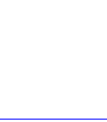




## La Qualità delle Simulazioni (verifica e sensibilità)

Palmanova 27 febbraio 2013

ARPA FVG – CRMA  
Centro Regionale di Modellistica Ambientale  
[crma@arpa.fvg.it](mailto:crma@arpa.fvg.it)



IV Bolgia dell'VIII cerchio dell'inferno dedicato ad indovini e maghi

“chi è più scellerato che colui / che al giudizio divin passion comporta?”

*Dante Alighieri*



Guardare all'indietro (verificare) per andare avanti è la pena di chi si occupa di modelli



# La qualità delle simulazioni



I modelli forniscono moltissime informazioni:

- i) valutare il rispetto dei **limiti di legge** (Si/No);
- ii) valutare l'adattamento delle simulazioni ai **valori osservati** (insieme);
- iii) valutare l'adattamento alle **periodicità negli inquinanti** (cicli);
- iv) valutare il **comportamento d'insieme** del modello;
- v) ...

Come nella scelta del sistema modellistico, risulta fondamentale formulare delle **domande ben poste** per individuare la metodologia di valutazione appropriata

Anche le valutazioni più semplici, se protratte nel tempo, forniscono importanti indicazioni sia agli sviluppatori dei sistemi che agli utenti



# La qualità delle simulazioni



Valutare i limiti di legge:

Sono delle valutazioni categoriche effettuabili con tabelle di contingenza

	Osservato SI	Osservato NO
Simulato SI	A	B
Simulato NO	C	D

Permettono l'individuazione di semplici indici come il:

$$\text{BIAS} = (A+B)/(A+C)$$

$$\text{FAR} = B/(A+B)$$

$$\text{CSI} = A/(A+B+C) \text{ (detto anche Threat Score)}$$

$$\text{POD} = A/(A+C) \text{ (detto anche Hit Rate)}$$

$$\text{PC} = (A+D)/(A+B+C+D)$$

...



# La qualità delle simulazioni



Valutare i limiti di legge:

Sono delle valutazioni categoriche effettuabili con tabelle di contingenza

	Osservato SI	Osservato NO
Simulato SI	A	B
Simulato NO	C	D

Hanno il grande pregio di essere un sistema di valutazione estremamente potente (quantitativo) ma il grande difetto di essere una valutazione **puntuale**  
Non forniscono cioè delle indicazioni sul comportamento di un sistema modellistico su area vasta o nel suo insieme anche se gli indici possono essere interpolati spazialmente



## La qualità delle simulazioni



Valutare l'adattamento delle simulazioni alle osservazioni :  
Sono delle valutazioni punto-punto e inquinante-inquinante

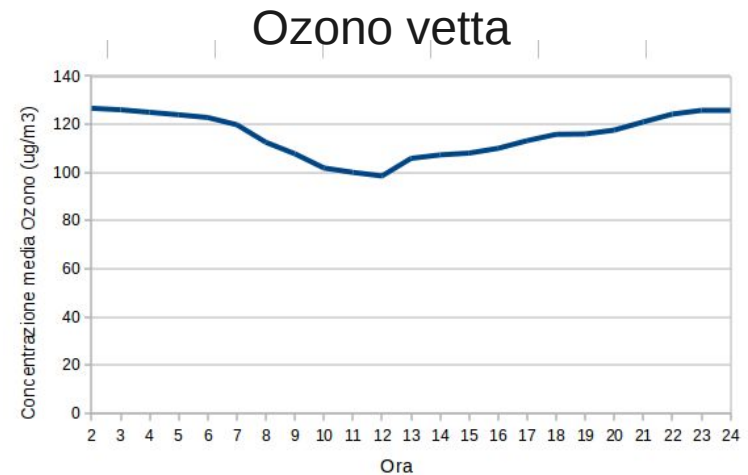
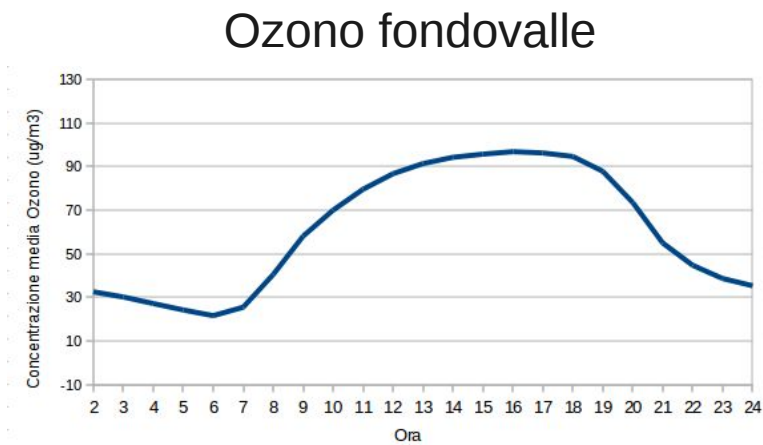
La correlazione (lineare e non lineare) consente di quantificare il grado di adattamento delle simulazioni alle osservazioni (statisticamente parlando viene misurata la **varianza spiegata rispetto alla varianza totale**)

