



# L'aria in Piemonte. Dati, andamenti e studi

Angelo Robotto  
Direttore Generale Arpa Piemonte

27 ottobre 2022



# 12 inquinanti con valori di riferimento stabiliti dalla normativa



9 inquinanti che rispettano  
i limiti su tutto il territorio regionale

- biossido di zolfo
- monossido di carbonio
- Benzene
- PM 2,5
- piombo nel PM10
- arsenico nel PM10
- cadmio nel PM10
- nichel nel PM10
- Benzo(a)pirene nel PM10



3 inquinanti che superano uno o più  
dei limiti previsti in una o  
Più aree del territorio regionale

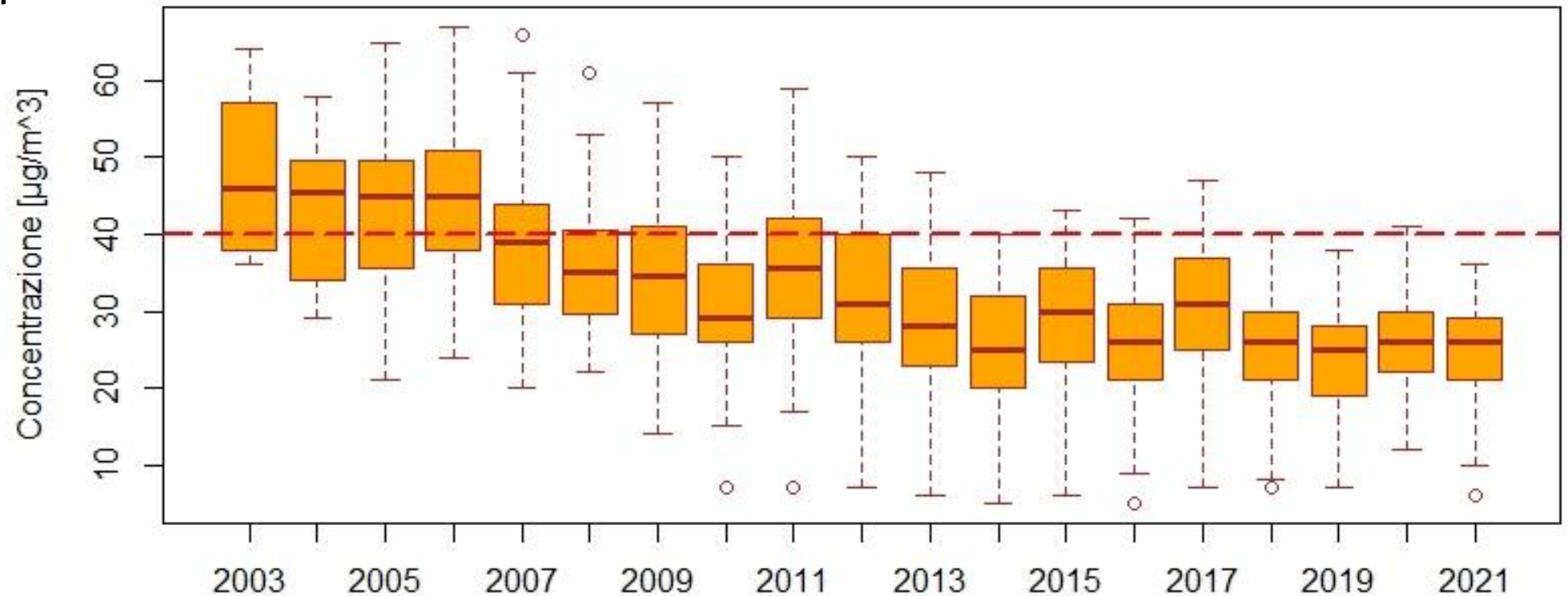
- PM10
- biossido di azoto
- Ozono



# PM10 - media annuale

Periodo 2003 - 2021

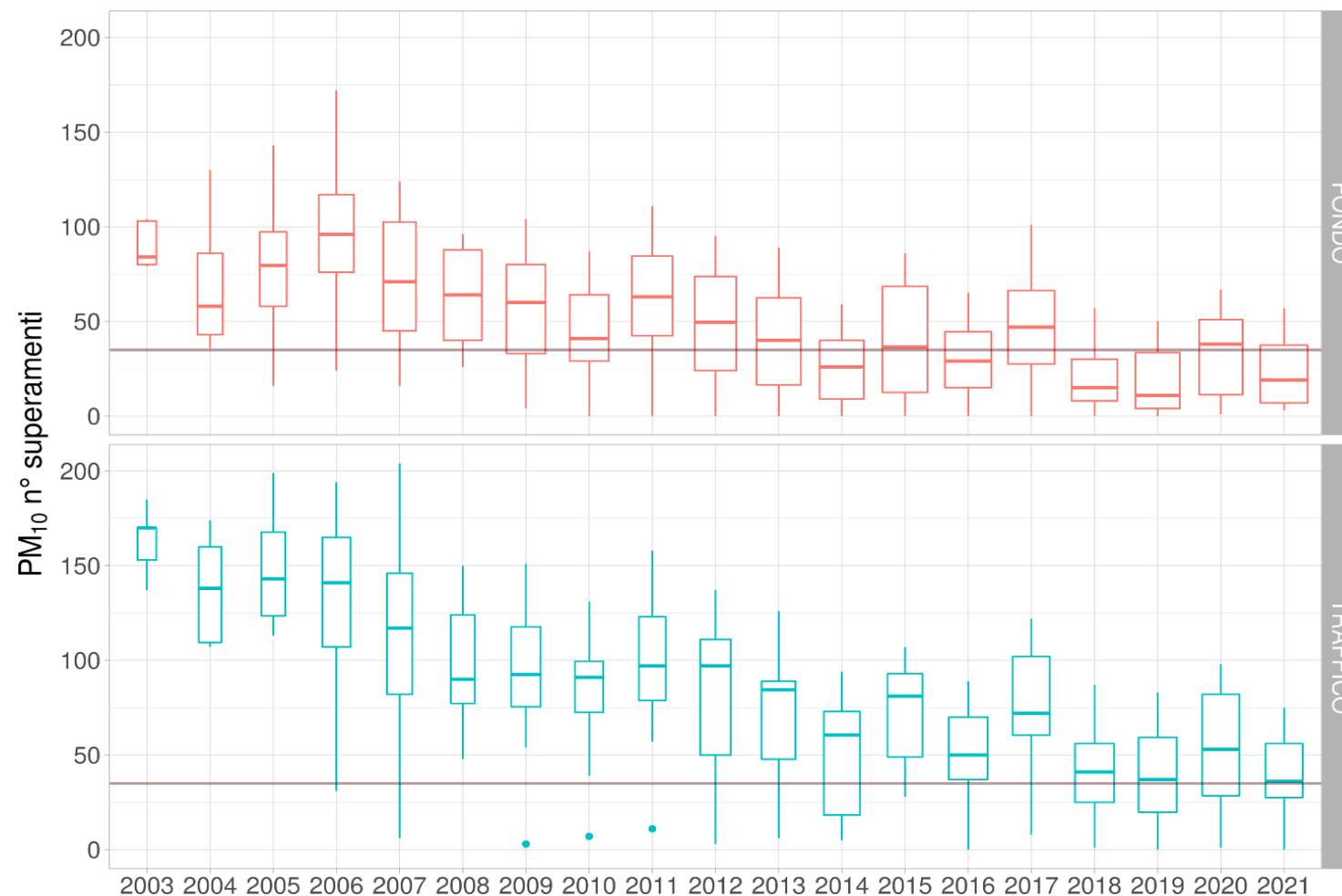
PM10: boxplot della media annuale di tutte le stazioni regionali





