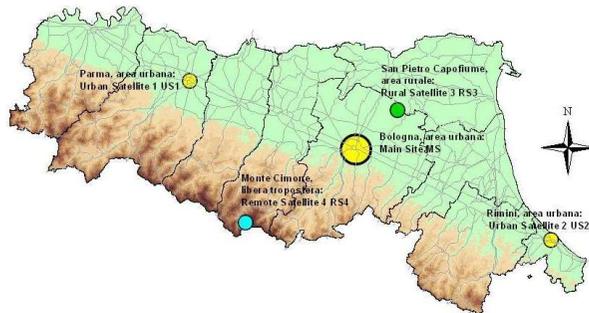


# ORIGINE, DISTRIBUZIONE URBANA E VARIAZIONE NEL TEMPO DEL PM2.5 IN EMILIA-ROMAGNA

Dimitri Bacco, Arianna Trentini, Fabiana Scotto, Stefano Lasagni, Stefano Zauli, Stefano Marchesi, Claudio Maccone, Silvia Ferrari, Chiara Agostini, Simona Maccaferri e Vanes Poluzzi  
**Arpae Emilia-Romagna**



**arpa**e  
emilia-romagna

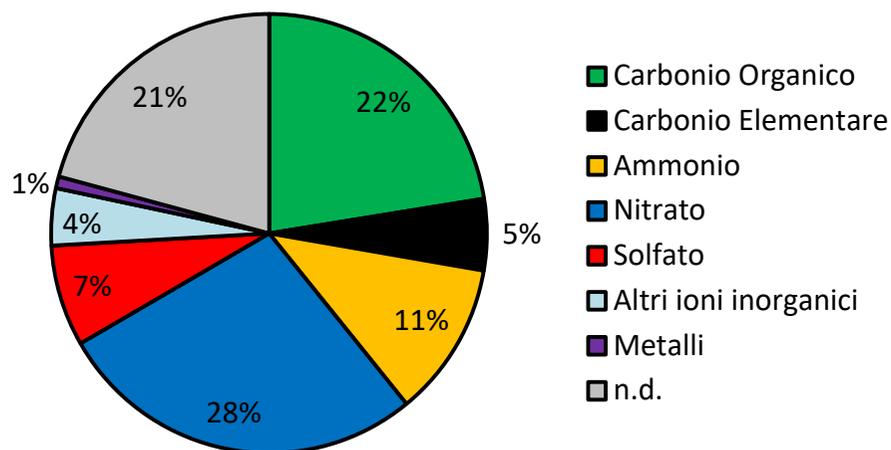


La Regione Emilia-Romagna ed Arpa, negli anni tra il 2010 e il 2017, hanno prodotto il progetto Supersito ([www.supersito-er.it](http://www.supersito-er.it)) che aveva come principale obiettivo l'incremento della conoscenza sull'aerosol fine della regione.

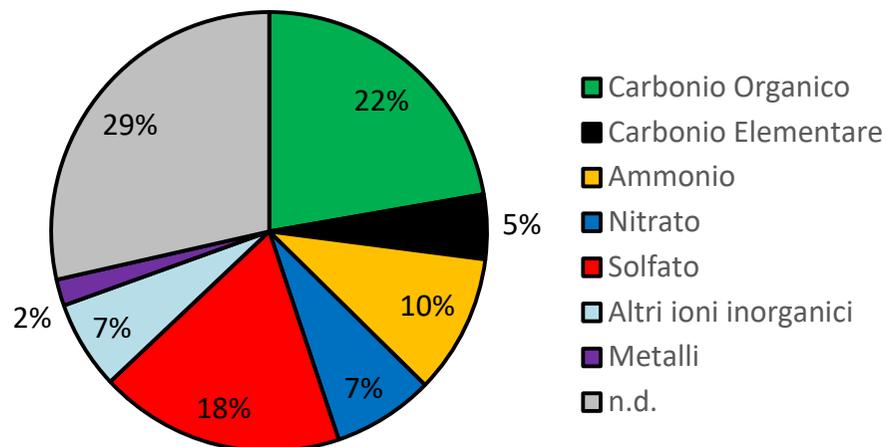
Tra le attività previste, notevole importanza ha avuto la caratterizzazione della composizione chimica del PM<sub>2.5</sub> in quattro punti della regione: tre fondi urbani a Bologna, Parma e Rimini e un fondo rurale a S. Pietro Capofiume (BO).

