



AERONAUTICA MILITARE
Centro Nazionale di Meteorologia
e
Climatologia Aeronautica

2° Servizio 3[^] Sezione

Report Trimestrale 2010
Verifiche dei modelli operativi presso il CNMCA
Giugno Luglio Agosto

Ten. G.A.r.n. Angela Celozzi

Mar.Ilo 1[^] Cl. Giovanni Favicchio

INDICE

Introduzione.....	3
Informazioni Generali.....	4
Sistema di verifica.....	6
Risultati Parametri Superficiali.....	7
Risultati Parametri Quota.....	14
Riferimenti bibliografici.....	16

Introduzione

Il documento si prefigge i seguenti obiettivi:

- Descrivere i risultati ottenuti nell’ambito dell’attività di verifica e controllo svolta all’interno del 2° Serv 3^ Sez ;
- mantenere traccia ordinata e organizzata dei risultati ottenuti;

I risultati descritti rappresentano un estratto dall’archivio delle Verifiche eseguite e si riferiscono ai seguenti modelli:

ECMWF	elaborato dal Centro Europeo Risoluzione 28 km
COSMO-ME	elaborato dal CNMCA Risoluzione 7 km
COSMO-I7	elaborato dal CINECA di Bologna Risoluzione 7 km

Per il trimestre considerato i modelli analizzati nel presente documento sono i seguenti

ECMWF corsa 00	SUPERFICIE
COSMO - ME corsa 00	QUOTA
	SUPERFICIE
COSMO-I7	SUPERFICIE

I dati di osservazione utili considerati

Informazioni Generali

Le grandezze oggetto del report sono, per la superficie,

- Temperatura 2m
- Intensità del vento 10m
- Precipitazioni cumulate 12h

Per la quota

- Temperatura
- Intensità del vento

Al fine di analizzare l'errore delle grandezze della Temperatura 2m e dell'intensità del vento, viene analizzato il Mean Error o (Bias) che rappresenta la differenza tra la media delle previsioni e la media delle osservazioni.

$$ME = \frac{\sum_{k=1}^n (f_k - o_k)}{n} = \bar{f} - \bar{o}$$

Ovviamente il range del ME va da meno infinito a più infinito ed una previsione è perfetta quando il ME = 0. Per come è costruito il ME non è detto che se il risultato sia zero la previsione non contenga errori, e possibile altresì che ci siano errori che si compensano.

Per ovviare a tale ambiguità e verificare l'accuratezza della previsione viene studiato il Mean absolute error (MAE).

Il MAE è la media aritmetica del valore assoluto della differenza tra le coppie di dati (f_i, o_j) previsione-osservazione

$$MAE = \frac{\sum_{k=1}^n |f_k - o_k|}{n}$$

Per la precipitazione, studiata come grandezza dicotomica, la verifica viene svolta analizzando l'evento dopo aver fissato delle soglie.

Per verificare questo tipo di previsioni si utilizzano normalmente tabelle di contingenza che definiscono una relazione uno ad uno tra valori previsti e osservati attraverso quattro combinazioni, associazione tra due possibilità previsionistiche (si o no) e due osservabili (si o no).

Le quattro combinazioni chiamate joint distribution (distribuzioni congiunte) sono:

- ✓ **Hit (a)** = numero di volte in cui un evento previsto è osservato
- ✓ **False alarm (b)** = numero di volte in cui un evento previsto non viene successivamente osservato
- ✓ **Miss (c)** = numero di volte in cui un evento non previsto viene successivamente osservato
- ✓ **Correct negative (d)** = numero di volte in cui un evento non viene previsto e non successivamente osservato

PREVISIONI	OSSERVAZIONI		
	<i>Hit (a)</i>	<i>False alarm (b)</i>	<i>previsti</i>
	<i>Miss(c)</i>	<i>Correct Rejection (d)</i>	<i>Non previsti</i>
	<i>osservati</i>	<i>Non osservati</i>	

Figura 2 Rappresentazione della tabella di contingenza

Per le precipitazioni, invece, il Bias (chiamato anche Frequency Bias Index) è rappresentato dal seguente rapporto:

$$FBI = (a+b)/(a+c)$$

Questo indice fornisce il confronto tra il numero di volte in cui si prevede il verificarsi dell'evento ed il numero di volte in cui l'evento si osserva effettivamente. Se $FBI=1$ ci troviamo di fronte al caso in cui tutte le volte che i fenomeni sono stati previsti, si sono verificati e rappresenta la previsione perfetta. Analogamente $FBI>1$ evidenzia un *over-forecasting* dell'evento, $FBI<1$ un *under-forecasting*

Al fine di analizzare l'accuratezza si studia l'andamento dell'ETS. Tale indice rappresenta il numero di eventi previsti correttamente tenendo conto anche degli hits dovuti a successi casuali.

