Urban warming vs global warming

# VARIAZIONI CLIMATICHE E METROPOLI

**incontri-caffescienza su Clima, Energia, Città**

Milano, 16 febbraio 2010

**Luigi Mariani**
luigi.mariani@unimi.it

# Il sistema climatico

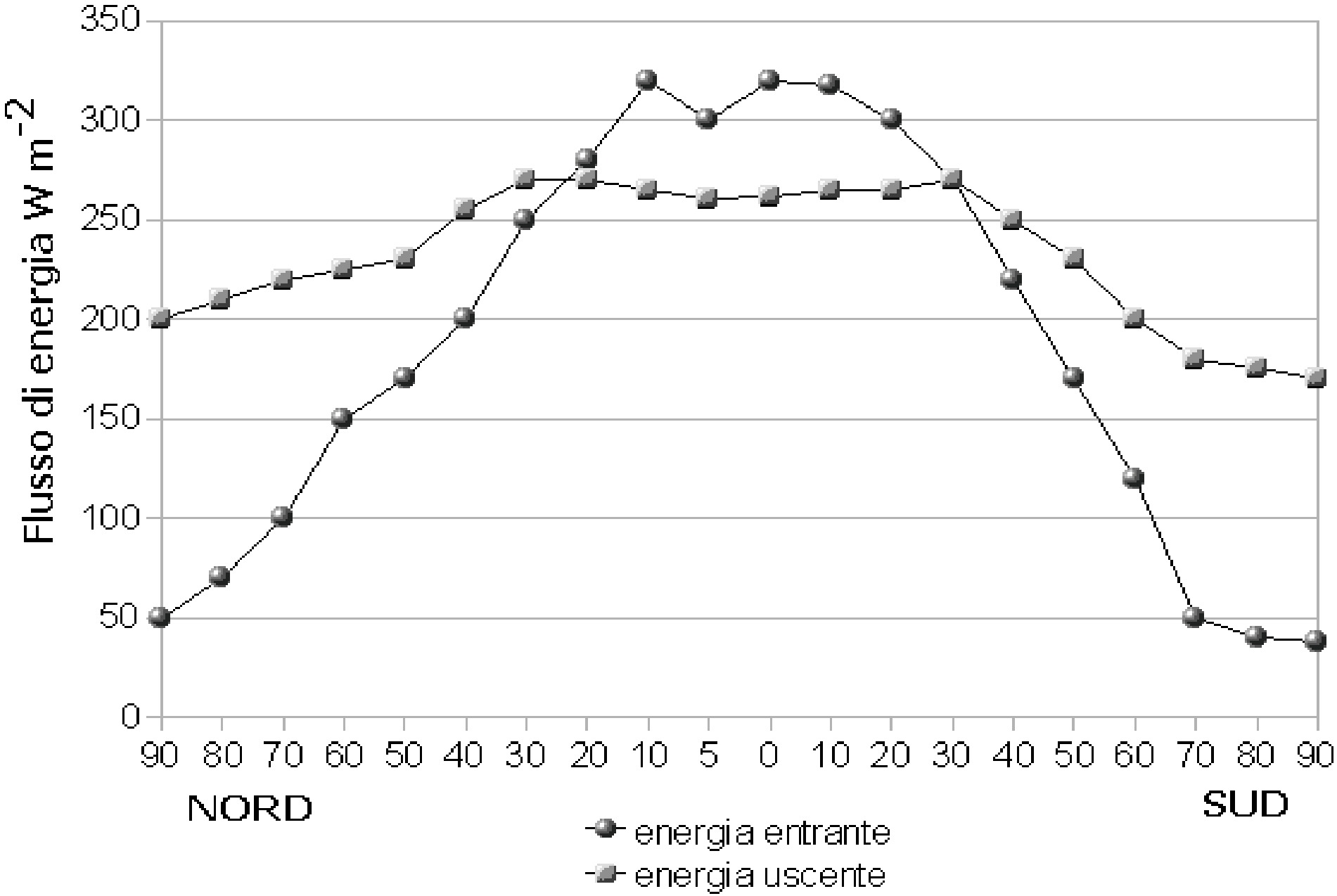
**Sistema climatico=** atmosfera + oceani + terre emerse + ghiacci continentali e oceanici

**Scopo**: riequilibrare gli scompensi dovuti all'irregolare distribuzione della radiazione solare

**Come assolve a tale scopo**: in massima parte attraverso l'atmosfera (più dell'80%) e poi attraverso gli oceani (meno del 20%) -> **non si può parlare di clima senza considerare la circolazione atmosferica.**

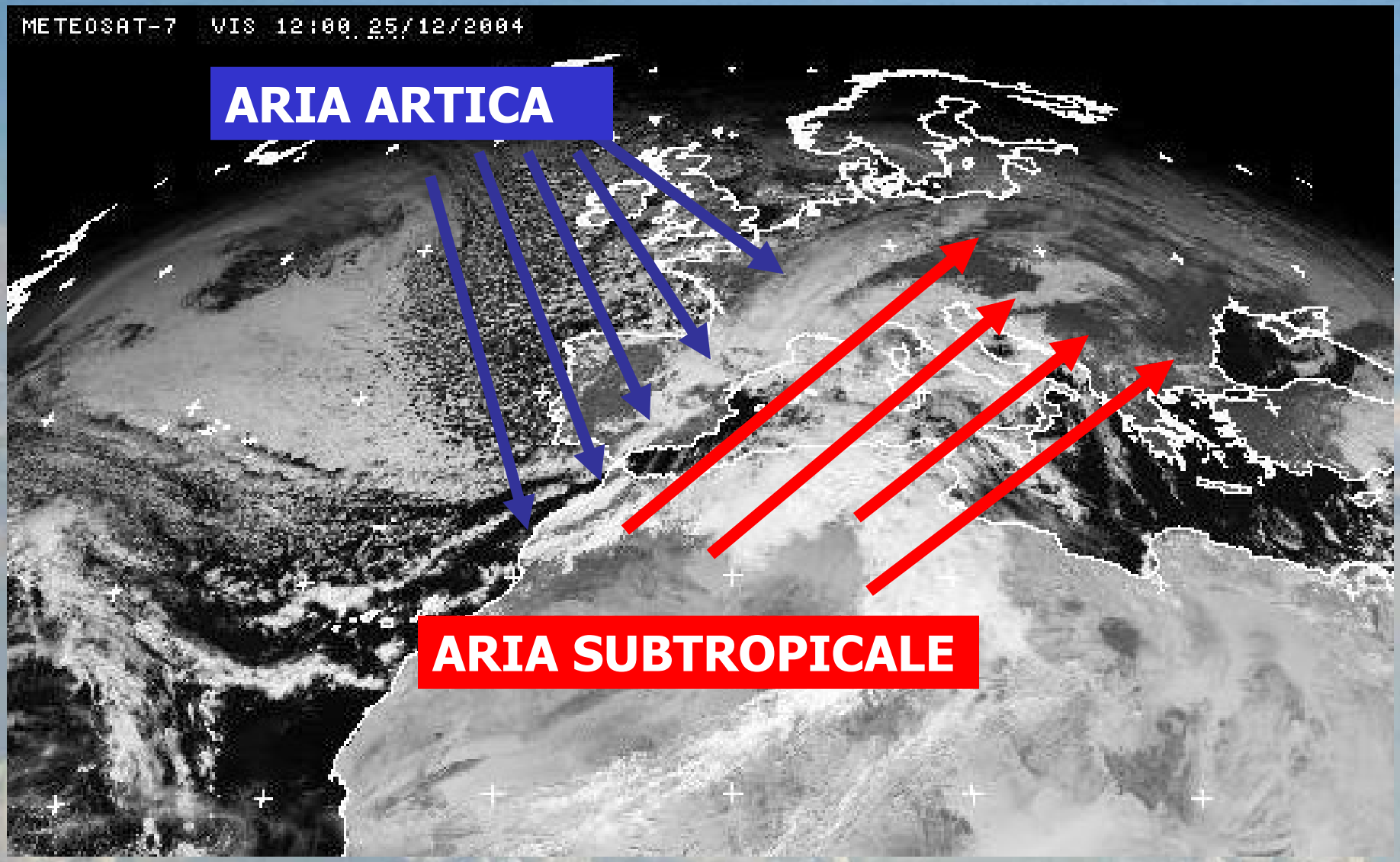
**Elementi di complessità:** è il sistema più complesso che abbiamo sul pianeta (conosciamo il 15-20% dell'affresco complessivo)

