

Criterio di identificazione dei Wind Days Revisione 2018

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).

Autori:
Dott.ssa M. Menegotto
Dott.ssa F. Fedele

Rev. 0

01/06/2018

Premessa

Con deliberazione di Giunta Regionale n. 1944 del 2/10/2012 è stato approvato il "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). In tale Piano sono stati definiti i *wind day*¹, 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].

In ottemperanza al Piano di risanamento, ARPA Puglia comunica la previsione di un *wind day* con almeno 48 ore di preavviso alle aziende individuate dal Piano. 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.

Fino al 31/12/2014 le previsioni erano affidate all'Ufficio di Modellistica del Centro Regionale Aria, che acquisiva le previsioni meteo da ditta esterna riprocessandole con il sistema SKYNET.

¹ Il *wind day* nasce da uno studio sui dati storici relativi all'anno 2011 di PM10 e B(a)p registrati dalla 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 suddetti 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 e oggi afferente al Centro Regionale Aria, 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.

Dal 01/01/2015 l'Agazia ha internalizzato la catena di previsione dei *wind day*, affidando l'attività al Servizio Agenti Fisici della Direzione Scientifica di ARPA (di seguito SAF). Il SAF ha individuato quale modello principale il COSMO-I7² (forniti dal Servizio Idro-Meteo-Clima di ARPA Emilia Romagna, secondo quanto stabilito da specifico protocollo di intesa tra le due Agenzie) e ha implementato una catena previsionale basata sul modello WRF³ come modello ausiliario. Grazie all'internalizzazione si è potuto ottenere un miglioramento delle performance del sistema previsionale.

Il sistema di allerta si basa su una procedura interna impostata sulle previsioni dette a "+72 ore" ovvero con almeno 48 di preavviso; l'allerta può essere soggetta a revoca il giorno successivo, sulla base delle previsioni a "+48 ore" in genere più affidabili a livello statistico.

Nuovo criterio 2018

A partire dall'aprile 2017 è disponibile il nuovo modello COSMO_M5 che sostituisce il COSMO_I7 e rappresenta il riferimento nazionale delle previsioni meteorologiche; pertanto si è implementato un nuovo algoritmo che prevede l'uso del COSMO_M5 basato sul dataset disponibile che copre un anno (aprile 2017 - aprile 2018). A partire dal 01/06/2018 si è effettuata la migrazione dal vecchio modello al nuovo modello COSMO_M5.

Il nuovo modello presenta una performance sulla previsione dei WD superiore al sistema precedente permettendo di ottenere un miglioramento netto della sensibilità senza ridurre il valore positivo predittivo e ottenendo un bilanciamento dei due indicatori di performance (per dettagli sugli indicatori di performance si veda l'Appendice al presente documento).

Diversamente dal precedente algoritmo che prevedeva l'utilizzo del modello ausiliario WRF in accoppiamento al modello COSMO_I7, il nuovo algoritmo non prevede più l'utilizzo del WRF, in quanto le performance del modello COSMO_M5 da solo sono superiori alle performance dello stesso in accoppiamento con il WRF in termini di bilanciamento degli indicatori di performance succitati.

A causa della ridotta numerosità del dataset, si provvederà ad effettuare test periodici sulle performance del nuovo sistema.

In figura 1 si riporta il Categorical Performance Diagram⁴ con il confronto tra le performance del primo sistema [SKYNET], del sistema COSMO_I7 (principale) + WRF (ausiliario) [dataset 2015-2017] e del nuovo sistema COSMO_M5 [dataset aprile 2017 - aprile 2018].

Per comprendere meglio il grafico si può consultare l'Appendice al presente documento o il link a piè pagina. In sintesi un buon *forecast* necessita che gli indicatori riportati nel grafico tendano all'unità, per cui il *forecast* è migliore se è collocato nella zona in alto a destra del diagramma.

In tabella 1 sono evidenziate numericamente le performance del criterio attuale confrontate con il precedente algoritmo⁵ (dataset 2015-2017), da cui si evidenzia il miglioramento dei due principali indicatori: sensibilità e valore predittivo positivo (per gli indicatori si può consultare l'appendice al presente documento).

² https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=2584&idlivello=32

³ <https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model>

⁴ <http://www.cawcr.gov.au/projects/verification/Roebber/PerformanceDiagram.html> e APPENDICE

⁵ http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wind_days (Nuovo criterio di identificazione dei Wind Days - rev 0 del 02/01/2015")

Figura 1: Categorical Performance Diagram: confronto tra i tre criteri utilizzati SKYNET (2013-2014), COSMOI7+WRF (dataset 2015-2017); COSMO_M5 (attuale).

