

Profili di vento di GAP

Diagnostica e correzione a posteriori

Giovanni Bonafè, Anna Chiara Goglio
Centro Regionale di Modellistica Ambientale, ARPA-FVG

- ▶ quantificare gli errori nei profili di vento
- ▶ indagarne l'origine (WRF o interpolazione?)
- ▶ valutare possibili metodi di correzione a posteriori

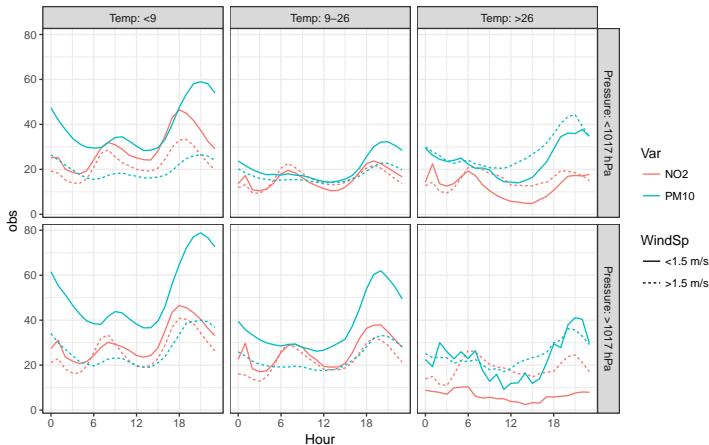


Figura: Giorni medi di concentrazioni di NO₂ e PM10. Media 2014–2016 delle stazioni FVG (esclusa RFI).

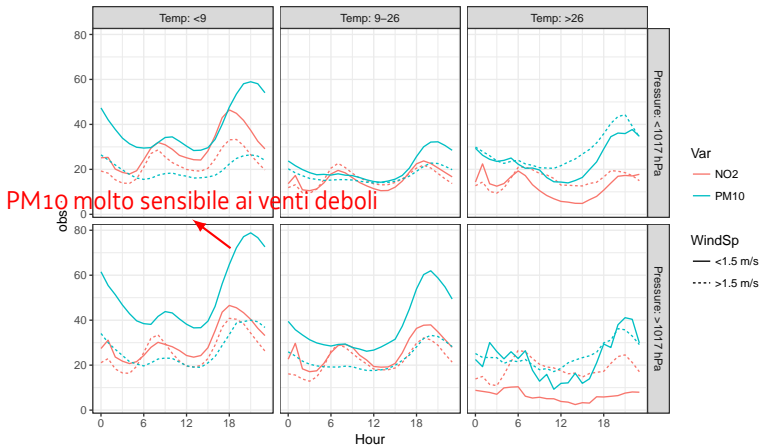
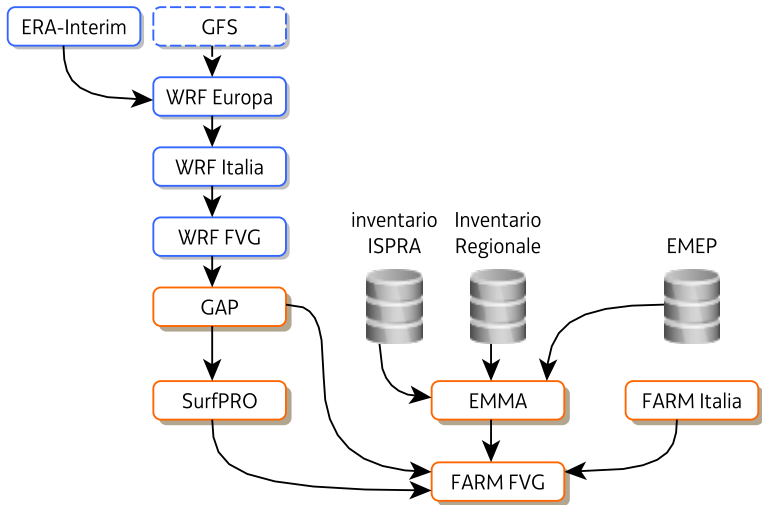


Figura: Giorni medi di concentrazioni di NO₂ e PM₁₀. Media 2014–2016 delle stazioni FVG (esclusa RFI).



- ▶ corsa WRF 2015 (rianalisi NAUSICA)
- ▶ corsa GAP 2015 (input WRF rianalisi NAUSICA)
- ▶ corsa GAP 2016 (input WRF operativo)
- ▶ misure anemometri OSMER (a 10 m)
- ▶ radiosondaggi grezzi Campoformido/Rivolto: considerate le misure in una finestra di 40 m, centrata nel livello GAP (*terrain following*)

