

# ***Valutazione dell'effetto di riduzioni di emissioni di NH<sub>3</sub> e NO<sub>X</sub> sulla qualità dell'aria nel bacino Padano***

***Colombo L., Malvestiti G., Marongiu A., Fossati G., Angelino E.***

***ARPA Lombardia***

# Obiettivi e metodologia dello studio



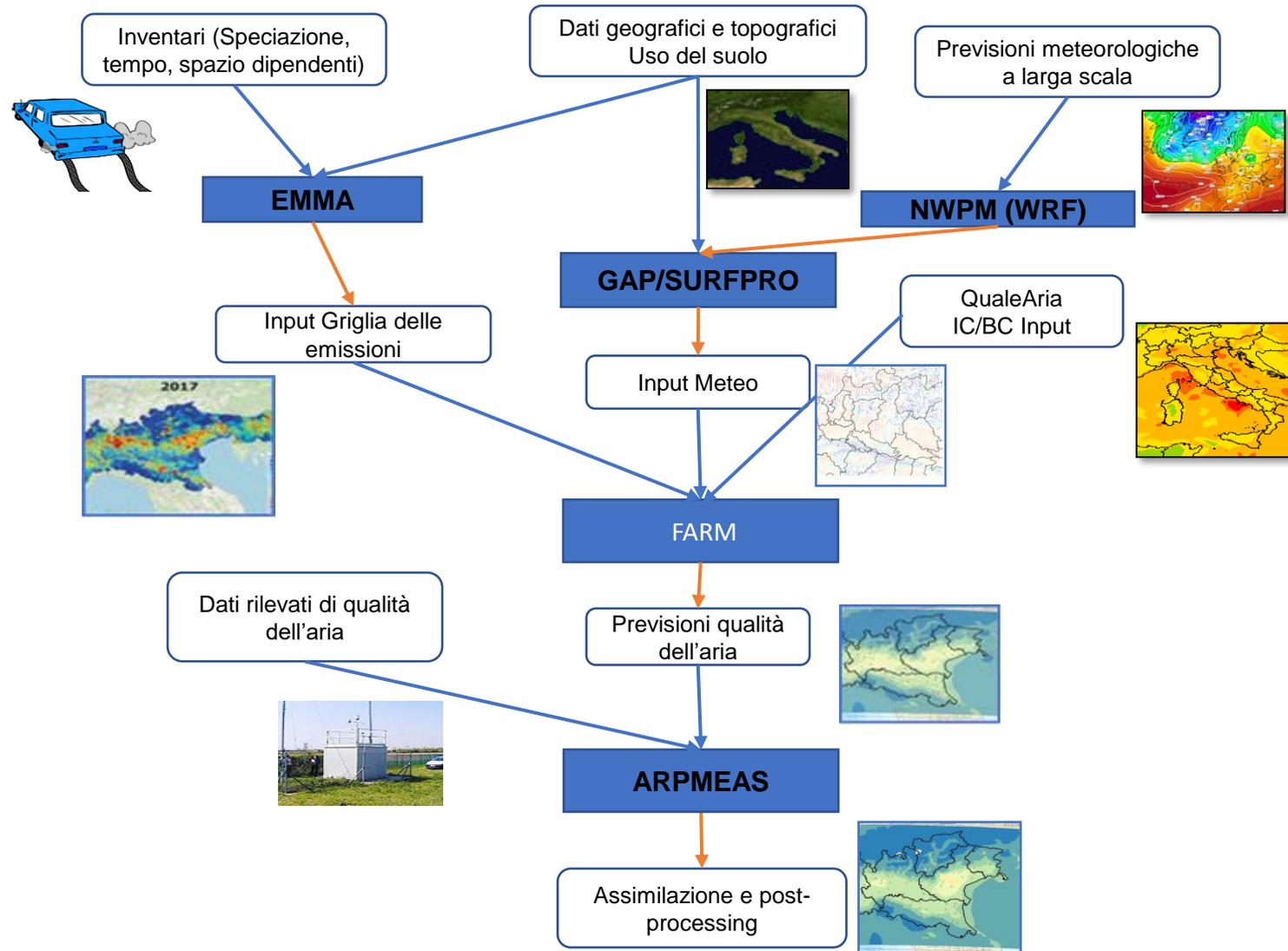
Analizzare l'impatto delle riduzioni emissive di NOX e NH3 sulle concentrazioni di PM2.5



Simulazioni modellistiche con un sistema fotochimico (F-Air)

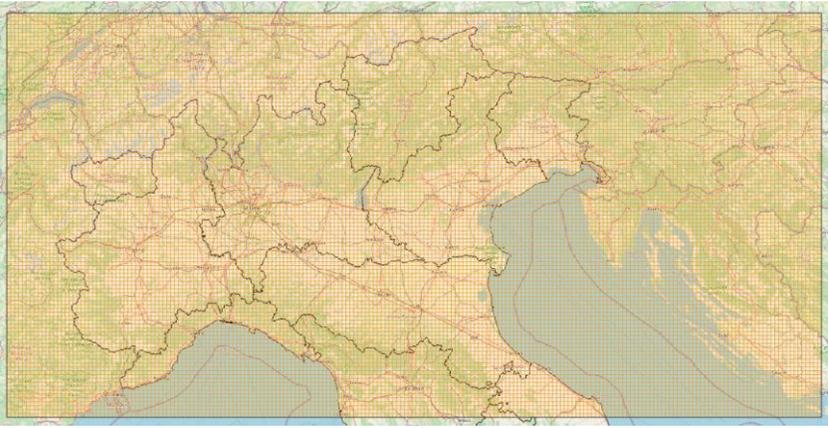
- Validazione Scenario di riferimento base (SRB)
- Simulazione di scenari emissivi di riduzione
- Risultati in termini di concentrazione di PM2.5 delle simulazioni di scenari emissivi di riduzione
- Analisi dei potenziali

# Sistema modellistico F-Air



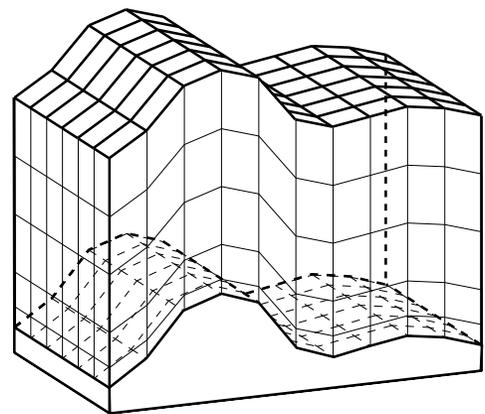
# Area di studio

## Discretizzazione orizzontale



- Area del dominio : 836x416 km<sup>2</sup>
- Risoluzione orizzontale: 4 km
- Nr. di punti della griglia lungo le direzioni x, y: 210, 105

## Discretizzazione verticale

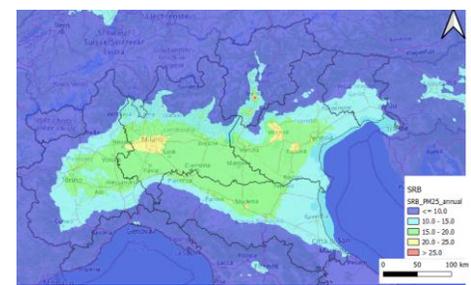
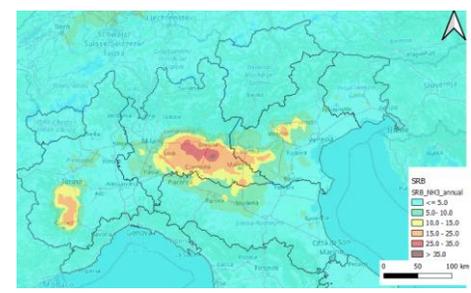


Grid face heights [m]:

1 = 10.	9 = 1025.
2 = 35.	10 = 1505.
3 = 70.	11 = 2200.
4 = 120.	12 = 3205.
5 = 195.	13 = 4550.
6 = 305.	14 = 6050.
7 = 465.	15 = 7550.
8 = 695.	16 = 9050.

