

## PM10 nel Comune di Montemurlo

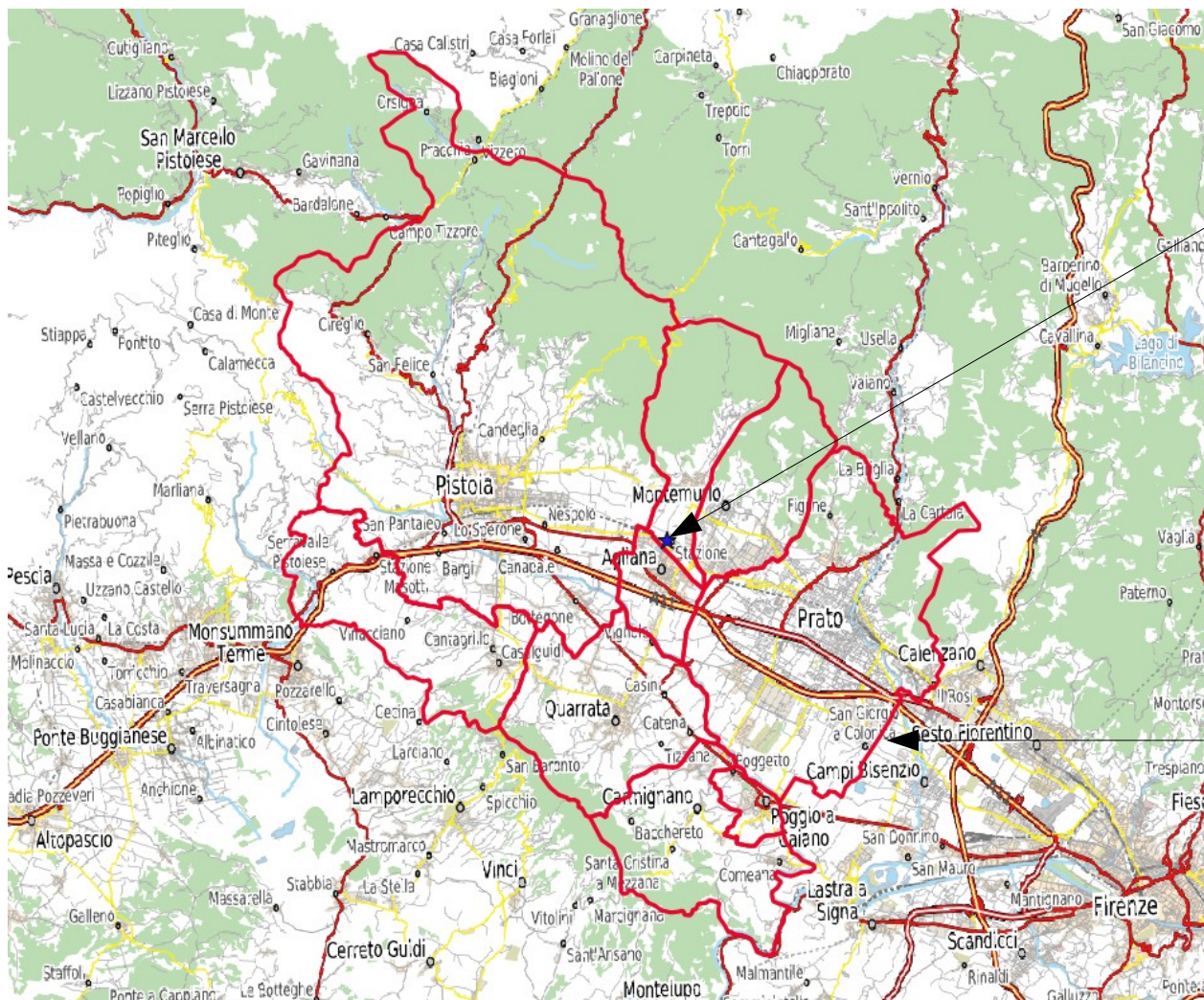
- Rappresentatività spaziale della stazione di Montale
- il PM10 della stazione di Montale
- Studi Patos 2 risultati relativi al sito di Montale
- *Individuazione delle sorgenti*

*Bianca Patrizia Andreini*

*ARPAT - Settore Centro regionale tutela qualità dell'aria*



# PM10 nel Comune di Montemurlo – Zona omogenea Prato Pistoia



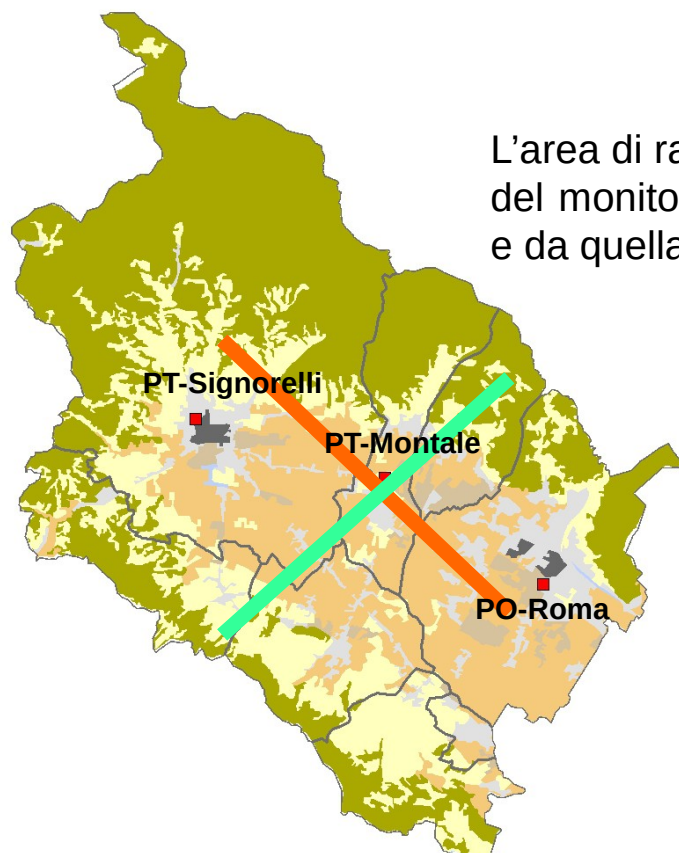
La stazione della zona situata nelle più prossime vicinanze del Comune è la stazione di Montale

Il comune di Montemurlo fa parte della zona omogenea ai fini della qualità dell'aria di Prato Pistoia



## Rappresentatività spaziale della stazione di Montale

Mappa della zona Prato Pistoia – uso del suolo

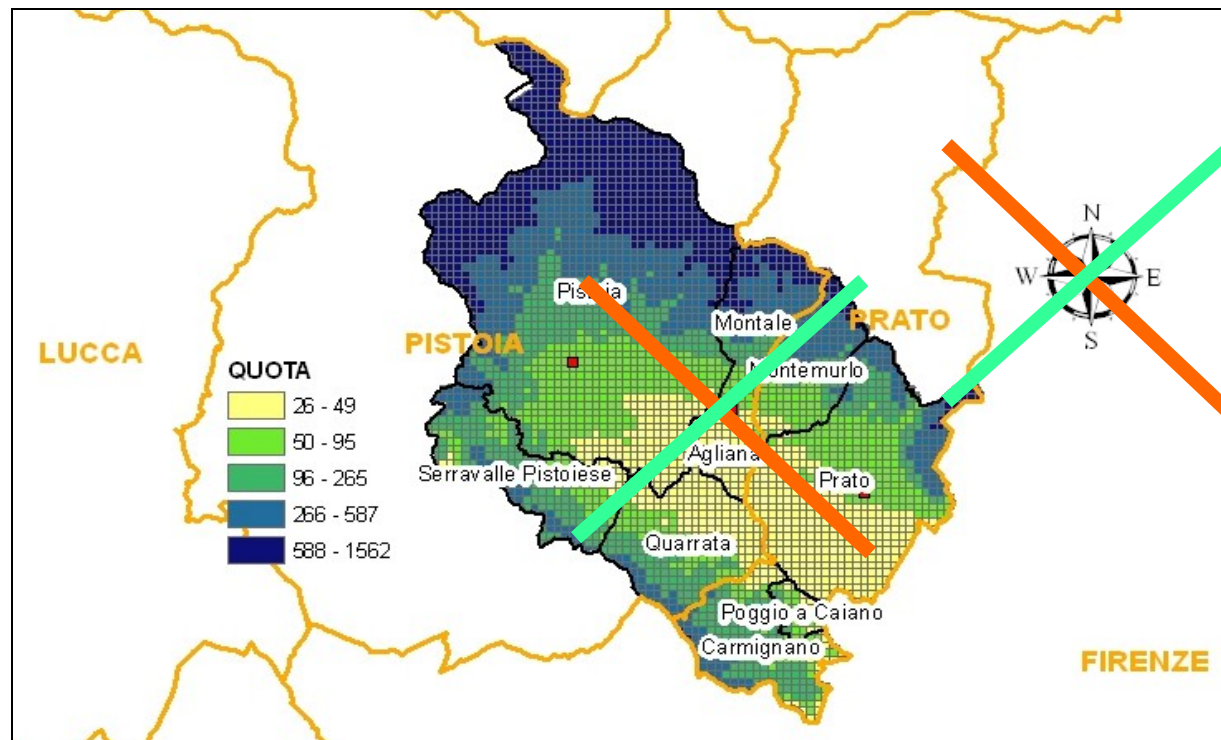


Sull'asse nord/est-sud-ovest il confine è dettato dai naturali limiti fisici che racchiudono la conca intermontana delimitando la zona

Codice Corine	Definizione
111	Zone residenziali continue
112; 141;142	Zone residenziali discontinue
121	Aree industriali e commerciali
211-213	Seminativi
111	Zone residenziali continue
311-313; 321-324;331-334	Zone residenziali discontinue

L'area di rappresentatività è delimitata a nord-ovest e sud-est dalle evidenze stesse del monitoraggio, rappresentate rispettivamente dalla stazione di Pistoia Signorelli e da quella di Prato Roma

Mappa della zona Prato Pistoia – quota





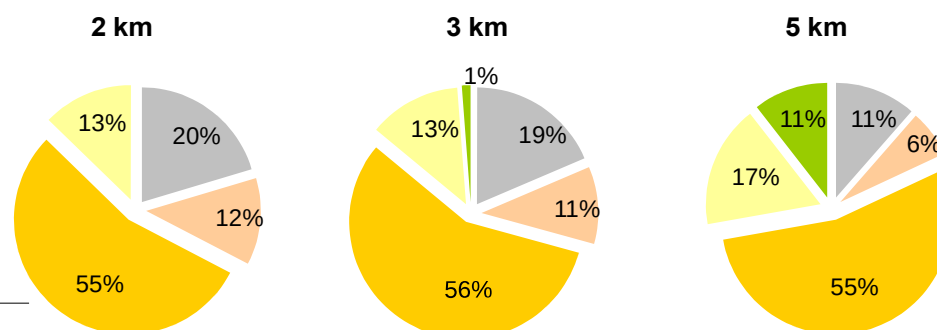
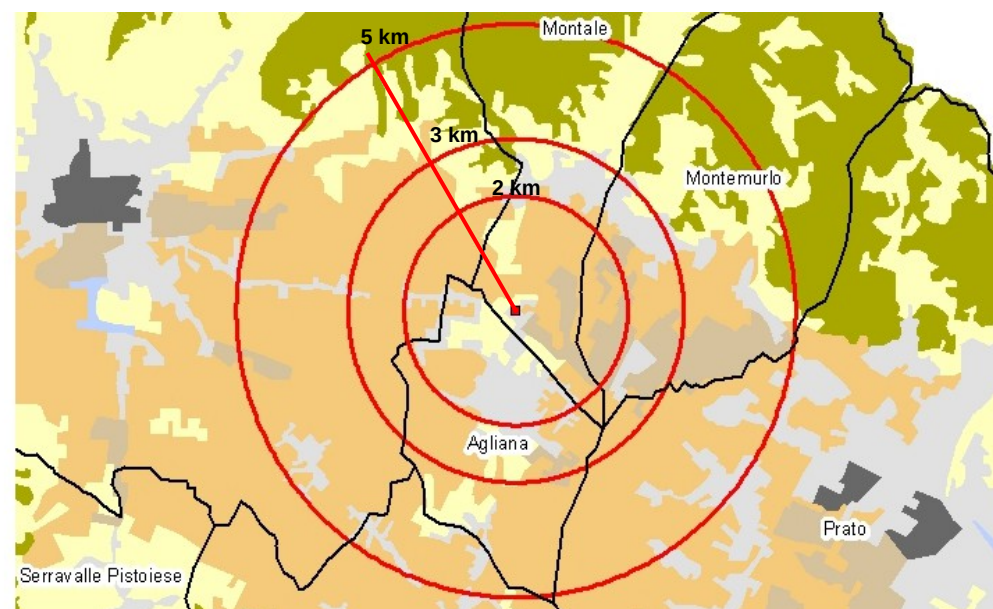
## Calcolo della variabilità dell'uso del suolo attorno al sito Montale

Uno dei metodi utilizzati per valutare la rappresentatività spaziale di un sito di misura (applicato in Italia da ENEA per la rappresentatività delle stazioni della rete speciale) si basa sulla valutazione dell'uso del suolo in un intorno circolare del sito stesso e della sua variabilità all'aumentare del raggio

Applicando questo metodo a PT-Montale si riscontra che all'estendersi del raggio vengono incluse nel buffer porzioni di aree boscate o seminaturali verso nord non rappresentate dalla stazione

E' stato pertanto individuato un nuovo punto di riferimento, denominato Centro Piana, che potesse essere considerato baricentrico rispetto alla distribuzione di uso del suolo dell'area pianeggiante tra Prato e Pistoia.

