



**AERONAUTICA MILITARE**  
**Centro Nazionale di Meteorologia**  
**e**  
**Climatologia Aeronautica**

2° Servizio 3<sup>^</sup> Sezione

*Report Trimestrale 2008*  
*Verifiche dei modelli operativi presso il CNMCA*  
*Dicembre Gennaio Febbraio*

Ten.Col. G.A.r.n. Adriano Raspanti  
Ten. G.A.r.n. Angela Celozzi

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>Introduzione .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Informazioni Generali .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Risultati Parametri Superficiali .....</b>	<b>6</b>
3.1	ECMWF corsa 00 UTC .....	6
3.2	COSMO-ME corsa 00 UTC .....	7
3.3	COSMO- I7 corsa 00 UTC .....	9
<b>4</b>	<b>Risultati Parametri Quota .....</b>	<b>11</b>
4.1	COSMO-ME corsa 00 UTC .....	11
<b>5</b>	<b>Riferimenti bibliografici .....</b>	<b>12</b>

## 1 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<sup>a</sup> 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

## 2 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 (sì o no) e due osservabili (sì 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

**OSSERVAZIONI**

	<i>Hit (a)</i>	<i>False alarm (b)</i>	<i>previsti</i>
<b>PREVISIONI</b>	<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:

$$\mathbf{FBI = (a+b)/(a+c)}$$

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.

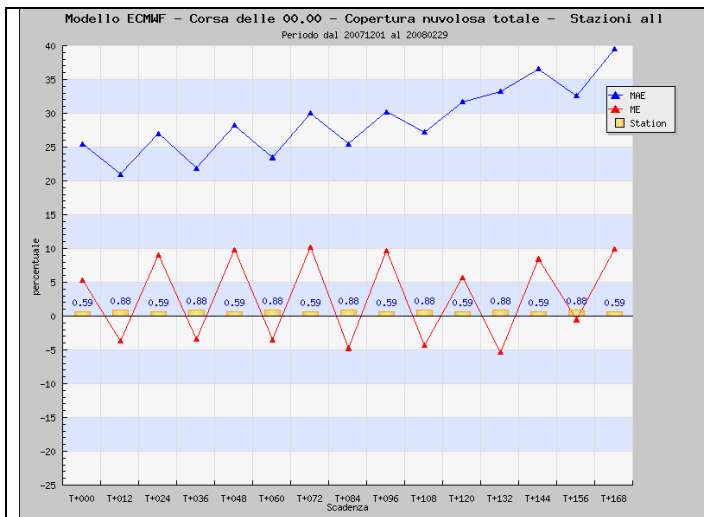
$$\mathbf{ETS = (a - a_r)/(a + b + c - a_r)}$$

