



ARPA PUGLIA  
Agenzia regionale per la prevenzione  
e la protezione dell'ambiente

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150  
[www.arpa.puglia.it](http://www.arpa.puglia.it)  
C.F. e P.IVA. 05830420724

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

## **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. 6/2016**

**VI Bimestre e riepilogo performance del sistema previsionale meteorologico anno 2016**

Autori:  
Dott.ssa M. Menegotto

Servizio Agenti Fisici della Direzione Scientifica

Rev. 0

13/03/0217

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

## Sommario

1. Premessa.....	2
2. Sintesi sesto bimestre 2016.....	3
3. Analisi evento 12 novembre 2016.....	5
4. Analisi eventi 29-30 novembre 2016.....	8
5. Analisi evento 13 dicembre 2016.....	13
6. Analisi eventi tra il 28 e il 31 dicembre 2016.....	16
7. Analisi falso negativo 23 dicembre 2016.....	21
8. Conclusioni.....	22
9. Conclusioni generali per l'anno 2016.....	22

### 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 dei *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/m<sup>3</sup>). 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 1/12/2012 e in ottemperanza al Piano, ARPA Puglia comunica la previsione di un *wind day* con 48 ore di preavviso alle aziende sottoposte ad AIA ricadenti nell'area di

---

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

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). Per maggiori informazioni sul nuovo criterio utilizzato e sulla definizione dei parametri di controllo (tabelle di contingenza) si può visitare il link [http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wind\\_days](http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wind_days) e scaricare il documento "Nuovo criterio di identificazione dei *wind day* - rev 0 del 02/01/2015".

## 2. Sintesi sesto bimestre 2016

Nel sesto bimestre 2016 sono stati osservati n. 8 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 day* - rev 0 del 02/01/2015".<sup>1</sup>

Cinque *wind day* sono stati correttamente previsti per cui l'ARPA ha attivato il sistema di comunicazione/allertamento delle Aziende come previsto nel Piano di risanamento. I restanti tre giorni (di cui uno soggetto a iniziale chiamata e successiva revoca) risultano falsi negativi (per le definizioni si veda l'Appendice al presente documento). Come verrà dettagliato nei paragrafi seguenti, tutti e tre sono caratterizzati da eventi borderline della durata di sole tre ore e con valori coincidenti o prossimi alla soglia di 7 m/s.

Sono state inoltre chiamate e revocate (sulla base delle previsioni in genere più affidabili a 48 ore) n. 2 allerte; le revocazioni sono risultate corrette in quanto non si sono registrati *wind days* in tali giornate (9/11 e 1/12/2016).

Infine è stato previsto e comunicato un ulteriore giorno (12 novembre) non verificato a posteriori dai dati osservati (conteggiato come "falso positivo").

In tabella 1 è riportata la lista dei *wind day* oggetto di comunicazione alle aziende con indicazione del riscontro, di cui si dettaglia nei paragrafi seguenti.

---

<sup>1</sup> A causa della sostituzione del palo meteo della stazione di San Vito, essendosi introdotto un fattore di incertezza maggiore per la direzione del vento, legato al fatto che il riposizionamento della strumentazione è operatore dipendente, nei casi borderline per questo parametro si è fatto riferimento ad altre stazioni situate nelle vicinanze della stessa e con caratteristiche confrontabili.

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

**Tabella 1: Lista dei *wind day* comunicati: aggiornamento al VI bimestre 2016**

Numero progressivo 2016	Data	Esito verifica
1	07/01	OK
2	17/01	OK
3	18/01	OK
4	04/02	OK
5	05/02	OK
6	10/02	NON OK (borderline)
7	23/03	NON OK (borderline)
8	24/03	NON OK (borderline)
9	25/03	OK
10	20/04	OK
11	25/04	OK
12	04/05	OK
13	05/05	NON OK (borderline)
14	28/06	OK
15	16/07	OK
16	17/07	OK
17	18/07	OK
18	19/07	NON OK (borderline)
19	12/08	OK
20	22/08	OK
21	23/08	OK
22	06/09	OK
23	20/09	NON OK (borderline)
24	5/10	OK
25	12/11	NON OK (borderline)
26	29/11	OK
27	30/11	OK
28	13/12	OK (nota 1 a pag. 3)
29	28/12	OK
30	29/12	OK

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

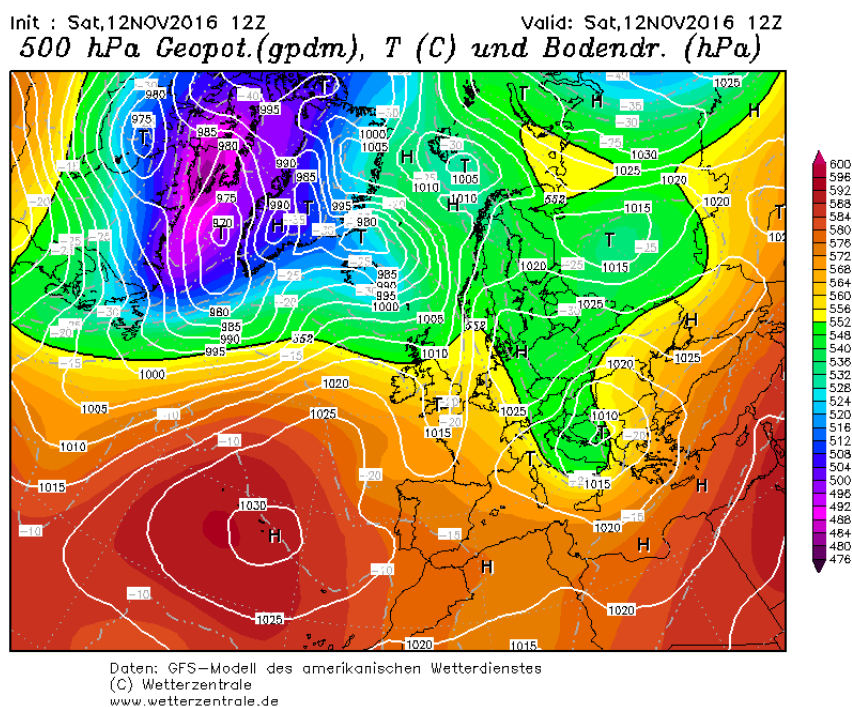
Corso Trieste 27, 70126 Bari  
Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

### 3. Analisi evento 12 novembre 2016

#### 3.1. Analisi sinottica

Il periodo in oggetto è stato caratterizzato da un campo di bassa pressione che, spostandosi dall'Italia verso i balcani, ha indotto la circolazione ciclonica sul versante adriatico e quindi venti sostenuti da Nord-Ovest sulla Puglia. 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 12 novembre 2016 alle ore 12UTC.

Figura 1: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 12 novembre 2016 ore 12



Fonte: [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)

#### 3.2. Analisi di dettaglio

Il giorno 12 novembre 2016 è stato previsto un *wind day*, che dai dati osservati non ha soddisfatto i requisiti di riscontro, come si evince dalla Figura 2, in cui si riportano velocità e direzione del vento osservate. Si tratta di una giornata di tipo borderline, caratterizzata da venti dal quadrante di nord-ovest con due ore superiore alla soglia e la terza ora leggermente sotto soglia.

Il *wind day* è stato previsto a +72 ore dal solo modello WRF (figura 3 a,b), e poi confermato da entrambi i modelli con le previsioni in genere più affidabili a +48 ore (figura 3 - c,d,e,f).

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

Figura 2: Velocità (a) e direzione (b) del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie.

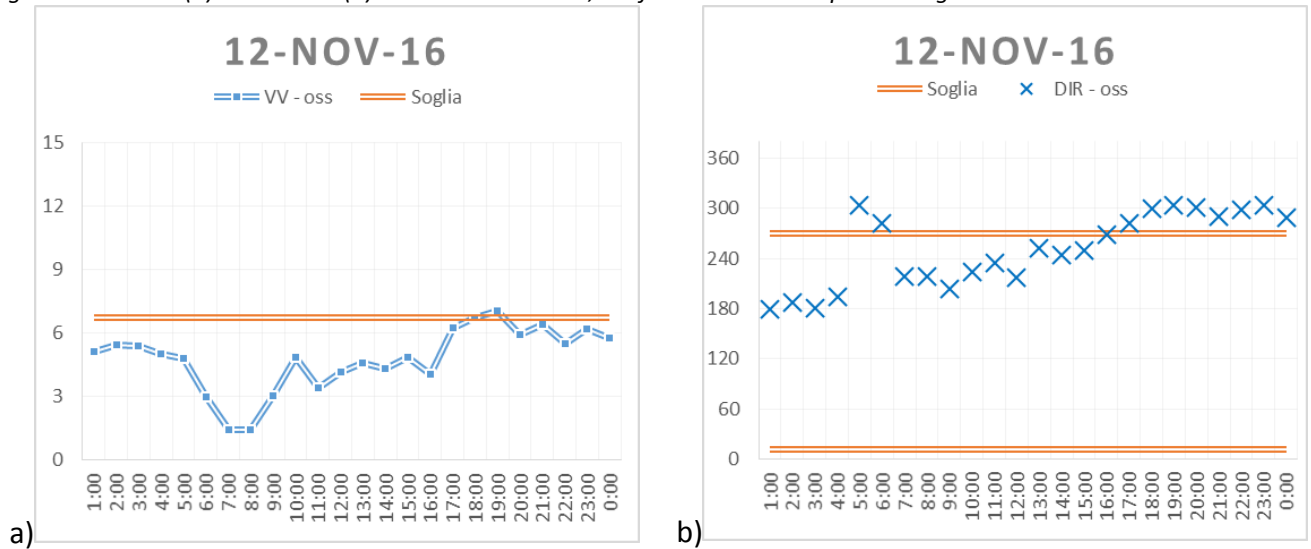
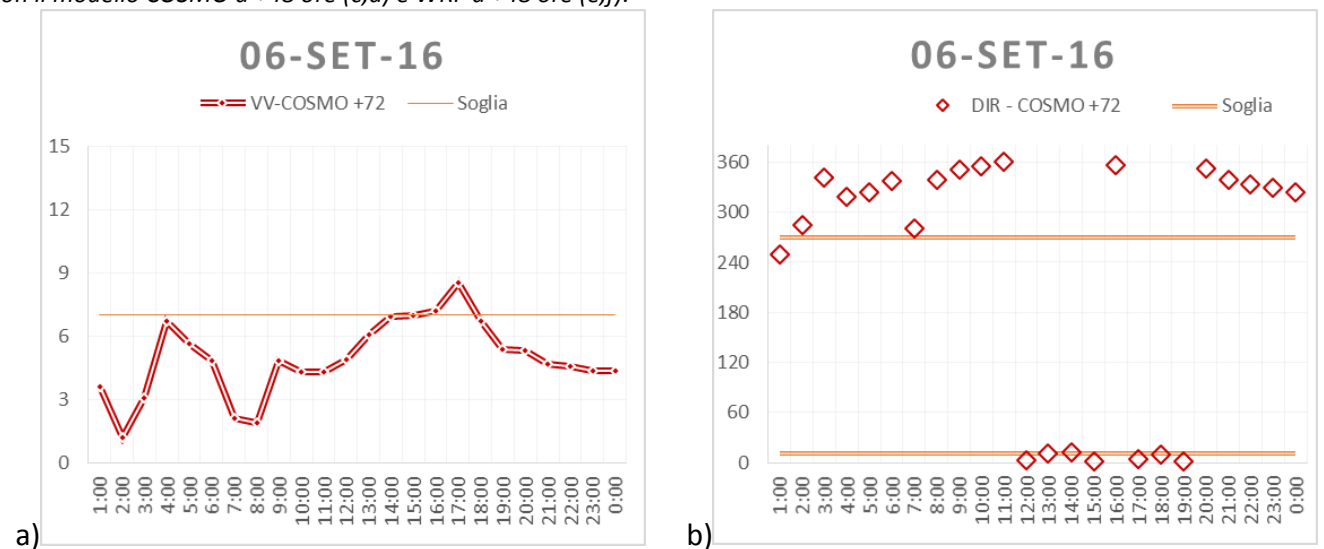
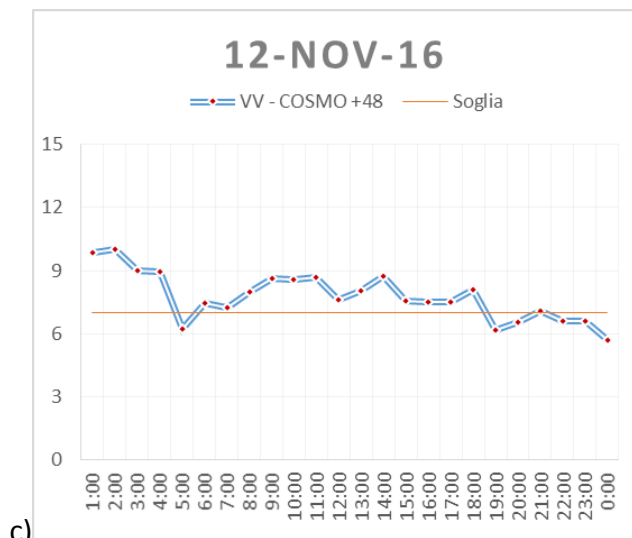


Figura 3: Velocità e direzione del vento modellate confrontate con le rispettive soglie, con il modello COSMO +72 ore (a,b), con il modello COSMO a +48 ore (c,d) e WRF a +48 ore (e,f).

