



QUALITÀ DELL'ARIA E MICROCLIMA URBANO

Nuovi strumenti di valutazione in ambiente urbano: il caso di Torino

Valeria Garbero e Stefano Bande

Arpa Piemonte,

Dipartimento Rischi Naturali ed Ambientali - Meteorologia, Clima e Qualità dell'Aria



QUALITÀ DELL'ARIA

MODELLI EULERIANI/ LAGRANGIANI

Modelli euleriani di chimica e trasporto (CTM)

- inquinanti reattivi e non reattivi
- multi scala
- necessità di condizioni iniziali ed al contorno (IC/BC)
- risoluzione orizzontale ≥ 1 km

previsioni QA, valutazioni QA, assessment, analisi di scenario, source apportionment

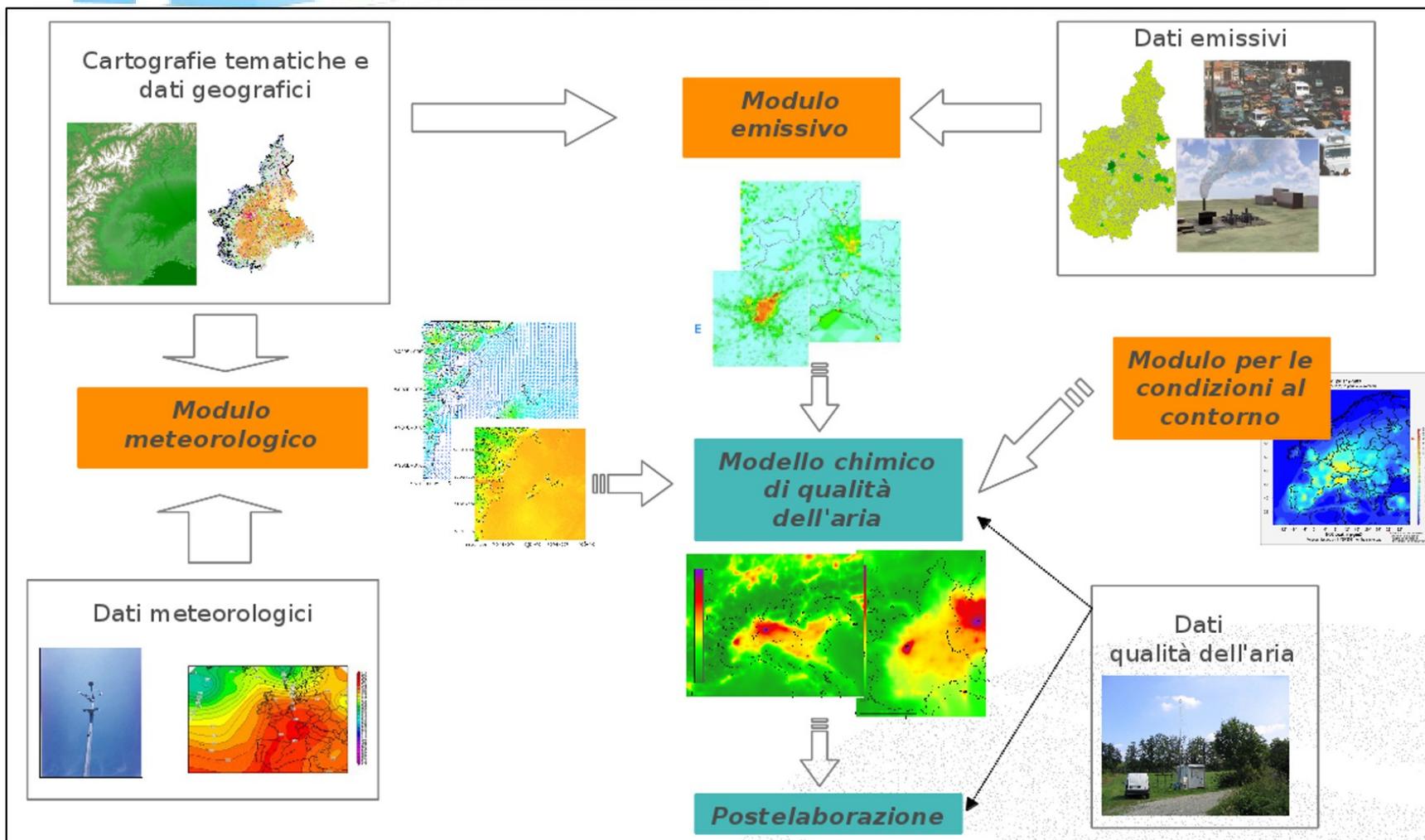
- terreno complesso
- condizioni non-stazionarie
- turbolenza non omogenea
- dettagliati database di input

Modelli lagrangiani a particelle

- inquinanti non reattivi
- risoluzioni orizzontali molto alte
- elevati tempi di calcolo

sorgenti singole e multiple, scenari incidentali
Micro scala

IL SISTEMA MODELLISTICO DI QUALITÀ DELL'ARIA DI ARPA PIEMONTE PIE-AMS

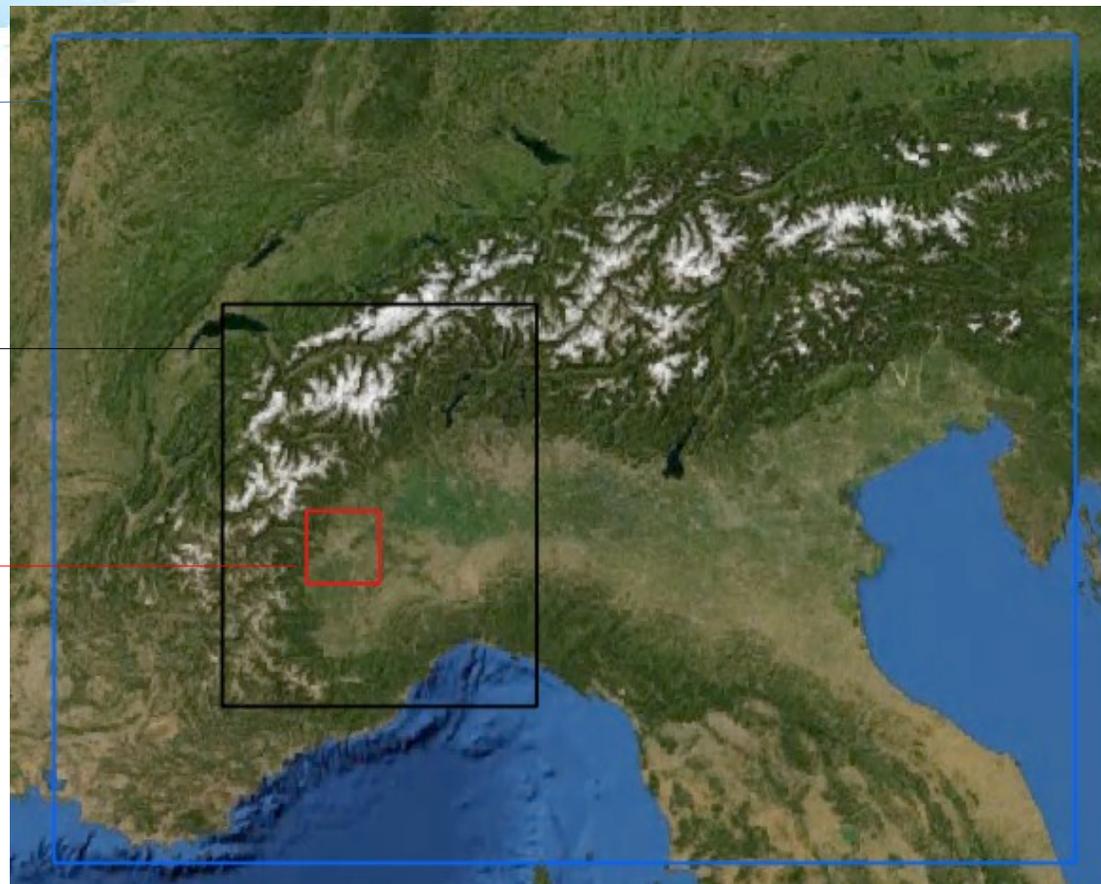
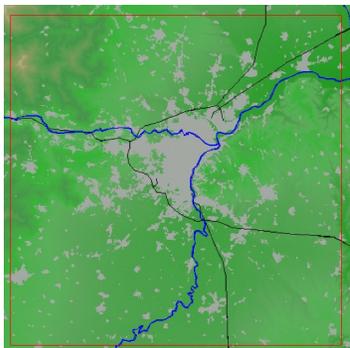


PIE-AMS: DOMINI DI APPLICAZIONE

*g1, dominio nord Italia
(risoluzione di 8 km)*

*g2, dominio regionale
(risoluzione di 4 km)*

*g3 area metropolitana di Torino
(risoluzione 1km)*



*Griglia verticale:
16 livelli verticali terrain-
following (fino a ~7500 a.g.l)*

Approccio multiscala: permette di considerare gli effetti delle sorgenti emmissive localizzate al di fuori dei domini target e di meglio descrivere i fenomeni caratterizzati da più grandi scale spaziali.

