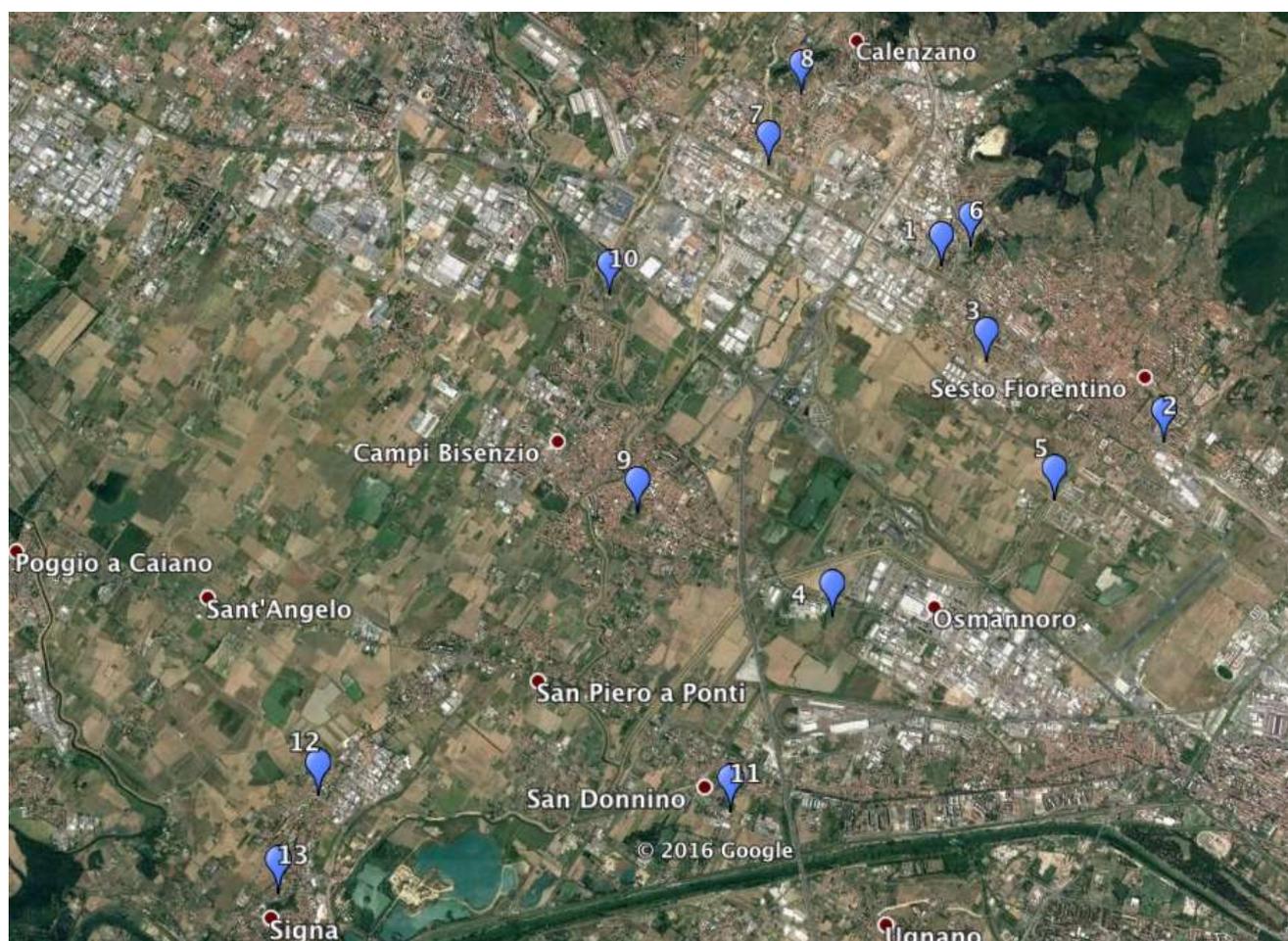




# Qualita' dell'Aria nella Piana Fiorentina

Campagna di Misure

Settembre 2016 – Giugno 2017





*Università degli Studi di Firenze*

Dipartimento di Chimica

## **PROGETTO SMART**

### **Studio della distribuzione spaziale delle concentrazioni atmosferiche e della composizione chimica del PM10 in 13 siti nell'area della Piana Fiorentina.**

Progetto di Ricerca del Dip. di Chimica, Università' di Firenze, in collaborazione con i Comuni di Sesto F.no, Calenzano, Campi Bisenzio e Signa.

# **Rapporto Finale**

**Responsabile Scientifico:**

**Prof. Roberto Udisti**

**Dipartimento di Chimica – Sezione Chimica Analitica  
Polo Scientifico di Sesto F.no – Università' di Firenze.**

Prof. Roberto Udisti  
Dipartimento di Chimica, Polo Scientifico Università' di Firenze  
Via della Lastruccia, 3 - 50019 Sesto Fiorentino (FI)  
tel: 055/4573252 – 4573381  
E-mail: [udisti@unifi.it](mailto:udisti@unifi.it)

## 1. INTRODUZIONE

Allo scopo di contribuire all'acquisizione di una maggiore conoscenza dello stato dell'ambiente nella Piana Fiorentina, soprattutto in considerazione del possibile ampliamento delle pre-esistenti infrastrutture aeroportuali e della supposta costruzione di un impianto di termovalorizzazione dei rifiuti in localita' Case Passerini, il Dipartimento di Chimica, in maniera autonoma e senza ricorrere a finanziamenti da parte di istituzioni o enti pubblici o privati, ha condotto uno studio sulle concentrazioni atmosferiche e sulla composizione chimica del particolato atmosferico PM10 in 13 siti distribuiti in 4 Comuni che si affacciano sulla Piana.

La campagna di campionamento e' stata svolta utilizzando due tipi di campionatori operanti con testa PM10: 2 campionatori FAI-Hydra a norma europea EN 12341 e 13 campionatori innovativi FAI-SMART. Dato il carattere innovativo dei campionatori SMART, due campionatori di questo tipo sono stati installati nei pressi dei due campionatori a norma EN 12341, per poter valutare l'attendibilita' dei dati raccolti.

Il campionamento si e' svolto nel periodo Settembre 2016 – Giugno 2017, con alcune differenze, anche notevoli, nei periodi di campionamento che hanno interessato i differenti siti. Queste differenze sono dovute al fatto che gli Accordi di Collaborazione tra il Dip. Chimica e gli Assessorati all'Ambiente dei quattro Comuni interessati al progetto hanno subito il ritardo di alcuni mesi, per il completo espletamento dei protocolli relativi alla stesura dell'Accordo. Inoltre, qualche minore differenza tra i periodi di campionamento effettuati con i campionatori SMART e' stata causata da alcuni problemi di messa a punto iniziale dei campionatori stessi.

Il campionamento con le centraline a norma europea EN12341 e' stato effettuato con cadenza giornaliera (campionamenti di 24 h dalle 00.01 alle 23.59 di ogni giorno) dal 2 Settembre 2016 all'11 Ottobre 2016, e ogni due giorni (campionamenti di 24 h dalle 00.01 alle 23.59 a giorni alterni) dal 13 Ottobre all' 8 Giugno 2017. I campionamenti sono stati effettuati nei siti di Case Passerini e del Polo Scientifico di Sesto Fiorentino.

Il campionamento con i campionatori SMART si e' svolto nel periodo Settembre 2016 – Giugno 2017 per i due campionatori operanti in parallelo con i campionatori EN 12341 a Case Passerini (S4) e presso il Polo Scientifico (S5), e nel periodo da Dicembre 2016/Gennaio 2017 a Giugno 2017 per gli altri 11 siti di campionamento (S1-S3 e S6-S13). Questi campionamenti hanno avuto la durata di 15 giorni ed hanno permesso di valutare la distribuzione spaziale della concentrazione atmosferica e della composizione chimica del PM10 in gran parte dell'area della Piana Fiorentina.

In totale, sono stati prelevati 456 campioni di PM10, che sono stati tutti analizzati per la misura gravimetrica del PM10 e per la determinazione delle concentrazioni atmosferiche dei piu' rilevanti componenti chimici (ioni e metalli) potenzialmente tossici per l'ambiente.

E' da tenere conto che, per la mancanza di qualunque tipo di finanziamento da parte degli Enti Regionali e Comunali, non e' stato possibile determinare alcuni marker di specifiche emissioni. In particolare, non sono stati determinati il silicio (marker del

contributo crostale), il levoglucosano (marker delle combustioni da biomassa) e le frazioni carboniose OC (Organic Carbon) e EC (Elemental Carbon), marker del traffico e dei processi di combustione. Inoltre, il periodo di campionamento non ha riguardato un intero ciclo annuale (anche se la copertura del periodo autunno-inverno e' significativa per la valutazione della qualita' dell'aria nel periodo con la presenza delle piu' intense fonti emissive). Per tali ragioni, non e' stato possibile applicare l'analisi statistica multivariata (PMF – Positive Matrix Factorization) per il riconoscimento e la quantificazione delle sorgenti (source apportionment). E' auspicabile che un progetto finanziato dalla Regione Toscana nell'arco del 2018 possa permettere un campionamento annuale in almeno due siti della Piana, con la determinazione di tutti i componenti chimici necessari per un affidabile source apportionment.

Informazioni dettagliate sulle posizioni dei siti e sui periodi di campionamento per ogni sito sono riportate nella Sezione 3 "Siti di Campionamento". Una sintesi delle metodologie di misura e' riportata nella Sezione 4 "Metodologie". Le concentrazioni atmosferiche del PM10 e dei piu' rilevanti ioni e metalli misurati nei filtri raccolti sono riportate nella Sezione 5 "Risultati". La sintesi dei risultati ottenuti e' riportata nella Sezione 6 "Conclusioni". Particolare risalto e' stato dato alla distribuzione spaziale della concentrazione atmosferica del PM10 e dei quattro metalli per i quali sono previsti limiti per i "Valori Obiettivo" e le "Soglie di Valutazione Superiore e Inferiore" da parte delle attuali normative per la Qualita' dell'Aria (es. Direttiva 2004/107/CE per arsenico, cadmio, nichel e piombo).

Attraverso questo studio, e' stato possibile ottenere, per la prima volta, una conoscenza della distribuzione spaziale del PM10 e dei suoi principali componenti in una vasta area all'interno della Piana Fiorentina nel periodo dall'autunno alla primavera, il piu' critico per la presenza delle emissioni da riscaldamento domestico e per la frequente formazione di strati di inversione termica, con conseguente aumento della concentrazione degli inquinanti al suolo. In tal modo, e' stato possibile mettere in evidenza situazioni di distribuzione omogenea di contaminanti nell'area in esame o la presenza di particolari concentrazioni di specifici inquinanti in determinati siti.

Tali conoscenze sono propedeutiche per impostare e adottare opportune politiche di controllo, mitigazione e risanamento, una volta che le principali sorgenti di tali inquinanti nel PM10 siano state identificate e quantificate, per garantire ai cittadini il pieno raggiungimento dagli standard per la Qualita' dell'Aria.

Infine, una attendibile conoscenza degli effetti dell'impatto delle attuali sorgenti sulla qualita' dell'aria nella Piana Fiorentina potrà permettere di valutare e quantificare il contributo aggiuntivo, quantitativo e qualitativo, di possibili futuri insediamenti industriali e/o tecnologici, inclusi l'ampiamiento dell'infrastruttura aeroportuale e la realizzazione di un termo-valorizzatore.

I dati ottenuti dall'analisi chimica dei filtri raccolti durante questo progetto verranno messi a disposizione delle Autorita' Regionali e Comunali, degli Organi di Stampa, e dei cittadini che ne faranno richiesta, per una corretta e capillare comprensione della situazione attuale della Qualita' dell'Aria nella Piana Fiorentina.

## **2. COLLEGAMENTO CON ALTRI PROGETTI COMUNALI , REGIONALI E EUROPEI**

Il progetto SMART si e' svolto nell'ambito di progetti di studio e monitoraggio della Qualita' dell'Aria nel comprensorio di Firenze e della Toscana, condotti dal Dip. di Chimica in anni precedenti, in collaborazione con la Regione Toscana e il Comune di Sesto Fiorentino. Tra tali progetti, si possono citare:

- Progetti PASF, PASF-2, PASF-3 e PASF4. Tali progetti sono stati svolti in collaborazione con il Comune di Sesto Fiorentino. I programmi PASF e PASF-2, attuati nell'arco di tempo dal Giugno 2003 al Marzo 2007, prevedevano lo studio e la caratterizzazione chimica del PM10 e del PM2.5 attraverso campagne esplorative nel comprensorio di Sesto F.no, al fine di monitorare i carichi atmosferici e di valutare le principali fonti e processi di trasporto e deposizione di tali frazioni dimensionali di particolato. Il progetto PASF-3, che si e' realizzato nel periodo Marzo 2007 – Maggio 2008, e' stato un progetto pilota focalizzato allo studio e al monitoraggio della frazione iperfine (PM1.0) del particolato atmosferico, fornendo il primo data-base a lungo periodo su scala Regionale del carico atmosferico e della composizione chimica di questa classe dimensionale dell'aerosol. Il progetto PASF-4 si e' svolto nel periodo Marzo 2010 – Marzo 2012 e ha riguardato lo studio del carico atmosferico e della composizione chimica del PM2.5 in due stazioni nel Comune di Sesto F.no: Villa San Lorenzo e Fonte dei Seppi (Monte Morello).
- Progetti Regionali PATOS-1 e PATOS-2 (Particolato Atmosferico nella regione TOScana) – PATOS-1 si e' svolto nell'ambito di una collaborazione scientifica biennale tra la Regione Toscana ed Organizzazioni Scientifiche sul Territorio (tra gli altri: ARPAT, LAMMA, Dipartimento di Chimica, Universita' di Firenze). Il progetto era finalizzato al monitoraggio del carico atmosferico e della composizione chimica del PM10 (e, a spot, del PM2.5) in 6 stazioni di rilevanza regionale per un intero arco annuale (Settembre 2005 – Ottobre 2006). Il Progetto PATOS-2, nato come proseguimento di PATOS e svoltosi nel periodo Marzo 2009 – Marzo 2010, aveva l'obiettivo di approfondire le conoscenze sul carico atmosferico e sulla composizione chimica del particolato piu' fine (PM2.5) in tre stazioni in ambito regionale: due stazioni urbane (urbana-traffico e urbana-fondo a Firenze) e una stazione regionale-fondo a Livorno.  
Progetto Europeo Life Plus "AIRUSE". Il progetto, terminato nel 2016, e' stato finalizzato alla identificazione e quantificazione delle sorgenti emmissive e alla comprensione dei processi che controllano la qualita' dell'aria in alcune citta' europee. Per la citta' di Firenze, i campionamenti giornalieri di PM10 e PM2.5 sono stati effettuati nella stazione urbana-fondo di via Bassi per un intero anno solare (Gennaio 2013-Gennaio 2014).

### 3. SITI DI CAMPIONAMENTO

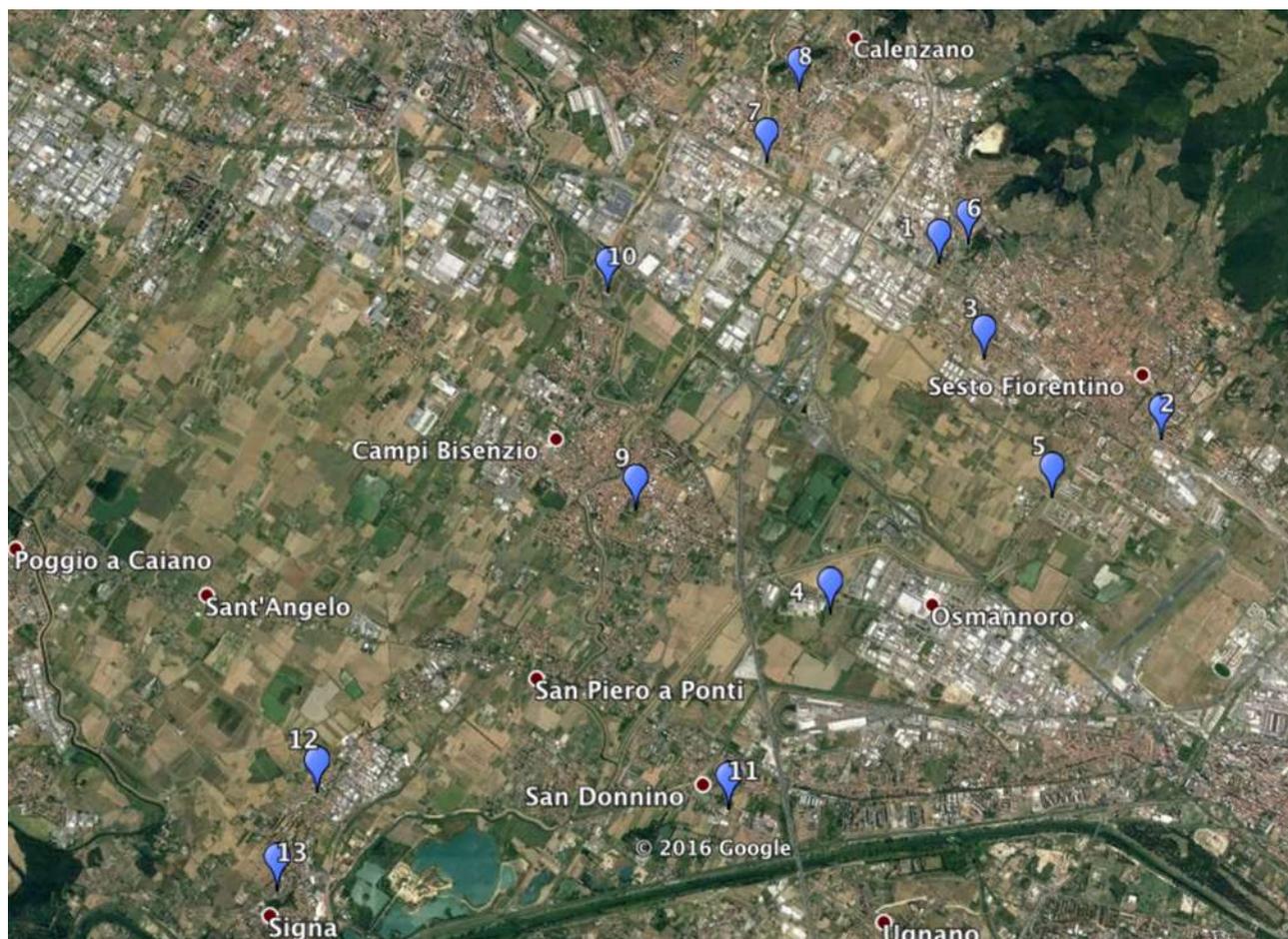
La cosiddetta “Piana Fiorentina” è costituita da una pianura preistorica di origine lacustre racchiusa da una serie di rilievi che un tempo costituivano gli argini dell’invaso. Come in tutte le pianure, l’uomo vi ha sviluppato propri insediamenti, sia di tipo residenziale che di tipo produttivo. Nel tempo, lo sviluppo demografico e imprenditoriale ha causato un progressivo aumento delle emissioni atmosferiche di varie sostanze che si aggiungono a quelle emesse dalle sorgenti naturali. Un’area come quella della Piana, per la sua conformazione ed in concomitanza di determinate condizioni meteorologiche, può presentare problemi di insufficiente dispersione delle sostanze emesse nell’atmosfera dalle sorgenti locali e, di conseguenza, un accumulo di inquinanti nella bassa troposfera. La limitata circolazione verticale può causare la formazione di elevati livelli di concentrazione di alcune sostanze per le quali recenti studi scientifici indicano potenziali effetti negativi sulla salute umana.

#### Siti di Campionamento

I due campionatori FAI-Hydra con testa PM10, operanti secondo la norma europea EN 12341, sono stati installati in due siti: presso il Polo Scientifico dell’Università di Firenze (PS) e presso la discarica di Case Passerini (CP). I 13 campionatori FAI-SMART con testa PM10 sono stati installati in 5 siti del Comune di Sesto Fiorentino (S1-S5), due dei quali coincidono con i siti dei campionatori Hydra (S4 – Case Passerini e S5 – Polo Scientifico), in 3 siti del Comune di Calenzano (S6-S8), in tre siti del Comune di Campi Bisenzio (S9-S11) e in due siti del Comune di Signa (S12 e S13). **La Figura 1** mostra la posizione dei siti, qui sotto descritti.

- PS** – FAI-Hydra – Via Detti, Sesto F.no, presso l’ingresso del Polo Scientifico, a circa 50 metri da Via dell’Osmannoro. Sito 5 in Figura 1. Periodo di campionamento: 02.09.16 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 157.
- CP** – FAI-Hydra – Sesto F.no, presso l’ex stabilimento Longinotti, a circa 50 metri da Via Lucchese, di fronte alla discarica di Case Passerini. Sito 4 in Figura 1. Periodo di campionamento: 02.09.16 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 147.
- S1** - Via Fogazzaro 1C, Sesto Fiorentino, presso una abitazione privata. Periodo di campionamento: 22.12.16 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 11.
- S2** - Via Rossini 53, Sesto Fiorentino, presso una abitazione privata. Periodo di campionamento: 22.12.16 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 10.
- S3** - Via Pozzi 11E, Sesto Fiorentino, presso una abitazione privata. Periodo di campionamento: 21.12.16 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 10.
- S4** – Via Lucchese, Sesto F.no, stesso sito della centralina FAI-Hydra **CP**. Periodo di campionamento: 02.09.16 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 20.
- S5** – Via Detti, Sesto F.no, stesso sito della centralina FAI-Hydra **PS**. Periodo di campionamento: 02.09.16 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 17.
- S6** - Via Dante, Calenzano, presso il campo sportivo di Settimello. Periodo di campionamento: 22.12.16 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 12.

- S7** - Via di Le Prata, Calenzano, sulle gradinate dello stadio di atletica di Calenzano. Periodo di campionamento: 22.12.16 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 11.
- S8** - Via Mascagni 15, Calenzano, nel parcheggio della scuola media “Arrigo da Settimello”. Periodo di campionamento: 22.12.16 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 12.
- S9** - Piazza Dante, Campi Bisenzio, all’interno del giardino di villa Rucellai. Periodo di campionamento: 12.01.17 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 9.
- S10** - Via San Quirico, Campi Bisenzio, all’interno del cimitero comunale. Periodo di campionamento: 27.01.17 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 9.
- S11** - Via San Donnino, Campi Bisenzio, all’interno del cimitero di San Donnino. Periodo di campionamento: 13.01.17 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 10.
- S12** - Via Buonarroti, Signa, all’interno di un giardino recintato dietro l’asilo di Via Tifariti. Periodo di campionamento: 20.01.17 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 10.
- S13** - Via XX Settembre, Signa, all’interno di un giardino recintato vicino all’ingresso della scuola media Alessandro Paoli. Periodo di campionamento: 20.01.17 – 08.06.17. Numero di filtri campionati: 10.



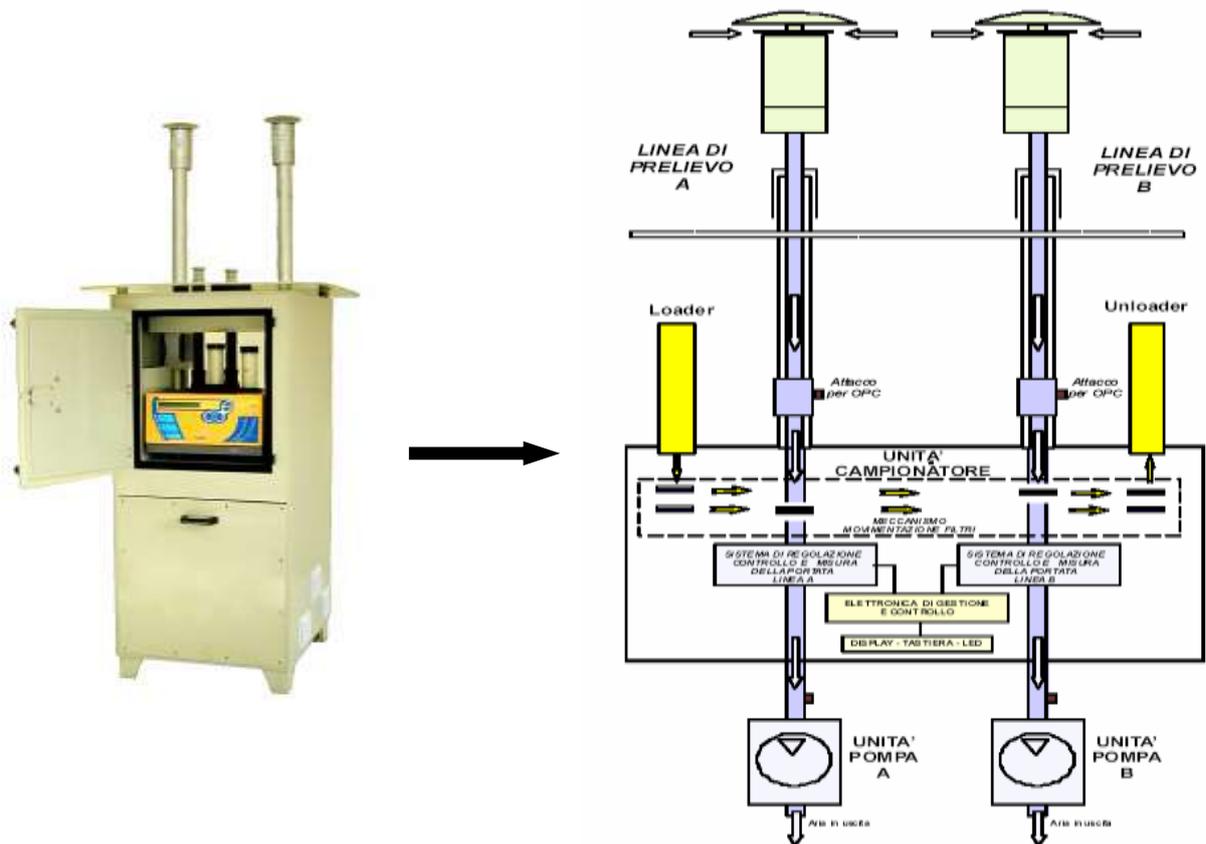
*Figura 1 - Stazioni di campionamento del progetto SMART*

I risultati delle misure effettuate sui filtri campionati dai due campionatori FAI-SMART S4 e S5 sono stati confrontati con i risultati ottenuti dalle centraline certificate FAI-Hydra, installate negli stessi siti, per valutare l'attendibilità dei dati ottenuti dai campionatori sperimentali FAI-SMART.

#### 4. METODOLOGIA

##### Campionatori FAI Hydra.

I campionamenti nei due siti del Polo Scientifico (PS – S5) e di Case Passerini (CP – S4) sono stati effettuati utilizzando un campionatore a doppia testa FAI-Hydra, operante secondo la normativa europea EN12341 ad un flusso di 2.3 m<sup>3</sup>/h. La centralina che ospita il campionatore e lo schema di funzionamento sono indicati in **Figura 2**.



*Figura 2 - Campionatore FAI-Hydra e schema di funzionamento.*

I campionamenti sono iniziati il 2 Settembre 2016 e sono terminati l'8 Giugno 2017. I campionamenti hanno avuto una durata di 24 h (00.01 – 23.59) e una frequenza

giornaliera fino all' 11 Ottobre 2016. Dal 13 Ottobre 2016 all' 8 Giugno 2017, i campioni sono stati raccolti a giorni alterni.

Nel sito PS (S5), in totale, sono stati campionati 157 filtri di aerosol.

Nella stazione CP (S4), i campionamenti sono stati effettuati nello stesso modo ma, a causa di un guasto al campionatore, i campionamenti sono stati sospesi dal 9 al 26 Ottobre. Pertanto, il numero dei filtri campionati e' risultato inferiore (147 campionamenti).

## **Campionatori FAI - SMART**

I campionatori SMART lavorano con flussi di aspirazione di 0.5 l/min., un valore decisamente inferiore ai 38.3 l/min dei campionatori a norma europea. A causa del flusso ridotto, l'aspirazione del particolato per un giorno comporta un deposito sul filtro circa 80 volte inferiore. Pertanto, la frequenza di campionamento deve essere ben superiore alle 24 h dei campionatori certificati, per poter raccogliere una quantita' di particolato su filtro sufficiente per le analisi chimiche. La durata di ogni singolo campionamento, quindi, e' stata stabilita in 15 giorni, anziche' in 24 h. E' chiaro che la frequenza minore ha permesso di ottenere solo valori delle concentrazioni atmosferiche mediati su un tempo relativamente lungo (15 giorni) ma, d'altro canto, le ridotte dimensioni, il basso costo e la possibilita' di effettuare campionamenti senza allacciamento alla rete elettrica, hanno permesso di utilizzare un gran numero di campionatori (13 in questo progetto), cosi' da garantire una elevata significativita' spaziale delle misure effettuate nel territorio della Piana. Infatti, i campionatori SMART sono sistemi autonomi, le cui pompe di aspirazione sono alimentate da un pannello solare che tiene in carica una batteria al piombo. In tal modo, con il pannello solare esposto a sud, la carica fornita alla batteria durante le ore diurne permette il campionamento per circa 24 ore, anche in mancanza di irraggiamento solare nel giorno successivo a causa, ad esempio, di copertura nuvolosa. In realta', i sistemi si sono rivelati critici durante il periodo invernale, con un ridotto numero di ore di irraggiamento solare. Per tale ragione, alcuni campionatori hanno funzionato in modo discontinuo nel periodo Dicembre – Gennaio, fino a che non sono state sostituite le batterie.

In totale, sono stati campionati 152 filtri, con un minimo di 9 filtri nei siti S9 e S10 e un massimo di 20 filtri nel sito S4.

E' da tenere presente che i campionatori FAI-SMART sono campionatori innovativi, che ancora non rispondono ad una specifica normativa della vigente legislazione. Tali campionatori, quindi, devono essere considerati come "campionatori sperimentali" e i dati da essi forniti devono essere confrontati con analoghi dati ottenuti da centraline certificate a norma EN12341, prima di poter essere elaborati.

A questo scopo, come precedentemente detto, due di tali campionatori (S4 e S5) sono stati installati in parallelo a campionatori FAI-Hydra a norma europea EN 12341. In tal modo, e' stato possibile verificare che i dati ottenuti dai campionatori SMART siano congrui, all'interno dell'incertezza connessa con le misure, a quelli ottenuti dalle centraline certificate (vedi confronti siti PS-S5 e CP-S4 in Sezione 5).

E' importante considerare, comunque, che le analisi chimiche sui filtri raccolti con i campionatori SMART sono state effettuate con le stesse procedure e la stessa strumentazione utilizzata per i campionamenti con i campionatori certificati. Di conseguenza, l'attendibilita' dei dati analiti ottenuti dalle metodologie di analisi utilizzate deve essere considerata del tutto analoga.



**Campionatore SMART al Polo Scientifico di Sesto F.no**



**Campionatore SMART di fronte a Case Passerini**

## **Tipologia dei filtri per l'analisi chimica del particolato**

Il PM10 è stato raccolto per tutto il periodo di campionamento su filtri in fibra di Teflon con diametro di 47 mm (FAI-Hydra) o 37 mm (FAI-SMART).

I filtri in Teflon (PTFE, politetrafluoroetilene), tipo Teflo W/Ring Pall Gelman (FAI-Hydra) e tipo Teflon Cobetter (FAI-SMART), sono stati scelti grazie ai buoni livelli di "bianco", cioè alle basse concentrazioni di specie ioniche e di metalli contenute nei filtri non campionati; questi tipi di filtri si sono rivelati anche i più adatti per le procedure di pesata del PM10, grazie alle caratteristiche idrofobiche del Teflon, che limitano fortemente le variazioni di peso per assorbimento dell'umidità ambientale.

## **Determinazione gravimetrica del PM10**

La concentrazione atmosferica del PM10, espressa in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , è stata calcolata sui filtri in Teflon dividendo la massa del particolato raccolto per il volume dell'aria campionata nelle 24 ore (FAI-Hydra) o nei 15 giorni (FAI-SMART) di campionamento. I filtri sono stati pesati con una bilancia analitica (sensibilità pari a  $\pm 0,01$  mg), dopo un periodo di condizionamento di 24 ore a temperatura e umidità controllate ( $T^\circ = 20 \pm 1$  °C,  $U\% = 50 \pm 5\%$ ), secondo le direttive della normativa in vigore per il PM10. Un sistema elettronico di ionizzazione è stato utilizzato per eliminare effetti elettrostatici sulla superficie dei filtri.

## **Analisi chimiche sui filtri raccolti**

Su tutti i filtri raccolti sono state effettuate le determinazioni del contenuto ionico (per Cromatografia Ionica) e di selezionati metalli pesanti (per Spettrofotometria di Emissione Atomica con Eccitazione al Plasma - ICP-AES).

## **Determinazione delle specie ioniche per cromatografia ionica (IC)**

I componenti ionici presenti nel particolato atmosferico sono stati determinati per cromatografia ionica. Per le misure, è stato utilizzato un sistema costituito da tre cromatografi ionici operanti in parallelo per la determinazione di anioni inorganici (fluoruri, cloruri, nitriti, nitrati, solfati), selezionati acidi organici a corta catena (ossalati, acetati, glicolati, propionati, formiati, metansolfonati, piruvati) e cationi inorganici (sodio, ammonio, potassio, magnesio e calcio). In questo rapporto, sono state riportate solo le concentrazioni degli ioni solfato, nitrato, e ammonio (come componenti dell'aerosol secondario inorganico), sodio (per la valutazione del contributo marino), non-sea-salt potassio (nss-K, come indicatore del contributo delle emissioni da combustione di biomasse), ossalato (come marker di processi di combustione) e non-sea-salt calcio (nssCa, come indicatore crostale).

Le condizioni operative impiegate per le misure sono qui di seguito riassunte.

### ***Analisi dei cationi:***

Cromatografo	Dionex Dx 1000
Volume iniettato	250 µl
Caricamento del campione	loop
Precolonna	Dionex GC 12
Colonna	Dionex CS 12
Flusso dell'eluente	1.50 ml/min
Eluizione	Isocratica
Eluenti	Acido solforico 20 mN
Soppressore	Elettrochimico (100mA)
Rigenerante	Acqua milliQ
Detector	Cd 20 ( conduttometrico)

### ***Analisi degli anioni organici e fluoruri :***

Cromatografo	DX 500
Volume iniettato	1 ml
Caricamento del campione	Preconcentratore: Dionex TAC 2
Precolonna	AG 11
Colonna	AS 11
Flusso dell'eluente	2.00 ml/min
Eluizione	Gradiente e step di pulizia
Eluenti	2.5 mN Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> - H <sub>2</sub> O - Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> 45 mN
Soppressore	Elettrochimico (100 mA)
Rigenerante	acqua milliQ
Detector	ED 40 (conduttometrico)

### ***Analisi degli anioni inorganici e ossalati:***

Cromatografo	Dx 1000
Volume iniettato	500 µl
Caricamento del campione	Preconcentratore: Dionex TAC 2
Precolonna	AG 4A
Colonna	AS 4A
Flusso dell'eluente	2.00 ml/ min
Eluizione	Isocratica
Soppressore	Elettrochimico
Rigenerante	Acqua milliQ
Eluente	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 1.8 mN/ NaHCO <sub>3</sub> 1.7mN
Detector	CD 20 (conduttometrico)

### ***Tabella 1 – Condizioni strumentali per la separazione dei componenti ionici nel PM10 raccolto con i campionatori FAI-Hydra e FAI-SMART***

La **Tabella 2** riporta i valori dei limiti di rilevabilità (detection limit - DL) ottenuti con i metodi IC utilizzati per i filtri da 47 mm. Tali valori sono espressi come concentrazioni atmosferiche, considerando che viene utilizzato ¼ di filtro (che viene estratto con circa 10 ml di acqua) e che viene aspirato un volume di 55 m<sup>3</sup> di aria. I DL

così ottenuti sono risultati essere di almeno due ordini di grandezza inferiori ai valori delle concentrazioni atmosferiche di analita determinate sui filtri di aerosol per tutti i componenti esaminati. I valori dei DL ottenuti per i filtri da 37 mm (per i quali l'estrazione è stata effettuata su una metà del filtro) sono risultati 2.5 volte più elevati. Infatti, nonostante che l'estrazione sia stata fatta su metà filtro (invece che su un quarto), il volume di aria campionato in 15 giorni è di circa 10 m<sup>3</sup>, un valore 5.5 volte inferiore a quello aspirato con i campionatori a norma EN12341. I DL ottenuti per i filtri raccolti con i sistemi FAI-SMART sono risultati, comunque, perfettamente adeguati a misurare le concentrazioni atmosferiche dei componenti analizzati.

Specie determinata	Detection limit (ng/m <sup>3</sup> )
Cationi	
Sodio	0.03
Ammonio	0.11
Potassio	0.07
Magnesio	0.07
Calcio	0.09
Anioni inorganici	
Cloruro	0.11
Nitrato	0.01
Solfato	0.06
Fluoruro	0.01
MSA	0.08
Anioni organici	
Acetato	0.36
Propionato	0.73
Formiato	0.36
Piruvato	0.73

***Tabella 2 - Detection limit delle specie chimiche analizzate espressi in concentrazioni atmosferiche (ng/m<sup>3</sup>). Vedi il testo per chiarimenti.***

La valutazione dei bianchi per le due tipologie di filtro è stata effettuata eseguendo le stesse operazioni di estrazione (in un bagno ad ultrasuoni per 20 minuti in 10 ml di acqua ultrapura) e analisi condotte sui filtri esposti.

I valori dei bianchi relativi a tutti i componenti esaminati sono da considerarsi trascurabili rispetto alle concentrazioni atmosferiche misurate. Pertanto, non sono state effettuate correzioni per la sottrazione del bianco sui valori misurati.

## **Determinazione del contenuto di selezionati metalli per ICP-AES**

La vigente normativa (UNI EN 14902) prevede la quantificazione dei metalli presenti nel particolato atmosferico attraverso la mineralizzazione dei campioni con  $\text{HNO}_3$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$  in forno a microonde.

Le soluzioni ottenute sono state analizzate in spettrofotometria di emissione atomica al plasma accoppiato induttivamente (ICP-AES), che si è rivelata essere una tecnica accurata e riproducibile per la determinazione di metalli nell'aerosol atmosferico.

### ***ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy)***

Il metodo si basa sulla misura della radiazione elettromagnetica emessa dagli atomi in un sistema eccitato per ricavare informazioni sia quantitative che qualitative circa la composizione di un campione. Le informazioni quantitative sono correlate all'intensità della radiazione emessa, mentre quelle qualitative si basano sull'identificazione delle lunghezze d'onda delle singole righe analitiche degli elementi.

Lo strumento utilizzato per analizzare i metalli estratti dai filtri relativi al Progetto SMART è un ICP-AES Varian 720 ES, dotato di nebulizzatore ad ultrasuoni. Il detector impiegato per la rivelazione del segnale è un rivelatore allo stato solido CCD (Charge Coupled Device). L'uso di reticoli a due dimensioni tipo Echelle ha permesso di eseguire determinazioni simultanee, in maniera accurata e riproducibile, di molti elementi.

Per garantire prestazioni migliori in termini di efficienza di nebulizzazione del campione, e quindi di sensibilità, è stato utilizzato un sistema di nebulizzazione ad ultrasuoni CETAC U5000 AT+. Con tale sistema, si ottiene un'efficienza di nebulizzazione circa dieci volte superiore a quella di un comune nebulizzatore pneumatico, permettendo di raggiungere sensibilità fino a 10 volte superiori.

### ***Quantificazione dei metalli***

Nel particolato raccolto sui filtri sono stati determinati 13 metalli: Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, V, Zn. In questo rapporto, sono discusse solo le concentrazioni atmosferiche degli 8 metalli pesanti più significativi per la valutazione della qualità dell'aria: As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, V e Zn. L'Al è stato utilizzato per il calcolo della componente crostale.

Per la loro quantificazione è stato usato il metodo dello standard interno: ad ogni campione e ad ogni standard è stata aggiunta una soluzione di Ge in modo da ottenere una concentrazione di Ge pari a 200 ppm. Il segnale degli analiti è stato corretto attraverso la lettura del segnale del Ge alla lunghezza d'onda di 209.426 nm.

Ogni elemento è stato determinato acquisendo il segnale di emissione ad almeno tre lunghezze d'onda diverse, allo scopo di escludere errori dovuti alla presenza di interferenti su una particolare lunghezza d'onda.

### *Detection Limits*

I detection limit (DL) per ogni metallo sono stati calcolati attraverso 10 ripetizioni consecutive di due soluzioni standard contenenti i 13 metalli in esame alle concentrazioni di 0.5 ppb e 1.0 ppb. Il primo standard è stato utilizzato per stimare i D.L. di Alluminio, Bario, Cadmio, Cromo, Rame, Ferro, Manganese, Molibdeno, Nichel, Piombo, Vanadio e Zinco; la soluzione standard più concentrata (1.0 ppb) è stata utilizzata per l'Arsenico, per il quale il metodo presenta una sensibilità inferiore a quella degli altri elementi. Per il contenimento di standard e campioni sono state utilizzate provette di polietilene, pre-pulite mediante lavaggi con acqua ultrapura effettuati in bagno ad ultrasuoni subito prima dell'uso. I DL sono stati calcolati come la concentrazione corrispondente a tre volte la deviazione standard del segnale medio ottenuto dalle 10 ripetizioni delle soluzioni standard sopra specificate.

La **Tabella 3** riporta i valori dei detection limit ottenuti per ogni analita. Essi sono espressi sia in concentrazione nella soluzione (ppb), che come concentrazioni atmosferiche per i campionamenti con i filtri da 47 mm, considerando un volume medio di aspirazione di 55 m<sup>3</sup> e che l'analisi è stata condotta su ¼ di filtro (volume finale dell'estratto: 23 mL).

	DL (ppb)	DL (ng/m <sup>3</sup> )
Al 396.152	0.07	0.12
As 188.980	0.52	0.87
Ba 455.403	0.01	0.02
Cd 214.439	0.02	0.03
Cr 267.716	0.03	0.05
Cu 327.395	0.06	0.10
Mn 257.610	0.01	0.02
Fe 238.204	0.02	0.04
Mo 202.032	0.06	0.11
Ni 231.604	0.10	0.16
Pb 220.353	0.17	0.29
V 311.837	0.03	0.05
Zn 213.857	0.02	0.04

**Tabella 3 - Valori dei Detecton limit per le misure in ICP-AES.**

Le incertezze sulla riproducibilità, valutate sulla base di misure ripetute su soluzioni standard a bassa concentrazione, sono risultate sempre inferiori al 5%.

### ***Procedura di estrazione***

Per determinare il contenuto totale dei metalli presenti sul filtro campionato e' stata condotta una digestione acida in forno a microonde, con le procedure previste dalla norma europea UNI EN 14902, 2005.

Un quarto di ogni filtro è stato inserito in contenitori in PFA, nei quali sono stati aggiunti 2 mL di HNO<sub>3</sub> e 0,5 mL di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ultrapuri.

In **Tabella 4** è schematizzato il programma termico al quale sono stati sottoposti i campioni:

STEP	RAMP	T °C	HOLD	POWER	PRESSURE
1	20 min	220	-	1200 W	max 55 bar
2	-	220	25 min	1200 W	max 55 bar
3	cooling	-	20 min	0 W	-

**Tabella 4 - Programma termico per la digestione acida dei campioni analizzati per ICP-AES.**

Per una migliore accuratezza delle misure, particolare cura e' stata posta nell'ottenimento di valori dei bianchi più bassi possibile. Questo e' stato realizzato lavorando in condizioni tali da minimizzare possibili contaminazioni (tutte le manipolazioni sono avvenute sotto cappa a flusso laminare classe 100) e utilizzando reattivi di elevata purezza (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e HNO<sub>3</sub> ultrapuri).

L'HNO<sub>3</sub> ultrapuro utilizzato per la digestione acida e' stato prodotto in laboratorio con un sistema "sub-boiling". Tale sistema, basato su una distillazione a temperatura inferiore a quella di ebollizione (evaporazione sub-boiling), utilizza materiale in PFA di elevata purezza.

La valutazione delle concentrazioni dei metalli nei bianchi e' stata eseguita analizzando soluzioni costituite da 0.5 ml di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> suprapur e 2 ml di HNO<sub>3</sub>. Inoltre, sono stati effettuati test di trattamento di filtri non campionati al fine di valutare la loro cessione per trattamento acido in forno a micro-onde ed effettuare così un'adeguata scelta di questi per i futuri campionamenti.

Gli attacchi condotti su filtri non esposti evidenziano modesti livelli di contaminazione per lo Zn. Per ottenere affidabili misure di tale elemento, quindi, e' stata adottata la procedura di sottrazione del bianco. Per quanto riguarda i due metalli per i quali sono previsti valori limite delle concentrazioni atmosferiche (Ni e Cd), occorre notare che i bianchi ottenuti sono almeno 20 volte inferiori ai limiti previsti dalla vigente normativa (rispettivamente, 20 e 5 ng/m<sup>3</sup>). Pertanto il contributo dei bianchi puo' essere considerato trascurabile e la misura di tali metalli ai fini della valutazione della qualita' dell'aria e' da considerarsi del tutto affidabile.

L'affidabilità delle prestazioni analitiche del metodo è stata testata mediante ripetute analisi di un campione standard certificato di acqua di sottosuolo (NIST CRM 610).

Per i 5 metalli certificati in tale standard (Al, As, Cd, Cu e Ni), le deviazioni standard percentuali rispetto ai valori certificati sono risultate essere sempre inferiori al 3%, indicando un elevato livello di accuratezza.

Le rette di taratura necessarie per la quantificazione dei metalli sono state eseguite giornalmente, mediante diluizioni successive di standard certificati a 1000 ppm.

## 5 - RISULTATI

In questa sezione sono discussi i risultati ottenuti dall'analisi dei componenti ionici e dei metalli misurati sui filtri raccolti con i 15 campionatori FAI-Hydra e FAI-SMART nei 13 siti. Come precedentemente detto, i due differenti filtri sono stati analizzati con le stesse metodologie. I risultati ottenuti, quindi, possono essere considerati analoghi e confrontabili.

E' da notare che le concentrazioni atmosferiche per il PM10 e per i componenti principali (secondario inorganico, crostale, spray marino) sono espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre le concentrazioni dei singoli componenti chimici (ioni e metalli), anche notevolmente inferiori ad  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sono espresse in  $\text{ng}/\text{m}^3$ , una unita' di misura mille volte inferiore ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 1000 \text{ng}/\text{m}^3$ ).

Qui di seguito, sono riportate le informazioni essenziali sulla presenza e sulla rilevanza dei componenti misurati nel PM10.

### **PM10**

Il PM10 e' definito come la frazione di particolato atmosferico campionata con una testa di campionamento avente un cutoff di 10 micrometri, cioe' in grado di campionare con una efficienza del 50% le particelle con diametro aerodinamico equivalente di 10 micrometri. Seguendo una piu' comune, anche se meno rigorosa, classificazione, si puo' definire il PM10 come la "frazione di particolato atmosferico con dimensione inferiore a 10 micrometri".

Tali particelle riescono a superare le difese delle alte vie respiratorie dell'organismo (naso e gola), penetrando nel tratto tracheo-bronchiale fino ai polmoni, a seconda della loro dimensione. Le particelle piu' piccole (PM1 - inferiori a 1 micrometro) possono superare le membrane cellulari degli alveoli polmonari entrando direttamente nel flusso sanguigno.

Studi tossicologici ed epidemiologici hanno definitivamente accertato gli effetti sanitari e l'importanza ambientale dell'esposizione al PM10 e alle sostanze chimiche in esso contenute, con particolare riguardo ad agenti xenobiotici, come metalli pesanti e componenti organici di origine antropica (in particolare, idrocarburi policiclici aromatici). Tali sostanze sono prevalentemente distribuite nella frazione "fine" del particolato, in quanto principalmente originate da processi secondari e ad alta energia (es., processi di combustione).

Per tali ragioni, il D. Lgs 351/99 e il DM n. 60, del 02.04.02, in recepimento delle Direttive 99/30/CE e 69/2000/CE, prevedono il controllo del particolato inferiore a 10 micrometri (PM10) e a 2.5 micrometri (PM2.5).

Per quanto riguarda il PM10, la vigente normativa prevede due limiti: concentrazione media annua di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; concentrazione giornaliera di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , da superare al massimo per 35 volte in un anno.

### **Sodio ( $\text{Na}^+$ )**

Il sodio è presente in concentrazioni notevoli in atmosfera poiché le sue sorgenti di emissione sono estremamente diffuse sulla superficie della Terra; tale elemento, infatti, contribuendo per circa il 2,6%, è il quarto elemento più abbondante della crosta terrestre (e il primo tra i metalli alcalini), ed è uno dei componenti principali dell'acqua di mare. Mediamente, lo spray marino e le polveri minerali costituiscono circa il 36% e il 42%, rispettivamente, delle emissioni globali di Na.

Data la prevalente origine primaria dell'aerosol contenente sodio, questo elemento è principalmente associato al particolato "coarse", con particelle di dimensioni comprese tra 2 e 5  $\mu\text{m}$ .

### **Ammonio ( $\text{NH}_4^+$ )**

L'ammonio determinato negli estratti acquosi dei filtri di aerosol è originato da processi atmosferici di conversione gas-particella di  $\text{NH}_3$  gassosa.

L'ammoniaca ha fonti sia naturali sia antropiche. Oltre che nei processi di fissazione naturale, ad opera dei microrganismi del suolo e di organismi marini, l' $\text{NH}_3$  è prodotta industrialmente e largamente utilizzata in agricoltura, come sali di ammonio, nei fertilizzanti. I terreni coltivati sottoposti a fertilizzazione contribuiscono mediamente per circa un decimo al bilancio globale delle emissioni europee di  $\text{NH}_3$  (ECETOC, 1994); essa viene emessa come urea dagli allevamenti di bestiame, che costituiscono la più importante sorgente di  $\text{NH}_3$  atmosferica e, su scala locale urbana, dai gas di scarico delle auto catalizzate.

L' $\text{NH}_3$  ha un ruolo importante nella chimica della troposfera; essendo il composto gassoso alcalino più abbondante su scala globale, rappresenta il maggior agente neutralizzante sia in fase gassosa sia, grazie all'elevata solubilità in acqua e alle reazioni con specie presenti sul particolato, anche in fase aerosol.

In aree marine remote, l' $\text{NH}_3$  si origina principalmente dalla decomposizione biologica di materiale organico, anche se è presente un contributo variabile da emissioni zooplanctoniche. Per tale origine, essa rappresenta un potente marker della produttività biologica oceanica. A differenza dell'acido metansolfonico, un marker delle emissioni delle sole specie fitoplanctoniche con metabolismo caratterizzato da emissioni di sostanze del ciclo dello zolfo, l' $\text{NH}_3$  può essere considerata un indicatore dell'attività metabolica dell'intera produzione di biomassa marina. Inoltre, l' $\text{NH}_3$  può essere emessa da processi di combustione di biomassa (incendi boschivi, combustione di sterpaglie nelle pratiche agricole, riscaldamento a legna e pellet).

Tale componente riveste particolare importanza nell'aerosol data la sua origine secondaria, che lo porta ad essere prevalentemente presente nella frazione sub-micrometrica del particolato. Le piccole dimensioni delle particelle in cui è contenuto hanno lunghi tempi di permanenza nell'atmosfera, che consentono la loro diffusione a scala regionale, con importanti implicazioni per le politiche di mitigazione degli Organi Locali di Controllo della qualità dell'aria.

Infine, essendo l' $\text{NH}_3$  una delle sostanze alcaline maggiormente diffuse nell'atmosfera, essa costituisce il maggior agente neutralizzante delle specie acide atmosferiche, con particolare riguardo agli acidi nitrico e solforico. Pertanto, l'ammonio si trova essenzialmente associato a solfati e nitrati nel particolato atmosferico.

### **Potassio ( $K^+$ ) e nss-K**

Lo ione potassio è presente nella crosta terrestre con una percentuale media del 2% e svolge un ruolo fisiologico determinante negli organismi vegetali. Di conseguenza, tale componente risulterà associato sia a particolato di origine primaria (particelle super-micrometriche derivate da erosione crostale e spray marino), che a particolato sub-micrometrico di origine secondaria, prodotto da processi di combustione di biomassa di origine naturale (incendi forestali) o antropica (riscaldamento domestico o industriale da bio-combustibili, combustione di sterpaglie nelle pratiche agricole). Per tale ragione, i picchi delle concentrazioni atmosferiche di potassio non proveniente dallo spray marino (non-sea-salt potassio: nssK) possono essere utilizzati come marker di combustioni di biomassa (specialmente se associati ad altri marker di tale sorgente).

### **Calcio ( $Ca^{2+}$ ) e nssCa**

Il calcio è il quinto elemento della crosta terrestre in ordine di abbondanza ed è presente in quantità significative anche nell'acqua di mare, preceduto in ordine di concentrazione solo da sodio, cloruro, magnesio e solfato.

Vista la prevalente origine primaria, questo elemento è presente in maggiore entità nella frazione super-micrometrica del particolato atmosferico.

Il Ca nell'aerosol atmosferico è spesso associato allo S (Ca-S-rich particles) come particelle di gesso (gypsum), di origine crostale o formatesi in seguito alla reazione di carbonato di Ca con acido solforico di origine naturale o antropica; possono essere rilevanti anche fonti antropiche di gesso, come cave, emissioni dell'industria metallurgica e processi di combustione e di desolforazione in impianti di produzione di energia a combustibili fossili.

Composti di Ca e Fe, con S e Zn in percentuali variabili, possono derivare da processi industriali di coking (fonte potenziale di S) e di sinterizzazione (fonte potenziale di Ca) e dall'uso di convertitori nelle acciaierie.

La concentrazione di Ca non da spray marino (non-sea-salt calcio – nssCa) può essere utilizzata, in prima approssimazione, per stimare il contributo delle sorgenti crostali al PM10.

### **Nitrati ( $NO_3^-$ )**

I nitrati sono presenti in atmosfera sia in fase gassosa che particolata e sono prodotti dall'ossidazione atmosferica degli ossidi di azoto, indicati come  $NO_x$  (miscela di  $N_2O$  e NO). Nell'atmosfera urbana, gli  $NO_x$  derivano prevalentemente da processi di combustione e, costituendo l'azoto elementare una percentuale rilevante del comburente più utilizzato (l'aria), rivestono e rivestiranno sempre particolare importanza, visto che le politiche di incentivazione all'utilizzo di combustibili "puliti" (es. metano) non possono significativamente influenzare le loro emissioni.

Gli ossidi di azoto sono emessi anche da terreni coltivati sottoposti a trattamento con fertilizzanti a base di azoto, che sono stimati contribuire mediamente per circa un decimo al bilancio globale delle emissioni di NO e per più di un terzo alle emissioni di

N<sub>2</sub>O. La valutazione delle emissioni globali di NO<sub>x</sub> da terreni coltivati è attualmente gravata da una grossa incertezza, ma si è stimato che il suolo possa contribuire per una percentuale compresa tra il 4 e l'8% del budget totale delle emissioni di NO<sub>x</sub> in Europa. Poiché, in climi temperati, il contributo della nitrificazione è dominante rispetto alla denitrificazione al budget di NO<sub>x</sub> atmosferici originati da coltivazioni agricole, l'utilizzo di fertilizzanti a base di nitrato (es. nitrato di ammonio), invece che urea, consentirebbe una significativa riduzione delle emissioni di questi inquinanti.

Vista l'emissione in fase gassosa degli ossidi di azoto, i nitrati determinati nell'aerosol atmosferico si originano da processi di conversione atmosferica gas-particella e dovrebbero essere associati prevalentemente a particolato di dimensioni sub-micrometriche. In realtà, reazioni di neutralizzazione acido-base con i componenti presenti nel particolato primario a carattere alcalino (polveri cristalline e, in minor misura, sale marino) possono portare alla formazione di nitrato di calcio e/o nitrato di Na, spostando la distribuzione dimensionale nel campo super-micrometrico. Infine, una reazione di neutralizzazione importante è dovuta alla presenza di ammoniaca, con formazione di particelle sub-micrometriche di nitrato di ammonio. Dato che questo componente è fortemente idrofilo, tali particelle assorbono facilmente l'umidità atmosferica aumentando di dimensioni e rientrando nel campo super-micrometrico. Come conseguenza, il nitrato, prodotto essenzialmente da processi secondari, si trova prevalentemente distribuito nella frazione "coarse" del particolato, a differenza del solfato, che ha meccanismi di formazione e di neutralizzazione simili (a partire da SO<sub>2</sub>).

### **Solfati (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)**

Il solfato atmosferico ha molteplici fonti sia naturali, di origine primaria e secondaria, che antropiche, praticamente di sola origine secondaria. Le sorgenti primarie naturali sono costituite dalle emissioni di sale marino e dall'erosione crostale (principalmente da minerali contenenti S, come il gesso - CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O). La fonte crostale risulta poco rilevante a livello globale.

Le sorgenti secondarie, particolarmente rilevanti in ambito urbano, sono dovute all'ossidazione di precursori volatili (in particolare anidride solforosa - SO<sub>2</sub>) ad H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in fase gassosa, seguita da processi di conversione gas-particella (nucleazione, coagulazione e condensazione).

In aree marine remote, il contributo dominante alla formazione di solfato atmosferico è l'ossidazione di SO<sub>2</sub>, a sua volta prodotta dall'ossidazione del dimetilsolfuro (DMS) emesso dalla superficie del mare a seguito di processi metabolici del fitoplancton.

Un contributo massiccio in caso di eventi particolarmente intensi, ma minoritario su scala globale, è dovuto alle emissioni vulcaniche.

In aree urbanizzate, le emissioni di anidride solforosa e di altri ossidi di S derivano soprattutto da processi di combustione che utilizzano carbone o altri combustibili fossili, o da processi industriali che utilizzano materie prime o producono composti che contengono S in varie forme (pirite - FeS<sub>2</sub>, S organico, sali di solfuro e S elementare). Le emissioni di SO<sub>2</sub> sono direttamente correlate al contenuto in S nel combustibile che, per il carbone, è generalmente inferiore all'1% in peso (con punte fino al 4.5% in peso)

mentre, per gli oli combustibili (inclusi gli oli pesanti), varia dallo 0.3 al 3.0% in peso; il contenuto di S nel gas naturale è trascurabile.

Un fattore importante nella valutazione della concentrazione di SO<sub>2</sub>, e quindi di SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> nell'aerosol, è l'attività fotochimica atmosferica, che può aumentare, soprattutto durante l'estate, la resa della reazione di ossidazione di SO<sub>2</sub> a SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> in fase eterogenea (trasformazione gas-particella).

Inoltre, il tempo di residenza dei solfati, stimato tra i 2.7 e 7.2 giorni, rende particolarmente importanti per questo componente i processi di trasporto a lungo raggio, responsabili della sua diffusione su scala regionale.

### **Anioni Organici (Ossalati, Acetati, Glicolati, Formiati, Metansolfonati)**

Gli acidi carbossilici sono composti ubiquitari nella troposfera e svolgono un ruolo rilevante nella chimica atmosferica, ma i loro cicli biogeochimici non sono ancora ben noti. Sebbene le loro fonti siano note con una sufficiente accuratezza, le loro "fingerprint" sono generalmente presenti contemporaneamente in una determinata area, così che la loro importanza relativa è difficilmente valutabile. Ad esempio, i processi di trasporto a lungo raggio e il tempo di vita, relativamente lungo, dei precursori di questi componenti fanno sì che intensi eventi di incendi di biomassa possano influenzare pesantemente il ciclo dei composti del carbonio in un'ampia area. Formiati, acetati, glicolati e ossalati possono essere utilizzati come marker di processi di trasformazione in atmosfera di composti del ciclo del carbonio emessi dalle attività vegetative (isoprene, monoterpene) e dai processi di combustione.

In particolare, l'acido formico e acetico, che risultano globalmente gli acidi carbossilici più abbondanti nella troposfera sia in fase gassosa che acquosa, si originano da emissioni antropiche primarie e da processi di combustione di biomassa, con rapporti variabili entro un determinato intervallo (CH<sub>3</sub>COOH /HCOOH da 2 a 10), emissioni dirette da sorgenti biogeniche (CH<sub>3</sub>COOH /HCOOH intorno a 2) e reazioni fotochimiche.

In aree scarsamente antropizzate, anche l'ossidazione del metano da parte del radicale idrossile, via formaldeide, costituisce un contributo rilevante al budget atmosferico di acido formico.

Data la loro origine secondaria, gli acidi carbossilici sono generalmente presenti nella frazione fine del particolato. Tuttavia, il loro carattere acido fa sì che possano essere trovati anche nella frazione più grossolana, grazie a processi di neutralizzazione su particelle cristalline o di spray marino, complicando ulteriormente lo studio delle loro sorgenti.

In questo rapporto, sono discusse le concentrazioni atmosferiche dei soli ossalati, come marker dei processi di combustione antropici.

### **Secondari Inorganici**

Il contributo del particolato secondario organico è stato valutato dalla somma delle concentrazioni degli ioni ammonio, nitrato e nss-solfato (solfati non provenienti dallo spray marino).

## **Componente crostale**

Il contributo della sorgente crostale e' stato valutato dalla concentrazione di Al, come componente principale del suolo, moltiplicato per un fattore che tiene conto della sua abbondanza percentuale nella crosta terrestre (8%).

## **Spray marino**

Il contributo della sorgente marina e' stato valutato sommando le concentrazioni di sodio, di magnesio e dei cloruri provenienti dallo spray marino.

## **Zinco (Zn)**

Nella crosta terrestre, lo zinco si trova in minerali e polveri. Generalmente e' associato a S, Fe e Pb nel fattore emissivo che rappresenta le sorgenti mobili di traffico veicolare e/o risospensione della polvere stradale (in questo caso associato anche a Mn).

Le emissioni principali derivano da:

- Impianti industriali di produzione di energia e di trasformazione di materie prime (in particolare, caldaie, turbine a gas, motori stazionari - sorgenti puntiformi) come particolato (es. ossido o cloruro). Il contenuto di Zn nel carbone è generalmente maggiore di diversi ordini di grandezza rispetto a quello negli oli combustibili e nel gas naturale.
- Inceneritori di rifiuti solidi urbani; in particolare incenerimento fanghi di depurazione di acque reflue (in questo fattore emissivo associato a Rb).
- Impianti di sinterizzazione e pelletizzazione: le materie prime contengono metalli pesanti che, durante il processo di sinterizzazione possono essere volatilizzati o convertiti in composti volatili (es. cloruri) ed essere immessi in atmosfera dai gas in uscita.
- Impianti di industrie metallurgiche (es. fonderie).
- Cementifici (cottura del clinker in forni Kiln a temperature maggiori di 1400 °C).
- Additivi lubrificanti (zinco dietilitioniofosfato) e quindi incorporato nel particolato soggetto a risospensione da traffico, in seguito a perdite di olio dai veicoli, oppure emesso direttamente dalla combustione di oli da motocicli con motore a due tempi.
- Usura delle guarnizioni dei freni e pneumatici degli autoveicoli.
- Scarichi veicolari di automezzi sia leggeri (< 3.5 t) che pesanti (> 3.5 t) e di motocicli, in quanto presente nel combustibile utilizzato.

## **Rame (Cu)**

Nella crosta terrestre il rame si trova principalmente sotto forma di minerale associato a zolfo (calcopirite ( $\text{CuFeS}_2$ ), bornite ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ), covellite ( $\text{CuS}$ ) o a ossigeno (cuprite ( $\text{Cu}_2\text{O}$ )).

Il rame ha un larghissimo utilizzo in molti campi, in particolare nell'industria elettrotecnica ed elettronica e nell'edilizia; inoltre, tale metallo è usato nella monetazione, nell'artigianato, nell'oggettistica e nei trasporti.

Le emissioni principali derivano da:

- gomasce dei freni di autoveicoli, dove si trova spesso associato con Sb. Misure di aerosol in siti urbani nell'Europa centrale hanno evidenziato un rapporto Cu/Sb intorno a 5 per questa sorgente;
- impianti industriali di produzione di energia e di trasformazione di materie prime (in particolare: caldaie, turbine a gas, motori stazionari) (sorgenti puntiformi); da tali impianti, il Cu è emesso come particolato (es. ossido o cloruro);
- industrie metallurgiche (es. fonderie);
- cementifici (cottura del clinker in forni Kiln a temperature maggiori di 1400°C);
- traffico; viene emesso nei gas di scarico di automezzi sia leggeri (< 3.5 t) che pesanti (>3.5 t) e di motocicli, in quanto presente nel combustibile utilizzato.

### **Cromo (Cr)**

Le emissioni di questo metallo devono essere considerate con molta attenzione, soprattutto se relative alle specie di Cr esavalente, potenzialmente cancerogene-mutagene.

Le emissioni principali derivano da:

- Impianti industriali di produzione di energia e di trasformazione di materie prime (in particolare: caldaie, turbine a gas, motori stazionari, come sorgenti puntiformi di particolato). Il contenuto di Cr nel carbone è generalmente maggiore di diversi ordini di grandezza rispetto a quello negli oli combustibili e nel gas naturale.
- Impianti di industrie metallurgiche (es. fonderie).
- Cementifici (cottura del clinker in forni Kiln a temperature maggiori di 1400°C). Per diminuire la tossicità, sono immessi nel cemento sfuso degli additivi che trasformano il cromo esavalente in cromo trivalente (meno tossico).
- Scarichi veicolari di automezzi sia leggeri (< 3.5 t) che pesanti (> 3.5 t) e di motocicli, in quanto presente nel combustibile utilizzato.

### **Nichel (Ni)**

Il Ni è emesso principalmente da processi di combustione di oli pesanti e/o esausti, con un rapporto V/Ni intorno a 3. Il V e il rapporto V/Ni possono essere utilizzati come marker di questa sorgente. A differenza degli altri metalli pesanti, il contenuto di V e Ni negli oli è rilevante e può essere comparabile con quello nel carbone.

Le emissioni principali derivano da:

- Raffinerie.
- Impianti industriali di produzione di energia e di trasformazione di materie prime (in particolare: caldaie, turbine a gas, motori stazionari – come sorgenti puntiformi) sotto forma di ossido o cloruro.
- Impianti di industrie metallurgiche (es. fonderie).
- Cementifici (cottura del clinker in forni Kiln a temperature maggiori di 1400 °C). Le emissioni di metalli pesanti da impianti di produzione di cemento dipendono dal loro contenuto nei combustibili e nelle materie prime, dalla tecnologia utilizzata (es. temperatura di combustione) e dai metodi di abbattimento delle emissioni. Durante i processi di combustione ad alta temperatura, molti metalli pesanti presenti nel combustibile e nelle materie prime possono evaporare e poi condensare sia sul

clinker che sul particolato fine nel gas in uscita. Una frazione di questi elementi può quindi superare i dispositivi per il controllo delle emissioni (es. filtri a maniche per altissime temperature) ed essere immessa nell'atmosfera.

- Scarichi veicolari di automezzi sia leggeri (< 3.5 t) che pesanti (>3.5 t) e di motocicli, in quanto presente nel combustibile utilizzato.

### **Vanadio (V)**

Per quanto detto precedentemente a proposito del Ni, il V può essere utilizzato come affidabile indicatore della combustione di oli pesanti (con un rapporto V/Ni intorno a 3). A differenza degli altri metalli pesanti, il contenuto di V e Ni negli oli è rilevante e può essere comparabile con quello nel carbone.

Le emissioni principali derivano da:

- Impianti di industrie metallurgiche (es. fonderie).
- Scarichi degli autoveicoli (insieme a S, Br, Cl e Pb).
- Raffinerie e impianti petrolchimici.
- Cementifici (cottura del clinker in forni Kiln a temperature maggiori di 1400°C).
- Processi biologici naturali.
- Centrali termo-elettriche a oli combustibili.

### **Piombo (Pb)**

Questo elemento è spesso presente nel profilo emissivo delle “sorgenti mobili da traffico stradale” o “risospensione di polvere stradale” insieme a S, Fe e Zn.

Le emissioni principali derivano da:

- fumi di scarico di autoveicoli senza marmitta catalitica (frazione fine del particolato atmosferico).
- Inceneritori di rifiuti solidi urbani.
- Impianti industriali di produzione di energia e di trasformazione di materie prime (in particolare: caldaie, turbine a gas, motori stazionari – sorgenti puntiformi) come particolato (es. ossido o cloruro). Il contenuto di Pb nel carbone è generalmente maggiore di diversi ordini di grandezza rispetto a quello negli oli combustibili e nel gas naturale.
- Impianti di sinterizzazione e pelletizzazione.
- Impianti di industrie metallurgiche (es. fonderie).

### **Cadmio (Cd)**

Il 75% circa della quantità di cadmio prodotta annualmente viene usato per la fabbricazione degli accumulatori al nichel-cadmio, mentre il quarto rimanente è principalmente usato per produrre pigmenti, rivestimenti e stabilizzanti per materie plastiche. Il Cd viene, inoltre, usato per la produzione di leghe metalliche bassofondenti o ad alta resistenza e di leghe per saldatura.

Le emissioni principali derivano da:

- Impianti industriali di produzione di energia e di trasformazione di materie prime (in particolare: caldaie, turbine a gas, motori stazionari) come sorgenti puntiformi.

Il contenuto di Cd nel carbone è generalmente maggiore di diversi ordini di grandezza rispetto a quello negli oli combustibili e nel gas naturale.

- Impianti di sinterizzazione e pelletizzazione.
- Inceneritore di rifiuti solidi urbani.
- Impianti di industrie metallurgiche (es. fonderie).
- Cementifici (cottura del clinker in forni Kiln a temperature maggiori di 1400°C).
- Scarichi veicolari di automezzi sia leggeri (< 3.5 t) che pesanti (>3.5 t) e di motocicli, in quanto presente nel combustibile utilizzato.

### **Arsenico (As)**

L'arsenico può raramente trovarsi puro in natura; più spesso, si trova associato ad argento, cobalto, nichel, ferro, antimonio o zolfo. I composti più importanti dell'arsenico sono l'arsenico bianco (il suo solfuro), il verde di Parigi (arseniato di calcio) e l'arseniato di piombo. Tutti sono stati usati in passato come insetticidi e antiparassitari.

Le emissioni principali derivano da:

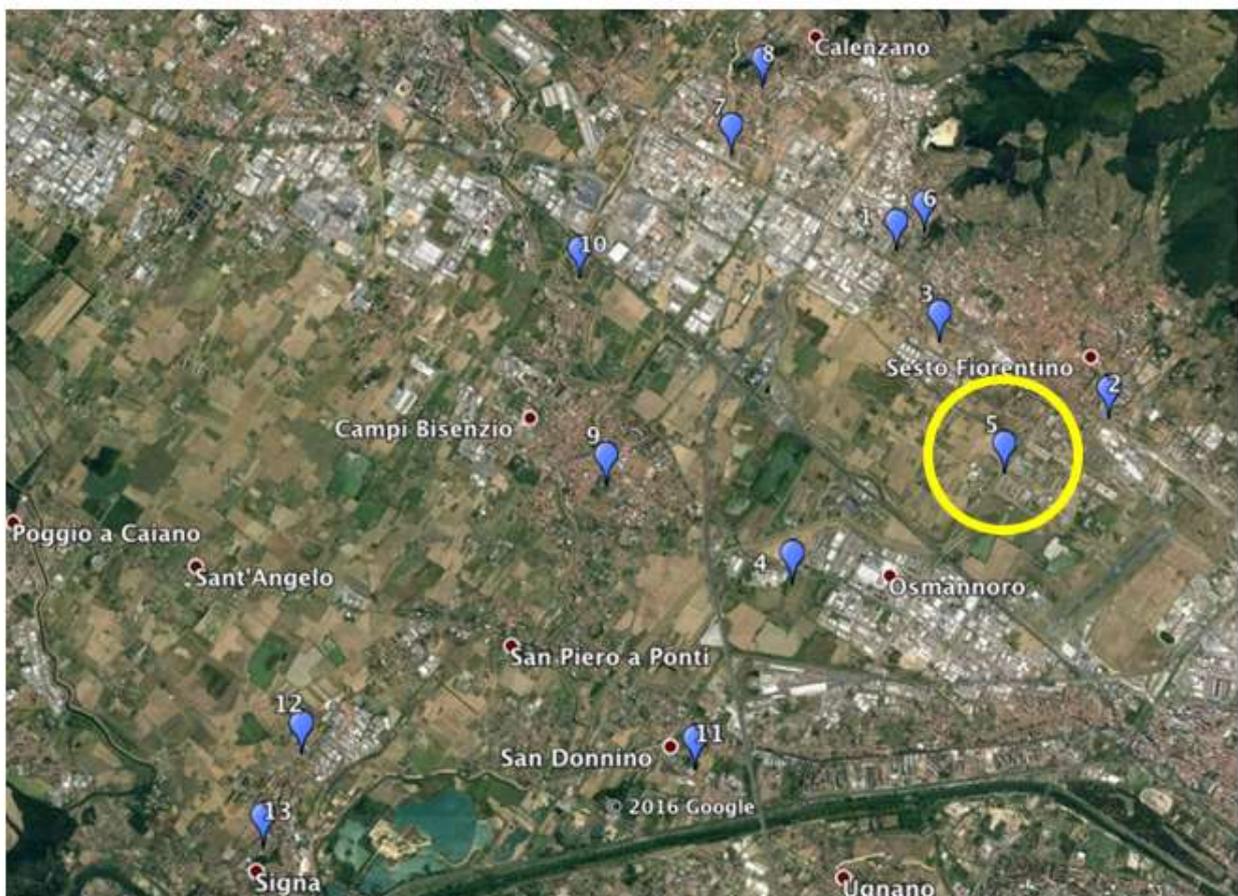
- Impianti industriali di produzione di energia e di trasformazione di materie prime (in particolare: caldaie, turbine a gas, motori stazionari), come sorgenti puntiformi.
- Impianti di sinterizzazione e pelletizzazione; le materie prime contengono metalli pesanti che, durante il processo di sinterizzazione, possono essere volatilizzati o convertiti in composti volatili (es. cloruri) ed essere immessi in atmosfera dai gas in uscita. L'arsenico è emesso in fase gassosa, come  $As_2O_3$ , che non è bloccato dai dispositivi di depurazione a secco dei gas in uscita, operanti a temperature intorno a 120°C.
- Impianti di industrie metallurgiche (es. fonderie).
- Cementifici (cottura del clinker in forni Kiln a temperature maggiori di 1400 °C).

## POLO SCIENTIFICO (PS)

Tipo di campionatore: **FAI-Hydra EN 12341**

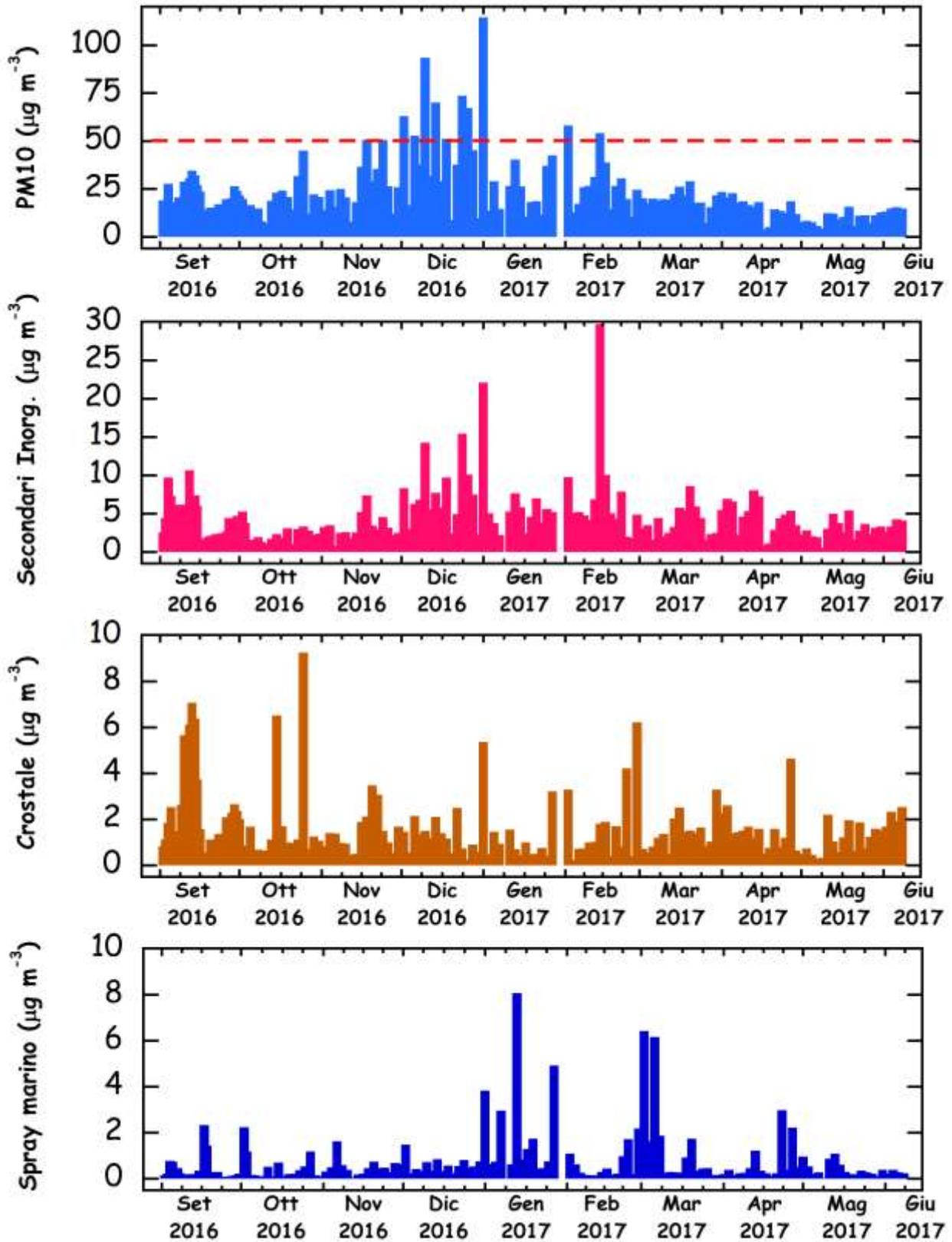
Periodo di campionamento: **02.09.2016 – 08.06.2017**

Numero campioni raccolti: **157**

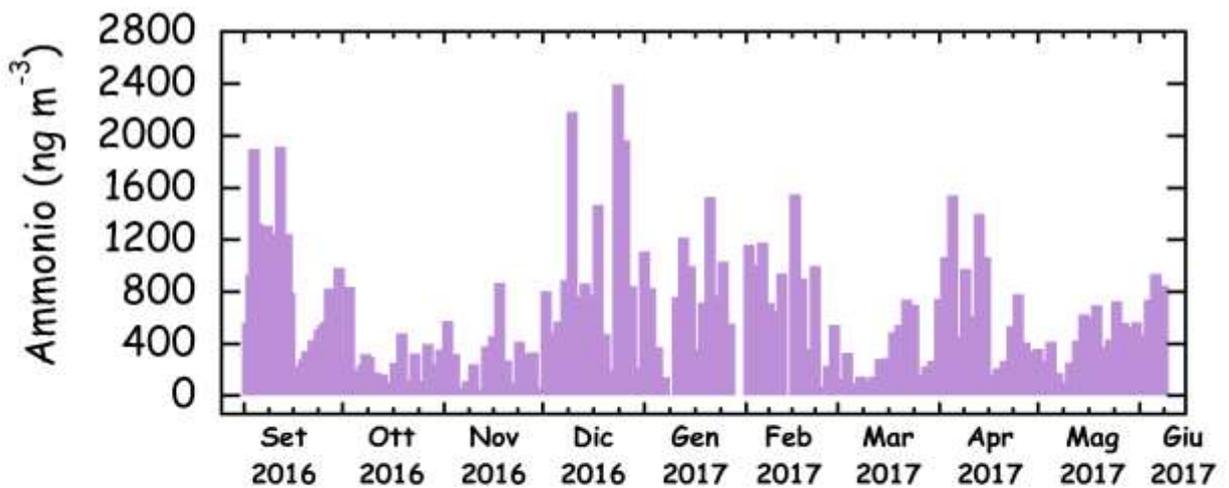
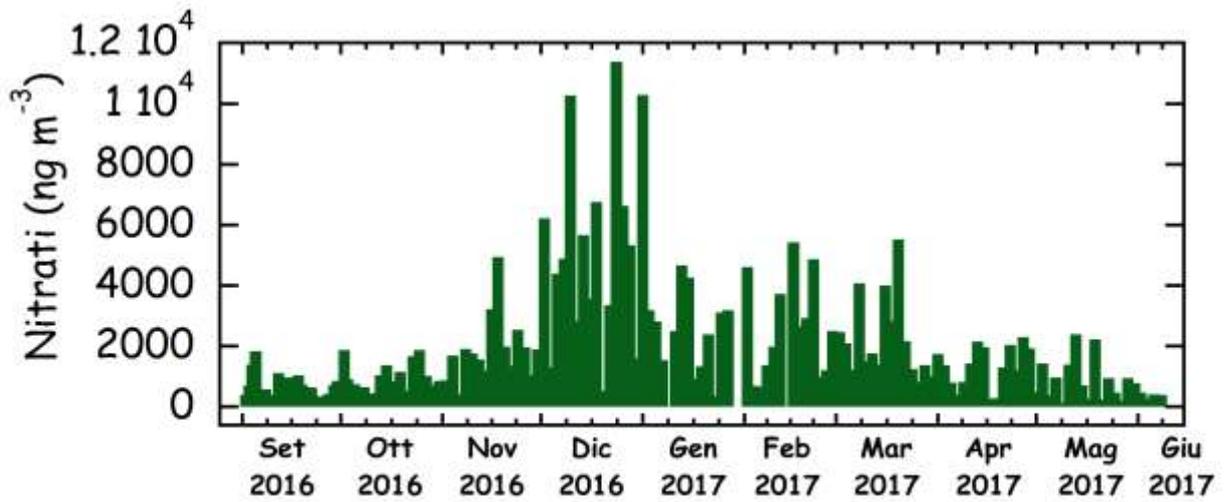
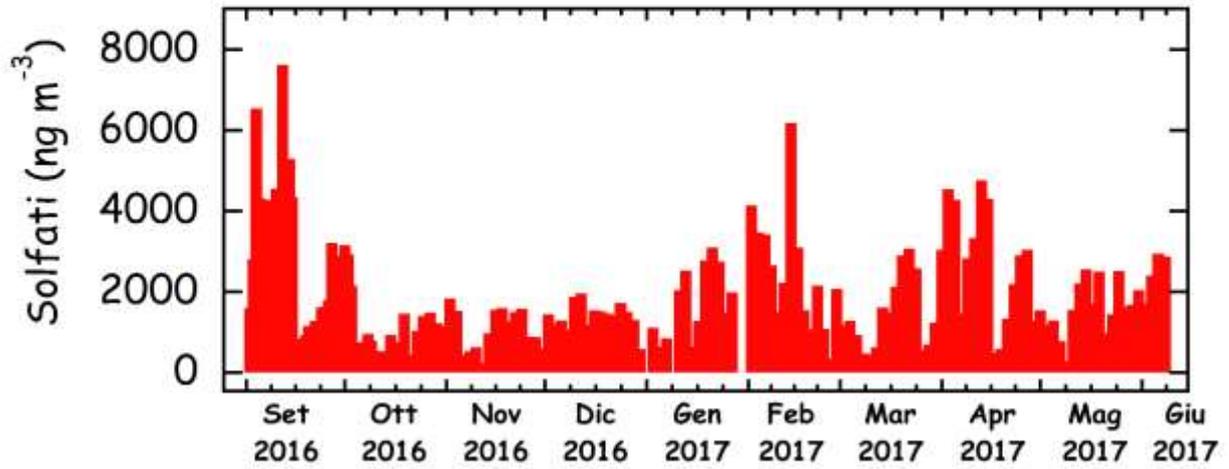


**NOTA:** nei grafici dei vari componenti (con l'eccezione del PM10), le concentrazioni relative ai campioni a cavallo del primo Gennaio sono stati tolti perche' correlati semplicemente alle emissioni dei fuochi d'artificio per le celebrazioni del Nuovo Anno.