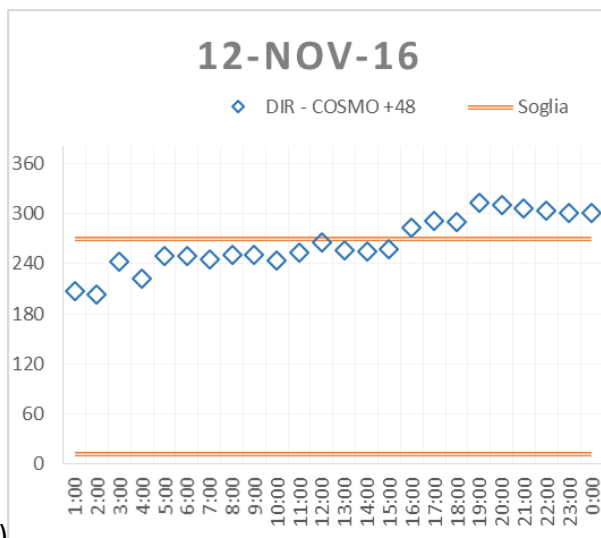


**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

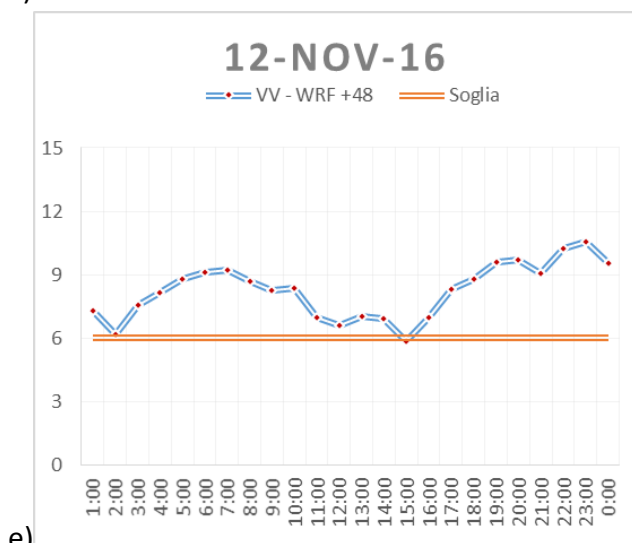
Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)



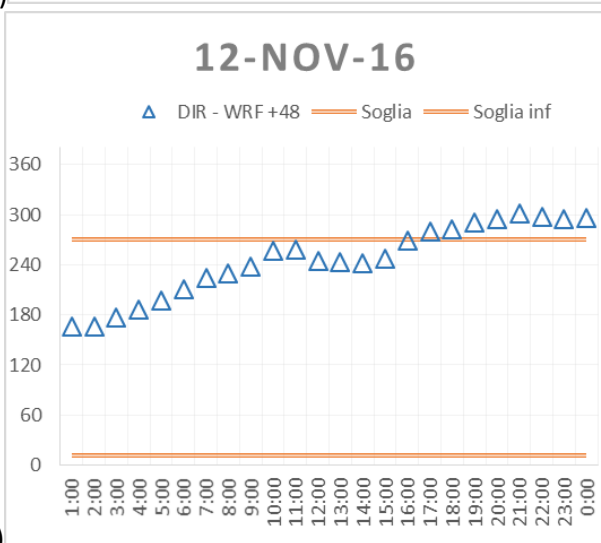
c)



d)



e)



f)

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

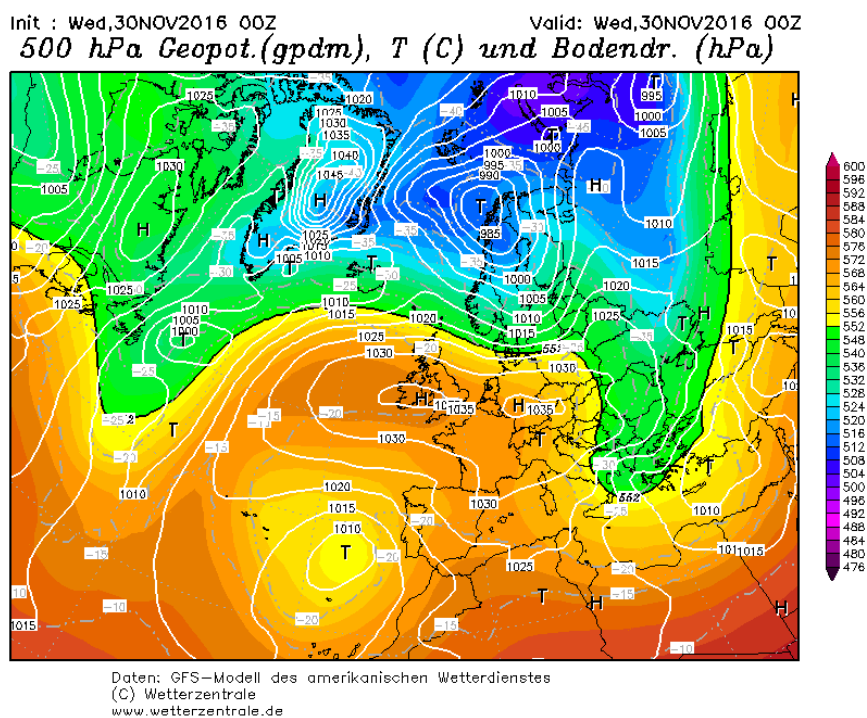
Corso Trieste 27, 70126 Bari  
Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

#### 4. Analisi eventi 29-30 novembre 2016

##### 4.1. Analisi sinottica

Il promontorio anticiclonico su Francia e Germania, unitamente alla bassa pressione sul mar Egeo ha favorito l'incursione di aria gelida di provenienza artica e con venti intensi dai quadranti settentrionali, come mostra la Figura 4, in cui a titolo esemplificativo si riporta la mappa di geopotenziale e temperatura a 500 hPa più la pressione al livello del mare per il 30/11/2016 alle 00 UTC.

Figura 4: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 30 novembre 2016 ore 00 UTC.



Fonte: [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)

##### 4.2. Analisi di dettaglio

Nei giorni 29 e 30 novembre 2016 sono stati correttamente previsti due *wind days*, come si evince dalla Figura 5, in cui si riportano velocità e direzione del vento osservate, caratterizzate da venti persistenti per 39 ore consecutive e velocità che ha superato i 13 m/s.

Le corrette chiamate sono state realizzate utilizzando entrambi i modelli, in quanto la particolare configurazioni barica ha comportato una notevole variabilità negli output degli stessi, soprattutto per la previsione della direzione del vento.

L'allerta del 29 è stata vista e confermata dal solo modello COSMO, mentre l'allerta a +72 ore del giorno 30 è stata individuata con il modello WRF e poi confermata a +48 ore da entrambi i modelli. Inoltre è

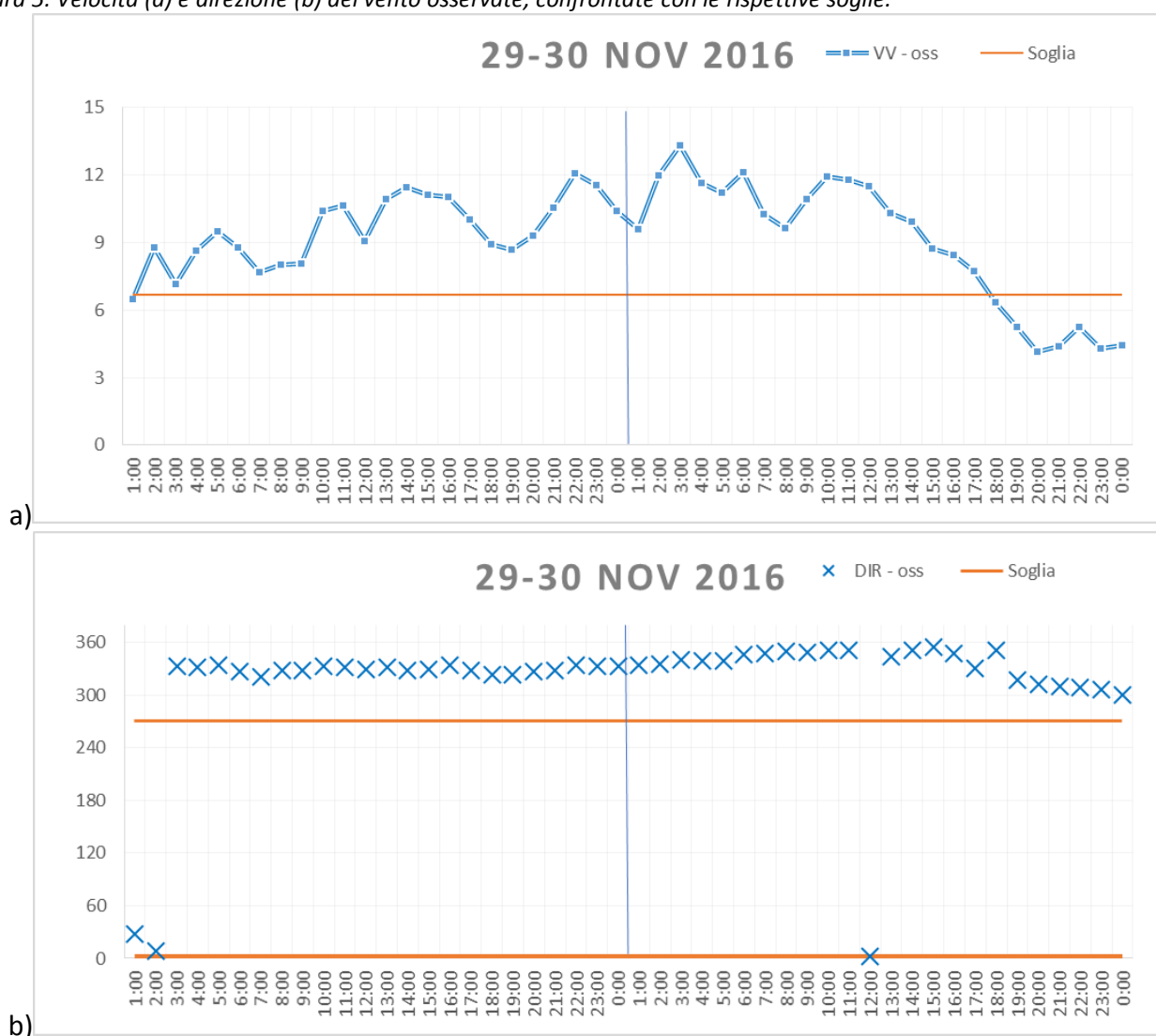


**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

stato chiamato un *wind day* per il giorno 01/12/2017, visto a +72 ore solo dal modello WRF e poi revocato sulla base delle previsioni a +48 ore di entrambi i modelli. Tale revoca è stata corretta. Nelle Figure 6 e 7 si riportano i dati di velocità modellati con entrambi i modelli a +72 ore e con il modello COSMO a +48 ore.

