

Indicatori ambientali in dieci città italiane (2001-2005): i dati di qualità dell'aria per la sorveglianza epidemiologica

Giovanna Berti

Centro regionale per l'epidemiologia e la salute
ambientale

ArpA Piemonte

Obiettivo

Costruzione di indicatori ambientali validi per finalità di sorveglianza epidemiologica nelle città italiane del progetto EpiAir

I parametri ambientali di interesse per gli effetti sulla salute:

il particolato con diam. fino a $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10}),
il biossido di azoto (NO_2)
e l'ozono (O_3)

Monossido di carbonio (CO) e biossido di zolfo (SO_2) sono stati ritenuti utili in quanto traccianti di traffico autoveicolare e di presenza di sorgenti di tipo industriale

I dati necessari di tipo meteorologico:
temperatura, umidità relativa, pressione barometrica e temperatura apparente

Sono stati definiti criteri per la selezione delle stazioni di monitoraggio e adottati metodi uniformi di calcolo per la costruzione di indicatori ambientali a partire dalle serie giornaliere disponibili, dopo attenta valutazione della completezza dei dati fruibili

E' stata verificata l'omogeneità dei dati selezionati nel rappresentare la esposizione delle popolazioni

Siti di misura secondo le indicazioni della normativa vigente

Tipologia zona: URBANA, SUBURBANA,
RURALE

Caratteristiche zona: RESIDENZIALE,
INDUSTRIALE, COMMERCIALE

Tipologia stazione: FONDO, TRAFFICO,
INDUSTRIALE

Una corretta collocazione delle stazioni di misura porta ad ottenere indicazioni rappresentative della qualità dell'aria (dati validi e confrontabili).

I siti prescelti devono essere rappresentativi della tipologia di sito, individuato secondo le indicazioni di normativa.

Numero dei punti di monitoraggio non deve comportare misure ridondanti rispettando un equo bilancio costi-benefici per le amministrazioni pubbliche.

Criteri 1

- stazioni preferibilmente di fondo (o traffico poco rilevante o con traffico presente ed alta densità di popolazione, selezionate comunque insieme a stazioni di fondo);
- che misurassero la esposizione delle popolazioni ai singoli inquinanti nelle aree urbane;
- che assicurassero la continuità con i precedenti progetti di ricerca sull'inquinamento atmosferico;
- che misurassero con continuità nell'intervallo di tempo considerato;
- che garantissero una completezza dell'indicatore giornaliero almeno del 75% per stagione.

Criteri 2

- per il PM_{10} , oltre a privilegiare stazioni di fondo, si è preferito selezionare stazioni che utilizzassero il metodo gravimetrico di riferimento, o metodi automatizzati certificati equivalenti;
- per il NO_2 , oltre a privilegiare stazioni di fondo, si è deciso di selezionare stazioni anche da traffico purché sempre selezionate insieme a stazioni di fondo, valutando comunque le concentrazioni annuali medie di CO ed evitando le situazioni più critiche;
- per O_3 , oltre a privilegiare stazioni di fondo, si è deciso di includere stazioni anche poste in zone residenziali ma non direttamente influenzate dal traffico;

Tabella 1: numero e tipologia di stazioni usate in ogni città per la misurazione dei dati ambientali disponibili nel periodo in studio, Progetto EpiAir

	PM₁₀	NO₂	O₃
Milano	4F + 1T	2F + 1T	1F + 1T
Mestre-Venezia	1F + 1T	3F	3F
Torino	1F + 1T	2F + 1T	1F
Bologna	1T	2F + 1T	2F
Firenze	2F + 2T	3F	2F + 1Fr
Pisa	1F + 2T	2F + 1T	1F
Roma	1F + 2T	1F + 2T	1F + 1T
Taranto	1T + 1Ti	1F + 1T + 2Ti	1F + 1T + 1Ti
Cagliari	3F	2F	3F
Palermo	3T	3T	1F + 1T

F stazione di fondo urbano

T stazione urbana da traffico

Fr stazione di fondo rurale

Ti stazione traffico in zona industriale-residenziale

Indicatori giornalieri

A partire dai dati forniti, per ciascuna stazione selezionata, sono stati calcolati:

- per il PM_{10} : dato giornaliero o media giornaliera;
- per il NO_2 : dato giornaliero o media giornaliera;
- per O_3 : massima media mobile di otto ore per ciascun giorno.