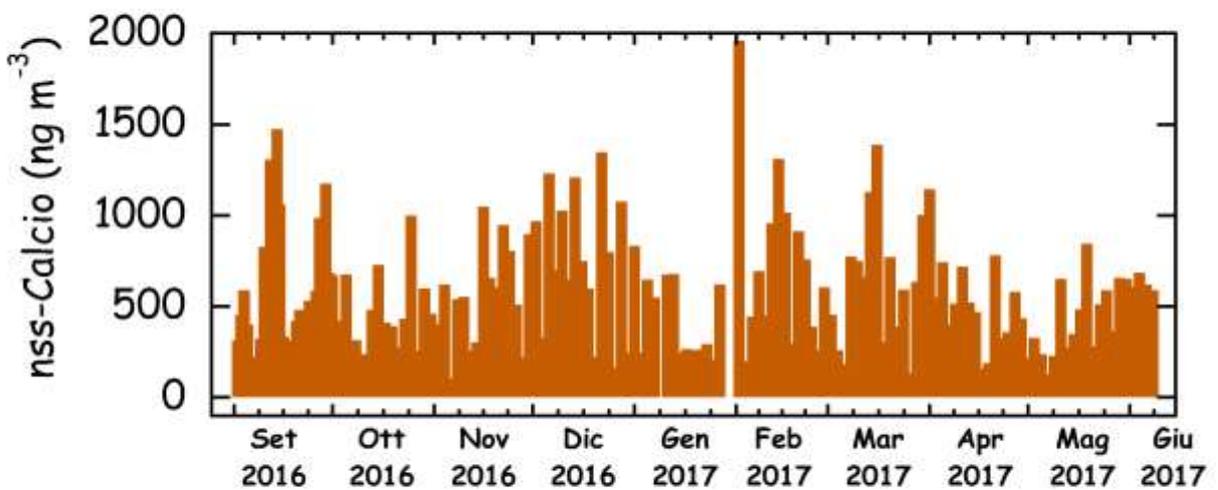
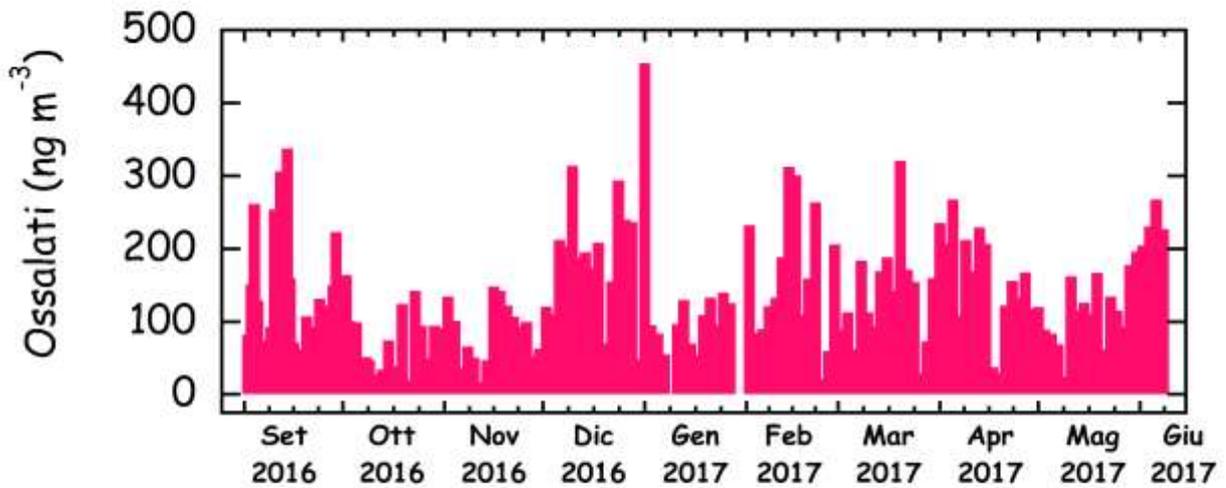
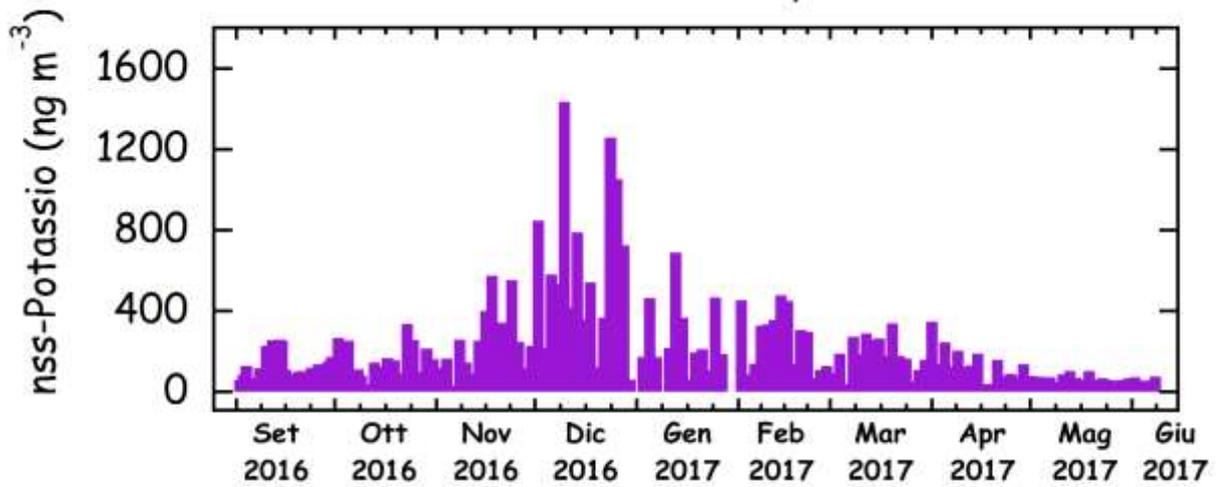
### PM10 Polo Scientifico - Hydra



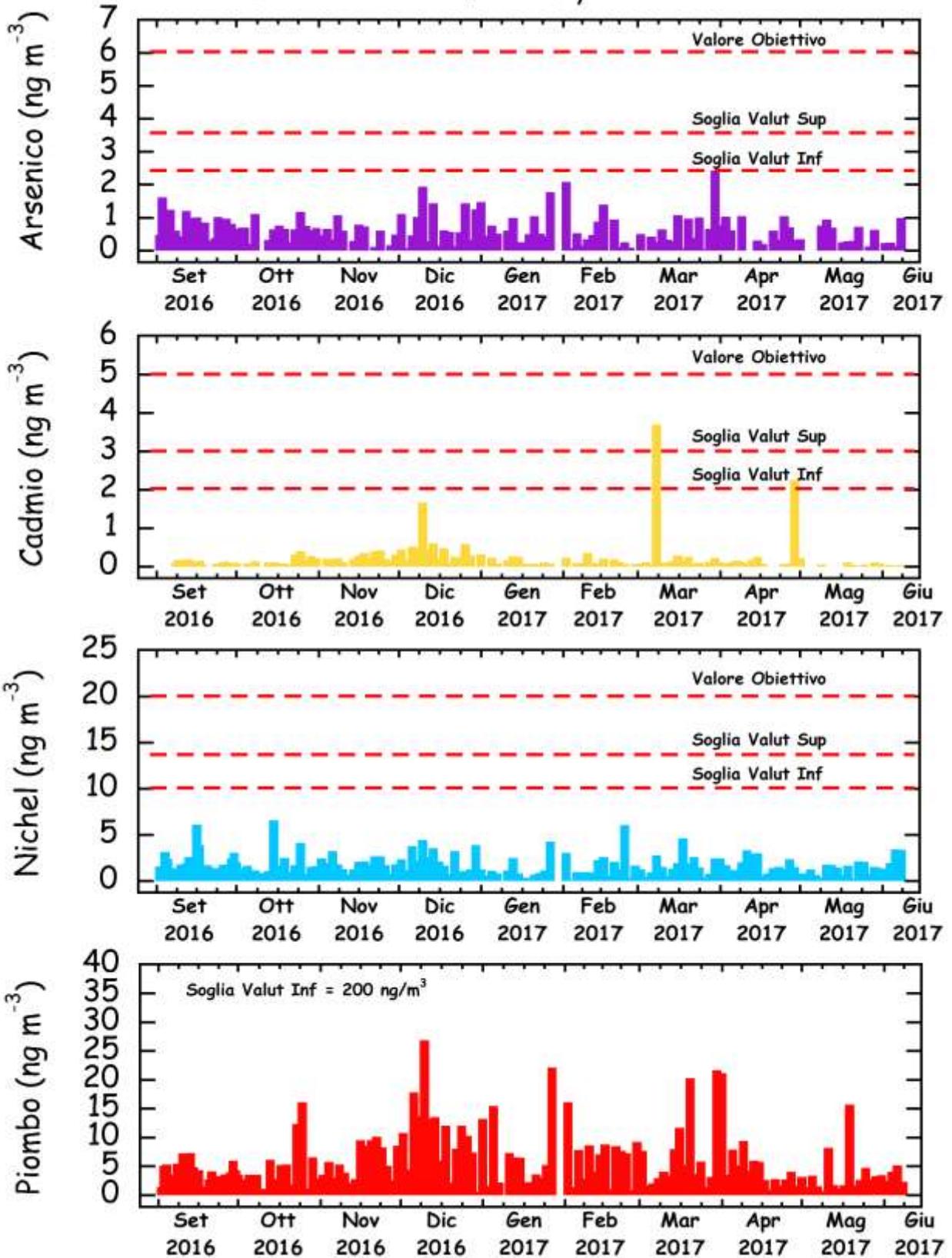
### PM10 Polo Scientifico - Hydra



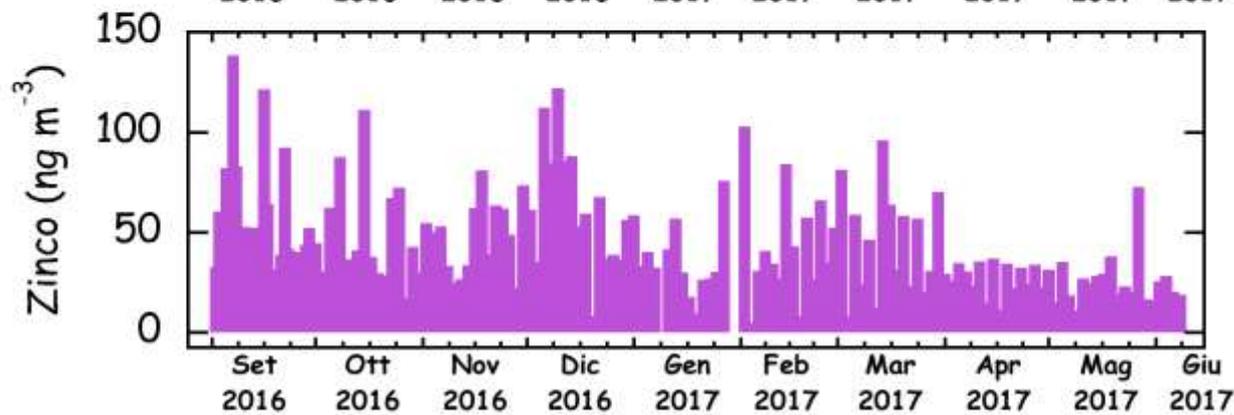
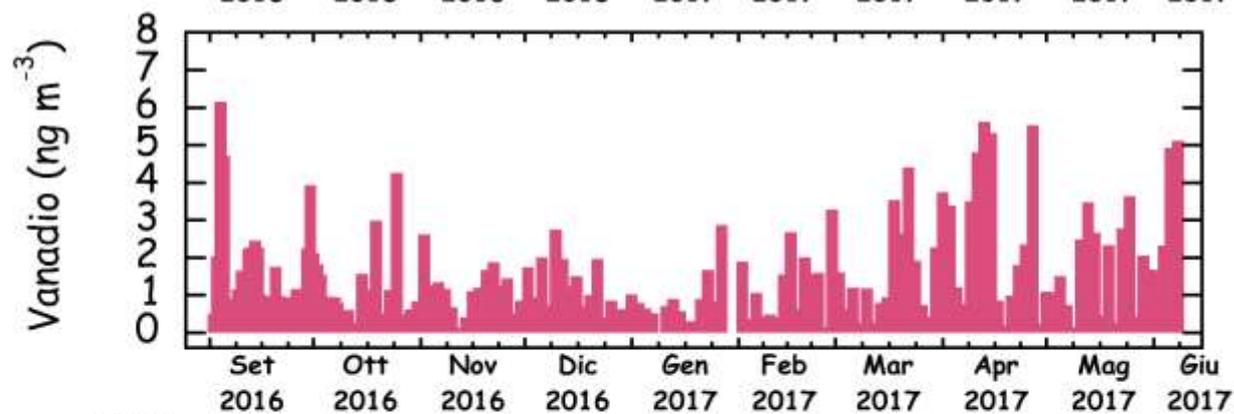
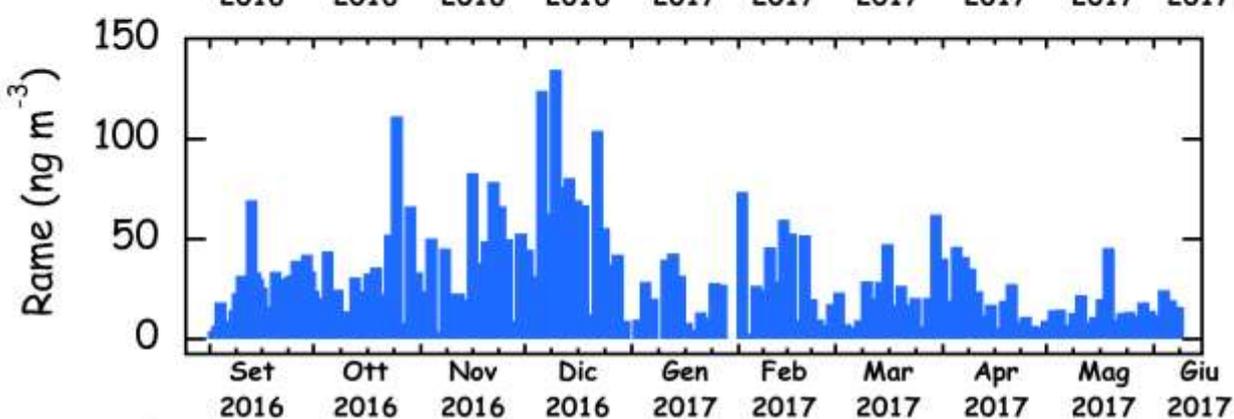
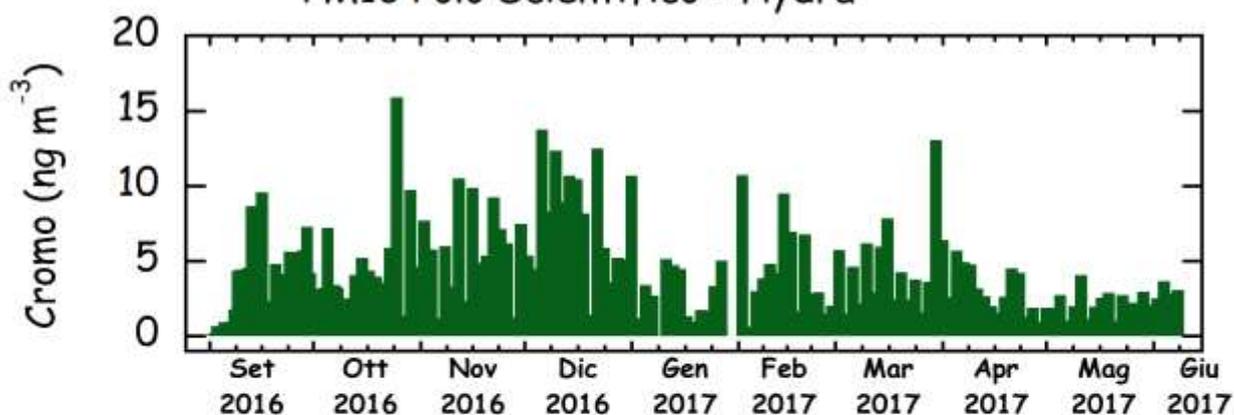
### PM10 Polo Scientifico - Hydra



### PM10 Polo Scientifico - Hydra



### PM10 Polo Scientifico - Hydra



## POLO SCIENTIFICO (PS)

### PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Valore minimo:  $2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $114.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media:  $22.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $16.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana:  $18.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 mostrano un netto carattere stagionale, con minimi nei periodi Settembre-Ottobre e Marzo-Giugno e valori piu' alti nel periodo invernale, con particolare riguardo al mese di Dicembre 2016, che ha fatto registrare valori fino a circa  $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . E' da notare, pero', che tale valore si riferisce al campione raccolto il primo Gennaio, che risente fortemente del particolato emesso dai fuochi d'artificio per i festeggiamenti di Fine Anno.

In tutto il periodo considerato, si sono verificati 12 superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (2 in Novembre, 8 in Dicembre e 2 in Febbraio).

E' da notare che il numero dei superamenti non puo' essere utilizzato per il computo dei superamenti permessi nell'arco annuale (35 superamenti del valore limite), perche' il campionamento e' stato fatto ogni due giorni.

La concentrazione media del PM10 nel periodo considerato e' stata di  $22.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore significativamente piu' basso del limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , come valore medio annuo. Inoltre, la stima del valore medio annuo dovrebbe portare a concentrazioni di PM10 ancora piu' basse, dato che in questo studio non sono stati raccolti campioni estivi, che normalmente presentano concentrazioni di particolato significativamente inferiori a quelli del periodo autunno/inverno.

Sulla base delle campagne di misura effettuate nel passato, l'aumento del PM10 nel periodo invernale e' principalmente da attribuirsi al riscaldamento domestico, al traffico e alla formazione di strati di inversione termica, che impediscono il rimescolamento verticale delle masse d'aria, provocando un incremento della concentrazione al suolo degli inquinanti emessi localmente.

Un contributo significativo potrebbe derivare dagli impianti di combustione di biomasse, come evidenziato dai profili dei nss-K e degli ossalati (vedi successivamente).

### Secondario Inorganico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Valore minimo:  $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $29.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media:  $4.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 3.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana:  $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni della componente “Secondario Inorganico” (somma delle concentrazioni di nitrati, ammonio e non-sea-salt-solfati) mostrano un andamento simile a quello del PM10, con massimi in Dicembre e Febbraio. Il 14 Febbraio e’ stato registrato il piu’ alto valore di concentrazione:  $29.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nello stesso giorno, la concentrazione del PM10 era di  $54.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ne risulta, quindi, che il componente “Secondario Inorganico” puo’ arrivare a contribuire a piu’ del 50% del PM10 in determinate condizioni emissive e/o di trasporto delle masse d’aria. Nel giorno in esame, si e’ registrata un’alta concentrazione di solfati (vedi successivamente), probabilmente a causa di processi di trasporto a lungo raggio.

Considerando i valori medi, si puo’ valutare che, nel periodo considerato, il componente “Secondario Inorganico” contribuisca per circa il 20% alla concentrazione in peso di PM10.

### **Contributo Crostale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Valore minimo:  $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $9.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media:  $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana:  $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo crostale non evidenziano particolari trend stagionali, con valori di base generalmente inferiori a  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ed alcuni picchi di concentrazione (fino a  $9.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) equamente distribuiti in tutto il periodo di campionamento.

Dai valori medi, si puo’ valutare che tale componente contribuisca per circa il 5% al peso del PM10.

### **Spray Marino ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Valore minimo:  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $8.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media:  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana:  $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo marino primario non mostrano un profilo stagionale netto. Le piu’ alte concentrazioni sono state misurate in Gennaio e nelle due settimane a cavallo tra Febbraio e Marzo. Queste concentrazioni relativamente elevate (fino a circa  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sono attribuibili al trasporto di aria marina dal litorale Tirrenico.

Dai valori medi, si puo’ valutare che lo spray marino contribuisca per circa il 3% al peso del PM10.

## **Solfati**

Valore minimo: 184 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 7611 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1946 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 1499 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1511 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dei solfati mostrano un carattere stagionale inverso a quello del PM10. Infatti, le sorgenti locali dei solfati sono modeste e le piu' elevate concentrazioni di questo componente sono legate all'arrivo di masse d'aria dalle aree di emissione regionali (centrali termo-elettriche sul litorale Tirrenico e, probabilmente, emissioni dalle aree geo-termiche - es., la zona di Larderello).

Pertanto, le concentrazioni piu' elevate dei solfati si registrano nelle stagioni intermedie e in estate, quando la libera circolazione atmosferica permette l'arrivo sulla Piana F.na di masse d'aria provenienti da tali aree.

Le concentrazioni piu' elevate dei solfati sono state registrate all'inizio di Settembre, con un massimo di circa 7.6 µg/m<sup>3</sup> (7611 ng/m<sup>3</sup>) il 12 Settembre (circa il 25% del PM10 misurato nello stesso giorno).

## **Nitrati**

Valore minimo: 75 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 10264 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1913 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 2289 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1215 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dei nitrati seguono fedelmente il profilo del PM10 in inverno. Questo comportamento e' atteso perche' i nitrati derivano principalmente dai processi di combustione legati al riscaldamento domestico (oltre che al traffico) e, essendo prodotti localmente, risentono fortemente della formazione di strati di inversione termica al suolo, caratteristici dei periodi freddi. Le maggiori concentrazioni dei nitrati sono state misurate nei campioni raccolti in Dicembre e, in misura inferiore, nel periodo Febbraio-Marzo. La concentrazione piu' elevata e' stata misurata il 10 Dicembre (circa 10.3 µg/m<sup>3</sup>), in concomitanza con un valore particolarmente alto del PM10 (93.5 µg/m<sup>3</sup>).

## **Ammonio**

Valore minimo: 49 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 2184 ng/m<sup>3</sup>

Media: 640 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 626 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 512 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello ione ammonio possono seguire sia quelle dei nitrati che quelle dei solfati. Infatti l'ammonio deriva principalmente dalla reazione di neutralizzazione nell'atmosfera tra ammoniaca e gli acidi nitrico e solforico. Infatti, il profilo dell'ammonio mostra una forte similitudine con i nitrati in inverno (Dicembre – Febbraio) e con i solfati agli inizi di Settembre e in Aprile (quando i solfati mostrano le loro piu' elevate concentrazioni).

La concentrazione piu' elevata dell'ammonio e' stata registrata il 10 Dicembre (circa 2.2 µg/m<sup>3</sup>), in concomitanza con i piu' alti valori dei nitrati.

### **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo: 8.4 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1434 ng/m<sup>3</sup>

Media: 288 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 979 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 138 ng/m<sup>3</sup>

Questo parametro e' stato ipotizzato poter fornire informazioni sul contributo delle emissioni da combustione di biomasse, in quanto il potassio e' un componente rilevante nella legna e nel pellet (e nei loro derivati).

In effetti, il nss-K mostra concentrazioni particolarmente elevate nel periodo invernale, con particolare riguardo al mese di Dicembre, che abbiamo visto aver registrato le piu' alte concentrazioni di PM10, nitrati e ammonio. Di conseguenza, e' probabile che i valori di contaminazione relativamente elevati che sono stati registrati in questi periodi possano essere, almeno in parte, attribuibili alla combustione di biomassa.

Anche per i nss-K, il valore di concentrazione piu' elevato e' stato misurato il 10 Dicembre (circa 1.4 µg/m<sup>3</sup>).

### **Ossalati**

Valore minimo: 12.7 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 455 ng/m<sup>3</sup>

Media: 130 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 78.3 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 115 ng/m<sup>3</sup>

Gli ossalati sono considerati dei buoni marker dei processi di combustione e, pertanto, possono accompagnare sia i nitrati (combustioni locali) che i solfati (combustioni in ambito regionale). In effetti, il profilo degli ossalati e' simile a quello dei solfati in Settembre e in Marzo-Aprile, mentre le concentrazioni invernali rispecchiano l'andamento delle concentrazioni dei nitrati, con concentrazioni piu' elevate nel periodo Dicembre-Febbraio.

## **Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)**

Valore minimo: 108 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1962 ng/m<sup>3</sup>

Media: 560 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 332 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 514 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssCa possono essere considerate qualitativamente rappresentative del contributo crostale, anche se, quantitativamente, tale contributo è stato calcolato dalla concentrazione dell'alluminio (vedi, precedentemente, la voce "contributo crostale").

Tale parametro non mostra particolari trend stagionali, con oscillazioni anche notevoli intorno al valore medio di circa 0.6 µg/m<sup>3</sup>. Il contributo del nss-Ca al PM10 è, quindi, relativamente modesto.

## **Arsenico**

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 2.43 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.54 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 0.46 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.48 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dell'arsenico rimangono relativamente costanti per tutto il periodo di campionamento, non evidenziando particolari relazioni con gli altri componenti del PM10. Valori mediamente più alti sono misurati nei periodi Dicembre-Febbraio e tra fine Marzo e inizi di Aprile.

La concentrazione massima (2.43 ng/m<sup>3</sup>) è stata misurata il 30 Marzo.

La vigente legislazione impone dei limiti alle concentrazioni atmosferiche di questo elemento. I valori di riferimento (Valore Obiettivo, Soglia di Valutazione Superiore e Soglia di Valutazione Inferiore) sono indicati nella relativa figura. Tali limiti sono relativi alla media annuale. Come precedentemente notato, i nostri dati non abbracciano un intero ciclo annuale, perché non sono stati prelevati campioni estivi. La media qui riportata, comunque, deve essere considerata come un limite superiore alla media annuale, in quanto i campioni estivi sono generalmente caratterizzati da concentrazioni più basse di quasi tutti i componenti (con la notevole eccezione dei solfati). Si può asserire, quindi, che il valore medio misurato in questo sito (0.54 ng/m<sup>3</sup>) sia significativamente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>). Pertanto, non è stata evidenziata nessuna criticità per quanto riguarda le concentrazioni atmosferiche di questo elemento.

## **Cadmio**

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.70 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.17 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.37$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.10 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono risultate essere notevolmente basse, con l'eccezione di alcuni isolati episodi. Le concentrazioni piu' elevate sono state misurate il 10 Dicembre, l'8 Marzo e il 29 Aprile, con valori fino a 3.7 ng/m<sup>3</sup>.

Tuttavia, la media di tutto il periodo di campionamento (0.17 ng/m<sup>3</sup>) e' piu' di 10 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (2.0 ng/m<sup>3</sup>), non evidenziando elementi di criticita'.

## **Nichel**

Valore minimo: 0.17 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 6.56 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.73 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 1.13$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.48 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nichel sono relativamente modeste, senza apparente comportamento stagionale, lungo tutto il periodo di campionamento. Il valore medio di 1.73 ng/m<sup>3</sup> e' circa 6 volte inferiore al valore della Soglia di Valutazione Inferiore (10 ng/m<sup>3</sup>).

## **Piombo**

Valore minimo: 0.12 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 26.9 ng/m<sup>3</sup>

Media: 5.58 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 4.80$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 3.96 ng/m<sup>3</sup>

La concentrazione media del piombo (circa 5.6 ng/m<sup>3</sup>) e' notevolmente inferiore al valore della Soglia di Valutazione Inferiore (200 ng/m<sup>3</sup>). L'andamento temporale delle concentrazioni mostra valori piu' elevati nel periodo invernale e nella seconda meta' di Marzo. Non si osserva nessuna criticita' per questo elemento nel sito di misura.

## **Cromo**

Valore minimo: 0.1 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 15.9 ng/m<sup>3</sup>

Media: 4.28 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 3.01$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 3.60 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cromo mostrano valori piu' elevati nel periodo Ottobre-Dicembre. I valori sono, comunque, modesti (non esiste un limite previsto dalla vigente legislazione per questo elemento) e non superano i 20 ng/m<sup>3</sup>. Il valore medio (4.28 ng/m<sup>3</sup>) e' vicino al valore medio precedentemente misurato a Sesto F.no nel PM2.5 (intorno a 3 ng/m<sup>3</sup>) negli anni 2010-2012.

## **Rame**

Valore minimo: 2.50 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 194 ng/m<sup>3</sup>

Media: 30.2 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 26.9$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 23.3 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del rame seguono abbastanza fedelmente il trend mostrato dal Cr, evidenziando come questi due metalli possano avere comuni origini (prevalentemente, emissioni da traffico e da attivita' industriali). Il valore medio delle concentrazioni misurate (circa 30 ng/m<sup>3</sup>) e' significativamente superiore al valore medio precedentemente misurato a Sesto F.no nel PM2.5 (circa 8.5 ng/m<sup>3</sup> nel periodo 2011-2012), ma occorre tenere presente che il rame e' emesso principalmente dall'erosione delle pastiche dei freni degli autoveicoli e, di conseguenza, e' prevalentemente presente nella parte piu' grossa del particolato (maggiori concentrazioni nel PM10, rispetto al PM2.5).

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 6.15 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.53 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 1.28$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.13 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del vanadio mostrano un netto carattere stagionale, con massimi estivi e minimi invernali. Questo e' dovuto al fatto che le maggiori emissioni di vanadio sono correlate alle attivita' portuali e marittime e ai processi petrolchimici. Di conseguenza, le emissioni locali sono relativamente modeste, mentre il contributo

del trasporto dall'area di Livorno e' piu' rilevante nelle stagioni intermedie e in estate, quando la circolazione atmosferica su scala regionale e' piu' attiva. Il valore medio misurato (circa 1.5 ng/m<sup>3</sup>) e' molto simile a quello misurato nel PM2.5 a Sesto F.no nel periodo 2010-2012 (intorno a 1.5-2 ng/m<sup>3</sup> nelle due annualita').

## **Zinco**

Valore minimo: 4.91 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 139 ng/m<sup>3</sup>

Media: 43.2 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 25.3$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 35.2 ng/m<sup>3</sup>

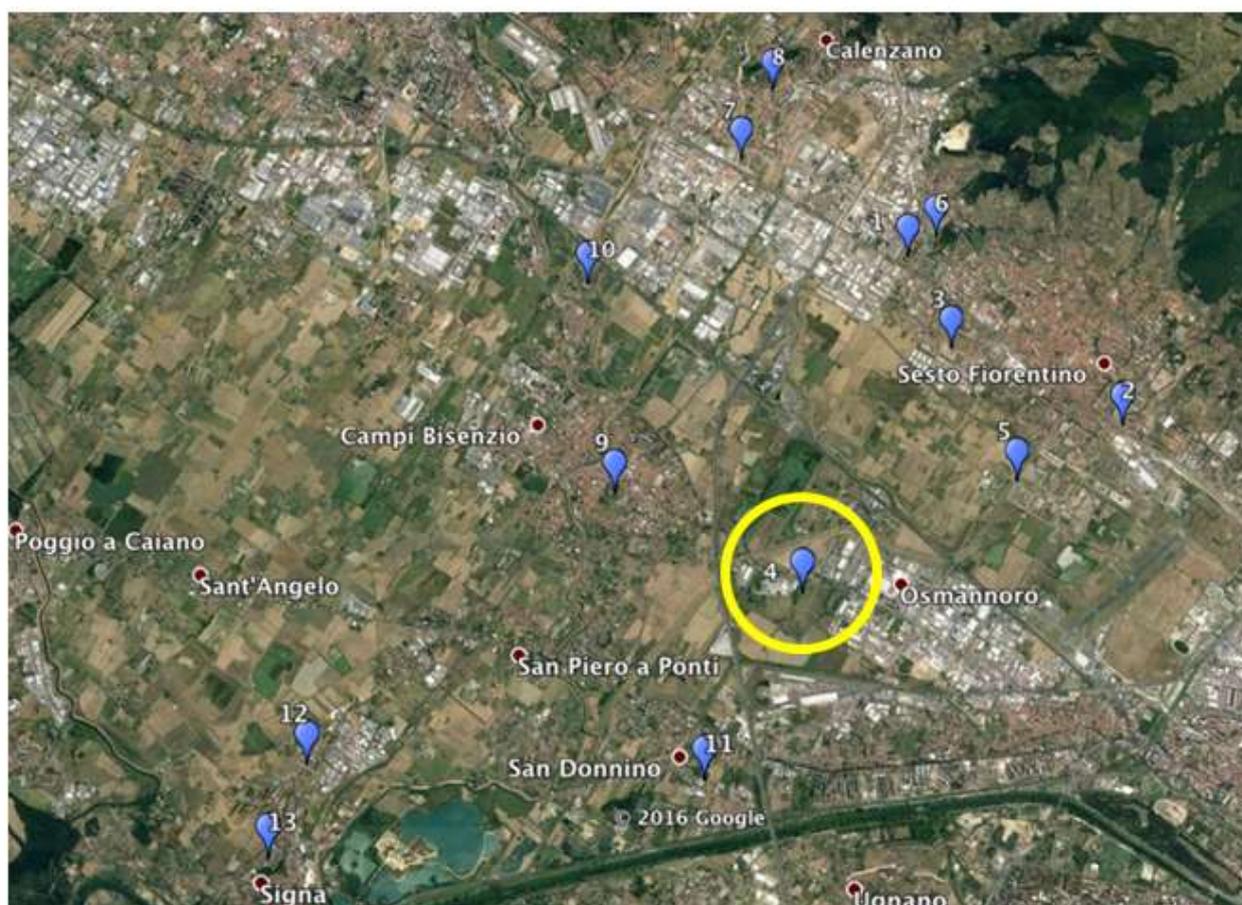
Le concentrazioni dello zinco mostrano valori sostanzialmente piu' elevati nel periodo autunnale, con un massimo di 139 ng/m<sup>3</sup> agli inizi di Settembre. Concentrazioni relativamente piu' elevate sono state misurate in Dicembre e nel periodo Marzo-Aprile. Il valore medio di circa 43 ng/m<sup>3</sup> e' significativamente inferiore a quanto misurato nel PM2.5 a Sesto F.no nel periodo 2010-2012 (da 100 a 120 ng/m<sup>3</sup>).

## CASE PASSERINI (CP)

Tipo di campionatore: **FAI-Hydra EN 12341**

Periodo di campionamento: **09.09.2016 – 08.06.2017**

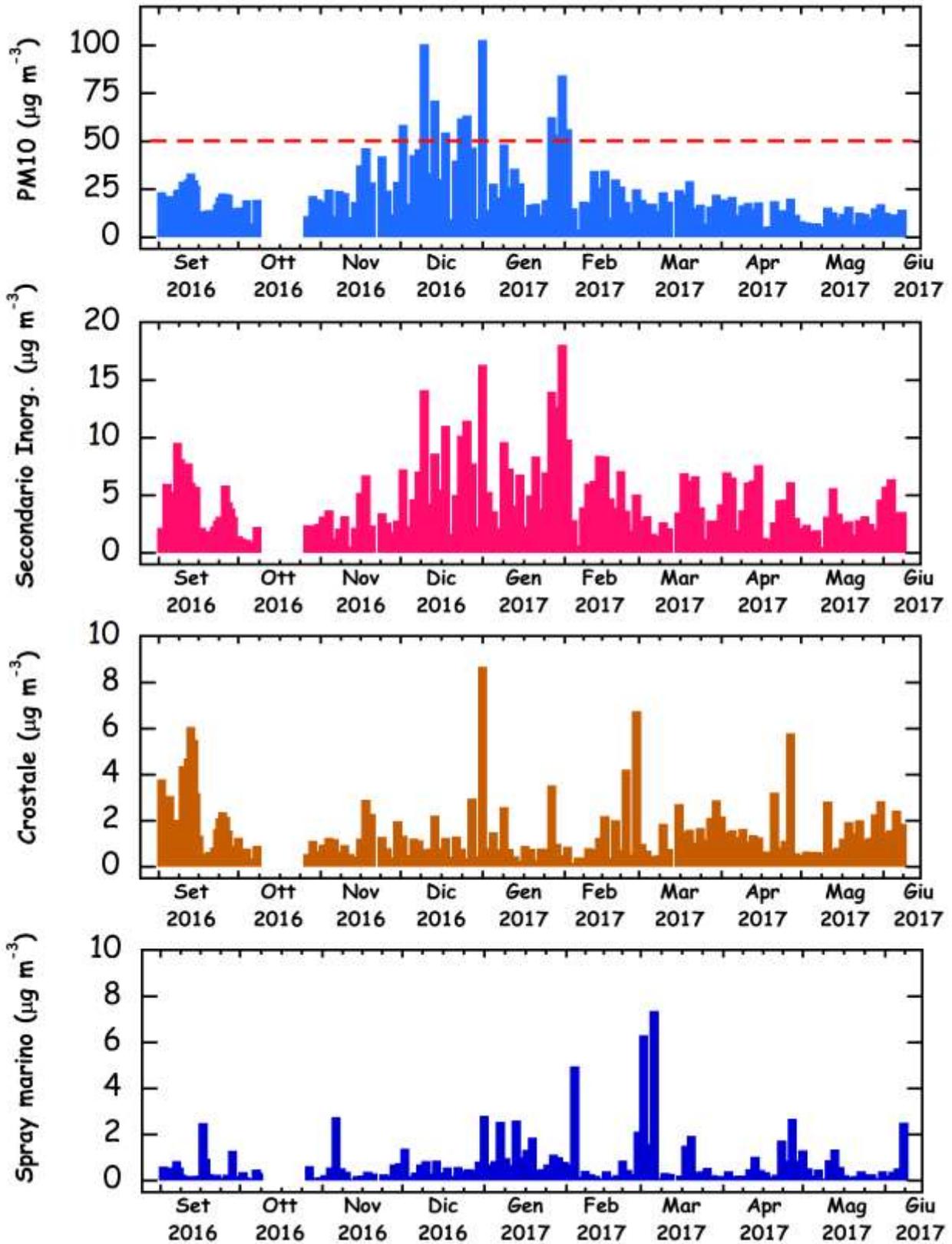
Numero campioni raccolti: **147**



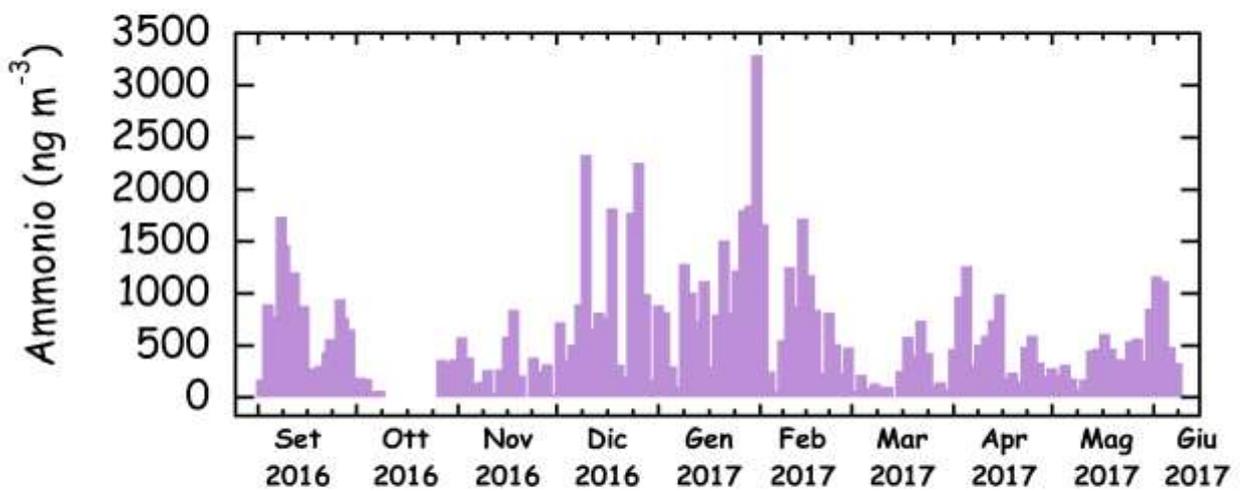
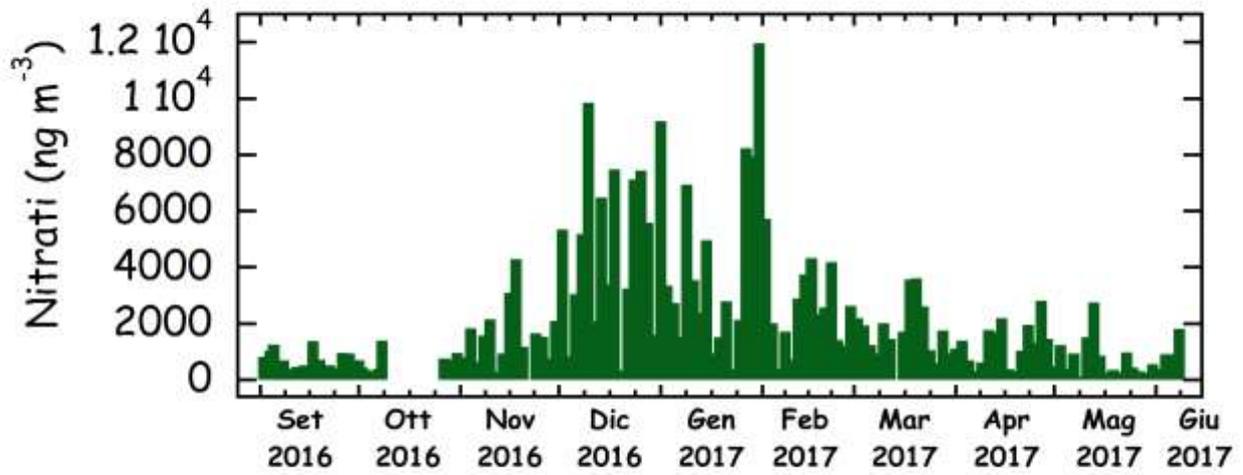
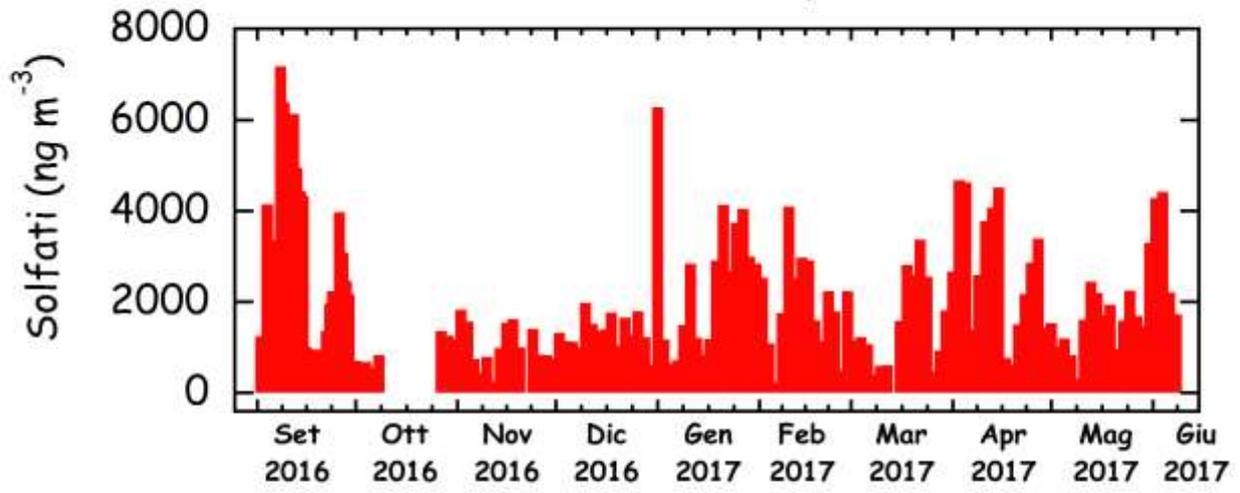
**Nota-1: a causa di un guasto ad una pompa aspirante, i campionamenti sono stati sospesi dal 09.10.16 al 26.10.16**

**Nota-2: nei grafici dei vari componenti, le concentrazioni relative ai campioni a cavallo del primo Gennaio sono stati generalmente tolti (con l'eccezione del PM10) perché correlati semplicemente alle emissioni dei fuochi d'artificio per le celebrazioni del Nuovo Anno.**

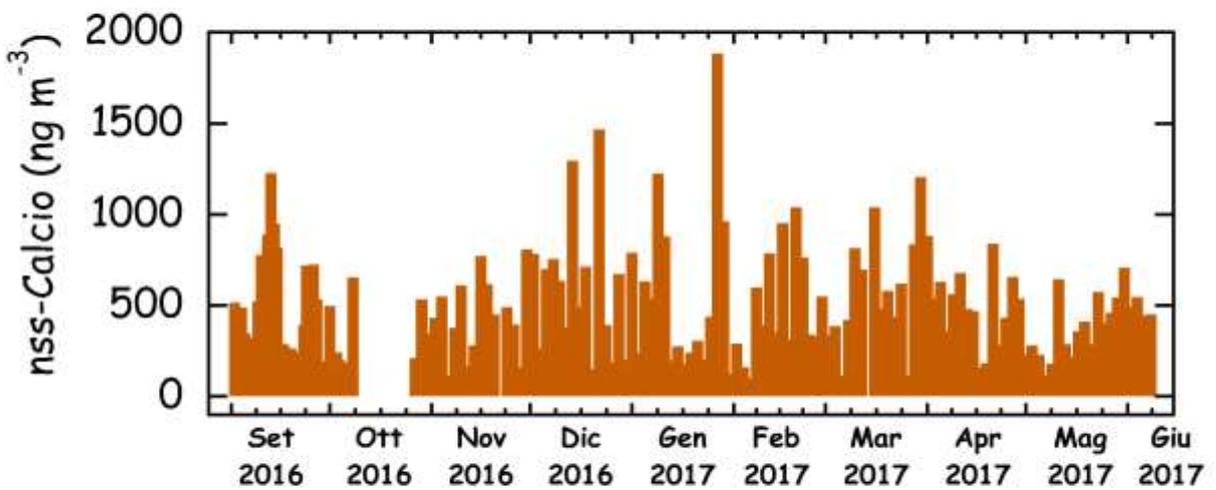
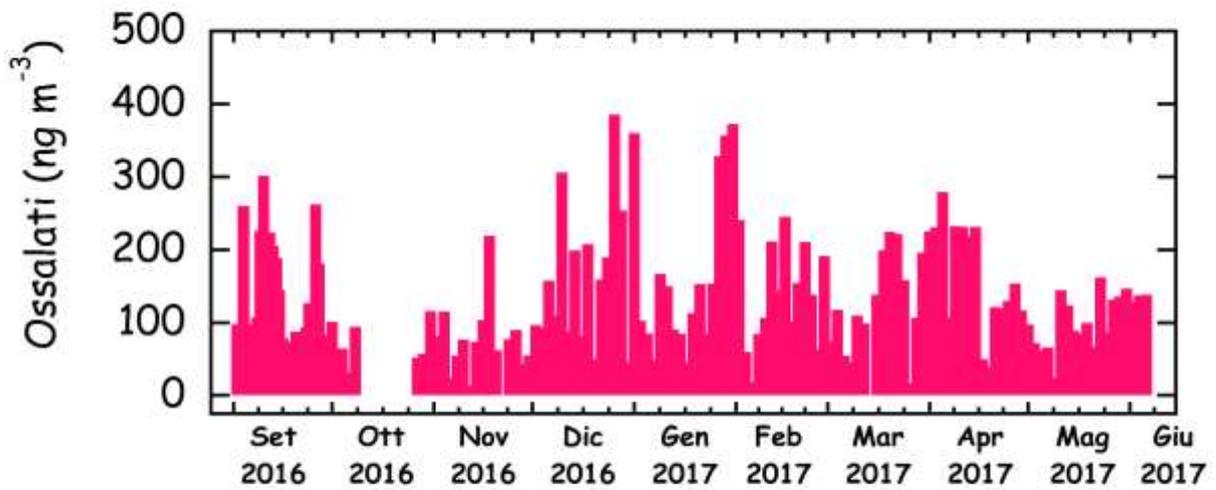
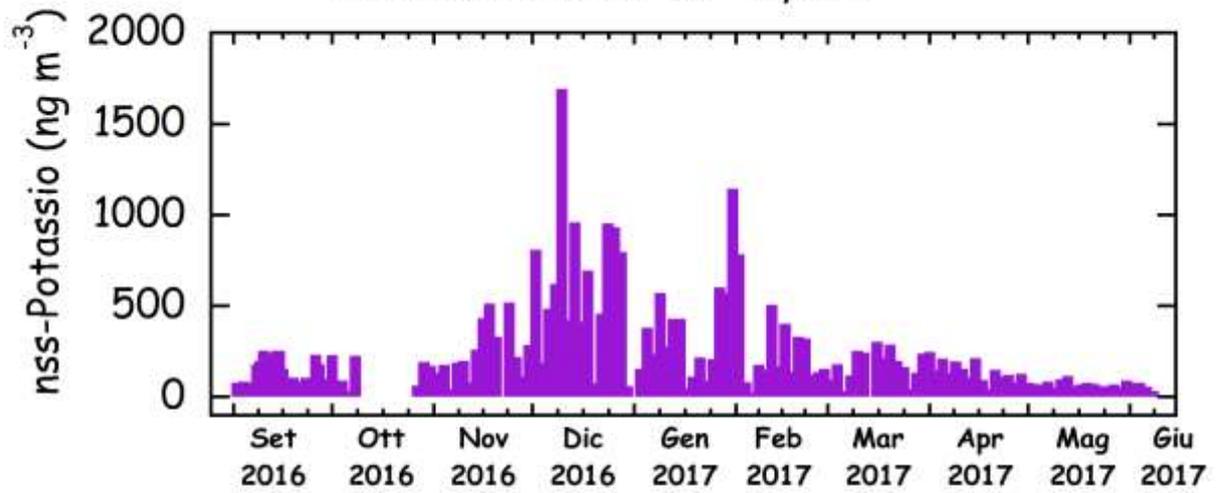
### PM10 Case Passerini - Hydra



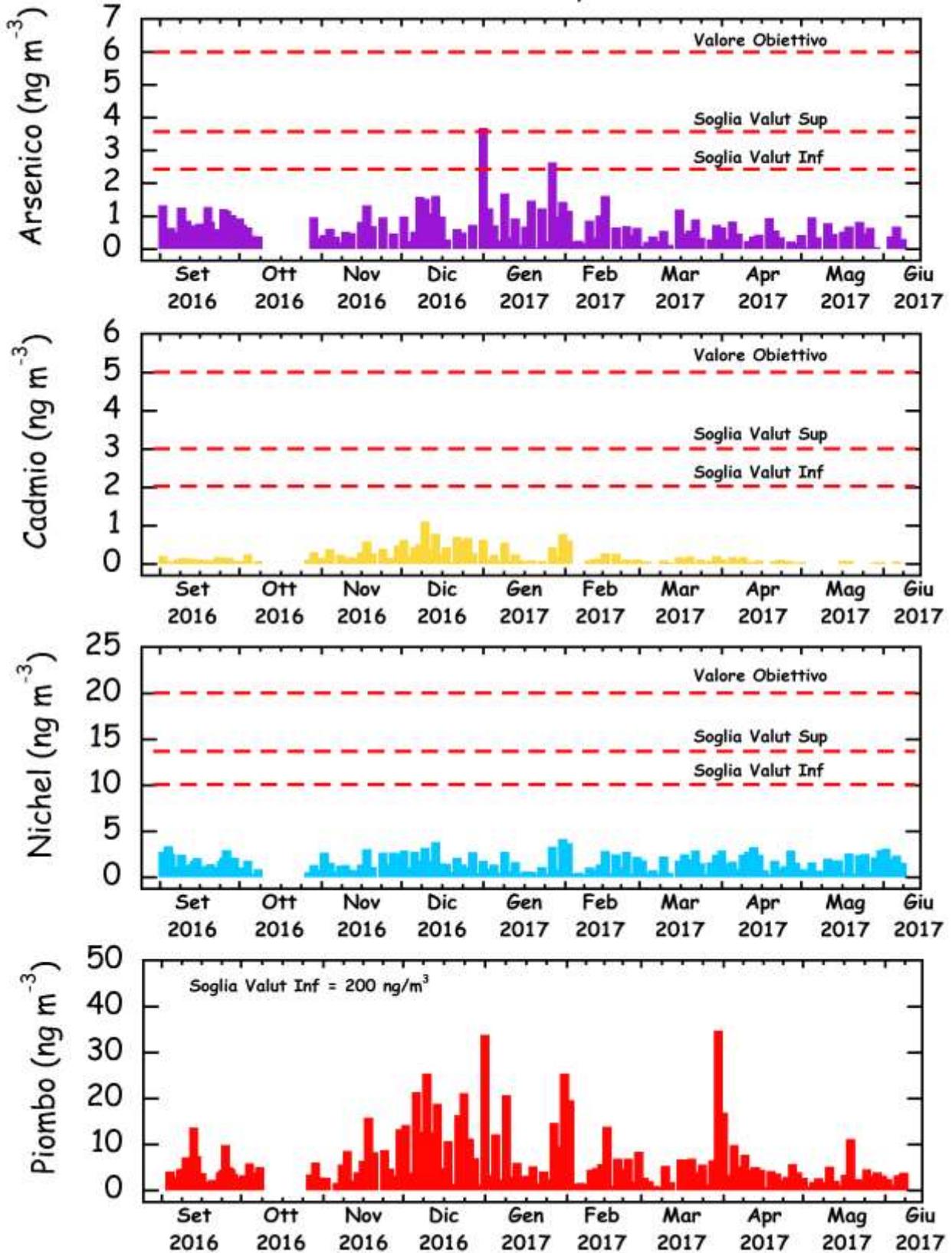
### PM10 Case Passerini - Hydra



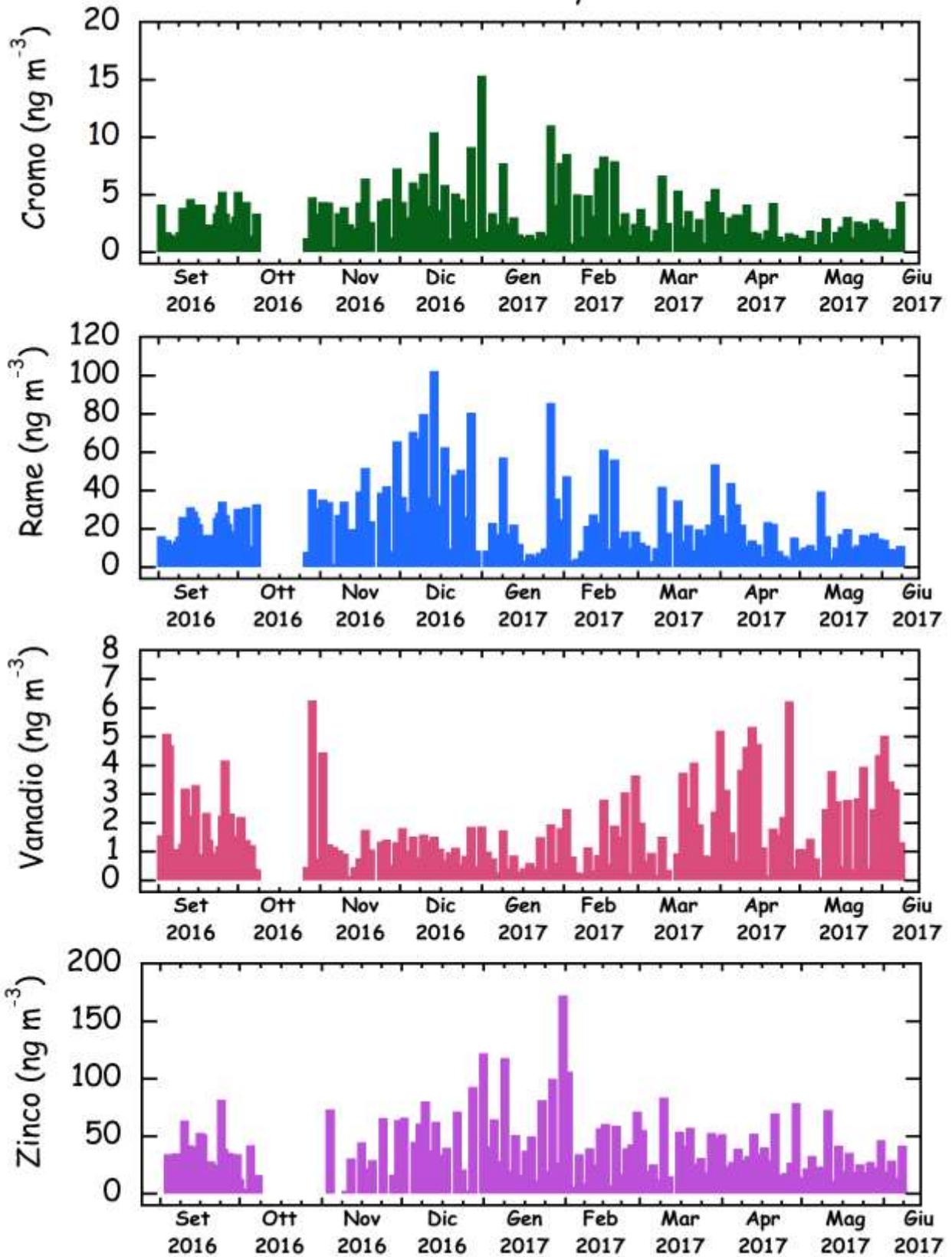
### PM10 Case Passerini - Hydra



### PM10 Case Passerini - Hydra



### PM10 Case Passerini - Hydra



## CASE PASSERINI (CP)

### PM10

Valore minimo: 3.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 103  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 16.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 18.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il profilo temporale del PM10 e' molto simile a quello gia' descritto per la stazione del Polo Scientifico. Le concentrazioni piu' elevate di particolato atmosferico sono state misurate in inverno, con particolare riguardo al periodo meta' Novembre – fine Gennaio. I valori piu' alti del PM10 sono relativi ai giorni 10 Dicembre, 01 Gennaio (fuochi d'artificio) e 31 Gennaio, con un massimo di 103  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  il 10 Dicembre. Nel periodo di campionamento, sono stati osservati 11 superamenti del limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Questo valore e' analogo ai 12 superamenti osservati per la stazione del Polo Scientifico. Anche la media calcolata su tutto il periodo di campionamento (22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' praticamente coincidente con quella del PM10 prelevato al Polo Scientifico (22.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e significativamente inferiore al limite di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Questi dati confermano quanto gia' osservato nel corso di precedenti campagne di campionamento negli stessi siti: per quanto riguarda il peso del PM10, vi e' una notevole omogeneita' di deposizione nella parte centrale della Piana F.na.

### Secondario Inorganico

Valore minimo: 0.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 18.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 3.17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 3.52  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Con l'eccezione delle concentrazioni relativamente elevate della prima meta' di Settembre (che potrebbero essere messe in relazione ad un picco di solfati - vedi dopo), il profilo del componente "Secondario Inorganico" e' estremamente simile sia al profilo del PM10 che a quello dei nitrati (vedi dopo). La quasi perfetta corrispondenza dei tre profili nel periodo Dicembre-Gennaio evidenzia il fondamentale contributo dei processi di combustione (soprattutto riscaldamento domestico) al carico atmosferico del PM10. I valori piu' elevati del componente secondario inorganico sono stati registrati negli stessi giorni dei picchi del PM10, con un valore massimo di oltre 18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  il 31 Gennaio.

Comparando i valori medi, il secondario inorganico rappresenta circa il 20% in peso del PM10.

## **Contributo Crostale**

Valore minimo: 0.16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 8.67  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 1.48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 1.34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 1.08  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo crostale non mostrano nessun trend stagionale. I valori piu' elevati sembrano appartenere a eventi di trasporto episodici nella prima meta' di Settembre, alla fine di Febbraio e alla fine di Aprile. Il picco in corrispondenza dei fuochi d'artificio di fine anno non e' significativo.

In media, il particolato crostale contribuisce per circa il 6% al peso del PM10

## **Spray Marino**

Valore minimo: 0.02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 7.37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 0.71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 1.01  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 0.39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo marino primario sono piuttosto basse per tutto il periodo, con l'eccezione di alcuni modesti eventi a Gennaio e di un notevole picco di concentrazione (circa 7.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nella settimana a cavallo tra Febbraio e Marzo.

In media, lo spray marino contribuisce per circa il 3% al peso del PM10.

## **Solfati**

Valore minimo: 74.5  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 7183  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 1986  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1426 \text{ng}/\text{m}^3$

Mediana: 1543  $\text{ng}/\text{m}^3$

Come per la stazione del Polo Scientifico, le concentrazioni dei solfati mostrano i valori piu' elevati ai primi di Settembre e nel periodo Marzo-Giugno. In particolare, nella prima meta' di Settembre, si sono misurate le concentrazioni piu' elevate (fino a circa 7.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  l'8 Settembre).

Il valore medio dei solfati (1986  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' molto vicino a quello misurato al Polo Scientifico (1946  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## **Nitrati**

Valore minimo: 31.5 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 11972 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1914 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 2152 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1125 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dei nitrati mostrano un massimo invernale analogo a quanto osservato al Polo Scientifico. Le concentrazioni piu' elevate sono state misurate nel periodo Dicembre-Febbraio, con un picco alla fine di Gennaio (fino a circa 12 µg/m<sup>3</sup>) contemporaneo ai picchi di PM10 e del secondario inorganico.

Il valore medio (1914 ng/m<sup>3</sup>) e' praticamente identico a quello misurato al Polo Scientifico (1913 µg/m<sup>3</sup>).

## **Ammonio**

Valore minimo: 1.95 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3290 ng/m<sup>3</sup>

Media: 606 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 531 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 471 ng/m<sup>3</sup>

Analogamente a quanto osservato al Polo Scientifico, il profilo dell'ammonio riflette quello dei solfati nelle stagioni intermedie e quello dei nitrati in inverno.

Le concentrazioni piu' elevate sono state misurate il 31 Gennaio (3290 ng/m<sup>3</sup>).

I valori medi misurati a Case Passerini (606 ng/m<sup>3</sup>) e al Polo Scientifico (640 ng/m<sup>3</sup>) sono molto simili.

## **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo: 6.38 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1692 ng/m<sup>3</sup>

Media: 274 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 636 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 150 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssK, come indicatore di combustioni da biomasse, seguono molto bene quello dei nitrati in inverno, con valori massimi a meta' Dicembre e alla fine di Gennaio (1692 ng/m<sup>3</sup> il 10 Dicembre). Al contrario, nelle stagioni intermedie, il nssK scende velocemente a concentrazioni inferiori a 200 ng/m<sup>3</sup>. Il valore medio (274 ng/m<sup>3</sup>) e' molto simile a quello misurato al Polo Scientifico (288 ng/m<sup>3</sup>).

## Ossalati

Valore minimo: 0.01 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 386 ng/m<sup>3</sup>

Media: 126 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 81.2$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 104 ng/m<sup>3</sup>

Come osservato al Polo Scientifico, le concentrazioni degli ossalati (marker di processi di combustione) seguono quelle dei solfati nelle stagioni intermedie (soprattutto in Settembre e Marzo-Aprile), mentre in inverno mostrano un trend simile a quello dei nitrati. I picchi di concentrazione invernali arrivano a valori di poco inferiori a 400 ng/m<sup>3</sup>.

Il valore medio (126 ng/m<sup>3</sup>) e' molto vicino a quello misurato al Polo Scientifico (130 ng/m<sup>3</sup>).

## Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)

Valore minimo: 42.6 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1884 ng/m<sup>3</sup>

Media: 483 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 304$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 432 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssCa non mostrano trend stagionali degni di nota. Numerosi picchi di concentrazione relativamente elevata (fino a circa 1900 ng/m<sup>3</sup> il 27 Gennaio) identificano rapidi e sporadici eventi di deposizione delle polveri cristalline, al di sopra di un valore di fondo inferiore ai 500 ng/m<sup>3</sup>.

Il valore medio (483 ng/m<sup>3</sup>) e' un po' inferiore a quello misurato al Polo Scientifico (560 ng/m<sup>3</sup>).

## Arsenico

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.69 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.58 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.53$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.49 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dell'arsenico mostrano un trend relativamente costante, con valori mediamente piu' elevati in Dicembre-Gennaio. Trascurando il valore relativo ai fuochi di artificio (3.69 ng/m<sup>3</sup>), la concentrazione piu' elevata di As e' stata misurata il 27 Gennaio (2.64 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (0.58 ng/m<sup>3</sup>) e' molto simile a quello misurato al Polo Scientifico (0.54) e notevolmente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>).

## **Cadmio**

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1.11 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.15 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.19$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.10 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono molto basse, con un leggero aumento nei mesi invernali. La massima concentrazione e' stata misurata il 10 Dicembre, giorno nel quale si e' registrato il valore massimo del PM10.

Il valore medio (0.15 ng/m<sup>3</sup>) e' praticamente uguale a quello misurato al Polo Scientifico (0.17 ng/m<sup>3</sup>) e circa 10 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (2.0 ng/m<sup>3</sup>).

## **Nichel**

Valore minimo: 0.23 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 4.17 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.54 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.93$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.38 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nichel sono tutte al di sotto dei 5 ng/m<sup>3</sup>, senza alcun trend stagionale. Non si osservano massimi di concentrazione significativi in nessun periodo. Il valore medio (1.54 ng/m<sup>3</sup>) e' vicino a quello misurato al Polo Scientifico (1.73 ng/m<sup>3</sup>) e significativamente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (10 ng/m<sup>3</sup>)

## **Piombo**

Valore minimo: 0.53 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 62.4 ng/m<sup>3</sup>

Media: 6.78 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 8.61$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 3.98 ng/m<sup>3</sup>

A differenza degli altri metalli "normati", le concentrazioni del Pb mostrano un aumento sensibile nel periodo invernale, molto probabilmente riflettendo l'aumento del traffico e dei processi di combustione. Un altro picco di concentrazione (34.8 ng/m<sup>3</sup>) e' stato registrato alla fine di Marzo, in concomitanza con un picco dei solfati. In questo caso, appare probabile un trasporto di masse d'aria dal litorale Tirrenico

(impianti di produzione di energia termo-elettrica, attivita' portuale e petrolchimica nella zona di Livorno). Questo puo' essere ulteriormente confermato dai picchi di V, marker dei processi petrolchimici e delle emissioni da motori marini (vedi dopo).

Il valore medio misurato a Case Passerini (circa 6.8 ng/m<sup>3</sup>) e' un po' superiore a quello registrato al Polo Scientifico (5.6 ng/m<sup>3</sup>), ma comunque circa 30 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (200 ng/m<sup>3</sup>).

## **Cromo**

Valore minimo: 0.48 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 15.4 ng/m<sup>3</sup>

Media: 3.24 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 2.30$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 2.65 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cromo mostrano valori mediamente piu' alti in Dicembre e in Febbraio. A parte il dato del primo Gennaio, il valore piu' elevato e' stato di 11.0 ng/m<sup>3</sup>, misurato il 27 Gennaio.

Il valore medio (3.24 ng/m<sup>3</sup>) e' leggermente inferiore a quello misurato al Polo Scientifico (4.28 ng/m<sup>3</sup>) ed analogo al valore medio precedentemente misurato a Sesto F.no nel PM2.5 (intorno a 3 ng/m<sup>3</sup>) negli anni 2010-2012.

## **Rame**

Valore minimo: 1.73 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 304 ng/m<sup>3</sup>

Media: 25.2 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 29.5$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 18.0 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del rame variano in buon accordo con quanto osservato per il Cr, con valori relativamente piu' elevati in Dicembre. Il picco di concentrazione massima (circa 81 ng/m<sup>3</sup>, escludendo il dato del primo Gennaio) e' stato misurato nello stesso giorno (27 Gennaio) nel quale e' stato registrato il massimo valore del Cr.

Il valore medio delle concentrazioni misurate (circa 25 ng/m<sup>3</sup>) e' un po' inferiore a quanto misurato al Polo Scientifico, ma e' significativamente superiore al valore medio precedentemente misurato a Sesto F.no nel PM2.5 (circa 8.5 ng/m<sup>3</sup> nel periodo 2011-2012). Tuttavia, occorre tenere presente che, come precedentemente detto, il rame e' prevalentemente distribuito nella frazione grossolana, che il PM2.5 non contiene.

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.06 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 6.26 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.67 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 1.37 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.22 ng/m<sup>3</sup>

Analogamente a quanto osservato al Polo Scientifico, le concentrazioni del vanadio mostrano un netto carattere stagionale, con massimi estivi e minimi invernali. Le concentrazioni piu' elevate sono state misurate alla fine di Ottobre (circa 6.3 ng/m<sup>3</sup>) e alla fine di Aprile (6.2 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio misurato (circa 1.7 ng/m<sup>3</sup>) e' molto vicino a quello misurato al Polo Scientifico (1.5 ng/m<sup>3</sup>) e analogo ai valori registrati nel PM2.5 a Sesto F.no nel periodo 2010-2012 (intorno a 1.5-2 ng/m<sup>3</sup> nelle due annualita').

## **Zinco**

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 374 ng/m<sup>3</sup>

Media: 39.0 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 47.9 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 29.5 ng/m<sup>3</sup>

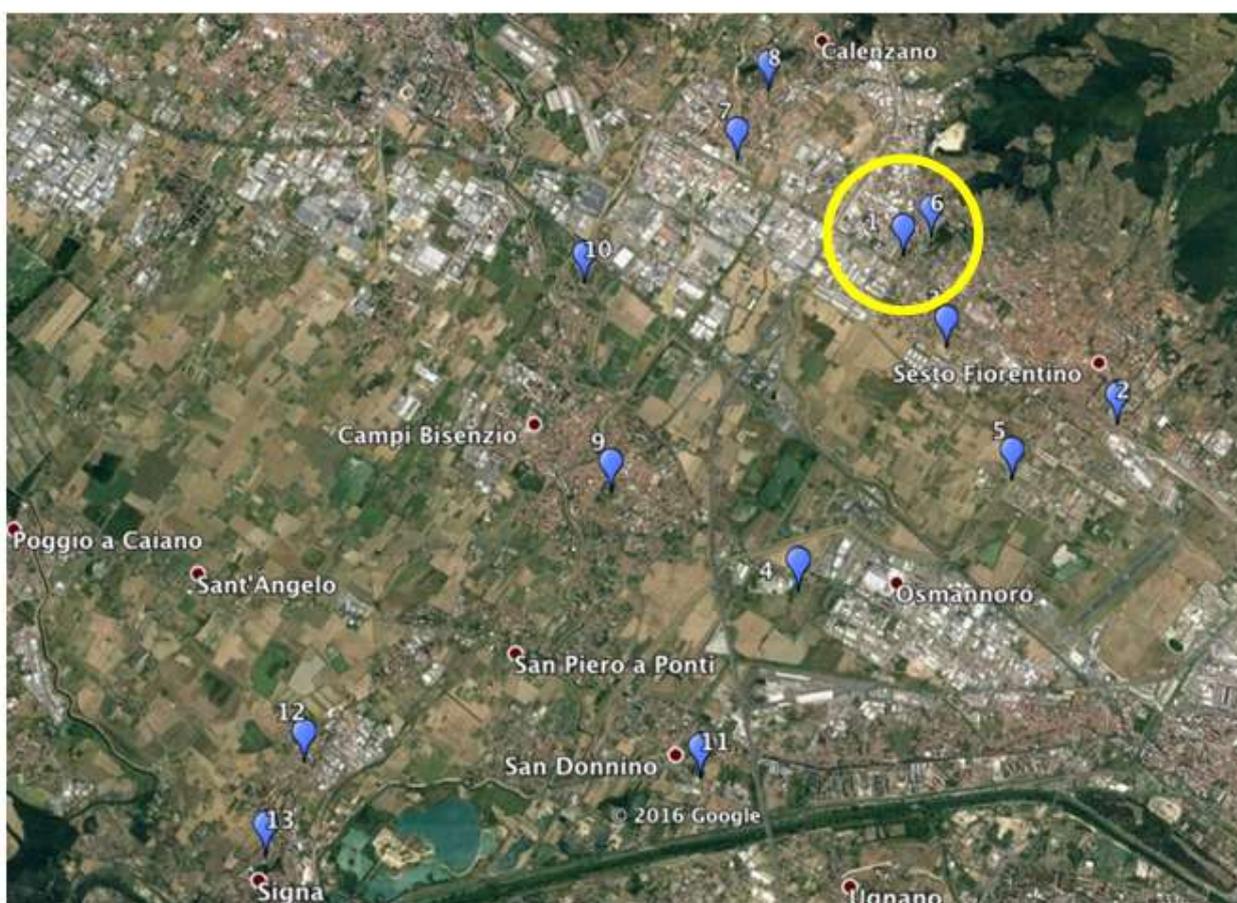
Le concentrazioni dello zinco mostrano valori leggermente piu' elevati nel periodo Dicembre-Gennaio, con un massimo (escludendo il dato del 31 Dicembre) di 172 ng/m<sup>3</sup> il 31 Gennaio. Il valore medio di 39 ng/m<sup>3</sup> e' notevolmente inferiore a quanto misurato nel PM2.5 a Sesto F.no nel periodo 2010-2012 (da 100 a 120 ng/m<sup>3</sup>).

