

ASSOCIAZIONE NATURALISTICA PIEMONTESE

Rivista Piemontese di Storia Naturale

Volume XXXVIII - Anno 2017

ANP

Museo Civico F. Eusebio - Alba
Museo Civico Craveri di Storia Naturale - Bra
Museo Civico di Storia Naturale - Carmagnola

ASSOCIAZIONE NATURALISTICA PIEMONTESE

Rivista Piemontese di Storia Naturale

Volume XXXVIII - Anno 2017

ANP

Museo Civico F. Eusebio - Alba
Museo Civico Craveri di Storia Naturale - Bra
Museo Civico di Storia Naturale - Carmagnola

GIAN CARLO PEROSINO*

Climatologia di Oropa

ABSTRACT - *Climatology of Oropa.*

The weather station of Oropa (1.180 m s.l.m.) is located in the eastern portion of the North Piedmont (NW Italy). It makes available one of the longest and most comprehensive set of observations in Italy. This work proceeds to the climatic characterization of this site using the variables of air temperature and precipitation (rain and snow). In particular, the temperature analysis seems to confirm the trend towards global warming, particularly evident in the last two decades.

KEY WORDS - Oropa weather station, climate, temperatures, rainfall, climate change.

RIASSUNTO. La stazione meteorologica di Oropa (1.180 m s.l.m.) si trova nella porzione Nord orientale del Piemonte (NW Italy). Per essa è disponibile una delle più lunghe e complete serie di osservazioni in Italia. In questo lavoro si è proceduto alla caratterizzazione climatica di tale sito utilizzando i dati della temperatura dell'aria e delle precipitazioni (pioggia e neve). In particolare l'analisi delle temperature sembra confermare la tendenza al riscaldamento climatico, particolarmente evidente negli ultimi due decenni.

INTRODUZIONE

L'osservatorio meteorologico di Oropa si trova presso l'omonimo Santuario nel Biellese (Nord Piemonte; fig. 1) all'altitudine di 1.180 m s.l.m. Esso iniziò le attività di rilevazione nel 1874, grazie all'impegno del padre barnabita Francesco Denza.

* C.R.E.S.T. - Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio (Torino).

Dal 1920 le rilevazioni furono condotte mediante sistemi uniformati rispetto al sistema organizzativo predisposto, pochi anni prima, con l'istituzione del Servizio Idrografico Italiano. Da allora la stazione ha costantemente proseguito nei rilievi, fino ad arrivare ai giorni nostri, con aggiornamento in tempo reale consultabile sul sito www.osservatoriodioropa.it (da cui è possibile sia consultare la situazione meteo locale, sia scaricare le serie storiche dei dati).

Pertanto è disponibile una serie continua quasi secolare, pari a 96 anni (1920 ÷ 2015). Il valore scientifico di tale serie è dato non solo dalla sua lunghezza, ma anche dalla continuità e soprattutto dal fatto che gli strumenti, pur considerando gli aggiornamenti tecnologici, hanno sempre occupato le stesse posizioni, in un contesto areale (in termini di trasformazioni antropiche) sostanzialmente poco o nulla modificato nel tempo.

Si tratta di una situazione complessiva eccezionale, che ha pochi riscontri nel contesto piemontese e nazionale. In Piemonte, tra le serie più lunghe si possono citare quelle delle stazioni di Biella (Perosino & Scarpinato, 1982), Bra (Biancotti & Enria, 1984; Perosino & Rosso, 1984), Alessandria (Perosino & Rosso, 1986; Di Napoli & Mercalli, 1996), Torino (Perosino,

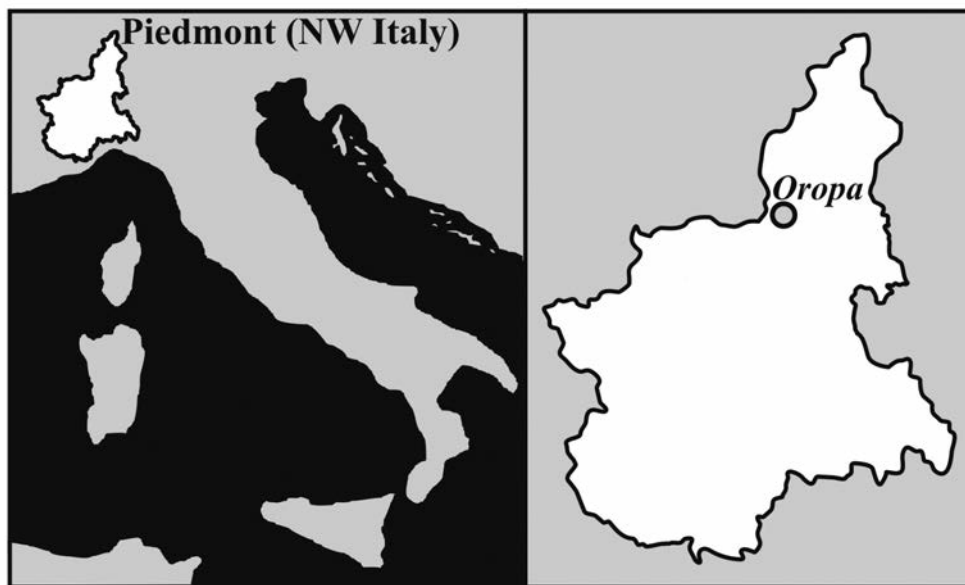


Fig. 1 - Ubicazione del sito della stazione meteorologica di Oropa (1.180 m s.l.m.) nel Biellese (Piemonte Nord-orientale).

1987; Di Napoli & Mercalli, 2008). merita poi ricordare lo studio sul clima del Gran San Bernardo di Janin (1970). Tuttavia nessuna di tali stazioni può vantare l'omogeneità delle rilevazioni (in termini del mantenimento della collocazione degli strumenti) garantita invece presso Oropa.

Il caso più evidente, nella nostra regione, è la serie più lunga, quella di Torino, ma in un contesto geografico caratterizzato da un processo di urbanizzazione molto estesa, con effetto crescente del fenomeno dell'isola termica. Gli strumenti, nei vari decenni, sono stati collocati in siti diversi. Per tali ragioni l'analisi climatica di Torino, basata sull'utilizzo più ampio possibile del periodo di osservazione, anche in funzione dello studio delle possibili variazioni climatiche, ha richiesto specifiche elaborazioni per ridurre le discontinuità delle rilevazioni (Di Napoli & Mercalli, 2008).

Nella serie di 96 anni di Oropa si hanno a disposizione i dati, su scala di tempo mensile ed annua, riguardanti la temperatura dell'aria e le precipitazioni (neve compresa), riguardanti sia valori medi, sia quelli estremi. Pertanto è possibile effettuare una buona caratterizzazione climatica di tale stazione e formulare alcune considerazioni sui possibili cambiamenti climatici in corso.

TEMPERATURE ANNUALI

La fig. 2 riporta le successioni cronologiche dei valori annui delle temperature medie " $T_{y_{med}}$ " [°C] e dei totali delle precipitazioni " $P_{y_{med}}$ " [mm]. La media annua dell'intero periodo di osservazione è pari a 7,7 °C, rispetto alla quale valgono le seguenti valutazioni di confronto:

- temperatura massima assoluta $T_{max} = 29,0$ (11 agosto 2003);
- temperatura media annua massima $T_{y_{max}} = 9,9$ °C (2015);
- temperatura media annua $T_{y_{med}} = 7,73$ °C;
- deviazione standard dei dati annui (T_y) rispetto alla media annua ($T_{y_{med}}$) $ds = 0,76$ °C (9,8%);
- numero dati annui " T_y " nell'intervallo $(T_{y_{med}} - ds) < T_y < (T_{y_{med}} + ds) = 66$ (65%);
- numero dati annui " T_y " nell'intervallo $(T_{y_{med}} - 2ds) < T_y < (T_{y_{med}} + 2ds) = 92$ (96%);
- numero dati annui " T_y " nell'intervallo $(T_{y_{med}} - 3ds) < T_y < (T_{y_{med}} + 3ds) = 96$ (100%);
- temperatura media annua minima $T_{y_{min}} = 6,2$ °C (1956);
- temperatura minima assoluta $T_{min} = -17,0$ (13 gennaio 1926).

La successione cronologica dei dati annui (fig. 2) non sembra evidenziare dei cicli evidenti, salvo una apparente tendenza all'incremento a partire dalla metà degli anni Ottanta.

Per meglio mettere in evidenza il fenomeno si è ritenuto di procedere al calcolo delle medie mobili con cicli di 10 e 20 anni (fig. 3). Nella successione con cicli di 10 anni ($T_{y_{10}}$) risultano tre flessioni verso il basso alla fine degli Trenta, Cinquanta e Settanta, ma soprattutto si conferma, in modo evidente, l'incremento dagli anni Novanta.

