



EMISSIONI DA TRAFFICO E QUALITÀ DELL'ARIA: ELEMENTI PER LA GESTIONE NELLA CITTA' DI MILANO

ing. Silvia Moroni

Hanno collaborato:

dott. Bruno Villavecchia

dott. Marco Bedogni per l'Agenzia Mobilità e Ambiente s.r.l.

prof. Michele Giugliano

ing. Giovanni Lonati per il Politecnico di Milano (D.I.I.A.R.)

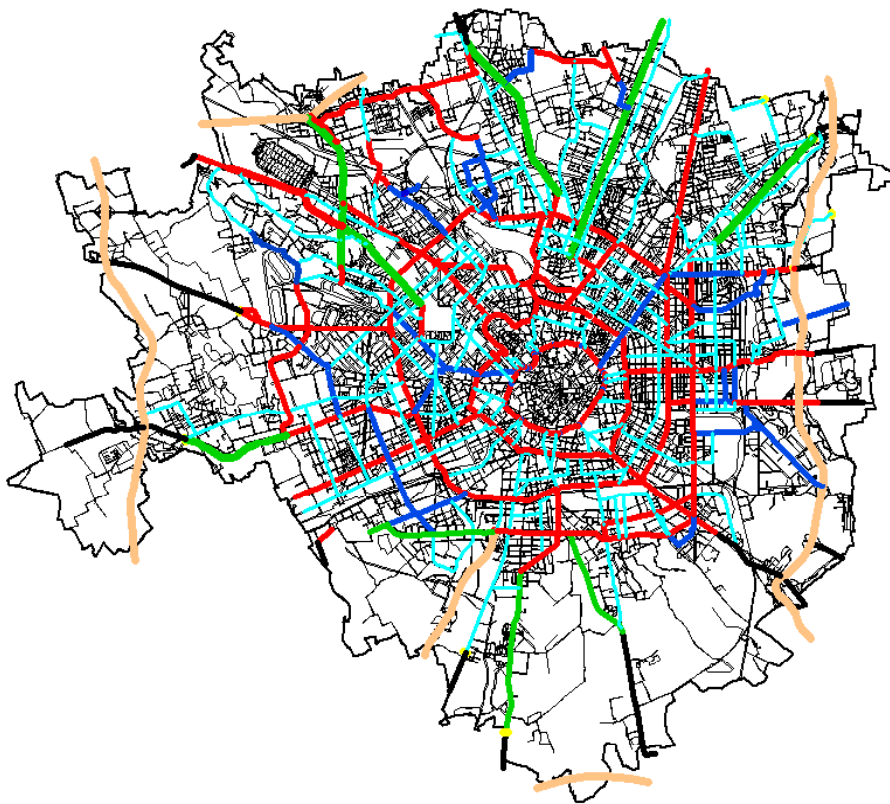
11th International Symposium
'TRANSPORT AND AIR POLLUTION'
Graz, 19-21 June 2002

THE AREA OF MILAN AS FULL SCALE LABORATORY
TO ASSESS THE IMPACT OF THE TRAFFIC EMISSIONS

Giugliano M., Cernuschi S., Lonati G., Moroni S.

AREA DI STUDIO

COMUNE DI MILANO

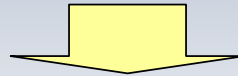


Veicoli immatricolati	1.100.000
Veicoli in ingresso/giorno	900.000
N. spostamenti/giorno	2.600.000
Km percorsi/giorno	16.000.000
Vetture/km ²	5.362
Vetture/km rete stradale	708
Vetture/abitante	0,7

ANALISI DEL SISTEMA EMISSIONI-QUALITÀ DELL'ARIA

Area urbana di MILANO = modello fisico in scala reale

- rinnovo sistematico del parco circolante
- rete di rilevamento qualità aria efficiente e ben distribuita
- variazioni minori per le fonti emissive diverse dal traffico
- analoghe riduzioni nell'area circostante
- ampio campo di osservazione



Studio 'a posteriori' della relazione effettiva traffico-qualità dell'aria



Modelli 'empirici' per indicazioni sull'efficacia degli interventi futuri

OBIETTIVO DELLO STUDIO

Fornire **strumenti di supporto**
per la **gestione della QUALITÀ DELL'ARIA** nella **Città di MILANO**
con particolare riferimento al ruolo del **traffico veicolare**

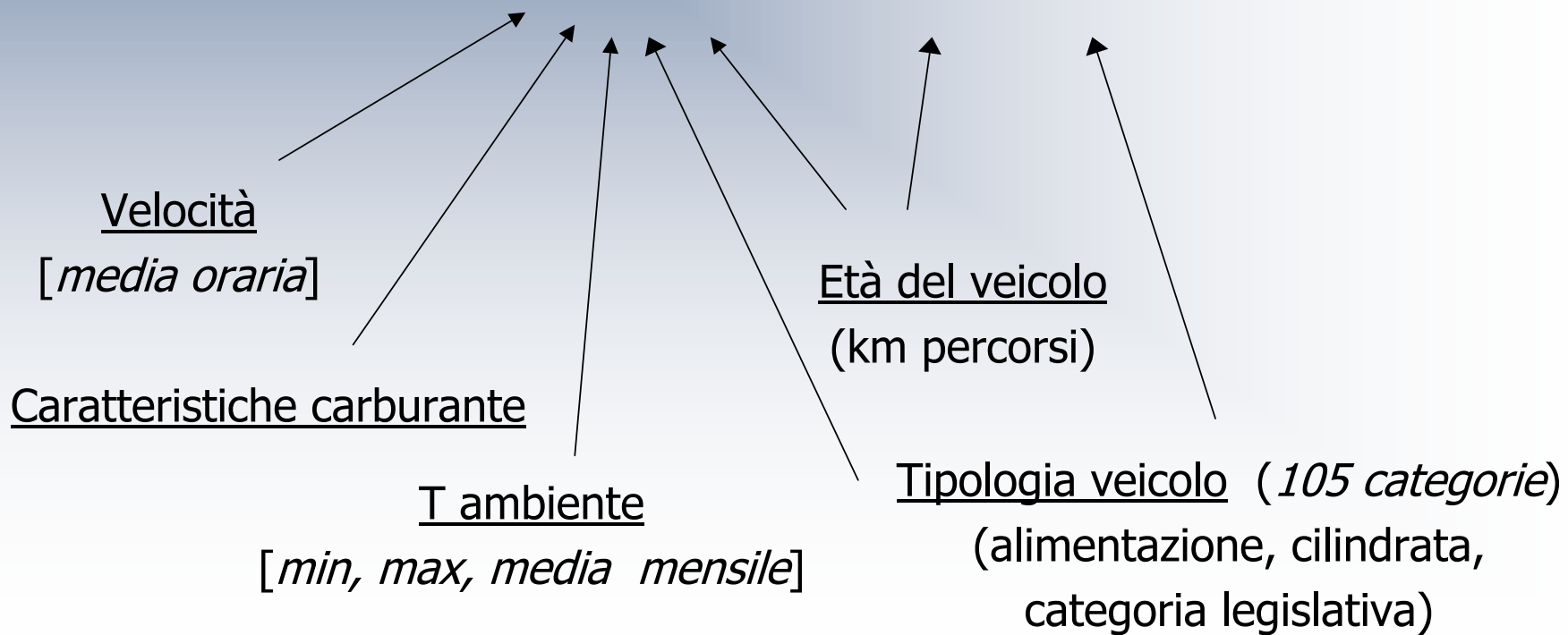
ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO

- ⇒ **Stima delle emissioni da traffico** con il modello di calcolo **COPERT III** nel periodo **1990-2000**
- ⇒ Analisi **dell'evoluzione della qualità dell'aria** e delle **emissioni complessive** nel periodo 1990-2000
- ⇒ Individuazione delle relazioni che descrivono il **rapporto emissioni-qualità dell'aria** nell'area di studio

Metodologia di calcolo delle emissioni da traffico COPERT III

$$\text{Emissione}_i = \sum_j \text{FE}_{i,j} \cdot \text{Percorrenza}_j \cdot \text{N.Veicoli}_j \cdot 10^{-6}$$

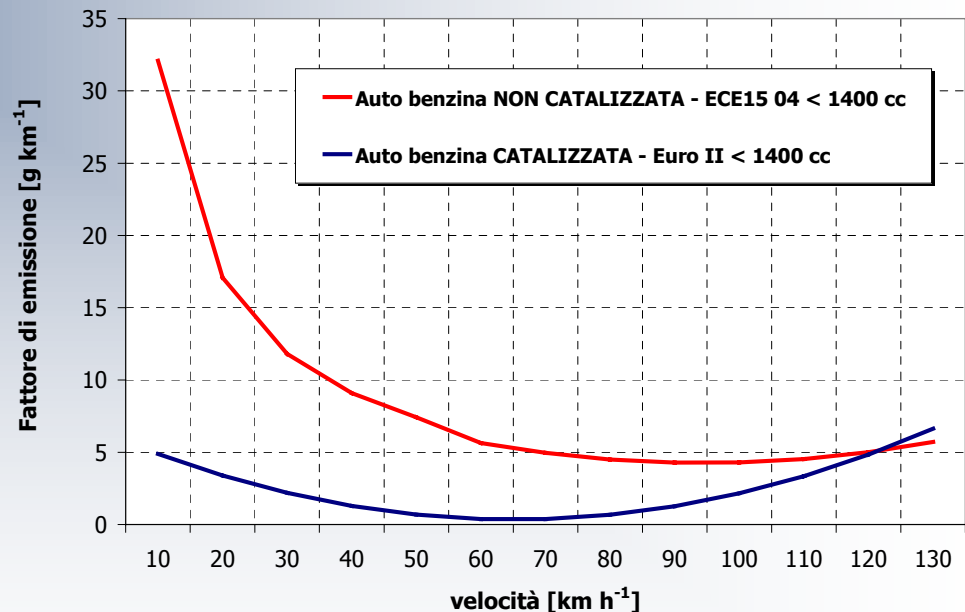
[t · anno⁻¹]
[g · km⁻¹]
[km · anno⁻¹]
[-]
[t · g⁻¹]



Fattori di emissione COPERT III in funzione della velocità media

Curve di distribuzione delle
velocità medie orarie
per giornata 'tipo'
da applicazione del modello di
assegnazione al grafo di rete
sulla base delle matrici O/D
risultante dalle indagini sugli
spostamenti
(fonte: ATM, 2000)