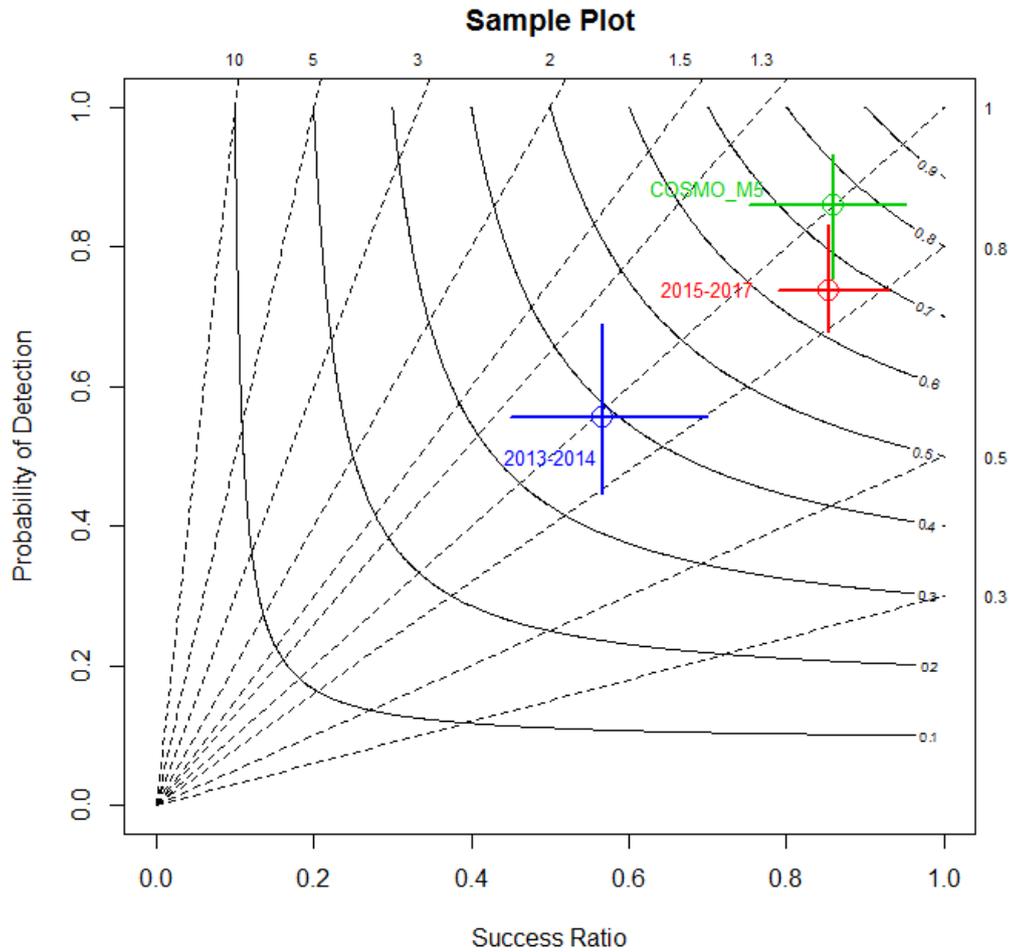


Tabella 1: confronto numerico tra vecchio e nuovo algoritmo utilizzato dal SAF

	VECCHIO ALGORITMO (DATASET 2015-2017)	NUOVO ALGORITMO COSMO M5	Note
Sensibilità (POD)	74%	86%	Miglioramento del 12 %
Specificità	99%	98%	
Valore predittivo positivo (SR)	85%	86%	Miglioramento del 1%
BIAS = (VP+FP)/(VP+FN)	0.86	1.00	Bilanciamento massimo
Threat Score	0.66	0.75	

Nuovo algoritmo, applicato dal giorno 01/06/2018

Le uscite modellistiche che partecipano al nuovo algoritmo di chiamata del *wind day* sono:

- COSMO M5 +72 (di seguito M5_72);
- COSMO M5 +48 (di seguito M5_48).

Fissata la direzione del vento (dv_{mod}) proveniente dal IV quadrante $dv_{mod} \geq 270^\circ$ oppure $dv_{mod} \leq 11,5^\circ$, si denominano i criteri rispettivamente C1 e C2 come di seguito:

- **C1:** MODELLO M5_72 $v_{mod} = 7.2$ m/s e permanenza 3 ore
- **C2:** MODELLO M5_48 $v_{mod} = 7.4$ m/s e permanenza 3 ore