Nell'immediato intorno della stazione l'uso del suolo è suddiviso tra seminativi (55%) area urbana (20%) aree agricole (13%) e aree industriali commerciali o di servizi (12%)



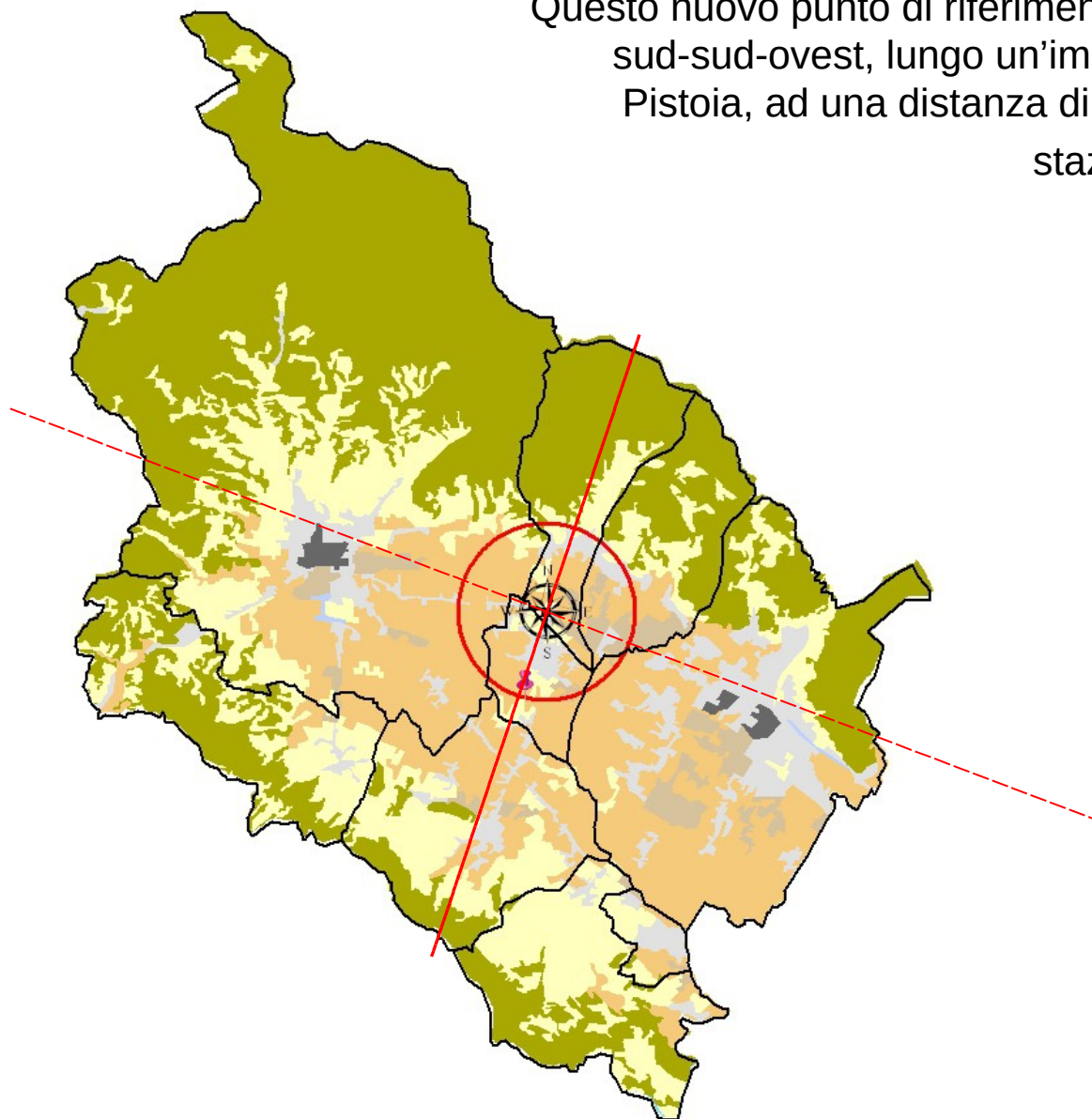
## Individuazione del baricentro (centro piana)

Questo nuovo punto di riferimento è ottenuto traslando dal sito di Montale verso sud-sud-ovest, lungo un'immaginaria bisettrice tra i centri urbani di Prato e Pistoia, ad una distanza di 3 km circa dalla stazione. A questa distanza la stazione di Montale risulta ancora rappresentativa.

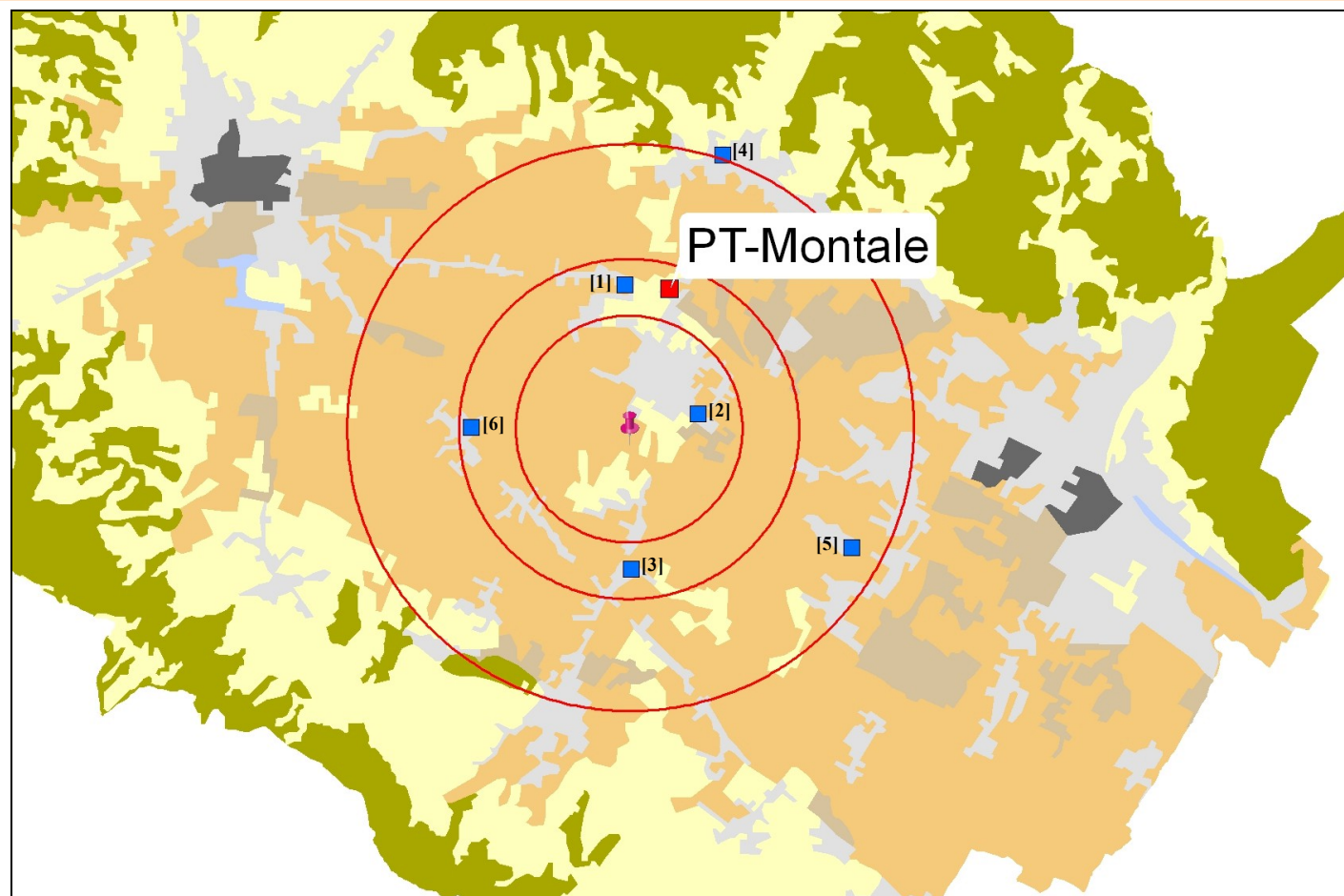
Questo punto è servito come baricentro per la progettazione delle campagne di misura atte alla verifica della rappresentatività della stazione.

Le campagne sono state effettuate in 6 siti diversi in maniera rappresentativa dell'intero anno solare (15 giorni a stagione).

I 6 siti sono stati individuati tutti entro un raggio di 5 km dal baricentro (1 entro i 2 km, 3 nella fascia tra i 2 e i 3 km e 2 nella fascia tra i 3 e i 5 km)



## Localizzazione siti di campionamento e campagne gen 2013- feb 2014



Il buffer di 5 km contiene tutta l'area pianeggiante tra i centri urbani di Prato e Pistoia.

Il sito n. 4, ubicato nel centro urbano di Montale e proprio a 5 km di distanza dal baricentro, costituisce in pratica il limite dell'area e si trova rispetto a tutti gli altri siti ad una quota maggiore.

**6 postazioni**

**24 campagne stagionali di 15 gg ciascuna**

**360 campioni**

Sito	Comune	Località	Quota m (s.l.m.)
[1]	Agliana	Don Milani	49
[2]	Agliana	S. Michele	42
[3]	Quarrata	Vignole	40
[4]	Montale	via Vignolini	75
[5]	Prato	Brugnano	48
[6]	Pistoia	Bottegone	44





Le maggiori differenze rispetto ai valori della stazione fissa si riscontrano in corrispondenza dei valori più elevati ed in particolare all'insorgere dei picchi di concentrazione

