



**CONVEGNO “INQUINAMENTO ATMOSFERICO DA POLVERI SOTTILI:  
PROBLEMATICHE ED EFFICACIA DEGLI INTERVENTI NELLE AREE  
URBANE”**

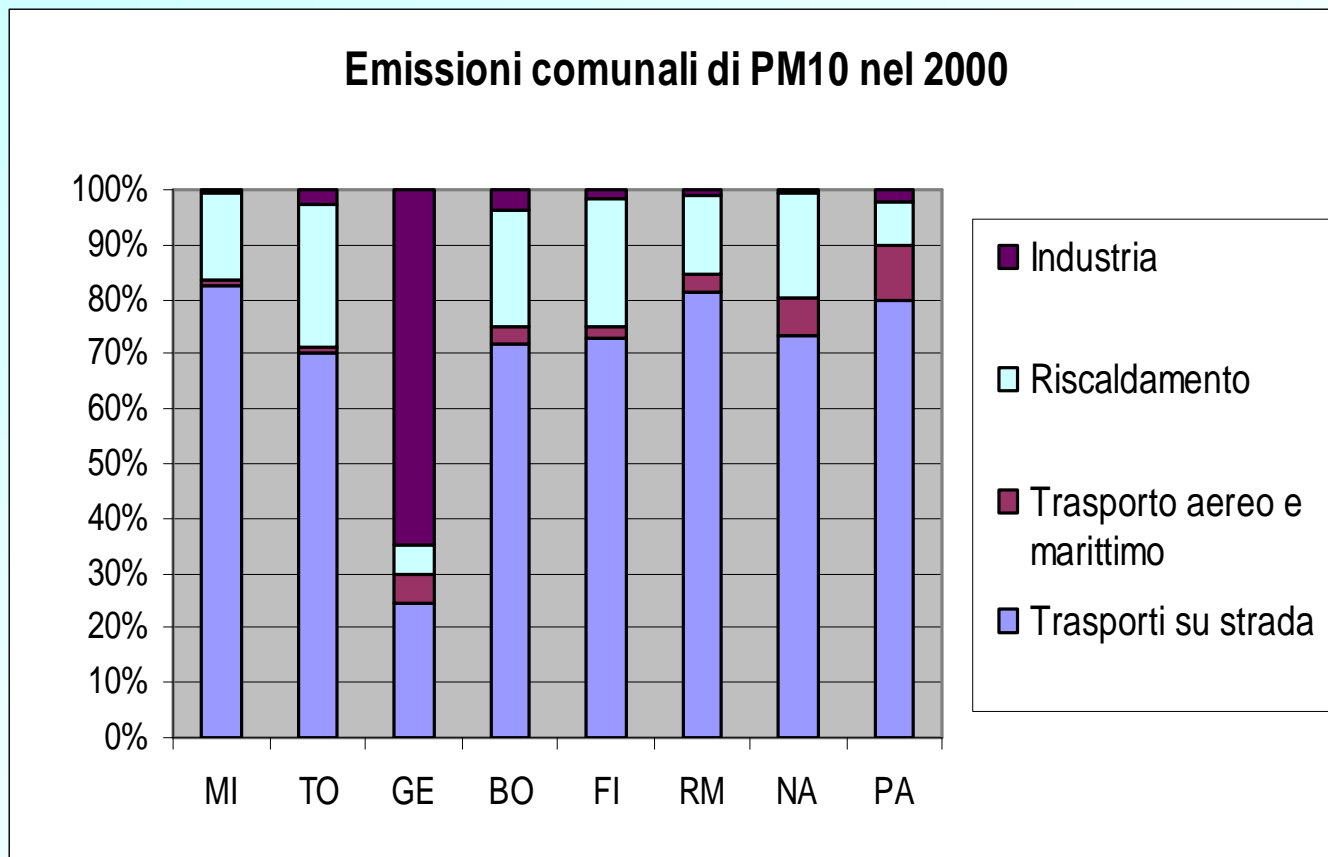
**FALCONARA MARITTIMA (AN) – 22 marzo 2005**

