

# **PROVINCIA DI PISA**

## **CAMPAGNA INDICATIVA DI RILEVAMENTO DI QUALITÀ DELL'ARIA CON MEZZO MOBILE N° 1**

presso

***Castelfranco di Sotto – Via Usciana***

**6 marzo 2015 – 5 marzo 2016**

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

**Regione Toscana**





## **PROVINCIA DI PISA**

### **RELAZIONE CAMPAGNA DI RILEVAMENTO CON MEZZO MOBILE N° 1**

Castelfranco di Sotto – Via Usciana  
6 marzo 2015 – 5 marzo 2016

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 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.*

**Ottobre 2016**

**Area Vasta ARPAT Toscana Costa**

via Marradi, 114 - 57126 Livorno

tel. 055.32061, fax 055.5305615 - p.iva 04686190481

www.arpat.toscana.it - urp@arpat.toscana.it - PEC: arpat.protocollo@postacert.toscana.it

## Sintesi

*La campagna di misurazione della postazione di Casteffranco – Via Usciana è stata condotta con il Laboratorio mobile n° 1 della Provincia di Pisa, dal 6 marzo 2015 al 5 marzo 2016, in attuazione del protocollo di “Accordo per la gestione del Centro del Telerilevamento delle emissioni nel sistema produttivo del comprensorio del cuoio”.*

*L'indagine ha restituito indicatori, che, per quanto attiene a NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>, rispettano ampiamente le soglie previste 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>, misurato con campionatore gravimetrico, secondo la normativa ufficiale stabilita nella nuova EN12341:2014, si rilevano valori degli indicatori di qualità dell'aria conformi ai relativi limiti previsti dalla normativa. Il valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> è risultato sempre rispettato. Anche il confronto con il sito fisso di Santa Croce Coop, facente parte della medesima area del Valdarno Pisano, restituisce valori sempre inferiori per la postazione di Via Usciana con un -21% per quanto riguarda la media annuale e -31% relativamente al limite della media giornaliera, espressa come 90,4° percentile. Da evidenziare che la postazione di Santa Croce Coop nel periodo di osservazione ha registrato 3 superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>.*

*In riferimento all'Acido solfidrico, sicuramente l'inquinante più caratterizzante la zona in esame, si evidenziano alcune criticità, si sono verificati 325 superamenti della soglia olfattiva di 7 µg/m<sup>3</sup> (pari al 4,1% del tempo di misurazione) con conseguente moderata probabilità dell'instaurarsi di condizioni favorevoli allo sviluppo di maleodoranze locali. La massima media giornaliera di 27 µg/m<sup>3</sup> è ben al di sotto del valore guida di 150 µg/m<sup>3</sup> indicato dall'O.M.S. come tutela per la salute umana.*

*Anche la serie dei dati relativa la benzene, seppure non completa per mancanza delle misure della stagione invernale, risulta essere più che soddisfacente con un valore medio di periodo inferiore a 1/10 del valore limite. Il valore medio è inoltre inferiore del 40% rispetto a quanto misurato nello stesso periodo dalla stazione di riferimento regionale per la zona del “Valdarno Pisano e Piana Lucchese”.*

# SOMMARIO

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>5</b>
<b>2. DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA.....</b>	<b>6</b>
<b>3. IL LABORATORIO MOBILE N° 1.....</b>	<b>8</b>
<b>4. LIMITI NORMATIVI.....</b>	<b>9</b>
<b>5. RISULTATI.....</b>	<b>12</b>
5.1 STANDARDIZZAZIONE.....	12
5.2 VALORI DEGLI INDICATORI.....	12
5.2.1 Monossido di Carbonio (CO).....	13
5.2.2 Biossido di Azoto (NO <sub>2</sub> ).....	16
5.2.3 Biossido di Zolfo (SO <sub>2</sub> ).....	19
5.2.4 Polveri PM10.....	24
5.2.5 Acido solfidrico (H <sub>2</sub> S).....	30
5.2.6 Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ).....	37
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>39</b>
<b>ALLEGATO 1: DATI METEOROLOGICI.....</b>	<b>40</b>
<b>ALLEGATO 2: TEST DI CORRELAZIONE DI PEARSON – DEFINIZIONE.....</b>	<b>46</b>

# 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 degli standard di Q.A. a causa di fattori locali (incidenza di industrie, alti flussi di traffico, condizioni meteorologiche sfavorevoli, etc.)

La presente relazione rendiconta un ulteriore lavoro per il Mezzo mobile n° 1 della Provincia di Pisa, 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 2 settembre 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 tutto l'anno nel Comprensorio.

Il sito in esame era già stato oggetto di indagine mediante campagne di misure non indicative di qualità dell'aria svoltesi con l'ausilio dello stesso Mezzo mobile n° 1 nel corso della primavera / estate 2013 e con il Mezzo mobile n° 3 nell'estate / autunno 2014.

La presente indagine, è a tutti gli effetti, una "misurazione indicativa" di qualità dell'aria, come previsto dalla Tabella 1 dell'allegato I del D. Lgs 155/2010 e s.m.i., visto che il periodo indagato comprende un vero e proprio monitoraggio in continuo annuale per quanto riguarda gli inquinanti gassosi e include almeno due settimane a stagione di monitoraggio del PM10.

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 (Registro Italiano Navale) 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 DEL SITO DI MISURA

Il sito in cui sono state condotte le misure con l'utilizzo del Mezzo mobile n° 1 si trova nel territorio comunale di Castelfranco di Sotto, vicino al confine con Santa Croce sull'Arno, in prossimità del torrente Usciana e della Riserva Naturale di Montefalcone, presso le pertinenze della ditta "Waste Recycling", nello stesso punto già indagato dallo stesso Mezzo mobile n° 1 nel corso dell'anno 2013 e dal Mezzo mobile n° 3 nel corso del 2014.

Il punto di misura può essere classificato alla stregua della ex-postazione fissa di PI-Santa Croce "Cerri", ubicata a 1200 metri in direzione Est, nel medesimo contesto di tipo "rurale-industriale".

Le coordinate geografiche Gauss-Boaga del punto di monitoraggio sono: EGB 1640788; NGB 4843004.

**Figura 2.1** Mappa con indicazione del sito di misura e delle postazioni di confronto



**Figura 2.2** Immagine del mezzo mobile presso il sito di Castelfranco di Sotto - Via Usciana - vista verso Sud – estate 2015



### 3. IL LABORATORIO MOBILE N° 1

Per le misure di Qualità dell'Aria realizzate in questa campagna il Settore CRTQA ha utilizzato la stazione mobile n° 1 di Q.A. di proprietà della Provincia di Pisa.

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

**Tabella 3.1 – Inquinanti monitorati.**

CO	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S	Benzene
x	x	x	x	x

CO = monossido di carbonio

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

PM10 = polveri con diametro aerodinamico inferiore a 10 micrometri

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

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 di misura (Metodo ufficiale)	Limite Rilevabilità	Precisione
SO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S	API 101A	Fluorescenza pulsata (UNI EN 14212:2012)	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 (UNI EN 14211:2012)	0,7 µg/m <sup>3</sup>	0,5% della lettura
CO	API 300	Assorbimento Radiazione IR (UNI EN 14626:2012)	0,06 mg/m <sup>3</sup>	0,1 mg/m <sup>3</sup>
PM10	TCR TECORA Sentinel	Campionamento gravimetrico su membrane filtranti (UNI EN 12341:2014)	---	---
Benzene	CHROMPACK CP7001 <sup>1</sup>	Ionizzazione di fiamma	0,1 µg/m <sup>3</sup>	± 2%

<sup>1</sup>Strumento non più funzionante a partire dal 26/11/2015. Dichiarato irreparabile dalla Ditta preposta alla manutenzione nel marzo 2016. Per Benzene (e Toluene) verrà quindi fatta una trattazione parziale, limitata strettamente al periodo di buon funzionamento dell'analizzatore.



## 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** MONOSSIDO DI CARBONIO – normativa e limiti  
(paragrafo 1 allegato XI D.Lgs 155/2010 - punto B Allegato XI Direttiva 2008/50/CE )

	Periodo di mediazione	Valore limite
Valore limite per la protezione della salute umana.	<b>Media massima giornaliera su 8 ore</b>	10 mg/m <sup>3</sup>

**Tabella 4.2** BLOSSIDO 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)

	Periodo di mediazione	Valore limite
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 4.3** BIOSSIDO 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 4.4** 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

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) (1)

Tipologia di soglia	Periodo di mediazione	Valore
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

**Tabella 4.6** BENZENE – normativa e limiti

(paragrafo 1 allegato XI D.Lgs. 155/2010 - punto B Allegato XI Direttiva 2008/50/CE - DM 60/02)

	Periodo di mediazione	Valore limite
Valore limite per la protezione della salute umana.	<b>Anno civile</b>	5 µg/m <sup>3</sup>

## 5. RISULTATI

Nel corso dell'anno 2015 e parte del 2016, la presente indagine è stata svolta nel Comune di Castelfranco di Sotto presso le pertinenze della ditta Waste Recycling, nelle vicinanze di Via Usciana, tra la via Nuova Francesca e la Riserva di Montefalcone, per il seguente periodo di osservazione:

6 marzo 2015 – 5 marzo 2016

Il monitoraggio delle polveri PM10 è durato per almeno due settimane per ogni stagione, nei seguenti periodi di misura :

- primavera: 19 marzo - 2 aprile 2015
- estate: 1° - 15 luglio 2015
- autunno: 22 ottobre - 5 novembre 2015
- inverno: 29 gennaio - 12 febbraio 2016

### 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 PM10, 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.).

La presente campagna di misurazione è stata caratterizzata da misure continuative che si sono protratte per un intero anno. I relativi dati raccolti, sono pertanto rappresentativi delle variazioni temporali, legate alle condizioni meteorologiche, responsabili dei fenomeni di dispersione e di diluizione degli inquinanti.

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

I dati di  $\text{SO}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$  non sono utilizzabili per il confronto con i limiti di legge, dato che non soddisfano la raccolta minima dei dati sull'ora prevista dalla normativa (Tabella 1, Allegato VII, D.Lgs. 155/2010). L'analizzatore relativo, infatti, il Teledyne API 101A, effettua a intervalli di circa 15 minuti, misure singole di  $\text{SO}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$ .

Per completezza, ove possibile, è stato introdotto un confronto con le misure ottenute, nello stesso periodo, presso le stazioni di Rete Regionale facenti parte della stessa zona omogenea "*Valdarno Pisano e Piana Lucchese*".

Per i singoli inquinanti le stazioni prese a riferimento sono le seguenti:

NO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>S e PM10: PI- Santa Croce Coop, stazione Urbana-Fondo che si trova a circa 2,4 km in linea d'aria in direzione Sud-Est, nell'abitato di Santa Croce sull'Arno;

CO: PI- Borghetto, stazione Urbana-Traffico situata nel centro urbano di Pisa in piazza Federico Del Rosso;

SO<sub>2</sub>: LU-Capannori, stazione Urbana-Fondo situata nel centro urbano di Capannori in via Carlo Piaggia;

Benzene: LU-San Concordio stazione Urbana-Fondo situata nel centro urbano di Lucca presso il complesso scolastico Lucca 2 a San Concordio.

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

### 5.2.1 Monossido di Carbonio (CO)

*Tabella 5.2.1 – Dati di Monossido di Carbonio (CO) e confronto con le centraline fisse sullo stesso periodo di misura (6 marzo 2016 – 5 marzo 2016)*

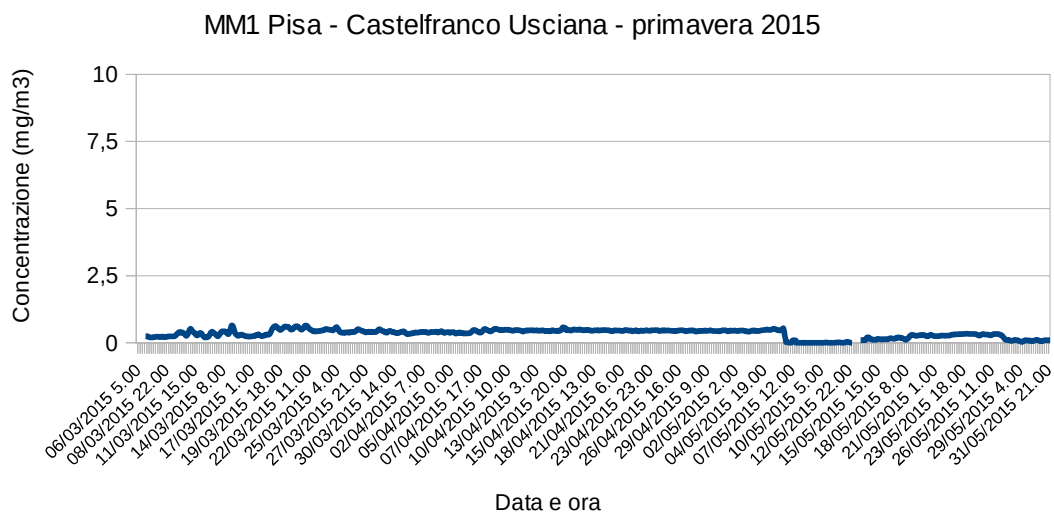
	Limiti di riferimento	Mezzo Mobile 1 Via Usciana	PI-Borghetto
Dati validi (medie orarie); n°		8573 (98% sul periodo)	8594 (98% sul periodo)
Max. concentrazione oraria rilevata nel periodo (mg/m <sup>3</sup> )	-	1,3	2,9
Media delle concentrazioni orarie (mg/m <sup>3</sup> )	-	0,3	0,5
Max. media mobile di 8 h > 10 mg/m <sup>3</sup> N°/anno superamenti consentiti	0	0	0

Come risulta anche dal confronto con la centralina di Borghetto, i dati relativi alla campagna di misura in esame non aggiungono nuovi elementi di valutazione in merito a questo inquinante che da molto tempo è divenuto scarsamente caratterizzante anche per siti di misura ad alta incidenza di traffico veicolare.



