Emissioni da trasporto: Nanoparticelle e inquinanti Organici

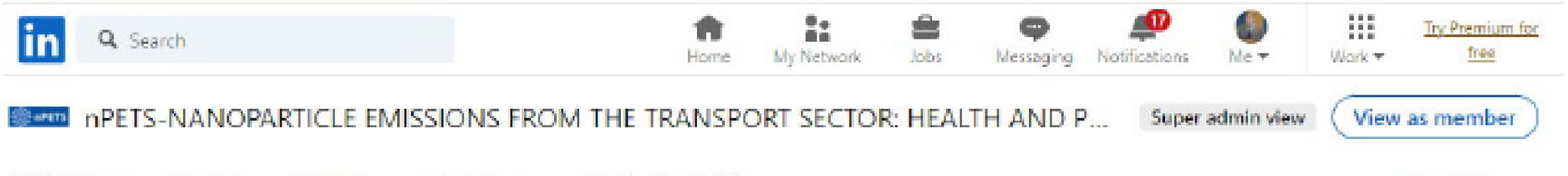


La qualità dell’aria in Italia: sfide e prospettive
Milano, 20 Ottobre 2026

ISTITUTO DI RICERCHE FARMACOLOGICHE MARIO NEGRI · IRCCS

nPETs

nPETS



UFP
<100 nm

Caratteristiche chiave

- Elevata concentrazione numerica
- Elevato rapporto superficie/massa
- Elevata reattività chimica
- Adsorbimento di contaminanti
- Elevata biodisponibilità

Possibili effetti sulla salute

🫁 **Apparato respiratorio**

❤️ **Sistema cardiovascolare**

🧠 **Sistema nervoso**

Obiettivi

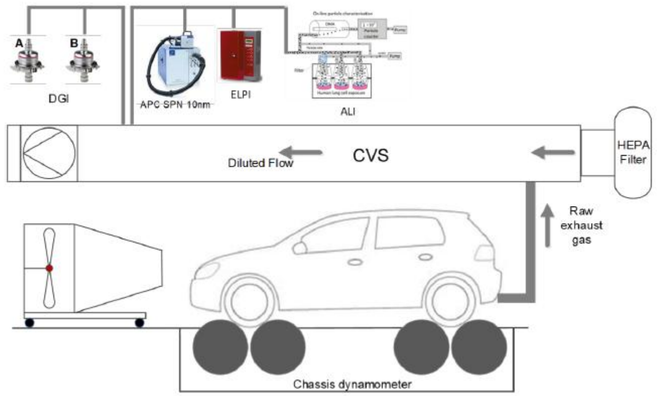


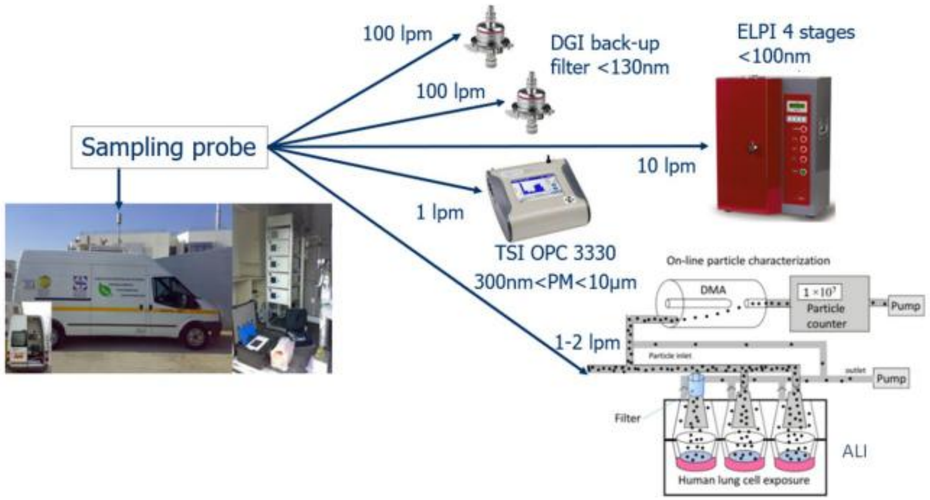
O1. Quantificare le emissioni di particelle <100 nm