**L’INQUINAMENTO DA POLVERI NELLE AREE  
URBANE ITALIANE**

Silvia Brini

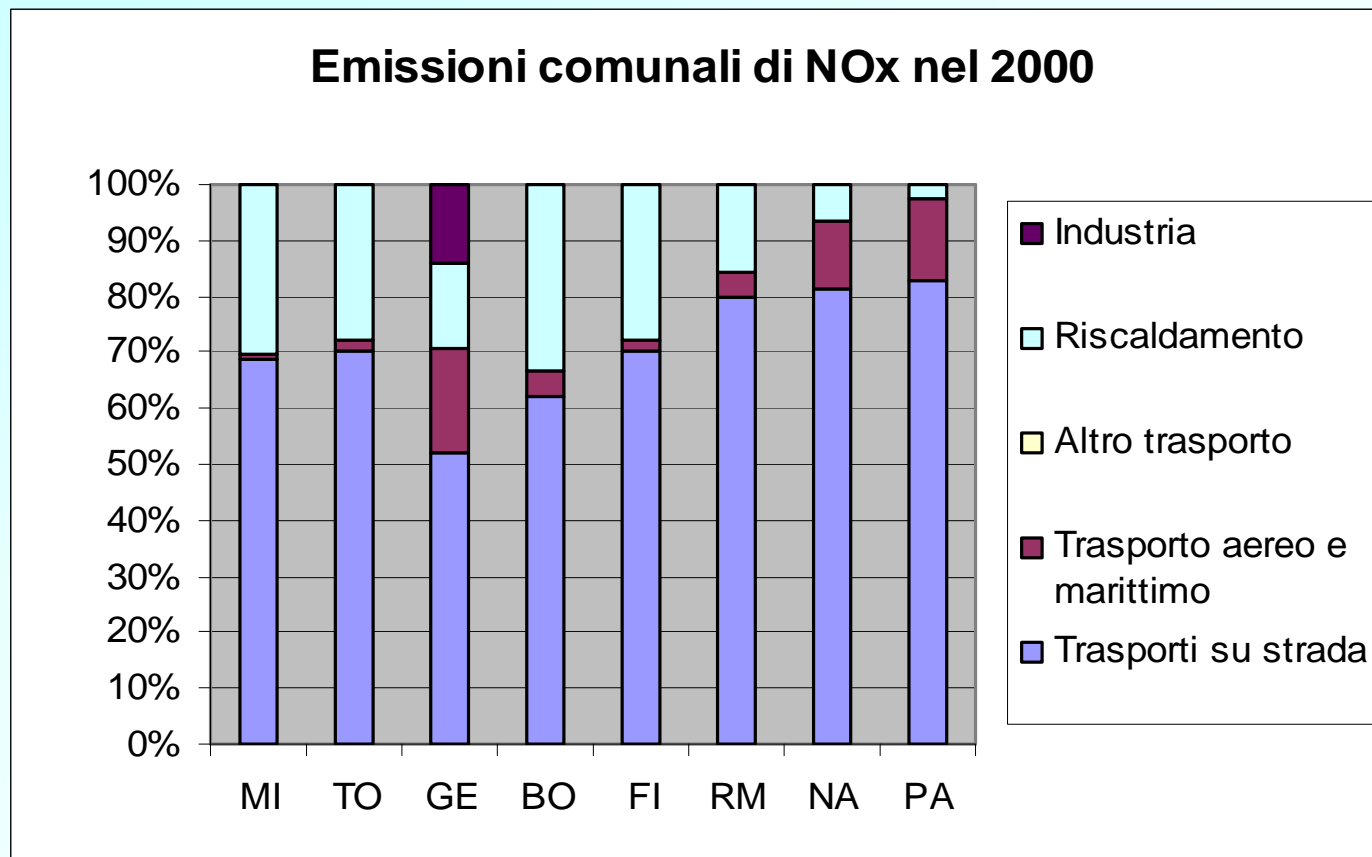
APAT – Settore Ambiente urbano

## *Emissioni in atmosfera*



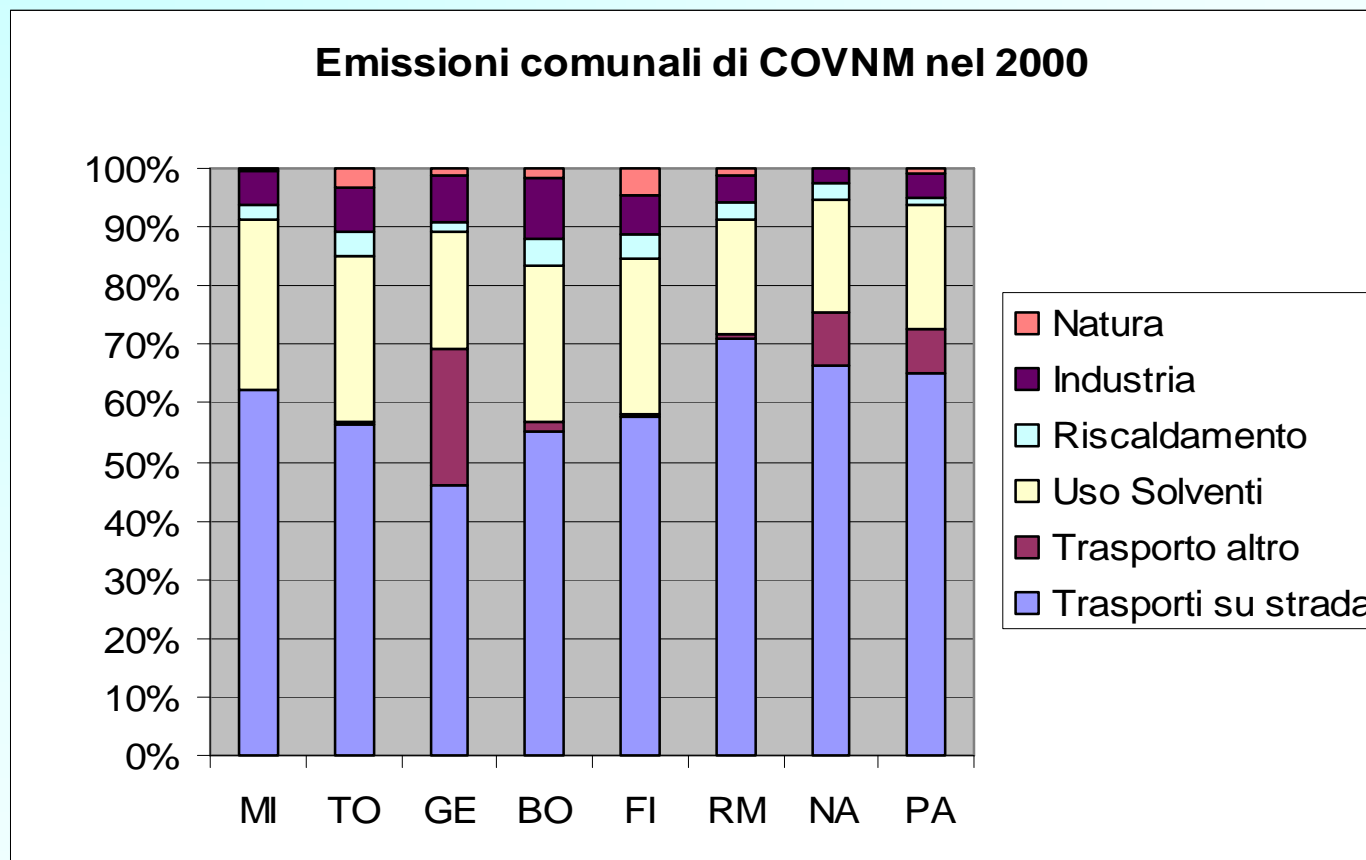
Fonte: APAT, 2004

## *Emissioni in atmosfera*



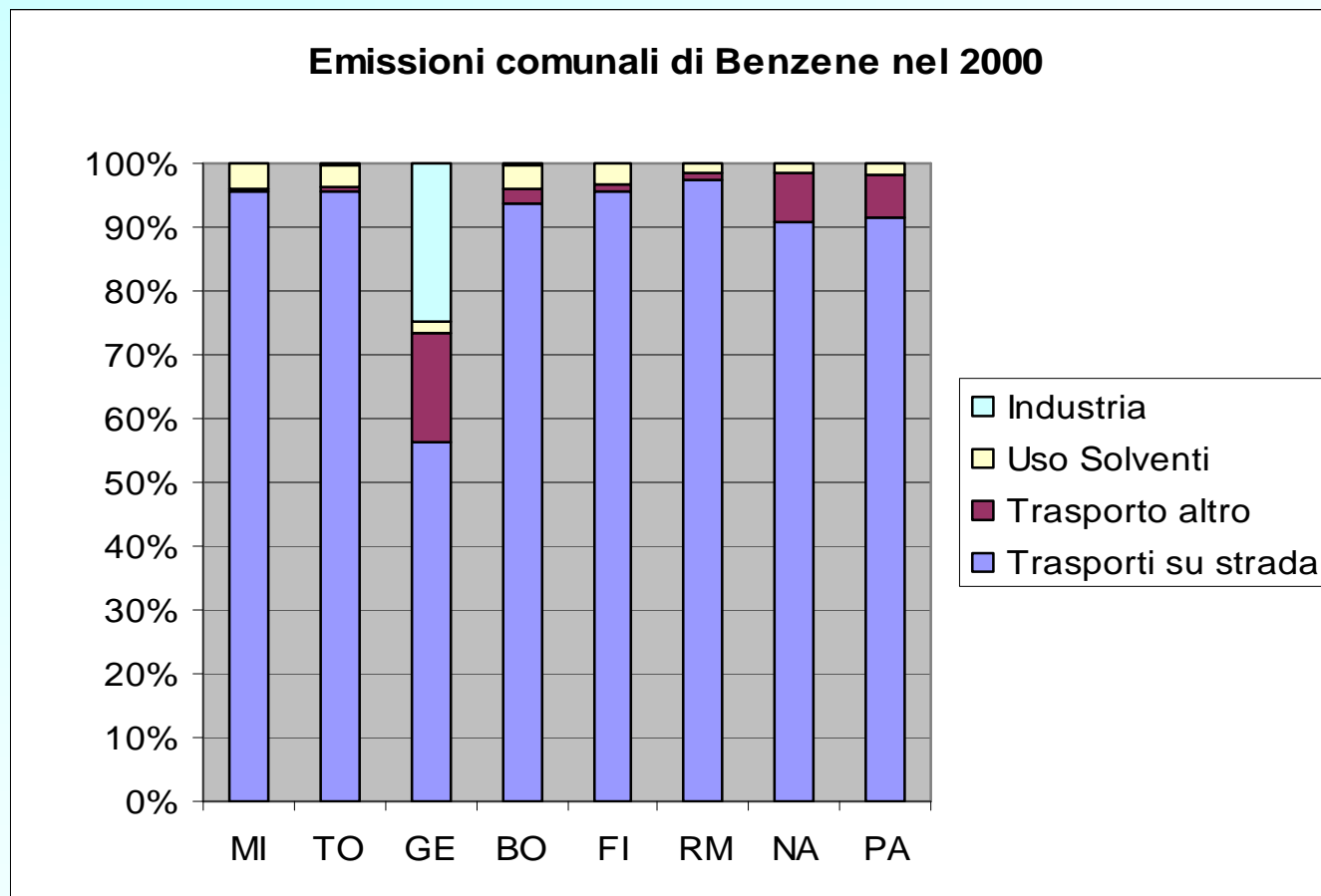
Fonte: APAT, 2004

## *Emissioni in atmosfera*



Fonte: APAT, 2004

## *Emissioni in atmosfera*



Fonte: APAT, 2004

**Nelle principali 8 aree urbane italiane il settore trasporti contribuisce**

- **per più del 70% delle emissioni di PM10 primario e di ossidi di azoto**
- **per più del 95% delle emissioni di benzene**
- **per il 60-70% delle emissioni di composti organici volatili**
- **per più dell'85% delle emissioni di monossido di carbonio**