confronto GAP vs WRF

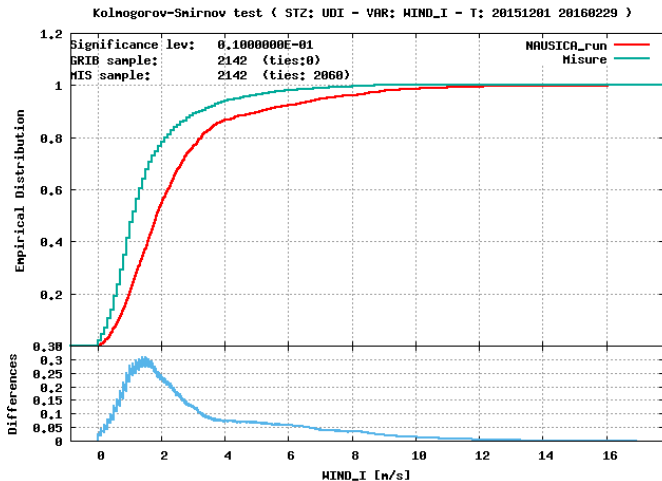


Figura: distribuzioni empiriche dell'intensità del vento a 10 m (Campofornido Dic2015–Feb2016), secondo **WRF** e secondo le **misure OSMER**

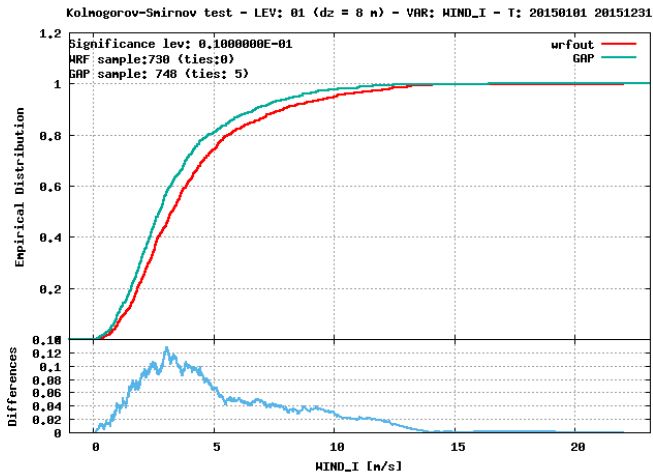
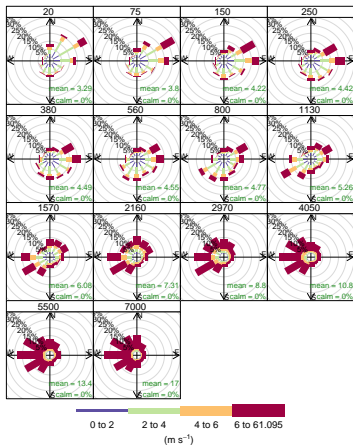


Figura: distribuzioni empiriche dell'intensità del vento a circa 20-30 m (Campofornido 2015), secondo **WRF** e secondo **GAP**

- ▶ GAP va nella direzione giusta: riduce il *bias* positivo di WRF vicino al suolo

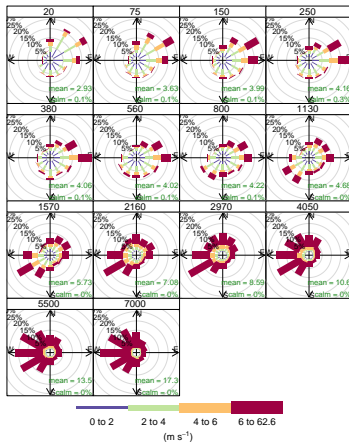
diagnostica: GAP vs radiosondaggi

model

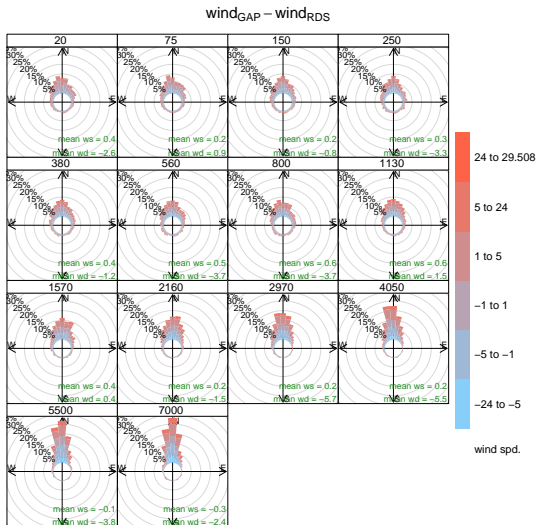


Frequency of counts by wind direction (%)

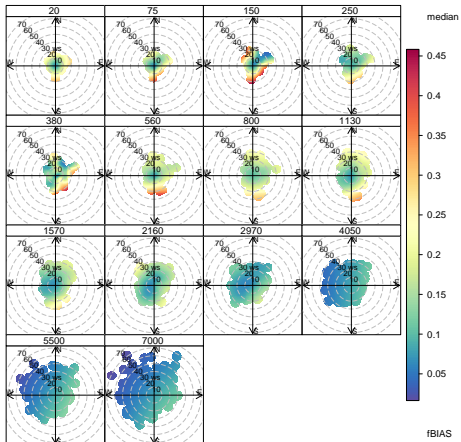
radiosounding



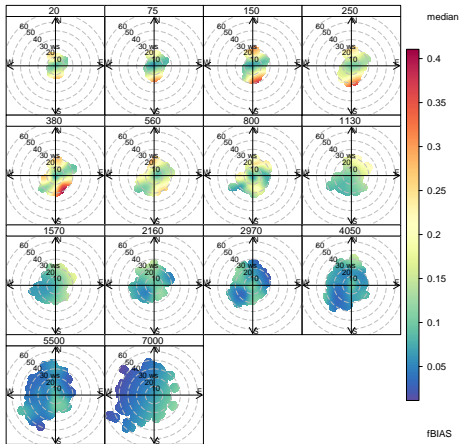
Frequency of counts by wind direction (%)