# PM10 – numero giorni superamento valore limite

Periodo 2003 - 2021

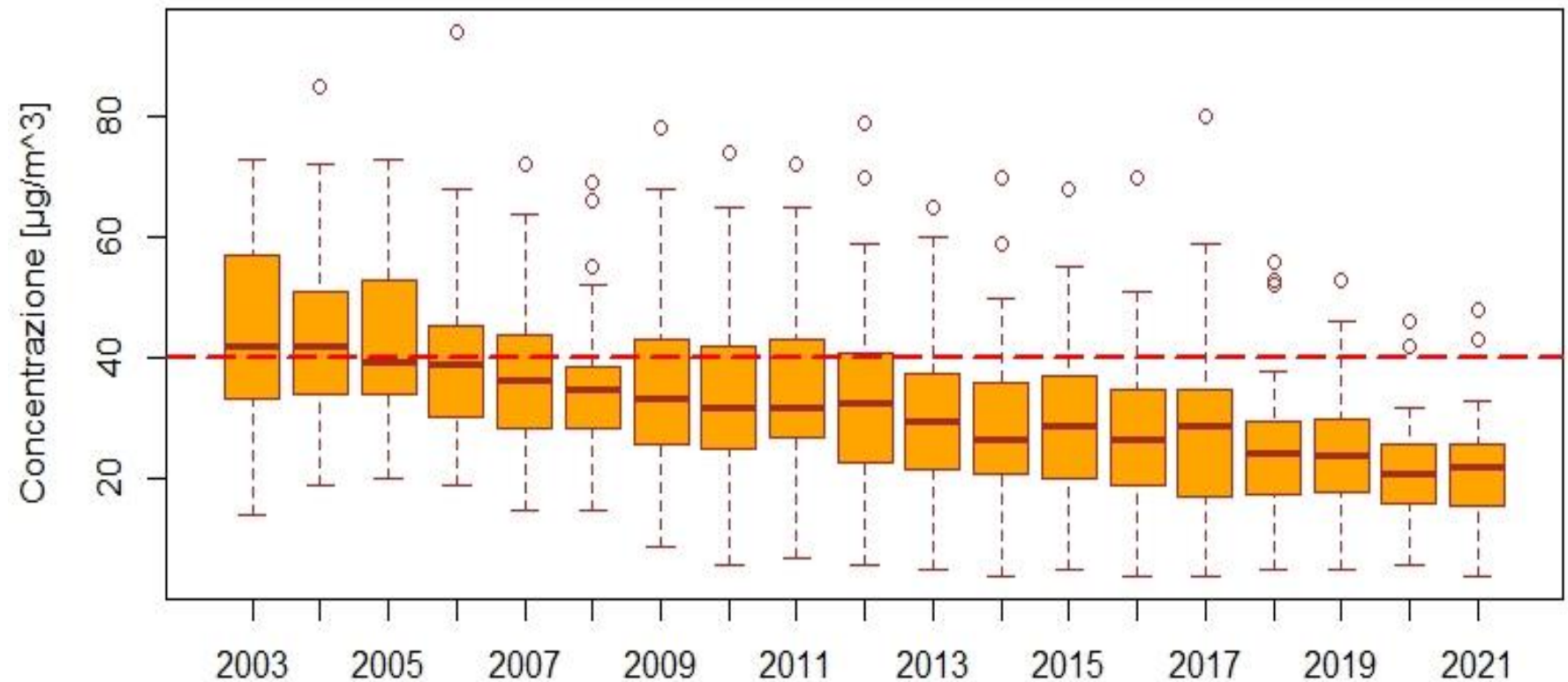




# Biossido di azoto – medie annuali

Periodo 2003 - 2021

NO<sub>2</sub>: boxplot della media annuale di tutte le stazioni regionali



# La qualità dell'aria in Piemonte 2022 – anticipazioni

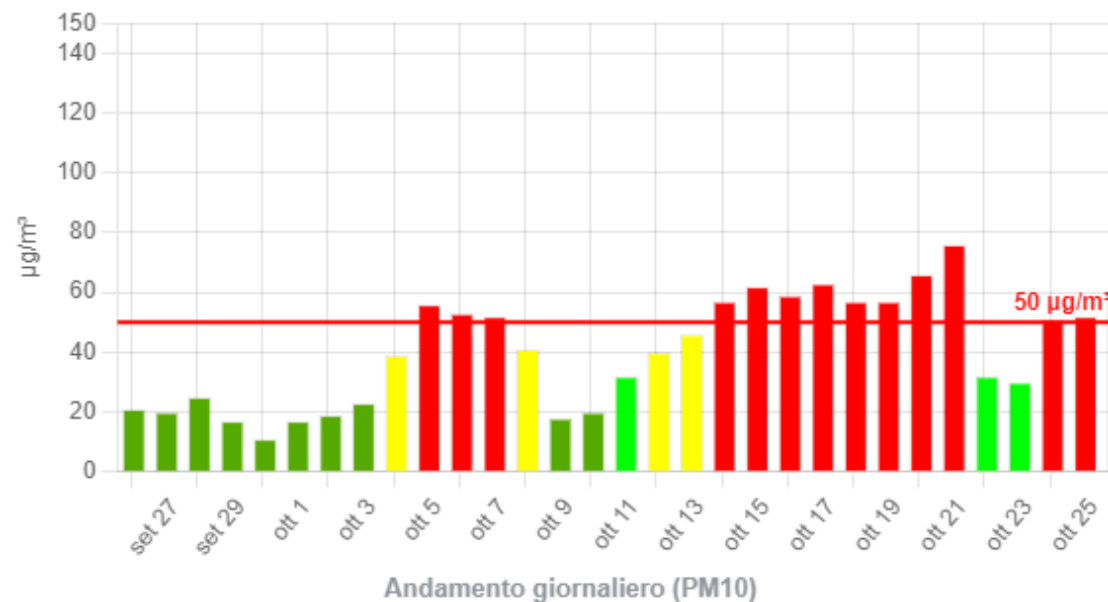
## REPORT giornaliero PM10 al 27/10/2022

| Stazione   | media | n. giorni superamenti |
|------------|-------|-----------------------|
| Lingotto   | 33    | 61                    |
| Rebaudengo | 35    | 64                    |
| Rubino     | 28    | 29                    |

Torino Grassi al 3 ottobre scorso aveva 69 superamenti. A differenza delle altre stazioni citate che dispongono di misuratori automatici disponibili in continuo, il dato della stazione Torino Grassi è aggiornato al 3 ottobre in quanto dati rilevati con campionatori gravimetrici sono determinati con analisi di laboratorio che richiede tempistiche di produzione del dato più lungo.

## TORINO REBAUDENGO Ultimo mese

### ULTIMO MESE





## Article

# Improving Air Quality Standards in Europe: Comparative Analysis of Regional Differences, with a Focus on Northern Italy

Angelo Robotto <sup>1</sup>, Secondo Barbero <sup>1</sup>, Pierangiola Bracco <sup>2</sup> , Roberto Cremonini <sup>1</sup>, Marco Ravina <sup>3</sup>   
and Enrico Brizio <sup>1,\*</sup>

- <sup>1</sup> Environmental Protection and Research Agency of Piedmont (Arpa Piemonte), 10135 Torino, Italy; a.robotto@arpa.piemonte.it (A.R.); s.barbero@arpa.piemonte.it (S.B.); r.cremonini@arpa.piemonte.it (R.C.)  
<sup>2</sup> Department of Chemistry, University of Torino, 10125 Torino, Italy; pierangiola.bracco@unito.it  