Inverno



14-28gen

Primavera



25apr-9mag

Estate

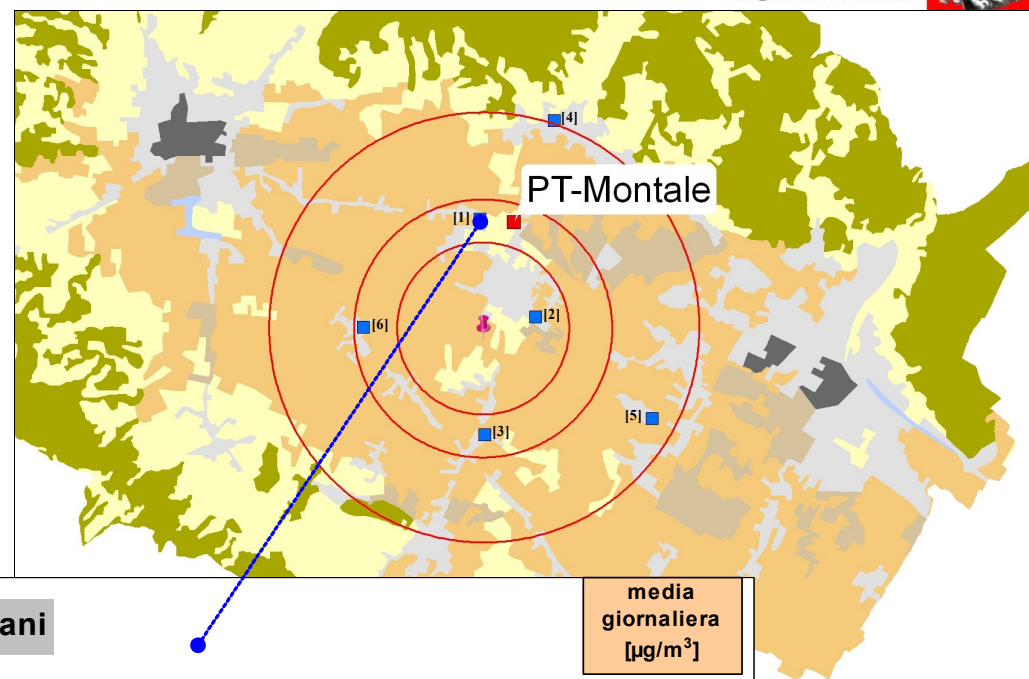


12-26 lug

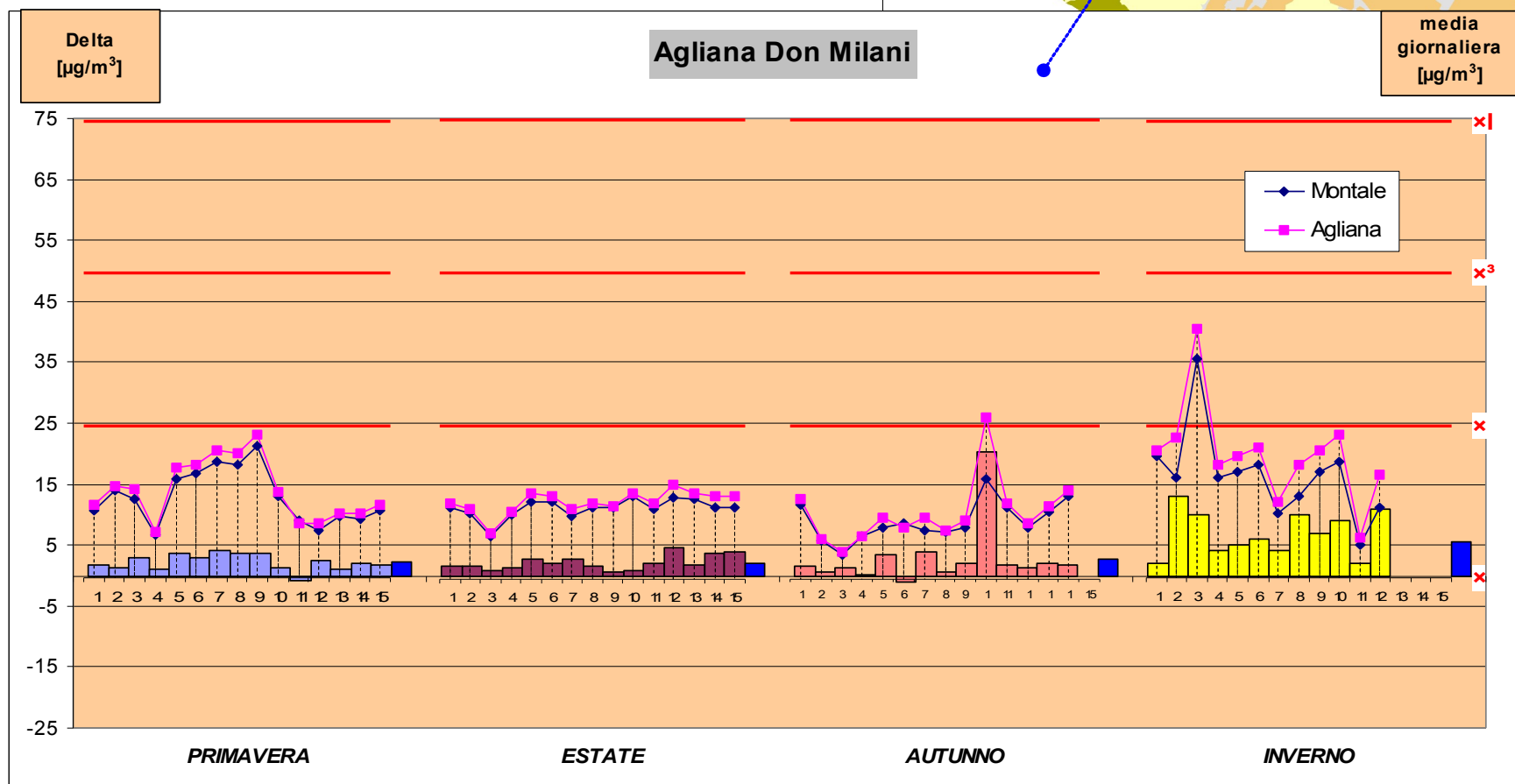
Autunno



4-18 ott



Agliana Don Milani



Le differenze medie sono più marcate nelle stagioni autunnale ed invernale, sempre in ragione delle concentrazioni più elevate, e ciò avviene per ciascun sito



Le maggiori differenze rispetto ai valori della stazione fissa si riscontrano in corrispondenza dei valori più elevati ed in particolare all'insorgere dei picchi di concentrazione

Inverno



Primavera



Estate



Autunno

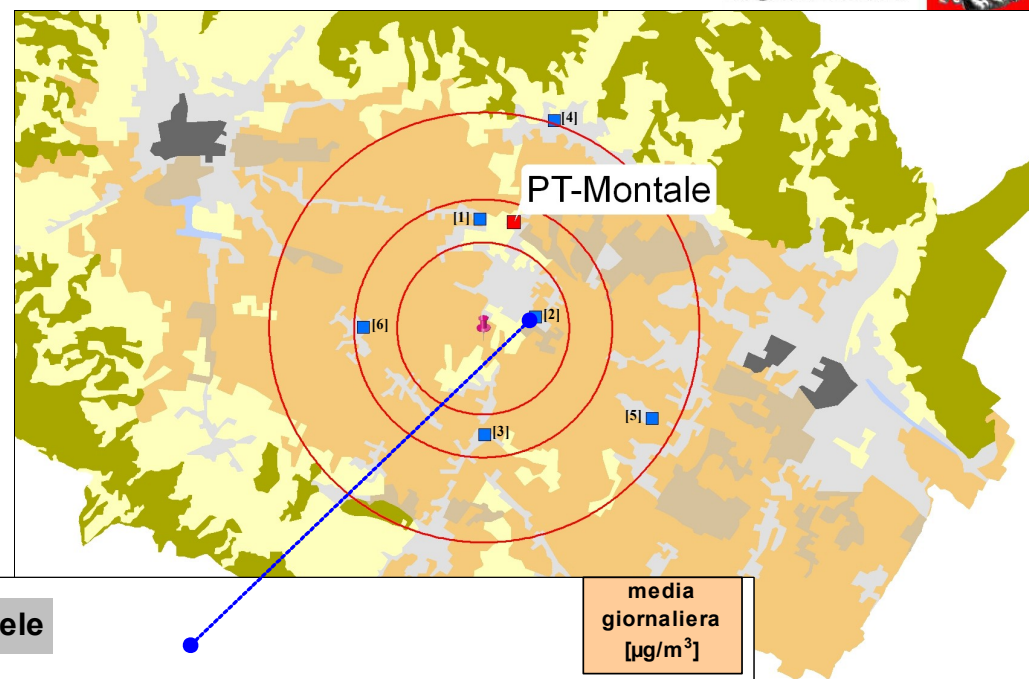


16-30 gen

9-23 mag

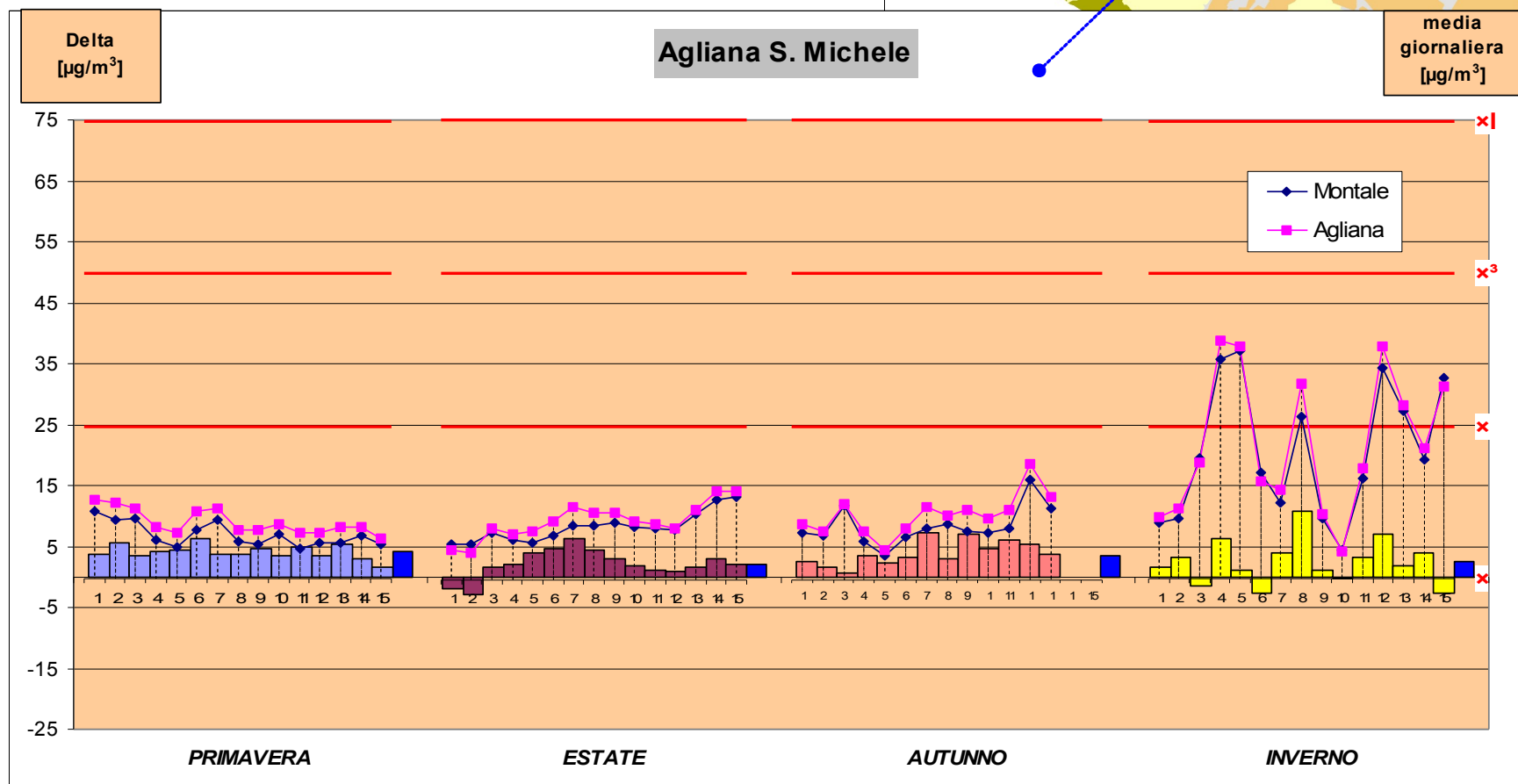
27 giu-11 lug

1-15 ott



Agliana S. Michele

media  
giornaliera  
[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



Le differenze medie sono più marcate nelle stagioni autunnale ed invernale, sempre in ragione delle concentrazioni più elevate, e ciò avviene per ciascun sito





Le maggiori differenze rispetto ai valori della stazione fissa si riscontrano in corrispondenza dei valori più elevati ed in particolare all'insorgere dei picchi di concentrazione

Inverno



2-17 feb

Primavera



7-21 giu

Estate

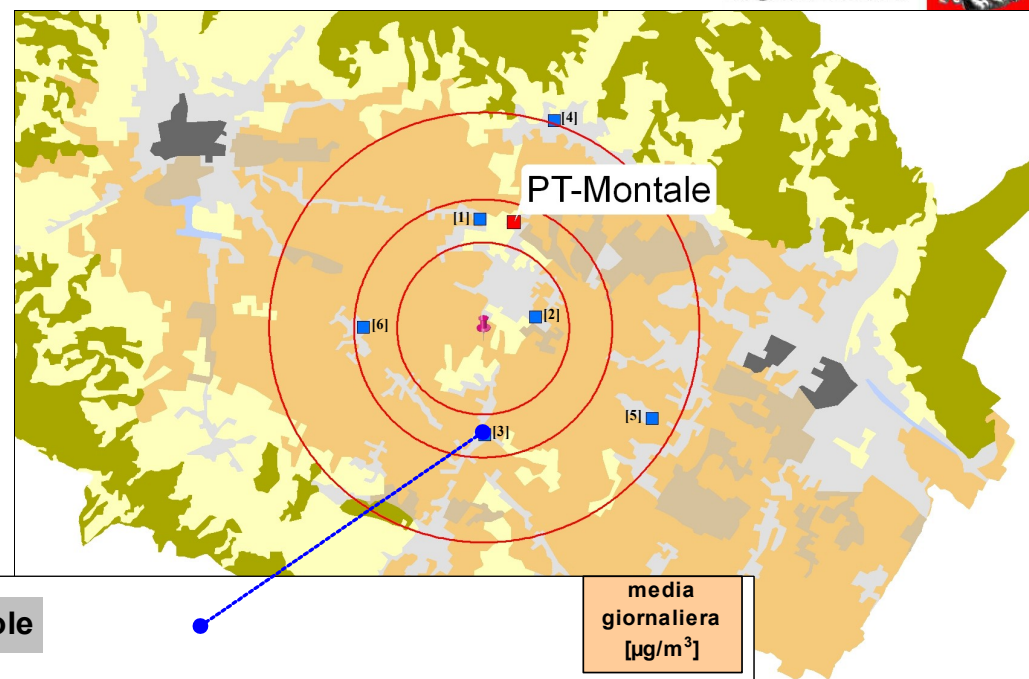


7-20 sett

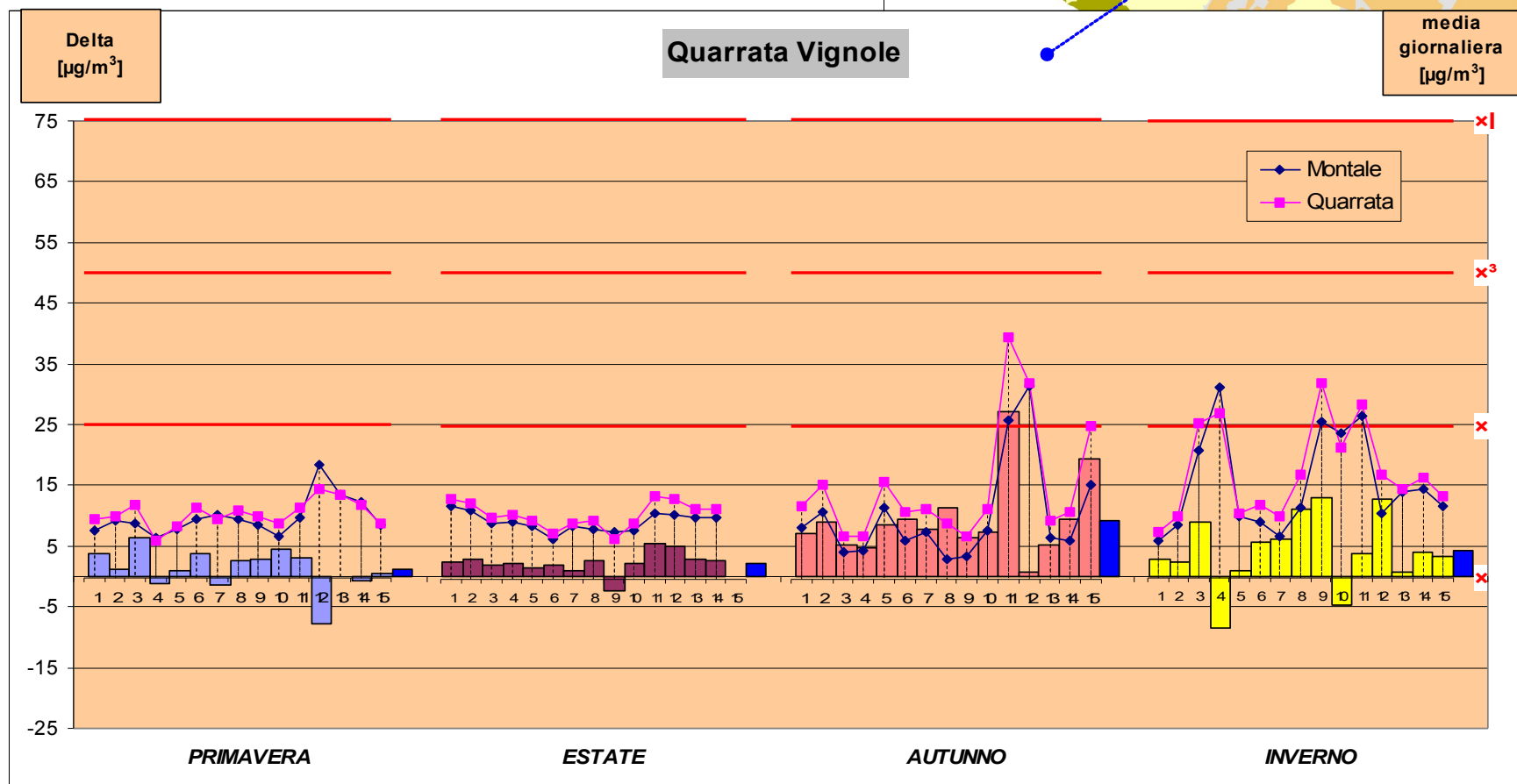
Autunno



19 nov- 3 dic



Quarrata Vignole



Le differenze medie sono più marcate nelle stagioni autunnale ed invernale, sempre in ragione delle concentrazioni più elevate, e ciò avviene per ciascun sito