O2. Caratterizzare le particelle ultrafini

O3. Valutare gli effetti tossicologici

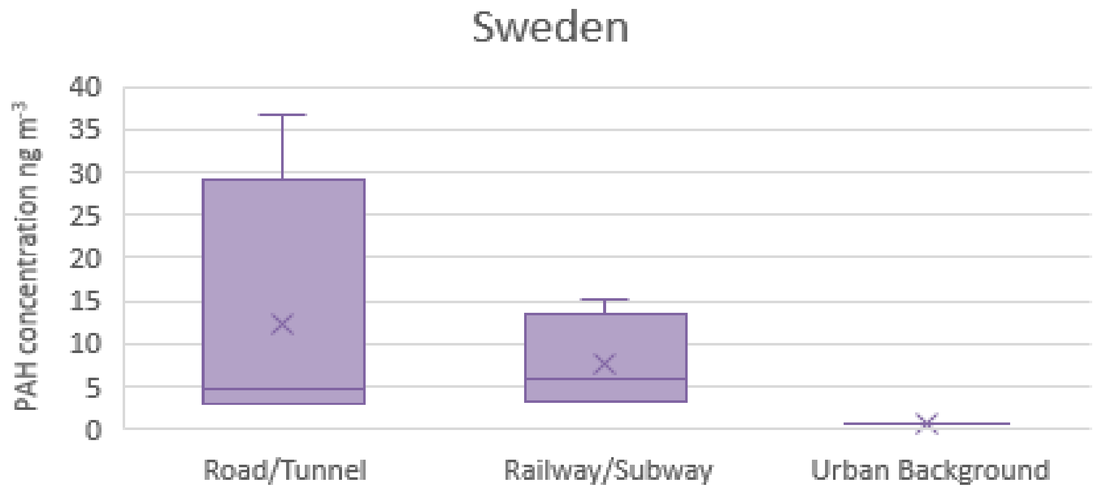
Caratterizzazione delle Particelle Ultrafini