## INQUINANTI E RELATIVI VALORI LIMITI

<i>INQUINANTE</i>	<i>PERIODO DI RIFERIMENTO</i>	<i>LIMITE (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</i>	<i>TEMPO DI MEDIAZIONE DEI DATI</i>	<i>COMMENTI</i>
PARTICOLATO PM10	anno civile	50 (da non superare più di 35 volte per anno civile)	giorno	Valore limite in vigore dal 2005 DM 60/2.4.2002
	anno civile	40	anno	Valore limite in vigore dal 2005 DM 60/2.4.2002
BIOSSIDO DI AZOTO	anno civile	200 (da non superare più di 18 volte per anno civile)	ora	Valore limite in vigore dal 2010 DM 60/2.4.2002
	anno civile	40	anno	Valore limite in vigore dal 2010 DM 60/2.4.2002
BENZENE	anno civile	5	anno	Valore limite DM 60/2.4.2002
OZONO	ora	180 (attenzione)	ora	Soglia di informazione D. Lgs. 183/2994

## La determinazione dei valori limite di concentrazione nell'UE

- La Commissione UE istituisce dei gruppi di lavoro – in genere uno per ogni inquinante – ai quali partecipano gli Stati Membri, i settori produttivi, le ONG, consulenti e membri della Commissione, l'OMS, l'EEA – gli *stakeholders*. A titolo consultivo viene coinvolta anche la USEPA.
- Il gruppo di lavoro produce un documento – *position paper* – che riporta lo “stato dell'arte” in materia di conoscenze scientifiche e tecniche sull'inquinante per quanto riguarda *a)* le fonti di emissione, *b)* le concentrazioni in aria, *c)* gli effetti sanitari e ambientali, *d)* le tecnologie e tecniche di abbattimento e *d)* i relativi costi.
- Nello stesso documento, e sulla base degli elementi ivi contenuti, si fanno delle proposte per i valori limite alle concentrazioni per la protezione della salute umana, della vegetazione, degli ecosistemi e le tempistica di entrata in vigore di detti valori limite.

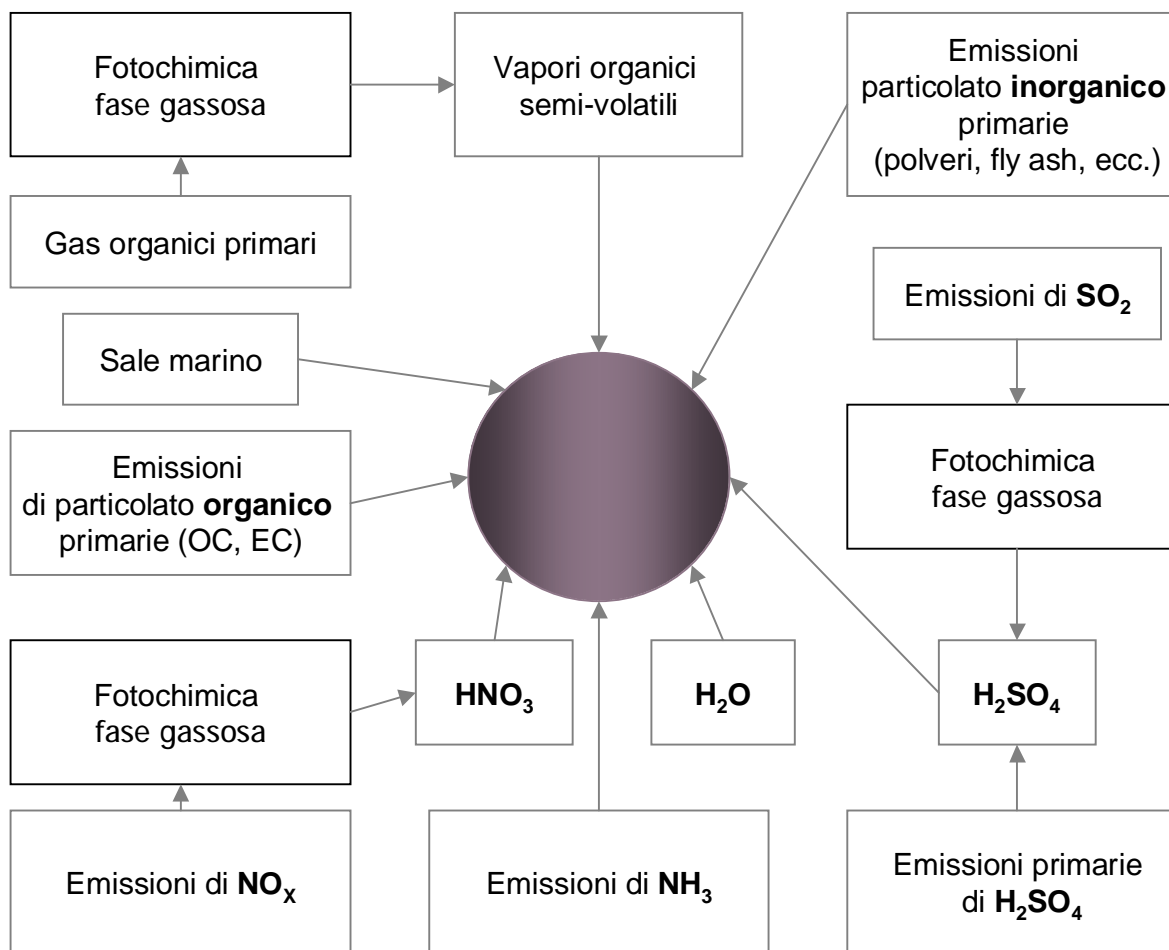
- **La Commissione presenta il *position paper* a un più vasto consesso tramite *workshop* e iniziative simili, recepisce i commenti e li trasmette al gruppo di lavoro per i necessari emendamenti.**
- **Il *position paper* approvato costituisce la base per la predisposizione, da parte della Commissione, di una bozza di direttiva.**
- **La bozza di direttiva viene discussa dal Consiglio dell'UE e, se vi sono osservazioni, rimandata alla Commissione per eventuali emendamenti fino alla sua approvazione definitiva:**
- **La Direttiva viene recepita dai Paesi Membri**

**Attualmente l'intero processo avviene all'interno del programma CAFE (*Clean Air for Europe*), il cui obiettivo generale è stabilire una strategia *integrata* e a *lungo termine* di lotta contro l'inquinamento atmosferico e di protezione della salute umana e dell'ambiente dall'inquinamento.**

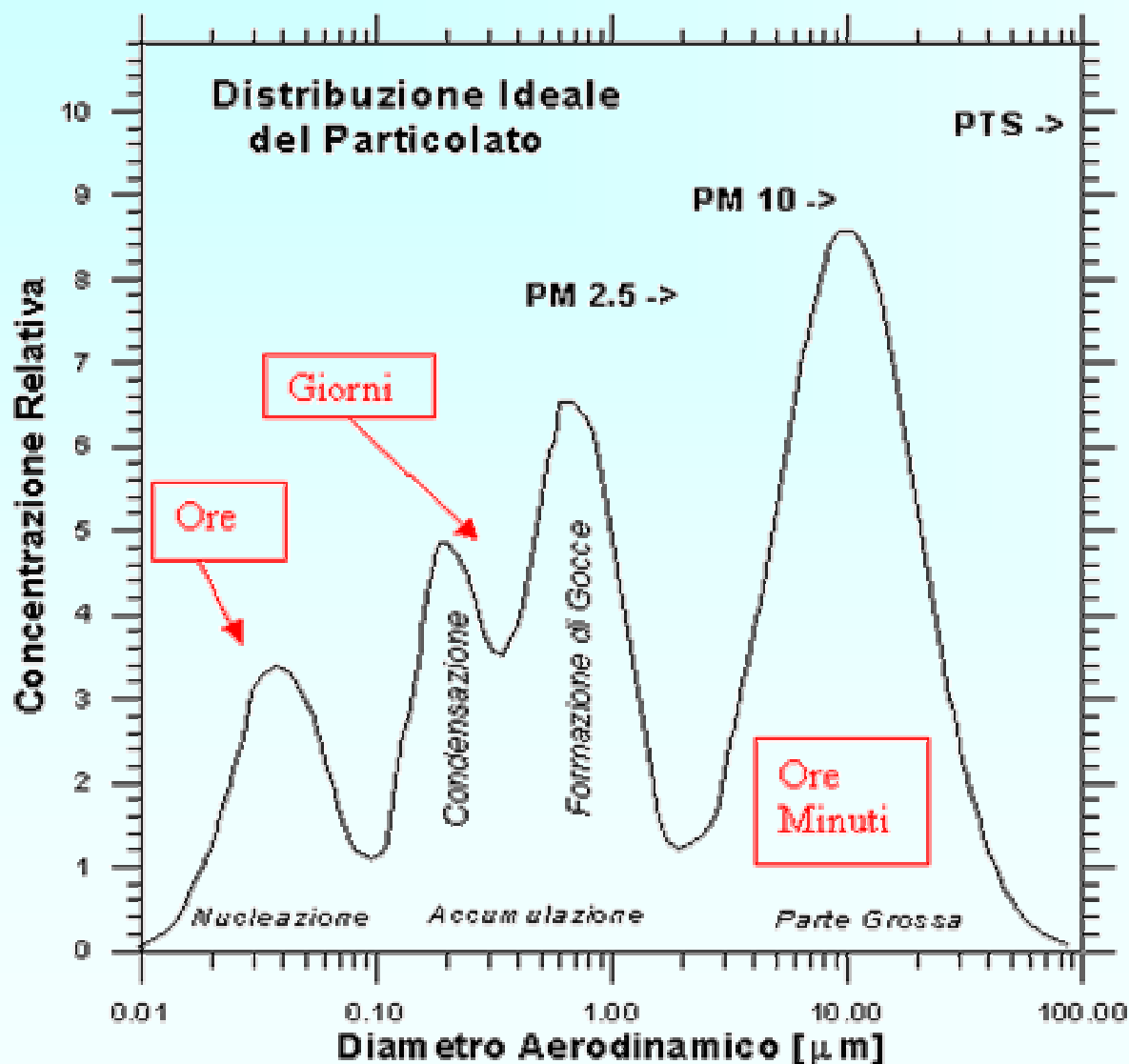
## DIFFERENTE ORIGINE DEL PM NELL'ATMOSFERA

