Istituto Superiore di Sanità

Provincia di Roma

Convenzione tra l'Istituto Superiore di Sanità e la Provincia di Roma per la realizzazione di un programma di ricerca avente come obiettivo:

la predisposizione di un programma di monitoraggio e sorveglianza ambientale con particolare riferimento alle specifiche ricadute sulla salute umana delle attività industriali dello stabilimento BASF Italia sito in via Salone a Roma

relazione finale

Responsabile scientifico:

Giovanni Marsili

Gruppo di lavoro:

Cinzia Ferrari,
Marcello Ferdinandi,
Marco Inglessis,
Lorenzo Palumbo,
Gaetano Settimo,
Maria Eleonora Soggiu

Roma 28 novembre 2014

Indice

1. Premessa 3
2. Campionamento degli inquinanti 5
2.1 Selezione dei siti 5
2.2 Materiali e metodi 6
2.3 Metodi di campionamento 8
3. Direzione e velocità del vento 14
4. Il biossido di azoto 19
5. Il materiale particellare sospeso 28
5.1 Metalli e metalloidi nel materiale particolato sospeso 33
5.2 Diossine, Furani e policlorobifenili nel materiale particolato sospeso 39
5.3 Idrocarburi policiclici aromatici nel materiale particolato sospeso 42
6. Deposizione atmosferica: materiale particellare sedimentabile 45
6.1 Metalli e metalloidi nelle deposizioni atmosferiche totali 47
6.2 Diossine, Furani e policlorobifenili nelle deposizioni atmosferiche 54
6.3 Idrocarburi policiclici aromatici nelle deposizioni atmosferiche 58
7. Composti organici volatili in aria ambiente 62
8. Conclusioni 69
9. Bibliografia di riferimento 71

1. Premessa

L'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e la Provincia di Roma hanno stipulato una Convenzione, avente come oggetto *l'analisi e valutazione della situazione ambientale e dei rischi sanitari connessi all'attività dello stabilimento BASF Italia srl sito in Roma, Via di Salone 245.* In accordo con l'art. 1 della convenzione, l'obiettivo è perseguito attraverso lo *studio e predisposizione di un programma di sorveglianza e monitoraggio ambientale, da attuare con particolare riferimento alle specifiche ricadute sulla salute umana delle sostanze prodotte da attività industriali, tale da poter costituire la prima fase operativa di dettaglio da inserirsi nella realizzazione del Sistema di Monitoraggio promosso da Roma Capitale e relativo al "progetto per il monitoraggio degli impatti igienico sanitari Basf".* (tavolo tecnico 9 novembre 2010).

La Convenzione, attivata nel giugno 2012 con una durata prevista di 18 mesi; ha subito una proproga che ne ha fissato la scadenza al 30 ottobre 2014 (Provincia di Roma; Dipartimento 4 Servizio 3; Det.Dir. n. 7362 del 9/12/2013). Le cause della proroga sono da ricercarsi nei problemi tecnici emersi nel corso dell'attività a carico dei due laboratori mobili messi a disposizione dall'Amministrazione Provinciale, i quali hanno imposto:

- dapprima di procedere a significativi interventi di adeguamento della strumentazione, ritardando l'inizio delle operazioni di campionamento;
- successivamente di interrompere l'attività di campionamento per l'urgenza di procedere ad ulteriori verifiche tecniche (nota Amministrazione Provinciale prot. 30919 del 7/3/2014).

In accordo con gli obiettivi dello studio sono stati identificati tre siti di campionamento rappresentativi dell'area, ed un sito per il bianco. Considerato che il fine ultimo dello studio è la protezione della salute umana, la presenza di insediamenti abitativi e industriali è stato assunto come criterio importante di selezione, al pari della meteorologia del sito.

La Provincia di Roma, in accordo con quanto previsto dalla Convenzione (art. 8), ha messo a disposizione dell'Istituto i propri Laboratori mobili per il controllo dell'inquinamento atmosferico, ed i sistemi di campionamento di tipo Bulk per il campionamento delle deposizioni al suolo.
L'ARPA Lazio ha consentito l'uso della stazione di monitoraggio di fondo urbano localizzata presso la Tenuta del Cavaliere, sia mettendo a disposizione le concentrazioni rilevate, sia ospitando due campionatori per la raccolta del materiale sedimentabile.
In data 20 settembre 2012 il Reparto Igiene dell'Aria dell'ISS, ha quindi preso in carico nove deposimetri di tipo bulk corredati di contenitori ed imbuti in Vetro Pirex e, li ha dotati dei necessari contenitori ed imbuti in PE per la determinazione dei metalli e metalloidi.
Il giorno 29 aprile 2013, i dott. Marcello Ferdinandi e Gaetano Settimo, del Reparto Igiene dell'Aria dell'ISS, hanno effettuato un sopralluogo presso la sede di Civitavecchia della BI-Lab S.r.l., società alla quale l'Amministrazione Provinciale ha affidato l'incaricarico di ripristinare l'efficienza della

strumentazione a bordo dei laboratori mobili RM2 e RM3 e verificato l'avvenuto ripristino ed il corretto funzionamento dei dispositivi necessari per le determinazioni richieste dalla Convenzione.
In data 22/5/2013, ACEA ha portato a temine l'allaccio alla rete elettrica, la cui richiesta era stata inoltrata in data 20/2/2013, rendendo quindi fruibili i siti selezionati e consentendo di avviare la calibrazione degli strumenti in loco. Il 6 giugno 2013, alla presenza dei tecnici ISS e della Provincia, sono state espletate le operazioni di taratura degli analizzatori in dotazione ai laboratori mobili RM2 ed RM3 3 con bomboble a concentrazione nota e certificata, completando così la dislocazione dei campionatori sul territorio.

La presente relazione descrive i risultati ottenuti dai campionamenti effettuati tra ottobre 2012-giugno 2014 e si articola nei seguenti capitoli:

- Campionamento degli inquinanti;
- Direzione e velocità del vento;
- Il biossido di azoto;
- Il materiale particellare sospeso;
- Deposizione atmosferica: materiale particellare sedimentabile;
- Composti organici volatili in aria ambiente;
- Conclusioni.

Le concentrazioni dei diversi inquinanti rilevate nel corso dello studio sono integralmente riportate in apposite appendici citate nel testo.

2. Campionamento degli inquinanti

2.1 Selezione dei siti

La selezione dei siti di campionamento secondo il duplice criterio della prevalenza delle direzioni dei venti e della presenza della popolazione ha consentito di identificare una rete costituita da quattro siti: tre dedicati alla caratterizzazione della qualità dell'aria nell'area di case rosse (segnaposto giallo in figura 1) ed uno di fondo (segnaposto verde). Tale rete consente una valutazione della qualità dell'aria, con particolare attenzione al materiale particellare, sottovento ed a ridosso dello stabilimento Basf, a distanza dallo stesso stabilmento in un'area densamente abitata, in un'area in cui qualsiasi influenza dello stabilimento può essere esclusa. Nell'area di Case Rosse sono presenti almeno due importanti sorgenti di emissioni diffuse di microinquinanti: l'Autostrada A24 ed il campo nomadi localizzato in Via di Salone, nel quale cumuli di rifiuti sono frequentemente incendiati. Relativamente alla loro collocazione, i siti di campionamento risultano: equidistanti dall'Autostrada (circa 800 m), e distanti tra i 1300 m ed i 1700 m dal campo nomadi.

Figura 1: Area circostante lo stabilimento Basf con le quattro sorgenti di emissione considerate (segnaposto rosso), le tre postazioni di campionamento (segnaposto giallo) e la postazione per il bianco (segnaposto verde).

In sintesi, i siti si caratterizzano (tabella 1) per la:

- distanza dalla Basf, due di essi sono in un raggio di 500 m dal baricentro dello stabilimento, mentre gli altri due sono a distanze maggiori di 1500 da esso;
- la collocazione sottovento ai camini dello stabilimento, con venti che spirano intorno Sud;

- gli inquinanti campionati, che si limitano alle deposizioni atmosferiche nel **Tecnopolo** per estendersi a tutti gli inquinanti gassosi e solidi nel sito più antropizzato attorno alla **Scuola Di Consiglio**.

POSTAZIONE	Collocazione e distanza da sorgenti di emissione (m)			Deposi-zioni	NO_x	PM_{10} $PM_{2,5}$	CO	Velocità e direzione del vento
	BASF	A24	CN					
Tecnopolo: parcheggio ristorante il Casale, Via di Salone 155	400	840	1500	X	--	--	--	--
Parco Tibur: Via Guglielmo Iozzia. Condominio. Laboratorio mobile RM 3	350	790	1300	X	X	X	--	x
Scuola Di Consiglio: Via Valle Castellana. Laboratorio mobile RM 2	1500	780	1700	X	X	X	X	x
Tenuta del Cavaliere:stazione di fondo ARPA Lazio	2500	1200	2700	X	X	--	X	--

Tabella 1: siti di campionamento ed inquinanti rilevati.

Nel corso dello studio, a seguito di allarmi lanciati dalla popolazione inerenti la presenza in aria di composti odrigeni, è stata condotta una campagna spot per la rilevazione di composti organici contestualmente alla percezione odorigena delle persone che li segnalano.

2.2 Materiali e metodi

Lo studio ha concentrato l'attenzione sulla concentrazione in aria e nelle deposizioni atmosferiche dei seguenti inquinanti:

- Materiale Particellare sospeso PM_{10}-$PM_{2,5}$;
- Deposizioni atmosferiche totali;
- Metalli e metalloidi: arsenico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg), nichel (Ni), piombo (Pb), rame (Cu), platino (Pt), palladio (Pd), rodio (Rh), vanadio (V);
- Idrocarburi policiclici aromatici (IPA);
- Policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani (PCDD e PCDF);
- Policlorobifenili (PCB);
- Ossidi di azoto ($NO+NO_2+NOX$);
- Monossido di carbonio (CO);

Detti rilevamenti sono stati condotti in accordo con le metodiche prescritte dalla normativa vigente o, in alcuni casi, con metodiche e strumenti che, pur non specificatamente indicati nella normativa, sono considerati di uso comune e verificati o riconosciuti validi dalla maggioranza degli operatori del settore. In particolare sono seguite le indicazioni reperibili nella legislazione nazionale:

- DLgs 13 agosto 2010 n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

- DLgs 24 dicembre 2012, n. 250 “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”.

SO_2 già in vigore: dal 1/1/05	valore limite	**350** µg/m^3 media 1 ora (da non superare più di 24 volte per anno civile) **125** µg/m^3 media 24 ore (da non superare più di 3 volte per anno civile)
	limite critico per la protezione della vegetazione già in vigore: dal 19/7/01	**20** µg/m^3 media anno civile e semestre invernale (1 ottobre-31 marzo)
	Soglia di allarme	**500** µg/m^3 media 3 ore consecutive
NO_2 già in vigore: dal 1/1/10	valore limite	**200** µg/m^3 media 1 ora (da non superare più di 18 volte per anno civile) **40** µg/m^3 media anno civile
NO_x in vigore: dal 19/7/01	limite critico per la protezione della vegetazione	**30** µg/m^3 media anno civile
Particelle (PM_{10}) già in vigore: dal 1/1/05	valore limite	**50** µg/m^3 media 24 ore (da non superare più di 35 volte per anno civile) **40** µg/m^3 media anno civile
Particelle (PM2,5) in vigore: dal 1/1/15	valore limite	**25** µg/m^3 media anno civile
	Tolleranza	2012: 27 µg/m^3 2013: 26 µg/m^3 2014: 26 µg/m^3 2015: 25 µg/m^3
	limite per la protezione della salute umana	**25** µg/m^3 media anno civile
Piombo già in vigore: dal 1/1/05	valore limite	**0,5** µg/m^3 media anno civile
Arsenico già in vigore: dal 31/12/12	Valore obiettivo	**6** ng/m^3 media anno civile
Cadmio già in vigore: dal 31/12/12	Valore obiettivo	**5** ng/m^3 media anno civile
Nichel già in vigore: dal 31/12/12	Valore obiettivo	**20** ng/m^3 media anno civile
Benzene già in vigore: dal 1/1/10	valore limite	**5** media anno civile
Benzo(a)pirene già in vigore: dal 31/12/12	valore obiettivo	**1** ng/m^3 media anno civile
CO già in vigore: dal 1/1/05	valore limite	**10** mg/m^3 media massima giornaliera su 8 ore

Tabella 2: Inquinanti atmosferici e relativi limiti – DLgs 155/2010 – 250/2010.

I valori limite di concentrazione degli inquinanti dell'aria, indicati dalla legislazione nazionale e pertanto assunti a riferimento in questo studio sono riassunti in tabella 2.

Il trasferimento del materiale particellare aereodisperso dall'atmosfera al suolo, alla vegetazione, all'acqua, agli edifici e, più in generale, alle superfici presenti nell'ambiente, è raccomandato dalla normativa europea ed italiana sebbene a tutt'oggi non siano definiti limiti prescrittivi per questi contaminanti. La deposizione atmosferica è comunque un fenomeno di grande interesse igienico sanitario soprattutto per quei microinquinanti organici ed inorganici, che originano da processi di combustione, le cui proprietà chimico fisiche consentono loro una persistenza ambientale ed un accumnulo negli organismi biologici. In accordo con il progetto dello studio, le deposizioni sono state quindi inserite nella rilevazione ed i risultati sono discussi nel seguito adottando a riferimento studi simili condotti in Italia o in Europa e, quando possibile, riferimenti legislativi di altri paesi.

2.3 Metodi di campionamento

POSTAZIONI	Deposizioni atmosferiche	NOx	PM10 PM2,5	CO	Meteo
Tecnopolo: parcheggio ristorante il Casale, Via di Salone 155	29/10/12 27/6/14				
Parco Tibur: Via G. Iozzia. Condominio. Laboratorio mobile RM3	5/6/13 27/6/14	3/8/13 18/3/14	3/8/13 18/3/14		3/8/13 18/3/14
Scuola Di Consiglio: Via Valle Castellana. Laboratorio mobile RM2	29/10/12 27/6/14	1/7/13 18/3/14	1/7/13 1/7/14	1/7/13 18/3/14	1/7/13 18/3/14
Tenuta del Cavaliere: stazione di fondo ARPA Lazio	5/6/13 27/6/14	Rete Regionale ARPA	Rete Regionale ARPA		

Tabella 3: Postazioni e periodi di campionamento per i diversi inquinanti.

I campionamenti si sono protratti per tempi che in alcuni casi non hanno raggiunto l'anno solare (tabella 3). In particolare, le deposizioni in tutte le postazioni ed il materiale particellare sospeso presso la scuola Di Consiglio, sono state rilevate per almento un anno solare. Il campionamento degli ossidi di azoto, del monossido di carbonio, e del materiale particellare nella postazione Parco Tibur, sono stati rilevati per un periodo di circa otto mesi. La durata del campionamento di alcuni parametri inferiore a quanto previsto nel programma della convenzione è attribuibile sia agli imprevisti che hanno afflitto i laboratori mobili, già descritti in premessa, sia alla specifictà dei siti di campionamento. La postazione Scuola DI Consiglio, essendo protetta dalla recinzione dell'istituto, ha consentito l'affiancamento del laboratorio mobile con un campionatore (figura 2) che ha permesso di estendere il campionamento del materiale particellare all'intero anno solare. Lo stesso affiancamento non è stato possibile

per la postazione Parco Tibur in quanto il laboratorio mobile era localizzato in un parcheggio pubblico (figura 5).

Figura 2: Prelevatore per il PM_{10} e per il $PM_{2,5}$, operante a una portata di 2,3 m^3/ora, in grado di raccogliere la frazione toracica PM_{10} e respirabile $PM_{2,5}$, depositandole su due filtri distinti. E' conforme alle specifiche richieste dalla normativa italiana (DLgs 155/2010 s.m.i).

Detta riduzione del periodo di campionamento non inficia significativamente i risultati dello studio a causa della sua limitata incidenza sulla variabilità stagionale delle condizioni meteoclimatiche, dei cicli delle lavorazioni industriali e delle attività civili (riscaldamenti, flussi di traffico, ecc.) presenti nell'area. Il periodo escluso dal campionamento, infatti, si estende da aprile a luglio, ovvero tra primavera-estate, due stagioni in cui le emissioni civili da impianti di riscaldamernto sono sono più basse e le condizioni meteorologiche favoriscono la dispersione degli inquinanti in atmosfera.
Il materiale particellare sospeso è stato prelevato mediante campionatori di PM_{10} e $PM_{2,5}$ (figura 2). Tale materiale, raccolto su filtri, è stato avviato alla determinazione ponderale ed alla determinazione della concentrazione dei metalli, IPA, PCDD/F, PCB.

Le deposizioni atmosferiche totali sono state prelevate con deposimetri di tipo "*bulk*" (figura 3) in vetro e in PE, aventi diametro nella sezione di deposito di circa 20 cm, ed avviate al laboratorio per la determinazione della concentrazione di metalli, IPA, PCDD/F e PCB. La serie dei prelievi è stata diversificata in funzione della tipologia del campionamento. In particolare per quanto riguarda l'analisi degli IPA, PCDD/F e PCB, considerate le concentrazioni attese, l'analisi è stata effettuata per gruppi di campioni omogenei, relativi alla stessa sub-area, mantenendo la possibilità di verificare andamenti stagionali di detti inquinanti.

Figura 3: Prelevatore delle "deposizioni atmosferiche totali (frazione secca più umida)".

I deposimetri utilizzati in questa campagna sono del tipo"bottiglia+imbuto costituiti da una bottiglia in vetro o PE (volume 10 L) e da un imbuto (diametro di circa 20 cm) anch'esso in vetro o PE inseriti in una apposita struttura. E' conforme alle specifiche richieste dalla normativa italiana (DLgs 155/2010 s.m.i).

Nelle stazioni di monitoraggio localizzate presso la scuola Di Consiglio (figura 4) ed il Parco Tibur (figura 5) hanno rispettivamente operato i laboratori mobili RM 2 ed RM 3 attrezzati con una stazione meteo per la rilevazione di velocità e direzione del vento e con dispositivi per la rilevazione in continuo delle concentrazioni in aria degli ossidi di azoto, oltre che del materiale particellare. In

aggiunta, il laboratorio RM2 ha rilevato in continuo anche le concentrazioni in aria del monossido di carbonio, un indicatore più specifico dell'inquinamento da traffico automobilistico.

Figura 4: sito di prelievo Via Valle Castellana-Scuola Di Consiglio. Laboratorio mobile RM 2.

Figura 5: sito di prelievo Via Guglielmo Iozzia- Parco Tibur. Laboratorio mobile RM 3.

La qualità dell'aria da assumere a riferimento è stata valutata in località Tenuta del Cavaliere, un'area distante da quella indagata e, comunque, fuori dall'influenza delle sorgenti di emissione presenti in località Case Rose. In questo sito ha operato una stazione di monitoraggio di ARPA Lazio per la rilevazione del materiale particellare sospeso e degli ossidi di azoto coadiuvata da due deposimetri appositamente installati per la raccolta delle deposizioni atmosferiche (figura 6).

Figura 6: sito di prelievo Tenuta del Cavaliere presso stazione di rilevamento dell'inquinamento atmosferico di ARPA Lazio.

Nel corso del campionamento sono state attivate azioni spot per verificare alcuni parametri rilevanti ai fini dell'identificazione delle sorgenti di inquinamento.
Per indagare più approfonditamente le dimensioni del materiale particellare, la postazione Scuola Di Consiglio è stata integrata per oltre un mese (30/8/2013 – 10/9/2013) con un campionatore di materiale particellare (figura 4), equippaggiato con un sistema ottico di rilevamento del tipo *ligt scattering*, che consente sia la misurazione delle frazioni fini ed ultrafini (PM_{10}, PM_4, $PM_{2,5,}$ PM_1), sia la conta delle particelle. Lo strumento permette inoltre la misura delle Polveri Totali (PTS), raccolte su membrana filtrante mediante determinazione ponderale della concentrazione delle PTS in laboratorio.

Analogamente, per indagare la presenza di sostanze odorigene, denunciata dalla popolazione nelle aree a ridosso dello stabilimento Basf, è stata potenziata tra febbraio e luglio 2014 la postazione Parco Tibur, attivando campagne di campionamento di composti organici volatili (COV) sia nella postazione, sia in tre appartamenti di residenti nell'area che hanno dato la loro disponibilità a collaborare (figura 7). Tale azione, sebbene pianificata all'inizio dello studio non aveva trovato applicazione sino a febbraio 2014 per il cessare

delle denunce da parte della popolazione (si vedano a proposito i ripetuti comunicati dei comintati di cittadini). Nel febbraio 2014, in concomitanza con un episodio odorigeno rilevato dai residenti è stato possibile arroluare nello studio alcuni residenti e procedere sia ad un campionamento diretto dell'aria durante il fenomeno odorigeno sia attivare un monitoraggio di più lunga durata mediante campionatori passivi. Nello specifico, gli abitanti dei tre appartamenti selezionati sono stati dotati di un sistema di prelievo (*canister*) in grado di campionare per un tempo preordinato l'aria presente nell'ambiente in cui è collocato. A questi cittadini è stato quindi chiesto di attivare il sitema di prelievo qualora avessero percepito la presenza di sostanze odorigene.
Contemporaneamente, le pertinenze esterne delle abitazioni selezionate, rispettivamente collocate a livello del suolo, a circa 15 e ad oltre 20 metri da esso, sono state assoggettate a campionamento di COV con frequenze quindicinali dal 1 febbraio 2014 al 8 luglio 2014.

Figura 7: Distribuzione dei punti di campionamento nell'area circostante lo stabilimento Basf. Segnaposti rossi: sorgenti di emissione locali; segnaposti gialli: siti esterni di campionamento; segnaposti verdi: appartamenti sottoposti a campionamento di COV.

3. Direzione e velocità del vento

Nel corso del campionamento, direzione e velocità dei venti sono state rilevate ad un'altezza di 10 m dal suolo nelle postazioni Parco Tibur e Scuola Di Consiglio con l'obiettivo di caratterizzare detti siti di campionamento rispetto alle locali sorgenti di emissione in aria.
I dati rilevati, che non coprono l'intero arco dell'anno e non sono pertanto generalizzabili, ci restituiscono l'immagine di un area soggetta a venti moderati di direzione variabile in cui le calme di vento sono quantificabili tra il 15% ed il 17% dei siti Scuola Di Consiglio e Parco Tiburtino rispettivamente. La figura 8 supporta questa conclusione mostrando che, nel periodo considerato, la velocità del vento in entrambe le postazioni é rimasta costantemente al di sotto degli 1,5 m/s (calma) con venti provenienti da primo quadrante (N - NE - E); e si é collocata su valori più alti, comunque inferiori a 3 m/s, per venti provenienti dal secondo e terzo quadrante (SE - S - SO).

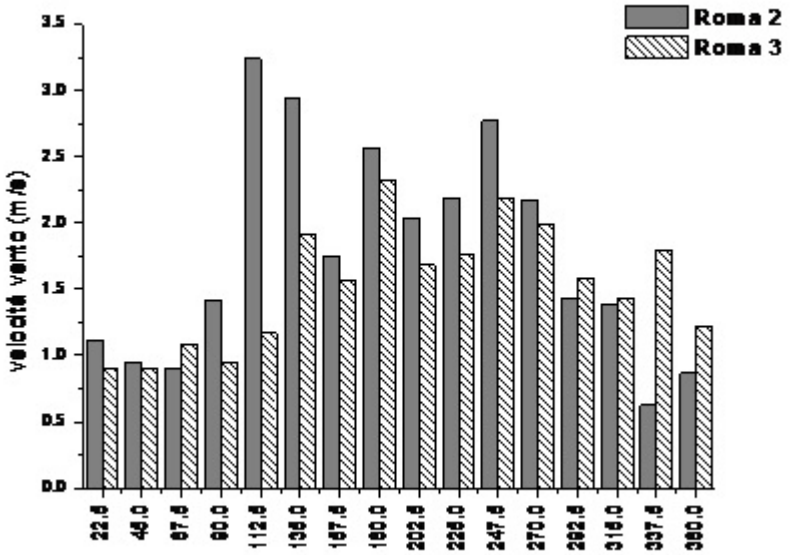


Figura 8: Velocità e direzioni di provenienza del vento rilevate dai Laboratori mobili RM2 - RM3 nei siti Parco Tibur, e Scuola Di Consiglio dal luglio 2013 al febbraio 2014.

Entrando nello specifico delle direzioni di provenienza dei venti , i dati mostrano che (figura 9):

- il laboratorio mobile RM3, che nei circa 8 mesi di moniotraggio ha operato presso il Parco Tibur, è stato prevalentemente esposto a venti provenienti dal secondo quadrante (E - SE) e, in misura minore, dal quarto quadrante (NNO);
- il laboratorio mobile RM2, che tra il 1 luglio 2013 eil 10 Marzo 2014 ha operato presso la Scuola Di Consiglio, è stato prevalentemente esposto a venti provenienti dal primo e terzo quadrante (NE – ESE) e, in misura significativamente inferiore da venti intorno Ovest.