$$ETS = (a - a_r)/(a + b + c - a_r)$$

con $a_r = [(a+b)(a+c)]/(a+b+c+d)$

Lo score perfetto è $ETS=1$

Sistema di verifica

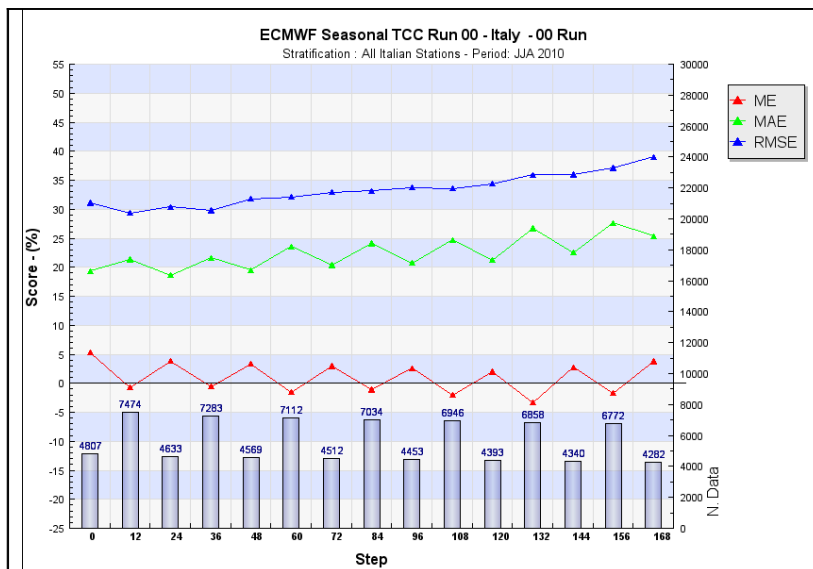
Le verifiche sono realizzate con Versus, il sistema prodotto dal CNMCA e lo strumento ufficiale dedicato alle verifiche del consorzio COSMO.

Versus è uno strumento flessibile e configurabile che consente di analizzare il comportamento dei modelli matematici attraverso lo studio di indici statistici e serie temporali.

Per il suolo, i dati di osservazione utilizzati sono i messaggi Synop delle stazioni italiane sia automatiche sia presidiate, per la quota i Temp.

Risultati Parametri Superficiali

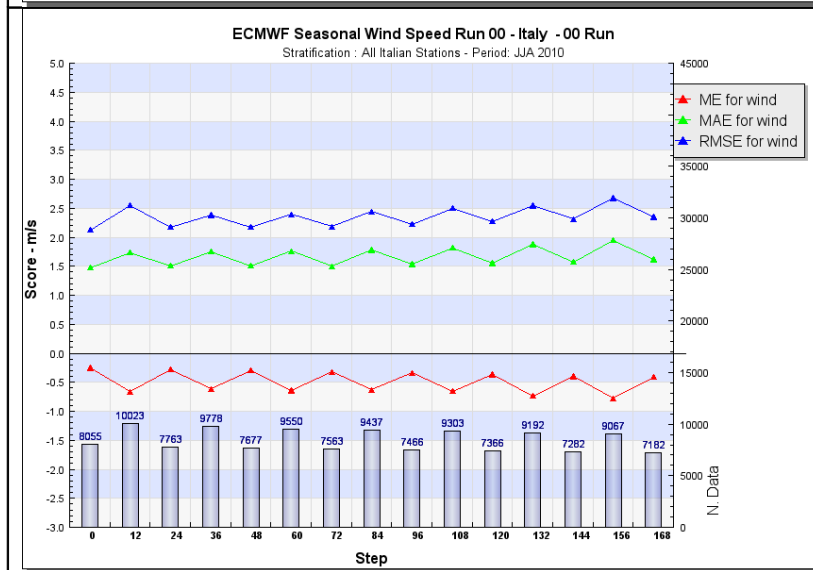
1.1 ECMWF corsa 00 UTC



Copertura nuvolosa totale:

In questo trimestre il modello mette in evidenza il ciclo quotidiano in cui il parametro è sotto-stimato il giorno e sovrastimato la notte.

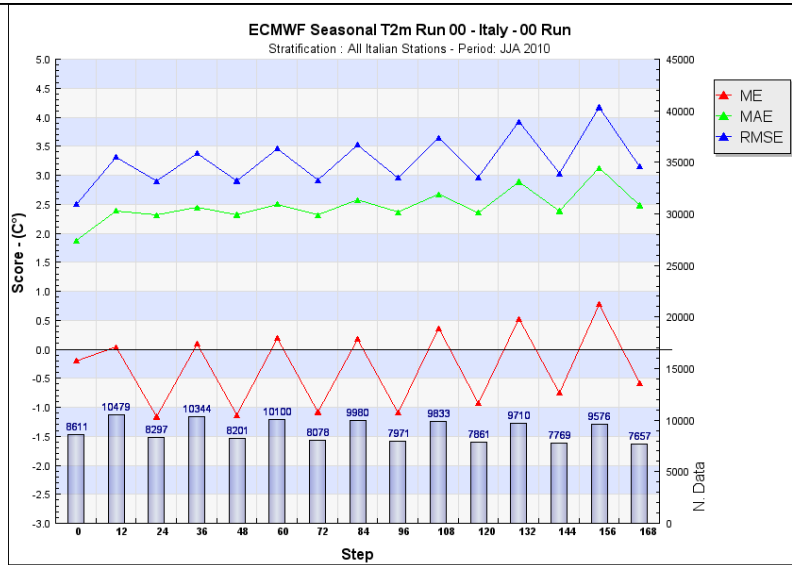
L'errore assoluto aumenta in funzione del tempo di integrazione e va dal 17% circa ad oltre il 27%.