Nella successione con cicli di 20 anni ($T_{y_{20}}$) quasi scompaiono le oscillazioni minori mentre permane, con altrettanta evidenza, l'incremento degli ultimi decenni. In particolare, a confronto con la media del periodo di $7,7^{\circ}\text{C}$, negli anni Duemila, le medie annue risultano comprese nell'intervallo $8 \div 10^{\circ}\text{C}$, con l'unica eccezione di $7,6^{\circ}\text{C}$ nell'anno 2010.

Il primato della media più elevata di un ciclo decennale spetta al periodo $2006 \div 2015$, pari a $8,9^{\circ}\text{C}$; il decennio precedente ($1996 \div 2005$) si colloca al secondo posto, con $8,4^{\circ}\text{C}$. Tale situazione è confermata anche dal confronto con i cicli ventennali; l'intervallo " $1996 \div 2015$ " ha fatto registrare la media più elevata ($8,6^{\circ}\text{C}$), mentre si colloca al secondo posto il ciclo immediatamente precedente ($1976 \div 1995$), con media pari a $7,6^{\circ}\text{C}$. Invece nessun ciclo freddo si colloca negli ultimi decenni.

Le medie più basse dei 10 anni si collocano nel $1934 \div 1943$ con $7,2^{\circ}\text{C}$ e nel $1973 \div 1982$ con $7,1^{\circ}\text{C}$, quest'ultimo compreso nel periodo ventennale più freddo che ha caratterizzato gli anni Settanta e Ottanta.

Dalla tab. 1 si osserva che le prime dieci temperature massime assolute annuali (T_{max}) risultano comprese nell'intervallo $27 \div 29^{\circ}\text{C}$ e sono variamente collocate nella serie di osservazione. Invece le dieci medie annue più elevate ($T_{\text{max}_{\text{med}}}$; $8,7 \div 9,9^{\circ}\text{C}$) si collocano tutte a partire dagli anni Novanta, di cui otto nel terzo millennio, mentre i dieci valori medi ($6,2 \div 6,8^{\circ}\text{C}$) e minimi assoluti ($-17,0 \div -14,1^{\circ}\text{C}$) annuali si collocano tutti negli anni precedenti a quelli Novanta. Si tratta di una situazione analoga a quella riscontrata in un recente lavoro di Boano e Perosino (2014) che, oltre a Oropa, hanno considerato anche la stazione di Torino. Le frequenze dei massimi e minimi termici assoluti annuali sono rappresentate in fig. 4.

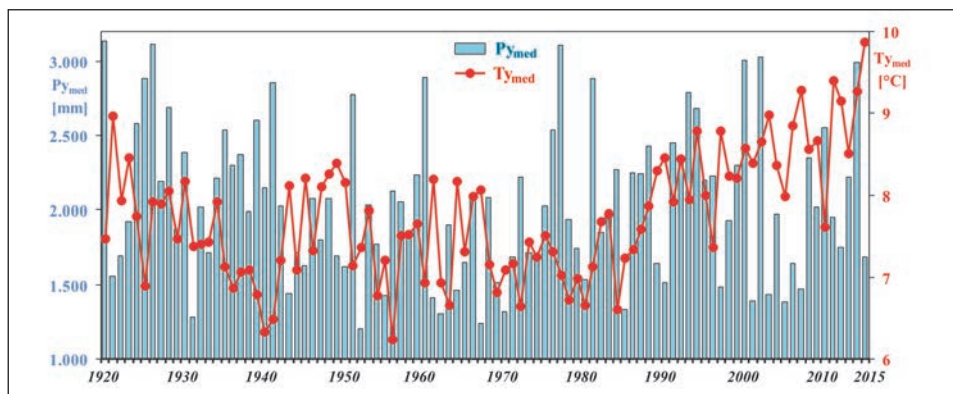


Fig. 2 - Successioni cronologiche delle temperature medie annue “ $T_{y_{med}}$ ” [°C] e dei totali annui delle precipitazioni “ $P_{y_{med}}$ ” [mm] della stazione meteorologica di Oropa (1.180 m s.l.m.). Periodo di osservazione 1920 ÷ 2015 (96 anni).

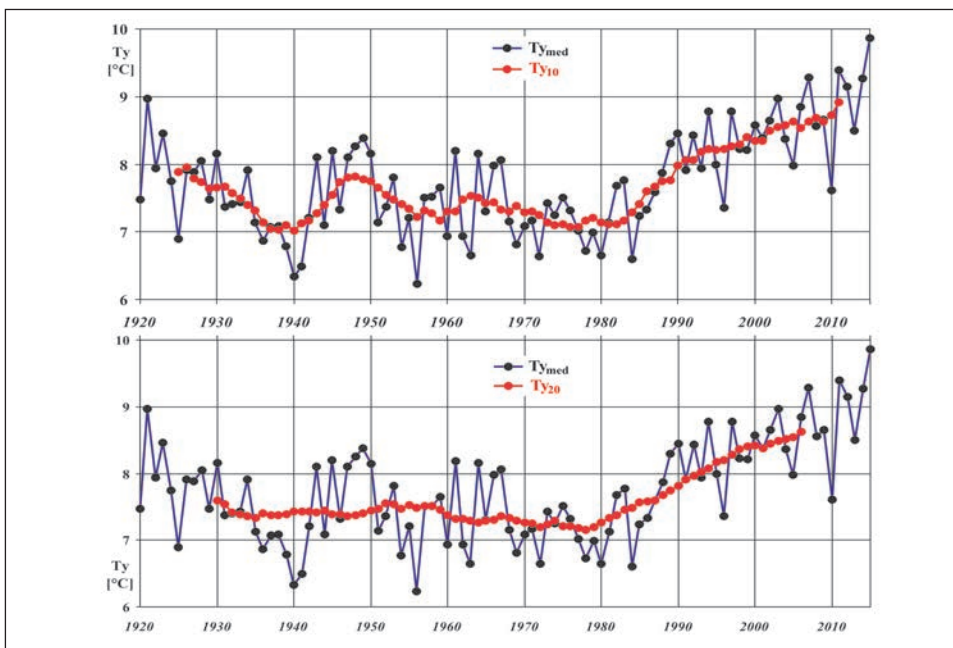


Fig. 3 - Medie mobili con periodi di 10 anni ($T_{y_{10}}$ in alto) e di 20 anni ($T_{y_{20}}$ in basso) relative alla successione cronologica delle temperature medie annue ($T_{y_{med}}$) della stazione meteorologica di Oropa (1.180 m s.l.m.). Periodo di osservazione 1920 ÷ 2015 (96 anni).

REGIME TERMICO

L'andamento delle temperature medie mensili (T_{med}) presenta il tipico andamento a campana (tab. 2 e fig. 5) con un massimo in luglio ($16,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) ed un minimo in gennaio ($0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$); aprile ($6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) e ottobre ($8,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) sono i mesi con medie più simili alla media annua del periodo ($7,7\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Gli anni non sono comunque uguali; i massimi ($T_{med_{max}}$) si verificano in luglio nella maggior parte dei casi (72%), ma nel 28% degli anni si verifica in agosto. I minimi ($T_{med_{min}}$) si verificano soprattutto in gennaio (49%), ma con una certa frequenza anche in febbraio (28%), in dicembre (10%) ed in un solo caso in novembre.

Le medie dei massimi ($T_{max_{as-med}}$) e dei minimi ($T_{min_{as-med}}$) assoluti mensili conservano un certo parallelismo con le medie mensili (fig. 5) anche per quanto riguarda le loro distribuzioni percentuali nell'anno, mentre andamento irregolare presentano i massimi ($T_{max_{as}}$) e minimi ($T_{min_{as}}$) assoluti della serie di osservazione.

La differenza tra le temperature medie mensili del mese più caldo (luglio con $16,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) e del mese più freddo (gennaio con $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) è l'escursione media annua, pari a $Ey_{med} = 16,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, ad indicare un clima moderatamente continentale o alpino, essendo tale valore compreso nell'intervallo $15 \div 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, al sotto e al di sopra del quale un clima si può classificare rispettivamente marittimo o continentale (Mori, 1957).

O.V. Johansson (in Pinna, 1977), al fine di fornire una classificazione delle marittimità o della continentalità su base esclusivamente termica, ha proposto la seguente formulazione:

$$C[\%] = 1,6 \cdot \frac{Ey_{med}}{\text{sen}(\alpha + 10^{\circ})} - 14$$

dove " $Ey_{med} = 16,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ " è l'escursione media annua come sopra definita ed $\alpha = 45^{\circ} 37'$ (latitudine arrotondata a 45°). Il valore ottenuto è risultato pari a 10,2 che assegna alla stazione di Oropa, secondo i limiti indicati dal suddetto Autore, un clima poco o moderatamente continentale.