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

Lo score perfetto è ETS=1

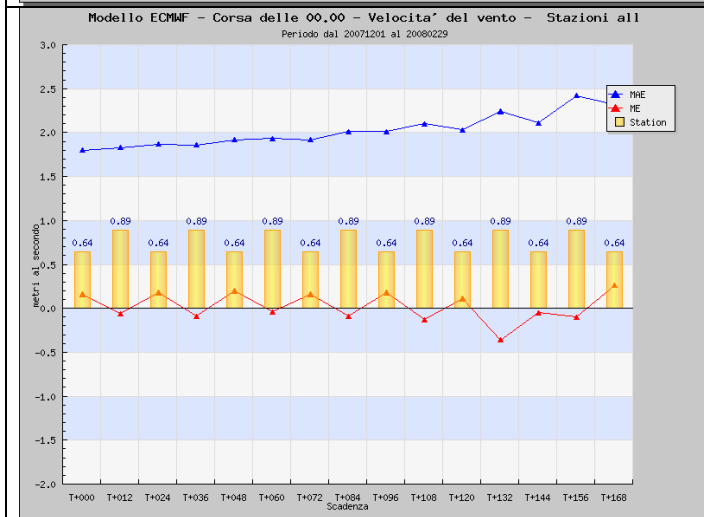
### 3 Risultati Parametri Superficiali

#### 3.1 ECMWF corsa 00 UTC



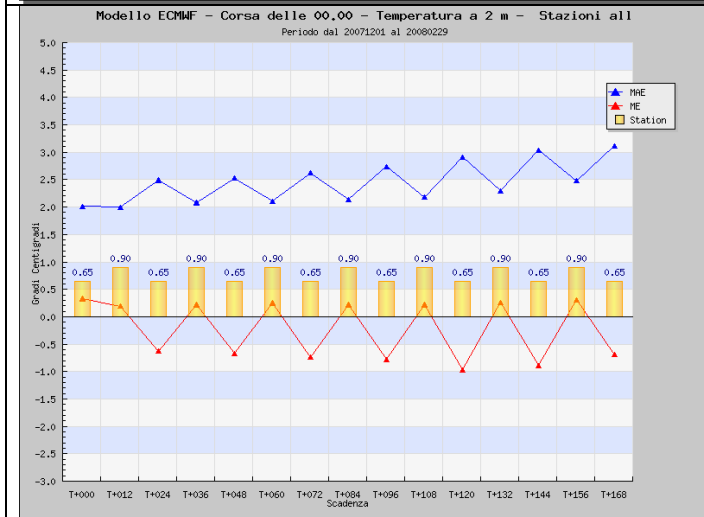
Copertura nuvolosa totale:

Il modello tende a sottostimare il campo della copertura nuvolosa di giorno e a sovrastimarla durante le ore notturne con un'ampiezza di oscillazione quasi costante (tra -5% e 10%)  
L'errore assoluto aumenta con il tempo di integrazione e va dal 20% circa fino a raggiungere quasi il 40%. Rispetto al trimestre precedente si riscontra un peggioramento del comportamento soprattutto dallo step +132 in poi.



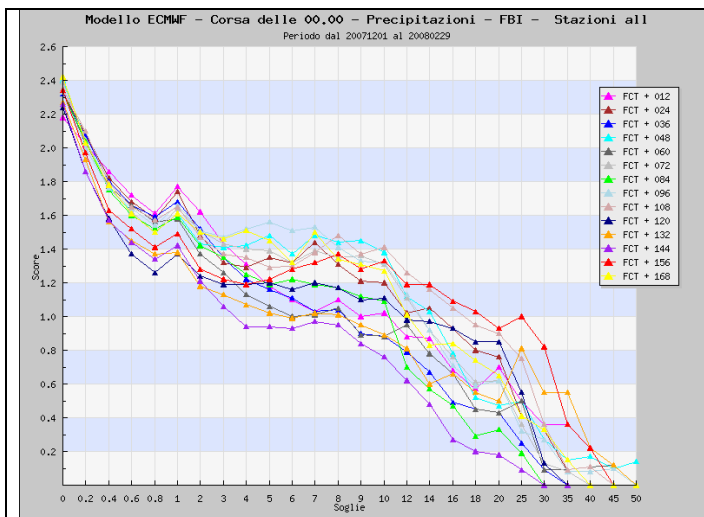
Velocità del vento:

Il bias presenta un'oscillazione quasi costante intorno allo zero fino allo step +120. Dallo step +132 il comportamento varia sottostimando e successivamente sovrastimando maggiormente il valore assunto dal parametro.  
L'errore assoluto ha un comportamento molto simile rispetto al trimestre precedente si mantiene tra i 2 e 2.5 m/s ed aumenta con la scadenza.



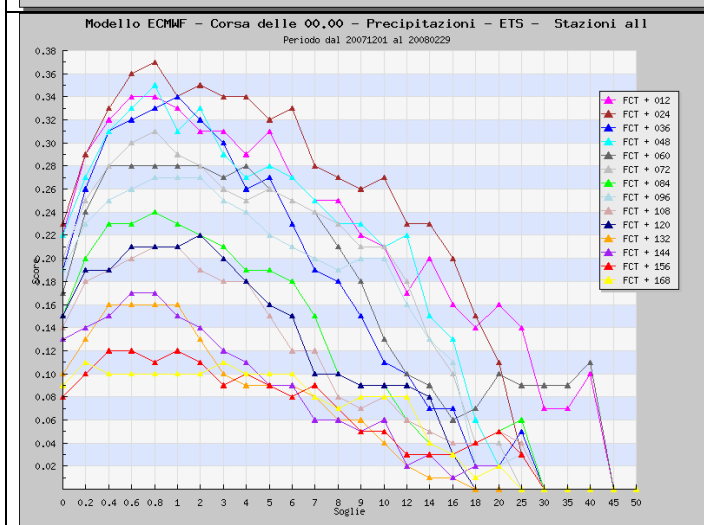
Temperatura a 2m:

l'errore medio presenta un'oscillazione intorno allo zero, ma si evidenzia una sottostima del parametro durante le ore notturne ed una più lieve sovrastima durante quelle diurne.  
L'errore assoluto inizialmente tra 2-2.5 °C per portarsi a 3°C a fine scadenza.



Precipitazioni cumulate in 12 ore (errore medio):

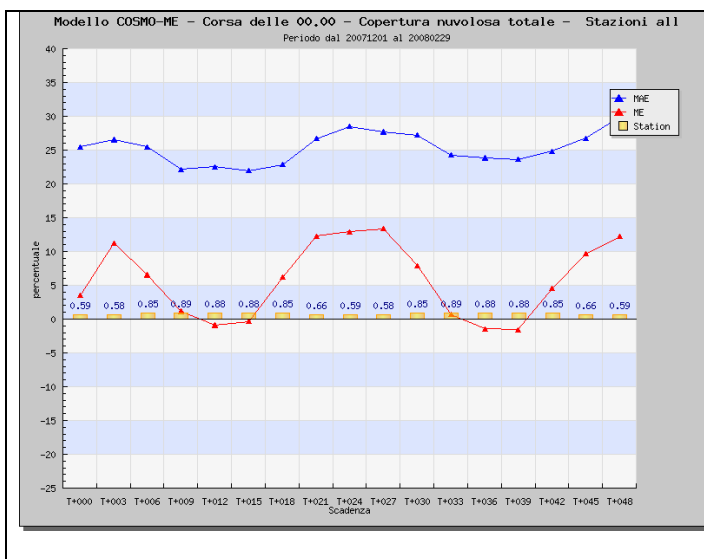
Evidente la tendenza alla sovrastima nelle soglie più basse: il modello cioè vede di frequente l'evento pioggia. Le diverse scadenze assumono FBI=1 (cioè stima esatta) in maniera diversa tra le soglie 3 mm e 12 mm.



Precipitazioni cumulate in 12 ore (accuratezza):

Le scadenze tra +12 e + 48 mantengono una discreta accuratezza almeno fino alla soglia 4-5 mm, con l'eccezione della previsione evento/non evento (soglia 0). Da notare che la precipitazione cumulata alle +24 risulta avere una accuratezza maggiore fino anche alla soglia 7.

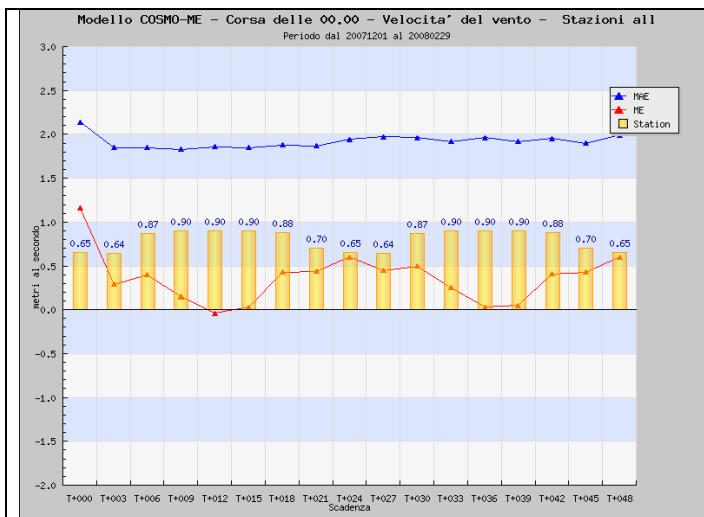
### 3.2 COSMO-ME corsa 00 UTC



Copertura nuvolosa totale:

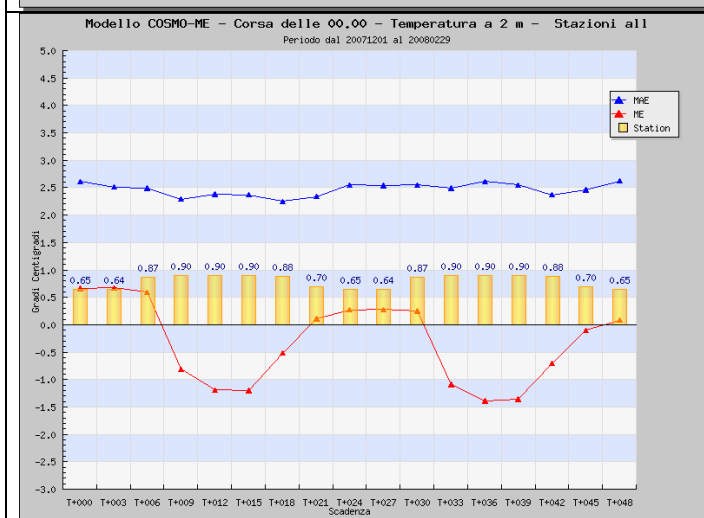
l'errore medio presenta un chiaro ciclo diurno. L'andamento generale, molto simile a quello riscontrato durante il trimestre precedente, presenta una sovrastima con massimi durante le ore notturne. L'errore assoluto tende lievemente ad aumentare con gli step passando dal 22% al 30%.

Tali valori massimi delle ore notturne potrebbero essere però causati anche da una sottostima nelle osservazioni corrispondenti.



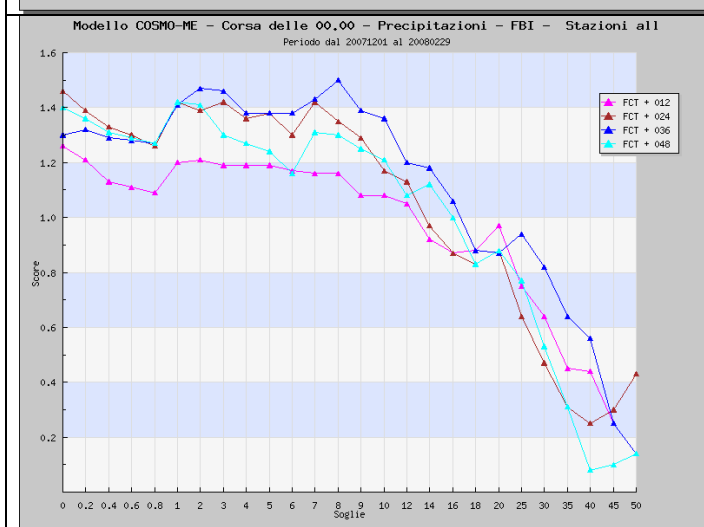
Velocità del vento:

Il modello in generale sovrastima la velocità del vento con massimi durante le ore notturne.  
 Il MAE si mantiene costante durante tutti gli step analizzati attestandosi al valore di 2 m/s



Temperatura a 2m:

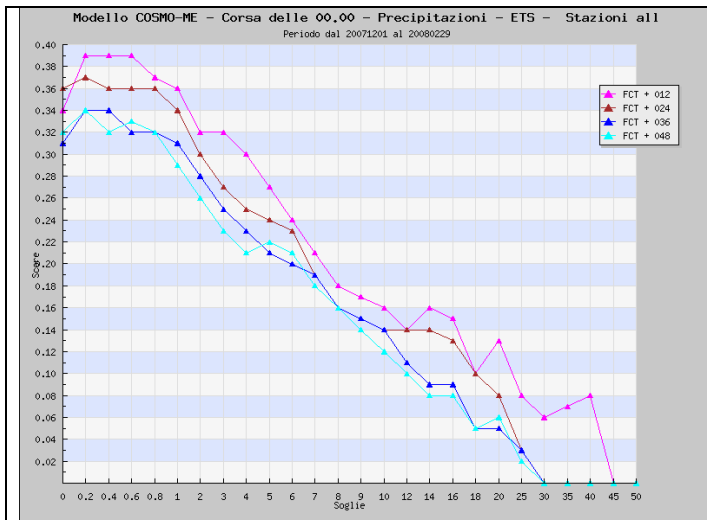
L'errore medio mostra un chiaro ciclo diurno. Dallo step 9 alle 15 il modello tende a sottostimare la Temperatura.  
 Il valore dell'errore assoluto rimane quasi costante oscillando tra 2,2-2,5°C



