

Report di riscontro *wind day*

Piano contenente le prime misure di intervento per il risanamento della qualità dell'aria nel quartiere Tamburi (TA) per gli inquinanti PM10 e benzo(a)pirene ai sensi del D.lgs.155/2010 art. 9 comma 1 e comma 2 (rev. luglio 2012).

N. 3/2017
III Bimestre

Autori:
Dott.ssa M. Menegotto

Rev. 0

Servizio Agenti Fisici della Direzione Scientifica

23/08/2017

Sommario

1. Premessa.....	2
2. Sintesi terzo bimestre 2017	3
3. Analisi evento 25-27 maggio 2017	4
4. Analisi evento 8 giugno 2017.....	7
5. Analisi evento 18 giugno 2017.....	9
6. Analisi falso negativo del 21 maggio 2017	11
7. Conclusioni.....	13
APPENDICE: Modalità e tecniche di valutazione delle previsioni dei <i>wind day</i>	14

1. Premessa

Con deliberazione di Giunta Regionale n. 1474 del 17/07/2012 (Burp n. 116 del 06-08-2012) è stato adottato il documento “Piano contenente le prime misure di intervento per il risanamento della qualità dell’aria nel quartiere Tamburi (TA) per gli inquinanti PM10 e benzo(a)pirene ai sensi del D.lgs.155/2010 art. 9 comma 1 e comma 2”, (di seguito Piano di risanamento) successivamente approvato con deliberazione di Giunta Regionale n. 1944 del 2/10/2012 (Burp n. 147 del 10/10/2012).

In tale Piano vengono definiti i *wind day*, ovvero giornate caratterizzate da particolari condizioni meteorologiche che determinano un impatto negativo sulla qualità dell’aria nel quartiere Tamburi di Taranto, con particolare riferimento al PM10 ed al benzo(a)pirene [B(a)p].

La definizione di *wind day* nasce da un precedente studio sui dati storici di PM10 e B(a)p registrati nella centralina di rilevamento della qualità dell’aria di via Machiavelli a Taranto (q.re Tamburi) e dei dati meteorologici registrati presso la centralina ARPA di San Vito (Taranto), da cui era emerso che sotto determinate condizioni di vento (direzione dai quadrante di Nord-Ovest e velocità oltre 7 m/s rilevati presso la stazione di San Vito), si assisteva ad un incremento delle concentrazioni dei due inquinanti nel solo quartiere Tamburi, con un effetto anche sul numero di superamenti legali per il PM10 (media giornaliera di concentrazione > 50 µg/m³). Ciò era dovuto alla vicinanza del sito all’area industriale. Uno studio successivo, effettuato con il sistema modellistico previsionale di qualità dell’aria SKYNET presente presso il DAP di Brindisi, aveva permesso di individuare e selezionare parametri di previsione meteorologica direttamente riferibili alle situazioni critiche di impatto sulla qualità dell’aria evidenziate dai dati storici.

Per tutto ciò, a partire dal 01/12/2012 e in ottemperanza al Piano di risanamento, ARPA Puglia comunica la previsione di un *wind day* con 48 ore di preavviso alle aziende sottoposte ad AIA ricadenti nell'area di Taranto e Statte. Queste ultime, ai sensi del Piano e in corrispondenza del *wind day*, sono tenute ad attuare una serie di interventi volti a ridurre le emissioni di inquinanti in atmosfera.

Dal 01/01/2015 l'Agenzia ha internalizzato la catena di previsione dei *wind day*, a partire dalle previsioni meteorologiche numeriche, che venivano in precedenza acquisite da ditta esterna e poi riprocessate dal sistema SKYNET. Tale attività è affidata al Servizio Agenti Fisici della Direzione Scientifica di ARPA (di seguito SAF). Il Servizio, utilizzando le previsioni a +72 ore di due modelli previsionali meteorologici, provvede a diramare le allerte, che possono essere oggetto di revoca il giorno successivo, sulla base delle previsioni a +48 ore, in genere più affidabili. Per maggiori informazioni sul nuovo criterio utilizzato e sulla definizione dei parametri di controllo si può visitare il link http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wind_days e scaricare il documento "Nuovo criterio di identificazione dei *Wind Days* - rev 0 del 02/01/2015". Si può consultare inoltre l'allegato al presente report.

2. Sintesi terzo bimestre 2017

Nel terzo bimestre 2017 sono stati osservati n. 6 giorni con caratteristiche di *wind day*, secondo il criterio di verifica ex post riportato a pag. 4 del succitato documento "Nuovo criterio di identificazione dei *Wind Days* – rev 0 del 02/01/2015". Di questi, n. 4 sono stati individuati correttamente. I due giorni non individuati (21 maggio e 25 maggio) verranno conteggiati come "falsi negativi". Nel bimestre in questione inoltre non si sono verificati "falsi positivi" (si veda l'appendice al presente report per le definizioni e i criteri di verifica e analisi dei risultati).

Si sono verificate inoltre due giornate interessate da iniziale allerta e successiva revoca (sulla base delle previsioni a +48 ore): una revoca è risultata corretta e una ha interessato il "falso negativo" del 21 maggio. In Tabella 1 si riporta la lista aggiornata delle chiamate per il 2017, con l'esito della verifica ex post.

Tabella 1: Lista dei *wind day* comunicati: aggiornamento al terzo bimestre 2017 (dati in grassetto)