Tab. 1 - Primi dieci valori ($I \div X$) annuali massimi e minimi assoluti ($T_{\max}$ e $T_{\min}$) e medi annui ($T_{\max_{\text{med}}}$ e $T_{\min_{\text{med}}}$) della serie di osservazione 1920 $\div$ 2015 (96 anni) della stazione meteorologica di Oropa.

Ordine	$T_{\max}$		$T_{\max_{\text{med}}}$		$T_{\min}$		$T_{\min_{\text{med}}}$	
	$^{\circ}\text{C}$	mese/anno	$^{\circ}\text{C}$	anno	$^{\circ}\text{C}$	mese/anno	$^{\circ}\text{C}$	anno
I	29,00	agosto 2003	9,9	2015	-17,00	gennaio 1926	6,2	1956
II	28,80	luglio 1983	9,4	2011	-16,60	febbraio 1929	6,3	1940
III	28,60	luglio 1947	9,3	2007	-15,80	gennaio 1947	6,5	1941
IV	28,50	giugno 1935	9,3	2014	-15,80	febbraio 1956	6,6	1984
V	28,00	agosto 1923	9,2	2012	-15,80	gennaio 1985	6,6	1972
VI	28,00	luglio 2004	9,0	2003	-15,20	marzo 1971	6,7	1963
VII	28,00	giugno 2005	8,9	2006	-15,00	febbraio 1940	6,7	1980
VIII	27,70	luglio 2006	8,8	1994	-14,70	febbraio 1941	6,7	1978
IX	27,60	agosto 2015	8,8	1997	-14,40	febbraio 1986	6,8	1954
X	27,30	luglio 1952	8,7	2009	-14,10	gennaio 1942	6,8	1939

Tab 2 - Regime termico [$^{\circ}\text{C}$] di Oropa (1.180 m s.l.m.). Massimi assoluti ($T_{\max_{\text{as}}}$) e loro distribuzione %, medie dei massimi assoluti ($T_{\max_{\text{as-med}}}$), massime medie mensili ($T_{\text{med}_{\text{max}}}$) e loro distribuzioni %, medie mensili (T_{med}) e loro deviazione standard % (ds %), minime medie mensili ($T_{\text{med}_{\text{min}}}$) e loro distribuzioni %, medie dei minimi assoluti ($T_{\min_{\text{as-med}}}$), minimi assoluti ($T_{\min_{\text{as}}}$) e loro distribuzione %. Periodo di osservazione 1920 $\div$ 2015 (96 anni).

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
$T_{\max_{\text{as}}}$	18,1	17,9	18,0	22,2	26,0	28,5	28,8	29,0	24,3	20,8	18,5	16,3
%	-	-	-	-	-	17	51	32	-	-	-	-
$T_{\max_{\text{as-med}}}$	9,2	9,7	12,2	15,4	19,6	22,7	24,2	23,5	20,0	16,0	12,1	9,7
$T_{\text{med}_{\text{max}}}$	3,9	4,6	7,8	11,0	14,4	19,3	20,8	20,4	15,4	11,8	8,0	5,2
%	-	-	-	-	-	-	72	28	-	-	-	-
T_{med}	0,0	0,5	3,2	6,5	10,6	14,3	16,7	15,9	12,4	8,1	3,8	0,9
ds %	24	27	24	18	20	18	18	17	17	17	19	20
$T_{\text{med}_{\text{min}}}$	-4,8	-6,9	-1,1	3,9	6,2	11,5	14,1	12,9	8,3	3,6	0,2	-3,1
%	49	28	-	-	-	-	-	-	-	-	1	22
$T_{\min_{\text{as-med}}}$	-8,4	-7,7	-5,4	-1,4	2,3	5,9	8,8	8,6	5,0	0,7	-3,7	-7,4
$T_{\min_{\text{as}}}$	-17,0	-16,6	-15,2	-6,0	-3,0	2,0	5,0	4,5	-1,0	-7,4	-8,9	-14,2
%	48	37	10	-	-	-	-	-	-	-	-	5

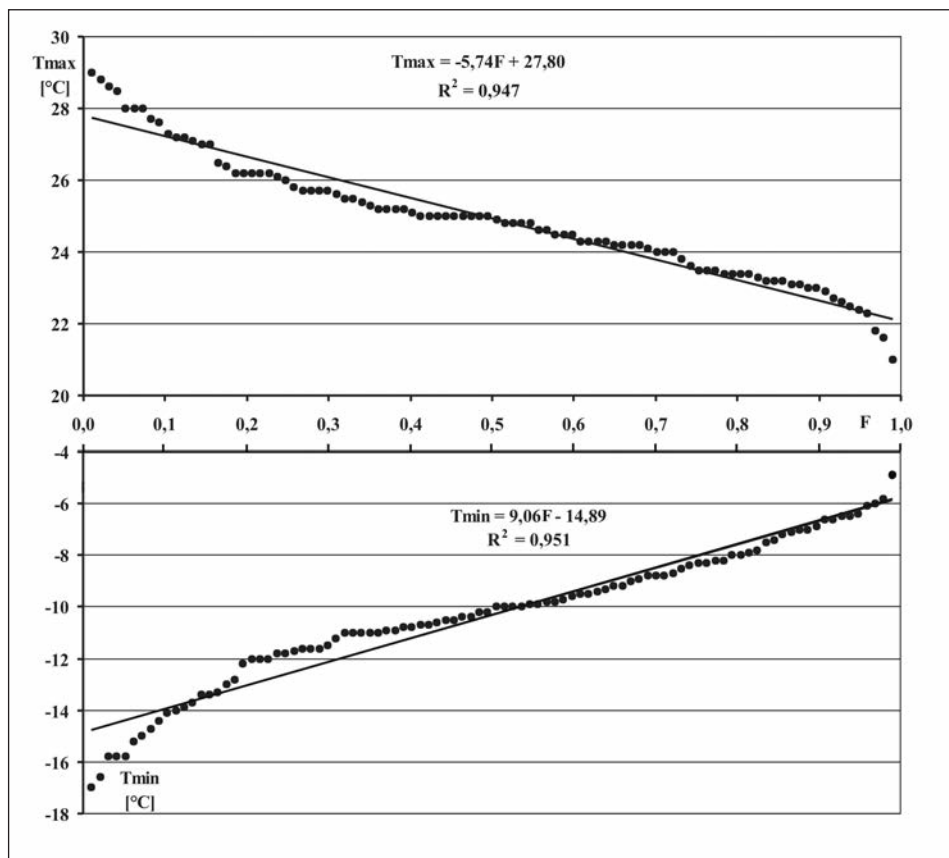


Fig. 4 - Stazione meteorologica di Oropa (1.180 m s.l.m.). Correlazioni tra i valori massimi (T_{max}, in alto) e minimi (T_{min}, in basso) assoluti annuali e le loro rispettive frequenze. Periodo di osservazione 1920 ÷ 2015 (96 anni). Con tali correlazioni si possono calcolare quali valori assoluti si possono verificare con diverse frequenze o tempi di ritorno. Per esempio con frequenza $F = 0,2$ (tempo di ritorno $T_r = 5$ anni)¹ risulta una temperatura massima assoluta annuale pari a 26,7 °C oppure una temperatura minima assoluta annuale pari a -13,1 °C.

¹ Il tempo di ritorno “Tr” è l’inverso della frequenza: $T_r = 1/F$. La frequenza è il rapporto tra la posizione “m” del dato nella serie di dati ordinata (decrescente per i massimi e crescente per i minimi) ed il valore “n + 1”, dove “n” è il numero di dati della serie stessa.

