

GIAN CARLO PEROSINO

CLIMATOLOGIA DI NIZZA MONFERRATO*

RIASSUNTO - Le analisi climatiche costituiscono un valido strumento per comprendere meglio le manifestazioni idrologiche che caratterizzano l'ambiente fisico del territorio soprattutto quando vengono presi in considerazione i fenomeni meteorici eccezionali che sono, molto spesso, fattori determinanti nel provocare dissesti idrogeologici.

In particolare per la valle del Belbo (NW, Italia) sono pochi i dati climatici a disposizione e soltanto a Nizza Monferrato hanno funzionato strumenti registratori per la misura della temperatura nell'aria e delle precipitazioni per un periodo di osservazione sufficientemente lungo; l'elaborazione statistica di tali dati, quindi, potrebbe essere assunta significativa per tutta la valle o almeno per quelle località ove non sono state effettuate rilevazioni.

Da questo studio è emerso che il clima di Nizza, alquanto variabile, è caratterizzato da un periodo estivo relativamente siccitoso (soprattutto nel mese di luglio) durante il quale possono manifestarsi situazioni di deficit idrico per la vegetazione; contemporaneamente anche se le precipitazioni medie, confrontate con quelle piemontesi e italiane, non sono particolarmente elevate, si possono verificare piogge di notevole intensità tanto da provocare, soprattutto nell'autunno, gravi manifestazioni di dissesto come nel novembre 1968.

RÉSUMÉ - *Climatologie de Nizza Monferrato.*

Les analyses du climat qui constituent un instrument valable pour mieux comprendre les manifestations hydrologiques qui caractérisent normalement l'ambiance physique du territoire surtout quand on considère les phénomènes météorologiques exceptionnels qui souvent sont des facteurs déterminants pour provoquer des perturbations hydrogéologiques.

En particulier pour ce qui concerne la vallée du Belbo (NW, Italie), les données climatiques dont on dispose sont très rares et c'est seulement à Nizza Monferrato que des instruments enregistreurs pour la évaluation de la température de l'air et des précipitations ont fonctionné pendant une période d'observation suffisante longue; l'élaboration statique de ces données donc pourrait être significative pour toute la vallée ou au moins pour les localités où l'on n'a pas effectué de relevés.

Par cette étude il ressort que le climat de Nizza, plutôt variable, est caractérisé par une période estivale de relative sécheresse (surtout au mois de juillet) pendant la quelle on peut avoir une situation de désydratation pour la végétation; en même temps, même si la moyenne des précipitations, comparée aux moyennes piémontaises et italiennes, n'est pas particulièrement élevée, peuvent se produire des pluies d'une intensité si élevée qu'elles peuvent provoquer, surtout pendant l'automne, des manifestations de graves perturbations comme au mois de novembre 1968.

INTRODUZIONE

La programmazione di interventi sul territorio atti a limitare i dissesti idrogeologici o finalizzati a un migliore sfruttamento delle risorse naturali e di quelle idriche in particolare, deve avere, come base, uno studio approfondito del clima lo-

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

cale come sintesi di analisi statistiche della successione di eventi meteorologici con particolare riferimento a quelli eccezionali che sono, molto spesso, fattori determinanti nel provocare movimenti di terra.

In questo lavoro si sono determinati alcuni strumenti di sintesi (grafiche e numeriche) dalla consultazione delle quali sia possibile trarre delle utili indicazioni di intervento sul territorio; contemporaneamente alcune elaborazioni sono utilizzabili per dare una interpretazione generale di determinati eventi geomorfologici locali.

Lo studio del clima si è basato sui dati di temperatura dell'aria e di precipitazioni rilevati a cura del Servizio Idrografico del Ministero dei LL.PP. (Ufficio Idrografico del Po - Annali Idrologici, Parte I, Sez. A) per la stazione di Nizza Monferrato (137 m s.l.m.) che è l'unica, in tutto il bacino idrografico del T.te Belbo, ad essere munita di strumenti registratori (indispensabili soprattutto per lo studio delle precipitazioni intense per intervalli inferiori alle 24 ore) e ad aver « osservato », in modo continuo, per periodi intorno o superiori ai 25-30 anni, normalmente raccomandati per ottenere risultati significativi dalle elaborazioni statistiche (Bruce e Clark, 1966; Binnie, in Réméniéras, 1972; Sokolov e Chapman, 1974).

È possibile, quindi, considerare i dati rilevati a Nizza come indicativi anche per altre località, più o meno vicine, ove non siano state fatte rilevazioni meteorologiche, se si accetta l'ipotesi che... « *la pioggia puntuale osservata per una data stazione sia rappresentativa di quella caduta in una zona più o meno estesa intorno alla stazione stessa* »... (Réméniéras, 1972). In particolare le analisi degli eventi meteorici eccezionali possono essere utilizzate per meglio comprendere i meccanismi delle manifestazioni di dissesto che si possono verificare in tutta la Valle del Belbo e già in parte affrontati in studi precedenti (Grasso, 1969; Franceschetti e Merlo, 1970; Papani *et Alii*, 1975).

TEMPERATURA DELL'ARIA

L'analisi di questo parametro climatico è stata effettuata sulla base dei dati rilevati da uno strumento registratore per un periodo di osservazione pari a 38 anni (1926-1963) che ha fornito i valori estremi giornalieri intesi come massime e minime diurne.

Una prima elaborazione è stata effettuata per verificare se i valori medi annui fossero più o meno distribuiti normalmente. A tale proposito si è calcolato l'*indice di Bowley* che ha la seguente formulazione:

$$A = \frac{D_1 - D_2}{D_1 + D_2}$$

dove D_1 è la differenza tra il I e il II quartile.

D_2 è la differenza tra il II e il III quartile.

I quartili sono i valori di temperatura valutati in corrispondenza del 25% (I quartile: 13,0 °C), del 50% (II quartile: 11,9 °C) e del 75% (III quartile:

10,4 °C) sulla curva di frequenza cumulata dei valori medi annui del periodo di osservazione. Il valore ottenuto in questo caso (0,15) è molto vicino a quello (0,10) indicato da Bowley (in Schaum, 1975) come tipico di una distribuzione dei dati sperimentali molto vicino a quella normale.