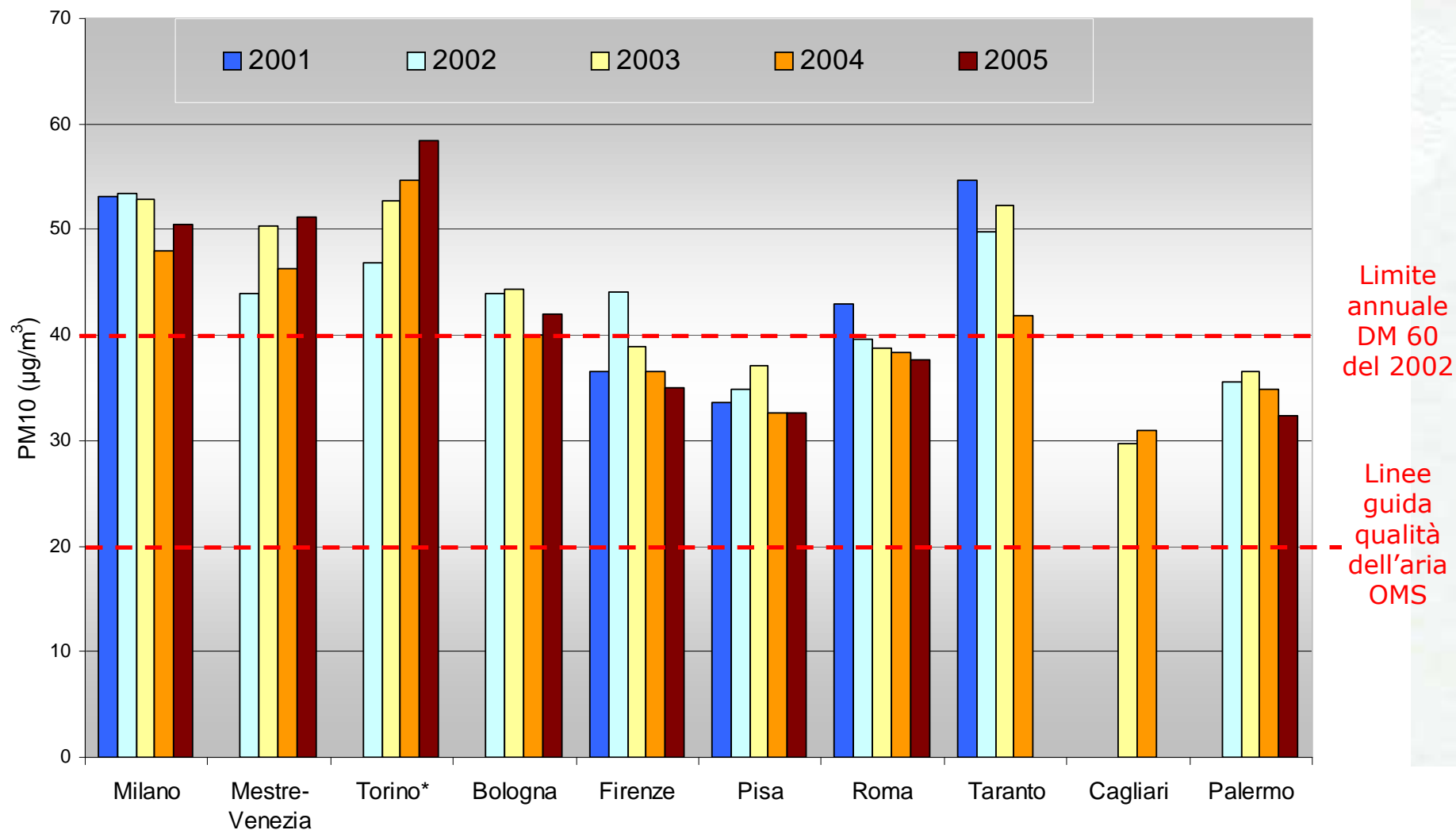
Per ogni città e per ogni inquinante (PM_{10} , NO_2 ed O_3) si è calcolata la media dei dati delle stazioni, ottenendo il dato giornaliero finale utilizzato nelle analisi epidemiologiche.

Tabella 2: completezza dati per inquinante e variabili meteorologiche per gli anni disponibili nel periodo in studio, Progetto EpiAir

		PM₁₀	NO₂	O₃	Temp.	U.R.	Press
	Anni	%	%	%	%	%	%
Milano	2001-05	100.0	100.0	99.3	98.8	97.6	98.8
Mestre-Venezia	2001-05	95.3 ^a	100.0	100.0	98.6	98.5	98.7
Torino	2001-05	99.9 ^b	99.7	95.1	93.6	92.1	93.2
Bologna	2001-05	98.6 ^a	99.8	99.0	95.6	95.5	95.3
Firenze	2001-05	99.6	99.8	99.9	98.1	97.5	98.1
Pisa	2001-05	100.0	99.9	94.5	98.9	59.6	98.9
Roma	2001-05	100.0	99.8	99.9	100.0	100.0	100.0
Taranto	2001-05	71.0 ^c	99.8	95.6	100.0	100.0	99.9
Cagliari	2003-05	81.9 ^d	92.1	94.5 ^d	99.5	99.5	99.5
Palermo	2002-05	99.9	99.8	98.5	100.0	100.0	100.0

a: Periodo 2002-05 **b:** 01.06.2002 - 31.12.2005 **c:** Periodo 2001-2004 **d:** Periodo 2003-04

Figura 1: concentrazioni di PM₁₀ (µg/m³) utilizzando come indicatore la media giornaliera: medie annuali per gli anni disponibili nel periodo in studio, Progetto EpiAir



*dal 01.06.2002

Figura 2: concentrazioni di NO₂ (µg/m³) utilizzando come indicatore la media giornaliera: medie annuali per gli anni disponibili nel periodo in studio, Progetto EpiAir

