1921-1972: 52 anni) e da 1 a 24 ore consecutive (periodo di osservazione 1935, 1937-1939, 1942, 1945-1972: 34 anni).

10%) a quelli caratterizzati da $T_r = 90$ anni (con una frequenza annuale molto più bassa, 1,1%) l'entità delle intensità di pioggia aumenta del 40% circa. In pratica, con questa metodologia è possibile « prevedere » l'entità e la frequenza degli eventi pluviometrici brevi ed intensi in funzione dei costi delle opere necessarie per la difesa dai fenomeni di dissesto idrogeologico e dalle piene dei corsi d'acqua o in funzione del dimensionamento delle fogne e dei collettori, ecc.

La distribuzione frequenziale (%) dei massimi di precipitazioni annuali sia per $T = 1-5$ gg che per $T = 1-24$ hh, è riportata nella tab. 8 e raffigurata in fig. 12. Si osserva un andamento simile a quello del regime pluviometrico per intervalli superiori alle 24 ore. Per intervalli minori gli istogrammi tendono a concentrarsi diminuendo considerevolmente i casi invernali. Al limite, per $T = 1$ h, si ha una notevole concentrazione estiva (con il massimo nei mesi di giugno e di luglio) in quanto tali manifestazioni sono legate, essenzialmente, a rovesci di carattere temporalesco.

CONCLUSIONI

Una descrizione generale del clima di Torino può essere effettuata per mezzo del diagramma termopluviometrico (fig. 13) nel quale, per ogni mese, i valori medi della temperatura e delle precipitazioni rappresentano le coordinate che individuano dei punti che si localizzano in quadranti ottenuti, questi ultimi, dalla intersezione di due rette rappresentanti una il valore di precipitazione pari al mese medio (68 mm) e l'altra la temperatura media annua (12,5 °C). Del primo quadrante fanno parte dicembre, gennaio e febbraio (basse temperature e scarse precipitazioni). Marzo, aprile e maggio caratterizzano la risalita dal I al III quadrante con temperature più miti e piogge abbondanti. Giugno precede la caduta verso il IV quadrante dove sono localizzati i mesi luglio e agosto (alte temperature e scarse precipitazioni). Settembre, ottobre e novembre rappresentano chiaramente una situazione di transizione a quella nuovamente invernale.

Nello stesso climogramma (fig. 13) sono stati rappresentati anche i valori relativi al periodo 1866-1915. Considerando con molta cautela un tale confronto, si può osservare come quasi tutti i punti rappresentativi della seconda metà del secolo scorso siano spostati leggermente in alto e a sinistra rispetto a quelli del cinquantennio 1921-1972 come a indicare un clima più fresco e più umido. Ammesso che tali confronti siano attendibili ancora più umido doveva essere il clima della prima metà del secolo scorso; infatti le medie mensili relative al periodo 1803-1865 (tab. 4 e fig. 14) sono quasi tutte superiori a quelle delle altre due serie considerate.

Si ribadisce, comunque, che è assai difficile stabilire mutamenti climatici negli ultimi due secoli, sia perché spesso tali cambiamenti sono difficilmente apprezzabili (variazioni non superiori al 5-10% delle precipitazioni e a pochi decimi di gradi centigradi per la temperatura dell'aria), sia perché, purtroppo, quasi mai gli strumenti per la rilevazione dei parametri meteorologici hanno potuto funzionare sempre nelle stesse condizioni inducendo errori i cui ordini di grandezza possono

risultare superiori a quelli relativi agli eventuali mutamenti del clima. Un fatto è certo: quando si compiono studi climatici di stazione, sia le elaborazioni statistiche, sia le considerazioni di carattere generale su eventuali tendenze climatiche, sono tanto più significative ed utili tanto più lunghi sono i periodi di osservazione e tanta più accuratezza e precisione si sono impiegate nelle rilevazioni. Sembra che ciò non sia tanto compreso presso il Ministero dei Lavori Pubblici che dovrebbe gestire in modo altamente efficiente il Servizio Idrografico. Infatti (è questa l'ennesima volta che sulle pagine della Rivista Piemontese di Storia Naturale si denuncia questa grave situazione) nell'ultimo quindicennio (1973-1986), almeno per quel che riguarda il settore italiano nord-occidentale, non sono più stati pubblicati gli Annali Idrologici, segno della situazione precaria (mancanza di fondi e di personale) che accomuna il Servizio Idrografico ad altri Enti ed Istituti come il Servizio Forestale, l'Istituto Geografico Militare, il Servizio Geologico,... che dovrebbero servire per la programmazione di studi e ricerche per una migliore conoscenza del territorio italiano finalizzata ad una migliore gestione delle risorse naturali.