**Grafico 5.1.1 – Andamento delle medie orarie mobili su 8 ore di Monossido di Carbonio nel periodo primaverile 2015**

### Andamento delle medie orarie mobili su 8 ore di Monossido di Carbonio (CO)



**Grafico 5.1.2 – Andamento delle medie orarie mobili su 8 ore del Monossido di Carbonio nel periodo estivo 2015**

### Andamento delle medie orarie mobili su 8 ore di Monossido di Carbonio (CO)

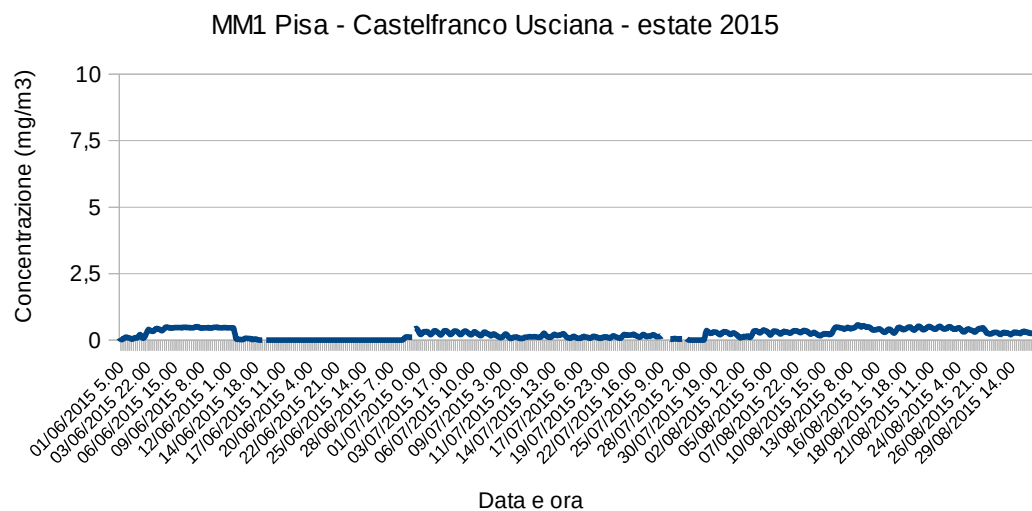


Grafico 5.1.3 – Andamento delle medie orarie mobili su 8 ore del Monossido di Carbonio nel periodo autunnale 2015

### Andamento delle medie orarie mobili su 8 ore di Monossido di Carbonio (CO)

MM1 Pisa - Castelfranco Usciana - autunno 2015

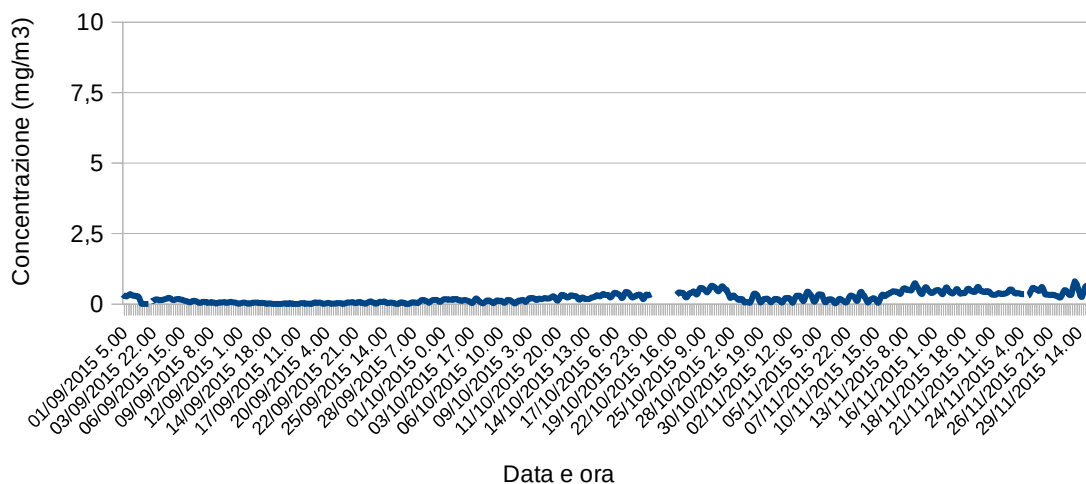
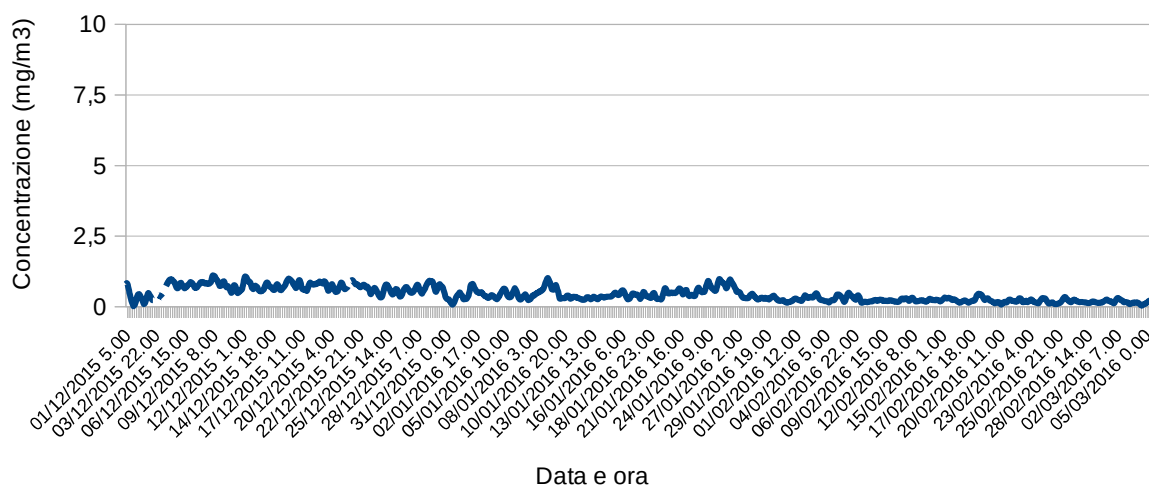


Grafico 5.1.4 – Andamento delle medie orarie mobili su 8 ore del Monossido di Carbonio nel periodo invernale 2015/2016

### Andamento delle medie orarie mobili su 8 ore di Monossido di Carbonio (CO)

MM1 Pisa - Castelfranco Usciana - inverno 2015/2016



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

Tabella 5.2. – Dati di Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>) e confronto con la centralina fissa sullo stesso periodo di misura (6 marzo 2016 – 5 marzo 2016)

	Limiti di riferimento	Mezzo Mobile 1 Via Usciana	PI-Santa Croce Coop
Dati validi (medie orarie); n°		8150 (93% sul periodo)	8240 (94% sul periodo)
Valore orario > 200 µg/m <sup>3</sup> N°/anno superamenti consentiti	18	0	0
Media delle concentrazioni orarie (µg/m <sup>3</sup> )	40 media annua	16	24
Max. valore orario rilevato nel periodo (µg/m <sup>3</sup> )	-	77 22/01/2016 h 19	115 11/12/2015 h 19

Nessun elemento di criticità dei dati misurati è emersa rispetto ai limiti di riferimento.

Dall'analisi della Tabella 5.2.2 si evidenzia un valore medio annuo di Biossido di Azoto rilevato con il Mezzo Mobile inferiore di circa il 35% rispetto a quello misurato nel sito "urbano" di Santa Croce Coop, dato che l'area in cui si trova la postazione fissa è sicuramente più sottoposta ad elementi di contributo relativi al traffico veicolare e al riscaldamento domestico rispetto al sito "rurale" di Via Usciana.

I Grafici stagionali relativi agli andamenti delle medie orarie (5.2.2.a → 5.2.2.d) mostrano chiaramente che per totalità del periodo di misura i valori orari di concentrazione di Biossido di Azoto si attestano sempre al di sotto del 50% del valore limite di legge.

Da notare anche la differenza (e quindi la stagionalità di questo inquinante) esistente tra il periodo estivo (media 10 µg/m<sup>3</sup>) ed invernale (media 25 µg/m<sup>3</sup>) con valori intermedi nelle stagioni primavera-autunno con valori rispettivamente di 13 e 16 µg/m<sup>3</sup>.

Grafico 5.2.2.a – Andamento delle medie orarie di Biossido di Azoto nel periodo di misura primaverile

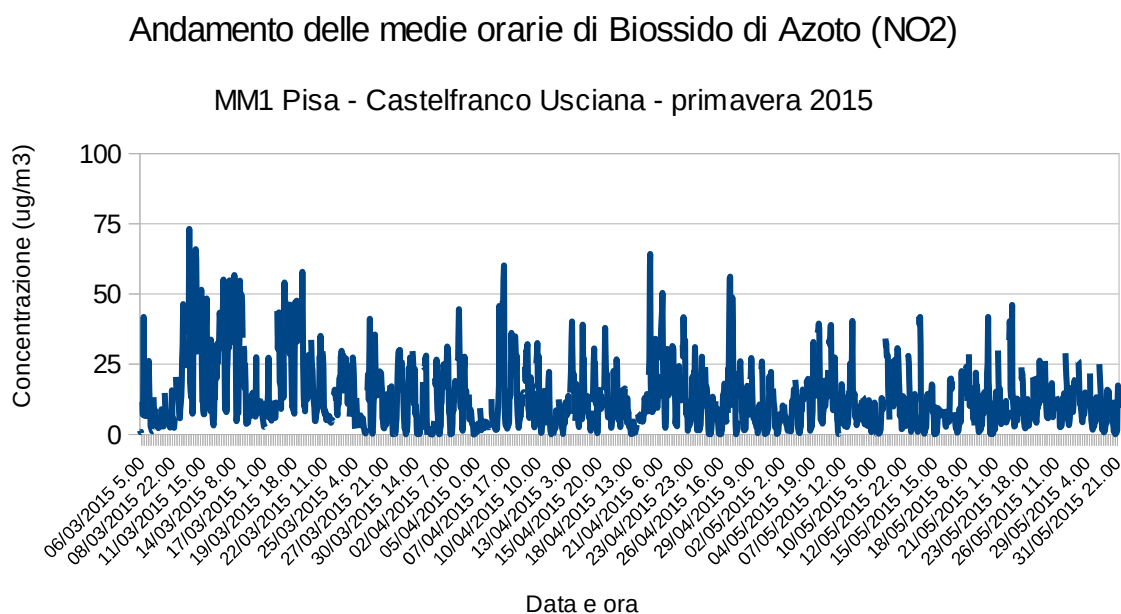


Grafico 5.2.2.b – Andamento delle medie orarie di Biossido di Azoto nel periodo di misura estivo

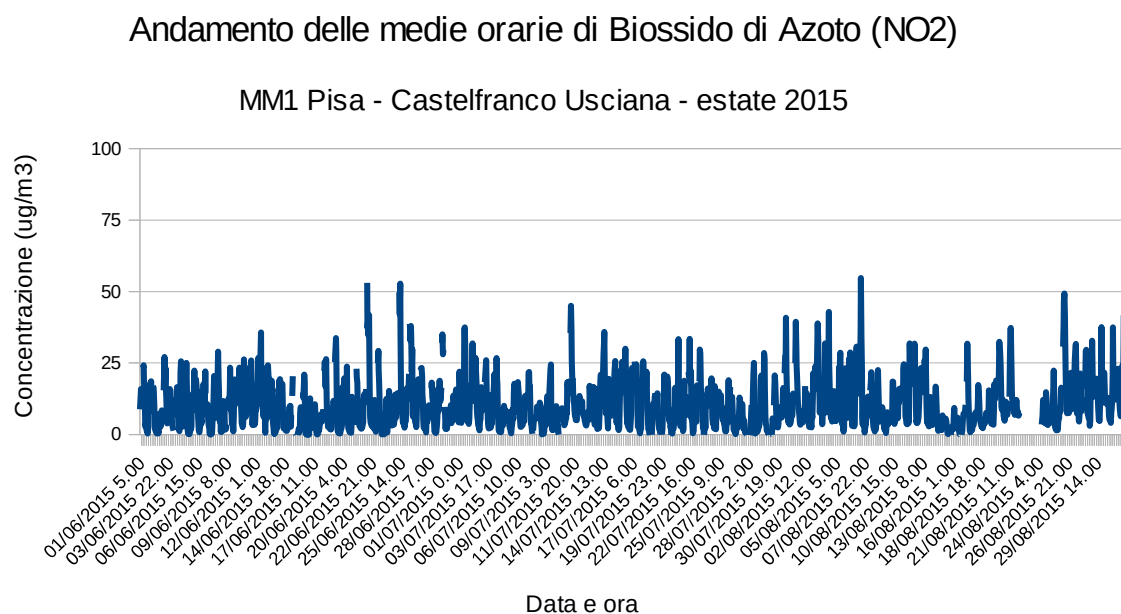


Grafico 5.2.2.c – Andamento delle medie orarie di Biossido di Azoto nel periodo di misura autunnale

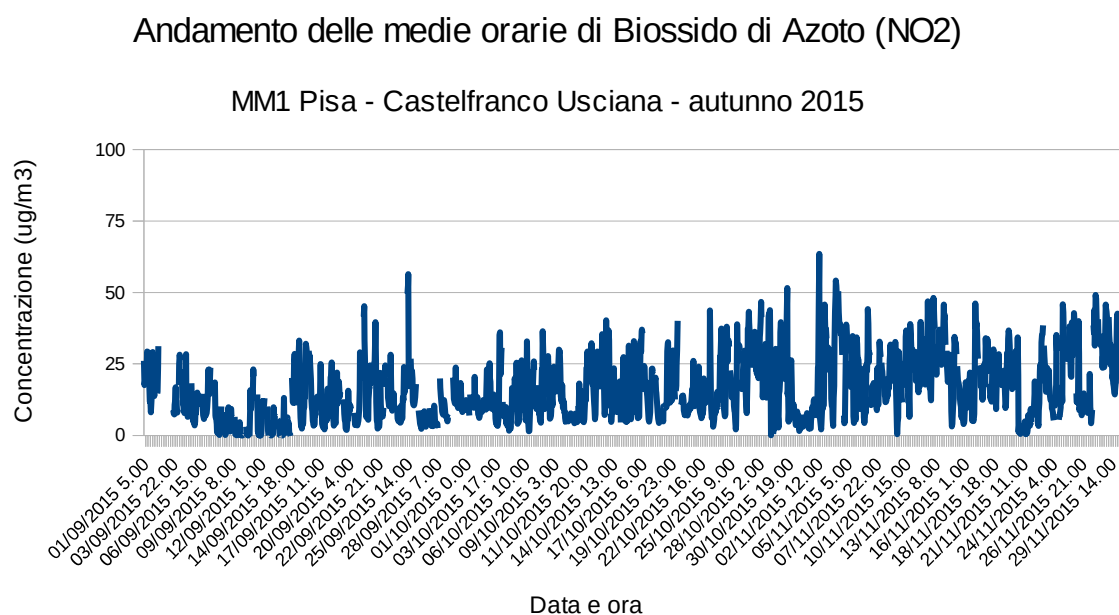
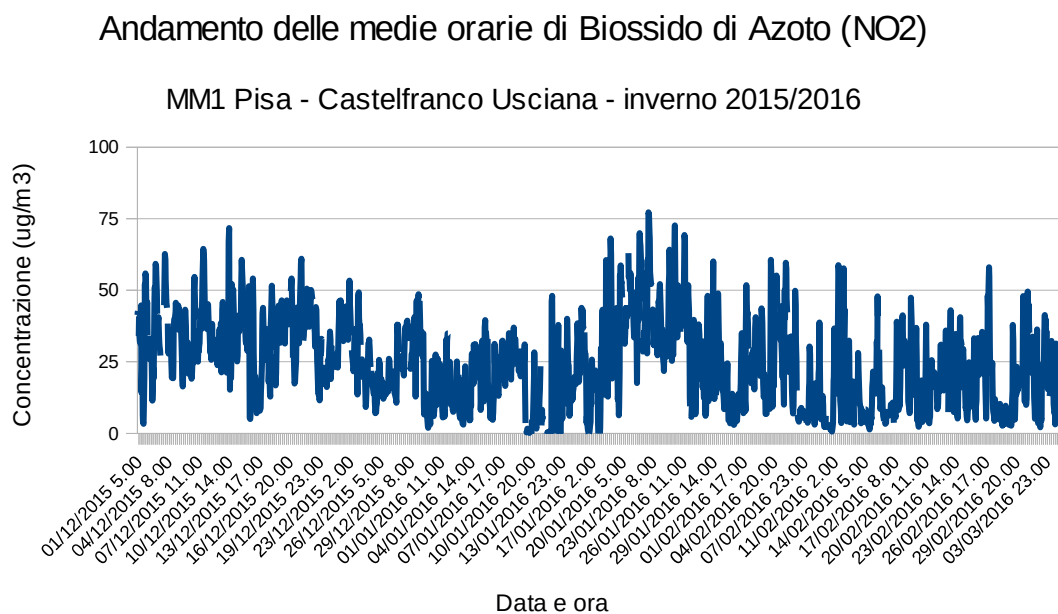