PIE-AMS: CONFIGURAZIONI ED APPLICAZIONI

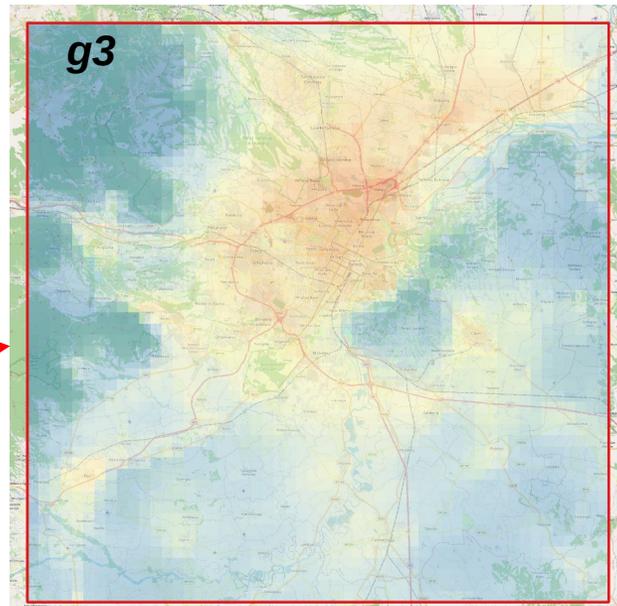
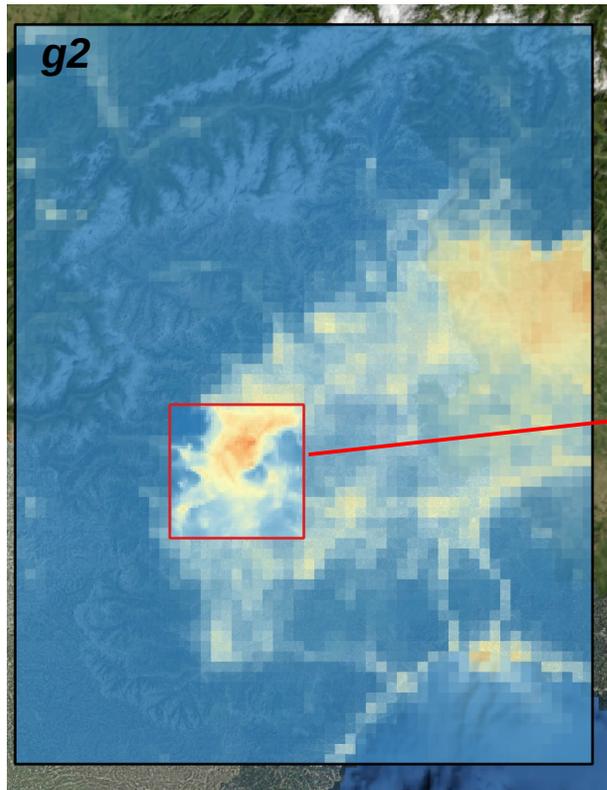
	<i>Previsioni e valutazioni giornaliere</i>	<i>Valutazioni annuali</i>	<i>Analisi di scenario/ Analisi di impatto</i>
<i>Frequenza</i>	quotidiana operativa	annuale	su richiesta
<i>Applicazioni/prodotti</i>	previsioni QA, protocollo antismog, IPQA area metropolitana	Adempimenti normativi (D.L.gs 155/2010 e 2011/850/CE)	Adempimenti normativi (PRQA), studi e progetti specifici
<i>Inquinanti</i>	PM10, PM2.5, NO2, NOX, O3, SO2, CO, C6H6,....		
<i>Domini</i>	g1, g2, g3	g1, g2, (g3)	Europa, g1,g2,(g3), altro
<i>Tempo di simulazione</i>	3 giorni (72 ore)	1 anno/ 1 giorno	1 anno/ altro
<i>Modello qualità dell'aria</i>	FARM (CTM)	FARM(CTM)	FARM (CTM)/SPRAY (lagrangiano)
<i>Driver meteorologico</i>	COSMO-5M <i>COSMO-2I (48 ore)</i> <i>COSMO-1P</i>	ECMWF, MINERVE, COSMO-5M, <i>WRF</i>	ECMWF, MINERVE, WRF, COSMO-5M, COSMO-CLM
<i>Inventario emissioni</i>	IREA, inventari regionali, ISPRA, EMEP	IREA, inventari regionali, ISPRA, EMEP	IREA, inventari regionali ISPRA, EMEP
<i>IC/BC</i>	Prev'Air, <i>FORAIR-ENEA</i>	Prev'Air, SNPA <i>Copernicus AMS (CAM5)</i>	Prev'Air, SNPA, <i>CAMS</i>
<i>post-processing</i>	data fusion con KED (g1,g2) <i>Machine Learning</i>	data fusion con KED (g1,g2) <i>Machine Learning (g3)</i>	

COSMO-5M: attività consolidate; *COSMO-PI: attività in sviluppo*

PIE-AMS: APPLICAZIONE CON COSMO-1P + TERRA_URB

Setup della simulazione

- 2 domini di simulazione *g2* e *g3* in *two-way nesting*;
- COSMO-1P su entrambi i domini di simulazione;
- Campi di radiazione direttamente dal modello COSMO;
- FARM con le medesime configurazioni della simulazione operativa;
- BC sul dominio *g2* dalla simulazione operativa (prime 24 hr di previsione), IC su dalla simulazione operativa;
- database emissivo e configurazioni del modulo emissivo della simulazione operativa;
- *2 periodi test di simulazione, invernale (06-25 gennaio 2022) e primaverile (09-22 maggio 2022)*;
- 4 simulazioni per il periodo invernale, due con modulo *TERRA_URB* attivo (*C2I-urb, IFS-urb*) e due con *TERRA_URB* non attivo (*C2I-ref, IFS-ref*);
- 2 simulazioni per il periodo primaverile, *una con TERRA_URB* attivo (*IFS-urb*) ed *una con TERRA_URB* non attivo (*IFS-ref*).

