

ANALYSIS AND VALIDATION OF METEOROLOGICAL FORECASTS IN PIEDMONT REGION

ANALISI E VALIDAZIONE DI DATI METEOROLOGICI PREVISIONALI SUL TERRITORIO PIEMONTESE

Fabio Lazzarato¹, Federico Spanna^{2*}, Nicola Loglisci³, Claudio Cassardo¹, Raffaele Salerno⁴,

¹ UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO- Dipartimento di Fisica

² REGIONE PIEMONTE- Settore Fitosanitario- Sez. Agrometeorologia, Via Livorno 60, 10144, Torino

³ ARPA- Piemonte Dipartimento Sistemi Previsionali

⁴ CENTRO EPSON METEO

*federico.spanna@regione.piemonte.it

Abstract

The study is devoted to the analysis and validation of weather forecasts issued by two different physical and mathematical models. The models considered were COSMO-I7 used and developed by ARPA-Piemonte in the COSMO consortium and WRF run from Centro Epson Meteo. The study has been done on the basic meteorological variables for the agricultural meteorology: maximum and minimum temperature, average relative humidity, precipitation and global radiation in the forecast for the next 24, 48 and 72 hours. The entire survey was carried out with the help of the powerful free statistical software R.

The 20-station points, on which the analysis was carried out, belong to the RAM (Rete AgroMeteorologica) and were chosen to best represent the geographical diversity and agricultural variety in the region.

Keywords: weather forecast, R project, validation, predicting model

Parole chiave: previsioni meteorologiche, R project, validazione, modellistica previsionale.

Introduzione

Ogni componente dell'attività agricola è rigorosamente legata alle condizioni ambientali. Le informazioni meteorologiche e la relativa capacità di prevederle influenzano in particolare le scelte di medio a breve termine delle aziende agricole. Le pratiche che sono maggiormente interessate dalla capacità di prevedere le condizioni meteorologiche variano dalle scelte agronomiche, alle operazioni di difesa fitosanitaria da avversità biotiche ed abiotiche, a quelle meccaniche e a quelle che riguardano l'irrigazione. Con il presente lavoro sono state analizzate e confrontate previsioni meteorologiche numeriche basate su due modelli differenti.

Materiali e Metodi

Lo studio si basa sulla validazione e il confronto delle previsioni meteorologiche del modello matematico-fisico COSMO-I7 utilizzato da Arpa-Piemonte e quello del modello WRF del Centro Epson Meteo. L'analisi è stata fatta confrontando i dati reali rilevati da 20 stazioni presenti sul territorio piemontese, poste in aree agricole rappresentative, e i valori ottenuti dai modelli ricavati nel punto del grigliato rappresentativo della stazione. Nel fornire i dati relativi ai punti-stazione, l'ente previsore ha estrapolato i valori relativi ai nodi prossimi al punto. I valori previsionali considerati sono stati quelli relativi alle 24, 48 e 72 ore successive al run del modello e sono state analizzate le variabili seguenti: temperatura massima e minima, umidità relativa media, precipitazioni e radiazione globale a scala giornaliera. Per lo studio e per le elaborazioni statistiche dei dati è stato usato il software R, con cui si sono costruiti gli script per ordinare, validare e graficare i dati forniti. Gli errori sulle temperature, sull'umidità e sulla radiazione globale sono stati analizzati attraverso la valutazione dell'errore medio giornaliero, della deviazione standard, del *coefficiente di massa residuo* e del *coefficiente di Nash-Sutcliffe* (usato per saggiare la potenza predittiva di

un modello idrogeologico); per le temperature è stato fatto anche un approfondimento attraverso tabelle di multicontingenza, andando a valutare inoltre gli indici di *proportion correct* e di *Hansen and Kuiper's Skill Score* (WWRP/WGNE Joint Working Group on Verification, 2009); la precipitazione è stata studiata attraverso le normali tabelle di contingenza e, come nel caso delle temperature, andando poi ad analizzare i diversi indici.

Risultati e Discussione

I dati analizzati sono relativi all'anno 2011; non sono quindi sufficienti per poter trarre considerazioni esaustive a carattere definitivo, ma consentono già lo sviluppo di considerazioni molto importanti sul livello di affidabilità dei valori numerici previsti su punto stazione.