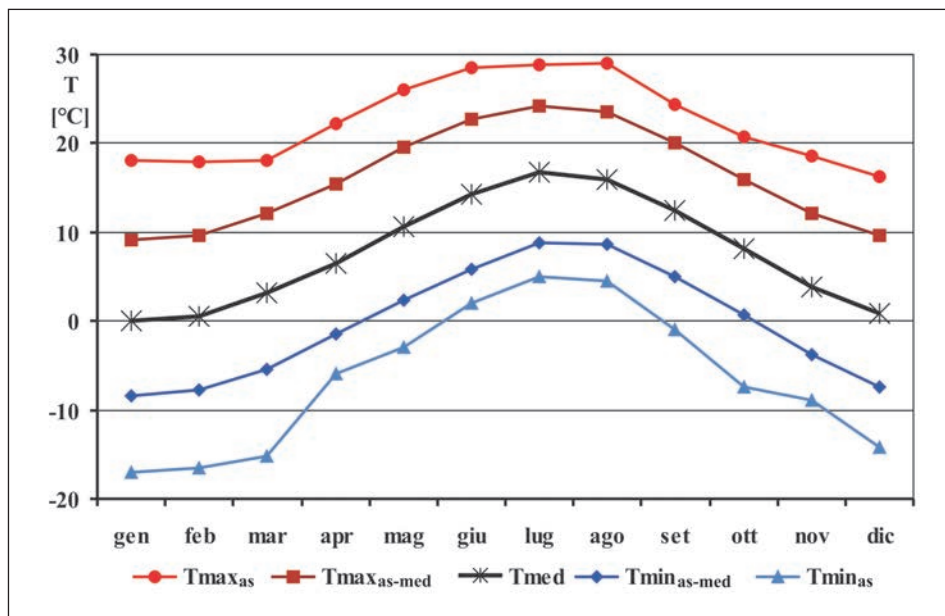


Fig. 5 - Regime termico di Oropa (1.180 m s.l.m.). Massimi assoluti ($T_{\max_{as}}$), medie dei massimi assoluti ($T_{\max_{as-med}}$), medie mensili (T_{med}), medie dei minimi assoluti ($T_{\min_{as-med}}$), minimi assoluti ($T_{\min_{as}}$). Periodo di osservazione 1020 ÷ 2015 (96 anni).

PRECIPITAZIONI ANNUALI

La successione cronologica dei totali annui di precipitazione è illustrata in fig. 2. Nel seguito valgono le seguenti valutazioni:

- totale pluviometrico massimo assoluto $Py_{\max} = 3.134$ mm (1920);
- totale pluviometrico dell'anno abbondante $Py_{F0,8} = 2.557$ mm ($1,25 \cdot Py_{med}$; fig. 6);
- totale pluviometrico medio annuo $Py_{med} = 2.043$ mm;
- deviazione standard dei dati annui (Py) rispetto alla media annua (Py_{med}) $ds = 500$ mm (24,5%);
- numero dati annui " Py " nell'intervallo $(Py_{med} - ds) < Py < (Py_{med} + ds) = 61$ (64%);

- numero dati annui “Py” nell’intervallo $(Py_{med} - 2ds) < Py < (Py_{med} + 2ds) = 93$ (97%);
- numero dati annui “Py” nell’intervallo $(Py_{med} - 3ds) < Py < (Py_{med} + 3ds) = 96$ (100%);
- totale pluviometrico dell’anno scarso $Py_{F0,2} = 1.530$ mm ($0,75 \cdot Py_{med}$; fig. 6);
- totale pluviometrico minimo assoluto $Py_{min} = 1.200$ mm (1953);
- rapporto tra i valori estremi $Py_{max}/Py_{min} = 2,6$.

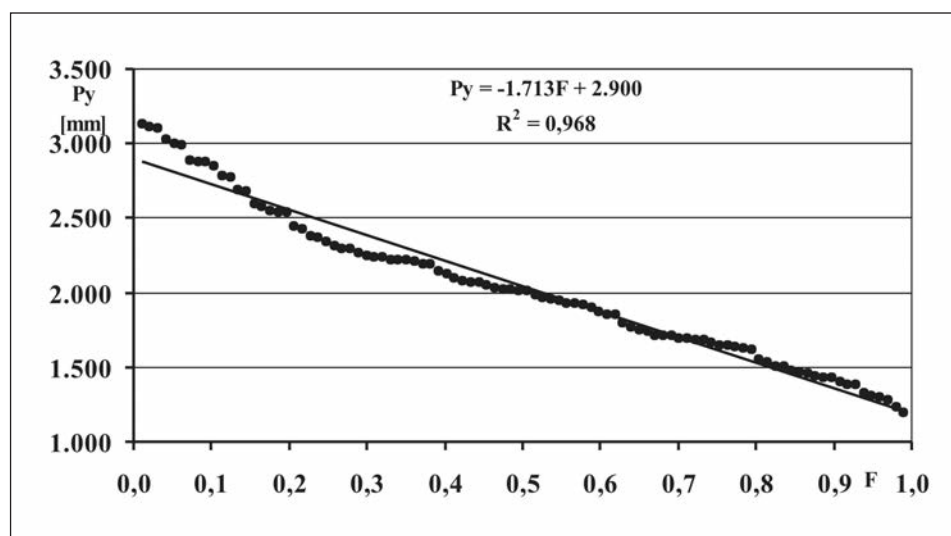


Fig. 6 - Stazione meteorologica di Oropa (1.180 m s.l.m.). Correlazione tra i totali annui delle precipitazioni (Py) ordinati in modo decrescente e le rispettive frequenze. Periodo di osservazione 1920 ÷ 2015 (96 anni). L'anno pluviometrico abbondante ($Py_{F0,2} = 2.557$ mm) è quello con frequenza di superamento del 20% ($F = 0,2$), il 25% in più della media annua di 2.043 mm). L'anno pluviometrico scarso ($Py_{F0,8} = 1.530$ mm) è quello con frequenza di superamento dell'80% ($F = 0,8$), il 25% in meno della media annua di 2.043 mm).

Con una media annua dell'intera serie di osservazione, pari a 2.043 mm, Oropa si conferma tra i siti con più elevate precipitazioni. In Piemonte solo la sua porzione Nord orientale, posizionata nel Verbano Cusio Ossola (bacino del Toce) e la porzione Nord/Est del bacino del Sesia, presentano,

seppure di poco, precipitazioni annuali di maggiore entità. A titolo di confronto si propongono i seguenti riferimenti riguardanti le medie annue delle precipitazioni:

- 970 mm per l'Italia (Contessini, 1956);
- 760 mm per la pianura padana (Mennella, 1967);
- 1.197 mm per il Piemonte (Mennella, 1967);
- 1.500 mm per la regione alpina (Mennella, 1967);
- 808 mm per Torino nel periodo 1921 ÷ 1972 (Perosino, 1987);
- 892 mm per Torino nel periodo 1803 ÷ 2007 (Di Napoli & Mercalli, 2008);
- 833 mm per Torino nell'anno climatico di riferimento internazionale 1961 ÷ 1960 (Di Napoli & Mercalli, 2008);
- 530 mm per Aosta (Servizio Idrografico Italiano, 1939 ÷ 1989; sito web della Regione Valle d'Aosta, 1990 ÷ 2013)

Il rapporto tra i valori estremi $Py_{\max}/Py_{\min} = 2,6$ è significativamente inferiore a quattro, limite, secondo Réménieras (1972), al di sopra del quale il clima di una stazione si può definire nettamente continentale. Il valore medio annuo delle precipitazioni è alla base del calcolo dell'indice di continentalità idrica di Gams (1931):

$$ctgx = \frac{Py_{\text{med}}}{m \text{ s. l. m.}}$$

dove “x” è un valore angolare compreso tra 0° e 90°. Per Oropa è risultato $X = 50^\circ$, ben superiore al limite di 20° oltre il quale sussistono condizioni favorevoli all'insediamento di specie vegetali sciafile e microterme (Fenaroli, 1935).

REGIME PLUVIOMETRICO

Il regime degli afflussi meteorici medi mensili (Pm_{med} ; tab. 3) è rappresentato in fig. 7, insieme alle ripartizioni percentuali dei massimi ($Pm_{\text{max}}\%$) e dei minimi ($Pm_{\text{min}}\%$) annuali.

Tab. 3 - Regime termico di Oropa (1.180 m s.l.m.). Totali pluviometrici [mm] mensili medi ($P_{m_{med}}$) del periodo di osservazione (1920 ÷ 2015; 96 anni) e dei relativi valori % della deviazione standard (dv %). Totali pluviometrici [mm] mensili massimi ($P_{m_{max}}$) e minimi ($P_{m_{min}}$) annuali assoluti. Distribuzioni % dei massimi e dei minimi annuali.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{m_{max}}$	309	378	736	1.160	894	606	474	585	623	952	1.044	384
%	0	1	3	17	31	14	2	3	9	18	2	0
$P_{m_{med}}$	61	76	137	239	303	213	139	169	206	226	192	82
ds %	103	96	96	75	61	57	66	63	78	91	102	96
$P_{m_{min}}$	0	0	0	5	51	14	6	15	3	0	0	0
%	31	21	18	2	0	1	1	0	3	8	6	9

Risultano due massimi, di cui il principale (primaverile; maggio con 303 mm) è nettamente superiore al secondario (autunnale; ottobre con 226 mm) e due minimi, di cui è prevalente quello invernale (61 mm in gennaio), mentre quello estivo è meno evidente (139 mm in luglio). Ciò non significa che in tutti gli anni maggio sia il più piovoso; nel periodo di osservazione considerato ciò si è verificato in oltre il 31% dei casi (18% per ottobre). I minimi si manifestano più frequentemente nel quadrimestre dicembre ÷ marzo, soprattutto in gennaio con il 31% dei casi.

