

# La caratterizzazione meteorologica di aree critiche per inquinamento da PM10

F. Calastrini<sup>1,2,\*</sup>, F. Guarnieri<sup>2</sup>, C. Busillo<sup>2</sup>, A. Orlandi<sup>2</sup>, B.P. Andreini<sup>3</sup>, C. Collaveri<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Istituto di BioEconomia IBE- CNR, Firenze, 50145 – \*email: calastrini@lamma.rete.toscana.it

<sup>2</sup> Consorzio LaMMA, Sesto Fiorentino, 50019

<sup>3</sup> ARPAT, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Toscana

L'altezza dello strato di rimescolamento (mixing layer height, Hmix) è strettamente legata ai processi di diluizione o di accumulo di inquinanti atmosferici e può quindi essere considerato un parametro determinante nella valutazione della qualità dell'aria. I livelli di concentrazione degli inquinanti possono essere molto diversi a seconda che si verifichino o meno condizioni in cui il rimescolamento delle masse d'aria è inibito con conseguenti valori minimi di Hmix, determinando così situazioni di ristagno e di accumulo in aria delle sostanze emesse.

## IL SISTEMA MODELLISTICO

### WRF-CALMET

L'altezza dello strato di rimescolamento può essere stimata mediante modelli numerici. Presso il Consorzio Lamma è stata sviluppata una configurazione ad alta risoluzione del modello CALMET, innestata nella catena operativa ECMWF-WRF, utilizzata per le previsioni meteorologiche per la Toscana. Il modello CALMET è configurato su un dominio che copre il territorio regionale, con una risoluzione orizzontale pari a 1 Km e con 18 livelli verticali, da 10 m a 6000 m. La catena ad alta risoluzione, come il modello WRF in cui è innestata, fornisce previsioni a 72 ore.

#### Verifiche del sistema modellistico

Per verificare la validità degli output modellistici, le stime dei parametri meteorologici sono confrontati con dati misurati in stazioni a terra.

Di seguito sono riportati i grafici della velocità media giornaliera stimata e misurata nel corso del 2020, in due stazioni METAR; in tabella sono riportati i coefficienti di correlazione tra stime e misure per il periodo 2016-2020, in sei stazioni meteo sul territorio toscano.

Tab.1- Coefficienti di correlazione della velocità del vento osservata e stimata-periodo 2016-2020., in sei stazioni meteo presenti in Toscana.

CORRELAZIONE VV STIME-MISURE						
STAZIONI	2016	2017	2018	2019	2020	2016-2020
Pisa San Giusto	0,82	0,85	0,82	0,85	0,85	0,84
Firenze Peretola	0,76	0,75	0,76	0,73	0,77	0,75
San Miniato (PI)	0,82	0,84	0,82	0,84	0,86	0,82
La Ferrucina (PT)	0,83	0,87	0,83	0,81	0,86	0,84
Casa Rota (AR)	0,79	0,77	0,74	0,73	0,81	0,74
Polo LaMMA (FI)	0,80	0,83	0,81	0,77	0,83	0,81
COMMA (LU)	0,78	0,83	0,81	0,82	0,86	0,82

