

## *Aspetti chiave del Dataset IAS di speciazione del PM<sub>10</sub> urbano:*

- 1. la geografia e la topografia urbana come trait d'union tra siti intra/extra regionali lungo l'Italia;*
- 2. dataset non-convenzionali per il source apportionment*

*A. Pietrodangelo, M.C. Bove, A.C. Forello, F. Crova, A. Bigi, E. Brattich, A. Riccio, S. Becagli, S. Bertinetti, G. Calzolari, S. Canepari, D. Cappelletti, M. Catrambone, D. Cesari, C. Colombi, D. Contini, E. Cuccia, G. De Gennaro, A. Genga, P. Ielpo, F. Lucarelli, M. Malandrino, M. Masiol, D. Massabò, C. Perrino, P. Prati, T. Siciliano, L. Tositti, E. Venturini, and R. Vecchi*



[adriana.pietrodangelo@cnr.it](mailto:adriana.pietrodangelo@cnr.it)

# Il Dataset IAS di speciazione del PM<sub>10</sub> urbano



**21 centri urbani**; tipologia di siti: background urbano; copertura temporale 2005 - 2016

**Dati:** medie stagionali (st.dev.) di PM<sub>10</sub>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>--</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>++</sup>, OC, EC, Al, Si, Ca, Fe, Mn, Ni, Pb, Cu, Ti, V, Zn

**'Caso' [PM<sub>10</sub>, composizione chimica]:** combinazione univoca di città-sito-anno-stagione; n. casi: 110

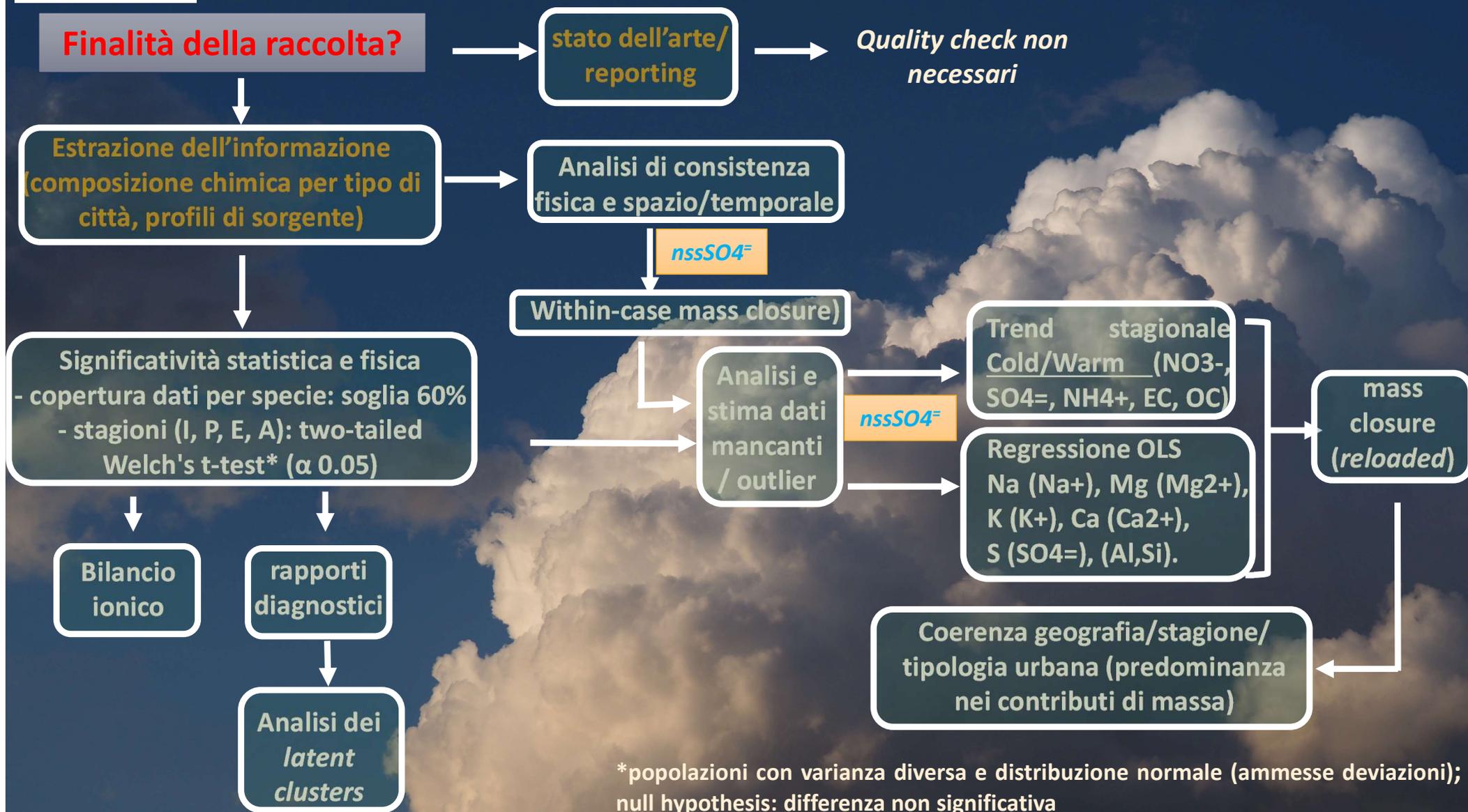
**Origine dati:** eterogenea per diversa collocazione spazio-temporale, durata della campagna di misura, finalità dello studio, specie chimiche determinate (call interne per contributo volontario dai Soci IAS afferenti al WG1, dati già pubblicati e non)

**Significatività** attesa per:

- il **singolo 'caso'**: elevata (valori medi forniti direttamente da autori/responsabili dei dati di origine)
- il **dataset complessivo**: non prevedibile...
- le principali **tipologie di centri urbani** italiani (portuali/costiere (8), entroterra (8), grandi città (8)): buona.