L'analisi del clima di Torino può essere conclusa mediante il calcolo di indici numerici in grado di fornire sintesi di pratica utilizzazione come quello di De Martonne (1926) che si ottiene con la relazione:

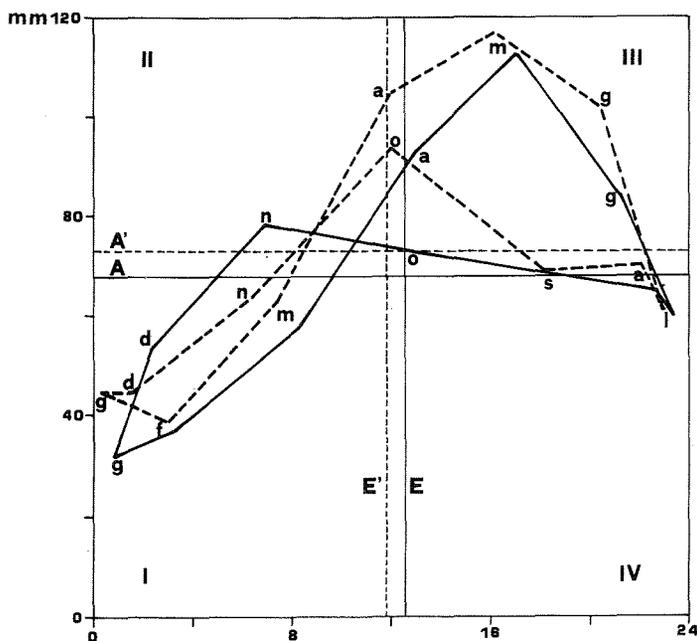


Fig. 13 - *Climogramma termopluviometrico di Torino*. Valori medi mensili delle temperature (°C) e delle precipitazioni (mm) per i periodi 1921-1972 (—) e 1866-1915 (---). Valori delle medie annue (E e E') delle temperature e delle precipitazioni pari ai mesi medi (A e A') relativi alle stesse serie di osservazioni.

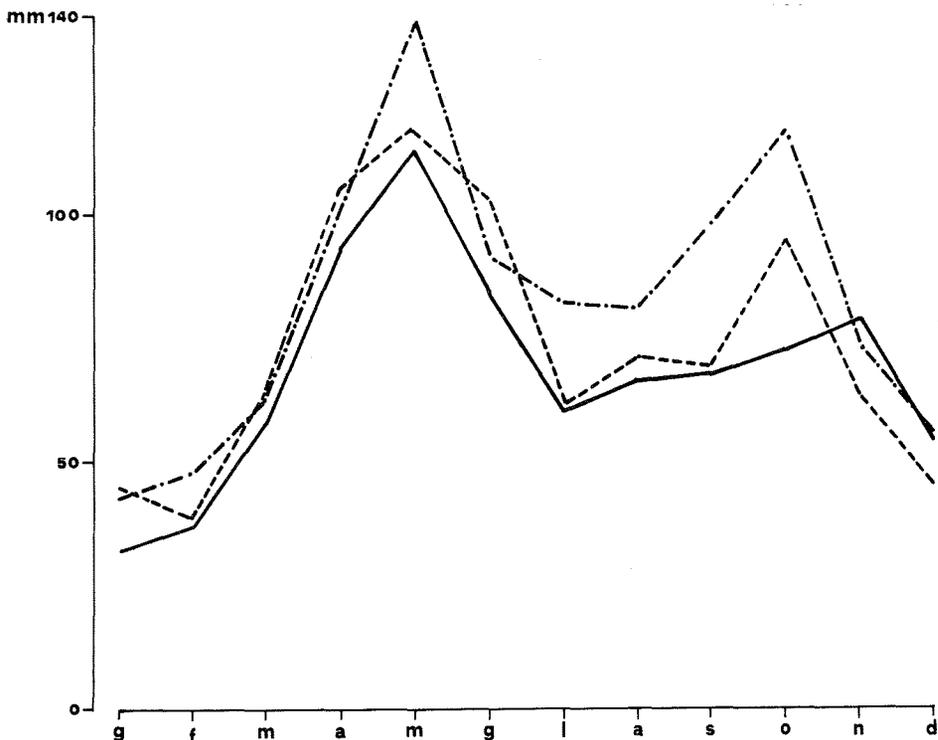


Fig. 14 - Regimi delle precipitazioni medie mensili (mm) relativi ai periodi di 1921-1972 (—), 1866-1915 (---) e 1803-1865 (-.-.-).