Le maggiori differenze rispetto ai valori della stazione fissa si riscontrano in corrispondenza dei valori più elevati ed in particolare all'insorgere dei picchi di concentrazione

Inverno



20 feb-6 mar

Primavera



25 mag-8 giu

Estate

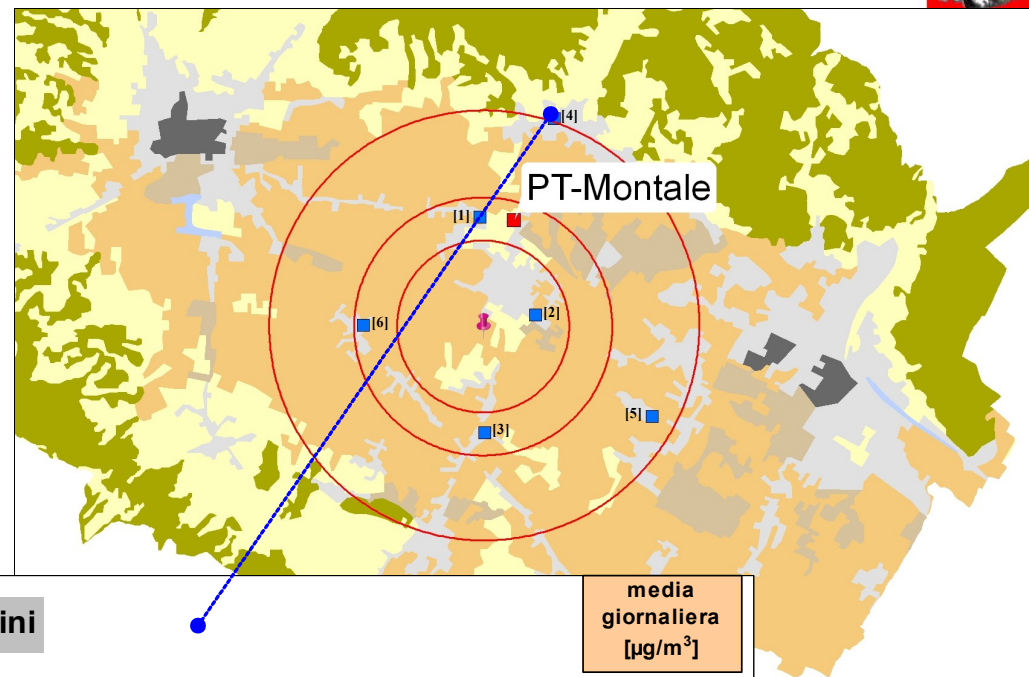


13-27 lug

Autunno



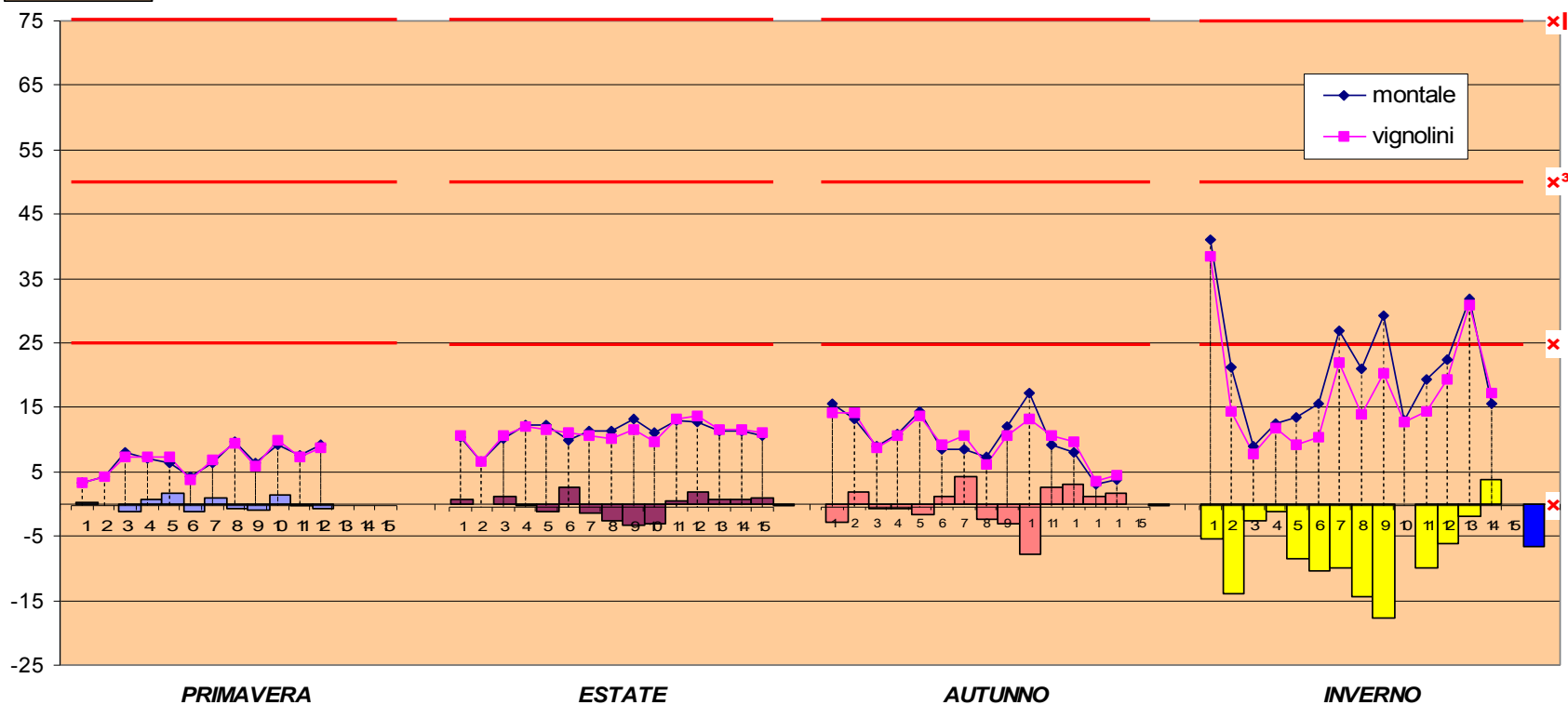
29 ott-12 nov



Montale Vignolini

Delta  
[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

media  
giornaliera  
[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



Le differenze medie sono più marcate nelle stagioni autunnale ed invernale, sempre in ragione delle concentrazioni più elevate, e ciò avviene per ciascun sito



Le maggiori differenze rispetto ai valori della stazione fissa si riscontrano in corrispondenza dei valori più elevati ed in particolare all'insorgere dei picchi di concentrazione

Inverno



21 dic - 8 gen  
2013 - 2014

Primavera



11 giu - 25 giu

Estate

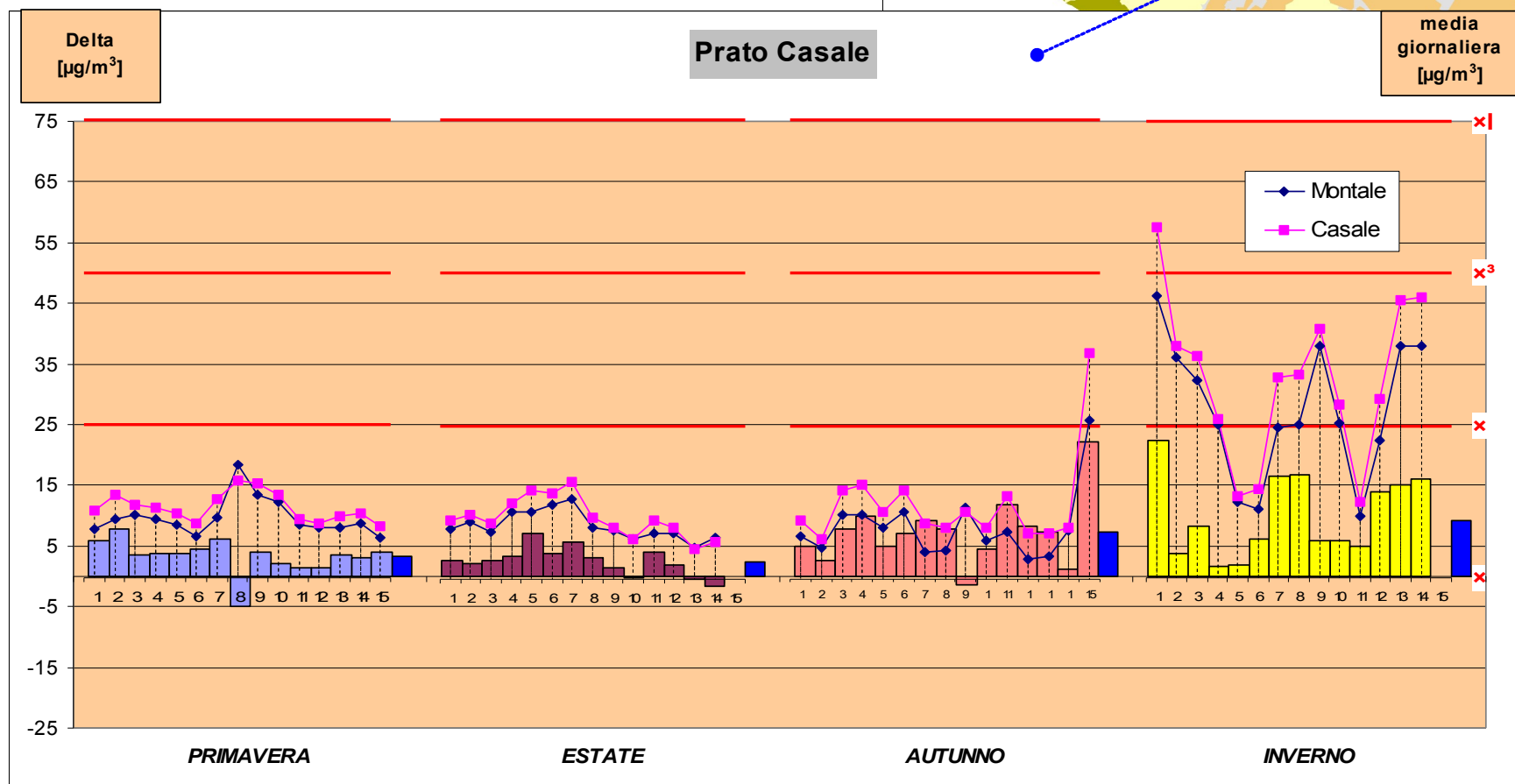
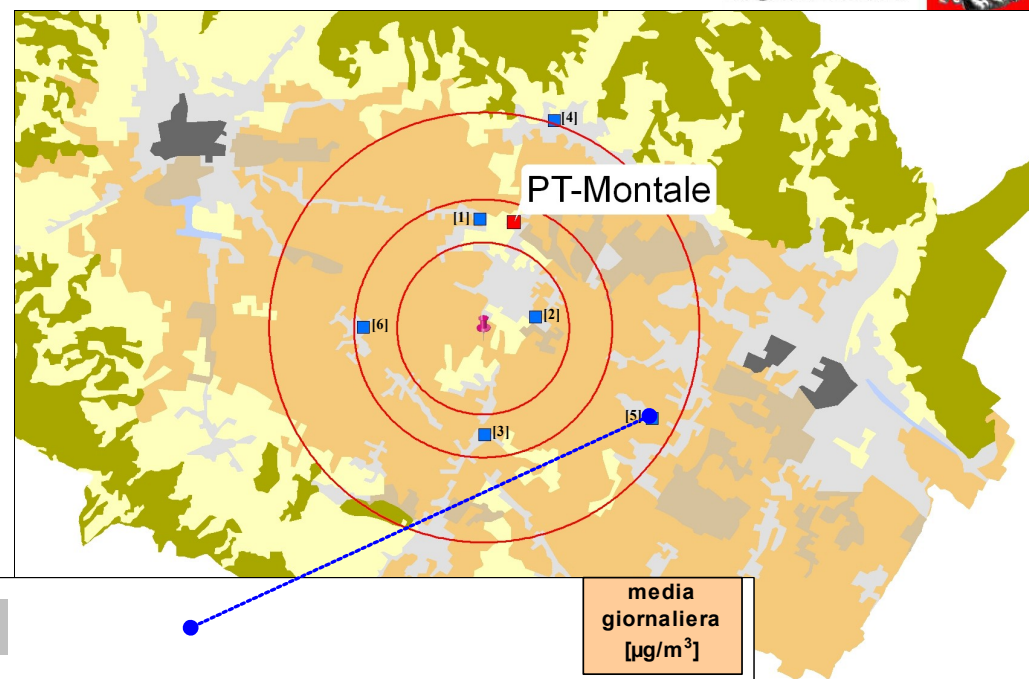


