

Campagna di rilevamento della qualità dell'aria nel Comune di Montelupo Fiorentino

*presso il sito di
Via Asia*

Periodo:
luglio 2018 – maggio 2019

Settore
**“Centro regionale per la tutela della
qualità dell'aria”**

REPORT

ARIA 

Città delle due Rive

RELAZIONE CAMPAGNA DI RILEVAMENTO INDICATIVA CON MEZZO MOBILE (AR431615)

12 LUGLIO 2018 – 8 MAGGIO 2019

Sito: Montelupo Fiorentino – Via Asia

A cura di:

Bianca Patrizia Andreini

Settore “*Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell’Aria*” (CRTQA)

ARPAT – Area Vasta “Toscana Costa”

Autori:

Tiziana Cecconi, Chiara Collaveri, Marco Stefanelli

ARPAT – Settore “*Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell’Aria*” - Prato

Le attività di prova per il monitoraggio del PM_{10} e $PM_{2,5}$ sono effettuate presso il laboratorio del Centro regionale di riferimento per la qualità dell’aria (CRRQA)

Agosto 2019

SINTESI

La campagna di monitoraggio in via Asia, nel Comune di Montelupo Fiorentino, nell'ambito di una convenzione tra ARPAT e i comuni della Città delle due Rive, è iniziata il 12 luglio 2018 ed è terminata il 5 maggio 2019. L'indagine si è sviluppata in quattro sessioni di misura, una per ogni stagione meteorologica, in modo da soddisfare i requisiti di copertura previsti dalla normativa per le misure di tipo indicativo.

Dai risultati ottenuti dalla campagna di monitoraggio emerge che per tutti e tre gli inquinanti misurati (ossidi di azoto, PM₁₀ e PM_{2.5}) i limiti di legge sono ampiamente rispettati e dal confronto con i dati delle stazioni della rete regionale collocate nella stessa zona (zona del valdarno pisano) e nelle zone limitrofe (agglomerato fiorentino, zona Prato-Pistoia e zona collinare e montana) non emergono criticità particolari.

Indicatori relativi alla campagna di monitoraggio di via Asia a Montelupo Fiorentino

		MONTELUPO F. via Asia	VL di riferimento
NO₂	Media delle medie orarie - $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 20°C (da confrontare con il VL della media annua)	21	40
	Valore massimo orario - $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 20°C (da confrontare con il VL orario)	93 (20.02.19 ore 19.00)	200
PM₁₀	Media delle medie giornaliere - $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (da confrontare con il VL della media annua)	17	40
	90,4° percentile dei dati registrati - $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (da confrontare con VL giornaliero)	23	50
PM_{2.5}	Media delle medie giornaliere - $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (da confrontare con il VL della media annua)	10	25

Per tutti gli inquinanti si osserva una discreta correlazione con i dati delle stazioni di fondo della zona del valdarno pisano: PI-Santa Croce e PI-Passi. I livelli medi di NO₂ registrati nel sito di Montelupo Fiorentino sono allineati a quelli della stazione di PI-Santa Croce, mentre per le polveri la stazione di Santa Croce misura valori medi leggermente superiori a quelli registrati durante la campagna di Montelupo Fiorentino. Per PM₁₀ e PM_{2.5} è emersa un'ottima correlazione anche con la stazione di SI-Poggibonsi.

La rappresentatività spaziale delle misure ottenute dalla campagna di monitoraggio in via Asia, in particolare per il PM₁₀, è stata valutata tramite l'applicazione del metodo denominato "metodo dell'indice β ", che ha messo in evidenza un'area di rappresentatività di raggio 10 km del sito utilizzato per lo svolgimento della campagna. In base a questa elaborazione, che comunque costituisce una prima approssimazione della stima della rappresentatività spaziale attribuibile al sito, si può ragionevolmente

affermare che i livelli di PM₁₀ misurati nel sito di Montelupo Fiorentino siano rappresentativi anche dei livelli di fondo della Città delle due Rive.

Indice

1 Premessa.....	5
2 Introduzione.....	6
3 Descrizione del sito di misura.....	6
4 Analizzatori installati nell’Autolaboratorio - AR431615.....	8
5 Limiti normativi.....	9
6 Calendario delle sessioni di monitoraggio e copertura temporale.....	10
7 Risultati della campagna - calcolo degli indicatori e analisi dei dati.....	11
7.1 premessa.....	11
7.2 Biossido di azoto NO ₂	13
7.3 Materiale particolato PM ₁₀	15
7.4 Materiale particolato PM _{2.5}	19
8 Dati e grafici.....	21
8.1 Biossido di Azoto NO ₂	21
8.2 Materiale particolato PM ₁₀	24
8.3 Materiale particolato PM _{2.5}	27
9 PM ₁₀ - Rappresentatività spaziale del sito nel contesto della Città delle due Rive.....	28
10 Conclusioni.....	31

1 Premessa

L'attività di monitoraggio svolta in via Asia a Montelupo Fiorentino segue quanto previsto dal Decreto Dirigenziale di ARPAT n.68 del 01/08/2018 *"Schema di disciplinare per la gestione e la manutenzione da parte di ARPAT per l'anno 2018/2019 dei laboratori mobili per rilevamento della qualità dell'aria ambiente nei Comuni della Città delle due Rive (Montelupo Fiorentino, Empoli, Capraia e Limite e Vinci)"*, con il quale sono state prese in carico le richieste dei Comuni di Montelupo Fiorentino (capofila), Capraia e Limite, Vinci ed Empoli per una valutazione della qualità dell'aria ed in particolare del PM₁₀ relativamente al territorio dei quattro Comuni.

I Comuni di Montelupo Fiorentino, Capraia e Limite, Vinci ed Empoli costituiscono insieme la cosiddetta "Città delle due Rive", poiché insieme vengono considerati quale unico e omogeneo conglomerato urbano, residenziale e produttivo posto nell'area di congiunzione tra la piana fiorentina e il basso Valdarno. Tra questi attualmente i comuni di Montelupo Fiorentino e Capraia e Limite risultano esclusi dall'applicazione dei modelli tesi a individuare la rappresentatività spaziale delle stazioni di fondo per il monitoraggio della qualità dell'aria, mentre il territorio di Empoli e Vinci pur rientrando nell'area di rappresentatività della stazione di Santa Croce sull'Arno, concordano nell'acquisire attraverso una campagna indicativa di monitoraggio, dati aggiuntivi di maggiore prossimità al proprio territorio.

In prima applicazione è stato scelto di effettuare le attività di monitoraggio nel territorio del comune di Montelupo Fiorentino.

2 Introduzione

La presente relazione illustra l'attività svolta con l'Autolaboratorio ARPAT AR31615 nel periodo luglio 2018 – maggio 2019,

La presente indagine può essere assimilata a una “misurazione indicativa” di qualità dell'aria, secondo quanto previsto dal D.Lgs. N° 155/2010 e s.m.i.

Il processo di monitoraggio della qualità dell'aria è inserito nel sistema di gestione per la qualità di ARPAT mediante il documento 'PG.SG.17 - Monitoraggio della qualità dell'aria mediante reti di rilevamento'. Tale sistema di gestione di ARPAT è certificato dal RINA con registrazione n.32671/15/S secondo la UNI EN ISO 9001:2015. Pertanto, tutti i dati misurati dal laboratorio mobile, sono stati acquisiti, elaborati e validati secondo le procedure disciplinate dal suddetto documento.

3 Descrizione del sito di misura

Il sito scelto per lo svolgimento della campagna con il mezzo mobile è lo stesso in cui fino al 2011 era collocata la stazione fissa di monitoraggio denominata *FI-Montelupo-Asia* (UF), che apparteneva alla vecchia rete di monitoraggio della Provincia di Firenze e che è stata spenta a gennaio 2011. Il mezzo mobile è stato infatti posizionato in via Asia, nel parcheggio della sede del Comune di Montelupo Fiorentino, figura 3.1, con coordinate geografiche Gauss-Boaga: EGB 1662718 NGB 4843823 e una quota di 32 metri s.l.m. E' stata scelta questa postazione perché rappresentativa di una esposizione media di fondo in una zona urbanizzata a destinazione prevalentemente residenziale.

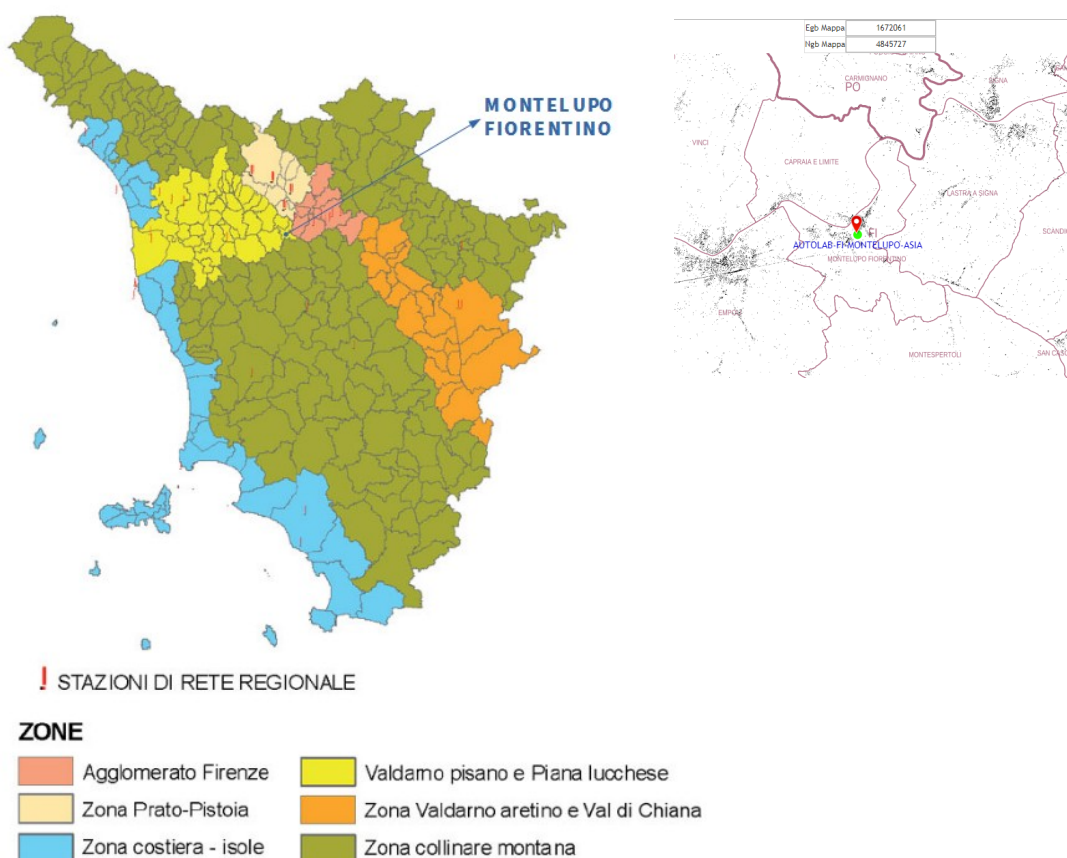
Figura 3.1 Collocazione del mezzo mobile nel sito di Via Asia, Montelupo Fiorentino