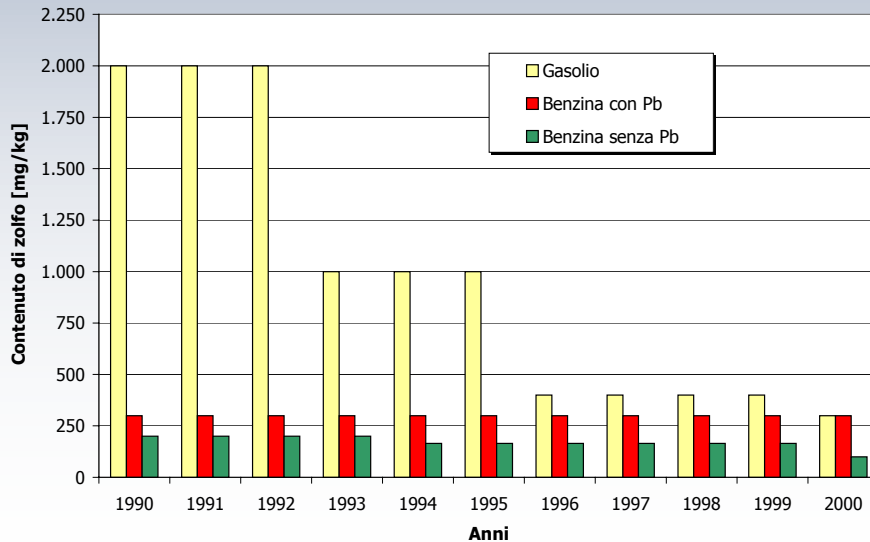
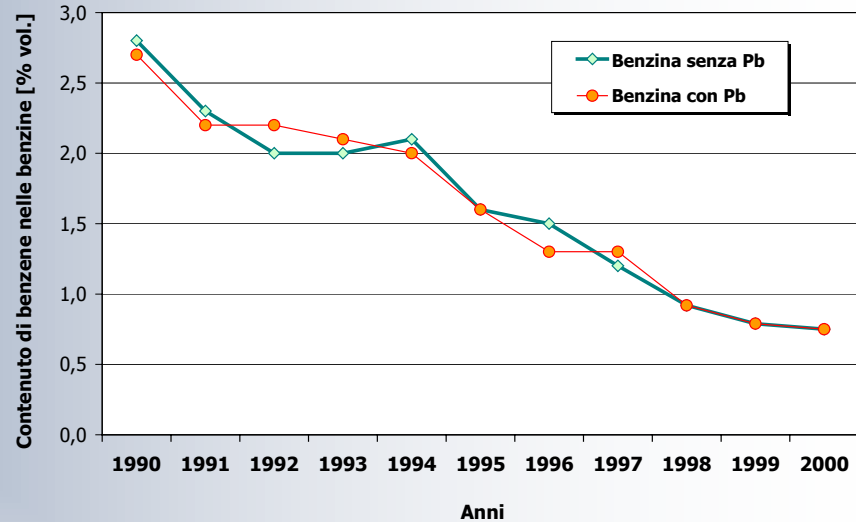
velocità media:
34 km/h
(fonte: ATM, 2000)



Caratteristiche dei carburanti

BENZENE →

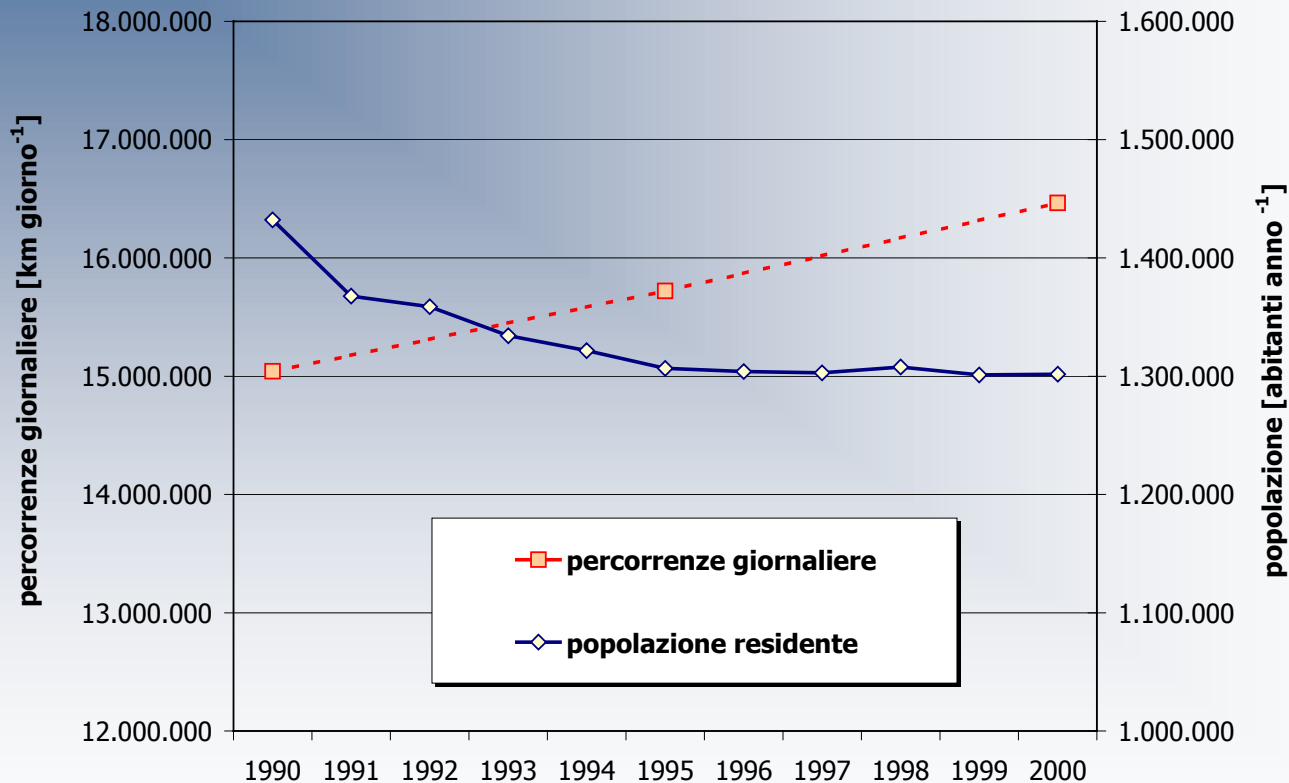
(fonte: Unione Petrolifera, 2001)



← **ZOLFO**

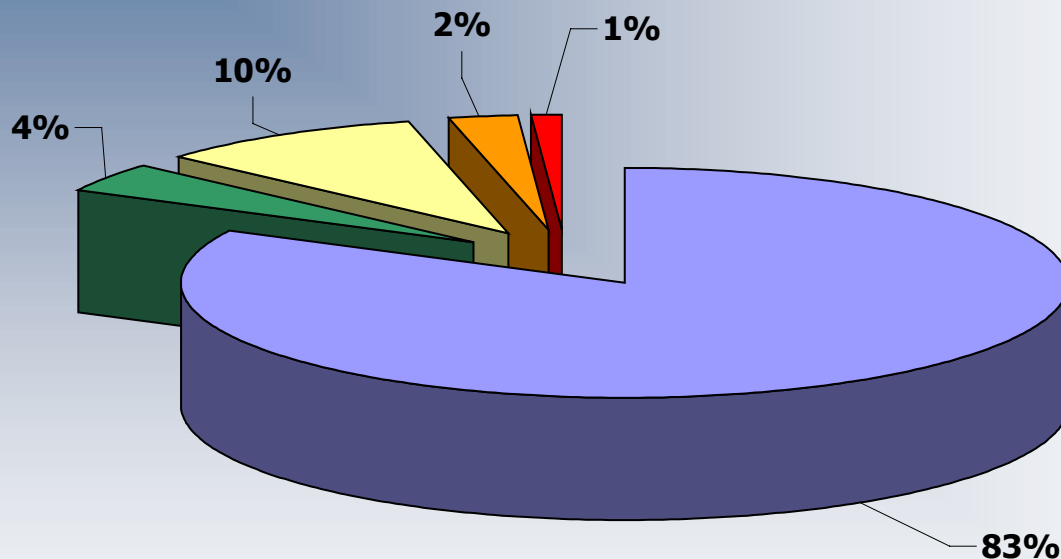
(fonte: elaborazione su dati Unione Petrolifera, Normativa italiana, COPERT III)

Evoluzione delle percorrenze giornaliere



(fonte: PUT, 1995; PUM, 2001)

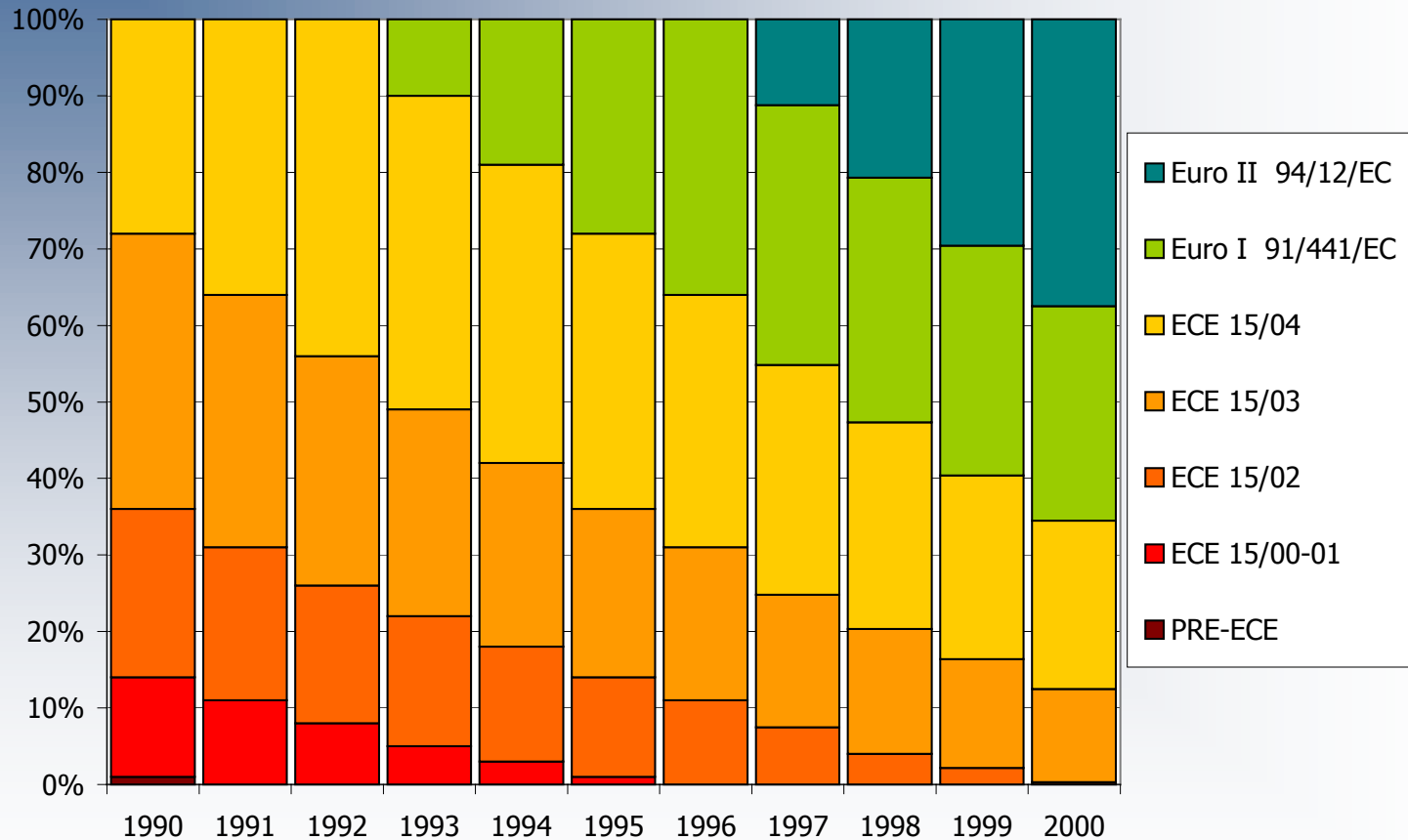
Distribuzione km giorno⁻¹ per classi veicolari



