

# capitolo 6

# clima

Clima





Clima





## Caro studente,

negli ultimi dieci anni, gli studi dedicati alla climatologia e all'analisi dei cambiamenti climatici sono divenuti un tema di grande attualità tra gli scienziati di tutto il mondo; in particolare il sempre più frequente presentarsi di fenomeni meteorologici atipici, se da una parte ha creato una situazione di evidente allarmismo nell'opinione pubblica, d'altra parte sta ottenendo l'effetto di mobilitare gli stati ed i governi più rappresentativi della Terra, preoccupati dai numerosi "campanelli d'allarme" rappresentati da fenomeni quali siccità, ondate di calore, alluvioni, periodi di freddo intenso. Ogni regione della Terra ha le sue caratteristiche climatiche ben precise, da cui derivano la flora, la fauna, le attività economiche e culturali delle popolazioni che vi risiedono. Da ciò si riesce a comprendere come una seppur minima variazione climatica possa negativamente influenzare le attività dell'uomo e della natura che lo circonda. A partire da queste considerazioni, il mondo scientifico si è mobilitato per verificare la possibile influenza dell'uomo sui cambiamenti climatici e valutarne le possibili ripercussioni per il futuro immediato. Questo processo di indagine ha raggiunto il suo apice nel 2007, grazie anche ad una serie di importanti iniziative a respiro mondiale e nazionale: l'entrata in vigore nel 2005 del Protocollo di Kyoto, la pubblicazione del IV Rapporto IPCC sul Cambiamento Climatico e la Conferenza Nazionale sui Cambiamenti Climatici.

Anche nelle regioni subalpine si stanno verificando segnali riconducibili, secondo il parere di esperti, ai cambiamenti climatici: il ritiro dei ghiacciai, l'innalzamento delle temperature e l'aumento di eventi estremi.

In Trentino, il Dipartimento protezione civile della Provincia autonoma di Trento, ha il compito di monitorare ed analizzare le variazioni climatiche di temperatura, pioggia e neve, avvalendosi dell'"Ufficio previsioni e organizzazione" che raccoglie i dati dalle numerose stazioni di rilevamento dislocate sul nostro territorio elaborandoli periodicamente.

In questo capitolo affronteremo il tema dei cambiamenti climatici rilevati in Trentino negli ultimi 50 anni, analizzando le variazioni delle temperature e delle precipitazioni, non tralascieremo poi di verificare quanta anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) immettiamo nell'atmosfera. Ricordiamo che la CO<sub>2</sub> emessa dall'uomo è la causa principale dell'aumento dell'effetto serra naturale, reputato il primo responsabile dell'innalzamento della temperatura del pianeta.

A dicembre 2009 è prevista a Copenaghen una conferenza nella quale la comunità internazionale (compresi gli USA) dovrà prendere delle decisioni fondamentali per proseguire nell'obiettivo di ridurre la CO<sub>2</sub> a livello mondiale; siamo quindi di fronte ad un futuro cambiamento in cui l'economia non sarà più così slegata dalla natura, ma dovrà tenerne sempre più conto.



# C H E C O S ' È ?

## Il clima

Il **clima** è l'insieme delle condizioni atmosferiche (temperatura, umidità, pressione, venti) prevalenti in una regione geografica per lunghi periodi di tempo (circa 25-30 anni). La combinazione di questi elementi determina il tipo di vegetazione, la flora e la fauna di una regione e influenza le attività economiche delle popolazioni che vi abitano, le loro abitudini e la loro cultura.

"Tempo meteorologico" e "clima" sono due termini che nel linguaggio comune vengono spesso confusi; dal punto di vista scientifico invece, i loro significati sono ben distinti:

- Il tempo **meteorologico** è la risultante di molti fattori riferiti ad un'area definita e limitata in un determinato intervallo di tempo.
- Il clima invece si definisce soprattutto in base ad elementi costanti che tendono a ripetersi stagionalmente in ambienti molto vasti (ad esempio, le fasce climatiche comprendono parti molto estese di più continenti..).

Sul nostro pianeta esistono vari tipi di clima che sono stati classificati in vari modi, qui utilizzeremo quello di **Köppen**.

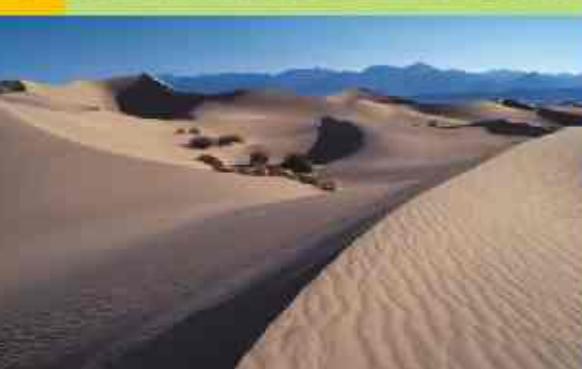
Secondo questo sistema è possibile schematizzare tutti i climi della terra mediante una formula climatica che offre una sintetica descrizione del clima mediante un'indicazione sulle caratteristiche della temperatura e delle precipitazioni, nonché sul regime annuo di questi due elementi.

Per semplicità vengono riportate solo le prime cinque grandi classi di clima, distribuite secondo latitudini crescenti dall'equatore ai poli, che Köppen indica con le lettere maiuscole dalla A alla E.



### **A: Clima umido della zona intertropicale**

è il clima tipico della zona umida della Terra, ovvero la fascia compresa entro i due tropici del Cancro e del Capricorno. In questo clima si sviluppano le foreste tropicali e le savane. I climi tropicali con i relativi biomi sono caratterizzate da elevate temperature durante tutto l'anno: neppure nel mese più freddo la temperatura scende al di sotto dei 18 °C.