Secondo la zonizzazione del territorio regionale definita dalla DGRT n. 964/2015 “Nuova zonizzazione e classificazione del territorio regionale, nuova struttura della rete regionale di rilevamento della qualità dell’aria e adozione del programma di valutazione ai sensi della L.R. 9/2010 e del D.Lgs 155/2010”, il territorio del comune di Montelupo Fiorentino è stato inserito nella zona del valdarno pisano e piana lucchese, in particolare Montelupo Fiorentino fa parte del Valdarno pisano, ma si trova al margine di tale area, al confine con la zona prato-pistoia, l’agglomerato fiorentino e la zona collinare e montana, figura 3.2.

Vista la particolare posizione di Montelupo Fiorentino, per la valutazione dei dati acquisiti durante la campagna sono state scelte una serie di stazioni di rete regionale appartenenti non solo alla zona del valdarno pisano, ma anche a quelle limitrofe, considerando stazioni sia di fondo che di traffico.

Figura 3.2 Zonizzazione del territorio toscano per gli inquinanti di cui all’allegato V del D.Lgs. 155/2010



4 Analizzatori installati nell'Autolaboratorio - AR431615

Gli inquinanti monitorati con l'autolaboratorio AR431615 sono: ossidi di azoto, PM₁₀ e PM_{2,5}, gli strumenti sul mezzo mobile e le loro caratteristiche tecniche sono indicati in tabella 4.1.

Tabella 4.1 – Caratteristiche tecniche degli strumenti installati

Inquinante	Marca modello	Principio Metodo	Limite Rivelabilità	Precisione
NO_x	API 200E	Chemiluminescenza	0,7 µg/m ³	0,5% della lettura
PM₁₀/PM_{2,5}	FAI Hydra Dual Channel	Campionamento gravimetrico su membrane filtranti	---	---

5 Limiti normativi

Si riportano di seguito i riferimenti normativi in vigore per gli inquinanti oggetto di questo rapporto.

Tabella 5.1. **Biossido di azoto NO₂** - Limiti di riferimento (D.Lgs. 155/2010 all. XI e s.m.i.)

VALORE DI RIFERIMENTO	Periodo di mediazione	Valore limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana.	1 ora	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per l'anno civile.
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³

È inoltre definita nell'allegato XII del D.Lgs. 155/2010 una soglia di allarme, pari a 400 µg/m³ calcolata come concentrazione media da ripetersi per tre ore consecutive.

Tabella 5.2. **Particolato PM₁₀** - Limiti di riferimento (D.Lgs. 155/2010 all. XI e s.m.i.)

VALORE DI RIFERIMENTO	Periodo di mediazione	Valori limite
Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³

Per quanto riguarda il PM₁₀, per poter utilizzare le misure indicative per valutare il rispetto del limite giornaliero, occorre valutare il 90.4° percentile delle medie giornaliere acquisite, che deve essere inferiore o uguale a 50 µg/m³, anziché il numero dei superamenti, il quale risulta fortemente influenzato dal periodo di copertura della campagna (Allegato I, D.Lgs. 155/2010).

Tabella 5.3. **Particolato PM_{2,5}** - Limiti di riferimento (D.Lgs. 155/2010 all. XI e s.m.i.)

VALORE DI RIFERIMENTO	Periodo di mediazione	Valori limite
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m ³

6 Calendario delle sessioni di monitoraggio e copertura temporale

La campagna di monitoraggio effettuata nel comune di Montelupo Fiorentino si è sviluppata da luglio 2018 a maggio 2019, in quattro periodi distinti, in modo da permettere una copertura omogenea delle quattro stagioni meteorologiche. La percentuale di copertura e la distribuzione delle misure rispettano gli obiettivi di qualità previsti per le misurazioni indicative dal D.Lgs 155/2010 Allegato 1 e smi, al fine del calcolo di indicatori.

Tabella 6.1 NO₂ - periodi di campionamento della campagna di Montelupo Fiorentino

NO ₂	periodo di monitoraggio	giorni di campionamento	% copertura stagionale
ESTATE	13.07.18 – 23.08.18	42	46
AUTUNNO	01.09.18 – 10.10.18	40	44
INVERNO	18.01.19 – 28.02.19	42	47
PRIMAVERA	16.03.19 – 08.05.19	43	47

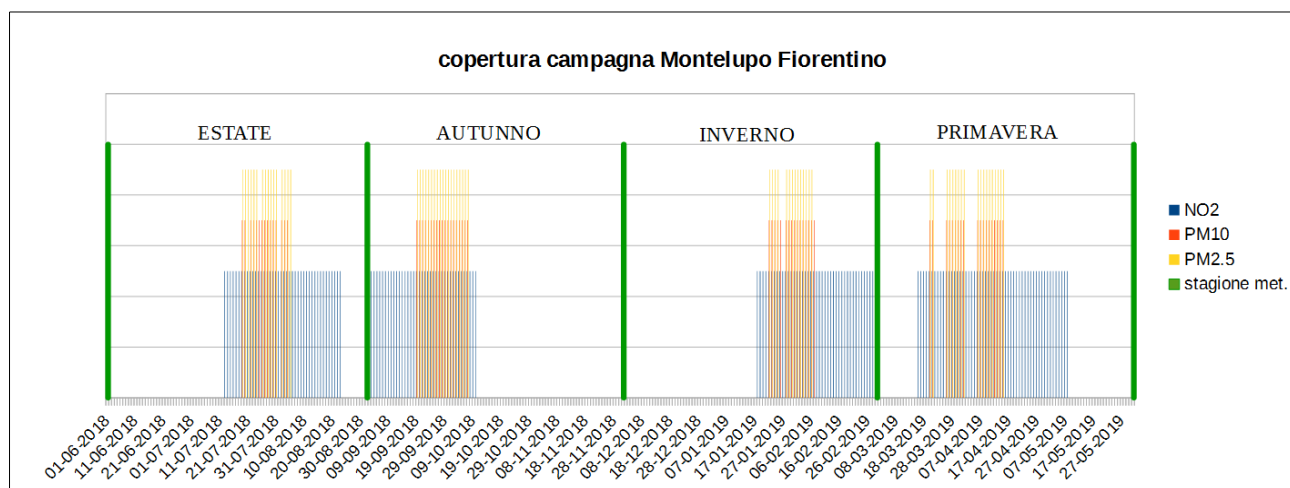
Tabella 6.2 PM₁₀ - periodi di campionamento della campagna di Montelupo Fiorentino

PM ₁₀	periodo di monitoraggio	giorni di campionamento	% copertura stagionale
ESTATE	19.07.18 – 04.08.18	15	16
AUTUNNO	19.09.18 – 07.10.18	19	21
INVERNO	22.01.19 – 07.02.19	16	18
PRIMAVERA	20.03.19 – 15.04.19	19	21

Tabella 6.3 PM_{2.5} - periodi di campionamento della campagna di Montelupo Fiorentino

PM _{2.5}	periodo di monitoraggio	giorni di campionamento	% copertura stagionale
ESTATE	19.07.18 – 05.08.18	16	17
AUTUNNO	19.09.18 – 07.10.18	19	21
INVERNO	22.01.19 – 06.02.19	14	16
PRIMAVERA	20.03.19 – 15.04.19	19	21

Figura 6.1 Copertura temporale della campagna di Montelupo Fiorentino



7 Risultati della campagna - calcolo degli indicatori e analisi dei dati

7.1 Premessa

Di seguito sono illustrati i risultati ottenuti per i singoli inquinanti e la valutazione di conformità ai limiti previsti dalla norma descritti al punto 5. Per la valutazione di conformità oltre al confronto diretto con i limiti di riferimento, gli indicatori ottenuti dalla campagna sono stati confrontati anche con gli stessi indicatori ottenuti dal monitoraggio della rete regionale, in particolare con una selezione di stazioni di rete regionale a cui il sito di Montelupo Fiorentino può far riferimento, sia per vicinanza che per tipologia di zona monitorata. Nel dettaglio sono state scelte le tre stazioni regionali della zona del valdarno pisano, zona a cui appartiene anche il comune di Montelupo Fiorentino: PI-Santa Croce Coop, Pi-Passi e PI-Borghetto. Tra le tre stazioni PI-Santa Croce è sicuramente la più significativa per un confronto, sia per la maggiore vicinanza che per l'ubicazione nella stessa conca di Montelupo Fiorentino; tuttavia la stazione non è attrezzata per il monitoraggio del $PM_{2.5}$, e quindi sono state prese in esame anche le due stazioni pisane, benché la distanza dal sito sia significativa, tabella 7.1. Inoltre, vista la collocazione del comune di Montelupo Fiorentino, all'incrocio tra ben quattro zone regionali diverse: la zona prato-pistoia, l'agglomerato fiorentino e la zona collinare e montana, per completezza sono state scelte per un confronto anche alcune stazioni appartenenti a queste zone. Il criterio per la scelta delle stazioni in queste zone è stato prevalentemente quello della vicinanza al sito di monitoraggio. In tabella 7.1 le stazioni di rete regionale utilizzate per l'analisi dei dati.