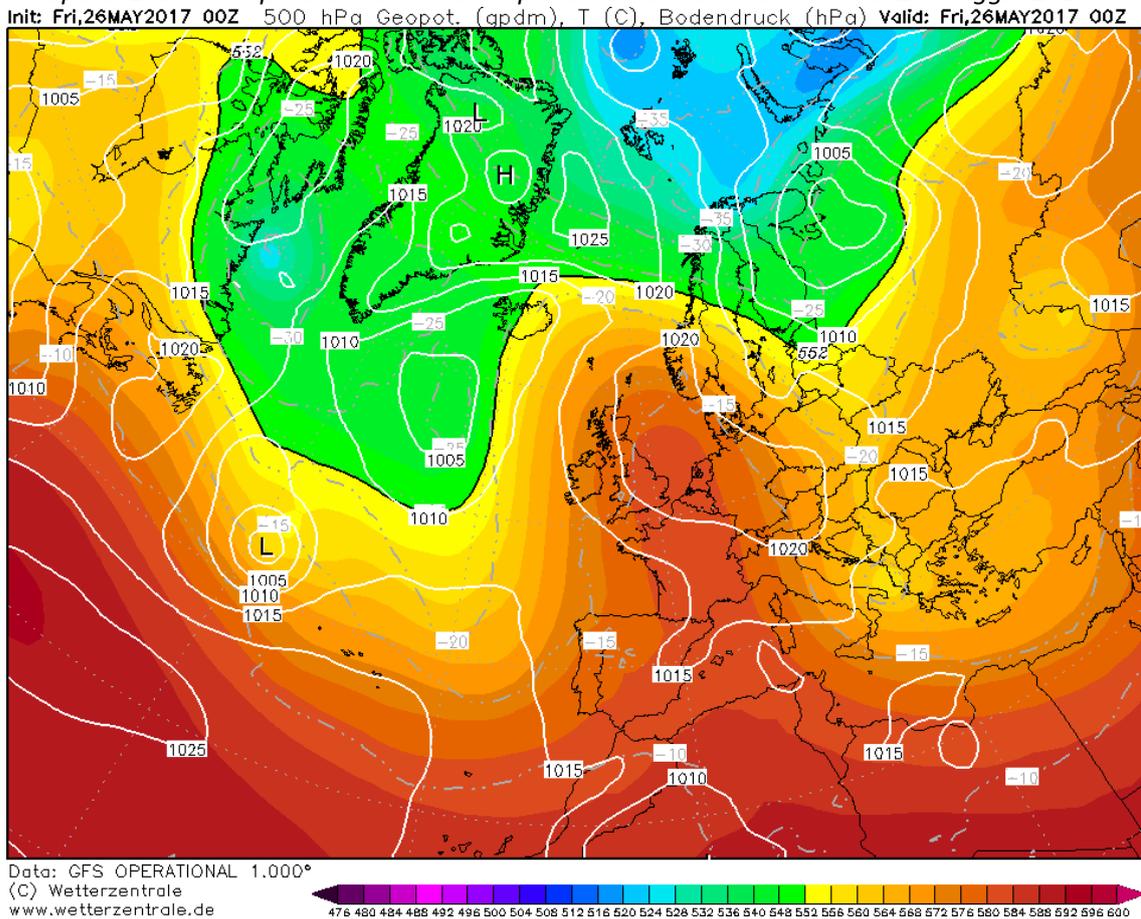
Numero progressivo 2017	Data	Esito verifica
1	06/01	OK
2	07/01	OK
3	08/01	OK
4	09/03	OK
5	10/03	OK
6	11/03	OK
7	17/04	OK
8	20/04	OK
9	21/04	OK
10	26/05	OK
11	27/05	OK
12	08/06	OK
13	18/06	OK

3. Analisi evento 25-27 maggio 2017

3.1. Analisi sinottica

Il periodo in oggetto è stato caratterizzato da una tipica configurazione a “omega” che vede un promontorio di alta pressione (su Francia e Inghilterra) intrappolato tra due zone di bassa pressione: una a OVEST sull’oceano Atlantico e una a EST che interessa anche il versante adriatico italiano. Questa seconda configurazione di bassa pressione è la causa dei venti da maestrale che si sono registrati. Si riporta, a titolo esemplificativo, in Figura 1, la mappa di geopotenziale e temperatura a 500 hPa e della pressione al livello del mare (www.wetterzentrale.de) relativa al 26 maggio 2017 alle ore 00UTC.

Figura 1: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 26 maggio 2017 ore 00UTC



Fonte: www.wetterzentrale.de

3.2. Analisi di dettaglio

Il periodo 25-27 maggio è stato caratterizzato da tre giorni con caratteristiche di *wind day*, di cui due previsti correttamente (il 26 e il 27). In particolare il giorno 26 maggio è stato correttamente previsto da entrambi i modelli sia con le previsioni a +72 che a +48, mentre il giorno 27 è stato individuato solo dal modello COSMO. Il giorno 25 maggio non è stato previsto come *wind day* da nessuno dei modelli né con le previsioni a +72 né con quelle a +48. Esso viene conteggiato come falso negativo; si tratta di un evento di tipo *borderline* con sole tre ore sopra la soglia di 7 m/s, come visibile dalla velocità del vento osservata riportata in figura 2. A titolo esemplificativo, in figura 3, si riportano velocità e direzione del vento previste a +72 ore dal modello COSMO.

Figura 2: Velocità e direzione del vento osservate presso la stazione di San Vito, confrontate con le rispettive soglie.

