



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

2° Servizio 3<sup>^</sup> Sezione

*Report Trimestrale 2007*  
*Verifiche dei modelli operativi presso il CNMCA*  
*Dicembre Gennaio Febbraio*

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

Ten.Col. G.A.r.n. Adriano RASPANTI

## **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^ 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.

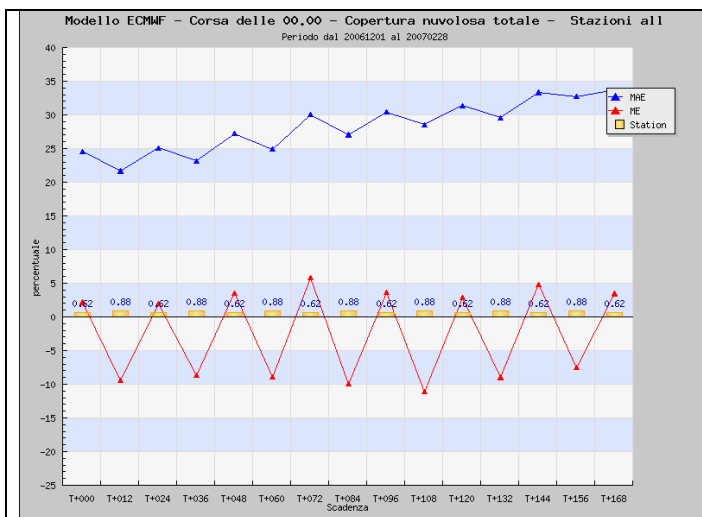
$$\mathbf{ETS = (a - a_r)/(a + b + c - a_r)}$$

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

Lo score perfetto è ETS=1

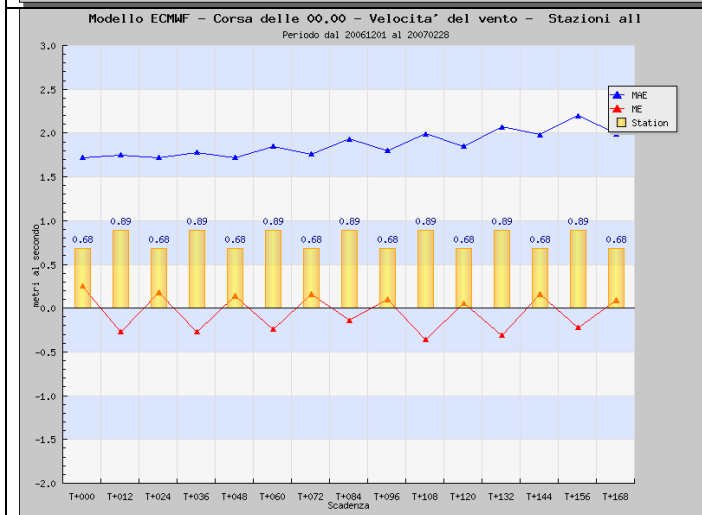
### 3 Risultati Parametri Superficiali

#### 3.1 ECMWF corsa 00 UTC



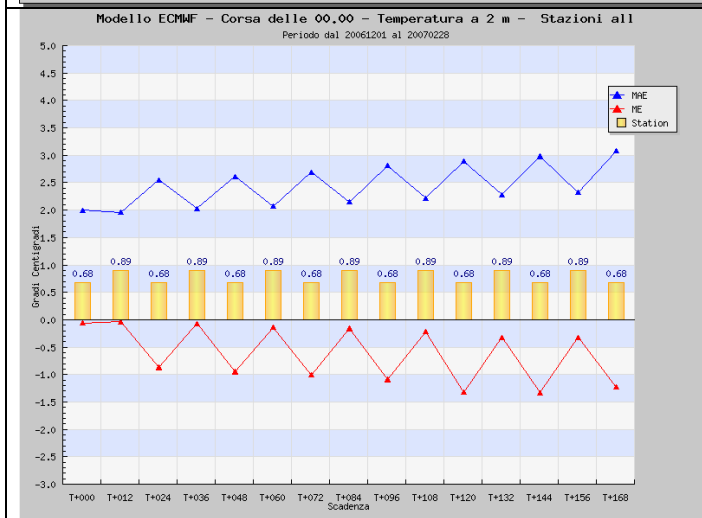
Copertura nuvolosa totale:

l'errore medio oscilla attorno allo zero con una tendenza ad una maggiore sottostima nelle ore pomeridiane. Per quanto riguarda l'errore assoluto, esso continua ad aumentare con il range di previsione fino ad arrivare intorno al 30-35%.