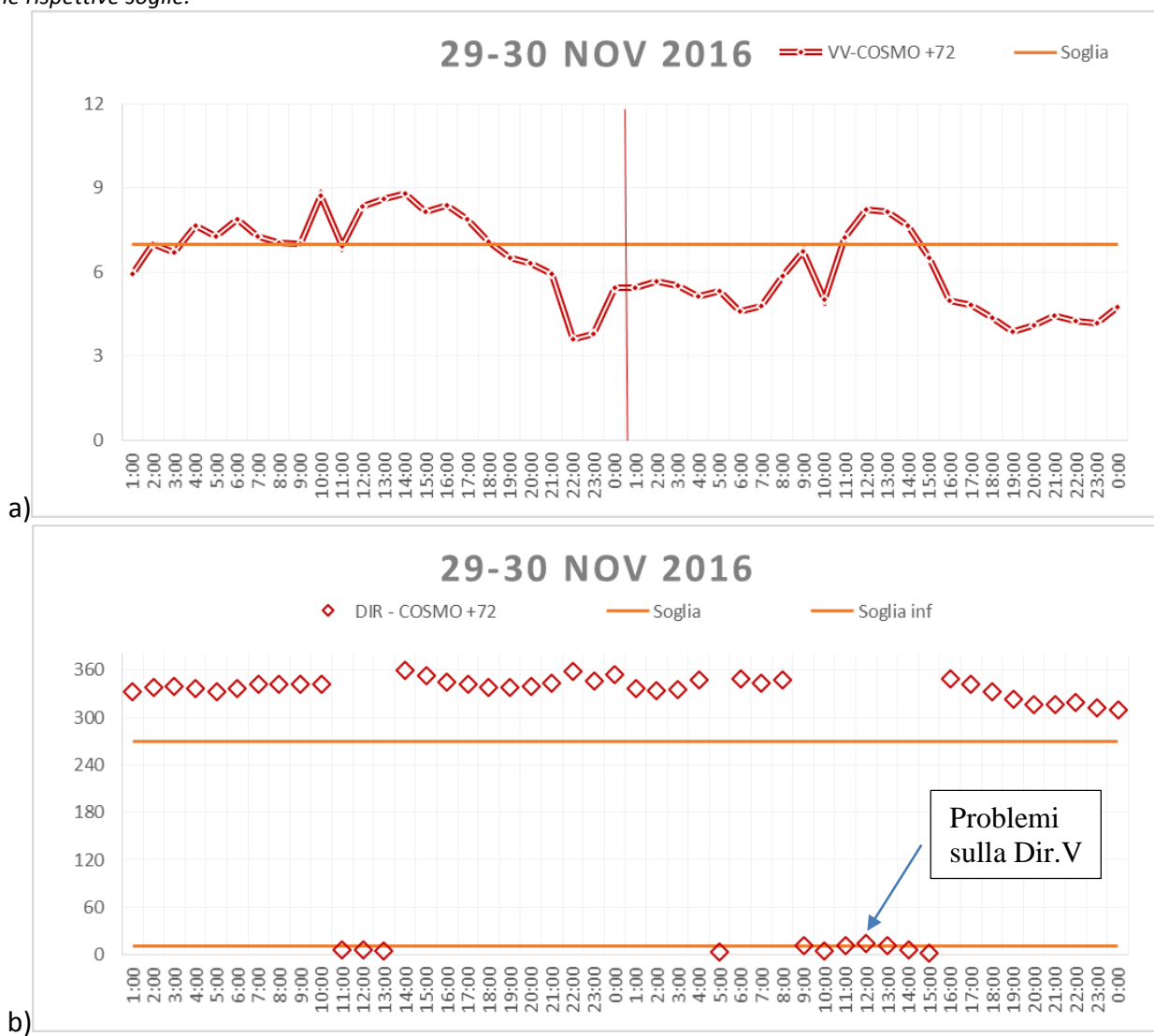
Figura 5: Velocità (a) e direzione (b) del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie.



**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

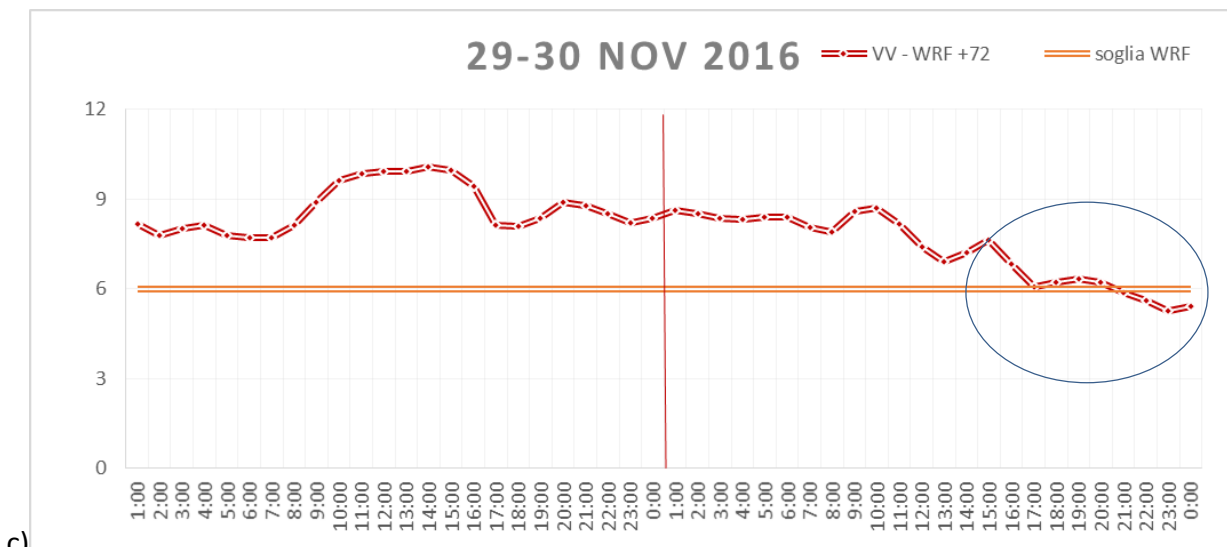
Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it)

Figura 6: Velocità e direzione del vento modellate con il modello COSMO +72 (a,b) e con il modello WRF (c,d), confrontate con le rispettive soglie.

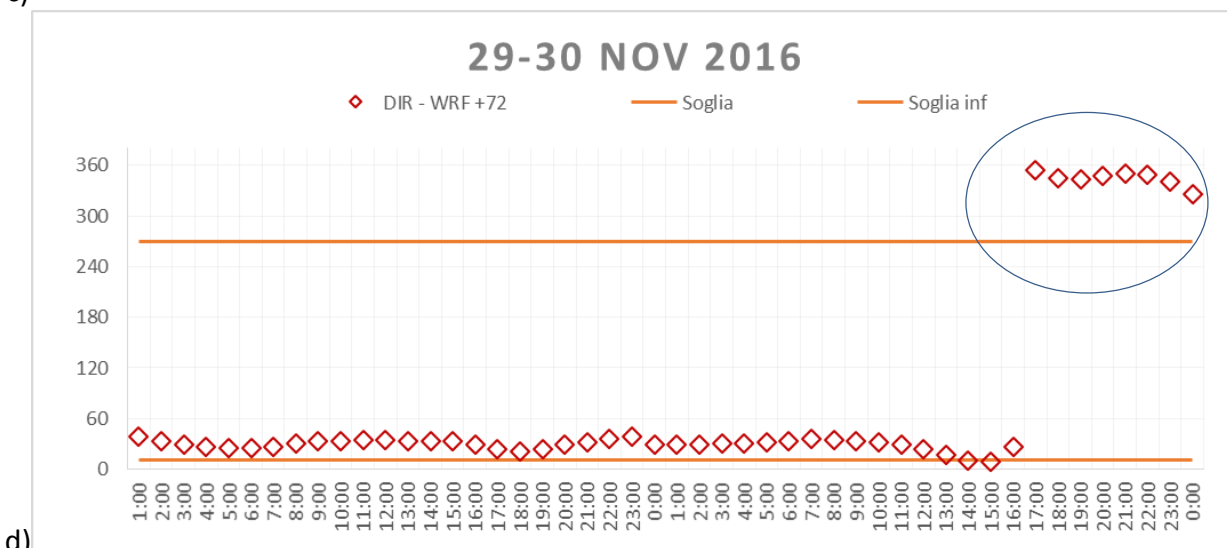


**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it)



c)

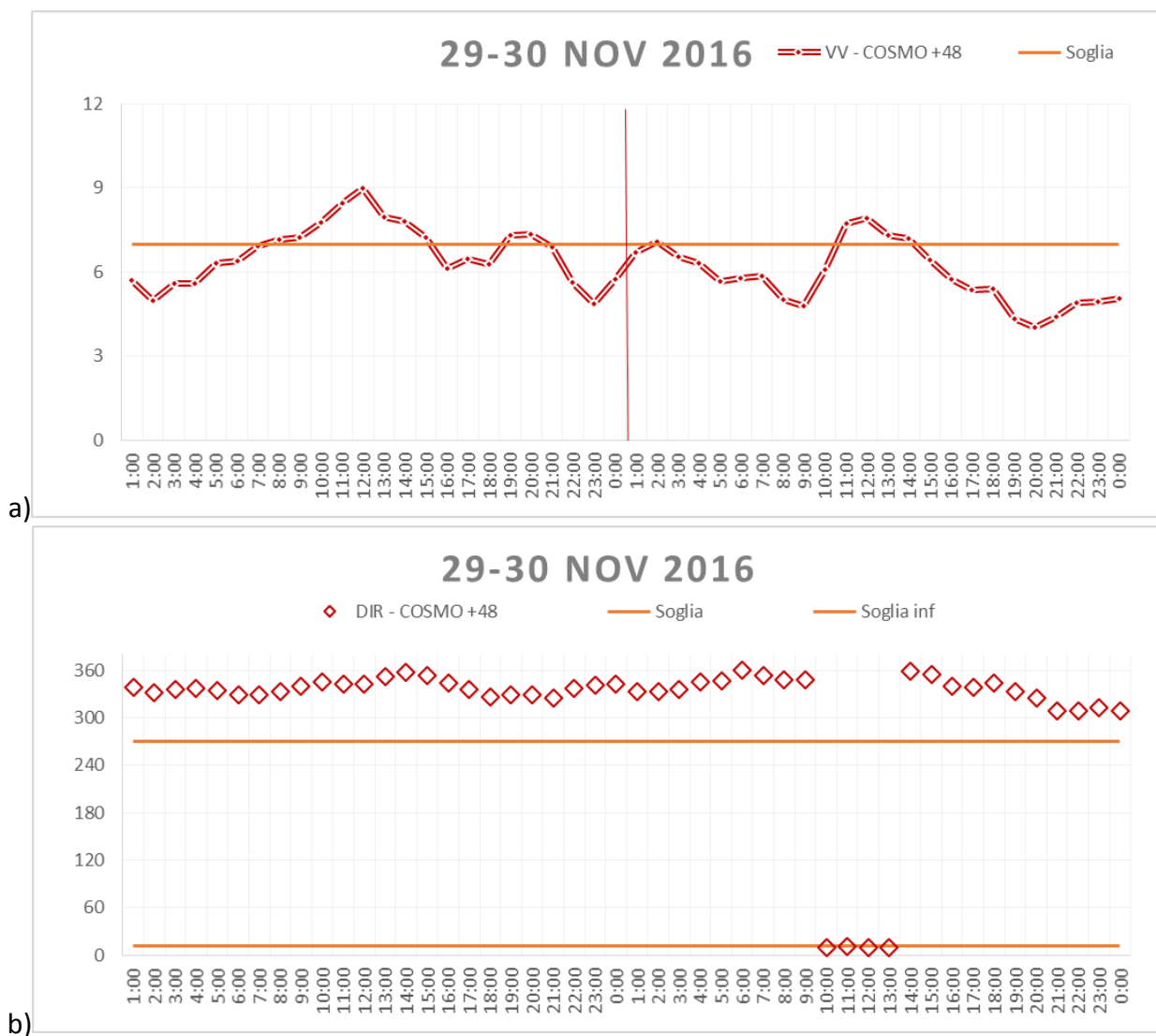


d)

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it)

Figura 7: Velocità (a) e direzione (b) del vento modellate con il modello COSMO +48 confrontate con le rispettive soglie.



