



Caratterizzazione delle emissioni aeroportuali con modelli non lineari GAM



G. Valotto^{1*}, C. Varin¹, G. Rampazzo¹, S. Squizzato¹, E. Pecorari¹, F. Visin¹,
E. Rampado², D. Bassano³, S. Sollecito³

¹Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari, Dorsoduro 2137, I-30123 Venezia

²Ente Zona Industriale di Porto Marghera, via dell'Elettricità 39, I-30175 Porto Marghera-Venezia

³SAVE S.p.A., Marco Polo Venice airport viale G. Galilei 30/1, I-30173 Tessera-Venezia

*Corresponding author @mail: valotto@unive.it

Introduzione

- Con la direttiva 2008/101/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 dicembre 2008 che modifica la direttiva 2003/87/CE le attività di trasporto aereo vengono incluse nel sistema comunitario di scambio delle quote di emissione dei gas a effetto serra.
- L'Università Ca' Foscari (Venezia), in collaborazione con SAVE S.p.A. ed Ente Zona Industriale di Porto Marghera dal 2009 ha promosso un progetto che ha per obiettivi il monitoraggio della qualità dell'aria nell'area di Tessera e la stima del contributo emissivo dell'aeroporto Marco Polo (Venezia) [Fig. 1].
- Parametri monitorati con frequenza oraria: SO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, NO_x (NO + NO₂), CO, CH₄, NMHC, RSI, temperatura, precipitazioni, direzione e velocità del vento.

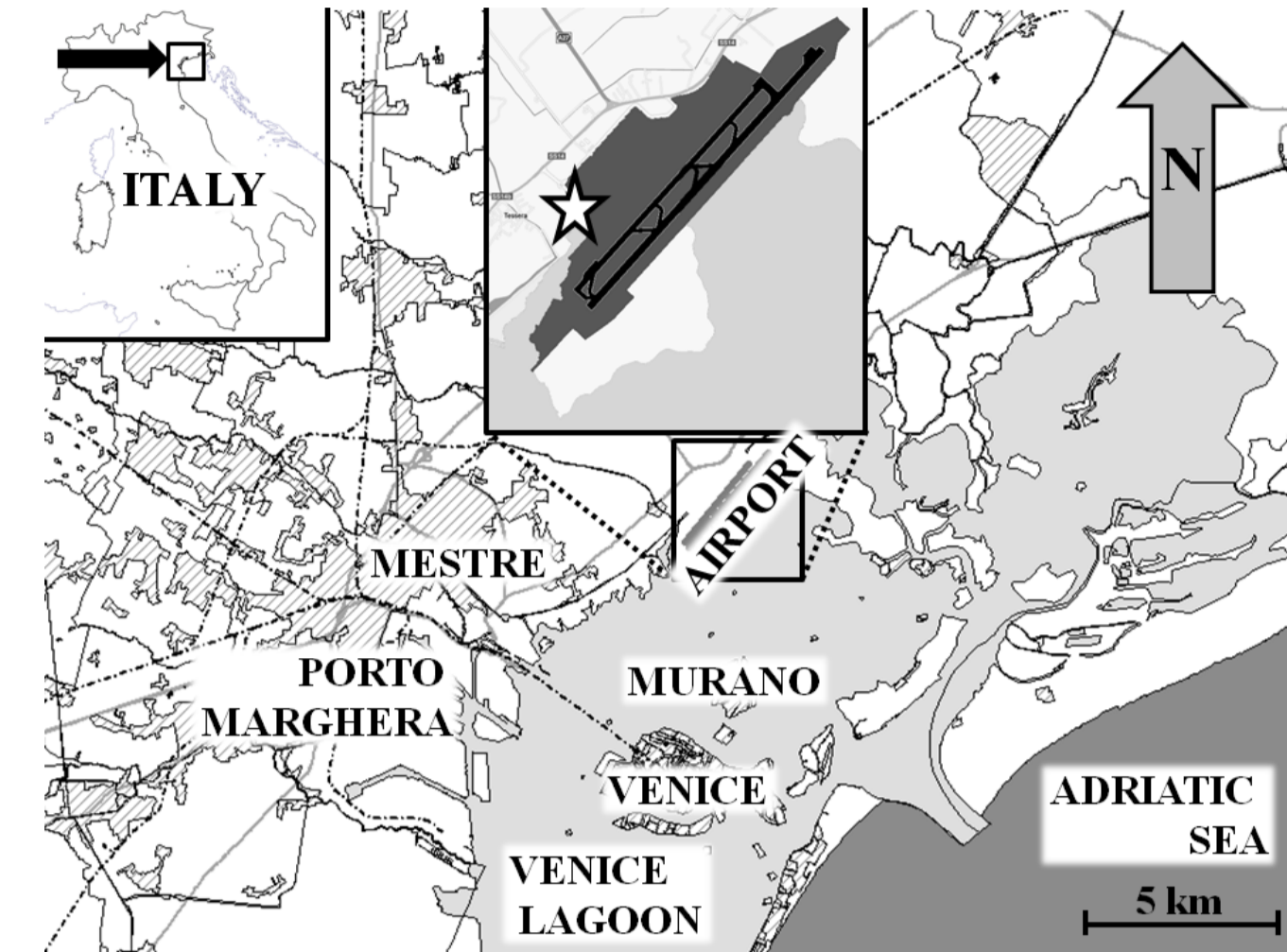


Fig. 1

Osservazioni

- Dal 2010 i valori limite annuali fissati dal DL 13/08/2010 n° 155 per la protezione della salute umana (40 µg m⁻³ NO₂) e della vegetazione (30 µg m⁻³ NO_x) sono abbondantemente superati [Fig. 2]
- Primavera + Estate → MIN concentrazioni NO_x [Fig. 2]
MAX voli giornalieri [Fig. 2]
voli weekend > voli weekday [Fig. 3]
- Autunno + Inverno → MAX concentrazioni NO_x
MIN voli giornalieri
voli weekend = voli weekday
- Tutto l'anno → NO_x weekend < NO_x weekday