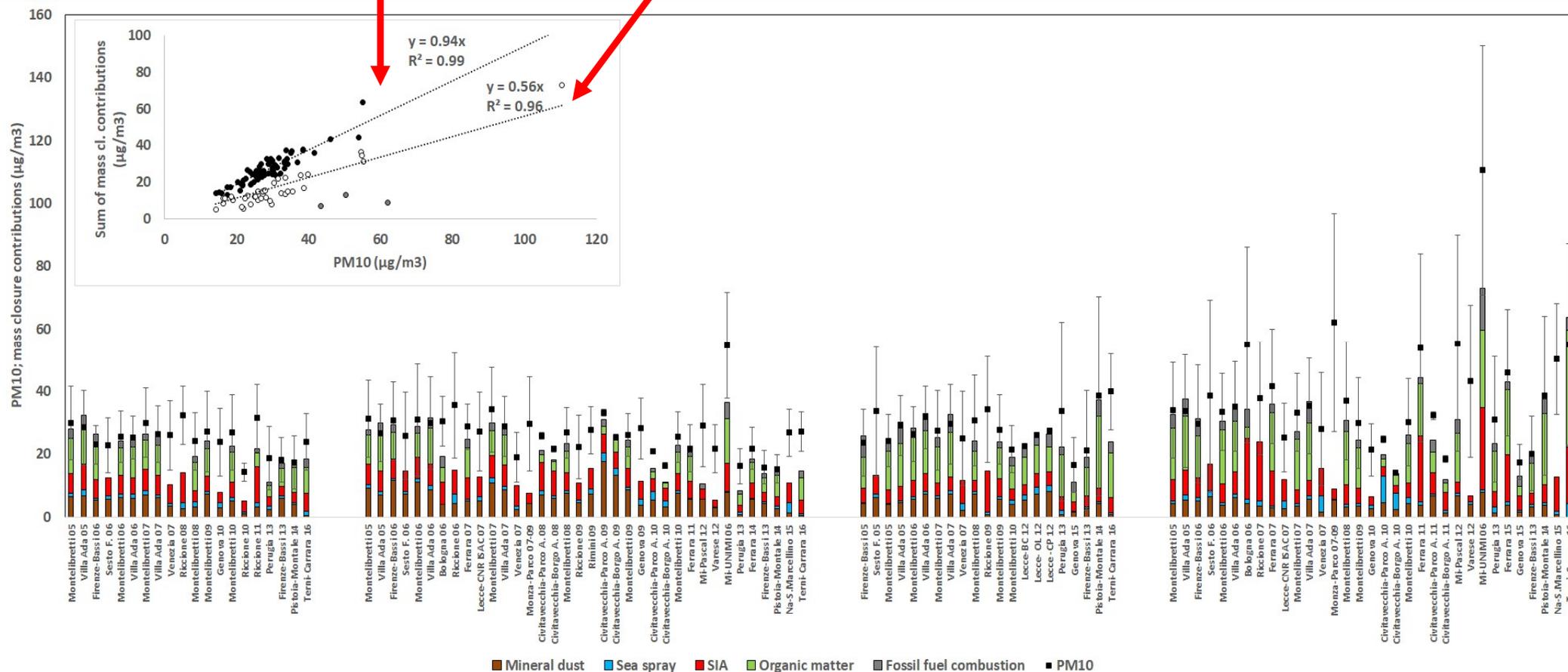
# Il Dataset IAS di speciazione del PM<sub>10</sub> urbano

Metodologia di costruzione del dataset mediante analisi di significatività statistica e consistenza fisica dei dati



\*popolazioni con varianza diversa e distribuzione normale (ammesse deviazioni); null hypothesis: differenza non significativa

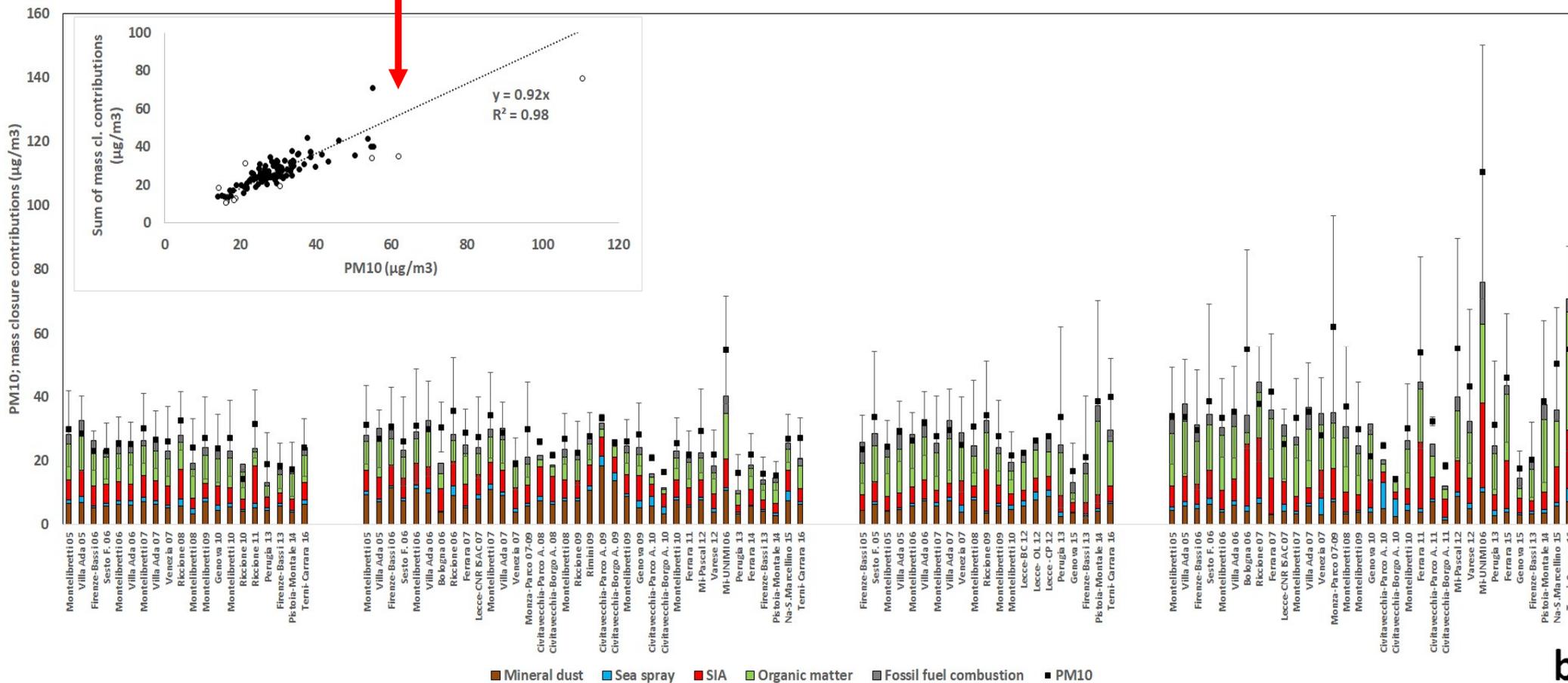
Casi con ricostruzione della massa  $\geq 70\%$       Casi con ricostruzione della massa tra 30 e 70%



## Mass closure con dati originali

Pietroangelo, A., Bove, M.C., Forello A.C., Crova, F., et al. (2024) Sci. Total. Environ.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167891>

Casi con ricostruzione della massa  $\geq 70\%$  ~~Casi con ricostruzione della massa tra 30 e 70%~~

