



LIFE 15 IPE IT 013



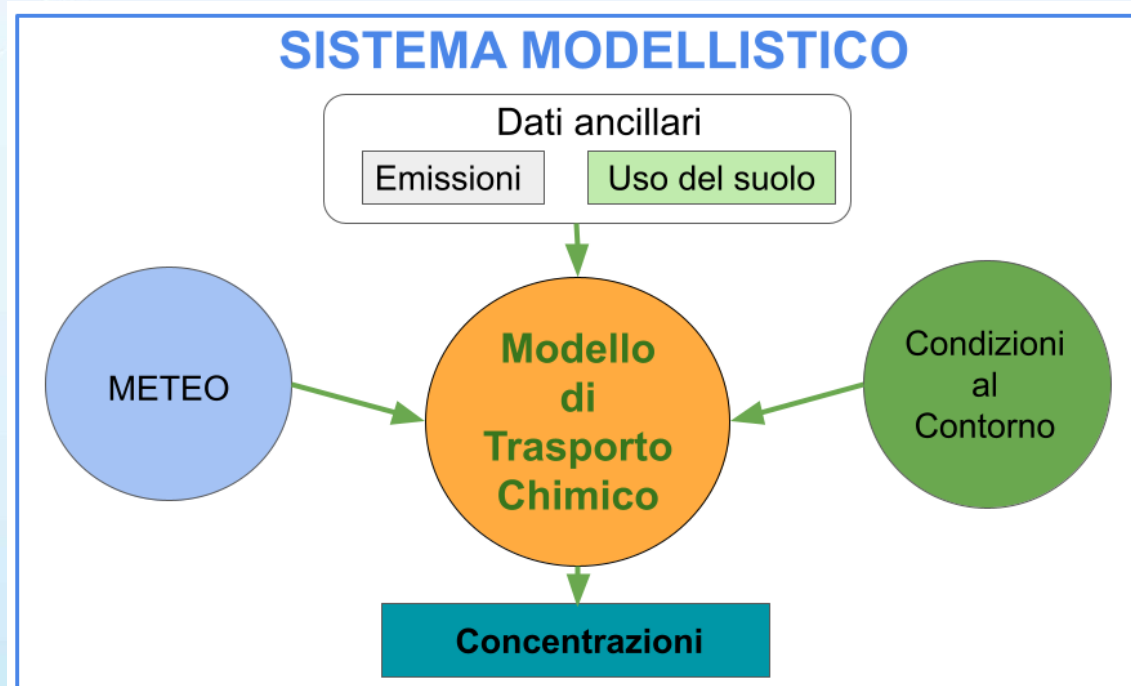
# ***L'impatto delle riduzioni emissive di NOx e NH3 sulle concentrazioni di particolato in pianura padana***

Michele Stortini<sup>a</sup>, Roberta Amorati<sup>a</sup>, Giorgio Veratti<sup>a</sup>, Stefano Bande<sup>b</sup>,  
Stefania Ghigo<sup>b</sup>, Francesca Bissardella<sup>b</sup>, Loris Colombo<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Arpae Emilia Romagna, <sup>b</sup>Arpa Piemonte, <sup>c</sup>Arpa Lombardia