### **B: Clima arido**

comprende essenzialmente il clima desertico e il clima steppico. Quello che accomuna questo tipo di clima non sono i valori termici ma la scarsità o l'assenza di precipitazioni che, in casi estremi, può durare per anni o addirittura per decenni. L'accumulo annuo è inferiore a 250 mm anche se in alcuni casi ci possono essere violenti temporali che possono far eccedere questo valore.



## C H E C O S ' È ?

**C: Clima mesotermico umido**

si considera temperato (o temperato caldo), qualsiasi clima il cui mese più freddo ha una temperatura compresa tra  $-3^{\circ}\text{C}$  e  $18^{\circ}\text{C}$  e le cui precipitazioni sono superiori a quella dei climi aridi. A sua volta la classe climatica si dividerebbe in clima mediterraneo, clima sinico e clima temperato umido o, secondo altri, in clima mediterraneo, clima "subtropicale umido" e clima oceanico.

**D: Clima microtermico boreale**

è un tipo di clima con temperature medie molto basse e valori minimi invernali bassissimi. la media del mese più caldo (a differenza del clima nivale)  $>$  di  $10^{\circ}\text{C}$ , mentre quella del mese più freddo è  $<$  di  $2^{\circ}\text{C}$ . Le precipitazioni non sono abbondanti e sono quasi sempre nevose in inverno. Il clima boreale, come dice il nome è presente solo nell'emisfero settentrionale: le temperature bassissime sono dovute alla presenza dell'anticiclone siberiano e di quello canadese che determinano condizioni invernali estreme.

All'interno del clima boreale si distinguono due sottotipi: il clima boreale delle foreste, costantemente umido e con una breve estate calda, e il clima transiberiano, con inverno secco e prolungato (più di otto mesi).

**E: Clima polare**

è il clima dei poli terrestri e delle regioni all'interno dei circoli polari. La principale caratteristica dei climi polari sta nella temperatura di queste zone, che raramente supera i 10 gradi anche nei più caldi giorni d'estate e con precipitazioni (generalmente scarse) prevalentemente nevose. Si distinguono due sottotipi fondamentali: il clima della tundra e il clima dei ghiacci perenni a cui si può associare anche il clima alpino.

Condizioni simili però si possono riscontrare anche sulle vette delle montagne più alte di tutto il mondo (a quote differenti a secondo della latitudine).





## Il cambiamento climatico

Per cambiamento climatico si intende la variazione del clima della Terra a livello globale e cioè il cambiamento dei valori medi o delle variazioni rispetto alla media. Esso si produce in diverse scale temporali su tutti i parametri meteorologici: temperature, precipitazioni, nuvolosità, temperature degli oceani...

Il cambiamento climatico può avere due origini, una naturale (chiamata variabilità climatica), generata cioè da cause naturali e una antropica (chiamato mutamento climatico), ovvero causato dall'influenza delle attività umane. Il clima ha un suo equilibrio che se viene alterato, favorisce un cambiamento che porta ad un nuovo equilibrio. L'uomo influisce su questo sistema introducendo sostanze aggiuntive quali i gas-serra, che aumentano la capacità dell'atmosfera di trattenere sulla superficie terrestre calore in eccesso. La comunità scientifica è concorde nel sostenere che "la maggior parte dell'aumento osservato nelle temperature medie globali fin dalla metà del 20° secolo è, molto probabilmente (probabilità > 90%), dovuto all'aumento osservato delle concentrazioni di **gas serra** di origine antropica" (IV rapporto IPCC, Riassunto per i decisori politici, 2007).

## La temperatura

Per definizione, la temperatura è data dall'agitazione delle molecole: a seconda del movimento di queste, la temperatura può salire o scendere.

La temperatura di cui noi ci occupiamo è quella dell'ambiente atmosferico.

### COME SI MISURA...

Sono stati sviluppati diversi metodi per la misurazione della temperatura. La maggior parte di questi si basano sulla misurazione di una delle proprietà fisiche di un dato materiale, che varia con la temperatura. Uno degli strumenti maggiormente utilizzati è il **termometro** di vetro.

Esso consiste di un tubicino di vetro riempito con mercurio o un altro liquido. L'incremento di temperatura fa espandere il liquido e la temperatura può essere determinata misurando il volume del fluido. Questi termometri possono essere calibrati, in modo che sia possibile leggere le temperature su una scala graduata, semplicemente osservando il livello del fluido nel termometro.

L'unità base della temperatura nel Sistema Internazionale è il **kelvin** (K). Un kelvin viene formalmente definito come **1/273,16** della temperatura del punto triplo dell'acqua (il punto in cui acqua, ghiaccio e vapore coesistono in equilibrio); essa considera come punto di partenza l'acqua congelata: 273,15 K.

Nelle applicazioni di tutti i giorni viene comunemente usata la scala **Celsius** (°C = grado Celsius), nella quale 0 °C corrisponde al punto di fusione del ghiaccio e 100 °C corrisponde al punto di ebollizione dell'acqua a livello del mare.

Un'altra scala usata spesso nei paesi anglosassoni è la scala Fahrenheit. Su questa scala il punto di congelamento dell'acqua corrisponde a 32 °F e quello di ebollizione a 212 °F. Anche in questo caso esistono formule che sono usate per convertire da gradi Fahrenheit a gradi Celsius e viceversa.



