

*“Accordo per la gestione del Centro del Telerilevamento delle emissioni  
nel sistema produttivo del comprensorio del cuoio”*

CAMPAGNE DI RILEVAMENTO INDICATIVE  
CON MEZZO MOBILE N° 3

presso

- 1) Montopoli in Val d'Arno fraz. San Romano – Via Sandro Pertini**
- 2) Castelfranco di Sotto – Via dell'Acacia**
- 3) Fucecchio – Via dei Cerchi**
- 4) San Miniato fraz. Ponte a Egola – Via della Tecnica**

**3 dicembre 2015 – 30 novembre 2016**

**Area Vasta Toscana Costa – Settore “Centro  
Regionale per la Tutela della Qualità dell’Aria”**

**REPORT**

**ARIA** 

***“Accordo per la gestione del Centro del Telerilevamento delle emissioni nel sistema produttivo del comprensorio del cuoio”***

**RELAZIONE CAMPAGNE DI RILEVAMENTO INDICATIVE CON MEZZO MOBILE N° 3**

- 1) Montopoli in Val d'Arno (PI) – Fraz. San Romano, Via Sandro Pertini
- 2) Castelfranco di Sotto (PI) – Via dell'Acacia
- 3) Fucecchio (FI) – Via dei Cerchi
- 4) San Miniato (PI) – Fraz. Ponte a Egola, Via della Tecnica

A cura di:

Bianca Patrizia Andreini

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

ARPAT – Area Vasta *“Toscana Costa”*

Autori:

Dennis Dalle Mura, Roberto Fruzzetti

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

Le attività di prova per il monitoraggio del PM10 e PM2,5 sono effettuate presso il laboratorio del Centro regionale di riferimento per la qualità dell’aria (CRRQA)

*Si ringraziano i colleghi del Dipartimento di Pisa presso la sede di San Romano - Montopoli in Val d'Arno per il supporto logistico.*

**Marzo 2017**

## Sintesi

*Le quattro campagne indicative di indagine di qualità dell'aria svolte con il Laboratorio mobile n° 3 della regione toscana tra il dicembre 2015 e la fine di novembre del 2016 nell'ambito del Protocollo "Accordo per la gestione del Centro del Telerilevamento delle emissioni nel sistema produttivo del comprensorio del cuoio" , analogamente a quanto fatto nell'anno precedente in altrettanti postazioni di monitoraggio, restituiscono un quadro abbastanza esaustivo della situazione esistente nel Comprensorio del Cuoio.*

*Come per la precedente indagine, la presente ha restituito valori degli indicatori, che, per quanto attiene a NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>, rispettano ampiamente i limiti previsti dalla normativa vigente in materia di qualità dell'aria (D.Lgs. 155/2010) per la protezione della salute umana.*

*Per quanto riguarda il PM10 sono stati riscontrati alcuni superamenti del VL giornaliero in due siti di monitoraggio. Il sito di PI-Santa Croce "Coop" (stazione di rete regionale) preso a riferimento, fornisce valori di indicatori cautelativi, essendo la media annuale per l'anno 2016 superiore al valore degli stessi indicatori di tutti gli altri siti indagati dal Mezzo mobile 3. L'analisi della tabella riassuntiva dei valori degli indicatori relativi al PM 10 nel periodo 2010 – 2016 conferma l'idoneità della stazione come riferimento della zona. Il valore riferito al 90,4° percentile risulta maggiore del VL giornaliero (56 contro 50 µg/m<sup>3</sup>) a Montopoli in Val d'Arno, che fa supporre un possibile superamento dei 35 superamenti del VL giornaliero ammesso dalla normativa su base annua. Tuttavia il valore di questo indicatore deve essere interpretato anche alla luce del valore della media annuale nella postazione di Montopoli, che è analoga a registrata sull'anno 2016 nel sito regionale di riferimento di PI- S.Croce.*

*Per quanto riguarda il PM2,5, misurato con campionatore gravimetrico come il PM10, secondo la norma EN12341:2014, non si rilevano criticità rispetto alla normativa vigente e si evidenzia una buona coerenza con i risultati annuali 2016 della stazione di rete regionale PI-Passi solo per quanto concerne i valori medi sugli stessi periodi di monitoraggio. Per quanto riguarda la frazione percentuale del PM2,5 rispetto al PM10, le postazioni di Montopoli in Val d'Arno e San Miniato fanno registrare valori più simili a quelli di LU-Capannori.*

*L'Acido solfidrico (H<sub>2</sub>S) è sicuramente l'inquinante più caratterizzante questa zona: si evidenziano criticità nella postazione "urbana industriale" di San Miniato, con superamenti della soglia olfattiva di 7 µg/m<sup>3</sup> che si sono verificati per più del 20% del tempo su base annuale con probabile formazione di maleodoranze locali.*

# SOMMARIO

1. INTRODUZIONE.....	5
2. DESCRIZIONE DEI SITI DI MISURA.....	6
3. IL LABORATORIO MOBILE N° 3.....	12
4. LIMITI NORMATIVI.....	13
5. RISULTATI.....	16
5.1 STANDARDIZZAZIONE.....	16
5.2 VALORI DEGLI INDICATORI.....	16
5.2.1 <i>Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)</i> .....	18
5.2.2 <i>Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)</i> .....	21
5.2.3 <i>Polveri PM10</i> .....	24
5.2.4 <i>Polveri PM2,5</i> .....	33
5.2.5 <i>Acido solfidrico (H<sub>2</sub>S)</i> .....	39
CONCLUSIONI.....	51
ALLEGATO A: DATI METEOROLOGICI.....	53
ALLEGATO B: GIORNO TIPO DEL BLOSSIDO DI AZOTO (INVERNO / ESTATE) .....	65
ALLEGATO C: TEST DI CORRELAZIONE DI PEARSON – DEFINIZIONE.....	69

# 1. INTRODUZIONE

Le campagne di misura condotte con il Mezzo mobile possono assumere una duplice funzione a seconda della zona di collocazione:

- Forniscono dati integrativi della rete di monitoraggio della Qualità dell'Aria;
- Definiscono situazioni ambientali non ancora sottoposte ad indagini che su tempi lunghi potrebbero determinare un superamento dei valori limite o valore obiettivo per i parametri monitorati di qualità dell'aria a causa di fattori locali (incidenza di industrie, alti flussi di traffico, condizioni meteorologiche sfavorevoli, etc.)

La presente relazione illustra l'attività del Mezzo mobile n° 3 della regione toscana relativa al periodo dicembre 2015 - novembre 2016, nel contesto del protocollo di "Accordo per la gestione del Centro del Telerilevamento delle emissioni nel sistema produttivo del comprensorio del cuoio" stabilito tra Regione, ARPAT e la Provincia di Pisa, di concerto con i Comuni facenti parte del "Comprensorio del Cuoio" e aderenti all'iniziativa, e definito dalla DGR n. 719 del 02/09/2013.

Tale accordo include il monitoraggio della qualità dell'aria mediante l'ausilio di due mezzi mobili di proprietà della Provincia: il Mezzo mobile n° 1, impegnato mediamente per 6 mesi all'anno e il Mezzo mobile n° 3, impegnato per tutto l'anno nel Comprensorio del Cuoio.

Ciascuna delle quattro indagini, ricompresa nella presente relazione, può essere assimilata a una "misurazione indicativa" di qualità dell'aria, come 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 di processo DP SGQ.099.016 "Monitoraggio della qualità dell'aria mediante reti di rilevamento". Tale sistema di gestione di ARPAT è certificato dal RINA con registrazione n° 32671/15/5 secondo le UNI EN ISO 9001:2008. Pertanto, tutti i dati misurati dal laboratorio mobile, sono stati acquisiti, elaborati e validati secondo le procedure disciplinate dal suddetto documento.

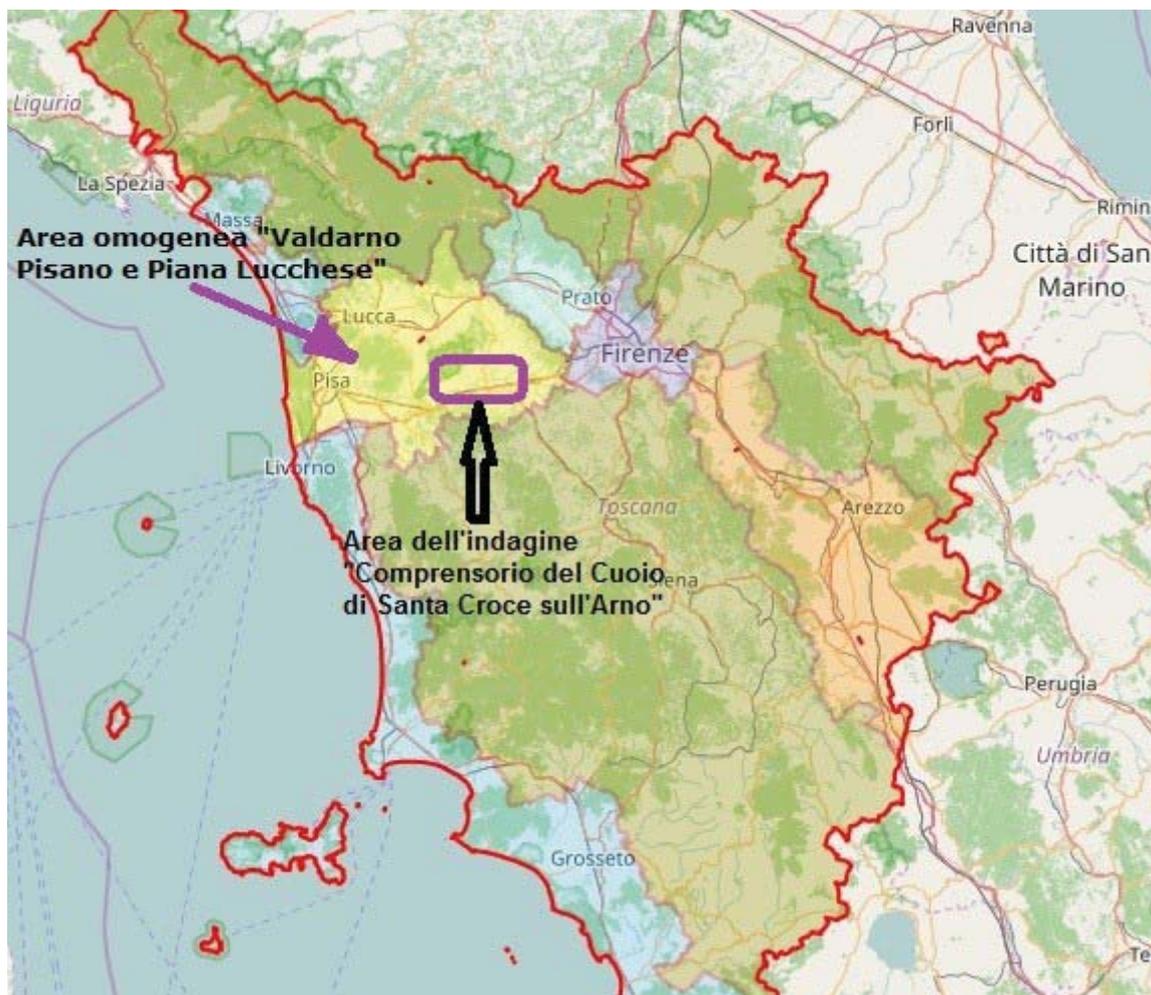
## 2. DESCRIZIONE DEI SITI DI MISURA

I siti in cui sono state condotte le misure con l'utilizzo del Mezzo mobile n° 3 si trovano nel cosiddetto Comprensorio del Cuoio, in particolare in postazioni facenti parte dei comuni di Castelfranco di Sotto (PI), San Miniato (PI), Montopoli in Val d'Arno (PI) e Fucecchio (FI).

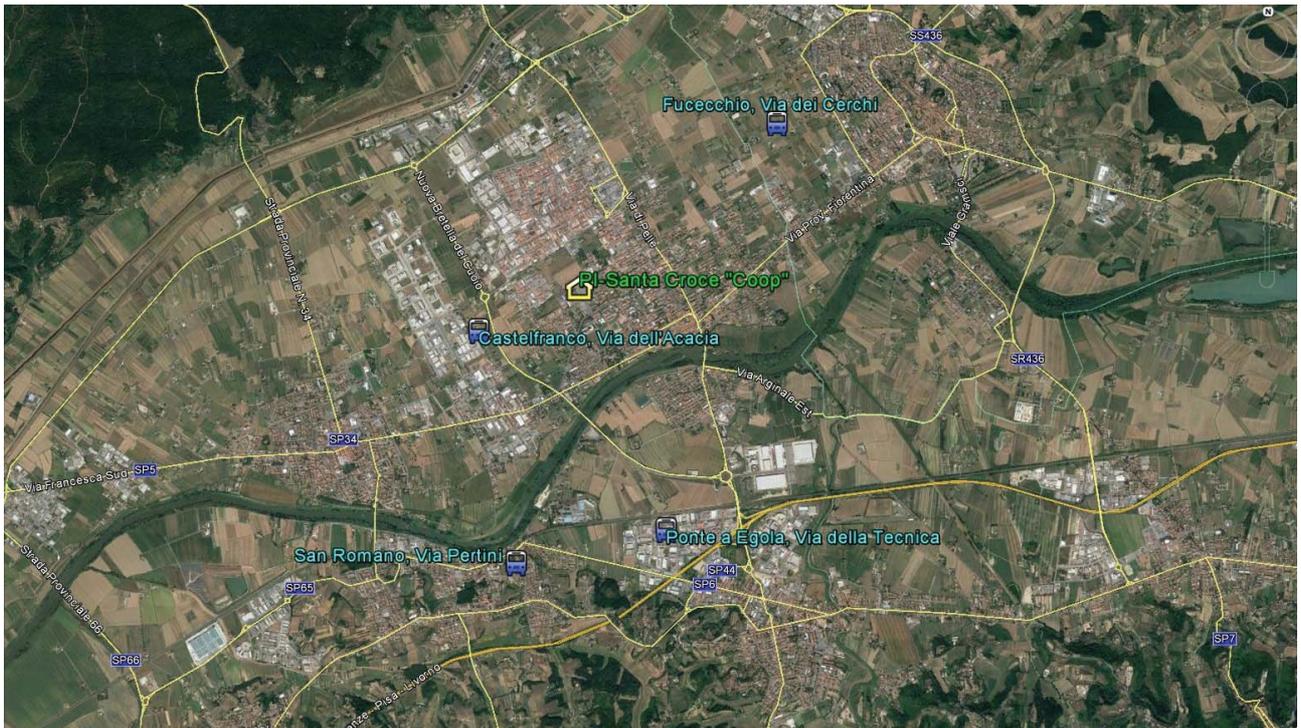
I punti di misura, le tipologie del sito e le localizzazioni rispetto alla stazione di monitoraggio regionale di PI-Santa Croce "Coop" sono i seguenti:

- 1) Montopoli in Val d'Arno – frazione di San Romano, Via Sandro Pertini; sito "urbano – fondo" distante 2,5 km in linea d'aria in direzione Sud dal sito regionale;
- 2) Castelfranco di Sotto – Via dell'Acacia, "suburbano – industriale", 1 km in direzione OSO;
- 3) Fucecchio (FI) – Via dei Cerchi, "suburbano – fondo", 2,5 km in direzione NE;
- 4) San Miniato – frazione di Ponte a Egola, Via della Tecnica, sito "urbano – industriale", distante 2,3 km in direzione SSE.

**Figura 2.1** Mappa della zonizzazione della Toscana con individuazione dell'area di indagine e indicazione dell'Area omogenea di interesse (Valdarno Pisano e Piana Lucchese)



**Immagine 2.2** Mappa dell'area di indagine con indicazione dei siti di misura e del sito fisso di PI-Santa Croce "Coop"



**Immagine 2.3** Mezzo Mobile 3 a Montopoli in Val d'Arno – Via Sandro Pertini – San Romano (vista da Sud-Est)



**Immagine 2.3.bis** Contesto ambientale del sito "Urbano - Fondo" ubicato nel Comune di Montopoli in Val d'Arno

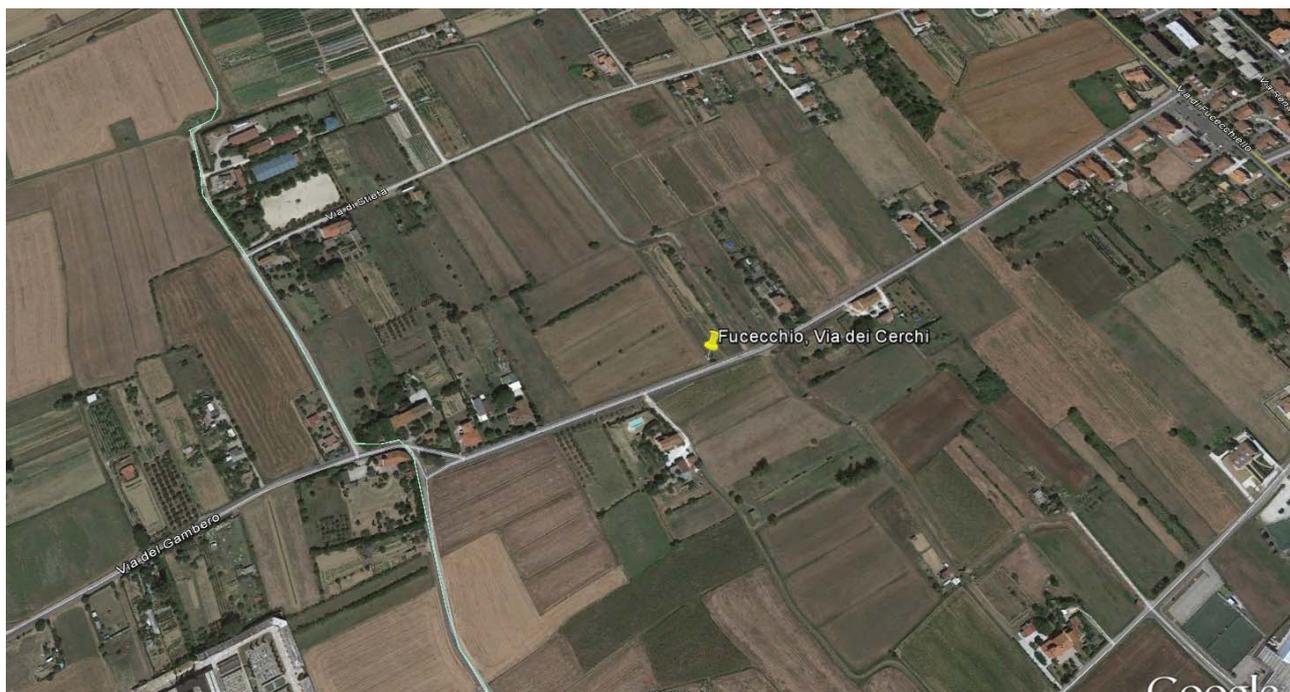


**Immagine 2.4** Mezzo Mobile 3 a Castelfranco di Sotto – Via dell'Acacia (vista da Nord Ovest)





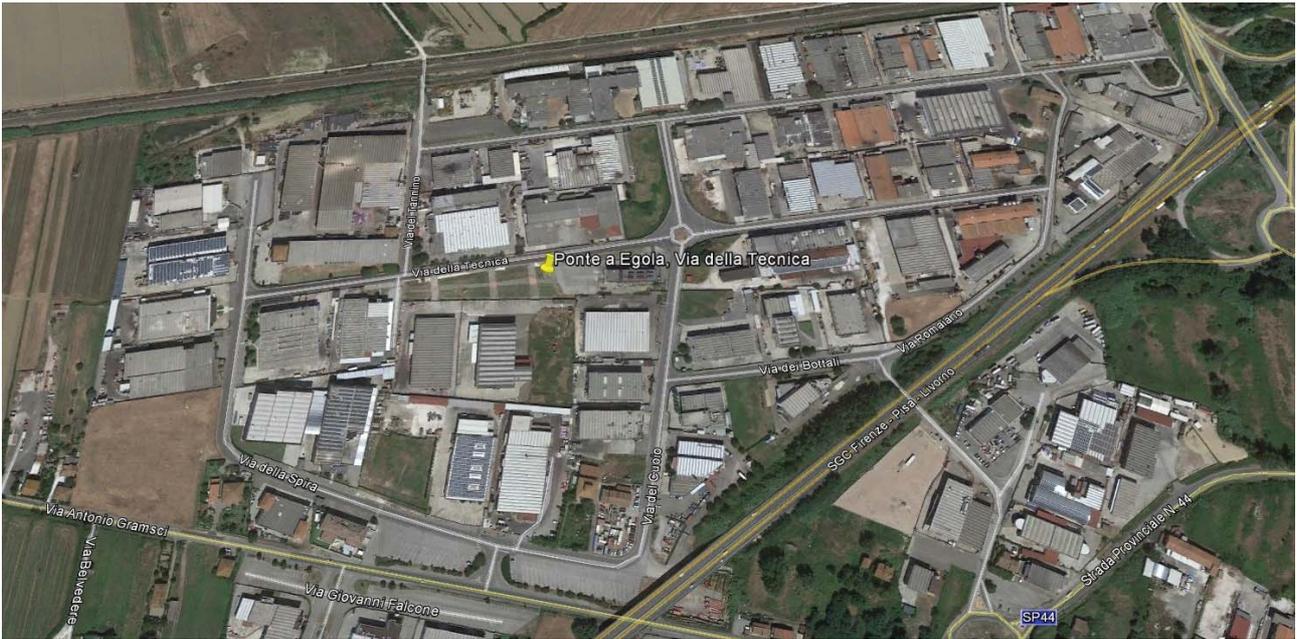
**Immagine 2.5.bis** *Contesto ambientale del sito "Suburbano – Fondo" ubicato nel Comune di Fucecchio (FI)*



**Immagine 2.4** *Mezzo Mobile 3 a San Miniato – fraz. Ponte a Egola – Via della Tecnica (vista da Nord-Ovest)*



**Immagine 2.4.bis** Contesto ambientale del sito “Urbano – Industriale” ubicato nel Comune di San Miniato



### 3. IL LABORATORIO MOBILE N° 3

Per le misure di Qualità dell'Aria realizzate in questa campagna il Settore CRTQA ha utilizzato la stazione mobile n° 3 di Q.A. di proprietà della regione toscana.

Nella tabella 3.1 è fornita una descrizione degli inquinanti monitorati dal laboratorio:

**Tabella 3.1** – Inquinanti monitorati.

SO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S	NO <sub>x</sub>	PM10	PM2,5
x	x	x	x

NO<sub>x</sub> = ossidi di azoto totali, ovvero monossido di azoto (NO) e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

SO<sub>2</sub> = biossido di zolfo

H<sub>2</sub>S = acido solfidrico

PM10 = polveri con diametro aerodinamico inferiore a 10 micrometri

PM2,5 = polveri con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 micrometri

Di seguito in tabella sono elencati gli strumenti presenti all'interno del mezzo mobile e le relative caratteristiche tecniche:

**Tabella 3.2** – Caratteristiche tecniche degli strumenti installati

Inquinante	Marca modello	Principio Metodo	Limite Rilevabilità	Precisione
SO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S	API 101A	Fluorescenza	2,6 µg/m <sup>3</sup> (come SO <sub>2</sub> )	Al 20% del campo di misura ≤ 1,6 µg/m <sup>3</sup> All'80% del campo di misura ≤ 6 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	API 200A	Chemiluminescenza	0,7 µg/m <sup>3</sup>	0,5% della lettura
PM10/PM2,5	FAI Hydra Dual Channel	Campionamento gravimetrico su membrane filtranti	---	---

Sul Laboratorio mobile n° 3 sono installati anche i sensori per la misura della velocità del vento (VV) e per la determinazione della provenienza dei fenomeni ventosi (DV). In Allegato 1, sono riportati i risultati relativi alla strumentazione meteorologica:

## 4. LIMITI NORMATIVI

I valori limite che esprimono gli indicatori di qualità dell'aria sono stati definiti dalla Comunità Europea (Direttiva 2008/50/CE) e sono stati recepiti dallo Stato italiano con il D.Lgs. n° 155 del 13 agosto 2010 e s.m.i.

**Tabella 4.1** BIOSSIDO DI AZOTO – normativa e limiti  
(paragrafo 1 allegato XI D.Lgs. 155/2010 e paragrafo 1 allegato XII D.Lgs. 155/2010 – punto B Allegato XI, punto A Allegato XII ed Allegato XIII Direttiva 2008/50/CE)

	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valore limite</b>
Valore limite orario per la protezione della salute umana.	<b>1 ora</b>	200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> da non superare più di 18 volte per l'anno civile.
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	<b>Anno civile</b>	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>
Soglia di allarme	<b>Anno civile Superamento di 3 ore consecutive</b>	400 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>

**Tabella 4.2** BLOSSIDO DI ZOLFO – normativa e limiti

(paragrafi 1, 3 allegato XI D.Lgs. 155/2010 e paragrafo 1 allegato XII D.Lgs. 155/2010 - punto B Allegato XI, punto A Allegato XII ed Allegato XIII Direttiva 2008/50/CE)

	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valore limite</b>
Valore limite orario per la protezione della salute umana.	<b>1 ora</b>	350 µg/ m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per l'anno civile.
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	<b>24 ore</b>	125 µg/ m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile
Livello critico per la protezione della vegetazione	<b>Anno civile</b>	20 µg/m <sup>3</sup>
Livello critico per la protezione della vegetazione	<b>Livello critico invernale (1 ottobre – 31 marzo)</b>	20 µg/m <sup>3</sup>
Soglia di allarme	<b>Anno civile Superamento di 3 ore consecutive</b>	500 µg/m <sup>3</sup>

**Tabella 4.3** MATERIALE PARTICOLATO PM10 – normativa e limiti

(paragrafo 1 allegato XI D.Lgs. 155/2010 - punto B Allegato XI Direttiva 2008/50/CE)

	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valori limite</b>
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	<b>24 ore</b>	50 µg/m <sup>3</sup> PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	<b>Anno civile</b>	40 µg/m <sup>3</sup> PM10

**Tabella 4.4** MATERIALE PARTICOLATO PM2,5 – normativa e limiti

(paragrafo 1 allegato XI D.Lgs. 155/2010 - punto D Allegato XIV Direttiva 2008/50/CE)

	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valori limite</b>
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	<b>Anno civile</b>	25 µg/m <sup>3</sup> PM2,5 (in vigore dal 1° gennaio 2015)

Nonostante la normativa vigente non preveda prescrizioni per il parametro H<sub>2</sub>S, in tabella 4.5 sono riportate le soglie indicate dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS).

**Tabella 4.5** ACIDO SOLFIDRICO – soglie dell'OMS (o WHO) <sup>(1)</sup>

<b>Tipologia di soglia</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valore</b>
Soglia per inquinamento olfattivo	<b>Mezz'ora</b>	7 µg/m <sup>3</sup>
Soglia per la tutela sanitaria	<b>24 ore</b>	150 µg/m <sup>3</sup>
Soglia per protezione della vegetazione	<b>1 ora</b>	40 µg/m <sup>3</sup>

(1) WHO Air Quality guidelines for Europe, 2<sup>a</sup> edizione. Anno 2000

## 5. RISULTATI

Tra il dicembre 2015 e il novembre 2016, sono state svolte quattro campagne indicative in quattro diversi siti nell'ambito del Comprensorio del Cuoio; in particolare sono state condotte indagini di qualità dell'aria nei territori comunali di:

- Montopoli in Val d'Arno, frazione di San Romano, Via Sandro Pertini;
- Castelfranco di Sotto, via dell'Acacia;
- Fucecchio (FI), via dei Cerchi;
- San Miniato, frazione di Ponte a Egola, Via della Tecnica.

I periodi di misura degli inquinanti gassosi in ciascuna stagione per ogni postazione sono riassunti nella seguente tabella:

SO <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> S-NO <sub>2</sub>		INVERNO			PRIMAVERA			ESTATE			AUTUNNO			Totale Giorni campionamento	Totale Ore teoriche campionamento
Comune	Ubicazione	Inizio	Fine	n. giorni											
Montopoli Valdarno	Via Sandro Pertini – San Romano	3-dic-15	21-dic-15	19	5-mar-16	23-mar-16	19	2-giu-16	20-giu-16	19	30-set-16	18-ott-16	19	76	1824
Castelfranco di Sotto	Via dell'Acacia	6-gen-16	24-gen-16	19	25-mar-16	12-apr-16	19	23-giu-16	11-lug-16	19	22-ott-16	9-nov-16	19	76	1824
Fucecchio	Via dei Cerchi	27-gen-16	11-feb-16	16	22-apr-16	8-mag-16	17	21-lug-16	6-ago-16	17	8-set-16	24-set-16	17	67	1608
San Miniato	Via della Tecnica – Ponte a Egola	13-feb-16	2-mar-16	19	13-mag-16	31-mag-16	19	17-ago-16	4-set-16	19	12-nov-16	30-nov-16	19	76	1824

I periodi dedicati al campionamento del particolato atmosferico PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> sono illustrati nella tabella seguente:

PM <sub>10</sub>		INVERNO			PRIMAVERA			ESTATE			AUTUNNO			Totale Giorni campionamento
Comune	Ubicazione	Inizio	Fine	n. giorni										
Montopoli Valdarno	Via Sandro Pertini – San Romano	5-dic-15	19-dic-15	15	5-mar-16	19-mar-16	15	2-giu-16	16-giu-16	15	30-set-16	14-ott-16	15	60
Castelfranco di Sotto	Via dell'Acacia	25-dic-15	8-gen-16	15	26-mar-16	9-apr-16	15	24-giu-16	8-lug-16	15	22-ott-16	5-nov-16	15	60
Fucecchio	Via dei Cerchi	27-gen-16	10-feb-16	15	23-apr-16	7-mag-16	15	24-lug-16	7-ago-16	15	10-set-16	24-set-16	15	60
San Miniato	Via della Tecnica – Ponte a Egola	16-feb-16	1-mar-16	15	13-mag-16	27-mag-16	15	13-ago-16	28-ago-16	16	11-nov-16	25-nov-16	15	61

### 5.1 Standardizzazione

Tutti i valori di concentrazione espressi in unità di massa ( $\mu\text{g}$  o  $\text{mg}$  per metro cubo d'aria ( $\text{m}^3$ )) sono riferiti ad una pressione di 101,3 kPa ed alla temperatura di 20° C (293 K), ad esclusione del materiale particolato PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>, il cui volume di campionamento si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni.

### 5.2 Valori degli indicatori

Di seguito sono presi in considerazione i singoli inquinanti per ognuno dei quali sono riportati gli indici sintetici relativi al periodo di monitoraggio, nonché i corrispondenti limiti di riferimento previsti dalla normativa vigente in materia di Qualità dell'Aria (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.).

I dati acquisiti nel corso delle campagne condotte con il Laboratorio mobile 3 permettono di effettuare una trattazione in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, pertanto forniscono un quadro, limitato temporalmente, della situazione di

inquinamento atmosferico relativa al sito in esame. I periodi indagati, per ciascuna indagine, hanno una durata di almeno due settimane per ogni stagione.

Per quanto riguarda i periodi di interesse, sono state considerate le stagioni meteorologiche, più precisamente per gli anni 2015 - 2016:

- inverno: 1° dicembre 2015 – 29 febbraio 2016;
- primavera: 1° marzo – 31 maggio 2016;
- estate: 1° giugno – 31 agosto 2016;
- autunno: 1° settembre – 30 novembre 2016.