Questo processo, nato all'interno del progetto, è stato portato avanti da Arpa anche dopo la fine del Supersito e la serie storica di speciazione del PM<sub>2.5</sub> è in costante aggiornamento.

Media 4 siti (Ottobre - Marzo)



Media 4 siti (Aprile - Settembre)



La massa del PM2.5 è per la maggior parte legata alla frazione carboniosa, organica ed elementare che incide per quasi il 30% indipendentemente dalla stagionalità.

L'altra componente maggioritaria è formata da ioni inorganici di origine secondaria (Secondary Inorganic Aerosol) che arriva quasi al 50% della massa totale, anche se varia come rapporti interni da una stagione all'altra.

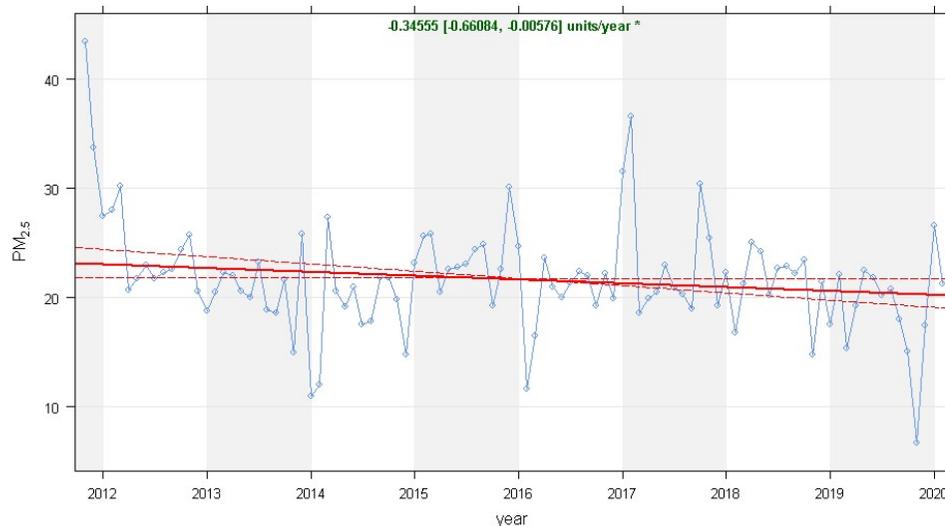
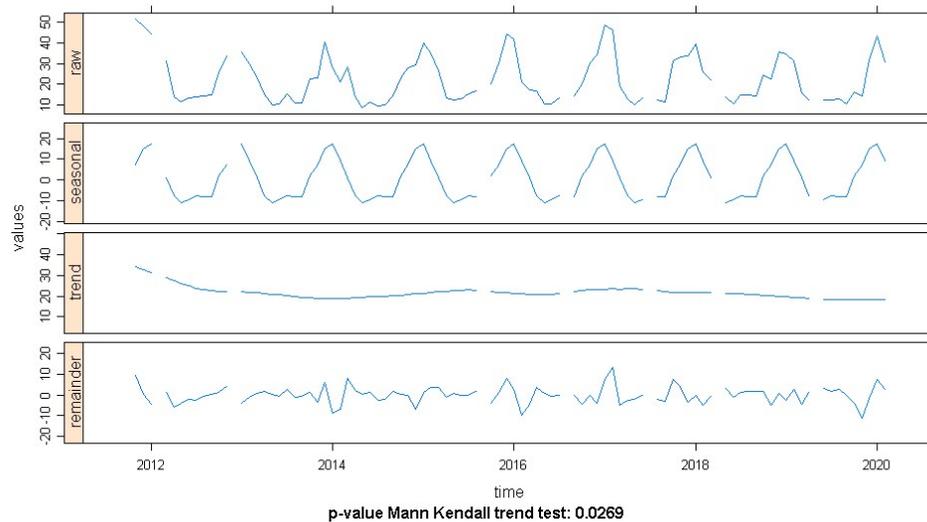
Considerando che anche il materiale organico è composto da una parte di origine secondaria, la parte di PM2.5 che si forma in atmosfera è sicuramente superiore a quella che viene emessa direttamente.