<sup>3</sup> Department of Environmental Engineering, Turin Polytechnic, 10129 Torino, Italy; marco.ravina@polito.it  
\* Correspondence: e.brizio@arpa.piemonte.it; Tel.: +39-0171-329266

**Abstract:** The study reports a consistent comparison of emission inventories, concentration trends, and PM source apportionment in different European regions and, mostly, a thorough investigation of meteorological parameters influencing atmospheric pollutants' dispersion. The study focuses on the reasons why Northern Italy still has difficulties complying with EU air quality standards for PM<sub>10</sub> and NO<sub>2</sub>, despite strong emission reductions. The study demonstrates that, in the colder seasons, wind speed, PBL height, and atmospheric pressure in the Po basin are three to five times less efficient at diluting and dispersing pollutants than those occurring in regions north of the Alps. Since air quality standards aim at countering health impacts, it is advisable to consider atmospheric particulate toxicity in addition to PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub> mass concentration as a limit value. A discussion is reported about PM toxicity factors depending on source-specific aerosols and PM composition. We obtained PM toxicity factors that can vary by 10 times (according to carbonaceous content) across Europe, suggesting that, even at the same mass concentration, the effects of PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub> on human health are significantly variable. Modern PM source apportionment and reliable toxicity and epidemiological analyses represent the correct tools to build a new consistent health metric for ambient PM.