2-16 ago

Autunno



15-29 nov



Le differenze medie sono più marcate nelle stagioni autunnale ed invernale, sempre in ragione delle concentrazioni più elevate, e ciò avviene per ciascun sito





Le maggiori differenze rispetto ai valori della stazione fissa si riscontrano in corrispondenza dei valori più elevati ed in particolare all'insorgere dei picchi di concentrazione

Inverno



11-25 gen  
2014

Primavera



24 apr-7 mag

Estate

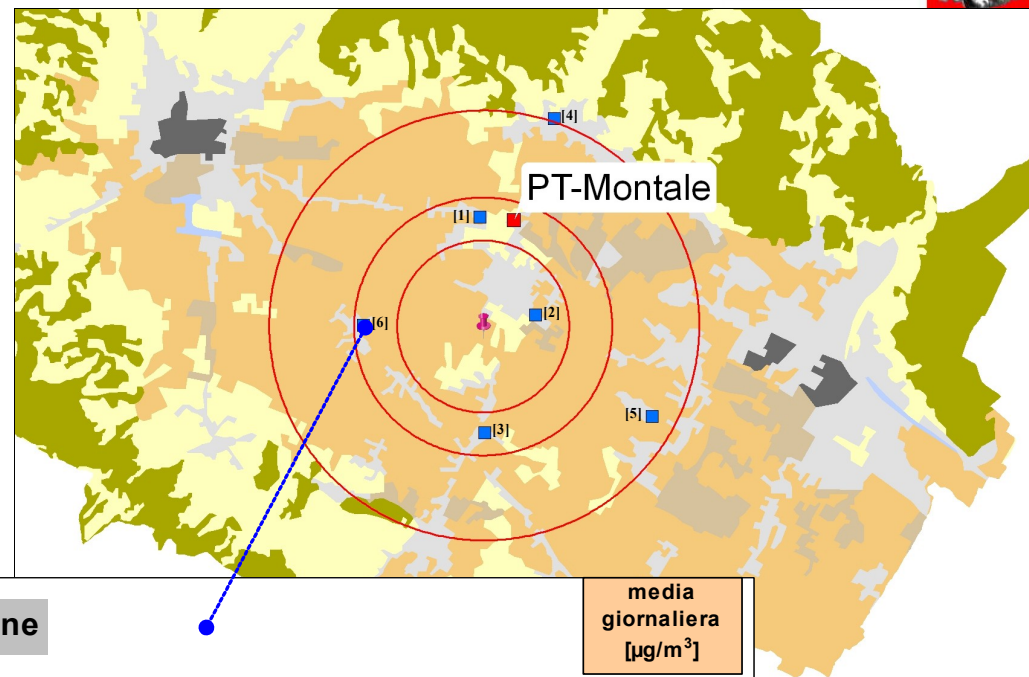


20 ago-3 sett

Autunno

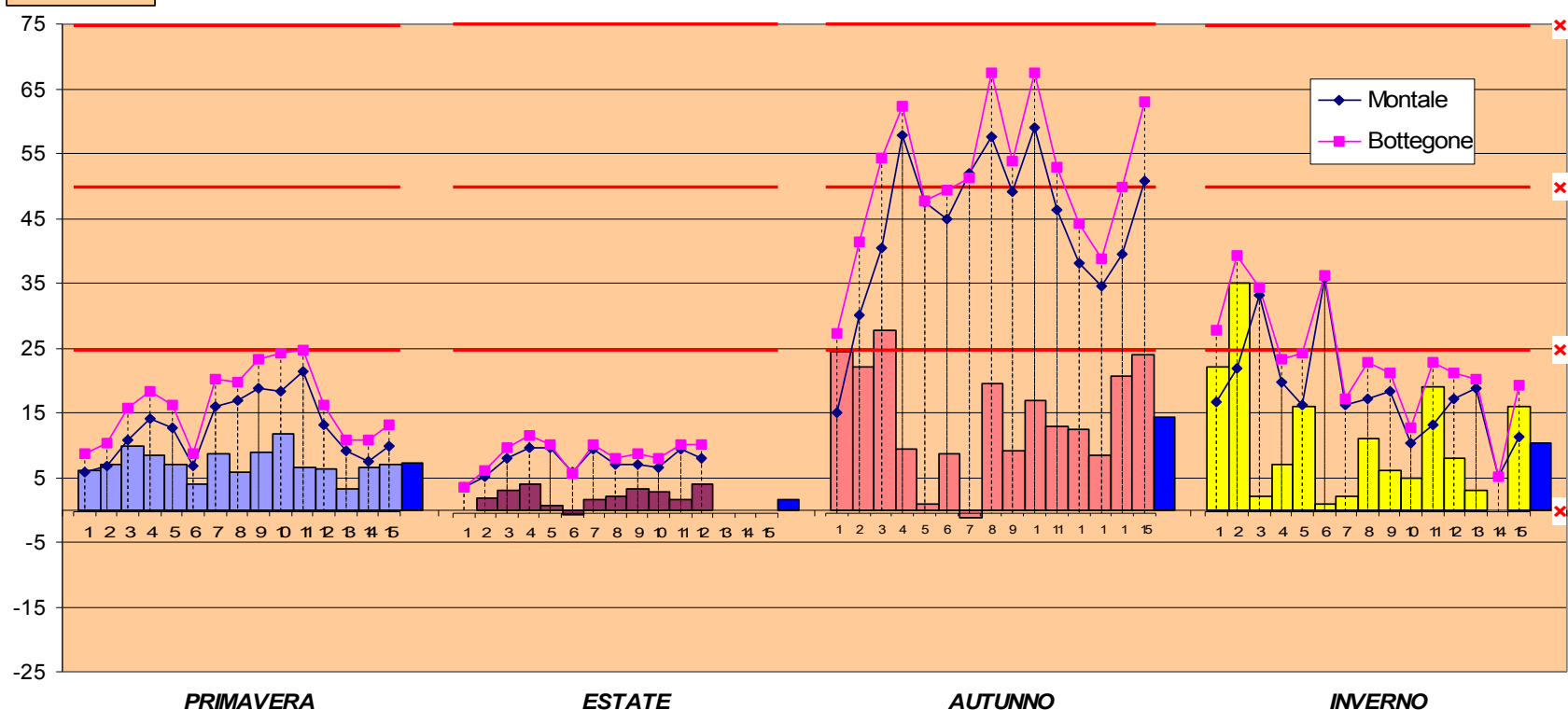


3-17 dic



Pistoia Bottegone

media  
giornaliera  
[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

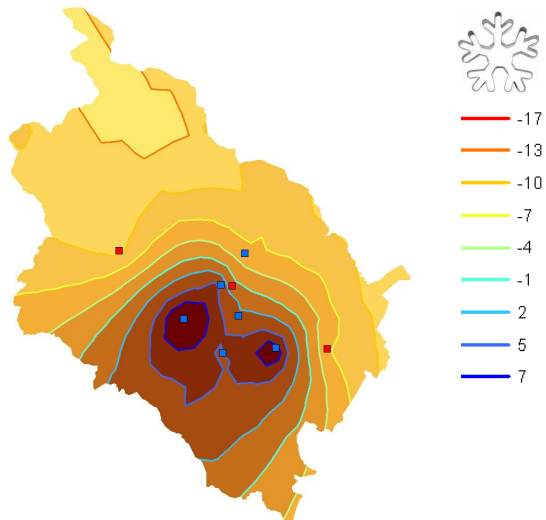


Le differenze medie sono più marcate nelle stagioni autunnale ed invernale, sempre in ragione delle concentrazioni più elevate, e ciò avviene per ciascun sito

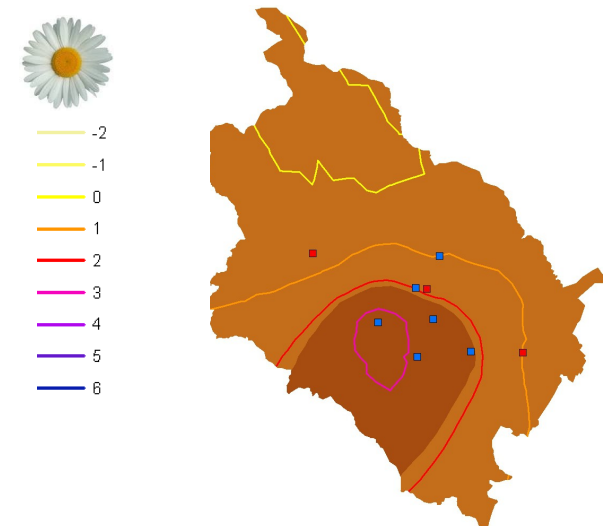
# Variabilità stagionale delle differenze



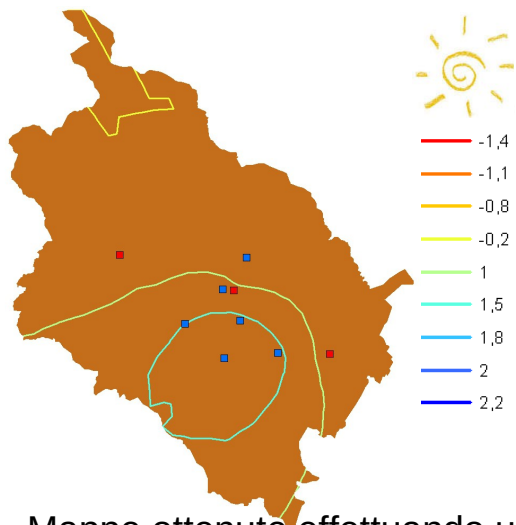
Media del periodo= 43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



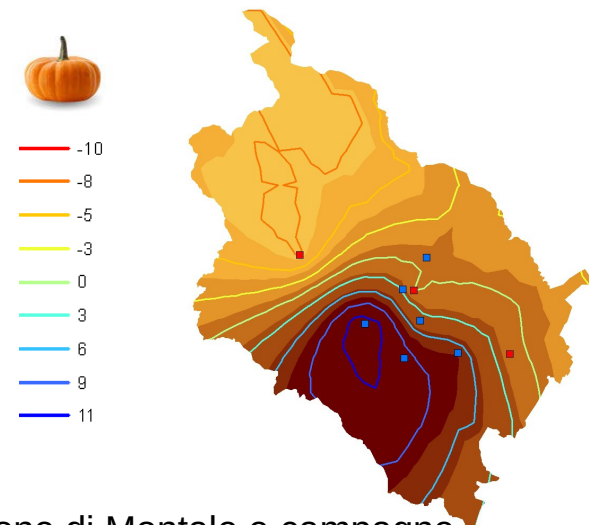
Media del periodo= 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Media del periodo= 18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