Verificata la normalità della distribuzione, quest'ultima si può definire completamente con la media (*temperatura media annua* del periodo di osservazione: 11,6 °C) inferiore a quelle calcolate dal Mennella (1967) sia per la Penisola Italiana (13,9 °C) che per la Pianura Padana (12-13 °C). Per quanto riguarda l'ambito di variabilità l'anno più caldo è stato il 1958 (14,3 °C) mentre quello più freddo è risultato il 1932 (9,3 °C) con un *coefficiente di variazione* percentuale¹ pari al 13%.

L'analisi dei dati termici mensili (*regime termico*) è stata condotta sullo schema di Strahler (1968) con una elaborazione che ha fornito, come risultati, la seguente serie di valori:

- medie mensili;
- medie delle massime e delle minime diurne;
- medie dei massimi e dei minimi mensili;
- massimi e minimi assoluti.

i dati sono riportati in Tab. 1 e rappresentati in Fig. 1.

Il massimo annuale dei valori medi mensili si manifesta nel luglio con 22,9 °C mentre il minimo si verifica nel gennaio con 0,1 °C. Il collocamento di questi valori peculiari nell'anno è simile a quanto avviene per buona parte della Penisola Italiana (Mennella, 1967) dove aprile e ottobre sono i mesi che più si avvicinano alla media annua del periodo. Dalla differenza tra la temperatura media mensile del mese più caldo e quella del mese più freddo si è ottenuta l'*escursione media annua* del periodo di osservazione pari a 22,8 °C superiore al valore di 20 °C considerato dal Mori (1957) come limite al di sopra del quale il clima di una regione si può definire di tipo continentale.

Dai dati delle medie delle massime e delle minime diurne si possono ricavare le *escursioni medie diurne* (Tab. 1) come differenza tra i due valori di ogni mese; l'andamento di tali escursioni è simile al regime termico con un minimo di 8,0 °C in dicembre e un massimo di 12,7 °C nell'agosto risultando pari a 10,2 °C il valore medio annuale.

¹ Data una serie di n dati sperimentali x e la loro media \bar{x} , si definisce la deviazione standard s con la seguente formulazione:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

e il coefficiente di variazione percentuale:

$$CV\% = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$$

che fornisce una indicazione di quanto, mediamente, i dati sperimentali si scostano dalla media.

| | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic | anno |
|---------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| max. assoluti | 18,8 | 24,0 | 23,0 | 30,0 | 32,6 | 37,2 | 40,0 | 38,2 | 34,0 | 27,5 | 23,0 | 19,0 | 40,0 |
| medie max. mensili | 9,5 | 12,5 | 17,2 | 21,7 | 26,3 | 30,9 | 32,5 | 32,1 | 28,3 | 21,3 | 15,8 | 11,1 | 21,6 |
| medie max. diurne | 4,4 | 6,6 | 11,7 | 16,6 | 21,0 | 26,3 | 29,1 | 28,7 | 23,7 | 16,3 | 10,7 | 5,6 | 16,7 |
| medie mensili | 0,1 | 1,9 | 6,7 | 11,5 | 15,6 | 20,4 | 22,9 | 22,4 | 18,2 | 11,8 | 6,6 | 1,6 | 11,6 |
| medie min. diurne | -4,2 | -2,8 | 1,7 | 6,3 | 10,2 | 14,5 | 16,7 | 16,0 | 12,7 | 7,3 | 2,4 | -2,4 | 6,5 |
| medie min. mensili | -10,0 | -7,8 | -4,4 | 1,0 | 5,0 | 8,8 | 11,2 | 10,7 | 7,1 | 0,5 | -3,1 | -7,7 | 0,9 |
| min. assoluti | -25,0 | -19,5 | -10,0 | -4,8 | -1,6 | 3,3 | 5,0 | 4,8 | -1,1 | -6,4 | -10,9 | -24,8 | 25,0 |
| escur. medie diurne | 8,6 | 9,4 | 10,0 | 10,3 | 10,8 | 11,8 | 12,4 | 12,7 | 11,0 | 9,0 | 8,3 | 8,0 | 10,2 |

Tab. 1 - Temperatura dell'aria ed escursione media diurna a Nizza Monferrato. Periodo di osservazione: 1926-1963 (38 anni).

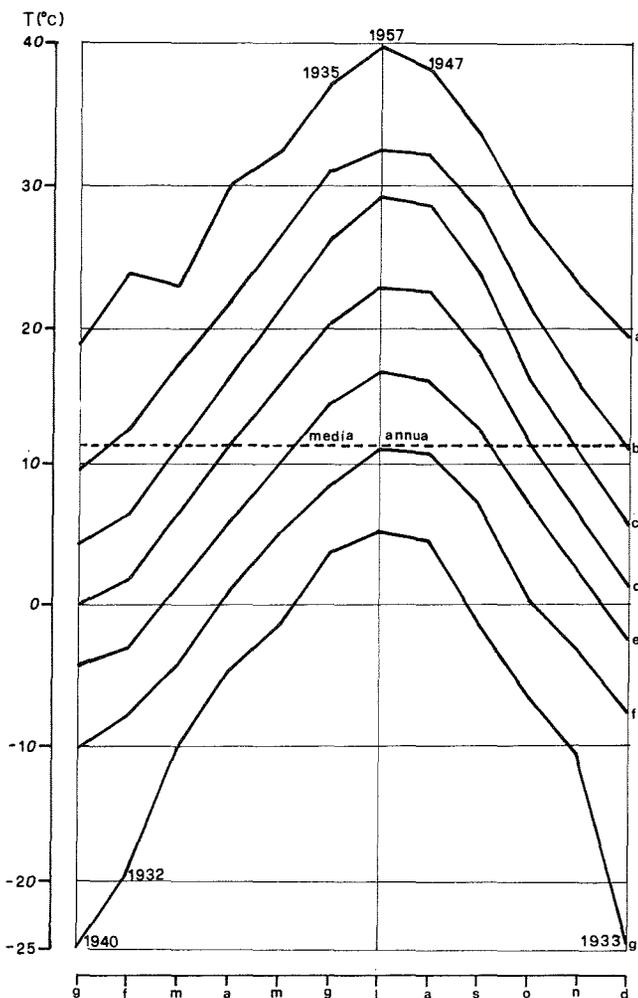


Fig. 1 - Temperatura dell'aria a Nizza Monferrato. Massimi e minimi assoluti (a, g); medie massime e minime mensili (b, f); medie massime e minime diurne (c, e); medie mensili (d). Periodo di osservazione: 1926-1963 (38 anni).

