



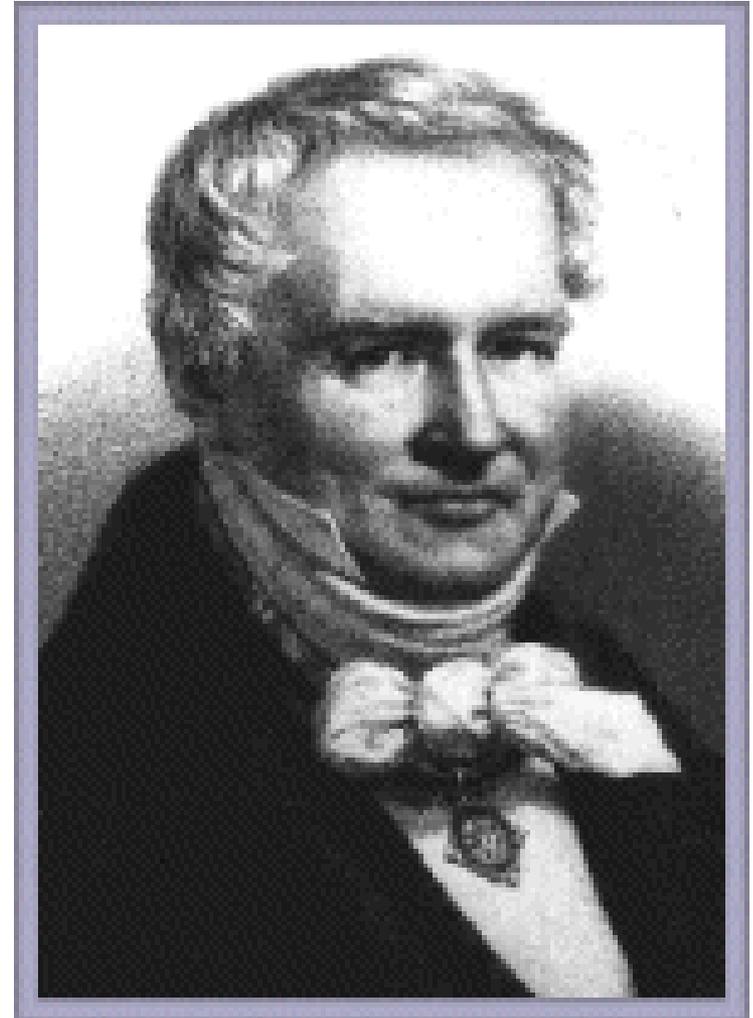
# Cenni storici

Alexander Von Humboldt -  
geografo e naturalista.

Fondatore della climatologia:  
distribuzione della vegetazione e  
caratteristiche climatiche.

Studio del clima in relazione a  
fattori biologici (piante).

Necessità di una scienza del clima  
che spieghi la distribuzione  
osservata delle forme vegetali.



# Cenni storici

Primi studi sulla distribuzione della temperatura e costruzione di una carta a linee isoterme (Von Humboldt 1817)

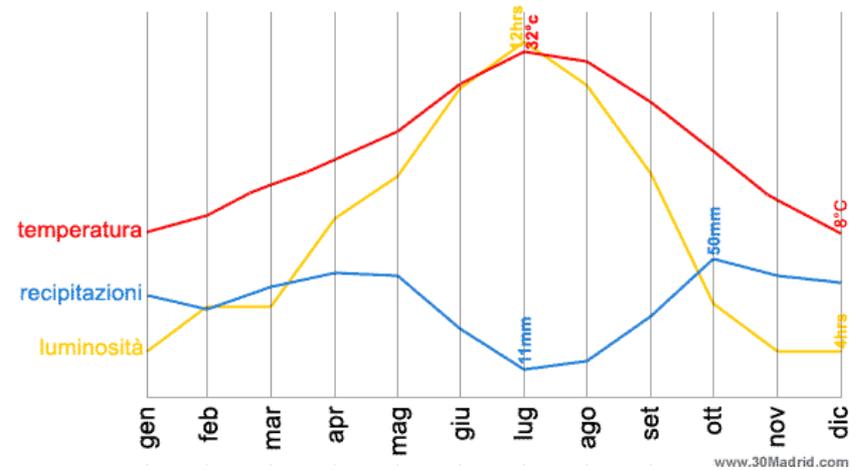


Carta generale della Colombia con annotazioni astronomiche e topografiche di Von Humboldt (sin.),  
Tavola fisica delle Ande con osservazioni e misure fatte nel periodo 1799-1803 (in “Geografia delle piante equinoziali”) (destra).

# Clima vs Tempo

## Clima

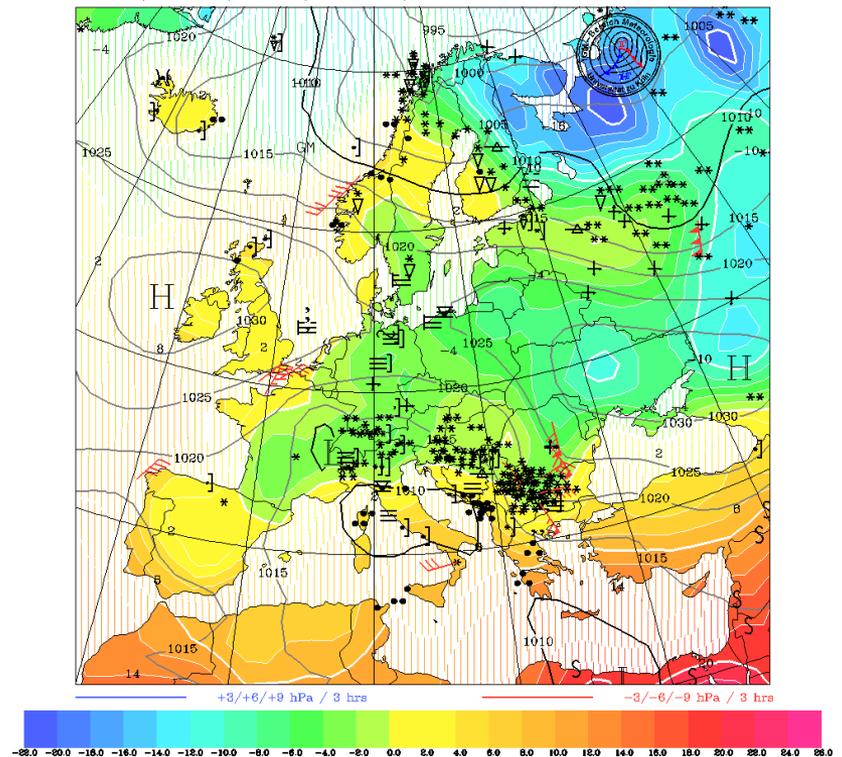
insieme delle condizioni tipiche che si verificano nel corso dell'anno, rappresentando lo stato medio dell'atmosfera.



## Tempo

combinazione momentanea dei vari elementi meteorologici in un dato luogo.

2M TEMP.(COLORED) + SLP(CONTOURS) + SIGN. WEATHER 11.03.10 0 GMT



# Clima vs Tempo

## Climatologia

Scienza che analizza l'andamento stagionale e annuale delle grandezze meteorologiche (temperatura, umidità, precipitazione, pressione) per ricavarne valori medi.

## Meteorologia

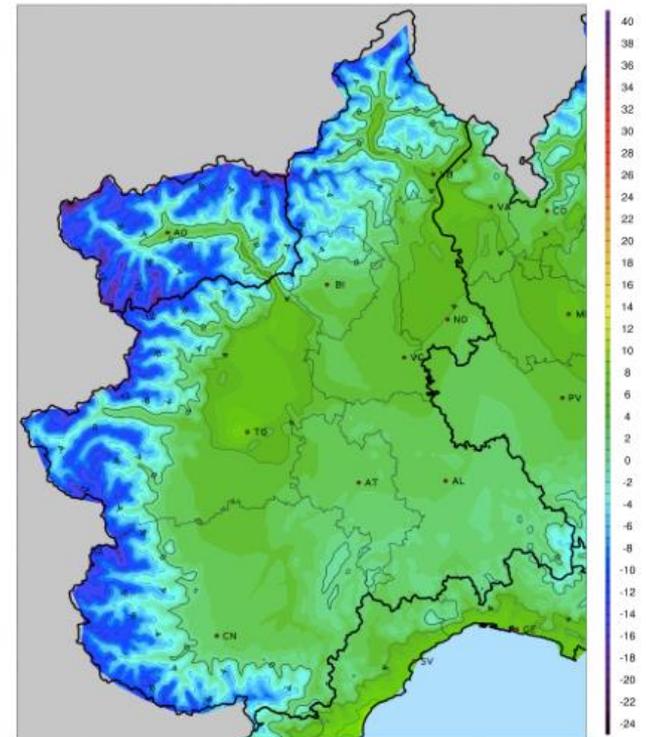
Scienza che analizza l'andamento delle variazioni puntuali, nello spazio e nel tempo, delle stesse grandezze meteorologiche.



- Clima freddo glaciale
- Clima freddo
- Clima temperato freddo
- Clima temperato fresco
- Clima temperato subcontinentale
- Clima temperato sublitoraneo
- Clima temperato caldo
- Clima temperato subtropicale

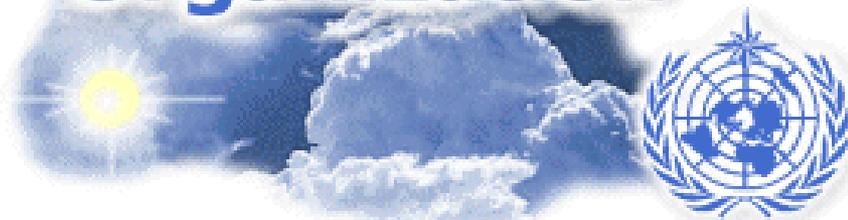
2m Temperature (C)

Date: Tue 08 Mar 2016  
Time: 09:20 CET / 06:20 UTC



# Clima

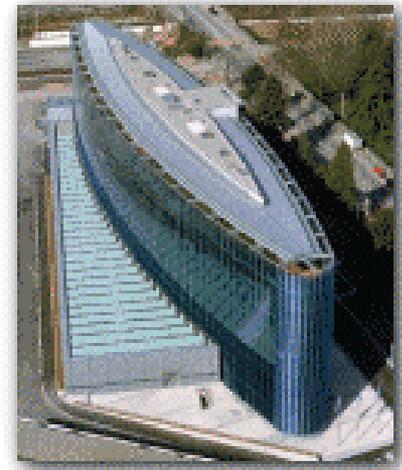
## World Meteorological Organization



A United Nations Specialized Agency

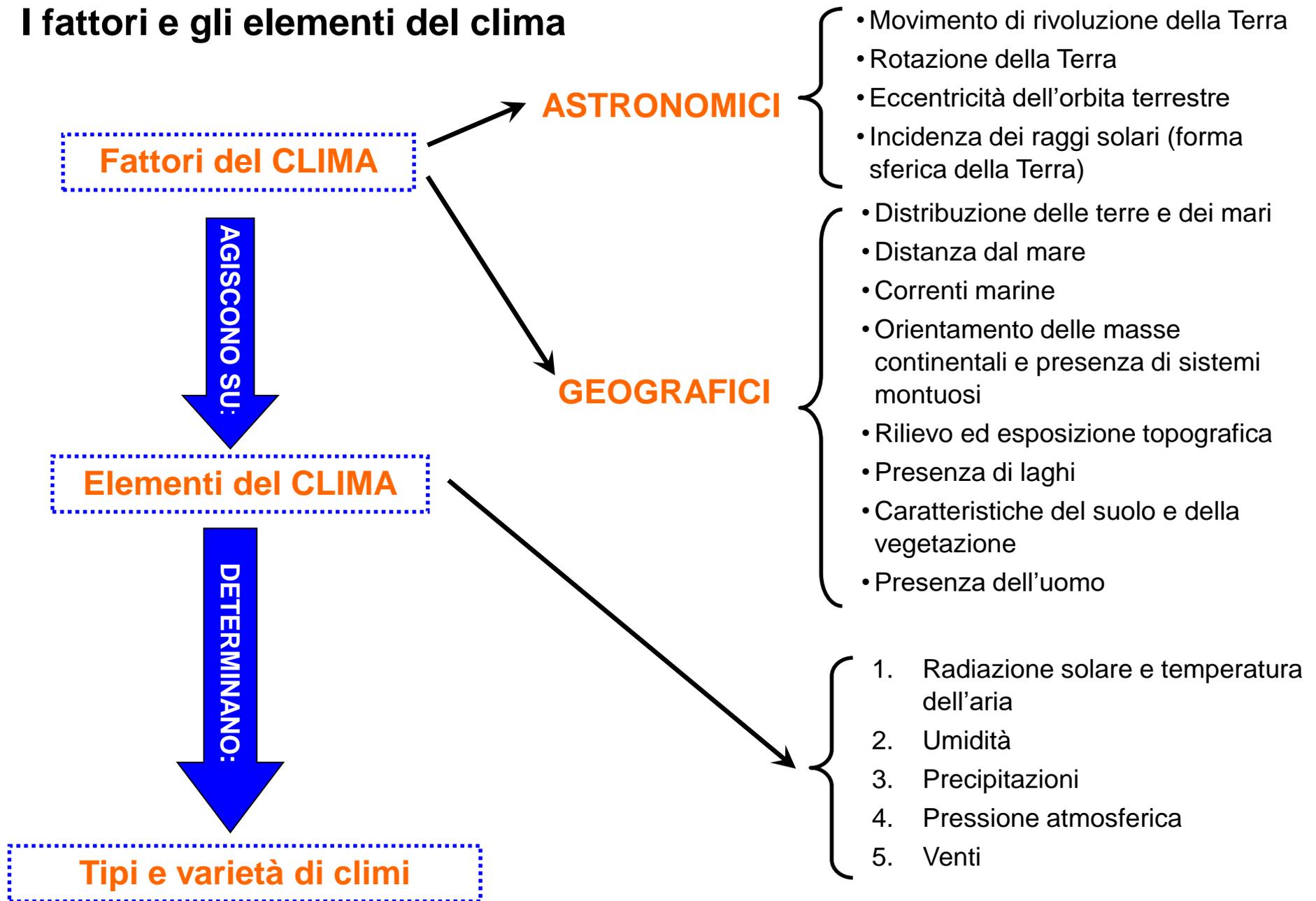
Working together in Weather, Climate and Water

Organizzazione Meteorologica Mondiale



“Il clima corrisponde allo stato medio dei parametri atmosferici su un orizzonte temporale di 30 anni”

# I fattori e gli elementi del clima



# Clima

## **Macroclima**

Si manifesta su scala regionale, in territori ampi;  
è legato a fattori geografici e orografici

## **Mesoclima**

E' un clima locale, legato a particolari situazioni topografiche  
(es.: il clima di un versante rispetto a quello del fondovalle)

## **Microclima**

Clima relativo ad un livello spaziale definito (es.: nel caso del novellame è riferito agli strati d'aria più prossimi al suolo, differenti rispetto a quelli che interessano un albero adulto)

# MicroClima

Animation of 5-meter natural color RapidEye imagery collected over the Grumeti River in Serengeti National Park, Tanzania on May 14, June 7, July 11 and December 14, 2017.

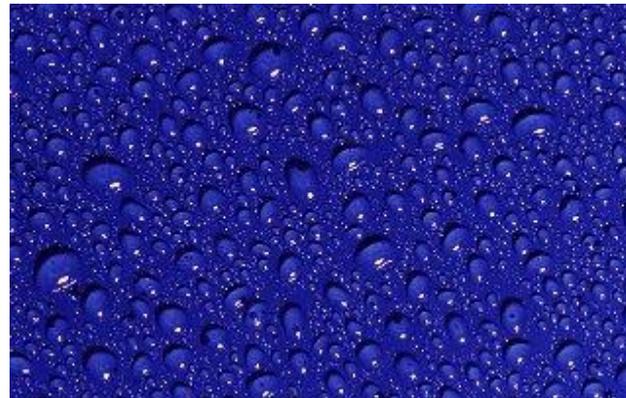
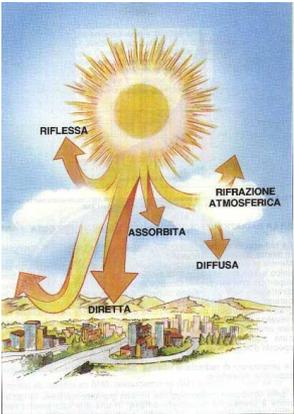
Seasons change from wet to dry and then back again. Besides the green up and die down of the vegetation surrounding the Grumeti, you can see changes in the river itself. In the dry season, it even appears that the river is dry in many places. It is also interesting to see that the trees lining the river banks of the Grumeti do stay green all season long. (*Images Courtesy: © Planet 2019*)



# Fattori climatici



- Temperatura dell'aria
- Precipitazioni
- Pressione atmosferica
- Vento
- Umidità dell'aria
- Radiazione solare



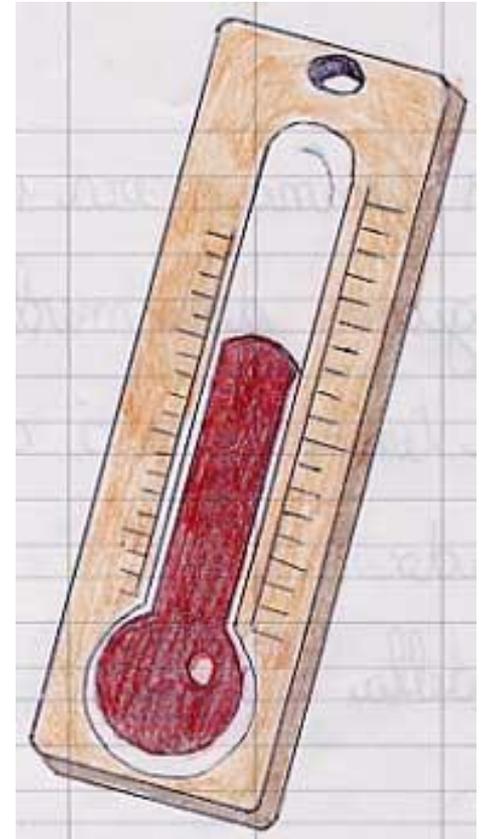
# T°

Riflette il calore solare che la Terra immagazzina durante il giorno.