## S1 – VIA FOCAZZARO, SESTO F.NO

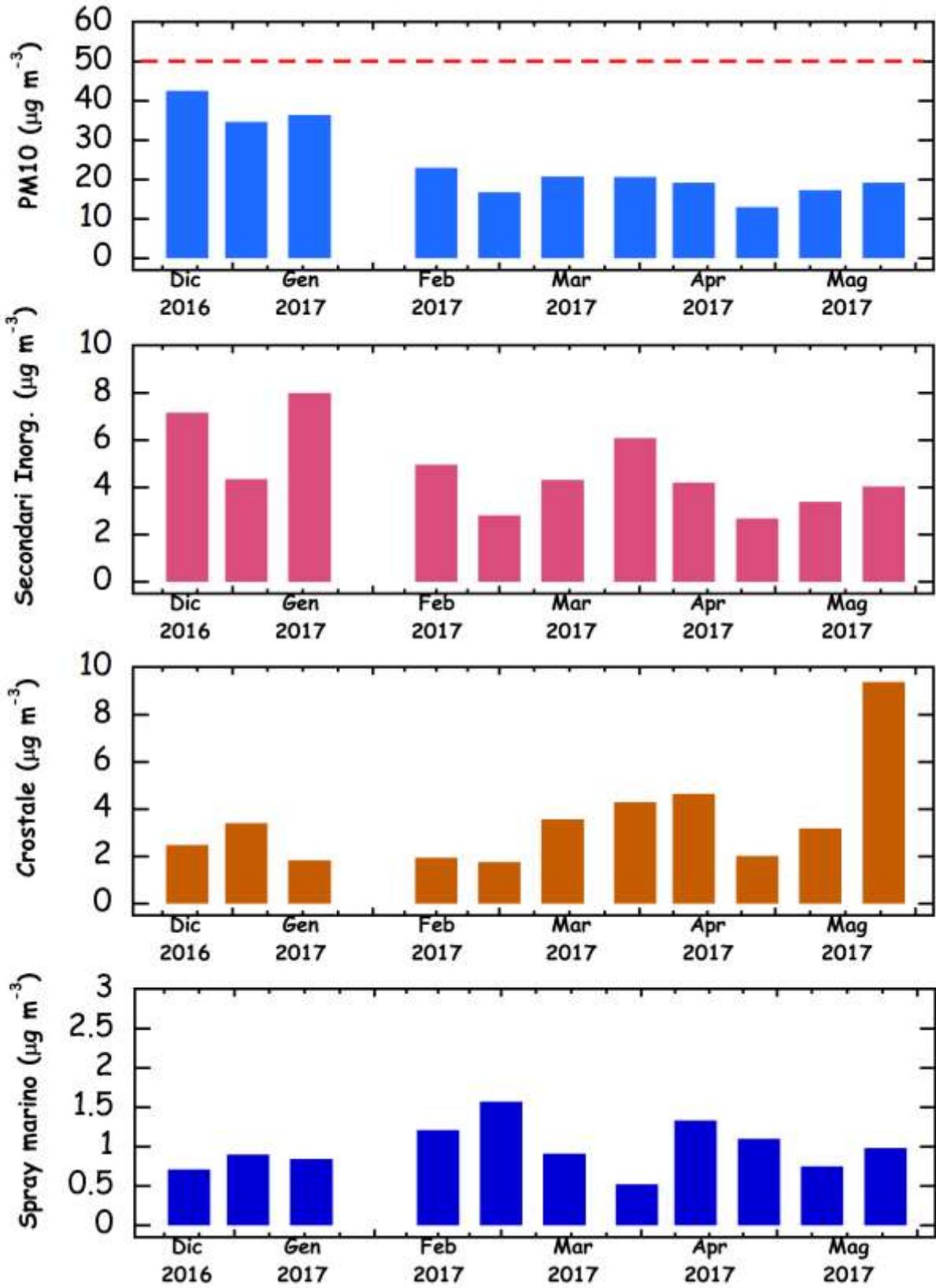
Tipo di campionatore: **FAI - SMART**

Periodo di campionamento: **22.12.2016 – 08.06.2017**

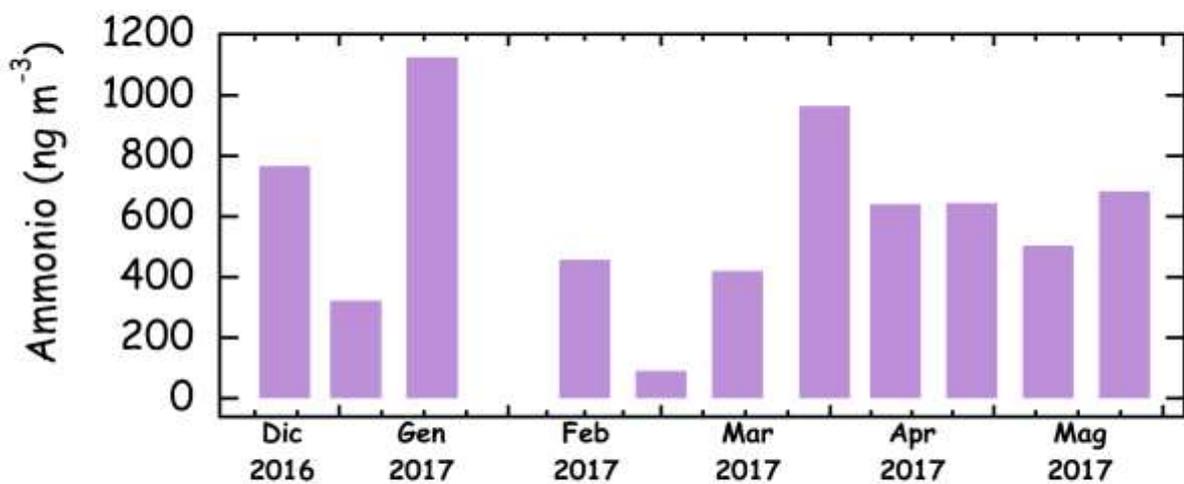
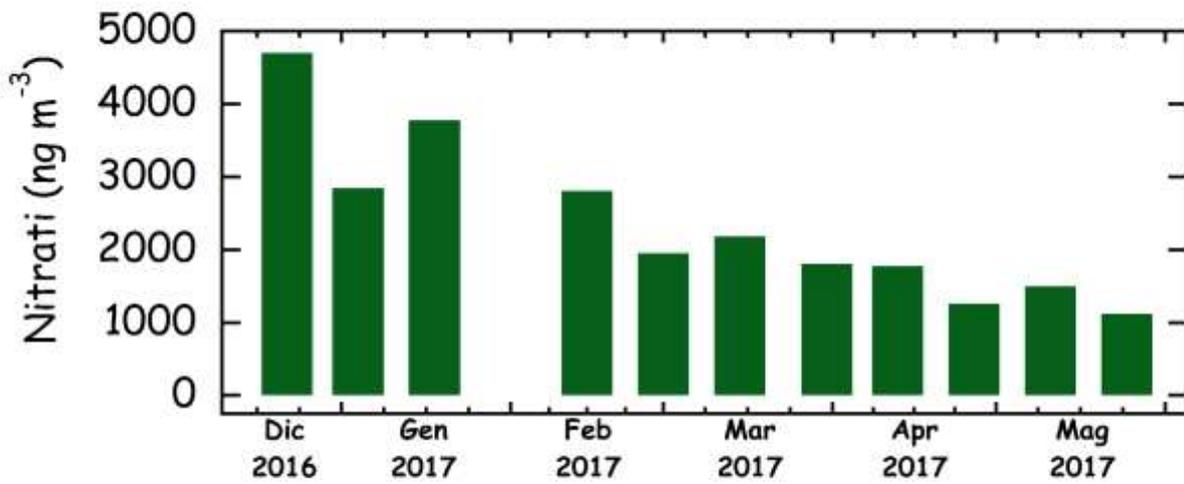
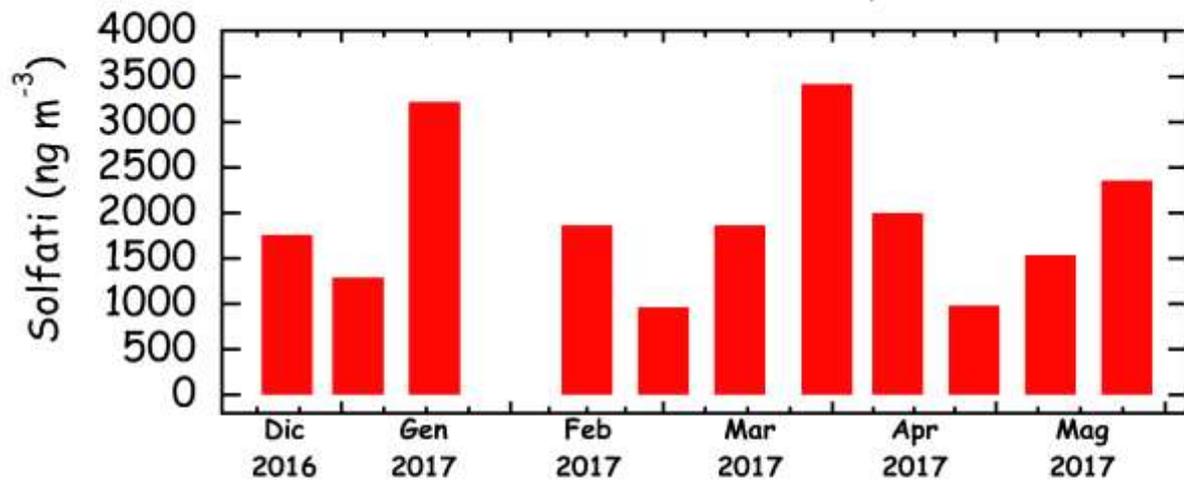
Numero campioni raccolti: **11**



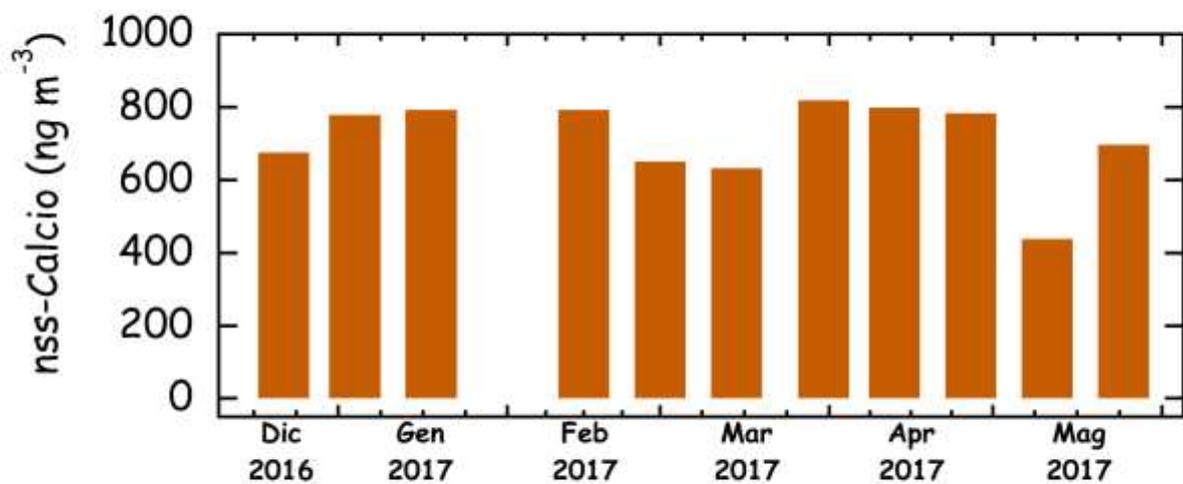
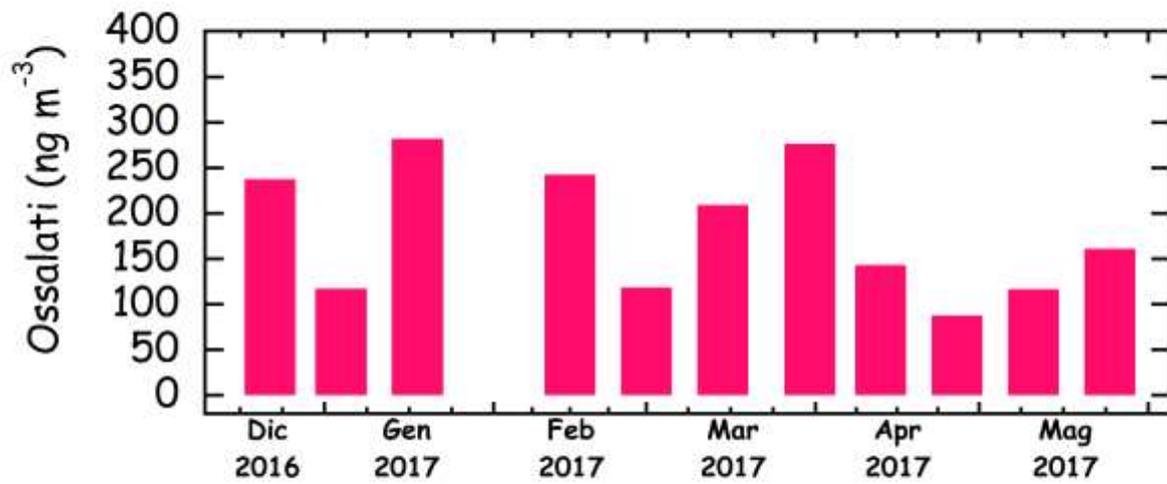
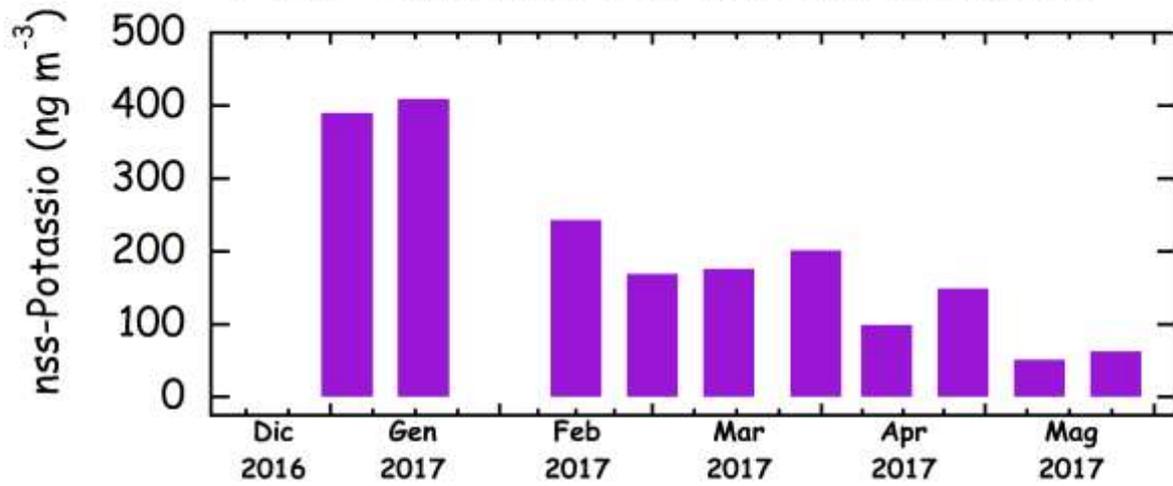
PM10 - S1 SMART Via Focazzaro, Sesto F.no



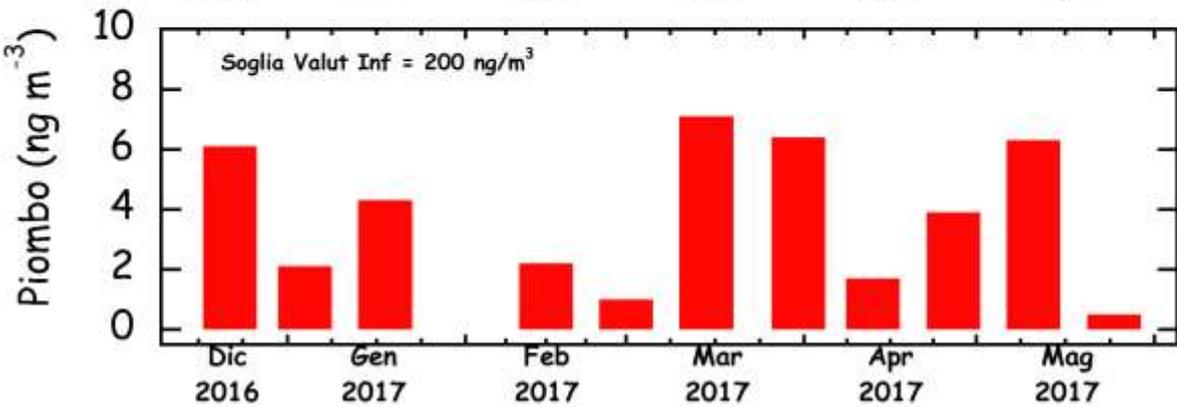
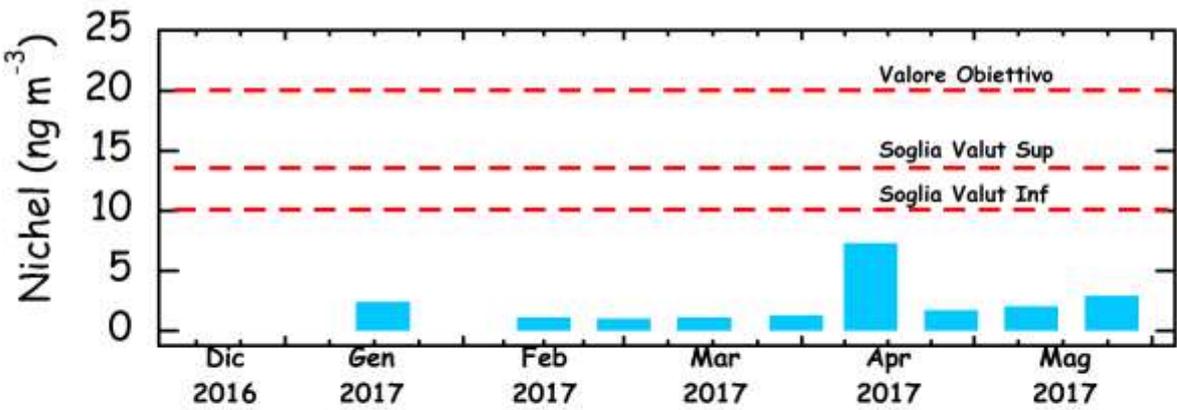
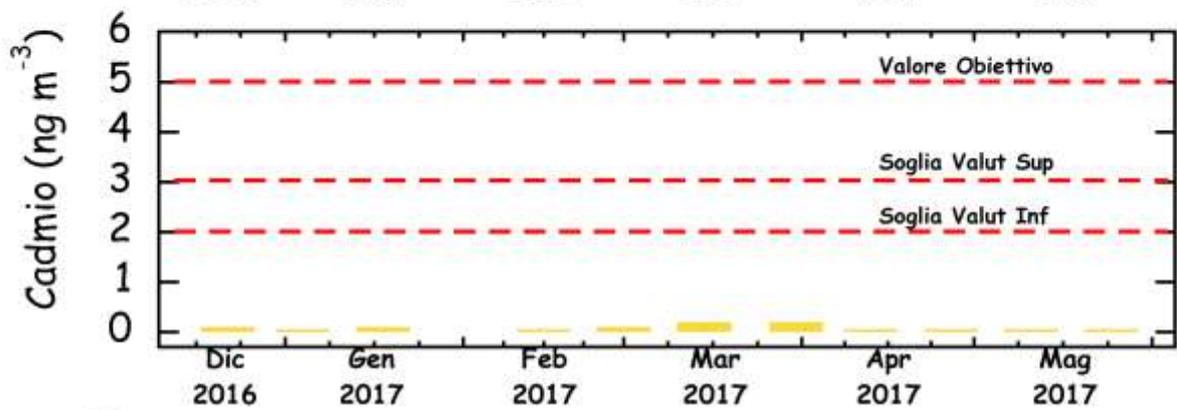
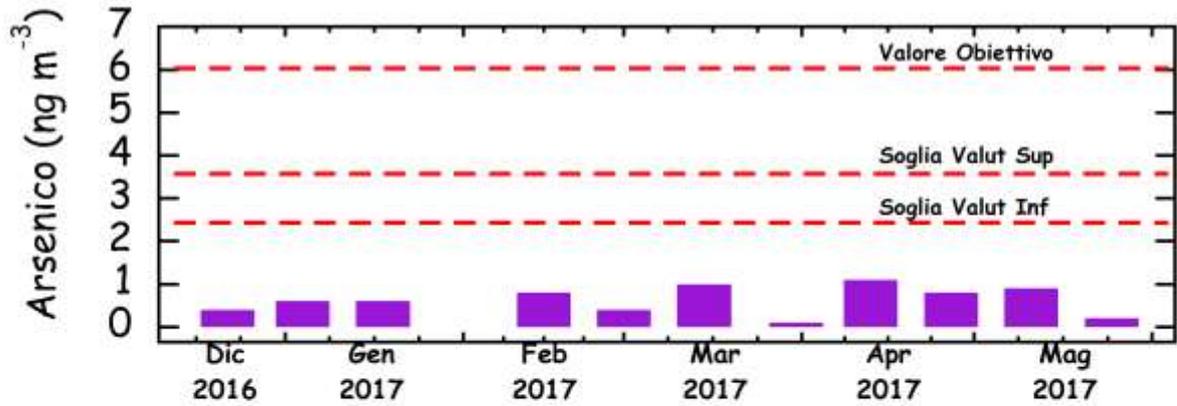
PM10 - S1 SMART Via Focazzaro, Sesto F.no



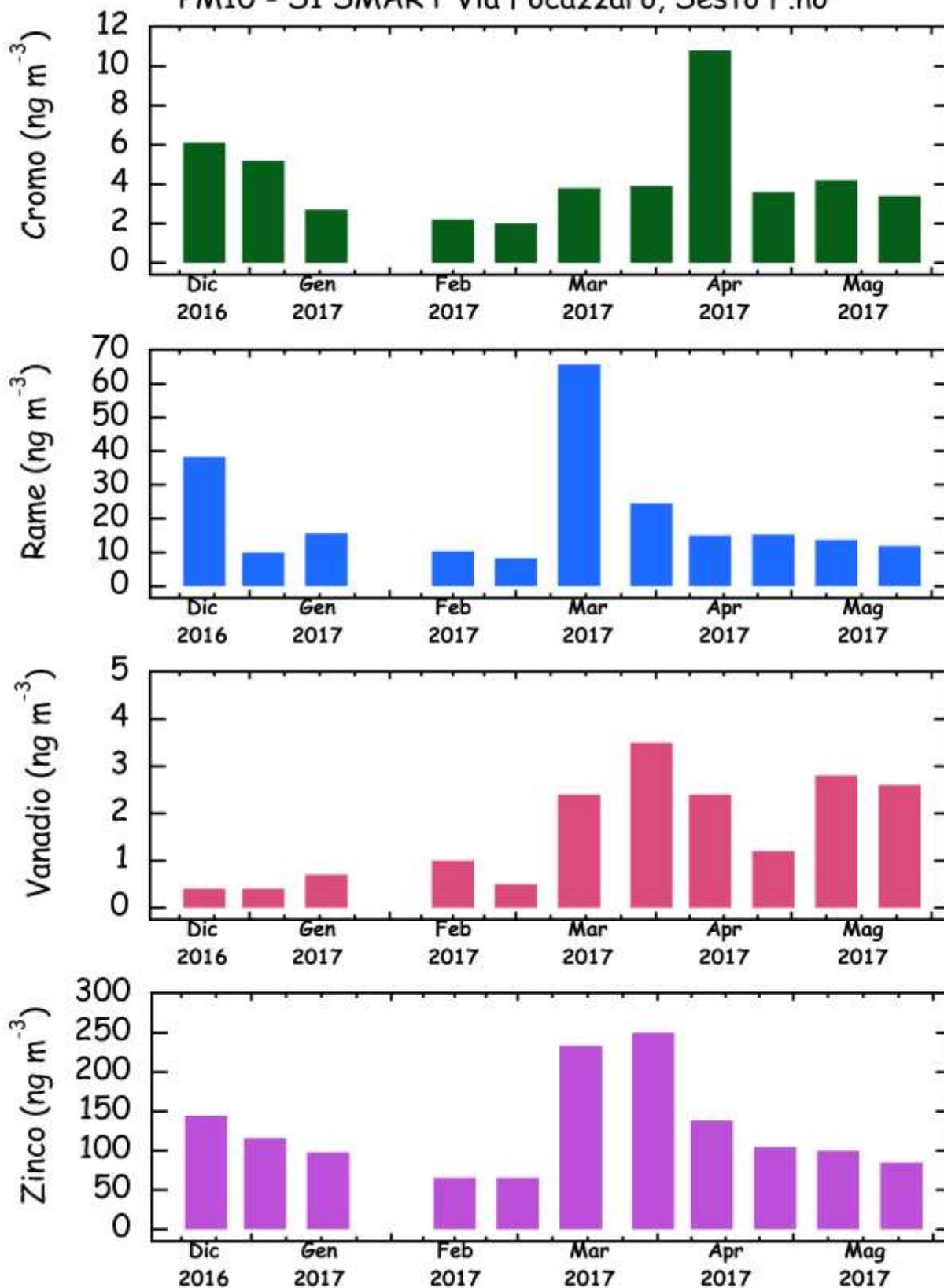
PM10 - S1 SMART Via Focazzaro, Sesto F.no



### PM10 - S1 SMART Via Focazzaro, Sesto F.no



PM10 - S1 SMART Via Focazzaro, Sesto F.no



## **S1 – VIA FOCAZZARO, SESTO F.NO**

### **PM10**

Valore minimo: 13.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 42.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 23.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 9.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 20.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 decrescono da Dicembre a Maggio di quasi il 50%, passando da 30-40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a 15-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nessun campione mostra valori superiori a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Occorre, tuttavia, tenere presente che i dati si riferiscono all'analisi di filtri campionati per 15 giorni. I picchi di concentrazione giornalieri vengono, quindi, smutati.

La media calcolata sull'intero periodo di campionamento e' di 23.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore in linea con i dati delle centraline a norma EN 12341 posizionate al Polo Scientifico (PS = 22.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a Case Passerini (CP = 22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Secondario Inorganico**

Valore minimo: 2.67  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 8.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 1.71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 4.30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del componente "Secondario Inorganico" presenta valori piu' elevati in Dicembre-Gennaio (7-8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e alla fine di Marzo (circa 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio (4.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' vicino a quelli misurati dalle centraline EN 12341 (entrambi intorno a 4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo di questo componente al peso del PM10 e' intorno al 20%.

### **Contributo Crostale**

Valore minimo: 1.76  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 9.38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 3.49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 2.19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 3.18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo crostale mostrano valori piu' elevati nel periodo Marzo-Aprile (intorno ai  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e alla fine di Maggio (massimo di  $9.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio di questo componente ( $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' piu' elevato rispetto ai dati delle centraline a norma (CP = 1.5 ; PS =1.6), evidenziando un contributo circa doppio delle polveri crostali sul PM10. In questo sito, quindi, tale contributo (circa 15%) e' di poco inferiore a quello del componente "secondario inorganico" (20%).

### **Spray Marino**

Valore minimo:  $0.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $1.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media:  $0.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $0.301 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana:  $0.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo dello spray marino sono costantemente al di sotto dei  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con un massimo di  $1.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il campione a cavallo tra Febbraio e Marzo. Il valore medio, intorno a  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e' simile a quelli misurati con le centraline Hydra (intorno a  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo dello spray marino al PM10 e' di circa il 4%.

### **Solfati**

Valore minimo:  $967 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $3415 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $1932 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 805 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $1864 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni piu' elevate dei solfati sono state misurate alla meta' di Gennaio (circa  $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a cavallo tra Marzo ed Aprile (circa  $3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio ( $1932 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) e' analogo ai valori misurati dalle centraline PS ( $1946 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) e CP ( $1986 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).

### **Nitrati**

Valore minimo:  $1123 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $4701 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $2339 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1107 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $1955 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dei nitrati mostrano un trend molto simile a quello del PM10, evidenziando il loro ruolo di marker delle combustioni (oltre che del traffico).

Nel periodo Dicembre-Gennaio, si registrano concentrazioni tra 2.8 a 4.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre i valori scendono gradualmente in primavera fino al livello di 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il valore medio (circa 2.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' leggermente superiore ai valori misurati dalle centraline PS e CP (intorno a 1.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Ammonio**

Valore minimo: 91.6  $\text{ng}/\text{m}^3$   
Valore massimo: 1125  $\text{ng}/\text{m}^3$   
Media: 602  $\text{ng}/\text{m}^3$   
Standard deviation:  $\pm 290$   $\text{ng}/\text{m}^3$   
Mediana: 6418  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dello ione ammonio seguono i trend sia dei solfati (picco tra Marzo e Aprile) che dei nitrati (elevati valori invernali). La concentrazione piu' elevata di ammonio (circa 1100  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e' stata misurata a meta' Gennaio. Il valore medio (602  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e' analogo a quelli misurati a PS e CP (640 e 606  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

### **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo: 0.1  $\text{ng}/\text{m}^3$   
Valore massimo: 1352  $\text{ng}/\text{m}^3$   
Media: 275  $\text{ng}/\text{m}^3$   
Standard deviation:  $\pm 361$   $\text{ng}/\text{m}^3$   
Mediana: 172  $\text{ng}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del nssK e' molto simile a quelle dei nitrati, con elevate concentrazioni invernali (intorno ai 400  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e valori inferiori a 100  $\text{ng}/\text{m}^3$  in Maggio-Giugno. Il valore medio (275  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e' analogo a quelli misurati a PS e CP (288 e 274  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

### **Ossalati**

Valore minimo: 87.6  $\text{ng}/\text{m}^3$   
Valore massimo: 282  $\text{ng}/\text{m}^3$   
Media: 181  $\text{ng}/\text{m}^3$   
Standard deviation:  $\pm 70.5$   $\text{ng}/\text{m}^3$   
Mediana: 161  $\text{ng}/\text{m}^3$

Come osservato per l'ammonio, anche le concentrazioni degli ossalati seguono i trend composti di solfati e nitrati. Il risultato consiste in concentrazioni relativamente elevate sia in inverno che nel periodo Marzo-Aprile. I valori piu' elevati sono stati registrati a meta' Gennaio (massimo di 282  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e all'inizio di Aprile (276  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio di 181 ng/m<sup>3</sup> e' sensibilmente maggiore dei valori misurati a PS e CP (rispettivamente, 130 e 126 ng/m<sup>3</sup>).

### **Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)**

Valore minimo: 0.10 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 820 ng/m<sup>3</sup>

Media: 655 ng/m<sup>3</sup> ng/m<sup>3</sup>)

Standard deviation: ± 232 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 738 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssCa rimangono relativamente costanti, intorno a valori tra 600 e 800 ng/m<sup>3</sup>, in tutto il periodo di campionamento.

Il valore medio (655 ng/m<sup>3</sup>) e' di poco superiore a quelli misurati dalle due centraline PS e CP (560 e 483 ng/m<sup>3</sup>).

### **Arsenico**

Valore minimo: 0.10 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1.10 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.63 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 0.33 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.60 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dell'arsenico sono piuttosto costanti e relativamente basse (inferiori a 1.1 ng/m<sup>3</sup>) durante tutto il periodo di campionamento.

Il valore medio di 0.63 ng/m<sup>3</sup> e' analogo ai valori misurati a PS e CP (rispettivamente, 0.54 e 0.58 ng/m<sup>3</sup>) e decisamente inferiore al limite della Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>).

### **Cadmio**

Valore minimo: 0.05 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 0.20 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.09 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 0.06 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.05 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono notevolmente basse e inferiori a 0.2 ng/m<sup>3</sup>. Il valore medio e' ancora piu' basso di quelli misurati a PS e CP e circa 20 volte piu' basso della Soglia di Valutazione Inferiore (2.0 ng/m<sup>3</sup>).

## Nichel

Valore minimo: 1.0 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 7.3 ng/m<sup>3</sup>

Media: 2.3 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 2.0$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.7 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nichel sono generalmente molto basse, con l'eccezione del campione raccolto alla meta' di Aprile (7.3 ng/m<sup>3</sup>). In ogni caso, la media calcolata sull'intero periodo (2.3 ng/m<sup>3</sup>) e' nettamente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (10 ng/m<sup>3</sup>), anche se leggermente superiore ai valori misurati nelle due centraline al Polo Scientifico (1.7 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini 1.5 ng/m<sup>3</sup>).

## Piombo

Valore minimo: 0.50 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 7.10 ng/m<sup>3</sup>

Media: 3.78 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 2.41$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 3.9 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del piombo non presentano un trend stagionale apprezzabile e i valori sono tutti inferiori a 8 ng/m<sup>3</sup>. Il valore medio (3.8 ng/m<sup>3</sup>) e' sostanzialmente inferiore alle concentrazioni misurate a PS e CP (5.6 e 6.8 ng/m<sup>3</sup>, rispettivamente) e circa 50 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore.

## Cromo

Valore minimo: 2.0 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 10.8 ng/m<sup>3</sup>

Media: 4.35 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 2.45$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 3.80 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cromo sono modeste, con i piu' elevati livelli misurati in Dicembre (6.1 ng/m<sup>3</sup>) e a meta' Aprile (10.8 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (circa 4.4 ng/m<sup>3</sup>) e' del tutto analogo ai valori misurati a PS e CP (4.3 e 3.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Rame**

Valore minimo: 8.2 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 65.8 ng/m<sup>3</sup>

Media: 20.8 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 17.2 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 15.0 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del rame sono inferiori ai 25 ng/m<sup>3</sup>, con le due eccezioni di Dicembre (38.3 ng/m<sup>3</sup>) e di inizi Marzo, quando e' stato registrato il valore piu' elevato (65.8 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di 20.8 ng/m<sup>3</sup> e' sensibilmente inferiore a quelli misurati al Polo Scientifico (30.1 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini (25.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.40 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.50 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.63 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 1.13 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.20 ng/m<sup>3</sup>

Come piu' volte osservato, il vanadio mostra concentrazioni piu' elevate in primavera che in inverno, dato che non ha fonti locali importanti. Il valore piu' elevato (3.5 ng/m<sup>3</sup>) e' stato registrato a fine Marzo – inizio Aprile.

Il valore medio (circa 1.6 ng/m<sup>3</sup>) e' praticamente identico ai valori misurati a PS e CP (1.5 e 1.7 ng/m<sup>3</sup>, rispettivamente)

## **Zinco**

Valore minimo: 65.1 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 250 ng/m<sup>3</sup>

Media: 127 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 61.9 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 104 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello zinco mostrano un aumento significativo nel periodo Marzo – inizio Aprile, quando si misura la concentrazione piu' elevata (250 ng/m<sup>3</sup>).

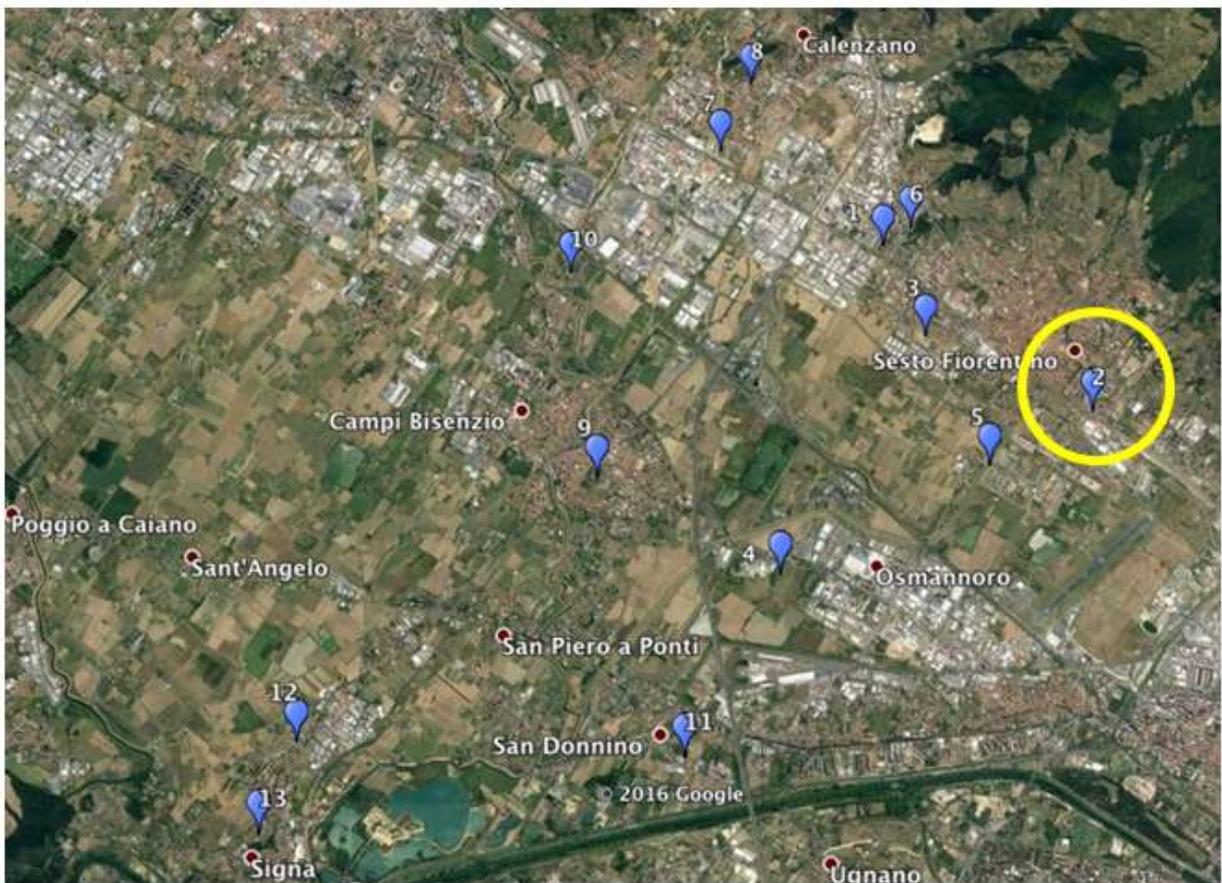
Il valore medio misurato in questo sito (127 ng/m<sup>3</sup>) e' notevolmente piu' elevato di quelli registrati a PS (43 ng/m<sup>3</sup>) e a CP (39 ng/m<sup>3</sup>), ma e' comunque in linea con le concentrazioni medie annuali misurate nel PM2.5 a Sesto F.no nel 2010/11 (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e nel 2011/12 (circa 120 ng/m<sup>3</sup>).

## S2 – VIA ROSSINI, SESTO F.NO (CP)

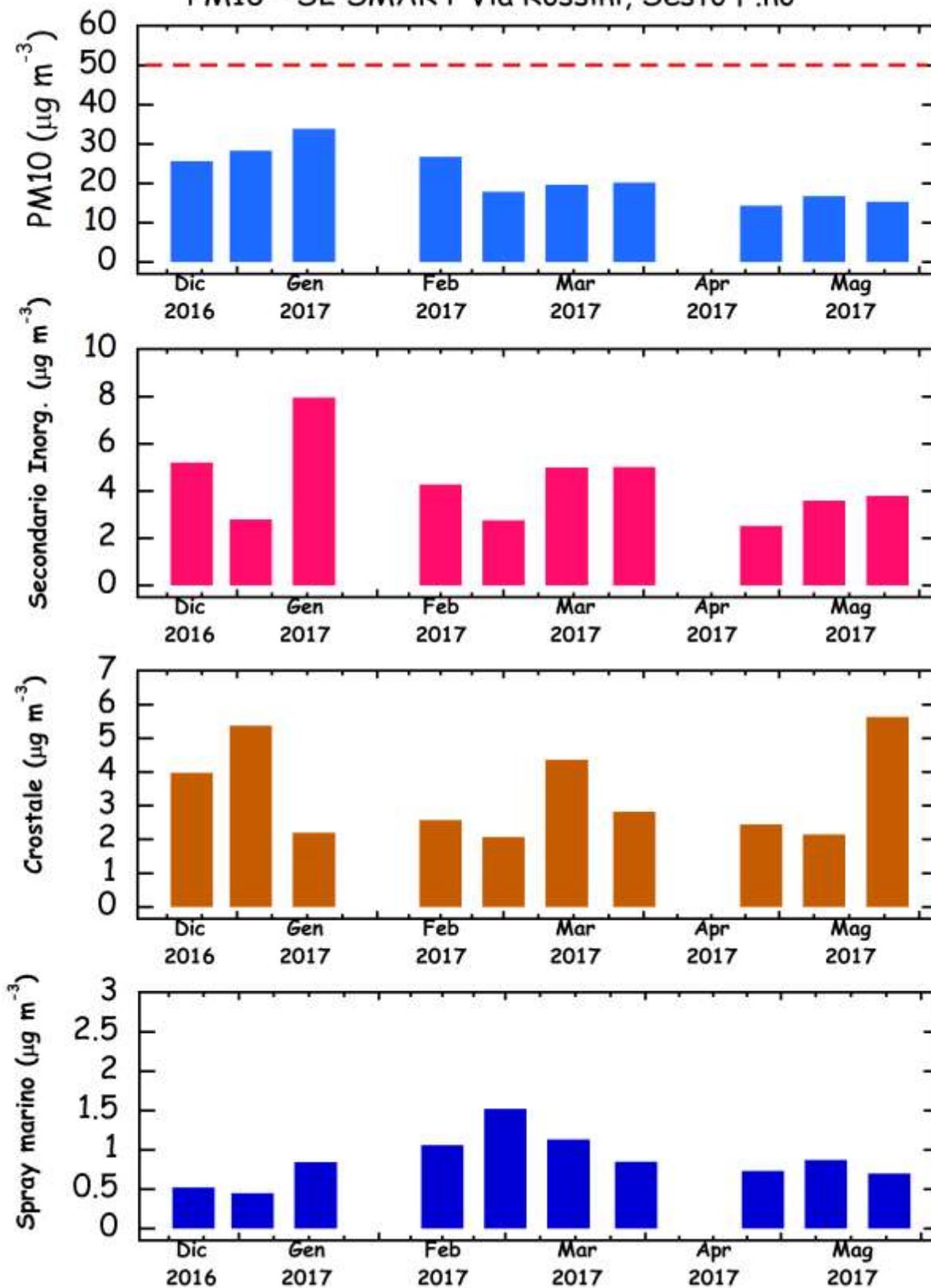
Tipo di campionatore: **FAI-SMART**

Periodo di campionamento: **22.12.2016 – 08.06.2017**

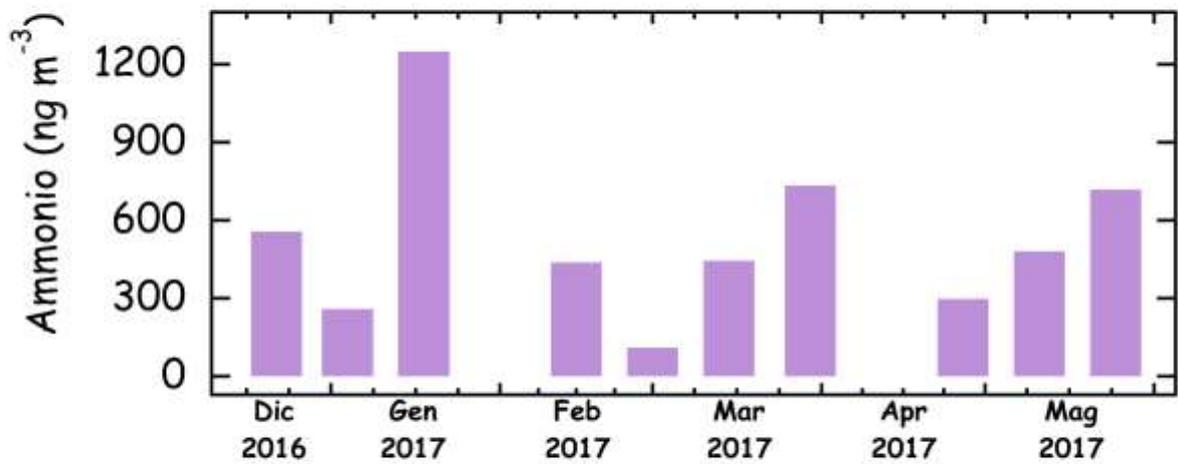
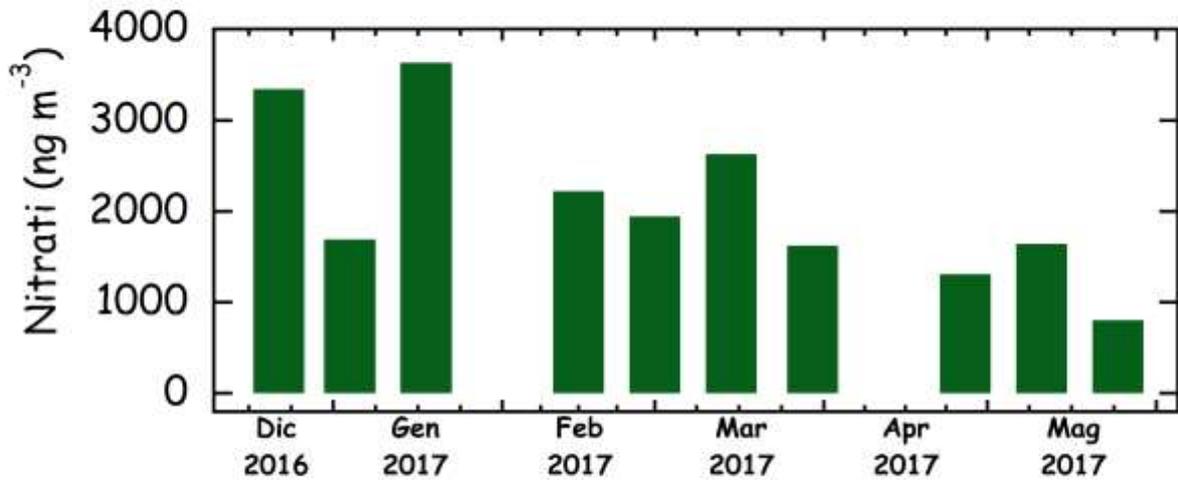
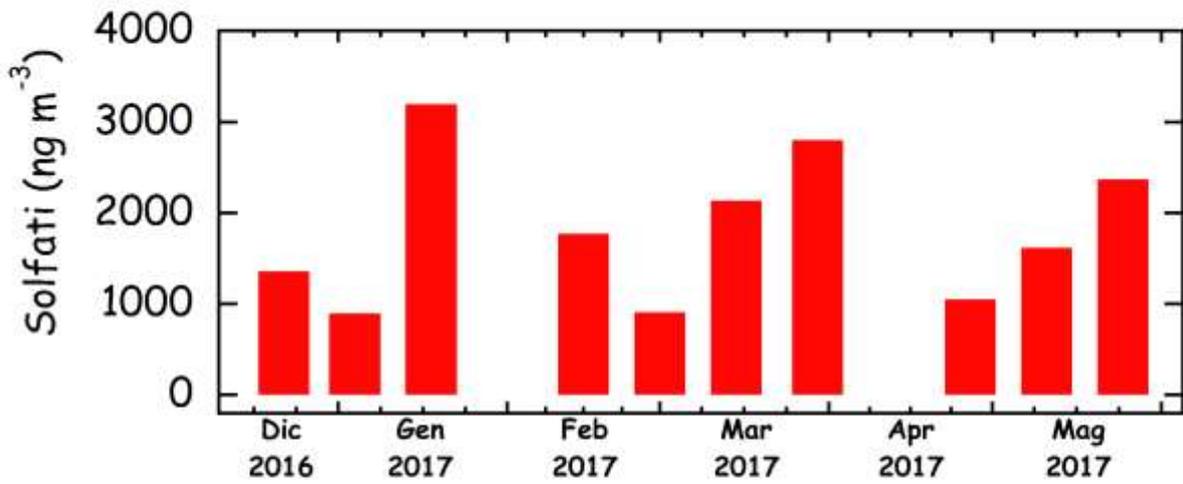
Numero campioni raccolti: **10**



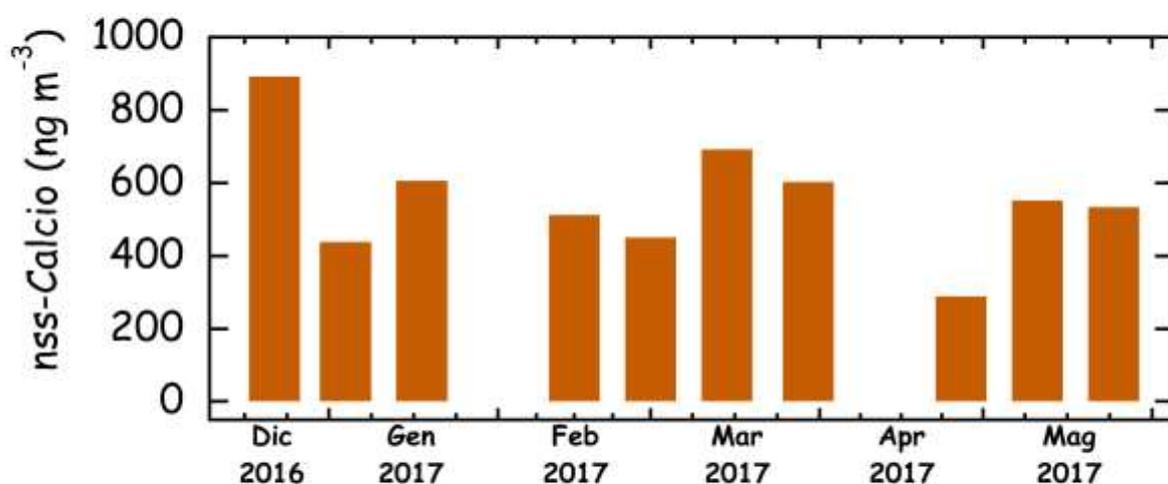
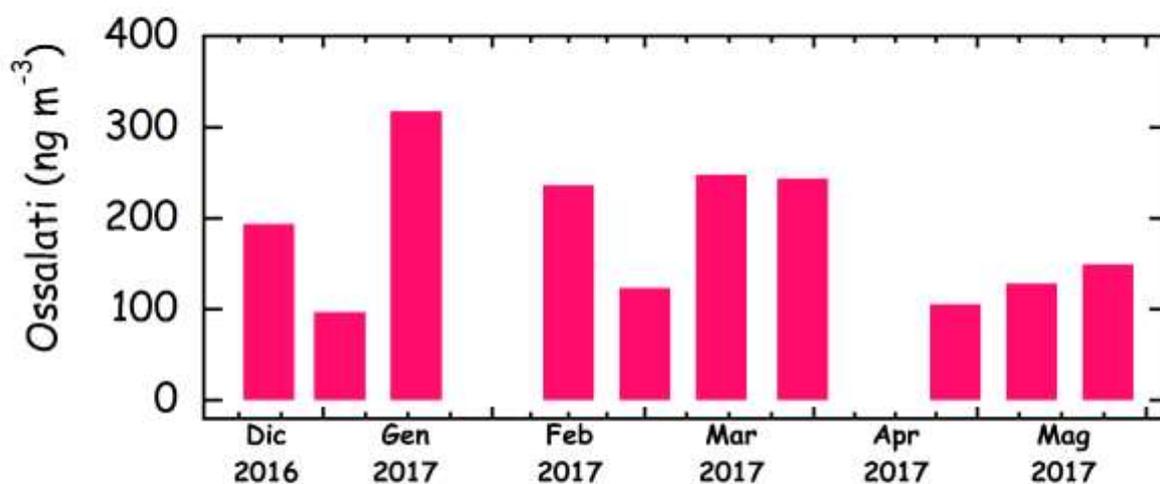
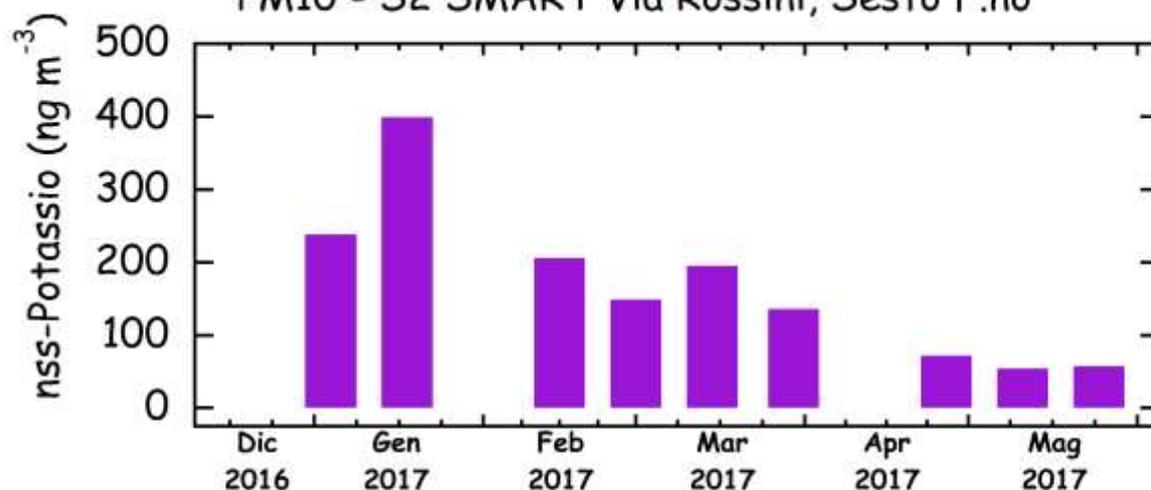
### PM10 - S2 SMART Via Rossini, Sesto F.no

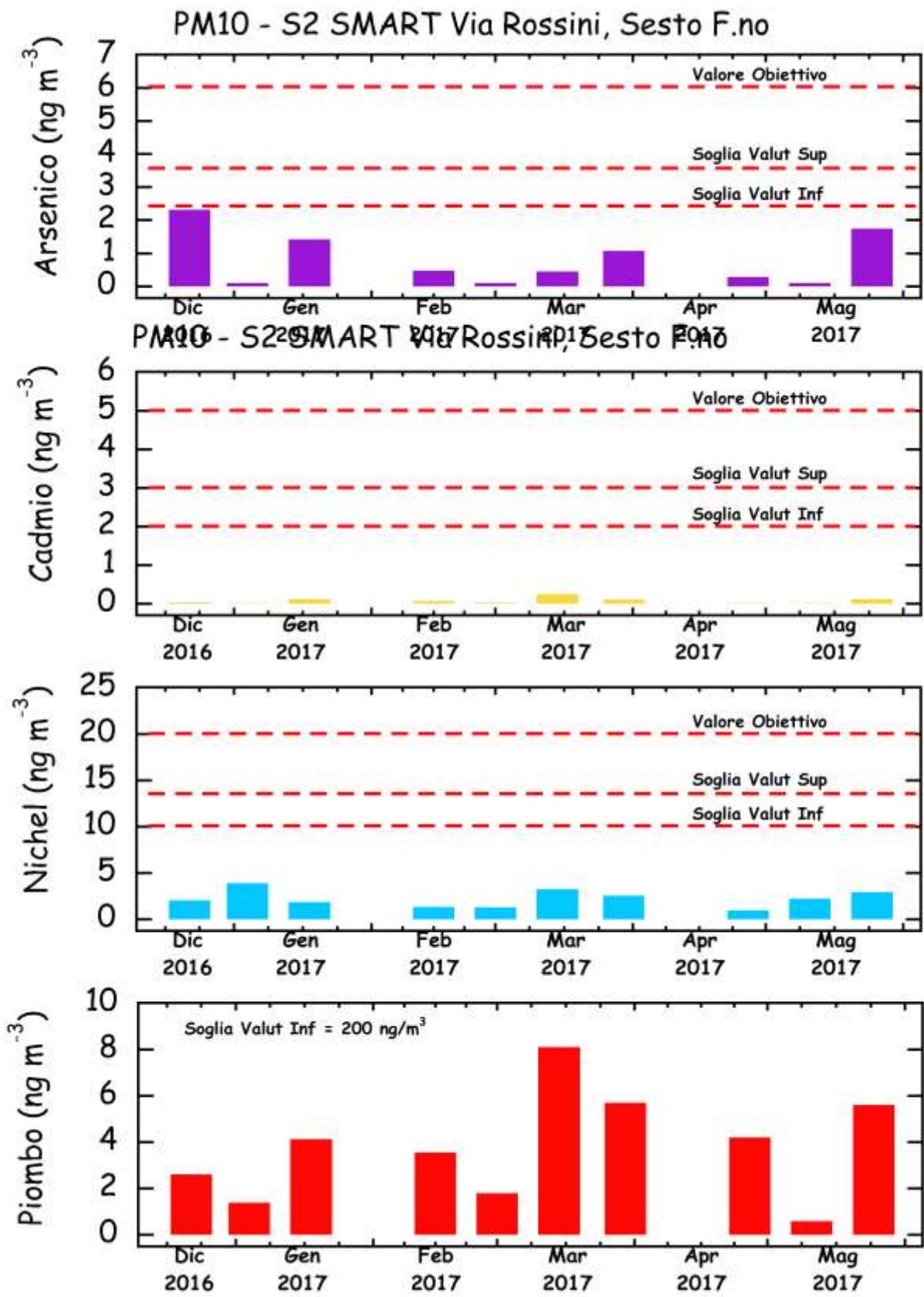


### PM10 - S2 SMART Via Rossini, Sesto F.no

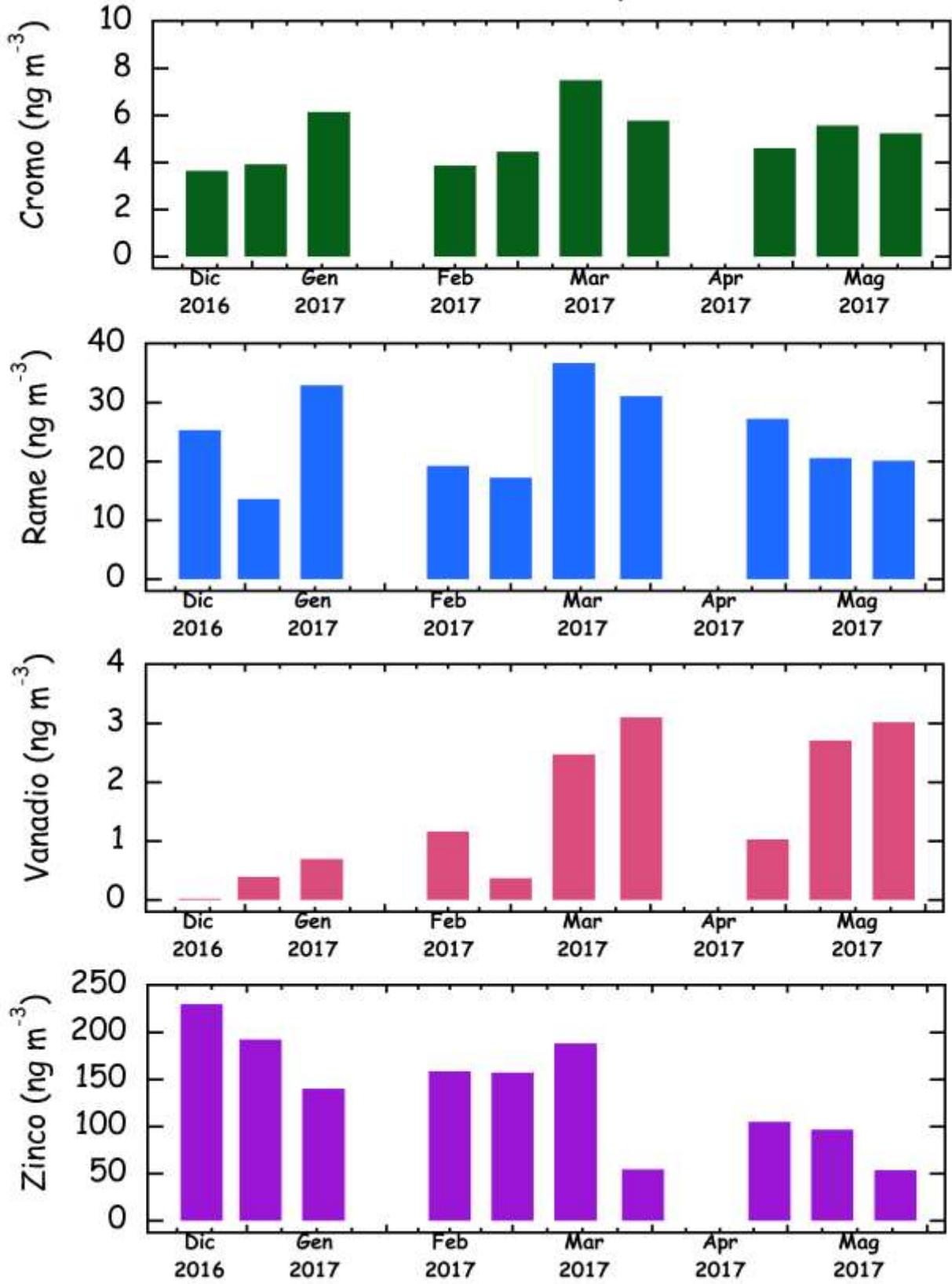


PM10 - S2 SMART Via Rossini, Sesto F.no





PM10 - S2 SMART Via Rossini, Sesto F.no



## S2 – VIA ROSSINI, SESTO F.NO

### PM10

Valore minimo: 14.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 33.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 21.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 6.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 19.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 presentano valori massimi in Dicembre – Gennaio, fino a circa 34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a meta' Gennaio, per poi diminuire gradualmente fino a valori intorno a 10-15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in Aprile-Maggio. Nessun campione mostra valori superiori a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La media del peso del PM10 e' di 21.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore molto simile ai dati delle centraline a norma EN 12341 posizionate al Polo Scientifico (PS = 22.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a Case Passerini (CP = 22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### Secondario Inorganico

Valore minimo: 2.52  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 7.95  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 1.62  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 4.02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Anche il profilo delle concentrazioni del componente "Secondario Inorganico" presenta valori piu' elevati in Dicembre-Gennaio, con un massimo di circa 8.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a meta' Gennaio. I valori si stabilizzano tra 10 e 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  da Marzo a Giugno.

Il valore medio (4.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' praticamente identico a quelli misurati dalle centraline EN 12341 (entrambi intorno a 4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo di questo componente al peso del PM10 e' intorno al 20%.

### Contributo Crostale

Valore minimo: 2.07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 5.64  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 3.36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 1.37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 2.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo crostale mostrano valori piu' elevati nel periodo Dicembre-inizio Gennaio (intorno ai  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e alla fine di Maggio (massimo di  $5.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio di questo componente ( $3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' piu' elevato dei dati delle centraline a norma (CP = 1.5 ; PS =1.6), evidenziando un contributo assoluto circa doppio delle polveri crostali sul PM10. Il suo contributo relativo al peso del PM10 e' di circa il 14%).

### **Spray Marino**

Valore minimo:  $0.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $1.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media:  $0.87 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $0.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana:  $0.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dello spray marino sono notevolmente al di sotto dei  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con un massimo di circa  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nelle due settimane a cavallo tra Febbraio e Marzo.

Il valore medio, intorno a  $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e' molto simile a quelli misurati con le centraline Hydra (ambidue intorno a  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo dello spray marino al PM10 e' di circa il 4%.

### **Solfati**

Valore minimo:  $898 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $3192 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $1810 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 801 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $1695 \text{ ng}/\text{m}^3$

I solfati mostrano tre periodi nei quali le concentrazioni sono relativamente elevate: meta' di Gennaio (circa  $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), tra Marzo ed Aprile (circa  $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e alla fine di Maggio (circa  $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio ( $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' analogo ai valori misurati dalle centraline PS ( $1.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e CP ( $1.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Nitrati**

Valore minimo:  $803 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $3630 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $2083 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 889 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $1816 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dei nitrati mostrano i valori piu' alti in Dicembre-Gennaio, con un massimo di circa  $3.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a meta' Gennaio. In Aprile-Maggio, le concentrazioni scendono a valori intorno a  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il valore medio (circa  $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' molto vicino ai valori misurati nei siti PS e CP (intorno a  $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Ammonio**

Valore minimo:  $111 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $1249 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $530 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 319 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $464 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dello ione ammonio seguono soprattutto il trend mostrato dai solfati, con i picchi piu' elevati praticamente coincidenti. La massima concentrazione e'  $1249 \text{ ng}/\text{m}^3$ , misurata alla meta' di Gennaio.

Il valore medio ( $503 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) e' leggermente inferiore a quelli misurati a PS e CP ( $640$  e  $606 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).

### **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo:  $0.10 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $400 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $228 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 278 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $149 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del nssK seguono un trend, come aspettato, molto simile a quello dei nitrati, con concentrazioni invernali fino a  $400 \text{ ng}/\text{m}^3$  (escludendo il dato relativo ai fuochi di artificio dell'ultimo dell'anno). Le concentrazioni cadono bruscamente sotto ai  $100 \text{ ng}/\text{m}^3$  in Maggio-Giugno, dopo lo spengimento dei sistemi di riscaldamento a biomasse.

Il valore medio ( $228 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) e' simile a quelli misurati a PS e CP ( $288$  e  $274 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).

### **Ossalati**

Valore minimo:  $97.0 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $317 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $184 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 74.5 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $171 \text{ ng}/\text{m}^3$

Come l'ammonio, anche gli ossalati seguono meglio il trend dei solfati che quello dei nitrati. La concentrazione più elevata è stata misurata a metà Gennaio (317 ng/m<sup>3</sup>), ma concentrazioni superiori ai 200 ng/m<sup>3</sup> sono state registrate da Febbraio agli inizi di Aprile.

Il valore medio di 184 ng/m<sup>3</sup> è sensibilmente maggiore dei valori misurati a PS e CP (rispettivamente, 130 e 126 ng/m<sup>3</sup>).

### **Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)**

Valore minimo: 0.10 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 892 ng/m<sup>3</sup>

Media: 507 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 227 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 534 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssCa rimangono relativamente costanti, intorno a valori tra 400 e 650 ng/m<sup>3</sup>, con un massimo di 892 ng/m<sup>3</sup> a metà Dicembre.

Il valore medio (507 ng/m<sup>3</sup>) è perfettamente in linea con quelli misurati dalle due centraline PS e CP (560 e 483 ng/m<sup>3</sup>).

### **Arsenico**

Valore minimo: 0.10 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 2.32 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.81 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 0.79 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.47 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dell'arsenico sono relativamente più elevate di quelle osservate nelle precedenti stazioni. Accanto a valori molto bassi, si osservano alcuni picchi di concentrazione fino a 2.3 ng/m<sup>3</sup> (metà Dicembre).

Tuttavia, il valore medio di 0.81 ng/m<sup>3</sup>, sebbene superiore ai valori misurati a PS e CP (rispettivamente, 0.54 e 0.58 ng/m<sup>3</sup>), è tre volte inferiore al limite della Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>).

### **Cadmio**

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 0.24 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.08 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 0.07 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.05 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono estremamente basse e tutti i valori sono inferiori a  $0.25 \text{ ng/m}^3$ . Il valore medio ( $0.08 \text{ ng/m}^3$ ) e' circa la meta' di quelli misurati a PS e CP, e circa 25 volte piu' basso della Soglia di Valutazione Inferiore ( $2.0 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Nichel**

Valore minimo:  $0.94 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $3.86 \text{ ng/m}^3$

Media:  $2.21 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 0.92 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $2.13 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni del nichel sono piuttosto basse, tutte al disotto dei  $4 \text{ ng/m}^3$ . Non si notano picchi di concentrazione particolari.

La concentrazione media calcolata sull'intero periodo ( $2.2 \text{ ng/m}^3$ ) e' nettamente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore ( $10 \text{ ng/m}^3$ ), anche se leggermente piu' elevata dei valori misurati nelle due centraline al Polo Scientifico ( $1.7 \text{ ng/m}^3$ ) e a Case Passerini ( $1.5 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Piombo**

Valore minimo:  $0.59 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $8.11 \text{ ng/m}^3$

Media:  $3.76 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 2.29 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $3.83 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni del piombo presentano i piu' elevati valori dalla meta' di Marzo agli inizi di Aprile, con un massimo di circa  $8.1 \text{ ng/m}^3$  alla meta' di Marzo.

Il valore medio ( $3.8 \text{ ng/m}^3$ ) e' piu' basso delle concentrazioni misurate a PS e CP ( $5.6$  e  $6.8 \text{ ng/m}^3$ , rispettivamente) e oltre 50 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore.

## **Cromo**

Valore minimo:  $3.64 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $7.50 \text{ ng/m}^3$

Media:  $5.07 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1.21 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $4.92 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni del cromo sono comprese tra  $3.5$  e  $7.5 \text{ ng/m}^3$ , con un massimo di  $7.5 \text{ ng/m}^3$  a meta' Marzo. Il valore medio (circa  $5.1 \text{ ng/m}^3$ ) e' simile ai valori misurati a PS e CP ( $4.3$  e  $3.2 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Rame**

Valore minimo: 13.6 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 36.7 ng/m<sup>3</sup>

Media: 24.4 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 7.50$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 22.9 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del rame sono comprese tra 10 e 40 ng/m<sup>3</sup>, con un massimo di circa 37 ng/m<sup>3</sup> a meta' Marzo.

Il valore medio di 24.4 ng/m<sup>3</sup> e' molto simile a quelli misurati al Polo Scientifico (30.1 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini (25.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.1 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.50 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 1.20$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.10 ng/m<sup>3</sup>

Come atteso, il vanadio mostra concentrazioni piu' elevate in primavera che in inverno, con due picchi alla meta' di Marzo (3.1 ng/m<sup>3</sup>) e agli inizi di Giugno (3.1 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (1.5 ng/m<sup>3</sup>) e' praticamente uguale ai valori misurati a PS e CP (1.5 e 1.7 ng/m<sup>3</sup>, rispettivamente)

## **Zinco**

Valore minimo: 53.4 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 230 ng/m<sup>3</sup>

Media: 138 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 59.4$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 149 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello zinco mostrano valori costantemente elevati (fino a 230 ng/m<sup>3</sup>) dalla meta' di Dicembre alla meta' di Marzo. Le concentrazioni scendono bruscamente intorno ai 100 ng/m<sup>3</sup> dalla fine di Marzo a Giugno.

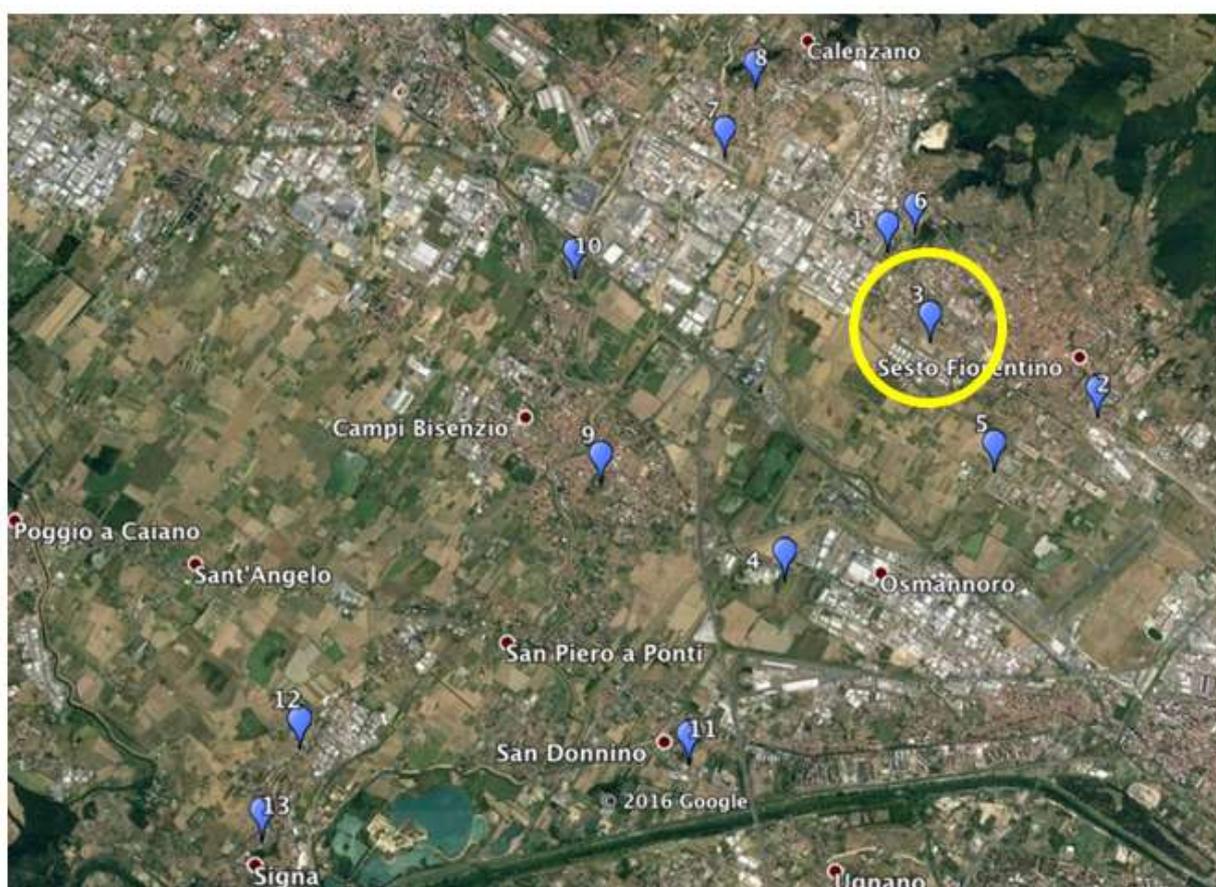
Il valore medio misurato in questo sito (138 ng/m<sup>3</sup>) e' notevolmente piu' elevato di quelli registrati a PS (43 ng/m<sup>3</sup>) e a CP (39 ng/m<sup>3</sup>), ma e' comunque in linea con le concentrazioni medie annuali misurate nel PM2.5 a Sesto F.no nel 2010/11 (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e nel 2011/12 (circa 120 ng/m<sup>3</sup>).

### S3 – VIA POZZI, SESTO F.NO

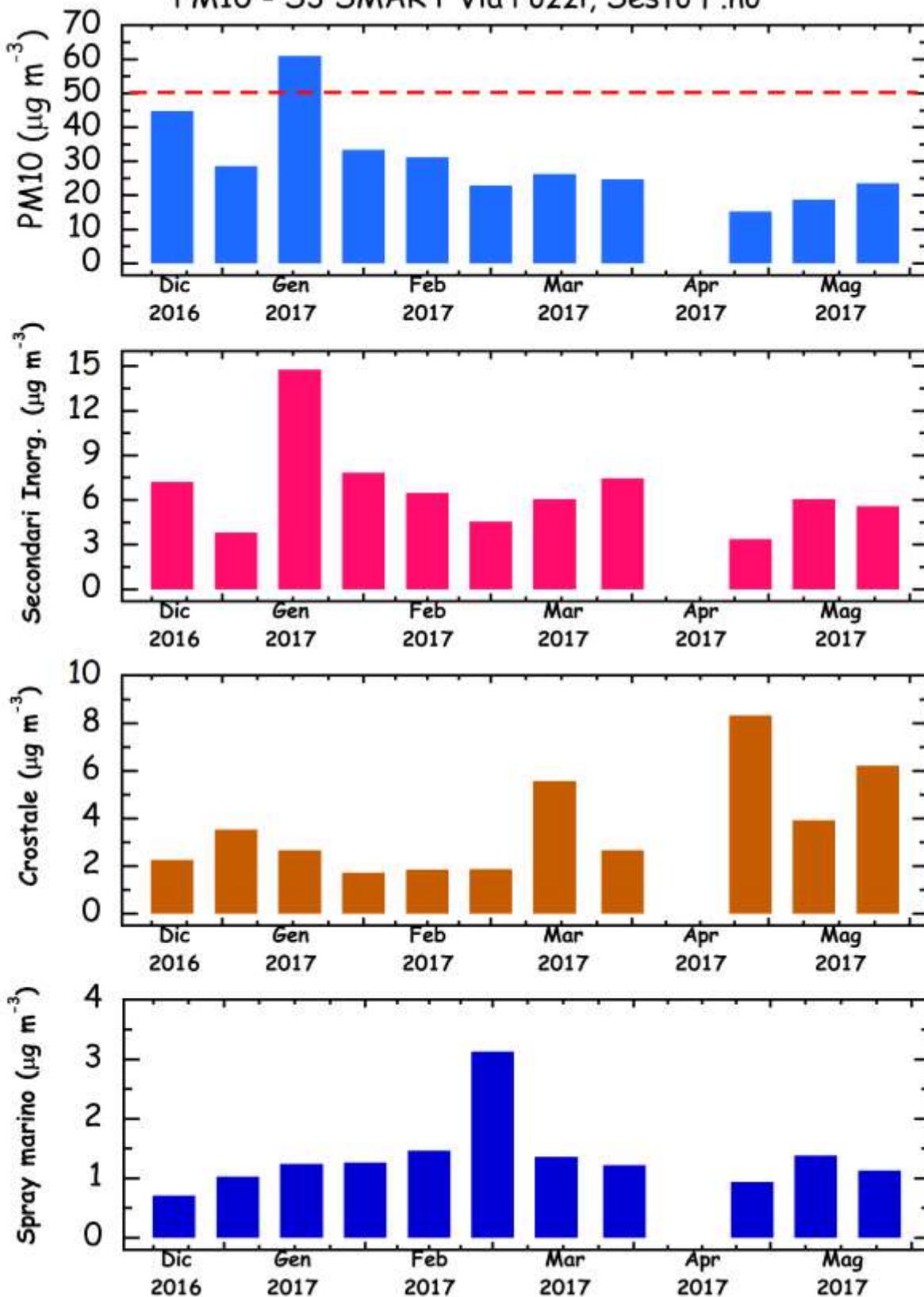
Tipo di campionatore: **FAI - SMART**

Periodo di campionamento: **21.12.2016 – 08.06.2017**

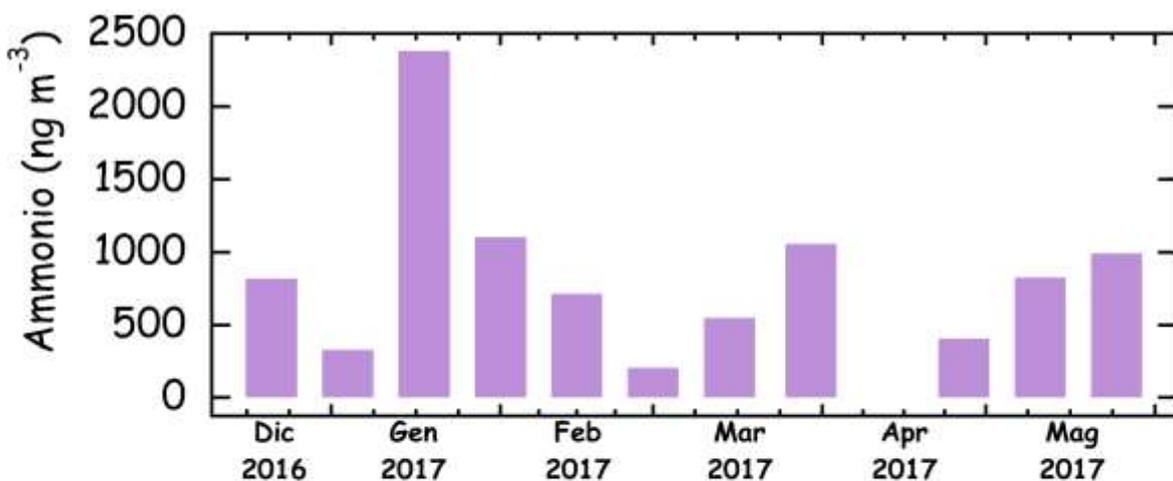
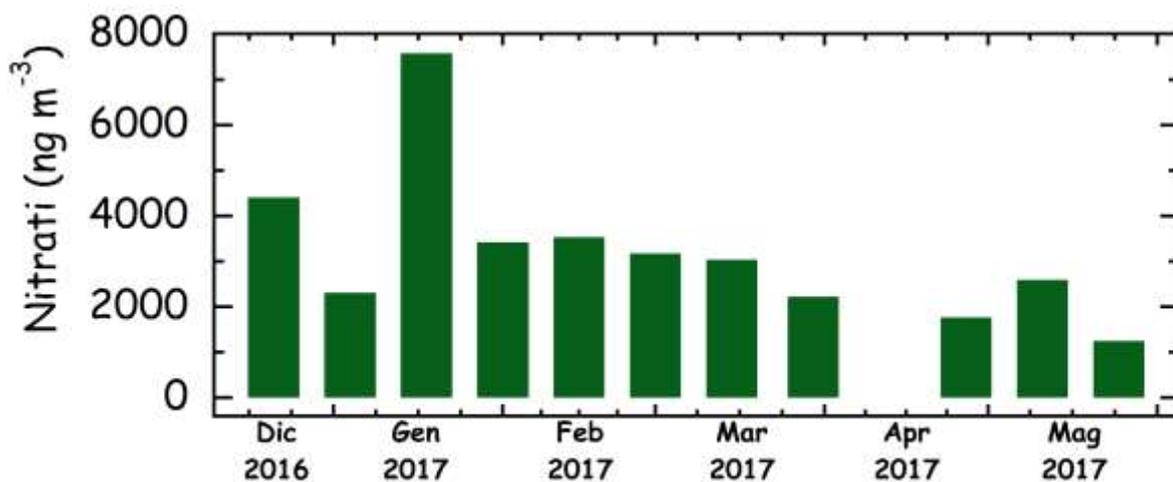
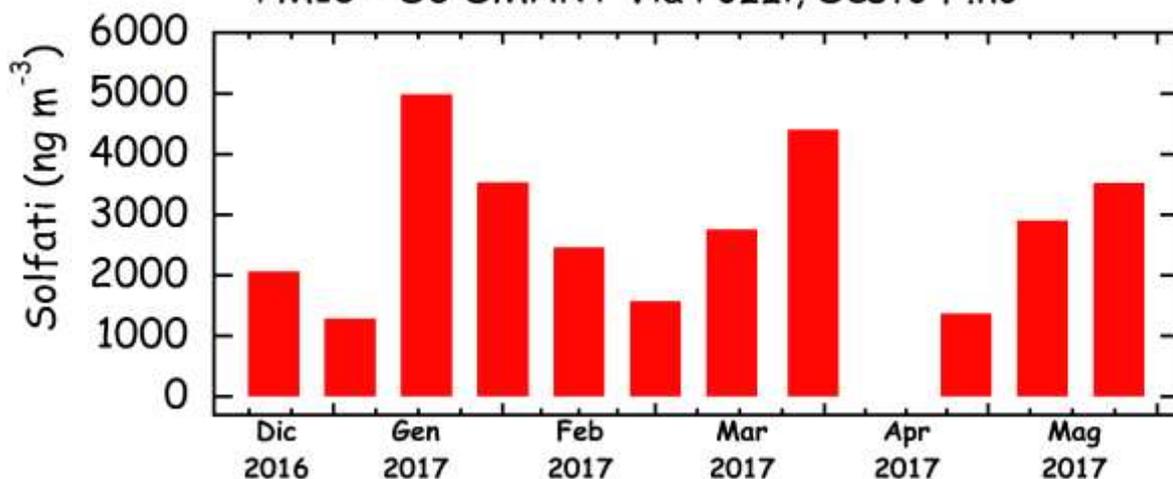
Numero campioni raccolti: **11**



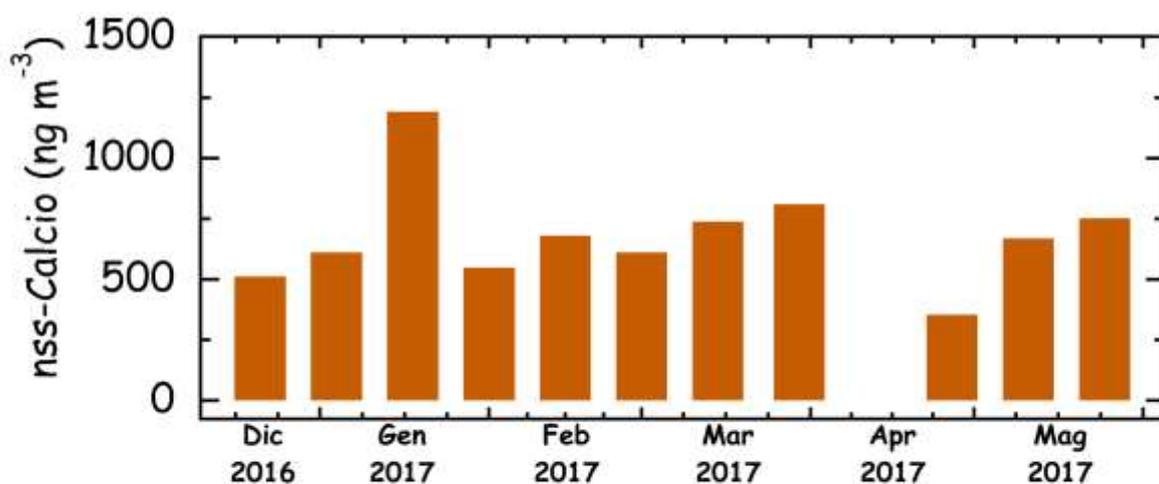
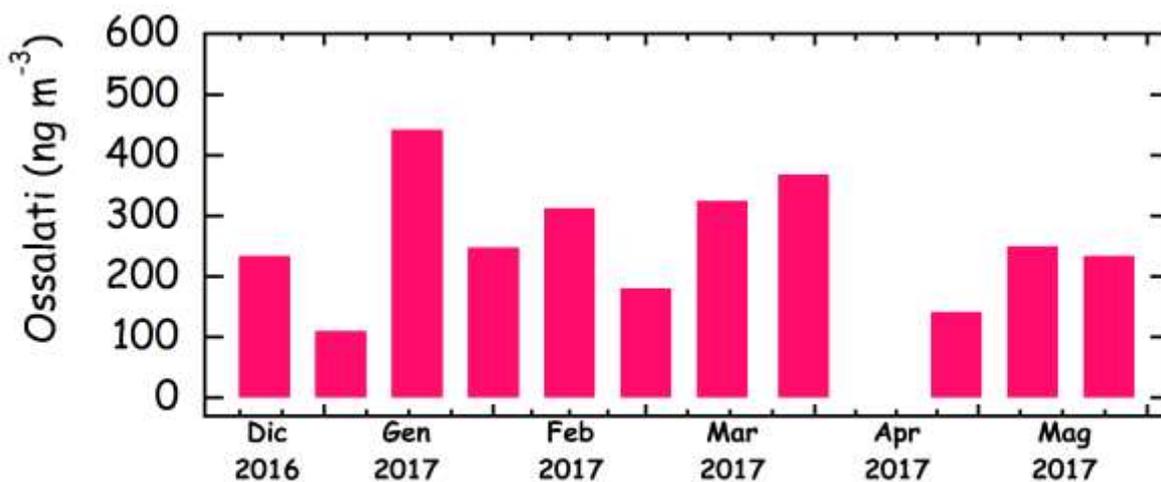
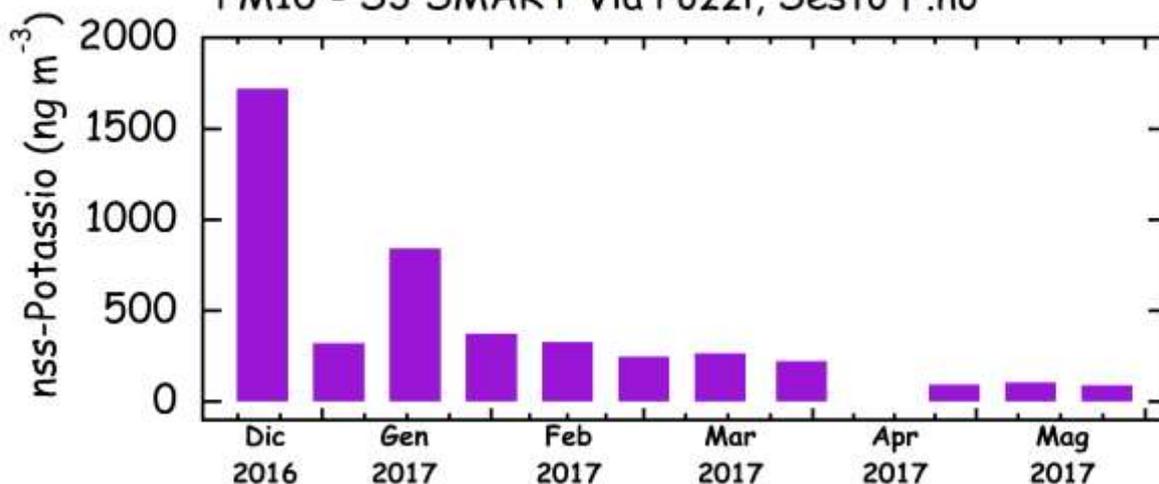
### PM10 - S3 SMART Via Pozzi, Sesto F.no



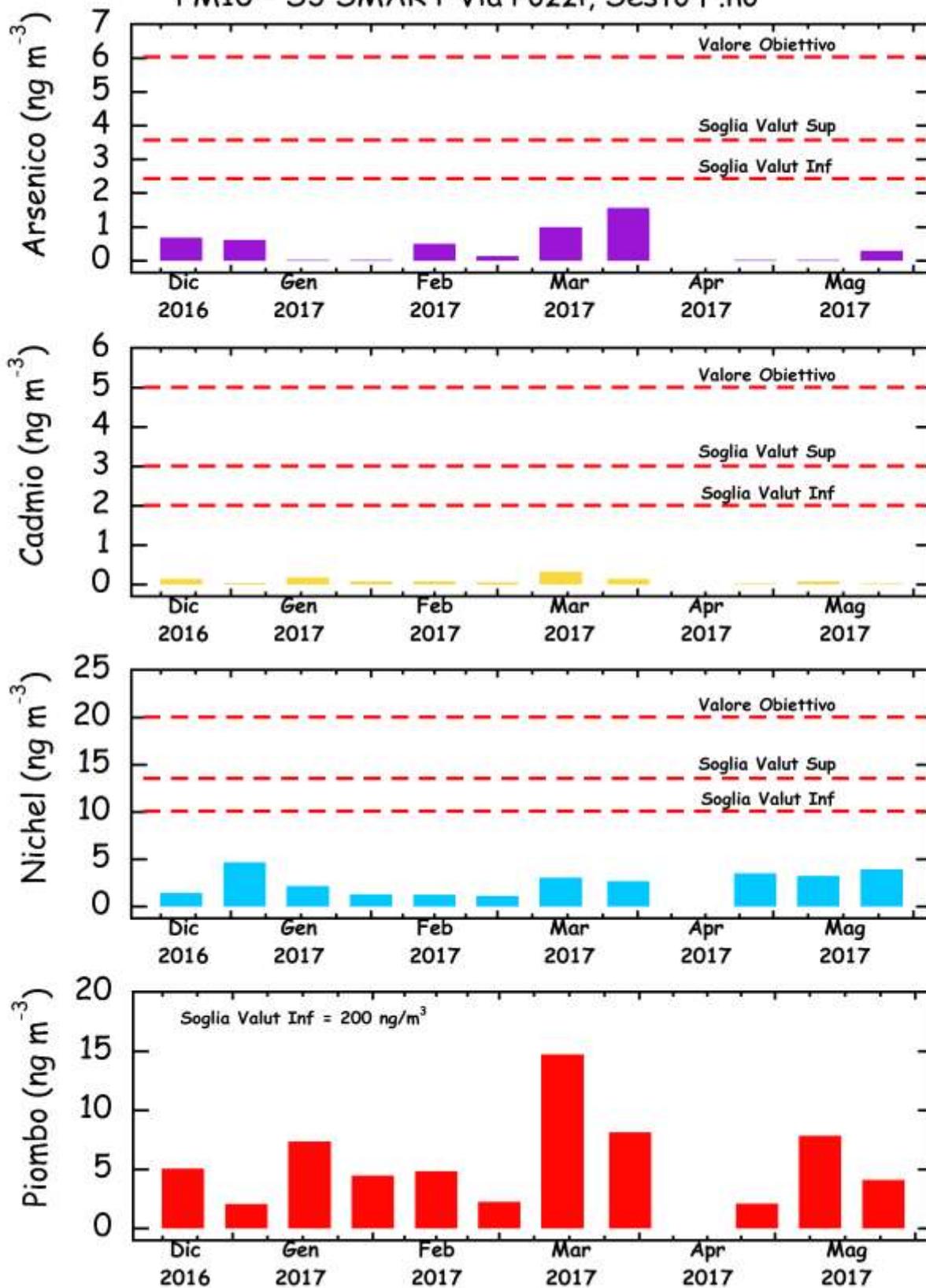
PM10 - S3 SMART Via Pozzi, Sesto F.no



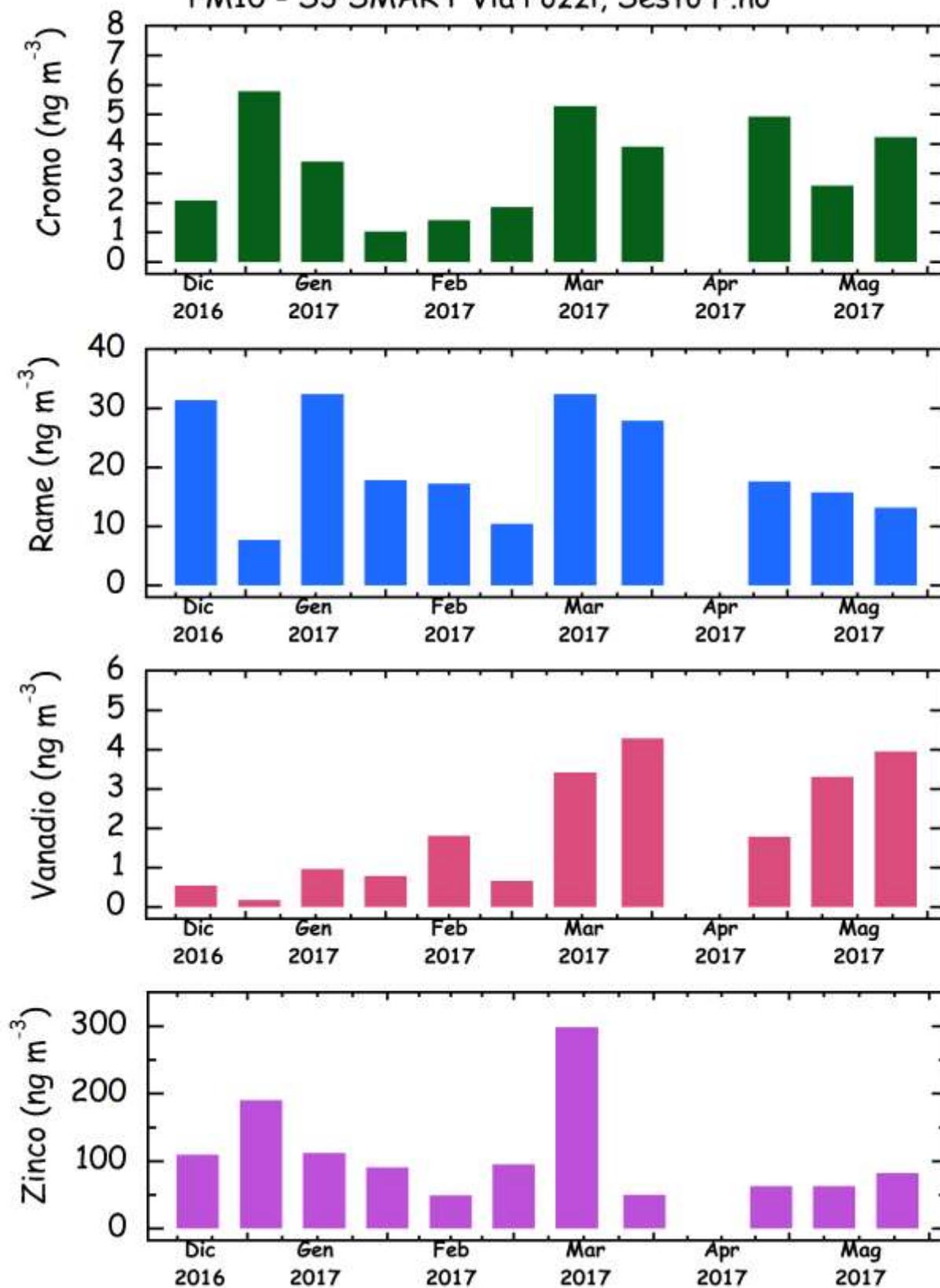
PM10 - S3 SMART Via Pozzi, Sesto F.no



### PM10 - S3 SMART Via Pozzi, Sesto F.no



PM10 - S3 SMART Via Pozzi, Sesto F.no



## S3 – VIA POZZI, SESTO F.NO

### PM10

Valore minimo: 15.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 61.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 30.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 12.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 26.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 in questo sito sono significativamente maggiori rispetto a quanto osservato nei siti precedenti, probabilmente a causa di un maggior contributo di sorgenti antropiche (traffico e riscaldamento domestico), dovuto alla posizione piu' centrale rispetto al centro abitato di Sesto F.no e alla vicinanza a Viale Togliatti. In effetti, tutti gli indicatori dei processi di combustione mostrano valori sensibilmente piu' elevati (nitrati, nss-K, ossalati, secondario inorganico – vedi dopo). Anche ammonio e solfati mostrano valori medi piu' elevati che nelle precedenti stazioni di campionamento.