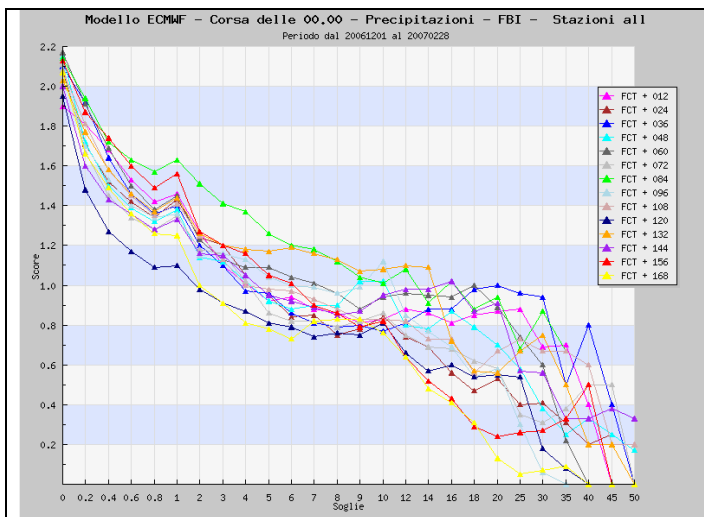
Velocità del vento:

l'errore medio oscilla attorno allo zero con una leggera tendenza alla sottostima nelle ore pomeridiane che però non raggiunge 0.5 m/s. L'errore assoluto presenta un lieve aumento con il range di previsione mantenendosi quasi sempre tra 1.5 e 2.0 m/s e superando questo limite solo a fine corsa.



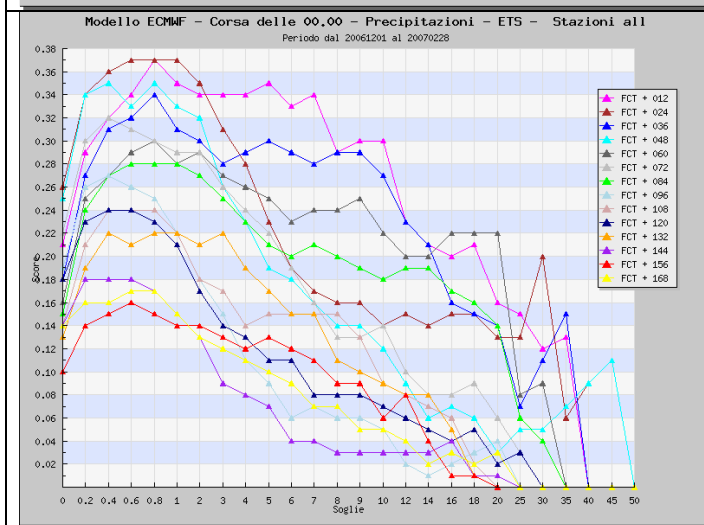
Temperatura a 2m:

l'errore medio è quasi totalmente negativo pertanto il modello è risultato sistematicamente più freddo della realtà (ricordiamo che questo ultimo inverno si è presentato con temperature maggiori della media). L'errore assoluto è quasi indipendente dal range di previsione ed oscilla inizialmente tra 2-2.5 °C per portarsi a 3°C a fine scadenza. L'errore tende ad essere maggiore per le stazioni poste oltre i 500 metri (grafici su Prometeo)



Precipitazioni cumulate in 12 ore (errore medio):