Velocità del vento:

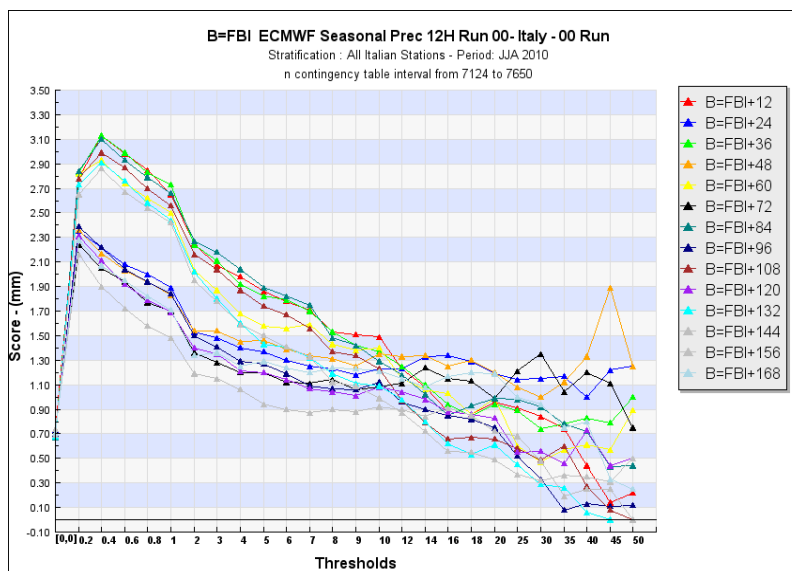
E' evidente la sottostima del parametro e la presenza del ciclo diurno, l'andamento del bias presenta un'oscillazione quasi costante. Si può notare una maggiore sottostima durante le ore notturne.

L'errore assoluto si mantiene tra i 1,5 e 2,0 m/s ed aumenta leggermente con la scadenza.



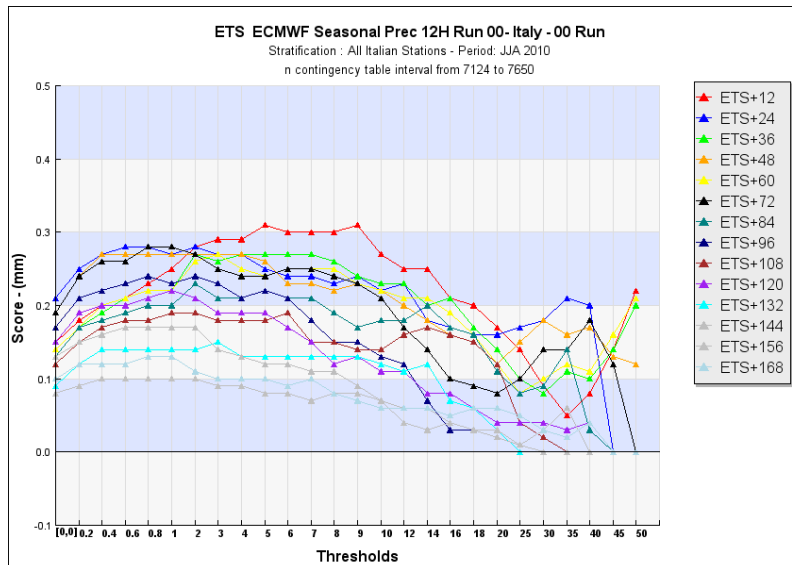
Temperatura a 2m:

Il Mean Error(ME) oscilla intorno allo zero sottostimando il parametro durante le ore notturne e sovrastimandolo durante il giorno. Dallo step delle 96 la fluttuazione del valore aumenta. L'errore assoluto risente poco del ciclo diurno, fino allo step 96; in seguito il valore incrementa con l'aumentare dell'intervallo di integrazione. In generale assume valore tra 1,7 a 3.2 C°.



Precipitazioni cumulate in 12 ore (errore medio):

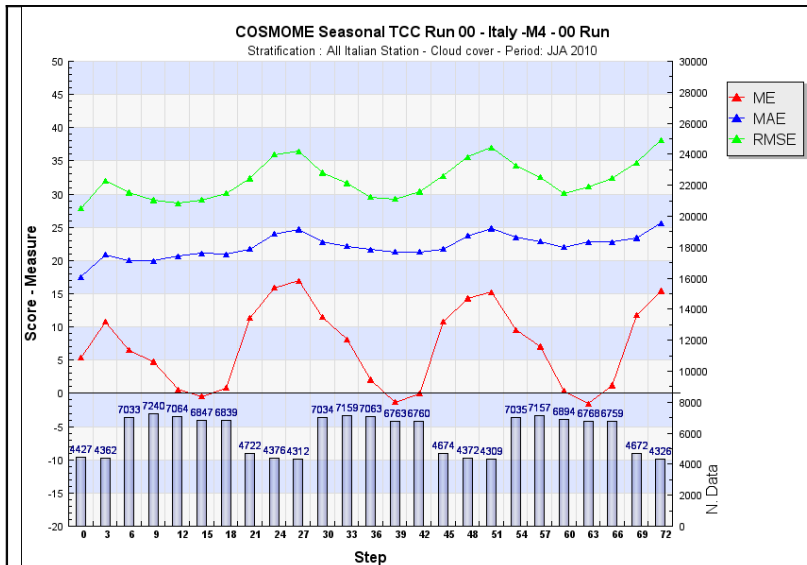
E' evidente come, in questo trimestre, il modello ha sovrastimato la pioggia in tutti gli step fino alle soglie 4 – 5 mm. Dalla soglia 18 in poi tutti gli step tendono alla sottostima.



Precipitazioni cumulate in 12 ore (accuratezza):

Rispetto ai trimestri precedenti si nota una scarsa accuratezza, l'errore assoluto si attesta appena sopra al valore di 0,3 per tutti gli step e tutte le soglie.