## Discretizzazione temporale

- Annuale per validazione modello
- Focus di simulazione 01/01– 31/03/2019



# Focus periodo di simulazione

01/01/2019 – 31/03/2019

• Emissioni annuali NH3 → INEMAR 2017

• Disaggregazione temporale

Emissioni stabulazione e stoccaggio = costanti

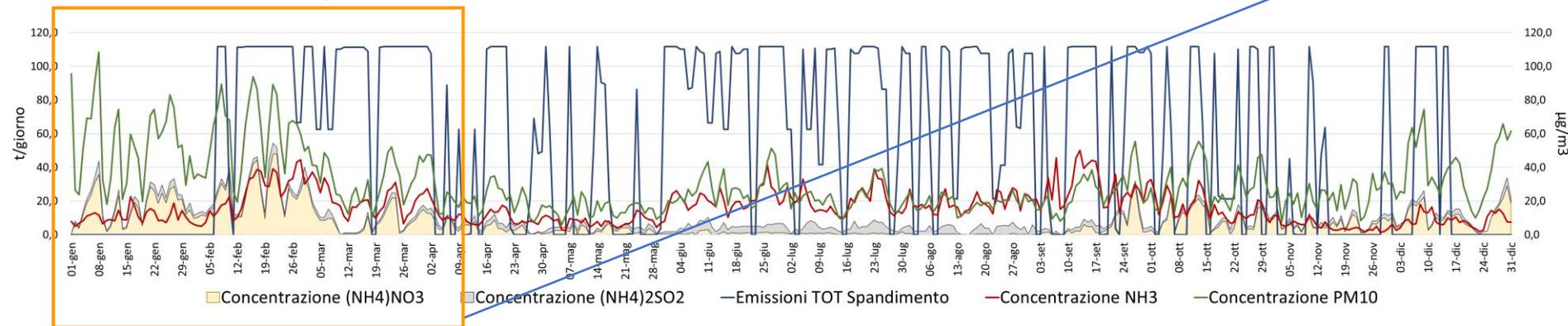
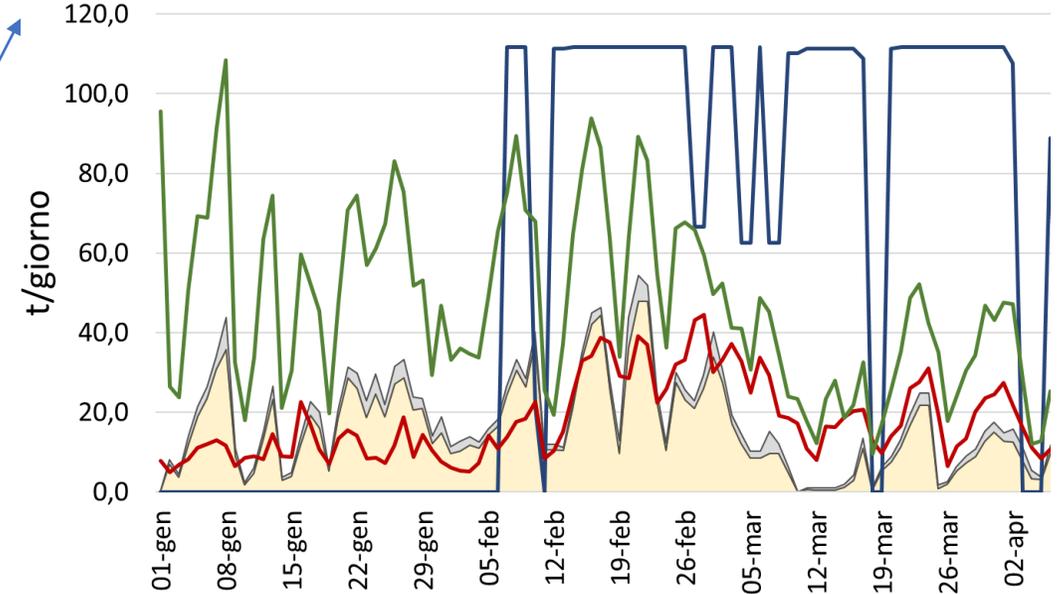
Emissioni spandimento

- bollettini nitrati (novembre-febbraio)
- condizioni meteorologiche (precipitazioni e gelate)

• Disaggregazione spaziale → Dati di SAU - INEMAR 2017

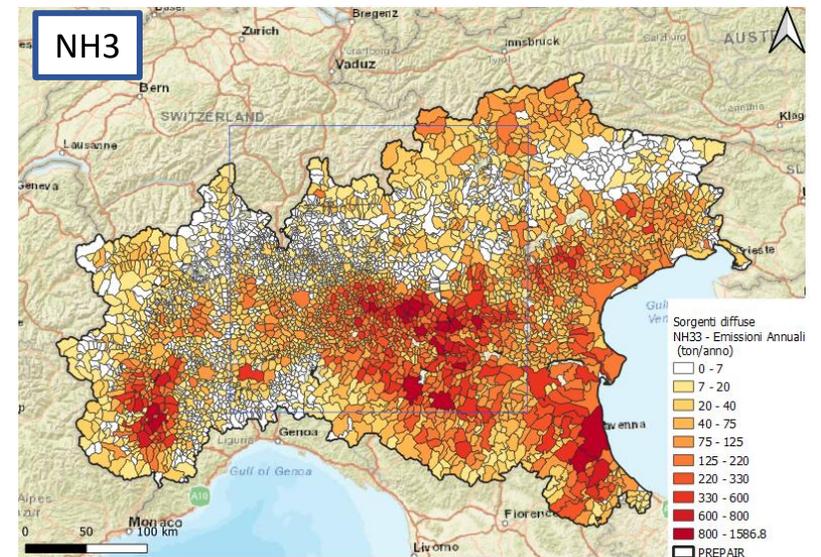
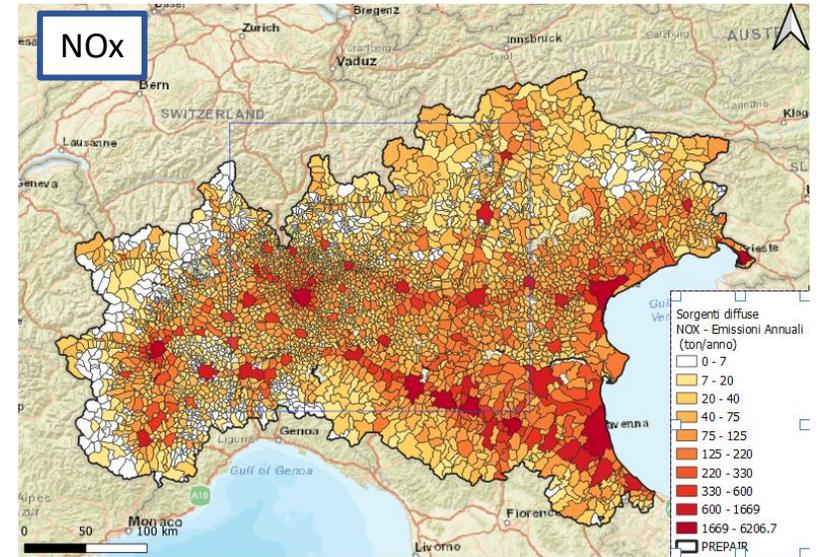
• Correlazione emissioni/ concentrazioni

- Emissioni da spandimento
- Concentrazione NH3
- Concentrazione PM10
- Concentrazione (NH4)NO<sub>3</sub>
- Concentrazione (NH4)<sub>2</sub>SO<sub>2</sub>



# Emissioni – caso base (SRB)

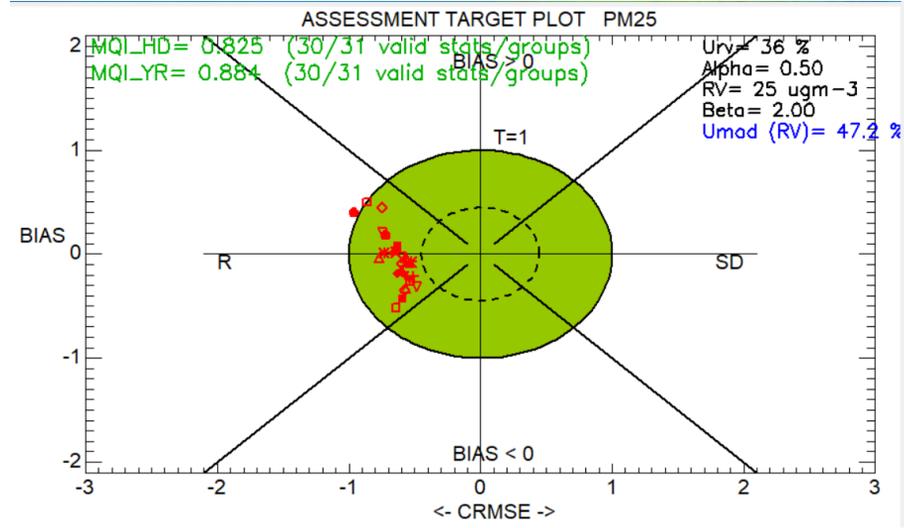
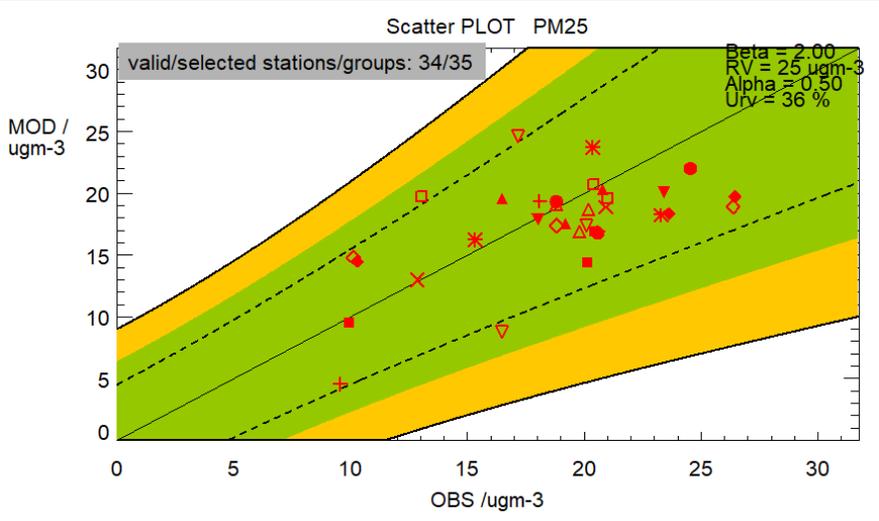
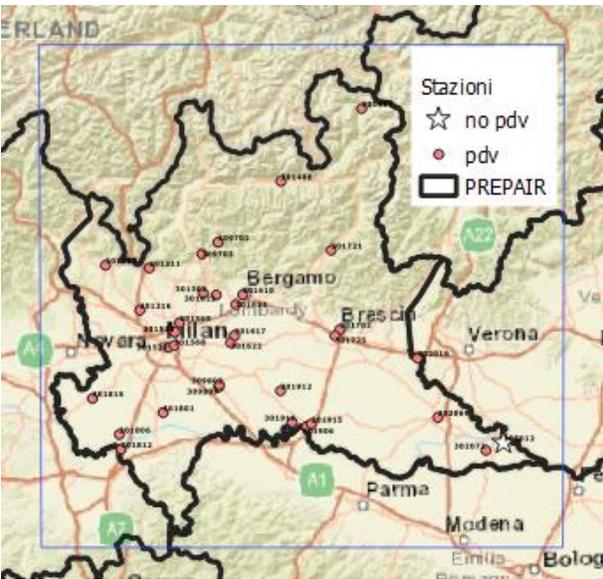
- Regioni PREPAIR + Slovenia:  
emissioni INEMAR su base comunale aggiornate al 2017
- restanti regioni italiane comprese nel dominio (Liguria, Toscana, Marche):  
emissioni ISPRA 2005 su base provinciale (aggiornate al 2009) con aggiunta di PM da risospensione stradale e da lavori agricoli
- Porzioni di stati esteri compresi nel dominio (Francia, Svizzera, Liechtenstein, Austria, Croazia):  
emissioni EMEP 2009 su celle da 50 km di lato;
- Emissioni navali nazionali:  
emissioni INEMAR (FVG, VEN, EMR) o ISPRA (MAR, TOS, LIG) spazializzate sulle acque territoriali prospicienti ogni provincia;
- Emissioni biogeniche:  
calcolate con il processore SURFPro/MEGAN;
- Emissioni puntuali:  
INEMAR 2017 Regioni PREPAIR
- No eventi Sahariani