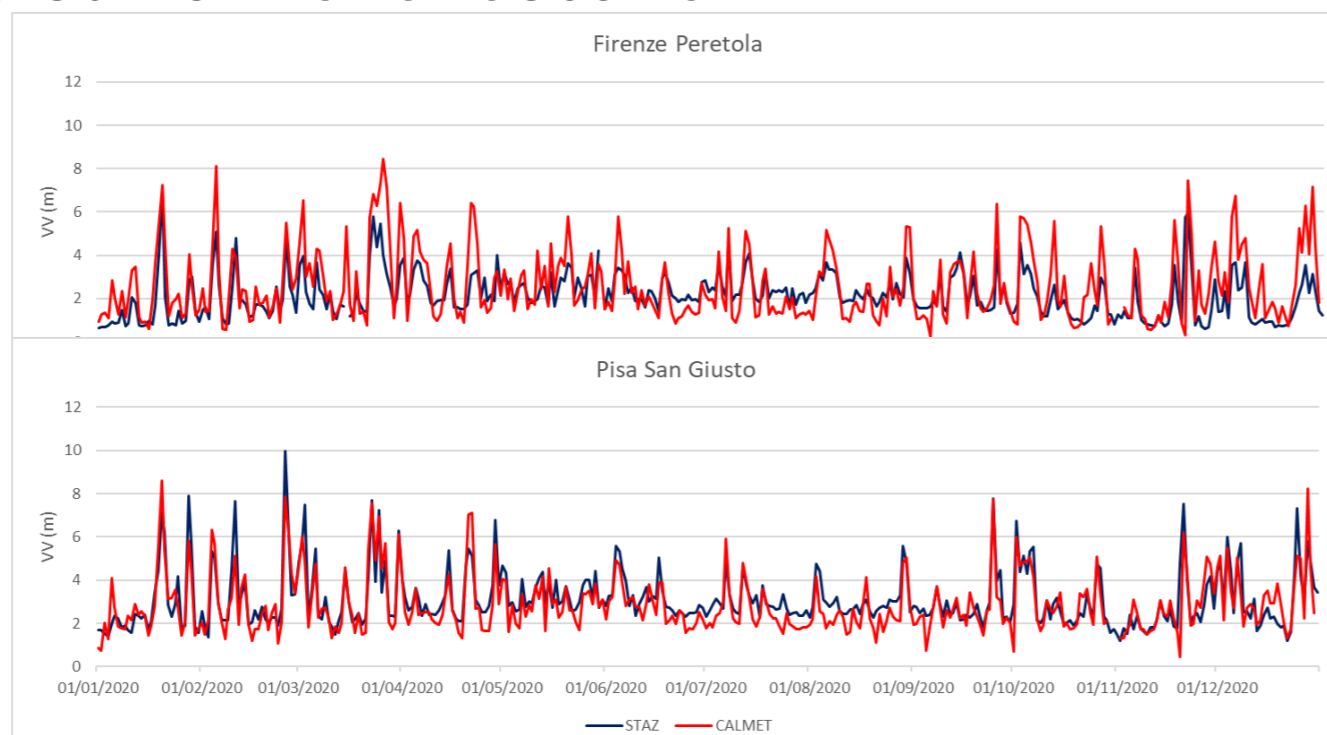


Fig. 2 - Velocità media del vento, anno 2020, nelle stazioni METAR Pisa San Giusto e Firenze Peretola; blu dati osservati, rosso stime CALMET.