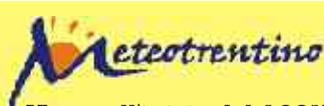


# Andamento della temperatura media mensile

I punti di rilevamento delle temperature sul nostro territorio sono costituite da 70 stazioni attive; alcune di esse sono centenarie e forniscono serie storiche dall'800: Trento Laste, 1816; Rovereto, 1882; Predazzo 1926; San Martino di Castrozza, 1926; Passo della Mendola, 1926, Passo Rolle, 1929 e Pejo, 1926. Per conoscere in tempo reale la temperatura di ciascuna stazione è possibile collegarsi al sito web [www.meteotrentino.it](http://www.meteotrentino.it)

Per poter osservare l'andamento delle temperature, l'Ufficio previsioni e organizzazione, analizza i dati forniti dagli strumenti di misurazione, ne controlla la bontà: cioè se non ci sono errori, altrimenti vengono omogeneizzati attraverso formule statistiche.

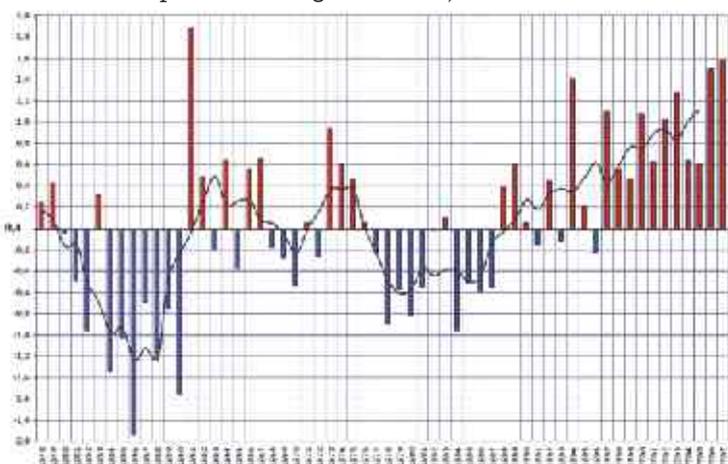
Dopo questo controllo iniziale, si passa al calcolo delle temperature medie per ciascun mese per arrivare ad una media annuale; da tutti questi dati si estrapolano poi gli anni con anomalie di temperatura particolari, permettendo di rappresentare graficamente attraverso linee di tendenza il comportamento delle temperature negli anni passati. Per estrapolare le **anomalie di temperatura** si confrontano i valori delle serie di temperatura massima e minima con i livelli medi di temperatura ottenuti dai dati del periodo 1961-1990.



Nasce all'inizio del 1997 allo scopo di dotare il territorio della Provincia autonoma di Trento di un servizio in grado di soddisfare le esigenze di informazione in campo meteorologico. Meteotrentino si occupa di meteorologia, climatologia, agrometeorologia e prevenzione del rischio valanghe, il suo coordinamento è affidato all'Ufficio previsioni e organizzazione della Provincia autonoma di Trento. Meteotrentino effettua il monitoraggio del territorio attraverso propri sistemi di rilevazione o acquisizione ed utilizza dati provenienti da altre reti di misura di proprietà di servizi e strutture provinciali.

**Cavalese: andamento dell'anomalia di temperatura media annuale dal 1948 al 2007 rispetto a quella del periodo 1961-1990.**

Fonte: Ufficio previsioni e organizzazione, PAT

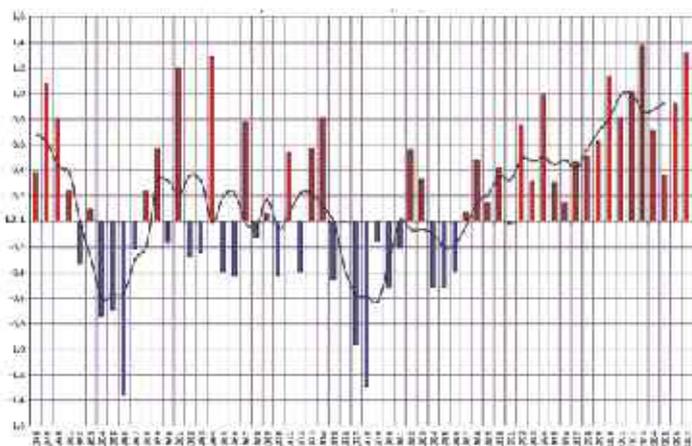


Il grafico riporta l'andamento delle anomalie di temperatura massima e minima di Trento (Laste). Gli anni in cui si sono avute le anomalie maggiori di temperatura massima (rossa) sono stati 1948, 1961, 1964, 2003 e 2007; per la temperatura minima (blu) gli anni 1956, 1977 e 1978

Le anomalie di temperatura della stazione di Cavalese indicano per la temperatura massima (rossa) gli anni 1961, 1964, 2003, 2006 e 2007; mentre per la temperatura minima (blu) gli anni 1954, 1956 e 1960.

**Trento Laste: andamento dell'anomalia di temperatura media annuale dal 1948 al 2007 rispetto a quella del periodo 1961-1990.**

Fonte: Ufficio previsioni e organizzazione, PAT



Come si può vedere dal grafico il valore di riferimento cambia, in base al luogo in cui si prendono le misurazioni: a Trento Laste si considerano 12.1 °C come dato di riferimento, mentre a Cavalese il valore considerato è 8.4 °C. Il grafico mostra che la differenza tra valore osservato e valore atteso per quel determinato anno e si può osservare che ci sia stato un incremento negli ultimi 20 anni, sia se consideriamo la stazione meteorologica di Trento (Laste) che di Cavalese.



## C H E C O S ' È ?

## Le precipitazioni



In meteorologia con il termine precipitazioni (anche note come **idrometeore**) si intendono tutti i fenomeni di trasferimento di acqua allo stato liquido o solido dall'atmosfera al suolo (pioggia, neve, grandine, etc.).

