



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT  
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE  
UNITA' DI BUSINESS TORRE VALDALIGA NORD

00053 Civitavecchia (Roma) - Via Aurelia Nord, 32  
T +390766725111 - F +390766725431

PRO/AdB-GEN/PCA/UB-TV/EAS



Enel-PRO-15/07/2011-0031567



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e  
del Mare - Direzione Generale Valutazioni Ambientali

E.prot DVA-2011-0018113 del 21/07/2011

<~~~~~>

Spett.le  
MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA  
TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE  
D.G. Valutazioni Ambientali  
Divisione IV - Rischio rilevante e AIA  
Via Cristoforo Colombo, 44  
00147 ROMA RM

<~~~~~>

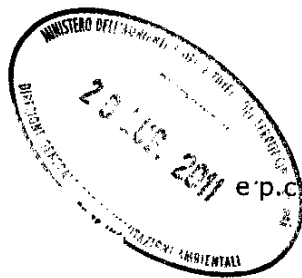
Spett.le  
ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione e la  
Ricerca Ambientale  
Via Vitaliano Brancati, 48  
00144 ROMA RM

<~~~~~>

Spett.le  
ARPALAZIO  
Sezione Provinciale di Roma  
Via Saredo, 52  
00173 ROMA RM

<~~~~~>

Spett.le  
REGIONE LAZIO  
Direzione Regionale Ambiente  
Osservatorio Ambientale  
Via Boncompagni, 101  
00187 ROMA RM



<~~~~~>

Spett.le  
ARPALAZIO  
Direzione Tecnica  
Via Boncompagni, 101  
00187 ROMA RM



&lt;~~~~~&gt;

Spett.le  
MINISTERO DELLO SVILUPPO  
ECONOMICO  
D.G. per l'Energia Nucleare, le Energie  
Rinnovabili e l'Efficienza Energetica  
Divisione II - Produzione Elettrica  
Via Molise, 2  
00187 ROMA RM

&lt;~~~~~&gt;

Spett.le  
COMUNE CIVITAVECCHIA  
Piazzale Guglielmotti, 7  
00053 CIVITAVECCHIA RM

Oggetto: Centrale termoelettrica di TORREVALDALIGA NORD - Adempimento alla prescrizione in merito a "Campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico" di cui al DEC n. 55/02/2003. Report annuale di sintesi dei dati relativo al 2010.

Con riferimento a quanto prescritto nel decreto autorizzativo n.55/02/2003 e specificatamente all'allegato 2, art.2, al punto "Campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico", si trasmette il Report annuale di sintesi dei dati analitici delle campagne di monitoraggio dei microinquinanti presso le postazioni di Parco Antonelli, Borgo Aurelia, Bagni Sant'Agostino e Poggio Ombriccolo, eseguite nel corso del 2010 in conformità al progetto approvato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con lettera prot.n.19682 del 24/07/2006 e, secondo le intese con ARPA Lazio, dalla stessa formalizzate con comunicazione prot. 25210 del 16/10/2008.

Come indicato nel Decreto autorizzativo, il rapporto è anche finalizzato alla diffusione dei dati alla popolazione tramite l'Osservatorio Ambientale e previa validazione da parte degli Enti competenti.

Distinti saluti

**Giuseppe Molina**  
UN PROCURATORE

Il presente documento costituisce una riproduzione integra e fedele dell'originale informatico, sottoscritto con firma digitale, disponibile a richiesta presso l'Unità emittente. La riproduzione su supporto cartaceo è effettuata da Enel Servizi.

Allegati: c.s.

Copia a:  
PRO/AT-SAI/AUT  
Autorizzazioni

Id. 8622498

**Cliente** ENEL Produzione S.p.A

**Oggetto** Centrale di Torrevaldaliga Nord - Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico del comprensorio di Civitavecchia: sintesi delle attività di campionamento e dei risultati analitici per l'anno **2010**

**Ordine** AQ 8400011866– Attingimento Nr. 4000251917 del 14-05-2010

**Note** (AG10ATM014 lettera di trasmissione prot. B1018642)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

**N. pagine** 107                      **N. pagine fuori testo** 0

**Data** 13/06/2011

**Elaborato** ESS – Mario Maspero

**Verificato** ESS – Maurizio Sala

**Approvato** ESS- Gabriele Carboni

## *Indice*

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO.....</b>	<b>4</b>
2.1	Frequenza di campionamento.....	4
2.2	Parametri e metodi chimici di analisi.....	5
2.3	Sistemi di campionamento .....	6
2.3.1	Descrizione dei sistemi di campionamento del particolato .....	7
2.3.2	Descrizione dei sistemi di campionamento delle deposizioni atmosferiche .....	7
<b>3</b>	<b>SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>8</b>
3.1	Andamento delle concentrazioni di PM10 .....	8
3.1.1	Valori medi mensili di PM10 .....	11
3.1.2	Valori medi annuali del PM10 .....	14
3.2	Caratterizzazione chimica del particolato PM10.....	16
3.2.1	Metalli nel particolato PM10.....	16
3.2.1.1	Valori medi annuali di metalli nel PM10 .....	26
3.2.2	Specie ioniche nel particolato PM10.....	29
3.2.2.1	Valori medi annuali di specie ioniche .....	36
3.3	Risultati e valutazioni della determinazione di IPA nel particolato PTS e in fase vapore. ....	38
3.3.1.1	Valori medi annuali .....	45
3.4	Deposizioni atmosferiche .....	50
3.4.1	Deposizioni atmosferiche umide .....	50
3.4.1.1	Metalli pesanti e specie ioniche nelle deposizioni umide.....	52
3.4.1.2	Idrocarburi aromatici policiclici (IPA) nelle deposizioni umide .....	70
3.4.1.3	Composizione delle deposizioni umide.....	77
3.4.2	Deposizioni atmosferiche secche .....	78
3.4.2.1	Metalli e specie ioniche nelle deposizioni secche .....	78
3.4.2.2	Idrocarburi Aromatici policiclici (IPA) nelle deposizioni secche .....	93
3.4.2.3	Composizione e rateo della deposizione secca.....	99
3.4.3	Deposizioni totali da eventi umidi e secchi.....	101
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>105</b>

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	13/06/2011	B1017764	Prima emissione

### 1 PREMESSA

Il Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, con nota prot. DSA-2009-0031616 del 225/11/09, ha richiesto ad ENEL di acquisire gli esiti delle attività di monitoraggio ambientale condotte annualmente.

Nel presente rapporto viene presentata una sintesi dei risultati dei monitoraggi ambientali condotti durante il 2010 nelle quattro postazioni ubicate nel comprensorio di Civitavecchia, che riguardano:

- le misure di concentrazione di particolato PM10;
- la determinazione di parametri chimici (metalli, specie ioniche, IPA) nel particolato;
- la determinazione di parametri chimici (metalli, specie ioniche, IPA) nelle deposizioni atmosferiche umide e nelle deposizioni secche.

I risultati dei monitoraggi eseguiti nel 2010 sono di volta in volta confrontati con quelli degli anni precedenti.

Il rapporto è organizzato nella seguente maniera: nel paragrafo 2 viene richiamato il piano approvato dagli enti preposti per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico mentre il paragrafo 3 contiene una sintesi dei risultati analitici relativi alla caratterizzazione del particolato aerodisperso e delle deposizioni atmosferiche.

## 2 PIANO DI MONITORAGGIO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico nell'intorno della Centrale di Torvaldaliga Nord viene eseguito in corrispondenza delle quattro postazioni di misura individuate dall'allegato 2 al decreto del Ministero delle Attività Produttive n. 55/02/2003 del 24 dicembre 2003. Le postazioni di misura sono le seguenti:

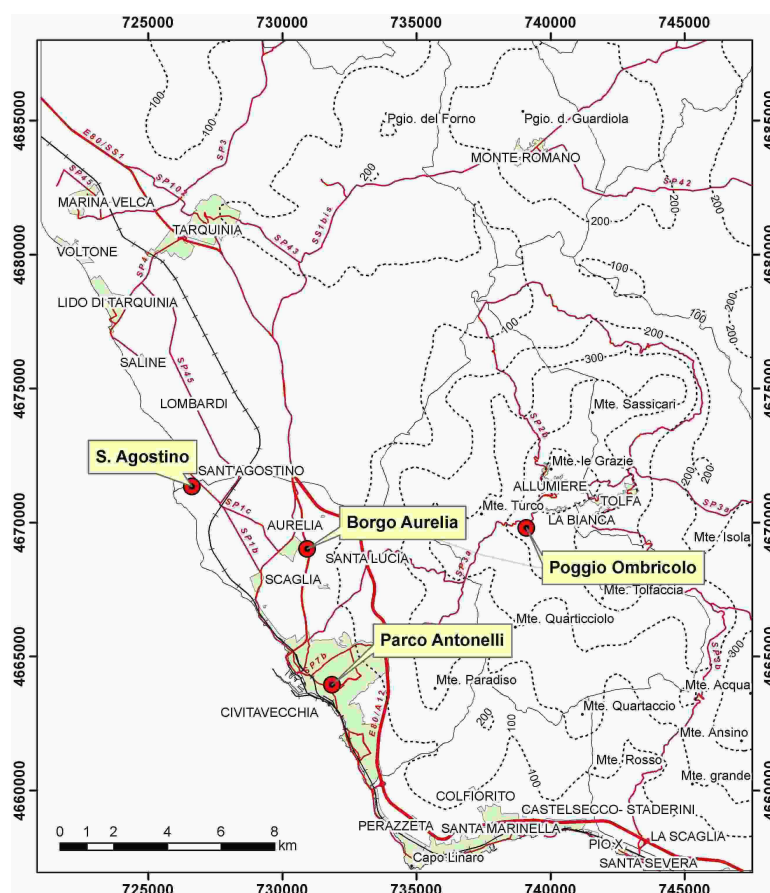
- **Borgo Aurelia**, presso la postazione n° 1 della RRQA;
- **Bagni S. Agostino**, presso la postazione n° 2 della RRQA;
- **Poggio Ombriccolo Tolfa**, presso la postazione n° 9 della RRQA;
- **Parco Antonelli**, presso la postazione ARPA Lazio.

La figura a lato individua la posizione di ciascuna postazione.

In ciascuna postazione, vengono effettuati campionamenti di particolato PM10, particolato totale e deposizioni umide e secche. Oltre alla misura della concentrazione di particolato, i campioni ottenuti vengono analizzati per la determinazioni di microinquinanti organici ed inorganici (metalli), di specie ioniche influenzanti l'acidità atmosferica e, relativamente alle sole deposizioni umide, anche per pH e conducibilità, come descritto in maggior dettaglio nei paragrafi successivi.

Le attività di monitoraggio hanno avuto inizio nel 2007 e proseguono regolarmente con la frequenza di campionamento stabilita con gli enti di controllo (v. par. 2.1).

Nel seguito vengono descritti in dettaglio i campionamenti annuali previsti per ciascuna postazione, i parametri da analizzare e i relativi metodi chimici.



### 2.1 Frequenza di campionamento

Come esplicitamente richiesto da ARPA Lazio <sup>(1)</sup>, la frequenza di campionamento in ciascuna postazione è stata stabilita in “un giorno ogni 6 per un totale di 5 giorni mensili”. In seguito, con la nota prot. 0001862 del 22/01/2007, ARPA Lazio ha valutato che “vista la caratteristica tipicamente “rurale” delle postazioni di Poggio Ombriccolo e S. Agostino, pur condividendo la riduzione del numero di campionamenti da eseguire (da 52 a 26) durante le campagne di monitoraggio, la frequenza dei campionamenti comunque debba essere mantenuta uniforme e regolare per tutto l’anno”.

Tenuto conto di queste disposizioni da parte dell’ente di controllo, la frequenza dei campionamenti è riassunta nella tabella che segue, in funzione del tipo di monitoraggio:

<sup>1</sup> ARPALazio, prot. 0022188 del 02/11/2006

	Parco Antonelli	Borgo Aurelia	Bagni S. Agostino	Poggio Ombriccolo
Particolato PM10 per misure gravimetriche	ogni giorno	ogni giorno	ogni giorno	ogni giorno
Particolato Totale per analisi IPA	ogni 6 gg	ogni 6 gg	ogni 12 gg	ogni 12 gg
Particolato PM10 per analisi comp. Inorganici	ogni 6 gg	ogni 6 gg	ogni 12 gg	ogni 12 gg
Particolato PM10 per analisi anioni	ogni 6 gg	ogni 6 gg	ogni 12 gg	ogni 12 gg
Deposizione umida (per evento)	ogni 6 gg	ogni 6 gg	ogni 6 gg	ogni 6 gg
Deposizione secca	ogni 30 gg	ogni 30 gg	ogni 30 gg	ogni 30 gg

Nel prospetto che segue, è stato riassunto il numero totale presunto di campioni di particolato e deposizioni che vengono raccolti annualmente nelle quattro postazioni e quelli effettivamente analizzati:

Campionatore	Numero totale di campioni da prelevare annualmente	Numero totale di campioni da analizzare	Parametri di analisi
Polveri Totali (campionamento di 24 ore)	<b>circa 180</b> (1 campione ogni 6 giorni a Parco Antonelli e Aurelia + 1 campione ogni 12 giorni a Poggio Ombriccolo e S. Agostino)	<b>180</b>	IPA
Polveri PM10 (campionamento di 24 ore)	<b>circa 1460</b> (1 campione al giorno su ognuna delle 4 postazioni)	<b>180</b>	Microinquinanti inorganici
		<b>180</b>	Sostanze influenzanti l'acidità atmosferica
Deposizioni secche	<b>96</b> (2 campioni al mese su ognuna delle 4 postazioni)	<b>48</b>	IPA
		<b>48</b>	Microinquinanti inorganici e Specie ioniche
Deposizioni umide	<b>190 presunti</b> (4 campioni al mese – per evento di 6 giorni- su ognuna delle 4 postazioni)	<b>95 presunti</b>	IPA
		<b>95 presunti</b>	Microinquinanti inorganici, Specie ioniche, pH e conducibilità

## 2.2 Parametri e metodi chimici di analisi

Il piano di monitoraggio prevede per ciascuna postazione la caratterizzazione della concentrazione aerodispersa di particolato totale e PM10, nonché delle deposizioni secche ed umide.

In sunto, i parametri chimici e le classi di microinquinanti di analisi da determinare in ciascuna matrice ambientale sono riportati nel prospetto che segue:

Parametro	Particolato Totale	Particolato PM10	Deposizione secca	Deposizione umida
Microinquinanti inorganici		X	X	X
Idrocarburi Aromatici Policiclici (IPA)	X		X	X
Sostanze influenzanti l'acidità atmosferica		X	X	X
pH e conducibilità				X

I composti di dettaglio per ciascuna classe di parametri sono invece elencati di seguito:

- **Microinquinanti inorganici:**  
Al, As, Be, Cr, Co, Ni, Cd, Hg, Tl, Se, Te, Sb, Mn, Pd, Pt, Pb, Cu, Rh, Sn, V, Zn, Ti;
- **Sostanze influenzanti l'acidità atmosferica:**  
Ca, Na, Mg, K, NH<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e Cl<sup>-</sup> ;

- **IPA:**  
Naftalene; 2-Metilnaftalene; 1-Metilnaftalene; 2,6-Dimetilnaftalene; Acenaftilene; Acenaftene; 2,3,5-Trimetilnaftalene; Fluorene; Fenantrene; Antracene; 1-Metilfenantrene; Fluorantene; Pirene; Ciclopenta[c,d]pirene; Benzo[a]antracene; Crisene; Benzo[j]fluorantene; Benzo[b]fluorantene; Benzo[k]fluorantene; Benzo[e]pirene; Benzo[a]pirene; Perilene; Indeno[1,2,3-cd]pirene; Dibenzo[a,h]antracene; Benzo[g,h,i]perilene; Dibenzo[a,e]pirene; Dibenzo[a,h]pirene; Dibenzo[a,i]pirene; Dibenzo[a,l]pirene.

Per la determinazione dei parametri sopra riportati sono stati utilizzati i metodi di analisi riportati nella tabella che segue:

Tipo di analisi chimica	Normativa di riferimento
IPA	ISO 12884:2000 (per fase particolato e gassosa) Lisciviazione con solventi, purificazione su gel di silice, analisi GC/MS secondo US-EPA 8270C:1996 (per le deposizioni secche) Estrazione liquido-liquido secondo US-EPA 3510C:1996, purificazione su gel di silice, analisi GC/MS secondo USEPA 8270C:1996 (per le deposizioni umide)
Inquinanti inorganici	Analisi: ISO 17294-2004 (ICP-MS) + ISO 11885-2004 (ICPOES); dissoluzione dei filtri: metodo interno adattato da ISO 14869-2001
Specie ioniche	Lisciviazione filtri (metodo interno) + analisi cromatografica secondo ISO 10304-1:1992 (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> ) e secondo ISO 14911:1998 (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )
pH	APAT IRSA CNR 2003 met. 2060
conducibilità	APAT IRSA CNR 2003 met. 2030

Per il calcolo del rateo di deposizioni atmosferiche umide e secche si è fatto riferimento anche al rapporto ISTISAN 06/38 <sup>(2)</sup>.

### 2.3 Sistemi di campionamento

Nel prospetto che segue sono riepilogate le diverse tipologie di sistemi di campionamento utilizzate, con indicazione della normativa di riferimento e delle modalità e durata dei campionamenti.

Tipo di campionatore	Normativa di riferimento	Modalità e durata di ciascun campionamento
Campionatore "Alto volume" di polveri totali	- ISO 12884:2000 (richiamata punto II, allegato V della Direttiva 2004/107/CE) - DM 25.11.1994, allegato VII	- supporto filtrante in fibra di vetro per il campionamento del particolato e di una schiuma poliuretana (PUF) per il campionamento della componente gassosa (ISO 12884) - durata esposizione: 24 ore (DM 25.11.1994)
Campionatore automatico sequenziale di polveri PM10	- EN 12341 (richiamata all'art. 19 del DM 60/2002)	- supporto filtrante in Teflon - durata esposizione: 24 ore - al termine del campionamento giornaliero il filtro viene automaticamente sostituito da un nuovo supporto filtrante e avviato un nuovo prelievo
Deposimetro Wet&Dry	- Progetto Scenari- Ricerca di Sistema (Ministero Attività Produttive)	- campionamento delle deposizioni secche raccolte nel corso di un mese - campionamento delle deposizioni umide ad evento - contenitore in PTE per la raccolta della componente inorganica e contenitore in vetro per la raccolta della componente organica

Nei paragrafi seguenti sono descritte più in dettaglio le caratteristiche della strumentazione utilizzata.

<sup>2</sup> Menichini E, Settimo G., Viviano G.: "Metodi per la determinazione di As, Cd, Ni e IPA nelle deposizioni atmosferiche", Rapporto ISTISAN 06/38 (2006)



### **2.3.1 Descrizione dei sistemi di campionamento del particolato**

In ciascuna postazione, sono stati collocati tre sistemi di campionamento delle polveri operanti in parallelo.

I primi due sistemi sono costituiti da un sistema di aspirazione a flusso costante, completo di testa di prelievo con taglio a 10  $\mu\text{m}$  (PM10), operante in modo sequenziale con autonomia di 15 membrane filtranti. Le apparecchiature sono dotate di un sistema di controllo remoto che consenta la programmazione e la gestione dei campionamenti a distanza. Le membrane filtranti per il PM10 utilizzate sono in teflon, pre-condizionate e pre-pesate in laboratorio. Settimanalmente, le membrane sono trasferite in laboratorio, condizionate e pesate per la determinazione della massa raccolta. Sui campioni d'interesse, vengono determinati i microinquinanti inorganici (metalli) e le specie ioniche influenzanti l'acidità atmosferica (per dettagli dei parametri, v. par. 2.2).

Il terzo sistema è caratterizzato da aspirazione a flusso costante e da una testa di campionamento di tipo "open", che supporta una membrana in fibra di vetro. Le membrane sono preliminarmente trattate in laboratorio a 500 °C per eliminare eventuali sostanze organiche interferenti. La durata di ciascun campionamento di IPA è di 24 ore.

### **2.3.2 Descrizione dei sistemi di campionamento delle deposizioni atmosferiche**

Per la misura delle deposizioni sono utilizzati due campionatori automatici per la raccolta delle deposizioni umide e secche ("wet & dry"), uno predisposto per la raccolta di campioni adatti alla determinazione di composti inorganici, l'altro per la raccolta di campioni destinati alla determinazione di composti organici. Un campionatore è pertanto equipaggiato con due contenitori di raccolta (uno per le deposizioni *wet* e uno per *dry*) in polietilene neutro ad alta densità per la raccolta di campioni destinati alla determinazione della componente inorganica; il campionatore per la raccolta di campioni per determinazione di IPA è predisposto invece con contenitori in vetro borosilicato.

I campioni di precipitazioni umide vengono raccolti "per evento" settimanale nel periodo di indagine ed analizzati per gli elementi in traccia, le specie ioniche, il pH e per gli idrocarburi policiclici aromatici (per dettagli dei parametri vedi par. 2.2). I campioni di deposizione secca sono prelevati, invece, al termine di un mese di campionamento ed analizzati per le stesse classi di sostanze di cui sopra. L'entità della deposizione è rapportata alla superficie unitaria di 1  $\text{m}^2$  ed espressa come  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$  per le specie inorganiche e come  $\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$  per le specie organiche.

### 3 SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

I risultati complessivi delle analisi chimiche condotte sulle matrici ambientali facenti parte del piano di monitoraggio (v. par. 2.2) sono sintetizzati nei paragrafi che seguono, corredandoli di alcune valutazioni sugli andamenti riscontrati.

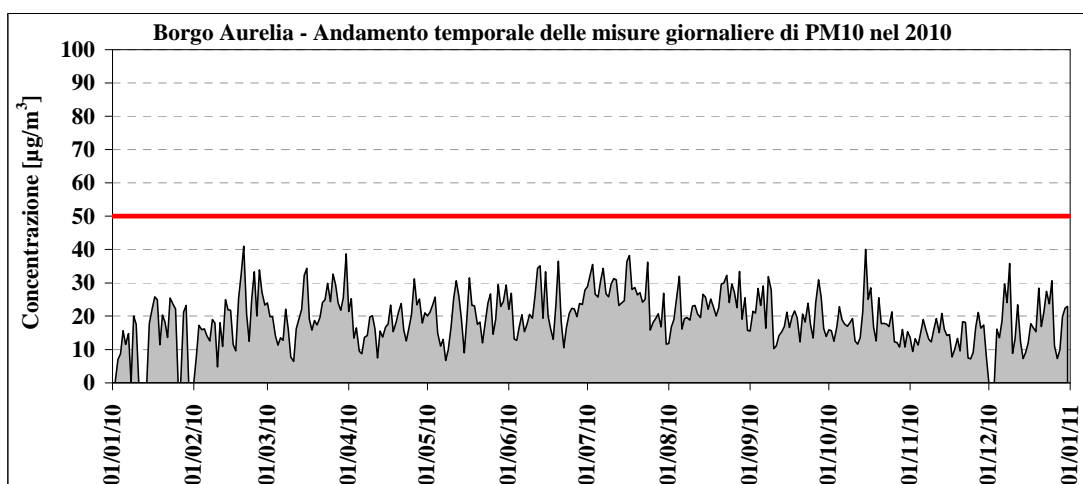
#### 3.1 Andamento delle concentrazioni di PM10

Nel periodo compreso tra il 1/1 al 31/12/10, nelle quattro postazioni sono stati raccolti più del 94 % dei campioni di PM10 previsti, come riportato nel prospetto che segue:

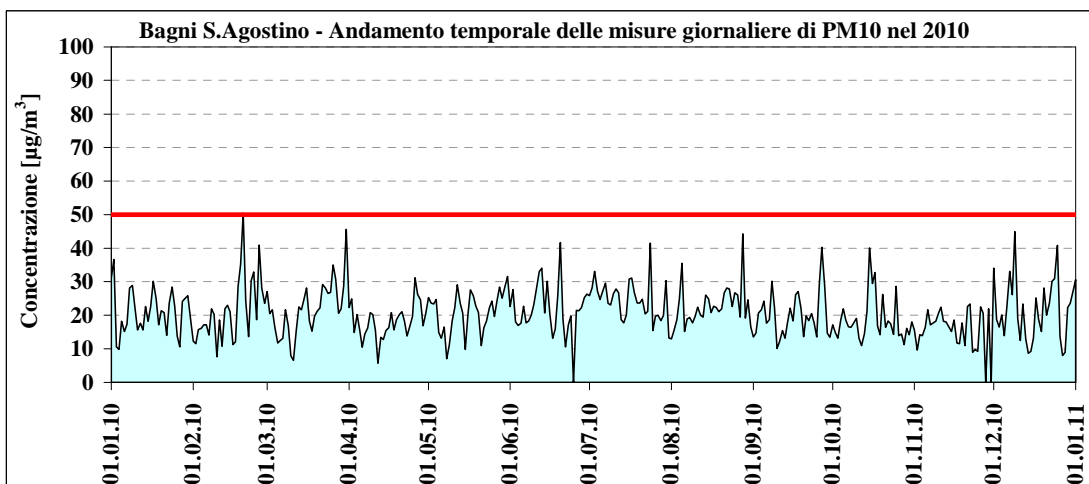
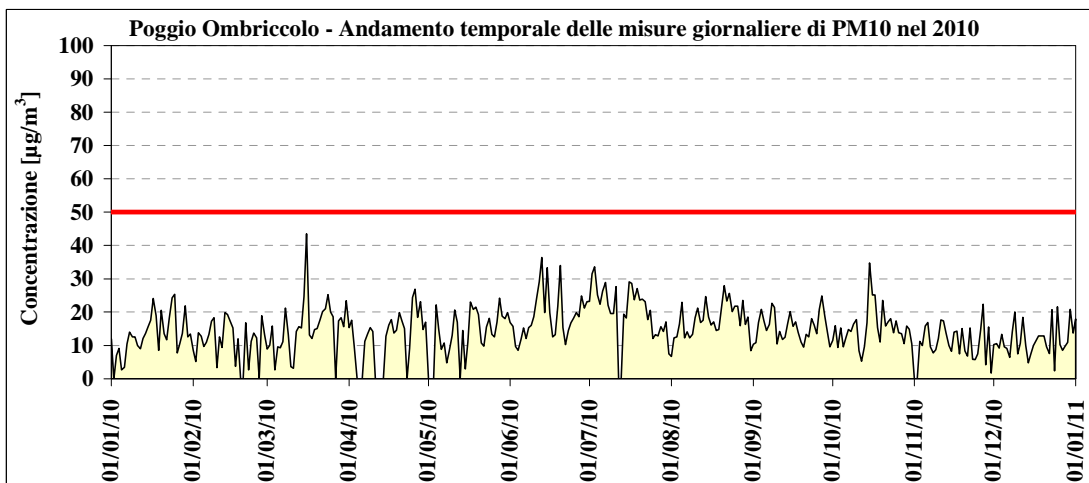
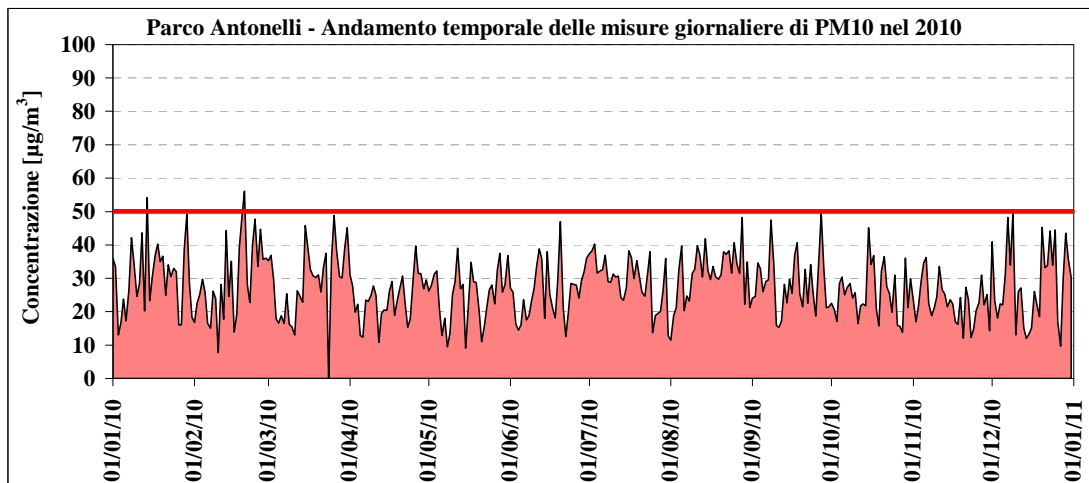
	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
N° valori giornalieri previsti	365	365	365	365
N° valori giornalieri sperimentali	350	364	344	362
% valori giornalieri sperimentali	95.9	99.7	94.2	99.2

Per tutte le postazioni è stato quindi pienamente rispettato il periodo di copertura di almeno il 90%, richiesto dal DM n° 60 del 02/04/2002 e confermato dal Dlgs n° 155 del 13 agosto 2010, quest'ultimo entrato in vigore il 30/09/2010. Da sottolineare il particolare buon funzionamento della postazioni di Parco Antonelli e Bagni S. Agostino (oltre il 99 % di periodo di copertura). Nelle altre due stazioni, il circa 5% di campioni non raccolti è in massima parte imputabile ad interruzioni della alimentazione elettrica del campionatore.

Nelle figure che seguono sono mostrati gli andamenti giornalieri della concentrazione di PM10 nelle quattro postazioni. La linea rossa indica il valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del DM n° 60 del 02/04/2002<sup>3</sup>, in modo da evidenziare gli eventuali superamenti. Una concentrazione pari a 0 corrisponde alla mancanza del dato giornaliero.



<sup>3</sup> Il valore limite è stato mantenuto del Dlgs n. 155 del 13/10/2011



Gli andamenti delle figure precedenti evidenziano una fluttuazione dei valori di PM10 entro quella che si potrebbe considerare una normale variabilità ambientale, senza prolungati periodi di intensa polverosità in aria e con un ridotto numero di superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>. Questi ultimi si sono limitati a due episodi avvenuti il 14/1 e il 20/2 che hanno coinvolto solo le postazioni di Parco Antonelli (entrambe le giornate) e di Borgo Aurelia (solo il 20/2). Considerato il periodo dell'anno in cui sono avvenuti, tali episodi dovrebbero essere imputabili al tipico accumulo di inquinanti negli strati più bassi dell'atmosfera delle aree urbane quando il rimescolamento è scarso. Nella tabella che segue sono riassunte le giornate in cui si sono verificati superamenti in almeno una

della postazioni e la concentrazione riscontrata. I valori di concentrazione maggiori del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sono stati evidenziati in neretto, i dati non disponibili sono indicati con “-“:

Data	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
14/01/10	-	<b>54</b>	14	23
20/02/10	41	<b>56</b>	-	<b>51</b>
<i>N. totale superi</i>	0	2	0	1

Nella tabella che segue, sono confrontati i numeri di superamenti avvenuti mensilmente nel 2010 in ciascuna postazione con quelli del 2008-09:

	Borgo Aurelia			Parco Antonelli			Poggio Ombriccolo			Bagni S. Agostino		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
<i>Gennaio</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Febbraio</i>	0	2	0	0	3	1	0	1	0	0	2	1
<i>Marzo</i>	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aprile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Maggio</i>	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	1	0
<i>Giugno</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luglio</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agosto</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Settembre</i>	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ottobre</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Novembre</i>	1	0	0	2	5	0	1	0	0	1	0	0
<i>Dicembre</i>	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totale anno</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Rispetto agli anni precedenti, nel 2010 si è avuto un significativo calo dei superamenti giornalieri in tutte le postazioni, molto evidente per la postazione urbana di Parco Antonelli (-82% rispetto al 2008, -88% rispetto al 2009). In questa postazione, si sono avute comunque concentrazioni di PM10 molto prossime al valore limite, come evidenziato nella tabella che segue:

Data	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
14.gen.10	<b>54</b>
29.gen.10	49
19.feb.10	48
20.feb.10	<b>56</b>
24.feb.10	48
15.mar.10	46
26.mar.10	49
31.mar.10	45
20.giu.10	47
28.ago.10	48
08.set.10	47
27.set.10	49
15.ott.10	45
07.dic.10	48
09.dic.10	50
20.dic.10	45

Al contrario di quanto riscontrato negli anni precedenti, nessuno dei superamenti del 2010 è invece imputabile ad apporti di sabbie di origine sahariane.

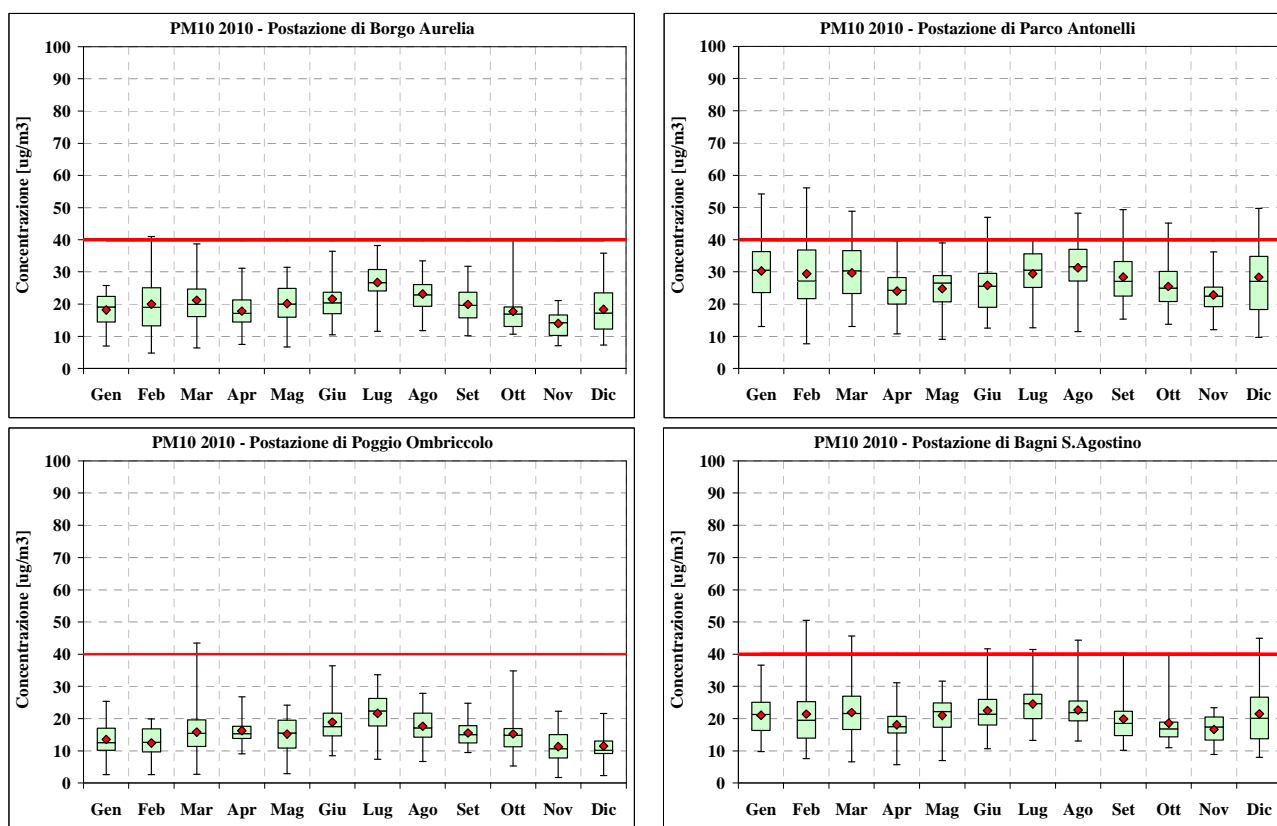
### 3.1.1 Valori medi mensili di PM10

Nelle figure che seguono, per ciascuna postazione sono stati riassunti in forma grafica i dati mensili di concentrazione di PM10, utilizzando la rappresentazione a “box-and-whisker plot” che consente di confrontare set di dati diversi e visualizzare la dispersione e le asimmetrie di ciascun set di dati. Per ogni serie di dati mensili, sono pertanto rappresentati:

- un rettangolo (box) in cui la linea inferiore e superiore rappresentano il primo e terzo quartile (rispettivamente il 25° e 75° percentile), tagliato da una linea che rappresenta la mediana;
- una linea che parte dal primo quartile e termina al valore minimo del set di dati;
- una linea superiore che parte dal terzo quartile e termina al valore massimo del set di dati.

Il 50% dei dati cadono quindi all'interno del box, mentre del restante 50% dei dati, il 25% ricade sopra il box e un altro 25% ricade sotto il box. La linea mediana divide esattamente a metà il set dei dati.

Nei grafici che seguono, è stato aggiunto il valore medio di ciascun set di dati, rappresentato dal rombo in rosso.



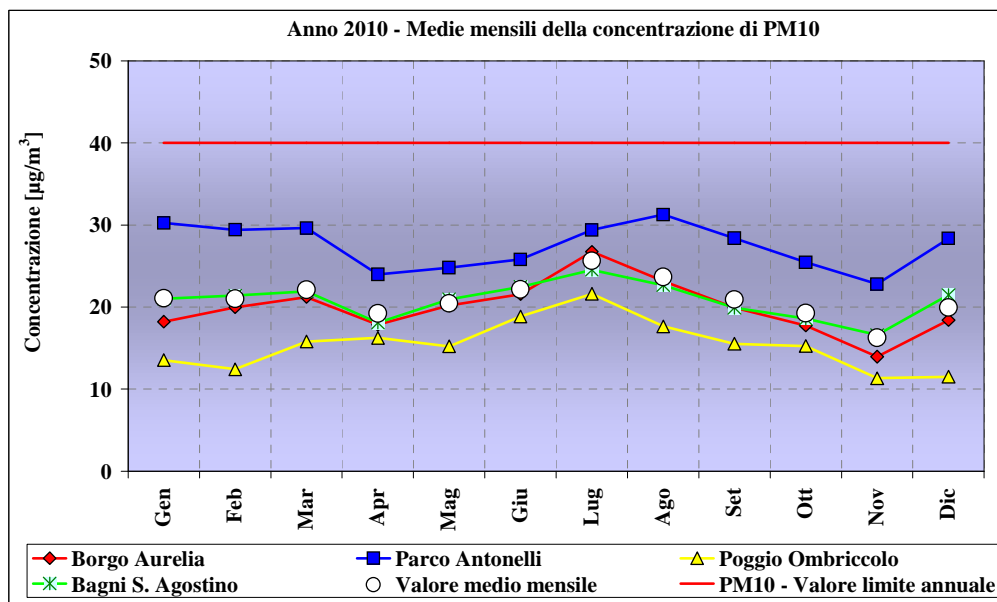
Dai grafici precedenti, si possono notare i seguenti andamenti:

- per le postazioni meno urbanizzate, la distribuzione dei valori di PM10, quindi la variabilità, è leggermente maggiore in autunno e inverno e più ridotta in primavera-estate. Nelle postazioni urbane, la variabilità è rimasta invece sempre ampia;
- per la maggior parte dei mesi, la distribuzione dei dati appare simmetrica e il valor medio è prossimo alla mediana;
- è possibile cogliere un andamento ciclico stagionale dei valori medi e mediani mensili del PM10, con valori spesso più elevati di polverosità ambientale nel periodo estivo e massimi in luglio-agosto.

Quest'ultimo andamento è evidenziato nella tabella che segue, in cui sono riassunti i valori medi mensili di concentrazione di PM10, espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , nelle quattro postazioni, con indicazione della deviazione standard. E' stato riportato anche un valore medio mensile del comprensorio (colonna “Tutte le postazioni”).

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino	Tutte le postazioni
<b>Gennaio</b>	18 ± 6	30 ± 10	14 ± 6	21 ± 7	21 ± 10
<b>Febbraio</b>	20 ± 9	29 ± 12	12 ± 5	21 ± 10	21 ± 11
<b>Marzo</b>	21 ± 8	30 ± 10	16 ± 8	22 ± 8	22 ± 10
<b>Aprile</b>	18 ± 5	24 ± 6	16 ± 4	18 ± 5	19 ± 6
<b>Maggio</b>	20 ± 7	25 ± 8	15 ± 6	21 ± 6	20 ± 7
<b>Giugno</b>	22 ± 7	26 ± 8	19 ± 7	22 ± 7	22 ± 8
<b>Luglio</b>	27 ± 6	29 ± 7	22 ± 6	25 ± 6	26 ± 7
<b>Agosto</b>	23 ± 5	31 ± 8	18 ± 5	23 ± 6	24 ± 8
<b>Settembre</b>	20 ± 6	28 ± 8	16 ± 4	20 ± 7	21 ± 8
<b>Ottobre</b>	18 ± 6	25 ± 7	15 ± 6	19 ± 7	19 ± 7
<b>Novembre</b>	14 ± 4	23 ± 6	11 ± 5	17 ± 5	16 ± 7
<b>Dicembre</b>	18 ± 8	28 ± 12	12 ± 5	21 ± 9	20 ± 11

I valori medi mensili della tabella precedente sono messi a confronto nel grafico che segue, in cui la linea rossa indica il valore limite annuale di polverosità, pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  :



Dal grafico precedente, è possibile trarre le seguenti considerazioni:

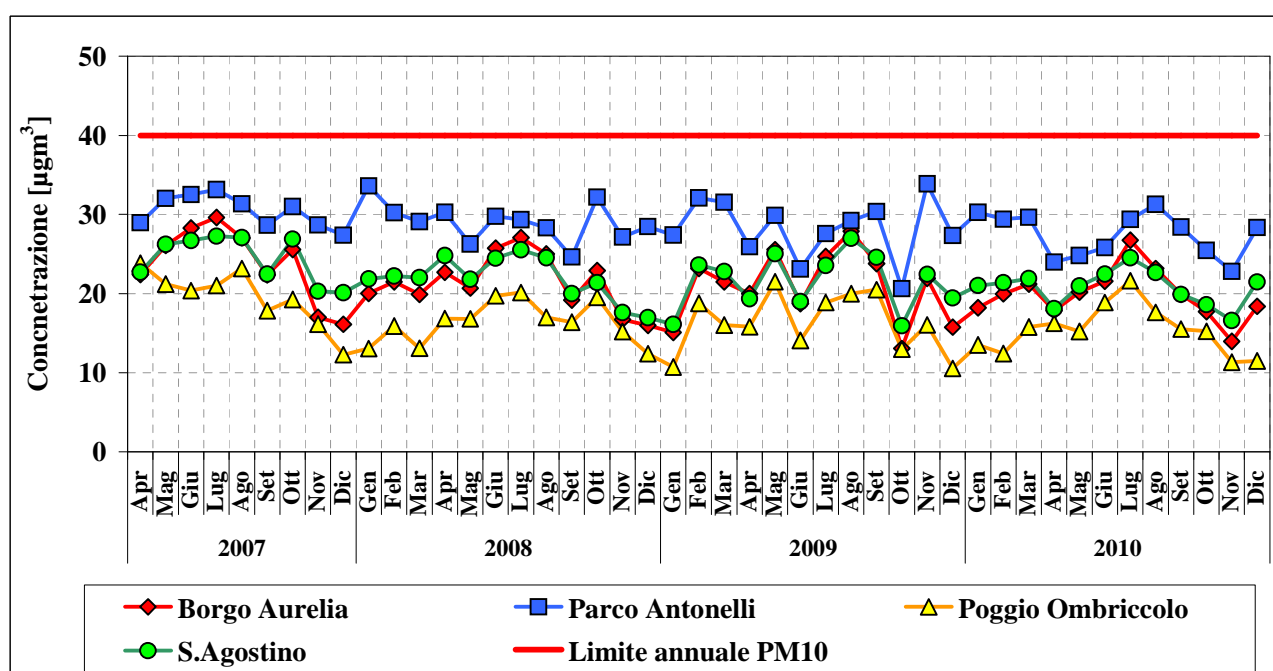
- l'andamento temporale della variazione della concentrazione media mensile di PM10 nelle quattro postazioni è molto simile, indice di una sostanziale uniformità di sorgenti influenzanti il PM10;
- la maggiore polverosità su base mensile si riscontra costantemente nella postazione di Parco Antonelli, la minima a Poggio Ombriccolo, confermando quanto già emerso nel 2007-2009;
- le concentrazioni medie mensili di PM10 nelle postazioni di Borgo Aurelia e Bagni S. Agostino sono molto simili tra loro, intermedie tra quelle delle altre due postazioni e molto prossime a quelle calcolate per l'intero comprensorio;
- i valori medi mensili di PM10 sono rimasti sempre ben al di sotto del valore limite annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e compresi entro un intervallo di concentrazioni di ampiezza relativamente contenuta, pari a circa una decina di  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nella tabella seguente sono riportati appunto i valori medi mensili minimi e massimi riscontrati in ciascuna postazione, con indicazione del mese in cui è stato riscontrato, e la differenza, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tra il massimo e il minimo di concentrazione di PM10 (Delta Max-Min):

	<b>Borgo Aurelia</b>	<b>Parco Antonelli</b>	<b>Poggio Ombriccolo</b>	<b>Bagni S. Agostino</b>
Minimo	14 (Nov)	21 (Nov)	11 (Nov)	16 (Nov)
Massimo	28 (Lug)	34 (Ago)	22 (Lug)	27 (Lug)
Delta Max - Min	13	8	10	8

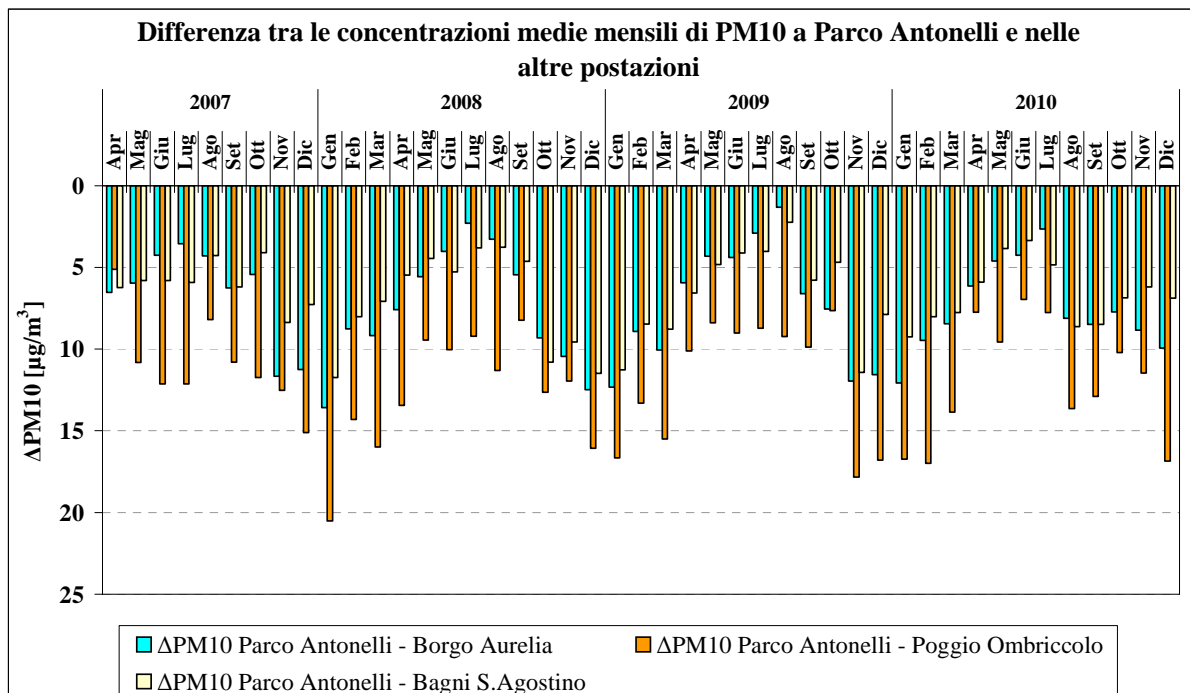
L'ampiezza della escursione dei valori di concentrazione tra minima e massima polverosità media mensile è stata dunque di circa  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nelle postazioni di Parco Antonelli e Bagni S. Agostino, di  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a Poggio Ombriccolo e di circa  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nella postazione di Borgo Aurelia.

Da notare che i minimi di polverosità media mensile del 2010 si sono avuti in novembre (ad ottobre nel 2009). I massimi di polverosità media mensile sono avvenuti ad agosto nella postazione di Parco Antonelli ed a luglio in tutte le altre postazioni.

Nella figura è riassunto l'andamento della media mensile di PM10 nell'intero periodo di monitoraggio (tre annualità da apr. 2007 a dic. 2010):



Si può notare come nel periodo compreso tra aprile 2007 e dicembre 2010 vi sia stata una fluttuazione ciclica dei valori medi mensili di PM10 nelle postazioni di Borgo Aurelia, Poggio Ombriccolo e Bagni S. Agostino, con massimi relativi nel periodo estivo e minimi in quello invernale. A Parco Antonelli la ciclicità è molto meno accentuata e i massimi di polverosità dell'anno avvengono preferibilmente in inverno, in quanto prevalgono le influenze delle sorgenti locali. Tale effetto può essere fatto risaltare valutando l'andamento della differenza tra la concentrazione media mensile del PM10 a Parco Antonelli e quella nelle altre postazioni. Nella figura che segue è mostrata la variazione di tale differenza, indicata in figura con "ΔPM10", in funzione del mese di monitoraggio:



Appare evidente l'andamento stagionale di tale differenza che risulta massima nei mesi invernali e tende ai minimi nei mesi estivi. Ciò è dovuto non tanto ad un sostanziale aumento della concentrazione del PM10 a Parco Antonelli nei mesi invernali, ma alla diminuzione della sua concentrazione nelle altre postazioni. Allo stesso modo, in estate la diminuzione dell'entità del "ΔPM10" è dovuto all'aumento della polverosità nelle altre postazioni rispetto ai livelli dei mesi invernali. Le differenze massime si hanno tra Parco Antonelli e la postazione rurale di Poggio Ombriccolo che ha quasi sempre la minima concentrazione media mensile di PM10.

### 3.1.2 Valori medi annuali del PM10

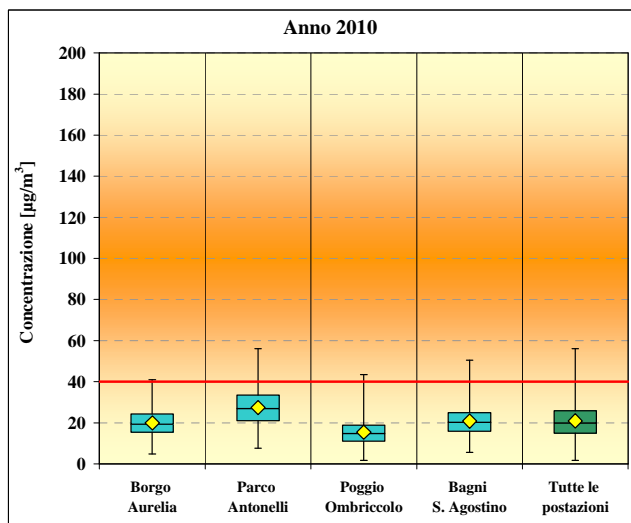
Nella tabella sottostante sono riportati i dati statistici annuali per tutte le postazioni, sempre espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ :

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino	Tutte le postazioni
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	20.0	27.5	15.4	20.8	21.0
Dev. Stand.	7.0	9.1	6.3	7.1	8.6
Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	4.8	7.7	1.7	5.7	1.7
Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	41	56.1	43.5	50.5	56.1
Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	19.4	27.1	14.9	20.2	20.0
25° percentile	15.4	21.1	11.0	16.0	15.0
50° percentile	19.4	27.1	14.9	20.2	20.0
75° percentile	24.4	33.6	18.9	24.9	25.9
95° percentile	32.6	44.3	25.3	33.0	36.8

Come già anticipato precedentemente esaminando i dati medi mensili, in nessuna postazione si è superato il valore di soglia annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Su base annuale, la massima polverosità media si è riscontrata ancora nella postazione urbana di Parco Antonelli ( $27.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), la minima nella postazione rurale di Poggio Ombriccolo ( $15.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Le postazioni di Borgo Aurelia e Bagni S. Agostino hanno avuto una polverosità intermedia tra le precedenti postazioni con valori molto simili tra di loro (rispettivamente  $20.0$  e  $20.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). La polverosità media annuale dell'intero comprensorio risulta essere di  $21.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Nella figura sottostante, la distribuzione dei dati annuali è rappresentata in forma grafica a box con “whisker plot”, analogamente a quelli dei dati medi mensili e con lo stesso significato.

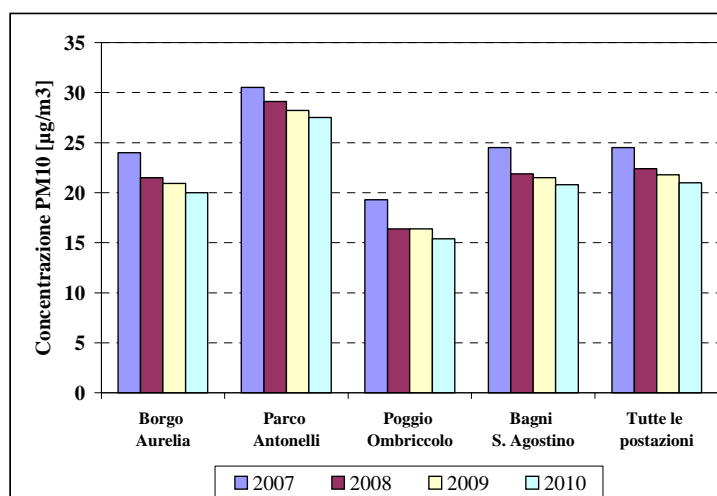


Relativamente alla dispersione dei dati annuali, la distribuzione risulta praticamente normale e valori medi e mediani praticamente coincidono.

Nella tabella che segue, sono riassunti i valori medi annuali di polverosità nelle quattro postazioni del monitoraggio e calcolati per l'intero comprensorio (colonna “Tutte le postazioni”) per il periodo 2007 – 2010:

	<b>Borgo Aurelia</b>	<b>Parco Antonelli</b>	<b>Poggio Ombriccolo</b>	<b>Bagni S. Agostino</b>	<b>Tutte le postazioni</b>
2007	24.0 ± 10.6	30.5 ± 11.8	19.3 ± 8.4	24.5 ± 12.2	24.5 ± 11.5
2008	21.5 ± 8.5	29.1 ± 10.6	16.4 ± 7.2	21.9 ± 8.4	22.4 ± 9.9
2009	20.9 ± 11.5	28.2 ± 13.2	16.4 ± 10.5	21.5 ± 10.7	21.8 ± 12.2
<b>2010</b>	<b>20.0 ± 7.0</b>	<b>27.5 ± 9.1</b>	<b>15.4 ± 6.3</b>	<b>20.8 ± 7.1</b>	<b>21.0 ± 8.6</b>

Si può notare che la polverosità del 2010, sia riferita alle singoli postazioni sia riferita a tutto il comprensorio, è minore di 3-4 µg/m³ rispetto ai dati del 2007, di 1 – 1.5 µg/m³ rispetto al 2008 e di circa 0.7- 1.0 µg/m³ rispetto al 2009. La tendenza dei dati medi di polverosità annuale, per il periodo esaminato, è quindi quella di una progressiva diminuzione, come appare dal grafico sottostante:



### 3.2 Caratterizzazione chimica del particolato PM10

Come introdotto al par. 2.2, il particolato PM10 raccolto su filtri in teflon, è stato caratterizzato per i seguenti gruppi di parametri:

- **Microinquinanti inorganici:**  
Al, As, Be, Cr, Co, Ni, Cd, Hg, Tl, Se, Te, Sb, Mn, Pd, Pt, Pb, Cu, Rh, Sn, V, Zn, Ti
- **Sostanze influenzanti l'acidità atmosferica:**  
Ca, Na, Mg, K, NH<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e Cl<sup>-</sup>

Nei paragrafi seguenti, sono riassunti i valori medi di metalli e specie ioniche riscontrate nel particolato PM10 e si riportano alcune considerazioni sui valori rilevati.

Per quanto riguarda il calcolo del valore medio, si sono adottate le indicazioni contenute nel Rapporto ISTISAN 04/15 <sup>(4)</sup>, in quanto i valori di concentrazione sono spesso inferiori al limite di rivelabilità (LdR). In particolare, i criteri adottati, conformemente al documento di riferimento, sono i seguenti:

- dato che i LdR di ciascun analita sono molto bassi, quando un parametro ha una concentrazione inferiore al LdR, i calcoli della media sono stati eseguiti utilizzando la metà del valore del LdR;
- la deviazione standard è stata calcolata quando si poteva disporre di almeno il 50% di valori maggiori del LdR. Appare chiaro, quindi, che si tratta di un valore puramente indicativo della variabilità del dato;
- nel caso in cui, per un dato analita, più del 50% dei singoli valori di concentrazione è inferiore al LdR, non si è proceduto al calcolo della deviazione standard e nelle tabelle compare la dicitura "n.c." (non calcolabile).

Conseguentemente a quanto sopra, nelle tabelle riportate nei prossimi paragrafi, il valore medio può coincidere col limite di rivelabilità.

#### 3.2.1 Metalli nel particolato PM10

Le concentrazioni **medie mensili** e le deviazioni standard dei metalli rilevati in ciascuna delle postazioni di misura nel 2010 sono riportati nella tabelle che seguono.