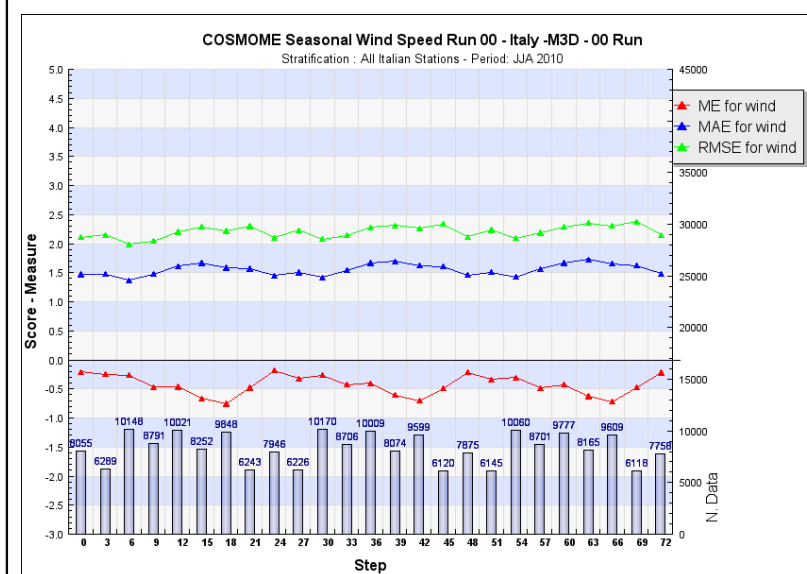
1.2 COSMO-ME corsa 00 UTC



Copertura nuvolosa totale:

L'errore medio presenta una generale sovrastima nettamente evidente durante le ore notturne probabilmente a causa della difficoltà di rilevazione del parametro.

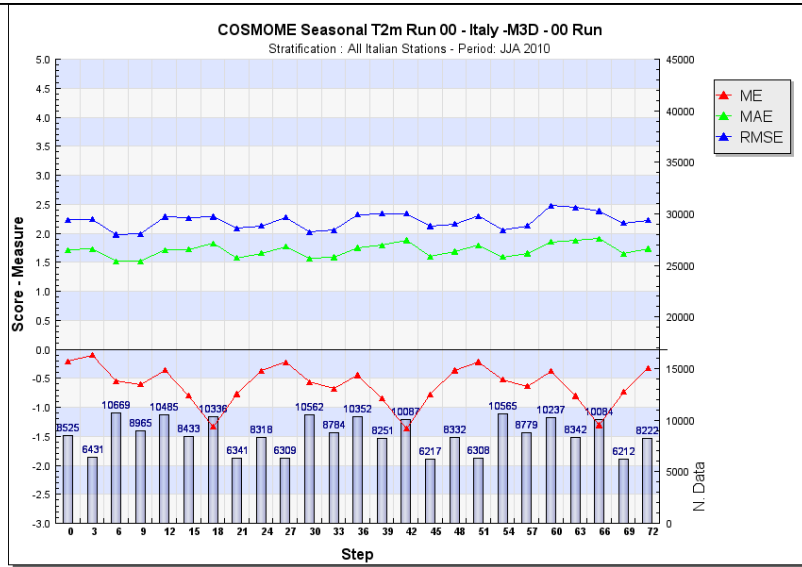
L'errore assoluto aumenta con l'intervallo di integrazione partendo dal 17% sino ad assumere il 25%.



Velocità del vento:

L'errore medio presenta una chiara sottostima del parametro. Evidente il ciclo diurno.

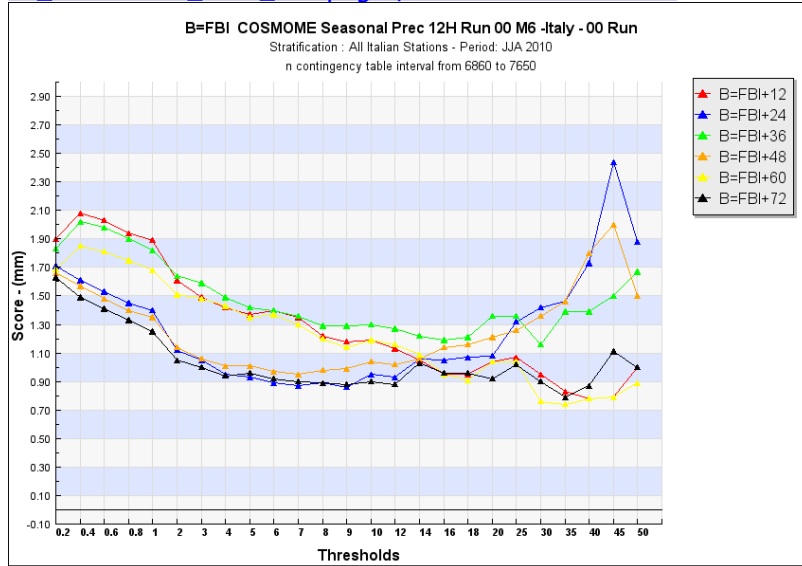
L'errore assoluto assume un andamento quasi uniforme per tutti gli step oscillando leggermente intorno al valore 1,5.



Temperatura a 2m:

L'errore medio oscilla sotto allo zero ed è chiara la presenza del ciclo diurno (errore sistematico). Il modello sottostima il parametro durante il tardo pomeriggio. L'errore assoluto assume un valore compreso tra 1,5 e 2 °C .