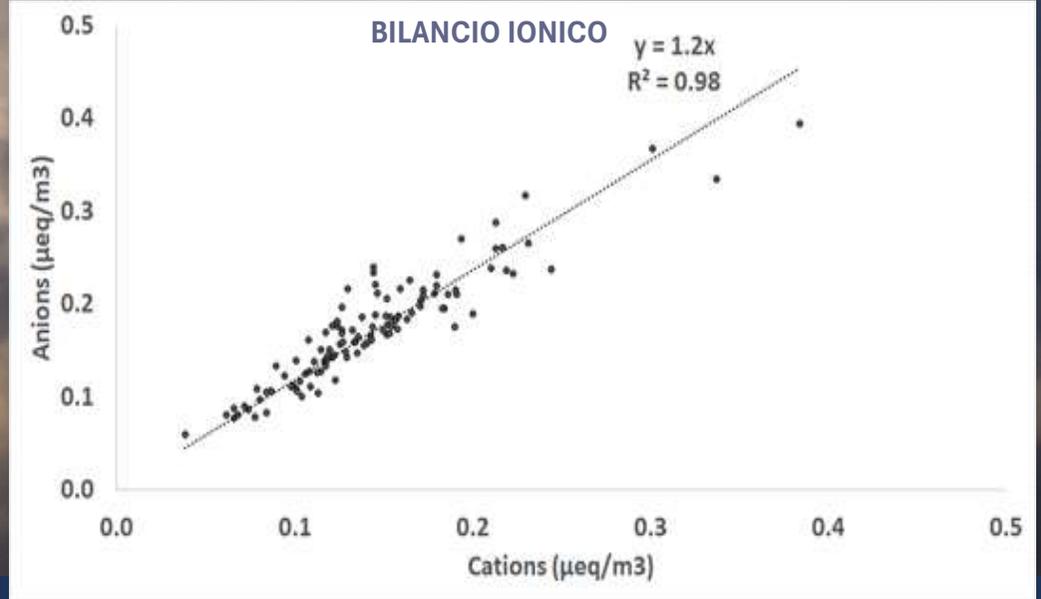
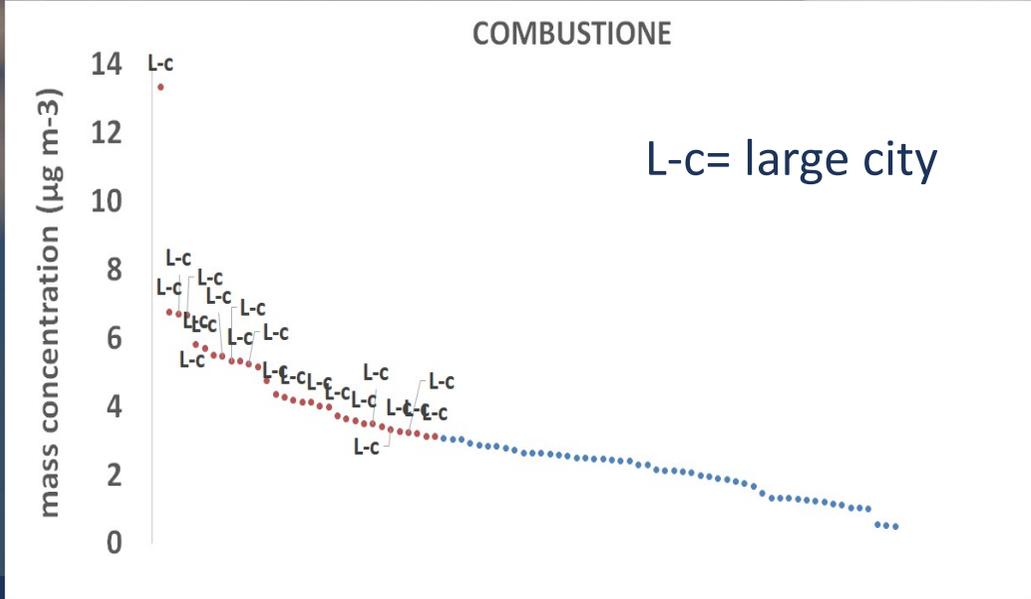
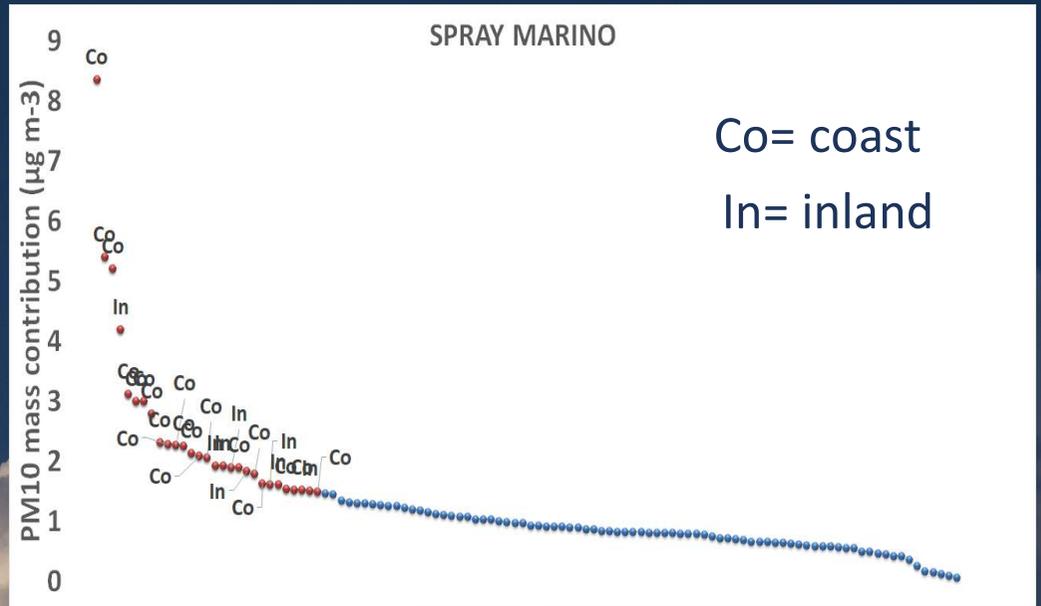
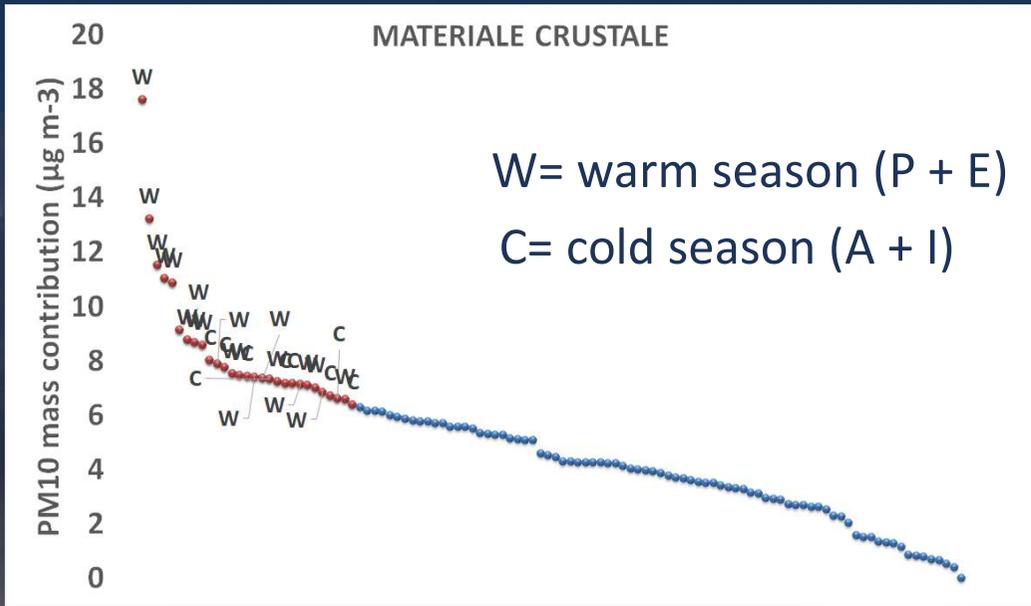


## Mass closure con dati originali e dati (mancanti) stimati

Pietrodangelo, A., Bove, M.C., Forello A.C.; Crova, F., et al. (2024) Sci. Total. Environ.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167891>