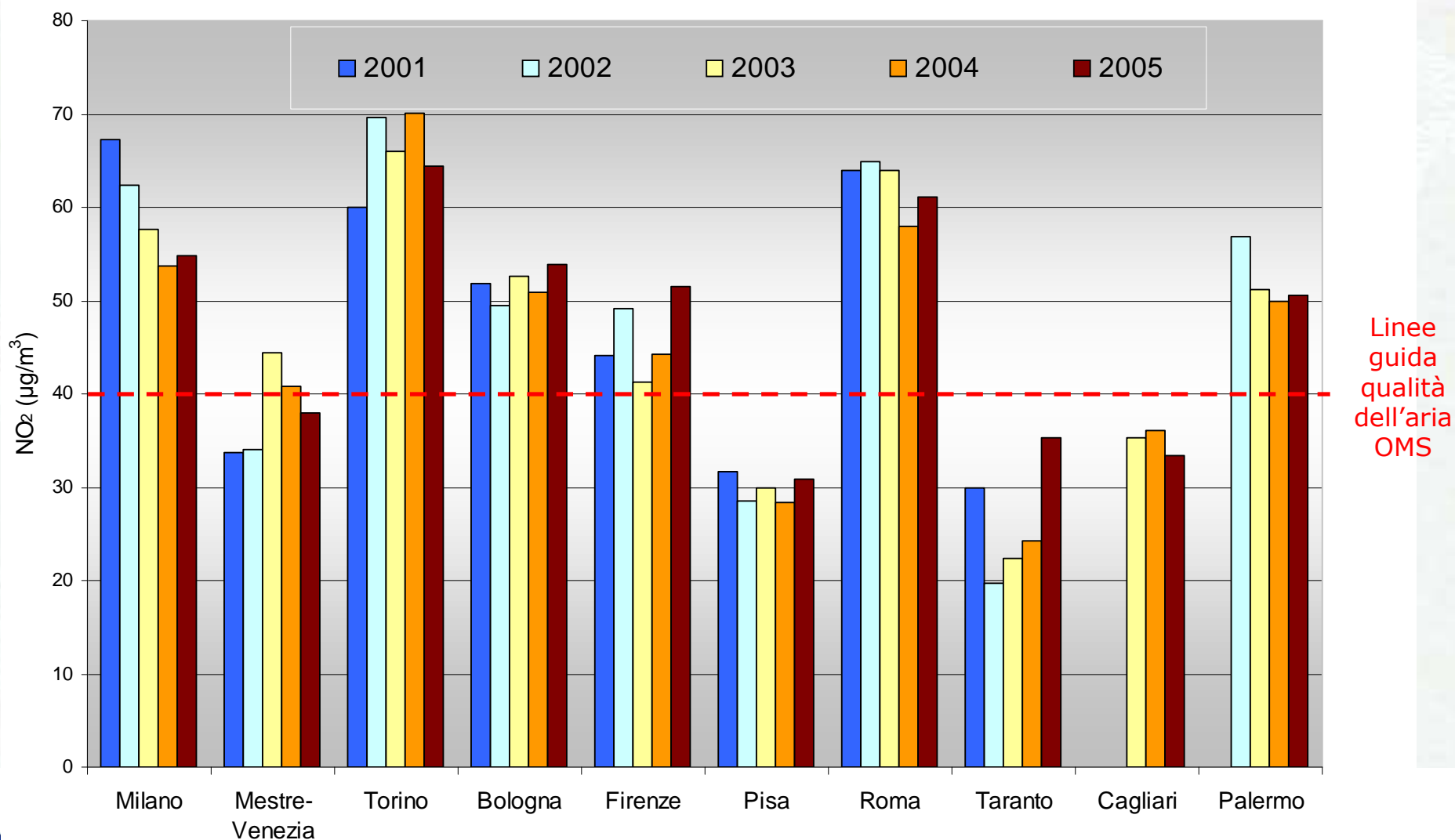


Figura 3: concentrazioni di O₃ (µg/m³) utilizzando come indicatore il valore massimo giornaliero delle medie mobili su otto ore: medie semestri (aprile-settembre) per gli anni disponibili nel periodo in studio, Progetto EpiAir