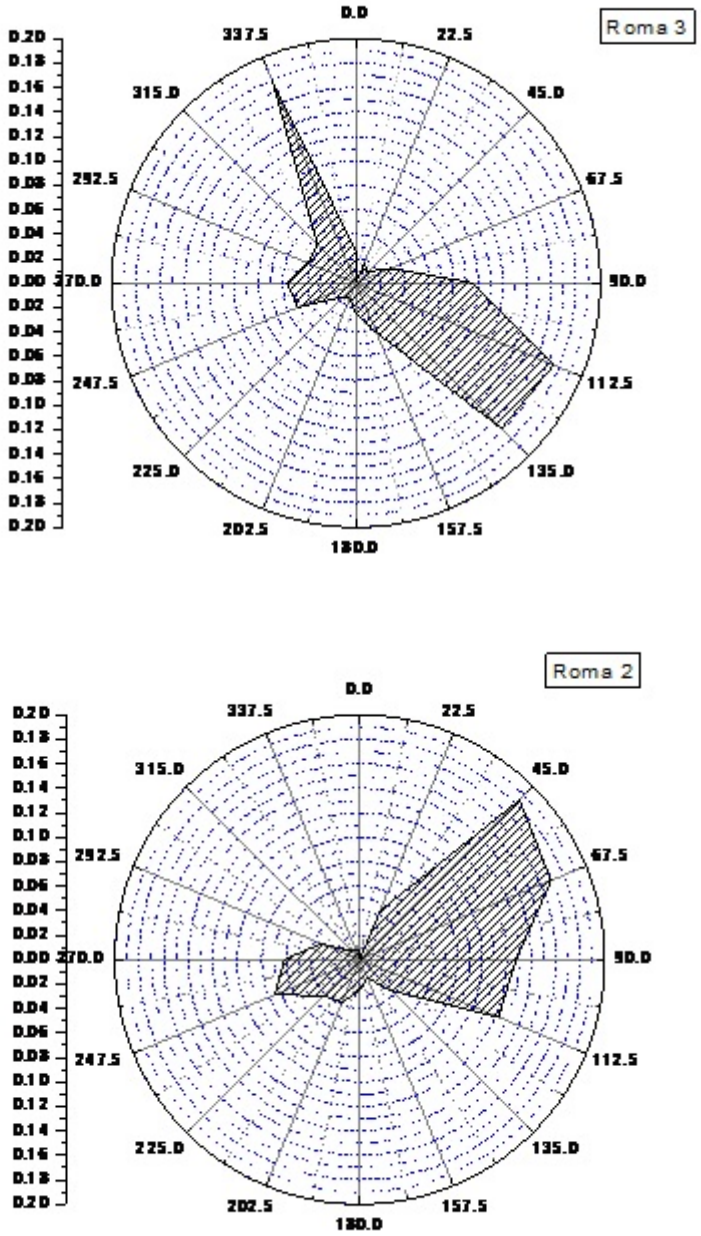


Figura 9: Distribuzione delle direzioni di provenienza del vento rilevate dai Laboratori mobil RM3 ed RM2 nei siti Parco Tibur, e Scuola Di Consiglio tra il 1luglio 2013 ed il 24 febbraio 2014.

La frequenza cumulativa delle direzioni di provenienza del vento, rilevata in un contesto di forte variabilità, identifica la direzione prevalente in termini di frequenza del periodo monitorato ma non fornisce informazioni sulla presenza di eventuali periodicità. Per caratterizzare l'esposizione dei siti di campionamento a predefinite sorgenti di emissione è quindi necessario analizzare le direzioni di provenienza dei venti in funzione dell'ora del giorno.

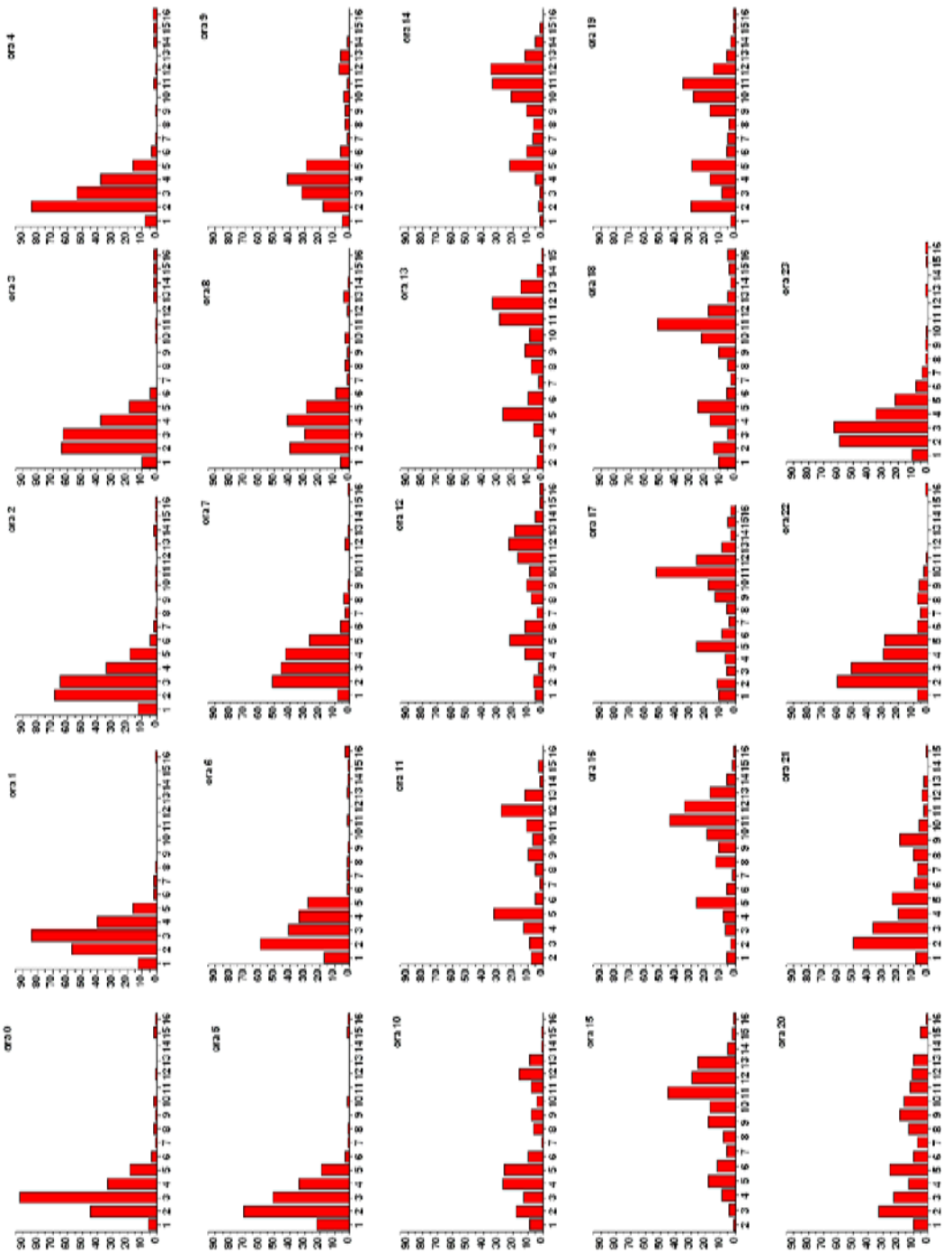


Figura 10: Direzione di provenienza del vento in funzione dell'ora del giorno.
Laboratorio mobile RM2 - Scuola Di Consiglio.

La figura 10, che riporta la distribuzione delle direzioni di provenienza del vento nel sito di campionamento Scuola Di Consiglio, evidenzia una strutturata

rotazione di questa variabile che varia durante le ore del giorno in modo sistematico. Si osserva infatti che la provenienza da nord est è prevalente durante le ore notturne, si attenua a partire dalle ore 7 con un significativo incremento di variabilità della direzione durante la mattinata, fino alle ore 15 circa in cui divengono prevalenti i venti provenienti da sud ovest. A partire dalle ore 18 circa si assiste alla rotazione inversa ovvero ad un incremento di variabilità della direzione dei venti a partire dalle ore 19 circa che entro le 22 ripristina la netta prevalenza evidenziata nelle ore notturne.
Relativamente alla carettirazzione del sito di campionamento in funzione della distribuzione delle sorgenti di emissione considerate in questo studio, si osserva che, nel periodo di campionamento, quello localizzato presso la Scuola Di Consiglio é stato esposto agli inquinanti da traffico provenienti dalla diramazione A24 durante le ore notturne, in presumibili condizioni di scarsa capacità dispersiva dell'atmosfera attribuibili alle prevalenti calme di vento ed alle presumibile stabilità atmosferica che caratterizza queste ore, soprattutto in inverno.
Relativamente alle altre sorgenti di emissione considerate, un convvolgimento dell'abitato di Case Rosse circostante la Scuola di Consiglio è ipotizzabile nelle ore pomeridiane a causa di venti prevalentemente provenienti dal terzo quadrante. In questo caso, infatti, l'abitato sarebbe esposto sia alle emissioni dal campo nomadi (fuochi incontrollati), che a quelle industriali della Basf e da traffico dell'Autostrada A24. Tale ipotesi deve però essere considerata con molta cautela a causa sia delle rilevanti distanze tra sorgenti di emissione ed abitato, sia delle condizioni meteorologiche prevalentemente favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Un analogo fenomeno di rotazione della direzione di provenienza dei venti, è stato osservato anche presso il Parco Tibur, dove ha operato il laboratorio mobile RM3 (Figura 11). In questo caso i venti che spirano durante la notte prevalentemente da nord est persistono sino alla tarda mattinata quando intorno alle 11 iniziano a ruotare verso sud completando la rotazione intorno alle ore 21 con il ripristino delle condizioni notturne. Il cambio di direzione è abbastanza rapido e già dalle ore 14 sono prevalenti i venti provenienti dal quarto quadrante (NO). In questa rotazione si registra, tra le 15 e le 19, una significativa presenza di venti provenienti da sud ovest che espongono l'abitato Parco Tibur alle sorgenti di emissione dello stabilimento Basf.

In conclusione, le due stazioni meteo istallate sui laboratori mobili, al di là di insignificanti differenze riconducibili alla diversa orografia dei siti indotta dai manufatti ivi presenti, sono concordi nell'evidenziare la rotazione delle direzioni di provenienza dei venti che caratterizza l'area. In questo contesto, le considerazioni svolte consentono di assumere, in prima approssimazione, che le postazioni Parco Tibur e Scuola Di Consiglio, monitorano due siti antropizzati che si differenziano per essere rispettivamente esposti ad una sorgente da traffico e ad una sorgente industriale.

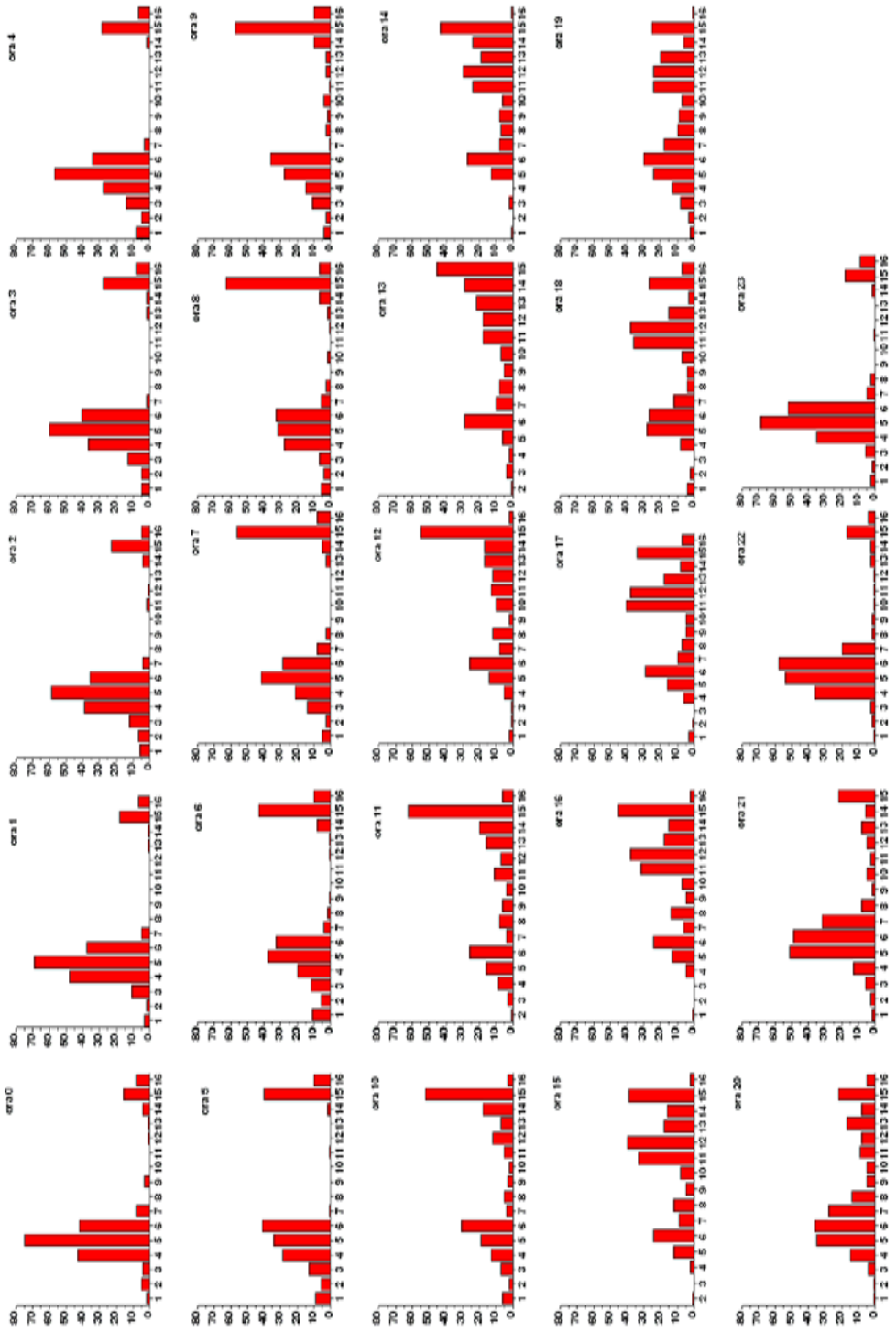


Figura 11: Direzione di provenienza del vento in funzione dell'ora del giorno. Laboratorio mobile RM3 – Parco Tibur.

4. Il biossido di azoto

Gli ossidi di azoto prodotti dalla combustione di tutti i combustibili, sono tra i principali determinanti della qualità dell'aria nei centri urbani ed industriali. A causa della loro tossicità acuta e cronica e della capacità di danneggiare la vegetazione, la normativa stabilisce limiti per le concentrazioni medie oraria ed annuale del biossido e della concentrazione media annuale degli ossidi di azoto complessivamente intesi (Tabella 2).
La rilevazione condotta per oltre sette mesi dai laboratori mobili RM2 ed RM3 presso la Scuola Di Consiglio ed il Parco Tibur ha evidenziato rispettivamente medie di 30 µg/m^3 e 32 µg/m^3 e concentrazioni medie orarie massime pari a 114 µg/m^3 e 153 µg/m^3 . Tali osservazioni non sono direttamente comparabili con i limiti di legge ne con le altre rilevazioni della rete regionale a causa del loro ridotto periodo di campionamento. Esse rappresentano però un'accettabile stima delle condizioni medie reali, soprattutto considerando che la stagione mancante (primavera) è quella in cui le condizioni meteorologiche favoriscono in maniera più accentuata la dispersione atmosferica degli inquinanti atmosferici. Sotto questa ipotesi è quindi ragionevole ipotizzare che per quanto riguarda gli ossidi di azoto le condizioni sulla qualità dell'aria previste dal D.Lgs 155/2010 smi (concentrazione media annuale pari a 40 µg/m^3 e concentrazione media oraria pari a 200 µg/m^3) debbano ritenersi ampiamente rispettate.

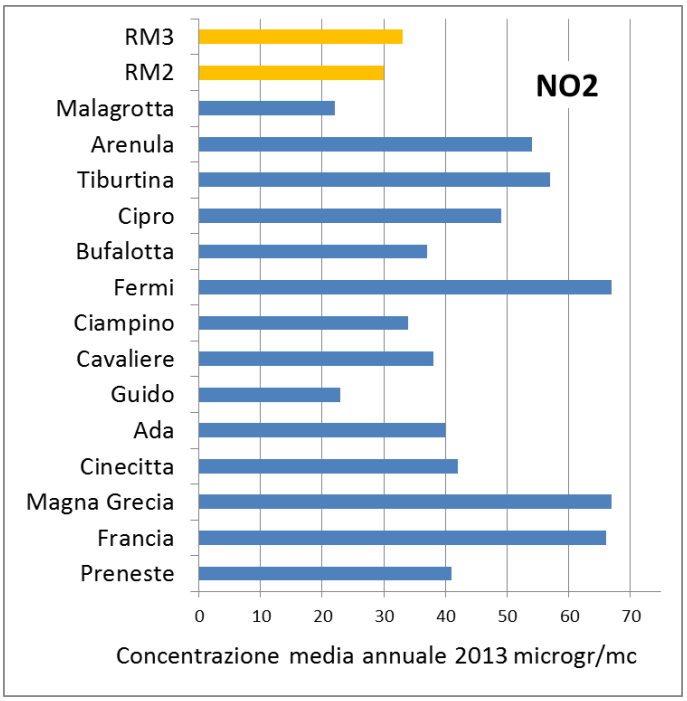


Figura 12: distribuzione delle concentrazioni medie annuali registrate dalla rete per il monitoraggio della qualità dell'aria della città di Roma gestita da ARPA Lazio. In giallo le concentrazioni medie registrate dai laboratori mobili RM2 ed RM3 negli oltre 7 mesi di campionamento nell'area di Case Rosse.

La comprazione delle concentrazioni medie registrate nel corso dello studio con quelle annuali 2013 registrate nella rete di Roma da ARPA Lazio (Figura 12) non evidenzia significative differenze. Tali concentrazioni risultano infatti maggiori di quelle registrate nelle stazioni di monitoraggio di Malagrotta e Castel di Guido (fondo); simili a quelle rilevate in stazioni periferiche quali Bufalotta, Ciampino e Cavaliere; significativamente inferiori a quelle registrate in stazioni più centrali, particolarmente se orientate al traffico (Arenula, Tiburtina, Fermi, Magna Grecia e Francia).

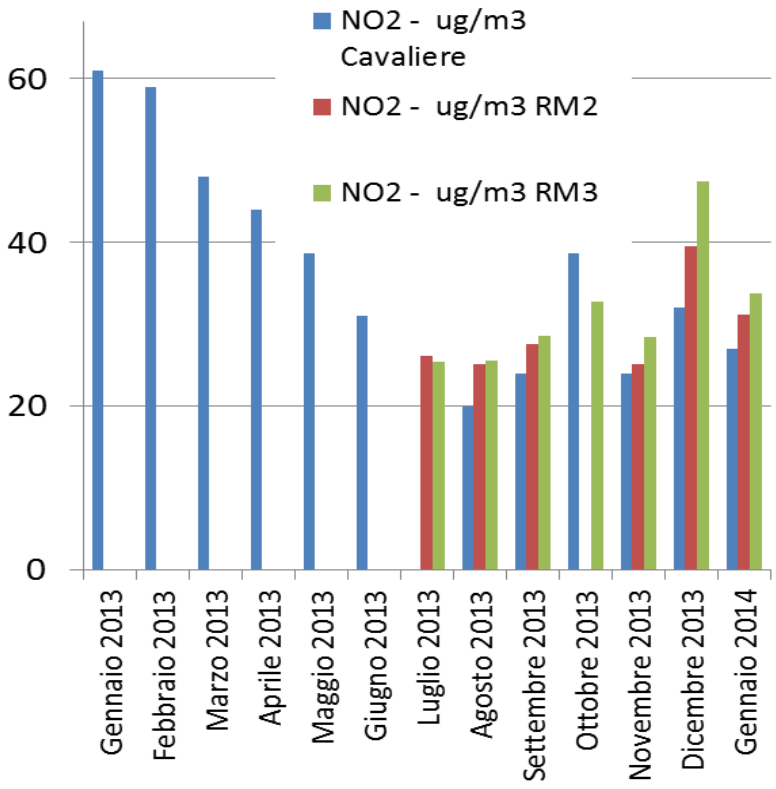


Figura 13: distribuzione delle concentrazioni medie mensili registrate dalla Stazione monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA Lazio sita nella Tenuta del Cavaliere e dai laboratori mobili RM2 ed RM3.

La similitudine negli andamenti delle concentrazioni registrate dai laboratori mobili RM2 ed RM3 si conferma anche per quanto riguarda la loro variabilità giornaliera. Il profilo del giorno tipo (figura 14), costruito con la media giornaliera delle concentrazioni orarie rilevate per l'intero periodo, mostra un andamento usualmente riscontarbile in situazioni in cui la principale sorgente di emissione è costituita dal traffico automobilistico. La concentrazione del biossido di azoto subisce infatti un incremento nelle prime ore del mattino (6-9), per poi decrescere durante il giorno e tornare ad aumentare la sera (19-21) con l'incremento del traffico urbano.
Analizzando più in dettaglio la qualità dell'aria nel sito (figura 13), si osserva che le concentrazioni medie mensili del NO_2 rilevate dai laboratori mobili RM2 ed RM3 sono simili, pur con le seconde sempre leggermente maggiori delle prime,

e seguono un andamento nel tempo analogo a quelle registrate dalla stazione di monitoraggio della qualità dell'aria più vicina, che è una stazione di fondo urbano della rete regionale.

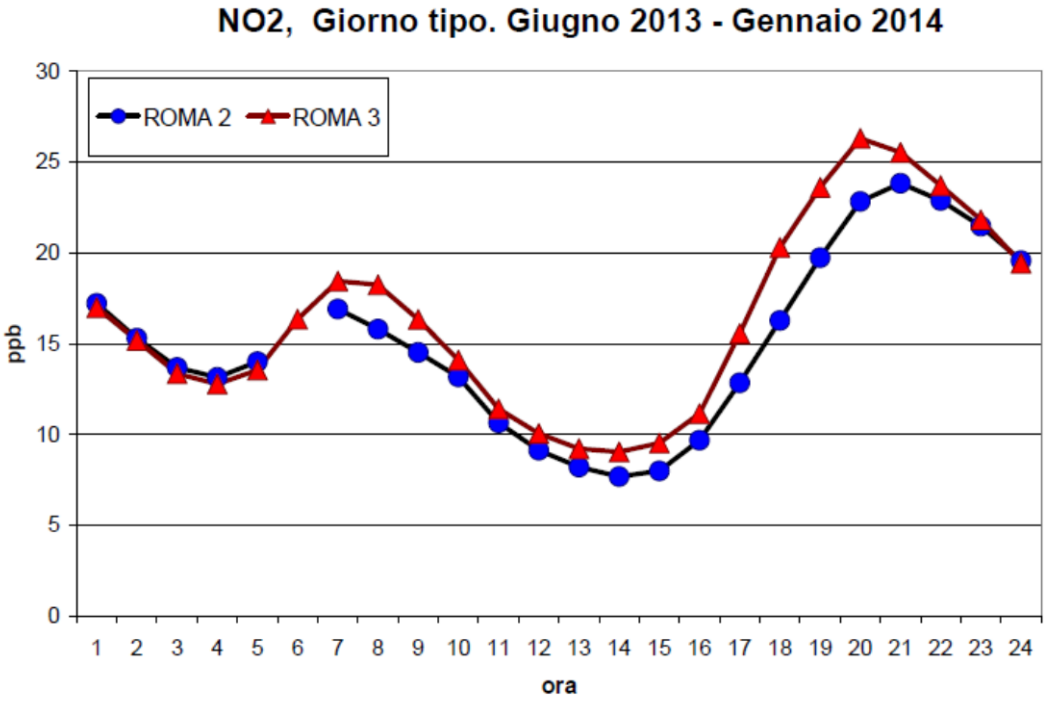


Figura 14: Distribuzione delle concentrazioni medie orarie registrate dai dai laboratori mobili RM2 ed RM3, nel periodo di indagine.

L'analisi della composizione degli ossidi di azoto presenti in atmosfera può fornire utili indicazioni sulla prossimità delle sorgenti di emissione al sito di campionamento. Distinguendo monossido e biossido di azoto si osserva nella stagione estiva una netta prevalenza delle concentrazioni del secondo rispetto al primo (figura 15). In autunno detta situazione inizia ad invertirsi sino a far registrare in inverno una netta prevalenza del primo rispetto al secondo (figura 16). In sintesi, un incremento della concentrazione del biossido di azoto nei mesi invernali (figura 13), associato ad un significativo incremento del monossido di azoto suggeriscono che la presenza di questo inquinante sia attribuibile a sorgenti locali ed a condizioni meteorologiche che nel periodo invernale sfavoriscono la dispersione. L'esistenza nell'area di una componente antropica fortemente stagionalizzata è supportata anche dalla comparazione tra le concentrazioni di tutti gli ossidi di azoto (NO_x) rilevate nel comprensorio di Case Rosse (RM2 ed RM3) e nella Tenuta del Cavaliere. Si osserva infatti che la prevalenza delle seconde sulle prime evidente nei mesi estivi subisce un'inversione nella stagione invernale, particolarmente nel mese di Dicembre.

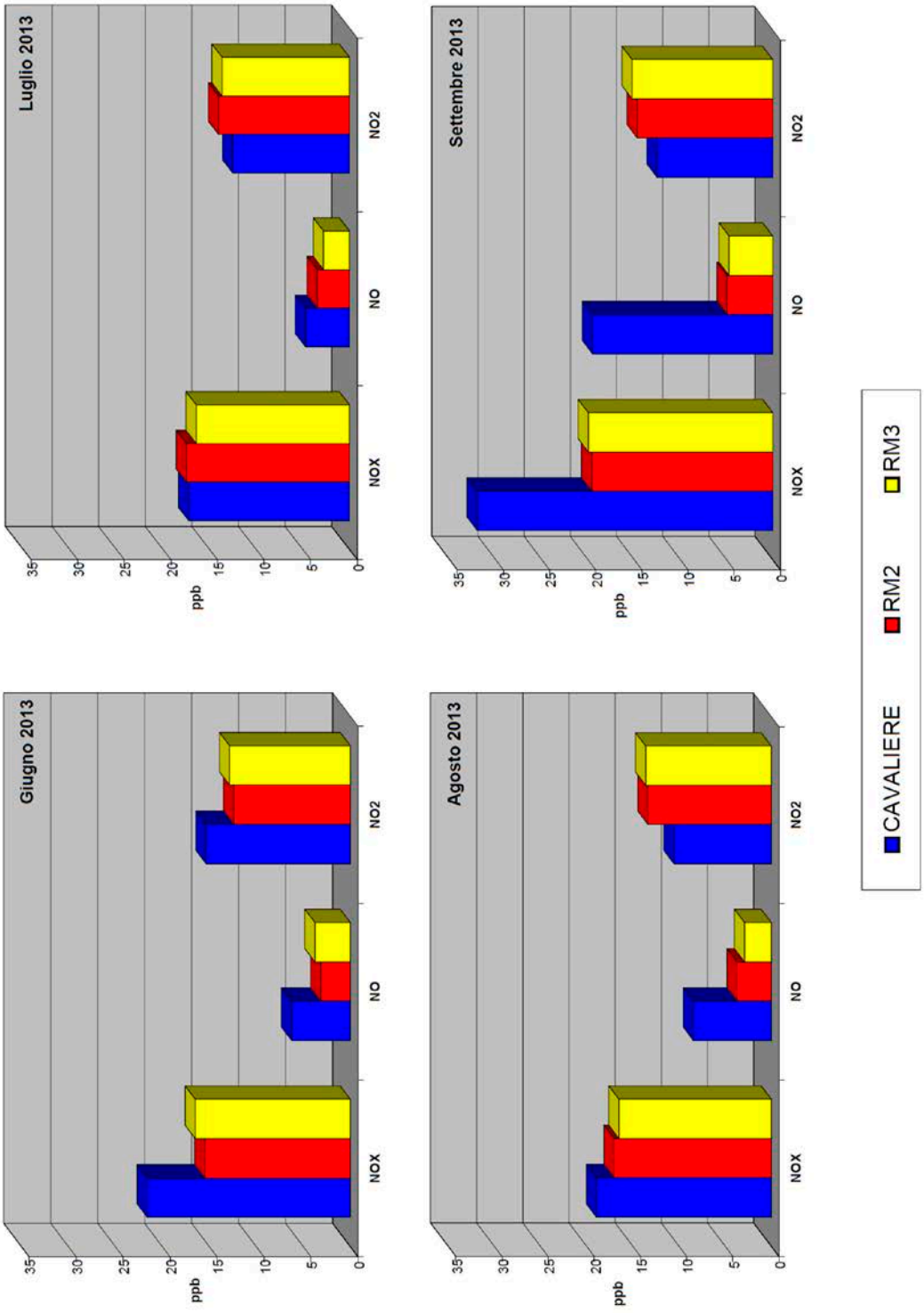


Figura 15: Concentrazioni medie mensili degli ossidi di azoto registrate nell'area di Case Rosse (laboratori mobili RM2 ed RM3) e presso la Tenuta del Cavaliere (ARPA Lazio). Stagione estiva.