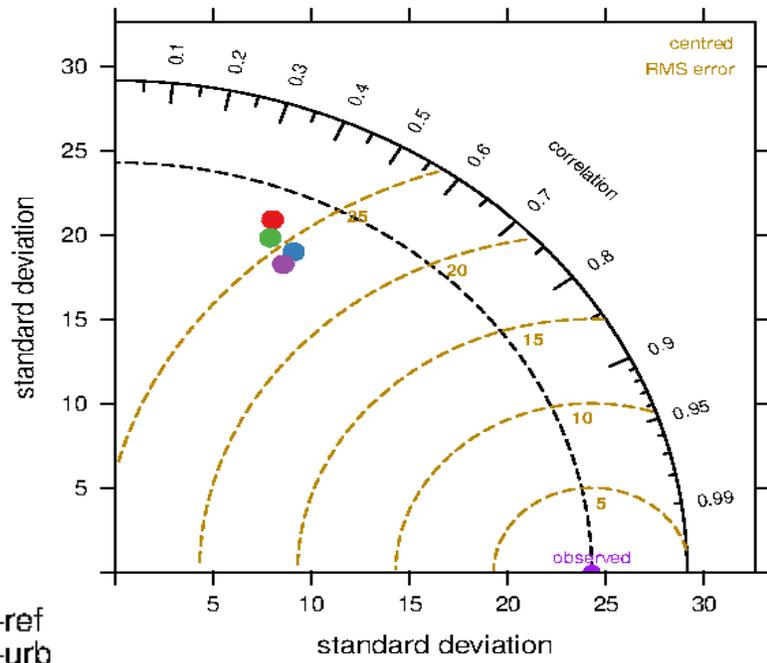


NO₂, media oraria

PIE-AMS: APPLICAZIONE CON COSMO-1P + TERRA_URB

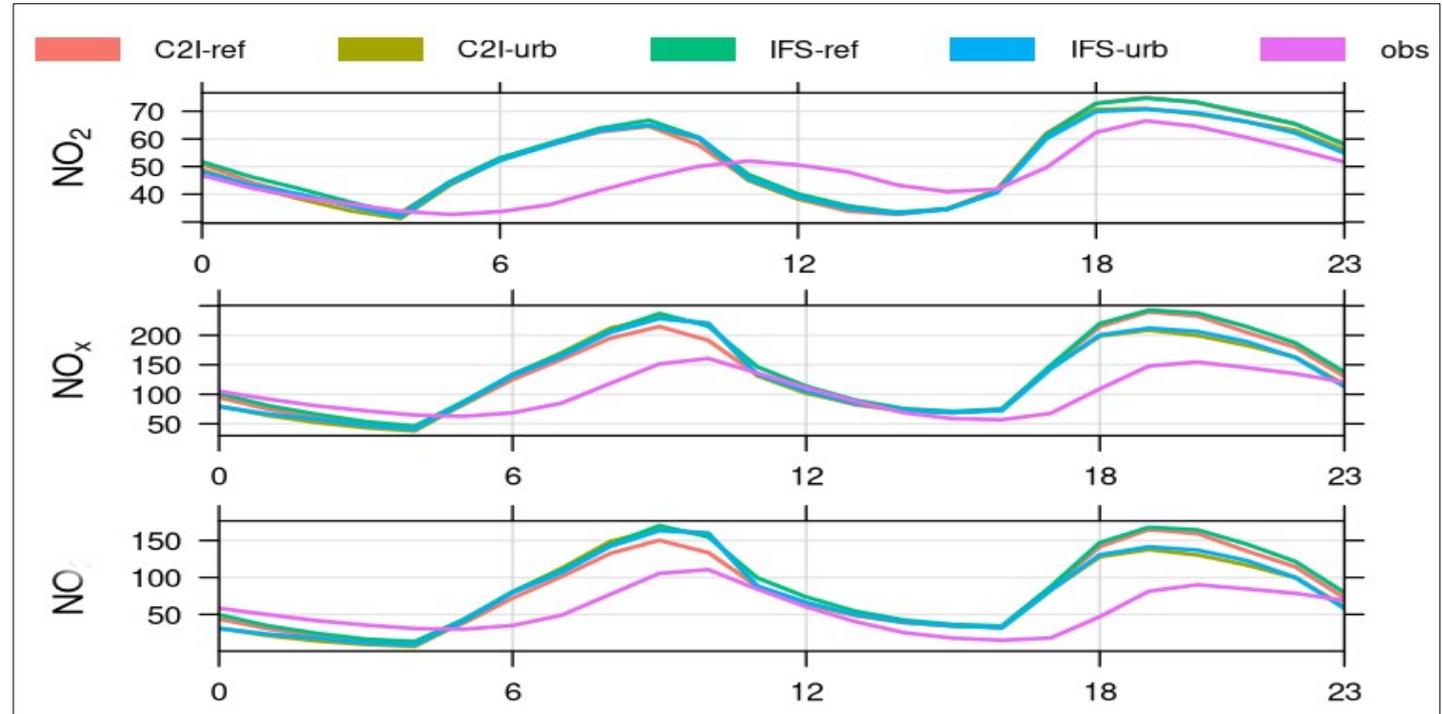
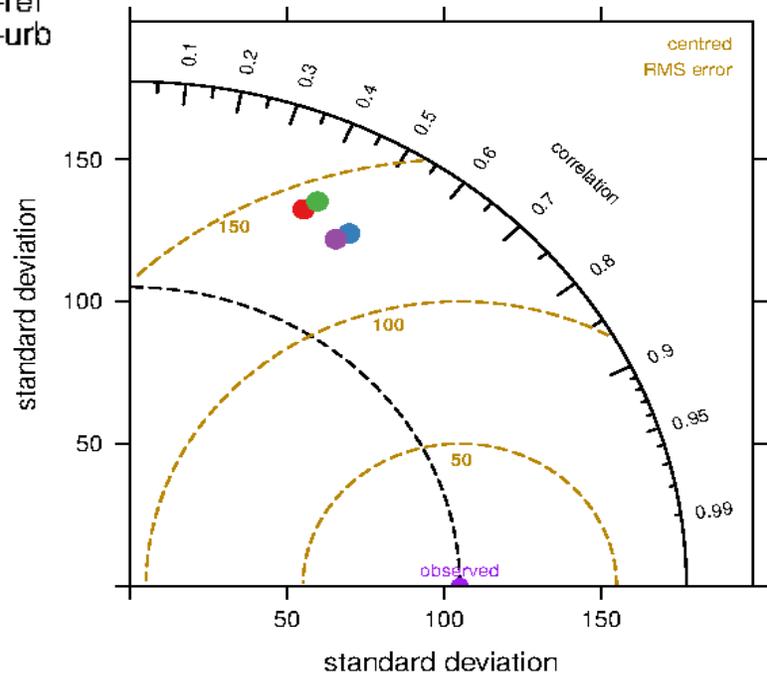
ossidi di azoto, 06/01-25/01/2022

NO₂



- C2I-ref
- C2I-urb
- IFS-ref
- IFS-urb

NO_x

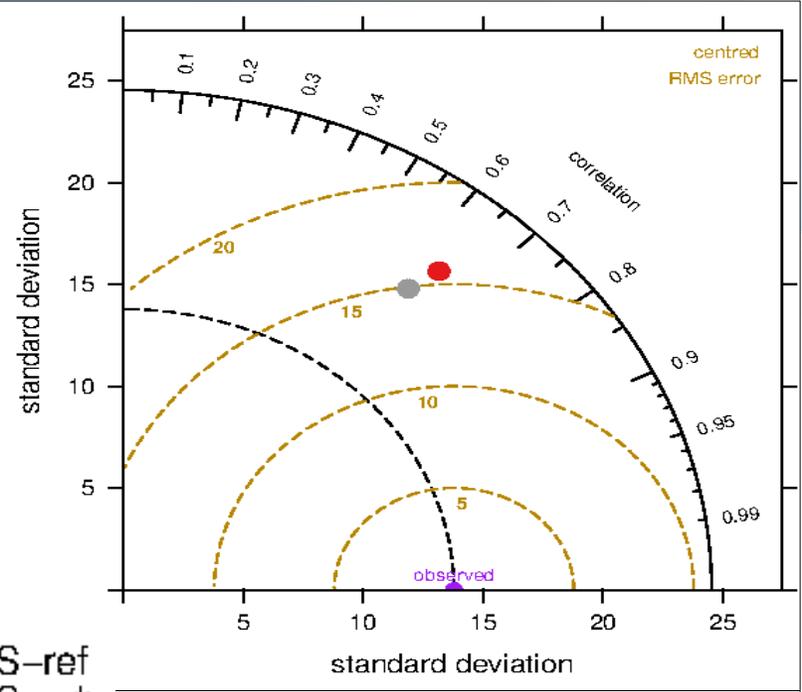


stazioni SRRQA di Torino
(Torino-Lingotto, Torino-Consolata, Torino-Rubino, Torino-Rebaudengo)