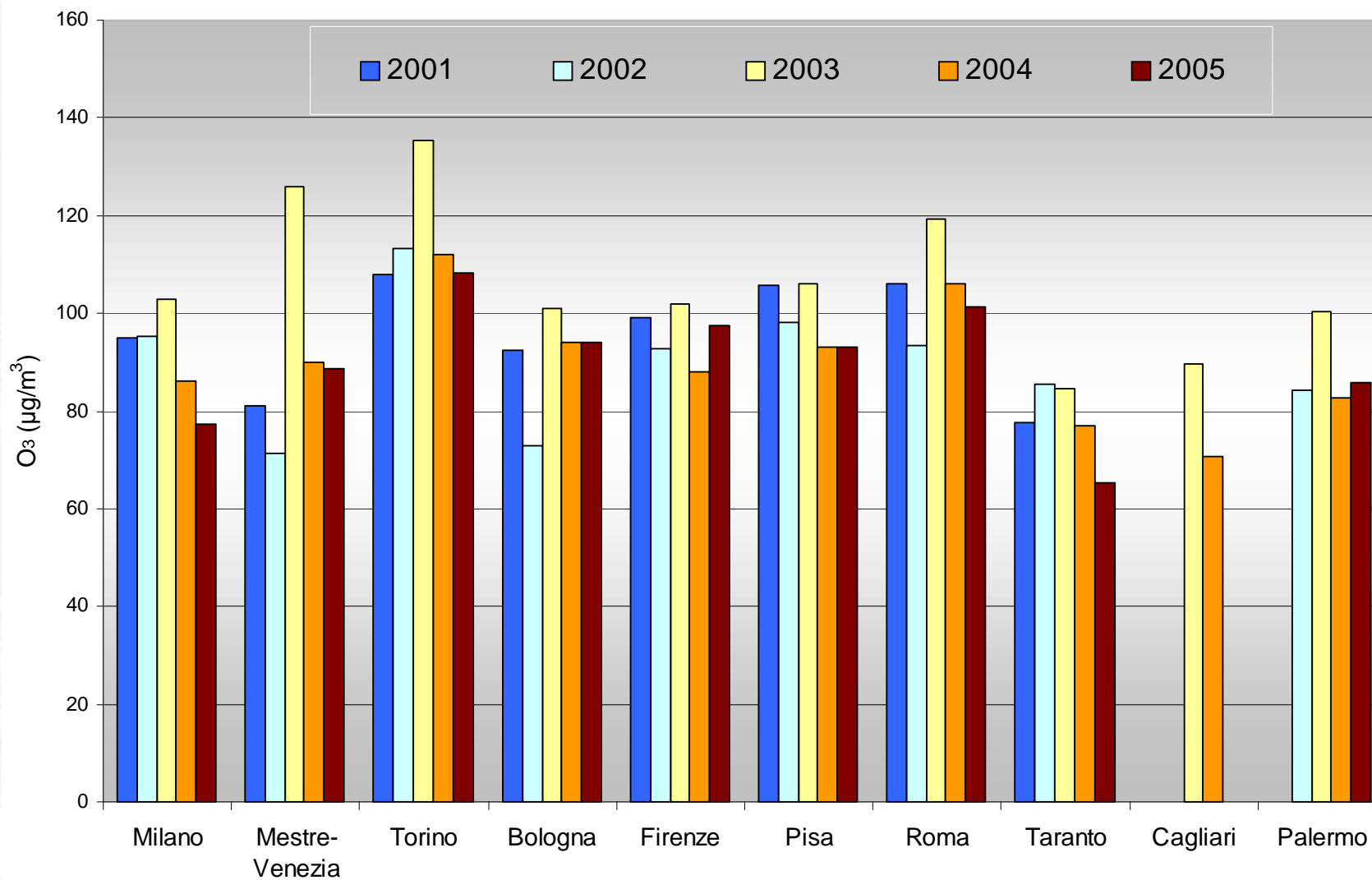


Tabella 3: statistiche descrittive degli inquinanti elaborati per gli anni disponibili nel periodo in studio, Progetto EpiAir

		PM₁₀	NO₂	O₃
	Anni	Media (ds)	Media (ds)	Media (ds)
Milano	2001-05	52 (32)	59 (23)	91 (34)
Mestre-Venezia	2001-05	48^a (33)	38 (14)	91 (30)
Torino	2001-05	54^b (34)	66 (20)	115 (39)
Bologna	2001-05	43^a (25)	52 (18)	91 (31)
Firenze	2001-05	38 (18)	46 (19)	96 (24)
Pisa	2001-05	34 (15)	30 (11)	99 (21)
Roma	2001-05	39 (16)	62 (16)	105 (25)
Taranto	2001-05	50^c (21)	26 (11)	78 (21)
Cagliari	2003-05	30 ^d (11)	35 (16)	81 ^d (21)
Palermo	2002-05	35 (20)	52 (16)	88 (18)

a: Periodo 2002-05 **b:** 01.06.2002 - 31.12.2005 **c:** Periodo 2001-2004 **d:** Periodo 2003-04

Analisi della correlazione tra coppie di stazioni

- coefficiente di correlazione di Bravais-Pearson (grado di associazione lineare)
- coefficiente di concordanza di Lin
- coefficiente di correlazione tra differenza e media.

Biggeri A, Baccini M, Accetta G, Bellini A, Grechi D, Gruppo MISA. Valutazione di qualità delle misure di concentrazione degli inquinanti atmosferici nello studio dell'effetto a breve termine dell'inquinamento sulla salute. Epidemiologia e Prevenzione 2003, 27(6):365-75.