Grafico 5.2.2.d – Andamento delle medie orarie di Biossido di Azoto nel periodo di misura invernale





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

Tabella 5.2.3 – Dati di Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>) e confronto con la centralina fissa sullo stesso periodo di misura (6 marzo 2016 – 5 marzo 2016)

	Limiti di riferimento	Mezzo Mobile 1 Via Usciana	LU - Capannori
Dati validi (medie orarie); n°		8266 (98% sul periodo)	8244 (97% sul periodo)
Valore orario > 350 µg/m <sup>3</sup> N°/anno superamenti consentiti	24	0	0
Massimo valore orario rilevato nel periodo µg/m <sup>3</sup>	-	17,3	6,5
Valore giornaliero > 125 µg/m <sup>3</sup> N°/anno superamenti consentiti	3	0	0
Massimo media giornaliera rilevata nel periodo µg/m <sup>3</sup>	-	7,7	4,5

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, orari e della media giornaliera, confermano che nel periodo di indagine non si sono verificati episodi acuti rilevanti di inquinamento da Biossido di Zolfo. Il confronto con il sito di LU-Capannori, preso a riferimento, evidenzia, come atteso, valori più alti per la postazione “industriale” di Castelfranco sicuramente più esposta ad attività industriali, come impianti di depurazione o trattamento rifiuti conciarci, che possono risultare fonti di emissione per questo inquinante.

I grafici sottostanti, relativi all'andamento stagionale delle medie orarie, (5.2.3.a → 5.2.3.d) mostrano valori per tutto il periodo di misura sempre inferiori a 1/20 del limite di orario di 350 µg/m<sup>3</sup>. Si evidenziano valori di concentrazioni medie orarie più alte, con picchi compresi tra i 5 e i 15 µg/m<sup>3</sup> nel periodo primaverile e invernale. Per tutto il periodo estivo e per buona parte del periodo autunnale i valori sono confrontabili con il limite di rilevabilità strumentale.

Le valutazioni sopra esposte sulle medie orarie sono applicabili anche agli andamenti dei dati giornalieri, grafici 5.2.3.a → 5.2.3.d.

Grafico 5.2.3.a – Andamento delle medie orarie di Biossido di Zolfo nel periodo di misura primaverile

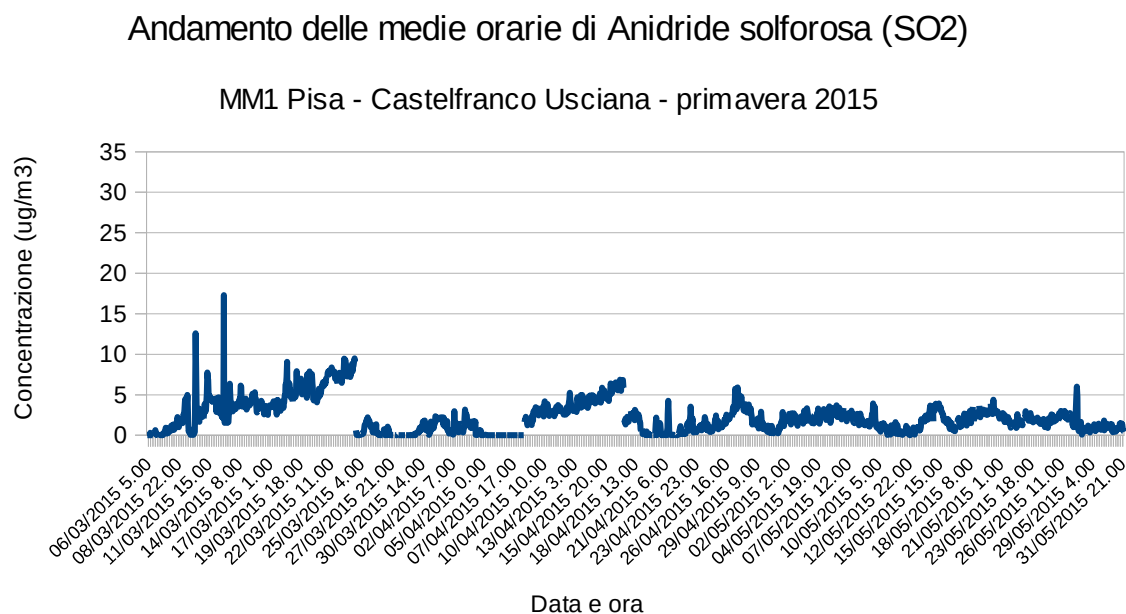


Grafico 5.2.3.b – Andamento delle medie orarie di Biossido di Zolfo nel periodo di misura estivo

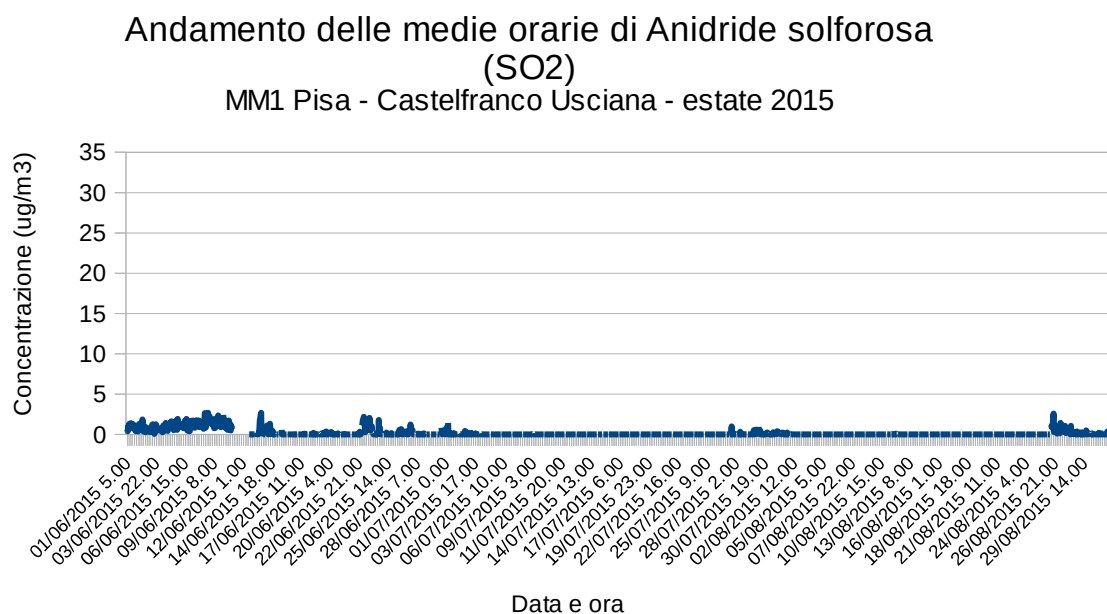


Grafico 5.2.3.c – Andamento delle medie orarie di Biossido di Zolfo nel periodo di misura autunnale

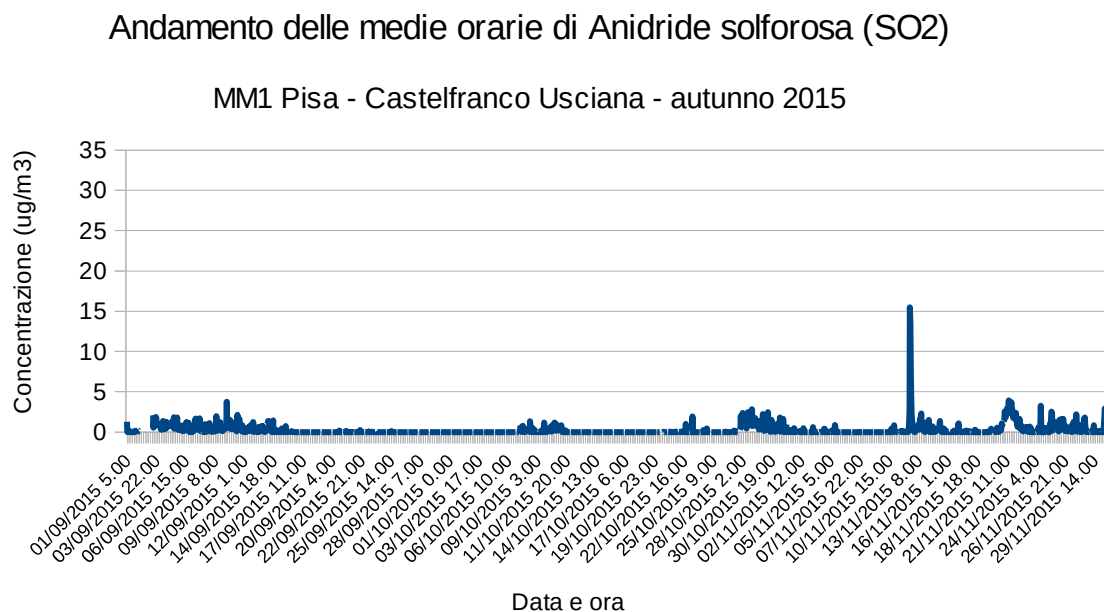


Grafico 5.2.3.d – Andamento delle medie orarie di Biossido di Zolfo nel periodo di misura invernale

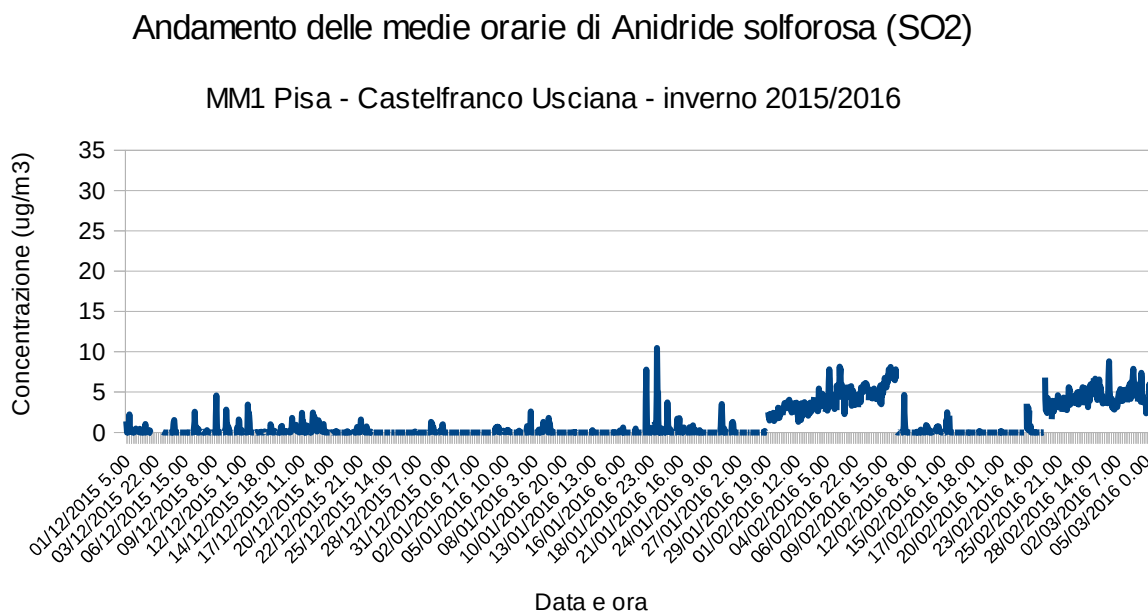


Grafico 5.2.3.e – Andamento delle medie giornaliere di Anidride solforosa nel periodo di misura primaverile

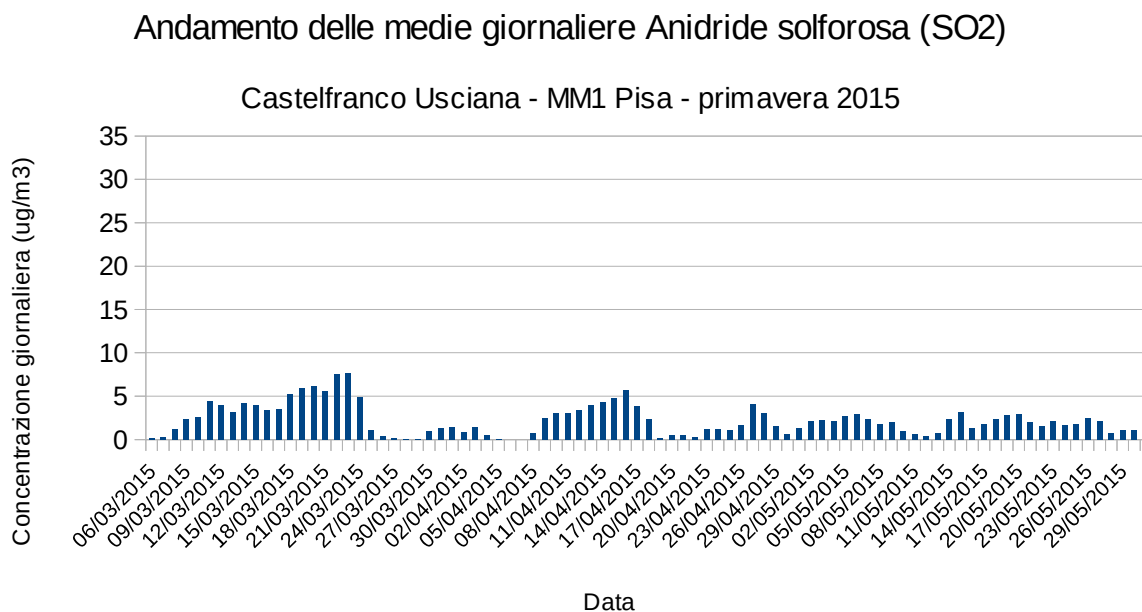


Grafico 5.2.3.f – Andamento delle medie giornaliere di Anidride solforosa nel periodo di misura estivo