# Validazione caso base annuale – DELTA TOOL

PM2.5

Stazioni PDV



Model Quality Objective

$$MQO: MQI \leq 1$$

Model Quality Indicator

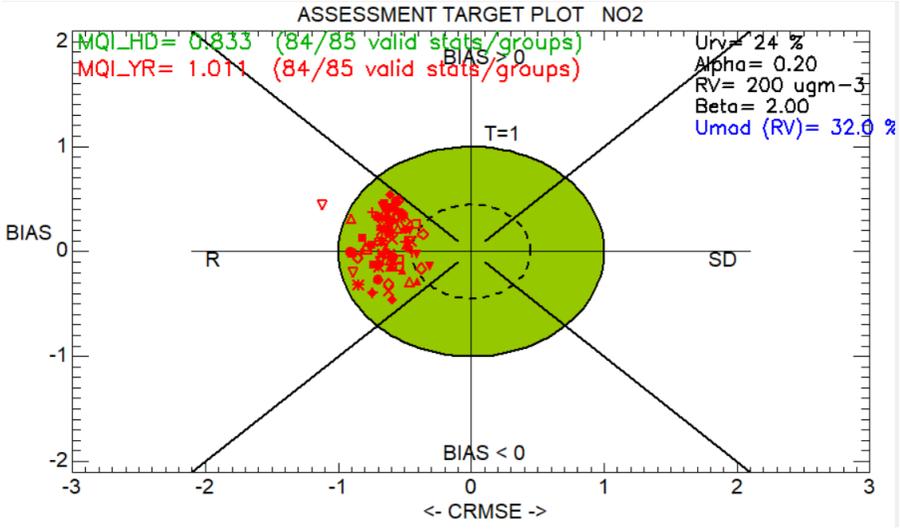
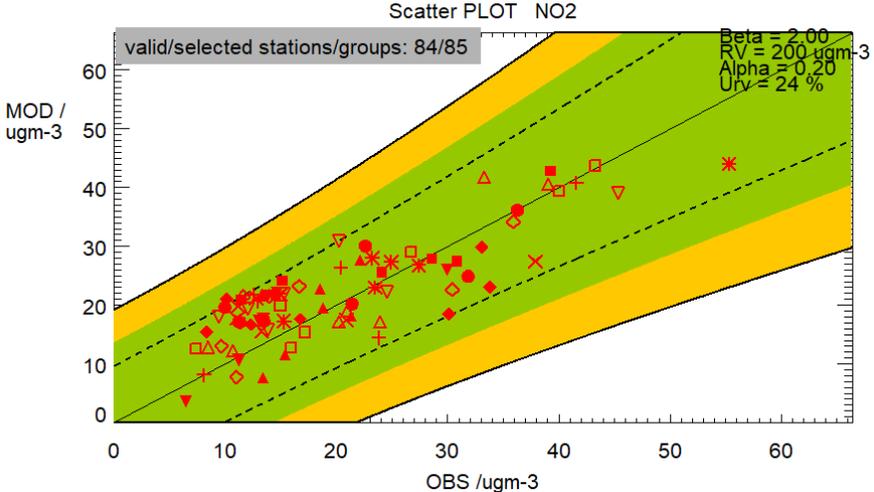
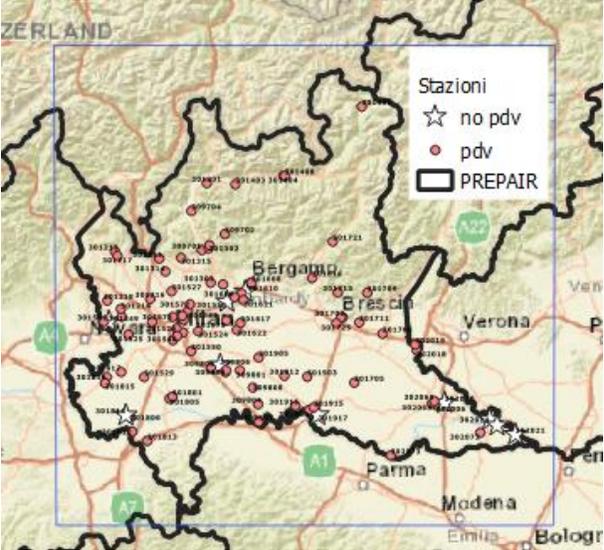
$$MQI = \frac{|O_i - M_i|}{\beta U(O_i)}$$

DELTA Tool (FAIRMODE V7, 2022)

# Validazione caso base annuale – DELTA TOOL

NO2

Stazioni PDV



Model Quality Objective

$$MQO: MQI \leq 1$$

DELTA Tool (FAIRMODE V7, 2022)