Figura 4: correlazioni tra coppie di stazioni per città. Misurazione di PM_{10} ($\mu g/m^3$) (media giornaliera), Progetto EpiAir

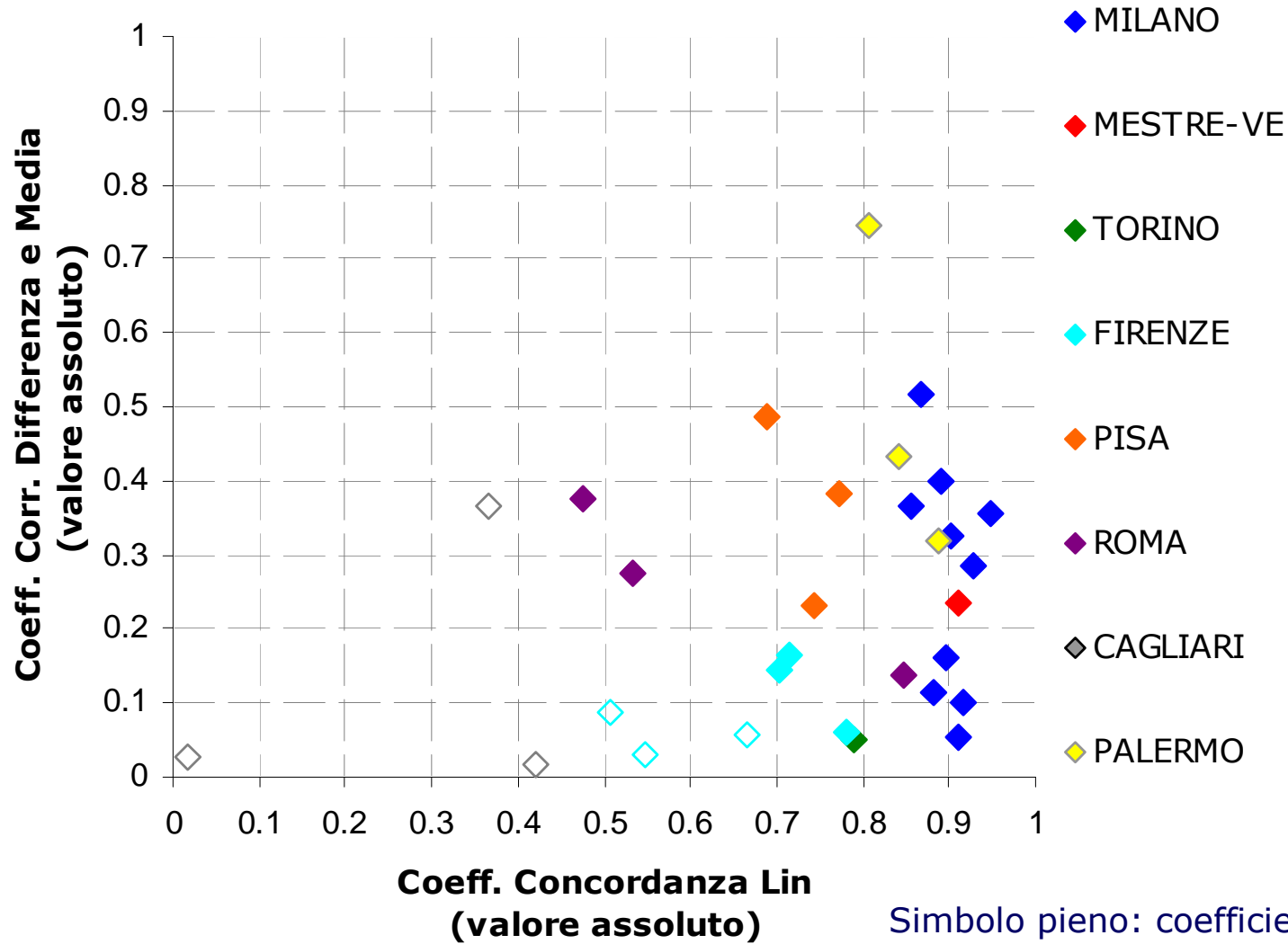


Figura 5: correlazioni tra coppie di stazioni per città. Misurazione di NO₂ (µg/m³) (media giornaliera), Progetto EpiAir