**COME SI FORMANO..**

Quando dell'**aria calda** e umida sale in una corrente ascensionale, si raffredda con una **trasformazione adiabatica** fino a condensare e formare una **nube**, costituita da microscopiche goccioline diffuse. Queste gocce hanno una carica elettrica negativa e quindi si respingono. Occorre raggiungere zero gradi (e anche un po' di movimento o un catalizzatore, come del pulviscolo) affinché alcune di queste gocce gelino e cambino carica elettrica. I cristalli di ghiaccio così formati, hanno quindi una carica positiva che attrae le altre gocce, formando così cristalli sempre più grandi. Una volta raggiunta la dimensione sufficiente a vincere la corrente ascensionale all'interno della nuvola, possono cadere.

**TIPI DI PRECIPITAZIONE..**

- quando la condensazione di queste molecole d'acqua avviene ad una temperatura superiore agli 0°C e il diametro della goccia supera gli 0.3 mm, si ha la **pioggia**;
- se la temperatura rimane al disotto dello zero, le molecole cristallizzano e diventano ghiaccio, formando così la **neve**. I fiocchi di neve si creano perché i cristalli di ghiaccio, attraversando strati d'aria a temperature maggiori di 0°C, fondono e si riagggregano, raggiungendo anche notevoli dimensioni;
- se fa molto caldo e secco come nel deserto le gocce **evaporano** prima di toccare terra;
- se all'interno dei **cumulonembi** le correnti ascensionali sono particolarmente forti (oltre 20m/s) e permettono ai cristalli di ghiaccio di diventare molto grandi prima della caduta, piove **grandine**.

**COME SI MISURANO...**

Le precipitazioni vengono in genere misurate utilizzando il **pluviometro**. La misura delle precipitazioni è data dall'altezza (convenzionalmente in millimetri) che l'acqua raggiunge quando viene raccolta in un recipiente piano ed orizzontale, contornato da pareti verticali. La misura viene riferita ad un determinato periodo di tempo (giorno, mese, anno). Per avere un'idea si può considerare che in Italia piovono dai 100 mm ai 3.000 mm all'anno; un giorno di pioggia fine non porta più di 1 mm d'acqua, mentre un temporale lungo e violento porta anche 30 mm d'acqua, con record intorno ai 300 mm. Il pluviometro viene denominato **pluviografo** quando permette di registrare anche la durata delle precipitazioni.





## C H E C O S ' È ?

**Il pluviometro totalizzatore** è uno strumento che consiste in un piccolo recipiente, in genere di forma cilindrica, e dalle dimensioni standardizzate che ha il compito di raccogliere e conservare la pioggia che si è verificata in un certo intervallo di tempo, generalmente un giorno. In questo modo è possibile ottenere una misura giornaliera delle precipitazioni in una data località.



**Il pluviografo** è uno strumento che ha il compito di registrare la pioggia verificatasi ad una scala temporale inferiore al giorno con risoluzione dell'ordine di qualche minuto. È composto da un imbuto che porta acqua in una vaschetta metallica o di plastica, incernierata in un punto. Vi è un tamburo rotante che ruota con velocità costante e su di esso vi è una griglia di carta in cui in ascissa si ha il tempo ed in ordinata l'altezza della pioggia, che viene definita grazie ad un pennino, che muovendosi verticalmente (per mezzo di un galleggiante) segna sulla carta l'altezza della pioggia. Se non piove, il livello dell'acqua rimane costante e dunque il pennino segna una linea dritta orizzontale. Quando inizia a piovere, l'acqua entra nell'imbuto, il galleggiante sale e il pennino lascia dei segni verticali sulla carta. Con questa strumentazione è possibile definire ogni ora quanti mm di pioggia sono caduti.



## Andamento delle precipitazioni medie annuali

Per la misurazione delle precipitazioni al 2008 risultano attive, sul territorio trentino, 92 stazioni automatiche di rilevamento pluviometrico. La stazione più bassa si trova a Riva del Garda a 82 m s.l.m. (sul livello del mare), la più alta è localizzata sul Caserer a 2.600 m s.l.m. Tutte queste stazioni vengono monitorate dall' "Ufficio previsioni e organizzazione" della Provincia autonoma di Trento. Per conoscere le precipitazioni di tutte le stazioni, visita il sito [www.meteotrentino.it](http://www.meteotrentino.it)

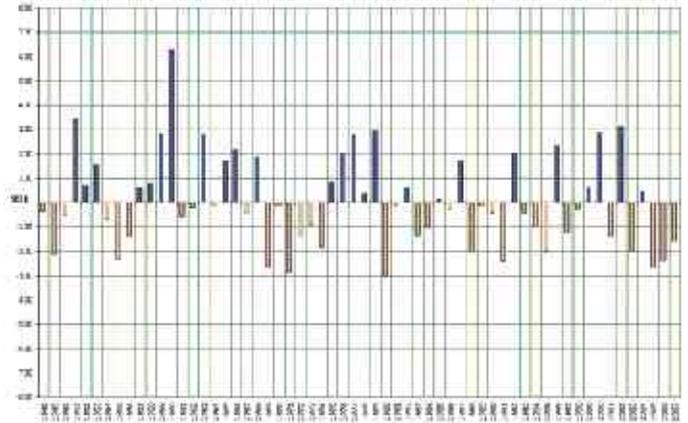
Per rappresentare le **anomalie di precipitazione**, come per le temperature, si confrontano i valori cumulati di precipitazione con i valori cumulati normali per il periodo climatico 1961-1990.



Dai grafici si può osservare che durante il periodo rappresentato, le anomalie negative (cioè gli anni in cui ha piovuto meno di 931 mm) sono maggiori di quelle positive (anni in cui ha piovuto più di 931 mm). Per le piogge, a differenza delle temperature non c'è un segnale evidente di variazione durante gli ultimi 20-30 anni, ma solo un leggero calo del -2% sull'intero secolo.