1. PM primario derivante da processi di combustione (scarichi da autoveicoli, ecc.), caratterizzato da granulometrie inferiori a 1-2 micrometri.
2. PM primario derivante da processi meccanici di usura, macinazione, strofinamento ecc. (es. usura di freni e gomme degli autoveicoli, usura del manto stradale, ecc.): è prevalente la componente superiore a 1-2 micrometri.
3. PM derivante dall'effetto meccanico della risospensione del particolato dal suolo a causa del transito dei veicoli, della presenza di vento, di lavori, ecc.: è significativa la componente superiore a 1-2 micrometri.
4. PM secondario (solfati, nitrati, composti organici e ammoniacali), che si forma in atmosfera a causa di reazioni chimiche e fisiche a partire dai precursori: caratterizzato da particelle fini (inferiori a 2 micrometri) e ultrafini (inferiori a 0,1 micrometri).

## Percorsi di incorporazione di specie chimiche in materiale particolare atmosferico



Distribuzione ideale del Particolato Atmosferico: sono indicati i processi di formazione, i tempi tipici di sospensione in atmosfera e le frazioni granulometriche comunemente individuate



Le particelle *grossolane* maggiori di 2 micrometri sono costituite per lo più da silicio, ferro, alluminio, sale marino e particelle vegetali

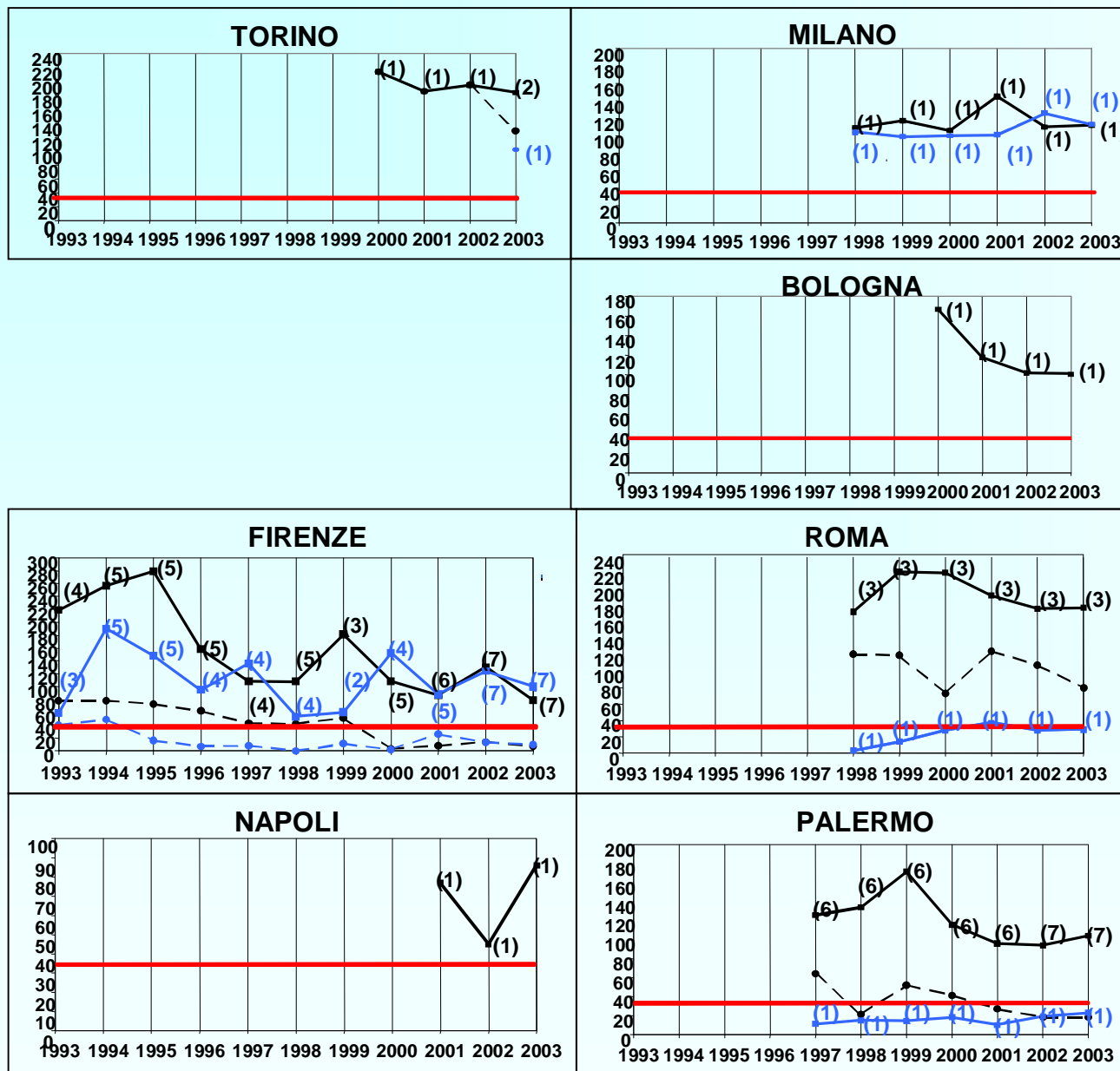
Le particelle *fini* minori di due micrometri sono principalmente costituite da solfati, nitrati, composti organici, composti del piombo e ammoniacali

Le particelle *ultrafini* minori di 0,1 micrometri tendono ad aggregarsi o a coagulare per formare particelle di dimensioni più grandi