# Scopo e metodologia dello studio

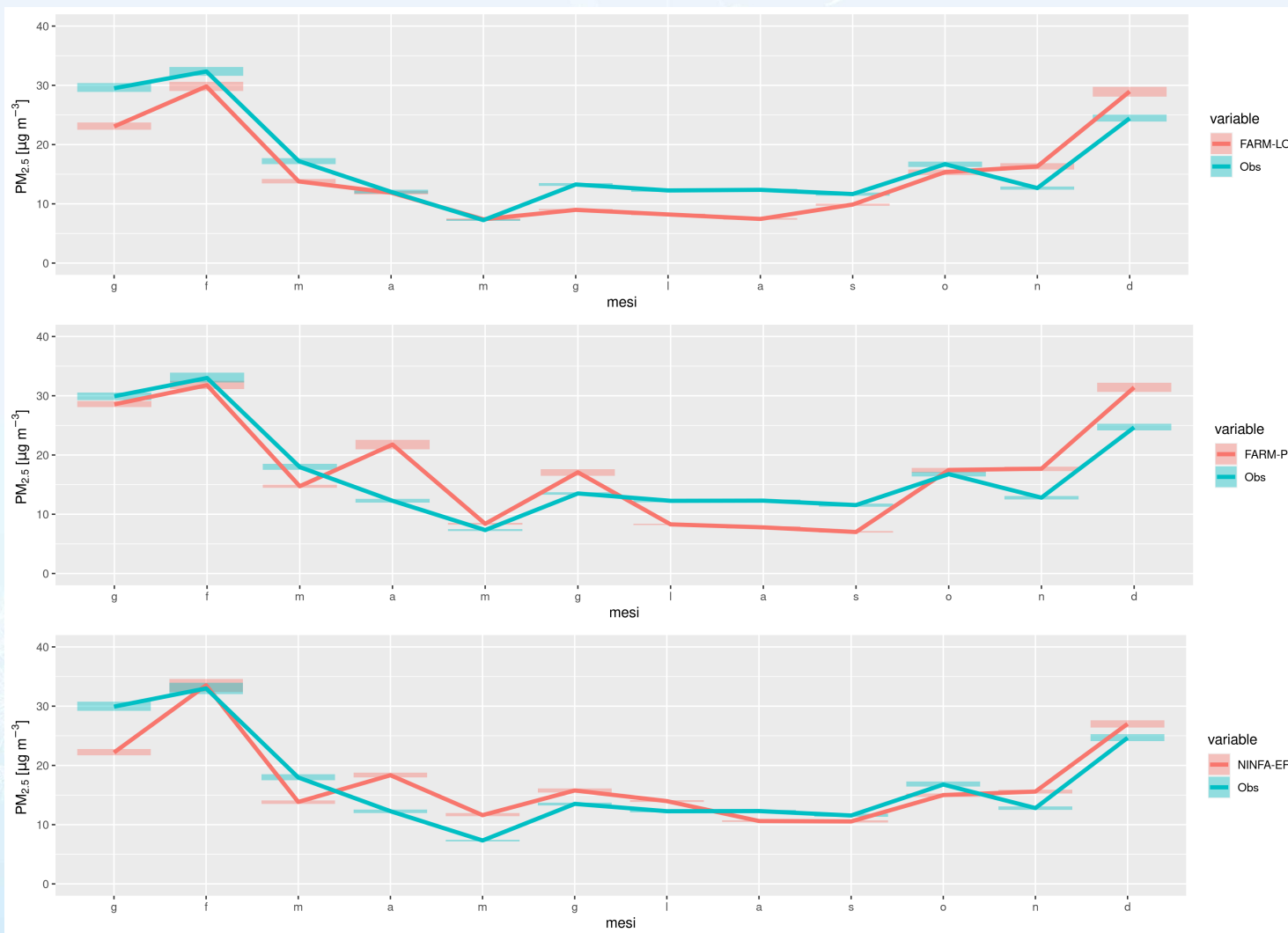
Analizzare l'impatto di riduzioni emissive di NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub> sulle concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> attraverso una serie di simulazioni effettuate con diversi sistemi modellistici fotochimici.



# Descrizione dei tre sistemi modellistici

	FARM-PI	FARM-LO	NINFA-ER
Dominio (bacino padano)	585*430 km <sup>2</sup>	836 x 416 km <sup>2</sup>	585*430 km <sup>2</sup>
Risoluzione	5 km, 16 livelli	4 km, 16 livelli	5 km, 9 livelli
Modello meteo	COSMO I5	WRF	COSMO I5
Anno meteo di riferimento	2019	2019	2019
BC/IC data	Prev'Air	Qualearia	Prev'Air
CTM	FARM	FARM	CHIMERE
Emissioni	prepAIR 2017 (action D2)	prepAIR 2017 (action D2)	prepAIR 2017 (action D2)