# Il Dataset IAS di speciazione del PM<sub>10</sub> urbano

## Coerenza geografia/stagione/tipologia urbana & bilancio ionico

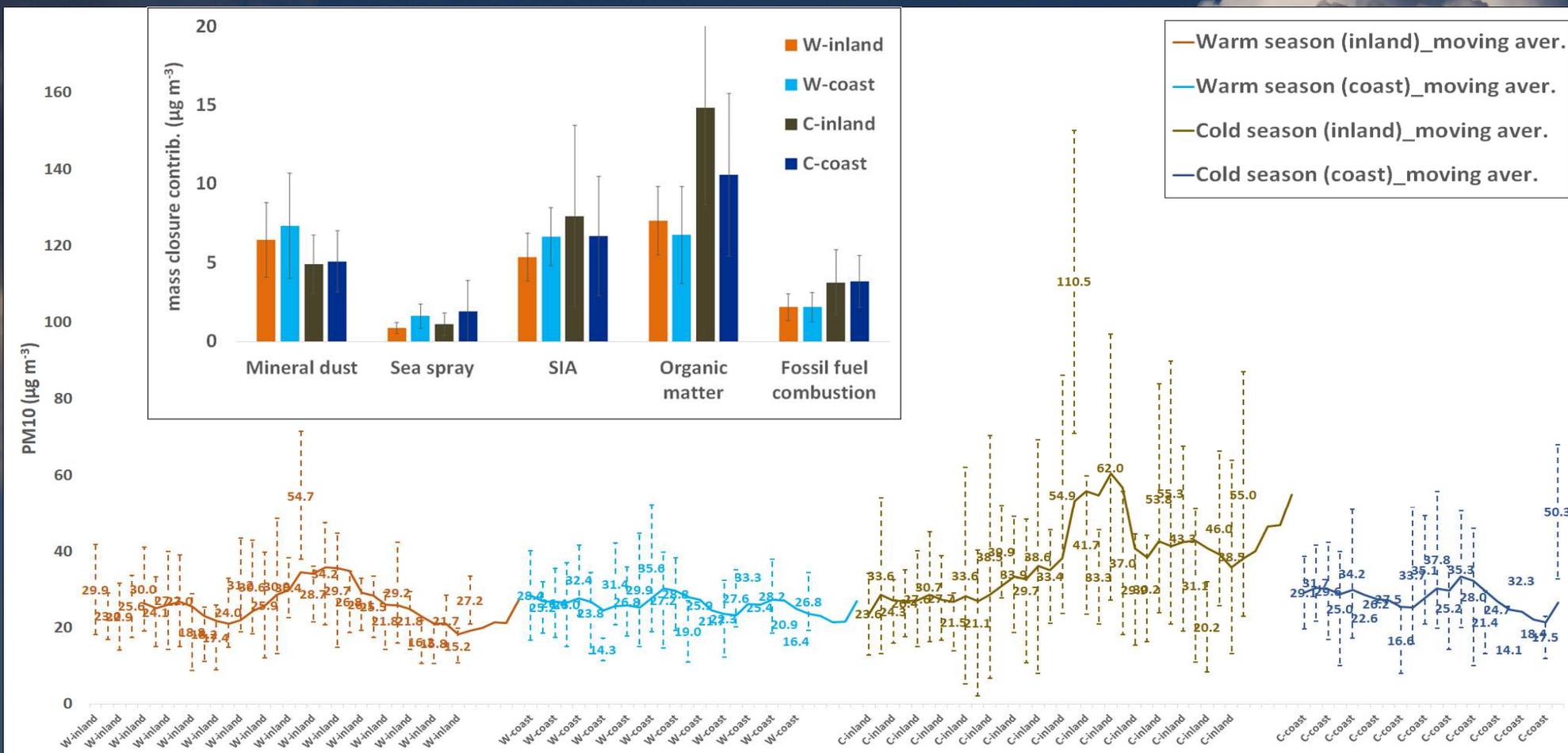


# 1. La **geografia** e la topografia urbana come trait d'union tra siti intra/extra regionali lungo l'Italia

**Clustering: geografia locale (proxy: prossimità alla costa) & stagionalità**

PM10: tendenza a concentrazioni maggiori – a parità di stagione fredda – in città *inland*

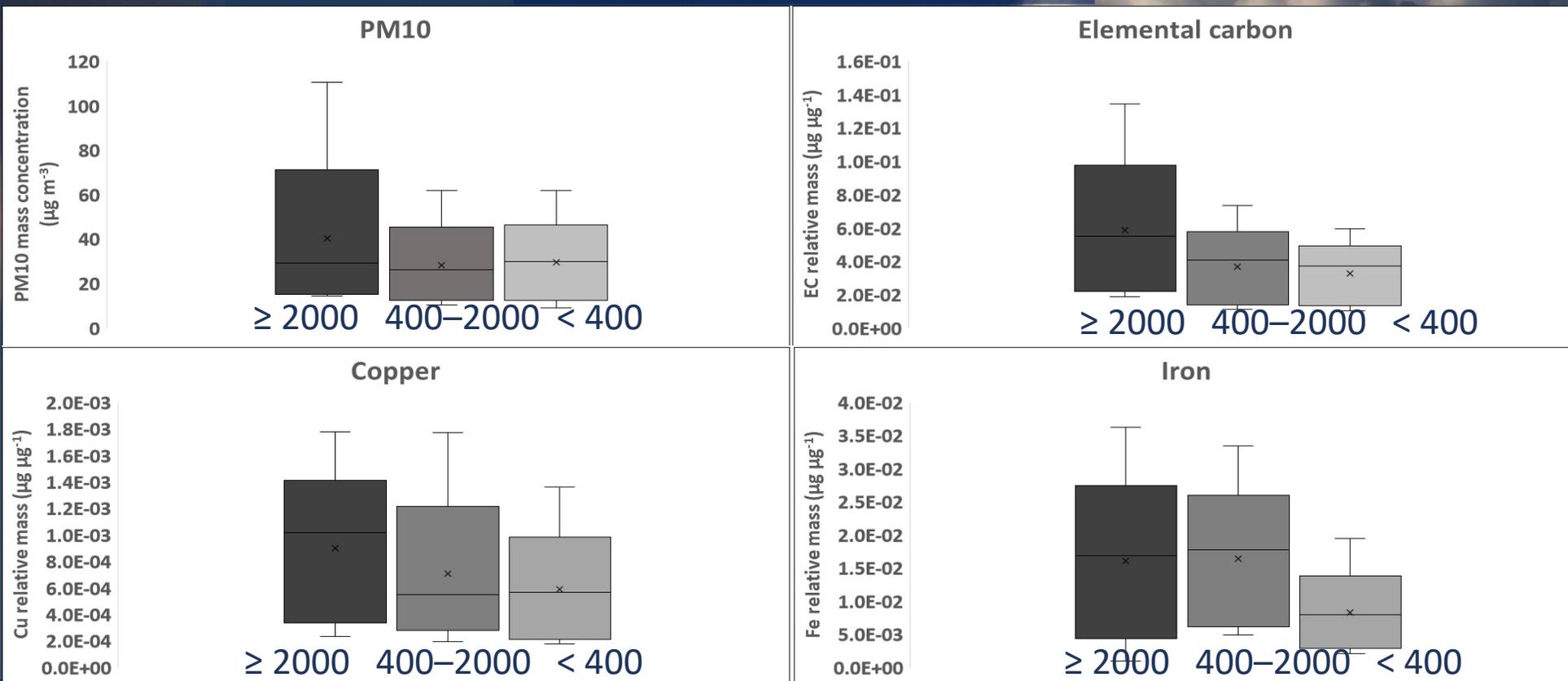
Anche i contributi da materiale organico totale e da prodotti di combustione mostrano tale tendenza