Tabella 7.1. Stazioni di rete regionale utilizzate per l'analisi dei dati ottenuti dalla campagna di Montelupo F.

		Distanza in linea d'aria dal sito di Montelupo (Km)	Quota sul livello del mare (m)
	Montelupo via Asia	---	32
Zona valdarno pisano e piana lucchese	PI-Santa Croce (SF)	20	17
	PI-Passi (UF)	50	3
	PI-Borghetto (UT)	49	8
Agglomerato fiorentino	FI-Signa (UF)	9	41
	FI-Scandicci (UF)	14	46
	FI-Bassi (UF)	22	60
	FI-Boboli (UF)	19	73
	FI-Mosse (UT)	18	44
Zona Prato-Pistoia	PO-Roma (UF)	17	54
Zona collinare e montana	SI-Poggibonsi (UF)	30	103

Per quanto riguarda la mediazione temporale per il calcolo degli indicatori dei vari inquinanti monitorati, per le stazioni fisse sono stati utilizzati tre periodi temporali differenti: l'anno 2018, l'anno 01.06.18-31.05.19 che contiene tutte le stagioni della campagna di Montelupo Fiorentino ed infine anche per le stazioni fisse sono stati calcolati gli indicatori utilizzando esclusivamente i giorni di misura della campagna, in modo da valutare eventuali effetti dovuti ai differenti periodi di mediazione.

Tutti i valori di concentrazione riportati nel report sono espressi in unità di massa (μg) per metro cubo d'aria campionata (m^3), il volume di campionamento è riferito: per gli ossidi di azoto ad una pressione di 101,3 kPa ed alla temperatura di 20° C (293 K); per PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$ alle condizioni di pressione e temperatura registrate al momento del campionamento.

Per quanto riguarda le stazioni di rete regionale, tutti i dati riportati nelle tabelle e grafici del presente elaborato sono ottenuti da serie che rispettano gli obiettivi di qualità ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e smi.

7.2 Biossido di azoto NO₂

I valori degli indicatori ottenuti dalla campagna effettuata nel comune di Montelupo Fiorentino per NO₂ sono riportati in tabella 7.2 e rispettano entrambi i limiti previsti dalla norma per questo inquinante.

Tabella 7.2 NO₂ - indicatori ottenuti dalla campagna di monitoraggio

NO ₂	MONTELUPO F. via Asia	VL di riferimento
Media delle medie orarie - $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 20°C (da confrontare con il VL della media annua)	21	40
Valore massimo orario - $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 20°C (da confrontare con il VL orario)	93 (20.02.19 ore 19.00)	200
n. ore con concentrazione maggiore di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 20°C (da confrontare con il numero di superamenti consentiti del VL orario)	0	18

Per la valutazione di conformità ai limiti è comunque importante esaminare i dati ottenuti dalla campagna anche in relazione agli indicatori relativi alle stazioni di rete regionale selezionate per il confronto.

Considerando in primo luogo i valori ottenuti per le stazioni regionali mediando sui periodi della campagna, tabella 7.3, si osserva che: i valori ottenuti a Montelupo Fiorentino sono simili a quelli della stazione di PI-Santa Croce mentre sono diversi rispetto alle altre due stazioni pisane. Per quanto riguarda le stazioni dell'agglomerato il valore medio di Montelupo Fiorentino (21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) si avvicina a quello della stazione di Fi-Bassi (19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e si colloca indicativamente a metà tra le altre due stazioni di fondo di Fi-Signa (16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e FI-Scandicci (24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Le stazioni di traffico prese in esame, PI-Borghetto e FI-Mosse, mostrano invece valori medi per il periodo della campagna molto maggiori di quelli di Montelupo Fiorentino. Infine, le stazioni di PO-Roma e SI-Poggibonsi nel periodo della campagna mostrano valori rispettivamente più alto e più basso rispetto al valore ottenuto per Montelupo Fiorentino. Considerando infine i coefficienti di correlazione tra le serie dei dati acquisiti, tabella 7.4, si osserva una buona correlazione sia con la stazione di Santa Croce che con le stazioni dell'agglomerato, per le quali il coefficiente di correlazione di Pearson risulta maggiore di 0.70.

Concludendo, si può osservare che per il biossido di azoto la stazione di PI-Santa Croce può essere presa a riferimento come stazione rappresentativa dell'area oggetto di studio.

Tabella 7.3 NO₂ – Confronto con gli indicatori ottenuti dal monitoraggio della stazioni di rete regionale

NO ₂		Media annua		
		Valore limite 40 µg/m ³		
		Media del periodo coperto dalla campagna	Media annua 01.06.18-31.05.19	Media annua 2018
	Sito Montelupo via Asia	21		
Zona valdarno pisano e piana lucchese	PI-Santa Croce (SF)	21	23	23
	PI-Passi (UF)	16	18	17
	PI-Borghetto (UT)	33	34	32
Agglomerato fiorentino	FI-Signa (UF)	16	18	19
	FI-Scandicci (UF)	24	26	26
	FI-Bassi (UF)	19	21	20
	FI-Mosse (UT)	35	38	39
Zona Prato-Pistoia	PO-Roma (UF)	27	30	30
Zona collinare e montana	SI-Poggibonsi (UF)	17	18	17

Tabella 7.4 NO₂ – Coefficienti di correlazione con le stazioni regionali

NO ₂	Coefficienti di correlazione di Pearson
PI-Santa Croce (SF)	0.73
PI-Passi (UF)	0.60
PI-Borghetto (UT)	0.53
FI-Signa (UF)	0.70
FI-Scandicci (UF)	0.77
FI-Bassi (UF)	0.76
FI-Mosse (UT)	0.73
PO-Roma (UF)	0.68
SI-Poggibonsi (UF)	0.63

7.3 Materiale particolato PM₁₀

I risultati ottenuti dalla campagna di Montelupo Fiorentino per il PM₁₀ sono riportati in tabella 7.5 e confrontati con i relativi riferimenti normativi. Come descritto al punto 5, per la valutazione della conformità al limite giornaliero viene utilizzato il 90,4° percentile delle medie giornaliere acquisite, che per il rispetto del limite deve essere inferiore a 50 µg/m³. Per completezza è stato comunque riportato anche il numero dei superamenti registrati durante la campagna, benché questo parametro sia evidentemente influenzato dal periodo in cui si sono svolte le misure. Come per il biossido di azoto anche in questo caso i limiti risultano ampiamente rispettati.

Tabella 7.5 PM₁₀ - indicatori ottenuti dalla campagna di monitoraggio

PM ₁₀	MONTELUPO F. via Asia	VL di riferimento
Media delle medie giornaliere - µg/m ³ (da confrontare con il VL della media annua)	17	40
90,4° percentile dei dati registrati (da confrontare con VL giornaliero)	23	50
n. di superamenti del VL giornaliero (da confrontare con il numero di superamenti consentiti del VL giornaliero)	0	35
Valore massimo orario – µg/m ³	43 (26.01.19)	---

Dal confronto con le stazioni di rete regionale, tabelle 7.6 e 7.7, si osserva che per questo parametro i valori medi ottenuti per le stazioni di fondo nel periodo della campagna sono tutti simili tra loro e variano dai 16 µg/m³ di FI-Boboli ai 20 µg/m³ di PI-Santa Croce. Un analogo comportamento si osserva per i valori medi annui delle stazioni fisse prese a riferimento, a dimostrazione di una distribuzione abbastanza omogenea dei livelli medi di PM₁₀ nel territorio preso in esame. Il valore medio registrato a Montelupo Fiorentino di 17 µg/m³, risulta comunque più vicino ai livelli medi rilevati nel periodo della campagna dalle stazioni di fondo dell'agglomerato fiorentino, piuttosto che dalla stazione di PI-Santa Croce, che mostra un valore medio leggermente più alto. Analoghe le osservazioni per il 90.4° percentile: anche in questo caso il valore ottenuto a Montelupo Fiorentino è più vicino ai valori delle stazioni di fondo dell'agglomerato. Mentre in base ai valori dei coefficienti di correlazione si osserva che il sito di Montelupo Fiorentino è meglio correlato con le stazioni della sua stessa zona.

Il risultato dei dati ottenuti dalla campagna è coerente a quanto illustrato nella valutazione del 2016 svolta da ARPAT “*Andamento degli indicatori annuali di particolato PM 10 della stazione di Montelupo (via Asia) rispetto alla stazione di PI-S.Croce e alle vicine stazioni dell'Agglomerato*”, che indicava la stazione di PI-Santa Croce come un riferimento cautelativo rispetto al parametro PM₁₀.

Interessante la relazione trovata tra il sito di Montelupo Fiorentino e la stazione di SI-Poggibonsi, della zona collinare e montana: con un coefficiente di correlazione di 0.89, che risulta il più alto, e con valori medi sulla campagna e di 90.4° percentile uguali nei due siti.

In conclusione, visti i risultati della campagna si può indicare anche per il PM₁₀ come per NO₂ la stazione di Santa Croce come riferimento per valutare i livelli medi e gli andamenti della concentrazione di PM₁₀ della zona di Montelupo Fiorentino, sottolineando che si tratta in questo caso di un riferimento cautelativo, visto che i valori degli indicatori registrati nel sito di Santa Croce risultano più alti di quelli ottenuti nel sito di Montelupo Fiorentino.