# LA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA - I Edizione 2020

1 dicembre 2020

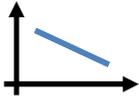
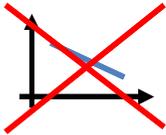
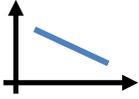
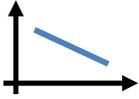
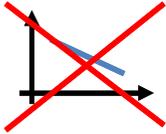


Bologna medie mensili PM 2.5 dal 11/2011 al 02/2020



Sono state analizzate le serie storiche – 2012-2019, per il levoglucosano 2016-2019 - della massa del PM2.5 e dei suoi principali componenti per verificare se ci siano trend significativi al di là della variabilità legata all'influenza della meteorologia.

Verifica della presenza del trend con test Mann-Kendall (Hirsh et al. 1982)  
Decomposizione grafica con metodo STL (Cleveland et al. 1990)  
Stima del coefficiente angolare Theil-Sen (Theil, 1950; Sen, 1968)

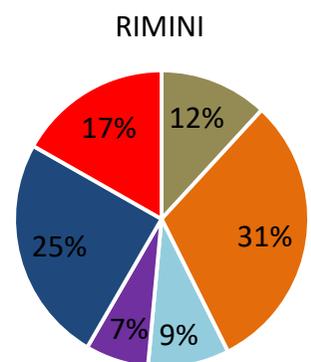
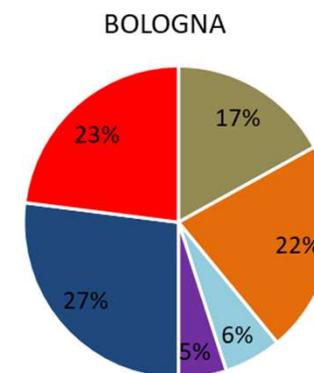
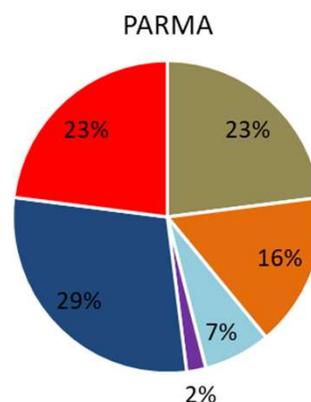
PM2.5		BO RN <del>PR</del> <del>SPC</del>
OC SIA	<del></del>	<del>BO RN PR SPC</del>
EC		BO RN PR <del>SPC</del>
Levoglicosano		BO RN PR SPC
Sb, As, Cd, Pb V*, Zn**		BO RN PR SPC <del>*RN **SPC</del>
Fe, Sn	<del></del>	<del>BO RN PR SPC</del>

Un trend negativo nella concentrazione della massa del PM2.5 è stato individuato in due dei siti urbani.

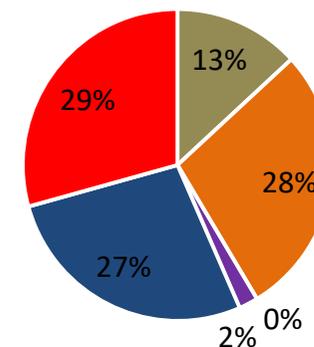
La frazione organica è composta da una componente primaria e da una secondaria e non mostra trend significativi, così come tutti gli ioni del Secondary Inorganic Aerosol ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ).