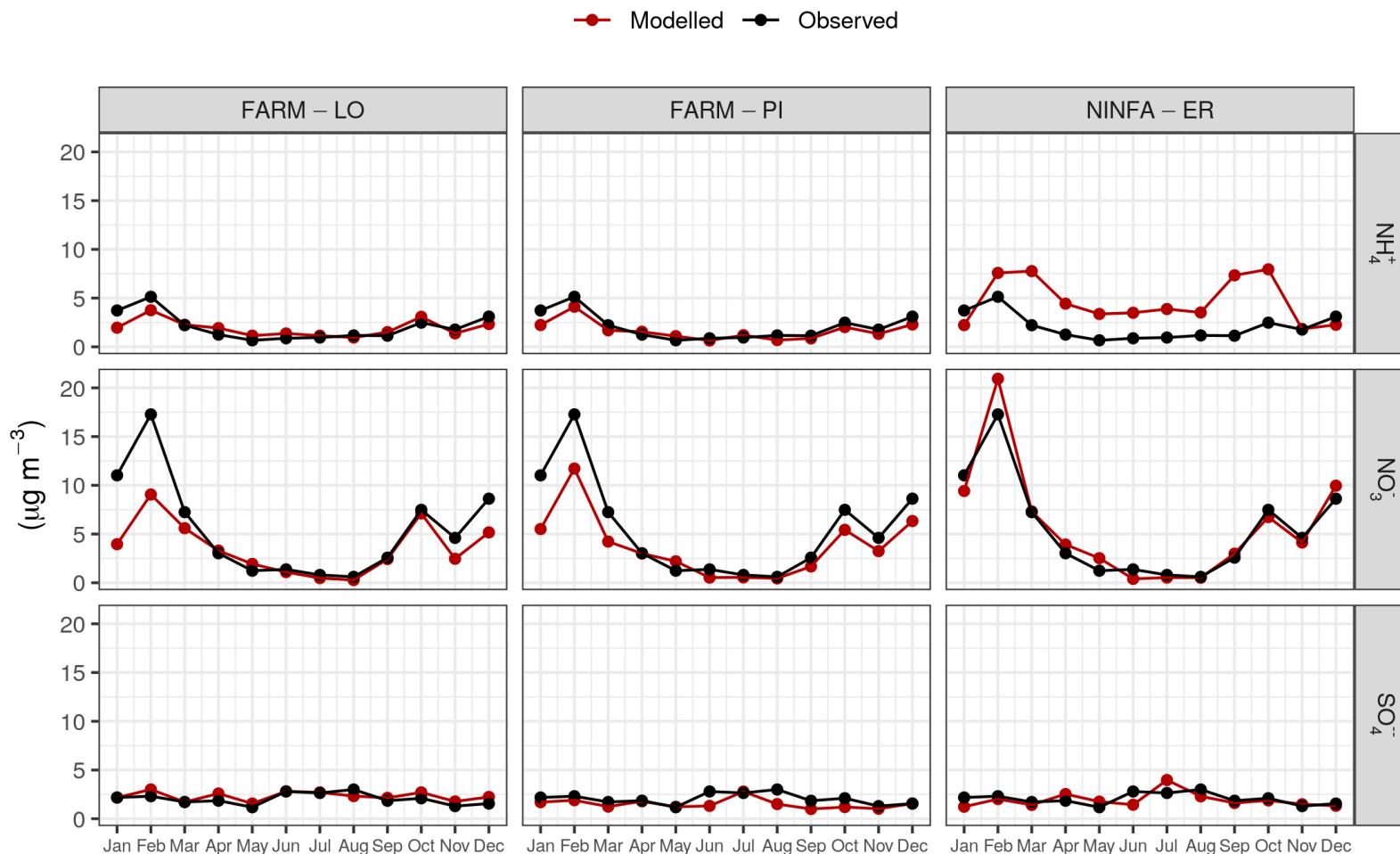
# Confronto modello /osservato PM2.5 stazioni di fondo



Buon accordo dell'andamento annuale delle concentrazioni medie mensili di PM<sub>2.5</sub> tra le simulazioni modellistiche e le misure ottenute dalle reti di qualità dell'aria del bacino padano



# Confronto modello /osservato componenti secondarie inorganiche di PM10



Buona riproduzione modellistica dell'andamento annuale delle concentrazioni medie mensili delle componenti secondarie inorganiche di PM10 nelle stazioni *siti speciali* prePAIR