Auto Moto Merci < 3,5 t Merci > 3,5 t Bus

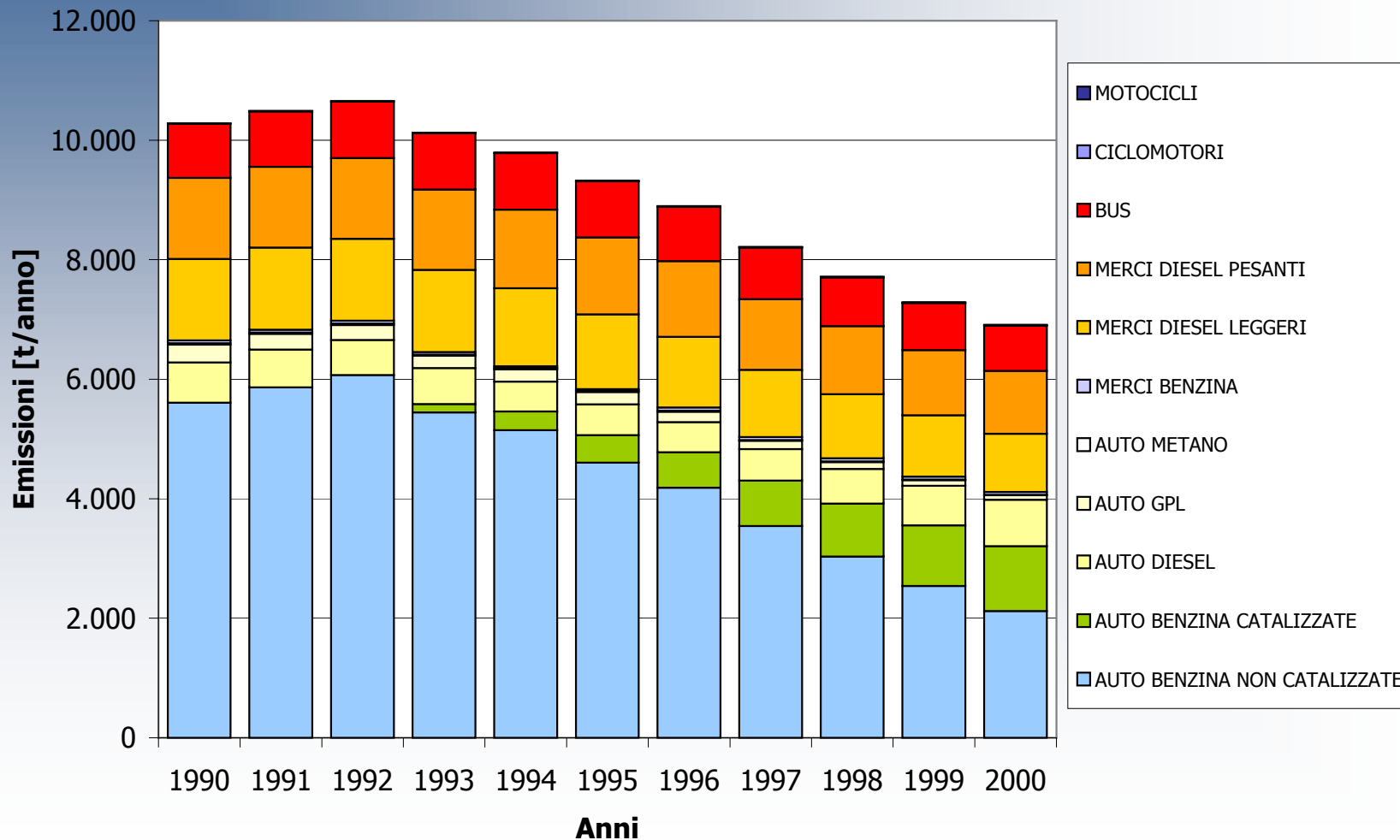
(fonte: PUT, 1995; PUM, 2001)

Rinnovo del parco circolante - Autovetture benzina

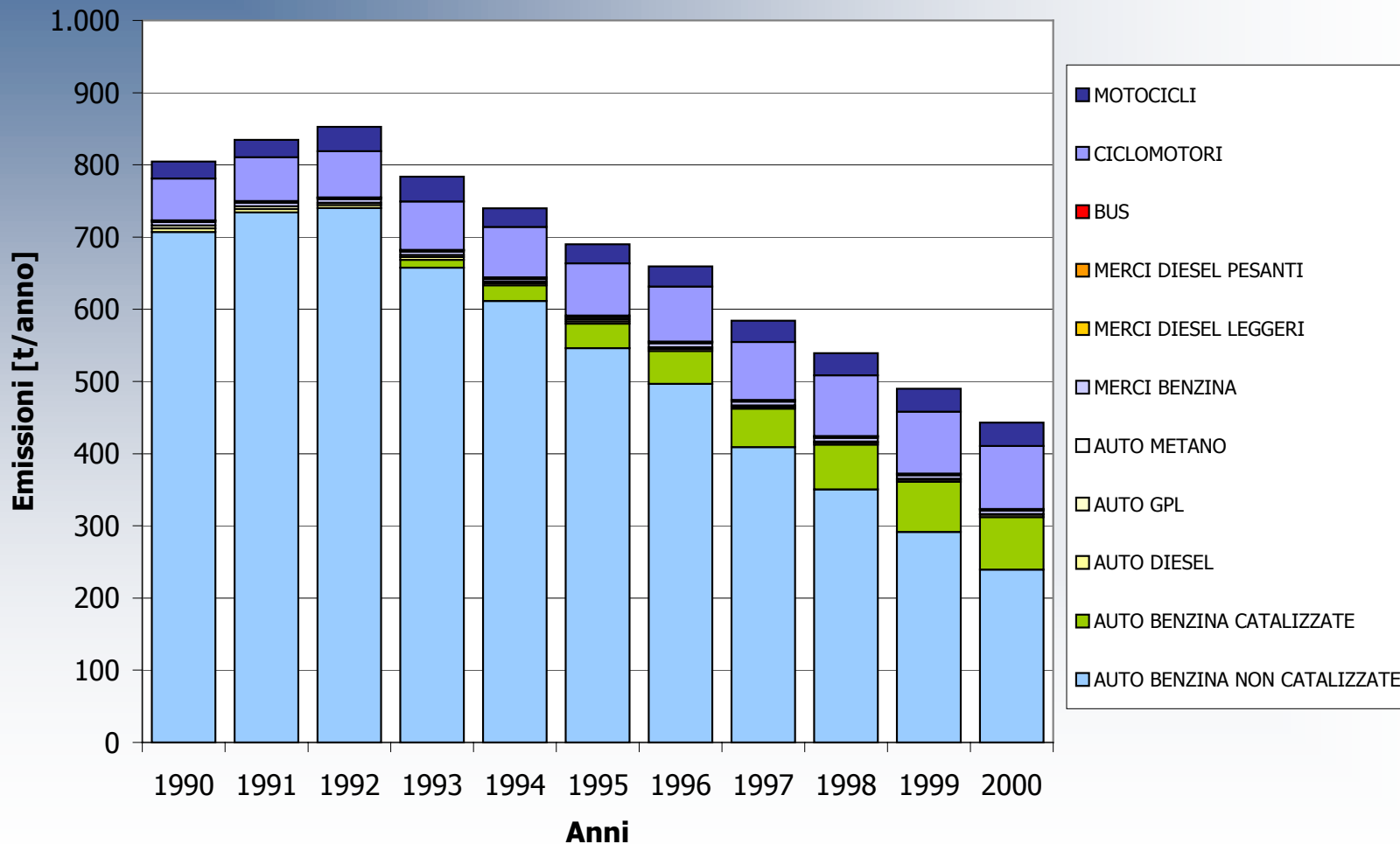


(fonte: elaborazioni su dati ACI)