I tracer delle sorgenti primarie come traffico o combustione di biomassa (EC, Levoglicosano e diversi metalli), invece, mostrano trend negativi statisticamente significativi, ciò può suggerire una diminuzione dell'intensità di queste sorgenti antropiche.

Sulle serie storiche (qui riportati i dati relativi a 2013-2015) è stata fatta una analisi di *source apportionment* (SA) applicando un modello al recettore: PMF (Positive Matrix Factorization)



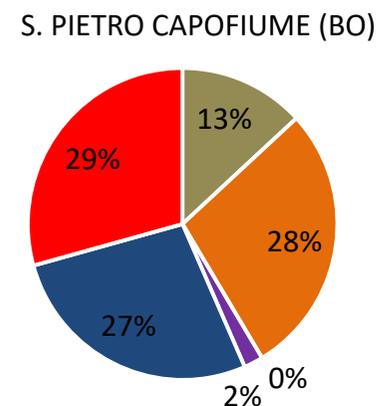
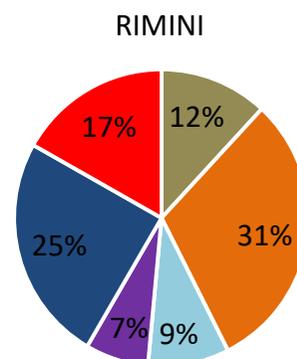
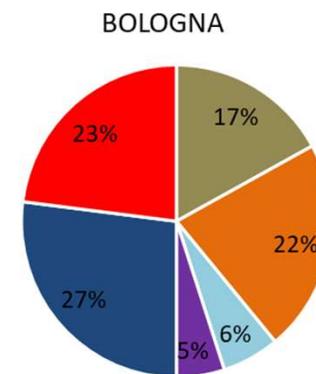
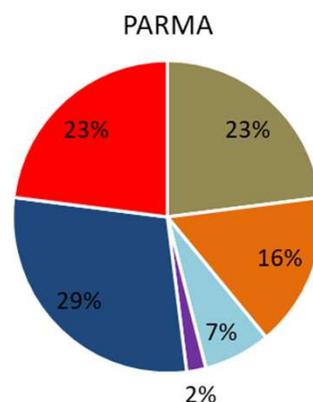
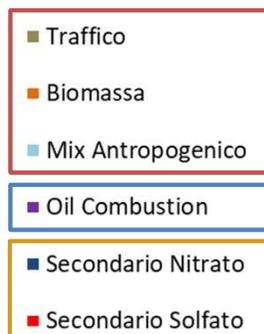
S. PIETRO CAPOFIUME (BO)



Il modello individua dei fattori (collegabili a delle sorgenti) che mescolati tra loro, contribuiscono a formare il PM2.5.

Sono stati individuati sostanzialmente gli stessi fattori in tutti i siti indice dell'omogeneità delle sorgenti che concorrono a formare la massa del PM2.5 in regione.

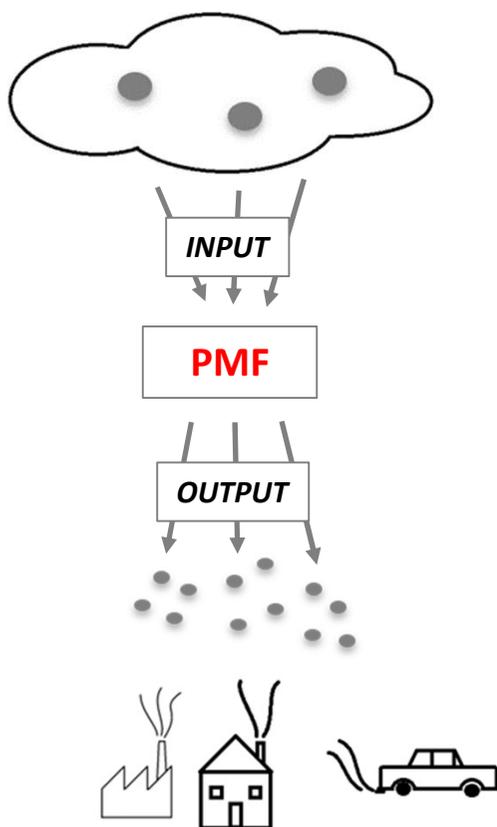
Sulle serie storiche (qui riportati i dati relativi a 2013-2015) è stata fatta una analisi di *source apportionment* (SA) applicando un modello al recettore: PMF (Positive Matrix Factorization)



