IL CLIMA È GIÀ CAMBIATO

LE CITTÀ E LA SFIDA DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

SERGIO BORGHI - SEGNALI DI CAMBIO TERMICO NELLE CITTÀ ITALIANE

OMD Osservatorio Meteorologico di Milano Duomo

LEGAMBIENTE

Piazza del Duomo, 21 - 20121 Milano Tel. 02 86462443 - www.meteoduomo.it

ROMA 6 DICEMBRE 2007 - AUDITORIUM DELL'ARA PACIS

Segnali di cambio termico nelle città italiane

Centri e periferie a confronto

Sergio Borghi

Osservatorio Meteorologico di Milano Duomo
Piazza del Duomo 21 - 20121 Milano

E-mail: sergio.borghi@meteoduomo.it

Fin dalla prima metà dell’Ottocento la percezione della differenza tra il clima degli insediamenti urbani e quello delle aree non abitate era piuttosto netta, ed espressa sia nel pensiero umanistico che in quello scientifico

Scriveva Giacomo Leopardi (1798-1837) nei

"Pensieri" (XXXIX):

… "è manifesto per isperienza, e per ragioni naturali, che la civiltà degli uomini venendo innanzi, rende l'aria, ne' paesi abitati da essi, di giorno in giorno

In ambito scientifico nel 1818 nel volume

"The Climate of London Deduced from Meteorological Observations Made in the Metropolis and at Various Places around it"

Luke Howard

pubblicò la prima *climatografia* di una città

La percezione della variabilità del clima e dei suoi capricci era ben presente nelle convinzioni comuni. Nella seconda metà dell'Ottocento

Gustave Flaubert (1821-1880)

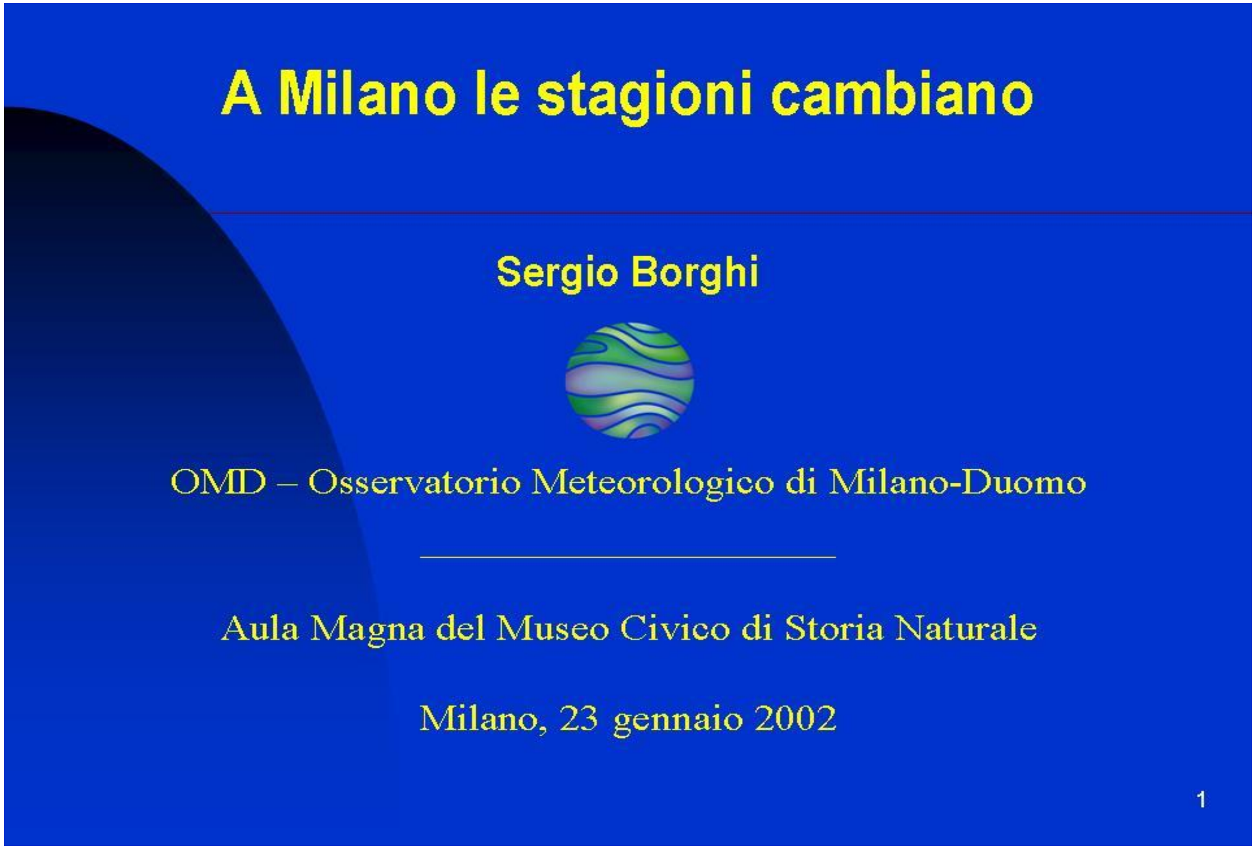
affermava nel suo

"Dictionnaire des idées reçues" :

Hiver: toujours eceptionnel

Été : toujours eceptionnel

Per illustrare cambiamenti e variabilità del tempo e del clima a Milano l'OMD ha spesso organizzato conferenze