[INCLUDEPICTURE "http://172.16.101.8/versus/data/COSMOME_B=FBI_2010-06-01_2010-08-31_3574_12h.png"](http://172.16.101.8/versus/data/COSMOME_B=FBI_2010-06-01_2010-08-31_3574_12h.png) * MERGEFORMATINET



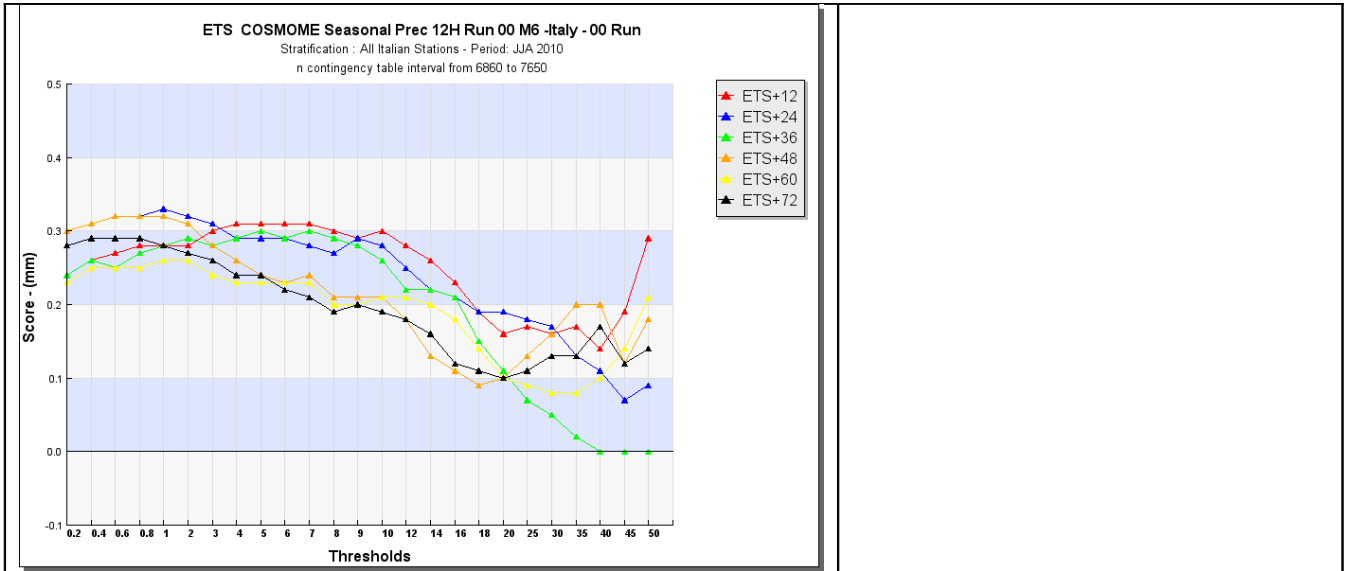
Precipitazioni cumulate in 12 ore (errore medio):

Il modello sovrastima durante il giorno il parametro sino alle soglie 8-9. Per le soglie successive tutti gli step si uniformano sottostimando la precipitazione. La tendenza si inverte a ridosso della soglia dei 40mm

[INCLUDEPICTURE "http://172.16.101.8/versus/data/COSMOME_ETS_2010-06-01_2010-08-31_3577_12h.png?1286367082296"](http://172.16.101.8/versus/data/COSMOME_ETS_2010-06-01_2010-08-31_3577_12h.png?1286367082296) * MERGEFORMATINET

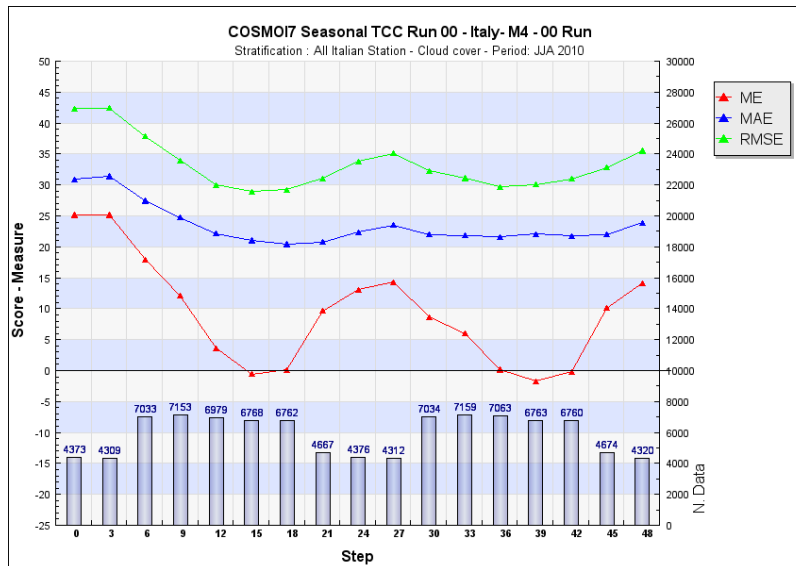
Precipitazioni cumulate in 12 ore (accuratezza):

Tutti gli step presentano circa lo stesso livello di accuratezza sino alle soglie 4-5. Successivamente si evidenzia un andamento decrescente per tutti gli step. Intorno alla soglia dei 40mm tutti gli step, escluso il +36, invertono la tendenza.