I dati analizzati possono inoltre mostrare analogie tra stazioni che si trovano in situazioni territoriali ed ambientali simili. L'orografia piemontese infatti si presenta assai varia e diversificata anche nello spazio di pochi chilometri e ciò ha una elevata influenza sulla distribuzione di alcune variabili atmosferiche. I fenomeni di inversione termica, ad esempio, costituiscono un elemento che può portare a differenze sostanziali delle variabili a distanze anche assai contenute. In questi casi il modello meteo, data la bassa risoluzione, difficilmente riesce a prevedere l'azione e gli effetti della conformazione del territorio sulla distribuzione dei valori delle variabili.

Un risultato importante ottenuto è che gli errori tra previsioni a 24, 48 e 72 ore non si differenziano in maniera statisticamente significativa: questo potrebbe lasciare intendere che l'affidabilità dei tre tipi di previsione sia simile.

È stata analizzata, per le due fonti a disposizione, la frequenza degli scarti tra dato previsto e dato osservato per classi di errore.

Dalla Fig. 1 è possibile intuire, per il 2011 e con i modelli a disposizione in tale periodo, una migliore capacità del mo-

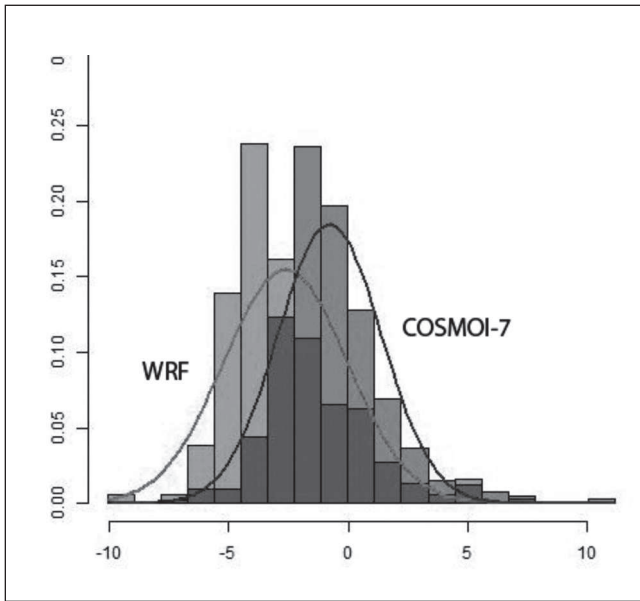


Fig. 1 - Histogram of the average daily maximum temperature in the forecast for 24 hours at Castellazzo Bormida (AL).
Fig. 1 - Istogramma dell'errore medio sulla temperatura massima giornaliera nelle previsioni a 24 ore a Castellazzo Bormida (AL).

		Temperatura prevista														
		<-5	-2.5	0	2.5	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25	27.5	30
Temperatura osservata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	7	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1	9	8	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1	11	5	19	5	2	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1	2	19	8	2	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	2	10	9	0	2	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	6	5	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	13	3	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	7	2	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23	26	3	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	28	12	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	0	0	

Fig. 2 - Multicontingency table of the maximum temperatures in the forecast for 24 hours at Busca (CN).
Fig. 2 - Tabella di multicontingenza delle temperature massime nelle previsioni a 24 ore a Busca (CN).

dello COSMO-I7 di prevedere le temperature massime, fenomeno poi ricorrente anche in tutte le altre stazioni studiate. Anche la Fig. 2 sottolinea la presenza di questa caratteristica, evidenziando come il modello WRF sottostimi la tempera-

Tab. 1 - Matrix of the errors on the mean monthly maximum temperatures in the forecast to 24 hours.

Tab. 1 - Matrice degli errori medi mensili sulle temperature massime nelle previsioni a 24 ore.