Dipende da

- Latitudine
- Altitudine
- Materiale geologico
- Minore o maggiore vegetazione
- Distribuzione delle terre e delle acque
- Diversa esposizione al sole
- Esposizione ai venti

L'aria riceve il calore dalla superficie terrestre.  
Di giorno è più calda sulle terre che sui mari, di notte viceversa.



# T°

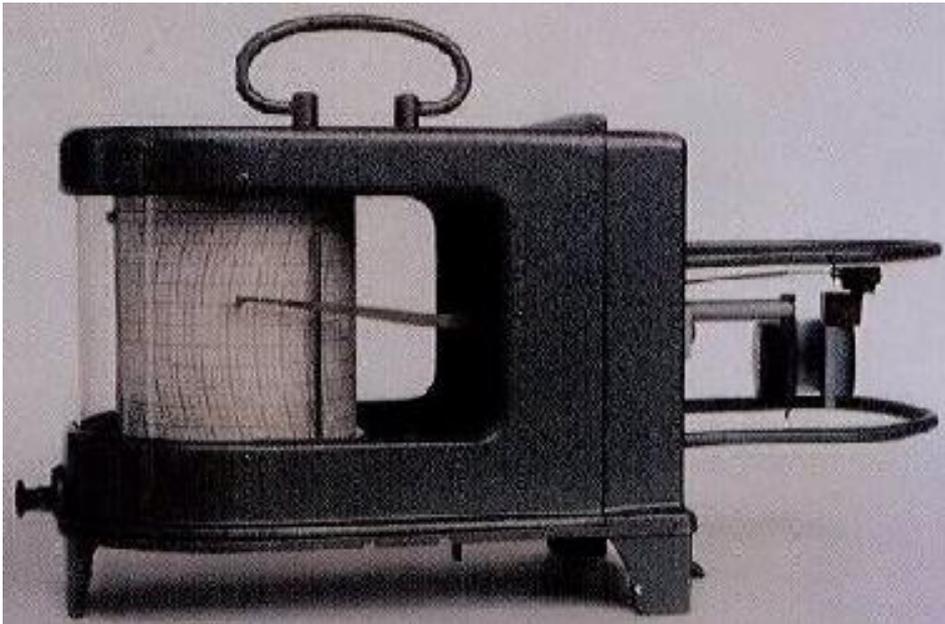
Può essere misurata tramite strumenti assai diversificati e con densità delle misure molto variabile.

Scale di misura variabili:

Scala Celsius

Scala Fahrenheit

**T° massima e minima**



TERMOMETRI DIGITALI

REGISTRATORI

DATALOGGER

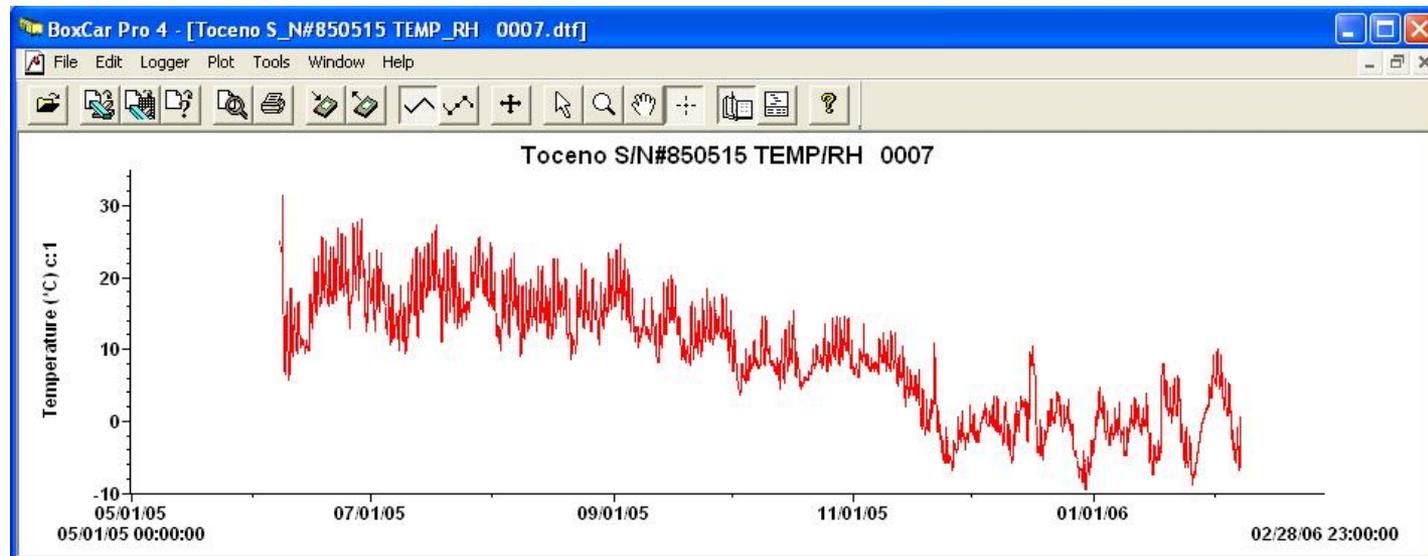
TRASMETTITORI



# T° : rilevatori

Misurano la temperatura dell'aria a intervalli regolari.

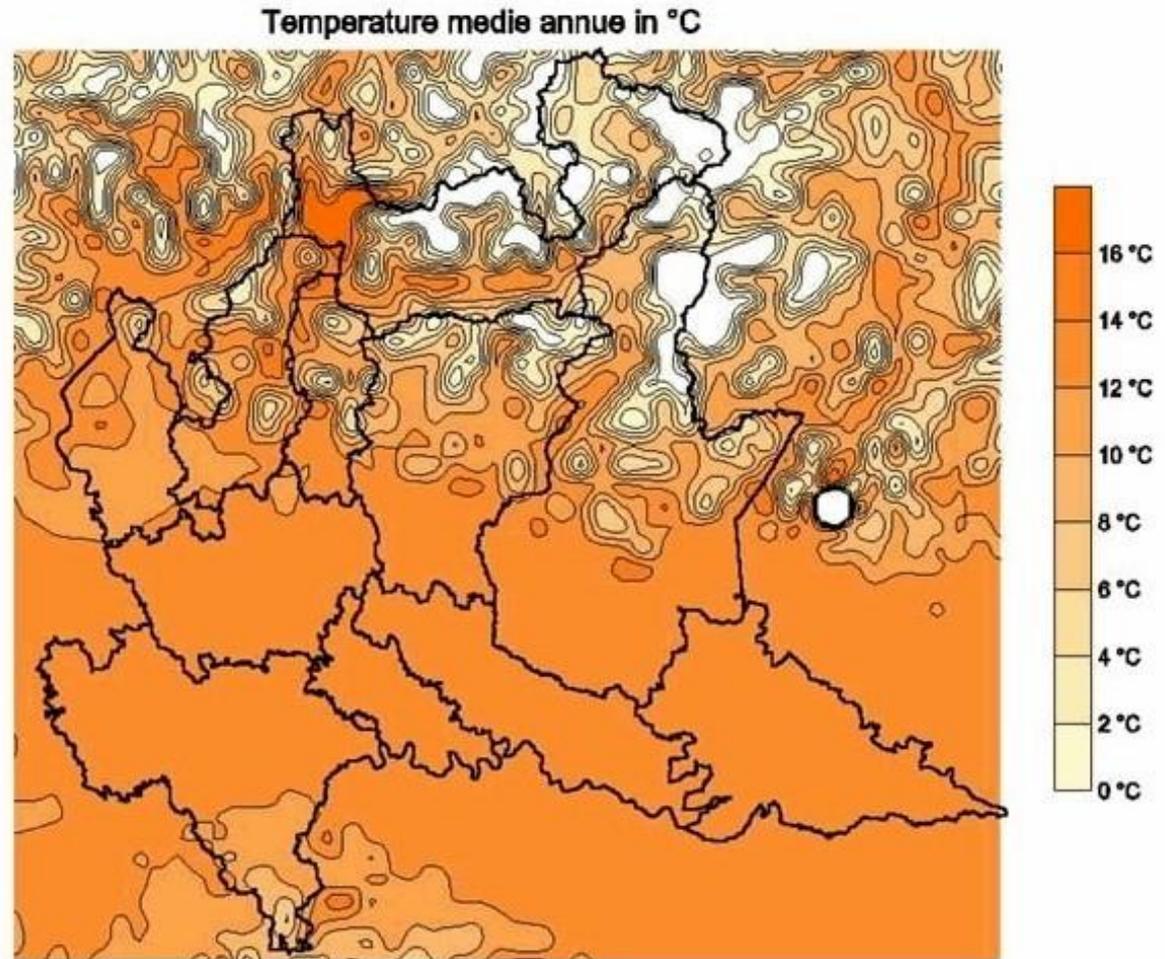
Il sensore è posto all'interno di un sistema di cappelli rimovibili che lo ripara dall'acqua, dalla radiazione solare diretta e sono posti in modo da evitare l'ingresso di eventuali inquinanti.



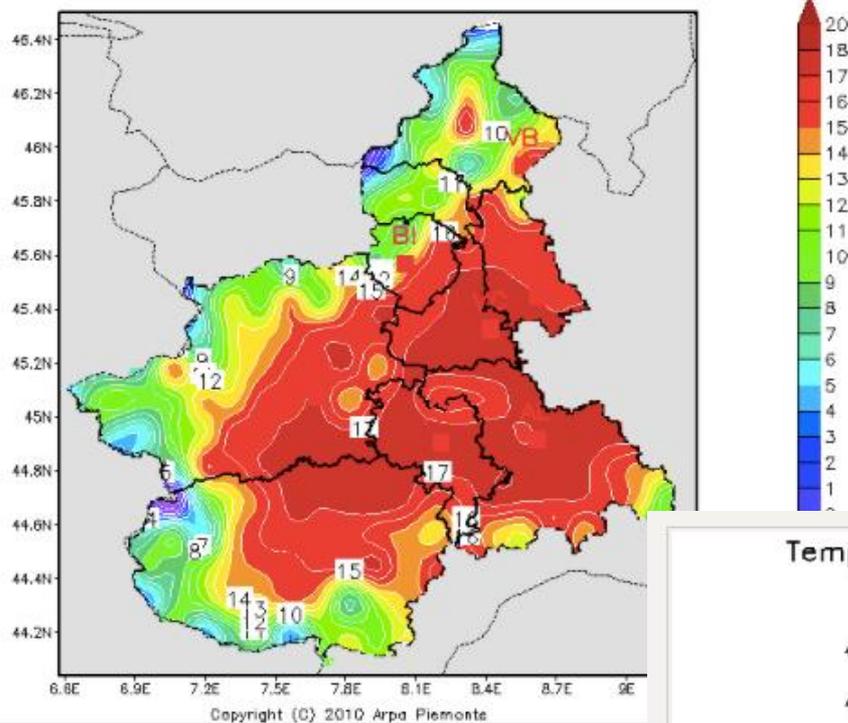
# T° : rappresentazione

## Temperatura

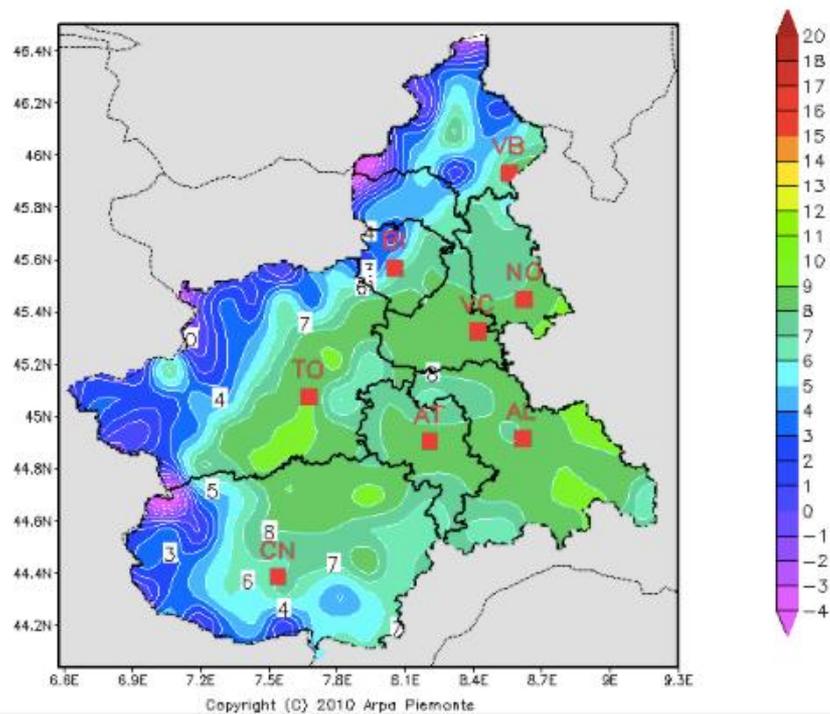
Rappresentazione spaziale della temperatura tramite **isoterme**, linee che congiungono punti della superficie terrestre aventi la stessa temperatura.



Temperatura massima annua (°C) media 1971–2000



Temperatura minima annua (°C) media 1971–2000

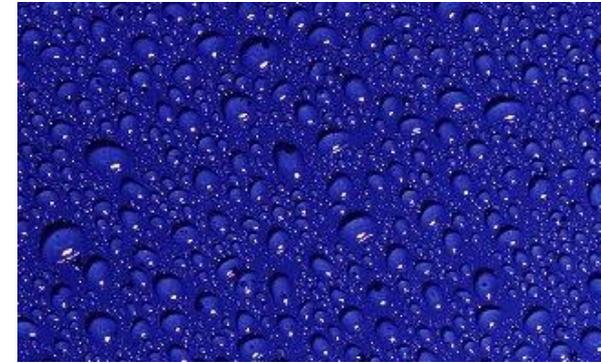


# Precipitazioni

Trasferimento di acqua in forma liquida (pioggia) o solida (neve) dall'atmosfera alla superficie terrestre.

Si originano quando il vapor acqueo nelle nubi condensa attorno a nuclei di aggregazione o sublima in cristalli di ghiaccio.

Quando, a causa dell'aumento delle dimensioni delle goccioline, prevalgono le forze gravitazionali le gocce di pioggia cadono al suolo (dimensioni 0.1-3mm).

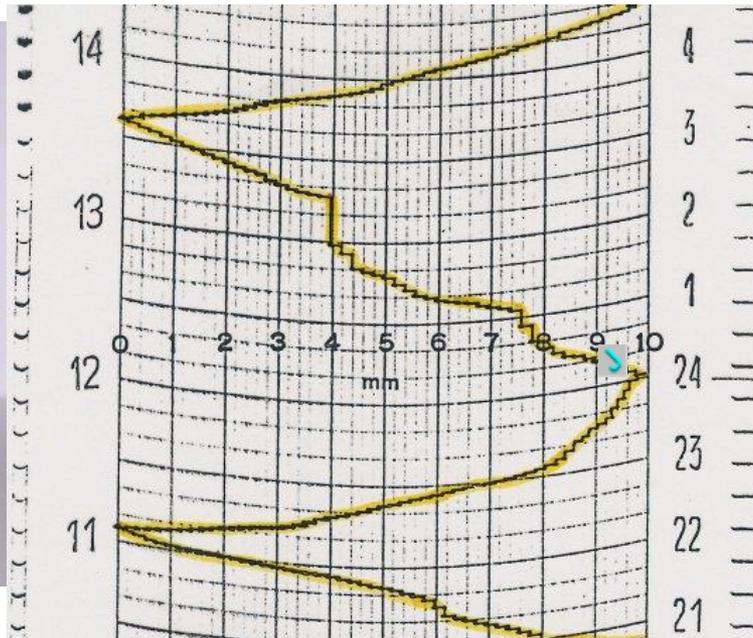
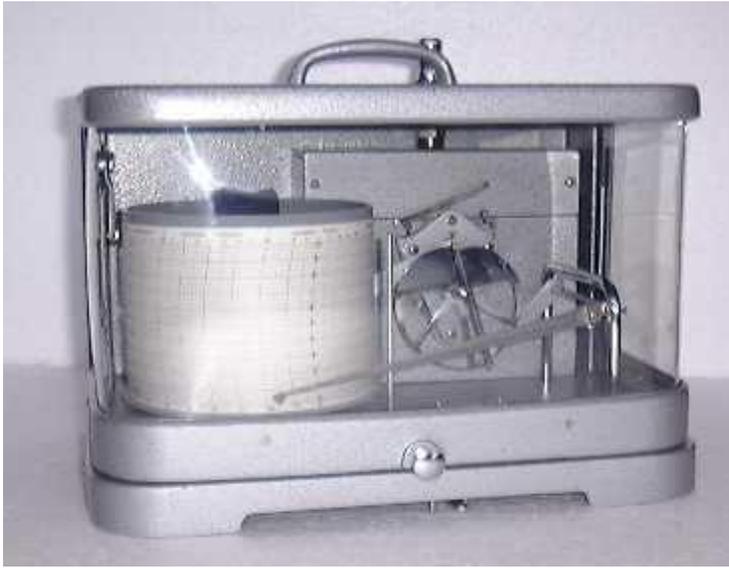


# Precipitazioni

Possono essere misurate tramite diversi strumenti (pluviografi, pluviometri). Di norma misurata in mm (talvolta cm)

1 mm corrisponde a 1 litro/m<sup>2</sup>

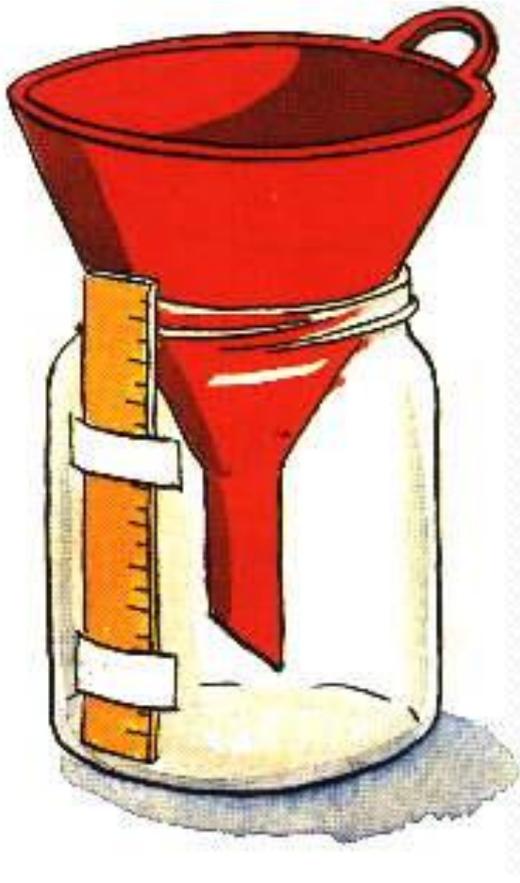
Esempio: pluviografo e tracciato di registrazione



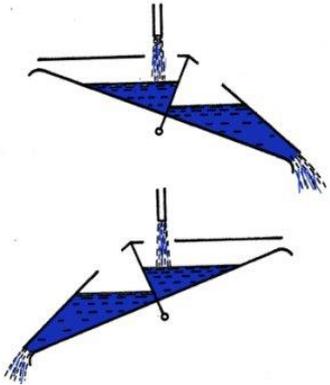
Tracciato di registrazione di un pluviografo. Ogni scatto corrisponde a 0.2 mm di pioggia. Il pennino percorre andata e ritorno la carta diagrammata, l'ordinata (mm) è curvilinea per tener conto della distorsione indotta dall'avanzamento dell'orologio, sull'asse delle ascisse si legge il tempo in ore, sono agevolmente riconoscibili le precipitazioni fino ad intervalli di 20'. Le due scale diverse si riferiscono a diverse opportunità di gestione dell'avanzamento dell'orologio.