Le concentrazioni piu' elevate del PM10 sono state misurate in Dicembre-Gennaio, con un massimo di 61  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a meta' Gennaio. Da meta' Febbraio, il PM10 diminuisce sostanzialmente, fino ad assestarsi intorno a valori di 10-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in Aprile-Giugno. Nel periodo considerato, solo il valore di meta' Gennaio ha superato il limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La media calcolata sull'intero periodo di campionamento e' di 30.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore significativamente superiore ai dati delle centraline a norma EN 12341 posizionate al Polo Scientifico (PS = 22.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a Case Passerini (CP = 22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ma, comunque, decisamente inferiore al limite di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , stabilito dall'attuale legislazione per la media annua.

### Secondario Inorganico

Valore minimo: 3.37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 14.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 6.65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 3.06  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 6.07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del componente "Secondario Inorganico" e' molto simile a quello del PM10, con valori relativamente elevati fino alla fine di Marzo. La concentrazione massima di 14.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e' stata registrata alla meta' di Gennaio.

Il valore medio (circa 6.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' abbastanza piu' elevato di quelli misurati dalle centraline EN 12341 (entrambi intorno a 4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo di questo componente al peso del PM10 e' intorno al 22%.

## **Contributo Crostale**

Valore minimo: 1.71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 8.32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 3.69  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 2.15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 2.66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del contributo crostale mostra valori decisamente bassi (intorno ai 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fino alla meta' di Marzo. In primavera, le concentrazioni crescono a valori tra 4 e 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , probabilmente per effetto della maggiore turbolenza atmosferica che causa un maggiore sollevamento di polvere crostale. La concentrazione piu' elevata e' stata registrata alla fine di Aprile (circa 8.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio di questo componente (3.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' piu' elevato rispetto ai dati delle centraline a norma (CP = 1.5 ; PS = 1.6), evidenziando un contributo circa doppio delle polveri crostali sul PM10 (intorno al 12%).

## **Spray Marino**

Valore minimo: 0.71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 3.13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 1.35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 0.63  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 1.24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dello spray marino sono generalmente inferiori a 1.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , con l'eccezione del campione raccolto a cavallo tra Febbraio e Marzo, che presenta un massimo di circa 3.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il valore medio, 1.35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e' circa il doppio di quelli misurati dalle centraline Hydra a PS e CP (ambedue intorno a 0.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo dello spray marino al PM10 in questo sito e' di circa il 5%.

## **Solfati**

Valore minimo: 1290  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 4983  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 2807  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1219$   $\text{ng}/\text{m}^3$

Mediana: 2762  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni piu' elevate dei solfati sono state misurate alla meta' di Gennaio (circa 5.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a cavallo tra Marzo ed Aprile (circa 4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), e agli inizi di Giugno (circa 3.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio (circa 2.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' sostanzialmente superiore ai valori misurati dalle centraline PS (1.95  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e CP (1.99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## **Nitrati**

Valore minimo: 1247  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 7573  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 3208  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1695 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 3041  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dei nitrati mostrano un trend molto simile a quello del PM10, con due picchi di concentrazione a meta' Dicembre (4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e, soprattutto, a meta' Gennaio (circa 7.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Le concentrazioni scendono gradualmente dalla fine di Gennaio per assestarsi intorno a 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in Aprile-Giugno.

Il valore medio (circa 3.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' decisamente superiore ai valori misurati dalle centraline PS e CP (intorno a 1.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), indicando un maggiore contributo al PM10 delle sorgenti di combustione.

## **Ammonio**

Valore minimo: 208  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 2380  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 853  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 588 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 819  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dello ione ammonio seguono maggiormente il trend dei solfati, rispetto a quello dei nitrati. La concentrazione piu' elevata di ammonio (2380  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e' stata misurata a meta' Gennaio.

Il valore medio (853  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e' superiore a quelli misurati a PS e CP (640 e 606  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

## **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo: 91.8  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 1720  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 419  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 478 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 266  $\text{ng}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del nssK mostra una notevole stagionalità, con valori piuttosto elevati a meta' Dicembre (valore massimo di 1720 ng/m<sup>3</sup>) e a meta' Gennaio (circa 840 ng/m<sup>3</sup>). Dalla fine di Gennaio, pero', i valori scendono bruscamente e costantemente, fino a raggiungere concentrazioni dell'ordine di 100 ng/m<sup>3</sup> in Aprile-Giugno. Questo andamento potrebbe indicare un sostanziale contributo di impianti di riscaldamento a biomasse nel periodo piu' freddo.

Il valore medio (419 ng/m<sup>3</sup>) e', infatti, decisamente piu' elevato di quelli misurati a PS e CP (288 e 274 ng/m<sup>3</sup>).

### **Ossalati**

Valore minimo: 111 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 442 ng/m<sup>3</sup>

Media: 259 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 97.9$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 249 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni degli ossalati seguono un trend misto tra quelli di solfati e nitrati. Le concentrazioni rimangono, pertanto, relativamente elevate sia in inverno che in primavera. I valori piu' elevati sono stati registrati a meta' Gennaio (massimo di 442 ng/m<sup>3</sup>) e all'inizio di Aprile (368 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di 259 ng/m<sup>3</sup> e' circa il doppio dei valori misurati a PS e CP (rispettivamente, 130 e 126 ng/m<sup>3</sup>).

### **Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)**

Valore minimo: 354 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1191 ng/m<sup>3</sup>

Media: 680 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 212$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 669 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssCa rimangono relativamente costanti, intorno a valori di 500 ng/m<sup>3</sup>, per tutto il periodo di campionamento. Il valore massimo di circa 1200 ng/m<sup>3</sup> e' stato registrato a meta' Gennaio.

Il valore medio (680 ng/m<sup>3</sup>) e' di poco superiore a quelli misurati dalle due centraline PS e CP (560 e 483 ng/m<sup>3</sup>).

### **Arsenico**

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1.56 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.44 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.50 \text{ ng/m}^3$   
Mediana:  $0.29 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni dell'arsenico sono relativamente basse, generalmente inferiori a  $1 \text{ ng/m}^3$ , durante tutto il periodo di campionamento. Il valore massimo di circa  $1.6 \text{ ng/m}^3$  e' stato misurato nel campione raccolto agli inizi di Aprile.  
Il valore medio di  $0.44 \text{ ng/m}^3$  e' leggermente inferiore ai valori misurati a PS e CP (rispettivamente,  $0.54$  e  $0.58 \text{ ng/m}^3$ ) e circa 5 volte piu' basso della Soglia di Valutazione Inferiore ( $2.4 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Cadmio**

Valore minimo:  $0.02 \text{ ng/m}^3$   
Valore massimo:  $0.32 \text{ ng/m}^3$   
Media:  $0.10 \text{ ng/m}^3$   
Standard deviation:  $\pm 0.09 \text{ ng/m}^3$   
Mediana:  $0.07 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni del cadmio sono basse e tutte inferiori a  $0.32 \text{ ng/m}^3$ .  
Il valore medio ( $0.10$ ) e' decisamente piu' basso di quelli misurati a PS e CP (intorno a  $0.16 \text{ ng/m}^3$ ) e 20 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore ( $2.0 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Nichel**

Valore minimo:  $1.10 \text{ ng/m}^3$   
Valore massimo:  $4.64 \text{ ng/m}^3$   
Media:  $2.56 \text{ ng/m}^3$   
Standard deviation:  $\pm 59.4 \text{ ng/m}^3$   
Mediana:  $1.21 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni del nichel sono generalmente piuttosto basse, tutte inferiori a  $5 \text{ ng/m}^3$ . La media calcolata sull'intero periodo (circa  $2.6 \text{ ng/m}^3$ ) e' circa 4 volte piu' bassa della Soglia di Valutazione Inferiore ( $10 \text{ ng/m}^3$ ), anche se leggermente superiore ai valori misurati nelle due centraline al Polo Scientifico ( $1.7 \text{ ng/m}^3$ ) e a Case Passerini ( $1.5 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Piombo**

Valore minimo:  $2.08 \text{ ng/m}^3$   
Valore massimo:  $14.7 \text{ ng/m}^3$   
Media:  $5.72 \text{ ng/m}^3$   
Standard deviation:  $\pm 3.71 \text{ ng/m}^3$   
Mediana:  $4.85 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni del piombo non mostrano alcun trend stagionale e i valori sono tutti inferiori a  $10 \text{ ng/m}^3$ , con l'eccezione del campione raccolto alla meta' di Marzo, che ha registrato la massima concentrazione di  $14.7 \text{ ng/m}^3$ . Il valore medio (circa  $5.7 \text{ ng/m}^3$ ) e' perfettamente analogo alle concentrazioni misurate a PS e CP ( $5.6$  e  $6.8 \text{ ng/m}^3$ , rispettivamente) e circa 35 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore ( $200 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Cromo**

Valore minimo:  $1.03 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $5.79 \text{ ng/m}^3$

Media:  $3.32 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1.64 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $3.40 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni del cromo sono tutte al di sotto dei  $6 \text{ ng/m}^3$ , con il valore piu' elevato misurato nella seconda meta' di Dicembre (circa  $5.8 \text{ ng/m}^3$ ).

Il valore medio (circa  $3.3 \text{ ng/m}^3$ ) e' in linea con i valori misurati a PS e CP ( $4.3$  e  $3.2 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Rame**

Valore minimo:  $7.71 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $32.4 \text{ ng/m}^3$

Media:  $20.4 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 9.08 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $17.6 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni del rame mostrano valori relativamente piu' alti (intorno ai  $30 \text{ ng/m}^3$ ) nei periodi Dicembre-Gennaio e Marzo-Aprile. Il valore massimo ( $32.4 \text{ ng/m}^3$ ) e' stato registrato agli inizi di Gennaio.

Il valore medio di  $20.4 \text{ ng/m}^3$  e' leggermente inferiore a quelli misurati al Polo Scientifico ( $30.1 \text{ ng/m}^3$ ) e a Case Passerini ( $25.2 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Vanadio**

Valore minimo:  $0.17 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $4.29 \text{ ng/m}^3$

Media:  $1.97 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1.51 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $1.78 \text{ ng/m}^3$

Il trend del Vanadio mostra un aumento sostanziale delle concentrazioni dal periodo invernale (al di sotto dei  $2 \text{ ng/m}^3$ ) alla primavera (concentrazioni intorno ai  $3-4 \text{ ng/m}^3$ ).

Il valore piu' elevato (circa 4.3 ng/m<sup>3</sup>) e' stato registrato nel periodo a cavallo tra Marzo e Aprile.

Il valore medio (circa 2 ng/m<sup>3</sup>) e' leggermente superiore ai valori misurati a PS e CP (1.5 e 1.7 ng/m<sup>3</sup>, rispettivamente)

## **Zinco**

Valore minimo: 49.5 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 299 ng/m<sup>3</sup>

Media: 109.6 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm$  74.3 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 90.7 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello zinco mostrano due picchi agli inizi di Gennaio (190 ng/m<sup>3</sup>) e, soprattutto, alla meta' di Marzo, quando si registra il massimo di 299 ng/m<sup>3</sup>.

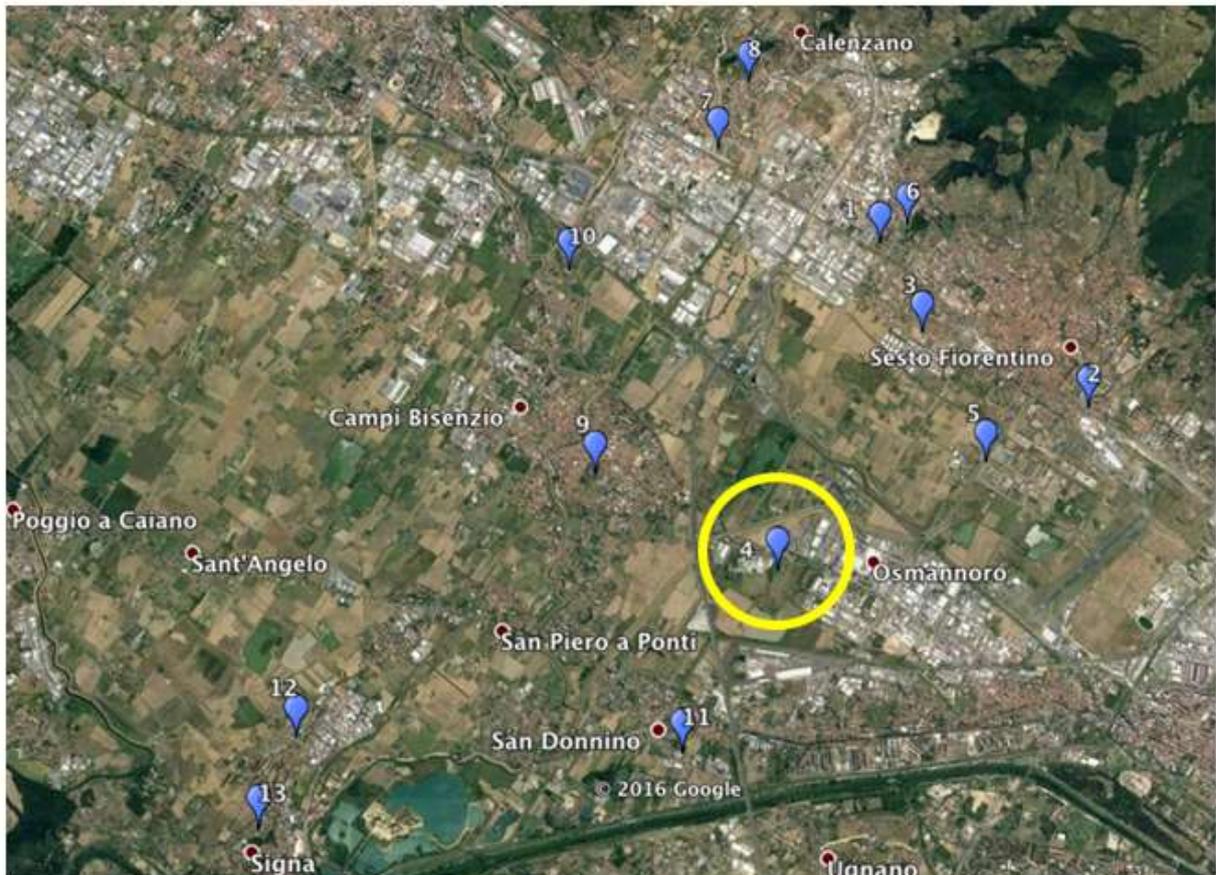
Il valore medio (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e' piu' elevato di quelli registrati a PS (43 ng/m<sup>3</sup>) e a CP (39 ng/m<sup>3</sup>), ma e' perfettamente in linea con le concentrazioni medie annuali misurate nel PM2.5 a Sesto F.no nel 2010/11 (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e nel 2011/12 (circa 120 ng/m<sup>3</sup>).

## S4 – CASE PASSERINI

Tipo di campionatore: **FAI - SMART**

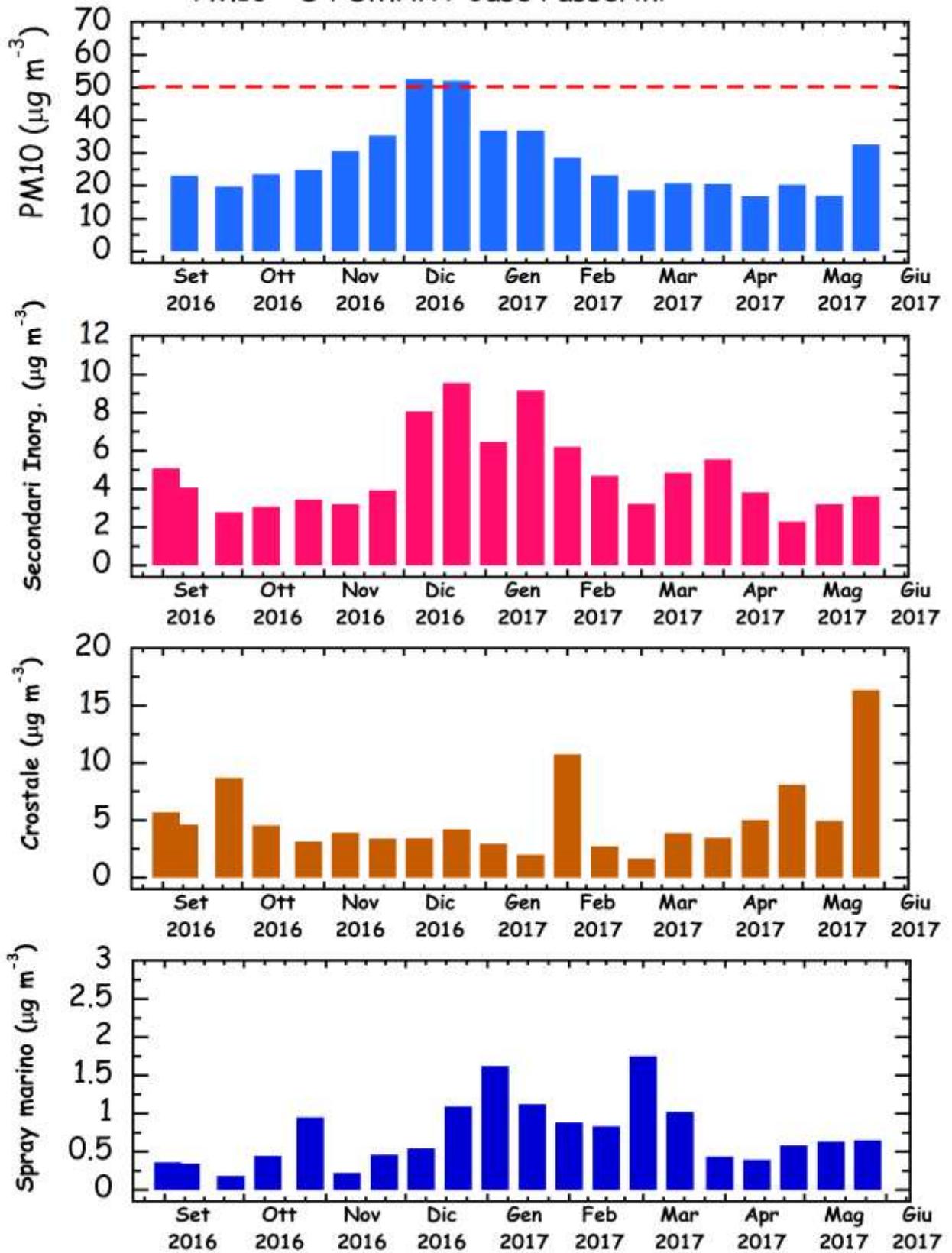
Periodo di campionamento: **02.09.2016 – 08.06.2017**

Numero campioni raccolti: **20**

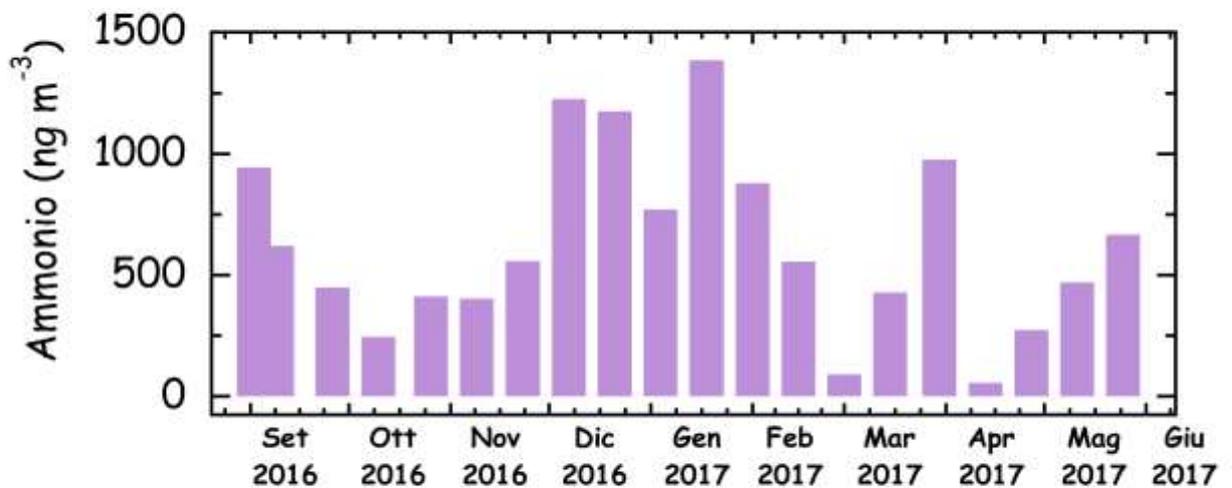
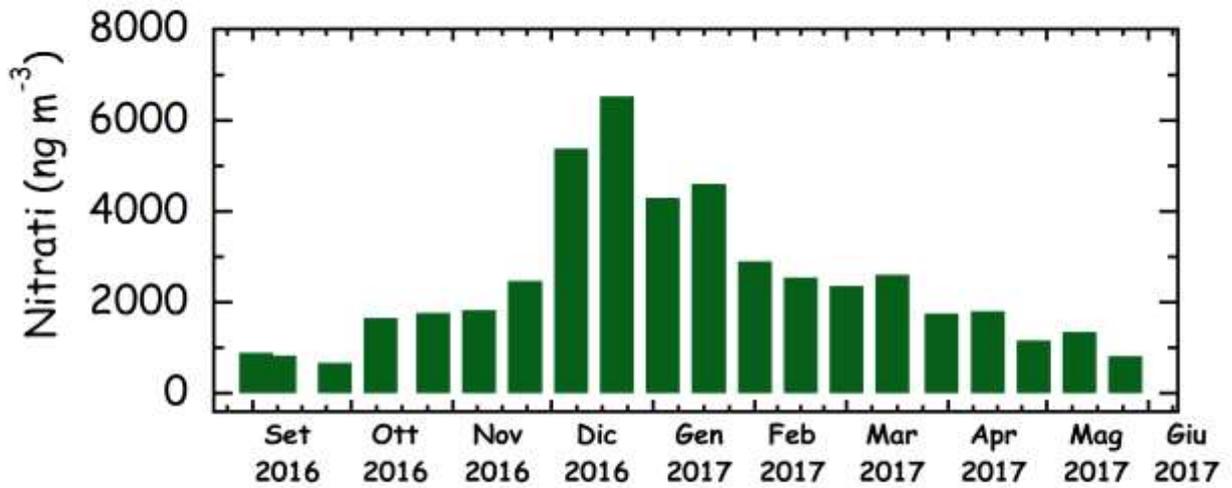
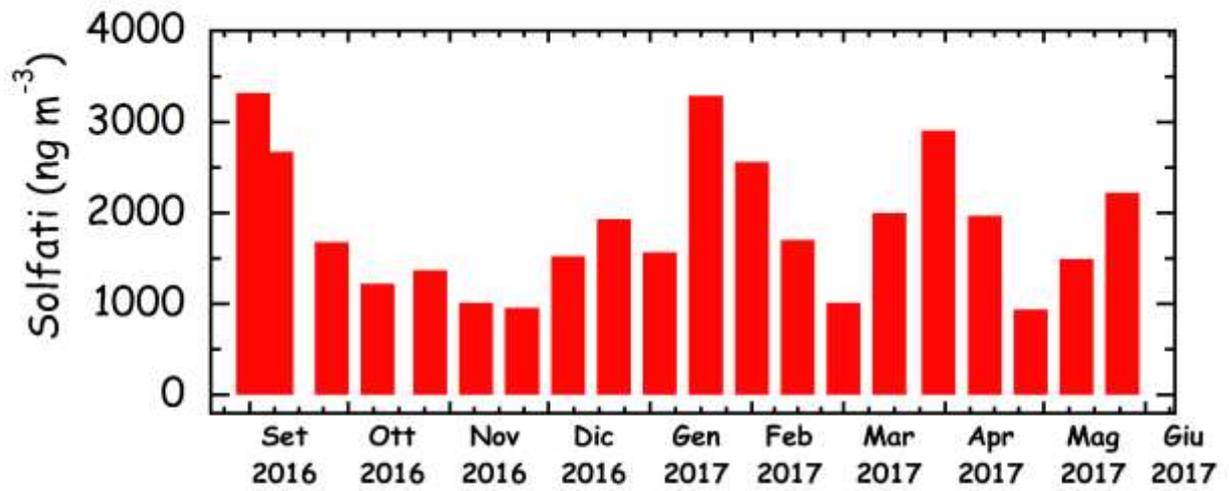


**Nota: il campionatore SMART e' stato installato sopra la centralina FAI-Hydra.**

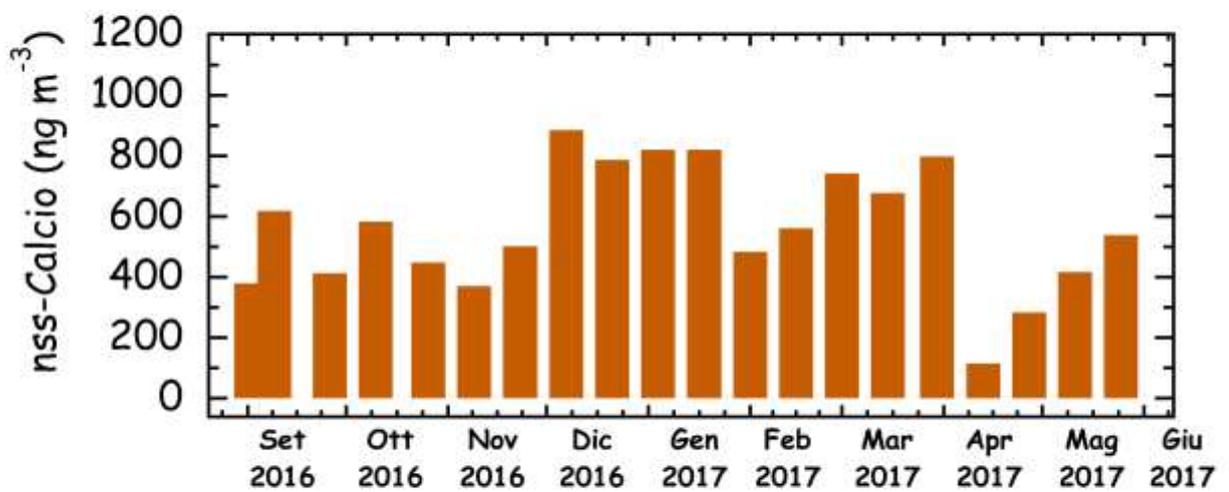
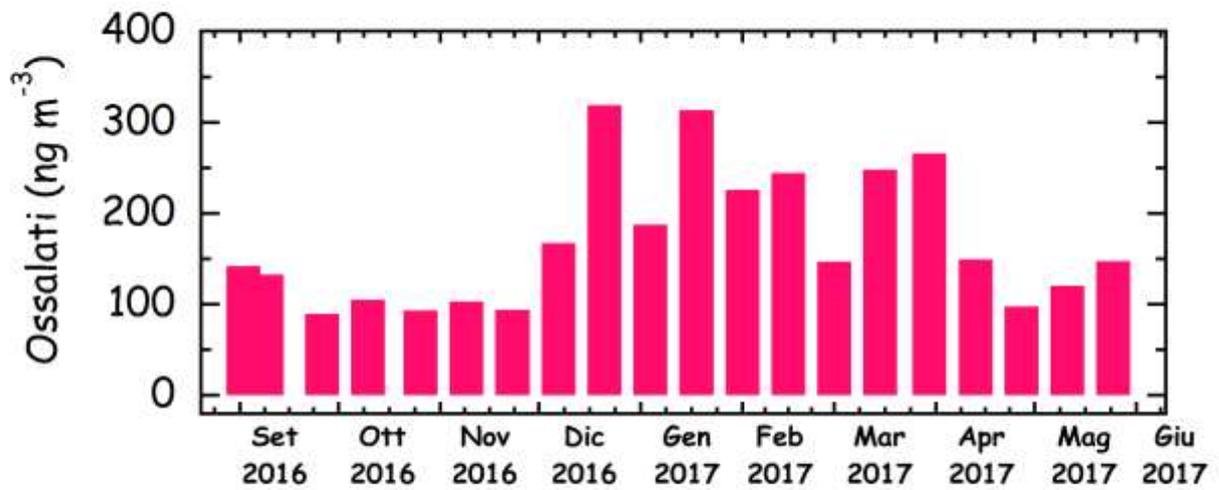
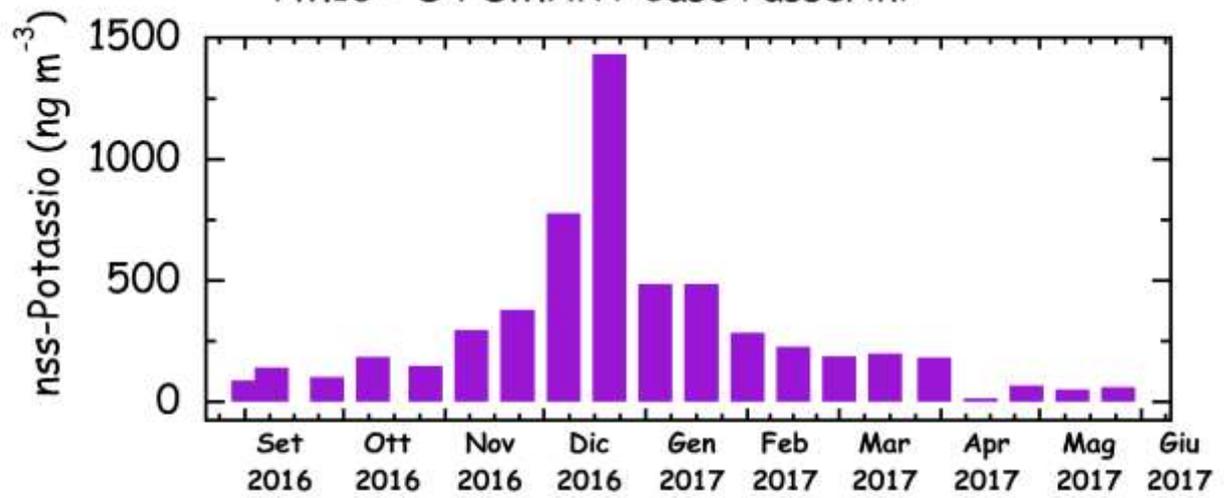
### PM10 - S4 SMART Case Passerini



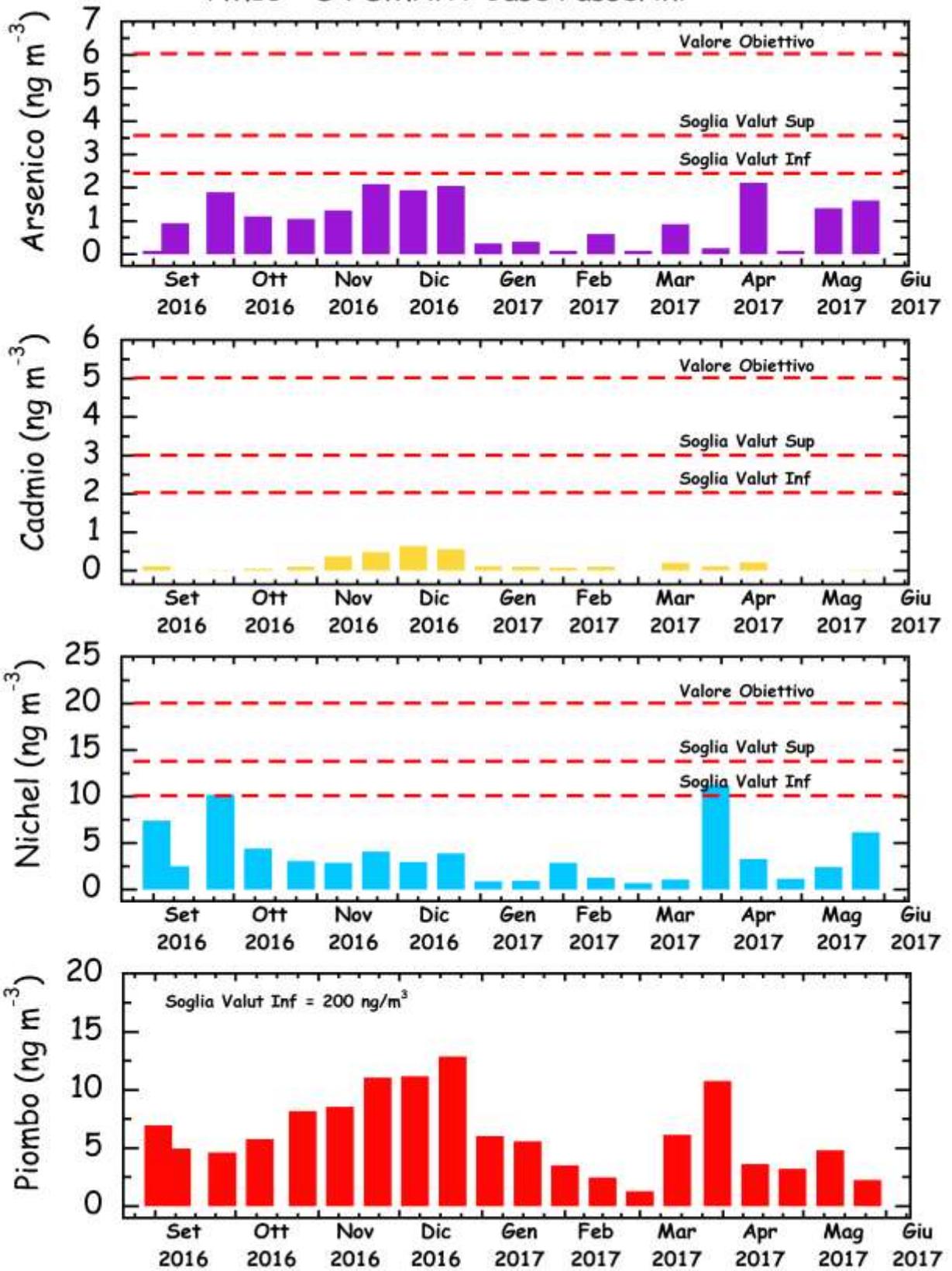
### PM10 - S4 SMART Case Passerini



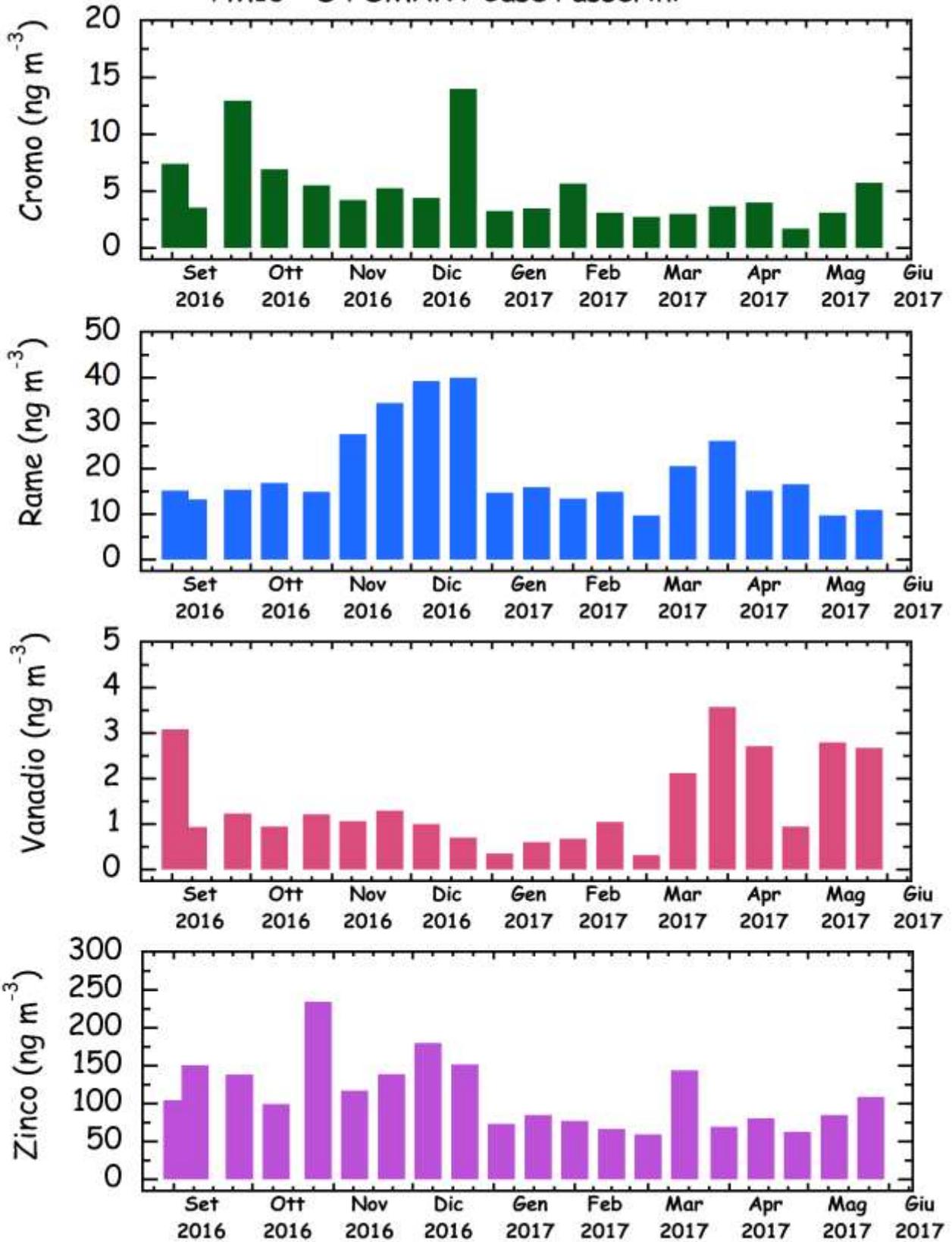
### PM10 - S4 SMART Case Passerini



### PM10 - S4 SMART Case Passerini



### PM10 - S4 SMART Case Passerini



## S4 – CASE PASSERINI

### PM10

Valore minimo: 16.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 52.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 26.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 12.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 23.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 crescono da Settembre a Dicembre, quando raggiungono un massimo leggermente superiore ai 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , fino a riscendere a valori intorno a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in Aprile-Maggio. Nel periodo di campionamento, sono stati registrati due campioni con valori di PM10 superiori alla soglia giornaliera di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Si ricorda che occorre tenere presente che i dati si riferiscono all'analisi di filtri di 15 giorni. I picchi di concentrazione giornalieri vengono, quindi, smutati nel lungo periodo.

La media calcolata sull'intero periodo di campionamento e' di 26.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore in linea con i dati della centralina a norma EN 12341 posizionata nello stesso sito (22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### Secondario Inorganico

Valore minimo: 2.27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 9.54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 2.11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 3.99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Anche il trend delle concentrazioni del componente "Secondario Inorganico" presenta valori piu' elevati in Dicembre-Gennaio, con un massimo di circa 9.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  alla meta' di Dicembre.

Il valore medio (4.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' molto vicino a quello misurato dalla centraline EN 12341 (4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo di questo componente al peso del PM10 e' intorno al 18%.

### Contributo Crostale

Valore minimo: 1.65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 16.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 5.18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 3.47  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 4.07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo crostale mostrano valori costantemente bassi (generalmente inferiori ai  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per tutto il periodo di campionamento, con alcuni picchi alla fine di Settembre, agli inizi di Febbraio e alla fine di Maggio, quando è registrata la concentrazione massima di  $16.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il valore medio di questo componente (circa  $5.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è notevolmente più elevato del dato della centralina a norma (circa  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Può darsi che il campionatore SMART, posizionato sul tetto della centralina, possa aver raccolto anche parte della polvere crostale risolleata dalla superficie del tetto. In questo sito, quindi, il contributo percentuale della polvere crostale al peso del PM10 raggiunge il 19% ed è dello stesso ordine di grandezza di quello del “secondario inorganico” (18%).

### **Spray Marino**

Valore minimo:  $0.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $1.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media:  $0.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $0.43 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana:  $0.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo dello spray marino sono tutte al di sotto dei  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con un massimo di circa  $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a cavallo tra Febbraio e Marzo.

Il valore medio, intorno a  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , è uguale a quello misurato con la centralina Hydra ( $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo dello spray marino al PM10 è inferiore al 3%.

### **Solfati**

Valore minimo:  $940 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $3320 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $1868 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 751 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $1691 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dei solfati mostrano tre massimi: all’inizio di Settembre (fino a  $3.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), nella seconda metà di Gennaio (fino a  $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e nel periodo a cavallo tra Marzo e Aprile (circa  $2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio ( $1.87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è del tutto analogo al valore misurato dalla centralina a norma ( $1.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Nitrati**

Valore minimo:  $672 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $6529 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $2411 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1615 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $1816 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni dei nitrati mostrano lo stesso trend del PM10, evidenziando il loro ruolo di marker delle combustioni (oltre che del traffico).

Nel periodo Dicembre-Gennaio, si registrano concentrazioni tra  $4$  e  $6 \text{ }\mu\text{g/m}^3$  (con un massimo di circa  $6.5 \text{ }\mu\text{g/m}^3$  nella seconda meta' di Dicembre).

Il valore medio (circa  $2.4 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ ) e' leggermente superiore ai valori misurati dalla centralina Hydra (intorno a  $1.9 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ ).

### **Ammonio**

Valore minimo:  $56.4 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $1386 \text{ ng/m}^3$

Media:  $630 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 372 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $556 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni dello ione ammonio seguono perfettamente i trend sia dei solfati che dei nitrati, mostrando picchi di concentrazione in perfetta coincidenza con gli altri due componenti. La concentrazione piu' elevata di ammonio (circa  $1400 \text{ ng/m}^3$ ) e' stata misurata a meta' Gennaio.

Il valore medio ( $630 \text{ ng/m}^3$ ) e' perfettamente analogo a quello misurato nella centralina a norma ( $606 \text{ ng/m}^3$ ).

### **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo:  $15.0 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $1434 \text{ ng/m}^3$

Media:  $291 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 326 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $188 \text{ ng/m}^3$

Il trend delle concentrazioni del nssK esalta ancora di piu' l'andamento del PM10 e dei nitrati, con un netto picco di concentrazione in Dicembre. La concentrazione massima di  $1434 \text{ ng/m}^3$  e' stata misurata nel campione raccolto nella seconda meta' di Dicembre. In primavera, le concentrazioni cadono bruscamente a valori intorno a  $60 \text{ ng/m}^3$ .

Il valore medio ( $291 \text{ ng/m}^3$ ) e' praticamente uguale a quello misurato nella centralina Hydra ( $274 \text{ ng/m}^3$ ).

### **Ossalati**

Valore minimo:  $89.7 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $319 \text{ ng/m}^3$

Media: 170 ng/m<sup>3</sup>  
Standard deviation: ± 74.4 ng/m<sup>3</sup>  
Mediana: 147 ng/m<sup>3</sup>

Come osservato per l'ammonio, anche le concentrazioni degli ossalati seguono i trend compositi di solfati e nitrati. Il risultato consiste in concentrazioni relativamente elevate sia in inverno che nel periodo Marzo-Aprile. In inverno, i valori più elevati sono stati registrati a metà Dicembre e a metà Gennaio, con concentrazioni superiori a 300 ng/m<sup>3</sup> (con un massimo di 319 ng/m<sup>3</sup> a metà Dicembre). In primavera, i valori più alti sono stati misurati da metà Marzo agli inizi di Aprile (intorno a 250 ng/m<sup>3</sup>). Il valore medio di 170 ng/m<sup>3</sup> è un po' superiore al valore misurato dalla centralina a norma (126 ng/m<sup>3</sup>).

### **Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)**

Valore minimo: 116 ng/m<sup>3</sup>  
Valore massimo: 885 ng/m<sup>3</sup>  
Media: 562 ng/m<sup>3</sup>  
Standard deviation: ± 206 ng/m<sup>3</sup>  
Mediana: 550 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssCa mostrano un trend con valori relativamente elevati (mediamente da 600 a 800 ng/m<sup>3</sup>) da Dicembre alla fine di Marzo. Valori leggermente inferiori (intorno a 400 ng/m<sup>3</sup>) sono stati registrati nei restanti periodi. La media (562 ng/m<sup>3</sup>) è sensibilmente superiore a quella misurata dalla centralina Hydra (483 ng/m<sup>3</sup>), confermando il maggiore contributo crostale già descritto.

### **Arsenico**

Valore minimo: 0.10 ng/m<sup>3</sup>  
Valore massimo: 2.14 ng/m<sup>3</sup>  
Media: 1.01 ng/m<sup>3</sup>  
Standard deviation: ± 0.75 ng/m<sup>3</sup>  
Mediana: 1.00 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dell'arsenico rimangono relativamente elevate fino alla fine di Dicembre, con valori di 1-2 ng/m<sup>3</sup>. Le concentrazioni si abbassano drasticamente fino a Marzo, per poi risalire intorno a 1-2 ng/m<sup>3</sup> da Aprile a Giugno. Il valore medio di circa 1 ng/m<sup>3</sup> è un po' superiore al valore misurato dalla centralina a norma (0.58 ng/m<sup>3</sup>), ma deve essere tenuto conto che le basse concentrazioni misurate possono comportare un non trascurabile errore analitico. In ogni caso, il valore medio è decisamente inferiore al limite della Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>).

## **Cadmio**

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 0.64 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.17 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.19$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.11 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono notevolmente basse e inferiori a 0.7 ng/m<sup>3</sup>. I valori relativamente piu' alti sono registrati in Novembre e Dicembre (massimo di 0.64 ng/m<sup>3</sup> misurato nella prima meta' di Dicembre).

Il valore medio (0.17 ng/m<sup>3</sup>) e' praticamente identico a quello misurato dalla centralina a norma (0.15 ng/m<sup>3</sup>) e circa 12 volte piu' basso della Soglia di Valutazione Inferiore (2.0 ng/m<sup>3</sup>).

## **Nichel**

Valore minimo: 0.68 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 11.2 ng/m<sup>3</sup>

Media: 3.65 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 2.97$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 2.92 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nichel sono generalmente basse, con l'eccezione di tre periodi: Settembre (con valori fino a 10.2 ng/m<sup>3</sup>), fine Marzo (massimo di 11.2 ng/m<sup>3</sup>) e fine Maggio (6.1 ng/m<sup>3</sup>).

La media calcolata sull'intero periodo (3.65 ng/m<sup>3</sup>) e' circa 3 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (10 ng/m<sup>3</sup>), anche se decisamente superiore ai valori misurati nella centralina SMART (1.5 ng/m<sup>3</sup>).

## **Piombo**

Valore minimo: 1.27 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 12.9 ng/m<sup>3</sup>

Media: 6.18 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 3.30$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 5.68 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del piombo presentano valori mediamente piu' alti tra Ottobre e Dicembre (massimo valore di 12.9 ng/m<sup>3</sup> registrato nella seconda meta' di Dicembre) e alla fine di Marzo (10.8 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (circa 6.2 ng/m<sup>3</sup>) e' del tutto simile a quello misurato dalla centralina a norma (6.8 ng/m<sup>3</sup>) e circa 30 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore.

## **Cromo**

Valore minimo: 1.71 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 14.0 ng/m<sup>3</sup>

Media: 5.17 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 3.19$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 4.11 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cromo sono generalmente basse, con 2 picchi misurati alla fine di Settembre (13 ng/m<sup>3</sup>) e nella seconda meta' di Dicembre (14 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (circa 5.2 ng/m<sup>3</sup>) e' superiore ai valori misurati dalla centralina Hydra (3.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Rame**

Valore minimo: 9.66 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 40.0 ng/m<sup>3</sup>

Media: 19.2 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 9.26$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 15.3 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del rame mostrano un andamento simile a quello del piombo, con una serie di valori elevati in Novembre-Dicembre (fino a 40 ng/m<sup>3</sup>) e un paio di picchi in Marzo (fino a circa 26 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di 19.2 ng/m<sup>3</sup> e' un po' inferiore a quello misurato dalla centralina Hydra (25.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.31 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.57 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.46 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.98$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.05 ng/m<sup>3</sup>

Il vanadio mostra concentrazioni invernali piuttosto basse (generalmente inferiori a 1 ng/m<sup>3</sup>). Al contrario, in Settembre e dalla meta' di Marzo, le concentrazioni salgono fino a circa 3.6 ng/m<sup>3</sup>.

La concentrazione media (circa 1.5 ng/m<sup>3</sup>) e' molto vicina al valore misurato dalla centralina certificata (1.7 ng/m<sup>3</sup>).

## Zinco

Valore minimo: 59.1 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 234 ng/m<sup>3</sup>

Media: 111 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 45.6$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 102 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello zinco mostrano valori piu' elevati fino alla fine di Dicembre, con un picco di 234 ng/m<sup>3</sup> alla fine di Ottobre. Da Gennaio, le concentrazioni si abbassano a circa un terzo di questo valore, con l'eccezione di un picco di 144 ng/m<sup>3</sup> registrato a meta' Marzo.

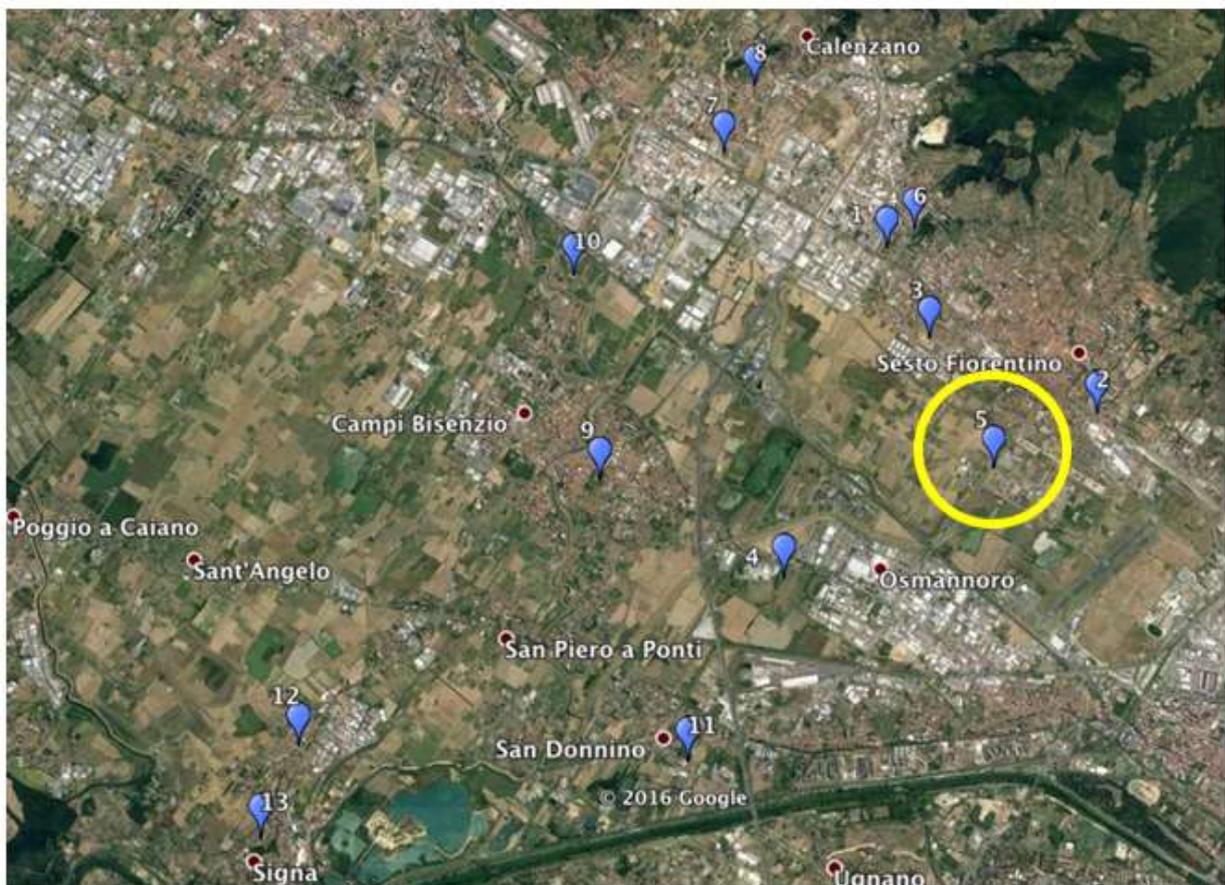
Il valore medio (111 ng/m<sup>3</sup>) e' piu' elevato di quello calcolato per la centralina certificata (39 ng/m<sup>3</sup>), ma e' comunque in linea con le concentrazioni medie annuali misurate nel PM2.5 a Sesto F.no nel 2010/11 (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e nel 2011/12 (circa 120 ng/m<sup>3</sup>).

## S5 – POLO SCIENTIFICO

Tipo di campionatore: **FAI - SMART**

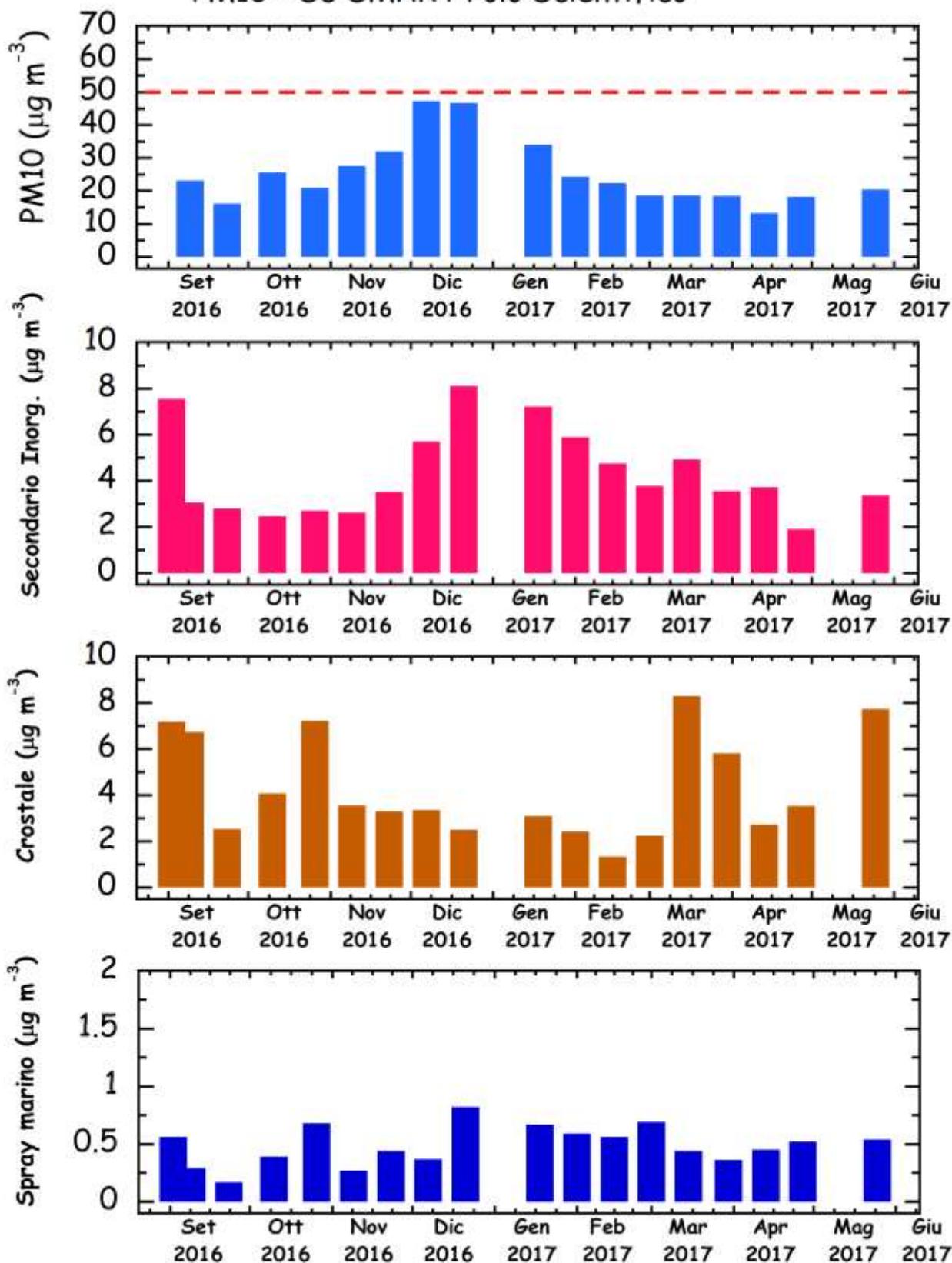
Periodo di campionamento: **02.09.2016 – 08.06.2017**

Numero campioni raccolti: **17**

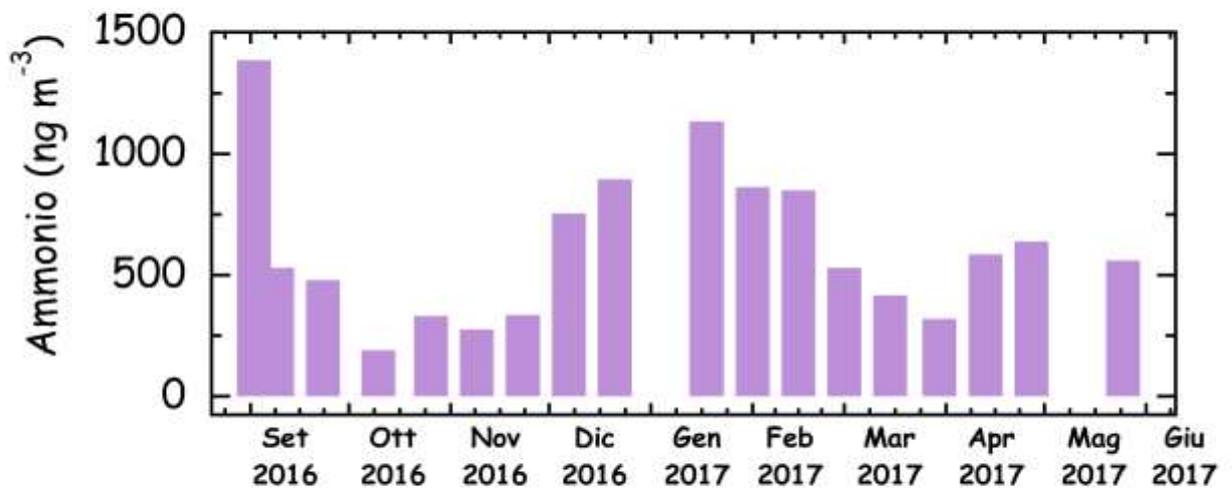
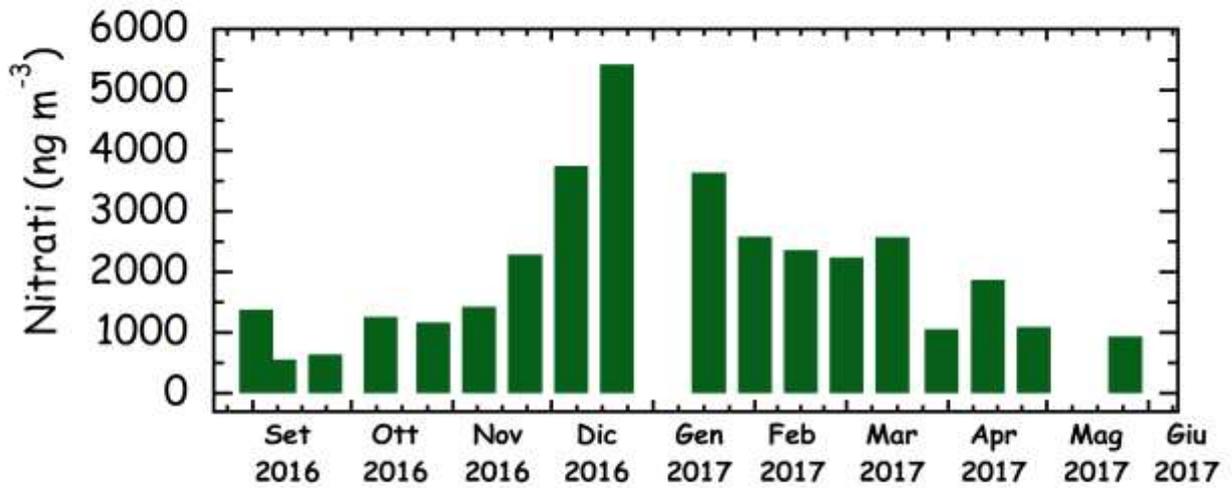
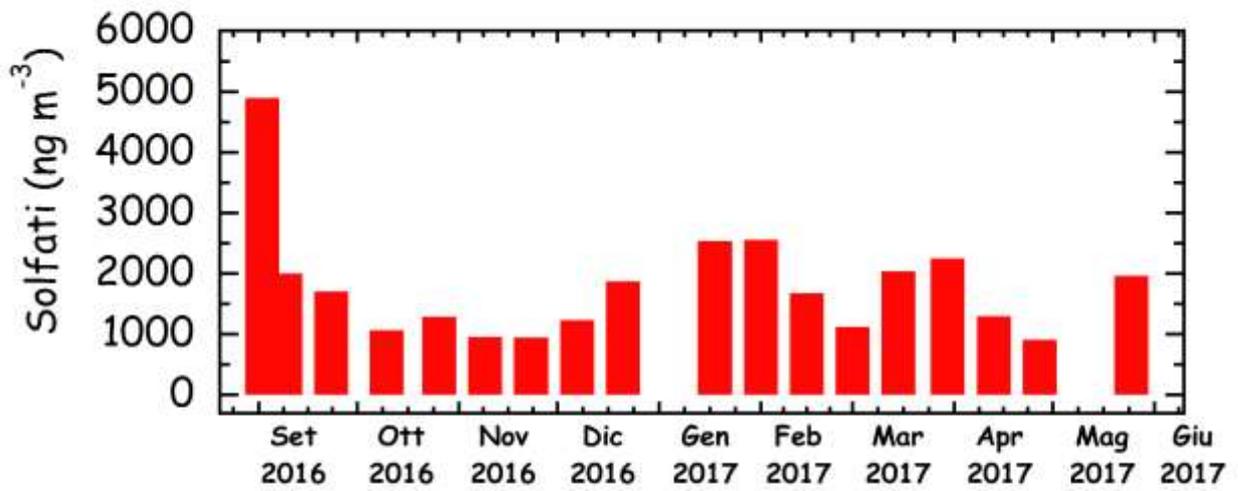


**Nota: il campionario SMART e' stato installato nelle immediate vicinanze della centralina FAI-Hydra.**

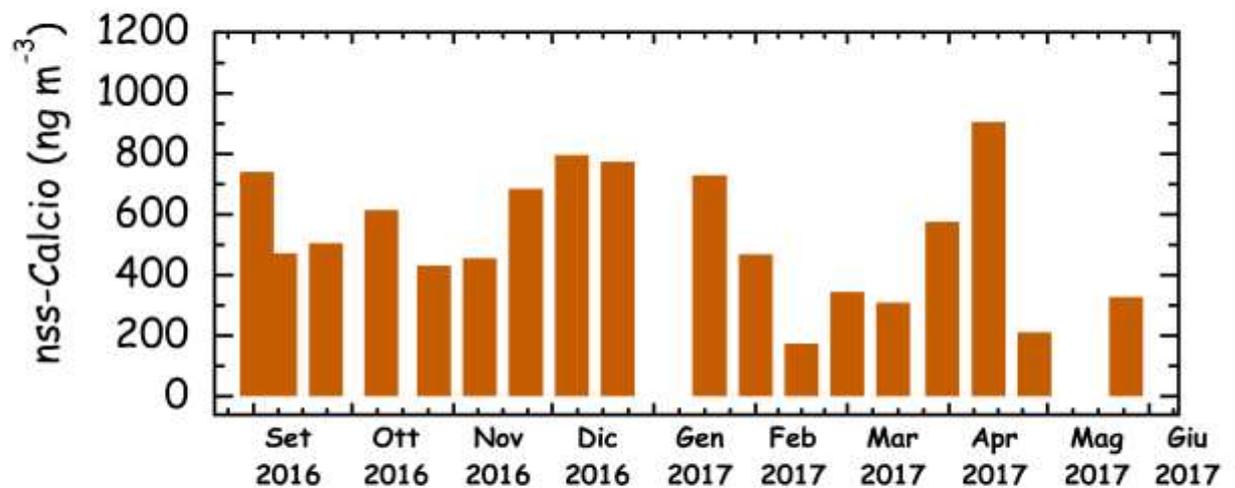
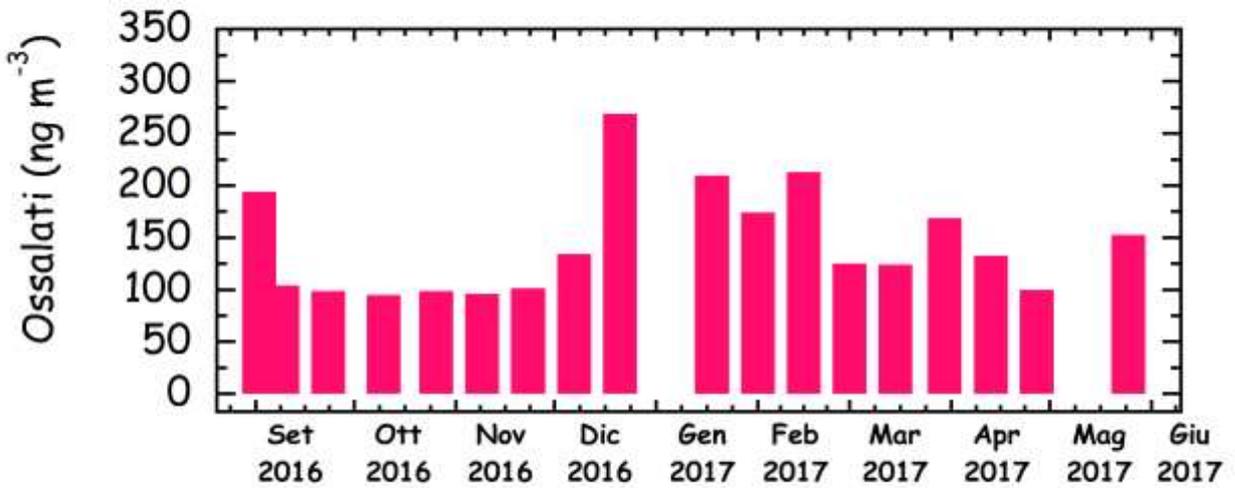
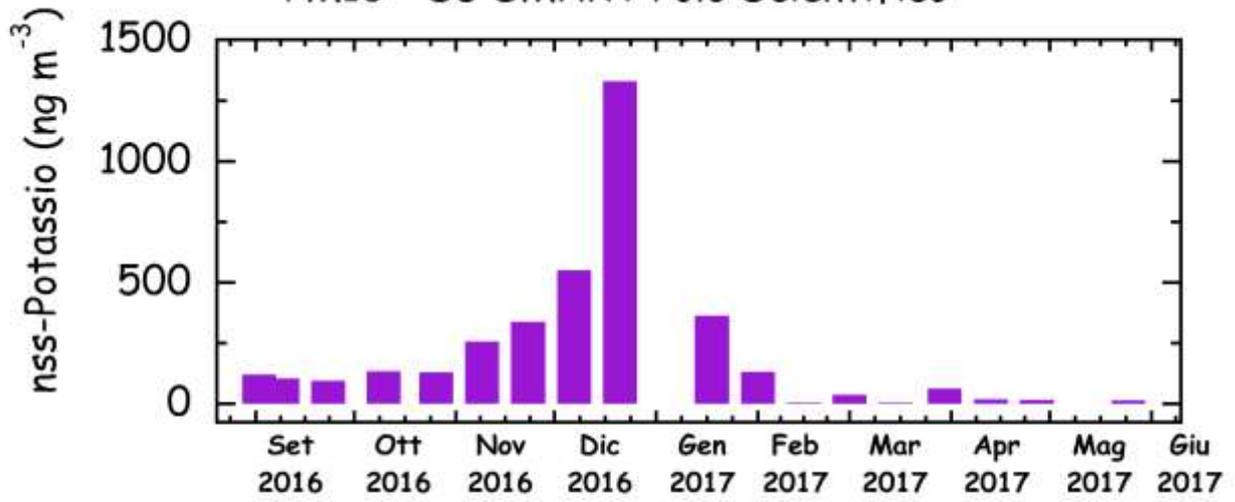
### PM10 - S5 SMART Polo Scientifico



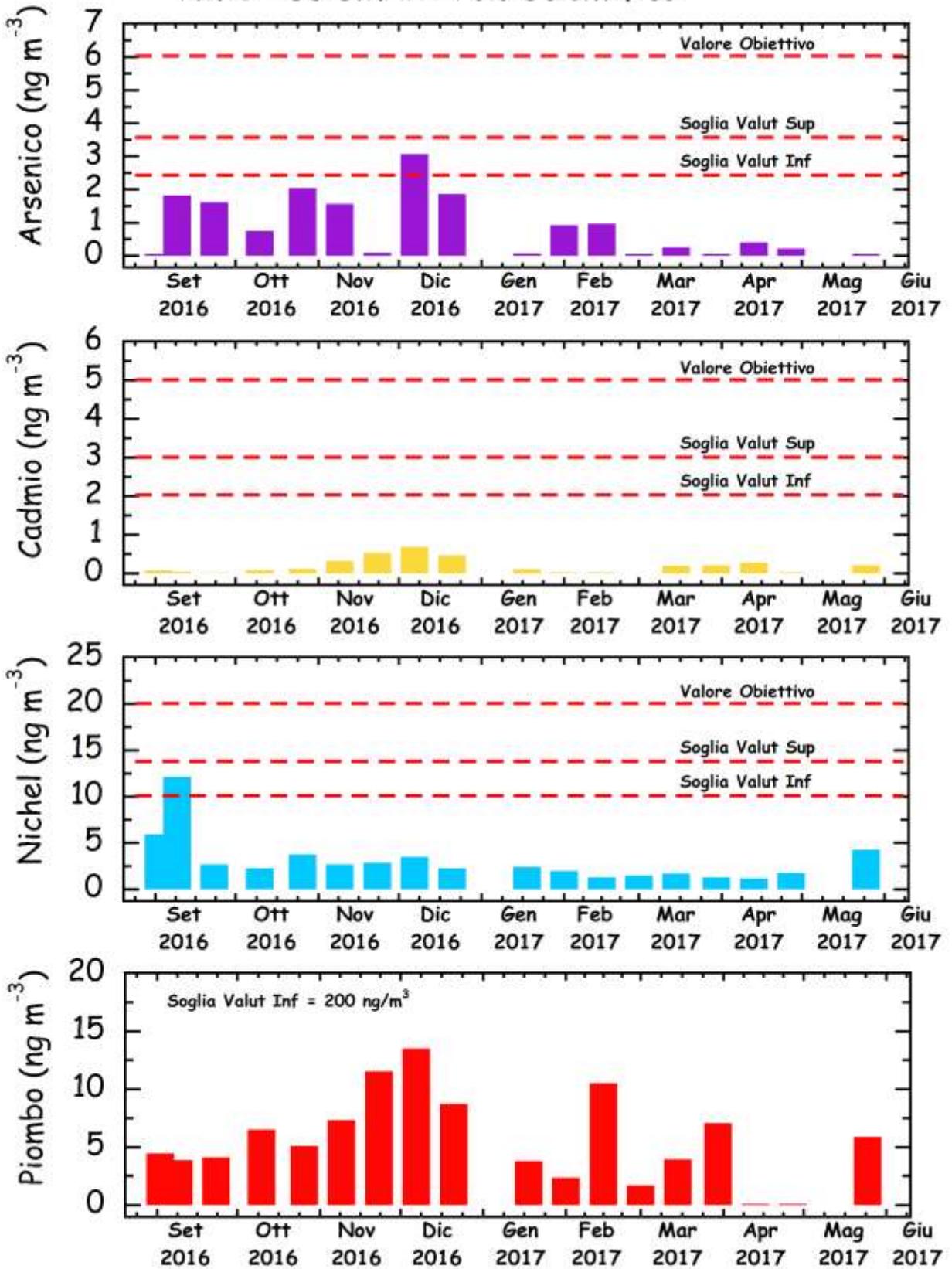
### PM10 - S5 SMART Polo Scientifico



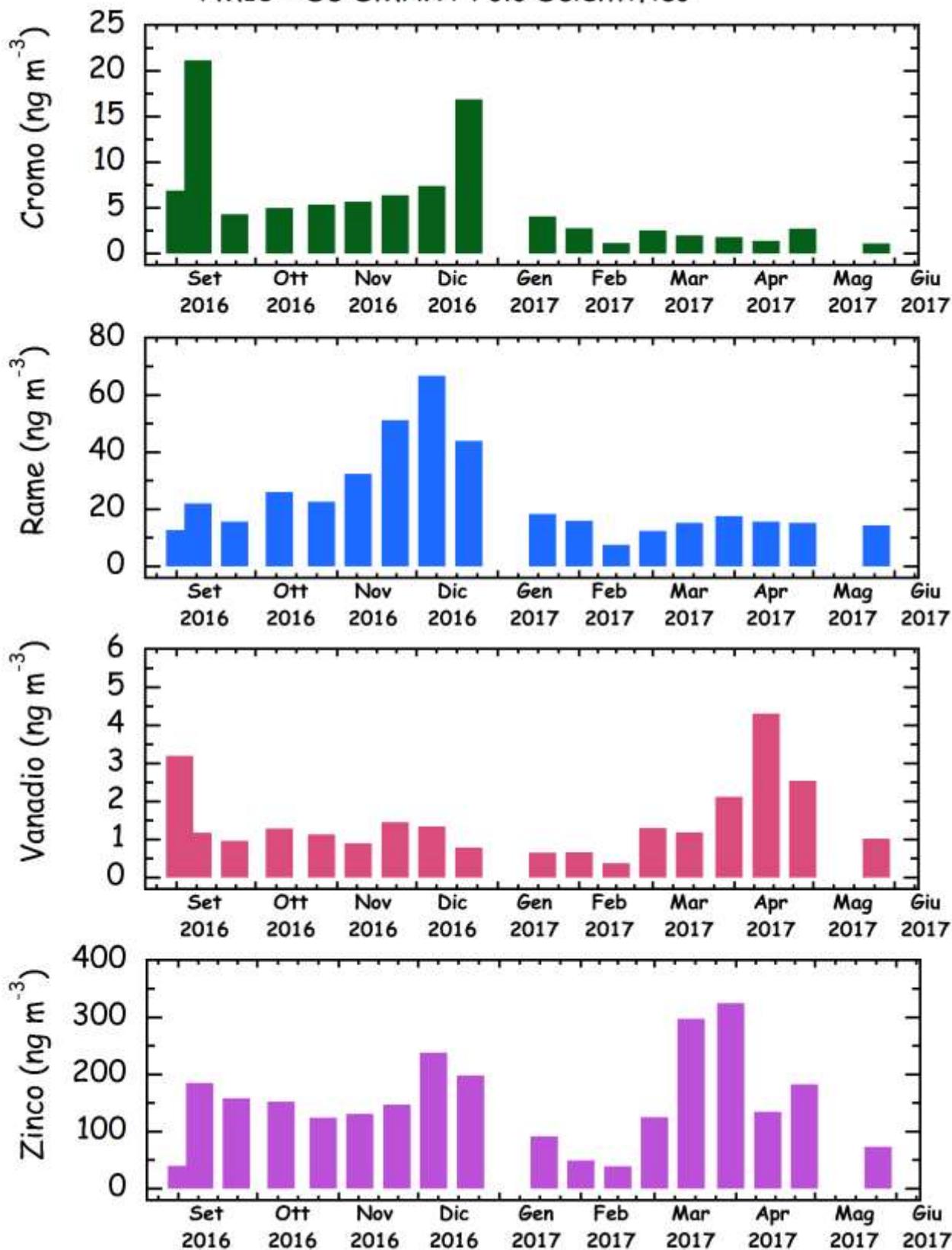
PM10 - S5 SMART Polo Scientifico



### PM10 - S5 SMART Polo Scientifico



### PM10 - S5 SMART Polo Scientifico



## S5 – POLO SCIENTIFICO

### PM10

Valore minimo: 13.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 47.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 25.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 9.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 22.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 salgono progressivamente da Settembre a Dicembre, fino ad un massimo di circa 47  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e poi decrescono con un andamento simile, fino a valori di 10-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in Aprile. Nessun campione mostra valori superiori a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La media calcolata sull'intero periodo di campionamento e' di 25.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore molto vicino a quello misurato dalla centralina a norma EN 12341 (22.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### Secondario Inorganico

Valore minimo: 1.90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 8.11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 1.87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 3.63  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del componente "Secondario Inorganico" segue molto bene quello del PM10, con la sola eccezione di un elevato picco di concentrazione misurato in Settembre (7.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il valore massimo di 8.11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e' stato registrato nella seconda meta' di Dicembre.

Il valore medio (circa 4.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' praticamente lo stesso di quello misurato dalla centralina certificata (circa 4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo di questo componente al peso del PM10 e' stato di circa il 17 %.

### Contributo Crostale

Valore minimo: 1.33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 8.29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 2.21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 3.44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo crostale mostrano valori generalmente modesti (al di sotto dei 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), con alcuni picchi nella prima meta' di Settembre, nella seconda

meta' di Ottobre e dalla meta' di Marzo a Giugno. Il valore massimo di circa  $8.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e' stato misurato alla meta' di Marzo.

Il valore medio di questo componente ( $4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' decisamente piu' elevato di quello calcolato sui dati della centralina certificata ( $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e potrebbe essere dovuto alla collocazione della centralina SMART, che e' piu' vicina alla strada di accesso al Polo Scientifico. Dai valori medi, il contributo delle polveri cristalline sul PM10 e' intorno al 17%, un valore analogo al contributo del "secondario inorganico".

### **Spray Marino**

Valore minimo:  $0.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $0.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media:  $0.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $0.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana:  $0.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo dello spray marino sono molto modeste e costantemente al di sotto di  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con un massimo di circa  $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nella seconda meta' di Dicembre.

Il valore medio, intorno a  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e' molto vicino a quello misurato con la centralina Hydra (circa  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo dello spray marino al PM10 e' intorno al 2%.

### **Solfati**

Valore minimo:  $911 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $4895 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $1795 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 943 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $1692 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni piu' elevate dei solfati sono state misurate agli inizi di Settembre (quando si e' registrato il valore massimo di circa  $4.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e nella seconda meta' di Gennaio (con valori dell'ordine di  $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Concentrazioni intorno ai  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sono state misurate anche in Marzo e alla fine di Maggio.

Il valore medio ( $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' in ottimo accordo con quello misurato dalla centralina certificata ( $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Nitrati**

Valore minimo:  $562 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $5423 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $2015 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1263 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 1651 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dei nitrati mostrano un trend molto simile a quello del PM10, con valori elevati in Dicembre-Gennaio (fino al valore massimo di circa 5.4 µg/m<sup>3</sup> nella seconda metà di Dicembre), e decisamente inferiori sia in autunno che in primavera (1-2 µg/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (circa 2.0 µg/m<sup>3</sup>) e' perfettamente in linea con il valore misurato dalla centralina Hydra (circa 1.9 µg/m<sup>3</sup>).

### **Ammonio**

Valore minimo: 190 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1386 ng/m<sup>3</sup>

Media: 616 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 316 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 546 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello ione ammonio seguono il trend dei solfati in autunno e quello dei nitrati in inverno e primavera. In particolare, come il profilo dei solfati, l'ammonio presenta la piu' alta concentrazione agli inizi di Settembre (circa 1400 ng/m<sup>3</sup>). Successivamente, analogamente al trend dei nitrati, l'ammonio presenta un largo picco di concentrazione in Dicembre-Gennaio, con un massimo relativo di circa 1100 ng/m<sup>3</sup> a meta' Gennaio.

Il valore medio (616 ng/m<sup>3</sup>) e' del tutto analogo a quello misurato dalla centralina certificata (640 ng/m<sup>3</sup>).

### **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo: 0.1 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1329 ng/m<sup>3</sup>

Media: 186 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 306 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 101 ng/m<sup>3</sup>

Il trend delle concentrazioni del nssK e' molto simile a quello dei nitrati, con basse concentrazioni in autunno che salgono velocemente in Dicembre, fino ad un valore massimo di 1329 ng/m<sup>3</sup>. Da Dicembre, le concentrazioni diminuiscono molto rapidamente, fino a diventare estremamente basse (sotto i 20 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (186 ng/m<sup>3</sup>) e' sensibilmente inferiore a quello misurato dalla centralina Hydra (288 ng/m<sup>3</sup>).