---

<sup>4</sup> A cura di E. Menichini e G. Viviano: "Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici", Rapporto ISTISAN 04/15, 2004

Le concentrazioni mensili di metalli nel particolato PM10 della postazione di **Borgo Aurelia** sono mostrate di seguito:

	Postazione di Borgo Aurelia					
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Al [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.17 ± 0.28	0.09 ± 0.06	0.43 ± 0.46	0.20 ± 0.09	0.32 ± 0.08	0.34 ± 0.11
As [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.
Be [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
Cd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
Co [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
Cr [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.013 ± 0.009	0.006 ± 0.007	0.005 ± 0.005	0.012 ± 0.006	0.003 ± 0.002	0.007 ± 0.008
Cu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.005 ± 0.003	0.008 ± 0.006	0.017 ± 0.018	0.004 ± n.c.	0.005 ± 0.003
Hg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.
Mn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.003 ± 0.003	0.004 ± 0.003	0.002 ± n.c.	0.006 ± 0.004
Ni [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.004 ± 0.003	0.002 ± n.c.	0.004 ± 0.002
Pb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± 0.001	0.004 ± 0.002	0.003 ± 0.002	0.004 ± 0.002	0.002 ± 0.001	0.003 ± 0.002
Pd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.
Pt [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
Rh [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
Sb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± n.c.	0.002 ± 0.001	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
Se [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.
Sn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
Te [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
Ti [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.015 ± 0.002	0.013 ± 0.002	0.019 ± 0.016	0.026 ± 0.015	0.011 ± 0.007	0.014 ± 0.006
Tl [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
V [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Zn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.017 ± 0.016	0.015 ± 0.010	0.016 ± 0.014	0.024 ± 0.023	0.013 ± 0.013	0.025 ± 0.030

	Postazione di Borgo Aurelia					
	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Al [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.54 ± 0.15	0.50 ± 0.23	0.48 ± 0.33	0.30 ± 0.04	0.41 ± 0.41	0.37 ± 0.43
As [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.
Be [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
Cd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
Co [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
Cr [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.007 ± 0.005	0.005 ± 0.005	0.004 ± 0.004	0.008 ± 0.008	0.007 ± 0.001	0.008 ± 0.001
Cu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.007 ± 0.005	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.
Hg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.
Mn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.008 ± 0.002	0.004 ± 0.003	0.003 ± 0.003	0.002 ± n.c.	0.005 ± 0.003	0.004 ± 0.003
Ni [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.005 ± 0.003	0.004 ± 0.003	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
Pb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.003 ± 0.002	0.001 ± n.c.	0.002 ± 0.001	0.002 ± 0.001	0.003 ± 0.002	0.005 ± 0.004
Pd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.
Pt [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
Rh [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
Sb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± 0.001	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
Se [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.
Sn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
Te [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
Ti [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.023 ± 0.005	0.021 ± 0.009	0.024 ± 0.035	0.005 ± 0.003	0.010 ± 0.009	0.016 ± 0.018
Tl [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
V [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Zn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.013 ± 0.012	0.008 ± 0.009	0.009 ± 0.011	0.007 ± 0.008	0.021 ± 0.010	0.034 ± 0.005

Le concentrazioni mensili di metalli nel particolato PM10 della postazione di **Parco Antonelli** sono riportate di seguito:

	Postazione di Parco Antonelli					
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
<b>Al</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.13 ± 0.18	0.27 ± 0.08	0.49 ± 0.36	0.27 ± 0.07	0.49 ± 0.25	0.40 ± 0.09
<b>As</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.
<b>Be</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
<b>Cd</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
<b>Co</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
<b>Cr</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.014 ± 0.012	0.008 ± 0.003	0.007 ± 0.008	0.006 ± 0.004	0.006 ± 0.008	0.005 ± 0.004
<b>Cu</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.005 ± 0.003	0.010 ± 0.009	0.014 ± 0.008	0.017 ± 0.007	0.011 ± 0.004	0.014 ± 0.006
<b>Hg</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.
<b>Mn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± 0.003	0.005 ± 0.003	0.007 ± 0.005	0.008 ± 0.002	0.011 ± 0.013	0.006 ± 0.005
<b>Ni</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.003 ± 0.002	0.003 ± 0.001	0.006 ± 0.005
<b>Pb</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± 0.002	0.004 ± 0.003	0.004 ± 0.003	0.005 ± 0.001	0.002 ± 0.002	0.003 ± 0.002
<b>Pd</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.
<b>Pt</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
<b>Rh</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
<b>Sb</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.003 ± 0.004	0.002 ± 0.001	0.002 ± 0.001	0.002 ± 0.001	0.001 ± 0.001	0.001 ± n.c.
<b>Se</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.
<b>Sn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
<b>Te</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
<b>Ti</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.025 ± 0.007	0.022 ± 0.009	0.030 ± 0.017	0.048 ± 0.043	0.016 ± 0.013	0.018 ± 0.006
<b>Tl</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
<b>V</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
<b>Zn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.024 ± 0.02	0.018 ± 0.01	0.025 ± 0.01	0.042 ± 0.03	0.012 ± 0.01	0.020 ± 0.03

	Postazione di Parco Antonelli					
	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
<b>Al</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.50 ± 0.17	0.69 ± 0.31	0.56 ± 0.16	0.43 ± 0.13	0.59 ± 0.57	0.62 ± 0.46
<b>As</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.
<b>Be</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
<b>Cd</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0013 ± 0.0015	0.0004 ± n.c.
<b>Co</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0006 ± 0.0004	0.0004 ± n.c.
<b>Cr</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.018 ± 0.017	0.006 ± 0.005	0.009 ± 0.006	0.006 ± 0.002	0.012 ± 0.005	0.009 ± 0.001
<b>Cu</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.017 ± 0.004	0.011 ± 0.004	0.017 ± 0.005	0.017 ± 0.004	0.027 ± 0.020	0.019 ± 0.014
<b>Hg</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.
<b>Mn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.009 ± 0.001	0.009 ± 0.004	0.009 ± 0.002	0.006 ± 0.003	0.029 ± 0.024	0.012 ± 0.006
<b>Ni</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.006 ± 0.003	0.006 ± 0.005	0.003 ± 0.001	0.002 ± n.c.	0.003 ± 0.003	0.002 ± n.c.
<b>Pb</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.003 ± 0.001	0.003 ± 0.001	0.004 ± 0.001	0.003 ± 0.002	0.121 ± 0.157	0.017 ± 0.023
<b>Pd</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.
<b>Pt</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
<b>Rh</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
<b>Sb</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.002 ± 0.001	0.003 ± 0.003	0.002 ± 0.002	0.002 ± 0.001
<b>Se</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.
<b>Sn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.004 ± 0.004	0.003 ± 0.002
<b>Te</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
<b>Ti</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.024 ± 0.006	0.029 ± 0.015	0.024 ± 0.008	0.016 ± 0.005	0.089 ± 0.095	0.035 ± 0.019
<b>Tl</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
<b>V</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
<b>Zn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.011 ± 0.01	0.018 ± 0.01	0.016 ± 0.01	0.101 ± 0.09	0.047 ± 0.01

Le concentrazioni mensili di metalli nel particolato PM10 della postazione di **Poggio Ombriccolo** sono mostrate nella tabella seguente:

	Postazione di Poggio Ombriccolo					
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
<b>Al</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.12 ± 0.13	0.21 ± 0.23	0.38 ± 0.57	0.10 ± 0.07	0.25 ± 0.09	0.39 ± 0.16
<b>As</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.
<b>Be</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
<b>Cd</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
<b>Co</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
<b>Cr</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± 0.003	0.010 ± 0.012	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
<b>Cu</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.010 ± 0.011	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.
<b>Hg</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.
<b>Mn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.004 ± 0.003	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.004 ± 0.002
<b>Ni</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.004 ± 0.002	0.002 ± n.c.	0.004 ± 0.003	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
<b>Pb</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± 0.001	0.007 ± 0.004	0.003 ± 0.003	0.004 ± 0.001	0.002 ± 0.001	0.001 ± n.c.
<b>Pd</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.
<b>Pt</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
<b>Rh</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
<b>Sb</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
<b>Se</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.
<b>Sn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
<b>Te</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
<b>Ti</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.023 ± 0.007	0.030 ± 0.030	0.031 ± 0.015	0.014 ± 0.010	0.012 ± 0.011
<b>Tl</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
<b>V</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
<b>Zn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.010 ± 0.01	0.042 ± 0.01	0.021 ± 0.01	0.022 ± 0.01	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.

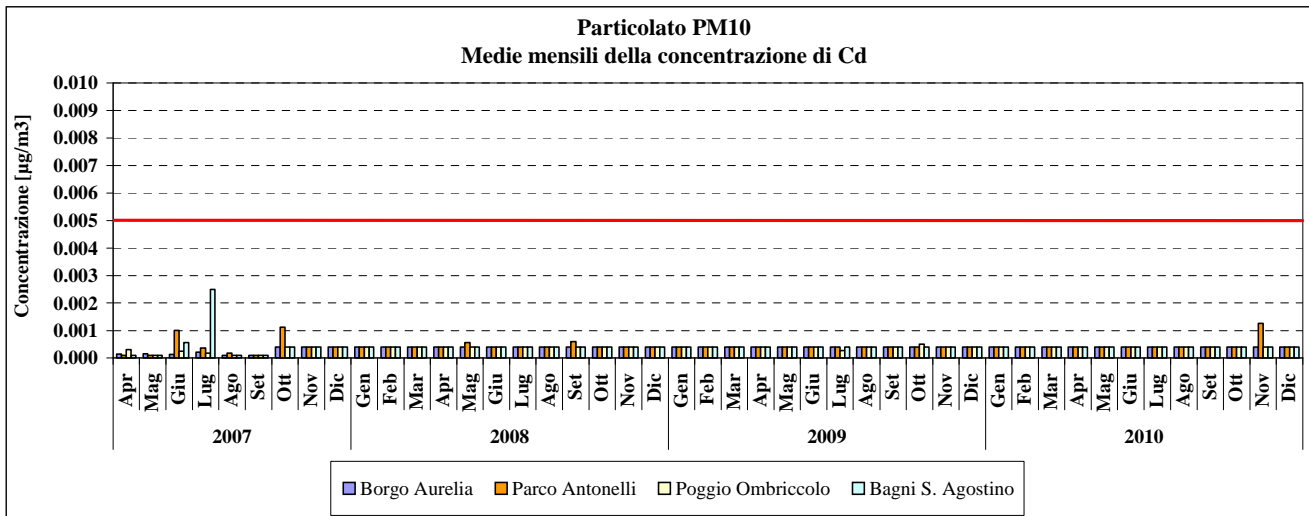
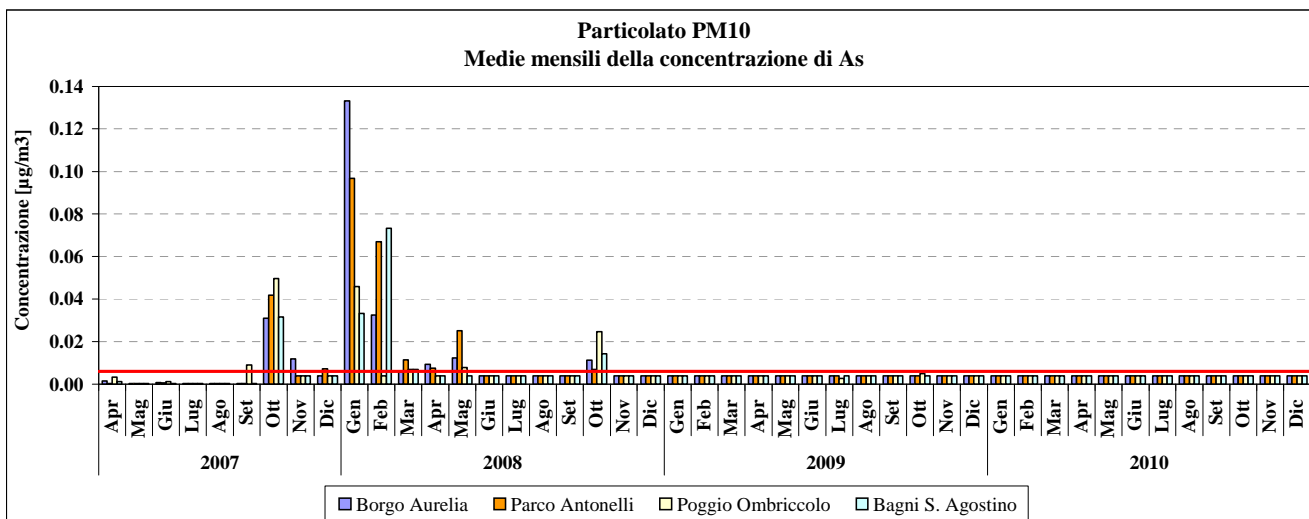
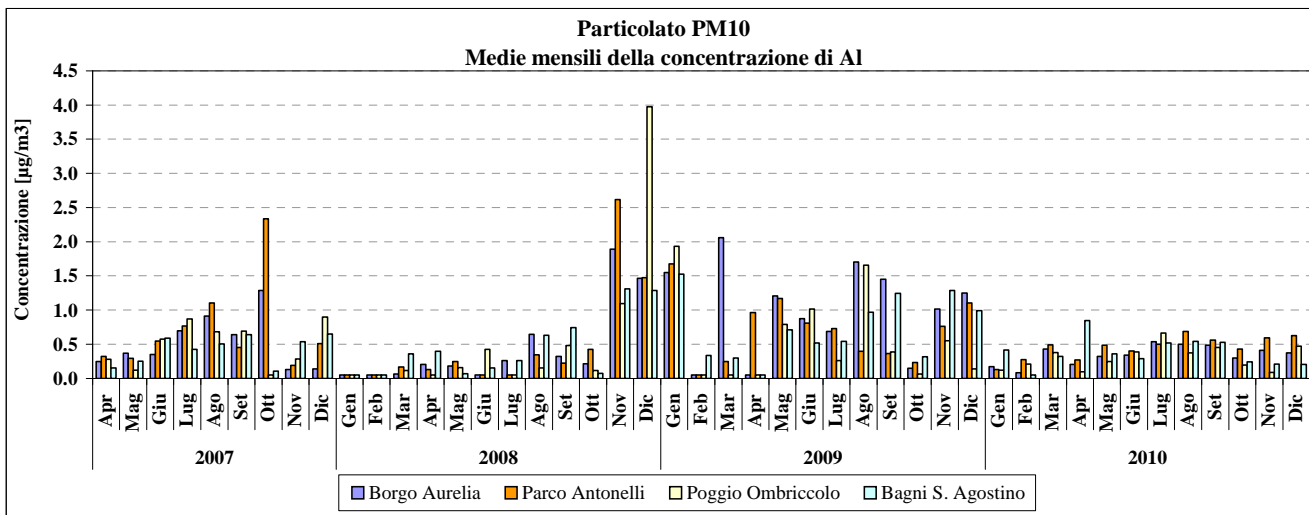
	Postazione di Poggio Ombriccolo					
	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
<b>Al</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.66 ± 0.11	0.38 ± 0.13	0.45 ± 0.09	0.20 ± 0.08	0.09 ± 0.05	0.47 ± 0.54
<b>As</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.
<b>Be</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
<b>Cd</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
<b>Co</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
<b>Cr</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± 0.003	0.005 ± 0.005	0.012 ± 0.001	0.008 ± 0.0002	0.008 ± 0.0002	0.008 ± 0.002
<b>Cu</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.015 ± 0.013	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.
<b>Hg</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.
<b>Mn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.009 ± 0.001	0.004 ± 0.003	0.004 ± 0.002	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
<b>Ni</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
<b>Pb</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± 0.002	0.001 ± n.c.	0.004 ± 0.001	0.002 ± 0.002	0.001 ± n.c.	0.003 ± 0.0003
<b>Pd</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.
<b>Pt</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
<b>Rh</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
<b>Sb</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
<b>Se</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.
<b>Sn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
<b>Te</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
<b>Ti</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.026 ± 0.001	0.013 ± 0.008	0.013 ± 0.002	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.
<b>Tl</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
<b>V</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
<b>Zn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.013 ± 0.01	0.016 ± 0.02	0.028 ± 0.001	0.044 ± 0.02

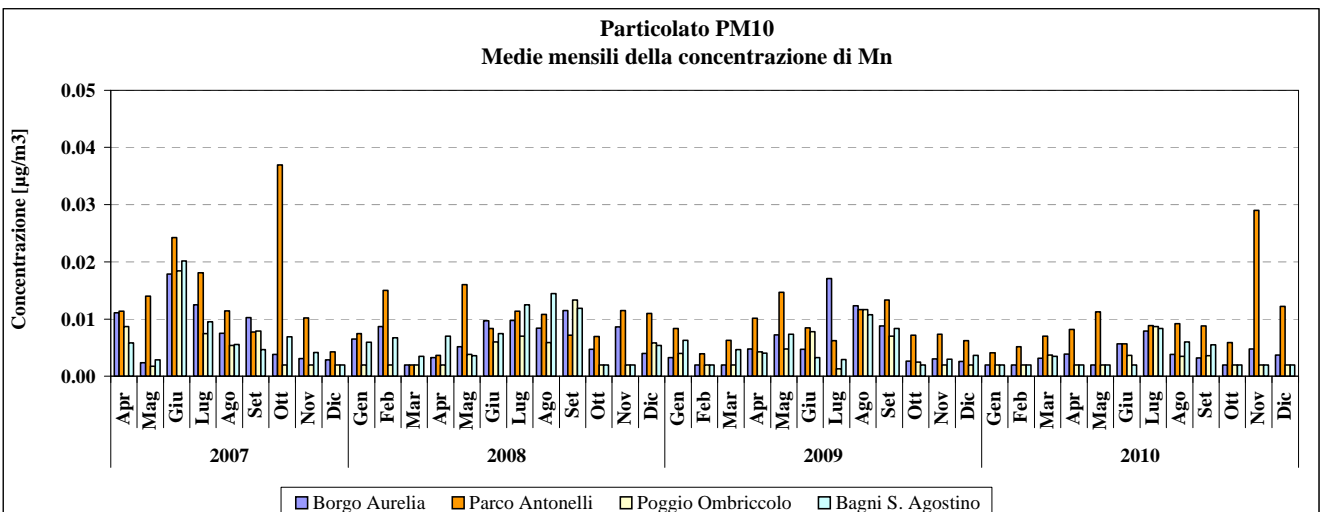
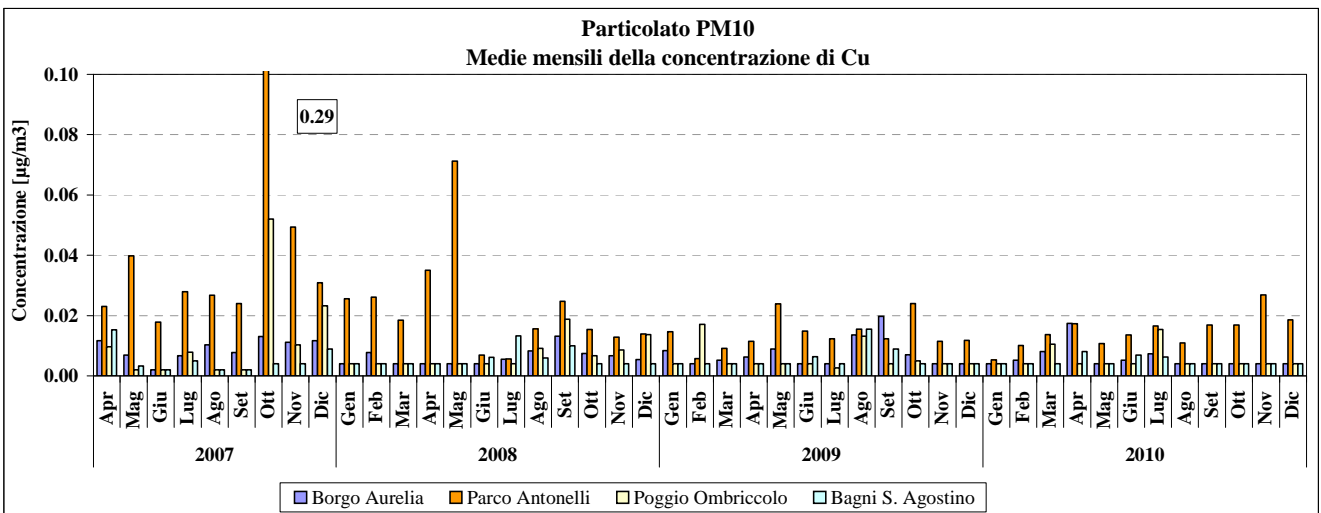
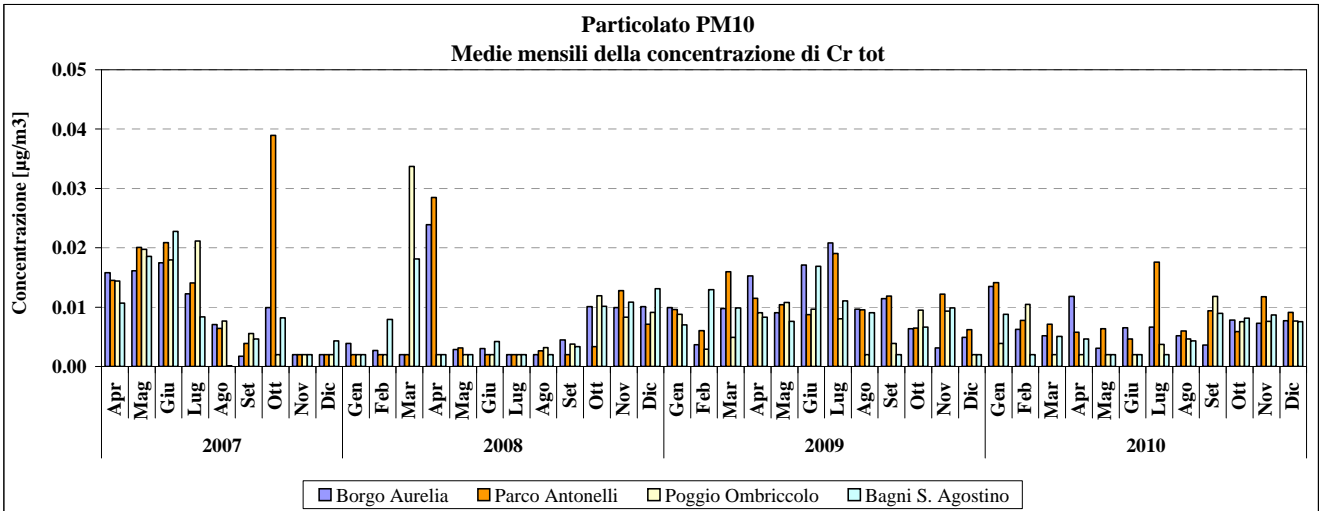
Le concentrazioni mensili di metalli nel particolato PM10 della postazione di **Bagni S. Agostino** sono riportate nella tabella seguente:

Postazione di Bagni S. Agostino						
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Al [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.42 ± 0.94	0.05 ± 0.14	0.32 ± 0.64	0.85 ± n.c.	0.36 ± 0.47	0.29 ± 0.94
As [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.
Be [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
Cd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
Co [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
Cr [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.009 ± 0.014	0.002 ± n.c.	0.005 ± 0.006	0.005 ± n.c.	0.002 ± 0.003	0.002 ± 0.004
Cu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.008 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.007 ± 0.006
Hg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.
Mn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± 0.002	0.002 ± 0.002	0.003 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± 0.003	0.002 ± n.c.
Ni [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.078 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± 0.118	0.003 ± n.c.
Pb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± 0.002	0.004 ± n.c.	0.003 ± 0.001	0.004 ± 0.004	0.003 ± 0.002	0.001 ± 0.004
Pd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.
Pt [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
Rh [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
Sb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
Se [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.
Sn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
Te [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
Ti [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± 0.003	0.009 ± 0.016	0.014 ± n.c.	0.011 ± 0.007	0.013 ± 0.002	0.004 ± 0.009
Tl [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
V [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Zn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.011 ± 0.03	0.062 ± 0.03	0.051 ± 0.001	0.027 ± 0.01	0.014 ± 0.02	0.004 ± 0.02

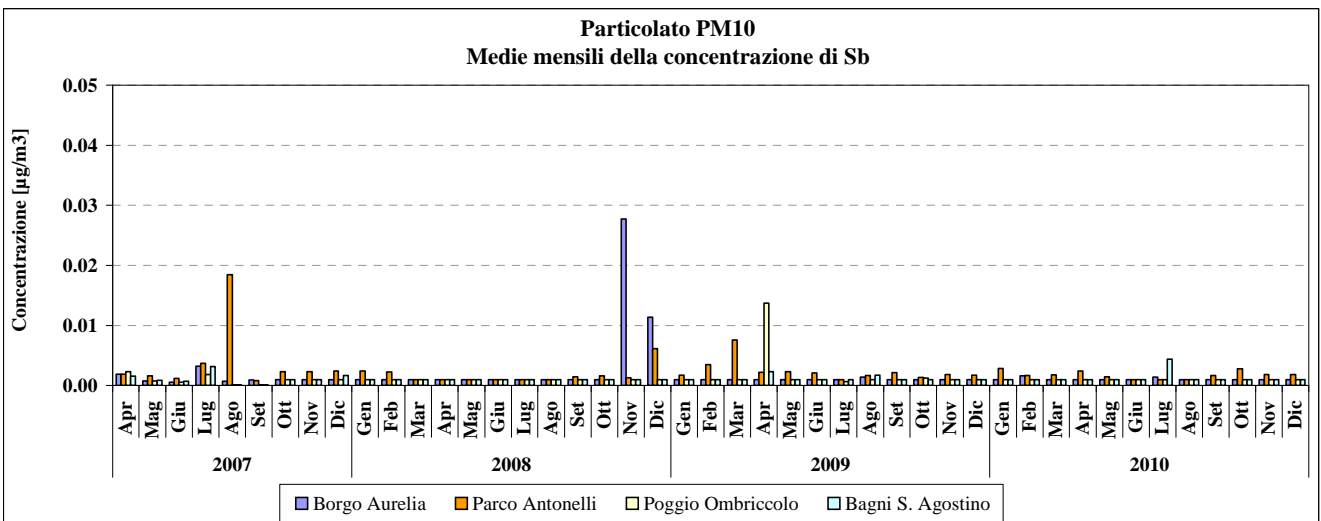
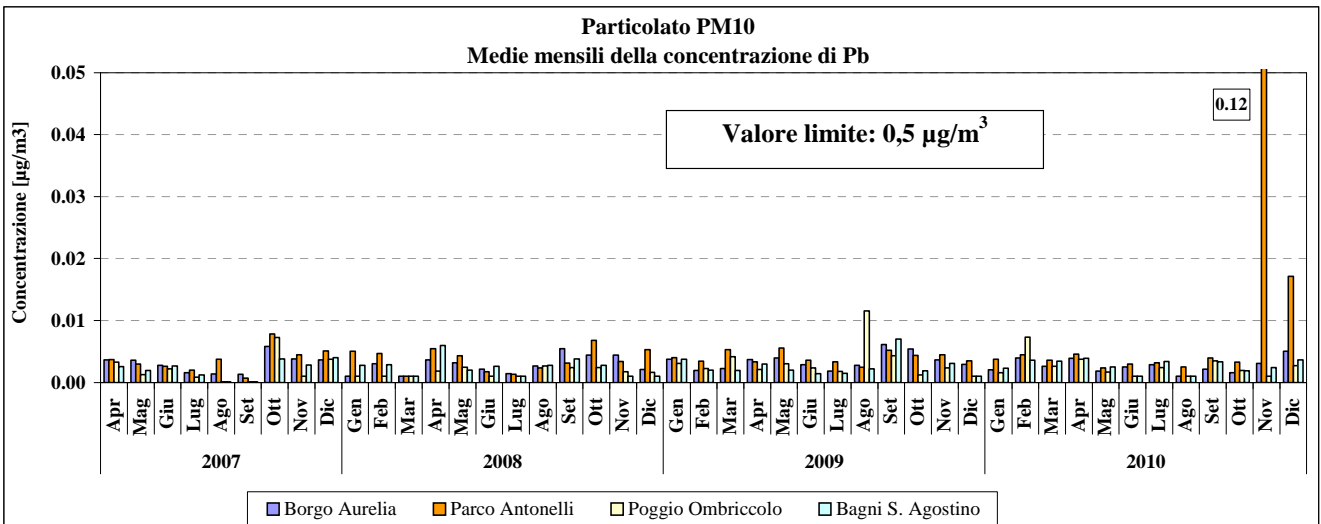
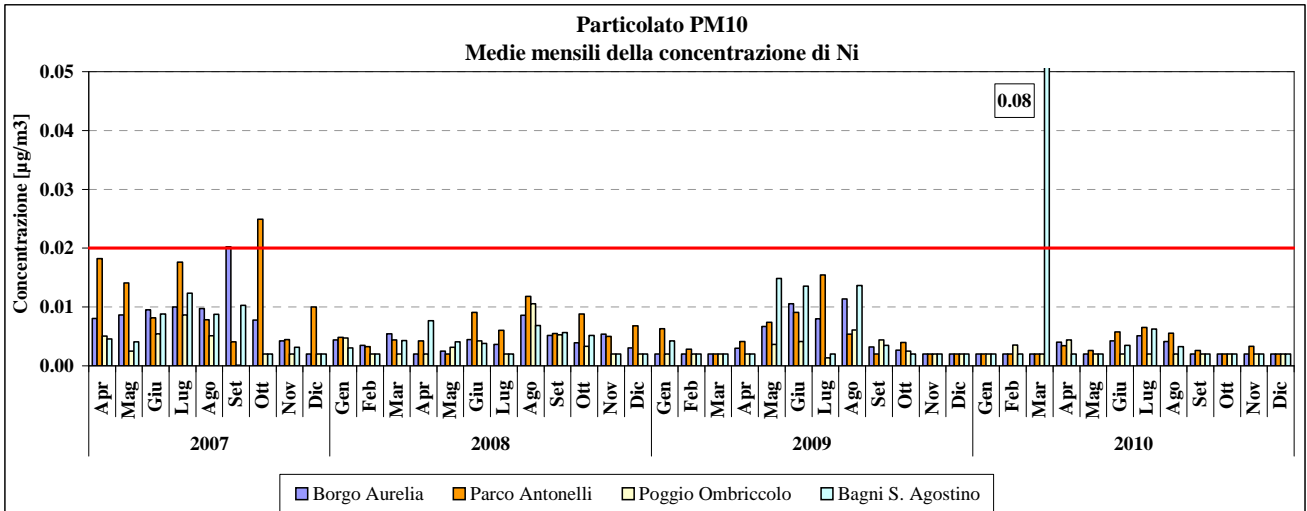
Postazione di Bagni S. Agostino						
	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Al [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.52 ± 0.23	0.54 ± 0.10	0.53 ± 0.24	0.24 ± 0.12	0.21 ± 0.12	0.20 ± 0.01
As [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.
Be [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
Cd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
Co [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
Cr [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.009 ± n.c.	0.008 ± 0.004	0.009 ± 0.001	0.008 ± 0.002
Cu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.006 ± n.c.	0.004 ± 0.004	0.004 ± 0.004	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.	0.004 ± n.c.
Hg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.	0.0001 ± n.c.
Mn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.008 ± n.c.	0.006 ± n.c.	0.006 ± 0.003	0.002 ± 0.004	0.002 ± 0.001	0.002 ± n.c.
Ni [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.006 ± n.c.	0.003 ± 0.002	0.002 ± 0.001	0.002 ± 0.002	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
Pb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.003 ± 0.001	0.001 ± n.c.	0.003 ± 0.002	0.002 ± n.c.	0.002 ± 0.0002	0.004 ± 0.002
Pd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.	0.0010 ± n.c.
Pt [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.	0.0004 ± n.c.
Rh [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.	0.0002 ± n.c.
Sb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± 0.006	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
Se [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.	0.012 ± n.c.
Sn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
Te [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.	0.002 ± n.c.
Ti [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.022 ± 0.008	0.020 ± n.c.	0.011 ± 0.006	0.004 ± 0.007	0.004 ± 0.010	0.008 ± n.c.
Tl [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.	0.001 ± n.c.
V [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Zn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.011 ± 0.02	0.004 ± n.c.	0.016 ± 0.01	0.016 ± n.c.	0.027 ± 0.02	0.032 ± 0.02

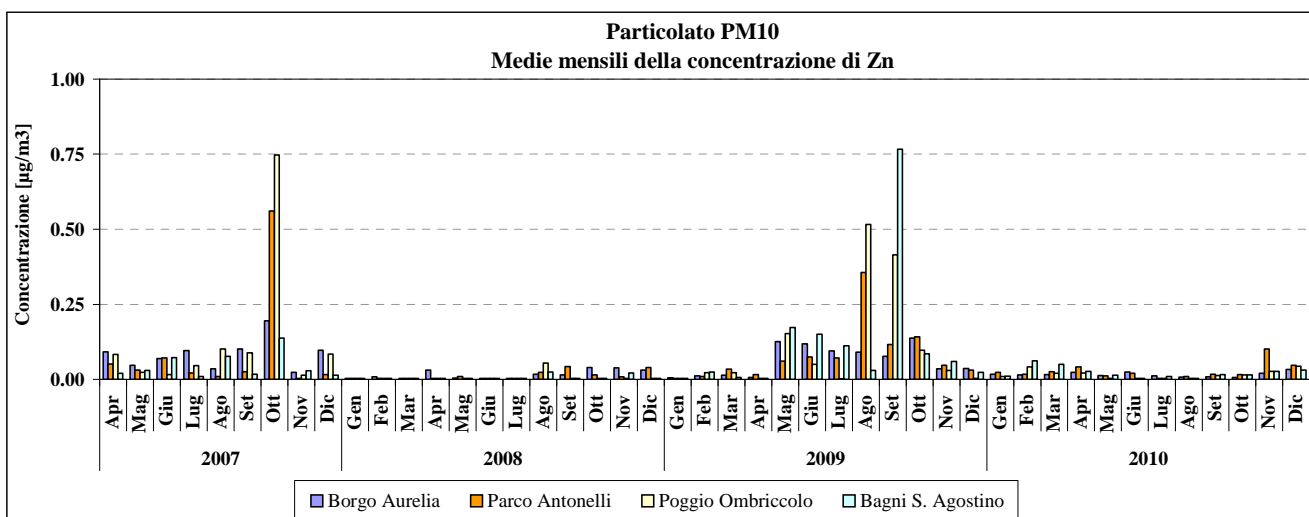
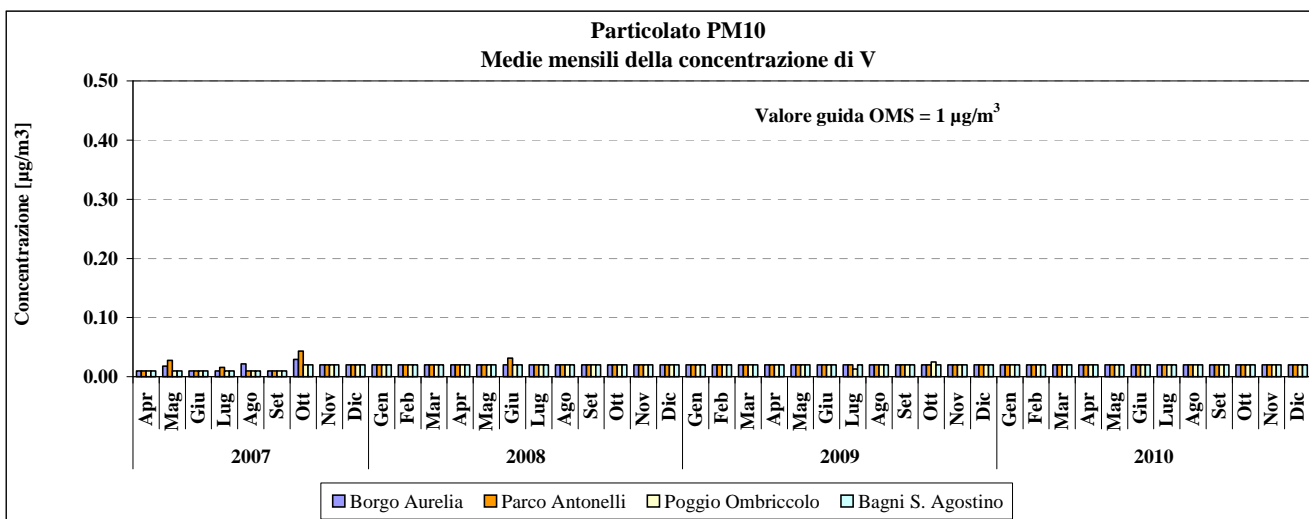
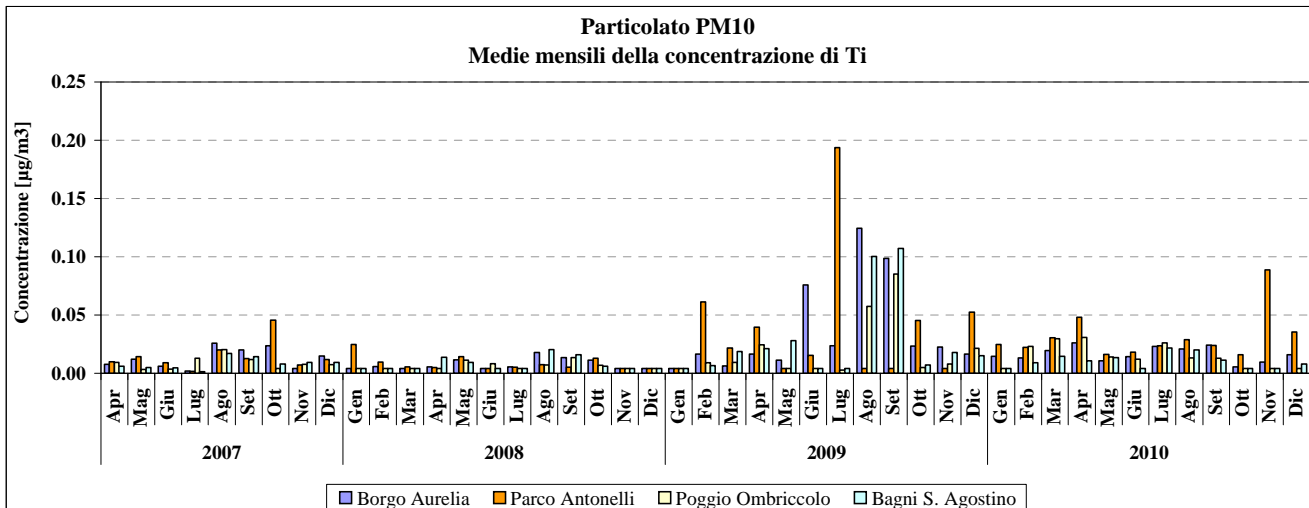
Nelle successive figure, le concentrazioni medie mensili del 2010 per alcuni dei metalli rilevati nel particolato PM10 sono confrontate con quelle riscontrate mensilmente nel 2007 - 2009. Per i metalli per cui esiste un valore limite o un valore guida della normativa italiana, nel grafico è riportata una linea rossa in corrispondenza di tale valore.











Facendo riferimento alle tabelle e figure precedenti, per il periodo temporale considerato, si possono fare le seguenti considerazioni:

- la concentrazione di **Alluminio** (Al) nel PM10 è diminuita rispetto a quanto riscontrato nelle annualità precedenti e le concentrazioni maggiori sono state rilevate nel periodo estivo. Come

- già evidenziato per i dati del 2007 - 2009, è probabile, che l'entità della presenza di Al nel PM10 vada associato alla componente terrigena piuttosto che ad emissioni industriali;
- le concentrazioni di **Arsenico** (As) in tutte le postazioni sono rimaste inferiori al valore obiettivo del Dlgs 152/2007 e sempre equivalenti al limite di rilevabilità in aria ( $0.004 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Negli anni precedenti si erano invece osservate notevoli variazioni e le forti differenze da un mese all'altro erano state associate a possibili apporti di polveri crustali dai terreni circostanti la zona di Civitavecchia, i quali sono notoriamente molto ricchi di minerali naturali dell'Arsenico;
  - il **Cadmio** (Cd) non è stato mai rilevato a concentrazioni superiori al limite di rilevabilità in aria ( $0.0004 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nelle postazioni di Borgo Aurelia, Poggio Ombriccolo e Bagni S. Agostino. A Parco Antonelli, il Cd è stato rilevato solo in due campioni di novembre e mai per il resto dell'anno. Nelle sue linee generali, tale andamento è analogo a quello riscontrato nel 2008-09;
  - l'andamento delle concentrazioni medie mensili del **Cromo** (Cr) nel 2010 richiama quelle degli anni precedenti, caratterizzati da una notevole variabilità;
  - la concentrazione di **Rame** (Cu) anche nel 2010 è stata frequentemente maggiore nella postazione urbana di Parco Antonelli rispetto a quella delle altre postazioni. In letteratura, la presenza contemporanea di Cu e **Antimonio** (Sb) nel particolato fine urbano è stata associata all'usura degli apparati frenanti degli autoveicoli<sup>(5,6)</sup>. Nel corso del 2010, come già avvenuto negli anni precedenti, rame ed antimonio, soprattutto il primo, è stato rilevato più frequentemente nella postazione urbana di Parco Antonelli, specie nei mesi invernali. In luglio, si è riscontrata una concentrazione significativa di Sb anche a Bagni S. Agostino;
  - in assenza di sorgenti specifiche industriali, il **Piombo** (Pb) riscontrato in ambiente urbanizzato è attribuito al risollevarsi delle polveri stradali, che contengono ancora il Pb derivato dagli antidetonanti metallorganici usati nelle benzine<sup>(5,6)</sup>. La concentrazione di Pb nel PM10 del 2010 appare ubiquitaria, con concentrazioni medie mensili abbastanza omogenee tra le postazioni nei mesi invernali, salvo a Parco Antonelli in cui si sono rilevate concentrazioni medie mensili molto elevate in novembre e dicembre che sono anche le massime sino ad ora riscontrate in associazione con altrettanto anomale concentrazioni di Mn e Ti. Trattandosi di valori molto inusuali, è possibile che si tratti di qualche sorgente molto localizzata e prossima alla postazione di misura. In ogni caso, la concentrazione di Pb, in tutte le postazioni è stata sempre di almeno 100 volte inferiore al limite nazionale di  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (DM 60 del 02.04.02);
  - le concentrazioni medie mensili di **Manganese** (Mn), in analogia con quanto osservato nel 2007-'09, hanno avuto ancora un andamento ciclico con massimi relativi nel periodo estivo, con l'anomalia delle elevate concentrazioni di questo metallo a Parco Antonelli in novembre e dicembre, associate ad elevate concentrazioni di Pb e Ti. Pur escludendo questi ultimi due mesi, nel 2010 le concentrazioni più elevate di Mn si sono sempre avute a Parco Antonelli;
  - relativamente a **Nichel** (Ni) e **Vanadio** (V), normalmente associati alla combustione di oli e gasoli pesanti, solo il primo è stato riscontrato con elevata frequenza in tutte le postazioni. Il V, al contrario, è pressoché quasi assente nel PM10 del comprensorio di Civitavecchia, almeno a valori di concentrazione superiori al limite di rilevabilità in aria ( $0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Per quanto riguarda il Ni, nella postazione di S. Agostino in un campione di marzo si è riscontrata un valore di concentrazione del tutto anomalo ( $0,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) che ha influito sulla media mensile ( $0.08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Non essendo stato possibile appurare se fosse un problema di inquinamento del campione o di effettiva influenza di una sorgente locale, il dato è stato mantenuto. Non considerando questo dato, si osserva comunque un rialzo della concentrazione media mensile di Ni tra giugno ed agosto nelle postazioni più prossime alla costa. Pertanto, le concentrazioni massime mensili di questo metallo si sono avute appunto tra giugno ed agosto, in coincidenza con la maggiore attività portuale turistica. Si confermerebbe ancora una volta l'ipotesi di influenze dovute alle emissioni dei motori diesel delle navi, il cui traffico aumenta appunto nei mesi estivi, specie per quanto riguarda i traghetti;
  - nel corso del 2010, la concentrazione media mensile di **Titanio** (Ti) è cresciuta da gennaio ad aprile per diminuire in maggio e giugno e risalire nei mesi estivi. Dato che il Ti viene

<sup>5</sup> Morawska L.; Zhang J, 2002. Chemosphere 49 (9), 1045-1058

<sup>6</sup> Birmili W., Allen A., Bary F., Harrison R. 2006. Environmental Science & Technology 14 (4), 1144-1153

normalmente associato alle polveri di origine crustale, ciò potrebbe riflettere una possibile influenza della componente terrigena sul PM10, se messo in relazione con i massimi di polverosità riscontrati in luglio-agosto (v. par. 3.1.1). Come introdotto sopra, concentrazioni elevate di Ti si sono misurate a Parco Antonelli oltre che in Aprile, anche in novembre e dicembre, associabili ai rialzi analoghi di Pb e Mn;

- l'andamento delle concentrazioni medie mensili dello **Zinco** (Zn) del 2010 sono state molto simili a quelle del 2008 e non si sono ripetuti i rialzi riscontrati tra maggio ed ottobre del 2009;
- Be, Co, Hg, Pd, Pt, Rh, Se, Sn e Te sono stati rilevati saltuariamente (meno del 10% dei campioni) o addirittura non sono mai risultati maggiori del rispettivo LdR in aria.

### 3.2.1.1 Valori medi annuali di metalli nel PM10

Nelle tabelle che seguono, sono riportate le statistiche **annuali** di concentrazione dei metalli nel PM10. Nelle postazioni di Poggio Ombriccolo e Bagni S. Agostino, come introdotto in precedenza, sono stati eseguiti un numero inferiore di campionamenti, in accordo col protocollo analitico stabilito con ARPA Lazio. Per il calcolo dei valori medi, si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nel già citato Rapporto ISTISAN 04/15:

- quando la concentrazione di un parametro è stata inferiore al limite di rilevabilità (LdR), il calcolo della media è stato eseguito utilizzando la metà del valore del LdR. Quando in nessun campione si è determinato un valore maggiore del LdR, il parametro è stato evidenziato in rosso corsivo;
- la deviazione standard è stata calcolata quando almeno nel 50% dei campioni (colonna “%>LdR”) si è determinato un valore maggiore del limite di rivelabilità;
- nelle colonne “ $N_{tot}$ ” è stato indicato il numero di campioni prelevati in ambiente mentre nelle colonne “ $n_{LdR}$ ” il numero di campioni con concentrazione superiore al limite di rivelabilità;
- se un metallo non è stato mai rilevato in nessun campione compare uno zero nella colonna “%>LdR” e il valore medio corrisponde al LdR;
- nelle tabelle sono stati inclusi anche altri valori statistici quali mediana, 25° e 75° percentile, minima e massima concentrazione dell'anno, calcolate quando almeno tre valori sono risultati maggiori del LdR:

	Borgo Aurelia									
	Valori statistici 2010 per metalli									
	Media	Dev Stand	$N_{tot}$	$n_{LdR}$	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
<b>Al</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.35	0.28	61	53	<b>87</b>	0.30	0.16	0.47	0.05	1.18
<b>As</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<i>0.004</i>	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>Be</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<i>0.0002</i>	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>Cd</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<i>0.0004</i>	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>Co</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<i>0.0004</i>	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>Cr</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.007	0.0058	61	34	<b>56</b>	0.007	0.002	0.010	0.002	0.022
<b>Cu</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.006	n.c.	61	8	13	0.004	0.004	0.004	0.004	0.040
<b>Hg</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<i>0.00005</i>	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>Mn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004	n.c.	61	19	31	0.002	0.002	0.006	0.002	0.012
<b>Ni</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.003	n.c.	61	10	16	0.002	0.002	0.002	0.002	0.010
<b>Pb</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.003	0.002	61	32	<b>52</b>	0.002	0.001	0.004	0.001	0.012
<b>Pd</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<i>0.0010</i>	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>Pt</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<i>0.0004</i>	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>Rh</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<i>0.0002</i>	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>Sb</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001	n.c.	61	2	3	n.c.	n.c.	n.c.	0.001	0.004
<b>Se</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<i>0.012</i>	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>Sn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<i>0.002</i>	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>Te</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<i>0.002</i>	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>Ti</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.017	0.0140	61	46	<b>75</b>	0.014	0.010	0.020	0.004	0.086
<b>Tl</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<i>0.001</i>	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>V</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<i>0.02</i>	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>Zn</b> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.017	0.02	61	32	<b>52</b>	0.010	0.004	0.027	0.004	0.070

Parco Antonelli										
Valori statistici 2010 per metalli										
	Media	Dev Stand	$N_{rot}$	$n_{LdR}$	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
Al [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.46	0.30	61	57	93	0.39	0.30	0.62	0.05	1.60
As [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Be [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Cd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0005	n.c.	61	2	3	n.c.	n.c.	n.c.	0.0004	0.0039
Co [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004	n.c.	61	1	2	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Cr [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.009	0.0078	61	45	74	0.007	0.002	0.011	0.002	0.047
Cu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.015	0.009	61	49	80	0.013	0.010	0.018	0.004	0.060
Hg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.00005	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Mn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.010	0.010	61	49	80	0.007	0.006	0.010	0.002	0.067
Ni [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.003	n.c.	61	14	23	0.002	0.002	0.002	0.002	0.014
Pb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.014	0.052	61	48	79	0.004	0.003	0.006	0.001	0.393
Pd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0010	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Pt [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Rh [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Sb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002	n.c.	61	17	28	0.001	0.001	0.002	0.001	0.010
Se [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.012	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Sn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002	n.c.	61	3	5	n.c.	n.c.	n.c.	0.002	0.010
Te [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Ti [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.031	0.0344	61	59	97	0.024	0.018	0.030	0.004	0.253
Tl [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
V [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.02	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Zn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.028	0.04	61	39	64	0.024	0.004	0.034	0.004	0.249

Poggio Ombriccolo										
Valori statistici 2010 per metalli										
	Media	Dev Stand	$N_{rot}$	$n_{LdR}$	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
Al [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.32	0.28	31	24	77	0.25	0.12	0.45	0.05	1.10
As [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Be [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Cd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Co [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Cr [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.005	n.c.	31	14	45	0.002	0.002	0.008	0.002	0.019
Cu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.006	n.c.	31	3	10	n.c.	n.c.	n.c.	0.004	0.029
Hg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.00005	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Mn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.003	n.c.	31	7	23	0.002	0.002	0.002	0.002	0.009
Ni [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002	n.c.	31	2	6	n.c.	n.c.	n.c.	0.002	0.007
Pb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002	n.c.	31	14	45	0.001	0.001	0.003	0.001	0.010
Pd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0010	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Pt [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Rh [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Sb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Se [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.012	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Sn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Te [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Ti [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.015	0.0136	31	17	55	0.011	0.004	0.020	0.004	0.064
Tl [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
V [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.02	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Zn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.017	n.c.	31	14	45	0.004	0.004	0.029	0.004	0.066

Bagni S. Agostino										
Valori statistici 2010 per metalli										
	Media	Dev Stand	$N_{tot}$	$n_{LdR}$	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
Al [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.38	0.34	31	25	81	0.25	0.17	0.47	0.05	1.51
As [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.004	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Be [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Cd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Co [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Cr [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.005	0.0036	31	16	52	0.006	0.002	0.008	0.002	0.015
Cu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.005	n.c.	31	3	10	n.c.	n.c.	n.c.	0.004	0.012
Hg [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.00005	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Mn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.003	n.c.	31	8	26	0.002	0.002	0.003	0.002	0.010
Ni [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.010	n.c.	31	8	26	0.002	0.002	0.003	0.002	0.214
Pb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.003	0.002	31	18	58	0.003	0.001	0.004	0.001	0.007
Pd [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0010	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Pt [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0004	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Rh [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.0002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Sb [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001	n.c.	31	1	3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Se [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.012	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Sn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Te [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Ti [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.011	0.008	31	16	52	0.010	0.004	0.016	0.004	0.027
Tl [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.001	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
V [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.02	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Zn [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.022	0.02	31	19	61	0.014	0.004	0.032	0.004	0.076

Infine, nella tabella che segue, sono raggruppati i valori medi annuali per il 2010 dei metalli che hanno un valore limite, obiettivo (DM 60 del 02/04/2002 e Dlgs n.155 del 13/08/2010) o guida secondo WHO. I valori sono stati calcolati mediando tutti i corrispondenti valori delle quattro postazioni. Per confronto, sono stati riportati anche quelli del 2007-'09. Come si può notare, nessun metallo nel 2010 supera i valori della normativa.

Sostanza	Periodo di osservazione	Rif. Legislativo o linea guida	Unità misura	Valore limite o guida	Media anno 2007	Media anno 2008	Media anno 2009	Media anno 2010
As - Arsenico nel PM10	Anno civile	Dlgs n.152 del 03/08/2007	ng/m <sup>3</sup>	6	6	17	4	4
Cd -Cadmio nel PM10	Anno	Dlgs n.152 del 03/08/2007	ng/m <sup>3</sup>	5	0.4	0.4	0.4	0.4
Ni - Nickel nel PM10	Anno	Dlgs n.152 del 03/08/2007	ng/m <sup>3</sup>	20	8	5	5	4
Pb - Piombo nel PM10	Anno	DM n. 60 del 02/04/2002	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.5	0.003	0.003	0.003	0.006
Mn - Manganese	Anno	WHO, Air quality guidelines, 2000	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.15	0.01	0.01	0.01	0.01
Hg - Mercurio	Anno	WHO, Air quality guidelines, 2000	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	0.00005	0.00005	0.00006	0.00005
Pt - Platino	--	WHO, Air quality guidelines, 2000	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	(*)	0.0008	0.0004	0.0004	0.0004
V - Vanadio	24 ore	WHO, Air quality guidelines, 2000	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	0.02	0.02	0.02	0.02

Cr VI - Cromo esavalente	-	WHO, Air quality guidelines, 2000		$4 \times 10^{-2}$ (**)	0.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.01 $\mu\text{g}/\text{m}^4$
--------------------------	---	-----------------------------------	--	-------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

Note:

(\*) Per il Pt non è stato fissato un valore guida. Reazioni allergiche si segnalano intorno a 0.05  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

(\*\*) Per Cr VI è definita una unità di rischio, che rappresenta l'incremento di rischio di contrarre cancro per una popolazione esposta tutta la vita ad una concentrazione di 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### 3.2.2 Specie ioniche nel particolato PM10

Le concentrazioni medie mensili delle specie ioniche analizzate nei campioni di ciascuna postazione sono mostrate nelle tabelle che seguono. Per il calcolo sono stati adottati i criteri descritti al par. 3.2.1.

Le concentrazioni medie mensili di specie ioniche nel particolato PM10 della postazione di **Borgo Aurelia** sono riportate di seguito:

		Postazione di Borgo Aurelia - 2010					
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
SO4--	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.60 ± 1.00	1.77 ± 1.71	1.85 ± 1.10	3.70 ± 2.32	2.65 ± 1.56	2.67 ± 1.72
NO3-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.45 ± 0.87	1.33 ± 1.32	2.38 ± 1.66	1.79 ± 0.52	1.10 ± 0.91	1.67 ± 1.20
Cl-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.88 ± 1.75	3.78 ± 5.37	1.51 ± 1.11	0.28 ± 0.29	0.50 ± 0.62	2.11 ± 3.55
Ca	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.16 ± 0.07	0.21 ± 0.22	0.50 ± 0.44	0.55 ± 0.14	0.20 ± 0.13	0.40 ± 0.26
Na	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.74 ± 1.39	2.78 ± 3.88	1.54 ± 1.18	0.47 ± 0.39	0.79 ± 0.76	1.90 ± 2.39
Mg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.08 ± 0.16	0.33 ± 0.46	0.20 ± 0.15	0.06 ± 0.06	0.09 ± 0.11	0.24 ± 0.29
K	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.16 ± 0.06	0.17 ± 0.16	0.15 ± 0.09	0.11 ± 0.07	0.06 ± 0.07	0.09 ± 0.09
NH4+	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.78 ± 0.56	0.42 ± 0.66	0.58 ± 0.62	1.13 ± 0.68	0.64 ± 0.24	0.49 ± 0.43

		Postazione di Borgo Aurelia - 2010					
		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
SO4--	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	5.70 ± 2.61	3.79 ± 2.79	3.20 ± 1.31	1.61 ± 0.60	0.82 ± 0.34	1.33 ± 0.75
NO3-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.09 ± 0.35	1.54 ± 0.90	1.56 ± 0.70	1.60 ± 0.91	1.21 ± 0.79	1.93 ± 0.14
Cl-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.06 ± 0.12	0.42 ± 0.50	0.46 ± 0.57	0.55 ± 0.43	1.57 ± 1.75	1.13 ± 1.58
Ca	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.94 ± 0.13	0.48 ± 0.22	0.56 ± 0.52	0.26 ± 0.10	0.25 ± 0.17	0.33 ± 0.28
Na	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.41 ± 0.25	0.71 ± 0.50	1.05 ± 0.76	0.94 ± 0.69	1.29 ± 1.19	0.97 ± 0.97
Mg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.05 ± 0.05	0.10 ± 0.06	0.10 ± 0.11	0.10 ± 0.08	0.13 ± 0.16	0.10 ± 0.15
K	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.09 ± 0.04	0.03 ± 0.04	0.16 ± 0.04	0.12 ± 0.02	0.12 ± 0.08	0.18 ± 0.06
NH4+	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.33 ± 0.61	0.85 ± 0.62	0.70 ± 0.20	0.36 ± 0.13	0.15 ± 0.09	0.40 ± 0.17

I valori medi mensili di concentrazione di specie ioniche nel particolato PM10 della postazione di **Parco Antonelli** sono mostrati nelle tabelle che seguono:

		Postazione di Parco Antonelli - 2010					
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
SO4--	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.62 ± 0.85	3.04 ± 1.46	1.65 ± 1.62	3.94 ± 2.59	2.80 ± 1.36	3.26 ± 2.25
NO3-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.46 ± 0.80	2.23 ± 1.09	2.42 ± 2.64	2.65 ± 0.76	1.41 ± 1.09	1.68 ± 1.19
Cl-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2.19 ± 4.61	5.46 ± 7.61	1.93 ± 1.57	0.44 ± 0.42	1.06 ± 1.14	0.61 ± 1.00
Ca	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.74 ± 0.37	0.98 ± 0.38	0.74 ± 0.49	1.08 ± 0.18	0.79 ± 0.69	0.58 ± 0.37
Na	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.26 ± 2.43	3.73 ± 5.09	1.71 ± 1.50	0.57 ± 0.50	1.13 ± 1.20	0.97 ± 1.16
Mg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.14 ± 0.29	0.44 ± 0.62	0.22 ± 0.19	0.07 ± 0.08	0.13 ± 0.17	0.12 ± 0.15
K	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.19 ± 0.03	0.26 ± 0.10	0.14 ± 0.10	0.14 ± 0.04	0.07 ± 0.08	0.06 ± 0.08
NH4+	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.37 ± 0.34	0.54 ± 0.60	0.36 ± 0.50	0.98 ± 0.64	0.52 ± 0.17	0.60 ± 0.46

		Postazione di Parco Antonelli - 2010					
		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
SO4--	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	5.75 ± 2.54	3.75 ± 2.63	3.22 ± 1.23	1.63 ± 0.55	1.06 ± 0.54	1.73 ± 1.03
NO3-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.35 ± 0.48	2.07 ± 1.02	2.01 ± 0.75	2.01 ± 0.97	1.39 ± 0.90	2.73 ± 0.41
Cl-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.16 ± 0.11	0.63 ± 0.54	1.04 ± 1.53	0.79 ± 0.64	2.61 ± 2.78	2.56 ± 3.32
Ca	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.11 ± 0.29	2.01 ± 1.06	1.21 ± 0.54	1.11 ± 0.48	1.43 ± 0.88	1.44 ± 0.50
Na	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.58 ± 0.30	0.83 ± 0.54	1.52 ± 1.55	1.09 ± 0.71	1.76 ± 1.74	1.60 ± 1.71
Mg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.06 ± 0.07	0.13 ± 0.07	0.17 ± 0.20	0.13 ± 0.10	0.21 ± 0.21	0.18 ± 0.23
K	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.12 ± 0.03	0.07 ± 0.05	0.19 ± 0.10	0.19 ± 0.05	0.20 ± 0.10	0.29 ± 0.12
NH4+	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.33 ± 0.54	0.68 ± 0.37	0.62 ± 0.15	0.32 ± 0.19	0.06 ± 0.04	0.22 ± 0.09



Le concentrazioni medie mensili di specie ioniche nel particolato PM10 della postazione di **Poggio Ombriccolo** sono riportate di seguito.