**Il confronto con i limiti normativi è a tutti gli effetti valido ai sensi del D.Lgs. 155/2010.**

I dati di SO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S non sono utilizzabili per il confronto con i limiti di legge, dato che non soddisfano la raccolta minima dei dati sull'ora. L'analizzatore relativo, infatti, il Teledyne API 101A, effettua a intervalli di circa 15 minuti, misure singole di SO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S.

Per completezza, ove possibile, è stato introdotto un confronto con le misure ottenute, sugli stessi periodi, presso la stazione di Rete Regionale denominata PI-Santa Croce-Coop, che si trova in posizione quasi baricentrica rispetto ai punti di misura del Laboratorio mobile 3.

Per il PM<sub>2,5</sub>, sono stati operati confronti con le centraline fisse di rete regionale di tipologia "Urbana - fondo" dell'area omogenea "Valdarno pisano e Piana lucchese" di cui l'area del Comprensorio del Cuoio fa parte: le stazioni sono PI-Passi, che dista circa 30 km in direzione Ovest, e LU-Capannori, distante circa 21 km in direzione Nord-Ovest dall'area oggetto delle quattro campagne indicative.

*Il segno ( - ) presente in alcune tabelle riassuntive indica l'assenza di un limite di riferimento relativo alla normativa vigente.*

## 5.2.1 Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)

Tabella 5.2.1.a – Dati di NO<sub>2</sub> – indicatori annuali 2015-2016; confronto e variazioni percentuali delle medie con PI-Santa Croce Coop sugli stessi periodi di ciascuna campagna indicativa

NO <sub>2</sub>	MM3 PISA	PI-Santa Croce Coop
<b>MONTOPOLI IN VAL D'ARNO – fraz. San Romano, Via Sandro Pertini</b>		
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> ) – variazione % rispetto a sito di rif.	19 (-24%)	25
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	72 (21/03/2016 ore 21)	115 (11/12/2015 ore 19)
n. ore valide	1740	1783
% ore valide	95%	98%
n. ore con concentrazione maggiore di 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0
<b>CASTELFRANCO DI SOTTO – Via dell'Acacia</b>		
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> ) – variazione % rispetto a sito di rif.	22 (-19%)	27
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	101 (22/01/2016 ore 20)	114 (19/01/2016 ore 19)
n. ore valide	1729	1742
% ore valide	95%	96%
n. ore con concentrazione maggiore di 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0
<b>FUCECCHIO – Via dei Cerchi</b>		
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> ) – variazione % rispetto a sito di rif.	16 (-27%)	22
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	74 (11/02/2016 ore 20)	100 (05/02/2016 ore 20)
n. ore valide	1531	1520
% ore valide	95%	95%
n. ore con concentrazione maggiore di 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0
<b>SAN MINIATO – fraz. Ponte a Egola, Via della Tecnica</b>		
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> ) – variazione % rispetto a sito di rif.	22 (-8%)	24
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	90 (22/02/2016 ore 19)	93 (30/11/2016 ore 19)
n. ore valide	1680	1655
% ore valide	92%	91%
n. ore con concentrazione maggiore di 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0

Come si può rilevare dalla Tabella riassuntiva 5.2.1.a, i valori medi orari superano in sporadiche occasioni i 100 µg/m<sup>3</sup>, e solamente nella campagna invernale di Castelfranco di Sotto, via dell'Acacia, come visibile dalla serie di Grafici 5.2.1 (ugualmente a quanto accaduto per le campagne indicative 2014-2015); l'indicatore media sul periodo è sempre inferiore all'analogo indicatore calcolato sugli stessi periodi nel sito fisso di Santa Croce "Coop", che ha fatto segnare il valore medio orario più elevato nell'anno solare 2016 (cfr. Tabella 5.2.1.c: 120 µg/m<sup>3</sup>), valore poco al di sopra della metà al valore limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup>.

I valori delle medie delle medie orarie sui periodi in ciascun sito si attestano sull'intervallo 16 - 22 µg/m<sup>3</sup>, al di sotto del valore medio annuale, riferito all'anno 2016, registrato nel sito fisso di Rete regionale preso a riferimento.

**Tabella 5.2.1.b – Dati di NO<sub>2</sub> - indicatori stagionali per ciascun sito di misura**

NO <sub>2</sub>	INVERNO	PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO
<b>MONTOPOLI IN VAL D'ARNO – fraz. San Romano, Via Sandro Pertini</b>				
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	29	18	11	20
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	71 (17/12/2015 ore 21)	72 (21/03/2016 ore 21)	33 (18/06/2016 ore 3)	66 (12/10/2016 ore 20)
n. ore valide	434	437	434	435
% ore valide	95%	96%	95%	95%
n. ore con concentrazione maggiore di 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0
<b>CASTELFRANCO DI SOTTO – Via dell'Acacia</b>				
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	27	22	14	25
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	101 (22/01/2016 ore 20)	71 (01/04/2016 ore 19)	43 (11/07/2016 ore 5)	77 (07/11/2016 ore 18)
n. ore valide	433	430	434	432
% ore valide	95%	94%	95%	95%
n. ore con concentrazione maggiore di 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0
<b>FUCECCHIO – Via dei Cerchi</b>				
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	22	13	14	16
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	74 (11/02/2016 ore 20)	44 (04/05/2016 ore 21)	43 (22/07/2016 ore 23)	56 (12/09/2016 ore 19)
n. ore valide	360	388	390	391
% ore valide	94%	95%	96%	96%
n. ore con concentrazione maggiore di 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0
<b>SAN MINIATO – fraz. Ponte a Egola, Via della Tecnica</b>				
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	30	16	13	30
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	90 (22/02/2016 ore 19)	61 (20/05/2016 ore 21)	63 (02/09/2016 ore 10)	88 (16/11/2016 ore 19)
n. ore valide	432	434	377	437
% ore valide	95%	95%	83%	96%
n. ore con concentrazione maggiore di 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0

**Tabella 5.2.1.c – Dati di NO<sub>2</sub> – indicatori annuali 2016 di PI-Santa Croce “Coop”**

NO <sub>2</sub> – INDICATORI ANNUALI 2016	PI-SC_Coop
Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	25
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	120 (22/12/2016 ore 19)
n. superamenti del VL giornaliero di 200 µg/m <sup>3</sup>	0

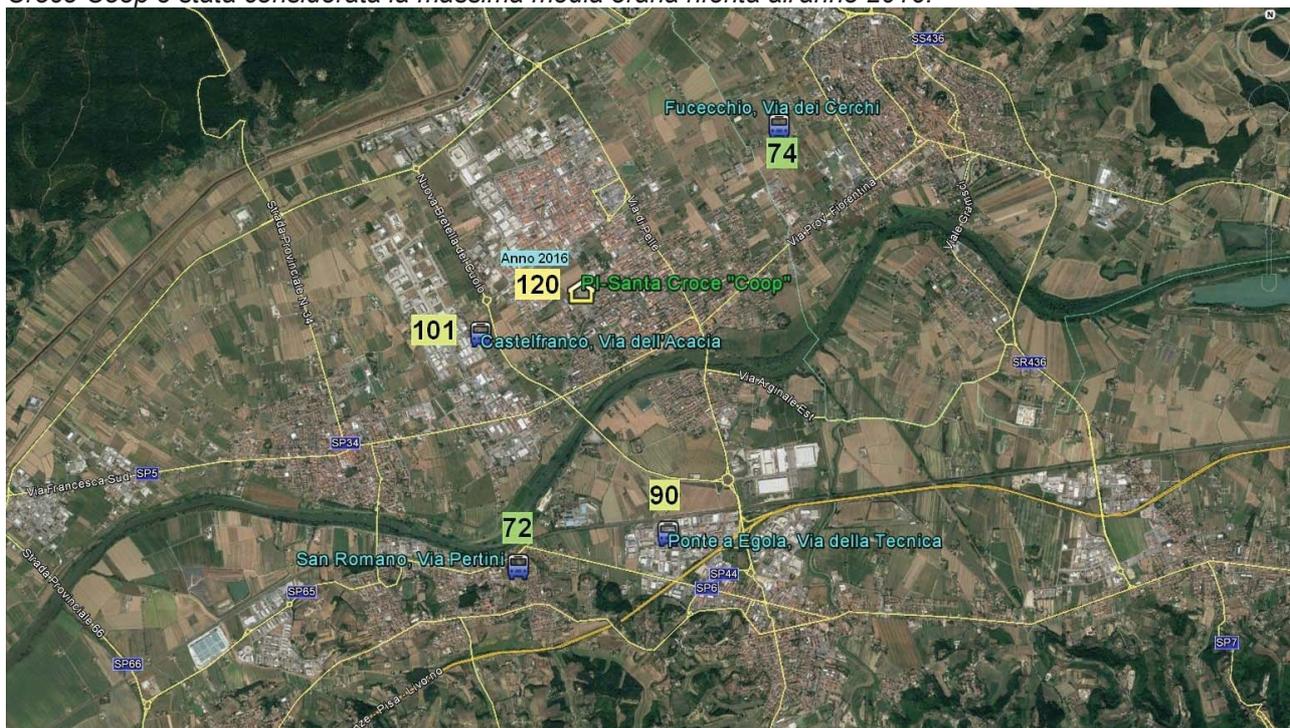
Come si evince dalla Tabella 5.2.1.b, i valori massimi orari, così come i valori medi stagionali per ciascun sito sono stati raggiunti in inverno, come era plausibile aspettarsi, essendo il Biossido di Azoto un inquinante stagionale. L'ordine decrescente dei valori medi delle medie orarie di NO<sub>2</sub> sulla singola stagione è il seguente: inverno, autunno, primavera, estate per quanto riguarda Montopoli in Val d'Arno e Castelfranco di Sotto; a San Miniato inverno e autunno si equivalgono, primavera, estate a seguire, e per quanto attiene al sito di misura di Fucecchio si registra il seguente ordine decrescente delle medie di periodo: inverno, autunno, estate, primavera.

In Allegato B alla presente relazione, vengono riportati i giorni-tipo di questo inquinante nei vari siti di misura, analizzando in particolare le stagioni che hanno più rilevanza: l'inverno, che fa registrare i valori mediamente più alti, e l'estate, che è caratterizzata dai valori normalmente più bassi, vista la stagionalità dell'inquinante. L'andamento tipico con due massimi (picchi a metà mattinata e a metà serata) è più evidente nella stagione invernale, anche per quanto riguarda la preponderanza del massimo serale (attorno ai 40 – 50 µg/m<sup>3</sup>) rispetto a quello mattutino (25 – 40 µg/m<sup>3</sup>). In estate i due massimi sono relativi a valori inferiori rispetto a quelli invernali e in tutti i siti presentano valori pressoché uguali (tipicamente 15 – 25 µg/m<sup>3</sup>), tranne che a Castelfranco, dove si nota una netta preponderanza del picco mattutino rispetto a quello serale (25 contro circa 13 µg/m<sup>3</sup>). Inoltre, mentre in inverno il massimo mattutino è attorno alle ore 9 – 10, e quello serale attorno alle ore 19 – 20, in estate la distanza tra i massimi è maggiore e il picco mattutino è centrato tra le 7 e le 8, mentre quello serale attorno alle 22 – 23.

Immagine 5.2.1.a – Mappa dei valori delle medie annuali di NO<sub>2</sub> nei vari siti di misura. Per PI-Santa Croce Coop è stata considerata la media annuale riferita all'anno 2016.



Immagine 5.2.1.b – Mappa dei valori delle massime medie orarie di NO<sub>2</sub> nei vari siti di misura. Per PI-Santa Croce Coop è stata considerata la massima media oraria riferita all'anno 2016.



## 5.2.2 Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)

Tabella 5.2.2.a – Dati di SO<sub>2</sub> – indicatori annuali 2015-2016; confronto con LU-Capannori sugli stessi periodi di ciascuna campagna indicativa

SO <sub>2</sub>	MM3 Pisa	LU-Capannori
<b>MONTEPOLI IN VAL D'ARNO – fraz. San Romano, Via Sandro Pertini</b>		
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	2	2
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	13 (09/12/2015 ore 18)	6 (11/12/2015 ore 13)
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	8 (09/12/2015)	4 (16/12/2015)
n. ore valide	1741	1736
% ore valide	95%	95%
n. giorni validi	76	75
% giorni validi	100%	99%
n. ore con concentrazione maggiore di 350 µg/m <sup>3</sup>	0	0
n. giorni con concentrazione maggiore di 125 µg/m <sup>3</sup>	0	0
<b>CASTELFRANCO DI SOTTO – Via dell'Acacia</b>		
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	1	1
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	10 (20/01/2016 ore 12)	6 (04/07/2016 ore 9)
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	5 (08/11/2015)	3 (09/01/2016)
n. ore valide	1651	1733
% ore valide	91%	95%
n. giorni validi	72	75
% giorni validi	95%	99%
n. ore con concentrazione maggiore di 350 µg/m <sup>3</sup>	0	0
n. giorni con concentrazione maggiore di 125 µg/m <sup>3</sup>	0	0
<b>FUCECCHIO – Via dei Cerchi</b>		
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	1	2
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	8 (11/02/2016 ore 12)	8 (12/09/2016 ore 12)
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	4 (11/02/2016)	4 (12/09/2016)
n. ore valide	1519	1539
% ore valide	94%	96%
n. giorni validi	67	67
% giorni validi	100%	100%
n. ore con concentrazione maggiore di 350 µg/m <sup>3</sup>	0	0
n. giorni con concentrazione maggiore di 125 µg/m <sup>3</sup>	0	0
<b>SAN MINIATO – fraz. Ponte a Egola, Via della Tecnica</b>		
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	5	1
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	47 (22/02/2016 ore 19)	8 (22/05/2016 ore 9)
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	10 (16/11/2016)	3 (03/09/2016)
n. ore valide	1698	1746
% ore valide	93%	96%
n. giorni validi	73	76
% giorni validi	96%	100%
n. ore con concentrazione maggiore di 350 µg/m <sup>3</sup>	0	0
n. giorni con concentrazione maggiore di 125 µg/m <sup>3</sup>	0	0

Tabella 5.2.2.b – Dati di SO<sub>2</sub> - indicatori stagionali per ciascun sito di misura

SO <sub>2</sub>	INVERNO	PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO
<b>MONTEPOLI IN VAL D'ARNO – fraz. San Romano, Via Sandro Pertini</b>				
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	4	3	1	1
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	13 (09/12/2015 ore 18)	11 (16/03/2016 ore 9)	5 (03/06/2016 ore 3)	9 (12/10/2016 ore 10)
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	8 (09/12/2015)	4 (10/03/2016)	4 (02/06/2016)	3 (12/10/2016)
n. ore valide	434	437	435	435
% ore valide	95%	96%	95%	95%
n. giorni validi	19	19	19	19
% giorni validi	100%	100%	100%	100%
n. ore con concentrazione maggiore di 350 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0
n. giorni con concentrazione maggiore di 125 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0
<b>CASTELFRANCO DI SOTTO – Via dell'Acacia</b>				
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	1	0	0	1
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	10 (20/01/2016 ore 12)	5 (07/04/2016 ore 11)	3 (27/06/2016 ore 11)	7 (08/11/2016 ore 10)
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	2 (22/01/2016)	1 (01/04/2016)	1 (30/06/2016)	5 (08/11/2016)
n. ore valide	363	427	429	432
% ore valide	80%	94%	94%	95%
n. giorni validi	16	19	19	19
% giorni validi	84%	100%	100%	100%
n. ore con concentrazione maggiore di 350 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0
n. giorni con concentrazione maggiore di 125 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0
<b>FUCECCHIO – Via dei Cerchi</b>				
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	3	1	0	1
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	8 (11/02/2016 ore 12)	4 (06/05/2016 ore 10)	2 (22/07/2016 ore 14)	7 (12/09/2016 ore 12)
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	4 (11/02/2016)	2 (24/04/2016)	1 (22/07/2016)	2 (12/09/2016)
n. ore valide	362	388	378	391
% ore valide	94%	95%	93%	96%
n. giorni validi	16	17	17	17
% giorni validi	100%	100%	100%	100%
n. ore con concentrazione maggiore di 350 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0
n. giorni con concentrazione maggiore di 125 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0
<b>SAN MINIATO – fraz. Ponte a Egola, Via della Tecnica</b>				
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	7	6	2	6
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	47 (22/02/2016 ore 19)	26 (30/05/2016 ore 10)	12 (24/08/2016 ore 4)	45 (16/11/2016 ore 17)
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	10 (02/03/2016)	10 (20/05/2016)	5 (24/08/2016)	10 (16/11/2016)
n. ore valide	416	432	413	437
% ore valide	91%	95%	91%	96%
n. giorni validi	18	19	17	19
% giorni validi	95%	100%	89%	100%
n. ore con concentrazione maggiore di 350 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0
n. giorni con concentrazione maggiore di 125 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0

Come già accaduto per le campagne di misura indicative svolte negli anni 2014-2015, i valori limite previsti dal D.Lgs. 155/10 per la protezione della salute umana, intesi come 350 µg/m<sup>3</sup> con tempo di mediazione di 1 ora, da non superare più di 24 volte per anno civile, e 125 µg/m<sup>3</sup>, con tempo di mediazione di 24 ore, da non superare più di 3 volte per anno civile, risultano ampiamente rispettati. Gli stessi valori massimi riportati in tabella, orario e della media giornaliera, estremamente contenuti rispetto a 350 µg/m<sup>3</sup> e 125 µg/m<sup>3</sup>, confermano che nel periodo di indagine non si sono verificati episodi acuti rilevanti di inquinamento da biossido di zolfo. Anche i valori più elevati, rilevati nella postazione di San Miniato, sono tutti al di sotto di 1/5 del VL previsto. Per quanto riguarda il sito di LU-Capannori, preso a riferimento, i valori massimi delle medie orarie e giornaliere risultano estremamente contenuti.

Tabella 5.2.2.c – Dati di SO<sub>2</sub> – indicatori annuali 2016 di LU-Capannori

SO <sub>2</sub> – INDICATORI ANNUALI 2016	LU-Capannori
Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	1
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	8 (22/05/2016 ore 9)
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	4 (12/09/2016)
n. ore con concentrazione maggiore di 350 µg/m <sup>3</sup>	0
n. giorni con concentrazione maggiore di 125 µg/m <sup>3</sup>	0

Immagine 5.2.2.a – Mappa con i valori delle concentrazioni massime orarie di SO<sub>2</sub> nei vari siti di misura

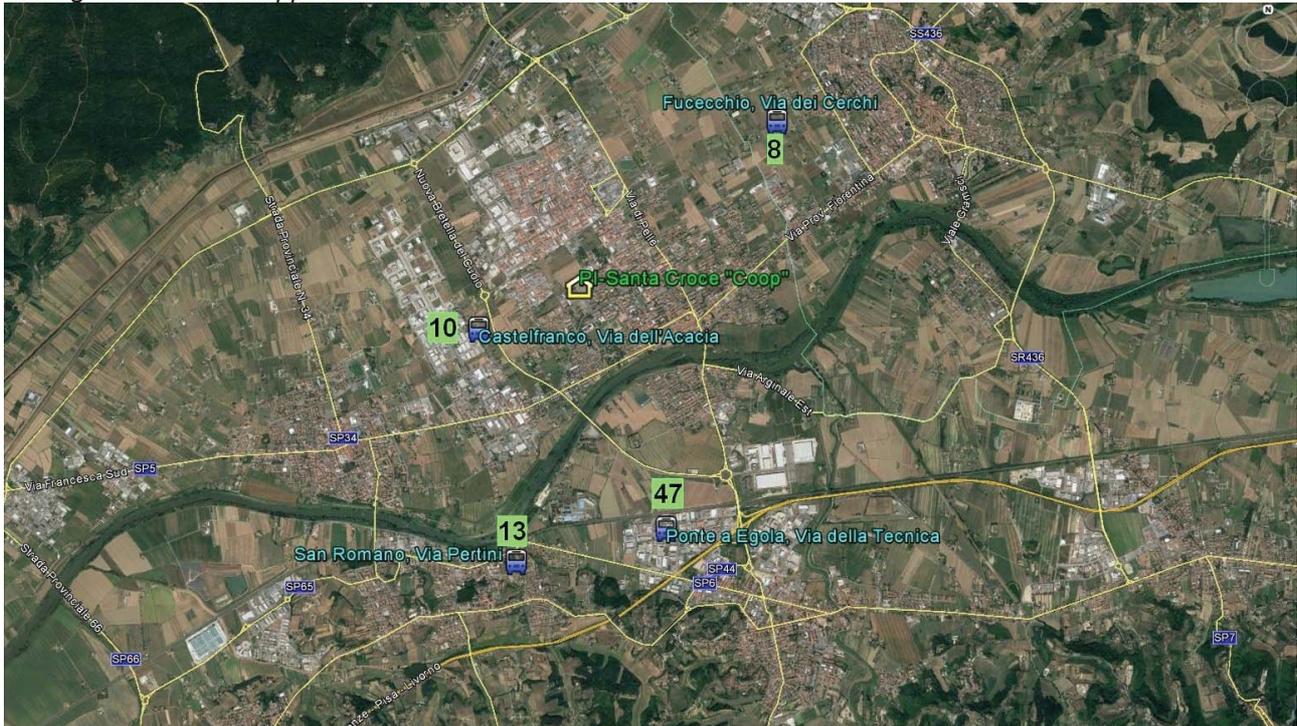
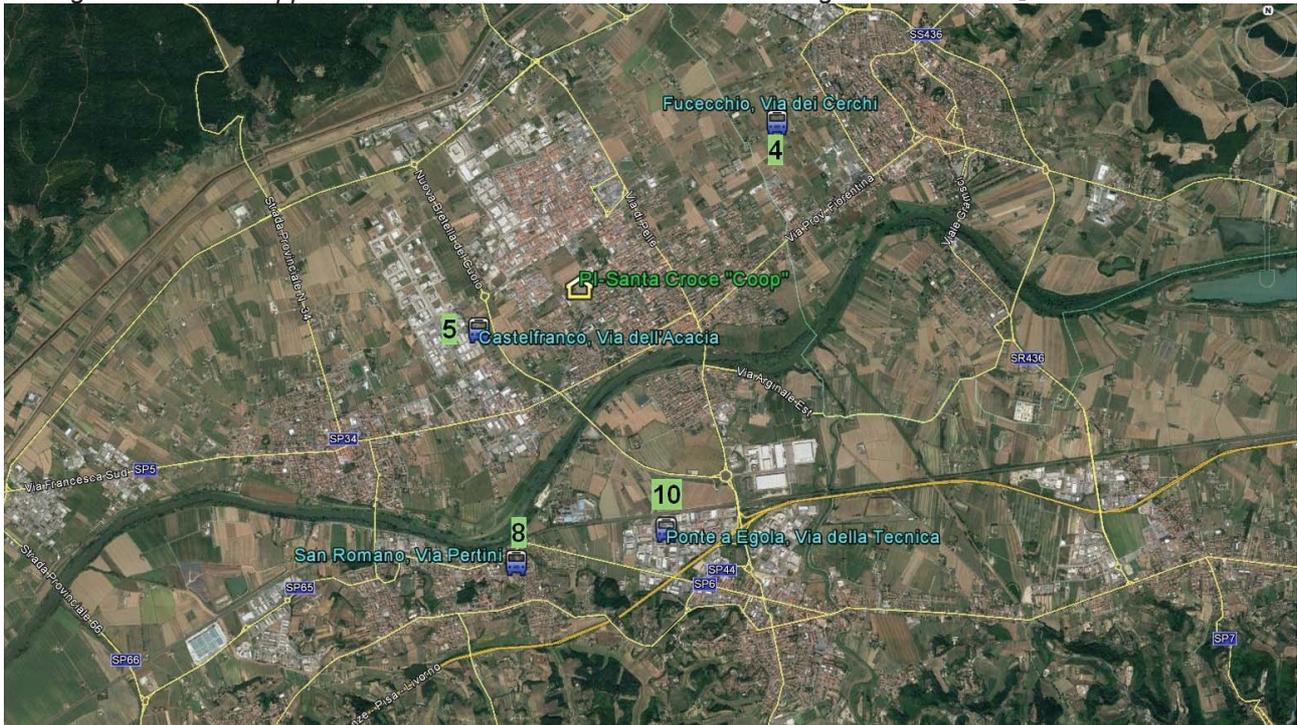


Immagine 5.2.2.b – Mappa con i valori delle concentrazioni massime giornaliere di SO<sub>2</sub> nei vari siti di misura



Solo tre medie orarie (una nel mese di febbraio, due a novembre), a San Miniato, via dell'Acacia, nella stagione primaverile, hanno fatto registrare un valore medio orario di concentrazione di SO<sub>2</sub> superiore a 1/10 del VL orario. Va segnalata, inoltre, una certa costanza al di sopra del limite di rilevabilità strumentale nel corso delle varie stagioni dei valori medi orari registrati a Montopoli e soprattutto San Miniato, verosimilmente derivanti da una fonte di emissione puntuale di SO<sub>2</sub>.

### 5.2.3 Polveri PM10

Le polveri PM10 sono state campionate secondo il metodo ufficiale gravimetrico (vedi norma tecnica UNI EN 12341:2014) in un intervallo di tempo di due settimane a stagione per ciascuna delle quattro campagne di misure e sono qui sotto illustrate nelle seguenti tabelle riassuntive.

Tabella 5.2.3.a – Dati di PM10 – indicatori annuali 2015-2016; confronto con PI-Santa Croce Coop sugli stessi periodi di ciascuna campagna indicativa

PM10	MM3 PISA	PI-SC Coop
<b>MONTOPOLI IN VAL D'ARNO – fraz. San Romano, Via Sandro Pertini</b>		
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – variazione % rispetto a sito di rif.	26 (=)	26
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	73 (19/12/2015)	75 (19/12/2015)
n. giorni validi	60	57
% giorni validi	100%	97%
90,4° percentile (da confrontare con VL giornaliero)	<b>56</b>	<b>58</b>
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11	9
<b>CASTELFRANCO DI SOTTO – Via dell'Acacia</b>		
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – variazione % rispetto a sito di rif.	26 (-13%)	30
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	55 (01/01/2016)	68 (01/01/2016)
n. giorni validi	60	58
% giorni validi	100%	97%
90,4° percentile (da confrontare con VL giornaliero)	39	42
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	2
<b>FUCECCHIO – Via dei Cerchi</b>		
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – variazione % rispetto a sito di rif.	20 (-5%)	21
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	46 (06/02/2016)	48 (06/02/2016)
n. giorni validi	60	60
% giorni validi	100%	100%
90,4° percentile (da confrontare con VL giornaliero)	31	32
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0
<b>SAN MINIATO – fraz. Ponte a Egola, Via della Tecnica</b>		
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – variazione % rispetto a sito di rif.	20 (-9%)	22
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	49 (17/11/2016)	52 (17/11/2016)
n. giorni validi	60	59
% giorni validi	100%	98%
90,4° percentile (da confrontare con VL giornaliero)	36	38
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	1

**Tabella 5.2.3.b – Dati di PM10 - indicatori stagionali per ciascun sito di misura**

PM10	INVERNO	PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO
<b>MONTOPOLI IN VAL D'ARNO – fraz. San Romano, Via Sandro Pertini</b>				
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	55	20	16	14
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	73 (19/12/2015)	51 (19/03/2016)	22 (13/06/2016)	23 (30/09/2016)
n. giorni validi	15	15	15	15
% giorni validi	100%	100%	100%	100%
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	1	0	0
<b>CASTELFRANCO DI SOTTO – Via dell'Acacia</b>				
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	31	28	19	24
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	55 (01/01/2016)	41 (01/04/2016)	27 (24/06/2016)	42 (25/10/2016)
n. giorni validi	15	15	15	15
% giorni validi	100%	100%	100%	100%
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	0	0	0
<b>FUCECCHIO – Via dei Cerchi</b>				
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	25	14	19	20
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	46 (06/02/2016)	24 (28/04/2016)	25 (27/07/2016)	34 (12/09/2016)
n. giorni validi	15	15	15	15
% giorni validi	100%	100%	100%	100%
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0
<b>SAN MINIATO – fraz. Ponte a Egola, Via della Tecnica</b>				
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	23	15	14	28
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	48 (24/02/2016)	21 (27/05/2016)	21 (21/08/2016)	49 (17/11/2016)
n. giorni validi	15	15	16	15
% giorni validi	100%	100%	100%	100%
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0

**Tabella 5.2.3.c – Dati di PM10 – indicatori annuali 2016 di PI-Santa Croce Coop**

<b>PM10 – INDICATORI ANNUALI 2016</b>	<b>PI-SC_Coop</b>
Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	26
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	119 (25/01/2016)
n. superamenti del VL giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30

Come evidente da Tabella 5.2.3.a e dall'immagine 5.2.3.c, si hanno superamenti in tutti i siti esaminati, compreso quello di Santa Croce “Coop” preso a riferimento, tranne che a Fucecchio e San Miniato, dove i valori giornalieri massimi registrati sono stati di 46 e 49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , rispettivamente. L'unico superamento registrato a Castelfranco di Sotto è poco al di sopra del VL giornaliero (55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mentre vi sono 11 sforamenti a Montopoli in Val d'Arno. Tutti gli indicatori di periodo ricavati dalle quattro indagini risultano inferiori all'indicatore registrato, sui medesimi periodi, nel sito fisso di Santa Croce “Coop” preso a riferimento, tranne che per il sito di Montopoli, in cui l'indicatore di periodo eguaglia quello del sito fisso di riferimento. Le stesse considerazioni valgono anche per il valore riferito al 90,4° percentile, da confrontare con il VL giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Dall'analisi delle tabelle 5.2.3, limitatamente ai dati raccolti, possiamo dedurre che il sito in cui non è stato superato il numero di 35 superamenti del VL giornaliero di PM10 in un anno è il sito fisso di riferimento di PI-Santa Croce “Coop”: infatti sono stati registrati 30 superamenti riferiti all'anno 2016. Per quanto riguarda i siti oggetto delle campagne indicative il valore riferito al 90,4° percentile è superiore a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a Montopoli in Val d'Arno (56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), il che indica una buona probabilità che in questa postazione si possa verificare il superamento del VL relativo al numero di superamenti del VL giornaliero (35) di PM10 in un anno, come già era stato ipotizzato nella campagna annuale precedente nel medesimo sito. Per completezza, questo dato deve essere valutato unitamente al valore medio annuale che è pari a 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (uguale a quello registrato a

Santa Croce “Coop” e a Castelfranco di Sotto), e alla media sul periodo invernale ( $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nettamente superiore ai valori medi invernali delle altre postazioni). L’incertezza intrinseca nelle valutazioni con campagne indicative non permette di trarre conclusioni sul possibile superamento del valore relativo all’indicatore sul valore limite giornaliero.

I valori riferiti al 90,4° percentile registrati presso Castelfranco di Sotto ( $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Ponte a Egola ( $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e Fucecchio ( $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) suggeriscono, con ragionevole certezza, il non superamento del limite normativo dei 35 superamenti per anno del VL giornaliero.

Immagine 5.2.3.a – Mappa con i valori delle concentrazioni medie annuali di PM10 nei vari siti. Per PI-Santa Croce Coop è stata considerata il valore della media annuale riferita all’anno 2016.