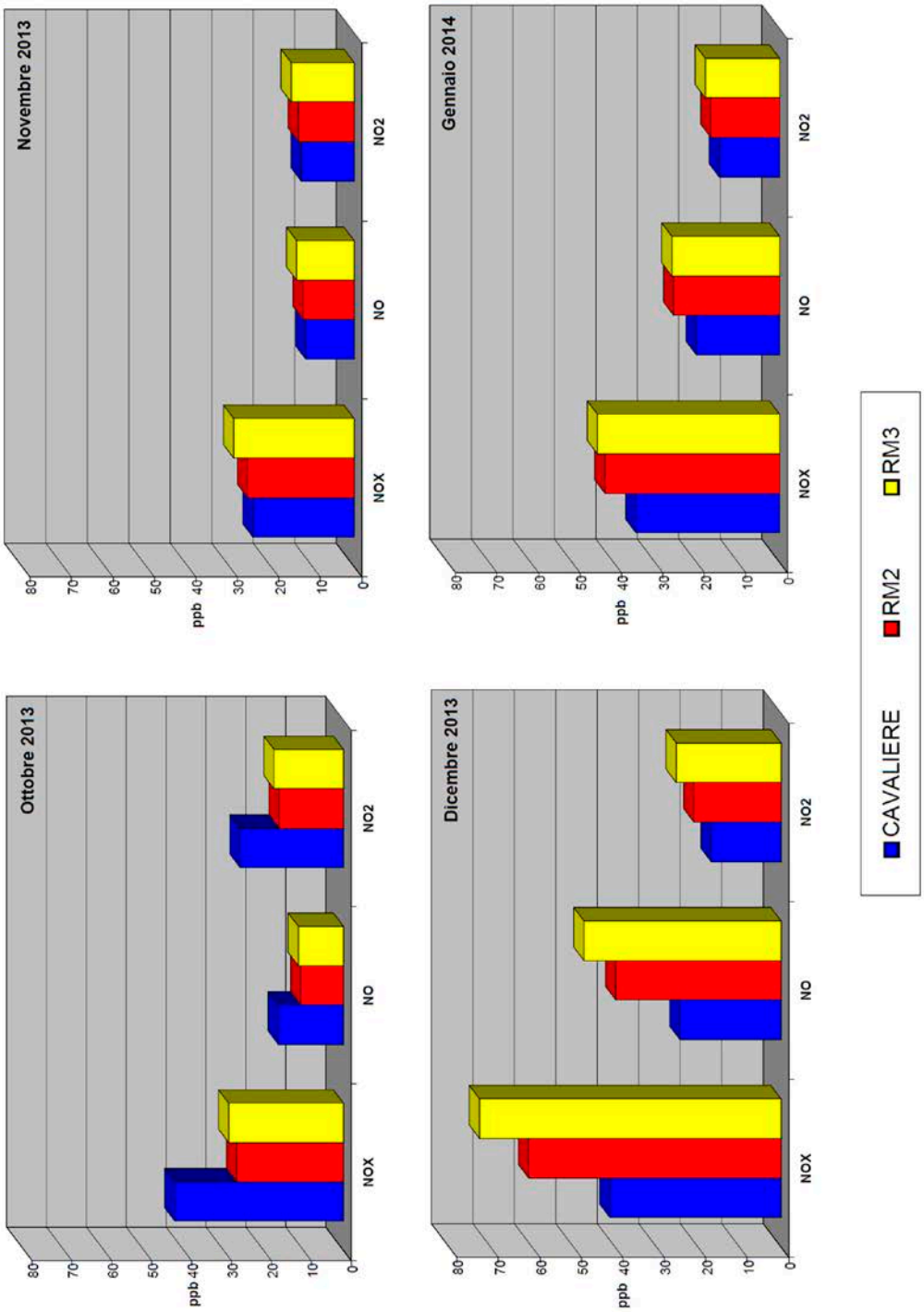


Figura 16: Concentrazioni medie mensili degli ossidi di azoto registrate nell'area di Case Rosse (laboratori mobili RM2 ed RM3) e presso la Tenuta del Cavaliere (ARPA Lazio). Stagione invernale.

L’andamento delle concentrazioni medie giornaliere degli ossidi di azoto, rilevate nel mese di dicembre in cui si registra la più alta differenza tra le concentrazioni misurate presso la Tenuta del Cavaliere e nei siti di Case Rosse, evidenzia il profilo caratteristico delle aree antropizzate in cui le emissioni in atmosfera si concentrano nei giorni feriali e le concentrazioni degli inquinanti diminuiscono nei giorni festivi (figura 17). In entrambi i siti, l’andamento delle concentrazioni del monossido di azoto si differenzia significativamente da quello del biossido. Più netta la distinzione tra giorni feriali e festivi per il primo, che dipende più strettamente dalle emissioni di sorgenti locali. Meno accentuata la variabilità giornaliera del secondo, attribuibile a sorgenti più lontane dal sito di campionamento.

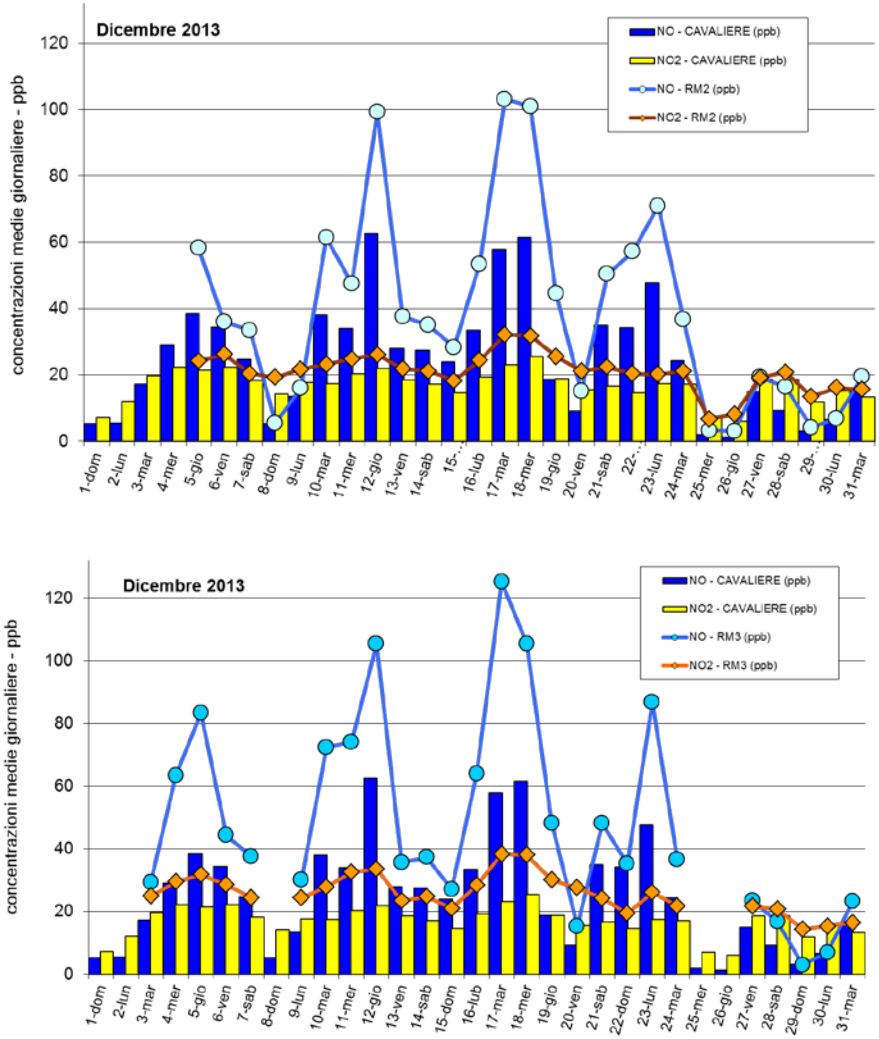


Figura 17: Concentrazioni medie giornaliere degli ossidi di azoto registrate nell’area di Case Rosse (laboratori mobili RM2 ed RM3) e presso la Tenuta del Cavaliere (ARPA Lazio) nel mese di dicembre 2013.

Il profilo dei giorni medi mensili della composizione degli ossidi di azoto presenti in atmosfera supporta anch’esso l’ipotesi di un cosistente contributo di sorgenti locali connesse all’antropizzazione dell’area, probabilmente riconducibili al

traffico automobilistico, e di condizioni meteorologiche che sfavoriscono la dispersione. I profili dei siti Parco Tibur e Scuola Di Consiglio appaiono sovrapponibili in tutti i mesi, attestandosi su un contributo massimo del monossido alla concentrazione degli ossidi di azoto del 40% e del 75% circa nella stagione estiva ed invernale rispettivamente (figure 18 e 19).

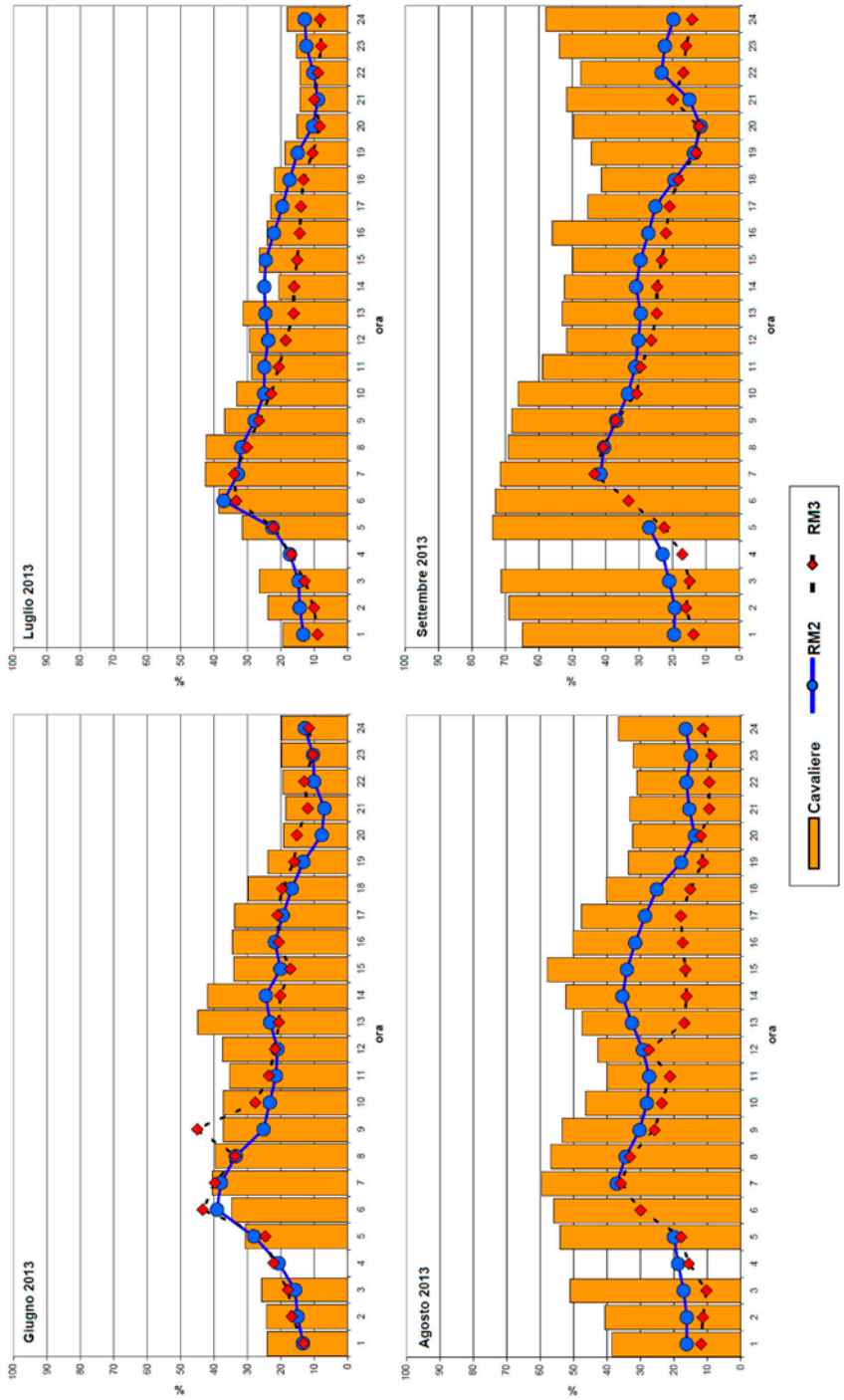


Figura 18: Distribuzione mensile del rapporto medio orario NO/NO_x rilevato nella Tenuta del Cavaliere e e nei siti di Case Rosse. Stagione Estiva.

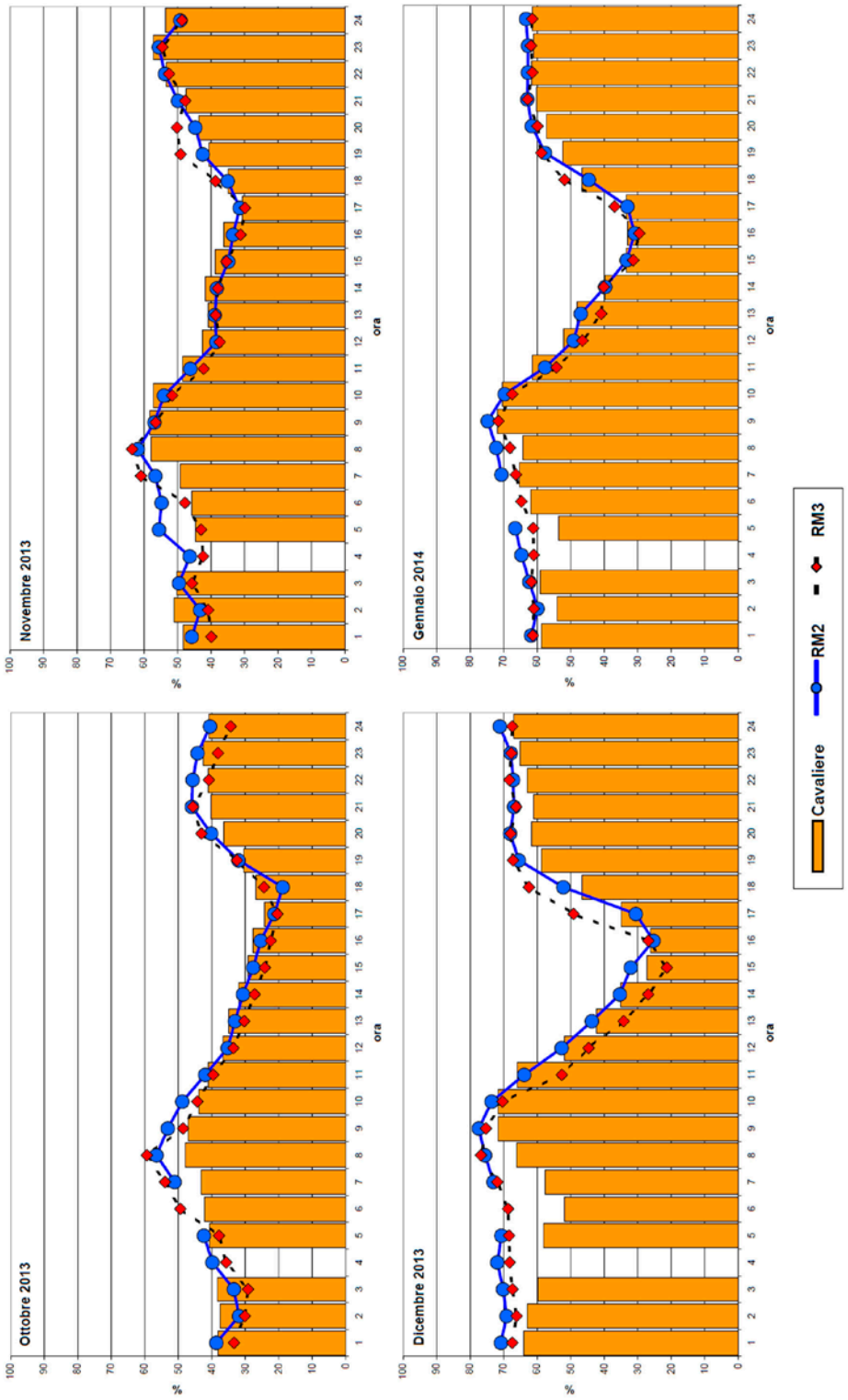


Figura 19: Distribuzione mensile del rapporto medio orario NO/NO_x rilevato nella Tenuta del Cavaliere e e nei siti di Case Rosse. Stagione Invernale.

La rilevazione contemporanea degli ossidi di azoto e del monossido di carbonio, operata presso la Scuola Di Consiglio, permette di indagare più approfonditamente l'influenza di emissioni legate al traffico automobilistico. Emerge infatti una forte correlazione tra i due inquinanti (figura 20) che, considerata la loro origine da processi di combustione, consente di attribuirne l'emissione alle stesse sorgenti. In queste condizioni, ricordando che a livello del suolo il monossido di carbonio è un affidabile indicatore delle emissioni da traffico veicolare, si può concludere con ragionevole certezza che nel sito Scuola Di Consiglio l'inquinamento da ossidi di azoto deve essere prioritariamente attribuito al traffico veicolare.
Relativamente agli ossidi di azoto, si può quindi concludere con ragionevole affidabilità che l'area di Case Rosse si configura come una classica area urbana che risente dell'antropizzazione e delle condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti, soprattutto nelle ore serali.

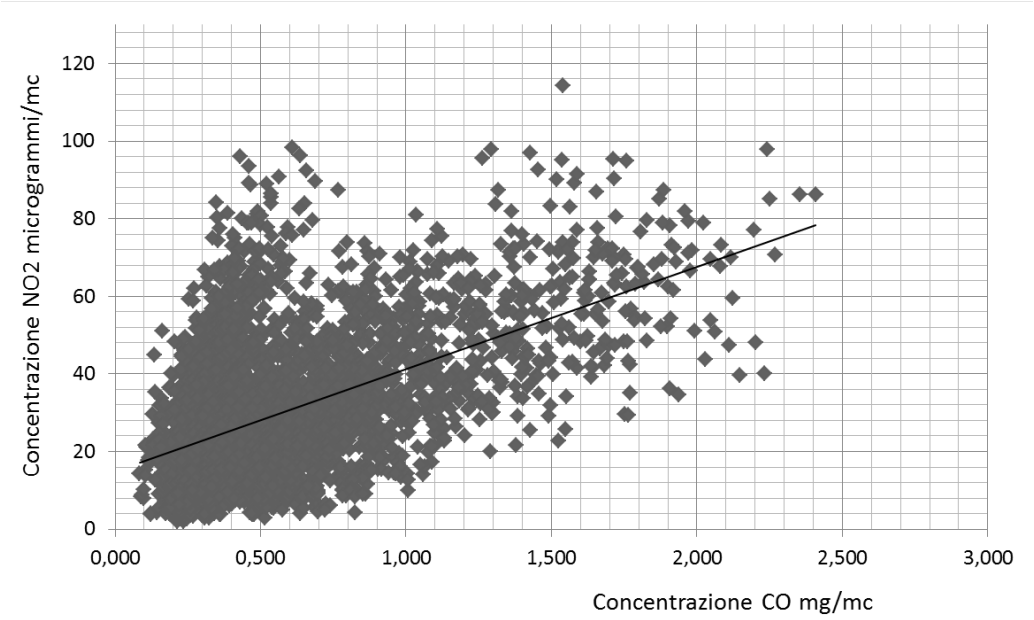
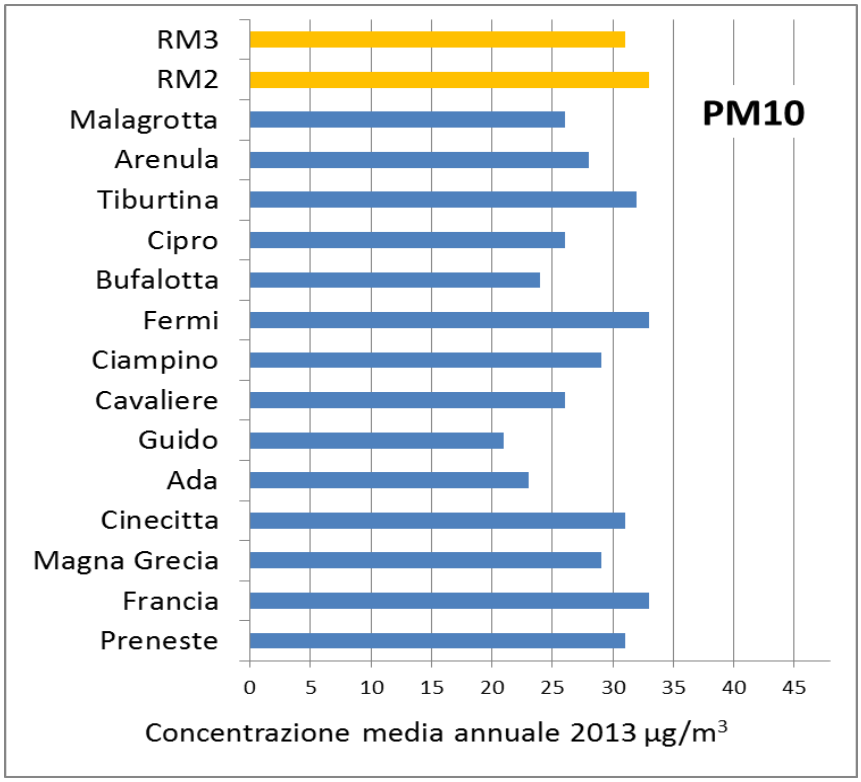


Figura 20: Correlazione delle concentrazioni medie orarie di CO ed NO_2 rilevate presso la Scuola Di Consiglio (laboratorio mobile RM2) nel periodo Giugno 2013 – Febbraio 2014.

5. Il materiale particellare sospeso

Il materiale particellare sospeso (PM10, PM2,5) è un buon indicatore del complesso mix di inquinanti solidi e gassosi prodotti dai diversi processi di combustione (da sorgenti stazionarie e mobili, naturali), e dalle sorgenti naturali. Le particelle sospese portano adese sulla loro superficie numerose sostanze chimiche dannose. Di particolare rilevanza risulta il loro contenuto in metalli e metalloidi (piombo, nichel, cadmio, arsenico, vanadio, rodio, palladio, platino), IPA, PCDD/F, PCB.
Recentemente, l'inquinamento atmosferuico, ed il materiale particellare sospeso outdoor, sono stati inseriti tra i cancerogeni di gruppo 1 (ossia agenti sicuramente cancerogeni per l'uomo) dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC 2013).
Come per gli ossidi di azoto, la normativa indica anche per il PM10 concentrazioni di riferimento per il breve termine (50 µg/m3-media 24 h), e per il lungo termine (40 µg/m3-media annuale). Per il PM2,5 è stata indicato un valore limite di concentrazione media annuale di 25 µg/m3 (Tabella 2).
Il campionamento è stato stato attivato il 17 luglio 2013, nella postazione Scuola Di Consiglio-laboratorio mobile RM2, ed il 3 agosto 2013, nella postazione Parco Tibur-laboratorio mobile RM3, ed è proseguito per 12 mesi nel primo sito e per oltre sette mesi nel secondo.
I risultati hanno evidenziato nelle due postazioni Scuola Di Consiglio e Parco Tibur rispettivamente per il PM10 concentrazioni medie annuali di 33,3 µg/m3 e 30,6 µg/m3 e per il PM2,5 concentrazioni medie annuali di 21,0 e 21,1 µg/m3. La concentrazione media giornaliera è risultata molto simile nelle due postazioni per l'intero periodo considerato.
Tali risultati sono direttamente comparabili con quanto previsto nel citato D.Lgs 155/2010 smi solo per la Scuola Di Consiglio e rappresentano un'accettabile stima delle condizioni medie reali, anche per il sito Parco Tibur, considerando che la stagione mancante (primavera) è quella in cui le condizioni meteorologiche favoriscono in maniera più accentuata la dispersione atmosferica degli inquinanti atmosferici. Conseguentemente, è ragionevole ipotizzare che per quanto riguarda il PM10 e PM2,5 i valori annuali previsti D.Lgs 155/2010 siano ampiamente rispettati e riflettano la situazione della qualità dell'aria rilevata dall'Arpa Lazio nell'area metropolitana di Roma (figura 21).
Per quanto riguarda invece il numero dei superamenti della concentrazione giornaliera-breve termine del PM10 (50 µg/m3) si sono registrati 43 superamenti nella postazione RM2 e 27 superamenti nella postazione RM3 (campionamento limitato a circa sette mesi). Anche in questo caso è quindi ragionevole ipotizzare che nell'area di Case Rosse, in analogia con quanto rilevato da altre stazioni della rete regionale operanti nell'area metropolitana di Roma, il limite annuale dei 35 superamenti della concentrazione media giornaliera del PM10, stabilito dal DLgs 155/2010 sulla qualità dell'aria, non sia rispettato.