Tabella 7.6 PM₁₀ Media annua – Confronto con gli indicatori ottenuti dal monitoraggio della stazioni di rete regionale

PM ₁₀		Media annua		
		Valore limite 40 µg/m ³		
		Media del periodo coperto dalla campagna	Media annua 01.06.18-31.05.19	Media annua 2018
	Sito Montelupo via Asia	17		
Zona valdarno pisano e piana lucchese	PI-Santa Croce (SF)	20	25	24
	PI-Passi (UF)	18	23	21
	PI-Borghetto (UT)	22	27	26
Agglomerato fiorentino	FI-Signa (UF)	18	23	22
	FI-Scandicci (UF)	18	21	21
	FI-Bassi (UF)	17	19	19
	FI-Boboli (UF)	16	18	18
	FI-Mosse (UT)	19	22	24
Zona Prato-Pistoia	PO-Roma (UF)	18	24	24
Zona collinare e montana	SI-Poggibonsi (UF)	17	19	18

Tabella 7.7 PM₁₀ 90.4° percentile – Confronto con gli indicatori ottenuti dal monitoraggio della stazioni di rete regionale

PM ₁₀		90.4 percentile		
		Valore limite 50 µg/m ³		
		Media del periodo coperto dalla campagna	Media annua 01.06.18-31.05.19	Media annua 2018
	Sito Montelupo via Asia	23		
Zona valdarno pisano e piana lucchese	PI-Santa Croce (SF)	28	46	41
	PI-Passi (UF)	26	40	32
	PI-Borghetto (UT)	32	43	38
Agglomerato fiorentino	FI-Signa (UF)	23	41	38
	FI-Scandicci (UF)	24	36	33
	FI-Bassi (UF)	25	32	30
	FI-Boboli (UF)	21	30	29
	FI-Mosse (UT)	26	37	39
Zona Prato-Pistoia	PO-Roma (UF)	26	44	40
Zona collinare e montana	SI-Poggibonsi (UF)	23	29	27

Tabella 7.8 PM₁₀ superamenti del limite giornaliero – Confronto con gli indicatori ottenuti dal monitoraggio della stazioni di rete regionale

PM ₁₀		n. superamenti del limite giornaliero		
		Valore limite 35 superamenti consentiti		
		Media del periodo coperto dalla campagna	Media annua 01.06.18-31.05.19	Media annua 2018
	Sito Montelupo via Asia	0		
Zona valdarno pisano e piana lucchese	PI-Santa Croce (SF)	2	25	11
	PI-Passi (UF)	0	18	8
	PI-Borghetto (UT)	1	20	8
Agglomerato fiorentino	FI-Signa (UF)	1	19	19
	FI-Scandicci (UF)	1	15	7
	FI-Bassi (UF)	1	5	2
	FI-Boboli (UF)	1	4	3
	FI-Mosse (UT)	1	12	12
Zona Prato-Pistoia	PO-Roma (UF)	1	24	21
Zona collinare e montana	SI-Poggibonsi (UF)	0	0	0

Tabella 7.9 PM₁₀ – Coefficienti di correlazione con le stazioni regionali

PM₁₀	Coefficienti di correlazione di Pearson
PI-Santa Croce (SF)	0.83
PI-Passi (UF)	0.85
PI-Borghetto (UT)	0.81
FI-Signa (UF)	0.66
FI-Scandicci (UF)	0.76
FI-Bassi (UF)	0.81
FI-Boboli (UF)	0.79
FI-Mosse (UT)	0.73
PO-Roma (UF)	0.72
SI-Poggibonsi (UF)	0.89

7.4 Materiale particolato PM_{2.5}

Il valore medio ottenuto dalla campagna di Montelupo Fiorentino per il PM_{2.5} è riportato in tabella 7.10 ed è ampiamente inferiore al limite annuo indicato dalla norma.

Tabella 7.10 PM_{2.5} - indicatori ottenuti dalla campagna di monitoraggio

PM _{2.5}	MONTELUPO F. via Asia	VL di riferimento
Media delle medie giornaliere - µg/m ³ (da confrontare con il VL della media annua)	10	25

Il numero di stazioni regionali per il confronto risulta in questo caso limitato, visto che questo parametro viene monitorato solo in alcune delle stazioni prese in esame. I dati riportati in tabella 7.11 mostrano come il valore della media risulta simile in tutte le stazioni con l'unica eccezione della stazione di traffico di Borghetto. La percentuale di PM_{2.5} nel PM₁₀ nel sito di Montelupo Fiorentino è simile a quella delle stazioni di fondo, tabella 7.11, e allineata con quella registrata per la stazione di PI-Passi, a conferma dell'appartenenza delle due stazioni alla stessa zona. I coefficienti di correlazione anche in questo caso mostrano una discreta correlazione con la stazione di PI-Passi e la stazione di FI-Bassi, anche se meno significativa rispetto a quella ottenuta per il PM₁₀; permane invece l'ottima correlazione con SI-Poggibonsi, che inoltre presenta valori medi praticamente identici a quelli di Montelupo Fiorentino e si conferma quindi un riferimento per la valutazione dei livelli medi anche per le polveri più fini nella zona di Montelupo Fiorentino insieme alla stazione di PI-Passi.

Tabella 7.11 $PM_{2.5}$ Media annua – Confronto con gli indicatori ottenuti dal monitoraggio della stazioni di rete regionale

$PM_{2.5}$		Media annua			% $PM_{2.5}$ nel PM_{10}
		Valore limite 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
		Media del periodo coperto dalla campagna	Media annua 01.06.18- 31.05.19	Media annua 2018	
	Sito Montelupo via Asia	10			62
Zona valdarno pisano e piana lucchese	PI-Passi (UF)	11	14	13	62
	PI-Borghetto (UT)	15	18	16	94
Agglomerato fiorentino	FI-Bassi (UF)	11	13	12	67
Zona Prato-Pistoia	PO-Roma (UF)	12	17	16	69
Zona collinare e montana	SI-Poggibonsi (UF)	11	12	12	67

Tabella 7.12 $PM_{2.5}$ – Coefficienti di correlazione con le stazioni regionali

$PM_{2.5}$	Coefficienti di correlazione di Pearson
PI-Passi (UF)	0.73
PI-Borghetto (UT)	0.64
FI-Bassi (UF)	0.72
PO-Roma (UF)	0.62
SI-Poggibonsi (UF)	0.85

8 Dati e grafici

Tutti i dati acquisiti durante la campagna sono archiviati e disponibili presso le nostre banche dati e sono in parte consultabili alla pagina web http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/rete_monitoraggio/scheda_stazione/AUTOLAB-FI-MONTELUPO-ASIA, dove sono visibili e scaricabili tutti i dati che generalmente si pubblicano nei bollettini giornalieri di qualità dell'aria: media oraria massima giornaliera per NO₂ e medie giornaliere di PM₁₀, PM_{2.5}.

Di seguito si riportano per i singoli inquinanti i grafici dei dati acquisiti durante la campagna di Montelupo Fiorentino a confronto con i dati delle stazioni regionali selezionate al punto 7.

8.1 Biossido di Azoto NO₂

Il grafici seguenti mostrano l'andamento delle medie giornaliere di NO₂ acquisite durante la campagna nel sito di Montelupo Fiorentino, confrontate con le stazioni di rete regionale suddivise per zona di appartenenza e scelte in funzione della correlazione trovata con il sito di via Asia. Per la zona del valdarno pisano è stata presa come riferimento la stazione di PI-Santa Croce, mentre per l'agglomerato i dati di Montelupo Fiorentino saranno confrontati con la stazioni di FI-Signa, FI-Scandicci e FI-Bassi, per questa zona saranno mostrati anche i grafici delle singole stagioni meteorologiche, in modo da rendere più chiara la relazione tra le singole postazioni.

I grafici mostrano l'andamento annuale tipico per questo inquinante con valori più elevati nei periodi più freddi.

Grafico 8.1 NO₂ – Andamenti delle medie giornaliere confrontate con i dati di PI-Santa Croce, stazione della zona del valdarno pisano

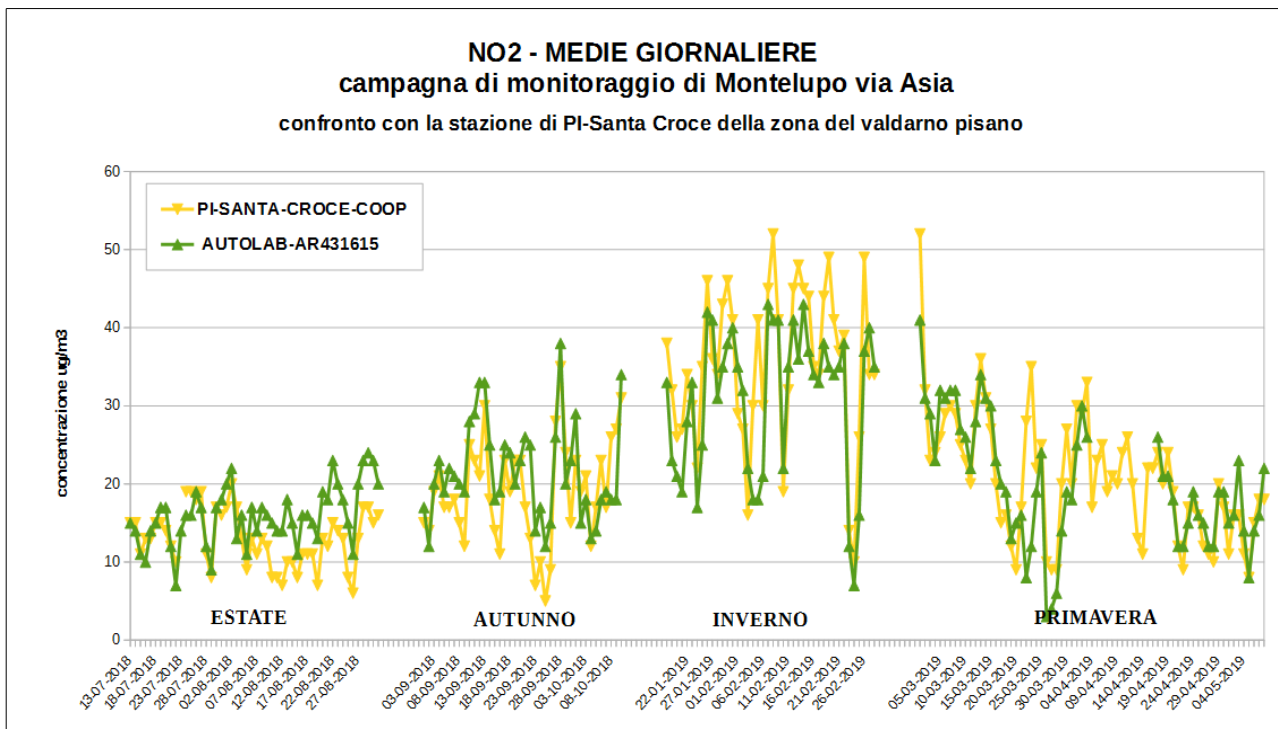


Grafico 8.2 NO₂ – Andamenti delle medie giornaliere confrontate con le stazioni della zona dell'agglomerato fiorentino