## Ossalati

Valore minimo: 94.9 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 269 ng/m<sup>3</sup>

Media: 144 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 50.9$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 129 ng/m<sup>3</sup>

Pur seguendo i trend dei solfati in autunno e dei nitrati in inverno, le concentrazioni degli ossalati mostrano variazioni stagionali molto meno marcate. I valori piu' alti sono, all'incirca, solo il doppio dei valori di fondo. La piu' alta concentrazione e' stata misurata nella seconda meta' di Dicembre (269 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di 144 ng/m<sup>3</sup> e' del tutto simile al valore misurato con la centralina certificata (130 ng/m<sup>3</sup>).

## Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)

Valore minimo: 0.1 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 906 ng/m<sup>3</sup>

Media: 476 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 258$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 471 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssCa non mostra un netto carattere stagionale. Da notare solo le basse concentrazioni (intorno a 200-300 ng/m<sup>3</sup>) in Febbraio-Marzo e un picco alla meta' di Aprile, quando e' stato registrato il valore massimo di 906 ng/m<sup>3</sup>.

Il valore medio (476 ng/m<sup>3</sup>) e' sostanzialmente vicino a quello misurato dalla centralina Hydra (560 ng/m<sup>3</sup>).

## Arsenico

Valore minimo: 0.05 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.07 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.88 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.91$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.58 ng/m<sup>3</sup>

Il profilo dell'arsenico mostra concentrazioni mediamente piu' elevate in autunno-meta' inverno che nel restante periodo. I valori piu' elevati sono stati misurati in Dicembre, con un massimo di circa 3.1 ng/m<sup>3</sup>. Da Gennaio a Giugno, le concentrazioni di As sono diminuite fino a valori dell'ordine di 0.2 ng/m<sup>3</sup>.

Il valore medio di 0.88 ng/m<sup>3</sup> e' un po' superiore a quello calcolato sui dati della centralina certificata (0.58 ng/m<sup>3</sup>) ma, comunque, ben inferiore al limite della Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>).

## **Cadmio**

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 0.68 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.19 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.20$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.12 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono notevolmente basse e tutte inferiori a 0.7 ng/m<sup>3</sup>. Il valore massimo di 0.68 ng/m<sup>3</sup> e' stato misurato nella prima meta' di Dicembre.

Il valore medio (0.19 ng/m<sup>3</sup>) e' praticamente identico a quello misurato dalla centralina Hydra (0.17 ng/m<sup>3</sup>) e circa 10 volte piu' basso della Soglia di Valutazione Inferiore (2.0 ng/m<sup>3</sup>).

## **Nichel**

Valore minimo: 1.16 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 12.1 ng/m<sup>3</sup>

Media: 3.07 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 2.56$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 2.33 ng/m<sup>3</sup>

Il nichel mostra concentrazioni piuttosto basse (inferiori a 3.0 ng/m<sup>3</sup>) per tutto il periodo di campionamento, con l'esclusione dei campioni della prima meta' di Settembre (fino a 12.1 ng/m<sup>3</sup>) e di inizi Giugno (4.3 ng/m<sup>3</sup>).

La media calcolata sull'intero periodo (3.1 ng/m<sup>3</sup>) e' nettamente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (10 ng/m<sup>3</sup>), anche se sensibilmente superiore al valore misurato nella centralina certificata (1.7 ng/m<sup>3</sup>).

## **Piombo**

Valore minimo: 0.10 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 13.5 ng/m<sup>3</sup>

Media: 5.6 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 3.73$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 4.79 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del piombo presentano un massimo in Novembre-Dicembre ed alcuni picchi in Febbraio e in primavera. Il valore massimo di 13.5 ng/m<sup>3</sup> e' stato misurato nel campione raccolto agli inizi di Dicembre.

Il valore medio (5.6 ng/m<sup>3</sup>) e' identico a quello misurato dalla centralina Hydra e circa 35 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore.

## **Cromo**

Valore minimo: 1.12 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 21.2 ng/m<sup>3</sup>

Media: 5.47 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 5.37$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 4.17 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cromo sono modeste, con livelli piu' elevati da Settembre a Dicembre e molto piu' bassi da Gennaio a Giugno. Da notare due picchi di concentrazione nella prima meta' di Settembre (21.2 ng/m<sup>3</sup>) e nella seconda meta' di Dicembre (16.9 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (circa 5.5 ng/m<sup>3</sup>) e' molto vicino a quello misurato dalla centralina Hydra (4.3 ng/m<sup>3</sup>).

## **Rame**

Valore minimo: 7.50 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 66.7 ng/m<sup>3</sup>

Media: 23.6 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 15.5$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 16.8 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del rame hanno un andamento simile a quelle del piombo, con una graduale crescita in autunno-inizio inverno e una veloce diminuzione da Gennaio a Giugno. Il valore piu' elevato e' stato registrato nella prima meta' di Dicembre (66.7 ng/m<sup>3</sup>), mentre i valori primaverili sono 3 volte inferiori (costantemente al di sotto dei 20 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di 23.6 ng/m<sup>3</sup> e' sostanzialmente in linea con quello misurato dalla centralina certificata (30.1 ng/m<sup>3</sup>).

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.37 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 4.31 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.47 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.99$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.18 ng/m<sup>3</sup>

Il vanadio mostra concentrazioni generalmente intorno a 1 ng/m<sup>3</sup>, con due eccezioni: un picco di 3.2 ng/m<sup>3</sup> all'inizio di Settembre e un largo picco in Aprile, quando e' stato registrato il massimo valore di circa 4.3 ng/m<sup>3</sup>.

Il valore medio (circa 1.5 ng/m<sup>3</sup>) e' identico a quello misurato dalla centralina Hydra.

## Zinco

Valore minimo: 38.9 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 325 ng/m<sup>3</sup>

Media: 149 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 80.7$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 141 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello zinco sono sostanzialmente costanti, con valori intorno ai 150 ng/m<sup>3</sup>, tra Settembre e Dicembre. Nella seconda parte del periodo, il trend e' molto piu' variegato, con valori bassi in Gennaio-Febbraio e piu' elevati in Marzo-Aprile. La concentrazione massima di 325 ng/m<sup>3</sup> e' stata registrata alla fine di Marzo.

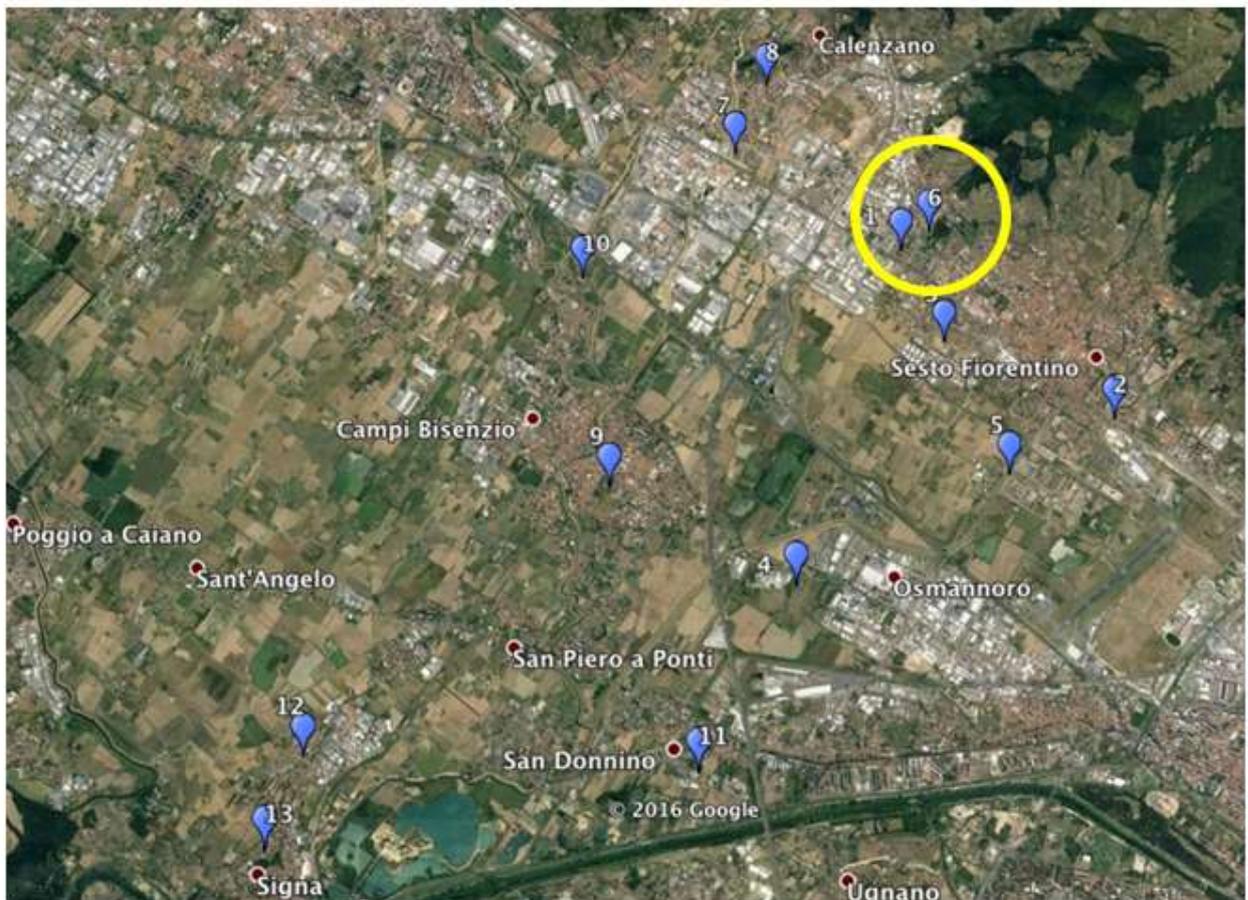
Il valore medio (149 ng/m<sup>3</sup>) e' notevolmente piu' elevato di quello registrato dalla centralina certificata (43 ng/m<sup>3</sup>), ma e' comunque vicino alle concentrazioni medie annuali misurate nel PM2.5 a Sesto F.no nel 2010/11 (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e nel 2011/12 (circa 120 ng/m<sup>3</sup>).

## S6 – VIA DANTE, CALENZANO

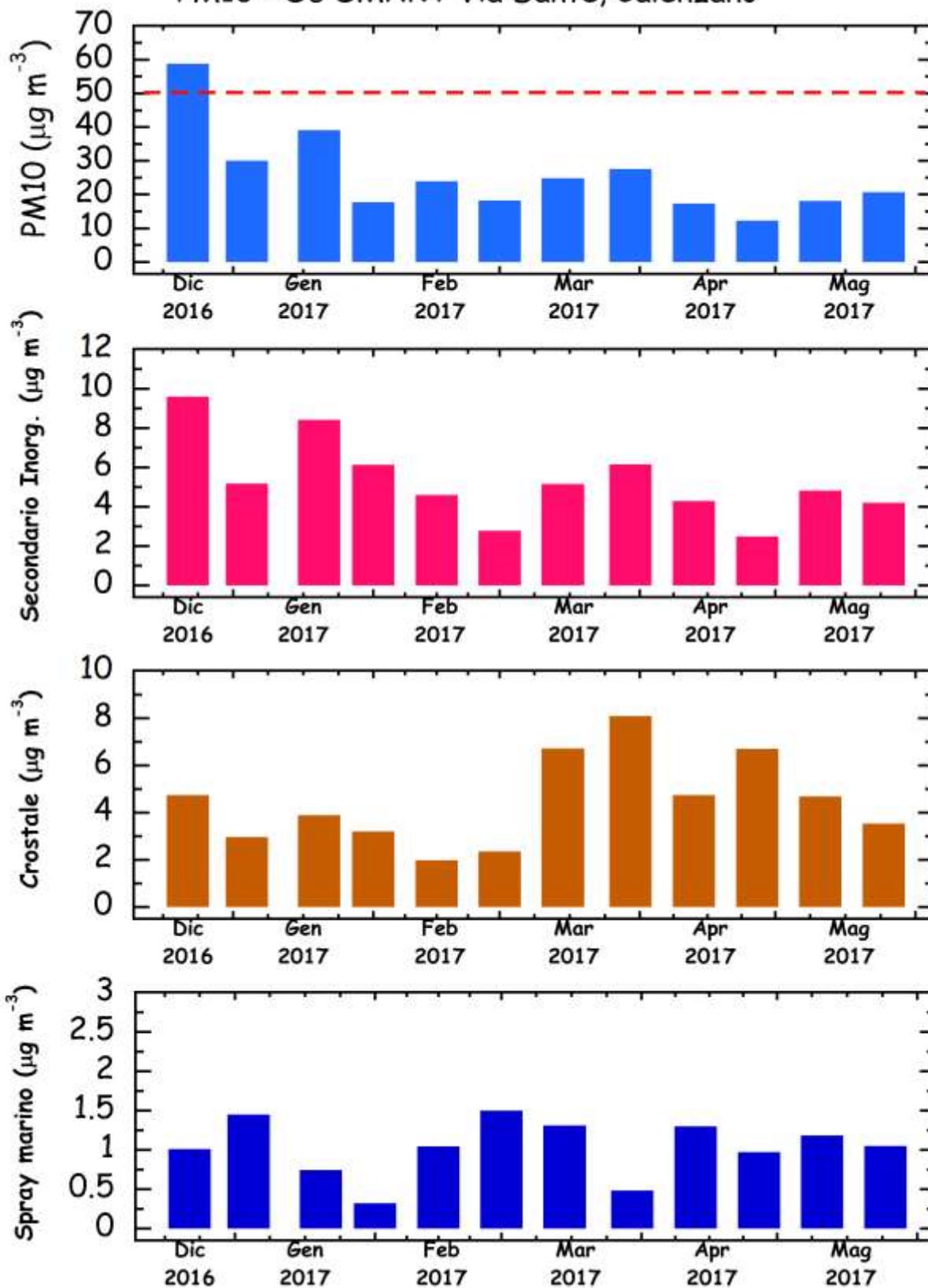
Tipo di campionatore: **FAI - SMART**

Periodo di campionamento: **22.12.2016-08.06.2017**

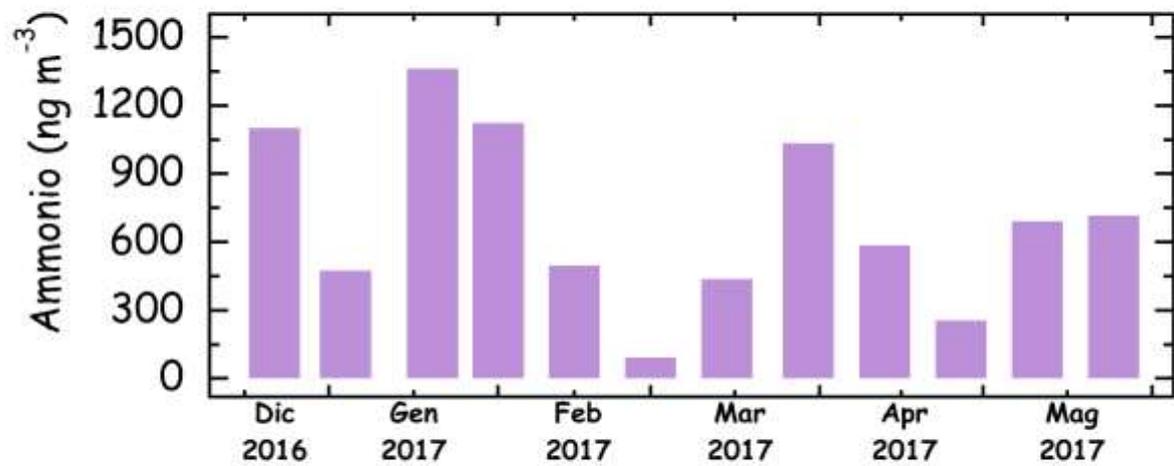
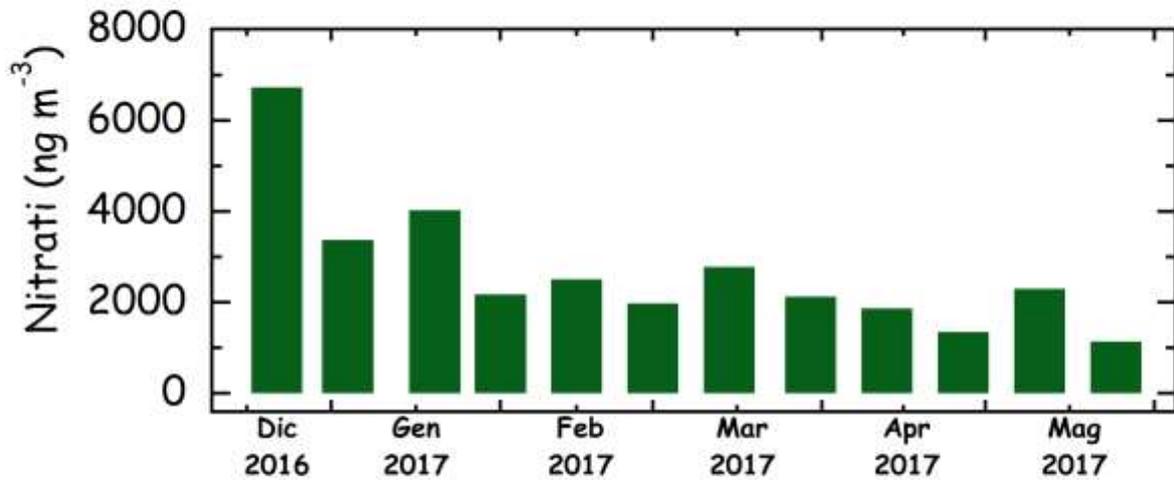
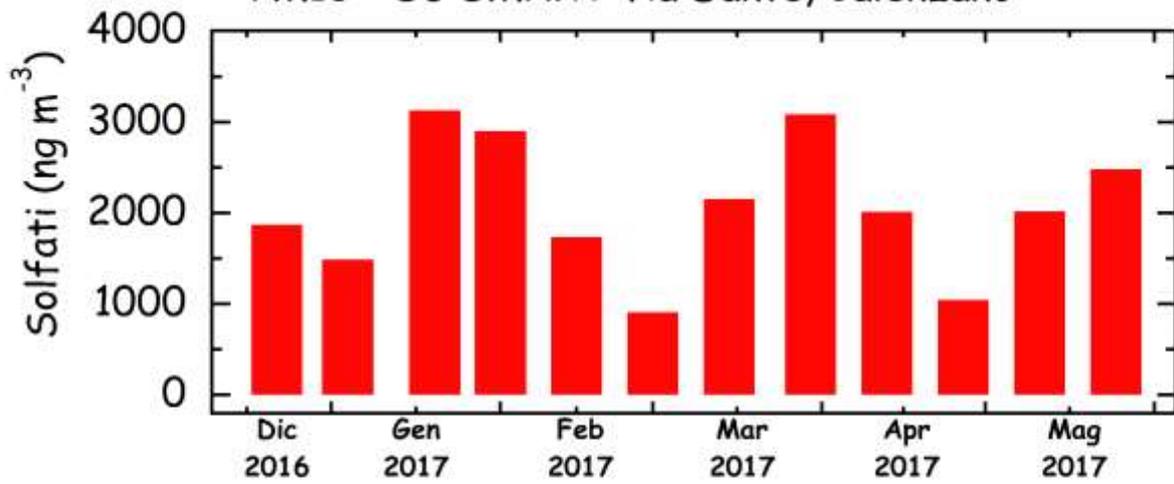
Numero campioni raccolti: **12**



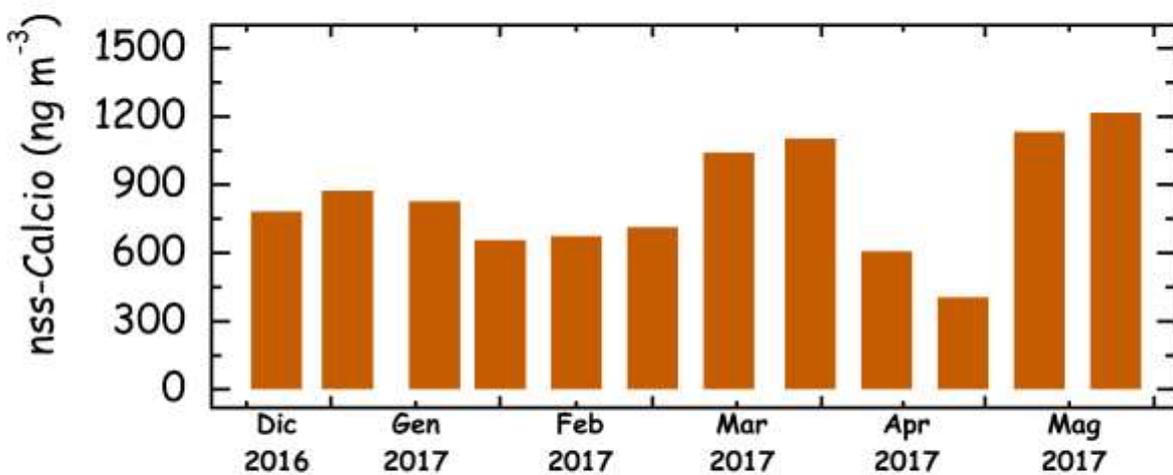
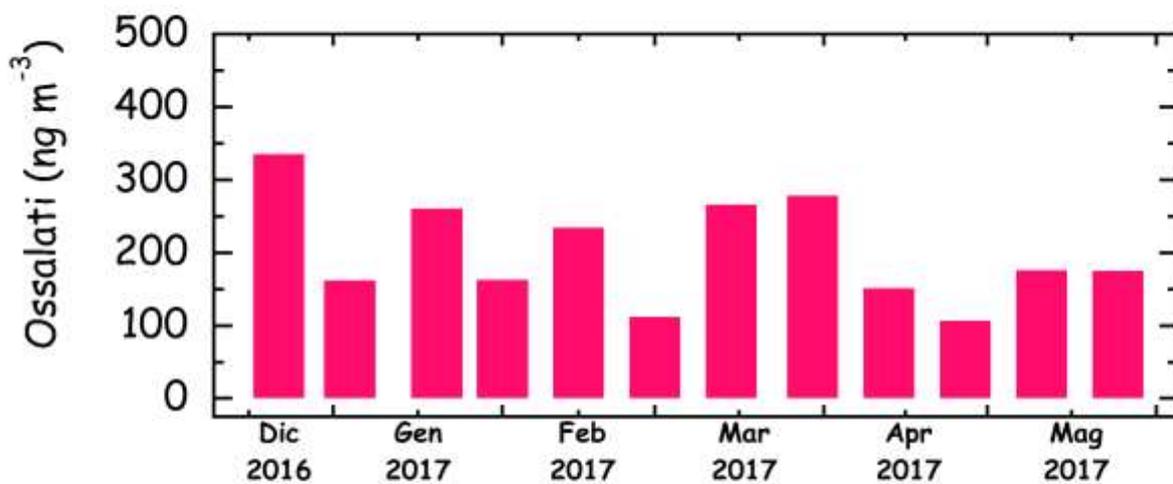
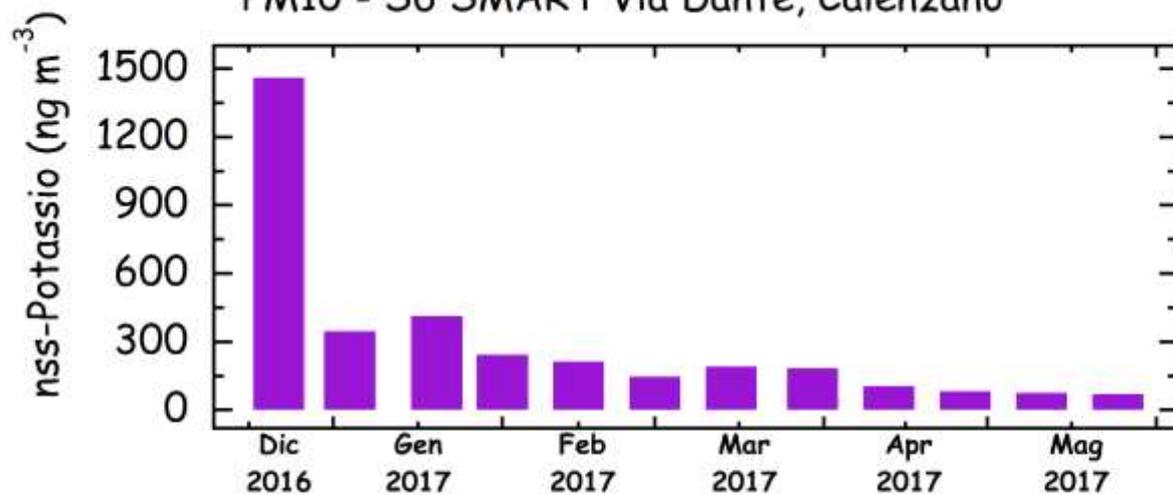
### PM10 - S6 SMART Via Dante, Calenzano



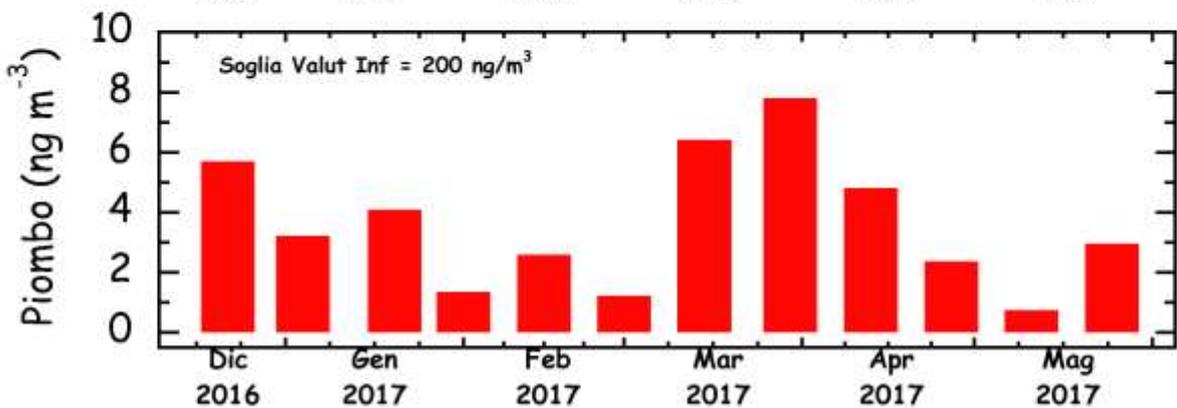
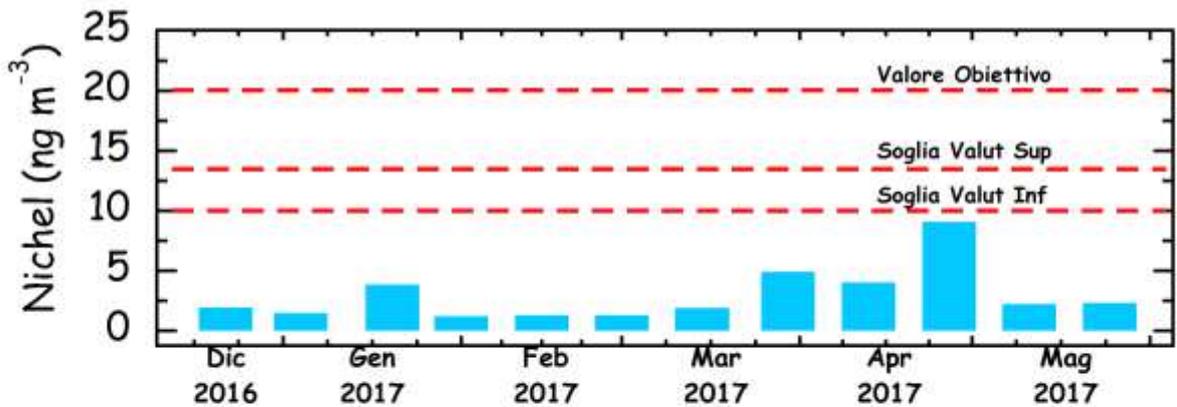
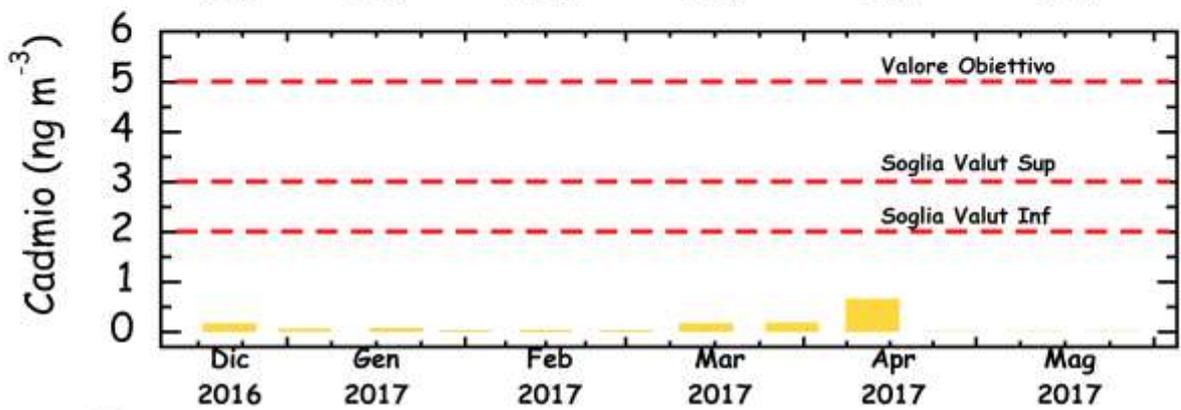
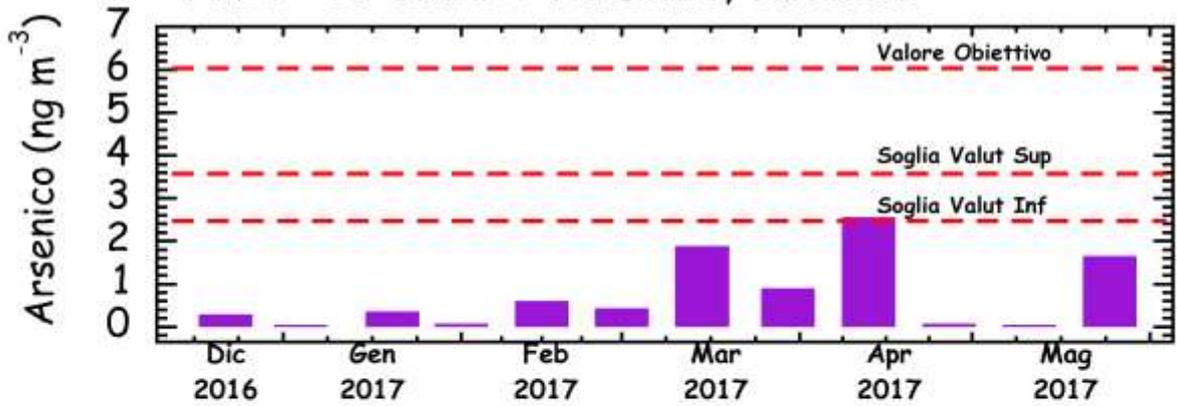
PM10 - S6 SMART Via Dante, Calenzano



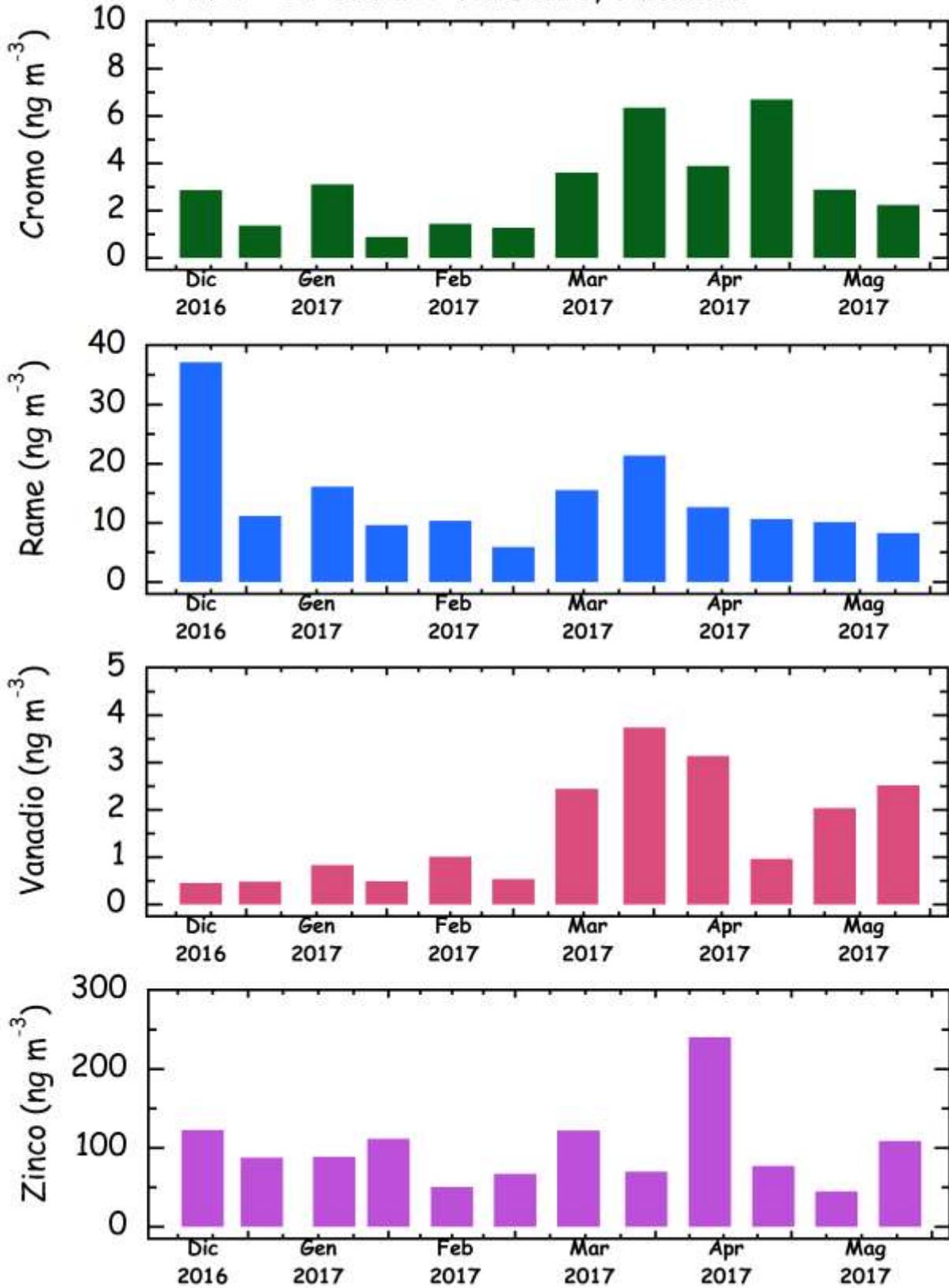
PM10 - S6 SMART Via Dante, Calenzano



PM10 - S6 SMART Via Dante, Calenzano



PM10 - S6 SMART Via Dante, Calenzano



## S6 – VIA DANTE, CALENZANO

### PM10

Valore minimo: 12.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 58.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 25.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 12.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 22.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 decrescono da Dicembre a Maggio, passando da valori superiori a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a circa 10-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il campione raccolto a meta' Dicembre ha registrato la massima concentrazione del periodo: 58.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore superiore al limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La media calcolata sull'intero periodo di campionamento e' di 25.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore in linea con i dati delle centraline a norma EN 12341 posizionate al Polo Scientifico (PS = 22.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a Case Passerini (CP = 22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), e notevolmente inferiore al limite della media annuale del PM10 (40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### Secondario Inorganico

Valore minimo: 2.49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 9.60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 5.31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 2.07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 4.98  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del componente "Secondario Inorganico" segue perfettamente il profilo del PM10, con valori piu' elevati in Dicembre-Gennaio (5-10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e alla fine di Marzo (6.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Come per il PM10, il piu' alto valore di concentrazione e' stato registrato alla meta' di Dicembre (9.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio (5.31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' vicino a quelli misurati dalle centraline EN 12341 (entrambi intorno a 4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo di questo componente al peso del PM10 e' intorno al 21%.

### Contributo Crostale

Valore minimo: 1.97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 8.08  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 1.89  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 4.28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo crostale mostrano valori piu' elevati nel periodo primaverile (4-8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). La concentrazione massima di circa 8.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e' stata misurata nel campione raccolto a cavallo tra Marzo ed Aprile.

Il valore medio di questo componente (circa 4.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' notevolmente piu' elevato dei dati delle centraline a norma (CP = 1.5 ; PS =1.6), evidenziando un contributo circa tre volte superiore delle polveri crostali sul PM10 in questo sito. Il contributo percentuale di questo componente al peso del PM10 e' intorno al 18%.

### **Spray Marino**

Valore minimo: 0.32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 1.50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 1.03  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 0.37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 1.05  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo dello spray marino sono piuttosto basse, con valori intorno a 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La concentrazione massima (1.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' stata misurata agli inizi di Marzo.

Il valore medio, di circa 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e' simile a quelli misurati con le centraline Hydra (ambidue intorno a 0.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo dello spray marino al PM10 e' intorno al 4%.

### **Solfati**

Valore minimo: 908  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 3127  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 2068  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 733$   $\text{ng}/\text{m}^3$

Mediana: 2016  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni piu' elevate dei solfati sono state misurate alla fine di Gennaio (circa 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a cavallo tra Marzo ed Aprile (2-3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a cavallo tra Maggio e Giugno (2-2.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). La concentrazione massima (circa 3.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' stata misurata nel campione raccolto nella seconda meta' di Gennaio.

Il valore medio (2.07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' analogo ai valori misurati dalle centraline PS (1.95  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e CP (1.99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## **Nitrati**

Valore minimo: 1139 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 6730 ng/m<sup>3</sup>

Media: 2695 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 1500 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 2235 ng/m<sup>3</sup>

Essendo un componente principale del “secondario inorganico”, anche i nitrati mostrano un trend molto simile a quello del PM10.

Nel periodo Dicembre-Gennaio, si registrano concentrazioni tra 4 e 6.5 µg/m<sup>3</sup>, mentre i valori scendono gradualmente in primavera fino al livello di 1 µg/m<sup>3</sup>. Il valore massimo di 6.7 µg/m<sup>3</sup> e' stato registrato nella seconda meta' di Dicembre.

Il valore medio (circa 2.7 µg/m<sup>3</sup>) e' significativamente superiore ai valori misurati dalle centraline PS e CP (intorno a 1.9 µg/m<sup>3</sup>), dimostrando un maggiore contributo dei processi di combustione (riscaldamento domestico e traffico).

## **Ammonio**

Valore minimo: 91.1 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1361 ng/m<sup>3</sup>

Media: 697 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 385 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 638 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello ione ammonio seguono i trend sia dei solfati (picco tra Marzo e Aprile) che dei nitrati (elevati valori invernali). La concentrazione piu' elevata di ammonio (circa 1360 ng/m<sup>3</sup>) e' stata misurata nella seconda meta' di Gennaio, in corrispondenza della massima concentrazione di solfati.

Il valore medio (697 ng/m<sup>3</sup>) e' analogo a quelli misurati a PS e CP (640 e 606 ng/m<sup>3</sup>).

## **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo: 70.1 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1460 ng/m<sup>3</sup>

Media: 294 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 382 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 188 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssK seguono fedelmente quelle dei nitrati, con un massimo molto piu' pronunciato a Dicembre (1460 ng/m<sup>3</sup>) e una rapida diminuzione a valori intorno a 200-300 ng/m<sup>3</sup> nel resto dell'inverno, fino a valori inferiori a 100 ng/m<sup>3</sup> in tarda primavera.

Il valore medio (294 ng/m<sup>3</sup>) e' del tutto analogo a quelli misurati a PS e CP (288 e 274 ng/m<sup>3</sup>).

### **Ossalati**

Valore minimo: 107 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 336 ng/m<sup>3</sup>

Media: 202 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 71.8$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 176 ng/m<sup>3</sup>

Come osservato per l'ammonio, anche le concentrazioni degli ossalati seguono i trend composti di solfati e nitrati. Il risultato consiste in concentrazioni relativamente elevate sia in inverno che nel periodo Marzo-Aprile. I valori piu' elevati sono stati registrati nella seconda meta' di Dicembre (massimo di 336 ng/m<sup>3</sup>) e a cavallo tra Marzo e Aprile (279 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di 202 ng/m<sup>3</sup> e' sensibilmente maggiore dei valori misurati a PS e CP (rispettivamente, 130 e 126 ng/m<sup>3</sup>), confermando il maggiore contributo dei processi di combustione gia' notato per i nitrati.

### **Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)**

Valore minimo: 407 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1217 ng/m<sup>3</sup>

Media: 837 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 245$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 805 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssCa rimangono relativamente costanti, intorno a valori tra 600 e 900 ng/m<sup>3</sup>, lungo tutto il periodo di campionamento. I valori piu' elevati sono stati misurati nei campioni di Marzo (1000-1100 ng/m<sup>3</sup>) e di Maggio (1100-1200 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (837 ng/m<sup>3</sup>) e' marcatamente superiore a quelli misurati nei siti PS e CP (560 e 483 ng/m<sup>3</sup>), confermando il maggiore contributo del componente crostale al peso del PM10.

## **Arsenico**

Valore minimo: 0.05 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 2.56 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.75 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.84$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.40 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dell'arsenico sono molto modeste (inferiori a 1 ng/m<sup>3</sup>) fino alla meta' di Marzo. Nel restante periodo, si osserva un largo picco (fino al valore massimo di 2.56 ng/m<sup>3</sup>) in Marzo Aprile e un altro picco minore (1.65 ng/m<sup>3</sup>) agli inizi di Giugno.

Il valore medio di 0.75 ng/m<sup>3</sup> e' analogo ai valori misurati nelle centraline e PS e CP (rispettivamente, 0.54 e 0.58 ng/m<sup>3</sup>) e decisamente inferiore al limite della Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>).

## **Cadmio**

Valore minimo: 0.01 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 0.66 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.12 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.18$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.05 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono notevolmente basse e generalmente inferiori a 0.2 ng/m<sup>3</sup>, con la sola eccezione del campione raccolto a meta' Aprile (0.66 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (0.12 ng/m<sup>3</sup>) e' piu' basso di quelli misurati a PS e CP e circa 17 volte piu' basso della Soglia di Valutazione Inferiore (2.0 ng/m<sup>3</sup>).

## **Nichel**

Valore minimo: 1.17 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 9.06 ng/m<sup>3</sup>

Media: 2.94 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 2.28$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 2.08 ng/m<sup>3</sup>

Anche le concentrazioni del nichel si mantengono relativamente basse (inferiori a 5 ng/m<sup>3</sup>) per tutto il periodo, con l'eccezione del campione raccolto alla meta' di Aprile (circa 9.1 ng/m<sup>3</sup>).

La media (circa 2.9 ng/m<sup>3</sup>) e' nettamente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (10 ng/m<sup>3</sup>), anche se e' quasi il doppio di quelle misurate nelle due centraline certificate al Polo Scientifico (1.7 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini 1.5 ng/m<sup>3</sup>).

## **Piombo**

Valore minimo: 0.74 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 7.81 ng/m<sup>3</sup>

Media: 3.60 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 2.21$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 3.09 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del piombo presentano due larghi e modesti picchi in Dicembre-Gennaio (3-6 ng/m<sup>3</sup>) e in Marzo-Aprile (6-8 ng/m<sup>3</sup>). La concentrazione massima di 7.81 ng/m<sup>3</sup> e' stata misurata a cavallo tra Marzo e Aprile.

Il valore medio (3.6 ng/m<sup>3</sup>) e' sostanzialmente inferiore alle concentrazioni misurate a PS e CP (5.6 e 6.8 ng/m<sup>3</sup>, rispettivamente) e circa 55 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (200 ng/m<sup>3</sup>).

## **Cromo**

Valore minimo: 0.88 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 6.70 ng/m<sup>3</sup>

Media: 3.05 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 1.89$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 2.88 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cromo sono modeste, con i piu' elevati livelli misurati in Marzo-Aprile (massimo di 6.7 ng/m<sup>3</sup> alla fine di Aprile).

Il valore medio (circa 3 ng/m<sup>3</sup>) e' molto simile ai valori misurati a PS e CP (4.3 e 3.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Rame**

Valore minimo: 5.87 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 37.1 ng/m<sup>3</sup>

Media: 14.1 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 8.33$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 10.9 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del rame sono inferiori ai 20 ng/m<sup>3</sup>, con le due eccezioni di Dicembre (valore massimo di 37.1 ng/m<sup>3</sup>) e di Marzo-Aprile (fino a 21.4 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di 14.1 ng/m<sup>3</sup> e' circa la meta' di quelli misurati al Polo Scientifico (30.1 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini (25.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.45 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.74 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.55 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 1.17$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.99 ng/m<sup>3</sup>

Come piu' volte osservato, il vanadio mostra concentrazioni piu' elevate in primavera che in inverno, dato che non ha fonti locali importanti. In Inverno, le sue concentrazioni rimangono al di sotto di 1 ng/m<sup>3</sup>. In primavera, oscillano tra 1 e 4 ng/m<sup>3</sup>. Il valore piu' elevato (circa 3.7 ng/m<sup>3</sup>) e' stato registrato a fine Marzo – inizio Aprile.

Il valore medio (circa 1.6 ng/m<sup>3</sup>) e' praticamente identico ai valori misurati a PS e CP (1.5 e 1.7 ng/m<sup>3</sup>, rispettivamente)

## **Zinco**

Valore minimo: 45.0 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 241 ng/m<sup>3</sup>

Media: 99.2 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 51.6$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 88.2 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello zinco mostrano valori relativamente costanti, intorno a 100 ng/m<sup>3</sup>, per tutto il periodo di campionamento, con l'eccezione del campione raccolto a meta' Aprile, che ha registrato il massimo di 241 ng/m<sup>3</sup>.

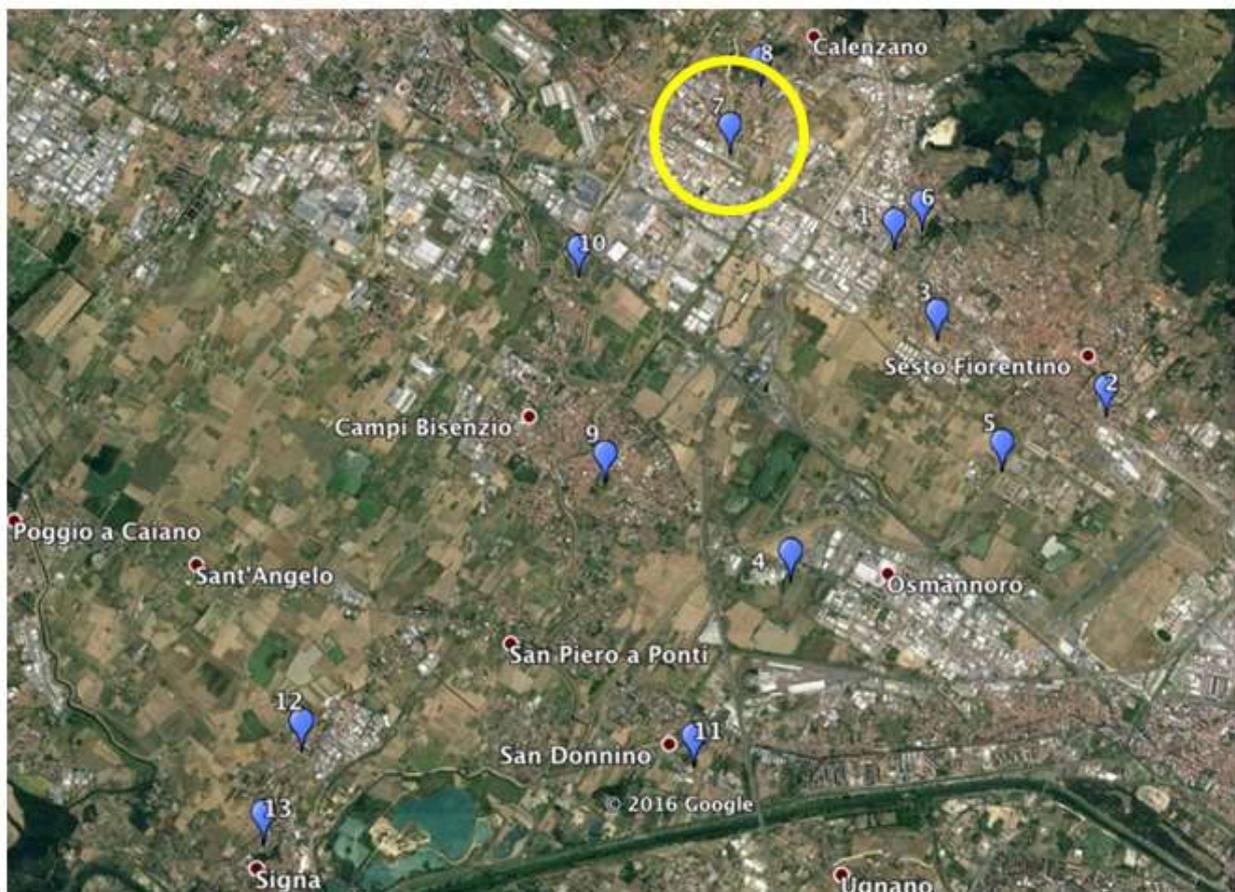
Il valore medio misurato in questo sito (99 ng/m<sup>3</sup>) e' notevolmente piu' elevato di quelli registrati a PS (43 ng/m<sup>3</sup>) e a CP (39 ng/m<sup>3</sup>), ma e' comunque in linea con le concentrazioni medie annuali misurate nel PM2.5 a Sesto F.no nel 2010/11 (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e nel 2011/12 (circa 120 ng/m<sup>3</sup>).

## S7 – VIA DI LE PRATA, CALENZANO

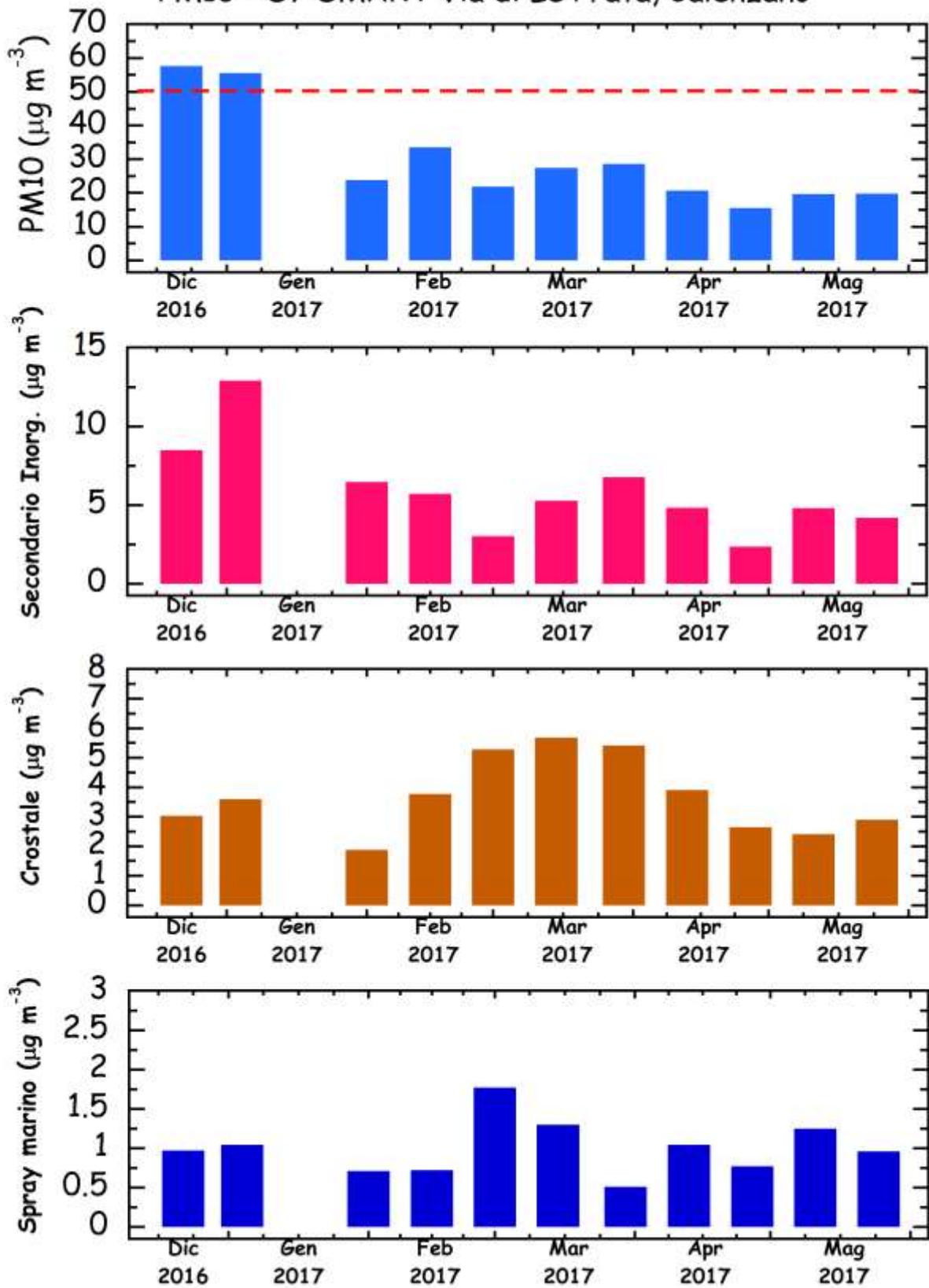
Tipo di campionatore: **FAI SMART**

Periodo di campionamento: **22.12.2016 – 08.06.2017**

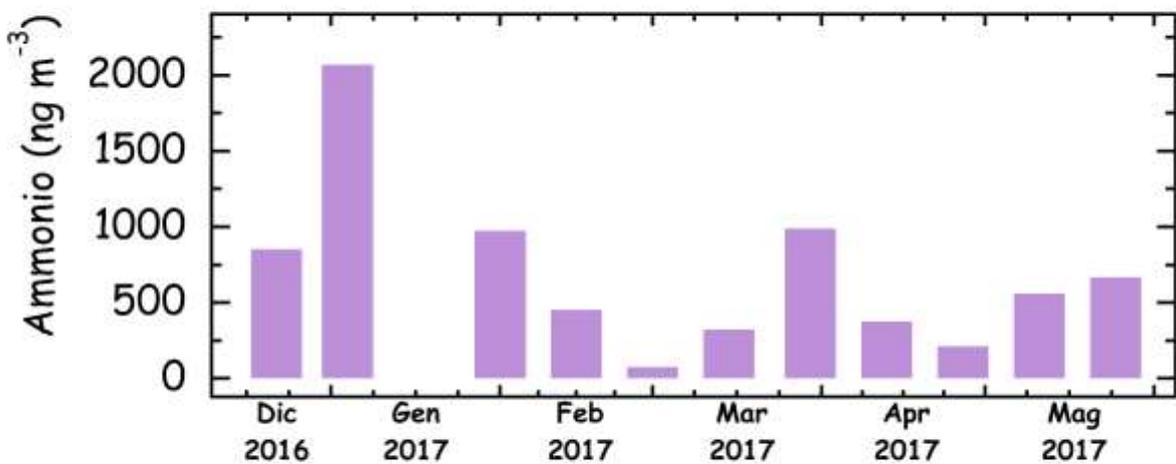
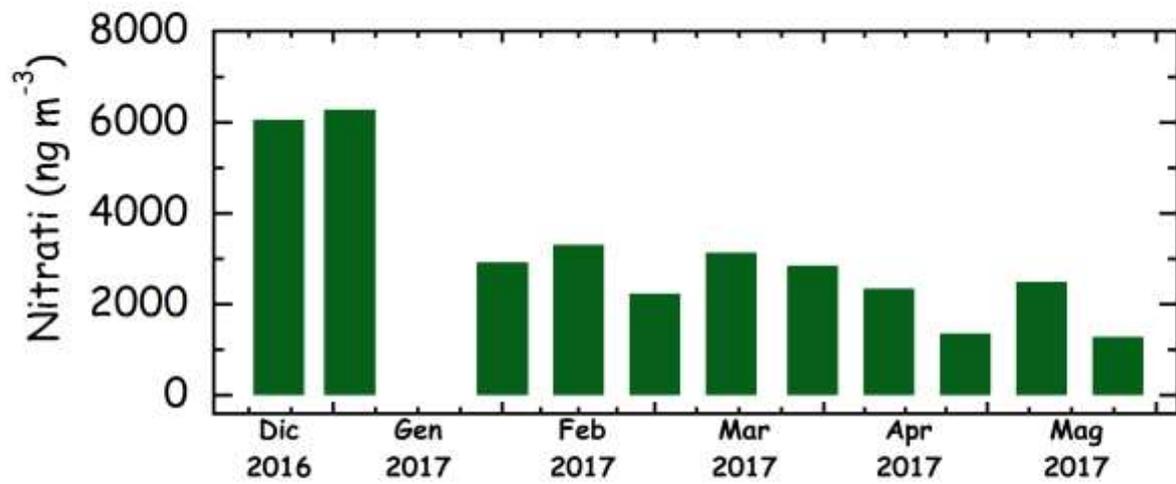
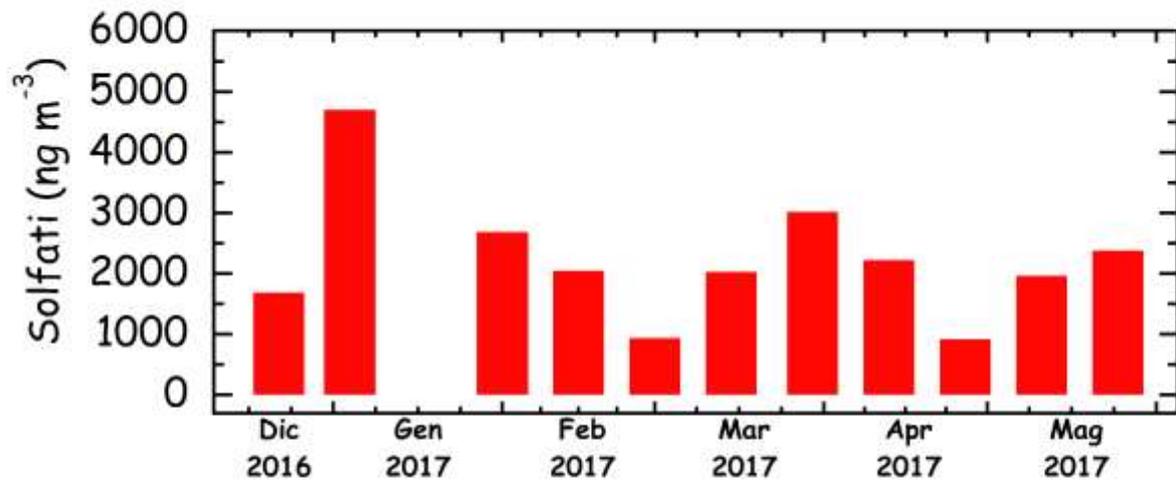
Numero campioni raccolti: **11**



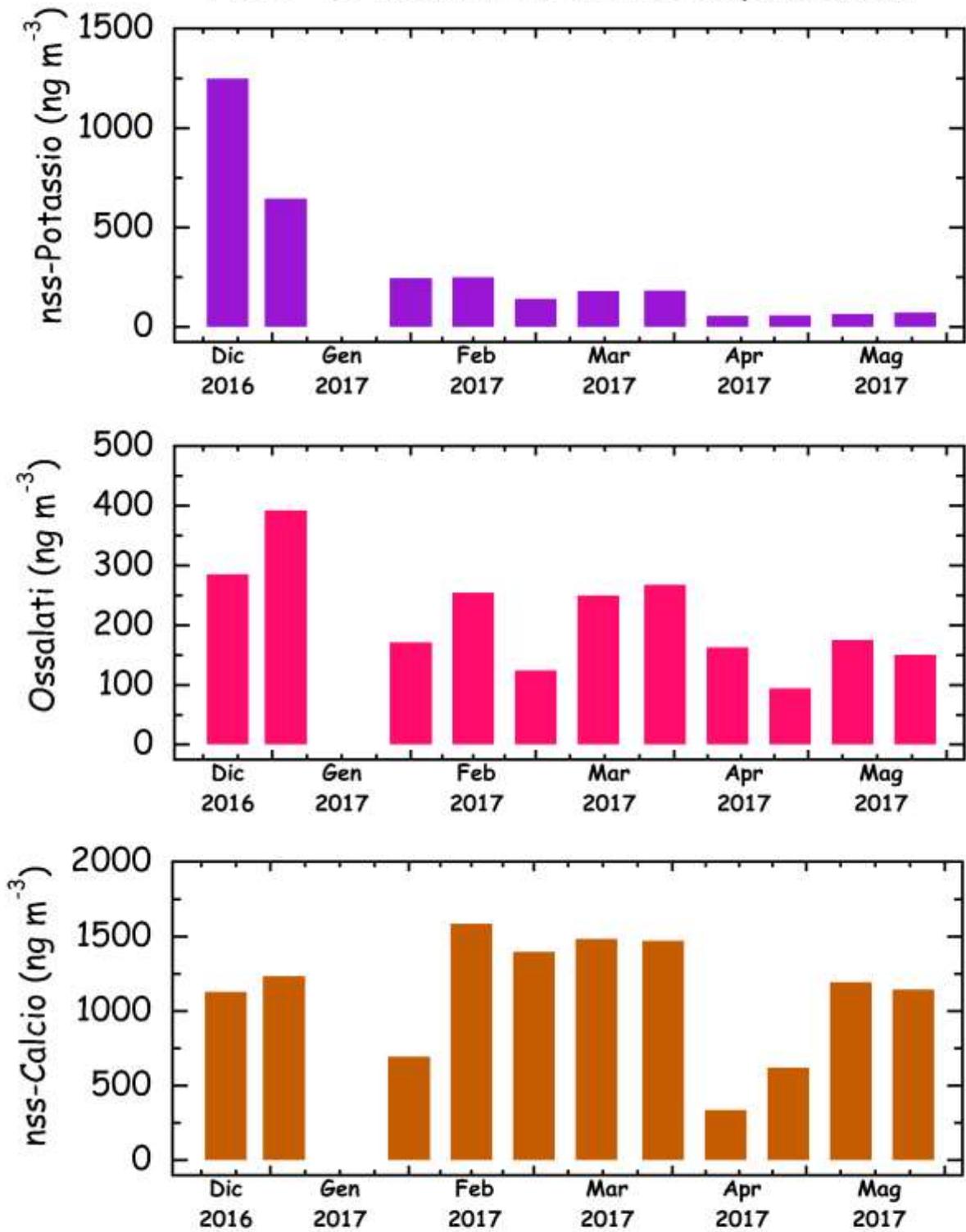
PM10 - S7 SMART Via di Le Prata, Calenzano



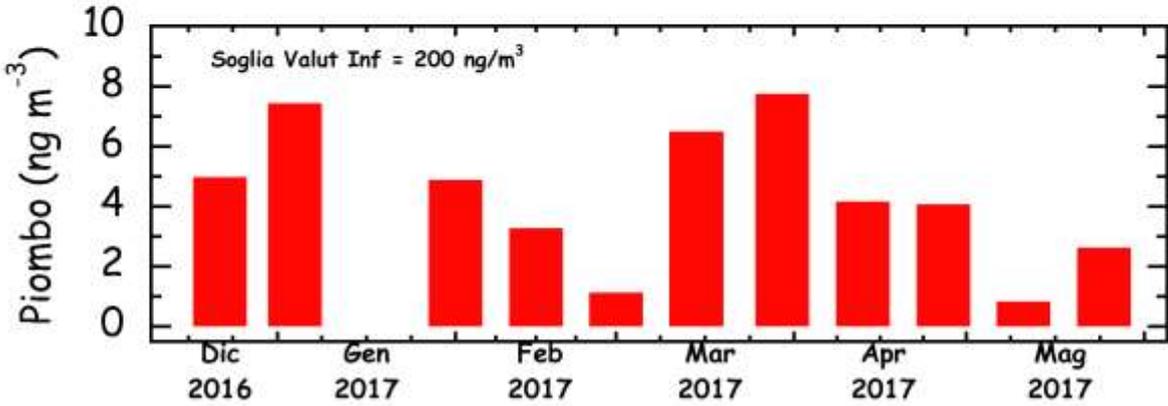
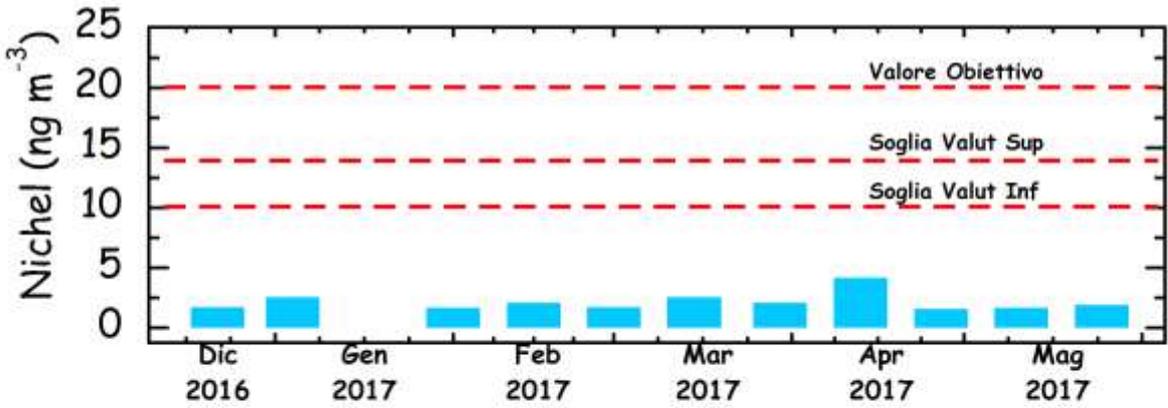
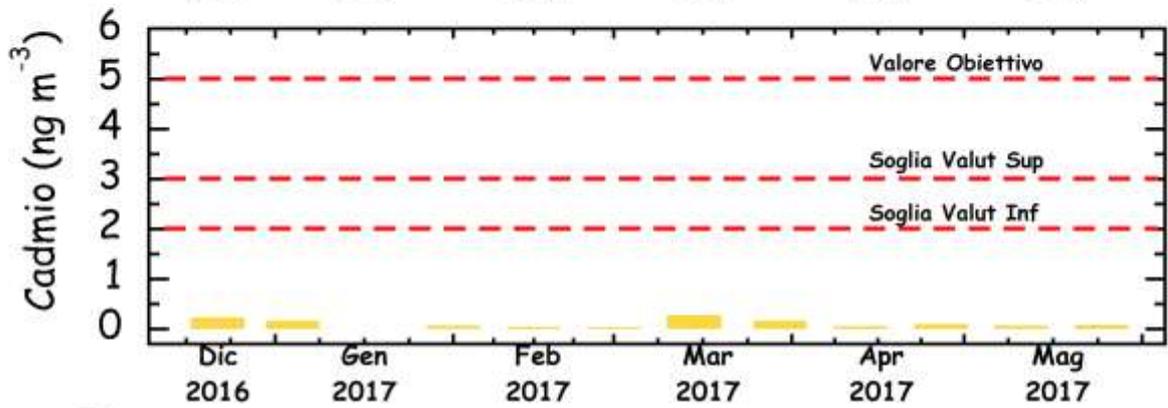
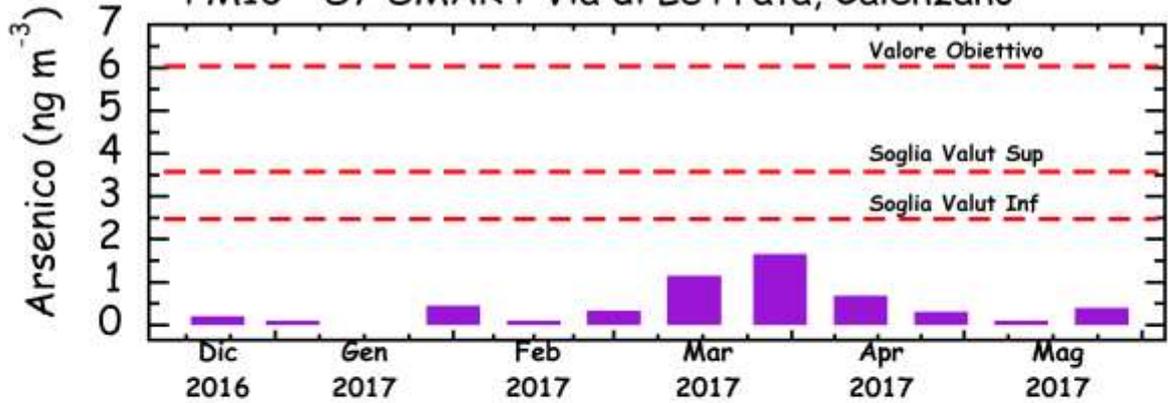
### PM10 - S7 SMART Via di Le Prata, Calenzano



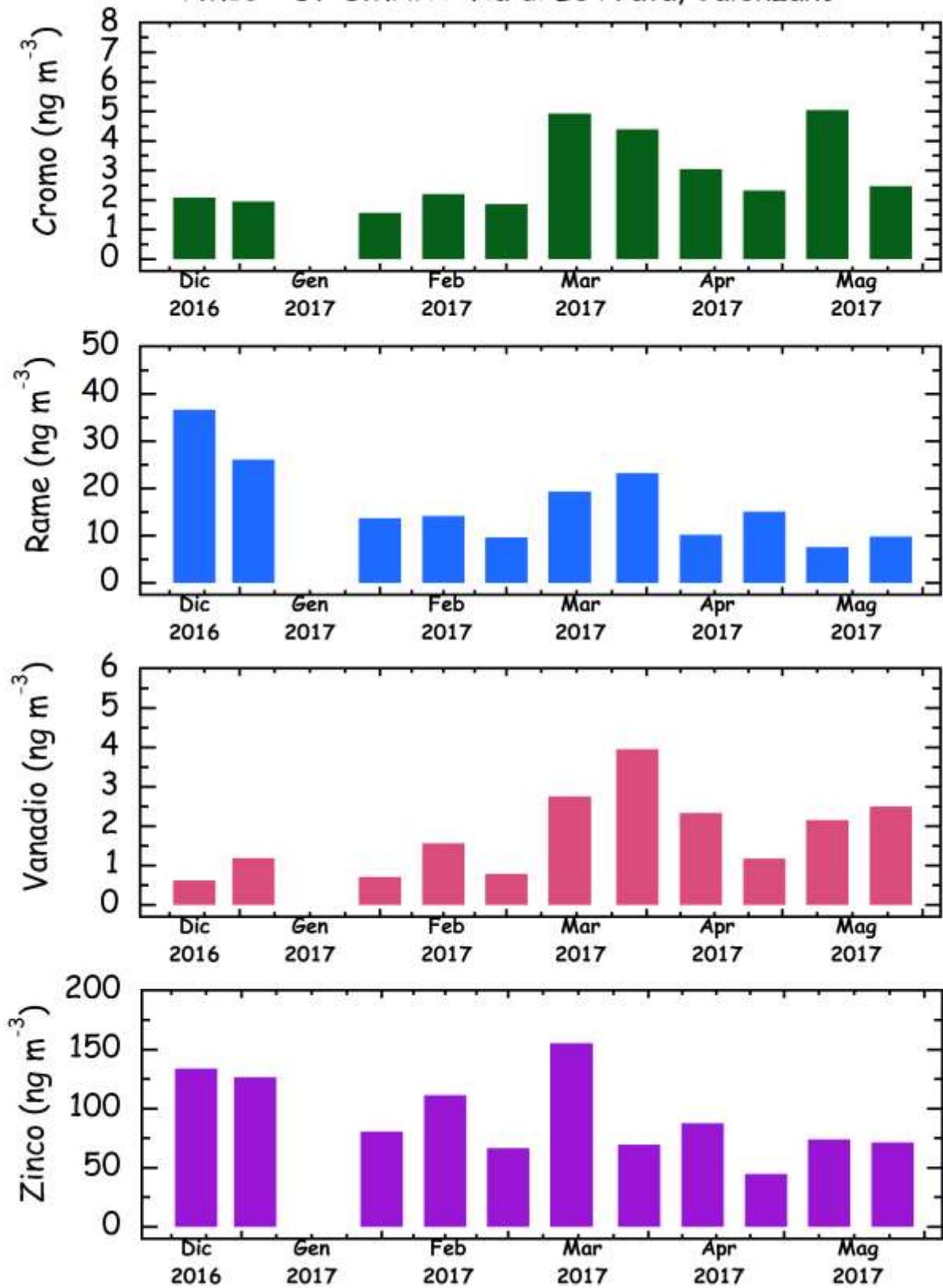
### PM10 - S7 SMART Via di Le Prata, Calenzano



### PM10 - S7 SMART Via di Le Prata, Calenzano



PM10 - S7 SMART Via di Le Prata, Calenzano



## S7 – VIA DI LE PRATA, CALENZANO

### PM10

Valore minimo: 15.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 57.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 29.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 14.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 23.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 decrescono da Dicembre a Maggio di circa il 50%, passando da 50-60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a 15-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . I due campioni di Dicembre hanno registrato superamenti del valore limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (57.7 e 55.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La media calcolata sull'intero periodo di campionamento e' di 29.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore superiore ai dati delle centraline a norma EN 12341 posizionate al Polo Scientifico (PS = 22.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a Case Passerini (CP = 22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ma comunque ben inferiore al limite della media annua di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Secondario Inorganico

Valore minimo: 2.36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 12.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 5.89  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 2.89  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 5.26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del componente "Secondario Inorganico" presenta valori piu' elevati in Dicembre-Gennaio (8.5 e 12.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e alla fine di Marzo (6.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il valore medio (circa 5.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' vicino quelli misurati dalle centraline EN 12341 (entrambi intorno a 4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo di questo componente al peso del PM10 e' del 20%.

### Contributo Crostale

Valore minimo: 1.87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 5.69  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 3.68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 1.29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 3.60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo crostale mostrano valori piu' elevati nel periodo Marzo-Aprile (intorno ai 5-6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mentre si attestano intorno ai 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per il

restante periodo. Il valore massimo ( $5.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' stato misurato nel campione raccolto a meta' Marzo.

Il valore medio di questo componente ( $3.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' piu' elevato dei dati delle centraline a norma ( $\text{CP} = 1.5$  ;  $\text{PS} = 1.6$ ), evidenziando un contributo circa doppio delle polveri crostali sul  $\text{PM}_{10}$  (contributo percentuale di circa il 13%).

### **Spray Marino**

Valore minimo:  $0.51 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $1.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media:  $1.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $0.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana:  $0.97 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo dello spray marino sono costantemente al di sotto di  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con l'eccezione del campione a cavallo tra Febbraio e Marzo, che ha registrato il valore massimo di circa  $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il valore medio,  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e' simile a quelli misurati con le centraline Hydra (ambedue intorno a  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo dello spray marino al  $\text{PM}_{10}$  e' intorno al 3%.

### **Solfati**

Valore minimo:  $918 \text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $4703 \text{ng}/\text{m}^3$

Media:  $2234 \text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1039 \text{ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $2044 \text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni piu' elevate dei solfati sono state misurate nella prima meta' di Gennaio (valore massimo di  $4.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e in Marzo-Aprile (fino a circa  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio ( $2.23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' vicino ai valori misurati dalle centraline PS ( $1.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e CP ( $1.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Nitrati**

Valore minimo:  $1281 \text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $6286 \text{ng}/\text{m}^3$

Media:  $3117 \text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1645 \text{ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $2858 \text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dei nitrati mostrano un trend quasi identico a quello del  $\text{PM}_{10}$ , evidenziando che le combustioni costituiscono il contributo piu' significativo al  $\text{PM}_{10}$

in questo sito. Analogamente al PM10, le concentrazioni piu' elevate (fino al massimo di  $6.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sono registrate in Dicembre. Nel periodo successivo, si ha un abbattimento delle concentrazioni di oltre il 50% (valori tra 1 e  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio (circa  $3.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' superiore ai valori misurati dalle centraline PS e CP (intorno a  $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), dimostrando il maggiore ruolo dei processi di combustione.

### **Ammonio**

Valore minimo:  $77.3 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $2070 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $687 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 549 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $559 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dello ione ammonio seguono i trend sia dei solfati (picco tra Marzo e Aprile) che dei nitrati (elevati valori in Dicembre). La concentrazione piu' elevata di ammonio ( $2070 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) e' stata misurata nella seconda meta' di Dicembre.

Il valore medio ( $687 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) e' analogo a quelli misurati a PS e CP ( $640$  e  $606 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).

### **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo:  $56.6 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $1249 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $287 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 360 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $181 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del nssK seguono fedelmente quelle dei nitrati, con la piu' alta concentrazione (circa  $1250 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) registrata nel campione raccolto a meta' Dicembre. Da Febbraio a Marzo, i valori si assestano intorno a  $200 \text{ ng}/\text{m}^3$ , per poi scendere sotto i  $100 \text{ ng}/\text{m}^3$  in primavera.

Il valore medio ( $287 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) e' identico a quelli misurati a PS e CP ( $288$  e  $274 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).

### **Ossalati**

Valore minimo:  $94.5 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $392 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $212 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 86.6 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $175 \text{ ng}/\text{m}^3$

Gli ossalati seguono i trend compositi di solfati e nitrati. Si osservano picchi di concentrazione in Dicembre (fino al massimo di  $392 \text{ ng}/\text{m}^3$ ), a meta' Febbraio ( $255 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) e in Marzo-Aprile (fino a  $267 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio di 212 ng/m<sup>3</sup> e' sensibilmente maggiore dei valori misurati a PS e CP (rispettivamente, 130 e 126 ng/m<sup>3</sup>).

### **Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)**

Valore minimo: 338 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1586 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1117 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm$  401 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1192 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssCa sono generalmente comprese tra 1000 e 1500 ng/m<sup>3</sup>, con valori sensibilmente inferiori alla fine di Febbraio e alla fine di Aprile.

Il valore medio (circa 1120 ng/m<sup>3</sup>) e' circa il doppio di quelli misurati dalle due centraline PS e CP (560 e 483 ng/m<sup>3</sup>), confermando pienamente il gia' notato maggiore contributo crostale al PM10 in questo sito.

### **Arsenico**

Valore minimo: 0.10 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1.66 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.50 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm$  0.49 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.33 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dell'arsenico sono piuttosto basse (inferiori a 2.5 ng/m<sup>3</sup>) durante tutto il periodo di campionamento, con l'eccezione del campione raccolto a meta' Aprile (massimo di circa 1.7 ng/m<sup>3</sup>)-

Il valore medio di 0.50 ng/m<sup>3</sup> e' identico ai valori misurati a PS e CP (0.54 e 0.58 ng/m<sup>3</sup>) e quasi 5 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>).

### **Cadmio**

Valore minimo: 0.03 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 0.28 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.11 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm$  0.08 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.07 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono notevolmente basse e tutte inferiori a 0.3 ng/m<sup>3</sup>.

Il valore medio (0.11 ng/m<sup>3</sup>) e' piu' basso di quelli misurati a PS e CP (intorno a 0.16 ng/m<sup>3</sup>) e circa 18 volte piu' basso della Soglia di Valutazione Inferiore (2.0 ng/m<sup>3</sup>).

## Nichel

Valore minimo: 1.54 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 4.16 ng/m<sup>3</sup>

Media: 2.13 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.76$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.89 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nichel sono molto basse in tutto il periodo di campionamento, con un massimo di circa 4.2 ng/m<sup>3</sup> registrato nel campione di meta' Aprile.

La media calcolata sull'intero periodo (circa 2.1 ng/m<sup>3</sup>) e' nettamente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (10 ng/m<sup>3</sup>), anche se superiore ai valori misurati nelle due centraline al Polo Scientifico e a Case Passerini (circa 1.6 ng/m<sup>3</sup>).

## Piombo

Valore minimo: 0.82 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 7.75 ng/m<sup>3</sup>

Media: 4.33 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 2.31$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 4.15 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del piombo seguono piuttosto bene il trend dei solfati, con i valori piu' elevati misurati in Dicembre (fino a 5 ng/m<sup>3</sup>) e Marzo-Aprile (fino al massimo di 7.75 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (circa 4.3 ng/m<sup>3</sup>) e' sostanzialmente inferiore alle concentrazioni misurate a PS e CP (5.6 e 6.8 ng/m<sup>3</sup>, rispettivamente) e oltre 50 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore.

## Cromo

Valore minimo: 1.56 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 5.05 ng/m<sup>3</sup>

Media: 2.90 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 1.28$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 2.32 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cromo sono modeste (inferiori a 5 ng/m<sup>3</sup>), con i valori relativamente piu' elevati misurati nel periodo Marzo-Maggio (fino al massimo di circa 5.1 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (2.9 ng/m<sup>3</sup>) e' simile ai valori misurati a PS e CP (4.3 e 3.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Rame**

Valore minimo: 7.52 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 36.6 ng/m<sup>3</sup>

Media: 16.8 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 8.81 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 14.2 ng/m<sup>3</sup>

Il trend delle concentrazioni del rame mostra valori relativamente piu' elevati in Dicembre (fino al massimo di 36.6 ng/m<sup>3</sup>) e in Marzo (fino a 23.2 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di 16.8 ng/m<sup>3</sup> e' decisamente inferiore a quelli misurati al Polo Scientifico (30.1 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini (25.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.62 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.95 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.79 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 1. ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.56 ng/m<sup>3</sup>

Il vanadio mostra concentrazioni piu' elevate in primavera che in inverno, dato che non ha fonti locali importanti. Il valore piu' elevato (circa 4 ng/m<sup>3</sup>) e' stato registrato a fine Marzo – inizio Aprile.

Il valore medio (circa 1.8 ng/m<sup>3</sup>) e' perfettamente analogo con i valori misurati a PS e CP (1.5 e 1.7 ng/m<sup>3</sup>, rispettivamente).

## **Zinco**

Valore minimo: 44.8 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 155 ng/m<sup>3</sup>

Media: 92.9 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 34.1 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 80.7 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello zinco mostrano valori relativamente costanti, intorno a 50-100 ng/m<sup>3</sup>, con le eccezioni dei periodi Dicembre-Gennaio (fino a 134 ng/m<sup>3</sup>) e del picco massimo registrato a meta' Marzo (155 ng/m<sup>3</sup>).