1.3 COSMO- 17 corsa 00 UTC

INCLUDEPICTURE "http://172.16.101.8/versus/data/2010-06-01_2010-08-31_3429.png?1286369288468" * MERGE-FORMATINET

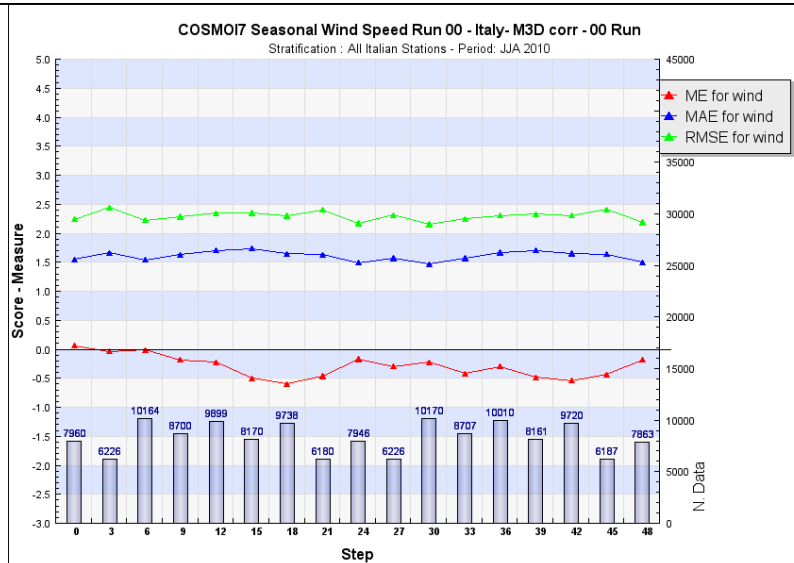


Copertura nuvolosa totale:

Il modello risente del ciclo diurno sovrastimando il parametro durante la notte e sottostimandolo durante il giorno.

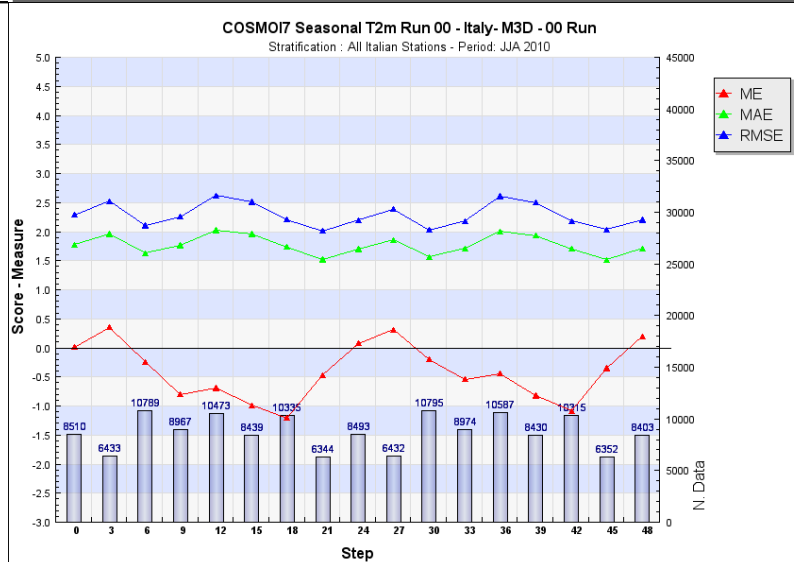
L'errore assoluto risente lievemente del ciclo diurno ed assume valore dal 30% al 20% mostrando una diminuzione al crescere dell'intervallo di integrazione.

Si suppone che tale andamento sia da attribuire al metodo di assimilazione dei dati.



Velocità del vento:

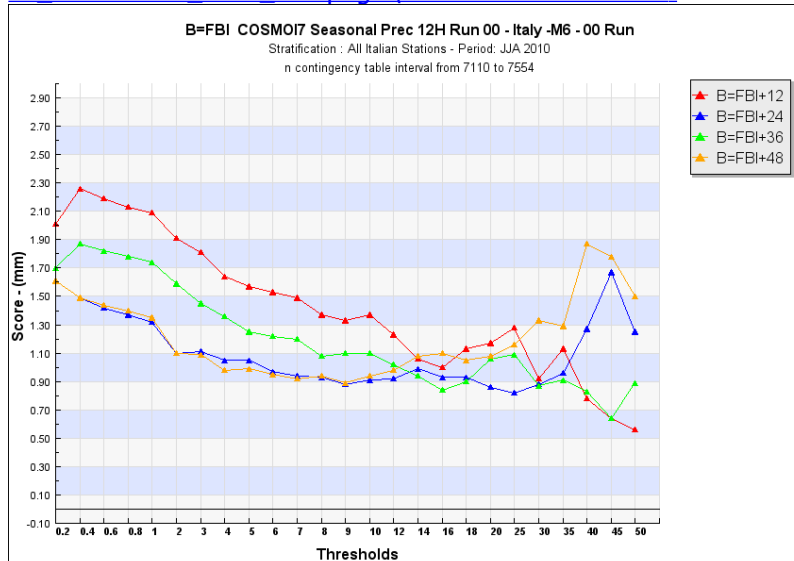
L'errore medio risente del ciclo diurno ed evidenzia una sottostima del parametro durante il pomeriggio.
L'errore assoluto non risente del ciclo diurno ed assume valori compresi intorno a 1,5.



Temperatura a 2m:

In generale il modello sottostima il parametro della temperatura, si riscontra un comportamento inverso solo durante le prime ore notturne. Evidente il ciclo diurno. Anche l'errore assoluto risente dell'errore sistematico ed oscilla tra i valori di 1.5 e 2°C.