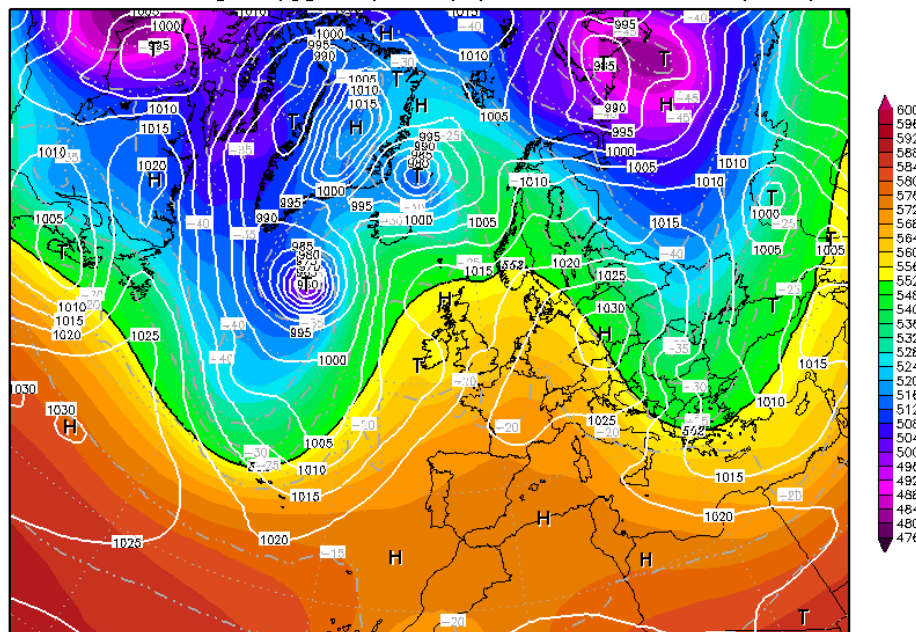
## 5. Analisi evento 13 dicembre 2016

### 5.1. Analisi sinottica

La presenza di un anticiclone di blocco su tutta l'Europa centrale ha indotto una circolazione dei venti occidentali sull'Adriatico e sullo Jonio. La configurazione barica, molto complessa, ha messo in difficoltà i modelli previsionali a scala globale, che nei giorni a cavallo del 13 hanno previsto sviluppi non sempre coerenti (modello europeo ECMWF e modello americano GFS).

Figura 8: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 13 dicembre 2016 ore 00 UTC.

Init : Tue,13DEC2016 00Z Valid: Tue,13DEC2016 00Z  
 500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes  
 (C) Wetterzentrale  
[www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)

Fonte: [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)

### 5.2. Analisi di dettaglio

Il giorno 13 dicembre 2016 è stato previsto correttamente un *wind day*.

Per il riscontro, avendo registrato durante l'evento dati di direzione del vento in prossimità della soglia ( $0^\circ \pm 2^\circ$ ) per quanto nella nota a margine in premessa circa la sostituzione del palo meteo della stazione di riferimento di San Vito, si sono utilizzati per la verifica della direzione del vento i dati registrati da ulteriori due stazioni:

1. Stazione meteo allocata presso la centralina di qualità dell'aria di ARPA sita in Tamburi, denominata "via Machiavelli" (con anemometro posto a 10 metri di altezza analogamente a quello di San Vito);
2. Stazione del "Sistema Informativo Meteo Oceanografico delle coste Pugliesi" dell'Autorità di Bacino, i cui dati sono scaricabili all'indirizzo <http://93.51.158.171/web/simop/misure>, denominata "Anemometro di Taranto". Tale stazione, sita nel Mar Grande, ha caratteristiche del tutto simili a quella di San Vito.

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it)

La velocità del vento, riportata in Figura 9a, risulta sopra la soglia dei 7 m/s per 6 ore. Durante tali ore i dati di direzione del vento di San Vito (figura 9b) oscillano di pochi gradi oltre la soglia, mentre nella stessa fascia oraria le altre due stazioni rilevano un vento con direzione concorde tra le due stazioni e pressoché costante a 350°.

In Figura 10 sono riportati i dati rilevati di direzione del vento delle tre stazioni nella fascia oraria dell'evento, da cui si evince che i dati borderline di San Vito (da 2° a 8°) risultano registrati dal quadrante di Nord Ovest nelle altre due centraline.

Pertanto tale giorno viene considerato come un vero positivo.

In Figura 11 vengono riportati i dati previsionali a +72 e +48 del modello COSMO e a +48 del modello WRF.

Figura 9: Velocità (a) e direzione (b) del vento osservate presso San Vito, confrontate con le rispettive soglie.

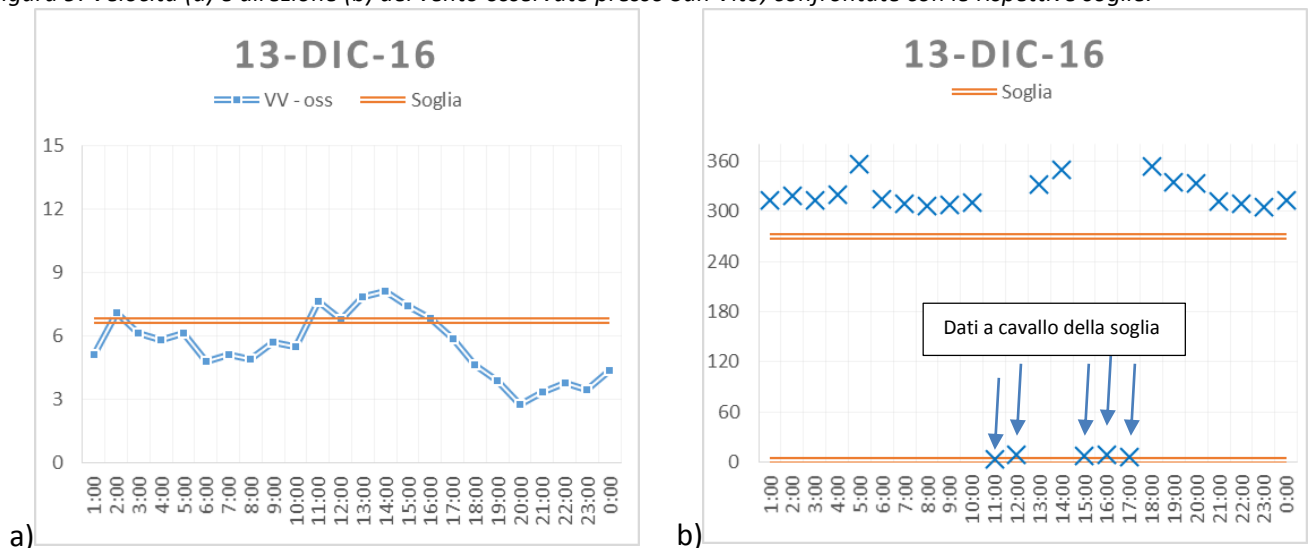
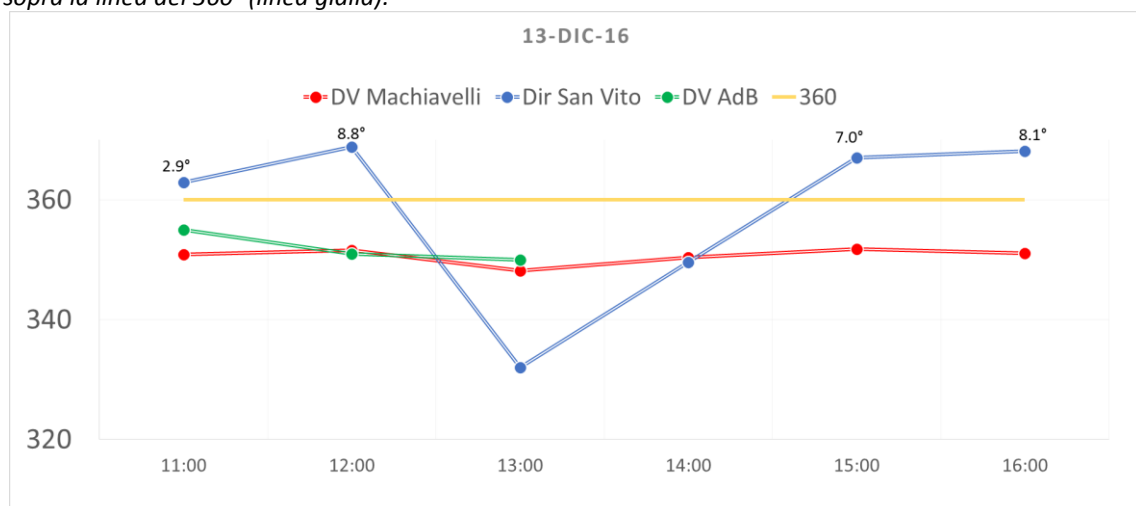


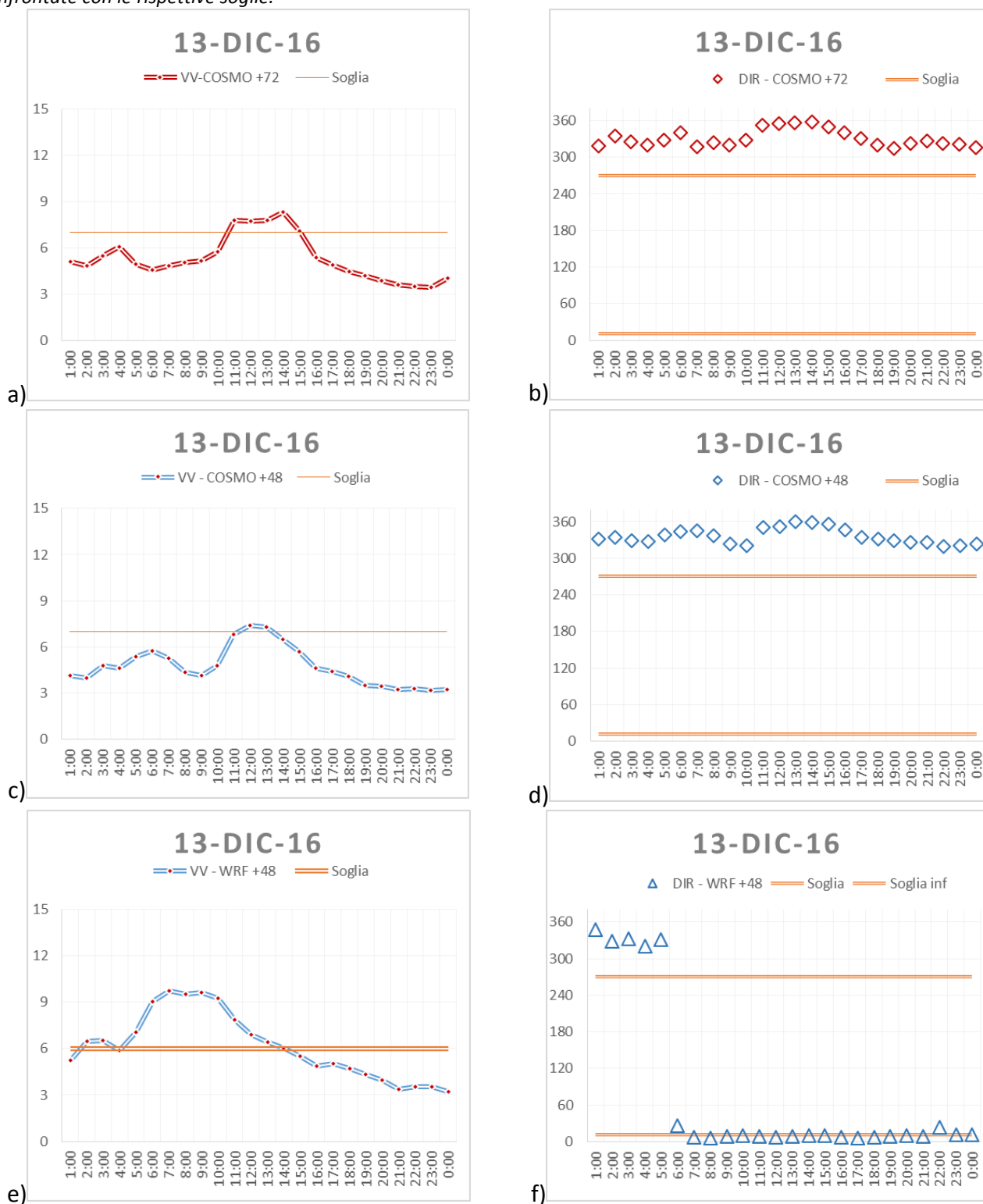
Figura 10: Direzione del vento registrata presso San Vito, Via Machiavelli e presso la stazione "Anemometro Taranto" dell'Autorità di Bacino, nella fascia oraria 11:00-16:00. Per comodità di lettura i dati di poco superiore agli 0° sono stati riportati sopra la linea dei 360° (linea gialla).