$$De = \frac{12 \cdot PM}{T_m + 10}$$

dove « PM » e « T_m » sono rispettivamente le precipitazioni (mm) e le temperature (°C) medie mensili. Nessuno dei valori calcolati per ciascun mese (tab. 12) è risultato inferiore a 15 considerato dal suddetto Autore come limite al di sotto del quale si hanno situazioni di aridità. Ciò è confermato dai rapporti PM/T_m (calcolato per tutti i mesi; tab. 12) che non è mai risultato inferiore a 2 mm/°C limite, quest'ultimo, al di sotto del quale, secondo Gaussen (in Pinna, 1977), si verificano problemi di deficit idrico per la vegetazione.

Per avere un inquadramento generale più completo del clima e del bilancio idrologico di Torino, si è voluto applicare il metodo Thornthwaite (1946, 1954 e 1957). Nella tab. 12 e nella fig. 15 sono riportati i dati elaborati secondo il suddetto metodo; le modalità e i significati dei simboli sono assai noti e divulgati da un'ampia bibliografia (Franceschetti, 1977; Pinna, 1977; ...).

Il deficit idrico è di una certa rilevanza nei mesi di luglio e di agosto ma già inizia in giugno e perdura ancora in settembre. Da ottobre a dicembre, l'incre-

Tab. 12 - *Bilancio idrico a Torino*. Precipitazioni medie mensili (PM), temperature medie mensili (Tm), indici di Gausson (PM/Tm), indici di aridità di De Martonne (De), evapotraspirazione potenziale (EP), perdita d'acqua cumulata (A. WL), riserva idrica del suolo (ST), variazioni della riserva (C. ST), evapotraspirazione reale (AE), deficit (D), eccedenza (S), scorrimento superficiale (RO), ritenzione totale di umidità (TMD).

Indice di aridità Ia = 100D/EP = 12; indice di umidità Ih = 100S/EP = 20; indice di umidità globale Im = Ih - Ia = 8; efficienza termica EP = 753 mm; concentrazione estiva dell'efficienza termica (EP_{giu} + EP_{lug} + EP_{ago})/EP = 0,55.

Classificazione secondo Thornthwaite: C₂B₂b₃ (clima da subumido ad umido, secondo mesotermico con piccola deficienza idrica estiva).

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
PM	32	37	58	93	113	84	60	66	68	73	79	54	817
Tm	0,9	3,3	8,3	12,9	17,0	21,2	23,4	22,8	19,0	12,9	6,9	2,4	12,5
PM/Tm	35,6	11,2	7,0	7,2	6,6	4,0	2,6	2,9	3,6	5,7	11,4	22,5	—
De	41	33	38	49	50	32	22	23	28	38	56	52	36
EP	1	5	28	56	94	128	152	133	89	47	17	3	753
P - EP	31	32	30	37	19	-44	-92	-67	-21	26	62	51	64
A. WL	0	0	0	0	0	-44	-136	-203	-224	0	0	0	—
ST	200	200	200	200	200	160	102	72	64	90	152	200	—
C. ST	0	0	0	0	0	-44	-58	-30	-8	26	62	48	—
AE	1	5	28	56	94	124	118	96	76	47	17	3	665
D	0	0	0	0	0	4	34	37	13	0	0	0	88
S	31	32	30	37	19	0	0	0	0	0	0	3	152
RO	16	23	26	31	24	13	7	4	3	2	1	2	152
TMD	216	223	226	231	224	173	109	76	67	22	153	202	1922