A Milano le stagioni cambiano

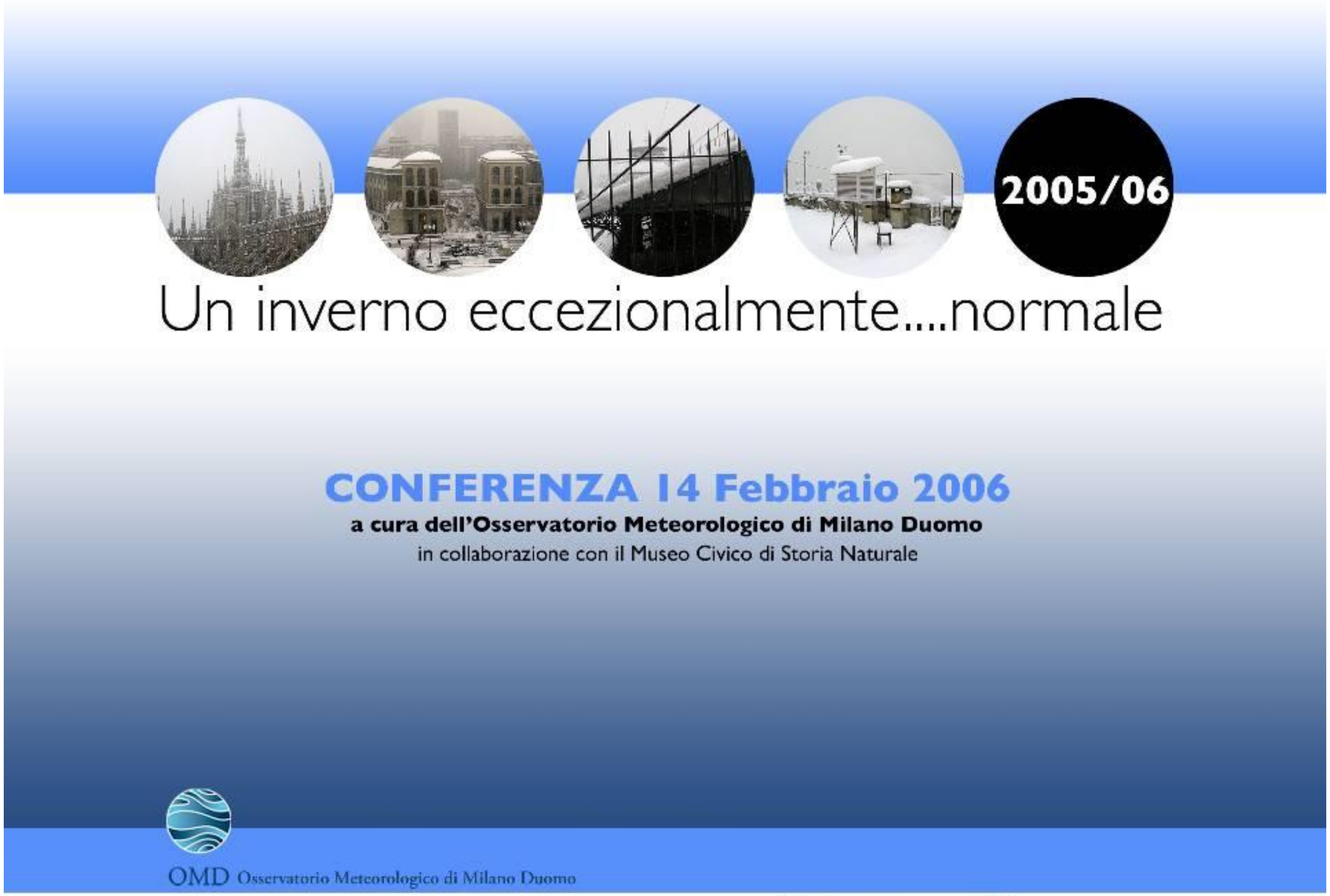
Sergio Borghi

OMD – Osservatorio Meteorologico di Milano-Duomo

Aula Magna del Museo Civico di Storia Naturale

Milano, 23 gennaio 2002

1



2005/06

Un inverno eccezionalmente....normale

CONFERENZA 14 Febbraio 2006

a cura dell'Osservatorio Meteorologico di Milano Duomo

in collaborazione con il Museo Civico di Storia Naturale

OMD Osservatorio Meteorologico di Milano Duomo

Milano Comune di Milano Cultura

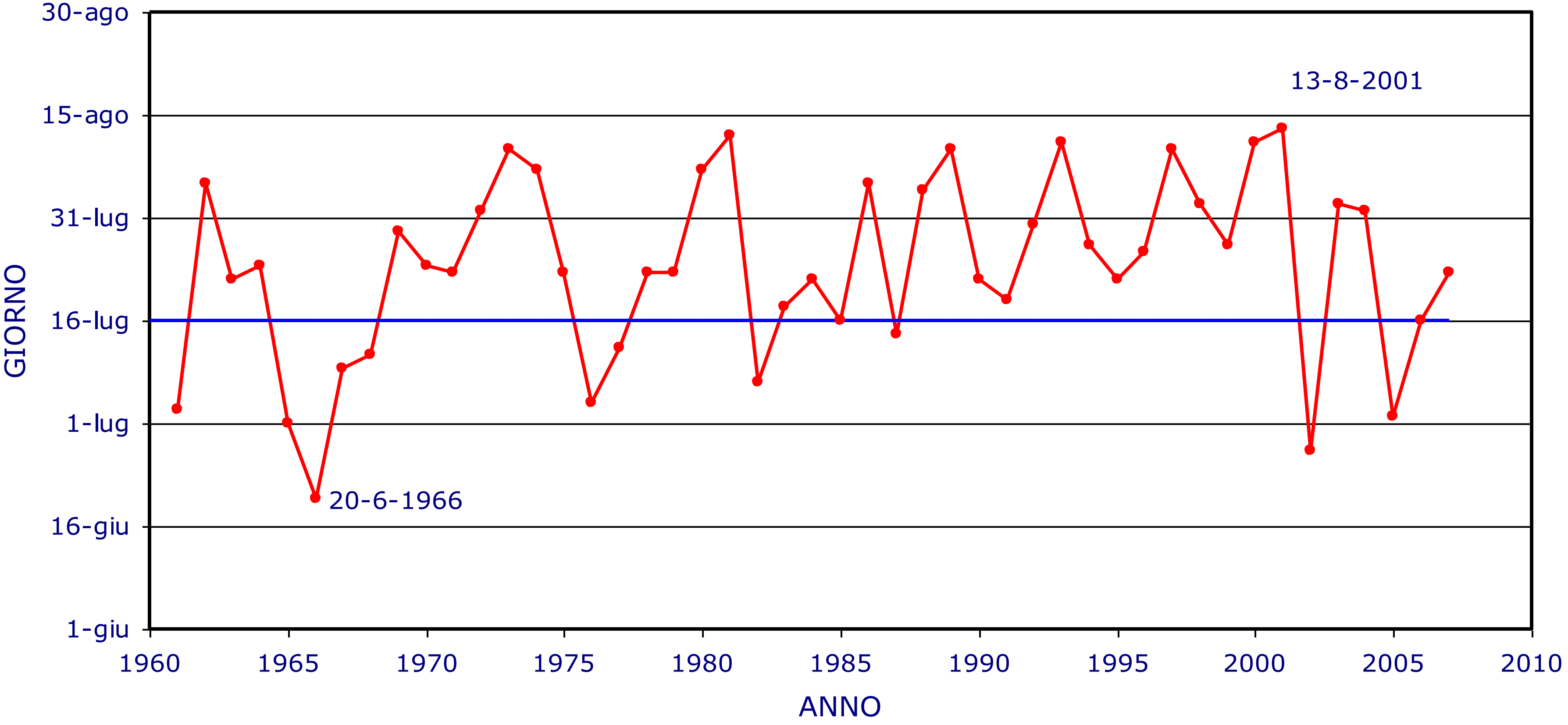
museo di storia naturale

Associazione Didattica Museale

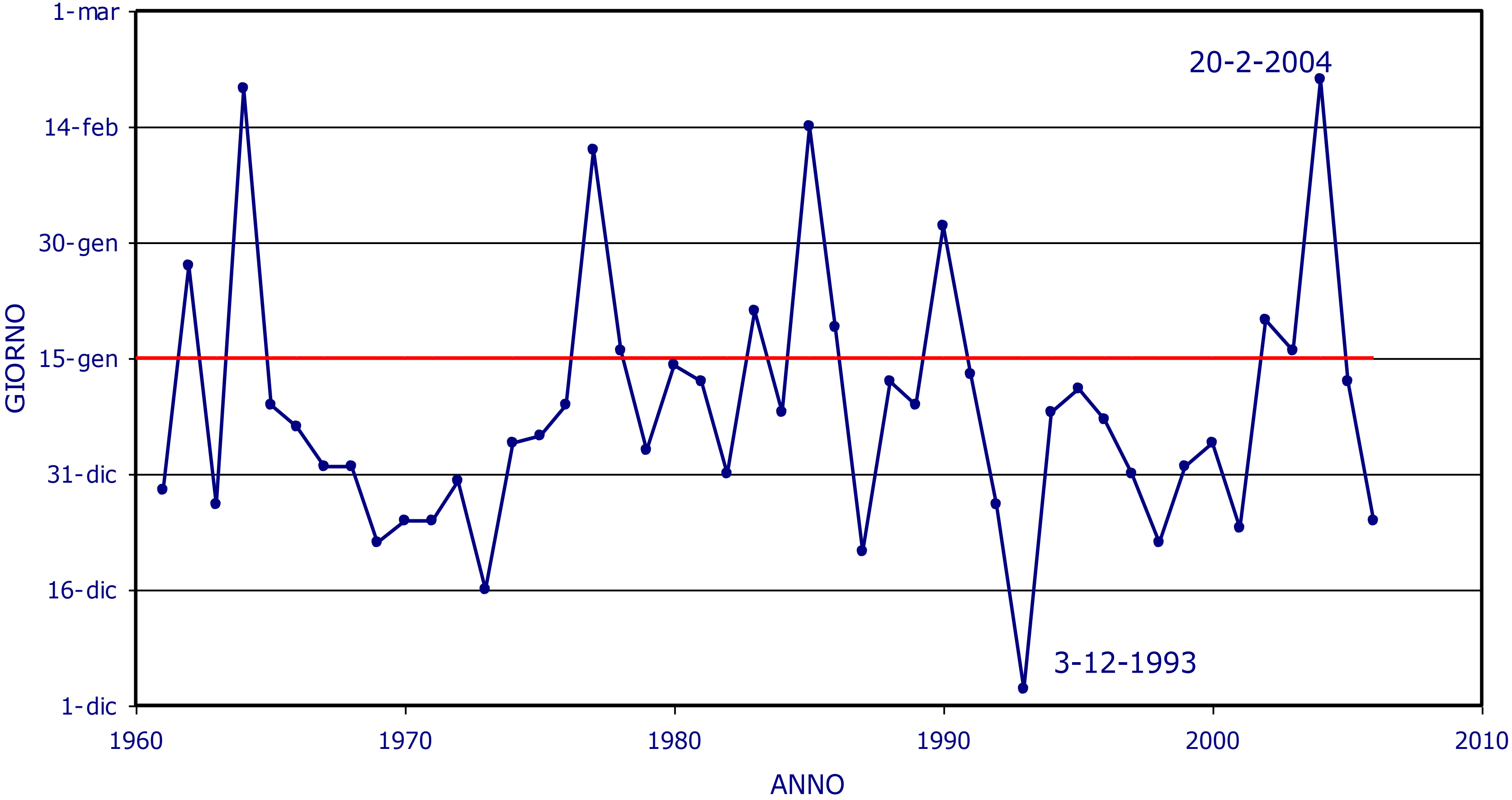
Alcuni record storici a Milano negli ultimi decenni

Pioggia massima:	mensile: 376,0 mm ottobre 1987 giornaliera: 257,8 mm 24 agosto 1987 oraria: 109.0 mm 24 agosto 1987 (dalle 13 alle 14)
Nevicata massima:	70 cm dal 14 al 16 gennaio 1985
Nevicata tardiva:	17 aprile 1991 (sbalzo di temperatura da 16,4 a –0,1°C in due ore)
Siccità:	dal 22 gennaio al 25 aprile 1997 (94 giorni) (interruzione di 4 giorni alla fine di febbraio con complessivi 10 mm di pioggia)
Temperatura massima:	assoluta: 39,8° C l’11 agosto 2003 di febbraio: 25,2°C il 15 febbraio 1990 (15.2.1929: -14,1°C) media di ottobre: 17,0°C (2006) (valore climatico 13,7°C) media massime di ottobre 21,4°C (2006) (val. clim. 17,4°C) **media di gennaio 7,2°C (2007) (valore climatico 3,0°C)**
Vento più intenso:	100 km/h il 28 marzo 1997

Milano - Periodo 1961-2007 - Oscillazioni temporali del massimo estivo della temperatura media giornaliera (medie mobili su 31 giorni)



Milano - Periodo 1961-2007 - Oscillazioni temporali del minimo invernale della temperatura media giornaliera (medie mobili su 31 giorni)



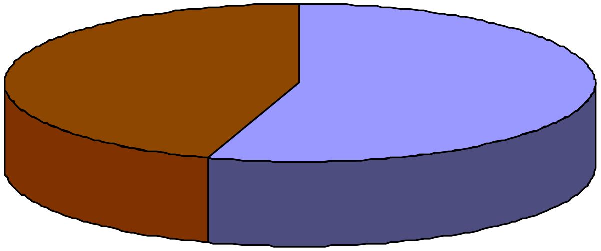
Apriamo una parentesi: perché occuparsi di clima urbano ?

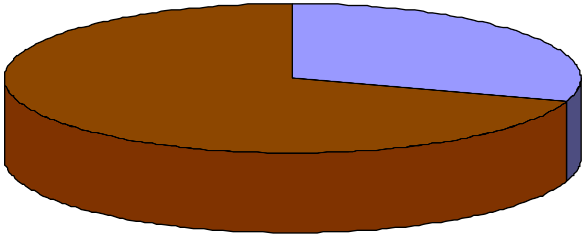
400 città nel mondo hanno più di 1 milione di abitanti

Popolazione residente nelle aree urbane

(secondo l'EEA più di 100 abitanti/km^2)

Nel mondo 50%





In Europa 70%

Clima globale → Tendenze generali

- Temperatura media del pianeta
- Livello degli oceani
- Ghiacci artici e antartici, ecc.

Clima locale → Anomalie, eventi estremi

- Frequenze dei tipi circolatori
- Alterazioni della durata delle stagioni
- Episodi alluvionali e siccità, ecc.

Inquadramento del clima locale nelle scale più ampie

Climatologia statica

Classificazioni climatiche tradizionali

Climatologia dinamica

Classificazioni legate al tipo di circolazione

Climatologia statica

Classificazioni tradizionali del clima:

Tropicale umido

Subtropicale (umido; con estati secche)

Secco (deserti, steppe)

Temperato (marittimo; continentale)

Boreale (solo emisfero nord: Siberia, Canada)

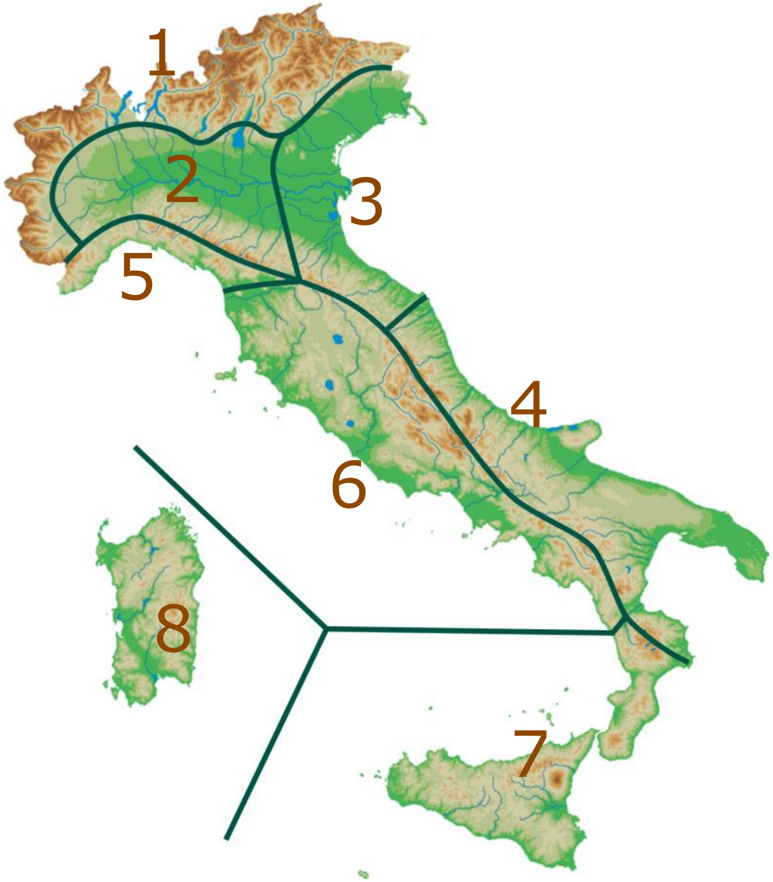
Polare

Della montagna

(*classificazioni di Köppen, Thornthwaite*)

Clima dell'Italia

temperato marittimo, tipico dell'area mediterranea



Zone climatiche

1 - Alpi

2 – Valle Padana

3 – Alto Adriatico

4 – Medio e Basso Adriatico

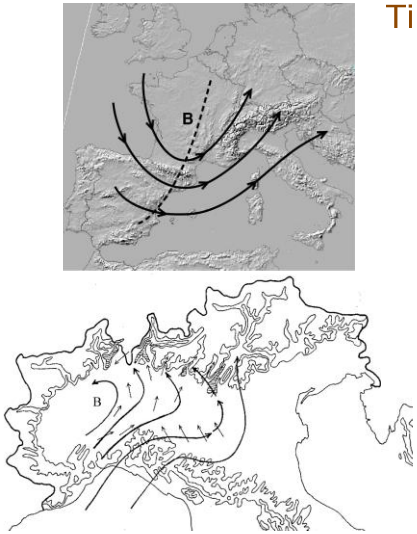
5 – Versante Ligure

6 – Versanti Tirrenici

7 – Calabria e Sicilia

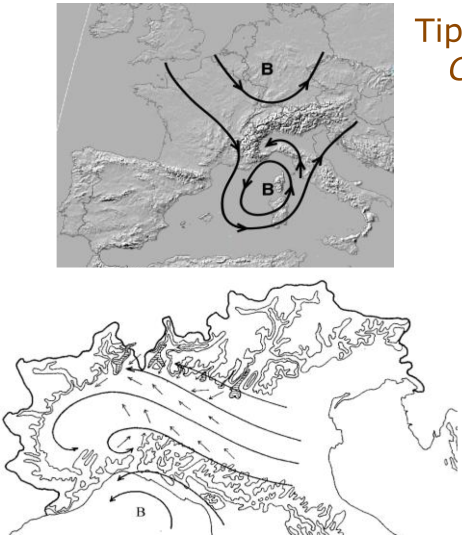
8 - Sardegna

Climatologia dinamica - tipi circolatori



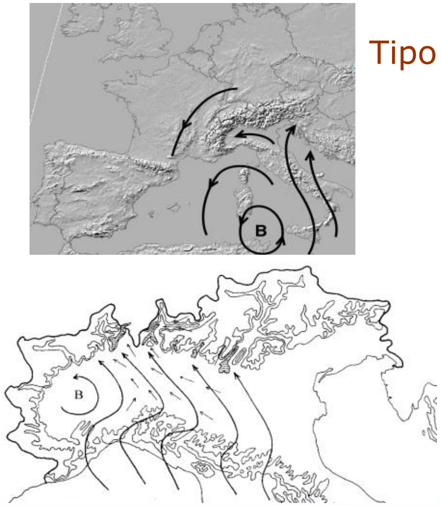
Tipo Circolatorio 1

Libeccio

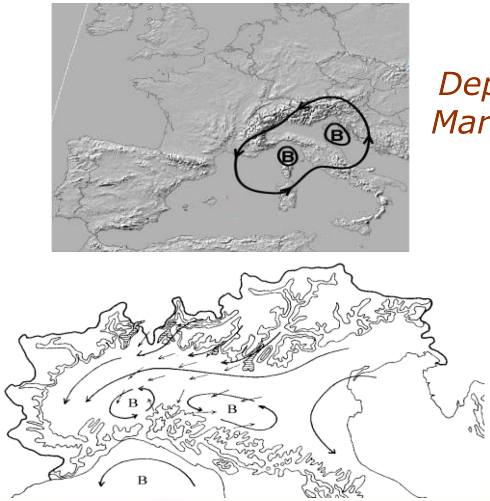


Tipo Circolatorio 2
Ciclogenesi su
Mar Ligure

Tipi perturbati



Tipo Circolatorio 3
Scirocco



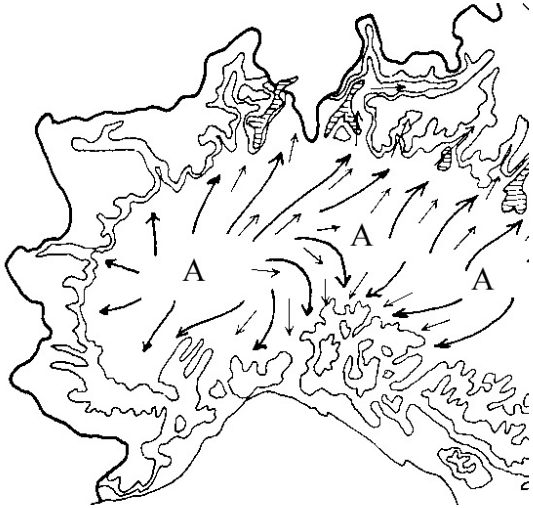
Tipo Circolatorio 4
Depressione sdoppiata su
Mar Ligure e Alto Adriatico