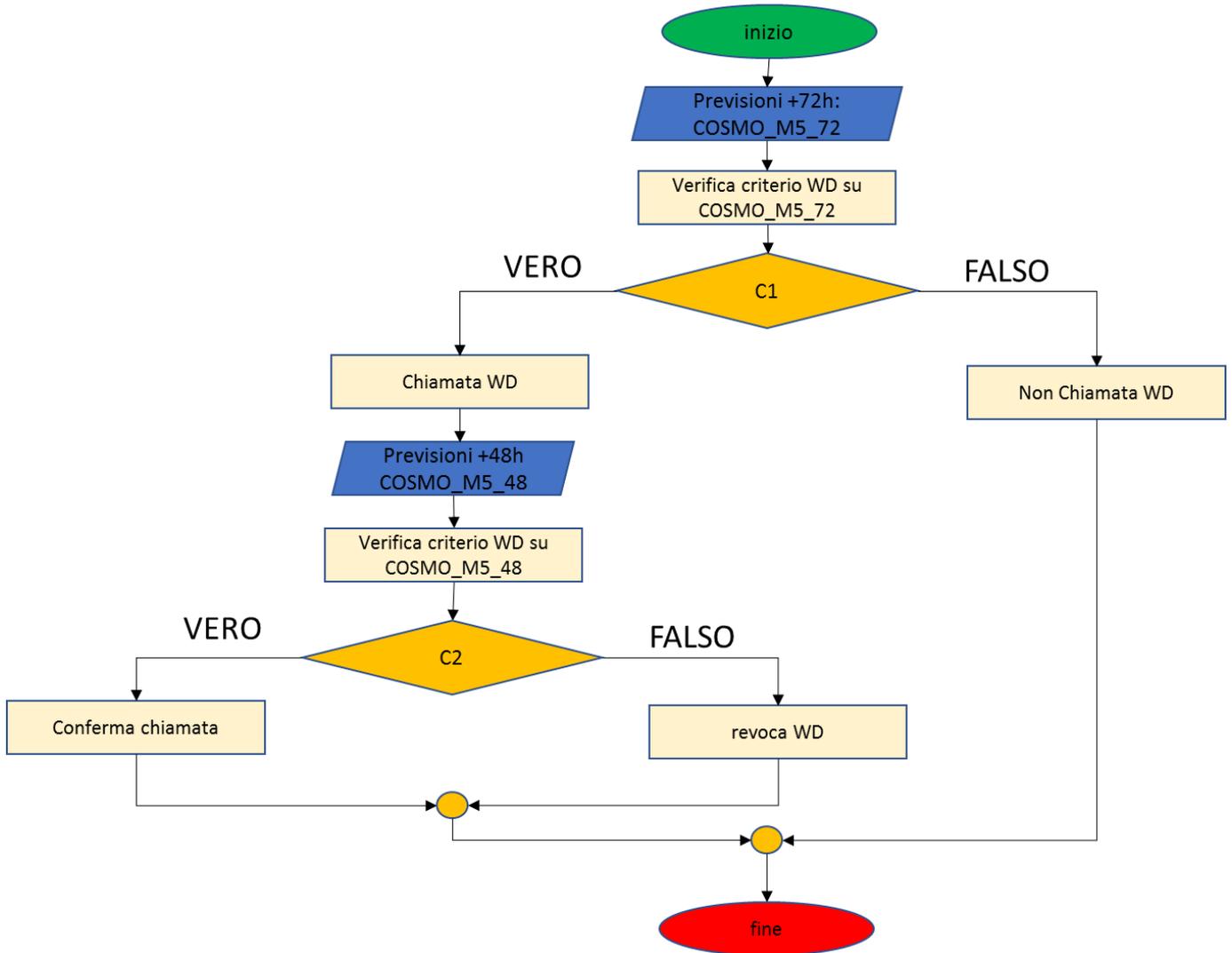
con v_{mod} velocità del vento modellata.

Le soglie stabilite per i due criteri C1 e C2 sono più alte delle corrispondenti soglie del precedente criterio formulato sul COSMO_I7 (entrambe le soglie erano fissate a 7 m/s). Questo dipende dalla presenza di un errore sistematico positivo del COSMO_M5 leggermente superiore rispetto a quello del precedente modello nella previsione della velocità del vento nel IV quadrante sul sito di interesse (stazione San Vito -TA).

La chiamata di allerta di basa sull'algoritmo C1; il giorno successivo alla chiamata sarà necessario verificare il criterio C2: se VERO la chiamata sarà confermata, se FALSO la chiamata sarà revocata. L'algoritmo complessivo per la chiamata del WD è riportato nel digramma a blocchi di figura 2.

L'affidabilità del modello viene testata a posteriori verificando ognuno dei Wind Days previsti mediante l'utilizzo dei dati rilevati presso la stazione meteo ARPA sita presso la centralina di monitoraggio della qualità dell'aria di San Vito (TA). Per i dettagli si può consultare il precedente documento "Nuovo criterio di identificazione dei Wind Days - rev 0 del 02/01/2015" scaricabile al link http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wind_days. Gli esiti della verifica verranno riportati, come già fatto in precedenza, in report bimestrali pubblicati sul sito istituzionale dell'Agenzia.