Mentre l'andamento dei massimi e dei minimi mensili mantiene un certo parallelismo con le altre curve, quello dei valori estremi, invece, è più irregolare; il massimo assoluto si è verificato nel luglio 1957 con 40,0 °C mentre le temperature più basse si sono verificate nel gennaio del 1940 e nel dicembre del 1933 con -25,0 °C. Dai dati appena segnalati si può ricavare l'*escursione assoluta* del periodo di osservazione definita come la differenza fra il massimo e il minimo assoluti; il valore ottenuto è risultato essere pari a 65 °C, superiore a quello di 60 °C riscontrato come massimo assoluto italiano dal Mennella (1967) nell'intervallo 1866-1906.

Dall'insieme dell'andamento del regime termico, dall'entità dei singoli valori mensili, della media annua e dell'escursione, secondo uno schema proposto dal Mennella (1967) che stabilì una ripartizione altimetrica dei climi dell'Italia Settentrionale, si può classificare il clima di Nizza Monferrato come « freddo di pianura » tipico della regione padana occidentale e di bassa collina piemontese.

L'analisi della temperatura dell'aria si conclude con lo studio dei fenomeni di *gelo* e *disgelo* particolarmente importante per diversi aspetti; per esempio dal punto di vista agricolo è utile sapere con quale frequenza possono verificarsi gelate tardive o precoci; dal punto di vista geomorfologico sono ben noti gli effetti della disgregazione fisica delle rocce ad opera dei fenomeni di gelo e disgelo; dal punto di vista idrologico, infine, sappiamo che, specie nei mesi invernali, l'alternanza dei periodi con temperatura inferiore o superiore allo 0 °C, può provocare o no fusione della neve al suolo con diretta influenza, quindi, sul regime dei corsi d'acqua.

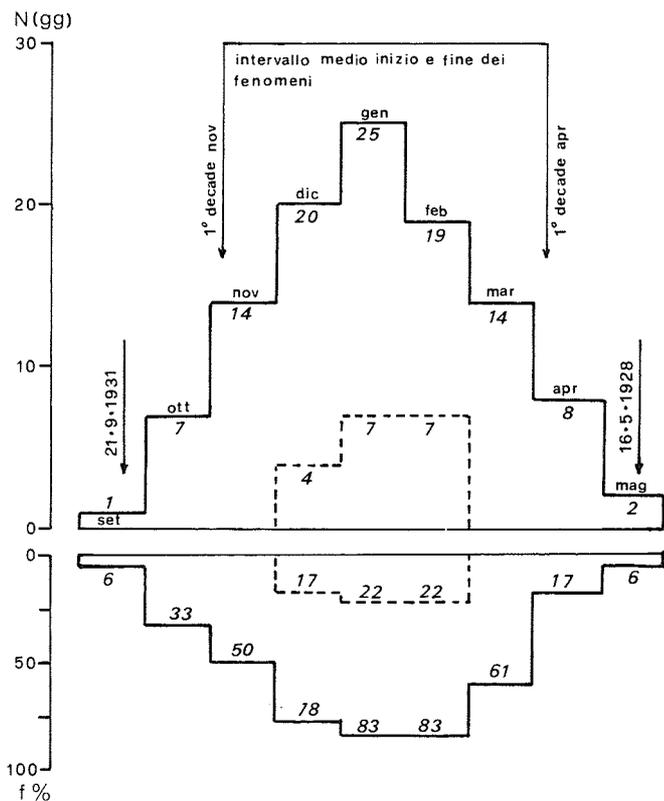


Fig. 2 - Numero medio di giorni con gelo e senza disgelo (N) e frequenza percentuale (f%) degli anni in cui si sono verificati i fenomeni a Nizza Monferrato.

(—) T min. ≤ 0

(- - -) T max. ≤ 0

Periodo di osservazione: 1928-1934, 1951-1963 (20 anni).

Sulla base della definizione adottata dal Péguy (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, presenti sugli Annali Idrologici (Parte I) dell'Ufficio Idrografico, permette di dare un inquadramento, seppur nei suoi lineamenti generale, della frequenza dei suddetti fenomeni. L'elaborazione dei dati ha riguardato il periodo massimo di anni in cui, negli annali, sono stati pubblicati i dati giornalieri: 1928-1934, 1951-1963 (20 anni).

I risultati dell'analisi sono sintetizzati nella Fig. 2 ove, per ogni mese, sono riportati il numero medio di giorni con gelo e senza disgelo, nonché la frequenza degli anni in cui questi fenomeni si sono verificati; nella stessa figura vengono anche indicate in quali date e decadi hanno, sia eccezionalmente che mediamente, inizio e fine tali manifestazioni. 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 e con un numero di giorni medio più alto e sono gli unici a presentare casi di giorni senza disgelo anche se poco frequentemente.

PRECIPITAZIONI

La stazione di Nizza Monferrato ha iniziato le sue rilevazioni dal 1924 mediante pluviografo per cui sono disponibili dati dal 1921 al 1970 (50 anni) per i totali pluviometrici mensili e il numero di giorni piovosi (di cui solo una piccola parte interpolati: dal 1921 al 1923).

Analogamente a quanto effettuato per i valori termici annui applicando la formulazione di Bowley sui totali annui di precipitazione (779 mm per il I quartile, 603 mm per il II e 505 mm per il III quartile) si è ottenuto un valore pari a 0,28 leggermente inferiore a quello (0,30) indicato come limite superiore al di sopra del quale la distribuzione dei dati sperimentali non può più essere considerata di tipo normale (Bowley; in Schaum, 1975).