		Postazione di Poggio Ombriccolo - 2010					
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
SO4--	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.88 ± 1.19	3.18 ± 1.59	1.74 ± 2.02	3.13 ± 1.84	1.87 ± 2.67	2.80 ± 0.10
NO3-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.92 ± 0.61	1.83 ± 0.73	2.48 ± 2.68	1.25 ± 0.24	0.39 ± 0.67	1.20 ± 0.81
Cl-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.14 ± 0.02	4.01 ± 5.66	1.36 ± 1.33	0.06 ± 0.07	0.04 ± 0.06	2.85 ± 4.01
Ca	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.02 ± 0.01	0.18 ± 0.15	0.15 ± 0.13	0.31 ± 0.10	0.06 ± 0.10	0.27 ± 0.02
Na	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.17 ± 0.17	3.56 ± 4.66	1.47 ± 1.28	0.25 ± 0.25	0.25 ± 0.42	2.16 ± 3.03
Mg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.02 ± 0.01	0.41 ± 0.57	0.18 ± 0.15	0.05 ± 0.06	0.04 ± 0.05	0.28 ± 0.36
K	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.04 ± 0.04	0.19 ± 0.06	0.09 ± 0.10	0.07 ± 0.09	0.04 ± 0.05	0.09 ± 0.10
NH4+	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.84 ± 0.61	0.84 ± 0.77	0.61 ± 0.92	1.08 ± 0.45	0.46 ± 0.61	0.55 ± 0.35

		Postazione di Poggio Ombriccolo - 2010					
		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
SO4--	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2.73 ± 3.55	1.68 ± 1.24	1.11 ± 1.57	0.64 ± 1.11	0.18 ± 0.26	1.31 ± 0.15
NO3-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.49 ± 0.43	1.33 ± 0.72	0.38 ± 0.53	0.45 ± 0.78	0.27 ± 0.38	1.27 ± 0.14
Cl-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.06 ± 0.09	0.44 ± 0.28	0.06 ± 0.08	0.00 ± 0.01	0.11 ± 0.15	0.24 ± 0.25
Ca	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.42 ± 0.42	0.26 ± 0.07	0.10 ± 0.14	0.05 ± 0.08	0.01 ± 0.01	0.03 ± 0.04
Na	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.07 ± 0.08	0.65 ± 0.43	0.13 ± 0.18	0.13 ± 0.22	0.16 ± 0.22	0.39 ± 0.32
Mg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.01 ± 0.01	0.05 ± 0.07	0.01 ± 0.01	0.00 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.00002
K	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.04 ± 0.07	0.01 ± 0.00003	0.01 ± 0.01	0.05 ± 0.09	0.01 ± 0.01	0.10 ± 0.02
NH4+	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.72 ± 0.92	0.38 ± 0.32	0.31 ± 0.43	0.19 ± 0.32	0.02 ± 0.03	0.41 ± 0.07

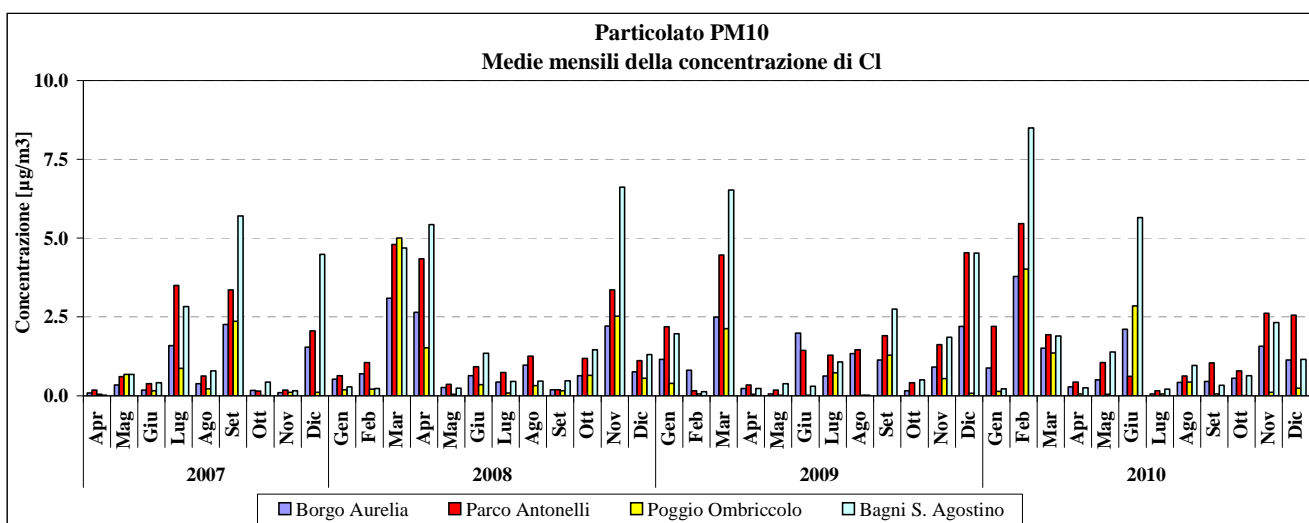
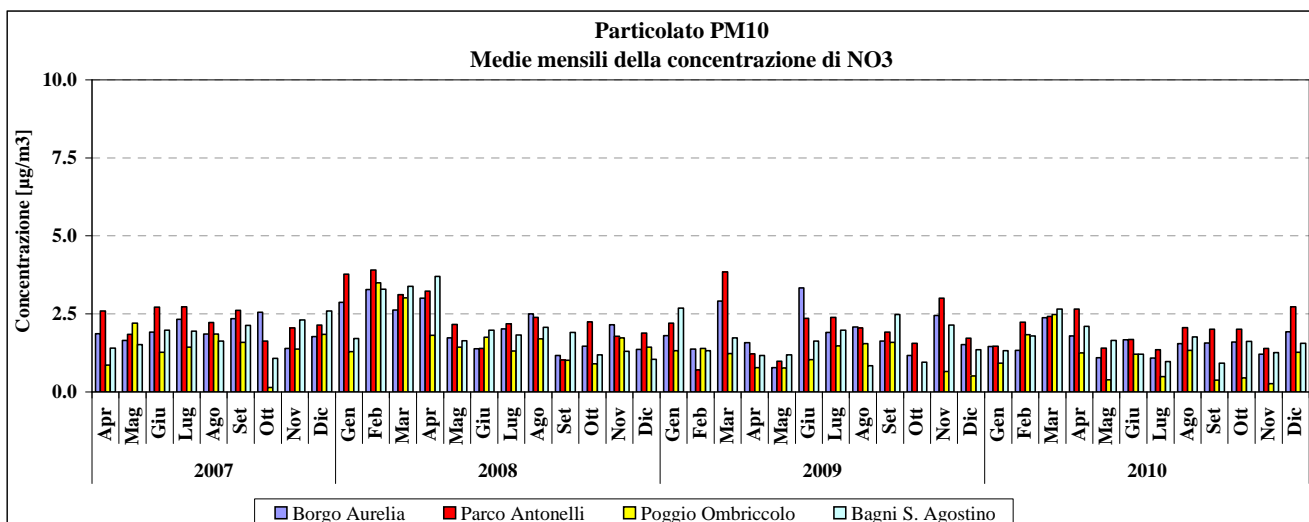
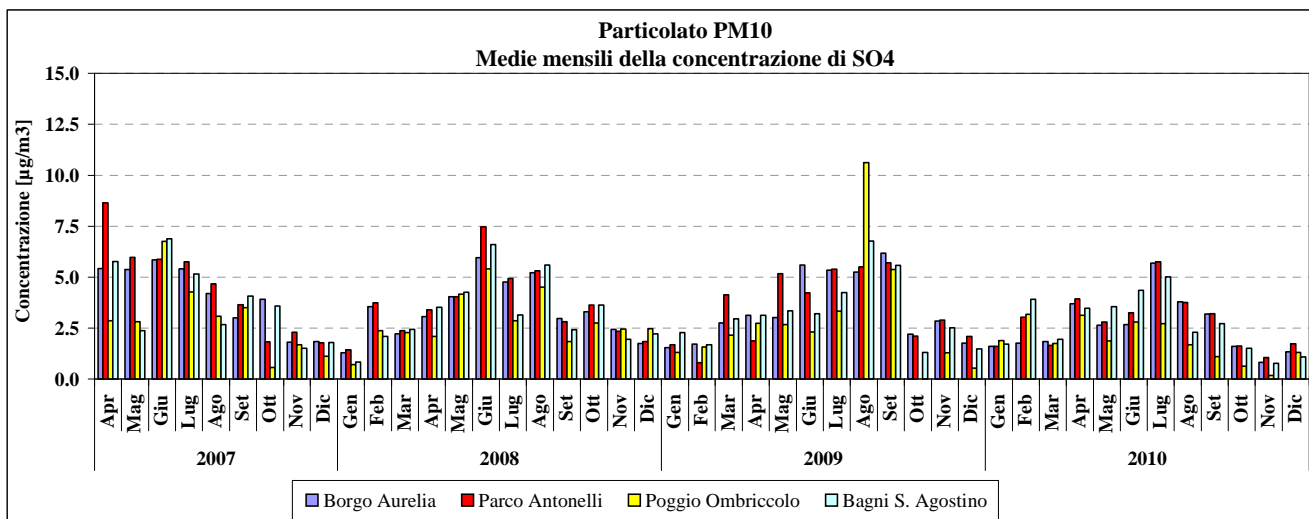
Le concentrazioni medie mensili di specie ioniche nel particolato PM10 della postazione di **Bagni S. Agostino** sono inserite nelle tabelle sottostanti:

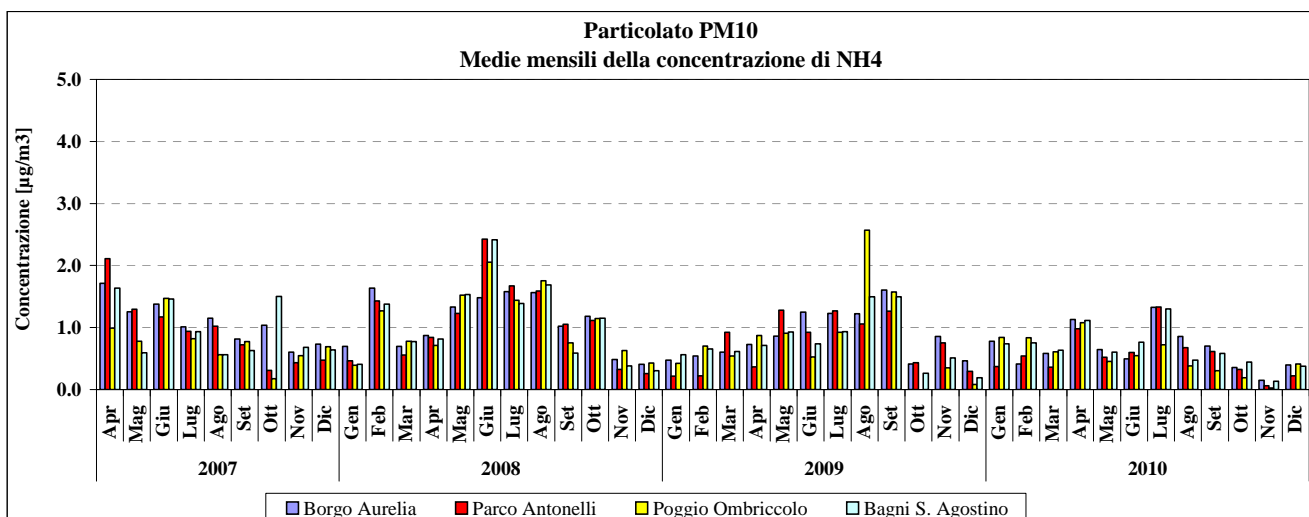
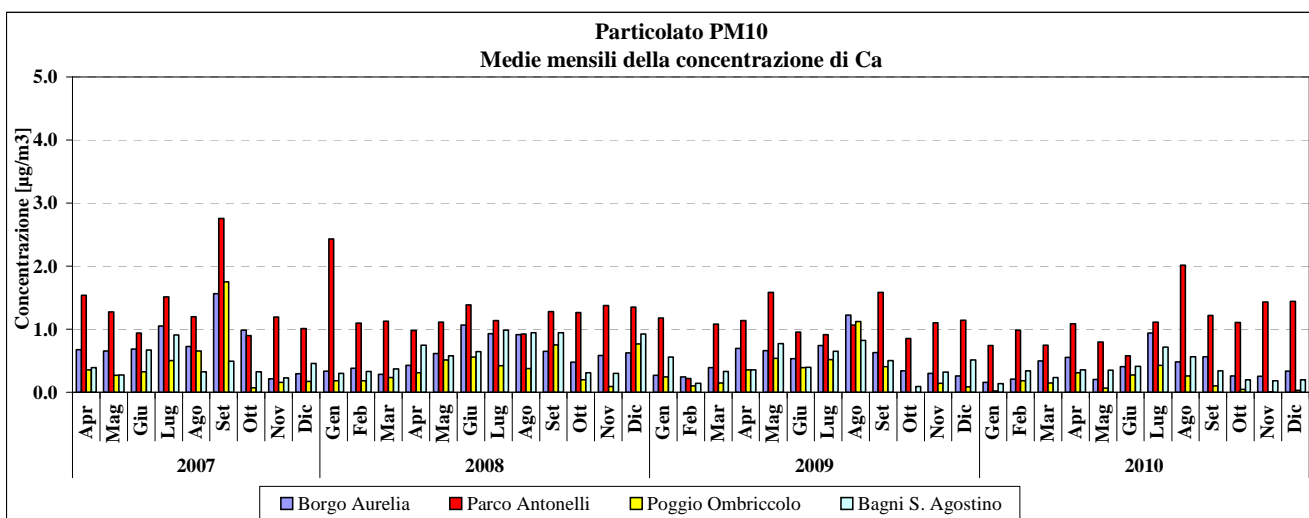
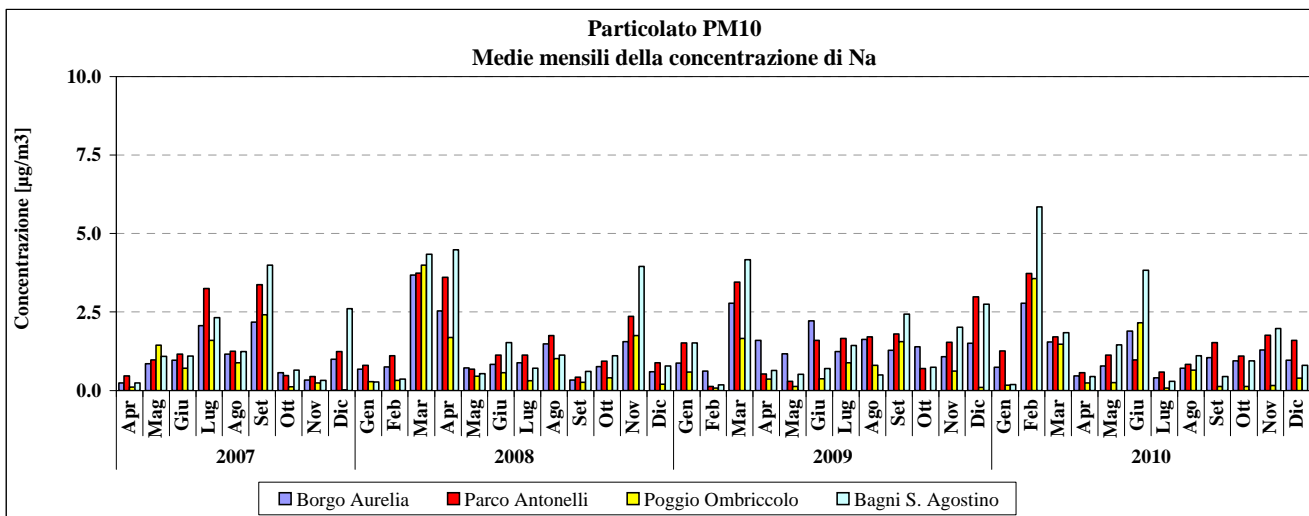
		Postazione di Bagni S. Agostino - 2010					
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
SO4--	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.72 ± 1.33	3.92 ± 1.48	1.96 ± 1.06	3.47 ± 1.11	3.55 ± 1.45	4.36 ± 2.31
NO3-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.31 ± 0.60	1.79 ± 0.91	2.66 ± 1.10	2.10 ± 0.02	1.65 ± 1.61	1.21 ± 0.11
Cl-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.22 ± 1.70	8.50 ± 6.19	1.89 ± 0.19	0.25 ± 11.73	1.39 ± 1.00	5.65 ± 0.03
Ca	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.14 ± 0.05	0.34 ± 0.36	0.23 ± 0.06	0.36 ± 0.25	0.35 ± 0.20	0.41 ± 0.12
Na	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.19 ± 1.30	5.85 ± 3.75	1.84 ± 0.14	0.44 ± 7.85	1.45 ± 0.77	3.83 ± 0.33
Mg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.01 ± 0.15	0.68 ± 0.47	0.22 ± 0.0001	0.05 ± 0.95	0.19 ± 0.10	0.46 ± 0.06
K	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.15 ± 0.02	0.31 ± 0.07	0.13 ± 0.04	0.18 ± 0.18	0.07 ± 0.11	0.17 ± 0.11
NH4+	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.74 ± 0.33	0.76 ± 0.08	0.63 ± 0.52	1.11 ± 0.78	0.60 ± 0.79	0.77 ± 0.38

		Postazione di Bagni S. Agostino - 2010					
		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
SO4--	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	5.02 ± 1.54	2.30 ± 1.46	2.73 ± 3.43	1.51 ± 1.50	0.77 ± 0.58	1.10 ± 0.31
NO3-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.98 ± 1.12	1.77 ± 0.72	0.92 ± 0.39	1.62 ± 0.72	1.26 ± 0.07	1.56 ± 0.31
Cl-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.21 ± 0.81	0.96 ± 7.98	0.33 ± 0.35	0.63 ± 0.70	2.33 ± 0.32	1.15 ± 0.53
Ca	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.71 ± 0.31	0.56 ± 0.15	0.34 ± 0.14	0.20 ± 0.20	0.18 ± 0.03	0.20 ± 0.04
Na	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.29 ± 0.71	1.10 ± 5.18	0.44 ± 0.23	0.94 ± 0.36	1.98 ± 0.36	0.80 ± 0.57
Mg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.04 ± 0.10	0.16 ± 0.64	0.05 ± 0.04	0.11 ± 0.05	0.24 ± 0.05	0.08 ± 0.08
K	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.16 ± 0.06	0.06 ± 0.11	0.14 ± 0.14	0.09 ± 0.04	0.14 ± 0.08	0.20 ± 0.06
NH4+	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.30 ± 0.23	0.47 ± 0.61	0.58 ± 0.87	0.44 ± 0.36	0.13 ± 0.12	0.38 ± 0.26



Nelle figure che seguono, i dati delle tabelle precedenti sono riportati in forma di istogrammi per valutare gli andamenti delle concentrazioni mensili delle specie ioniche rilevate nel particolato PM10:





Facendo riferimento alle tabelle e figure precedenti, si possono fare le seguenti considerazioni:

- le specie ioniche ricercate sono state riscontrate in quasi tutti i campioni esaminati e sono tra le componenti principali del PM10;
- in tutte le postazioni, è visibile il ciclo stagionale dei solfati, in cui si hanno minime concentrazioni nei mesi invernali e massime nei mesi estivi.
- allo stesso modo dei solfati, ma con meno evidenza, si può cogliere un altrettanto tipico ciclo stagionale per i nitrati, il cui massimo si colloca nei mesi invernali e il minimo nel periodo estivo;
- l'andamento delle medie mensili di Ca mostra una accentuata differenza tra la postazione di Parco Antonelli e le altre. Infatti, le concentrazioni più elevate di questa specie ionica si riscontrano sempre a Parco Antonelli con un andamento non associabile a cicli stagionali, al contrario delle altre postazioni in cui i massimi di concentrazione si riscontrano normalmente nei mesi estivi. Al momento non è stata individuata la possibile sorgente di calcio a Parco Antonelli;
- anche nel 2010, così come per gli anni precedenti, le concentrazioni di Cl e Na mostrano un andamento correlato. In letteratura Na e Cl sono sempre associati alla presenza di NaCl di origine marina, salvo limitati casi particolari di sorgenti locali. Saltuariamente la concentrazione dei cloruri è risultata inferiore al limite di rilevabilità e spesso è inferiore alla concentrazione teorica nel NaCl marino. L'apparente assenza nei filtri prelevati a Civitavecchia di cloruri da cloruro di sodio marino è in realtà conseguenza di un ben noto problema, indicato in letteratura come "*chloride depletion*" (diminuzione dei cloruri), ed è dovuto alla reazione tra sali marini e nitrati e solfati acidi, sia durante il trasporto dello spray marino sia durante il campionamento. Dalla reazione tra cloruri marini e acidi si forma HCl che volatilizza. Ne consegue che il particolato si arricchisce di nitrati e solfati (<sup>7</sup>). Inoltre, recenti studi hanno dimostrato che i nitrati presenti nelle frazioni grossolane e fini del particolato urbano si possono formare per la reazione di HNO<sub>3</sub> con i sali marini, specie quando gli aerosol marini incontrano masse di aria inquinata, ma non sono escluse anche reazioni dirette con SO<sub>2</sub> (<sup>8</sup>). La diminuzione della concentrazione dei cloruri, pertanto, si spiega attraverso la reazione di HNO<sub>3</sub> o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, acquosi o gassosi, con NaCl marino oppure per adsorbimento della SO<sub>2</sub> gassosa nelle gocce di aerosol la quale si ossida facilmente a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
- l'andamento temporale delle concentrazioni medie mensili di ammonio è molto simile a quello dei solfati e suggerisce che esiste una buona correlazione tra queste due specie.

Avendo già evidenziato nei dati del 2007-'09, le evidenti influenze sul PM10 di Civitavecchia dello spray marino, anche nel 2010 si è proceduto al calcolo della quantità di solfati imputabili alla sorgente marina e alla conseguente componente di solfati non di origine marina (antropogenici). Il calcolo della quantità di solfati marini è stato eseguito utilizzando la seguente equazione:

$$[\text{solfati marini}] = [\text{Na}^+] \times ([\text{SO}_4^{2-}]/[\text{Na}^+])_{\text{mare}}$$

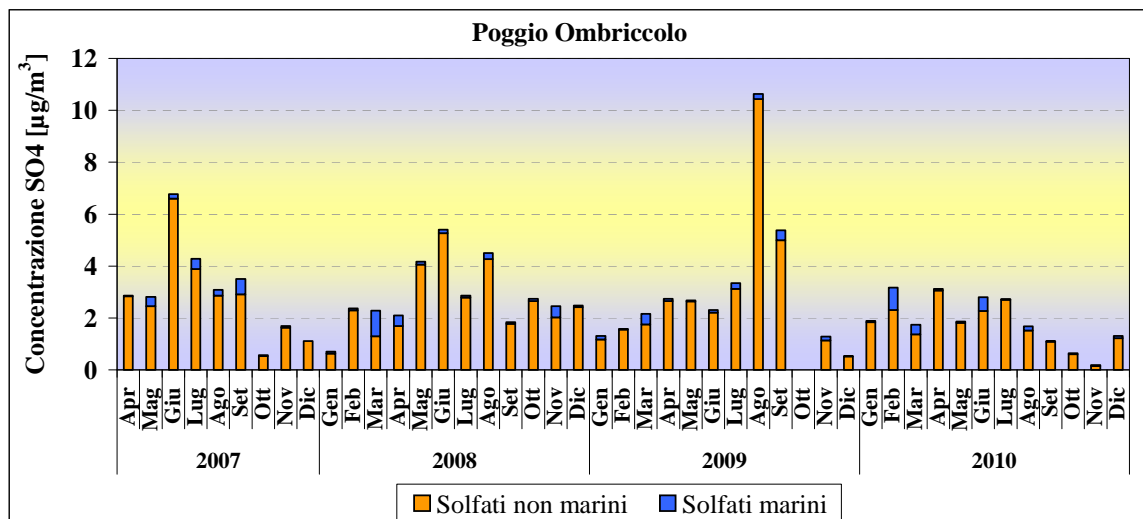
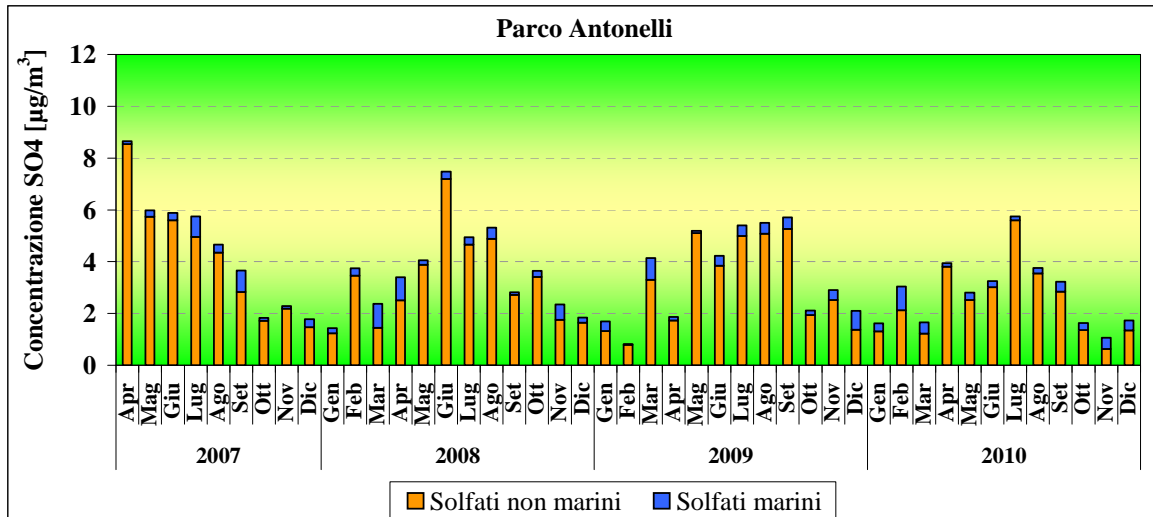
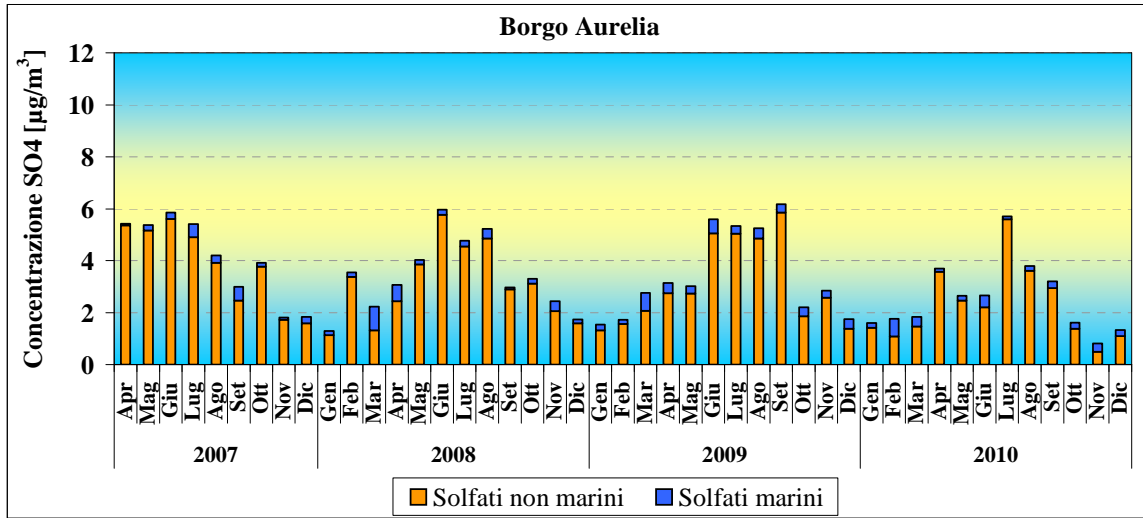
Il valore del rapporto solfati/sodio nell'acqua di mare è stato posto pari a 0.246 come suggerito da Brewer (<sup>9</sup>). I risultati dei calcoli sono mostrati in forma grafica nelle figure seguenti, in cui, per ciascuna postazione, è stata indicata con una barra arancio la concentrazione media mensile di solfati non marini,

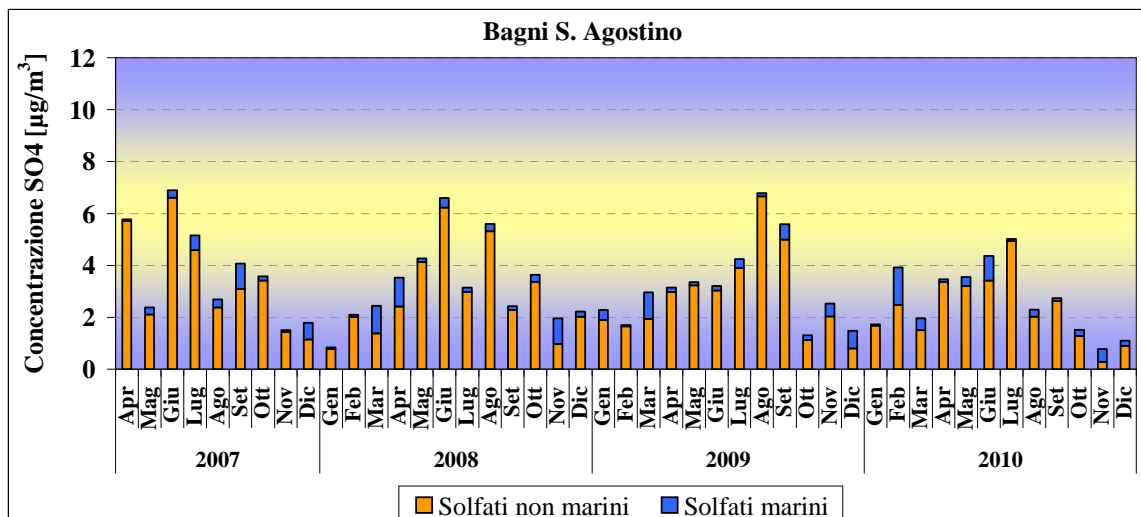
<sup>7</sup> McInnes, L.M. et al, 1994, Journal Geophysical Research 99, 8257-8268

<sup>8</sup> Zhuang H. et al., 1999, Atmospheric Environment 33, 843-853

<sup>9</sup> Brewer P.G. (1975) Minor elements in sea water. In: Chester R. (Ed.), Chemical Oceanography, Vol.1. Academic, San Diego, California, 417-425

quindi presumibilmente antropogenici, e con una barra blu sovrapposta all'arancio la concentrazione di solfati di origine marina.





Dalle figure precedenti si può cogliere che, per la maggior parte del 2010, la quantità di solfati marini nel PM10 è stata relativamente modesta salvo in febbraio, marzo, e novembre. Nella tabella seguente è riassunta la percentuale di solfati totali attribuibile mensilmente in media ai solfati marini:

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
gen. 10	11	19	2	3
feb. 10	39	30	28	37
mar. 10	21	25	21	23
apr. 10	3	4	2	3
mag. 10	7	10	3	10
giu. 10	17	7	19	22
lug. 10	2	2	1	1
ago. 10	5	5	10	12
set. 10	8	12	3	4
ott. 10	14	17	5	15
nov. 10	39	41	21	63
dic. 10	18	23	7	18
Minimo	2	2	1	1
Massimo	39	41	28	63

Si può osservare che in febbraio e marzo i solfati marini hanno costituito in tutte le postazioni il 20-40% dei solfati totali. A novembre, sebbene la percentuale di solfati marini sia elevata, va tenuto conto che i solfati hanno avuto una concentrazione media modesta in tutte le postazioni, compresa tra 0.2 e 1.1 µg/m<sup>3</sup>, le più basse rilevate nel 2010.

## 3.2.2.1 Valori medi annuali di specie ioniche

Nelle tabelle successive, sono stati calcolati i valori medi di specie ioniche in aria per l'anno 2010 in ciascuna postazione, utilizzando sempre le convenzioni riportate in precedenza:

		Borgo Aurelia Valori statistici 2010 per specie ioniche									
		Media	Dev Stand	$N_{tot}$	$n_{LdR}$	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
SO4--	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2.71	1.98	58	58	100	2.12	1.23	3.69	0.45	8.25
NO3-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.63	0.87	58	58	100	1.68	0.88	2.04	0.26	5.04
Cl-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.15	2.16	58	53	91	0.29	0.10	1.12	0.01	11.49
Ca	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.43	0.31	58	57	98	0.34	0.19	0.61	0.01	1.48
Na	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.18	1.54	58	56	97	0.59	0.31	1.36	0.01	8.52
Mg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.14	0.19	58	35	60	0.09	0.01	0.17	0.01	1.01
K	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.12	0.08	58	47	81	0.12	0.09	0.18	0.01	0.35
NH4+	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.69	0.53	58	58	100	0.49	0.29	0.92	0.07	2.07

		Parco Antonelli Valori statistici 2010 per specie ioniche									
		Media	Dev Stand	$N_{tot}$	$n_{LdR}$	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
SO4--	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2.90	2.00	59	59	100	2.17	1.43	4.10	0.42	8.53
NO3-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2.02	1.10	59	59	100	2.05	1.13	2.70	0.36	6.60
Cl-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.66	3.05	59	57	97	0.41	0.17	1.45	0.01	16.68
Ca	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.16	0.64	59	59	100	1.04	0.72	1.36	0.07	3.47
Na	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.44	1.95	59	59	100	0.74	0.32	1.72	0.05	11.49
Mg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.17	0.24	59	37	63	0.11	0.01	0.22	0.01	1.37
K	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.16	0.10	59	53	90	0.16	0.10	0.21	0.01	0.50
NH4+	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.57	0.48	59	59	100	0.42	0.18	0.82	0.03	1.91

		Poggio Ombriccolo Valori statistici 2010 per specie ioniche									
		Media	Dev Stand	$N_{tot}$	$n_{LdR}$	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
SO4--	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2.25	1.62	25	24	96	1.92	1.26	2.87	0.37	6.74
NO3-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.27	1.04	25	24	96	1.16	0.68	1.42	0.01	5.32
Cl-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.84	1.93	25	22	88	0.13	0.01	0.50	0.01	8.02
Ca	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.20	0.19	24	21	88	0.20	0.03	0.26	0.01	0.83
Na	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.88	1.58	25	24	96	0.31	0.10	0.73	0.01	6.86
Mg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.10	0.19	25	19	76	0.01	0.01	0.10	0.01	0.81
K	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.07	0.07	25	24	96	0.08	0.01	0.12	0.01	0.23
NH4+	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.66	0.53	25	24	96	0.48	0.29	0.98	0.05	1.76

		Bagni S. Agostino Valori statistici 2010 per specie ioniche									
		Media	Dev Stand	$N_{tot}$	$n_{LdR}$	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
SO4--	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2.70	1.84	30	30	100	2.02	1.45	3.87	0.45	8.42
NO3-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.58	0.85	30	30	100	1.71	0.93	2.07	0.36	4.35
Cl-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.78	3.57	30	28	93	0.59	0.15	1.45	0.01	16.79
Ca	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.33	0.23	30	29	97	0.29	0.15	0.45	0.01	0.87
Na	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.50	2.37	30	30	100	0.72	0.30	1.45	0.08	11.40
Mg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.18	0.29	30	21	70	0.09	0.01	0.20	0.01	1.36
K	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.14	0.10	30	28	93	0.11	0.09	0.19	0.01	0.44
NH4+	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.67	0.52	30	30	100	0.51	0.23	0.95	0.08	2.05

Relativamente alle medie annuali di specie ioniche nel PM10 delle postazioni di misura, si possono fare le seguenti considerazioni:

- il PM10 di Parco Antonelli è risultato essere il più ricco di solfati e nitrati, quello di Poggio Ombriccolo ne contiene invece le minori quantità. A Borgo Aurelia e Bagni S. Agostino si sono riscontrate concentrazioni simili di solfati e nitrati. Le concentrazioni medie annuali di questi composti seguono pertanto il seguente ordine: Parco Antonelli > Borgo Aurelia > Bagni S. Agostino > Poggio Ombriccolo.
- le più elevate concentrazioni medie annuali di cloruri e sodio si sono avute nelle postazioni più prossime al mare (Parco Antonelli e Bagni S. Agostino). In queste postazioni, le concentrazioni di sodio e cloruri sono risultate molto simili (rispettivamente  $1.4 - 1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $1.7 - 1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). A Poggio Ombriccolo le concentrazioni medie annuali sono risultate invece inferiori di circa il 40-60% rispetto alle altre due postazioni, in linea con quanto rilevato nelle precedenti annualità.
- la concentrazione media annuale di ammonio è pressoché identica in tutte le postazioni e vale circa  $0.6 - 0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Escludendo il sodio, l'ammonio è il catione più abbondante nel PM10, salvo che a Parco Antonelli in cui si ha una elevata concentrazione media annuale di calcio ( $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lo stesso valore del 2009). La concentrazione media annuale di calcio nelle altre postazioni rimane invece compresa tra 0.2 e  $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### 3.3 Risultati e valutazioni della determinazione di IPA nel particolato PTS e in fase vapore.

Gli idrocarburi aromatici policiclici (IPA) in fase vapore e adsorbiti sul particolato sono stati prelevati con un classico sistema di campionamento integrale che comprende un filtro, per la raccolta della fase particolato (PTS) e un cilindro di schiuma poliuretana (PUF), per il trattenimento degli IPA più volatili e quindi più abbondanti in fase vapore. Infatti, è noto dalla letteratura che gli IPA aerodispersi sono ripartiti tra fase vapore e sul particolato in funzione della loro tensione di vapore; a grandi linee, in dipendenza soprattutto della temperatura, i composti da naftalene a fluorantene/pirene si trovano in fase vapore mentre da benzo(a)antracene a dibenzopireni sono adsorbiti sul particolato. Dato che il campionamento è una situazione di non equilibrio, parte degli IPA adsorbiti su particolato possono essere spostati dal filtro durante il prelievo. Le analisi sono state pertanto effettuate riunendo gli estratti dei due substrati di prelievo (filtro e PUF) e i dati si riferiscono quindi alla concentrazione complessiva degli IPA in aria.

Gli IPA determinati nell'atmosfera di Civitavecchia sono indicati nella tabella seguente:

Composto	Numero anelli condensati	Peso molecolare	Genotossicità	Cancerogenesi secondo IARC (*)
Naftalene	2	128	-	-
1-Metilnaftalene	2	142	-	-
2-Metilnaftalene	2	142	-	-
2,6-Dimetilnaftalene	2	156	-	-
2,3,5-Trimetilnaftalene	2	170	-	-
Acenaftilene	3	152	-	-
Acenaftene	3	154	-	-
Fluorene	3	166	-	-
Fenantrene	3	178	-	-
Antracene	3	178	-	-
1-Metilfenantrene	3	192	-	-
Fluorantene	4	202	-	-
Pirene	4	202	-	-
Benzo(a)antracene	4	228	Genotossico	2A
Crisene	4	228	Genotossico	3
Ciclopenta[c,d]pirene	5	226	-	-
Benzo(b +j)fluorantene	5	252	Genotossico	2B
Benzo(k)fluorantene	5	252	Genotossico	2B
Benzo(e)pirene	5	276	-	-
Benzo(a)pirene	5	276	Genotossico	2A
Perilene	5	252	-	-
Indeno(1,2,3)c,dpirene	6	276	Genotossico	2B
Dibenzo(a,h)antracene	6	278	Genotossico	2A
Benzo(g,h,i)perilene	6	276	Genotossico	3
Dibenzo(a,l)pirene	6	302	Genotossico	2B
Dibenzo(a,e)pirene	6	302	Genotossico	2B
Dibenzo(a,i)pirene	6	302	Genotossico	2B
Dibenzo(a,h)pirene	6	302	Genotossico	2B

(\*) Note: 2A - probable human carcinogen  
2B - possible human carcinogen  
3 - mixed or limited evidence on human cancer potential

Nel protocollo di analisi sono stati presi in considerazione sia IPA alchilati (derivati con gruppi metilici) sia IPA non alchilati. Come IPA non alchilati si sono intesi i composti da naftalene (2 anelli benzenici condensati) a dibenzopireni (6 anelli benzenici condensati) che non hanno gruppi sostituenti alchilici nella molecola (gruppi metilici, etilici, ecc.). Gli IPA alchilati, che sono un vasto gruppo di composti di solito molto più abbondante in atmosfera rispetto ai non alchilati, sono stati limitati ad alcuni metil-, dimetil- e trimetil-naftaleni e ad un monometilfenantrene. Nel protocollo di analisi sono compresi IPA con riconosciute caratteristiche di cancerogenicità e genotossicità, come indicato nella tabella precedente.

Di seguito, vengono riportate le medie mensili delle concentrazioni di IPA determinati, calcolati con i criteri adottati per i metalli ed esposti al par. 3.2. Quando in luogo della deviazione standard compare la dicitura "n.c.", significa che il composto in oggetto è stato determinato in meno del 50% dei campioni.



Le concentrazioni medie mensili di IPA nel particolato PTS della postazione di **Borgo Aurelia** sono riportate di seguito:

	Postazione di Borgo Aurelia					
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Naftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.32 ± 0.07	0.36 ± 0.28	0.50 ± 0.76	0.07 ± 0.12	0.01 ± 0.02	0.007 ± 0.004
2-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.09 ± 0.03	0.08 ± 0.07	0.16 ± 0.24	0.06 ± 0.10	0.01 ± 0.01	0.04 ± 0.08
1-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.12 ± 0.04	0.13 ± 0.11	0.28 ± 0.46	0.09 ± 0.15	0.02 ± 0.04	0.06 ± 0.13
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± 0.01	0.04 ± 0.03	0.06 ± 0.09	0.03 ± 0.04	0.02 ± 0.04	0.05 ± 0.10
Acenaftilene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.17 ± 0.14	0.16 ± 0.13	0.06 ± 0.05	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Acenaftene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.04 ± 0.04	0.04 ± 0.03	0.02 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.03 ± 0.02	0.04 ± 0.03	0.06 ± 0.06	0.03 ± 0.04	0.01 ± n.c.	0.05 ± 0.09
Fluorene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.75 ± 0.27	0.53 ± 0.39	0.26 ± 0.14	0.05 ± 0.05	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01
Fenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]	1.77 ± 0.58	1.63 ± 1.05	1.29 ± 0.43	0.51 ± 0.26	0.16 ± 0.14	0.21 ± 0.17
Antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.07 ± 0.03	0.08 ± 0.05	0.05 ± 0.03	0.02 ± 0.01	0.04 ± 0.05	0.01 ± 0.01
1-Metilfenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.14 ± 0.05	0.18 ± 0.14	0.24 ± 0.13	0.07 ± 0.04	0.05 ± 0.06	0.04 ± 0.03
Fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.62 ± 0.17	0.62 ± 0.39	0.35 ± 0.12	0.11 ± 0.05	0.05 ± 0.04	0.06 ± 0.03
Pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.39 ± 0.15	0.43 ± 0.26	0.28 ± 0.11	0.09 ± 0.04	0.07 ± 0.07	0.04 ± 0.04
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.10 ± 0.22	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.07 ± 0.03	0.06 ± 0.05	0.03 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.008 ± 0.005	0.01 ± 0.01
Crisene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.13 ± 0.07	0.13 ± 0.10	0.05 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.49 ± 0.27	0.48 ± 0.34	0.12 ± 0.07	0.15 ± 0.23	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.02
Benzo[k]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.06 ± 0.03	0.06 ± 0.04	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.11 ± 0.08	0.11 ± 0.08	0.05 ± 0.02	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[a]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.07 ± 0.04	0.08 ± 0.06	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Perilene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.08 ± 0.15	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.11 ± 0.05	0.12 ± 0.09	0.03 ± 0.01	0.05 ± 0.05	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.12 ± 0.25	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.09 ± 0.05	0.10 ± 0.07	0.04 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
<b>Totale</b> [ng/m <sup>3</sup> ]	<b>5.74 ± 1.88</b>	<b>5.58 ± 3.52</b>	<b>4.04 ± 2.05</b>	<b>1.83 ± 1.16</b>	<b>0.66 ± 0.33</b>	<b>0.81 ± 0.52</b>

	Postazione di Borgo Aurelia					
	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Naftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.04 ± 0.06	0.13 ± 0.13	0.21 ± 0.23
2-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.007 ± 0.004	0.006 ± 0.005	0.02 ± 0.04	0.05 ± 0.05	0.10 ± 0.17
1-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.006 ± 0.003	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.03 ± 0.05	0.10 ± 0.11	0.20 ± 0.30
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.007 ± 0.005	0.01 ± 0.01	0.03 ± 0.04	0.06 ± 0.06	0.13 ± 0.24
Acenaftilene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.005 ± 0.004	0.01 ± n.c.	0.13 ± 0.12	0.48 ± 0.93
Acenaftene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.006 ± 0.003	0.006 ± 0.002	0.004 ± 0.002	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.05 ± 0.08
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± 0.04	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.02	0.008 ± 0.004	0.09 ± 0.10	0.06 ± 0.11
Fluorene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.03	0.04 ± 0.06	0.07 ± 0.07	0.35 ± 0.21	1.11 ± 1.41
Fenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.11 ± 0.24	0.43 ± 0.14	0.31 ± 0.30	0.45 ± 0.16	1.85 ± 0.88	3.62 ± 2.87
Antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.12 ± 0.08	0.28 ± 0.33
1-Metilfenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± 0.04	0.18 ± 0.09	0.06 ± 0.04	0.07 ± 0.04	0.19 ± 0.08	0.31 ± 0.27
Fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.05 ± 0.10	0.39 ± 0.31	0.13 ± 0.10	0.18 ± 0.06	0.50 ± 0.15	0.97 ± 0.93
Pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.03 ± 0.06	0.39 ± 0.36	0.09 ± 0.07	0.13 ± 0.04	0.37 ± 0.12	0.66 ± 0.66
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.004 ± 0.002	0.01 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.007 ± 0.004	0.02 ± 0.03	0.02 ± 0.02	0.01 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.14 ± 0.18
Crisene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.006 ± 0.002	0.03 ± 0.04	0.01 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.09 ± 0.03	0.25 ± 0.20
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.10 ± 0.04	0.63 ± 0.77
Benzo[k]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.04 ± 0.01	0.09 ± 0.07
Benzo[e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.05 ± 0.02	0.14 ± 0.12
Benzo[a]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.04 ± 0.02	0.15 ± 0.18
Perilene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.02
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.06 ± 0.03	0.18 ± 0.18
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.01
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.05 ± 0.02	0.13 ± 0.12
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
<b>Totale</b> [ng/m <sup>3</sup> ]	<b>0.49 ± 0.47</b>	<b>1.72 ± 0.97</b>	<b>0.91 ± 0.71</b>	<b>1.29 ± 0.19</b>	<b>4.52 ± 2.13</b>	<b>10.02 ± 10.23</b>

Le concentrazioni medie mensili di IPA nel particolato PTS della postazione di Parco Antonelli sono riportate di seguito:

		Postazione di Parco Antonelli					
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Naftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.37 ± 0.21	0.27 ± 0.22	0.41 ± 0.52	0.16 ± 0.29	0.02 ± 0.03	0.02 ± 0.03
2-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.14 ± 0.07	0.11 ± 0.10	0.16 ± 0.16	0.14 ± 0.25	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01
1-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.20 ± 0.11	0.17 ± 0.14	0.28 ± 0.33	0.28 ± 0.50	0.02 ± 0.03	0.02 ± 0.02
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.07 ± 0.05	0.08 ± 0.08	0.09 ± 0.09	0.12 ± 0.19	0.05 ± 0.06	0.01 ± 0.01
Acenaftilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.54 ± 0.41	0.50 ± 0.53	0.22 ± 0.14	0.03 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Acenaftene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.09 ± 0.06	0.09 ± 0.09	0.05 ± 0.02	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.08 ± 0.03	0.14 ± 0.12	0.17 ± 0.18	0.15 ± 0.25	0.03 ± 0.02	0.01 ± 0.01
Fluorene	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.07 ± 0.44	0.95 ± 0.78	0.61 ± 0.17	0.19 ± 0.14	0.05 ± 0.03	0.02 ± 0.04
Fenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	3.64 ± 1.35	2.94 ± 2.06	2.87 ± 1.07	1.16 ± 0.40	0.42 ± 0.24	0.42 ± 0.21
Antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.34 ± 0.12	0.29 ± 0.25	0.24 ± 0.12	0.12 ± 0.04	0.09 ± 0.08	0.06 ± 0.04
1-Metilfenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.34 ± 0.09	0.29 ± 0.19	0.31 ± 0.13	0.19 ± 0.03	0.12 ± 0.07	0.12 ± 0.09
Fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.20 ± 0.50	0.95 ± 0.66	0.77 ± 0.30	0.28 ± 0.05	0.15 ± 0.08	0.15 ± 0.06
Pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.05 ± 0.45	0.80 ± 0.58	0.71 ± 0.28	0.30 ± 0.04	0.19 ± 0.13	0.15 ± 0.07
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.09 ± 0.05	0.08 ± 0.06	0.05 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01
Crisene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.24 ± 0.11	0.21 ± 0.17	0.10 ± 0.04	0.04 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.00
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.86 ± 0.41	0.74 ± 0.57	0.21 ± 0.11	0.07 ± 0.05	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.01
Benzo[k]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.11 ± 0.05	0.10 ± 0.08	0.04 ± 0.02	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.19 ± 0.08	0.16 ± 0.13	0.07 ± 0.02	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[a]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.19 ± 0.11	0.16 ± 0.14	0.05 ± 0.02	0.02 ± 0.02	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.02	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.29 ± 0.19	0.21 ± 0.16	0.08 ± 0.02	0.04 ± 0.03	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.03 ± 0.03	0.02 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.26 ± 0.13	0.19 ± 0.15	0.10 ± 0.03	0.05 ± 0.04	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a, l]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.03 ± 0.03	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
<b>Totale</b>	[ng/m <sup>3</sup> ]	<b>11.46 ± 4.40</b>	<b>9.59 ± 6.99</b>	<b>7.70 ± 2.45</b>	<b>3.50 ± 2.01</b>	<b>1.37 ± 0.58</b>	<b>1.22 ± 0.54</b>

		Postazione di Parco Antonelli					
		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Naftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.03 ± 0.02	0.01 ± 0.01	0.11 ± 0.15	0.48 ± 0.35	0.39 ± 0.41
2-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.03 ± 0.02	0.01 ± 0.01	0.07 ± 0.12	0.30 ± 0.21	0.25 ± 0.39
1-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.05 ± 0.03	0.01 ± 0.02	0.12 ± 0.19	0.55 ± 0.40	0.47 ± 0.61
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.02 ± 0.02	0.08 ± 0.14	0.29 ± 0.17	0.38 ± 0.69
Acenaftilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.02	0.42 ± 0.21	1.31 ± 2.10
Acenaftene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.006 ± 0.003	0.01 ± 0.01	0.07 ± 0.04	0.14 ± 0.18
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.007 ± 0.005	0.04 ± 0.02	0.04 ± 0.04	0.03 ± 0.02	0.38 ± 0.21	0.21 ± 0.29
Fluorene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± 0.01	0.09 ± 0.02	0.08 ± 0.06	0.13 ± 0.05	0.96 ± 0.44	2.30 ± 2.52
Fenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.22 ± 0.48	1.21 ± 0.28	0.94 ± 0.57	1.18 ± 0.15	4.00 ± 0.99	6.74 ± 4.57
Antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± 0.04	0.11 ± 0.03	0.08 ± 0.06	0.10 ± 0.02	0.39 ± 0.12	0.71 ± 0.62
1-Metilfenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.08 ± 0.17	0.39 ± 0.15	0.22 ± 0.12	0.21 ± 0.05	0.51 ± 0.07	0.68 ± 0.42
Fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.11 ± 0.24	0.44 ± 0.18	0.30 ± 0.16	0.38 ± 0.09	0.94 ± 0.13	1.64 ± 0.97
Pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.12 ± 0.25	0.48 ± 0.23	0.33 ± 0.19	0.38 ± 0.07	0.99 ± 0.16	1.41 ± 0.81
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.11 ± 0.03	0.34 ± 0.36
Crisene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± 0.01	0.03 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0.19 ± 0.03	0.46 ± 0.32
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.04 ± 0.02	0.06 ± 0.03	0.04 ± 0.02	0.05 ± 0.02	0.25 ± 0.09	1.08 ± 1.31
Benzo[k]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.10 ± 0.03	0.15 ± 0.11
Benzo[e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.02	0.13 ± 0.04	0.27 ± 0.22
Benzo[a]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.14 ± 0.07	0.37 ± 0.47
Perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.04 ± 0.04
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.03 ± 0.02	0.17 ± 0.10	0.33 ± 0.33
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.04 ± 0.04
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0.20 ± 0.09	0.31 ± 0.26
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a, l]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.01
<b>Totale</b>	[ng/m <sup>3</sup> ]	<b>0.83 ± 1.22</b>	<b>3.23 ± 0.88</b>	<b>2.33 ± 1.25</b>	<b>3.16 ± 0.43</b>	<b>11.64 ± 2.31</b>	<b>20.10 ± 17.55</b>

Le concentrazioni medie mensili di IPA nel particolato PTS della postazione di Poggio Ombriccolo sono riportate nelle tabelle seguenti:

		Postazione di Poggio Ombriccolo					
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Naftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.51 ± 0.04	0.52 ± 0.73	0.13 ± 0.07	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
2-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.14 ± 0.03	0.17 ± 0.24	0.03 ± 0.04	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
1-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.19 ± 0.05	0.25 ± 0.34	0.04 ± 0.06	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.03 ± 0.02	0.04 ± 0.05	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Acenaftilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.21 ± 0.16	0.17 ± 0.24	0.03 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.02
Acenaftene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.04 ± 0.02	0.03 ± 0.04	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.10 ± 0.14	0.04 ± 0.05	0.007 ± 0.003	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Fluorene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.77 ± 0.10	0.47 ± 0.65	0.10 ± 0.05	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Fenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.78 ± 0.22	0.82 ± 1.15	0.46 ± 0.03	0.23 ± 0.10	0.02 ± 0.02	0.09 ± 0.11
Antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.06 ± 0.01	0.04 ± 0.04	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
1-Metilfenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.11 ± 0.00	0.06 ± 0.08	0.04 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.03 ± 0.03
Fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.62 ± 0.18	0.41 ± 0.57	0.13 ± 0.03	0.07 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.06 ± 0.07
Pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.35 ± 0.04	0.25 ± 0.35	0.08 ± 0.01	0.034 ± 0.001	0.01 ± n.c.	0.05 ± 0.06
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.06 ± 0.02	0.04 ± 0.05	0.007 ± 0.004	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01
Crisene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.12 ± 0.02	0.10 ± 0.13	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.48 ± 0.11	0.36 ± 0.49	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.03	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[k]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.06 ± 0.01	0.06 ± 0.06	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.10 ± 0.02	0.08 ± 0.09	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[a]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.09 ± 0.01	0.07 ± 0.08	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.12 ± 0.02	0.09 ± 0.11	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.03 ± 0.02
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.10 ± 0.03	0.07 ± 0.07	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a, l]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
<b>Totale</b>	[ng/m <sup>3</sup> ]	<b>6.08 ± 0.07</b>	<b>4.23 ± 5.61</b>	<b>1.30 ± 0.22</b>	<b>0.63 ± 0.16</b>	<b>0.28 ± 0.03</b>	<b>0.49 ± 0.33</b>