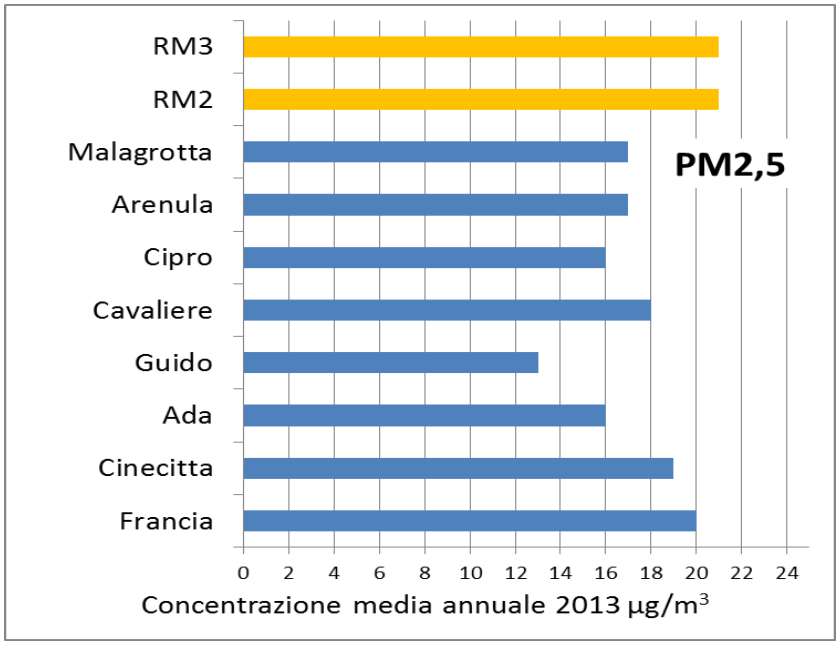


Figura 21: distribuzione delle concentrazioni medie annuali registrate dalla rete per il monitoraggio della qualità dell'aria della città di Roma gestita da ARPA Lazio. In giallo le concentrazioni medie registrate dai laboratori mobili RM2 ed RM3 nell'area di Case Rosse

Le concentrazioni medie giornaliere del PM10 e del PM2,5 rilevate presso i siti di Case Rosse RM3 e RM2 (Appendice 1) registrano significativi incrementi passando dal periodo estivo a quello invernale. La loro distribuzione sia nella postazione Parco Tibur (figura 22) che in quella presso la Scuola Di Consiglio (Figura 23) evidenzia che le concentrazioni più alte, maggiori del limite di legge per il PM10, si registrano tra la fine di novembre e quella di febbraio, in concomitanza di condizioni meteoclimatiche più sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti, di più elevati volumi traffico privato e di attivazione degli impianti di riscaldamento.

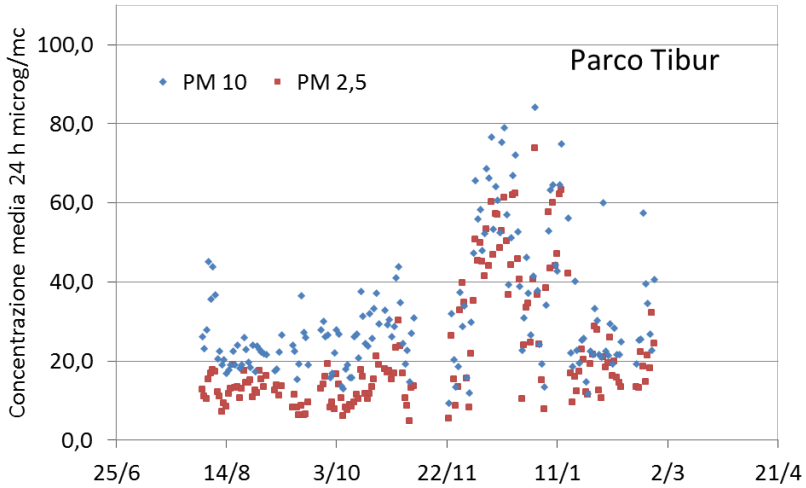


Figura 22: Distribuzione delle concentrazioni medie giornaliere di materiale particellare nel sito Parco Tibur.

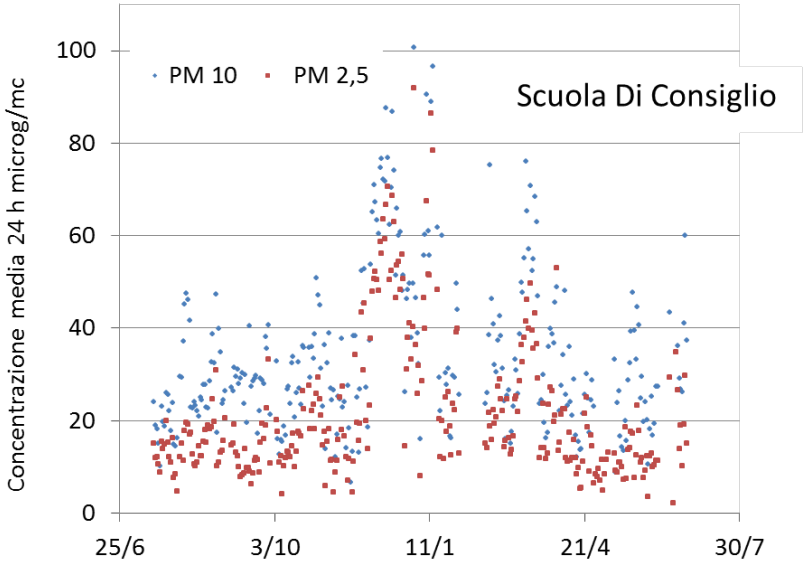


Figura 23: Distribuzione delle concentrazioni medie giornaliere di materiale particellare nel sito Scuola Di Consiglio.

Osservando più in dettaglio la composizione granulometrica del materiale particellare aerodisperso si osserva che l'incremento delle concentrazioni del materiale particellare registrato nella stagione fredda è sostanzialmente riconducibile ad un aumento della componente fine (PM2,5). Il rapporto PM2,5/PM10 che tra aprile e ed ottobre si attesta intorno al 50% eccede infatti l'80% nei mesi di dicembre e gennaio (Figura 24) con un andamento simile in entrambe le postazioni. Tale fenomeno è comune alle aree urbane in cui l'incremento dell'umidità induce una riduzione del risollevamento dal suolo delle frazioni più grossolane e contemporaneamente la stagione fredda induce un incremento del traffico veicolare e del riscaldamento domestico.

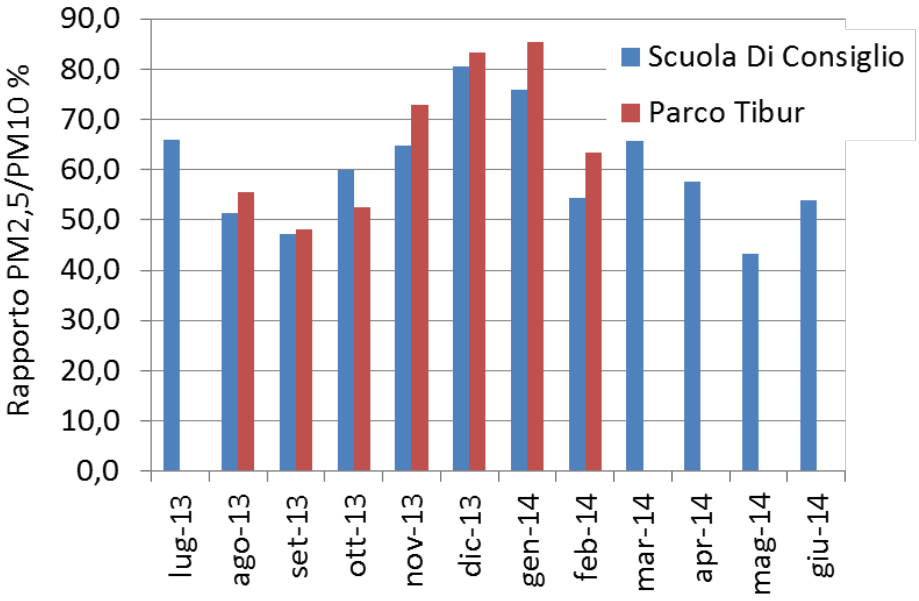


Figura 24: Composizione granulometrica del materiale particellare.

Per caratterizzare più approfonditamente la composizione granulometrica del materiale particellare, la postazione presso la Scuola Di Consiglio è stata dotata di un campionatore in grado di rilevare il materiale particellare ultrafine (PM1) e di provvedere alla conta del numero di particelle presenti in aria. Quest'ultimo parametro, benchè ancora non inserito in nessuna normativa o protocollo per valutare i rischi per la salute, è particolarmente importante poiché consente di valutare l'entità del materiale particellare capace di raggiungere gli alveoli polmonari e, conseguentemente, dotato di maggior pericolosità. Sebbene l'esperimento abbia avuto una durata molto limitata e si sia svolto nel periodo estivo (Figura 25), due indicazioni consentono di ipotizzare che il traffico veicolare costituisca la sorgente predominante del materiale particellare fine presente nell'area:

- il particolato fine (PM2,5) è quasi interamente composto da particolato ultrafine (PM1);
- il numero delle particelle in aria mostra un andamento periodico che lo vede crescere nei giorni feriali e diminuire significativamente nei giorni festivi.

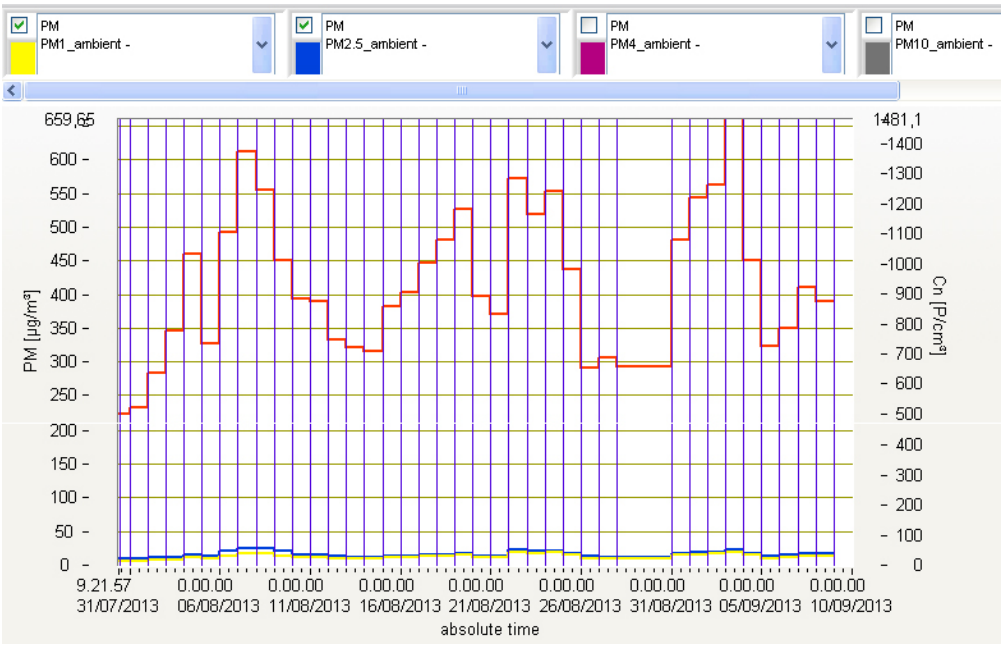


Figura 25: Composizione granulometrica del materiale particellare e numero delle particelle aerodisperso (spezzata rossa) presso la Scuola Di Consiglio. Agosto 2013.

5.1 Metalli e metalloidi nel materiale particolato sospeso

La ricerca di metalli e metalloidi presenti nel PM10 e PM2,5 ha privilegiato nelle postazioni considerate gli elementi che presentano un maggiore interesse igienico-sanitario e possono essere indice di prodotti della combustione originati da attività industriali e traffico veicolare. Tali metalli, sostanzialmente distribuiti nella massa delle varie frazioni dimensionali del materiale particellare sospeso in aria sotto forma di composti chimici diversi, e in diversi stati di ossidazione, possono essere associati in misura variabile in funzione del tipo di sorgente, alla frazione PM10 e/o alla frazione PM2,5.
Il DLgs 155/2010 indica solo per alcuni di essi (As, Cd, Ni, Pb) valori di riferimento (Tabella 2), mentre concentrazioni tipiche di fondo nell'aria ambiente (ng/m^3), rilevate in diversi Paesi europei, sono state riportate sia dalla Commissione Europea che nella letteratura per diverse tipologie di aree (tabella 4).

Metallo	**aree rurali**	**aree urbane**	**aree industriali**
Arsenico (As)	0,2 - 1,5	0,5 – 3	>50
Cadmio (Cd)	0,1 - 0,4	0,2 - 2,5	>20
Nichel (Ni)	0,4 - 2	1,4 - 13	>50

Tabella 4 : valori di riferimento (ng/m^3) per alcuni metalli (European Commission 2001).

La letteratura riporta per il Pt concentrazioni medie annuali di riferimento comprese tra 0,6-1,8 pg/m^3 in aree rurali, e tra 1-13 pg/m^3 in siti urbani influenzati da traffico veicolare. Per il Pd i livelli di riferimento per la concentrazione nell'aria ambiente sono riportati inferiori ai 110 pg/m^3 in aree urbane in cui è utilizzato Pd come catalizzatore per le marmitte degli autoveicoli (IPCS 2002). L'OMS indica per il V un valore guida di 1 µg/m^3 come concentrazione media di 24 ore e di 1 µg/m^3 per il Hg come concentrazione media annuale.
Le concentrazioni medie giornaliere dei diversi metalli e metalloidi nel PM10 e nel PM2,5, rilevate presso i siti Parco Tibur (RM3) e Scuola Di Consiglio (RM2) (tabelle 5, 6, 7 e 8) suggeriscono l'assenza di superamenti del valore limite "*obiettivo*" previsto dal DLgs 155/2010 (medie annuali) per arsenico, cadmio e nichel, i quali sono presenti in concentrazioni significativamente basse.
Analogamente, le concentrazioni medie giornaliere di mercurio e vanadio risultano significativamente minori dei valori guida giornalieri suggeriti dall'OMS.
Le concentrazioni medie di Palladio e Platino pur risultando complessivamente inferiori a quelle registrate in aree urbane di paesi in cui questi metalli sono usati come catalizzatore nelle marmitte catalitiche, presentano una singolarità degna di menzione. Oltre ad una concentrazione media giornaliera di Palladio maggiore dei 110 pg/m^3 presi a riferimento per le aree urbane, registrata come singolo evento il 18/9/2014 (grassetto in tabella 4) nella postazione Parco Tibur, sono state osservate per questi due metalli concentrazioni elevate per un periodo continuativo di circa quattro mesi nella postazione Scuola Di Consiglio. Concentrazioni significativamente più alte delle attese, che hanno raggiunto

massimi giornalieri di 1722 pg/m^3 e 215 pg/m^3 per il Pd ed il Pt (valori in neretto nelle tabelle 7 ed 8), sono infatti state registrate tra il 23 dicembre 2013 ed il 27 aprile 2014 per i due metalli. Un incremento delle loro concentrazioni che nel periodo considerato segue andamenti praticamente sovrapponibili (figura 26) è un fenomeno inequivocabile di inquinamento riconducibile al traffico veicolare ben descritto in letteratura. Non si deve infatti dimenticare che questi due metalli sono entrambi contenuti nelle marmitte catalitiche ed emessi insieme dagli scarichi in aria degli autoveicoli.

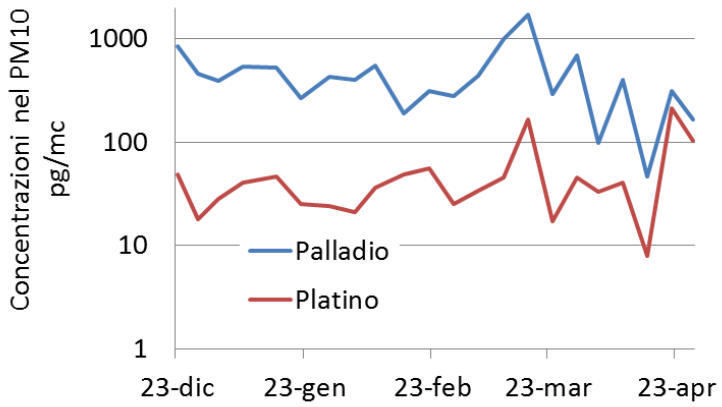


Figura 24: Andamento delle concentrazioni di Pd e Pt nel PM10.
Postazione Scuola Di Consiglio – Laboratorio mobile RM2.

Data	As		Cd		Pd		Pb		Ni	
	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$
2013										
5 ago	0,023	0,011	0,005	0,004	0,011	0,003	0,441	0,264	0,081	0,049
7 ago	0,032	0,012	0,006	0,006	0,008	0,002	0,513	0,389	0,22	0,11
13 ago	0,011	0,005	0,003	0,003	0,008	0,001	0,221	0,167	0,060	0,055
17 ago	0,016	0,008	0,010	0,009	0,003	<0,0001	0,540	0,499	0,058	0,029
25 ago	0,008	0,005	0,002	0,002	0,034	0,002	0,111	0,102	0,099	0,033
29 ago	0,013	0,010	0,003	0,003	0,021	0,005	0,293	0,270	0,047	0,031
6 set	0,015	0,011	0,004	0,004	0,073	0,025	0,321	1,483	0,065	0,051
16 set	0,008	0,004	0,001	0,001	0,014	0,002	0,107	1,537	0,11	0,031
18 set	0,011	0,005	0,009	0,003	**0,199**	0,047	0,179	0,337	0,066	0,041
28 set	0,016	0,008	0,009	0,008	0,012	0,002	0,491	0,528	0,10	0,083
10 ott	0,008	0,004	0,002	0,001	0,003	0,001	0,191	0,114	0,043	0,014
16 ott	0,006	0,013	0,006	0,002	0,030	<0,0001	0,108	0,243	0,081	0,041
18 ott	0,015	0,010	0,006	0,005	0,005	0,001	0,194	0,318	0,059	0,048
28 ott	0,025	0,019	0,012	0,011	0,002	0,002	0,234	0,200	0,12	0,092
30 ott	0,022	0,014	0,006	0,006	0,002	<0,0001	0,234	0,188	0,12	0,075
3 nov	0,019	0,013	0,007	0,006	<0,0001	0,002	0,164	0,092	0,056	0,044
5 nov	0,012	0,006	0,003	0,002	0,018	0,001	0,168	0,216	0,062	0,043
21 nov	0,031	0,003	0,026	0,003	0,001	0,001	0,126	0,571	0,016	0,013
27 nov	0,037	0,011	0,023	0,008	0,002	0,001	0,181	0,754	0,142	0,030
3 dic	0,022	0,017	0,008	0,008	0,008	<0,0001	0,254	0,268	0,082	0,031
11 dic	0,057	0,041	0,036	0,028	0,055	0,003	1,822	0,264	0,36	0,13
15 dic	0,035	0,031	0,027	0,026	0,009	0,002	0,931	0,389	0,19	0,13
23 dic	0,047	0,037	0,025	0,023	0,004	0,001	0,861	0,167	0,30	0,19
28 dic	0,014	0,012	0,010	0,010	<0,0001	<0,0001	0,294	0,499	0,029	0,019
2014										
2 gen	0,019	0,018	0,012	0,012	0,003	<0,0001	0,486	0,463	0,049	0,040
8 gen	0,040	0,029	0,020	0,020	0,032	0,003	0,554	0,467	0,20	0,10
16 gen	0,033	0,021	0,022	0,021	0,014	0,001	0,528	0,431	0,094	0,053
22 gen	0,012	0,009	0,005	0,005	0,001	<0,0001	0,195	0,167	0,037	0,030
29 gen	0,016	0,013	0,020	0,022	0,005	<0,0001	0,320	0,303	0,038	0,025
4 feb	0,018	0,014	0,013	0,010	0,017	0,002	0,331	0,337	0,092	0,036
9 feb	0,010	0,010	0,008	0,008	0,012	0,004	0,344	0,304	0,037	0,028
16 feb	0,011	0,011	0,005	0,005	0,040	0,012	0,143	0,195	0,048	0,370
22 feb	0,015	0,012	0,011	0,011	0,026	0,002	0,258	0,223	0,054	0,033
28 feb	0,007	0,012	0,006	0,006	0,011	0,046	0,240	0,275	0,065	0,081
6 mar	0,009	0,007	0,004	0,003	0,001	0,000	0,259	0,117	0,091	0,032
11 mar	0,018	0,015	0,008	0,007	0,023	0,008	0,263	0,270	0,044	0,021

Tabella 5: Concentrazioni medie giornaliere (ng/m^3) di arsenico, cadmio, palladio, piombo e nichel nel PM2,5 e nel PM10. Sito Parco Tibur - Via Guglielmo Iozzia - Laboratorio mobile RM3.

Data	Cu		Rh		Pt		Hg		V	
	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$
2013										
5 ago	1,6	0,75	<0,0001	0,001	<0,0001	<0,0001	0,033	0,001	0,11	0,057
7 ago	2,1	1,1	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	0,010	<0,0004	0,19	0,12
13 ago	0,62	0,30	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,004	<0,0004	0,099	0,071
17 ago	0,71	0,56	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,002	<0,0004	0,077	0,045
25 ago	0,33	0,17	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0004	<0,0004	0,081	0,071
29 ago	1,2	0,84	<0,0001	<0,0001	0,001	<0,0001	<0,0004	<0,0004	0,059	0,046
6 set	0,76	0,75	0,001	<0,0001	0,001	<0,0001	0,035	<0,0004	0,080	0,075
16 set	0,66	0,29	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,010	<0,0004	0,037	0,029
18 set	0,73	0,32	<0,0001	<0,0001	0,012	0,001	0,005	<0,0004	0,061	0,042
28 set	1,3	0,98	<0,0001	<0,0001	0,001	<0,0001	<0,0004	<0,0004	0,19	0,15
10 ott	0,70	<0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,003	<0,0004	0,036	0,011
16 ott	0,65	0,20	<0,0001	<0,0001	0,001	<0,0001	0,002	<0,0004	0,13	0,027
18 ott	0,53	0,14	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,003	0,001	0,12	0,053
28 ott	1,2	0,54	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,002	0,000	0,16	0,13
30 ott	2,0	0,46	<0,0001	<0,0001	0,013	0,004	0,003	<0,0004	0,20	0,15
3 nov	0,60	<0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,037	<0,0004	0,11	0,087
5 nov	0,83	0,26	<0,0001	<0,0001	0,006	0,014	0,013	<0,0004	0,11	0,082
9 nov	0,43	<0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,008	<0,0004	0,002	<0,003
12 nov	1,1	0,65	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,005	<0,0004	0,017	0,003
17 nov	1,2	0,29	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,004	<0,0004	0,039	0,015
21 nov	3,8	1,8	<0,0001	<0,0001	0,003	<0,0001	0,034	0,005	0,11	0,065
27 nov	2,1	1,2	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,008	0,003	0,080	0,065
3 dic	2,9	1,2	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,004	0,002	0,065	0,038
11 dic	0,70	0,33	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0004	0,014	0,028	0,021
15 dic	1,6	0,75	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,033	0,001	0,11	0,057
23 dic	2,1	1,1	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,010	<0,0004	0,19	0,12
28 dic	0,62	0,30	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,004	<0,0004	0,099	0,071
2014										
2 gen	0,98	0,44	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001	0,001	0,034	0,022
8 gen	2,2	0,56	<0,0001	<0,0001	0,001	<0,0001	0,001	0,001	0,052	0,016
16 gen	2,0	0,42	<0,0001	<0,0001	0,001	<0,0001	0,038	0,038	0,056	0,019
22 gen	0,74	0,16	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,013	0,013	0,031	0,021
29 gen	1,0	0,27	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,007	0,007	0,027	0,013
4 feb	0,99	0,43	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,004	0,004	0,024	0,015
9 feb	1,0	0,67	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,003	0,003	0,032	0,024
16 feb	0,42	0,11	<0,0001	<0,0001	0,002	<0,0001	0,003	0,003	0,049	0,040
22 feb	0,99	0,55	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,002	0,002	0,059	0,039
28 feb	0,84	0,32	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001	0,001	0,070	0,051
6 mar	0,54	0,23	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001	0,001	0,007	<0,003
11 mar	0,57	0,17	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0004	<0,0004	0,035	0,014

Tabella 6: Concentrazioni medie giornaliere (ng/m3) di rame, rodio, platino, mercurio e vanadio nel PM2,5 e nel PM10. Sito Parco Tibur - Via Guglielmo Iozzia - Laboratorio mobile RM3.