Precipitazioni cumulate in 12 ore (errore medio):

A differenza del trimestre precedente si riscontra un comportamento uniforme per tutti gli step.  
 L'errore medio risulta essere migliore per lo step +12 anche se in generale si evidenzia una sovrastima del fenomeno pioggia sino alla soglia 16.  
 Per le soglie successive sempre una sottostima (legata in genere alla frequenza dell'evento).

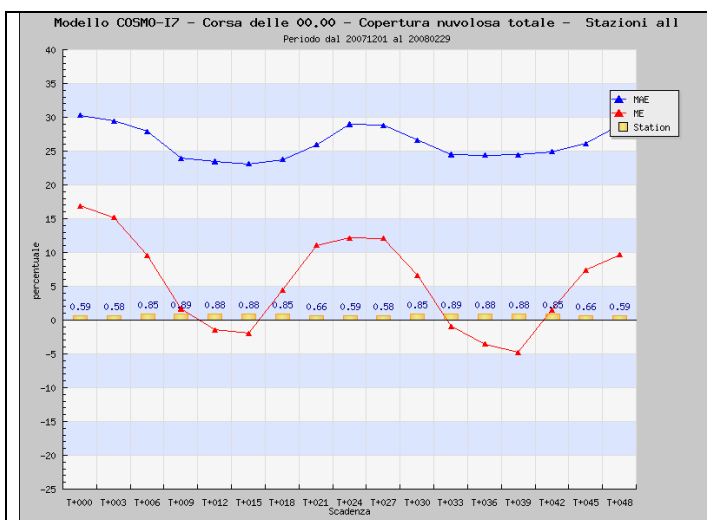




Precipitazioni cumulate in 12 ore (accuratezza):

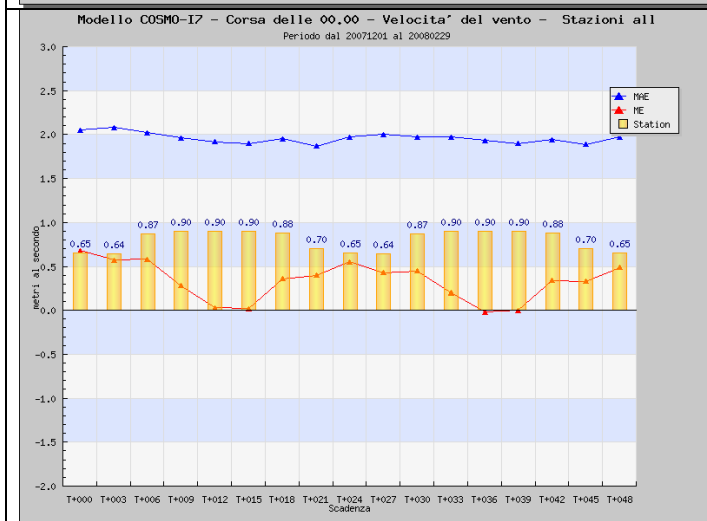
Il comportamento dell'accuratezza è molto simile al trimestre precedente; si mantiene alto per tutte scadenze fino alla soglia di 2 mm per poi decrescere rapidamente. Buona anche la stima dell'evento pioggia si/no (soglia 0 mm)