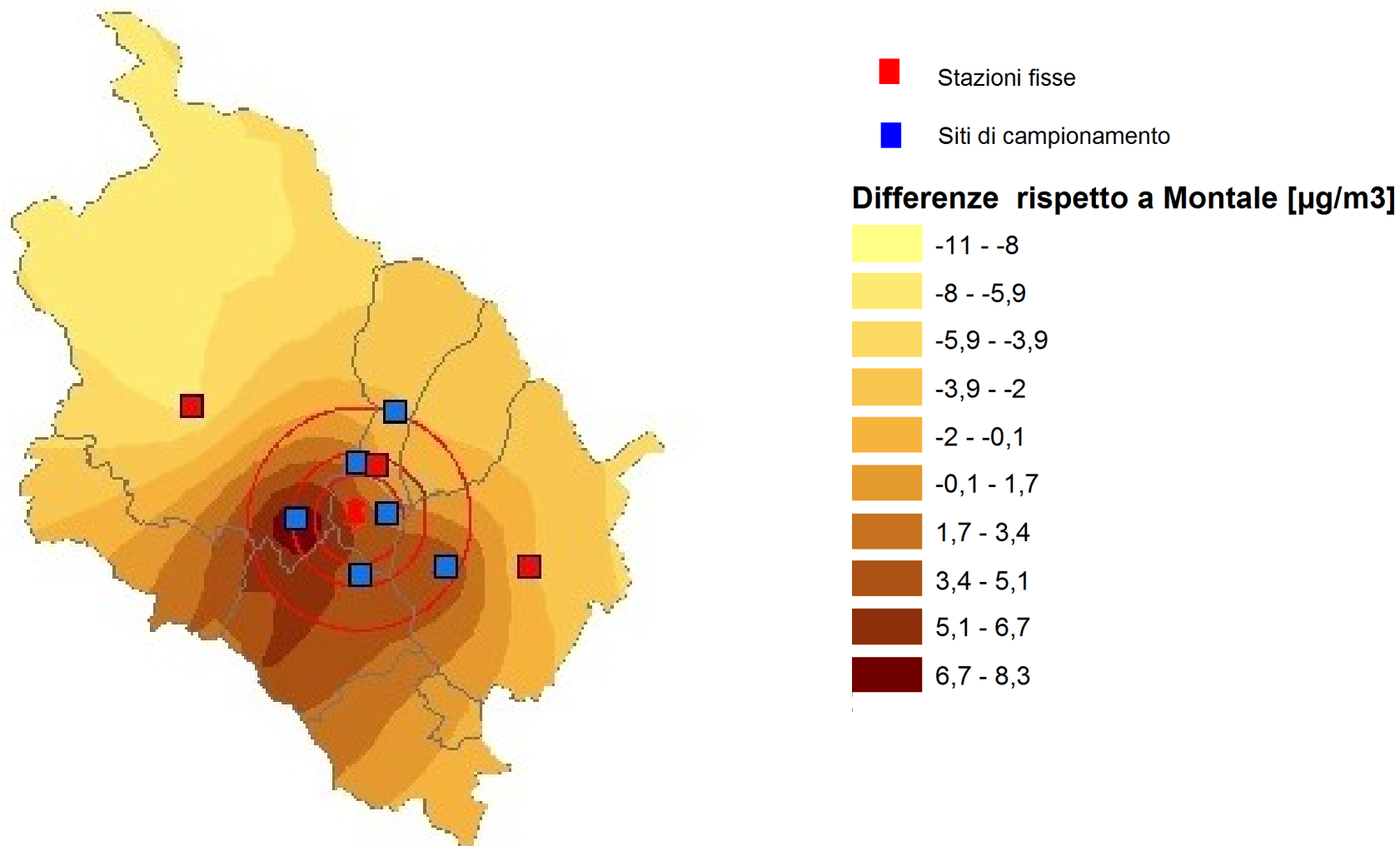


Media del periodo= 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Mappe ottenute effettuando un'interpolazione (tramite kriging) delle differenze tra stazione di Montale e campagne

## Area di rappresentatività



L'area della piana ricompresa nel comune di Montemurlo è molto ben rappresentata dai dati della stazione di Montale. La mappa dell'interpolazione mostra per questa zona differenze minime tra la stazione ed il dato stimato.



# I dati della stazione di Montale

## PM10 e PM2,5

### PM10

Media annuale VALORE LIMITE = 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ANNO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
PT-Montale	42	39	*	*	34	34	29	26	31

Superamenti soglia giornaliera 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  VALORE LIMITE 35 superamenti

ANNO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
PT-Montale	82	70	*	*	65	63	45	32	57

### PM2,5 – misura presente dal 2013

Media annuale VALORE LIMITE = 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ANNO	2013	2014	2015
PT-Montale	19	19	23

# I dati della stazione di Montale gli altri inquinanti misurati

## Ozono

AOT 40 MAG-LUG		VALORE LIMITE media su 5 anni = 18000			
Media	2007-11	2008-12	2009-13	2010-14	2011-15
PT-Montale	27715	27325	25352	22585	23746

N° medie su 8 ore massime giornaliere >120 µg/m <sup>3</sup> VALORE LIMITE media triennale =25							
Medie	2007-09	2008-09	2009-11	2010-12	2011-13	2012-14	2013-15
PT-Montale	52	60	58	47	33	22	35

## NO<sub>2</sub>

Medie annuali VALORE LIMITE = 40 µg/m <sup>3</sup>									
Anno	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
PT-Montale	24	21	24	26	20	17	18	15	20

## Progetto PATOS

Il Progetto Regionale PATOS (Particolato Atmosferico in TOScana) è stato promosso dalla Regione Toscana Settore "Qualità dell'aria, rischi industriali, prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento" nell'ambito del PRAA 2004-2006.

E' proseguito nel 2008 con PATOS 2, progetto esteso alle frazioni più fini del particolato.



### **Patos 2 - IDENTIFICAZIONE DELLE SORGENTI**

Linea progettuale "Misure dei livelli di concentrazione del materiale particolato fine PM10 della Regione Toscana al fine di verificare l'efficacia degli interventi di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria. Casi di Livorno e Montale"

*(Università di Firenze e INFN)*

Responsabile Scientifico: Franco Lucarelli

Collaboratori: Silvia Nava, Roberto Udisti, Sivia Becagli,

Rita Traversi, Mirko Severi, Giulia Calzolari, Massimo

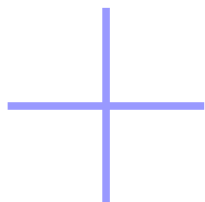
Chiari, Martina Giannoni

Novembre 2014



## Campionamento PM10 su base giornaliera

218 campioni raccolti dall'8 novembre  
2013 al 5 gennaio 2015  
(1 giorno di campionamento ogni 2)

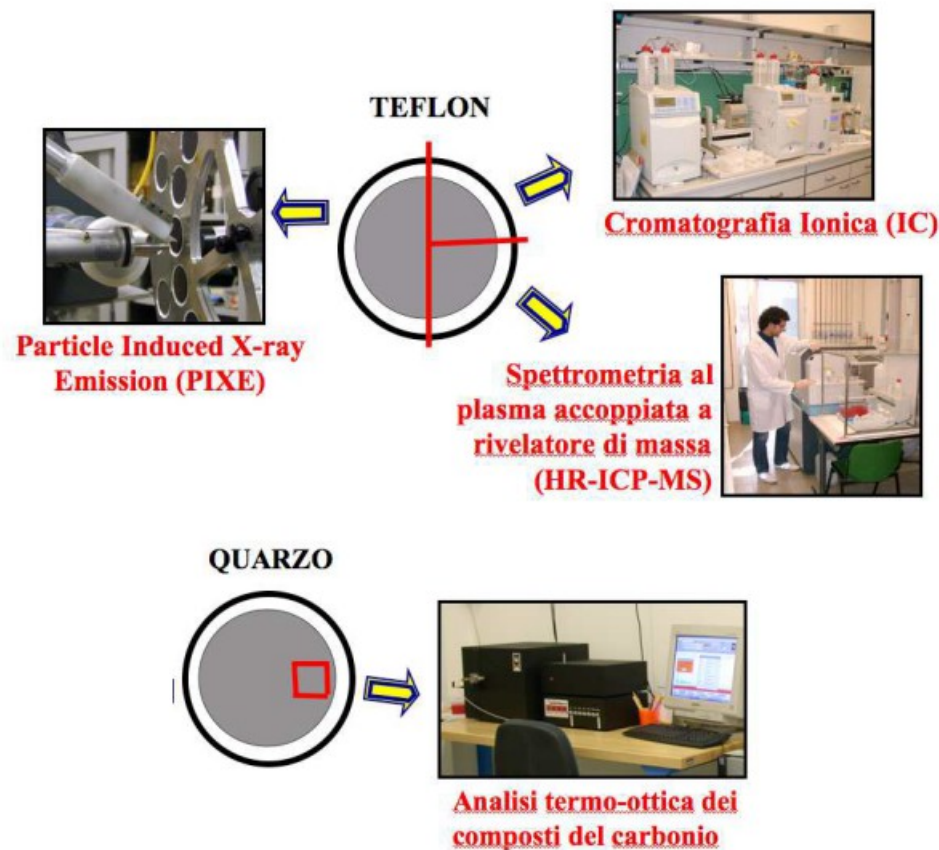


## Campionamento PM10 ad elevata risoluzione temporale

Campioni con risoluzione oraria (particolarmente utili per la  
ricostruzione delle sorgenti)

2 settimane nel periodo invernale : 22/1/14-05/02/14

2 settimane nel periodo estivo : 25/06/14-07/07/14



## Composizione chimica

Attraverso l'analisi chimica del particolato raccolto vengono individuate le seguenti componenti:

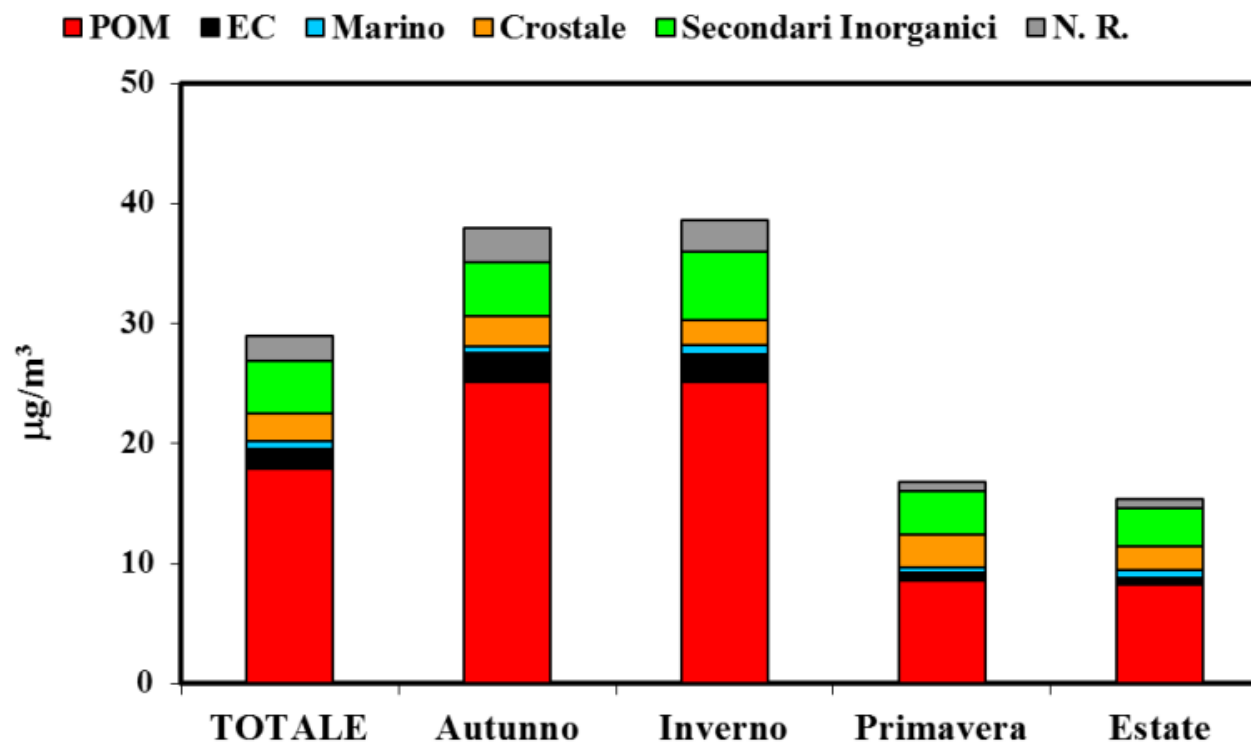
**POM:** Composti organici del carbonio;