Data	As		Cd		Pd		Pb		Ni	
	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$
2013										
5 ago	0,027	0,009	0,004	0,004	0,006	0,001	0,53	0,42	0,085	0,038
13 ago	0,011	0,004	0,005	0,002	0,004	<0,0001	0,23	0,14	0,053	0,035
17 ago	0,017	0,009	0,007	0,006	0,002	0,001	0,49	0,35	0,11	0,073
25 ago	0,008	0,006	0,003	0,002	0,001	<0,0001	0,16	0,13	0,072	0,050
29 ago	0,014	0,012	0,004	0,003	0,003	<0,0001	0,43	0,38	0,38	0,048
6 set	0,014	0,011	0,007	0,007	0,003	0,001	0,48	0,14	0,054	0,053
14 set	0,007	0,006	0,004	0,002	0,005	0,001	0,35	0,073	0,12	0,032
23 set	0,014	0,010	0,007	0,001	0,005	0,001	0,38	0,30	0,053	0,018
28 set	0,010	0,009	0,006	0,001	0,001	0,001	1,7	0,45	0,063	0,022
6 ott	0,006	0,004	0,010	0,001	0,001	<0,0001	1,7	0,24	0,073	0,022
10 ott	0,007	0,006	0,002	0,001	0,001	<0,0001	1,3	0,13	0,049	0,013
16 ott	0,013	0,009	0,003	0,001	0,003	<0,0001	0,56	0,19	0,076	0,031
18 ott	0,021	0,014	0,010	0,003	0,005	<0,0001	0,70	0,47	0,093	0,050
28 ott	0,017	0,012	0,009	0,008	0,001	0,001	0,36	0,28	0,10	0,062
30 ott	0,030	0,017	0,009	0,008	0,002	<0,0001	0,50	0,25	0,11	0,063
3 nov	0,008	0,006	0,008	0,003	<0,0001	<0,0001	0,47	0,12	0,094	0,040
5 nov	0,011	0,007	0,009	0,003	0,001	<0,0001	0,11	0,092	0,087	0,044
9 nov	0,008	0,006	0,012	0,002	<0,0001	<0,0001	0,16	0,11	0,047	0,037
12 nov	0,013	0,010	0,005	0,002	0,001	<0,0001	0,17	0,13	0,047	0,030
17 nov	0,022	0,019	0,009	0,009	0,003	<0,0001	0,69	0,14	0,060	0,032
21 nov	0,010	0,006	0,005	0,003	0,004	<0,0001	0,46	0,21	0,047	0,032
27 nov	0,014	0,011	0,009	0,008	0,002	<0,0001	0,43	0,34	0,057	0,045
3 dic	0,035	0,027	0,012	0,003	0,003	<0,0001	0,43	0,25	0,069	0,057
11 dic	0,053	0,043	0,032	0,008	0,004	<0,0001	1,9	0,32	0,21	0,039
15 dic	0,045	0,041	0,028	0,013	0,002	<0,0001	1,1	1,6	0,18	0,10
23 dic	0,038	0,025	0,031	0,031	**0,856**	<0,0001	0,26	1,0		<0,0006
28 dic	0,021	0,013	0,057	0,017	**0,459**	<0,0001	0,058	0,49	0,038	0,12
2014										
2 gen	0,019	0,017	0,015	0,012	**0,394**	<0,0001	0,39	0,41	0,026	<0,0006
8 gen	0,037	0,028	0,033	0,015	**0,545**	<0,0001	0,54	0,44	0,089	<0,0006
16 gen	0,029	0,021	0,023	0,023	**0,530**	<0,0001	0,53	0,46	0,070	<0,0006
22 gen	0,023	0,008	0,018	0,012	**0,267**	<0,0001	0,27	0,21	0,032	<0,0006
29 gen	0,015	0,014	0,024	0,012	**0,428**	0,001	0,43	0,38	0,031	<0,0006
4 feb	0,015	0,013	0,011	0,010	**0,399**	0,0021	0,40	0,39	0,019	<0,0006
9 feb	0,015	0,010	0,011	0,009	**0,556**	<0,0001	0,56	0,49	0,027	<0,0006
16 feb	0,011	0,009	0,006	0,006	**0,191**	<0,0001	0,22	0,19	0,036	<0,0006
22 feb	0,018	0,015	0,014	0,011	**0,311**	<0,0001	0,44	0,31	0,033	<0,0006
28 feb	0,008	0,007	0,007	0,005	**0,280**	<0,0001	0,28	0,23	0,033	<0,0006
6 mar	0,013	0,010	0,021	0,009	**0,440**	<0,0001	0,14	0,14	0,040	<0,0006
12 mar	0,032	0,020	0,025	0,017	**0,989**	0,002	0,99	0,88	0,040	<0,0006
18 mar	0,035	0,024	0,024	0,014	**1,722**	0,001	1,7	1,6	0,089	<0,0006
24 mar	0,007	0,005	0,028	0,003	**0,293**	<0,0001	0,29	0,29	0,646	<0,0006
30 mar	0,020	0,017	0,015	0,014	**0,693**	<0,0001	0,69	0,65	0,032	<0,0006
4 apr	0,006	0,006	0,005	0,003	**0,099**	0,001	0,31	0,099	0,033	<0,0006
10 apr	0,019	0,011	0,015	0,007	**0,398**	0,003	0,40	0,36	0,021	<0,0006
16 apr	0,006	0,003	0,004	0,001	**0,047**	<0,0001	0,047	0,042	0,038	<0,0006
22 apr	0,018	0,006	0,009	0,001	**0,313**	0,002	0,31	0,16	0,020	<0,0006
27 apr	0,011	0,011	0,004	0,002	**0,166**	<0,0001	0,17	0,14	0,027	<0,0006
11 mag	0,028	0,017	0,004	0,003	0,008	<0,0001	0,24	0,074	0,12	0,087
15 mag	0,014	0,007	0,000	0,000	0,004	0,002	0,20	0,098	0,040	0,031
21 mag	0,026	0,017	0,003	0,002	0,014	0,001	0,20	0,076	0,12	0,045
27 mag	0,019	0,012	0,002	0,001	0,009	0,005	0,26	0,16	0,091	0,068
2 giu	0,021	0,016	0,003	0,002	0,001	0,001	0,22	0,20	0,048	0,019
7 giu	0,024	0,012	0,003	0,003	0,005	<0,0001	0,33	0,15	0,098	0,053
15 giu	0,016	0,009	0,001	0,000	<0,0001	0,001	0,20	0,13	0,070	0,025
21 giu	0,021	0,017	0,003	0,003	0,003	<0,0001	0,21	0,15	0,050	0,032
25 giu	0,020	0,013	0,003	0,002	0,004	<0,0001	0,29	0,17	0,14	0,12
1 lug	0,010	0,008	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,36	0,20	0,044	0,029

Tabella 7: Concentrazioni medie giornaliere (ng/m^3) di arsenico, cadmio, palladio, piombo e nichel nel PM2,5 e nel PM10. Sito Scuola Di Consiglio - Via Valle Castellana - Laboratorio mobile RM2.

Data	Cu		Rh		Pt		Hg		V	
	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PM_{10}	$PM_{2,5}$
2013										
5 ago	1,9	1,0	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,032	<0,0004	0,12	0,058
13 ago	0,52	0,27	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001	<0,0004	0,082	0,045
17 ago	0,36	0,12	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0004	<0,0004	0,087	0,073
25 ago	1,4	0,90	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0004	<0,0004	0,059	0,044
29 ago	0,85	0,32	0,0010	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,037	<0,0004	0,088	0,056
6 set	0,44	0,19	0,0010	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,010	<0,0004	0,051	0,038
16 set	0,93	0,25	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,005	<0,0004	0,056	0,027
18 set	0,42	0,40	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,010	0,002	0,094	0,019
28 set	0,97	0,38	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,009	<0,0004	0,14	0,019
6 ott	0,50	0,074	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,003	<0,0004	0,035	0,015
10 ott	1,2	0,16	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001	<0,0004	0,14	0,030
16 ott	1,6	0,21	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0004	<0,0004	0,11	0,078
18 ott	1,0	0,77	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,010	<0,0004	0,19	0,054
28 ott	1,3	0,24	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,006	0,005	0,18	0,092
30 ott	0,29	<0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,004	0,003	0,16	0,078
3 nov	0,72	0,44	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,003	0,003	0,13	0,035
5 nov	0,42	<0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,003	0,002	0,068	0,067
9 nov	1,1	<0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,003	0,002	0,024	0,018
12 nov	1,2	<0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,002	0,002	0,030	0,058
17 nov	0,44	<0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,002	<0,0004	0,017	0,009
21 nov	0,67	0,51	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001	<0,0004	0,021	0,017
27 nov	1,1	0,30	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,037	<0,0004	0,046	0,012
3 dic	3,0	<0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,013	0,002	0,11	0,007
11 dic	2,2	<0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,017	0,008	0,078	0,017
15 dic	1,6	0,021	2,6	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,006	<0,0004	0,26	0,068
23 dic	1,4	0,021	0,81	<0,0001	**0,049**	<0,0001	0,002	<0,0004	0,12	0,058
28 dic	1,9	1,0	0,001	<0,0001	**0,018**	<0,0001	0,032	<0,0004	0,10	0,065
2014										
2 gen	0,72	0,012	0,80	<0,0001	**0,028**	<0,0001	0,004	<0,0004	0,048	0,030
8 gen	0,15	0,017	1,6	<0,0001	**0,041**	<0,0001	0,003	<0,0004	0,16	0,022
16 gen	0,44	0,024	1,6	<0,0001	**0,046**	<0,0001	0,002	<0,0004	0,095	0,019
22 gen	0,37	0,007	1,3	<0,0001	**0,025**	<0,0001	0,002	<0,0004	0,046	0,016
29 gen	0,45	0,025	0,63	<0,0001	**0,024**	<0,0001	0,002	<0,0004	0,035	0,022
4 feb	0,081	0,011	0,85	<0,0001	**0,021**	<0,0001	0,001	<0,0004	0,033	0,022
9 feb	0,18	0,009	1,4	<0,0001	**0,036**	<0,0001	0,001	<0,0004	0,040	0,014
16feb	0,16	0,005	0,45	<0,0001	**0,049**	<0,0001	0,042	<0,0004	0,037	0,015
22 feb	0,83	0,011	0,83	<0,0001	**0,056**	<0,0001	0,015	<0,0004	0,043	0,026
28 feb	0,16	0,008	0,30	<0,0001	**0,025**	<0,0001	0,008	<0,0004	0,043	0,022
6 mar	0,36	0,009	0,75	<0,0001	**0,034**	<0,0001	0,005	<0,0004	0,039	0,029
12 mar	0,072	0,018	2,3	<0,0001	**0,045**	<0,0001	0,004	<0,0004	0,078	0,021
18 mar	0,13	0,015	1,1	<0,0001	**0,165**	<0,0001	0,003	<0,0004	0,12	0,002
24 mar	1,1	0,004	1,4	<0,0001	**0,017**	<0,0001	0,055	0,002	0,029	0,016
30 mar	0,45	0,015	1,7	<0,0001	**0,045**	<0,0001	0,001	<0,0004	0,049	0,126
4 apr	0,86	0,002	0,29	<0,0001	**0,033**	<0,0001	0,001	<0,0004	0,022	0,012
10 apr	1,3	0,007	1,3	<0,0001	**0,041**	<0,0001	0,000	<0,0004	0,038	0,028
16 apr	0,47	0,001	0,39	<0,0001	**0,008**	<0,0001	0,042	<0,0004	0,054	0,033
22 apr	0,52	0,008	1,0	<0,0001	**0,215**	<0,0001	0,015	<0,0004	0,10	0,020
27 apr	0,21	0,004	0,41	<0,0001	**0,103**	<0,0001	0,12	0,008	0,063	0,004
11 mag	0,89	0,24	0,0040	<0,0001	0,001	<0,0001	0,027	0,005	0,23	0,013
15 mag	0,35	0,078	0,0010	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,173	0,016	0,027	0,002
21 mag	0,87	0,36	0,0010	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,071	0,003	0,19	0,14
27 mag	0,67	0,16	0,000	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,055	0,039	0,17	0,013
2 giu	0,40	0,19	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,028	0,020	0,091	0,023
7 giu	1,1	0,23	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,020	0,013	0,14	0,14
15 giu	0,26	0,24	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,016	0,010	0,026	0,017
21 giu	0,52	0,30	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,012	0,007	0,11	0,077
25 giu	0,58	0,13	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,011	0,006	0,27	0,013
1 lug	0,40	0,13	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,008	0,004	0,060	0,061

Tabella 8: Concentrazioni medie giornaliere (ng/m^3) di rame, rodio, platino, mercurio e vanadio nel PM2,5 e nel PM10. Sito Scuola Di Consiglio - Via Valle Castellana - Laboratorio mobile RM2.

5.2 Diossine, Furani e policlorobifenili nel materiale particolato sospeso

Le principali fonti di emissione che potenzialmente possono originare Diossine e Furani (PCDD/F) sono le combustioni in ambiente domestico e industriale. Degni di mezione sono quindi i motori a combustione interna di autoveicoli, gli impianti di riscaldamento domestico alimentati con combustibili diversi da metano e gpl e le seguenti attività produttive e non:

- Sorgenti che operano ad alte temperature (forni da cemento, ecc.).
- Acciaierie e in generale industrie che eseguono lavorazioni e recuperi di metalli.
- Combustioni incontrollate e in difetto di ossigeno, incendi (boschivi, di edifici, di depositi di materiali plastici e/o di recupero da RU, ecc.).
- Combustori che utilizzano combustibili diversi (carbone, legna, prodotti petroliferi di varia natura, ecc.).
- Industrie chimiche nelle quali si hanno reazioni chimiche possono dar luogo a formazione di diossine (prodotti secondari derivanti da operazioni chimiche es. sbianca della polpa di legno mediante cloro, produzione di composti chimici clorurati, ecc.).
- Impianti di incenerimento di rifiuti (industriali, urbani, sanitari, CSS, fanghi da depurazione acque, ecc.).
- Processi biologici e fotochimici; recenti studi suggeriscono che le diossine possono formarsi sotto particolari condizioni ambientali (ad esempio le operazioni di compostaggio) per l'azione di microrganismi su composti fenolici clorurati, nella fotolisi di fenoli ad alta clorurazione.

Nazione	PCDD/F fg WHO-TE/m^3
OMS Air quality guidelines 2000	**100** livello indicativo di contaminazione indoor-outdoor. **300** indice di sorgenti locali di emissione che devono essere identificate e controllate
Japan Government 1999	**600** come somma di PCDD/F+DL-PCB (media annuale)
Germania LAI 2004	**150** come somma di PCDD/F+DL-PCB
Ontario Ontario Ministry of the Environment 2008	15 pg I-TE/m^3 breve periodo (30 min) 5 pg I-TE/m^3 (24 ore)

Tabella 9: limiti di riferimento per la concentrazione in aria di PCDD/F.

Sebbene per le PCDD/F non siano stati definiti dall'UE valori limite di concentrazione, la pericolosità intrinseca di questi inquinanti ne consiglia la rilevazione e la valutazione per comparazione con valori guida suggeriti dall'OMS o con concentrazioni limite presenti nelle normative di altri paesi industriali. La tabella 9 riporta i valori di riferimento o di buona norma dei livelli di

concentrazione di PCDD/F e DL-PCB in aria ambiente adottati come riferimento in questo studio.

Le concentrazioni di PCDD+PCDF+DL-PCB, espresse come equivalenti tossicologici della 2,3,7,8-T_4CDD (I-TE, WHO-TE1998, WHO-TE 2005), sono state rilevate nel materiale particolato PM10 (fg/m^3), utilizzando la tecnica del *pooling* per formare il campione rappresentativo del periodo, in tre campagne (estiva, autunnale ed invernale) nei siti Parco Tibur e Scuola Di Consiglio, ed in una campagna primaverile presso la Scuola Di Consiglio. I risultati (tabella 10) evidenziano valori confrontabili con quelli rilevabili in letteratura relativamente ad altri siti urbani (ISS 2006, Comune di Brescia, 2008, Colombo 2009, ARPA E.R. 2011) e comparabili nelle due postazioni, ad eccezione che nella stagione invernale. Nello specifico, essi mostrano un incremento di circa quattro ed otto volte delle concentrazioni dei campioni della campagna invernale ripetto a quella estiva ed un andamento crescente significativamente più accettuato passando dalla stagione *calda* a quella *fredda* nel sito Parco Tibur (figura 27). La postazione di Via G. Iozzia: Condominio Parco Tibur RM3, infatti, ha registrato una cocentrazione circa doppia rispetto al sito di Via di valle Castellana – Scuola Di Consiglio RM2 nella campagna invernale. La stessa postazione ha registrato il valore più elevato anche nella stagione autunnale (8 settembre – 20 dicembre 2013). Queste differenze non sembrano spiegabili con il solo maggior uso di diversi combustibili e carburanti nel periodo freddo-invernale (es. riscaldamento, autotrazione) e con le condizioni meteorologiche poco favorevoli alla diffusione degli inquinanti in tale periodo dell'anno.

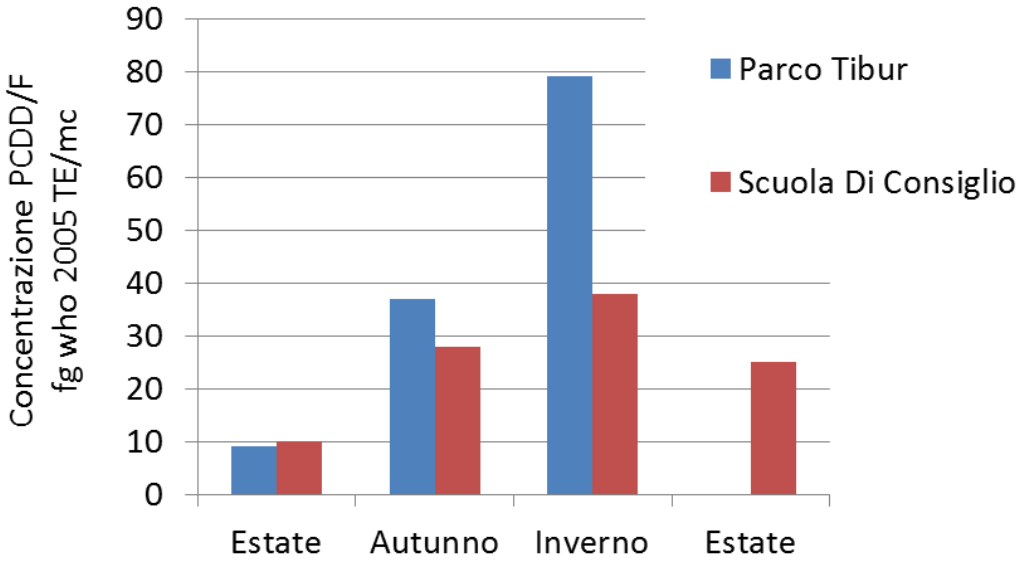


Figura 27: Concentrazioni di PCDD/F nelle campagne stagionali nei siti Parco Tibur e Scuola Di Consiglio.

Analiti	post. Via G. Iozzia: Condominio Parco Tibur. ROMA 3	post. Valle Castellana: Scuola Di Consiglio. ROMA 2	post. Via G. Iozzia: Condominio Parco Tibur. ROMA 3	post. Valle Castellana: Scuola Di Consiglio. ROMA 2	post. Via G. Iozzia: Condominio Parco Tibur. ROMA 3	post. Valle Castellana: Scuola Di Consiglio. ROMA 2	post. Valle Castellana: Scuola Di Consiglio. ROMA 2
periodo	**8-28/8/13**	**8-28/8/13**	**8/9-20/12/2013**	**8/9-20/12/2013**	**25/12/13-2/3/14**	**25/1-2/3/2014**	**7/3-23/6/14**
PCDD+PCDF fg WHO_{1998}-TE/m^3	9,88	11,5	43,4	33,2	87,1	44,6	28,9
PCDD+PCDF fg WHO_{2005}-TE/m^3	8,78	10,1	37,4	28,3	78,6	38,6	24,9
DL-PCB fg WHO_{1998}-TE/m^3	0,183	0,550	0,665	0,562	1,60	0,914	0,332
DL-PCB fg WHO_{2005}-TE/m^3	0,182	0,366	0,665	0,562	1,83	0,914	0,332
PCDD+PCDF+DL-PCB fg WHO_{1998}-TE/m^3	10,1	12,0	44,1	33,8	88,7	45,5	29,2
PCDD+PCDF+DL-PCB fg WHO_{2005}-TE/m^3	8,96	10,5	38,1	28,9	80,4	39,5	25,2

Nota: nel calcolo della concentrazione totale i valori < al limite di rivelabilità sono stati considerati cautelativamente pari al limite di rivelabilità.

Tabella 10: Concentrazioni di TCDD/F e DL-PCB registrate nei siti Parco Tibur e Scuola Di Consiglio durante le campagne stagionali.

5.3 Idrocarburi policiclici aromatici nel materiale particolato sospeso

Gli IPA sono una famiglia di composti di interesse igienico sanitario generalmente prodotti durante le combustioni di combustibili fossili, gas o altre sostanze organiche (es. biomasse). Le principali fonti di emissione sono quindi identificabili negli impianti di riscaldamento domestico, nelle attivtà industriali che utilizzano processi a caldo, nei sistemi di trasporto e negli incendi.
Il DLgs 155/2010 che disciplina la qualità dell'aria ambiente richiede la determinazione nel materiale particellare sospeso di sette IPA ritenuti di maggiore rilevanza tossicologica a causa della loro cancerogenicità (IARC, 1987, 2012) e dei livelli di concentrazione usualmente misurati nell'ambiente (Menichini 1999, 2003). Tra essi è incluso il benzo[a]pirene (BaP), comunemente usato come indicatore della classe degli IPA cancerogeni, per il quale lo stesso decreto fissa nella concentrazione media annuale di 1 ng/m^3 il limite di accettabilità in aria.

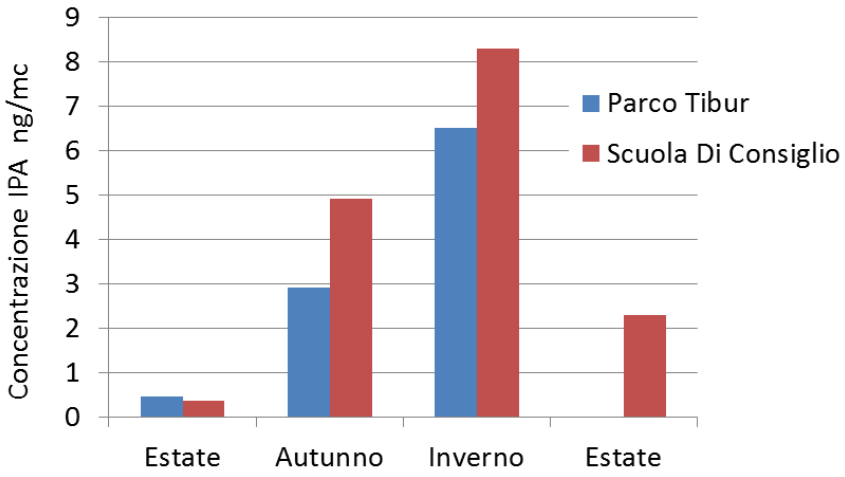


Figura 28: Concentrazioni di IPA nelle campagne stagionali nei siti Parco Tibur e Scuola Di Consiglio.

La tabella 11 riporta le concentrazioni rilevate nei siti Parco Tibur e Scuola Di Consiglio su un'aliquota dell'estratto proveniente dalla determinazione di PCDD/F e PCB nel PM10. I risultati hanno evidenziato per le due postazioni Scuola Di Consiglio e Parco Tibur situazioni sostanzialmente simili che, sebbene riferibili soltanto a circa sette mesi, consentono di stimare con ragionevole certezza che la concentrazione media annuale di benzo(a)pirene nel PM10 sia inferiore del limite di 1 ng/m^3. Tale concentrazione è superata in entrambi i siti esclusivamente nella campagna invernale ma si attesta su valori significativamente inferiori durante le altre stagioni (tabella 11). L'ipotesi di un completo rispetto della concentrazione limite del Benzo(a)pirene stabilita dal D.Lgs. 155/2010, è supportata dall'evidenza che la stima delle condizioni medie reali è sufficientemente conservativa non considerando la primavera, una stagione in cui le condizioni meteorologiche favoriscono in maniera più accentuata la dispersione atmosferica degli inquinanti atmosferici e lo

spegnimento degli impianti di riscaldamento domestici riduce le sorgenti di emissione.

In dettaglio, le concentrazioni degli IPA rilevate nei siti Parco Tibur e Scuola Di Consiglio risultano abbastanza simili in tutte le campagne stagionali, con una costante prevalenza di quelle misurate nella Scuola Di Consiglio (figura 28). Analoghi appaiono anche gli andamenti crescenti che si registrano passando dalla stagione calda a quella fredda e questa osservazione porta a ritenere che anche le sorgenti di emissione che agiscono sui due siti non siano significativamente diverse.

Analiti ng/m^3	**post. Via G. Iozzia: Condominio Parco Tibur. ROMA 3**	**post. Valle Castellana: Scuola Di Consiglio. ROMA 2**	**post. Via G. Iozzia: Condominio Parco Tibur. ROMA 3**	**post. Valle Castellana: Scuola Di Consiglio. ROMA 2**	**post. Via G. Iozzia: Condominio Parco Tibur. ROMA 3**	**post. Valle Castellana: Scuola Di Consiglio. ROMA 2**	**post. Valle Castellana: Scuola Di Consiglio. ROMA 2**
periodo	**8-28/8/13**	**8-28/8/13**	**8/9-20/12/2013**	**8/9-20/12/2013**	**25/12/13-2/3/14**	**25/1-2/3/2014**	**7/3-23/6/14**
Benz[a]antracene	0,029	0,026	0,20	0,60	0,58	0,77	0,16
Benzo[b+j+k]fluorantene*	0,27	0,20	1,6	2,4	3,2	4,1	1,2
Benzo[a]pirene	0,051	0,042	0,42	0,85	1,1	1,5	0,38
Indeno[1,2,3-cd]pirene	0,11	0,083	0,58	0,95	1,4	1,7	0,50
Dibenz[ah]antracene	0,015	0,011	0,076	0,13	0,18	0,22	0,063
Somma degli IPA	**0,47**	**0,36**	**2,9**	**4,9**	**6,5**	**8,3**	**2,3**

Nota: nel calcolo della concentrazione totale i valori < al limite di rivelabilità sono stati considerati cautelativamente pari al limite di rivelabilità.

* I tre isomeri vengono determinati cumulativamente in quanto coeluenti.

Tabella 11: Concentrazioni degli IPA registrate nei siti Parco Tibur e Scuola Di Consiglio durante le campagne stagionali.

6. Deposizione atmosferica: materiale particellare sedimentabile

Una sempre maggiore attenzione viene data, oltre che al materiale particellare sospeso, al materiale particellare a maggiore granulometria (sedimentabile) che può causare notevoli problemi ambientali locali (sporcamento, deposito su colture e suolo, ecc.). La valutazione dei rischi per la salute attribuibile al materiale sedimentabile impone che particolare rilevanza sia attribuita al suo contenuto in inquinanti inorganici (metalli e metalloidi) e organici (IPA, PCDD/F, PCB). Le proprietà tossicologiche e chimico fisiche di tali inquinanti, ed in particolare la loro persistenza ambientale, potrebbero infatti portare ad esposizioni umane per ingestione dilazionate nello spazio e nel tempo.
La normativa europea e nazionale, a differenza di quanto accade per il PM10 ed il PM2,5, non indica per il rateo di deposizione del materiale particellare sedimentabile valori di riferimento o limiti. Conseguentemente, una valutazione dell'entità del fenomeno può essere ottenuta per comparazione con valori di riferimento o limiti suggeriti in linee guida o in normative di altri paesi industriali con economie analoghe all'Italia (tabella 12)**.**

Nazione	Materiale particellare sedimentabile totale
Germania *Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft* *TA Luft (2002)*	350 media annuale 650 breve periodo
Svizzera OIAt (1986)	200 media annuale
Regno Unito *Scozia Environment Agency (EA, 2003)*	200 media annuale
Slovenia *Decree on limit values, alert thresholds and critical immission values for substances into the atmosphere). (Ur. L. RS št.73/1994)*	200 media annuale 350 breve periodo

Tabella 12: limiti di riferimento internazionali per i ratei di deposizione del materiale particellare sedimentabile.