Le precipitazioni di Nizza Monferrato sono, quindi, abbastanza ben rappresentate dalla *media annua* del periodo di osservazione, 653 mm, inferiore sia alla media italiana, 970 mm (Contessini, 1956) che a quella della Pianura Padana, 760 mm (Mennella, 1967). Per quanto riguarda l'ambito di variabilità, l'anno più umido è stato il 1951 con 1051 mm (proprio nel novembre di quell'anno è da ricordare l'ultima grande piena del Po; Contessini, 1956) mentre il più secco è stato il 1924 con 393 mm con un coefficiente di variazione percentuale pari al 28%.

L'analisi del regime pluviometrico (Tab. 2 e Fig. 3) ha fornito le seguenti serie di valori su scala di tempo mensile:

- *medie;*
- *coefficienti di variazione %;*
- *massimi e minimi assoluti;*
- *frequenze % massimi e minimi annuali;*
- *numero medio giorni piovosi.*

Il Mennella (1967) esaminando i regimi pluviometri (per il periodo 1921-1950) ne ha individuati tre fra i quali il tipo *sub-litoraneo padano* presente in tutta la zona della pianura compresa tra i primi rilievi delle Prealpi e il corso del Po addentrandosi nell'ampia Valle del Tanaro e comprendendo anche quella del Belbo. Nel nostro caso particolare sono evidenti due massimi di cui uno leggermente superiore nel novembre e l'altro in aprile; il mese più povero in precipitazioni è luglio mentre un secondo minimo, quasi equivalente, è nel gennaio.

Per quel che riguarda i coefficienti di variazione si nota come un po' tutti i mesi presentano una variabilità interannuale abbastanza spiccata e, in modo particolare, al passaggio fra l'estate e l'autunno e alla fine dell'inverno. Il regime delle frequenze percentuali dei massimi e dei minimi annuali conferma quello delle medie dei totali pluviometrici, in particolare l'autunno si conferma la stagione più umida presentando, tra l'altro, insieme alla primavera, il maggior numero medio di giorni piovosi.²

Particolarmente importante è lo studio delle precipitazioni intense e di breve durata perché può essere finalizzato alla sistemazione della rete idrica, al controllo dei movimenti di dissesto, al dimensionamento di fogne e collettori e, in particolar modo, ad applicazioni di carattere idrologico.

Si sono presi allora in considerazione i valori massimi di *precipitazione per 1, 2, 3, 4 e 5 giorni consecutivi* pubblicati nella Parte I (Sez. A) degli Annali Idrologici. Si è così potuto disporre di 46 anni di osservazione (1924-1969); nella Tab. 5 sono riportati i valori massimi riscontrati nel periodo con relative date in cui si sono verificati i fenomeni. A questi cinque valori si adatta usualmente una curva inviluppo che, dalla letteratura idrologica, ha una formulazione del tipo:

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

dove P è la precipitazione in mm

T è il tempo in giorni.

L'equazione della curva di miglior adattamento ai casi riscontrati nel periodo considerato per Nizza Monferrato (Fig. 4) è risultata essere:

$$P = 141 \cdot T^{0,55}; \quad T_r = 46^3$$

Nella Tab. 3 sono riportate le frequenze di questi massimi nel corso dell'anno per il periodo considerato; la loro distribuzione rispecchia il regime dei totali mensili con il maggior numero dei casi in autunno (ottobre e novembre in particolare).

Un maggior interesse concreto per i problemi idraulici rivestono le precipitazioni intense di durata inferiore al giorno; in particolare secondo Ongaro (in Ber-

² Viene considerato giorno piovoso quello con precipitazioni pari o superiori a 1 mm.

³ Per *tempo di ritorno* (T_r) si intende l'intervallo di tempo che intercorre tra due eventi che uguagliano o superano un determinato valore.

Ordinando una serie di n dati e indicando con m la posizione gerarchica occupata da ciascun valore:

$$T_r = \frac{n}{m}$$

tuletti e Carollo, 1973) per areali inferiori ai 40 km², le piogge più « pericolose » risultano essere quelle di durata inferiore alle 12 ore. L'analisi delle precipitazioni intense su scala di tempo oraria permette una valutazione accurata dell'intensità delle piogge, una migliore comprensione delle modalità di formazione dei de-

| | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic | anno |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| H | 123 | 163 | 160 | 204 | 195 | 108 | 120 | 143 | 300 | 268 | 260 | 191 | 1051 |
| M | 37 | 42 | 53 | 70 | 68 | 36 | 32 | 36 | 59 | 79 | 88 | 54 | 653 |
| L | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 392 |
| CV% | 76 | 89 | 85 | 66 | 74 | 71 | 88 | 90 | 104 | 85 | 77 | 78 | 28 |
| FH% | 0 | 2 | 12 | 10 | 14 | 2 | 0 | 2 | 6 | 22 | 24 | 6 | — |
| FL% | 14 | 12 | 12 | 4 | 4 | 5 | 14 | 12 | 9 | 5 | 0 | 9 | — |
| GP | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 5 | 4 | 4 | 4 | 6 | 7 | 6 | 65 |

Tab. 2 - Precipitazioni (mm) a Nizza Monferrato. Massimi assoluti (H), medie (M), minimi assoluti (L), coefficienti di variazione (CV%), frequenze dei massimi (FH%) e dei minimi (FL%) annuali, numero giorni piovosi (GP). Periodo di osservazione: 1921-1970 (50 anni).

| | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 g | — | — | 3 | 7 | — | — | — | 7 | 24 | 24 | 24 | 10 |
| 2 gg | — | — | 3 | 14 | — | 3 | — | 3 | 17 | 28 | 21 | 10 |
| 3 gg | 3 | 3 | 3 | 14 | — | 3 | — | 3 | 14 | 24 | 21 | 10 |
| 4 gg | 3 | — | 3 | 14 | 3 | — | — | 3 | 14 | 24 | 24 | 10 |
| 5 gg | 3 | — | 3 | 14 | 7 | — | — | 3 | 10 | 24 | 24 | 10 |

