

## ■ *Che cosa sta succedendo?*

L'avvio del periodo industriale ha comportato modifiche alla composizione chimica dell'atmosfera dovute alla graduale immissione di notevoli quantità di gas serra. Con questo nome si indicano un insieme di composti che hanno la capacità di alterare il naturale effetto serra grazie al quale l'atmosfera è in grado di mantenere alla superficie del nostro pianeta una temperatura media di circa 15 °C.

La maggiore efficienza dell'effetto serra ha come immediata conseguenza un aumento della temperatura media sulla superficie terrestre. La temperatura media mondiale è aumentata negli ultimi 100 anni di 0.6°C ed in Europa di 1.2°C con una incertezza di  $\pm 0.2^\circ\text{C}$  (fonte IPCC). Il decennio 1990-2000 è risultato il più caldo degli ultimi 150 anni. Tale riscaldamento si registra a tutte le scale, da quella mondiale fino a scala regionale. In Europa entro il 2100 si prevede un aumento della temperatura compreso tra 1.4 e 5.8°C con valori anche maggiori nella parte meridionale e orientale.

Si è osservato, inoltre, un aumento delle precipitazioni (0.5 -1% per decennio) alle alte latitudini ed una riduzione alle basse latitudini (-0.3/-0.5% per decennio). Il livello medio del mare è aumentato di 20 cm nel secolo scorso e le stime attuali sembrano confermare tale tendenza. Anche i ghiacciai hanno risentito del riscaldamento globale, infatti quasi tutte le regioni glaciali europee si stanno ritirando con l'eccezione dei ghiacciai norvegesi.

Fra i fenomeni che possono essere collegati ai cambiamenti climatici in corso si ricordano l'incremento degli eventi meteorologici estremi, la riduzione della disponibilità di acqua, le variazioni della produttività agricola.

I danni economici dovuti a condizioni meteorologiche e climatiche avverse quali alluvioni, tempeste e siccità negli ultimi 20 anni in Europa sono stimati in 10 miliardi di euro. In questo decennio le catastrofi naturali meteo-climatiche sono raddoppiate rispetto al precedente.

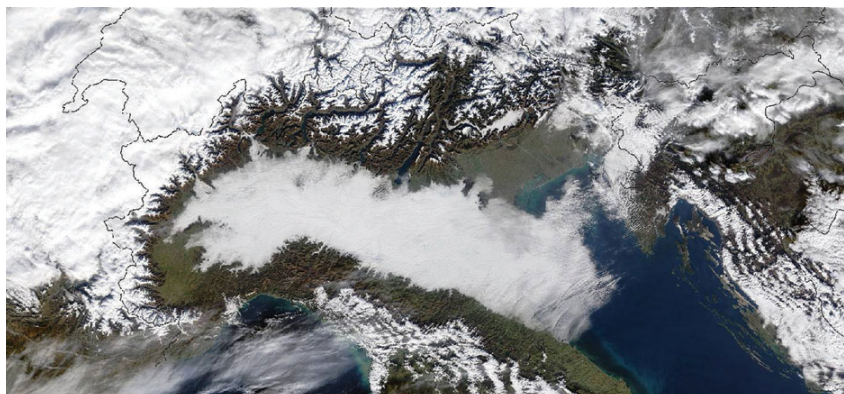


Figura 1: Nebbia in pianura padana

## ■ *Perché sta succedendo?*

E' ormai consolidato a livello scientifico che il riscaldamento globale della terra è da attribuirsi sia all'emissione di gas serra, sia agli aerosol prodotti dalle attività umane. I gas serra principali sono:

- > l'anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) derivante dall'utilizzo di combustibile fossile per attività industriali, trasporti, riscaldamento,
- > il metano ( $\text{CH}_4$ ) la cui emissione è legata essenzialmente alle attività agricole, allo smaltimento dei rifiuti, alla zootecnia,
- > il protossido di azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ ) gas serra molto potente con elevato tempo di permanenza in atmosfera (120 anni) ma con bassa concentrazione. La sua emissione è legata all'utilizzo di fertilizzanti azotati in agricoltura e ad alcune attività industriali.
- > composti chimici a base di carbonio che contengono cloro, fluoro, iodio e bromo (CFC, HFC,  $\text{CF}_4$ ). Il protocollo di Montreal (1987) ne ha vietato l'utilizzo in quanto responsabili del buco dell'ozono stratosferico.

La complessa interazione tra sistema climatico e ambiente naturale ed antropico non permette di descrivere i cambiamenti climatici nella loro totalità; alcuni elementi ben misurabili e definiti possono, però, essere usati come indicatori della globalità del mutamento. Il report 2/2004 dell'Agenzia Europea per l'Ambiente<sup>1</sup> propone diversi indicatori quali la concentrazione di gas serra, l'andamento della temperatura e delle precipitazioni, i loro estremi, lo stato dei ghiacciai e della copertura nevosa ecc. per descrivere i cambiamenti del clima.

Per descrivere la situazione a livello locale, nella provincia di Verona, abbiamo mutuato alcuni di questi indicatori, di seguito proposti nelle rispettive schede sinottiche.

- 1) Andamento dell'emissione di CO<sub>2</sub> della nostra provincia dal 1990 al 2000 confrontato con quello a livello regionale e nazionale
- 2) Andamento della concentrazione di CO<sub>2</sub> misurata nella libera atmosfera dal 1976 al 2001 sul Monte Cimone, rappresentativo dell'Italia centro-settentrionale.
- 3) Andamento delle temperature minime e massime dal 1960 al 2003 presso la stazione meteorologica di Villafranca di Verona,
- 4) Andamento delle precipitazioni cumulate annue dal 1960 al 2003 presso la stazione meteorologica di Villafranca di Verona.

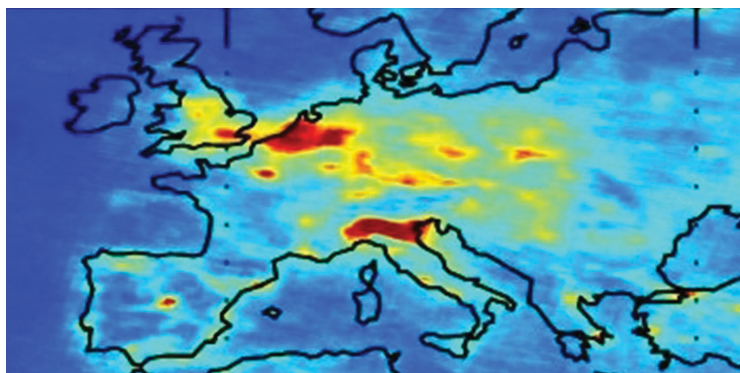


Figura 2: Mappa dell'inquinamento globale (NO<sub>2</sub>) degli ultimi 18 mesi ottenuti dal sensore Sciamachy del satellite ENVISAT

<sup>1</sup>Impacts of Europe's changing climate EEA Report N° 2/2004)

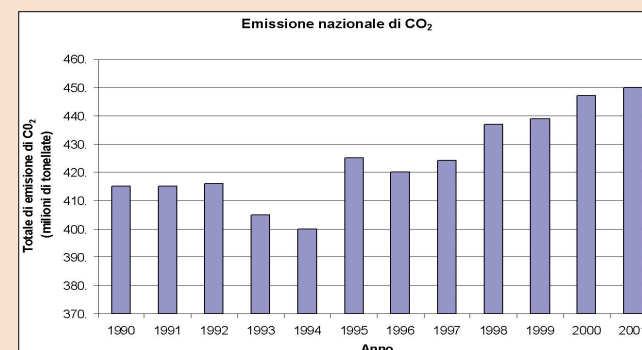
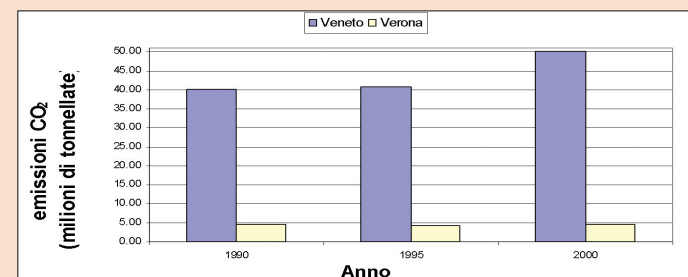
**NOME INDICATORE:** EMISSIONE DI GAS SERRA ALTERANTI IL CLIMA: CO<sub>2</sub>

**TIPO DI INDICATORE:** DRIVER - PRESSIONE - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

**DISPONIBILITÀ DATI:** SCARSA - SUFFICIENTE - OTTIMA

**Descrizione dell'indicatore:** si è presa in considerazione l'emissione di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) in ambito regionale e provinciale, ottenuta con la metodologia CORINAIR, ed approccio top-down.