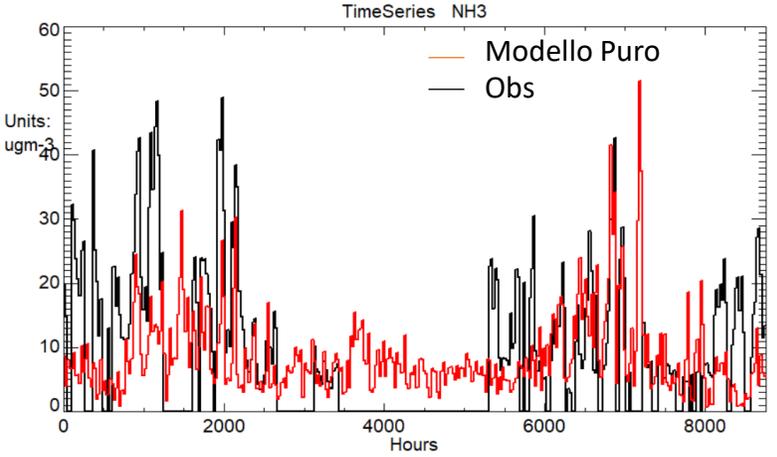
Model Quality Indicator

$$MQI = \frac{|O_i - M_i|}{\beta U(O_i)}$$

# Validazione caso base annuale

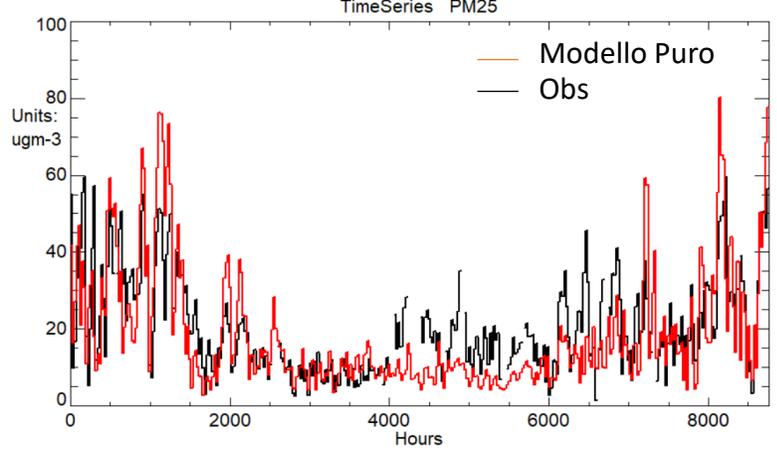
NH3

Schivenoglia



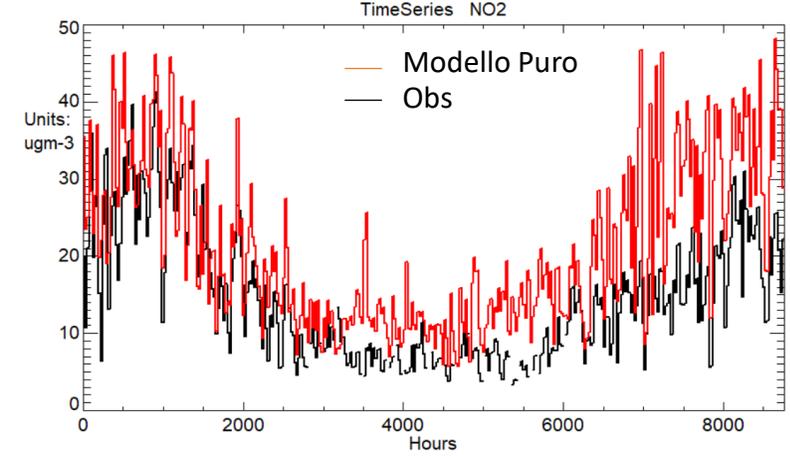
PM2.5

Bergamo - Meucci

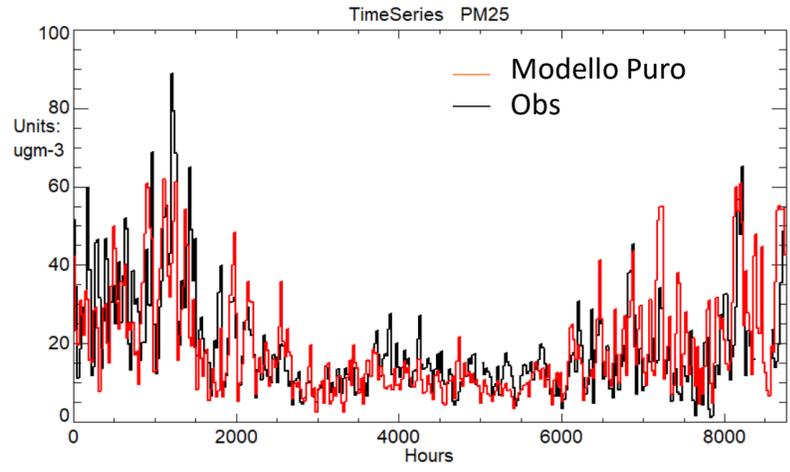


NO2

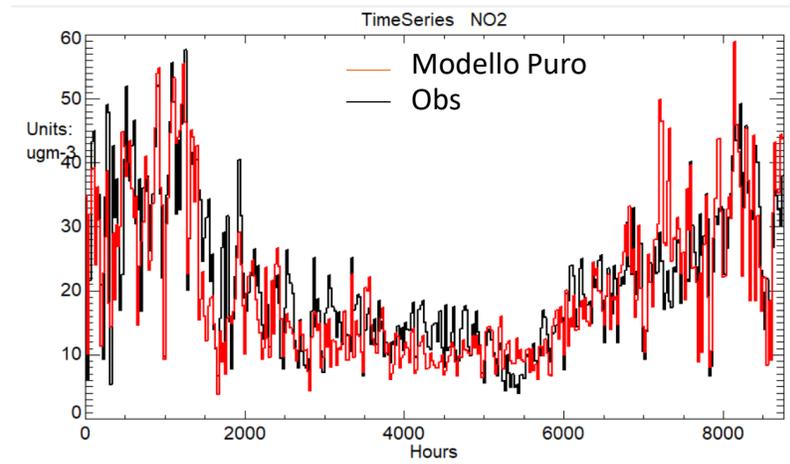
Cremona - Cadorna



Pavia - Folperti



Calusco



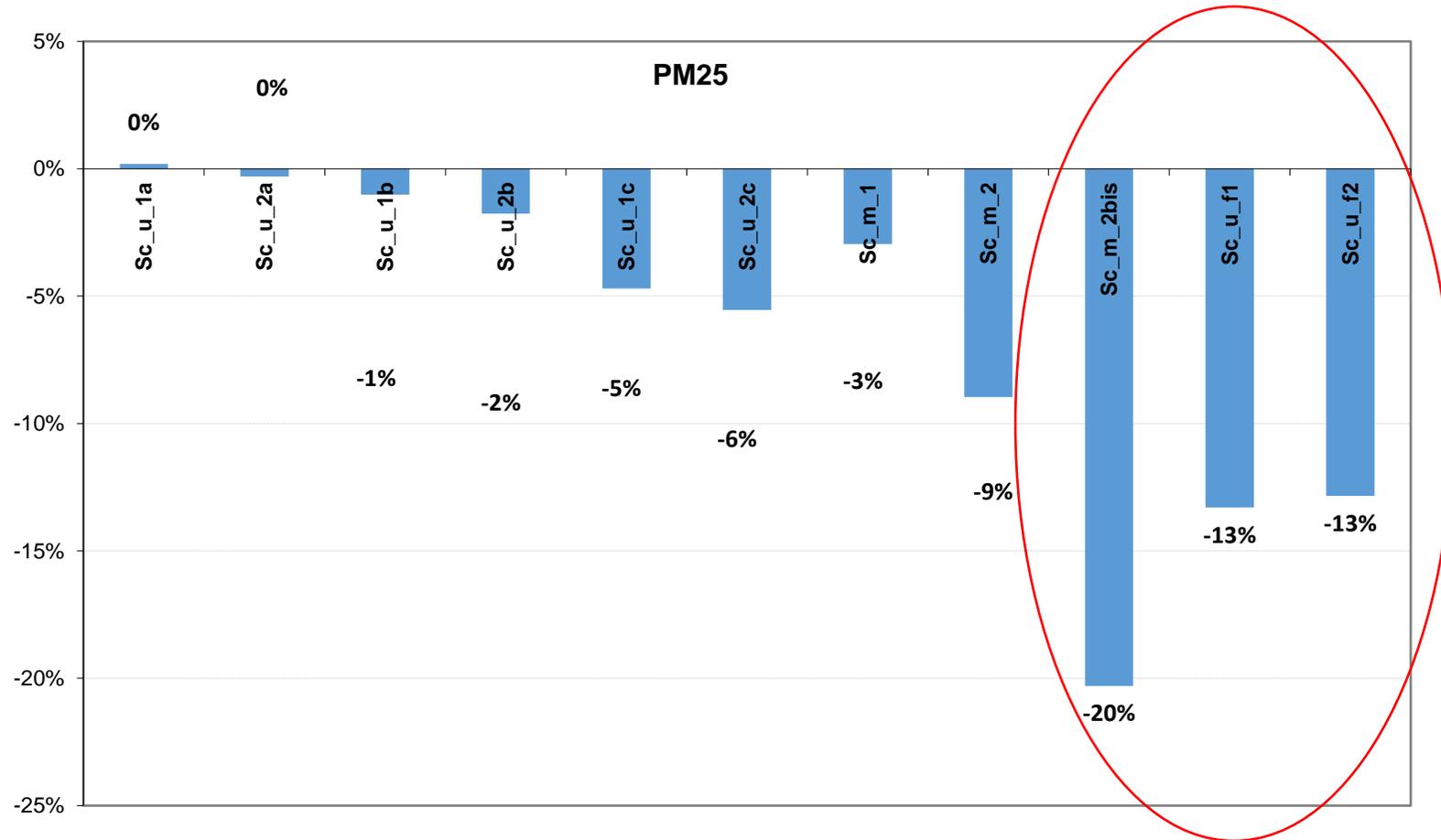
# Scenari emissivi

Nome scenario	NOX (Riduzione)	NH3 (Riduzione)
SRB	0%	0%
Sc_u_1a	10	0
Sc_u_2a	0	10
Sc_u_1b	25	0
Sc_u_2b	0	25
Sc_m_1	25	25
Sc_u_1c	50	0
Sc_u_2c	0	50
Sc_m_2	50	50
Sc_m_2bis	75	75
Sc_u_f1	75	0
Sc_u_f2	0	75

Periodo di simulazione:

- dal 1 gennaio al 31 marzo 2019;
- riduzioni effettuate proporzionalmente sulla verticale

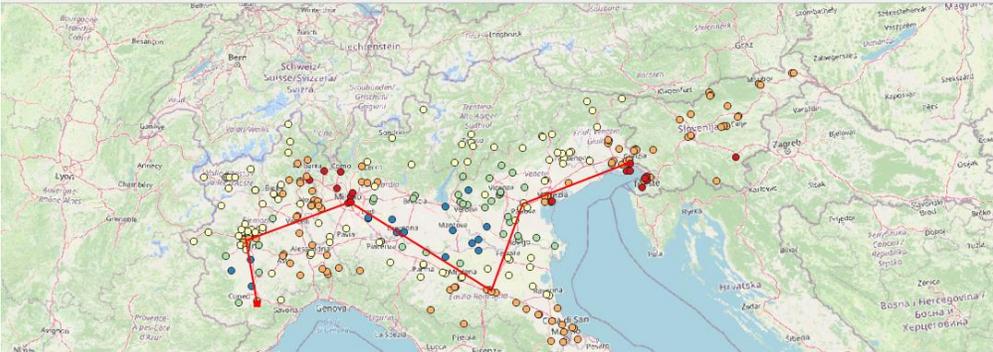
# Variazioni percentuali rispetto al caso base - SUM-UP



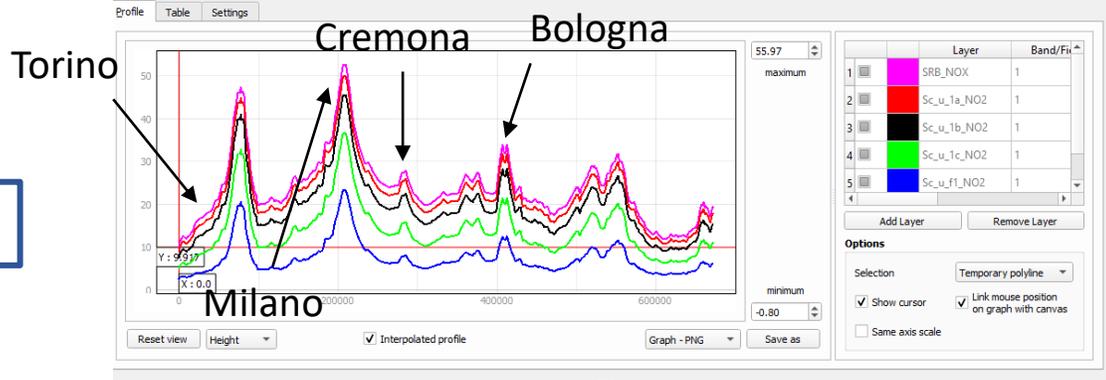
# Analisi Scenari Emissivi

SRB

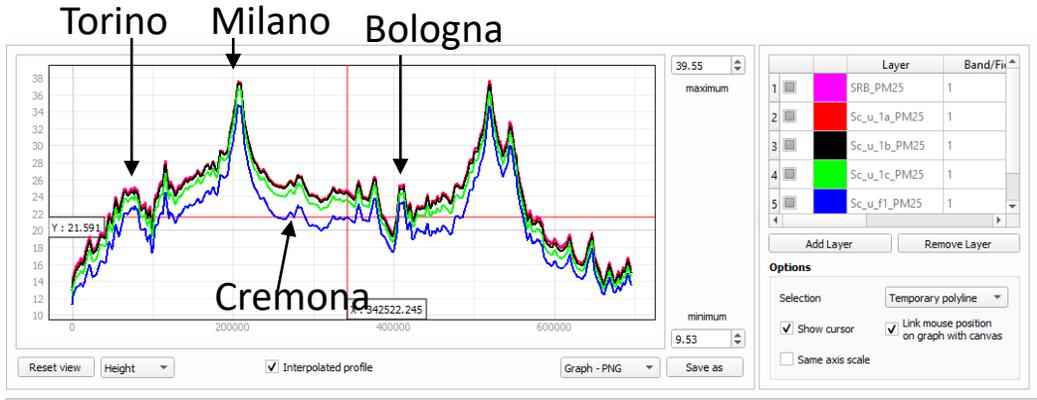
- Sc\_u\_1a -10% riduzione NO<sub>x</sub> su tutto il bacino;
- Sc\_u\_1b -25% riduzione NO<sub>x</sub> su tutto il bacino;
- Sc\_u\_1c -50% riduzione NO<sub>x</sub> su tutto il bacino;
- Sc\_u\_f1 -75% riduzione NO<sub>x</sub> su tutto il bacino;