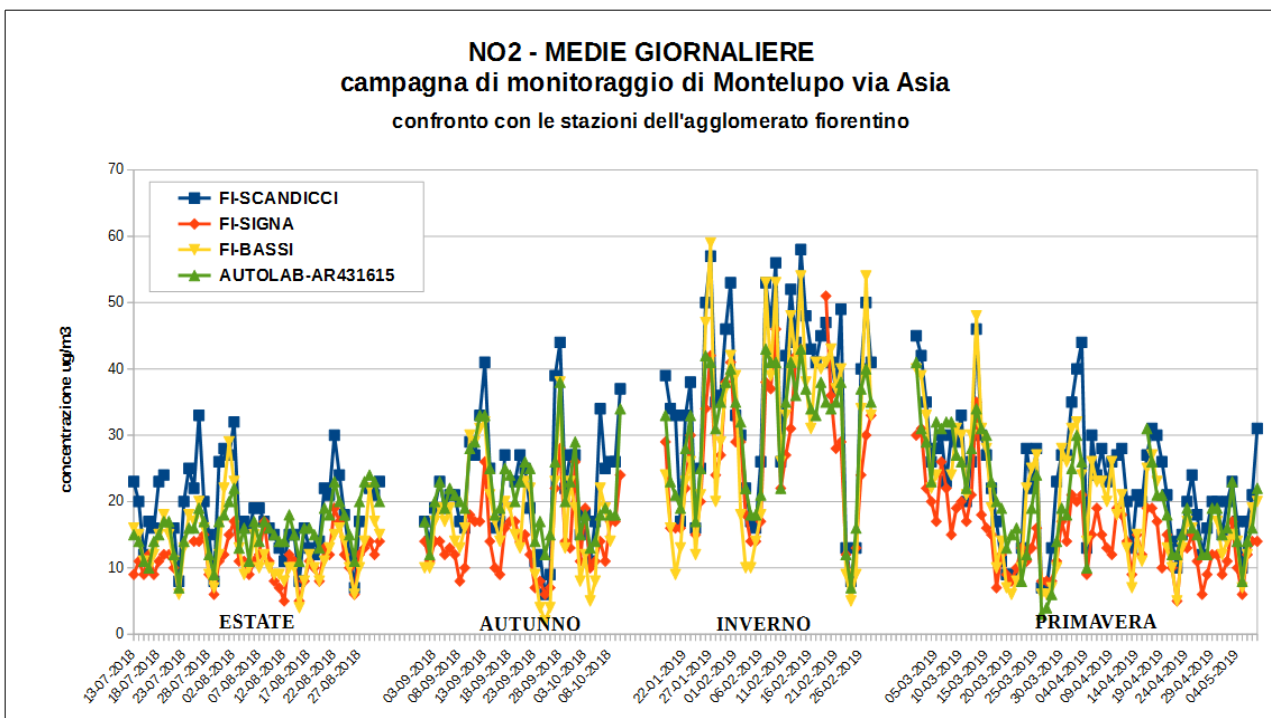
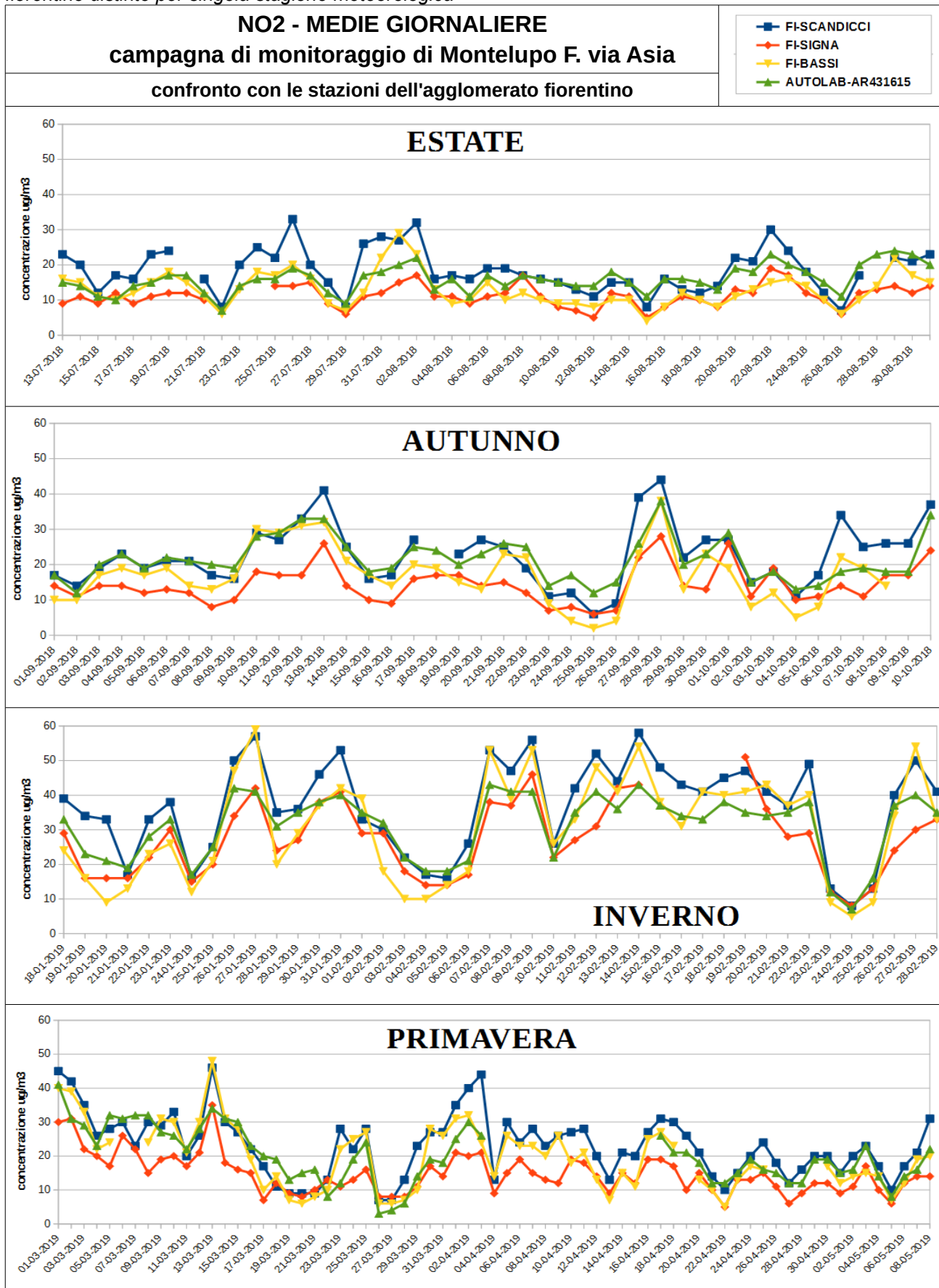


Grafico 8.3 NO₂ – Andamenti delle medie giornaliere confrontate con le stazioni della zona dell'agglomerato fiorentino distinte per singola stagione meteorologica



8.2 Materiale particolato PM₁₀

Il grafici seguenti illustrano il confronto dei dati acquisiti durante la campagna con le stazioni di rete regionale suddivise per zona di appartenenza.

Per completezza si riporta anche il grafico delle concentrazioni di PM₁₀ registrate nel periodo 01.06.18-31.05.19 dalle stazioni di fondo della zona del valdarno pisano, sovrapponendo i dati di Montelupo Fiorentino.