**Trento Laste: anomalia della precipitazione annua dal 1948 al 2007 rispetto a quella del periodo 1961-1990.**

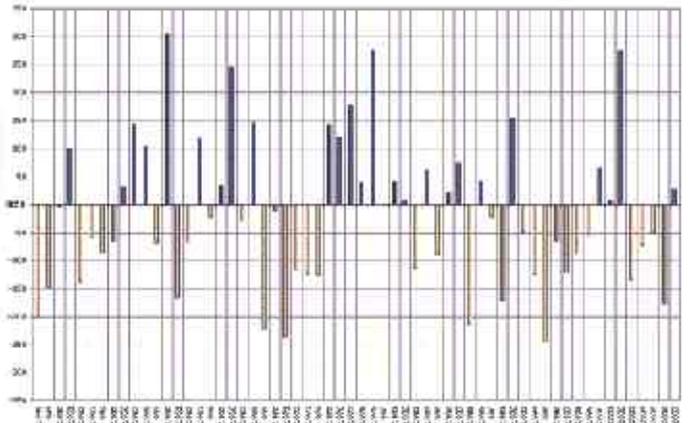
Fonte: Ufficio previsioni e organizzazione, PAT e Università di Trento



Gli anni in cui si sono avute anomalie di precipitazione maggiori (blu) a Trento Laste sono stati il 1951 e il 1960, mentre gli anni meno piovosi (arancione) sono stati 1949, 1955, 1969, 1971, 1980, 1991, 2005 e 2006.

**Cavalese: anomalia della precipitazione annua dal 1948 al 2007 rispetto a quella del periodo 1961-1990.**

Fonte: Ufficio previsioni e organizzazione, PAT e Università di Trento



Gli anni in cui si sono avute anomalie di precipitazione maggiori (blu) a Cavalese sono stati gli anni 1960, 1966, 1979, 2002; mentre gli anni meno piovosi (arancione) sono stati 1948, 1961, 1969, 1971, 1988, 1995 e 2006.

## DEVI SAPERE CHE...

**le anomalie meteorologiche** sono definite come le differenze dei valori osservati rispetto ad un valore medio di riferimento che viene calcolato secondo le indicazioni della World Meteorological Organization: si considerano i dati delle temperature o delle precipitazioni medie del trentennio 1961-1990 (chiamati dal WMO, Climatic Normals) e le si utilizza come termine di paragone.

Quindi l'andamento medio degli ultimi cinquanta anni viene raffrontato agli anni 1961-1990; in questo modo si può verificare di quanto il dato di un determinato periodo (giorno, mese o anno) si discosta da quello di riferimento, calcolandone così l'anomalia.



# Andamento della nevosità durante gli anni

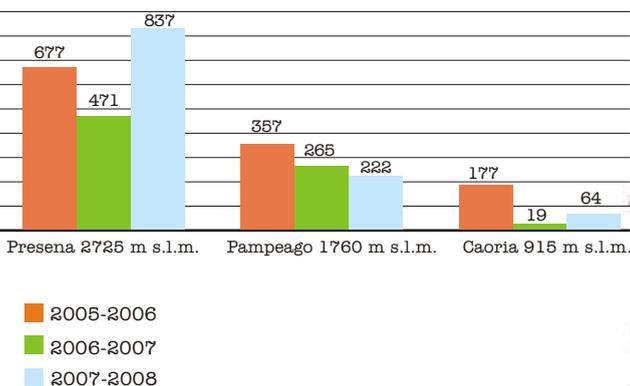
Per poter misurare l'andamento della neve caduta per ciascuna stagione invernale, cioè da novembre a maggio, sono presenti 27 stazioni di rilevamento nivometeorologico, distribuite uniformemente sul territorio ove è possibile accedere in maniera agevole: località turistiche, siti valanghivi e sono costantemente monitorate da "Metetrentino", che analizza i dati e li pubblica ogni due stagioni in un documento: Quaderni di Nivologia.

Le stazioni di rilevamento nivometeorologico vanno da un'altitudine massima di 2.725 m s.l.m. della stazione Capanna Presena, fino ad arrivare alla quota più bassa di 915 m s.l.m. di Caoria. Da questa tabella è possibile osservare quanta neve è caduta nelle precedenti stagioni.

Stazioni di rilevamento	2005-2006 [cm]	2006-2007 [cm]	2007-2008 [cm]
Presena	677	471	837
Passo tonale scuola pat	656	374	631
Malga bissina	511	86	503
Passo valles	494	328	335
Passo rolle	440	271	443
Malga val cigolera	439	370	261
Madonna di campiglio pancugolo	424	171	300
Canal san bovo - calaita	421	247	222
Folgaria - passo sommo	410	144	174
S. Martino di castrozza	385	254	np
Pampeago	357	265	222
Passo broccon malga marande	352	257	327
Vallarsa pian fugazze	352	73	141
Panarotta	308	137	118
Canazei ciampac	300	383	220
Bondone viote	296	77	135
Passo s. Valentino	294	70	194
Paneveggio	290	219	259
Val noana diga	269	93	123
Passo s. Pellegrino	258	332	265
Predazzo gardonè	257	125	151
Pozza di fassa	233	89	156
Rabbi	221	123	146
Pejo tarlenta	200	245	236
Villa welsperg	190	45	71
Caoria	177	19	64
Andalo	143	44	122