La distribuzione dei massimi e dei minimi sopra descritta permette, secondo quanto proposto dal Mennella (1967), di classificare il regime pluviometrico in oggetto come “*sub-litoraneo occidentale*”.

LINEE SEGNALATRICI DELLE POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICHE

Un inquadramento più completo del fenomeno pluviometrico su scala di tempo mensile, soprattutto per quanto riguarda i valori estremi, è possibile attraverso il metodo Fantoli (1913). Sono stati individuati i cinque casi massimi e minimi di precipitazioni da 1 a 12 mesi consecutivi (tab. 4). Ai casi estremi si possono adattare curve inviluppo definibili con le seguenti espressioni:

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

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

dove “P” sono le precipitazioni, “T” è il tempo ($1 \div 12$ mesi) ed “n” è il numero massimo di mesi con assenza di precipitazioni. Per la stazione di Oropa sono risultate:

$$P = 1.191 \cdot T^{0,48} \text{ per i massimi}$$

$$P = 20 \cdot (T - 2)^{1,55} \text{ per i minimi}$$

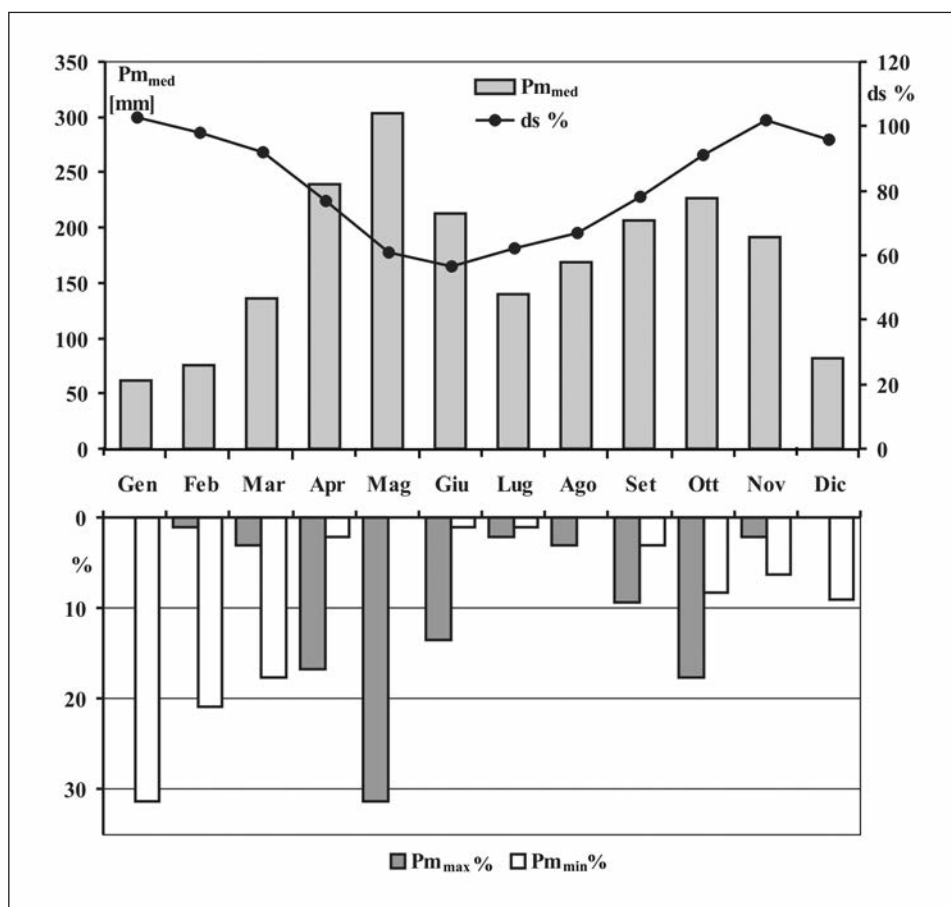


Fig. 7 - Regime pluviometrico della stazione meteorologica di Oropa (1.180 m s.l.m.). Andamento dei totali pluviometrici mensili medi (Pm_{med}) del periodo di osservazione (1920 ÷ 2015; 96 anni) e dei relativi valori% della deviazione standard (dv%). Distribuzioni percentuali dei massimi (Pm_{max} %) e dei minimi (Pm_{min} %) annuali.

Tali curve delimitano un'area sul grafico (fig. 8) comprendente tutti i possibili casi da 1 a 12 mesi consecutivi verificatisi nell'intero periodo di osservazione. Nei 96 anni considerati sono relativamente numerosi i casi di mesi con assenza di precipitazione ed un solo caso di due mesi senza piogge. Il valore minimo di 12 mesi è risultato pari a 914 mm, inferiore all'anno civile più secco, con 1.200 mm nel 1953. Il caso critico massimo di 12 mesi è risultato pari a 3.930, significativamente superiore all'anno civile più piovoso con 3.134 mm (1920).

Tab. 4 - Valori critici (5 casi: I ÷ V) delle precipitazioni [mm] massime (max) e minime (min) da 1 a 12 mesi consecutivi registrate alla stazione di Oropa (1.180 m s.l.m.). Periodo di osservazione 1920 ÷ 2015 (96 anni).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
maxI	1.160	1.391	1.581	1.881	2.073	2.229	2.609	2.844	3.061	3.370	3.628	3.930
maxII	1.044	1.311	1.565	1.778	2.022	2.228	2.595	2.839	2.938	3.103	3.279	3.574
maxIII	952	1.294	1.522	1.710	2.011	2.207	2.578	2.736	2.832	2.998	3.132	3.427
maxIV	894	1.263	1.505	1.702	1.977	2.183	2.513	2.715	2.805	2.973	3.062	3.171
maxV	1.160	1.391	1.493	1.669	1.946	2.153	2.484	2.700	2.778	2.952	3.047	3.145
minI	0	0	26	55	105	185	308	400	501	575	762	914
minII	0	5	28	55	134	212	343	413	537	646	777	967
minIII	0	6	28	65	144	234	349	445	556	652	841	1.016
minIV	0	8	45	73	146	264	358	464	609	711	859	1.027
minV	0	12	47	76	156	268	373	482	623	740	871	1.037

NEVE

Per lo stesso periodo 1920 ÷ 2015 sono disponibili anche i dati relativi alle precipitazioni nevose sotto forma di altezze cumulate sulle scale di tempo annuale e mensile. Per quanto riguarda i totali annui risulta il seguente quadro riassuntivo:

- totale nivometrico massimo assoluto $Ny_{\max} = 579$ cm (1941);
- totale nivometrico medio annuo $Ny_{\text{med}} = 251$ cm;
- deviazione standard dei dati annui (Ny) rispetto alla media annua (Ny_{med}) $ds = 113$ cm (45%);
- totale nivometrico minimo assoluto $Ny_{\min} = 44$ cm (2007);

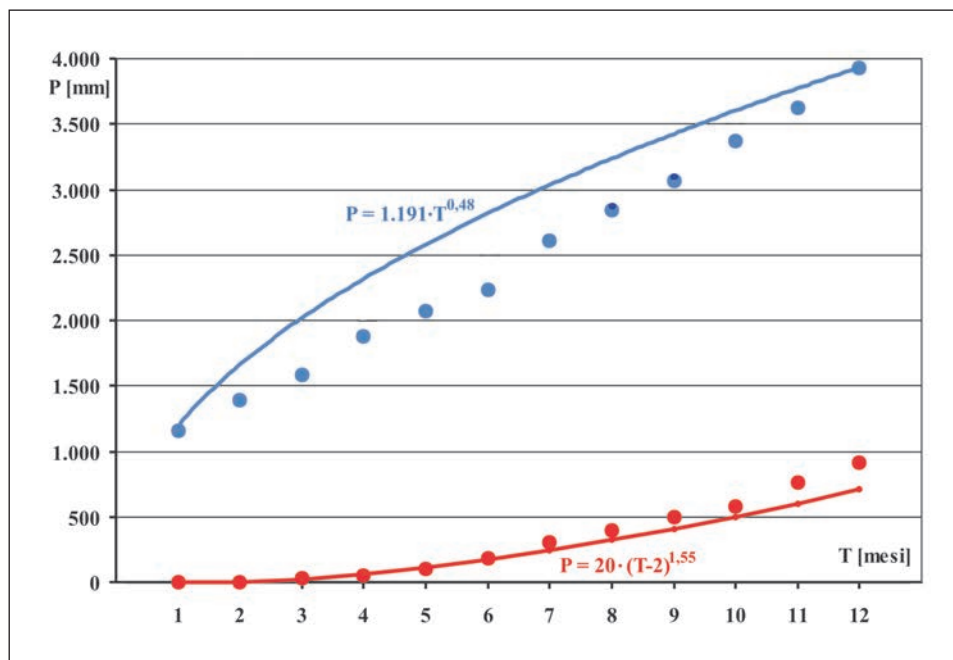


Fig. 8 - Linee segnalatrici delle possibilità pluviometriche da 1 a 12 mesi consecutivi alla stazione meteorologica di Oropa (1.180 m s.l.m.). Indicazione dei casi massimi (in alto) e minimi (in basso) e relative equazioni delle curve inviluppo. Periodo di osservazione 1920 ÷ 2015 (96 anni).