PIE-AMS: APPLICAZIONE CON COSMO-1P + TERRA_URB

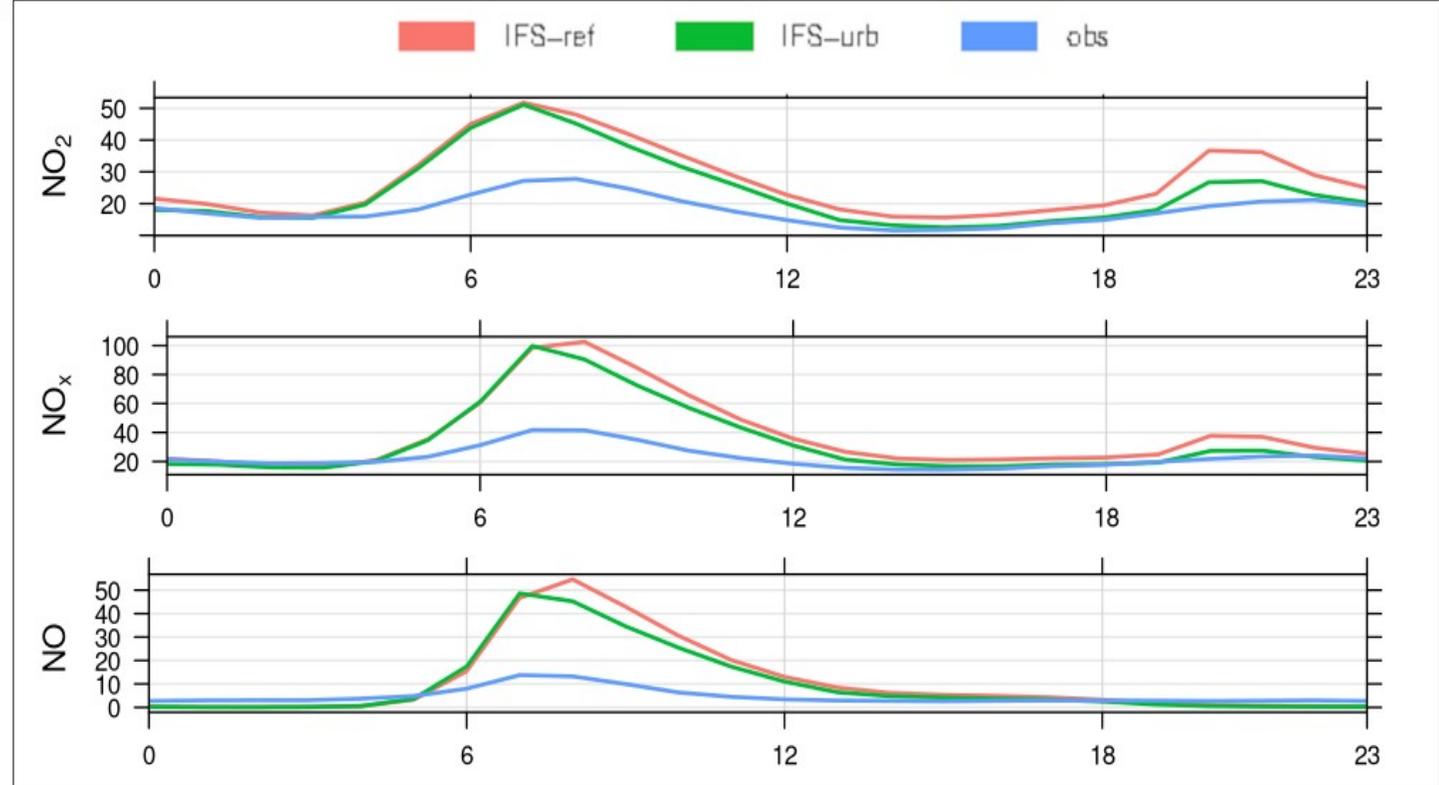
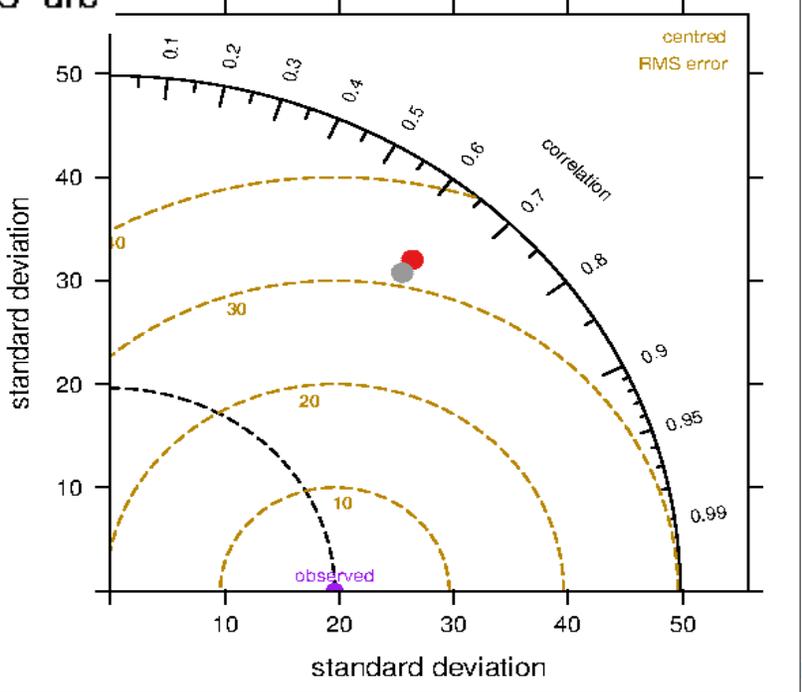
ossidi di azoto, 09/05-22/05/2022

NO₂



● IFS-ref
● IFS-urb

NO_x



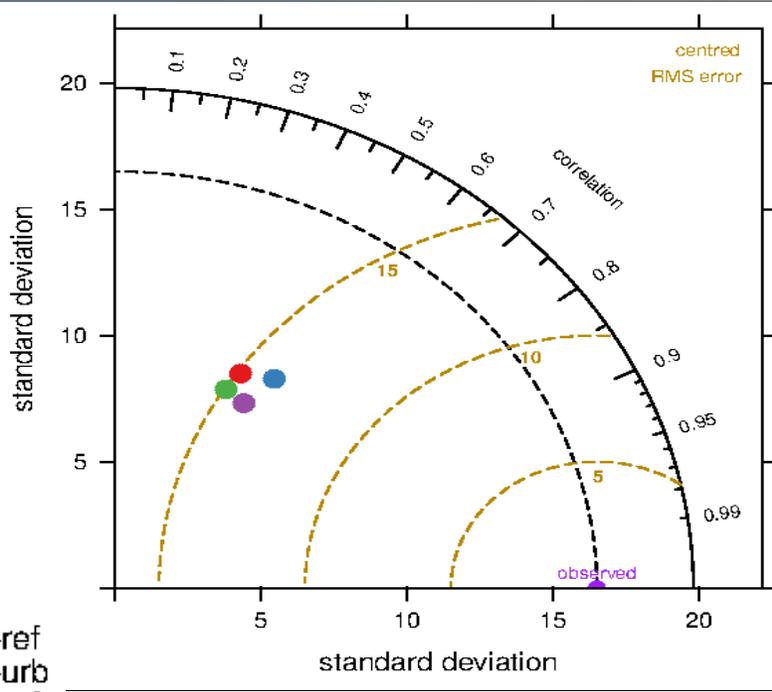
stazioni SRRQA di Torino
(Torino-Lingotto, Torino-Consolata, Torino-Rubino, Torino-Rebaudengo)



PIE-AMS: APPLICAZIONE CON COSMO-1P + TERRA_URB

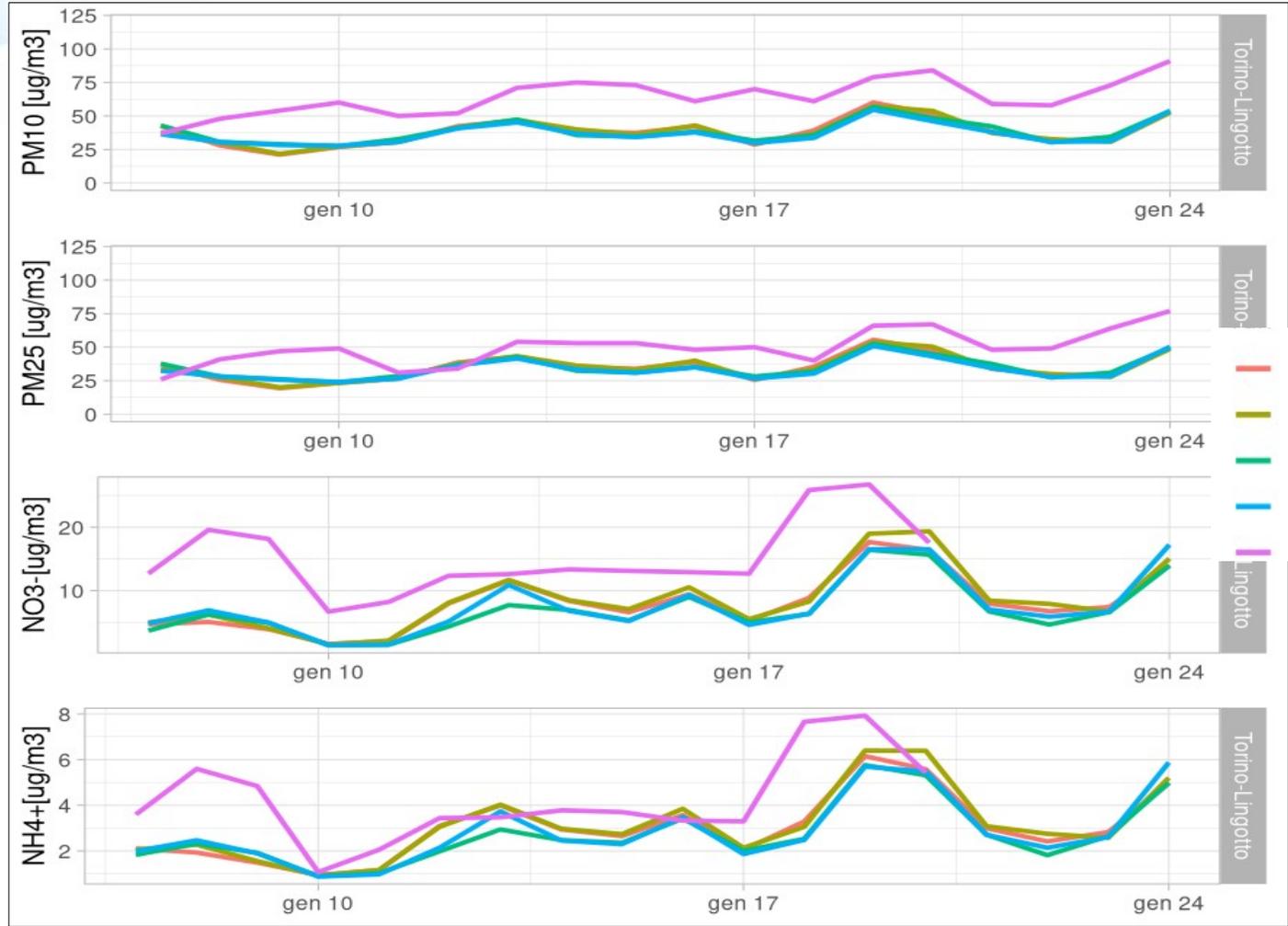
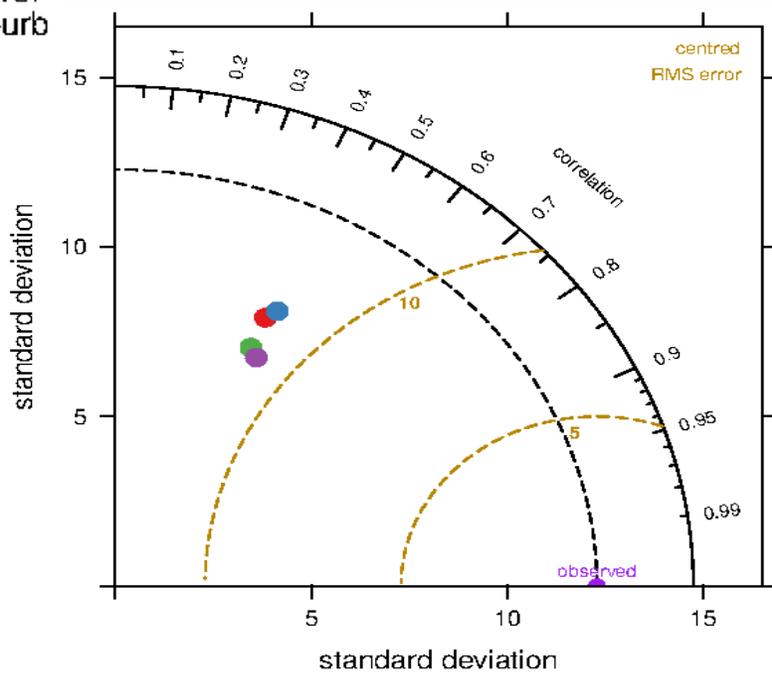
particolato, 06/01-25/01/2022