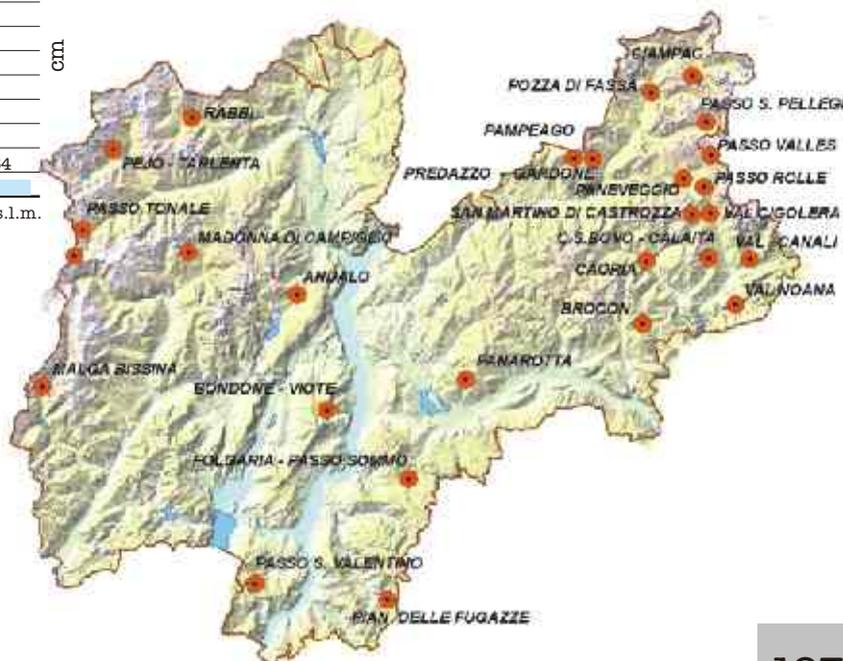
## Andamento nevosità stagionale (da novembre a maggio)

Fonte: Ufficio previsioni e organizzazione, PAT



Qui sono riportati a titolo di informazione i cm caduti in tre stazioni durante i passati inverni.

## Stazioni di rilevamento nivometeorologiche nelle stagioni 2005-2006, 2006-2007 e 2007-2008



## C H E C O S ' È ?

## Il protocollo di Kyoto

Per fronteggiare la minaccia dell'effetto serra e dei cambiamenti climatici, il 9 maggio 1992, è stata approvata a New York la "Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici" (UNFCCC); essa costituisce il primo trattato internazionale riferito specificamente ai cambiamenti climatici. Lo strumento attuativo di questa Convenzione è il Protocollo di Kyoto (prende il nome dalla località giapponese Kyoto, dove si è tenuto questo storico incontro), entrato in vigore il 16 febbraio 2005 e che stabilisce per i Paesi industrializzati e per i Paesi con economie in transizione, obiettivi di riduzione delle emissioni di 6 gas-serra. Esso è stato sottoscritto da 141 nazioni, compresa l'Italia, e rappresenta un tentativo di conciliare gli interessi dell'ambiente con quelli dell'economia. Nel Protocollo di Kyoto sono indicati i valori di riduzione delle emissioni dei gas responsabili dell' **effetto serra** (soprattutto anidride carbonica). I paesi industrializzati che hanno aderito alla Convenzione dovranno, individualmente o congiuntamente, assicurare che le emissioni derivanti dalle attività umane globali vengano ridotte del 5% rispetto ai valori del 1990 nel periodo 2008-2012. Il Protocollo di Kyoto prevede impegni di riduzione differenziati da paese a paese. All'interno dell'Unione Europea, che si è prefissata un obiettivo di riduzione della CO<sub>2</sub> dell'8%, l'Italia si è impegnata nel diminuire del 6,5% le proprie emissioni entro il 2008-2012.



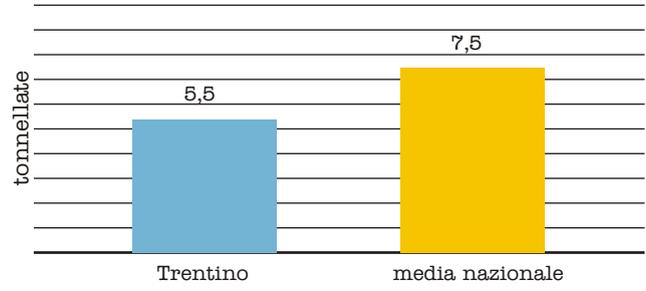


# Emissioni di anidride carbonica

L'anidride carbonica è uno dei principali gas responsabili dell'effetto serra sul nostro pianeta. La riduzione della concentrazione della CO<sub>2</sub> atmosferica è un obiettivo importante da raggiungere in tempi brevi e rispetto al quale 182 paesi (dato aggiornato al 16 ottobre 2008), compresa l'Italia, hanno preso un impegno definitivo attraverso il Protocollo di Kyoto.

### Emissioni di CO<sub>2</sub> per abitante

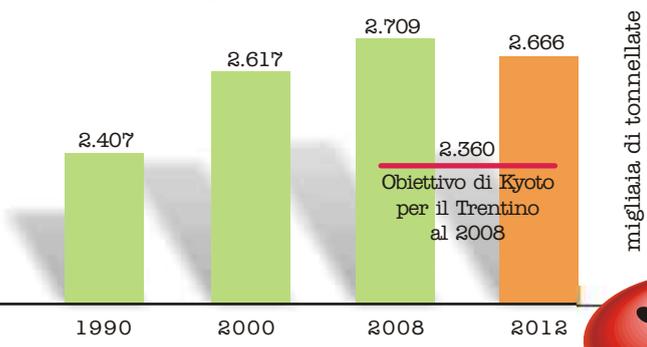
Fonte: Ansa 2007, dati del 2000.