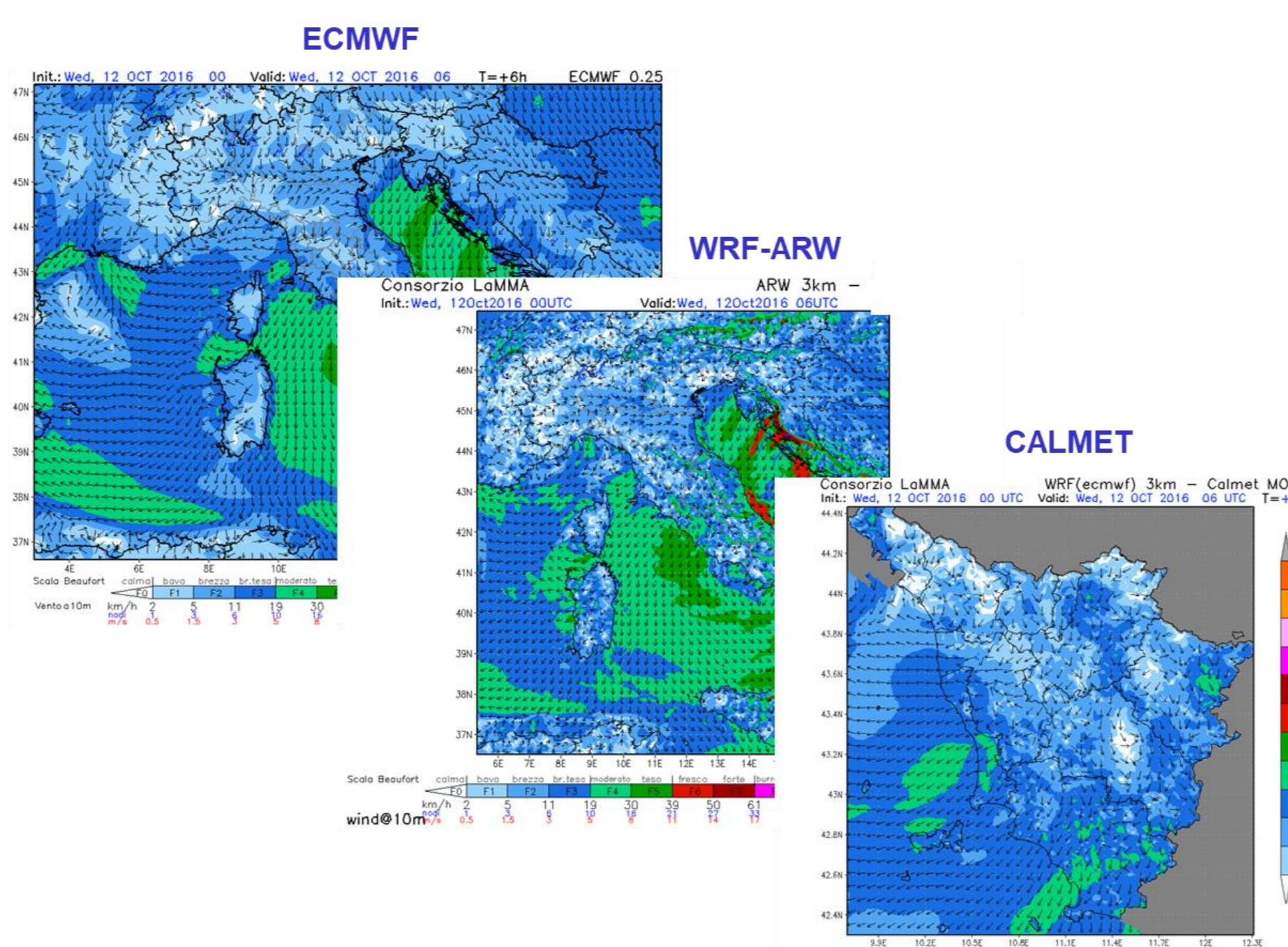


Fig. 1 - Il Sistema modellistico WRF-CALMET.

## APPLICAZIONI:

### INDICE ICQA

Le previsioni di Hmix prodotte dal sistema modellistico WRF-CALMET sono utilizzate nell'ambito delle misure di contenimento del PM10. Su richiesta della Regione Toscana e in collaborazione con ARPAT, è stato sviluppato un sistema di allerta per inquinamento da PM10, basato su un indice di criticità denominato ICQA (Indice di Criticità per la Qualità dell'Aria). Tale indice viene utilizzato per attivare misure di contenimento delle emissioni anticipando l'instaurarsi di episodi acuti di PM10. L'indice,

definito grazie ad uno studio sviluppato da ARPAT e LaMMA, tiene conto sia della concentrazione di PM10 misurata negli ultimi giorni, sia del valore di un indice meteo basato sulle previsioni a tre giorni di Hmix e di precipitazione.

L'ICQA si compone quindi della combinazione di due conteggi: il numero dei superamenti avvenuti ed il numero di giorni per cui si prevedono condizioni meteo critiche.

Il periodo di attivazione del sistema di allerta va da novembre a marzo, ed è operativo dall'inverno 2016-2017.