PM10



- C2I-ref
- C2I-urb
- IFS-ref
- IFS-urb

PM2.5



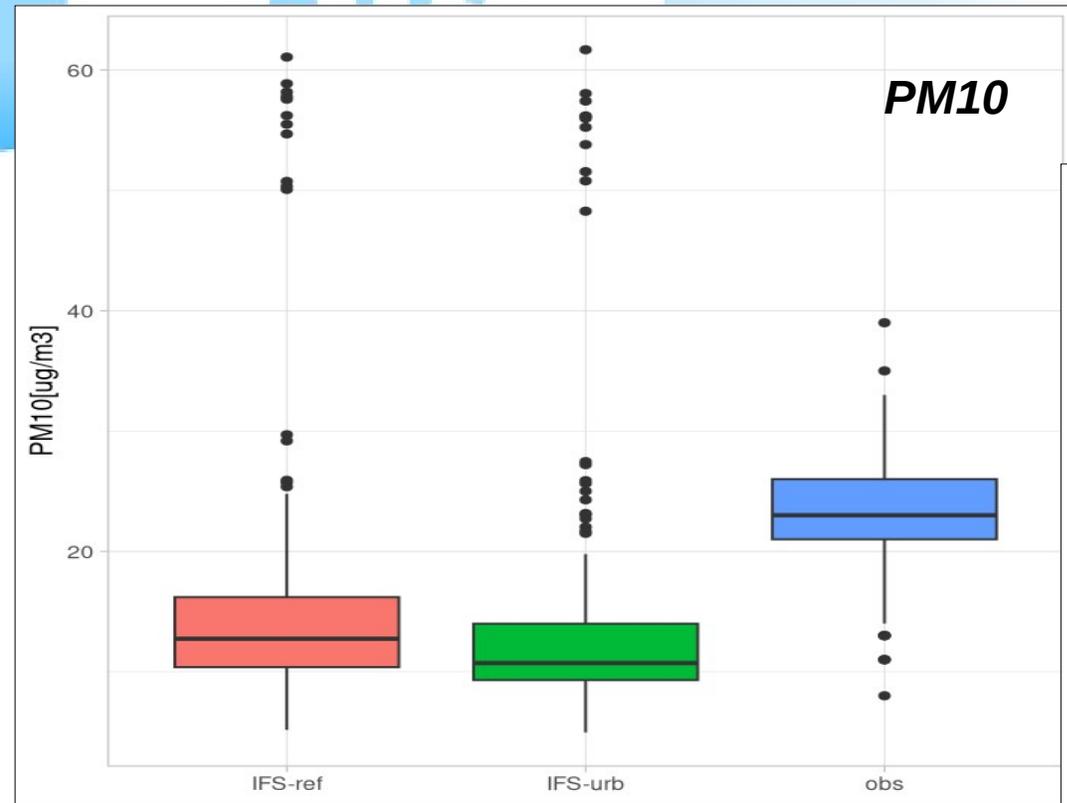
stazioni SRRQA di Torino
 (Torino-Lingotto, Torino-Consolata, Torino-Rubino, Torino-Rebaudengo)
 Dati di speciazione su Torino-Lingotto da progetto prepAIR



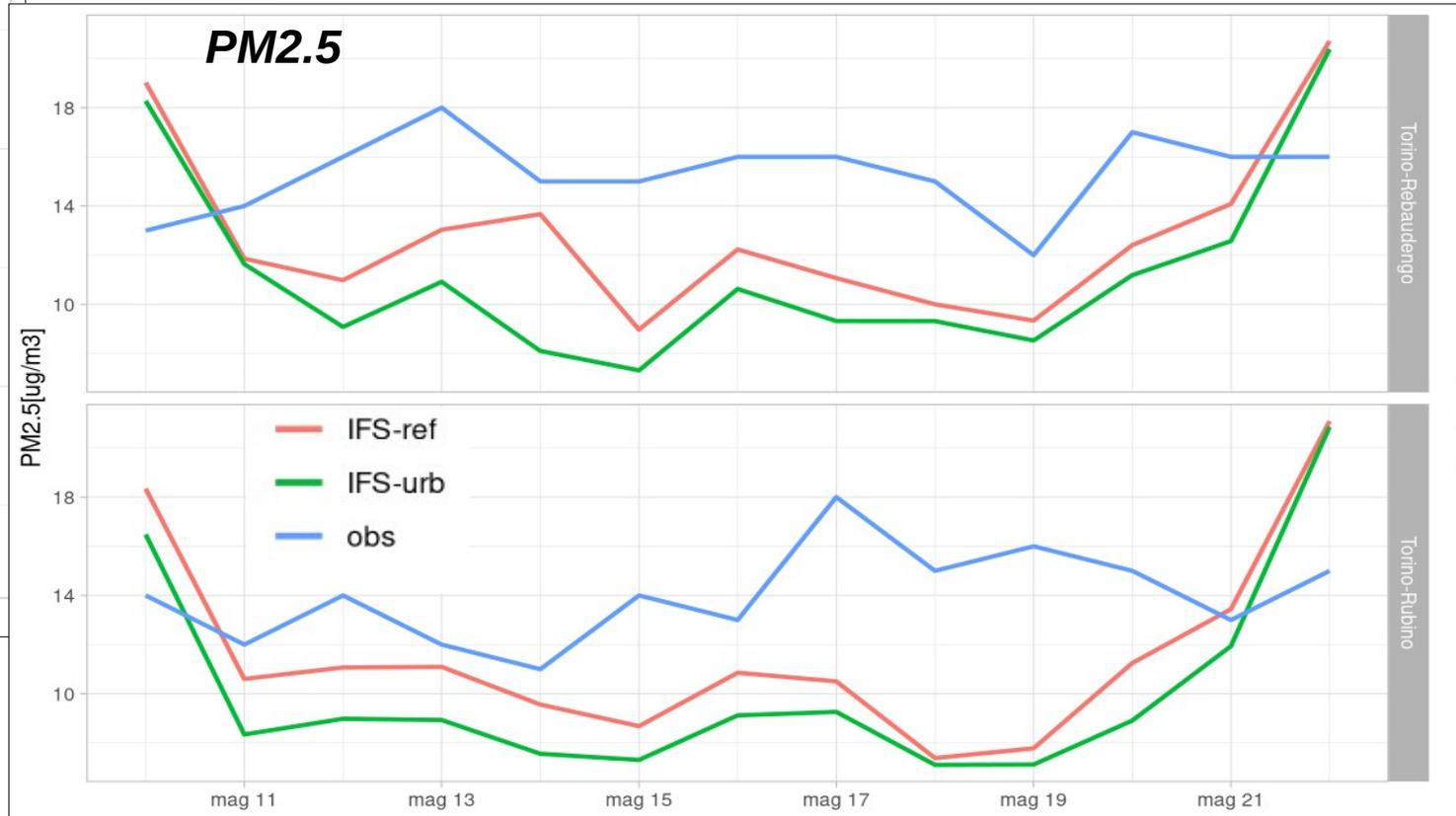
PIE-AMS: APPLICAZIONE CON COSMO-1P + TERRA_URB