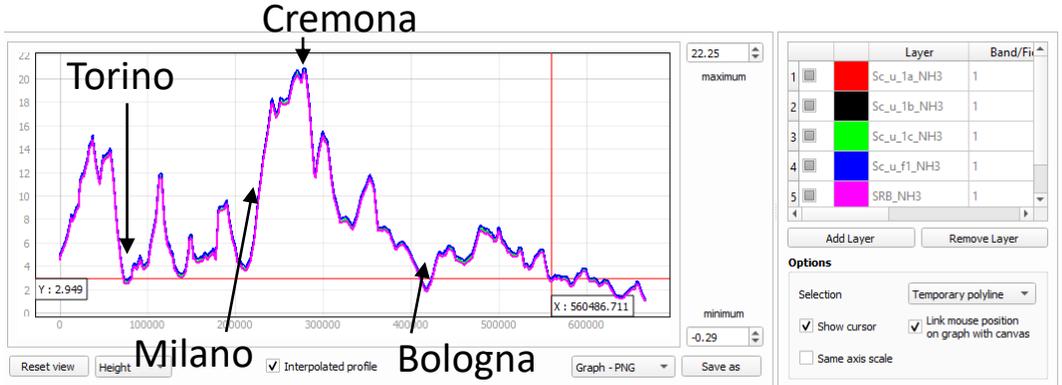
NOx



PM2.5

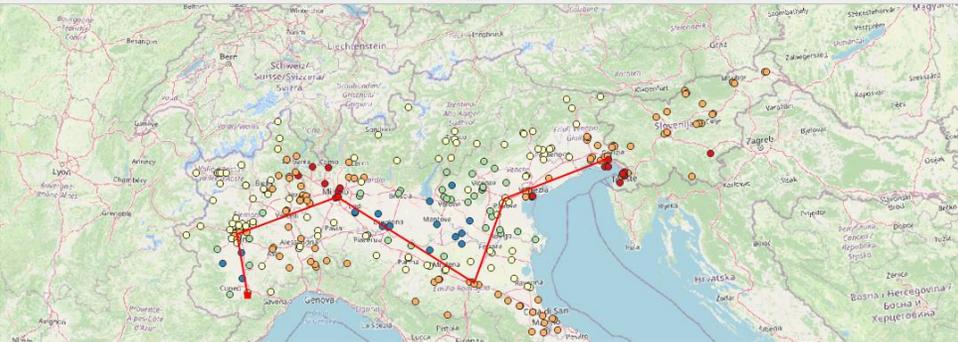


NH3

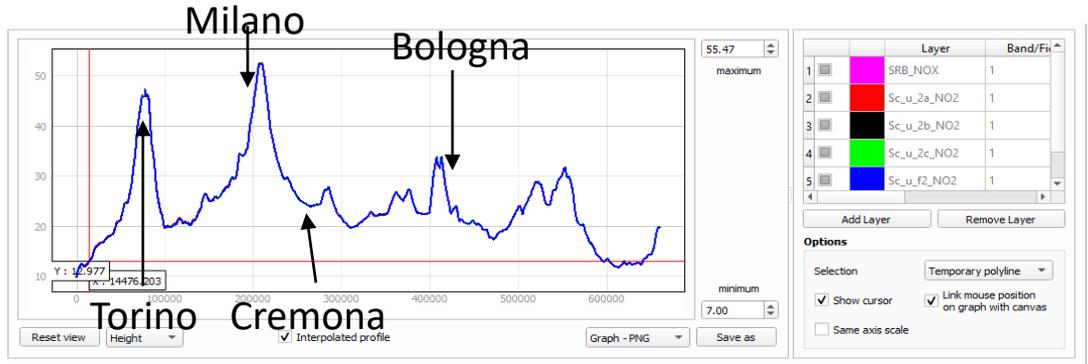


# Analisi Scenari Emissivi

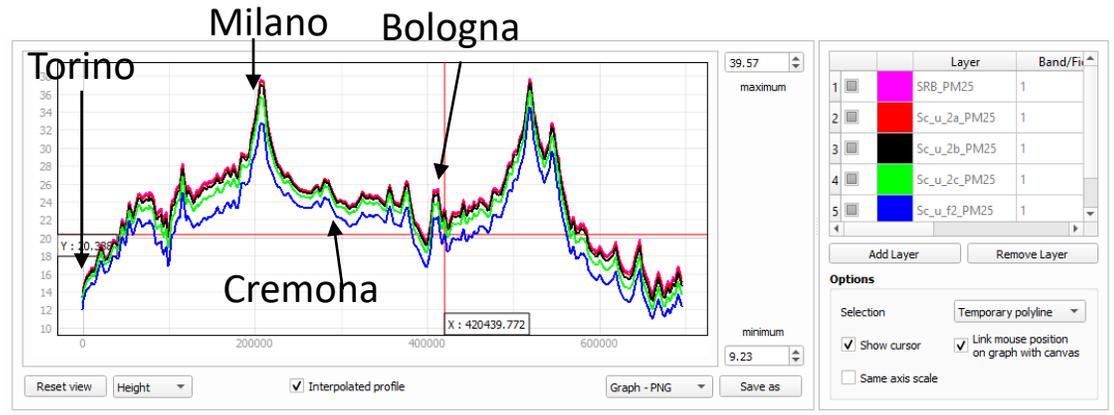
- SRB**
- Sc\_u\_2a** -10% riduzione NH<sub>3</sub> su tutto il bacino;
- Sc\_u\_2b** -25% riduzione NH<sub>3</sub> su tutto il bacino;
- Sc\_u\_2c** -50% riduzione NH<sub>3</sub> su tutto il bacino;
- Sc\_u\_f2** -75% riduzione NH<sub>3</sub> su tutto il bacino;



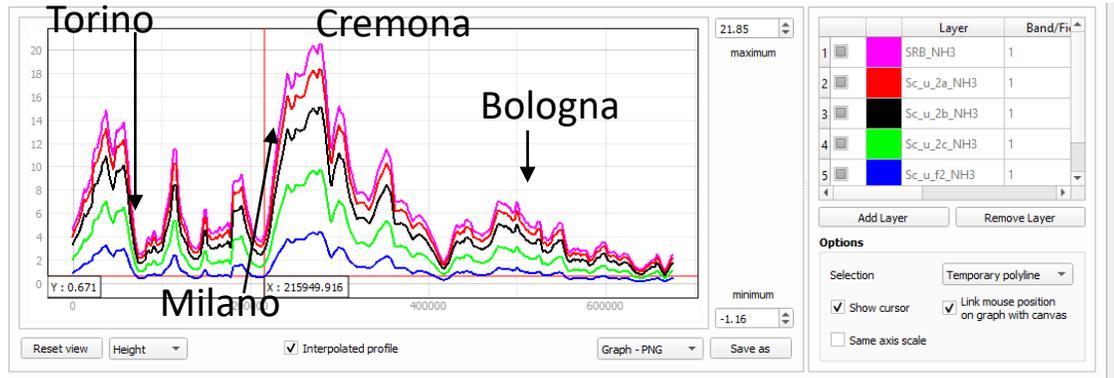
NOx



PM2.5



NH3



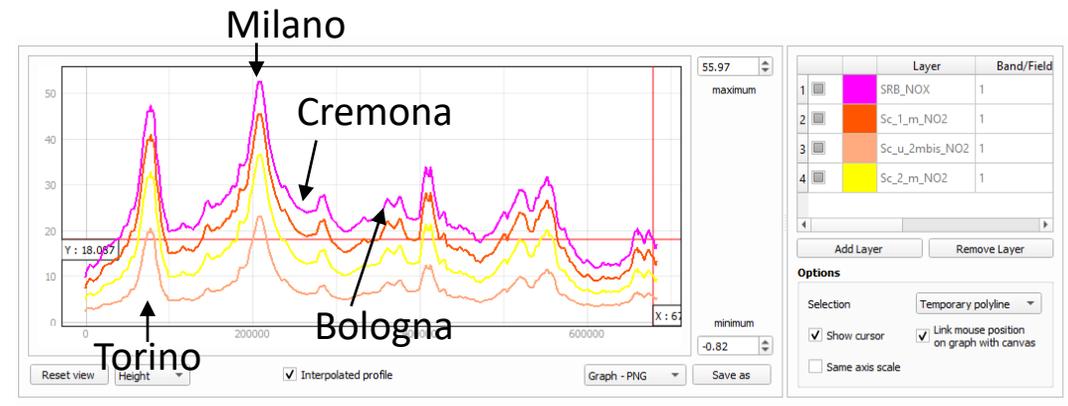
# Analisi Scenari Emissivi

SRB

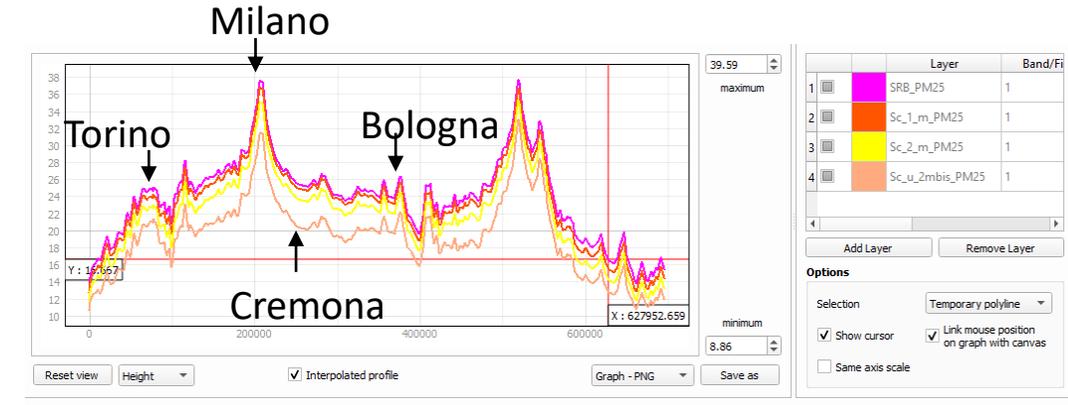
- Sc\_m\_1 -25% riduzione  $\text{NH}_3$   $\text{NO}_x$  su tutto il bacino;
- Sc\_m\_2 -50% riduzione  $\text{NH}_3$   $\text{NO}_x$  su tutto il bacino;
- Sc\_m\_2bis -75% riduzione  $\text{NH}_3$   $\text{NO}_x$  su tutto il bacino;