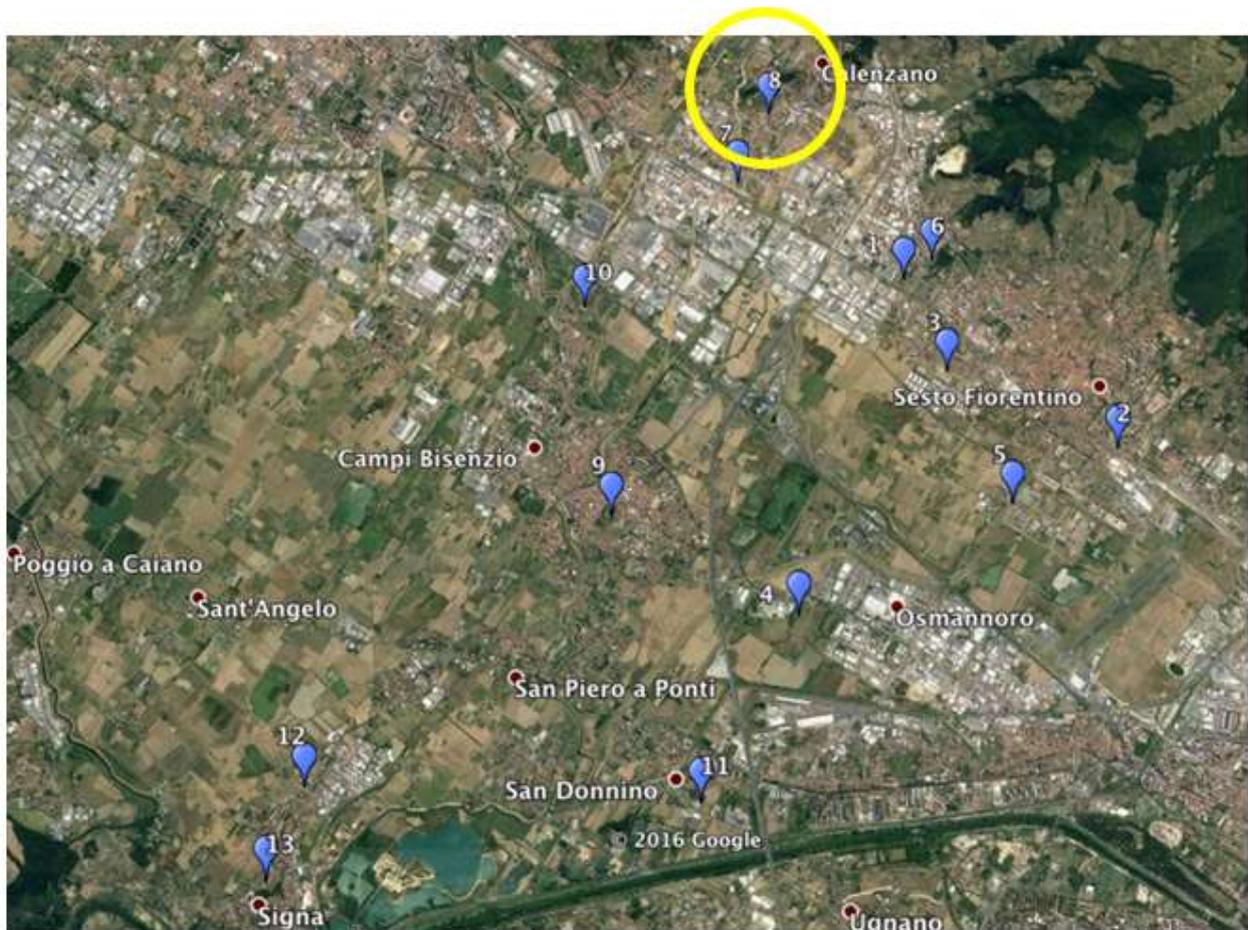
Il valore medio misurato in questo sito (circa 93 ng/m<sup>3</sup>) e' circa il doppio di quelli registrati a PS (43 ng/m<sup>3</sup>) e a CP (39 ng/m<sup>3</sup>), ma e' inferiore alle concentrazioni medie annuali misurate nel PM2.5 a Sesto F.no nel 2010/11 (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e nel 2011/12 (circa 120 ng/m<sup>3</sup>).

## S8 – VIA MASCAGNI, CALENZANO

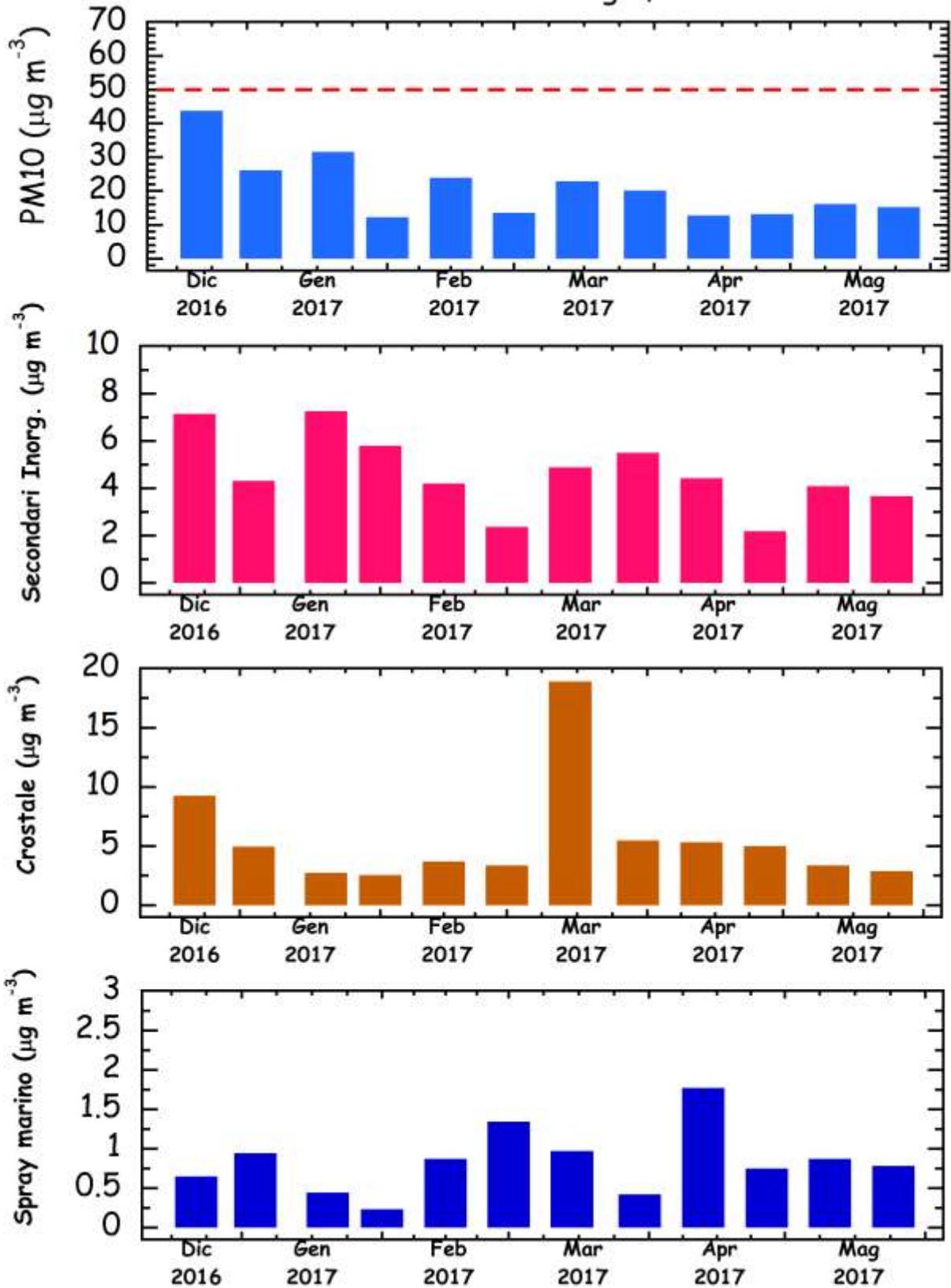
Tipo di campionatore: **FAI - SMART**

Periodo di campionamento: **22.12.2016 – 08.06.2017**

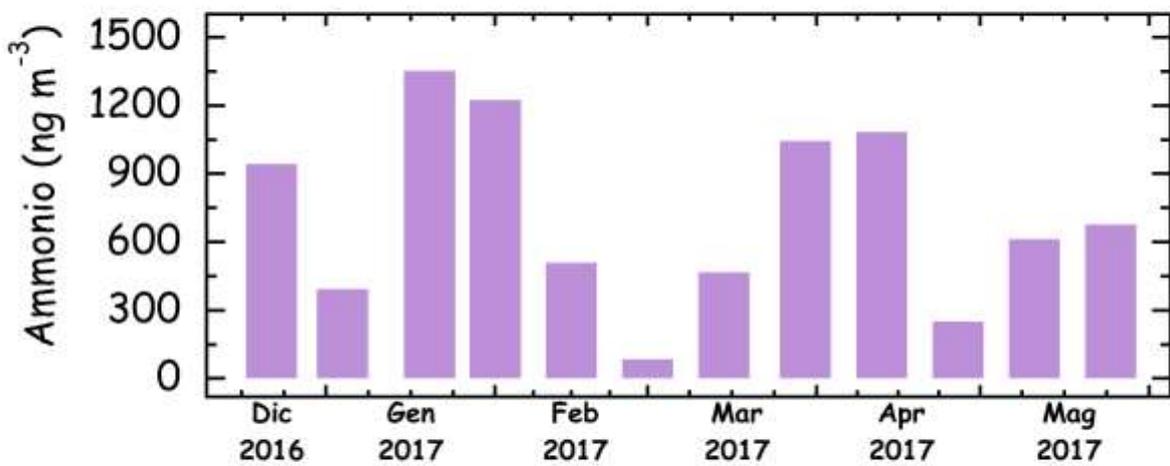
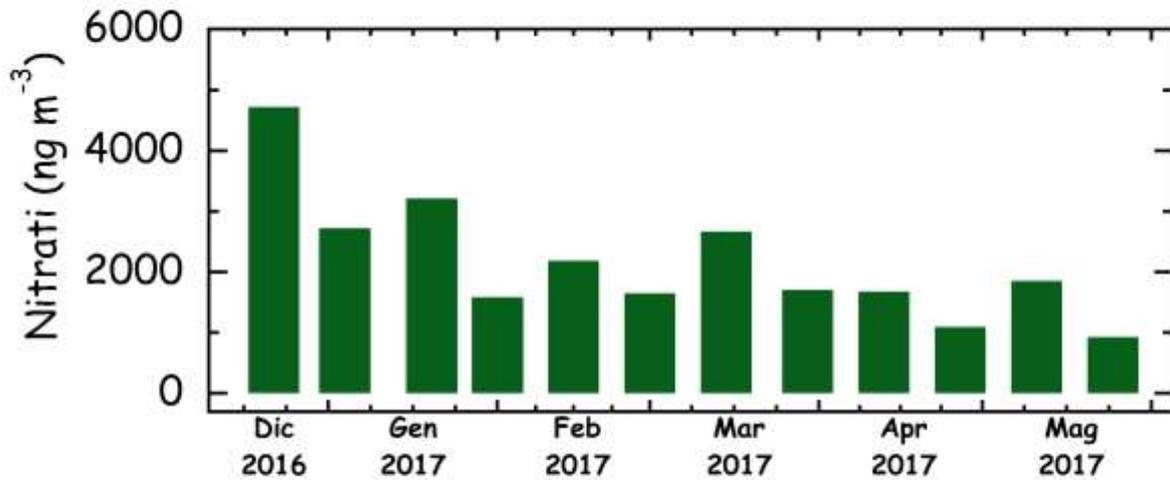
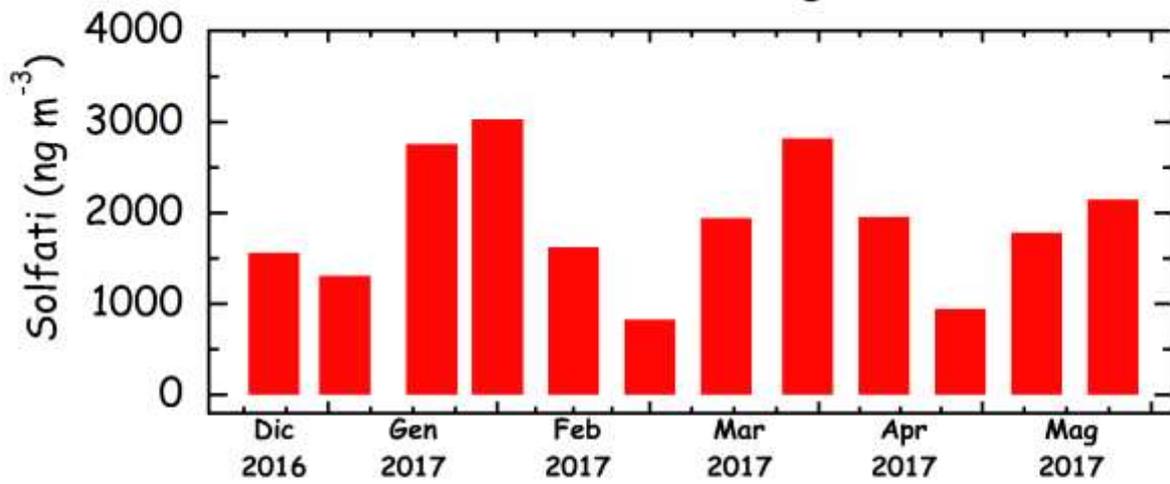
Numero campioni raccolti: **12**



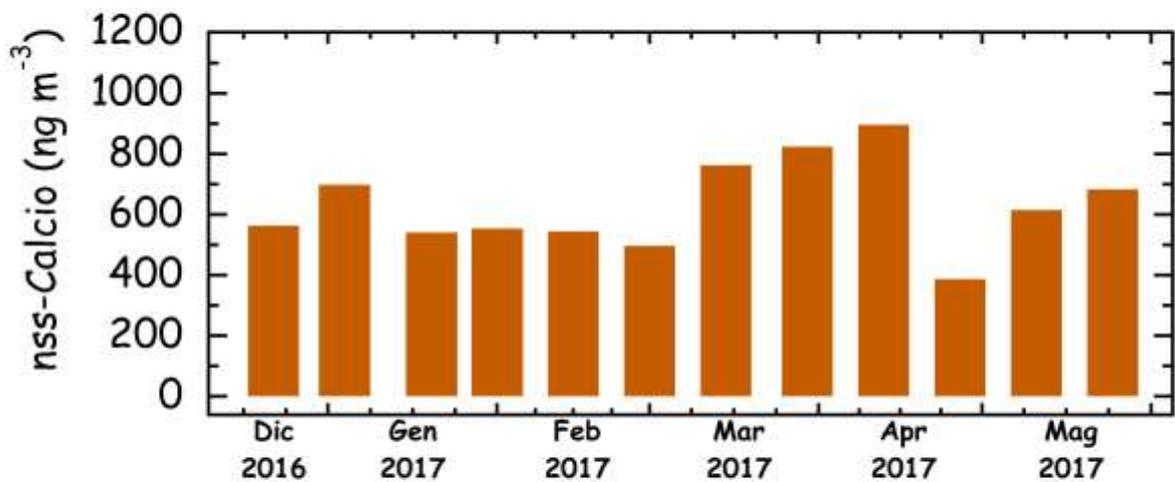
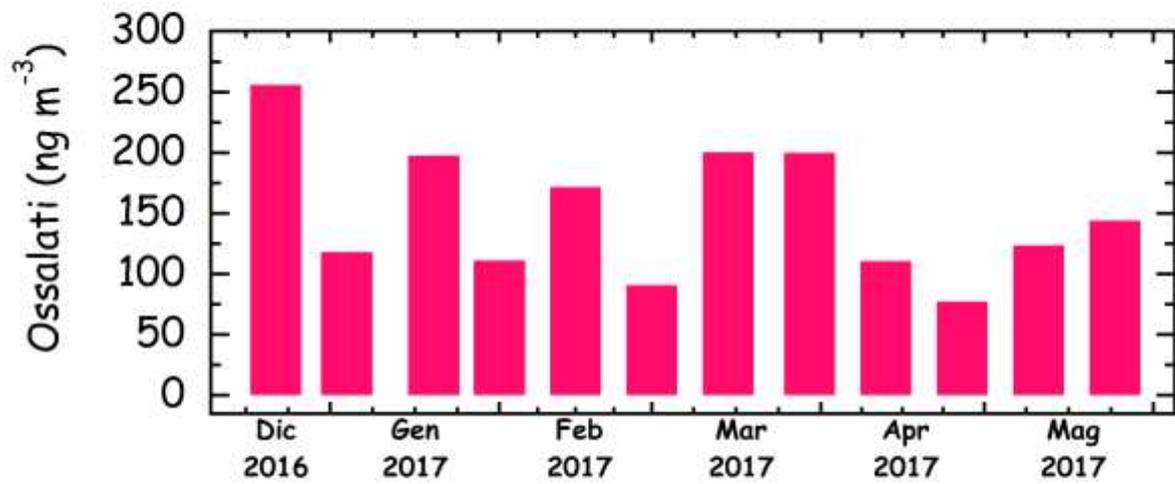
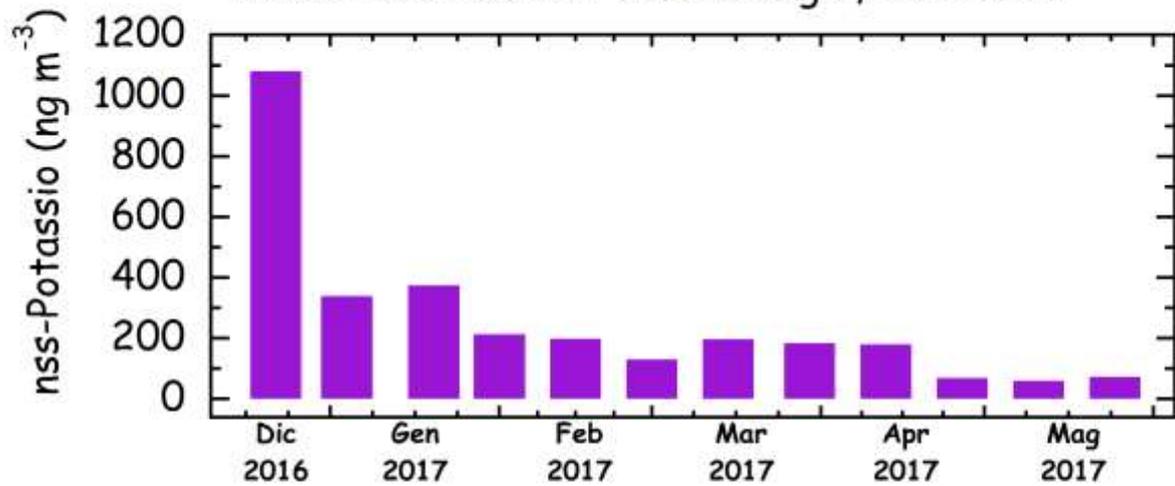
PM10 - S8 SMART Via Mascagni, Calenzano



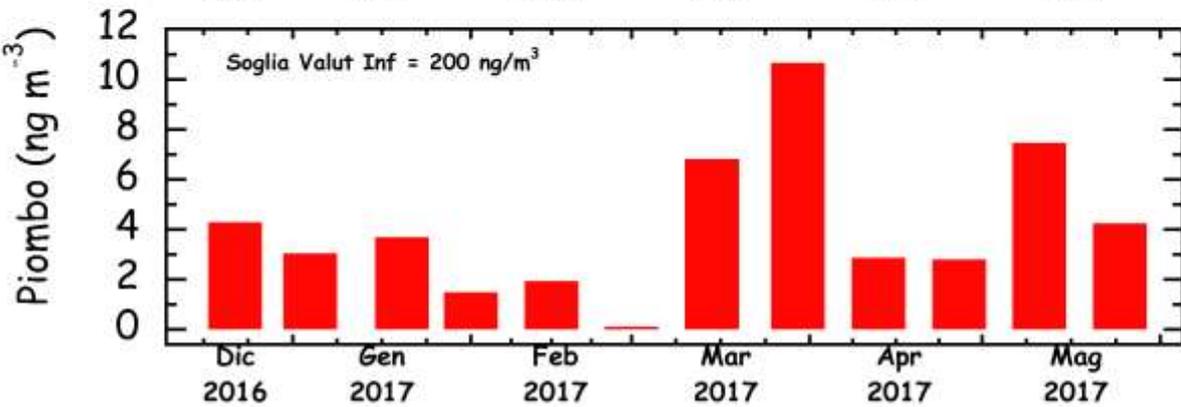
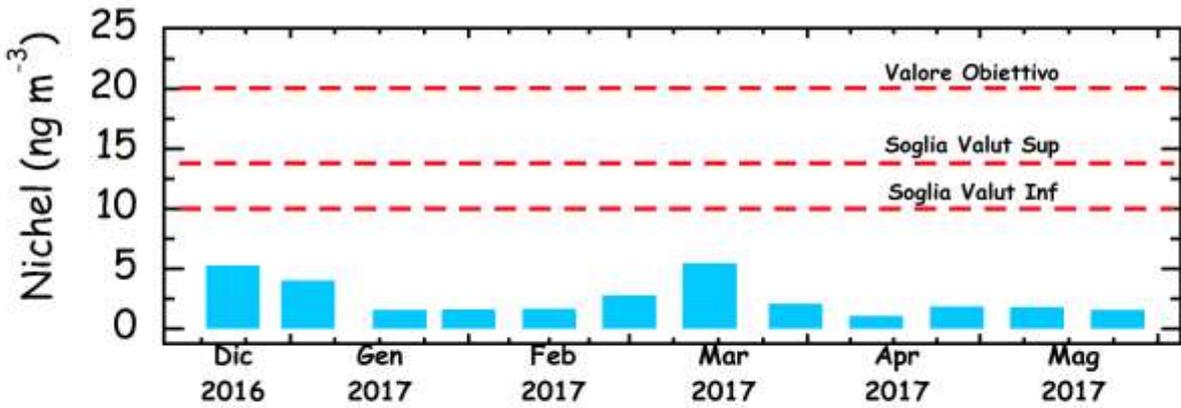
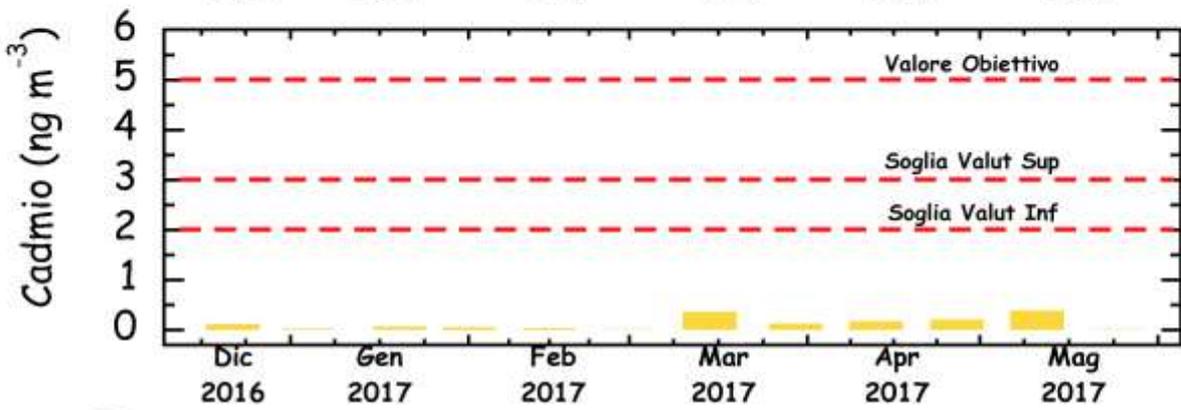
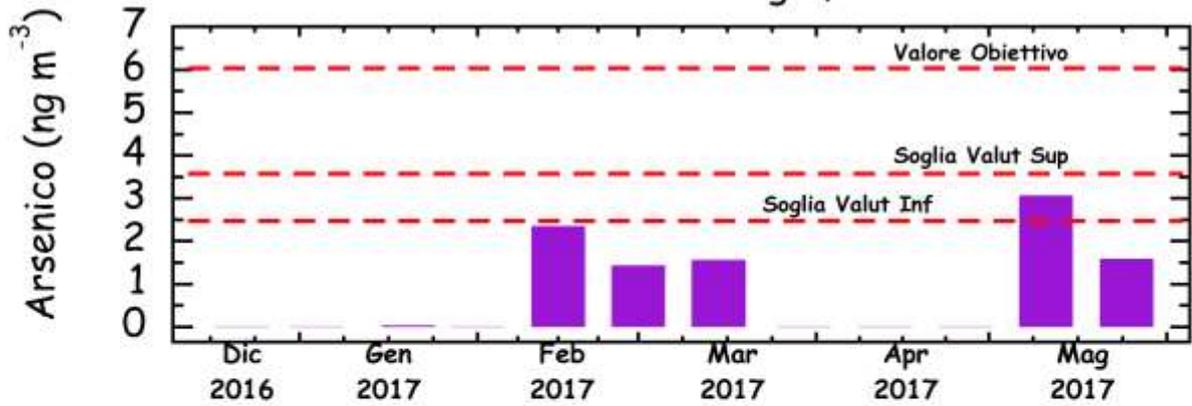
PM10 - S8 SMART Via Mascagni, Calenzano



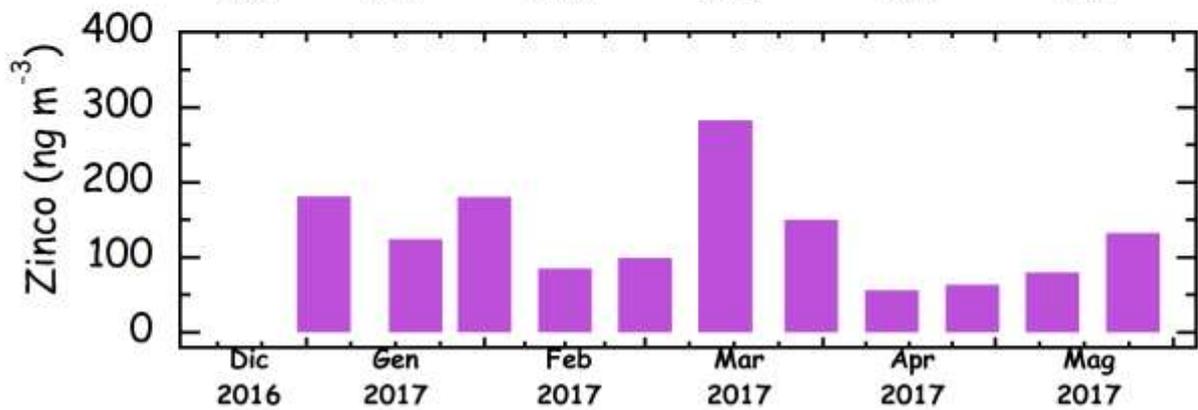
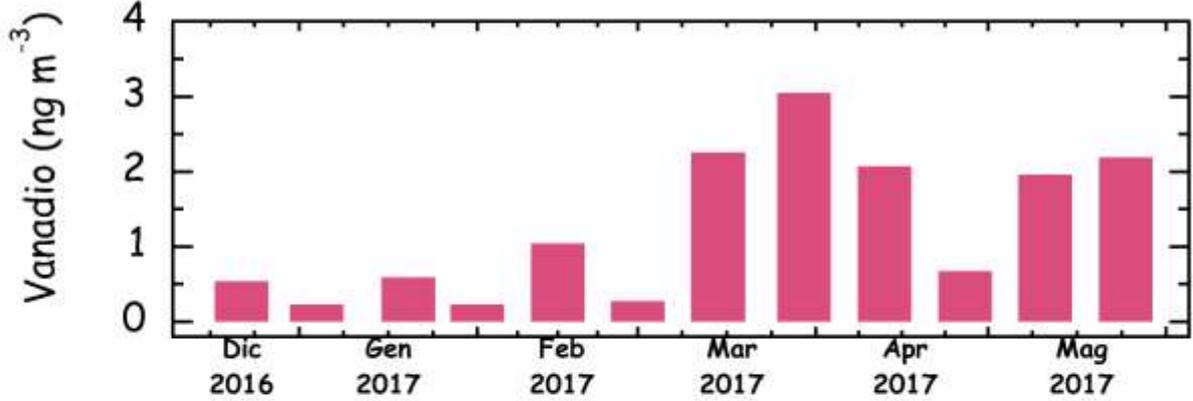
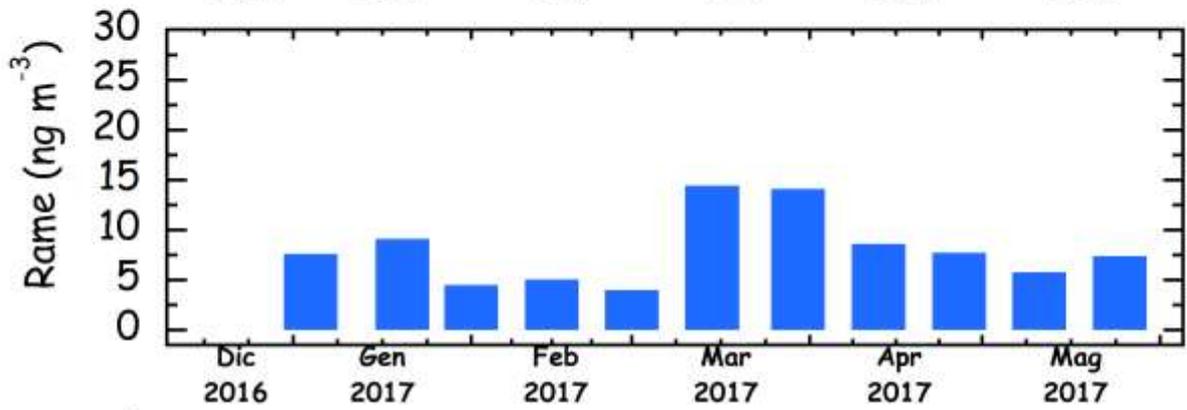
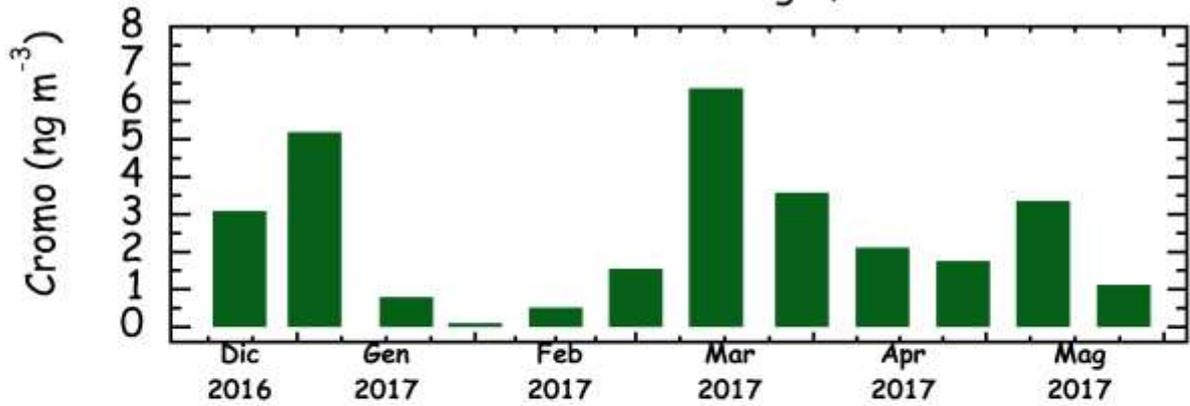
PM10 - S8 SMART Via Mascagni, Calenzano



### PM10 - S8 SMART Via Mascagni, Calenzano



PM10 - S8 SMART Via Mascagni, Calenzano



## S8 – VIA MASCAGNI, CALENZANO

### PM10

Valore minimo: 12.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 43.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 21.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 9.48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 18.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 decrescono in maniera graduale da Dicembre a Maggio, passando dai 43.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  del massimo di Dicembre a valori intorno a 10-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in primavera. Nessun campione mostra valori superiori a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Occorre ancora notare che i dati si riferiscono all'analisi di filtri di 15 giorni. I picchi di concentrazione giornalieri vengono, quindi, smutati.

La media calcolata sull'intero periodo di campionamento e' di 21.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore piuttosto basso (circa la meta' del limite di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e in linea con i dati delle centraline a norma EN 12341 posizionate al Polo Scientifico (PS = 22.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a Case Passerini (CP = 22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### Secondario Inorganico

Valore minimo: 2.17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 7.25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 1.60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 4.36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del componente "Secondario Inorganico" presenta valori piu' elevati in Dicembre-Gennaio (fino al massimo di circa 7.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e Marzo-Aprile (fino a 5.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio (circa 4.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' molto vicino a quelli misurati dalle centraline EN 12341 (entrambi intorno a 4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo di questo componente al peso del PM10 e' intorno al 22%.

### Contributo Crostale

Valore minimo: 2.56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 18.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 5.62  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 4.57  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 4.33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo crostale mostrano valori piu' elevati in Dicembre (fino a circa  $9.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a meta' Marzo (quando e' stato registrato il valore massimo di  $18.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Per il restante periodo, le concentrazioni si sono mantenute generalmente al di sotto dei  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il valore medio di questo componente (circa  $5.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' circa 3 volte piu' elevato di quello delle centraline CP e PS (intorno a  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), evidenziando un maggiore contributo delle polveri crostali sul PM10. In questo sito, infatti, tale contributo (circa 26%) e' addirittura superiore a quello del componente "secondario inorganico" (22%).

### **Spray Marino**

Valore minimo:  $0.23 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $1.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media:  $0.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $0.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana:  $0.83 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo dello spray marino sono costantemente al di sotto dei  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con un massimo di circa  $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a meta' Aprile.

Il valore medio,  $0.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e' molto simile a quelli misurati con le centraline Hydra (intorno a  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo dello spray marino al PM10 e' di circa il 4%.

### **Solfati**

Valore minimo:  $826 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $3030 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $1892 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 709 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $1862 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dei solfati mostrano due picchi di concentrazione in Gennaio (fino al valore massimo di circa  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e in Marzo-Aprile (fino a  $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Anche i valori di inizi Giugno sono relativamente elevati ( $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio ( $1.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' analogo ai valori misurati dalle centraline PS ( $1.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e CP ( $1.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Nitrati**

Valore minimo:  $931 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $4716 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $2167 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1044 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 1780 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dei nitrati mostrano un trend molto simile a quello del PM10, con una leggera e costante discesa dai valori invernali (fino al massimo di 4.7 µg/m<sup>3</sup> registrato a meta' Dicembre) a quelli primaverili (tra 1 e 2 µg/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (circa 2.2 µg/m<sup>3</sup>) e' leggermente superiore ai valori misurati dalle centraline del Polo Scientifico (PS) e a Case Paserini (CP), intorno a 1.9 µg/m<sup>3</sup>.

### **Ammonio**

Valore minimo: 84.2 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1351 ng/m<sup>3</sup>

Media: 720 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 404 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 644 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello ione ammonio seguono i trend sia dei solfati (picchi in Gennaio e a Marzo-Aprile) che dei nitrati (valori relativamente elevati a meta' Dicembre). La concentrazione piu' elevata di ammonio (circa 1350 ng/m<sup>3</sup>) e' stata misurata a meta' Gennaio.

Il valore medio (720 ng/m<sup>3</sup>) e' analogo a quelli misurati a PS e CP (640 e 606 ng/m<sup>3</sup>).

### **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo: 59.6 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1080 ng/m<sup>3</sup>

Media: 258 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 277 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 190 ng/m<sup>3</sup>

Il trend dei nssK e' molto simile a quello dei nitrati, con un picco di concentrazione a meta' Dicembre (1080 ng/m<sup>3</sup>) e una veloce discesa dei valori verso concentrazioni primaverili inferiori a 100 ng/m<sup>3</sup>.

Il valore medio (258 ng/m<sup>3</sup>) e' analogo a quelli misurati a PS e CP (288 e 274 ng/m<sup>3</sup>).

### **Ossalati**

Valore minimo: 77.6 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 256 ng/m<sup>3</sup>

Media: 150 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 54.3 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 134 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni degli ossalati mostrano un picco (massimo valore di 256 ng/m<sup>3</sup>) a meta' Dicembre, come i nitrati, e i due picchi in Gennaio (fino 197 ng/m<sup>3</sup>) e in Marzo-Aprile (fino a 200 ng/m<sup>3</sup>) gia' descritti per i solfati.

Il valore medio di 150 ng/m<sup>3</sup> e' molto simile ai valori misurati dalle centraline PS e CP (130 e 126 ng/m<sup>3</sup>).

### **Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)**

Valore minimo: 388 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 895 ng/m<sup>3</sup>

Media: 630 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 146$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 589 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssCa rimangono relativamente costanti, intorno a valori tra 400 e 800 ng/m<sup>3</sup>, in tutto il periodo di campionamento. Concentrazioni mediamente piu' elevate sono state misurate in Marzo-Aprile (fino al massimo di 895 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (630 ng/m<sup>3</sup>) e' superiore a quelli misurati dalle due centraline PS e CP (560 e 483 ng/m<sup>3</sup>), confermando il maggiore contributo delle polveri cristalline al peso del PM10.

### **Arsenico**

Valore minimo: 0.01 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.06 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.84 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 1.11$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dell'arsenico sono trascurabili in inverno e ad Aprile. Due picchi di concentrazione sono, pero', visibili in Febbraio-Marzo (fino a 2.3 ng/m<sup>3</sup>) e, soprattutto, a Maggio, quando e' stato misurato il valore massimo di circa 3.1 ng/m<sup>3</sup>.

Il valore medio di 0.83 ng/m<sup>3</sup> e' un po' superiore ai valori misurati dalle centraline PS e CP (0.54 e 0.58 ng/m<sup>3</sup>), ma circa 3 volte inferiore al limite della Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>).

### **Cadmio**

Valore minimo: 0.01 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 0.38 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.13 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.13$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.09 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono notevolmente basse in tutto il periodo e sempre inferiori a  $0.4 \text{ ng/m}^3$ .

Il valore medio ( $0.13 \text{ ng/m}^3$ ) e' analogo a quelli misurati a PS e CP (intorno a  $0.16 \text{ ng/m}^3$ ) e circa 15 volte piu' basso della Soglia di Valutazione Inferiore ( $2.0 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Nichel**

Valore minimo:  $1.05 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $5.46 \text{ ng/m}^3$

Media:  $2.56 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1.51 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $1.83 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni del nichel sono generalmente basse, tutte al di sotto dei  $6 \text{ ng/m}^3$ . Il valore massimo di circa  $5.5 \text{ ng/m}^3$  e' stato misurato nel campione raccolto a meta' Marzo.

La media calcolata sull'intero periodo ( $2.6 \text{ ng/m}^3$ ) e' nettamente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore ( $10 \text{ ng/m}^3$ ), anche se sensibilmente superiore ai valori misurati nelle due centraline PS ( $1.7 \text{ ng/m}^3$ ) e CP ( $1.5 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Piombo**

Valore minimo:  $0.1 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $10.7 \text{ ng/m}^3$

Media:  $4.11 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 2.92 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $3.36 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni del piombo presentano valori piu' elevati a Marzo (fino al massimo di  $10.7 \text{ ng/m}^3$ ) e a Maggio (fino a  $7.5 \text{ ng/m}^3$ ).

La media (circa  $4.1 \text{ ng/m}^3$ ) e' simile ai valori misurati a PS e CP ( $5.6$  e  $6.8 \text{ ng/m}^3$ ) e circa 50 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore ( $200 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Cromo**

Valore minimo:  $0.1 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $6.37 \text{ ng/m}^3$

Media:  $2.46 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1.92 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $1.94 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni del cromo sono modeste, con i piu' elevati livelli misurati agli inizi di Gennaio ( $5.2 \text{ ng/m}^3$ ) e a meta' Marzo, (valore massimo di circa  $6.4 \text{ ng/m}^3$ ).

La media ( $2.46 \text{ ng/m}^3$ ) e' di poco inferiore ai valori misurati a PS e CP ( $4.3$  e  $3.2 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Rame**

Valore minimo: 3.99 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 14.4 ng/m<sup>3</sup>

Media: 8.0 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 3.5 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 7.59 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del rame sono tutte inferiori ai 15 ng/m<sup>3</sup>. Il valore massimo (14.4 ng/m<sup>3</sup>) e' stato registrato alla meta' di Marzo.

Il valore medio di 8.0 ng/m<sup>3</sup> e' decisamente inferiore a quelli misurati al Polo Scientifico (30.1 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini (25.2 ng/m<sup>3</sup>), ma occorre notare che il Cu (insieme allo Zn) non e' stato determinato nel campione di meta' Dicembre per un problema di contaminazione.

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.23 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.05 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.26 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 0.99 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.86 ng/m<sup>3</sup>

Il vanadio mostra concentrazioni notevolmente basse (generalmente inferiori a 1 ng/m<sup>3</sup>) in inverno, e valori piu' elevati in primavera. Si possono notare due larghi picchi in Marzo- Aprile (massimo di 3.05 ng/m<sup>3</sup>) e in Maggio-Giugno (fino a 2.2 ng/m<sup>3</sup>).

La media (circa 1.3 ng/m<sup>3</sup>) e' analoga ai valori misurati a PS e CP (1.5 e 1.7 ng/m<sup>3</sup>).

## **Zinco**

Valore minimo: 55.7 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 282 ng/m<sup>3</sup>

Media: 130 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 66.6 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 125 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello zinco mostrano valori relativamente piu' elevati in Dicembre-Gennaio (fino a 181 ng/m<sup>3</sup>) e, soprattutto, alla meta' di Marzo, quando e' stato registrato il valore massimo di 283 ng/m<sup>3</sup>).

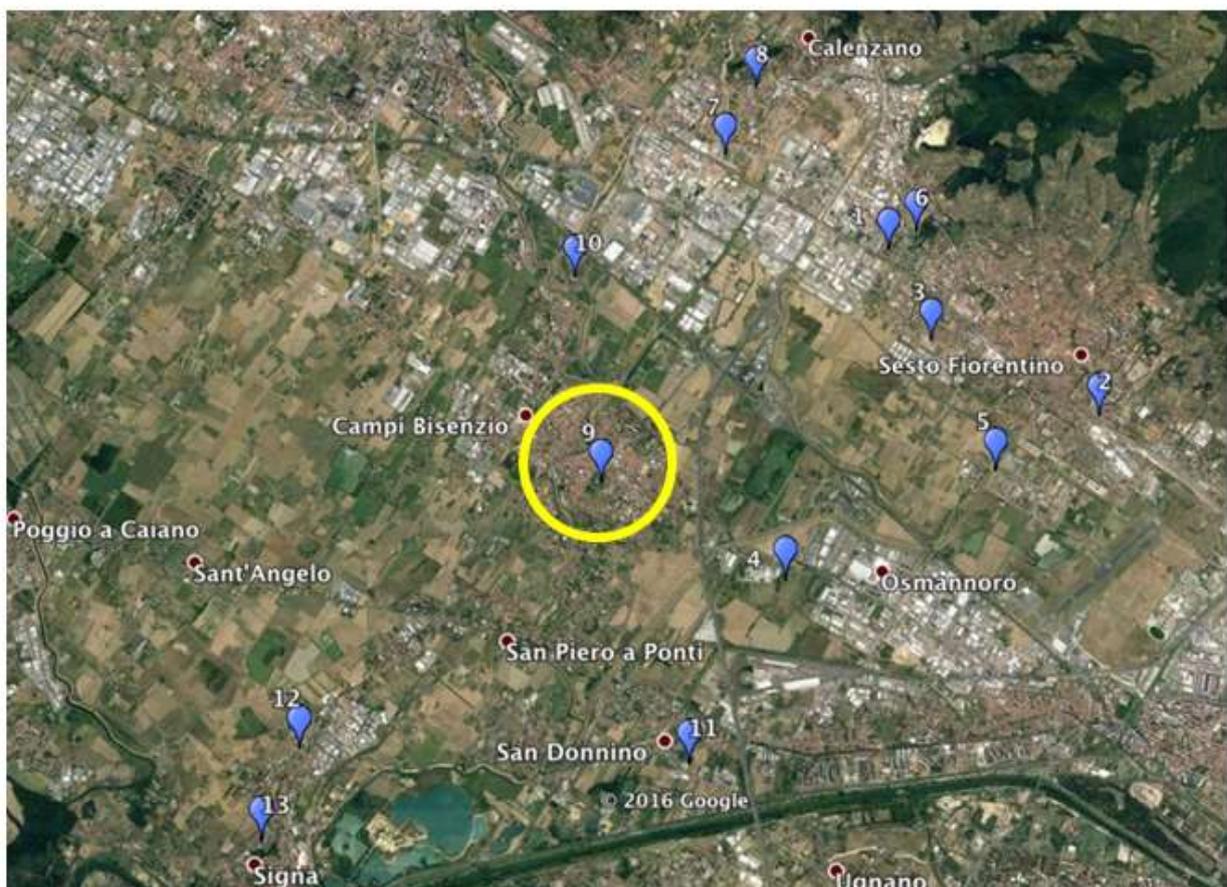
La media (130 ng/m<sup>3</sup>) e' notevolmente piu' elevata di quelle misurate a PS (43 ng/m<sup>3</sup>) e CP (39 ng/m<sup>3</sup>), ma e' comunque di poco superiore alle medie annuali misurate nel PM2.5 a Sesto F.no nel 2010/11 (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e nel 2011/12 (circa 120 ng/m<sup>3</sup>).

## S9 – VILLA RUCELLAI, CAMPI BISENZIO

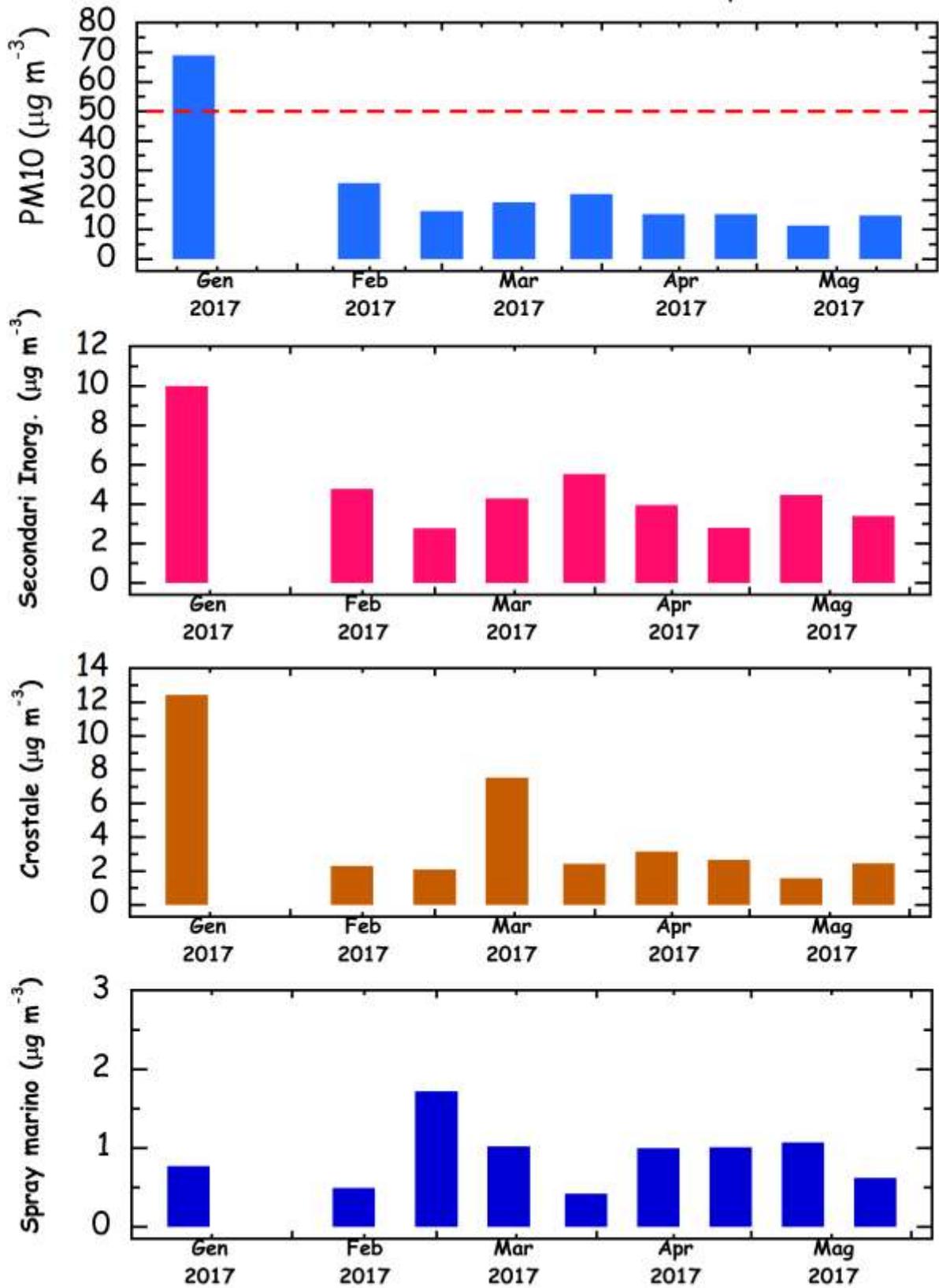
Tipo di campionatore: **FAI - SMART**

Periodo di campionamento: **12.01.2017 – 08.06.2017**

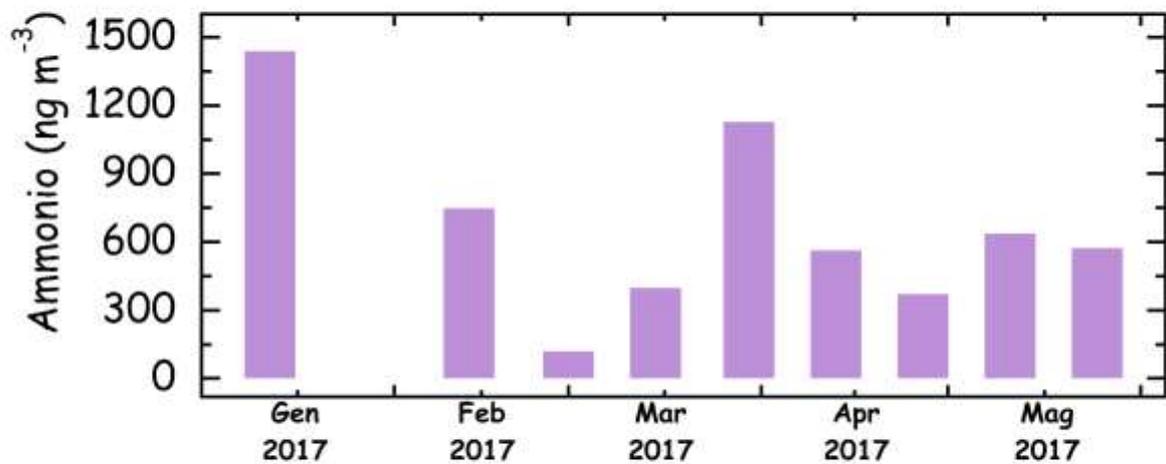
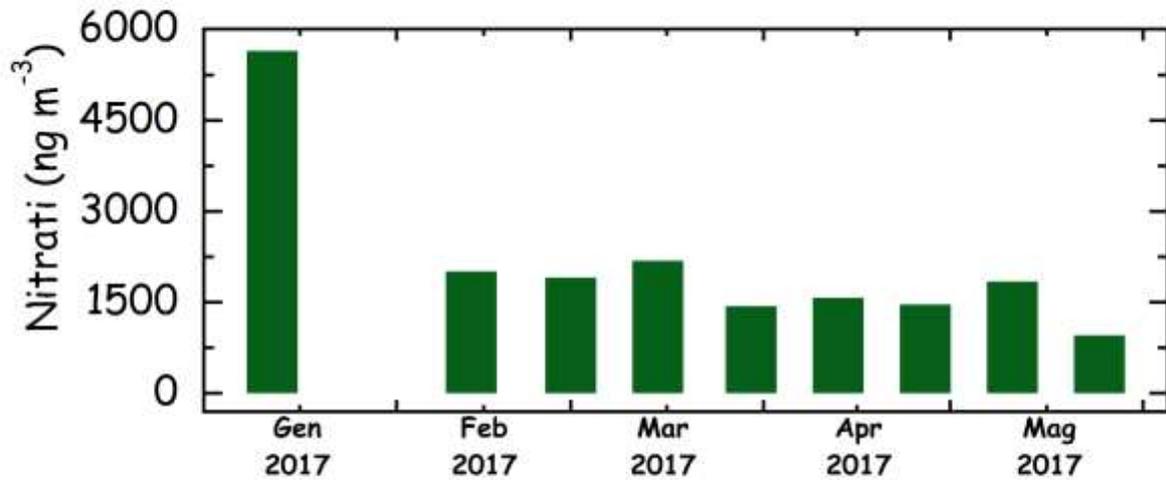
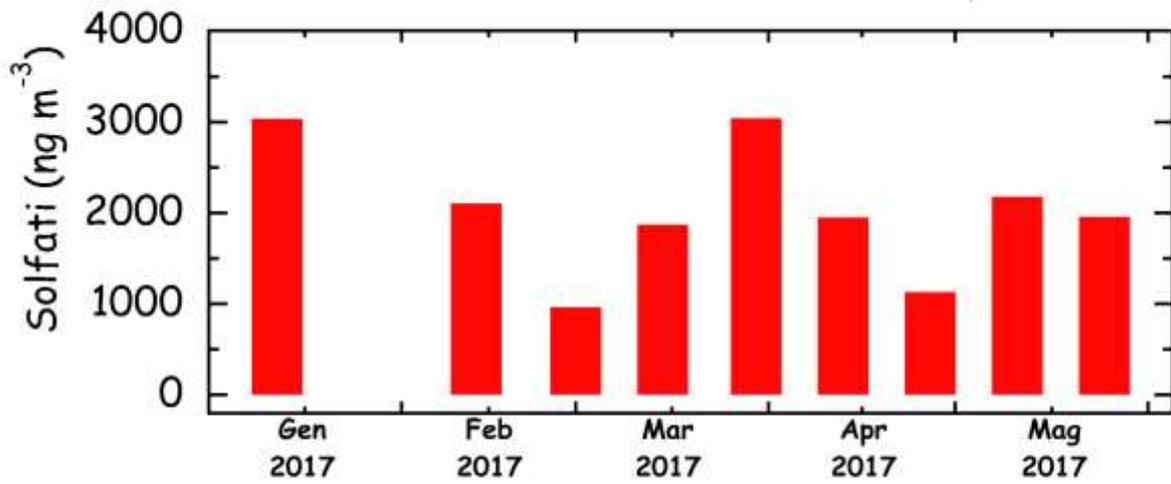
Numero campioni raccolti: **9**



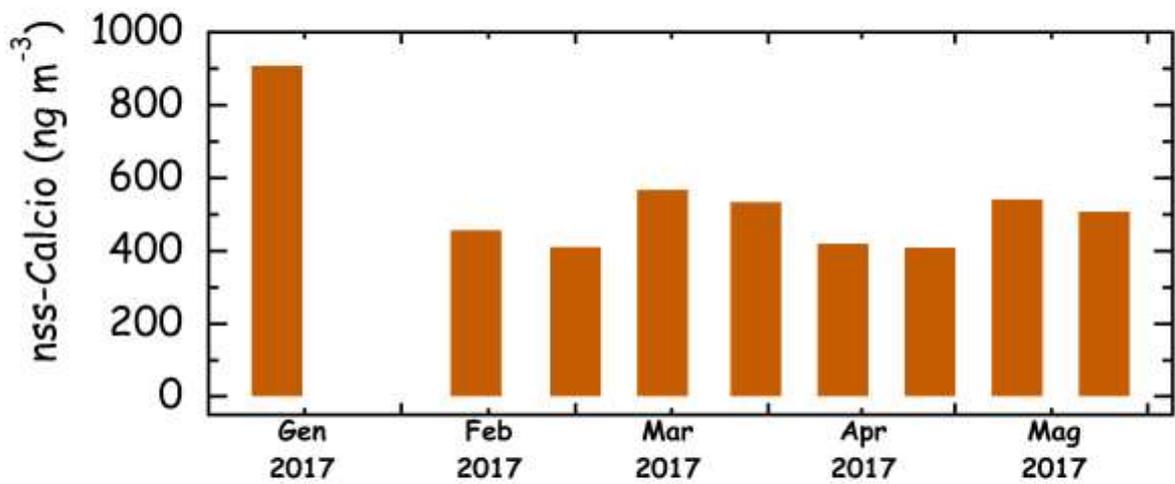
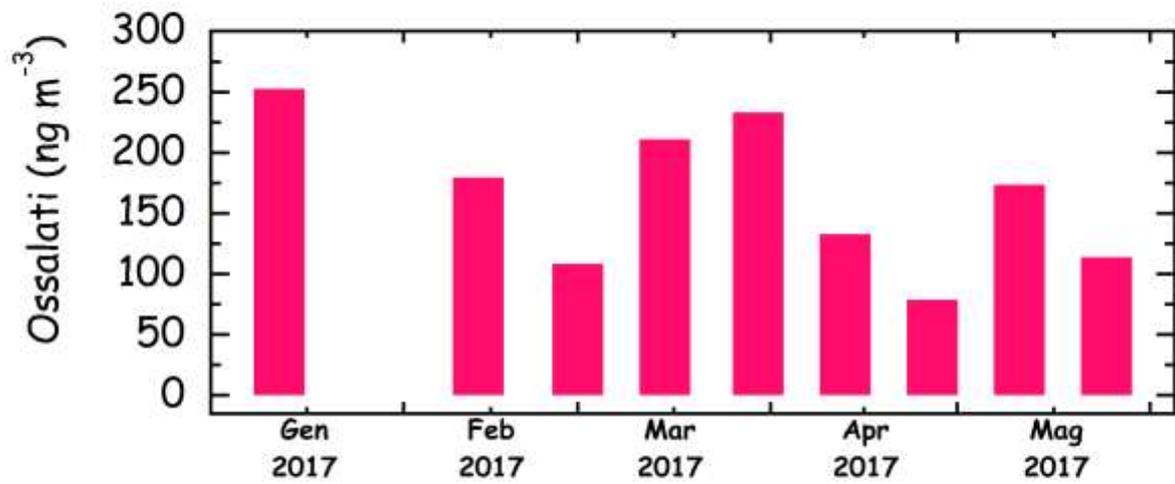
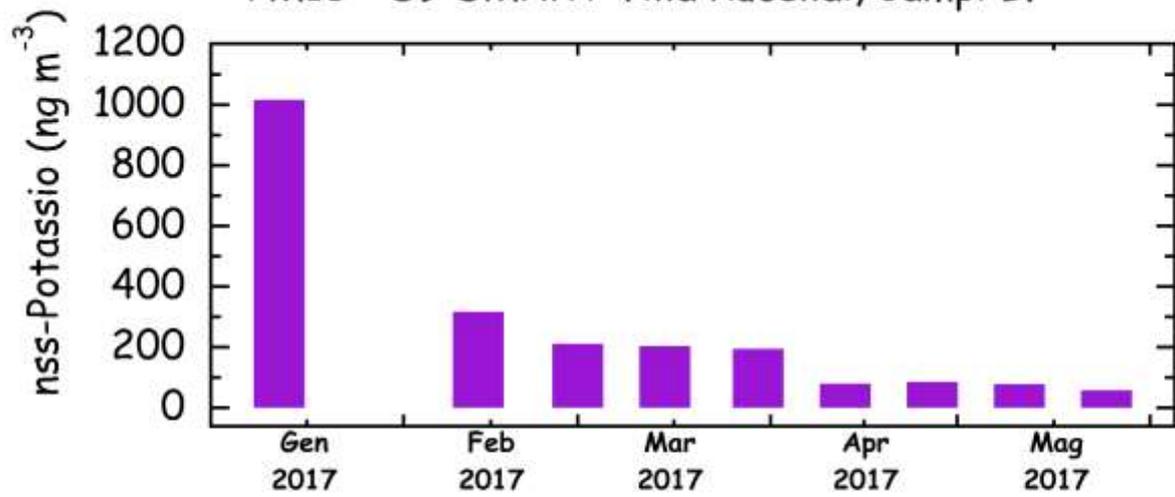
PM10 - S9 SMART Villa Rucellai, Campi B.



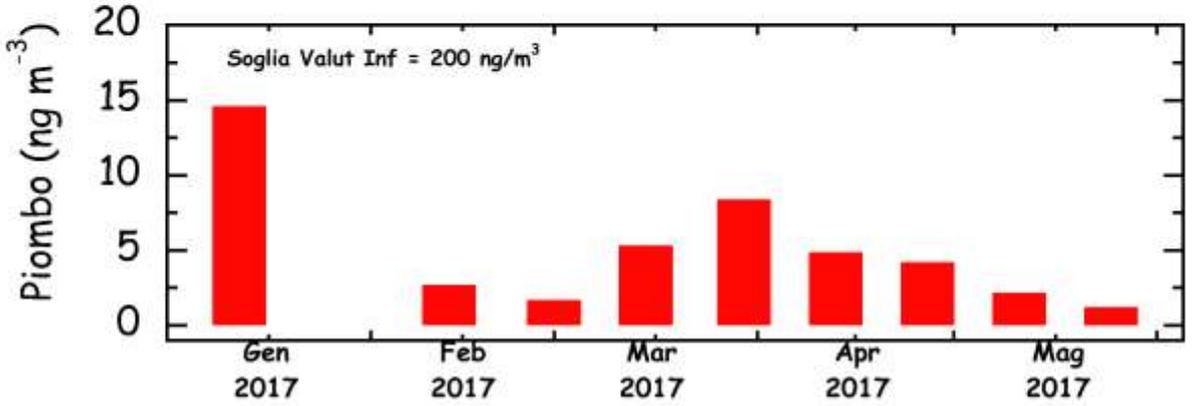
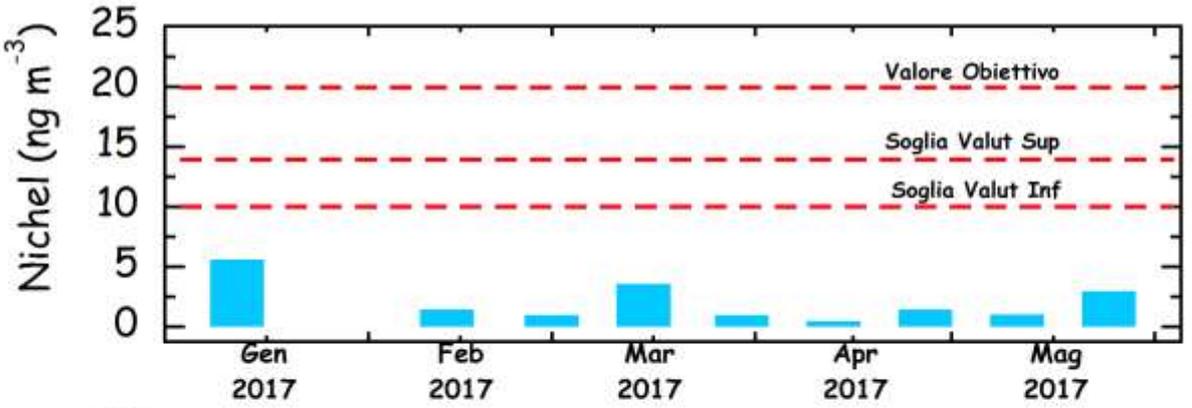
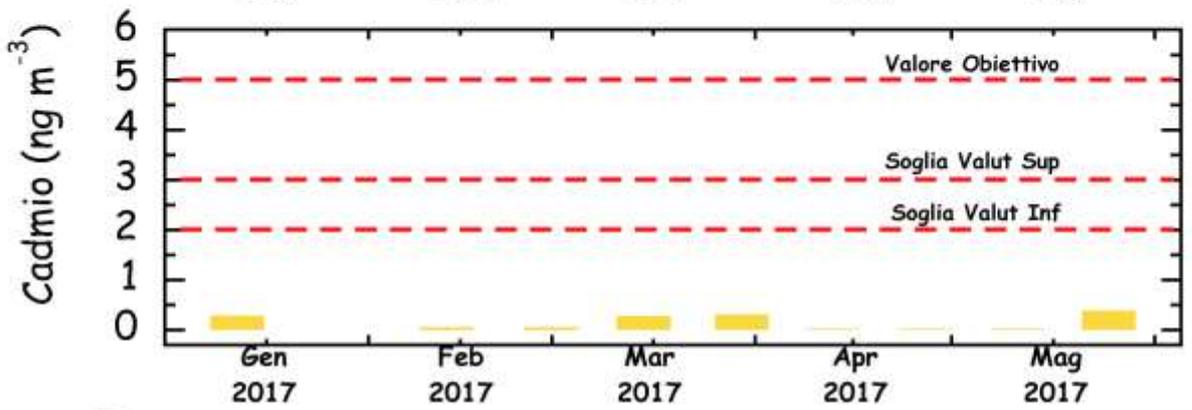
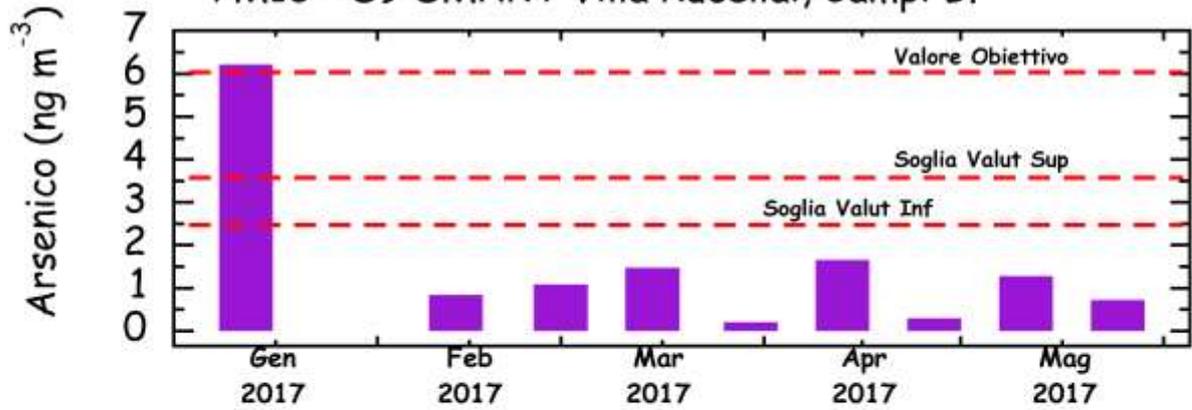
PM10 - S9 SMART Villa Rucellai, Campi B.



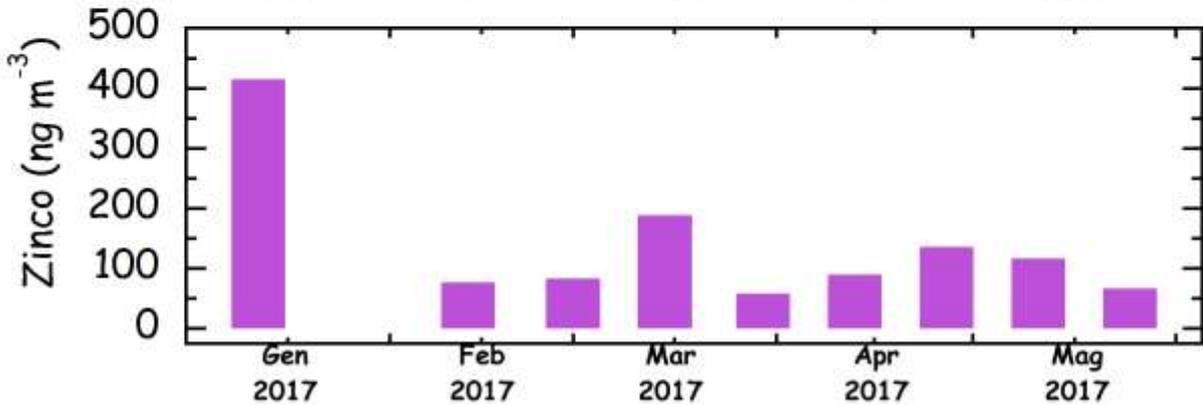
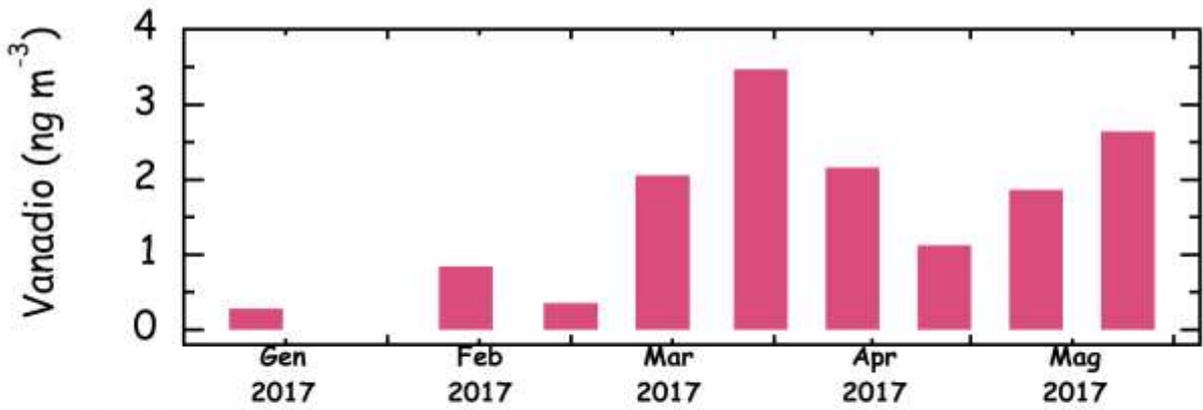
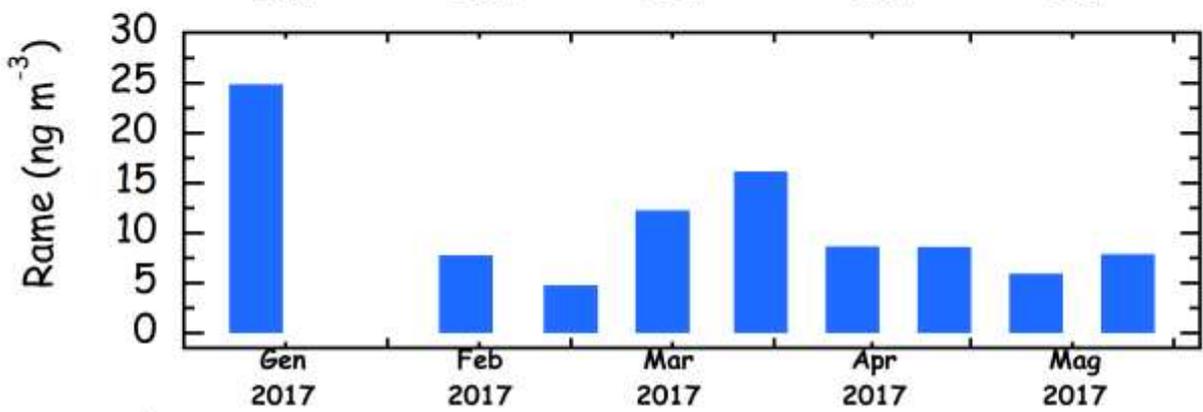
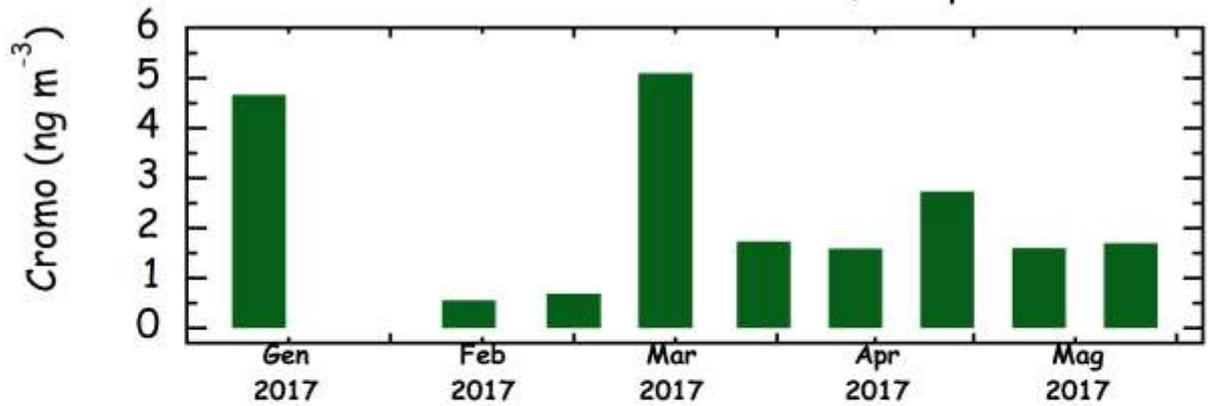
PM10 - S9 SMART Villa Rucellai, Campi B.



PM10 - S9 SMART Villa Rucellai, Campi B.



PM10 - S9 SMART Villa Rucellai, Campi B.



## S9 – VILLA RUCELLAI, CAMPI BISENZIO

### PM10

Valore minimo: 11.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 69.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 23.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 17.  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 16.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 sono al di sopra del limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per il campione di Gennaio (69  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e poi cadono a valori inferiori a 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nel restante periodo.

La media calcolata sull'intero periodo di campionamento e' di 23.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore in linea con i dati delle centraline a norma EN 12341 posizionate al Polo Scientifico (PS = 22.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a Case Passerini (CP = 22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### Secondario Inorganico

Valore minimo: 2.76  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 10.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 2.20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 4.27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del componente "Secondario Inorganico" e' molto simile a quello del PM10. Il campione raccolto a Gennaio presenta la piu' alta concentrazione (10.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mentre i campioni del restante periodo si attestano intorno a valori tra 2 e 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il valore medio (circa 4.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' vicino a quelli misurati dalle centraline EN 12341 (entrambi intorno a 4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo di questo componente al peso del PM10 e' intorno al 20%.

### Contributo Crostale

Valore minimo: 1.57  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 12.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 3.59  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 2.46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Anche le concentrazioni del contributo crostale mostrano il valore piu' elevato nel campione di Gennaio (circa  $9.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Nel restante periodo, le concentrazioni sono inferiori a  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con l'eccezione del campione della meta' di Marzo ( $7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il valore medio di questo componente (circa  $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' piu' elevato ai dati delle centraline CP e PS (intorno a  $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), evidenziando un contributo circa doppio delle polveri crostali sul PM10. In percentuale, le polveri crostali contribuiscono per circa il 15% al peso del PM10 in questo sito.

### **Spray Marino**

Valore minimo:  $0.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $1.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media:  $0.90 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $0.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana:  $1.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo dello spray marino sono al di sotto di  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con l'eccezione del campione a cavallo tra Febbraio e Marzo (circa  $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio,  $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e' simile a quelli misurati con le centraline Hydra PS e CP (intorno a  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo dello spray marino al PM10 e' di circa il 4%.

### **Solfati**

Valore minimo:  $963 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $3041 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $2026 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 711 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $1956 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni piu' elevate dei solfati sono state misurate a Gennaio ( $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a cavallo tra Marzo ed Aprile ( $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio ( $2.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' analogo ai valori misurati dalle centraline PS ( $1.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e CP ( $1.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Nitrati**

Valore minimo:  $953 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $5646 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $2114 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1375 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $1841 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dei nitrati mostrano il valore piu' elevato in Gennaio (circa 5.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Nel restante periodo, le concentrazioni cadono a valori mediamente 2-3 volte inferiori, generalmente compresi tra 1 e 2.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il valore medio (circa 2.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' molto simile ai valori misurati dalle centraline PS e CP (intorno a 1.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Ammonio**

Valore minimo: 120  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 1438  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 664  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 402 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 572  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dello ione ammonio seguono il trend dei solfati, con i piu' elevati valori misurati a Gennaio (massimo di 1438  $\text{ng}/\text{m}^3$ ), a meta' Febbraio (750  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e a cavallo tra Marzo e Aprile (1127  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio (664  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e' analogo a quelli misurati a PS e CP (640 e 606  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

### **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo: 58.8  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 1016  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 250  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 300 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 195  $\text{ng}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del nssK e' molto simile a quello dei nitrati, con un massimo a Gennaio (1016  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e una veloce caduta a livelli notevolmente piu' bassi, fino a raggiungere valori inferiori a 100  $\text{ng}/\text{m}^3$  in Aprile-Maggio.

Il valore medio (250  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e' leggermente inferiore a quelli misurati a PS e CP (288 e 274  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

### **Ossalati**

Valore minimo: 78.8  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 253  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 165  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 60.2 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 174  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni degli ossalati seguono il trend dei solfati. Le concentrazioni piu' elevate sono registrate in Gennaio (massimo assoluto di 253  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e in Marzo (fino a 233  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio di 165 ng/m<sup>3</sup> e' sensibilmente maggiore dei valori misurati a PS e CP (rispettivamente, 130 e 126 ng/m<sup>3</sup>).

### **Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)**

Valore minimo: 409 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 909 ng/m<sup>3</sup>

Media: 529 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 155$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 508 ng/m<sup>3</sup>

Con l'eccezione del campione di Gennaio, che mostra il valore massimo di 909 ng/m<sup>3</sup>, le concentrazioni del nssCa rimangono relativamente costanti, intorno a valori tra 400 e 600 ng/m<sup>3</sup>, in tutto il periodo di campionamento.

Il valore medio (529 ng/m<sup>3</sup>) e' in linea con quelli misurati dalle due centraline nei siti PS e CP (560 e 483 ng/m<sup>3</sup>).

### **Arsenico**

Valore minimo: 0.20 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 6.21 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.53 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 1.82$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.09 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dell'arsenico mostrano un valore molto elevato nel campione di Gennaio (circa 6.2 ng/m<sup>3</sup>), per poi oscillare tra 0.5 e 2 ng/m<sup>3</sup> nel restante periodo di campionamento.

Il valore medio di circa 1.5 ng/m<sup>3</sup> e' 3 volte superiore ai valori misurati a PS e CP (rispettivamente, 0.54 e 0.58 ng/m<sup>3</sup>), principalmente a causa dell'elevata concentrazione del campione di Gennaio. La media, tuttavia, e' ancora nettamente inferiore al limite della Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>).

### **Cadmio**

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 0.39 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.16 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.15$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.05 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono notevolmente basse e generalmente inferiori a 0.2 ng/m<sup>3</sup>. Il valore massimo di 0.39 ng/m<sup>3</sup> e' stato misurato nel campione raccolto alla fine di Maggio.

Il valore medio ( $0.16 \text{ ng/m}^3$ ) e' identico a quelli misurati a PS e CP e circa 12 volte piu' basso della Soglia di Valutazione Inferiore ( $2.0 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Nichel**

Valore minimo:  $0.43 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $5.57 \text{ ng/m}^3$

Media:  $2.02 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1.67 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $1.40 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni del nichel oscillano tra  $0.4$  e  $5.6 \text{ ng/m}^3$ , con il massimo valore registrato nel campione raccolto a Gennaio.

La media calcolata sull'intero periodo (circa  $2.0 \text{ ng/m}^3$ ) e' nettamente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore ( $10 \text{ ng/m}^3$ ), anche se leggermente superiore ai valori misurati nelle due centraline PS ( $1.7 \text{ ng/m}^3$ ) e CP ( $1.5 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Piombo**

Valore minimo:  $1.22 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $14.6 \text{ ng/m}^3$

Media:  $5.03 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 4.23 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $4.22 \text{ ng/m}^3$

Anche il profilo del Pb mostra un picco di concentrazione ( $14.6 \text{ ng/m}^3$ ) nel campione di Gennaio. Nel periodo successivo, le concentrazioni si assestano su valori inferiori a  $5.5 \text{ ng/m}^3$ , con l'eccezione del campione di meta' Marzo ( $8.4 \text{ ng/m}^3$ ).

Il valore medio (circa  $5.0 \text{ ng/m}^3$ ) e' simile alle concentrazioni misurate con le centraline PS e CP ( $5.6$  e  $6.8 \text{ ng/m}^3$ ) e 40 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore ( $200 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Cromo**

Valore minimo:  $0.55 \text{ ng/m}^3$

Valore massimo:  $5.1 \text{ ng/m}^3$

Media:  $2.26 \text{ ng/m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1.62 \text{ ng/m}^3$

Mediana:  $1.7 \text{ ng/m}^3$

Le concentrazioni del cromo mostrano due ben evidenti picchi in Gennaio ( $4.7 \text{ ng/m}^3$ ) e a meta' di Marzo, quando e' stato registrato il valore massimo di  $5.1 \text{ ng/m}^3$ . Il valore medio (circa  $2.3 \text{ ng/m}^3$ ) e' leggermente inferiore ai valori misurati nelle centraline PS e CP ( $4.3$  e  $3.2 \text{ ng/m}^3$ ).

## **Rame**

Valore minimo: 4.76 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 24.9 ng/m<sup>3</sup>

Media: 10.8 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm$  6.29 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 8.58 ng/m<sup>3</sup>

Anche le concentrazioni del rame mostrano due picchi. Il picco a Gennaio e' molto evidente e corrisponde al valore piu' elevato misurato in questo sito (24.9 ng/m<sup>3</sup>). Il picco a cavallo tra Marzo e Aprile e' significativamente inferiore (16.1 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di 10.8 ng/m<sup>3</sup> e' nettamente inferiore a quelli misurati al Polo Scientifico (30.1 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini (25.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.28 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.47 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.64 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm$  1.08 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.86 ng/m<sup>3</sup>

Come aspettato, il vanadio non mostra picchi di concentrazione in inverno. Le concentrazioni aumentano bruscamente a partire dagli inizi di Marzo, per raggiungere due picchi: circa 3.5 ng/m<sup>3</sup> a cavallo tra Marzo e Aprile (valore massimo del periodo) e circa 2.6 ng/m<sup>3</sup> alla fine di Maggio. Il valore medio (circa 1.6 ng/m<sup>3</sup>) e' identico ai valori misurati nelle centraline PS e CP (1.5 e 1.7 ng/m<sup>3</sup>, rispettivamente).

## **Zinco**

Valore minimo: 57.7 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 415 ng/m<sup>3</sup>

Media: 136 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm$  112 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 89.7 ng/m<sup>3</sup>

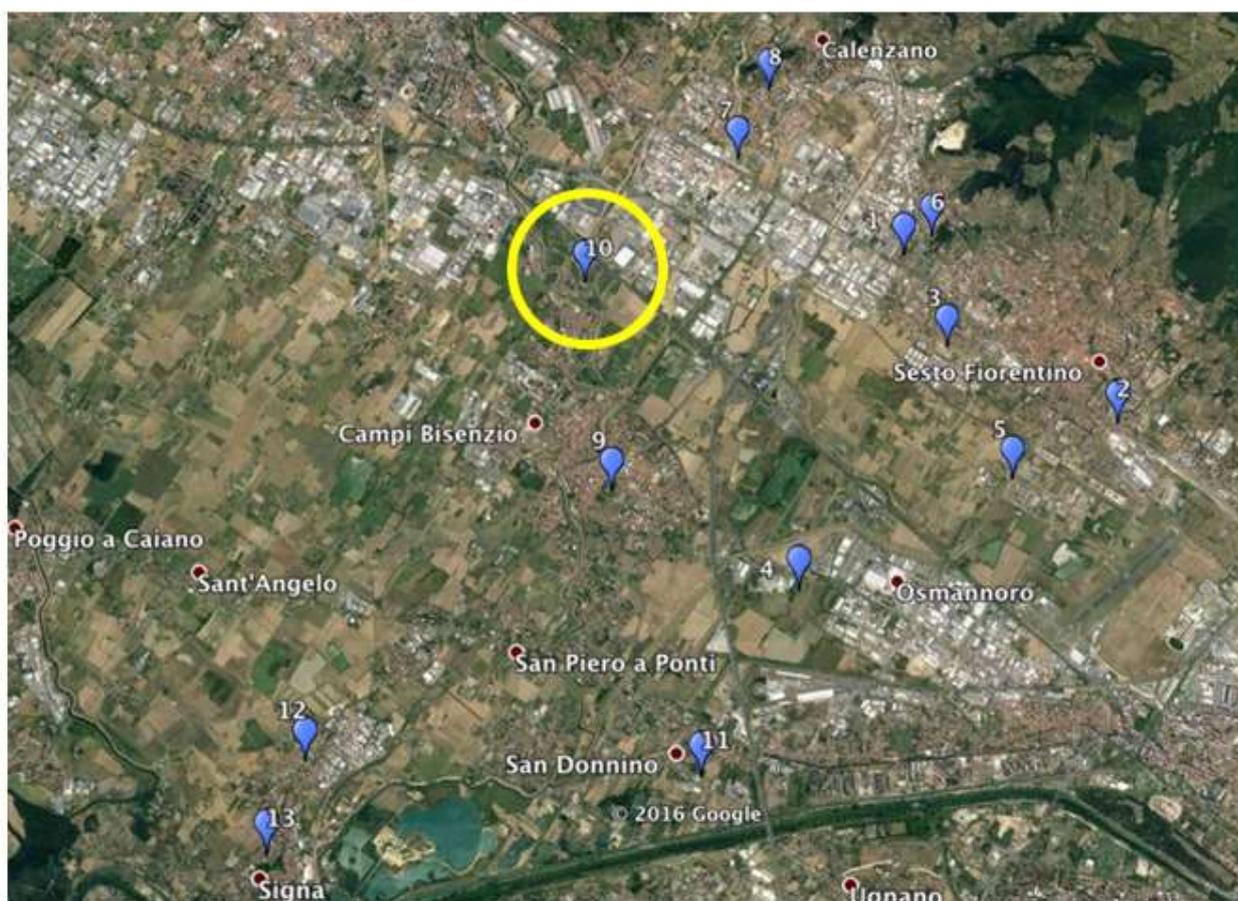
Come molti altri componenti, le concentrazioni dello zinco mostrano un elevato picco di concentrazione in Gennaio (415 ng/m<sup>3</sup>). Nel periodo successivo, i valori non superano i 200 ng/m<sup>3</sup>. Il valore medio misurato in questo sito (136 ng/m<sup>3</sup>) risente fortemente del picco di Gennaio ed e' notevolmente piu' elevato di quelli registrati a PS (43 ng/m<sup>3</sup>) e a CP (39 ng/m<sup>3</sup>), pur rimanendo vicino alle medie annuali misurate nel PM2.5 a Sesto F.no nel 2010/11 (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e nel 2011/12 (circa 120 ng/m<sup>3</sup>).