Climatologia dei tipi circolatori

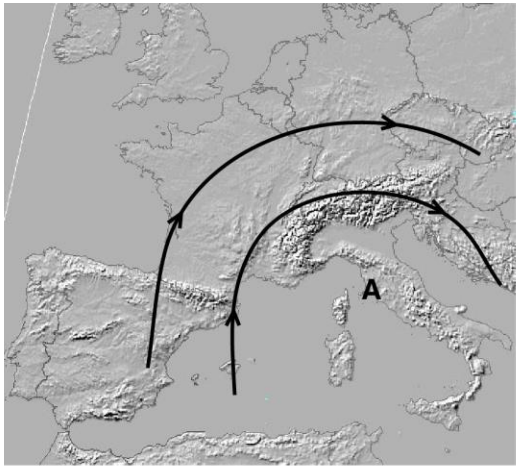
Tipo Circolatorio 5 – *Anticiclone sul Mediterraneo*

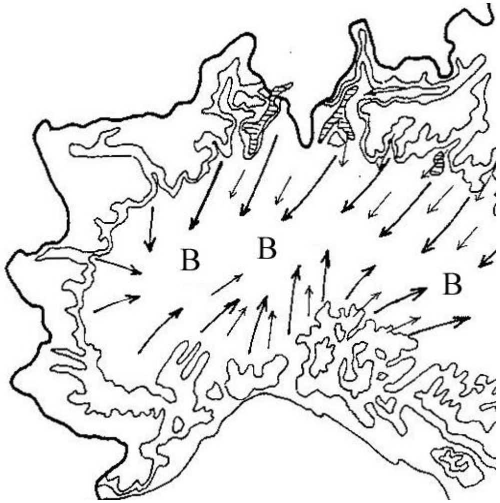
Importante per la Valle Padana (60-70% delle situazioni)

Circolazione dinamica assente



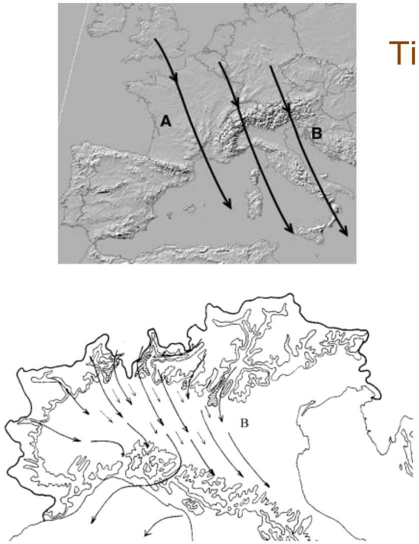
Brezze diurne



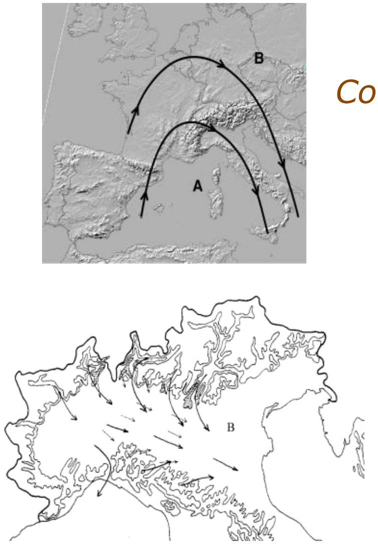


Brezze notturne

Climatologia dei tipi circolatori

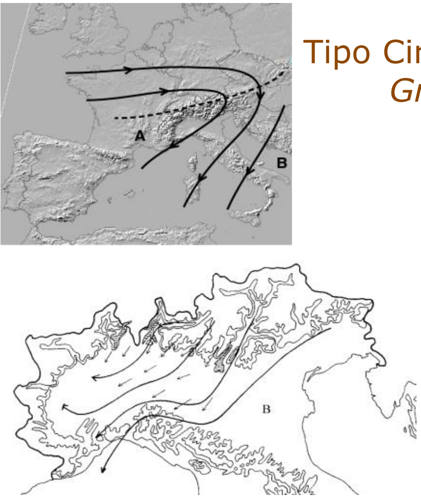


Tipo circolatorio 6
Föhn

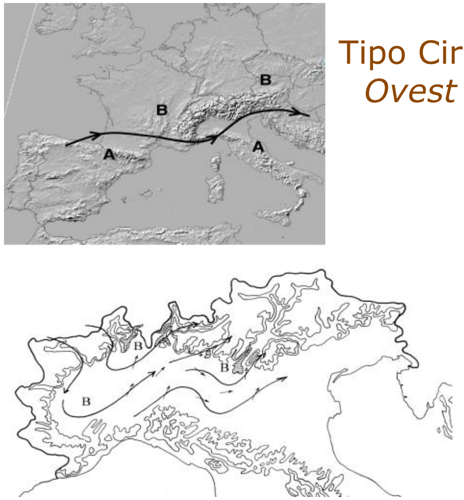


Tipo Circolatorio 7
Correnti stabili da Nordovest

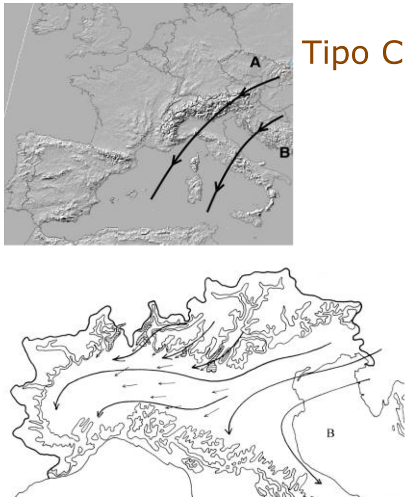
Tipi di norma non perturbati



Tipo Circolatorio 8
Grecale

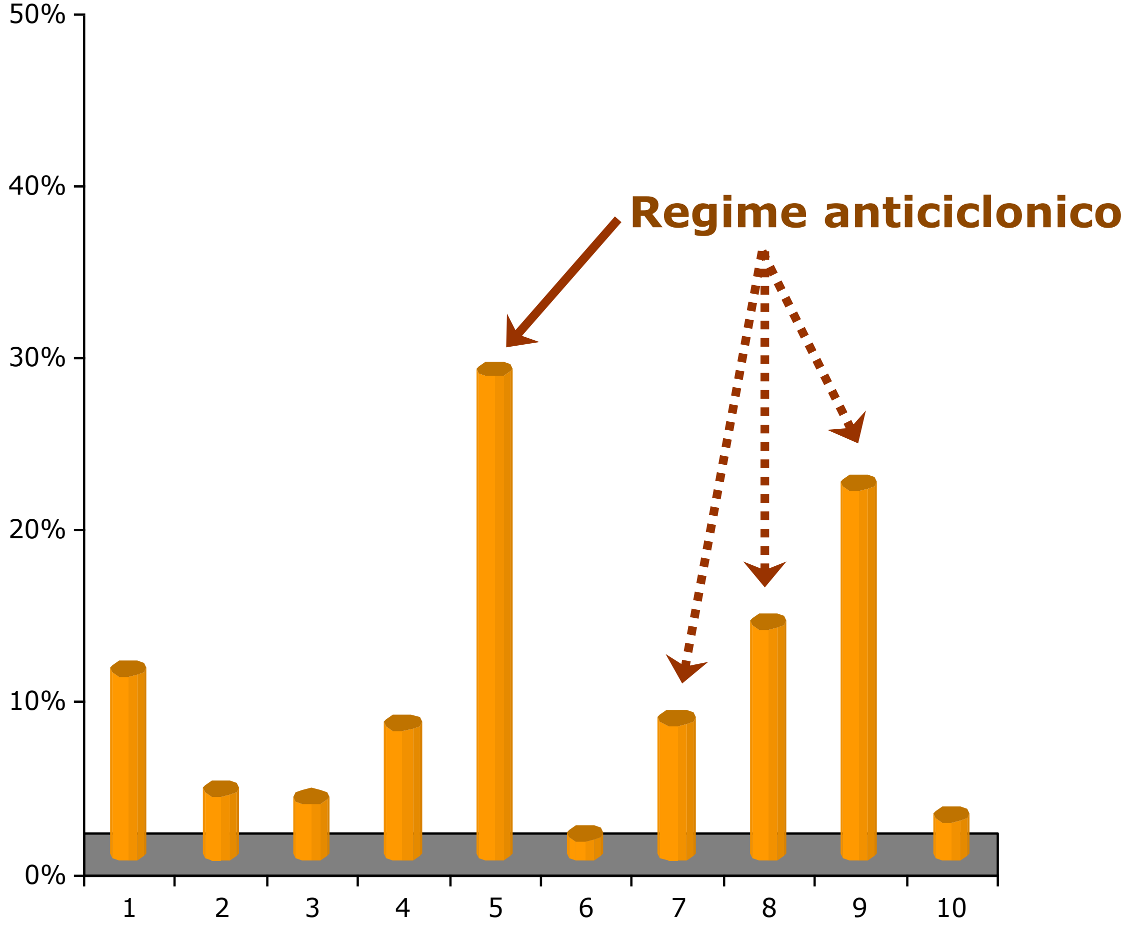


Tipo Circolatorio 9
Ovest ondulato

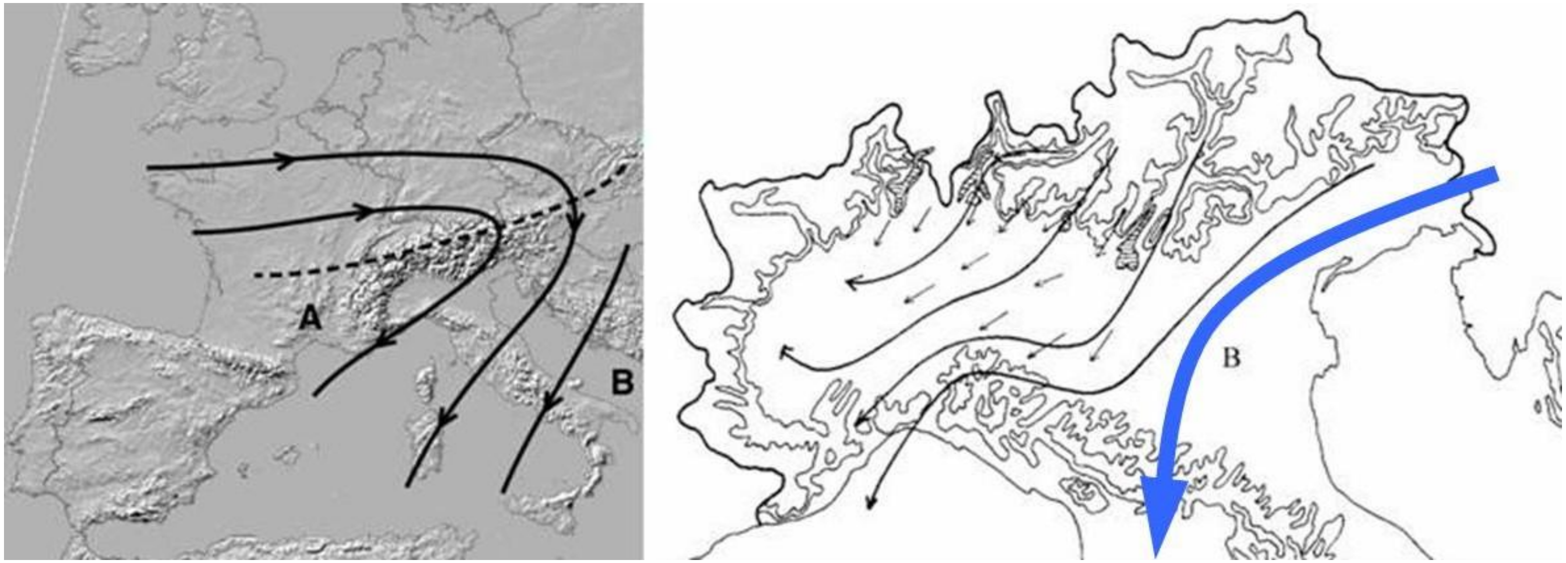


Tipo Circolatorio 10
Bora

Periodo 1976-94 – Distribuzione percentuale dei tipi circolatori



Quando le masse d’aria provenienti dall’Atlantico scorrono a nord dell’arco alpino afflussi di aria più fredda possono rientrare da est ed interessare la Valle Padana occidentale fino al Piemonte ed anche la Liguria e la Toscana