## Caratterizzazione degli 8 agglomerati considerati (2002)

<b>AGGLOMERATO</b> (area con “popolazione superiore a 250.000 abitanti o, se la popolazione è pari o inferiore a 250.000 abitanti, con una densità di popolazione per km <sup>2</sup> tale da rendere necessaria la valutazione e la gestione della qualità dell’aria ambiente”; ex D.Lgs. 4 agosto 1999, n. 351)	<b>COMUNI COMPRESI</b>	<b>SUPERFICIE (km<sup>2</sup>)</b>	<b>POPOLAZIONE (numero di abitanti)</b>
<b>TORINO</b>	Torino, Beinasco, Grugliasco, Settimo Torinese, Borgaro Torinese, Venaria Reale, Collegno, Orbassano, Rivoli, San Mauro Torinese, Moncalieri, Nichelino	<b>368</b>	<b>1.254.557</b>
<b>MILANO</b>	Agrate Brianza, Arcore, Arese, Assago, Baranzate, Bollate, Bresso, Brughiero, Buccinasco, Caponago, Carugate, Cernusco sul Naviglio, Cesano Boscone, Cinisello Balsamo, Cologno Monzese, Concorezzo, Cormano, Corsico, Cusano Milanino, Lissone, Milano, Monza, Muggiò, Nova Milanese, Novate Milanese, Opera, Paderno Dugnano, Pero, Peschiera Borromeo, Pioltello, Rho, Rozzano, San Donato Milanese, Segrate, Senago, Sesto San Giovanni, Settimo Milanese, Veduggio al Lambro, Villasanta, Vimercate, Vimodrone	<b>580</b>	<b>2.438.544</b>
<b>GENOVA</b>	Genova	<b>244</b>	<b>610.307</b>
<b>BOLOGNA</b>	Anzola dell’Emilia, Bologna, Calderara di Reno, Casalecchio di Reno, Castelmaggiore, Castenaso, Granarolo dell’Emilia, Ozzano dell’Emilia, Pianoro, San Lazzaro di Savena, Sasso Marconi, Zola Predosa	<b>688</b>	<b>547.768</b>
<b>FIRENZE</b>	Firenze, Bagno a Ripoli, Calenzano, Campi Bisenzio, Empoli, Lastra a Signa, Scandicci, Sesto Fiorentino, Signa, Montelupo Fiorentino, Poggio a Caiano, Prato, Montemurlo, Montale, Pistoia	<b>942</b>	<b>911.576</b>
<b>ROMA</b>	Roma	<b>1.282</b>	<b>2.460.000</b>
<b>NAPOLI</b>	Napoli	<b>117</b>	<b>1.004.500</b>
<b>PALERMO</b>	Altofonte, Monreale, Palermo, Villabate	<b>727</b>	<b>711.531</b>

# Numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero del PM<sub>10</sub>



## LEGENDA

STAZIONI TRAFFICO - Valore MAX rilevato

STAZIONI TRAFFICO - Valore min rilevato

STAZIONI FONDO - Valore MAX rilevato

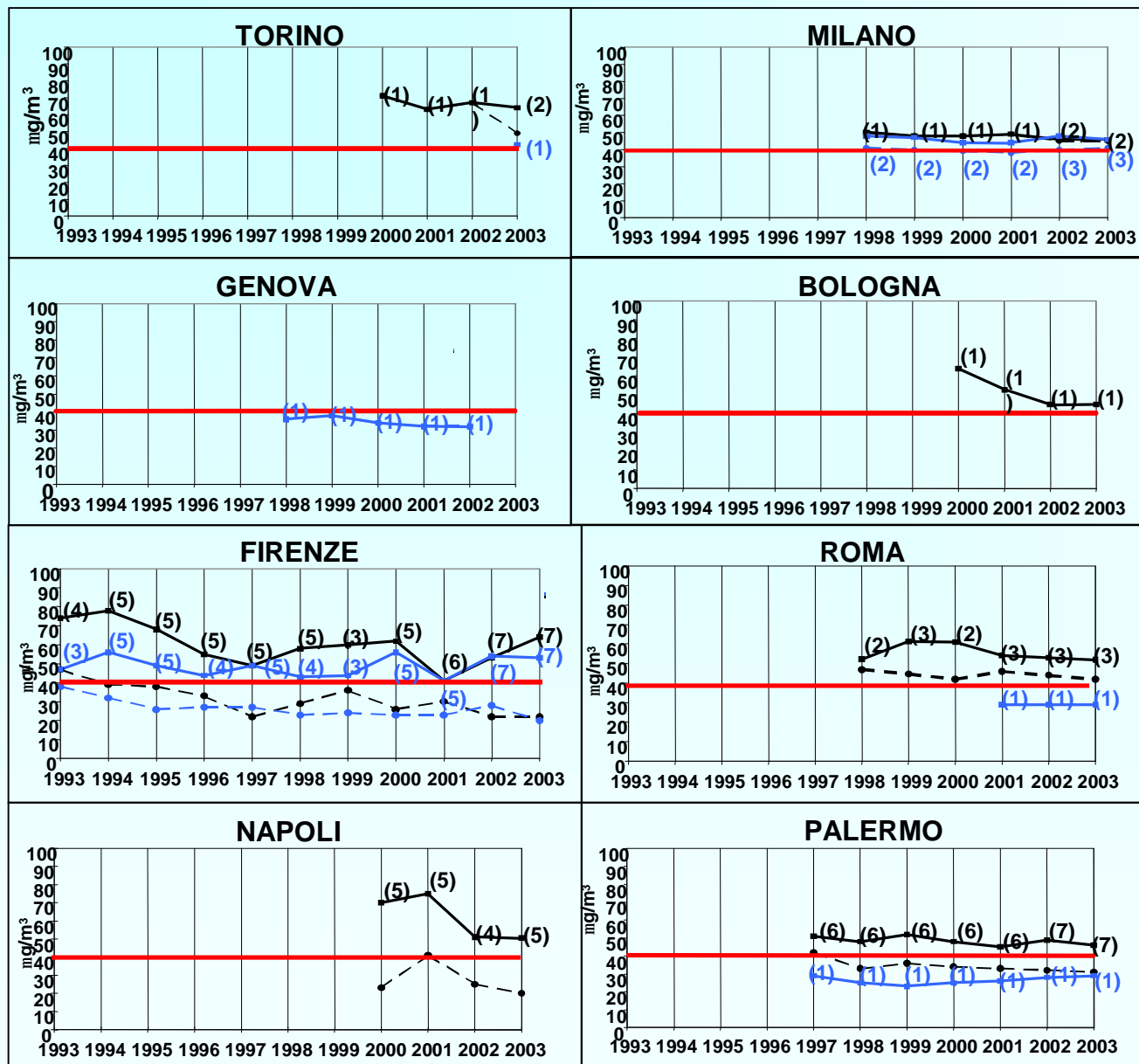
STAZIONI FONDO - Valore min rilevato

VALORE LIMITE

N.B. tra parentesi è riportato il numero di stazioni considerate



# Valori massimi e minimi delle concentrazioni medie annue di PM<sub>10</sub>



## LEGENDA

STAZIONI TRAFFICO - Valore MAX rilevato

STAZIONI TRAFFICO - Valore min rilevato

STAZIONI FONDO - Valore MAX rilevato

STAZIONI FONDO - Valore min rilevato

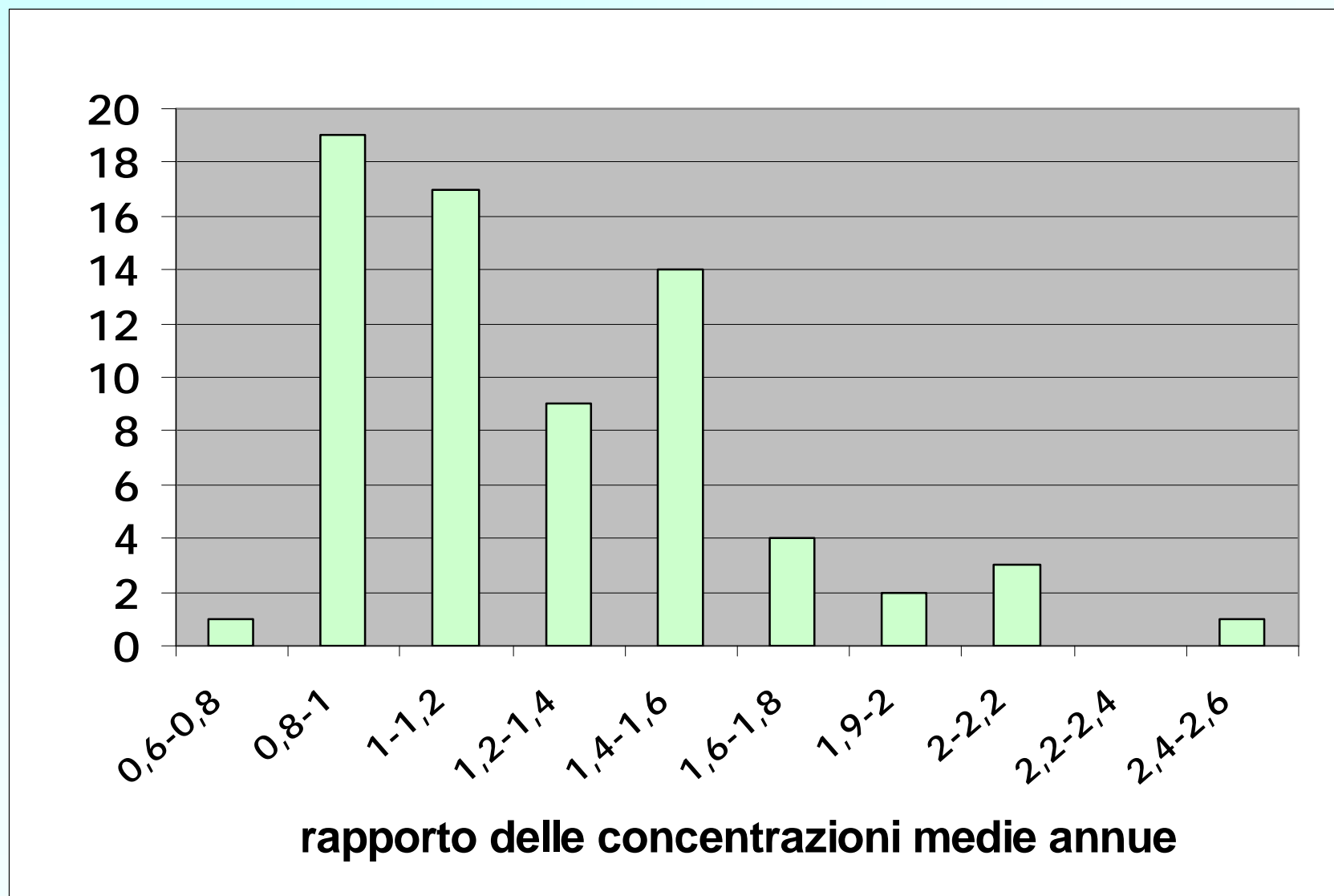
VALORE LIMITE

N.B. tra parentesi è riportato il numero di stazioni considerate

# RAPPORTO DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DEL PM10 TRA STAZIONI DI TRAFFICO E STAZIONI DI FONDO URBANO

ANNI 2002 E 2003

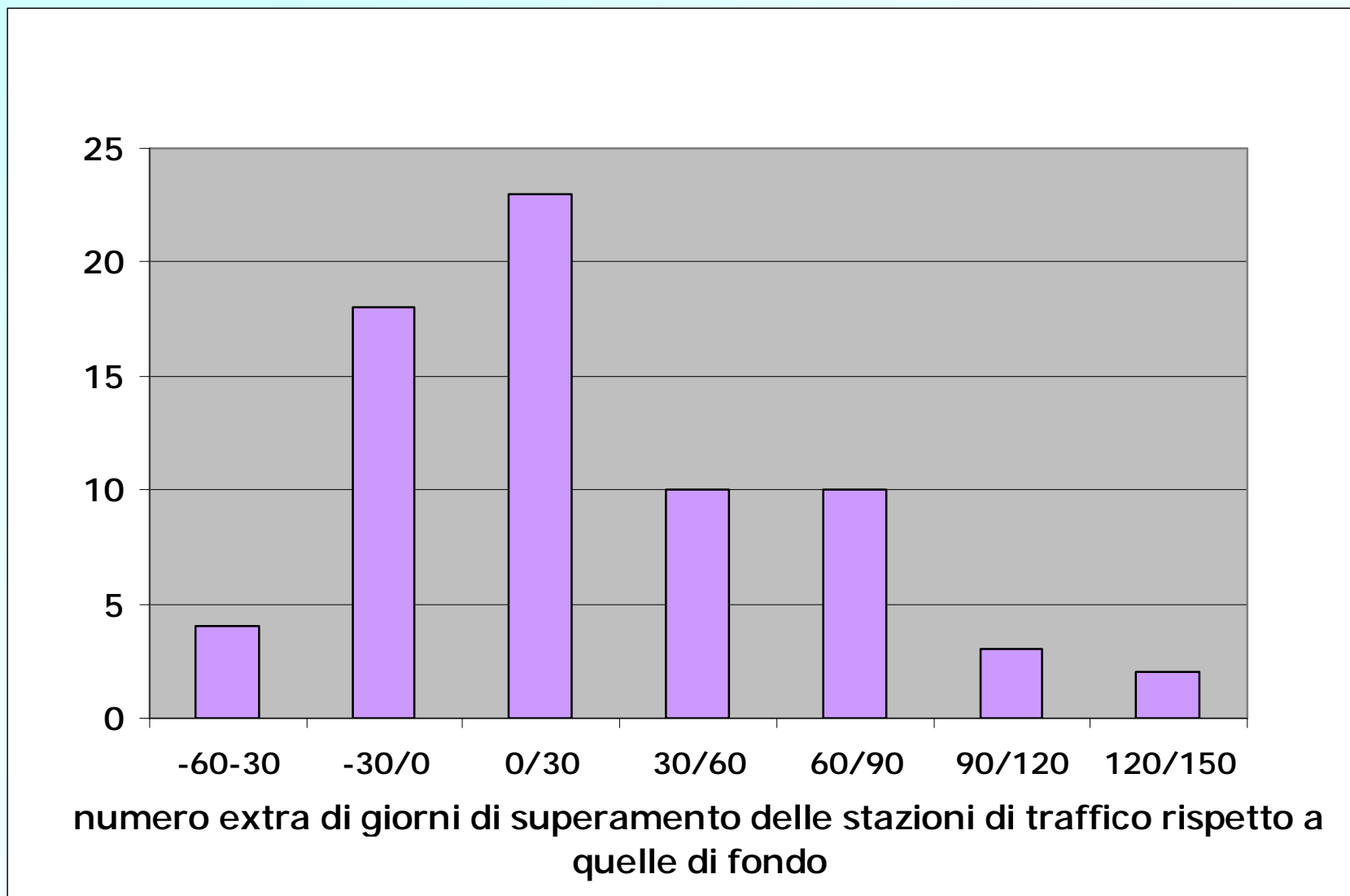
DATI APAT RELATIVI ALL'”EXCHANGE OF INFORMATION”



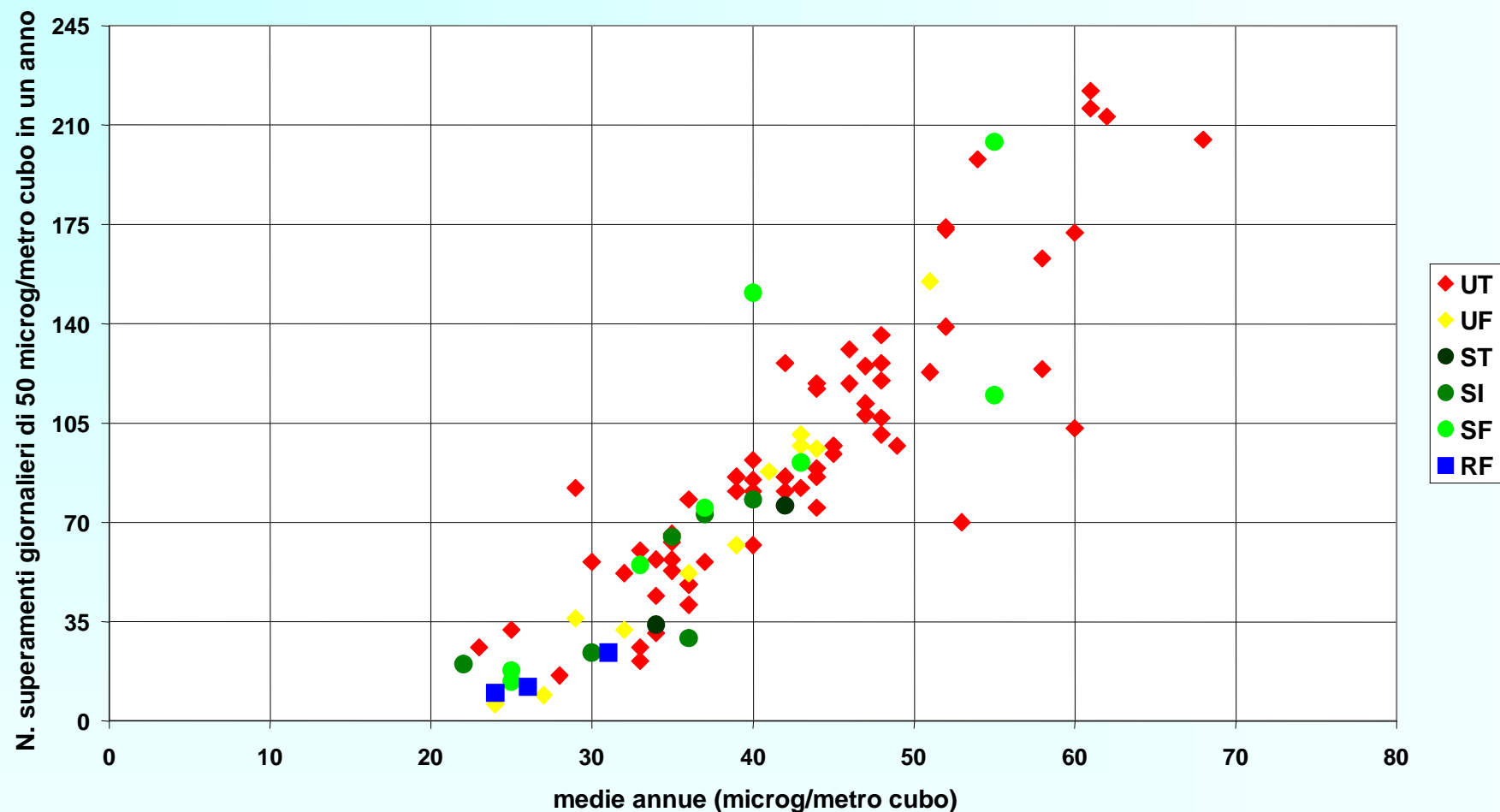
## DIFFERENZA TRA IL NUMERO DI GIORNI DI SUPERAMENTO DEL VALORE LIMITE DI PM10 TRA STAZIONI DI TRAFFICO E STAZIONI DI FONDO URBANO