**Rappresentazione dell'indicatore:** Si riportano i contributi emissivi di CO<sub>2</sub> espressi in tonnellate in ambito provinciale e regionale negli anni 1990, 1995, 2000, nonché l'andamento emissivo nazionale dal 1990, anno di riferimento del protocollo di Kyoto..



**Commento del risultato:** il riscaldamento globale osservato sul nostro pianeta in questi ultimi 100 anni è imputabile all'immissione di gas serra in atmosfera, in particolare del biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>) che è incrementato del 34% rispetto ai livelli preindustriali con un'accelerazione dall'anno 1950<sup>2</sup>. Nel 2000 le emissioni dei gas-serra considerati da Protocollo di Kyoto, riportati in termini di CO<sub>2</sub> equivalente, risultano superiori a livello nazionale del 4.9% rispetto all'anno di riferimento (1990 per CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O); tale andamento contrasta con l'impegno nazionale di ridurre le emissioni medie dei gas serra nel periodo 2008-2012 del 6.5%. A livello provinciale l'emissione di solo CO<sub>2</sub> risulta diminuita nel decennio 1990 - 2000 del 1.6%, risulta invece notevolmente aumentata la media regionale (24%)

Fonte: ANPA, Nota tecnica su: inventario delle emissioni di gas serra del 2000- Aprile 2002  
APAT CTN -ACE [www.inventaria.sinanet.apat.it](http://www.inventaria.sinanet.apat.it)

<sup>2</sup>Impacts of Europe's changing climate EEA Report N° 2/2004)

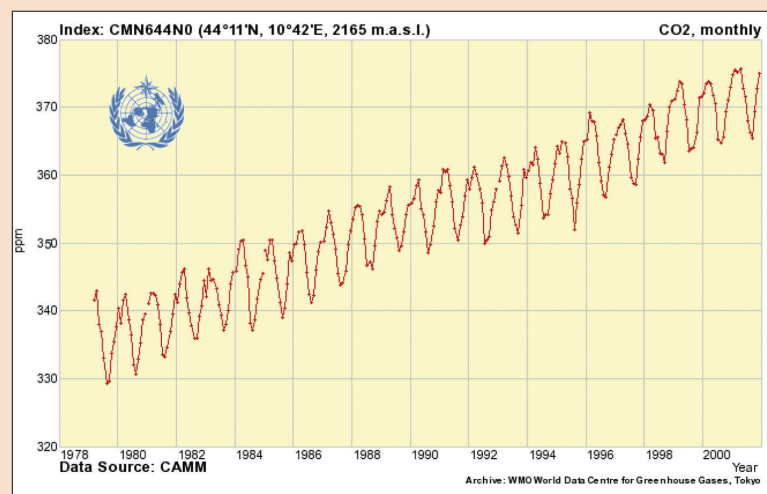
**NOME INDICATORE:** CONCENTRAZIONE DI CO<sub>2</sub> NELLA LIBERA ATMOSFERA

**TIPO DI INDICATORE:** DRIVER - PRESSIONE - **STATO** - IMPATTO - RISPOSTA

**DISPONIBILITÀ DATI:** SCARSA - SUFFICIENTE - **OTTIMA**

**Descrizione dell'indicatore:** concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera misurata presso l'Osservatorio dell'Aeronautica Militare di Monte Cimone ad una quota di 2165 metri sul livello del mare dal 1978 al 2001 sotto l'egida del GAW (Global Atmosphere Watch) dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO World Meteorological Organization).

**Rappresentazione dell'indicatore:** andamento della concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera in ppm nel periodo 1978-2001



**Commento del risultato:** La concentrazione di CO<sub>2</sub> atmosferico espresso in ppm (parti su milione) riportata nell'indicatore è rappresentativa della concentrazione di gas misurato nella libera atmosfera e quindi anche sopra il nostro territorio provinciale. Risulta essere un ottimo indicatore dell'incremento prodotto complessivamente dall'attività umana, comprensivo anche del contributo dato dalla nostra provincia.

Si osserva un incremento costante dal 1978 (concentrazione misurata pari a circa 336 ppm) fino al 2001 quando si è registrato un valore medio di 371 ppm, con una crescita globale di 1.6 ppm/anno. Da evidenziare la bassa crescita osservata nel 1992 dovuta all'eruzione del vulcano Pinatubo avvenuta nel 1991, mentre il forte incremento osservato nel 1998 su quasi tutto il pianeta fu causato da una fase intensa de El Niño-Southern Oscillation (ENSO). Tale fenomeno climatico consiste in una interruzione periodica del sistema oceano-atmosfera che avviene nel pacifico tropicale, ma che ha conseguenze meteorologiche in diverse parti del globo. Infine rilevante è la variabilità ciclica della concentrazione all'interno di ciascun anno che riflette la variabilità stagionale di emissione/assorbimento di CO<sub>2</sub> della biosfera (fotosintesi clorofilliana).

Fonte dei dati: Osservatorio dell'Aeronautica Militare di Monte Cimone

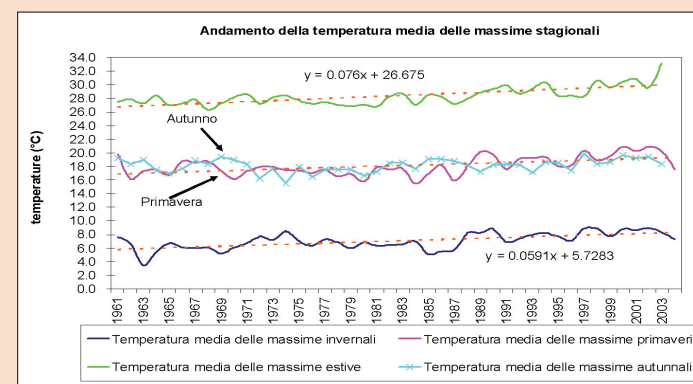
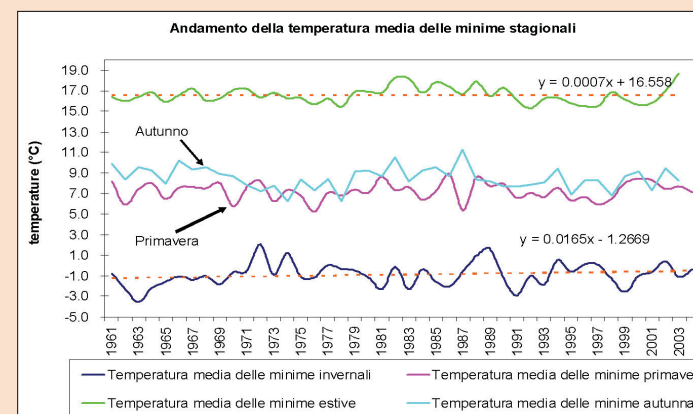
**NOME INDICATORE:** ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE MINIME E MASSIME ANNI 1961-2003

**TIPO DI INDICATORE:** DRIVER - PRESSIONE - **STATO** - IMPATTO - RISPOSTA

**DISPONIBILITÀ DATI:** SCARSA - SUFFICIENTE - **OTTIMA**

**Descrizione dell'indicatore:** sono state considerate le misure di temperatura dell'archivio storico della stazione di Verona Villafranca del Centro Meteo Regionale ARPAV. Per il periodo 1961-1990 ci si è avvalsi anche dei dati forniti dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, alcuni dati mancanti sono stati integrati con i dati osservati dall'Ufficio Idrografico.