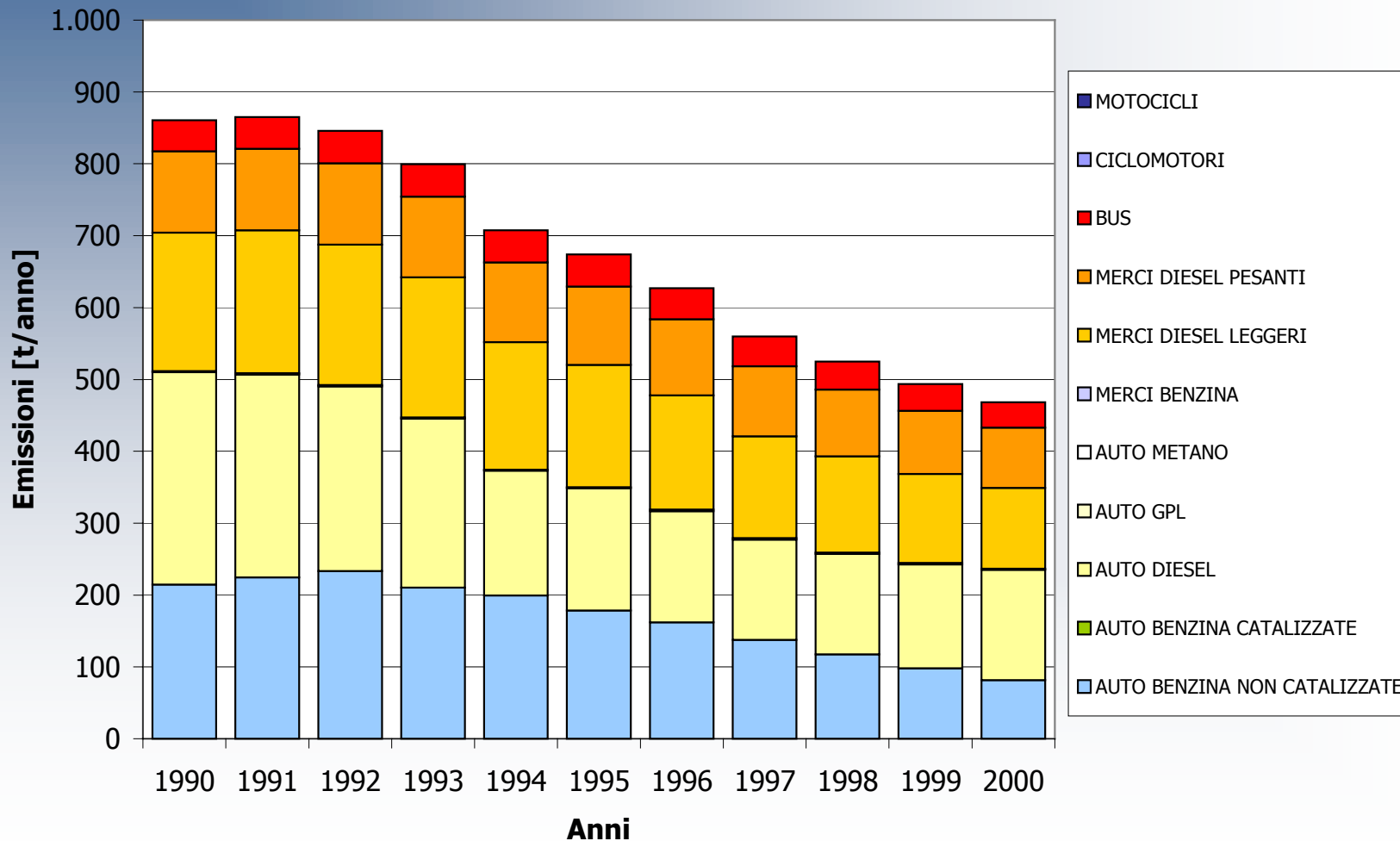
NOx - Emissioni da traffico annue



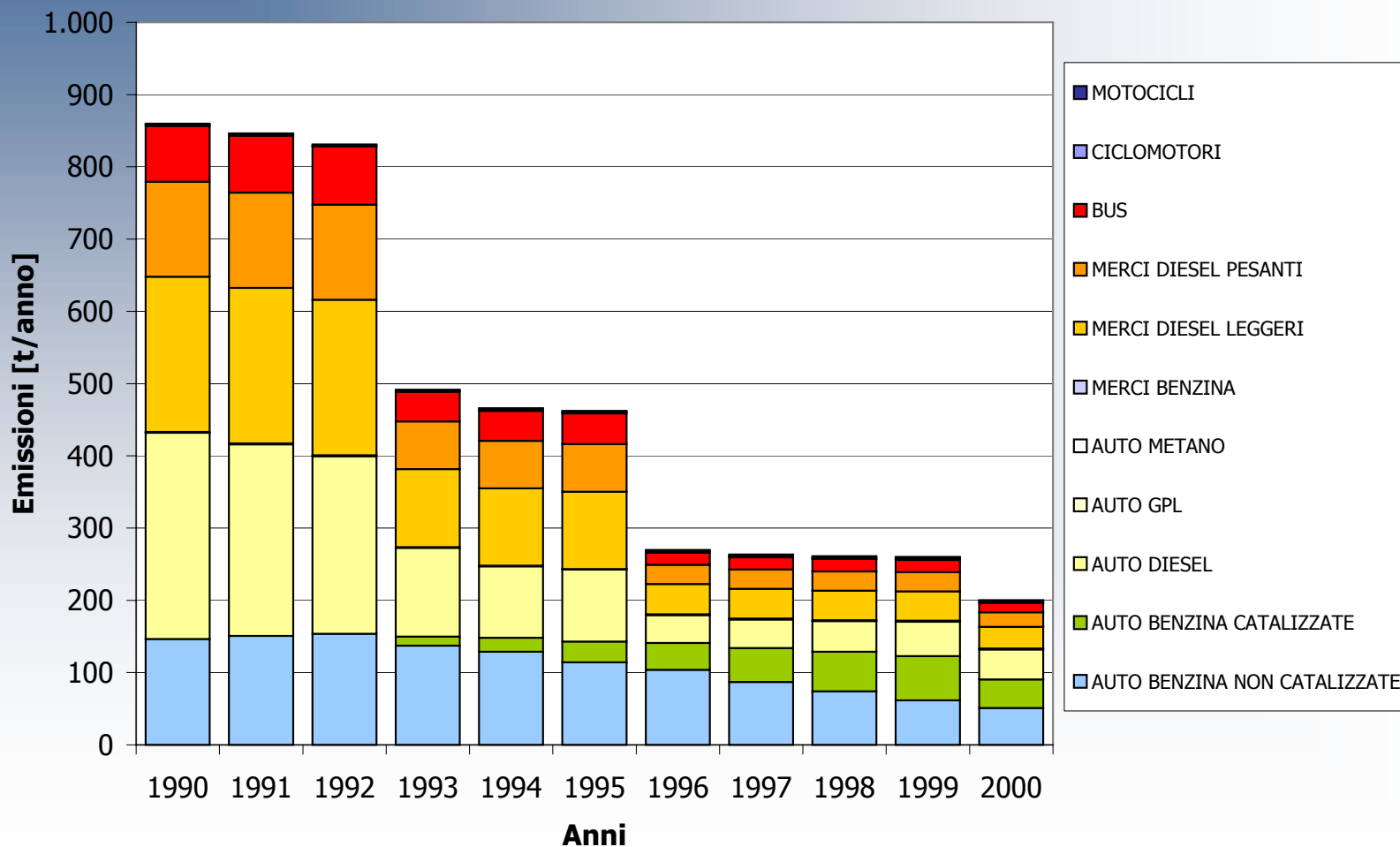
Benzene - Emissioni da traffico annue



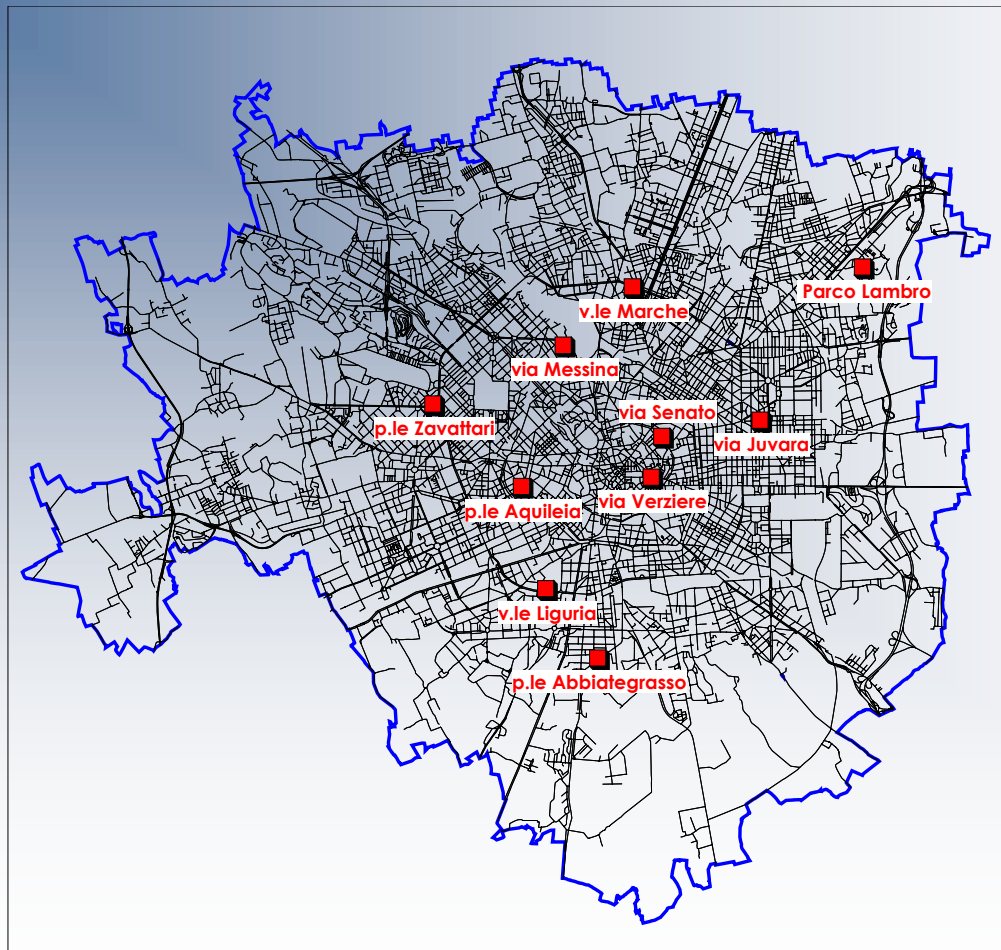
PTS - Emissioni da traffico annue



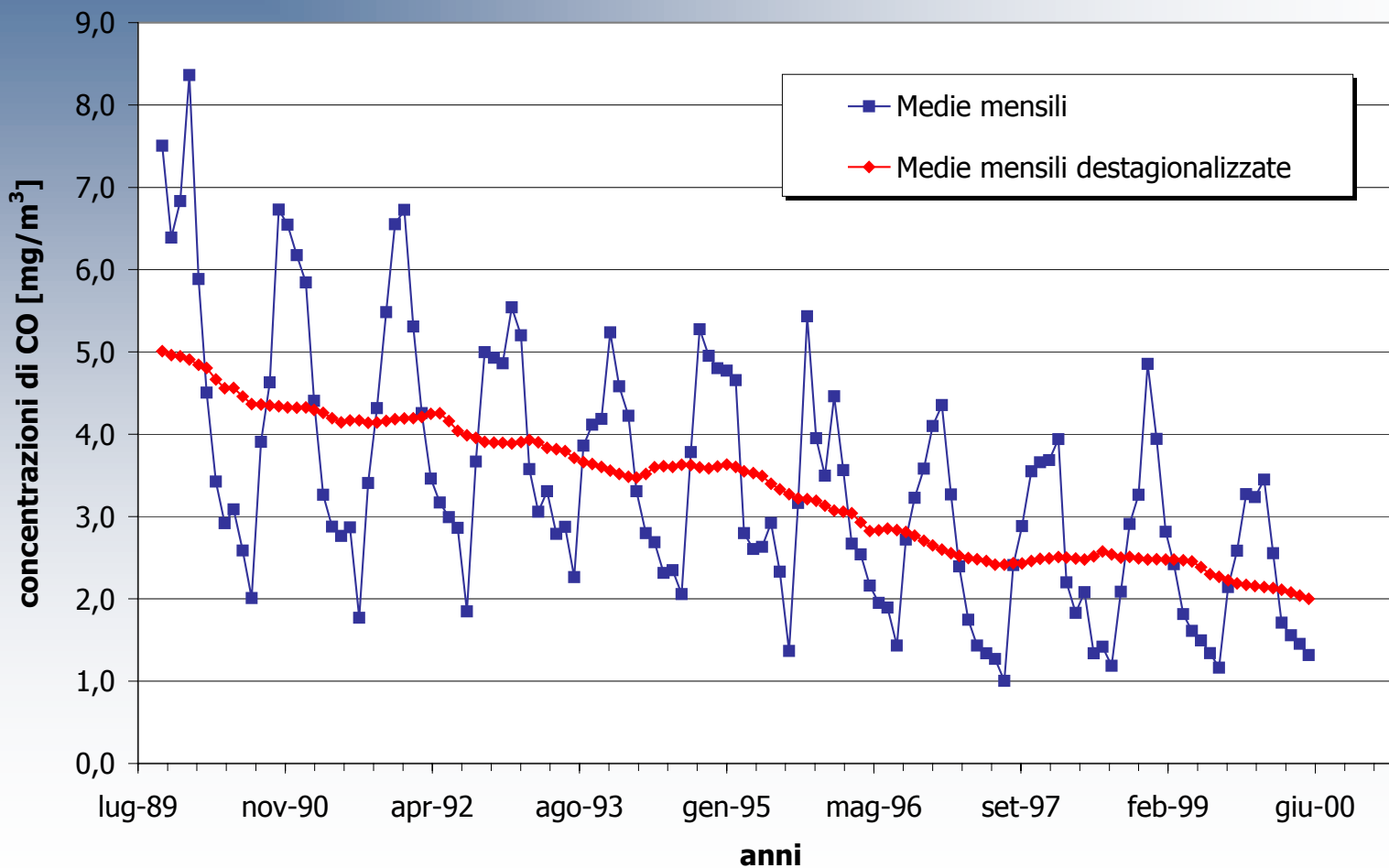