Immagine 5.2.3.b – Mappa con i valori relativi al 90,4° percentile nei vari siti di misurata. Per PI-Santa Croce Coop è stato considerato il numero di superamenti del VL giornaliero registrati nell’anno 2016.

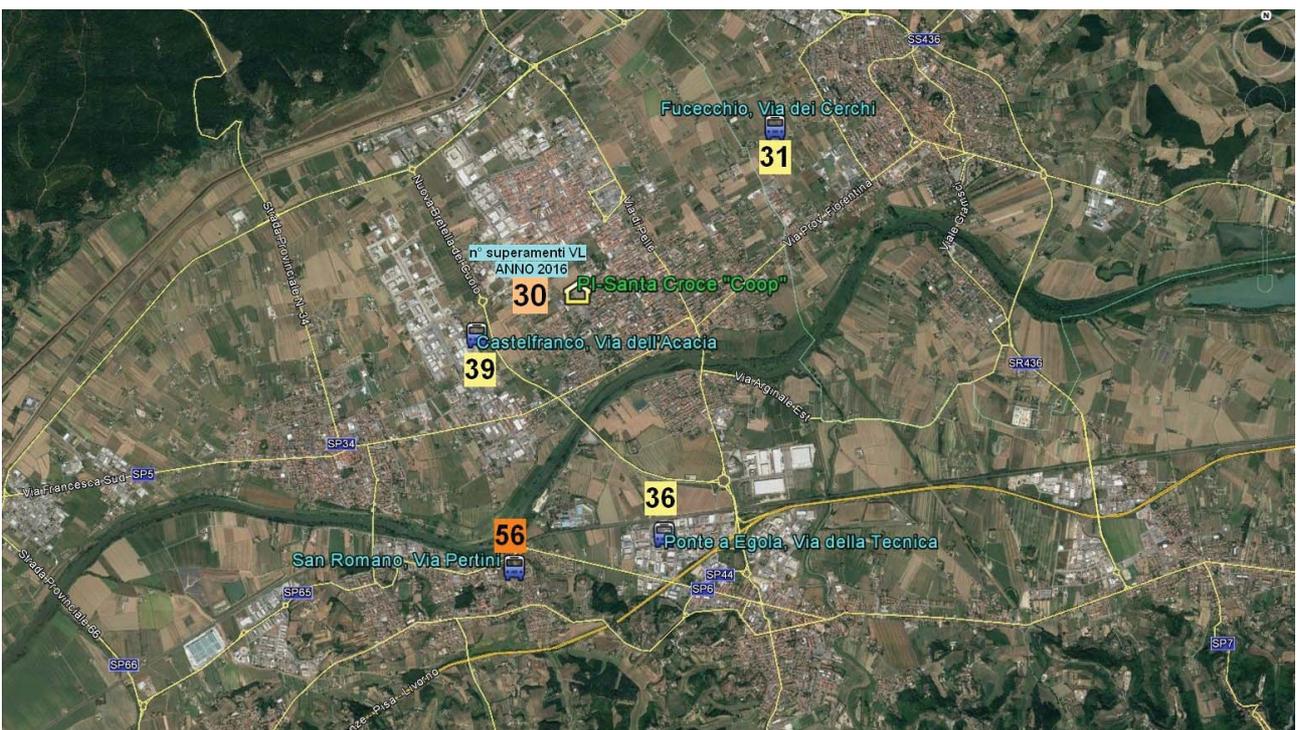
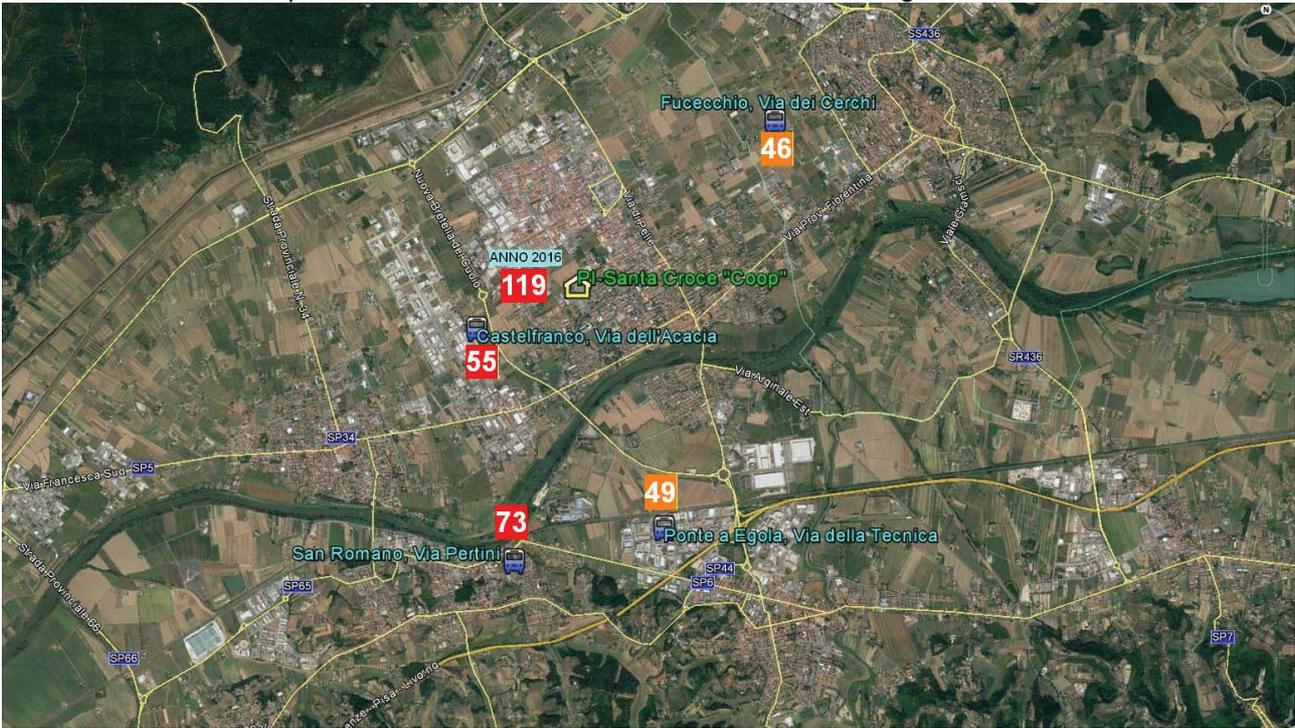


Immagine 5.2.3.c – Mappa con i valori della massima media giornaliera di PM10 registrata in ciascun sito. Per PI-Santa Croce Coop è stato considerato il valore della massima media giornaliera riferito all'anno 2016.



### Andamenti delle Medie giornaliere

Grafico 5.2.3.a – PM10 – andamento dei valori delle medie giornaliere nel sito di Montopoli in Val d'Arno, fraz. San Romano: confronto con PI-Santa Croce "Coop" [dicembre 2015 - ottobre 2016]

Montopoli, San Romano: confronto dei valori di PM10 con PI-Santa Croce "Coop"

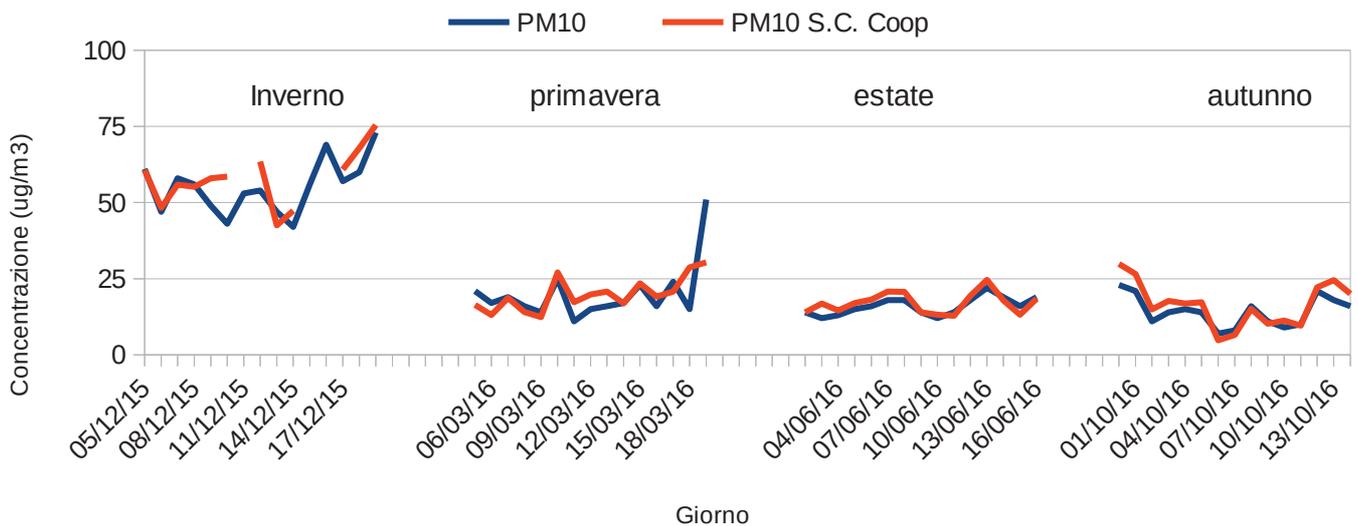


Grafico 5.2.3.b – PM10 – andamento dei valori delle medie giornaliere nel sito di Castelfranco di Sotto: confronto con PI-Santa Croce "Coop" [dicembre 2015 - novembre 2016]

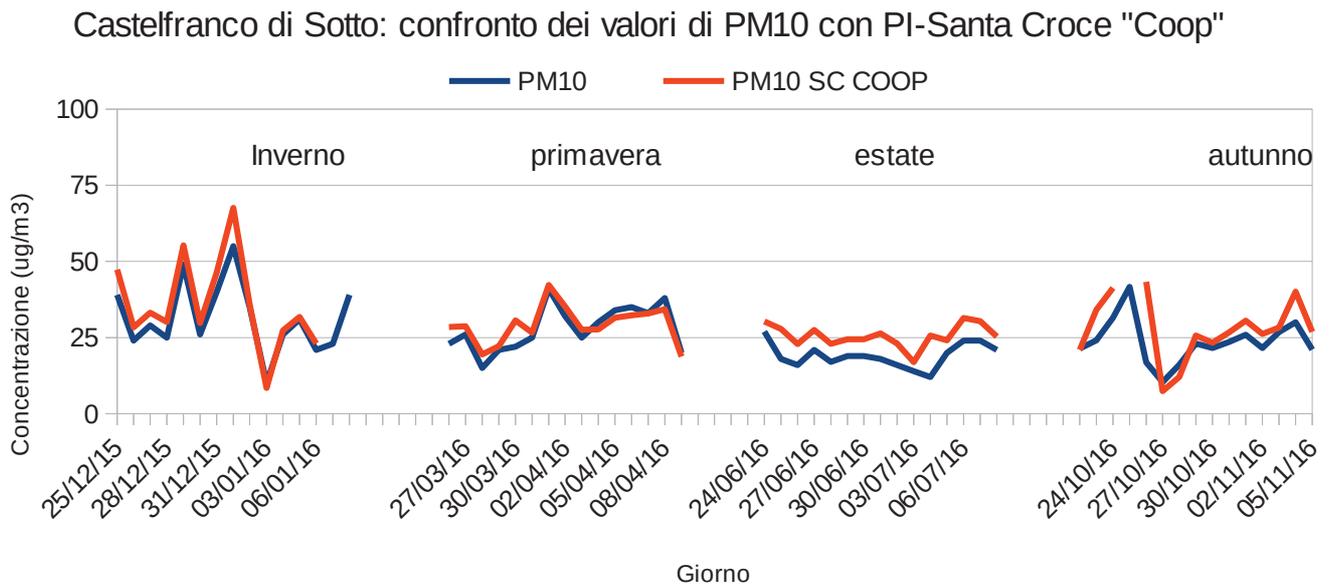


Grafico 5.2.3.c – PM10 – andamento dei valori delle medie giornaliere nel sito di Fucecchio: confronto con PI-Santa Croce "Coop" [gennaio - novembre 2016]

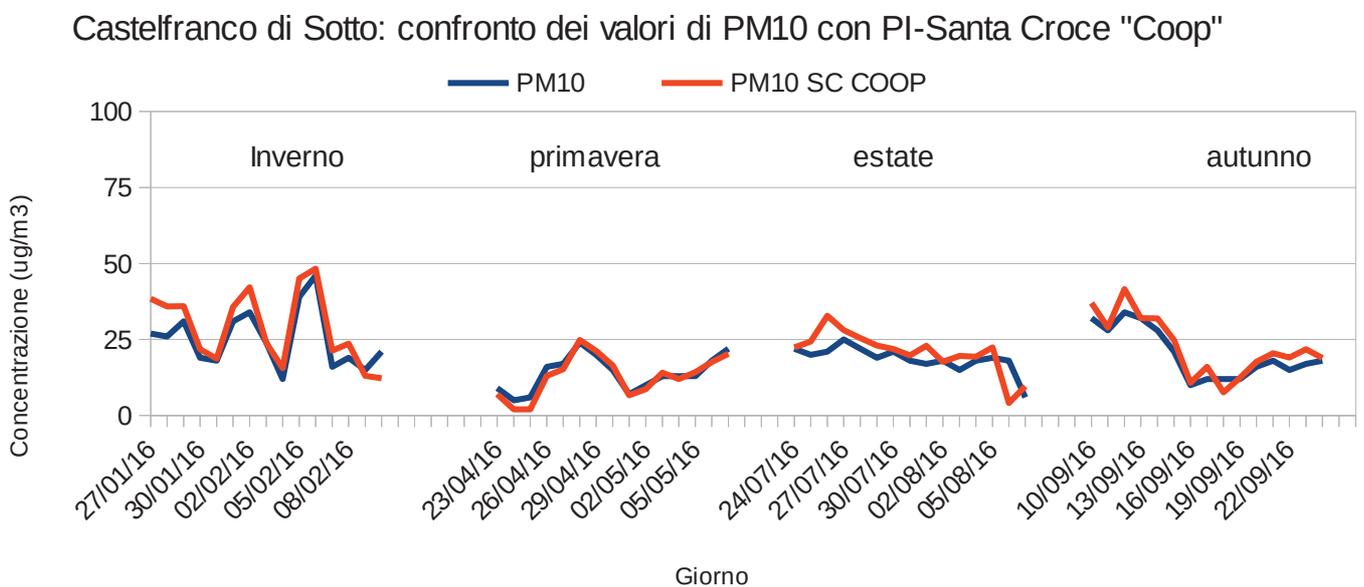
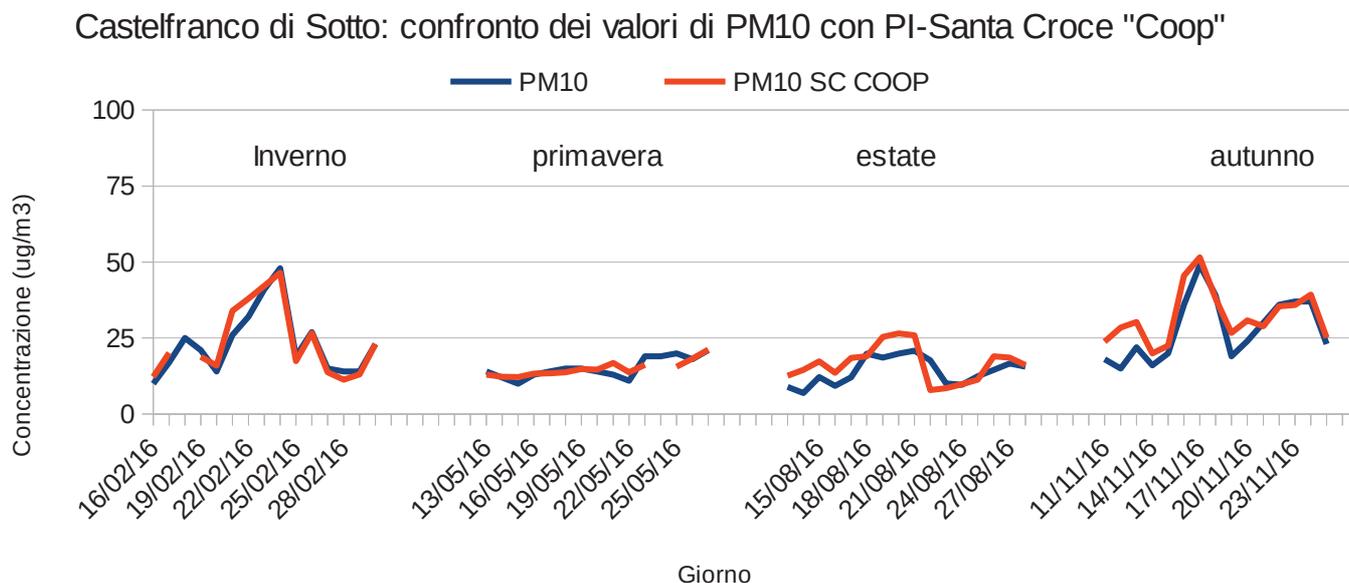


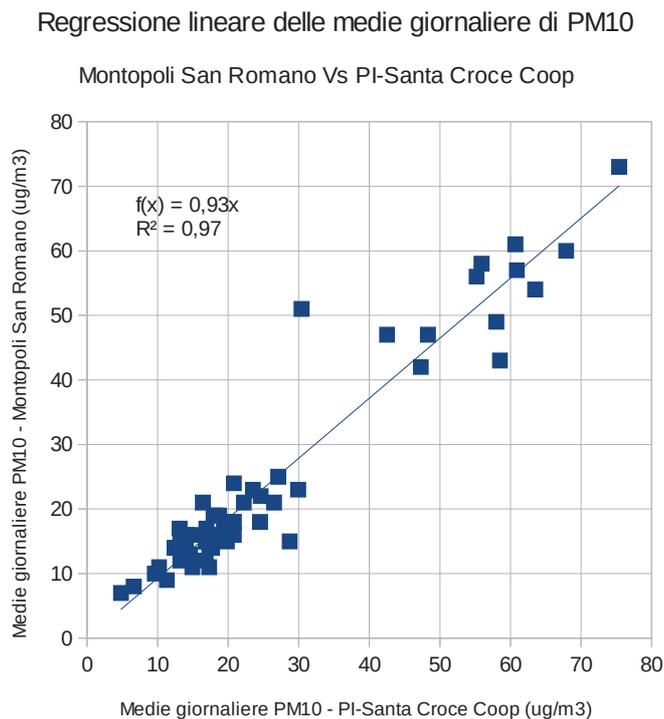
Grafico 5.2.3.d – PM10 – andamento dei valori delle medie giornaliere nel sito di San Miniato, fraz. Ponte a Egola: confronto con PI-Santa Croce “Coop” [febbraio - novembre 2016]



Osservando la serie di grafici 5.2.3 si osserva che i valori medi giornalieri di PM10 registrati a Santa Croce “Coop” sono mediamente superiori rispetto ai valori medi di PM10 rilevati nei siti indagati dal Laboratorio mobile 3, tranne sporadici casi concentrati soprattutto in estate e primavera (per quest’ultima stagione, vedi grafico 5.2.3.b). Ne è evidenza anche la Tabella 5.2.3.a sopra riportata, per la quale solo il sito di Montopoli fa registrare una media sui periodi di misura uguale a quella di Santa Croce Coop sui medesimi intervalli. Sono evidenti anche gli andamenti tipici stagionali per questo tipo di inquinante, elevati ovunque nel periodo invernale, valori contenuti al di sotto del VL giornaliero nel periodo primaverile fino a tutto il periodo estivo e, comunque, al di sotto del VL giornaliero anche nel periodo autunnale. Fa eccezione un superamento del VL in primavera del Laboratorio mobile 3 a San Romano, da imputarsi verosimilmente a fonti di emissione prettamente locali e condizioni di accumulo meteorologiche particolari.

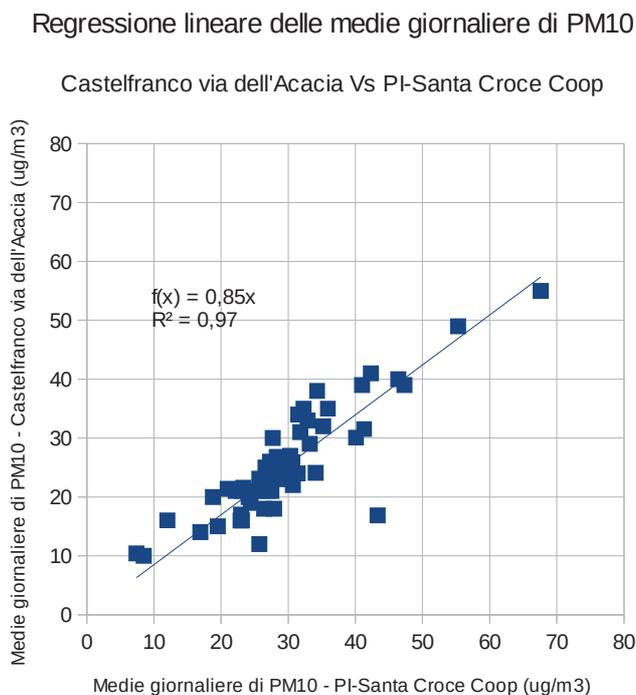
**Correlazione tra valori delle medie giornaliere di PM10 misurate con metodo gravimetrico nei siti del MM e i valori delle medie giornaliere PM10 misurate con metodo automatico a PI-Santa Croce Coop sugli stessi intervalli temporali**

*Grafico 5.2.3.a – sito di Montopoli in Val d'Arno – frazione San Romano e PI-Santa Croce Coop*



**COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE DI PEARSON: 0,96**

*Grafico 5.2.3.b – sito di Castelfranco via dell'Acacia e PI-Santa Croce Coop*

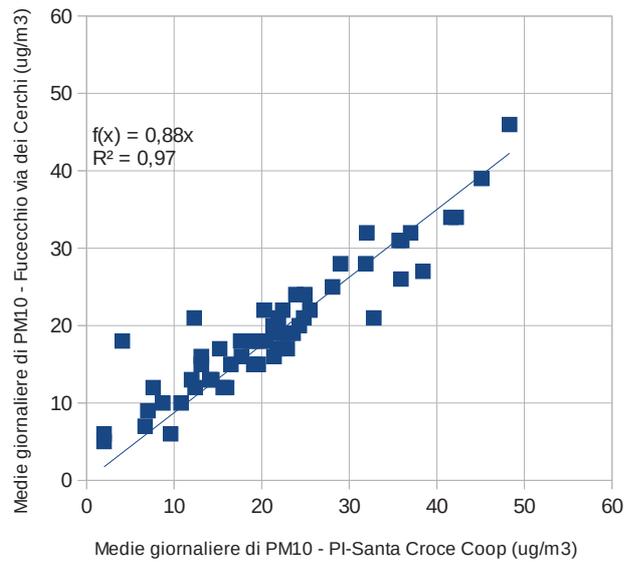


**COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE DI PEARSON: 0,87**

Grafico 5.2.3.c – sito di Fucecchio via dei Cerchi e PI-Santa Croce Coop

Regressione lineare delle medie giornaliere di PM10

Fucecchio via dei Cerchi Vs PI-Santa Croce Coop

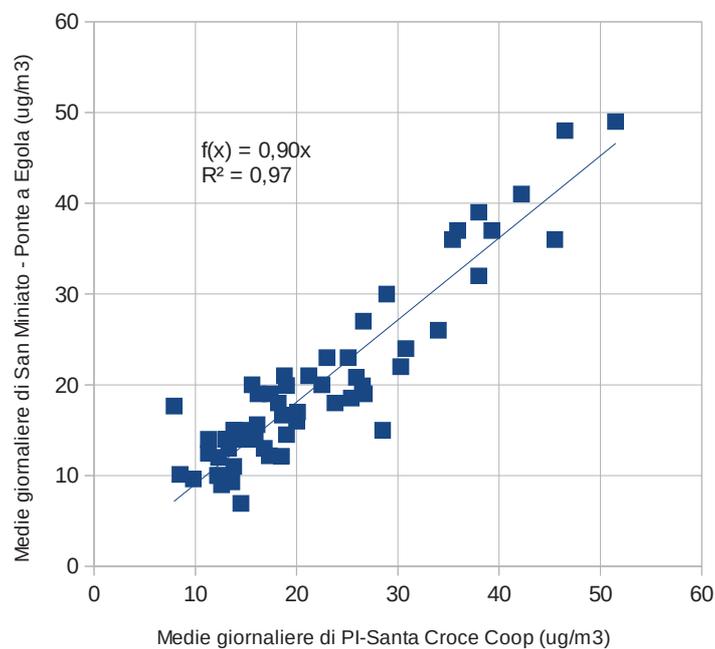


COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE DI PEARSON: **0,93**

Grafico 5.2.3.d – sito di San Miniato – Ponte a Egola e PI-Santa Croce Coop

Regressione lineare delle medie giornaliere di PM10

San Miniato - Ponte a Egola Vs PI-Santa Croce Coop



COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE DI PEARSON: **0,93**

Come si può evidenziare dalla serie di Grafici 5.2.3 di dispersione sopra riportati, vi è una fortissima correlazione (coefficiente di correlazione maggiore o prossimo a 0,9) tra i dati del sito fisso preso a riferimento (Santa Croce "Coop") e le misure ottenute con metodo gravimetrico in tutti i siti;

Procedendo ad un confronto degli indici sintetici di regressione e correlazione nelle postazioni già esistenti nella precedente campagna annuale, si osserva che per Montopoli in Val d'Arno, fraz. San Romano Via Pertini tali valori erano: coefficiente di correlazione di Pearson: 0,89 contro lo 0,96 attuale,  $R^2 = 0,78$  contro lo 0,97 attuale, coefficiente "m" della retta di regressione: 0,85 contro lo 0,93 attuale.

Per quanto concerne Castelfranco di Sotto, via dell'Acacia, il coefficiente di correlazione di Pearson risultava superiore (pari a 0,94), il coefficiente  $R^2$  risultava inferiore (0,87 contro lo 0,97 della presente campagna); la pendenza della retta "m" = 0,84 contro lo 0,85 attuale (invariato).

Le altre due postazioni di misura (Fucecchio, via dei Cerchi e San Miniato, fraz. Ponte a Egola, via della Tecnica) non facevano parte della campagna annuale precedente.

Si rimanda all'Allegato C per la definizione di indice di correlazione di Pearson.

Si osserva inoltre che in tutti i casi i coefficienti della retta di regressione sono inferiori a 1, il che conferma quanto già evidenziato: mediamente i valori di PM10 misurati a Santa Croce "Coop" presentano valori leggermente più elevati rispetto a quelli ottenuti nei vari siti oggetto delle indagini.

## Indicatori delle campagne di misura nel Comprensorio del Cuoio dall'anno 2010

Tabella 5.2.3.d - PM10 monitorato, sia con l'ausilio di mezzi mobili sia in siti fissi, a partire dall'anno 2010 nel Comprensorio del Cuoio di Santa Croce sull'Arno: indicatori stagionali e annuali.

Anno	Periodo	Stagione	Sito di misura	Tipologia di sito di misura / stazione	Stazione mobile o centralina fissa	Comune (Provincia)	Media delle medie giornaliere sul periodo (ug/m3)
2010	Annuale		Santa Croce sull'Arno – Piazza Matilde Serao	Rurale / industriale	Centralina fissa	Santa Croce sull'Arno (PI)	24
	Annuale		PI-Santa Croce "Coop"	Periferica / fondo	Centralina fissa	Santa Croce sull'Arno (PI)	30
	Annuale		Montopoli – San Romano	Urbana / industriale	Centralina fissa	Montopoli in Val d'Arno (PI)	29
	1° marzo – 7 aprile; 21 luglio – 6 agosto; 11 settembre – 06 ottobre 10 aprile – 14 giugno	Primavera / Estate / Autunno Primavera / Estate	Ponte a Cappiano San Donato – Zona Interporto	Periferica / industriale Rurale / industriale	Mezzo mobile Mezzo mobile	Fucecchio (FI) San Miniato (PI)	9 16
2011	Annuale		PI-Santa Croce "Coop"	Periferica / fondo	Centralina fissa	Santa Croce sull'Arno (PI)	31
	10 marzo – 6 aprile	Primavera	Ponte a Cappiano	Periferica / industriale	Mezzo mobile	Fucecchio (FI)	16
	8 aprile – 8 giugno	Primavera	San Donato – Zona Interporto	Rurale / industriale	Mezzo mobile	San Miniato (PI)	19
	1° - 25 luglio 14 settembre – 7 novembre	Estate Autunno	Ponte a Cappiano San Donato – Zona Interporto	Periferica / industriale Rurale / industriale	Mezzo mobile Mezzo mobile	Fucecchio (FI) San Miniato (PI)	14 17
2012	Annuale		PI-Santa Croce "Coop"	Periferica / fondo	Centralina fissa	Santa Croce sull'Arno (PI)	28
	23 marzo – 7 maggio	Primavera	Ponte a Cappiano	Periferica / industriale	Mezzo mobile	Fucecchio (FI)	27
	9 maggio – 6 giugno	Primavera	San Donato – Zona Interporto	Rurale / industriale	Mezzo mobile	San Miniato (PI)	17
	8 giugno – 4 luglio	Estate	Santa Croce sull'Arno – Loc. "Cerri"	Rurale / industriale	Mezzo mobile	Santa Croce sull'Arno (PI)	23
	9 agosto – 31 agosto	Estate	Castelfranco – "Barnini"	Rurale / industriale	Mezzo mobile	Castelfranco di Sotto (PI)	18
	1° settembre – 12 novembre 16 novembre – 31 dicembre	Autunno Autunno / Inverno	Castelfranco – "Barnini" Santa Croce sull'Arno – Loc. "Cerri"	Rurale / industriale Rurale / industriale	Mezzo mobile Mezzo mobile	Castelfranco di Sotto (PI) Santa Croce sull'Arno (PI)	23 29
2013	Annuale		PI-Santa Croce "Coop"	Periferica / fondo	Centralina fissa	Santa Croce sull'Arno (PI)	27
	1° gennaio – 6 marzo	Inverno	Santa Croce sull'Arno – Loc. "Cerri"	Rurale / industriale	Mezzo mobile	Santa Croce sull'Arno (PI)	28
	16 aprile – 31 maggio	Primavera	Castelfranco – Via Usciana	Rurale / industriale	Mezzo mobile	Castelfranco di Sotto (PI)	18
	1° giugno – 22 luglio	Estate	Castelfranco – Via Usciana	Rurale / industriale	Mezzo mobile	Castelfranco di Sotto (PI)	18
	24 luglio – 31 agosto 1° settembre – 12 novembre	Estate Autunno	Santa Croce sull'Arno – Loc. "Cerri" Santa Croce sull'Arno – Loc. "Cerri"	Rurale / industriale Rurale / industriale	Mezzo mobile Mezzo mobile	Santa Croce sull'Arno (PI) Santa Croce sull'Arno (PI)	17 18
2014	Annuale		PI-Santa Croce "Coop"	Suburbana / fondo	Centralina fissa	Santa Croce sull'Arno (PI)	27
	26 marzo – 14 maggio	Primavera	Ponte a Cappiano	Periferica / industriale	Mezzo mobile	Fucecchio (FI)	14
	14 – 28 giugno	Estate	Santa Croce sull'Arno – Loc. "Cerri"	Rurale / industriale	Mezzo mobile	Santa Croce sull'Arno (PI)	15
	6 – 20 agosto	Estate	Castelfranco – Via Usciana	Rurale / industriale	Mezzo mobile	Castelfranco di Sotto (PI)	17
	21 settembre – 6 ottobre 7 – 18 novembre	Autunno Autunno	Castelfranco – Via Usciana Santa Croce sull'Arno – Loc. "Cerri"	Rurale / industriale Rurale / industriale	Mezzo mobile Mezzo mobile	Castelfranco di Sotto (PI) Santa Croce sull'Arno (PI)	17 20
2015	Annuale		PI-Santa Croce "Coop"	Suburbana / fondo	Centralina fissa	Santa Croce sull'Arno (PI)	29
	Annuale		Castelfranco – Via Usciana	Rurale / industriale	Mezzo mobile	Castelfranco di Sotto (PI)	23
	Annuale		Montopoli – San Romano – Via Pertini	Urbana / fondo	Mezzo mobile	Montopoli in Val d'Arno (PI)	27
	Annuale		Ex-sito fisso di Santa Croce sull'Arno – Loc. "Cerri"	Rurale / industriale	Mezzo mobile	Santa Croce sull'Arno (PI)	29
	Annuale		Fucecchio – Via del Ronzinello	Suburbana / fondo	Mezzo mobile	Fucecchio (FI)	25
	Annuale		Castelfranco – Via dell'Acacia	Suburbana / industriale	Mezzo mobile	Castelfranco di Sotto (PI)	23
2016	Annuale		PI-Santa Croce "Coop"	Suburbana / fondo	Centralina fissa	Santa Croce sull'Arno (PI)	26
	18 maggio – 1° giugno	Primavera	Castelfranco – Via Solferino	Urbana / fondo	Mezzo mobile	Castelfranco di Sotto (PI)	19
	8 – 28 giugno	Estate	Ponte a Egola – Piazza Spalletti	Urbana / fondo	Mezzo mobile	San Miniato (PI)	16
	Annuale		Montopoli – San Romano – Via Pertini	Urbana / fondo	Mezzo mobile	Montopoli in Val d'Arno (PI)	26
	Annuale		Castelfranco – Via dell'Acacia	Suburbana / industriale	Mezzo mobile	Castelfranco di Sotto (PI)	26
	Annuale		Fucecchio – Via dei Cerchi Ponte a Egola – Via della Tecnica	Suburbana / fondo Urbana / industriale	Mezzo mobile Mezzo mobile	Fucecchio (FI) San Miniato (PI)	20 20

Dalla Tabella 5.2.3.d sopra riportata, nel sito di PI - Santa Croce “Coop” si ricava una sostanziale costanza, a partire dal 2012, del valore medio annuale della concentrazione del PM10, con diminuzione dei valori al di sotto della soglia dei 30 µg/m<sup>3</sup>. Tutte le campagne annuali di stazione fissa, o non indicative e indicative con autolaboratorio fanno registrare valori medi assai inferiori (in special modo quelle di tipo “spot”) o uguali all'indicatore restituito dalle misure presso lo stesso sito fisso regionale, tranne un unico caso di campagna con mezzo mobile autunnale / invernale relativa all'anno 2012, non indicativa, presso l'ex sito fisso di misura di Santa Croce “Cerri” (indicatore medio di periodo 29 µg/m<sup>3</sup> contro i 28 µg/m<sup>3</sup> di media annuale di PI-Santa Croce “Coop”); il confronto è però parziale, visto che la media sul periodo della campagna di “Cerri” scaturisce dal periodo tipico di innalzamento delle polveri atmosferiche.