Dall'esame della successione cronologica dei totali annui (fig. 9) non sembrano emergere particolari tendenze ma, analogamente a quanto effettuato per i totali pluviometrici, con la rappresentazione delle medie mobili per periodi di 10 e 20 anni, risulta abbastanza chiaramente una diminuzione dell'entità annua delle precipitazioni nevose a partire dalla seconda metà degli anni Ottanta.

Nei decenni precedenti risultano medie comprese nell'intervallo 200 ÷ 300 cm/anno; successivamente si attestano su valori intorno ai 200 cm/anno. Inoltre negli ultimi 25 anni risultano assenti i valori intorno o superiori a 400 cm/anno, mentre risulta la più alta frequenza di valori annui nell'intorno o inferiori a 100 cm/anno, tra i quali anche il minimo assoluto del 2007 (44 cm).

Non è stato possibile evidenziare particolari tendenze riguardanti le precipitazioni in generale; pertanto si ritiene che la riduzione dell'abbon-

danza delle nevicate sia dovuta all'incremento delle temperature prima evidenziato che ha probabilmente comportato una riduzione temporale della stagione fredda, con riduzione degli accumuli nevosi alle quote più basse.

La distribuzione mensile (tab. 5 e fig. 10) evidenzia un massimo medio in febbraio con 63 cm; il massimo annuale si verifica in quel mese nel 36% dei casi. Gennaio, pur essendo il mese più freddo, presenta una minore altezza di precipitazione nevosa (con una media di 55 cm leggermente più bassa, ma con un significativo calo del valore della percentuale di frequenza quale massimo annuale con il 20%). Non sono da escludere nevicate, anche abbondanti, in aprile ed in novembre; fenomeni nevosi si possono manifestare anche in maggio ed in ottobre, ma si tratta di eventi eccezionali, come risulta evidente anche dagli elevati valori della deviazione standard; questa risulta prossima o inferiore al 100 % nei mesi più freddi dell'inverno. In ogni caso merita evidenziare una maggiore variabilità interannuale per i fenomeni nevosi rispetto a quanto sopra verificato con le precipitazioni, con casi frequenti di assenza di nevicate.

Tab. 5 - Totali mensili [cm] delle precipitazioni nevose cumulate registrate a Oropa (1.180 m s.l.m.). Massimi assoluti (Nm_{max}) e relative distribuzioni frequenziali (%); medie relative all'intera serie di osservazione di 96 anni 1920 ÷ 2015 (Nm_{med}) e relative deviazione standard (ds %); minimi assoluti (Nm_{min}).									
	gen	feb	mar	apr	mag		ott	nov	dic
Nm_{max}	300	210	210	147	35		37	98	184
%	20	36	19	5	0		0	3	17
Nm_{med}	55	63	47	21	1		2	19	43
ds %	91	79	94	145	390		280	124	101
Nm_{min}	0	0	0	0	0		0	0	0

CLIMOGRAMMA TERMOPLUVIOMETRICO
E BILANCIO IDRICO

Una descrizione generale del clima di Oropa può essere effettuata mediante il climogramma termo-pluviometrico (fig. 11) nel quale, per ogni mese, i valori medi delle temperature dell'aria e delle precipitazioni sono coordinate che individuano punti che si vanno a localizzare in quadranti ottenuti, questi ultimi, dall'intersezione di due rette rappresentanti la temperatura media annua (Ty_{med}) ed il mese medio (1/12 della precipitazione media annua $Py_{med}/12$). Del primo quadrante, in basso (temperature ri-

gide) a sinistra (minori precipitazioni) fanno parte i mesi del trimestre invernale (dicembre, gennaio e febbraio). Nello stesso quadrante è presente anche marzo, ma che si distingue in modo evidente rispetto al trimestre precedente. Nel terzo quadrante, in alto (elevate temperature) a sinistra (ancora precipitazioni poco abbondanti) si collocano i mesi estivi, agosto e soprattutto luglio. Tutti gli altri mesi si collocano nei quadranti a destra tipici delle situazioni di transizione (stagioni intermedie) con le precipitazioni più abbondanti nell'anno.

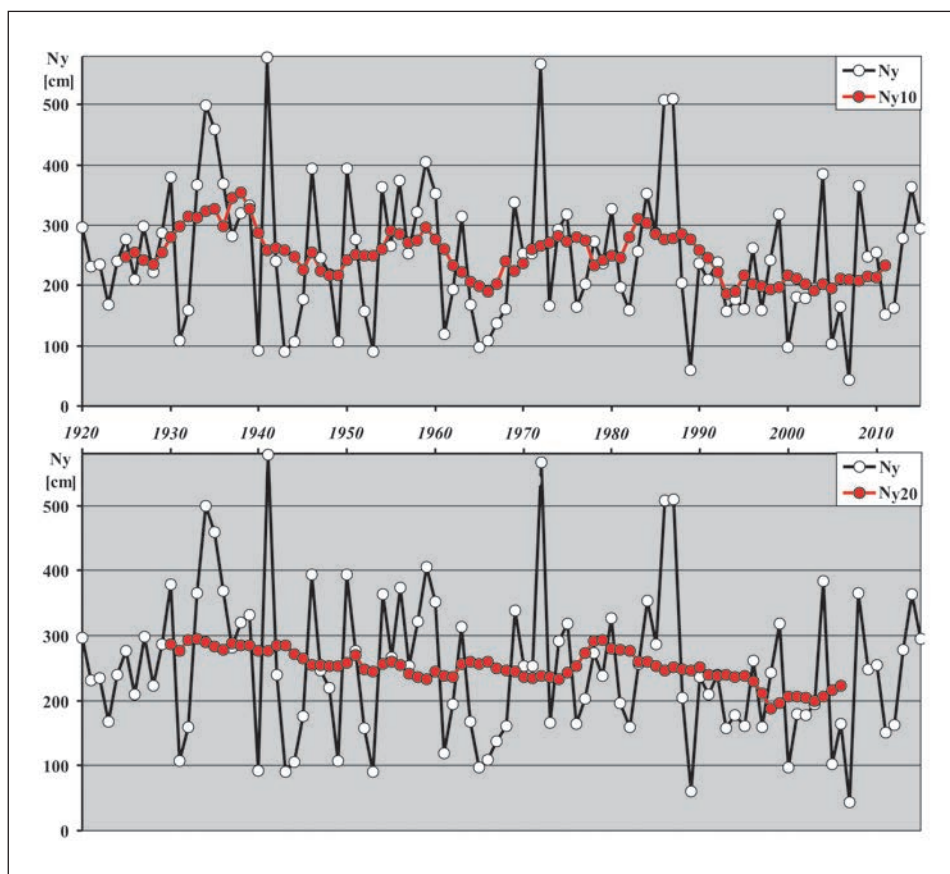


Fig. 9 - Successione cronologica dei totali annui cumulati delle altezze [cm] delle precipitazioni nevose (Ny) e medie mobili con periodi di 10 anni (Ny₁₀ in alto) e di 20 anni (Ny₂₀ in basso) relative alla successione cronologica disponibile per la stazione meteorologica di Oropa (1.180 m s.l.m.): 1920 ÷ 2015 (96 anni).

L'analisi del clima di Oropa può essere effettuata anche mediante il calcolo di indici numerici in grado di fornire sintesi di pratico utilizzo, come quello di De Martonne (1926) espresso da una relazione che considera i valori medi mensili della temperatura dell'aria ($T_{m_{med}}$) e delle precipitazioni ($P_{m_{med}}$):

$$De = \frac{12 \cdot P_{m_{med}}}{T_{m_{med}} + 10}$$

Nessuno dei valori calcolati per ciascun mese (tab. 6) è risultato inferiore a 15, considerato dal suddetto Autore quale limite al di sotto del quale si hanno situazioni di aridità. Ciò è confermato dai rapporti $P_{m_{med}}/T_{m_{med}}$ calcolati per tutti i mesi (tab. 6) che non è mai risultato inferiore a 2 mm/°C limite al di sotto del quale, secondo Gaussen (in Pinna, 1977) si verificano problemi di deficit idrico per la vegetazione.