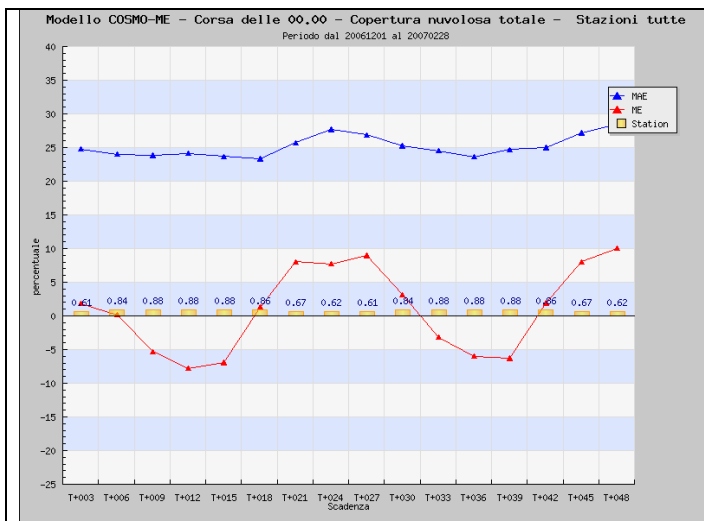
Il modello tende a sovrastimare le precipitazioni deboli (soglie tra 0 e 1 mm) con tutte le scadenze di previsione ed in special modo la presenza dell'evento (soglia 0). Successivamente tra la soglia 1 e 16 mm il modello si porta attorno alla stima esatta con molti dei range di previsione per poi dirigersi verso la sottostima degli eventi più intensi (ma anche più rari climatologicamente).



Precipitazioni cumulate in 12 ore (accuratezza):

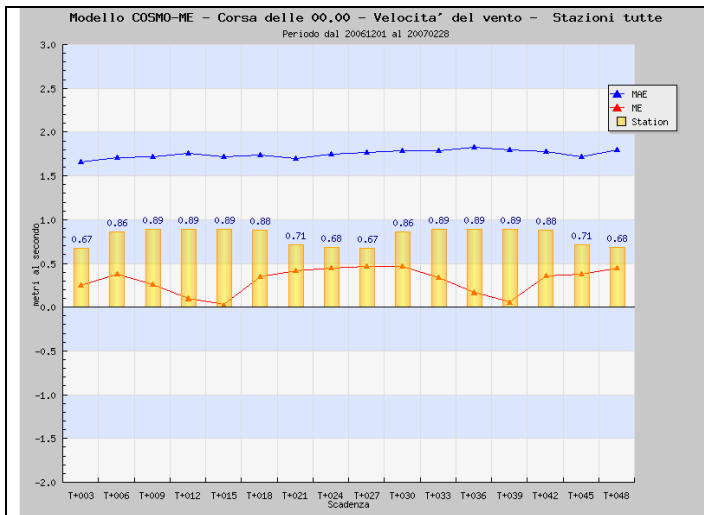
Le scadenze tra +12 e +84 mantengono una discreta accuratezza almeno fino alla soglia 5-6 mm e con l'eccezione della previsione evento/non evento (soglia 0). Da notare che la precipitazione cumulata al mattino risulta avere una accuratezza maggiore fino anche alla soglia dei 10 mm.

### 3.2 COSMO-ME corsa 00 UTC



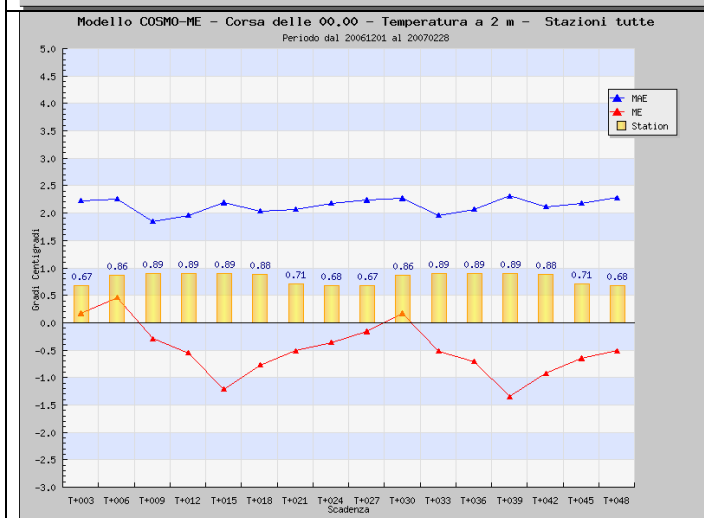
Copertura nuvolosa totale:

l'errore medio presenta un chiaro ciclo diurno, ma mediamente è attorno allo zero e quindi sembra non presentare nessun errore sistematico. Il MAE è indipendente dal range di previsione e si attesta attorno al 25%. I valori massimi delle ore notturne potrebbero essere causati anche da una sottostima nelle osservazioni corrispondenti.