Quindi si può affermare, con ragionevole certezza, che il sito di riferimento di Santa Croce sia un sito oltre che rappresentativo anche cautelativo per il monitoraggio del PM10 nell'area del Comprensorio del Cuoi.

### PM10: rappresentatività del sito di Santa Croce “Coop” nel Comprensorio del Cuoi: un'analisi delle campagne indicative 2014-2015 e 2015-2016, periodo invernale

Tabella 5.2.3.e - Mappa dei valori percentuali di scostamento delle concentrazioni medie sul periodo del PM10 in INVERNO rispetto al sito di riferimento di PI-S.Croce Coop. Per i siti di misura di Fucecchio-Ronzinello e Santa Croce Cerri sono stati presi gli omologhi indicatori delle campagne indicative 2014-2015.

	Montopoli	Castelfranco- Acacia	Fucecchio- Cerchi	San Miniato- Ponte a Egola	Castelfranco- Usciana	S. Croce- Cerri	Fucecchio- Ronzinello	S.Croce- COOP*
<b>PM10 Inverno 2015-16</b>								
Media delle medie giornaliere (µg/m <sup>3</sup> )	55	31	25	23	20			
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	73	55	46	48	34			
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 µg/m <sup>3</sup>	10	1	0	0	0			
Media delle medie giornaliere stazione di riferimento(µg)	58	36	29	24	26			
Differenza % rispetto a stazione di riferimento	-5,2	-13,9	-13,8	-4,2	-23,1			
media di tutta la campagna (4 periodi)	26	26	20	20	23			26 (annua)
<b>PM10 Inverno 2014-15</b>								
Media delle medie giornaliere (µg/m <sup>3</sup> )	37	25				48	29	
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	61	51				84	49	
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 µg/m <sup>3</sup>	3	1				0	0	
Media delle medie giornaliere stazione di riferimento(µg)	49	29				56	28	
Differenza % rispetto a stazione di riferimento	-24,5	-13,8				-14,3	+3,6	
media di tutta la campagna (4 periodi)	27	23				29	25	29 (annua)

\*stazione di riferimento

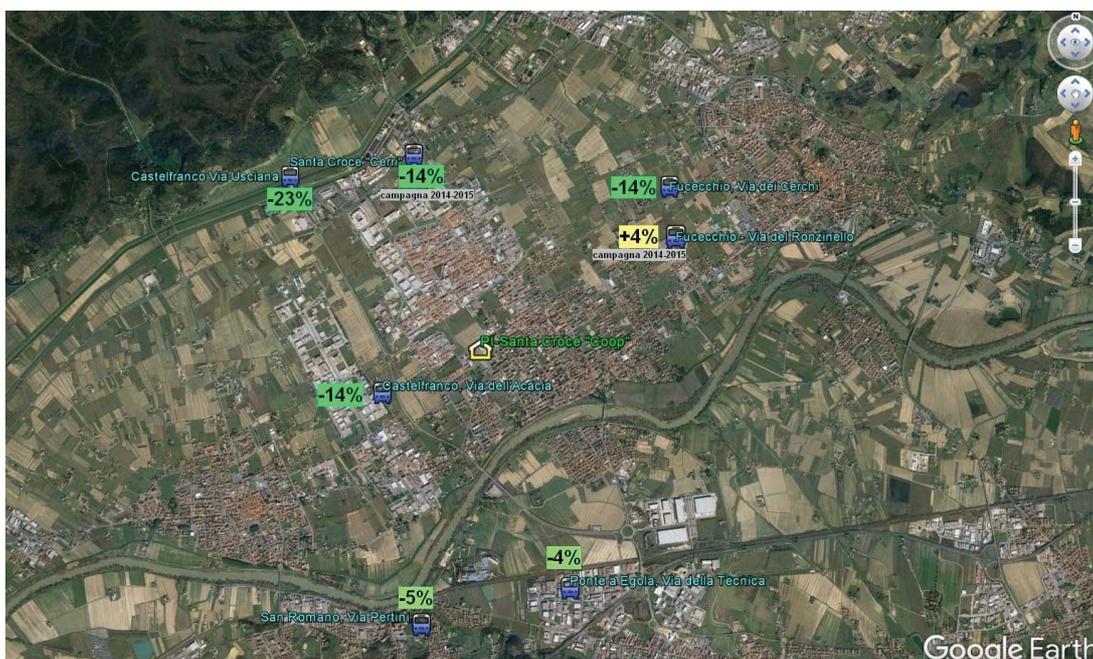
Vista la criticità che caratterizza il PM10 durante l'inverno in Toscana, è stata condotta una analisi delle medie di periodo invernali per tutte le postazioni di misura coinvolte nella sessione di campagne indicative qui trattata, oltre alla tornata di misure pregressa, facente riferimento al periodo dicembre 2014 – novembre 2015. In più, è stata tenuta in considerazione la campagna annuale di Castelfranco Via Usciana (6 marzo 2015 – 5 marzo 2016).

In Tabella 5.2.3.e sono riportati i dati relativi agli indicatori di media invernale di PM10 delle suddette campagne. Sono evidenziati, per ogni postazione, anche i valori medi annui sulla riga con sfondo grigio.

È inoltre riportata la differenza percentuale rispetto al dato medio, calcolato sugli stessi periodi, di PI-Santa Croce “Coop”. Si osserva che le altre postazioni di misura presentano valori inferiori a quelli della stazione di riferimento, eccetto Fucecchio via del Ronzinello, facente parte delle

campagne della sessione precedente. Le differenze medie nel periodo invernale oscillano tra il 4 e il 25%, e sono rappresentate graficamente in Immagine 5.2.3.d.

*Immagine 5.2.3.d. Scostamenti percentuali delle medie annuali misurate in ciascun sito appartenente alle campagne indicative anni 2014-2015 e 2015-2016 rispetto alla media annuale (misurata sull'anno solare corrispondente) della stazione di riferimento di PI-Santa Croce "Coop"*



Come già accennato nel precedente paragrafo e anche in base alle considerazioni fatte sempre in questa sezione sulle correlazioni dei dati di PM10 tra le varie postazioni e il sito di PI-Santa Croce "Coop" (coefficiente di Pearson  $\geq 0,87$ ), si può concludere che le misure sperimentali evidenziano la sostanziale rappresentatività della stazione di riferimento ottenuta tramite l'approccio modellistico<sup>1</sup> e indicano che l'utilizzo di questa stazione è cautelativo nei confronti della protezione della popolazione per l'esposizione a PM10.

---

<sup>1</sup>Rappresentatività spaziale delle stazioni della rete di monitoraggio di qualità dell'aria Toscana, ARPAT, LAMMA – Marzo 2015 [http://servizi2.regione.toscana.it/aria/img/getfile\\_img1.php?id=24329](http://servizi2.regione.toscana.it/aria/img/getfile_img1.php?id=24329).

## 5.2.4 Polveri PM2,5

Anche le polveri PM2,5 sono state campionate secondo il metodo ufficiale gravimetrico (vedi norma tecnica UNI EN 12341:2014), in modo analogo a quanto detto sopra nel Par. 5.2.3 per il PM10. Sono di seguito riportate le tabelle riassuntive su base annuale per sito di misura con confronto con i siti fissi di riferimento di PI-Passi e LU-Capannori, in cui è attivo il monitoraggio sia del PM10 che del PM2,5. Più sotto, la Tabella riassuntiva riferita all'anno 2016 per questi due siti:

*Tabella 5.2.4.a – Dati di PM2,5 – indicatori annuali 2015-2016; confronto con PI-Passi e LU-Capannori sugli stessi periodi di ciascuna campagna indicativa*

PM2,5	MM3 PISA	PI-Passi	LU-Capannori
<b>MONTOPOLI IN VAL D'ARNO – fraz. San Romano, Via Sandro Pertini</b>			
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – variazioni % rispetto a siti di rif.	20 (+18%, -35%)	17	26
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	60 (16/12/2015)	48 (18/12/2015)	93 (07/12/2015)
n. giorni validi	60	57	58
% giorni validi	100%	95%	97%
<b>CASTELFRANCO DI SOTTO – Via dell'Acacia</b>			
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – variazioni % rispetto a siti di rif.	17 (0%, -26%)	17	23
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	47 (01/01/2016)	41 (27/12/2015)	65 (01/01/2016)
n. giorni validi	60	60	60
% giorni validi	100%	100%	100%
<b>FUCECCHIO – Via dei Cerchi</b>			
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – variazioni % rispetto a siti di rif.	12 (0%, -14%)	12	14
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	36 (06/02/2016)	34 (27/01/2016)	46 (06/02/2016)
n. giorni validi	60	59	59
% giorni validi	100%	98%	98%
<b>SAN MINIATO – fraz. Ponte a Egola, Via della Tecnica</b>			
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – variazioni % rispetto a siti di rif.	13 (+30%, -24%)	10	17
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	39 (17/11/2016)	30 (16/11/2016)	58 (16/11/2016)
n. giorni validi	60	60	60
% giorni validi	100%	100%	100%

*Tabella 5.2.4.b – Dati di PM2,5 – indicatori annuali 2016 di PI-Passi e LU-Capannori*

PM2,5 – INDICATORI ANNUALI 2016	PI-Passi	LU-Capannori
Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	14	21
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	63 (24/01/2016)	110 (24/12/2016)

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva riferita ai quattro siti oggetto delle presenti indagini, che analizza i vari indicatori riguardanti il PM2,5 su base stagionale:

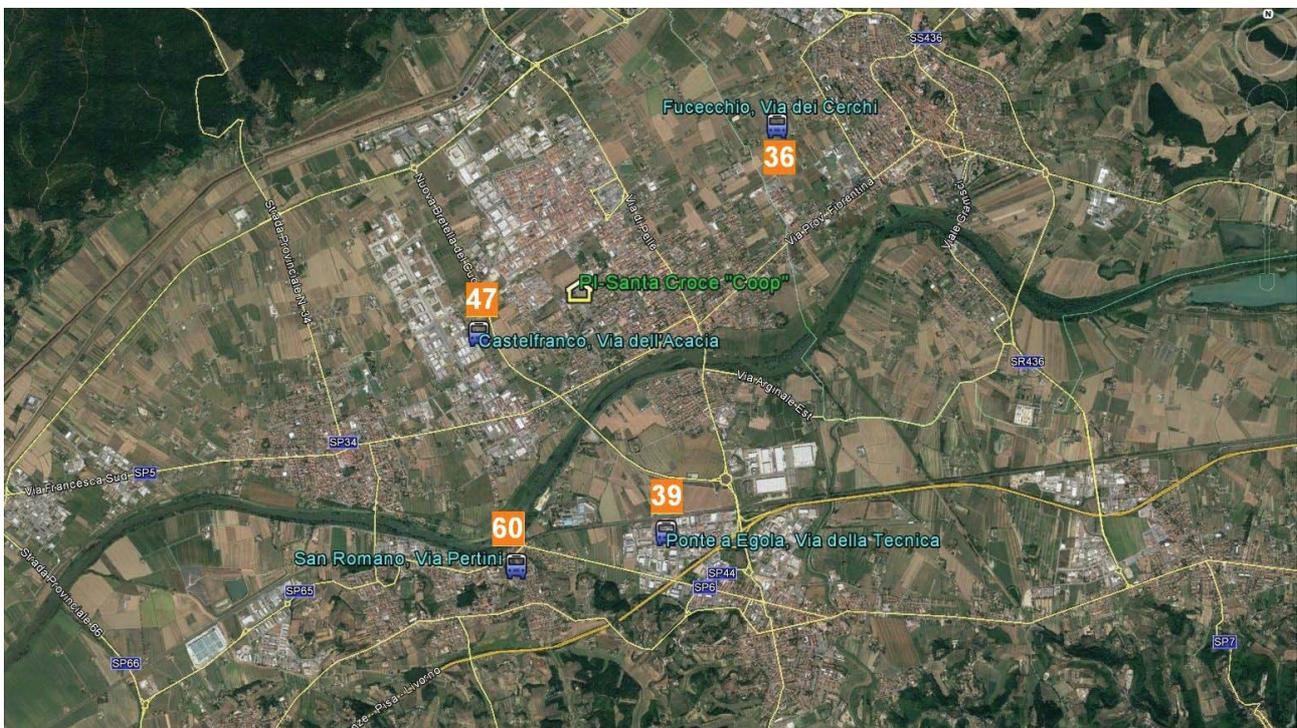
*Tabella 5.2.4.c – Dati di PM2,5 – indicatori stagionali per ciascun sito di misura*

PM2,5	INVERNO	PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO
<b>MONTOPOLI IN VAL D'ARNO – fraz. San Romano, Via Sandro Pertini</b>				
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	47	14	9	10
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	60 (19/12/2015)	24 (19/03/2016)	14 (08/06/2016)	17 (30/09/2016)
n. giorni validi	15	15	15	15
% giorni validi	100%	100%	100%	100%
<b>CASTELFRANCO DI SOTTO – Via dell'Acacia</b>				
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	27	16	11	15
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	47 (01/01/2016)	22 (01/04/2016)	17 (24/06/2016)	21 (25/10/2016)
n. giorni validi	15	15	15	15
% giorni validi	100%	100%	100%	100%
<b>FUCECCHIO – Via dei Cerchi</b>				
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	16	8	10	13
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	36 (06/02/2016)	15 (07/05/2016)	14 (27 e 28/07/2016)	22 (12/09/2016)
n. giorni validi	15	15	15	15
% giorni validi	100%	100%	100%	100%
<b>SAN MINIATO – fraz. Ponte a Egola, Via della Tecnica</b>				
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	15	11	9	20
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	23 (24/02/2016)	16 (27/05/2016)	13 (20/08/2016)	39 (17/11/2016)
n. giorni validi	15	15	16	15
% giorni validi	100%	100%	100%	100%

Immagine 5.2.4.a – Mappa con i valori delle concentrazioni medie annuali di PM<sub>2,5</sub> nei vari siti.



Immagine 5.2.4.b – Mappa con i valori delle concentrazioni medie massime di PM<sub>2,5</sub> registrate nei vari siti.



La Tabella 5.2.4.a evidenzia il fatto che della zona del Valdarno Pisano e Piana Lucchese, su cui il Comprensorio del Cuoio insiste, la centralina fissa di rete regionale più attinente alla realtà dei siti oggetto delle presenti indagini è sicuramente PI-Passi, seppur geograficamente più lontana, dato

che gli indicatori medi sui periodi riproducono molto meglio quelli ricavati dai vari monitoraggi del Laboratorio mobile 3. In tutti i casi, siti fissi compresi, si ottengono indicatori al di sotto del VL annuale prescritto dalla normativa vigente (= 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

In Tabella 5.2.4.c può essere rilevata la stagionalità che contraddistingue anche questo tipo di inquinante, con una preponderanza di valori elevati nelle stagioni inverno e autunno rispetto a primavera ed estate. Netamente superiore a tutti gli altri valori stagionali la media invernale di PM<sub>2,5</sub> registrata a Montopoli in Val d'Arno (47  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), pari quasi a due volte il VL annuale.

Grafico 5.2.4.a – PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> – andamenti dei valori delle medie giornaliere nella campagna annuale di Montopoli in Val d'Arno, frazione San Romano [dicembre 2015 – ottobre 2016]

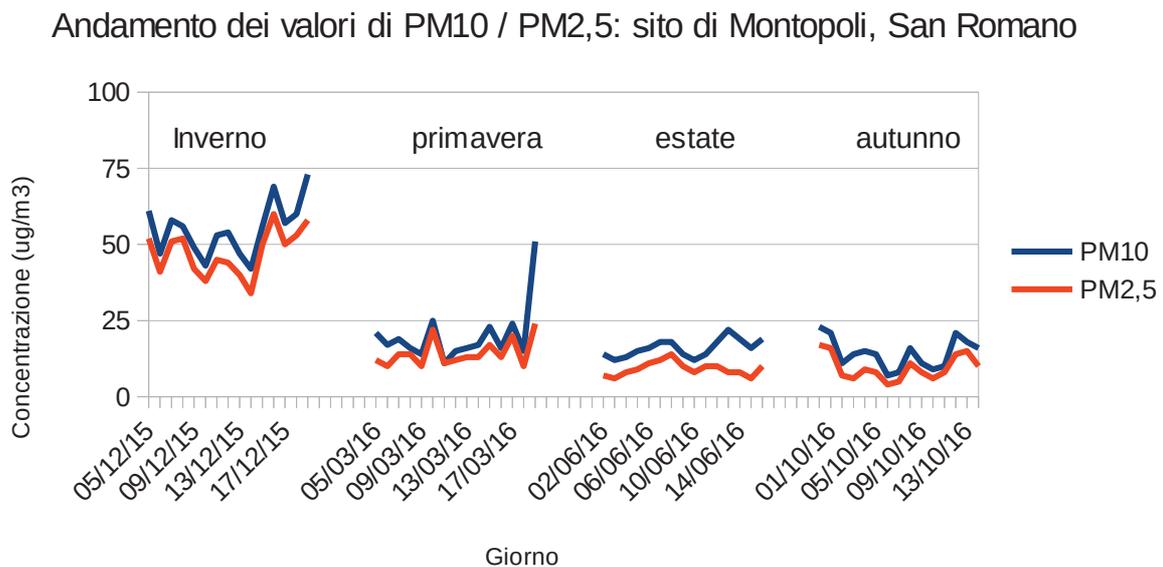


Grafico 5.2.4.b – PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> – andamenti dei valori delle medie giornaliere nella campagna annuale di Castelfranco di Sotto, via dell'Acacia [dicembre 2015 - novembre 2016]

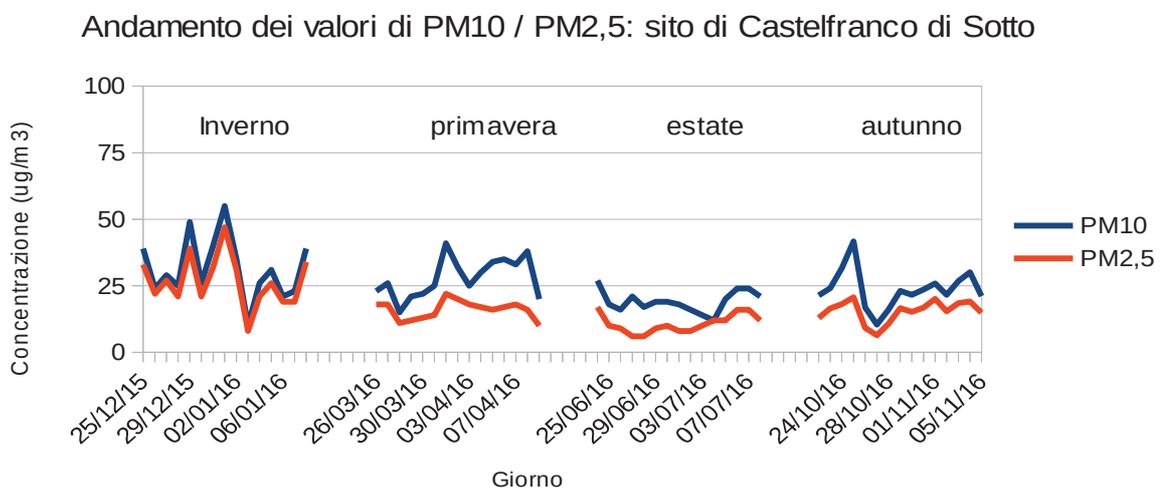


Grafico 5.2.4.c – PM10 e PM2,5 – andamenti dei valori delle medie giornaliere nella campagna annuale di Fucecchio, via dei Cerchi [gennaio – settembre 2016]

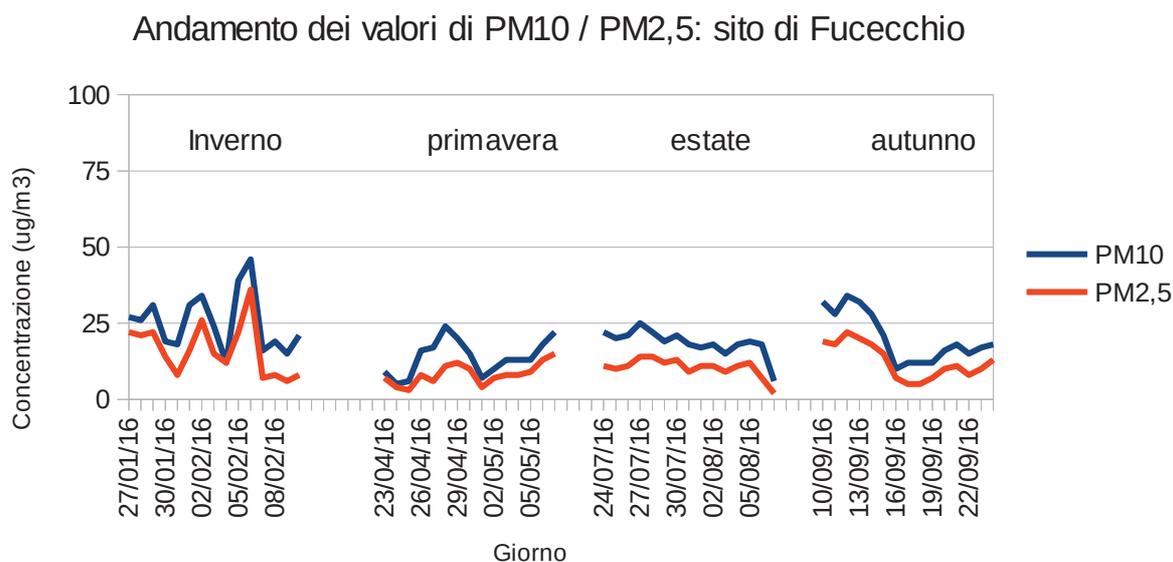
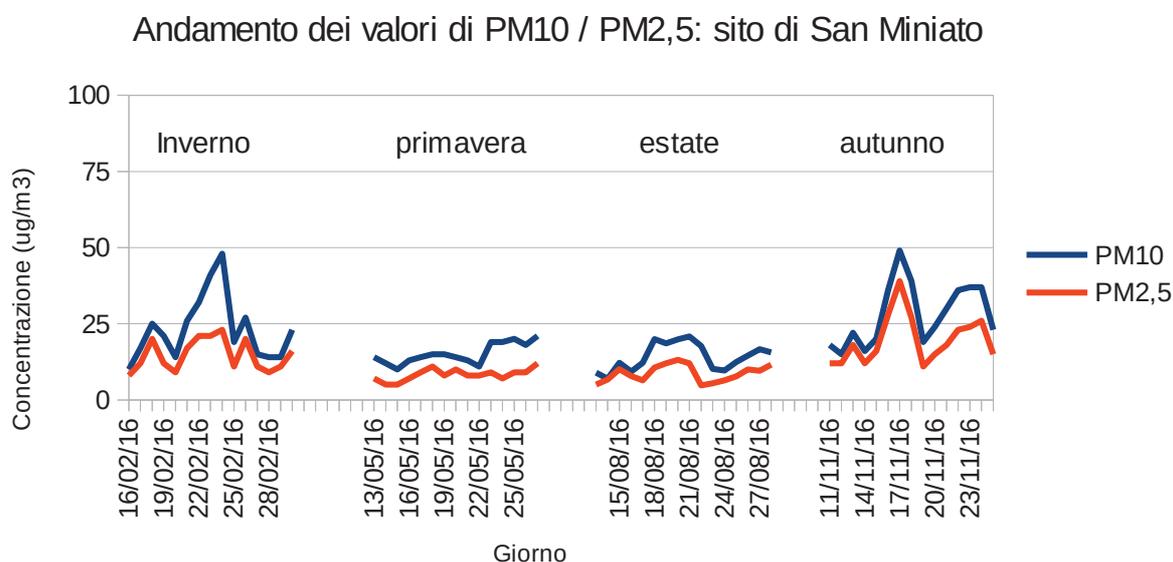


Grafico 5.2.4.d – PM10 e PM2,5 – andamenti delle medie giornaliere nella campagna annuale di San Miniato, frazione Ponte a Egola [febbraio – novembre 2016]



Per completezza, riportiamo di seguito, nelle Tabella 5.2.4.d e 5.2.4.e, i valori delle percentuali di frazione PM2,5/PM10, registrate nei siti fissi di Rete Regionale della zona Valdarno Pisano e Piana Lucchese: PI-Passi e LU-Capannori. La prima tabella analizza i valori per stagione nelle postazioni considerate per il PM2,5, la seconda riporta i valori percentuali per sito di misura. Nella Tabella 5.2.4.d il valore stagionale corrispondente a MM3 Pisa è la media stagionale sui 4 siti indagati.

Tabella 5.2.4.d – Dati di frazione % PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> – percentuali medie per stagione (per i siti fissi di riferimento è stata considerata ogni stagione per intero)

MEDIE DELLE FRAZIONI PER STAGIONE		
POSTAZIONE DI MISURA	STAGIONE	FRAZIONE %
PI-PASSI		70
LU-Capannori	INVERNO	77
MM3 Pisa		68
PI-PASSI		58
LU-Capannori	PRIMAVERA	63
MM3 Pisa		64
PI-PASSI		60
LU-Capannori	ESTATE	59
MM3 Pisa		59
PI-PASSI		64
LU-Capannori	AUTUNNO	67
MM3 Pisa		66

Tabella 5.2.4.e – Dati di frazione % PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> – percentuali medie per sito di misura (le medie qui sotto illustrate sono state calcolate sui medesimi periodi di campionamento del Laboratorio mobile 3)

MEDIA DELLE FRAZIONI PER SITO DI MISURA			
FRAZIONE % SUGLI STESSI PERIODI			
COMUNE DI INDAGINE	MM3 PISA	PI-PASSI	LU-CAPANNORI
Montopoli in VdA	71	69	70
Castelfranco d/S	67	67	70
Fucecchio	60	60	64
San Miniato	64	60	66

Dalla Tabella 5.2.4.d riepilogativa per stagione, si evidenzia una maggiore affinità dei dati percentuali di frazione PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> registrati dal Laboratorio mobile 3 al sito fisso di riferimento di PI-Passì nelle stagioni invernale ed estiva, e una attinenza più marcata alla stazione di Capannori per quanto riguarda le stagioni intermedie come primavera e autunno. Questo è con buona probabilità conseguenza del tipo di particolato PM<sub>2,5</sub> prodotto nell'area pisana piuttosto che nella Piana lucchese. Il sito di LU-Capannori è caratterizzato da valori sia di PM<sub>2,5</sub> che di frazione % di PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> superiori rispetto sia a PI-Passì sia ai vari siti di misura indagati dal Laboratorio mobile 3. Dalla Tabella 5.2.4.e si deduce che su ciascuna campagna intera di misure vi è maggiore attinenza tra i siti indagati dal Mezzo mobile 3 di Castelfranco di Sotto e Fucecchio con PI-Passì, mentre i siti di Montopoli e San Miniato risultano più affini al sito fisso di LU-Capannori. L'affinità prevalente con il sito di PI-Passì registrati nelle campagne dell'annualità precedente non è confermata nelle campagne del 2016.

Riguardo alla serie di Grafici 5.2.4.a – 5.2.4.d (Particolato misurato dal Laboratorio mobile 3) si può anche qui rilevare la netta stagionalità del particolato atmosferico PM<sub>2,5</sub>: nel solo periodo invernale (eccettuato il sito di San Miniato) si registrano valori al di sopra dei 25 µg/m<sup>3</sup>. San Miniato è anche l'unica postazione di misura a far registrare valori superiori a questa soglia nel periodo autunnale.