**Rappresentazione dell'indicatore:** andamenti della media annuale della temperatura minima e massima nel periodo 1961 - 2003



**Commento del risultato:** si evidenzia un aumento, più marcato per le massime estive con incrementi di 0.76°C ogni 10 anni, meno marcato per le temperature minime invernali per le quali l'incremento osservato è di 0.16°C ogni 10 anni. Spicca dalla curva delle temperature massime estive l'anno 2003 con un valore di 33.1°C, superiore al valore di riferimento di 27.1°C (media 1961-1990). Tale estate risulta pertanto la più calda dal 1961.

Fonte dei dati: Centro Meteo Regionale ARPAV di Teolo, Ufficio idrografico, Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare

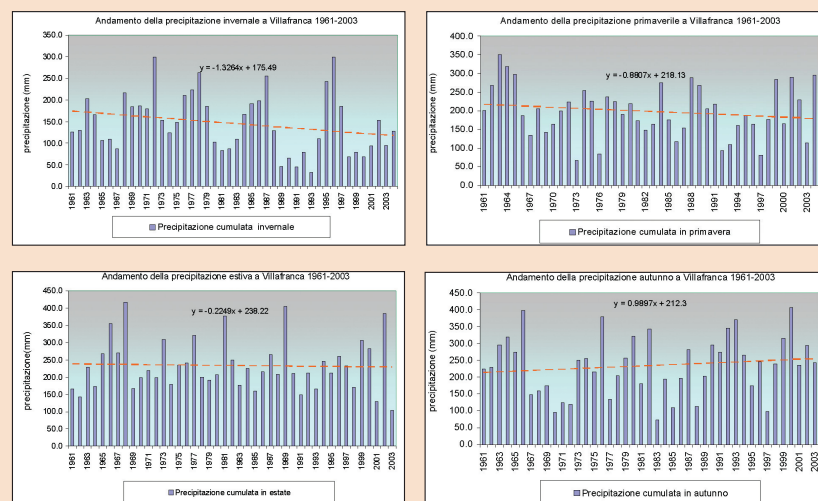
## NOME INDICATORE: ANDAMENTO DELLE PRECIPITAZIONI DAL 1961 AL 2003

TIPO DI INDICATORE: DRIVER - PRESSIONE - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

DISPONIBILITA' DATI: SCARSA - SUFFICIENTE - OTTIMA

**Descrizione dell'indicatore:** sono stati analizzati gli andamenti della precipitazione cumulata annuale dell'archivio storico della stazione di Verona Villafranca. Per il periodo 1961-1990 ci si è avvalsi anche dei dati forniti dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, alcuni dati mancanti sono stati integrati con i dati osservati dall'Ufficio Idrografico.

**Rappresentazione dell'indicatore:** rappresentazione grafica degli andamenti delle precipitazioni estive, primaverili, invernali e autunnali registrate presso la stazione meteorologica di Villafranca.



**Commento del risultato:** l'andamento annuale (non riportato) delle precipitazioni evidenzia un trend negativo nel periodo 1961-2003 con un tasso di -19 mm/10anni. Analizzando l'andamento stagionale si nota come l'anomalia negativa sia maggiore durante il periodo invernale (-13 mm/10 anni), mentre nel periodo autunnale l'anomalia è positiva (+9 mm/10 anni).

Fonte dei dati: Centro Meteo Regionale ARPAV di Teolo, Ufficio idrografico, Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare

## ■ ■ Clima e variazioni climatiche della provincia

L'Italia settentrionale si può suddividere nelle seguenti cinque aree climatiche: adriatica, padana centrale, padana occidentale, tirrenica, alpina<sup>3</sup>. Il territorio della provincia di Verona abbraccia due di queste aree: quella padana centrale costituita dalle zone pianeggianti e quella alpina individuata dai Monti Lessini.

Per poter effettuare una classificazione del clima di una certa località sono necessari almeno 30 anni di dati consecutivi, omogenei e che ottemperino le norme OMM (Organizzazione Meteorologica Mondiale). Sul nostro territorio l'unica stazione che soddisfa a gran parte di questi requisiti è quella di Villafranca di Verona; che si può ritenere rappresentativa del clima delle zone pianeggianti della nostra provincia. Si è analizzato il periodo 1961-1990 applicando la classificazione climatica di Koeppen in cui si analizza la temperatura media del mese più freddo e più caldo e la precipitazione del mese più piovoso e meno piovoso.

Tabella 1: temperature medie del mese più freddo e del mese più caldo, precipitazione media del mese più piovoso e meno piovoso.

Stazione	Temperatura media del mese più freddo (°C)	Precipitazioni del mese invernale meno piovoso (mm)	Precipitazioni del mese estivo più piovoso (mm)	Temperatura media del mese più caldo (°C)	Precipitazione media annua (mm)
Verona-Villafranca (1961-1990)	1.7 (GEN)	51.0 (FEB)	86.3(GIU)	23.3(LUG)	821.0
Verona-Villafranca (1991-2004)	2.6 (GEN)	28.0(FEB)	102.6 (SET)	23.6(AGO)	781.3

Fonte: Dipartimento provinciale ARPAV di Verona

In base a quest' ultima definizione il clima di Verona può essere definito del tipo 'Cfa' e cioè clima temperato senza stagione secca e con estate calda<sup>4</sup>. Verona si colloca, quindi, tra le località aventi un clima temperato e quindi di tipo mediterraneo, con estati alquanto piovose e con tendenza all'aumento delle precipitazioni estive-autunnali, diminuzione di quelle invernali e aumento, inoltre, delle temperature invernali. Infatti esaminando con analoghi criteri il periodo 1991-2004 si osserva un aumento delle temperature del mese più freddo e più caldo e uno spostamento delle precipitazioni più intense verso il periodo estivo-autunnale con tendenza quindi ad una subtropicalizzazione delle stagioni. Si evidenzia comunque come la precipitazione totale annua sia diminuita rispetto al dato climatologico di circa 40 mm.

### Il clima in pianura

La rete di monitoraggio meteorologica gestita dal Centro di Teolo è costituita nella nostra provincia da 16 stazioni (Figura 3) una banca dati di circa 12 anni, che seppur non sufficienti per classificare dal punto di vista climatico, secondo le norme della O.M.M., le rispettive località rappresentano, comunque un utile strumento informativo. Da questa banca dati sono stati estratti i dati meteorologici relativi a tre stazioni, Buttapietra, Bardolino e Sorgà, rappresentative delle tre zone climatiche della pianura veronese e sono stati calcolati gli andamenti dei valori di precipitazione e temperatura (Figura 4, Figura 6, Figura 8).

Una ulteriore informazione climatologia viene fornita dall'indice di Sharlau, che valuta le condizioni fisiologiche cui è sottoposta la popolazione in base ai valori di due parametri: temperatura ed umidità. È possibile quindi individuare quante volte a livello mensile, nella località in esame, si sono avute condizioni di caldo-umido durante il periodo primaverile-estivo e di freddo-umido durante quello autunno-invernale. Nei grafici tali condizioni estreme sono evidenziate da fasce, in grigio per il freddo umido, in arancione per il caldo umido, entro le quali cadono i mesi critici (Figura 5, Figura 7, Figura 9).