particolato, 09/05-22/05/2022

PM10



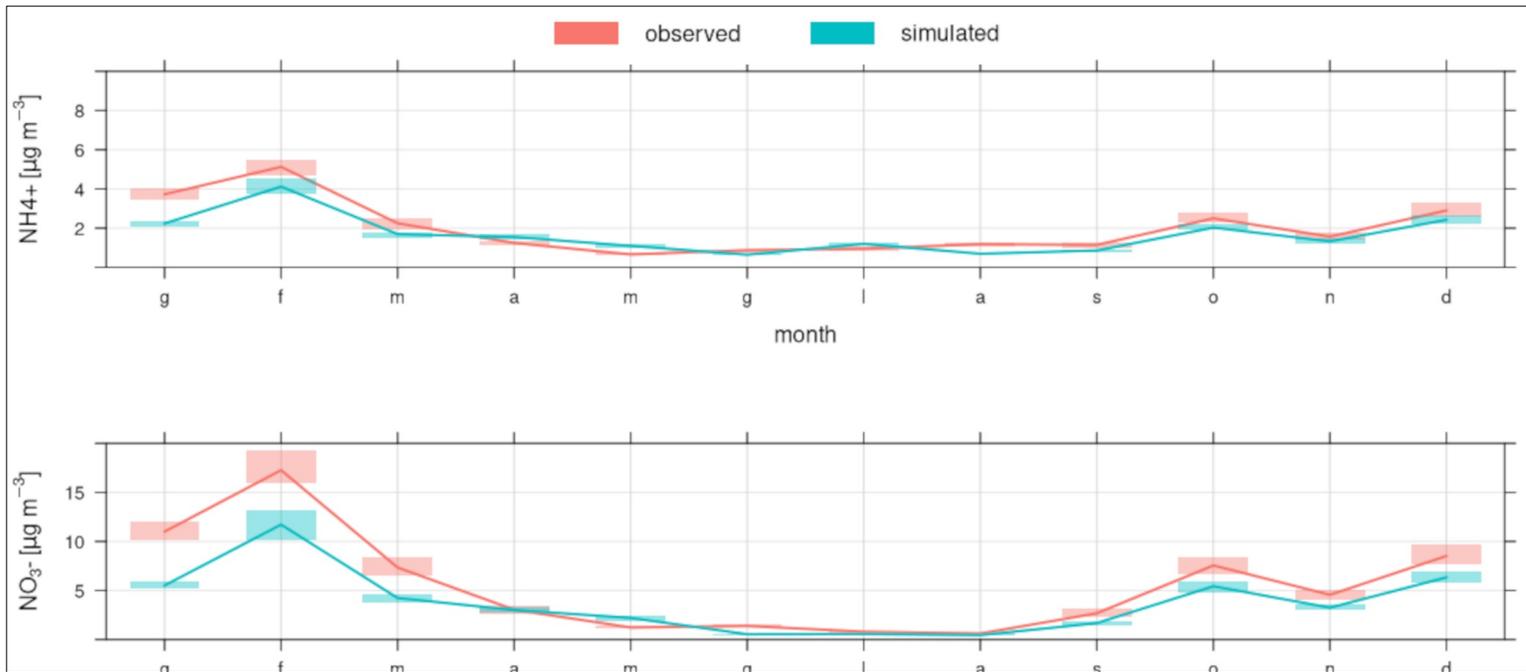
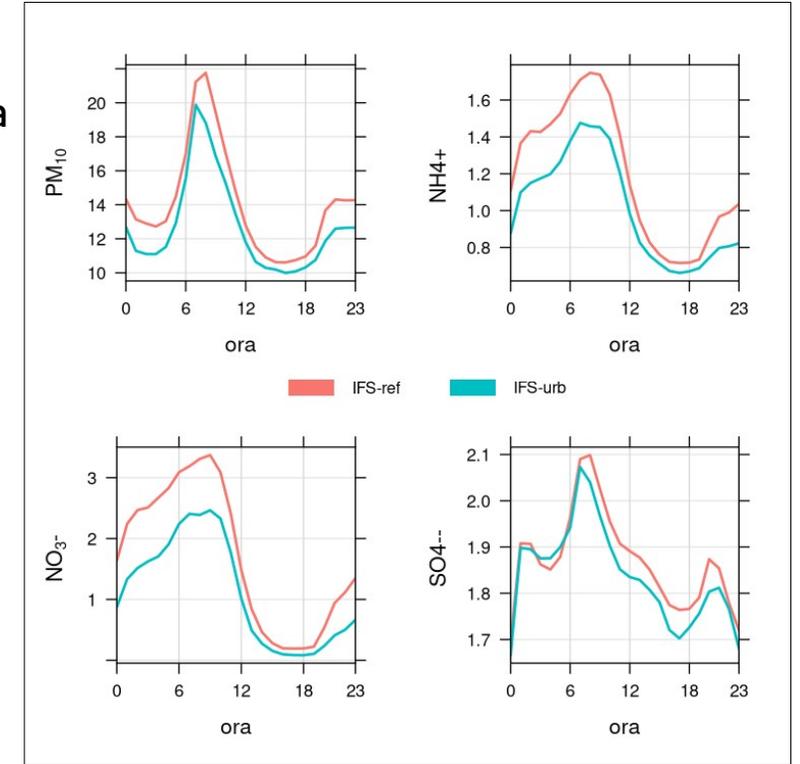
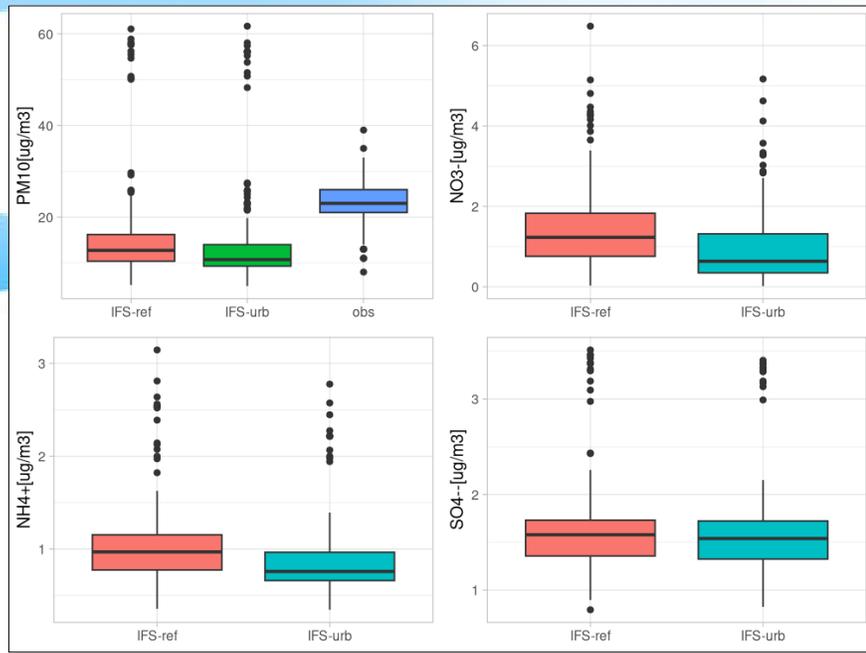
PM2.5



stazioni SRRQA di Torino
(Torino-Lingotto, Torino-Consolata, Torino-Rubino, Torino-Rebaudengo)