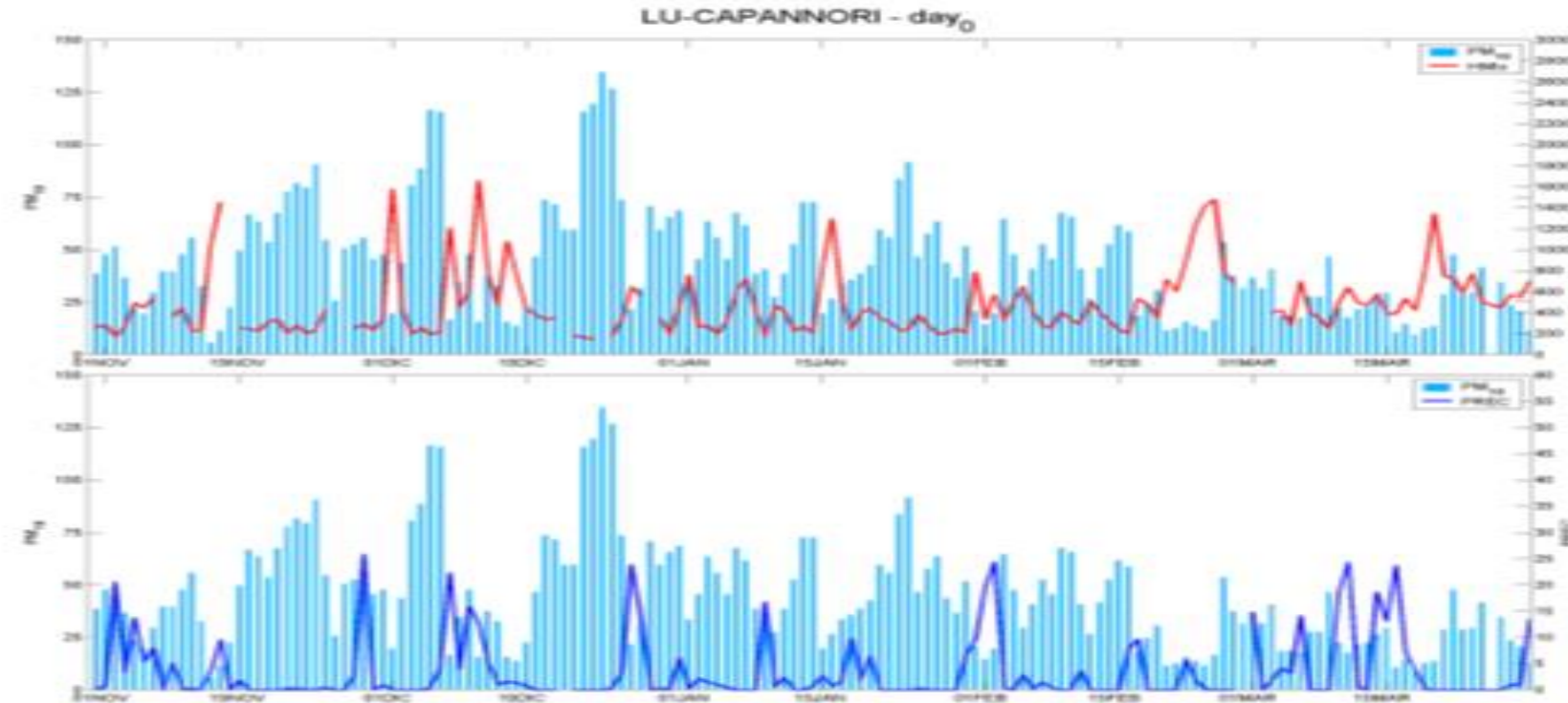


Fig. 3 - Concentrazione di PM10, istogramma blu, Hmix, linea rossa sopra, precipitazione cumulate, linea rossa sotto, nella stazione Capannori (LU), nel periodo novembre 2016-marzo 2017.

## RISULTATI

In questo studio si presentano alcuni risultati relativi alle aree di maggiore criticità per l'inquinamento da PM10 del territorio toscano, nel quinquennio 2016-2020. In particolare sono riportate (Fig. 5) le serie temporali di concentrazione di PM10 misurata in sei stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete regionale (ARPAT) e le corrispondenti stime di Hmix ottenute dal sistema modellistico WRF-CALMET: si evidenzia una marcata anticorrelazione sia a livello stagionale, sia in relazione a episodi legati a condizioni meteo di alcuni giorni. La mappa dei valori medi di Hmix sul periodo 2016-2020 (Fig. 4) mostra che le aree più critiche si trovano in corrispondenza di pianure o aree vallive.

Per il periodo 2016-2020, nelle 6 stazioni, è stato calcolato il numero di giorni in cui il valore medio giornaliero di Hmix è inferiore alla soglia di criticità per la dispersione,