Tab. 3 - Distribuzione delle frequenze (%) delle precipitazioni massime annuali da 1 a 5 giorni consecutivi a Nizza Monferrato. Periodo di osservazione: 1924-1969 (46 anni).

| | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 h | — | — | — | 6 | 12 | 18 | 24 | 18 | 12 | 6 | — | — |
| 3 h | — | — | — | 6 | 12 | 18 | 18 | 6 | 18 | 18 | 6 | — |
| 6 h | — | — | — | 12 | — | 6 | 12 | 6 | 12 | 18 | 36 | — |
| 12 h | — | — | — | 12 | — | — | — | 12 | 24 | 18 | 30 | 6 |
| 24 h | — | — | — | 12 | — | — | — | 12 | 30 | 12 | 18 | 12 |

Tab. 4 - Distribuzione delle frequenze (%) delle precipitazioni massime annuali da 1 a 24 ore consecutive a Nizza Monferrato. Periodo di osservazione: 1935, 1936, 1938, 1951-1963, 1965, 1968 (17 anni).

| | mm | data in. |
|--------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|
| 1-5 gg | 132 | 2nov68 | 201 | 30ott45 | 258 | 29ott45 | 283 | 29ott45 | 303 | 29ott45 |
| 1-24h | 42 | 27lug60 | 84 | 25ago35 | 84 | 25ago35 | 84 | 25ago35 | 132 | 1nov68 |

Tab. 5 - Massime precipitazioni da 1 a 5 giorni e da 1 a 24 ore consecutivi riscontrate a Nizza Monferrato con data inizio dei fenomeni.

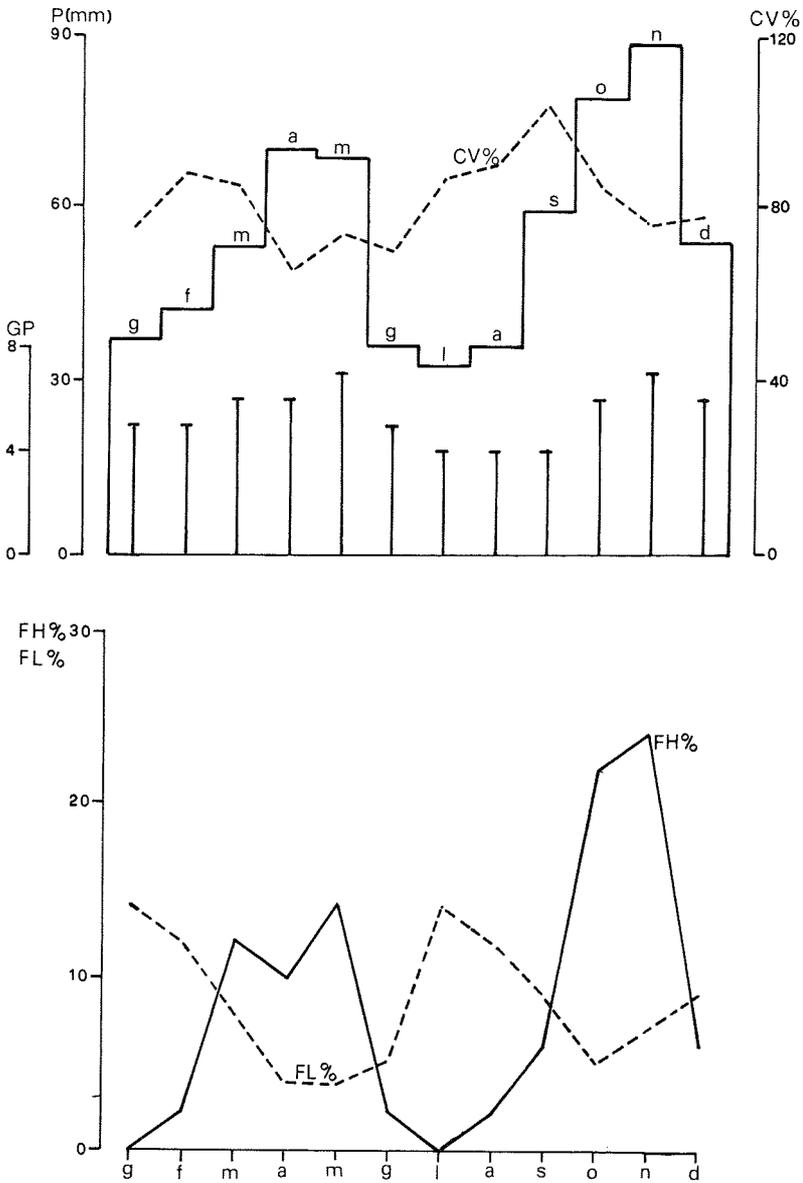


Fig. 3 - Regime pluviometrico a Nizza Monferrato. Precipitazioni medie mensili (P), coefficienti di variazione percentuale (CV%), numero medio di giorni piovosi mensili (GP), frequente percentuali dei massimi (FH%), e dei minimi (FL%) annuali. Periodo di osservazione: 1921-1970 (50 anni).