# 1. La geografia e la **topografia urbana** come trait d'union tra siti intra/extra regionali lungo l'Italia

**Clustering: estensione urbana (proxy (OECD): densità di popolazione (individui/km<sup>2</sup>) anno-specifica)**  
 Grandi centri urbani: maggior arricchimento di EC, Cu e Fe nel PM10 (test significatività: Welch's t;  $\alpha$  0.05)  
 Città di medie dimensioni: arricchimento in Cu e Fe

$\geq 2000$ : Torino, Napoli, Milano, Firenze, Bologna, Genova, Roma, Riccione, Bari  
 400 - 2000: Varese, Rimini, Sesto Fiorentino, Civitavecchia, Venezia, Terni, Lecce, Pistoia  
 < 400: Monza, Ferrara, Montelibretti, Perugia



# 1. La geografia e la **topografia urbana** come trait d'union tra siti intra/extra regionali lungo l'Italia

**Clustering: antropizzazione** (proxy (ISTAT): indice di demografia di impresa, anno 2016)

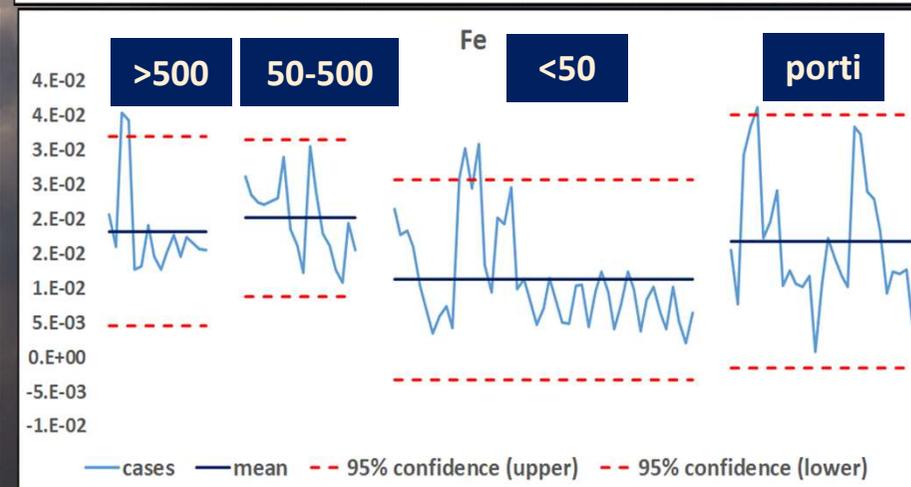
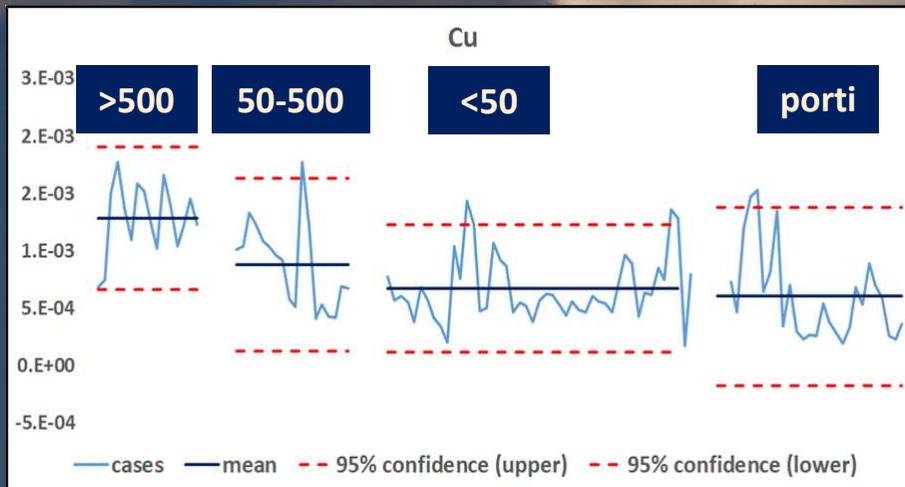
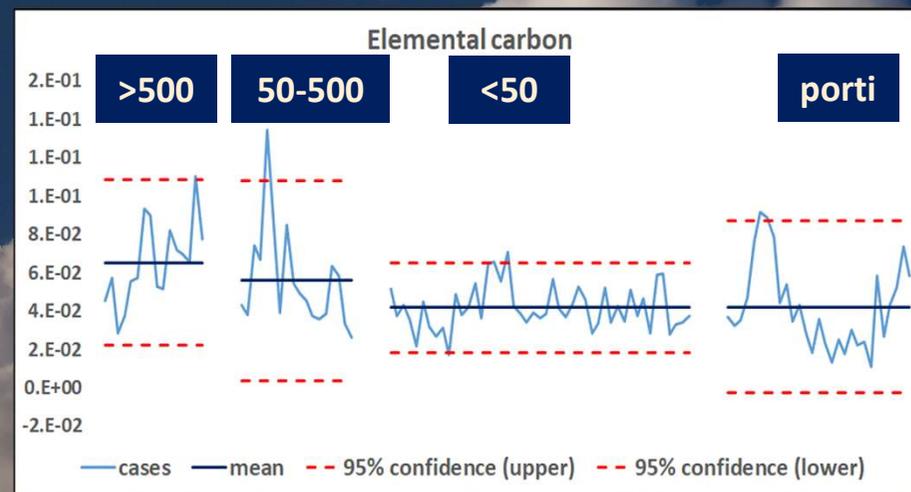
Città con alta e media antropizzazione, a prescindere dalle dimensioni: maggior arricchimento di EC, Cu e Fe nel PM10 (test significatività: Welch's t;  $\alpha$  0.05)

>500 nuove imprese : Torino, Milano, Roma

50–500: Bologna, Firenze, Varese, Pistoia, Monza

<50: Ferrara, Terni, Lecce, Sesto F., Perugia, Montelibretti

porti: >500 (Venezia, Civitavecchia, Napoli), 50–500 (Genova, Bari), <50 (Riccione, Rimini)



## 2. dataset non-convenzionali per il source apportionment

Modellizzazione al recettore (Positive Matrix Factorization) con **dati distribuiti spazialmente su ampia scala** territoriale (Italia), temporalmente «congelati», con **contenuto informativo incrementato** (medie fornite dagli autori, peculiarità sito-specifiche incluse nel dato)