<sup>3</sup>Quaderno Tecnico ARPA-SMR n°04-2001

<sup>4</sup>Tesi specializzazione dott. Sabrina Poli Università di Bologna anno accademico 2000-2001

Analizzando i grafici della temperatura massima e minima si nota per tutte e tre le località una lieve tendenza all'aumento, confermando la valutazione climatica effettuata in precedenza per la stazione di Villafranca; per i valori massimi di temperatura si osserva una maggior crescita a Buttapietra, invece per quelli minimi a Bardolino. Per quanto riguarda l'indice di disagio fisiologico si nota come Buttapietra, limitrofa a Verona, presenti un maggior numero di mesi collocati nelle aree di disagio da freddo-umido e da caldo-umido, mentre la stazione di Bardolino presenta la maggior parte dei mesi nella fascia di benessere fisiologico. Inoltre la maggior dei punti che cadono in questa area sono collocati nella parte più alta del grafico associata a valori di umidità più bassi.



Figura 3

Figura 4: andamento della precipitazione, della temperatura minima e massima annua registrata presso la stazione di Bardolino negli anni 1992-2003

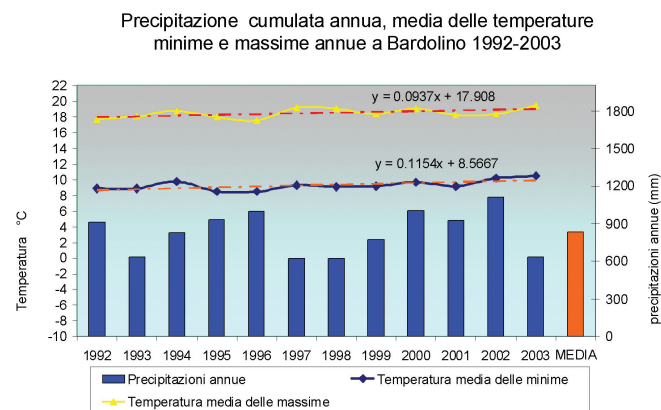


Figura 5: indice di disagio fisico di Sharlau, stazione di Bardolino. Le condizioni di maggior disagio si avvertono quando i valori di temperatura e di umidità ricadono nelle fasce grigia(inverno) e arancione (estate)

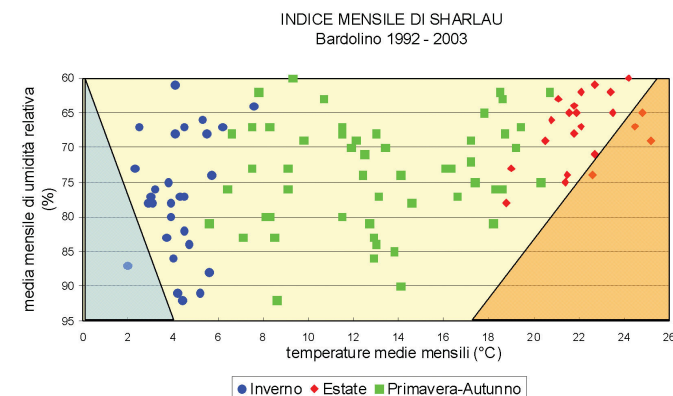


Figura 6: andamento della precipitazione, della temperatura minima e massima annua registrata presso la stazione di Buttapietra negli anni 1992-2003

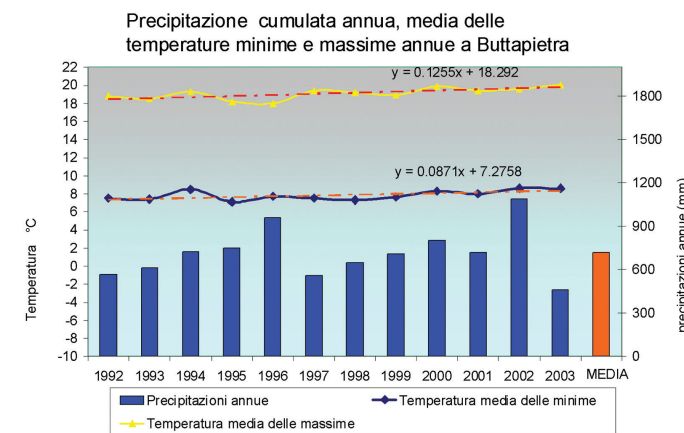


Figura 7: indice di disagio fisico di Sharlau, stazione di Buttapietra. Le condizioni di maggior disagio si avvertono quando i valori di temperatura e di umidità ricadono nelle fasce grigia(inverno) e arancione (estate)

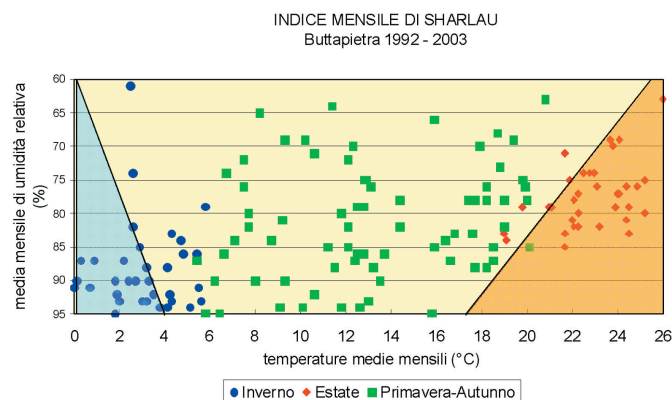


Figura 8: andamento della precipitazione, della temperatura minima e massima annua registrata presso la stazione di Sorgà negli anni 1992-2003

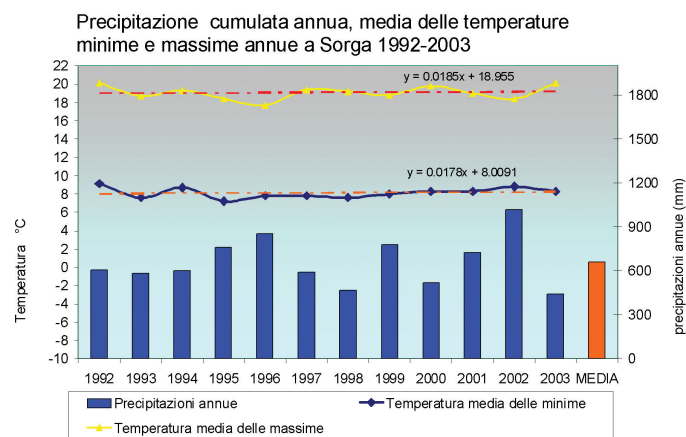
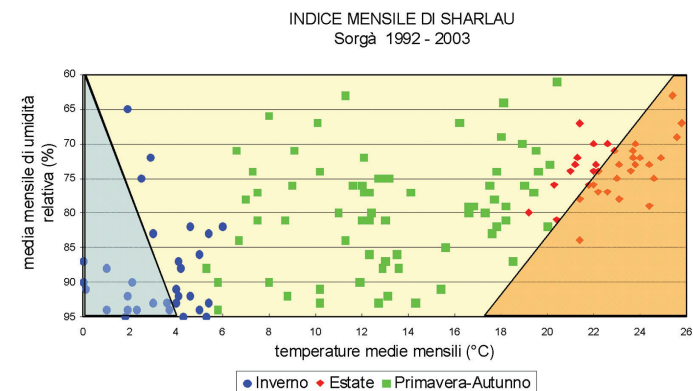


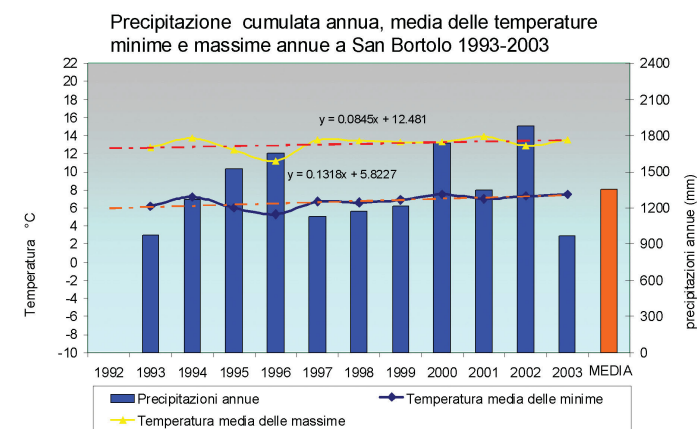
Figura 9: indice di disagio fisico di Sharlau, stazione di Sorgà. Le condizioni di maggior disagio si avvertono quando i valori di temperatura e di umidità ricadono nelle fasce grigia(inverno) e arancione (estate)