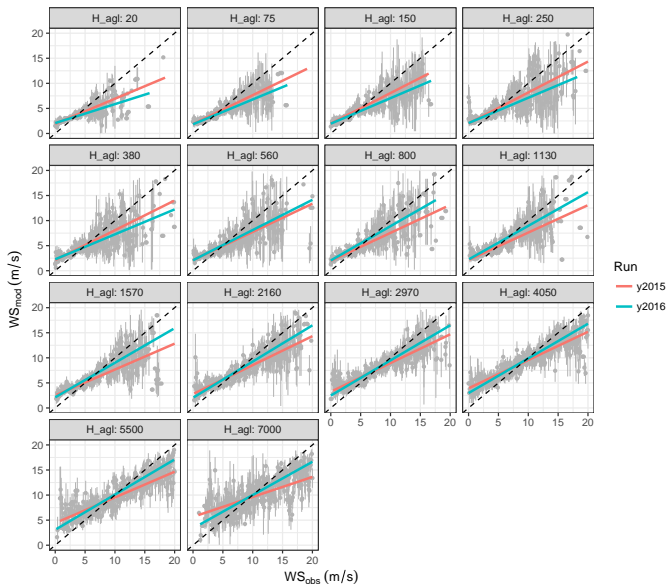


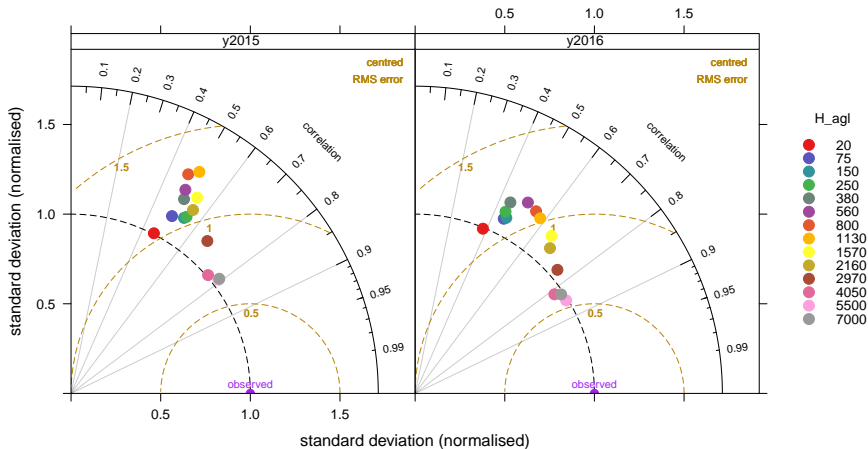
Run y2015



Run y2016







- ▶ distribuzioni e rose dei venti sono riprodotte piuttosto bene
- ▶ sovrastima dei venti deboli, sottostima dei venti forti
- ▶ sovrastima della varianza negli strati intermedi
- ▶ correlazione tra 0.4 e 0.8, cresce con la quota

test di possibili correzioni a posteriori

- ▶ l'insieme di dati è diviso in due sotto-insiemi di uguali dimensioni, uno per la calibrazione e uno per la validazione
- ▶ sul sotto-insieme di calibrazione sono calcolati i percentili dell'osservato P_o e del modello P_m
- ▶ si calibra una funzione di trasformazione $P_o \approx f(P_m)$, minimizzando l'errore quadratico medio
- ▶ si applica la f sul sotto-insieme di validazione e se ne valutano le prestazioni

Il metodo è realizzato nel pacchetto R 'qmap' (Piani et al., 2010; Dosio and Paruolo, 2011; Gudmundsson et al., 2012)

codice	formula	parametri
power	$a \cdot x^b$	a, b
linear	$a + b \cdot x$	a, b
expasympt scale	$(a + b \cdot x) \cdot (1 - e^{\frac{-x}{\tau}})$	a, b, τ
power.x0	$a \cdot (x - x_0)^b$	a, b, x_0
expasympt.x0	$(a + b \cdot x) \cdot (1 - e^{\frac{-(x-x_0)}{\tau}})$	a, b, x_0 , τ
QUANT	empirical quantiles	-

mean bias: $MB = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_i - O_i$

mean gross error: $MGE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |M_i - O_i|$

normalised mean bias: $NMB = \frac{\sum_{i=1}^n M_i - O_i}{\sum_{i=1}^n O_i}$

normalised mean gross error: $NMGE = \frac{\sum_{i=1}^n |M_i - O_i|}{\sum_{i=1}^n O_i}$

root mean squared error: $RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - O_i)^2}{n}}$