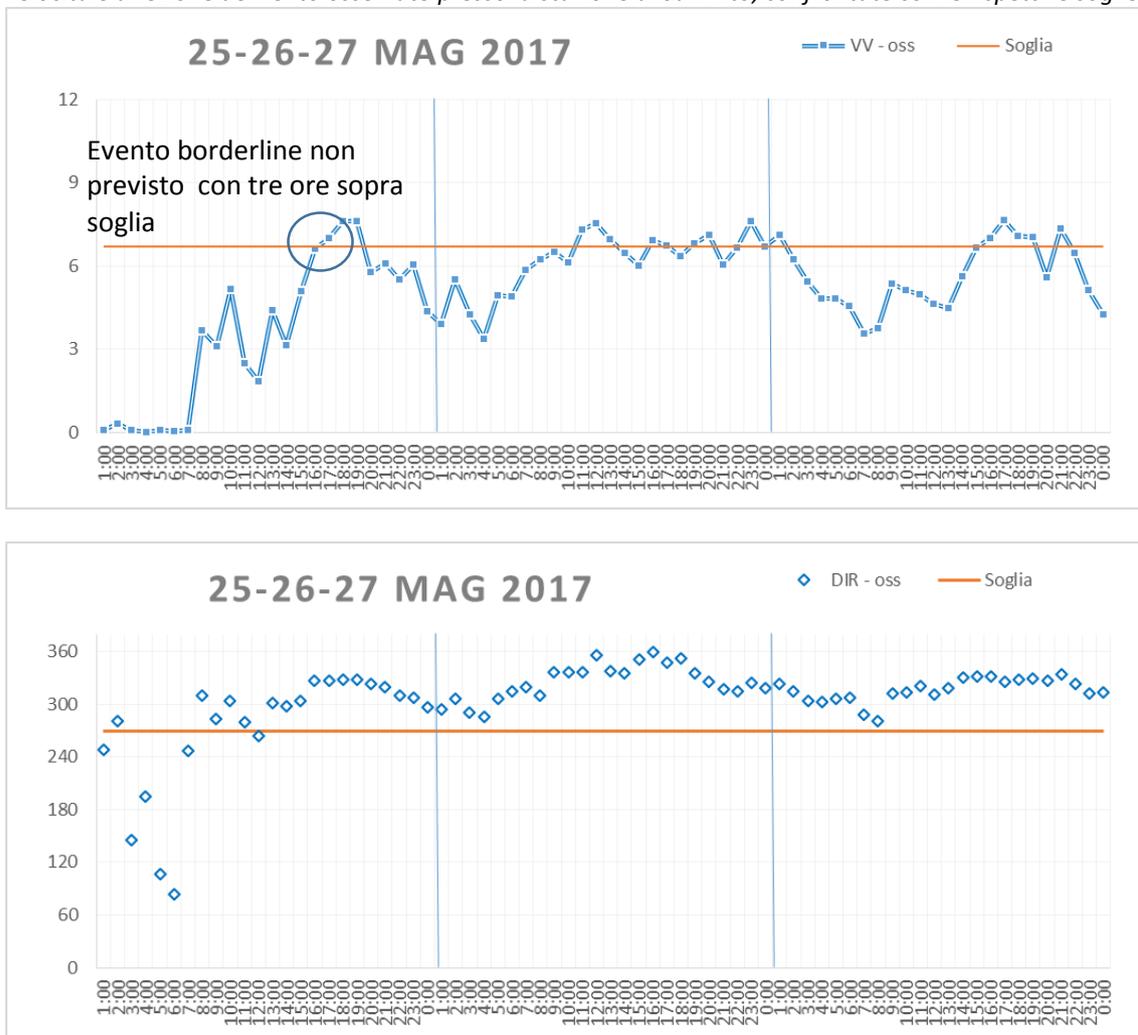
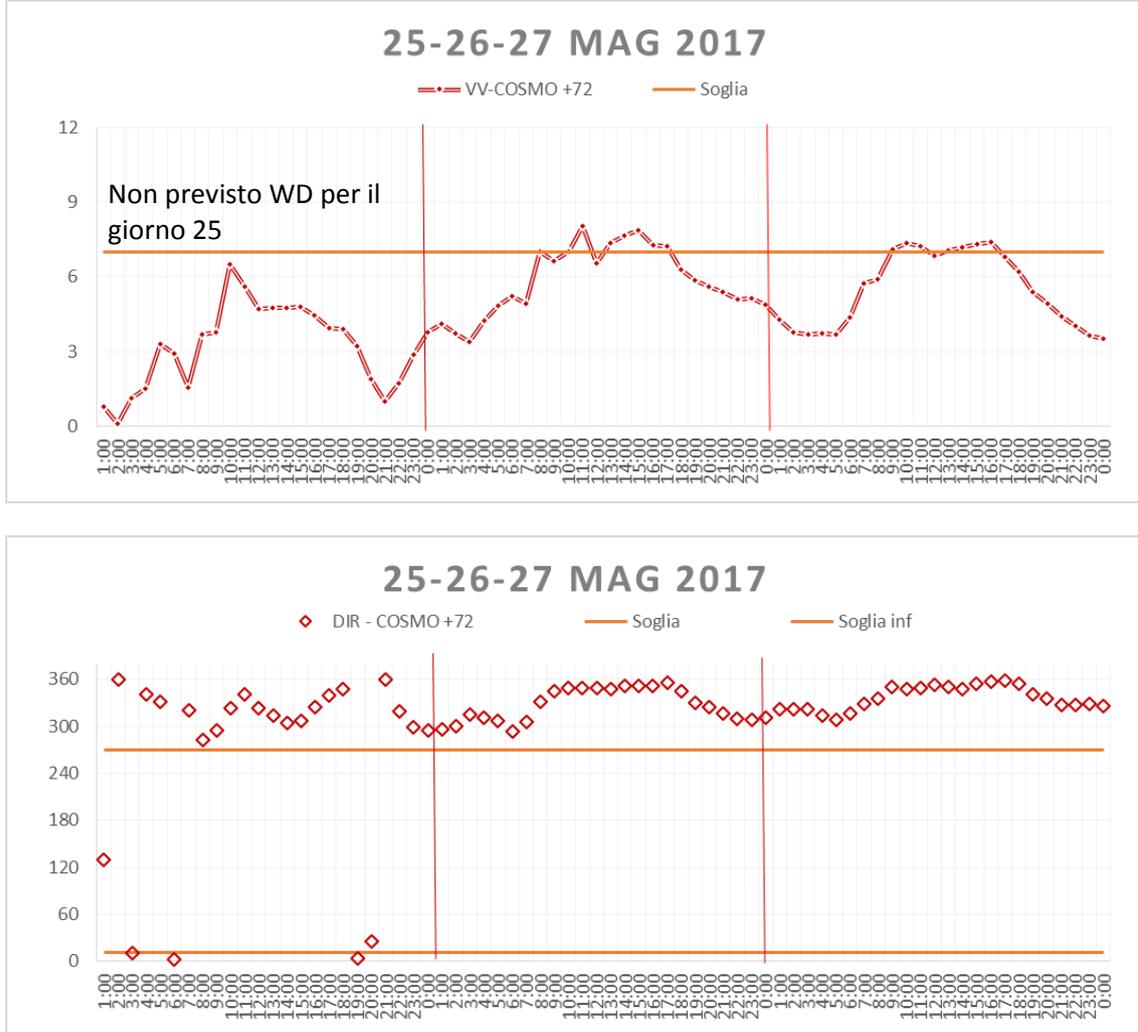


Figura 3: Velocità e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore



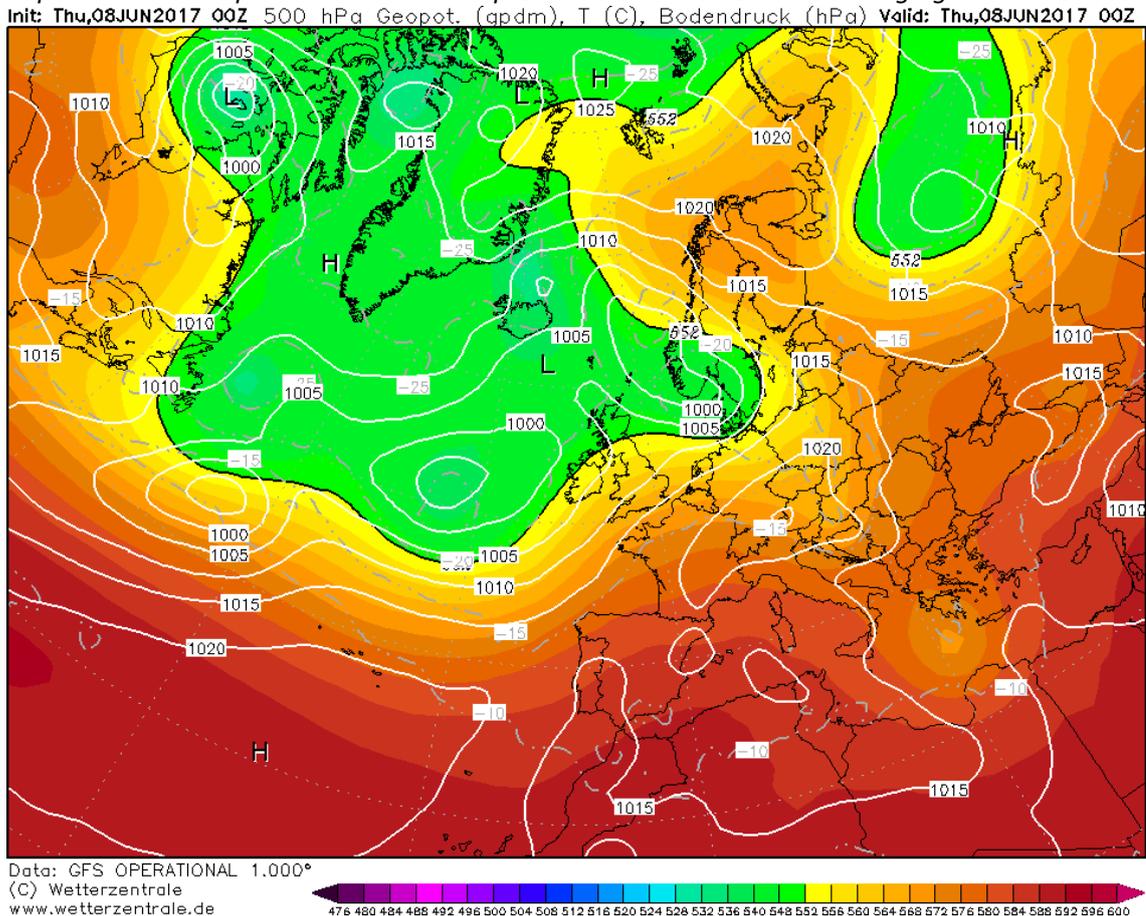
4. Analisi evento 8 giugno 2017

4.1. Analisi sinottica

La rimonta dell'anticiclone dal Marocco e Algeria verso l'Italia ha spostato il minimo barico inizialmente presente nello Jonio verso levante, generando i venti dal quadrante settentrionale sull'adriatico ed in particolare sulla Puglia.