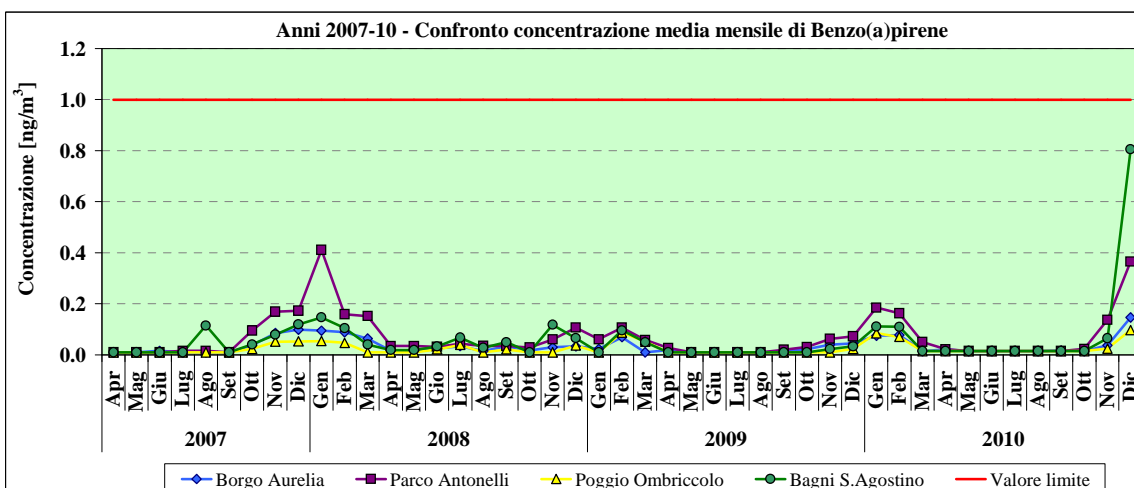
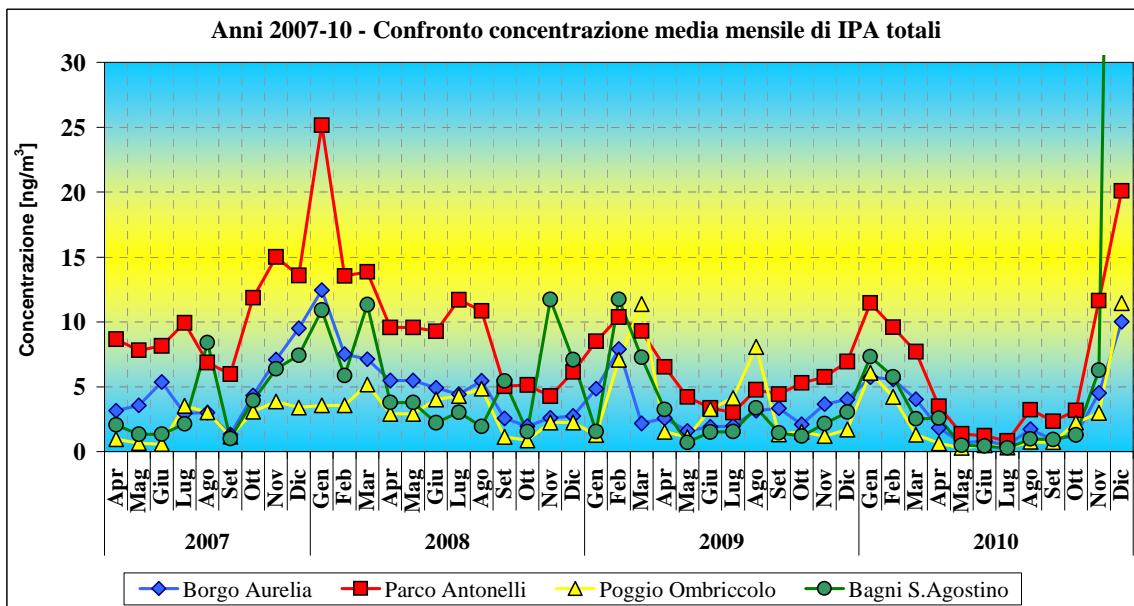
		Postazione di Poggio Ombriccolo					
		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Naftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.42 ± 0.73	0.05 ± 0.06	0.66 ± 0.50
2-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.21 ± 0.35	0.02 ± 0.02	0.32 ± 0.25
1-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.25 ± 0.42	0.02 ± 0.03	0.60 ± 0.47
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.06 ± 0.10	0.01 ± 0.01	0.22 ± 0.16
Acenaftilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.13 ± 0.17	0.32 ± 0.33
Acenaftene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.08 ± 0.07
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.07 ± 0.11	0.15 ± 0.20	0.17 ± 0.14
Fluorene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.03 ± 0.04	0.21 ± 0.30	0.29 ± 0.30	1.85 ± 1.20
Fenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.03 ± 0.05	0.17 ± 0.10	0.24 ± 0.21	0.44 ± 0.22	1.15 ± 1.20	3.39 ± 2.26
Antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.09 ± 0.12	0.22 ± 0.28
1-Metilfenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± 0.01	0.07 ± 0.05	0.05 ± 0.05	0.05 ± 0.02	0.10 ± 0.10	0.24 ± 0.20
Fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± 0.02	0.12 ± 0.15	0.10 ± 0.06	0.18 ± 0.09	0.32 ± 0.30	1.15 ± 0.84
Pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± 0.01	0.13 ± 0.18	0.05 ± 0.03	0.11 ± 0.05	0.24 ± 0.24	0.70 ± 0.65
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.02	0.09 ± 0.06
Crisene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.007 ± 0.004	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.06 ± 0.07	0.20 ± 0.12
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.02	0.02 ± n.c.	0.07 ± 0.07	0.58 ± 0.45
Benzo[k]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.03 ± 0.02	0.08 ± 0.04
Benzo[e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.04 ± 0.03	0.12 ± 0.07
Benzo[a]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.10 ± 0.07
Perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.04 ± 0.03	0.16 ± 0.08
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.03 ± 0.03	0.13 ± 0.05
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a, l]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
<b>Totale</b>	[ng/m <sup>3</sup> ]	<b>0.31 ± 0.09</b>	<b>0.76 ± 0.49</b>	<b>0.72 ± 0.36</b>	<b>2.24 ± 2.39</b>	<b>2.99 ± 3.05</b>	<b>11.46 ± 7.61</b>

Le concentrazioni medie mensili di IPA nel particolato PTS della postazione di **Bagni S. Agostino** sono riportate di seguito:

		Postazione di Bagni S. Agostino					
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Naftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.36 ± 0.11	0.45 ± 0.62	0.13 ± 0.02	0.04 ± 0.03	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
2-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.10 ± 0.02	0.18 ± 0.25	0.05 ± 0.03	0.24 ± 0.30	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
1-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.14 ± 0.04	0.23 ± 0.32	0.07 ± 0.03	0.40 ± 0.52	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.03 ± 0.01	0.08 ± 0.10	0.02 ± 0.01	0.16 ± 0.18	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Acenaftilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.26 ± 0.21	0.54 ± 0.76	0.14 ± 0.05	0.07 ± 0.09	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Acenaftene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.04 ± 0.01	0.08 ± 0.10	0.02 ± 0.01	0.05 ± 0.05	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.04 ± 0.01	0.06 ± 0.08	0.022 ± 0.003	0.16 ± 0.21	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Fluorene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.69 ± 0.06	0.54 ± 0.76	0.15 ± 0.05	0.24 ± 0.23	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Fenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	2.48 ± 0.15	1.17 ± 1.65	0.88 ± 0.21	0.51 ± 0.24	0.09 ± 0.07	0.08 ± 0.07
Antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.13 ± 0.08	0.10 ± 0.13	0.06 ± 0.04	0.03 ± 0.02	0.04 ± 0.04	0.01 ± 0.01
1-Metilfenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.17 ± 0.03	0.09 ± 0.12	0.09 ± 0.06	0.06 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0.03 ± 0.04
Fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.80 ± 0.22	0.49 ± 0.69	0.28 ± 0.13	0.14 ± 0.04	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01
Pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.51 ± 0.08	0.35 ± 0.47	0.19 ± 0.10	0.11 ± 0.02	0.05 ± 0.01	0.04 ± 0.02
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.06 ± 0.01	0.08 ± 0.09	0.03 ± 0.01	0.02 ± 0.00	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.
Crisene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.16 ± 0.06	0.13 ± 0.18	0.04 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.64 ± 0.16	0.56 ± 0.68	0.11 ± 0.06	0.09 ± 0.07	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[k]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.08 ± 0.02	0.08 ± 0.09	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.14 ± 0.05	0.11 ± 0.14	0.037 ± 0.002	0.02 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[a]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.11 ± 0.04	0.11 ± 0.13	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.16 ± 0.04	0.13 ± 0.16	0.038 ± 0.003	0.05 ± 0.05	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.13 ± 0.03	0.10 ± 0.11	0.035 ± 0.004	0.04 ± 0.03	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a, l]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± 0.02	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
<b>Totale</b>	[ng/m <sup>3</sup> ]	<b>7.32 ± 1.09</b>	<b>5.76 ± 7.67</b>	<b>2.52 ± 0.55</b>	<b>2.57 ± 1.94</b>	<b>0.48 ± 0.12</b>	<b>0.43 ± 0.14</b>

		Postazione di Bagni S. Agostino					
		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Naftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.02	0.14 ± 0.18	0.52 ± 0.40
2-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.07 ± 0.04	0.24 ± 0.24
1-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.11 ± 0.09	0.49 ± 0.43
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.05 ± 0.03	0.31 ± 0.34
Acenaftilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.31 ± 0.05	1.73 ± 2.81
Acenaftene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.04 ± 0.03	2.82 ± 4.81
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.011 ± 0.005	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.14 ± 0.13	0.25 ± 0.26
Fluorene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.03 ± 0.01	0.02 ± 0.02	0.08 ± 0.06	0.58 ± 0.19	14.78 ± 23.81
Fenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.19 ± 0.02	0.32 ± 0.43	0.50 ± 0.22	2.39 ± 1.29	49.66 ± 77.00
Antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.016 ± 0.004	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.19 ± 0.14	4.23 ± 6.85
1-Metilfenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.09 ± 0.02	0.05 ± 0.05	0.06 ± 0.01	0.24 ± 0.14	1.18 ± 1.44
Fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.16 ± 0.08	0.13 ± 0.11	0.19 ± 0.09	0.60 ± 0.24	19.41 ± 31.54
Pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.20 ± 0.06	0.12 ± 0.10	0.13 ± 0.04	0.47 ± 0.22	10.30 ± 16.45
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.009 ± 0.004	0.02 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.076 ± 0.004	3.38 ± 5.60
Crisene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.02	0.03 ± 0.02	0.147 ± 0.004	2.81 ± 4.30
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.03 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.041 ± 0.001	0.04 ± 0.02	0.20 ± 0.05	4.87 ± 7.38
Benzo[k]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.08 ± 0.01	0.53 ± 0.73
Benzo[e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.09 ± 0.01	0.77 ± 1.00
Benzo[a]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.065 ± 0.003	0.81 ± 1.18
Perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.13 ± 0.19
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.11 ± 0.04	0.52 ± 0.55
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.09 ± 0.12
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.09 ± 0.04	0.35 ± 0.31
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
Dibenzo[a, l]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± n.c.
<b>Totale</b>	[ng/m <sup>3</sup> ]	<b>0.28 ± 0.03</b>	<b>0.97 ± 0.13</b>	<b>0.94 ± 0.75</b>	<b>1.28 ± 0.44</b>	<b>6.27 ± 2.89</b>	<b>120.26 ± 187.60</b>

Gli andamenti temporali delle concentrazioni degli IPA totali e del benzo(a)pirene (valore limite 1 ng/m<sup>3</sup>) sono riportati nelle figure che seguono:

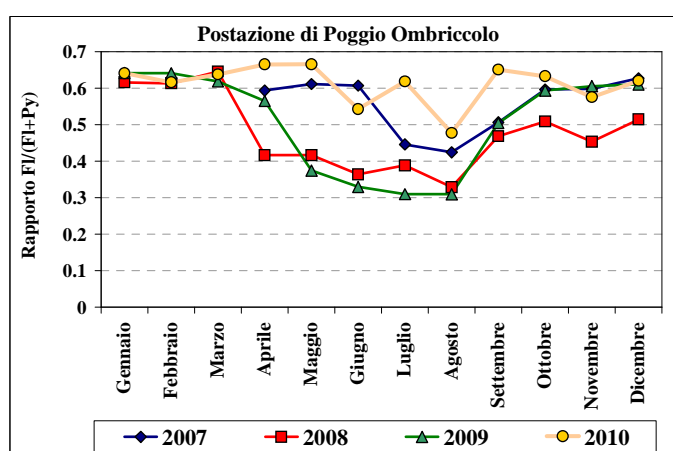


Da grafici precedenti, si evidenziano alcuni andamenti:

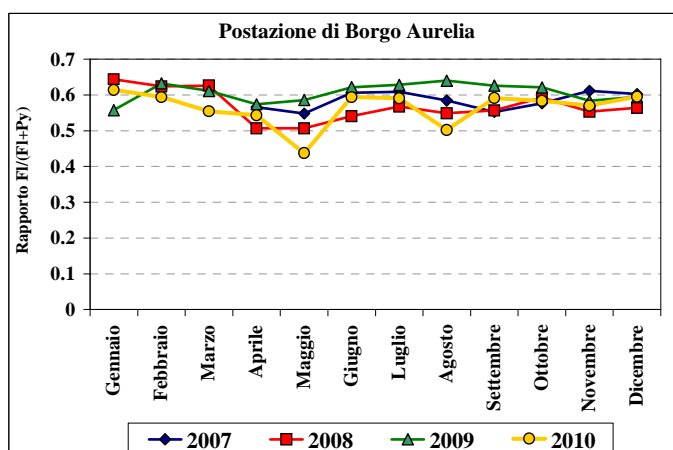
- come negli anni precedenti, anche nel 2010 sono presenti due cicli di aumento e diminuzione della concentrazione media mensile degli IPA, che avvengono in inverno ed estate. Mentre il primo potrebbe essere riferibile all'accumulo di emissioni urbane invernali (traffico veicolare, riscaldamento, ecc.) spesso dovuto a scarso rimescolamento degli strati di aria, il secondo ciclo estivo potrebbe essere invece associabile alle emissioni portuali che si incrementano in questo periodo dell'anno per l'aumento del traffico marittimo turistico;
- mentre il ciclo invernale di ottobre '09 – aprile '10 ha un andamento temporale e valori di concentrazione simili al ciclo analogo dell'inverno precedente, si è avuto un forte incremento della concentrazione di IPA a partire da novembre '10 che fa presagire un andamento più simile a quello dell'inverno 2007-08. In particolare, se i valori medi mensili di dicembre a Borgo Aurelia, Parco Antonelli e Poggio Ombriccolo possono considerarsi rientranti nella normale variabilità, nel campione del 29/12/10 di Bagni S. Agostino si è riscontrata una concentrazione molto elevata di IPA totali pari ad oltre 300 ng/m<sup>3</sup> (2.1 ng/m<sup>3</sup> di benzo(a)pirene). Concentrazioni così elevate sono del tutto anomale per il comprensorio di Civitavecchia e fanno

propendere per un evento estemporaneo, quale un incendio nelle vicinanze della postazione, per altro non accertato;

- escludendo il dato anomalo di Bagni S. Agostino del 29/12/10, la massima concentrazione media si è avuta in dicembre a Parco Antonelli (circa 20 ng/m<sup>3</sup> di IPA totali)
- in estate, la massima concentrazione media mensile si è avuta in agosto sempre nella postazione di Parco Antonelli (circa 3 ng/m<sup>3</sup>);
- come si vedrà meglio nelle successive tabelle delle medie annuali, gli IPA presenti nell'atmosfera di Civitavecchia sono prevalentemente costituiti da composti relativamente leggeri, da 2 a 4 anelli condensati, di cui i più abbondanti sono fenantrene, fluorantene e pirene. Gli IPA con più di 4 anelli condensati, tra i quali sono compresi i composti cancerogeni, sono rilevabili solo nei mesi invernali. E' da far notare che la distribuzione relativa delle concentrazioni dei singoli IPA misurati nelle varie postazioni cambia a seconda del periodo temporale. Un esempio è riportato nella figura sottostante, in cui è stato calcolato il rapporto medio mensile fluorantene/(fluorantene+pirene), indicato dalla sigla [Fl/(Flu+Py)], uno dei più comuni rapporti diagnostici tra singoli IPA utilizzato in letteratura.



Si può osservare che nei mesi estivi il rapporto Fl/(Fl+Py) ha un valore di 0.3 – 0.5 (a meno del valore di luglio '10) mentre nei mesi invernali assume valori intorno a 0.5 – 0.6. Nelle altre postazioni questo fenomeno è molto ridotto o virtualmente assente, come ad esempio nella postazione di Borgo Aurelia, di cui di seguito si riporta il grafico corrispondente:



A Poggio Ombriccolo, nei mesi estivi, avviene quindi un cambiamento nella concentrazione relativa dei singoli IPA e ciò potrebbe essere messo in relazione con un mutamento delle sorgenti. Tale fenomeno potrà essere approfondito nel corso del proseguimento dei monitoraggi;



- il benzo(a)pirene, l'unico IPA normato dalla legislazione italiana (valore limite 1 ng/m<sup>3</sup> - Dlgs n. 152 del 03/08/2007), non ha mai superato la concentrazione prevista dal limite normativo e spesso è risultato inferiore al limite di rilevabilità in aria (0.01 ng/m<sup>3</sup>).

### 3.3.1.1 Valori medi annuali

Nelle tabelle che seguono, sono riportati i valori medi annuali di concentrazione degli IPA. Per le postazioni di Poggio Ombriccolo e Bagni S. Agostino, come introdotto in precedenza (par. 2.1), sono stati eseguiti un numero inferiore di campionamenti, in accordo col protocollo analitico stabilito con ARPA Lazio. Per il calcolo dei valori medi, si sono adottate le seguenti convenzioni, in accordo anche con le indicazioni contenute nel già citato Rapporto ISTISAN 04/15:

- quando la concentrazione di un parametro è stata inferiore al limite di rilevabilità (LdR), il calcolo della media è stato eseguito utilizzando la metà del valore del LdR. I valori corrispondenti al LdR sono evidenziati in rosso, in corsivo;
- la deviazione standard è stata calcolata quando almeno nel 50% dei campioni (colonna “%>LdR”) si è determinato un valore maggiore del limite di rivelabilità;
- nelle colonne “ $N_{tot}$ ” è stato indicato il numero di campioni prelevati in ambiente mentre nelle colonne “ $n_{LdR}$ ” il numero di campioni con concentrazione superiore al limite di rivelabilità;
- se un composto non è stato mai rilevato in nessun campione compare uno zero nella colonna “%>LdR” e il valore medio corrisponde al LdR;
- nelle tabelle sono stati inclusi anche altri valori statistici quali mediana, 25° e 75° percentile, minima e massima concentrazione dell'anno, calcolate quando almeno tre valori sono risultati maggiori del LdR:

	Borgo Aurelia									
	Valori statistici 2010 per IPA									
	Media	Dev Stand	$N_{tot}$	$n_{LdR}$	%>LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
Naftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.138	0.277	60	30	50	0.009	0.005	0.179	0.005	1.827
2-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.054	n.c.	60	29	48	0.005	0.005	0.063	0.005	0.594
1-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.089	0.178	60	31	52	0.012	0.005	0.094	0.005	1.096
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.038	n.c.	60	27	45	0.005	0.005	0.031	0.005	0.561
Acenaftilene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.087	n.c.	60	26	43	0.005	0.005	0.061	0.005	2.149
Acenaftene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.017	n.c.	60	20	33	0.005	0.005	0.013	0.005	0.198
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.036	0.057	60	30	50	0.008	0.005	0.044	0.005	0.264
Fluorene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.269	0.525	60	42	70	0.056	0.005	0.356	0.005	3.586
Fenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]	1.036	1.324	60	54	90	0.558	0.246	1.422	0.005	8.279
Antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.061	0.117	60	48	80	0.028	0.013	0.065	0.005	0.837
1-Metilfenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.134	0.130	60	54	90	0.103	0.051	0.191	0.005	0.772
Fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.343	0.404	60	54	90	0.199	0.083	0.476	0.005	2.582
Pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.254	0.294	60	54	90	0.148	0.070	0.367	0.005	1.796
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.014	n.c.	60	2	3	0.005	0.005	0.005	0.005	0.497
Benzo[a]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.038	0.063	60	44	73	0.017	0.005	0.039	0.005	0.449
Crisene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.063	0.096	60	38	63	0.024	0.005	0.088	0.005	0.558
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.175	0.323	60	36	60	0.037	0.015	0.142	0.015	1.971
Benzo[k]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.031	0.033	60	59	98	0.015	0.015	0.033	0.010	0.189
Benzo[e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.047	0.062	60	59	98	0.015	0.015	0.055	0.010	0.321
Benzo[a]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.039	0.065	60	59	98	0.015	0.015	0.039	0.010	0.466
Perilene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.021	0.044	60	55	92	0.015	0.015	0.015	0.010	0.354
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.053	n.c.	60	22	37	0.015	0.015	0.060	0.015	0.466
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.024	0.071	60	55	92	0.015	0.015	0.015	0.010	0.564
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.044	0.055	60	59	98	0.015	0.015	0.045	0.010	0.297
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.001	60	55	92	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.001	60	55	92	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.001	60	55	92	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.001	60	55	92	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Totale [ng/m <sup>3</sup> ]	3.16	4.10	-	-	-	1.68	0.94	3.94	0.260	27.63

		Parco Antonelli									
		Valori statistici 2010 per IPA									
		Media	Dev Stand	$N_{tot}$	$n_{LdR}$	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
Naftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.187	0.286	61	40	66	0.043	0.005	0.221	0.005	1.336
2-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.102	0.173	61	40	66	0.027	0.005	0.107	0.005	0.938
1-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.178	0.308	61	40	66	0.057	0.005	0.177	0.005	1.513
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.099	0.226	61	43	70	0.029	0.005	0.072	0.005	1.605
Acenaftilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.252	0.686	61	39	64	0.019	0.005	0.217	0.005	5.031
Acenaftene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.041	n.c.	61	29	48	0.005	0.005	0.054	0.005	0.441
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.106	0.165	61	51	84	0.045	0.015	0.100	0.005	0.732
Fluorene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.531	0.966	61	51	84	0.113	0.056	0.746	0.005	6.513
Fenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	2.129	2.346	61	56	92	1.287	0.672	3.284	0.005	13.608
Antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.211	0.263	61	56	92	0.130	0.067	0.293	0.005	1.728
1-Metilfenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.289	0.223	61	56	92	0.255	0.142	0.382	0.005	1.302
Fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.606	0.586	61	56	92	0.397	0.180	0.836	0.005	2.951
Pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.575	0.507	61	56	92	0.404	0.231	0.820	0.005	2.546
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.006	n.c.	61	1	2	0.005	0.005	0.005	n.c.	n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.067	0.131	61	51	84	0.027	0.013	0.075	0.005	0.972
Crisene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.112	0.165	61	49	80	0.038	0.015	0.142	0.005	0.958
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.284	0.531	61	52	85	0.068	0.036	0.248	0.015	3.381
Benzo[k]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.050	0.062	61	60	98	0.015	0.015	0.055	0.010	0.326
Benzo[e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.079	0.110	61	61	100	0.015	0.015	0.093	0.015	0.634
Benzo[a]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.084	0.169	61	60	98	0.015	0.015	0.070	0.010	1.195
Perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.020	0.016	61	60	98	0.015	0.015	0.015	0.010	0.122
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.102	n.c.	61	30	49	0.015	0.015	0.095	0.015	0.889
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.019	0.016	61	58	95	0.015	0.015	0.015	0.010	0.106
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.102	0.136	61	61	100	0.036	0.015	0.128	0.015	0.740
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.005	61	56	92	0.015	0.015	0.015	0.010	0.054
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.001	61	56	92	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.001	61	56	92	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Dibenzo[a,l]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.016	0.009	61	56	92	0.015	0.015	0.015	0.010	0.084
Totale	[ng/m <sup>3</sup> ]	6.29	7.64	-	-	-	3.39	1.91	9.49	0.26	49.34

		Poggio Ombriccolo									
		Valori statistici 2010 per IPA									
		Media	Dev Stand	$N_{tot}$	$n_{LdR}$	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
Naftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.207	n.c.	31	13	42	0.005	0.005	0.171	0.005	1.265
2-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.082	n.c.	31	11	35	0.005	0.005	0.051	0.005	0.616
1-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.125	n.c.	31	12	39	0.005	0.005	0.085	0.005	0.907
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.037	n.c.	31	10	32	0.005	0.005	0.019	0.005	0.339
Acenaftilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.077	n.c.	31	13	42	0.005	0.005	0.038	0.005	0.668
Acenaftene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.018	n.c.	31	8	26	0.005	0.005	0.013	0.005	0.156
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.047	n.c.	31	9	29	0.005	0.005	0.014	0.005	0.290
Fluorene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.336	0.655	31	18	58	0.032	0.005	0.484	0.005	2.650
Fenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.772	1.216	31	25	81	0.303	0.078	0.927	0.005	5.682
Antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.039	n.c.	31	12	39	0.005	0.005	0.017	0.005	0.537
1-Metilfenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.067	0.088	31	24	77	0.034	0.015	0.093	0.005	0.458
Fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.277	0.427	31	25	81	0.108	0.035	0.305	0.005	2.005
Pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.174	0.281	31	24	77	0.072	0.019	0.230	0.005	1.419
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.005	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.023	n.c.	31	14	45	0.005	0.005	0.028	0.005	0.146
Crisene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.047	n.c.	31	14	45	0.005	0.005	0.057	0.005	0.321
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.144	n.c.	31	13	42	0.015	0.015	0.078	0.015	0.996
Benzo[k]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.029	0.029	31	31	100	0.015	0.015	0.024	0.015	0.121
Benzo[e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.039	0.046	31	31	100	0.015	0.015	0.031	0.015	0.182
Benzo[a]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.034	0.040	31	31	100	0.015	0.015	0.025	0.015	0.179
Perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.002	31	28	90	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.046	n.c.	31	8	26	0.015	0.015	0.039	0.015	0.239
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.005	31	28	90	0.015	0.015	0.015	0.010	0.040
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.039	0.045	31	31	100	0.015	0.015	0.033	0.015	0.179
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.002	31	28	90	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.002	31	28	90	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.002	31	28	90	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Dibenzo[a,l]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.002	31	28	90	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Totale	[ng/m <sup>3</sup> ]	2.75	4.15	-	-	-	0.85	0.44	4.02	0.26	17.87



		Bagni S. Agostino Valori statistici 2010 per IPA									
		Media	Dev Stand	N <sub>tot</sub>	n <sub>LdR</sub>	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
Naftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.142	0.247	31	16	52	0.011	0.005	0.147	0.005	0.924
2-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.072	n.c.	31	15	48	0.005	0.005	0.075	0.005	0.502
1-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.119	n.c.	31	15	48	0.005	0.005	0.099	0.005	0.929
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.056	n.c.	31	14	45	0.005	0.005	0.033	0.005	0.691
Acenaftilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.268	n.c.	31	14	45	0.005	0.005	0.133	0.005	4.978
Acenaftene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.293	n.c.	31	15	48	0.005	0.005	0.031	0.005	8.4
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.057	0.115	31	19	61	0.014	0.005	0.032	0.005	0.538
Fluorene	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.612	7.554	31	21	68	0.056	0.005	0.538	0.005	42
Fenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	5.496	24.739	31	27	87	0.545	0.111	1.891	0.005	139
Antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.458	2.171	31	24	77	0.020	0.012	0.095	0.005	12
1-Metilfenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.189	0.503	31	26	84	0.068	0.048	0.149	0.005	2.844
Fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	2.111	9.977	31	27	87	0.183	0.039	0.542	0.005	56
Pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.171	5.225	31	28	90	0.135	0.052	0.362	0.005	29
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.005	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.353	1.763	31	24	77	0.019	0.010	0.059	0.005	10
Crisene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.317	1.386	31	19	61	0.029	0.005	0.126	0.005	8
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.613	2.389	31	22	71	0.049	0.015	0.204	0.015	13
Benzo[k]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.080	0.244	31	31	100	0.015	0.015	0.064	0.015	1.378
Benzo[e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.114	0.343	31	31	100	0.015	0.015	0.086	0.015	1.929
Benzo[a]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.110	0.385	31	31	100	0.015	0.015	0.065	0.015	2.168
Perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.026	0.060	31	28	90	0.015	0.015	0.015	0.010	0.347
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.096	n.c.	31	14	45	0.015	0.015	0.103	0.015	1.158
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.022	0.037	31	28	90	0.015	0.015	0.015	0.010	0.221
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.072	0.131	31	31	100	0.015	0.015	0.076	0.015	0.704
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.002	31	28	90	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.002	31	28	90	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.015	0.002	31	28	90	0.015	0.015	0.015	0.010	0.015
Dibenzo[a, l]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	0.02	0.01	31	29	94	0.015	0.015	0.015	0.010	0.045
Totale	[ng/m <sup>3</sup> ]	13.91	60.06	-	-	-	1.46	0.51	5.15	0.26	336.87

Facendo un confronto dei dati medi di concentrazione dei singoli IPA delle postazioni di Civitavecchia con quelli tipici europei, i valori sono paragonabili a quelli di siti rurali e urbani come risulta dai dati riportati nella tabella seguente, tratta dalla letteratura <sup>10</sup>.

**Table 5: Summary of recent (not older than 1990) typical European PAH- and BaP concentrations in ng/m<sup>3</sup> as annual mean value.**

Compound	Remote site	Rural site	Urban	Traffic	Industrial
Acenaphthene	0.01	0.3-2.6			98
Acenaphthylene	0.01				
Anthracene	n.d. <sup>1</sup>	0.04-15		0.2-0.6	1.1
Benzo[a]anthracene	0.00-0.02	0.01-0.9	0.2-1.3	0.6-4.2	0.37-42
Benzo[a]pyrene	0.02	0.02-1.6	0.4-2	0.7-3.1	0.5-39
Benzo[e]pyrene	0.01-0.02	0.18-1.1	0.2-2.1	0.9-3.7	0.65-80
Benzo[b]fluoranthene	0.00-0.01	0.04-0.6			0.3-34
Benzo[ghi]perylene	0.01	0.15-1.0	0.5-2.8	1-4.7	0.7-52
Benzo[j]fluoranthene					
Benzo[k]fluoranthene		0.04-0.32	0.2-1		0.3-17
Chrysene		0.02-4.4	0.3-2.2		0.3-37
Coronene	0.00-0.01	0.02-0.5	0.1-0.6	0.4-2.5	0.26-5.2
Dibenz[a,h]anthracene	n.d.	0.02-1.1	0.06-0.3	0.1-0.4	0.05-7.5
Fluoranthene	0.14	0.04-7.4			42
Fluorene	0.2-0.4	0.3-46		9.9-16.7	
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	0.02-0.04	0.04-0.21	0.3-2.1	1.3-2.6	0.4-37
Phenanthrene	0.1-0.3	0.42-150			16
Pyrene	0.08	0.1-6.1	0.24-1.2	9.2-15	75

<sup>1</sup> Not detected

<sup>10</sup> EC Working Group On Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: "Ambient Air Pollution by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH)" - Position Paper Annexes, 2001, reperibile dal sito [http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp\\_pah.pdf](http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_pah.pdf)

Nella tabella riportata sotto, sono stati sintetizzati alcuni valori statistici delle concentrazioni in aria di **IPA totali** riferiti all'intero periodo di monitoraggio del 2010, espressi ancora in  $\text{ng}/\text{m}^3$ :

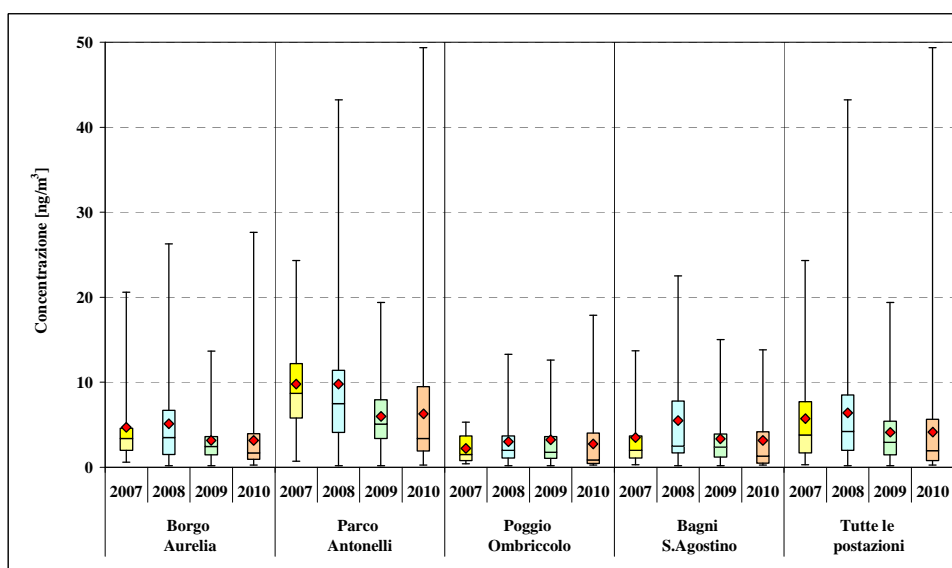
	<b>Borgo Aurelia</b>	<b>Parco Antonelli</b>	<b>Poggio Ombriccolo</b>	<b>Bagni S. Agostino</b>	<b>Tutte le postazioni</b>
Media	<b>3.2</b>	<b>6.3</b>	<b>2.8</b>	<b>13.9</b>	<b>6.0</b>
Mediana	1.7	3.4	0.8	1.5	2.0
25° Percentile	0.9	1.9	0.4	0.5	0.8
75° Percentile	3.9	9.5	4.0	5.2	5.9
Minimo	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Massimo	27.6	49.3	17.9	336.9	336.9

Come precedentemente introdotto, il campione del 29/12/10 di Bagni S. Agostino presentava una concentrazione molto elevata (oltre  $300 \text{ ng}/\text{m}^3$  di IPA totali). Questo unico dato eleva la media annuale di questa postazione al punto che risulterebbe quella con la maggiore concentrazione media in assoluto. Escludendo questo dato anomalo, si otterrebbero i valori statistici riportati di seguito:

	<b>Borgo Aurelia</b>	<b>Parco Antonelli</b>	<b>Poggio Ombriccolo</b>	<b>Bagni S. Agostino</b>	<b>Tutte le postazioni</b>
Media	<b>3.2</b>	<b>6.3</b>	<b>2.8</b>	<b>3.1</b>	<b>4.1</b>
Mediana	1.7	3.4	0.8	1.3	2.0
25° Percentile	0.9	1.9	0.4	0.5	0.8
75° Percentile	3.9	9.5	4.0	4.2	5.7
Minimo	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Massimo	27.6	49.3	17.9	13.8	49.3

Tali valori sono molto più rispondenti agli andamenti fino ad ora riscontrati, in cui si conferma la peculiarità della postazione urbana di Parco Antonelli in cui si ha una concentrazione media annua di IPA circa doppia rispetto a quelle delle altre postazioni che hanno un carattere molto meno urbano. Questo fatto è confermato anche dal valore della mediana dei dati annui di Parco Antonelli che è di 2-3 volte maggiore di quella delle altre postazioni.

Va notato che per tutte le postazioni la media e la mediana dei valori sono dissimili tra di loro, indicativo del fatto che le medie sono influenzate da pochi valori molto elevati. Ciò è evidenziabile meglio dalla figura sottostante in cui i dati statistici degli IPA del 2010 sono messi a confronto con quelli degli anni precedenti, utilizzando la rappresentazione a box con "whisker plot". Per le convenzioni grafiche si veda più sopra.



Dalla figura precedente si nota che i valori medi del 2010 rispecchiano sostanzialmente quelli del 2009, mentre vi è stata una diminuzione dei valori mediani, sempre rispetto al 2009. Si conferma quindi la tendenza ad una progressiva diminuzione della concentrazione mediana annuale di IPA per le singole postazione e anche per il dato calcolato per l'intero comprensorio.

Nella tabella sottostante, infine, sono riportati ulteriori dati di sintesi, riguardanti la quantità media di IPA a 2-4 anelli e a 5-6 anelli nonché la % di IPA a 5-6 anelli rispetto al totale in ciascuna postazione:

	<b>Borgo Aurelia</b>	<b>Parco Antonelli</b>	<b>Poggio Ombriccolo</b>	<b>Bagni S. Agostino</b>
<b>IPA totali [ng/m<sup>3</sup>]</b>	3.2	6.3	2.8	13.9
<b>IPA 2-4 anelli [ng/m<sup>3</sup>]</b>	2.7	5.5	2.3	12.7
<b>IPA 5-6 anelli [ng/m<sup>3</sup>]</b>	0.5	0.8	0.4	1.2
<i>IPA 5-6 anelli [%]</i>	<i>16</i>	<i>13</i>	<i>15</i>	<i>9</i>

Relativamente ai risultati della tabella precedente, emergono alcune interessanti osservazioni, riassunte di seguito:

- in tutte le quattro postazioni, gli IPA da 2 a 4 anelli, alchilati e non alchilati, sono stati più abbondanti rispetto a quelli pesanti (5 e 6 anelli). La concentrazione media annuale massima di IPA a 2-4 anelli (IPA volatili) si è avuta nella postazione urbana di Parco Antonelli, la minima a Borgo Aurelia, che non è molto diversa da quella delle altre postazioni;
- gli IPA pesanti, tra i quali si annoverano composti cancerogeni, rappresentano solo il 9 – 16 % degli IPA totali in tutte le postazioni.

### 3.4 Deposizioni atmosferiche

Come descritto al par. 2.2, le deposizioni atmosferiche, distinte in deposizioni umide (“*wet*”) e secche (“*dry*”), raccolte con campionatori dedicati, sono state caratterizzate per i seguenti gruppi di parametri:

- **Microinquinanti inorganici:**  
Al, As, Be, Cr, Co, Ni, Cd, Hg, Tl, Se, Te, Sb, Mn, Pd, Pt, Pb, Cu, Rh, Sn, V, Zn, Ti
- **Sostanze influenzanti l'acidità atmosferica:**  
Ca, Na, Mg, K, NH<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e Cl<sup>-</sup>
- **Idrocarburi aromatici policiclici:**  
Naftalene; 2-Metilnaftalene; 1-Metilnaftalene; 2,6-Dimetilnaftalene; Acenaftilene; Acenaftene; 2,3,5-Trimetilnaftalene; Fluorene; Fenantrene; Antracene; 1-Metilfenantrene; Fluorantene; Pirene; Ciclopenta[c, d]pirene; Benzo[a]antracene; Crisene; Benzo[j]fluorantene; Benzo[b]fluorantene; Benzo[k]fluorantene; Benzo[e]pirene; Benzo[a]pirene; Perilene; Indeno[1, 2, 3-cd]pirene; Dibenzo[a, h]antracene; Benzo[g, h, i]perilene; Dibenzo[a, e]pirene; Dibenzo[a, h]pirene; Dibenzo[a, i]pirene; Dibenzo[a, l]pirene
- **pH e conducibilità (solo “*wet*”)**

Nel presente rapporto vengono riportati i dati di deposizione, espressi in termini di massa totale e di flussi medi di specie chimiche trasferite a terra, e alcune valutazioni sugli andamenti tipici riscontrati. Per i calcoli, ci si è attenuti alle indicazioni contenute nel Rapporto ISTISAN 06/38 <sup>(1)</sup> che rimanda al già citato Rapporto ISTISAN 04/15 <sup>(4)</sup>.

#### 3.4.1 Deposizioni atmosferiche umide

Tra gennaio ed dicembre del 2010, si sono avuti complessivamente una trentina di eventi umidi, intesi come un evento di pioggia anche plurigiornaliero avvenuto nel periodo di campionamento. La quantità di precipitazioni, in mm, è indicata nella tabella seguente :

Data inizio	Data fine	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
03.01.2010	09.01.2010	50	71	91	65
09.01.2010	15.01.2010	5	6	2	7
15.01.2010	21.01.2010				
21.01.2010	27.01.2010				
27.01.2010	02.02.2010	9	1	6	12
02.02.2010	08.02.2010	11	34	15	15
08.02.2010	14.02.2010	11	22	11	17
14.02.2010	20.02.2010	14	27	8	25
20.02.2010	26.02.2010	28	50	54	33
26.02.2010	04.03.2010	23	1	13	22
04.03.2010	10.03.2010	23	27	16	26
10.03.2010	16.03.2010	19	17	27	21
16.03.2010	22.03.2010				
22.03.2010	28.03.2010				
28.03.2010	03.04.2010				
03.04.2010	09.04.2010	7	5	10	10
09.04.2010	15.04.2010	9	8	13	15
15.04.2010	21.04.2010				
21.04.2010	27.04.2010	12	21	3	18
27.04.2010	03.05.2010				
03.05.2010	09.05.2010	23	17	45	17

<sup>11</sup> Menichini E., Settimo G., Viviano G.: “Metodi per la determinazione di As, Cd, Ni e idrocarburi policiclici aromatici nelle deposizioni atmosferiche”. Rapporto ISTISAN 06/38, 2006.

Data inizio	Data fine	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
09.05.2010	15.05.2010	30	54	56	134
15.05.2010	21.05.2010	23	17	31	21
21.05.2010	27.05.2010				
27.05.2010	02.06.2010				
02.06.2010	08.06.2010	5		4	4
08.06.2010	14.06.2010				
14.06.2010	20.06.2010				
20.06.2010	26.06.2010				
26.06.2010	02.07.2010				
02.07.2010	08.07.2010				
08.07.2010	14.07.2010				
14.07.2010	20.07.2010				
20.07.2010	26.07.2010				
26.07.2010	01.08.2010	8	1	18	2
01.08.2010	07.08.2010				
07.08.2010	13.08.2010				
13.08.2010	19.08.2010				
19.08.2010	25.08.2010				
25.08.2010	31.08.2010				
31.08.2010	06.09.2010				
06.09.2010	12.09.2010				7
12.09.2010	18.09.2010				
18.09.2010	24.09.2010				
24.09.2010	30.09.2010	11	10	8	18
30.09.2010	06.10.2010	41	13	12	62
06.10.2010	12.10.2010	8	7	6	11
12.10.2010	18.10.2010	42	48	44	22
18.10.2010	24.10.2010				
24.10.2010	30.10.2010	10	30	40	17
30.10.2010	05.11.2010	20	54	54	33
05.11.2010	11.11.2010	9	12	33	11
11.11.2010	17.11.2010	11	14	21	10
17.11.2010	23.11.2010	54	44	63	61
23.11.2010	29.11.2010	57	52	54	77
29.11.2010	05.12.2010	42	65	70	36
05.12.2010	11.12.2010	1	7	1	4
11.12.2010	17.12.2010				
17.12.2010	23.12.2010	11	30	19	20
23.12.2010	29.12.2010	18	13	27	11
Totale eventi		32	31	32	33
mm totali		647	779	875	860

Questi eventi sono stati caratterizzati per metalli, specie ioniche e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).

La piovosità complessiva mensile, calcolata dagli eventi di durata settimanale, è riportata nella tabella che segue, sempre espressa in mm di precipitazione:

	<b>Borgo Aurelia</b>	<b>Parco Antonelli</b>	<b>Poggio Ombriccolo</b>	<b>Bagni S.Agostino</b>
Gennaio	63	78	99	84
Febbraio	88	134	101	111
Marzo	42	44	43	47
Aprile	28	34	26	43
Maggio	76	87	132	172
Giugno	5	0	4	4
Luglio	8	1	18	2
Agosto	0	0	0	0
Settembre	52	24	20	87
Ottobre	80	139	145	82
Novembre	174	188	240	194
Dicembre	31	50	47	34

#### 3.4.1.1 *Metalli pesanti e specie ioniche nelle deposizioni umide*

Nelle tabelle che seguono sono riportate le deposizioni totali, per unità di superficie, di metalli pesanti e specie ioniche avvenute mensilmente nelle quattro postazioni. Per il calcolo della deposizione si è utilizzata la metà del limite di rilevabilità strumentale (LdR) nei casi in cui la concentrazione di un analita è risultata inferiore ad esso, attenendosi alle indicazioni del Rapporto ISTISAN 06/38 <sup>(11)</sup> che rimanda al Rapporto ISTISAN 04/15 <sup>(4)</sup>.

Per quanto riguarda le specie ioniche, le concentrazioni dei singoli analiti sono risultate inferiori al LdR in casi molto saltuari e i valori riportati si possono considerare rappresentativi delle effettive deposizioni umide.

Nel caso dei metalli pesanti, Cu, Mn, Zn e saltuariamente Pb e V sono risultati molto frequentemente superiori al LdR strumentale, mentre le deposizioni di tutti gli altri metalli sono da considerarsi conservative e i loro andamenti riflettono in realtà l'entità dell'evento di pioggia.

Relativamente ai solfati, in fondo a ciascuna tabella sono stati riportati i contributi alla deposizione totale attribuibile ai solfati marini e a quelli non marini <sup>(12)</sup>.

<sup>12</sup> Si è utilizzata la seguente equazione di Brewer (1975):  $[SO_4^{2-} \text{ non marini}] = [SO_4^{2-}]_{\text{tot}} - 0.246 \times [Na^+]$ , già utilizzata in precedenza per i solfati nel PM10

Le deposizioni mensili di metalli pesanti e specie ioniche nelle deposizioni umide della postazione di **Borgo Aurelia** sono mostrate di seguito:

Postazione	Borgo Aurelia											
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Al [µg/m <sup>2</sup> ]	1585	2200	1043	1216	1903	114	193	-	1306	2010	4343	737
As [µg/m <sup>2</sup> ]	63.4	88.0	41.7	27.9	76	0.2	1.7	-	2.6	4.0	8.7	1.5
Be [µg/m <sup>2</sup> ]	3.2	4.4	2.1	3.2	7.2	0.2	0.4	-	2.6	4.0	8.7	1.5
Cd [µg/m <sup>2</sup> ]	6.3	8.8	4.2	2.8	7.6	0.1	0.2	-	1.3	2.0	4.3	0.7
Co [µg/m <sup>2</sup> ]	6.3	8.8	4.2	7.0	7.6	2.6	6.6	-	30.0	30.1	4.3	0.7
Cr [µg/m <sup>2</sup> ]	31.7	44.0	20.9	13.9	38.1	2.3	12.1	-	34.3	40.2	86.9	14.7
Cu [µg/m <sup>2</sup> ]	80.9	88.0	41.7	111	178	7.4	83.9	-	224	135	74.9	7.8
Hg [µg/m <sup>2</sup> ]	15.9	22.0	10.4	7.0	19.0	1.1	1.9	-	13.1	34.7	43.4	7.4
Mn [µg/m <sup>2</sup> ]	145	155	36.7	130	113	1.1	388	-	13.1	81.9	271	122
Ni [µg/m <sup>2</sup> ]	31.7	57.7	20.9	13.9	38.1	0.3	18.1	-	9.8	9.8	13.0	28.0
Pb [µg/m <sup>2</sup> ]	27.0	22.0	10.4	18.9	19.0	5.7	20.8	-	79.5	70.0	18.7	1.5
Pd [µg/m <sup>2</sup> ]	12.7	17.6	8.3	5.6	15.2	0.2	0.4	-	3.6	4.8	16.8	2.2
Pt [µg/m <sup>2</sup> ]	6.3	8.8	4.2	2.8	7.6	0.2	0.4	-	2.6	9.2	38.2	6.5
Rh [µg/m <sup>2</sup> ]	15.9	22.0	10.4	77.7	487	0.1	0.2	-	1.3	2.0	4.3	0.7
Sb [µg/m <sup>2</sup> ]	12.7	17.6	8.3	8.6	15.2	0.1	0.2	-	1.3	2.0	4.3	0.7
Se [µg/m <sup>2</sup> ]	190	264	125	83.6	228	0.3	0.6	-	3.9	6.0	13.0	2.2
Sn [µg/m <sup>2</sup> ]	31.7	44.0	20.9	13.9	38.1	1.6	0.6	-	5.4	6.0	13.0	2.2
Te [µg/m <sup>2</sup> ]	31.7	44.0	20.9	13.9	38.1	0.1	0.2	-	1.3	2.0	4.3	0.7
Ti [µg/m <sup>2</sup> ]	63.4	88.0	41.7	27.9	76.1	5.7	9.6	-	65.3	100	217	36.9
Tl [µg/m <sup>2</sup> ]	15.9	22.0	10.4	7.0	19.0	0.1	0.2	-	1.3	2.0	4.3	0.7
V [µg/m <sup>2</sup> ]	63.4	88.0	41.7	27.9	76.1	2.1	15.6	-	51.4	26.8	13.2	13.5
Zn [µg/m <sup>2</sup> ]	1568	863	445	1005	853	105	313	-	687	663	1358	566
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> totali [mg/m <sup>2</sup> ]	121	138	41.0	77.8	115	5.4	62.7	-	163	144	199	84.0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/m <sup>2</sup> ]	76.8	117	36.7	84.4	63.2	11.4	0.4	-	112	134	130	54.7
Cl <sup>-</sup> [mg/m <sup>2</sup> ]	528	455	73.7	129	165	3.4	124	-	482	594	741	337
Ca [mg/m <sup>2</sup> ]	48.0	94.4	28.5	76.2	65.5	5.5	208	-	290	174	222	66.8
Na [mg/m <sup>2</sup> ]	285	258	45.1	65.2	96.1	1.6	59.3	-	258	293	461	192
Mg [mg/m <sup>2</sup> ]	36.1	36.2	10.2	16.1	17.9	0.9	34.0	-	45.8	40.1	68.6	26.0
K [mg/m <sup>2</sup> ]	15.4	37.1	32.0	58.7	52.3	2.3	150	-	108	79.9	75.9	14.0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/m <sup>2</sup> ]	10.6	21.8	18.6	18.6	9.5	2.4	0.4	-	5.5	13.7	13.6	6.9
<b>Metalli pesanti totali</b> [mg/m <sup>2</sup> ]	<b>4.01</b>	<b>4.18</b>	<b>1.97</b>	<b>2.83</b>	<b>4.26</b>	<b>0.25</b>	<b>1.07</b>	-	<b>2.54</b>	<b>3.25</b>	<b>6.56</b>	<b>1.56</b>
<b>Specie ioniche totali</b> [mg/m <sup>2</sup> ]	<b>1120</b>	<b>1157</b>	<b>286</b>	<b>526</b>	<b>584</b>	<b>33</b>	<b>639</b>	-	<b>1464</b>	<b>1472</b>	<b>1910</b>	<b>782</b>
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> non marini [mg/m <sup>2</sup> ]	50.7	74.0	29.9	61.8	91.0	5.0	48.2	-	99.2	71.6	85.3	36.7
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> marini [mg/m <sup>2</sup> ]	70.0	63.5	11.1	16.0	23.6	0.4	14.6	-	63.4	72.1	113	47.3

Le deposizioni mensili di metalli pesanti e specie ioniche nelle deposizioni umide della postazione di **Parco Antonelli** sono riportate nella tabella seguente:

Postazione	Parco Antonelli											
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Al [µg/m <sup>2</sup> ]	1919	3319	1106	1107	2180	-	-	-	588	3814	4688	1255
As [µg/m <sup>2</sup> ]	77	133	44	34	87	-	-	-	1	8	9	3
Be [µg/m <sup>2</sup> ]	3.8	6.6	2.2	4.9	6.8	-	-	-	1.2	7.6	9.4	2.5
Cd [µg/m <sup>2</sup> ]	7.7	13.3	4.4	3.4	9	-	-	-	1.1	4.4	4.7	1.3
Co [µg/m <sup>2</sup> ]	7.7	13.3	4.4	6.9	8.7	-	-	-	18.3	45.2	4.7	1.3
Cr [µg/m <sup>2</sup> ]	38.4	66.4	22.1	17.2	43.6	-	-	-	22.1	86.6	93.8	25.1
Cu [µg/m <sup>2</sup> ]	76.7	133	44.2	40.8	87.2	-	-	-	106	177	39.9	6.3
Hg [µg/m <sup>2</sup> ]	19.2	33.2	11.1	8.6	21.8	-	-	-	5.9	38.1	46.9	12.5
Mn [µg/m <sup>2</sup> ]	132	215	22.1	71.8	140	-	-	-	503	533	327	89.8
Ni [µg/m <sup>2</sup> ]	38.4	66.4	22.1	17.2	43.6	-	-	-	10.9	20.6	14.1	3.8
Pb [µg/m <sup>2</sup> ]	21.7	33.2	11.1	28.5	21.8	-	-	-	124	179	12.7	2.5
Pd [µg/m <sup>2</sup> ]	15.3	26.6	8.8	6.9	17.4	-	-	-	1.2	10.0	13.6	4.5
Pt [µg/m <sup>2</sup> ]	7.7	13.3	4.4	3.4	8.7	-	-	-	1.2	22.0	41.0	11.0
Rh [µg/m <sup>2</sup> ]	19.2	33.2	11.1	138	564	-	-	-	0.6	3.8	4.7	1.3
Sb [µg/m <sup>2</sup> ]	15.3	26.6	8.8	10.4	17.4	-	-	-	0.6	3.8	4.7	1.3
Se [µg/m <sup>2</sup> ]	230	398	133	103	262	-	-	-	1.8	11.4	14.1	3.8
Sn [µg/m <sup>2</sup> ]	38.4	66.4	22.1	17.2	43.6	-	-	-	6.0	11.4	14.1	3.8
Te [µg/m <sup>2</sup> ]	38.4	66.4	22.1	17.2	43.6	-	-	-	0.6	3.8	4.7	1.3
Ti [µg/m <sup>2</sup> ]	76.7	133	44.2	34.4	87.2	-	-	-	86.4	248	234	62.7
Tl [µg/m <sup>2</sup> ]	19.2	33.2	11.1	8.6	21.8	-	-	-	0.6	3.8	4.7	1.3
V [µg/m <sup>2</sup> ]	76.7	133	44.2	34.4	87.2	-	-	-	47.0	54.0	11.7	7.4
Zn [µg/m <sup>2</sup> ]	1678	1023	1090	1900	1078	-	-	-	819	2190	1097	531
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> totali [mg/m <sup>2</sup> ]	110	165	27.3	62.6	160	-	-	-	44.7	151	189	117
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/m <sup>2</sup> ]	73.7	143	1012	95.0	88.7	-	-	-	58.1	163	191	83.1
Cl <sup>-</sup> [mg/m <sup>2</sup> ]	394	532	56.2	43.6	188	-	-	-	77.9	449	634	473
Ca [mg/m <sup>2</sup> ]	49.3	114	11.0	55.0	92.7	-	-	-	57.0	123	135	99.6
Na [mg/m <sup>2</sup> ]	217	313	32.9	27.1	113	-	-	-	43.9	266	379	265
Mg [mg/m <sup>2</sup> ]	27.7	39.6	4.6	5.7	17.3	-	-	-	7.9	36.7	50.4	35.2
K [mg/m <sup>2</sup> ]	10.2	15.2	2.6	5.5	8.4	-	-	-	3.6	19.2	17.5	12.4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/m <sup>2</sup> ]	12.9	23.7	5.6	28.4	31.5	-	-	-	6.4	18.2	28.8	9.6
<b>Metalli pesanti totali</b> [mg/m <sup>2</sup> ]	<b>4.56</b>	<b>5.98</b>	<b>2.69</b>	<b>3.61</b>	<b>4.88</b>	-	-	-	<b>2.35</b>	<b>7.47</b>	<b>6.70</b>	<b>2.03</b>
<b>Specie ioniche totali</b> [mg/m <sup>2</sup> ]	<b>894</b>	<b>1346</b>	<b>1152</b>	<b>323</b>	<b>700</b>	-	-	-	<b>299</b>	<b>1226</b>	<b>1624</b>	<b>1094</b>
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> non marini [mg/m <sup>2</sup> ]	56.8	88.5	19.2	56.0	133	-	-	-	33.9	85.2	95.3	52.2
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> marini [mg/m <sup>2</sup> ]	53.3	77.0	8.1	6.7	27.8	-	-	-	10.8	65.5	93.3	65.1