Pearson correlation coefficient: $r = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i - \bar{M}}{\sigma_M} \right) \cdot \left(\frac{O_i - \bar{O}}{\sigma_O} \right)$

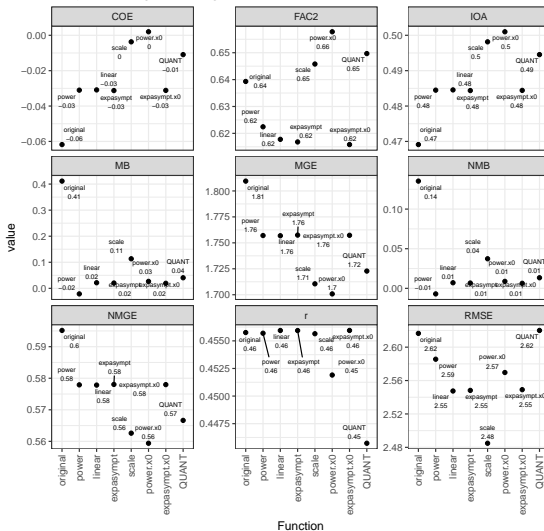
fraction of predictions within a factor of two: $FAC2 = \frac{Count(0.5 \leq \frac{M_i}{O_i} \leq 2.0)}{Count(M_i)}$

Coefficient of Efficiency: $COE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |M_i - O_i|}{\sum_{i=1}^n |O_i - \bar{O}|}$

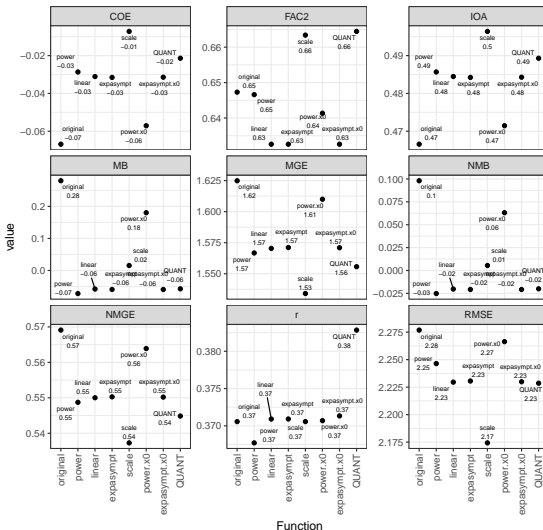
$$\text{Index of Agreement: } IOA = \begin{cases} 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |M_i - O_i|}{2 \cdot \sum_{i=1}^n |O_i - \bar{O}|}, & \text{when } \frac{\sum_{i=1}^n |M_i - O_i|}{2 \cdot \sum_{i=1}^n |O_i - \bar{O}|} \leq 1. \\ \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n |O_i - \bar{O}|}{\sum_{i=1}^n |M_i - O_i|} - 1, & \text{when } \frac{\sum_{i=1}^n |M_i - O_i|}{2 \cdot \sum_{i=1}^n |O_i - \bar{O}|} > 1. \end{cases}$$

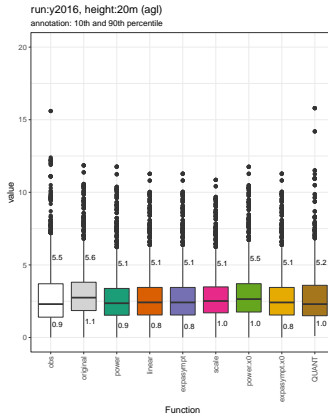
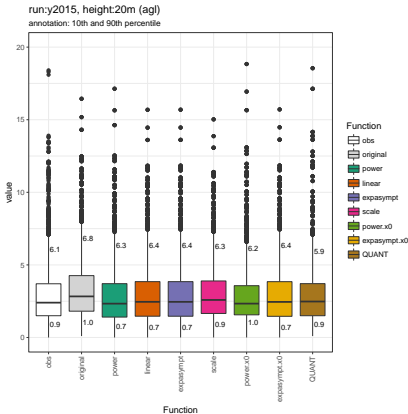
(Willmott et al., 2012)

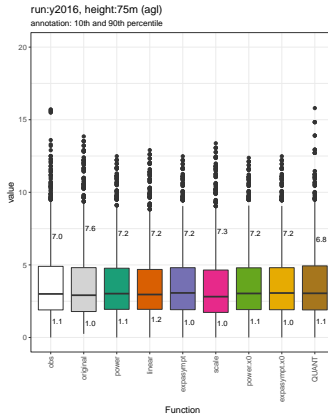
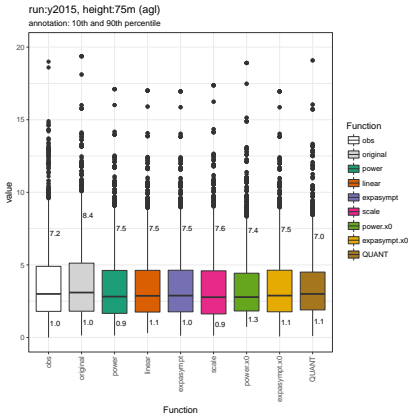
run:y2015, height:20m (agl)