# Il sistema climatico

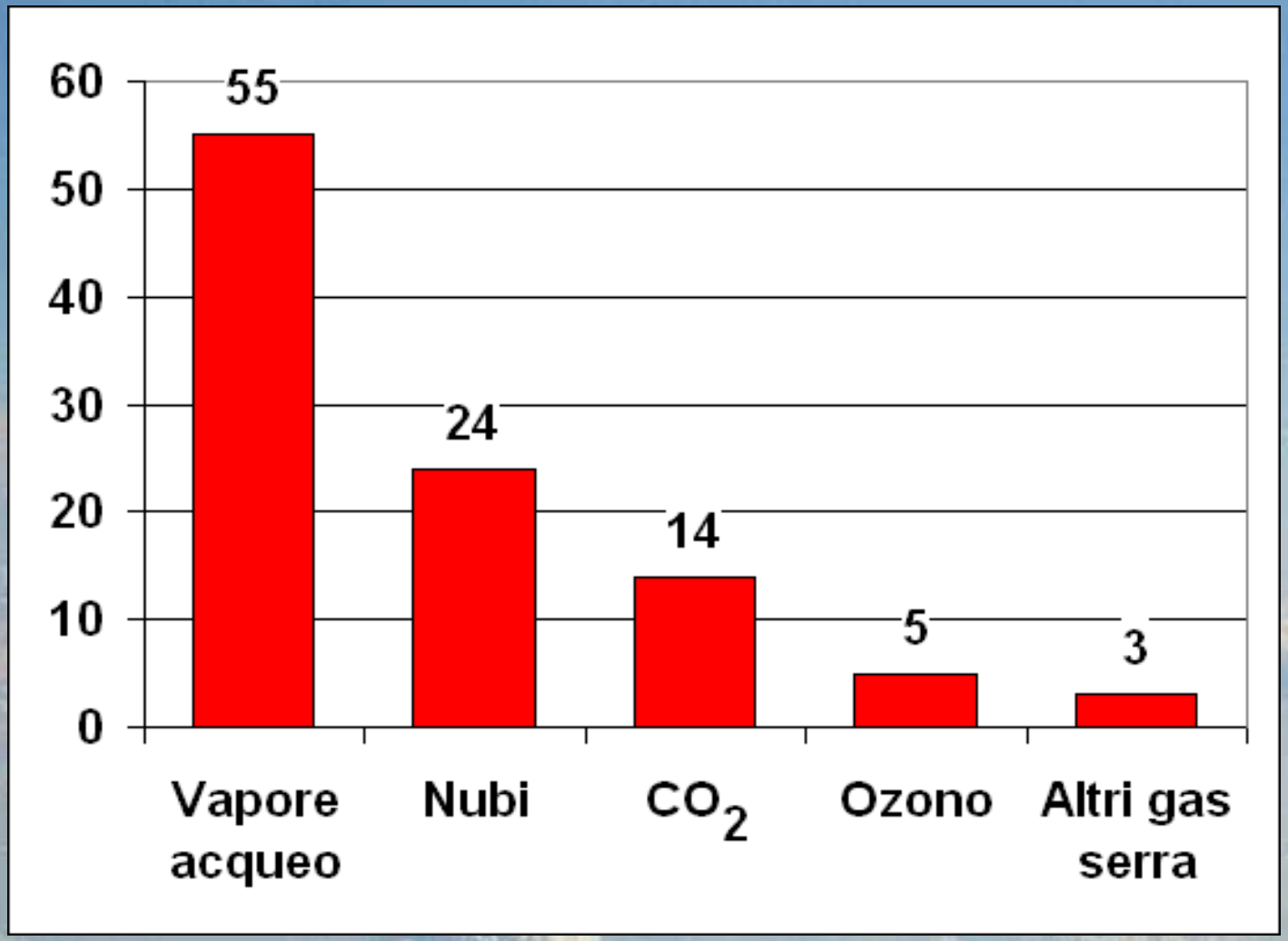


# Il ruolo dei sistemi frontali

## Meteosat visibile 25 dicembre 2004 h 12 UTC



# Effetto serra - peso dei vari componenti atmosferici




fonti: Schmidt G., 2005. Water vapour: feedback or forcing?- http://www.realclimate.org/index.php?p=142 Ramanathan, V., and J. A. Coakley, 1978: Climate modeling trough radiative-convective models. Rev. Geophys. Space Phys., 16, 465-489.

# Per interpretare il comportamento di questo sistema

Approccio a tre livelli (3 scale)

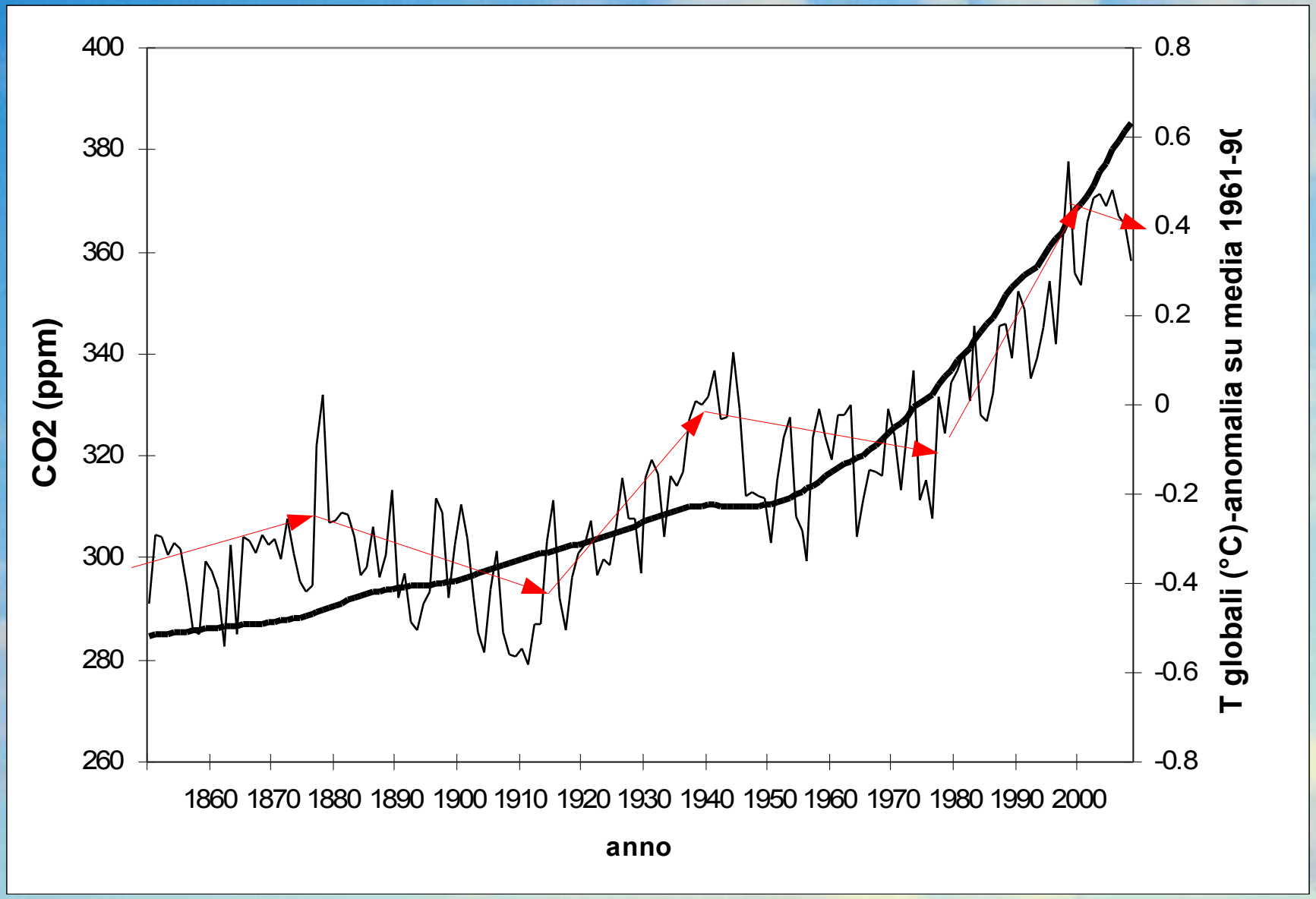
- livello globale

- livello europea

- livello urbano

# Il livello globale

# Temperature globali



# VARIAZIONI DELLE TEMPERATURE ANNUALI NEL PERIODO 1979-1997 SULLO STRATO ATMOSFERICO FRA 1000 E 500 HPA

**(Dati analisi modello NCEP e sensore da satellite Microwave Sounding Unit (MSU). (da T.N. Chase, R.A. Pielke, J.A.Knaff, T.G.F. Kittel e J.L. Eastman, *A comparison of regional trends in 1979-1997 dept-averaged tropospheric temperatures*, Int. Journal of Climatology, Vol 20 n.5, aprile 2000, 503-518)**

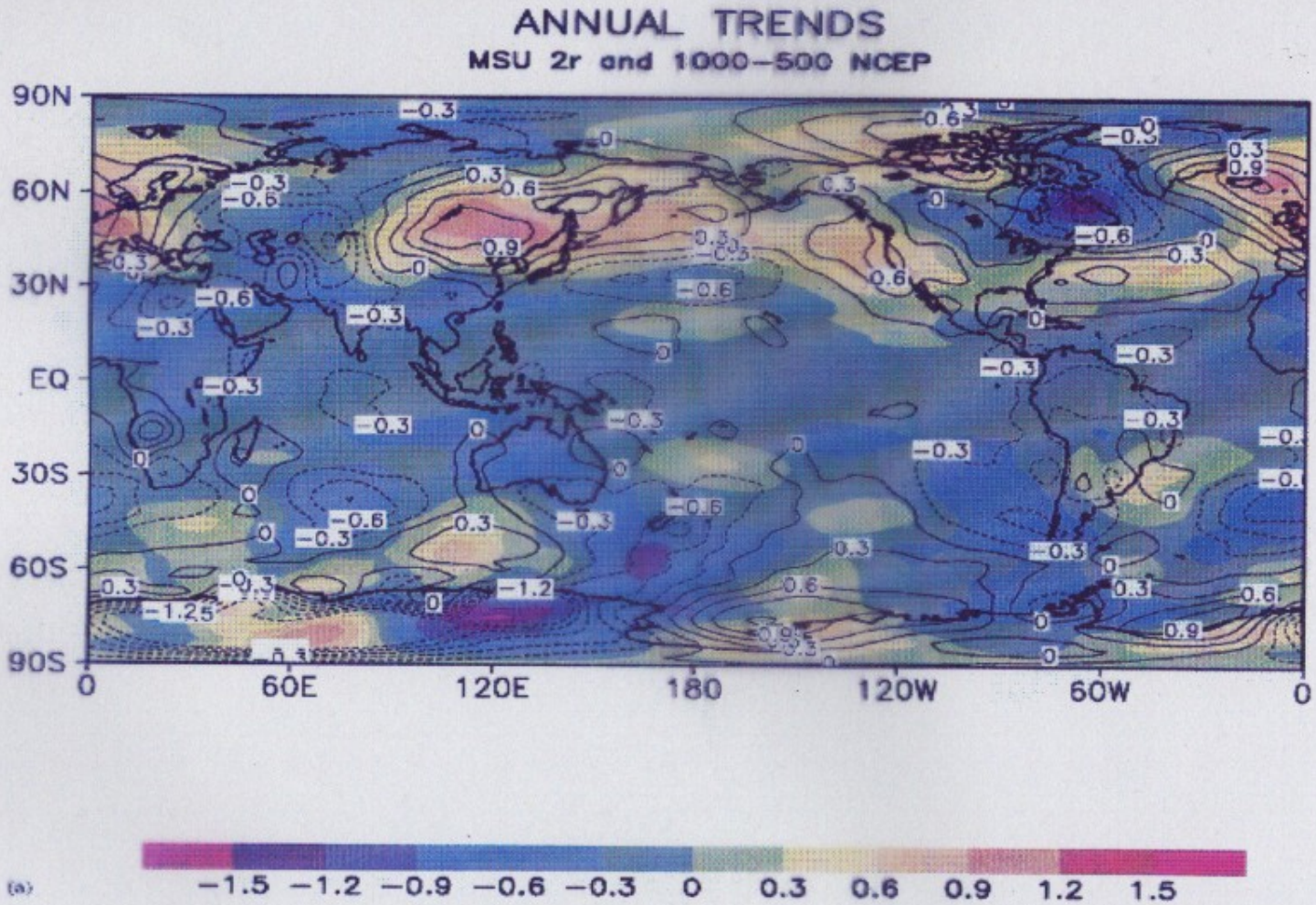



Plate 1 MSU (coloured) and NCEP 1000–500 mb (contoured) trends in °C/19 years for (a) annual average, (b) DJF average and (c) JJA average