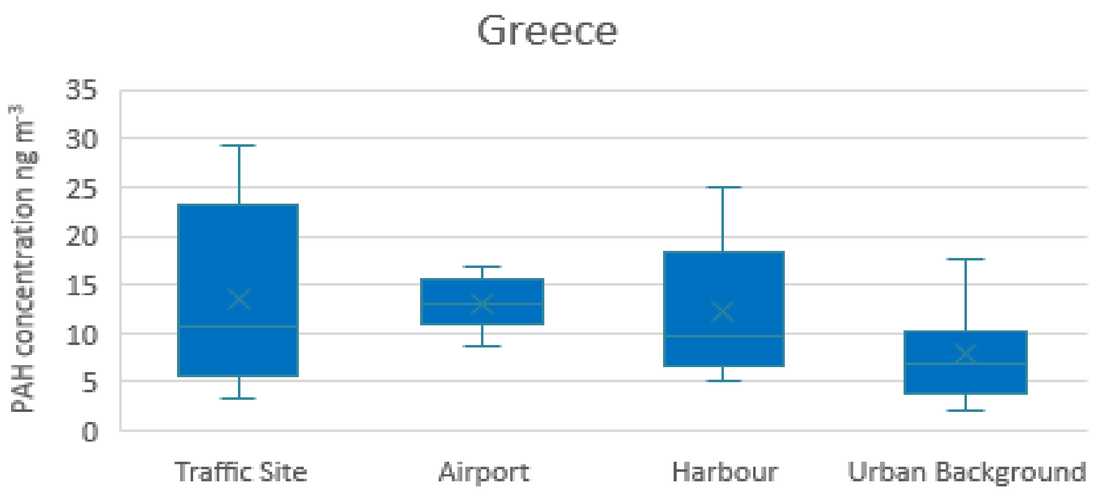


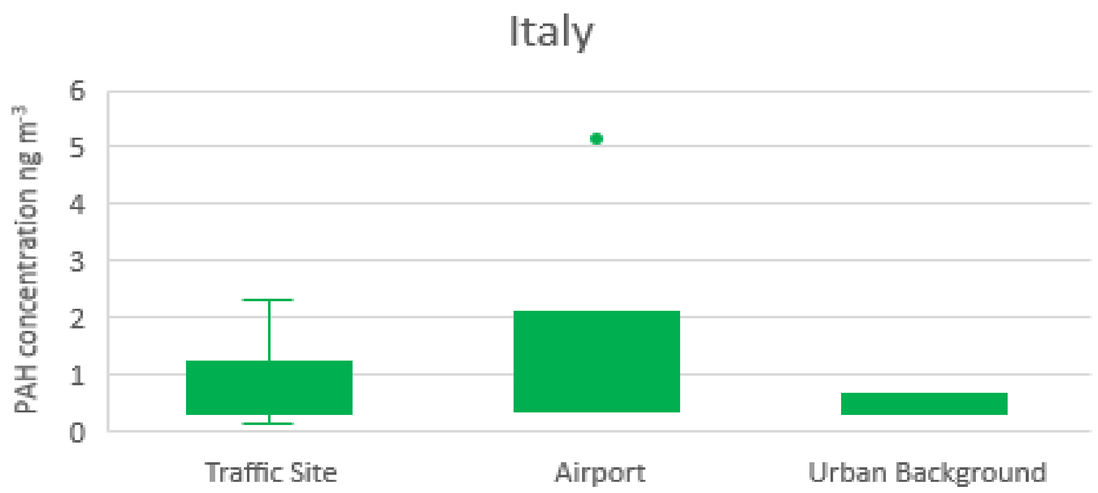


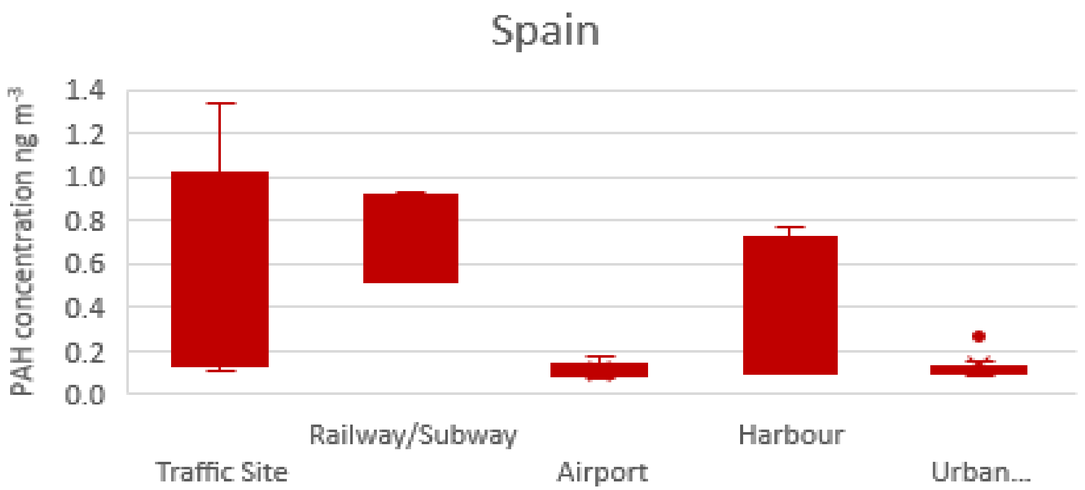
Location	Stockholm	Milan	Barcelona	Thessaloniki
Background	x	x	x	x
Road/Tunnel	x	x	x	x
Airport		x	x	x
Harbor			x	x
Rail/Subway	x		x	