I prelievi effettuati dall'ISS sono stati attivati nei primi due siti il 29 ottobre 2012 e sono proseguiti fino alla fine del mese di gennaio 2014. I ratei mensili di deposizione al suolo del materiale particellare sedimentabile totale, misurato nelle postazioni di Via del Tecnopolo, Parco Tibur, Scuola DI Consiglio e Tenuta del Cavaliere, variano tra i 6 mg/m^2 die registrati nel Gennaio 2014 nella postazione di Via del Tecnopolo, ai 128 mg/m^2 die registrati nell'aprile 2013 presso la scuola Di Consiglio (tabella 13). I ratei medi annuali risultano rispettivamente uguali a: 21,5 mg/m^2 d (giu 2013-gen 2014); 30,4 mg/m^2 d (nov 2012-dic 2013) e 27,5 mg/m^2 d per Via del Tecnopolo (nov 2012-dic 2013). Un incidente occorso al campionatore non ha consentito di avere una buona affidabilità del dato ricavato nella Tenuta del Cavaliere poiché la rilevazione ha interessato esclusivamente i mesi di giugno 2013, luglio 2013, agosto 2013, settembre

2013, ottobre 2013 e gennaio 2014. La media rilevata di 50 mg/m^2 d non può essere usata per valutazioni comparative.

materiale particellare sedimentabile totale mg/m^{2}d	**Post:** Via Guglielmo Iozzia: Condominio Parco Tibur. Laboratorio mobile ROMA 3	**Post:** Via Valle Castellana-Scuola Di Consiglio. Laboratorio mobile ROMA 2	**Post:** Viale del Tecnopolo. Parcheggio ristorante il Casale, Via di Salone 155	**Post:** Tenuta del Cavaliere (bianco)
2012	**novembre**	**novembre**	**novembre**	**novembre**
deposizione atmosferica	--	**32,0**	**17,3**	--
2012	**dicembre**	**dicembre**	**dicembre**	**dicembre**
deposizione atmosferica	--	**6,40**	**10,2**	--
2013	**gennaio**	**gennaio**	**gennaio**	**gennaio**
deposizione atmosferica	--	12,1	15,7	--
2013	**febbraio**	**febbraio**	**febbraio**	**febbraio**
deposizione atmosferica	--	10,8	13,8	--
2013	**Marzo**	**marzo**	**marzo**	**marzo**
deposizione atmosferica	--	27,4	27,9	--
2013	**Aprile**	**aprile**	**aprile**	**aprile**
deposizione atmosferica	--	128	99,9	--
2013	**Maggio**	**maggio**	**maggio**	**maggio**
deposizione atmosferica	--	77,5	50,9	--
2013	**giugno**	**giugno**	**giugno**	**giugno**
deposizione atmosferica	14,8	22,4	43,5	55,7
2013	**luglio**	**luglio**	**luglio**	**luglio**
deposizione atmosferica	24,4	17,2	20,0	44,7
2013	**agosto**	**agosto**	**agosto**	**agosto**
deposizione atmosferica	13,4	12,5	2,34	54,4
2013	**settembre**	**settembre**	**settembre**	**settembre**
deposizione atmosferica	39,8	28,3	--	87,5
2013	**ottobre**	**ottobre**	**ottobre**	**ottobre**
deposizione atmosferica	22,1	15,6	31,3	31,3
2013	**novembre**	**novembre**	**novembre**	**novembre**
deposizione atmosferica	16,9	15,5	15,6	--
2013	**dicembre**	**dicembre**	**dicembre**	**dicembre**
deposizione atmosferica	22,3	20,5	9,1	--
2014	**gennaio**	**gennaio**	**gennaio**	**gennaio**
deposizione atmosferica	18,2	13,7	6,1	26,8
2014	**febbraio**	**febbraio**	**febbraio**	**febbraio**

Tabella 13: Ratei di deposizione media mensile totale (mg/m2 d) rilevati nei siti: Parco Tibur; Scuola Di Consiglio; Via del Tecnopolo e Tenuta del Cavaliere.

Focalizzando l'attenzione sui ratei di deposizione mensili rilevati nei quattro siti di campionamento (figura 29) si osservare un'ampia variabilità stagionale che vede crescere significativamente le deposizioni, passando dalla stagione umida verso quella più secca. Tale andamento è spiegabile con il maggior contributo alle deposizioni apportato nella stagione secca dai fenomeni di risollevamento delle polveri dal suolo. La variabilità fisica delle postazioni spiega le altre differenze evidenziate. Le postazioni tenuta del Cavaliere e Scuola Di Consiglio, rispettivamente localizzate in un'area agricola ed in un ampio giardino

dell'edificio scolastico, fanno registrare i ratei di deposizione più alti in tutte le campagne. La postazione Via del Tecnopolo, pur localizzata in un parcheggio asfaltato, risulta prospicente a terreni incolti ed è anch'essa in grado di raggiungere ratei di deposizione dell'ordine dei 100 mg/m^2 die. La postazione Parco Tibur, inserita in un contesto fortemente urbanizzato che minimizza il risollevamento delle polveri, fa registrare i valori più contenuti e che in ogni caso non eccedono i 40 mg/m^2 die.

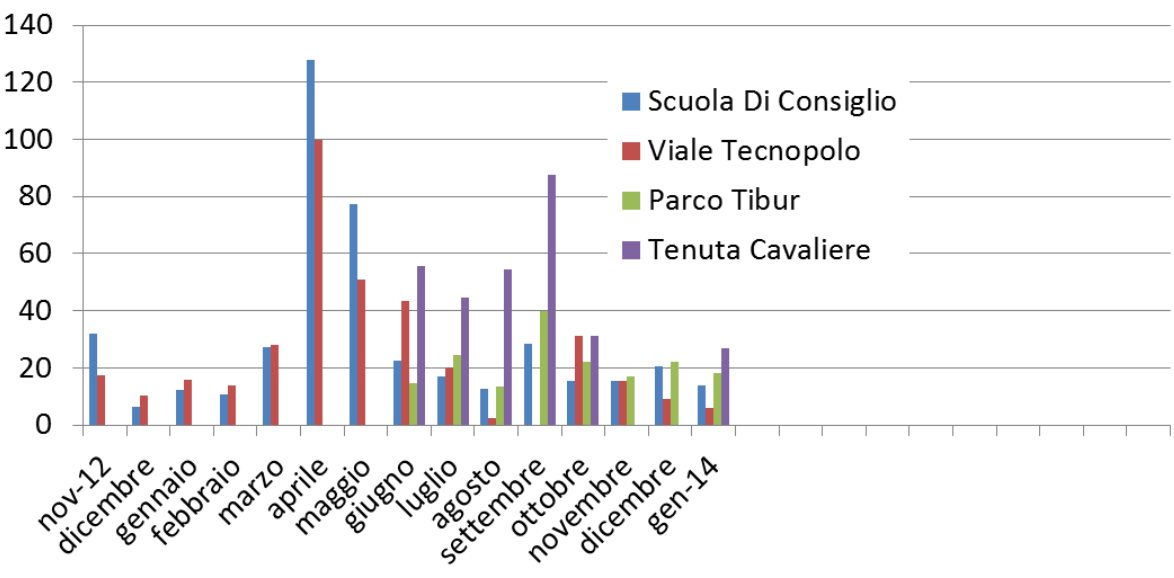


Figura 29: Ratei di deposizione media mensile totale (mg/m2 d) rilevati nei siti: Parco Tibur; Scuola Di Consiglio; Via del Tecnopolo e Tenuta del Cavalliere.

In sintesi, i ratei di deposizione del materiale particellare sedimentabile totale presenta valori sia sul breve che su lungo periodo (media annuale) significativamente inferiori (circa un ordine di grandezza) ai limiti di riferimento riportati nella normativa di altri paesi europei. In aggiunta, l'analisi della loro variabilità stagionale attribuisce un'influenza predominante al risollevamento delle polveri dal suolo. Queste osservazioni consentono di concludere con ragionevole affidabilità che l'area di Case Rosse si configura come una area urbana in cui le deposizioni al suolo sono riconducibili più all'antropizzazione ed all'urbanizzazione dell'area che a specifiche sorgenti di emissione.

6.1 Metalli e metalloidi nelle deposizioni atmosferiche totali

Il materiale sedimentabile raccolto nei deposimetri delle postazioni di Parco Tibur, Scuola Di Consiglio, Via del Tecnopolo e Tenuta del Cavalliere sono state analizzate per dosare i seguenti metalli e metalloidi di particolare interesse igienico sanitario o più specificamente riferibili a specifiche sorgenti di emissione: As, Cd, Cu, Ni, Hg, Pb, Pd, Pt, Rh, V. Anche per quanto riguarda metalli e metalloidi presenti nelle deposizioni totali le normative italiana ed europea non forniscono alcun riferimento ed è quindi necessario prendere in considerazione limiti e valori guida adottati da altri paesi europei.

Uno studio condotto per la Commissione Europea in cui sono presenti i risultati di diverse attività di monitoraggio, per arsenico, cadmio e nichel, consente di evidenziare intervalli tipici dei ratei di deposizione per diverse tipologie di aree (rurali, urbane, industriali). La normativa tedesca, *Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft* (TA Luft 2002) stabilisce ratei di deposizione totale media annuale per arsenico, cadmio, nichel, piombo e mercurio. I dati riportati in detta documentazione sono stati utilizzati in questo studio per costituire un sistema di riferimento che consentisse la valutazione dell'entità e della pericolosità delle deposizioni al suolo nell'area monitorata (tabella 14).

Riferimento	**Inquinante**	**Aree rurali** $\mu g/m^2d$	**Aree urbane** $\mu g/m^2d$	**Aree industriali** $\mu g/m^2d$
Commissione Europea ratei tipici	arsenico	0,082 - 0,43	0,22 - 3,4	2,0 - 4,3
	cadmio	0,011 - 0,14	0,16 - 0,90	0,12 - 4,6
	nichel	0,03 - 4,3	5 - 11	2,3 - 22
Germania (TA Luft 2002)	mercurio	Deposizione media annuale limite $\mu g/m^2d$		1
	piombo			100
	arsenico			4
	cadmio			2
	nichel			15

Tabella 14: Ratei di deposizione guida e valori limite in alcuni paesi europei.

I ratei di deposizione al suolo degli analiti dosati nelle postazioni di Parco Tibur, Scuola Di Consiglio, Via del Tecnopolo e Tenuta del Cavaliere tra il 29 ottobre 2012 e la fine del mese di giugno 2014 (tabelle 15, 16, 17 e 18) mostrano una sostanziale omogeneità ad eccezione del mercurio, il cui rateo di deposizione risulta significativamente più alto nei siti Parco Tibur e Via del Tecnopolo. Si evidenzia inoltre una debole correlazione con la stagionalità e, conseguentemente, con i fenomeni di risospensione del materiale particellare dal suolo.
Assumendo come primo riferimento la postazione Tenuta del Cavaliere, che per quanto detto in precedenza costituisce un sito di fondo urbano imperturbato dalle sorgenti di emissione presenti nell'area di Case Rosse, l'unica significativa differenza che può essere osservata è un rateo di deposizione media annuale del mercurio significativamente maggiore nei siti Parco Tibur e Via del Tecnopolo (tabella 19).
La comparazione delle deposizioni rilevate in questo studio con i limiti della normativa tedesca (TA Luft 2002) restituiscono invece l'immagine di un'area che si colloca ampiamente all'interno dei valori di deposizioni atmosferiche consentite. Analogamente, usando a riferimento per la classificazione dell'area gli intervalli suggeriti dallo studio della Commissione Europea, tutti i siti monitorati sarebbero classificabili come aree urbane.

Periodi campionamento	V	Ni	Cu	As	Rh	Pd	Cd	Pt	Hg	Pb
5/6-9/7/13	2,4	2,3	16	0,62	<0,002	0,13	0,091	0,009	0,061	17
9/7-2/8/13	1,6	4,6	8,1	0,29	<0,002	0,022	0,10	<0,002	0,063	3,1
2/8-4/9/13	0,93	1,1	9,2	0,21	<0,002	0,041	0,054	0,005	0,034	14
4/9-2/10/13	2,1	2,1	19	0,37	<0,002	0,063	0,14	0,006	0,044	36
2/10-31/10/13	0,86	1,4	9,1	0,13	<0,002	0,022	0,10	0,002	0,030	8,7
31/10-29/11/13	1,1	4,4	13	0,26	<0,002	0,026	0,20	0,006	0,093	9,9
29/11-23/12/13	0,30	0,49	4,7	0,061	<0,002	0,021	2,8	0,001	0,003	1,5
23/12/13-31/1/14	1,4	2,3	12	0,35	<0,002	0,077	0,16	0,004	0,80	8,5
31/1-28/2/14	2,6	5,6	8,9	0,35	<0,002	0,038	0,10	0,005	0,33	7,5
28/2-31/3/14	1,0	1,1	7,5	0,25	0,001	0,025	0,060	0,002	0,090	5,2
31/3-30/4/2014	2,4	1,4	11	0,26	<0,002	0,050	0,067	0,004	0,032	9,0
30/4-30/5/2014	2,5	2,7	21	0,46	0,007	0,058	0,15	0,004	0,097	12
30/5-27/6/14	2,0	1,2	5,6	0,32	<0,002	0,057	0,23	<0,002	0,092	5,5
Media anno	**1,6**	**2,4**	**11**	**0,28**	**0,019**	**0,042**	**0,35**	**0,004**	**0,14**	**11**

Nel calcolo dei ratei totali sono stati anche inseriti i valori inferiori al limite di rivelabilità (LR), considerandoli per convenzione pari al 50 % dello stesso LR (Rapporto ISTISAN 04/15).

Tabella 15: Metalli nelle deposizioni al suolo (µg/m2d) presso la postazioni Parco Tibur - Laboratorio mobile ROMA 3 dal mese di Luglio 2013 al mese di giugno 2014.

Periodi campionamento	V	Ni	Cu	As	Rh	Pd	Cd	Pt	Hg	Pb
29/10-28/11/12	0,80	1,3	7,5	0,17	0,025	0,013	0,053	0,0040	<0,022	2,8
28/11-27/12/12	1,7	0,87	16	0,29	0,039	0,015	0,30	0,0040	<0,022	8,3
27/12/12-30/1/13	1,3	1,2	14	0,24	0,033	0,017	0,13	0,0030	<0,022	4,8
30/1-27/2/13	0,89	0,76	2,0	0,12	0,020	0,008	0,045	0,0020	<0,022	0,24
27/2-4/4/13	2,0	1,3	10	0,12	0,033	0,021	0,75	0,0040	<0,022	2,9
4/4-8/5/13	2,1	0,97	2,6	0,25	0,017	0,013	0,030	0,0020	<0,022	0,52
8/5-5/6/13	1,5	2,3	2,7	0,28	0,011	0,018	0,15	0,045	<0,022	5,1
5/6-9/7/13	3,0	2,4	25	0,79	<0,002	0,022	0,15	0,0020	0,060	46
9/7-2/8/13	1,6	1,8	16	0,36	<0,002	0,006	0,15	0,0020	0,051	42
2/8-4/9/13	1,1	1,0	6,0	0,23	<0,002	0,011	0,067	0,015	0,039	10
4/9-2/10/13	1,3	1,6	6,1	0,25	<0,002	0,007	0,45	0,0020	0,031	1,6
2/10-31/10/13	0,67	1,1	5,6	0,17	<0,002	0,029	0,057	0,0020	0,45	16
31/10-29/11/13	1,1	4,6	9,7	0,25	<0,002	0,017	0,59	0,0050	0,56	9,1
Media anno	**1,5**	**1,6**	**9,5**	**0,27**	**0,018**	**0,015**	**0,22**	**0,0070**	**0,017**	**11**
29/11-23/12/13	0,27	0,35	3,4	0,055	<0,002	0,005	0,021	<0,002	0,011	1,0
23/12/13-31/1/14	1,9	1,8	28	0,23	<0,002	0,016	0,061	<0,002	0,15	5,8
31/1-28/2/14	2,3	2,9	8,3	0,27	<0,002	0,008	0,087	0,004	0,12	8,4
28/2-31/3/14	1,1	1,0	7,9	0,32	<0,002	0,039	0,033	0,002	0,35	5,4
31/3-30/4/2014	2,1	1,0	8,7	0,22	<0,002	0,016	0,059	<0,002	0,029	8,3
30/4-30/5/2014	2,1	1,7	14	0,35	<0,002	0,013	0,018	<0,002	0,028	14
30/5-27/6/14	2,1	6,2	4,7	0,31	<0,002	0,004	0,037	<0,002	0,028	1,5
Media periodo	**1,7**	**2,1**	**11**	**0,25**	**0,0015**	**0,014**	**0,045**	**0,011**	**0,10**	**6,3**

Nel calcolo dei ratei totali sono stati anche inseriti i valori inferiori al limite di rivelabilità (LR), considerandoli per convenzione pari al 50 % dello stesso LR (Rapporto ISTISAN 04/15).

Tabella 16: Metalli nelle deposizioni al suolo (µg/m2d) presso la Scuola Di Consiglio. Laboratorio mobile ROMA 2 dal mese di Novembre 2012 al mese di giugno 2014.

Periodi campionamento	V	Ni	Cu	As	Rh	Pd	Cd	Pt	Hg	Pb
29/10-28/11/12	1,4	1,7	15	0,30	0,012	0,034	0,46	0,01	<0,022	5,3
28/11-27/12/12	2,2	1,7	22	0,34	0,016	0,025	0,21	0,009	<0,022	8,1
27/12/12-30/1/13	1,5	6,6	16	0,30	0,064	0,078	0,25	0,003	0,68	5,0
30/1-27/2/13	1,0	0,85	3,2	0,17	0,029	0,032	0,050	0,001	0,17	0,41
27/2-4/4/13	1,7	0,82	2,6	0,13	0,027	0,035	0,060	0,001	0,063	0,23
4/4-8/5/13	1,8	1,1	10	0,32	0,016	0,029	0,070	0,003	<0,022	2,8
8/5-5/6/13	2,2	1,2	12	0,34	0,013	0,032	0,39	0,002	<0,022	8,6
5/6-9/7/13	2,5	2,2	27	0,85	<0,002	0,032	0,23	0,002	0,051	9,0
9/7-2/8/13	1,5	2,4	19	0,40	<0,002	0,0050	0,12	<0,002	0,054	7,5
2/8-4/9/13	1,3	2,3	19	0,31	<0,002	0,031	0,060	0,002	0,026	5,9
4/9-2/10/13	2,0	1,8	16	0,38	<0,002	0,055	0,87	0,005	0,67	8,2
2/10-31/10/13	2,4	1,8	19	0,37	<0,002	0,030	0,08	0,004	0,43	6,9
31/10-29/11/13	1,0	2,2	12	0,24	<0,002	0,020	0,57	0,006	0,37	7,5
29/11-23/12/13	0,22	1,2	4,3	0,040	<0,002	0,022	<0,008	<0,002	<0,022	0,71
Media anno	**1,6**	**2,0**	**14**	**0,32**	**0,013**	**0,033**	**0,24**	**0,004**	**0,21**	**5,4**
23/12/13-31/1/14	1,4	1,4	8,8	0,24	<0,002	0,013	<0,008	0,005	0,17	3,3
31/1-28/2/14	2,9	4,8	12	0,35	<0,002	0,023	2,8	0,006	0,16	12
28/2-31/3/14	1,4	1,6	9,9	0,32	<0,002	0,036	0,040	0,002	0,14	3,3
31/3-30/4/2014	3,7	2,3	15,	0,39	<0,002	0,028	0,080	0,003	0,034	6,0
30/4-30/5/2014	2,3	2,1	17	0,43	0,012	0,028	0,010	0,002	0,23	5,1
30/5-27/6/14	1,6	1,4	5,3	0,28	<0,002	0,031	0,080	<0,002	0,20	0,55
Media periodo	**2,2**	**2,3**	**11**	**0,33**	**0,003**	**0,026**	**0,50**	**0,003**	**0,16**	**5,0**

Nel calcolo dei ratei totali sono stati anche inseriti i valori inferiori al limite di rivelabilità (LR), considerandoli per convenzione pari al 50 % dello stesso LR (Rapporto ISTISAN 04/15).

Tabella 17: Metalli nelle deposizioni al suolo (µg/m2d) post Via del Tecnopolo dal mese da Novembre 2012 a giugno 2014.

Periodi campionamento	V	Ni	Cu	As	Rh	Pd	Cd	Pt	Hg	Pb
5/6-9/7/13	2,8	2,7	15	0,68	<0,002	0,074	0,091	<0,002	0,11	14
9/7-2/8/13	0,76	0,96	8,5	0,22	<0,002	0,0050	0,051	<0,002	0,043	5,9
2/8-4/9/13	1,4	1,8	10	0,58	<0,002	0,013	1,1	0,003	0,081	14
4/9-2/10/13	2,1	3,6	9,8	0,34	<0,002	0,018	0,48	<0,002	0,057	20
2/10-29/11/13	3,0	3,3	16	0,42	0,19	0,19	0,19	0,004	0,10	14
29/11/13-31/1/14	1,2	1,2	9,8	0,21	<0,002	0,008	0,083	<0,002	0,051	4,7
31/1-31/3/14	1,8	1,5	5,6	0,22	<0,002	0,004	0,050	<0,002	0,032	3,9
31/3/13-30/5/14	3,6	4,5	11	0,55	0,0090	0,018	0,35	0,002	0,034	9,1
30/5-27/6/14	2,8	2,2	12	0,46	<0,002	0,006	0,046	<0,002	0,023	25
Media anno	**2,2**	**2,4**	**11**	**0,41**	**0,023**	**0,037**	**0,27**	**0,0017**	**0,059**	**12**

Nel calcolo dei ratei totali sono stati anche inseriti i valori inferiori al limite di rivelabilità (LR), considerandoli per convenzione pari al 50 % dello stesso LR (Rapporto ISTISAN 04/15).

Tabella 18: Metalli nelle deposizioni al suolo (µg/m2d) post Tenuta del Cavaliere dal mese di Giugno 2013 a giugno 2014.

Analita µg/m^{2}d	Parco Tibur	Scuola Di Consiglio	Via Tecnopolo	Tenuta Cavaliere	Area Industr. Mantova	Acciaieria Valle d'Aosta	Incen. RSU Coriano	Toscana	
								Rurale	Urbana
Cd	0,35	0,22	0,24	0,27	2,1	--	0,6	0,2	1,04
Cu	11	9,5	14	11	10	--	--	15,1	19,1
Ni	2,4	1,6	2,0	2,4	9,5	26	5,3	2,3	2,6
Hg	0,14	0,017	0,21	0,059	0,6	--	0,17	0,12	0,13
Pb	11	11	5,4	12	11	6	11,8	3,9	55
V	1,6	1,5	1,6	2,2	23	--	--	1,4	2,2

Tabella 19: Metalli nelle deposizioni al suolo (µg/m^2 d) nell'area di Case Rosse ed in siti urbani ed industriali italiani.

In assenza di riferimenti normativi, ulteriori indicazioni sull'entità dei flussi di deposizione degli analiti possono essere ottenuti comparando i risultati ottenuti con i ratei di deposizione rilevati in altre indagini svolte a livello nazionale ed europeo (tabella 19). I risultati di una simile comparazione richiedono però molta cautela a causa dell'ampia variabilità che caratterizza i flussi degli inquinanti e la specificità delle singole aree per quanto riguarda le variabili meteorologiche che presiedono alla dispersione degli inquinanti atmosferici.
In generale, i flussi di deposizione dei diversi analiti si confermano inferiori a quelli rilevati nell'area industriale di Mantova e nell'area su cui insiste l'inceneritore di RSU di Coriano (tabella 19). La comparazione con i flussi di deposizione rilevati nella Regione Toscana (Tabella 19) confermano quanto già emerso in precedenza, ovvero che per le deposizioni al suolo i siti indagati sono classificabili come siti intermedi tra rurale ed urbano. Fa eccezione in questa rappresentazione il mercurio, i cui flussi di deposizione nelle postazioni di Via del Tecnopolo e Parco Tibur risultano comparabili con quelli rilevati nell'area di Coriano.
Il vanadio, un contaminante correlabile alla combustione di oli minerali e più in generale di combustibili fossili, per il quale non sono disponibili in letteratura affidabili riferimenti è stato valutato avvalendosi dei risultati di studi del Reparto di Igiene dell'Aria dell'ISS. Detti studi, condotti in aree industriali della Basilicata e della Lombardia, hanno rilevato per le due postazioni flussi di deposizione rispettivamente variabili tra 1,1- 18,1 $\mu g/m^2$ d e 3,7-23 $\mu g/m^2$ d. I ratei medi di deposizione rilevati nell'area di Case Rosse sono comparabili con l'estremo inferiore di questi intervalli ed anche per questo analita l'area di Case Rosse appare assimilabile più ad un sito urbano che ad un'area industriale.
Anche i flussi di deposizione del rame si collocano nell'ordine di grandezza dei ratei di deposizione rilevati in aree urbane Francesi (Air Pays de la Loire 2009) e in area urbana toscana (ARPAT 2014).
Palladio, Platino e Rodio, contaminanti non frequentemente rilevati in campagne deposimetriche, hanno un valore particolare in questo studio in quanto indicatori di una delle principali sorgenti di emissioni convogliate presenti nell'area. La comparazione dei loro flussi di deposizione con quelli recentemente riportati da uno studio ARPAT, che indica intervalli dei ratei di deposizione per Palladio, Platino e Rodio rispettivamente di 0,1-0,2; 0,005-0,02; e 0,001-0,0005 (µg/m2 d), suggerisce risultati contrastanti:

- il Palladio risulta inferiore di un'ordine di grandezza;
- il Platino risulta dello stesso ordine di grandezza ma comparabile con l'estremo inferiore dell'intervallo;
- il Rodio risulta superiore di un'ordine di grandezza.

In sintesi, i metalli e metalloidi presenti nelle deposizioni al suolo confermano una rappresentazione dell'area di case Rosse alla stregua di un'area urbana più che industriale. Fa eccezione la concebntrazione del mercurio che, pur restando su livelli che non destano preoccupazioni per la salute della popolazione, può essere indizio della presenza di una sorgente di emissione locale.