Si riporta, a titolo esemplificativo, in Figura 4, la mappa di geopotenziale e temperatura a 500 hPa e della pressione al livello del mare (www.wetterzentrale.de) relativa al giorno 8 giugno 2017 alle ore 00UTC.

Figura 4: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 8 giugno 2017 ore 00UTC



4.2. Analisi di dettaglio

Il giorno 8 giugno si è osservato un *wind day* isolato (Figura 5), previsto correttamente a +72 ore e a +48 dal modello COSMO e visto dal modello WRF solo con le previsioni a +48. In figura 5 e 6 si possono confrontare i valori osservati con quelli previsti dal modello COSMO, che ha egregiamente simulato il fenomeno.

Figura 5: Velocità e direzione del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie.

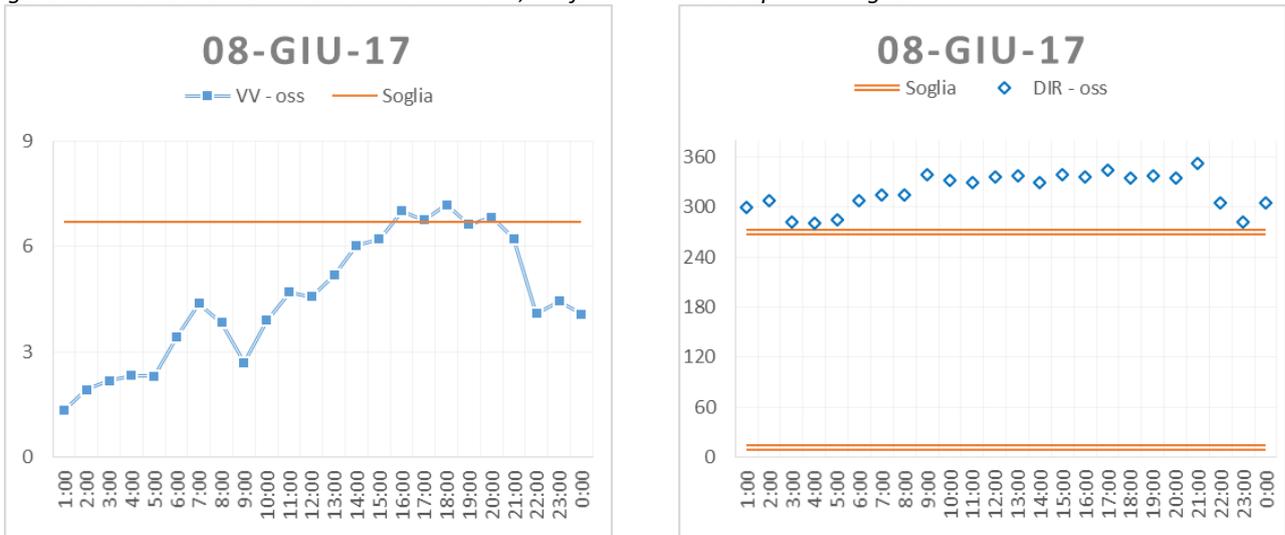
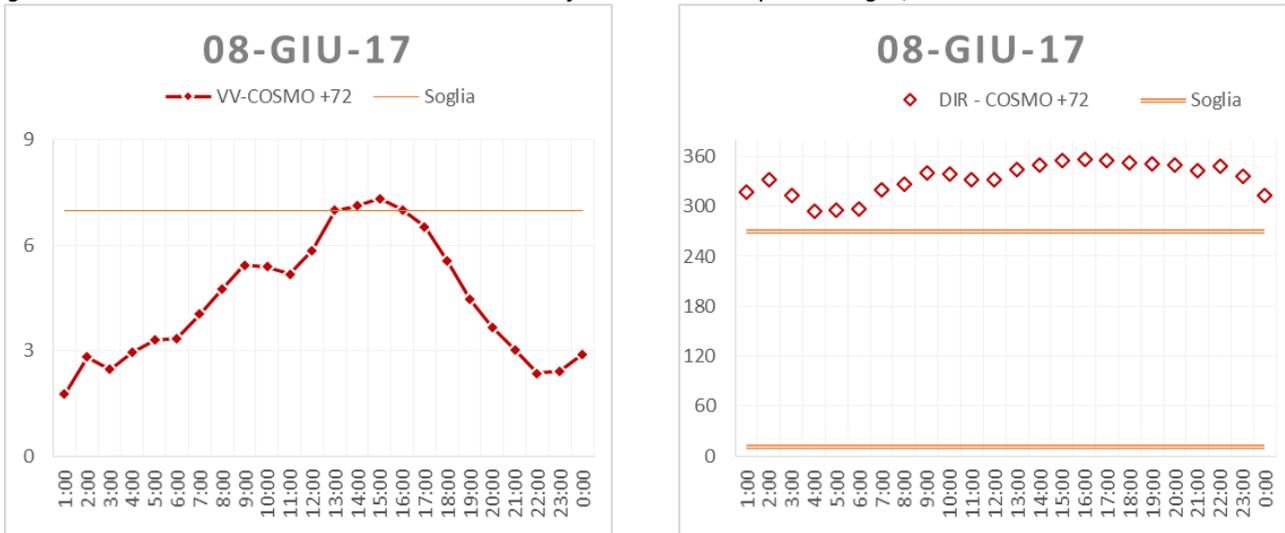