Consente di verificare la presenza di eventuali offset o problemi di calibrazione

Valutare l'adattamento della ciclicità nelle concentrazioni :  
Sono delle valutazioni di tipo pressione-stato

Le emissioni sono collegate alle ciclicità sociali o dei determinanti

Consente di verificare la presenza dei meccanismi basici nei modelli

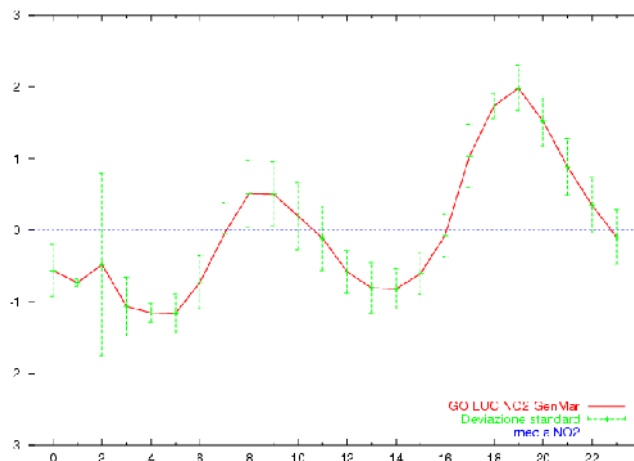


Valutare l'adattamento della ciclicità nelle concentrazioni :  
Sono delle valutazioni di tipo pressione-stato

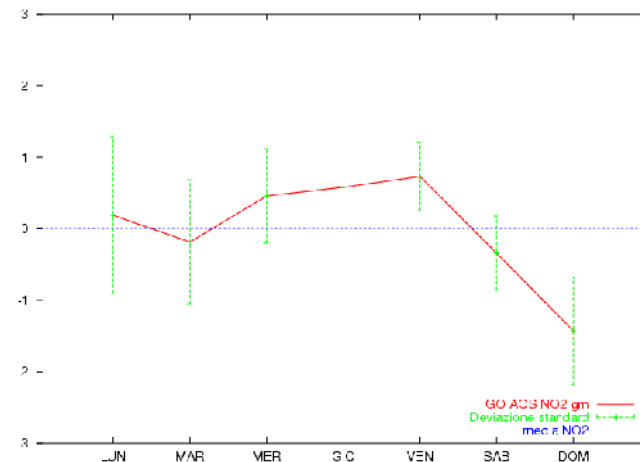
Le emissioni sono collegate alle ciclicità sociali o dei determinanti

Consente di verificare la presenza dei meccanismi basici nei modelli

Biossido di azoto (0-24)



Biossido di azoto (lun-dom)