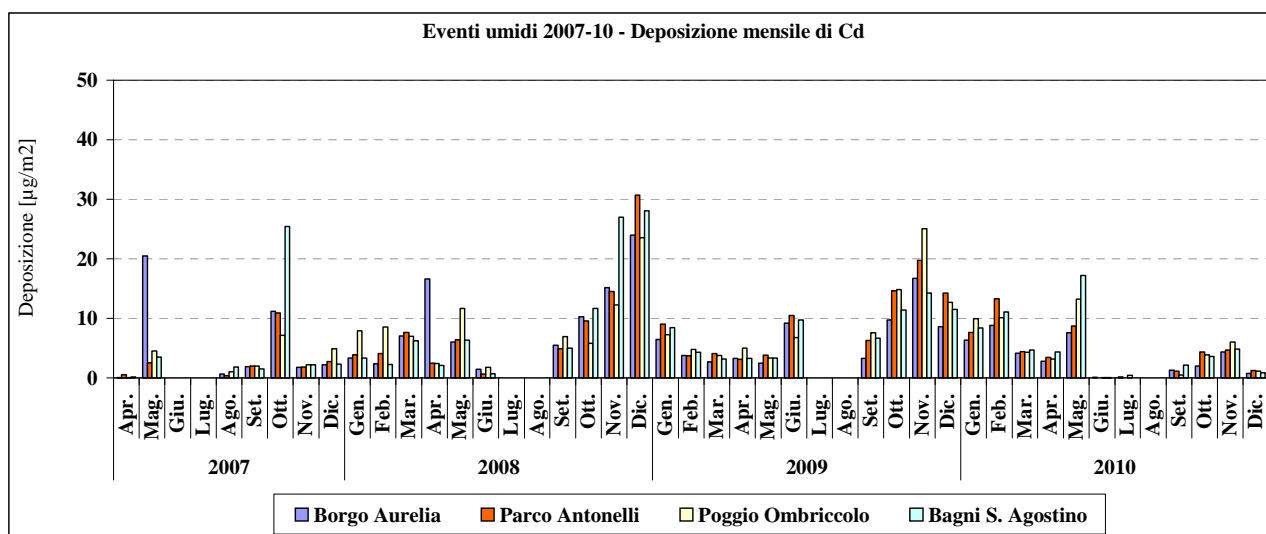
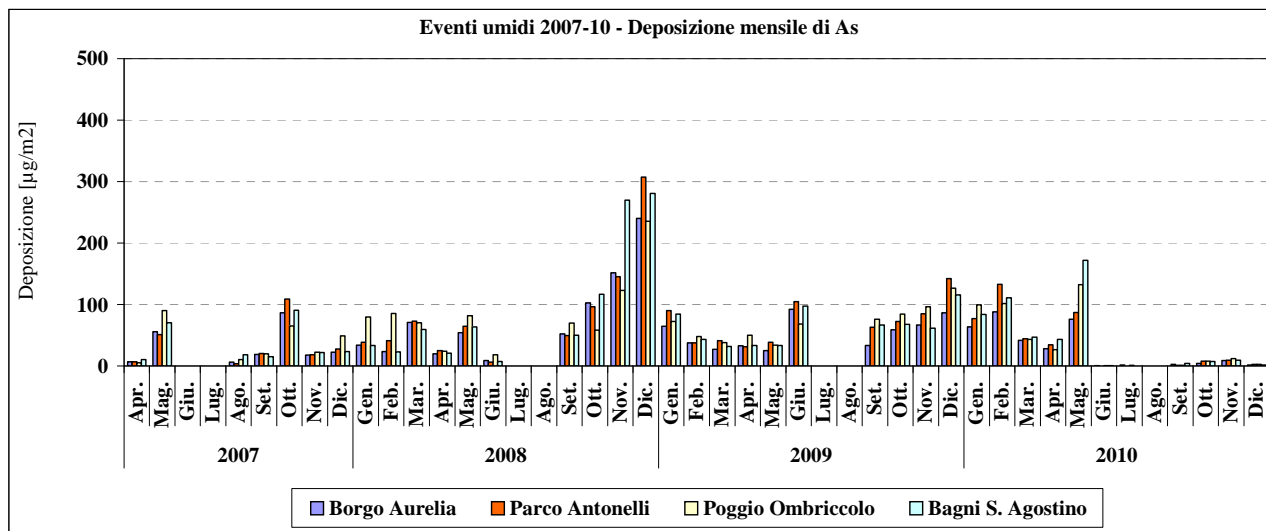
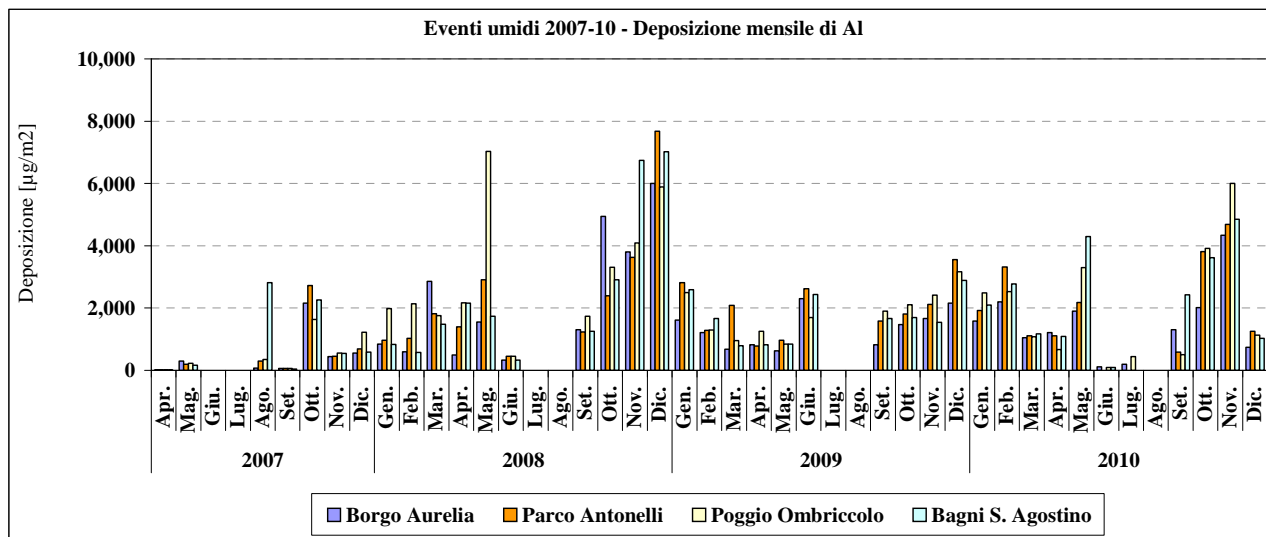
Le deposizioni mensili di metalli pesanti e specie ioniche nelle deposizioni umide della postazione di **Poggio Ombriccolo** sono riportate nella tabella seguente:

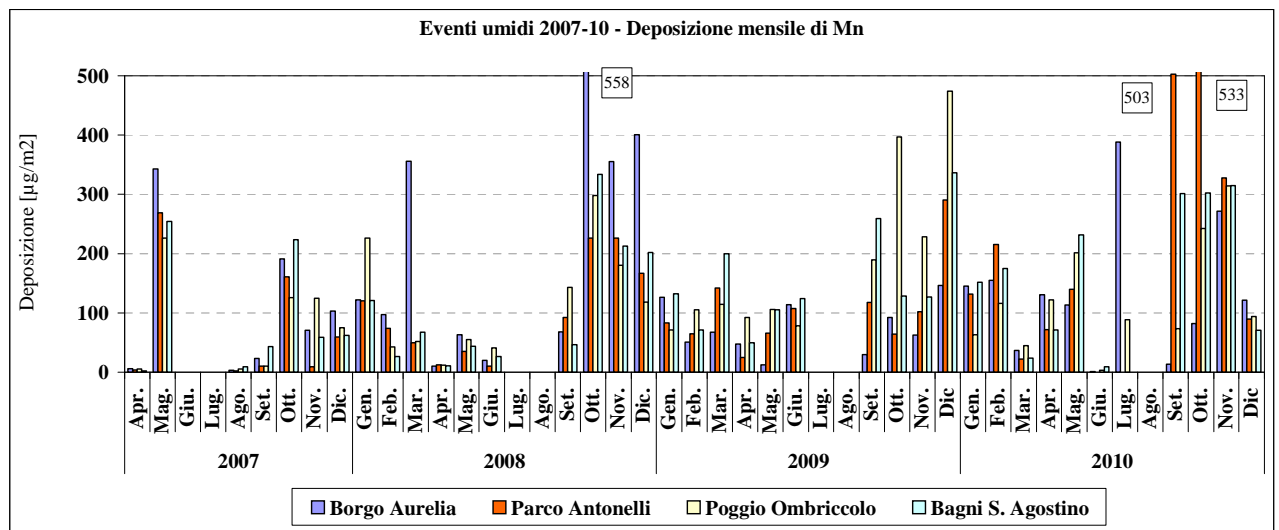
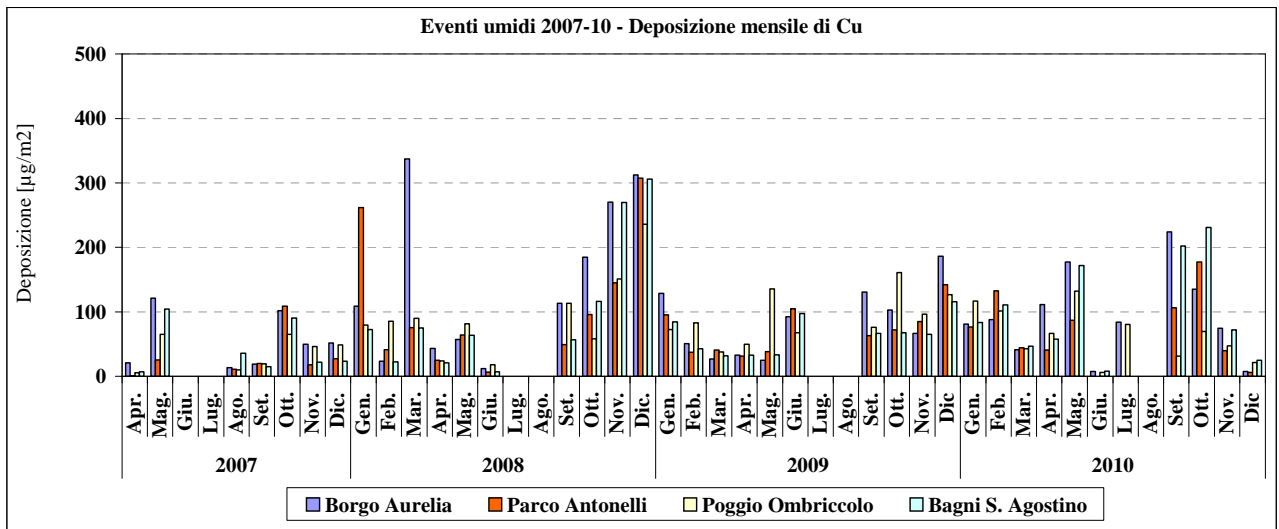
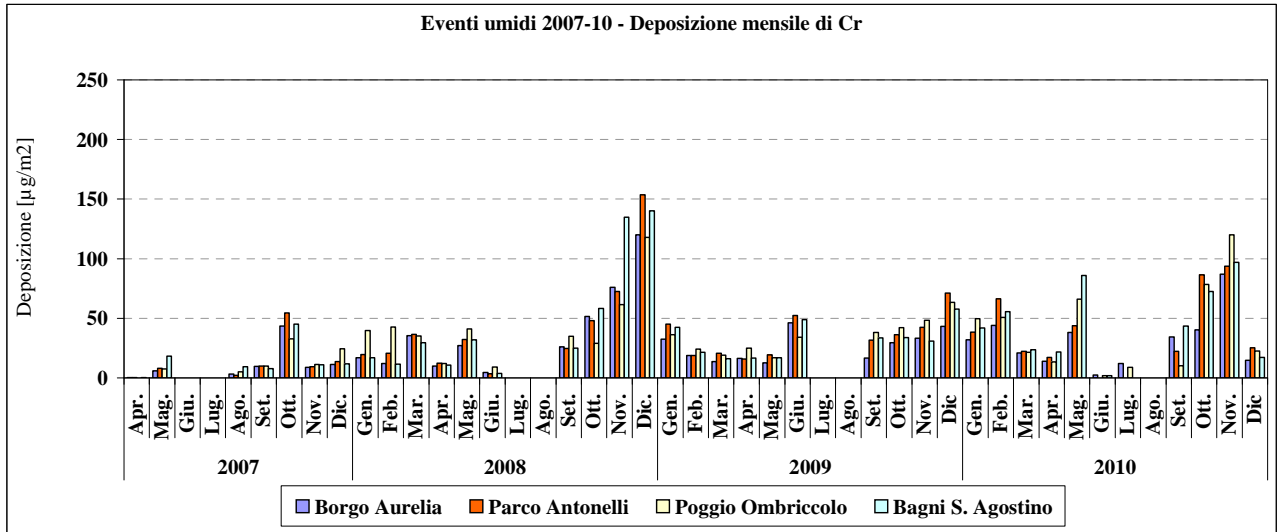
Postazione	Poggio Ombriccolo											
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Al [µg/m <sup>2</sup> ]	2484	2531	1076	661	3304	92	447	-	502	3921	6001	1130
As [µg/m <sup>2</sup> ]	99	101	43	26	132	0	0.9	-	1	8	12	2
Be [µg/m <sup>2</sup> ]	5.0	5.1	2.2	1.8	13.2	0.2	0.9	-	1.0	7.8	12.0	2.3
Cd [µg/m <sup>2</sup> ]	9.9	10.1	4.3	3.2	13.2	0.1	0.4	-	0.5	3.9	6.0	1.1
Co [µg/m <sup>2</sup> ]	9.9	10.1	4.3	9.7	13.2	2.1	11.4	-	11.8	39.1	6.0	1.1
Cr [µg/m <sup>2</sup> ]	49.7	50.6	21.5	13.2	66.1	1.8	8.9	-	10.0	78.4	120	22.6
Cu [µg/m <sup>2</sup> ]	117	101	43.0	66.5	132	6.5	80.8	-	31.7	69.7	47.5	21.8
Hg [µg/m <sup>2</sup> ]	24.8	25.3	10.8	6.6	33.0	0.9	4.5	-	5.0	39.2	60.0	11.3
Mn [µg/m <sup>2</sup> ]	62.9	116	44.6	122	201	3.0	88.3	-	73.2	242	314	93.6
Ni [µg/m <sup>2</sup> ]	49.7	50.6	21.5	19.2	66.1	0.3	8.0	-	4.4	11.8	18.0	3.4
Pb [µg/m <sup>2</sup> ]	39.3	55.5	10.8	93.4	33.0	6.0	110	-	36.2	101	12.0	6.4
Pd [µg/m <sup>2</sup> ]	19.9	20.2	8.6	5.3	26.4	0.2	0.9	-	1.0	7.8	17.8	2.3
Pt [µg/m <sup>2</sup> ]	9.9	10.1	4.3	2.6	13.2	0.2	0.9	-	1.0	23.8	52.3	9.9
Rh [µg/m <sup>2</sup> ]	24.8	25.3	10.8	25.8	1035	0.1	0.4	-	0.5	3.9	6.0	1.1
Sb [µg/m <sup>2</sup> ]	19.9	29.7	8.6	20.5	26.4	0.1	19.6	-	1.4	3.9	6.0	1.1
Se [µg/m <sup>2</sup> ]	298	304	129	79.3	396	0.3	1.3	-	1.5	11.8	18.0	3.4
Sn [µg/m <sup>2</sup> ]	49.7	83.9	21.5	13.2	66.1	0.3	1.3	-	1.5	11.8	18.0	3.4
Te [µg/m <sup>2</sup> ]	49.7	50.6	21.5	13.2	66.1	0.1	0.4	-	0.5	3.9	6.0	1.1
Ti [µg/m <sup>2</sup> ]	99.4	101	43.0	60.6	132	4.6	22.3	-	25.1	196	300	56.5
Tl [µg/m <sup>2</sup> ]	24.8	25.3	10.8	6.6	33.0	0.1	0.4	-	0.5	3.9	6.0	1.1
V [µg/m <sup>2</sup> ]	99.4	101	43.0	53.4	132	0.2	6.6	-	21.9	36.2	13.6	7.3
Zn [µg/m <sup>2</sup> ]	2597	2453	675	2609	6181	74	1057	-	710	2333	4648	1345
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> totali [mg/m <sup>2</sup> ]	109	104	29.4	65.7	175	1.9	22.9	-	34.9	99.0	188	76.2
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/m <sup>2</sup> ]	102	111	26.0	137	103	4.9	29.6	-	46.2	113	168	63.5
Cl <sup>-</sup> [mg/m <sup>2</sup> ]	346	310	45.8	108	141	1.0	34.8	-	43.0	160	485	270
Ca [mg/m <sup>2</sup> ]	33.2	73.5	11.7	74.6	58.0	0.9	10.8	-	24.2	66.7	102	98.9
Na [mg/m <sup>2</sup> ]	196	186	26.9	66.2	97.2	0.7	21.8	-	25.6	97.5	292	156
Mg [mg/m <sup>2</sup> ]	24.5	24.7	3.7	17.1	13.9	0.2	3.1	-	4.1	14.9	38.3	20.5
K [mg/m <sup>2</sup> ]	10.2	11.2	2.3	15.5	9.8	0.2	2.0	-	2.3	7.3	16.3	6.8
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/m <sup>2</sup> ]	17.7	15.0	4.9	43.1	30.6	1.2	3.0	-	7.0	20.8	27.5	3.4
<b>Metalli pesanti totali</b> [mg/m <sup>2</sup> ]	<b>6.24</b>	<b>6.26</b>	<b>2.26</b>	<b>3.91</b>	<b>12.12</b>	<b>0.19</b>	<b>1.87</b>	-	<b>1.44</b>	<b>7.16</b>	<b>11.70</b>	<b>2.73</b>
<b>Specie ioniche totali</b> [mg/m <sup>2</sup> ]	<b>838</b>	<b>836</b>	<b>151</b>	<b>528</b>	<b>629</b>	<b>11</b>	<b>128</b>	-	<b>187</b>	<b>580</b>	<b>1317</b>	<b>696</b>
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> non marini [mg/m <sup>2</sup> ]	60.6	58.7	22.8	49.4	151	1.8	17.5	-	28.6	75.0	116	37.8
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> marini [mg/m <sup>2</sup> ]	48.1	45.6	6.6	16.3	23.9	0.2	5.4	-	6.3	24.0	71.7	38.4

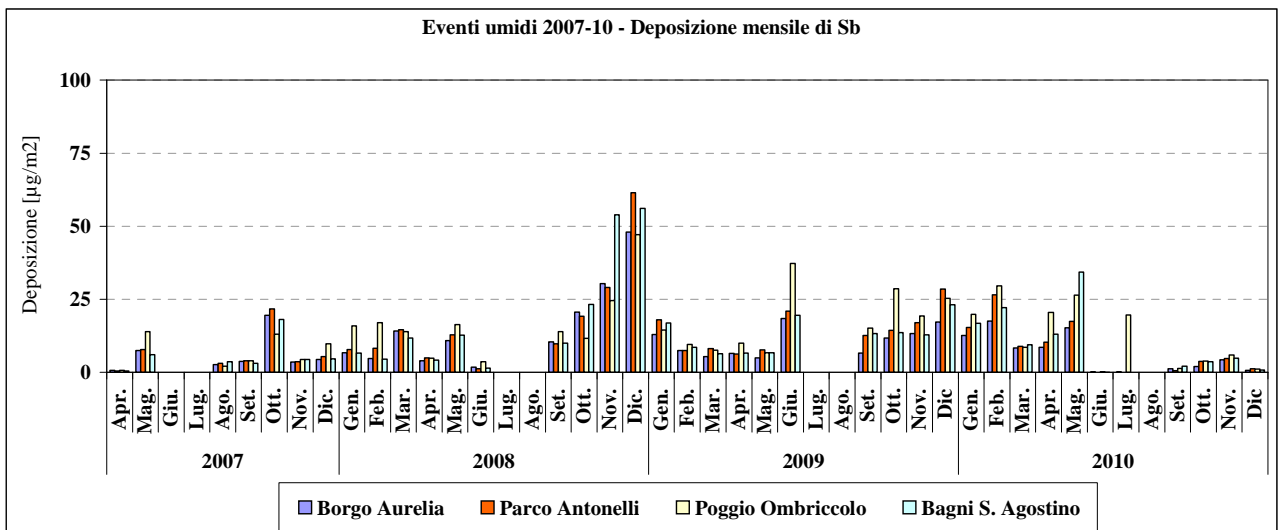
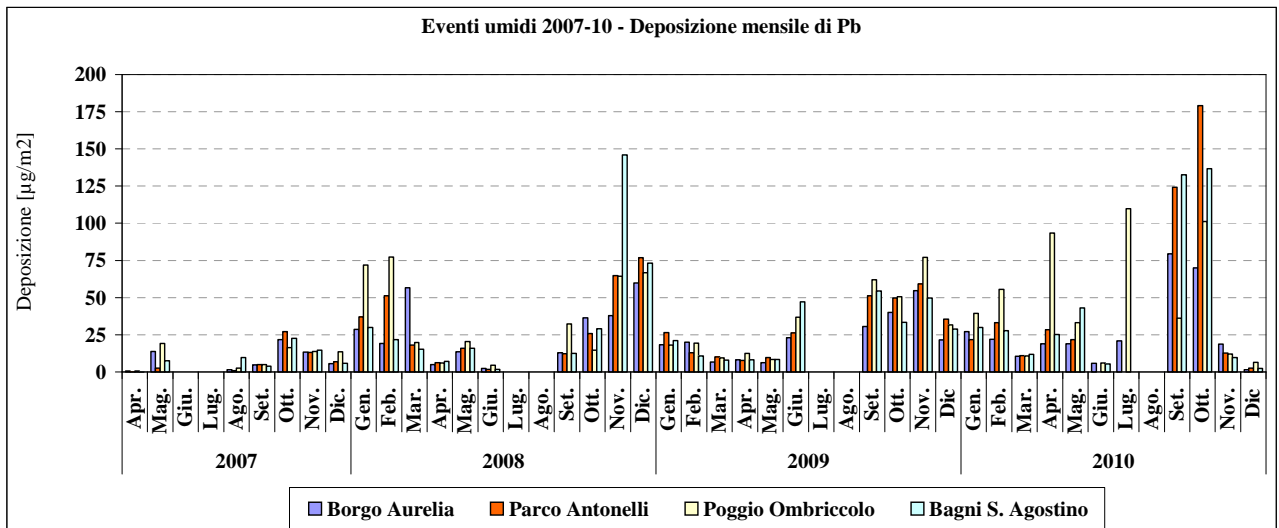
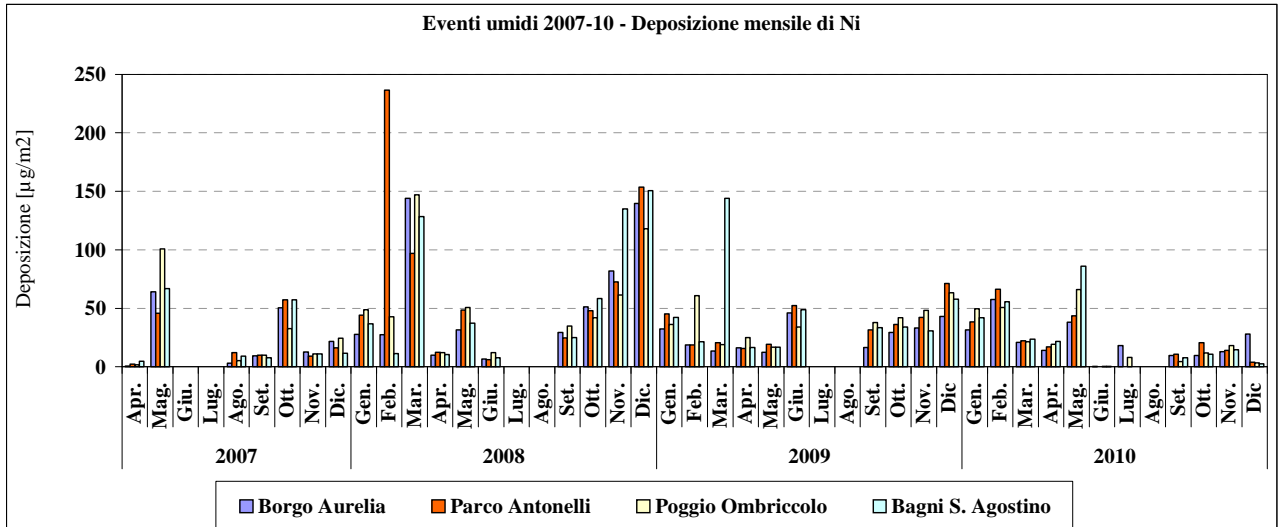
Le deposizioni mensili di metalli pesanti e specie ioniche nelle deposizioni umide della postazione di **Bagni S. Agostino** sono riportate di seguito:

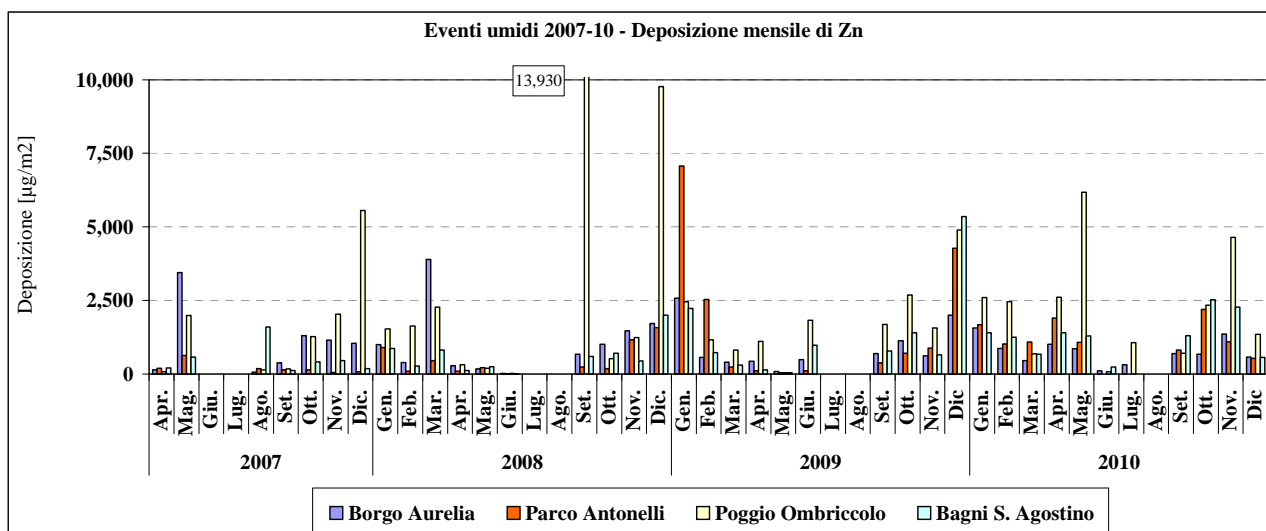
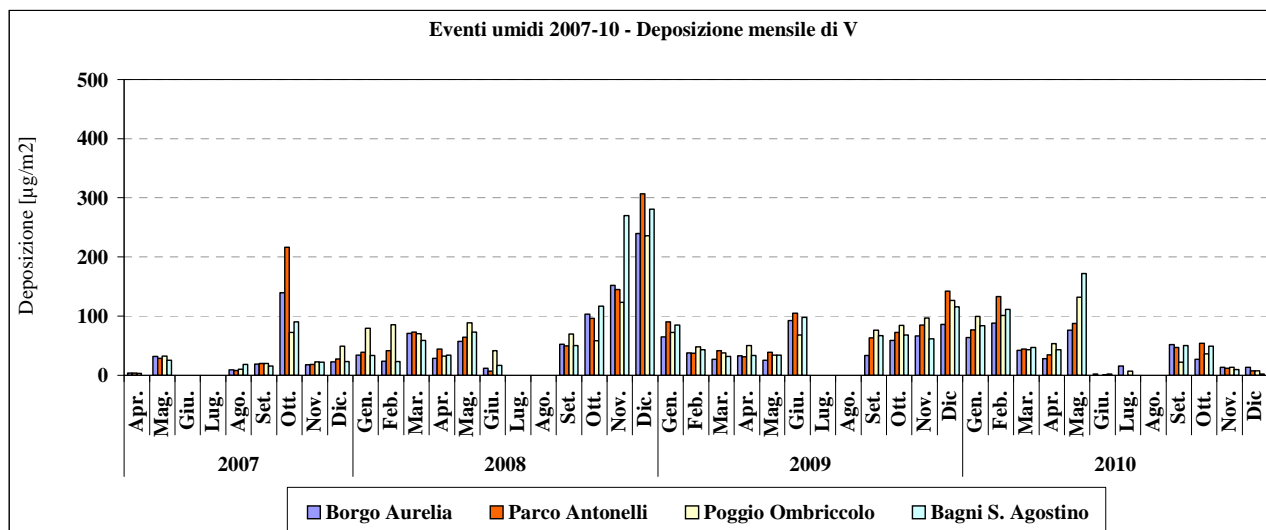
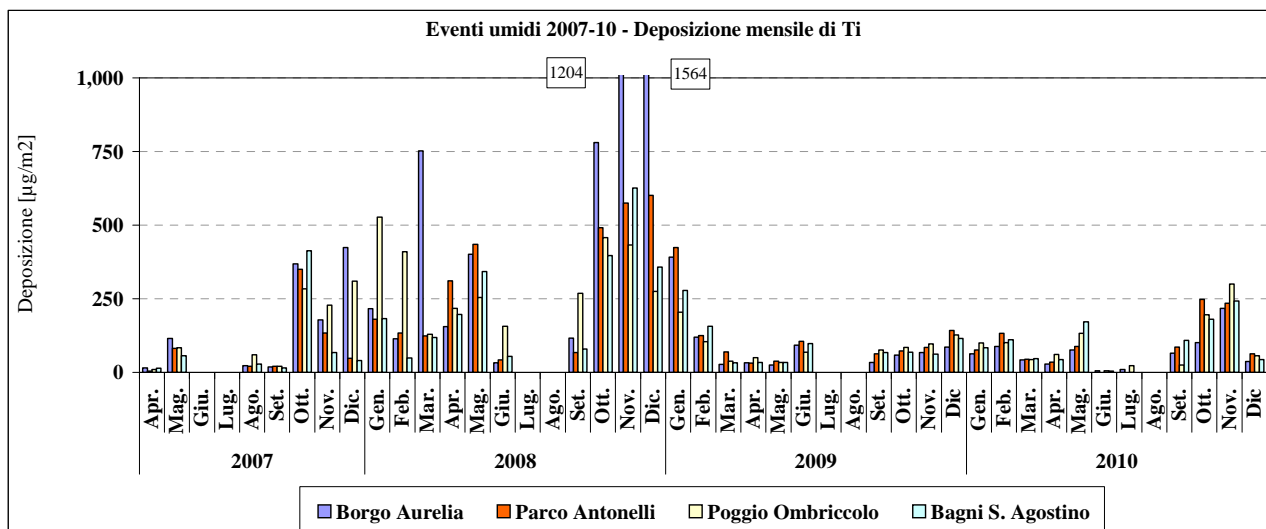
Postazione	Bagni S. Agostino											
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Al [µg/m <sup>2</sup> ]	2095	2774	1174	1087	4296	90	-	-	2420	3622	4848	1029
As [µg/m <sup>2</sup> ]	84	111	47	43	172	0	-	-	4	7	10	2
Be [µg/m <sup>2</sup> ]	4.2	5.5	2.3	4.9	11.2	0.2	-	-	4.3	7.2	9.7	1.7
Cd [µg/m <sup>2</sup> ]	8.4	11.1	4.7	4.3	17.2	0.1	-	-	2.2	3.6	4.8	0.9
Co [µg/m <sup>2</sup> ]	8.4	11.1	4.7	10.4	17.2	2.1	-	-	50.7	57.0	4.8	0.9
Cr [µg/m <sup>2</sup> ]	41.9	55.5	23.5	21.7	85.9	1.8	-	-	43.3	72.4	97.0	17.2
Cu [µg/m <sup>2</sup> ]	83.8	111	46.9	58.0	172	8.0	-	-	202	231	72.1	25.3
Hg [µg/m <sup>2</sup> ]	21.0	27.7	11.7	10.9	43.0	0.9	-	-	21.7	36.2	48.5	8.6
Mn [µg/m <sup>2</sup> ]	152	175	23.5	71.1	232	9.1	-	-	301	302	315	70.6
Ni [µg/m <sup>2</sup> ]	41.9	55.5	23.5	21.7	85.9	0.3	-	-	7.7	10.9	14.5	2.6
Pb [µg/m <sup>2</sup> ]	29.9	27.7	11.7	25.1	43.0	5.4	-	-	133	137	9.7	2.3
Pd [µg/m <sup>2</sup> ]	16.8	22.2	9.4	8.7	34.4	0.2	-	-	4.3	8.4	14.8	2.9
Pt [µg/m <sup>2</sup> ]	8.4	11.1	4.7	4.3	17.2	0.2	-	-	4.3	15.6	42.4	7.5
Rh [µg/m <sup>2</sup> ]	21.0	27.7	11.7	123	1264	0.1	-	-	2.2	3.6	4.8	0.9
Sb [µg/m <sup>2</sup> ]	16.8	22.2	9.4	13.1	34.4	0.1	-	-	2.2	3.6	4.8	0.9
Se [µg/m <sup>2</sup> ]	251	333	141	130	516	0.7	-	-	6.5	10.9	14.5	2.6
Sn [µg/m <sup>2</sup> ]	41.9	55.5	23.5	21.7	85.9	0.3	-	-	6.5	10.9	14.5	2.6
Te [µg/m <sup>2</sup> ]	41.9	55.5	23.5	21.7	85.9	0.1	-	-	2.2	3.6	4.8	0.9
Ti [µg/m <sup>2</sup> ]	83.8	111	46.9	43.5	172	4.5	-	-	108	181	242	43.1
Tl [µg/m <sup>2</sup> ]	21.0	27.7	11.7	10.9	43.0	0.1	-	-	2.2	3.6	4.8	0.9
V [µg/m <sup>2</sup> ]	83.8	111	46.9	43.5	172	2.0	-	-	49.9	49.0	9.7	1.7
Zn [µg/m <sup>2</sup> ]	1402	1250	669	1395	1297	231	-	-	1298	2516	2269	564
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> totali [mg/m <sup>2</sup> ]	149	165	37.3	64.1	319	5.0	-	-	107	172	212	94.4
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/m <sup>2</sup> ]	97.3	129	37.1	103	153	12.2	-	-	113	135	168	57.6
Cl <sup>-</sup> [mg/m <sup>2</sup> ]	653	443	81.2	51.2	278	1.7	-	-	150	446	713	446
Ca [mg/m <sup>2</sup> ]	42.1	138	6.8	54.7	79.5	2.1	-	-	55.5	88.5	112	56.5
Na [mg/m <sup>2</sup> ]	357	256	46.9	31.1	171	1.2	-	-	85.3	258	416	248
Mg [mg/m <sup>2</sup> ]	44.0	38.3	5.9	6.3	25.7	0.4	-	-	12.7	34.2	53.7	31.4
K [mg/m <sup>2</sup> ]	15.1	13.9	2.5	6.0	14.5	0.5	-	-	6.7	14.4	18.2	10.4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/m <sup>2</sup> ]	15.4	20.3	8.9	29.1	58.3	3.2	-	-	20.7	30.3	27.8	5.0
<b>Metalli pesanti totali</b> [mg/m <sup>2</sup> ]	<b>4.56</b>	<b>5.39</b>	<b>2.37</b>	<b>3.17</b>	<b>8.90</b>	<b>0.36</b>	-	-	<b>4.68</b>	<b>7.29</b>	<b>8.06</b>	<b>1.79</b>
<b>Specie ioniche totali</b> [mg/m <sup>2</sup> ]	<b>1373</b>	<b>1204</b>	<b>227</b>	<b>345</b>	<b>1099</b>	<b>26</b>	-	-	<b>551</b>	<b>1179</b>	<b>1721</b>	<b>949</b>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> non marini [mg/m <sup>2</sup> ]	61.2	102	25.8	56.5	277	4.7	-	-	86.4	109	110	33.5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> marini [mg/m <sup>2</sup> ]	87.8	62.9	11.5	7.6	42.0	0.3	-	-	21.0	63.4	102	60.9

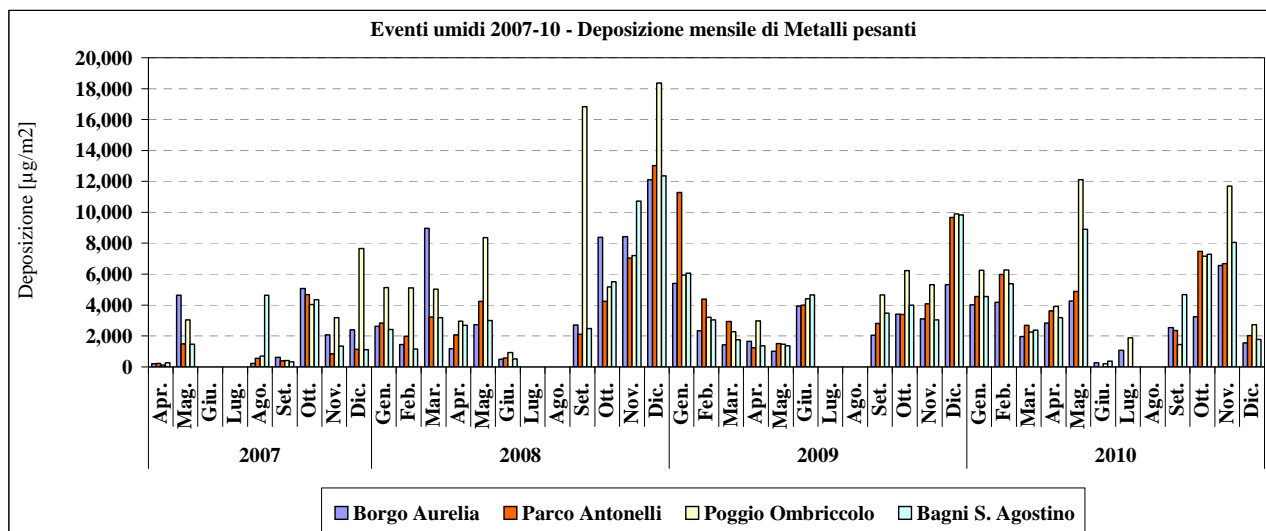
Nelle figure che seguono, sono confrontati gli andamenti delle deposizioni mensili di **metalli pesanti** significativi nelle deposizioni umide del 2010 con quelle del 2007-09:







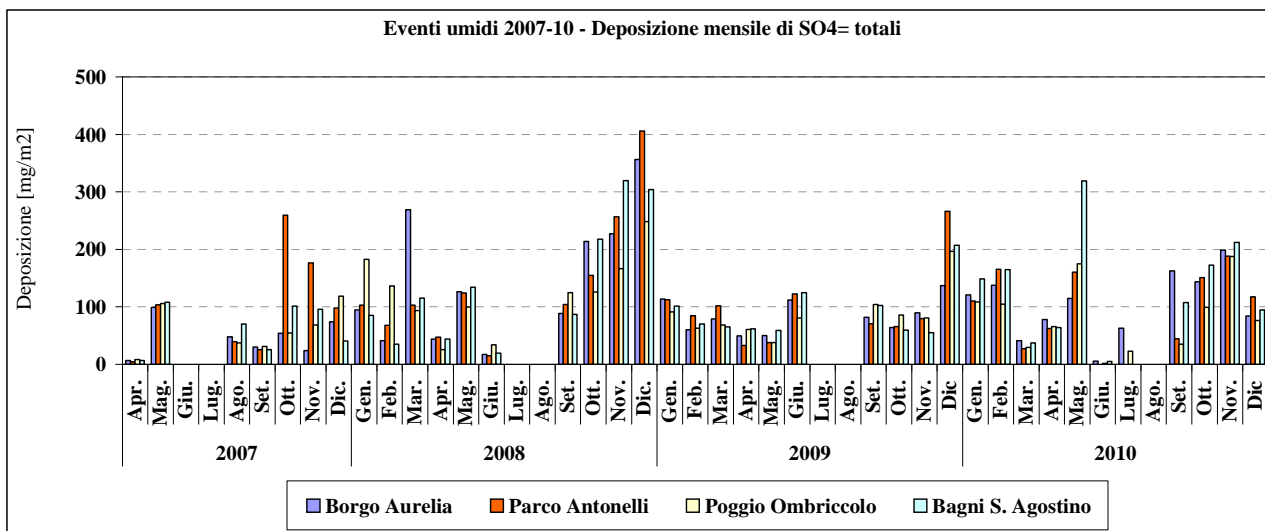


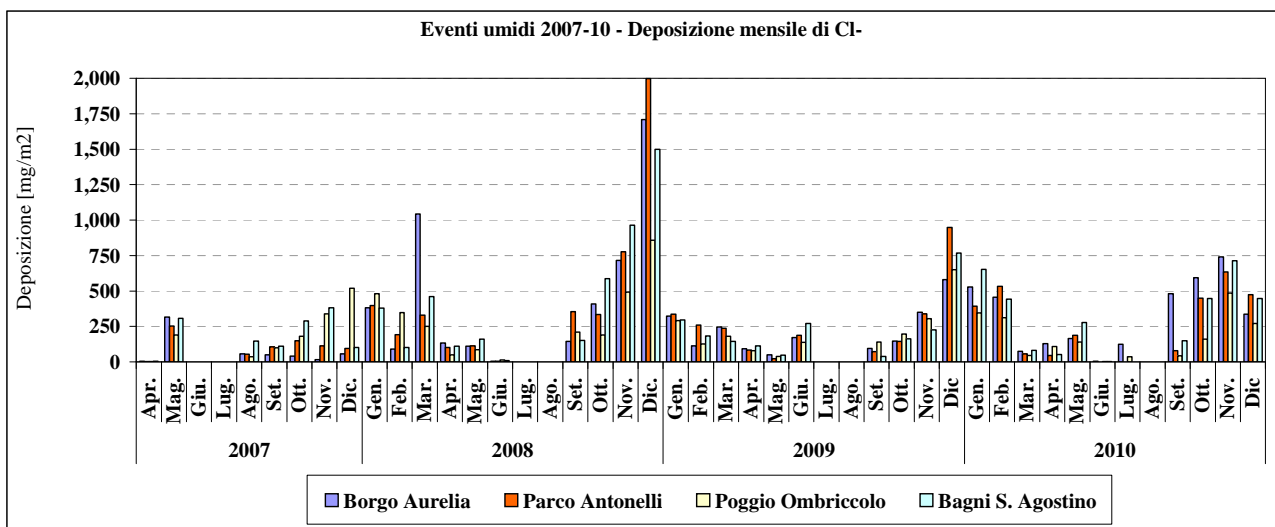
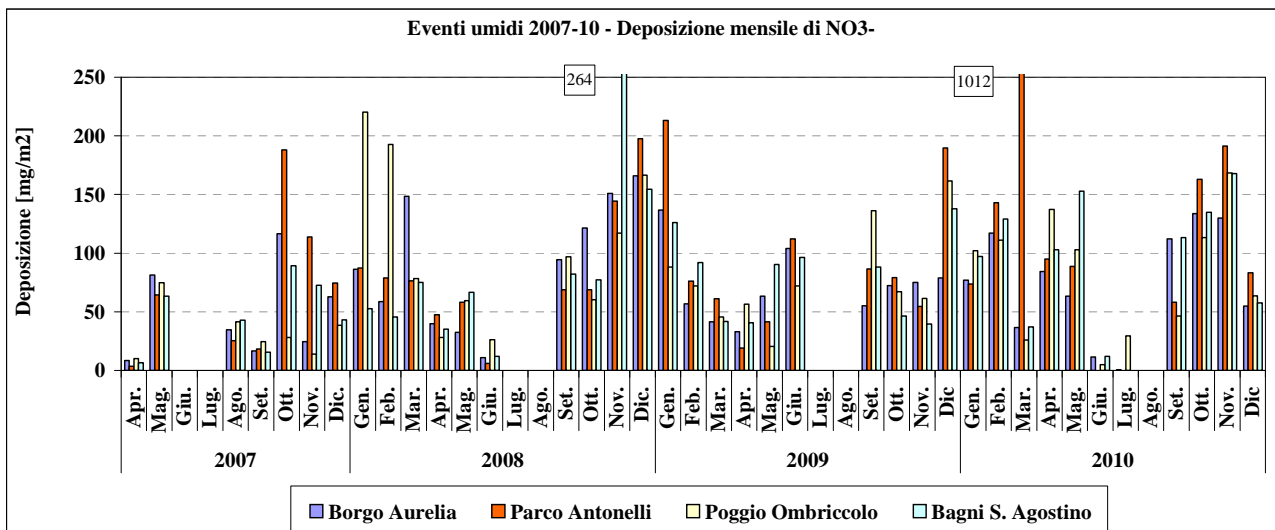
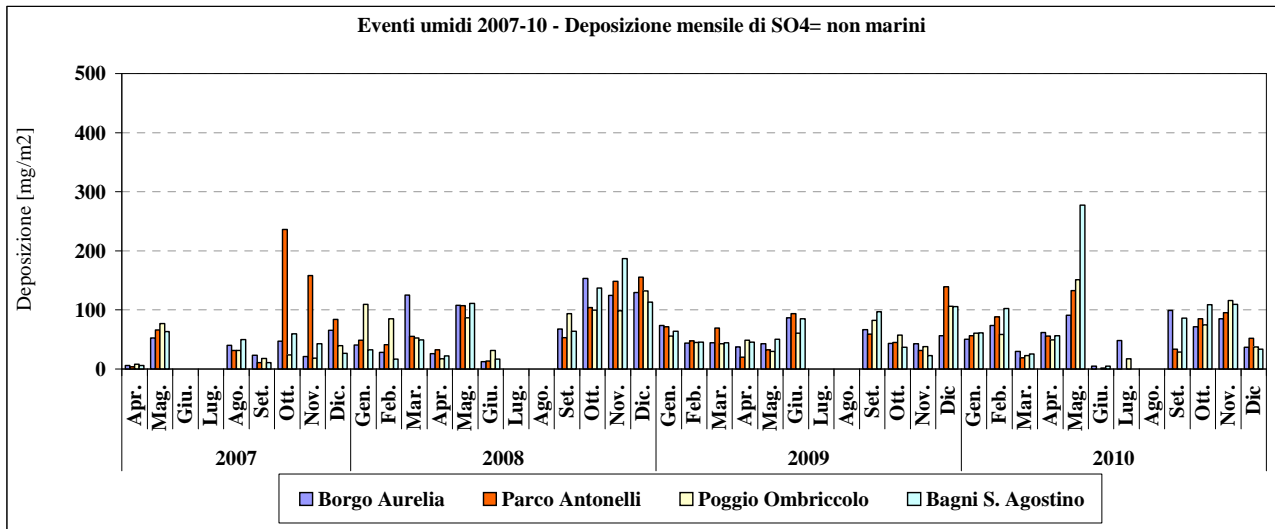


Facendo riferimento alle tabelle e figure precedenti, si possono fare alcune considerazioni:

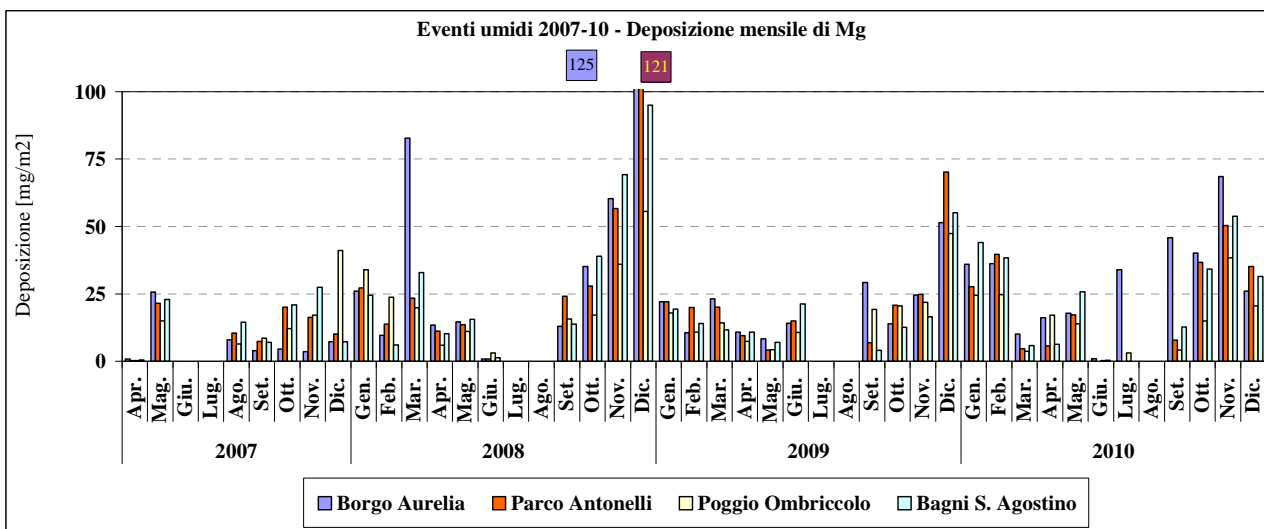
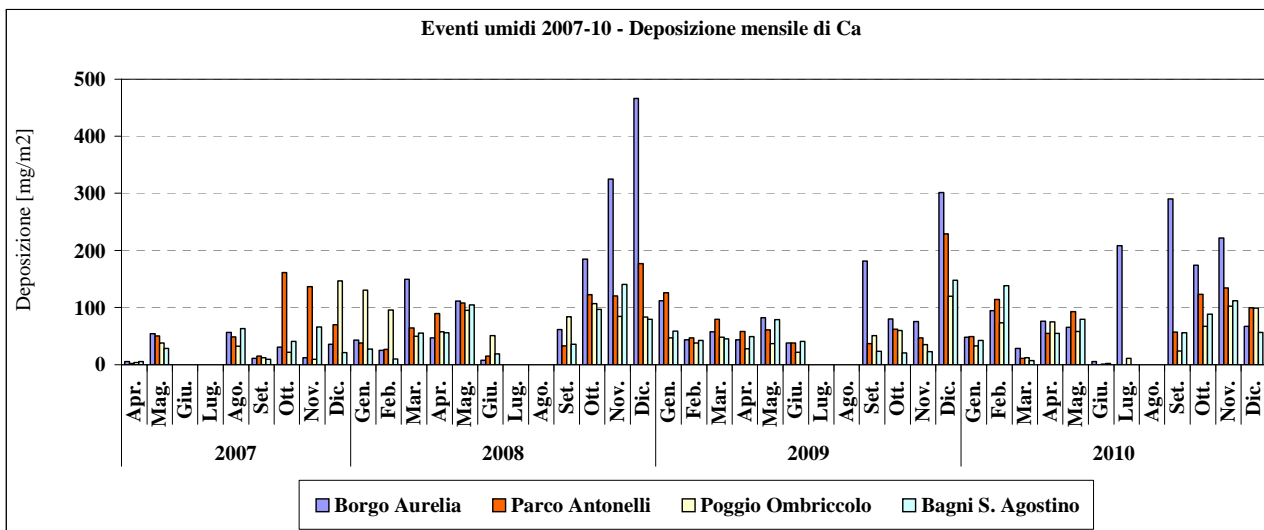
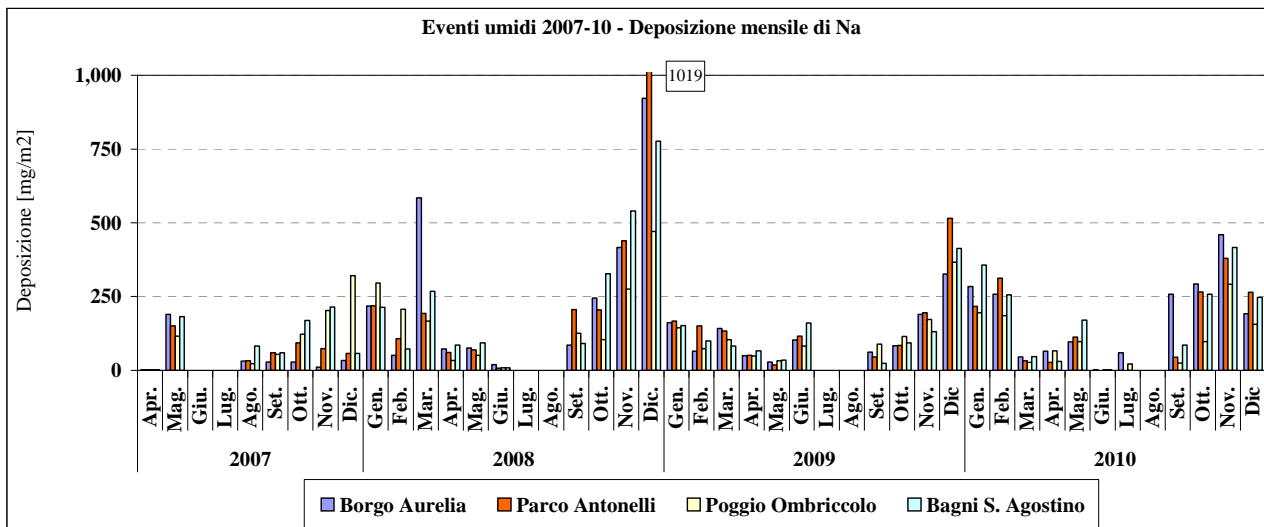
- il maggiore apporto di metalli totali da deposizioni umide si è avuto in maggio a Borgo Aurelia, Poggio Ombriccolo e Bagni S. Agostino, in ottobre a Parco Antonelli. Rispetto agli anni precedenti, i massimi delle deposizioni di metalli si sono avuti per lo più in primavera anche se le deposizioni di ottobre e novembre sono state significative a seguito delle abbondanti piogge;
- le deposizioni più peculiari risultano essere quelle di Mn e Pb in tutte le postazioni, di Cu a Borgo Aurelia e di Zn a Poggio Ombriccolo.

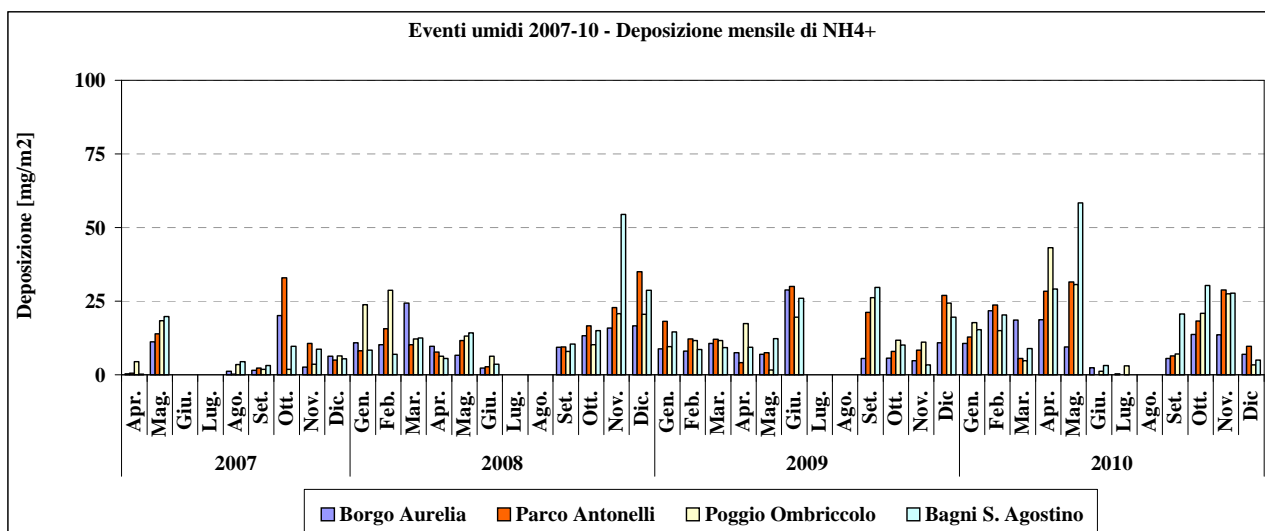
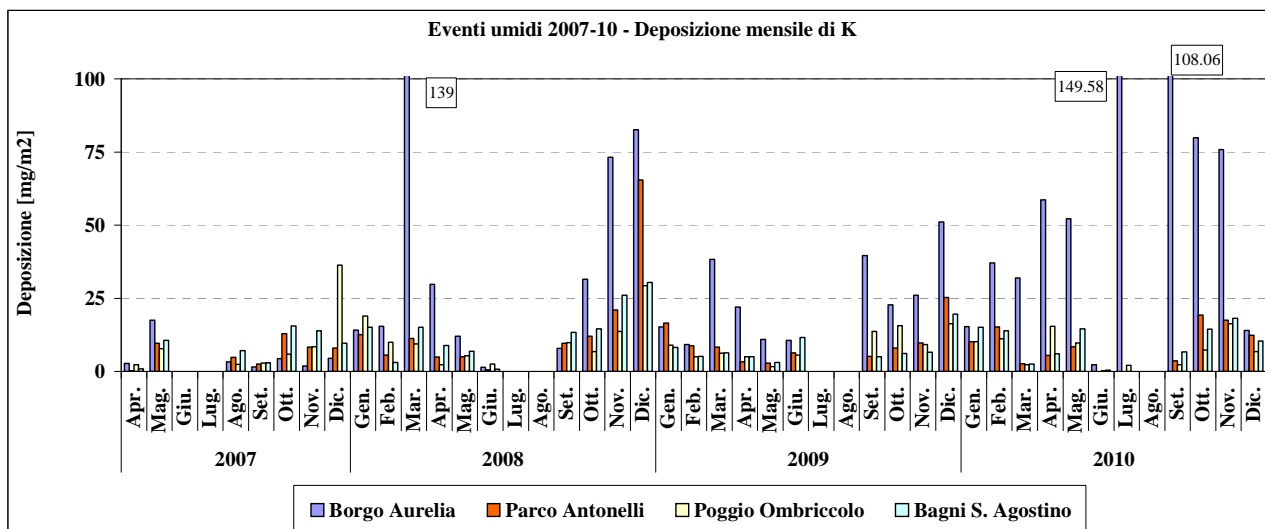
Nelle figure che seguono, sono confrontati invece gli andamenti delle concentrazioni mensili di **specie ioniche** nelle deposizioni umide:











Le deposizioni di specie ioniche più peculiari del 2010 sono l'elevata deposizioni di nitrati avvenuta in marzo a Parco Antonelli (oltre  $1000 \text{ mg/m}^2$ ); le quantitativamente elevate deposizioni di sodio e cloro in tutte le postazioni; la deposizione di calcio, magnesio e potassio a Borgo Aurelia da luglio a novembre, maggiore di quella di tutte le altre postazioni; l'elevata deposizione di ammonio in aprile a Poggio Ombriccolo e in maggio a Bagni S. Agostino.