# Temperature tropici ed extratropici (1979-2009)

FONTE: Università dell'Alabama – Huntsville (analisi su dati da satellite MSU-UAH) – dati numerici originali disponibili al sito: http://vortex.nsstc.uah.edu/public/msu/t2lt/uahncdc.lt

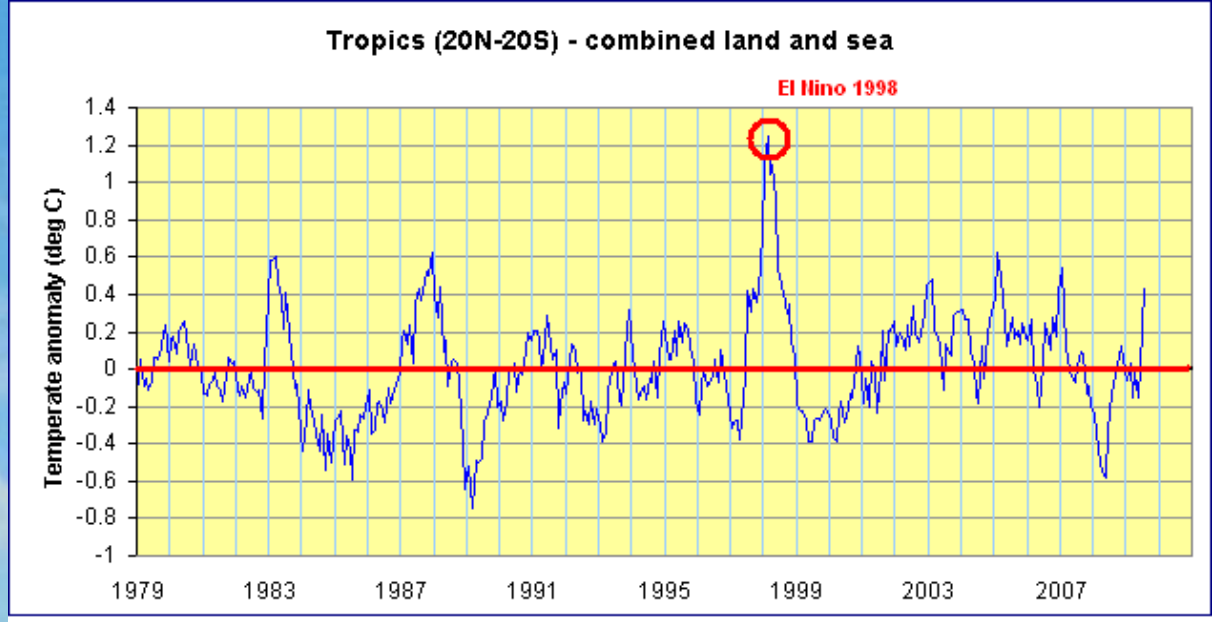



Figure 4 - Tropical temperatures (latitude 20N - 20S)

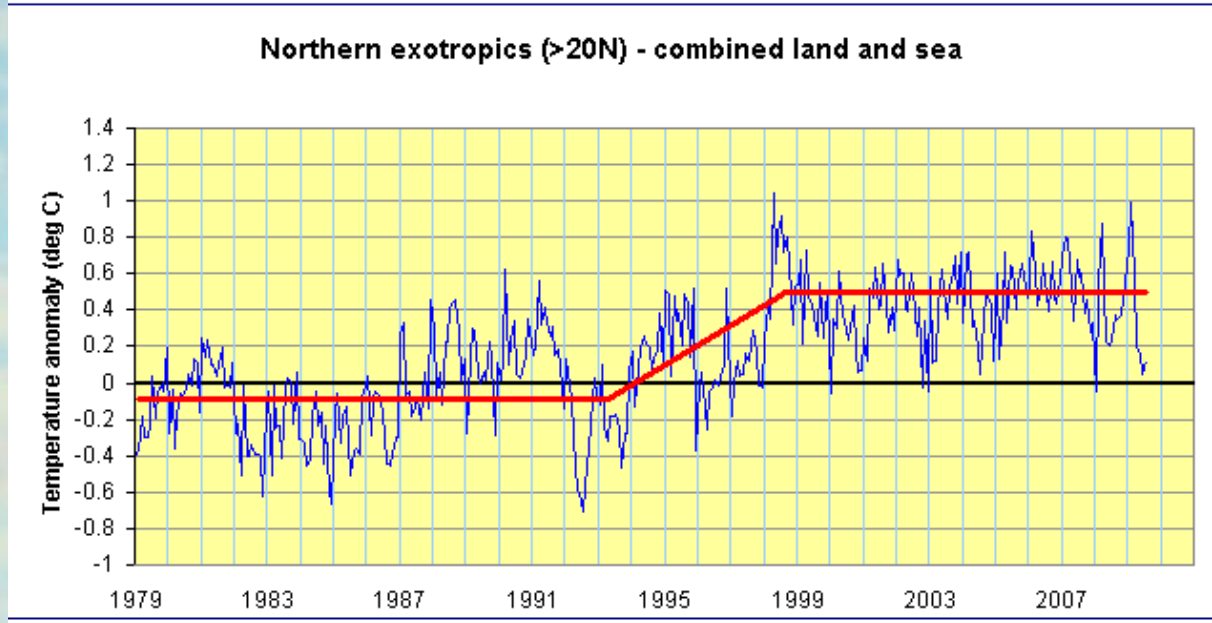
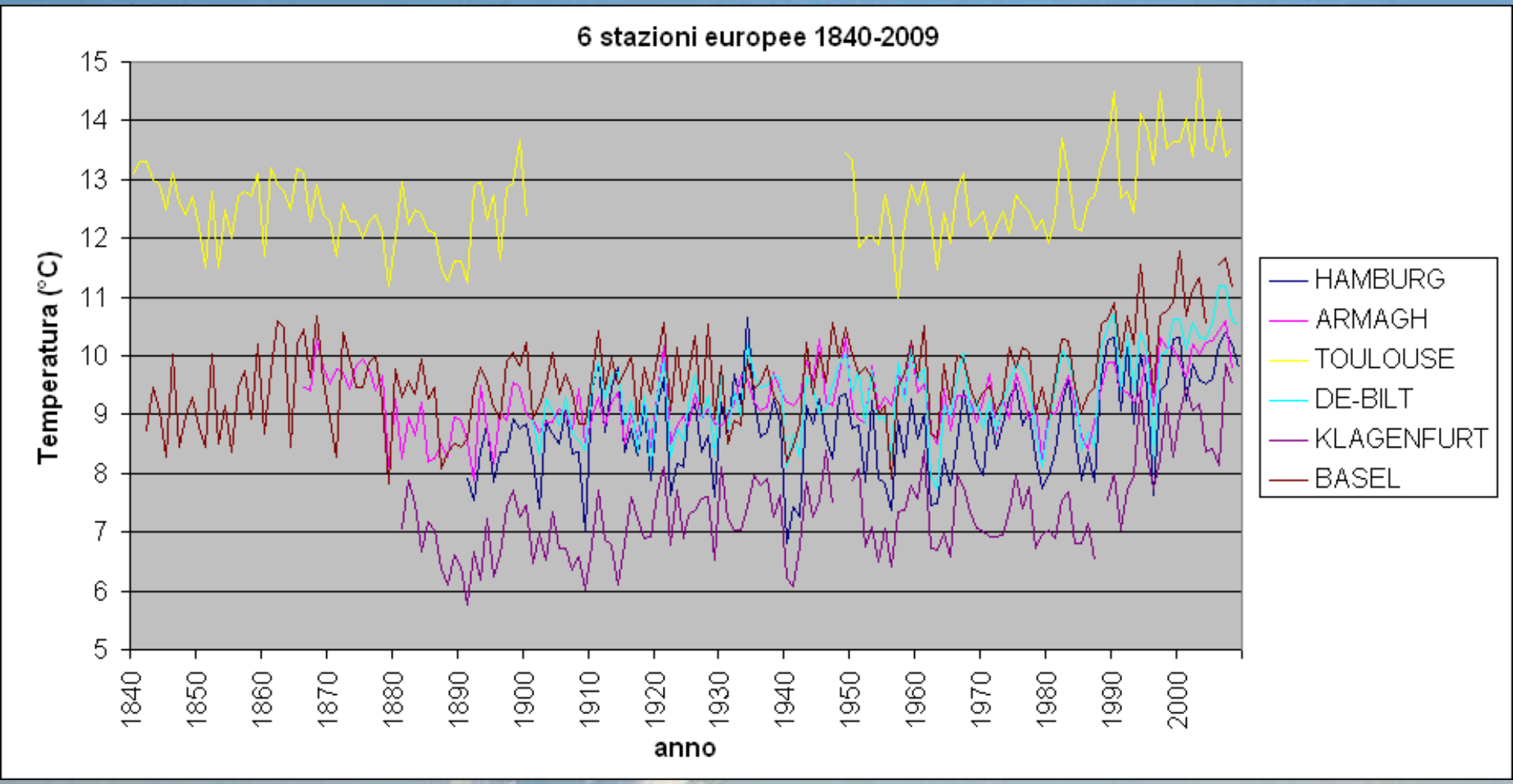