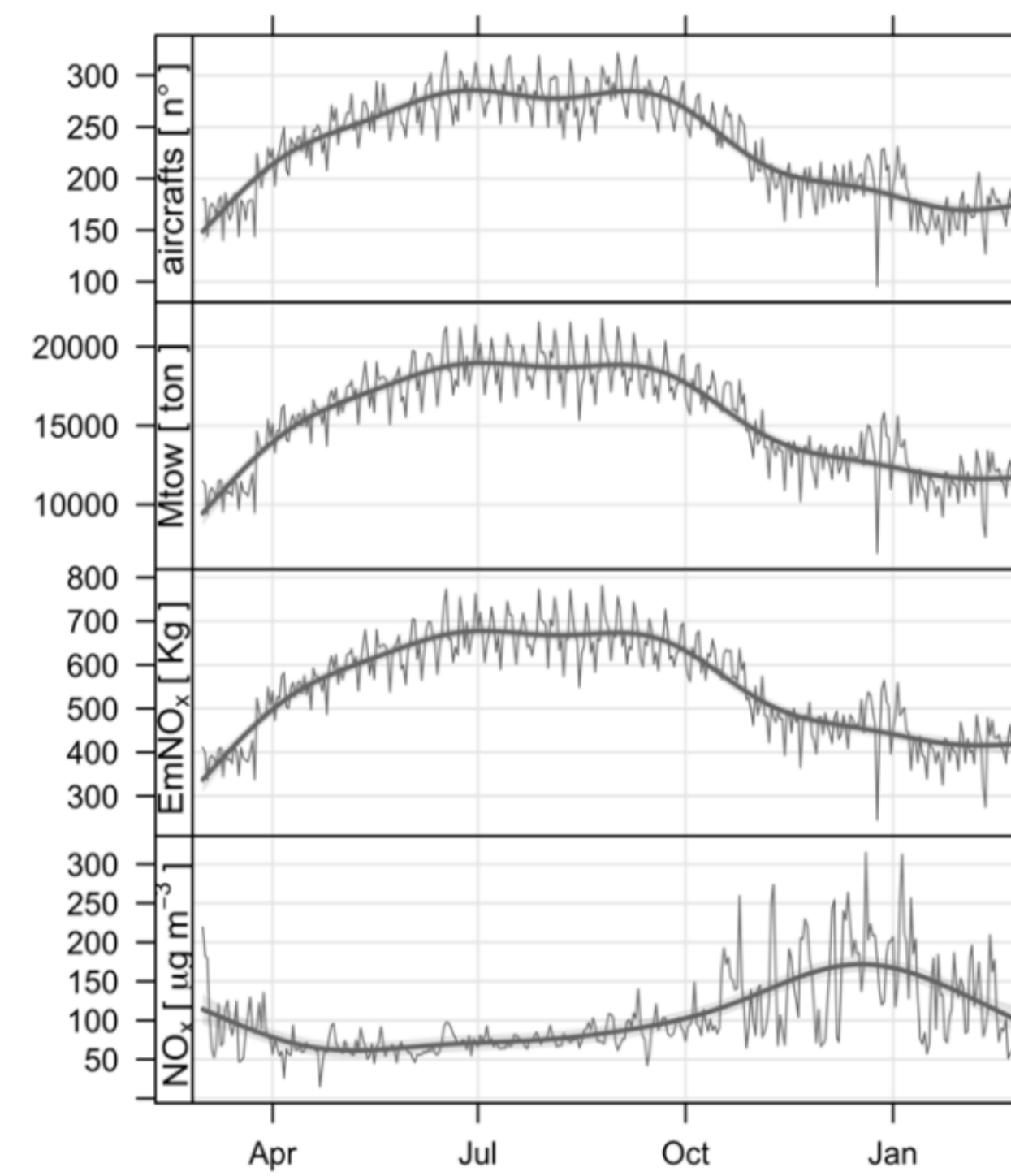


Fig. 2

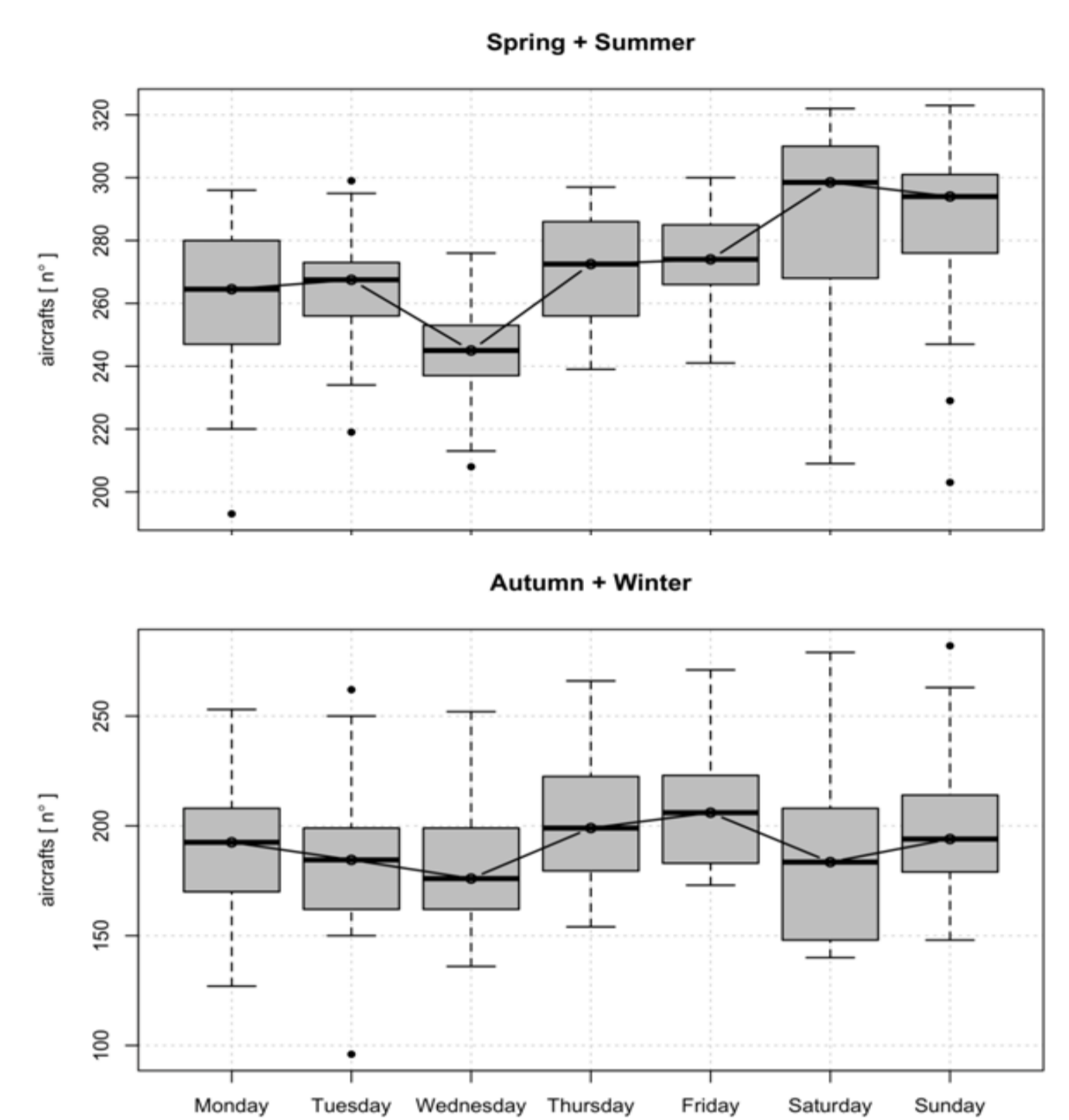


Fig. 3

Obiettivo

- Stimare il contributo aeroportuale di NO_x studiando le serie temporali (Marzo 2012 - Marzo 2013) con **modelli non lineari GAM (Generalized Additive Models)** utilizzando la funzione *gamm* del pacchetto *mgcv* in R.

Materiali e metodi

Sono stati considerati 4 modelli di complessità crescente
Selezione miglior modello → Akaike Information Criterion (AIC)

1. $\log(\text{NO}_x) = w_{\text{day}} + s_1(\text{jday}) + s_2(\text{hour}) + s_3(\text{temp}) + s_4(u, v) + \epsilon$ → NO aeroporto
2. $\log(\text{NO}_x) = w_{\text{day}} + s_1(\text{jday}) + s_2(\text{hour}) + s_3(\text{temp}) + s_4(u, v) + s_5(\text{aircrafts}) + \epsilon$ → n° voli
3. $\log(\text{NO}_x) = w_{\text{day}} + s_1(\text{jday}) + s_2(\text{hour}) + s_3(\text{temp}) + s_4(u, v) + s_5(\text{Mtow}) + \epsilon$ → peso aerei
4. $\log(\text{NO}_x) = w_{\text{day}} + s_1(\text{jday}) + s_2(\text{hour}) + s_3(\text{temp}) + s_4(u, v) + s_5(\text{EmNO}_x) + \epsilon$ → emissione aerei