**Keywords:** air quality; emission inventory; PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub> toxicity; planetary boundary layer height; PM source apportionment; health protection



**Citation:** Robotto, A.; Barbero, S.; Bracco, P.; Cremonini, R.; Ravina, M.; Brizio, E. Improving Air Quality Standards in Europe: Comparative Analysis of Regional Differences, with a Focus on Northern Italy. *Atmosphere* **2022**, *13*, 642. <https://doi.org/10.3390/atmos13050642>

Academic Editor:  
Alexandra Monteiro

Received: 18 March 2022  
Accepted: 14 April 2022  
Published: 19 April 2022

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

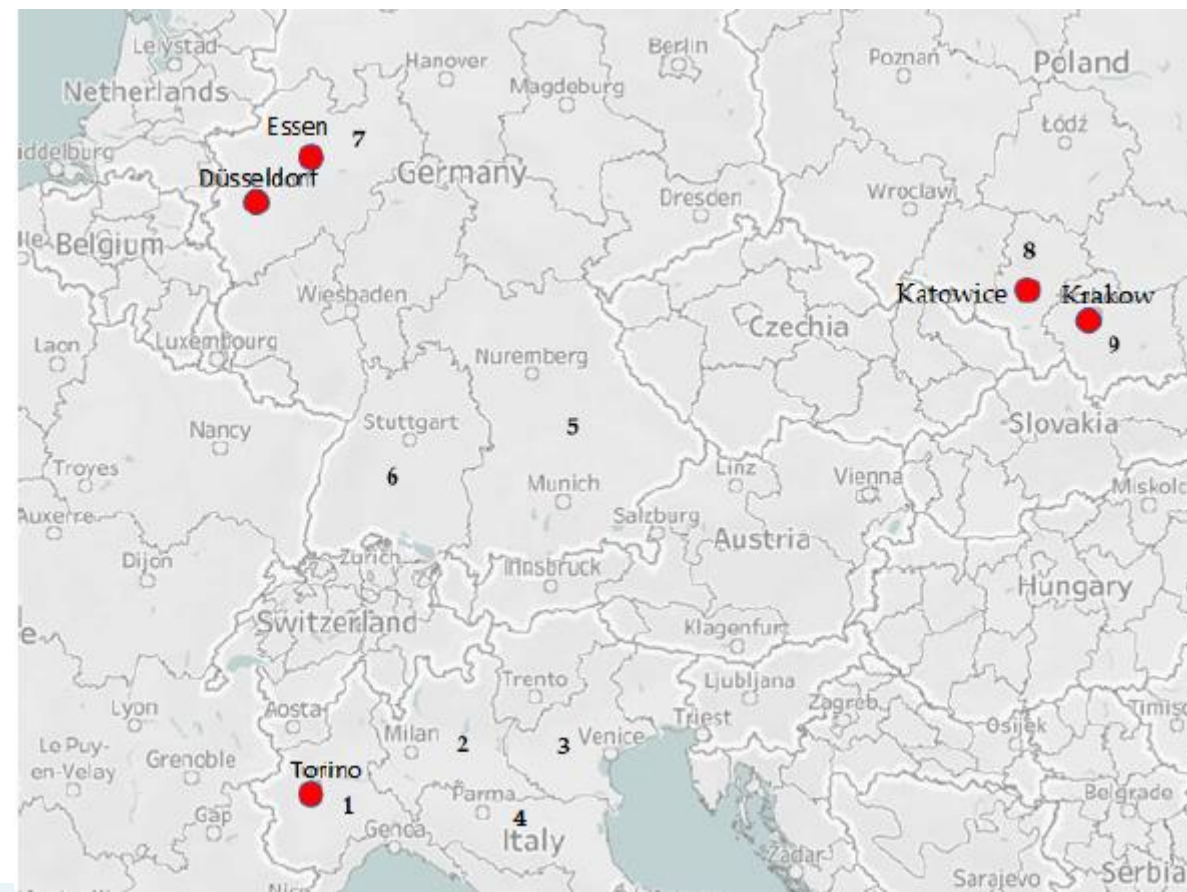
# Qualità dell'aria: regioni europee a confronto

Una migliore qualità dell'aria ha portato a una significativa riduzione delle morti premature nell'ultimo decennio in Europa, poiché le emissioni di molti inquinanti sono diminuite considerevolmente: le emissioni di ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>) del 76%, di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) del 42%, di composti organici volatili (NMVOC) del 29% e di PM<sub>2,5</sub> del 29%. Nonostante questo le regioni della pianura padana hanno **ancora difficoltà a rispettare gli standard** di qualità dell'aria dell'UE.

Arpa Piemonte, ha effettuato **un confronto tra diverse regioni in Italia, Germania e Polonia sullo stato di qualità dell'aria**, indagando le emissioni, i parametri meteorologici che influenzano la dispersione e il trasporto degli inquinanti atmosferici e valutando la tossicità del particolato atmosferico sulla base dei recenti dati sulla composizione analitica del PM (Source Apportionment).

Regioni europee oggetto di studio:

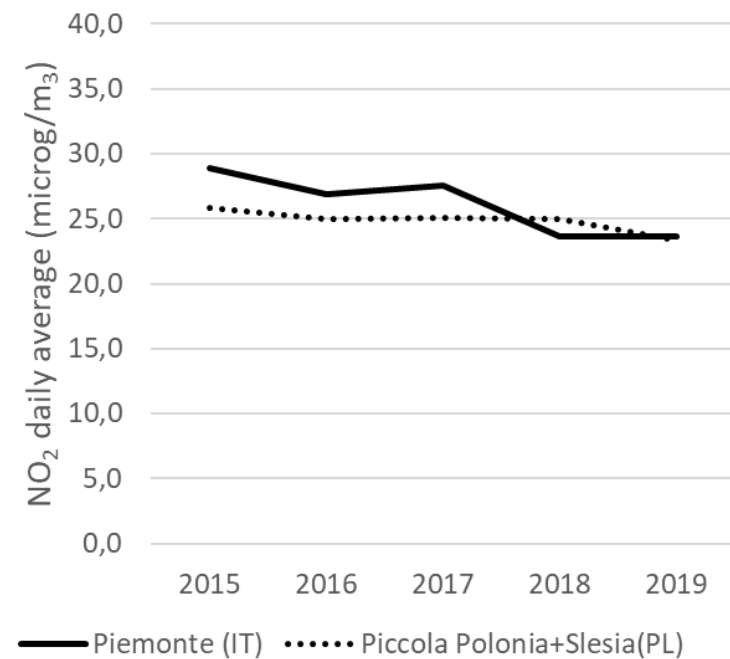
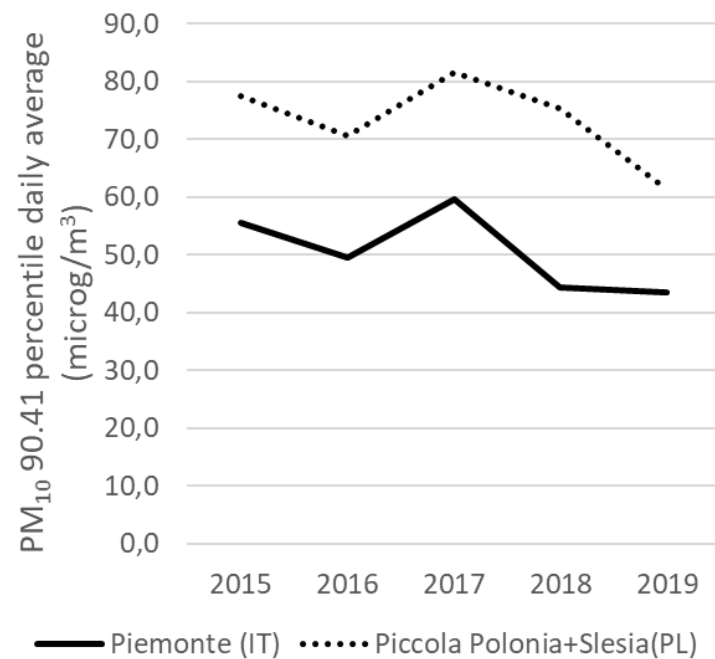
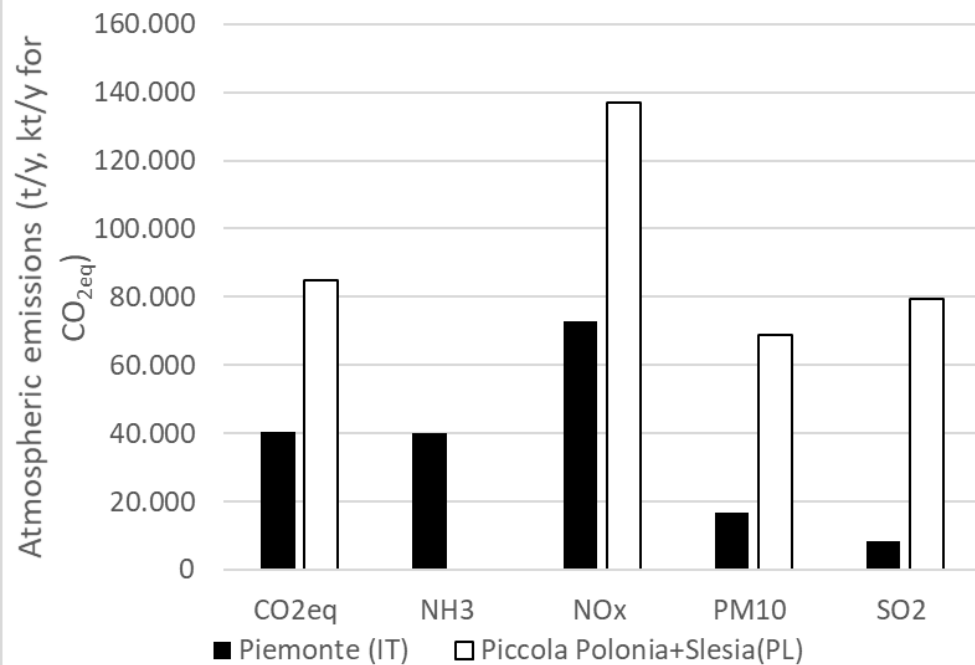
in Italia (1 Piemonte, 2 Lombardia, 3 Veneto, 4 Emilia Romagna),  
Germania (5 Baviera, 6 Baden-Württemberg, 7 Renania settentrionale-Vestfalia) e  
Polonia (8 Slesia, 9 Piccola Polonia).





# Qualità dell'aria in Europa: una analisi comparativa

## Piemonte (IT) vs Polonia del Sud (PL)



Le regioni meridionali della Polonia con una superficie complessiva pari a quella del Piemonte hanno emissioni importanti di PM<sub>10</sub> (4 volte superiori al Piemonte), SO<sub>2</sub> (10 volte superiori), NO<sub>x</sub> (il doppio di quelli piemontesi). Nonostante le maggiori emissioni, le concentrazioni di PM<sub>10</sub> sono solo del 45% più alte in Polonia rispetto al Piemonte e l'NO<sub>2</sub> è mediamente inferiore a quello rilevato in Piemonte.