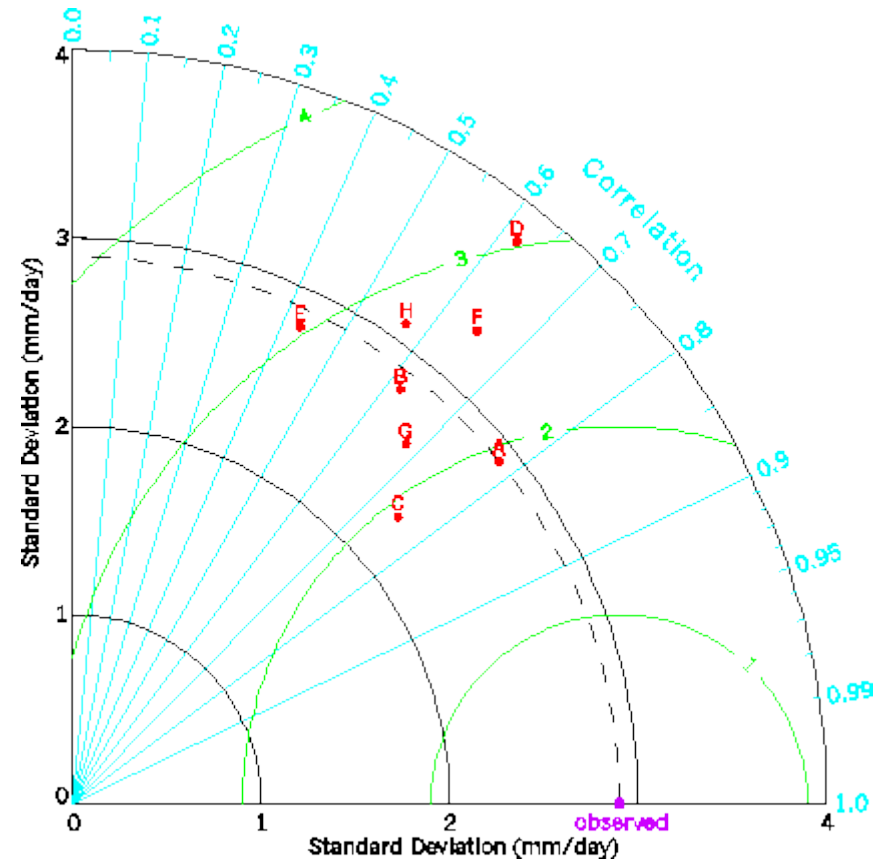


Valutare il comportamento d'insieme del modello :  
Sono delle valutazioni di tipo “olistico” e/o spaziale

E' un processo di stratificazione delle informazioni (riduco un sistema di informazioni a 4D ad uno a 1D o 2D)

Diagramma di Taylor  
consente di avere una valutazione a colpo d'occhio del comportamento di un modello insieme di modelli

E' per addetti ai lavori (opinione personale)



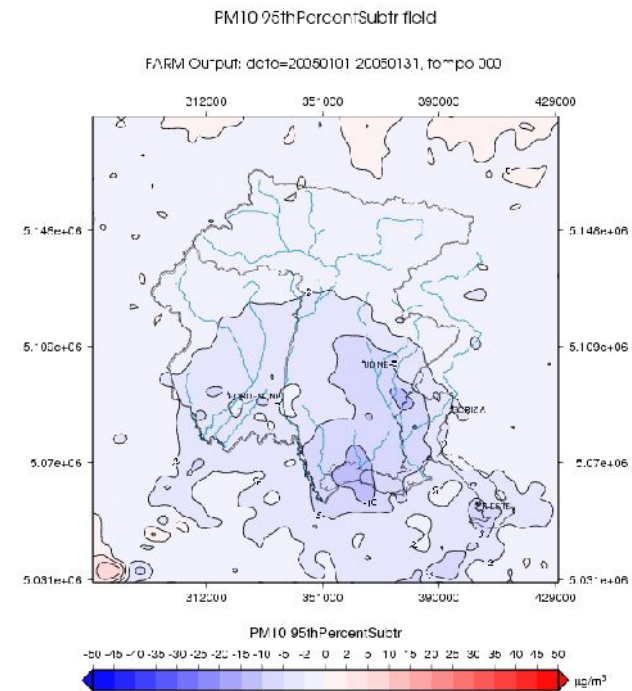
Valutare il comportamento d'insieme del modello :  
Sono delle valutazioni di tipo “olistico” e/o spaziale