Figura 6: Velocità e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore

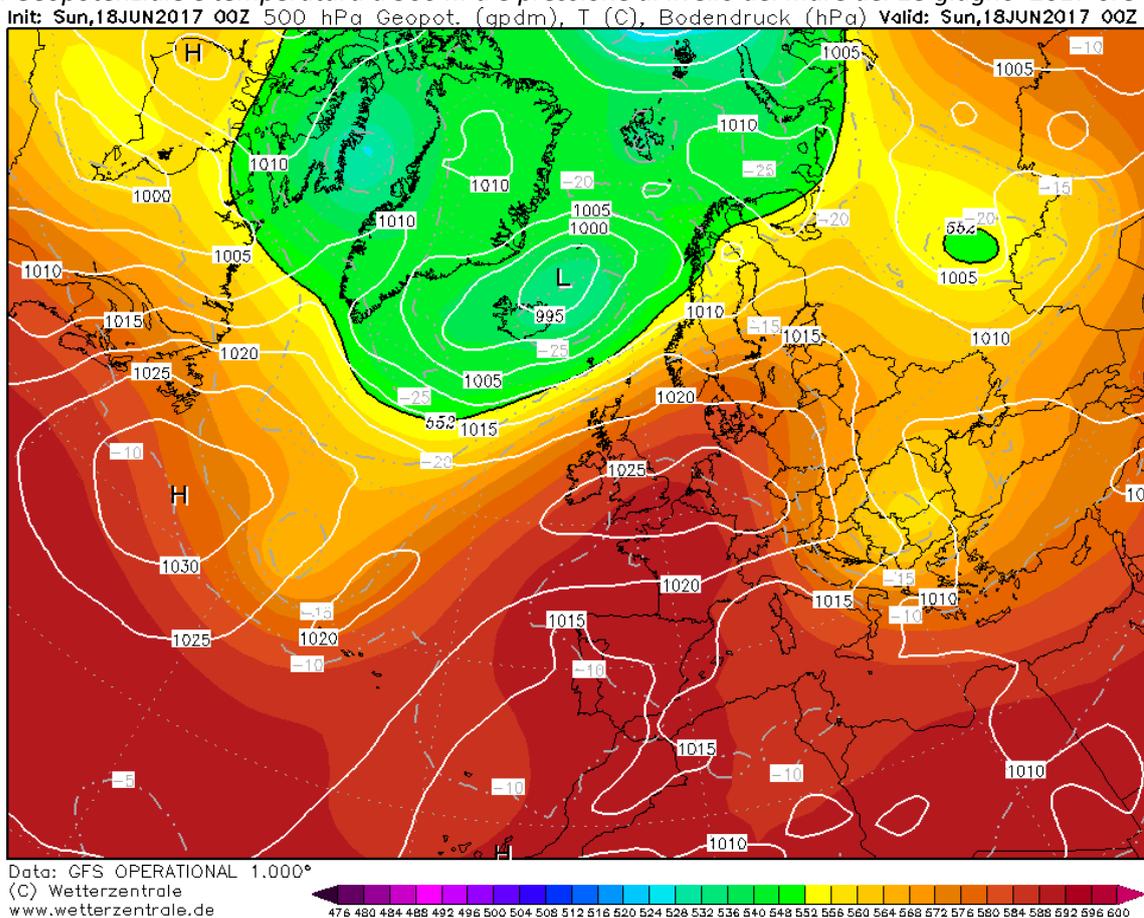


5. Analisi evento 18 giugno 2017

5.1. Analisi sinottica

La compresenza di un profondo promontorio di origine africana e un vortice di bassa pressione sull'europa orientale ha la circolazione dei venti dai Balcani verso la nostra regione. Si riporta, a titolo esemplificativo, in Figura 7, la mappa di geopotenziale e temperatura a 500 hPa e della pressione al livello del mare (www.wetterzentrale.de) relativa al 18 giugno 2017 alle ore 00UTC.

Figura 7: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 18 giugno 2017 ore 00UTC



5.2. Analisi di dettaglio

Il giorno osservato di *wind day* del 18 giugno è stato correttamente previsto da entrambi i modelli con le previsioni a +72 ore e confermato sempre da entrambi i modelli con le previsioni a +48. Si riportano in figura 8 velocità e direzione del vento osservate e in figura 9, a titolo esemplificativo, le previsioni di direzione e velocità del vento del modello COSMO a +72 ore.

Si è realizzata una configurazione barica molto chiara ed evidentemente più semplice da prevedere per i modelli, avendo osservato una persistenza di venti ben oltre i 7 m/s per tutta la giornata.

Figura 8: Velocità e direzione del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie.

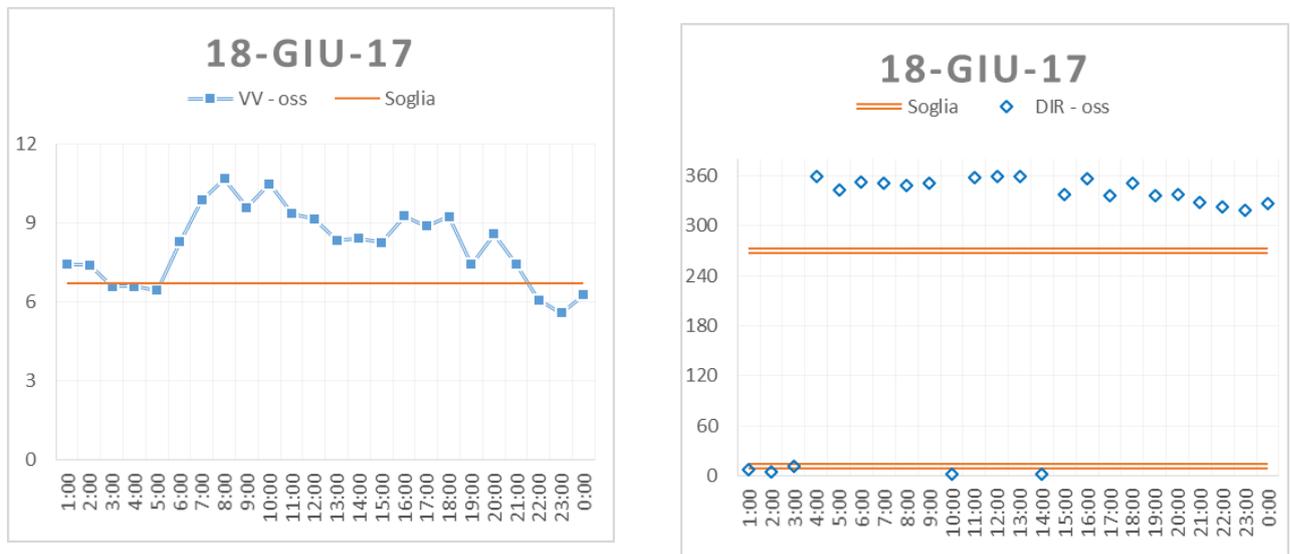
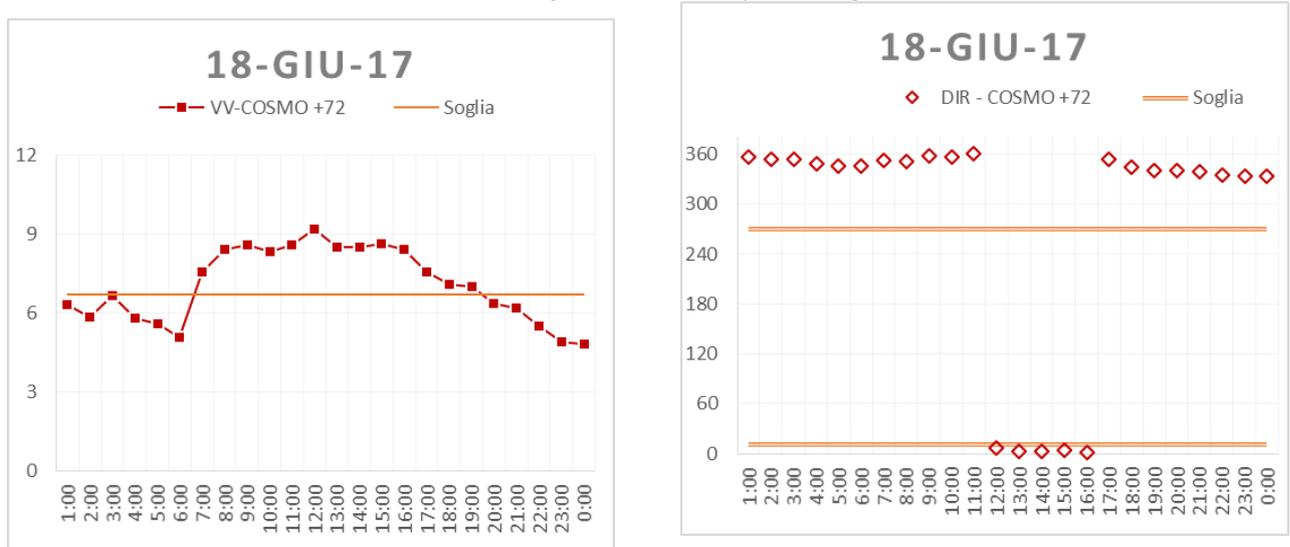