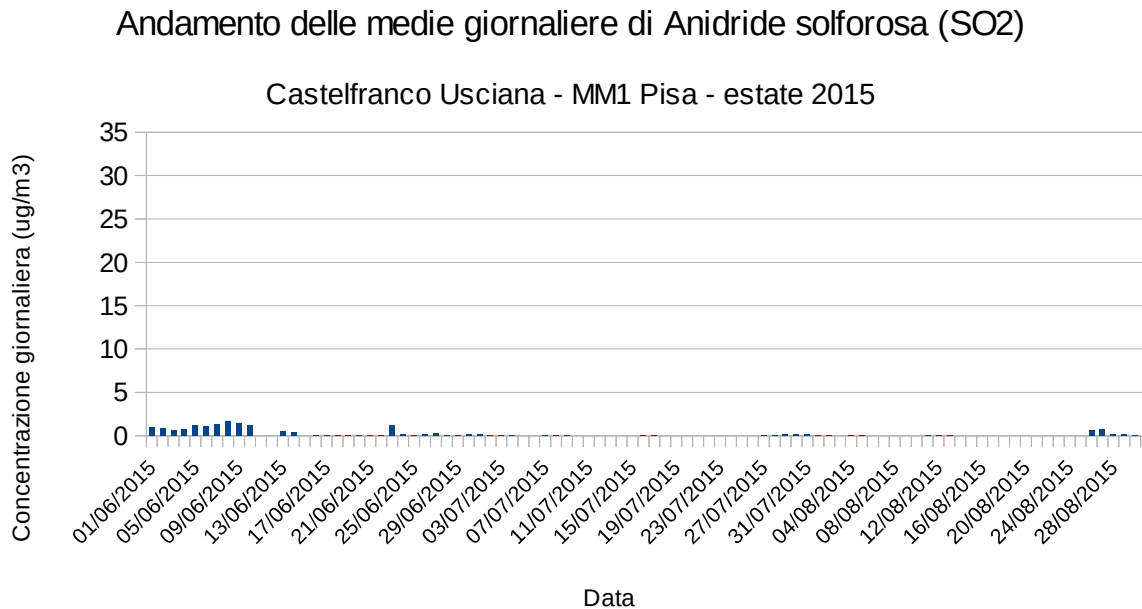


Grafico 5.2.3.g – Andamento delle medie giornaliere di Anidride solforosa nel periodo di misura autunnale

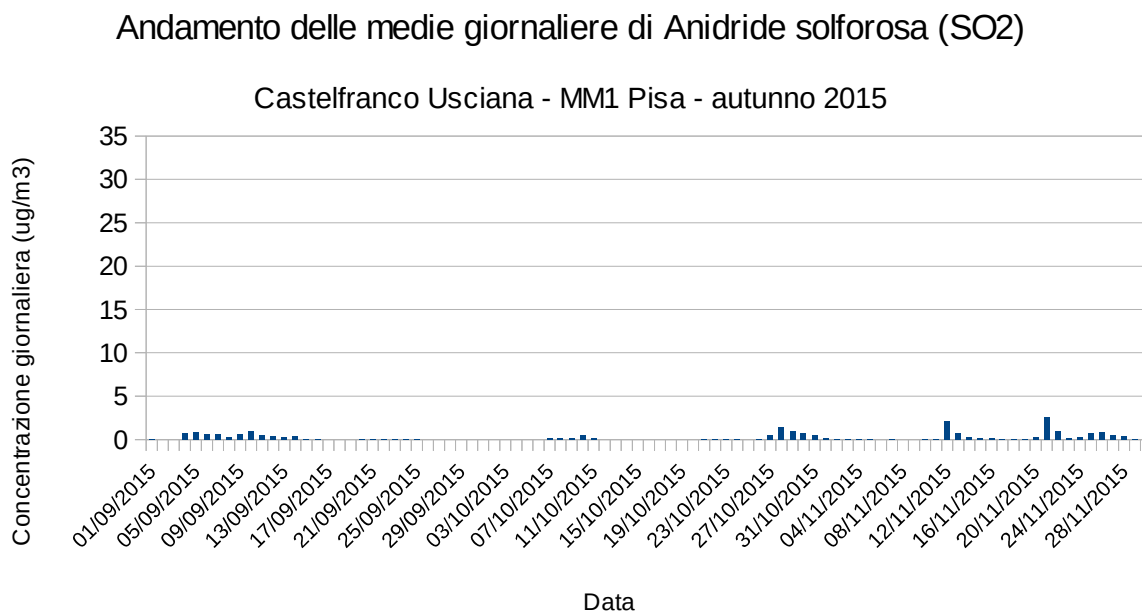
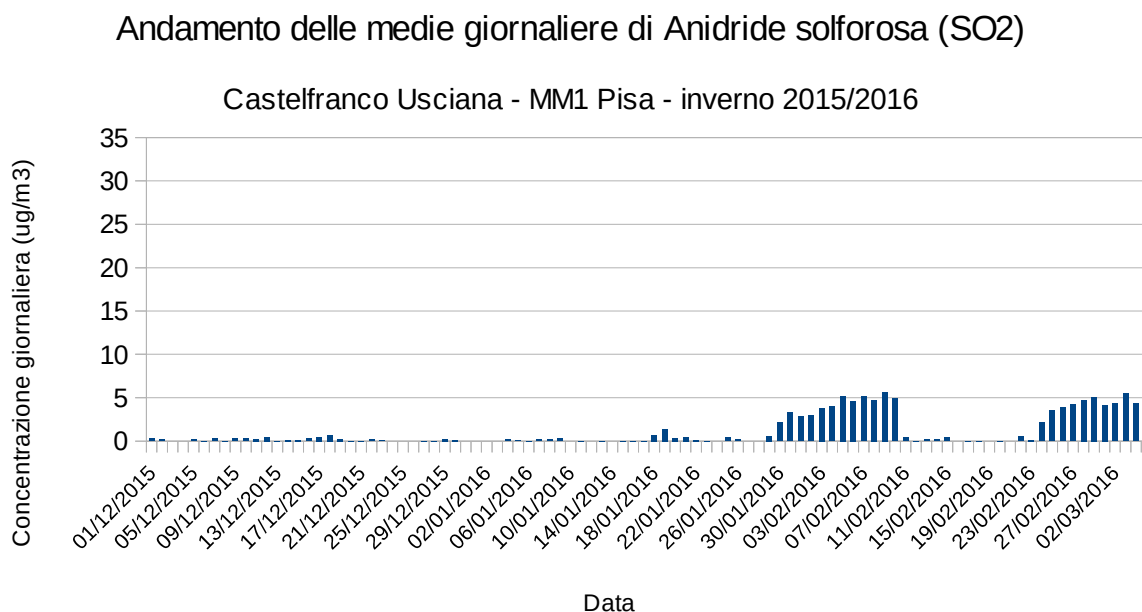


Grafico 5.2.3.h – Andamento delle medie giornaliere di Anidride solforosa nel periodo di misura invernale





## 5.2.4 Polveri PM10

Il Particolato PM10 è stato campionato secondo il metodo ufficiale gravimetrico (vedi norma tecnica UNI EN 12341:2014) in un intervallo di tempo compreso nel periodo totale della campagna di misure come di seguito illustrato.

Il monitoraggio del PM10 è stato effettuato nei seguenti periodi di misura :

primavera: 19 marzo - 2 aprile 2015

estate: 1° - 15 luglio 2015

autunno: 22 ottobre - 5 novembre 2015

inverno: 29 gennaio - 12 febbraio 2016

*Tabella 5.2.4.a - Dati di PM10 – indicatori annuali 2015-2016; confronto con PI-Santa Croce Coop sugli stessi periodi della campagna indicativa*

	Limiti di riferimento	Mezzo Mobile 1 Via Usciana	PI-Santa Croce - Coop
Dati validi (medie giornaliere); n°		60 (100% sul periodo)	49 (82% sul periodo)
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	40 media annua	23	29
90,4° percentile da confrontare con VL giornaliero	50	34	49
N. valore giornaliero > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	0	3
Massima media giornaliera rilevata nel periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	49	53

*Tabella 5.2.4.b - Dati di PM10 – indicatori stagionali 2015-2016; confronto con PI-Santa Croce Coop sugli stessi periodi*

	Mezzo Mobile 1 Via Usciana	Pi – Santa – Croce - Coop
<b>Primavera</b>		
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	23	32
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	38	<b>53</b>
n. giorni validi	15	15
% giorni validi	100%	100%
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	<b>3</b>
<b>Estate</b>		
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24	27
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	29	36
n. giorni validi	15	15
% giorni validi	100%	100%
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0
<b>Autunno</b>		
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24	34
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	49	49
n. giorni validi	15	4
% giorni validi	100%	27%
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0
<b>Inverno</b>		
Media delle medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	20	26
Massima media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	34	48
n. giorni validi	15	15
% giorni validi	100%	100%
n. giorni con concentrazione maggiore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0

I valori degli indicatori di qualità dell'aria (vedi Tab. 5.2.4.a), a tutela della salute umana, elaborati nella campagna di Via Usciana sono conformi ai relativi valori limite previsti dalla normativa. Poiché la presente campagna di misura del PM10 è stata caratterizzata da una copertura temporale di 60 giorni (pari a un periodo di copertura del 16% su base annua) la verifica di conformità del valore limite giornaliero è stata valutata, in relazione a quanto previsto dalla norma, mediante l'elaborazione del 90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere. Il valore di questo indicatore statistico, pari a 34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  risulta conforme al valore limite previsto di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (-32%). L'altro indicatore relativo alla media annuale presenta un valore inferiore del 43% rispetto al valore limite di riferimento.

Il confronto con la stazione di misurazione fissa regionale di Santa Croce Coop è presentato a puro titolo indicativo, in quanto la stazione di S.Croce nel periodo di misura del PM10 ha raggiunto una percentuale di dati validi, nella stagione autunnale del 27%, inferiore al valore minimo di raccolta, del 90%, richiesto dalla normativa.

La centralina mobile ha restituito un valore della media annuale inferiore del 21% rispetto alla postazione fissa e di meno 31% relativamente al limite della media giornaliera, espresso come 90,4° percentile. Da evidenziare che la postazione di Santa Croce Coop nel periodo di osservazione ha registrato 3 superamenti del valore limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nella tabella 5.2.4.b viene riportato il confronto tra le due postazioni relativamente ai dati sintetici elaborati per singola stagione. Come già detto precedentemente i risultati della campagna autunnale (22 ottobre - 5 novembre 2015) non sono ovviamente confrontabili in quanto l'analizzatore di Coop, causa un guasto strumentale, ha funzionato solamente per 4 giorni sui 15 totali.

Nelle rimanenti stagioni i valori medi della stazione di Via Usciana sono sempre stati inferiori a quelli rilevati dalla postazione di Santa Croce, con una differenza massima di -28% in primavera e una minima di -11% nel periodo estivo.

Riportiamo di seguito la tabella e i grafici stagionali relativi alle medie giornaliere misurate presso il sito in esame e il confronto con PI-Santa Croce Coop:

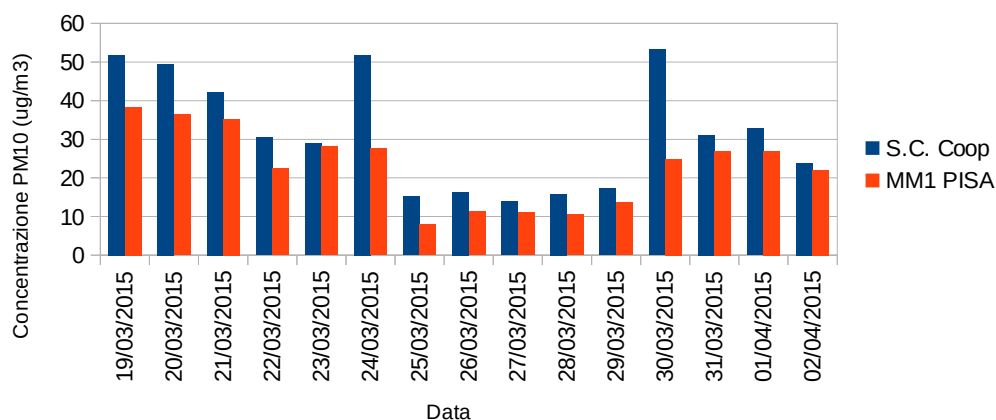
Tabella 5.2.4.c valori delle medie giornaliere di PM10 in ciascun periodo stagionale:

Stagione	Data	Concentrazione PM10 (ug/m3)	Concentrazione PM10 PI-S. C. Coop (ug/m3)
PRIMAVERA	19/03/15	38	52
	20/03/15	36	50
	21/03/15	35	42
	22/03/15	22	30
	23/03/15	28	29
	24/03/15	28	52
	25/03/15	8	15
	26/03/15	11	16
	27/03/15	11	14
	28/03/15	11	16
	29/03/15	14	17
	30/03/15	25	53
	31/03/15	27	31
	01/04/15	27	33
	02/04/15	22	24
ESTATE	01/07/15	24	31
	02/07/15	27	35
	03/07/15	28	28
	04/07/15	26	26
	05/07/15	23	31
	06/07/15	24	26
	07/07/15	25	36
	08/07/15	26	29
	09/07/15	29	22
	10/07/15	16	19
	11/07/15	17	24
	12/07/15	23	27
	13/07/15	23	20
	14/07/15	27	32
	15/07/15	29	23
AUTUNNO	22/10/15	10	24
	23/10/15	12	20
	24/10/15	20	42
	25/10/15	29	49
	26/10/15	49	n.d.
	27/10/15	36	n.d.
	28/10/15	20	n.d.
	29/10/15	11	n.d.
	30/10/15	17	n.d.
	31/10/15	20	n.d.
	01/11/15	18	n.d.
	02/11/15	21	n.d.
	03/11/15	30	n.d.
	04/11/15	35	n.d.
	05/11/15	33	n.d.
INVERNO	29/01/16	20	36
	30/01/16	34	22
	31/01/16	16	19
	01/02/16	23	36
	02/02/16	22	42
	03/02/16	16	24
	04/02/16	11	16
	05/02/16	30	45
	06/02/16	33	48
	07/02/16	16	21
	08/02/16	13	24
	09/02/16	12	13
	10/02/16	14	12
	11/02/16	25	28
	12/02/16	8	4

Grafici 5.2.4 – Concentrazione delle medie giornaliere di PM10 in ciascun periodo stagionale e confronto con PI-Santa Croce Coop