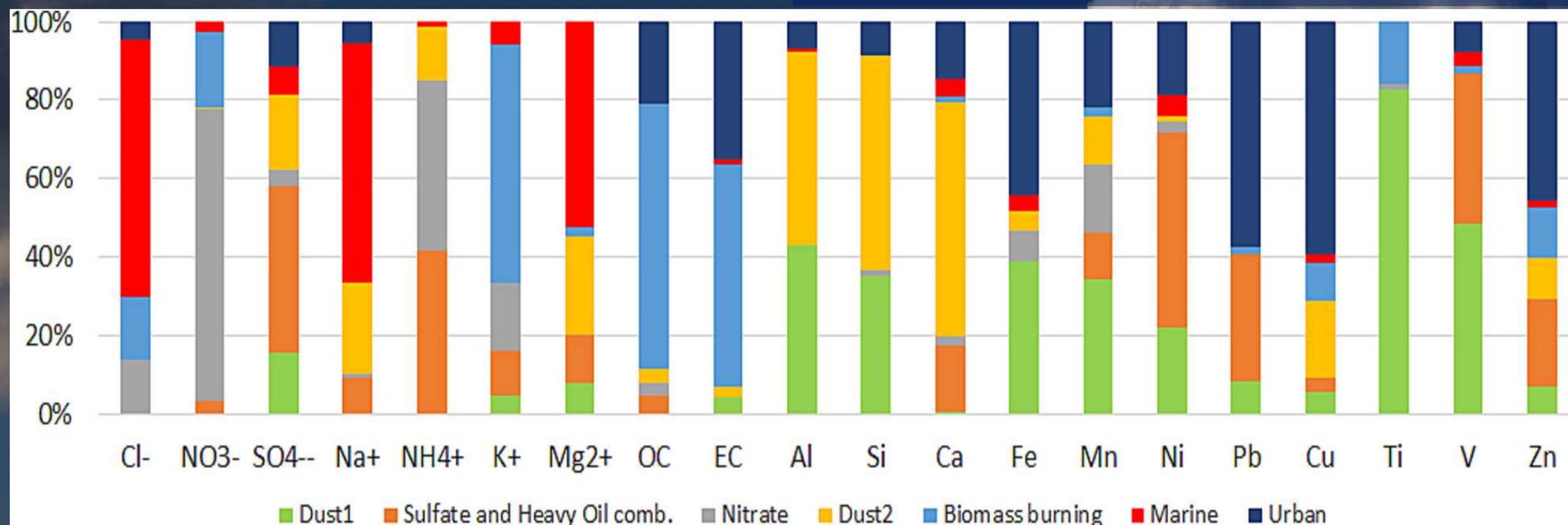
EPA PMF v5.0

Stime: incertezza associata pari a 4 volte il valore calcolato

Dati disponibili: incertezza associata tra 10 e 40%

Extra modeling unc.: 10%

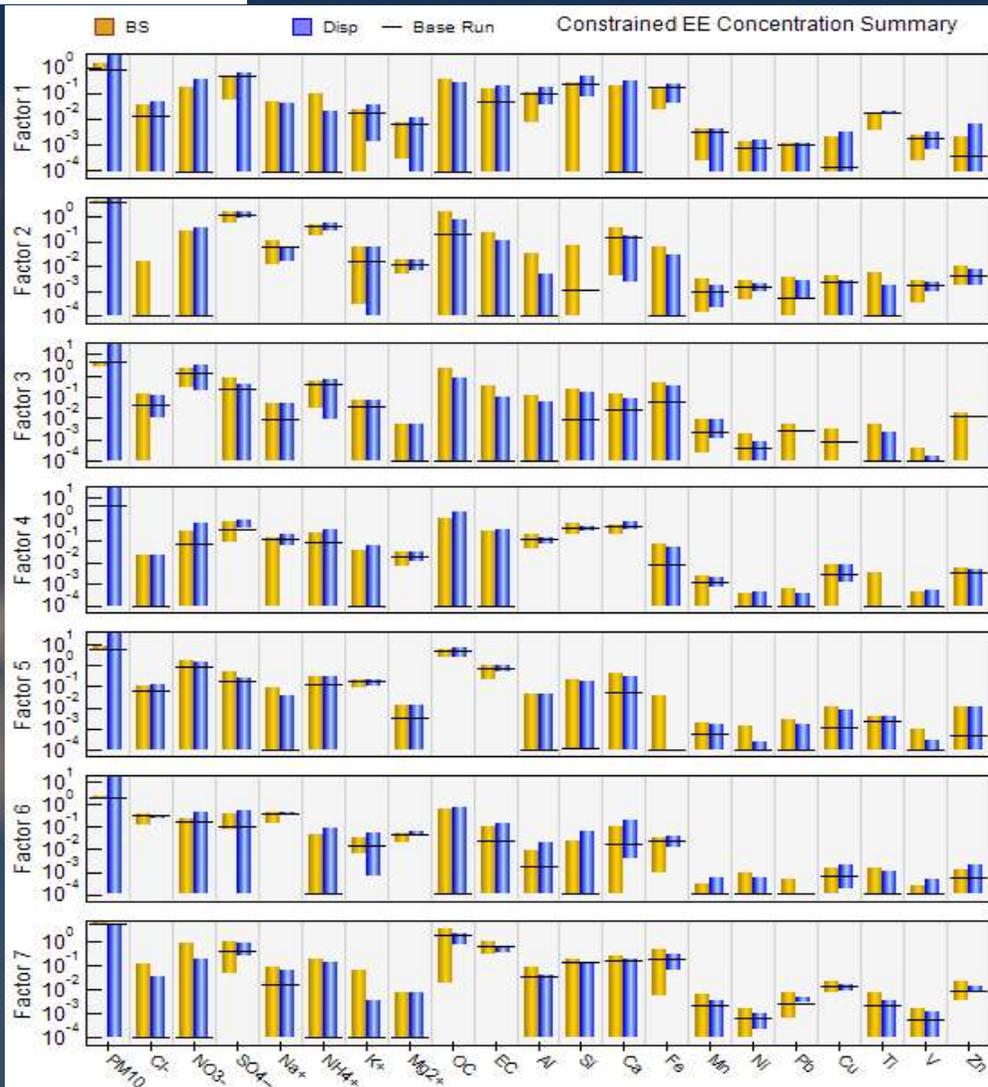
Analisi BS e DISP



**Soluzione constrained, 7 fattori:** Dust I (long-range transport); Dust II (local resups.); Spray marino; SIA\_nitrato d'ammonio; Combustione di oli pesanti/solfati; Combustione di biomasse; Urbano

## 2. dataset non-convenzionali per il source apportionment

### Robustezza dei profili: analisi BS (100 runs) e DISP



Dust I (long-range transport)

Combustione di oli pesanti/solfati

SIA\_nitrato d'ammonio

Dust II (local resusp.)