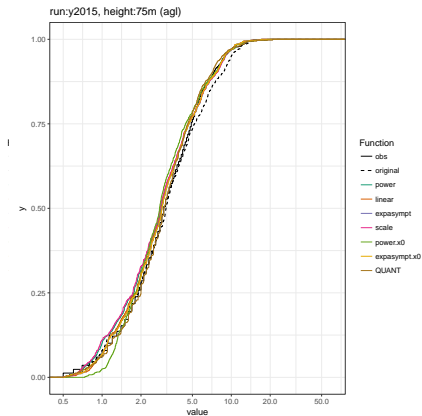
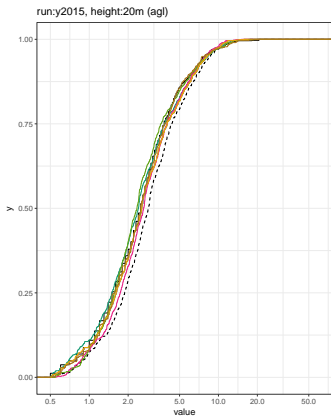


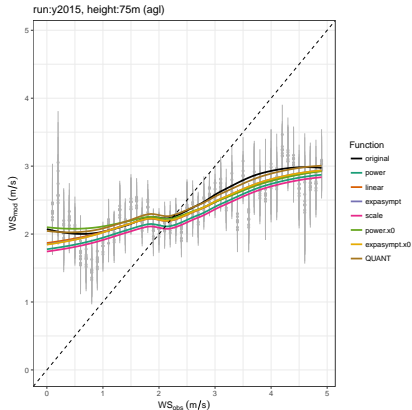
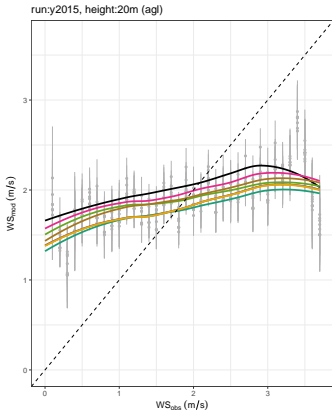
run:y2016, height:20m (agl)











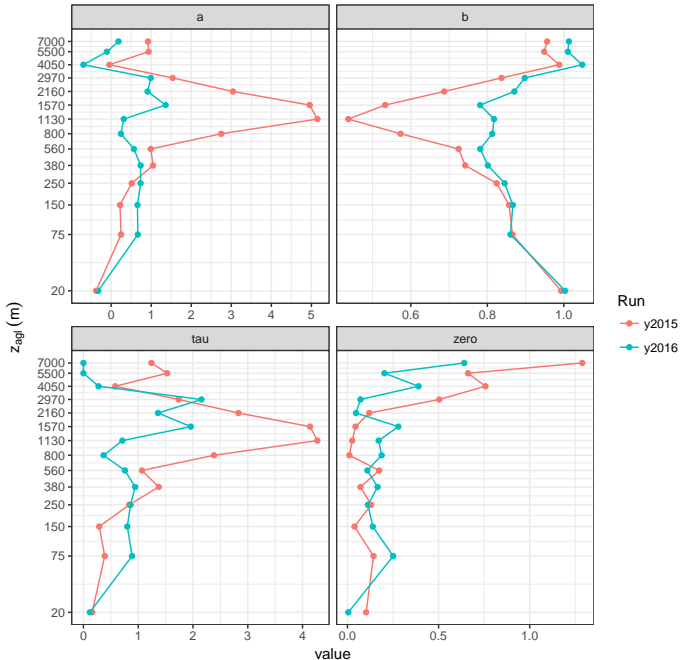
- ▶ non fanno miracoli: la correlazione resta invariata
- ▶ sul *bias* il beneficio è evidente
- ▶ in qualche caso *power*, *power . x0*, *linear* e *scale* hanno risultati poco soddisfacenti
- ▶ QUANT (non parametrica) è più complessa da implementare fuori da R
- ▶ *expasympt* e *expasympt . x0* danno risultati confrontabili
- ▶ preferiamo *expasympt*, perchè ha un parametro in meno

applicazione della trasformazione 'expasymp'

$$M_{transf} = \begin{cases} (a + b \cdot M) \cdot (1 - e^{\frac{-M}{\tau}}), & \text{when } M \geq M_0 \\ 0, & \text{when } M < M_0. \end{cases}$$