Figura 9: Velocità e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore



6. Analisi falso negativo del 21 maggio 2017

Il giorno 21 maggio si è osservato un *wind day* non correttamente previsto dai i modelli. In particolare tale giorno è stato inizialmente soggetto ad allerta, revocata il giorno seguente secondo le previsioni in genere più affidabili a +48 ore. Per tale revoca inoltre si è verificata una discordanza tra i due modelli utilizzati. In tal caso, come da prassi, si è utilizzato in ultima istanza il modello COSMO, che a livello di performance è il più affidabile. Come già riportato in precedenti report, l'istituto della revoca è in genere affidabile con una capacità predittiva registrata nel 2016 del 78% (per dettagli si veda il "Report Novembre-Dicembre 2016 con riepilogo anno 2016", http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wd_meteo).

Nelle figura seguenti si riportano i dati osservati e i dati di previsione a +48 che hanno indotto la revoca.

Figura 10: Velocità e direzione del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie.

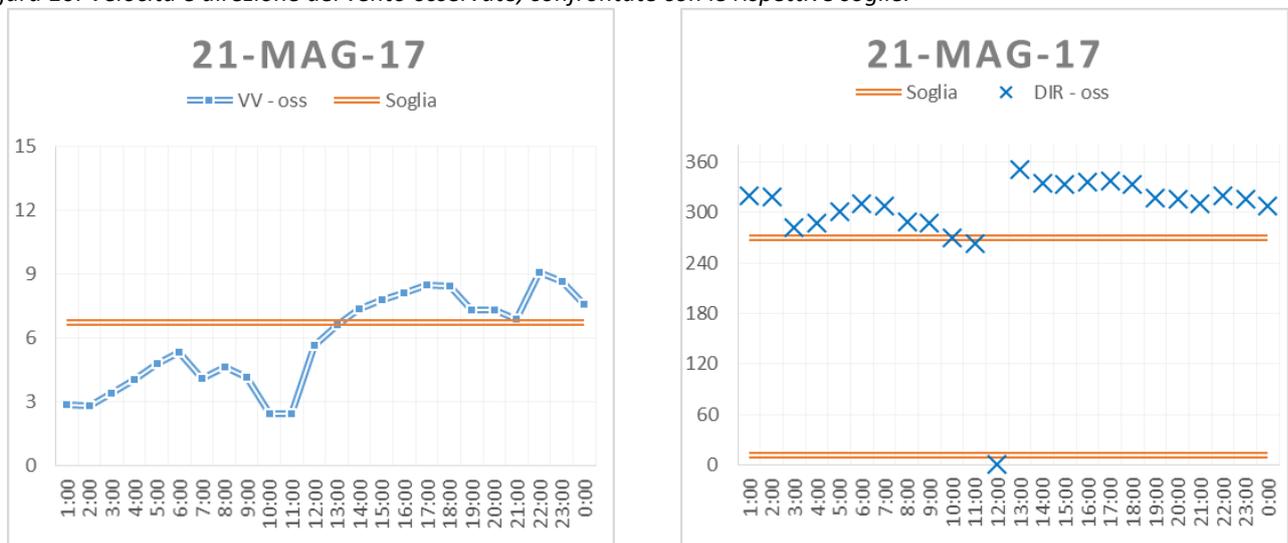


Figura 11: Velocità e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +72 ore

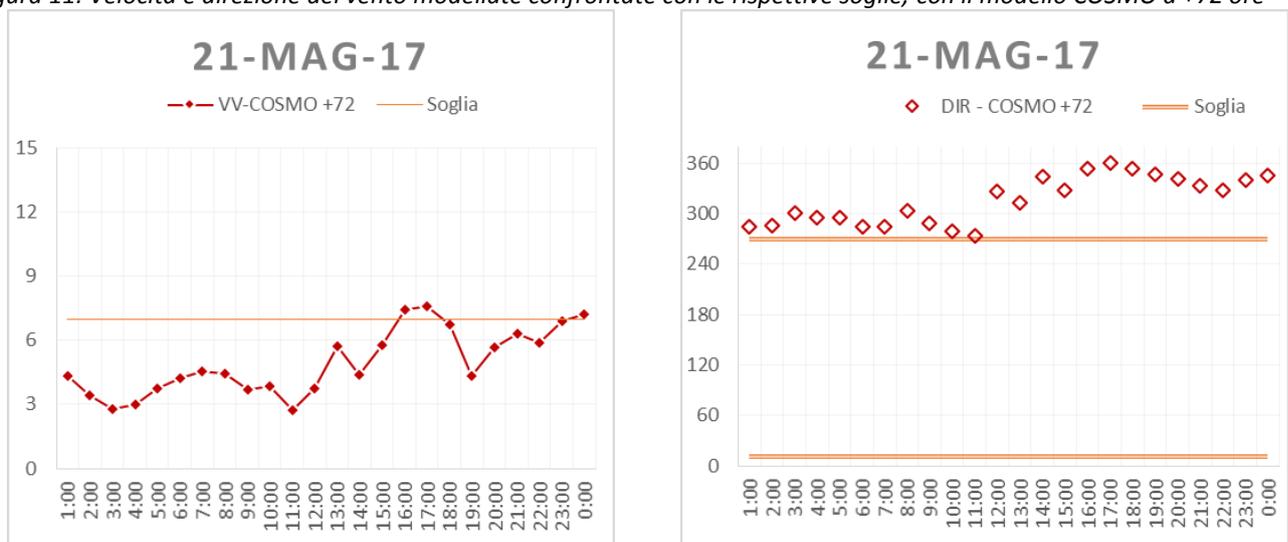


Figura 12: Velocità e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello WRF a +72 ore