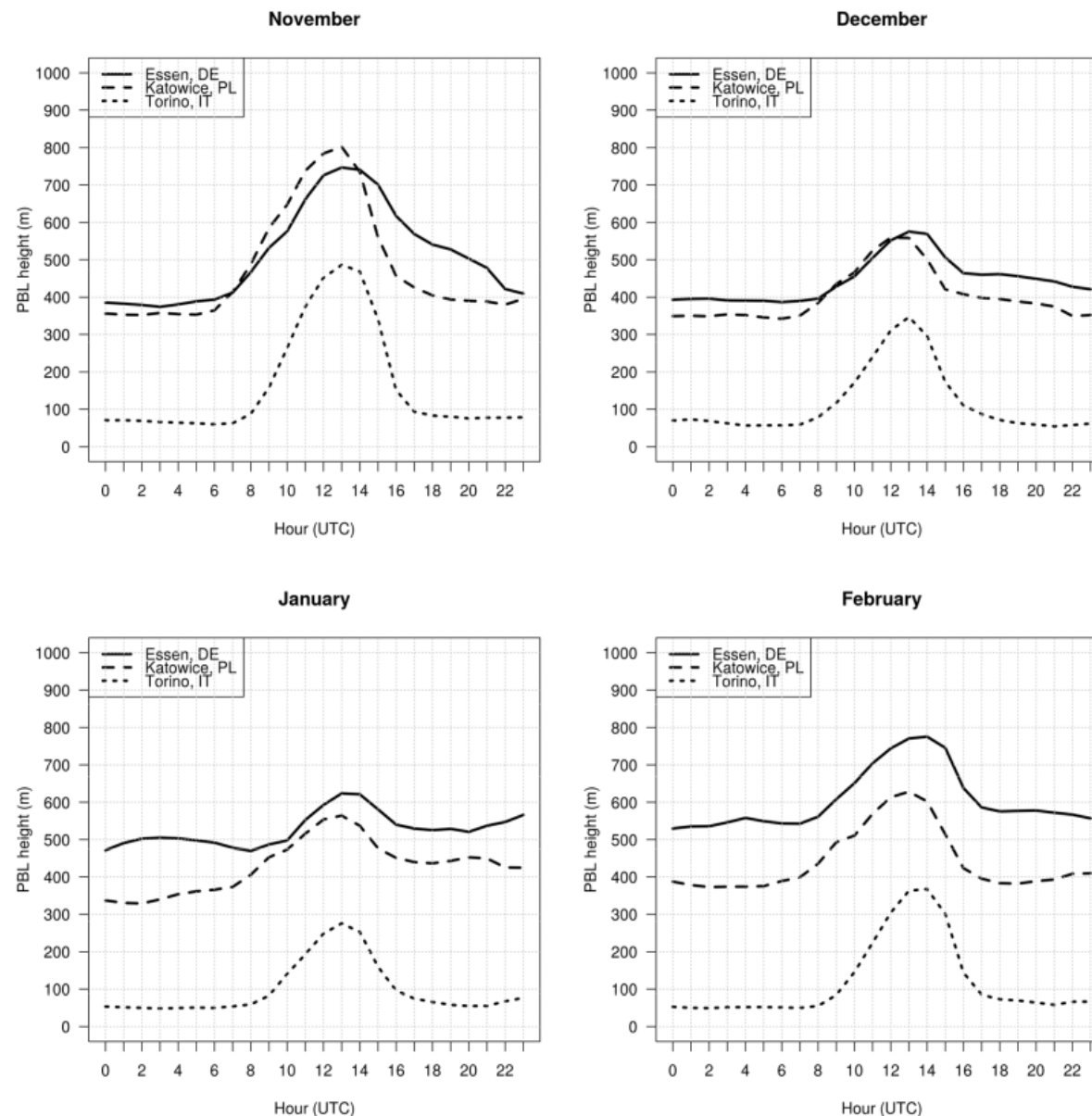


# Influenza del meteo sulla qualità dell'aria

## Altezza dello strato rimescolato (PBL)

L'altezza del PBL (altezza strato di rimescolamento) è inversamente proporzionale alla concentrazione di  $PM_{10}$ : le concentrazioni di  $PM_{10}$  superiori a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  si verificano a Torino quando l'altezza del PBL è inferiore a 200 m in condizioni atmosferiche stabili.

Tra novembre e febbraio (valori medi dal 1979 al 2020), l'altezza del PBL a Torino è circa 4-5 volte più bassa rispetto a Essen (DE) e Katowice (PL). Vale a dire che il volume in cui gli inquinanti emessi possono diluirsi in Pianura Padana è in media 4-5 volte più piccolo che nel Nord Europa.