# Precipitazioni

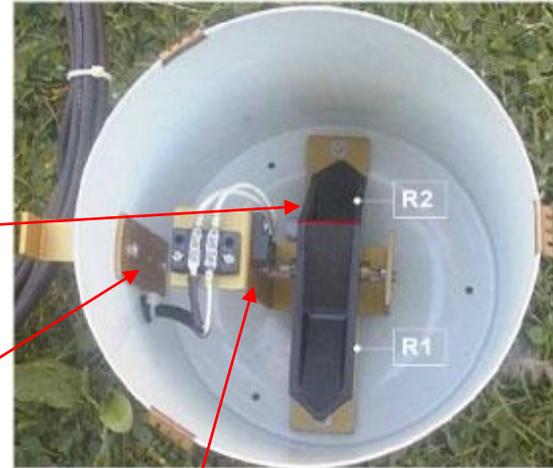
Esempio: vari tipi di pluviometri (dimensioni contenitore standard)



# Precipitazioni

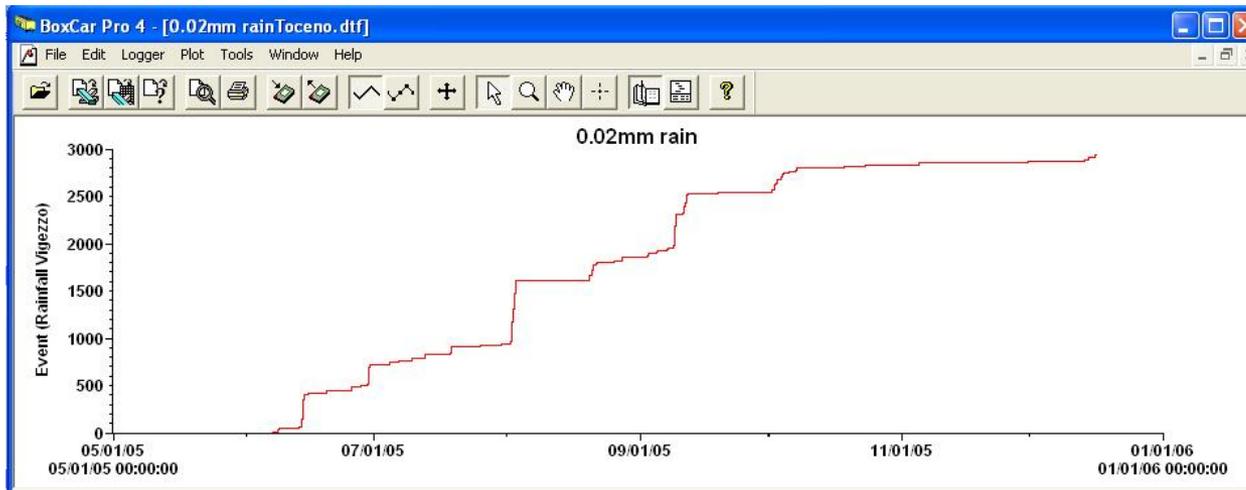
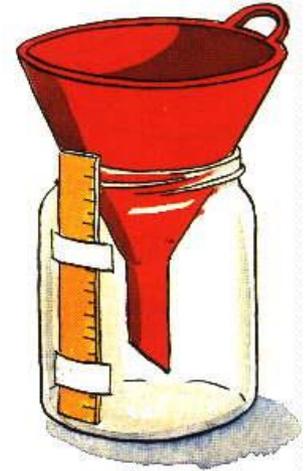


Sensore a bascula



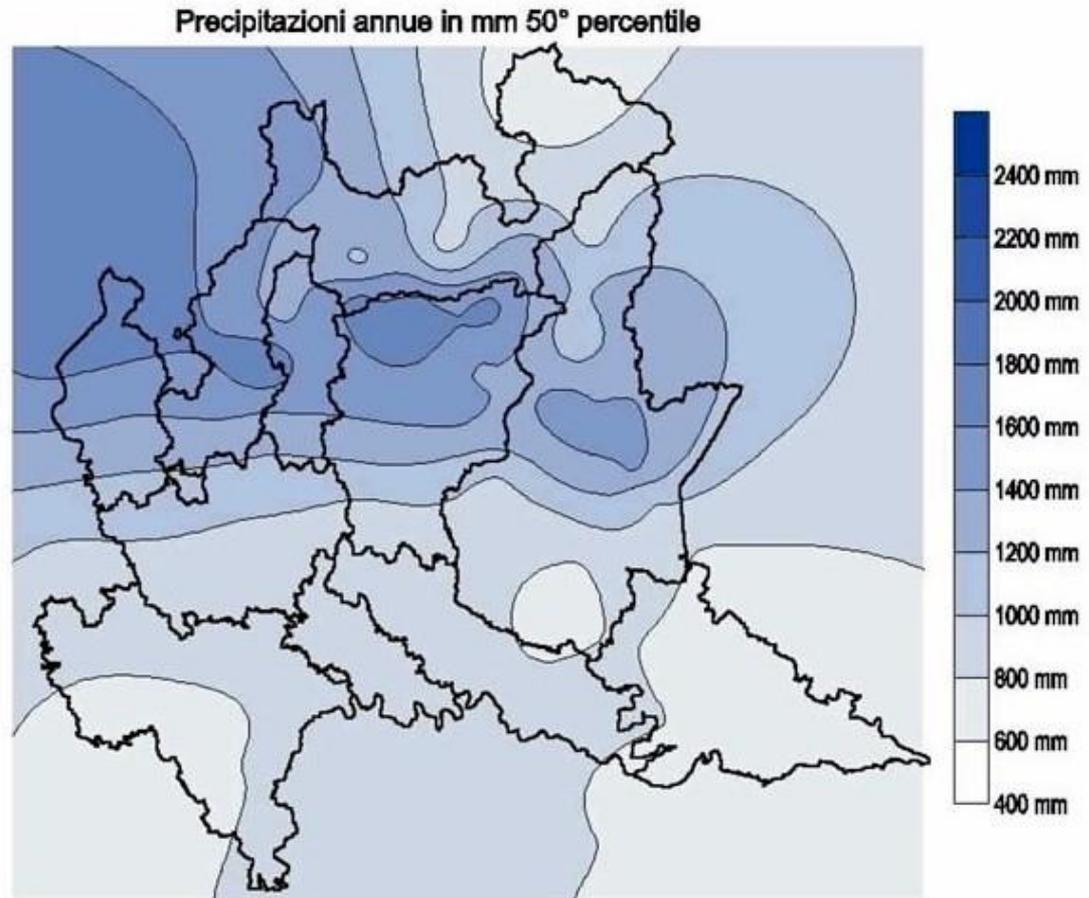
Datalogger

Elettromagnete



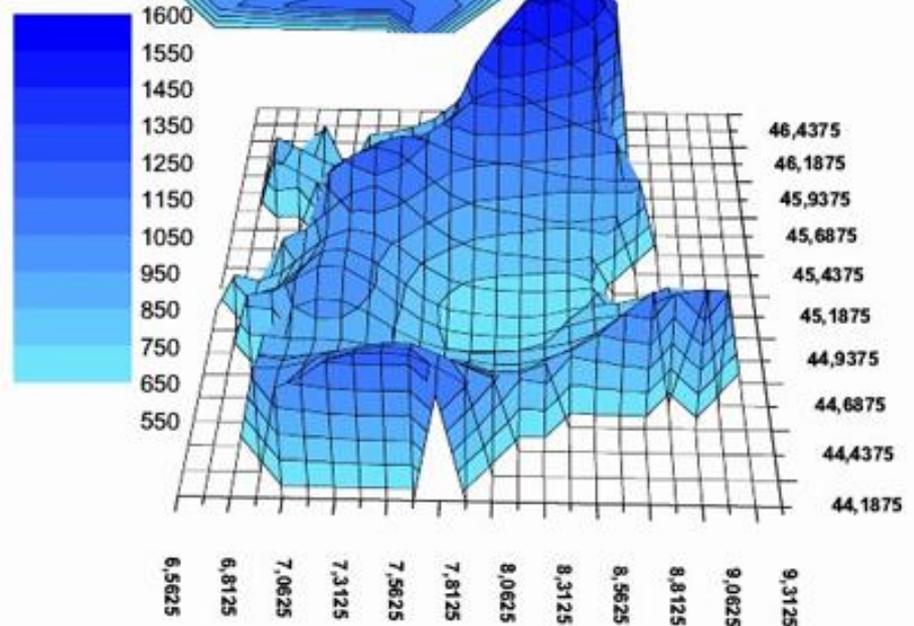
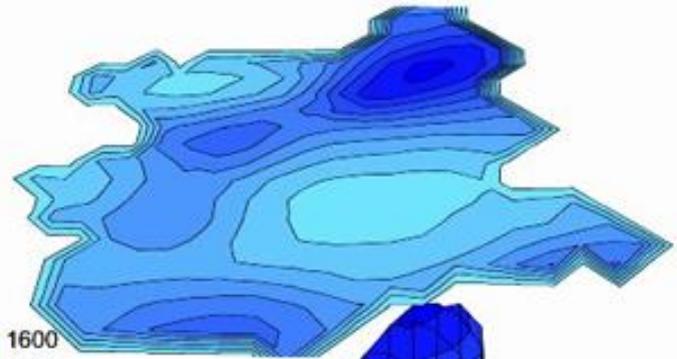
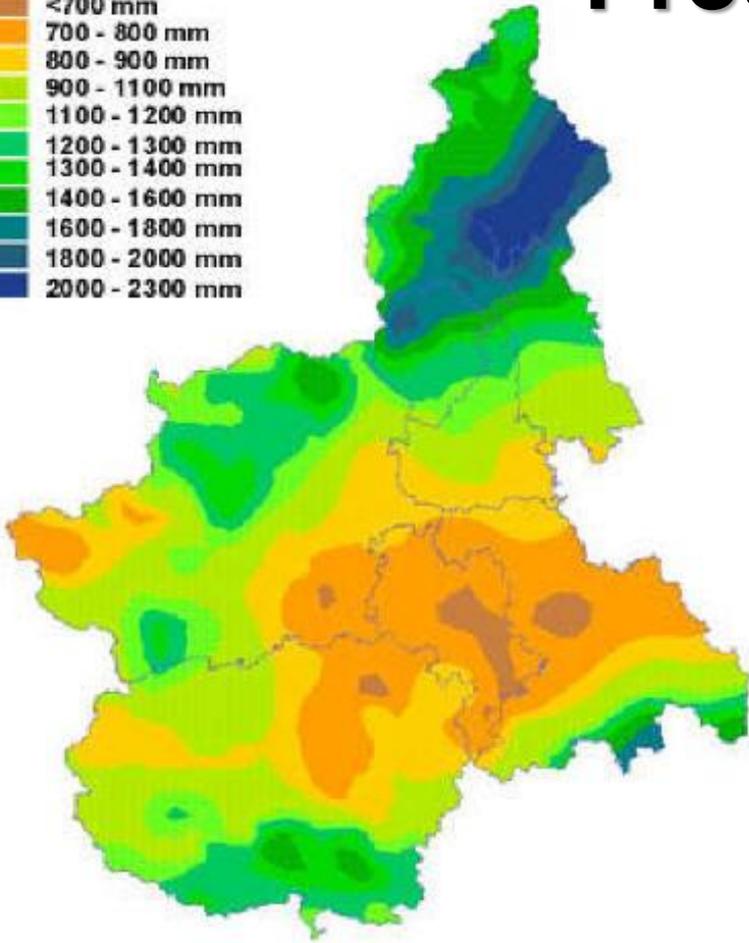
# Precipitazioni : rappresentazione

Rappresentazione spaziale delle precipitazioni tramite **isoiete**, linee che congiungono punti della superficie terrestre aventi la stessa quantità di precipitazioni in un determinato periodo di tempo.



# Precipitazioni

Precipitazioni medie annue

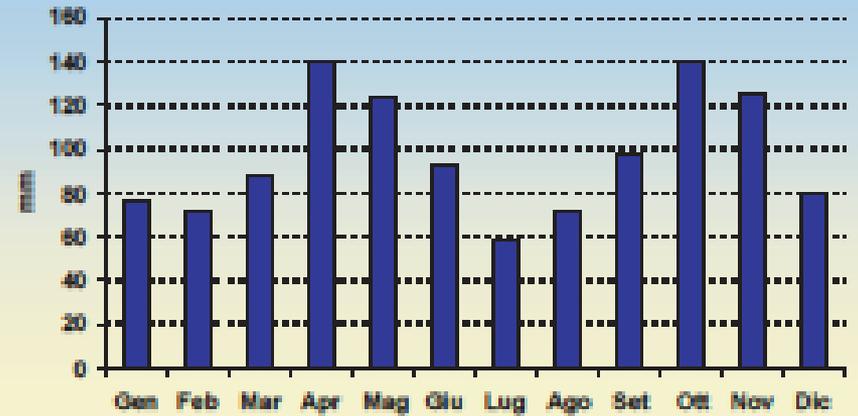


# Precipitazioni

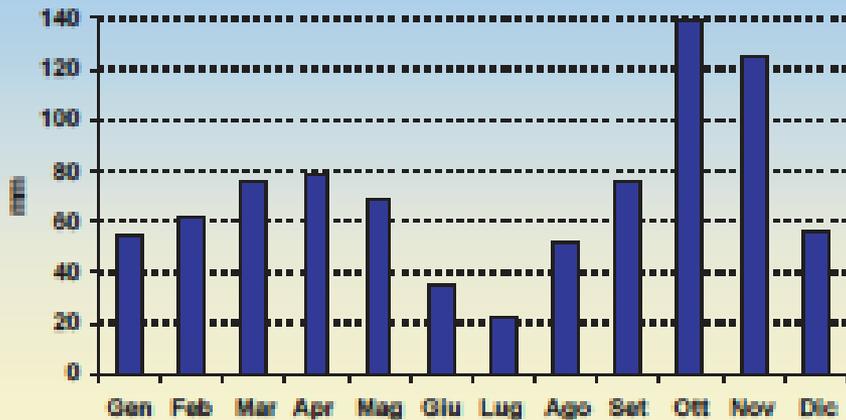
Lago Toggia (2200 m) - Regime mensile delle precipitazioni  
(poggia e neve fusa in mm)



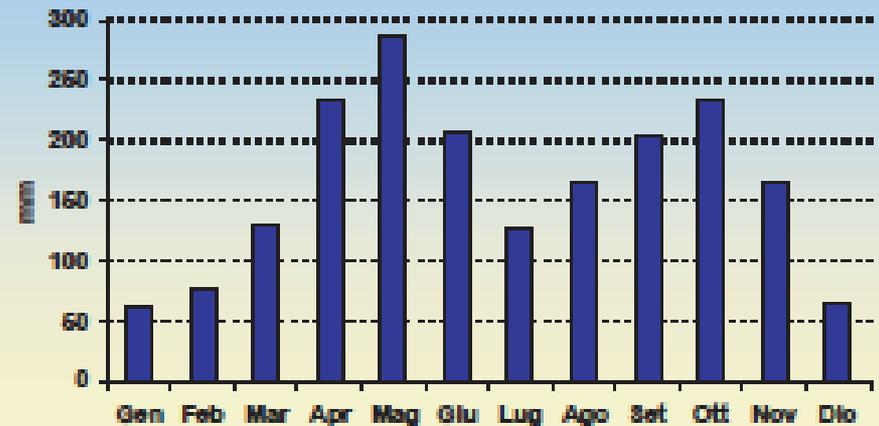
Entracque (900 m) - Regime mensile delle precipitazioni  
(poggia e neve fusa in mm)



Ovada - Regime mensile delle precipitazioni  
(poggia e neve fusa in mm)



Cropa (1181 m) - Regime mensile delle precipitazioni  
(poggia e neve fusa in mm)



# Vento

Corrente determinata dallo spostamento di una massa d'aria da un luogo all'altro

Trae origine da differenze di pressione, che dipendono in gran parte da differenze di temperatura.

Raramente è costituito da una corrente uniforme e regolare  
E' piuttosto caratterizzato dal succedersi di pulsazioni di diversa intensità e direzione.

# Vento : anemometro

La direzione di provenienza del vento si misura in gradi rispetto al nord geografico e allo scopo si utilizzano diversi tipi di banderuole.

La velocità del vento si misura in base alla pressione esercitata su un sistema rotante su assi orizzontali (eliche) o verticali (mulinelli).  
L'unità di misura è espressa in m/s o km/h.