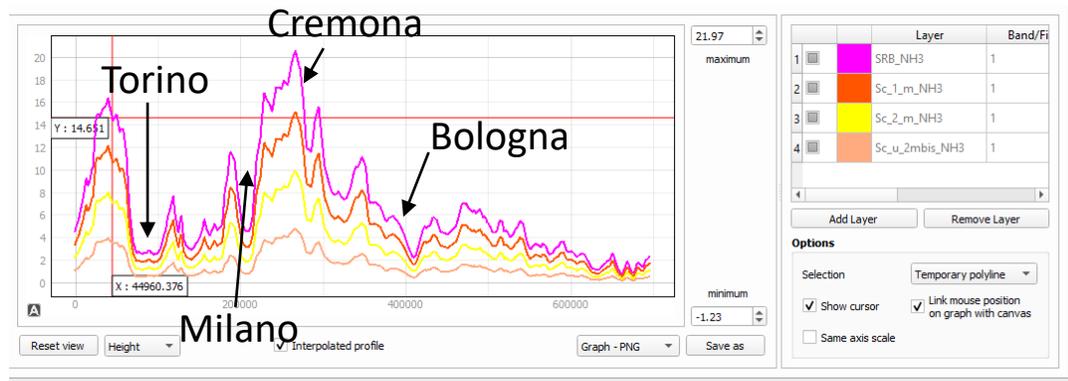
NOx



PM2.5

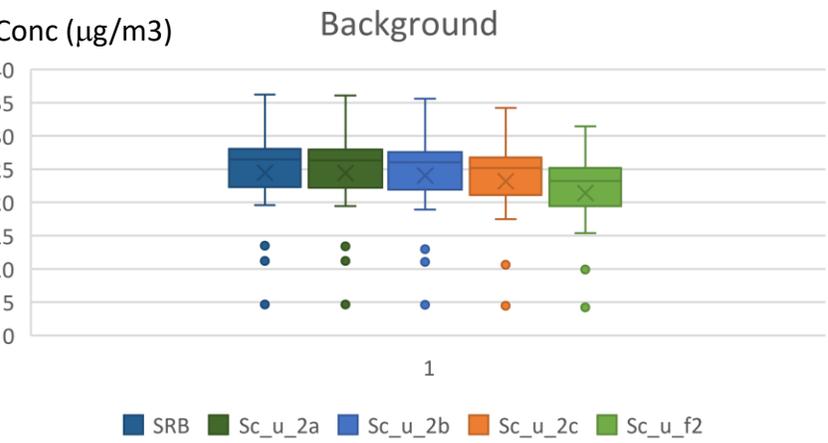


NH3

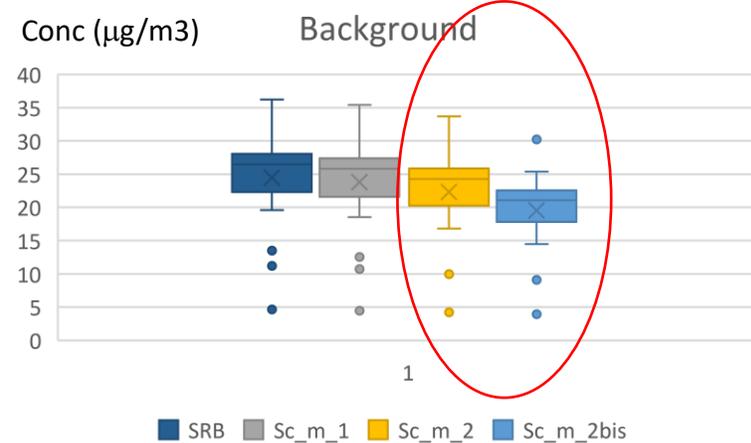


# Analisi dei risultati ottenuti: PM2.5

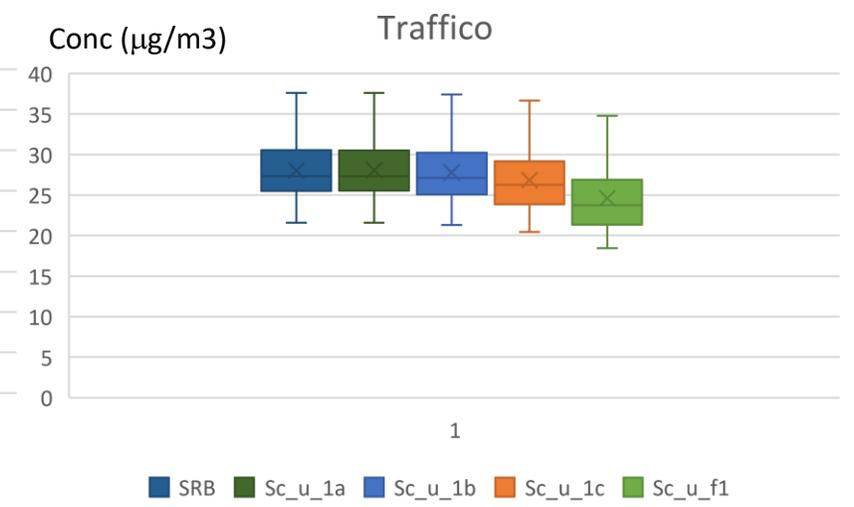
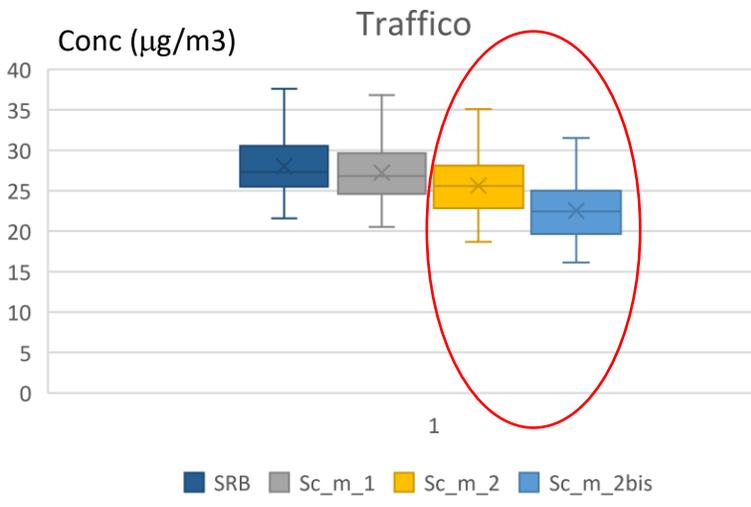
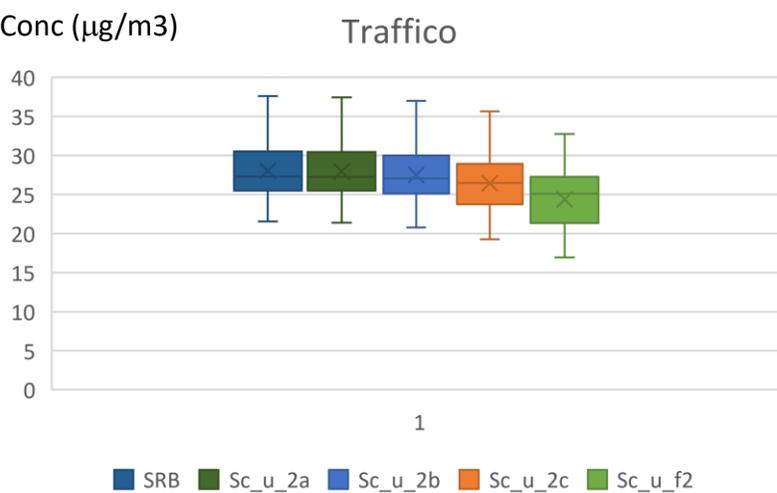
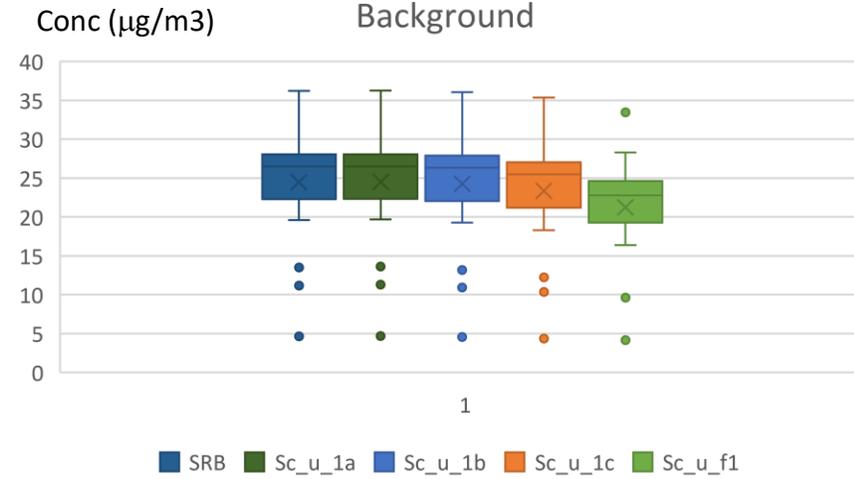
**Riduzioni NOx**



**Riduzioni NOx e NH3**



**Riduzioni NH3**



# Impatto potenziale dei precursori: PM2.5

Per indagare l'importanza e l'impatto delle differenti variazioni emissive di NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub> sulle concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> sono stati calcolati degli indicatori chiamati **impatto potenziale** definiti come il rapporto tra la variazione delle concentrazioni e la variazione delle emissioni.