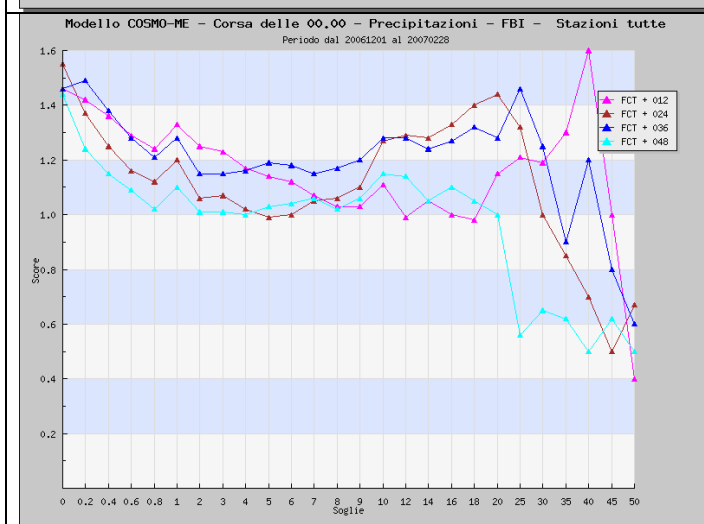
Velocità del vento:

l'errore medio presenta un andamento ciclico, ma in generale sovrastimato seppur di poco 0.5 m/s. L'errore assoluto si mantiene altresì sempre compreso tra 1.5 e 2 m/s ed indipendente dal range di previsione.



Temperatura a 2m:

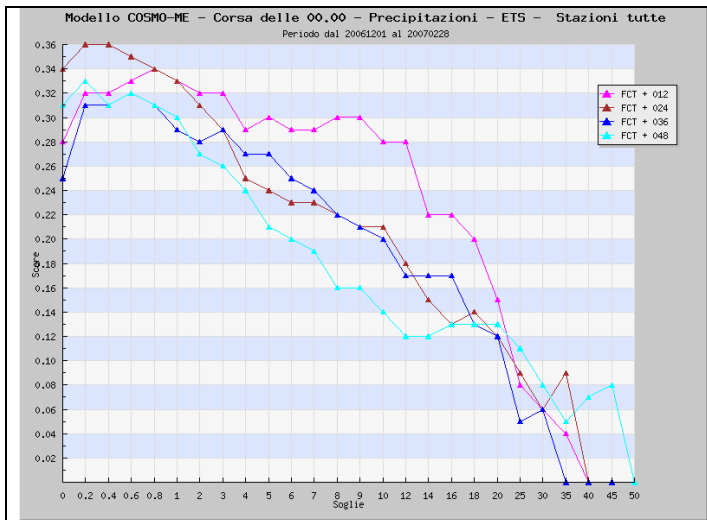
In generale il ME presenta una tendenza alla sottostima, con un raffreddamento che avviene troppo presto nelle prime ore del pomeriggio. Il MAE, considerato che il presente grafico è una media su tutte le stazioni italiane, presenta una buona accuratezza e non supera i 2.2-2.3 °C.



Precipitazioni cumulate in 12 ore (errore medio):

La generale tendenza è alla moderata sovrastima (decisamente più contenuta rispetto al ECMWF) fino alle soglie di precipitazione più alte 18-20 mm. Da notare la migliore performance delle precipitazioni cumulate nelle ore notturne.