# Influenza del meteo sulla qualità dell'aria

## La velocità del vento

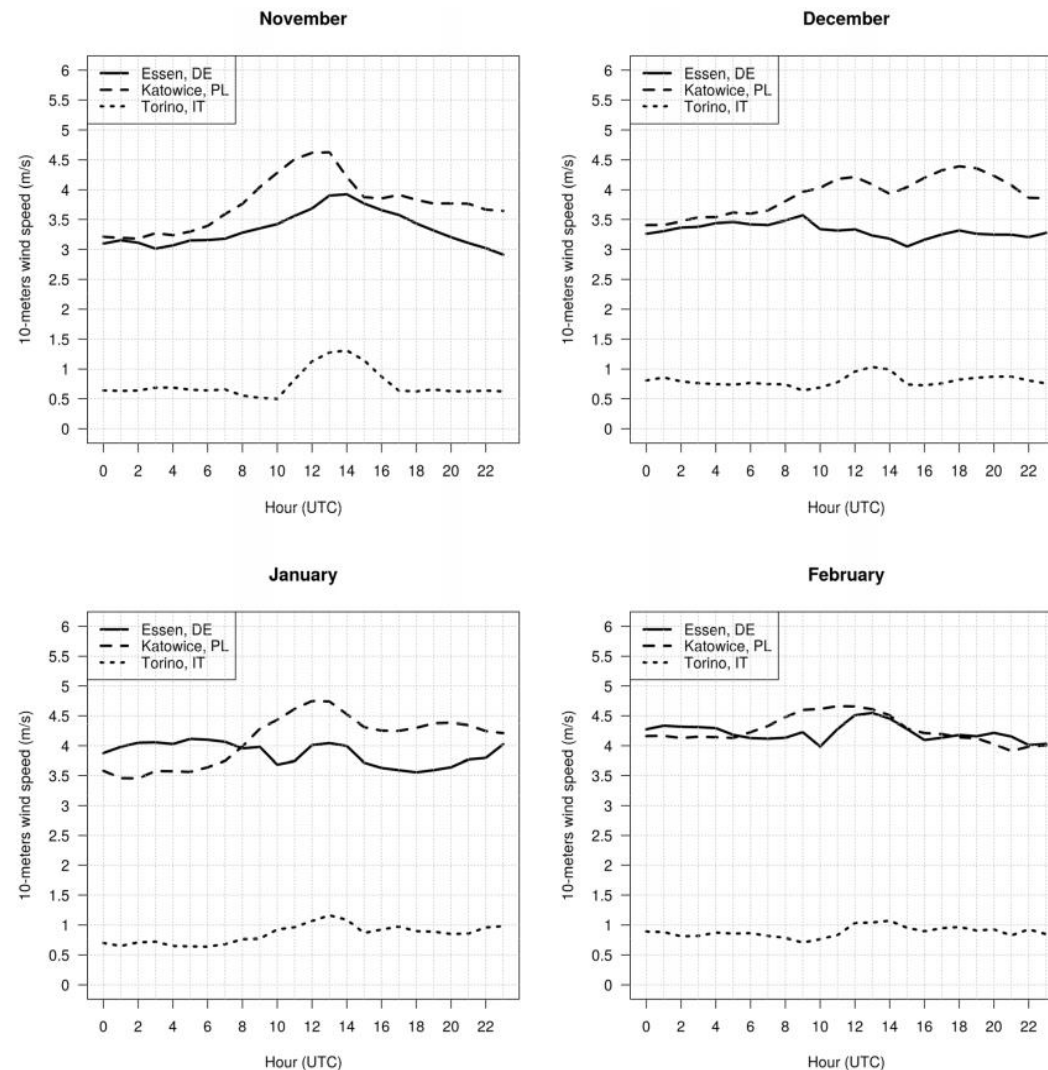
Confronto della velocità del vento (a 10 m dal suolo) nelle tre aree.

La velocità media del vento a Torino è sempre compresa tra 0,5 e 1 m/s, mentre a Essen (DE) o Katowice (PL), la velocità è in media da tre a cinque volte superiore.

Il rapporto tra concentrazioni di inquinanti in atmosfera e velocità del vento è inversamente proporzionale: **minore la velocità del vento, maggiore è l'inquinamento.**

Le riduzioni emissive necessarie per «stare» nei limiti con questi parametri meteorologici corrispondono a:

- annullare le emissioni totali di NO<sub>x</sub> di due regioni del Nord Italia, Piemonte ed Emilia Romagna, o della Baviera in Germania;
- cancellare le emissioni di PM<sub>10</sub> da Piemonte e Veneto, o da tutta l'Austria;
- eliminare le emissioni agricole del Veneto o dal Baden-Württemberg (fonte: progetto PREPAIR).





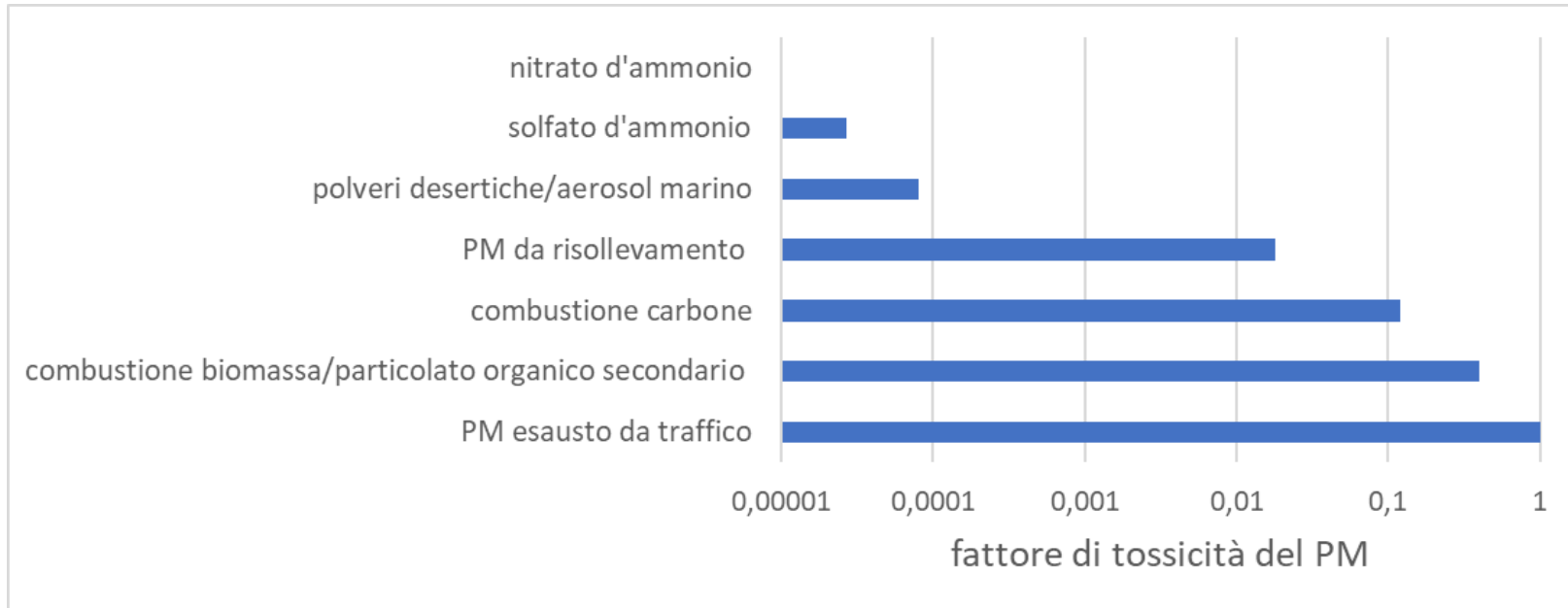
# Uno standard nuovo per il PM: la tossicità equivalente