SO₂ - Emissioni da traffico annue



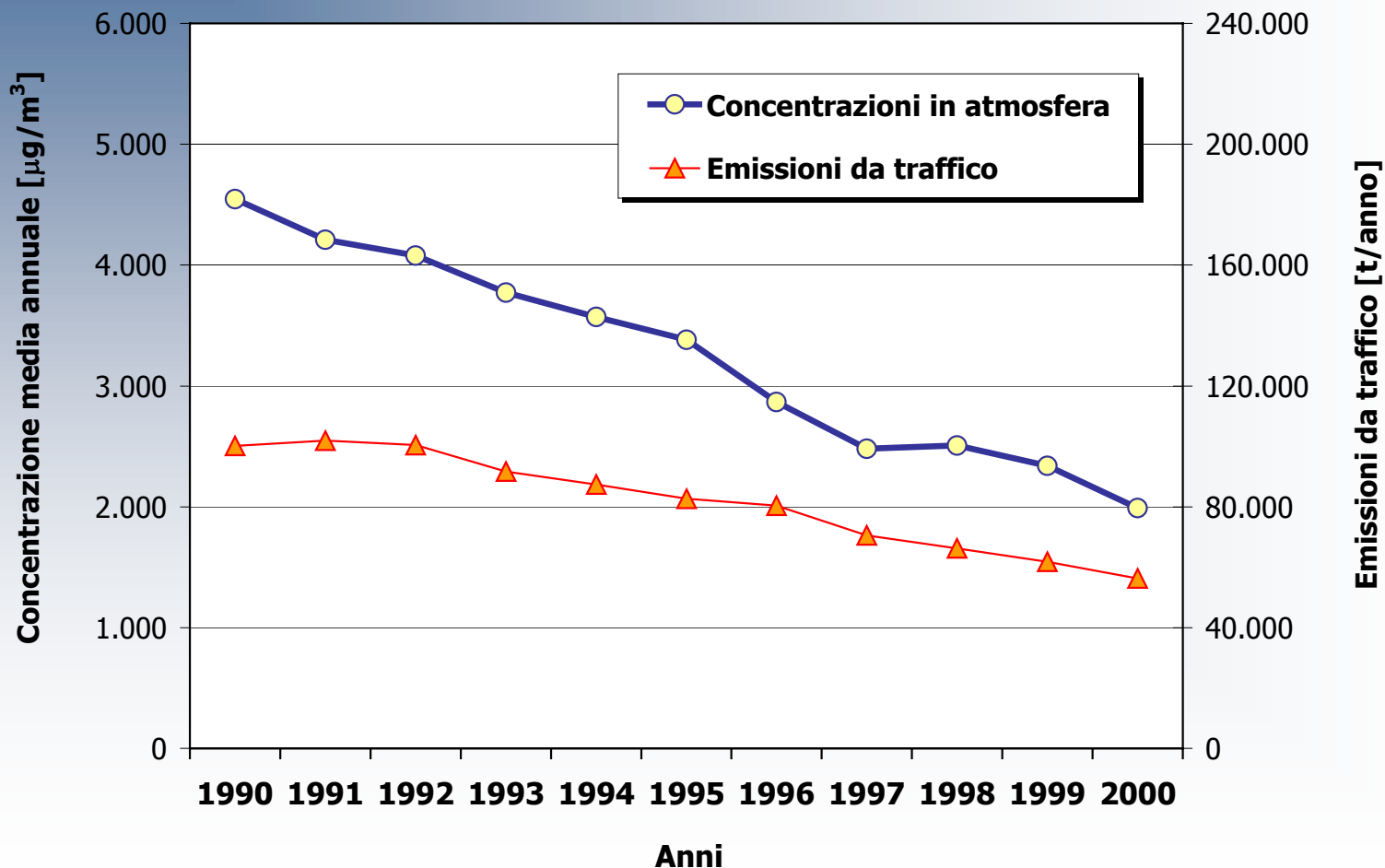
QUALITA' DELL'ARIA - Rete di monitoraggio



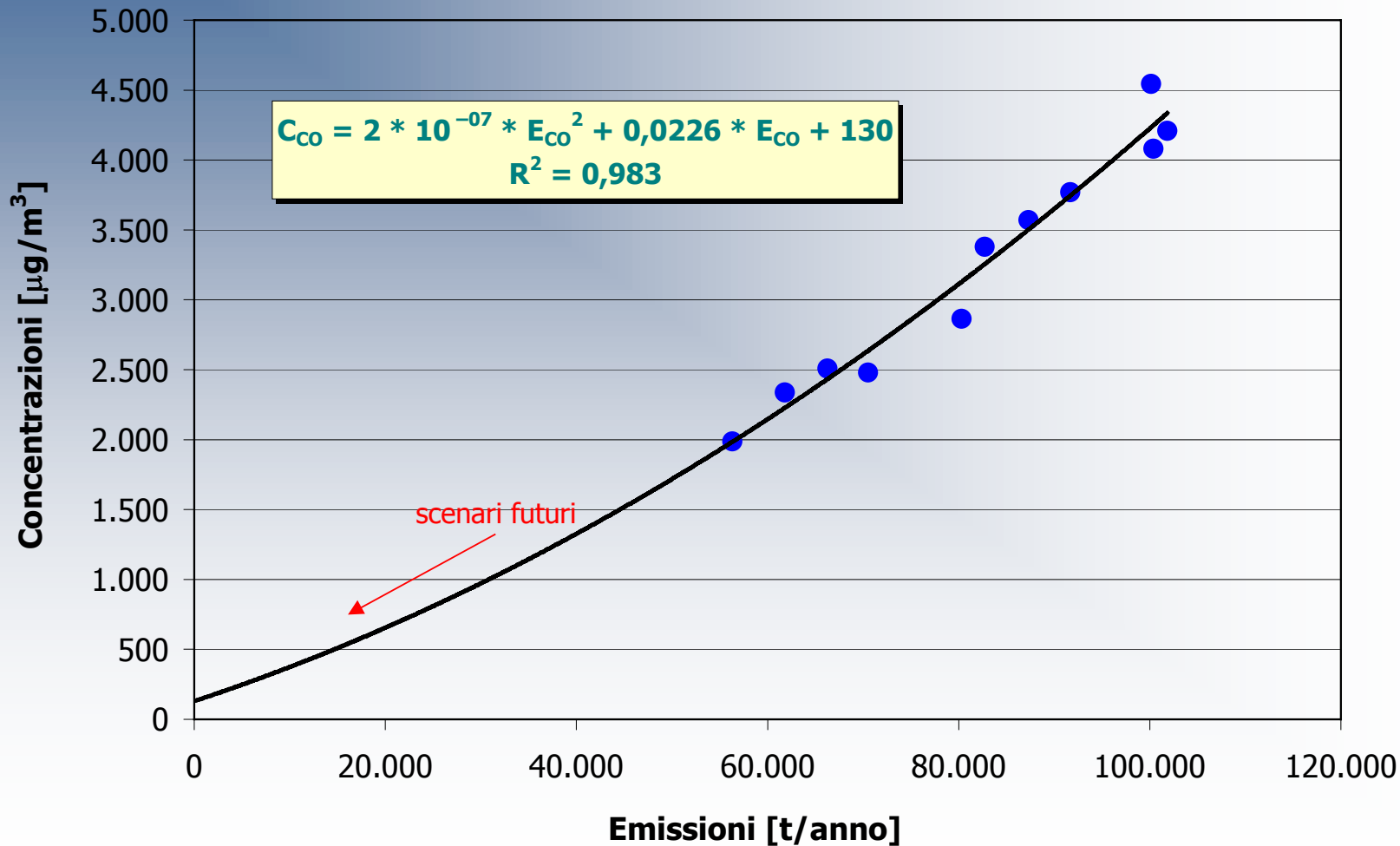
QUALITA' DELL'ARIA - Concentrazioni destagionalizzate



Monossido di carbonio (CO)



Modello per il monossido di carbonio (CO)