## 5.2.5 Acido solfidrico (H<sub>2</sub>S)

Tabella 5.2.5.a – Dati di H<sub>2</sub>S – indicatori annuali 2015-2016; confronto con PI-Santa Croce Coop sugli stessi periodi di ciascuna campagna indicativa

H <sub>2</sub> S	MM3 Pisa	PI-SC_Coop
<b>MONTOPOLI IN VAL D'ARNO – fraz. San Romano, Via Sandro Pertini</b>		
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	2	2
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	34 (30/09/2016 ore 5)	34 (10/10/2016 ore 5)
Mediana (µg/m <sup>3</sup> )	2	1
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	7 (01/10/2016)	6 (10/12/2015)
n. ore valide	1741	1697
% ore valide	95%	93%
n. ore con concentrazione maggiore di 7 µg/m <sup>3</sup>	113	45
% ore nell'anno sopra la soglia olfattiva di 7 µg/m <sup>3</sup>	6,5%	2,7%
<b>CASTELFRANCO DI SOTTO – Via dell'Acacia</b>		
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	1	2
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	23 (14/01/2016 ore 8)	27 (13/01/2016 ore 11)
Mediana (µg/m <sup>3</sup> )	0	2
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	4 (08/11/2016)	5 (01/04/2016)
n. ore valide	1648	1739
% ore valide	90%	95%
n. ore con concentrazione maggiore di 7 µg/m <sup>3</sup>	47	51
% ore nell'anno sopra la soglia olfattiva di 7 µg/m <sup>3</sup>	2,9%	2,9%
<b>FUCECCHIO – Via dei Cerchi</b>		
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	1	2
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	24 (22/09/2016 ore 8)	31 (09/02/2016 ore 8)
Mediana (µg/m <sup>3</sup> )	0	1
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	2 (05/02/2016)	5 (09/02/2016)
n. ore valide	1525	1525
% ore valide	95%	95%
n. ore con concentrazione maggiore di 7 µg/m <sup>3</sup>	11	49
% ore nell'anno sopra la soglia olfattiva di 7 µg/m <sup>3</sup>	0,7%	3,2%
<b>SAN MINIATO – fraz. Ponte a Egola, Via della Tecnica</b>		
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	6	2
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	231 (23/11/2016 ore 6)	20 (16/11/2016 ore 19)
Mediana (µg/m <sup>3</sup> )	2	1
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	38 (23/11/2016)	4 (15/02/2016)
n. ore valide	1699	1656
% ore valide	93%	91%
n. ore con concentrazione maggiore di 7 µg/m <sup>3</sup>	344	24
% ore nell'anno sopra la soglia olfattiva di 7 µg/m <sup>3</sup>	20,2%	1,4%

Tabella 5.2.5.b – Dati di H<sub>2</sub>S – indicatori annuali 2016 di PI-Santa Croce Coop

H <sub>2</sub> S – INDICATORI ANNUALI 2016	PI-SC_Coop
Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	2
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	34 (10/10/2016 ore 5)
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	7 (25/01/2016)
n. ore con concentrazione maggiore di 7 µg/m <sup>3</sup>	221
% ore nell'anno sopra la soglia olfattiva di 7 µg/m <sup>3</sup>	2,7%
n. giorni con concentrazione maggiore di 150 µg/m <sup>3</sup>	0

Tabella 5.2.5.c – Dati di H<sub>2</sub>S – indicatori stagionali per ciascun sito di misura

H2S	INVERNO	PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO
<b>MONTOPOLI IN VAL D'ARNO – fraz. San Romano, Via Sandro Pertini</b>				
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	4	3	1	3
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	26 (10/12/2015 ore 9)	28 (18/03/2016 ore 9)	10 (10/06/2016 ore 7)	34 (30/09/2016 ore 5)
Mediana (µg/m <sup>3</sup> )	2	2	0	1
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	6 (11/12/2015)	5 (18/03/2016)	2 (02/06/2016)	7 (01/10/2016)
n. ore valide	434	437	435	435
% ore valide	95%	96%	95%	95%
n. giorni validi	19	19	19	19
% giorni validi	100%	100%	100%	100%
n. ore con concentrazione maggiore di 7 µg/m <sup>3</sup>	53	13	3	44
% ore nell'anno sopra la soglia olfattiva di 7 µg/m <sup>3</sup>	12,2%	3%	0,7%	10,1%
n. giorni con concentrazione maggiore di 150 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0
<b>CASTELFRANCO DI SOTTO – Via dell'Acacia</b>				
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	2	1	1	2
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	23 (14/01/2016 ore 8)	20 (01/04/2016 ore 7)	16 (29/06/2016 ore 5)	20 (22/10/2016 ore 9)
Mediana (µg/m <sup>3</sup> )	1	0	0	1
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	4 (22/01/2016)	3 (01/04/2016)	1 (29/06/2016)	4 (08/11/2016)
n. ore valide	360	427	429	432
% ore valide	79%	94%	94%	95%
n. giorni validi	16	18	19	19
% giorni validi	84%	95%	100%	100%
n. ore con concentrazione maggiore di 7 µg/m <sup>3</sup>	17	9	3	18
% ore nell'anno sopra la soglia olfattiva di 7 µg/m <sup>3</sup>	4,7%	2,1%	0,7%	4,2%
n. giorni con concentrazione maggiore di 150 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0
<b>FUCECCHIO – Via dei Cerchi</b>				
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	1	0	0	1
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	11 (01/02/2016 ore 19)	9 (04/05/2016 ore 8)	7 (03/08/2016 ore 7)	24 (22/09/2016 ore 8)
Mediana (µg/m <sup>3</sup> )	1	0	0	0
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	2 (05/02/2016)	1 (04/05/2016)	1 (03/08/2016)	2 (22/09/2016)
n. ore valide	362	388	384	391
% ore valide	94%	95%	94%	96%
n. giorni validi	16	17	17	17
% giorni validi	100%	100%	100%	100%
n. ore con concentrazione maggiore di 7 µg/m <sup>3</sup>	4	2	1	4
% ore nell'anno sopra la soglia olfattiva di 7 µg/m <sup>3</sup>	1,1%	0,5%	0,3%	1,0%
n. giorni con concentrazione maggiore di 150 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0
<b>SAN MINIATO – fraz. Ponte a Egola, Via della Tecnica</b>				
Media delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )	6	4	1	12
Massima media oraria (µg/m <sup>3</sup> )	92 (15/02/2016 ore 8)	33 (30/05/2016 ore 8)	29 (27/08/2016 ore 4)	231 (23/11/2016 ore 6)
Mediana (µg/m <sup>3</sup> )	2	2	0	5
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	15 (15/02/2016)	8 (20/05/2016)	7 (26/08/2016)	38 (23/11/2016)
n. ore valide	417	432	413	437
% ore valide	91%	95%	91%	96%
n. giorni validi	18	19	17	19
% giorni validi	95%	100%	89%	100%
n. ore con concentrazione maggiore di 7 µg/m <sup>3</sup>	94	60	21	169
% ore nell'anno sopra la soglia olfattiva di 7 µg/m <sup>3</sup>	22,5%	13,9%	5,1%	38,7%
n. giorni con concentrazione maggiore di 150 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0

Immagine 5.2.5.a – Mappa dei valori delle massime medie orarie di  $H_2S$  nei vari siti di misura. Per PI-Santa Croce Coop è stata considerata il valore della massima media oraria riferito all'anno 2016.



Immagine 5.2.5.b – Mappa dei valori delle massime medie giornaliere di  $H_2S$  nei vari siti di misura. Per PI-Santa Croce Coop è stata considerato il valore della massima media oraria riferito all'anno 2016.



Immagine 5.2.5.c – Mappa dei valori percentuali di superamento della soglia olfattiva di H<sub>2</sub>S (pari a 7 µg/m<sup>3</sup>) nei vari siti di misura su ciascuna campagna indicativa completa. Per PI-Santa Croce Coop è stata considerata la percentuale riferita all'anno 2016.

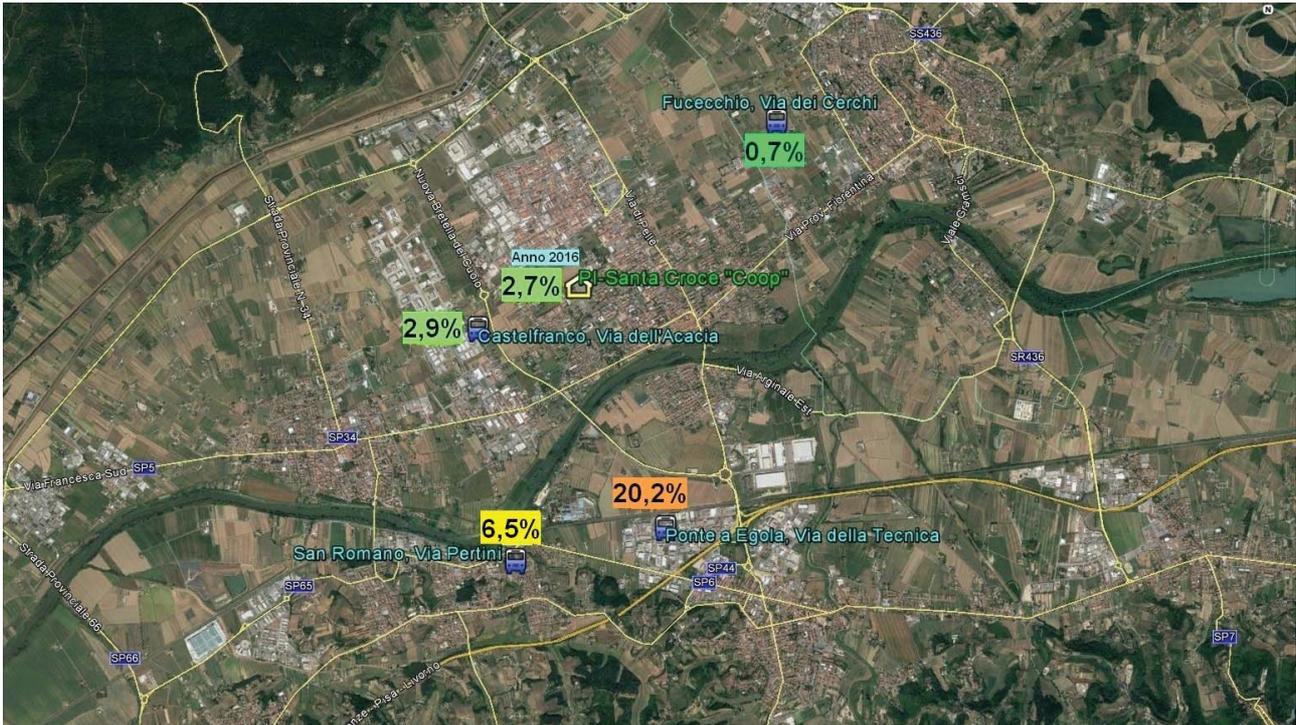


Immagine 5.2.5.d – Mappa dei valori percentuali di superamento della soglia olfattiva di H<sub>2</sub>S (pari a 7 µg/m<sup>3</sup>) nei vari siti di misura per ciascuna campagna invernale. Per PI-Santa Croce Coop è stato considerato l'intero periodo dell'inverno meteorologico.



Immagine 5.2.5.e – Mappa dei valori percentuali di superamento della soglia olfattiva di H<sub>2</sub>S (pari a 7 µg/m<sup>3</sup>) nei vari siti di misura per ciascuna campagna primaverile. Per PI-Santa Croce Coop è stato considerato l'intero periodo della primavera meteorologica.

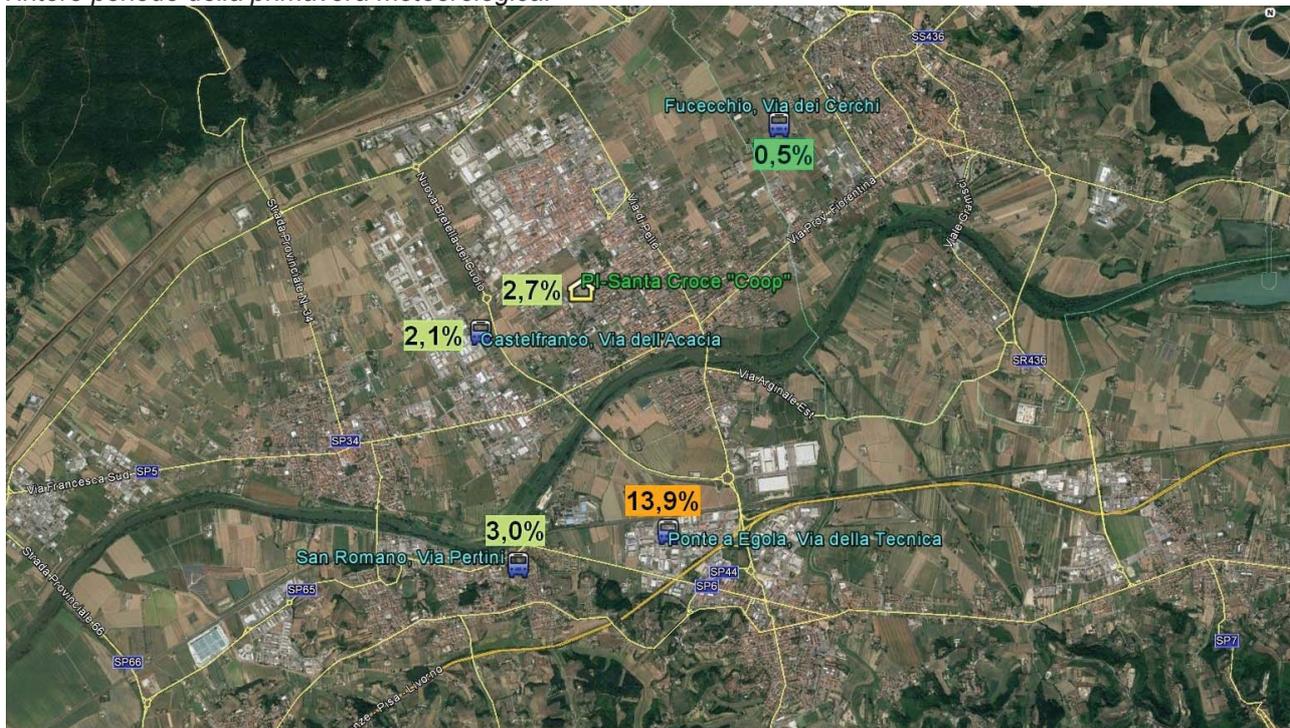


Immagine 5.2.5.f – Mappa dei valori percentuali di superamento della soglia olfattiva di H<sub>2</sub>S (pari a 7 µg/m<sup>3</sup>) nei vari siti di misura per ciascuna campagna estiva. Per PI-Santa Croce Coop è stato considerato l'intero periodo dell'estate meteorologica.

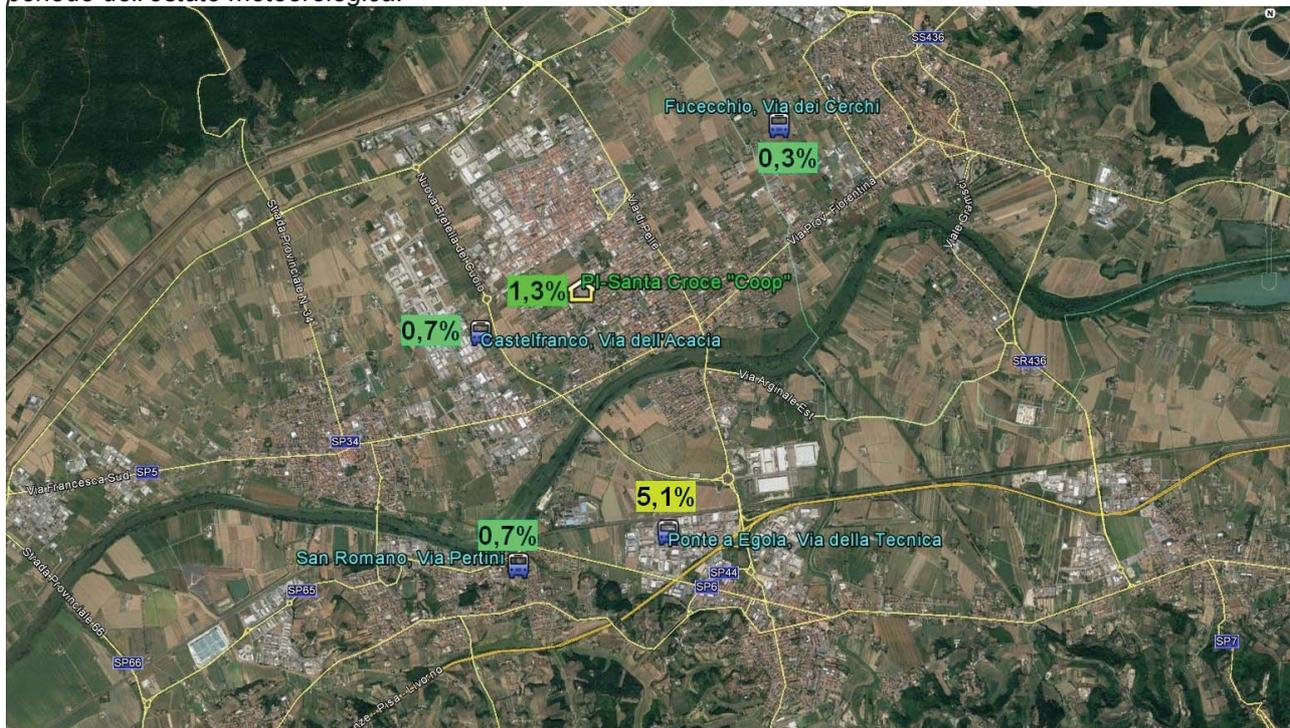
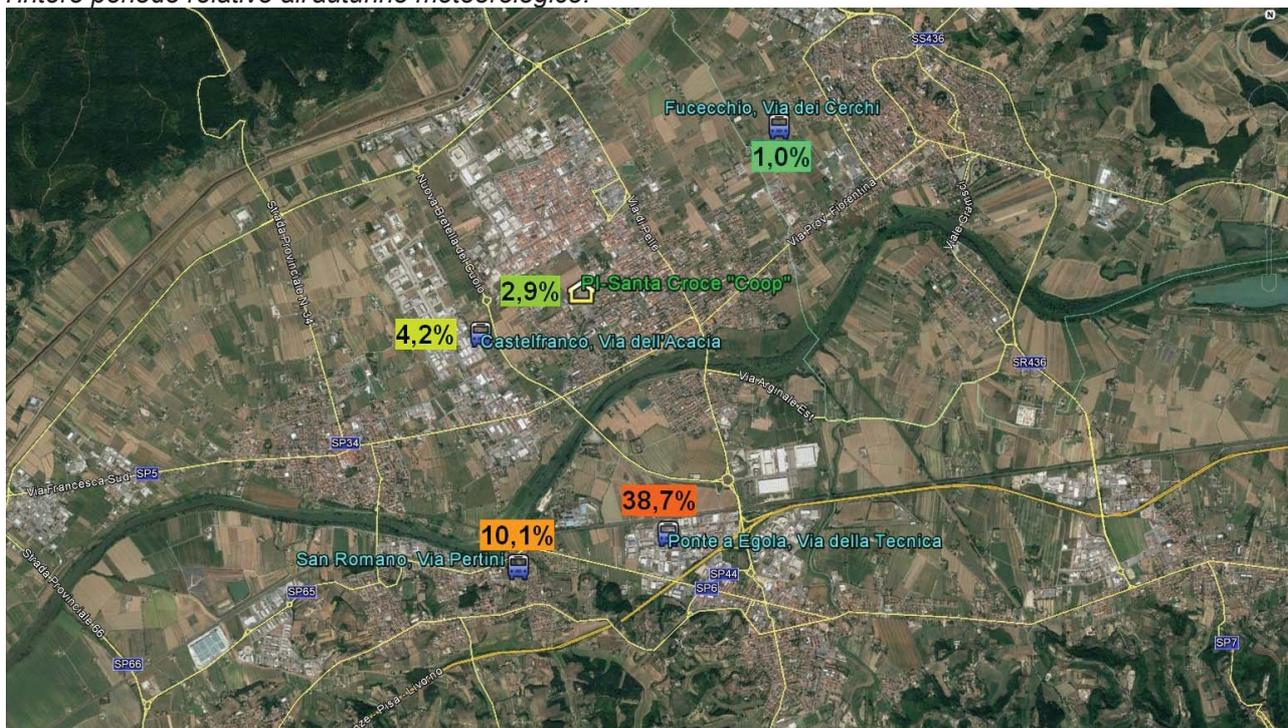


Immagine 5.2.5.g – Mappa dei valori percentuali di superamento della soglia olfattiva di H<sub>2</sub>S (pari a 7 µg/m<sup>3</sup>) nei vari siti di misura per ciascuna campagna autunnale. Per PI-Santa Croce Coop è stato considerato l'intero periodo relativo all'autunno meteorologico.



Seppur in assenza di riferimenti normativi cogenti, si riportano i risultati ottenuti per questo inquinante di derivazione industriale che nel Comprensorio del Cuio riveste importanza prioritaria. Nelle Tabelle 5.2.5.a e 5.2.5.c sono riportati i valori delle concentrazioni medie di H<sub>2</sub>S sia orarie che giornaliere, il valore massimo di concentrazione sia della media oraria che giornaliera, la percentuale di superamenti della soglia olfattiva minima indicata dall'OMS (7,0 µg/m<sup>3</sup>). Si riporta anche la mediana delle concentrazioni orarie del periodo in quanto sono presenti episodi in cui i livelli di concentrazione sono molto elevati; infatti questo indicatore è molto meno influenzato dagli episodi acuti rispetto alla media. La Tabella 5.2.5.a è redatta su base annuale, con il confronto con la centralina fissa presa a riferimento per questo inquinante e baricentrica rispetto alla dislocazione spaziale dei quattro siti di misura. La Tabella 5.2.5.c sopra riporta i valori medi per stagione per ogni singolo sito di misura.

L'acido solfidrico è considerato un inquinante presente in tutta l'area del Cuio, ma nell'area in oggetto le concentrazioni sono spesso variabili da zona a zona.

È opportuno focalizzare l'attenzione sul valore percentuale degli episodi di superamento, su base oraria, della soglia olfattiva (4a riga delle Tabelle 5.2.5.a e 5.2.5.b) in quanto questo dato può dare un'indicazione sulla possibilità di innesco di maleodoranze locali; tale possibilità è strettamente legata alla frequenza di condizioni determinanti.

Le frequenze di superamento non trascurabili e valori orari di concentrazione così elevati come mostrato in Tabella 5.2.4.a, quasi esclusivamente nel sito di San Miniato e, in misura minore, a Montopoli Val d'Arno, concorrono a definire una situazione di contaminazione locale da Acido solfidrico. Tale fenomeno è visibile anche nelle Immagini 5.2.5.c – 5.2.5.g: il colore giallo/arancione che contraddistingue i siti con maggiore permanenza di concentrazioni orarie al di sopra della soglia olfattiva si ritrova in tutte le stagioni a Ponte a Egola, Via della Tecnica e in

inverno e autunno a San Romano, Via Pertini. In quelle situazioni, è elevata la probabilità di formazioni di odori molesti sia di breve che di lunga durata (nel sito di Via Pertini a San Romano il 6,5% del tempo e il 20,2% del tempo su scala annuale nel sito di Via della Tecnica). Un livello intermedio (al di sotto del 5% di frequenza) ricoprono il sito di Castelfranco di Sotto e il sito fisso di riferimento PI-Santa Croce "Coop". Rispetto all'anno 2015 e alle campagne indicative precedenti, i siti di PI-Santa Croce "Coop" e Castelfranco via dell'Acacia fanno registrare un lieve aumento degli episodi di possibili maleodoranze, corrispondente ad una percentuale su scala annuale nella fascia tra il 2,0 e il 3,0%.

In inverno, primavera ed autunno, il sito di San Miniato fa registrare queste percentuali di ricorrenza di superamento della soglia olfattiva di  $7,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sempre al di sopra del 13%, con una punta di quasi il 40% in autunno.

Per quanto riguarda il raggiungimento dei valori di concentrazione media oraria massimi, si nota un diminuzione netta per quanto riguarda i siti di Montopoli in Val d'Arno e il sito fisso di riferimento. Per quanto riguarda San Miniato, si evidenzia il valore di  $231 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , che segna un valore di concentrazione quasi doppio rispetto a quello registrato nel sito di Santa Croce "Cerri" delle campagne annuali precedenti ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ma assai minore rispetto a quello registrato a Castelfranco Via Usciana nel periodo marzo 2015 – marzo 2016 ( $352 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### 5.2.5.1 ANALISI STATISTICA DELLE MISURE DI H<sub>2</sub>S

Per tutte le quattro campagne di indagine, si riportano sotto le analisi statistiche sintetiche, volte a comprendere più a fondo le concentrazioni orarie registrate per questo inquinante tipico del Comprensorio del Cuio.

Riportiamo le tabelle riepilogative degli indicatori statistici:

Tabella 5.2.5.1 – Indicatori della distribuzione delle concentrazioni di H<sub>2</sub>S misurate a Montopoli in Val d'Arno:

N.dati	1741
Media	2,4
Massimo	34
% dati validi	95
Errore standard	0,1
Mediana	1,6
Moda	0
Asimmetria	3,6
Varianza campionaria	11,3
Deviazione standard	3,4

Tabella 5.2.5.2 – Indicatori della distribuzione delle concentrazioni di H<sub>2</sub>S misurate a Castelfranco di Sotto:

N.dati	1648
Media	1,1
Massimo	23
% dati validi	90
Errore standard	0,1
Mediana	0,2
Moda	0
Asimmetria	4,0
Varianza campionaria	4,7
Deviazione standard	2,2

Tabella 5.2.5.3 – Indicatori della distribuzione delle concentrazioni di H<sub>2</sub>S misurate a Fucecchio:

N.dati	1525
Media	0,6
Massimo	24
% dati validi	95
Errore standard	0,0
Mediana	0,1
Moda	0
Asimmetria	6,7
Varianza campionaria	1,7
Deviazione standard	1,3

Tabella 5.2.5.4 – Indicatori della distribuzione delle concentrazioni di H<sub>2</sub>S misurate a San Miniato

N. dati	1699
Media	5,8
Massimo	231
% dati validi	93
Errore standard	0,3
Mediana	1,8
Moda	0
Asimmetria	7,4
Varianza campionaria	183,9
Deviazione standard	13,6

Vengono qui sotto riportati gli andamenti del numero di ricorrenze per le concentrazioni misurate e della percentuale cumulativa in funzione dell'aumento dei livelli delle classi di concentrazione individuate.

Come si evince dalla serie di Grafici 5.2.5.1 – 5.2.5.4, le concentrazioni al di sotto dei 4,0 µg/m<sup>3</sup> sono pari o superiori al 90% delle medie orarie raccolte nei siti di Castelfranco di Sotto e Fucecchio. Per quanto riguarda San Miniato, le concentrazioni al di sotto della soglia olfattiva di 7,0 µg/m<sup>3</sup> sono circa l'80% del totale delle medie orarie raccolte nell'intera indagine.