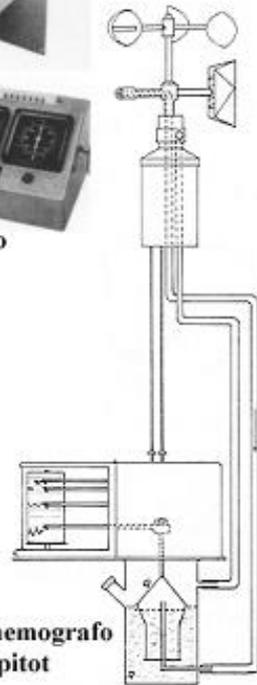
Esempio di moderno anemometro elettronico



anemometro elettrico a distanza



Anemometro/termometro a " filo caldo "



anemometro/anemografo a tubo di pitot

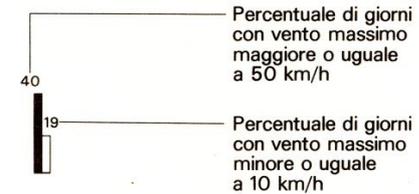
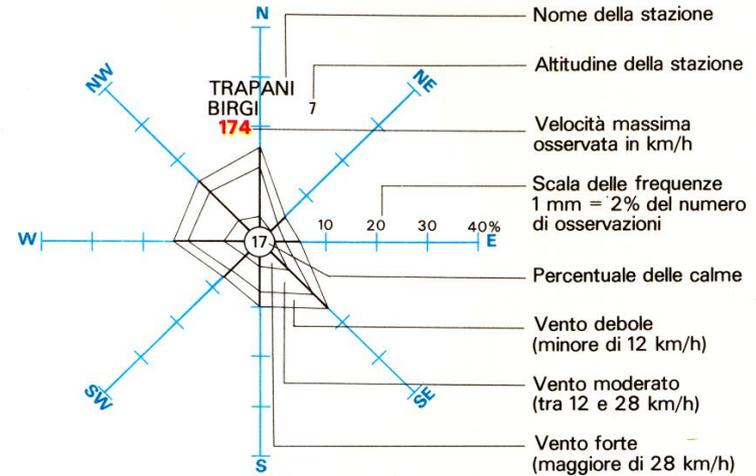
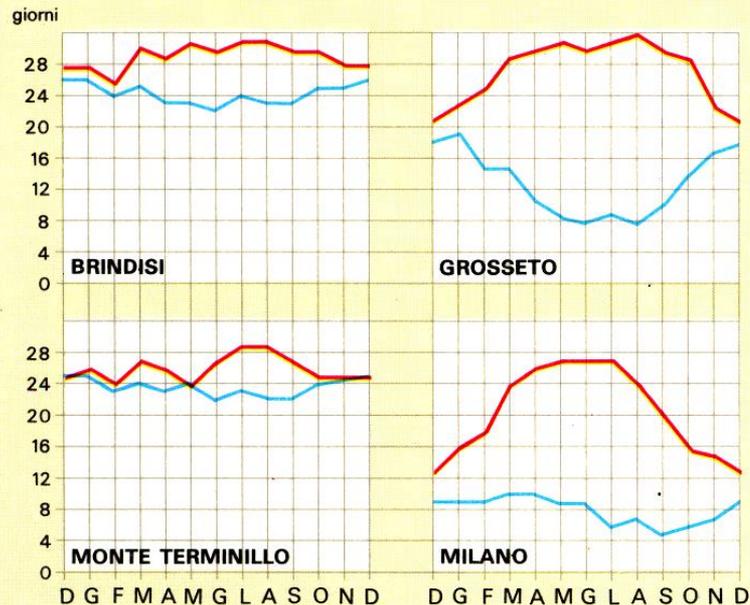
# Vento

## Rappresentazione dei venti dominanti

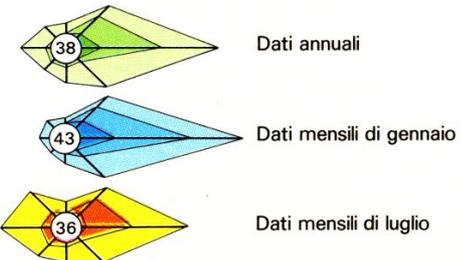
### NUMERO MEDIO MENSILE DI GIORNI CON VENTO

(B)

— Rilevazioni delle ore 16 TMEC  
— Rilevazioni delle ore 07 TMEC



Nell'istogramma 1 mm corrisponde al 5% dei giorni



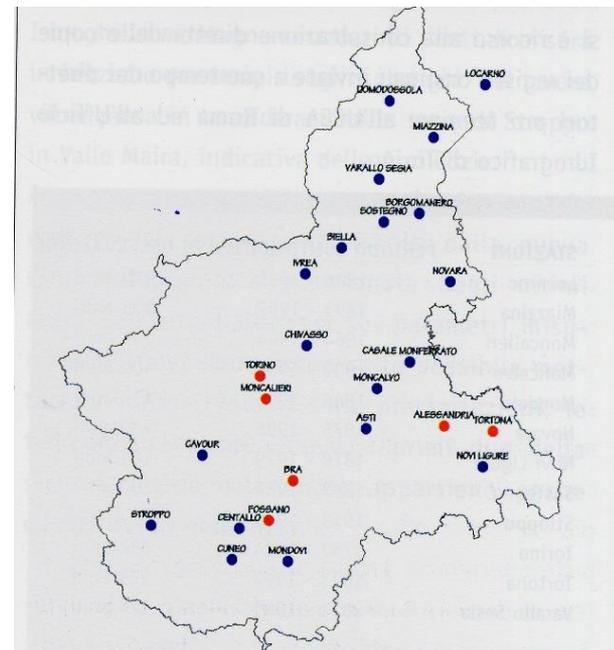
# Distribuzione delle Stazioni piemontesi con accertata attività iniziale di funzionamento risalente al secolo scorso

**Sono presenti circa 500 stazioni meteo, di cui 25 dotate di periodo d'osservazione continua**

STAZIONI	PERIODO CONTINUATIVO DI OSSERVAZIONE	STAZIONI	PERIODO CONTINUATIVO DI OSSERVAZIONE		
Alessandria	1854 - 1987	134 anni	Locarno	1886 - 1995	110 anni
Asti	1881 - 1994	114 anni	Miazzina	1893 - 1997	105 anni
Biella	1865 - 1996	132 anni	Moncalieri	1864 - 1994	131 anni
Borgomanero	1881 - 1996	116 anni	Moncalvo	1889 - 1988	100 anni
Bra	1862 - 1996	135 anni	Mondovi	1866 - 1995	130 anni
Casale Monf.	1870 - 1997	128 anni	Novara	1875 - 1996	122 anni
Cavour	1879 - 1993	115 anni	Novi Ligure	1879 - 1979	101 anni
Centallo	1883 - 1988	106 anni	Sostegno	1897 - 1984	88 anni
Chivasso	1892 - 1988	97 anni	Stroppa	1913 - 1996	83 anni
Cuneo	1877 - 1994	109 anni	Torino	1757 - 1994	238 anni
Domodossola	1872 - 1996	125 anni	Tortona	1873 - 1997	125 anni
Fossano	1875 - 1997	123 anni	Varallo Sesia	1871 - 1995	124 anni
Ivrea	1865 - 1988	124 anni			

- In rosso sono indicate le stazioni termopluviometriche

-In blu sono indicate le stazioni pluviometriche



# Dati climatici

## Osservatori e Centri meteorologici

### Osservatorio di Moncalieri

<http://www.nimbus.it/moncalieri/moncalieri.asp>

### **OSSERVATORIO METEOROLOGICO DI MONCALIERI (TO) REAL COLLEGIO CARLO ALBERTO**

Osservatorio molto antico, che dispone di lunghe serie storiche di dati.

I dati non sono immediatamente disponibili (salvo quelli odierni e del giorno precedente).

Contiene una buona presentazione della variabilità del clima nell'ultimo secolo



03:24 PM 10/01/07

Moncalieri - © SMI www.nimbus.it

# Dati climatici

## Osservatori e Centri meteorologici

### Osservatorio di Moncalieri

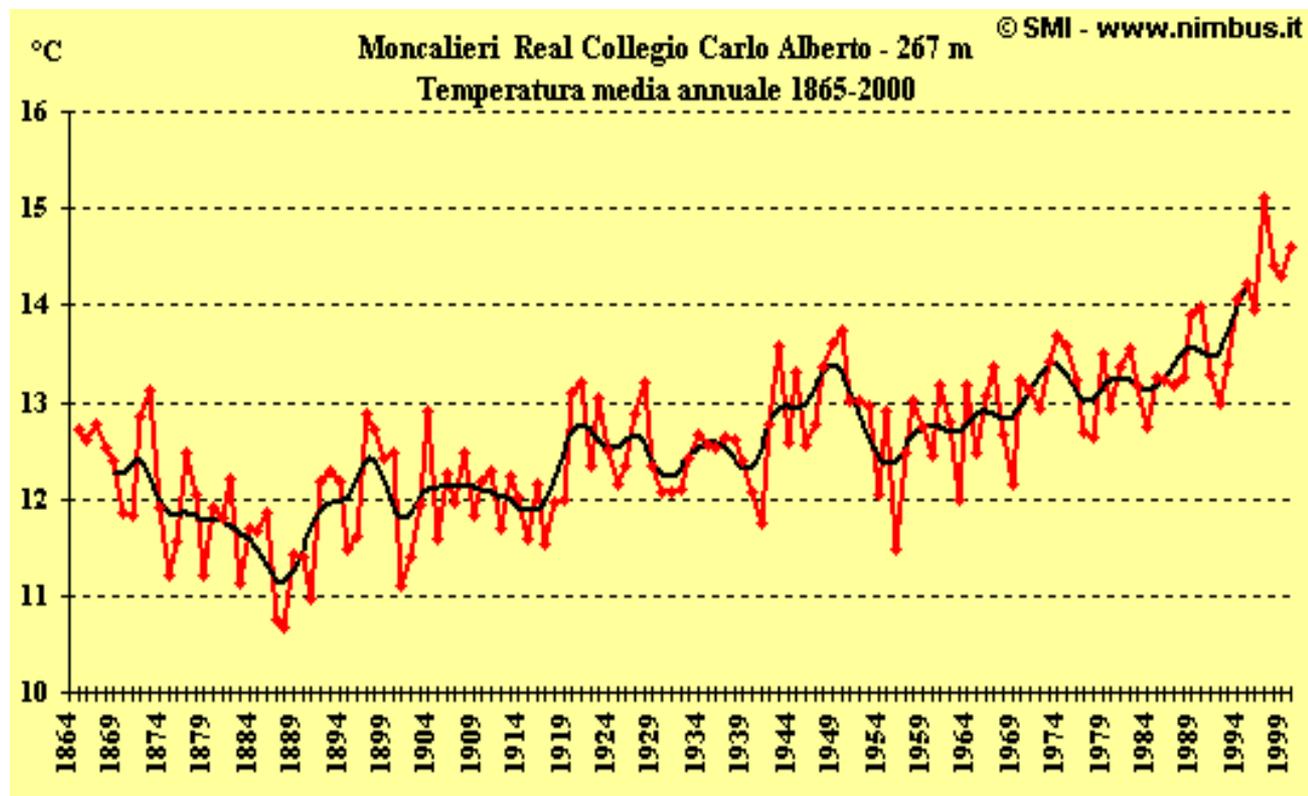
<http://www.nimbus.it/moncalieri/moncalieri.asp>

Esempio di variazione delle temperature dal 1865 al 2000

La temperatura è in aumento.

Dalla fine dell'Ottocento ad oggi la T media annuale ha subito un incremento di oltre 3 gradi ° C (anche a causa dell'isola di calore urbano).

Gli anni più recenti sono in assoluto i più caldi della serie.



# Dati climatici

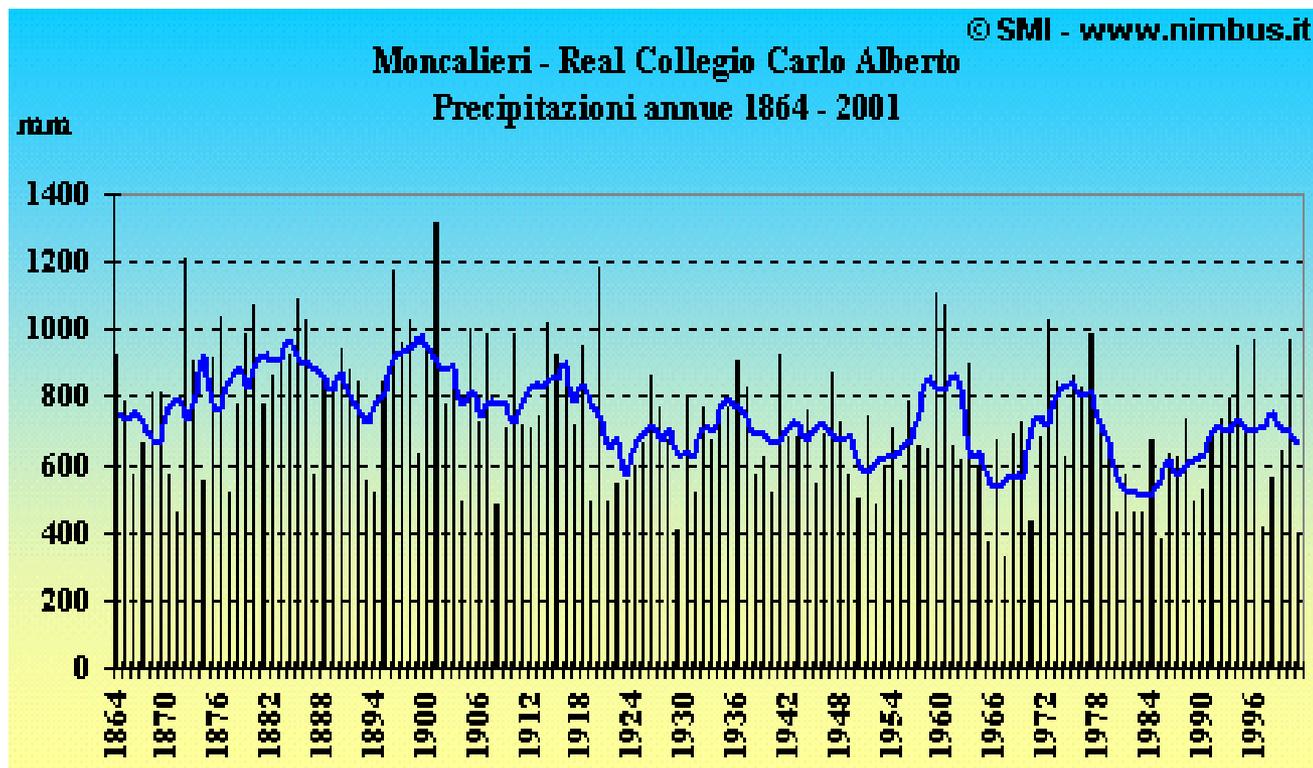
## Osservatori e Centri meteorologici

### Osservatorio di Moncalieri

<http://www.nimbus.it/moncalieri/moncalieri.asp>

Esempio di variazione delle precipitazioni dal 1864 al 2001

Le precipitazioni, pur mostrando una leggera diminuzione rispetto alla prima parte della serie, non manifestano evidenti tendenze



# Dati climatici

## **LA CAPANNA MARGHERITA** il rifugio più alto d'Europa m 4553

La più alta stazione meteorologica d'Europa situata a 4556 mt. s.l.m., con un termometro che funziona fino a  $-45^{\circ}$  C



- Installata nel 2003
- Stazione completamente automatizzata
- Effettua misurazioni su valori di: temperatura, radiazione solare e velocità del vento
- Sensori costruiti con tecnologia d' avanguardia per poter resistere alle bassissime temperature invernali e soprattutto al fenomeno della galaverna che con le sue concrezioni blocca gli strumenti o impedisce un corretto rilievo dei parametri
- Sono stati utilizzati materiali come il titanio e il teflon

# Dati climatici : elaborazioni

## Misure agrometeorologiche

<b>1</b>	<b>Temperatura minima giornaliera</b>	<b>(° C)</b>
<b>2</b>	<b>Temperatura massima giornaliera</b>	<b>(° C)</b>
<b>3</b>	<b>Umidità relativa minima giornaliera</b>	<b>(%)</b>
<b>4</b>	<b>Umidità relativa massima giornaliera</b>	<b>(%)</b>
<b>5</b>	<b>Pioggia giornaliera</b>	<b>(mm)</b>
<b>6</b>	<b>Pressione atmosferica minima giornaliera</b>	<b>(hP)</b>
<b>7</b>	<b>Pressione atmosferica mass. giornaliera</b>	<b>(hP)</b>
<b>8</b>	<b>Radiazione integrale giornaliera</b>	<b>(cal/cm2/giorno)</b>
<b>9</b>	<b>Velocità massima giornaliera del vento</b>	<b>(m/sec)</b>
<b>10</b>	<b>Bagnatura fogliare giornaliera</b>	<b>(durata in min.)</b>

# Dati climatici : elaborazioni

## Natura del fenomeno

Differenza fondamentale fra dati pluviometrici e termometrici

La temperatura è una caratteristica che può essere misurata in modo continuo.

Le osservazioni pluviometriche riflettono un fenomeno discontinuo nello spazio e nel tempo.

Discontinuità nello spazio → la pioggia interessa sempre, nello stesso momento, solo aree geografiche limitate.

Discontinuità nel tempo → le condizioni necessarie alla caduta della pioggia si realizzano solo per brevi periodi di tempo.

Spesso misure di precipitazioni e temperature trattate in modo differente.

# Dati climatici : elaborazioni

## Natura dei dati

Per la corretta applicazione delle metodologie bisogna conoscere la natura dei dati

Variabili meteorologiche classificabili in due gruppi:

### *Variabili discrete*

tipica la frequenza (numero di ore, giorni, etc.) del fenomeno (pioggia, neve, grandine, temporali, nebbia, etc.) nel corso di un certo periodo (mese, stagione, anno)

### *Variabili continue*

Possono assumere qualunque valore in una scala completa di numeri

Esempi

- temperatura massima o minima
- altezza di precipitazione

Modalità di elaborazione diverse a seconda del tipo di variabile

# Dati climatici : elaborazioni

## Distribuzione dei dati

Premessa fondamentale



conoscenza delle caratteristiche della distribuzione della variabile

Esempio: distribuzione altezza in mm delle precipitazioni

- Valori annuali distribuzione normale
- Valori mensili distribuzione asimmetrica
- Valori giornalieri molto asimmetrici con distribuzione a forma di J rovesciata (con frequenze molto elevate nelle classi inferiori).