Risultati: IPA

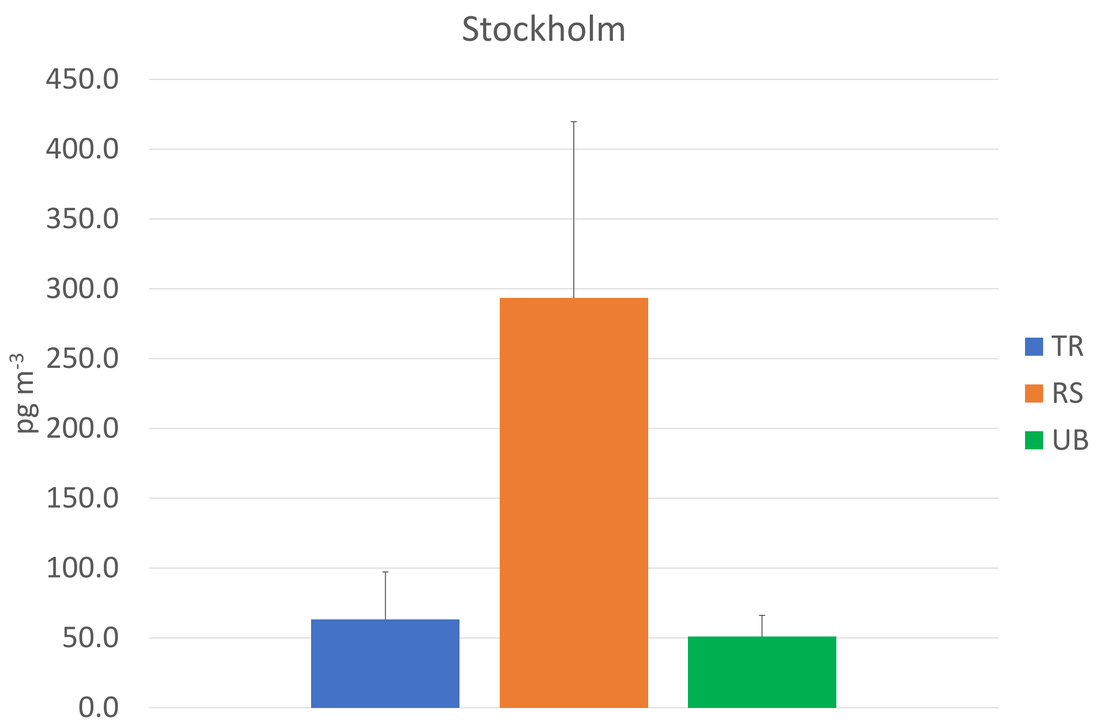


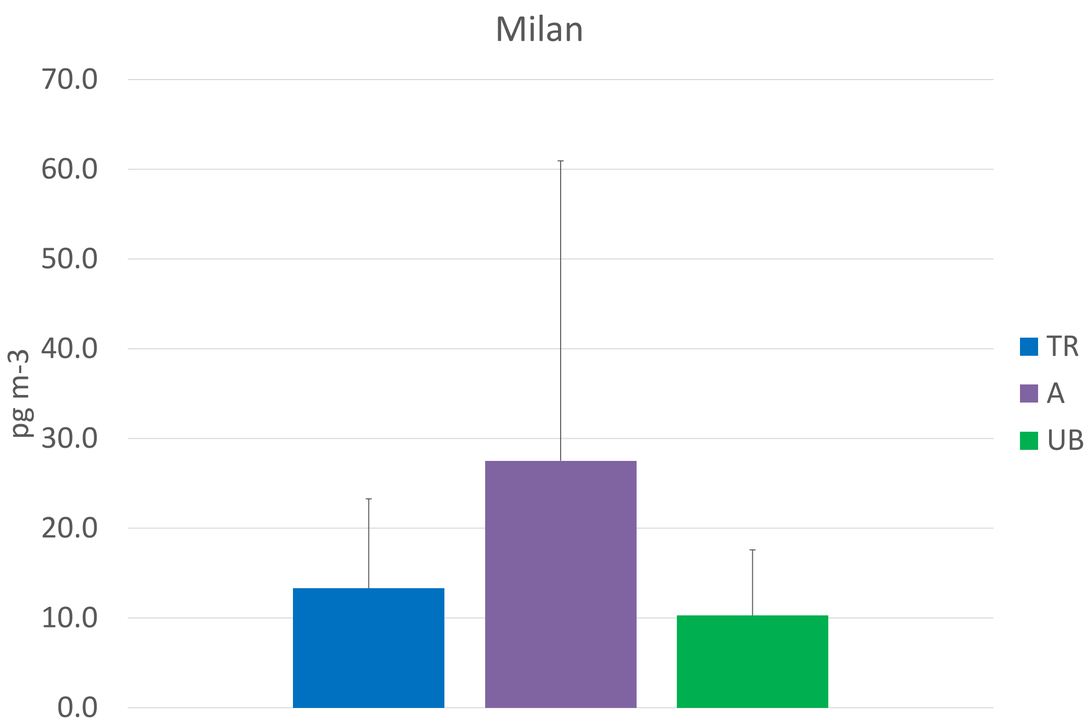




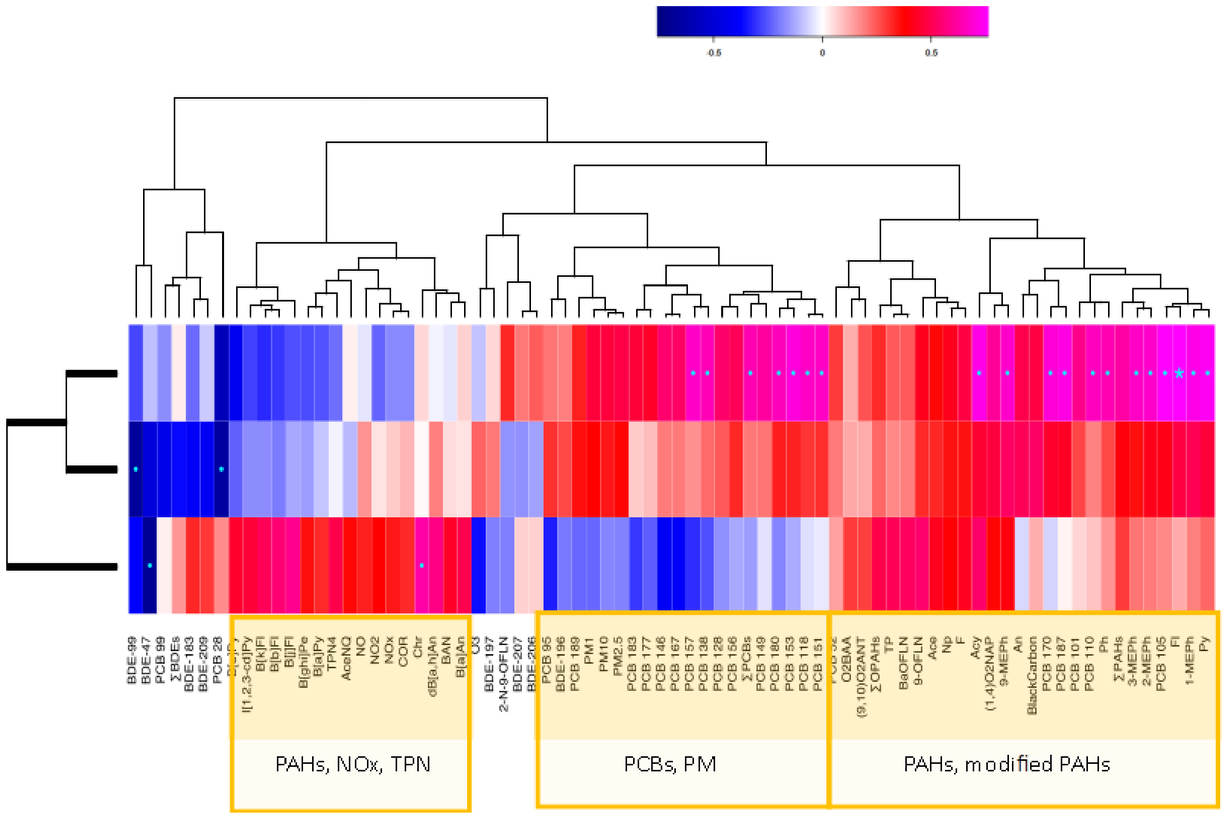


Risultati: PCB





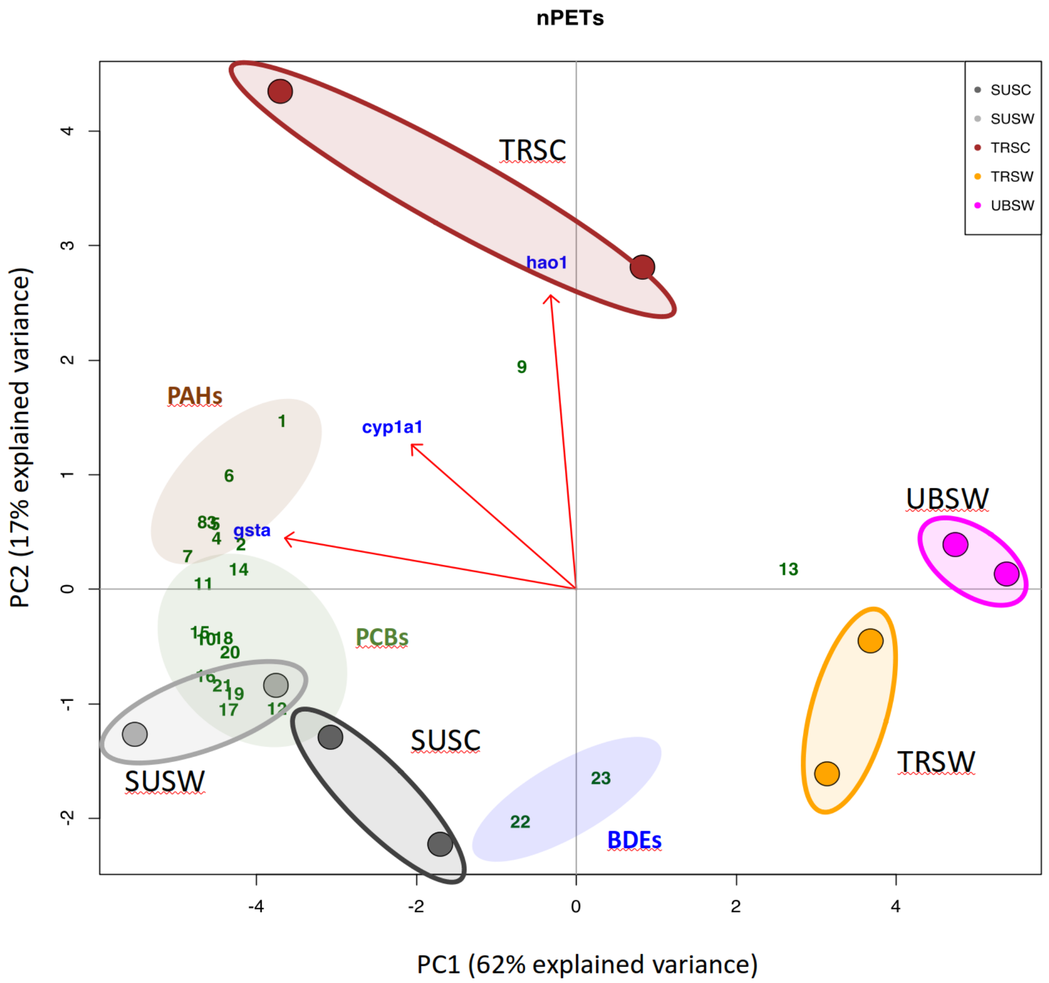
Risultati



Embrioni di zebrafish sono stati esposti agli estratti delle emissioni e la risposta biologica è stata valutata attraverso biomarcatori di espressione genica associati a metabolismo degli xenobiotici (cyp1a1), processi di detossificazione (gsta) e stress ossidativo (hao1).

- L'analisi delle correlazioni identifica **tre distinti cluster tossicologici**.
- Gli **IPA** rappresentano i principali driver della risposta biologica osservata.
- **CYP1A1** e **GSTA** risultano associati a **PCB** e **particolato (PM)**, indicando l'attivazione di processi di metabolismo e detossificazione degli xenobiotici.