Fig.s: 5 6 7 8 9 10

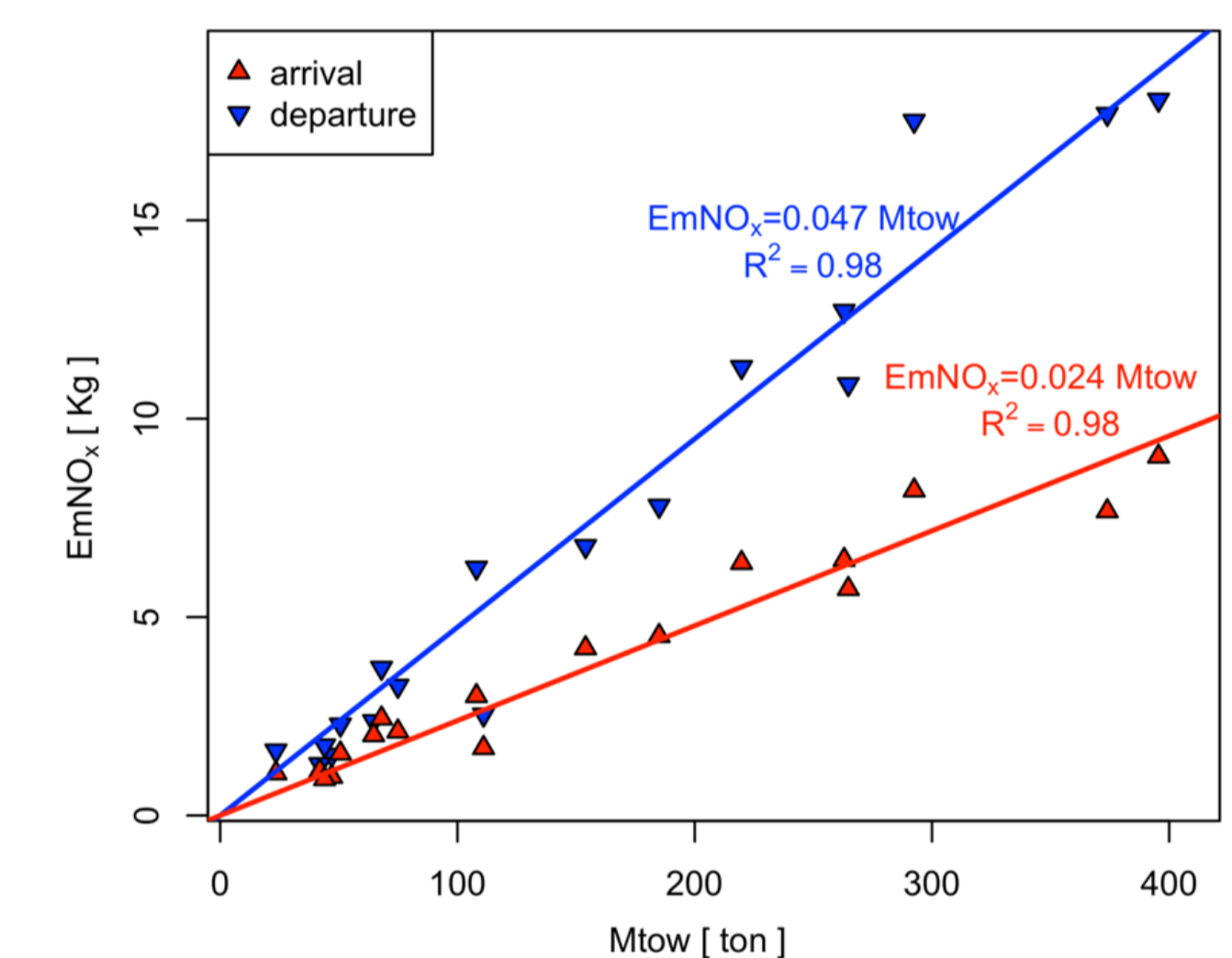


Fig. 4

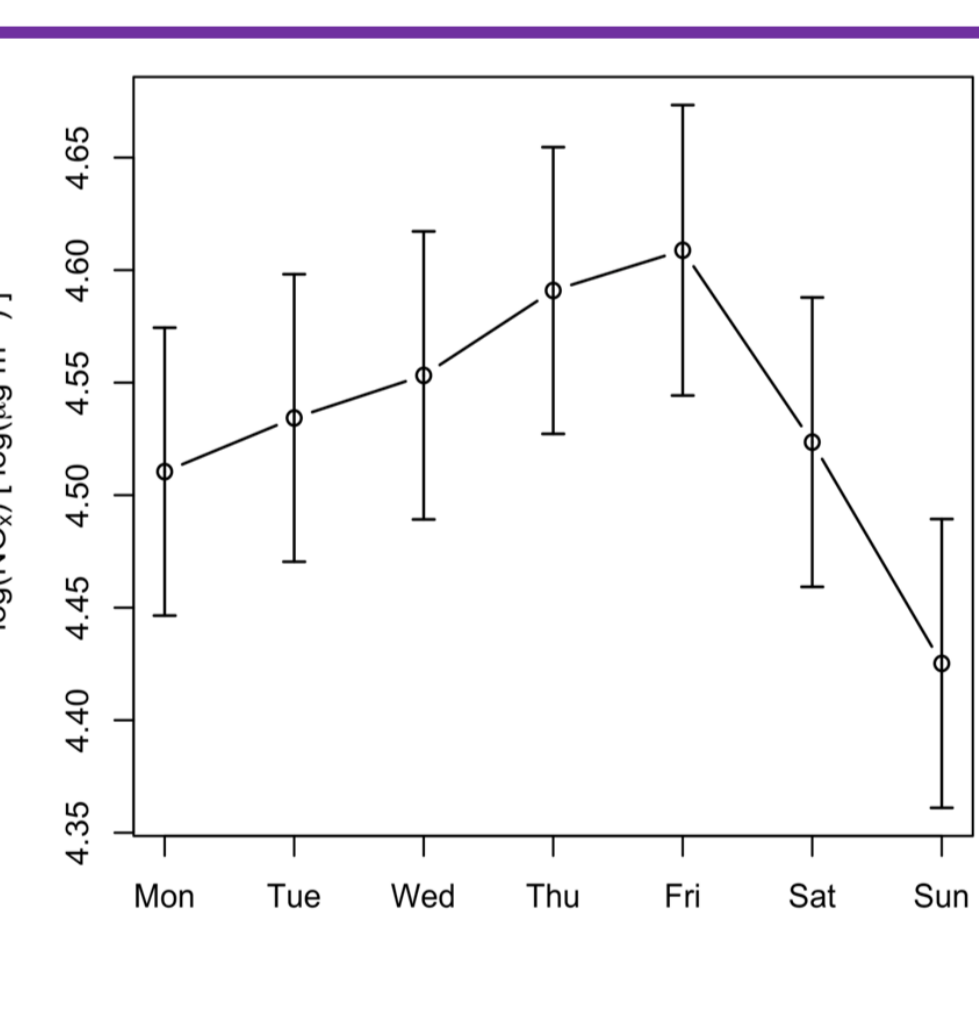


Fig. 5

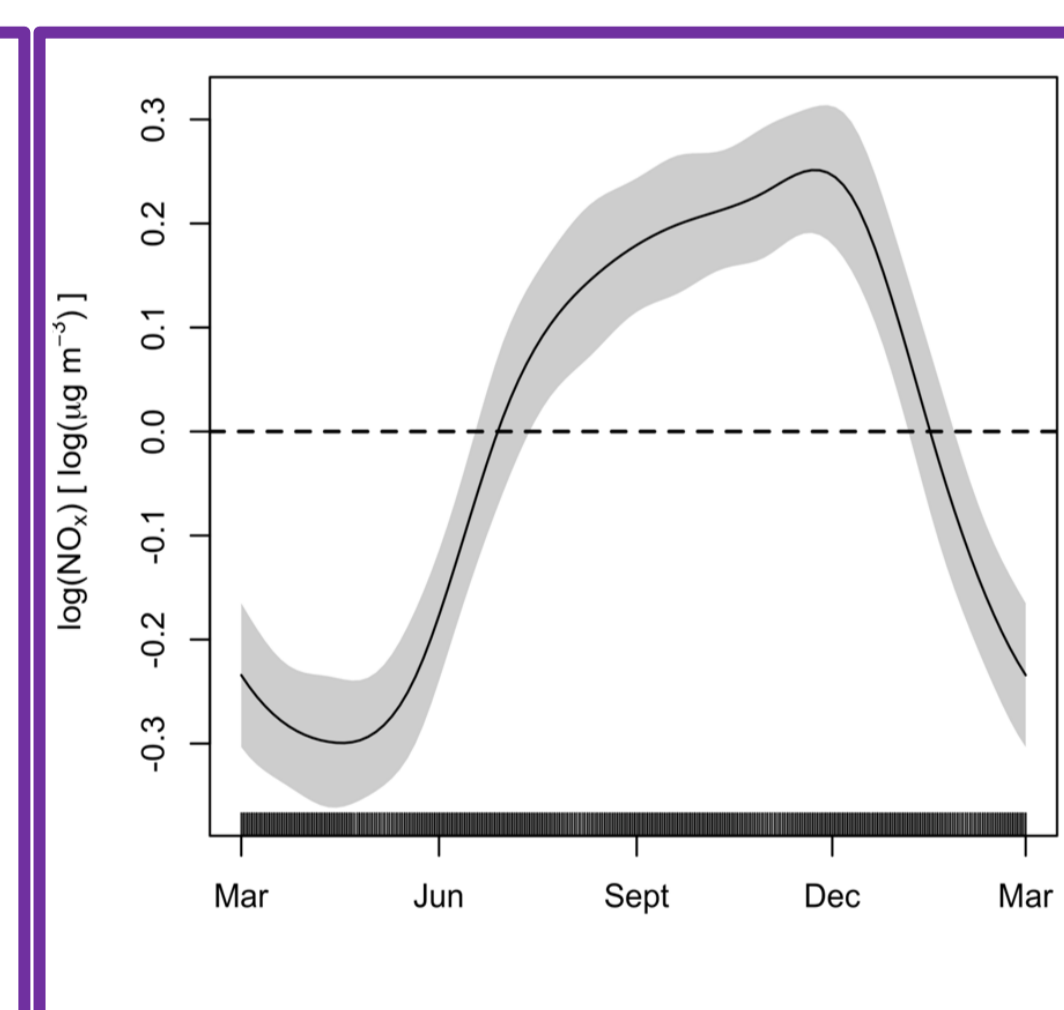


Fig. 6

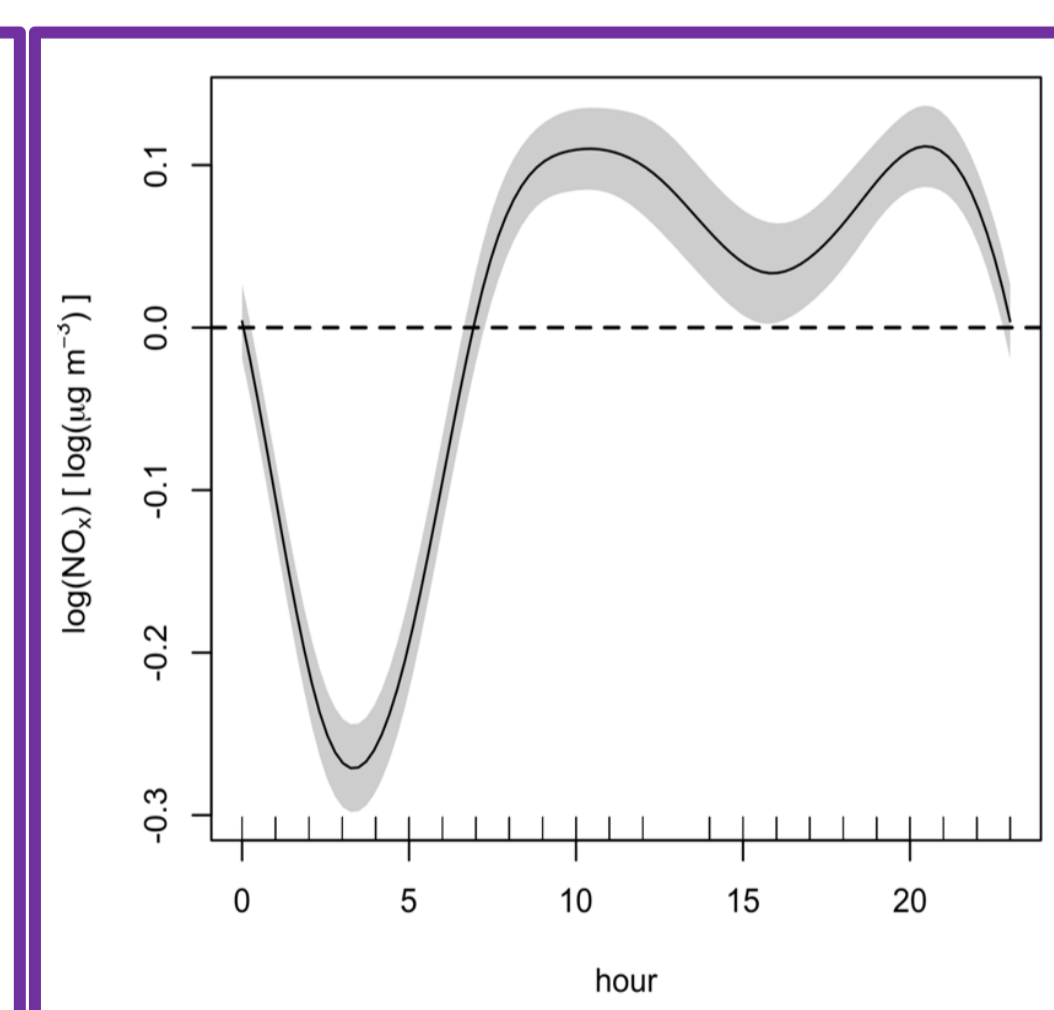


Fig. 7

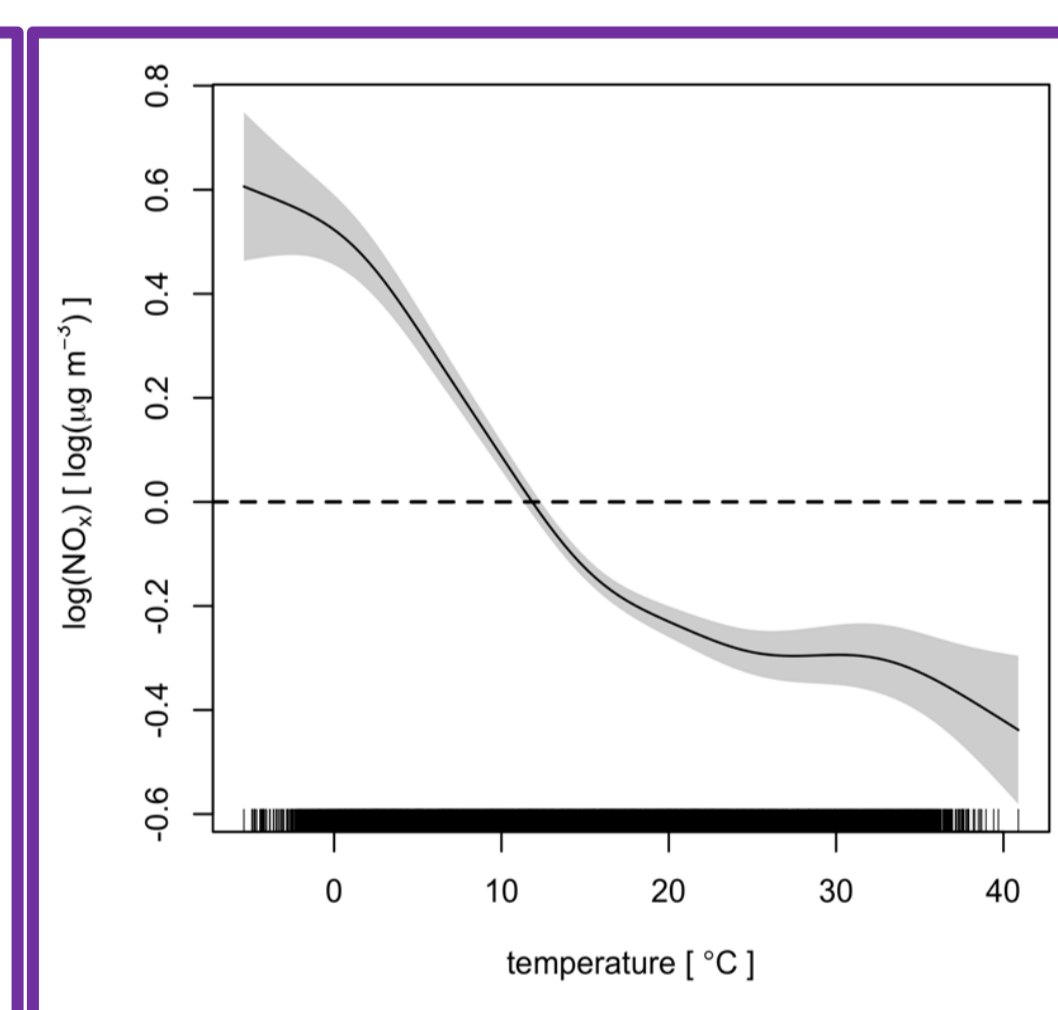


Fig. 8

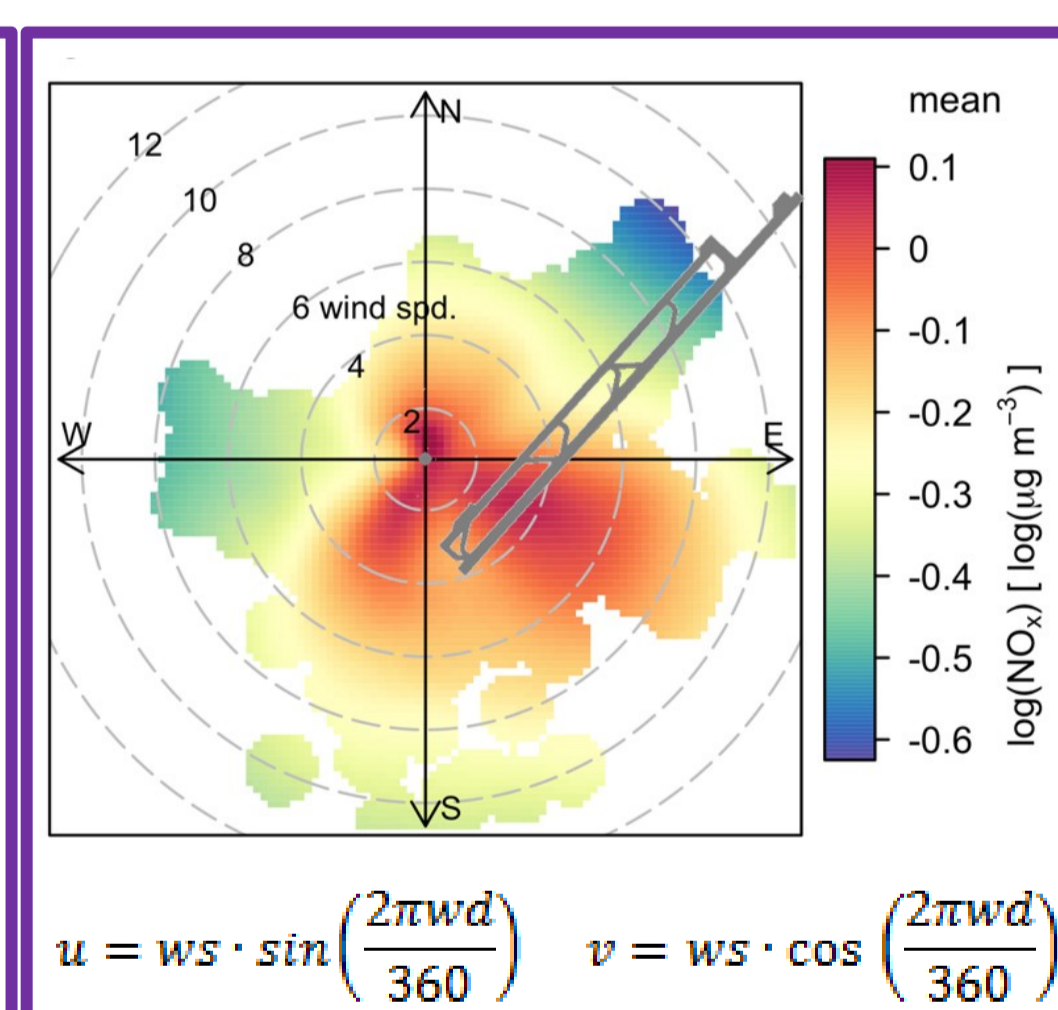


Fig. 9

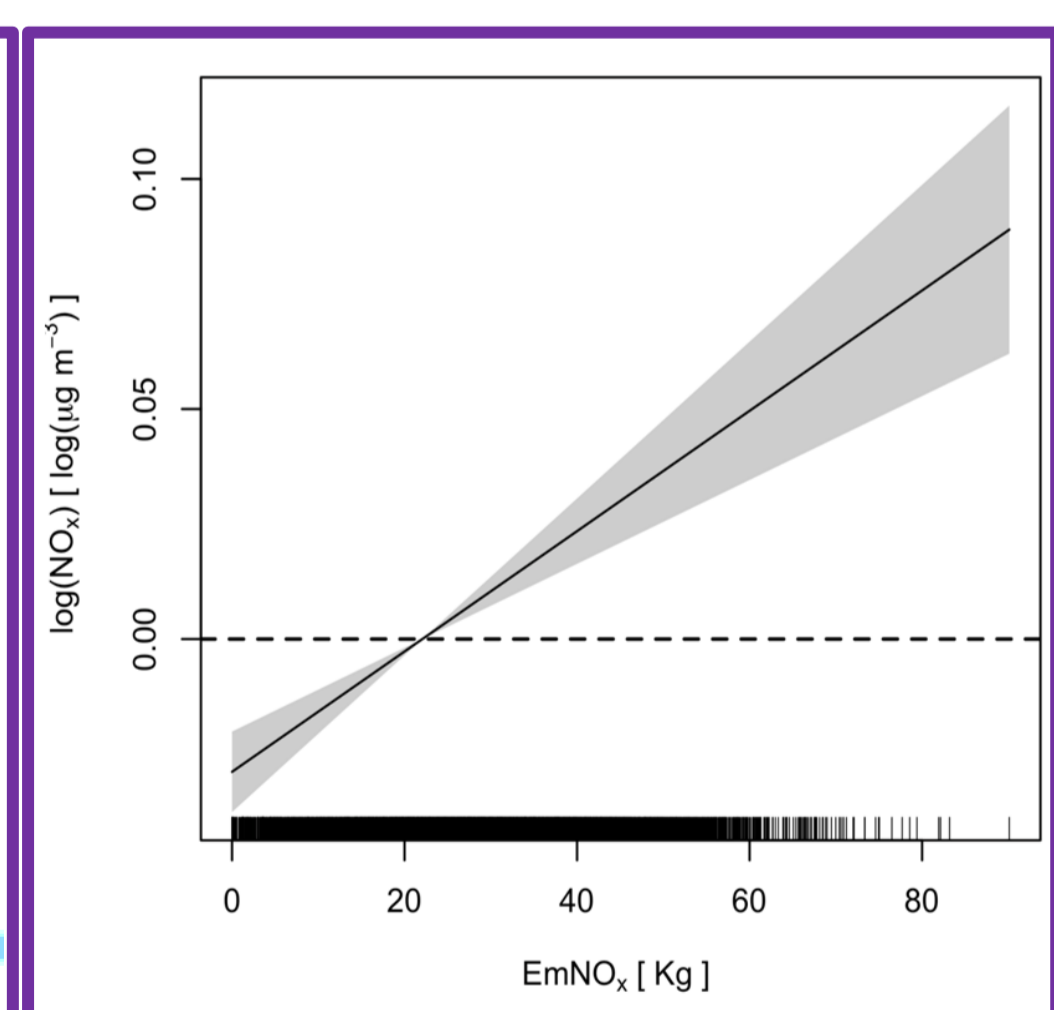


Fig. 10

Risultati