Anche se il parametro meteorologico è lo stesso i 3 diversi set di dati devono essere trattati diversamente

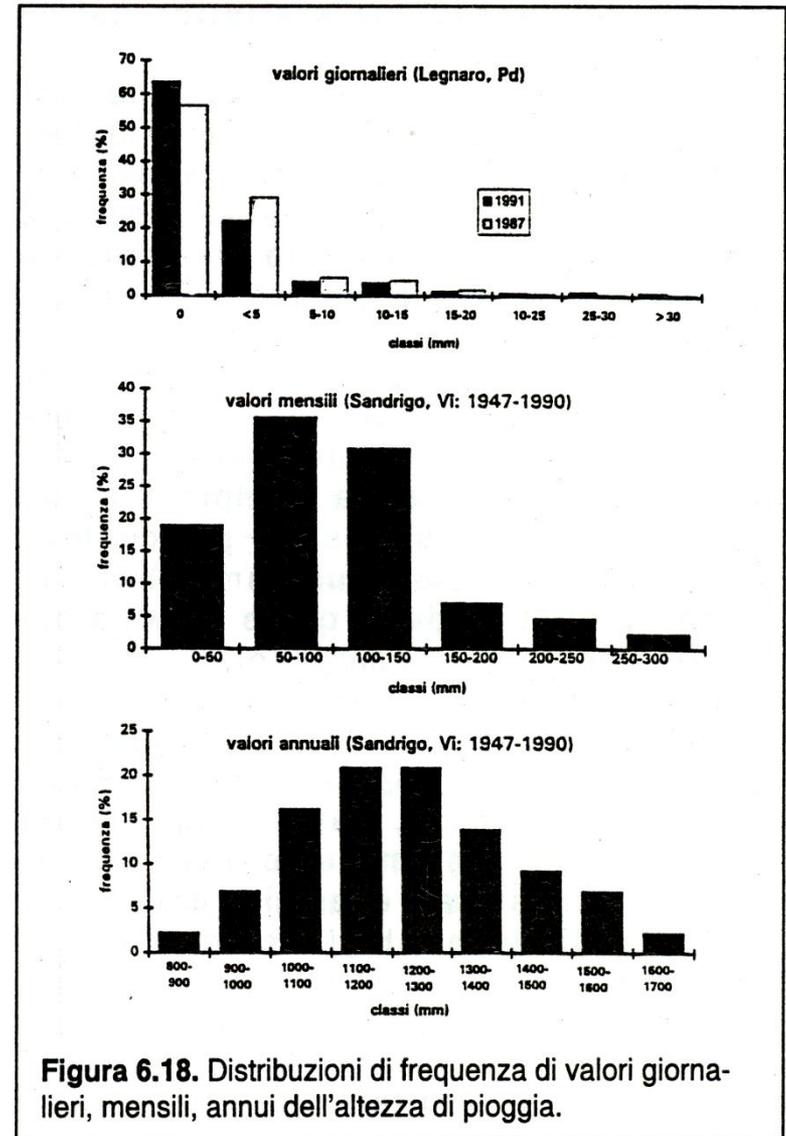


Figura 6.18. Distribuzioni di frequenza di valori giornalieri, mensili, annui dell'altezza di pioggia.

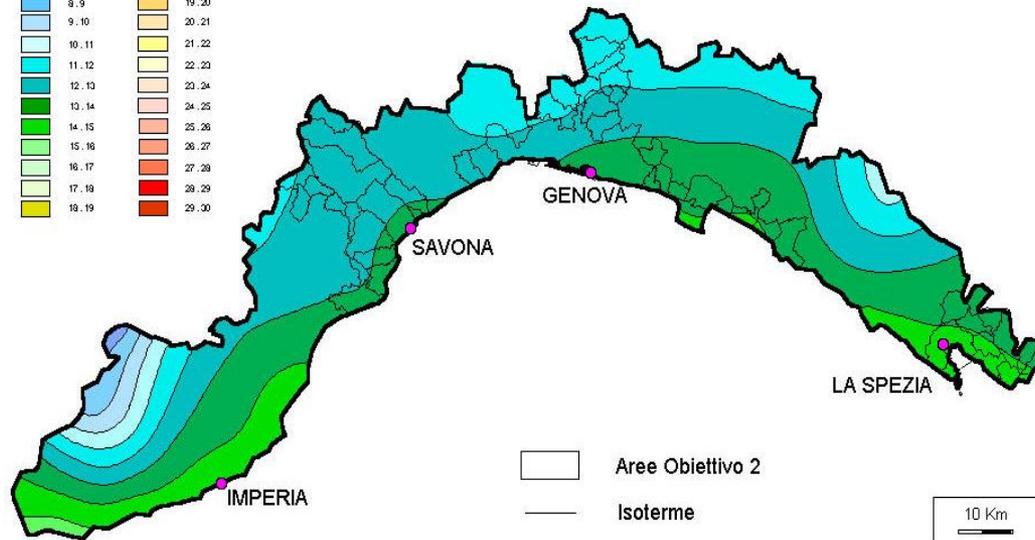
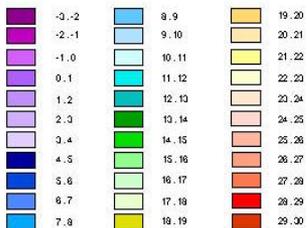
# Dati climatici : elaborazioni

## Media ponderata (Kriging cartografico)

Si usa talvolta al posto della media aritmetica

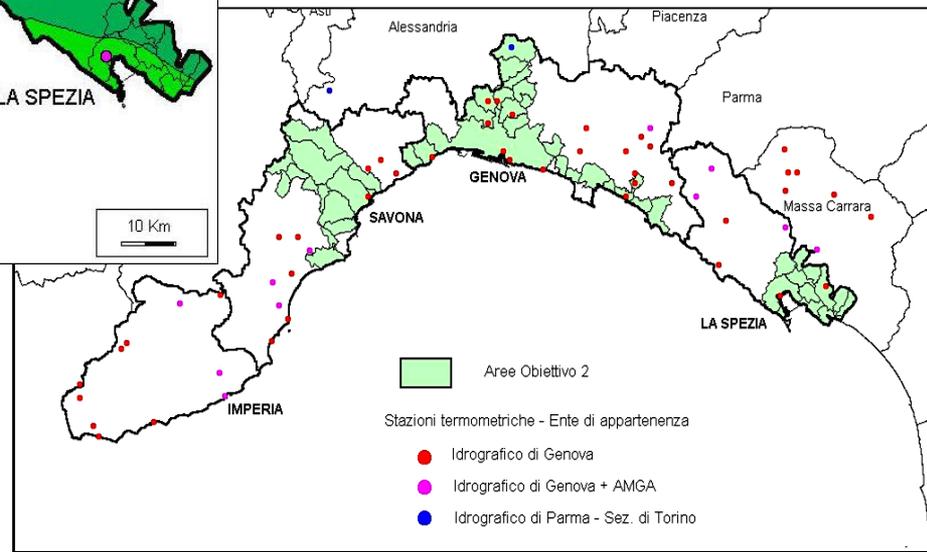
### TEMPERATURE MEDIE ANNUALI: MEDIA ANNUA

Legenda temperature [°C]



E' tipico il caso in cui si debba produrre un dato medio di un territorio.

Necessaria per realizzare estrapolazioni spaziali dei dati meteorologici.



# Dati climatici : rappresentazione e sintesi

**OSSERVATORIO DI OROPA**  
**m.1180 lat.45° 37' long.07° 58'**

Da <http://www.osservatoriodioropa.it>

Totali di Precipitazione mensili e annue calcolati per il periodo 1920-2003

## Precipitazioni 1920-2003

	<b>Gen</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Apr</b>	<b>Mag</b>	<b>Giu</b>	<b>Lug</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Ott</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Anno</b>
<b>P-Medi:</b>	61.7	76.6	136.2	238.9	310.8	220.3	139.8	170.7	208.0	236.7	178.6	80.7	2056.8
<b>P-Std</b>	65.5	74.5	135.0	181.1	188.6	123.0	90.9	111.5	164.3	214.2	176.2	73.8	514.2
<b>Max</b>	309.0	378.0	736.0	1160.4	894.2	606.2	474.0	585.0	622.5	951.6	810.0	340.2	3134.1
<b>Min</b>	0.0	0.0	0.0	4.8	50.8	13.6	5.8	14.5	3.0	0.0	2.4	0.2	1134.9

# Dati climatici : rappresentazione e sintesi

## Precipitazioni

Giorno	MOLATO - DIGA											
	(Pr) Bacino: TIDONE (360 m s.m.)											
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
1	—	0.4	—	—	0.2	—	—	2.8	—	—	<b>47.0</b>	5.6
2	—	<b>0.6</b>	3.4	—	—	—	—	—	—	2.6	—	16.4
3	—	—	<b>3.6</b>	<b>19.0</b>	2.6	—	—	—	—	0.2	—	5.0
4	—	—	—	16.6	—	—	0.2	—	—	—	—	2.6
5	0.8	—	—	0.2	—	—	—	—	—	<b>38.4</b>	—	1.0
6	10.6	—	—	—	—	—	—	—	0.4	11.2	—	—
7	7.8	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—	2.8	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	0.8	0.2	22.6	—
9	—	—	—	—	—	4.8	—	—	8.8	—	10.8	—
10	—	—	—	7.6	—	—	—	—	<b>9.8</b>	—	0.2	0.6
11	—	—	—	4.2	2.0	—	—	—	—	—	—	3.8
12	—	—	—	10.2	—	0.2	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	2.0	2.6	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.2	—	—
15	—	—	—	—	—	6.4	—	2.2	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.6	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.6	—
18	—	—	—	—	—	0.8	—	—	—	—	—	0.2
19	—	—	—	—	—	—	—	<b>4.6</b>	—	0.8	—	0.8
20	—	—	—	—	6.2	—	—	—	—	9.8	—	—
21	3.2	—	—	5.8	<b>20.2</b>	—	—	1.0	—	1.0	—	—
22	<b>13.8</b>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.6	—
23	—	—	—	—	—	—	—	0.4	—	5.0	3.8	—
24	—	—	—	—	—	—	0.4	—	1.8	5.2	3.2	—
25	—	—	—	—	—	—	<b>4.6</b>	1.2	3.4	—	29.8	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.8	—
27	—	—	—	5.2	—	—	—	—	—	14.8	7.0	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.6	2.8
29	—	—	—	—	—	<b>18.4</b>	—	—	2.8	2.2	—	4.6
30	—	—	—	—	0.2	—	—	—	0.2	2.0	—	<b>17.6</b>
31	—	—	—	—	—	—	4.4	—	—	5.8	—	17.2
Totale mensili	36.2	1.0	7.6	70.8	34.0	30.6	9.6	12.2	28.0	106.4	150.4	78.2
N° giorni piovosi	4	—	2	8	5	3	2	5	5	12	12	10
Totale annuo:	565.0											Giorni piovosi: 68

Numero di giorni piovosi



# Dati climatici : rappresentazione e sintesi

## Temperature

### Parametri mensili:

Temperatura media (può essere calcolata in diversi modi)

Temperatura media minima (media calcolata sui valori minimi giornalieri)

Temperatura media massima (calcolata sui valori massimi giornalieri)

Temperatura minima assoluta (valore minimo raggiunto nel mese)

Temperatura massima assoluta (valore massimo raggiunto)

### Parametri annuali:

Media delle temperature massime

Media delle temperature minime

Media delle temperature medie

Temperatura minima assoluta

Temperatura massima assoluta

Escursione termica annua (differenza tra la temperatura del mese più caldo e quella del mese più freddo)

# Dati climatici : rappresentazione e sintesi

## - Temperature

### Valori mensili e annuali

Tmed

Tmin

Tmax

Tmin ass

Tmax ass

Escursione termica annua media

MESE	Medie delle temperature			Temperature estreme			
	max	min	diur.	max	giorno	min	giorno
<b>MOLATO - DIGA</b>							
(Tr) ( 360 m s.m.)							
G	5.7	-3.0	1.4	17.0	29	-11.0	13
F	5.6	-7.0	-0.7	11.0	25	-10.0	11
M	14.8	0.3	7.5	21.0	11	-4.0	16
A	16.0	4.3	10.2	27.0	25	-6.0	08
M	26.2	11.1	18.6	31.0	09_29	6.0	21_22
G	<b>35.3</b>	18.0	26.6	40.0	14_22	14.0	09
L	33.5	18.2	25.9	37.0	14_21	13.0	05
A	<b>35.3</b>	18.6	27.0	<b>42.0</b>	12	15.0	01
S	25.1	10.4	17.7	32.0	01	5.0	26
O	15.2	5.3	10.3	25.0	10	-4.0	26
N	9.9	3.0	6.4	15.0	04_05	-3.0	14
D	6.4	-1.0	2.7	14.0	07	-9.0	25
Anno	19.1	6.5	12.8	42.0	12_VIII	-11.0	13_I

# Dati climatici : rappresentazione e sintesi

**OSSERVATORIO DI OROPA**  
**m.1180 lat.45° 37' long.07° 58'**

Da <http://www.osservatoriodioropa.it>

Temperature

## Temperature medie 1920-2003

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Media	-0.2	0.5	3.0	6.2	10.4	14.1	16.5	15.8	12.3	8.0	3.6	0.7	7.6
Std	1.8	2.1	1.8	1.2	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.5	0.7
Max	3.9	4.6	7.1	9.5	14.4	19.0	19.4	20.6	14.7	11.8	7.5	3.6	9.0
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	6.2

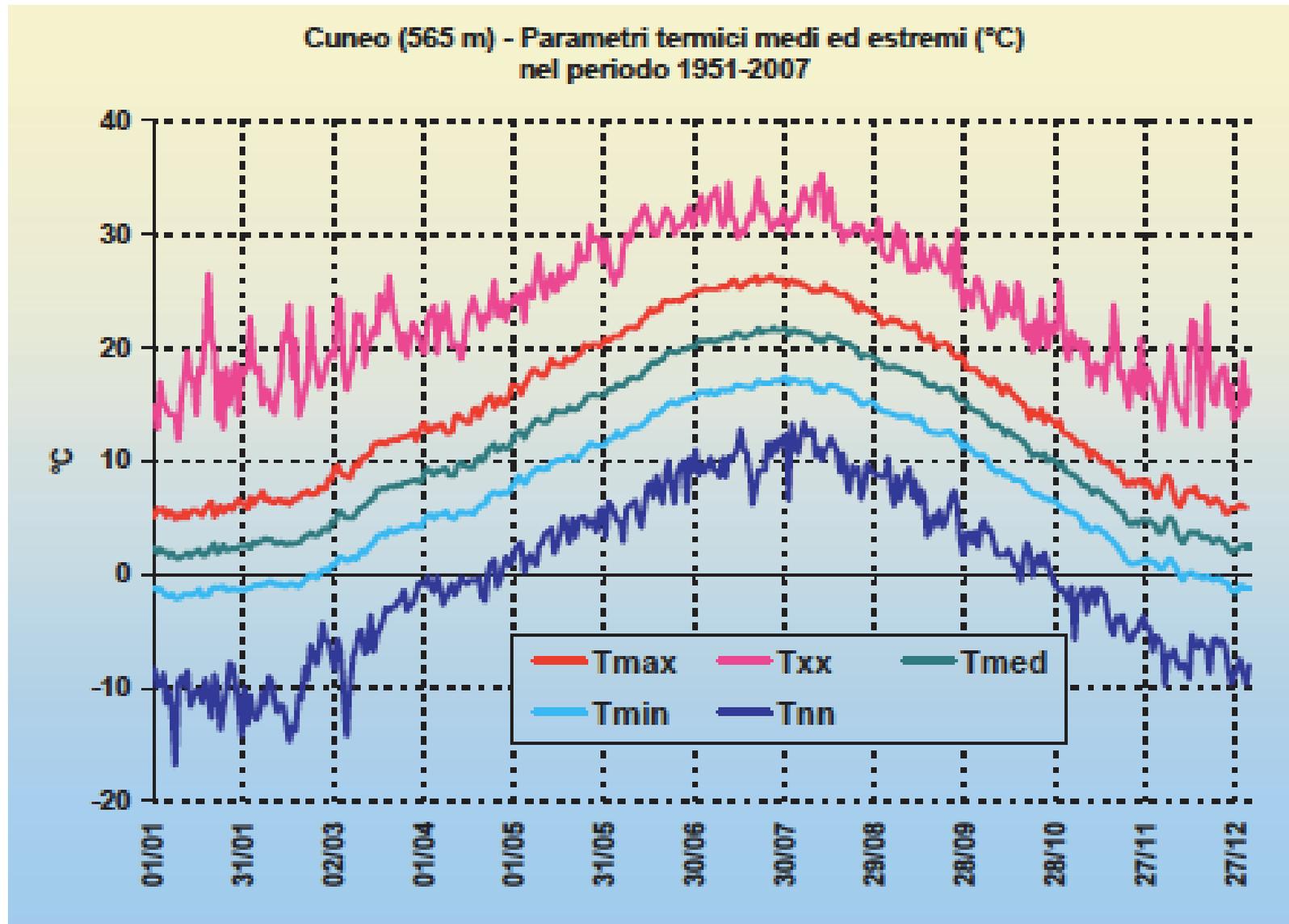
## Temperature massime 1920-2003

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Media	8.9	9.7	11.9	15.0	19.4	22.4	23.9	23.3	19.8	15.8	12.0	9.8	16.0
Std	2.8	2.8	2.8	2.1	2.3	2.0	1.8	2.1	1.9	2.2	2.5	3.0	1.1
Max	14.4	16.7	17.7	20.4	26.0	28.5	28.8	30.4	24.2	20.6	18.5	16.3	20.8
Min	4.1	3.9	6.4	9.8	13.2	18.0	19.4	18.6	15.0	8.6	7.2	2.6	13.9