**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it)

Figura 11: Velocità e direzione del vento modellate con il modello COSMO +72 (a,b), COSMO +48 (c,d) e WRF +48 (e,f), confrontate con le rispettive soglie.



**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
PEC: [agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it)

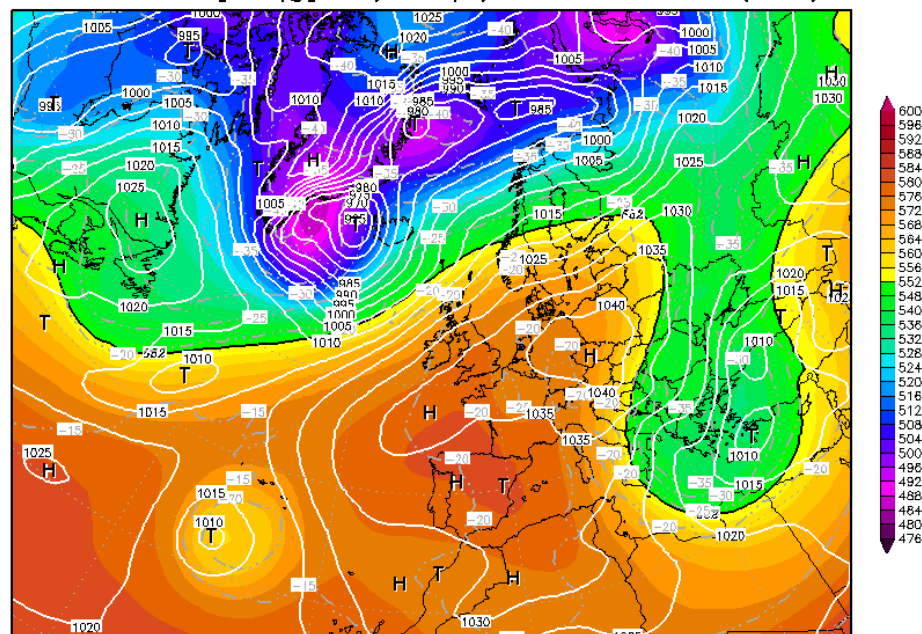
## 6. Analisi eventi tra il 28 e il 31 dicembre 2016

### 6.1. Analisi sinottica

Il promontorio anticiclonico sull'Europa centroorientale ha favorito l'incursione prolungata di aria gelida di provenienza artica e con venti intensi dai quadranti settentrionali, come mostra la Figura 12, in cui a titolo esemplificativo si riporta la mappa di geopotenziale e temperatura a 500 hPa più la pressione al livello del mare per il 29/12/2016 alle 12 UTC.

Figura 12: Geopotenziale e temperatura a 500 hPa e pressione al livello del mare del 29 dicembre 2016 ore 12 UTC.

Init : Thu,29DEC2016 12Z Valid: Thu,29DEC2016 12Z  
500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes  
(C) Wetterzentrale  
[www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)

Fonte: [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)

### 6.2. Analisi di dettaglio

Tra il 28 e il 31 dicembre 2016 si sono susseguiti 4 giorni con caratteristiche di *wind days*, di cui i primi due oggetto di allerta. Il 30 è stato oggetto di iniziale allerta e successiva revoca dovuta alle previsioni in genere più affidabili a +48 ore, mentre, per il 31, nessuno dei modelli ha individuato il possibile *wind days*. In entrambi gli ultimi due casi si tratta di eventi borderline con dati di velocità del vento a ridosso della soglia di 7 m/s. Si veda Figura 13 che riporta i dati osservati nel periodo 28-31 dicembre 2016. Per quanto riguarda le previsioni, in dettaglio (si vedano Figure 14,15 e 16):

- il *wind day* del 28 dicembre è stato previsto e confermato da entrambi i modelli;
- l'allerta del 29 dicembre è stata possibile grazie al modello WRF +72 ore e con il criterio soddisfatto nei suoi requisiti minimi, in quanto i modelli, soprattutto il COSMO, hanno erroneamente previsto un cambio di direzione del vento da NE. Successivamente, con le previsioni a +48 ore anche il modello COSMO si è allineato sulla corretta previsione, grazie ad



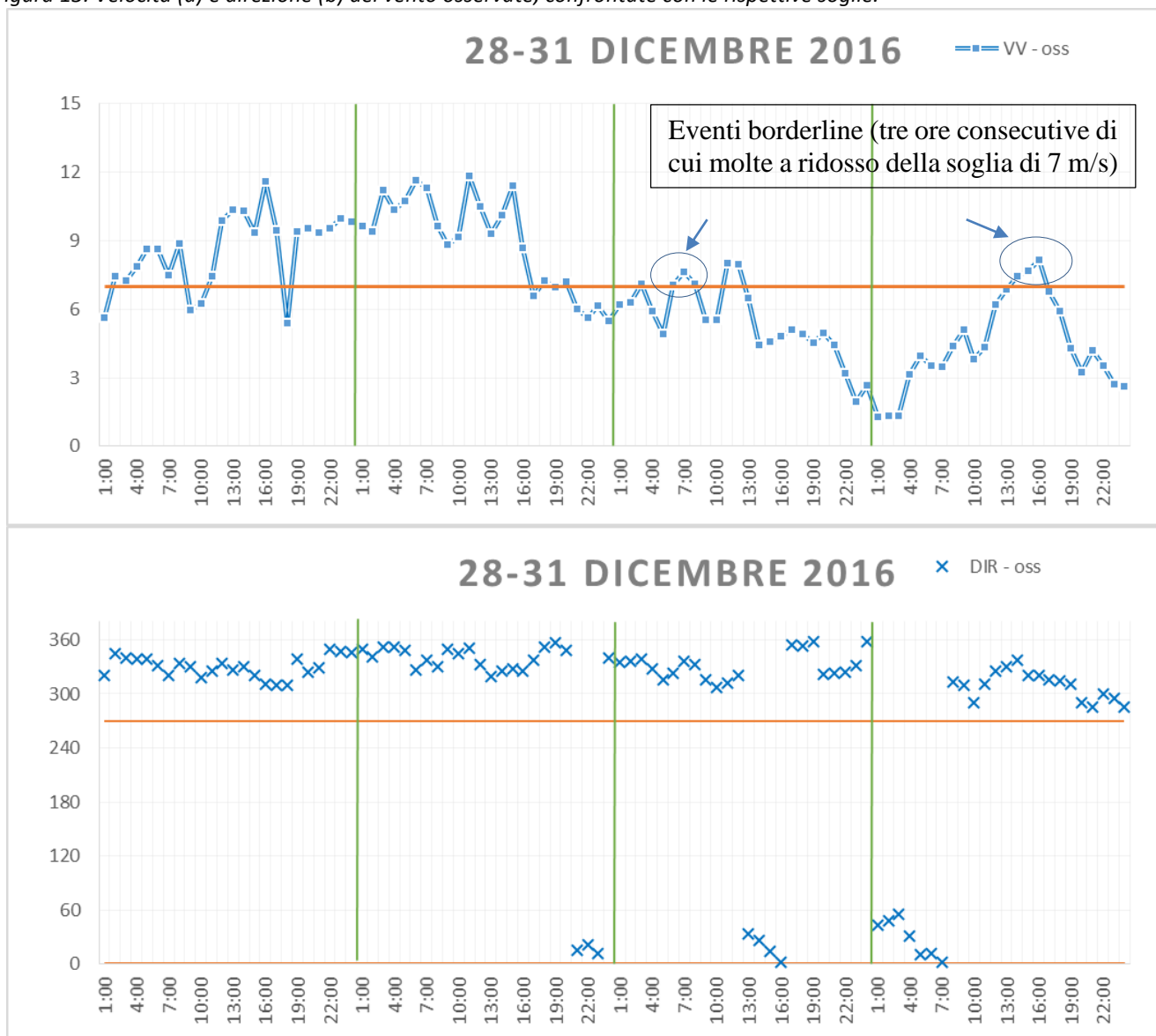
**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it)

una lieve oscillazione della direzione del vento borderline rispetto alla soglia inferiore di identificazione;

- la revoca del 30 è conseguenza del fatto che entrambi i modelli hanno previsto valori borderline, velocità di poco sotto soglia e rispettive direzione di poco al di fuori dell'intervallo di identificazione. D'altro canto, anche l'evento osservato è stato borderline, con una durata di sole tre ore, di cui due con velocità del vento coincidente con il valore di soglia di 7 m/s;
- l'evento del 31 non è stato previsto da nessun modello. Anche questo è stato osservato per sole tre ore.

Figura 13: Velocità (a) e direzione (b) del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie.