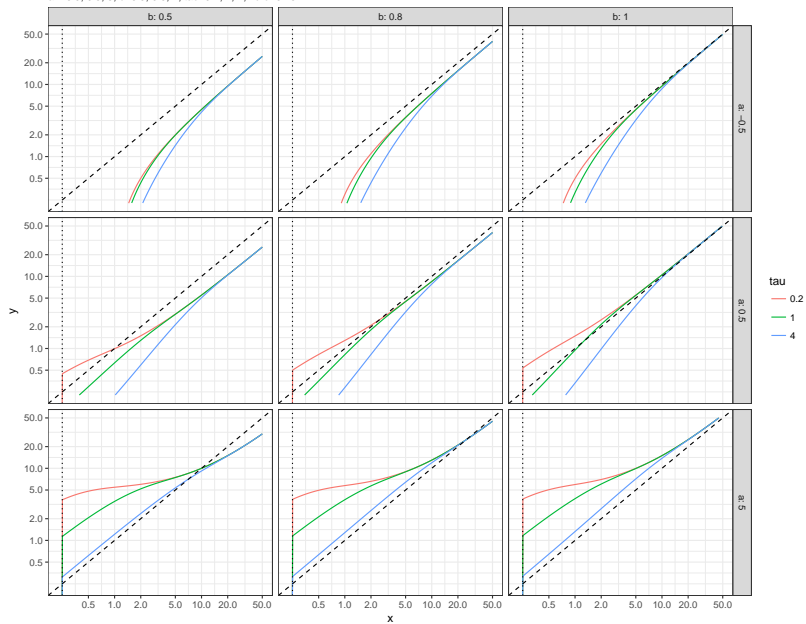
parametri da calibrare: a, b, τ ('tau'), M_0 ('zero')

parameters for transformation function: 'expasymp'



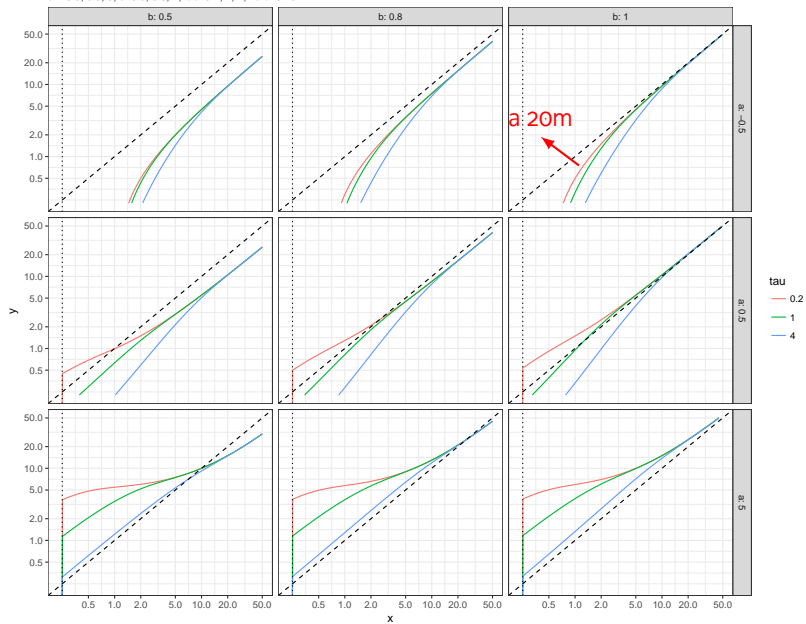
function 'expasympt'

a: -0.5, 0.5, 5; b: 0.5, 0.8, 1; tau: 0.2, 1, 4; zero: 0.25



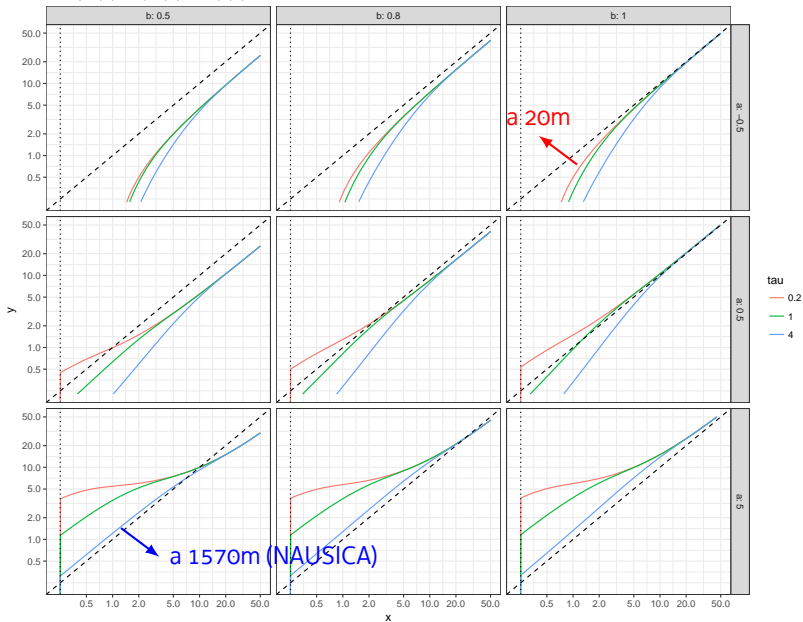
function 'expasymp'