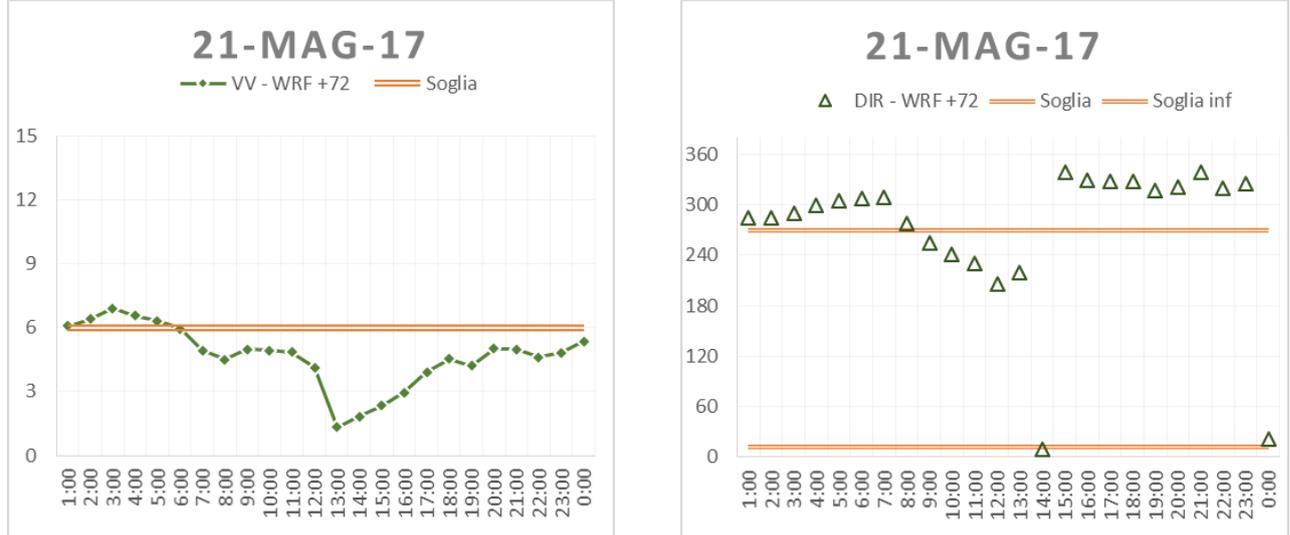
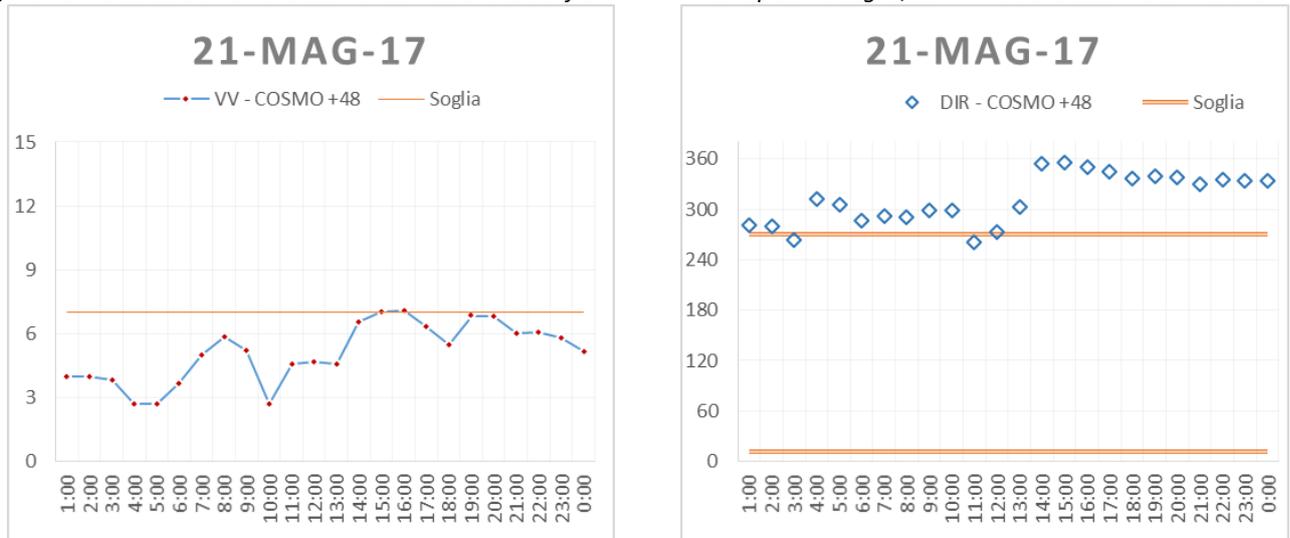


Figura 13: Velocità e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO a +48 ore



7. Conclusioni

Nel terzo bimestre 2017 sono stati osservati n. 6 giorni con caratteristiche di *wind day*. Di questi, n. 4 sono stati individuati correttamente dal sistema modellistico previsionale.

I due giorni non individuati (21 maggio e 25 maggio) sono conteggiati come “falsi negativi” (si veda l’appendice al presente report per le definizioni e i criteri di verifica e analisi dei risultati).

Si sono verificate inoltre due giornate interessate da iniziale allerta e successiva revoca (sulla base delle previsioni a +48 ore): una revoca è risultata corretta e una ha interessato il “falso negativo” del 21 maggio. Come già riportato in precedenti report, l’istituto della revoca è in genere affidabile con una capacità predittiva registrata nel 2016 del 78% (per dettagli si veda il “*Report Novembre-Dicembre 2016 con riepilogo anno 2016*”, http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wd_meteo).

Per quanto riguarda i due “falsi negativi”, il primo (21 maggio) è stato caratterizzato da una discrepanza tra i modelli e da una previsione di tipo borderline sotto-soglia, sebbene invece i dati realmente registrati hanno mostrato un evento chiaro di *wind day*. In questi casi la non corretta previsione è da ascrivere soprattutto a una non precisa caratterizzazione del fenomeno da parte dei modelli globali (ECMWF e GFS) che forniscono l’input ai modelli ad area limitata (COSMO e WRF). Mentre in genere il modello europeo ECMWF è più affidabile e per questo viene privilegiato in caso di discrepanza tra modelli, in questo particolare caso, la catena “modello americano GFS-modello WRF” ha meglio individuato la configurazione barica che ha portato ai venti poi osservati dal quadrante nord-occidentale. Il secondo falso negativo (25 maggio) è stato invece un evento osservato di tipo borderline con sole 3 ore di vento sopra la soglia dei 7 m/s. In questo caso, come per tutti gli eventi borderline, si rientra nella normale variabilità legata alla incertezza intrinseca delle previsioni meteorologiche, che non ci permette di andare oltre un certo grado di precisione.

Infine, nel bimestre in questione non si sono verificati “falsi positivi” (si veda l’appendice al presente report per le definizioni e i criteri di verifica e analisi dei risultati).

Nella seguente Tabella 2 si riportano la tabella di contingenza aggiornata (dati a partire dal 03/01/2015, avvio della internalizzazione delle previsioni) e la stima degli indicatori statistici descritti in appendice. Tutti gli indicatori denotano una soddisfacente performance del sistema.