E' un processo di stratificazione delle informazioni (riduco un sistema di informazioni a 4D ad uno a 1D o 2D)

Errore quadratico medio (e variazioni sul tema)

Sono utili sia in fase di progettazione che a livello di comunicazione in quanto mostrano quali e quante siano le discrepanze

Molto utili sono le tecniche di geostatistica (Kriging dei residui o con guida, variogramma)



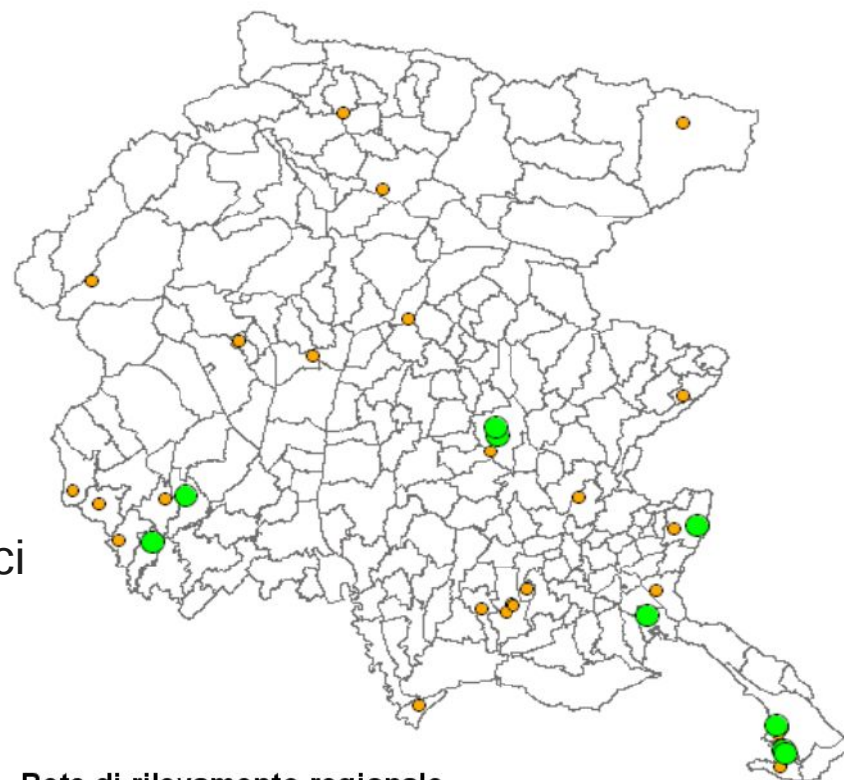
Valutare il comportamento dei modelli:

“Che cos'è la verità?” (*P. Pilato, 33 d.C*)

Il problema della individuazione delle Stazioni di riferimento per la verifica delle Prestazioni dei modelli NON è banale.

Stazioni di Fondo sono da prediligere per i modelli fotochimici (risoluzione spaziale)  
Le strade isolate si vedono male nei fotochimici

Stazioni posizionate ad hoc per le sorgenti puntuali sono da prediligere per le valutazioni di tipo *hot-spot* ma attenti alla rappresentatività



Rete di rilevamento regionale  
della qualità dell'aria.



# La qualità delle simulazioni



Qualità di processo e non solo qualità di prodotto:

Valutare la possibilità di organizzare fin da subito un sistema in qualità

- i) quali sono gli utenti del prodotto
- ii) quali sono gli input e gli output
- iii) quali sono gli interventi automatici e quali richiedono l'apporto umano
- iv) individuare un obiettivo di qualità nel prodotto (requisiti D.lgs 155/2010)
- v) individuare gli indicatori e il percorso per raggiungere l'obiettivo



# La qualità delle simulazioni



## Conclusione

Nella validazione della modellistica numerica non esistono “coltellini svizzeri”;

Importanza della continuità nella validazione dei modelli;

Cercare strumenti pronti (pacchetto OpenAir del software R);