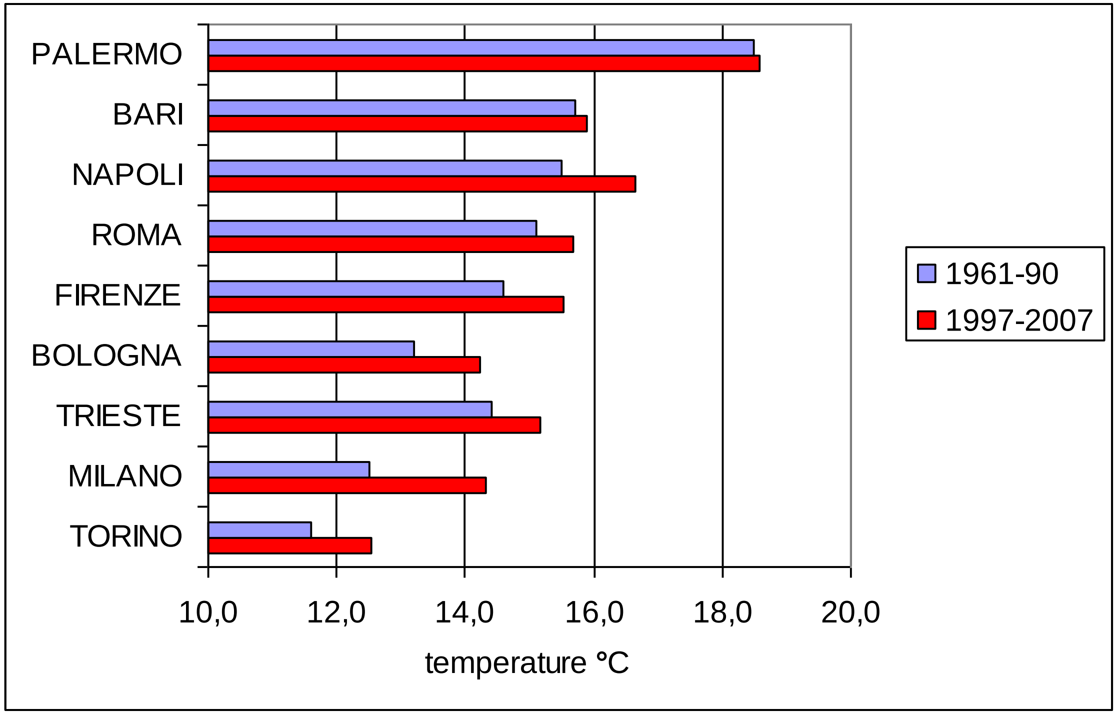
Tipo 8 - *Grecale*

Torniamo alle città e al clima urbano

Località utilizzate per lo studio (dati impiegati a partire dal 1961)

Città	Ente fornitore e/o rilevatore	Anno conclusivo	Sito extraurbano
Torino	ARPA (ex Servizio Idrografico)	2006	Caselle
Milano	Osservatorio Meteorologico di Milano Duomo	2007	Linate
Trieste	CNR-ISM (ex Istituto Talassografico)	2007	Ronchi dei Leg.
Bologna	CNR (Osservatorio Astronomico)	2006	Borgo Panigale
Firenze	Osservatorio Ximeniano	2006	Peretola
Roma	UCEA-Oss. Collegio Romano	2007	Ciampino
Napoli	Regione Campania; Università	2006	Capodichino
Bari	Servizio Idrografico e Mareografico	2004	Palese
Palermo	Osservatorio Asrtronomico	2007	Punta Raisi

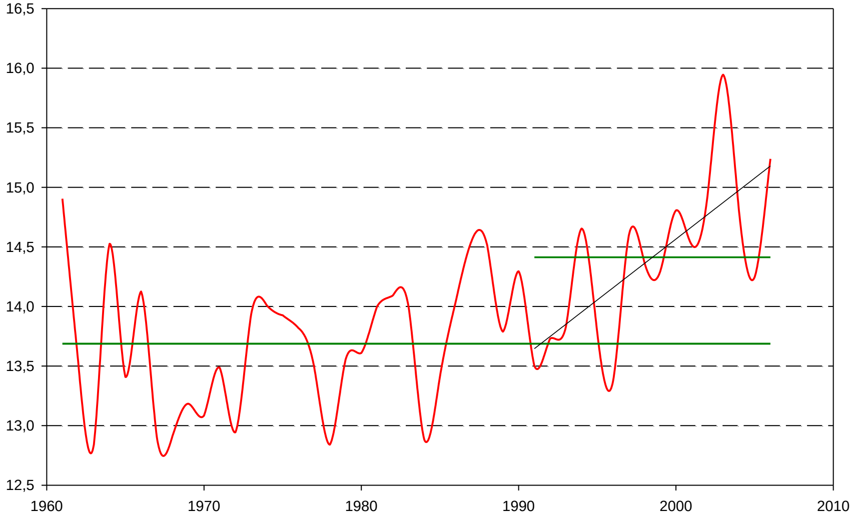
Temperature medie a confronto in città: 1961/90 - 1997/2007 *



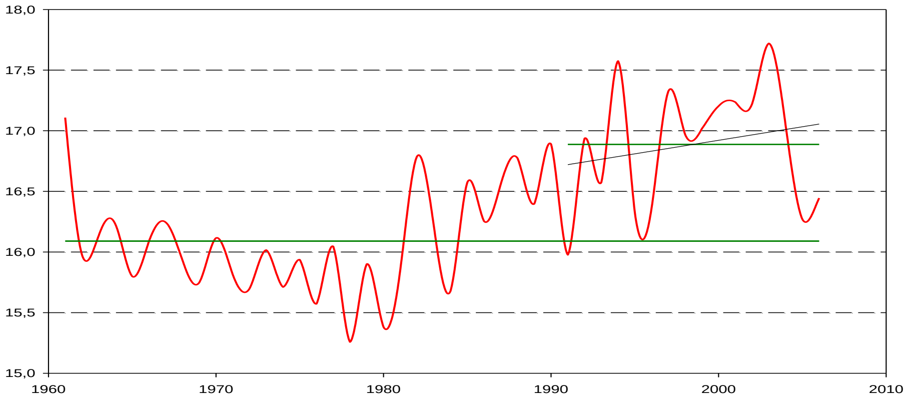
* Dal rapporto di Legambiente "Città: il clima è già cambiato" – Roma, settembre 2007

La variabilità dal 1961 al 2006 – Temperature medie annue in °C (trend recente in salita)

MILANO



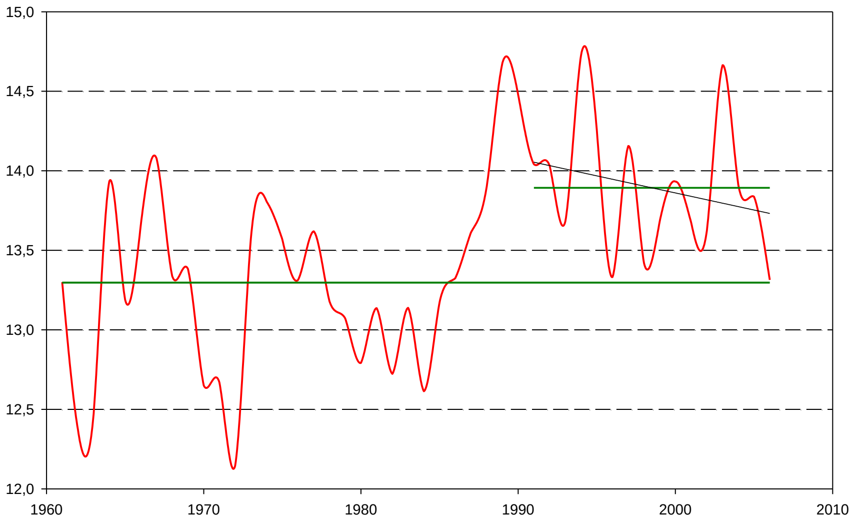
ROMA



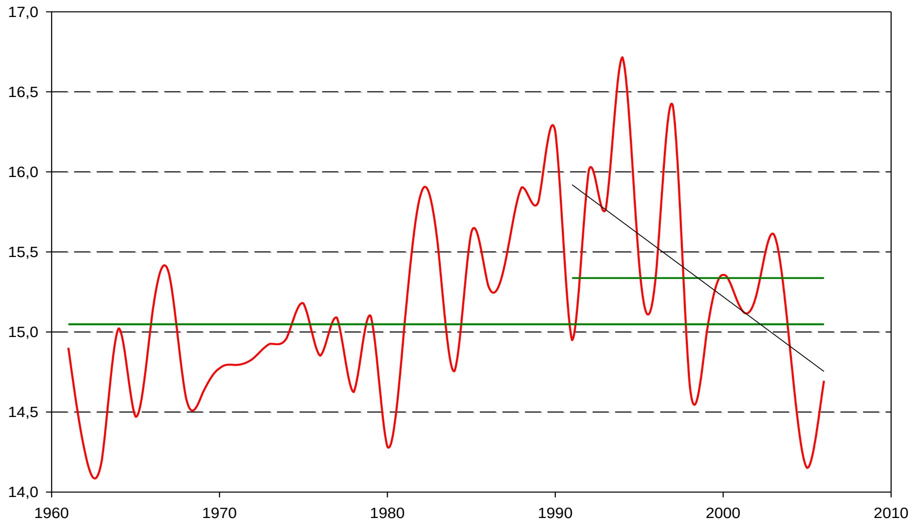
In **verde** le temperature medie dei periodi 1961-1990 e 1991-2006
Le linee oblique **nere** indicano il trend del periodo 1991-2006

La variabilità dal 1961 al 2006 – Temperature medie annue in °C (trend recente in discesa)

TORINO

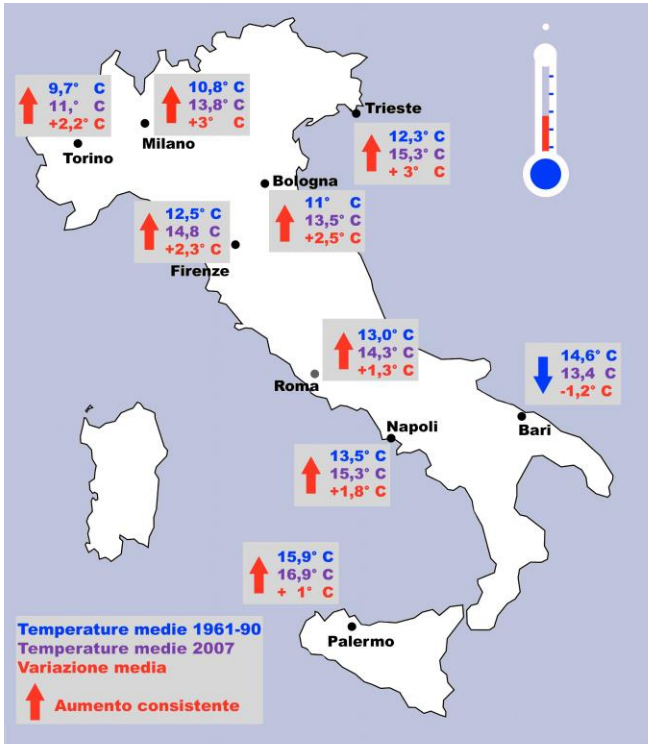


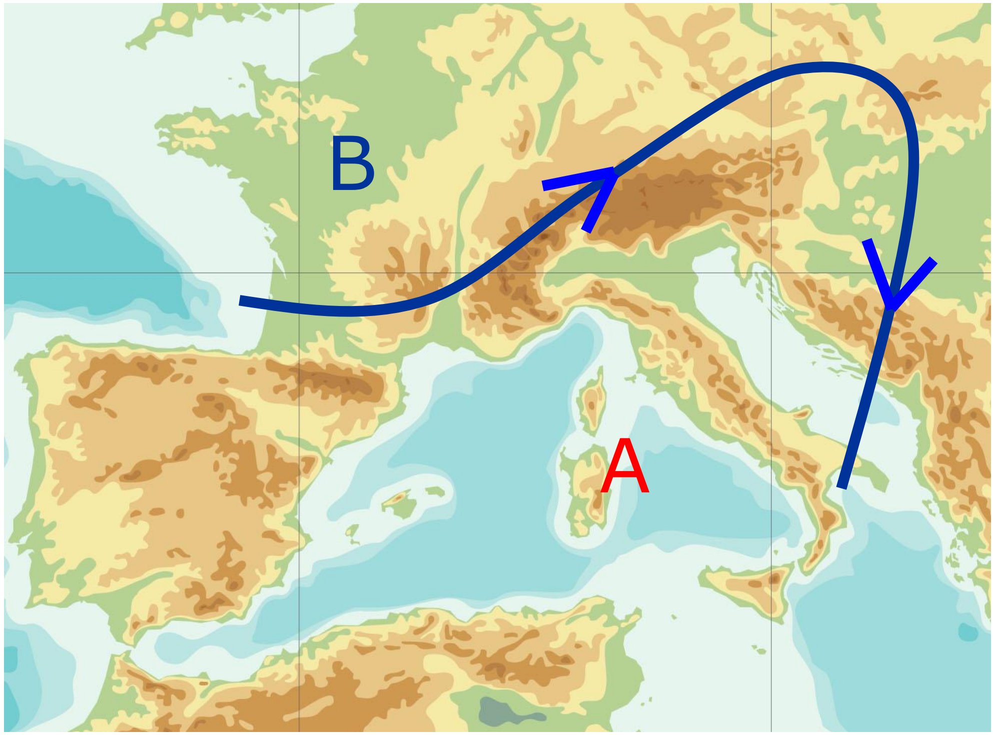
FIRENZE



In **verde** le temperature medie dei periodi 1961-1990 e 1991-2006
Le linee oblique **nere** indicano il trend del periodo 1991-2006