a: -0.5, 0.5, 5; b: 0.5, 0.8, 1; tau: 0.2, 1, 4; zero: 0.25



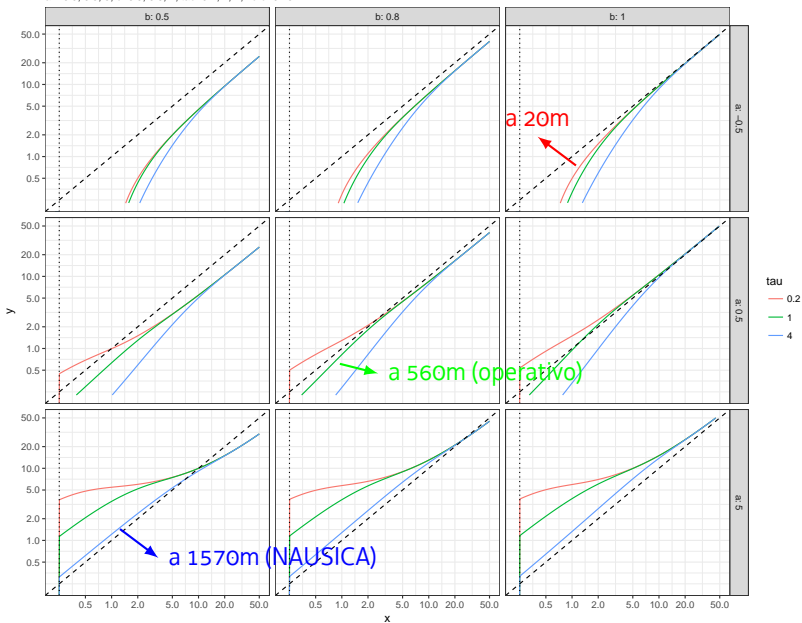
function 'expasymp'

a: -0.5, 0.5, 5; b: 0.5, 0.8, 1; tau: 0.2, 1, 4; zero: 0.25

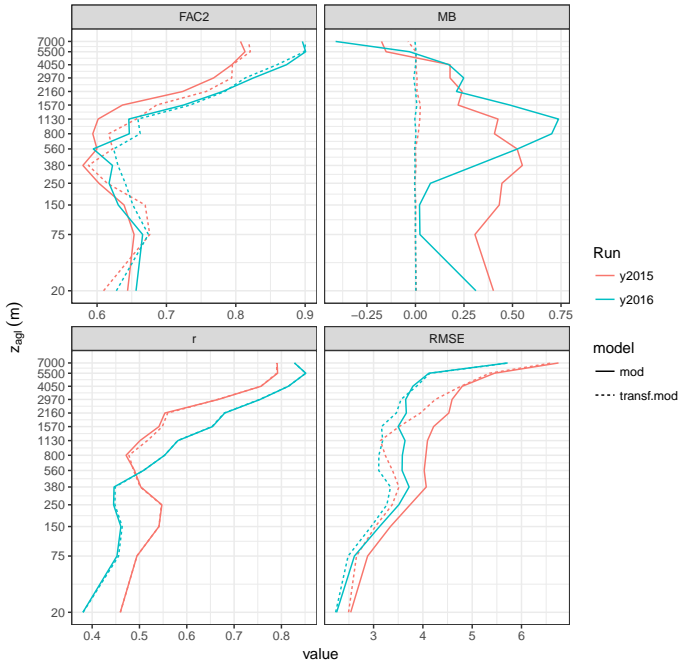


function 'expasypt'

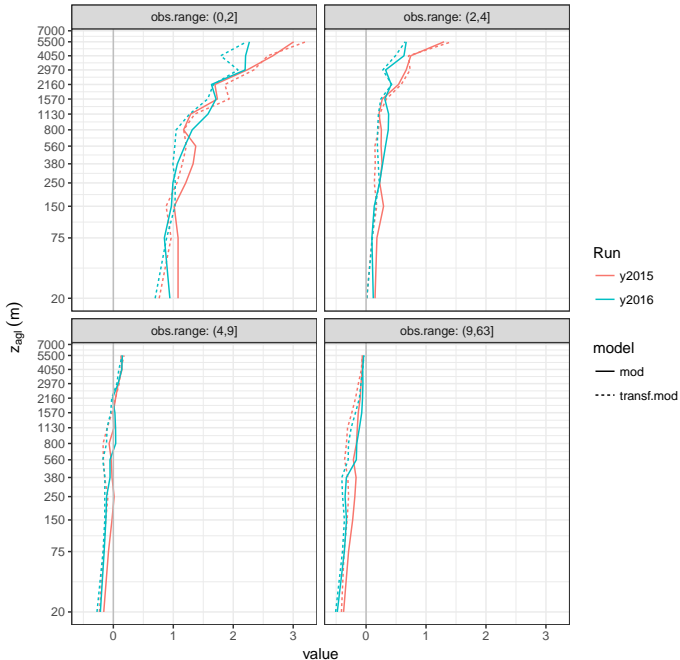
a: -0.5, 0.5, 5; b: 0.5, 0.8, 1; tau: 0.2, 1, 4; zero: 0.25