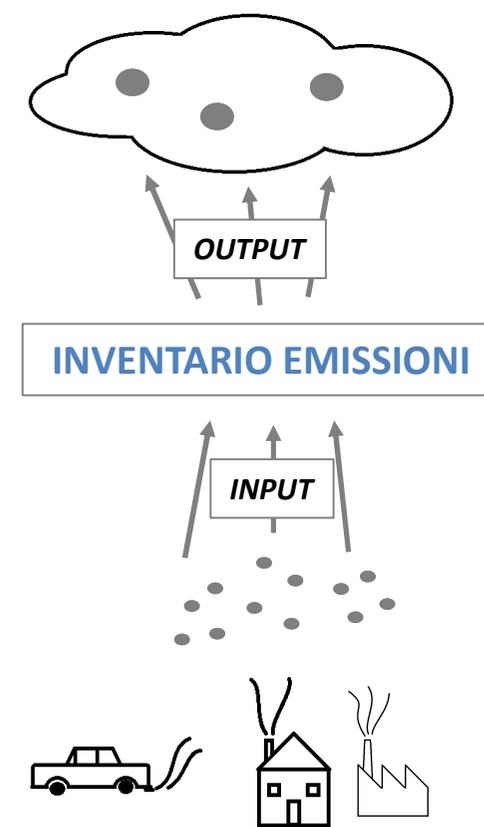
Si sono individuati **tre fattori antropici primari di origine locale**: il traffico (exhaust, non-exhaust e crostale risospeso), la combustione di biomassa e un mix di attività produttive e di servizio.

Un fattore probabilmente legato a **trasposto di masse d'aria da lunga distanza**.

Due fattori di **origine secondaria**: uno con una forte stagionalità estate-inverno e uno probabilmente legato a un fondo regionale o continentale.

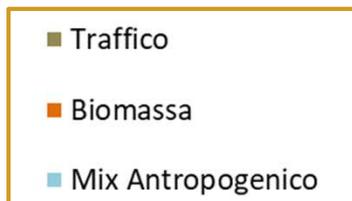


L'inventario delle emissioni ([https://www.arpae.it/dettaglio\\_generale.asp?id=3884&idlivello=2075](https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=3884&idlivello=2075)) e l'analisi PMF partono da punti diametralmente opposti per arrivare – teoricamente – allo stesso risultato: stabilire ogni sorgente in che percentuali contribuisce alla concentrazione del PM2.5 in atmosfera.