## S10 – VIA SAN QUIRICO, CAMPI BIENZIO

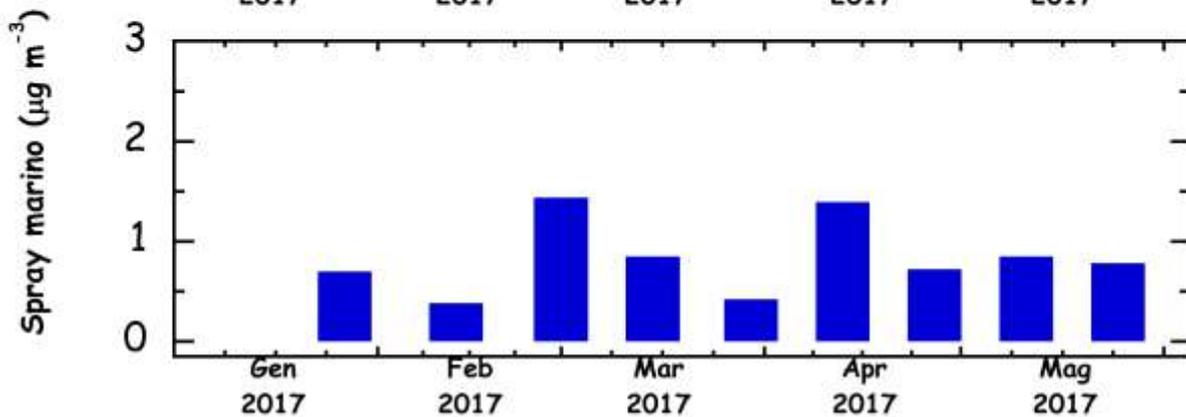
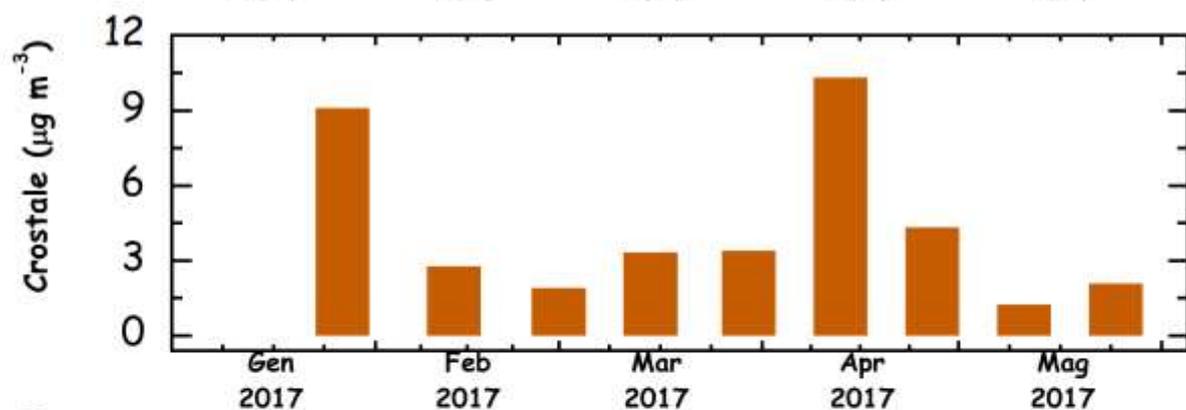
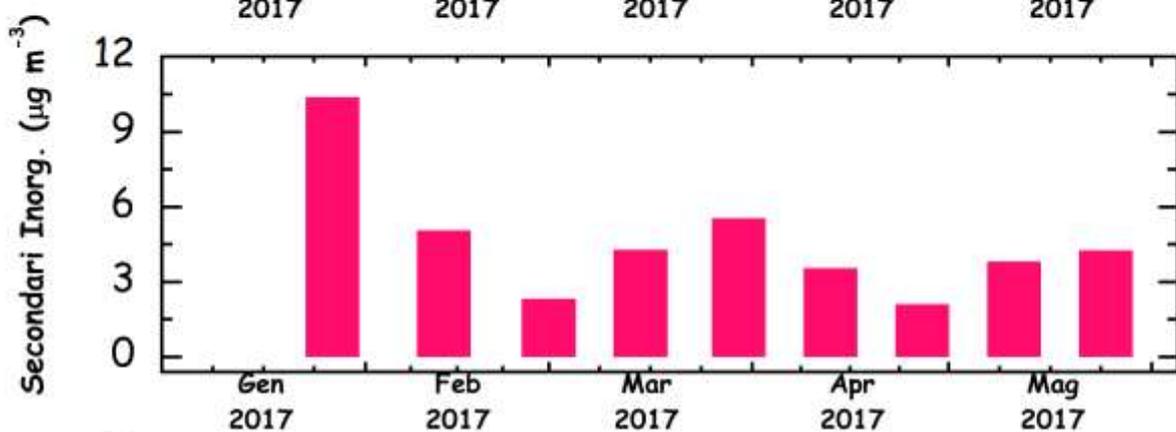
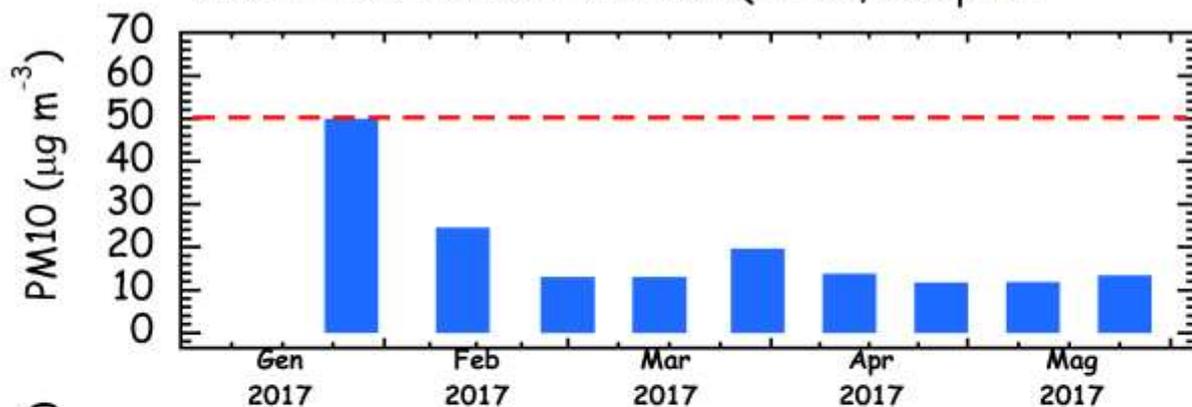
Tipo di campionatore: **FAI - SMART**

Periodo di campionamento: **27.01.2017 – 08.06.2017**

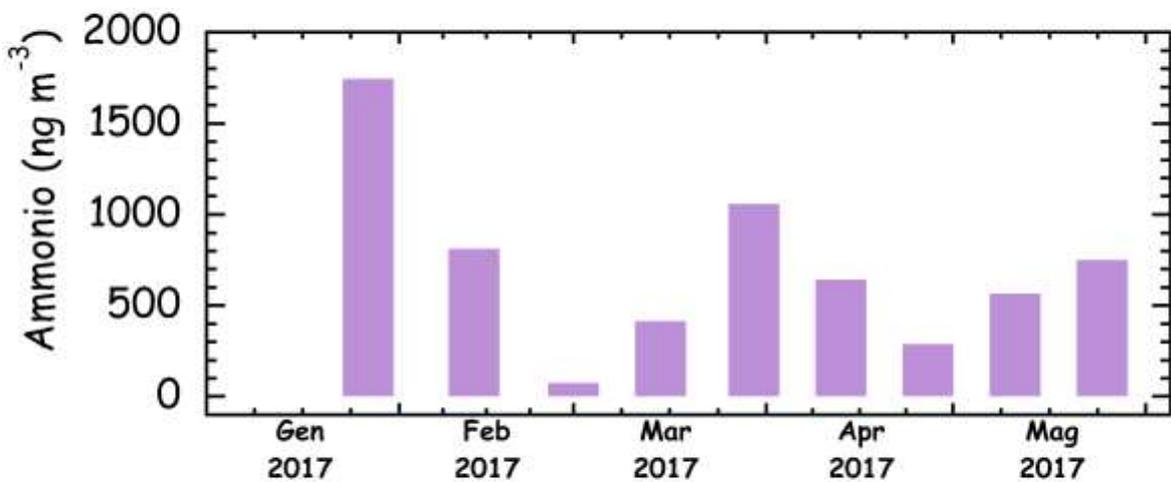
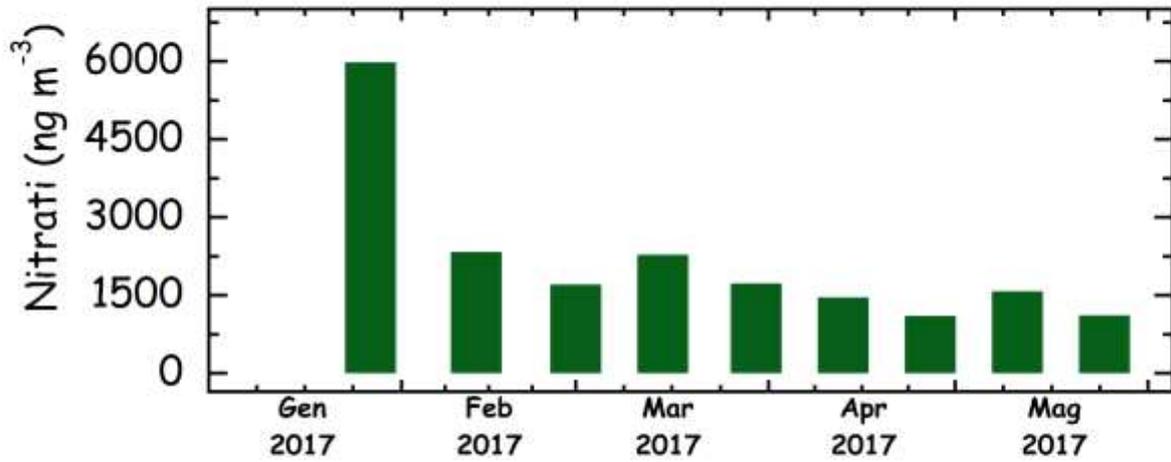
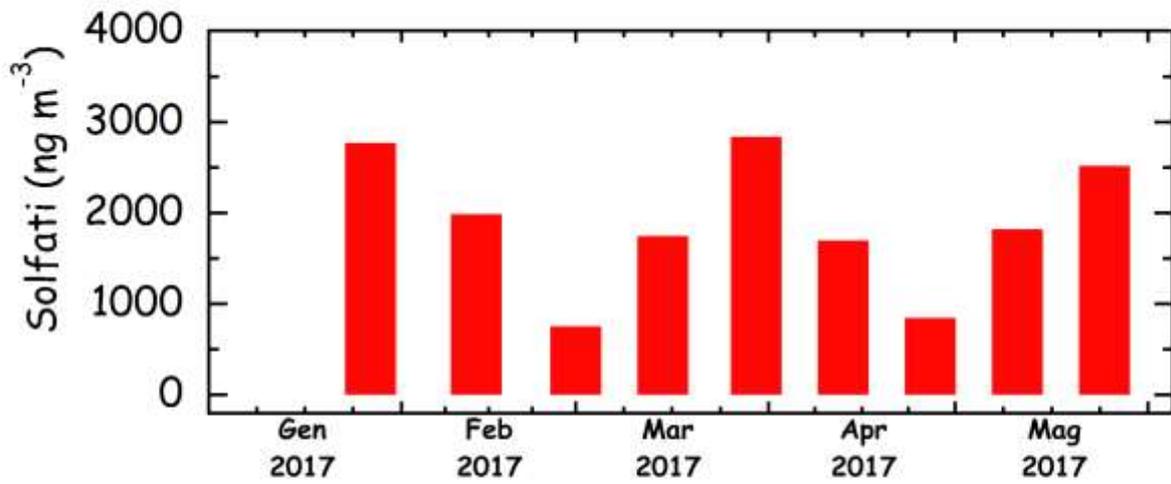
Numero campioni raccolti: **9**



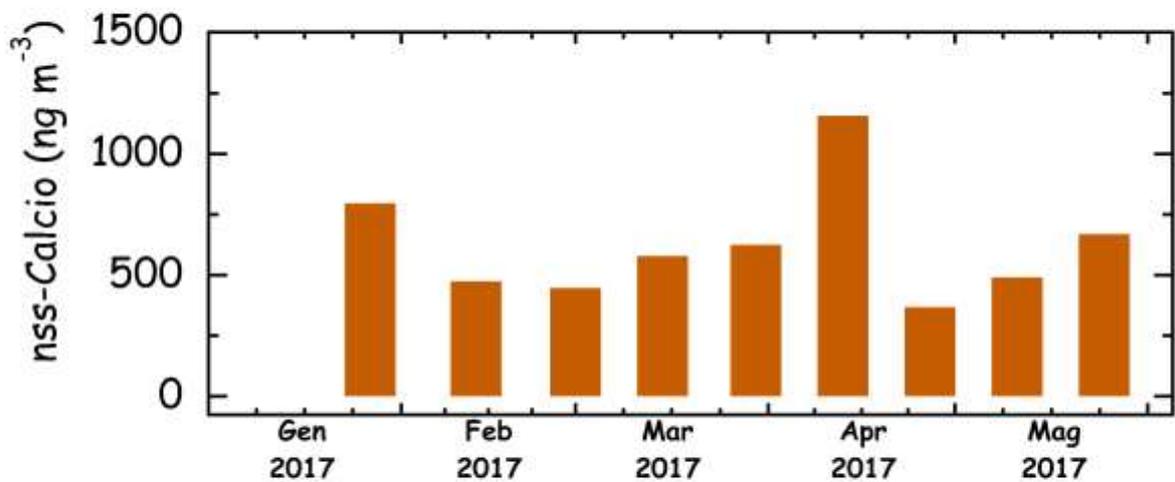
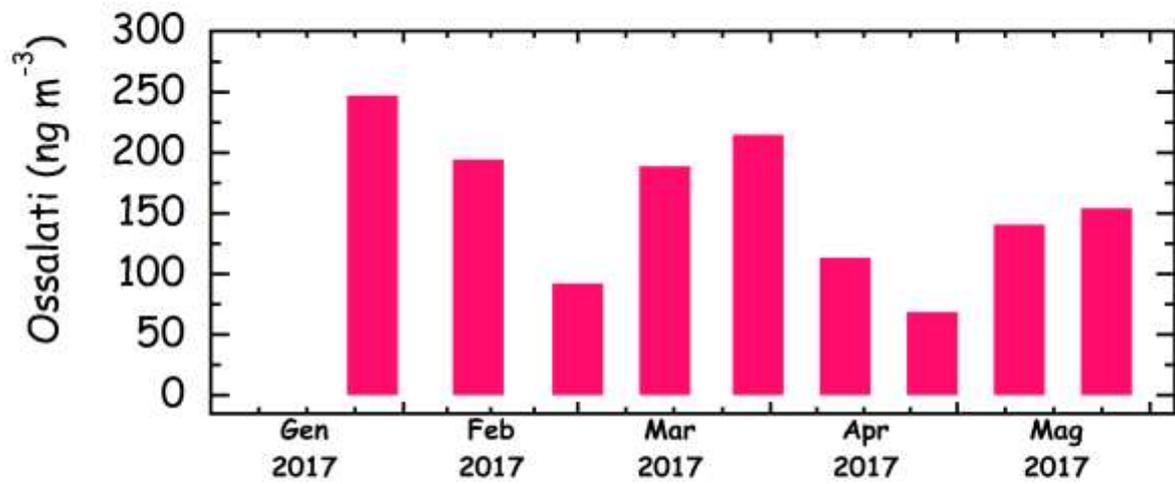
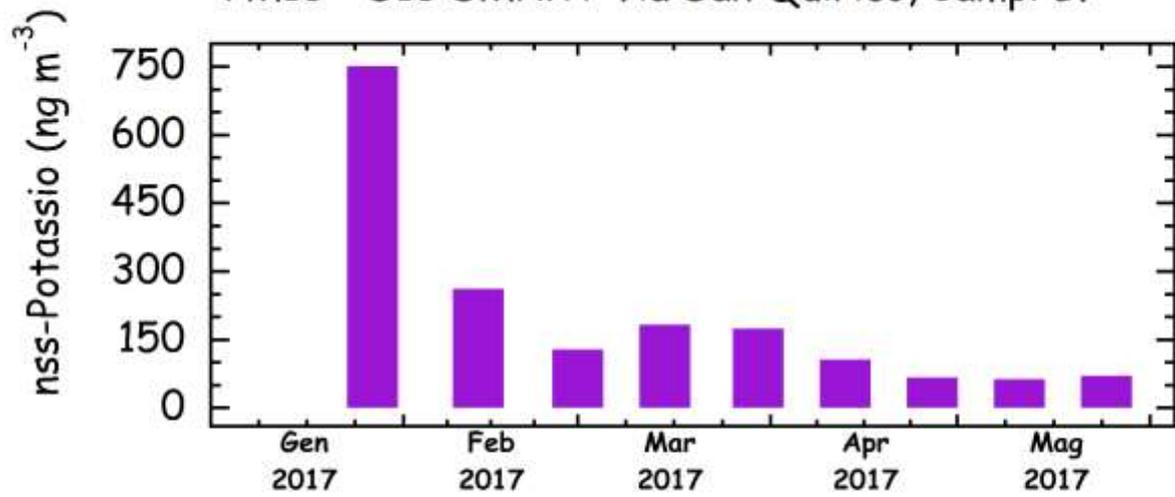
PM10 - S10 SMART Via San Quirico, Campi B.



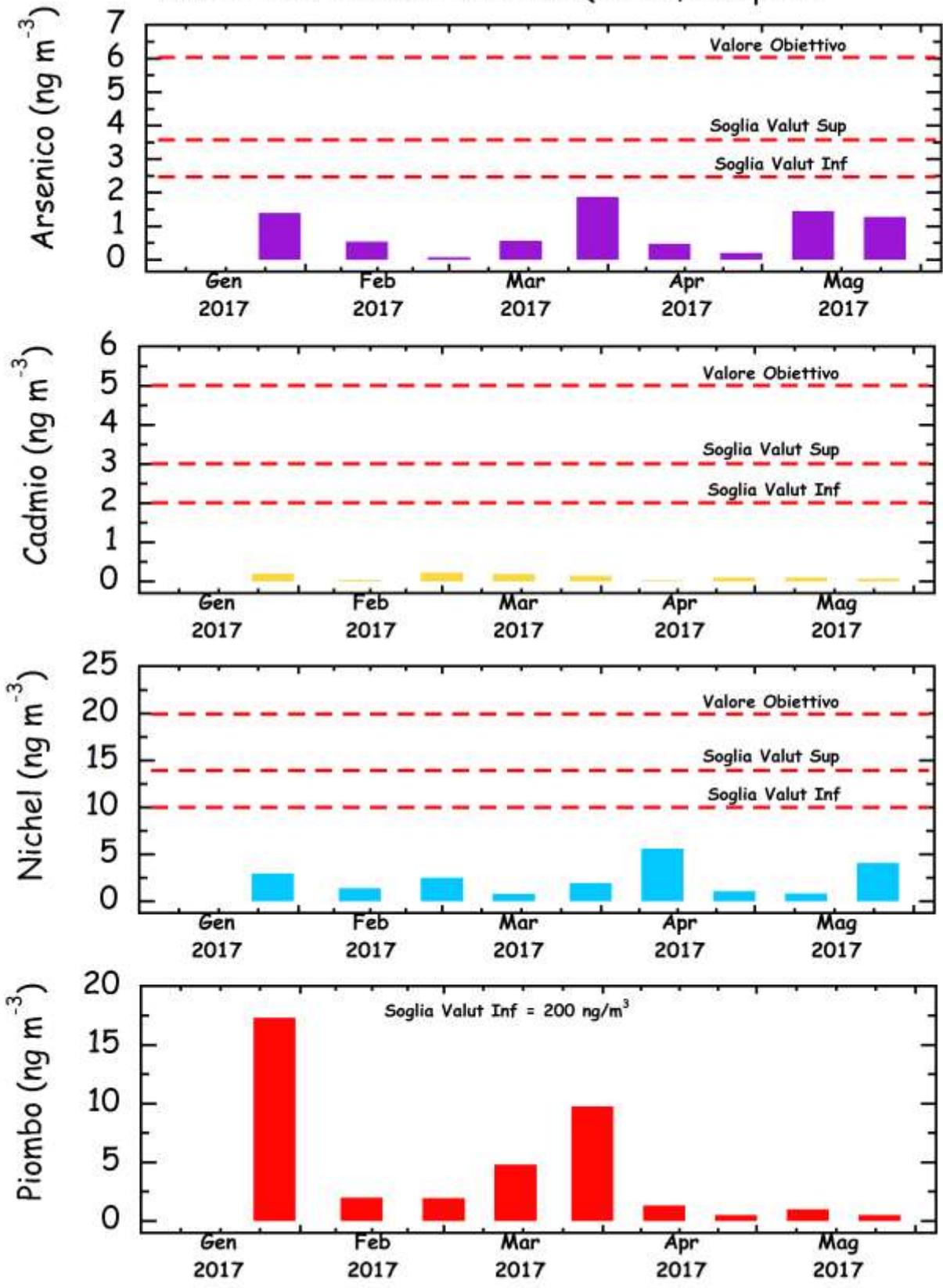
PM10 - S10 SMART Via San Quirico, Campi B.



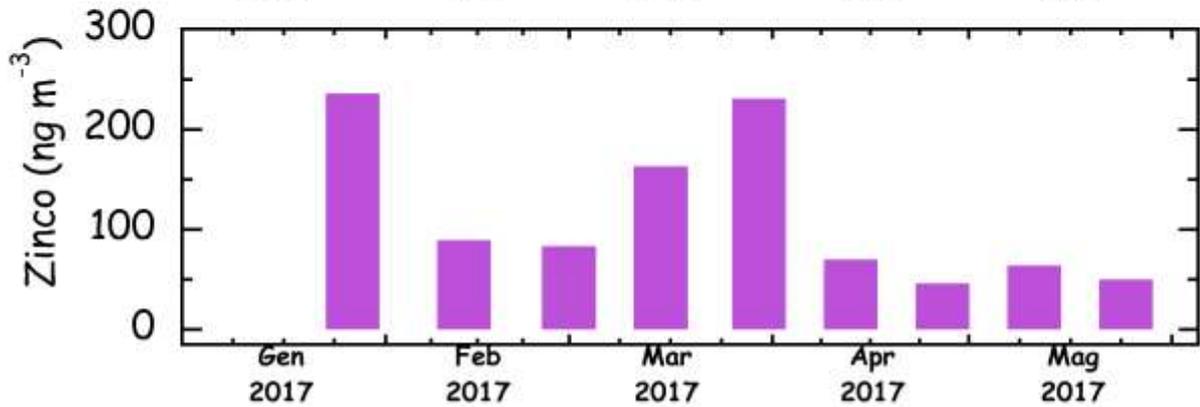
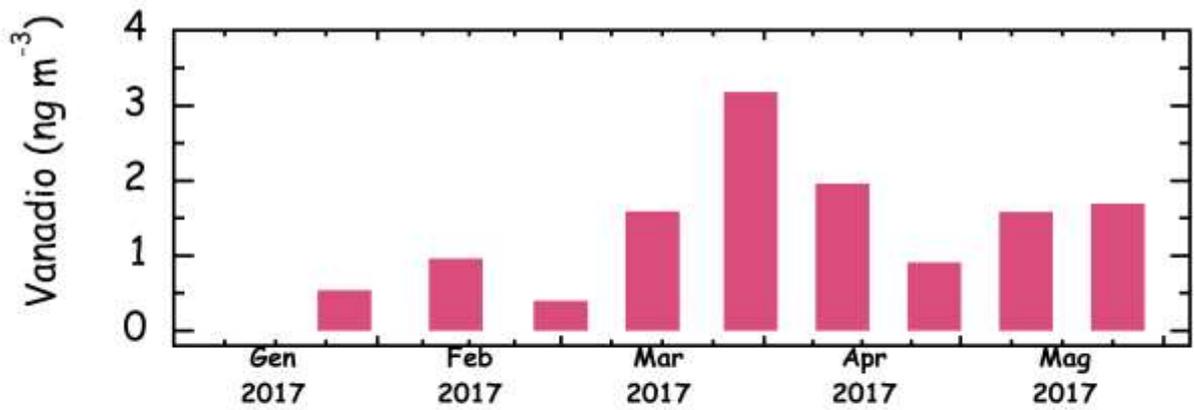
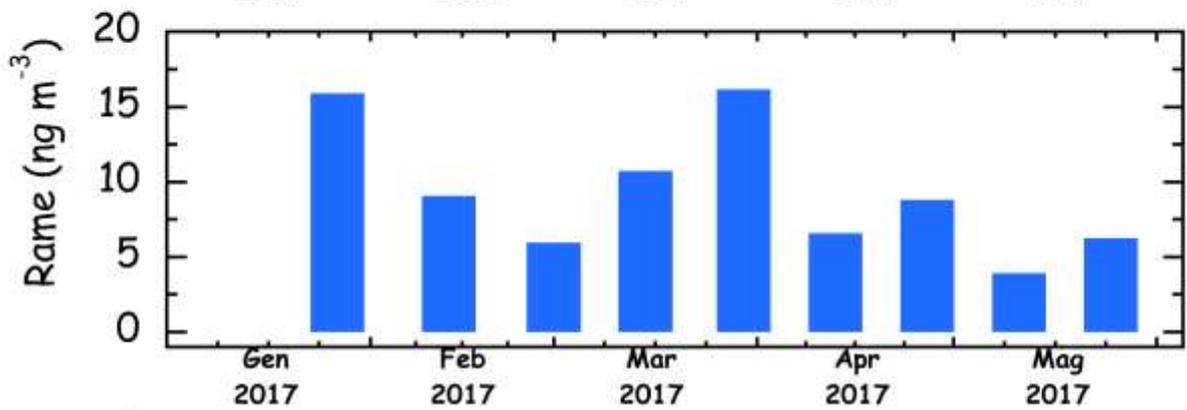
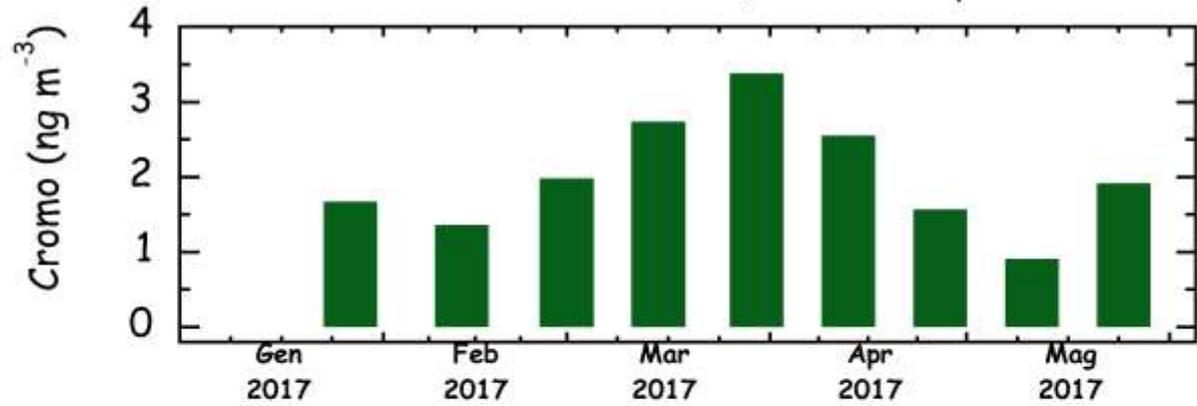
### PM10 - S10 SMART Via San Quirico, Campi B.



PM10 - S10 SMART Via San Quirico, Campi B.



PM10 - S10 SMART Via San Quirico, Campi B.



## S10 – VIA SAN QUIRICO, CAMPI BISENZIO

### PM10

Valore minimo: 11.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 50.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 19.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 12.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 13.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 mostrano una veloce diminuzione da Gennaio a Marzo, per poi assestarsi su valori intorno ai 10-15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La concentrazione massima (50.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), misurata a Gennaio, supera di pochissimo il limite dei 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La media calcolata sull'intero periodo di campionamento e' di 19.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore leggermente inferiore a quelli delle centraline a norma EN 12341 posizionate al Polo Scientifico (PS = 22.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a Case Passerini (CP = 22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ed e' circa la meta' del limite di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , come media annuale.

### Secondario Inorganico

Valore minimo: 2.10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 10.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.59  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 2.45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 4.26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del componente "Secondario Inorganico" segue perfettamente il trend del PM10, con il valore massimo nel campione di Gennaio (10.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e un altro massimo relativo tra Marzo e Aprile (5.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio (circa 4.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' molto vicino a quelli misurati dalle centraline EN 12341 (intorno a 4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo di questo componente al peso del PM10 e' intorno al 24%.

### Contributo Crostale

Valore minimo: 1.24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 10.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 3.22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 3.32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Anche questo componente mostra due massimi: il primo in Gennaio ( $9.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e il secondo a meta' Aprile, con il valore piu' elevato del periodo ( $10.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio di questo componente (circa  $4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' quasi 3 volte piu' elevato di quello misurato dalle centraline PS e CP, evidenziando un piu' alto contributo delle polveri crostali sul PM10. In questo sito, infatti, questo componente contribuisce per circa il 22 % al peso del PM10.

### **Spray Marino**

Valore minimo:  $0.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $1.44 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media:  $0.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $0.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana:  $0.78 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dello spray marino sono costantemente al di sotto dei  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con un massimo di circa  $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a cavallo tra Febbraio e Marzo.

Il valore medio, circa  $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e' simile a quelli misurati con le centraline Hydra (intorno a  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo dello spray marino al PM10 e' di circa il 4%.

### **Solfati**

Valore minimo:  $752 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $2837 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $1886 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 752 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $1822 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni piu' elevate dei solfati sono state misurate a Gennaio (circa  $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a cavallo tra Marzo ed Aprile (valore massimo di  $2.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e alla fine di Maggio ( $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio ( $1.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' analogo ai valori misurati dalle centraline PS ( $1.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e CP ( $1.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Nitrati**

Valore minimo:  $1104 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $5974 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $2142 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 1500 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $1706 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dei nitrati mostrano un trend molto simile a quello del PM10. Il valore massimo e' stato misurato nel campione di Gennaio (circa 6.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Nel periodo successivo, le concentrazioni cadono velocemente intorno a livelli di 1 - 1.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il valore medio (circa 2.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' analogo ai valori misurati dalle centraline PS e CP (intorno a 1.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Ammonio**

Valore minimo: 75.6  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 1746  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 706  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 487 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 641  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dello ione ammonio seguono il trend dei solfati, con tre picchi a Gennaio (valore massimo di 1746  $\text{ng}/\text{m}^3$ ), a meta' Marzo (1058  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e alla fine di Maggio (750  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio (706  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e' leggermente superiore a quelli misurati a PS e CP (640 e 606  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

### **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo: 64.0  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 751  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 201  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 216 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 129  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del nssK seguono quelle dei nitrati, con un massimo ben marcato a Gennaio (circa 750  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e valori inferiori a 100  $\text{ng}/\text{m}^3$  in Maggio-Giugno.

Il valore medio (201  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e' significativamente inferiore a quelli misurati a PS e CP (288 e 274  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

### **Ossalati**

Valore minimo: 68.5  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 247  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 157  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 59.2 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 154  $\text{ng}/\text{m}^3$

Come osservato per l'ammonio, anche le concentrazioni degli ossalati seguono principalmente il trend dei solfati. I valori piu' elevati sono stati registrati a Gennaio

(massimo di 247 ng/m<sup>3</sup>), a cavallo tra Marzo e Aprile (215 ng/m<sup>3</sup>) e a fine Maggio (154 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di 157 ng/m<sup>3</sup> e' simile ai valori misurati a PS e CP (130 e 126 ng/m<sup>3</sup>).

### **Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)**

Valore minimo: 370 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1155 ng/m<sup>3</sup>

Media: 623 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm$  238 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 580 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssCa rimangono relativamente costanti, intorno a valori tra 400 e 600 ng/m<sup>3</sup>, in tutto il periodo di campionamento. Si possono notare due picchi a Gennaio (circa 750 ng/m<sup>3</sup>) e a meta' Aprile (valore massimo di circa 1150 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (623 ng/m<sup>3</sup>) e' di poco superiore a quelli misurati dalle due centraline PS e CP (560 e 483 ng/m<sup>3</sup>).

### **Arsenico**

Valore minimo: 0.08 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1.87 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.87 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm$  0.63 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.56 ng/m<sup>3</sup>

Il profilo dell'arsenico mostra tre periodi nei quali si osservano concentrazioni piu' elevate di 1 ng/m<sup>3</sup>: in Gennaio (1.4 ng/m<sup>3</sup>), a cavallo tra Marzo e Aprile (massimo valore di circa 1.9 ng/m<sup>3</sup>) e a Maggio (fino a 1.45 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di 0.87 ng/m<sup>3</sup> e' di poco superiore ai valori misurati a PS e CP (rispettivamente, 0.54 e 0.58 ng/m<sup>3</sup>) e notevolmente inferiore al limite della Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>).

### **Cadmio**

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 0.22 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.12 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm$  0.07 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.10 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono molto basse (tutte inferiori a 0.25 ng/m<sup>3</sup>) per tutto il periodo di campionamento.

Il valore medio di 0.12 ng/m<sup>3</sup> e' piu' basso di quelli misurati a PS e CP (intorno a 0.16 ng/m<sup>3</sup>) e circa 16 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (2.0 ng/m<sup>3</sup>).

## **Nichel**

Valore minimo: 0.77 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 5.59 ng/m<sup>3</sup>

Media: 2.34 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm$  1.64 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.94 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nichel sono tutte al di sotto di 5 ng/m<sup>3</sup>, con la sola eccezione del campione raccolto alla meta' di Aprile (circa 5.6 ng/m<sup>3</sup>).

La media calcolata sull'intero periodo (circa 2.3 ng/m<sup>3</sup>) e' nettamente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (10 ng/m<sup>3</sup>), anche se sensibilmente superiore a quelle misurate nelle centraline al Polo Scientifico (1.7 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini 1.5 ng/m<sup>3</sup>).

## **Piombo**

Valore minimo: 0.50 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 17.3 ng/m<sup>3</sup>

Media: 4.35 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm$  5.70 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.95 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del piombo mostrano due picchi ben evidenti: a Gennaio (massima concentrazione di 17.3 ng/m<sup>3</sup>) e a cavallo tra Marzo e Aprile (9.8 ng/m<sup>3</sup>).

La media (4.35 ng/m<sup>3</sup>) e' di poco inferiore a quelle misurate a PS e CP (5.6 e 6.8 ng/m<sup>3</sup>) e oltre 40 volte minore della Soglia di Valutazione Inferiore (200 ng/m<sup>3</sup>).

## **Cromo**

Valore minimo: 0.91 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.38 ng/m<sup>3</sup>

Media: 2.01 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm$  0.76 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.92 ng/m<sup>3</sup>

Il cromo presenta un andamento particolare, con concentrazioni massime (fino a circa 3.4 ng/m<sup>3</sup>) tra la fine di Marzo e l'inizio di Aprile, e valori decrescenti sia per periodi precedenti che per quelli seguenti. Tutti i valori sono comunque relativamente bassi.

Il valore medio (circa 2.0 ng/m<sup>3</sup>) e' significativamente inferiore ai valori misurati a PS e CP (4.3 e 3.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Rame**

Valore minimo: 3.90 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 16.2 ng/m<sup>3</sup>

Media: 9.26 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 4.33$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 8.78 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del rame sono tutte inferiori a 20 ng/m<sup>3</sup>. Si possono notare i due picchi a Gennaio (15.9 ng/m<sup>3</sup>) e tra Marzo e Aprile (massimo valore di 16.2 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di circa 9.3 ng/m<sup>3</sup> e' circa 3 volte inferiore a quelli misurati al Polo Scientifico (30.1 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini (25.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.40 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.18 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.42 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.85$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.58 ng/m<sup>3</sup>

Il vanadio mostra concentrazioni invernali al di sotto di 1 ng/m<sup>3</sup> e valori primaverili mediamente 2-3 volte piu' elevati, con un massimo di circa 3.2 ng/m<sup>3</sup> a cavallo tra Marzo e Aprile.

Il valore medio (circa 1.4 ng/m<sup>3</sup>) e' simile ai valori misurati a PS e CP (1.5 e 1.7 ng/m<sup>3</sup>, rispettivamente).

## **Zinco**

Valore minimo: 46.1 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 236 ng/m<sup>3</sup>

Media: 115 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 75.6$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 83.4 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello zinco rimangono al di sotto dei 100 ng/m<sup>3</sup> con tre eccezioni: a Gennaio (massimo valore di 236 ng/m<sup>3</sup>), a meta' Marzo (163 ng/m<sup>3</sup>) e tra Marzo e Aprile (231 ng/m<sup>3</sup>).

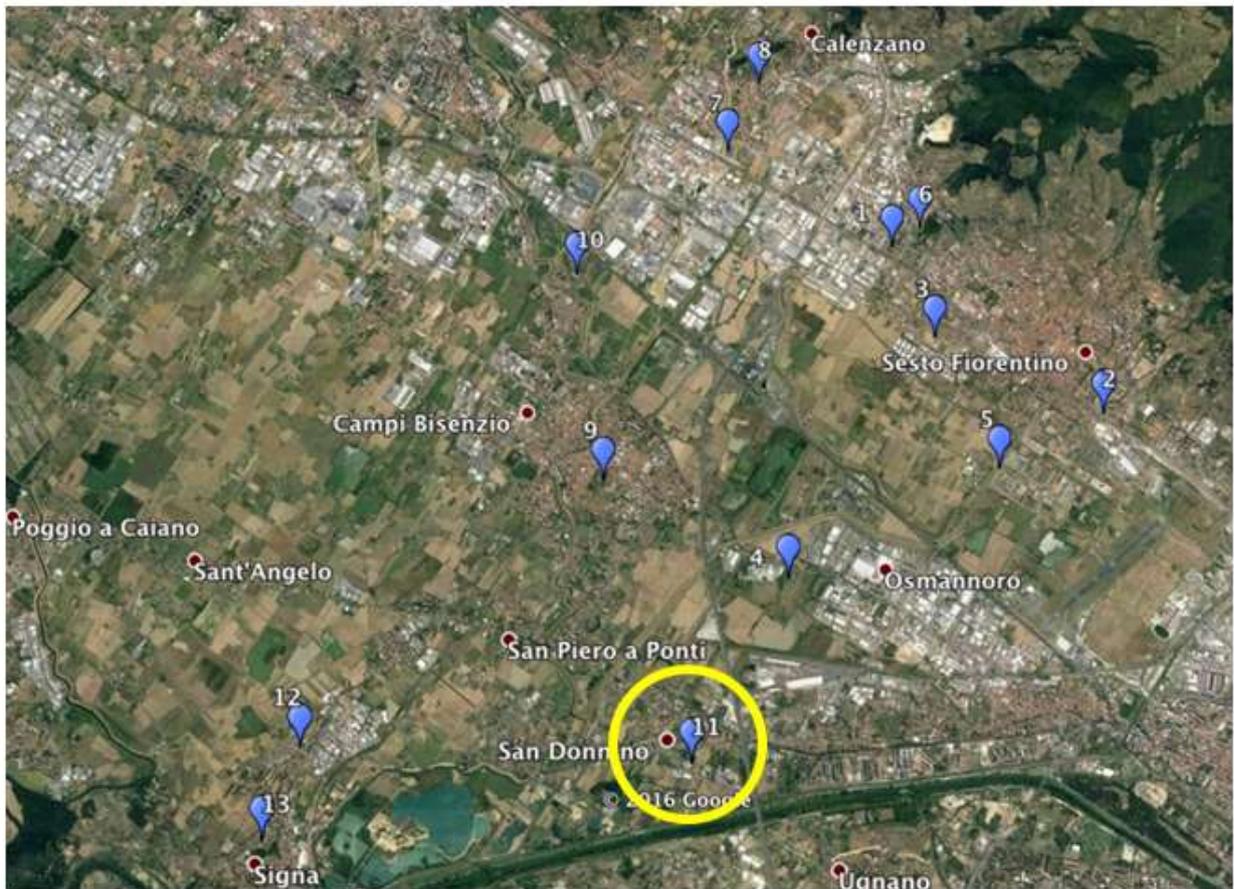
Il valore medio misurato in questo sito (115 ng/m<sup>3</sup>) e' notevolmente piu' elevato di quelli registrati a PS (43 ng/m<sup>3</sup>) e a CP (39 ng/m<sup>3</sup>), ma e' comunque in linea con le concentrazioni medie annuali misurate nel PM2.5 a Sesto F.no nel 2010/11 (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e nel 2011/12 (circa 120 ng/m<sup>3</sup>).

## S11 – VIA SAN DONNINO, CAMPI BIENZIO

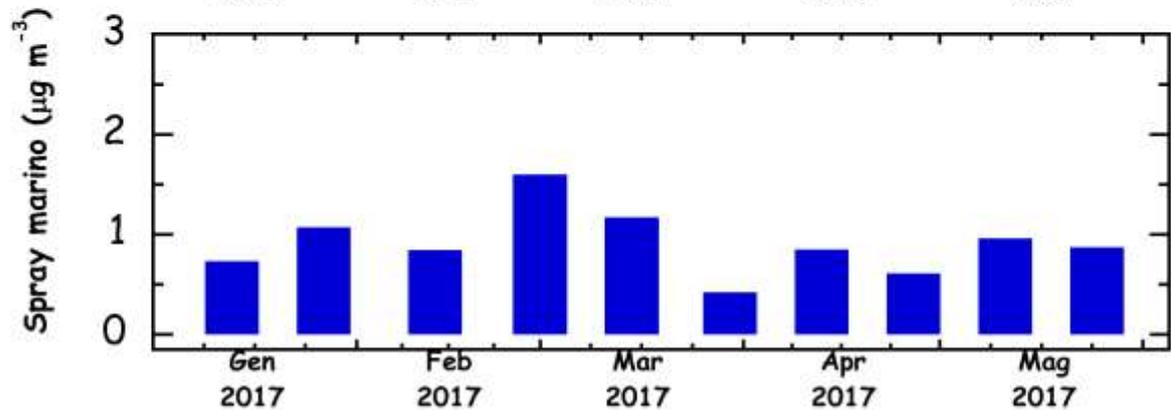
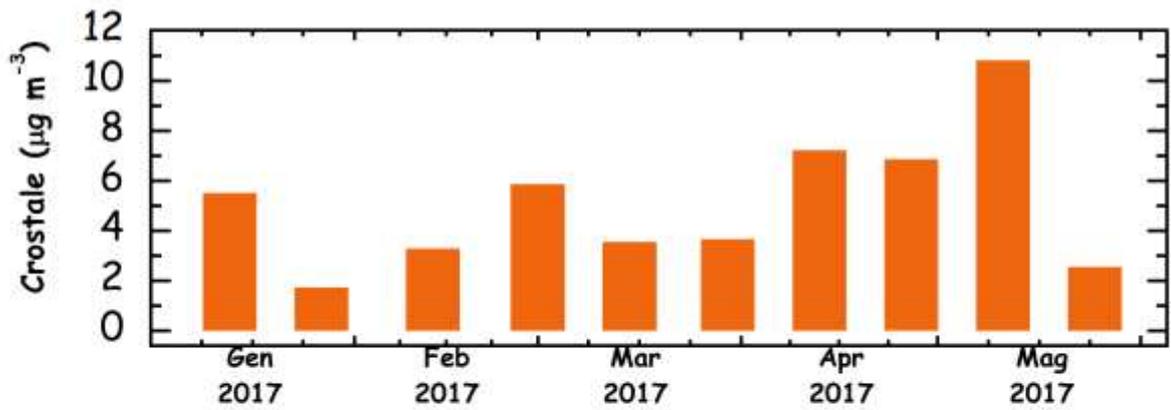
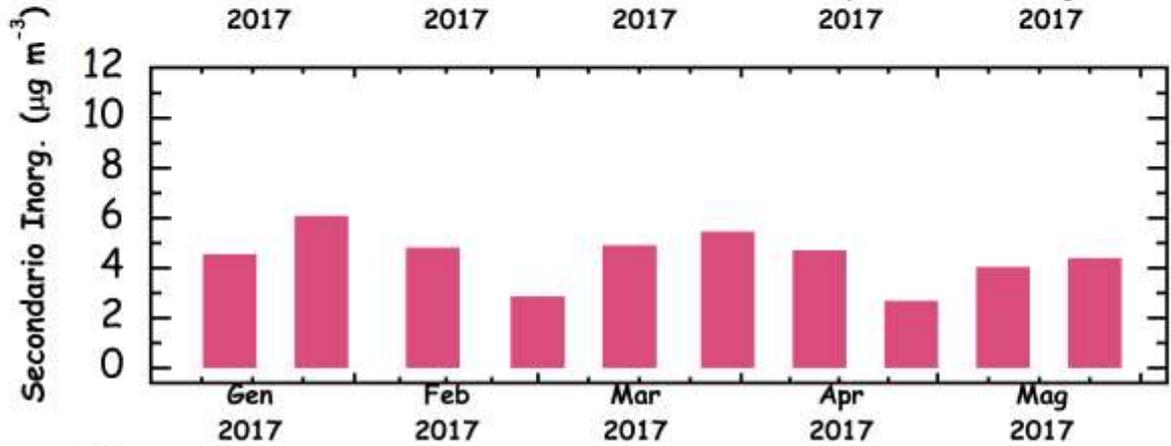
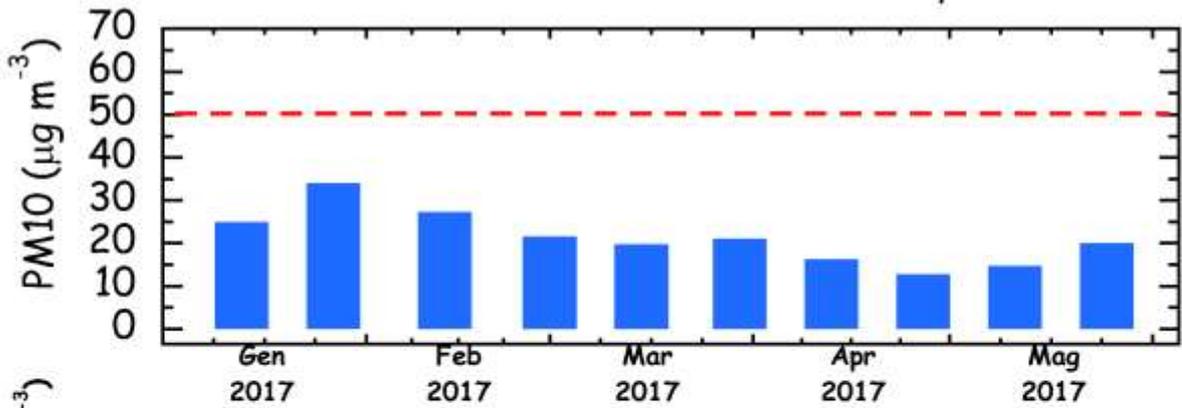
Tipo di campionatore: **FAI - SMART**

Periodo di campionamento: **13.01.2017 – 08.06.2017**

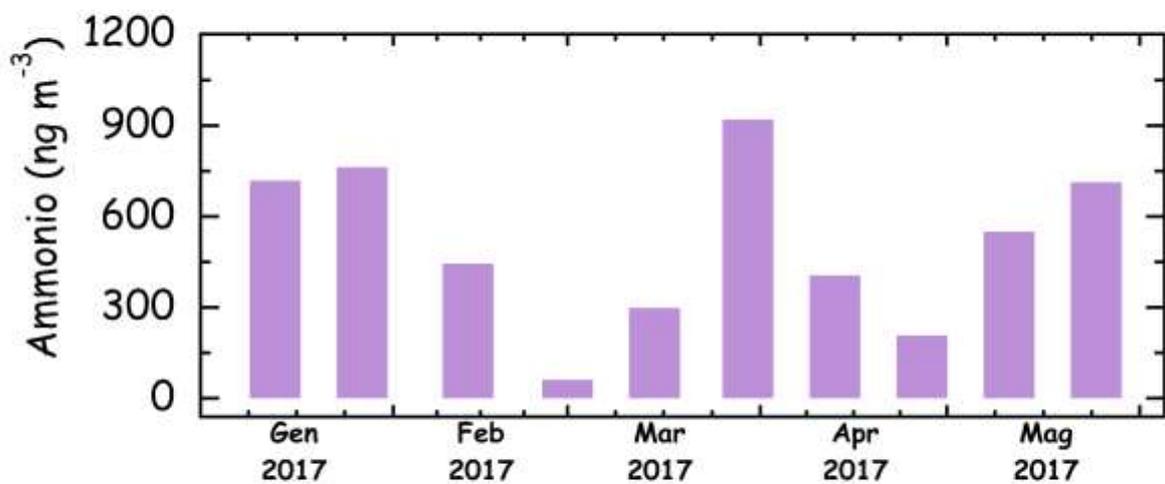
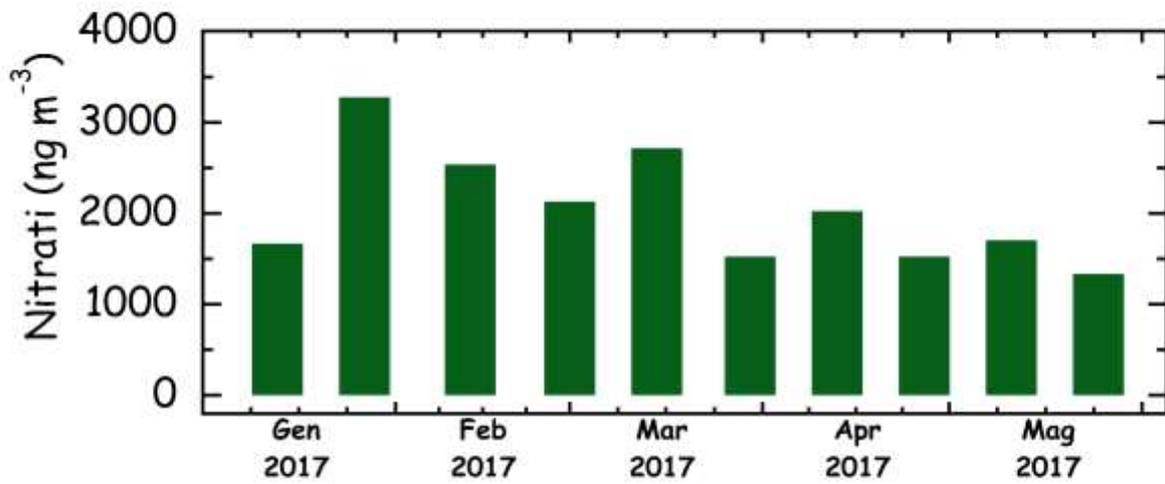
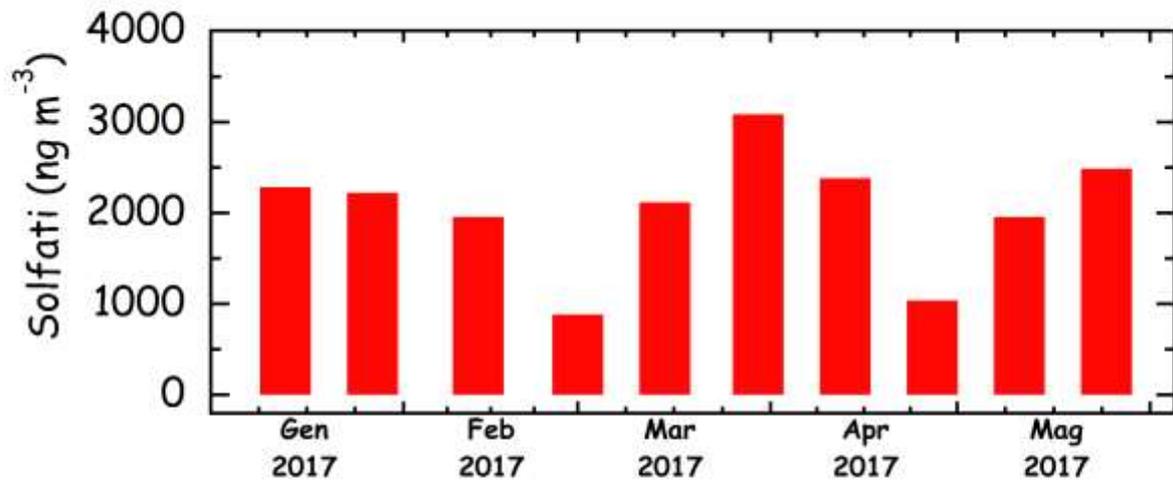
Numero campioni raccolti: **10**



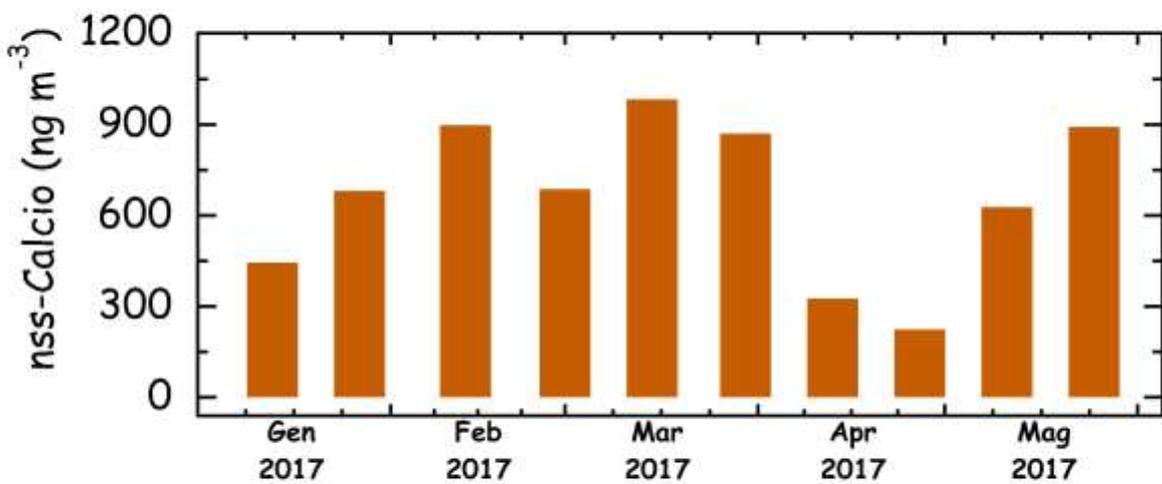
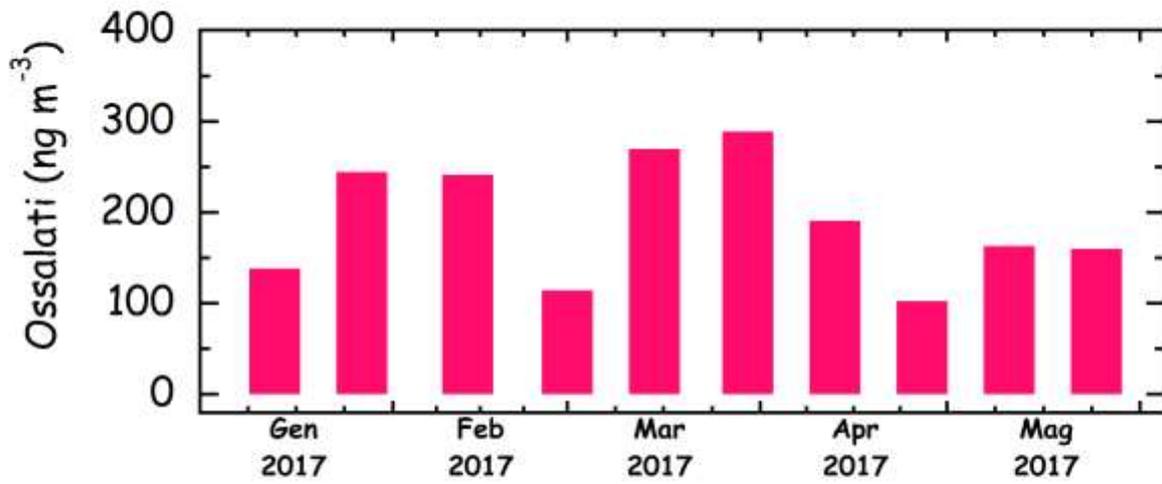
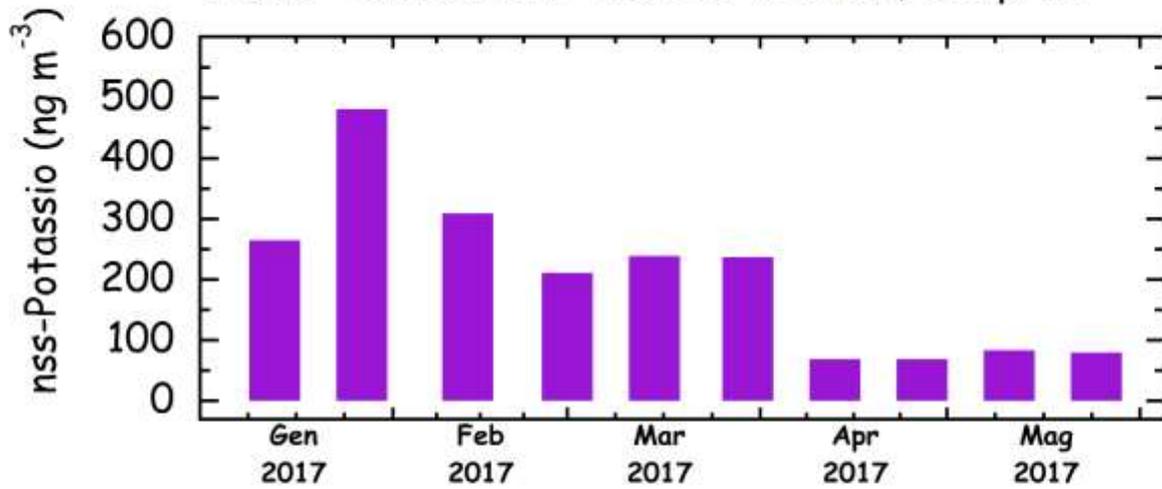
PM10 - S11 SMART Via San Donnino, Campi B.



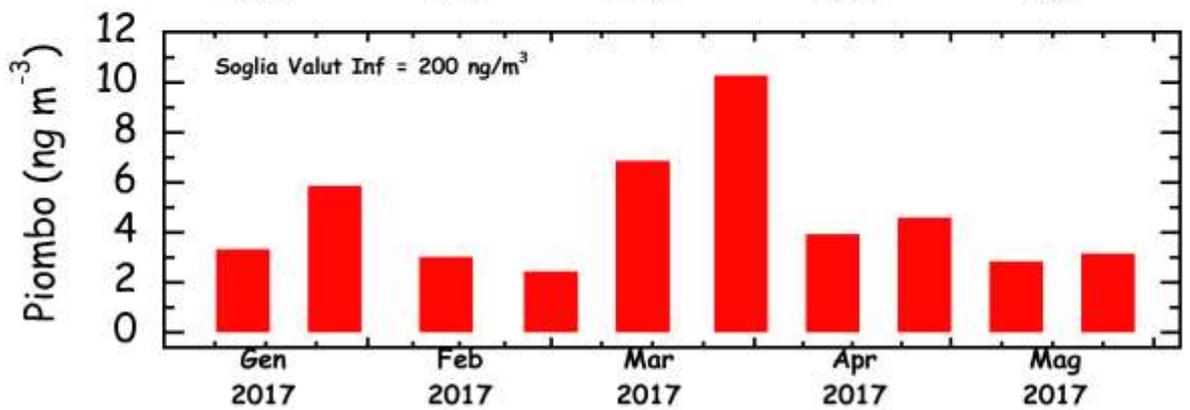
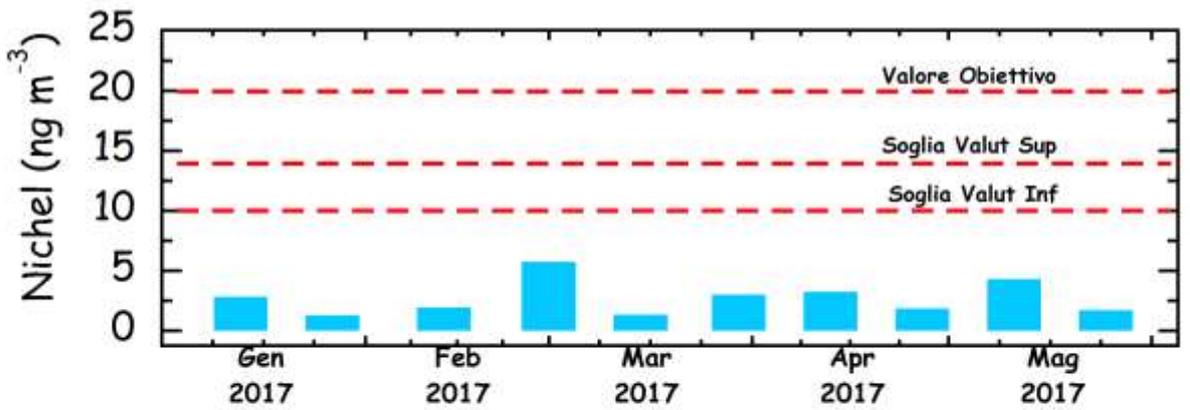
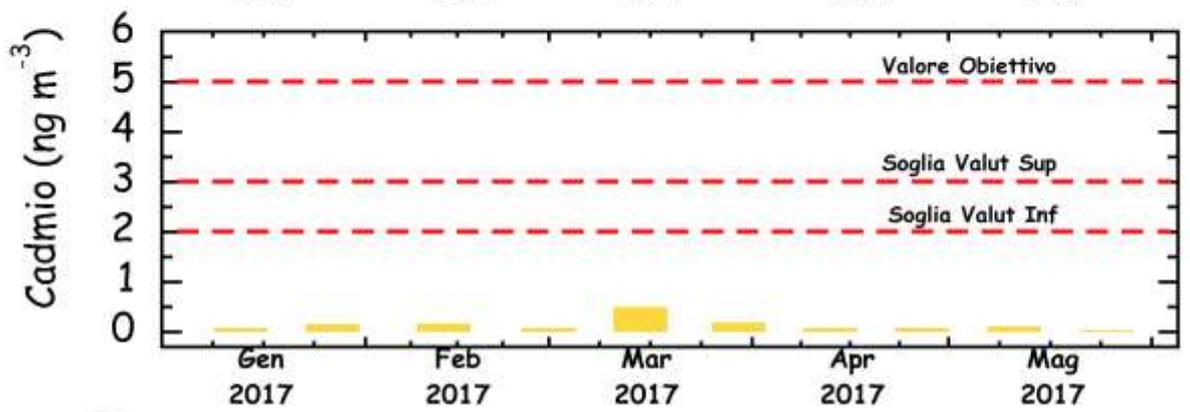
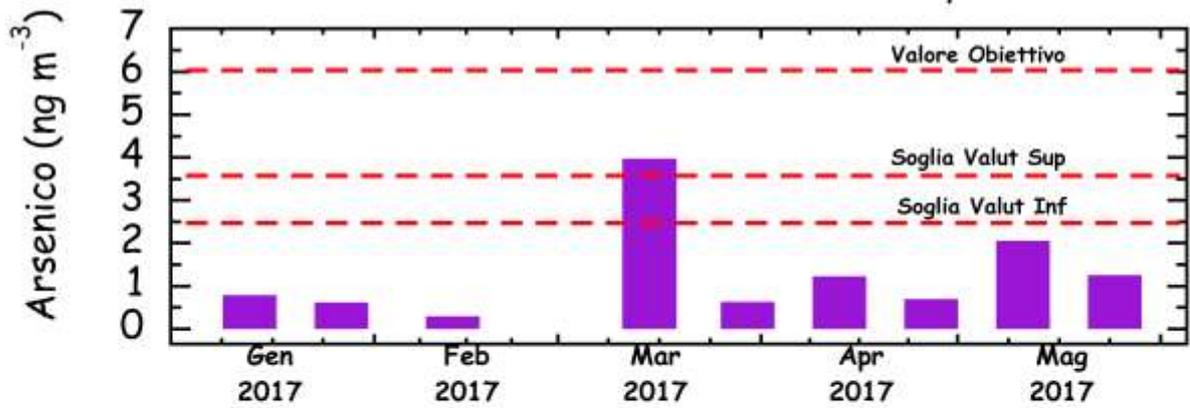
PM10 - S11 SMART Via San Donnino, Campi B.



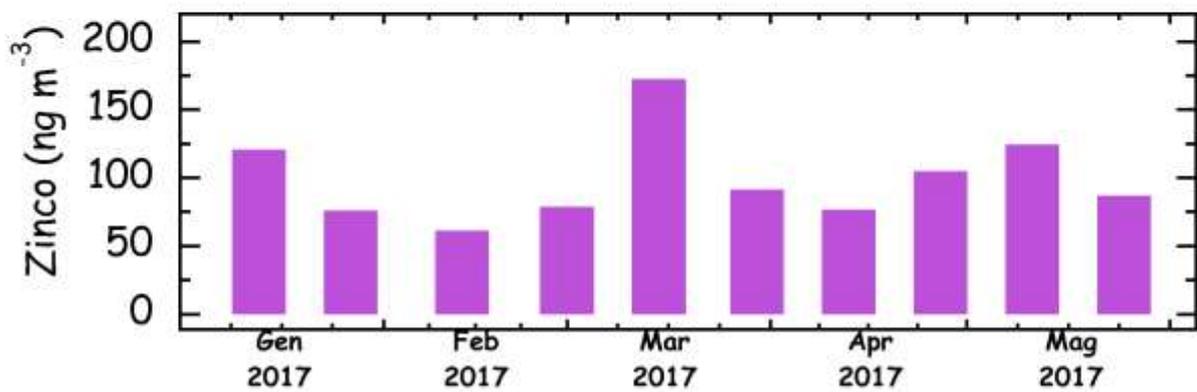
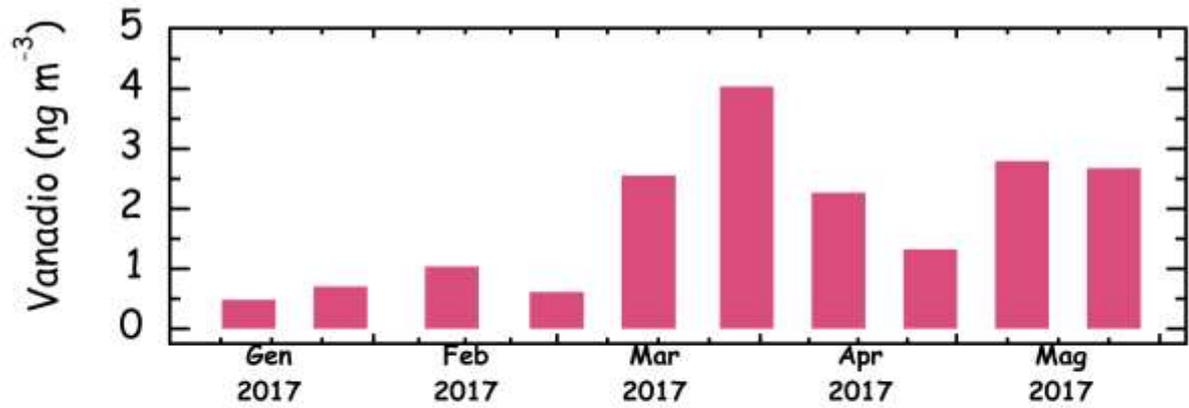
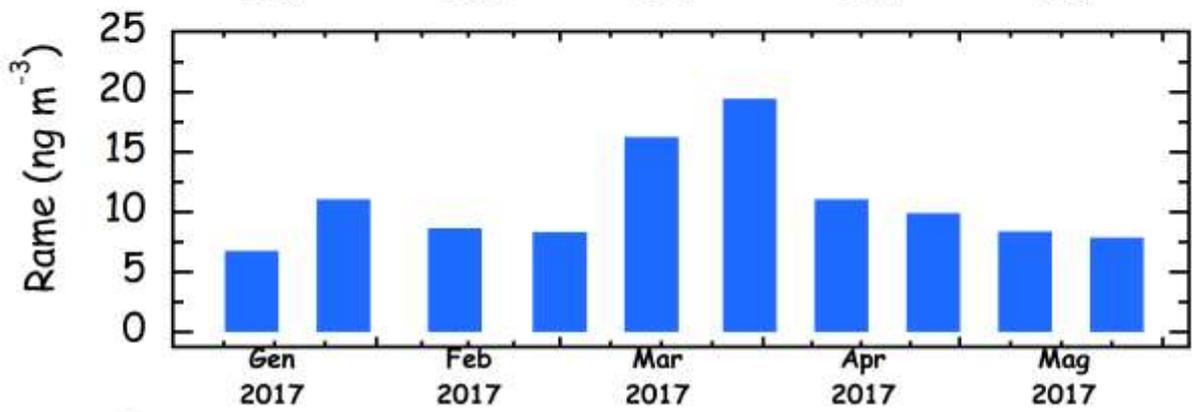
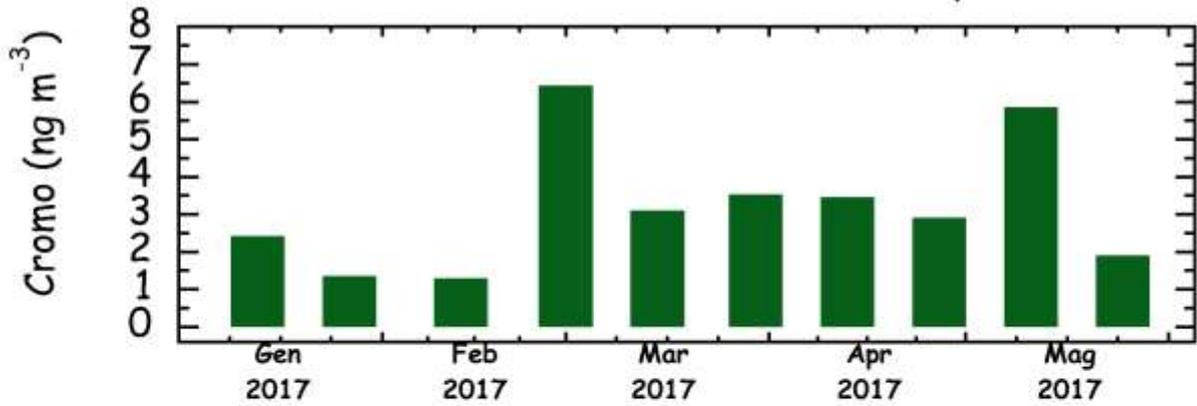
PM10 - S11 SMART Via San Donnino, Campi B.



PM10 - S11 SMART Via San Donnino, Campi B.



PM10 - S11 SMART Via San Donnino, Campi B.



## S11 – VIA SAN DONNINO, CAMPI BISENZIO

### PM10

Valore minimo: 12.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 34.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 21.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 6.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 20.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 nel periodo di campionamento mostrano valori relativamente bassi, con un massimo di 34.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nella seconda metà di Gennaio. Per il resto del periodo, i valori non superano i 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nessun campione, quindi, mostra valori superiori al limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La media calcolata sull'intero periodo di campionamento è di 21.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore analogo a quanto misurato dalle centraline a norma EN 12341 posizionate al Polo Scientifico (PS = 22.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a Case Passerini (CP = 22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### Secondario Inorganico

Valore minimo: 2.68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 6.09  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 1.05  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 4.63  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

A parte il valore massimo (circa 6.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nella seconda metà di Gennaio, in corrispondenza del massimo del PM10, la concentrazione del "Secondario Inorganico" oscilla tra 3 e 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , senza mostrare particolarità degne di nota.

Il valore medio (circa 4.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è analogo a quelli misurati dalle centraline EN 12341 (entrambi intorno a 4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo di questo componente al peso del PM10 è intorno al 21%.

### Contributo Crostale

Valore minimo: 1.72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 10.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 5.10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 2.73  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 4.57  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo crostale mostrano valori piu' elevati nel periodo Aprile-Maggio (fino ad un massimo di  $10.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio di questo componente ( $5.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' 3 volte piu' elevato di quelli misurati nelle centraline CP e PS, evidenziando un maggiore contributo delle polveri crostali sul PM10 in questo sito. In percentuale, tale contributo (circa 24%) e' superiore a quello del componente "secondario inorganico" (21%).

### **Spray Marino**

Valore minimo:  $0.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $1.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media:  $0.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $0.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana:  $0.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo dello spray marino sono costantemente al di sotto dei  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Da notare solo il massimo di  $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a cavallo tra Febbraio e Marzo.

Il valore medio ( $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' molto vicino a quelli misurati con le centraline Hydra (intorno a  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo dello spray marino al PM10 e' di circa il 4%.

### **Solfati**

Valore minimo:  $887 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $3084 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $2041 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 654 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $2168 \text{ ng}/\text{m}^3$

Il profilo dei solfati mostra valori mediamente intorno ai  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con un valore massimo di circa  $3.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel campione prelevato a cavallo tra Marzo ed Aprile.

Il valore medio ( $2.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' analogo ai valori misurati dalle centraline PS ( $1.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e CP ( $1.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Nitrati**

Valore minimo:  $1337 \text{ ng}/\text{m}^3$

Valore massimo:  $3275 \text{ ng}/\text{m}^3$

Media:  $2043 \text{ ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 624 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana:  $1864 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dei nitrati mostrano un trend simile a quello del PM10. Dopo il massimo registrato nella seconda meta' di Gennaio (circa  $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), le concentrazioni

diminuiscono gradualmente fino a valori dell'ordine di  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in tarda primavera. Un massimo relativo ( $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' stato registrato a meta' Marzo. Il valore medio (circa  $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' molto simile ai valori misurati dalle centraline PS e CP (intorno a  $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Ammonio**

Valore minimo:  $62.4 \text{ ng}/\text{m}^3$   
Valore massimo:  $921 \text{ ng}/\text{m}^3$   
Media:  $508 \text{ ng}/\text{m}^3$   
Standard deviation:  $\pm 273 \text{ ng}/\text{m}^3$   
Mediana:  $498 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dello ione ammonio seguono il trend dei solfati, con un picco di circa  $920 \text{ ng}/\text{m}^3$  a cavallo tra Marzo e Aprile. Valori mediamente piu' elevati sono stati registrati a Gennaio (fino a circa  $760 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) e Maggio (fino a circa  $710 \text{ ng}/\text{m}^3$ ). La media ( $508 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) e' inferiore a quelle misurate a PS e CP ( $640$  e  $606 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).

### **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo:  $69.1 \text{ ng}/\text{m}^3$   
Valore massimo:  $481 \text{ ng}/\text{m}^3$   
Media:  $204 \text{ ng}/\text{m}^3$   
Standard deviation:  $\pm 133 \text{ ng}/\text{m}^3$   
Mediana:  $224 \text{ ng}/\text{m}^3$

Il profilo del nssK mostra concentrazioni piu' elevate fino ad Aprile, con un massimo di circa  $480 \text{ ng}/\text{m}^3$  nella seconda meta' di Gennaio. Ad Aprile, le concentrazioni scendono bruscamente a valori inferiori a  $100 \text{ ng}/\text{m}^3$ . La media ( $204 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) e' inferiore a quelle misurate a PS e CP ( $288$  e  $274 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).

### **Ossalati**

Valore minimo:  $103 \text{ ng}/\text{m}^3$   
Valore massimo:  $288 \text{ ng}/\text{m}^3$   
Media:  $191 \text{ ng}/\text{m}^3$   
Standard deviation:  $\pm 66.0 \text{ ng}/\text{m}^3$   
Mediana:  $177 \text{ ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni degli ossalati seguono il trend dei solfati, con i valori piu' elevati nei campioni della seconda meta' di Marzo (fino a circa  $290 \text{ ng}/\text{m}^3$ ). Concentrazioni relativamente elevate (fino a  $244 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) sono state registrate anche a fine Gennaio. Il valore medio di  $191 \text{ ng}/\text{m}^3$  e' sensibilmente maggiore dei valori misurati a PS e CP (rispettivamente,  $130$  e  $126 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).

## **Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)**

Valore minimo: 224 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 983 ng/m<sup>3</sup>

Media: 664 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 260$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 684 ng/m<sup>3</sup>

Il profilo del nssCa mostra concentrazioni relativamente elevate da Febbraio alla fine di Marzo (massimo di circa 980 ng/m<sup>3</sup> alla meta' di Marzo) e alla fine di Maggio (fino a circa 890 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (664 ng/m<sup>3</sup>) e' di poco superiore a quelli misurati dalle due centraline PS e CP (560 e 483 ng/m<sup>3</sup>).

## **Arsenico**

Valore minimo: 0.02 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.98 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.16 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 1.14$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.74 ng/m<sup>3</sup>

L'arsenico mostra concentrazioni mediamente piu' elevate nel periodo primaverile. Le concentrazioni invernali sono tutte inferiori a 1 ng/m<sup>3</sup>. A meta' Marzo e' stato registrato il valore massimo di circa 4 ng/m<sup>3</sup>. I campioni successivi mostrano concentrazioni tra 0.5 e 2 ng/m<sup>3</sup>.

Il valore medio di circa 1.2 ng/m<sup>3</sup> e' circa il doppio dei valori misurati a PS e CP (0.54 e 0.58 ng/m<sup>3</sup>), ma la meta' della Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>).

## **Cadmio**

Valore minimo: 0.03 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 0.50 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.14 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.13$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.10 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono notevolmente basse e inferiori a 0.5 ng/m<sup>3</sup>.

Il valore medio (circa 0.14 ng/m<sup>3</sup>) e' analogo a quelli misurati a PS e CP (intorno a 0.16 ng/m<sup>3</sup>) e 14 volte piu' basso della Soglia di Valutazione Inferiore (2.0 ng/m<sup>3</sup>).

## Nichel

Valore minimo: 1.29 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 5.73 ng/m<sup>3</sup>

Media: 2.71 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 1.42 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 2.37 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nichel sono generalmente piu' basse di 5 ng/m<sup>3</sup>, con l'eccezione del campione raccolto tra Febbraio e Marzo (massimo di circa 5.7 ng/m<sup>3</sup>).

La media calcolata sull'intero periodo (circa 2.7 ng/m<sup>3</sup>) e' nettamente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (10 ng/m<sup>3</sup>), anche se sensibilmente superiore a quelle misurate nelle centraline al Polo Scientifico (1.7 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini 1.5 ng/m<sup>3</sup>).

## Piombo

Valore minimo: 2.44 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 10.3 ng/m<sup>3</sup>

Media: 4.63 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 2.43 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 3.63 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del piombo sono mediamente inferiori a 5 ng/m<sup>3</sup>, con le due eccezioni dei campioni raccolti nella seconda meta' di Gennaio (5.9 ng/m<sup>3</sup>) e nella seconda meta' di Marzo (fino al valore massimo di 10.3 ng/m<sup>3</sup>).

La media (circa 4.6 ng/m<sup>3</sup>) e' di poco inferiore a quella misurata a PS e CP (5.6 e 6.8 ng/m<sup>3</sup>) e oltre 40 volte piu' bassa della Soglia di Valutazione Inferiore (200 ng/m<sup>3</sup>).

## Cromo

Valore minimo: 1.30 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 6.44 ng/m<sup>3</sup>

Media: 3.23 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 1.74 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 3.01 ng/m<sup>3</sup>

Il profilo del cromo mostra concentrazioni primaverili circa doppie di quelle invernali. Da segnalare due picchi di concentrazione: a cavallo tra Febbraio e Marzo (valore massimo di circa 6.4 ng/m<sup>3</sup>) e nella prima meta' di Maggio (5.9 ng/m<sup>3</sup>).

La media (3.2 ng/m<sup>3</sup>) e' in linea con i valori misurati a PS e CP (4.3 e 3.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Rame**

Valore minimo: 6.74 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 19.4 ng/m<sup>3</sup>

Media: 10.7 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 4.04 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 9.25 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del rame sono inferiori ai 15 ng/m<sup>3</sup>, con l'eccezione dei campioni raccolti nella seconda metà di Marzo (fino al massimo di 19.4 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di 10.7 ng/m<sup>3</sup> è nettamente inferiore a quelli misurati al Polo Scientifico (30.1 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini (25.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.48 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 4.03 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.84 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 1.19 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.79 ng/m<sup>3</sup>

Il vanadio mostra concentrazioni invernali al di sotto di 1 ng/m<sup>3</sup>. Dalla metà di Marzo, i valori aumentano sensibilmente a 2-3 ng/m<sup>3</sup>. Il valore massimo di circa 4 ng/m<sup>3</sup> è stato registrato nel campione raccolto a cavallo tra Marzo e Aprile.

La media (circa 1.8 ng/m<sup>3</sup>) è analoga a quelle misurate a PS e CP (1.5 e 1.7 ng/m<sup>3</sup>).

## **Zinco**

Valore minimo: 61.6 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 173 ng/m<sup>3</sup>

Media: 99.5 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 32.7 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 89.3 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello zinco mostrano valori generalmente compresi tra 50 e 150 ng/m<sup>3</sup>. Valori al di sopra dei 100 ng/m<sup>3</sup> sono stati registrati nei campioni raccolti nella prima metà di Gennaio (121 ng/m<sup>3</sup>), a metà Marzo (massimo di 173 ng/m<sup>3</sup>) e a metà Maggio (125 ng/m<sup>3</sup>).