- Il contributo emissivo degli aerei in partenza è circa doppio di quello all'arrivo [Fig. 4]
- Evidente trend settimanale prodotto da sorgenti antropiche [Fig. 5]
- Evidente trend stagionale [Fig. 6]
- Picchi di concentrazione prodotti dal traffico veicolare lavorativo [Fig. 7]
- Aumento temperatura → Aumento turbolenza → Dispersione inquinanti [Fig. 8]
- Aumento velocità del vento → Dispersione inquinanti → Concentrazioni minori [Fig. 9]
- Sorgenti → ESE: pista adibita alle prime fasi del decollo e dell'atterraggio [Fig. 9]
SW: Taxi acquatici che collegano l'aeroporto con Venezia [Fig. 9]
- Aumento emissione aerei → Aumento statisticamente significativo della concentrazione atmosferica di NO_x [Fig.s 10, 11]

Bibliografia

- EEA – European Environment Agency, 2001. Emission inventory guidebook, air traffic, Activities om080501, B851 9-32.
- Carslaw D.C., Ropkins K. 2012. openair - an R package for air quality data analysis. Environmental Modelling & Software 27-28, 52-61.
- Carslaw D.C., Ropkins K. 2013. openair: Open-source tools for the analysis of air pollution data. R package version 0.8-5.
- R Core Team, 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Skyplan, Generic aircraft