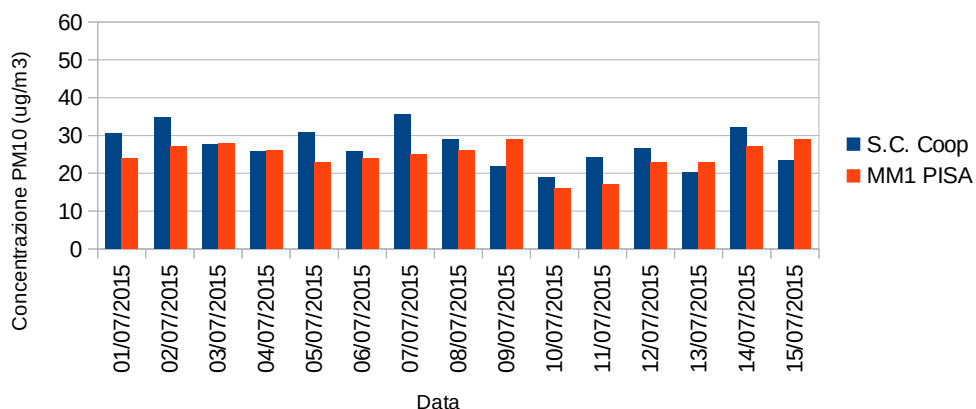
### Confronto delle concentrazioni di PM10 con PI-SC\_Coop

Campagna di misure primaverile 2015 - MM1 Pisa a Castelfranco via Usciana



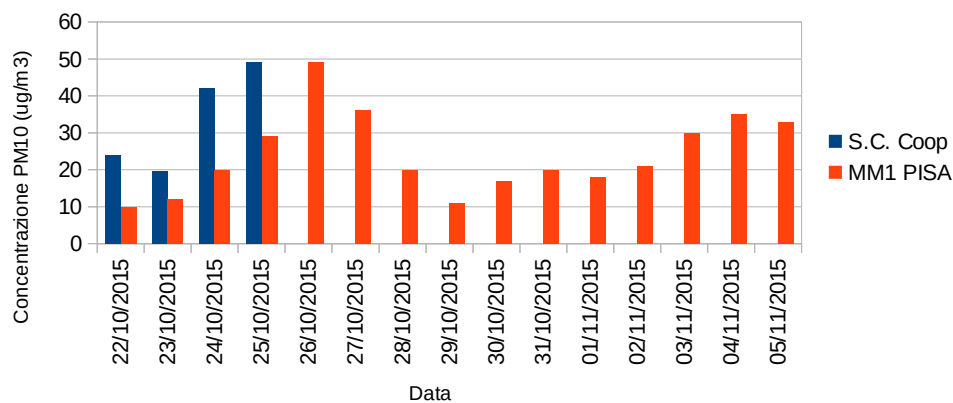
### Confronto delle concentrazioni di PM10 con PI-SC\_Coop

Campagna di misure estiva 2015 - MM1 Pisa a Castelfranco via Usciana



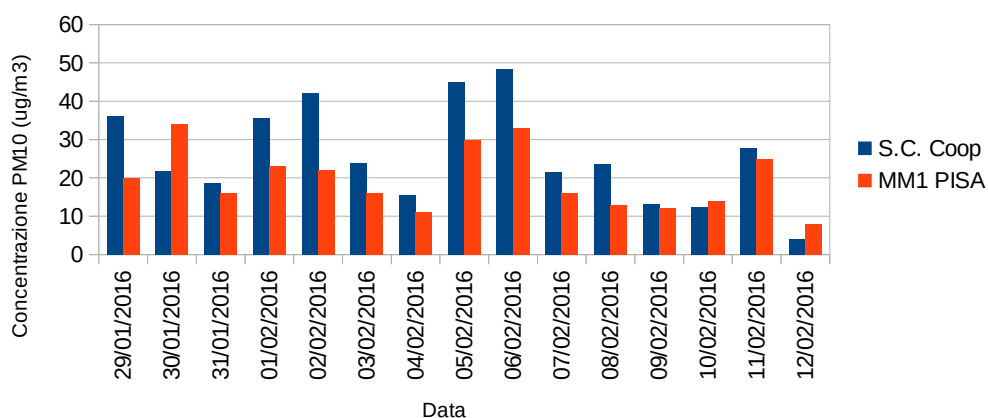
### Confronto delle concentrazioni di PM10 con PI-SC\_Coop

Campagna di misure autunnale 2015 - MM1 Pisa a Castelfranco via Usciana



## Confronto delle concentrazioni di PM10 con PI-SC\_Coop

Campagna di misure invernale 2016 - MM1 Pisa a Castelfranco via Usciana

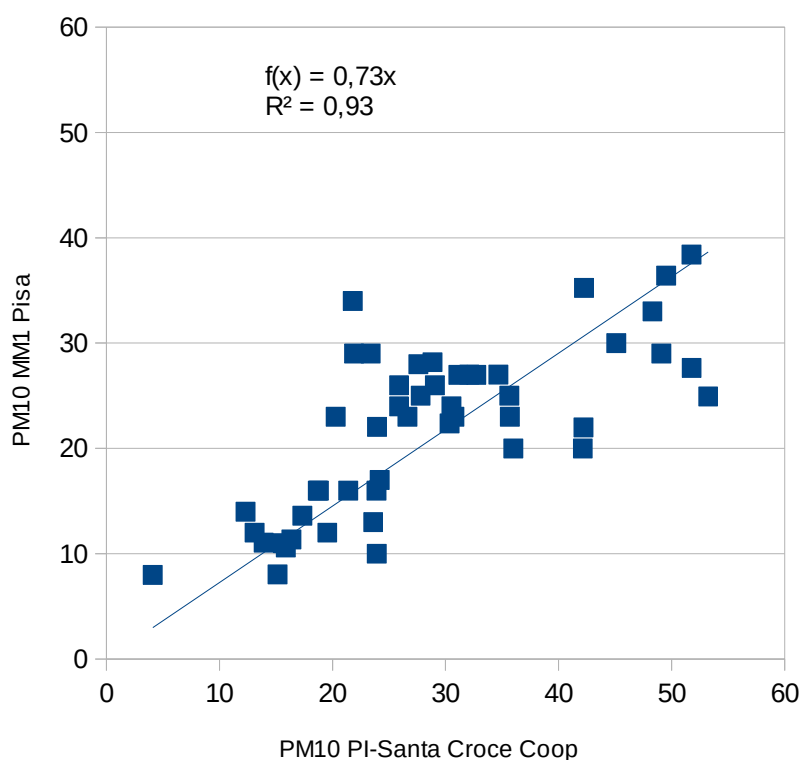


Di seguito il grafico di dispersione (relativo all'intera campagna di misura di PM10)

Grafico 5.2.4.a – Correlazione tra le medie giornaliere di PM10 misurate con metodo gravimetrico nel sito di Castelfranco Usciana e le medie giornaliere PM10 misurate con metodo automatico a PI-Santa Croce Coop

## Regressione dei dati di PM10

MM1 Castelfranco Via Usciana Vs. PI-Santa Croce "Coop"



COEFFICIENTE  
DI CORRELAZIONE DI PEARSON: 0,74.



Come si può evidenziare dai grafici di dispersione anche la correlazione dei dati è buona sull'intera disponibilità dei dati. L'indice di Pearson denota una forte correlazione, in quanto superiore a 0,7 , e l'indice  $R^2$  risulta superiore a 0,90, quindi molto significativo.

Il coefficiente angolare della retta ottenuta dalla regressione lineare dei dati disponibili indica che la singola misura giornaliera di PM10 a Castelfranco Usciana è mediamente il 73% della corrispettiva misura di concentrazione di PM10 a Santa Croce "Coop".

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

Tabella 5.2.5 – Dati di Acido Solfidrico (H<sub>2</sub>S) e confronto con la centralina fissa sullo stesso periodo di misura (6 marzo 2016 – 5 marzo 2016)

	Limiti di riferimento	Mezzo Mobile 1 Via Usciana	PI-Santa Croce Coop
Dati validi (medie orarie) n°		8271 94%	8243 94%
Media delle concentrazioni orarie del periodo (µg/m <sup>3</sup> )	-	1,8	1,4
Max. media oraria rilevata nel periodo (µg/m <sup>3</sup> )	-	352 18/09/2015 h 16	49,7 28/11/2015 h 5
N° superamenti su base oraria della soglia olfattiva minima (7,0 µg/m <sup>3</sup> )	-	332 4,1%	182 2,2%
Mediana delle concentrazioni medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )		0,4	0,5
Massima media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	-	27,1 25/01/2016	7,0 25/01/2016

Seppur in assenza di riferimenti normativi cogenti, riteniamo comunque opportuno riportare i risultati ottenuti per questo inquinante di derivazione industriale che nel Comprensorio del Cuio riveste importanza prioritaria.

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, anche nel raggio di alcune centinaia di metri, come dimostra la sintesi delle misure elencate in Tabella 5.2.5. In questo sito sono netti gli effetti degli impianti industriali più prossimi che determinano per tutti gli indicatori rilevati nel periodo valori sempre più elevati rispetto a quelli rilevati dalla stazione regionale di PI-Santa Croce-Coop, che dista circa 2,4 km in linea d'aria.

L'attenzione deve essere focalizzata sul valore percentuale degli episodi di superamento, su base oraria, della soglia olfattiva (4a riga della Tabella 5.2.5.) in quanto questo dato può dare un'indicazione sulla possibilità di innesco di maleodoranze locali che è strettamente legata alla frequenza di condizioni determinanti.

Le frequenze di superamento non trascurabili e valori orari di concentrazione così elevati (vedi anche Tabella 5.2.5.2), insieme concorrono a definire una situazione di contaminazione locale da Acido Solfidrico. In quelle condizioni, risulta consistente la probabilità di formazioni di odori molesti sia di breve che di lunga durata. Si evidenzia come per la postazione di Via Usciana si registri una percentuale pressochè doppia di superamenti della soglia olfattiva rispetto al sito di PI-Santa Croce-Coop.

Nessuna criticità invece per quanto riguarda i valori giornalieri, con un massimo registrato pari a  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ben lontano dal valore di  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  indicato dall'O.M.S. come valore guida per la protezione della salute umana.

Dall'analisi dei grafici stagionali delle medie orarie (5.2.2.a → 5.2.2.d) e giornaliere (5.2.5.e → 5.2.2.h) si evidenzia come sia l'estate la stagione con i valori di concentrazione di  $\text{H}_2\text{S}$  più contenuti, mentre nelle restanti stagioni si riscontrano valori più elevati e abbastanza ben distribuiti con un leggero incremento nel periodo autunno-inverno.

A conferma di quanto appena detto anche i superamenti della soglia olfattiva di  $7,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , che per tutta la durata della campagna risultano tutt'altro che sporadici, hanno una distribuzione che è minima nel periodo estivo, (5% sul totale), contro un massimo del 36% registrato in inverno seguito dal 32% in autunno e dal 27% in primavera.

Grafico 5.2.5.a - Andamenti orari di  $\text{H}_2\text{S}$  nel sito di Castelfranco Via Usciana - Primavera

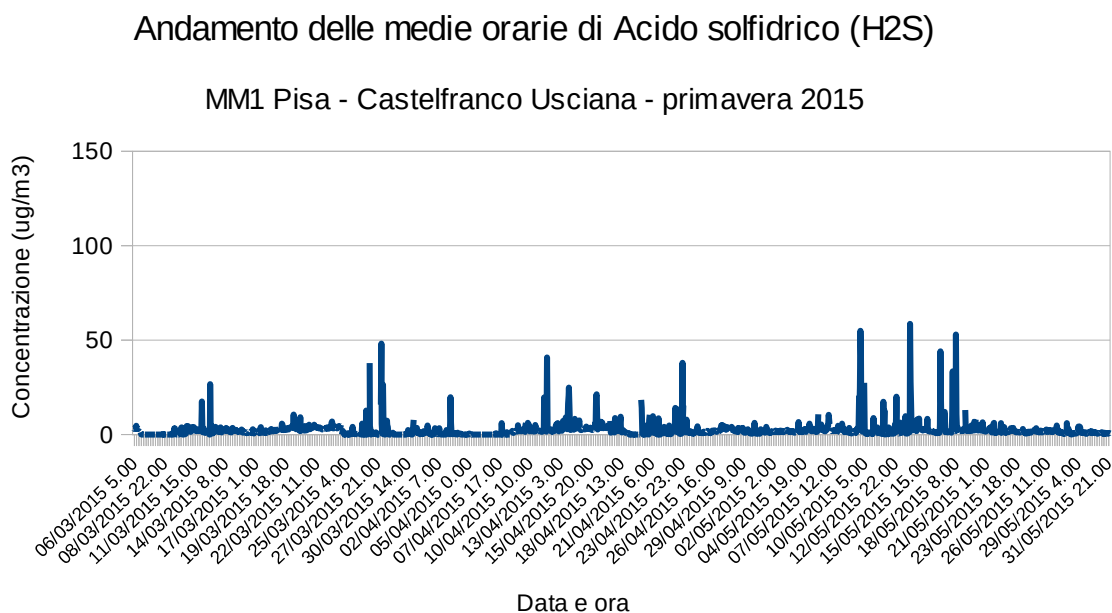


Grafico 5.2.5.b - Andamenti orari di H<sub>2</sub>S nel sito di Castelfranco Via Usciana – Estate

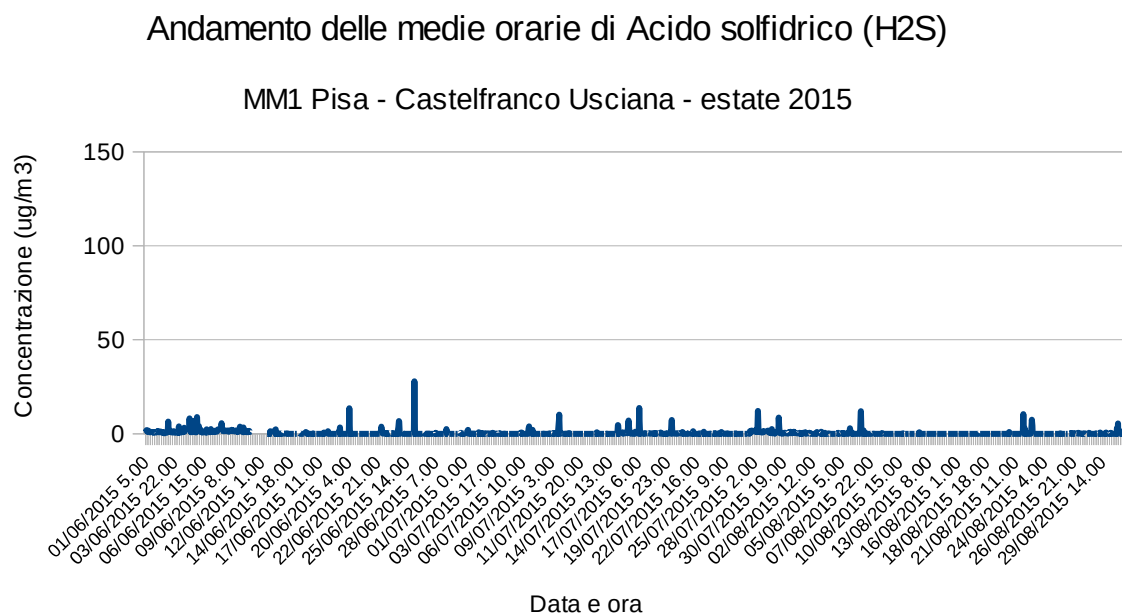


Grafico 5.2.5.c - Andamenti orari di H<sub>2</sub>S nel sito di Castelfranco Via Usciana – Autunno