### 3.3 COSMO- I7 corsa 00 UTC



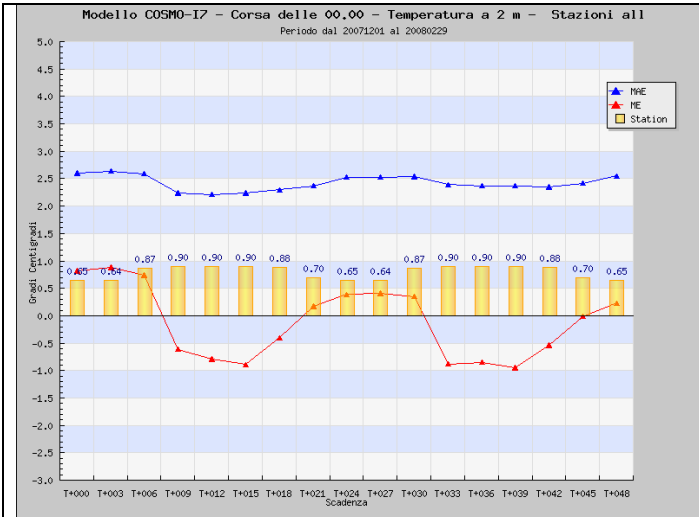
Copertura nuvolosa totale:

L'andamento del bias è simile a quello riscontrato dei trimestri precedenti. E' evidente il ciclo diurno con una lieve sottostima durante il giorno ed una sovrastima durante la notte. L'errore assoluto presenta una live oscillazione in sintonia con il bias assumendo valori tra il 25 – 30%.



Velocità del vento:

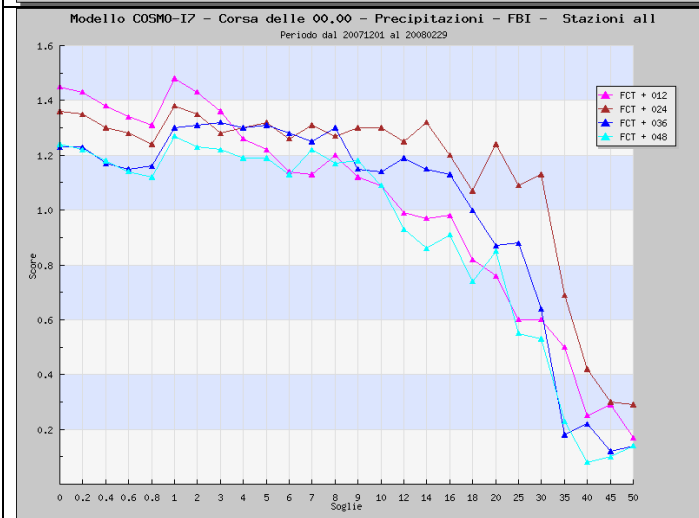
E' evidente l'andamento ciclico dell' errore medio associato ad una generale sovrastima. Come nel trimestre precedente, l'errore assoluto si mantiene praticamente costante al valore di 2 m/s ed indipendente dal range di previsione.



Temperatura a 2m:

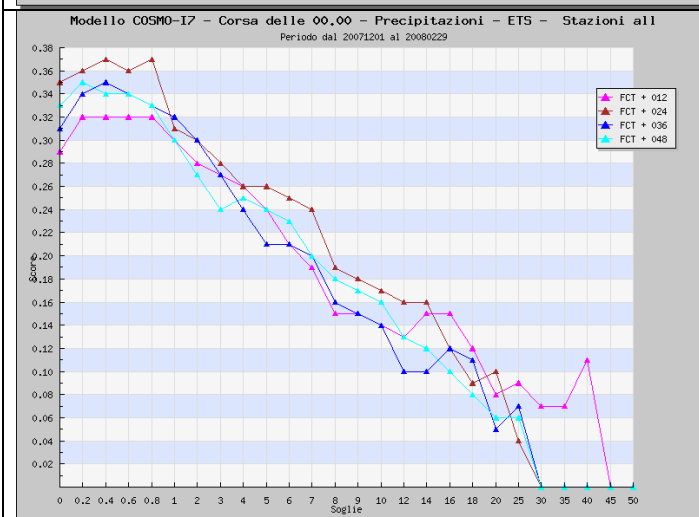
L'errore medio oscilla attorno allo zero e risulta evidente il ciclo diurno. Durante le ore pomeridiane il modello tende a sottostimare il parametro.

Il valore dell'errore assoluto non risente del ciclo diurno ed assume valore quasi costante intorno a 2,5°C



Precipitazioni cumulate in 12 ore (errore medio):

Sovrastima dell'evento pioggia fino alle soglie 18/30 . L'andamento dell'indice per lo step +24 è quello che sovrastima di più, fino alla soglia 35.