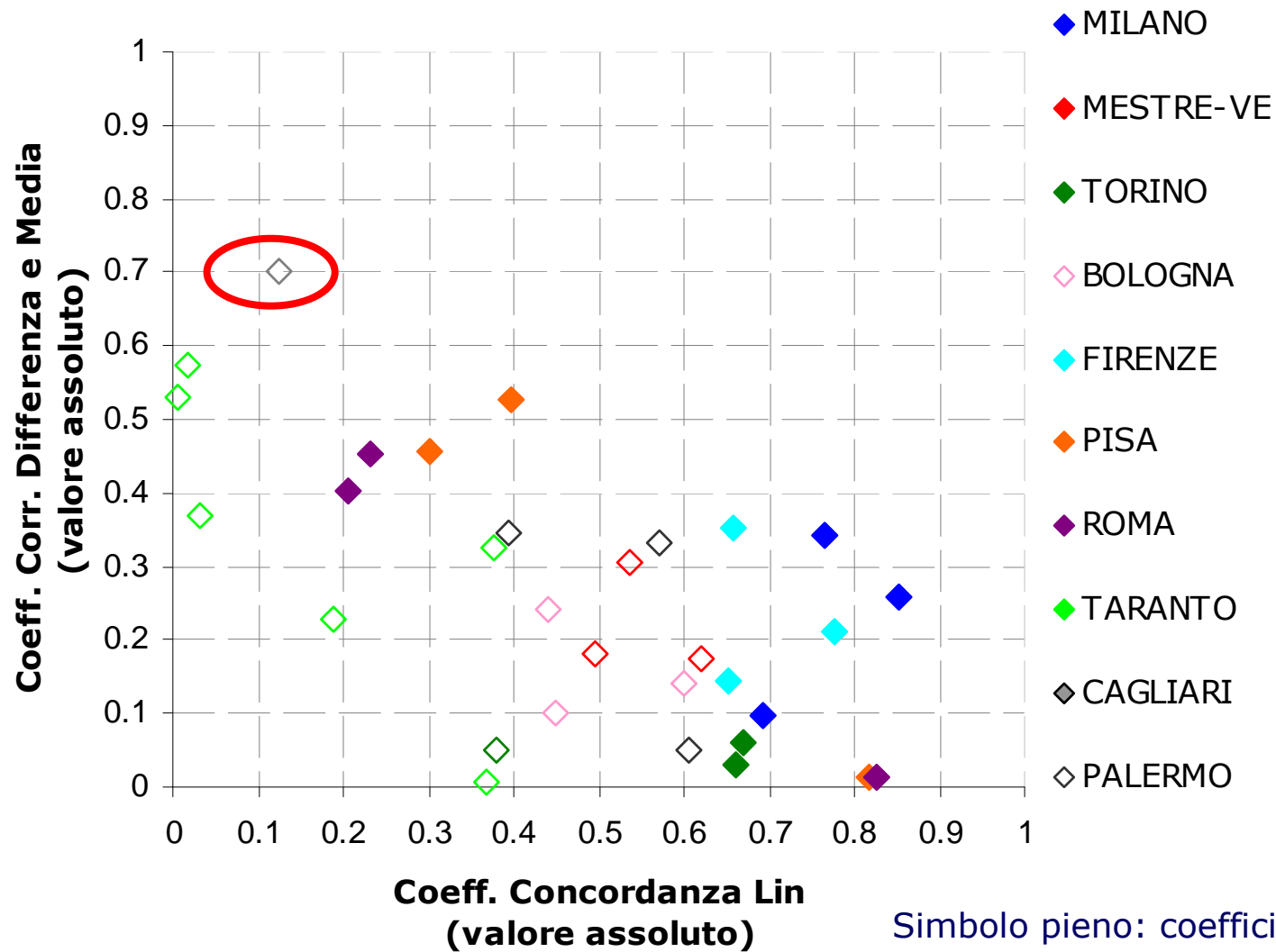
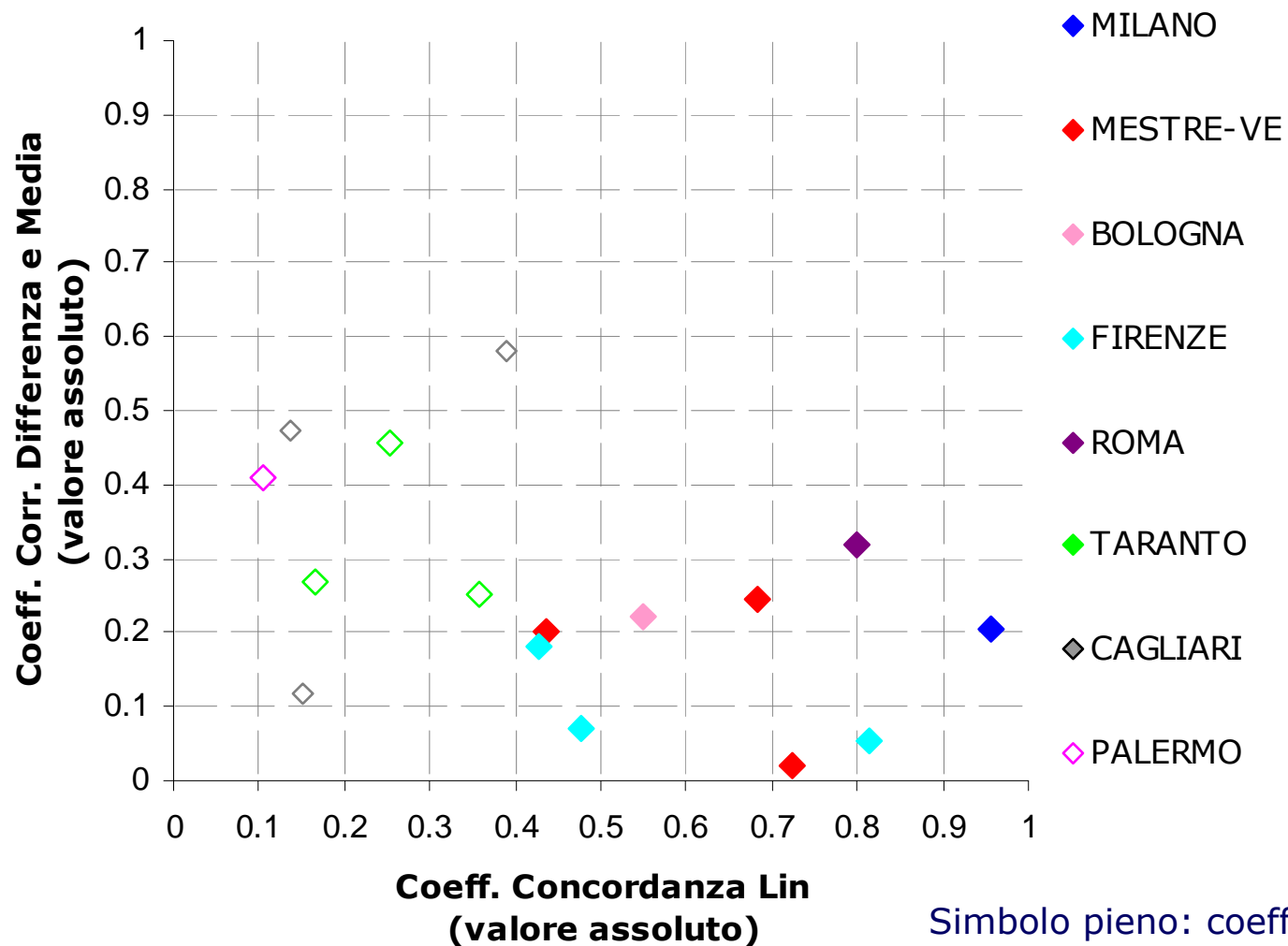