Anche nel 2010, risalta l'elevata deposizione di sali marini che di gran lunga rappresentano la specie in assoluto più abbondante; come si vedrà più avanti, il solo NaCl costituisce su base annuale oltre il 50% delle specie ioniche depositate.

La conferma della presenza di sali marini si ha dalla valutazione del rapporto in massa tra Na e Cl che, per l'acqua di mare è pari 0.56. Nella tabella sottostante sono riportati i valori dei rapporti Na/Cl calcolati nei campioni di deposizioni umide:

Postazione	Data Inizio	Data Fine	Na/Cl mass ratio
Borgo Aurelia	03/01/10	09/01/10	0.53
Parco Antonelli	03/01/10	09/01/10	0.55
Poggio Ombriccolo	03/01/10	09/01/10	0.58
Bagni S. Agostino	03/01/10	09/01/10	0.55

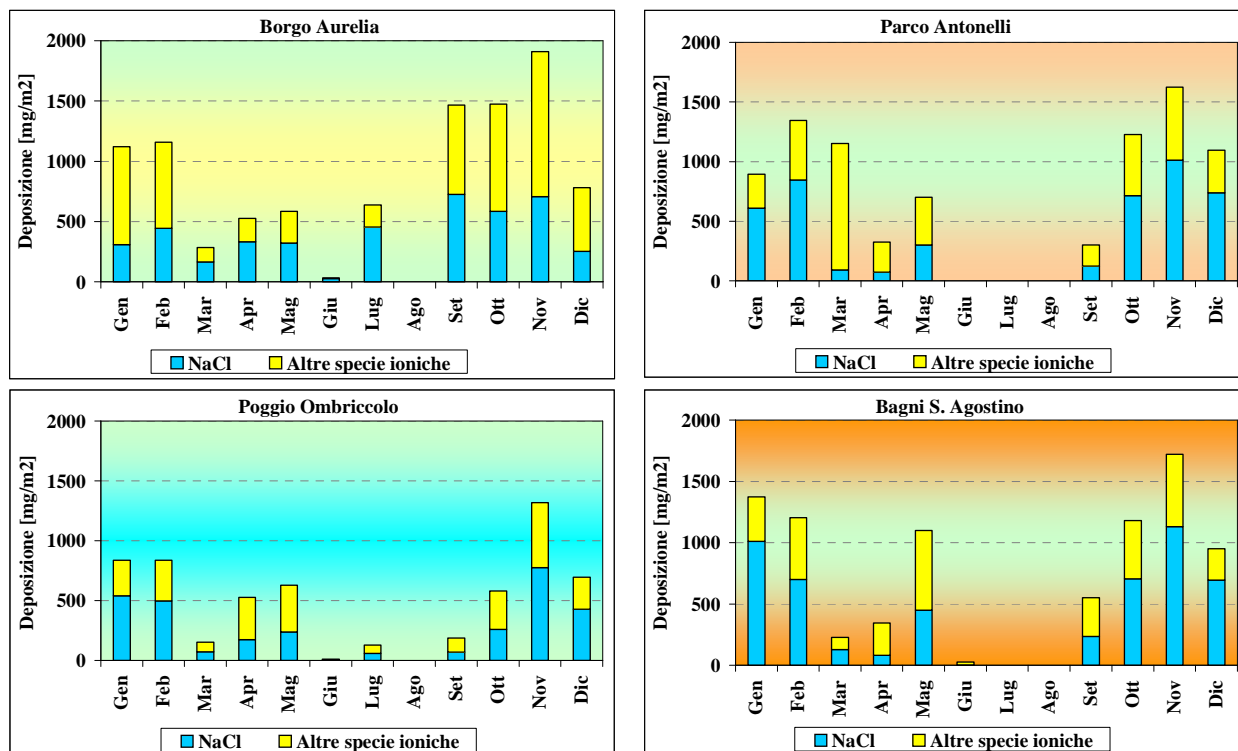
Postazione	Data Inizio	Data Fine	Na/Cl mass ratio
Borgo Aurelia	15/05/10	21/05/10	0.61
Parco Antonelli	15/05/10	21/05/10	0.58
Poggio Ombriccolo	15/05/10	21/05/10	0.79
Bagni S. Agostino	15/05/10	21/05/10	0.59

Postazione	Data Inizio	Data Fine	Na/Cl mass ratio
Borgo Aurelia	09/01/10	15/01/10	<b>0.54</b>
Parco Antonelli	09/01/10	15/01/10	<b>0.54</b>
Poggio Ombriccolo	09/01/10	15/01/10	<b>0.54</b>
Bagni S. Agostino	09/01/10	15/01/10	<b>0.54</b>
Borgo Aurelia	27/01/10	02/02/10	<b>0.55</b>
Parco Antonelli	27/01/10	02/02/10	-
Poggio Ombriccolo	27/01/10	02/02/10	<b>0.55</b>
Bagni S. Agostino	27/01/10	02/02/10	<b>0.54</b>
Borgo Aurelia	02/02/10	08/02/10	<b>0.55</b>
Parco Antonelli	02/02/10	08/02/10	<b>0.59</b>
Poggio Ombriccolo	02/02/10	08/02/10	<b>0.60</b>
Bagni S. Agostino	02/02/10	08/02/10	<b>0.56</b>
Borgo Aurelia	08/02/10	14/02/10	<b>0.56</b>
Parco Antonelli	08/02/10	14/02/10	<b>0.56</b>
Poggio Ombriccolo	08/02/10	14/02/10	<b>0.57</b>
Bagni S. Agostino	08/02/10	14/02/10	<b>0.57</b>
Borgo Aurelia	14/02/10	20/02/10	0.62
Parco Antonelli	14/02/10	20/02/10	0.65
Poggio Ombriccolo	14/02/10	20/02/10	<b>0.60</b>
Bagni S. Agostino	14/02/10	20/02/10	0.67
Borgo Aurelia	20/02/10	26/02/10	<b>0.55</b>
Parco Antonelli	20/02/10	26/02/10	<b>0.58</b>
Poggio Ombriccolo	20/02/10	26/02/10	<b>0.61</b>
Bagni S. Agostino	20/02/10	26/02/10	<b>0.57</b>
Borgo Aurelia	26/02/10	04/03/10	<b>0.60</b>
Parco Antonelli	00/01/00	00/01/00	-
Poggio Ombriccolo	26/02/10	04/03/10	<b>0.61</b>
Bagni S. Agostino	26/02/10	04/03/10	<b>0.59</b>
Borgo Aurelia	04/03/10	10/03/10	0.66
Parco Antonelli	04/03/10	10/03/10	<b>0.57</b>
Poggio Ombriccolo	04/03/10	10/03/10	0.63
Bagni S. Agostino	04/03/10	10/03/10	<b>0.61</b>
Borgo Aurelia	10/03/10	16/03/10	<b>0.57</b>
Parco Antonelli	10/03/10	16/03/10	<b>0.59</b>
Poggio Ombriccolo	10/03/10	16/03/10	<b>0.58</b>
Bagni S. Agostino	10/03/10	16/03/10	<b>0.57</b>
Borgo Aurelia	03/04/10	09/04/10	<b>0.53</b>
Parco Antonelli	03/04/10	09/04/10	<b>0.61</b>
Poggio Ombriccolo	03/04/10	09/04/10	<b>0.58</b>
Bagni S. Agostino	03/04/10	09/04/10	<b>0.60</b>
Borgo Aurelia	09/04/10	15/04/10	0.48
Parco Antonelli	09/04/10	15/04/10	0.62
Poggio Ombriccolo	09/04/10	15/04/10	<b>0.59</b>
Bagni S. Agostino	09/04/10	15/04/10	0.63
Borgo Aurelia	21/04/10	27/04/10	0.43
Parco Antonelli	-	-	-
Poggio Ombriccolo	21/04/10	27/04/10	0.72
Bagni S. Agostino	21/04/10	27/04/10	<b>0.59</b>
Borgo Aurelia	03/05/10	09/05/10	<b>0.56</b>
Parco Antonelli	03/05/10	09/05/10	<b>0.60</b>
Poggio Ombriccolo	03/05/10	09/05/10	0.64
Bagni S. Agostino	03/05/10	09/05/10	0.62
Borgo Aurelia	09/05/10	15/05/10	0.64
Parco Antonelli	09/05/10	15/05/10	0.63
Poggio Ombriccolo	09/05/10	15/05/10	0.70
Bagni S. Agostino	09/05/10	15/05/10	0.63

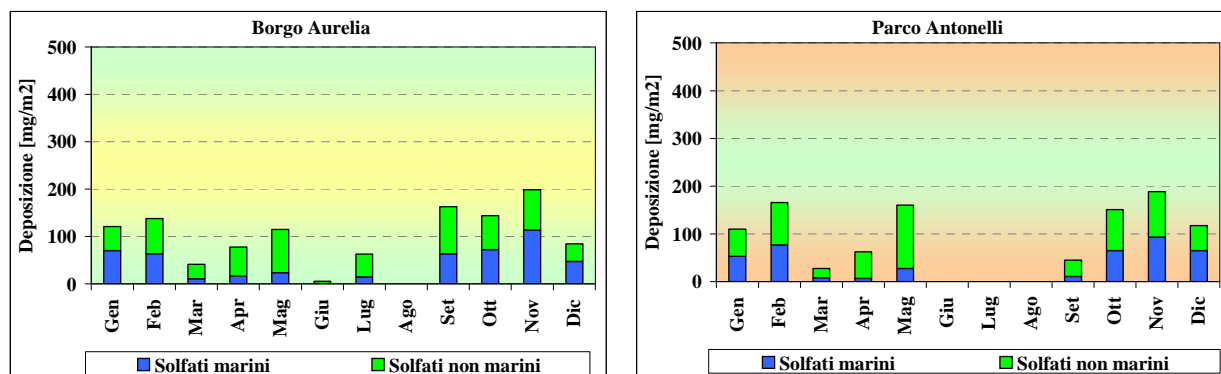
Postazione	Data Inizio	Data Fine	Na/Cl mass ratio
Borgo Aurelia	02/06/10	08/06/10	0.46
Parco Antonelli	02/06/10	08/06/10	-
Poggio Ombriccolo	02/06/10	08/06/10	0.63
Bagni S. Agostino	02/06/10	08/06/10	0.73
Borgo Aurelia	24/09/10	30/09/10	<b>0.55</b>
Parco Antonelli	24/09/10	30/09/10	<b>0.54</b>
Poggio Ombriccolo	24/09/10	30/09/10	<b>0.57</b>
Bagni S. Agostino	24/09/10	30/09/10	<b>0.54</b>
Borgo Aurelia	30/09/10	06/10/10	<b>0.53</b>
Parco Antonelli	30/09/10	06/10/10	<b>0.57</b>
Poggio Ombriccolo	30/09/10	06/10/10	<b>0.60</b>
Bagni S. Agostino	30/09/10	06/10/10	<b>0.57</b>
Borgo Aurelia	06/10/10	12/10/10	<b>0.51</b>
Parco Antonelli	06/10/10	12/10/10	<b>0.58</b>
Poggio Ombriccolo	06/10/10	12/10/10	0.63
Bagni S. Agostino	06/10/10	12/10/10	0.67
Borgo Aurelia	12/10/10	18/10/10	<b>0.60</b>
Parco Antonelli	12/10/10	18/10/10	<b>0.57</b>
Poggio Ombriccolo	12/10/10	18/10/10	<b>0.59</b>
Bagni S. Agostino	12/10/10	18/10/10	<b>0.59</b>
Borgo Aurelia	24/10/10	30/10/10	0.45
Parco Antonelli	24/10/10	30/10/10	<b>0.60</b>
Poggio Ombriccolo	24/10/10	30/10/10	<b>0.61</b>
Bagni S. Agostino	24/10/10	30/10/10	<b>0.60</b>
Borgo Aurelia	30/10/10	05/11/10	<b>0.51</b>
Parco Antonelli	30/10/10	05/11/10	<b>0.60</b>
Poggio Ombriccolo	30/10/10	05/11/10	0.63
Bagni S. Agostino	30/10/10	05/11/10	<b>0.57</b>
Borgo Aurelia	05/11/10	11/11/10	<b>0.58</b>
Parco Antonelli	05/11/10	11/11/10	<b>0.57</b>
Poggio Ombriccolo	05/11/10	11/11/10	<b>0.58</b>
Bagni S. Agostino	05/11/10	11/11/10	<b>0.57</b>
Borgo Aurelia	11/11/10	17/11/10	<b>0.60</b>
Parco Antonelli	11/11/10	17/11/10	<b>0.60</b>
Poggio Ombriccolo	11/11/10	17/11/10	0.65
Bagni S. Agostino	11/11/10	17/11/10	<b>0.57</b>
Borgo Aurelia	17/11/10	23/11/10	0.63
Parco Antonelli	17/11/10	23/11/10	<b>0.60</b>
Poggio Ombriccolo	17/11/10	23/11/10	<b>0.59</b>
Bagni S. Agostino	17/11/10	23/11/10	<b>0.59</b>
Borgo Aurelia	23/11/10	29/11/10	<b>0.61</b>
Parco Antonelli	23/11/10	29/11/10	0.62
Poggio Ombriccolo	23/11/10	29/11/10	<b>0.61</b>
Bagni S. Agostino	23/11/10	29/11/10	<b>0.58</b>
Borgo Aurelia	29/11/10	05/12/10	0.75
Parco Antonelli	29/11/10	05/12/10	<b>0.60</b>
Poggio Ombriccolo	29/11/10	05/12/10	0.63
Bagni S. Agostino	29/11/10	05/12/10	<b>0.61</b>
Borgo Aurelia	17/12/10	23/12/10	<b>0.54</b>
Parco Antonelli	17/12/10	23/12/10	<b>0.56</b>
Poggio Ombriccolo	17/12/10	23/12/10	<b>0.58</b>
Bagni S. Agostino	17/12/10	23/12/10	<b>0.55</b>
Borgo Aurelia	23/12/10	29/12/10	<b>0.60</b>
Parco Antonelli	23/12/10	29/12/10	<b>0.57</b>
Poggio Ombriccolo	23/12/10	29/12/10	<b>0.58</b>
Bagni S. Agostino	23/12/10	29/12/10	<b>0.57</b>

Nella tabella precedente, sono stati evidenziati con sfondo azzurro i campioni in cui il rapporto Na/Cl rimane compreso entro  $\pm$  il 10% del rapporto nell'acqua di mare. Questi campioni possono essere

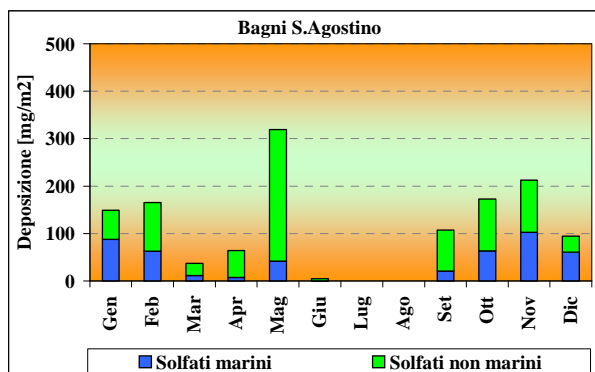
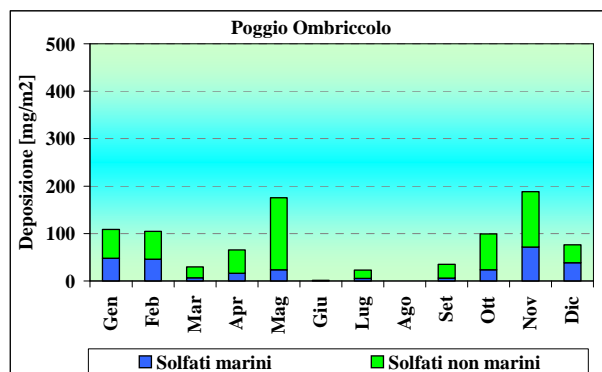
considerati influenzati da masse di aria marina di origine molto recente. E' noto dalla letteratura (<sup>13</sup>) che masse di aria marina meno recenti subiscono un progressivo impoverimento del contenuto di Cl<sup>-</sup> a causa della reazione con HNO<sub>3</sub> che porta alla formazione di HCL, il quale si volatilizza. La conseguenza è che nelle precipitazioni umide si può avere un rapporto Na/Cl anche maggiore di 0,56. Pur adottando il criterio di identificazione più restrittivo, la presenza di cloruro di sodio nella maggior parte dei campioni è molto evidente. A riprova di ciò, negli istogrammi delle figure seguenti sono state evidenziate in azzurro le deposizioni di NaCl e in giallo quelle di tutte le altre specie ioniche.



Nel 2010, le deposizioni di specie ioniche sono state quindi ancora fortemente influenzate da quelle di origine marina e il solo NaCl ha rappresentato, a seconda del mese e della postazione, da un minimo di 8% ad un massimo del 74% delle specie ioniche totali depositate. Una così elevata influenza degli apporti marini si è riflessa anche sulla quantità di solfati totali nelle deposizioni, in cui la componente marina è stata spesso una parte significativa dei solfati totali, come riportato nelle tabelle precedenti ed evidenziato in forma grafica negli istogrammi delle figure seguenti, in cui le barre blu rappresentano i solfati di origine marina e le barre verdi sovrapposte i solfati antropogenici:



<sup>13</sup> D. Moller (1990), Tellus B 42, 254-262



Sostanzialmente, i solfati marini hanno contato per il 7-58% dei solfati totali a Borgo Aurelia, per l'11 - 56% a Parco Antonelli, per l'8-50% a Poggio Ombriccolo e per il 6-65% a Bagni S. Agostino. Si noti che anche la postazione più lontana dalla costa (Poggio Ombriccolo) ha subito apporti di solfati marini. Nella tabella che segue sono riassunte le **deposizioni totali di metalli pesanti e specie ioniche** avvenute tra gennaio e dicembre 2010 e dovute alle precipitazioni umide

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Data Inizio		03/01/2010	03/01/2010	03/01/2010	03/01/2010
Data Fine		29/12/2010	29/12/2010	29/12/2010	29/12/2010
Al	[µg/m <sup>2</sup> ]	16650	19976	22147	23435
As	[µg/m <sup>2</sup> ]	316	396	426	480
Be	[µg/m <sup>2</sup> ]	38	45	51	51
Cd	[µg/m <sup>2</sup> ]	38	49	53	57
Co	[µg/m <sup>2</sup> ]	108	111	119	167
Cr	[µg/m <sup>2</sup> ]	339	415	443	460
Cu	[µg/m <sup>2</sup> ]	1032	711	718	1010
Hg	[µg/m <sup>2</sup> ]	176	197	221	230
Mn	[µg/m <sup>2</sup> ]	1458	2033	1361	1651
Ni	[µg/m <sup>2</sup> ]	241	237	253	264
Pb	[µg/m <sup>2</sup> ]	294	435	504	424
Pd	[µg/m <sup>2</sup> ]	87	104	110	122
Pt	[µg/m <sup>2</sup> ]	87	113	128	116
Rh	[µg/m <sup>2</sup> ]	622	776	1134	1458
Sb	[µg/m <sup>2</sup> ]	71	89	137	107
Se	[µg/m <sup>2</sup> ]	917	1157	1243	1406
Sn	[µg/m <sup>2</sup> ]	177	223	271	263
Te	[µg/m <sup>2</sup> ]	157	198	213	240
Ti	[µg/m <sup>2</sup> ]	732	1006	1041	1036
Tl	[µg/m <sup>2</sup> ]	83	104	113	126
V	[µg/m <sup>2</sup> ]	420	495	515	569
Zn	[µg/m <sup>2</sup> ]	8427	11407	24684	12891
SO4-	[µg/m <sup>2</sup> ]	1,148,737	1,027,039	906,000	1,326,276
NO3-	[µg/m <sup>2</sup> ]	820,539	1,907,127	905,216	1,005,019
Cl-	[µg/m <sup>2</sup> ]	3,632,844	2,846,759	1,945,158	3,263,998
Ca	[µg/m <sup>2</sup> ]	1,279,089	736,279	554,477	636,083
Na	[µg/m <sup>2</sup> ]	2,013,603	1,656,627	1,164,456	1,868,926
Mg	[µg/m <sup>2</sup> ]	331,890	225,141	165,236	252,670
K	[µg/m <sup>2</sup> ]	625,154	94,728	83,998	102,132
NH4+	[µg/m <sup>2</sup> ]	121,719	165,156	174,229	219,049
<b>Metalli pesanti totali</b>	<b>[mg/m<sup>2</sup>]</b>	<b>32.5</b>	<b>40.3</b>	<b>55.9</b>	<b>46.6</b>
<b>Specie ioniche totali</b>	<b>[mg/m<sup>2</sup>]</b>	<b>9974</b>	<b>8659</b>	<b>5899</b>	<b>8674</b>
<i>SO4- non marini</i>	<i>[mg/m<sup>2</sup>]</i>	<i>653</i>	<i>620</i>	<i>620</i>	<i>867</i>
<i>SO4- marini</i>	<i>[mg/m<sup>2</sup>]</i>	<i>495</i>	<i>408</i>	<i>286</i>	<i>460</i>
<i>NaCl</i>	<i>[mg/m<sup>2</sup>]</i>	<i>5646</i>	<i>4503</i>	<i>3110</i>	<i>5133</i>

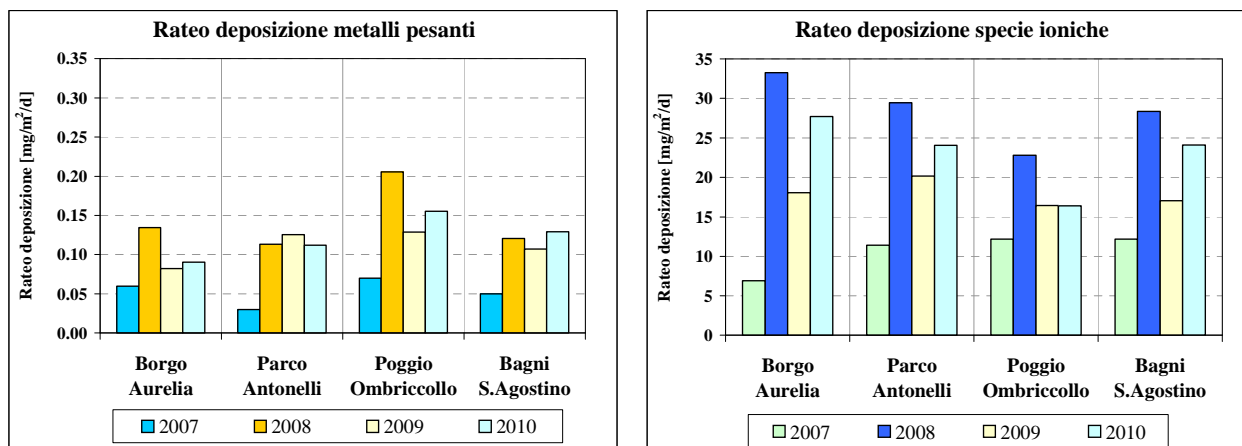
Le deposizioni totali di metalli e specie ioniche sono rimaste comprese tra i 33 – 56  $\text{mg/m}^2$  di metalli e 5.9 – 10.0  $\text{g/m}^2$  di specie ioniche. Le deposizioni più abbondanti sono state quindi dovute alle specie ioniche e, tra queste sono state preponderanti quelle attribuibili al cloruro di sodio come sale ( $\text{NaCl}$ ), in ragione di 3.1 – 5.6  $\text{g/m}^2$  depositati, cui si aggiungono 0.9 – 1.3  $\text{g/m}^2$  di solfati totali, 0.8 – 1.9  $\text{g/m}^2$  di nitrati e 0.5 – 1.3  $\text{g/m}^2$  di calcio.

Nella tabella sottostante, è riportato infine il rateo di deposizione giornaliero da deposizioni umide di ciascun metallo pesante e specie ionica, espresso in  $\mu\text{g tot/m}^2/\text{d}$  o  $\text{mg tot/m}^2/\text{d}$ , calcolato per il periodo da gennaio ad dicembre:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Al	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	46.3	55.5	61.5	65.1
As	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.88	1.10	1.18	1.33
Be	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.10	0.13	0.14	0.14
Cd	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.11	0.14	0.15	0.16
Co	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.30	0.31	0.33	0.46
Cr	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.94	1.15	1.23	1.28
Cu	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	2.87	1.98	1.99	2.80
Hg	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.49	0.55	0.62	0.64
Mn	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	4.05	5.65	3.78	4.59
Ni	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.67	0.66	0.70	0.73
Pb	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.82	1.21	1.40	1.18
Pd	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.24	0.29	0.31	0.34
Pt	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.24	0.31	0.36	0.32
Rh	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	1.73	2.16	3.15	4.05
Sb	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.20	0.25	0.38	0.30
Se	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	2.55	3.21	3.45	3.91
Sn	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.49	0.62	0.75	0.73
Te	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.44	0.55	0.59	0.67
Ti	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	2.03	2.80	2.89	2.88
Tl	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.23	0.29	0.31	0.35
V	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	1.17	1.38	1.43	1.58
Zn	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	23.4	31.7	68.6	35.8
SO4-- totali	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	3,191	2,853	2,517	3,684
NO3-	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	2,279	5,298	2,514	2,792
Cl-	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	10,091	7,908	5,403	9,067
Ca	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	3,553	2,045	1,540	1,767
Na	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	5,593	4,602	3,235	5,191
Mg	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	922	625	459	702
K	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	1,737	263	233	284
NH4+	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	338	459	484	608
<b>Metalli pesanti totali</b>	$[\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}]$	<b>0.09</b>	<b>0.11</b>	<b>0.16</b>	<b>0.13</b>
<b>Specie ioniche totali</b>	$[\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}]$	<b>27.7</b>	<b>24.1</b>	<b>16.4</b>	<b>24.1</b>

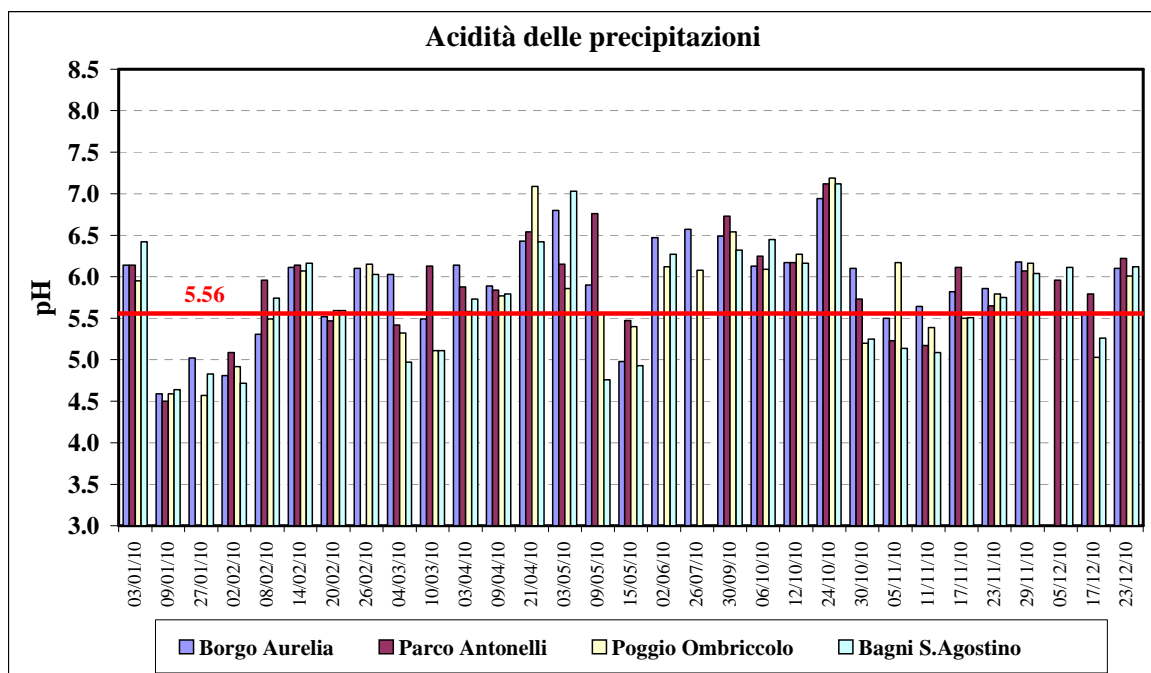
Considerando il rateo giornaliero di deposizione per il 2010, si osserva una deposizione media giornaliera di 0.09 – 0.16  $\text{mg/m}^2$  di metalli pesanti e di 16 – 28  $\text{mg/m}^2$  di specie ioniche, entrambe confrontabili con quelle degli anni precedenti.

Nelle figure che seguono, sono stati messi a confronto i ratei di deposizione di metalli pesanti e specie ioniche del 2010 con quelli del 2007, 2008 e 2009:



Rispetto ai ratei di deposizione degli anni precedenti, quelli del 2010 risultano intermedi tra quelli del 2008 e del 2009 sia per metalli pesanti sia per le specie ioniche, dipendendo ovviamente anche dalla entità delle precipitazioni dell'anno.

L'acidità delle precipitazioni del 2010 è stata significativa negli eventi del mese di gennaio, per poi tornare alla neutralità come il più delle volte riscontrato nelle precipitazioni del comprensorio di Civitavecchia, salvo appunto casi episodici. Va ricordato che il pH misurato nelle precipitazioni può considerarsi acido a valori inferiori a 5.56. Questo pH corrisponde alla naturale reazione di equilibrio tra la CO<sub>2</sub> atmosferica e la fase acquosa aerodispersa che porta alla formazione di acido carbonico, un acido debole. Nella figura che segue sono riportati sotto forma di istogramma i valori di pH riscontrati nelle deposizioni umide del 2010:



Oltre agli eventi acidi di gennaio, si è avuto un evento di piogge acide in maggio esteso a tutte le postazioni ed episodicamente nel resto dell'anno, ma gli eventi spesso non si sono estesi a tutte le postazioni. Nella tabella che segue, sono stati riportati i valori di pH riscontrati nelle deposizioni umide, evidenziando in rosso i valori inferiori a 5.5:

Data inizio evento	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
03/01/10	6.14	6.14	5.95	6.42
09/01/10	4.59	4.50	4.59	4.64
27/01/10	5.02	-	4.57	4.83
02/02/10	4.81	5.09	4.92	4.72
08/02/10	5.31	5.96	5.49	5.74
14/02/10	6.11	6.14	6.07	6.16
20/02/10	5.52	5.47	5.59	5.59
26/02/10	6.10	-	6.15	6.03
04/03/10	6.03	5.42	5.32	4.97
10/03/10	5.49	6.13	5.11	5.11
03/04/10	6.14	5.88	5.58	5.73
09/04/10	5.89	5.84	5.77	5.79
21/04/10	6.43	6.54	7.09	6.42
03/05/10	6.80	6.15	5.86	7.03
09/05/10	5.90	6.76	5.55	4.76
15/05/10	4.98	5.47	5.40	4.93
02/06/10	6.47	-	6.12	6.27
26/07/10	6.57	-	6.08	-
30/09/10	6.49	6.73	6.54	6.32
06/10/10	6.13	6.25	6.09	6.45
12/10/10	6.17	6.17	6.27	6.16
24/10/10	6.94	7.12	7.19	7.12
30/10/10	6.10	5.73	5.20	5.25
05/11/10	5.50	5.23	6.17	5.14
11/11/10	5.64	5.17	5.39	5.09
17/11/10	5.82	6.11	5.50	5.51
23/11/10	5.86	5.65	5.79	5.75
29/11/10	6.18	6.07	6.16	6.04
05/12/10	-	5.96	-	6.11
17/12/10	5.55	5.79	5.03	5.26
23/12/10	6.10	6.22	6.01	6.12

### 3.4.1.2 Idrocarburi aromatici policiclici (IPA) nelle deposizioni umide

Le analisi chimiche di caratterizzazione degli IPA nelle deposizioni umide hanno messo in evidenza un modestissimo contenuto di tali composti. In tutti i campioni, inoltre, sono stati rilevati solo IPA a 2 o 3 anelli, i più volatili tra quelli determinati, con frequente presenza soprattutto di derivati alchilati. Ciò non è singolare in quanto gli IPA pesanti in aria sono associati al particolato e, nelle deposizioni umide (“wet only”), mancando quest’ultimo, è raro riscontrare concentrazioni significative di IPA.

Anche in questo caso, essendo buona parte dei risultati analitici inferiori al limite di rilevabilità sperimentale (LdR), i valori di deposizione sono da considerarsi conservativi.

Nelle tabelle che seguono, sono riportati i valori di **deposizione totale per m<sup>2</sup>** nel periodo di indagine, calcolati utilizzando le concentrazioni riscontrate nei campioni o la metà del limite di rilevabilità (LdR), in accordo con quanto riportato nel rapporto ISTISAN 06/38 (v. par. 3.4).



I valori della postazione di **Borgo Aurelia** sono riportati di seguito:

Postazione	Borgo Aurelia						
	Mese	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Naftalene [ng/m <sup>3</sup> ]		125	471	40	62	60	20
2-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]		20	190	40	40	60	43
1-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]		46	292	40	40	60	388
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]		20	100	40	40	60	181
Acenaftilene [ng/m <sup>3</sup> ]		20	100	40	84	60	20
Acenaftene [ng/m <sup>3</sup> ]		20	100	57	40	80	20
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]		492	100	40	40	60	20
Fluorene [ng/m <sup>3</sup> ]		20	128	40	40	60	20
Fenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]		68	468	114	40	60	20
Antracene [ng/m <sup>3</sup> ]		20	100	40	40	60	20
1-Metilfenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]		20	100	40	40	60	20
Fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]		60	380	92	40	60	20
Pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		45	213	66	40	60	20
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		20	100	40	40	60	20
Benzo[a]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]		20	100	40	40	80	20
Crisene [ng/m <sup>3</sup> ]		20	100	40	40	60	20
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]		55	275	110	110	165	55
Benzo[k]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]		55	275	110	110	165	55
Benzo[e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		55	275	110	110	165	55
Benzo[a]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		55	275	110	110	165	55
Perilene [ng/m <sup>3</sup> ]		55	275	110	110	165	55
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		55	275	110	110	165	55
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]		55	275	110	110	165	55
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m <sup>3</sup> ]		55	275	110	110	165	55
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		55	275	110	110	165	55
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		55	275	110	110	165	55
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		55	275	110	110	165	55
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		55	275	110	110	165	55
<b>Totale</b> [ng/m <sup>3</sup> ]		<b>1696</b>	<b>6343</b>	<b>2129</b>	<b>2026</b>	<b>2980</b>	<b>1531</b>

Postazione	Borgo Aurelia						
	Mese	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Naftalene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	73	1595	-
2-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	40	197	-
1-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	91	1025	-
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	40	100	-
Acenaftilene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	40	243	-
Acenaftene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	40	100	-
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	40	1677	-
Fluorene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	40	178	-
Fenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	40	1141	-
Antracene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	40	185	-
1-Metilfenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	40	100	-
Fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	61	1062	-
Pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	40	929	-
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	40	100	-
Benzo[a]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	40	691	-
Crisene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	40	839	-
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	110	604	-
Benzo[k]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	110	700	-
Benzo[e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	110	654	-
Benzo[a]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	110	707	-
Perilene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	110	668	-
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	110	806	-
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	110	701	-
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	110	673	-
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	110	275	-
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	110	275	-
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	110	275	-
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	110	275	-
<b>Totale</b> [ng/m <sup>3</sup> ]		-	-	-	<b>2064</b>	<b>16776</b>	-

I valori riscontrati nella postazione di **Parco Antonelli** sono mostrati nella tabella sottostante:

Postazione	Parco Antonelli					
Mese	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Naftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	320	779	83	405	60	-
2-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	81	197	40	208	60	-
1-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	174	376	40	368	60	-
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	149	118	40	116	60	-
Acenaftilene [ng/m <sup>3</sup> ]	65	100	40	80	60	-
Acenaftene [ng/m <sup>3</sup> ]	137	100	40	84	90	-
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	889	100	40	79	60	-
Fluorene [ng/m <sup>3</sup> ]	97	170	40	60	60	-
Fenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]	268	602	124	177	86	-
Antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	40	60	60	-
1-Metilfenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]	80	100	40	60	60	-
Fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	275	609	100	1797	60	-
Pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	185	357	75	203	60	-
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	40	60	60	-
Benzo[a]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	40	118	40	80	60	-
Crisene [ng/m <sup>3</sup> ]	70	187	40	60	60	-
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	208	391	110	229	165	-
Benzo[k]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	-
Benzo[e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	-
Benzo[a]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	-
Perilene [ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	-
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	-
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	-
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	-
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	-
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	-
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	-
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	-
<b>Totale</b> [ng/m <sup>3</sup> ]	<b>4329</b>	<b>7528</b>	<b>2182</b>	<b>5941</b>	<b>2996</b>	-

Postazione	Parco Antonelli					
Mese	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Naftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	465	764	815	203
2-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	40	345	467	40
1-Metilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	2983	2483	920	204
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	40	392	100	40
Acenaftilene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	40	80	128	40
Acenaftene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	115	108	179	40
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	40	80	100	40
Fluorene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	40	80	100	63
Fenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	78	137	724	257
Antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	40	80	100	40
1-Metilfenantrene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	40	80	100	40
Fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	40	121	534	248
Pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	40	105	402	184
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	40	80	100	40
Benzo[a]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	40	97	122	65
Crisene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	40	80	167	71
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	110	220	275	110
Benzo[k]fluorantene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	110	220	275	110
Benzo[e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	110	220	275	110
Benzo[a]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	110	220	275	110
Perilene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	110	220	275	110
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	110	220	275	110
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	110	220	275	110
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	110	220	275	110
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	110	220	275	110
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	110	220	275	110
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	110	220	275	110
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	110	220	275	110
<b>Totale</b> [ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	<b>5440</b>	<b>7751</b>	<b>8358</b>	<b>2936</b>

I valori relativi alla postazione di **Poggio Ombriccolo** sono mostrati di seguito:

Postazione		Poggio Ombriccolo					
Mese		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Naftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	132	1393	80	89	157	20
2-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	258	40	40	60	41
1-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	405	40	40	60	452
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	73	100	40	40	60	109
Acenaftilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	91	40	60	20
Acenaftene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	58	40	60	20
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	233	100	40	40	60	20
Fluorene	[ng/m <sup>3</sup> ]	57	141	40	40	60	20
Fenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	184	419	156	40	80	20
Antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	40	40	60	20
1-Metilfenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	40	40	60	20
Fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	147	268	99	40	94	20
Pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	90	153	73	40	83	20
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	40	40	60	20
Benzo[a]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	40	40	60	20
Crisene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	40	40	60	20
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	110	165	55
Benzo[k]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	110	165	55
Benzo[e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	110	165	55
Benzo[a]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	110	165	55
Perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	110	165	55
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	110	165	55
Dibenzof[a, h]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	110	165	55
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	110	165	55
Dibenzof[a,e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	110	165	55
Dibenzof[a,h]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	110	165	55
Dibenzof[a,i]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	110	165	55
Dibenzof[a, l]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	110	165	55
<b>Totale</b>	[ng/m <sup>3</sup> ]	<b>2596</b>	<b>7237</b>	<b>2276</b>	<b>2009</b>	<b>3115</b>	<b>1522</b>

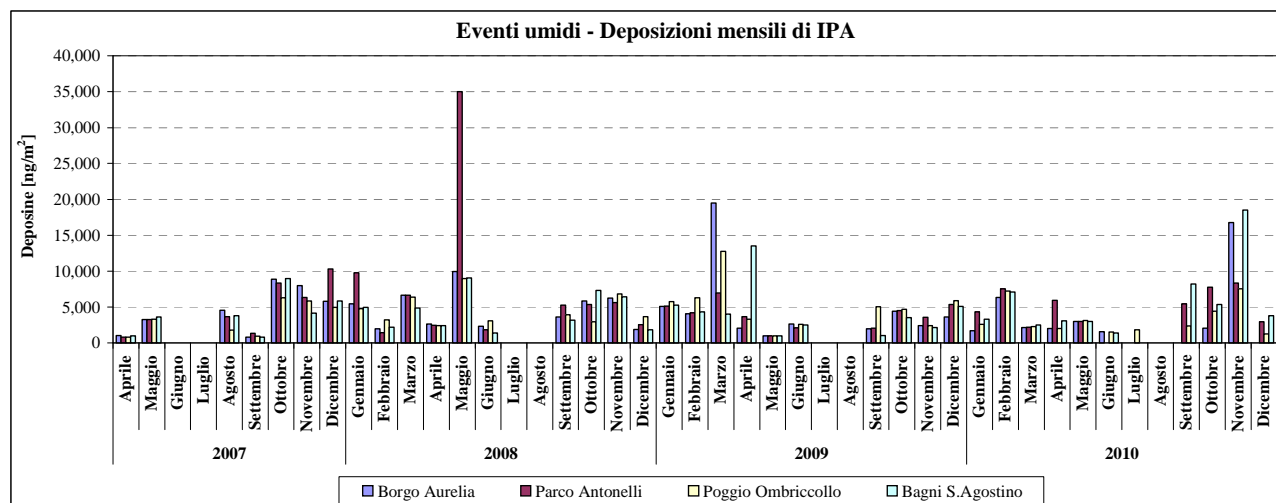
Postazione		Poggio Ombriccolo					
Mese		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Naftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	44	-	95	219	906	127
2-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	119	157	20
1-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	846	-	398	276	285	20
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	80	100	20
Acenaftilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	80	100	20
Acenaftene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	80	100	20
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	80	582	20
Fluorene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	80	100	20
Fenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	153	473	112
Antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	80	100	20
1-Metilfenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	80	100	20
Fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	118	447	68
Pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	80	305	54
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	80	100	20
Benzo[a]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	80	184	20
Crisene	[ng/m <sup>3</sup> ]	20	-	40	80	191	20
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	55	-	110	220	275	55
Benzo[k]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	55	-	110	220	275	55
Benzo[e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	55	-	110	220	275	55
Benzo[a]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	55	-	110	220	275	55
Perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	55	-	110	220	275	55
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	55	-	110	220	275	55
Dibenzof[a, h]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	55	-	110	220	275	55
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	55	-	110	220	275	55
Dibenzof[a,e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	55	-	110	220	275	55
Dibenzof[a,h]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	55	-	110	220	275	55
Dibenzof[a,i]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	55	-	110	220	275	55
Dibenzof[a, l]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	55	-	110	220	275	55
<b>Totale</b>	[ng/m <sup>3</sup> ]	<b>1830</b>	-	<b>2373</b>	<b>4405</b>	<b>7530</b>	<b>1260</b>

I valori relativi alla postazione di **Bagni S. Agostino** sono riportati di seguito:

Postazione		Bagni S. Agostino					
Mese		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Naftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	260	453	170	117	60	20
2-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	63	258	61	60	60	80
1-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	89	262	78	118	60	277
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	133	389	40	60	60	79
Acenaftilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	107	76	60	20
Acenaftene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	76	60	60	41
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	588	100	40	60	60	20
Fluorene	[ng/m <sup>3</sup> ]	56	169	40	60	60	20
Fenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	203	601	166	79	96	20
Antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	40	60	60	20
1-Metilfenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	40	60	60	20
Fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	163	483	110	60	60	20
Pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	107	254	81	60	60	20
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	40	60	60	20
Benzo[a]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	100	40	60	83	20
Crisene	[ng/m <sup>3</sup> ]	40	131	40	60	60	20
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	150	380	110	165	165	55
Benzo[k]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	55
Benzo[e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	55
Benzo[a]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	55
Perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	55
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	55
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	55
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	55
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	55
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	55
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	55
Dibenzo[a, l]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	110	275	110	165	165	55
<b>Totale</b>	[ng/m <sup>3</sup> ]	<b>3303</b>	<b>7105</b>	<b>2490</b>	<b>3091</b>	<b>2999</b>	<b>1378</b>

Postazione		Bagni S. Agostino					
Mese		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Naftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	588	149	763	309
2-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	1049	626	374	40
1-Metilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	2036	756	697	40
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	625	80	100	40
Acenaftilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	60	80	100	40
Acenaftene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	305	80	142	56
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	60	80	795	40
Fluorene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	60	80	174	85
Fenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	917	122	1069	554
Antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	154	80	236	40
1-Metilfenantrene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	60	80	135	40
Fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	60	142	1245	479
Pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	60	113	1087	350
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	60	80	100	40
Benzo[a]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	60	80	1141	110
Crisene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	60	80	1071	106
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	165	220	982	186
Benzo[k]fluorantene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	165	220	1075	110
Benzo[e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	165	220	994	110
Benzo[a]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	165	220	1086	110
Perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	165	220	859	110
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	165	220	994	110
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	165	220	1127	110
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	165	220	998	110
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	165	220	275	110
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	165	220	344	110
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	165	220	275	110
Dibenzo[a, l]pirene	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	165	220	275	110
<b>Totale</b>	[ng/m <sup>3</sup> ]	-	-	<b>8195</b>	<b>5349</b>	<b>18513</b>	<b>3765</b>

Nella figura che segue sono stati confrontati per il periodo 2007-2010 gli andamenti delle deposizioni mensili di IPA totali nelle quattro postazioni:



Dalla figura precedente, si nota che le deposizioni più elevate di IPA nel 2010 sono avvenute tra settembre e novembre. Nel resto dell'anno le deposizioni sono state piuttosto omogenee tra le postazioni e quantitativamente simili a quelle dei periodi precedenti, a parte un caso di relativamente elevata deposizione di IPA, rispetto a quelle delle altre postazioni, in aprile a Parco Antonelli,.

Nella tabella che segue sono riassunte le deposizioni complessive di IPA del 2010 in ciascuna postazione, espresse in  $\text{ng}/\text{m}^2$  :

Postazione		<b>Borgo Aurelia</b>	<b>Parco Antonelli</b>	<b>Poggio Ombriccollo</b>	<b>Bagni S. Agostino</b>
Naftalene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	2445	3894	3262	2890
2-Metilnaftalene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	630	1478	834	2672
1-Metilnaftalene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1983	7608	2862	4415
2,6-Dimetilnaftalene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	581	1054	682	1607
Acenaftilene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	607	633	611	683
Acenaftene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	456	893	578	960
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	2469	1428	1235	1843
Fluorene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	526	710	618	804
Fenantrene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1951	2453	1697	3828
Antracene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	505	560	560	830
1-Metilfenantrene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	420	600	560	635
Fluorantene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1775	3783	1361	2822
Pirene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1414	1610	959	2193
Ciclopenta[c,d]pirene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	420	560	560	600
Benzo[a]antracene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1032	663	644	1734
Crisene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1159	775	651	1668
Benzo[b+j]fluorantene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1484	1818	1540	2577
Benzo[k]fluorantene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1580	1540	1540	2450
Benzo[e]pirene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1534	1540	1540	2369
Benzo[a]pirene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1587	1540	1540	2461
Perilene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1548	1540	1540	2234
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1686	1540	1540	2369
Dibenzo[a, h]antracene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1581	1540	1540	2502
Benzo[g,h,i]perilene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1553	1540	1540	2373
Dibenzo[a,e]pirene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1155	1540	1540	1650
Dibenzo[a,h]pirene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1155	1540	1540	1719
Dibenzo[a,i]pirene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1155	1540	1540	1650
Dibenzo[a, l]pirene	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	1155	1540	1540	1650
<b>Totale</b>	[ $\text{ng}/\text{m}^2$ ]	<b>35546</b>	<b>47460</b>	<b>36153</b>	<b>56187</b>

Dalla tabella precedente, si può notare che le maggiori deposizioni di IPA totali si sono avute a Parco Antonelli e Bagni S. Agostino ( $47 - 56 \mu\text{g}/\text{m}^2$ ), le minori nelle altre due postazioni ( $35 - 36 \mu\text{g}/\text{m}^2$ ). Nella tabella che segue, sono confrontate le deposizioni di IPA del 2010, espresse in  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ , con quelle degli anni precedenti:

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
2007 <sup>14</sup>	32	34	24	28
2008	47	76	46	44
2009	47	39	50	43
2010	36	47	36	56

Le deposizioni annuali di IPA del 2010 indicano un calo nelle postazioni di Borgo Aurelia e Poggio Ombriccolo rispetto al 2008-'09 mentre è avvenuto un lieve rialzo a Parco Antonelli e Bagni S. Agostino. La deposizione di IPA nel triennio 2008-'10 si è mantenuta entro  $36-76 \mu\text{g}/\text{m}^2$ , un intervallo che si potrebbe considerare relativamente ristretto.

Nella tabella sottostante, sono stati infine riportati i ratei di deposizione giornaliera, espressi in  $\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$ , calcolati dai precedenti dati di deposizione complessiva:

Postazione	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Naftalene [ng/m <sup>2</sup> /d]	6.8	10.8	9.1	8.0
2-Metilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> /d]	1.8	4.1	2.3	7.4
1-Metilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> /d]	5.5	21.1	7.9	12.3
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> /d]	1.6	2.9	1.9	4.5
Acenaftilene [ng/m <sup>2</sup> /d]	1.7	1.8	1.7	1.9
Acenaftene [ng/m <sup>2</sup> /d]	1.3	2.5	1.6	2.7
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> /d]	6.9	4.0	3.4	5.1
Fluorene [ng/m <sup>2</sup> /d]	1.5	2.0	1.7	2.2
Fenantrene [ng/m <sup>2</sup> /d]	5.4	6.8	4.7	10.6
Antracene [ng/m <sup>2</sup> /d]	1.4	1.6	1.6	2.3
1-Metilfenantrene [ng/m <sup>2</sup> /d]	1.2	1.7	1.6	1.8
Fluorantene [ng/m <sup>2</sup> /d]	4.9	10.5	3.8	7.8
Pirene [ng/m <sup>2</sup> /d]	3.9	4.5	2.7	6.1
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m <sup>2</sup> /d]	1.2	1.6	1.6	1.7
Benzo[a]antracene [ng/m <sup>2</sup> /d]	2.9	1.8	1.8	4.8
Crisene [ng/m <sup>2</sup> /d]	3.2	2.2	1.8	4.6
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m <sup>2</sup> /d]	4.1	5.1	4.3	7.2
Benzo[k]fluorantene [ng/m <sup>2</sup> /d]	4.4	4.3	4.3	6.8
Benzo[e]pirene [ng/m <sup>2</sup> /d]	4.3	4.3	4.3	6.6
Benzo[a]pirene [ng/m <sup>2</sup> /d]	4.4	4.3	4.3	6.8
Perilene [ng/m <sup>2</sup> /d]	4.3	4.3	4.3	6.2
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m <sup>2</sup> /d]	4.7	4.3	4.3	6.6
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m <sup>2</sup> /d]	4.4	4.3	4.3	7.0
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m <sup>2</sup> /d]	4.3	4.3	4.3	6.6
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m <sup>2</sup> /d]	3.2	4.3	4.3	4.6
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m <sup>2</sup> /d]	3.2	4.3	4.3	4.8
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m <sup>2</sup> /d]	3.2	4.3	4.3	4.6
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m <sup>2</sup> /d]	3.2	4.3	4.3	4.6
<b>Totale</b> [ng/m <sup>2</sup> /d]	<b>99</b>	<b>132</b>	<b>100</b>	<b>156</b>

La deposizione giornaliera per il 2010 per unità di superficie da eventi umidi risulta essere quindi di circa  $100 - 160 \text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$  in tutte le postazioni, paragonabile a quella del 2009.

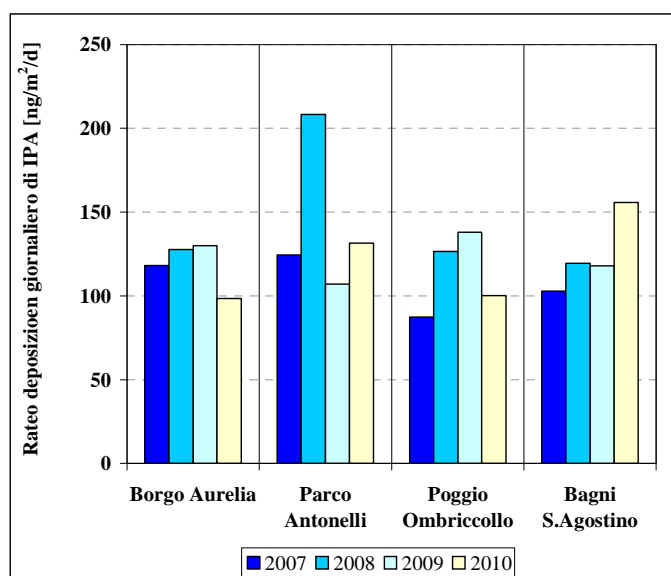
Nel prospetto che segue, i ratei di deposizione del 2010 sono confrontati con quelli degli anni precedenti. I valori sono tutti espressi in  $\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$ :

<sup>14</sup> Per il 2007 i dati di deposizione comprendono il periodo aprile-dicembre

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
2007	118	124	87	103
2008	128	208	127	119
2009	130	107	138	118
2010	98	131	100	156

I tatei di deposizione del triennio sono rimasti compresi tra 100-160 ng/m<sup>2</sup>/d a Borgo Aurelia, Poggio Ombriccolo e Bagni S. Agostino, tra 110 e 210 ng/m<sup>2</sup>/d a Parco Antonelli.

I valori della tabella precedente sono mostrati in forma grafica nella figura che segue:



### 3.4.1.3 Composizione delle deposizioni umide

Nella tabella sottostante sono state riportate le distribuzioni % delle specie determinate nelle deposizioni umide nel corso del 2010. Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici non sono stati conteggiati in quanto sono quantitativamente trascurabili rispetto alle altre specie determinate (metalli e specie ioniche). Per quanto riguarda i solfati, è stata distinta la componente di origine marina da quella antropogenica (solfati non marini; per le modalità di calcolo v. par. 3.4.1.1):

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
Data Inizio		03/01/2010	03/01/2010	03/01/2010	03/01/2010
Data Fine		29/12/2010	29/12/2010	29/12/2010	29/12/2010
Metalli pesanti	[%]	0.3	0.5	0.9	0.5
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> non marini	[%]	6.5	7.1	10.4	9.9
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> marini	[%]	5.0	4.7	4.8	5.3
NaCl	[%]	56.4	51.8	52.2	58.9
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	[%]	8.2	21.9	15.2	11.5
Ca	[%]	12.8	8.5	9.3	7.3
Mg	[%]	3.3	2.6	2.8	2.9
K	[%]	6.2	1.1	1.4	1.2
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	[%]	1.2	1.9	2.9	2.5

Nel complesso, la deposizione di metalli pesanti è stata meno del 1% delle deposizioni di specie inorganiche dovute ad eventi umidi mentre il cloruro di sodio ha contato per il 52-59% a seconda delle postazioni. I solfati antropogenici (non marini) hanno costituito il 7 – 10 % delle specie depositate e i nitrati l' 8 – 22%. Da notare che a Borgo Aurelia, il calcio è pari al 13% delle specie depositate per via umida a fronte del 7 - 9% delle altre postazioni.

### 3.4.2 Deposizioni atmosferiche secche

Nel corso del 2010, si sono raccolte dodici deposizioni secche mensili per ciascuna postazione. Come è noto, le deposizioni atmosferiche secche sono rappresentative del particolato atmosferico sedimentabile e degli aerosol che si possono depositare per impatto nel campionatore. Relativamente alla componente inorganica, essa è costituita da sali solubili in acqua (fase solida lisciviabile) e particolato insolubile in acqua, composto per lo più da minerali terrigeni risollepati da agenti fisici. Per caratterizzare le deposizioni secche inorganiche si è pertanto fatto ricorso ad una lisciviazione con acqua per portare in soluzione i sali solubili e nelle soluzioni ottenute si sono determinati metalli pesanti e specie ioniche (v. par. 2.2), allo stesso modo di quanto eseguito sulle deposizioni umide. Il particolato insolubile in acqua è stato filtrato e sottoposto a procedure di attacco chimico per caratterizzare i metalli pesanti. Nella tabella che segue, è riportata la quantità di particolato insolubile in acqua depositato mensilmente in ciascuna postazione. I valori sono espressi in  $\text{mg/m}^2$ .

	<b>Borgo Aurelia</b>	<b>Parco Antonelli</b>	<b>Poggio Ombriccolo</b>	<b>Bagni S.Agostino</b>
<b>Gen</b>	156	412	183	115
<b>Feb</b>	374	698	374	120
<b>Mar</b>	589	1746	536	706
<b>Apr</b>	641	845	242	168
<b>Mag</b>	1580	2169	1035	1060
<b>Giu</b>	801	1271	698	509
<b>Lug</b>	707	567	551	362
<b>Ago</b>	506	383	592	351
<b>Set</b>	500	995	791	451
<b>Ott</b>	327	792	680	417
<b>Nov</b>	364	189	45	70
<b>Dic</b>	314	403	336	330

Relativamente alla componente organica delle deposizioni secche, la caratterizzazione si è limitata alla determinazione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). La fase solida, raccolta con un campionatore in vetro dedicato, è stata estratta con solventi e gli IPA determinati in gascromatografia interfacciata ad uno spettrometro di massa.