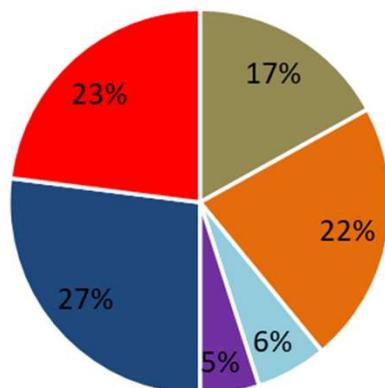


Esistono alcune differenze delle quali bisogna tenere conto

# LA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA - I Edizione 2020 | 1 dicembre 2020



PMF di BOLOGNA

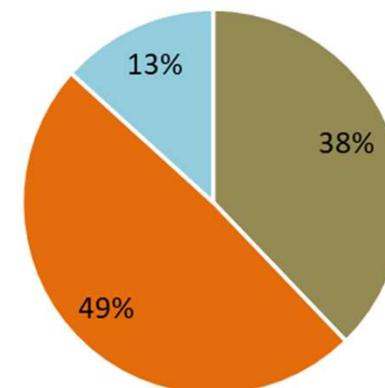


L'inventario considera solo le sorgenti primarie regionali

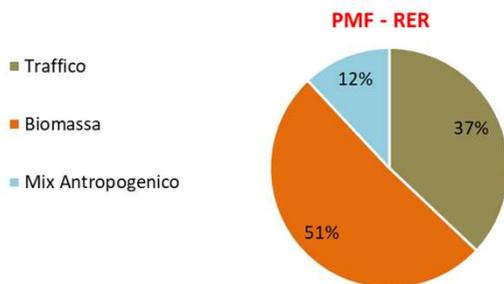


Si portano a 100% solo i fattori che rispondano a queste condizioni

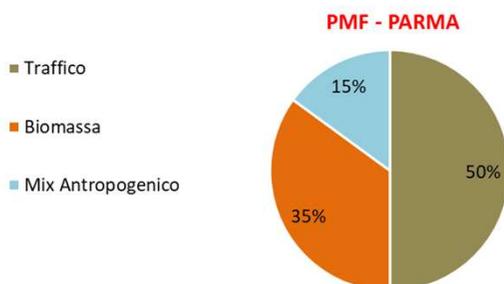
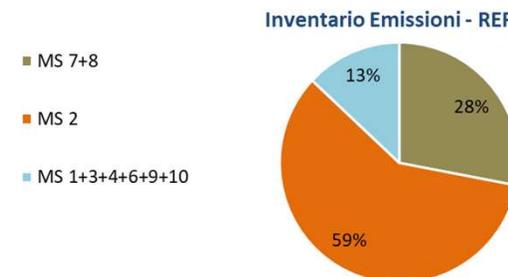
Sorgenti primarie PMF



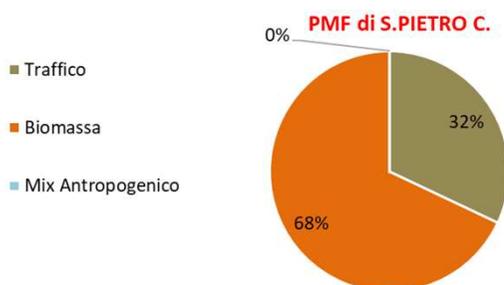
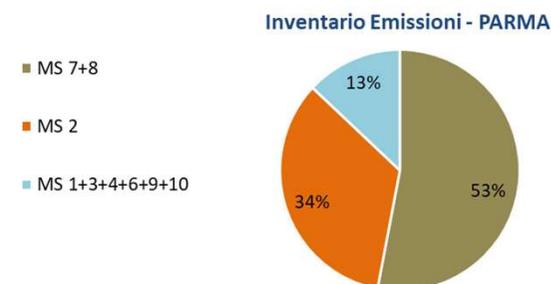
Sorgenti antropiche - PMF	Macrosettori – Inventario Emissioni
Traffico veicolare	MS 7 – Trasporto su strada MS 8 – Altre sorgenti mobili e macchinari
Combustione di biomassa	MS 2 – Combustione non industriale
Mix antropogenico	MS 1 – Produzione energia e trasformazione combustibile MS 3 – Combustione nell'industria MS 4 – Processi produttivi MS 6 – Uso di solventi MS 9 – Trattamento e smaltimento rifiuti MS 10 – Agricoltura



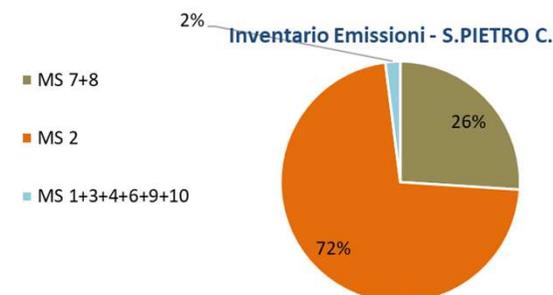
I risultati sono molto coerenti anche considerando diverse scale spaziali di aggregazione