Grafico 8.4 PM₁₀ – Andamenti delle medie giornaliere confrontate con le stazioni della zona del valdarno pisano

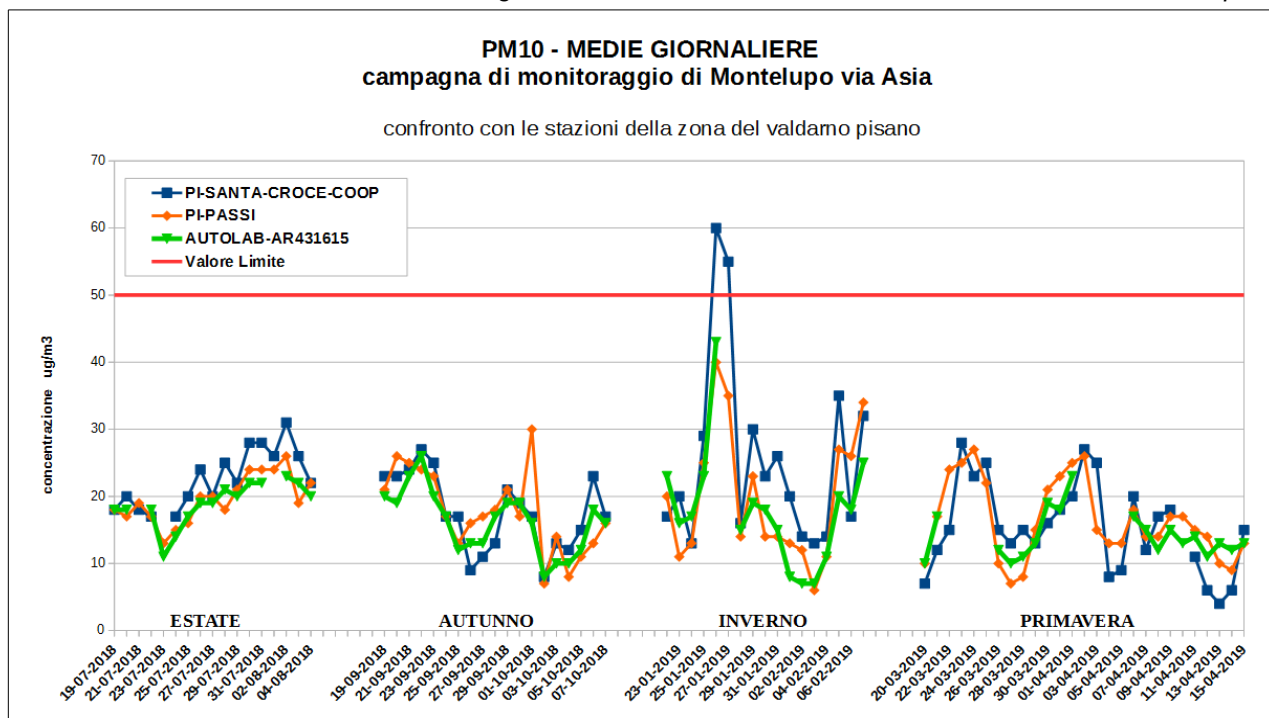


Grafico 8.5 PM₁₀ – Andamenti delle medie giornaliere confrontate con le stazioni dell'agglomerato fiorentino

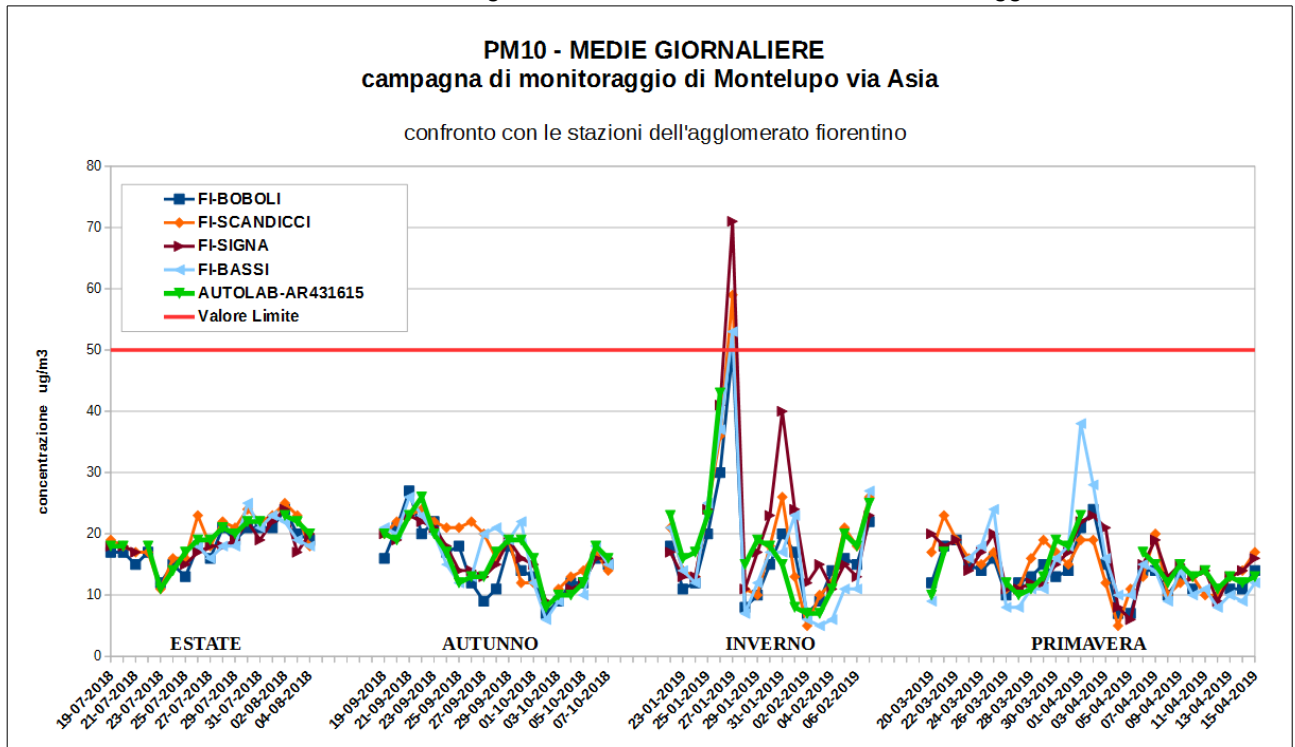


Grafico 8.6 PM₁₀ – Andamenti delle medie giornaliere confrontate con la stazione di SI-Poggibonsi della zona collinare e montana

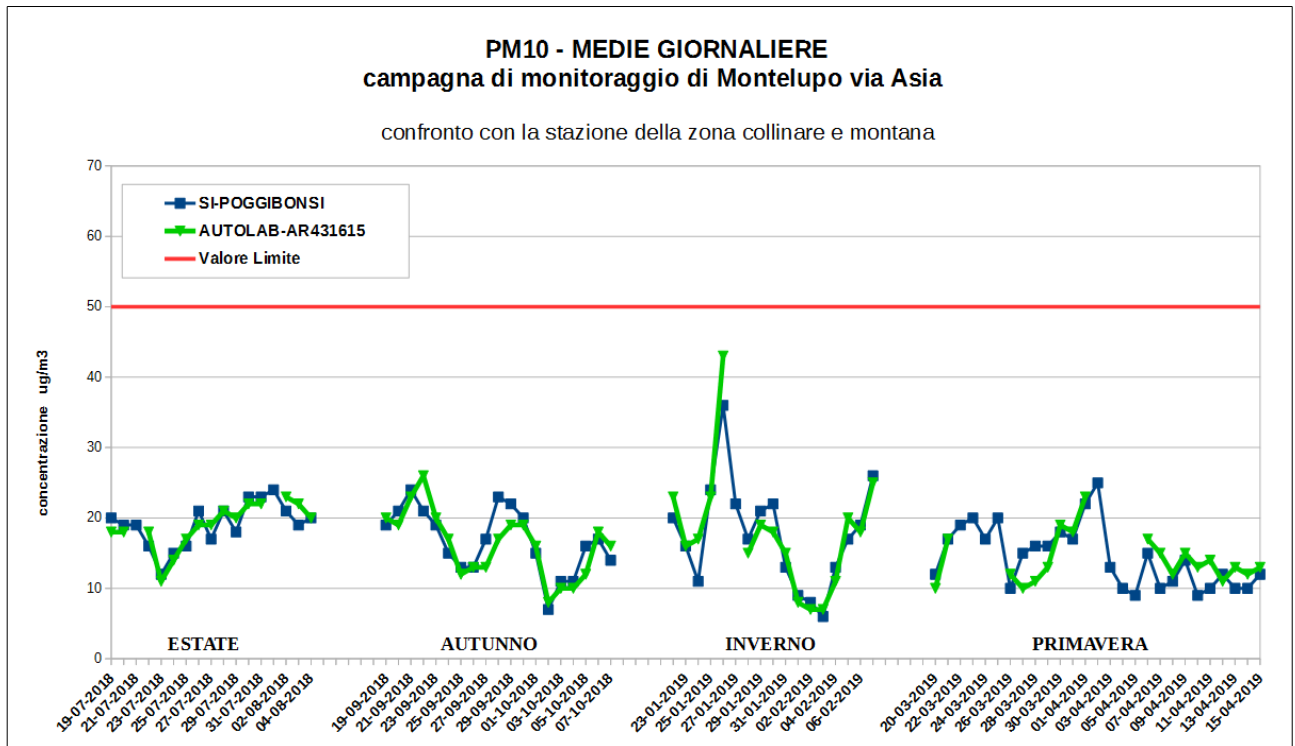
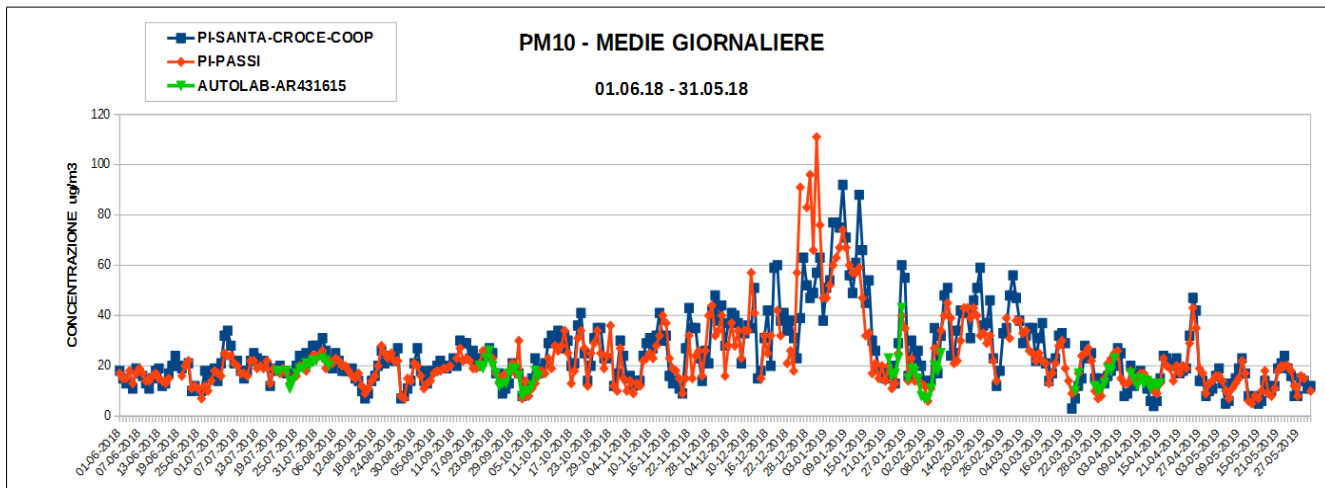