**EC:** Carbonio elementare;

**Secondari inorganici:** Solfati, Nitrati, Ammonio;

**Crostale:** componente minerale prodotta dall'erosione della crosta terrestre;

**Marino:** aerosol prodotto dallo spray marino e trasportato a lunga distanza;

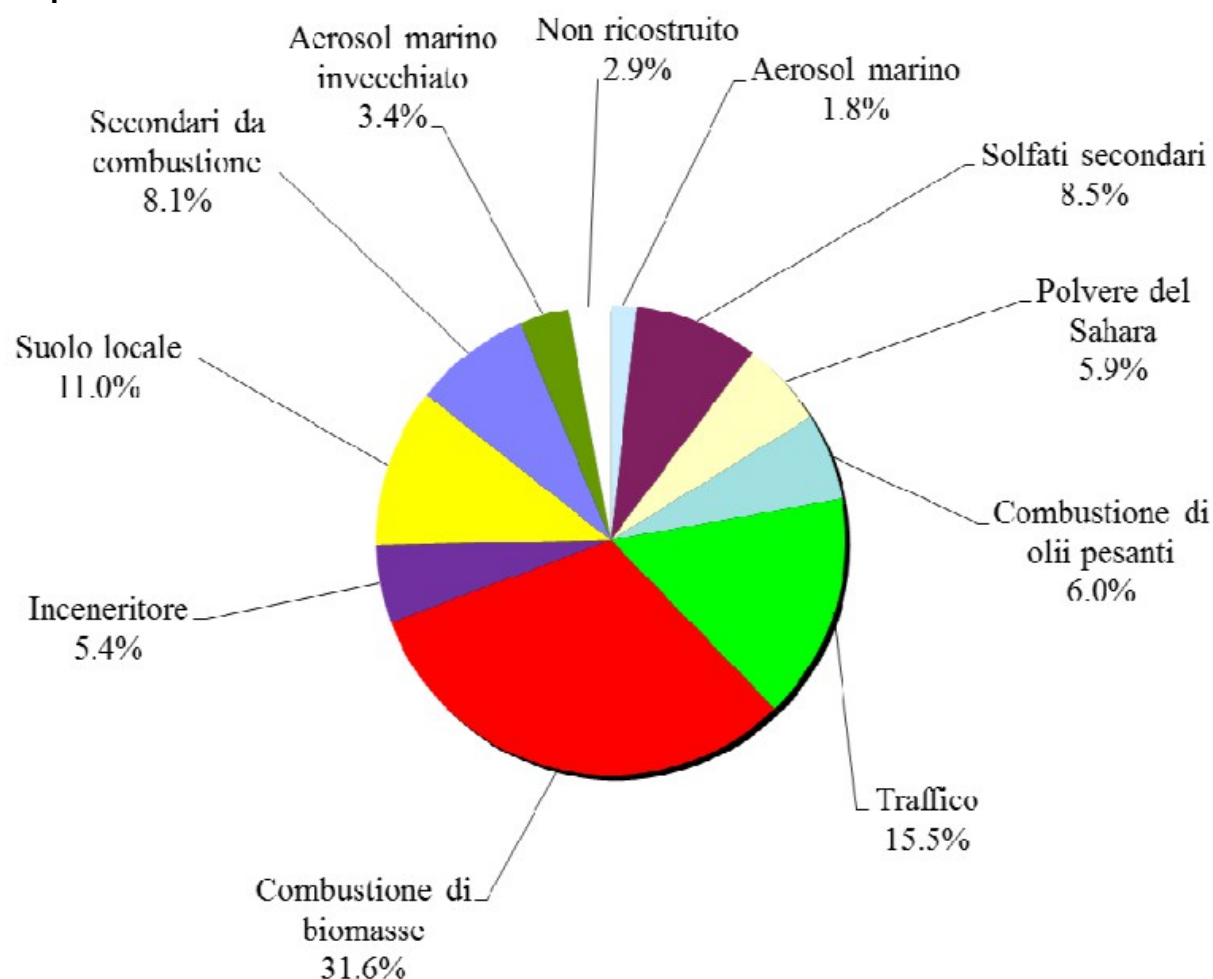




# Dalla composizione chimica alle sorgenti: applicazione dei modelli a recettore

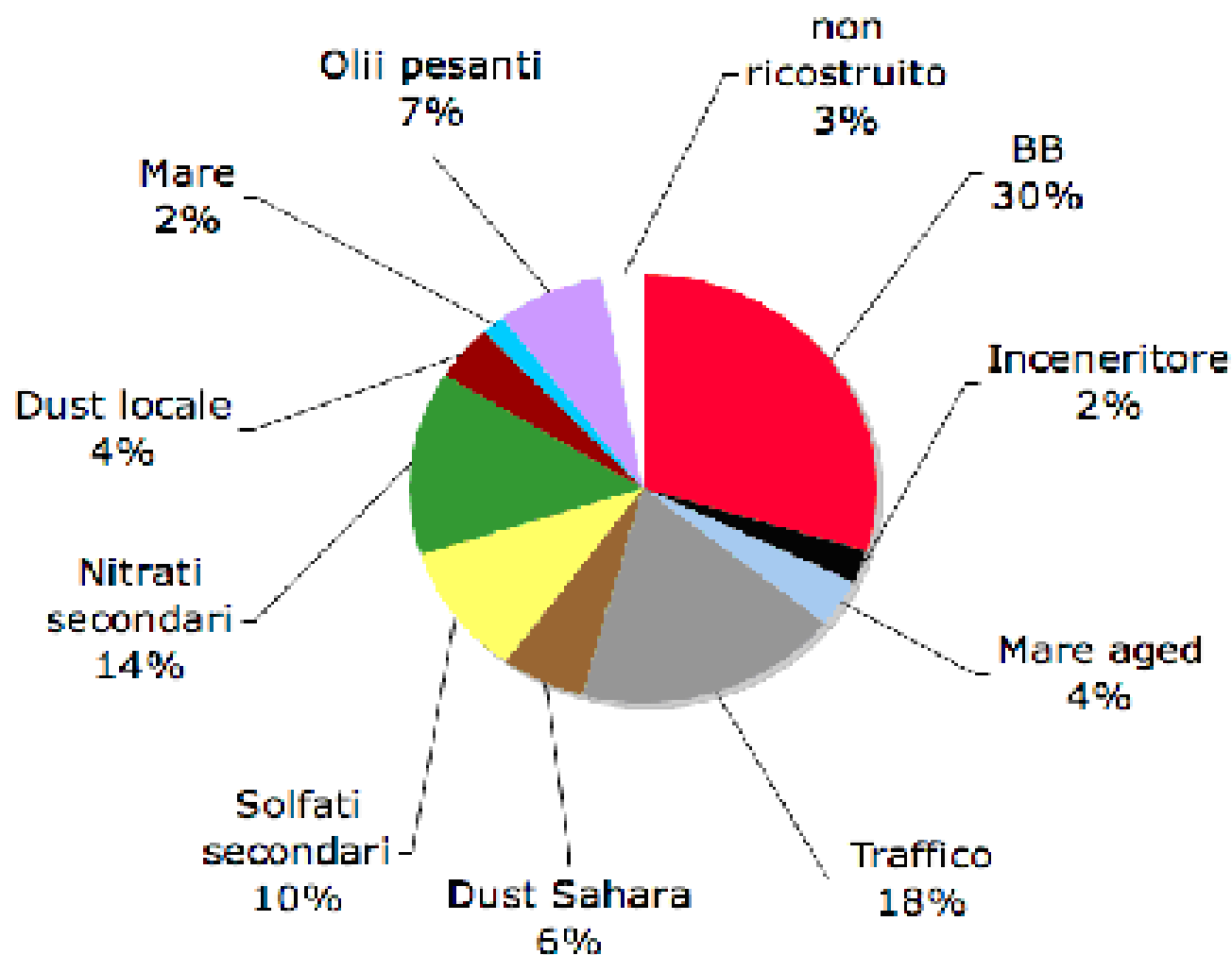
Attraverso la PMF (Positive Matrix Factorization) sono state identificate le seguenti sorgenti:

“traffico”, “combustione di biomasse”, “solfati secondari”, “secondari da combustioni”, “polvere del Sahara”, “polvere locale”, “spray marino”, “spray marino invecchiato”, “combustione di olii pesanti”, “inceneritore”.





## Approfondimenti successivi e applicazione dei modelli a recettore PMF







# Ricostruzione dei contributi % medi delle sorgenti di particolato

Componente secondaria di origine locale derivante da processi di combustione fra cui il riscaldamento, la combustione di biomasse e il traffico. Caratterizzata da forte stagionalità, con valori più alti in autunno inverno (fino a un massimo di circa  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), e molto bassi verso l'estate

Secondari da combustione 8.1%

Componente secondaria regionale del particolato. Si formano in atmosfera a partire dal biossido di zolfo emesso da impianti termo-elettrici per la produzione di energia e subiscono una veloce distribuzione sul territorio regionale. Maggiori in estate perché sono favoriti i fenomeni di trasporto

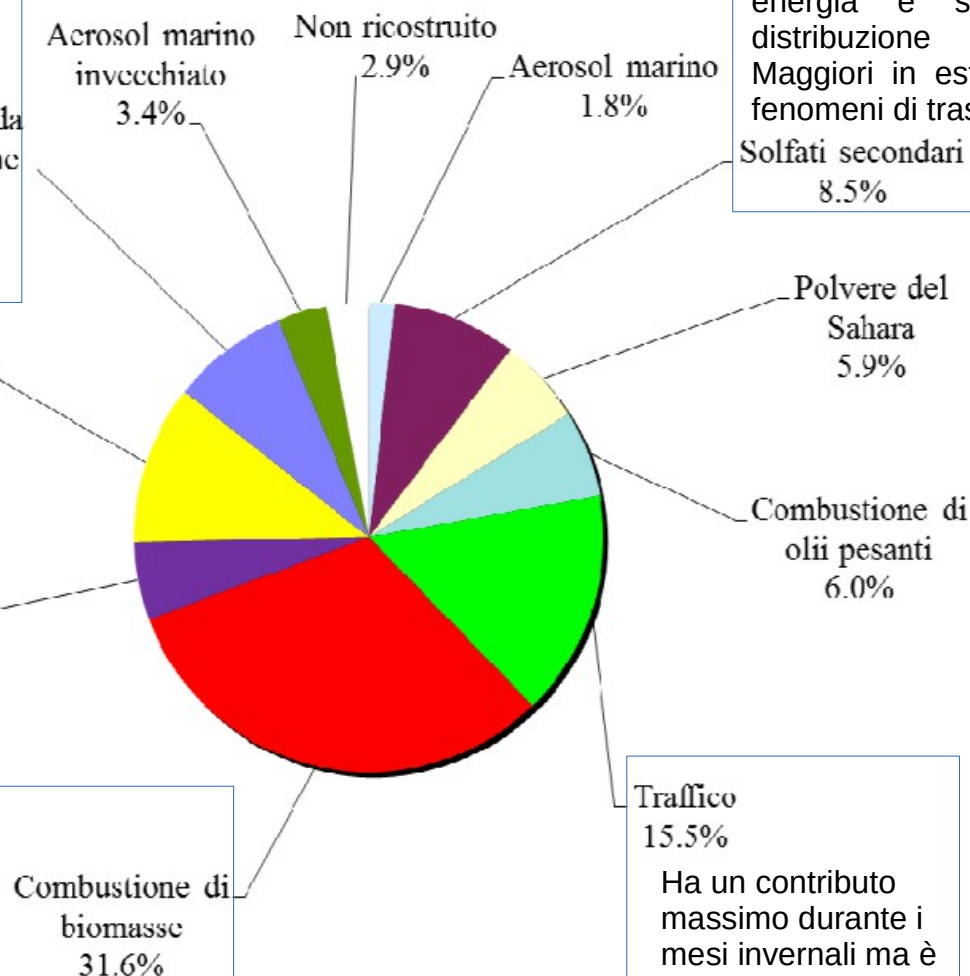
Solfati secondari 8.5%

Suolo locale 11.0%

Inceneritore 5.4%

Combustione di biomasse 31.6%

E' il contributo di gran lunga più rilevante alla massa del PM10 (32% in media che sale a 42% durante i giorni di superamento), con valori di picco in concentrazione di  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . L'andamento temporale è caratterizzato da forte stagionalità con valori molto elevati durante l'inverno che tendono a zero avvicinandosi all'estate.

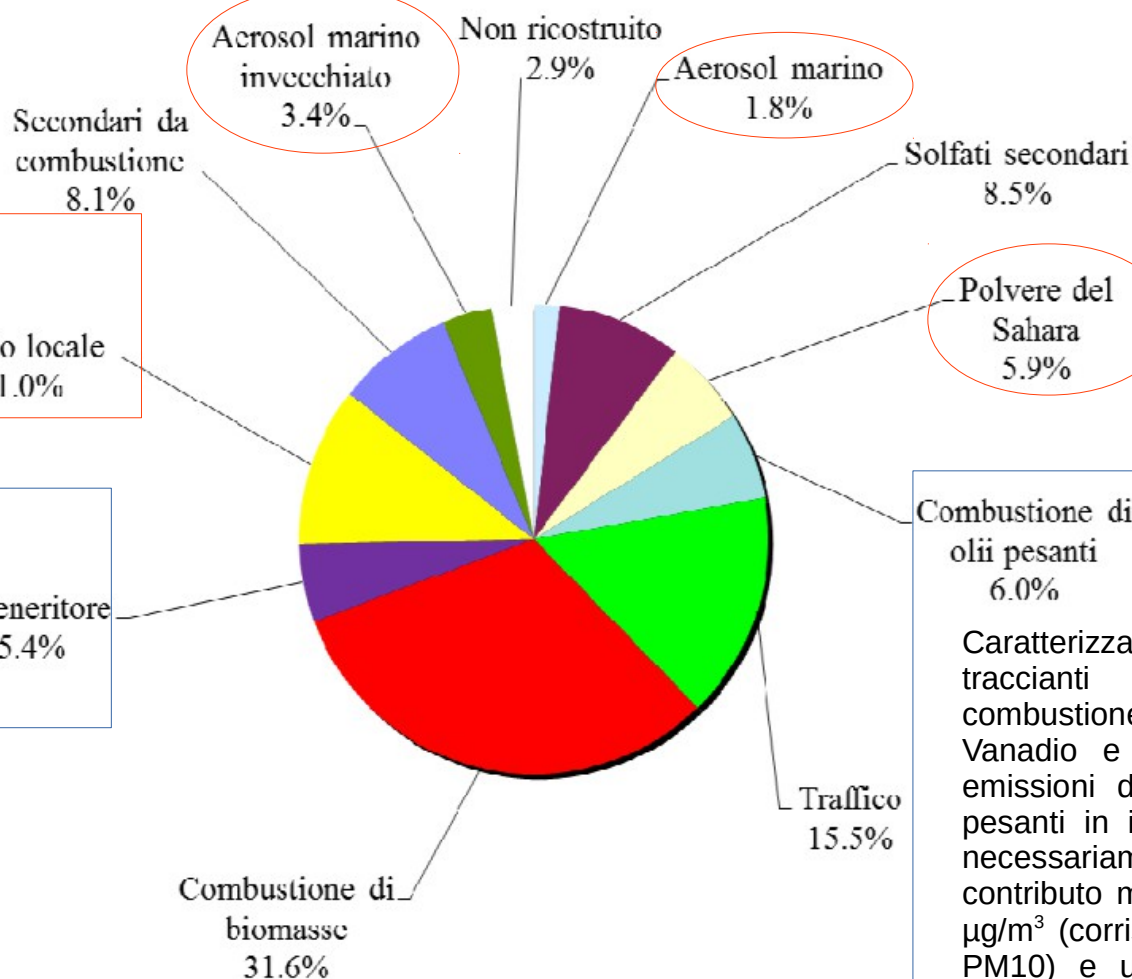


Traffico 15.5%  
 Ha un contributo massimo durante i mesi invernali ma è sempre presente



# Ricostruzione dei contributi % medi delle sorgenti di particolato

## Sorgenti naturali



### Sorgente mista

Comprende contributi crostali e polvere "urbana" dovuta al traffico per effetto del risollevarimento, usura freni e gomme

E' presente come contributo durante tutta la campagna, con valore medio di  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (5.4 % del PM10) e un valore massimo di circa  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$