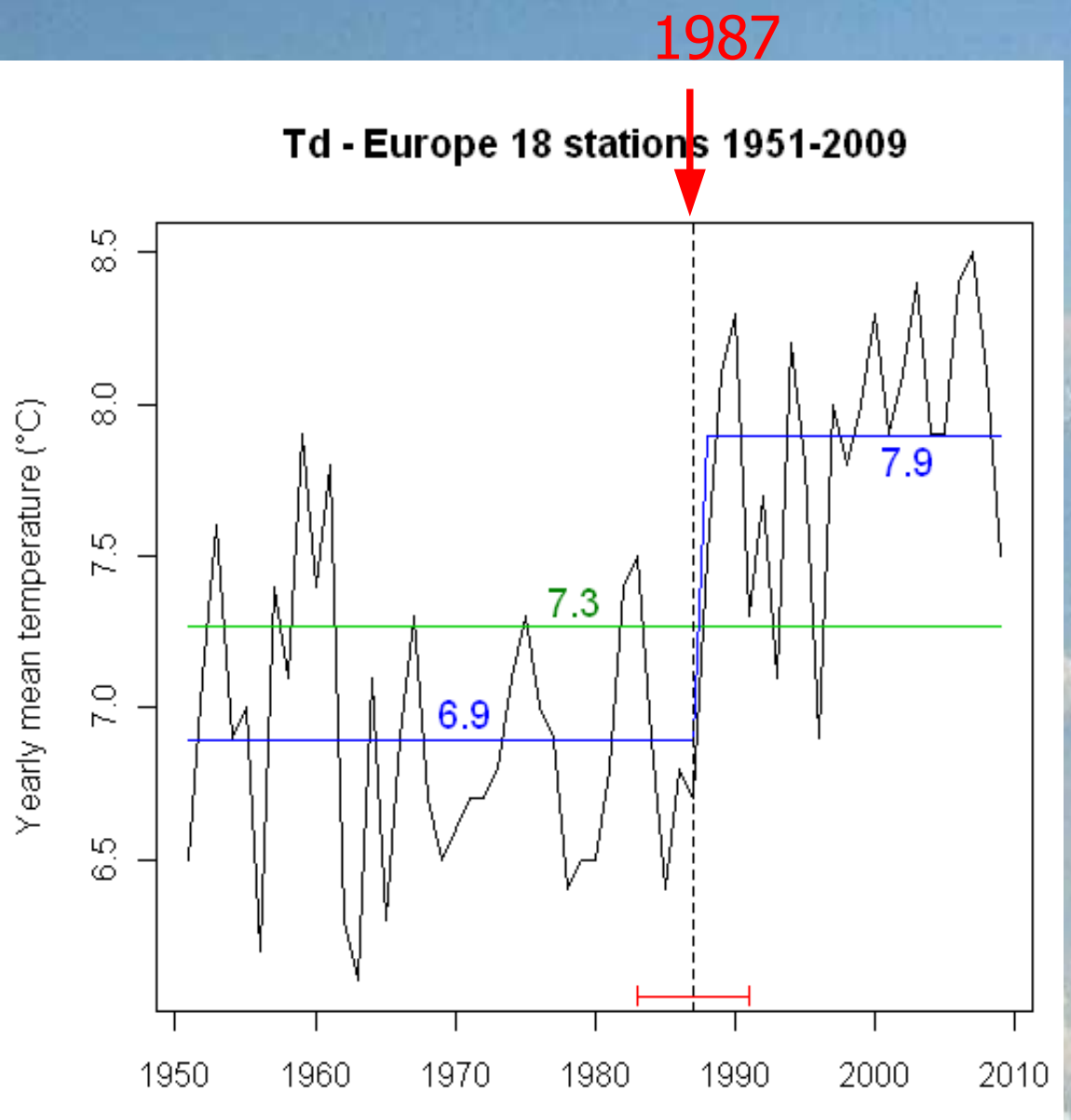

Figure 5 - Temperatures in northern exotropics

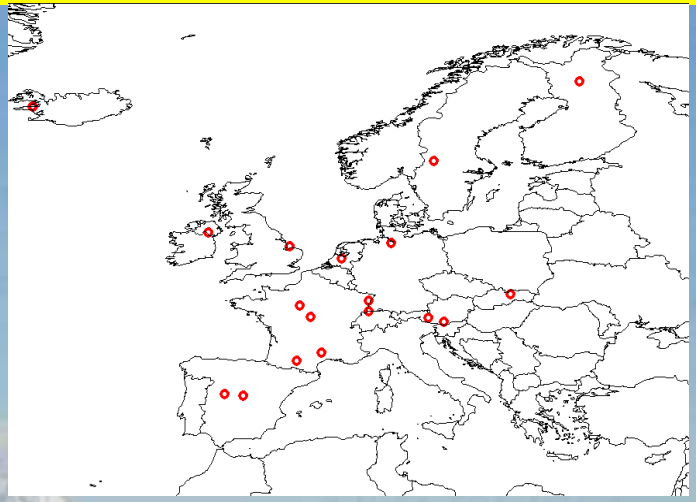
# Il livello europeo

# Temperature medie annue Europa



# Temperature medie annue 18 stazioni europee (1951-2009) (dati disponibili: 93%)

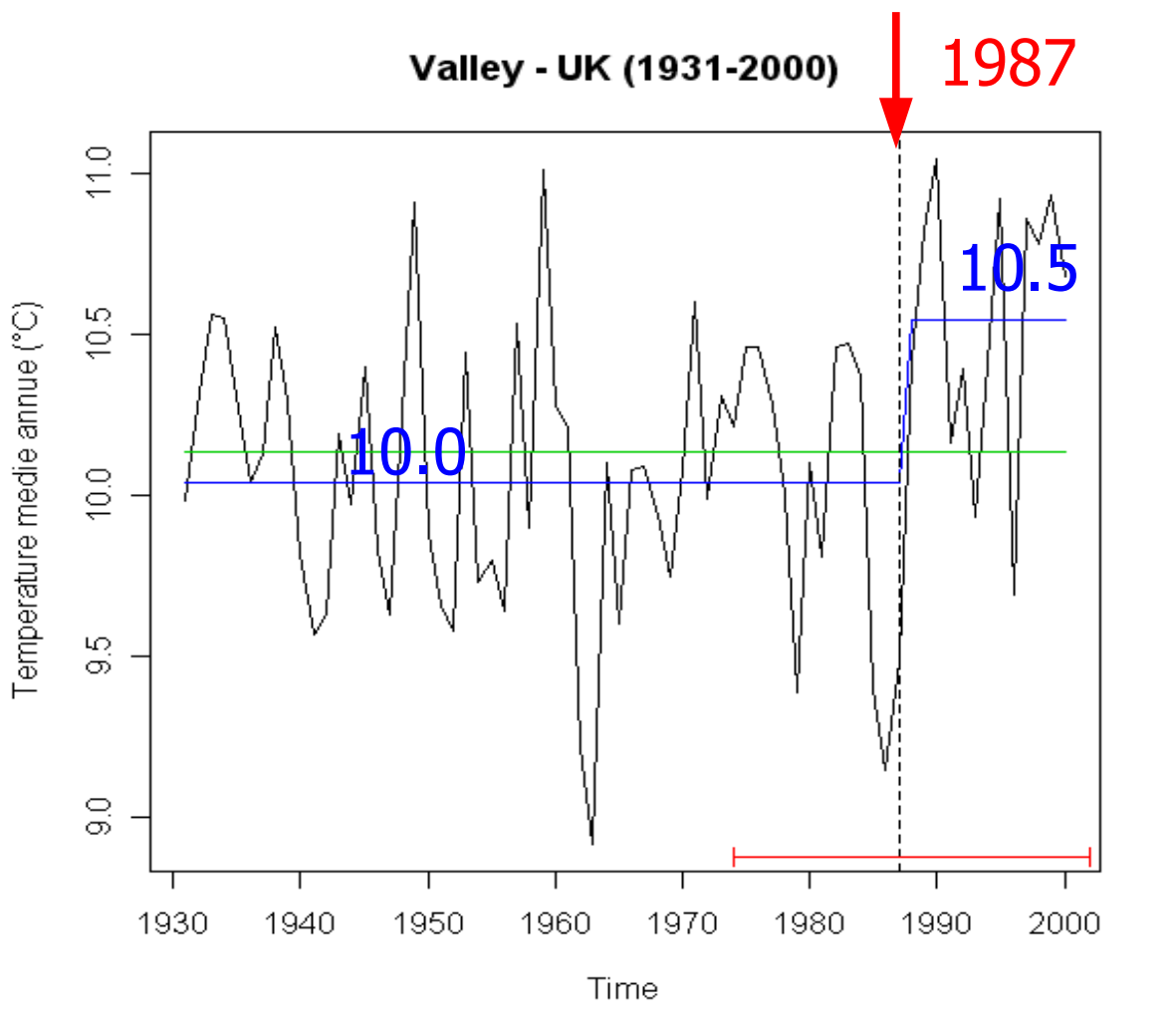


Con il 99% di probabilità la discontinuità ricade fra 1983 e 1991. Anno più probabile di discontinuità= 1987 (media 1951-1987=6.9; media 1988-2009=7.9)

[analisi di discontinuità eseguita con la libreria statistica Struchange]

# Temperature medie annue a Valley – UK (1931-2000)
(fonte: dataset ECAD)

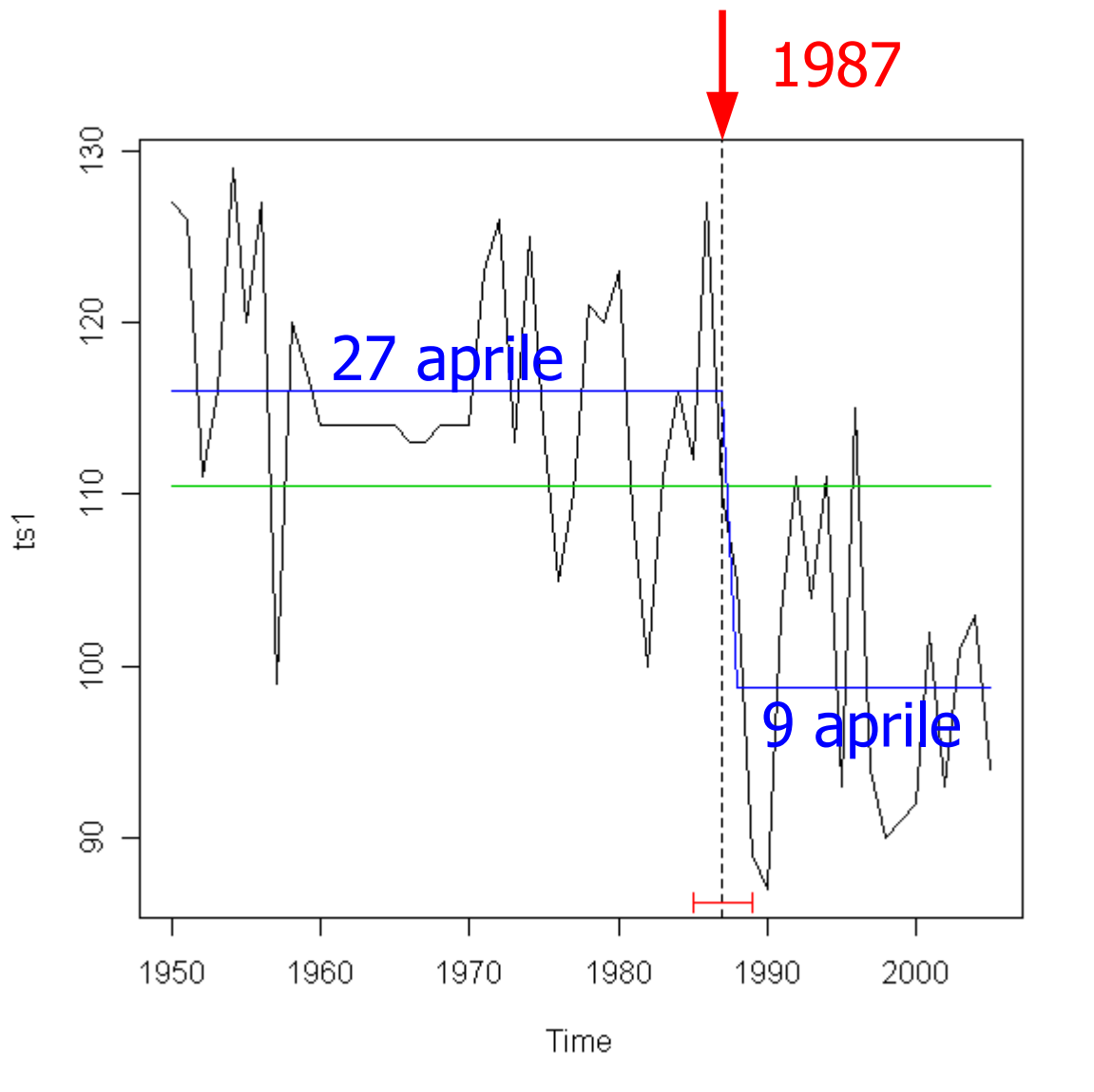



Con il 99% di probabilità la discontinuità ricade fra 1974 e 2000. Anno più probabile di discontinuità= 1987 (media 1931-1987=10.0; media 1988-2000=10.5)