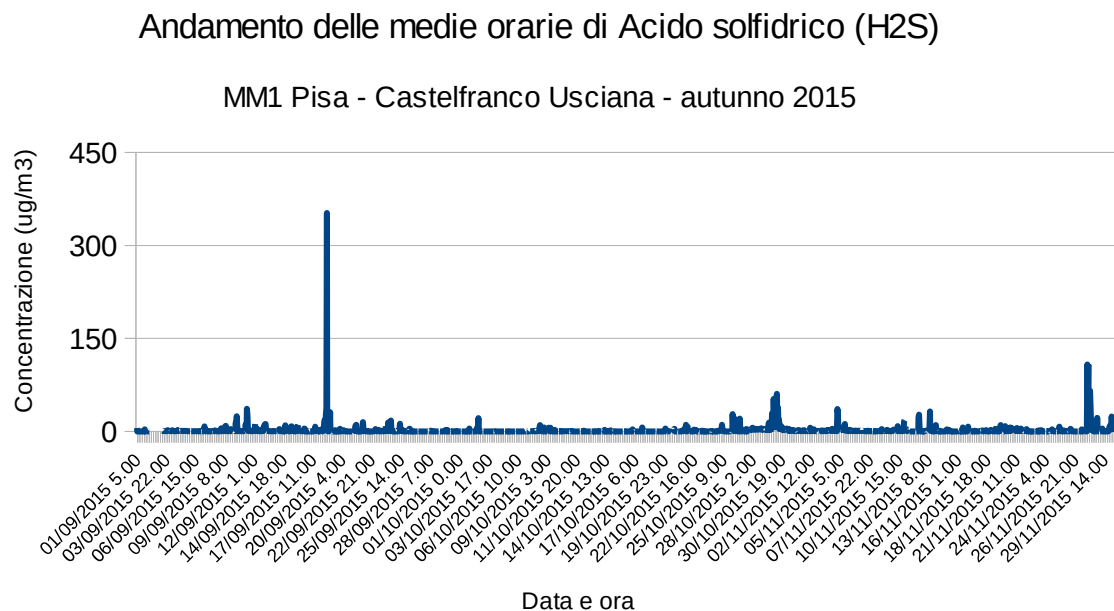


Grafico 5.2.5.d - Andamenti orari di H<sub>2</sub>S nel sito di Castelfranco Via Usciana – Inverno

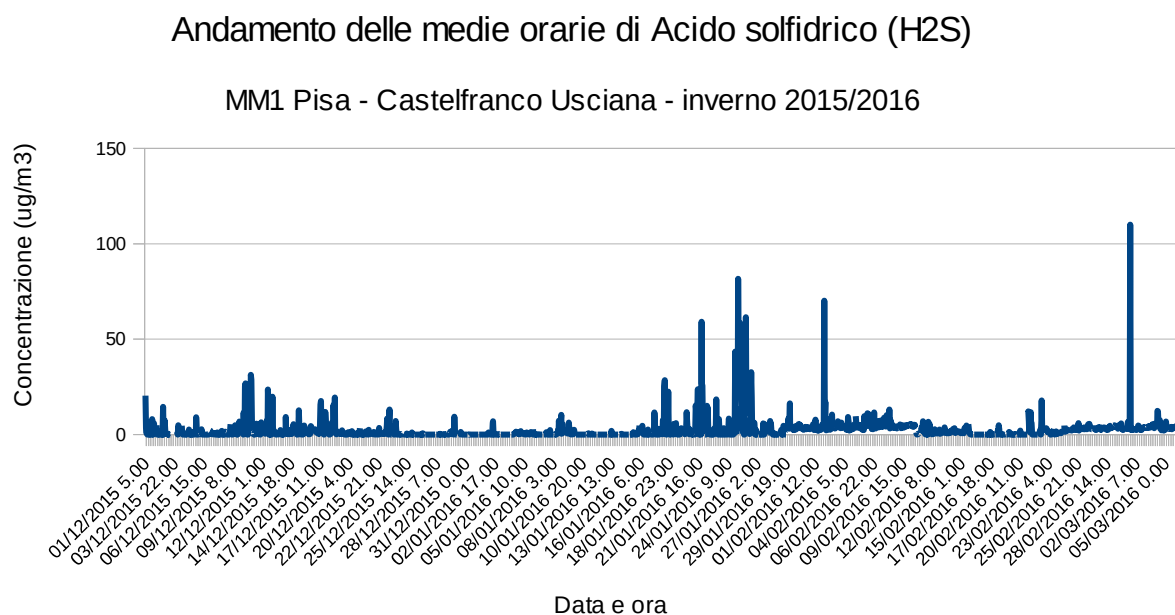


Grafico 5.2.5.e - Andamenti giornalieri di H<sub>2</sub>S nel sito di Castelfranco Via Usciana – primavera

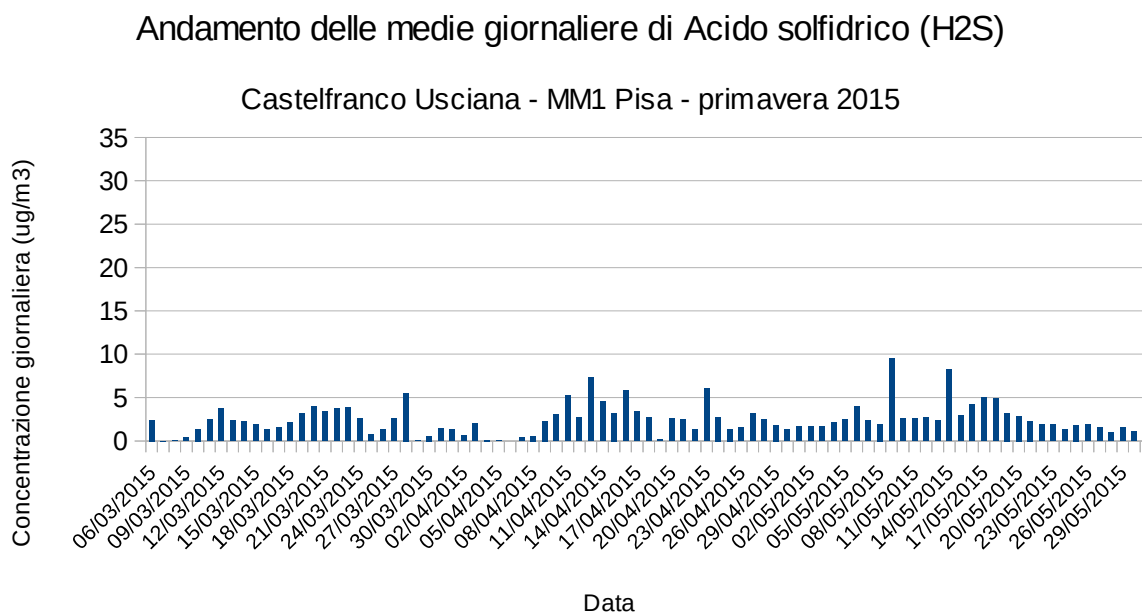


Grafico 5.2.5.f - Andamenti giornalieri di H<sub>2</sub>S nel sito di Castelfranco Via Usciana – estate

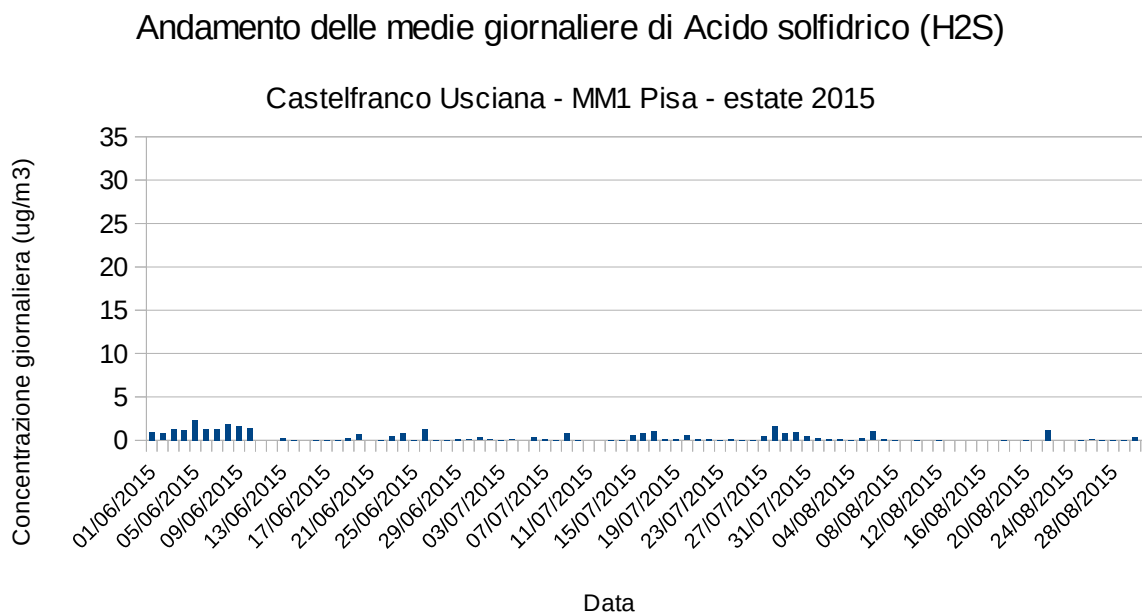
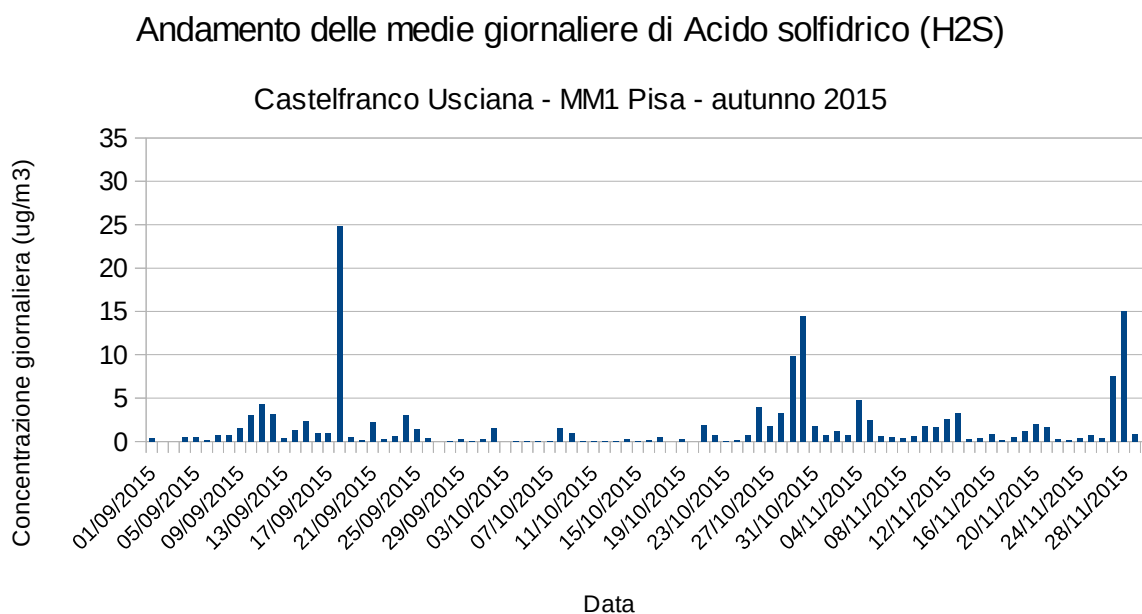
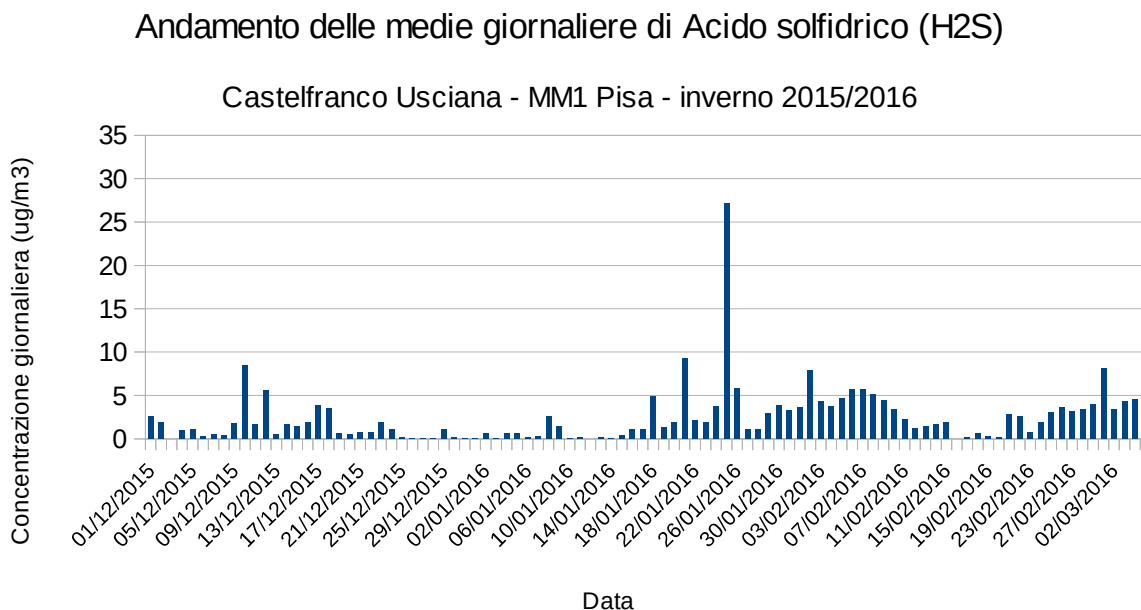


Grafico 5.2.5.g - Andamenti giornalieri di H<sub>2</sub>S nel sito di Castelfranco Via Usciana – autunno





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

Per quanto riguarda l'intera campagna di misure dell'acido solfidrico si riporta sotto un'analisi statistica sintetica volta a comprendere più a fondo le concentrazioni orarie registrate per questo inquinante tipico del Comprensorio del Cuioio.