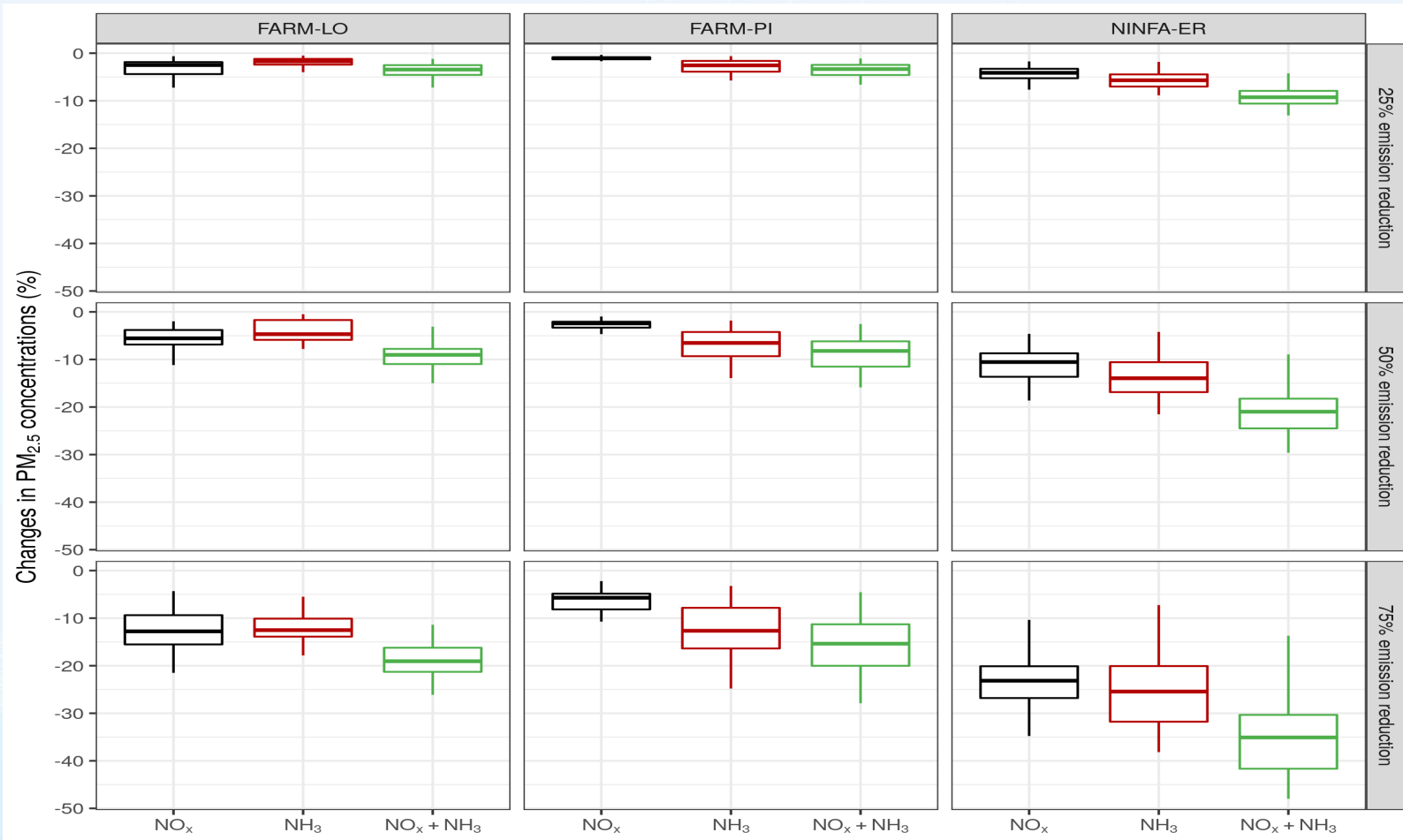
# Simulazioni di scenario

Sono state effettuate simulazioni stagionali e annuali con differenti riduzioni emissive di NOx ed NH3 tra il 10 % ed il 75%

**\*\*\*** FARM-LO, FARM-PI, NINFA-ER  
**\*\*** FARM-PI, NINFA-ER

Scenario	Riduzione NOX (%)	Riduzione NH3 (%)	note
Sc1	0	0	***
Sc2	10	0	***
Sc3	0	10	***
Sc4	10	10	**
Sc5	25	0	***
Sc6	0	25	***
Sc7	25	25	***
Sc8	50	0	***
Sc9	0	50	***
Sc10	50	50	***
Sc11	75	0	***
Sc12	0	75	***
Sc13	75	75	***
Sc14	10	25	**
Sc15	10	50	**
Sc16	10	75	**
Sc17	25	10	**
Sc18	25	50	**
Sc19	25	75	**
Sc20	50	10	**
Sc21	50	25	**
Sc22	50	75	**
Sc23	75	10	**
Sc24	75	25	**
Sc25	75	50	**