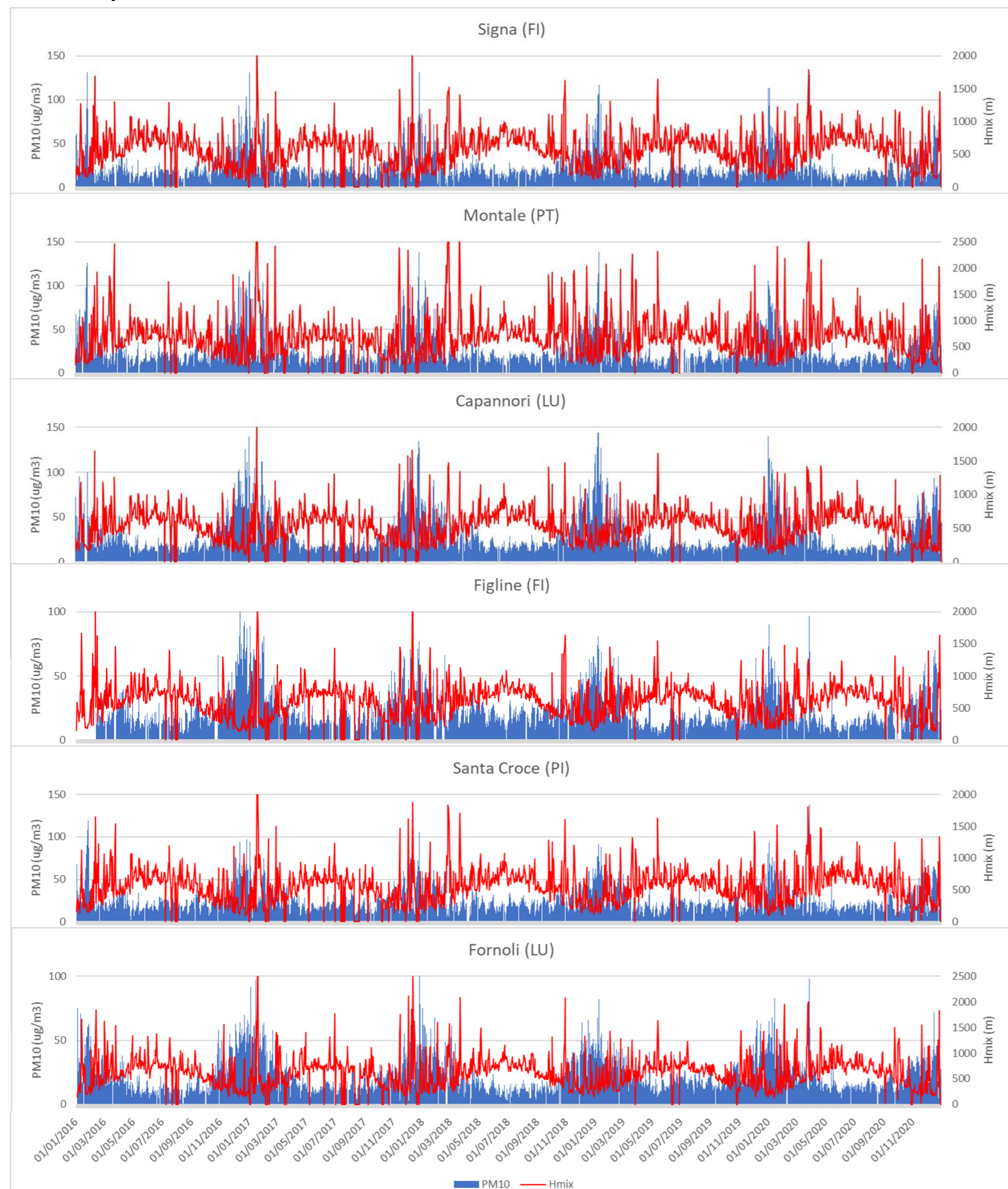


Fig. 5 - Concentrazione media giornaliera di PM10 in sei stazioni di monitoraggio QA (ARPAT), istogramma blu, e corrispondente valore medio giornaliero di Hmix (WRF-CALMET), linea rossa, nel periodo 2016-2020.