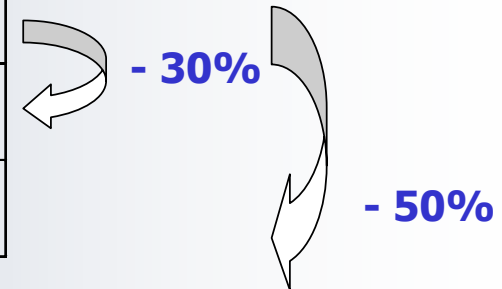


CO - Efficacia della riduzione emissioni sulle concentrazioni

$$dC_{CO}/dE_{CO} = 4 \cdot 10^{-07} \cdot E_{CO} + 0,0226$$

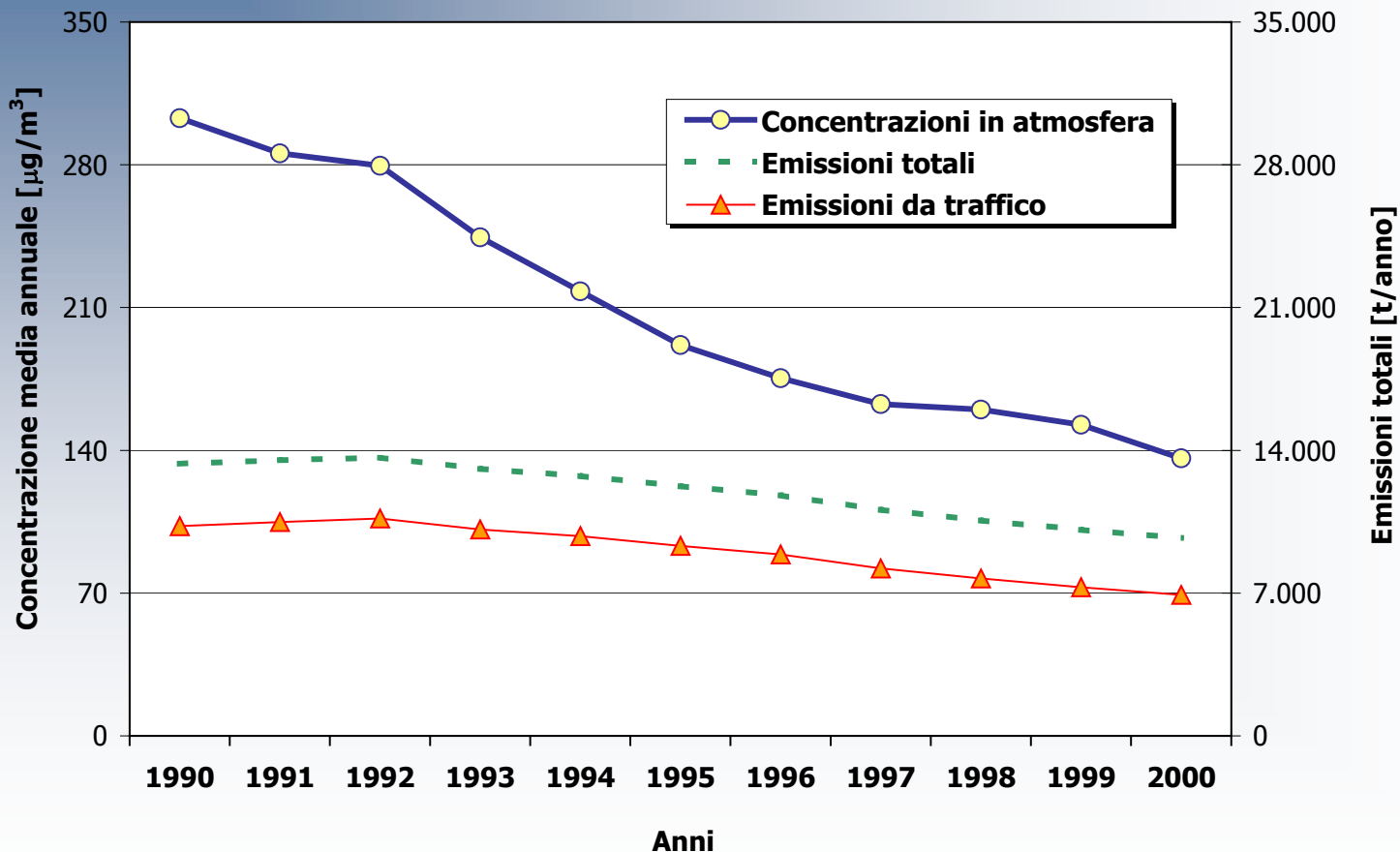
anno	E_{CO} [t]
1990	100.000
2000	56.000
scenario	20.000

ΔC_{CO} [$\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]
63
45
31

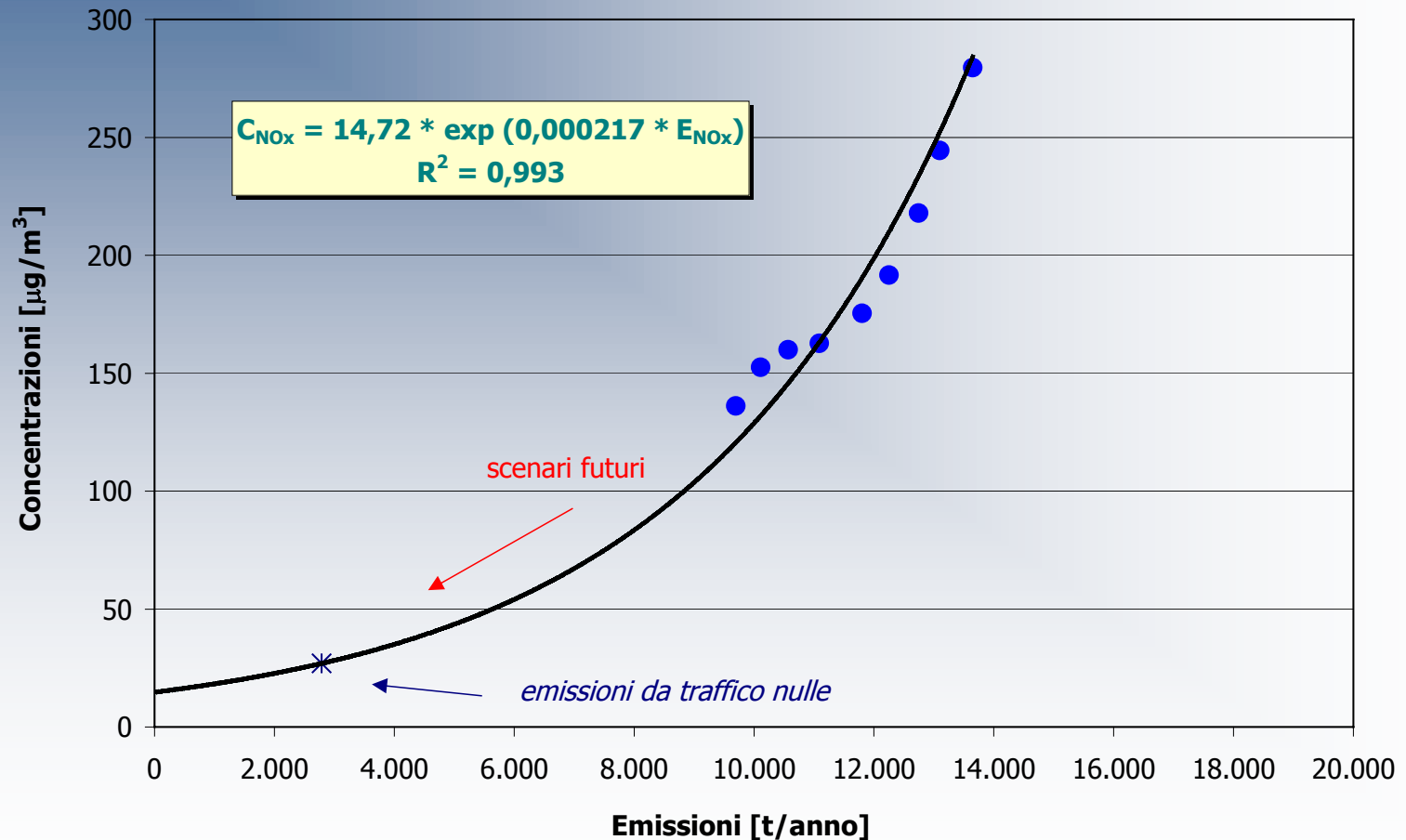


$$\Delta E_{CO} = 1 \text{ kt}$$

Ossidi di Azoto (NOx)



Modello per gli ossidi di azoto (NOx)

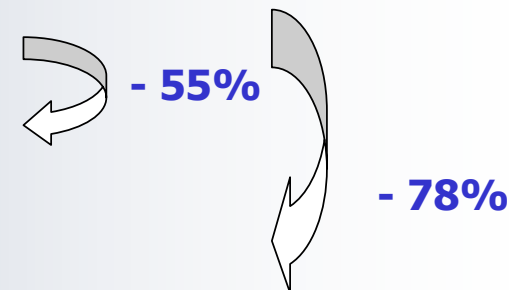


NOx - Efficacia della riduzione emissioni sulle concentrazioni

$$dC_{NOx}/dE_{NOx} = 14,72 \cdot 0,000217 \cdot \exp(0,000217 \cdot E_{NOx})$$

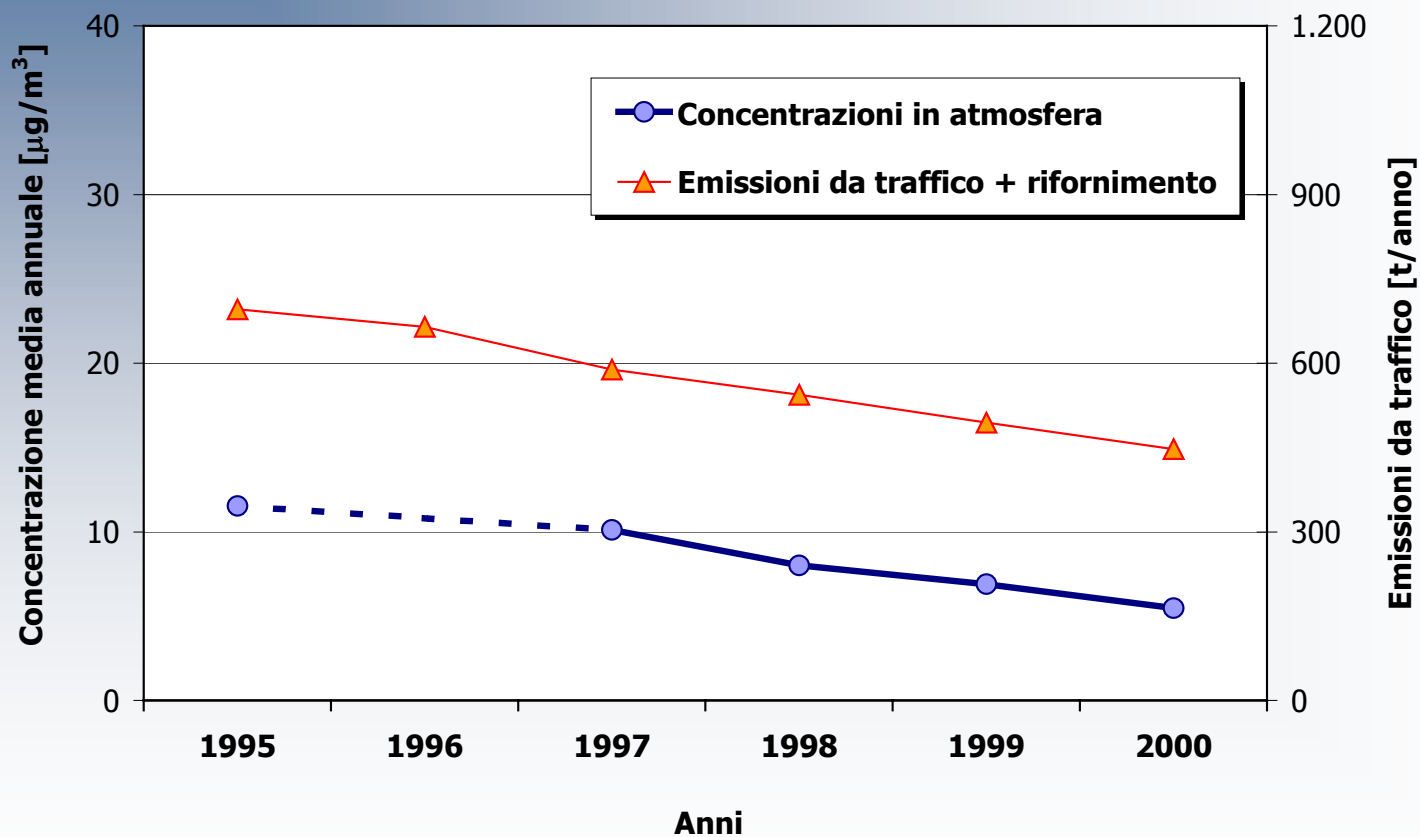
anno	E_{NOx} [t]
1990	13.000
2000	9.700
scenario	6.400