## Il clima in montagna

Sulle montagne veronesi è attiva la stazione meteorologica di San Bortolo (936 m s.l.m.) appartenente alle reti di monitoraggio del Centro Meteo ARPAV di Teolo, e le due stazioni nivometeorologiche della rete del Centro Valanghe ARPAV di Arabba (BL): quella del Monte Baldo (1760 m. s.l.m.), con un'interruzione nella serie temporale dei dati a causa dei fulmini che hanno danneggiato l'apparato, e quella del Monte Tomba (1620 m s.l.m.). Il trend dell'andamento termico a San Bortolo è in linea con quelli della limitrofa pianura evidenziando sia per le massime che per le minime una tendenza all'aumento (Figura 10). Non si riscontrano, invece, significative variazioni nell'andamento delle precipitazioni che risulta avere un valore medio di 1351 mm annui, quasi il doppio del quantitativo annuo delle zone di pianura<sup>5</sup>.

Figura 10: andamento della precipitazione, della temperatura minima e massima annua registrate presso la stazione di San Bortolo negli anni 1993-2003



<sup>5</sup> ARPAV – Provincia di Verona "Rapporto sullo stato dell'Ambiente in Provincia di Verona" I Edizione Anno 2002

L'analisi dei dati delle due stazioni nivometeorologiche evidenzia un andamento delle temperature massime in controtendenza rispetto alle altre stazioni a quote più basse, rivelando una leggera diminuzione, mentre le temperature minime risultano quasi stazionarie (Figura 11, Figura 12). Data la tipologia di queste stazioni vengono riportati i dati dell'altezza neve e non le singole precipitazioni giornaliere: si è calcolato pertanto per ogni anno il valore medio dell'altezza neve, comprendendo anche i mesi estivi. Per tale parametro non si evidenziano trend significativi; è da sottolineare il diverso innevamento delle due stazioni. Infatti la stazione del Monte Baldo misura un innevamento medio annuo di 30 cm, la stazione del Monte Tomba presenta un innevamento medio annuo di soli 7 cm pur essendo dal punto di vista altimetrico collocata più in basso di soli 140 m. Ciò è da attribuirsi al particolare orientamento del Monte Baldo che esalta maggiormente per sollevamento orografico i sistemi perturbati, mentre il Monte Tomba è inserito in un contesto morfologico più strutturato ad altipiano e con un gradiente altimetrico più basso rispetto al Baldo.

Figura 11: andamento della precipitazione nevosa, della temperatura minima e massima annua registrata presso la stazione di monte Tomba negli anni 1988-2001

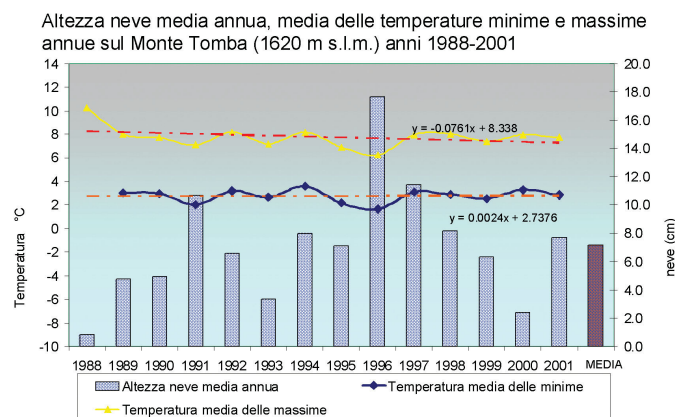
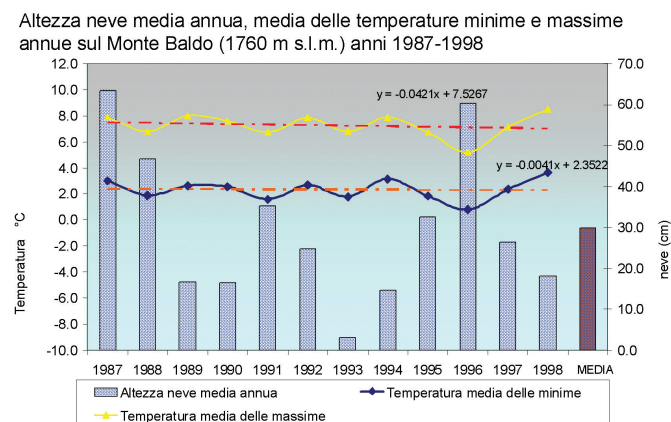


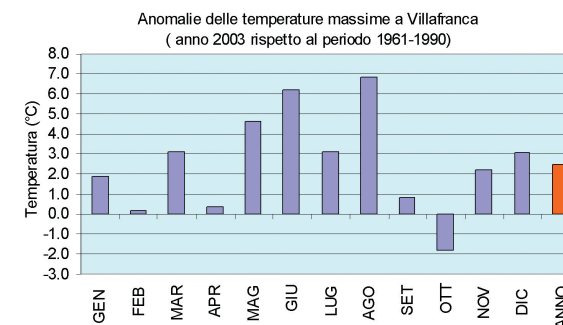
Figura 12: andamento della precipitazione nevosa, della temperatura minima e massima annua registrate presso la stazione del monte Baldo negli anni 1987-1998



## Andamento meteorologico sul territorio provinciale nell'anno 2003

L'andamento meteorologico del 2003 sarà ricordato per l'eccezionale susseguirsi di ondate di caldo che hanno caratterizzato tutta l'estate. I valori di temperatura massima del 2003 sono stati sottratti ai valori medi di temperatura della serie climatologica del periodo 1961-1990 della stazione meteorologica dell'Aeronautica Militare di Villafranca, ottenendo così le anomalie mensili della temperatura massima.

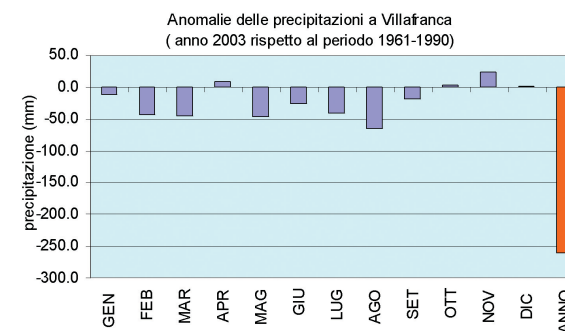
Figura 13: deviazioni delle temperature massime mensili registrate presso la stazione di Villafranca nell'anno 2003 rispetto al valore medio climatologico



Si evidenzia subito la forte anomalia positiva dei mesi estivi: particolarmente più caldi della media sono risultati il mese di giugno e agosto con oltre 6 gradi (Figura 13). Il valore medio annuo delle massime per il 2003 è stato superiore di 2.5°C alla media climatologica. Analoghi andamenti si sono verificati anche in Emilia Romagna.

Anche le precipitazioni hanno risentito della congiuntura meteorologica estiva: nella figura successiva si riportano le anomalie mensili e annuali, ottenute sottraendo i valori di precipitazione dell'anno 2003 dai valori medi della serie climatologia 1961-1990 della stazione di Villafranca. Ad eccezione di aprile, ottobre e dicembre tutti gli altri mesi hanno registrato anomalie negative, spicca il mese di agosto con 65.6 mm; a livello annuale il deficit pluviometrico ammonta a 261.1 mm (Figura 14).