# Riduzione % delle concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> (media periodo gennaio - marzo)



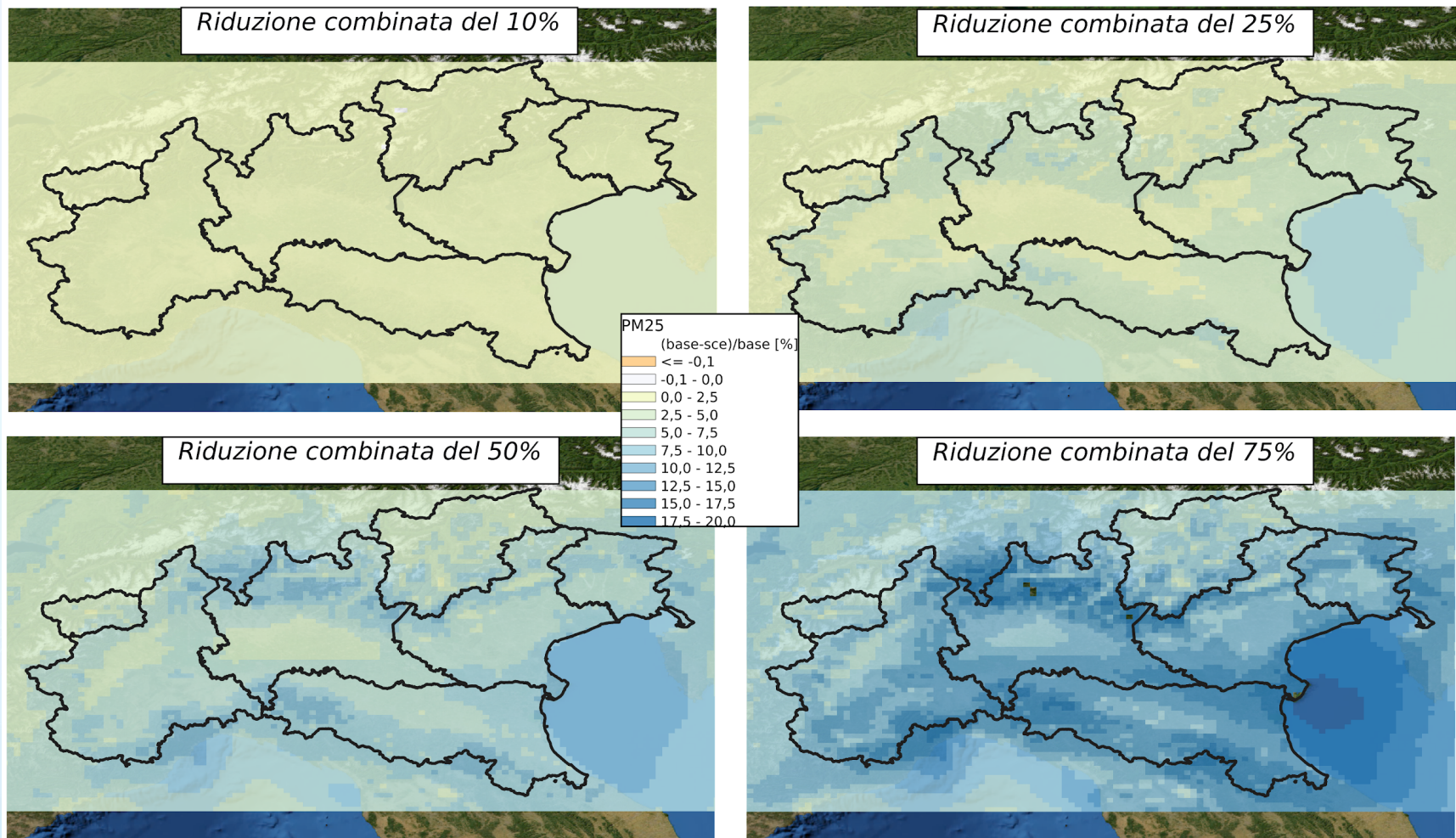
La riduzione delle emissioni di entrambi i precursori è più vantaggiosa in termini di riduzione delle concentrazioni rispetto alla riduzione di uno solo dei precursori per tutti i sistemi modellistici, vantaggio che aumenta all'aumentare dell'entità della riduzione emissiva

# Riduzione % delle concentrazioni di PM2.5 (ensemble, media periodo gennaio -marzo)

Riduzione	Emissioni	25° percentile	media	mediana	75° percentile
25 %	NOx	1,7	3,4	2,7	4,7
25%	NH3	1,1	2,8	2,3	4,2
<b>25%</b>	<b>NOx+NH3</b>	<b>3,0</b>	<b>5,4</b>	<b>4,5</b>	<b>7,9</b>
50%	NOx	4,4	8,3	6,9	11,5
50%	NH3	3,1	6,5	5,5	9,5
<b>50%</b>	<b>NOx+NH3</b>	<b>7,8</b>	<b>13,0</b>	<b>10,9</b>	<b>18,2</b>
75%	NOx	10,9	17,0	14,5	21,9
75%	NH3	7,7	14,0	12,1	20,9
<b>75%</b>	<b>NOx+NH3</b>	<b>15,6</b>	<b>23,2</b>	<b>20,5</b>	<b>30,4</b>