Effetti della circolazione di Tipo 8
Afflusso di aria fredda sul Basso Adriatico


9,7° C
11,° C
+2,2° C
Torino
10,8° C
13,8° C
+3° C
Milano
Trieste
12,3° C
15,3° C
+ 3° C
Bologna
12,5° C
14,8 C
+2,3° C
Firenze
11° C
13,5° C
+2,5° C
13,0° C
14,3° C
+1,3° C
Roma
14,6° C
13,4 C
-1,2° C
Napoli
Bari
13,5° C
15,3° C
+1,8° C
15,9° C
16,9° C
+ 1° C
Palermo
Temperature medie 1961-90
Temperature medie 2007
Variazione media
Aumento consistente



Primo semestre 2007

Dal rapporto Legambiente – Sett. 2007

Struttura circolatoria

La temperatura media annua durante l’ultimo decennio nelle zone extraurbane elencate; confronto con il periodo 1961-1990

Rosso - valori massimi Blu - valori minimi

Periodo	1961-1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
TO-Caselle	**11,6**	13,1	12,8	12,4	**13,2**	12,3	12,2	12,5	12,0	12,3	12,7
MI-Linate	**12,5**	**15,**0	14,7	14,2	14,9	14,4	14,5	**15,0**	13,5	13,2	13,9
TS-Ronchi	**14,4**	14,9	14,8	15,0	**16,2**	15,4	15,7	15,5	14,6	**14,3**	15,4
BO-B.Panigale	**13,2**	14,5	14,4	14,8	**15,3**	14,1	14,2	14,4	13,6	**13,1**	14,0
FI-Peretola	**14,6**	16,0	15,0	15,5	**16,4**	15,7	15,4	15,8	15,4	**14,5**	15,7
RM-Ciampino	**15,1**	15,5	15,4	15,3	16,2	16,0	16,0	**16,4**	15,4	**14,9**	15,8
NA-Capodichino	**15,5**	17,0	16,5	16,5	**18,1**	17,1	16,5	16,5	16,0	16,0	16,4
BA-Palese	**15,7**	15,8	16,1	16,3	**17,3**	15,8	15,9	15,8	15,5	**15,0**	15,3
PA-Punta Raisi	**18,5**	18,4	18,4	18,4	**19,6**	18,9	18,3	18,9	**18,0**	**18,0**	18,9

L'onda di calore del 2003 riferita al periodo 1961-1990
Confronto città-periferia

Milano / Linate

Mese	Centro urbano		Periferia	
	1960-91	**2003**	1960-91	**2003**
Giugno	21.7	27.9	20.6	26.9
Luglio	24.5	27.3	23.1	26.4
Agosto	23.3	29.5	22.2	28.6

Roma / Ciampino

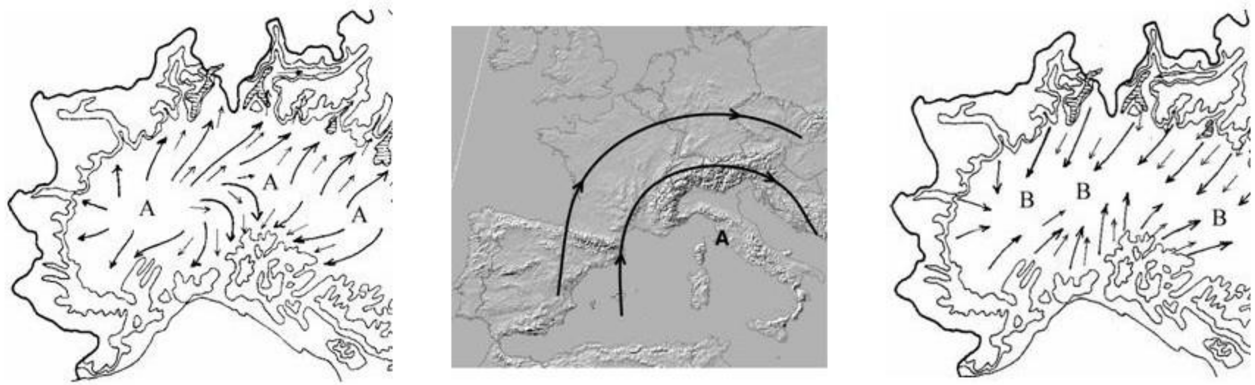
Mese	Centro urbano		Periferia	
	1960-91	**2003**	1960-91	**2003**
Giugno	22.2	27.4	20.9	26.4
Luglio	25.1	28.0	23.9	27.9
Agosto	24.8	29.2	23.9	27.9

Palermo / P.ta Raisi

Mese	Centro urbano		Periferia	
	1960-91	**2003**	1960-91	**2003**
Giugno	22,0	26,5	22,4	25,3
Luglio	24,9	28,8	25,6	27,6
Agosto	25,2	29,1	26,2	27,7

Ritorniamo ai casi di scarsa ventilazione

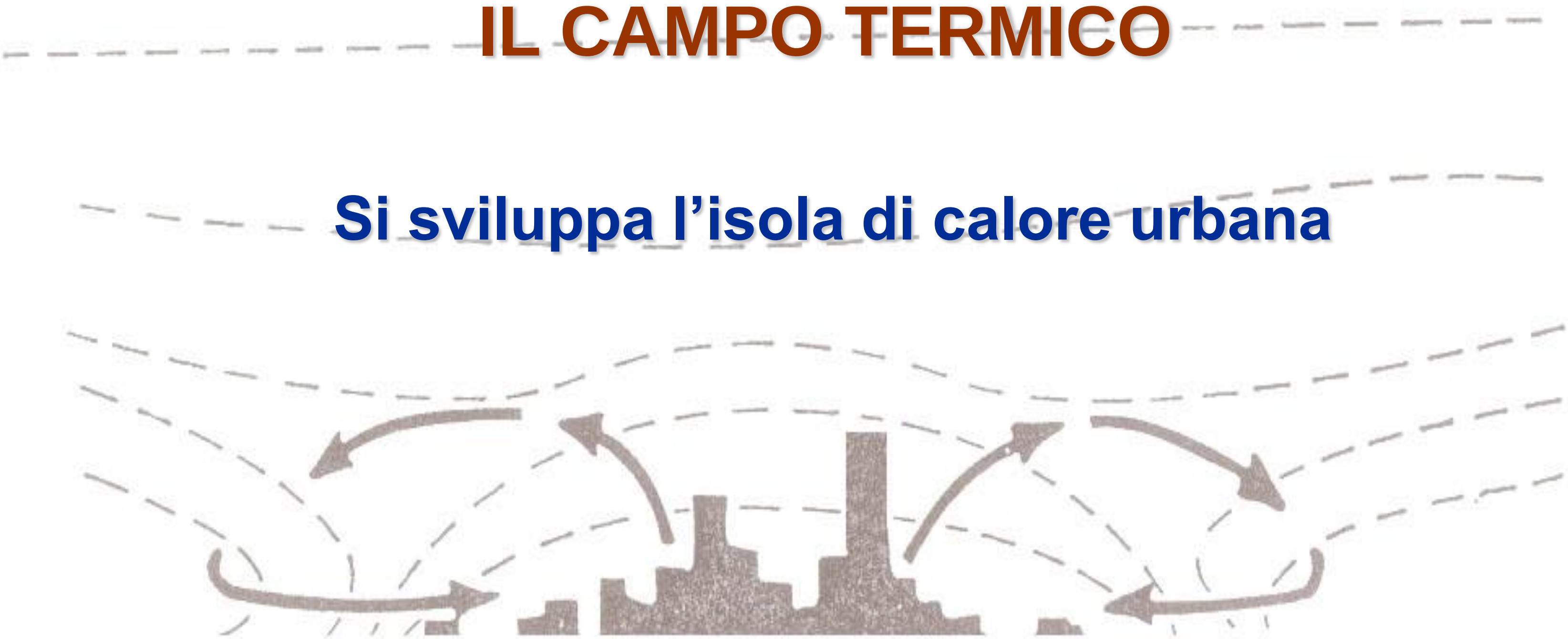
Tipo 5 – Regime anticiclonico – Scarsa ventilazione



Prevalgono le circolazioni di origine termica come le brezze

QUANDO DOMINA

IL CAMPO TERMICO



Si sviluppa l'isola di calore urbana

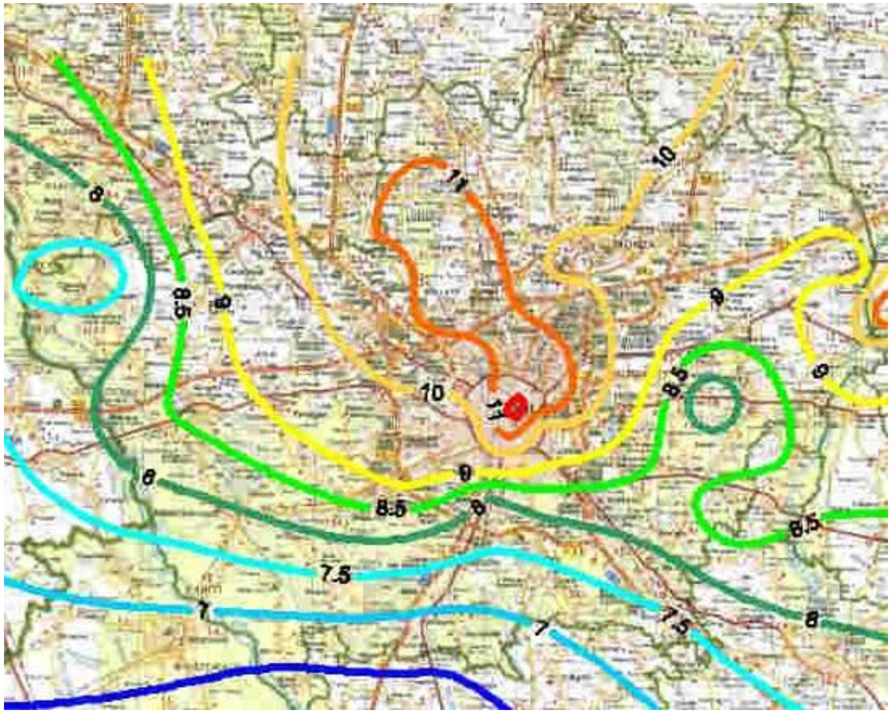
Nel 1937 Albert Kratzer nel volume

"Das Stadtklima"

per la prima volta introdusse il concetto di

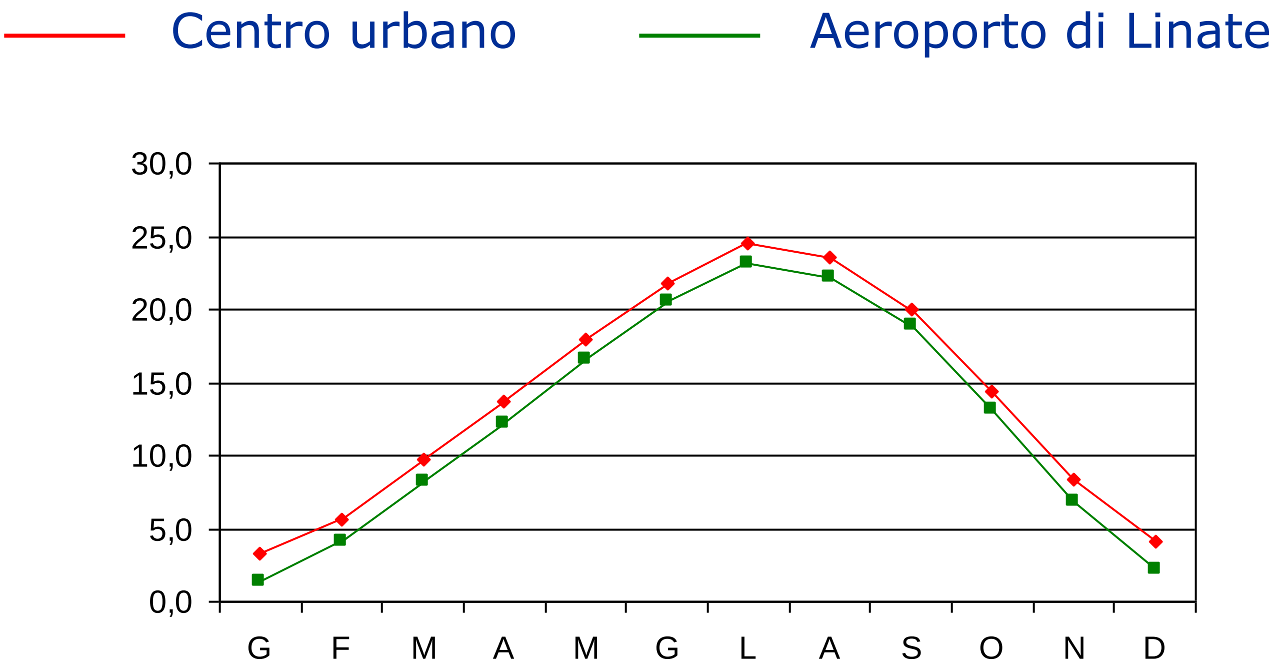
"ISOLA DI CALORE"