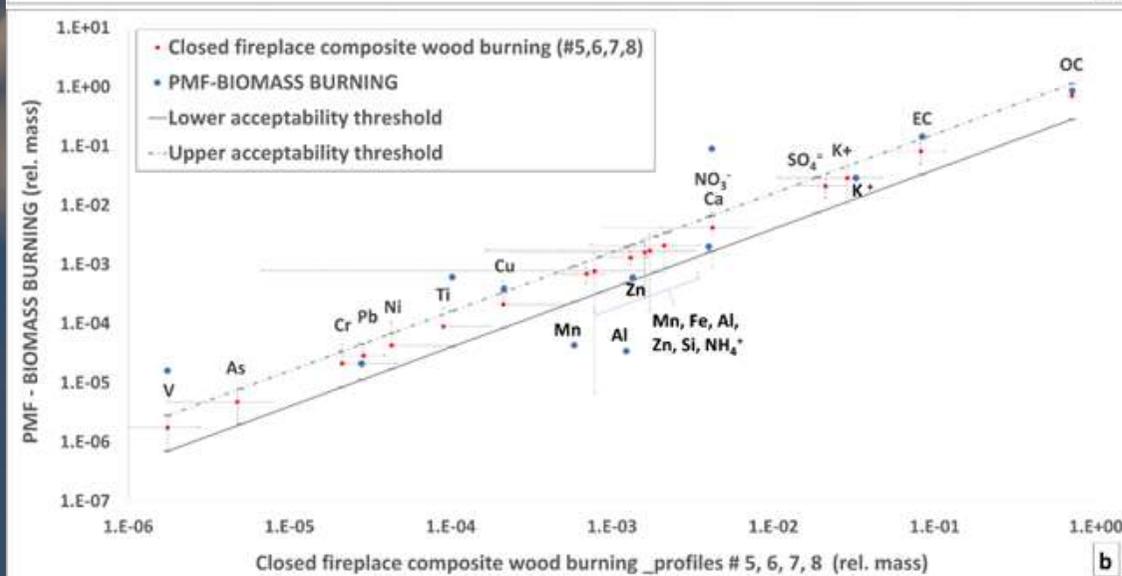
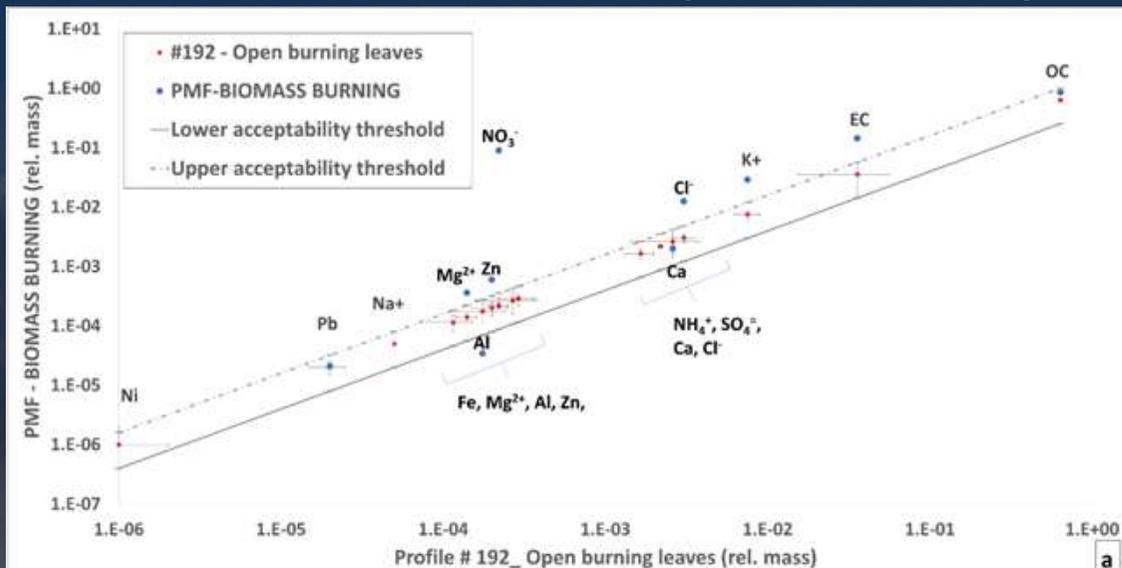
Combustione di biomasse

Spray marino

Urbano

## 2. dataset non-convenzionali per il source apportionment

### Robustezza dei profili: similarity test\* con profili SPECIEUROPE



### Combustione di biomasse

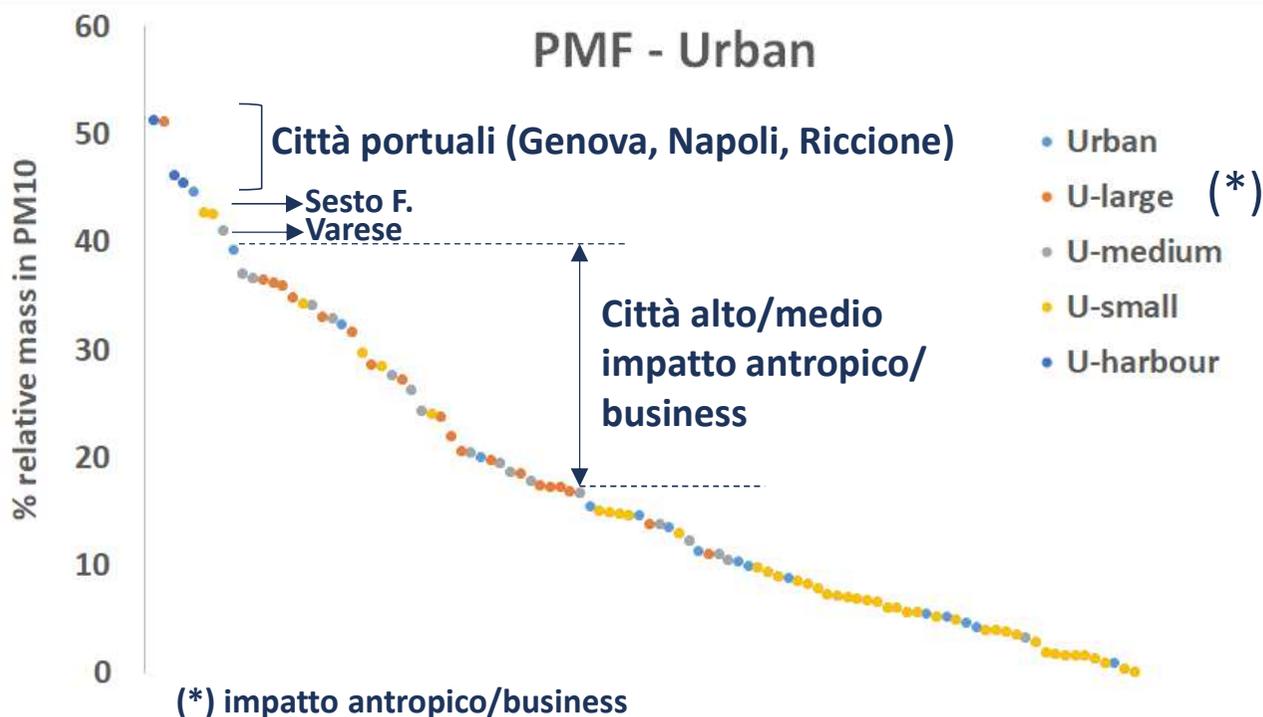
Standard Identity Distance (SID)  
Soglie superiore e inferiore di accettabilità calcolate considerando una MAD (maximum accepted distance) pari al 60% della concentrazione

Il profilo da dataset IAS è **confrontabile** con i profili SPECIEUROPE di BB da caldaie a legna/pellet

(\* ) Belis, C. et al., 2015

## 2. dataset non-convenzionali per il source apportionment

Il profilo di sorgente 'Urbano' risente dell'influenza extra-regionale della geografia e dell'impatto antropico, a prescindere dall'estensione urbana