Tuttavia, i componenti del particolato non sono tutti ugualmente dannosi per la salute e l'attuale metro di giudizio (solo in massa) non ne tiene conto.

Negli studi di Park del 2018 (pubblicato da Nature Scientific Report) il nitrato e solfato di ammonio hanno mostrato poca tossicità. A seguire le polveri del deserto, l'aerosol marino e le polveri da risollevarimento stradale.

È stata invece valutata una maggiore tossicità per il particolato carbonioso legato alla combustione, in particolare dai motori diesel e dalla combustione di biomassa.

I fattori di tossicità elaborati confermano quanto già riportato dall'OMS nel 2007, 2013 e 2021.



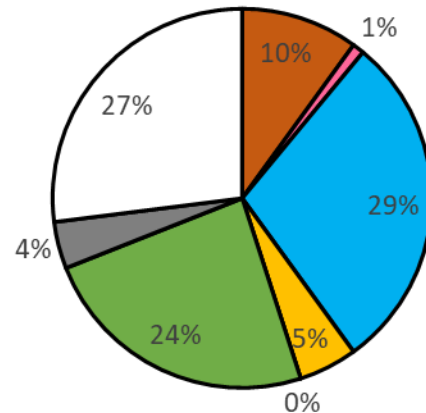
Park, M.; Joo, H.S.; Lee, K.; Jang, M.; Kim, S.D.; Kim, I.; Borlaza, L.J.S.; Lim, H.; Shin, H.; Chung, K.H.; et al. Differential toxicities of fine particulate matters from various sources. Nat. Sci. Rep. 2018, 8, 17007.

La genotossicità del particolato carbonioso proveniente dai motori diesel è risultata significativamente superiore a quella di altri tipi di aerosol probabilmente a causa della presenza di componenti organici (ad esempio IPA) in grado di rompere i filamenti di DNA attraverso specie reattive dell'ossigeno.

# Composizione analitica del PM10

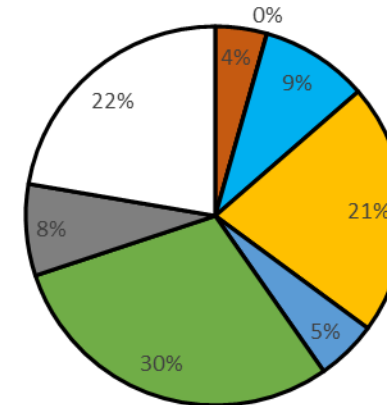
composizione del PM10 a Torino

- Crostale
- altri elementi
- nitrato di ammonio
- solfato di ammonio
- altri ioni
- carbonio organico (OC)
- carbonio elementare (EC)
- non determinato



composizione del PM10 a Varsavia (PL)

- Crostale
- altri elementi
- nitrato di ammonio
- solfato di ammonio
- altri ioni
- carbonio organico (OC)
- carbonio elementare (EC)
- non determinato



A Torino, l'aerosol inorganico secondario (solfati e nitrati di ammonio, SIA) rappresenta, in media durante la stagione fredda, il maggior contributo alla concentrazione di PM10: può superare il 50% delle concentrazioni di PM10 durante gli episodi critici di inquinamento atmosferico e rappresenta più del 30% del particolato su base annuale. Questo contributo è omogeneo sulla Pianura Padana come testimonia il progetto PREPAIR.

**FATTORE DI TOSSICITA' EQUIVALENTE del PM a TORINO** =  $1.0 \cdot 4\%$  (carbonio elementare) +  $0.4 \cdot 24\%$  (carbonio organico) +  $0.018 \cdot 10\%$  (risollevamento) +  $0.00001 \cdot 29\%$  (nitrato d'ammonio) +  $0.000027 \cdot 5\%$  (solfato d'ammonio) = **0.138**

La concentrazione di PM misurata viene pertanto pesata attraverso il fattore di tossicità equivalente. In tal modo, si determina la pericolosità della famiglia di composti contenuta nel particolato, area per area, stagione per stagione.



# Conclusioni

Gli attuali standard di qualità aria considerano solo la massa del particolato atmosferico e non la tossicità dei composti ivi contenuti, la quale può essere grandemente variabile in dipendenza dalla sorgente e dalle caratteristiche chimiche degli stessi, come sottolineato dai rapporti OMS

Gli studi di Source Apportionment hanno evidenziato che, in media annua, oltre il 40% del  $PM_{10}$  nella Pianura Padana è costituito da aerosol inorganico secondario e materia crostale, che costituiscono componenti del PM con minore tossicità rispetto alla materia organica proveniente dal traffico (gas di scarico dei motori diesel, in particolare) e dalla combustione di combustibili solidi.

La conoscenza della tossicità del particolato proveniente da fonti diverse, insieme ai dati di *source apportionment* del PM, permetterebbe di costruire uno standard di qualità e realizzare politiche di riduzione delle emissioni totalmente coerenti con le finalità di protezione della salute.