## Temperature minime 1920-2003

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Media	-8.7	-7.8	-5.5	-1.5	2.1	5.7	8.6	8.5	4.9	0.6	-3.8	-7.5	-0.4
Std	3.1	3.3	2.9	1.7	2.1	1.8	1.5	1.5	2.1	2.3	2.2	2.6	0.9
Max	-2.8	-0.6	0.1	1.6	6.5	11.2	12.7	12.4	10.0	4.8	0.8	-2.5	1.6
Min	-17.0	-16.6	-15.2	-6.3	-3.0	2.0	5.0	4.5	-1.0	-7.4	-8.9	-14.2	-2.5

# Dati climatici : rappresentazione e sintesi



# Dati climatici : rappresentazione e sintesi

## Variazione mensile dei parametri climatici e regime annuo

Dall'andamento medio mensile dei parametri climatici considerati



regime annuo

### Regime pluviometrico

Totali di precipitazione mensili mediati su un certo numero di anni

Talvolta si utilizza la mediana insieme alla media

Andamento chiaramente stagionale, ma con regolarità inferiore a quella relativa alle temperature

### Regime termometrico

Temperature medie mensili (almeno 30 anni)

# Dati climatici : rappresentazione e sintesi

## Variazione mensile dei parametri climatici e regime annuo

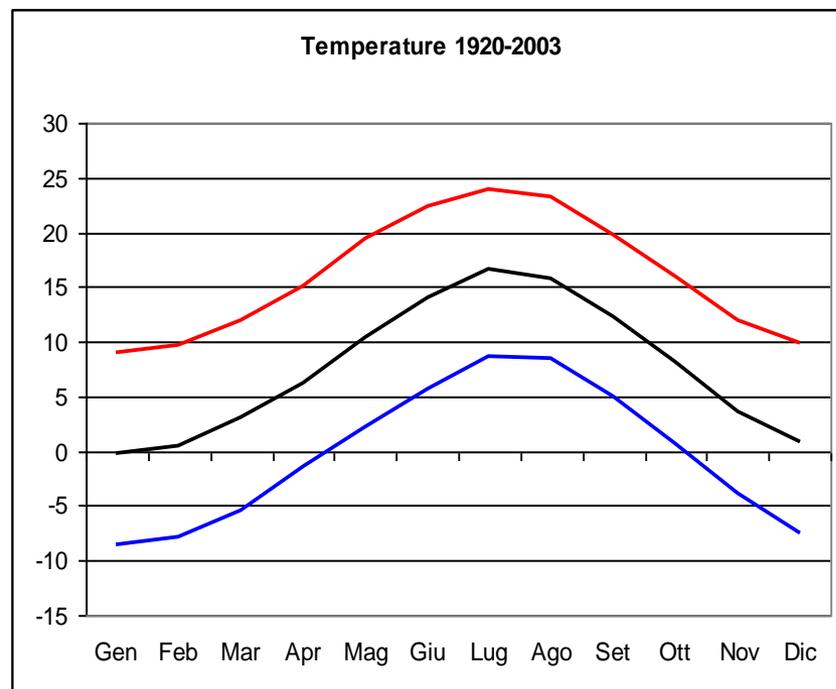
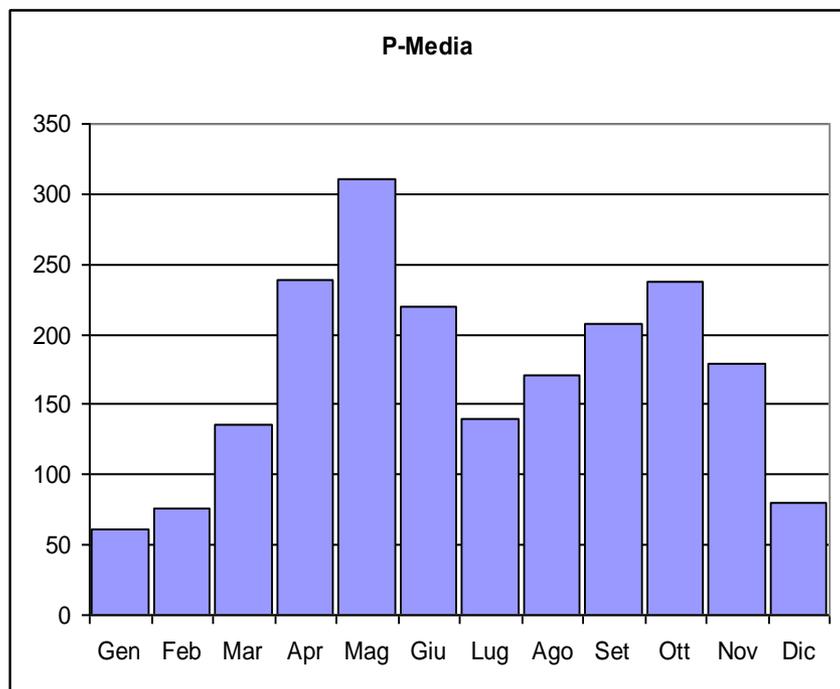
Dall'andamento medio mensile dei parametri climatici considerati



regime annuo

Regime pluviometrico

Regime termometrico

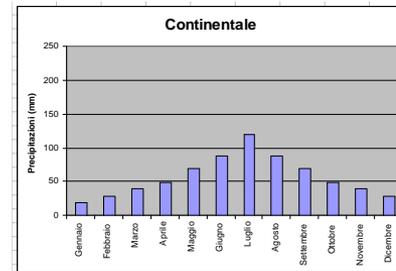
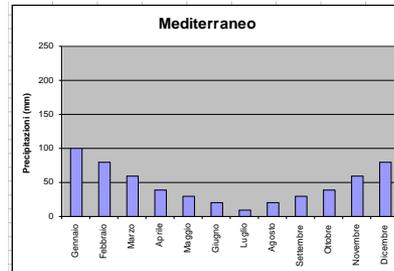


# Dati climatici : Regimi pluviometrici

Descrivono la distribuzione delle piogge durante l'anno e perciò hanno una rilevante importanza ai fini della distribuzione della vegetazione. In Italia e nell'Europa centro-meridionale possiamo distinguere i seguenti regimi:

## Mediterraneo:

*piogge con massimi invernali e minimi estivi*

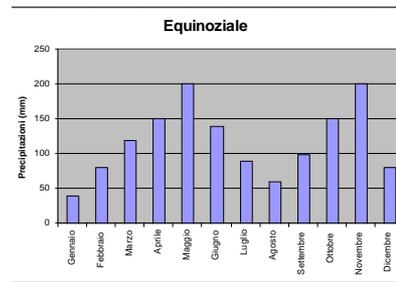
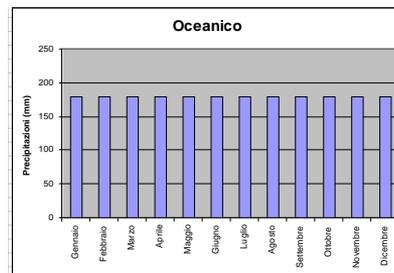


## Continenteale:

*piogge con massimi estivi*

## Oceanico od atlantico:

*piogge tendenzialmente uniformi nel corso dell'anno, con una leggera flessione in estate*



## Equinoziale:

*piogge con massimi autunnali e primaverili e minimi estivi*

## Insubrico:

*condizionato dalla presenza di grandi laghi mitigazione dei freddi invernali e dei caldi estivi, può consentire la presenza di alcuni elementi vegetazionali tipici di aree a clima più mediterraneo.*

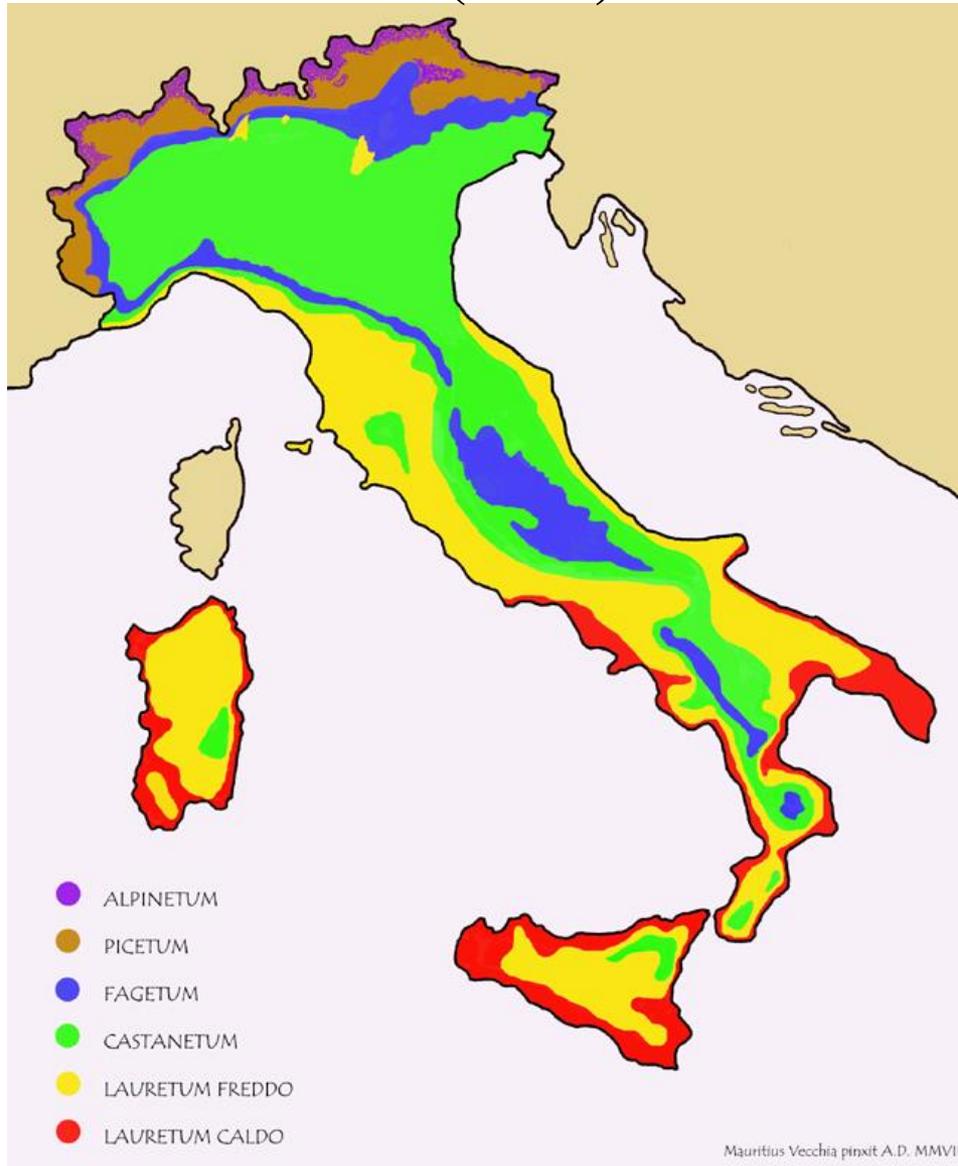
# Dati climatici : sintesi e Fitoclima

Molte delle sintesi numeriche e grafiche dei parametri climatici sono nate nel tentativo di trovare le relazioni tra distribuzione della vegetazione e clima (**fitoclimatologia**).

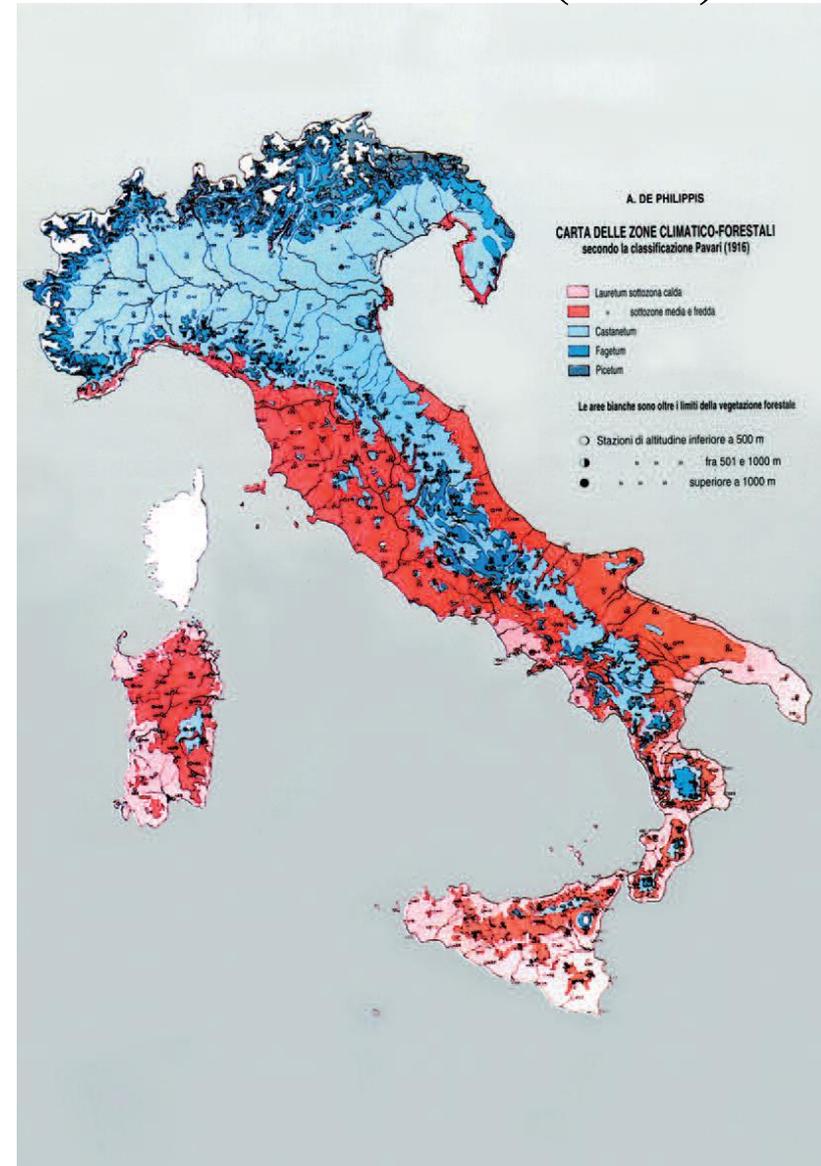
Tale studio è stato frequentemente affrontato cercando di mettere a punto sistemi sintetici di **classificazione del clima** che portassero a categorie climatiche consistenti con categorie vegetazionali.

# Dati climatici : Fitoclima ITALIA

## PAVARI (1916)



## DE PHILIPPIS (1937)



# Dati climatici : Fitoclima ITALIA

Classificazioni climatiche → Pavari

## Zone Fitoclimatiche italiane secondo il Pavari

Zona fitoclimatica	Zona geografica	Limite inferiore (m s.l.m.)	Limite superiore (m s.l.m.)	Specie più rappresentative
LAURETUM CALDO	Italia centromeridionale Zone costiere	0	600-800	Alloro, olivo, leccio, pino domestico, pino marittimo, cipresso
LAURETUM FREDDO	Italia centromeridionale zone interne	0	600-800	Alloro, olivo, leccio, pino domestico, pino marittimo, cipresso
CASTANETUM	Italia settentrionale Italia centromeridionale	0 600-800	800-900 1.000-1.300	Castagno, rovere, roverella, farnia, cerro, pioppo
FAGETUM	Italia settentrionale Italia centromeridionale	800-900 1.000-1.300	1.000-1.300 2.000	Faggio, pioppo tremulo, abete bianco, pino nero
PINETUM	Italia settentrionale	1.000-1.300	2.000	Abete rosso, larice, pino cembro, pino silvestre
ALPINETUM	Italia settentrionale	2.000	Limite della vegetazione	Larice, pino cembro, pino mugo, rododendro

# Dati climatici : Fitoclima MONDIALE

## Classificazioni climatiche → KOPPEN

KÖPPEN (diversi contributi 1884-1936)

Serie di classificazioni a scala mondiale

Con il tempo:

- Diminuzione delle relazioni con la reale distribuzione delle piante
- Aumento dell'uso di formule climatiche basate su particolari valori assunti da temperature, precipitazioni e dai regimi annui di P e T.