Grafico 8.7 PM₁₀ – Andamenti delle medie giornaliere delle stazioni della zona del valdarno pisano nel periodo 01.06.18 – 31.05.19



8.3 Materiale particolato PM_{2.5}

Il grafici seguenti illustrano il confronto dei dati acquisiti durante la campagna con le stazioni di rete regionale. Come per il PM₁₀ si riporta il grafico delle concentrazioni di PM_{2.5} registrate nel periodo 01.06.18-31.05.19 dalle stazioni di rete regionale sovrapponendo i dati di Montelupo Fiorentino.

Grafico 8.8 PM_{2.5} – Andamenti delle medie giornaliere

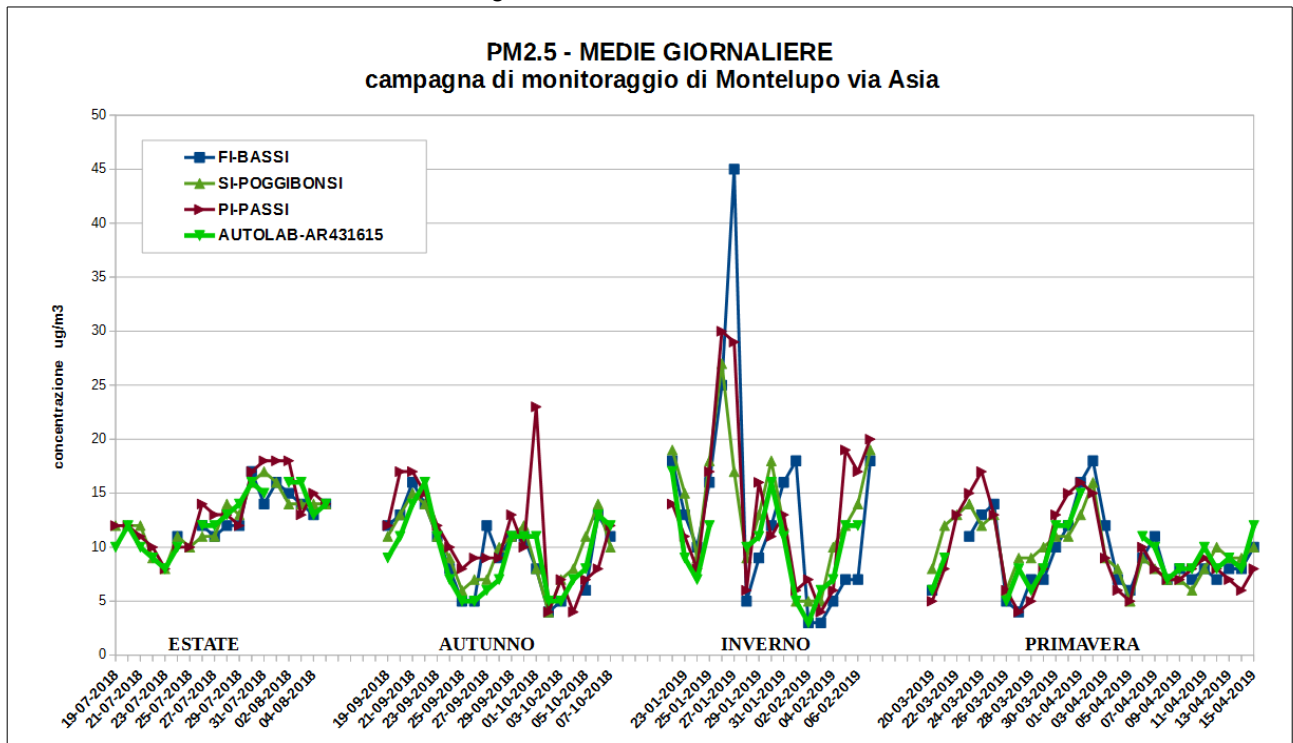
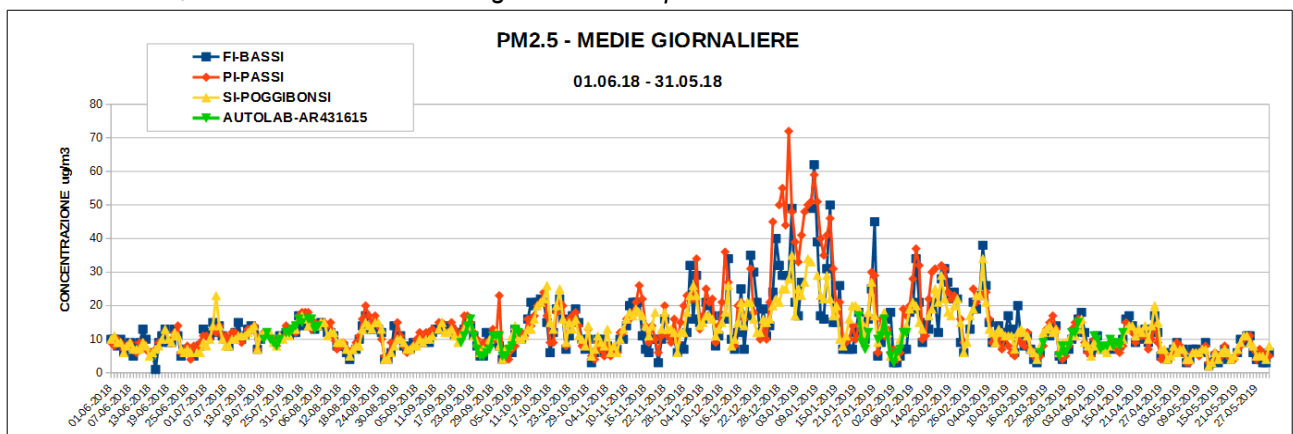


Grafico 8.7 PM_{2.5} – Andamenti delle medie giornaliere nel periodo 01.06.18 – 31.05.19

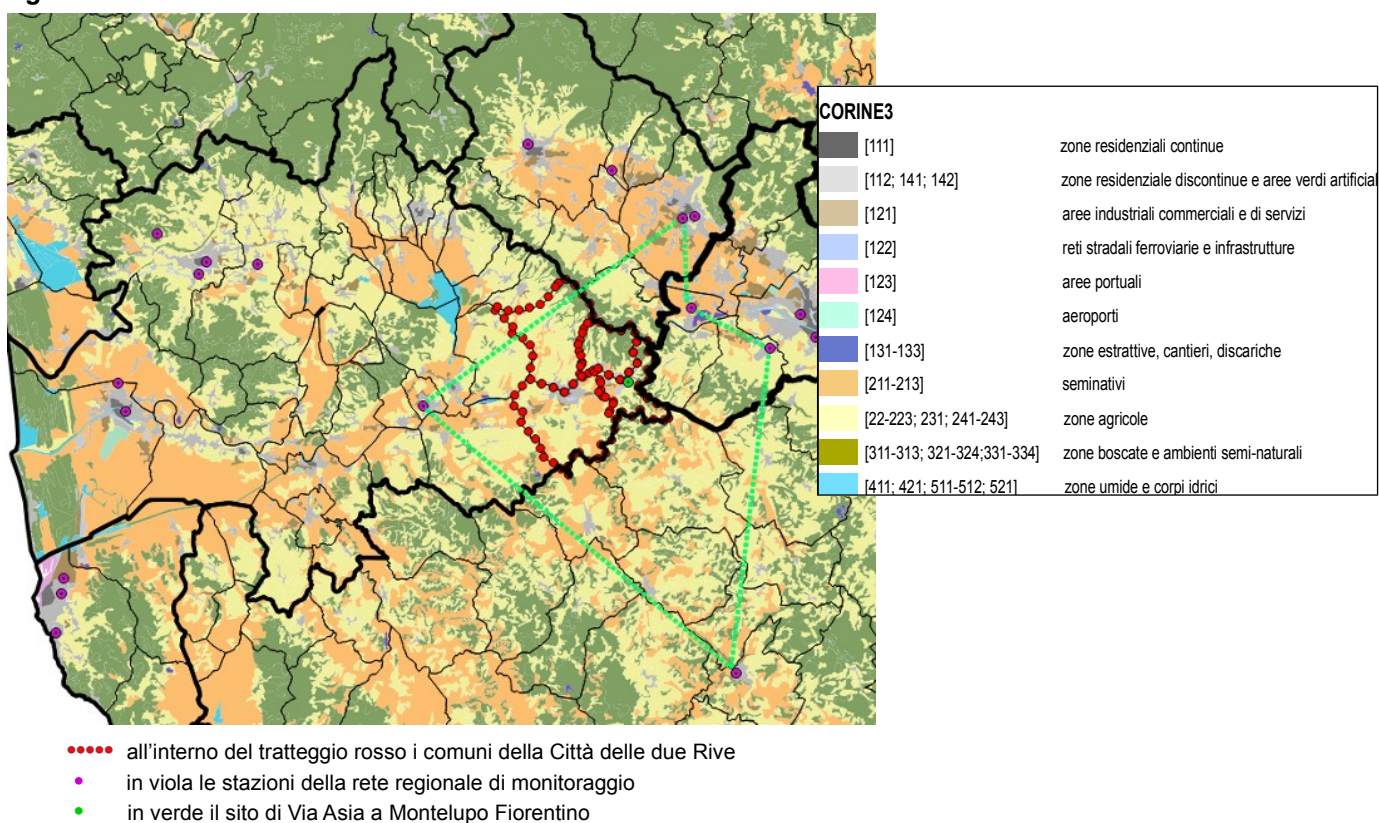


9 PM₁₀ - Rappresentatività spaziale del sito nel contesto della Città delle due Rive

Uno dei metodi di stima della rappresentatività spaziale per il PM₁₀ delle stazioni di fondo di rete regionale si basa sulla distribuzione dell'uso del suolo nell'intorno del sito di misura. Il metodo, denominato metodo dell'indice β , valuta la variazione dell'uso del suolo abbinato ad opportuni coefficienti di pressione al variare del raggio del buffer circolare considerato. Tale metodo costituisce comunque soltanto una prima approssimazione e per stimare la rappresentatività delle stazioni di rete regionale i risultati sono stati integrati con quelli di un altro modello¹. Il metodo dell'indice β ha tuttavia il vantaggio di essere di semplice applicabilità e di facile estensione a nuovi siti.