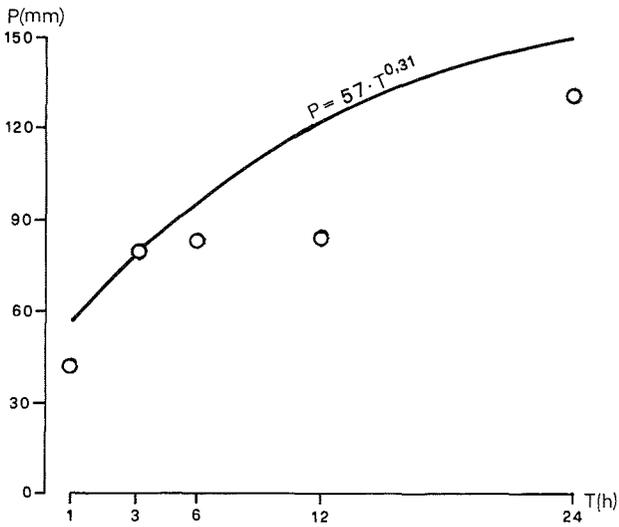
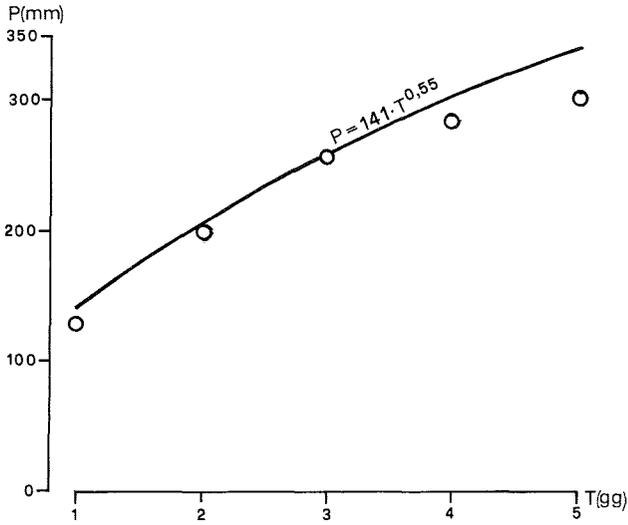


Fig. 4 - Precipitazioni massime da 1 a 5 giorni consecutivi ($Tr = 46$) e da 1 a 24 ore consecutive ($Tr = 17$). Nizza Monferrato, curve involuppo.

flussi e dell'alimentazione delle falde idriche sotterranee; infine, bisogna ricordare l'incidenza che tali precipitazioni hanno sui processi erosivi.

Sulla base dei dati pubblicati nella Parte I (Sez. A) degli Annali Idrologici, si è potuto avere a disposizione un periodo di 17 anni (1935, 1936, 1938, 1951 - 1963, 1965 e 1968); le piogge sono espresse come *precipitazioni massime annue per 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive*. Su questi dati è stata fatta una elaborazione analoga a quanto fatto per le precipitazioni da 1 a 5 giorni consecutivi (Tab. 5 e Fig. 4); l'equazione ottenuta è la seguente:

$$P = 57 \cdot T^{0,31}; \quad Tr = 17$$

dove T è il tempo espresso in ore.

L'analisi della distribuzione nell'anno delle frequenze dei casi di piogge da 1 a 24 ore consecutive (Tab. 4) mette in evidenza che mentre l'andamento per T = 12 — 24 ore è ancora simile al regime dei totali mensili, per T = 1 — 6 ore, il maggior numero dei casi si verifica nell'estate probabilmente perché legati a manifestazioni a carattere di rovesci temporaleschi.

CONCLUSIONI

I totali pluviometrici mensili massimi assoluti sono, in genere, 3,5 volte superiori alle medie del periodo di osservazione ed in particolare sono da ricordare il settembre 1928 con 300 mm, l'ottobre 1945 con 286 mm, il novembre 1926 con 260 mm e il novembre 1968 con 237 mm, tutti nella stagione autunnale quando, tra l'altro, è massima la variabilità interannuale; contemporaneamente (Tab. 2) è da rilevare che in quasi tutti i mesi si può verificare assenza di precipitazioni. Vi è ancora da osservare che l'autunno presenta la maggiore frequenza di fenomeni di piogge massime da 1 a 5 giorni consecutivi e un certo numero di casi per intervalli di tempo inferiori alle 24 ore. Nella prima decade di novembre hanno mediamente inizio i fenomeni di gelate (nel 21 settembre 1931 la più precoce in 20 anni di osservazione).

Se, quindi, i fenomeni meteorologici eccezionali (unitamente a una spiccata variabilità climatica) sono quelli che, molto spesso, innescano manifestazioni di dissesto idrogeologico, in base alle considerazioni sopra riportate, durante l'autunno ed in particolare in novembre, si potrebbero manifestare più facilmente fenomeni di alterazione dell'equilibrio fisico nel territorio in esame.

Oltre alle precipitazioni intense, ai fenomeni di gelate tardive o improvvise, si possono verificare situazioni di deficit idrico in periodi con scarse piogge ed elevate temperature con alte perdite per evapotraspirazione e gravi danni, quindi, per l'agricoltura. I due parametri idrometeorologici che esercitano la maggiore influenza su questo genere di situazioni sono la temperatura e le precipitazioni utilizzati normalmente per elaborare sintesi grafiche e numeriche che siano in grado di dare una descrizione generale del bilancio idrico di un determinato territorio.

Allo scopo di dare un inquadramento, nelle sue linee generali, del clima di

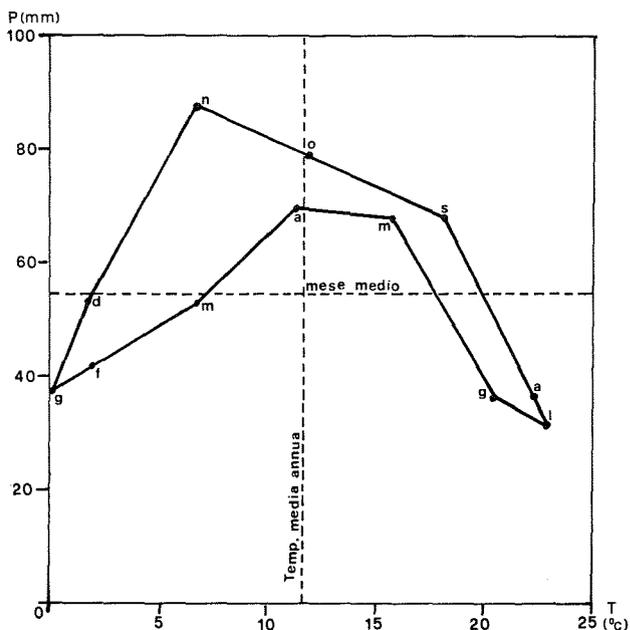


Fig. 5 - Climogramma termopluviometrico per Nizza Monferrato. Precipitazioni medie mensili (P) e temperature medie mensili (T).