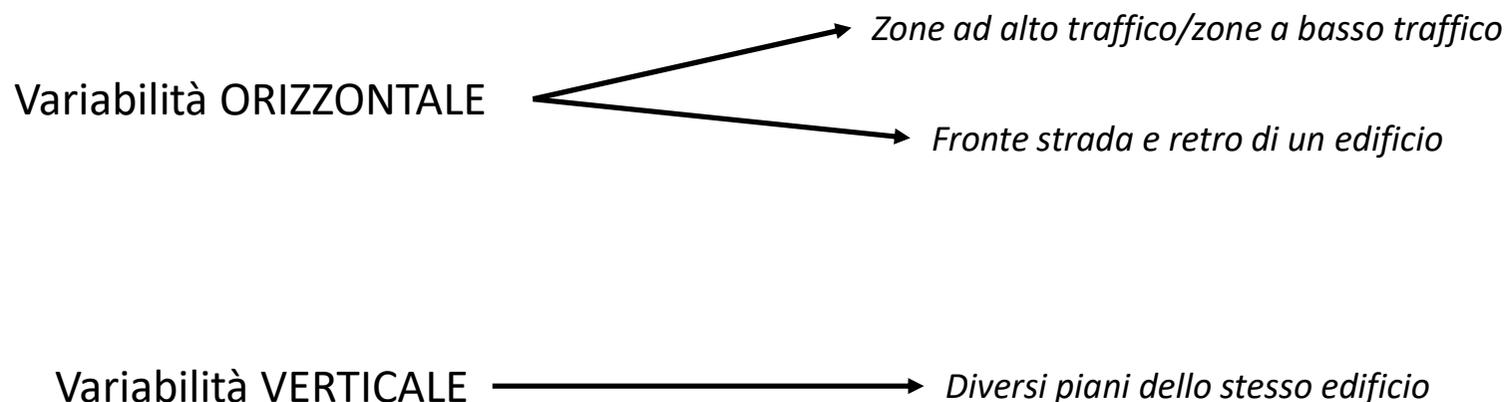
Entrambi i metodi colgono la peculiarità di Parma che è l'unico sito in cui il traffico è più importante della biomassa



Il fondo rurale non vede un apporto rilevante di altre sorgenti oltre a traffico e riscaldamento domestico



Campagne di misura fatte per migliorare la stima dell'esposizione della popolazione in ambito urbano con particolare attenzione all'ambiente *indoor* in riferimento esclusivamente al particolato di origine *outdoor* (eliminate tutte le sorgenti *indoor*)