[INCLUDEPICTURE "http://172.16.101.8/versus/data/COSMO17_B=FBI_2010-06-01_2010-08-31_3423_12h.png" * MERGEFORMATINET](http://172.16.101.8/versus/data/COSMO17_B=FBI_2010-06-01_2010-08-31_3423_12h.png)

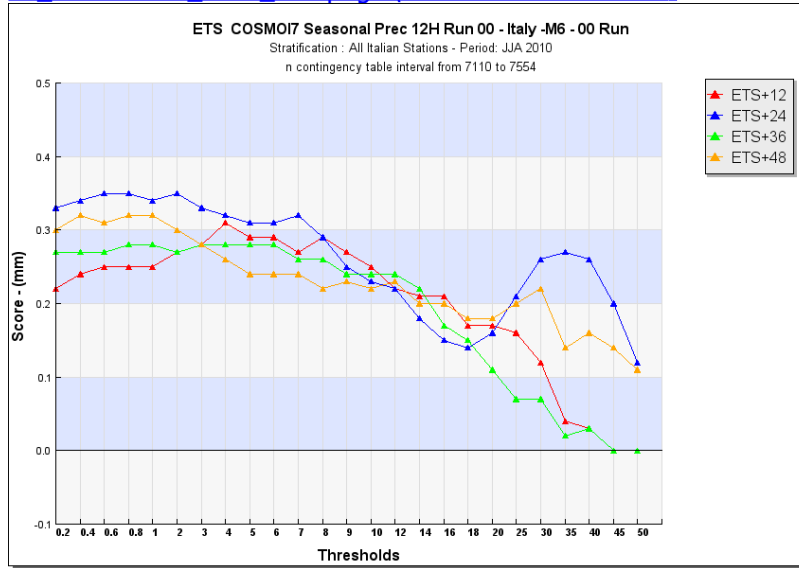


Precipitazioni cumulate in 12 ore (errore medio):

Come riscontrato nei modelli precedenti anche il Cosmo-i7 ha sovrastimato l'evento pioggia. Lo step +12 evidenzia questa tendenza per tutte sino ai 30mm

INCLUDEPICTURE

"http://172.16.101.8/versus/data/COSMOI7_ETS_2010-06-01_2010-08-31_3426_12h.png" * MERGEFORMATINET

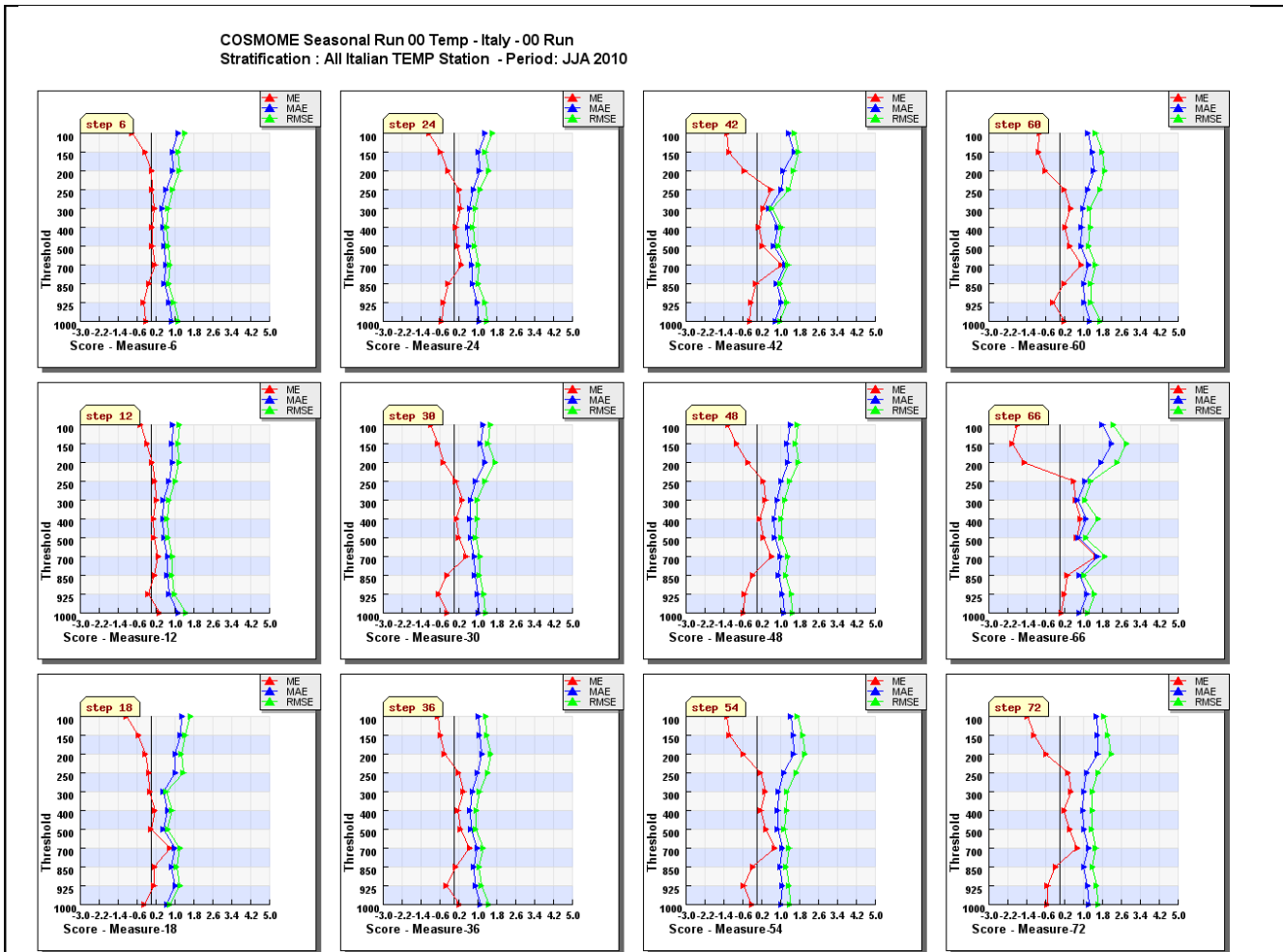


Precipitazioni cumulate in 12 ore (accuratezza):