Nizza Monferrato è stato rappresentato il *climogramma termopluviometrico* (Fig. 5) una raffigurazione cioè, nella quale sono presi in considerazione i valori medi mensili delle precipitazioni e delle temperature. Il climogramma è suddiviso in quattro quadranti da due rette rappresentanti l'una il valore medio annuo della temperatura e l'altra il mese medio (56 mm la precipitazione media annua del periodo divisa per dodici); ciascuno dei quadranti rappresenta una particolare situazione climatica. In particolare spicca nettamente la posizione di novembre, per le piogge abbondanti e la temperatura inferiore solo ai mesi invernali, e del trimestre giugno, luglio e agosto, che potrebbero rappresentare, mediamente, una situazione di crisi (deficit idrico) per la vegetazione.

Questa analisi è confermata dal calcolo degli *indici di aridità* di De Martonne (1926) per ciascun mese dalla seguente formulazione:

$$A = \frac{12 \cdot P}{T + 10}$$

dove P è la precipitazione media mensile (mm)
 T è la temperatura media mensile (°C).

I valori calcolati per giugno, luglio e agosto (Tab. 6) sono compresi fra 5 e 15 considerati dal De Martonne come limiti entro i quali si ha una situazione di aridità.

Secondo Gaussen (in Pinna, 1977) si ha un mese secco (o arido) quando $P/T < 2 \text{ mm}/^\circ\text{C}$ cioè quando le precipitazioni, espresse in mm, sono inferiori al doppio della temperatura espressa in $^\circ\text{C}$; eseguendo il rapporto P/T per ciascun mese (Tab. 6) si è constatato che i valori calcolati per giugno e agosto coincidono con il limite posto dal suddetto Autore mentre mese veramente secco si conferma luglio con $P/T = 1 \text{ mm}/^\circ\text{C}$.

L'indice di continentalità igrica di Gams (1931) conferma quanto affermato precedentemente; esso si ottiene dalla relazione:

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

dove P è la precipitazione media annua (mm) e x è un valore angolare compreso tra 0 e 90° ; per Nizza Monferrato (137 m s.l.m.) è $x = 11^\circ 50'$ inferiore a quello di 20° al di sotto del quale sussistono condizioni favorevoli alla presenza di essenze vegetali termofile (Fenaroli, 1935).

A conclusione di questa analisi climatica si è voluto applicare il « *metodo thornthwaite* » (1946, 1954 e 1957) in grado di offrire una sintesi più completa del bilancio idrico del territorio in oggetto. Nella Tab. 6 sono raccolti i valori medi mensili di *evapotraspirazione potenziale* (E_p) espressi come altezza (mm) della lama liquida uniformemente estesa sulla superficie del territorio; questi dati sono stati elaborati (secondo Thornthwaite) per la Regione Piemonte (1980) per il « Progetto per la pianificazione delle risorse idriche del territorio piemontese ». Nella stessa tabella vengono riportati gli altri parametri del bilancio idrico e le relative classificazioni il cui calcolo e significato sono già stati divulgati da un'ampia letteratura (fra gli Altri: Franceschetti, 1977 e Pinna, 1977); gli stessi dati sono rappresentati graficamente in Fig. 6.

Il mese di luglio presenta una spiccata situazione di deficit idrico; essa perdura anche in agosto e in settembre, anche se le precipitazioni cominciano ad aumentare e la temperatura diminuisce, in quanto l'apporto di acqua meteorica viene utilizzata per rimpinguare le falde idriche; questa situazione perdura fino al novembre quando le riserve del sottosuolo sono quasi al colmo. Nei restanti mesi invernali e primaverili si ha un surplus d'acqua o eccedenza idrica che costituisce lo scorrimento superficiale (occorre precisare, però, che i fenomeni di ruscellamento sono presenti anche nelle altre stagioni quando, in occasione di piogge particolarmente intense, l'acqua non riesce a « filtrare in tempo » nel sottosuolo).

Anche l'analisi del bilancio idrico secondo Thornthwaite, quindi, conferma l'estate di Nizza Monferrato come una stagione in cui si possono verificare situazioni di deficit idrico che possono condizionare negativamente lo sviluppo della vegetazione meno adatta e costituire problemi per gli approvvigionamenti idrici. Contemporaneamente la stagione successiva è caratterizzata da una notevole frequenza di manifestazioni meteoriche intense con conseguenze anche gravi per quanto riguarda l'equilibrio fisico del territorio analogamente a quanto si verificò nel novembre 1968 (Grasso, 1969) in tutta la valle del Belbo.

| | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ago | set |
|---------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| P (mm) | 37 | 42 | 53 | 70 | 67 | 36 | 32 | 36 | 59 | 88 | 653 |
| T (°C) | 0,1 | 1,9 | 6,7 | 11,5 | 15,6 | 20,4 | 22,9 | 22,4 | 18,2 | 11,8 | 11,6 |
| A | 44 | 42 | 38 | 39 | 32 | 14 | 12 | 13 | 25 | 43 | 30 |
| P/T | — | 22 | 8 | 6 | 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 7 | 34 |
| Ep (mm) | 0 | 4 | 23 | 51 | 87 | 122 | 146 | 128 | 85 | 43 | 3 |
| P - Ep | 37 | 38 | 30 | 21 | -19 | -86 | -114 | -92 | -26 | 36 | 71 |
| A. WL | 0 | 0 | 0 | 0 | -19 | -105 | -219 | -311 | -337 | 0 | 0 |
| ST | 200 | 200 | 200 | 200 | 182 | 119 | 66 | 42 | 37 | 73 | 144 |
| C. ST | 5 | 0 | 0 | 0 | -18 | -63 | -51 | -24 | -5 | 36 | 71 |
| AE | 0 | 4 | 23 | 51 | 85 | 99 | 83 | 64 | 64 | 43 | 3 |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 23 | 63 | 68 | 21 | 0 | 0 |
| S | 32 | 38 | 30 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 121 |
| RO | 16 | 35 | 34 | 25 | 5 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 121 |
| TMD | 216 | 235 | 234 | 225 | 187 | 122 | 68 | 43 | 37 | 73 | 144 |
| | | | | | | | | | | | 195 |
| | | | | | | | | | | | 195 |
| | | | | | | | | | | | 1779 |

Tab. 6 - Bilancio idrico a Nizza Monferrato. Precipitazioni medie mensili (P), temperature medie mensili (T), indici di aridità di De Martonne (A), indici di Gaussen (P/T), 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 umidità globale $I_m = -7,90$; *Indice di aridità* $I_h = 24,96$; *Efficienza termica* ETP = 709 mm; C_sB₁b_s: clima primo-mesotermico da sub-umido a sub-arido con eccedenza idrica in inverno.