Isola di calore associata all'area metropolitana di Milano
Esempio delle ore 12 del 5 novembre 2003

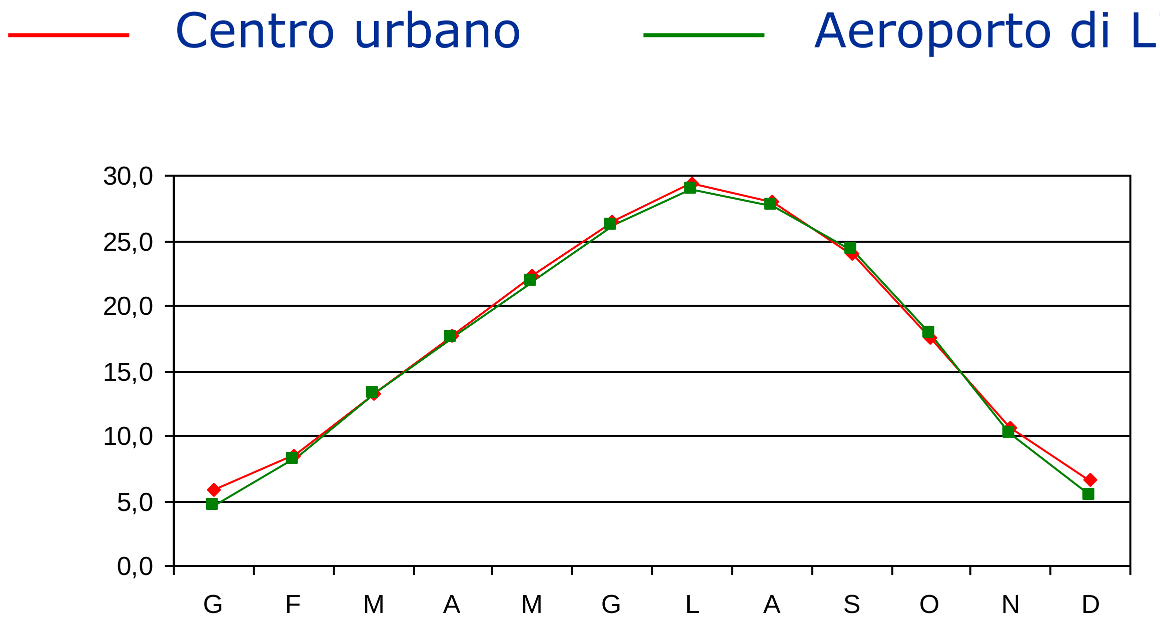

8
8.5
9
10
11
10
11
9
9
8.5
9
8
8.5
9
8
7.5
7
7
7.5
8
8.5

Isoterme distanziate di 0.5° C

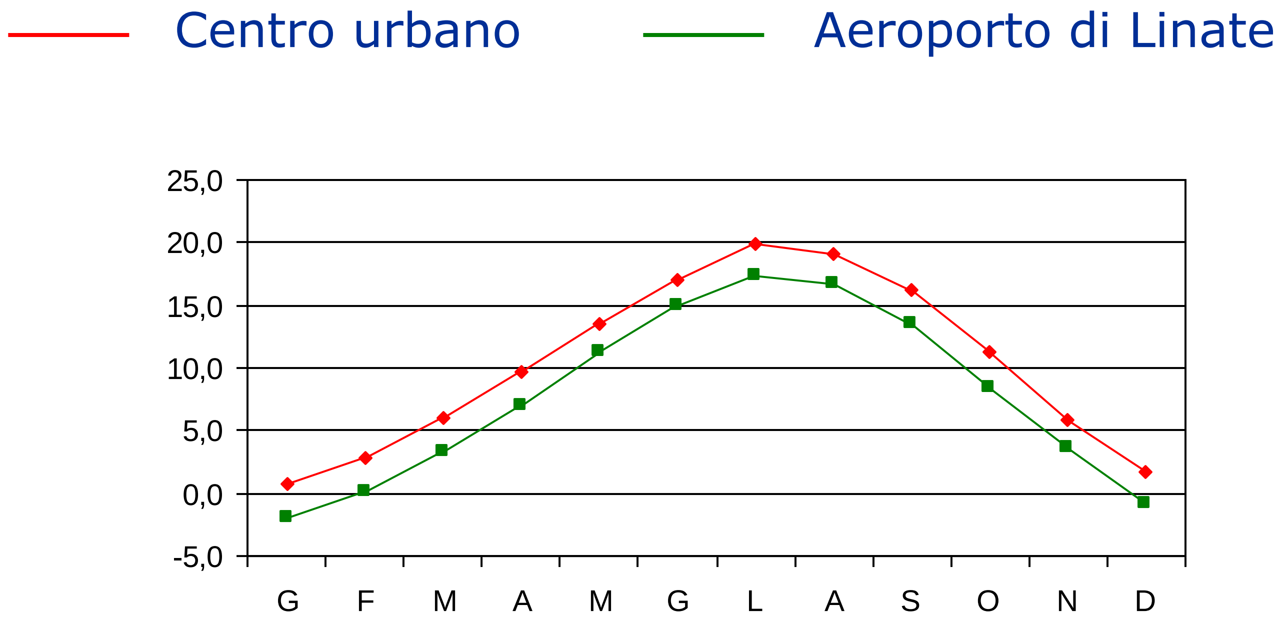
Milano - 1961-90 - Medie delle temperature medie mensili



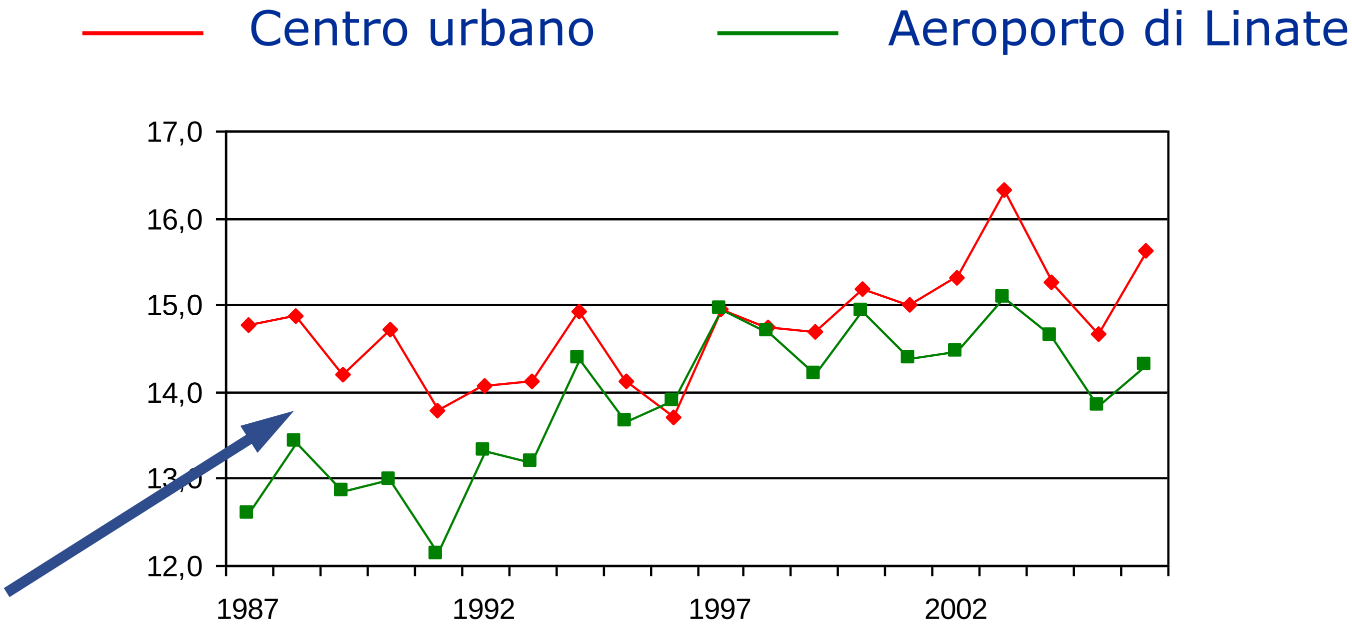
Milano - 1961-90 - Medie delle temperature massime medie mensili



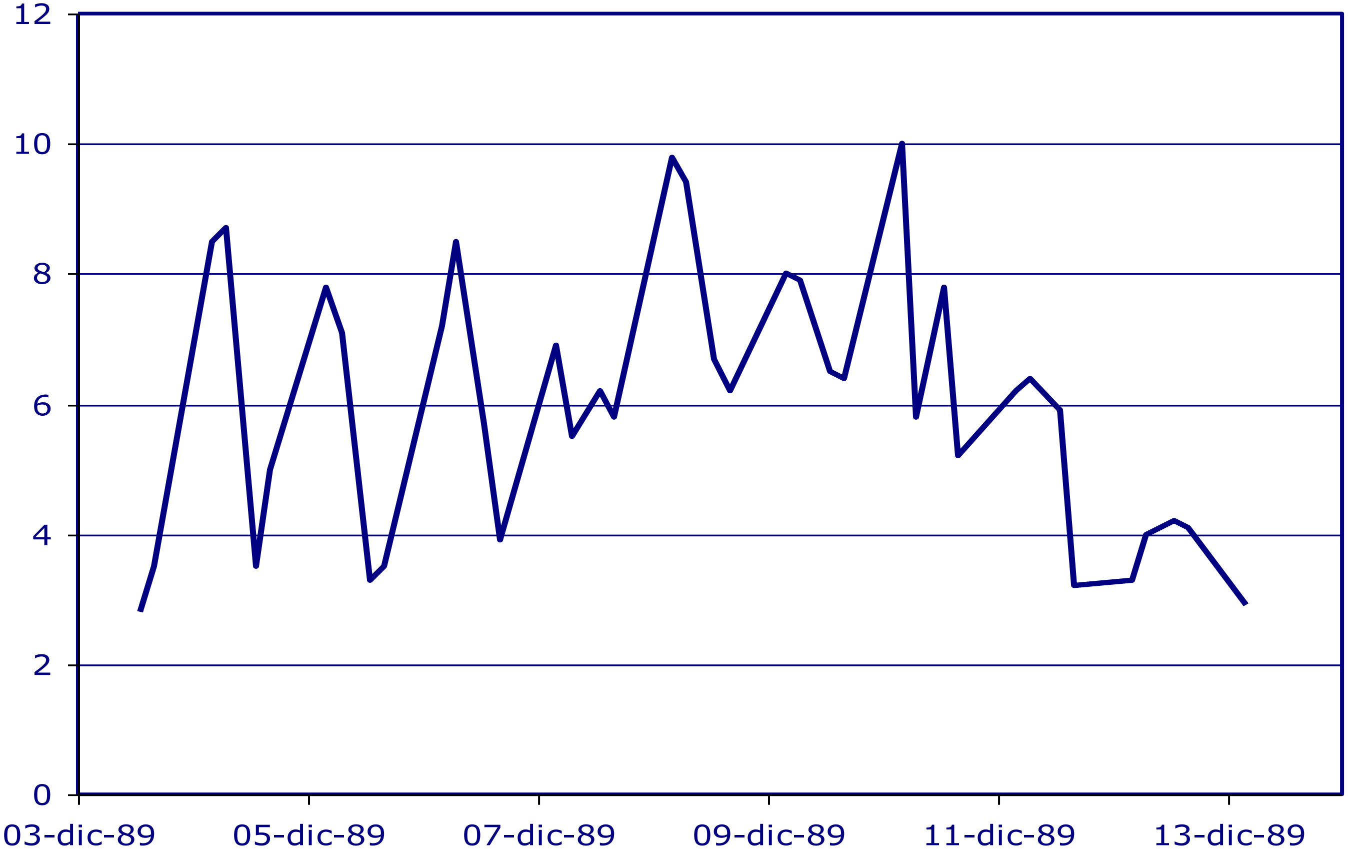
Milano - 1961-90 - Medie delle temperature minime medie mensili