PIE-AMS: APPLICAZIONE CON COSMO-1P + TERRA_URB

particolato, 09/05-22/05/2022
stazioni SRRQA area metropolitana



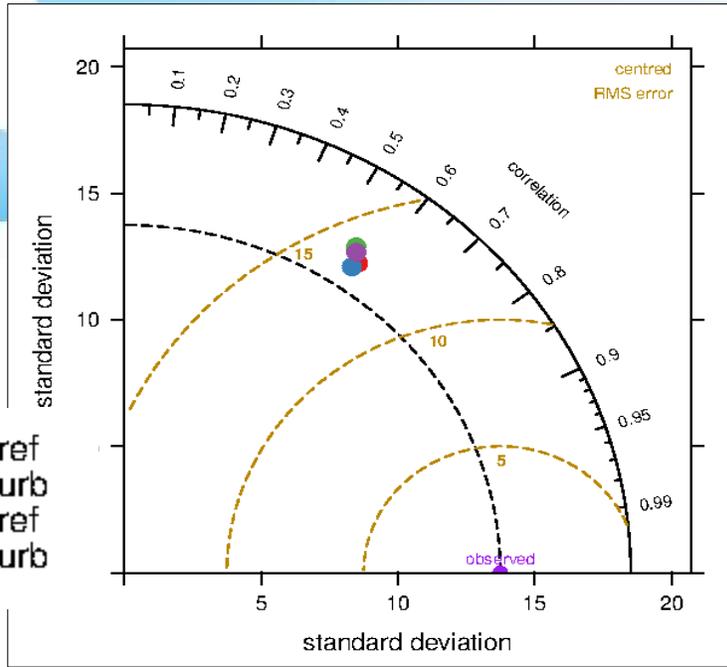
progetto prepAir,
simulazioni annuali PIE-AMS sul nord Italia

PIE-AMS: APPLICAZIONE CON COSMO-1P + TERRA_URB

ozono
stazioni SRRQA (fondo) di Torino

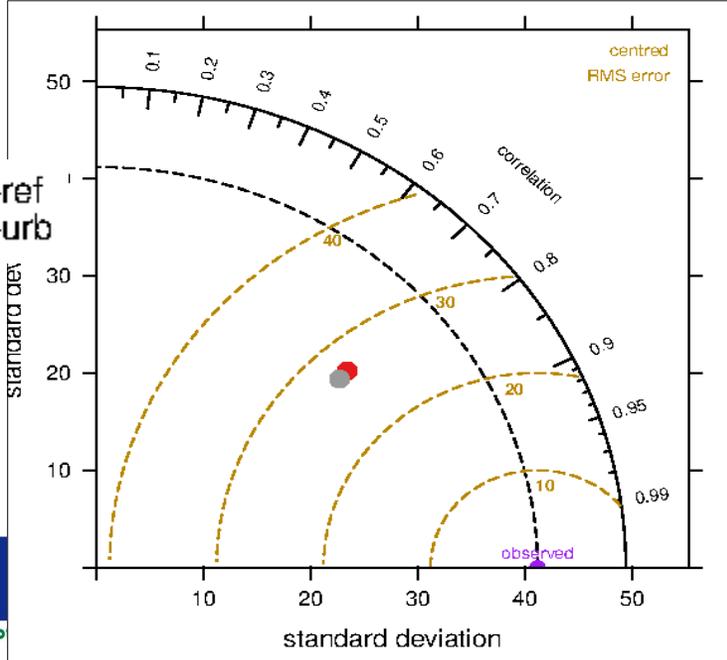
gennaio

- C2I-ref
- C2I-urb
- IFS-ref
- IFS-urb

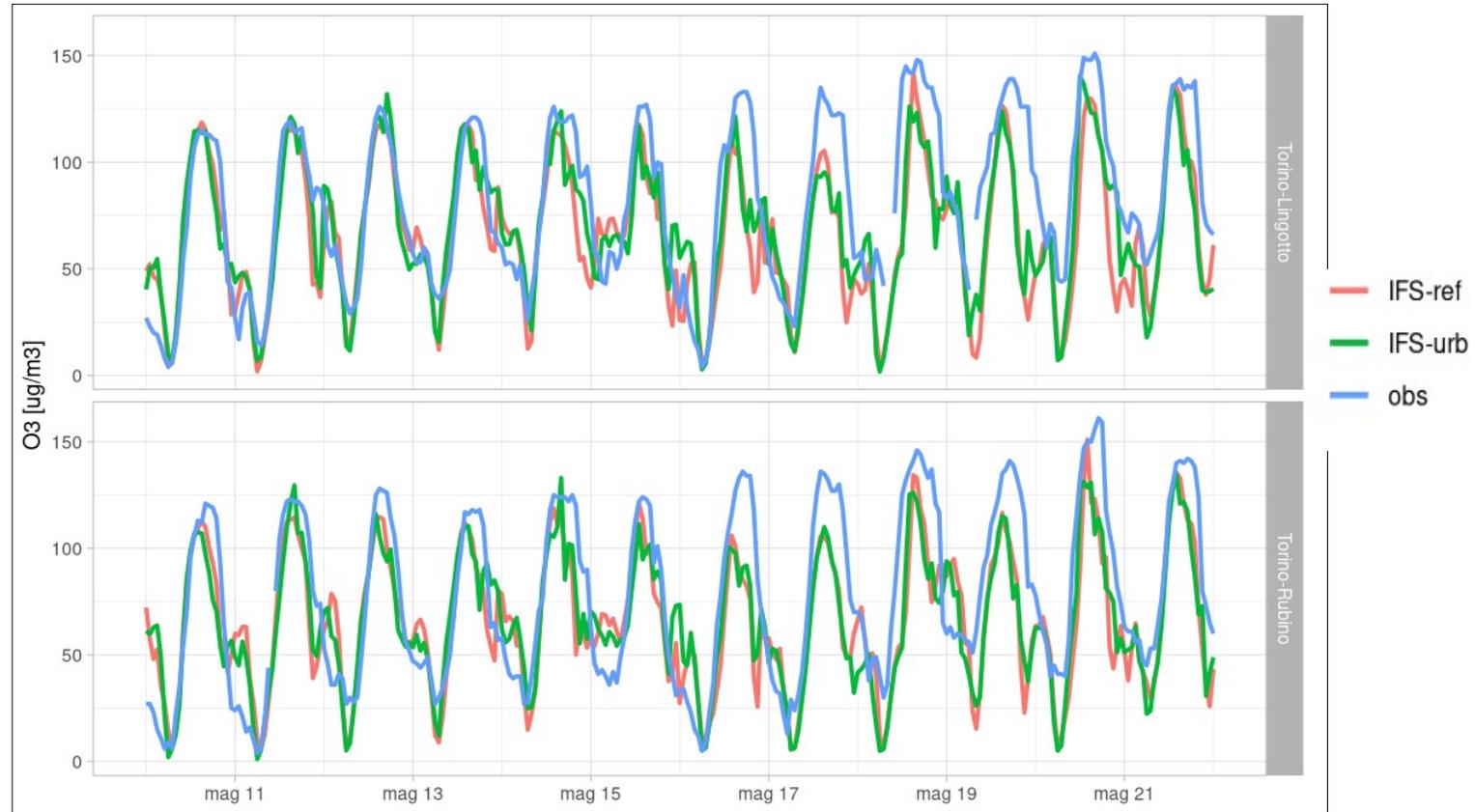


maggio

- IFS-ref
- IFS-urb



maggio



SOURCE APPORTIONMENT (SA)

Valutazione del contributo delle sorgenti emmissive in termini di impatto sulla qualità dell'aria nel territorio regionale e sull'area metropolitana in particolare. Due metodologie:

- SA analitico (con modelli sorgente-recettore)
- SA modellistico (con modelli CTM):
 - *settoriale: impatto/contributo delle diverse attività antropiche/naturali;*
 - *geografico: impatto/contributo delle sorgenti di un territorio su un altro territorio.*