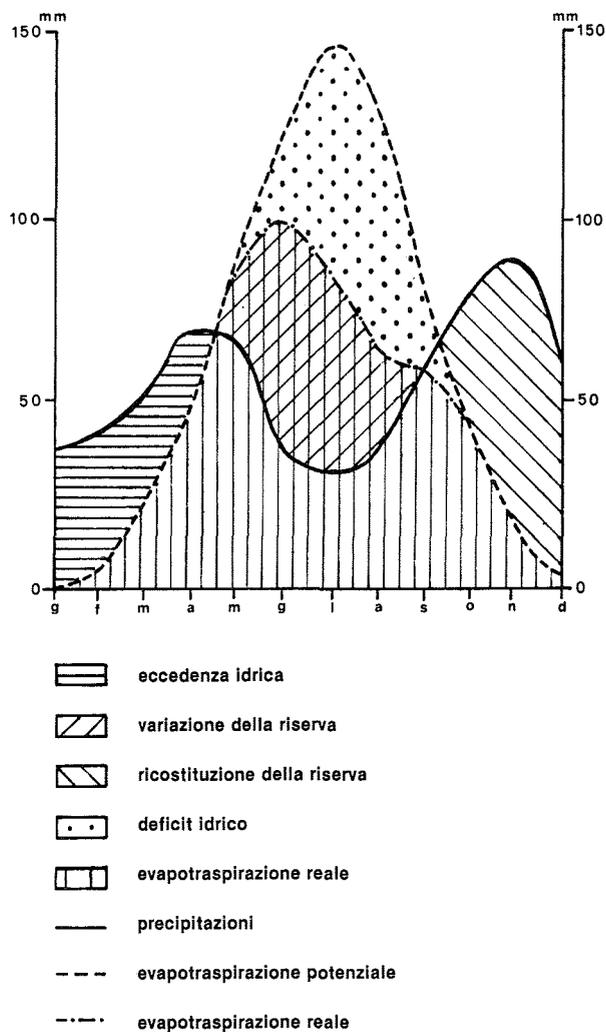


Fig. 6 - Bilancio idrico a Nizza Monferrato secondo Thornthwaite.

BIBLIOGRAFIA

- BERTULELLI C. e CAROLLO A., 1973 - Climatologia del bacino idrografico del torrente Borzella. Pubblicazione a cura dell'Amministrazione Provinciale di Bergamo.
- BRUCE J. P. e CLARK R. H., 1966 - Introduction to Hydrometeorology. *Pérgamon Press*, Toronto.
- CONTESSINI F., 1956 - Impianti idroelettrici. *Tamburini*, Milano.
- DE MARTONNE E., 1926 - Une Nouvelle fonction climatologique: l'indice d'aridité. *La Météorologie*, 2, Paris.
- 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, 975.

- FRANCESCHETTI B. e MERLO C., 1970 - Analisi del paesaggio fisico dell'Astigiano meridionale. *Ist. Geol. Univ.*, Torino.
- FRANCESCHETTI B., 1977 - Lezioni di geografia fisica (parte seconda), anno acc. 1975/76. *Ist. Geol. Univ.*, Torino.
- GAMS H., 1931 - Die Klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die verteilung der hygri-schen kontinentalität in den Alpen. *Z. Gesell. Erdkunde*, 9, 321.
- GRASSO F., 1969 - Studi per la sistemazione idrogeologica della Valle del Belbo. *C.R.P.E. Pie-monte*. Torino.
- MENNELLA C., 1967 - Il clima d'Italia nelle sue caratteristiche e varietà e quale fattore dinamico del paesaggio. Vol. I. *EDART*, Napoli.
- MINISTERO LL. PP. - Servizio Idrografico, Ufficio Idrografico del Po. *Annali Idrografici (Parte I, Sez. A): 1913-1970*.
- MORI A., 1957 - Clima. In « *L'Italia fisica* ». *Tour. Club. Ital.*, Milano.
- PAPANI G., PETRUCCI F., ROVERI E. e TAGLIAVINI S., 1975 - Studio idrogeologico del bacino del Torrente Belbo. Ministero LL.PP., Magistrato del Po, Ufficio Idrografico del Po, Parma.
- PÉGUY C., 1970 - Précis de climatologie. *Masson*, Paris.
- PINNA M., 1977 - Climatologia. *UTET*, Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1980 - Progetto per la pianificazione delle risorse idriche del territorio pie-montese. Assessorato alla Tutela dell'Ambiente, Sistemazione idrogeologica e forestale, Eco-logia, Inquinamenti e uso delle acque. Torino.
- RÉMÉNIÉRAS G., 1972 - L'hydrologie de l'ingenieur. *Eyroles*, Paris.
- SCHAUM (SPIEGEL M.R.), 1975 - Statistica. *ETAS*, Milano.
- SOKOLOV A.A. e CHAPMAN T.G., 1974 - Methods for water balance computations. *Unesco Press*, Parigi.
- STRAHLER A.N., 1968 - Physical Geography. *John Wiley & Sons Inc.*, New York.
- THORNTHWAITE C.W., 1946 - An approach toward a rational classification of climate. *Trans. Amer. Geophys. Union.*, Vol. 271.
- THORNTHWAITE C.W. e MATHER J.R., 1954 - The measurement of potential evapotranspiration. *Seabrook*, New Jersey.
- THORNTHWAITE C.W. e MATHER J.R., 1957 - Instruction and tables for computing potential evapo-transpiration and water balance. Centerton.

GIAN CARLO PEROSINO
 C.R.E.S.T. Centro Ricerche in Ecologia
 e Scienze del Territorio
 Via Caprera, 30
 10136 Torino