Riportiamo la tabella degli indicatori statistici:

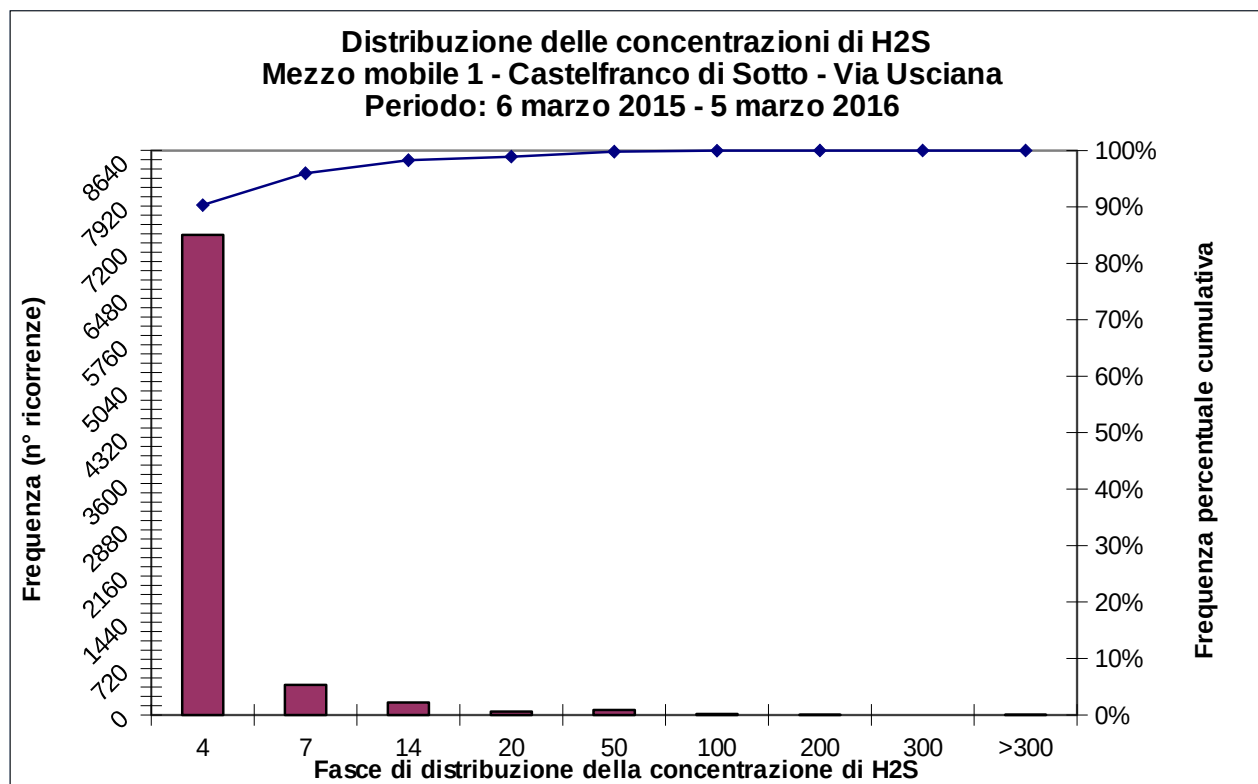
*Tabella 5.2.5.1 – Indicatori della distribuzione delle concentrazioni di H<sub>2</sub>S misurate:*

N.dati	8271
Media	1,8
Massimo	352
% dati validi	94
Errore standard	0,1
Mediana	0,4
Moda	0
Asimmetria	27,6
Varianza campionaria	37,2
Deviazione standard	6,1

Di seguito vengono 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 vede dal Grafico 5.2.5.1 le concentrazioni al di sotto dei 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sono ben il 90 % delle medie orarie raccolte e quelle al di sotto della soglia olfattiva il 96%.

Grafico 5.2.5.1 Distribuzione delle concentrazioni di  $\text{H}_2\text{S}$  e percentuale cumulativa:



Inoltre nella Tabella 5.2.5.2 vengono riportati tutti gli episodi acuti, per un totale di 18 medie orarie, includendo data e ora dell'episodio, valore della concentrazione e direzione e velocità del vento corrispondenti. Per episodio acuto è stata arbitrariamente considerata ciascuna media oraria di concentrazione di  $\text{H}_2\text{S}$  superiore a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabella 5.2.5.2 – Elenco degli episodi acuti nella intera campagna indicativa a Castelfranco Via Usciana in ordine di concentrazione decrescente:

Data e ora	Direzione del vento	Velocità del Vento (m/s) – valore medio orario	Concentrazione di $\text{H}_2\text{S}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – valore medio orario
18/09/2015 16.00	OSO	4,7	352
01/03/2016 15.00	OSO	1,3	110
27/11/2015 22.00	O	0,1	108
28/11/2015 1.00	NE	0,1	108
25/01/2016 5.00	ENE	0,1	82
02/02/2016 5.00	ENE	1,3	70
28/11/2015 4.00	O	0,1	66
28/11/2015 3.00	N	0,1	62
25/01/2016 22.00	ENE	0,1	61
30/10/2015 6.00	OSO	n.d.	60
21/01/2016 19.00	NNE	0,3	59
14/05/2015 5.00	SO	1,5	59
25/01/2016 9.00	ENE	1,0	58
25/01/2016 20.00	ENE	0,9	56
09/05/2015 19.00	OSO	2,8	55
30/10/2015 5.00	OSO	n.d.	54
18/05/2015 7.00	ENE	0,1	53
29/10/2015 23.00	ENE	n.d.	52



### 5.2.6 Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

I valori misurati per questo inquinante, e i relativi indici sintetici, sono presentati a puro titolo indicativo in seguito ai seguenti fattori:

- la misurazione è stata effettuata con strumentazione costruita precedentemente all'entrata in vigore della norma tecnica di riferimento (norma UNI EN 14662 parte 3 - 2005 ) e pertanto non completamente coerente con le specifiche previste;
- causa un guasto strumentale, non risolvibile, la misura è stata interrotta il 26 novembre 2015 e quindi non è stata soddisfatta la raccolta minima dei dati prevista per le misure indicative, che prevede almeno due settimane di misura per ogni stagione dell'anno (Tabella 1 allegato I del D.Lgs 155/2010), in quanto non è stata effettuata nessuna misurazione nella stagione invernale.

*Tabella 5.2.6 – Dati Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) e confronto con la centralina fissa sullo stesso periodo di misura (6 marzo 2015 – 26 novembre 2015)*

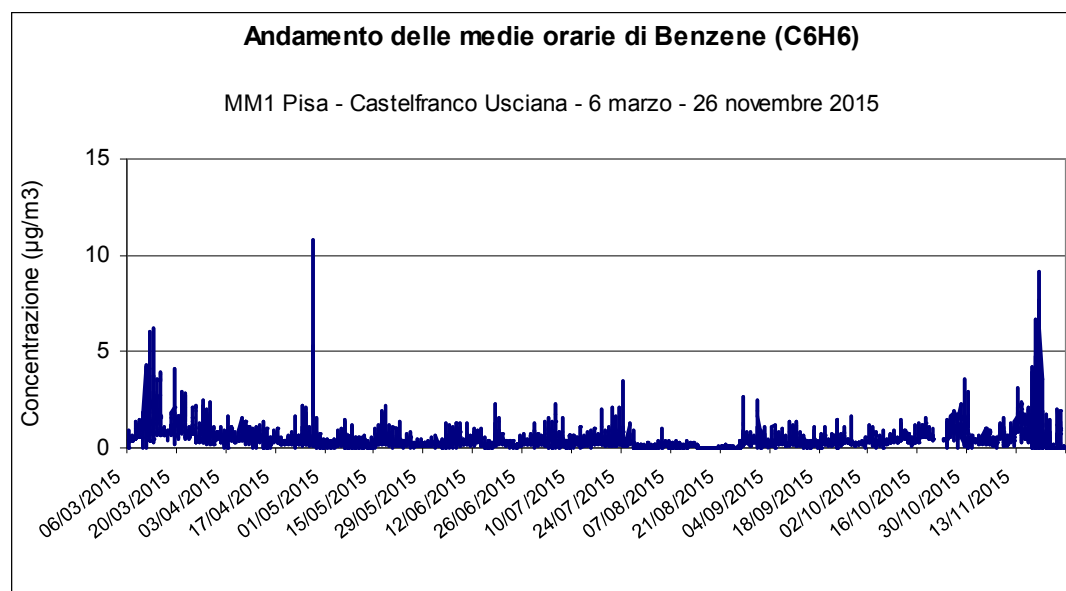
	Limiti di riferimento	Mezzo Mobile 1	LU-San Concordio
Dati validi (medie orarie) n°		6175	5239
Media delle concentrazioni orarie del periodo (µg/m <sup>3</sup> )	5 µg/m <sup>3</sup> <i>Media Annua</i>	0,4	0,7
Max. media oraria rilevata nel periodo (µg/m <sup>3</sup> )	-	10,8 27/04/2015 h 15	7,0 26/10/2015 h 21

Il dato ottenuto come valore medio delle misure sul periodo di indagine è comunque risultato essere di un ordine di grandezza inferiore rispetto al valore limite annuo. Questo ci garantisce che anche nel caso di un monitoraggio esteso ad un anno intero il valore di 5 µg/m<sup>3</sup> (limite sulla media annua) sarebbe probabilmente rispettato con ampi margini di sicurezza.

Anche il confronto con i risultati ottenuti, sullo stesso periodo di misura, per la stazione regionale di riferimento di LU-San Concordio evidenziano un dato molto contenuto (-43%) per la postazione di Castelfranco Ursina relativamente a questo importante inquinante primario, classificato dalla IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) come sostanza cancerogena di classe I.

Il grafico 5.2.6, di seguito riportato, evidenzia che, tranne in pochi casi sporadici, le medie orarie di benzene per tutto il periodo di monitoraggio siano ben al di sotto del valore limite per la media annua di 5 µg/m<sup>3</sup>.

Grafico 5.2.6 - Andamenti orari di Benzene nel sito di Castelfranco Via Usciana nel periodo di misura (6 marzo 2016 – 26 novembre 2016)



## Conclusioni

Il monitoraggio della qualità dell'aria realizzato per mezzo del laboratorio mobile dal 6 marzo 2015 al 5 marzo 2016 Comprensorio del Cuoio nella postazione di Castefranco – Via Usciana ha fornito un quadro ambientale che, per quanto attiene agli inquinanti gassosi  $\text{SO}_2$  e  $\text{NO}_2$ , evidenzia indicatori che rispettano ampiamente le soglie previste dalla normativa vigente in materia di qualità dell'aria (D.Lgs. 155/2010) per la protezione della salute umana.

Per quanto riguarda il  $\text{PM}_{10}$ , entrambi i valori degli indicatori di qualità dell'aria, elaborati nella campagna di Via Usciana, sono conformi ai relativi valori limite. L'indicatore di particolato  $\text{PM}_{10}$ , relativo alla media annuale, presenta un valore inferiore del 43% rispetto al valore di riferimento. Il valore limite giornaliero, valutato in relazione a quanto previsto dalla norma, mediante l'elaborazione del 90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere, è risultato essere di  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e quindi conforme al valore limite previsto di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (-32%).

Per quanto concerne l'Acido solfidrico, sicuramente l'inquinante più caratterizzante la zona in esame, si evidenziano alcune criticità, con superamenti della soglia olfattiva di  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  che si sono verificate per il 4,1% del tempo di misura con conseguente moderata probabilità dell'instaurarsi di condizioni favorevoli allo sviluppo di maleodoranze locali. I valori registrati nel periodo sono risultati sporadicamente elevati con 18 valori superiori a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (di cui 4 superiori a 100). Tali eventi sono stati considerati nella trattazione come "episodi acuti". Da questa analisi si rileva che 3 dei 4 casi con concentrazione superiore a  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sono avvenuti contestualmente a fenomeni ventosi dal settore Ovest-//Ovest-Sud-Ovest. Tutti gli episodi acuti sono avvenuti in condizioni di "calma o bava di vento" (velocità inferiori a 1,5 m/s), unica eccezione l'episodio con la concentrazione maggiore, pari a  $352 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in cui si è registrata una velocità del vento di 4,7 m/s.

Anche la serie dei dati relativa la benzene, seppure non completa per mancanza delle misure della stagione invernale, risulta essere più che soddisfacente con un valore medio di periodo inferiore a 1/10 del valore limite. Il valore medio è inoltre inferiore del 40% rispetto a quanto misurato nello stesso periodo dalla stazione di riferimento regionale per la zona del "Valdarno Pisano e Piana Lucchese".