Figura 14: deviazioni delle precipitazioni mensili registrate presso la stazione di Villafranca nell'anno 2003 rispetto al valore medio climatologico



## ■ L'impatto delle variazioni climatiche: il disagio fisico

I cambiamenti climatici osservati anche nella nostra provincia comporteranno, molto probabilmente, nel futuro una subtropicalizzazione del clima con una maggior frequenza delle onde di calore estivo. È importante, quindi, elaborare degli indicatori che tengano conto del disagio fisiologico sperimentato dal corpo umano.

Per quanto concerne gli indici fisiologici ve ne sono diversi che tengono in considerazione l'effetto fisiologico sinergico di temperatura e umidità. In questo lavoro abbiamo preso in considerazione l'indice di Thom E.C. e Bosen J.F. che correla con un singolo valore l'effetto di temperatura, umidità alla sensazione di caldo o freddo percepita dal corpo umano. L'indice è sensibile in un intervallo termico compreso tra i 21°C e i 47°C ed è adatto per descrivere le condizioni di disagio fisiologico dovute al caldo-umido responsabili di condizioni di stress per le persone. Esso considera due soglie prefissate: quella che determina l'inizio del disagio con superamento del valore dell'indice pari a 24 e quella caratterizzata da spiccato disagio con superamento del valore dell'indice pari a 28. Per mettere in evidenza condizioni meteo climatiche critiche per l'uomo si è confrontata l'eccezionale estate del 2003 con quella del 2004.

L'indice si calcola, in maniera approssimativa, utilizzando l'indice igrometrico (THI) tramite la seguente equazione lineare:

$$\text{Indice di Thom} \approx Ta - (0,55 - 0,0055 * Ur) \times (Ta - 14,5)$$

Ta = temperatura assoluta

Ur = umidità relativa

Si riporta qui di seguito la scheda relativa alle sensazioni fisiologiche che sperimenta il corpo umano in corrispondenza all'aumentare dei valori di indice di Thom raggruppati per classi crescenti

DESCRIZIONE	CLASSI DI
<b>Benessere</b>	<b>DI &lt; 21</b>
Meno del 50% della popolazione prova un leggero disagio	21 ≤ DI < 24
Oltre il 50% della popolazione prova un crescente disagio	24 ≤ DI < 27
La maggioranza della popolazione prova disagio e un significativo deterioramento delle condizioni psicofisiche	27 ≤ DI < 29
Tutti provano un forte disagio	29 ≤ DI < 32
Stato di emergenza medica, il disagio è molto forte, il rischio di colpi di calore è pericoloso ed elevato	DI ≥ 32

**NOME INDICATORE:** INDICE DI THOM

**TIPO DI INDICATORE:** DRIVER - PRESSIONE - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

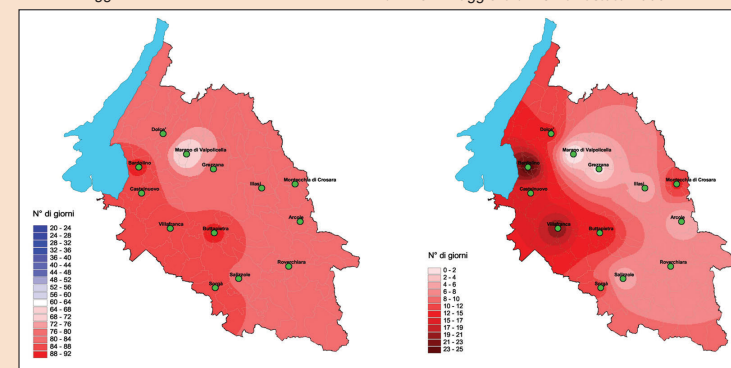
**DISPONIBILITÀ DATI:** SCARSA - SUFFICIENTE - OTTIMA

**Descrizione dell'indicatore:** è stato calcolato l'indice di Thom per l'estate 2003 e l'estate 2004 sulla base dei dati delle 12 stazioni meteorologiche del Centro Meteo ARPAV di Teolo, situate nella provincia di Verona.

**Rappresentazione dell'indicatore:** sono stati riportati sulla mappa della provincia di Verona il numero di giorni con indice di Thom maggiore di 24 (figura a sinistra) e con indice maggiore di 28 (figura a destra) nelle estati del 2003 (parte superiore) e 2004 (parte inferiore della figura). Le zone più intensamente colorate corrispondono ad un maggior numero di giorni con indice di Thom 24 o 28

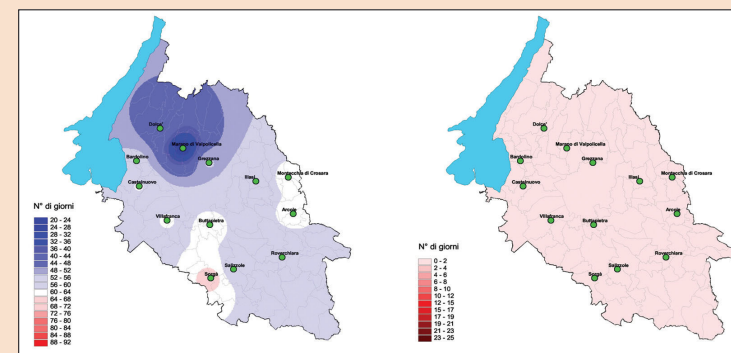
a) Mappa del numero di giorni con indice di Thom maggiore di 24 dell'estate 2003

b) Mappa del numero di giorni con indice di Thom maggiore di 28 nell'estate 2003



a) Mappa del numero di giorni con indice di Thom maggiore di 24 nell'estate 2004

b) Mappa del numero di giorni con indice di Thom maggiore di 28 nell'estate 2004



**Commento dell'indicatore:** osservando la mappa del 2003 si evidenzia come l'area più critica risulti quella occidentale della nostra provincia con superamento della prima soglia di disagio per 90 giorni, e superamento della seconda soglia di forte disagio per 25 giorni specie in prossimità del lago di Garda. L'eccezionalità di tali valori è sottolineata dal confronto con i valori dell'indice calcolati per il 2004 in cui si sono avuti 67 giorni con indice maggiore di 24 e addirittura un solo giorno con indice maggiore di 28.

**NOME INDICATORE:** PRECIPITAZIONE: NUMERO DI GIORNI CONSECUTIVI SENZA PIOGGIA

**TIPO DI INDICATORE:** DRIVER - PRESSIONE - **STATO** - IMPATTO - RISPOSTA

**DISPONIBILITÀ DATI:** SCARSA - SUFFICIENTE - **OTTIMA**

**COPERTURA DATI:** periodo storico 1961-1990 e anno 2003

**Descrizione dell'indicatore:** L'indicatore rappresenta il numero di giorni consecutivi senza precipitazioni. Valori elevati di giorni consecutivi senza piogge indicano l'occorrenza di periodi siccitosi. Sono stati raccolti dati inerenti alla sola stazione di Villafranca, essendo l'unica nel nostro territorio che presenta il data set climatologico (1961 al 1990).

**Rappresentazione dell'indicatore:** Si riporta in tabella il confronto tra i valori medi stagionali e annuali del periodo storico 1961/1990 con i corrispettivi valori del 2003. Si è considerato tale anno perché ha presentato marcate anomalie termo-pluviometriche specie nella stagione estiva

PERIODO	1961-1990	2003
Inverno	19,5	28
Primavera	15,1	26
Estate	14,9	17
autunno	20,5	13
anno	26,2	29

**Commento dell'indicatore:** Come si può notare il 2003 si è distinto dalla media storica stagionale ed annuale per i numerosi giorni senza pioggia soprattutto in inverno, primavera, ed estate; con l'autunno come eccezione. Anche a livello annuo si evidenzia come il 2003 abbia presentato il più prolungato periodo siccitoso consecutivo della serie storica

Fonte dei dati : Osservatorio Meteorologico dell'Aeronautica Militare di Verona Villafranca, ARPAV Centro Meteo di Teolo

## ■ ■ Conseguenze sanitarie

Ripercussioni sulla salute umana conseguenti alla prolungata fase di caldo dell'anno 2003 si sono riscontrate su gran parte dell'Europa centro-meridionale con aumento della mortalità specie nella popolazione anziana, marcatamente in Francia e Spagna; anche in Italia si sono verificati numerosi decessi. Riportiamo quindi come indicatore d'impatto tale parametro analizzato dall'Istituto Superiore della Sanità che ha condotto una dettagliata indagine epidemiologica sulle conseguenze della "ondata di calore". L'eccesso di mortalità è stato quantificato come confronto tra il numero assoluto di morti o i tassi di mortalità durante l'ondata di calore ed il numero di morti o il tasso di mortalità nello stesso periodo dell'anno precedente. Oltre al dato nazionale suddiviso per macroaree regionali, si riporta anche una indagine condotta dall'Ufficio di Medicina Legale del Dipartimento di Prevenzione della Azienda ULSS 20 di Verona. A livello nazionale gli incrementi di mortalità sono stati più rilevanti nelle città del Nord-Ovest (in particolare Torino, Genova e Milano); tale incremento è risultato maggiore rispetto al 2002 nella seconda metà del mese di luglio e nella prima di agosto.