[analisi di discontinuità eseguita con la libreria statistica Struchange]

# 1950-2005 - germogliamento quercia Gran Bretagna

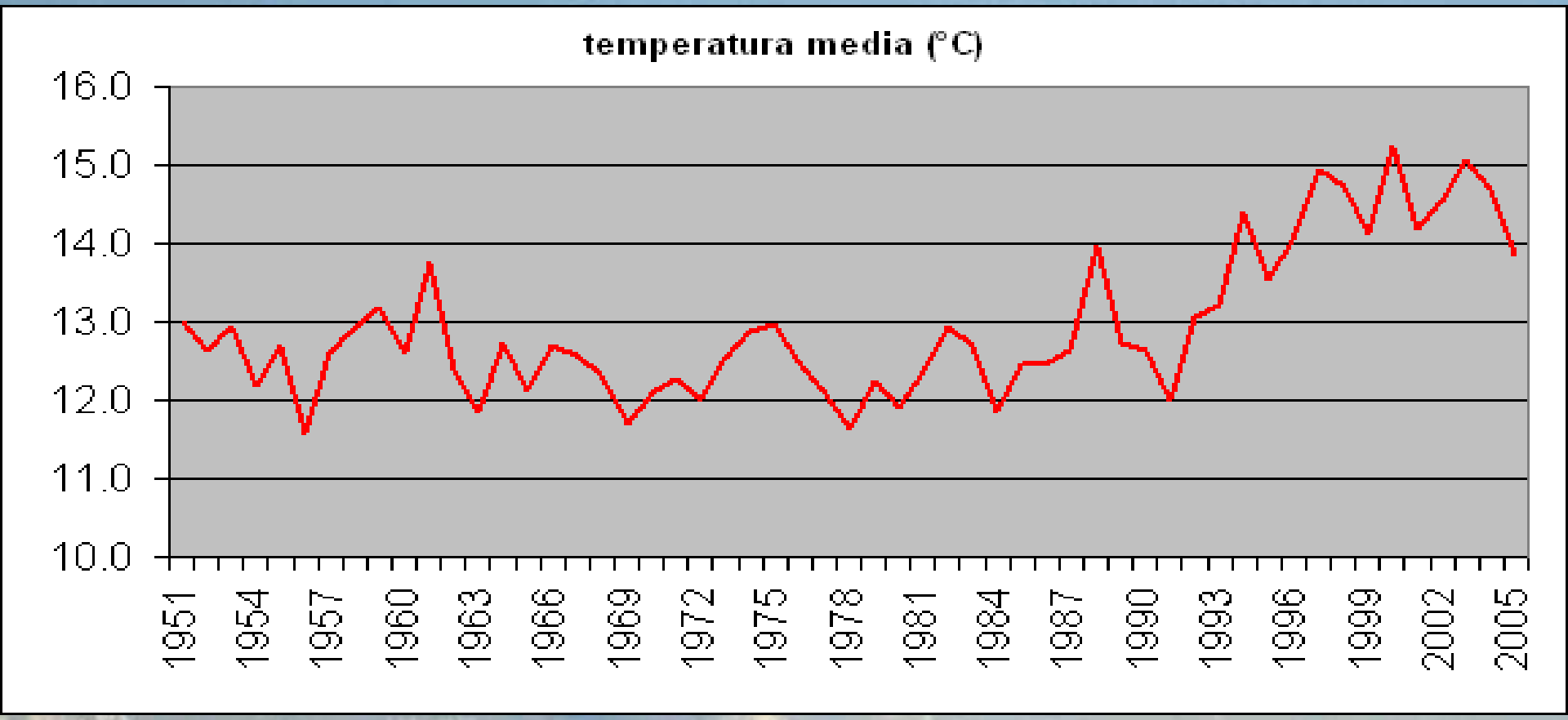
(fonte: Maracchi, Baldi, 2006)



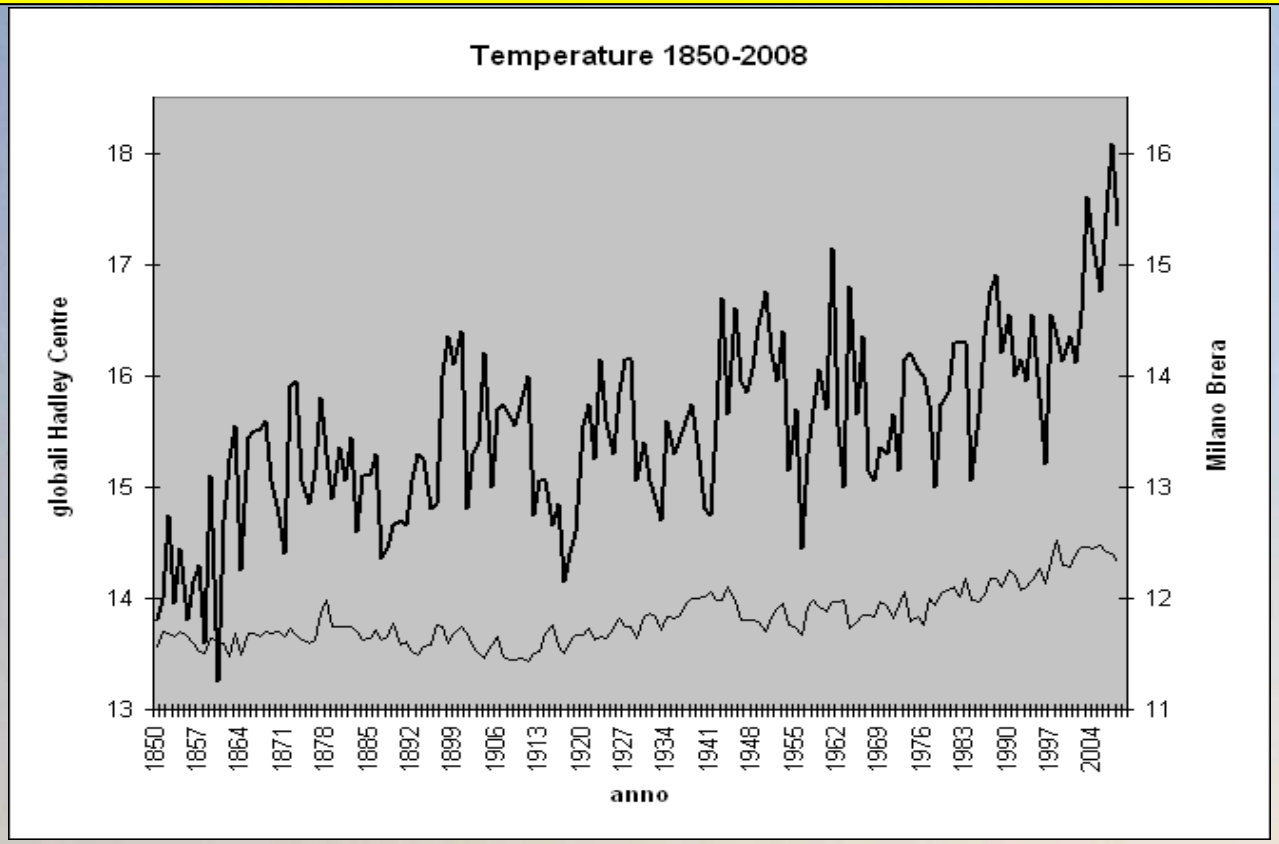

Con il 90% di probabilità la discontinuità ricade fra 1985 e 1989. Anno più probabile di discontinuità= 1987 (media 1950 -1986=117; media 1989-1997=99)

[analisi di discontinuità eseguita con la libreria statistica Struchange]

# Milano Linate



# Isola di calore urbano e global warming – il caso di Milano




| Temperature | 1850 | 2008 | variazione |
|---|---|---|---|
| Globali | 13.6 | 14.3 | +0.7 |
| Td Milano | 11.8 | 15.3 | +3.5 |
| Tx Milano | 16.1 | 18.8 | +2.7 |
| Tn Milano | 7.5 | 11.9 | +4.4 |

# Il caso urbano rispetto ai casi europeo e globale

Il riscaldamento del 20° secolo ha avuto tre componenti:
**componente globale**: + 0.7°C/secolo

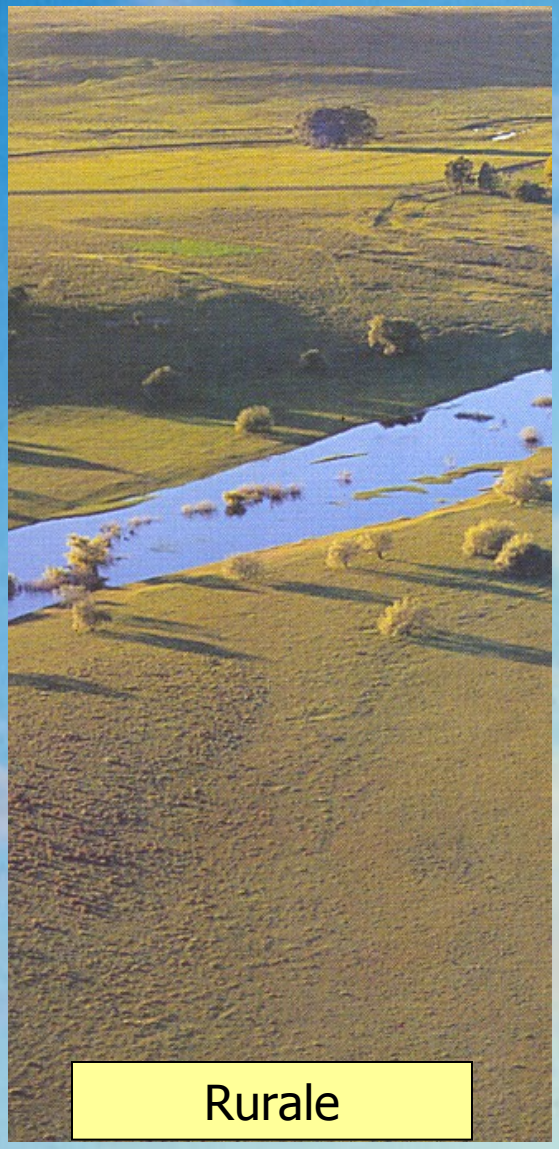
**componente europea**: + 1.5°C/secolo (aumento concentrato a fine anni '80 del 900)