Figura 6: correlazioni tra coppie di stazioni per città. Misurazione di O₃ (µg/m³) (massimo giornaliero delle medie mobili su otto ore, semestri aprile-settembre), Progetto EpiAir



Simbolo pieno: coefficiente di Pearson > 0.70

Intervenire a livello locale per la riduzione del PM_{10} ha un'efficacia limitata a causa dell'origine dell'inquinante (combustioni: traffico veicolare, impianti di riscaldamento, impianti di produzione di energia elettrica, impianti industriali).
L'inquinante si forma anche in atmosfera da ossidi di azoto e di zolfo, ammoniaca, composti organici volatili (PM_{10} secondario).

Questa componente secondaria può arrivare a costituire circa il 60 % nelle aree urbane.

L'insieme dei dati indica che la diminuzione delle concentrazioni di NO₂ deve rappresentare uno dei principali obiettivi che le amministrazioni devono perseguire per la tutela della salute e dell'ambiente.

Vale la pena ricordare che tale inquinante è un importante precursore del particolato secondario e dello smog di tipo fotochimico.

I livelli di O₃ sono particolarmente elevati nelle aree dove è maggiore l'emissione dei suoi precursori (in particolare ossidi di azoto e composti organici volatili) e laddove vi sia persistenza di periodi di alta insolazione, alta temperatura ed elevata pressione atmosferica.

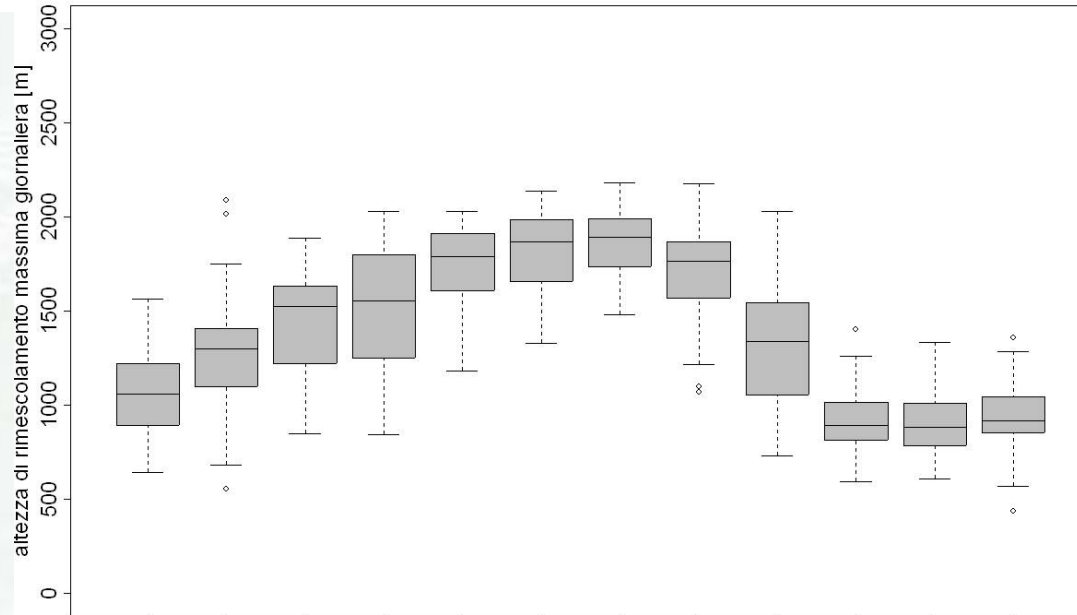
Emblematico è il caso dell'estate 2003.