A Verona città, si evidenzia una correlazione tra massimi di temperatura e mortalità, si sottolinea, inoltre, il valore di picco del giugno 2002 ed il significativo incremento osservato nel 2003 specie in agosto.

Le persone che vivono nelle città hanno un rischio maggiore di mortalità in condizioni di elevata temperatura (ed umidità), rispetto a coloro che vivono in ambiente sub-urbano o rurale.

L' incremento di mortalità è risultato maggiore nelle persone anziane.

**NOME INDICATORE:** MORTALITÀ NEL PERIODO 1 GIUGNO - 31 AGOSTO 2003

**TIPO DI INDICATORE:** DRIVER - PRESSIONE - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

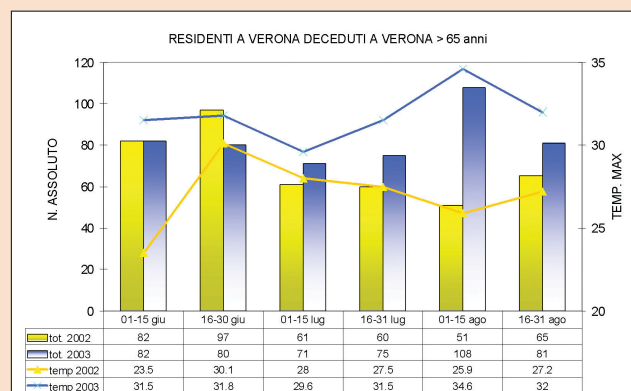
**DISPONIBILITÀ DATI:** SCARSA – SUFFICIENTE – OTTIMA

**Descrizione dell'indicatore:** Numero di decessi a livello nazionale e nel Comune di Verona nelle estati 2002 e 2003 elaborati dall'Istituto Superiore della Sanità, Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute e dall'Ufficio di Medicina Legale del Dipartimento di Prevenzione USLL 20 di Verona

**Rappresentazione dell'indicatore:** nella tabella si riportano dati di mortalità relativi al trimestre estivo 1° giugno – 31 agosto forniti dalle anagrafi dei comuni capoluogo di Regioni/Province

Mortalità nel periodo 1° giugno – 31 agosto negli anni 2002 e 2003

Area Geografica	Tutte le età				75 anni ed oltre			
	2002	2003	Differenza 2003 - 2002	Differenza %	2002	2003	Differenza 2003 - 2002	Differenza %
<b>NORD OVEST</b>	6143	7531	1388	22.6	4100	5393	1293	31.5
<b>NORD EST</b>	2833	3216	383	13.5	2017	2348	331	16.4
<b>CENTRO Italia</b>	6790	7541	751	11.1	4457	5184	727	16.3
<b>SUD Italia</b>	4798	5410	612	12.8	2943	3468	525	17.8
<b>Totale Italia</b>	20564	23698	3134	15.2	13517	16393	2876	21.3



**Commento dell'indicatore:**

- 1) A Verona città, si evidenzia la correlazione tra massimi di temperatura e mortalità, nonché il picco del giugno 2002 ed il significativo incremento osservato nel 2003 specie in agosto.
- 2) A livello nazionale tra la seconda decade di luglio e la prima di agosto del 2003 si è avuto un incremento dei decessi rispetto all'anno 2002 specie nelle regioni nord occidentali

Fonte dei dati: Istituto Superiore di Sanità, ULSS20 Dipartimento di Prevenzione, ARPAV

## Analisi della situazione meteorologica dell'estate 2003

La responsabilità delle marcate anomalie meteorologiche che hanno caratterizzato l'estate 2003 è da imputare alla persistenza dell'anticiclone sub tropicale africano che ad iniziare da maggio è rimasto quasi costantemente esteso dal nord Africa fin sull'Europa centro-meridionale. Nella figura sottostante si riporta l'anomalia dei valori di pressione, cioè la differenza tra la pressione atmosferica media osservata nel periodo maggio-settembre 2003 rispetto al valore normale riferito al periodo: sul nord Italia si evidenziano valori superiori alla media di 1.5-2.0 hPa. Normalmente la presenza dell'alta pressione nord africana è di breve durata e apporta limitate ondate di calore, mentre nell'estate 2003 la sua persistenza ha determinato giorno dopo giorno un progressivo riscaldamento con massime oltre i 35°C, con aumento anche dei valori minimi e diminuzione dell'escursione termica.

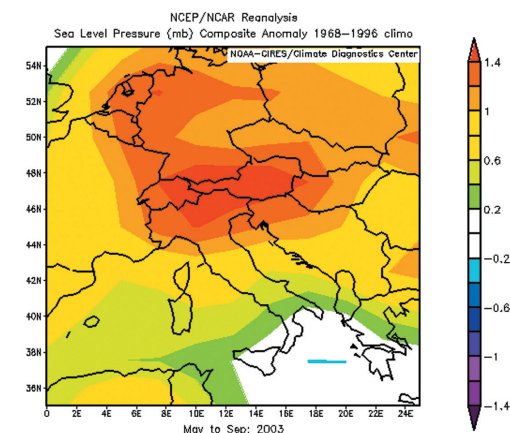


Figura 15: anomalia della pressione atmosferica al livello medio del mare nel periodo maggio-settembre 2003

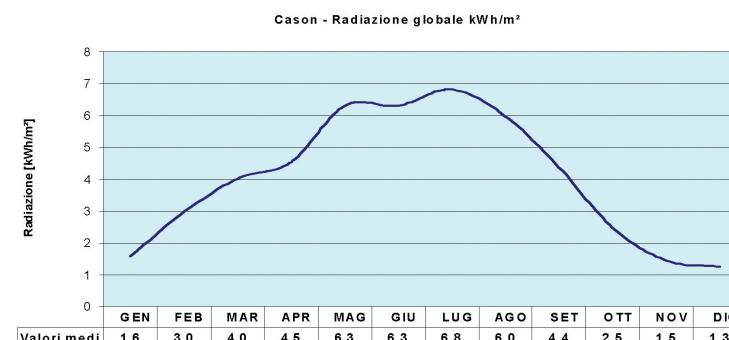
## Andamento meteorologico in pianura- località Cason

Si riportano qui di seguito i grafici dei principali parametri meteorologici che hanno caratterizzato l'anno 2003 misurati presso la stazione meteorologica ARPAV di Verona - Cason maggiormente rappresentativa delle condizioni meteo-climatiche dell'ambiente urbano di Verona.

### Radiazione solare

Tale parametro riflette l'andamento connesso alla situazione sinottica dell'estate con due picchi di radiazione in maggio e luglio, mesi in cui il soleggiamento è stato quasi ininterrotto dal transito di perturbazioni.