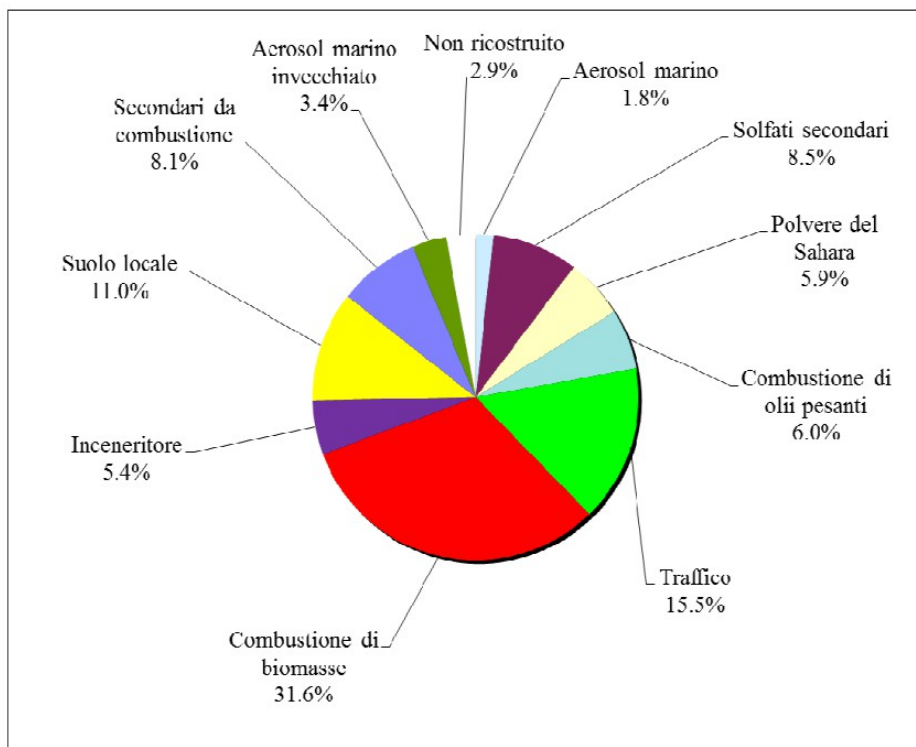
### Combustione di olii pesanti

Caratterizzata dalla presenza di traccianti specifici della combustione di olii pesanti quali il Vanadio e Nichel è legata alle emissioni da combustioni di olii pesanti in impianti industriali non necessariamente locali. Il contributo medio stimato è di  $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (corrispondente al 6.0% del PM10) e un valore massimo di circa  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

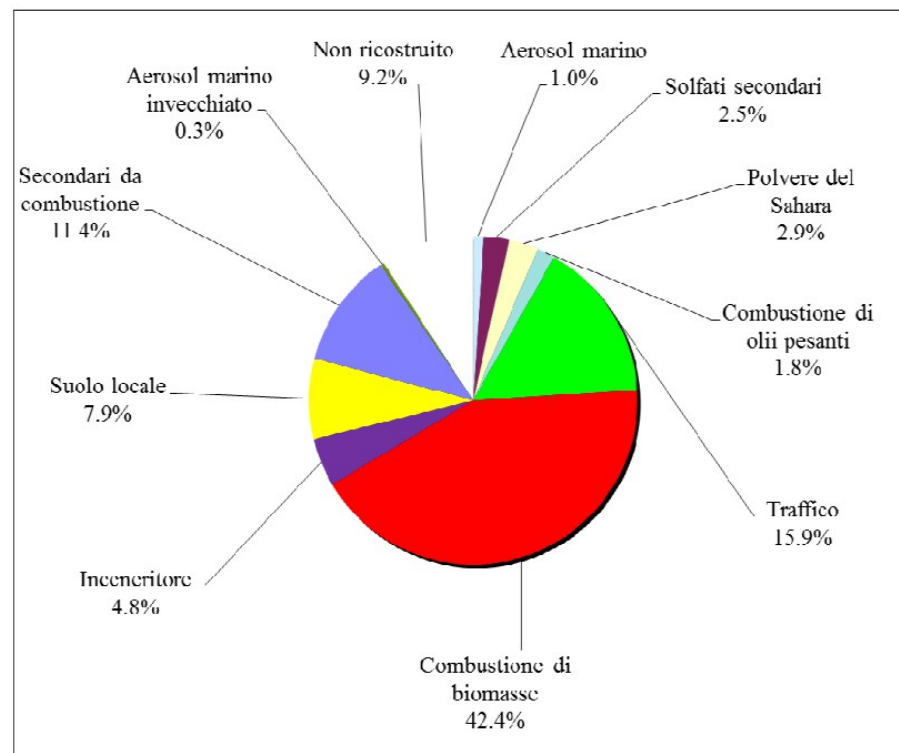


# Contributi % medi delle sorgenti relativi ai soli giorni di superamento confronto con la media dell'intera campagna

Intera campagna

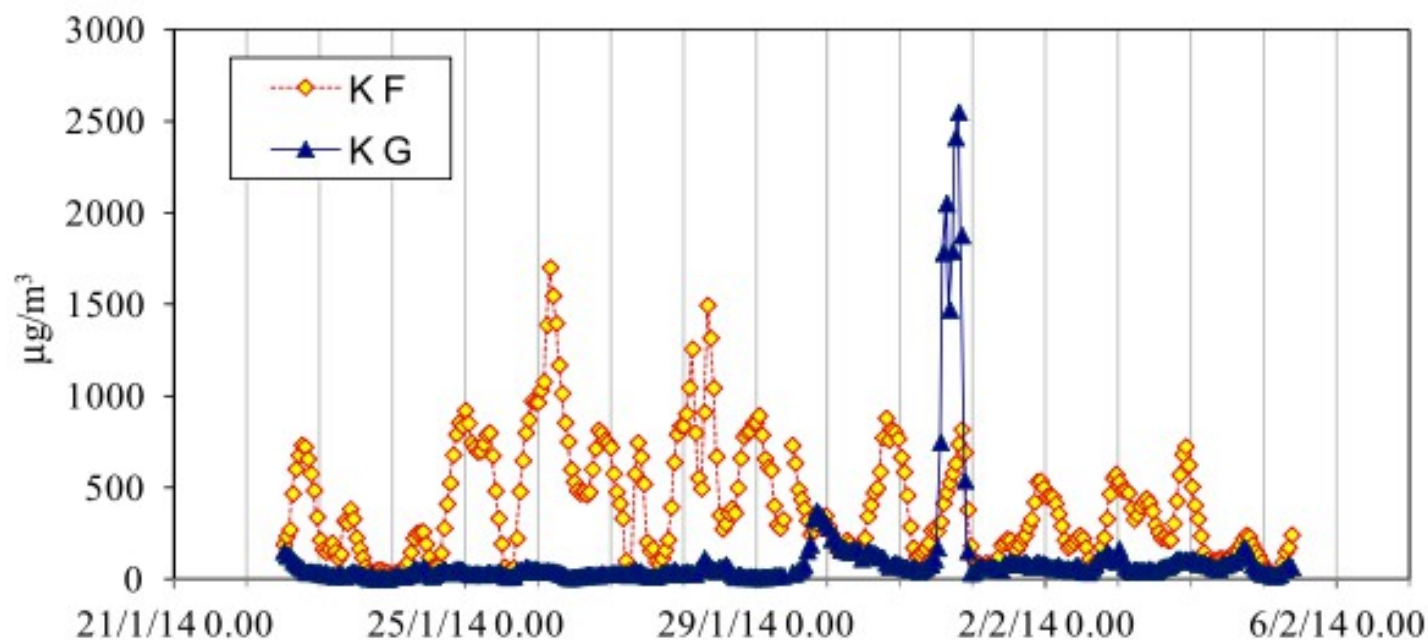


Giorni di superamento (27)



## Campionamenti ad alta risoluzione temporale

Campionamento invernale. Andamento del potassio nella frazione fine (F) e grossa (G) del particolato

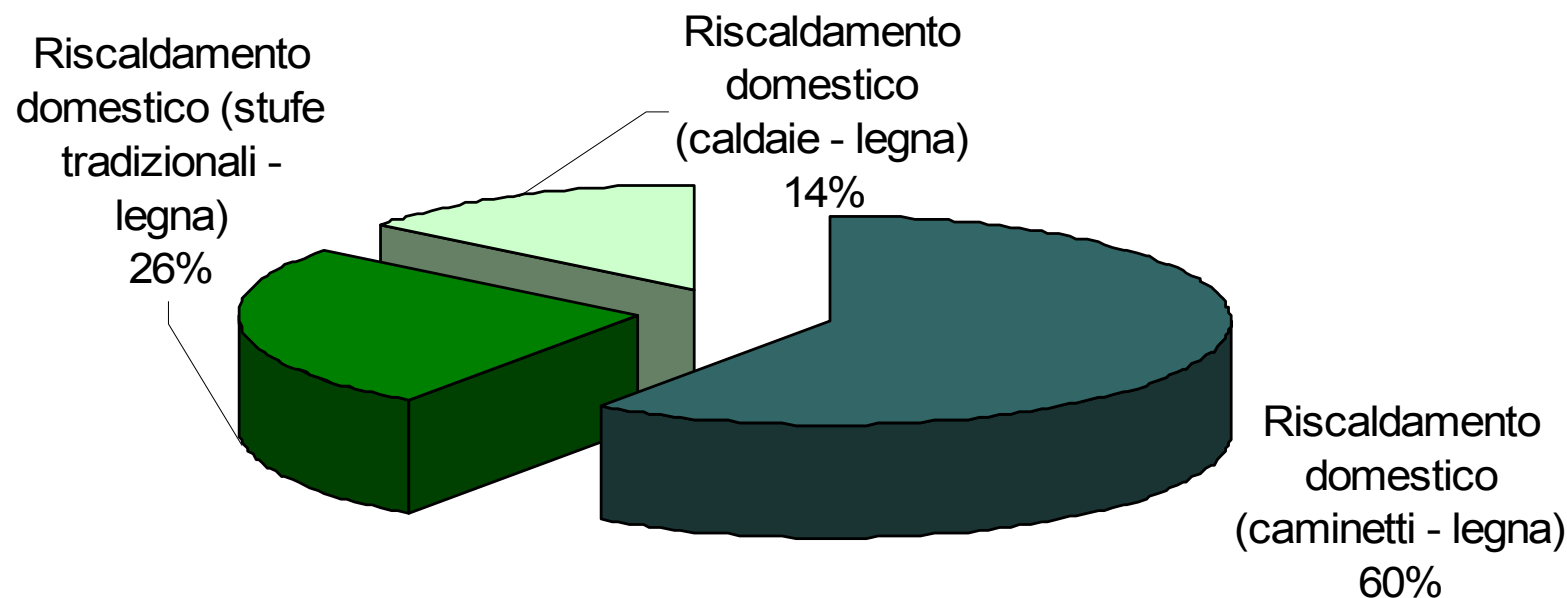


I picchi nelle ore serali, tipici del riscaldamento domestico, confermano la validità dell'utilizzo del potassio nella frazione fine come tracciante della combustione da biomasse.





# Le emissioni di PM10 e PM2,5 da riscaldamento domestico con legna



	PM10 (t/anno)	PM2,5 (t/anno)
Caminetti - legna)	24	24
Stufe tradizionali - legna)	10	10
Caldaie - legna)	6	6
<b>Totale comunale</b>	<b>53</b>	<b>50</b>

Circa il 76% delle emissioni comunali di PM10 (e il 78% di PM2,5) sono originate dalla combustione domestica di legna.



## Attività a pari emissioni di PM10

Legno anidro seccato in essiccatoio (U.R. 8%)

Legno anidro seccato all'aperto (U.R. 30%)

Bruciare **1 kg di legna** (e produrre **4400** - **3000** kcal)  
in caminetto aperto equivale a

### Percorrere:

5.700 km	con un'auto a benzina Euro 0
11.500 km	con un'auto a benzina Euro IV
57 km	con un'auto Diesel Euro 0
401 km	con un'auto Diesel Euro IV

### Bruciare:

23 kg	di pellet (102.700 kcal)
1.750 m <sup>3</sup>	di metano (15 milioni kcal)
247 lt	di gasolio (2.000.000 kcal)
<b>2 kg</b>	<u>di stoppie</u>

Dati stimati allo stato attuale delle conoscenze sui Fattori di emissione  
(FONTE EMEP/Corinair 2013)

## BIBLIOGRAFIA DOCUMENTI CITATI

[1] Verifica della rappresentatività spaziale dei dati di PM10 della stazione di monitoraggio della qualità dell'aria di Montale

Centro Regionale Tutela Qualità dell'Aria – ARPAT

<http://www.arpat.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpat/verifica-della-rappresentativita-spaziale-dei-dati-di-pm10-della-stazione-di-monitoraggio-della-qualita-dellaria-di-montale-pt>

### **Progetto PATOS 2**

[2] Misure dei livelli di concentrazione del materiale particolato fine PM10 della Regione Toscana al fine di verificare l'efficacia degli interventi di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria. Casi di Livorno e Montale"

*(Università di Firenze e INFN)*

[http://servizi2.regione.toscana.it/aria/img/getfile\\_img1.php?id=24190](http://servizi2.regione.toscana.it/aria/img/getfile_img1.php?id=24190)

[3] Distribuzione dimensionale e caratterizzazione chimica del particolato nanometrico

*(Università di Firenze e INFN)*

<http://servizi2.regione.toscana.it/aria/index.php?idDocumento=23512>

**Grazie a tutti i collaboratori del CRTQA  
(Cecconi, Stefanelli, Bini, Collaveri, Dini)  
e grazie per l'attenzione**