Ne derivano una serie di climi articolati in 5 classi:

- A. Megatermici umidi
- B. Aridi
- C. Mesotermici
- D. Microtermici boreali
- E. Nivali

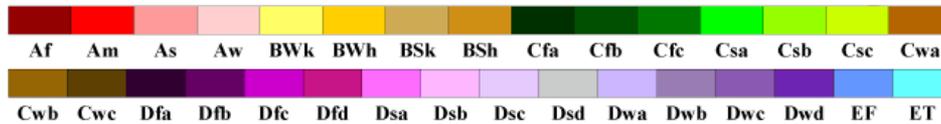
Ulteriore suddivisione in sottogruppi

# Dati climatici : sintesi e Fitoclima

## Classificazioni climatiche → KOPPEN

### World Map of Köppen–Geiger Climate Classification

updated with CRU TS 2.1 temperature and VASCLImO v1.1 precipitation data 1951 to 2000



#### Main climates

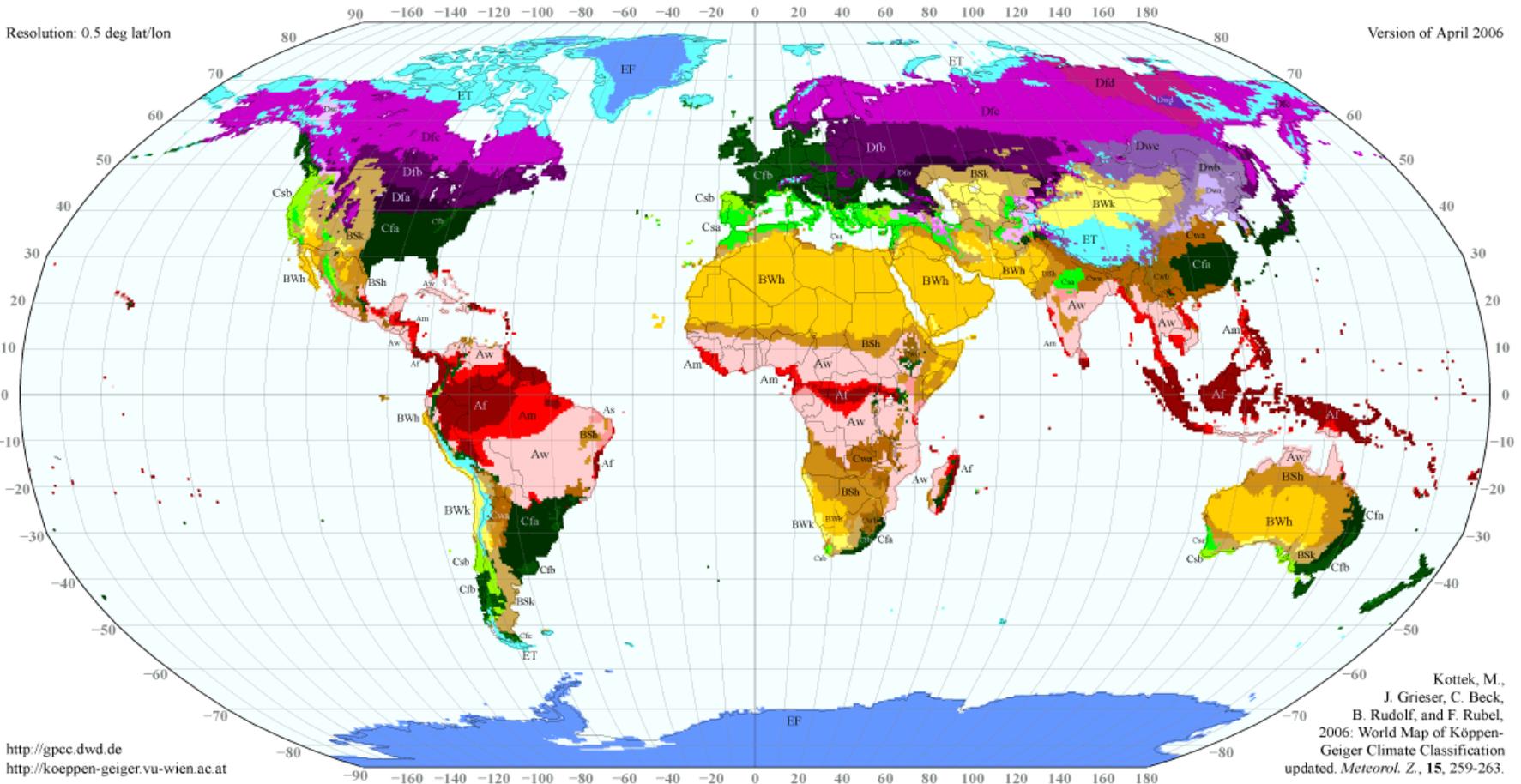
- A: equatorial
- B: arid
- C: warm temperate
- D: snow
- E: polar

#### Precipitation

- W: desert
- S: steppe
- f: fully humid
- s: summer dry
- w: winter dry
- m: monsoonal

#### Temperature

- h: hot arid
- k: cold arid
- a: hot summer
- b: warm summer
- c: cool summer
- d: extremely continental
- F: polar frost
- T: polar tundra



# Dati climatici : Indice di Continentalità

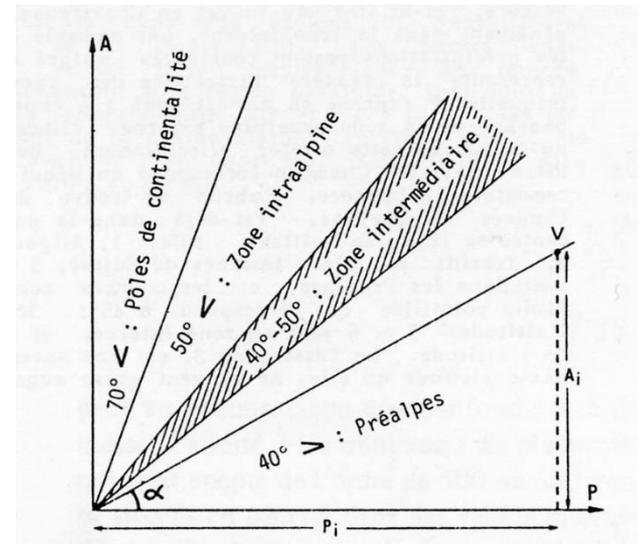
L'*indice di continentalità di Gams* prende in considerazione il totale di precipitazioni annuo e l'altitudine

$$I_c = P/A = \text{precipitazioni/altitudine}$$

Espresso in gradi o in valore assoluto

$P/A = \text{tg} \alpha$  (indica la pendenza della retta che unisce tutti i punti con lo stesso rapporto)

ad es. Ozenda (1982) mostra che il faggio nelle Alpi orientali è escluso dalle stazioni in cui il rapporto  $P/A$  è inferiore a 1. (1: precipitazioni = altitudine)



In stazioni del piano montano e subalpino con un indice di continentalità superiore a  $50^\circ$  presentano caratteristiche ottimali per le formazioni ascrivibili al larice-cembreto, mentre sono limitanti per abetine e peccete.

# Dati climatici : Indici di ARIDITA'

La disponibilità di acqua per le piante rappresenta un fattore limitante assai importante.

## Indice di pioggia di LANG

Lang ha preso in considerazione il bilancio tra le entrate (precipitazioni:P) e le uscite (evapotraspirazione: ET).

Dal momento che ET è funzione diretta della temperatura, è stato proposto un indice basato sul rapporto tra precipitazioni (medie annue) e temperatura (media annua)

$$IP (Lang) = P/T$$

$$P [mm] ; T [^\circ C]$$

Clima	IP
<b>Umido</b>	<b>&gt; 160</b>
<b>Temperato umido</b>	<b>100 – 160</b>
<b>Temperato caldo</b>	<b>60 – 100</b>
<b>Semiarido</b>	<b>40 – 60</b>
<b>Steppico</b>	<b>&lt; 40</b>

Indice di pioggia di Lang			
	P	T	IP
PV	866.2	12.6	68.9
MI	1001.5	13.6	73.4
OR	2056.8	7.6	271.8

# Dati climatici : Indici di ARIDITA'

Per eliminare le incongruenze create dai valori negativi del denominatore oppure da stazioni con uguale indice ma valori medi annui dimezzati l'uno rispetto l'altro

## Indice di aridità di DE MARTONNE

Climi freddi

$$T = 0 \Rightarrow IP = \infty$$

$$T < 0 \Rightarrow IP < 0$$

$$Ia (\text{Indice di aridità}) = P / (T + 10)$$

Ia + basso  $\Rightarrow$  clima è più arido

Indice di aridità di De Martonne (Ia)	
CLIMA	Ia
Umido	>40
Temperato umido	40-30
Temperato caldo	30-20
Semiarido	20-10
Steppa	10-5

Indice di aridità di De Martonne Annuale			
	P	T	I
PV	866.2	12.6	38.4
MI	1001.5	13.6	42.4
OR	2056.8	7.6	117.1

Ia < 5 = clima desertico; Ia < 15 irrigazione continua; Ia < 20 irrigazione necessaria; Ia < 30 irrigazione opportuna; Ia > 60 irrigazione occasionale; Ia > 60 autosufficienza idrica

# Dati climatici : Indici di ARIDITA'

Sempre sulla base del rapporto tra P e T, Gaussen ha introdotto la definizione di **mese secco**, cioè un mese nel quale:  $P/T < 2$  da cui  $P/(2T) < 1$

	OR	PV	MI	BI	CE	FO
G	-142.4	29.1	12.9	8.0	4.2	3.6
F	81.9	7.8	6.6	5.7	3.1	2.3
M	22.7	4.3	4.4	4.0	2.3	1.8
A	19.2	3.0	3.2	2.3	1.5	1.3
M	14.9	2.5	2.8	1.6	1.2	0.9
G	7.8	1.5	2.0	1.1	0.7	0.6
L	4.2	1.2	1.4	0.6	0.4	0.4
A	5.4	1.3	1.7	0.8	0.4	0.4
S	8.5	1.8	1.9	1.4	1.1	1.0
O	14.8	4.0	4.2	2.6	1.8	1.5
N	25.1	6.7	6.5	4.4	2.5	2.2
D	54.9	15.3	10.3	6.8	3.9	3.1

# Dati climatici : sintesi grafiche

Tendenza a preferire le sintesi grafiche a quelle numeriche  
Lettura e confronti più immediati

Diagramma climatico di

**Bagnouls e Gausson** modificato e integrato da **Walter e Lieth**



**Diagramma ombrotermico o Termoudogramma**

Asse X – Mesi dell'anno

Asse Y - Medie mensili della temperatura (sinistra), totali mensili di piovosità (destra); scala:  $1^{\circ} \text{ C} \Leftrightarrow 2 \text{ mm}$

Periodo di aridità  $P < 2T$

Periodo umido  $P > 2T$

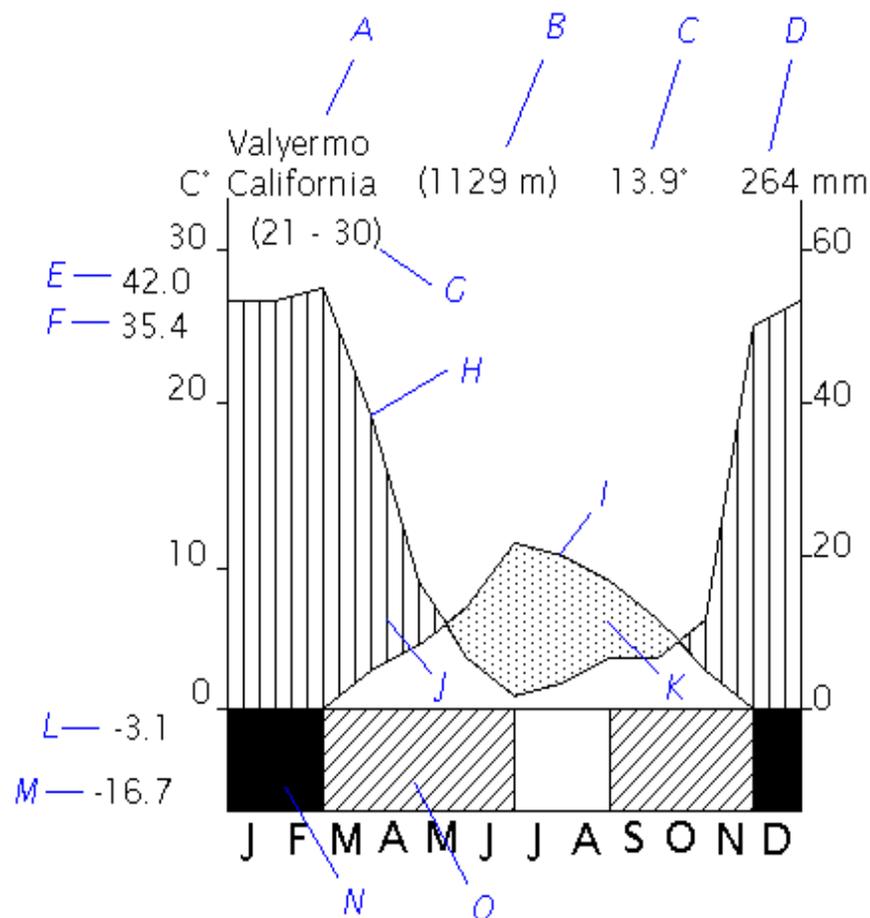
Per  $P > 100 \text{ mm}$  rappresentazione con scala 1/10 del valore effettivo

# Dati climatici : sintesi grafiche

## Diagramma ombrotermico o Termoudogramma

### Climatic Diagrams

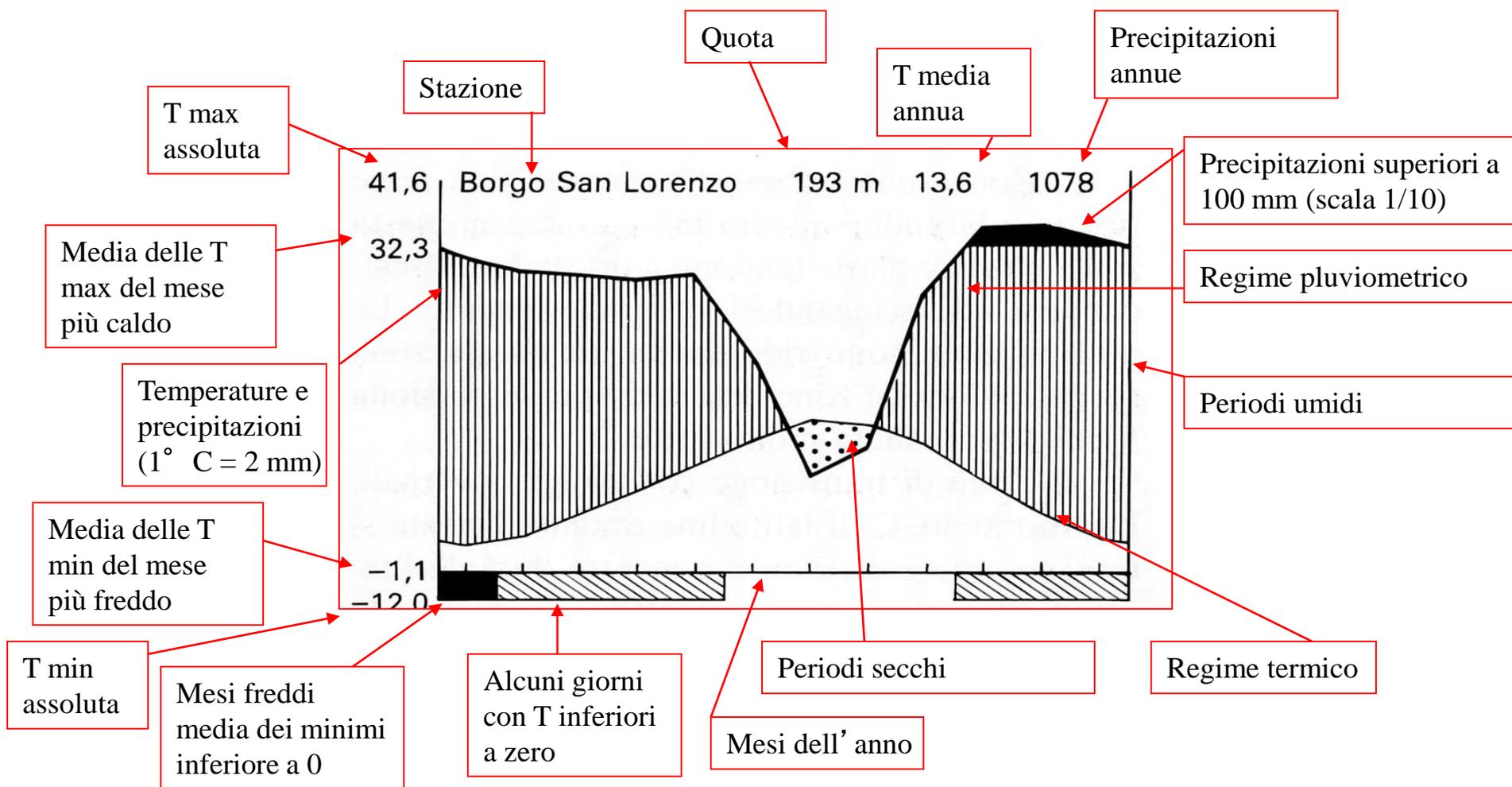
Constructed as suggested by Walter, 1963.