Tabella riassuntiva della distribuzione della riduzione percentuale di PM25 nei differenti scenari emissivi considerando i tre sistemi modellistici come **un'unico sistema (ensemble)**

# Riduzione media concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> (ensemble, periodo gennaio-marzo)



Mappe di ensemble della riduzione percentuale di PM<sub>2.5</sub> nel caso di riduzioni combinate di NH<sub>3</sub> e NO<sub>x</sub> nel periodo gennaio-marzo

# *Impatto potenziale dei precursori*

Per indagare in modo più puntuale 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 ottegono diminuzioni di PM<sub>2.5</sub> più marcate

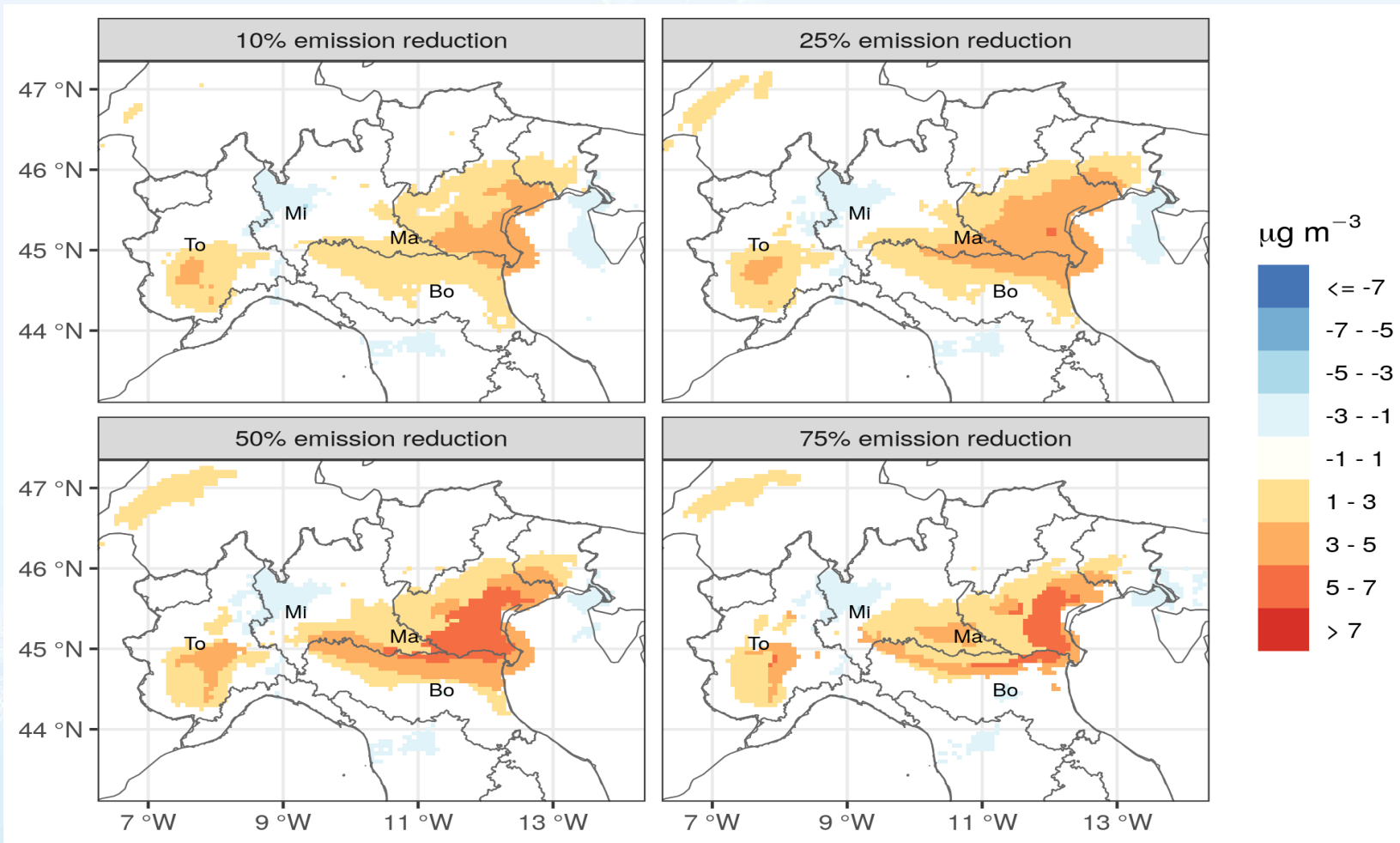
Definiamo come **regime chimico** la differenza tra  $P(\text{NO}_x)$  e  $P(\text{NH}_3)$