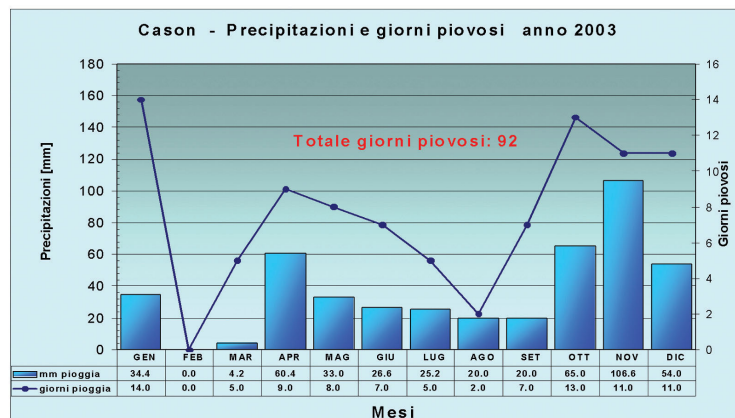
Figura 16: andamento della radiazione globale (kWh/m²) misurata presso la stazione di Verona - Cason nell'anno 2003



## Andamento pluviometrico

Le precipitazioni registrate fino a settembre sono state nettamente deficitarie, inferiori del 35% rispetto alla media con un totale di 220 mm rispetto ad una media di 612 mm.

Figura 17: precipitazione (in mm) e giorni di pioggia registrati presso la stazione di Verona- Cason nell'anno 2003



## Andamento anemologico

I valori della velocità media del vento sono costantemente inferiori al 1 metro/s con la sola eccezione del mese di aprile, indicando una netta prevalenza delle calme di vento (valori inferiori a 0.7 m/s). La direzione prevalente del vento è Nord-Ovest contrariamente alla prima direzione di provenienza per le nostre zone che è solitamente orientale, attribuibile alla maggior presenza di strutture anticicloniche.

Figura 18: velocità media del vento (m/s) misurata presso la stazione di Verona-Cason nell'anno 2003

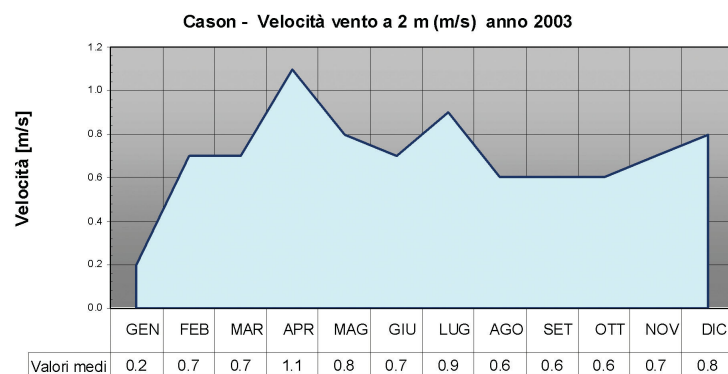
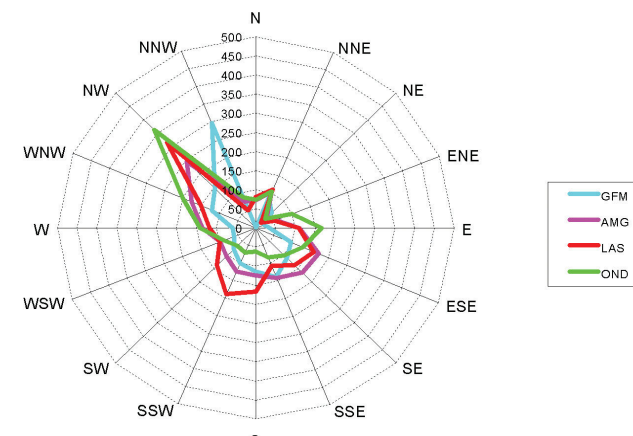


Figura 19: andamento stagionale della direzione vento rilevato alla stazione di Verona-Cason anno 2003



## Andamento termico

Il numero di giornate con temperatura massima superiore ai 30 gradi presso località Cason è risultato di 70 contro una media di 17, il mese di agosto in particolare è trascorso con ben 28 giorni aventi temperatura massima oltre i 30 °C.

Figura 20: confronto fra il numero di giorni con temperatura massima giornaliera superiore a 30°C nell'anno 2003 e valore medio nel periodo 1996-2002. Stazione meteorologica di Verona-Cason

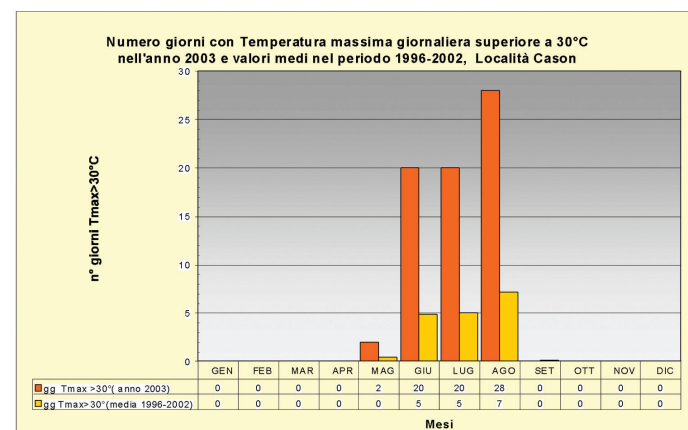
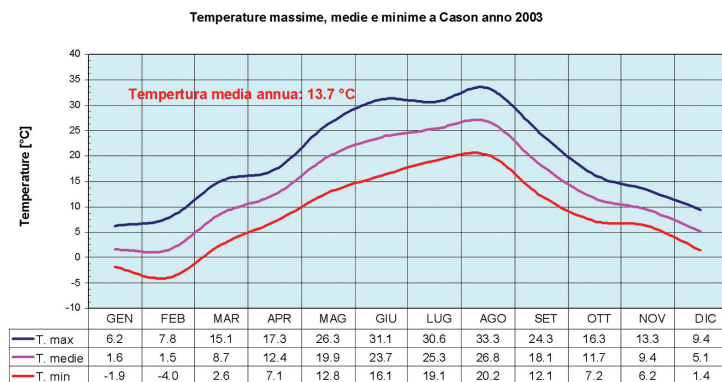


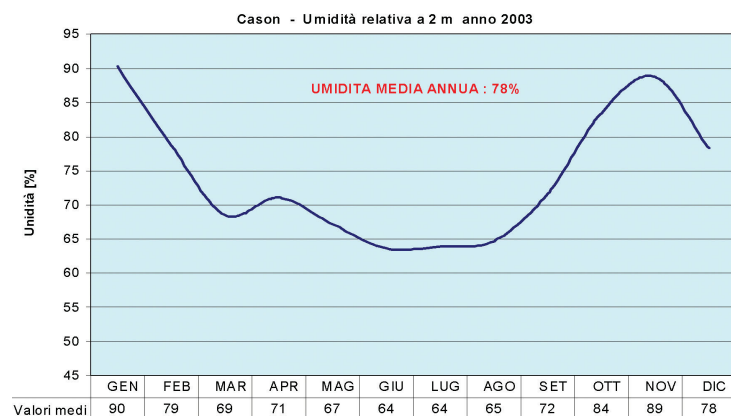
Figura 21: temperature massime-medie e minime (°C) misurate presso la stazione di Verona - Cason nel l'anno 2003



## Umidità relativa

L'andamento della umidità relativa nell'anno 2003 è decisamente inferiore alla media, in particolare da marzo fino a tutto agosto. Infatti il contributo delle precipitazioni non ha consentito effetti evaporativi significativi ed il conseguente aumento dell'umidità.

Figura 22: Umidità relativa media (%) misurata presso la stazione di Verona - Cason nel 2003



## Pressione atmosferica

Il campo di pressione risulta durante tutto l'anno 2003 superiore alla media, in quanto frequentemente condizionato dalla presenza di sistemi anticiclonici.

Figura 23: Pressione atmosferica media (hPa) misurata presso la stazione di Verona - Cason nel 2003 e valore normale (linea tratteggiata)