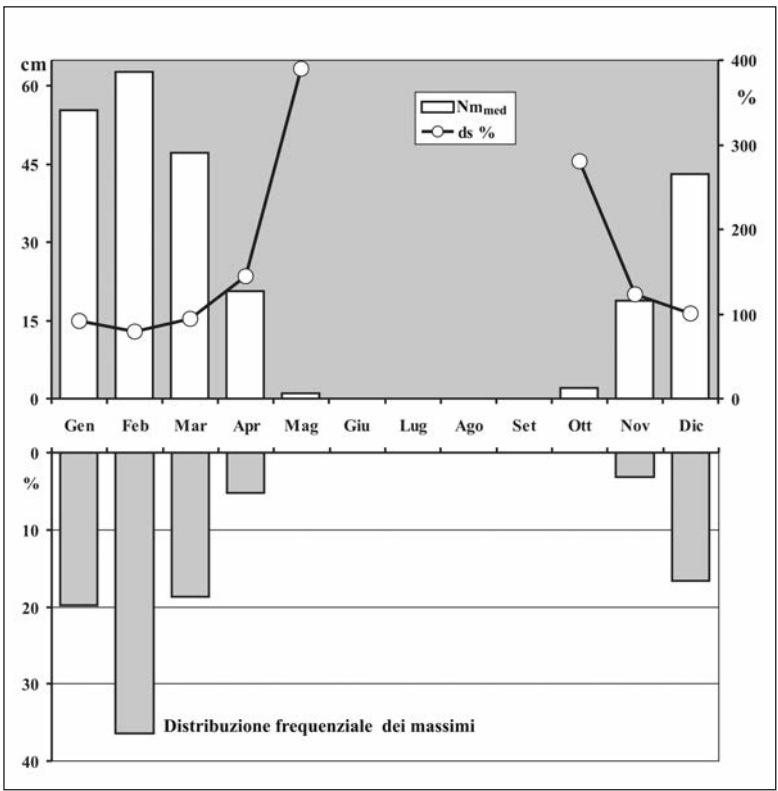


Fig. 10 - Regime medio mensile delle altezze [cm] delle precipitazioni nevose cumulate ($N_{m_{med}}$) a Oropa (1.180 m s.l.m.) e deviazioni standard percentuali ($ds\%$). Distribuzione frequenziale (%) dei massimi mensili annuali. Periodo di osservazione 1920 ÷ 2015 (96 anni).

Per un quadro generale più completo del clima e del bilancio idrico di Oropa si è ritenuto di applicare il metodo Thornthwaite (1946, 1954, 1957; tab. 6 fig. 12). Considerando i valori medi mensili dei diversi parametri climatici considerati, la riserva idrica risulta sempre al colmo e quindi assenza di deficit idrico. Pertanto l'evapotraspirazione reale coincide con quella potenziale. In sintesi, per Oropa, risulta un'ottimale disponibilità idrica, molto raramente deficitaria ed in quantità ampiamente favorevoli per l'ottimale sviluppo delle vegetazione.

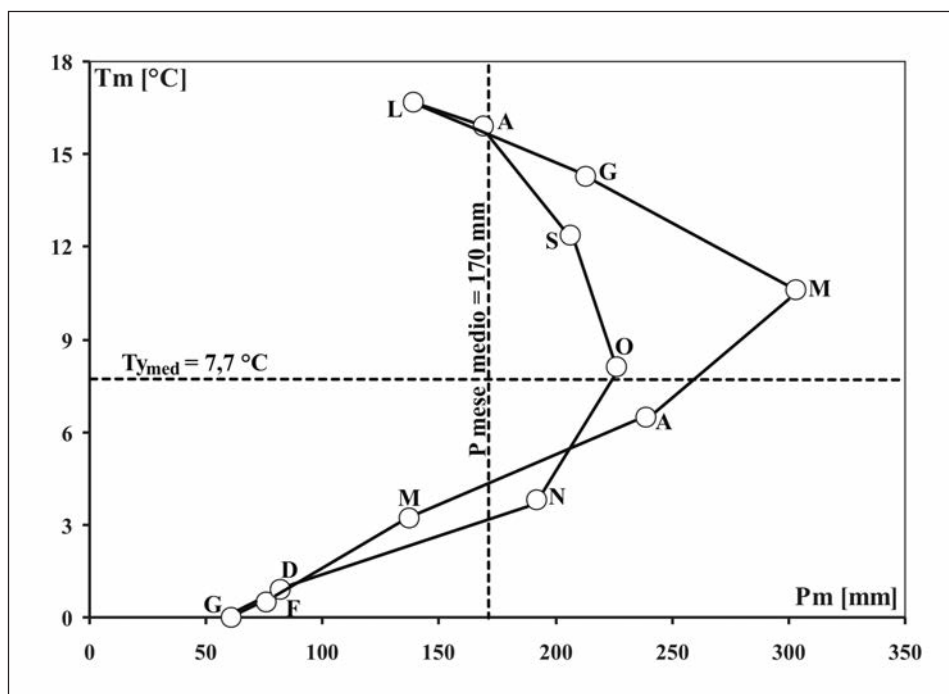


Fig. 11 - Climogramma termo-pluviometrico di Oropa (1.180 m s.l.m.). Valori medi mensili della temperatura dell'aria (T_m) e delle precipitazioni (P_m). I quadranti sono individuati dalla Temperatura media annua $T_{y_{med}} = 7.7$ °C e dal mese medio (1/12 della precipitazione media annua: 170 mm). Periodo di osservazione 1920 ÷ 2015 (96 anni).

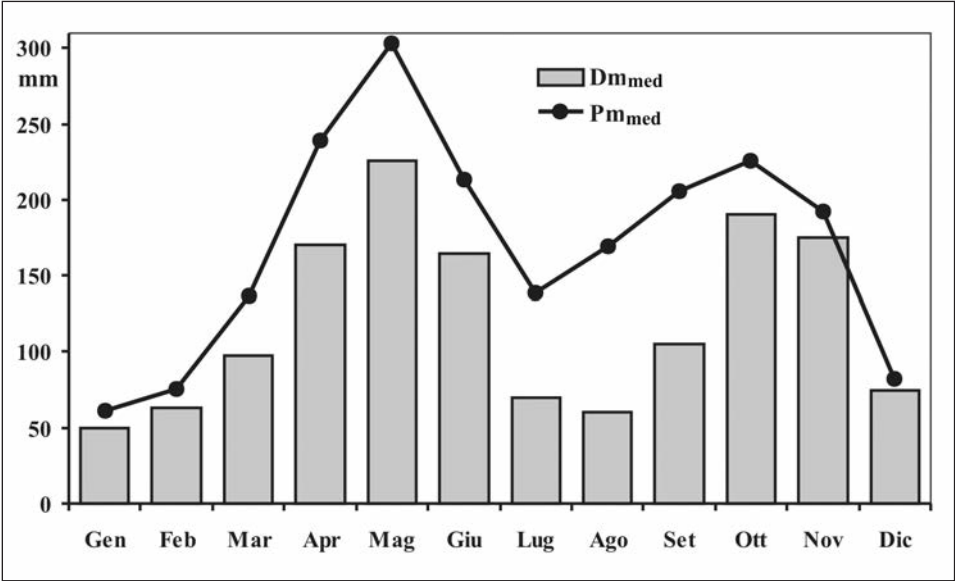


Fig. 12 - Regimi dei valori [mm] medi mensili degli afflussi meteorici (o precipitazioni “ Pm_{med} ”) e dei deflussi (o altezza dello scorrimento superficiale “ Dm_{med} ”) valutati per Oropa (1.180 m s.l.m.) mediante il metodo Thornthwaite. Periodo di osservazione 1920 ÷ 2015 (96 anni).

Tab. 6 - Applicazione del metodo Thornthwaite alla stazione meteorologica di Oropa (1.180 m s.l.m.). Valori medi mensili degli afflussi meteorici (o precipitazioni “ Pm_{med} ”), delle temperature dell’aria (Tm_{med}), degli indici di Gaussen (Pm_{med}/Tm_{med}) e di De Martonne (De), dell’evapotraspirazione reale (AE, coincidente con quella potenziale) del surplus idrico (S) e dei deflussi (o altezza dello scorrimento superficiale “ Dm_{med} ”). Periodo di osservazione 1920 ÷ 2015 (96 anni).