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

Regime chimico negativo (*NH<sub>3</sub> more sensitive*): riduzione emissioni NH<sub>3</sub> più efficienti



# Mappa ensemble dei regimi chimici (gennaio-marzo)



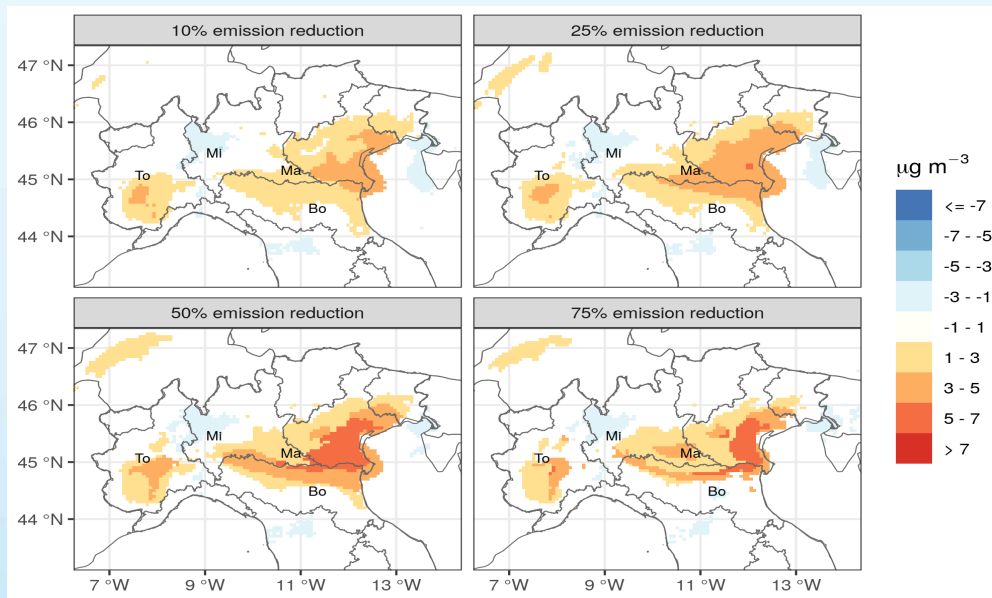
Le aree azzurre indicano le zone dove è più efficiente ridurre  $\text{NH}_3$ , le aree arancione quelle dove è più efficiente ridurre  $\text{NO}_x$ , le aree bianche dove le riduzioni di  $\text{NH}_3$  e  $\text{NO}_x$  sono ugualmente efficienti.

# Mappa ensemble dei regimi chimici nel periodo gennaio-marzo

modello	riduzione	NH3 more sensitive [%]	NOx+NH3 sensitive [%]	NOx more sensitive [%]
ENSEMBLE	10%	6,5	55,0	38,5
ENSEMBLE	25%	7,3	51,4	41,3
ENSEMBLE	50%	7,4	51,1	41,5
ENSEMBLE	75%	6,7	58,5	34,8