Grafico 5.2.5.1 Distribuzione delle concentrazioni di H<sub>2</sub>S e percentuale cumulativa a San Romano, Via Pertini:

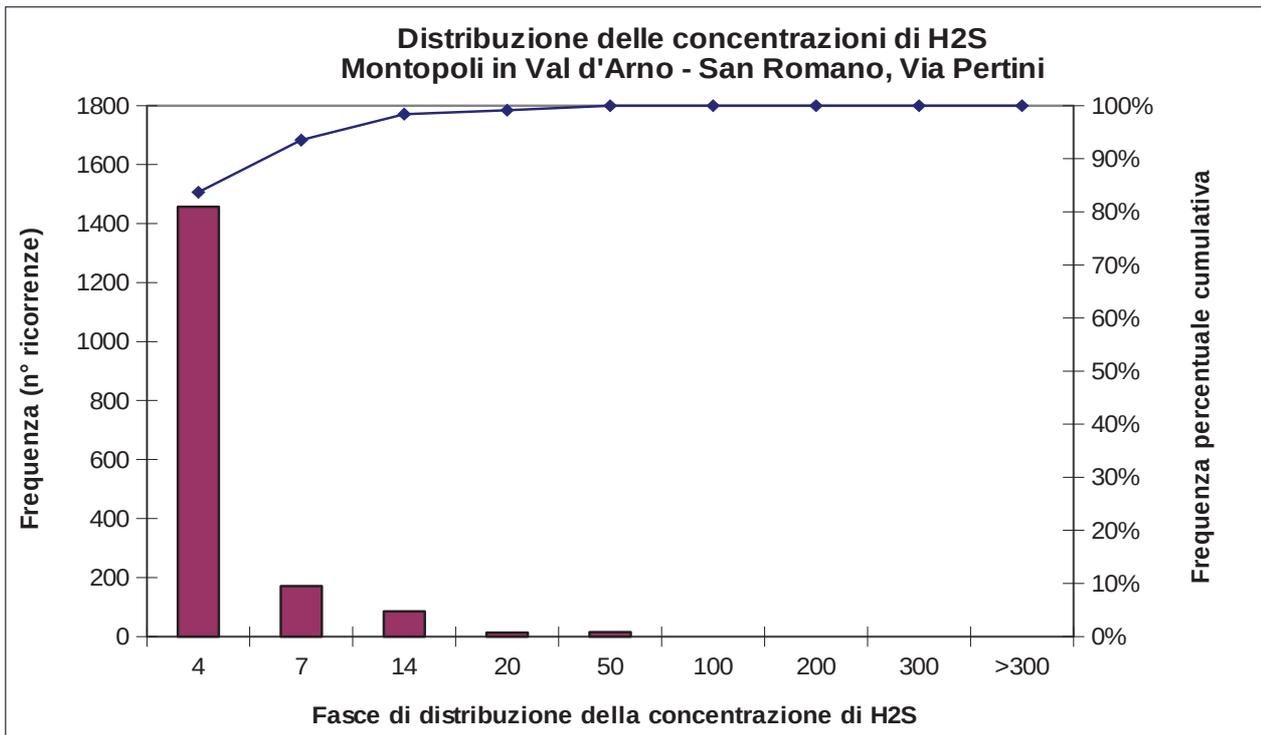


Grafico 5.2.5.2 Distribuzione delle concentrazioni di H<sub>2</sub>S e percentuale cumulativa a Castelfranco di Sotto:

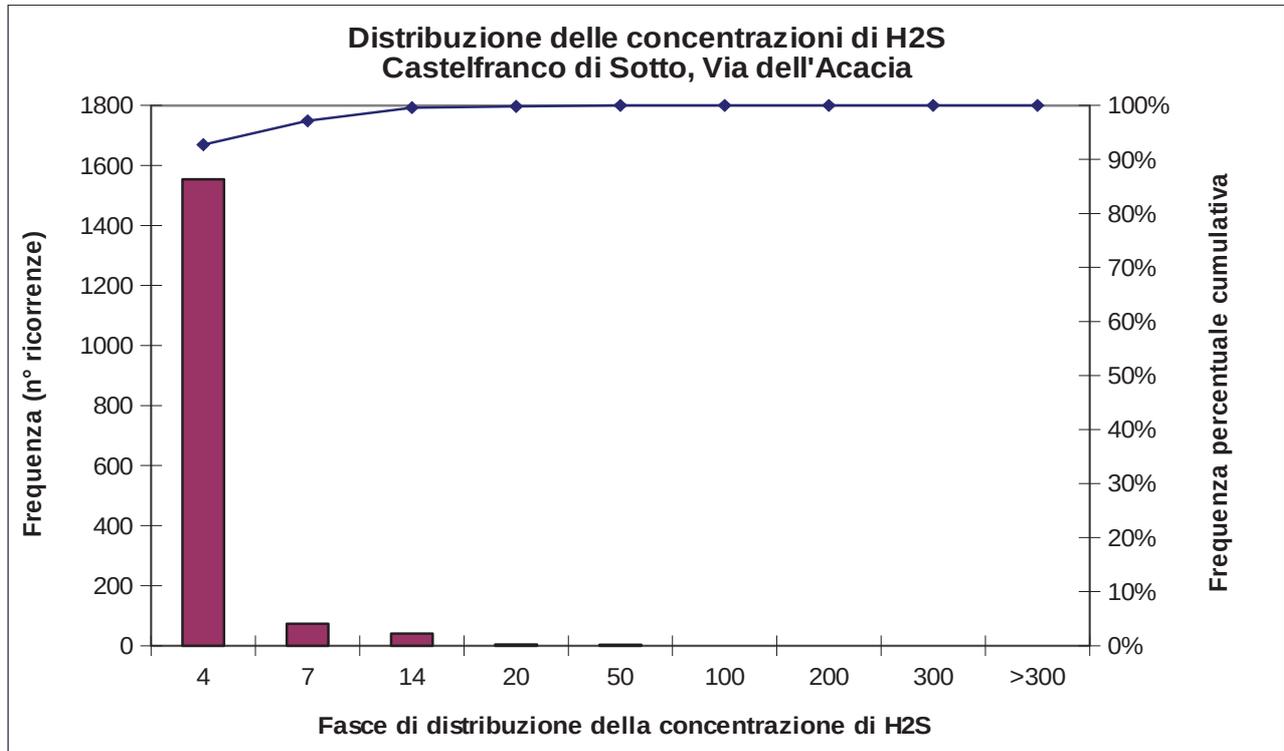


Grafico 5.2.5.3 Distribuzione delle concentrazioni di H<sub>2</sub>S e percentuale cumulativa a Fucecchio, Via dei Cerchi:

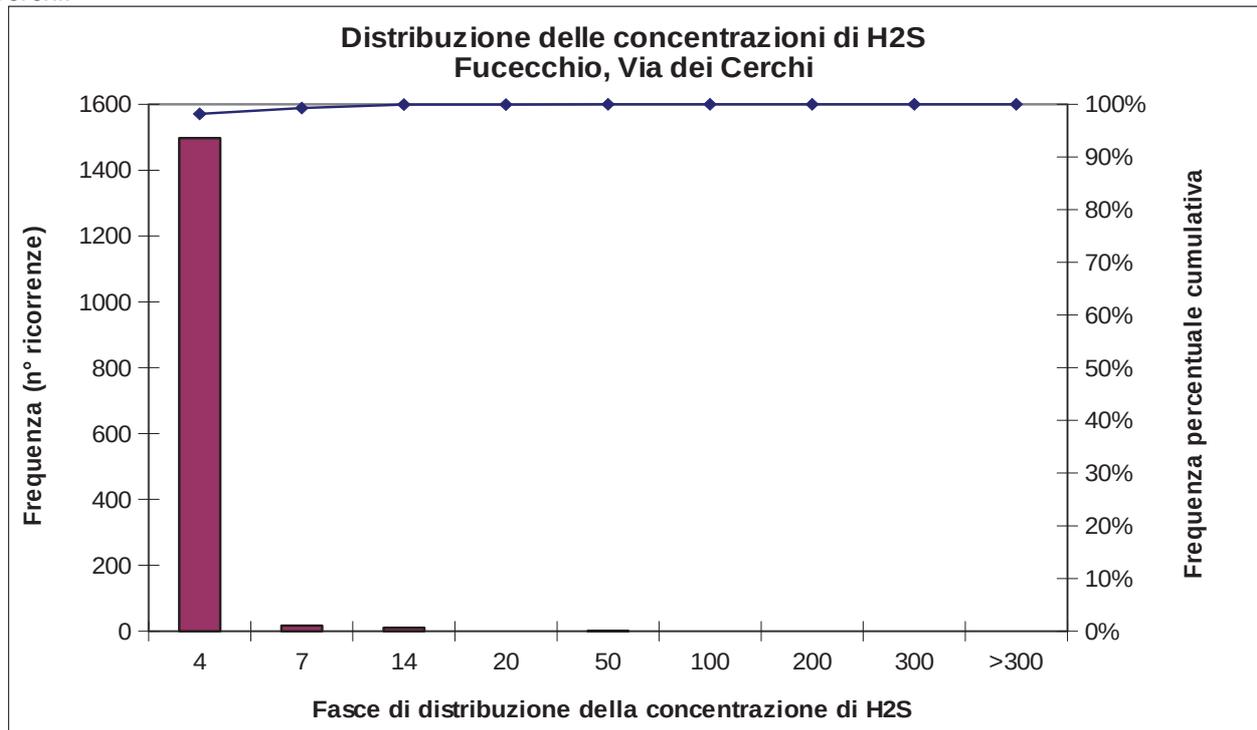
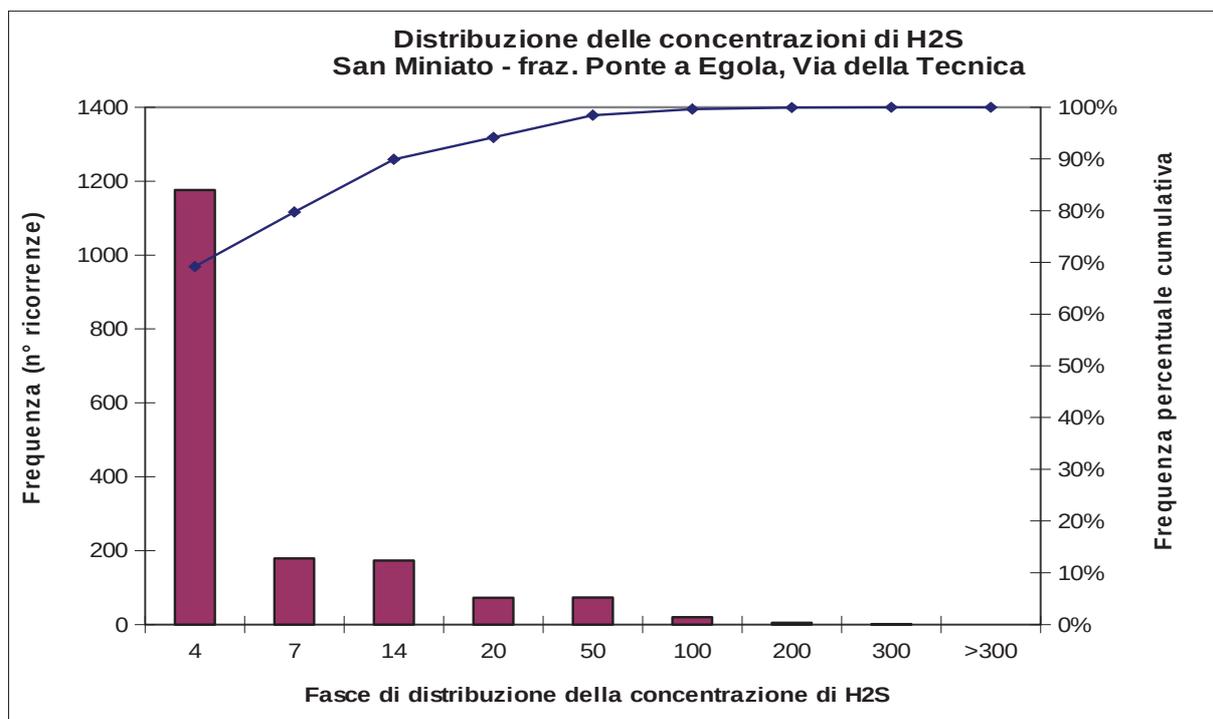


Grafico 5.2.5.4 Distribuzione delle concentrazioni di H<sub>2</sub>S e percentuale cumulativa a San Miniato, frazione Ponte a Egola, Via della Tecnica:



Nella seguente tabella sono riportati tutti gli episodi acuti, per un totale di 26 medie orarie, includendo data e ora dell'episodio, valore della concentrazione di Acido solfidrico, velocità e direzione del vento, sito di misura e stagione corrispondente. Per episodio acuto è stato arbitrariamente considerata ciascuna media oraria di concentrazione di H<sub>2</sub>S superiore a 50 µg/m<sup>3</sup>. La particolarità è che tutti questi episodi sono stati registrati nel sito di San Miniato.

Tabella 5.2.5.5 Elenco degli episodi acuti rilevati in ordine di concentrazione di H<sub>2</sub>S crescente:

Data e ora	DV	VV (m/s)	Concentrazione H <sub>2</sub> S (ug/m <sup>3</sup> )	Stagione
23/11/2016 06:00	NE	0,3	231	autunno
21/11/2016 16:00	NE	0,7	175	autunno
23/11/2016 07:00	NE	0,4	151	autunno
24/11/2016 07:00	n.d.	0,0	129	autunno
15/11/2016 07:00	n.d.	0,0	106	autunno
24/11/2016 13:00	NE	0,4	103	autunno
15/02/2016 08:00	n.d.	0,0	92	inverno
21/11/2016 17:00	NE	0,5	92	autunno
14/11/2016 08:00	n.d.	0,0	91	autunno
14/11/2016 07:00	n.d.	0,0	90	autunno
22/11/2016 09:00	NE	0,4	82	autunno
23/11/2016 10:00	NNE	0,4	82	autunno
24/02/2016 07:00	ENE	0,3	82	inverno
16/11/2016 10:00	NE	0,6	81	autunno
19/02/2016 10:00	ENE	1,2	80	inverno
22/11/2016 08:00	NE	0,5	79	autunno
23/11/2016 11:00	NE	1,2	78	autunno
24/11/2016 08:00	n.d.	0,0	71	autunno
24/11/2016 10:00	NE	0,7	68	autunno
25/02/2016 15:00	NE	1,1	66	inverno
21/11/2016 08:00	n.d.	0,0	64	autunno
16/11/2016 08:00	N	0,5	64	autunno
24/11/2016 09:00	NE	0,5	60	autunno
23/11/2016 14:00	NE	1,6	59	autunno
18/02/2016 09:00	n.d.	0,0	54	inverno
18/11/2016 17:00	NE	0,5	54	autunno

Si evidenzia subito il fatto che la stragrande maggioranza di episodi (21 su 26) sono stati rilevati nella stagione autunnale in particolare nell'intervallo di tempo che va dal 14 al 24 novembre. I 5 episodi invernali sono stati tutti registrati nella seconda metà di febbraio.

Tutti gli episodi qui riportati sono inoltre corrispondenti a situazione di calma o bava di vento ( $VV \leq 1,6$  m/s). Inoltre, tutti quelli con Velocità del Vento maggiore di zero e quindi con Direzione determinabile, hanno direzione del vento dal quadrante Nord-orientale (ENE o NE).

In Allegato A sono presenti tutte le rose dei venti stagionali e i grafici annuali di velocità del vento per ogni sito e alcuni commenti a margine della raccolta dei dati meteorologici.

## Conclusioni

Le campagne indicative di monitoraggio della qualità dell'aria realizzate per mezzo del Laboratorio mobile n° 3 nei quattro siti di misura sopra elencati e ricadenti sotto il Comprensorio del Cuio hanno fornito un quadro ambientale completo che, per quanto attiene agli inquinanti gassosi SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>, evidenzia valori di indicatori che rispettano ampiamente i valori limite previsti dalla normativa vigente in materia di qualità dell'aria (D.Lgs. 155/2010) per la protezione della salute umana.

Per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>, il valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> risulta superato nei siti di Montopoli in Val d'Arno e Castelfranco di Sotto, ma gli indicatori relativi alle medie annuali sono tutti inferiori o uguali rispetto all'indicatore di media annuale, riferito all'anno 2016, della stazione di rete regionale PI-Santa Croce Coop, che risulta pari a 26 µg/m<sup>3</sup> (era 29 µg/m<sup>3</sup> nel 2015) e che, quindi, rispetta il limite normativo.

Per quanto riguarda il n° di superamenti del VL giornaliero del PM<sub>10</sub> in un anno non è stato superato il numero di 35 nel sito regionale di riferimento di PI-Santa Croce "Coop": infatti sono stati registrati 30 superamenti riferiti all'anno 2016.

Per quanto riguarda i siti oggetto delle campagne indicative il valore riferito al 90,4° percentile è superiore a 50 µg/m<sup>3</sup> a Montopoli in Val d'Arno (56 µg/m<sup>3</sup>), il che indica una buona probabilità che in questa postazione si verifichi il superamento dell'indicatore in questione, come già era stato ipotizzato nella campagna annuale precedente nel medesimo sito. Le campagne sono indicative e quindi le valutazioni sul rispetto dei valori limite annuali sono affette da maggiore incertezza rispetto alle campagne annuali. È infatti necessario osservare che il periodo invernale monitorato a Montopoli, che ha contribuito ad incrementare il valore riferito al 90,4° percentile, ha fatto registrare molto probabilmente condizioni particolari favorevoli all'accumulo di inquinanti, vista la media delle concentrazioni PM<sub>10</sub> sul periodo, nettamente superiore agli altri valori medi di periodo (si veda la Tabella 5.2.3.b)

I valori riferiti al 90,4° percentile registrati presso gli altri siti, Castelfranco di Sotto (39 µg/m<sup>3</sup>), Ponte a Egola (36 µg/m<sup>3</sup>) e Fucecchio (31 µg/m<sup>3</sup>) suggeriscono il non superamento del limite normativo dei 35 superamenti per anno del VL giornaliero, tenuto conto anche dello stesso non superamento di PI-Santa Croce "Coop".

In aggiunta, la tabella con i dati storici di PM 10 (anni 2010 – 2016) mostra come l'utilizzo del sito regionale di PI-Santa Croce Coop per la valutazione della qualità dell'aria per PM 10 sia cautelativo e rappresentativo nello stesso tempo per l'area del Comprensorio del Cuio.

Per quanto riguarda il PM<sub>2,5</sub>, gli indicatori annuali dai vari siti di misura si attestano su valori decisamente simili alla media annuale 2016 del sito di riferimento di PI-Passi, ad eccezione del sito di Montopoli in Val d'Arno in cui si ha una maggiore attinenza alla media annuale 2016 registrata a LU-Capannori. In tutti i casi, i valori medi annuali sono inferiori sia al valore limite annuale (25 µg/m<sup>3</sup>) sia agli indicatori di periodo di LU-Capannori, preso anch'esso a riferimento. La frazione percentuale di PM<sub>2,5</sub> (rispetto al PM<sub>10</sub>) risulta mediamente più simile alla frazione percentuale PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> registrata a PI-Passi, rispetto a quella misurata a LU-Capannori. Per quanto riguarda le campagne annuali, Montopoli e San Miniato hanno percentuali di frazione PM<sub>2,5</sub> più simili a quelle registrate su scala annuale a LU-Capannori. Le frazioni ricavate a

Castelfranco e Fucecchio su scala annuale mostrano più affinità con i dati registrati a PI-Passi nei rispettivi periodi.

Per quanto concerne l'Acido solfidrico, sicuramente l'inquinante più caratterizzante le zone esaminate, si evidenziano criticità in particolar modo nel sito di San Miniato, con superamenti della soglia olfattiva di  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  che si sono verificati, su scala annuale, per una percentuale superiore al 20% del tempo di misura, con conseguente alta probabilità dell'instaurarsi di condizioni favorevoli allo sviluppo di maleodoranze locali. Sempre in quel sito, la massima media oraria è risultata di  $231 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tutti gli altri siti (PI-Santa Croce Coop inclusa) hanno fatto registrare concentrazioni medie orarie inferiori a  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Come si vede dalle varie mappe, l'incidenza per questo tipo di inquinante è spazialmente più diffusa all'interno del Comprensorio, nella fascia a Sud del fiume Arno, che va da San Romano (Comune di Montopoli in Val d'Arno) e Ponte a Egola (San Miniato). In sostanza, si può affermare che il sito preso a riferimento di PI-Santa Croce "Coop" rappresenta il territorio preso in esame per il Biossido di Azoto e il PM10. Per quanto attiene al PM2,5, vi è coerenza con i valori registrati a PI-Passi, anche se non così netta come nelle precedenti campagne. Per quanto riguarda il Biossido di Zolfo, in base ai valori riscontrati nelle campagne indicative, la stazione LU-Capannori può essere utilizzata come riferimento anche per la zona indagata, almeno per i primi tre siti di monitoraggio, considerando comunque che da anni sicuramente questo composto è divenuto un inquinante scarsamente presente. La postazione di Ponte a Egola (San Miniato), seppure ampiamente nei limiti normativi, ha fatto rilevare le concentrazioni più elevate,

## ALLEGATO A: dati meteorologici

E' importante conoscere la situazione meteorologica relativa ai vari periodi di misura, dato che le condizioni meteorologiche influiscono sia sui fenomeni di dispersione e di accumulo degli inquinanti, sia sulla formazione di alcuni di essi.

Il laboratorio mobile è attrezzato con sensori per il rilevamento dei seguenti parametri meteorologici:

Direzione del vento (DV)

Velocità del vento (VV)

Il posizionamento dei sensori non rispetta in alcune postazioni di campionamento del mezzo mobile le caratteristiche previste per il corretto posizionamento di una stazione meteo pertanto i risultati sotto riportati sono da considerarsi solo indicativi e non possono essere utilizzati al fini di una correlazione puntuale con i dati di qualità dell'aria.

**Tabella A.1 Caratteristiche tecniche dei sensori**

Parametro	Marca modello	Principio Metodo	Limite Rilevabilità	Precisione
DV	Gonioanemometro Lastem C 500 D	Potenziometria	0,4° (risoluzione in gradi sessagesimali)	2° (gradi sessagesimali)
VV	Tacoanemometro Lastem C 500 S	Disco rotante a lettura optoelettronica	0,25 m/s	1%