ΔC_{NOx} [$\mu g \cdot m^{-3}$]
58
26
12

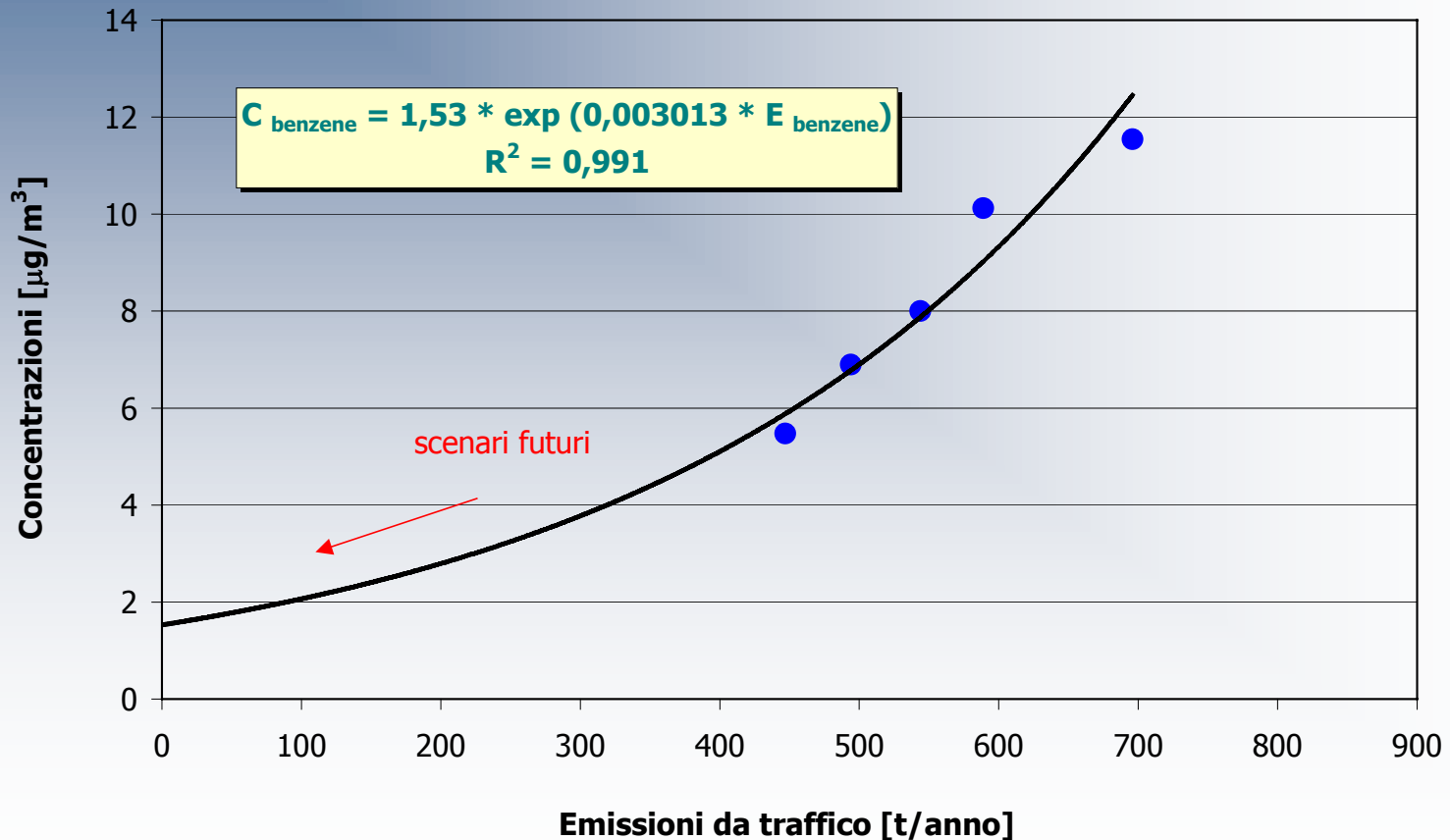


$$\Delta E_{NOx} = 1 \text{ kt}$$

Benzene (C_6H_6)



Modello per il BENZENE (C₆H₆)

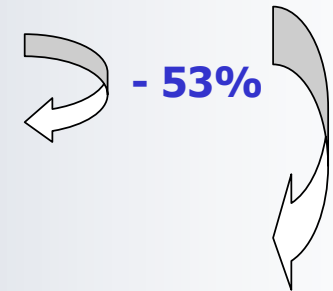


C_6H_6 - Efficacia della riduzione emissioni sulle concentrazioni

$$dC_{C_6H_6}/dE_{C_6H_6} = 0,0046 \cdot \exp(0,003013 \cdot E_{C_6H_6})$$

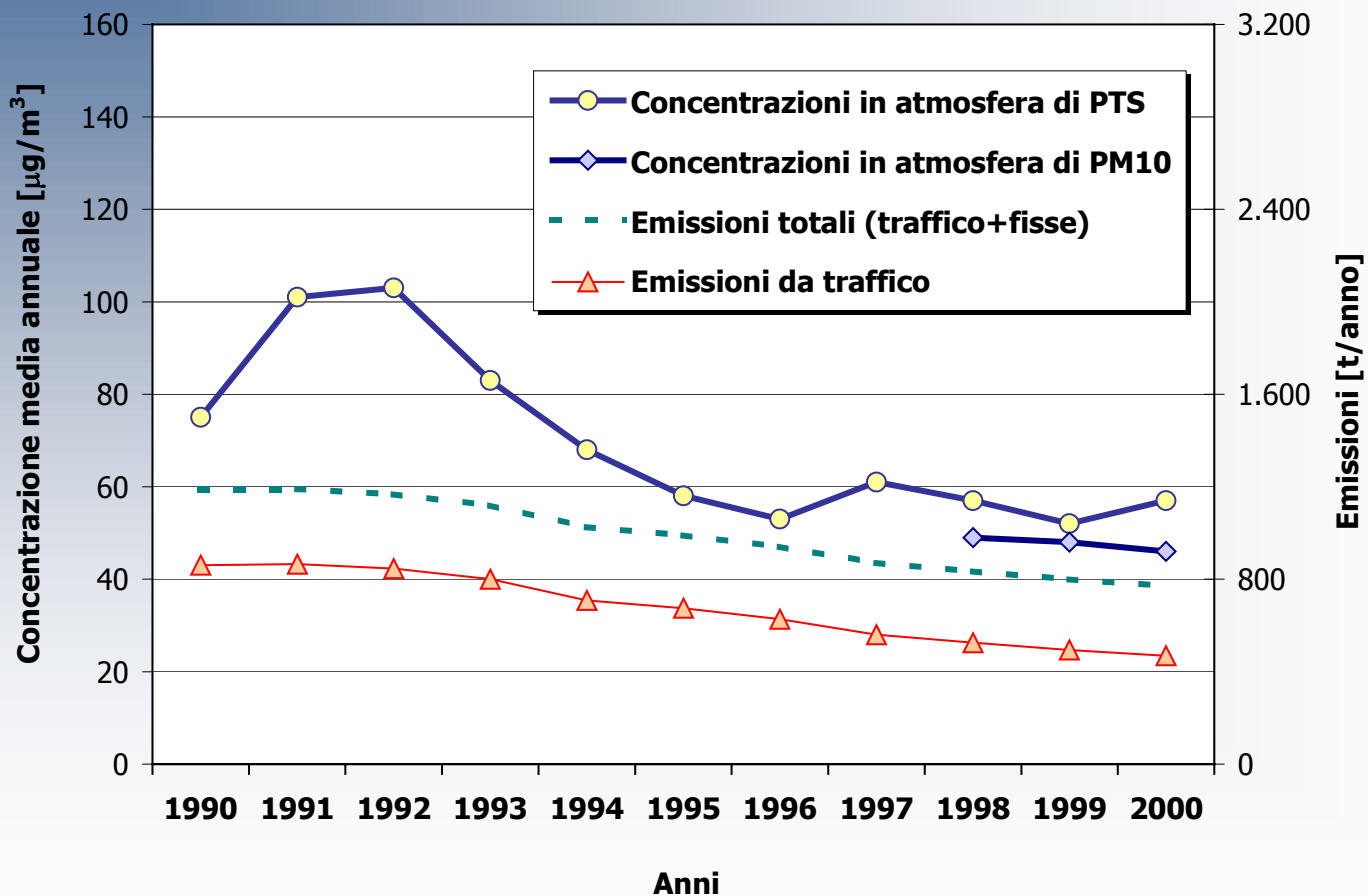
anno	$E_{C_6H_6}$ [t]
1995	700
2000	450
scenario	200