**componente urbana**: per Milano vale +2÷3°C/secolo, quasi tutto sulle minime (+4÷6°C)

<u>E' difficile discernere le tre componenti anche perché sono spesso descritte dalle stesse stazioni meteorologiche</u>

# Il livello urbano

# Dal rurale all'urbano

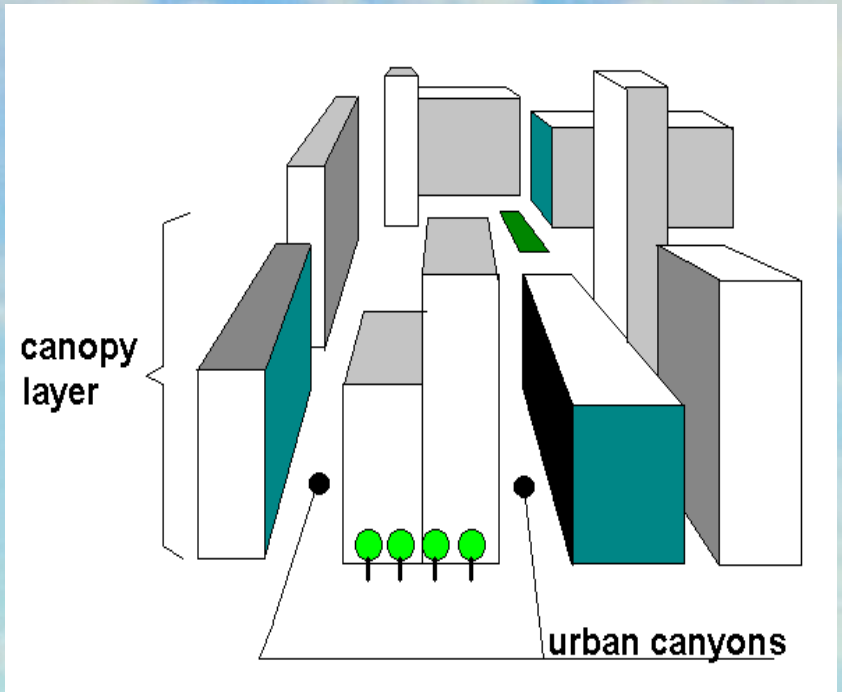



Fonte: Uruguay - Min. del Turismo

Fonte: Agenzia Milanese Mobilità e Ambiente, rapporto sulla qualità dell'aria 2001

# Una passeggiata nell'UHI (milano, 17 luglio 2007)

# I fattori generatori del clima urbano




- Struttura: **aree rurali relativamente piatte, città più scabre e con caratteristici canyon**
- Colore: **in campagna domina il verde; in città prevalgono colori scuri e opachi**
- Attività umane: **più intense in città (combustioni, inquinanti gassosi, polveri, ...)**
- Presenza di vegetazione: **alquanto ridotta in città**

# Isola di calore urbano (UHI) – le ragioni energetiche

Lo stato energetico di una superficie è frutto di:

bilancio radiativo

$Rn = Rg \times (1 - A) - RL_1 + RL_2$

Bilancio energetico

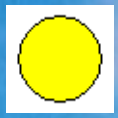
$Rn + G + H + LE + C_A + T_{orizz} = 0$

Colore – riferito alla fase diurna

$C_A$ =contributo antropico

$T_{orizz}$ = trasporto orizzontale (brezze)

# Effetti urbani sulle variabili atmosferiche



**Radiazione solare:** più o meno ridotta per effetto della maggiore torbidità atmosferica e del gioco delle ombre nei canyon

**Temperatura:** più elevata rispetto alla aree rurali (UHI)

**Umidità:** umidità assoluta più elevata ma umidità relativa notturna è più bassa => meno rugiade,nebbia, brina

**Vento:** velocità media più ridotta; turbolenze, effetti di incanalamento

**Precipitazioni:** effetti su quantità e distribuzione delle piogge

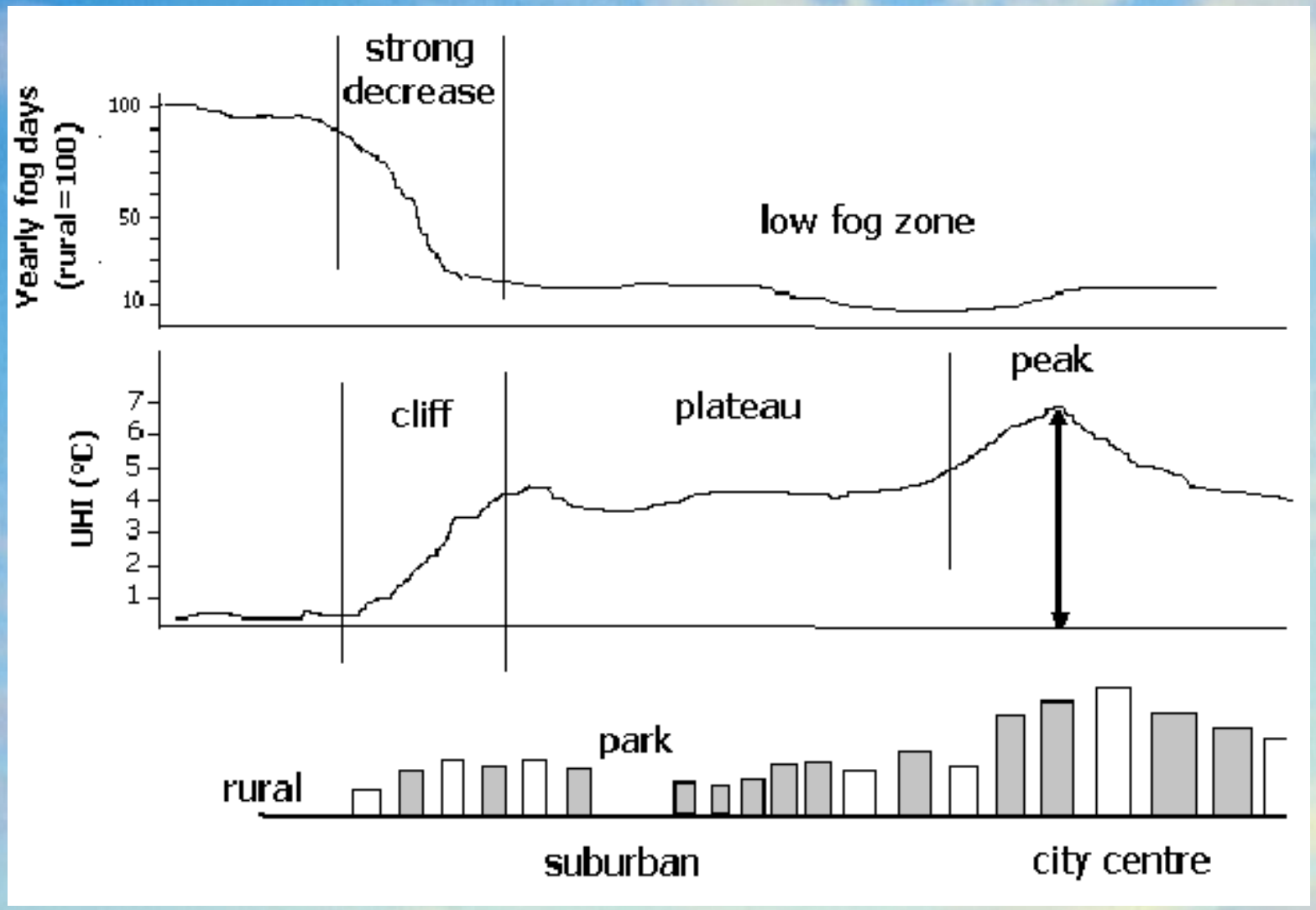
**Afa:** difficoltà a traspirare frutto di alte temperature, alta umidità e scarsità di vento

# Isola di calore urbano (UHI)

**UHI** = effetto climatico più macroscopico della città

**UHI** = differenza termica fra città e  territorio rurale circostante (posto a distanza tale da non essere più influenzato dalla città)

# Temperatura e nebbia



# Caratteristiche salienti dell'UHI

-**massima nelle ore notturne:** Tmin cresce più di Tmax con conseguente calo dell'escursione (implicazioni per i vegetali e per la mortalità da ondate di calore)

-**massima in inverno:** effetto sull'inoculo di parassiti delle piante a fine inverno, presenza di specie altrimenti incompatibili con il clima della nostra area

-**massima con cielo sereno e calma di vento (tempo anticiclonico):** la copertura nuvolosa ed il vento forte la disgregano.

# UHI - effetti su flora e fauna

# Nerium oleander L. (oleandro)

http://www.ogrod.uj.edu.pl/_img/Biblijne/Nerium%20oleander%201020.jpg

# Citrus paradisi L. (pompelmo)

http://media.photobucket.com/image/citrus+paradisi/Leu51/Citrus/9b92.jpg?o=2

# Olea europaea L. (olivo)

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/Olive_tree_olea_europaea_mallorca.jpg