Gli analiti di interesse sono quindi gli stessi ricercati nel particolato aerodisperso e nelle deposizioni umide.

#### 3.4.2.1 Metalli e specie ioniche nelle deposizioni secche

Nelle tabelle che seguono sono mostrate le entità delle deposizioni secche di metalli e specie ioniche, espresse in  $\mu\text{g}$  depositati per  $\text{m}^2$ , avvenute mensilmente nelle quattro postazioni. Ogni parametro rappresenta gli apporti totali dovuti alle deposizioni di sali solubili in acqua e a quelli dovuti al particolato insolubile in acqua. I calcoli per i parametri risultati inferiori al limite di rivelabilità analitico sono stati eseguiti in accordo con quanto riportato nel rapporto ISTISAN 06/38 (v. par. 3.4), utilizzando la metà del limite di rilevabilità.



Le deposizioni secche mensili avvenute nella postazione di **Borgo Aurelia** sono riportate di seguito:

Postazione	Borgo Aurelia											
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Al [µg/m <sup>2</sup> ]	9'410	51'228	60'247	6'197	38'480	18'140	7'129	7'039	12'524	4'195	8'994	1'998
As [µg/m <sup>2</sup> ]	3.8	5.8	3.8	3.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Be [µg/m <sup>2</sup> ]	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Cd [µg/m <sup>2</sup> ]	0.7	1.7	0.7	0.7	0.9	0.7	0.3	0.7	0.4	0.4	0.3	0.3
Co [µg/m <sup>2</sup> ]	2.4	10.7	9.7	1.9	6.8	5.3	5.2	4.6	4.5	0.6	2.2	0.5
Cr [µg/m <sup>2</sup> ]	43	122	130	42	59	144	12	75	36	5	112	5
Cu [µg/m <sup>2</sup> ]	76	68	91	17	44	57	62	79	22	4	42	11
Hg [µg/m <sup>2</sup> ]	0.04	0.15	0.12	0.04	0.42	0.21	0.11	0.21	0.04	0.04	0.17	0.04
Mn [µg/m <sup>2</sup> ]	102	516	637	98	319	429	242	114	272	19	214	46
Ni [µg/m <sup>2</sup> ]	12	40	78	9	22	12	13	10	7	4	11	2
Pb [µg/m <sup>2</sup> ]	17	42	45	9	28	25	16	27	18	3	20	3
Pd [µg/m <sup>2</sup> ]	2.1	6.1	2.1	2.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Pt [µg/m <sup>2</sup> ]	1.1	3.0	1.1	1.1	0.9	0.8	0.9	1.2	1.1	1.3	9.1	0.5
Rh [µg/m <sup>2</sup> ]	2.0	7.0	2.0	45.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Sb [µg/m <sup>2</sup> ]	2.3	7.6	4.1	2.3	2.1	1.5	0.8	4.8	1.1	1.4	4.0	0.5
Se [µg/m <sup>2</sup> ]	12.9	22.8	12.9	12.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Sn [µg/m <sup>2</sup> ]	10.7	17.8	13.8	3.0	4.3	1.8	0.8	4.9	0.8	0.8	8.5	2.0
Te [µg/m <sup>2</sup> ]	2.7	5.6	2.7	2.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.3	0.3
Ti [µg/m <sup>2</sup> ]	432	2'057	3'134	11	1'504	864	296	421	461	49	733	128
Tl [µg/m <sup>2</sup> ]	2.7	7.6	2.7	2.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3
V [µg/m <sup>2</sup> ]	19	73	81	19	47	23	12	71	24	7	18	4
Zn [µg/m <sup>2</sup> ]	174	3'547	1'629	3'532	264	353	566	119	103	126	488	224
Ca [µg/m <sup>2</sup> ]	41'193	154'731	85'555	37'068	76'183	76'737	147'235	147'264	82'215	37'140	35'241	36'892
Na [µg/m <sup>2</sup> ]	117'946	436'373	47'620	25'936	39'801	36'540	26'979	30'917	21'389	46'748	41'680	73'830
Mg [µg/m <sup>2</sup> ]	17'419	65'798	20'948	5'683	19'800	11'816	25'456	7'661	4'953	7'187	6'913	11'067
K [µg/m <sup>2</sup> ]	11'809	40'090	17'857	13'866	89'111	29'101	111'598	11'157	8'436	10'063	8'563	10'573
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [µg/m <sup>2</sup> ]	189	69'128	686	2'037	189	189	38'058	189	189	189	189	4'574
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> [µg/m <sup>2</sup> ]	49'100	232'923	49'880	19'752	43'798	30'666	30'181	52'334	21'070	24'773	14'526	38'111
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [µg/m <sup>2</sup> ]	36'732	147'747	41'496	28'257	15'041	23'069	17'950	55'606	36'755	22'721	7'589	20'858
Cl <sup>-</sup> [µg/m <sup>2</sup> ]	219'575	780'651	81'258	44'684	70'465	63'664	32'097	42'609	34'975	86'551	72'495	137'265
PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> [µg/m <sup>2</sup> ]	856	7'955	686	686	25'750	1'893	644	189	189	1'757	189	189
<b>Totale [mg/m<sup>2</sup>]</b>	<b>505</b>	<b>1'993</b>	<b>412</b>	<b>188</b>	<b>421</b>	<b>294</b>	<b>439</b>	<b>356</b>	<b>224</b>	<b>242</b>	<b>198</b>	<b>336</b>

Le deposizioni secche mensili avvenute nella postazione di **Parco Antonelli** sono mostrate di seguito:

Postazione	Parco Antonelli											
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Al [µg/m <sup>2</sup> ]	30'124	7'166	29'149	16'794	68'934	37'458	13'524	4'430	22'085	4'334	3'541	3'202
As [µg/m <sup>2</sup> ]	3.8	3.8	3.8	3.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Be [µg/m <sup>2</sup> ]	1.5	0.5	0.5	0.5	2.3	1.5	0.5	0.5	0.8	0.5	0.5	0.5
Cd [µg/m <sup>2</sup> ]	0.7	0.7	0.7	1.5	1.4	1.4	0.7	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3
Co [µg/m <sup>2</sup> ]	6.9	1.6	4.8	4.0	11.6	7.2	4.7	3.1	6.0	1.2	1.0	0.8
Cr [µg/m <sup>2</sup> ]	226	9	102	241	112	220	75	20	66	56	61	5
Cu [µg/m <sup>2</sup> ]	143	23	95	40	187	151	64	29	105	51	70	28
Hg [µg/m <sup>2</sup> ]	0.04	0.04	0.18	0.15	0.26	0.39	0.04	0.04	0.12	0.04	0.14	0.15
Mn [µg/m <sup>2</sup> ]	554	143	315	249	84	454	342	41	378	76	54	69
Ni [µg/m <sup>2</sup> ]	26	20	20	20	34	25	12	5	14	8	4	3
Pb [µg/m <sup>2</sup> ]	61	9	25	23	72	65	31	13	62	13	9	7
Pd [µg/m <sup>2</sup> ]	2.1	2.1	2.1	2.1	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Pt [µg/m <sup>2</sup> ]	1.1	1.1	1.1	1.1	0.9	1.3	0.8	1.0	1.0	1.2	0.5	0.5
Rh [µg/m <sup>2</sup> ]	2.0	2.0	2.0	43.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Sb [µg/m <sup>2</sup> ]	12.4	2.3	2.3	4.3	8.8	7.5	4.2	0.7	8.5	2.7	1.2	1.1
Se [µg/m <sup>2</sup> ]	12.9	12.9	12.9	12.9	1.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Sn [µg/m <sup>2</sup> ]	36.6	3.0	6.0	16.8	28.1	17.2	6.7	0.8	10.3	3.7	2.6	2.9
Te [µg/m <sup>2</sup> ]	2.7	2.7	2.7	2.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.3	0.3
Ti [µg/m <sup>2</sup> ]	1'750	295	1'628	47	2'840	1'885	648	140	1'024	275	221	223
Tl [µg/m <sup>2</sup> ]	2.7	2.7	2.7	2.7	1.0	0.8	0.6	0.4	0.7	0.5	0.3	0.3
V [µg/m <sup>2</sup> ]	60	19	19	19	113	64	68	7	72	15	10	6
Zn [µg/m <sup>2</sup> ]	622	450	1'037	469	748	371	276	250	173	2'520	1'390	105
Ca [µg/m <sup>2</sup> ]	132'502	43'223	61'685	69'394	197'334	159'880	95'743	54'472	215'239	74'805	116'778	158'565
Na [µg/m <sup>2</sup> ]	113'908	139'480	42'949	47'872	46'142	44'204	14'854	10'952	32'590	29'404	87'416	75'145
Mg [µg/m <sup>2</sup> ]	21'691	18'209	13'684	15'873	25'470	13'457	5'288	5'293	10'019	6'571	16'065	14'880
K [µg/m <sup>2</sup> ]	18'170	7'791	31'539	91'097	47'549	19'913	9'709	14'109	14'072	32'576	55'703	83'625
NH4+ [µg/m <sup>2</sup> ]	189	1'068	686	7'619	2'681	189	189	3'317	189	189	2'901	189
SO4-- [µg/m <sup>2</sup> ]	60'142	50'546	35'717	32'279	83'583	42'367	25'220	16'420	42'473	28'068	41'246	22'509
NO3- [µg/m <sup>2</sup> ]	105'652	23'243	42'571	32'506	49'759	30'560	38'126	24'380	33'226	15'677	38'701	8'975
Cl- [µg/m <sup>2</sup> ]	198'013	252'755	78'523	93'368	70'503	67'019	16'314	15'397	50'592	60'968	174'421	183'645
PO4--- [µg/m <sup>2</sup> ]	189	686	7'248	41'935	2'257	189	189	189	189	2'727	1'833	189
<b>Totale [mg/m<sup>2</sup>]</b>	<b>684</b>	<b>545</b>	<b>347</b>	<b>450</b>	<b>598</b>	<b>419</b>	<b>221</b>	<b>149</b>	<b>423</b>	<b>258</b>	<b>540</b>	<b>551</b>

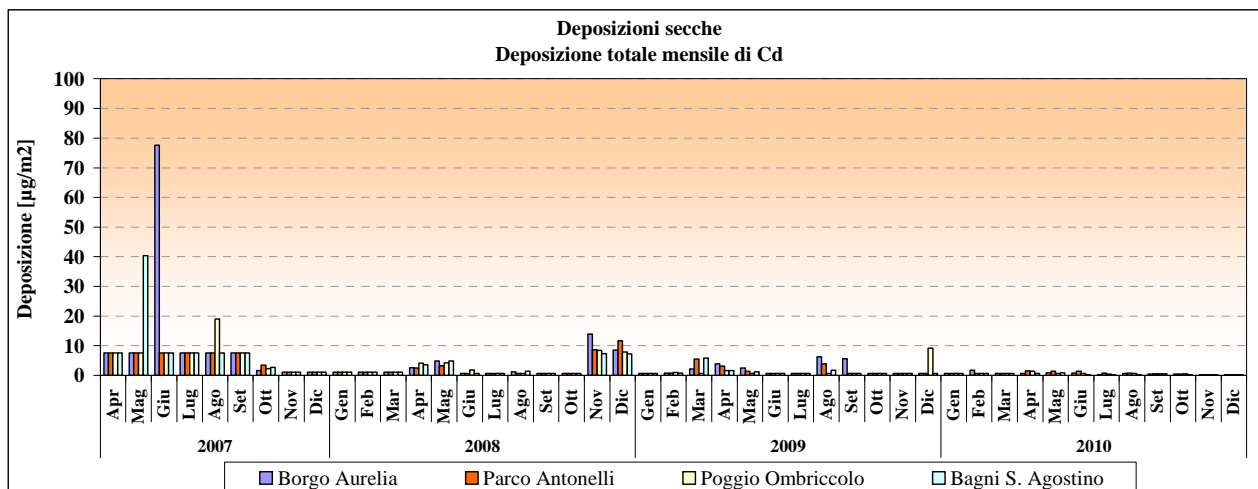
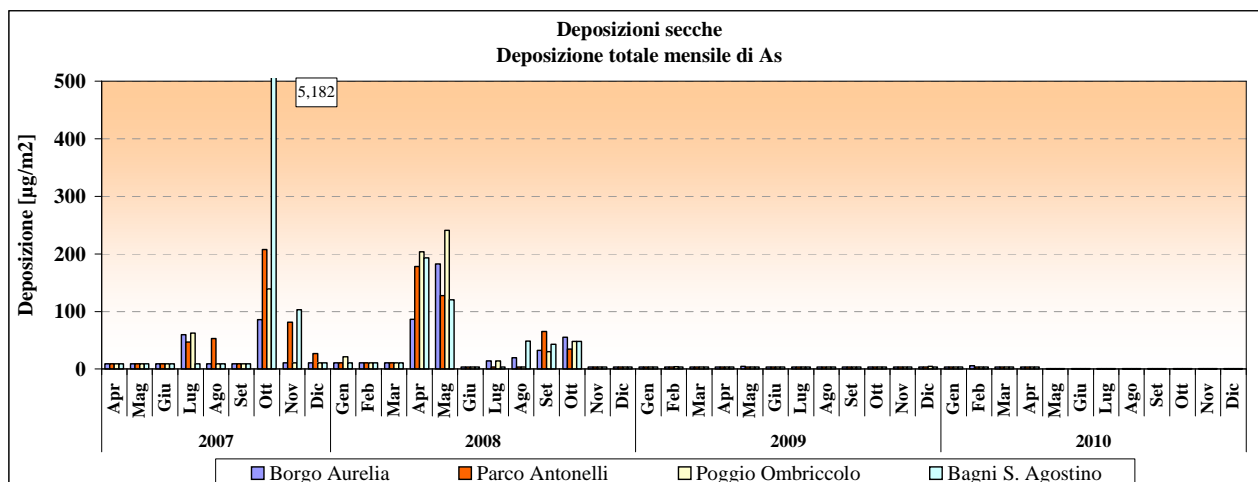
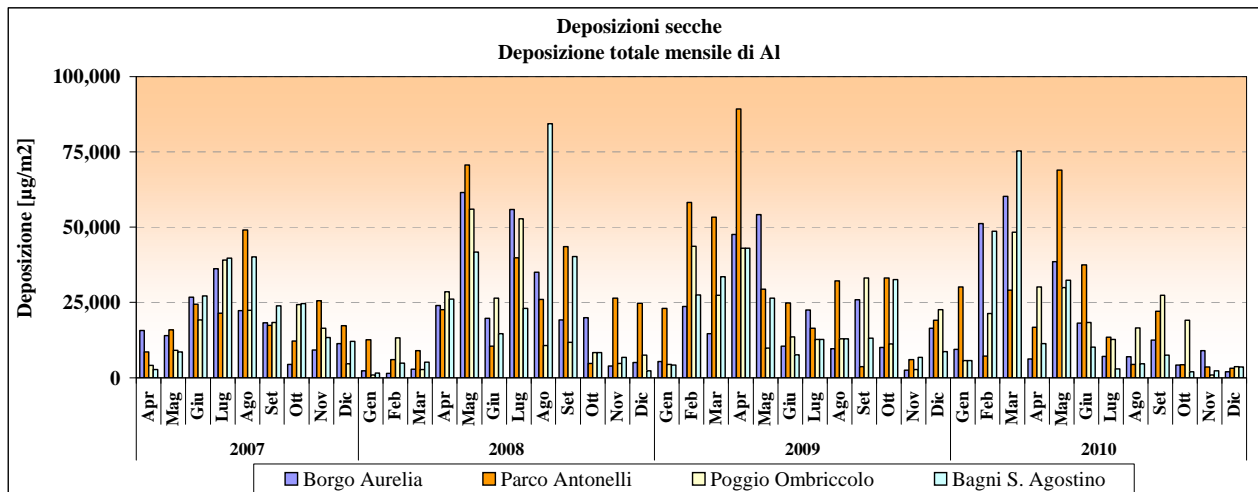
Le deposizioni secche mensili avvenute nella postazione di **Poggio Ombriccolo** sono riportate nella tabella sottostante:

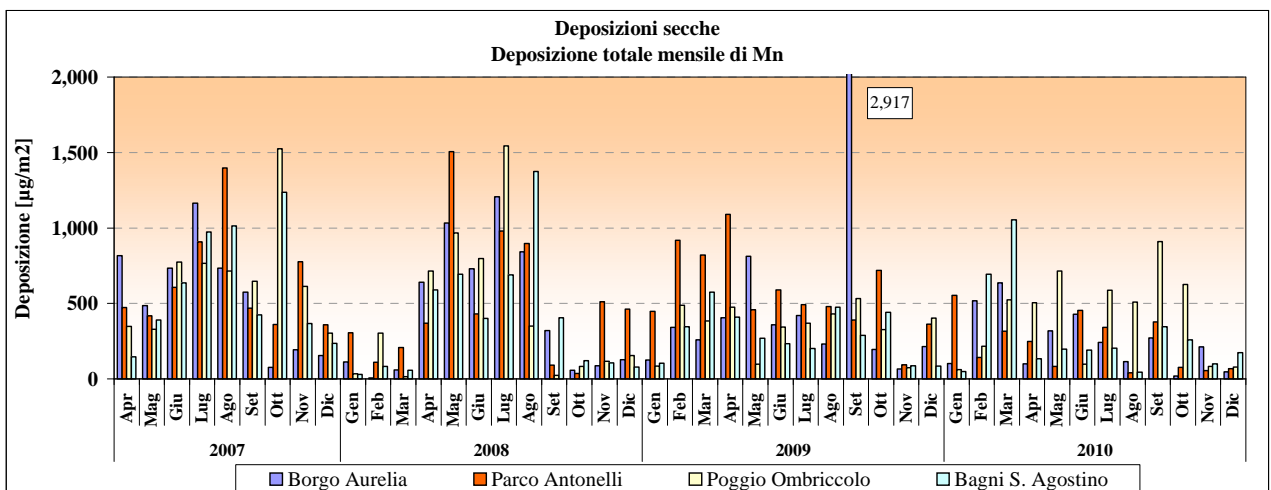
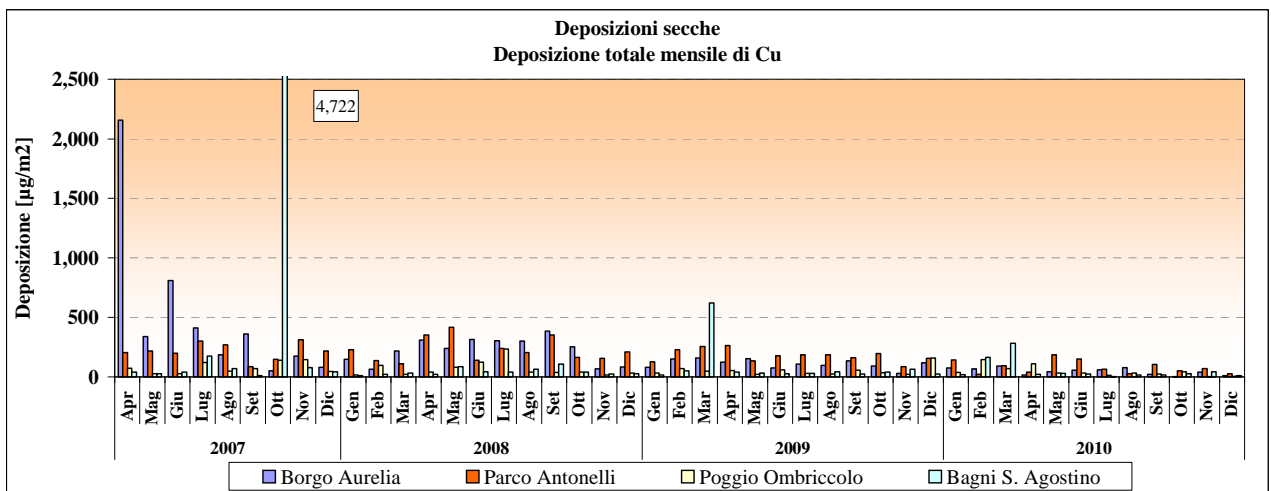
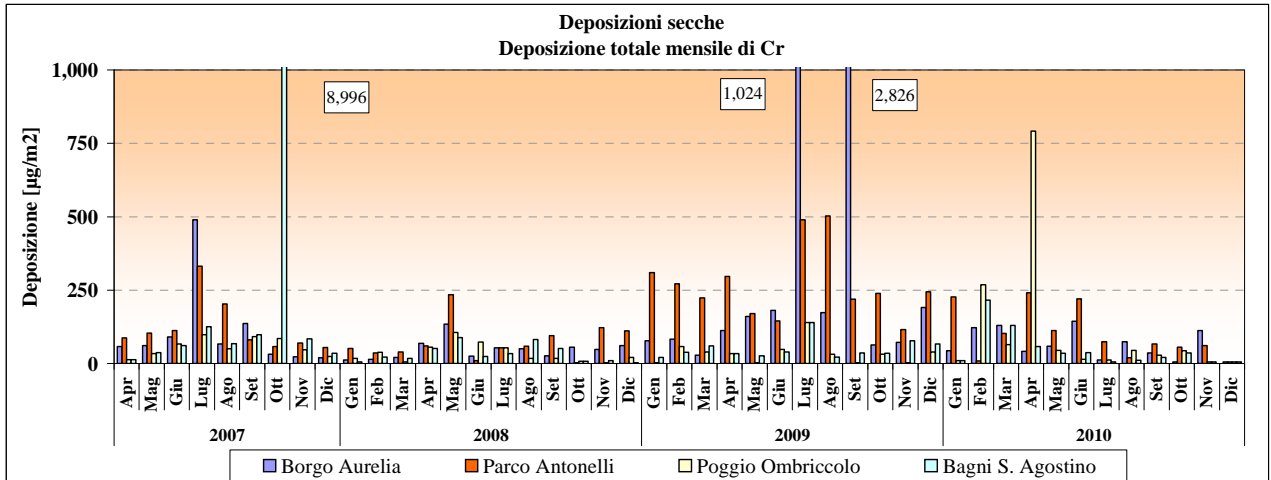
Postazione	Poggio Ombriccolo											
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Al [µg/m <sup>2</sup> ]	5'744	21'277	48'311	30'132	29'936	18'376	12'711	16'539	27'339	19'061	954	3'724
As [µg/m <sup>2</sup> ]	3.8	3.8	3.8	3.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Be [µg/m <sup>2</sup> ]	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Cd [µg/m <sup>2</sup> ]	0.7	0.7	0.7	1.4	0.6	0.6	0.4	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3
Co [µg/m <sup>2</sup> ]	1.1	4.0	7.5	7.7	9.3	4.4	6.1	6.1	8.1	4.2	0.3	0.9
Cr [µg/m <sup>2</sup> ]	10	268	65	791	44	15	12	44	29	44	5	5
Cu [µg/m <sup>2</sup> ]	39	145	70	112	35	32	14	34	23	45	4	6
Hg [µg/m <sup>2</sup> ]	0.04	0.04	0.04	0.36	0.23	0.25	0.32	0.20	0.45	0.20	0.04	0.15
Mn [µg/m <sup>2</sup> ]	62	215	524	504	715	98	587	510	910	625	84	78
Ni [µg/m <sup>2</sup> ]	17	55	28	35	25	9	7	12	15	44	2	4
Pb [µg/m <sup>2</sup> ]	9	32	39	61	26	20	16	26	42	292	4	8
Pd [µg/m <sup>2</sup> ]	2.1	2.1	2.1	2.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Pt [µg/m <sup>2</sup> ]	1.1	1.1	1.1	1.1	0.8	0.5	1.0	1.2	1.1	1.0	0.5	0.8
Rh [µg/m <sup>2</sup> ]	2.0	2.0	2.0	47.9	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Sb [µg/m <sup>2</sup> ]	2.3	4.8	2.3	13.3	1.2	1.2	1.4	1.7	2.5	2.3	0.3	0.4
Se [µg/m <sup>2</sup> ]	12.9	12.9	12.9	12.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Sn [µg/m <sup>2</sup> ]	3.0	22.2	6.7	27.6	2.0	2.3	0.8	0.8	0.8	3.8	0.8	1.3
Te [µg/m <sup>2</sup> ]	2.7	2.7	2.7	2.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.3	0.3
Ti [µg/m <sup>2</sup> ]	250	810	2'655	11	1'024	743	358	774	862	663	52	245
Tl [µg/m <sup>2</sup> ]	2.7	2.7	2.7	2.7	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.3	0.3
V [µg/m <sup>2</sup> ]	19	19	64	70	37	21	15	28	34	24	2	15
Zn [µg/m <sup>2</sup> ]	614	457	2'012	702	685	166	216	306	558	1'678	1'303	636
Ca [µg/m <sup>2</sup> ]	28'379	48'286	67'339	115'897	87'439	57'462	42'947	40'239	42'859	20'937	28'547	55'410
Na [µg/m <sup>2</sup> ]	118'830	105'884	72'163	38'039	26'877	52'116	9'708	32'602	34'653	47'688	110'424	190'526
Mg [µg/m <sup>2</sup> ]	15'942	17'896	19'397	12'566	14'900	10'524	4'446	7'061	7'428	7'372	14'581	23'893
K [µg/m <sup>2</sup> ]	10'501	16'938	14'872	35'583	14'943	16'434	10'777	12'705	11'487	8'924	6'233	13'438
NH4+ [µg/m <sup>2</sup> ]	29'090	523	686	8'702	189	189	189	1'447	916	6'294	6'559	28'537
SO4-- [µg/m <sup>2</sup> ]	70'450	44'616	67'746	41'026	47'085	36'081	12'489	34'286	23'251	29'378	56'446	110'030
NO3- [µg/m <sup>2</sup> ]	75'358	21'130	83'757	29'810	22'963	77'403	46'714	49'751	57'045	29'696	77'062	66'996
Cl- [µg/m <sup>2</sup> ]	210'077	194'370	118'164	56'969	42'640	84'537	14'996	43'420	56'908	82'583	202'898	341'071
PO4--- [µg/m <sup>2</sup> ]	3'287	686	686	1'939	189	189	189	189	189	189	189	1'666
<b>Totale [mg/m<sup>2</sup>]</b>	<b>569</b>	<b>474</b>	<b>499</b>	<b>373</b>	<b>290</b>	<b>354</b>	<b>156</b>	<b>240</b>	<b>265</b>	<b>256</b>	<b>505</b>	<b>836</b>

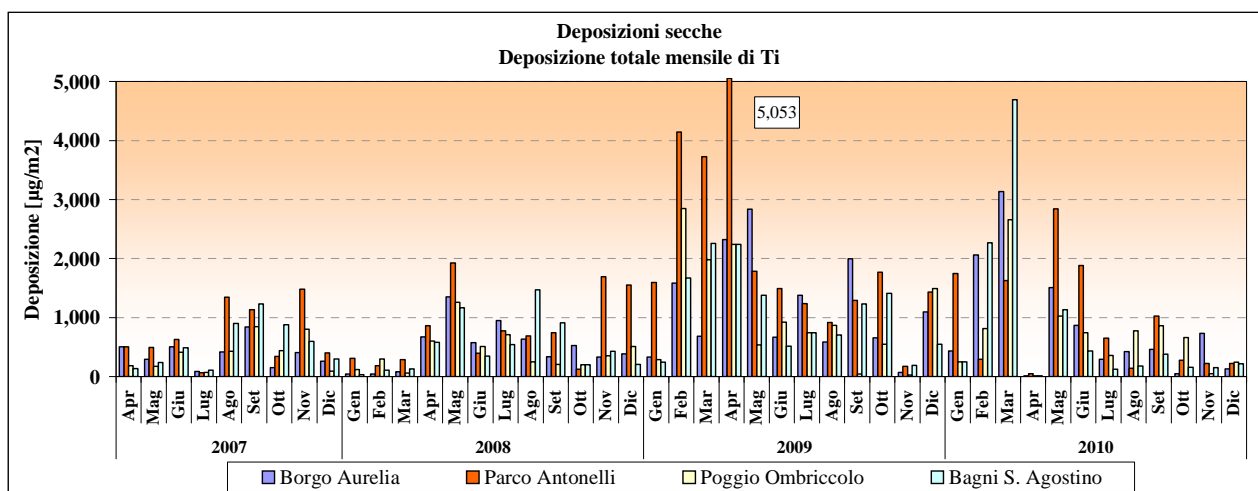
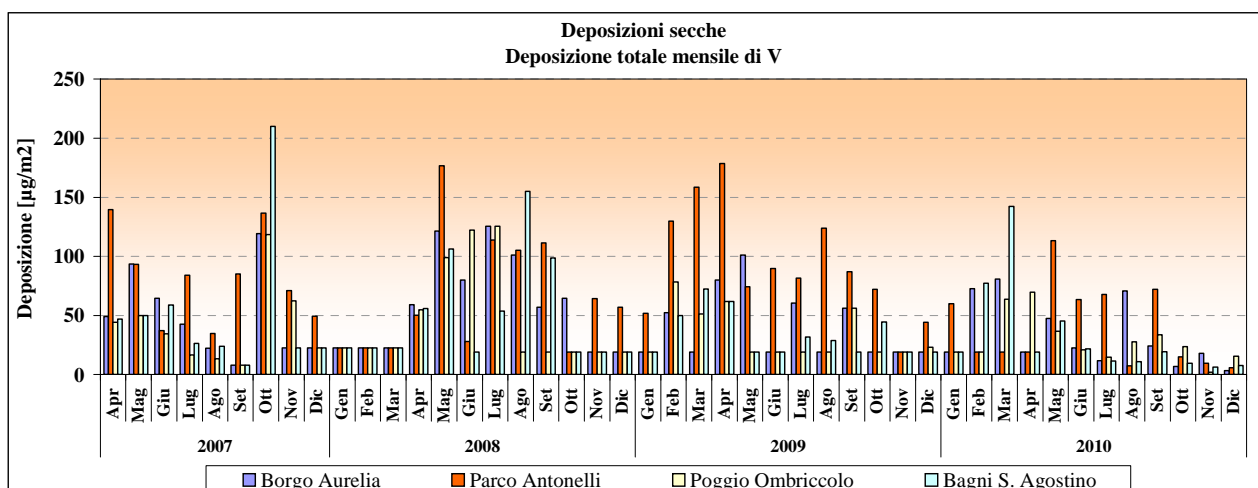
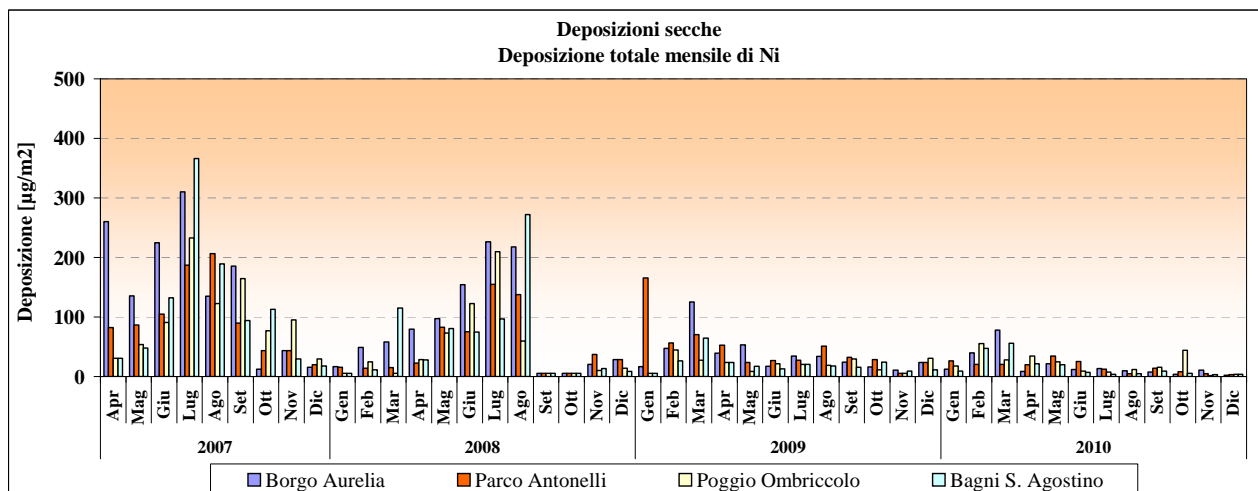
Le deposizioni secche mensili occorse nella postazione di **Bagni S. Agostino** sono mostrate nella tabella che segue:

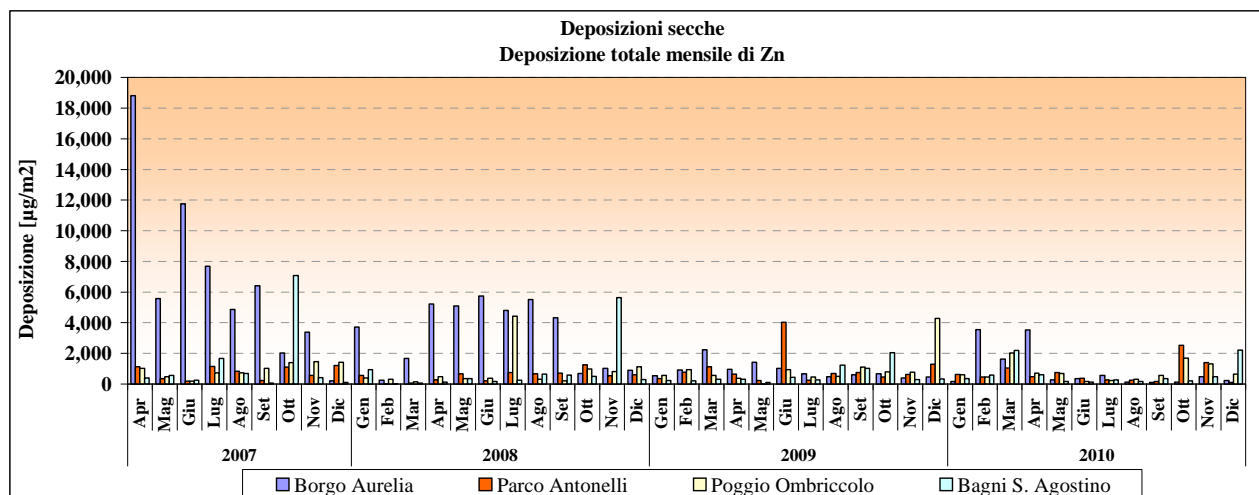
Postazione	Bagni S. Agostino											
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Al [µg/m <sup>2</sup> ]	5'744	48'628	75'304	11'373	32'376	10'150	2'922	4'634	7'569	2'009	2'366	3'554
As [µg/m <sup>2</sup> ]	3.8	3.8	3.8	3.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Be [µg/m <sup>2</sup> ]	0.5	2.0	3.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Cd [µg/m <sup>2</sup> ]	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3
Co [µg/m <sup>2</sup> ]	1.1	8.7	17.0	2.8	7.2	4.3	3.3	3.2	4.5	0.9	0.7	0.7
Cr [µg/m <sup>2</sup> ]	10	216	130	58	35	38	5	11	21	37	5	5
Cu [µg/m <sup>2</sup> ]	19	166	283	22	30	24	5	18	16	28	43	10
Hg [µg/m <sup>2</sup> ]	0.04	0.11	0.14	0.04	0.12	0.04	0.04	0.04	0.04	0.16	0.04	0.04
Mn [µg/m <sup>2</sup> ]	48	694	1'054	134	197	192	204	43	346	258	99	174
Ni [µg/m <sup>2</sup> ]	8.8	47.2	55.9	21.1	19.7	6.7	3.6	4.7	9.0	5.5	3.2	3.6
Pb [µg/m <sup>2</sup> ]	9.1	68.9	103.7	18.3	27.7	16.5	14.0	15.5	18.3	9.2	4.6	6.1
Pd [µg/m <sup>2</sup> ]	2.1	2.1	2.1	2.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Pt [µg/m <sup>2</sup> ]	1.1	1.1	1.1	1.1	0.8	0.5	1.0	1.0	1.3	1.0	0.5	0.5
Rh [µg/m <sup>2</sup> ]	2.0	2.0	2.0	46.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Sb [µg/m <sup>2</sup> ]	2.3	14.3	15.7	2.3	1.1	0.8	0.6	0.7	1.1	1.1	0.6	0.4
Se [µg/m <sup>2</sup> ]	12.9	12.9	12.9	12.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Sn [µg/m <sup>2</sup> ]	3.0	44.3	37.8	6.4	4.5	0.8	0.8	0.8	1.2	0.8	2.7	2.2
Te [µg/m <sup>2</sup> ]	2.7	2.7	2.7	2.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.3	0.3
Ti [µg/m <sup>2</sup> ]	250	2'265	4'694	11	1'135	434	122	177	382	158	152	220
Tl [µg/m <sup>2</sup> ]	2.7	2.7	2.7	2.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
V [µg/m <sup>2</sup> ]	18.9	77.3	142.2	18.9	45.3	21.6	11.4	11.0	19.2	9.5	6.4	7.6
Zn [µg/m <sup>2</sup> ]	362	587	2'176	607	169	125	268	170	361	192	488	2'196
Ca [µg/m <sup>2</sup> ]	29'258	185'224	225'549	21'874	117'944	63'277	37'914	50'941	42'779	33'634	32'988	33'748
Na [µg/m <sup>2</sup> ]	111'355	155'958	63'384	1'327	31'752	52'074	17'208	26'735	21'552	72'225	107'325	132'819
Mg [µg/m <sup>2</sup> ]	14'563	27'731	24'672	2'952	17'643	9'931	4'157	5'918	4'559	9'675	13'952	16'387
K [µg/m <sup>2</sup> ]	5'586	22'559	52'243	3'037	24'587	11'349	9'998	11'727	4'389	18'628	23'463	7'315
NH4+ [µg/m <sup>2</sup> ]	189	686	1'394	795	2'795	1'083	2'416	6'581	189	886	2'121	530
SO4-- [µg/m <sup>2</sup> ]	45'078	74'002	58'400	1'372	71'995	39'656	17'321	28'954	20'865	30'825	39'519	50'387
NO3- [µg/m <sup>2</sup> ]	35'217	40'277	38'951	1'371	43'548	29'916	32'870	37'830	20'911	27'606	33'945	40'466
Cl- [µg/m <sup>2</sup> ]	202'330	273'105	95'307	686	59'052	88'543	20'941	36'285	31'332	129'971	200'436	247'582
PO4--- [µg/m <sup>2</sup> ]	189	686	686	686	189	189	2'037	189	189	7'059	2'121	189
<b>Totale [mg/m<sup>2</sup>]</b>	<b>450</b>	<b>833</b>	<b>645</b>	<b>46</b>	<b>404</b>	<b>307</b>	<b>148</b>	<b>210</b>	<b>156</b>	<b>333</b>	<b>459</b>	<b>536</b>

Nelle figure che seguono, sono mostrati gli andamenti caratteristici per alcuni metalli pesanti. I valori riportati sono la somma delle quantità riscontrate nella frazione lisciviabile con acqua e nella frazione insolubile, tutte espresse in  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ . Per confronto, sono stati riportati anche i valori riscontrati nelle deposizioni secche caratterizzate nel 2007, nel 2008 e nel 2009:







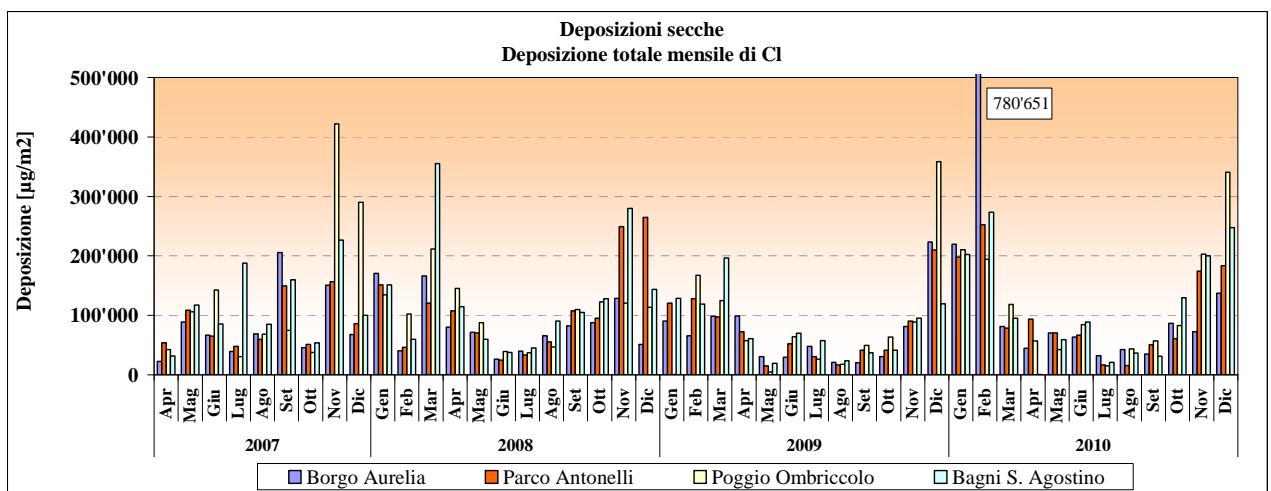
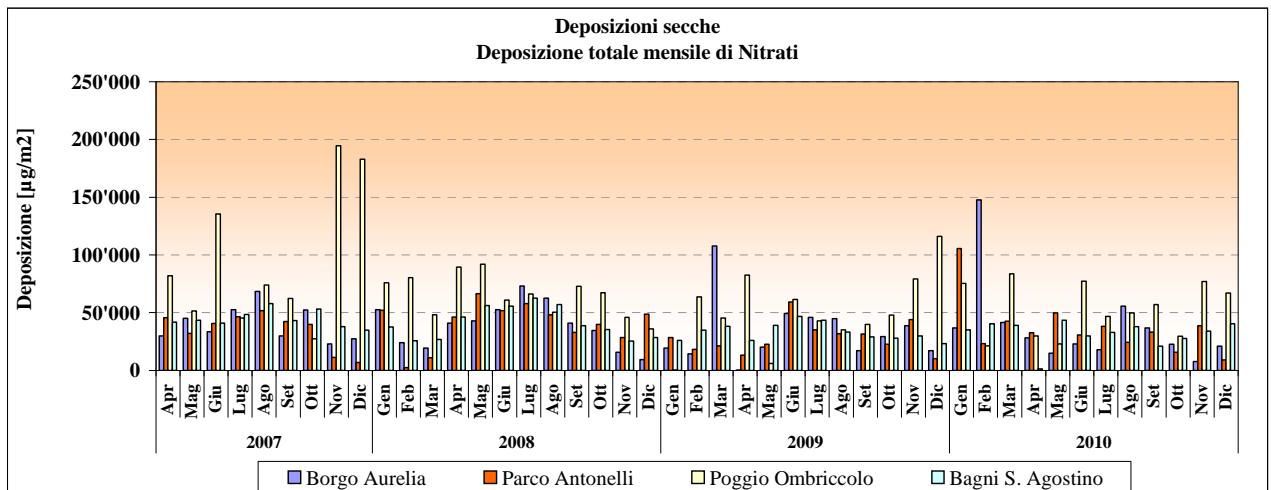
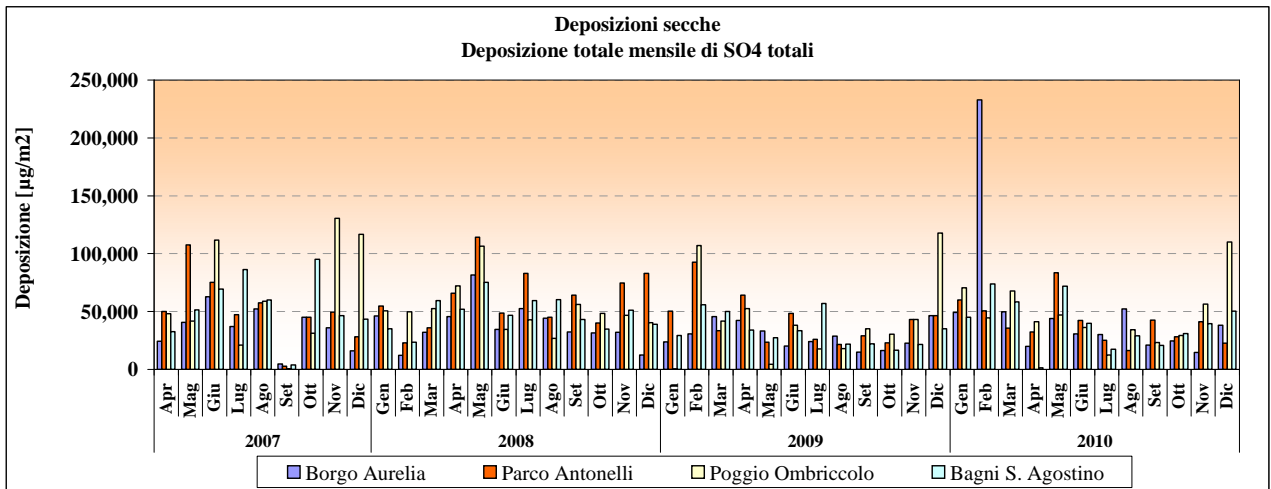


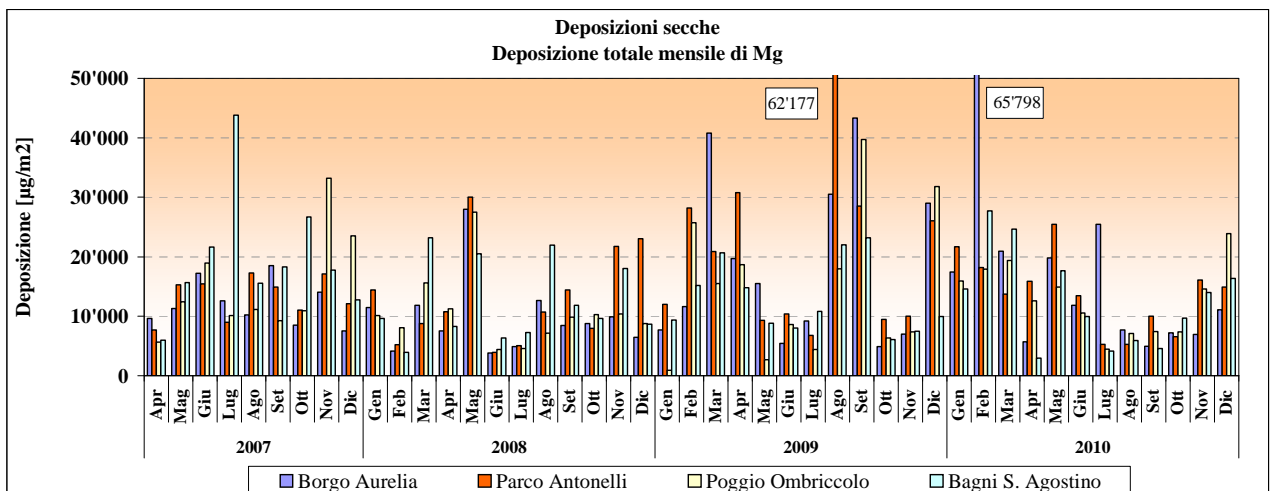
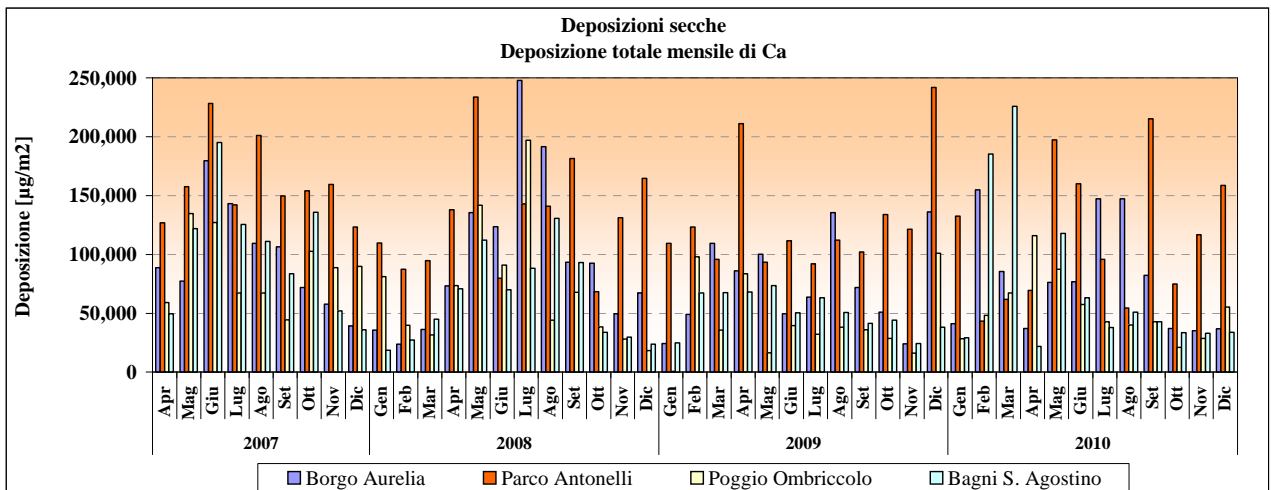
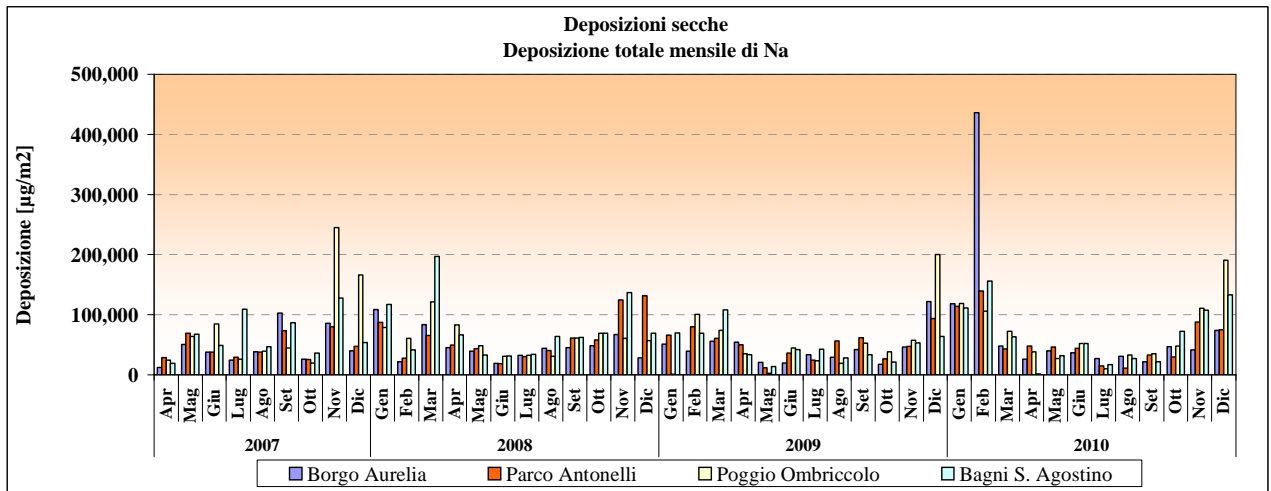
La maggior parte dei metalli pesanti è stata ritrovata nella frazione insolubile della deposizione secca e solo saltuariamente si sono trovate significative quantità di essi nella frazione lisciviabile in acqua. Facendo riferimento alle tabelle e figure precedenti, si possono fare le osservazioni che seguono:

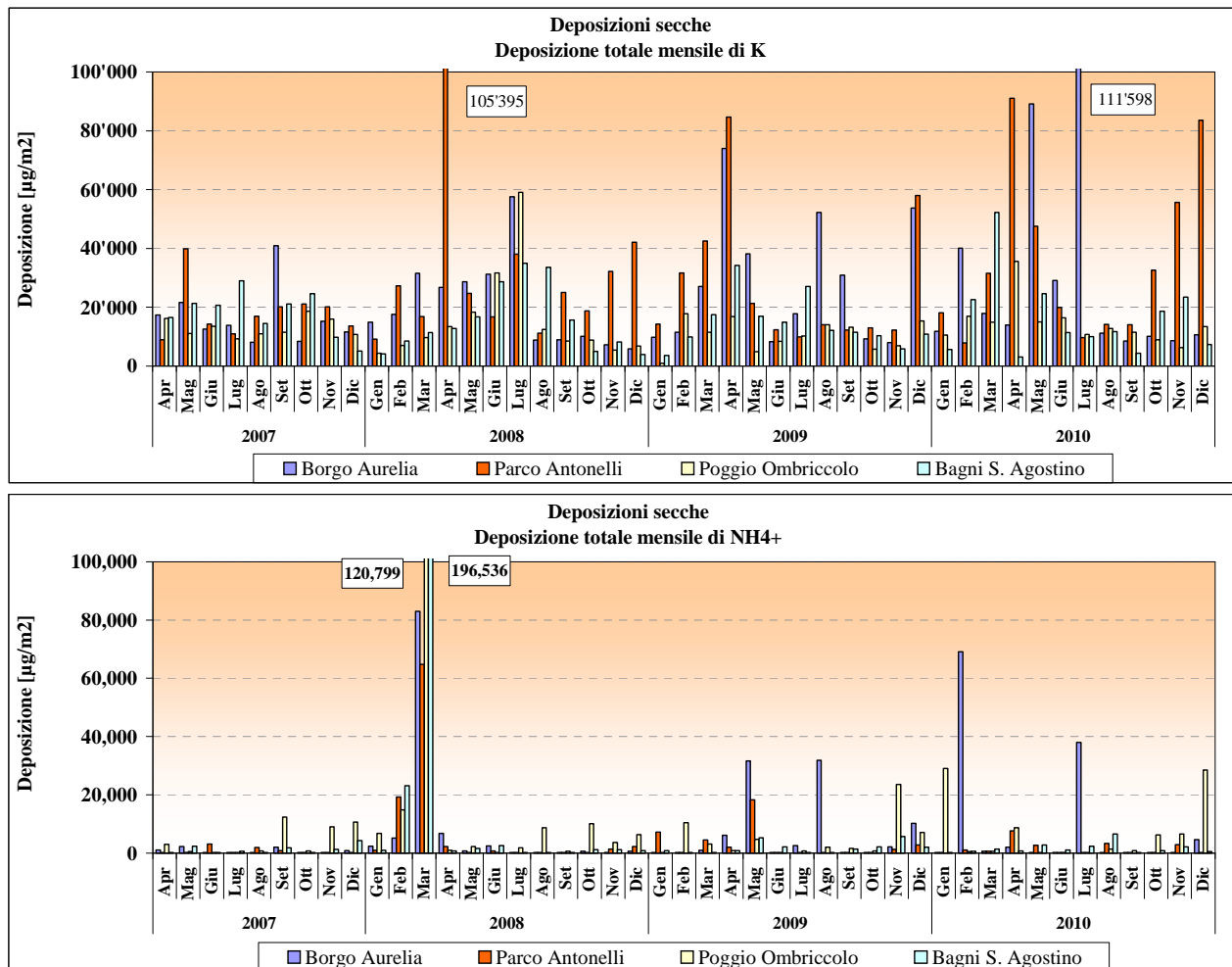
- le deposizioni secche di **Al**, **Mn**, **Ti** e **V** hanno avuto un andamento temporale piuttosto simile con massimi nel periodo primaverile, come avvenuto nel 2008 e 2009. Un calo della deposizione si è avuta a partire da settembre in concomitanza con le abbondanti piogge protrattesi anche in ottobre e novembre. E' possibile quindi che questi metalli abbiano una sorgente comune probabilmente correlata con la componente terrigena della deposizione secca.. durante la maggior parte dell'anno, si sono avute anomale deposizioni di Mn a Poggio Ombriccolo e in marzo a Borgo Aurelia;
- la deposizione secca di **As** è stata sempre al di sotto del limite di rilevabilità, come già avvenuto nel 2009;
- il **Cd** è stato rilevato molto saltuariamente nelle deposizioni secche e comunque a valori sempre molto bassi;
- le deposizioni secche di **Cr** del 2010 fino a giugno sono state simili a quelle del 2009, con episodi di elevate deposizioni in febbraio a Poggio Ombriccolo e a Bagni S. Agostino e in aprile a Poggio Ombriccolo. Per buona parte dell'anno, i massimi relativi mensili di deposizione si sono verificati a Parco Antonelli;
- è significativo che le deposizioni secche di **Cu** siano state più abbondanti nella postazione di Parco Antonelli, le più influenzata dalle emissioni di traffico veicolare urbano. Come introdotto in precedenza (v. par. 3.2.1), il Cu è oggi ritenuto un marker del traffico, almeno in ambiente urbano. Episodicamente, a Bagni S. Agostino si sono avute deposizioni mensilmente elevate (relativamente alle altre postazioni), come accaduto a febbraio e marzo;
- le deposizioni secche di **Ni** del 2010 sono risultate paragonabili a quelle dell'anno precedente sia come andamento temporale sia nella loro entità, sebbene sembra essersi instaurata una tendenza pluriennale ad una loro diminuzione. All'interno di questo trend, si è avuta una sola deposizioni relativamente elevata in ottobre a Poggio Ombriccolo;
- anche le deposizioni secche di **Zn** del 2010 sono state simili a quelle dell'anno precedente e non si è ripresentata la sistematicità di elevate deposizioni a Borgo Aurelia vista nel biennio 2007-2008, sebbene a febbraio ed aprile si siano avute deposizioni relative elevate in questa postazione.