ANNI 2002 E 2003

DATI APAT RELATIVI ALL'”EXCHANGE OF INFORMATION”

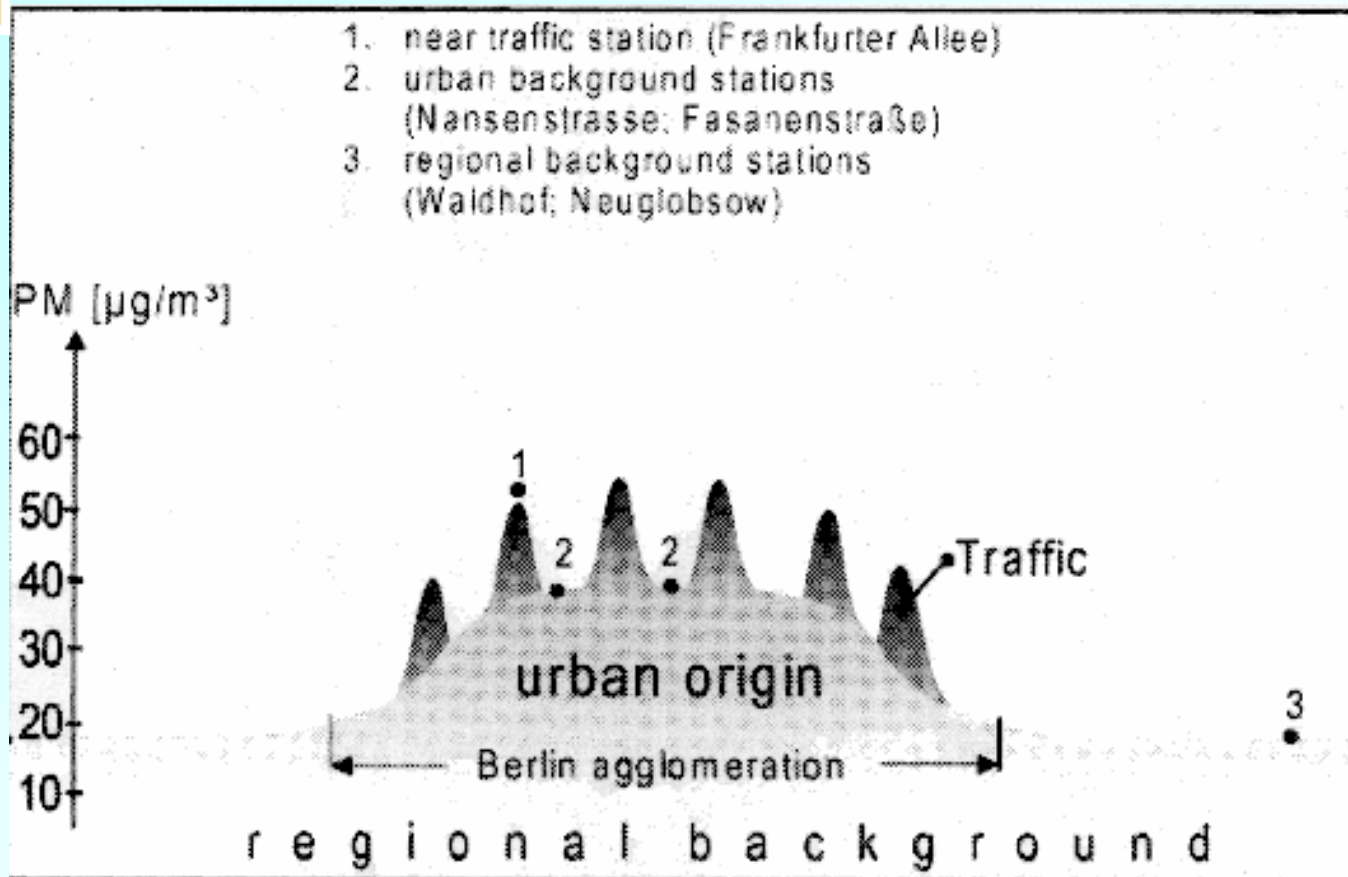


## Concentrazioni di PM10 in Italia - anni 1998-2001



**UT:** zona Urbana stazione Traffico  
**UF:** zona Urbana stazione Fondo  
**ST:** zona Suburbana stazione Traffico  
**SI:** zona Suburbana stazione Industria  
**SF:** zona Suburbana stazione Fondo  
**RF:** zona Rurale stazione Fondo

**Il numero di superamenti giornalieri di 50 microg/metro cubo è ben correlato con la concentrazione media annua ( $R^2=0,8^{**}$ ).  
 Ciò permette di ragionare in termini di valori medi annui.  
 Una concentrazione annua < 30 microg/metro cubo sembra assicurare il rispetto dello standard giornaliero in vigore dal 2005.**