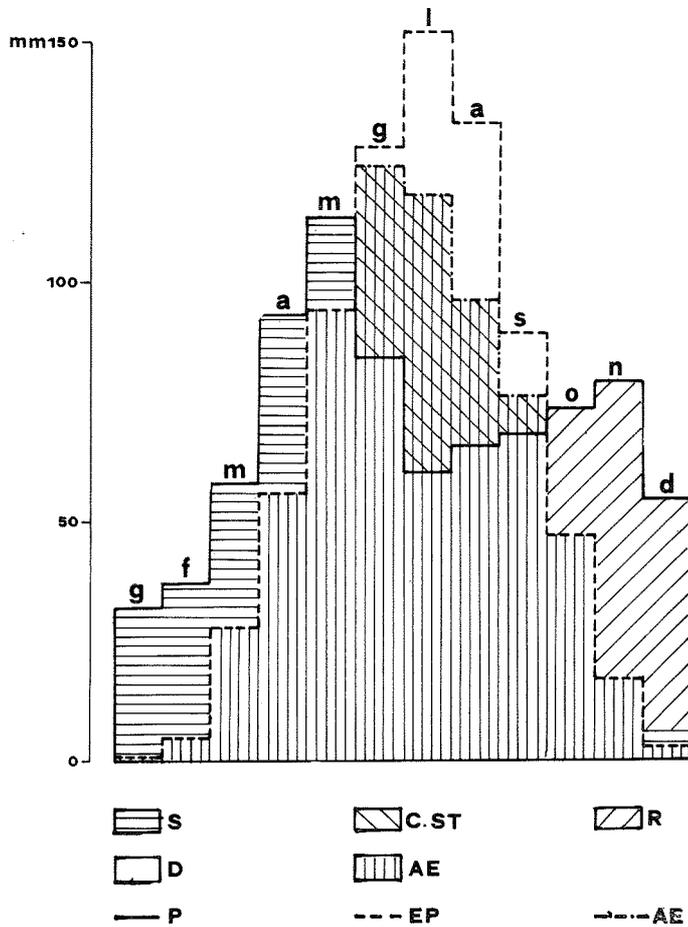


Fig. 15 - Bilancio idrico secondo Thornthwaite di Torino. Eccedenza idrica (S), deficit idrico (D), variazioni della riserva (C.ST), evapotraspirazione reale (AE), ricostituzione della riserva (R), precipitazioni medie mensili (P), evapotraspirazione potenziale (EP).

mento delle precipitazioni e la diminuzione della evapotraspirazione concorrono, essenzialmente, alla ricostituzione della riserva idrica per cui si hanno fenomeni di scorrimento superficiale principalmente in occasione di rovesci temporaleschi. Più vistosi fenomeni di ruscellamento si hanno invece nei mesi primaverili quando, essendo la riserva idrica al colmo, notevole è il surplus. Maggio e giugno rappresentano i mesi con le migliori condizioni per lo sviluppo della vegetazione.

BIBLIOGRAFIA

- AUTORI VARI, 1980 - *Progetto per la Pianificazione delle Risorse Idriche del Territorio Piemontese*. - Reg. Piemonte, Ass. Tutela Amb., Torino.
- BERTULETTI C., CAROLLO A., 1973 - *Climatologia del bacino idrografico del Torrente Borlezza*. - Pubbl. Amm. Prov. Bergamo.
- BRUCE J. P., CLARK R. H., 1966 - *Introduction to hydrometeorology*. - Pergamon Press, Toronto.
- CAROLLO A., 1970 - *Analisi delle precipitazioni rilevate alla stazione di Nepi*. - Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 26: 121-139, Pallanza.
- CAROLLO A., 1973 - *Lineamenti generali delle precipitazioni del bacino del Tevere*. - Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 30: 189-235, Pallanza.
- CAROLLO A., 1977 - *Cartografia pluviometrica applicata alle risorse idriche*. - Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 34: 247-300, Pallanza.
- CAROLLO A., 1978a - *Precipitazioni brevi ed intense nella regione compresa tra i bacini idrografici del fiume Sesia e del lago Maggiore*. - Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 36: 121-138, Pallanza.
- CAROLLO A., 1978b - *Il clima e l'ambiente: esperimenti di cartografia pluviometrica applicata alle risorse idriche*. - Conv. « Metodi di cartografia geo-ambientale e cartografia della vegetazione », Bologna 29-30 marzo: 143-148.
- CHOW V. T., 1964 - *Handbook of applied hidrology*. - Mc. Graw-Hill, New York.
- CONTESSINI F., 1956 - *Impianti idroelettrici*. - Tamburini, Milano.
- DE GEMINI F., 1962 - *Il ghiacciaio grande di Verra e le sue variazioni negli ultimi decenni*. - Boll. Com. Geol. Ital., 12: 23-40, Torino.
- DE MARTONNE E., 1926 - *Une nouvelle fonction climatologique: l'indice d'aridité*. - La Météorologie, 2, Paris.
- DURIO P., MORI D., PEROSINO G. C., 1982 - *Le variazioni climatiche, le glaciazioni, la morfogenesi glaciale (particolari riferimenti al Piemonte e alla Valle d'Aosta)*. - Lab. Riforma. Ass. Cultura, Prov. di Torino.
- EREDIA F., 1920 - *Osservazioni pluviometriche raccolte a tutto l'anno 1915*. - Ministero LL.PP., 2 (I), Roma.
- FANTOLI L., 1913 - *Linee segnalatrici delle possibilità pluviometriche e loro applicazione idraulica*. - Rend. Ist. Lomb. Sci. Lett., 46: 65-103, Milano.
- FENAROLI L., 1935 - *L'indice di continentalità igrica come mezzo di rappresentazione delle caratteristiche climatologiche di stazione e la carta esepirica della montagna lombarda*. - L'Universo, 16 (1975).
- FRANCESCHETTI B., 1977 - *Lezioni di geografia fisica*. Parte II. Anno acc. 1975/76, - Ms. Ist. Geol. Univ. Torino.
- GAMS H., 1931 - *Die klimatische Begrenzung von pflanzenarealen und die verteilung der bygrischen kontinentalität in den Alpen*. - Z. Gesell. Erdkunde, 9, 321.
- JANIN B., 1970 - *Le col du Grand-Saint-Bernard. Climat et variations climatiques*. - Mesumeci, Aosta.
- MENNELLA C., 1967 - *Il clima d'Italia nelle sue caratteristiche e varietà e quale fattore dinamico del paesaggio*. - EDART, Napoli.
- MORI A., 1957 - *Il clima*. In: « L'Italia Fisica »: 21-63. T.C., Milano.
- MOSETTI F., 1979 - *Fondamenti di oceanologia e idrologia*. - UTET, Torino.
- PÉGUY C. P., 1970 - *Precis de climatologie*. - Masson, Paris.
- PEROSINO G. C., 1983 - *Climatologia di Nizza Monferrato*. - Riv. Piem. St. Nat., 4: 171-187. Carmagnola.
- PEROSINO G. C., Rosso M., 1984 - *Climatologia di Bra*. - Riv. Piem. St. Nat., 5: 177-204. Carmagnola.
- PEROSINO G. C., Rosso M., 1986 - *Climatologia di Alessandria*. - Riv. Piem. St. Nat., 7: 21-49. Carmagnola.
- PEROSINO G. C., SCARPINATO T., 1982 - *Elementi pluviometrici ed idrologici del bacino idrografico del torrente Cervo*. - Riv. Piem. St. Nat., 3: 77-96. Carmagnola.
- PINNA M., 1977 - *Climatologia*. UTET, Torino.
- REICH B. M., 1963 - *Short-duration rainfall intensity estimates and other design aids regions of*