6.2 Diossine, Furani e policlorobifenili nelle deposizioni atmosferiche

Tra i microinquinanti organici che per persistenza ambientale e proprietà tossicologiche presentano la maggior pericolosità per deposizione sul suolo, diossine, furani (PCDD/F) e policlorobifenili diossino-simili (DL-PCB) sono certamente tra le più degne di attenzione. Nelle quattro postazioni considerate in questo studio sono stati pertanto misurati i flussi di deposizione al suolo relativi alle PCDD+PCDF e ai DL-PCB espressi come equivalenti tossicologici della 2,3,7,8-T4CDD (I-TE) e in 2,3,7,8-T_4CDD (WHO-TE) in pg/m^2 d, tra il 29 ottobre 2012 e la fine del mese di giugno 2014.
Analogamente a quanto visto per le le PCDD/F e per i DL-PCB nelle deposizioni atmosferiche la normativa italiana ed europea non definisce valori limite per i flussi di deposizione di questi inquinanti. Conseguentemente per la valutazione dell'entità delle delle loro deposizioni si procederà alla comparazione con valori di riferimento o limiti suggeriti in linee guida o in normative di altri paesi industriali con economie analoghe all'Italia**.** La tabella 20 riporta i valori di riferimento o di buona norma dei ratei di deposizione al suolo presenti in alcuni paesi europei ai quali si farà riferimento nel seguito.

Nazione	PCDD/F+DL-PCB
Germania LAI 2004	4 pg WHO-TE/m^2 d
Francia Environmental Surveillance of Incinerators: 2006-2009 Data on Dioxin/Furan Atmospheric Deposition and Associated Thresholds. Bodénan F, Michel P, Cary L, Leynet A, Piantone P. Dioxin 2011	5-16 pg I-TE/m^2 d solo PCDD/F
Belgio 2007	8,2 pg WHO-TE/m^2 d media annuale 21 pg WHO-TE/m^2 d media mensile

Tabella 20: Valori di riferimento dei flussi di deposizione al suolo di PCDD/F+DL-PCB.

La comparazione dei flussi di deposizione per le PCDD/F + DL-PCB nelle quattro postazioni (tabelle 21, 22, 23, 24) mostra una sostanziale omogeneità delle medie annuali che risultano rispettivamente pari a 1,8 pg WHO1998-TE/m^2 d, 1,2 pg WHO-TE/m^2 d, 1,9 pg WHO-TE/m^2 d, 1,3 pg WHO-TE/m^2 d per le postazioni Parco Tibur, Scuola Di Consiglio, Via del Tecnopolo e Tenuta del Cavaliere rispettivamente. Tali flussi di deposizione media annuale risultano significativamente minori di quelli limite previsti nelle norme e nelle linee guida degli stati europei presi a riferimento.

Nonostante questa sostanziale similitudine dei flussi medi, una certa variabilità tra le postazioni si evidenzia per quanto riguarda i più alti valori medi stagionali che risultano pari a 2,1 pg WHO1998-TE/m^2 d, 2,4 pg WHO-TE/m^2 d, 3,7 pg WHO-TE/m^2 d, 1,8 pg WHO-TE/m^2 d per le postazioni Parco Tibur, Scuola Di Consiglio, Via del Tecnopolo e Tenuta del Cavaliere rispettivamente. Tali flussi massimi stagionali, comunque inferiori a quelli medi annui presi a riferimento, si diversificano per la stagione in cui sono rilevati nelle quattro postazioni non consentendo alcuna ipotesi sulla presenza di prevalenti sorgenti locali di emissione.

Periodi campionamento	5/6 - 4/9/13	4/9 - 23/12/13	23/12/13 - 31/3/14	31/3 - 27/6/14
PCDD+PCDF pg WHO1998-TE/m^2 d	0,83	0,25	1,3	1,3
PCDD+PCDF pg WHO2005-TE/m^2 d	0,71	0,24	1,1	1,1
DL-PCB pg WHO1998-TE/m^2 d	0,053	0,040	0,29	0,79
DL-PCB pg WHO2005-TE/m^2 d	0,16	0,040	0,23	0,43
PCDD+PCDF+DL-PCB pg WHO1998-TE/m^2 d	0,88	0,29	1,6	2,1
PCDD+PCDF+DL-PCB pg WHO2005-TE/m^2 d	0,87	0,28	1,3	1,5

Nota: nel calcolo della concentrazione totale i valori < al limite di rivelabilità sono stati considerati cautelativamente pari al limite di rivelabilità.

Tabella 21: flussi medi stagionali di deposizione al suolo di PCDD/F+DL-PCB nella postazione Parco Tibur – Laboratorio Mobile RM3.

Periodi campionamento	29/10-27/12 2012	27/12-5/3 2012-13	5/3-5/6 2013	5/6-4/9 2013	4/9-23/12 2013	23/12 31/3 2013-14	31/3-27/6 2014
PCDD+PCDF pg WHO1998-TE/m^2 d	2,2	1,2	1,8	0,68	1,0	1,4	0,61
PCDD+PCDF pg WHO2005-TE/m^2 d	2,1	1,0	1,5	0,58	0,85	1,2	0,54
DL-PCB pg WHO1998-TE/m^2 d	0,24	0,31	1,0	0,23	0,19	0,19	0,50
DL-PCB pg WHO2005-TE/m^2 d	0,18	0,19	0,58	0,80	0,17	0,13	0,29
PCDD+PCDF+DL-PCB pg WHO1998-TE/m^2 d	2,4	1,5	2,8	0,91	1,2	1,6	1,1
PCDD+PCDF+DL-PCB pg WHO2005-TE/m^2 d	2,3	1,2	2,1	1,4	1,0	1,3	0,83

Nota: nel calcolo della concentrazione totale i valori < al limite di rivelabilità sono stati considerati cautelativamente pari al limite di rivelabilità.

Tabella 22: flussi medi stagionali di deposizione al suolo di PCDD/F+DL-PCB nella postazione Scuola Di Consiglio – Laboratorio Mobile RM2

Periodi campionamento	29/10-27/12 2012	27/12-5/3 2012-13	5/3-5/6 2013	5/6-4/9 2013	4/9-23/12 2013	23/12 31/3 2013-14	31/3-27/6 2014
PCDD+PCDF pg WHO1998-TE/m^2 d	1,1	1,3	2,6	0,84	0,90	1,1	0,90
PCDD+PCDF pg WHO2005-TE/m^2 d	0,98	1,1	2,2	0,72	0,76	0,93	0,75
DL-PCB pg WHO1998-TE/m^2 d	0,24	0,24	1,1	0,38	0,24	0,29	0,64
DL-PCB pg WHO2005-TE/m^2 d	0,18	0,17	0,68	0,32	0,21	0,19	0,32
PCDD+PCDF+DL-PCB pg WHO1998-TE/m^2 d	1,3	1,5	3,7	1,2	1,1	1,4	1,5
PCDD+PCDF+DL-PCB pg WHO2005-TE/m^2 d	1,2	1,3	2,9	1,0	0,97	1,1	1,1

Nota: nel calcolo della concentrazione totale i valori < al limite di rivelabilità sono stati considerati cautelativamente pari al limite di rivelabilità.

Tabella 23: flussi medi stagionali di deposizione al suolo di PCDD/F+DL-PCB nella postazione Via del Tecnopolo.

Periodi campionamento	5/6 - 4/9/13	4/9 - 23/12/13	23/12/13 - 31/3/14	31/3 -27/6/14
PCDD+PCDF pg WHO1998-TE/m^2 d	1,0	1,0	0,80	1,1
PCDD+PCDF pg WHO2005-TE/m^2 d	0,85	0,86	0,70	0,97
DL-PCB pg WHO1998-TE/m^2 d	0,23	0,23	0,13	0,72
DL-PCB pg WHO2005-TE/m^2 d	0,21	0,18	0,13	0,36
PCDD+PCDF+DL-PCB pg WHO1998-TE/m^2 d	1,2	1,2	0,93	1,8
PCDD+PCDF+DL-PCB pg WHO2005-TE/m^2 d	1,1	1,0	0,83	1,3

Nota: nel calcolo della concentrazione totale i valori < al limite di rivelabilità sono stati considerati cautelativamente pari al limite di rivelabilità.

Tabella 24: flussi medi stagionali di deposizione al suolo di PCDD/F+DL-PCB nella postazione Tenuta del Cavaliere.

6.3 Idrocarburi policiclici aromatici nelle deposizioni atmosferiche

Un'altra classe di microinquinanti organici che meritano una particolare attenzione è quella degli idrocarburi policicli aromatici (IPA). Nelle quattro postazioni considerate in questo studio, i flussi di deposizione al suolo relativi ai sette IPA la cui determinazione nelle deposizioni è richiesta dal DLgs 155/2010 sono stati misurati tra il 29 ottobre 2012 e la fine del mese di giugno 2014. Questo gruppo di IPA comprende quelli ritenuti di maggiore rilevanza tossicologica (incluso il benzo[a]pirene (BaP), comunemente usato come indicatore della classe degli IPA cancerogeni), a causa della loro evidenza di cancerogenicità (IARC, 1987) e dei livelli di concentrazione usualmente misurati nell'ambiente (Menichini 1999, 2003). La determinazione degli IPA è stata effettuata su un'aliquota dell'estratto proveniente dalla determinazione di PCDD/F e PCB.
Come per le PCDD/F e per i DL-PCB nelle deposizioni atmosferiche, anche per gli IPA, non sono stati definiti nell'Unione Europea valori limiti, ed una valutazione dell'entità della loro presenza può essere ricavata per comparazione con concentrazioni di riferimento o limiti suggeriti dalla letterarura o indicati in linee guida e normative di paesi industriali con economie analoghe all'Italia**.** In questo studio è stato possibile assumere a riferimento concentrazioni del Benzo(a)pirene ricavate da studi prevalentemente condotti nel nostro paese (tabella 25) .
Il campionamento ha avuto la durata di un anno in tutti i siti ma, per assicurare la contemporaneità dei prelievi, in due siti partiti in anticipo (Via del Tecnopolo e Scuola Di Consiglio) la durata dei campionamenti è stata di circa 20 mesi.

Italia	**B[a]P (ng/m^2 x d)**
BASILICATA 2005 (ISS 2005)	**3,2-4,1:** siti in area urbana **4,6-6,9:** siti in area industriale **1,9-5,7:** sito in area remota/riferimento
TARANTO 2008-2011 (Arpa Puglia)	**2,0-182:** sito urbano **57-555:** sito in area industriale Tamburi
AOSTA 2010 (Arpa Val'Aosta)	**28:** sito urbano **5,0:** sito riferimento
VENEZIA 2000-2001 (Rossini et al. 2001, magistrato Acque 2000)	**30:** sito urbano **6-9:** area rurale
PARIGI -Francia (Motelay-Massei et al. 2003)	**25:** sito urbano

Tabella 25: Concentrazioni medie annuali di di Benzo[a]pirene misurate in alcune realtà italiane.

La comparazione dei flussi di deposizione per il B[a]P nelle quattro postazioni (tabelle 26, 27, 28, 29) mostra una sostanziale omogeneità delle medie annuali registrate nei siti Parco Tibur, Scuola Di Consiglio e Via del Tecnopolo che

risultano rispettivamente pari a 4,1 ng/m^2 d, 4,0 ng/m^2 d e 3,6 ng/m^2 d, ed una concentrazione significativamente minore nella postazione Tenuta del Cavaliere (2,0 ng/m^2 d) che costituisce il sito di bianco. Tali flussi di deposizione media annua sono in linea con quelli misurati in altre realtà urbane Italiane.

Periodi campionamento	5/6-4/9/13	4/9-23/12/13	23/12/13-31/3/14	31/3-27/6/14
Benz[a]antracene	1,0	3,5	7,1	2,8
Benzo[b+j+k]fluorantene*	3,9	13	34	14
Benzo[a]pirene	1,7	4,5	5,8	4,3
Indeno[1,2,3-cd]pirene	2,2	6,3	13	6,4
Dibenz[ah]antracene	0,15	0,53	1,4	0,68
Somma degli IPA	**8,9**	**28**	**61**	**28**

Tabella 26: Concentrazioni degli IPA rilevati nel sito Parco Tibur.

Periodi campionamento	29/10-27/12/12	27/12/12-5/3/13	5/3-5/6/13	5/6-4/9/13	4/9-23/12/13	23/12/13-31/3/14	31/3-27/6/14
Benz[a]antracene	2,0	3,2	2,3	1,7	3,0	7,4	2,4
Benzo[b+j+k]fluorantene*	9,9	18	13	8,7	14	40	11
Benzo[a]pirene	2,4	2,6	3,0	3,0	3,8	4,8	3,4
Indeno[1,2,3-cd]pirene	3,9	6,0	6,0	3,9	6,3	14	5,0
Dibenz[ah]antracene	0,41	0,68	0,70	0,48	0,65	1,6	0,61
Somma degli IPA	**19**	**30**	**25**	**18**	**28**	**68**	**22**

Tabella 27: Concentrazioni degli IPA rilevati nel sito Scuola Di Consiglio.

Periodi campionamento	29/10-27/12/2012	27/12/12-5/3/13	5/3-5/6/13	5/6-4/9/13	4/9-23/12/13	23/12/13-31/3/14	31/3-27/6/14
Benz[a]antracene	2,2	2,7	3,0	1,6	2,2	4,8	2,4
Benzo[b+j+k]fluorantene*	14	17	18	9,8	9,9	28	14
Benzo[a]pirene	2,3	2,3	3,9	3,3	3,0	3,9	3,9
Indeno[1,2,3-cd]pirene	5,1	6,0	8,2	4,8	5,6	11	6,4
Dibenz[ah]antracene	0,56	0,60	0,94	0,48	0,48	1,2	0,79
Somma degli IPA	**24**	**29**	**34**	**20**	**21**	**49**	**27**

Tabella 27: Concentrazioni degli IPA rilevati nel sito Via del Tecnopolo.

Periodi campionamento	5/6-4/9/13	4/9-29/11/13	29/11/13-31/3/14	31/3-27/6/14
Benz[a]antracene	1,1	1,3	3,9	1,2
Benzo[b +j+k]fluorantene*	5,5	9,1	15	6,4
Benzo[a]pirene	1,9	2,2	2,4	1,6
Indeno[1,2,3-cd]pirene	2,6	3,8	5,9	2,8
Dibenz[ah]antracene	0,20	0,42	0,60	0,29
Somma degli IPA	**11**	**17**	**28**	**12**

Tabella 28: Concentrazioni degli IPA rilevati nel sito Tenuta del Cavaliere.

Anche la variabilità stagionale risulta complessivamente contenuta (tabelle 29, 30, 31, 32) registrando la concentrazione media più bassa in estate (2,6 ng/m^{2}d) e quella più alta in inverno (4,2 ng/m^{2}d). Complessivamente, il sito Parco Tibur registra nella stagione estiva la concentrazione media stagionale più bassa (1,7 ng/m^2 d) ed in quella invernale la concentrazione media stagionale più alta (5,8 ng/m^2 d).

Analiti	Parco Tibur ROMA 3	Scuola Di Consiglio-ROMA 2	Via del Tecnopolo	Tenuta del Cavaliere (bianco)	media	intervallo
Benz[a]antracene	1,0	2,3	3,0	1,1	**1,8**	**1,0-3,0**
Benzo[b+j+k]fluorantene*	3,9	13	18	5,5	**10**	**3,9-18**
Benzo[a]pirene	1,7	3,0	3,9	1,9	**2,6**	**1,7-3,9**
Indeno[1,2,3-cd]pirene	2,2	6,0	8,2	2,6	**4,7**	**2,2-8,2**
Dibenz[ah]antracene	0,15	0,70	0,94	0,20	**0,50**	**0,15-0,94**
Somma degli IPA	**8,9**	**25**	**34**	**11**	**20**	**8,9-34**

Tabella 29: Concentrazioni degli IPA rilevati nella stagione estiva - 5 giugno-4 settembre 2013.

Analiti	Parco Tibur ROMA 3	Scuola Di Consiglio-ROMA 2	Via del Tecnopolo	Tenuta del Cavaliere (bianco)	media	intervallo
Benz[a]antracene	3,5	3,0	2,2	1,3	**2,5**	**1,3-3,5**
Benzo[b+j+k]fluorantene*	13	14	9,9	9,1	**11**	**9,1-14**
Benzo[a]pirene	4,5	3,8	3,0	2,2	**3,4**	**2,2-4,5**
Indeno[1,2,3-cd]pirene	6,3	6,3	5,6	3,8	**5,5**	**3,8-6,3**
Dibenz[ah]antracene	0,53	0,65	0,48	0,42	**0,52**	**0,42-0,65**
Somma degli IPA	**28**	**28**	**21**	**17**	**23**	**17-28**

Tabella 30: Concentrazioni degli IPA rilevati nella stagione autunnale - 4 settembre – 23 Dicembre 2013.

Analiti	Parco Tibur ROMA 3	Scuola Di Consiglio-ROMA 2	Via del Tecnopolo	Tenuta del Cavaliere (bianco)	media	intervallo
Benz[a]antracene	7,1	7,4	4,8	3,9	**5,8**	**3,9-7,4**
Benzo[b+j+k]fluorantene*	34	40	28	15	**29**	**15-40**
Benzo[a]pirene	5,8	4,8	3,9	2,4	**4,2**	**2,4-5,8**
Indeno[1,2,3-cd]pirene	13	14	11	5,9	**11**	**5,9-14**
Dibenz[ah]antracene	1,4	1,6	1,2	0,60	**1,2**	**0,60-1,6**
Somma degli IPA	**61**	**68**	**49**	**28**	**51**	**28-68**

Tabella 31: Concentrazioni degli IPA rilevati nella stagione invernale - 23 Dicembre 2013 – 31 marzo 2014.

Analiti	Parco Tibur ROMA 3	Scuola Di Consiglio-ROMA 2	Via del Tecnopolo	Tenuta del Cavaliere (bianco)	media	intervallo
Benz[a]antracene	2,8	2,4	2,4	1,2	**2,2**	**1,2-2,8**
Benzo[b+j+k]fluorantene*	14	11	14	6,4	**11**	**11-14**
Benzo[a]pirene	4,3	3,4	3,9	1,6	**3,3**	**1,6-4,3**
Indeno[1,2,3-cd]pirene	6,4	5,0	6,4	2,8	**5,1**	**2,8-6,4**
Dibenz[ah]antracene	0,68	0,61	0,79	0,29	**0,59**	**0,29-0,79**
Somma degli IPA	**28**	**22**	**27**	**12**	**22**	**12-28**

Tabella 32: Concentrazioni degli IPA rilevati nella stagione primavera - 31 marzo – 27 giugno 2014.

7. Composti organici volatili in aria ambiente

I composti organici volatili (COV) presenti nell' aria ambiente comprendono un'ampia classe di sostanze con varie caratteristiche chimico/fisiche (es. volatilità, punto di ebollizione, pressione di vapore, ecc.), alcune delle quali, in funzione delle loro proprietà chimico fisiche possono avere un notevole impatto sulla salute (es. benzene, formaldeide, ecc.). La loro presenza in atmosfera è generalmente dovuta alle attività svolte dall'uomo, e nelle aree urbane è principalmente legata alle emissioni autoveicolari prodotte dai processi di combustione del carburante e dalla sua evaporazione. In questi anni diverse definizioni di COV sono state proposte a livello europeo (direttiva 1999/13/CE, 2004/42, DLgs 161/06, 152/06) e internazionale (OMS).
Sebbene il presente studio non abbia tra i suoi obiettivi l'indagine di eventi odorigeni, nel febbraio 2014, in occasione di uno di questi episodi denunciato dai residenti, è stato attivato un monitoraggio dei COV mediante campionatori passivi e sono stati arruolati nello studio alcuni residenti che hanno provveduto ad un campionamento diretto dell'aria nel loro appartamento contestualmente alla percezione dell'odore. In particolare sono state individuate e attivate tre nuove postazioni in abitazioni private di residenti (app1, app2, ed app3 in figura 7) ai quali è stato quindi chiesto di attivare il sistema di prelievo di breve periodo (*canister)* qualora avessero percepito la presenza di sostanze odorigene nella loto abitazione. Le pertinenze esterne delle stesse abitazioni sono state dotate di campionatori passivi di COV. I campionamenti esterni, contestualmente attivati anche presso le postazioni Parco Tibur e Scuola Di Consiglio, si sono svolti con una frequenza quindicinale tra il 1 febbraio e l'8 luglio 2014.
In data 6/2/2014 e 21/2/2014 rispettivamente, i residenti negli appartamenti denominati APP3 ed APP1 hanno di nuovo percepito l'odore da loro denunciato ed attivato il campionamento tra le ore 22,00-23,00 il primo, e tra le ore 22,40 e 23,30 il secondo. L'analisi svolta su circa 40 analiti (tabella 34), identifica la presenza di 11 composti, nessuno dei quali in concentrazione capace di raggiungere la soglia odorigena. I due appartamenti, comparati tra loro e con un analogo campionamento fatto in Roma, nel giardino dell'Istituto Superiore di Sanità, non mostrano differenze, ad eccezione della possibile assenza di cloroformio nell'app3.
I COV monitorati nelle cinque postazioni esterne sono: formaldeide, benzene, xileni, toluene, esano, 1,2,4 trimetil benzene, cloroformio, cloruro di metilene, cicloesano, etilbenzene (tabelle 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42). Tra essi, il benzene è l'unico inquinante per il quale il DLgs 155/2010 ha stabilito in 5 $\mu g/m^3$ come media annuale la massima concentrazione accettabile in aria.
Per il benzene i risultati hanno evidenziato nelle tre abitazioni concentrazioni medie comprese tra i 0,20 e i 7,7 $\mu g/m^3$; e nelle postazioni Scuola Di Consiglio e Parco Tibur concentrazioni medie nell'intervallo 0,20-0,73 $\mu g/m^3$ e 0,21-0,30 $\mu g/m^3$ rispettivamente. Tali risultati non sono direttamente comparabili con i limiti previsti nel citato DLgs 155/2010 poiché rilevati con diversi metodi di campionamento e per periodi decisamente inferiori all'anno solare.
Complessivamente, le concentrazioni rilevate nei quattro siti di campionamento presentano un'ampia variabilità stagionale che le vede crescere nel periodo

invernale ed in ogni caso confermano una rappresentazione dell'area di Case Rosse alla stregua di un'area urbana.

Composto	APP 1	APP 3	Roma ISS	Composto	APP 1	APP 3	Roma ISS
dicloro difluoro metano	<0,33	<0,33	<0,33	trans (E) 1,3-dicloro propene	<0,26	<0,26	<0,26
dicloro tetrafluoro etano	<0,31	<0,31	<0,31	Toluene	0,63	0,56	1,1
Clorometano	<0,33	<0,33	<0,33	cis (Z) 1,3-dicloro propene	<0,24	<0,24	<0,24
Cloruro di Vinile	<0,29	<0,29	<0,29	1,1,2-tricloro etano	<0,24	<0,24	<0,24
Bromometano	<0,31	<0,31	<0,31	Tetracloroetilene	0,4	0,43	0,78
Cloruro di Etile	<0,28	<0,28	<0,28	1,2-dibromo etano	<0,22	<0,22	<0,22
Tricloro fluoro metano	<0,31	<0,31	<0,31	Clorobenzene	<0,25	<0,25	<0,25
1,1-dicloro etene	<0,31	<0,31	<0,31	Etilbenzene	0,61	0,63	0,71
1,1,2-tricloro trifluoro etano	<0,28	<0,28	<0,28	m- p- xilene	0,43	0,49	0,75
Cloruro di Metilene	0,53	0,51	0,61	o-xilene	0,23	0,26	0,43
1,1-dicloro etano	<0,28	<0,28	<0,28	Stirene	0,53	0,54	0,43
cis (Z) 1,2-dicloro etilene	<0,27	<0,27	<0,27	1,1,2,2-tetracloro etano	<0,26	<0,26	<0,26
Cloroformio	0,44	0,44	0,44	1,3,5-trimetil benzene	0,37	<0,24	0,26
1,1,1-tricloro etano	<0,27	<0,27	<0,27	1,2,4-trimetil benzene	0,57	0,65	0,77
Tetracloruro di Carbonio	0,55	0,58	0,55	1,3-dicloro benzene	<0,26	<0,26	<0,26
Benzene	1,72	1,62	1,1	1,4-dicloro benzene	<0,27	<0,27	<0,27
1,2-dicloro etano	<0,25	<0,25	<0,25	1,2-dicloro benzene	<0,28	<0,28	<0,28
Tricloro etilene	<0,26	<0,26	<0,26	1,2,4-tricloro benzene	<0,26	<0,26	<0,26
1,2-dicloropropano	<0,26	<0,26	<0,26	Esacloro 1,3-butadiene	<0,33	<0,33	<0,33

Tabella 34: Determinazione di COV in campionamenti rapidi degli appartamenti APP1 ed APP3 e nel giardino dell'ISS. In verde le concentrazioni sotto la soglia di rilevabilità dello strumento.

Analiti	APP1	APP2	APP3	Scuola Di Consiglio	Parco Tibur
periodo	**29/1-12/2/14**	**29/1-22/2/14**	**29/1-12/2/14**	**1/2- 26/2/14**	**1/2- 26/2/14**
formaldeide	2,4	1,6	1,9	1,0	1,14
benzene	0,34	0,76	0,48	0,24	0,21
toluene	1,90	0,80	2,68	0,68	0,64
m,p xilene	0,01	0,07	0,04	< 0,01	0,02
o xilene	< 0,05	0,10	< 0,05	< 0,05	< 0,05
esano	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
1,2,4 trimetil benzene	0,41	0,74	0,20	0,43	0,17
cloroformio	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
cloruro di Metilene	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
cicloesano	< 0,11	< 0,11	< 0,11	< 0,11	< 0,11
etilbenzene	< 0,02	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02

Tabella 35: Determinazione di COV all'esterno degli appartamenti e nelle postazioni Parco Tibur e Scuola Di Consiglio.

Analiti	APP1	APP2	APP3	Scuola Di Consiglio	Parco Tibur
periodo	**12/2-26/2/14**	**22/2-12/3/14**	**12/2-26/2/14**	**26/2-10/3/14**	**26/2-12/3/14**
formaldeide	0,91	1,1	0,79	0,95	0,85
benzene	0,16	0,20	0,32	0,73	0,30
toluene	1,86	1,49	0,59	0,78	0,48
m,p xilene	0,01	0,13	0,01	0,02	0,06
o xilene	< 0,05	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,05
esano	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,52
1,2,4 trimetil benzene	0,59	0,45	0,18	0,50	0,18
cloroformio	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
cloruro di metilene	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
cicloesano	< 0,11	< 0,11	< 0,11	< 0,11	< 0,11
etilbenzene	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02

Tabella 36: Determinazione di COV all'esterno degli appartamenti e nelle postazioni Parco Tibur e Scuola Di Consiglio.