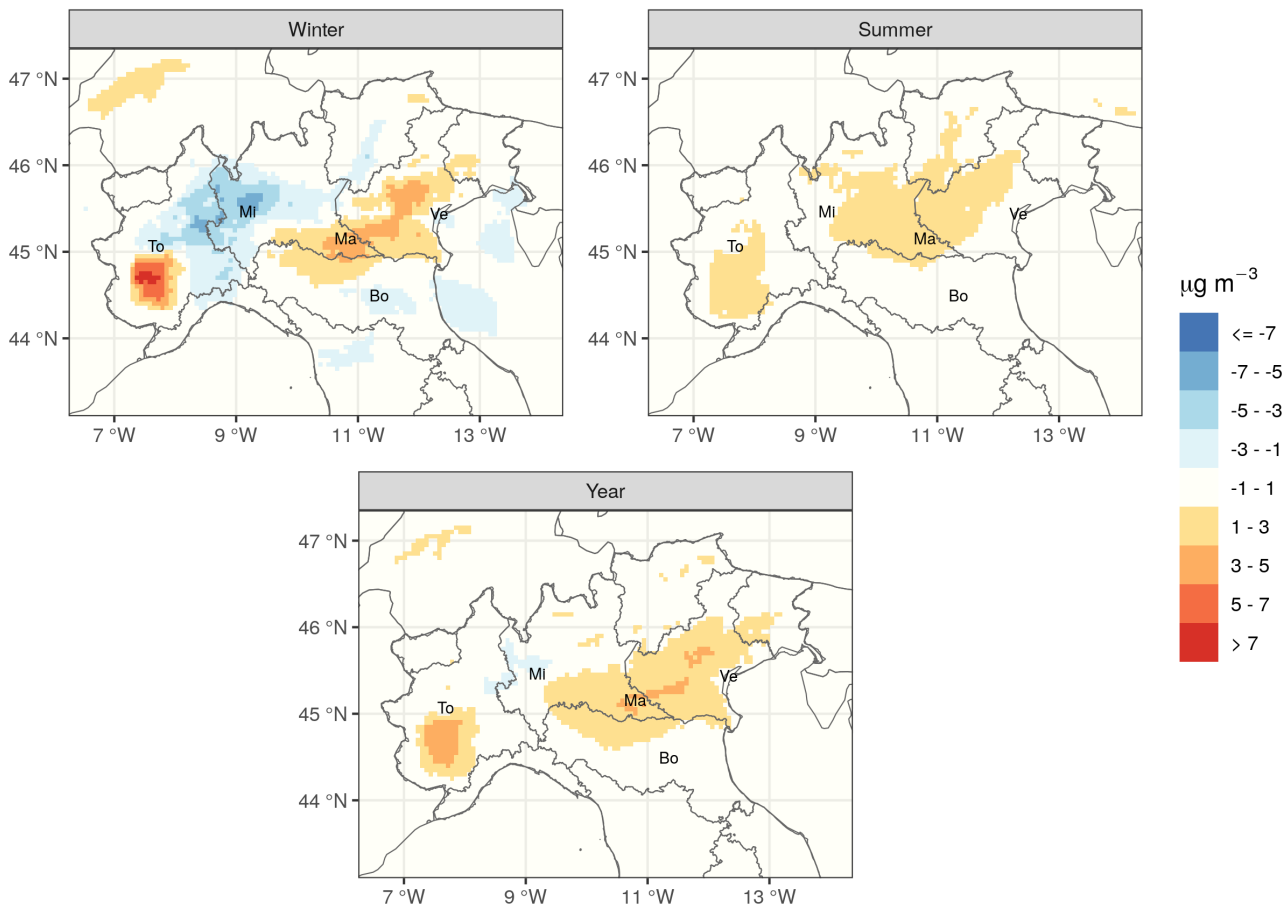
Nella gran parte della Pianura Padana le riduzioni di NOx e NH3 hanno la stessa importanza nel controllare le concentrazioni di PM2.5

Nella bassa emiliano-lombarda, nel cuneese ed in Veneto, a parità di riduzioni, quelle di NOx hanno una efficacia maggiore nel ridurre le concentrazioni di PM2.5  
In un'area a nord di Milano la situazione si inverte.





# Regimi chimici stagionali NINFA-ER riduzioni emissioni 25%



In inverno (novembre-febbraio) si evidenziano due macro aree *NOx more sensitive*, una macro area *NH3 more sensitive* e due piccole aree *NH3 more sensitive*  
 In estate (maggio-settembre) il regime *NOx more sensitive* prevale sull'altro



LIFE 15 IPE IT 013

# Conclusioni



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

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

L'utilizzo di 3 differenti sistemi modellistici fornisce maggiore robustezza ai risultati ottenuti, sebbene questi necessitino comunque di ulteriori approfondimenti per essere interpretati al meglio

I risultati mostrano come una riduzione combinata dei due precursori sia sicuramente la più efficiente nel ridurre le concentrazioni di PM2.5.

Nel periodo invernale (Nov-Feb) le zone *NH3 more sensitive* comprendono aree urbane come Milano, Bologna, Torino e Venezia

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 *NOx more sensitive*



With the contribution  
of the LIFE Programme  
of the European Union

LIFE 15 IPE IT 013



# Grazie per l'attenzione

[www.lifeprepare.eu](http://www.lifeprepare.eu) – [info@lifeprepare.eu](mailto:info@lifeprepare.eu)



REGIONE DEL VENETO



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



ARSO ENVIRONMENT  
Slovenian Environment Agency



Comune di Bologna



Comune di  
Milano



CITTA' DI TORINO