*Grafico A.1.1 Rosa dei venti presso Montopoli in Val d'Arno – Inverno 2015*

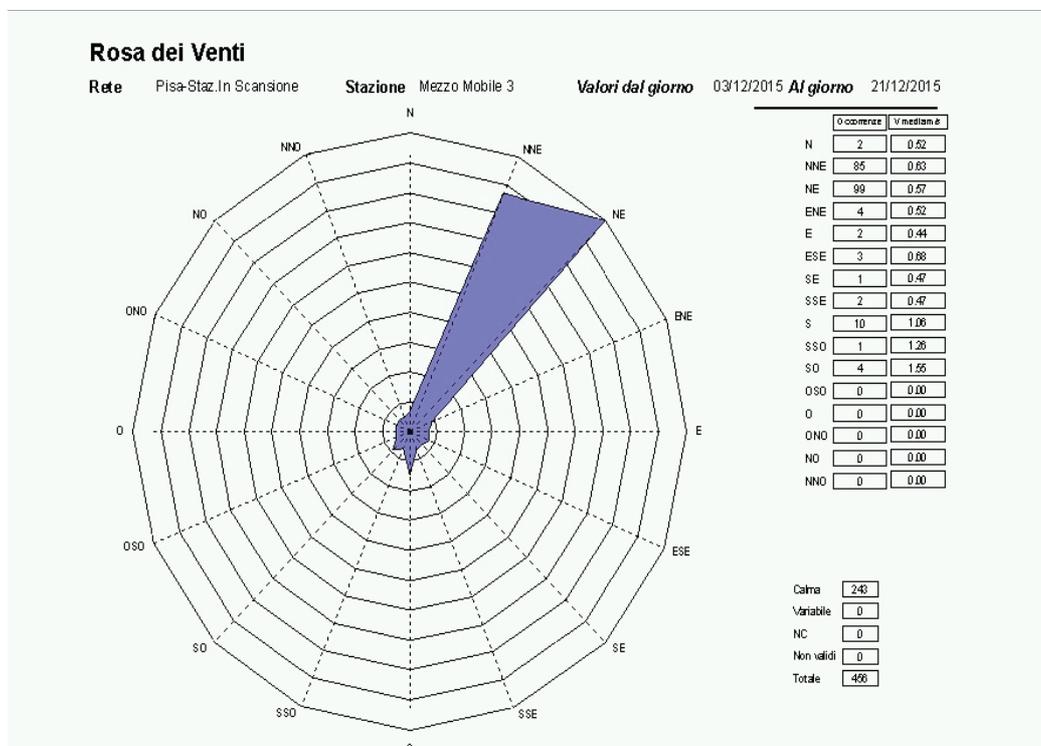


Grafico A.1.2 Rosa dei venti presso Montopoli in Val d'Arno – Primavera 2016

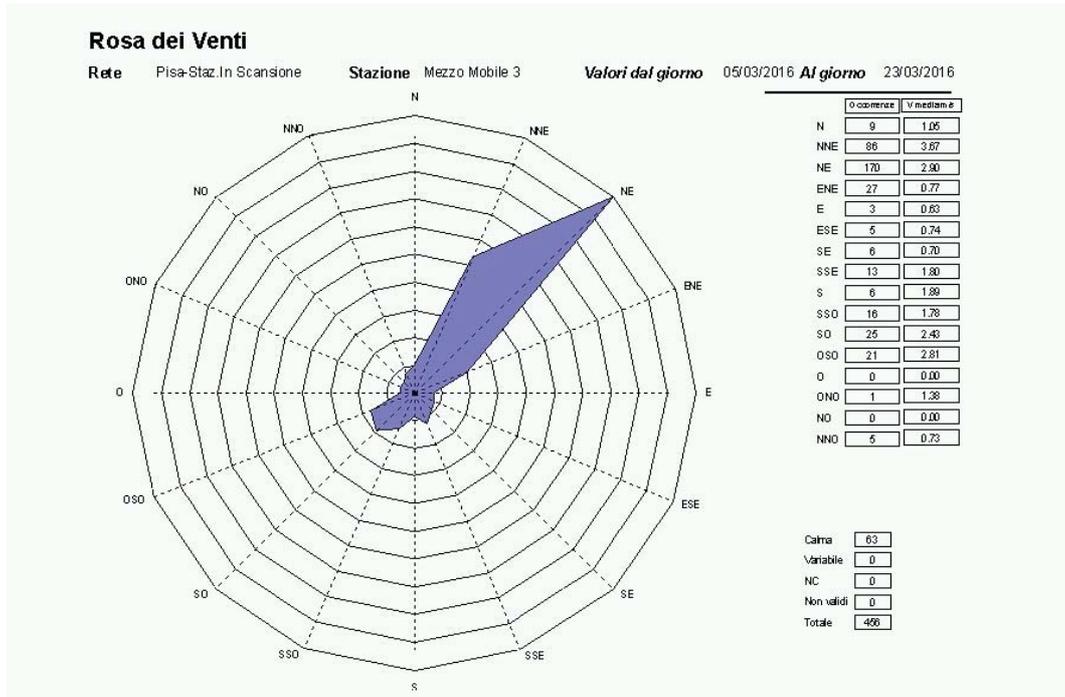


Grafico A.1.3 Rosa dei venti presso Montopoli in Val d'Arno – Estate 2016

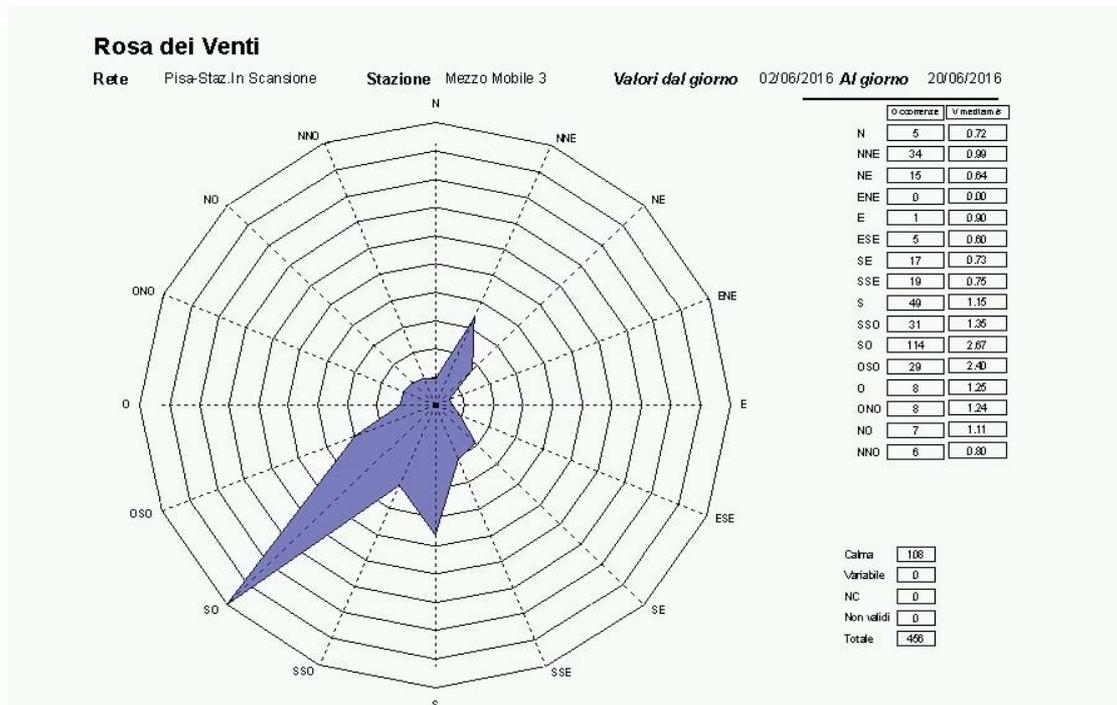


Grafico A.1.4 Rosa dei venti presso Montopoli in Val d'Arno – Autunno 2016

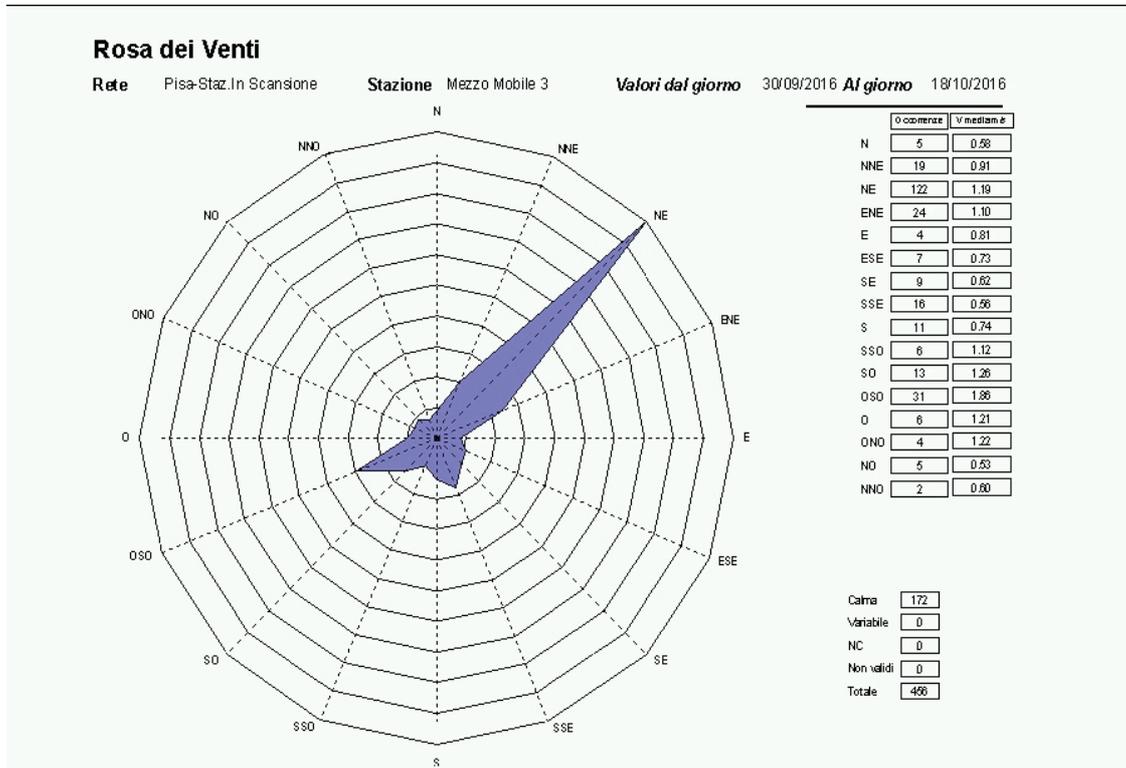


Grafico A.2.1 Rosa dei venti presso Castelfranco di Sotto – Inverno 2016

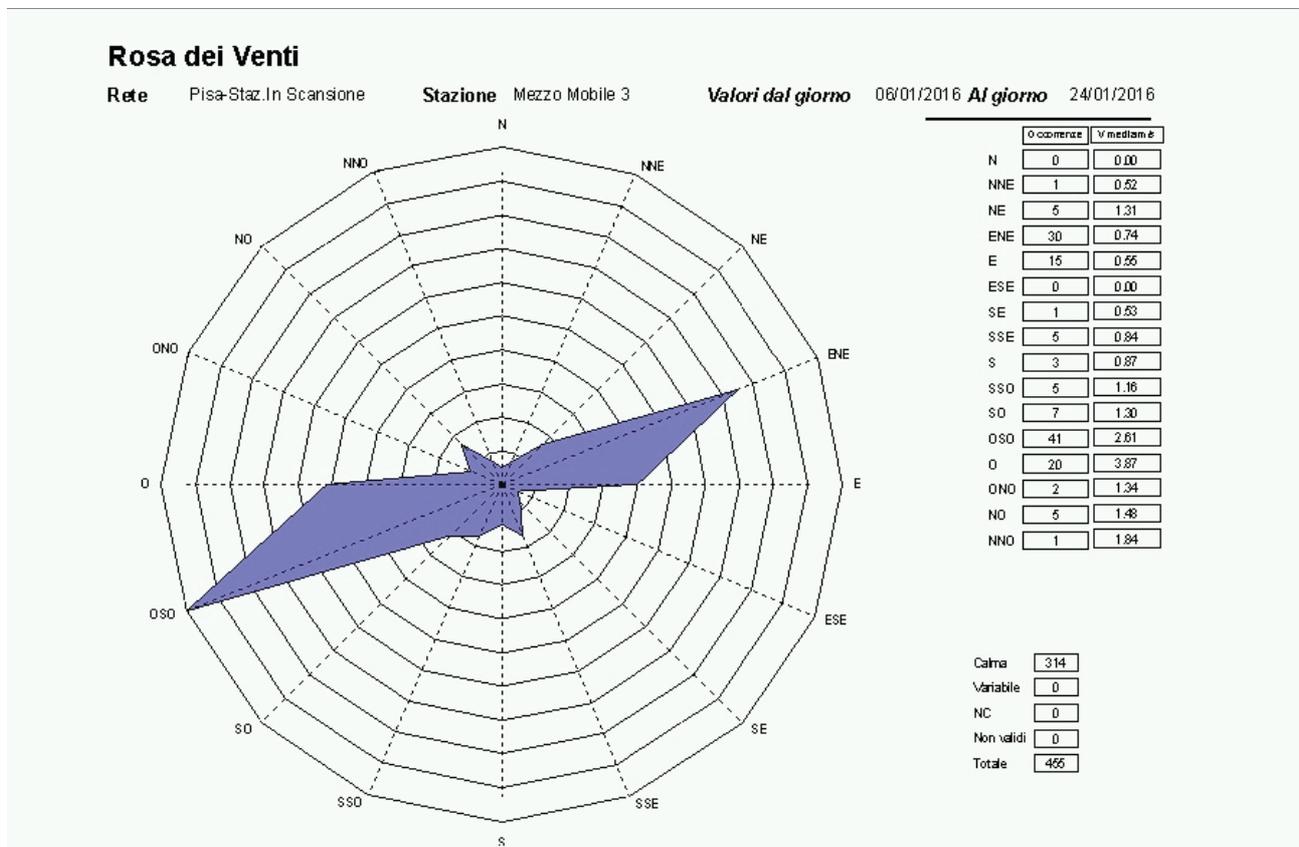


Grafico A.2.2 Rosa dei venti presso Castelfranco di Sotto – Primavera 2016

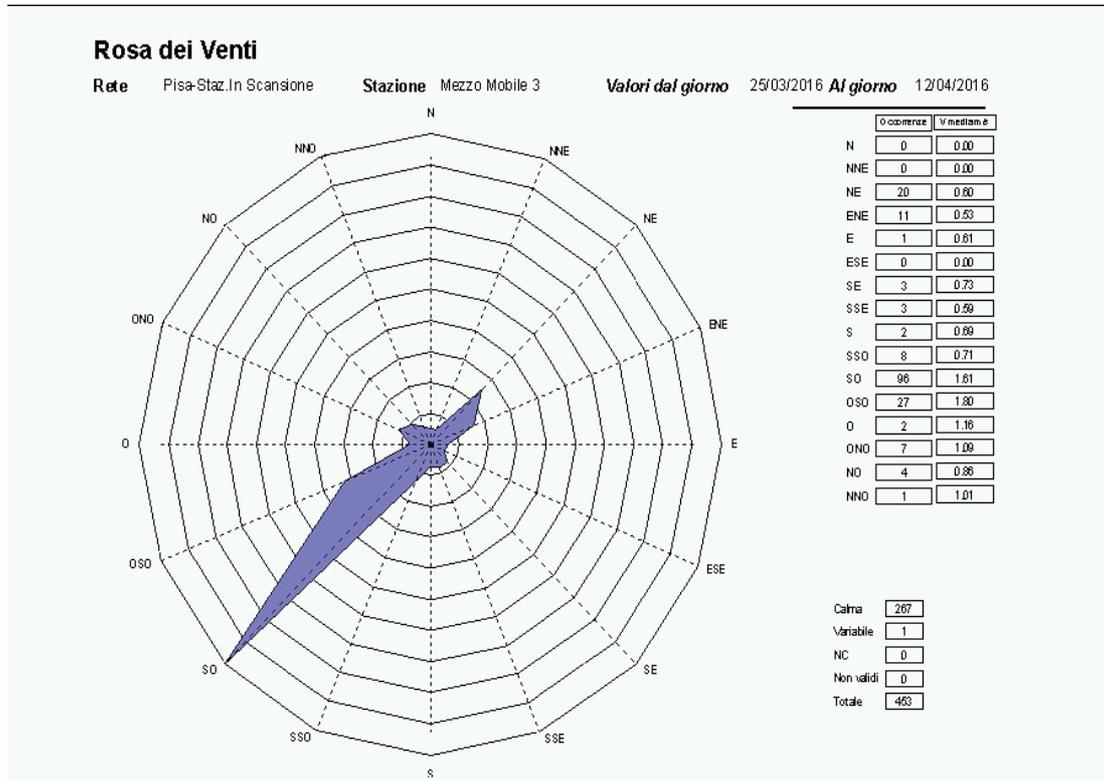


Grafico A.2.3 Rosa dei venti presso Castelfranco di Sotto – Estate 2016

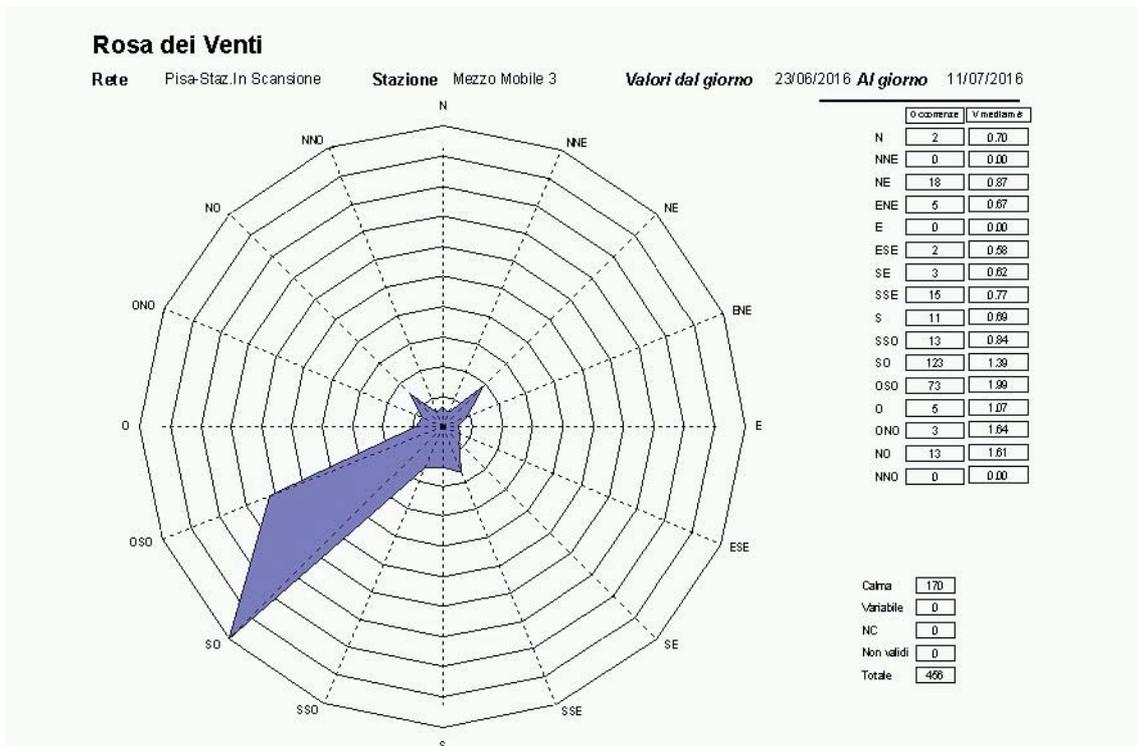


Grafico A.2.4 Rosa dei venti presso Castelfranco di Sotto – Autunno 2016



Grafico A.3.1 Rosa dei venti presso Fucecchio – Inverno 2016

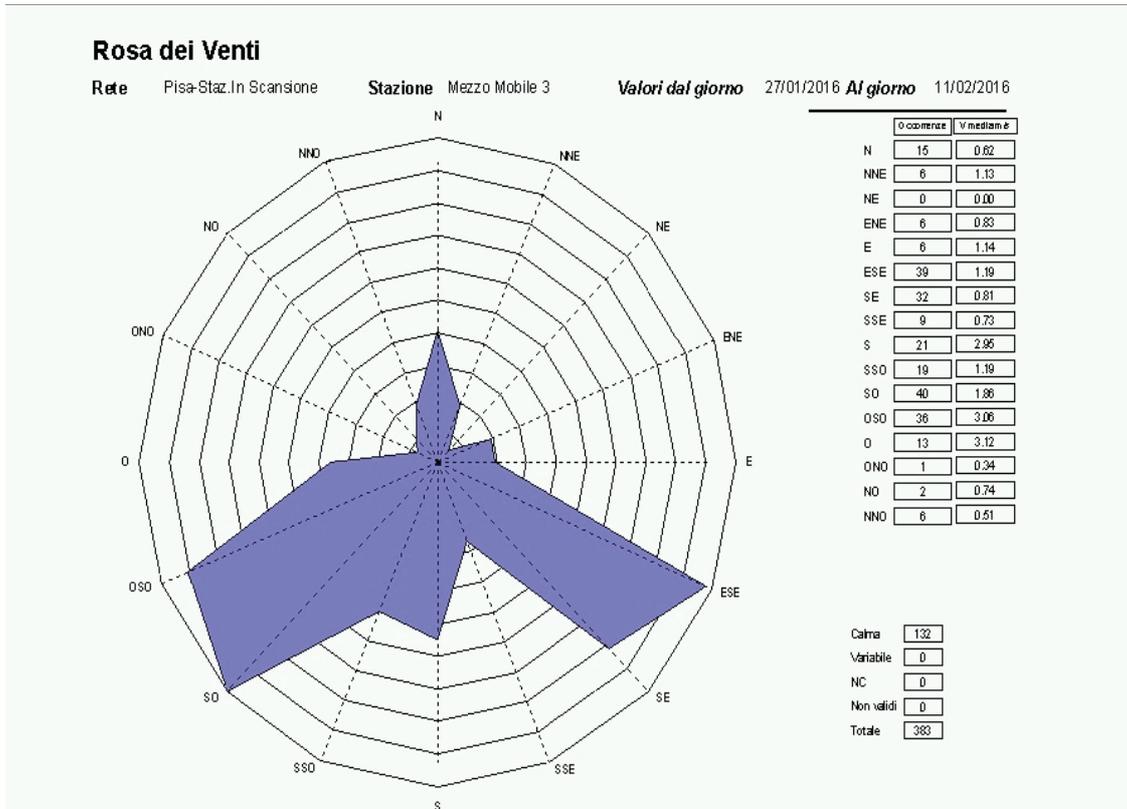


Grafico A.3.2 Rosa dei venti presso Fucecchio – Primavera 2016



Grafico A.3.3 Rosa dei venti presso Fucecchio – Estate 2016

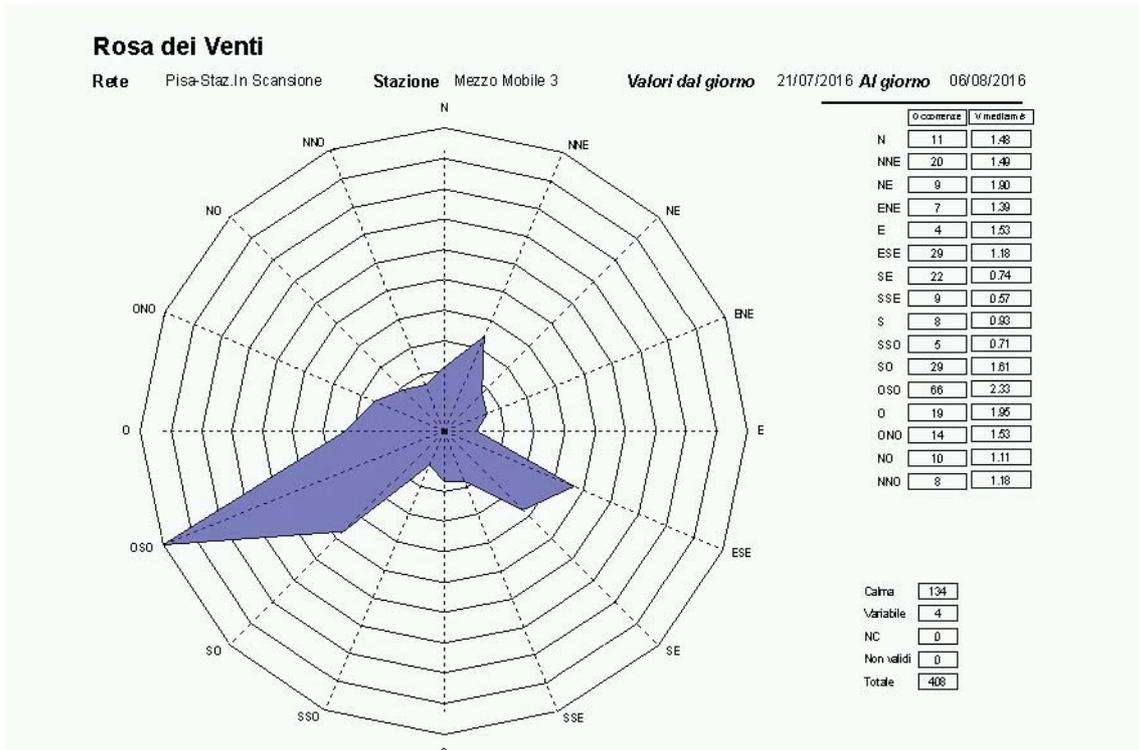


Grafico A.3.4 Rosa dei venti presso Fucecchio – Autunno 2016



Grafico A.4.1 Rosa dei venti presso San Miniato – Inverno 2016

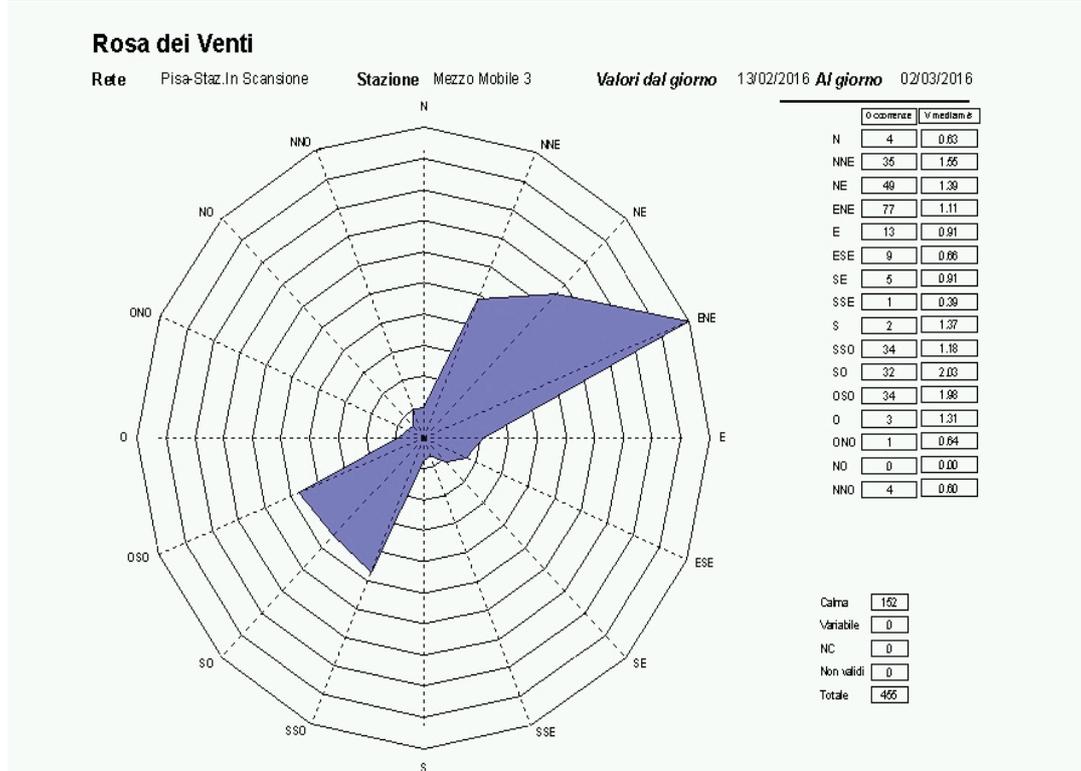


Grafico A.4.2 Rosa dei venti presso San Miniato – Primavera 2016

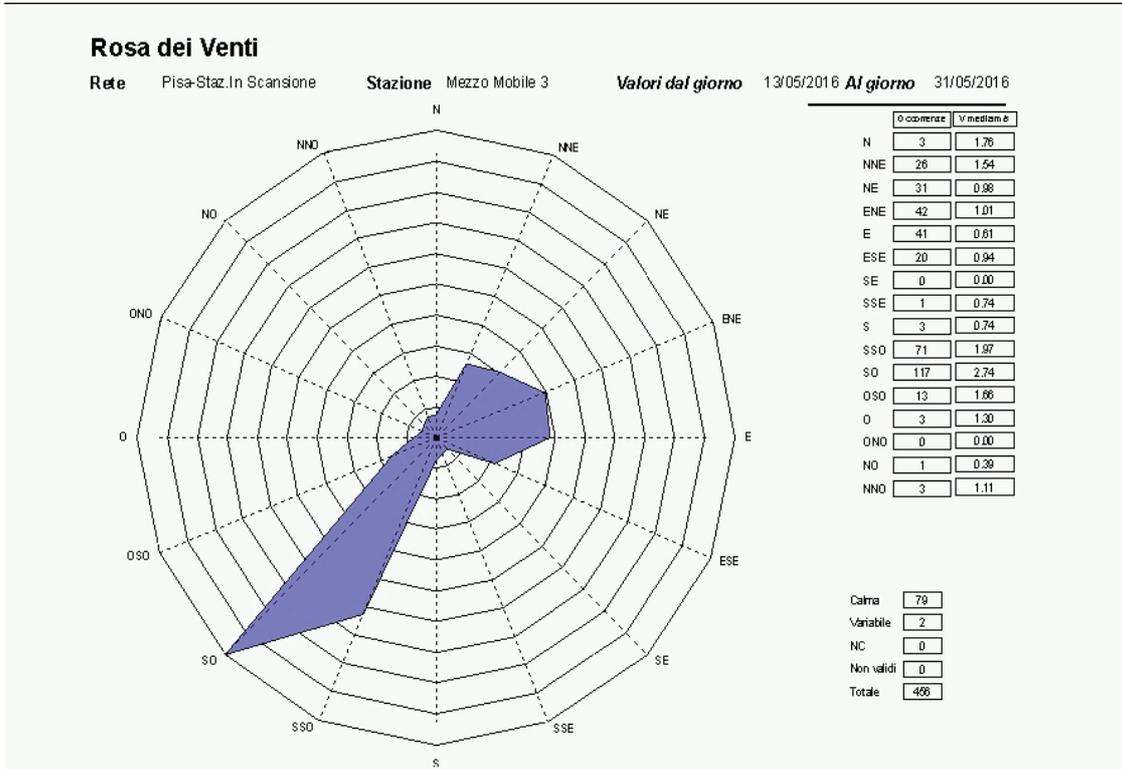
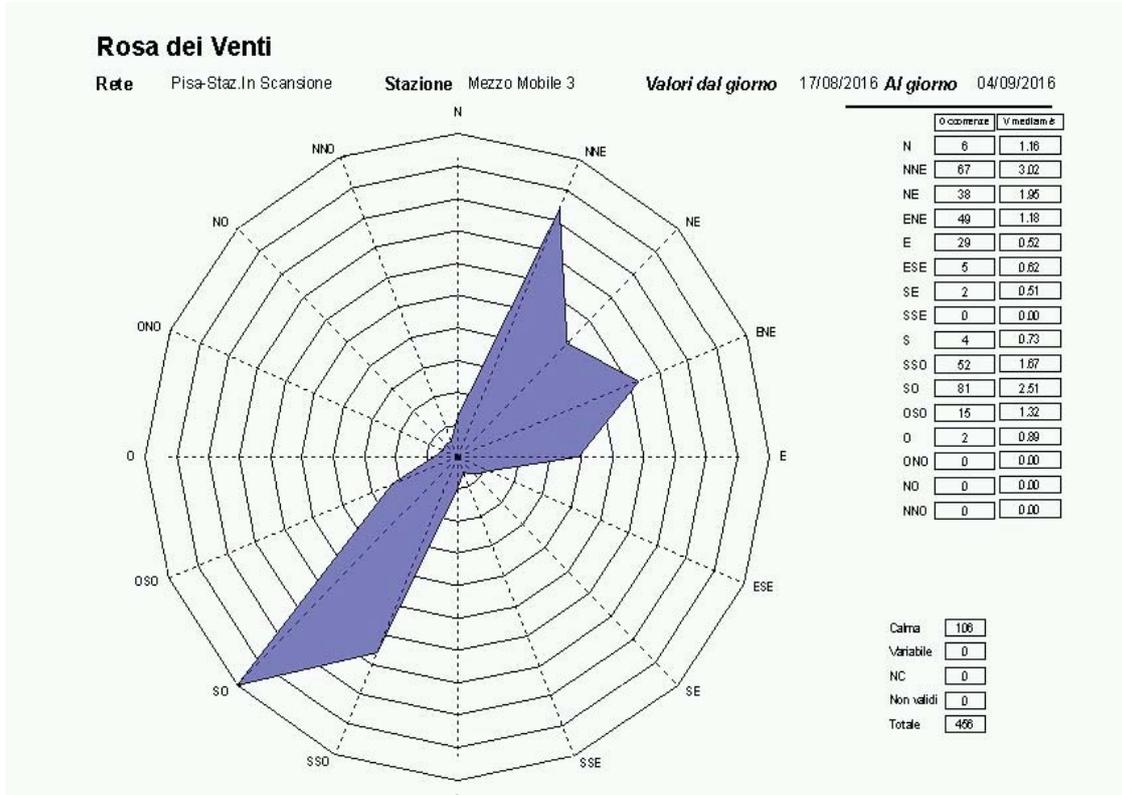
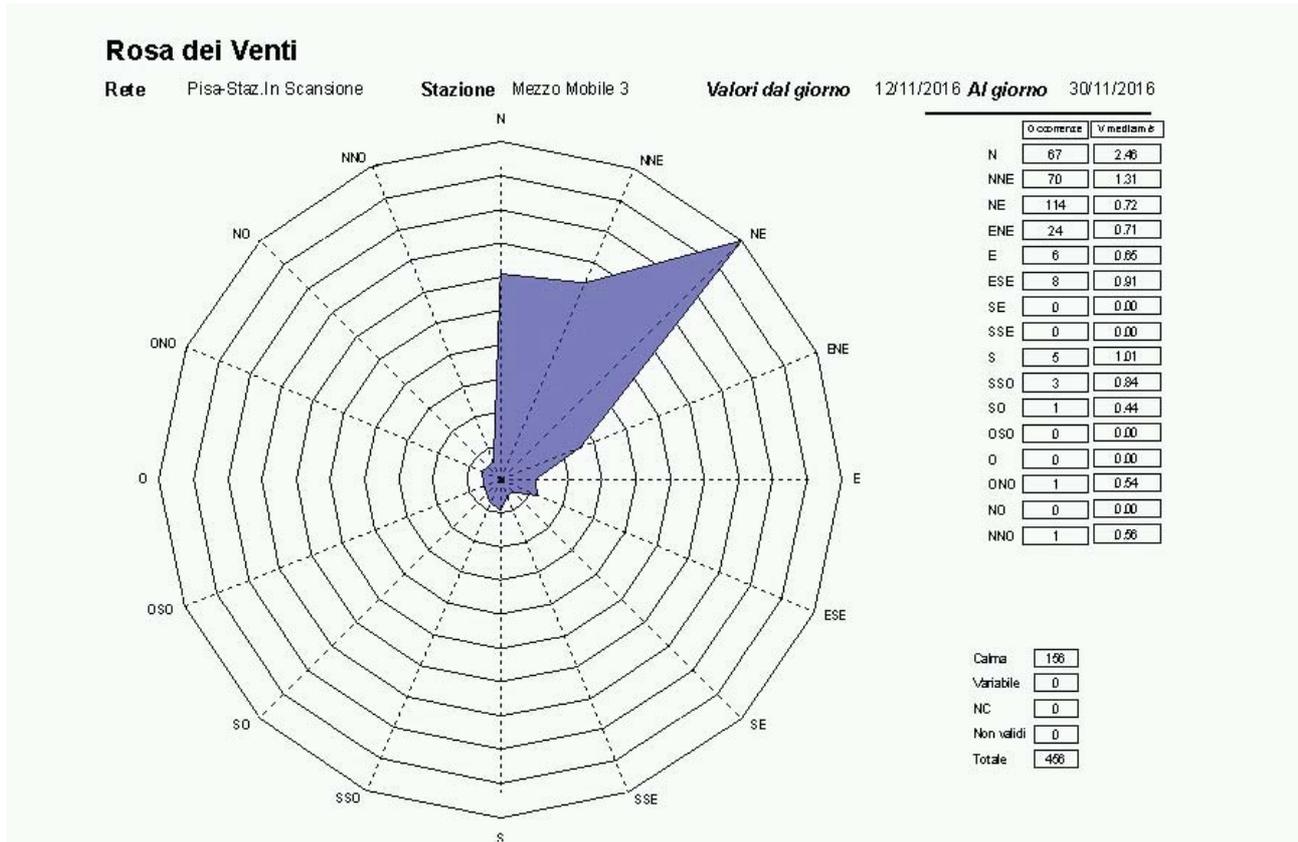


Grafico A.4.3 Rosa dei venti presso San Miniato – Estate 2016





Nel sito di Montopoli in Val d'Arno le frequenze maggiori di provenienza del vento sono dai quadranti orientali (in particolare Nord-Est) per quanto riguarda le stagioni invernale, primaverile e autunnale.

In estate si nota una netta preponderanza dei fenomeni ventosi da Sud-Ovest, ad eccezione che nel sito di San Miniato, dove c'è anche una presenza non trascurabile dei fenomeni dal quadrante Nord-Orientale. Il sito di Castelfranco di Sotto, a questo proposito, fa registrare una preminenza degli eventi ventosi dal quadrante Sud-Occidentale, pur avendo una compresenza dei fenomeni da Nord-Est nella stagione autunnale.

Nel sito di Fucecchio si nota che vi è una coesistenza di fenomeni ventosi dalla quasi totalità dei quadranti (eccetto Nord-Ovest) in tutte le stagioni, meno marcata in estate, stagione nella quale prevale il quadrante Sud-Occidentale.

Nel sito di San Miniato, i venti da Nord-Est hanno una maggiore incidenza nelle stagioni invernale e autunnale, mentre in estate e primavera è netto il contributo da Sud-Ovest; in corrispondenza di ciò, non è comunque trascurabile l'apporto di fenomeni ventosi da Nord-Est.

Grafico A.1.b Velocità del vento (VV) – San Romano, Via Pertini: dicembre 2015 – ottobre 2016

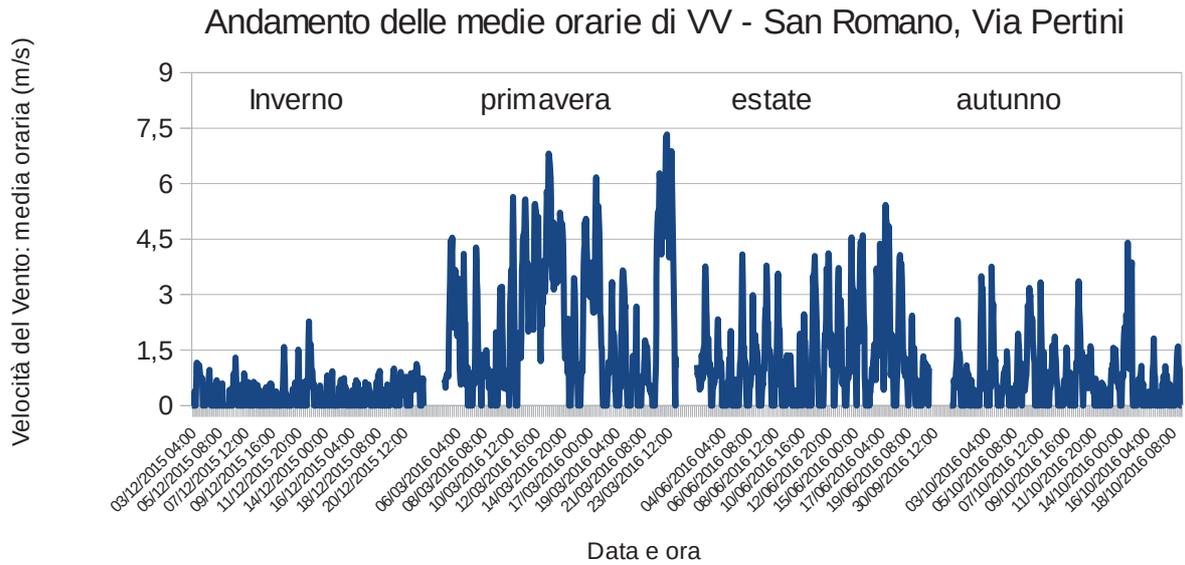


Grafico A.2.b Velocità del vento (VV) – Castelfranco di Sotto: gennaio - novembre 2016