$\Delta C_{C_6H_6}$ [$\mu g \cdot m^{-3}$]
0,38
0,18
0,08

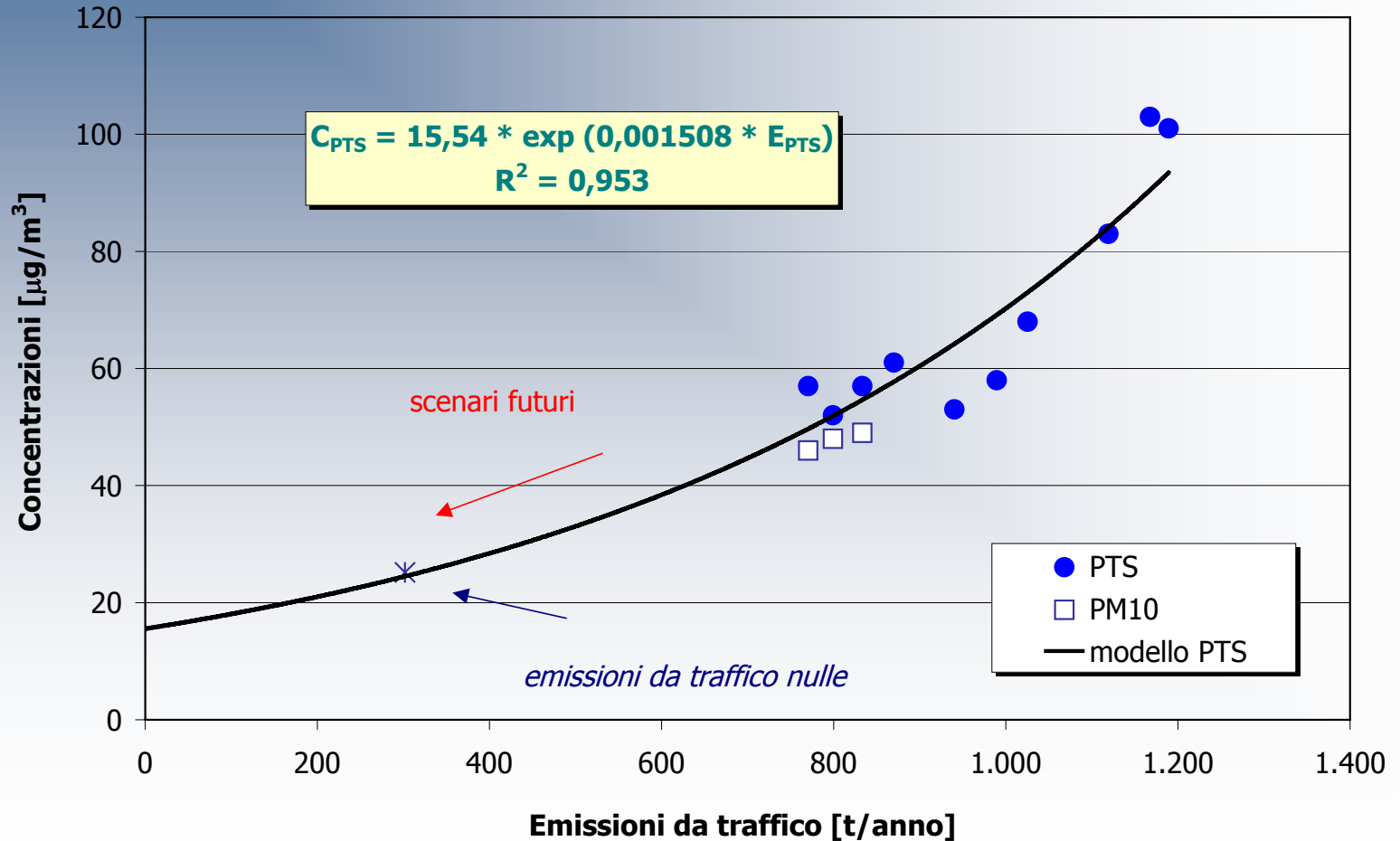


$$\Delta E_{C_6H_6} = 10 \text{ t}$$

Particolato totale e PM₁₀



Modello per il PARTICOLATO (PTS)

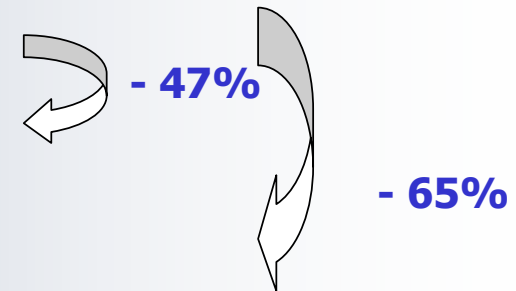


PTS - Efficacia della riduzione emissioni sulle concentrazioni

$$dC_{PTS}/dE_{PTS} = 0,0234 \cdot \exp(0,001508 \cdot E_{PTS})$$

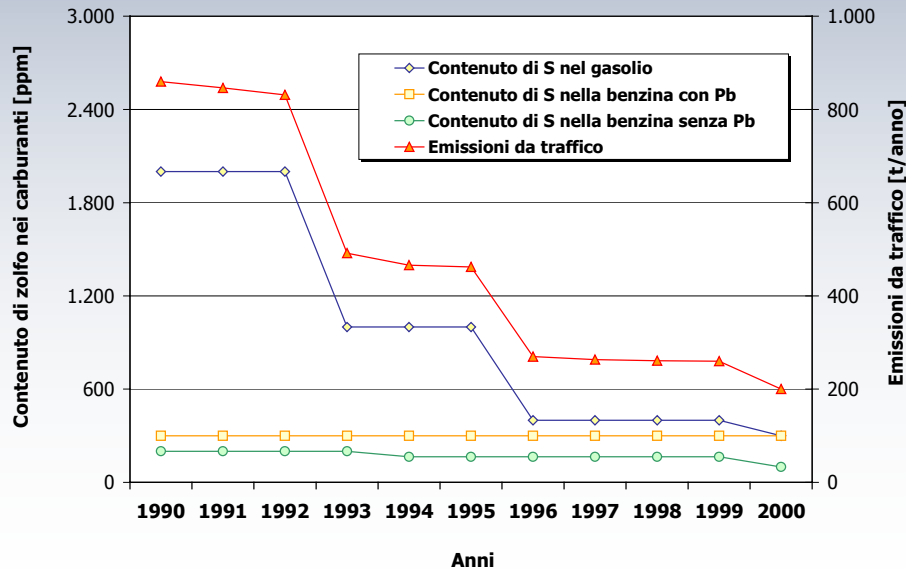
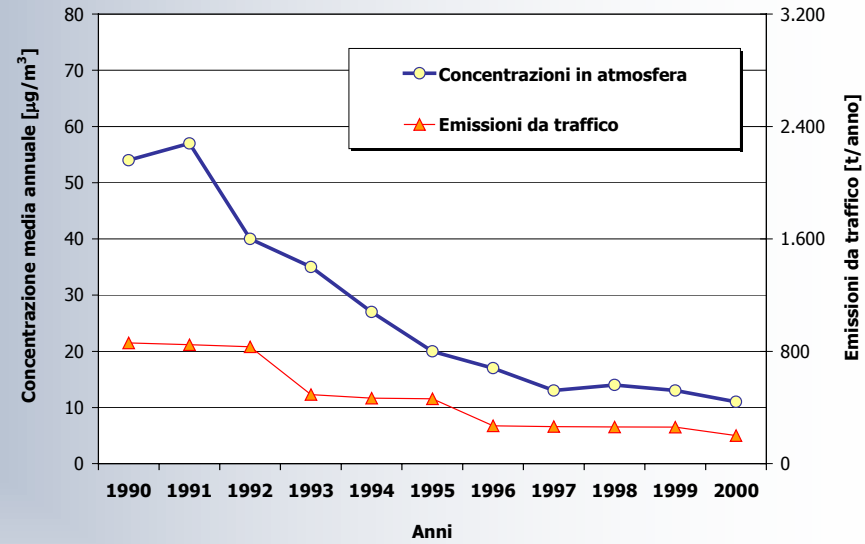
anno	E_{PTS} [t]
1990	1200
2000	800
scenario	500

ΔC_{PTS} [$\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]
14
7,5
5,0



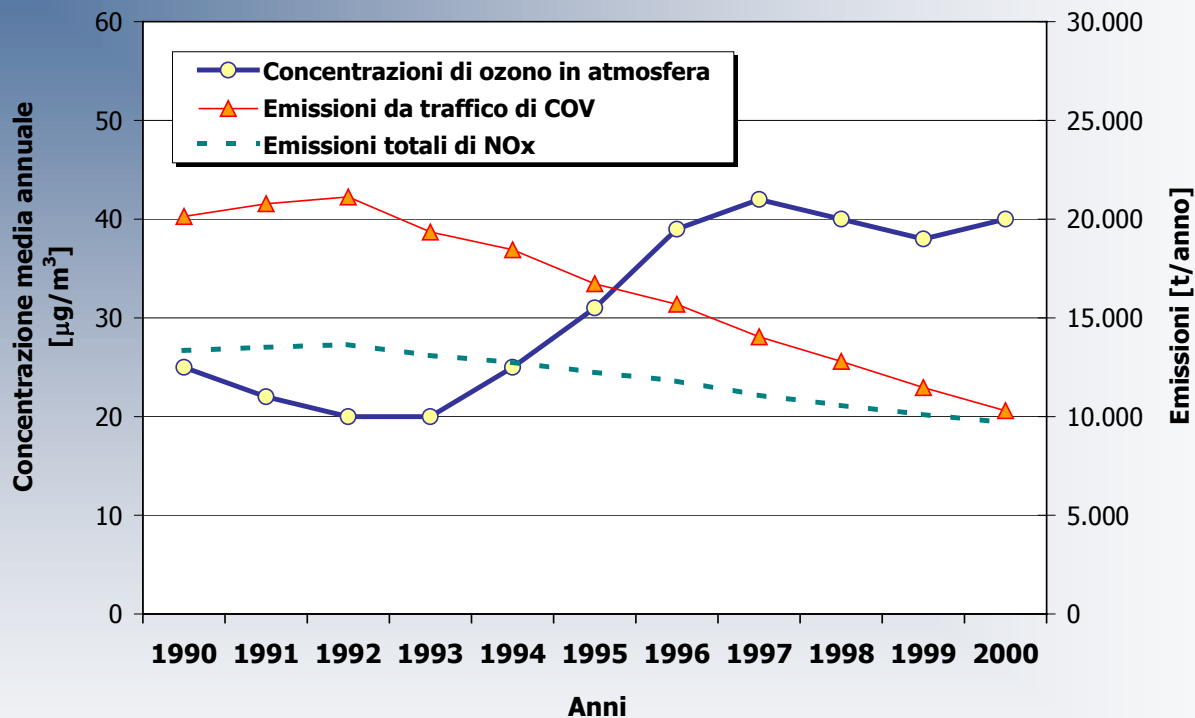
$$\Delta E_{PTS} = 100 \text{ t}$$

Biossido di zolfo (SO₂)



- Ruolo delle fonti fisse
- Contenuto di S nei carburanti

Ozono (O₃)



- Area 'COV limitata'
- Riduzione disponibilità NO locale
- Ruolo sorgenti fisse e naturali su COV reattivi
- Scala spaziale del problema Ozono

CONCLUSIONI / 1

OBIETTIVO DELLO STUDIO

Fornire **strumenti di supporto**
per la **gestione della QUALITÀ DELL'ARIA** nella **Città di MILANO**
con particolare riferimento al ruolo del **traffico veicolare**

METODOLOGIA DI LAVORO

Analisi del sistema emissioni - qualità dell'aria

Area urbana di Milano = modello fisico in scala reale



**Studio 'a posteriori' dei trend
delle emissioni e della qualità dell'aria**

CONCLUSIONI / 2

RISULTATI

- **Serie storica delle emissioni da traffico** per la **Città di Milano** nel periodo **1990-2000**
- **Analisi dei trend di qualità dell'aria** e delle **emissioni complessive** nel periodo **1990-2000**



- **Modelli empirici** per la descrizione del **rapporto emissioni-qualità dell'aria** nell'area di studio con cui **valutare l'effetto di scenari di emissioni** associati agli schemi di intervento praticabili **in futuro** (es. rispetto delle nuove Direttive UE)