Nome casc	CITTA'	Marine	Urban	U-large	U-medium	U-small	U-harbour
I18	GENOVA	11.4	51.3				51.3
I25	MILANO	4.9	51.1	51.1			
E35	NAPOLI	24.9	46.2				46.2
P13	GENOVA	14.7	45.6				45.6
A11	RICCIONE	0.4	44.6				44.6
I4	SESTO F.	7.9	42.7			42.7	
A2	SESTO F.	4.0	42.6			42.6	
E30	VARESE	2.2	41.0		41.0		
P15	RICCIONE	4.1	39.2				39.2
I26	VARESE	8.8	37.0		37.0		
A18	FIRENZE	4.5	36.7		36.7		
A8	ROMA	5.9	36.6	36.6			
I13	ROMA	4.2	36.2	36.2			
A6	ROMA		35.9	35.9			
A4	ROMA	0.3	34.8	34.8			
E4	SESTO F.	4.0	34.2			34.2	
I28	FIRENZE	6.7	34.2		34.2		
E29	MILANO	0.9	33.0	33.0			
A1	FIRENZE		32.9		32.9		
E24	GENOVA	18.2	32.3				32.3
I6	ROMA	4.4	31.7	31.7			
A16	LECCE	16.8	29.7			29.7	
I2	ROMA	5.2	28.6	28.6			
P4	SESTO F.	6.1	28.4			28.4	
I3	FIRENZE	5.7	27.6		27.6		
P20	TERNI	11.7	27.2	27.2			
P3	FIRENZE		26.3		26.3		
E32	FIRENZE	3.8	24.3		24.3		
A14	LECCE	19.2	24.1			24.1	
I8	MILANO		23.8	23.8			
P8	ROMA	5.3	22.0	22.0			
A21	TERNI	0.5	20.6	20.6			
P18	FIRENZE	7.8	20.4		20.4		
E16	VITAVECCH	7.8	20.0				20.0
P6	ROMA	9.7	19.8	19.8			
I15	MONZA		19.5		19.5		
E3	FIRENZE	1.5	18.7		18.7		
P2	ROMA	11.9	18.5	18.5			
I7	BOLOGNA	1.0	17.8		17.8		
E9	MILANO		17.4	17.4			
E2	ROMA	1.5	17.3	17.3			
E36	TERNI	2.0	17.2	17.2			
I33	TERNI	9.4	16.8	16.8			
E15	MONZA		16.7		16.7		
I23	VITAVECCH	2.5	15.5				15.5
E10	FERRARA	0.9	15.1			15.1	
A15	LECCE	20.4	14.9			14.9	
A5	ONTELIBRE	2.5	14.8			14.8	
I27	PERUGIA	6.1	14.7			14.7	
A20	GENOVA	0.9	14.7				14.7
E6	ROMA	5.5	13.8	13.8			

# Considerazioni conclusive

- ✓ *E' stata sviluppata una metodologia originale di costruzione di dataset di speciazione chimica del PM, basata sulla combinazione di diversi approcci di data quality check statistici e composizionali*
- ✓ *La metodologia può essere applicata a simili raccolte di dati atipici di speciazione chimica (es. speciazione del PM2.5 in ambito legislativo QdA da reti di monitoraggio, campagne multi-site, etc.)*
- ✓ *Il dataset building ha generato come 'sotto-prodotto' una repository di profili di speciazione chimica del PM10 rappresentativi delle principali specificità geografiche/stagionali/land-use dei siti urbani del territorio italiano, utilizzabile per finalità modellistiche (source apportionm., QdA)*

# Considerazioni conclusive

- *L'analisi di Positive Matrix Factorization (PMF) è stata applicata per la prima volta a dati di medie stagionali spazialmente disperse con origine eterogenea (dispersione spaziale e temporale non progettata a-priori)*
- *I check di performance del modello PMF e di accuratezza delle stime in output confermano che i profili di sorgente ottenuti sono rappresentativi della complessità dei siti di background urbano in Italia*

## The nation-wide dataset of urban PM10 chemical speciation for Italy: a novel PMF application for source apportionment at Country-scale

Adriana Pietrodangelo<sup>1,\*</sup>, Maria Chiara Bove<sup>2</sup>, Alice Corina Forello<sup>3</sup>, Federica Crova<sup>3</sup>, Alessandro Bigi<sup>4</sup>, Erika Brattich<sup>5</sup>, Angelo Riccio<sup>6</sup>, Silvia Becagli<sup>7</sup>, Stefano Bertinetti<sup>8</sup>, Giulia Calzolari<sup>9</sup>, Silvia Canepari<sup>10</sup>, David Cappelletti<sup>11</sup>, Maria Catrambone<sup>12</sup>, Daniela Cesari<sup>13</sup>, Cristina Colombi<sup>14</sup>, Daniele Contini<sup>13</sup>, Eleonora Cuccia<sup>14</sup>, Gianluigi De Gennaro<sup>15</sup>, Alessandra Genga<sup>16</sup>, Pierina Ielpo<sup>13</sup>, Franco Lucarelli<sup>17</sup>, Mery Malandrino<sup>8</sup>, Mauro Masiol<sup>18</sup>, Dario Massabò<sup>19</sup>, Cinzia Perrino<sup>1</sup>, Paolo Prati<sup>19</sup>, Tiziana Siciliano<sup>20</sup>, Laura Tositti<sup>5</sup>, Elisa Venturini<sup>21</sup>, and Roberta Vecchi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>C.N.R. Institute of Atmospheric Pollution Research; <sup>2</sup>Ligurian Regional Agency for Environmental Protection; <sup>3</sup>Dep. of Physics, University of Milan and INFN-Milan; <sup>4</sup>Dep. of Engineering, University of Modena and Reggio Emilia; <sup>5</sup>Dep. of Physics and Astronomy, University of Bologna; <sup>6</sup>Dep. of Science and Technology, University of Naples Parthenope; <sup>7</sup>Dep. of Chemistry, University of Florence; <sup>8</sup>Dep. of Chemistry, University of Turin; <sup>9</sup>National Institute of Nuclear Physics INFN-Florence; <sup>10</sup>Dep. Environmental Biology, Sapienza University of Rome; <sup>11</sup>Dep. of Chemistry, Biology and Biotechnology, University of Perugia; <sup>12</sup>C.N.R. Institute of Heritage Science, Milan; <sup>13</sup>Institute of Atmospheric Sciences and Climate, ISAC-CNR, Lecce; <sup>14</sup>Regional Agency for Environmental Protection of Lombardy; <sup>15</sup>Dep. of Biology, University of Bari; <sup>16</sup>Dep. of Biological and Environmental Sciences and Technologies, University of Salento; <sup>17</sup>Dep. of Physics and Astronomy, University and INFN of Florence; <sup>18</sup>Dep. of Environmental Science, Informatics and Statistics, University Ca' Foscari Venice; <sup>19</sup>Dep. of Physics, University of Genoa & INFN-Genoa; <sup>20</sup>Dep. of Mathematics and Physics, University of Salento; <sup>21</sup>Dep. of Industrial Chemistry, University of Bologna

Keywords: PM10; chemical speciation dataset; nationwide; source apportionment; PMF  
Associated conference topics: 2.9 Sources and source apportionment of atmospheric aerosols (WG2)  
Presenting author email: [adriana.pietrodangelo@cnr.it](mailto:adriana.pietrodangelo@cnr.it)

Despite its narrow territory, the Italian Peninsula encloses many different geographical and topographical such uniquely combined time resolution (as above described) and spatialization (nation-wide), thus

# EAC2024

# Grazie!