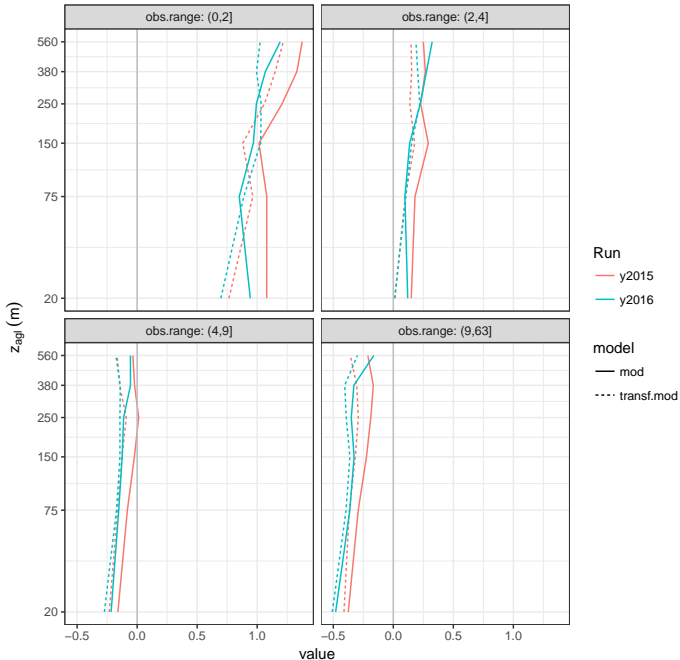
skill scores for transformation function: 'expasympt'

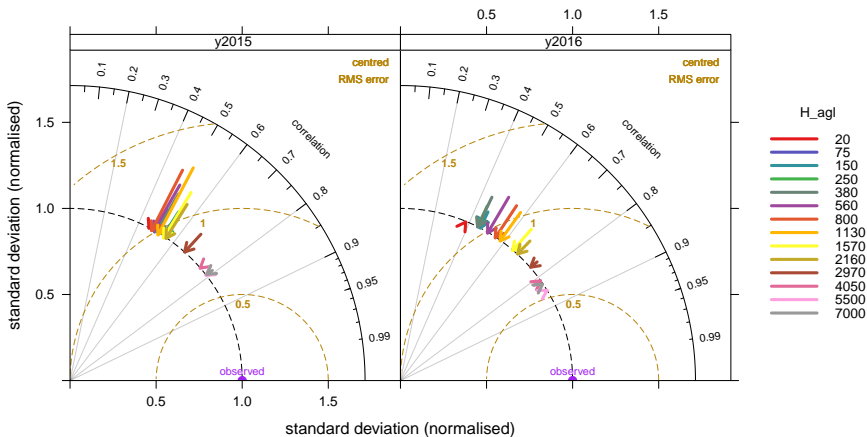


normalized mean bias for transformation function: 'expasympt'



normalized mean bias for transformation function: 'expasympt'





conclusioni, prospettive

Diagnostica:

- ▶ distribuzioni e rose dei venti sono riprodotte piuttosto bene
- ▶ sovrastima dei venti deboli, sottostima dei venti forti
- ▶ sovrastima della varianza negli strati intermedi
- ▶ correlazione tra 0.4 e 0.8, cresce con la quota
- ▶ GAP riduce il *bias* positivo di WRF vicino al suolo

Correzione:

- ▶ azzera il *bias* a tutti i livelli
- ▶ ottimizza la varianza lasciando invariata la correlazione
- ▶ migliora RMSE
- ▶ attenua sensibilmente la sovrastima dei venti deboli, ma peggiora lievemente la sottostima dei venti più intensi

- ▶ correzione del vento a 10 m
- ▶ correzioni di altre variabili (temperatura, precipitazione)
- ▶ test di sensibilità su FARM e SPRAY
- ▶ valutazione del potenziale eolico
- ▶ analisi di scenario
 - ▶ cambiamento climatico (post-elaborazione di modelli climatici globali o regionali)
 - ▶ *unbiasing* di scenari di riduzione delle emissioni (FARM)

- Dosio, A. and Paruolo, P. (2011). Bias correction of the ENSEMBLES high-resolution climate change projections for use by impact models: evaluation on the present climate. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 116(D16).
- Gudmundsson, L., Bremnes, J., Haugen, J., and Engen-Skaugen, T. (2012). Downscaling RCM precipitation to the station scale using statistical transformations-a comparison of methods. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(9):3383.
- Piani, C., Weedon, G., Best, M., Gomes, S., Viterbo, P., Hagemann, S., and Haerter, J. (2010). Statistical bias correction of global simulated daily precipitation and temperature for the application of hydrological models. *Journal of Hydrology*, 395(3-4):199–215.
- Willmott, C. J., Robeson, S. M., and Matsuura, K. (2012). A refined index of model performance. *International Journal of Climatology*, 32(13):2088–2094.