## ALLEGATO 1: 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)

**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.a - Rosa dei venti – Primavera 2015*

### Rosa dei Venti

Rete Pisa-Staz.In Scansione

Stazione Mezzo Mobile

Valori dal giorno

06/03/2015 Al giorno 31/05/2015

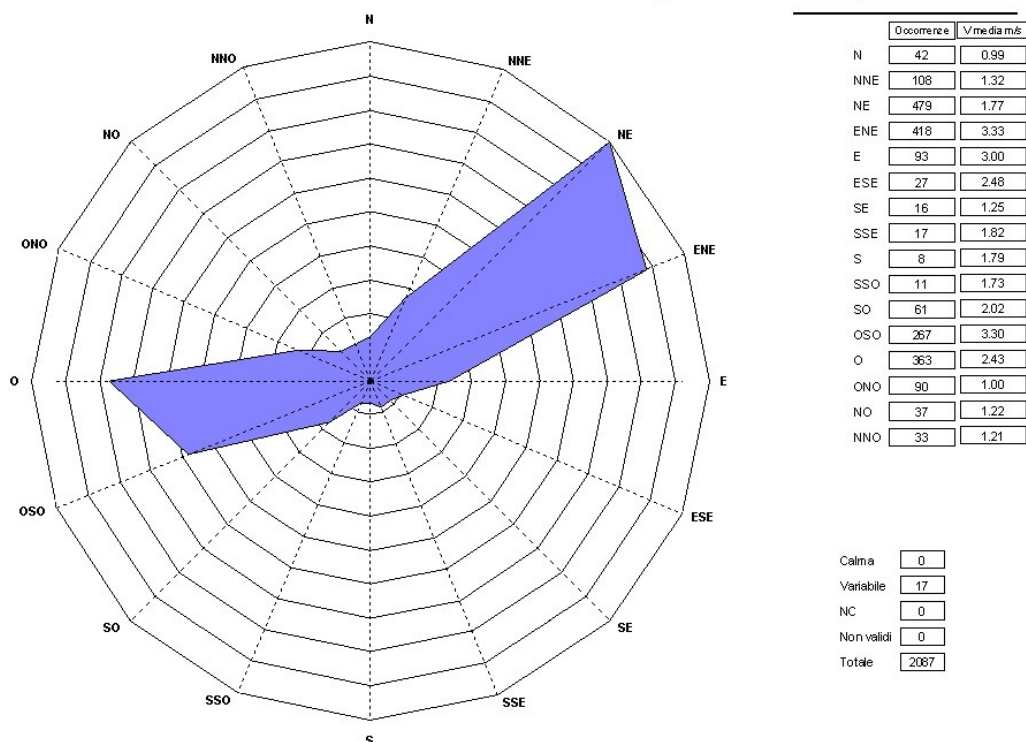


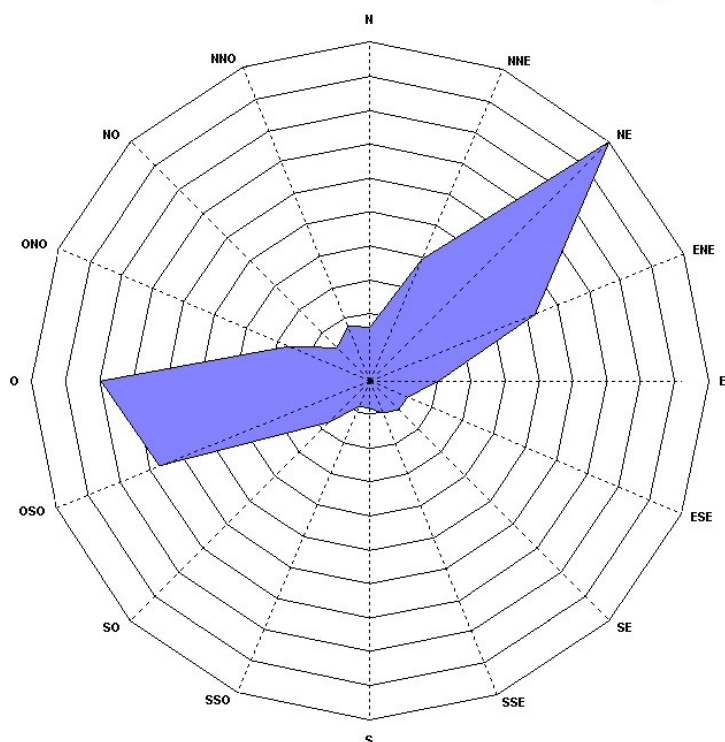
Grafico A.1.b - Rosa dei venti – Estate 2015

## Rosa dei Venti

Rete Pisa-Staz.In Scansione

Stazione Mezzo Mobile

Valori dal giorno 01/06/2015 Al giorno 31/08/2015



	Occorrenze	V media m/s
N	56	1.11
NNE	176	0.71
NE	496	1.14
ENE	248	2.07
E	79	1.97
ESE	37	1.88
SE	37	1.73
SSE	26	1.67
S	16	1.61
SSO	17	1.37
SO	63	2.04
OSO	323	3.29
O	389	2.60
ONO	112	1.27
NO	47	0.87
NNO	65	1.43

Calma	0
Variabile	15
NC	0
Non validi	5
Totale	2207

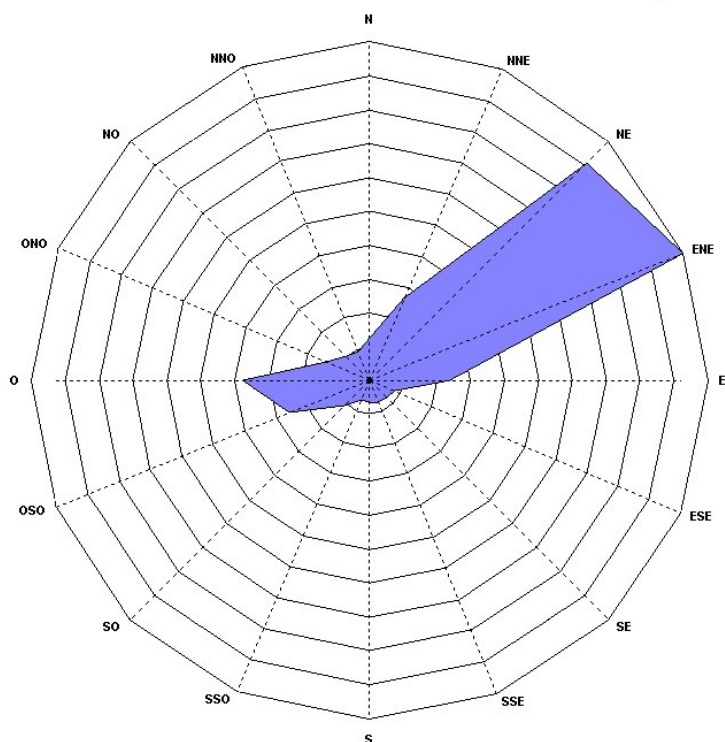
Grafico A.1.c - Rosa dei venti – Autunno 2015

## Rosa dei Venti

Rete Pisa-Staz.In Scansione

Stazione Mezzo Mobile

Valori dal giorno 01/09/2015 Al giorno 30/11/2015



	Occorrenze	V media m/s
N	51	0.64
NNE	147	0.66
NE	594	1.28
ENE	657	2.84
E	129	2.12
ESE	22	1.43
SE	14	1.07
SSE	11	1.26
S	10	0.82
SSO	7	1.05
SO	38	1.48
OSO	143	3.22
O	224	2.16
ONO	63	0.90
NO	34	0.67
NNO	28	0.90

Calma	0
Variabile	12
NC	0
Non validi	0
Totale	2184

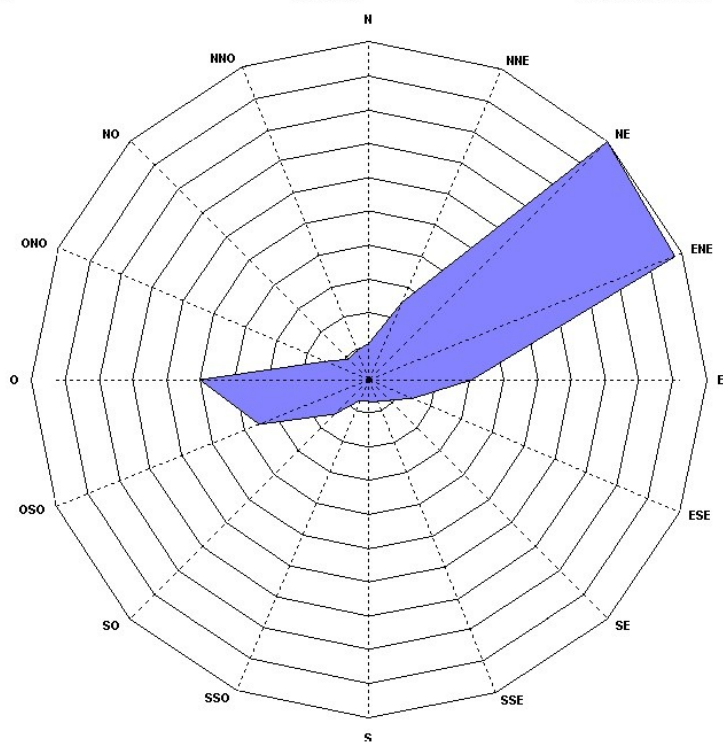
Grafico A.1.d - Rosa dei venti – Inverno 2015-2016

## Rosa dei Venti

Rete Pisa-Staz.In Scansione

Stazione Mezzo Mobile

Valori dal giorno 01/12/2015 Al giorno 05/03/2016



	Occorrenze	V media m/s
N	37	0.98
NNE	127	0.75
NE	608	0.87
ENE	593	0.98
E	163	1.14
ESE	59	0.89
SE	21	0.90
SSE	11	0.58
S	9	1.12
SSO	11	3.48
SO	59	1.69
OSO	193	2.20
O	287	3.01
ONO	59	1.24
NO	24	0.49
NNO	28	1.09

Calma	0
Variabile	13
NC	0
Non validi	1
Totale	2303

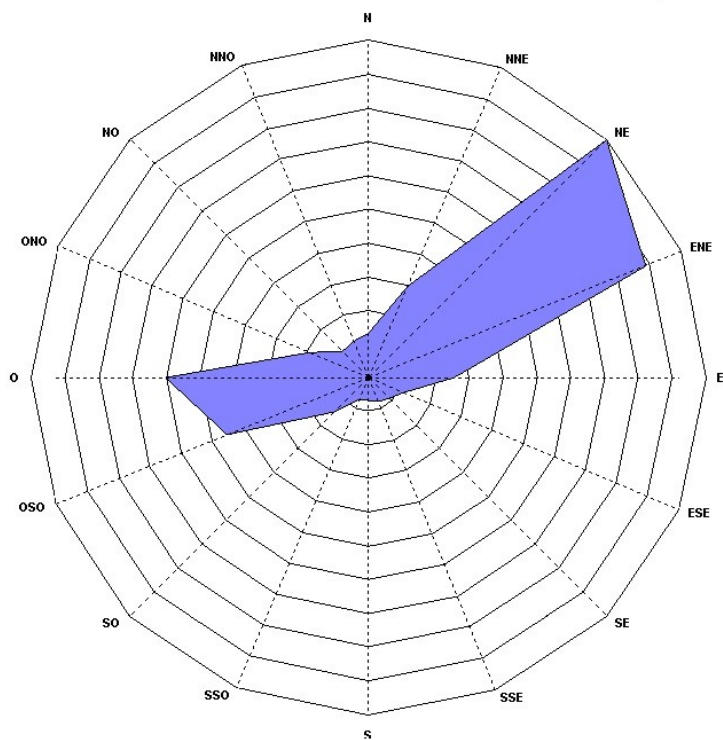
Grafico A.1.e - Rosa dei venti – Tutto il periodo (6 marzo 2015 – 5 marzo 2016)

## Rosa dei Venti

Rete Pisa-Staz.In Scansione

Stazione Mezzo Mobile

Valori dal giorno 06/03/2015 Al giorno 05/03/2016



	Occorrenze	V media m/s
N	186	0.93
NNE	558	0.83
NE	2177	1.24
ENE	1916	2.27
E	464	1.93
ESE	145	1.52
SE	88	1.34
SSE	65	1.46
S	43	1.36
SSO	46	1.91
SO	221	1.84
OSO	926	3.06
O	1263	2.56
ONO	324	1.12
NO	142	0.85
NNO	154	1.23

Calma	0
Variabile	57
NC	0
Non validi	6
Totale	8781

Nel periodo di misura sono stati registrati 8781 valori orari di direzione vento

Come evidenziato dai grafici sopra riportati si rileva una preponderanza dei fenomeni dal settore Nord-Est//Est-Nord-Est (NE//ENE) sia nell'intero periodo di misure, sia per ogni singola stagione, con accentuazione della predominanza nel periodo autunno-inverno e una diminuzione nel periodo primavera-estate.

Nella globalità, i venti dal settore NE//ENE costituiscono quasi la metà del totale dei fenomeni ventosi misurati (4093 eventi sui 8781 totali).

Nel periodo primavera-estate si evidenzia una buona parte di fenomeni ventosi tipici dalla direzione Ovest//Ovest-Sud-Ovest (1709 su 4391 totali pari al 25%)

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

Stagione	Frequenze percentuali		Periodo di riferimento
	$VV < 1,5$ m/s	$VV > 3,5$ m/s	
Tutto	58,2%	17,2%	6 marzo 2015 – 5 marzo 2016
Primavera	46,6%	23,0%	6 marzo – 31 maggio 2015
Estate	53,3%	16,6%	1° giugno – 31 agosto 2015
Autunno	57,5%	19,8%	1° settembre – 30 novembre 2015
Inverno	74,0%	10,3%	1° dicembre 2015 – 5 marzo 2016

Il valore medio della velocità del vento nel periodo di misura è stato di 1,9 m/s (circa 7 km/h) con un valore massimo orario di 14 m/s (circa 50 km/h) registrato il 6 marzo alle ore 13:00.

Come preventivabile, si nota una più elevata ricorrenza di fenomeni ventosi al di sopra dei 3,5 m/s nella stagione primaverile (23%), mentre il periodo invernale (10%) fa registrare il valore più contenuto di questi eventi. A conferma di quanto appena detto per i fenomeni di “calma di vento” ( $v < 1,5$  m/s), le percentuali maggiori si ottengono nella stagione invernale (74%) mentre il minimo si ha in primavera con il 46,6% dei casi.

Grafico A.2.a -Grafico dei valori medi orari di Velocità del Vento (VV) – primavera 2015

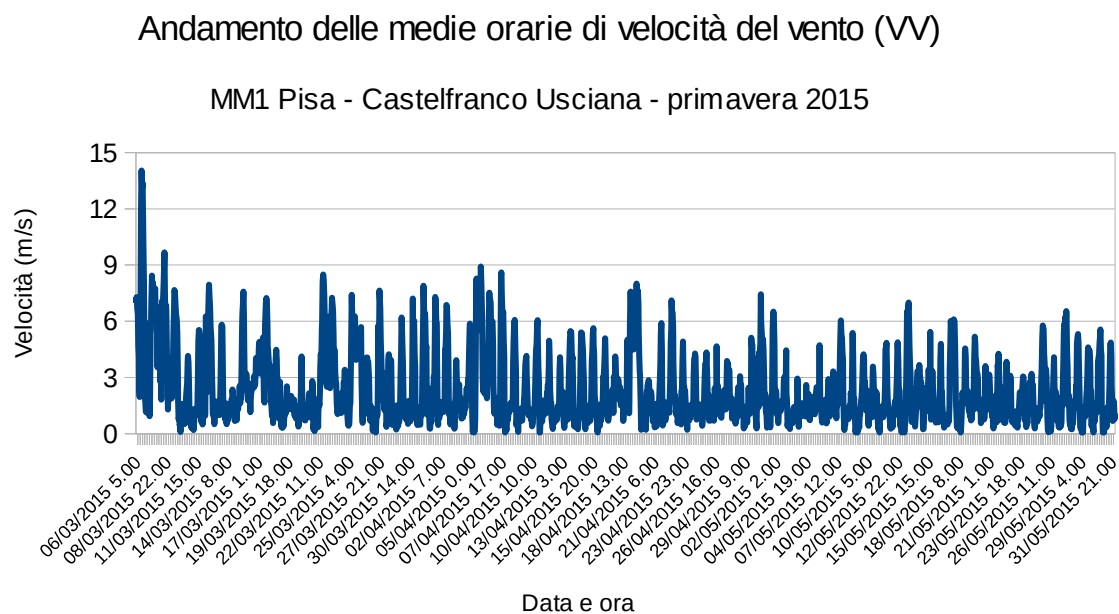


Grafico A.2.b -Grafico dei valori medi orari di Velocità del Vento (VV) – estate 2015