Tabella 2: Tabella di contingenza

		Osservati		TOTALE
		Wind Days	Non WD	
Previsti	Wind Days	56 (Veri Positivi)	11 (Falsi Positivi)	67
	Non WD	22 (Falsi Negativi)	820 (Veri Negativi)	842
TOTALE		78	831	909
		Sensibilità		0.72
		Specificità		0.97
		Valore predittivo positivo		0.84
		BIAS		0.86
		Threat Score		0.63

APPENDICE: Modalità e tecniche di valutazione delle previsioni dei *wind day*.

La previsione dei *wind day* è di tipo “*dichotomous forecast*”. L’analisi di questa tipologia di variabile, variabili dicotomiche, viene, comunemente, effettuata mediante l’utilizzo delle tabelle di contingenza, la cui descrizione è riportata in tabella A-1, compilabili mediante la stima di quattro variabili (Hits, False alarm, Misses, Correct nulls) descritte in figura A-1.

Figura A-1: Diagramma che mostra HITS (H), FALSE ALARM (F) e MISSES (M) per variabili dicotomiche

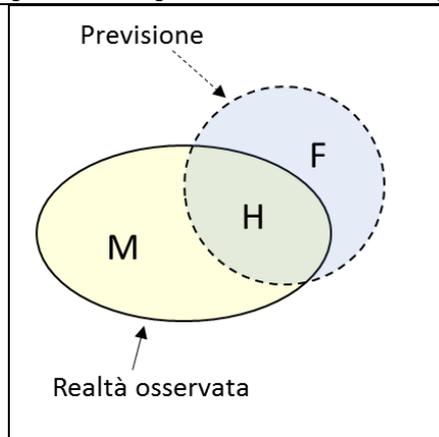
	VERI POSITIVI Hits	Numero di volte in cui l’evento è stato previsto e osservato (Hit o previsione corretta) → intersezione tra l’insieme dei previsti e degli osservati
	FALSI POSITIVI False alarm	Numero di volte in cui l’evento è stato previsto e non osservato (False alarm o falso allarme)
	FALSI NEGATIVI Misses	Numero di volte in cui l’evento è stato osservato e non previsto (Miss o previsione mancata)
	VERI NEGATIVI Correct nulls	Numero di volte in cui l’evento non è stato né previsto né osservato (Correct rejection o previsione corretta di un non evento) → L’area del quadrato esterna agli insiemi.

Tabella A-1: Definizione della Tabella di contingenza 2x2

		Wind day Osservati	
		SI	NO
Wind day PREVISTI	SI	VERI POSITIVI (VP)	FALSI POSITIVI (FP)
	NO	FALSI NEGATIVI (FN)	VERI NEGATIVI (VN)

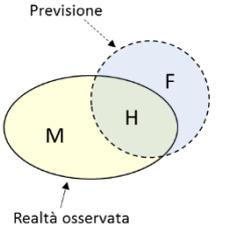
Dalle tabelle di contingenza è possibile estrarre le seguenti informazioni:

- Eventi TOTALI: $VP+FP+FN+VN$
- Eventi WIND DAY OCCORSI: $VP+FN$
- Eventi NON WIND DAY OCCORSI: $FP+VN$
- Eventi WIND DAY PREDETTI: $VP+FP$
- Eventi NON WIND DAY PREDETTI: $FN+VN$

Altri indicatori statistici di interesse e utili nella stima delle performance di sistemi previsionali di variabili dicotomiche sono di seguito elencate e descritte:

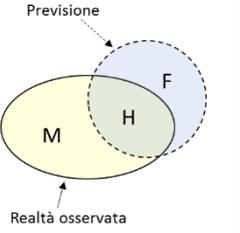
• **Sensibilità (PROBABILITY OF DETECTION – POD)**

Rappresenta la percentuale dei Wind Day osservati, previsti correttamente dal criterio. Tale coefficiente esprime la capacità del criterio di identificare i reali Wind Day. Può assumere valori compresi tra 0 e 1, con valori ottimali che tendono all’unità.

$POD = VP / (VP + FN)$		<p>Sottoinsieme H diviso l’insieme delle osservazioni (H+M)</p>
------------------------	--	---

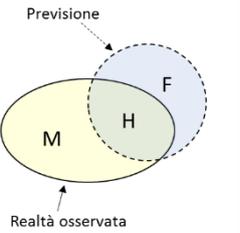
• **Valore predittivo positivo (SUCCESS RATIO)**

Rappresenta la percentuale dei Wind Day previsti ed effettivamente osservati. Può assumere valori compresi tra 0 e 1, con valori ottimali che tendono all’unità.

$SR = VP / (VP + FP)$		<p>Sottoinsieme H diviso l’insieme delle previsioni (H+F)</p>
-----------------------	--	---

• **Specificità**

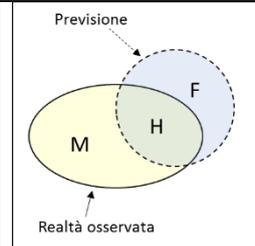
Rappresenta la percentuale dei NON Wind Day, previsti dal criterio e confermati dalle osservazioni. Tale indice rappresenta la capacità del modello di identificare i NON Wind Day. Poiché in un anno si verificano molti più giorni di “NON Wind Day” rispetto a quelli di “Wind Day”, questo indicatore presenta valori molto prossimi all’unità non apportando, dunque, informazione utile e significativa ai fini dell’interpretazione dei risultati. Può assumere valori compresi tra 0 e 1, con valori ottimali che tendono all’unità.

<p>Specificità: $VN / (VN + FP)$</p>		<p>Area esterna agli insiemi diviso la stessa più F</p>
--	--	---

• **BIAS**

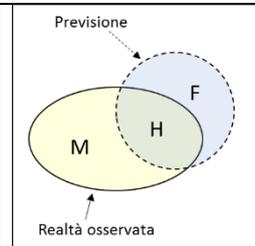
Rapporto tra la frequenza delle previsioni e la frequenza degli eventi osservati. Il valore ottimale è 1: valori inferiori a 1 indicano una tendenza delle previsioni a sottostimare gli eventi, al contrario, valori maggiori di 1 una tendenza a sovrastimarli.

Si fa presente che questo indicatore non valuta la corrispondenza tra i *wind day* previsti e quelli osservati, ma solo la frequenza relativa, ovvero valuta se il numero di chiamate è comparabile con il numero di volte in cui l'evento è stato osservato.

$BIAS = (VP+FP)/(VP+FN)$		<p>Somma dei sottoinsiemi H+F diviso somma dei sottoinsiemi H+ M</p>
--------------------------	--	--

• **Threat Score o Critical Success Index**

Esprime quanto i *wind day* previsti corrispondano ai *wind day* osservati; il suo valore ottimale è 1. Questo indicatore, al contrario della specificità, non tiene conto dei veri negativi, superandone, in questo contesto, la scarsa utilità.

$TS=VP/(VP+FP+FN)$		<p>Sottoinsieme H diviso somma dei sottoinsiemi H+F+M</p>
--------------------	--	---