In media gli abitanti trentini emettono meno anidride carbonica rispetto a quella prodotta dagli italiani. Ciò si spiega principalmente perché, per produrre energia elettrica, si usa molta biomassa combustibile (ottenuta con materiale derivante dalle coltivazioni o dalle foreste) anziché il carbone. Un'altra spiegazione è data dal fatto che il 56% della superficie territoriale è coperta da boschi e quindi essi assorbono parte della CO<sub>2</sub> emessa.

### Emissioni nette di CO<sub>2</sub> in Trentino

Fonte: Agenzia provinciale per l'energia, PAT

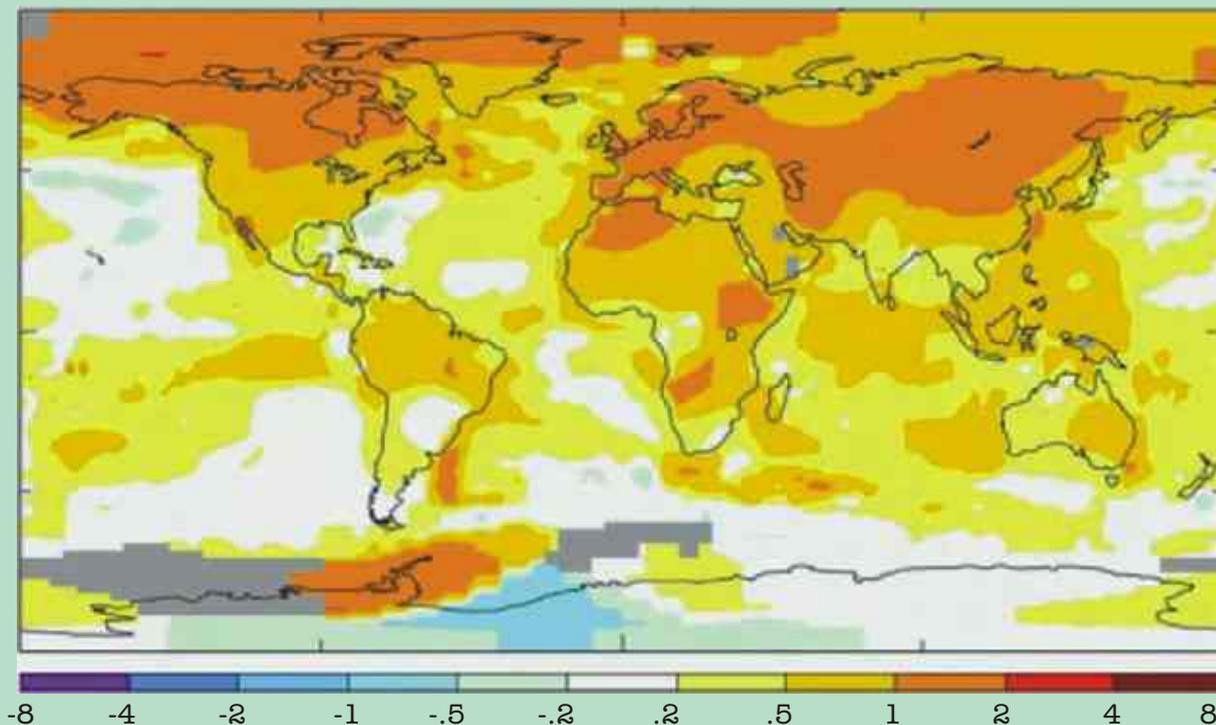


Per raggiungere l'obiettivo di Kyoto, la Provincia si doveva impegnare a ridurre entro il 2008 il quantitativo di emissioni del 2%, rispetto al valore registrato nel 1990 e cioè arrivare a 2.360 migliaia di t. Al 2008 il valore di CO<sub>2</sub> è però 348.800 t in più rispetto all'obiettivo e al 2012, se si ipotizza un valore di CO<sub>2</sub> di 2.666.000 t, sarà superiore di 306.100 t.



## Anomalie di temperatura a livello globale

Fonte: Nasa Giss, Istituto Goddard per gli studi spaziali.



L'Istituto Goddard per gli studi spaziali (GISS), presso la Columbia University di New York City, è un laboratorio della Divisione di Scienze della Terra della NASA che si occupa di ricerche nell'ambito del cambiamento climatico globale.

In questa immagine, che copre l'arco temporale dal 1997 al 2006, elaborata da GISS è possibile osservare le zone dove le anomalie di temperatura sono più intense, i valori medi di riferimento sono degli anni 1951-1980.

- Secondo l'**IPCC** negli ultimi 100 anni le temperature medie della superficie terrestre sono cresciute di 0,5-0,6 gradi centigradi. Tra questi, il 1998 ha il record di anno più caldo in assoluto tra gli ultimi mille.
- Oltre alle temperature, anche le precipitazioni sono aumentate, di circa l'1%, durante gli ultimi cento anni: per la precisione, le aree che si trovano alle latitudini maggiori tendono ad avere un aumento della piovosità più significativo rispetto ad altre regioni, mentre nelle zone tropicali si assiste addirittura a una diminuzione delle precipitazioni.
- Gli eventi climatici estremi sono aumentati in frequenza ed intensità. Come per esempio il fenomeno meteorologico conosciuto come El Niño, o uragani come Katrina negli Stati Uniti, nell'area mediterranea ed in particolare in Italia sono presenti prolungati periodi di siccità nelle regioni meridionali.



## Costruiamo un termoscopio

Impara come si misura la temperatura, attraverso un termoscopio.

Il termoscopio è un apparecchio che serve a stabilire se esiste una differenza di temperatura misurata; fornisce il segno ma non il valore.

Galileo Galilei aveva ideato questo semplice esperimento per poter quantificare la variazione della temperatura.