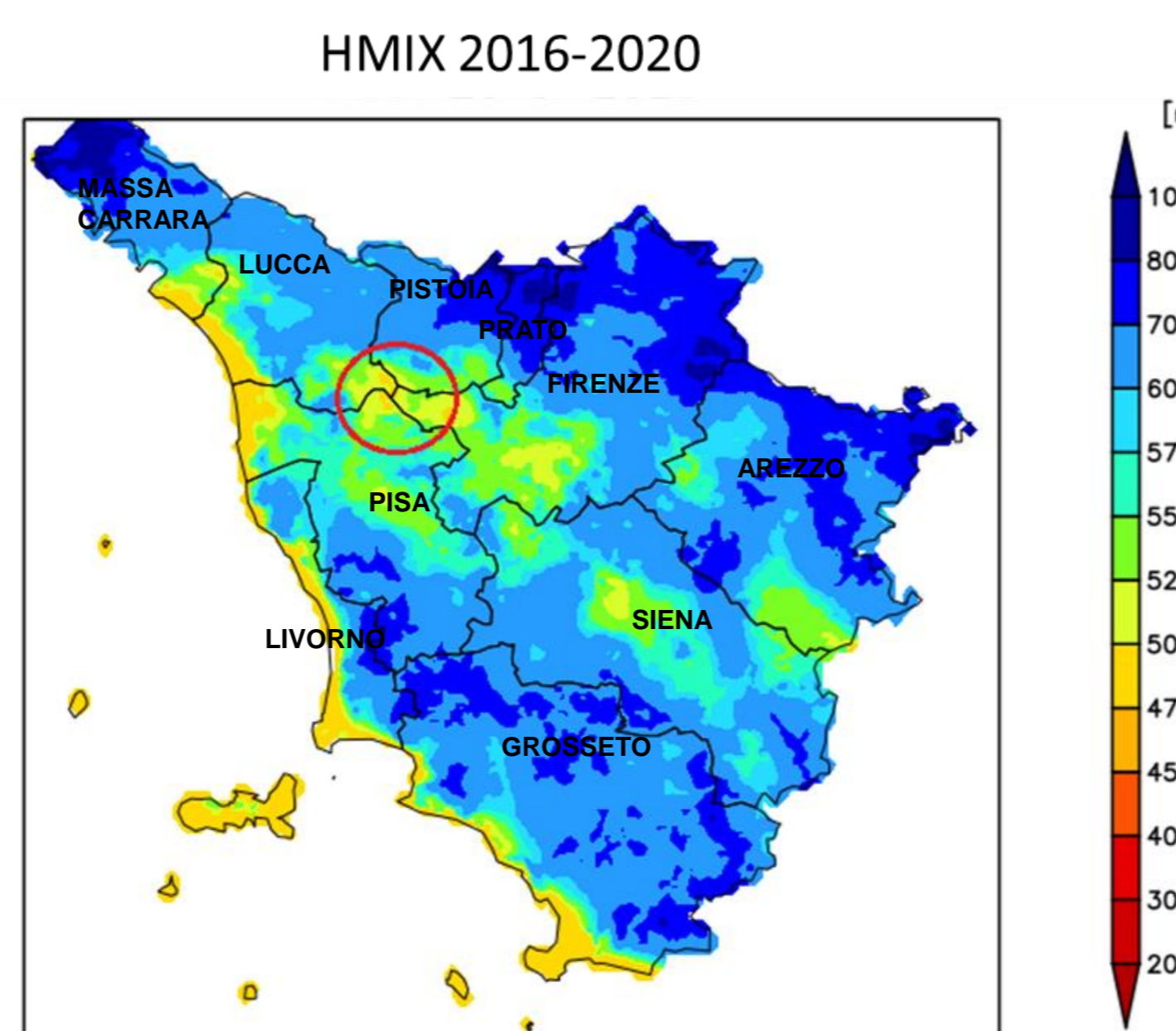


Fig. 4 - Mappa dei valori medi di Hmix, nel periodo 2016-2020, sul territorio toscano: nel cerchio rosso una delle aree più critiche, Capannori (LU).

individuata per la previsione dell'indice ICQA (300 m), e il numero di giorni in cui la concentrazione di PM10 supera il valore limite (50 µg/m3). I grafici in Fig. 6 mostrano che da aprile a settembre non si verificano giorni critici, il maggior numero di questi si verifica a dicembre e gennaio. Nel mese di ottobre si hanno giorni critici per Hmix, ma non si trova una corrispondenza con superamenti del PM10. In assenza di una importante sorgente emissiva come il riscaldamento, presente invece da novembre a marzo, anche con condizioni di criticità meteorologica non si verificano superamenti. Nel mese di marzo, in cui la sorgente riscaldamento è presente, la scarsità di giorni critici per Hmix determina un numero esiguo di superamenti. E' quindi la combinazione del fattore meteorologico e del carico emissivo a determinare i superamenti giornalieri.

## CONCLUSIONI

- I mesi invernali sono i più critici per la dispersione degli inquinanti, in particolare nelle aree pianeggianti o vallive.
- I superamenti giornalieri derivano dalla combinazione di condizioni meteo critiche e carico emissivo.
- L'analisi di Hmix nel periodo 2016-2020 ha evidenziato che la Piana Lucchese è una delle aree più critiche del territorio regionale.
- La climatologia di un'area è un fattore determinante anche per valutare l'impatto di politiche di risanamento della qualità dell'aria.