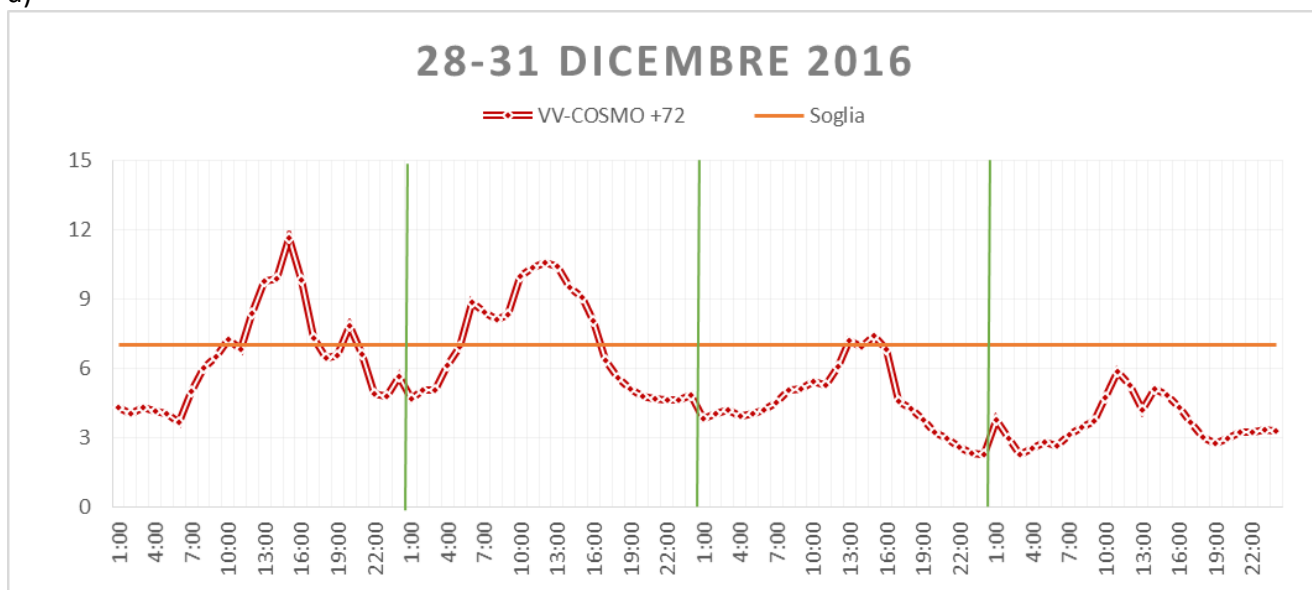


**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

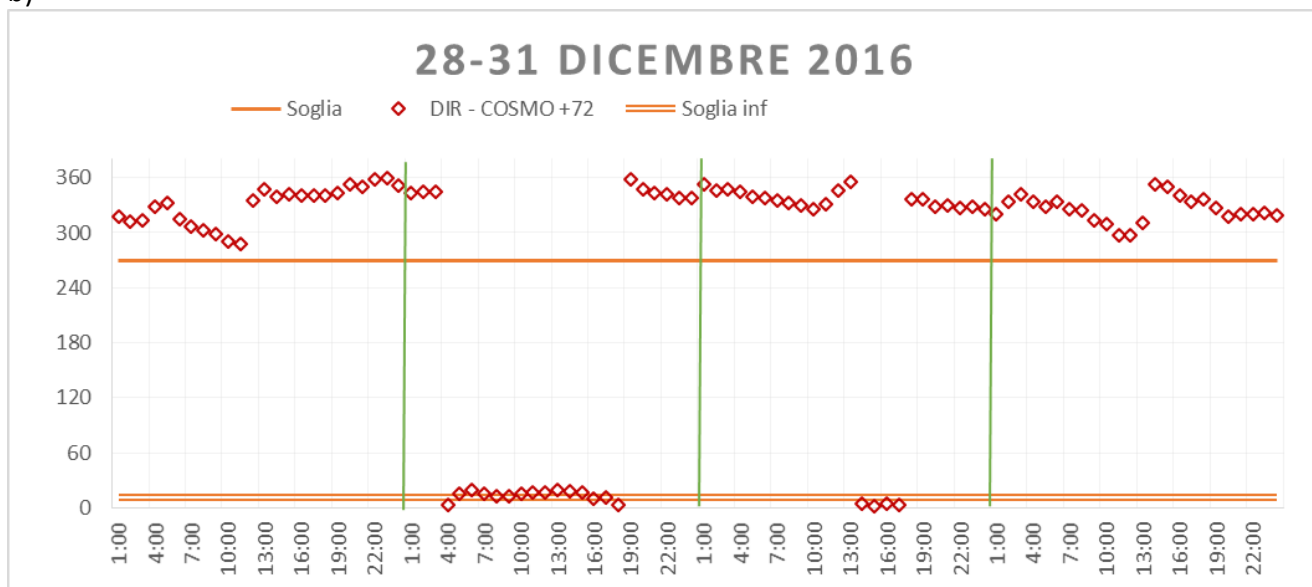
Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

Figura 14: Velocità (a) e direzione (b) del vento modellate con il modello COSMO +72, confrontate con le rispettive soglie.

a)



b)

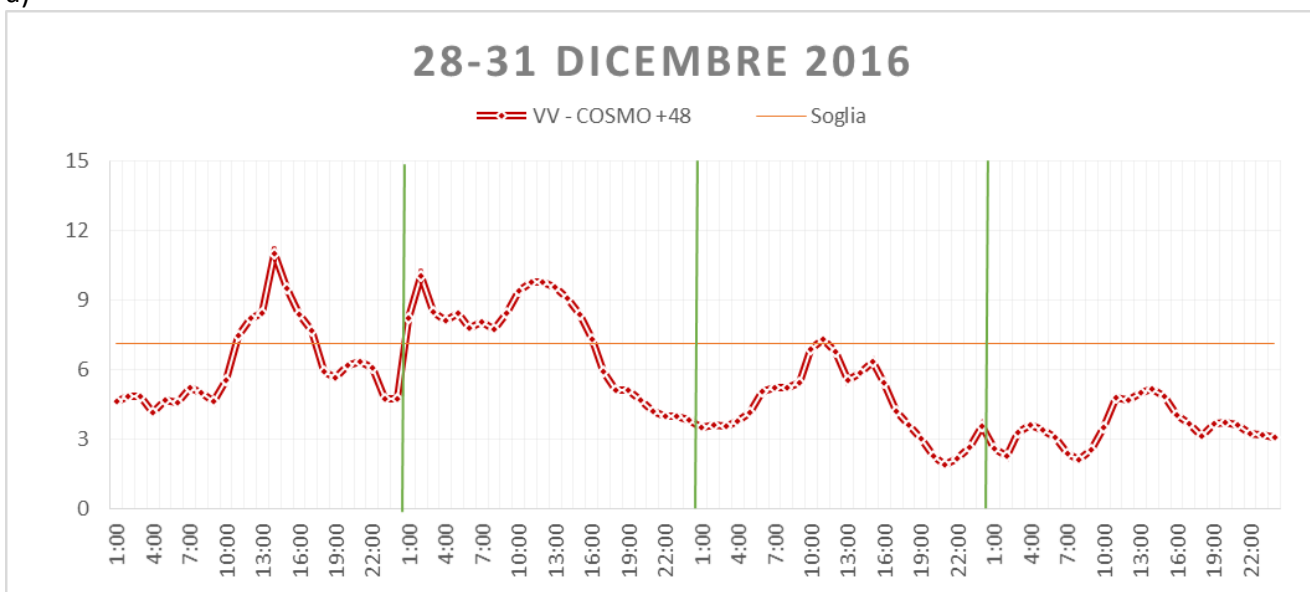


**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

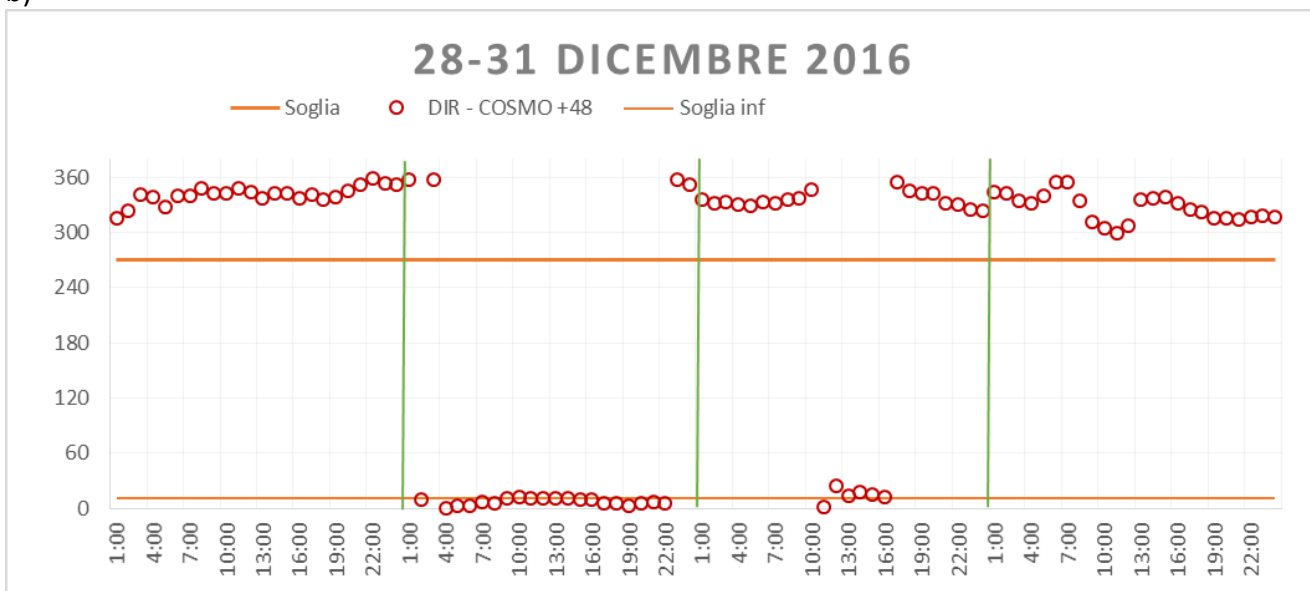
Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

Figura 15: Velocità (a) e direzione (b) del vento modellate con il modello COSMO +48, confrontate con le rispettive soglie.

a)



b)