database. <ftp://www.skyplan.com/manuals/Generic%20Aircraft%20Database.pdf> (last accessed in 2014).
- Wood S.N., 2006. Generalized additive models: an Introduction with R. Chapman and Hall/CRC.

Conclusioni

- Traffico veicolare → sorgente dominante
- Traffico veicolare indotto dall'aeroporto + emissioni aerei → contributo statisticamente significativo ma non dominante

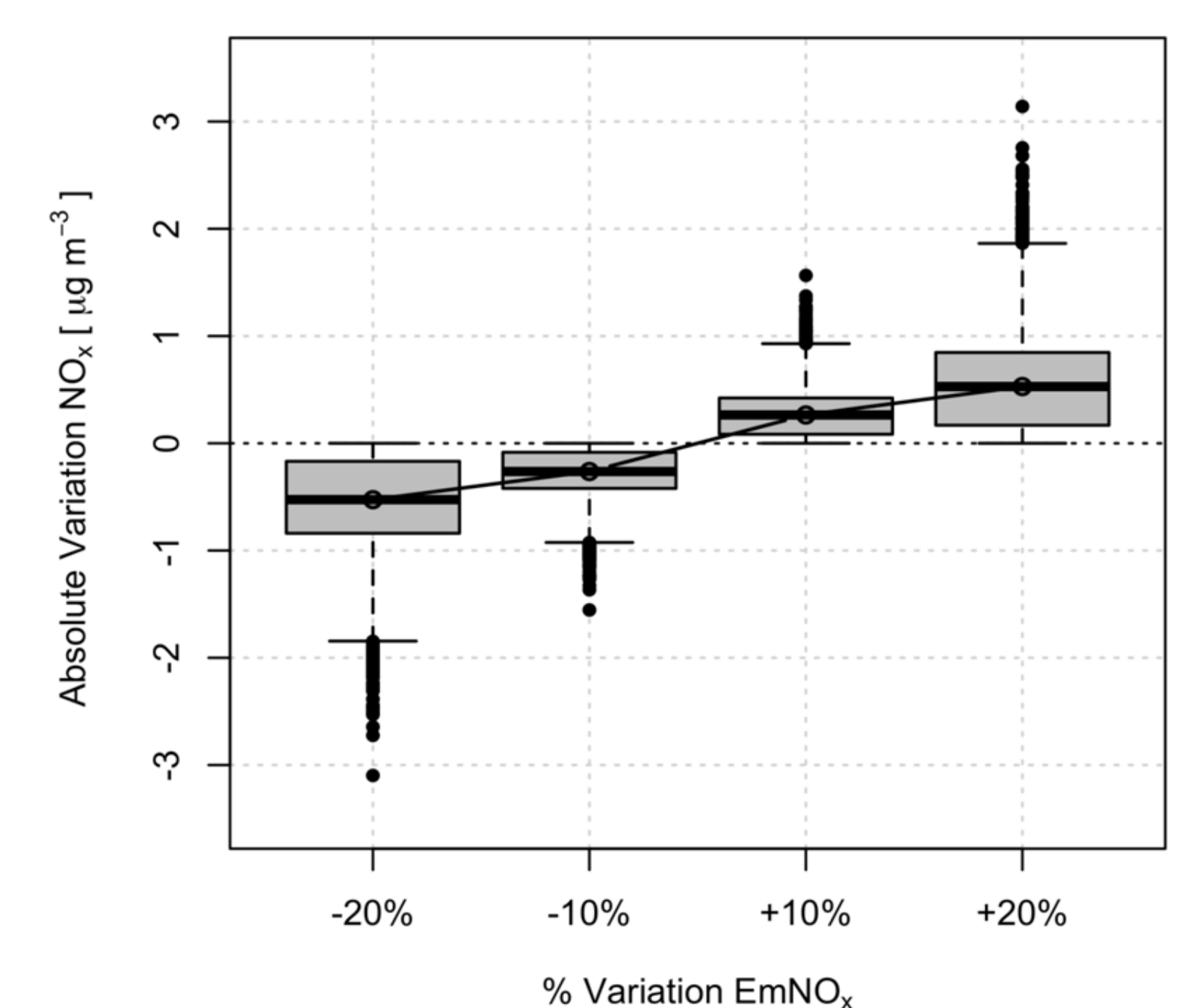


Fig. 11