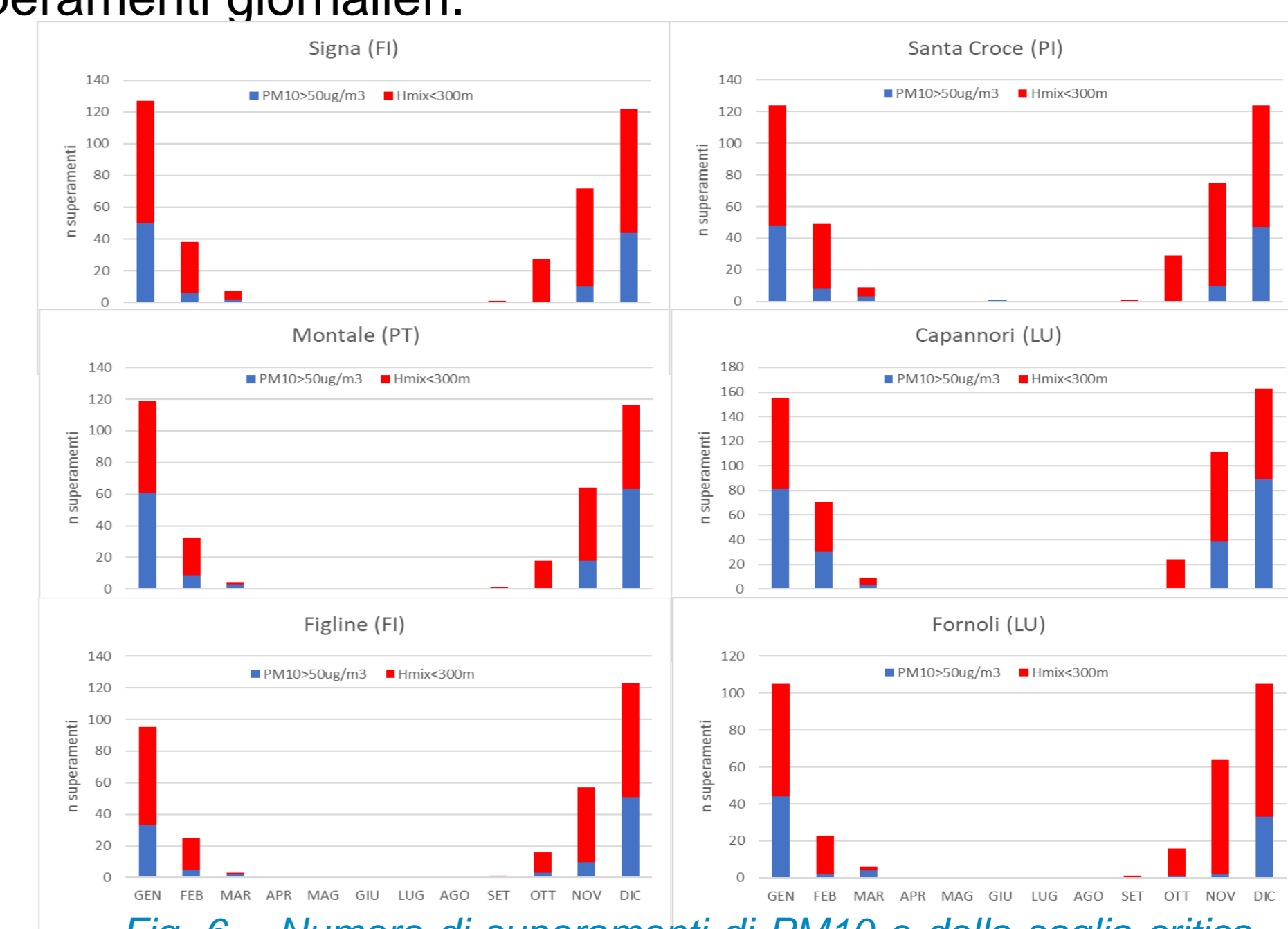


Fig. 6 - Numero di superamenti di PM10 e della soglia critica di Hmix, nel periodo 2016-2020.