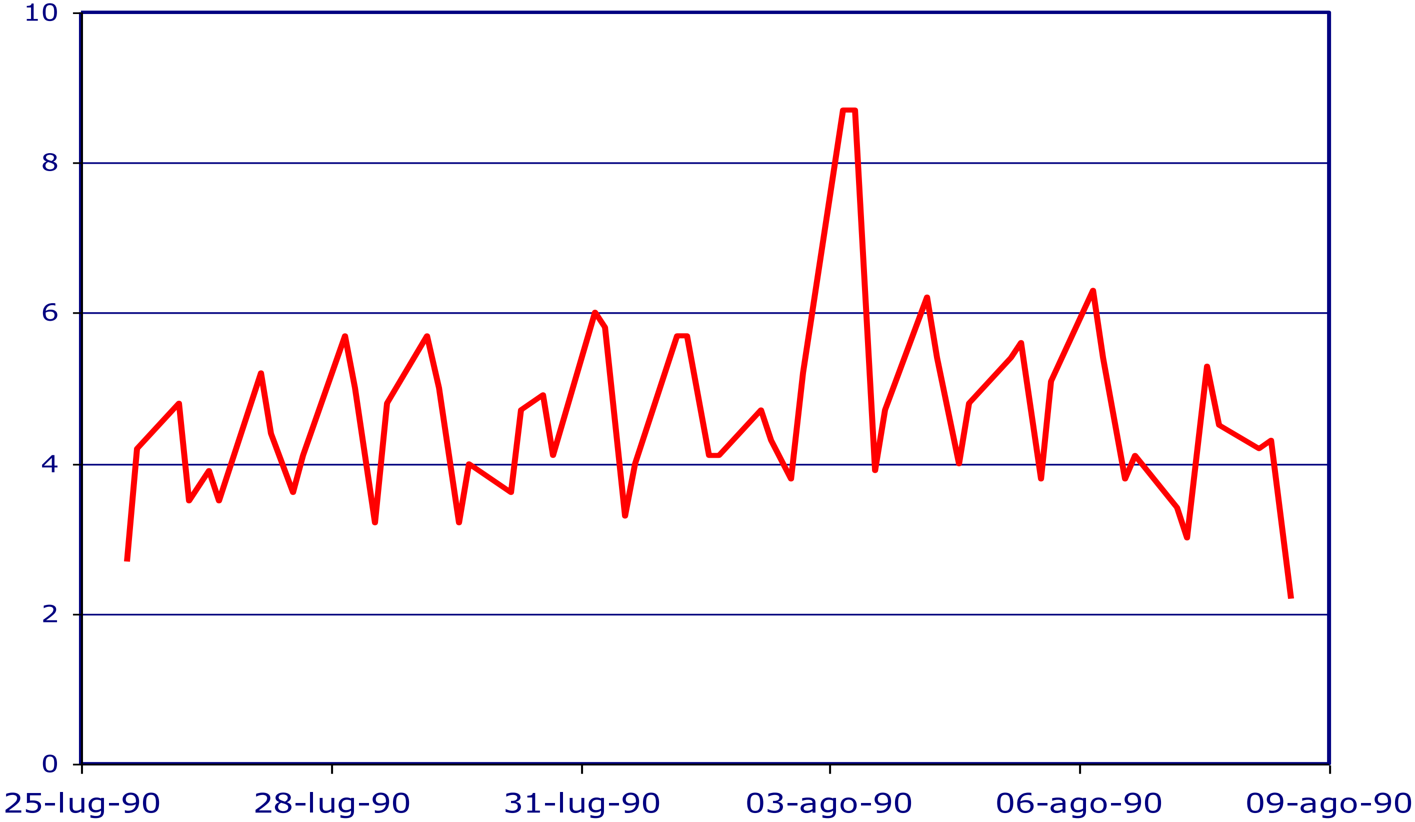
Milano - 1987-2006 - Confronto temperature medie annue centro urbano-periferia



Milano - Caso invernale di elevata persistenza di isola di calore con ΔT≥3°C
Rilevamenti alle ore 4, 7, 13 e 16 dalle ore 13 del 3 alle ore 4 del 13.12.89



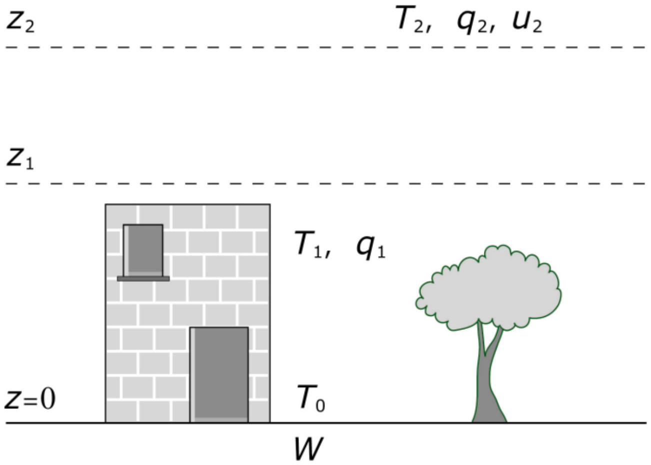
Milano - Caso estivo di elevata persistenza di isola di calore con ΔT≥3°C Rilevamenti alle ore 4, 7, 13 e 16 dalle ore 13 del 25.7 alle ore 13 dell’8.8.90



Tipi 5, (7, 8, 9)

Ventilazione debole → ISOLA DI CALORE

Modello monodimensionale →



Quattro equazioni di bilancio

Eq. 1: Bilancio energetico sulla superficie degli edifici

Eq. 2: Bilancio energetico sulla superficie del suolo

Eq. 3: Flussi di calore sensibile all’altezza media degli edifici

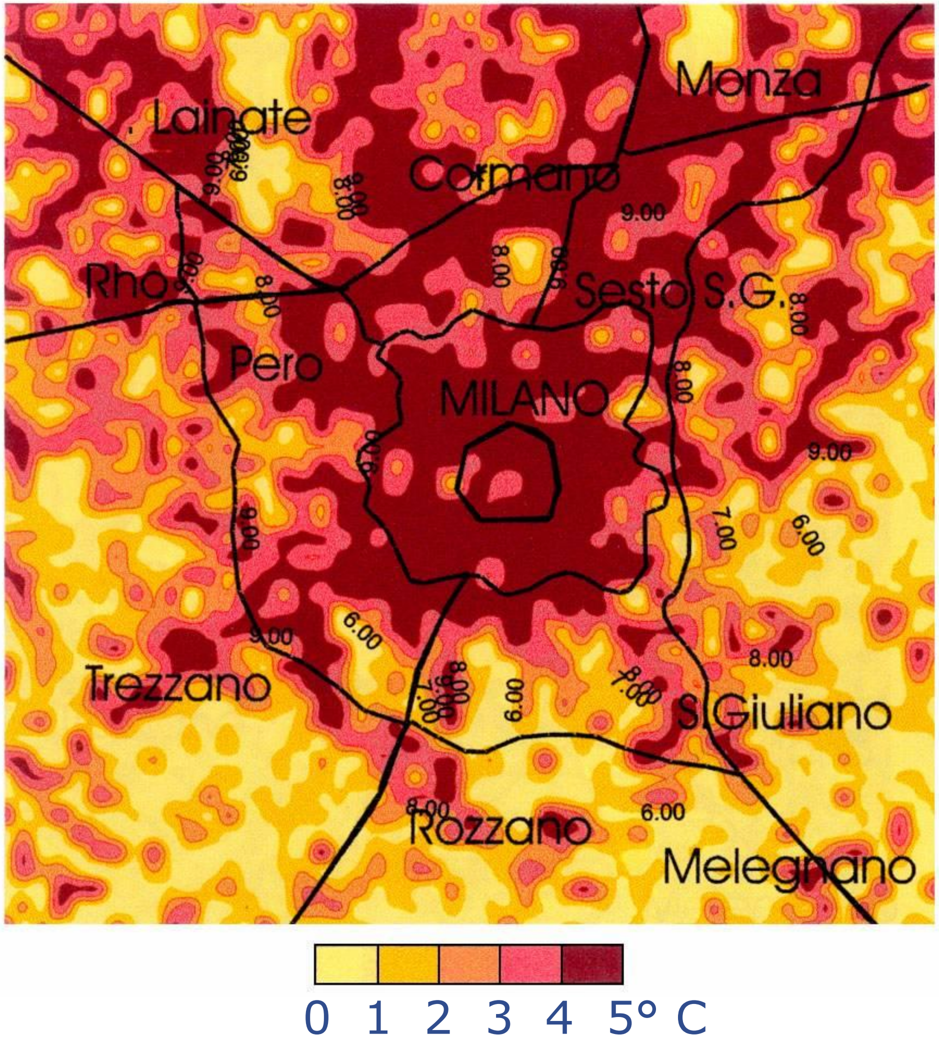
Eq. 4: Flussi di calore latente all’altezza media degli edifici

Applicazione del modello

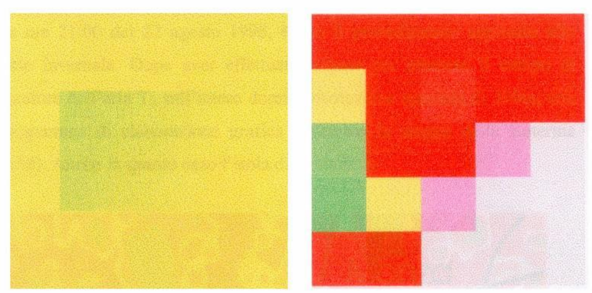
7 agosto 1998 - ore 20

I colori rappresentano in °C le differenze di temperatura rispetto ai punti più freddi

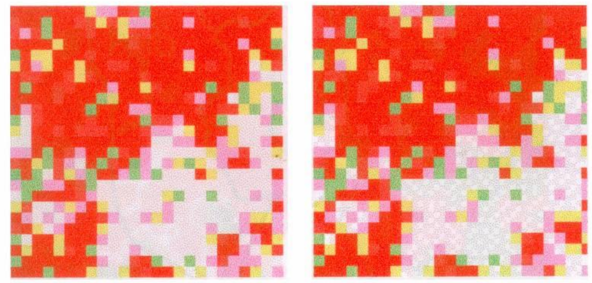
Passo di griglia 60 m


Lainate
Cormano
Monza
Rho
Sesto S.G.
Pero
MILANO
Trezzano
S.Giuliano
Rozzano
Melegnano
9.00
8.00
7.00
6.00
0 1 2 3 4 5° C

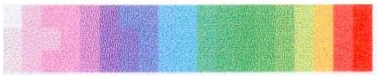
Zona Parco Sempione 22 agosto 1998 - ore 23