Si riscontra una scarsa accuratezza per tutti gli step sino alla soglia 6. Per le soglie dei 6 ai 18mm i comportamenti si uniformano mentre per le soglie successive gli step assumono andamenti differenti.

Risultati Parametri Quota

1.4 COSMO-ME corsa 00 UTC



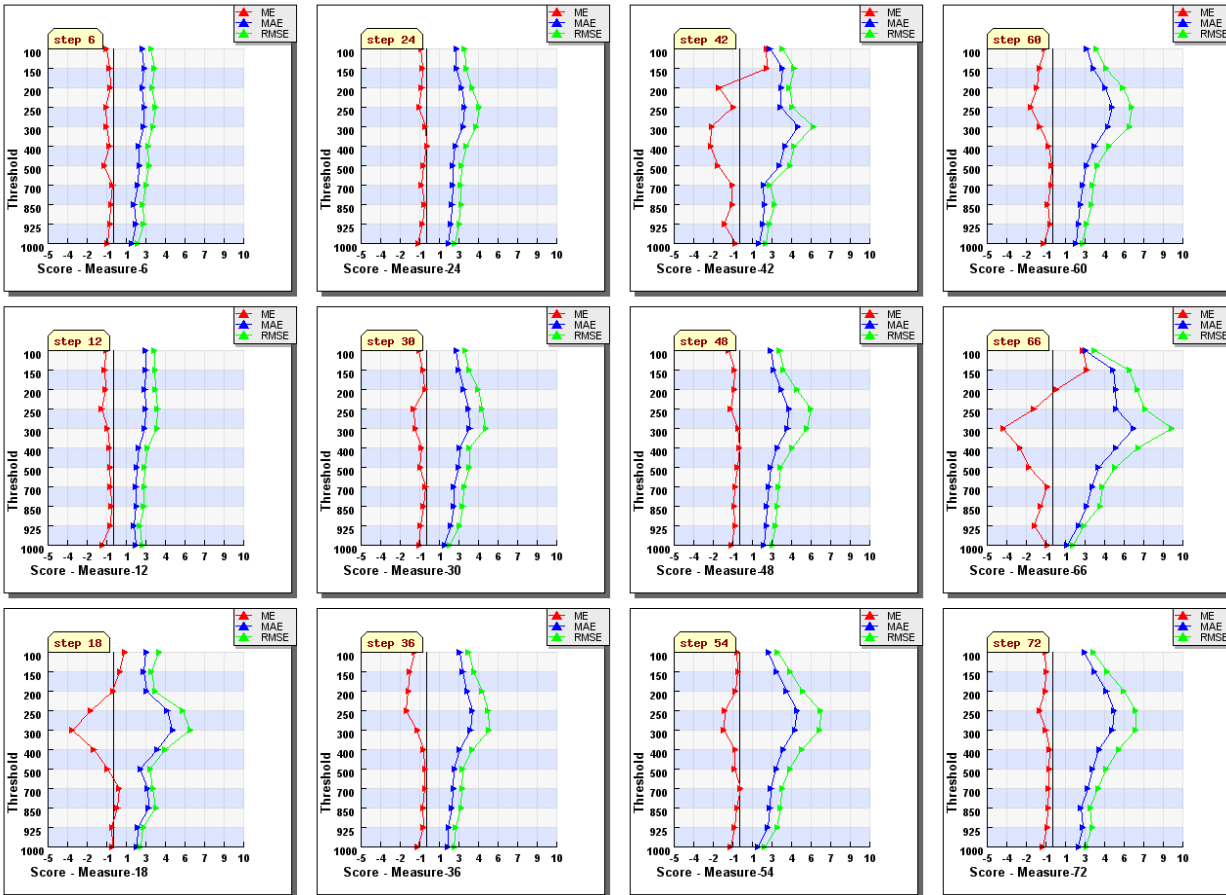
Temperatura:

L'errore medio oscilla intorno allo zero presentando una lieve sottostima nei livelli più alti.

L'errore assoluto assume un andamento quasi costante per tutti gli step.

Si evidenzia che lo step 66 assume un andamento diverso dagli altri

COSMOME Seasonal Run 00 Wind speed - Italy - 00 Run
 Stratification : All Italian TEMP Station - Period: JJA 2010



Velocità del vento:

Il bias si presenta quasi stabilmente alla sottostima per tutti livelli di pressione.

L'errore assoluto aumenta con la quota mantenendosi tra i 2 e 5 m/s, dimostrandosi indipendente dal range di previsione.

Negli step a 54; 66 e 72 il RMSE assume valori oltre a 7 m/s.

Riferimenti bibliografici

1. Jolliffe, I.T. and D.B. Stephenson, 2003. *Forecast Verification: A Practitioner's Guide in Atmospheric Sciences* (Wiley)
2. Wilks, D.S., 1995. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences: An Introduction* (Chapter 7: Forecast Verification) (Academic Press).