$$P(\text{NO}_x) = \Delta C(\text{NO}_x) / \Delta E$$

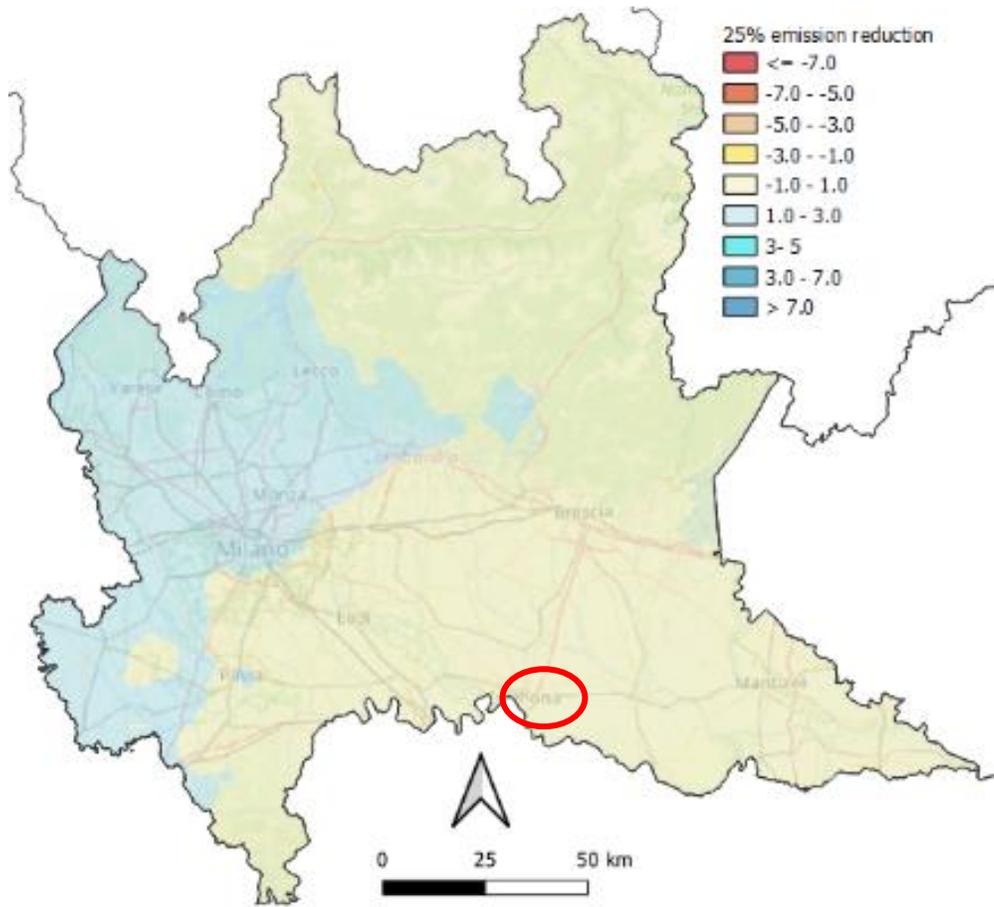
$$P(\text{NH}_3) = \Delta C(\text{NH}_3) / \Delta E$$

In questo modo pur rimanendo più efficiente la riduzione contemporanea di entrambi i precursori è possibile individuare eventuali zone dove a parità di riduzione emissiva di NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub> si ottengono diminuzioni di PM<sub>2.5</sub> più marcate

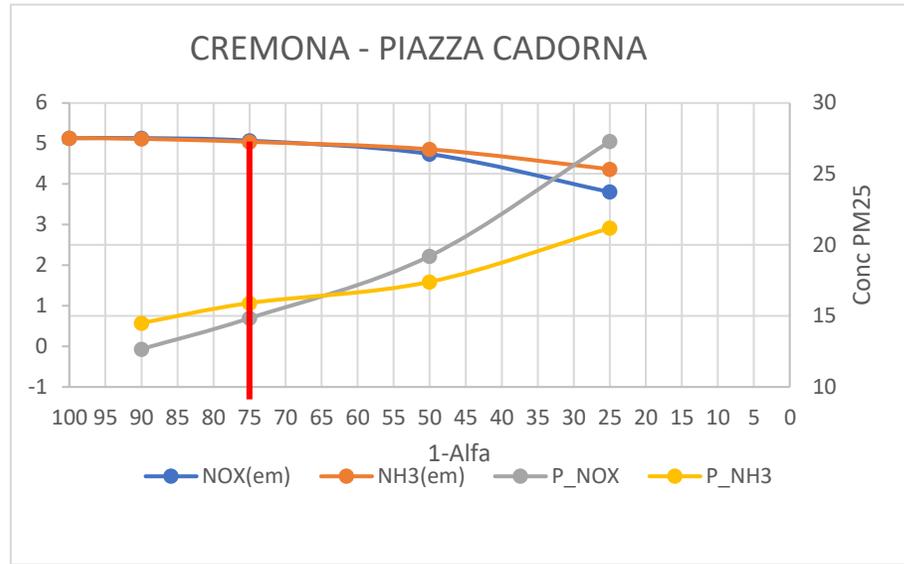
Definiamo come **regime chimico** la differenza tra P(NO<sub>x</sub>) e P(NH<sub>3</sub>)

- **Regime chimico negativo** (*NO<sub>x</sub> more sensitive*): riduzione emissioni NO<sub>x</sub> più efficienti
- **Regime chimico positivo** (*NH<sub>3</sub> more sensitive*): riduzione emissioni NH<sub>3</sub> più efficienti

# Analisi dei risultati ottenuti: PM2.5



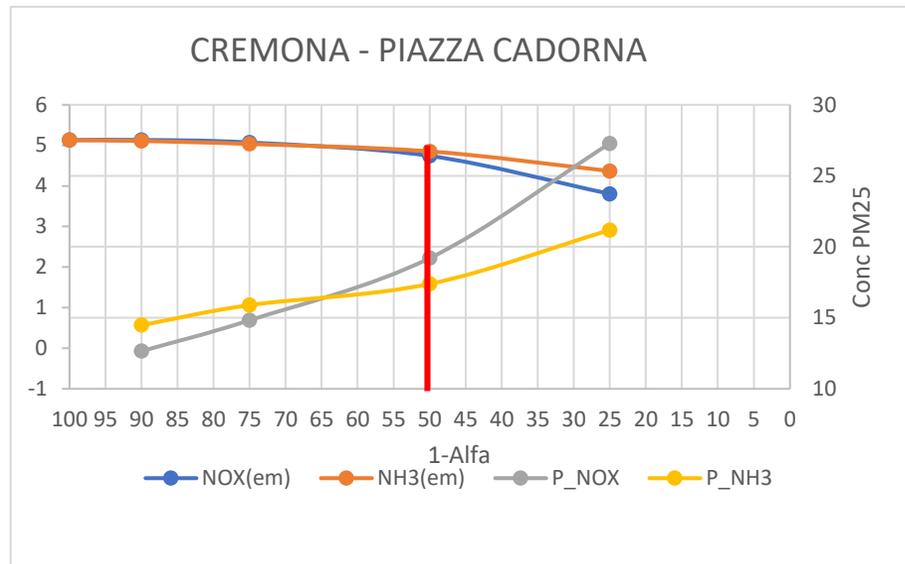
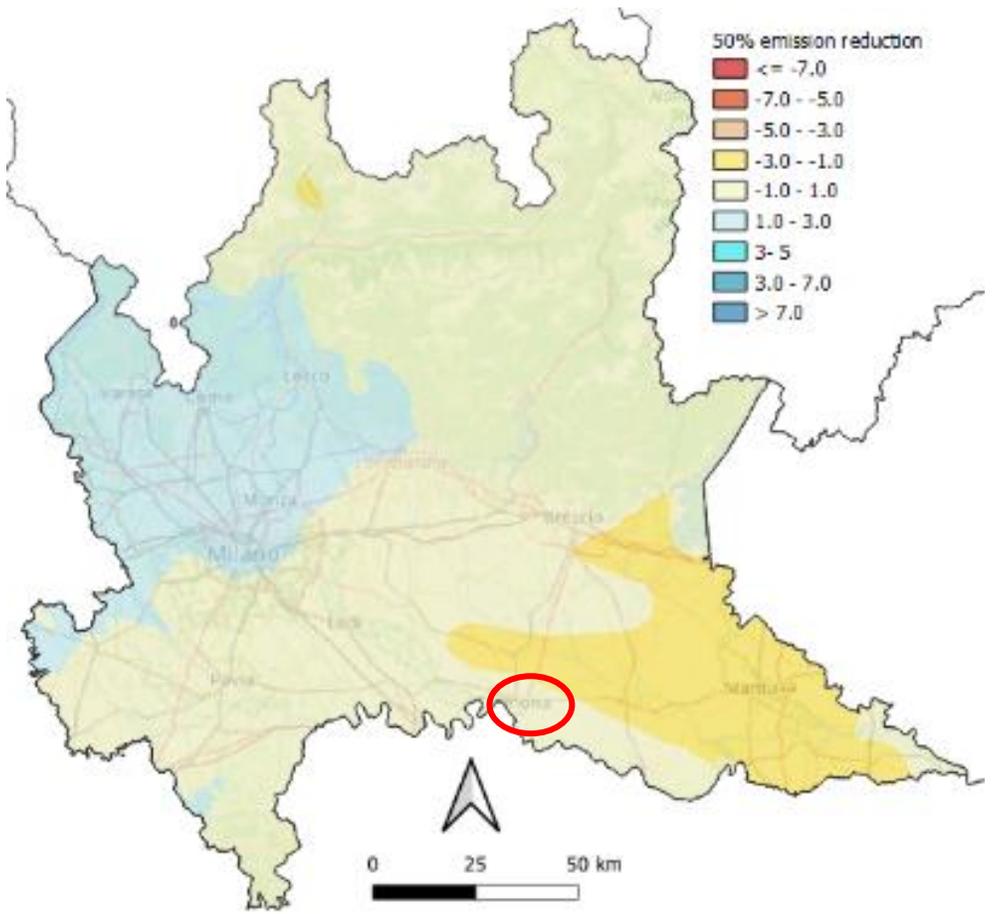
Riduzione: 25%



- Le aree blu indicano le zone dove è più efficiente ridurre NH3
- le aree rosse indicano le zone dove è più efficiente ridurre NOx
- le aree verdine indicano le zone dove le riduzione di NH3 e NOx sono ugualmente efficienti.