- **HAO1** è correlato ad alcuni **IPA**, **NOx** e **TPN**, suggerendo il coinvolgimento di pathway legati allo stress ossidativo.
- **La composizione chimica delle emissioni, più che la sola quantità di PM, sembra determinare gli effetti biologici osservati.**

PCA integrata: composizione chimica ed effetti biologici



1	Acy
2	Ph
3	1-MEPh
4	3-MEPh
5	2-MEPh
6	9-MEPh
7	Fl
8	Py
9	Chr
10	PCB 118
11	PCB 105
12	PCB 157
13	PCB 28
14	PCB 110
15	PCB 151
16	PCB 153
17	PCB 138
18	PCB 187
19	PCB 180
20	PCB 170
21	∑PCBs
22	BDE-47
23	BDE-99

- I campioni provenienti dai diversi microambienti mostrano una chiara separazione in funzione della composizione chimica.
- Gli **IPA** risultano associati ai biomarcatori **cyp1a1** e **gsta**, indicativi dell'attivazione di processi di biotrasformazione e detossificazione.
- Il campione **TRSC** si distingue dagli altri siti ed è associato a **hao1** e **crisene (Chr)**, suggerendo una risposta biologica specifica.

Conclusioni

- Le particelle ultrafini veicolano i contaminanti organici.
- I profili chimici differiscono significativamente tra i vari ambienti urbani.
- Gli IPA emergono come i contaminanti maggiormente associati alle risposte tossicologiche.
- La composizione chimica è un parametro chiave per la valutazione del rischio e quantificazione degli effetti avversi per la salute.
- L'integrazione tra caratterizzazione chimica e biomarcatori biologici rappresenta uno strumento efficace per identificare le sorgenti a maggiore impatto sanitario.

GRAZIE



La qualità dell’aria in Italia: sfide e prospettive
Milano, 20 Ottobre 2026

ISTITUTO DI RICERCHE
FARMACOLOGICHE
MARIO NEGRI · IRCCS