L'applicazione del metodo dell'indice β al sito di Montelupo Fiorentino, considerando la distribuzione dell'uso del suolo regionale secondo il Corine Land Cover, figura 9.1, restituisce un'area di rappresentatività del sito di raggio 10 km, figura 9.2, a conferma del fatto che la zona dalla Città delle due Rive ha una distribuzione piuttosto uniforme dell'uso del suolo e dei fattori di pressione.

Figura 9.1 Distribuzione dell'uso del suolo secondo il Corine Land Cover.

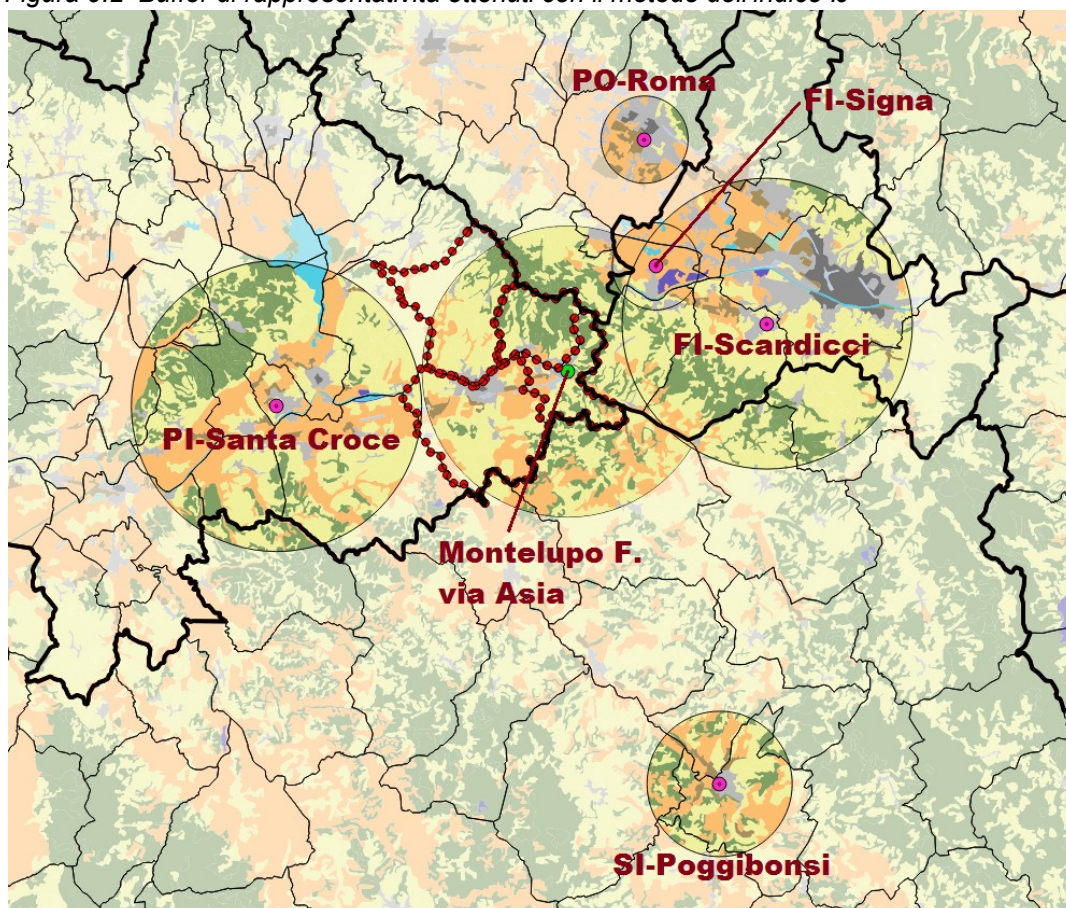


1 <http://www.arpat.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpat/approfondimenti-aria/rappresentativita-spaziale-delle-stazioni-della-rete-di-monitoraggio-di-qualita-dellaria-toscana>

Come si può vedere dalla figura 9.1 il sito di misura di Montelupo via Asia e tutta l'area della Città delle due Rive è idealmente compresa tra le stazioni di fondo, precedentemente prese in esame, di PI-Santa Croce, FI-Scandicci, FI-Signa, PO-Roma e SI-Poggibonsi, per tali stazioni l'applicazione dell'indice β ha dato i seguenti risultati:

Stazione	Rappresentatività (raggio del buffer Km)
PI-Santa Croce	10
SI-Poggibonsi	5
FI-Signa	3
FI-Scandicci	10
PO-Roma	3

Figura 9.2 Buffer di rappresentatività ottenuti con il metodo dell'indice β



In base a questa elaborazione, che come detto costituisce solo una prima approssimazione della stima della rappresentatività spaziale attribuibile al sito, si può ragionevolmente affermare che i livelli misurati siano rappresentativi dei livelli di fondo della Città delle due Rive.

È tuttavia d'obbligo sottolineare che il livello di fondo indica un livello medio a cui è esposta la maggior parte del territorio; ovvero non si può escludere che, all'interno dell'area di rappresentatività, vi siano contesti in cui, o per la maggiore esposizione a certe fonti (vedi traffico) o per una maggiore densità o estensione dell'area urbana (vedi ad esempio area urbana di Empoli), possano sussistere specificità locali diverse dalla situazione mediamente rappresentata, senza che questo tolga valore all'informazione generale.

Data la vicinanza del sito di monitoraggio al confine tra 3 zone diverse il calcolo è più incerto, in quanto ogni zona ha coefficienti diversi che pesano ciascuna categoria di uso del suolo in base al rispettivo potenziale emissivo in quella specifica zona. Perciò il calcolo del coefficiente β in buffer a cavallo tra zone differenti diventa necessariamente più approssimativo in quanto, per ragioni di continuità, si utilizzano sempre i coefficienti della zona nativa anche nelle aree che fanno parte di altre zone.

Tuttavia il risultato, visto nel quadro regionale e supportato dalle analisi effettuate sui dati, appare ragionevole. Il contesto della Città delle due Rive si mostra omogeneo ed in continuità da una parte con la stazione di PI-S. Croce (appartenente alla stessa zona), dall'altra con le stazioni di FI-Signa e FI-Scandicci che, pur trovandosi nell'Agglomerato di Firenze, sono geograficamente più prossime.

Anche la correlazione evidenziata con i dati di SI-Poggibonsi trova un riscontro nella estensione della rappresentatività spaziale del sito di Montelupo al comune di Montespertoli in zona collinare montana, in contesti, anche se non contigui, con distribuzioni molto simili di uso del suolo.

10 Conclusioni

Il risultato della campagna indicativa svolta in via Asia a Montelupo Fiorentino nell'ambito della convenzione con i comuni della Città delle due Rive mostra in primo luogo una situazione completamente conforme ai limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010 per gli inquinanti monitorati ed inoltre emerge che le stazioni di fondo appartenenti alla zona del Valdarno pisano di cui fa parte il comune di Montelupo Fiorentino possono essere considerate un riferimento cautelativo anche per il sito di via Asia. In particolare, la stazione di PI-Santa Croce Coop può essere considerata un riferimento per la valutazione dei livelli medi e l'andamento di NO₂ anche per la zona di Montelupo Fiorentino, vista la buona correlazione tra i due siti e i livelli medi del tutto simili riscontrati nel periodo della campagna. Per il PM₁₀ come per NO₂ la stazione di Santa Croce può essere presa come riferimento per valutare i livelli medi e gli andamenti della concentrazione di PM₁₀ della zona di Montelupo Fiorentino, sottolineando che si tratta in questo caso di un riferimento cautelativo, visto che i valori degli indicatori registrati nel sito di Santa Croce risultano più alti di quelli ottenuti nel sito di Montelupo Fiorentino. Per il PM_{2,5} dall'analisi dei dati è emersa una discreta correlazione con la stazione di PI-Passi, che registra valori medi simili a quelli ottenuti dai dati della campagna; inoltre la frazione di PM_{2,5} nel PM₁₀ nelle due stazioni è simile. Da sottolineare un risultato interessante emerso dalla campagna: l'ottima correlazione trovata con la stazione di Poggibonsi per PM₁₀ e PM_{2,5}.

Infine, per quanto riguarda la rappresentatività spaziale del sito per il PM₁₀, in base ai risultati ottenuti dall'applicazione del metodo β , si può ragionevolmente affermare che i livelli di PM₁₀ misurati siano rappresentativi dei livelli di fondo della Città delle due Rive.