## Variabilità ORIZZONTALE

*Zona ad alto traffico*

Viale Silvani 2 - BO



*Zona a basso traffico*

Via Vizzani 35 - BO



*Fronte e retro dello stesso edificio*

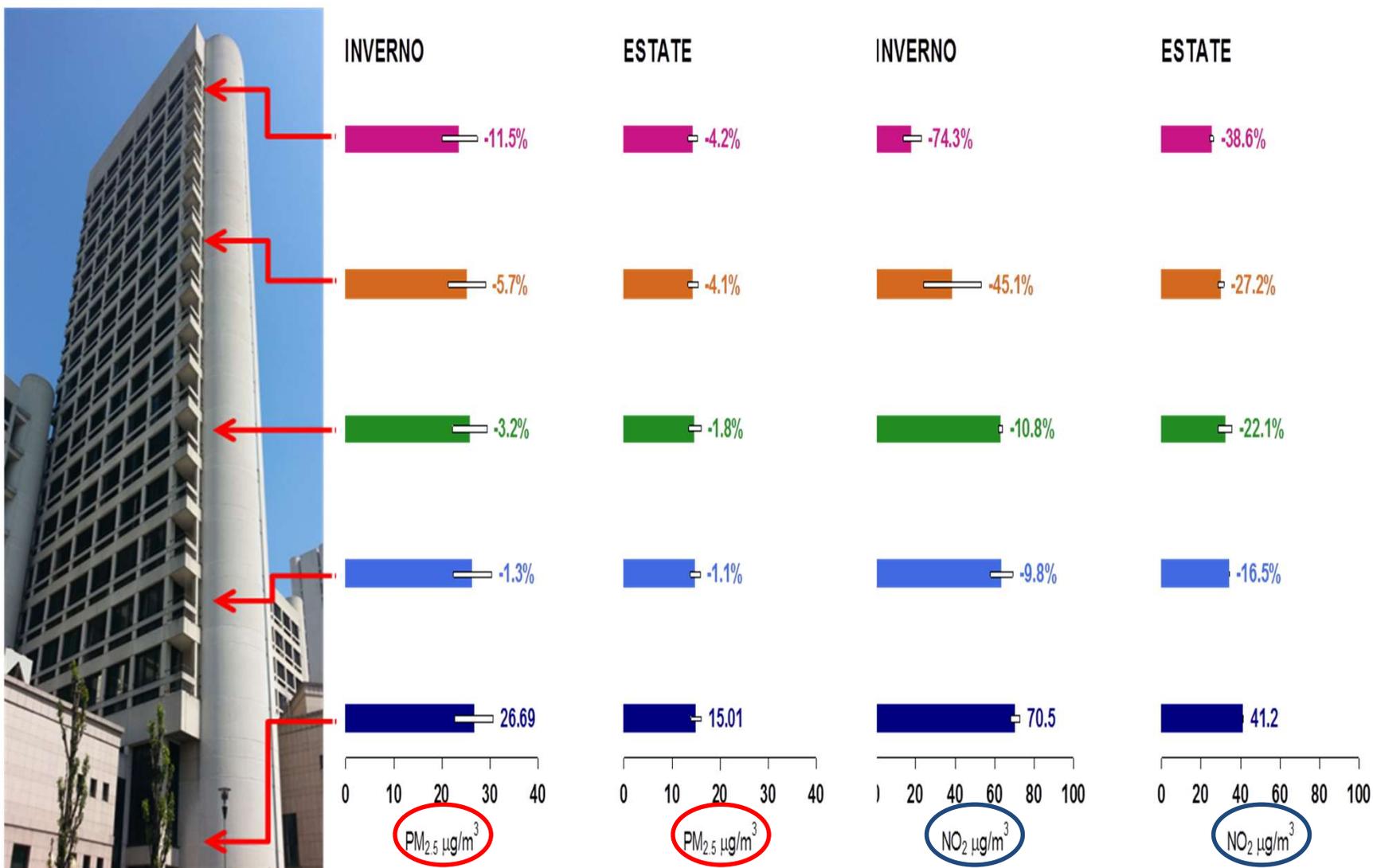
Viale Silvani 4 - BO



La variabilità tra diverse aree della città risulta marcata per alcuni inquinanti (es. UFP) e meno per altri (es. PM2.5)

La variabilità fronte/retro risulta confrontabile con quella tra diverse aree della città

## Variabilità VERTICALE



## CONCLUDENDO

Una parte importante della massa del PM<sub>2.5</sub> (> 50%) è composta da aerosol di origine secondaria, sia organico che inorganico, durante tutto l'anno.

Sembrerebbe esserci una tenue tendenza di diminuzione delle concentrazioni del PM<sub>2.5</sub>, trainata dal calo del contributo del particolato primario da combustione (forse come conseguenza delle politiche di mitigazione o per il miglioramento delle tecnologie), ma non del secondario.

Le analisi di *source apportionment* individuano gli stessi fattori in tutti i siti: tre fattori primari locali (traffico, biomassa e mix antropogenico), un fattore di trasporto di masse d'aria da lontano e due fattori di origine secondaria (uno stagionale e uno di fondo).

L'importanza delle sorgenti primarie individuata con la PMF (2013-2015) mostra una ottima coerenza con quanto riportato nell'inventario delle emissioni della regione (2015).

La variabilità urbana dipende dalla natura degli inquinanti. In determinate condizioni la variabilità tra diverse aree della città è confrontabile con la variabilità tra fronte e retro di un edificio.

LA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA - I Edizione 2020 | 1 dicembre 2020



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**