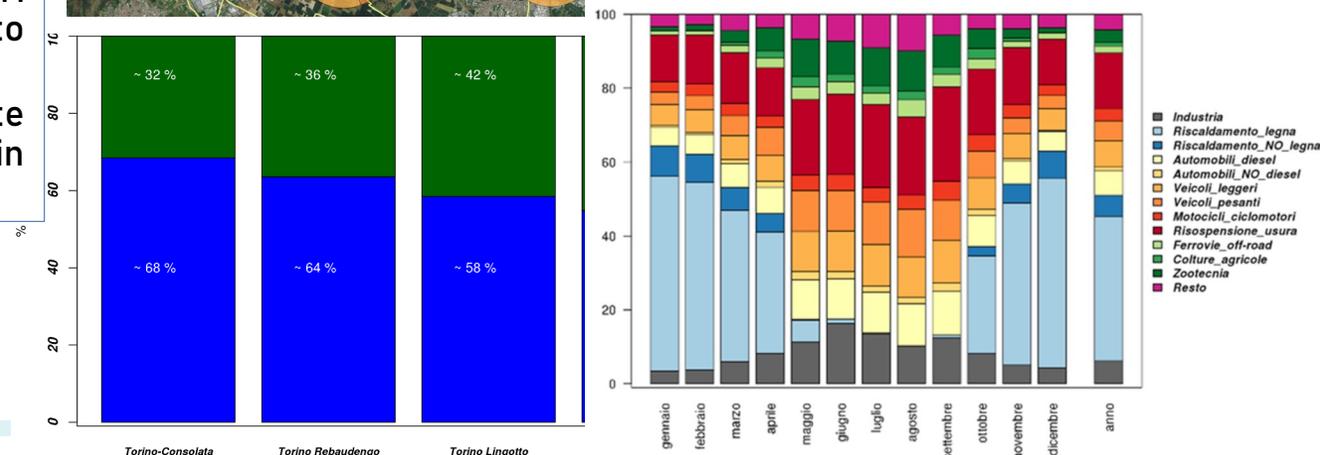
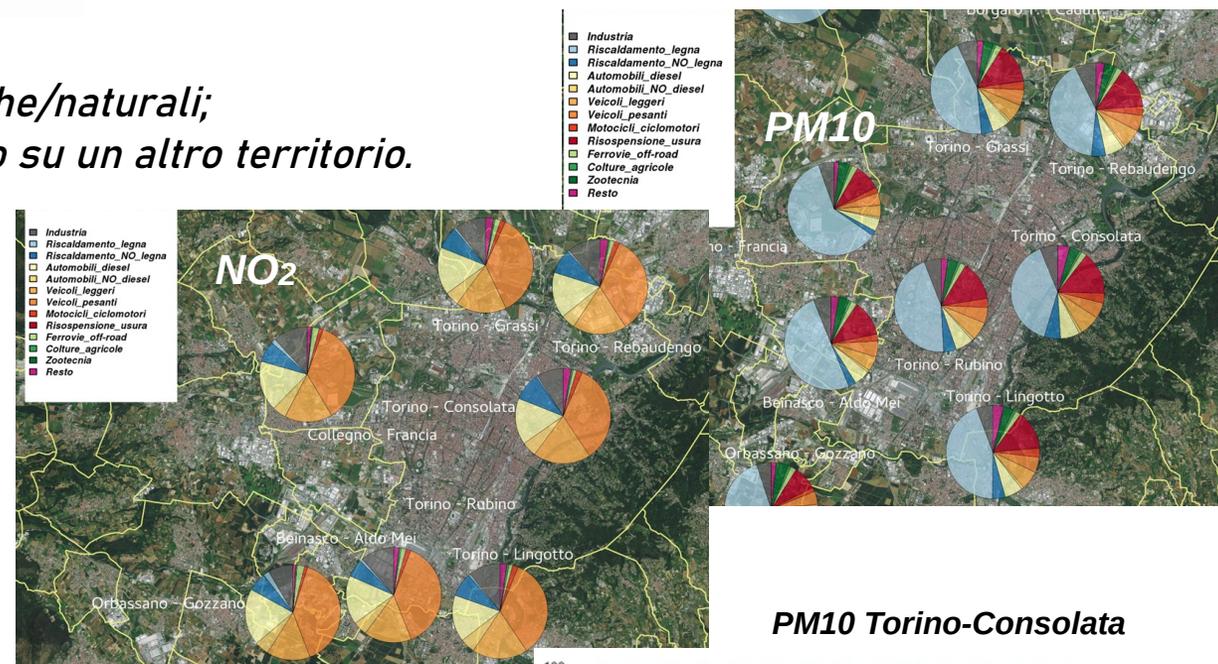
FARM-BFM (Arianet): utilizzato ed applicato per il PRQA della Regione Piemonte.

Basato sul *Brute force method*: valutazione della risposta delle concentrazioni a variazioni delle emissioni relative ad attività antropiche o ad aggregati spaziali con simulazioni di sensibilità.

FARM-ORSA (On-line Reactive Source Apportionment, Arianet): attività in sviluppo/corso.

Basato sul metodo *tagged species*: tracciamento dei precursori reattivi dell'inquinante rispetto al quale si voglia investigare l'impatto di attività o di aree geografiche.

Oltre alle informazioni settoriali permetterà di ottenere dettagliate informazioni sull'influenza e gli impatti delle differenti sorgenti in Torino e fuori Torino.



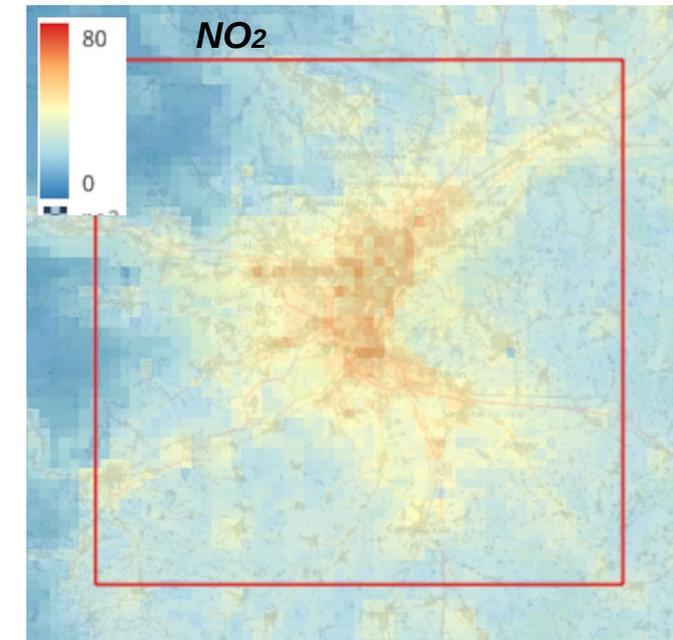
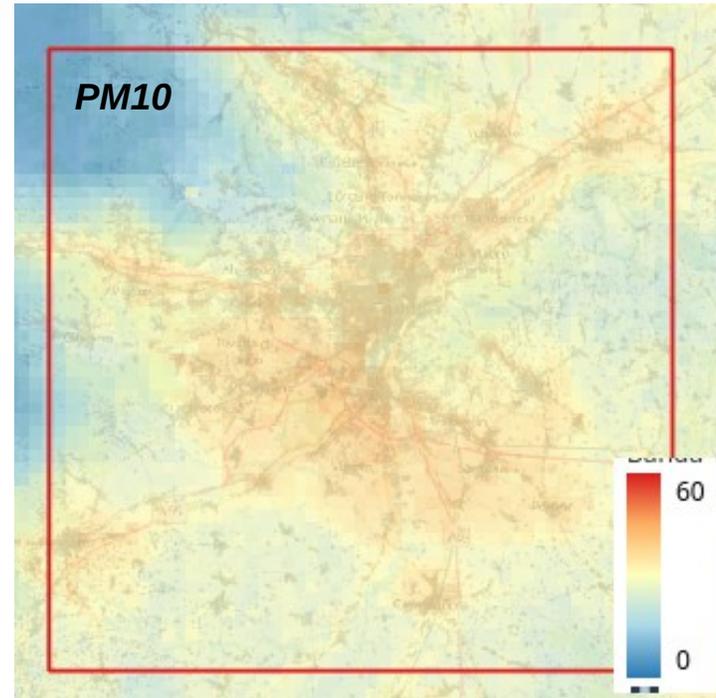
MACHINE LEARNING

Utilizzo di algoritmi di *machine learning* per produrre mappe ad alta risoluzione spaziale ($\geq 1\text{km}$) sull'area urbana metropolitana a partire dai campi di concentrazione prodotti dal sistema PIE-AMS sia in valutazione che in previsione.

Attività attualmente in sviluppo, condotta in collaborazione con Arianet S.r.l

ML - Random Forest con:

- predittori statici (dati di uso del suolo, popolazione, informazioni sulla rete stradale);
- predittori mensili (dati satellitari di indice di superficie fogliare, LAI);
- predittori giornalieri/orari (le concentrazioni del sistema modellistico);
- predittori legati alla stagionalità (giorno e mese, festività)



MODELLO	NO ₂	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}
FARM	17.87 (1.00)	28.98 (1.00)	11.22 (1.00)	8.34 (1.00)
RF - ottimizzazione	7.80 (0.44)	9.76 (0.34)	6.44 (0.57)	5.19 (0.62)
RF - CV score 10%	14.59 (0.82)	17.22 (0.59)	7.98 (0.71)	6.62 (0.79)



Grazie per l'attenzione