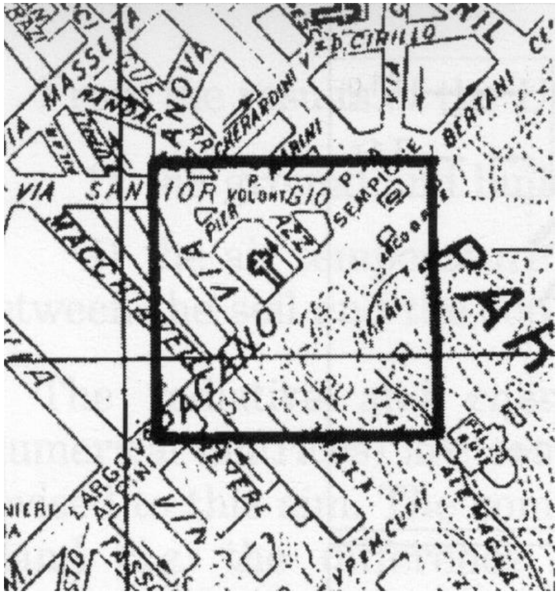
Risoluzione 1500 m Risoluzione 300 m



Risoluzione 60 m Risoluzione 30 m

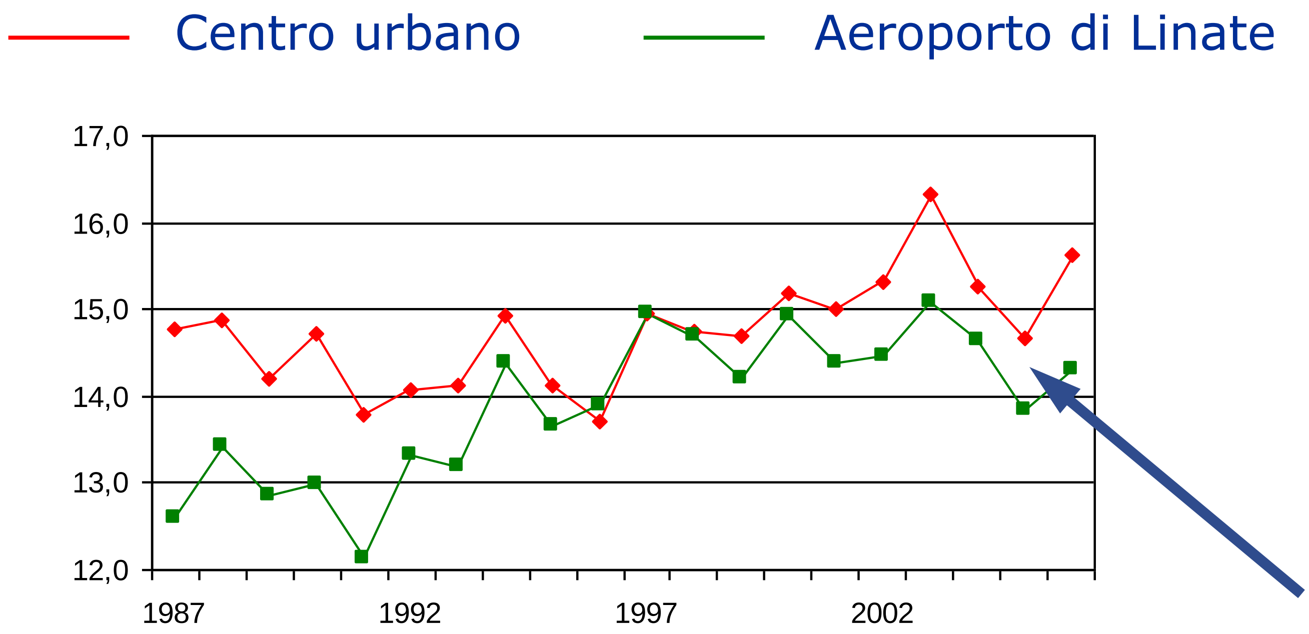


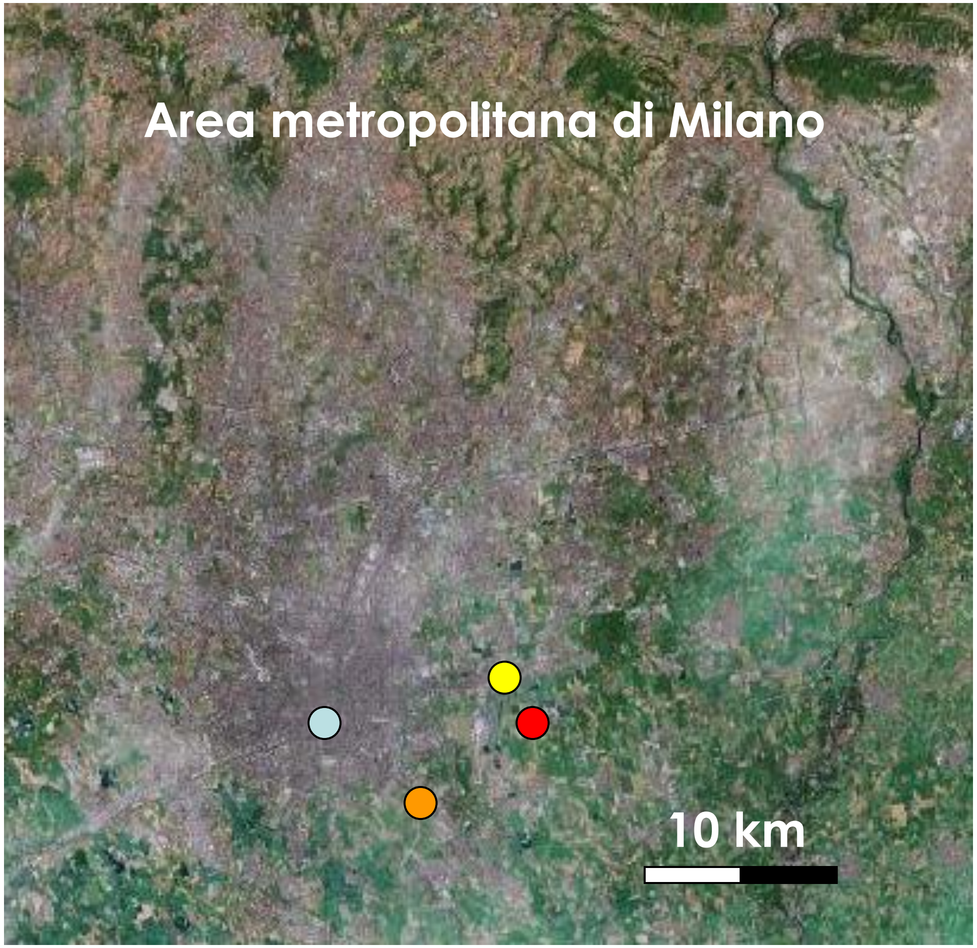
Applicazione del modello alle risoluzioni indicate


VIA MASSENA
CANOVA
GHERARDINI
CIRILLO
BERTANI
VIA SAN
VIA
SEMPIONE
PAR
LARGO

I colori rappresentano le temperature in °C

Milano - 1987-2006 - Confronto temperature medie annue centro urbano-periferia

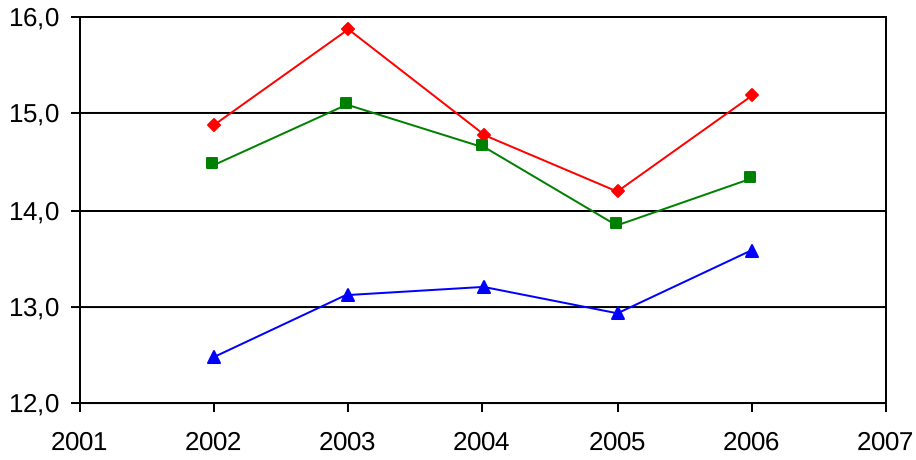



Area metropolitana di Milano
10 km

- ● Centro storico
- ● Aeroporto di Linate
- ● Rodano
- ● Cernusco sul Naviglio

Area di Milano - 2002-2006 - Confronto temperature medie annue centro urbano-periferia

🟥 Centro urbano 🟩 Aeroporto di Linate 🟦 Rodano



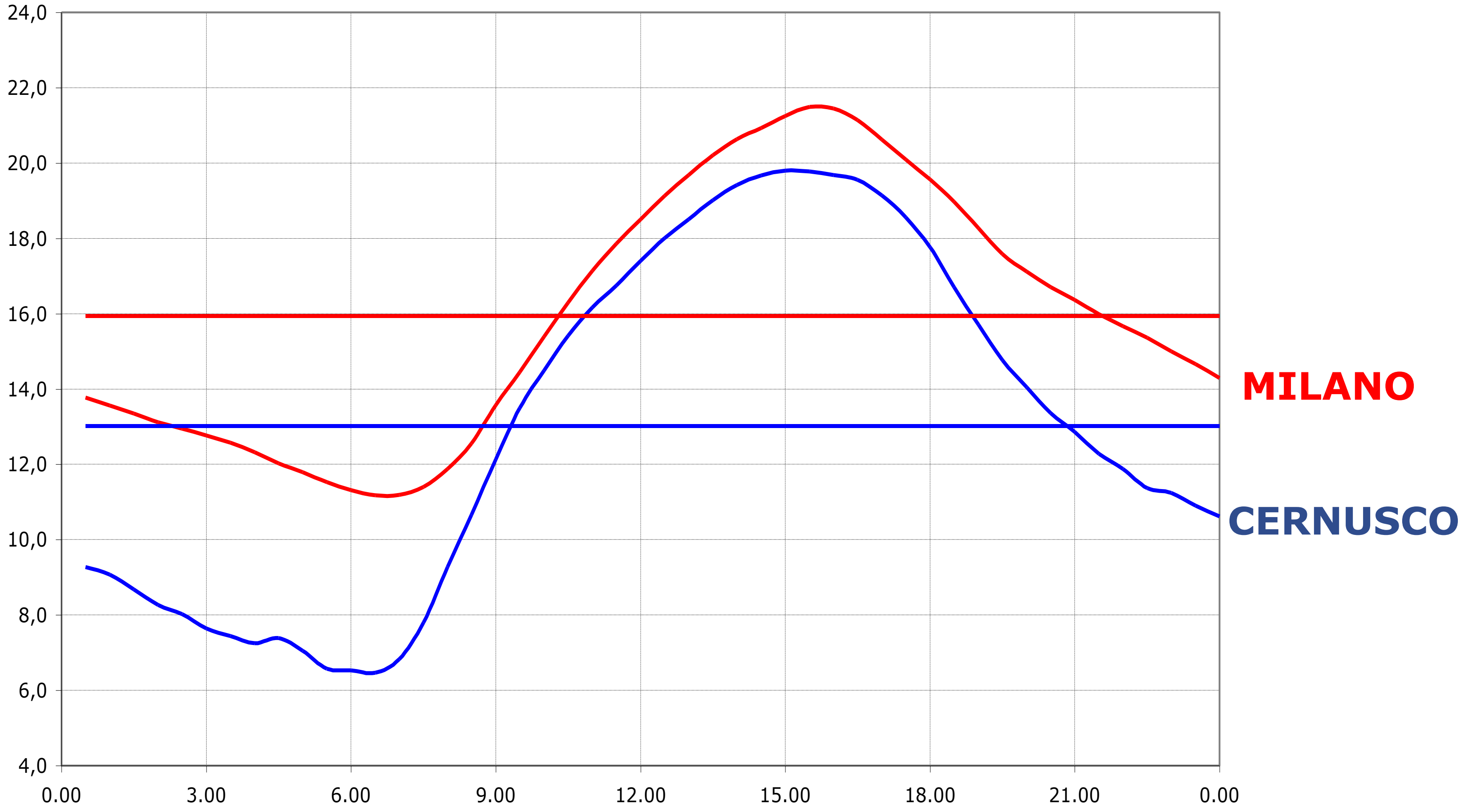
Un altro aspetto interessante dell’isola di calore urbana è dato dalla sua evoluzione diurna, come appare dal confronto dell’evoluzione delle temperature registrate a Milano Duomo ed a Cernusco sul Naviglio, comune di 30.000 abitanti situato circa 10 km ad est di Milano

Stazione meteorologica di
Cernusco sul Naviglio
Installata all’inizio del 2006

L'andamento medio della temperatura nel corso della giornata è stato considerato nel centro di Milano ed a Cernusco sul Naviglio durante 16 giornate favorevoli allo sviluppo dell'isola di calore con escursioni termiche diurne di almeno 10° C e differenze tra centro urbano e periferia di almeno 3° C.

Le condizioni sono state mediate separatamente per i due siti e riportate a confronto in un diagramma

Temperature di Milano e di Cernusco sul Naviglio
Confronto degli andamenti mediati su 16 giorni



Considerazioni conclusive

SVILUPPO DELLE GRANDI CITTÀ ITALIANE

dovuto a varie cause

- pressione demografica
- allontanamento dei residenti dai centri storici
- urbanizzazione crescente delle periferie

accompagnato da processi di riscaldamento

- consumi energetici
- riscaldamento e climatizzazione degli ambienti
- traffico veicolare

CONSEGUENZE DI TALI PROCESSI

modificazione artificiale del territorio

cambiamenti nel microclima urbano

influenze sul clima a scala più ampia

riflessi sulla qualità dell’ambiente e della vita

EVOLUZIONE DEI CENTRI URBANI NEL PASSATO

L'evoluzione, pur se non programmata, era legata a
- condizioni sociali ed economiche
- risorse naturali
- clima

Il clima aveva un ruolo determinante
- nella progettazione delle abitazioni
- nell'impostazione del tessuto urbano

EVOLUZIONE ATTUALE DEI CENTRI URBANI

Vi sono molti aspetti critici

sviluppo fuori da una attenta programmazione
scarsa attenzione per il territorio
carenza di strumenti conoscitivi di supporto
progettazione scarsamente integrata
ecc.

SCELTE AUSPICABILI

STUDIO DEL MICROCLIMA URBANO

con osservazioni meteorologiche accurate di più parametri
con analisi di variabilità e cause artificiali di modificazione

COME UTILE SUPPORTO

attraverso l'indicazione di criteri di valutazione e scelta
con la creazione di strumenti anche di simulazione modellistica

ALLE DECISIONI DI CHI AMMINISTRA LE CITTÀ

GRAZIE PER L'ATTENZIONE