### Hai bisogno di pochi oggetti che potete facilmente reperire:

- una bottiglia di vetro, piena per  $\frac{3}{4}$  circa di acqua,
- un tappo ermetico al quale è stato fatto un foro,
- una cannuccia,
- del colorante da cucina,
- un po' di plastilina,
- una fonte di calore.

### Procedimento:

Versa il contenuto del colorante da cucina all'interno della bottiglia di vetro, agita un po' la bottiglia in modo da far diffondere il colorante: questo per poter meglio vedere l'ascesa o la discesa del liquido colorato all'interno della cannuccia.

Chiudi la bottiglia con il tappo e fai passare la cannuccia attraverso il foro nel tappo, fino a far pescare la cannuccia all'interno del liquido per circa 2 cm, con la plastilina blocca il tutto ermeticamente.

Poni la bottiglia così sigillata su una fonte di calore, e osserva come si comporta il liquido colorato, al variare della temperatura.

Come tutti i corpi, anche l'acqua, quando si riscalda subisce una dilatazione ed aumenta di volume all'aumentare della temperatura, in questo modo potete stabilire di quanto è eventualmente aumentata o diminuita in base all'altezza del liquido.





**Altitudine:** distanza verticale tra una superficie orizzontale o un punto dello spazio atmosferico e il livello medio del mare (m s.l.m.).

**Clima:** per clima s'intende l'insieme delle condizioni fisico-meteorologiche che caratterizzano mediamente una determinata zona terrestre analizzando un certo periodo di tempo che generalmente si stima in almeno trent'anni di analisi, questo secondo i parametri della organizzazione mondiale meteorologica.

**Cumulonembo:** è una nube a sviluppo verticale che si sviluppa in condizioni di instabilità atmosferica; è la più spettacolare e imponente tra le nubi. Vista a distanza si presenta grosso modo come una torre che dalla base piatta e relativamente non molto alta dal suolo (mediamente intorno ai 2000 metri). Si erge per alcuni chilometri, sino ad arrivare al limite della troposfera, ovvero, intorno ai 12000 m (meno ai poli e di più all'equatore). Raggiunto tale limite, si espande orizzontalmente, dando luogo ad una sommità a forma di incudine, e non più verticalmente, in quanto a partire da quella quota l'aria comincia a diventare più calda mano a mano che si sale e, quindi, il vapore acqueo in essa presente non riesce più a condensarsi. La base del cumulonembo è scura, a volte quasi nera, con sfumature che possono andare dal verde al giallo soprattutto quando causa la formazione di grandine. Il cumulonembo è la nube tipica dei temporali, anche violenti, e si presenta prevalentemente nelle ore più calde dei mesi estivi in quanto la sua formazione necessita di una grande quantità di energia termica.

**IPCC:** organo intergovernativo sui cambiamenti climatici. Il ruolo di IPCC, su mandato delle Nazioni Unite attraverso le agenzie: WMO (World Meteorological Organization) ed UNEP (United Nations Environmental Program), è quello di fare il punto sulla situazione delle conoscenze scientifiche, tecniche e socioeconomiche che sono fondamentali per capire i cambiamenti indotti dalle attività umane. Nasce nel 1998, annovera migliaia di scienziati di tutto il mondo. L'IPCC studia le azioni da intraprendere per arrestare il cambiamento (mitigation) o per contenere i danni (adaptation). Non conduce ricerche in proprio, ma ha ruolo di consulenza scientifica avvalendosi della letteratura scientifica disponibile.

**Köppen, Vladimir Petrovič:** (San Pietroburgo, 25 settembre 1846 Graz, 22 giugno 1940) è stato un geografo, botanico e climatologo russo. È assai noto in quest'ultimo campo poiché padre dell'omonima classificazione dei vari climi in base alle loro caratteristiche peculiari.

**Effetto serra:** le sostanze che determinano l'effetto serra sul nostro pianeta, chiamati per l'appunto gas serra, sono principalmente vapore acqueo, anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) e ozono (O<sub>3</sub>). Questi gas in concentrazioni normali trattengono parte del calore che il Sole emana, garantendo la sussistenza delle varie forme di vita sul pianeta. Dunque l'effetto serra è un fenomeno naturale e necessario, ma viene amplificato dalle attività umane che impiegano combustibili fossili come nella produzione di energia o nei trasporti. In questo caso viene chiamato effetto serra artificiale.

**Tempo meteorologico:** combinazione momentanea dei vari elementi meteorologici che lo descrivono in senso fisico, quali temperatura, precipitazione, umidità, pressione, vento, radiazione solare, ecc..., su un preciso luogo della superficie terrestre, derivante dalla presenza di una particolare massa d'aria o da diverse masse d'aria di differente natura che si trovino in contrasto fra di loro, in un preciso istante.

**Trasformazione adiabatica:** è una trasformazione termodinamica nel corso della quale un sistema fisico non scambia calore con l'ambiente esterno.



## Bibliografia

Previsioni e conseguenze dei cambiamenti climatici in Trentino 2008, PAT

Progetto Clima 2008

## Sitografia

Metetrentino  
[www.metetrentino.it](http://www.metetrentino.it)

Fondazione Edmund Mach - Istituto Agrario di S. Michele all'Adige  
[www.ismaa.it](http://www.ismaa.it)

Trentino clima 2008  
[www.provincia.tn.it/trentinoclima2008](http://www.provincia.tn.it/trentinoclima2008)

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change  
[www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

NASA Goddard Institute for Space Studies (GISS)  
[www.giss.nasa.gov](http://www.giss.nasa.gov)

Organizzazione Meteorologica Mondiale  
[www.wmo.int](http://www.wmo.int)

Wikipedia: l'enciclopedia on-line  
[www.wikipedia.it](http://www.wikipedia.it)