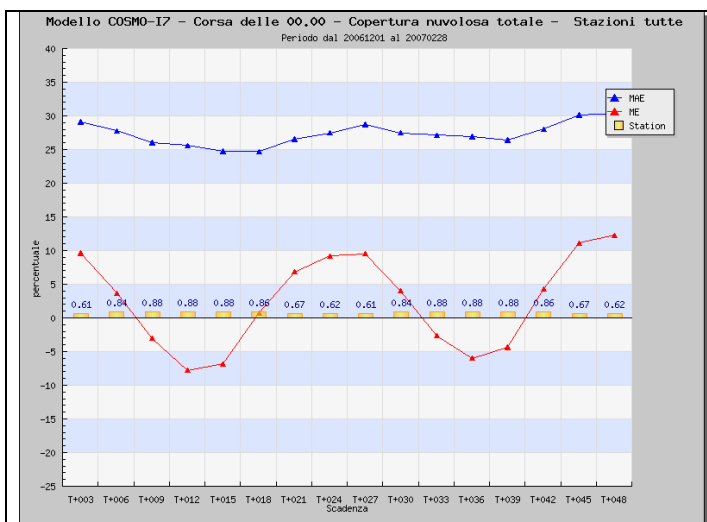




Precipitazioni cumulate in 12 ore (accuratezza):

Tutte le scadenze mostrano una minore accuratezza nel prevedere l'evento precipitazione, ma una buon risultato fino alle soglie 6-7 mm. Eccezione per la scadenza +12 che mostra una buona accuratezza fino alle soglie 12-14 mm.

### 3.3 COSMO- I7 corsa 00 UTC

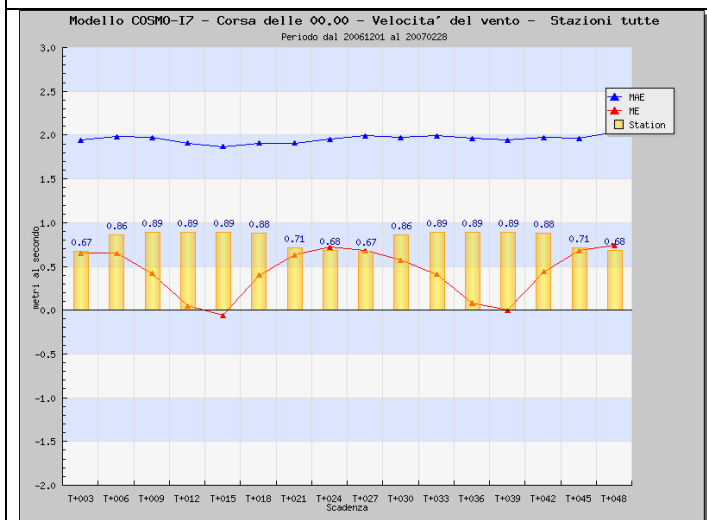


Copertura nuvolosa totale:

Come nei modelli precedentemente esaminati, è evidente il ciclo diurno. Il modello presenta una chiara sottostima durante il giorno (prevalentemente durante le ore pomeridiane) ed una sovrastima la notte.

L'errore assoluto non evidenzia (a differenza dei modelli precedenti) un considerevole aumento del valore in corrispondenza dell'aumentare degli step di previsione.

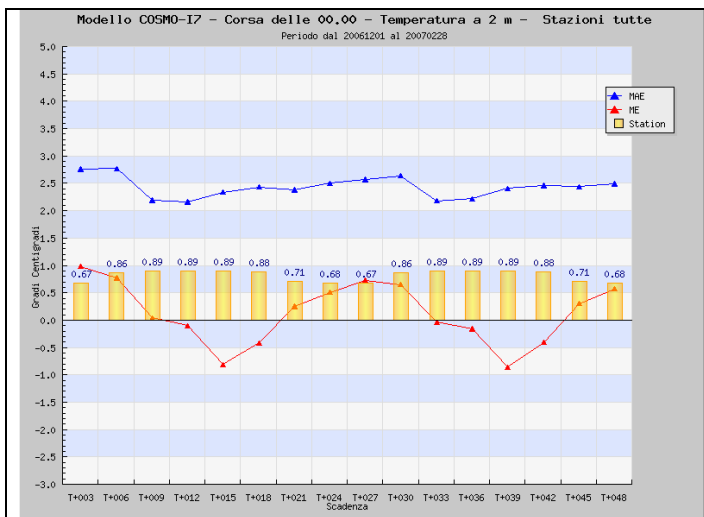
Il MAE si attesta circa tra il 25% ed il 30%.