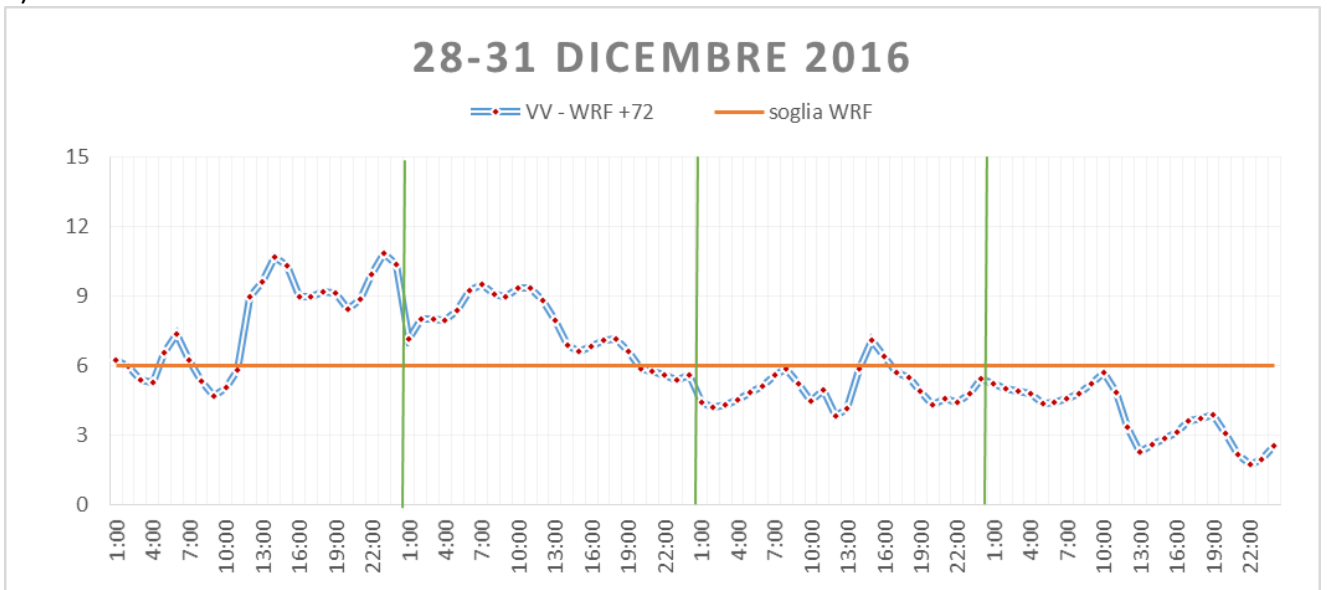


**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

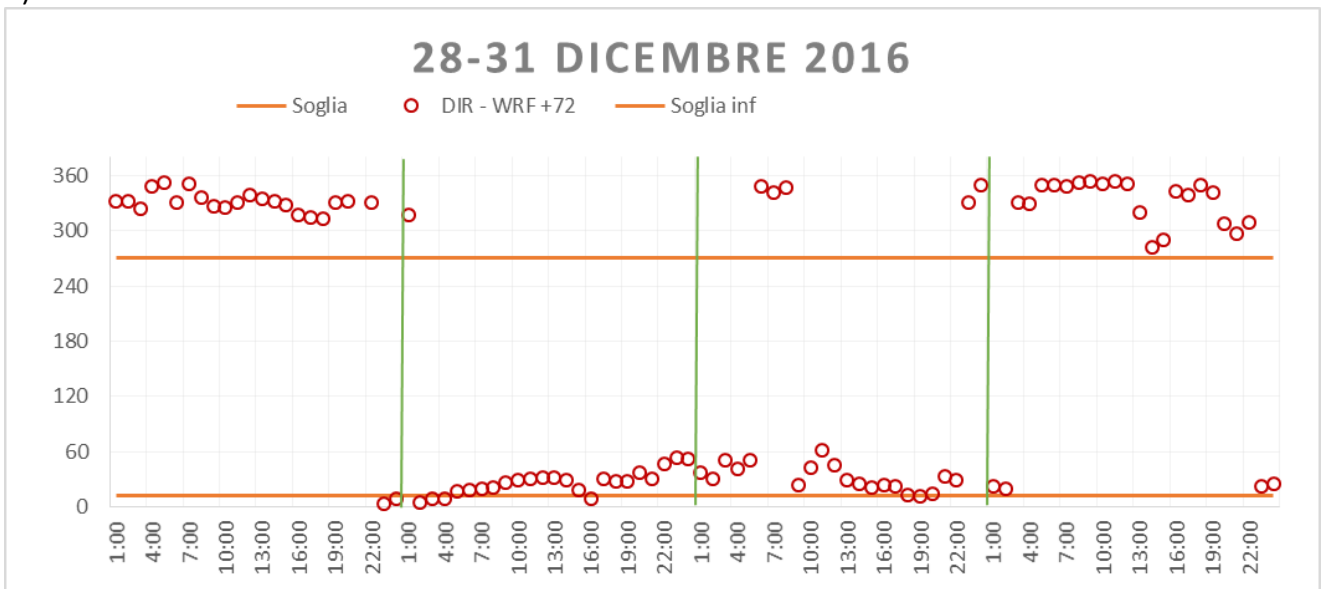
Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

Figura 16: Velocità (a) e direzione (b) del vento modellate con il modello WRF +72, confrontate con le rispettive soglie.

a)



b)



**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpa.puglia@pec.rupar.puglia.it)

**7. Analisi falso negativo 23 dicembre 2016**

Come già anticipato nel paragrafo 2, si è osservato un falso negativo il giorno 23/12/2016, ovvero un *wind day* osservato ma non correttamente previsto dal sistema modellistico. Si tratta di un evento borderline con sole 3 ore superiori a 7 m/s e avvenuto nelle ore notturne (si veda Figura 17).

Nessuno dei modelli sia a +72 che a +48 ore ha previsto l'evento. A titolo esemplificativo si riporta in Figura 18 l'output del modello COSMO a +72 ore.

Figura 17: Velocità (a) e direzione (b) del vento osservate, confrontate con le rispettive soglie.

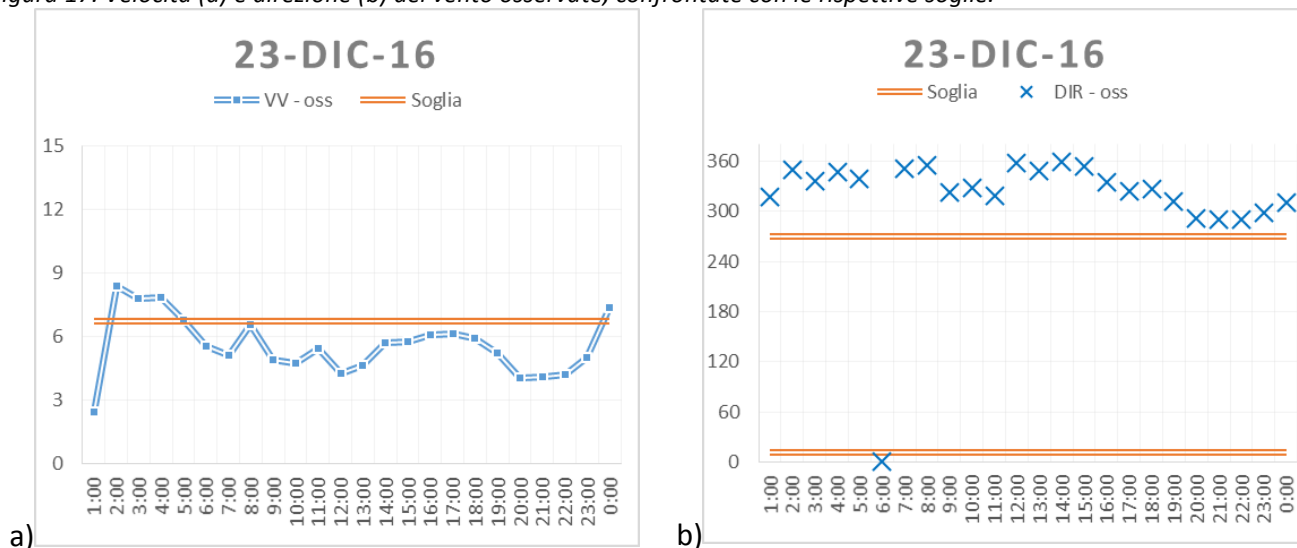
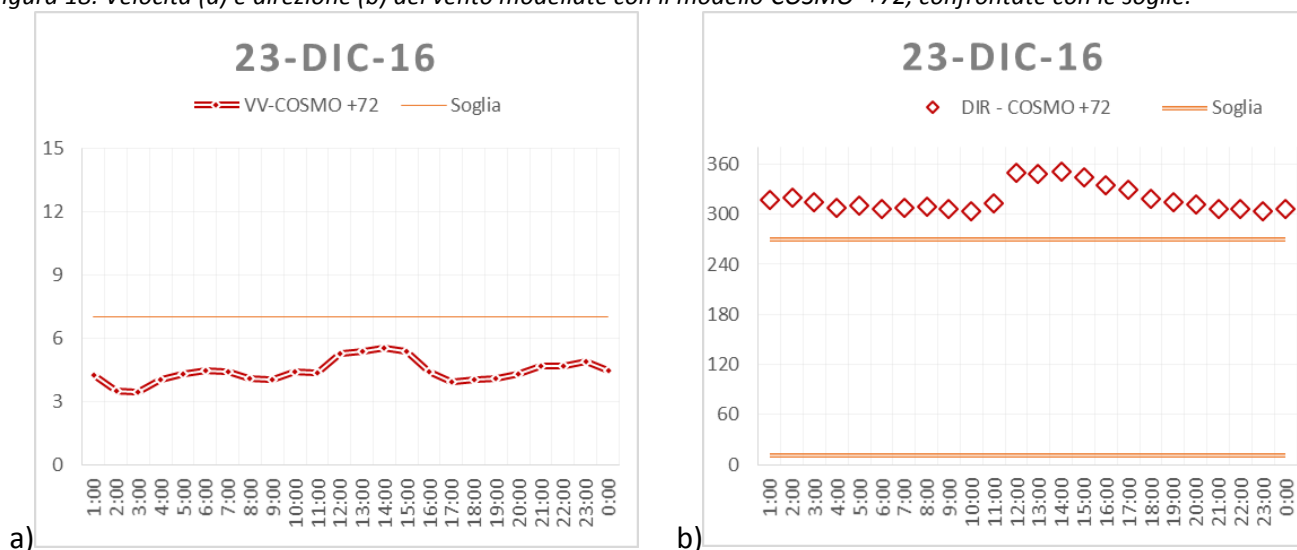


Figura 18: Velocità (a) e direzione (b) del vento modellate con il modello COSMO +72, confrontate con le soglie.



**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

## 8. Conclusioni

Nel sesto bimestre 2016 sono stati osservati n. 8 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 day* – rev 0 del 02/01/2015".

N.5 *wind days* sono stati correttamente previsti per cui l'ARPA ha attivato correttamente il sistema di comunicazione/allertamento delle Aziende come previsto nel Piano di risanamento.

N. 3 giorni (di cui uno soggetto a iniziale chiamata e successiva revoca) vengono conteggiati come falsi negativi. Si è registrato infine n. 1 falso positivo.

## 9. Conclusioni generali per l'anno 2016

### 9.1. Modalità e tecniche di valutazione delle previsioni dei *wind days*.

La previsione dei *wind days* è di tipo *dichotomous forecast*. Una variabile previsionale dicotomica viene rappresentata come nel diagramma in Figura 19, con le definizioni riportate in tabella 2.

Figura 19: Diagramma che mostra HITS (H), FALSE ALARM (F) e MISSES (M) per variabili dicotomiche

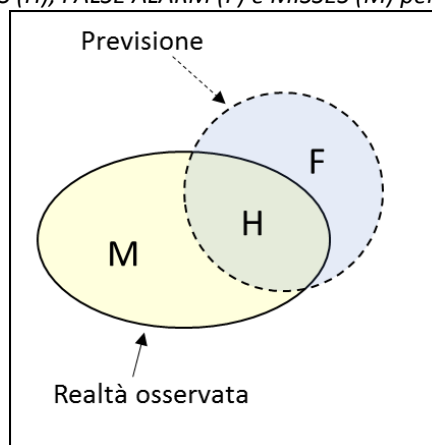


Tabella 2: Spiegazione e definizioni della Figura 19

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

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

Gli indicatori statistici tipicamente utilizzati per analizzare queste variabili sono le tabelle di contingenza 2x2 e gli indicatori collegati, come di seguito specificato.

La tabella di contingenza 2x2 è così definita.

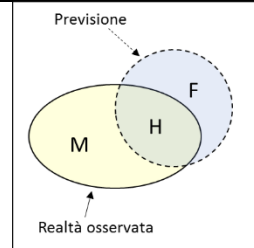
		<i>Wind days</i> Osservati	
		SI	NO
<i>Wind days</i> PREVISTI	SI	<b>VERI POSITIVI (VP)</b>	<b>FALSI POSITIVI (FP)</b>
	NO	<b>FALSI NEGATIVI (FN)</b>	<b>VERI NEGATIVI (VN)</b>

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

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

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

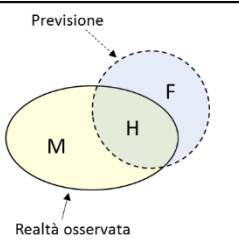
<b>POD=VP/(VP+FN)</b>		Sottoinsieme H diviso l'insieme delle osservazioni (H+M)
-----------------------	--	--

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

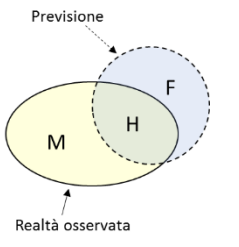
**Valore predittivo positivo (SUCCESS RATIO)**

Rappresenta la percentuale dei wind days previsti che effettivamente sono stati osservati.  
 Può assumere valori compresi tra 0 e 1, con valori ottimali che tendono all'unità.

$SR = VP/(VP + FP)$		Sottoinsieme H diviso l'insieme delle previsioni (H+F)
---------------------	--	--

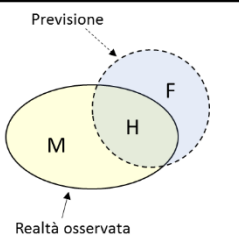
**Specificità**

Rappresenta la percentuale dei NON wind days, previsti dal criterio, che NON si sono effettivamente verificati. Tale indice rappresenta la capacità del modello di identificare i non wind days. Poiché in un anno esistono molti più giorni di "non wind days" questo indicatore raggiunge sempre valori ottimali e non apporta informazioni significative ai fini dell'interpretazione dei risultati. Può assumere valori compresi tra 0 e 1, con valori ottimali che tendono all'unità.

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

**BIAS**

E' il rapporto tra la frequenza delle previsioni e la frequenza degli eventi osservati. Il valore ottimale è 1; valori <1 indicano una tendenza delle previsioni a sottostimare gli eventi; valori >1 una tendenza a sovrastimarli. N.B.: questo indice non valuta la corrispondenza tra i wind days 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.