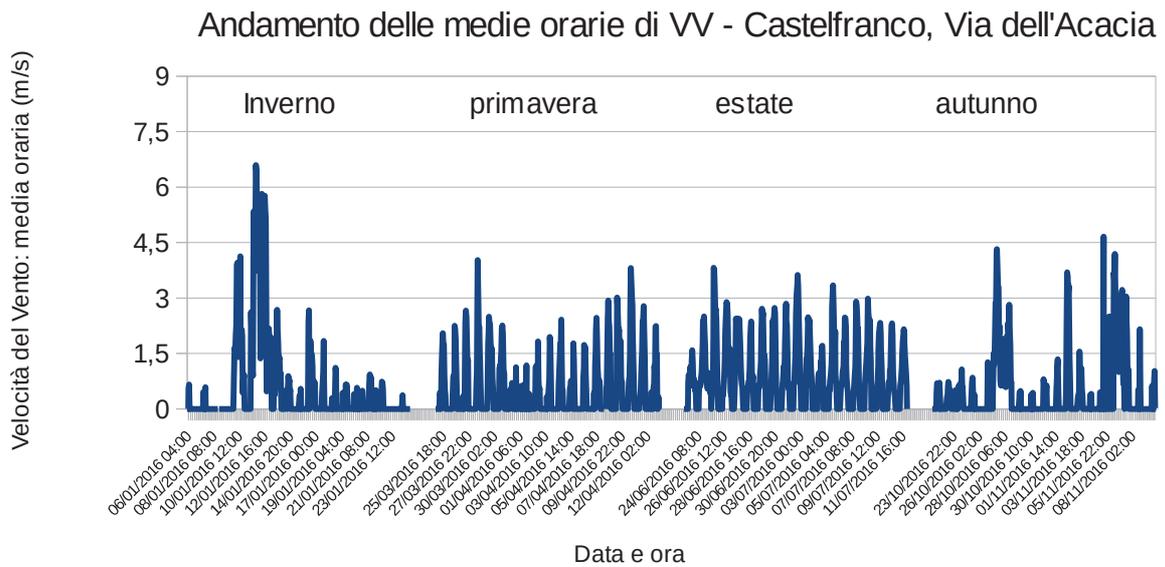


Grafico A.3.b Velocità del vento (VV) – Fucecchio: gennaio – settembre 2016

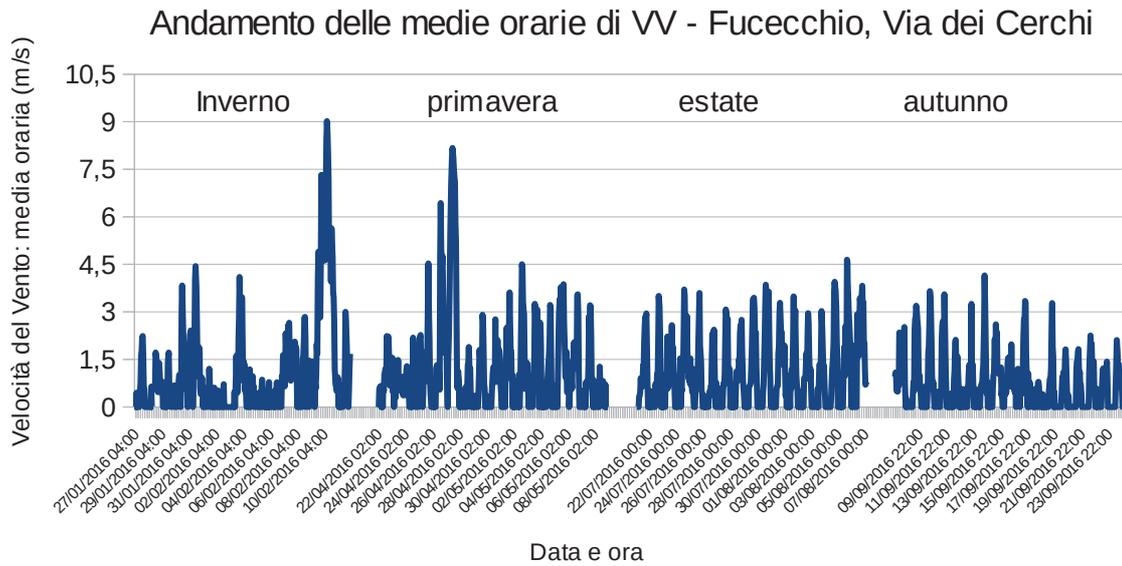


Grafico A.4.b Velocità del vento (VV) – San Miniato: febbraio – novembre 2016

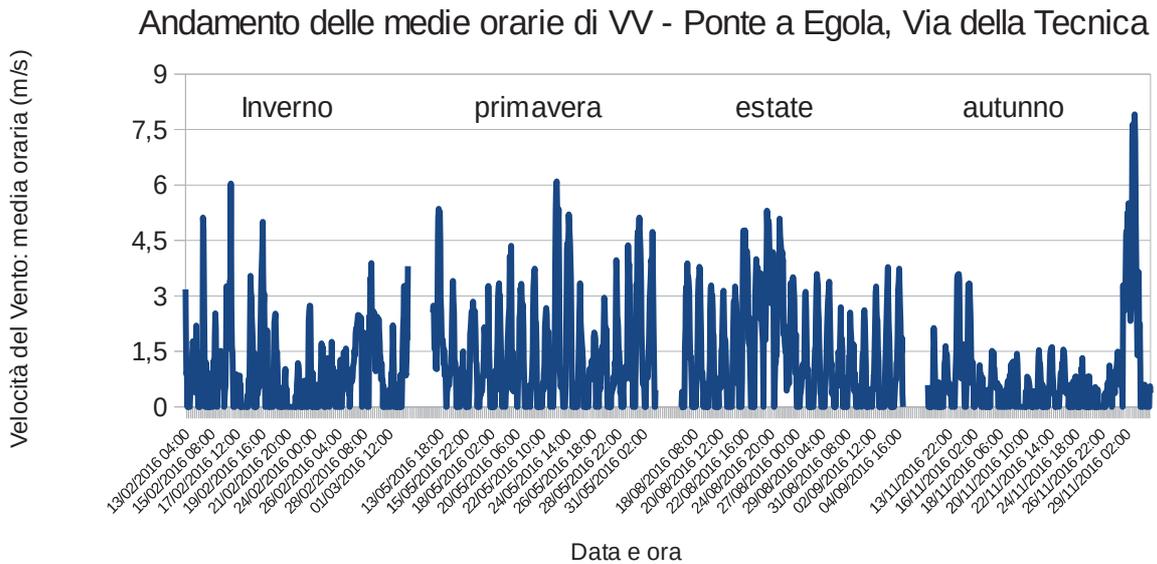


Tabella A.2: frequenza percentuale dei fenomeni di CALMA DI VENTO ( $v < 1,5$  m/s) e di velocità del vento (VV) superiore a 3,5 m/s

Sito di misura	Stagione	Frequenza percentuale di VV < 1,5 m/s	Frequenza percentuale di VV > 3,5 m/s
<b>San Romano – Via Pertini</b>	inverno	99%	0%
	primavera	46%	27%
	estate	69%	9%
	autunno	86%	1%
<b>Castelfranco di Sotto - Via dell'Acacia</b>	inverno	87%	6%
	primavera	85%	1%
	estate	75%	1%
	autunno	88%	2%
<b>Fucecchio – Via dei Cerchi</b>	inverno	78%	8%
	primavera	73%	7%
	estate	71%	4%
	autunno	83%	1%
<b>Ponte a Egola – Via della Tecnica</b>	inverno	78%	2%
	primavera	63%	10%
	estate	58%	10%
	autunno	87%	5%

Come era plausibile, si nota una elevata ricorrenza di fenomeni ventosi al di sopra dei 3,5 m/s nella stagione primaverile, per quanto riguarda Montopoli in Val d'Arno, in linea con quanto già misurato nella campagna precedente; nel contempo si evidenzia una totale assenza di episodi di vento con velocità superiore ai 3,5 m/s. Per quanto riguarda Castelfranco di Sotto, si rilevano percentuali simili a quanto già indicato dalle misure annuali dello scorso anno, con incidenza maggiore dei fenomeni al di sotto dei 1,5 m/s e al di sopra dei 3,5 m/s nella stagione invernale. Per quanto riguarda Fucecchio, la maggior parte degli eventi ventosi è in inverno e primavera. A San Miniato la primavera e l'estate fanno registrare una discreta ricorrenza di fenomeni ventosi superiori ai 3,5 m/s, pari al 10%.

## ALLEGATO B: Giorno tipo del Biossido di Azoto (inverno / estate)

Grafico B.1.a – Giorno tipo di NO<sub>2</sub> a Montopoli in Val d'Arno, frazione San Romano - Inverno

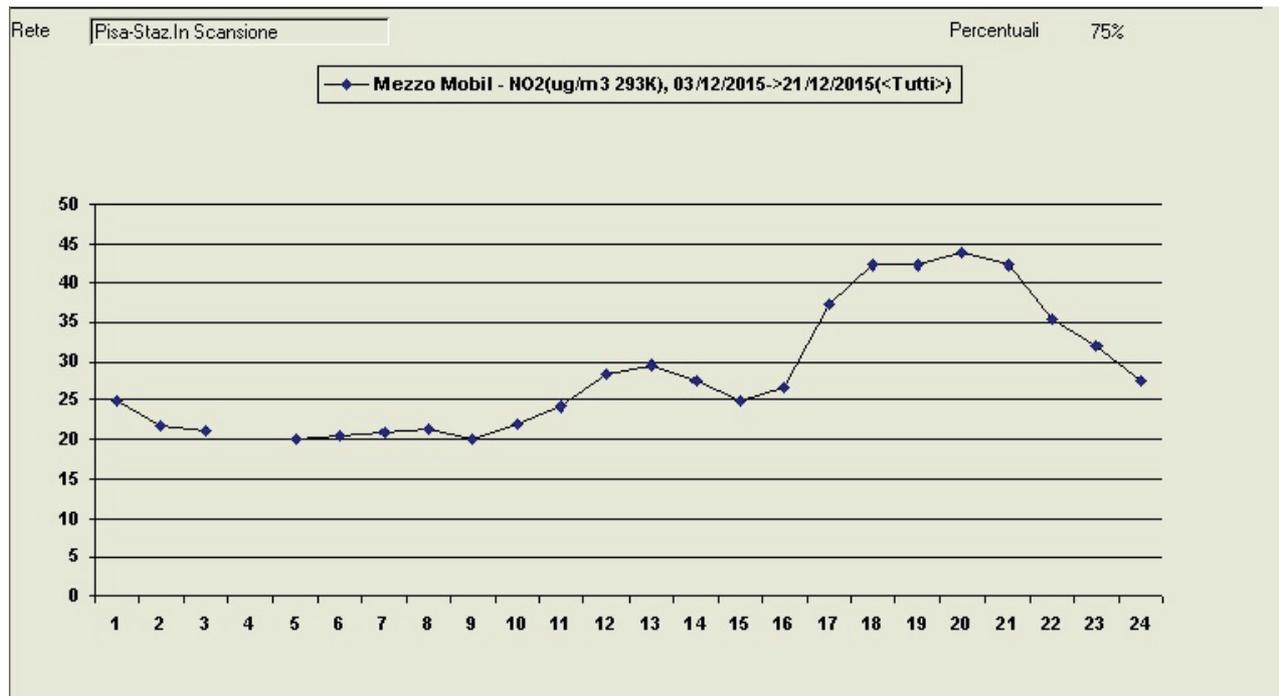


Grafico B.1.b – Giorno tipo di NO<sub>2</sub> a Montopoli in Val d'Arno, frazione San Romano – Estate

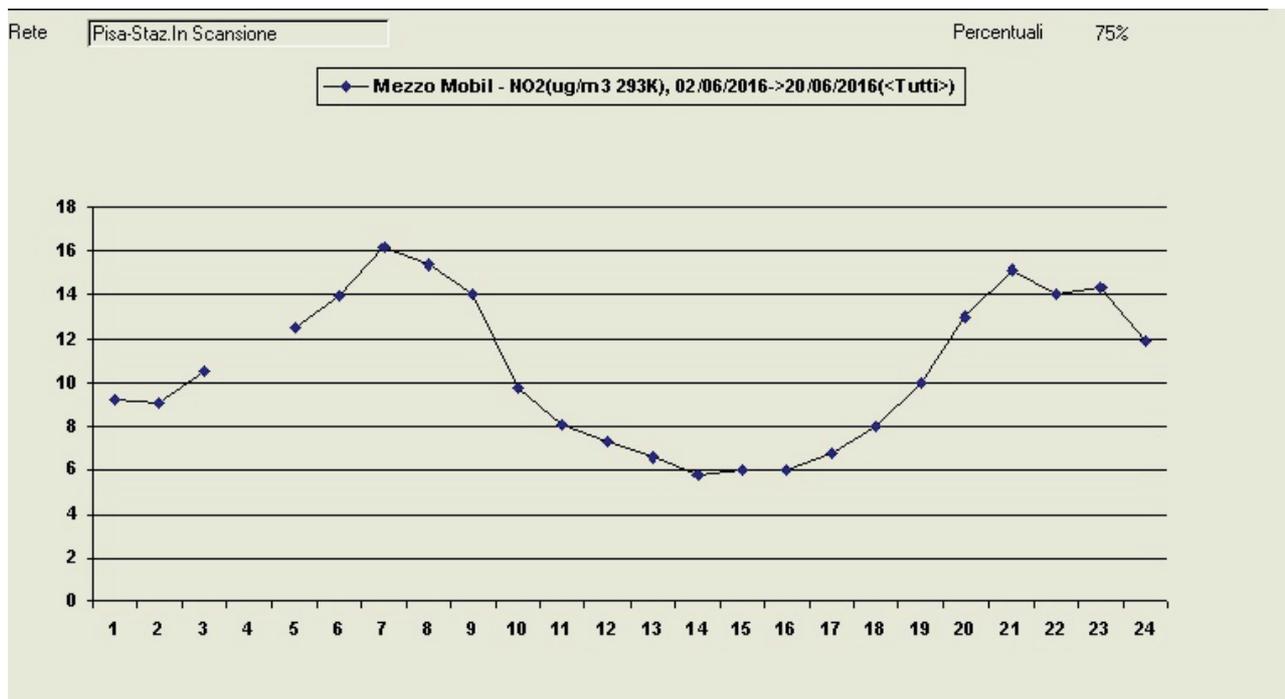


Grafico B.2.a – Giorno tipo di NO<sub>2</sub> a Castelfranco di Sotto – Inverno

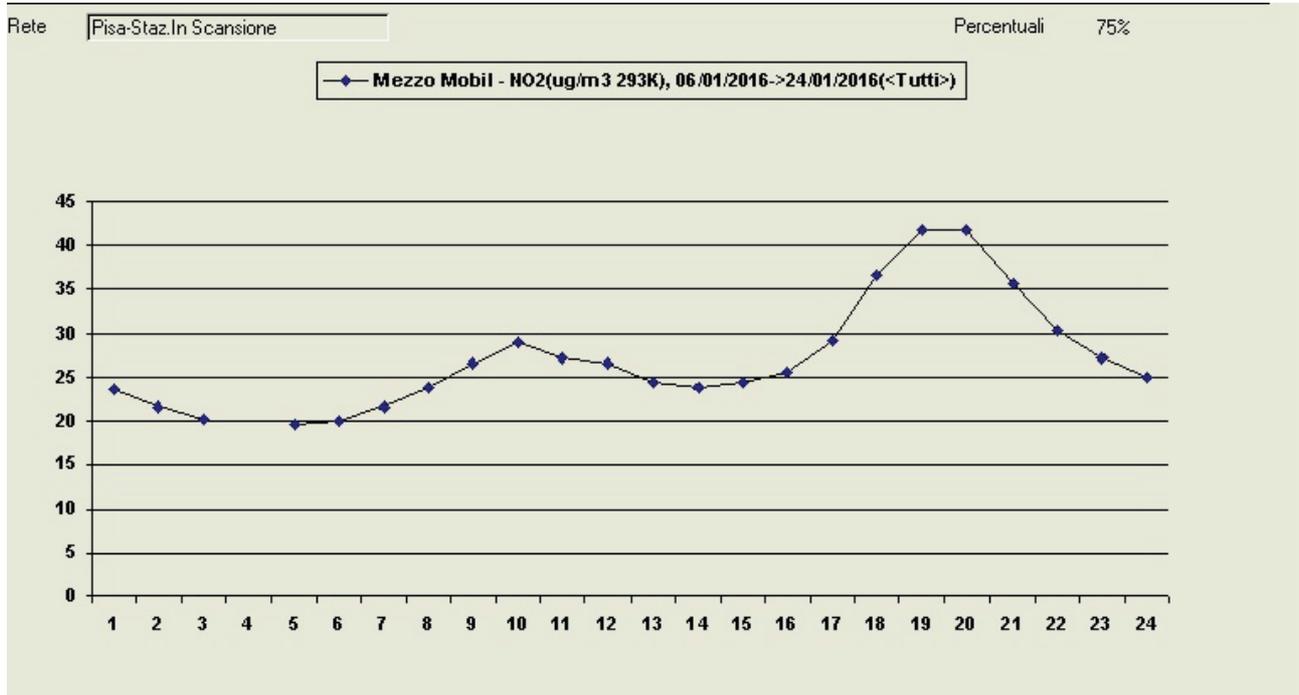


Grafico B.2.b – Giorno tipo di NO<sub>2</sub> a Castelfranco di Sotto – Estate

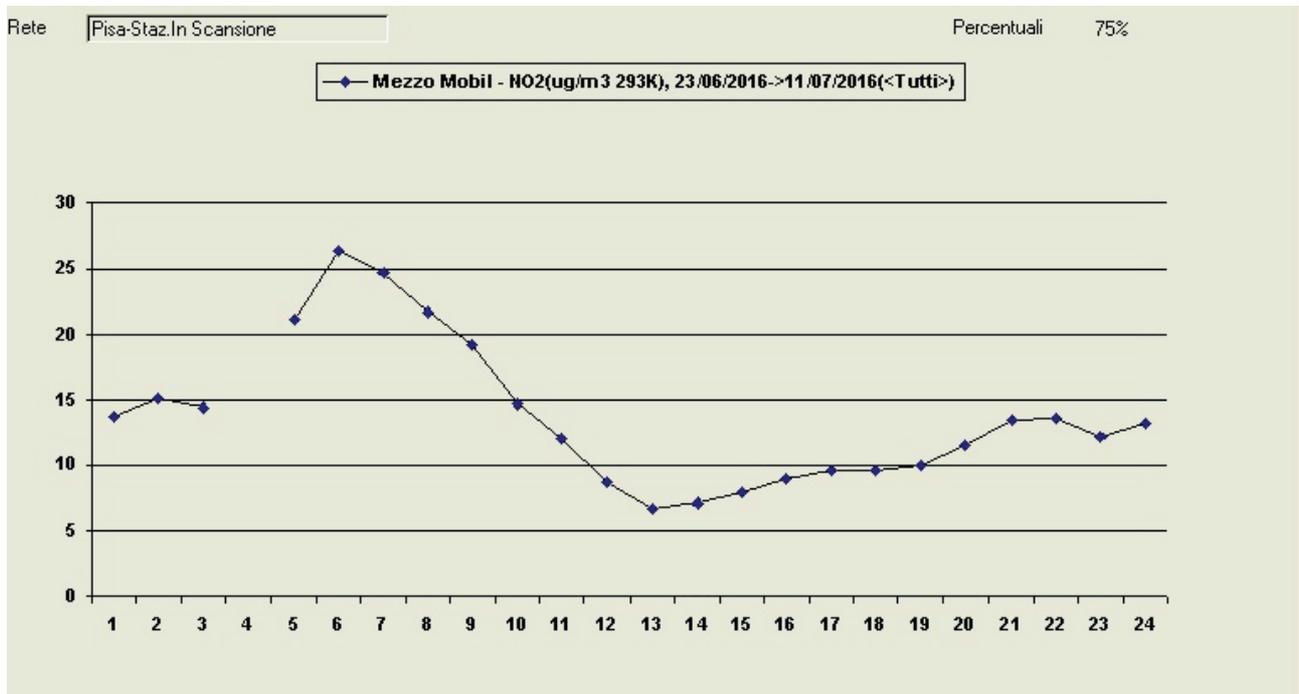


Grafico B.3.a – Giorno tipo di NO<sub>2</sub> a Fucecchio – Inverno

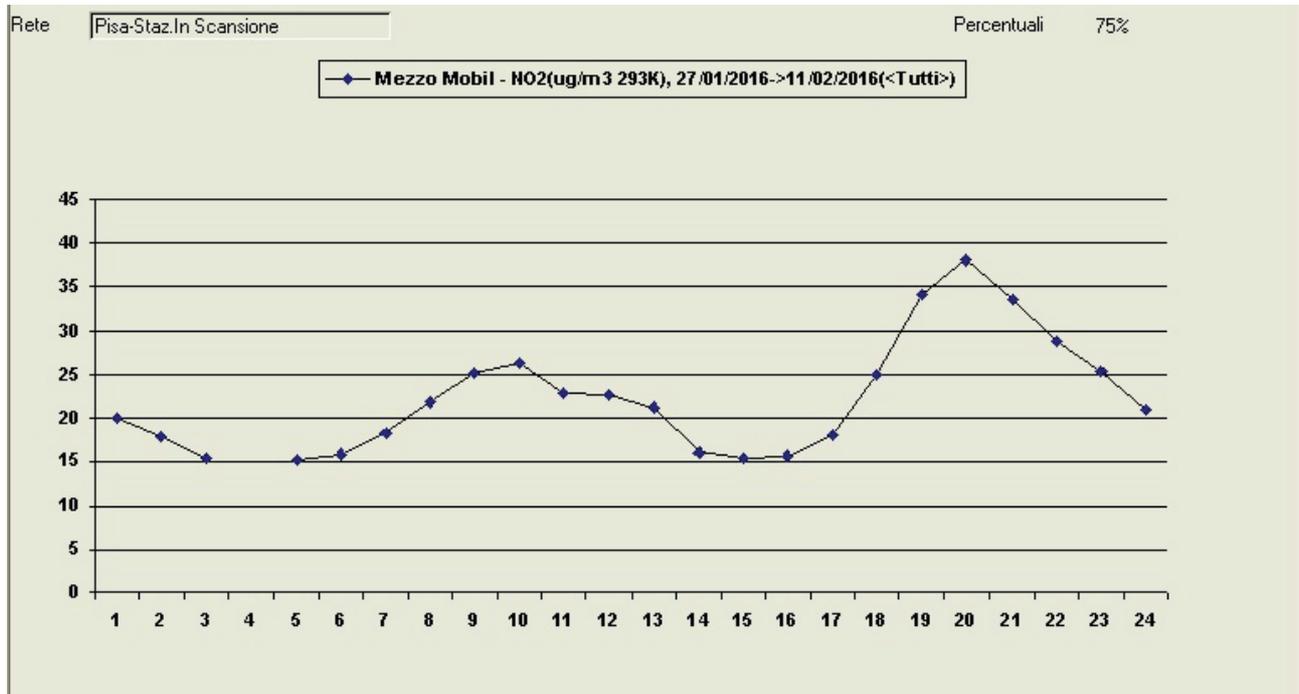


Grafico B.3.b – Giorno tipo di NO<sub>2</sub> a Fucecchio – Estate

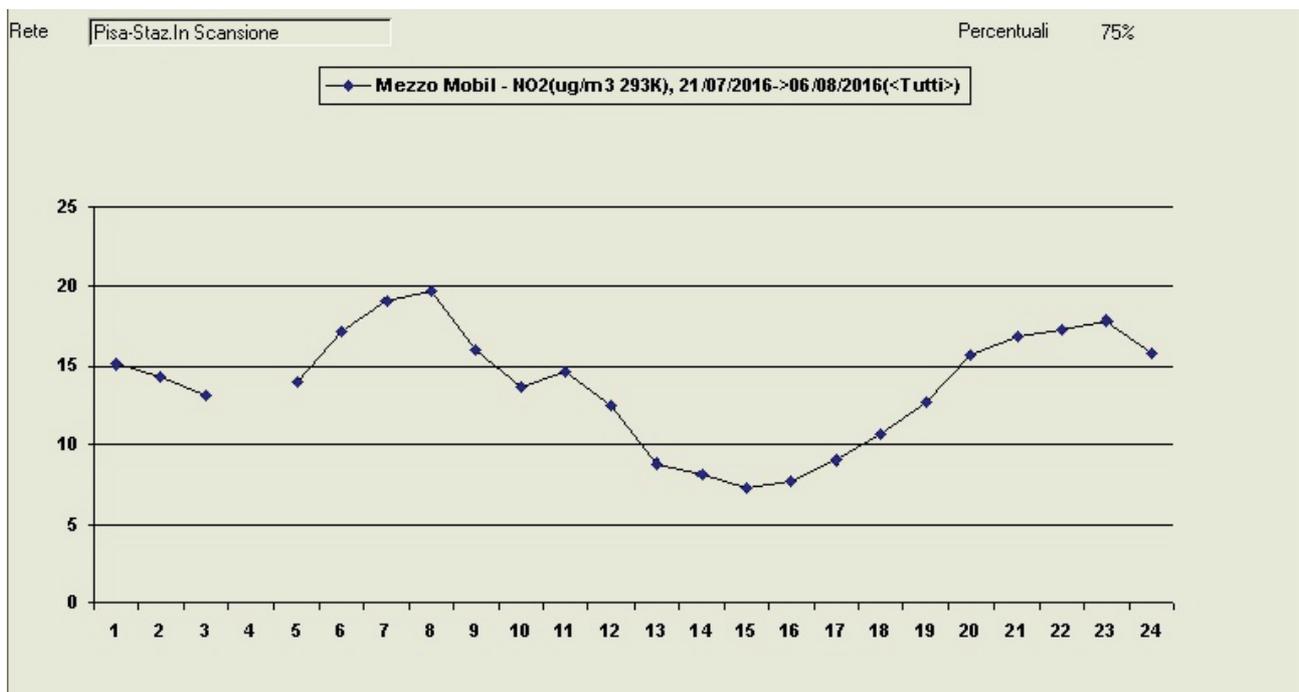


Grafico B.4.a – Giorno tipo di NO<sub>2</sub> a San Miniato, fraz. Ponte a Egola – Inverno

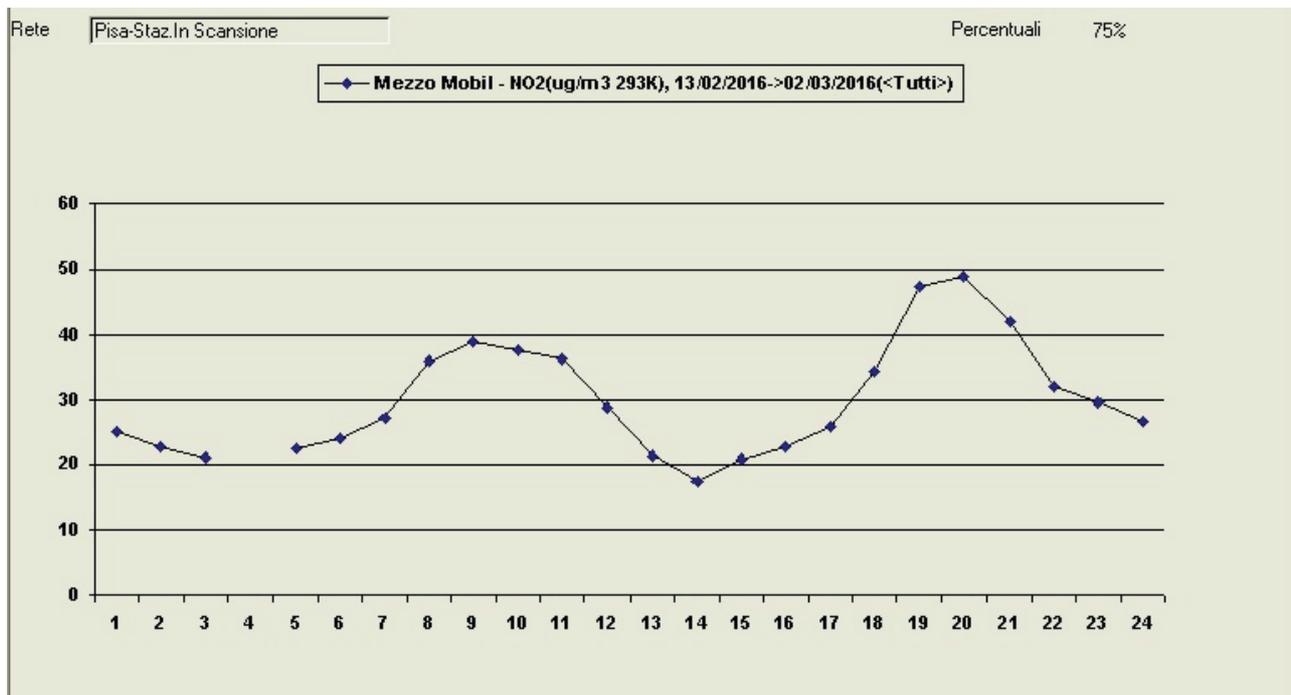
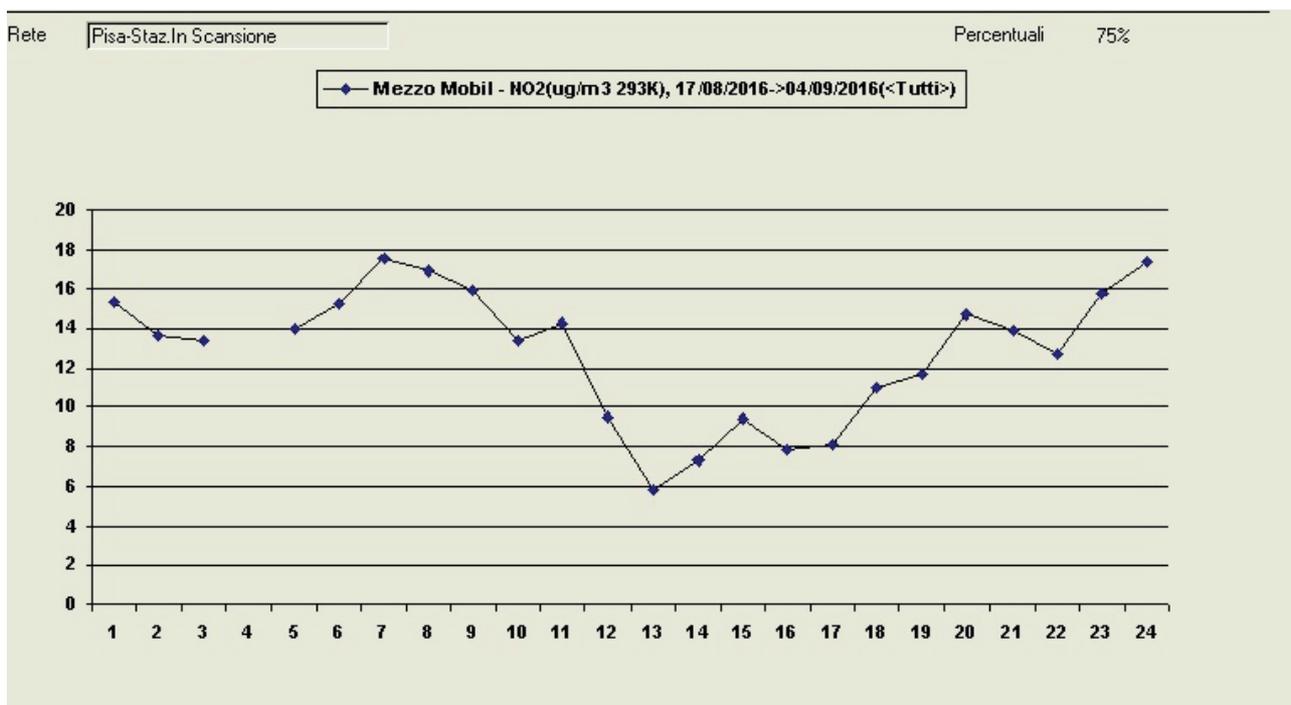


Grafico B.4.a – Giorno tipo di NO<sub>2</sub> a San Miniato, fraz. Ponte a Egola – Estate



## **ALLEGATO C: Test di correlazione di Pearson – definizione**

In teoria degli errori, l'indice di correlazione di Pearson, anche detto coefficiente di correlazione di Pearson (o di Bravais-Pearson) tra due variabili aleatorie è un coefficiente che esprime la linearità tra la loro covarianza e il prodotto delle rispettive deviazioni standard.

Date due variabili statistiche X e Y, l'indice di correlazione di Pearson è definito come la loro covarianza divisa per il prodotto delle deviazioni standard delle due variabili:

$$\rho_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

dove

$\sigma_{xy}$  è la covarianza tra X e Y

$\sigma_x, \sigma_y$  sono le due deviazioni standard

Il coefficiente assume sempre valori compresi tra -1 e 1:

$$-1 \leq \rho_{xy} \leq 1$$

Se:

$$\rho_{xy} > 0$$

le variabili x e y si dicono *direttamente correlate*, oppure *correlate positivamente*

$$\rho_{xy} = 0$$

le variabili x e y si dicono *incorrelate*

$$\rho_{xy} < 0$$

le variabili x e y si dicono *inversamente correlate*, oppure *correlate negativamente*

Per la correlazione diretta si distingue inoltre:

$$0 < \rho_{xy} < 0,3$$

*correlazione debole*

$$0,3 < \rho_{xy} < 0,7$$

*correlazione moderata*

$$\rho_{xy} > 0,7$$

*correlazione forte*

L'indice di correlazione vale 0 se le due variabili sono indipendenti. Non vale la conclusione opposta: in altri termini, la non correlazione è condizione *necessaria* ma non *sufficiente* per l'indipendenza. L'ipotesi di assenza di autocorrelazione è più restrittiva ed implica quella di indipendenza fra due variabili.

L'indice di correlazione vale + 1 in presenza di correlazione lineare positiva ( $y = a + b x$ , dove  $b > 0$ ), mentre vale -1 in presenza di correlazione lineare negativa (p.es.:  $y = a + b x$ , con  $b < 0$ ).