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Pm_{med} [mm]	61	76	137	239	303	213	139	169	206	226	192	82	2.043
Tm_{med} [°C]	0,0	0,5	3,2	6,5	10,6	14,3	16,7	15,9	12,4	8,1	3,8	0,9	7,7
Pm_{med}/Tm_{med}	-	152	43	36	29	15	8	11	17	28	51	91	-
De	73	87	125	174	177	105	62	78	110	150	167	90	-
AE [mm]	0	2	18	40	73	105	122	105	69	42	17	2	596
S [mm]	61	74	119	199	230	108	17	64	137	184	175	80	1.447
Dm_{med}	50	63	98	170	226	165	70	60	105	190	175	75	1.447

BIBLIOGRAFIA

- BIANCOTTI A., ENRIA M., 1984 – Variazioni climatiche recenti a Bra (Cuneo). Quaderni Istituto di Geologia. Università di Genova, 2: 59-87
- BOANO G., PEROSINO G.C., 2014 – Cambiamenti locali del clima e date di arrivo del rondone pallido (*Apus pallidus*) in Piemonte. Rivista Piemontese di Storia Naturale, 35: 269-284. Carmagnola (To).
- CONTESSINI F., 1956 – Impianti idroelettrici. Tamburini, Milano.
- DE MARTONNE E., 1926 – Une nouvelle fonction climatologique: l'indice d'aridité. La Météorologie, 2. Parigi.
- DI NAPOLI G., MERCALLI L., 1996 – Moncalieri, 130 anni di meteorologia. Collana "Memorie dell'atmosfera". Società Meteorologica Subalpina. Bussoleno.
- DI NAPOLI G., MERCALLI L., 2008 – Il clima di Torino. Tre secoli di osservazioni meteorologiche. Edizioni Società Meteorologica Subalpina. Bussoleno.
- FANTOLI L., 1913 – Linee segnalatrici delle possibilità pluviometriche e loro applicazione idraulica. Rendiconti dell'Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, 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.
- GAMS H., 1931 – Die klimatische begrenzungen pflanzenarealen und die verteilung der hygrischen kontinentalit in den Alpen. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin 9, 321.
- JANIN B., 1970 – Le col du Grand-Saint-Bernard. Climat et variations climatique. Musumeci, 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.I., Milano.
- PEROSINO G.C., 1987 – Climatologia di Torino. Rivista Piemontese di Storia Naturale, 8: 21-52. Carmagnola (To).
- PEROSINO G.C., ROSSO M., 1984 – Climatologia di Bra. Rivista Piemontese di Storia Naturale, 5: 177-204. Carmagnola (To).
- PEROSINO G.C., ROSSO M., 1986 – Climatologia di Alessandria. Rivista Piemontese di Storia Naturale, 7: 21-49. Carmagnola (To).
- PEROSINO G.C., SCARPINATO T., 1982 – Elementi pluviometrici ed idrologici del bacino idrografico del Torrente Cervo. Rivista Piemontese di Storia Naturale, 3: 77-96. Carmagnola (To).
- PINNA M., 1977 – Climatologia. U.T.E.T., Torino.
- RÉMÉNIÉRAS G., 1972 – L'hydrologie de l'ingenieur. Eyrolles. Parigi.
- THORNTON C.W., 1946 – An approach toward a rational classification of climate. Transaction American Geophysical Union, 5, 271.
- THORNTON C.W., MATHER J.R., 1954 – The measurement of potential evapotranspiration. Sea-brook, New Jersey.
- THORNTON C.W., MATHER J.R., 1957 – Introduction and tables for computing potential evapotranspiration and water balance. Cencerton.

SOMMARIO

PEROSINO G.C. - Climatologia di Oropa <i>Climatology of Oropa</i>	3
FERRERO C., ROTA F. - I macromiceti epigei del "Bosco Crociato" (Pocapaglia - CN, Piemonte), "Area didattica-naturalistica" a disposizione del Museo Civico Craveri di Bra <i>Epigeous macro-mycota of the Crociato Wood (Pocapaglia, Piedmont): an educational-naturalistic reserve for the Craveri Museum in Bra</i>	25
DELMASTRO G. B. - Il gambero della Louisiana <i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852) in Piemonte: nuove osservazioni su distribuzione, biologia, impatto e utilizzo (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) <i>The Red swamp crayfish Procambarus clarkii (Girard, 1852) in Piedmont (Italy): new remarks about distribution, biology, impact and use (Crustacea: Decapoda: Cambaridae)</i>	61
REPETTO G., BIANCO I., FRANCHINO G., LACROCE L., ORLANDO F. - GALLO L. M. - BITTARELLO E. Popolamento a molluschi marini in ghiaie feldspatiche di cava all'interno di un relitto <i>Marine mollusc population in gravel feldspathic quarry within a wreck</i>	131
EVANGELISTA M. - Gli Ortotteroidei del SIC "IT1110035 Stagni di Poirino - Favari" (Mantodea, Orthoptera, Dermaptera) (Piemonte, provincia di Torino) <i>Orthopteroidea of SCI "IT1110035 - Stagni di Poirino - Favari" (Mantodea, Orthoptera, Dermaptera) (Turin province, Piedmont, NW Italy)</i>	147
GIULIANO D., CERRATO C., VITERBI R., SAVOLDELLI P. - Gli ortotteri (Insecta: Orthoptera) del Parco Naturale Orsiera-Rocciavré e della Riserva Naturale dell'Orrido di Foresto <i>The Orthopterans (Insecta: Orthoptera) of the Orsiera-Rocciavré Natural Park and the Orrido di Foresto Natural Reserve (Piedmont, NW Italy)</i>	157
CAVAZZUTI P. - Descrizione di due ibridi naturali intersubgenerici del genere <i>Carabus</i> Linné, 1758 (Coleoptera, Carabidae) <i>Description of two natural hybrid of the genus Carabus Linné, 1758 (Coleoptera, Carabidae)</i>	179
BISIO L., ALLEGRO G., GIUNTELLI P. - Note corologiche ed ecologiche su alcuni <i>Leistus</i> del Piemonte e della Valle d'Aosta: una sintesi (Coleoptera Carabidae) <i>Chorological and ecological notes about some Leistus species in Piedmont and Aosta Valley: a synthesis (Coleoptera Carabidae)</i>	185
GIULIANO D. - L'entomofauna del S.I.C. IT1110033 "Stazioni di <i>Myricaria germanica</i> " (Insecta: Odonata; Orthoptera; Lepidoptera: Rhopalocera) <i>The insect fauna of the S.C.I IT1110033 "Stazioni di Myricaria germanica" (Piedmont, Italy) (Insecta: Odonata; Orthoptera; Lepidoptera: Rhopalocera)</i>	207
BISIO L., NEGRO M., GIUNTELLI P. - I Coleotteri Carabidi della Valle Cervo (Alpi Pennine) (Coleoptera Carabidae) <i>Carabid beetles of the Cervo Valley (Pennine Alps, Piedmont, Biella, Italy) (Coleoptera Carabidae)</i>	225
ALLEGRO G. - <i>Graniger cordicollis</i> (Audinet-Serville, 1821) in Piemonte (Coleoptera, Carabidae, Harpalini) <i>Graniger cordicollis (Audinet-Serville, 1821) in Piedmont (Coleoptera, Carabidae, Harpalini)</i>	275
CURLETTI G. - Genere <i>Agrilus</i> Curtis, 1825: nuove descrizioni e conferme (Coleoptera, Buprestidae) <i>The genus Agrilus Curtis, 1825: new descriptions and confirmations (Coleoptera, Buprestidae)</i>	281
RASTELLI M., EVANGELISTA M. - Gli Elateridi del Bosco del Gerbasso (Sito di Importanza Comunitaria IT1110024 "Lanca di San Michele") (Insecta, Coleoptera, Elateridae) <i>The click-beetles of the Gerbasso wood (SCI IT 1110024 "Lanca di San Michele") (Insecta, Coleoptera, Elateride)</i>	293
MOSTINI L. - Comportamenti trofici di alcune specie di sauri <i>Trophic behaviour of some species of sauria</i>	305
GIORDANO O., FICETTO G. - Status della popolazione di Stambecco <i>Capra ibex</i> in Valle Varaita determinato con il censimento sulle aree di svernamento <i>Status of the Alpine ibex population Capra ibex in the Varaita valley determined through the census on wintering areas</i>	309
MOSTINI L. - Animali protetti e animali "nocivi" nelle legislazioni sulla caccia degli (ex) Stati Italiani e degli Stati Europei in vigore nel 1880 <i>Protected and noxious animals in hunting legislation of (ex) Italian States and European States in 1880</i>	323
SELVAGGI A., SOLDANO A., PASCALE M., DELLAVEDOVA R. (EDS.) - Note floristiche piemontesi n. 774-846 <i>Floristic notes in Piedmont region (NW Italy)</i>	349
Recensioni	397