# Periplaneta americana L.

http://www.praguemata.com/baratas/periplaneta-americana.jpg

# Cyrtopodion kotschyi S. (un geco)

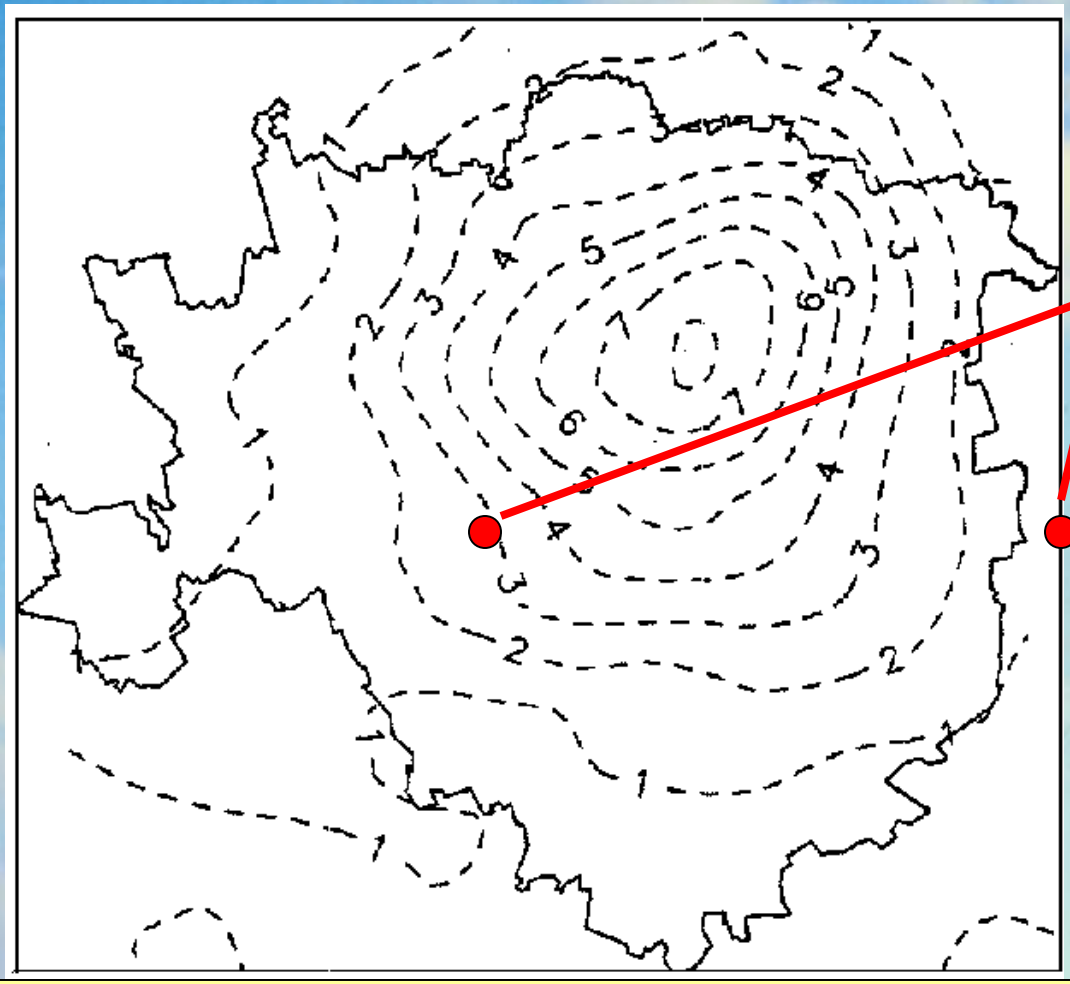
# UHI - cenni storici

Ci confrontiamo con un problema che ha 9500 anni (Catal Huyuk – Anatolia orientale)

Durante la Piccola Era Glaciale furono canicolari le estati 1718 e 1719, tanto che in Francia si ebbe un totale di 450.000 morti, uccisi dalla disidratazione e dalla dissenteria.

Le Roy Ladurie E., 2004. Histoire humaine et comparée du climat. I. Canicules et glaciers (XIIIe-XVIIIe siècles), Fayard. Paris.

# L'UHI a Milano



**Stazioni di riferimento**

Distribuzione del volume degli edifici di Milano (milioni di $m^3$ $km^{-2}$). Il picco di volume è un indicatore del picco dell'UHI (Angelino et al., 1994).

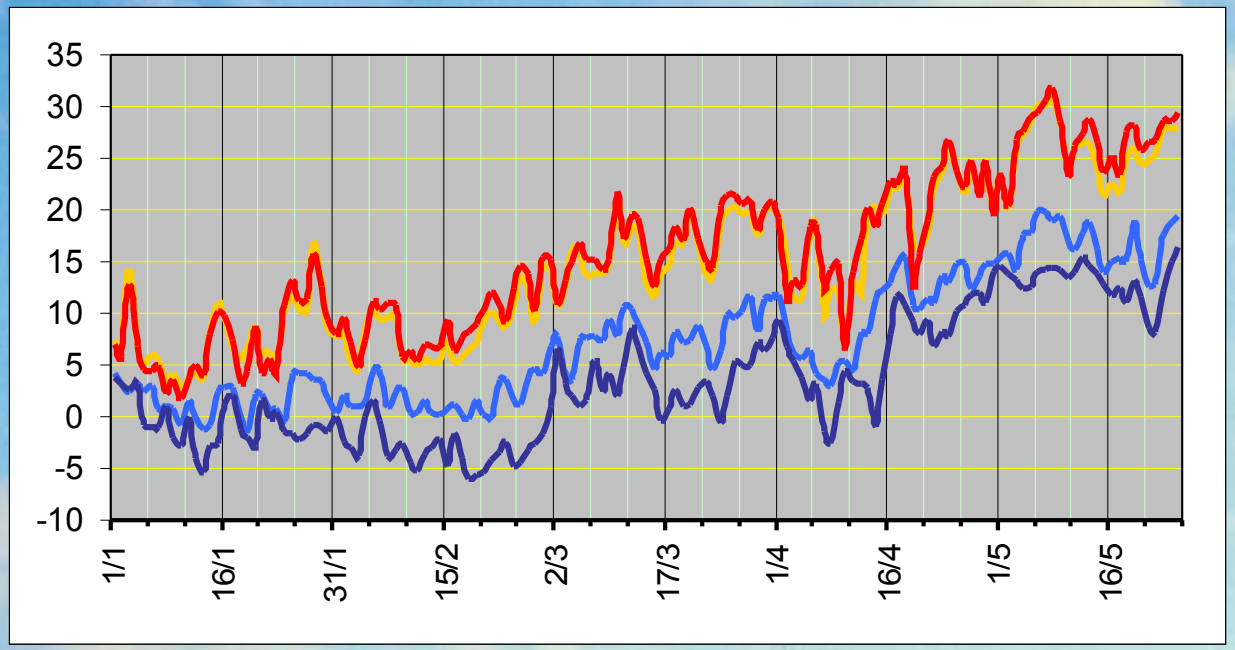
# TEMPERATURE 1 GENNAIO - 25 MAGGIO 2003

minima Milano Modigliani

massima Milano Modigliani

Minima Linate

massima Linate




| | medie | | minimo assoluto | | massimo assoluto | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | minima | massima | valore | data | valore | data |
| Milano Modigliani | 7.4 | 14.9 | -1.6 | 19-gen | 30.8 | 08-mag |
| Milano Linate | 3.6 | 15.6 | -6 | 18-feb | 31.9 | 08-mag |

**UHI massima fra Milano Modigliani e Linate**
**1 gennaio – 25 maggio 2003: + 12.5°C (14 aprile)**

# Vegetali e mitigazione dell'UHI

# Vegetali - enorme capacità di adattamento all'UHI

Portulaca oleracea L. - via Stromboli

Ulmus pumila L. - Piazza Po

# In che modo i vegetali mitigano UHI

**Riflettendo radiazione solare** (grazie a un albedo più alto rispetto a molte superfici urbane)

**Intercettando radiazione solare** (e cioè impedendo che le superfici urbane si riscaldino - effetto di ombreggiamento)

**Emettendo gran parte dell'energia assorbita in forma di calore latente** (una particolare forma di calore che non si misura con i termometri) **anzichè in forma di calore sensibile** (quello che si misura con i termometri e che ci fa dire "che caldo che fa").

# Importanza del calore latente

Rispetto al calore totale emesso da una superficie riscaldata dal sole in una giornata estiva:

**- prato ben irrigato:** il 70% è latente ed il 30% è sensibile

**- parcheggio:** il 70% è sensibile, il 30% latente

**Se tutto il pianeta fosse coperto da vegetazione ben irrigata la temperatura di superficie non potrebbe in alcun caso eccedere i 34°C (Priestley, 1966).**

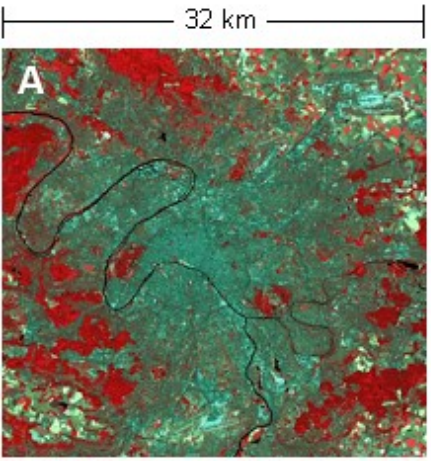
CONSEGUENZA

Perché le piante mitighino efficacemente UHI occorre:

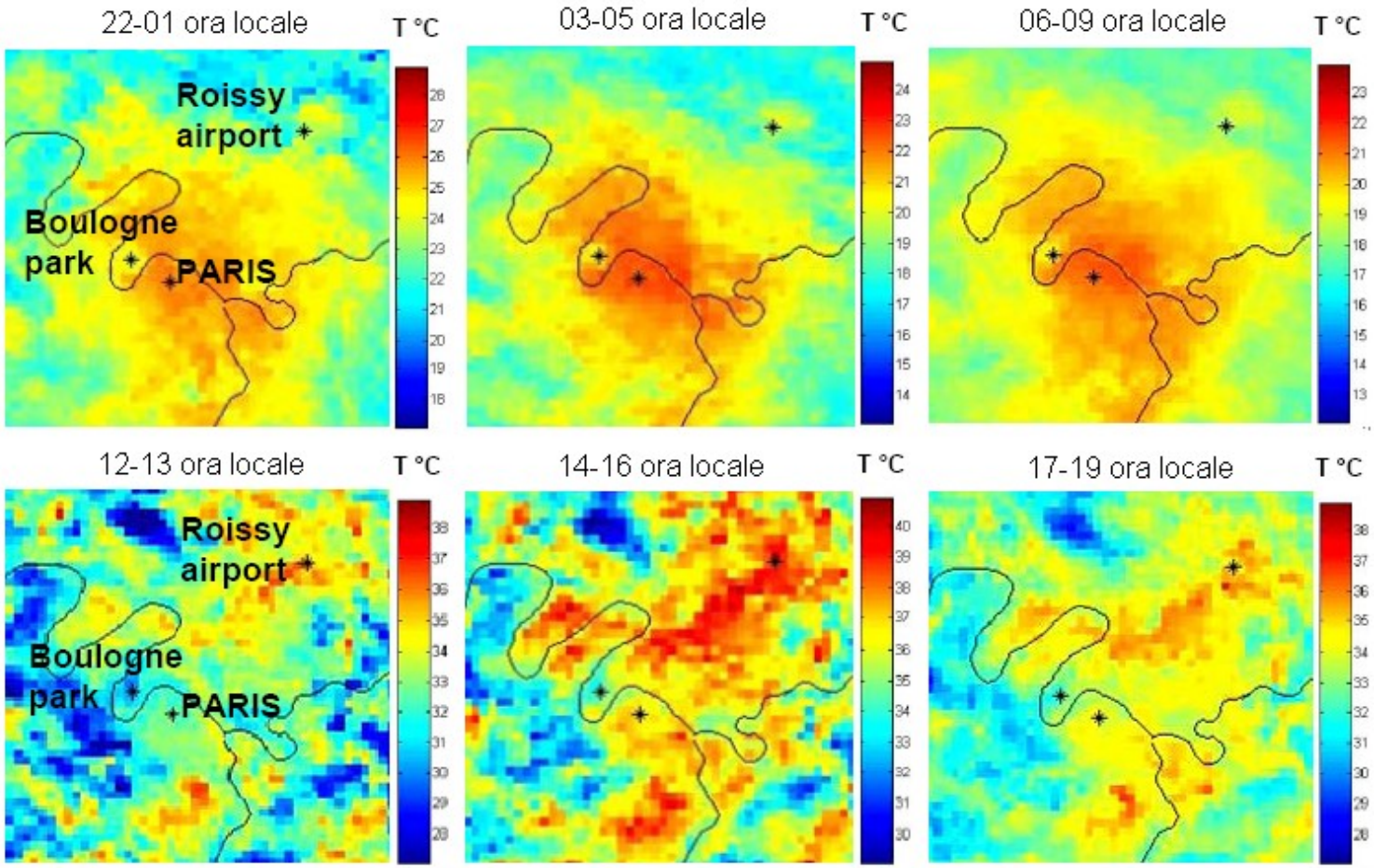
**- buona alimentazione idrica**

**- buono stato vegetativo (piante malate traspirano poco o nulla).**

# Parigi - Temperatura media di superficie dal 4 al 13 agosto 2003 basata su 50 immagini NOAA-AVHRR con risoluzione 1.1 km