- A - Station Name
- B - Altitude (meters)
- C - Mean annual temperature (°C)
- D - Mean annual amount of precipitation (mm)
- E - Absolute maximum temperature (°C)
- F - Mean daily maximum of the hottest month (°C)
- G - Number of years observation (First = temp., second = ppt)
- H - Monthly means of precipitation
- I - Monthly means of temperature
- J - Humid period (lined)
- K - Arid period (dotted)
- L - Mean daily minimum temperature of the coldest month (°C)
- M - Absolute minimum temperature (°C)
- N - Months with a mean daily minimum temperature below 0°C
- O - Months with an absolute minimum below 0°C

# Dati climatici : sintesi grafiche

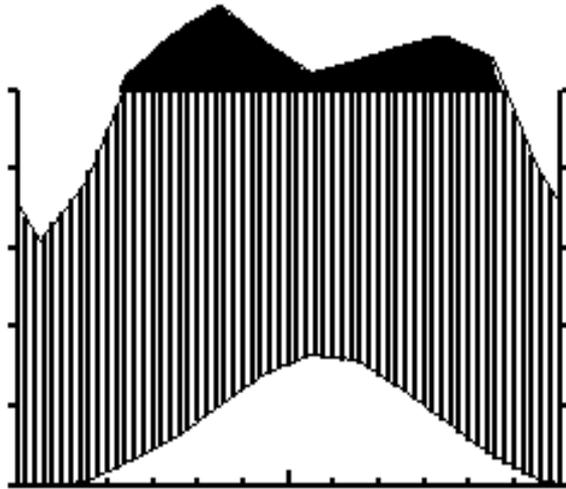
## Diagramma ombrotermico di Bagnouls-Gaussen e Walter e Lieth



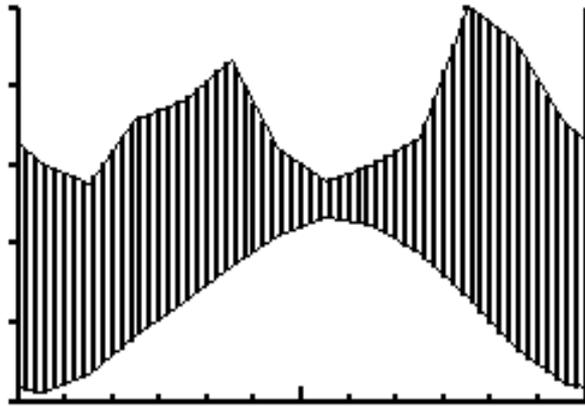
# Dati climatici : sintesi grafiche

## Diagramma ombrotermico - Esempi

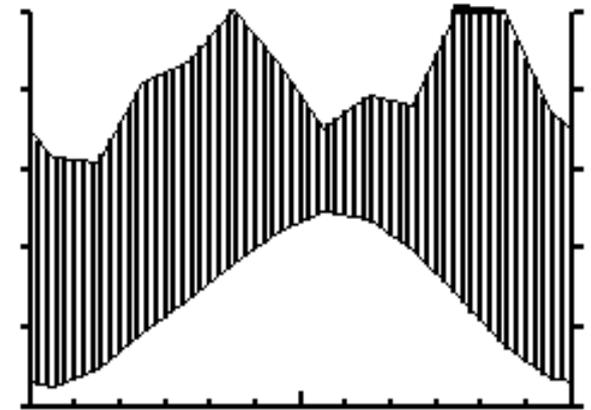
Oropa-Osservatorio



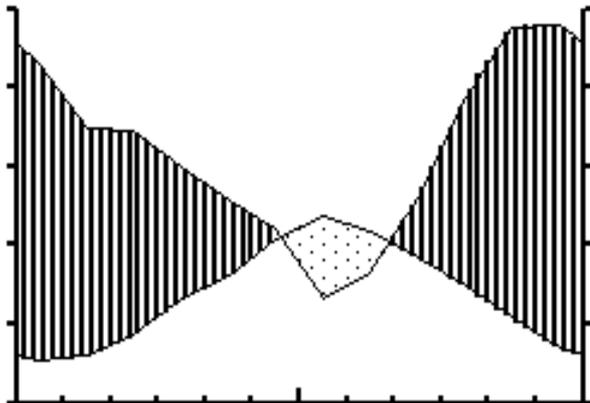
Pavia



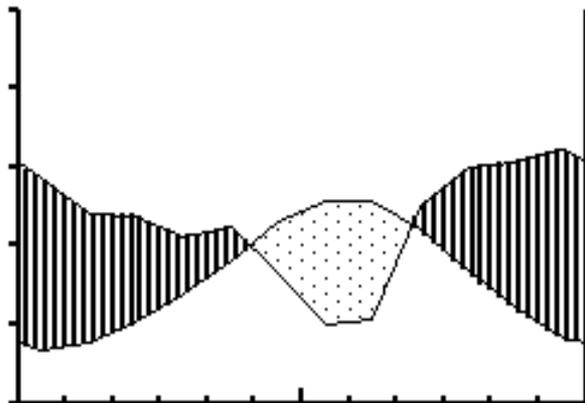
Milano



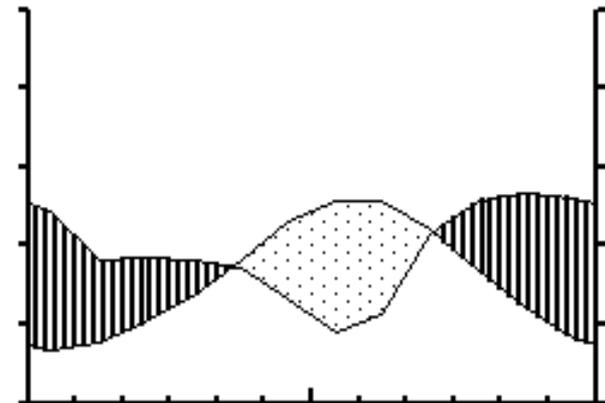
Biccari



Cerignola



Foggia



# Dati climatici : Indici Fitoclimatici

## Indici di RIVAS-MARTINEZ (1981-1990)

Penisola Iberica

Integrazione tra vari indici

### Indice di termicità

$$I_t = 10 (T+m+M)$$

T = temperatura media annua

m = media delle temperature minime del mese più freddo

M = media delle temperature massime del mese più freddo

### Indice ombrotermico

$$I_o = P_p/T_p$$

P<sub>p</sub> = precipitazioni annuali in mm dei mesi con T media > 0° C

T<sub>p</sub> = somma della T media mensile in 1/10° C dei mesi in cui T > 0° C

### Indice ombrotermico estivo

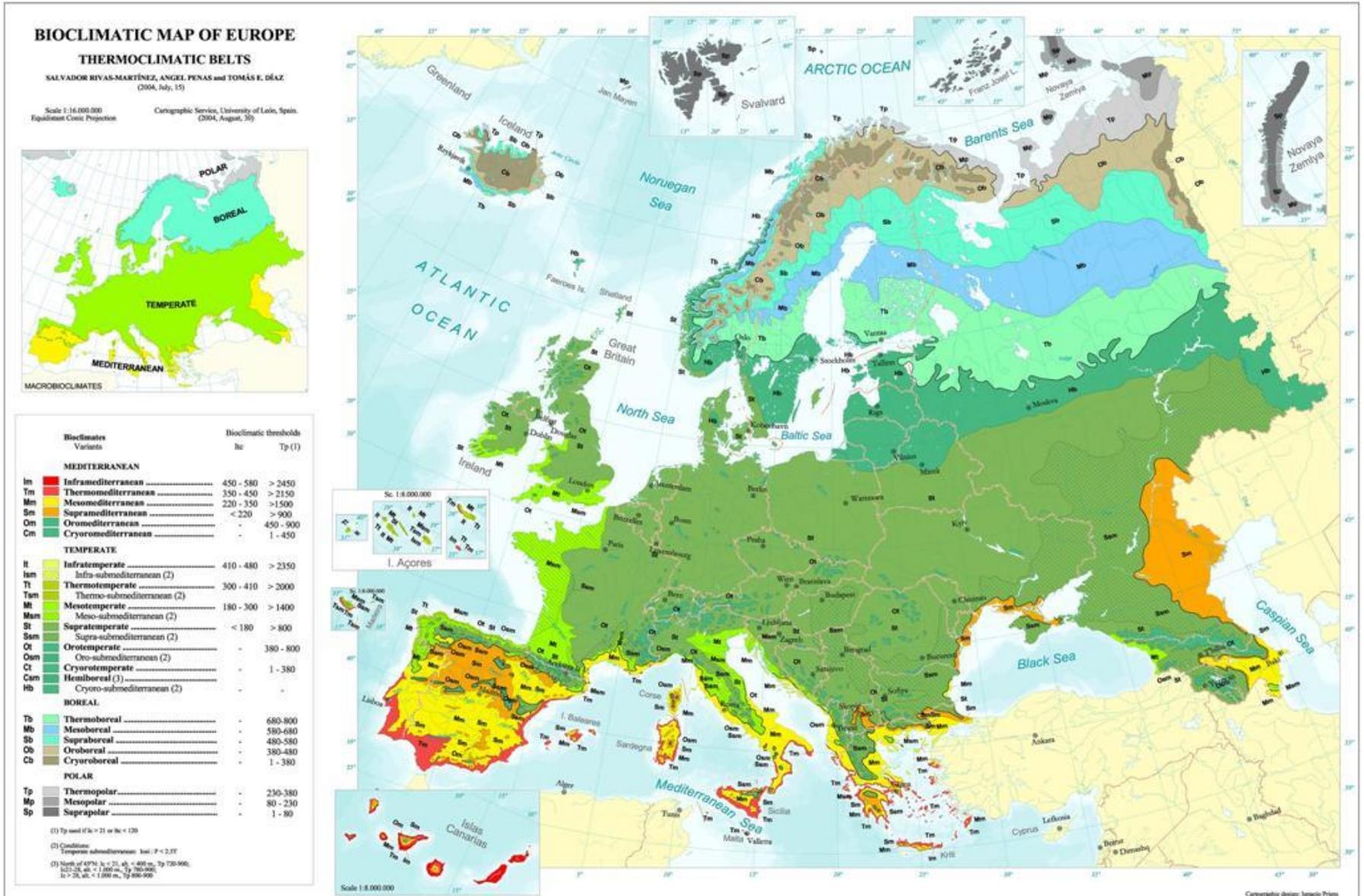
$$I_{ov} = P_{pv}/T_{pv}$$

P<sub>pv</sub> = somma delle precipitazioni estive in mm, cioè dei 3 mesi più caldi dell'anno consecutivi

T<sub>pv</sub> = somma della T media mensile in 1/10° C degli stessi 3 mesi

# Dati climatici : Indici Fitoclimatici

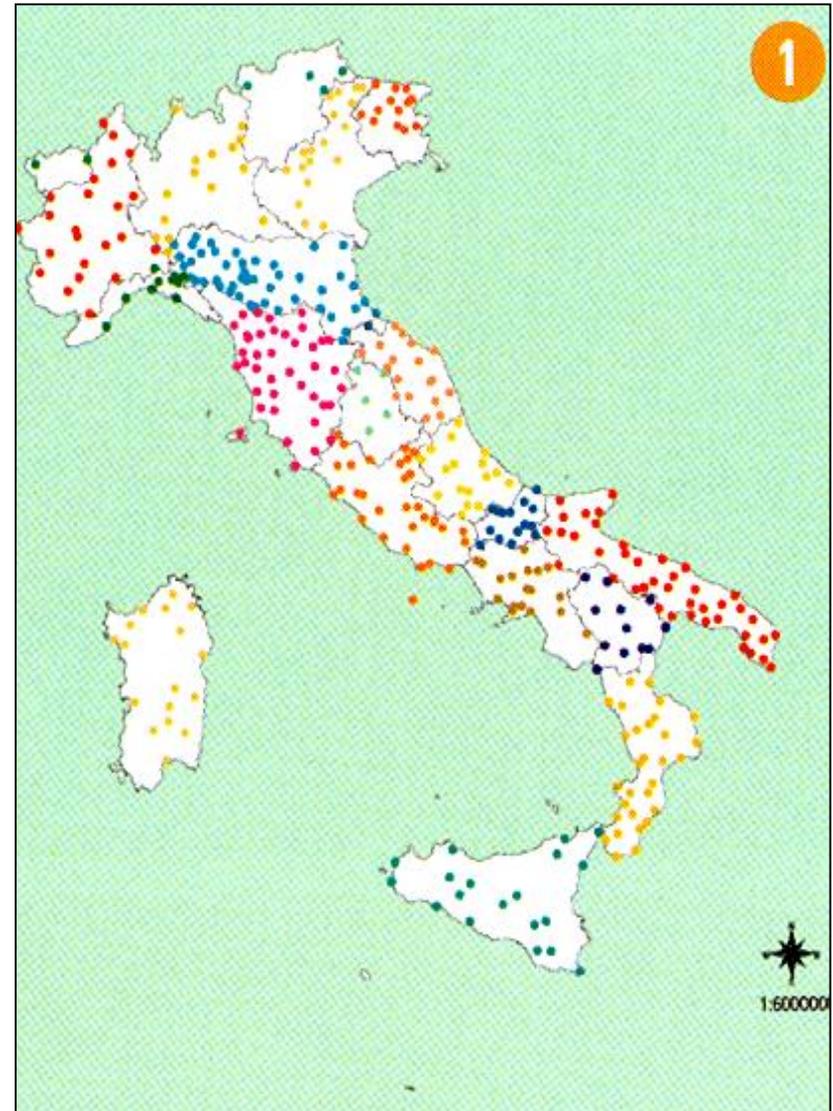
Carta bioclimatica d'Europa, Rivas-Martinez (1996)



# Dati climatici : Indici Fitoclimatici

## Classificazione Fitoclimatica d'Italia – Blasi

- Ritorno all'uso di dati grezzi
- Utilizzo di 390 stazioni termopluviometriche
- Ciascuna stazione descritta da 36 valori:
- Totale mensile delle Precipitazioni (12)
- Media mensile delle Temperature massime (12)
- Media mensile delle Temperature minime (12)
- Analisi multivariata per raggruppare stazioni simili (classificazione e ordinamento)
- Vengono individuati 27 tipi suddivisi in sottotipi



# Dati climatici : Indici Fitoclimatici

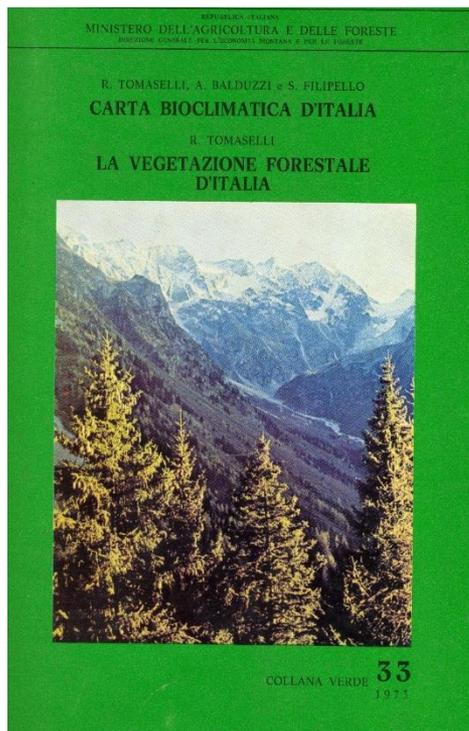


- 1 Criorotemp ultraiperumido
- 2 Supratemperato/orotemperato umido/iperumido-subumido
- 3 Orotemperato iperumido
- 4 Supratemperato/orotemperato iperumido/ultraiperumido
- 5 Supratemperato iperumido/ultraiperumido
- 6 Supratemperato ultraiperumido-iperumido
- 7 Supratemperato iperumido
- 8 Mesotemperato/Mesomedit umido/iperumido
- 9 Supratemperato/mesotemperato umido/iperumido
- 10 Supratemperato/mesotemperato iperumido/umido
- 11 Supratemperato /mesotemperato umido
- 12 Supratemperato umido/iperumido
- 13 Supratemperato iperumido/umido
- 14 Termomedit/mesomedit/inframedit secco/subumido
- 15 Mesomedit/termomedit secco-subumido
- 16 Mesotemperato umido/subumido
- 17 Mesomedit/Termotemp umido/subumido
- 18 Termomedit/Mesomedit subumido
- 19 Mesotemp/Mesomedit subumido
- 20 Mesomedit subumido
- 21 Mesotemp subumido/umido
- 22 Mesotemp-Mesomedit subumido
- 23 Supratemp/Mesotemp subumido-umido
- 24 Supratemp umido
- 25 Mesotemp/Supratemp umido
- 26 Supratemp/Mesotemp subumido/umido
- 27 Supratemp/Supramedit umido/subumido
- 28 Supratemp umido

# Dati climatici : Carta bioclimatica

Rappresentazione sintetica dei fattori climatici che intervengono sulla distribuzione degli ecosistemi.

Integrazione di dati climatici con informazioni derivanti dal confronto delle varie formazioni vegetali, considerate come espressioni del clima di un determinato territorio



# Dati climatici a scala globale

## WorldClim - Global Climate Data

*Free climate data for ecological modeling and GIS*

Contact

[Home](#)

## WorldClim Version2

WorldClim version 2 has average monthly climate data for minimum, mean, and maximum temperature and for precipitation for 1970-2000.

You can download the variables for different spatial resolutions, from 30 seconds (~1 km<sup>2</sup>) to 10 minutes (~340 km<sup>2</sup>). Each download is a "zip" file containing 12 GeoTiff (.tif) files, one for each month of the year (January is 1; December is 12).

variable	10 minutes	5 minutes	2.5 minutes	30 seconds
minimum temperature (°C)	<a href="#">tmin 10m</a>	<a href="#">tmin 5m</a>	<a href="#">tmin 2.5m</a>	<a href="#">tmin 30s</a>
maximum temperature (°C)	<a href="#">tmax 10m</a>	<a href="#">tmax 5m</a>	<a href="#">tmax 2.5m</a>	<a href="#">tmax 30s</a>
average temperature (°C)	<a href="#">tavg 10m</a>	<a href="#">tavg 5m</a>	<a href="#">tavg 2.5m</a>	<a href="#">tavg 30s</a>

# Dati climatici a scala globale

variable	10 minutes	5 minutes	2.5 minutes	30 seconds
minimum temperature (°C)	tmin 10m	tmin 5m	tmin 2.5m	tmin 30s
maximum temperature (°C)	tmax 10m	tmax 5m	tmax 2.5m	tmax 30s
average temperature (°C)	tavg 10m	tavg 5m	tavg 2.5m	tavg 30s
precipitation (mm)	prec 10m	prec 5m	prec 2.5m	prec 30s
solar radiation (kJ m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	srad 10m	srad 5m	srad 2.5m	srad 30s
wind speed (m s <sup>-1</sup> )	wind 10m	wind 5m	wind 2.5m	wind 30s
water vapor pressure (kPa)	vapr 10m	vapr 5m	vapr 2.5m	vapr 30s

# Dati climatici a scala globale

## Bioclimatic variables

Bioclimatic variables are derived from the monthly temperature and rainfall values in order to generate more biologically meaningful variables. These are often used in [species distribution modeling](#) and related ecological modeling techniques. The bioclimatic variables represent annual trends (e.g., mean annual temperature, annual precipitation) seasonality (e.g., annual range in temperature and precipitation) and extreme or limiting environmental factors (e.g., temperature of the coldest and warmest month, and precipitation of the wet and dry quarters). A quarter is a period of three months (1/4 of the year).

They are coded as follows:

BIO<sub>1</sub> = Annual Mean Temperature

BIO<sub>2</sub> = Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp - min temp))

BIO<sub>3</sub> = Isothermality (BIO<sub>2</sub>/BIO<sub>7</sub>) (\* 100)

BIO<sub>4</sub> = Temperature Seasonality (standard deviation \*100)

BIO<sub>5</sub> = Max Temperature of Warmest Month

BIO<sub>6</sub> = Min Temperature of Coldest Month

BIO<sub>7</sub> = Temperature Annual Range (BIO<sub>5</sub>-BIO<sub>6</sub>)

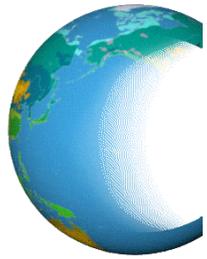
BIO<sub>8</sub> = Mean Temperature of Wettest Quarter

BIO<sub>9</sub> = Mean Temperature of Driest Quarter

BIO<sub>10</sub> = Mean Temperature of Warmest Quarter

BIO<sub>11</sub> = Mean Temperature of Coldest Quarter

# Dati climatici a scala globale



# CHELSA

<https://chelsa-climate.org/>