Velocità del vento:

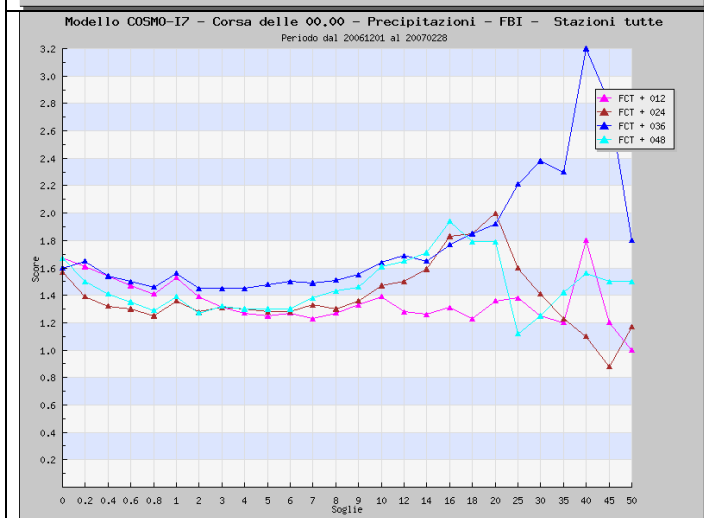
Pur essendo evidente l'andamento ciclico, l'errore medio (similmente al comportamento illustrato nel modello COSMO-ME) presenta una generale sovrastima.

L'errore assoluto si mantiene praticamente costante al valore di 2 m/s ed indipendente dal range di previsione.



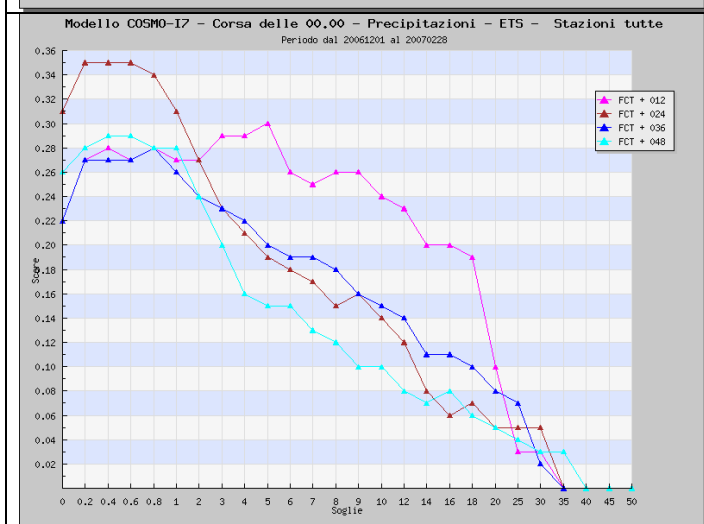
Temperatura a 2m:

Anche per la temperatura a 2m, l'andamento dell'errore evidenzia il ciclo diurno oscillando tra -1 ed 1 °C. Rispetto ai modelli illustrati precedentemente pur trattandosi di valori minori di un grado, si evidenzia un errore peggiore. L'errore assoluto è quasi indipendente dal range di previsione ed oscilla inizialmente tra 2-2.5 °C .