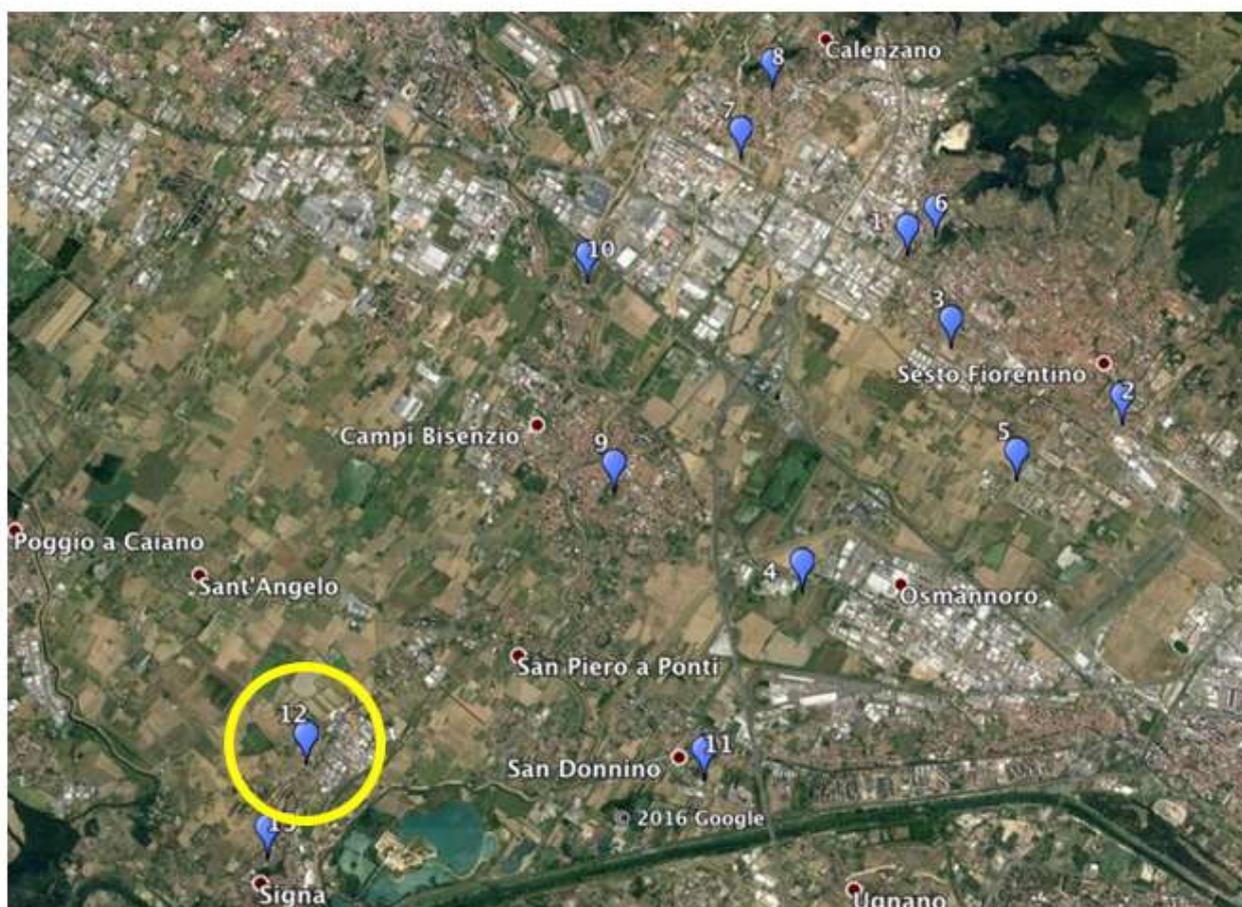
La media (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) è più elevata di quelle registrate a PS (43 ng/m<sup>3</sup>) e a CP (39 ng/m<sup>3</sup>), ma è comunque in linea con i valori medi annuali misurati nel PM2.5 a Sesto F.no nel 2010/11 (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e nel 2011/12 (circa 120 ng/m<sup>3</sup>).

## S12 – VIA BUONARROTI, SIGNA

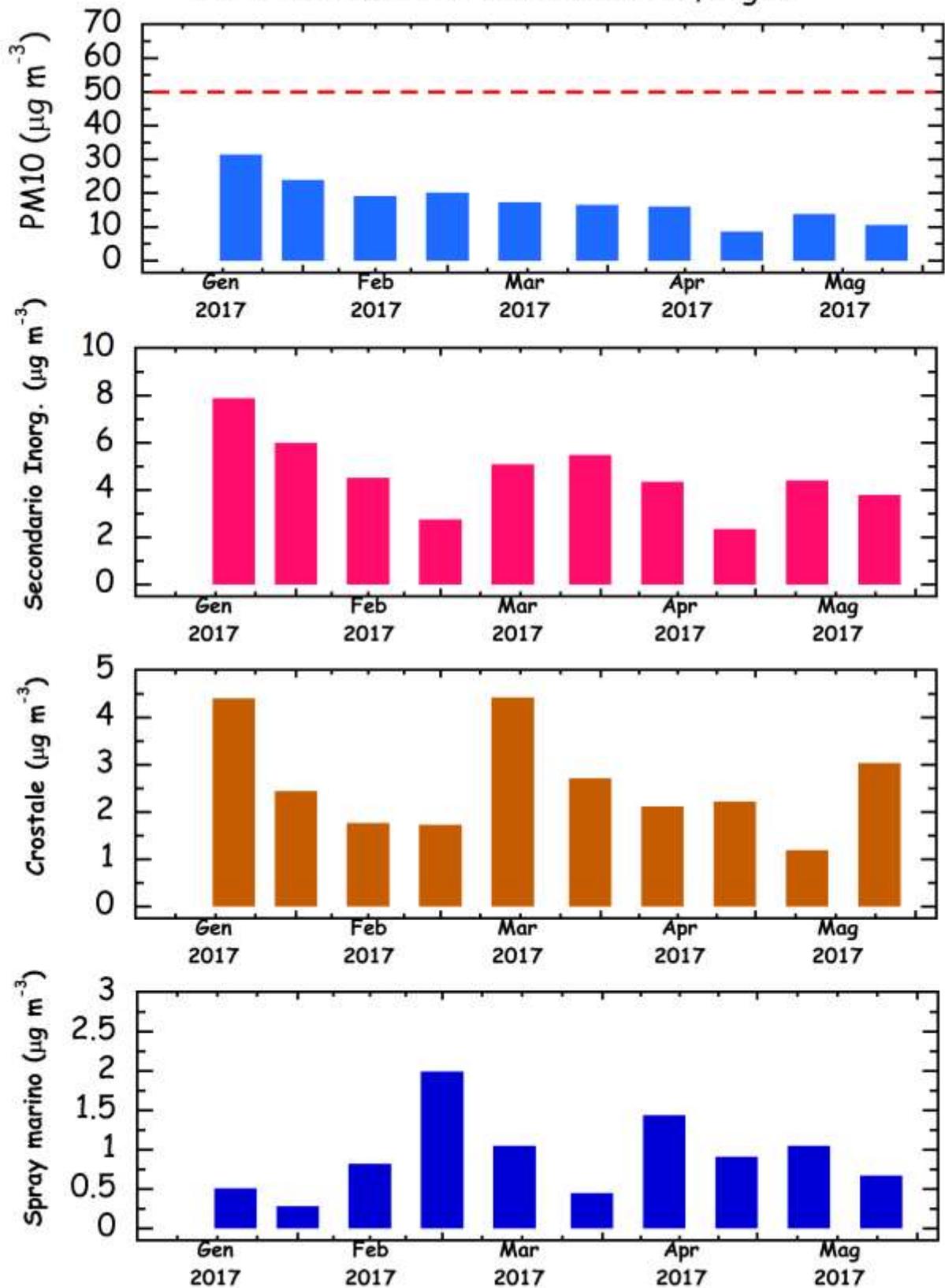
Tipo di campionatore: **FAI - SMART**

Periodo di campionamento: **20.01.2017 – 08.06.2017**

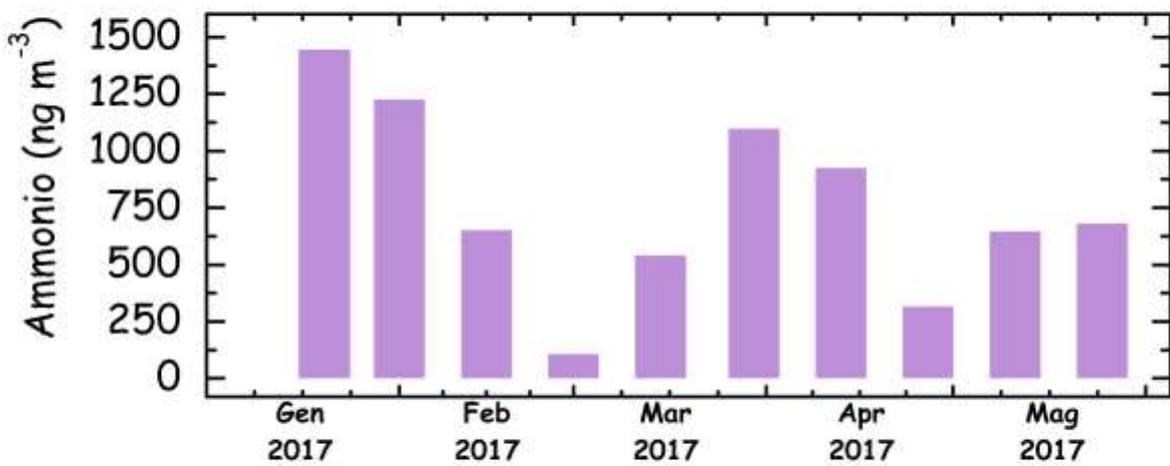
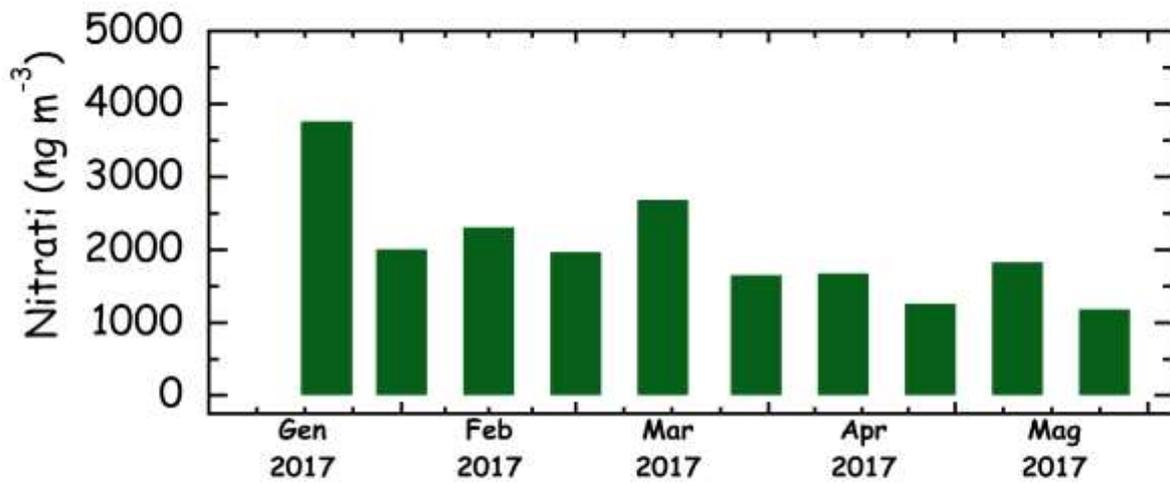
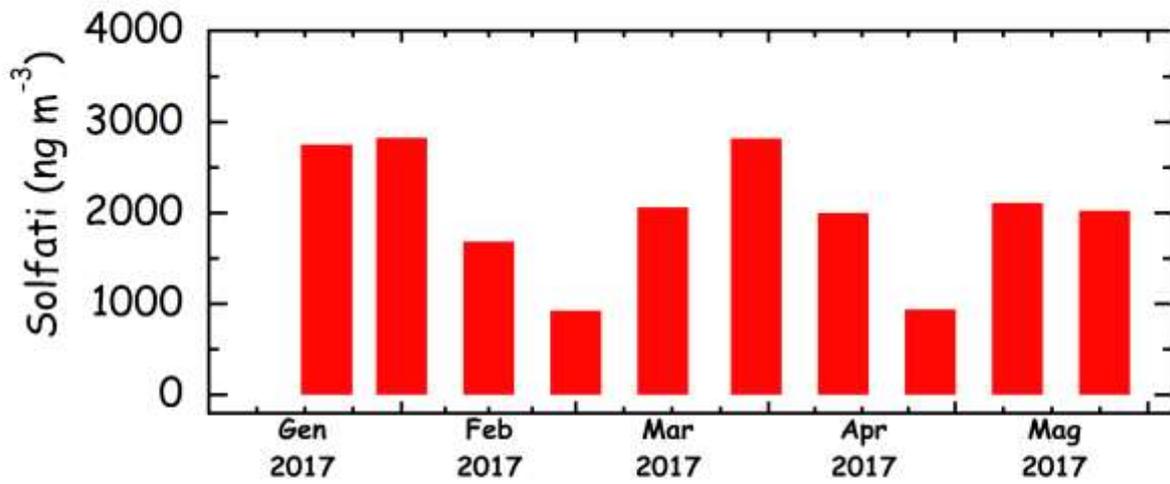
Numero campioni raccolti: **10**



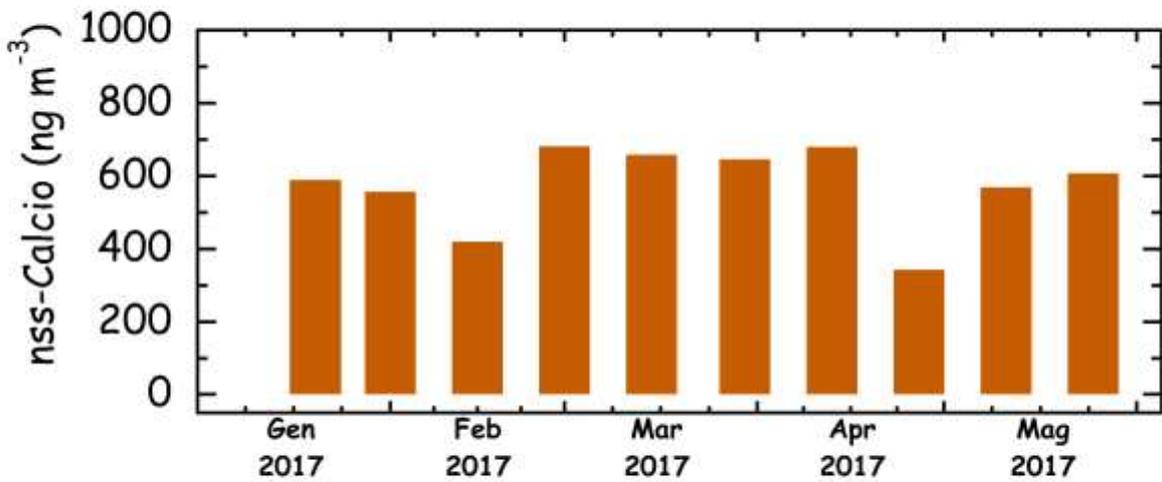
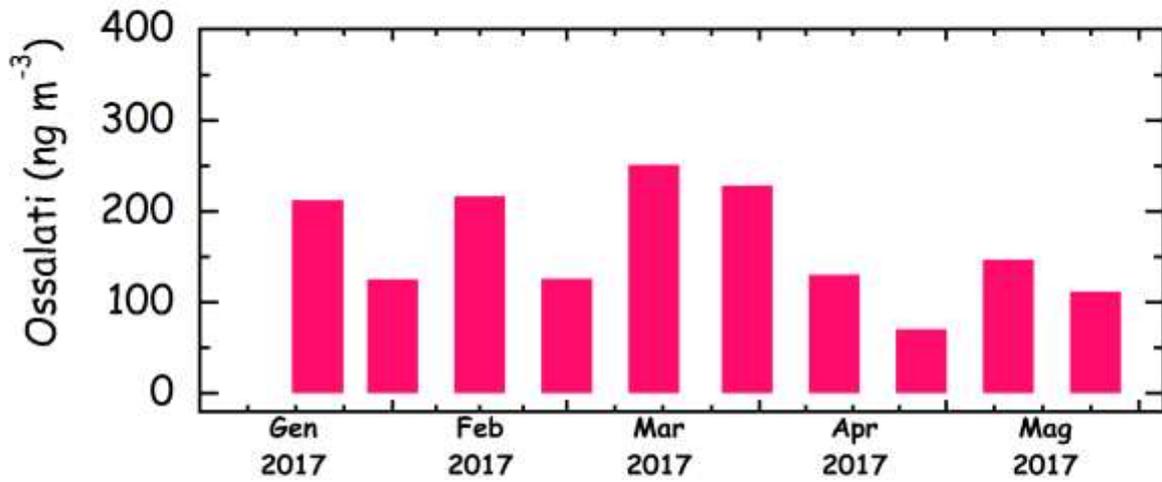
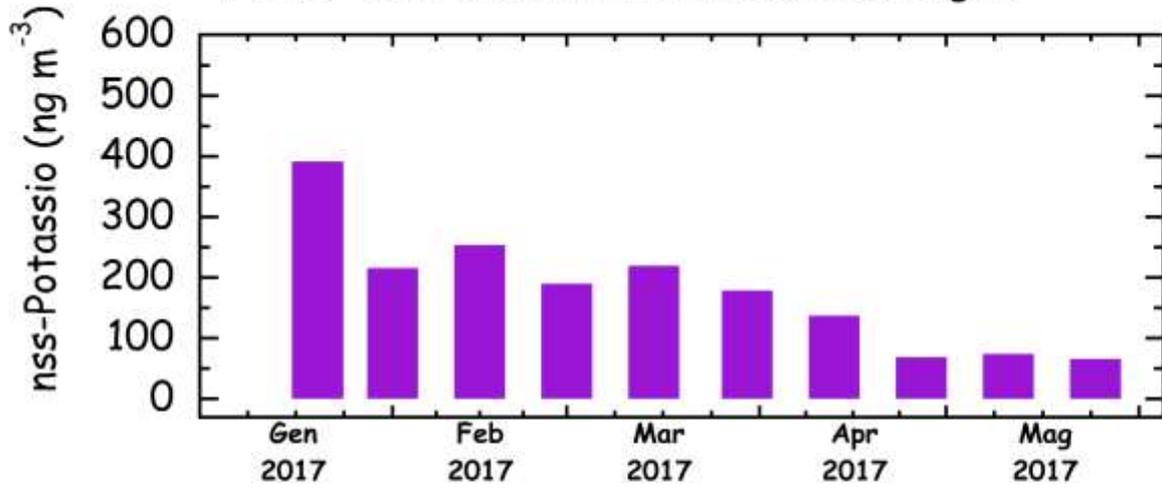
### PM10 - S12 SMART Via Buonarroti, Signa



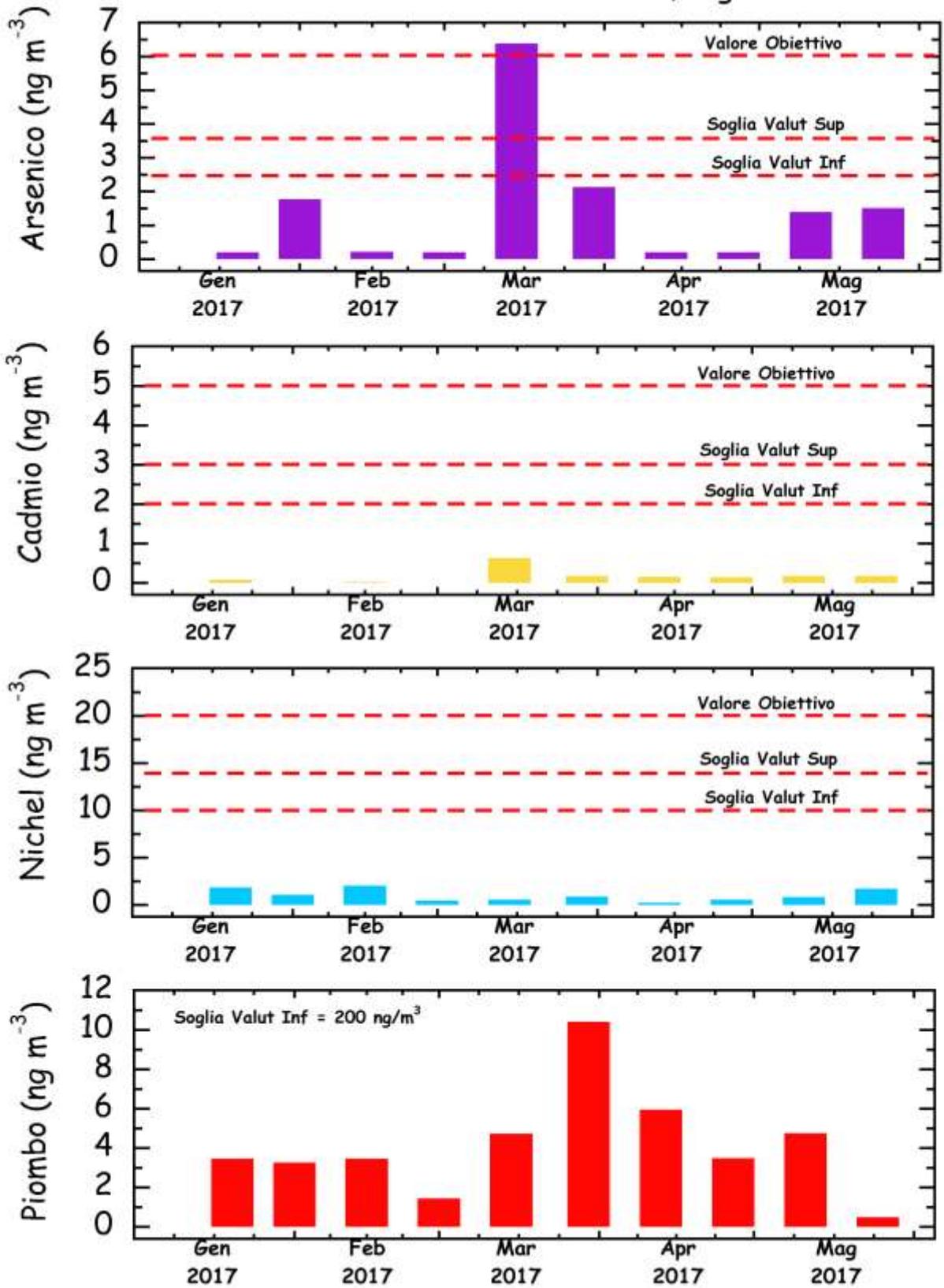
PM10 - S12 SMART Via Buonarroti, Signa



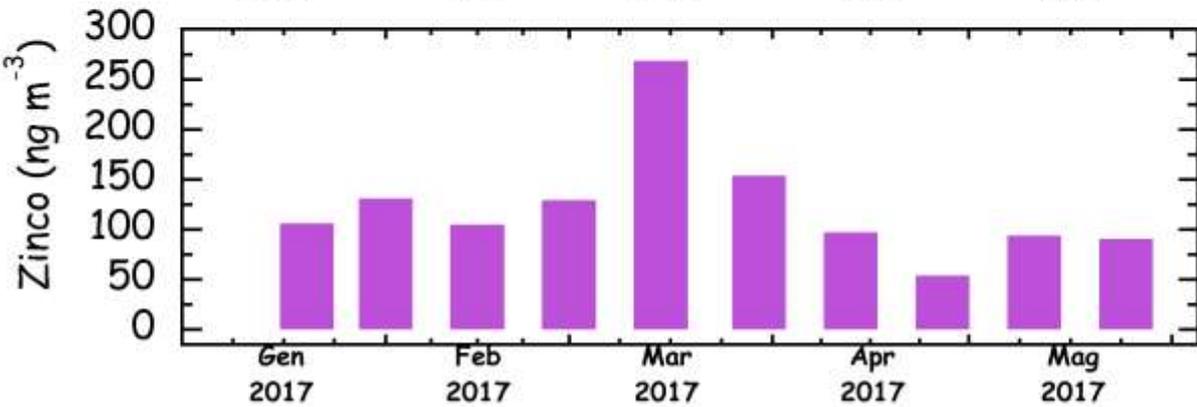
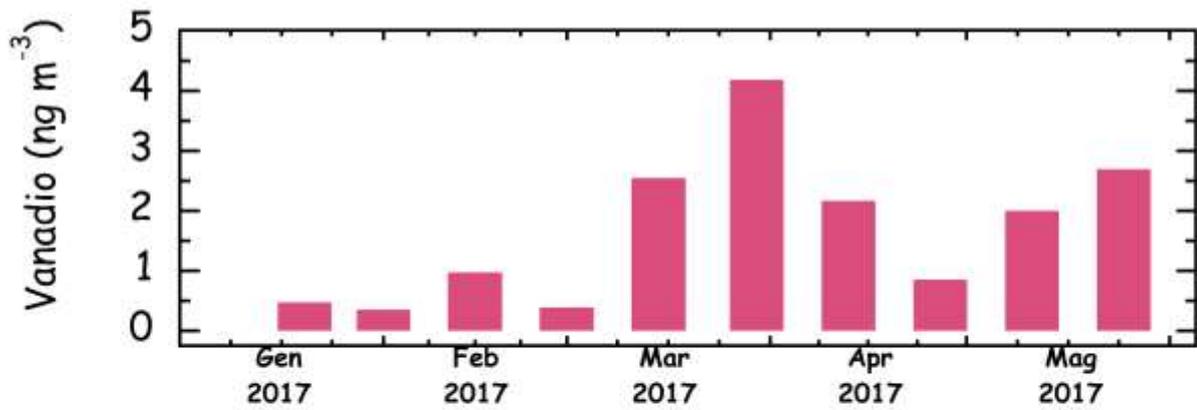
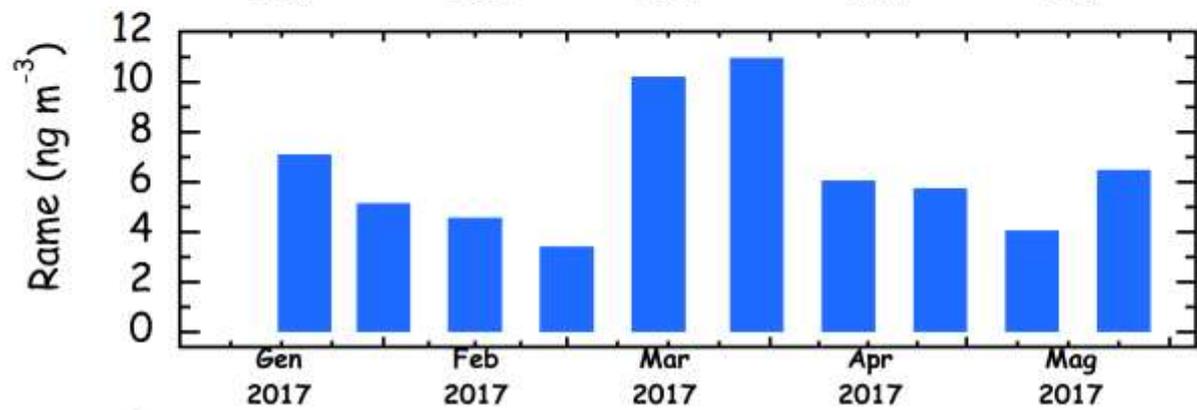
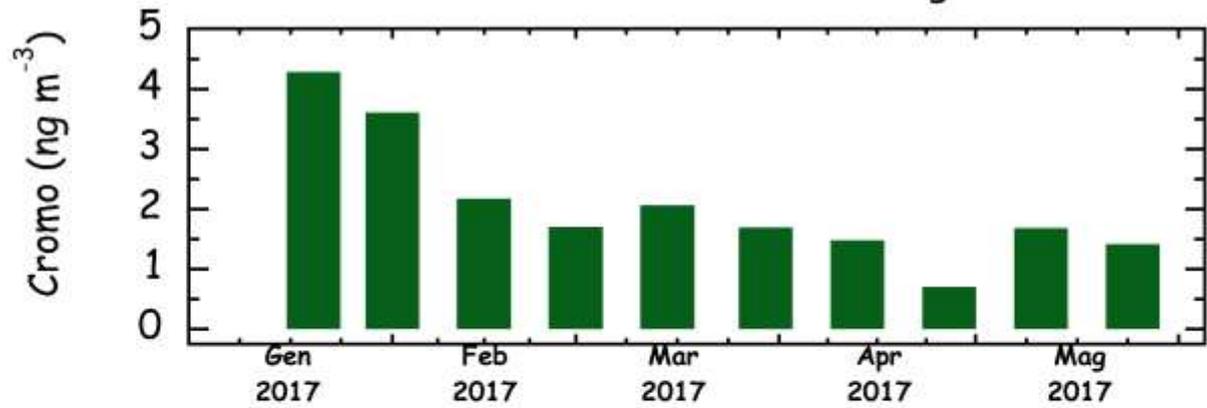
### PM10 - S12 SMART Via Buonarroti, Signa



### PM10 - S12 SMART Via Buonarroti, Signa



### PM10 - S12 SMART Via Buonarroti, Signa



## S12 – VIA BUONARROTI, SIGNA

### PM10

Valore minimo: 8.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 31.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 17.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 6.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 16.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 decrescono regolarmente e continuativamente da Gennaio a Maggio, passando da 20-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in inverno a 10-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in primavera. Nessun campione mostra valori superiori a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Occorre, ovviamente, tenere presente che i dati si riferiscono all'analisi di filtri di 15 giorni, con valori quindi mediati sul lungo periodo. Inoltre, il campionamento e' iniziato a meta' Gennaio.

La media calcolata sull'intero periodo di campionamento e' di 17.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore significativamente piu' basso di quelli delle centraline a norma EN 12341 al Polo Scientifico (PS = 22.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a Case Passerini (CP = 22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### Secondario Inorganico

Valore minimo: 2.34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 7.89  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 1.60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 4.45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del componente "Secondario Inorganico" presenta valori piu' elevati in Gennaio (massimo di circa 7.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e in Marzo (fino a 5.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio (circa 4.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' vicino a quelli misurati dalle centraline a PS e CP (circa 4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Questo componente contribuisce per il 26% al peso del PM10.

### Contributo Crostale

Valore minimo: 1.19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 4.42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 2.60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 1.09  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 2.33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo crostale mostrano valori generalmente compresi tra 1 e 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , con le eccezioni dei campioni raccolti in Gennaio (4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a meta' Marzo (massimo di 4.42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio di questo componente (2.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' di poco superiore a quelli delle centraline CP e PS (1.5-1.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il suo contributo al peso del PM10 e' di circa il 15%.

### **Spray Marino**

Valore minimo: 0.28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 1.99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 0.92  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 0.51  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 0.87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo dello spray marino sono tutte al di sotto dei 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il valore medio, intorno a 0.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e' simile a quelli misurati con le centraline PS e CP (intorno a 0.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il suo contributo al peso del PM10 e' di circa il 5%.

### **Solfati**

Valore minimo: 923  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 2823  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 2013  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 690 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 2040  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni piu' elevate dei solfati sono state misurate a Gennaio (fino a 2.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), tra Marzo ed Aprile (massimo di 2.82  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), e a Maggio (fino a 2.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il valore medio (circa 2.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' identico ai valori misurati dalle centraline PS (1.95  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e CP (1.99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Nitrati**

Valore minimo: 1184  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 3767  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 2034  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 755 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 1899  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dei nitrati mostrano valori invernali circa 1.5 volte piu' elevati di quelli primaverili, che si assestano intorno a 1-2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . I valori massimi sono stati registrati nel campione di Gennaio (circa 3.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e di meta' Marzo (2.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La media (circa 2.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' analoga a quelle misurate dalle centraline PS e CP (intorno a 1.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Ammonio**

Valore minimo: 108  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 1445  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 764  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 412 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 668  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dello ione ammonio seguono l'andamento dei solfati, con due picchi principali: a Gennaio (valore massimo di circa 1440  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e a cavallo tra Marzo e Aprile (fino a 1100  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio (764  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e' simile a quelli misurati a PS e CP (640 e 606  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

### **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo: 66.0  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 392  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 180  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 101 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 185  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del nssK seguono un trend molto simile a quelle dei nitrati, con concentrazioni invernali intorno tra 200 e 400  $\text{ng}/\text{m}^3$  e valori inferiori a 100  $\text{ng}/\text{m}^3$  in Maggio-Giugno. Il valore massimo e' stato registrato nel campione di Gennaio (392  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

La media (180  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e' inferiore a quelle misurate a PS e CP (288 e 274  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

### **Ossalati**

Valore minimo: 70.6  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 251  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 162  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 60.2 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 139  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni degli ossalati sono relativamente elevate (tra 100 e 250  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) fino alla fine di Marzo, poi si riducono di circa il 50% (50-150  $\text{ng}/\text{m}^3$ ). Il valore piu' elevato e' stato misurato nel campione a cavallo tra Febbraio e Marzo (251  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

La media di 162  $\text{ng}/\text{m}^3$  e' di poco superiore a quelle misurate nelle centraline PS e CP (rispettivamente, 130 e 126  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

## **Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)**

Valore minimo: 343 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 682 ng/m<sup>3</sup>

Media: 575 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 113$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 598 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssCa rimangono relativamente costanti, intorno a valori tra 400 e 700 ng/m<sup>3</sup>, in tutto il periodo di campionamento.

Il valore medio (575 ng/m<sup>3</sup>) e' analogo a quelli misurati dalle due centraline PS e CP (560 e 483 ng/m<sup>3</sup>).

## **Arsenico**

Valore minimo: 0.20 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 6.38 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.42 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 1.90$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.81 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dell'arsenico presentano dei picchi ben evidenti tra Gennaio e Febbraio (fino ad 1.8 ng/m<sup>3</sup>), a Marzo (massimo valore di 6.4 ng/m<sup>3</sup>) e a Maggio (fino a 1.5 ng/m<sup>3</sup>). Il picco di Marzo incide fortemente sulla media.

Il valore medio di 1.42 ng/m<sup>3</sup> e', pertanto, 3 volte piu' elevato di quelli misurati a PS e CP (rispettivamente, 0.54 e 0.58 ng/m<sup>3</sup>), anche se e' ancora significativamente inferiore al limite della Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>).

## **Cadmio**

Valore minimo: 0.01 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 0.63 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.15 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.18$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.15 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono basse e tutte inferiori a 1.0 ng/m<sup>3</sup>. Il valore massimo di 0.62 ng/m<sup>3</sup> e' stato registrato a cavallo tra Gennaio e Febbraio.

Il valore medio (0.15 ng/m<sup>3</sup>) e' analogo a quelli misurati a PS e CP (intorno a 0.16 ng/m<sup>3</sup>) e 13 volte piu' basso della Soglia di Valutazione Inferiore (2.0 ng/m<sup>3</sup>).

## Nichel

Valore minimo: 0.20 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 2.00 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.99 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 0.64$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.83 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nichel sono molto basse, con valori che non superano i 2 ng/m<sup>3</sup> in tutto il periodo di campionamento.

La media calcolata sull'intero periodo (circa 1 ng/m<sup>3</sup>) e' 10 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (10 ng/m<sup>3</sup>).

## Piombo

Valore minimo: 0.48 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 10.4 ng/m<sup>3</sup>

Media: 4.14 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 2.71$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 3.47 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni invernali del piombo (3-5 ng/m<sup>3</sup>) sono circa 1.5 volte piu' basse di quelle primaverili. Il valore massimo (10.4 ng/m<sup>3</sup>) e' stato registrato nel campione a cavallo tra Marzo e Aprile.

Il valore medio (4.1 ng/m<sup>3</sup>) e' di poco inferiore a quelli misurati a PS e CP (5.6 e 6.8 ng/m<sup>3</sup>) e quasi 50 volte inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (200 ng/m<sup>3</sup>).

## Cromo

Valore minimo: 0.70 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 4.28 ng/m<sup>3</sup>

Media: 2.08 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 1.07$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.70 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cromo seguono un andamento molto simile a quello dei nitrati, con un valore massimo (circa 4.3 ng/m<sup>3</sup>) a Gennaio e una diminuzione progressiva fino a valori primaverili intorno a 1-2 ng/m<sup>3</sup>.

Il valore medio (2.1 ng/m<sup>3</sup>) e' inferiore ai valori misurati a PS e CP (4.3 e 3.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Rame**

Valore minimo: 3.42 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 11.0 ng/m<sup>3</sup>

Media: 6.38 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 2.49 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 5.91 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del rame sono generalmente comprese tra 3 e 7 ng/m<sup>3</sup>, con l'eccezione dei due campioni di Marzo (fino al valore massimo di 11 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di circa 6.4 ng/m<sup>3</sup> e' notevolmente inferiore a quelli misurati al Polo Scientifico (30.1 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini (25.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.35 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 4.18 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.66 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 1.27 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.49 ng/m<sup>3</sup>

Il trend del vanadio mostra concentrazioni invernali inferiori a 1 ng/m<sup>3</sup> e un sostanziale aumento dei valori a partire dalla meta' di Marzo. Il valore piu' elevato (4.2 ng/m<sup>3</sup>) e' stato registrato a fine Marzo – inizio Aprile.

Il valore medio (circa 1.7 ng/m<sup>3</sup>) e' praticamente identico a quelli misurati a PS e CP (1.5 e 1.7 ng/m<sup>3</sup>, rispettivamente).

## **Zinco**

Valore minimo: 53.6 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 269 ng/m<sup>3</sup>

Media: 123 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 58.0 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 105 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello zinco sono comprese nell'intervallo 50-150 ng/m<sup>3</sup>, con l'eccezione di un picco di 269 ng/m<sup>3</sup> a meta' Marzo.

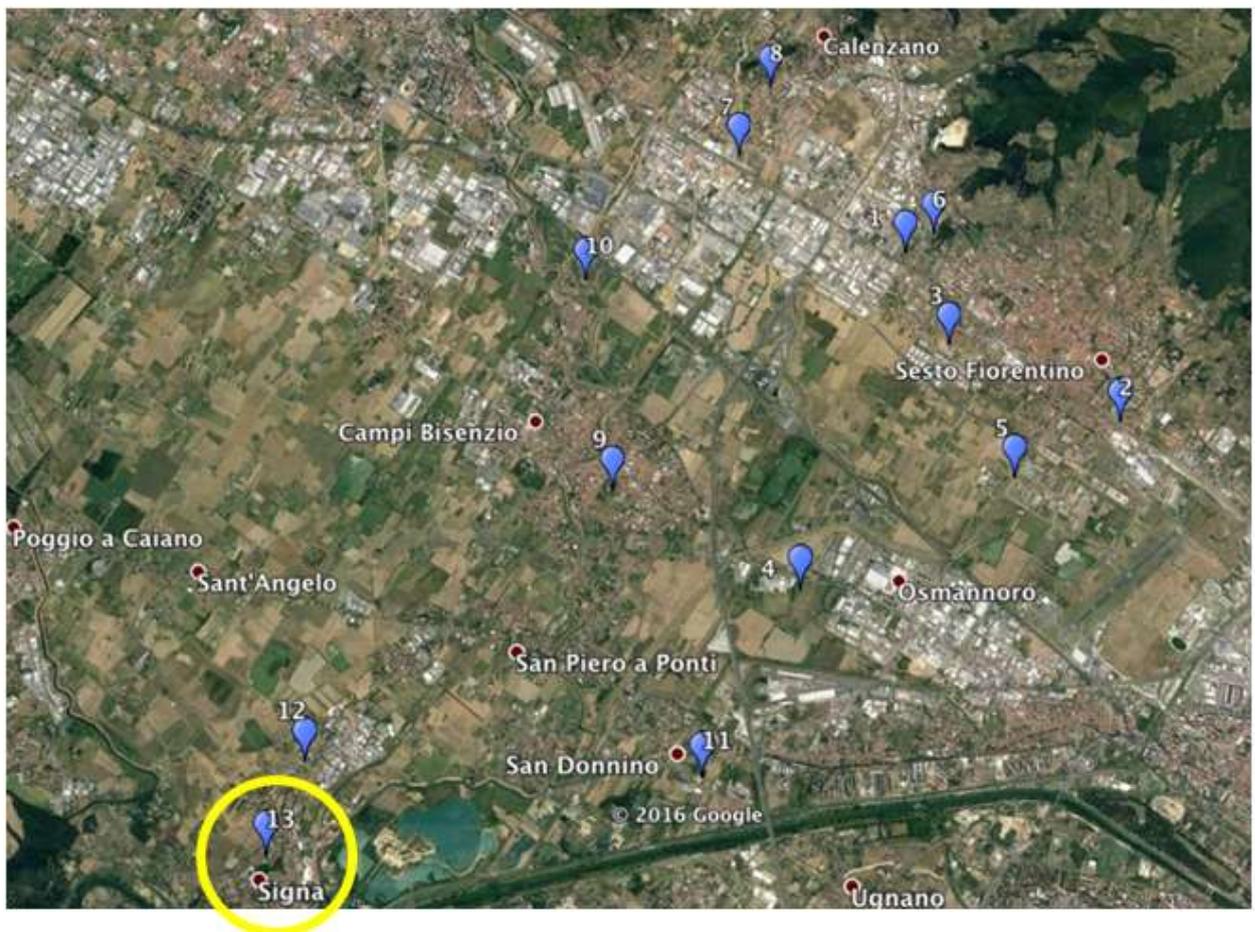
La media (123 ng/m<sup>3</sup>) e' notevolmente piu' elevata di quelle registrate a PS (43 ng/m<sup>3</sup>) e a CP (39 ng/m<sup>3</sup>), ma e' comunque in linea con le concentrazioni medie annuali misurate nel PM2.5 a Sesto F.no nel 2010/11 (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e nel 2011/12 (circa 120 ng/m<sup>3</sup>).

## S13 – VIA XX SETTEMBRE, SIGNA

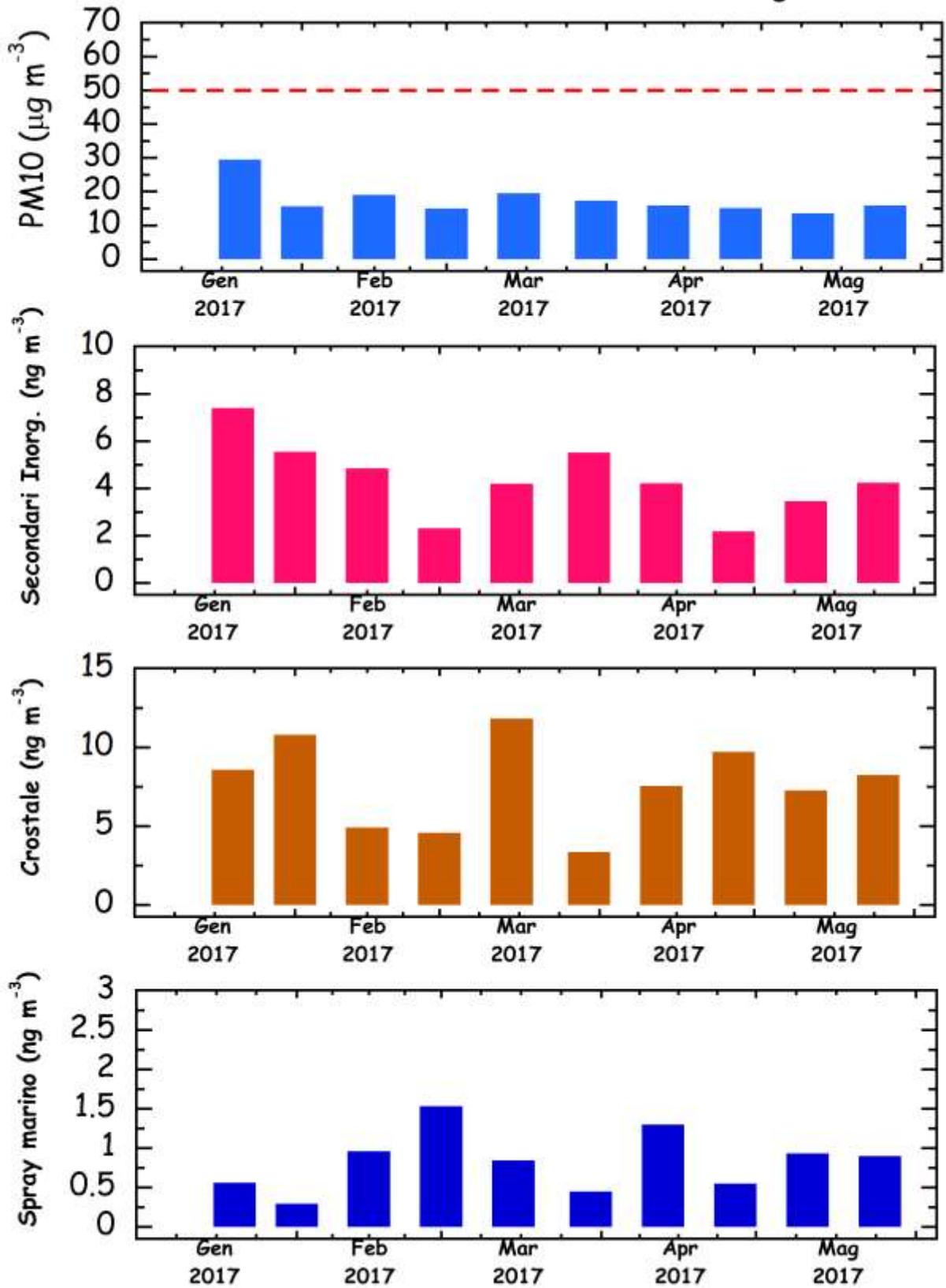
Tipo di campionatore: **FAI - SMART**

Periodo di campionamento: **20.01.2017 – 08.06.2017**

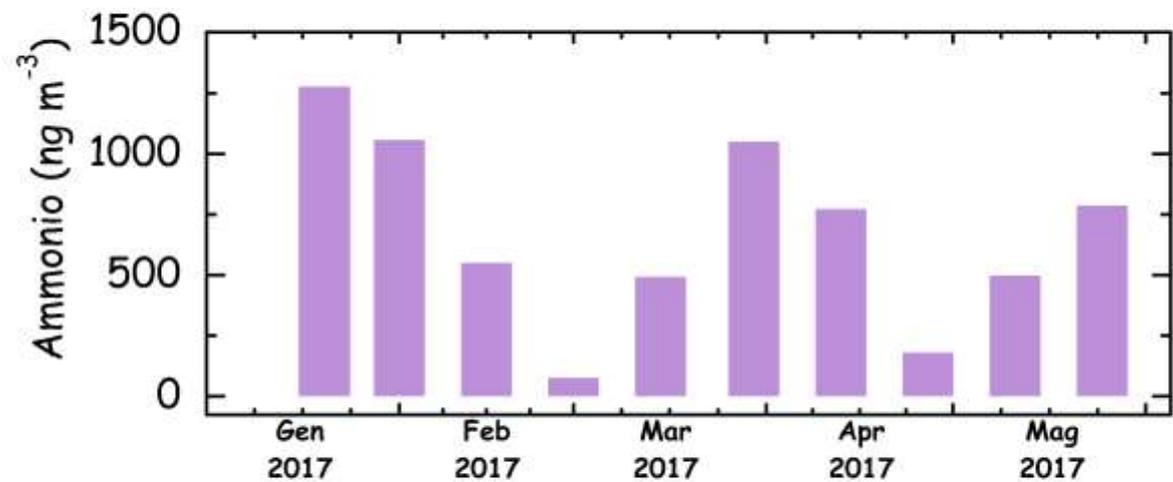
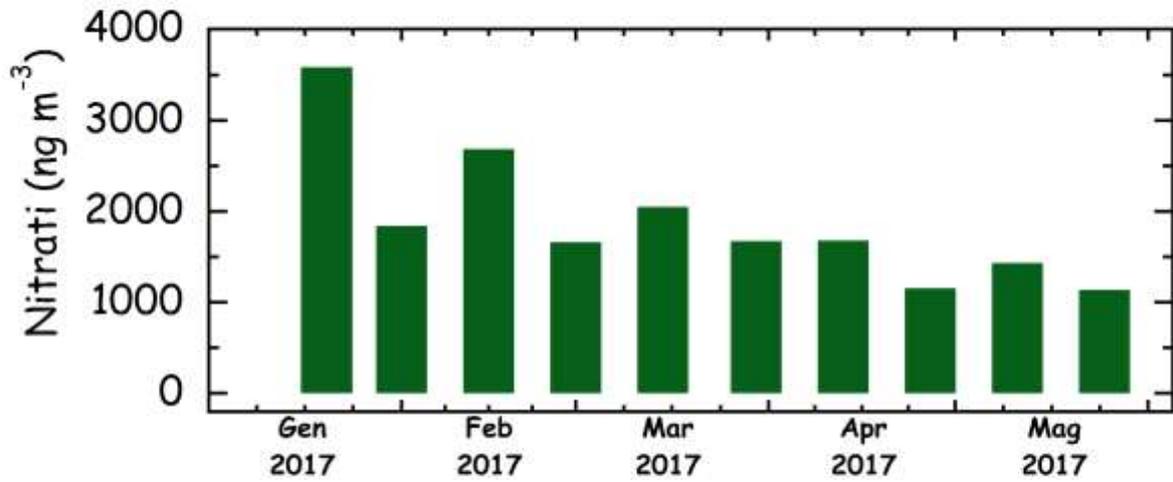
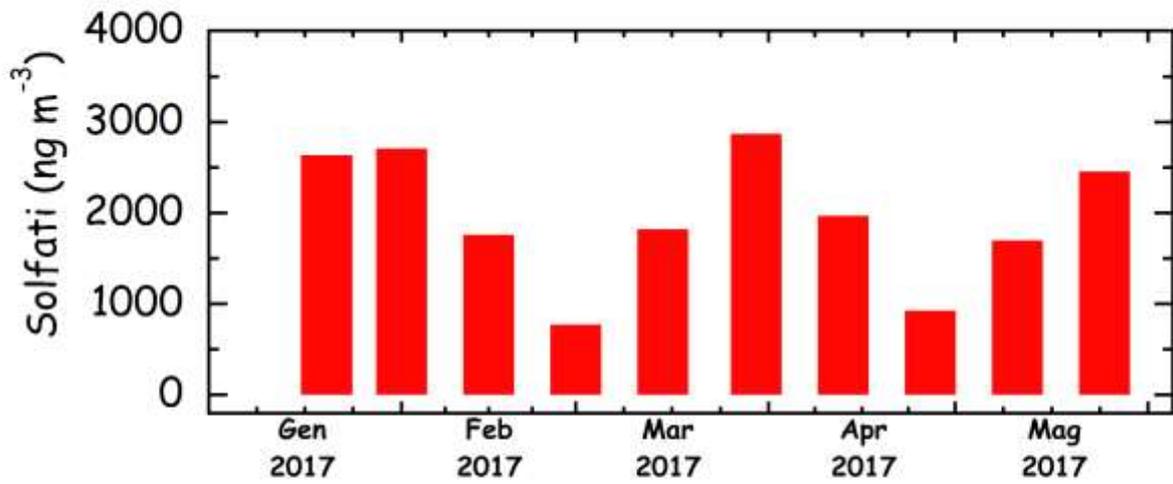
Numero campioni raccolti: **10**



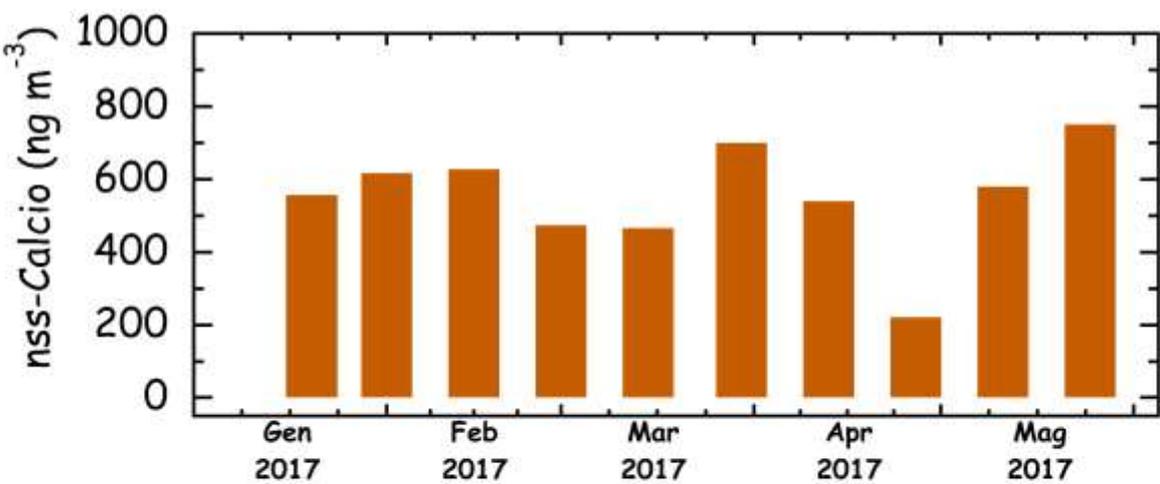
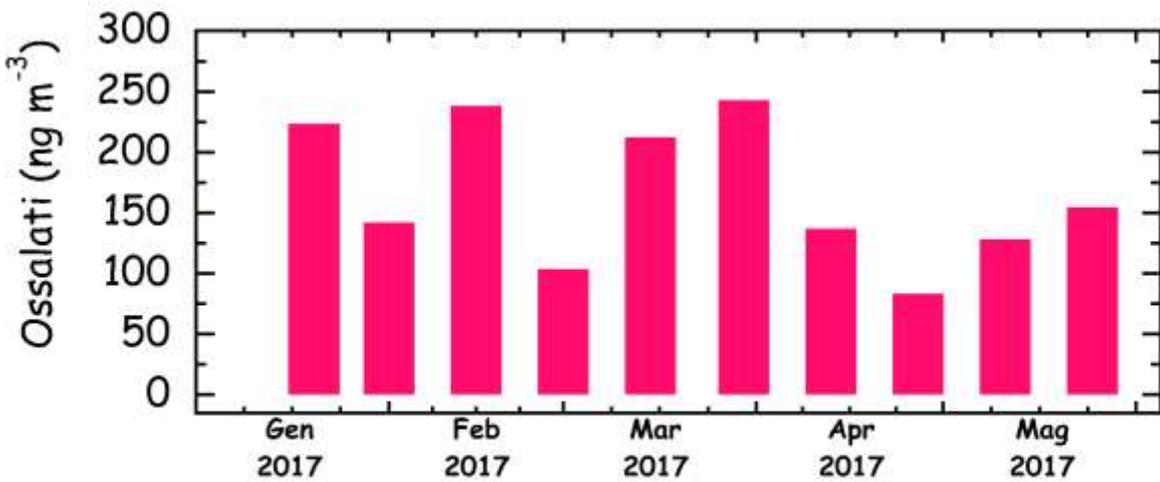
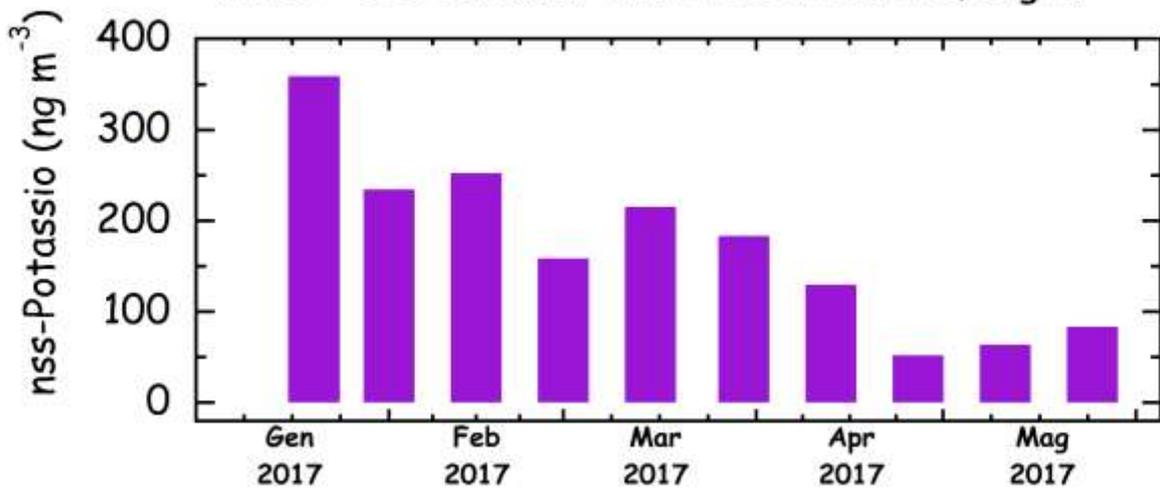
PM10 - S13 SMART Via XX Settembre, Signa



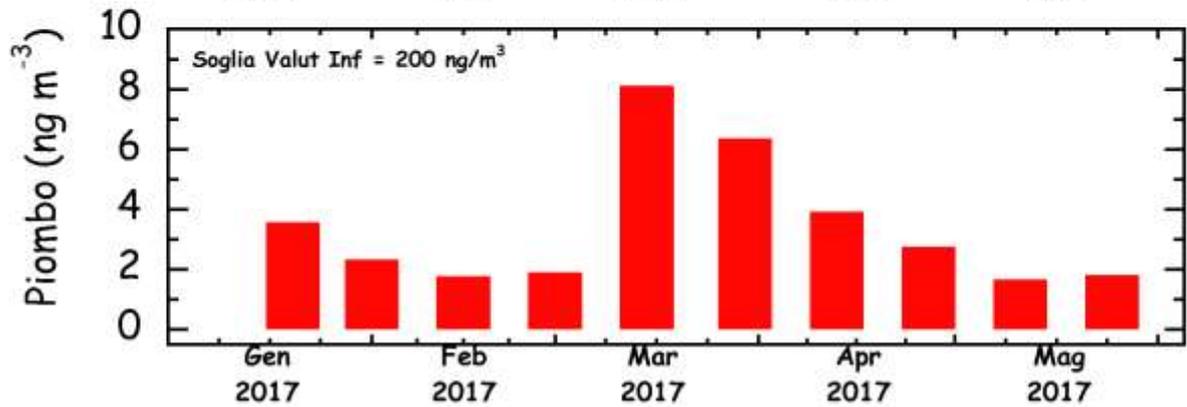
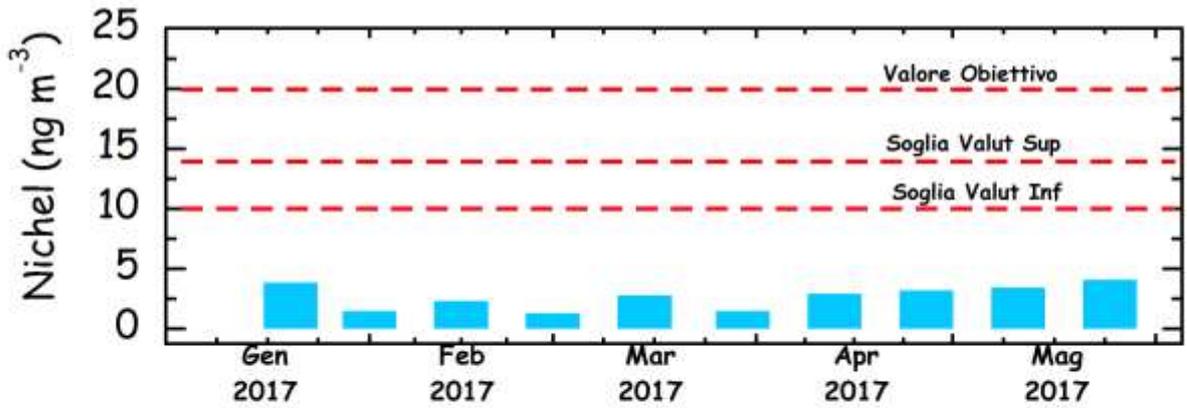
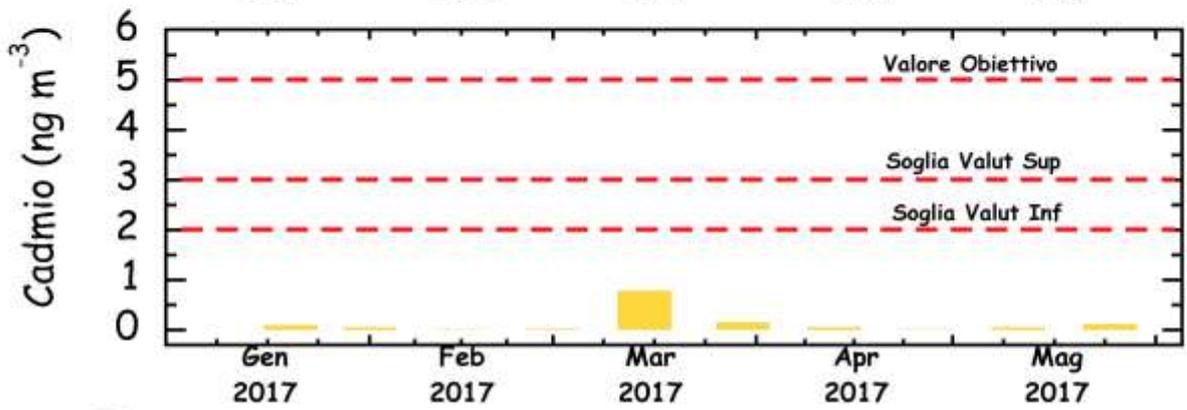
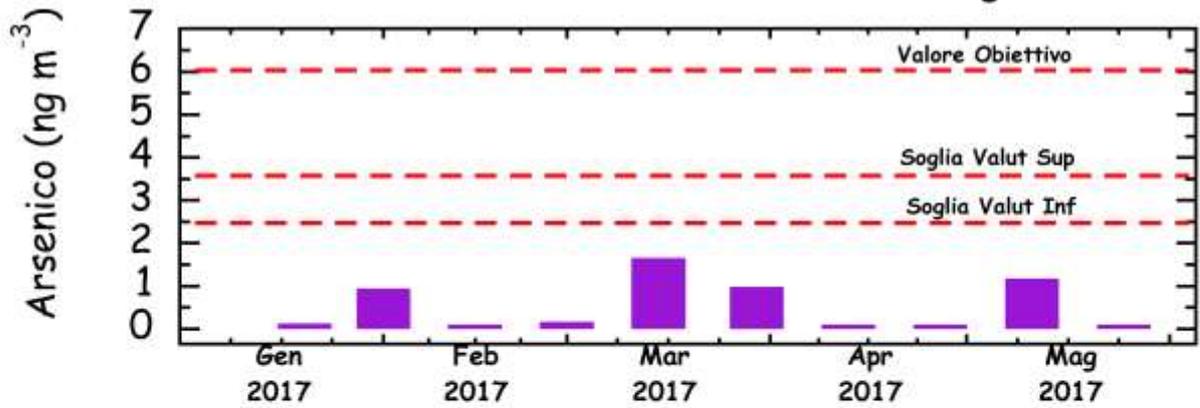
PM10 - S13 SMART Via XX Settembre, Signa



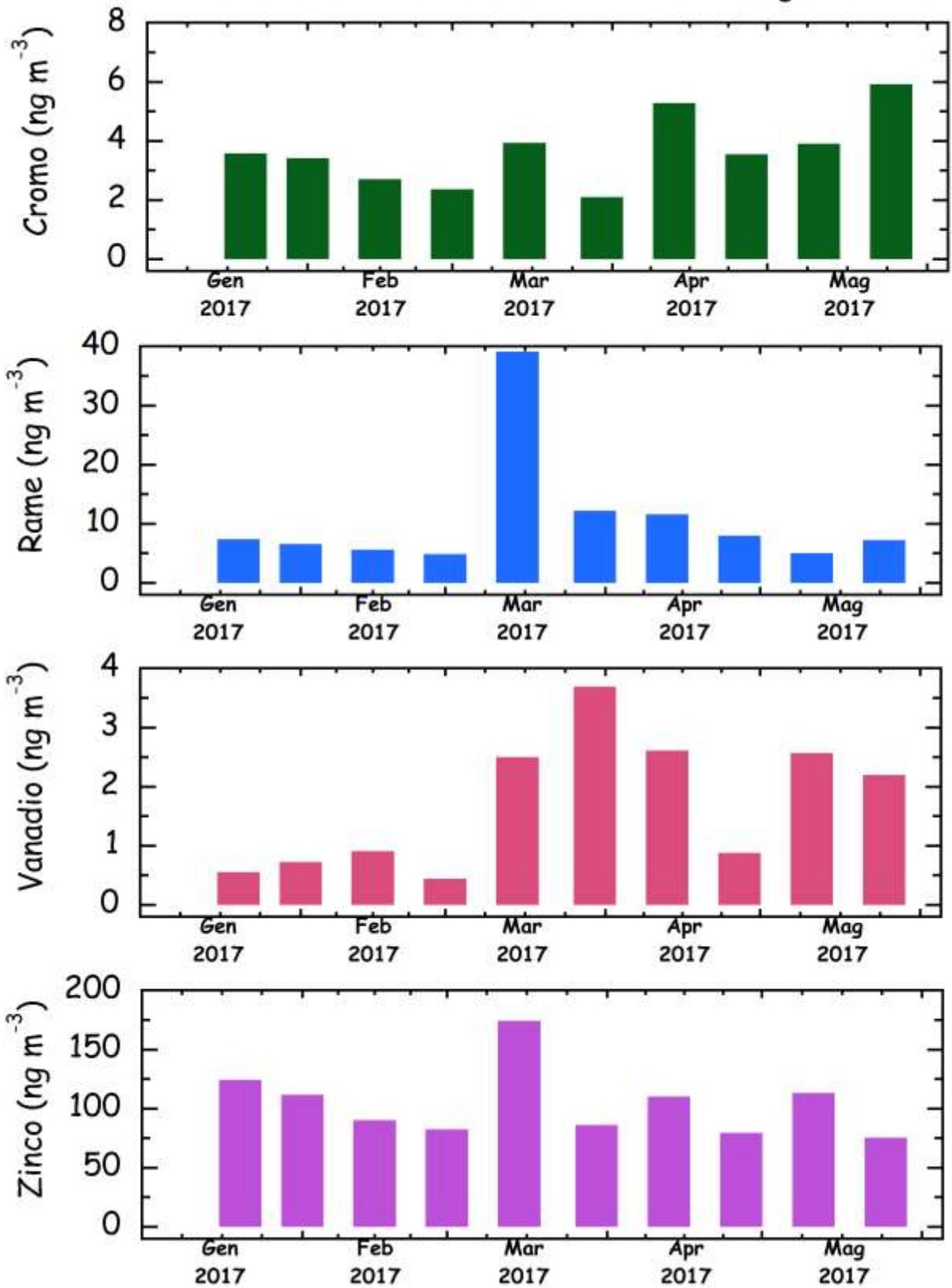
PM10 - S13 SMART Via XX Settembre, Signa



### PM10 - S13 SMART Via XX Settembre, Signa



### PM10 - S13 SMART Via XX Settembre, Signa



## S13 – VIA XX SETTEMBRE, SIGNA

### PM10

Valore minimo: 13.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 29.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 17.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 4.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 15.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni di PM10 sono relativamente costanti durante tutto il periodo di campionamento. Il valore massimo (29.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' stato registrato nel campione di Gennaio. I campioni successivi hanno concentrazioni comprese tra 15 e 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nessun campione mostra valori superiori al limite di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . E' da tenere conto, tuttavia, che il campionamento e' stato iniziato, in questo sito, a meta' di Gennaio e che i dati si riferiscono alla media di 15 giorni di campionamento.

La media calcolata sull'intero periodo di campionamento e' di 17.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , un valore significativamente inferiore a quelli relativi alle centraline a norma EN 12341 posizionate al Polo Scientifico (PS = 22.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a Case Passerini (CP = 22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### Secondario Inorganico

Valore minimo: 2.17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 7.40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 4.39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 1.57  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 4.23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Il trend delle concentrazioni del componente "Secondario Inorganico" mostra valori generalmente compresi tra 2 e 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , con l'eccezione del campione raccolto a Gennaio, che registra la concentrazione massima di 7.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il valore medio (4.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' identico a quelli misurati dalle centraline PS e CP. Il contributo di questo componente al peso del PM10 e' intorno al 25%.

### Contributo Crostale

Valore minimo: 3.36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 11.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 7.68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 2.76  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 7.90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo crostale oscillano tra 2 e 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , con i valori piu' elevati registrati nei campioni raccolti a cavallo tra Gennaio e Febbraio (10.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), alla meta' di Marzo (valore massimo di 11.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a fine Aprile (9.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La media di circa 7.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e' molto piu' elevata di quelle delle centraline CP e PS (1.5 e 1.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), evidenziando un contributo circa 5 volte superiore delle polveri crostali al PM10. In questo sito, infatti, tale contributo supera il 40% del peso del PM10 ed e' il contributo percentuale piu' elevato misurato nella Piana F.na.

### **Spray Marino**

Valore minimo: 0.29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore massimo: 1.53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media: 0.83  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Standard deviation: 0.38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mediana: 0.87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del contributo dello spray marino sono tutte al di sotto dei 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , con un massimo di circa 1.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a cavallo tra Febbraio e Marzo.

Il valore medio, intorno a 0.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e' simile a quelli misurati ai siti PS e CP (circa 0.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il contributo dello spray marino al PM10 e' di circa il 5%.

### **Solfati**

Valore minimo: 770  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 2871  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 1961  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 723$   $\text{ng}/\text{m}^3$

Mediana: 1892  $\text{ng}/\text{m}^3$

Il trend dei solfati mostra una oscillazione delle concentrazioni lungo tutto il periodo di campionamento. Le concentrazioni piu' elevate sono state misurate a cavallo tra Gennaio e Febbraio (2.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a cavallo tra Marzo ed Aprile (valore massimo di 2.87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e a fine Maggio (2.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio (1.96  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' identico ai valori misurati dalle centraline PS e CP.

### **Nitrati**

Valore minimo: 1135  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 3585  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 1889  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 745$   $\text{ng}/\text{m}^3$

Mediana: 1677  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dei nitrati decrescono regolarmente e continuativamente da Gennaio a Maggio. I valori invernali variano tra 1.5 e 3.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre quelli primaverile sono tutti inferiori a 1.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il valore massimo di 3.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e' stato misurato nel campione raccolto nella seconda meta' di Gennaio.

La media (circa 1.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e' identica a quelle misurate dalle centraline PS e CP.

### **Ammonio**

Valore minimo: 76.7  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 1277  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 674  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 387 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 663  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni dello ione ammonio seguono esattamente il trend dei solfati, con 3 massimi di concentrazione: a Gennaio (valore massimo di 1277  $\text{ng}/\text{m}^3$ ), a cavallo tra Marzo ed Aprile (1050  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e a fine Maggio (785  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio (674  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e' analogo a quelli misurati a PS e CP (640 e 606  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

### **Non-sea-salt-Potassio (nssK)**

Valore minimo: 52.2  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 359  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 173  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 96.1 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 171  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni del nssK seguono molto bene quelle dei nitrati, con valori invernali generalmente superiori a 200  $\text{ng}/\text{m}^3$  e valori primaverili inferiori a 100  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

La media (173  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e' inferiore a quelle misurate a PS e CP (288 e 274  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

### **Ossalati**

Valore minimo: 83.6  $\text{ng}/\text{m}^3$

Valore massimo: 243  $\text{ng}/\text{m}^3$

Media: 167  $\text{ng}/\text{m}^3$

Standard deviation:  $\pm 58.0 \text{ ng}/\text{m}^3$

Mediana: 148  $\text{ng}/\text{m}^3$

Le concentrazioni degli ossalati seguono i trend compositi di solfati e nitrati. I valori piu' elevati sono stati registrati a Gennaio (224  $\text{ng}/\text{m}^3$ ), a meta' Febbraio (239  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e a cavallo tra Marzo e Aprile (massimo valore di 243  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

Il valore medio di 167  $\text{ng}/\text{m}^3$  e' leggermente maggiore dei valori misurati a PS e CP (130 e 126  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

## **Non-sea-salt Calcio (nss-Ca)**

Valore minimo: 220 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 750 ng/m<sup>3</sup>

Media: 553 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 147 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 568 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del nssCa rimangono relativamente costanti, intorno a valori tra 400 e 700 ng/m<sup>3</sup>, in tutto il periodo di campionamento. Il campione di fine Maggio presenta il valore piu' elevato di concentrazione (750 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio (553 ng/m<sup>3</sup>) e' in linea con quelli misurati dalle due centraline PS e CP (560 e 483 ng/m<sup>3</sup>).

## **Arsenico**

Valore minimo: 0.10 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 1.65 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.54 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 0.58 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.15 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dell'arsenico sono generalmente al di sotto di 1 ng/m<sup>3</sup>, con due sole eccezioni: meta' Marzo (valore massimo di 1.65 ng/m<sup>3</sup>) e Maggio (1.17 ng/m<sup>3</sup>).

Il valore medio di 0.54 ng/m<sup>3</sup> e' identico ai valori misurati a PS e CP e notevolmente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (2.4 ng/m<sup>3</sup>).

## **Cadmio**

Valore minimo: 0.01 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 0.79 ng/m<sup>3</sup>

Media: 0.14 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 0.23 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 0.05 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cadmio sono basse e tutte inferiori a 1 ng/m<sup>3</sup>. Il valore piu' elevato (circa 0.8 ng/m<sup>3</sup>) e' stato registrato alla meta' di Marzo.

Il valore medio (0.14 ng/m<sup>3</sup>) e' simile a quelli misurati a PS e CP (intorno a 0.16 ng/m<sup>3</sup>) e circa 15 volte piu' basso della Soglia di Valutazione Inferiore (2.0 ng/m<sup>3</sup>).

## Nichel

Valore minimo: 1.30 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 4.04 ng/m<sup>3</sup>

Media: 2.66 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 0.99 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 2.82 ng/m<sup>3</sup>

Tutte le concentrazioni del nichel sono al di sotto dei 5 ng/m<sup>3</sup>.

La media calcolata sull'intero periodo (2.7 ng/m<sup>3</sup>) e' nettamente inferiore alla Soglia di Valutazione Inferiore (10 ng/m<sup>3</sup>), anche se leggermente superiore ai valori misurati nelle due centraline al Polo Scientifico (1.7 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini 1.5 ng/m<sup>3</sup>).

## Piombo

Valore minimo: 1.66 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 8.12 ng/m<sup>3</sup>

Media: 3.42 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 2.20 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 2.55 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del piombo in questo sito mostrano un trend particolare: una diminuzione regolare delle concentrazioni da un valore massimo iniziale, sia a partire da Gennaio, che a partire da Marzo. I campioni invernali mostrano concentrazioni da 4 a 2 ng/m<sup>3</sup>, mentre quelli primaverili partono da 8.1 ng/m<sup>3</sup> in Marzo per stabilizzarsi intorno a 2 ng/m<sup>3</sup> in Maggio.

Il valore medio (circa 3.4 ng/m<sup>3</sup>) e' sostanzialmente inferiore ai valori misurati a PS e CP (5.6 e 6.8 ng/m<sup>3</sup>) e circa 60 volte piu' basso della Soglia di Valutazione Inferiore.

## Cromo

Valore minimo: 2.10 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 5.92 ng/m<sup>3</sup>

Media: 3.68 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation: ± 1.20 ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 3.57 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del cromo sono modeste, generalmente inferiori a 4 ng/m<sup>3</sup>, con due eccezioni per i campioni di meta' Aprile (5.3 ng/m<sup>3</sup>) e di fine Maggio (5.9 ng/m<sup>3</sup>).

La media (3.7 ng/m<sup>3</sup>) e' in linea con quelle misurate a PS e CP (4.3 e 3.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Rame**

Valore minimo: 4.87 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 39.1 ng/m<sup>3</sup>

Media: 10.8 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 10.3$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 7.31 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni del rame sono tutte inferiori ai 25 ng/m<sup>3</sup>, con l'eccezione di un elevato picco (39.1 ng/m<sup>3</sup>) registrato alla meta' di Marzo.

Il valore medio di 10.8 ng/m<sup>3</sup> e' decisamente inferiore a quelli misurati al Polo Scientifico (30.1 ng/m<sup>3</sup>) e a Case Passerini (25.2 ng/m<sup>3</sup>).

## **Vanadio**

Valore minimo: 0.44 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 3.69 ng/m<sup>3</sup>

Media: 1.71 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 1.14$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 1.56 ng/m<sup>3</sup>

Come piu' volte osservato, il vanadio mostra concentrazioni piu' elevate in primavera che in inverno, dato che non ha fonti locali importanti. I valori invernali sono tutti inferiori a 1 ng/m<sup>3</sup>. A partire da meta' Marzo, le concentrazioni aumentano bruscamente a valori di 2-3 ng/m<sup>3</sup>, con un massimo di 3.7 ng/m<sup>3</sup> registrato nel campione raccolto a cavallo tra Marzo e Aprile.

Il valore medio (1.7 ng/m<sup>3</sup>) e' identico ai valori misurati a PS e CP (1.5 e 1.7 ng/m<sup>3</sup>).

## **Zinco**

Valore minimo: 75.4 ng/m<sup>3</sup>

Valore massimo: 174 ng/m<sup>3</sup>

Media: 105 ng/m<sup>3</sup>

Standard deviation:  $\pm 29.7$  ng/m<sup>3</sup>

Mediana: 100 ng/m<sup>3</sup>

Le concentrazioni dello zinco mostrano valori compresi tra 75 e 125 ng/m<sup>3</sup>, con la sola eccezione del picco di massima concentrazione (174 ng/m<sup>3</sup>) registrato a Marzo.

La media di 105 ng/m<sup>3</sup> e' notevolmente piu' elevata di quelle registrate a PS (43 ng/m<sup>3</sup>) e a CP (39 ng/m<sup>3</sup>), ma e' in linea con i valori medi annuali misurati nel PM2.5 a Sesto F.no nel 2010/11 (circa 100 ng/m<sup>3</sup>) e nel 2011/12 (circa 120 ng/m<sup>3</sup>).

## SINTESI DEI RISULTATI

Per la prima volta, e' stato condotto uno studio sulle concentrazioni atmosferiche e sulla composizione chimica del PM10 ad elevata copertura spaziale nella Piana F.na.

Nel periodo Settembre 2016 – Giugno 2017, sono stati effettuati oltre 450 campionamenti di PM10, utilizzando 15 campionatori in 13 stazioni dei Comuni di Sesto F.no, Calenzano, Campi Bisenzio e Signa.

In due siti, Polo Scientifico e Case Passerini, sono stati utilizzati in parallelo 2 campionatori a norma EN12341 e due campionatori innovativi SMART, allo scopo di validare i dati ottenuti da questi ultimi. Altri 11 campionatori SMART sono stati installati in altrettanti siti distribuiti nella Piana F.na.

La comparazione tra i risultati ottenuti dai campionatori a norma e i campionatori SMART e' stata molto buona per tutti i parametri misurati, ad eccezione dello Zn, che ha mostrato maggiori concentrazioni nei filtri raccolti con i campionatori SMART, probabilmente a causa di valori dei "bianchi" piu' elevati. In particolare, i valori delle concentrazioni del PM10 sono risultati essere molto vicini (differenze di 2-4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sulle medie del periodo), nonostante la grande differenza nella frequenza di campionamento (24 h per i campionatori EN12341 e 15 giorni per gli SMART).

I risultati della determinazione gravimetrica del PM10 e delle analisi chimiche condotte per cromatografia ionica e per spettrofotometria di emissione atomica con atomizzazione al plasma hanno permesso di evidenziare:

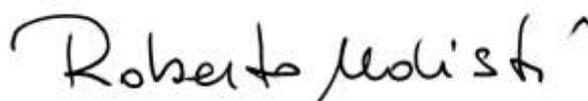
- I valori del PM10 nel periodo di campionamento sono risultati sostanzialmente omogenei. I valori medi su tutto il periodo di campionamento variano tra 17.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a Signa (Via XX Settembre) a 30.0 a Sesto F.no (Via Pozzi), ma la maggior parte delle stazioni ha registrato valori medi nell'intervallo 21-26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . In particolare, le medie misurate al Polo Scientifico e a Case Passerini con i campionatori a norma europea sono praticamente identiche (22.6 e 22.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Tutte le medie sono risultate essere inferiori al limite di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nelle due stazioni con i campionamenti giornalieri a norma 12341, si sono registrati 11-12 superamenti del limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Occorre, tuttavia ricordare che i campionamenti sono stati effettuati a giorni alterni.
- I valori medi del PM10 piu' elevati (intorno a 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sono stati registrati nei siti piu' vicini al centro di Sesto Fno (Via Pozzi) e di Calenzano (Via di Le Prata).
- Sostanzialmente uniforme e' risultata essere anche la distribuzione dei metalli pesanti piu' pericolosi per la salute, e per i quali la vigente legislazione impone dei limiti alle concentrazioni atmosferiche (As, Cd, Ni, Pb).

- Le concentrazioni dei 4 metalli sono risultate essere tutte, senza eccezioni, inferiori alla rispettiva “Soglia di Valutazione Inferiore” e, quindi, molto più bassi dei rispettivi “Valori Obiettivo”.
- L’andamento temporale dei nitrati, degli ossalati e, soprattutto, del potassio non proveniente da spray marino (non-sea-salt potassio – nssK) fa presupporre che il contributo di impianti domestici di riscaldamento a biomasse abbiano un impatto significativo sul PM10 e sulla qualità dell’aria nella Piana. Ulteriori misure, utilizzando marker più specifici (come, ad esempio, il levoglucosano), dovrebbero essere effettuate nella Piana per confermare e quantificare il contributo della combustione da biomasse.
- I contributi quantitativamente maggiori della composizione ionica sono dovuti ai nitrati e ai solfati in tutti i siti di campionamento.
- Il componente “Secondari Inorganici” (somma di nitrati, nss-solfati e ammonio) contribuisce significativamente (17-26%) al peso del PM10 in tutti i siti.
- Il componente cristallino contribuisce in maniera significativa in alcuni siti, dove il risollevarsi di polveri cristalline appare essere più probabile (es. 26% nel parcheggio della scuola media “Arrigo da Settimello” di Calenzano; 40% nel giardino recintato vicino all’ingresso della scuola media A. Paoli, a Signa).
- Lo Spray Marino contribuisce per meno del 5% al peso del PM10 in tutti i siti.
- Sporadici picchi di concentrazioni relativamente elevate di As e Ni in alcune stazioni, pur non essendo tali da far salire i valori medi al di sopra della Soglia di Valutazione Inferiore, meriterebbero una più attenta valutazione, attraverso un campionamento più continuativo nel tempo.
- Appare consigliabile condurre una campagna di campionamento giornaliero almeno annuale in almeno due siti della Piana F.na, con la determinazione di un maggior numero di marker di sorgenti (con particolare riferimento al levoglucosano per la combustione di biomasse e alle frazioni “carbonio elementare” e “carbonio organico” per traffico e riscaldamento domestico) per identificare e quantificare le principali sorgenti emissive che insistono sulla Piana Fiorentina (“source apportionment” tramite analisi statistica multivariata).

*Si ringraziano i Sindaci, gli Assessori all’Ambiente e i Tecnici dei Comuni di Sesto F.no, Calenzano, Campi Bisenzio e Signa per l’interesse mostrato nell’iniziativa e per l’assistenza prestata per l’installazione dei campionatori.*

*Un ringraziamento particolare alle tre famiglie (volutamente mantenute anonime) che hanno “adottato” un campionario SMART nella loro abitazione per l’interesse e per l’estrema gentilezza mostrati.*

Il Responsabile Scientifico  
Prof. Roberto Udisti



## INDICE

Introduzione	3
Collegamento con altri progetti	5
Siti di campionamento	6
Metodologia	8
Risultati	18
Sito PS – Polo Scientifico	27
Sito CP – Case Passerini	41
Sito S1 – Via Focazzaro, Sesto F.no	54
Sito S2 – Via Rossini, Sesto F.no	66
Sito S3 – Via Pozzi, Sesto F.no	78
Sito S4 – Case Passerini, Sesto F.no	91
Sito S5 – Polo Scientifico, Sesto F.no	104
Sito S6 – Via Dante, Calenzano	117
Sito S7 – Via di Le Prata, Calenzano	130
Sito S8 – Via Mascagni, Calenzano	142
Sito S9 – Villa Rucellai, Campi Bisenzio	154
Sito S10 – Via San Quirico, Campi Bisenzio	166
Sito S11 – Via San Donnino, Campi Bisenzio	178
Sito S12 – Via Buonarroti, Signa	190
Sito S13 – Via XX Settembre, Signa	202
Sintesi dei risultati	214