L'analisi e la descrizione delle condizioni meteorologiche è fondamentale per comprendere i meccanismi di dispersione degli inquinanti in atmosfera e le relative ricadute al suolo.

A parità di emissioni è infatti soltanto la meteorologia che determina i livelli di inquinamento a cui è esposta la popolazione.

Ad esempio, si può considerare l'altezza dello strato rimescolato, ossia l'altezza dello strato adiacente alla superficie terrestre all'interno del quale un composto, introdotto a livello del suolo, viene disperso verticalmente per turbolenza meccanica o convettiva e diluito a concentrazione uniforme.

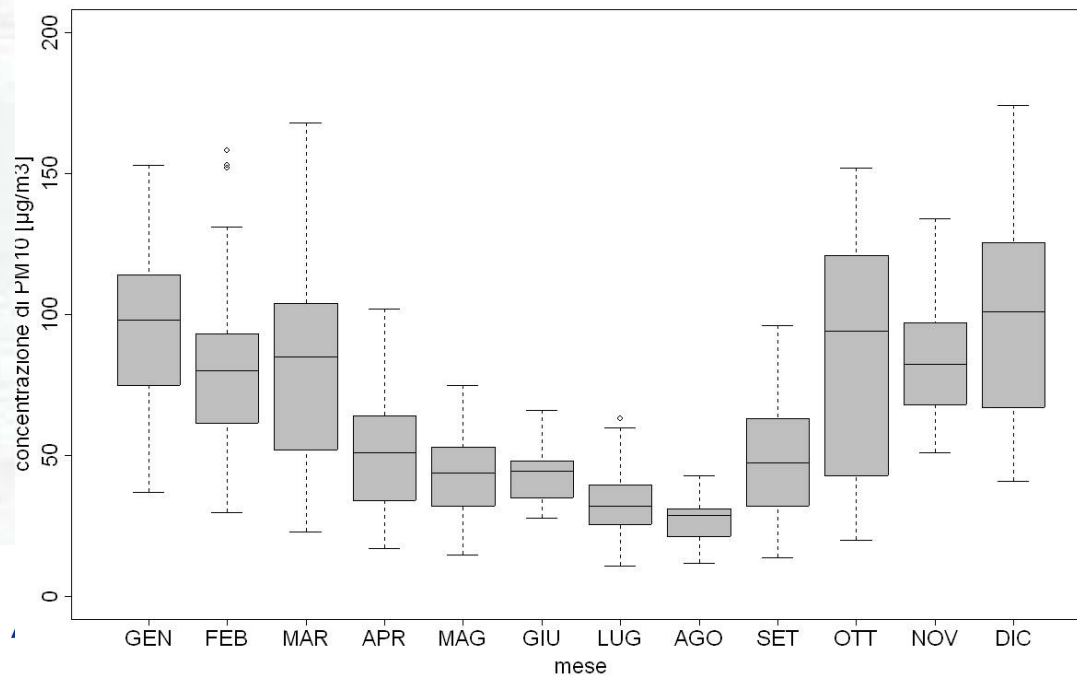
BoxPlot altezza di rimescolamento massima giornaliera-Mese per l'anno 2005



Altezza strato rimescolamento

- valori minimi invernali
- valori massimi estivi (più favorevoli alla dispersione)

BoxPlot concentrazione di PM10-Mese per l'anno 2005



Tale analisi costituisce un valido supporto nella valutazione dei provvedimenti intrapresi.

Poncino S, Bande S, Muraro M. L'analisi meteo-diffusiva: il caso studio della città di Torino. Epidemiologia e Prevenzione 2009; 33(6) supplemento 2: 27-33.

E' importante che sia garantita la stabilità degli strumenti e delle metodologie di rilevazione ambientale.

E' fondamentale, nelle riorganizzazioni e razionalizzazioni periodiche delle reti di rilevamento, che si tenga conto anche della necessità di dati omogenei di lungo periodo per la valutazione sia degli effetti sulla salute sia della efficacia degli interventi.

Scheffe RD, Solomon PA, Husar R et al

The National Ambient Air Monitoring Strategy: Rethinking the Role of National Networks

Journal of the Air & Waste Management Association, 2009;59:579-590.

E' altresì necessario disporre dei dati giornalieri dei parametri meteoroclimatici in grado di influenzare la dispersione degli inquinanti e lo stato di salute

Monica Chiusolo, Mauro Grossa – Arpa Piemonte

Daniele Grechi – Arpa Toscana

Guido Lanzani – Arpa Lombardia

Silvia Pistollato – Arpa Veneto

Cristina Volta – Arpa Emilia Romagna

Roberto Fruzzetti – Arpa Toscana

Sergio Ceradini – Arpa Lazio

Roberto Primerano – Taranto (dati GECOM)

Carla Fabbri – Comune di Cagliari

*Marcello Vultaggio – Azienda Municipalizzata di
Igiene Ambientale di Palermo*