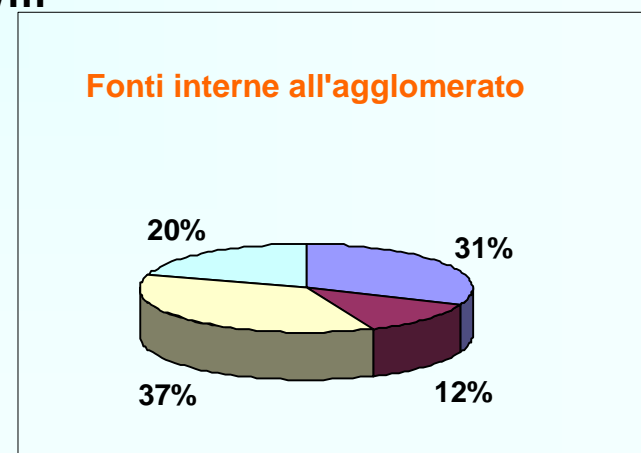
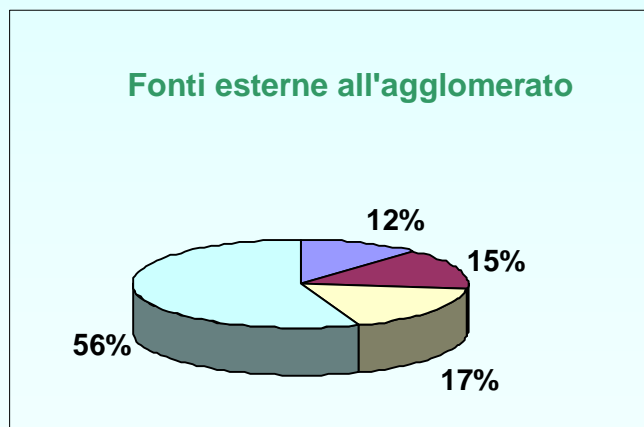
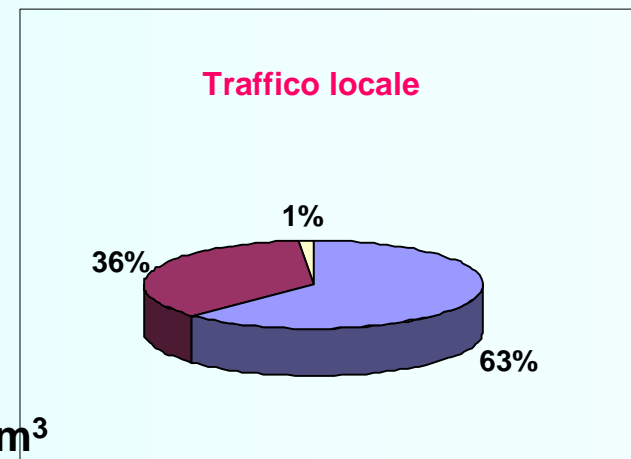
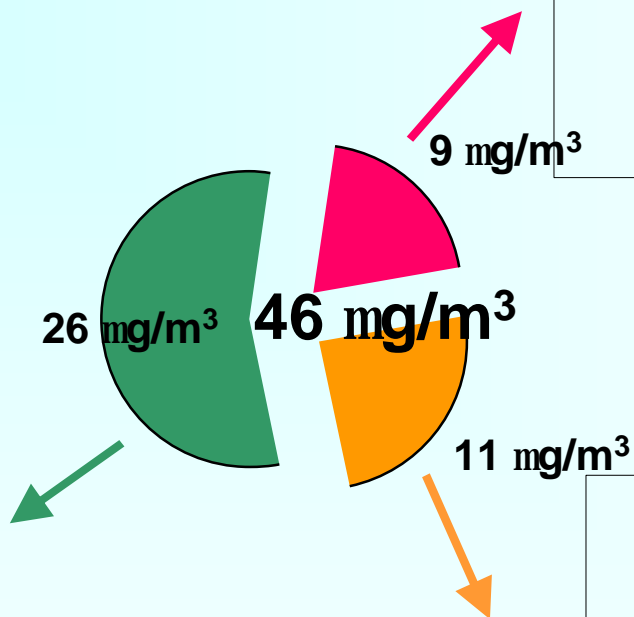
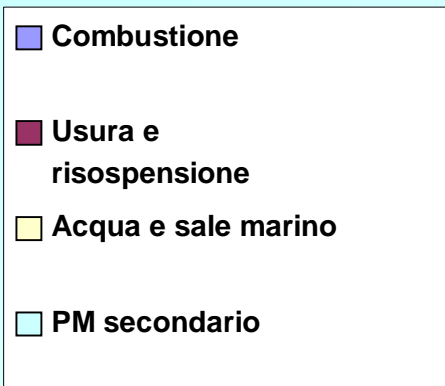


Schematizzazione della concentrazione di PM<sub>10</sub> nell'agglomerato di Berlino e nell'area circostante (da Lenschow *et al.*, 2001). Viene evidenziato:

- il livello di fondo rurale (stazione 3 di tipo RF), intorno a  $20 \text{ mg}/\text{m}^3$ ;
- il livello di fondo urbano (stazioni 2 di tipo UF), intorno a  $40 \text{ mg}/\text{m}^3$ ;
- il livello nelle zone di traffico urbano (stazione 1 di tipo UT), con picchi fino a oltre  $50 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

**NEL CALCOLO DELLA CONCENTRAZIONE PESATA CON LA POPOLAZIONE SI CONSIDERANO IN GENERE LE STAZIONI "UF", CONTRASSEGNALE NELLA FIGURA DAL NUMERO "2"**

## Contributo per fonte alla concentrazione di PM10 nel "sito medio nazionale UT"



## L'importanza della componente secondaria del PM

- nelle aree urbane la componente di origine secondaria di  $PM_{10}$  può arrivare fino al 40-50% in peso e oltre;
- nelle aree rurali la componente di origine secondaria di  $PM_{10}$  può arrivare fino all' 80-90% in peso;
- la componente secondaria è spesso preponderante nel  $PM_{2,5}$  anche nelle aree urbane;
- il controllo delle concentrazioni del  $PM_{10}$  e, ancor più, del  $PM_{2,5}$  deve non solo limitare le emissioni di PM primario, ma anche quelle dei suoi precursori, e in particolare  $SO_2$ ,  $NO_x$ , COVNM,  $NH_3$ .



APAT

## La concentrazione pesata con la popolazione

Un indicatore utilizzato a livello europeo come “proxy” per valutare l’esposizione.

Formalmente:

$$\frac{\iint_D \bar{c}(x, y) \bullet \bar{r}(x, y) dx dy}{\iint_D \bar{r}(x, y) dx dy}$$

$\bar{c}(x, y)$  è la concentrazione dell’inquinante considerato nel punto di coordinate x,y

$\bar{r}(x, y)$  è la densità di popolazione (ab/km<sup>2</sup>) nel punto di coordinate x,y

$D$  è la regione spaziale considerata

La soprallineatura indica che le grandezze sono mediate su un opportuno intervallo temporale – es. un anno



**APAT**

## **La concentrazione pesata con la popolazione**

$\bar{c}(x, y)$  può valutarsi a partire dall'uso di modelli che, partendo dalla ubicazione e dall'entità delle fonti di emissione, dalle caratteristiche del territorio e dalle condizioni meteorologiche ricostruiscono il campo di concentrazione di un dato inquinante mediato su un certo intervallo di tempo in un dato dominio spaziale

Un altro approccio è quello di basarsi sulle misure delle concentrazioni inquinanti fatte tramite le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria.

In genere i modelli danno informazioni più complete, in quanto ricostruiscono l'intero campo di concentrazione, ma meno accurate e precise. Le misure danno informazioni più precise ed accurate rispetto ai modelli, ma riproducono la qualità dell'aria solo relativamente al punto in cui si misura.

La normativa insiste giustamente sulla necessità di combinare in maniera equilibrata le misure con i modelli.



APAT

## La concentrazione pesata con la popolazione

Attualmente in Europa l'approccio correntemente utilizzato si basa esclusivamente sulle misure di concentrazione.

Ad ogni punto di misura viene associato una "zona di influenza", ovvero un'area (ad esempio di forma circolare per semplicità) in cui le concentrazioni sono rappresentate in maniera soddisfacente da quelle misurate nel punto.

L'espressione della concentrazione pesata con la popolazione diviene allora:

$$\frac{\sum_i \bar{c}_i p_i}{\sum_i p_i}$$

$\bar{c}_i$  è la concentrazione misurata nel punto "i"

$p_i$  è la popolazione che insiste nella "zona di influenza" del punto di misura "i"

La criticità di questo approccio consiste nel valutare per ogni stazione la corretta "zona di influenza".

Nel calcolo dell'indice si considerano in genere le sole stazioni di "fondo", in quanto rappresentative di una "zona di influenza" più ampia rispetto alle stazioni di "picco".

**I valori della concentrazione pesata con la  
popolazione con riferimento alle otto principali  
aree metropolitane italiane  
(microgrammi/metro cubo)**

Valutazioni a livello  
comunale

	<b>comuni</b>	
	<b>2001</b>	<b>2002</b>
<b>MAX</b>	34,2	35,5
<b>min</b>	34,0	35,7

Valutazioni a livello  
Di agglomerato ai sensi  
del DM 60/02

	<b>agglomerati</b>	
	<b>2001</b>	<b>2002</b>
<b>MAX</b>	39,6	41,8
<b>min</b>	37,5	39,4

L'inquinamento da PM10, come quello da ozono e biossido di azoto, e contrariamente al caso di inquinanti primari quali monossido di carbonio, benzene e piombo, è caratterizzato da maggiore complessità.

In particolare, a causa della componente secondaria, il PM10 è distribuito sul territorio con maggiore uniformità rispetto agli inquinanti primari, per cui strategie efficaci di risanamento devono prevedere riduzioni delle emissioni di PM10 primario e dei precursori del PM10 secondario **su ampie aree (es. l'intera pianura Padana) e in maniera permanente.**