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

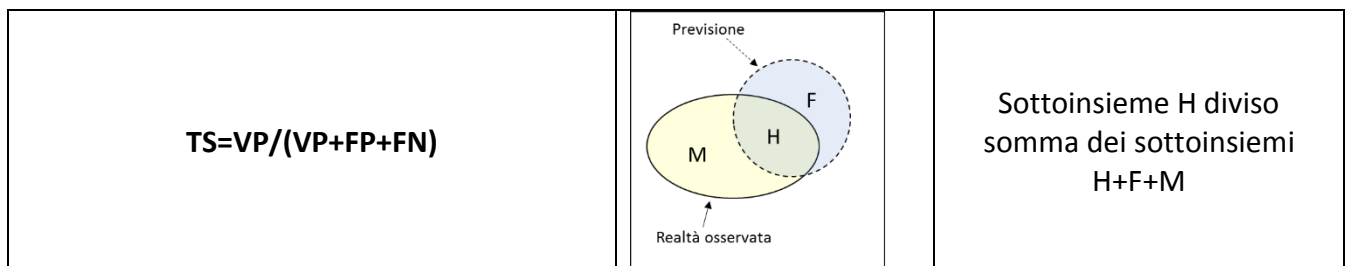


**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

**Threat Score o Critical Success Index**

Esprime quanto i wind days previsti corrispondono ai wind days osservati; il suo valore ottimale è 1. Rispetto alla specificità non tiene conto dei veri negativi, superando la scarsa significatività della specificità.



**Categorical performance diagram<sup>2</sup>**

Grafico che permette di mettere a confronto le performance previsionali, riportando contemporaneamente POD, SR, BIAS e TS.

Un buon forecast necessita che questi indicatori tendano all'unità, per cui il forecast è migliore se è collocato nella zona in alto a destra del diagramma. Deviazioni in una particolare direzione indicano differenze relative tra POD e SR e di conseguenza per BIAS e TS.

**9.2. Analisi anno 2016 e confronto con anni precedenti**

In totale nel corso del 2016 si sono osservati 33 *wind days*, il 20% in più rispetto agli anni precedenti (ultimi tre anni: 26-27 gg/anno). Per quanto riguarda le allerte, ne sono state diramate 30, di cui 23 verificate.

Nelle tabelle 3 e 4 si riportano le tabelle di contingenza 2x2 con aggiornamento delle performance del sistema per il solo 2016 e relativamente all'intero biennio 2015-2016 (da quando sono state internalizzate le previsioni).

Sotto le tabelle vengono riportati gli indicatori statistici descritti nel paragrafo precedente.

I risultati del 2016 sono confrontabili con quello del 2015, anche se leggermente inferiori. Presumibilmente la maggiore numerosità degli eventi (20% in più) ha inciso su questa differenza, che però non è significativa.

Si osservano valori soddisfacenti per gli indicatori POD, SR e BIAS, ad indicare una buona capacità predittiva.

In tabella 5 vengono sintetizzati gli indicatori a partire dal 2013 e si evidenzia il netto miglioramento di tutti gli indicatori a partire dal 2015, che ha coinciso con la internalizzazione delle previsioni.

Tali andamenti sono rappresentati graficamente in Figura 20 – 21, mediante confronto per anno e per biennio, mostrando la sovrapponibilità delle performance 2015-2016 e il miglioramento delle performance nell'ultimo biennio indotto dall'internalizzazione delle previsioni meteorologiche.

<sup>2</sup> <http://www.cawcr.gov.au/projects/verification/Roebber/PerformanceDiagram.html>

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

Tabella 3: Tabella di contingenza 2x2 per l'anno 2016

		Osservati		
		Wind Days	Non WD	TOTALE
Previsti	Wind Days	23 (Veri Positivi)	7 (Falsi Positivi)	30
	Non WD	10 (Falsi Negativi)	326 (Veri Negativi)	336
	TOTALE	33	333	366
		Sensibilità (POD)		0.70
		Specificità		0.98
		Valore predittivo positivo (SR)		0.77
		BIAS = (VP+FP)/(VP+FN)		0.91
		Threat Score		0.58

Tabella 4: Tabella di contingenza 2x2 per il biennio 2015-2016

		Osservati		
		Wind Days	Non WD	TOTALE
Previsti	Wind Days	43 (Veri Positivi)	11 (Falsi Positivi)	54
	Non WD	16 (Falsi Negativi)	659 (Veri Negativi)	675
	TOTALE	59	670	729
		Sensibilità (POD)		0.73
		Specificità		0.98
		Valore predittivo positivo (SR)		0.80
		BIAS = (VP+FP)/(VP+FN)		0.92
		Threat Score		0.61

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
 Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
 E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
 PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

Tabella 5: Confronto degli indicatori statistici dal 2013 al 2016 (biennio 2015-2016 → nuovo criterio)

Anno	VP	FP	FN	VN	WD OSSERVATI	POD	SR	Specifici tà	BIAS	TS
2013	16	20	11	318	27	0.59	0.44	0.94	1.33	0.34
2014	14	3	13	335	27	0.52	0.82	0.99	0.63	0.47
2015	20	4	6	333	26	<b>0.77</b>	<b>0.83</b>	0.99	<b>0.92</b>	0.67
2016	23	7	10	326	33	<b>0.70</b>	<b>0.77</b>	0.98	<b>0.91</b>	0.58

Figura 20: Categorical performance diagram dal 2013 al 2016

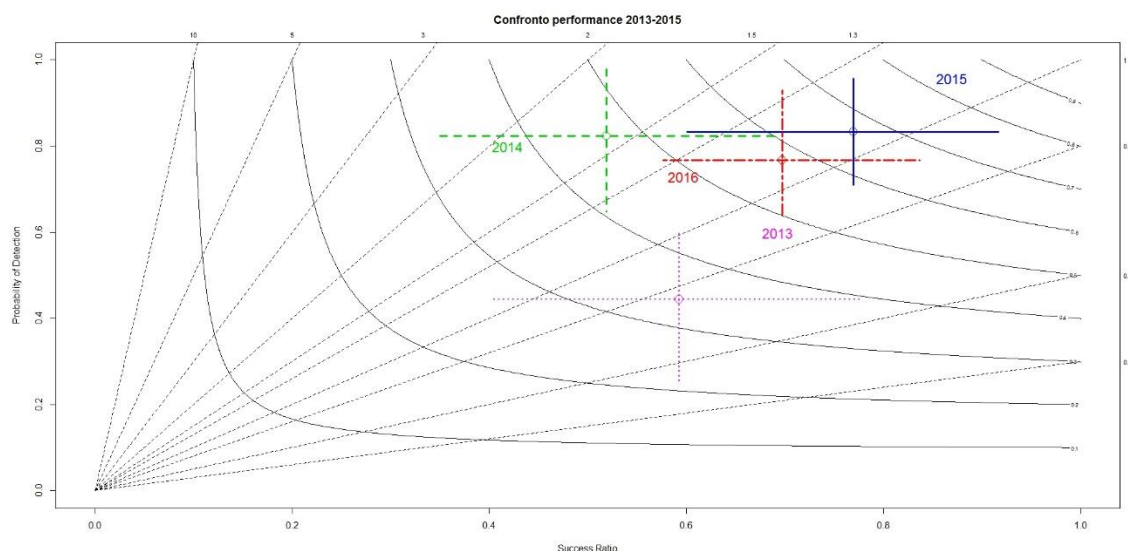
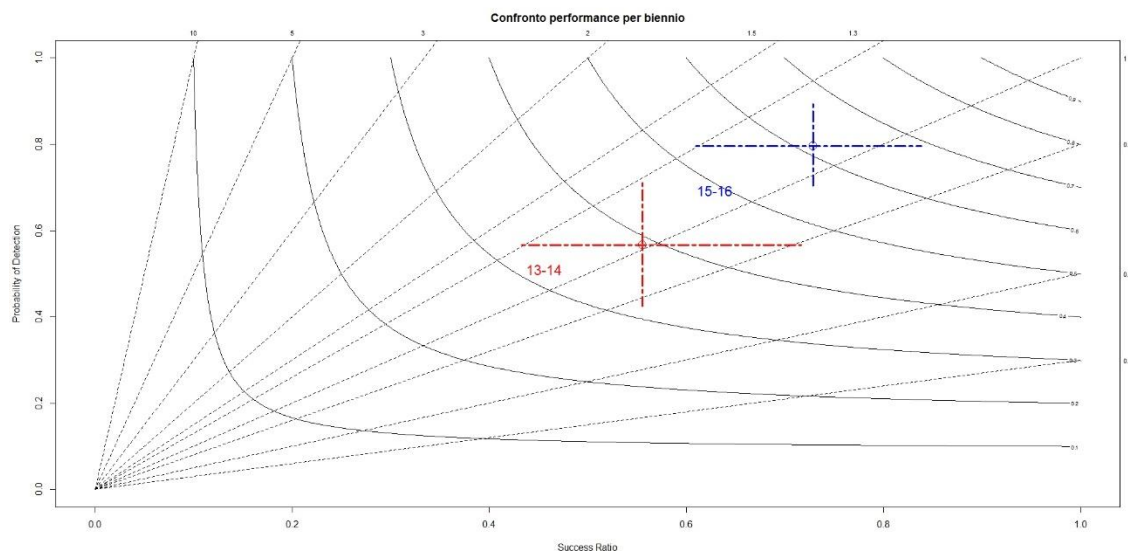


Figura 21: Categorical performance diagram biennio 2013-2014 Vs 2015-2016



---

**DIREZIONE SCIENTIFICA**  
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari  
Tel. 080 5460306 Fax 080 5460200  
E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)  
PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

Per quanto riguarda in particolare i falsi allarmi e i *wind days* non previsti (falsi negativi), si riporta di seguito una sintesi, rimandando ai singoli report bimestrali per approfondimenti:

1. Dei 7 falsi allarmi, 5 sono di tipo "borderline", con uno o due ore sopra la soglia di 7 m/s e persistenza di venti da NO, con venti superiori a 6 m/s in corrispondenza dei dati in cui si è superata la soglia dei 7 m/s. Tali eventi rientrano in una zona grigia legata alla ineliminabile incertezza della previsione meteorologica, e le statistiche non possono essere migliorate in modo significativo.

I due casi invece in cui i modelli hanno in maniera più evidente errato la previsione, sono dovuti ad una sovrastima della velocità del vento rispetto a quella osservata e saranno oggetto di approfondimento e studio per cercare di migliorare il criterio di selezione. In tutti i casi la direzione del vento è stata ben stimata.

2. Circa i *wind days* non previsti (falsi negativi), dei 10 occorsi nel 2016, 4 sono stati inizialmente previsti e successivamente oggetto di revoca sulla base delle previsioni in genere più accurate a +48 ore.

Tre revoche sono state dovute ad una sottostima della velocità del vento da parte dei modelli e saranno oggetto di approfondimento e studio per cercare di migliorare il criterio di selezione. Il quarto falso negativo soggetto a revoca è di tipo borderline e può considerarsi non significativo, in quanto è la coda di un *wind days* del giorno precedente, della durata di poche ore notturne. L'istituto della revoca in generale è valutato positivamente in quanto, su 18 revoche, ha portato a 14 revoche corrette, con una ottima percentuale di efficacia del 78%.

Dei restanti 6 falsi negativi, 5 sono di tipo borderline: in 4 casi si tratta di giorni con 3 o 4 ore di poco sopra la soglia, per cui rientrano in un discorso analogo a quello fatto per i falsi positivi circa l'incertezza dei modelli; uno è la coda di un *wind day* del giorno precedente avvenuto nelle ore notturne.

L'ultimo falso negativo non è da ascrivere alle performance dei modelli ma è legato alla indisponibilità del modello COSMO (evento raro) nel giorno deputato alla chiamata.

In conclusione, gli eventi borderline falsi positivi e falsi negativi si bilanciano, come atteso da un punto di vista statistico, così come si bilanciano le allerte rispetto ai *wind days* osservati, come evidenziato da un ottimo valore del BIAS.