Nelle figure che seguono sono mostrati invece gli andamenti temporali delle specie ioniche nelle deposizioni secche, sempre espressi in  $\mu\text{g}$  depositati  $\text{per m}^2$ :









Relativamente alle specie ioniche, si possono fare le seguenti osservazioni:

- in tutte le postazioni, le specie ioniche depositate maggiormente per via secca sono **solfati, nitrati, calcio, cloruri e sodio**. Queste due ultime specie ioniche sono sicuramente attribuibili allo spray marino e il loro andamento temporale è fortemente correlato;
- le deposizioni secche di **solfati** del 2010 non presentano particolari singolarità, salvo episodi sporadici di deposizioni relativamente più elevate in una delle postazioni, come a febbraio a Borgo Aurelia e a dicembre a Poggio Ombriccolo. In quest'ultima postazione è ormai assodato che avvengano frequentemente deposizioni mensili relativamente più elevate di solfati;
- le deposizioni secche di **nitrati** di Poggio Ombriccolo risentono della natura rurale di questa postazione e rappresentano spesso i massimi relativi mensili. Nei mesi invernali, deposizioni secche relativamente più elevate che nelle altre postazioni si hanno a Parco Antonelli. Come per i solfati, anche per i nitrati si è avuta una elevata deposizione a febbraio a Borgo Aurelia;
- anche nel 2010 è perdurata la relativa sistematicità di una più elevata deposizione secca di **calcio** a Parco Antonelli, come in gennaio, maggio e da settembre a dicembre. Sono comunque avvenute elevate deposizioni relative anche a Borgo Aurelia e a Bagni S. Agostino;
- la deposizione secca di **magnesio** ha avuto un chiaro andamento ciclico correlabile alle deposizioni di sodio e cloro. E' possibile, quindi, che buona parte delle deposizioni di magnesio siano di origine marina, confermato dal massimo assoluto dell'anno a Borgo Aurelia in febbraio, coincidente con il massimo delle deposizioni di cloruri e sodio.

Come già visto per le deposizioni umide (v. par. 3.4.1.1), anche nelle deposizioni secche il valore del rapporto in massa tra sodio e cloruri è spesso molto prossimo a quello dell'acqua di mare, pari a **0.56**. Nella tabella che segue sono stati evidenziati i campioni nei quali il rapporto Na/Cl rimane compreso entro +/- il 10% del rapporto nell'acqua di mare:

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
Gen	0.54	0.58	0.57	0.55
Feb	0.56	0.55	0.54	0.57
Mar	0.59	0.55	0.61	0.67
Apr	0.58	0.51	0.67	1.93
Mag	0.56	0.65	0.63	0.54
Giu	0.57	0.66	0.62	0.59
Lug	0.84	0.91	0.65	0.82
Ago	0.73	0.71	0.75	0.74
Set	0.61	0.64	0.61	0.69
Ott	0.54	0.48	0.58	0.56
Nov	0.57	0.50	0.54	0.54
Dic	0.54	0.41	0.56	0.54

Come descritto in precedenza a proposito delle deposizioni umide (v. par. 3.4.1.1), le masse d'aria invecchiate possono subire una perdita di cloruri a causa della reazione con l'acido nitrico e ciò provoca l'aumento del valore del rapporto Na/Cl. Pertanto anche le deposizioni secche con Na/Cl maggiore di 0.56 possono contenere particolato sedimentabile su cui si è adsorbito spray marino invecchiato, come nel caso dei trasporti da lunga distanza.

Nella tabella che segue, sono riassunti i valori di deposizione totale secca di metalli e specie ioniche, espressi in  $\mu\text{g}$  o  $\text{mg}/\text{m}^2$ , nelle quattro postazioni di Civitavecchia. I valori riportati sono comprensivi per ciascun parametro del contributo dato dalla frazione lisciviabile e da quella insolubile in acqua.

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Al	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	225,581	240,741	234,102	206,628
As	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	21	19	19	19
Be	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	7	10	7	10
Cd	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	8	9	7	6
Co	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	54	53	60	54
Cr	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	786	1,193	1,333	572
Cu	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	572	987	557	664
Hg	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	2	2	2	1
Mn	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	3,008	2,758	4,913	3,443
Ni	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	218	193	253	189
Pb	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	253	391	576	312
Pd	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	17	13	13	13
Pt	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	22	11	11	11
Rh	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	59	52	56	55
Sb	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	32	56	34	41
Se	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	68	59	58	58
Sn	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	69	135	72	105
Te	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	18	15	15	15
Ti	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	10,090	10,976	8,446	9,997
Tl	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	19	15	15	14
V	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	396	471	346	389
Zn	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	11,125	8,412	9,332	7,701
SO4--	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	607,113	480,570	572,885	478,374
NO3-	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	453,820	443,376	637,685	382,908
Cl-	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	1,666,290	1,261,518	1,448,632	1,385,570
Ca	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	957,454	1,379,621	635,743	875,131
Na	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	945,758	684,916	839,511	793,715
Mg	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	204,701	166,499	156,006	152,140
K	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	362,225	425,854	172,835	194,881
NH4+	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	115,808	19,408	83,322	19,665
PO4---	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	40,985	57,821	9,589	14,410
<b>Metalli pesanti totali</b>	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	<b>252</b>	<b>267</b>	<b>260</b>	<b>230</b>
<b>Specie ioniche totali</b>	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	<b>5,354</b>	<b>4,920</b>	<b>4,556</b>	<b>4,297</b>
SO4 <sup>-</sup> non marini	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	374	312	366	283
SO4 <sup>-</sup> marini	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	233	168	207	195
NaCl	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	2612	1946	2288	2179

La deposizione secca di metalli pesanti totali nelle quattro postazioni è dell'ordine di 0.2 – 0.3  $\text{g}/\text{m}^2$  di

cui il 97 – 98% è costituito da Al, Ti e Zn. I primi due metalli sono elementi tipicamente crustali e rappresentano rispettivamente circa l'8 e 0.6% della composizione elementare della crosta terrestre. Nella tabella precedente, sono stati ancora distinti i contributi dei solfati marini alla deposizione di solfati totali ed è stata riportata la deposizione di Na e Cl come cloruro di sodio. Quest'ultima ha rappresentato dal 37 al 48% della deposizione delle specie determinate, come appare anche dalla tabella seguente, in cui i dati sono stati espressi in termini di distribuzione %, raggruppando insieme tutti i metalli pesanti.

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
<b>Metalli pesanti totali</b>	[%]	4.5	5.1	5.4	5.1
<b>NaCl</b>	[%]	46.6	37.5	47.5	48.1
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup> non marini</b>	[%]	6.7	6.0	7.6	6.3
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup> marini</b>	[%]	4.1	3.2	4.3	4.3
<b>NO<sub>3</sub>-</b>	[%]	8.1	8.5	13.2	8.5
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	[%]	2.1	0.4	1.7	0.4
<b>Ca+Mg+K</b>	[%]	27.2	38.0	20.0	27.0

Si noti che la deposizione complessiva di calcio, magnesio e potassio ha rappresentato il 27 – 38 % delle specie analizzate a Borgo Aurelia e a Parco Antonelli e il 20 – 27 % nelle altre due postazioni, valori molto simili a quelli del 2009. Nelle prime due postazioni è quindi presumibile l'influenza di una sorgente locale specifica. Si noti anche che i solfati marini sono stati oltre la metà della deposizione di solfati totali.

Il rateo giornaliero di deposizione secca di metalli pesanti e specie ioniche, espresso in  $\mu\text{g}$  depositati per  $\text{m}^2$  al **giorno**, è mostrato nella tabella seguente:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
Al	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	627	669	650	574
As	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.06	0.05	0.05	0.05
Be	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.02	0.03	0.02	0.03
Cd	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.02	0.03	0.02	0.02
Co	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.15	0.15	0.17	0.15
Cr	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	2.18	3.32	3.70	1.59
Cu	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	1.6	2.7	1.5	1.8
Hg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.004	0.004	0.01	0.002
Mn	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	8.4	7.7	13.6	9.6
Ni	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.61	0.53	0.70	0.52
Pb	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.70	1.09	1.60	0.87
Pd	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.05	0.04	0.04	0.04
Pt	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.06	0.03	0.03	0.03
Rh	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.16	0.14	0.16	0.15
Sb	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.09	0.16	0.09	0.11
Se	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.19	0.16	0.16	0.16
Sn	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.19	0.37	0.20	0.29
Te	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.05	0.04	0.04	0.04
Ti	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	28.0	30.5	23.5	27.8
Tl	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.05	0.04	0.04	0.04
V	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	1.10	1.31	0.96	1.08
Zn	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	31	23	26	21
SO <sub>4</sub> --	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	1686	1335	1591	1329
NO <sub>3</sub> -	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	1261	1232	1771	1064
Cl-	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	4629	3504	4024	3849
Ca	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	2660	3832	1766	2431
Na	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	2627	1903	2332	2205
Mg	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	569	462	433	423
K	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	1006	1183	480	541
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	322	54	231	55
PO <sub>4</sub> ---	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	114	161	27	40
<b>Metalli pesanti totali</b>	[ $\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>	<b>0.6</b>
<b>Specie ioniche totali</b>	[ $\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	<b>14.9</b>	<b>13.7</b>	<b>12.7</b>	<b>11.9</b>
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> non marini	[ $\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	1.04	0.87	1.02	0.79
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> marini	[ $\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.65	0.47	0.57	0.54
NaCl	[ $\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	7.3	5.4	6.4	6.1

Utilizzando i precedenti valori dei ratei di deposizione è possibile effettuare un confronto con i dati pregressi. Per quanto riguarda i **metalli pesanti totali**, i ratei annuali sono mostrati nel prospetto che segue. I valori sono tutti espressi in  $\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$ :

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
2007	0.91	0.83	0.69	0.91
2008	0.86	0.91	0.69	0.79
2009	0.79	1.22	0.75	0.71
2010	0.70	0.74	0.72	0.64

Si osserva che nel 2010 vi è stata una diminuzione dei ratei di deposizione rispetto al 2009 e per alcune postazioni anche rispetto al 2008. Si tenga presente, comunque, che oltre il 97% della deposizione dei metalli è stata costituita dai soli Al, Ti e Zn, di cui i primi due sono elementi tipicamente crustali.

Per quanto riguarda le **specie ioniche complessive**, i ratei sono riportati nella tabella sottostante, sempre espressi in  $\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$ :

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
2007	11.4	14.2	16.9	14.6
2008	11.6	15.2	13.3	13.7
2009	10.3	12.6	10.3	9.2
2010	14.9	13.7	12.7	11.9

In questo caso, il rateo di deposizione secca delle specie ioniche è aumentato rispetto al 2009. Tale aumento è legata in buona parte alla influenza dello spray marino e ciò dovrebbe dipendere quasi esclusivamente da fattori meteorologici. Nella tabella che segue è mostrata la variazione dei ratei medi annuali di deposizione giornaliera di **NaCl**, espressi in  $\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$ :

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
2007	4.5	4.6	7.4	6.3
2008	4.4	5.7	5.6	6.9
2009	3.8	4.2	4.6	4.3
2010	7.3	5.4	6.4	6.1

Si può notare il sostanziale aumento delle deposizioni di NaCl nel 2010 rispetto al 2009 che risultano per altro confrontabili con quelle del 2007-'08.

### 3.4.2.2 Idrocarburi Aromatici policiclici (IPA) nelle deposizioni secche

Nelle tabelle che seguono, sono riportate le deposizioni secche mensili di Idrocarburi Aromatici Policiclici (IPA), espresse in **ng** per **m<sup>2</sup>**. Per il calcolo si sono utilizzati i criteri già descritti al par. 3.2, ovvero: nel caso di valori di concentrazione inferiori al limite di rivelabilità (LdR), per i calcoli si è utilizzato la metà del LdR. I valori di deposizione equivalenti al limite di rilevabilità sono stati evidenziati in rosso e in corsivo.

I valori di deposizione secca di IPA riscontrati nella postazione di **Borgo Aurelia** sono mostrati di seguito:

Postazione	Borgo Aurelia												
	Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Naftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>18</i>	78	122	<i>18</i>	157	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	81	44	131
2-Metilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>18</i>	<i>18</i>	64	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
1-Metilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>18</i>	46	138	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	50	<i>18</i>	49	<i>18</i>	<i>18</i>
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>18</i>	<i>18</i>	63	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
Acenaftilene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>18</i>	154	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
Acenaftene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>18</i>	67	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
Fluorene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>18</i>	55	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
Fenantrene [ng/m <sup>2</sup> ]	159	306	191	<i>18</i>	65	<i>18</i>	74	67	<i>18</i>	131	48	123	
Antracene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
1-Metilfenantrene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
Fluorantene [ng/m <sup>2</sup> ]	173	315	220	67	54	45	76	68	47	98	60	161	
Pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	130	225	142	63	43	44	76	69	86	98	59	122	
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
Benzo[a]antracene [ng/m <sup>2</sup> ]	69	88	48	55	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	165	<i>18</i>	58	63	
Crisene [ng/m <sup>2</sup> ]	94	273	82	43	<i>18</i>	<i>18</i>	43	<i>18</i>	81	83	<i>18</i>	129	
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m <sup>2</sup> ]	199	264	276	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Benzo[k]fluorantene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Benzo[e]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Benzo[a]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Perilene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>53</i>	1340	<i>53</i>	<i>53</i>	390	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
<b>Totale</b> [ng/m <sup>2</sup> ]	<b>1,601</b>	<b>3,847</b>	<b>2,050</b>	<b>1,075</b>	<b>1,503</b>	<b>971</b>	<b>1,116</b>	<b>1,100</b>	<b>1,226</b>	<b>1,352</b>	<b>1,099</b>	<b>1,541</b>	

I valori di deposizione secca di IPA riscontrati nella postazione di **Parco Antonelli** sono riportati nella tabella seguente:

Postazione	Parco Antonelli											
	Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov
Naftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	217	3447	18	18	53	61	45	57	65	70	309
2-Metilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	868	18	18	18	18	18	18	18	18	18
1-Metilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	46	1806	18	18	18	53	66	59	18	18	142
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	464	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Acenaftilene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	46	100	18	18	18	18	18	18	18	18	256
Acenaftene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	171	18	18	18	18	18	18	18	18	18
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Fluorene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	47	258	18	18	18	52	18	44	18	85	18
Fenantrene [ng/m <sup>2</sup> ]	97	794	241	82	56	77	91	186	133	127	184	1038
Antracene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	132
1-Metilfenantrene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	93	48	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Fluorantene [ng/m <sup>2</sup> ]	141	1475	248	119	71	80	86	165	173	133	188	1079
Pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	112	1164	211	155	68	79	87	186	215	149	195	757
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Benzo[a]antracene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	222	148	150	43	18	77	123	170	66	115	218
Crisene [ng/m <sup>2</sup> ]	60	583	149	126	18	51	71	138	102	146	176	453
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	1414	137	183	53	53	209	257	259	53	136	979
Benzo[k]fluorantene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	244	53	53	53	53	53	53	53	53	53	146
Benzo[e]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	415	189	53	53	53	53	165	252	133	53	246
Benzo[a]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	365	53	53	53	53	53	53	53	53	53	205
Perilene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	254	53	169	53	53	53	53	53	53	53	134
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	376	53	53	53	53	53	53	151	53	53	181
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	422	227	53	53	53	135	226	327	161	130	204
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
<b>Totale</b> [ng/m <sup>2</sup> ]	<b>1,256</b>	<b>8,548</b>	<b>9,241</b>	<b>1,707</b>	<b>1,085</b>	<b>1,168</b>	<b>1,594</b>	<b>2,192</b>	<b>2,507</b>	<b>1,686</b>	<b>1,966</b>	<b>6,866</b>



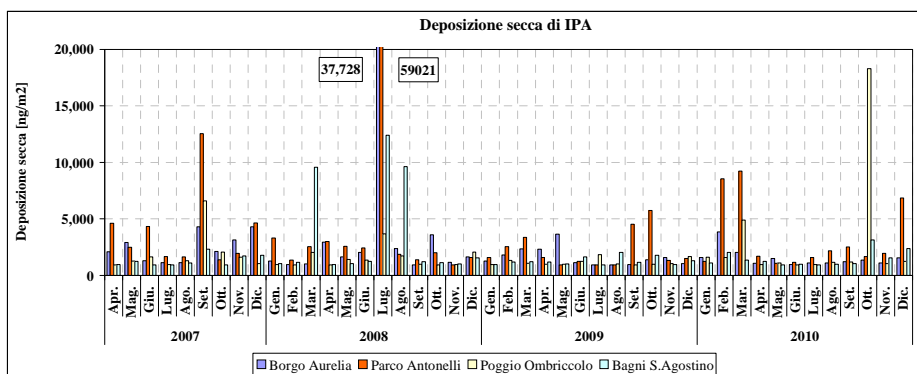
I valori di deposizione secca di IPA riscontrati nella postazione di **Poggio Ombriccolo** sono mostrati nella tabella sottostante:

Postazione	Poggio Ombriccolo											
	Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov
Naftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	46	49	1214	18	18	18	18	51	18	339	70	175
2-Metilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	1008	18	18	18	18	69	18	742	18	18
1-Metilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	874	18	18	18	18	133	18	607	18	18
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	143	18	18	18	18	18	18	127	18	18
Acenaftilene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	109	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Acenaftene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	168	18	18	18	18	18	18	101	18	18
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Fluorene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	204	18	18	18	18	18	44	53	18	18
Fenantrene [ng/m <sup>2</sup> ]	135	155	100	18	18	18	49	51	96	1833	47	65
Antracene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
1-Metilfenantrene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	166	18	196	18	18	18	18	191	18	18
Fluorantene [ng/m <sup>2</sup> ]	194	215	93	18	18	18	18	18	92	3606	54	68
Pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	174	134	66	18	18	18	18	18	82	2587	47	56
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Benzo[a]antracene [ng/m <sup>2</sup> ]	87	18	18	53	18	18	47	18	44	828	18	18
Crisene [ng/m <sup>2</sup> ]	88	79	44	18	18	18	18	18	18	1349	18	56
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m <sup>2</sup> ]	143	185	53	53	53	53	53	53	53	1587	53	53
Benzo[k]fluorantene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	537	53	53
Benzo[e]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	837	53	53
Benzo[a]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	1012	53	53
Perilene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	748	53	53
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	185	53	53
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	685	53	53
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
<b>Totale</b> [ng/m <sup>2</sup> ]	<b>1,625</b>	<b>1,594</b>	<b>4,894</b>	<b>953</b>	<b>1,096</b>	<b>917</b>	<b>979</b>	<b>1,150</b>	<b>1,187</b>	<b>18,28</b>	<b>1,065</b>	<b>1,249</b>

I valori di deposizione secca di IPA riscontrati nella postazione di **Bagni S. Agostino** sono mostrati di seguito:

Postazione	Bagni S. Agostino												
	Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Naftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	122	18	82	18	61	18	18	18	18	70	135	18
2-Metilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	64	18	18	18	18	18	18	18	18	64	18	18
1-Metilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	138	18	53	18	51	18	18	18	18	98	18	18
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	63	18	45	18	18	18	18	18	18	1466	18	18
Acenaftilene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	71
Acenaftene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	18	18	18	18	18	18	58	18	18	18	18
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	98	18	18
Fluorene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	18	18	18	18	18	18	54	18	18	18	18
Fenantrene [ng/m <sup>2</sup> ]	66	191	135	46	46	18	18	18	18	58	98	107	278
Antracene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
1-Metilfenantrene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Fluorantene [ng/m <sup>2</sup> ]	93	220	170	55	18	18	18	18	18	44	91	158	409
Pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	73	142	101	67	18	18	18	18	18	51	70	157	278
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Benzo[a]antracene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	48	51	67	18	18	18	18	18	67	18	81	104
Crisene [ng/m <sup>2</sup> ]	18	82	77	47	18	18	18	18	18	18	55	116	175
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	276	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	309
Benzo[k]fluorantene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Benzo[e]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Benzo[a]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Perilene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	311	53	53
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m <sup>2</sup> ]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
<b>Totale</b> [ng/m <sup>2</sup> ]	<b>1,097</b>	<b>2,050</b>	<b>1,365</b>	<b>1,238</b>	<b>946</b>	<b>994</b>	<b>917</b>	<b>994</b>	<b>1,067</b>	<b>3,129</b>	<b>1,565</b>	<b>2,382</b>	

I valori di deposizioni mensili di IPA **totali** nelle quattro postazioni sono confrontati nella figura seguente:



Complessivamente, la deposizione secca di IPA nel 2010 appare molto contenuta, salvo alcune deposizioni elevate episodiche. Dal complesso dei risultati, si possono trarre le seguenti osservazioni:

- gli IPA più frequentemente rilevati nelle deposizioni secche sono quelli a 2 – 4 anelli (IPA compresi tra naftalene a crisene delle tabelle precedenti), alchilati e non alchilati, di cui i più abbondanti in genere sono: fenantrene, fluorantene e pirene. In un numero ridotto di casi, si è anche riscontrata effettivamente la presenza di IPA a 5-6 anelli condensati (IPA compresi tra i benzofluoranteni e i dibenzopireni nelle tabelle precedenti) che di solito sono associati alle frazioni carboniose del particolato depositato. Gli IPA più pesanti sono risultati in massima parte a livelli inferiori al limite di rilevabilità;
- le deposizioni massime di IPA nel 2010 si sono avute a ottobre a Poggio Ombriccolo. Massimi relativi dell'anno si sono avuti anche a Parco Antonelli in febbraio e marzo.

Nella tabella sottostante sono stati riassunti i valori di deposizione secca complessiva avvenuti nel periodo di indagine, espressi in ng per unità di superficie :

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Naftalene	[ng /m <sup>2</sup> ]	718	4,375	2,032	593
2-Metilnaftalene	[ng /m <sup>2</sup> ]	258	1,062	1,977	304
1-Metilnaftalene	[ng /m <sup>2</sup> ]	423	2,279	1,773	482
2,6-Dimetilnaftalene	[ng /m <sup>2</sup> ]	257	658	446	1,733
Acenaftilene	[ng /m <sup>2</sup> ]	348	561	303	265
Acenaftene	[ng /m <sup>2</sup> ]	261	365	445	252
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng /m <sup>2</sup> ]	212	212	212	292
Fluorene	[ng /m <sup>2</sup> ]	249	609	459	248
Fenantrene	[ng /m <sup>2</sup> ]	1,218	3,105	2,585	1,079
Antracene	[ng /m <sup>2</sup> ]	212	326	212	212
1-Metilfenantrene	[ng /m <sup>2</sup> ]	212	317	712	212
Fluorantene	[ng /m <sup>2</sup> ]	1,383	3,957	4,411	1,311
Pirene	[ng /m <sup>2</sup> ]	1,158	3,378	3,233	1,009
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng /m <sup>2</sup> ]	212	212	212	212
Benzo[a]antracene	[ng /m <sup>2</sup> ]	634	1,365	1,182	523
Crisene	[ng /m <sup>2</sup> ]	900	2,075	1,740	658
Benzo[b+j]fluorantene	[ng /m <sup>2</sup> ]	1,215	3,787	2,392	1,114
Benzo[k]fluorantene	[ng /m <sup>2</sup> ]	635	919	1,120	635
Benzo[e]pirene	[ng /m <sup>2</sup> ]	635	1,718	1,419	635
Benzo[a]pirene	[ng /m <sup>2</sup> ]	635	1,099	1,595	635
Perilene	[ng /m <sup>2</sup> ]	2,259	1,034	635	635
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng /m <sup>2</sup> ]	635	1,185	1,330	635
Dibenzo[a, h]antracene	[ng /m <sup>2</sup> ]	635	635	767	635
Benzo[g,h,i]perilene	[ng /m <sup>2</sup> ]	635	2,044	1,268	635
Dibenzo[a,e]pirene	[ng /m <sup>2</sup> ]	635	635	635	635
Dibenzo[a,h]pirene	[ng /m <sup>2</sup> ]	635	635	635	893
Dibenzo[a,i]pirene	[ng /m <sup>2</sup> ]	635	635	635	635
Dibenzo[a,l]pirene	[ng /m <sup>2</sup> ]	635	635	635	635
<b>Totale</b>	<b>[ng /m<sup>2</sup>]</b>	<b>18,480</b>	<b>39,816</b>	<b>35,000</b>	<b>17,743</b>

Come si può notare, la deposizione secca annuale di IPA è stata modesta ed è rimasta compresa tra 18 e 40  $\mu\text{g}$  totali per  $\text{m}^2$  con il minimo di deposizione nella postazione di Bagni S. Agostino e il massimo a Parco Antonelli, la postazione urbana.

Nella tabella che segue, infine, sono riportati i ratei di deposizione secca di idrocarburi policiclici aromatici (IPA), espressi in **ng per  $\text{m}^2$  al giorno**:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Naftalene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	2.0	12.2	5.6	1.6
2-Metilnaftalene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	0.7	2.9	5.5	0.8
1-Metilnaftalene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	1.2	6.3	4.9	1.3
2,6-Dimetilnaftalene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	0.7	1.8	1.2	4.8
Acenaftilene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	1.0	1.6	0.8	0.7
Acenaftene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	0.7	1.0	1.2	0.7
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	0.6	0.6	0.6	0.8
Fluorene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	0.7	1.7	1.3	0.7
Fenantrene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	3.4	8.6	7.2	3.0
Antracene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	0.6	0.9	0.6	0.6
1-Metilfenantrene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	0.6	0.9	2.0	0.6
Fluorantene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	3.8	11.0	12.3	3.6
Pirene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	3.2	9.4	9.0	2.8
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	0.6	0.6	0.6	0.6
Benzo[a]antracene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	1.8	3.8	3.3	1.5
Crisene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	2.5	5.8	4.8	1.8
Benzo[b+j]fluorantene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	3.4	10.5	6.6	3.1
Benzo[k]fluorantene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	1.8	2.6	3.1	1.8
Benzo[e]pirene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	1.8	4.8	3.9	1.8
Benzo[a]pirene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	1.8	3.1	4.4	1.8
Perilene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	6.3	2.9	1.8	1.8
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	1.8	3.3	3.7	1.8
Dibenzo[a, h]antracene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	1.8	1.8	2.1	1.8
Benzo[g,h,i]perilene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	1.8	5.7	3.5	1.8
Dibenzo[a,e]pirene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	1.8	1.8	1.8	1.8
Dibenzo[a,h]pirene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	1.8	1.8	1.8	2.5
Dibenzo[a,i]pirene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	1.8	1.8	1.8	1.8
Dibenzo[a, l]pirene	[ng / $\text{m}^2$ /d]	1.8	1.8	1.8	1.8
<b>Totale</b>	<b>[ng /<math>\text{m}^2</math>/d]</b>	<b>51</b>	<b>111</b>	<b>97</b>	<b>49</b>

Nella tabella sottostante sono confrontati i ratei del 2010 con quelli del 2007, 2008 e 2009. I valori sono espressi in **ng/ $\text{m}^2$ /d**:

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
<b>2007</b>	82	129	64	43
<b>2008</b>	148	205	38	83
<b>2009</b>	54	73	39	43
<b>2010</b>	51	111	97	49

Si può notare che i ratei annuali di deposizione sono confrontabili con quelli relativi al 2009 per le postazioni di Borgo Aurelia e Bagni S. Agostino mentre vi è stato aumento dei ratei a Parco Antonelli e Poggio Ombriccolo. In quest'ultima postazione, l'aumento del rateo è imputabile in realtà alla influenza di un solo campione relativo al mese di ottobre. Escludendo questo campione, il rateo sarebbe di 51  $\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$ , ancora superiore a quello del 2009, ma confrontabile come ordine di grandezza.

### 3.4.2.3 Composizione e rateo della deposizione secca

Nella tabella che segue è riportata la composizione della deposizione secca avvenuta nel corso del 2010 in ciascuna postazione, raggruppando le sostanze determinate e tenendo conto anche della frazione di particolato insolubile che non è stato caratterizzato. Quest'ultimo contiene elementi cristallini quali silicio e ferro, non facenti parte del protocollo analitico ma presenti sotto forma di ossidi e la componente di carbonio organico. Non è stata considerata invece la deposizione secca di IPA in quanto quantitativamente del tutto trascurabile in termini massivi rispetto alle altre componenti.

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
<b>Insolubile non caratterizzato</b>	[mg/m <sup>2</sup> ]	6,859	10,471	6,065	4,659
<b>Metalli pesanti totali</b>	[mg/m <sup>2</sup> ]	252	267	260	230
<b>NaCl</b>	[mg/m <sup>2</sup> ]	2,612	1,946	2,288	2,179
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup> non marini</b>	[mg/m <sup>2</sup> ]	374	312	366	283
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup> marini</b>	[mg/m <sup>2</sup> ]	233	168	207	195
<b>NO<sub>3</sub>-</b>	[mg/m <sup>2</sup> ]	454	443	638	383
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	[mg/m <sup>2</sup> ]	116	19	83	20
<b>Ca+Mg+K</b>	[mg/m <sup>2</sup> ]	1,524	1,972	965	1,222
<b>Totale</b>	[mg/m <sup>2</sup> ]	12,424	15,600	10,872	9,172

Tenendo conto anche della frazione di particolato sedimentabile non caratterizzato, la deposizione totale secca annua nelle quattro postazioni è rimasta compresa tra 9 e 16 g/m<sup>2</sup>, di cui più della metà è dovuta al particolato sedimentabile non caratterizzato, come risulta meglio dalla tabella sottostante in cui è riportata la distribuzione % delle varie specie rispetto al totale della deposizione secca:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
<b>Insolubile non caratterizzato</b>	[%]	55.0	66.9	55.7	50.7
<b>Metalli pesanti totali</b>	[%]	2.0	1.7	2.4	2.5
<b>NaCl</b>	[%]	21.0	12.4	21.0	23.7
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup> non marini</b>	[%]	3.0	2.0	3.4	3.1
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup> marini</b>	[%]	1.9	1.1	1.9	2.1
<b>NO<sub>3</sub>-</b>	[%]	3.6	2.8	5.9	4.2
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	[%]	0.9	0.1	0.8	0.2
<b>Ca+Mg+K</b>	[%]	12.2	12.6	8.9	13.3

Dai dati della tabella precedente, risulta quindi che non è stato caratterizzato il 55 - 67% della deposizione secca di Borgo Aurelia e Parco Antonelli e il 51 - 56 % della deposizione delle altre due postazioni. Da notare che a Poggio Ombriccolo, i sali marini (NaCl e solfati marini) rappresentano circa il 21% della deposizione secca totale, nonostante si tratti della postazione più lontana dal mare, una percentuale della stessa entità di quella riscontrata a Borgo Aurelia, postazione molto più prossima al mare.

Nella tabella seguente sono riassunti i ratei di deposizione secca, espressi in mg/m<sup>2</sup>/d, aggregando i parametri determinati (v. par. precedenti) in classi principali e tenendo conto dell'entità del particolato sedimentabile non caratterizzato. Non sono stati inclusi i valori per gli IPA, in quanto trascurabili in termini di massa depositata (v. par. precedente).

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
<b>Insolubile non caratterizzato</b>	[mg/m <sup>2</sup> /d]	19	29	17	13
<b>Metalli pesanti totali</b>	[mg/m <sup>2</sup> /d]	0.7	0.7	0.7	0.6
<b>NaCl</b>	[mg/m <sup>2</sup> /d]	7.3	5.4	6.4	6.1
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup> non marini</b>	[mg/m <sup>2</sup> /d]	1.0	0.9	1.0	0.8
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup> marini</b>	[mg/m <sup>2</sup> /d]	0.6	0.5	0.6	0.5
<b>NO<sub>3</sub>-</b>	[mg/m <sup>2</sup> /d]	1.3	1.2	1.8	1.1
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	[mg/m <sup>2</sup> /d]	0.3	0.1	0.2	0.1
<b>Ca+Mg+K</b>	[mg/m <sup>2</sup> /d]	4.2	5.5	2.7	3.4
<b>Totale</b>	[mg/m <sup>2</sup> /d]	35	43	30	25

I ratei annuali di deposizione secca complessiva rimangono quindi compresi tra 25 e 43 mg/m<sup>2</sup>/d a seconda della postazione. Per una valutazione della significatività di tali valori, in assenza di limiti definiti dalla normativa nazionale, si può ricorrere ai valori di riferimento contenuti nel rapporto finale del gruppo di lavoro della Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico del Ministero dell'Ambiente. In tale rapporto, è riportata la seguente classificazione basata sul tasso di deposizione gravimetrico:

Classe di polverosità'	Polvere totale sedimentabile mg/m <sup>2</sup> /giorno	Indice di polverosità'
I	<100	praticamente assente
II	100 – 250	bassa
III	251 – 500	media
IV	501 – 600	medio-alta
V	>600	elevata

Con i criteri di qui sopra, i ratei di deposizione complessivi riscontrati a Civitavecchia rientrano nella classe di polverosità I, con un indice di polverosità “praticamente assente”.

Purtroppo, per il territorio italiano esistono ben pochi dati di ratei delle deposizioni secche e risulta difficile effettuare valutazioni e confronti. Tra gli scarsissimi dati disponibili, vi sono quelli relativi della stazione di rilevamento dell'Istituto Superiore di Sanità, ubicata a Roma in zona classificabile come “orientata al traffico”, di cui sono stati pubblicati i dati per il 2003 e 2004 nel Rapporto ISTISAN 06/13 (<sup>15</sup>). I valori del rateo di deposizione di polveri sedimentabili totali misurati in Roma è stato di 59.3 mg/m<sup>2</sup>/d nel 2003 e 47.3 mg/m<sup>2</sup>/d nel 2004, confrontabili con i valori di 25÷43 mg/m<sup>2</sup>/d riscontrati nelle postazioni di Civitavecchia nel 2010.

Un ulteriore confronto si può effettuare relativamente ai ratei di deposizione secca di alcuni metalli per la città di Roma (As, Cd, Ni e Pb), pubblicati anch'essi nel citato rapporto ISTISAN. Nella tabelle sottostanti sono messi a confronto i ratei di deposizione secca di As, Cd, Ni e Pb determinati nelle postazioni di Civitavecchia nel 2007-'10 con quelli misurati nella postazione ISS di Roma:

Postazione	Borgo Aurelia				Parco Antonelli				Poggio Ombriccolo				Bagni S. Agostino			
	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
As [µg/m <sup>2</sup> /d]	0.81	1.20	0.13	0.06	1.73	1.27	0.13	0.05	1.02	1.65	0.13	0.05	20.42	1.39	0.13	0.05
Cd [µg/m <sup>2</sup> /d]	0.45	0.10	0.07	0.02	0.19	0.09	0.05	0.03	0.23	0.09	0.05	0.02	0.32	0.08	0.04	0.02
Ni [µg/m <sup>2</sup> /d]	5.05	2.66	1.23	0.61	3.29	1.65	1.56	0.53	3.42	1.56	0.68	0.70	3.89	1.99	0.69	0.52
Pb [µg/m <sup>2</sup> /d]	2.03	2.48	1.34	0.70	1.51	2.8	2.65	1.09	1.4	1.28	0.9	1.60	0.88	1.06	0.87	0.87

<sup>15</sup> Cattani G., Viviano G.: Stazione di rilevamento dell'Istituto Superiore di Sanità per lo studio della qualità dell'aria: anni 2003 e 2004". Rapporto ISTISAN06/13 (2006)

Postazione ISS di Roma		Anno 2003	Anno 2004
As	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	9.25	6.97
Cd	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.33	0.20
Ni	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	4.78	8.39
Pb	[ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	21.6	14.2

Tenuto conto delle differenze dovute alle diverse tipologie di stazioni di raccolta delle deposizioni secche e della variabilità che contraddistingue le deposizioni secche, si può notare, comunque, che i ratei riscontrati a Civitavecchia nel 2008-2010 sono sempre stati inferiori a quelli del 2003-2004 rilevati a Roma.

Un ulteriore confronto può essere fatto con i valori di intervalli di ratei di deposizione secca per diverse tipologie di aree (rurali, urbane, industriali) pubblicate in uno studio della Comunità Europea e riportate nel citato Rapporto ISTISAN 06/13. I dati sono mostrati nella tabella seguente, confrontati con gli intervalli determinati a Civitavecchia:

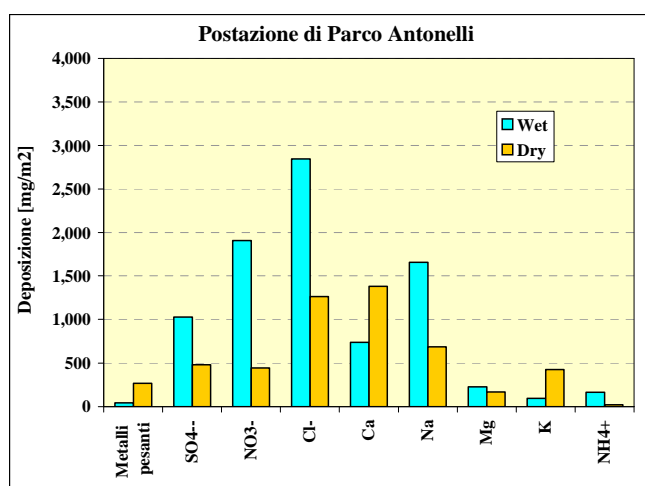
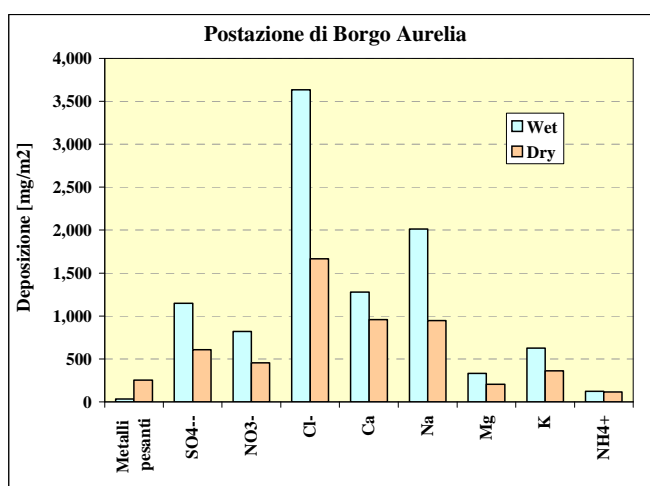
Metallo	Aree rurali	Aree urbane	Aree industriali	Civitavecchia 2007	Civitavecchia 2008	Civitavecchia 2009	Civitavecchia 2010
As [ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.082- 0.43	0.22 – 3.4	2.0 – 4.3	0.81 – 1.73 (*)	1.20 – 1.39	0.13	0.05 – 0.06
Cd [ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.011 – 0.14	0.16 – 0.90	0.12 – 4.6	0.19 – 0.45	0.08 – 0.10	0.05 – 0.07	0.02 – 0.03
Ni [ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ ]	0.03 – 4.3	5 - 11	2.3 – 22	3.3 – 5.1	1.56 – 2.66	0.68 – 1.56	0.52 – 0.70

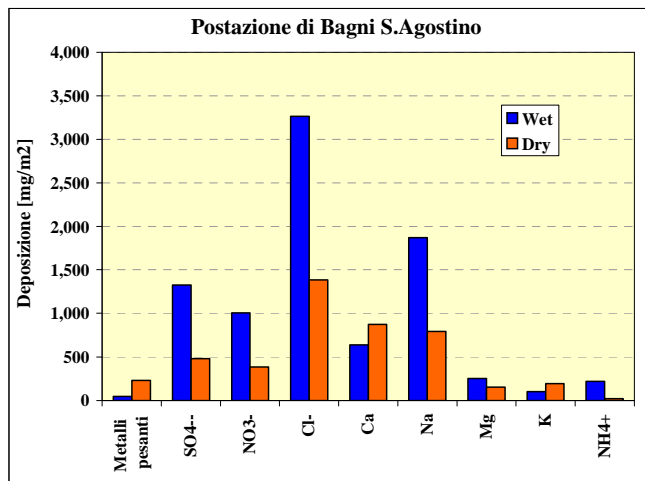
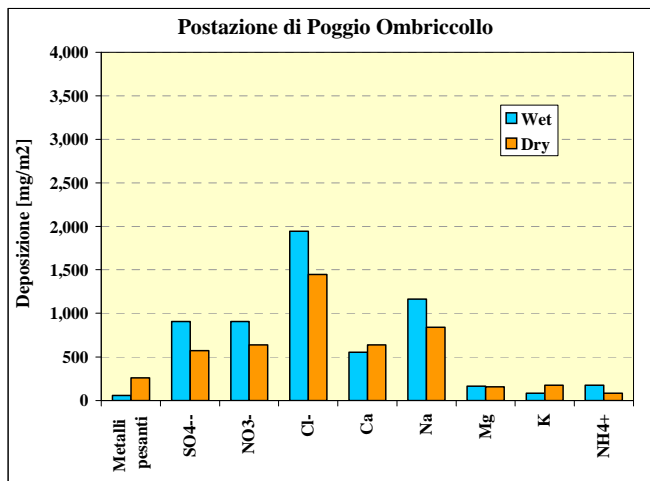
(\*) – E' stato escluso un valore anomalo di Bagni S. Agostino

In questo caso i ratei di deposizione secca di Civitavecchia sono molto ben assimilabili a quelli del tipico intervallo di aree urbane o rurali.

### 3.4.3 Deposizioni totali da eventi umidi e secchi

Le figure che seguono riassumono graficamente gli apporti al suolo complessivi, espressi in  $\text{mg}/\text{m}^2$ , di metalli e specie ioniche dovuti alle deposizioni atmosferiche complessive (umide e secche) del 2010, già riportati nei paragrafi precedenti. Non sono stati inseriti nel conteggio gli IPA in quanto poco significativi in termini di massa depositata al confronto degli altri parametri. I metalli pesanti sono stati raggruppati in un'unica voce mentre sono state mantenute distinte le deposizioni delle singole specie ioniche:





Dai grafici precedenti, spiccano le elevate deposizioni al suolo di cloruri e sodio che anche nel 2010 sono avvenute soprattutto attraverso eventi piovosi, ma anche attraverso la deposizione secca di spray marino. Da notare che nella postazione geograficamente più vicina al mare, ovvero Bagni S. Agostino, la deposizione di sale marino è avvenuta per la maggior parte attraverso eventi di pioggia, come accaduto per quella di Poggio Ombriccolo, la più lontana dal mare.

La deposizione di metalli pesanti è avvenuta invece prevalentemente attraverso le polveri sedimentabili per via secca. Come introdotto in precedenza, la deposizione di metalli pesanti è per lo più costituita da elementi metallici crustali e gli apporti di metalli antropogenici sembrerebbero modesti (v. par. 3.4.1.1 e 3.4.2.1). Da notare l'elevata presenza di calcio nelle deposizioni totali, molto evidente nelle postazioni di Borgo Aurelia e Parco Antonelli e preferibilmente depositato per via secca a Parco Antonelli e per via umida a Borgo Aurelia. Nella tabella che segue, è riportata la composizione % delle **deposizioni atmosferiche totali** avvenute nel 2010, introducendo anche il particolato insolubile che non è stato caratterizzato chimicamente:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Insolubile non caratterizzato	[%]	36.7	36.8	27.3	25.0
Metalli pesanti totali	[%]	1.2	1.4	2.1	1.6
SO4 <sup>-</sup> non marini	[%]	4.2	4.3	6.7	6.5
SO4 <sup>-</sup> marini	[%]	3.0	2.6	3.3	3.7
NaCl	[%]	33.6	29.5	36.5	41.4
NO3-	[%]	5.2	10.7	10.4	7.9
Ca	[%]	9.1	9.7	8.0	8.6
Mg	[%]	2.2	1.8	2.2	2.3
K	[%]	4.0	2.4	1.7	1.7
NH4+	[%]	1.0	0.8	1.7	1.4

La massima parte della deposizione atmosferica non è stata caratterizzata e dovrebbe essere composta prevalentemente da frazioni minerali contenenti i tipici ossidi di costituenti crustali, come Si e Fe, e la componente organica (composti organici e carbonio elementare).

Il 30 - 41 % delle deposizioni atmosferiche sono state dovute a cloruro di sodio da spray marino che apporta nelle postazioni anche 2.6 – 3.7 % di solfati. I solfati non marini costituiscono così tra il 4.2 e il 6.7 % delle deposizioni, un intervallo di valori confrontabile con quello dei nitrati che rappresentano tra il 5.2 e il 10.7 % delle deposizioni atmosferiche. Come già evidenziato, la deposizione di calcio è molto significativa e costituisce tra l'8.0 e il 9.7 % delle deposizioni atmosferiche totali.



Nella tabella che segue sono riportate le deposizioni atmosferiche totali delle specie analizzate espresse in  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  o  $\text{mg}/\text{m}^2$

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Al	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	242,232	260,717	256,249	230,063
As	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	337	415	446	500
Be	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	45	55	59	62
Cd	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	46	58	60	63
Co	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	163	163	178	222
Cr	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	1,125	1,609	1,776	1,032
Cu	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	1,605	1,698	1,275	1,674
Hg	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	177	199	224	231
Mn	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	4,465	4,791	6,275	5,093
Ni	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	459	430	506	453
Pb	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	547	826	1,079	736
Pd	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	104	117	123	135
Pt	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	109	124	140	127
Rh	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	680	828	1,190	1,513
Sb	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	104	145	171	148
Se	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	985	1,215	1,301	1,464
Sn	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	247	358	343	369
Te	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	176	213	229	255
Ti	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	10,822	11,983	9,487	11,034
Tl	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	102	119	127	140
V	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	816	967	861	959
Zn	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	19,552	19,819	34,016	20,591
SO4--	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	1,755,851	1,507,609	1,478,885	1,804,650
NO3-	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	1,274,360	2,350,502	1,542,901	1,387,926
Cl-	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	5,299,134	4,108,276	3,393,790	4,649,569
Ca	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	2,236,543	2,115,900	1,190,220	1,511,215
Na	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	2,959,361	2,341,543	2,003,967	2,662,641
Mg	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	536,591	391,641	321,242	404,810
K	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	987,379	520,582	256,833	297,013
NH4+	$[\mu\text{g}/\text{m}^2]$	237,527	184,564	257,551	238,715
<b>Metalli pesanti totali</b>	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	<b>285</b>	<b>307</b>	<b>316</b>	<b>277</b>
<b>Specie ioniche totali</b>	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	<b>15,287</b>	<b>13,521</b>	<b>10,445</b>	<b>12,957</b>
SO4 <sup>-</sup> non marini	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	1028	932	986	1150
SO4 <sup>-</sup> marini	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	728	576	493	655
NaCl	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	8258	6450	5398	7312

Infine, il rateo di deposizione giornaliero, espresso in  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ , è riportato nella tabella seguente:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Al	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	673	724	712	639
As	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.9	1.2	1.2	1.4
Be	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.1	0.2	0.2	0.2
Cd	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.1	0.2	0.2	0.2
Co	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.5	0.5	0.5	0.6
Cr	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	3.1	4.5	4.9	2.9
Cu	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	4.5	4.7	3.5	4.6
Hg	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.5	0.6	0.6	0.6
Mn	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	12.4	13.3	17.4	14.1
Ni	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	1.3	1.2	1.4	1.3
Pb	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	1.5	2.3	3.0	2.0
Pd	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.3	0.3	0.3	0.4
Pt	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.3	0.3	0.4	0.4
Rh	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	1.9	2.3	3.3	4.2
Sb	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.3	0.4	0.5	0.4
Se	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	2.7	3.4	3.6	4.1
Sn	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.7	1.0	1.0	1.0
Te	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.5	0.6	0.6	0.7
Ti	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	30.1	33.3	26.4	30.6
Tl	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	0.3	0.3	0.4	0.4
V	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	2.3	2.7	2.4	2.7
Zn	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	54	55	94	57
SO <sub>4</sub> --	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	4,877	4,188	4,108	5,013
NO <sub>3</sub> -	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	3,540	6,529	4,286	3,855
Cl-	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	14,720	11,412	9,427	12,915
Ca	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	6,213	5,877	3,306	4,198
Na	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	8,220	6,504	5,567	7,396
Mg	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	1,491	1,088	892	1,124
K	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	2,743	1,446	713	825
NH <sub>4</sub> +	$[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}]$	660	513	715	663
<b>Metalli pesanti totali</b>	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	<b>0.79</b>	<b>0.85</b>	<b>0.88</b>	<b>0.77</b>
<b>Specie ioniche totali</b>	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	<b>42.5</b>	<b>37.6</b>	<b>29.0</b>	<b>36.0</b>
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> non marini	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	2.9	2.6	2.7	3.2
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> marini	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	2.0	1.6	1.4	1.8
NaCl	$[\text{mg}/\text{m}^2]$	22.9	17.9	15.0	20.3

## 4 CONCLUSIONI

Il quarto anno di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico del comprensorio di Civitavecchia ha permesso di arricchire il quadro conoscitivo relativamente ai valori di concentrazione degli inquinanti atmosferici aerodispersi e alla entità di quelli ricondotti al suolo dalle deposizioni atmosferiche umide e secche. Si sono anche confermati alcuni andamenti caratteristici già emersi dalla valutazione dei risultati del 2007 e del 2009.

Nel seguito si riportano i principali andamenti riscontrati per il 2010 che evidenziano come i valori misurati non hanno subito influenze correlabili con l'entrata in servizio dei tre gruppi della Centrale di Torrevaldaliga Nord:

### Particolato PM10:

- l'intervallo dei dati di concentrazione media annuale di **PM10** nelle quattro postazioni ha mostrato una variabilità del dato ridotta, rimanendo compreso tra i  $15.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  della postazione rurale di Poggio Ombriccolo e i  $27.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  della postazione urbana di Parco Antonelli. Nelle postazioni di Borgo Aurelia e Bagni S. Agostino la polverosità media è stata in entrambe di circa  $20\text{-}21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La polverosità media annuale ricavata mediando tutti i dati delle quattro postazioni è risultata pari a  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ben inferiore al valore limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  della normativa italiana e confrontabile col valore della concentrazione media del 2007 ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), del 2008 e 2009 ( $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). I superamenti della soglia giornaliera di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sono stati due a Parco Antonelli, uno a Bagni S. Agostino e nessuno a Poggio Ombriccolo e a Borgo Aurelia. Il numero dei superamenti è nettamente inferiore a quelli del 2009 e non si sono avuti episodi di superamenti imputabili ad eventi di apporti di sabbie sahariane;
- per quanto riguarda i **metalli pesanti**, quelli presenti in maggiore concentrazione sono Al, Ti e Zn, i primi due sicuramente associabili ad apporti terrigeni. Cr, Mn, Ni, e Pb sono frequentemente presenti, ma a concentrazioni nettamente inferiori a quelle di Al, Ti e Zn. La concentrazione del Ni sembra avere un andamento con massimi relativi in estate nelle postazioni più vicine alla costa, per cui si confermerebbe l'ipotesi di una correlazione con l'incremento estivo del traffico portuale che induce un maggior impatto sull'aria dovuto alle emissioni dei motori marini diesel. Nella postazione urbana di Parco Antonelli, la più trafficata, si sono avute le concentrazioni relativamente più elevate di Cu, a volte coincidenti con la presenza anche di Sb. Nella letteratura scientifica si assume che tali metalli siano "marker" del traffico veicolare, in quanto si associano all'usura degli apparati frenanti. L'As non è stato mai presente nel PM10 a concentrazioni maggiori del suo limite di rivelabilità. Nessuno tra i metalli previsti dalla normativa italiana o dai valori guida della qualità dell'aria di WHO ha superato il proprio valore limite;
- tra le classi analizzate, le **specie ioniche** (metalli alcalino terrosi, ammonio, solfati, nitrati e cloruri) sono risultate essere sempre la componente maggioritaria del particolato. Dai dati analitici è evidente l'influenza dei sali di origine marina che si riflettono anche sul tenore di solfati totali, in quanto in determinati periodi e situazioni meteorologiche, tra il 20-60% dei solfati può essere di origine marina. Anche nel 2010 è visibile il tipico ciclo stagionale dei solfati con massimi nei mesi estivi e minimi in quelli invernali. I nitrati hanno avuto anch'essi un andamento stagionale, in controtendenza rispetto a quello dei solfati, ma con meno evidenza.

### Idrocarburi aromatici policiclici (IPA) nel PTS:

- nell'atmosfera di Civitavecchia sembrano essere prevalenti IPA da 2 a 4 anelli quali: naftalene e i suoi derivati metilici, fenantrene, fluorantene e pirene, probabilmente associabili ad emissioni da motori a combustione interna sia veicolari sia navali;
- gli IPA a 5-6 anelli, tra i quali si annoverano i composti cancerogeni, sono stati pressoché assenti nel PTS nei mesi estivi e sono stati rilevati saltuariamente nei mesi invernali;
- considerando anche i dati del 2007-'09, è visibile un ciclo di crescita stagionale degli IPA con massimi nei mesi invernali. Un lieve rialzo delle concentrazioni medie mensili degli IPA avviene anche in estate, probabilmente anch'esso associabile all'incremento delle emissioni dovute alle maggiori attività portuali;

- su base annuale, i valori medi degli IPA totali sono rimasti compresi tra i 2.8 ng/m<sup>3</sup> di Borgo Aurelia e i 13.9 ng/m<sup>3</sup> di Bagni S. Agostino. In quest'ultima postazione il valore medio è stato innalzato a causa della elevatissima concentrazione di IPA in un campione di dicembre (campionamento del 29/12/10, oltre 300 ng/m<sup>3</sup> totali). Escludendo questo unico valore, si avrebbero concentrazioni medie annuali di IPA pari a 6.3 ng/m<sup>3</sup> a Parco Antonelli e di 2.8 – 3.2 nelle altre postazioni, del tutto in linea con i periodi precedenti di monitoraggio;
- il **benzo(a)pirene**, l'unico IPA normato dalla legislazione italiana, è stato rilevato solo nel periodo invernale, peraltro a bassa concentrazione e ben al di sotto del valore limite di 1 ng/m<sup>3</sup>;

#### Deposizioni umide (*wet*):

- nel periodo preso in esame, complessivamente si sono avuti una trentina di eventi umidi settimanali di cui la maggior parte degli eventi ha avuto **acidità** modesta e solo in gennaio vi sono stati alcuni eventi nettamente acidi in tutte le postazioni;
- per quanto riguarda i **metalli pesanti**, le maggiori deposizioni si sono avute in ottobre a Parco Antonelli, in maggio nelle altre postazioni;
- l'andamento temporale delle deposizioni di **specie ioniche** (metalli alcalini terrosi, ammonio e anioni) è stato molto simile a quello dei metalli pesanti. Nelle piogge di Civitavecchia è molto accentuata la presenza di sali marini, NaCl in particolare, che su base annua rappresenta oltre il 50 % delle specie ioniche depositate;
- i ratei di deposizione giornaliera del 2010 di metalli e specie ioniche risultano intermedi a quelli misurati nel 2008 e 2009 per tutte le postazioni;
- gli **IPA** sono stati riscontrati in concentrazioni modeste e ciò si è tradotto in deposizioni complessive annuali comprese tra 36 e 56 µg totali per m<sup>2</sup> a seconda della postazione, corrispondenti a ratei di deposizione di 99 – 156 ng/m<sup>2</sup>/d, valori confrontabili con quelli degli anni precedenti.

#### Deposizioni secche (*dry*):

- il rateo di deposizione secca di particolato totale sedimentabile è rimasto compreso tra 25 e 43 mg/m<sup>2</sup>/d, simile ai valori degli anni precedenti;
- la frazione insolubile della deposizione secca contiene la maggior parte dei **metalli pesanti**. Al, Mn, Ti e V sembrano avere avuto lo stesso andamento temporale e quindi potrebbero avere sorgenti comuni. La somma della deposizione secca di Al, Ti e Zn costituisce il 97-98% dell'intera deposizione dei metalli pesanti.
- la deposizione secca di **As** è stata sempre al di sotto del limite di rilevabilità, come già avvenuto nel 2009 ed il **Cd** è stato rilevato molto saltuariamente nelle deposizioni secche e comunque a valori sempre molto bassi;
- le deposizioni secche di **Ni** del 2010 sono risultate paragonabili a quelle dell'anno precedente sia come andamento temporale sia nella loro entità;
- le deposizioni secche di **Cr** del 2010 fino a giugno sono state simili a quelle del 2010, con episodi di elevate deposizioni in febbraio a Poggio Ombriccolo e a Bagni S. Agostino e in aprile a Poggio Ombriccolo. Per buona parte dell'anno, i massimi relativi mensili di deposizione si sono verificati a Parco Antonelli;
- le deposizioni secche di **Cu** siano state più abbondanti nella postazione di Parco Antonelli, le più influenzata dalle emissioni di traffico veicolare urbano, sebbene sembra essersi instaurata una tendenza pluriennale ad una loro diminuzione;
- anche le deposizioni secche di **Zn** del 2010 sono state simili a quelle dell'anno precedente e non si è ripresentata la sistematicità di elevate deposizioni a Borgo Aurelia vista nel biennio 2007-2008;
- la vicinanza del mare ha apportato una significativa deposizione secca di **spray marino**, costituito prevalentemente da cloruro di sodio il quale da solo ha contribuito per una deposizione dell'ordine di 1900 - 2600 mg/m<sup>2</sup> nell'anno. Da notare che la postazione di Poggio Ombriccolo, la più lontana dal mare delle quattro, subisce anch'essa ingenti apporti di spray marino;
- le deposizioni secca totale di **IPA** è stata molto modesta ed è rimasta compresa tra 14 e 26 µg/m<sup>2</sup> annui a seconda della postazione (massime deposizioni a Parco Antonelli, minime a Poggio Ombriccolo);

- il particolato insolubile non caratterizzato ha rappresentato dal 50 al 69 % dell'intera deposizione secca di particolato sedimentabile totale. Questa frazione contiene elementi crustali, quali silicio e ferro non facenti parte del protocollo analitico ma presenti sotto forma di ossidi, e la componente di carbonio organico.