Time 24h	Mol	Lag	Mon	Ghe	Dog	Rev	SDa	Tri	Bur	CBe	Maz	CBa	Bus	Niz	CFa	Cra	Ven	Car	CVe	Coc
1	-2.12	-3	-2.76	-2.12	-0.99	-1.64	1.06	-3.78	-1.89	-1.18	-3.94	0.21	-2.61	-0.81	-1.2	-1.94	-4.6	-0.85	0.23	-2.52
2	-4.12	-5.58	-4.94	-4.94	-3.39	-4.72	-1.98	-6.53	-5.74	-4.78	-6.92	-2.31	-4.85	-4.21	-4.4	-2.29	-6.83	-2.87	-2.49	-4.82
3	-3.2	-4.29	-3.9	-3.41	-2.12	-4.34	-0.69	-4.15	-3.89	-2.97	-4.89	-1.88	-3.87	-3.24	-3	-2.09	-5.34	-1.75	-1.79	-3.25
4	-3.62	-4.32	-4.02	-3.56	-3.37	-3.95	-1.86	-3.94	-3.89	-3.48	-4.53	-3.62	-3.97	-5.08	-4.91	-3.07	-4.56	-3.34	-3.28	-3.22
5	-3.12	-3.09	-3.67	-2.64	-3.21	-3.26	-1.57	-2.39	-2.19	-2.1	-3.06	-3.96	-3.48	-5.03	-4.93	-3.11	-3.87	-3.4	-4.05	-2.76
6	-1.91	-0.8	-1.73	-0.66	-1.41	-1.66	0.1	-0.7	-0.91	-1.08	-1.55	-2.39	-1.86	-3.84	-3.12	-1.7	-1.43	-1.73	-3.34	-0.71
7	-3.2	-2.28	-3.24	-2.24	-2.73	-2.67	-1.16	-1.94	-2.44	-2.13	-2.94	-2.77	-3.13	-4.56	-4.81	-2.37	-2.95	-2.42	-4.52	-1.96
8	-3.52	-3.46	-4.69	-3.88	-4.33	-4.25	-2.7	-2.56	-4.22	-4.27	-4.43	-4.09	-4.29	-6.49	-6.73	-4.19	-4.53	-3.62	-5.77	-3.45
9	-3.46	-4.83	-4.68	-2.58	-3.46	-4.18	-2.06	-2.83	-3.57	-2.91	-4.14	-3.74	-4.47	-6.73	-6.03	-3.21	-4.29	-3.21	-5.12	-2.95
10	-4.39	-4.25	-4.22	-3.81	-2.48	-3.49	-1.94	-4.11	-4.19	-3.99	-5.2	-3.31	-3.97	-5.06	-5.39	-2.96	-4.56	-3.2	-4.27	-3.61
11	-1.9	-2.68	-2.45	-1.89	-1.17	-1.82	-0.88	-1.81	-0.8	-0.94	-2.9	-0.86	-2.22	-3.63	-2.69	-2.03	-3.2	-1.92	-1.26	-2.12
12	-4.25	-5.24	-3.63	-5.77	-2.59	-5.04	-0.67	-6.07	-5	-5.68	-7.26	-1.71	-4.29	-4.24	-3.77	-2.37	-7.54	-2.21	-2.27	-5.93

tura massima. Le differenze tra i due modelli sono invece più limitate nel caso delle temperature minime.

In Tab. 1 sono riportati gli errori medi mensili di tutte le stazioni relative alle previsioni della temperatura massima a 24 ore. Si nota la presenza di mesi (gennaio, maggio, giugno e luglio) in cui il risultato predittivo è migliore per tutte le stazioni; dall'altro verso si evidenziano le stazioni sulle quali i dati previsti risultano più affidabili.

Conclusioni

Ampliare l'analisi dei dati su un periodo più lungo rafforzerebbe il valore statistico dello studio e si potrebbero ricercare eventuali stagionalità nell'errore commesso dai modelli; in questo senso, anche l'ampliamento dell'analisi su più punti-stazione potrebbe rafforzare la tesi sull'analogia tra stazioni geograficamente simili.

Parallelemente l'adozione di nuovi metodi di rielaborazione statistica delle previsioni modellistiche entrati in funzione nel 2012 (modello Ensemble di Epsom e Multi-Model di Arpa) presumibilmente potrà fornire da ora in poi stime più realistiche dei dati, che tuttavia dovranno essere sottoposte a verifica.

Un ulteriore miglioramento dello studio potrebbe essere apportato da procedure statistiche e geostatistiche di calibrazione del dato previsto, ad esempio considerando fattori come la direzione dei venti o il "tipo di tempo". Inserendo questi parametri nell'analisi si potrebbe studiare una loro possibile correlazione con gli errori.

Infine, una volta determinati gli errori, si potrebbe procedere alla valutazione di opportuni algoritmi di calibrazione per ogni punto stazione.

Bibliografia

WWRP/WGNE Joint Working Group on Verification 2009, *Recommendations for the verification and intercomparison of QPFS and PPFs from OPERATIONAL NWP MODELS*, WMO TD, No. 1485.

<http://www.cosmo-model.org/> - COSMO consortium website