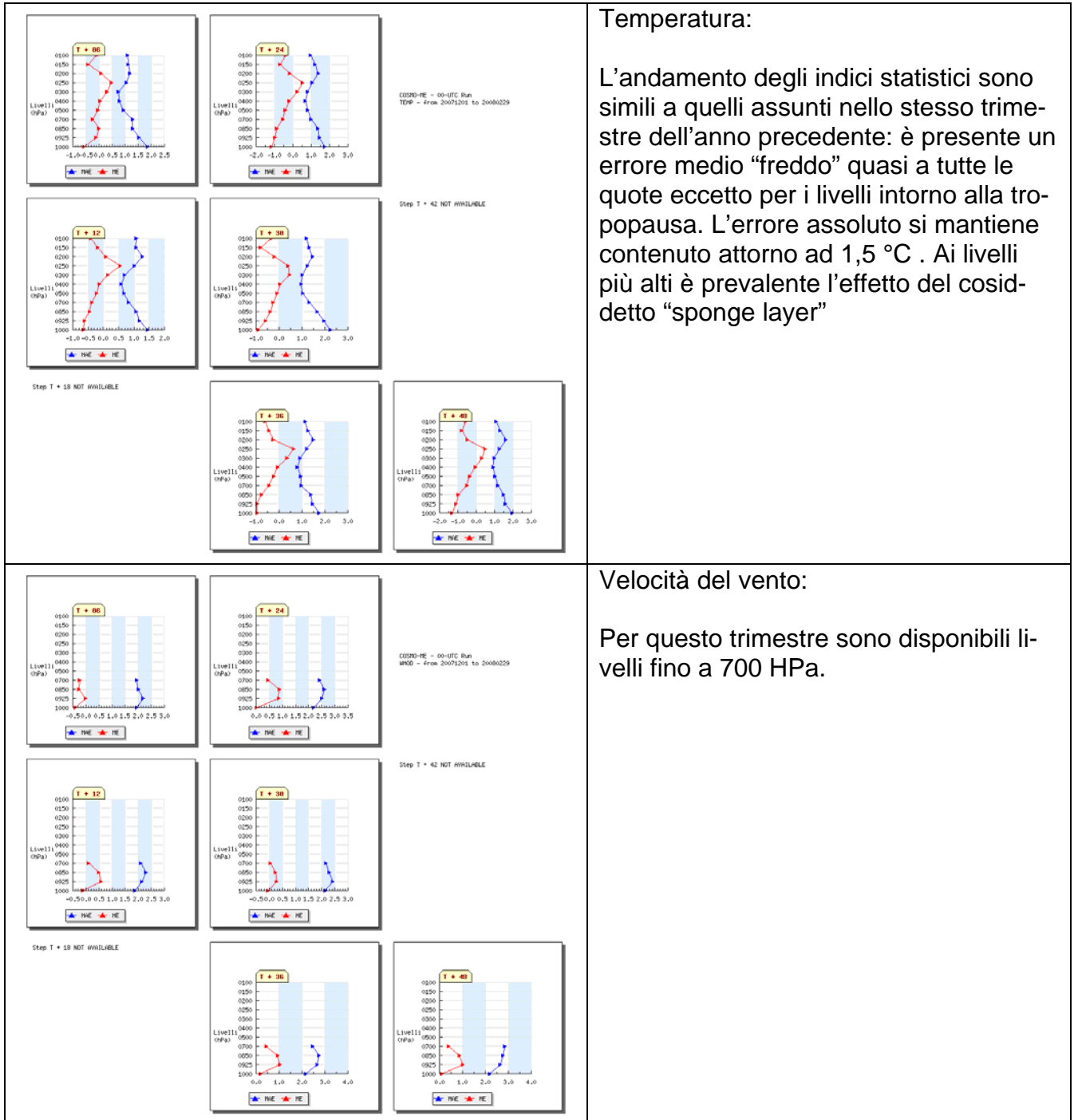


Precipitazioni cumulate in 12 ore (accuratezza):

si osserva un comportamento quasi omogeneo per tutte le scadenze. I risultati si mantengono discreti fino a 1-2 mm.

## 4 Risultati Parametri Quota

### 4.1 COSMO-ME corsa 00 UTC



## **5 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).