Precipitazioni cumulate in 12 ore (errore medio):

Come per il modello COSMO-ME, la generale tendenza è alla moderata sovrastima; si evidenzia un aumento dell'errore per soglie più grandi di 20 mm. Si può ritenere buona la cumulata +12 mentre decisamente peggiore la cumulata +36, soprattutto per soglie intorno ai 40 mm

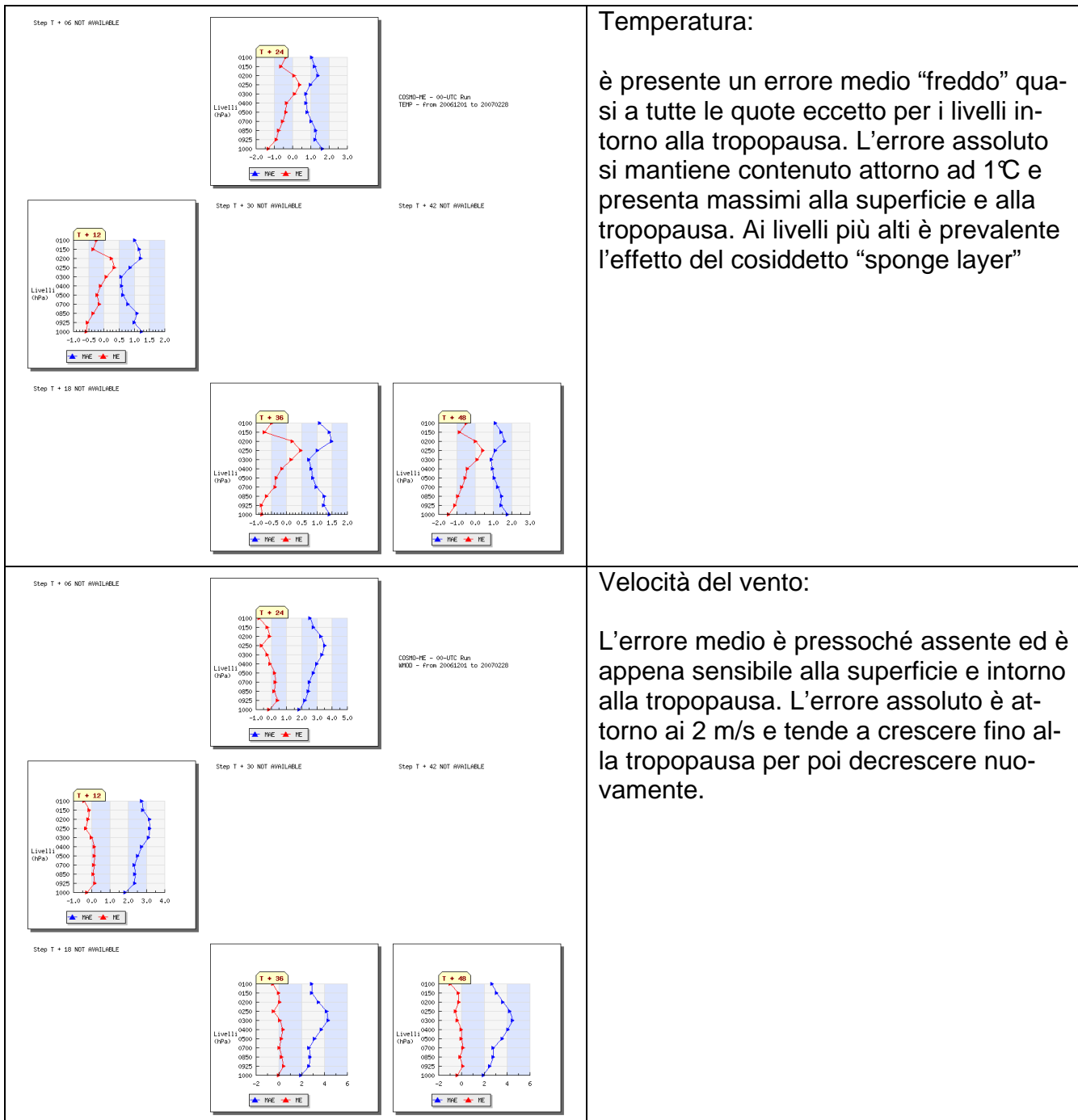


Precipitazioni cumulate in 12 ore (accuratezza):

Tutte le scadenze mostrano una bassa accuratezza nel prevedere l'evento precipitazione, il risultato si ritiene discreto fino a 3-4 mm. Per le soglie più basse la +24 (fino a 2 mm) evidenzia un miglior andamento, ma complessivamente la +12 presenta una accuratezza migliore.

## 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).