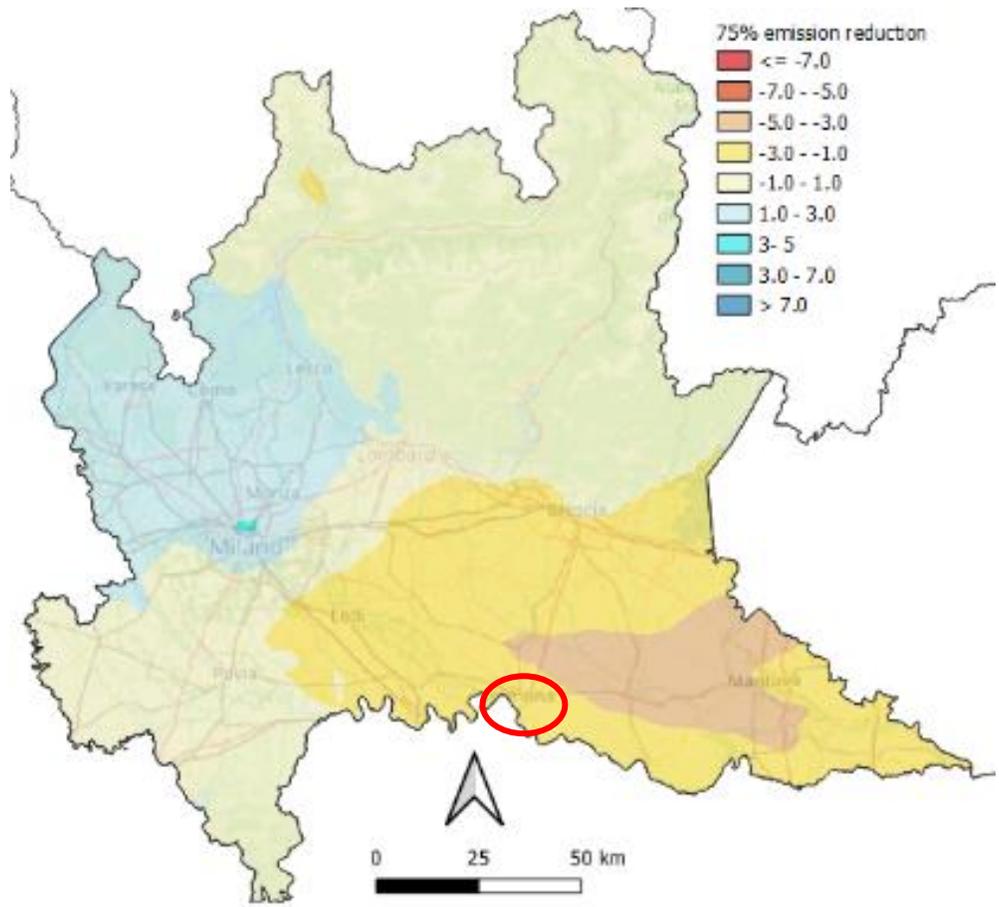
# Analisi dei risultati ottenuti (gen-mar): PM2.5

Riduzione: 50%

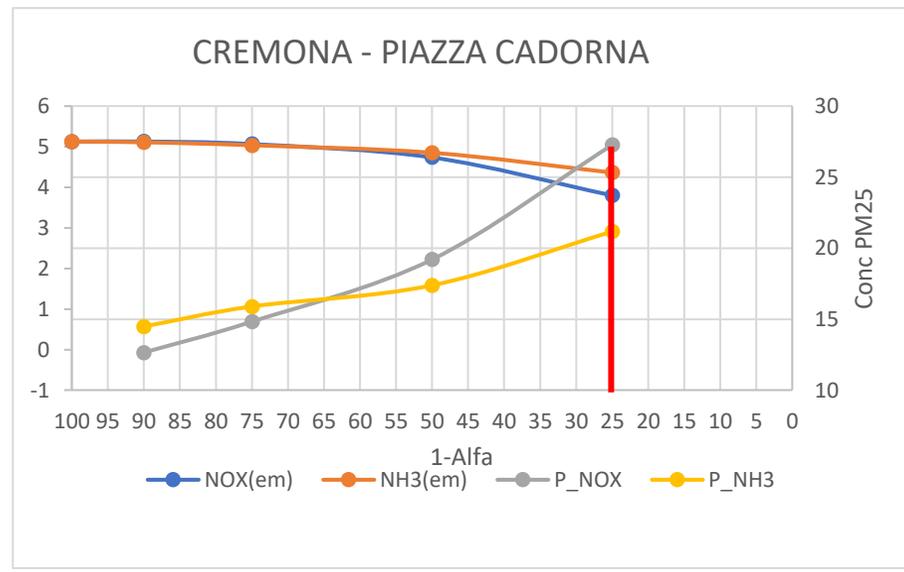


- Le aree blu indicano le zone dove è più efficiente ridurre NH3
- le aree rosse indicano le zone dove è più efficiente ridurre NOx
- le aree verdine indicano le zone dove le riduzione di NH3 e NOx sono ugualmente efficienti.

# Analisi dei risultati ottenuti (gen-mar): PM2.5

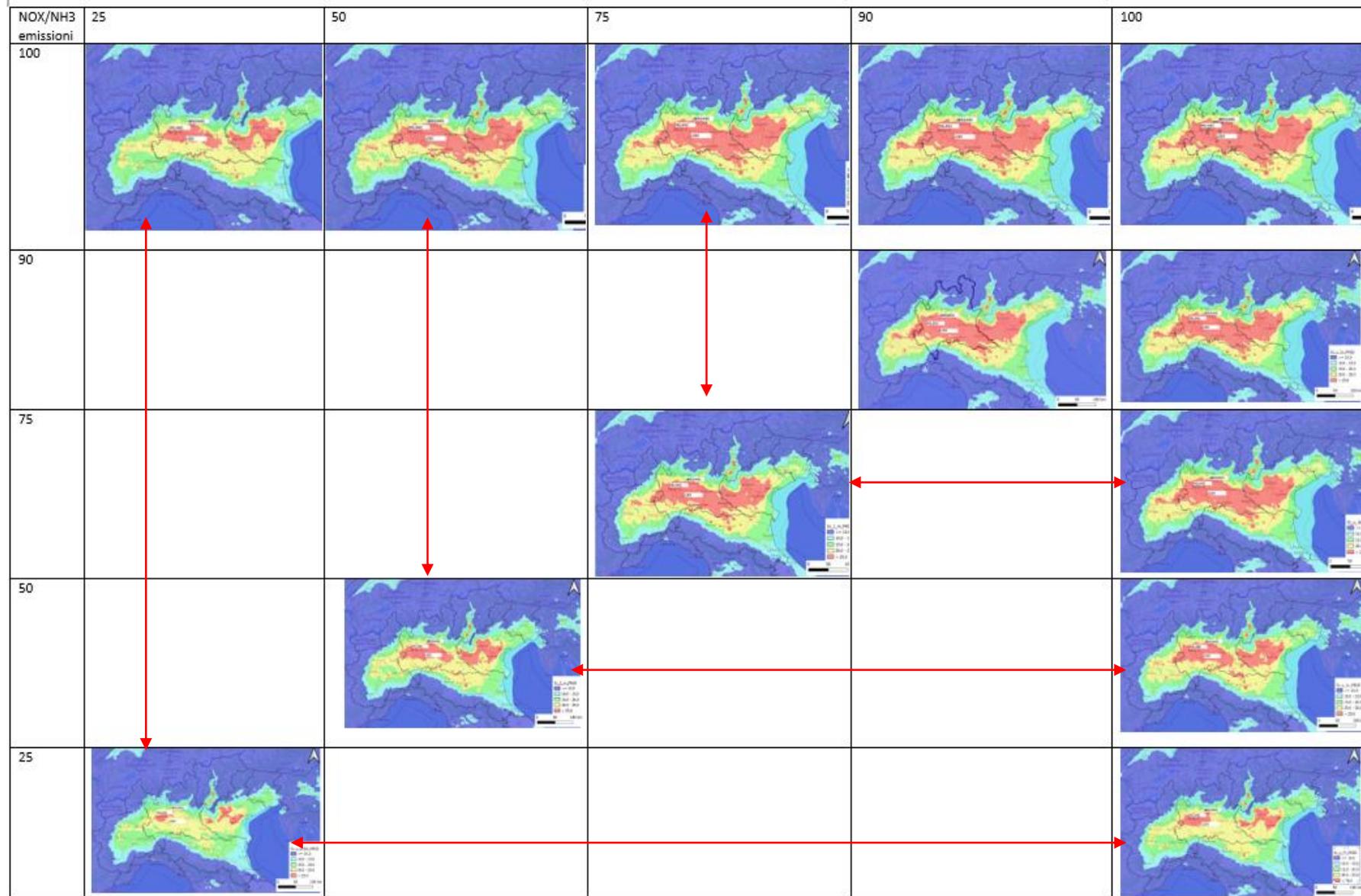


Riduzione: 75%



- Le aree blu indicano le zone dove è più efficiente ridurre NH3
- le aree rosse indicano le zone dove è più efficiente ridurre NOx
- le aree verdine indicano le zone dove le riduzione di NH3 e NOx sono ugualmente efficienti.

# Analisi dei risultati ottenuti: PM25



La riduzione delle emissioni di NH<sub>3</sub> è paragonabile rispetto alla analoga riduzione di emissioni di NO<sub>x</sub>

La riduzione congiunta di NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub> è paragonabile rispetto alla riduzione più consistente di una singola componente

# Conclusioni

Lo studio intende fornire elementi di approfondimento per meglio comprendere la risposta del particolato PM2.5 alle variazioni delle emissioni di NOx ed NH3

Lo studio si ispira ad altri recenti studi presenti in letteratura (Thunis 2021, Clappier 2021)

L'utilizzo di un sistema modellistico fotochimico (FARM) fornisce risultati a valle della validazione che necessitano comunque ulteriori approfondimenti per essere interpretati al meglio.

In particolare:

- I risultati mostrano come una riduzione combinata dei due precursori sia sicuramente la più efficiente nel ridurre le concentrazioni di PM2.5.
- Emergono comunque, a parità di riduzione dei precursori, aree in cui agire su un precursore risulta essere più vantaggioso che agire sull'altro, ed in questo caso prevalgono le zone «*more sensitive*»
- Nel periodo invernale analizzato (gennaio-marzo) le zone *NH3 more sensitive* comprendono aree urbane come Milano, Monza, Lecco, Varese.

**Grazie per l'attenzione**