- spare data*. - Jour. Hidrol., 1: 3-28.
- RÉMÉNIÉRAS G., 1972 - *L'hydrologie de l'ingenieur*. - Eyrolles, Paris.
- SERVEDA V., SAN GIL J. A., 1976 - *L'atmosfera e le previsioni del tempo*. - Ist. Geogr. De Agostini. Novara.
- SERVIZIO IDROGRAFICO ITALIANO, 1913-1972 - *Annali Idrologici*. (Ufficio Idrografico del Po - Parma). Ministero LL.PP., Ist. Polig. dello Stato, Roma.
- SERVIZIO IDROGRAFICO ITALIANO, 1959 - *Precipitazioni medie ed annue e numero di giorni piovosi per il trentennio 1921-1950*. - Ufficio Idrografico del Po - Parma - Sezione di Torino, Ministero LL.PP., Ist. Polig. dello Stato, Roma.
- SERVIZIO IDROGRAFICO ITALIANO, 1961. *Precipitazioni massime con durata da uno a cinque giorni consecutivi*. - Ufficio Idrografico del Po - Parma - Sezione di Torino, Ministero LL.PP., Ist. Polig. dello Stato, Roma.
- SERVIZIO IDROGRAFICO ITALIANO, 1966 - *Distribuzione della temperatura dell'aria in Italia nel trentennio 1926-1955*. - Fasc. I (Italia Settentrionale). Ministero LL.PP., Ist. Polig. dello Stato, Roma.
- SCHNEIDER S. H., 1976 - *The Genesis Strategy, Climate and Global Survival* (trad. Itat.: 1976. *Strategia della genesi, Modificazioni climatiche e Sopravvivenza globale*. - Mondadori, Milano).
- SOKOLOV A. A., CHAPMAN T. G., 1974 - *Methods for water balance computations*. - Unesco Press, Paris.
- STRAHLER A. N., 1968 - *Physical geography*. - J. Wiley & Sons Inc., New York.
- THORNTHWAITE C. W., 1946 - *An approach toward a rational classification of climate*. - Trans. Amer. Geophys. Union, V. 271.
- THORNTHWAITE C. W., MATHER J. R., 1954 - *The measurement of potential evapotranspiration*. - Seabrook, New Jersey.
- THORNTHWAITE C. W., MATHER J. R., 1957 - *Introduction and tables for computing potential evapotranspiration an water balance*. Cencerton.
- TONINI D., 1966 - *Elementi di idrografia e di idrologia*. - Lib. Univ., Venezia.