Figura 2: Diagramma a Blocchi della procedura di chiamata del WD



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 “dicotomica” 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

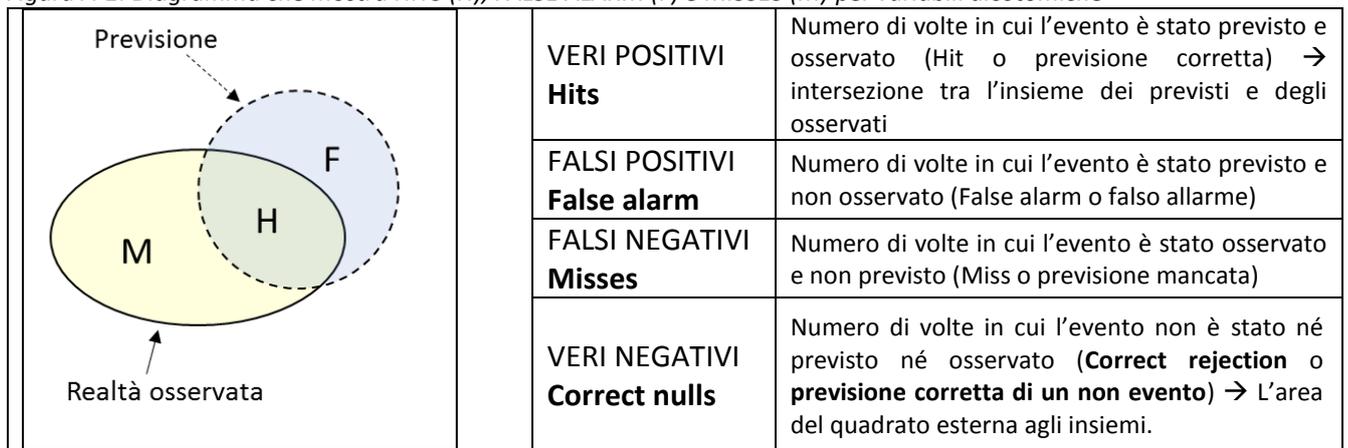


Tabella A-1: Definizione della Tabella di contingenza 2x2

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

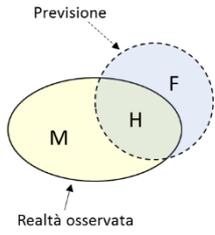
Dalle tabelle di contingenza è possibile estrarre le seguenti informazioni:

- 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

Gli indicatori statistici utili nella stima delle performance di sistemi previsionali di variabili dicotomiche sono di seguito elencati e descritti.

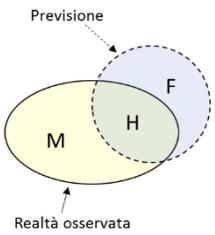
• **Sensibilità (PROBABILITY OF DETECTION – POD)**

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>
------------------------	--	---

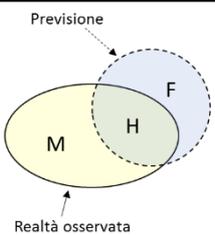
• **Valore predittivo positivo (SUCCESS RATIO)**

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**

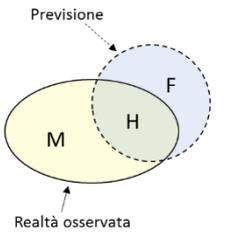
Rappresenta la percentuale dei NON Wind Day, previsti dal criterio e confermati dalle osservazioni. Tale indice rappresenta la capacità del modello di identificare i NON Wind Day. Poiché in un anno si verificano molti più giorni di "NON Wind Day" rispetto a quelli di "Wind Day", questo indicatore presenta 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**

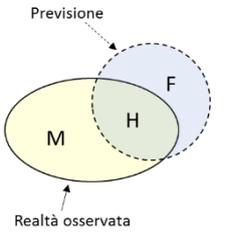
Rapporto tra la frequenza delle previsioni e la frequenza degli eventi osservati. Il valore ottimale è 1: valori inferiori a 1 indicano una tendenza delle previsioni a sottostimare gli eventi, al contrario, valori maggiori di 1 una tendenza a sovrastimarli.

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.

$\text{BIAS} = \frac{VP+FP}{VP+FN}$		<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.

$\text{TS} = \frac{VP}{VP+FP+FN}$		<p>Sottoinsieme H diviso somma dei sottoinsiemi H+F+M</p>
-----------------------------------	--	---

Categorical performance diagram

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.