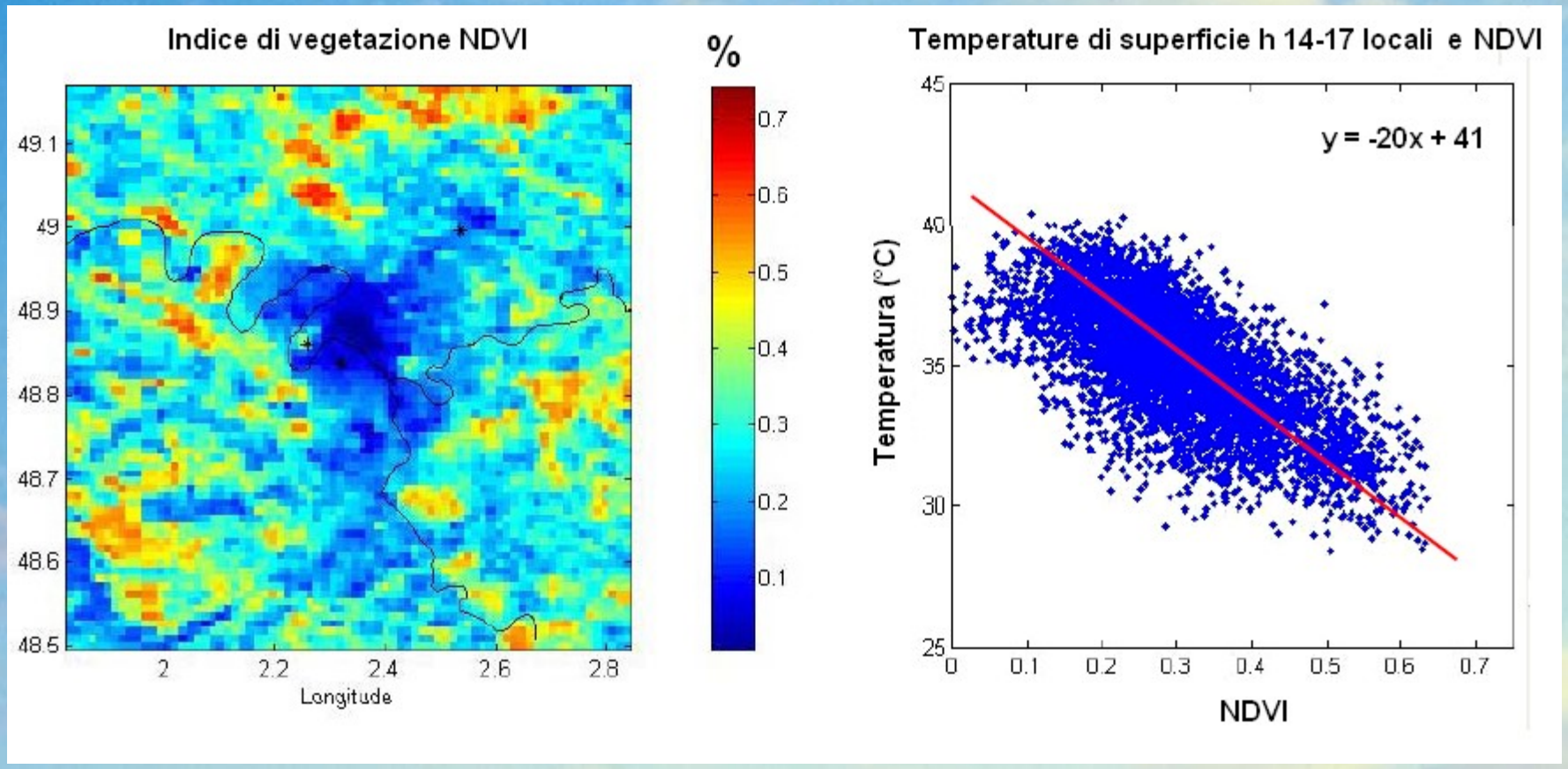

falso colore da dati Spot
(in rosso le aree a verde)




Fonte

Dousset B., 2007. Satellite thermography of urban temperature variability, heat islands and extreme climate events, ESA, Urban Thermography User consultation meeting, Athens, June 8 2007

# Parigi - 4 al 13 agosto 2003 - Relazione fra temperatura di superficie e NDVI




Fonte: Dousset, 2007

# Quali vegetali per mitigare UHI

-**vegetali nelle vie e nei parchi**
-**vegetali sulle facciate degli edifici**
-**vegetali sui tetti**

# Facciate

Milano, ....

**Fonte: greenroofs.org**

# Tetti

The Toyota Roof Garden. Photo: Business Week, Japan

# Suolo e radici - alcune norme di buon senso

**Alberi o vegetazione erbacea (prato): in equilibrio solo si ha un volume di suolo sufficiente per lo sviluppo di un idoneo apparato radicale.**

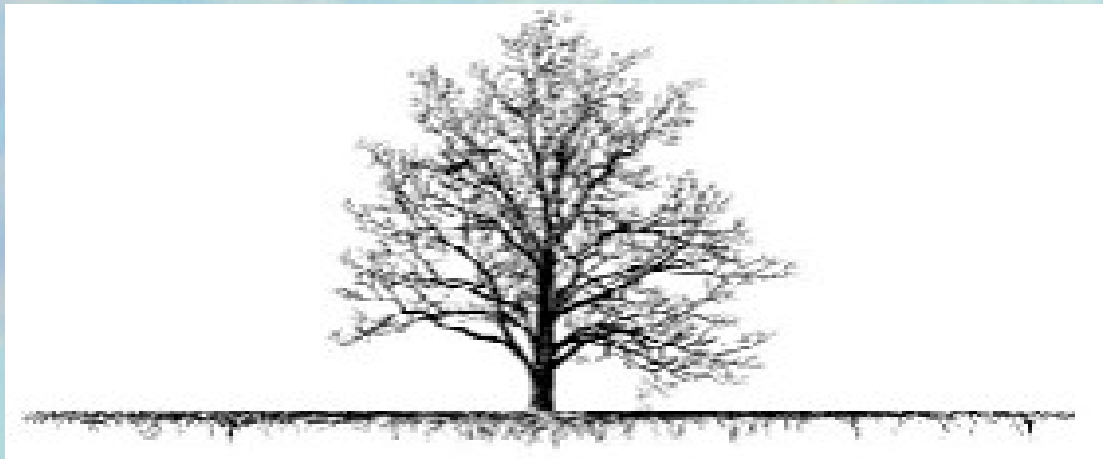
**Il suolo (suolo, non macerie) dovrà avere buona fertilità chimica, buona dotazione di sostanza organica, avere rapporto vuoti/pieni che consenta accumulo di acqua (piovana e di irrigazione) e arieggiamento (le radici respirano)**

**Regola empirica di larga massima: 1 mc di suolo per ogni mq di proiezione della chioma sul terreno**

# Volume di terreno da destinato alle radici – CORRETTO

**Acer sp.**

**Piazza De Agostini**



Fonte: Tthe Virginia Department of Forestry, Landscape Manual for Louisa County

# Volume di terreno destinato alle radici – ERRATO

Robinia pseudoacacia L. - via Modigliani, impianto eseguito 15 anni fa'

# Volume di terreno destinato alle radici – ERRATO

Bagni misteriosi

Triennale di Milano

Cedrus sp

# Il problema dell'eccessivo compattamento

ERRATO

Piazza S.Agostino
settembre 2009
Acer sp.

ERRATO

CORRETTO

Via Washington
13 Febbraio 2010
Acer sp.

# Difetto di radiazione solare - ERRATO

Celtis australis L. - Via Mario Pagano – settembre 2009

# Danni da parassiti all'apparato fogliare

Sindrome

Cameraria

Guignardia

Milano, Parco Sempione
6 settembre 2009
Aesculus ippocastanum L.

# Danni da neve - nevicata del 3 dicembre 2005

Milano, Piazza Vesuvio - Pavlonia abbattuta

# UHI come problema urbanistico

# UHI - i vegetali sono una parte della soluzione

**La città si riscalda**
- grazie al flusso di energia dal sole
- grazie al flusso di energia dalle attività umane

**La città si raffredda**
- irraggiando verso lo spazio
- ricevendo aria + fresca dalle zone rurali (brezze)

**Di conseguenza l'UHI viene accentuata da:**
- strade strette circondate da edifici alti (**scarso irraggiamento**)
- edifici in cui dominano colorazioni scure (**basso albedo**)
- edifici disposti in barriere continue (**effetto negativo sulle brezze**)

UHI è anche un problema urbanistico !

# Meno cielo si vede e più il raffreddamento notturno è faticoso

Fonte: http://quattrovecchiinamerica.wordpress.com/category/escursioni-viaggi/

# Milano - dal fondo delle vie si vede sempre meno cielo

# Cielo addio.....

Milano, Università di Milano Bicocca, 5 aprile 2005, ore 15

# Cielo addio.....

13 febbraio 2010 ore 16.30 da via Foppa verso Ovest

**Peccato, perchè a Milano il cielo sa essere molto bello.....**

28 dicembre 2009 ore 7.58 da via Modigliani verso Est

# Il faut cultiver notre jardin