Analiti	APP1	APP2	APP3
periodo	**12/3-25/3/14**	**12/3-28/3/14**	**12/3-25/3/14**
formaldeide	< 0,1	< 0,1	0,1
benzene	< 0,2	< 0,2	0,2
toluene	0,5	0,3	0,4
m,p xilene	< 0,1	< 0,1	< 0,1
o xilene	< 0,2	< 0,2	< 0,2
esano	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1,2,4 trimetil benzene	< 0,3	< 0,3	< 0,3
cloroformio	< 0,2	< 0,2	< 0,2
cloruro di metilene	< 0,2	< 0,2	< 0,2
cicloesano	< 0,4	< 0,4	< 0,4
etilbenzene	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Tabella 37: Determinazione di COV all'esterno degli appartamenti.

.

Analiti	APP1	APP2	APP3	Scuola Di Consiglio	Parco Tibur
periodo	**25/3-11/4/14**	**28/3-11/4/14**	**25/3-11/4/14**	**25/3-11/4/14**	**25/3-11/4/14**
formaldeide	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
benzene	< 0,2	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
toluene	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
m,p xilene	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
o xilene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
esano	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,3	< 0,3
1,2,4 trimetil benzene	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
cloroformio	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
cloruro di metilene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,4	< 0,4
cicloesano	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
etilbenzene	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Tabella 38: Determinazione di COV all'esterno degli appartamenti e nelle postazioni Parco Tibur e Scuola Di Consiglio.

Analiti	APP1	APP2	APP3	Scuola Di Consiglio	Parco Tibur
periodo	**11/4-8/5/14**	**11/4-9/5/14**	**11/4-8/5/14**	**11/4-8/5/14**	**11/4-8/5/14**
formaldeide	< 0,1	1,2	0,9	< 0,1	< 0,1
benzene	< 0,2	7,7	< 0,2	< 0,2	< 0,2
toluene	0,2	0,8	0,2	0,2	0,2
m,p xilene	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
o xilene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
esano	< 0,1	19,2	< 0,1	< 0,3	< 0,3
1,2,4 trimetil benzene	< 0,3	19,1	< 0,3	< 0,3	< 0,3
cloroformio	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
cloruro di metilene	< 0,2	2,9	< 0,2	< 0,4	< 0,4
cicloesano	< 0,4	3,3	< 0,4	< 0,4	< 0,4
etilbenzene	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Tabella 39: Determinazione di COV all'esterno degli appartamenti e nelle postazioni Parco Tibur e Scuola Di Consiglio.

Analiti	APP1	APP2	APP3	Scuola Di Consiglio	Parco Tibur
periodo	**8/5-6/6/14**	**8/5-4/6/14**	**8/5-4/6/14**	**8/5-3/6/14**	**8/5-3/6/14**
formaldeide	< 0,1	< 0,1	0,9	< 0,1	< 0,1
benzene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
toluene	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2
m,p xilene	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
o xilene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
esano	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,3	< 0,3
1,2,4 trimetil benzene	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
cloroformio	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
cloruro di metilene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,4	< 0,4
cicloesano	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
etilbenzene	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Tabella 40: Determinazione di COV all'esterno degli appartamenti e nelle postazioni Parco Tibur e Scuola Di Consiglio.

Analiti	APP1	APP2	APP3	Scuola Di Consiglio	Parco Tibur
periodo	**6-19/6/14**	**4/6-8/7/14**	**4-19/6/14**	**3-19/6/14**	**3-19/6/14**
formaldeide	< 0,1	< 0,1	1,2	< 0,1	< 0,1
benzene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
toluene	0,4	0,1	0,3	0,3	0,3
m,p xilene	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
o xilene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
esano	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1,2,4 trimetil benzene	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
cloroformio	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
cloruro di metilene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
cicloesano	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
etilbenzene	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Tabella 41: Determinazione di COV all'esterno degli appartamenti e nelle postazioni Parco Tibur e Scuola Di Consiglio. In grigio dati mensili APP2.

Analiti	APP1	APP2	APP3	Scuola Di Consiglio	Parco Tibur
periodo	**19-30/6/14**	**4/6-8/7/14**	**19-30/6/14**	**19-30/6/14**	**19-30/6/14**
formaldeide	< 0,1	< 0,1	1,6	< 0,1	< 0,1
benzene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	< 0,2
toluene	0,3	0,1	0,3	0,4	0,4
m,p xilene	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
o xilene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
esano	< 0,1	< 0,1	< 0,1	39,9	51,8
1,2,4 trimetil benzene	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
cloroformio	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
cloruro di metilene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1,4	1,5
cicloesano	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
etilbenzene	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Tabella 42: Determinazione di COV all'esterno degli appartamenti e nelle postazioni Parco Tibur e Scuola Di Consiglio. In grigio dati mensili app2.

Focalizzando l’attenzione sull’appartamento APP2, si osserva nel mese di aprile 2014 un contemporaneo e significativo incremento delle concentrazioni esterne di benzene, esano, 1,2,4 trimetil benzene, cloruro di metilene e cicloesano (caratteri rossi in tabella 39). Tali incrementi non trovano riscontro nei campioni prelevati presso gli altri appartamenti e nelle postazioni Scuola Di Consiglio e Parco Tibur (tabella 39). Considerato che i composti identificati appartengono alla famiglia dei solventi e che l’appartamento APP2 si trova al livello del suolo questo evento è compatibile con attività di pulizia di metalli o verniciatura che possono essersi svolte in prossimità del sito di campionamento.
Nella seconda metà del mese di Giugno 2014, un incremento significativo della concentrazione di esano in aria è registrato nelle postazioni Scuola Di Consiglio e Parco Tibur (caratteri rossi in tabella 42). Rispetto al precedente evento che ha coinvolto l’appartamento APP2, questa volta non si registra, insieme all’esano, il contemporaneo incremento di altri COV e, soprattutto, la distanza tra le due postazioni non supporta l’ipotesi di un un evento di rilascio minore in prossimità del sito di campionamento. Naturalmente, la durata del campionamento rende compatibile il rilevamento sia con la dispersione nell’area di una nube di esano che, in condizione di forte stabilità atmosferica e grazie alla sua densità, può aver goduto di una certa persistenza. Sia ad eventi di rilascio ravvicinati che, in funzione di velocità e direzione dei venti può aver alternativamente raggiunto i due siti.

8. Conclusioni

La qualità dell'aria che emerge dalle considerazioni sin qui svolte presenta sostanzialmente una criticità di interesse igienico sanitario riconducibile alla concentrazione del materiale particellare sospeso, che si estende all'intera area di Case Rosse. Sebbene i dati raccolti consentano di stimare concentrazioni medie annuali del PM10 e del PM2,5 (33 µg/m^3 e 21 µg/m^3 rispettivamente) inferiori ai limiti previsti dal D.Lgs 155/2010 (40 µg/m^3), si osservano nella stagione invernale per il PM10, sia nella postazione Parco Tibur che nella Scuola Di Consiglio, un numero di superamenti della concentrazione media giornaliera, che supera di gran lunga i 35 annualmente consentiti. Tale situazione, oltre a costiture una violazione della normativa vigente, rappresenta un rischio per la salute degli abitanti. È infatti ampiamente dimostrato da numerosi studi, ed autorovelmente certificato dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), che il materiale particellare, particolarmente se fine (PM2,5), è un importante fattore di rischio per il tumore del polmone, per le patologie dell'apparato respiratorio e per quelle del sistema cardiocircolatorio. Nel caso specifico, prendendo a riferimento le concentrazioni medie annuali del PM10 e del PM2,5 suggerite dall'OMS per la protezione della salute (20 µg/m^3 e 10 µg/m^3 rispettivamente) e considerando che nella stagione invernale la componente fine ed ultrafine del materiale particellare costituisce oltre tre quarti del PM10, la criticità evidenziata diviene più evidente e degna di attenzione. Tale situazione è analoga a molte altre stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria che operano nell'area metropolitana di Roma.
Lo studio non evidenzia nell'area altri contaminanti gassosi o presenti nel materiale sospeso e nelle deposizioni al suolo presenti in concentrazione tale da costituire un rischio per la salute pubblica. Fanno eccezione nella postazione Scuola Di Consiglio il Palladio ed il Platino contenuti nel materiale particellare sospeso che nella stagione invernale sono presenti in concentrazioni superiori a quelle rilevate in altri siti urbani. In assenza di valori guida per la protezione della salute, la loro concentrazione non costituisce un rischio per la salute in caso di esposizione inalatoria della popolazione.

Le valutazioni mirate all'identificazione dei determinanti di tale situazione di rischio, condotte in maniera approfondita nella postazione Suola Di Consiglio, hanno consentito di attribuire con ragionevole certezza detta criticità sanitaria al traffico veicolare ed alle condizioni meteorologiche dell'area. L'andamento medio nelle ore del giorno della concentrazione degli ossidi di azoto, la stretta associazione nella stagione fredda tra le concentrazioni del Platino e del Palladio, la composizione granulometrica del materiale particellare ed il suo andamento nel corso della settimana supportano adeguatamente questa ipotesi. In aggiunta, la similitudine tra le postazioni Scuola Di Consiglio e Parco Tibur delle concentrazioni del materiale particellare, della sua variabilità stagionale e dell'andamento medio nelle ore del giorno della concentrazione degli ossidi di azoto permettono di estendere la stessa ipotesi all'intero comprensorio di Case Rosse.
Due elementi, che non configurano allo stato delle cose alcun rischio per la salute, supportano l'ipotesi di un contributo all'inquinamento atmosferico

nell’area da parte dello stabilimento Basf. Il più accelerato incremento delle concentrazioni di diossine, furani e policlorobifenili nel particolato sospeso che si verifica nel sito Parco Tibur, passando dalla stagione *calda* a quella *fredda*, ovvero al peggiorrare delle capacità dispersive dell’atmosfera. La più alta concentrazione di microinquinanti organici, di mercurio e di rodio nelle deposizioni che si registrano nei siti più a ridosso dello stabilimento (Parco Tibur e Via del Tecnopolo) rispetto a quelli più distanti. Tali osservazioni non configurano al momento alcun inquinamento dell’aria e sono troppo labili per identificare con certezza il contributo di questa attività industriale.

Sebbene l’identificazione dei determinanti della presenza nell’area di sostanze odorigene ripetutamente denunciata dai residenti sia fuori dagli obiettivi di questo studio, alcune considerazioni sono possibili sulla base delle rilevazioni condotte. Il monitoraggio delle sostanze organiche volatili condotto in tre abitazioni dell’area circostante il Parco Tibur e nelle due postazioni in cui è stato monitorato il materiale particellare non hanno consentito, se non in tre campioni l’identificazione di possibili detreminanti. In nessun caso è stata comunque rilevata una concentrazione di detti composti superiore alla loro soglia olfattiva e gli stessi non possono pertanto essere ritenuti responsabili dei disagi denunciati dalla popolazione. La concentrazione anomala di alcuni composti organici volatili in uno dei tre appartamenti monitorati, in assenza di rilevazioni analoghe all’esterno dell’edificio, è compatibile con l’esistenza momentanea di una sorgente di emissione localizzata che, considerata la natura dei contaminanti può essere attribuita ad attività di verniciatura o di pulizia dell’appartamento stesso o di abitazioni vicine. Più interessante in questo contesto appare la contemporanea presenza di esano nelle rilevazioni condotte nei siti Scuola Di Consiglio e Parco Tibur nella seconda metà del Giugno 2014. A differenza del precedente, tale evento è infatti difficilmente spiegabile da una sorgente di emissione molto localizzata ma è compatibile con il persistere nell’area di una nube di vapori pesanti di questo solvente in uno dei giorni del periodo considerato o, alternativamente con emissioni ripetute nella seconda quindicina di Giugno. Considerato che le proprietà chimico fisiche dell’esano sono compatibili con l’odore percepito dalla popolazione, e che questo solvente, in quanto costituente di colle, vernici ed inchiostri, è largamente usato in molti settori produttivi, questa osservazione può costituire un utile indizio per eventuali studi delle problematiche connesse alla presenza di sostanze odorigene nell’area.

9. Bibliografia di riferimento

o Cornelis C. De Brouwere K. De Fré. R. Goyvaerts M.P. Schoeters G. Swaans W. Van Holderbeke M. *Proposal for environmental guideline values for atmospheric deposition of dioxins and PCBs. Final report (2007).* Study accomplished under the authority of VMM 2007/IMS/R/277.

o Germany. Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), *Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüber-wachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe*. Vom 21. September 2004.

o Germany. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. *Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes–Immissionsschutzgesetz. (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft* – TA Luft) 2002.

o Bodénan F. Michel P. Cary L. Leynet A. Piantone P. Environmental Surveillance of Incinerators: 2006-2009 Data on Dioxin/Furan Atmospheric Deposition and Associated Thresholds. In: *31st International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants. DIOXIN 2011,* Bruxelles.

o Italia. Decreto legislativo 155 del 13 agosto 2010. Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. *Gazzetta Ufficiale* n.216 del 15-9-2010. Suppl. Ordinario n. 217.

o Italia. Decreto legislativo 250 del 24 dicembre 2012. Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. *Gazzetta Ufficiale – Serie Generale* n.23 del 28-1-2012.

o European Communities. Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds. Position Paper. Prepared by the Working Group On As, Cd and Ni compounds. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2001. http://europa.eu.int/comm/environment/air/pdf/pp_as_cd_ni.pdf.

o Bove B. Cattani G. Cusano M.C. De Luca S. Dellatte E. Di Domenico A. Fochi I. Fulgenzi A.R. Iacovella N. Inglessis M. Settimo G. Viviano G. PCDD, PCDF, and PCB baseline levels in air near a waste incineration plant site in southern Italy. In *25th Symposium on Halogenated Environmental Organic Pollutants and POPs. CD-ROM of Proceedings of DIOXIN 2005 and EMV-General-Environmental levels. Organohalogen Compounds*, Volume 67. p. 2083-2085.

o Relazione finale della Convenzione tra l'Istituto Superiore di Sanità e l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Basilicata sulla "valutazione delle emissioni, dei livelli di ricadute e dell'impatto ambientale dell'impianto di termodistruzione dei rifiuti fenice. 2005.

Van den Berg M. Birnbaum S.L. Denison M. De Vito M. Farland W. Feeley M. Fiedler H. Hakansson H. Hanberg A. Haws L. Rose M. Safe S. Schrenk D. Tohyama C. Tritscher A. Tuomisto J. Tysklind M. Walker N. Peterso Richard E. The 2005 World Health Organization Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds. Toxicological Sciences 2006; 93(2): 223–241. DOI:10.1093/toxsci/kfl055.

- Motelay-Massei A., Ollivon D., Garban B., Chevreuil M. Polycyclic aromatic hydrocarbons in bulk deposition at a suburban site: assessment by principal component analysis of the influence of meteorological parameters. Atmos. Environ. 37, 3135-3146, 2003.
- Arpa Emilia Romagna, Università di Bologna. Studio Ambientale e Territoriale dell'Area Industriale Urbana "Coriano" del Comune di Forlì. Rapporto Finale . Marzo 2006.
- Arpa Valle d'Aosta Risultati della campagna di misura delle deposizioni atmosferiche. Sezione aria. emissioni.m.08.r0.
- Arpa Toscana campagna di caratterizzazione deposizioni umide e secche 2011 – 2013 postazione badia al pino comune Civitella in Val di Chiana – Arezzo.
- Esposito V. Maffei AM. Ficocelli S. Spartera M. Giua R. Assennato G. Dioxins from industrial emissions to the environment . The Taranto case study. Italian Journal Occupational Environmetal Hygiene 2012; 3(1): 42-48.
- Rossini, P., De Lazzari, A., Guerzoni, S., Molinaroli, E., Ramazzo, G.,Zancanaro, A., 2001. Atmospheric input of organic pollutants to the Venice Lagoon. Ann. Chim. 91, 491–501.

APPENDICE 1
Concentrazioni medie giornaliere del materiale particellare rilevate nel comprensorio di Case Rosse

Data	***Via Guglielmo Iozzia. Lab. mobile ROMA 3***		***Via Valle Castellana-Scuola Di Consiglio. Lab. mobile ROMA 2***	
	PM_{10}	**$PM_{2,5}$**	**PM_{10}**	**$PM_{2,5}$**
2013				
17 lug	--	--	24,1	15,0
18 lug	--	--	19,0	12,0
19 lug	--	--	18,2	12,1
20 lug	--	--	15,0	10,5
21 lug	--	--	10,2	8,90
22 lug	--	--	23,0	15,4
23 lug	--	--	19,7	13,9
24 lug	--	--	18,7	14,8
25 lug	--	--	26,1	19,9
26 lug	--	--	25,6	15,3
27 lug	--	--	22,2	12,2
28 lug	--	--	17,9	10,9
29 lug	--	--	23,9	16,3
30 lug	--	--	14,8	7,70
31 lug	--	--	14,5	8,40
3 ago	26,1	12,7	29,5	43,8
4 ago	23,1	11,0	29,3	36,8
5 ago	27,8	10,5	37,1	20,6
6 ago	45,1	15,4	45,2	22,4
7 ago	35,7	16,8	47,6	19,1
8 ago	43,8	17,8	46,2	20,3

9 ago	36,8	17,3	41,6	17,0
10 ago	20,6	12,1	22,8	17,5
11 ago	22,4	11,0	22,6	12,8
12 ago	19,1	7,10	24,1	10,5
13 ago	20,3	9,40	23,2	10,2
14 ago	16,8	8,50	22,1	11,0
15 ago	17,7	11,8	21,0	14,5
16 ago	19,1	12,9	25,0	12,3
17 ago	22,4	19,0	24,5	12,4
18 ago	19,1	13,3	27,8	15,4
19 ago	24,1	13,4	27,8	18,0
20 ago	18,1	10,7	22,8	15,2
21 ago	19,1	13,0	22,6	18,9
22 ago	26,0	17,5	28,5	18,2
23 ago	22,9	14,5	32,7	18,6
24 ago	19,6	14,4	38,8	24,6
25 ago	18,3	15,1	32,5	19,8
26 ago	23,9	10,9	47,3	31,0
27 ago	17,3	12,6	17,5	10,2
28 ago	23,7	11,9	39,8	10,9
29 ago	22,9	17,5	34,9	13,1
30 ago	22,3	15,4	23,7	13,6
31 ago	21,9	13,5	24,5	15,6
1 sett	21,7	16,3	26,5	20,5
2 sett	--	--	--	--
3 sett	--	--	--	--
4 sett	--	--	--	--

5 sett	17,6	12,5	27,2	14,6
6 sett	17,9	13,8	26,4	15,0
7 sett	22,2	11,2	31,5	19,2
8 sett	26,6	13,7	29,5	13,2
9 sett	--	--	31,1	12,4
10 sett	--	--	28,0	10,0
11 sett	--	--	29,1	7,80
12 sett	--	--	30,4	8,30
13 sett	23,9	8,30	23,7	8,70
14 sett	22,5	11,4	30,0	13,9
15 sett	15,4	8,20	19,6	9,80
16 sett	19,3	6,20	--	9,70
17 sett	36,4	8,60	40,4	9,10
18 sett	27,2	6,30	27,4	6,20
19 sett	26,0	6,60	28,5	8,60
20 sett	19,1	9,60	29,1	11,3
26 sett	27,9	12,9	29,7	12,0
27 sett	30,0	14,0	17,2	11,6
28 sett	26,1	16,0	22,1	8,90
29 sett	26,6	19,2	29,2	15,3
30 sett	15,8	8,2	28,7	19,3
1 ott	16,9	9,6	--	--
2 ott	22,1	7,9	--	--
3 ott	27,9	16,6	--	--
4 ott	26,7	14,1	32,9	20,2
5 ott	13,7	10,7	16,1	17,6
6 ott	13,0	6,10	12,7	11,0

7 ott	18,0	8,20	15,9	12,4
8 ott	19,1	7,60	15,5	4,2
9 ott	15,7	8,90	18,8	10,1
10 ott	15,7	8,40	16,8	12,0
11 ott	26,1	9,6	26,7	13,4
12 ott	26,9	11,4	27,3	13,1
13 ott	20,8	10,4	23,6	12,2
14 ott	37,5	17,7	32,5	14,4
15 ott	31,4	16,1	33,8	17,2
16 ott	24,5	11,8	20,8	10,0
17 ott	23,7	10,3	26,0	13,3
18 ott	31,9	11,7	32,6	17,6
19 ott	25,8	13,5	27,0	17,2
20 ott	33,3	15,3	23,4	16,6
21 ott	37,2	21,2	36,2	26,4
22 ott	29,4	19,0	35,7	22,5
25 ott	32,8	18,0	35,7	27,6
26 ott	29,1	17,1	29,3	18,2
27 ott	30,4	17,6	35,9	22,1
28 ott	26,1	15,3	33,5	23,4
29 ott	28,7	16,9	38,8	18,2
30 ott	41,0	23,3	**50,9**	25,8
31 ott	43,8	30,2	47,1	29,3
1 nov	34,7	23,7	44,9	24,6
2 nov	24,5	16,9	31,3	21,2
3 nov	19,3	10,6	23,0	14,7
4 nov	22,6	8,60	36,4	17,7

5 nov	14,8	4,80	13,8	5,90
6 nov	27,1	13,2	32,5	15,4
7 nov	30,8	13,6	38,9	18,1
8 nov	--	--	27,0	11,3
9 nov	--	--	24,5	11,5
10 nov	--	--	26,6	4,60
11 nov	--	--	12,2	8,90
12 nov	--	--	17,1	11,4
13 nov	--	--	25,3	15,9
14 nov	--	--	24,7	25,0
15 nov	--	--	37,7	18,0
16 nov	--	--	22,9	27,4
17 nov	--	--	24,1	16,7
18 nov	--	--	14,0	12,2
19 nov	--	--	27,5	7,00
20 nov	--	--	18,3	11,7
21 nov	--	--	6,70	--
22 nov	--	--	13,3	4,60
23 nov	9,30	5,50	38,3	11,1
24 nov	31,9	26,4	38,3	34,3
25 nov	20,3	15,4	25,0	19,6
26 nov	13,4	8,70	13,1	15,6
27 nov	18,5	13,4	26,7	19,4
28 nov	37,3	32,8	52,4	43,5
29 nov	28,7	39,8	45,3	31,0
30 nov	34,7	34,7	52,8	45,3
1 dic	15,9	15,6	27,2	20,0

2 dic	11,9	8,2	18,5	13,9
3 dic	29,9	21,9	37,4	23,2
4 dic	47,3	35,2	**53,7**	37,7
5 dic	**65,6**	50,8	**65,1**	48,0
6 dic	**55,9**	45,3	**70,9**	50,6
7 dic	**58,2**	49,8	**67,3**	52,3
8 dic	48,0	45,2	**63,3**	50,5
9 dic	**52,3**	41,4	**60,4**	48,2
10 dic	**68,7**	53,3	**74,6**	58,7
11 dic	**66,3**	44,1	**76,6**	56,1
12 dic	**76,6**	60,2	**72,1**	63,6
13 dic	**53,3**	46,8	**71,7**	59,2
14 dic	**64,1**	57,3	**87,5**	66,7
15 dic	**60,6**	57,1	**76,8**	70,6
16 dic	**52,4**	48,5	**62,4**	50,4
17 dic	**75,4**	53,0	**70,4**	52,4
18 dic	**79,0**	61,3	**86,9**	68,6
19 dic	**56,9**	50,4	**74,1**	62,9
20 dic	39,3	36,8	**51,5**	46,5
21 dic	**51,2**	44,2	**65,8**	53,5
22 dic	**66,9**	61,9	**60,1**	54,3
23 dic	**72,0**	62,3	**60,8**	48,3
24 dic	**52,6**	45,8	48,2	55,9
25 dic	38,9	40,7	**51,5**	50,7
26 dic	22,7	10,3	26,2	14,4
27 dic	30,8	23,9	46,4	31,1
28 dic	46,2	33,4	48,3	37,9
29 dic	37,2	34,6	49,6	41,1

30 dic	26,6	24,7	38,0	33,2
31 dic	41,5	40,5	49,7	40,2
1 gen	**84,1**	73,8	**100,7**	91,8
2 gen	37,7	36,7	46,6	36,4
3 gen	24,2	24,3	38,9	25,8
4 gen	19,2	15,1	32,2	31,9
5 gen	13,5	7,90	16,0	8,10
6 gen	34,1	38,5	--	28,5
7 gen	**53,0**	57,7	**55,7**	46,5
8 gen	**63,2**	43,5	**60,3**	39,8
9 gen	**64,5**	60,0	**90,5**	67,5
10 gen	44,2	44,0	**61,1**	51,6
11 gen	42,7	47,1	**55,8**	51,4
12 gen	**64,6**	62,2	**88,9**	86,4
13 gen	**75,0**	63,2	**96,5**	78,5
14 gen	--	--	--	--
15 gen	--	--	--	--
16 gen	**56,1**	42,2	**61,7**	48,3
17 gen	22,0	16,9	29,4	20,4
18 gen	18,7	9,60	22,2	12,2
19 dic	40,2	16,0	**60,0**	19,9
20 gen	22,7	12,4	--	11,8
21 gen	19,4	17,4	30,4	25,1
22 gen	25,3	23,0	27,8	17,6
23 gen	25,7	20,4	31,3	26,2
24 gen	14,8	12,2	16,6	18,7
25 gen	11,7	11,4	16,2	12,6

26 gen	22,4	19,2	29,8	23,7
27 gen	21,7	21,7	29,4	22,3
28 gen	33,3	28,7	49,7	39,1
29 gen	30,3	27,8	44,0	39,8
30 gen	21,6	12,6	25,7	13,0
31 gen	20,9	10,6	--	--
1 feb	**60,1**	20,9	--	--
2 feb	22,5	18,4	--	--
3 feb	21,5	19,4	--	--
4 feb	29,3	26,0	--	--
5 feb	19,2	16,2	--	--
6 feb	28,4	19,9	--	--
7 feb	21,6	15,8	--	--
8 feb	21,6	14,4	--	--
9 feb	24,8	13,4	--	--
10 feb	--	--	--	--
11 feb	--	--	--	--
12 feb	--	--	--	--
13 feb	--	--	--	--
14 feb	--	--	--	--
15 feb	--	--	--	--
16 feb	19,3	13,4	23,7	15,1
17 feb	25,2	13,3	26,1	14,1
18 gen	25,6	22,3	38,6	21,8
19 feb	**57,4**	18,5	**75,3**	18,8
20 feb	39,6	14,8	46,4	15,8
21 feb	34,6	21,3	40,9	22,3

22 feb	26,7	18,1	32,0	19,4
23 feb	22,8	32,1	30,5	20,7
24 feb	40,7	24,5	37,3	27,3
25 feb	--	--	--	--
26 feb	--	--	--	--
27 feb	--	--	--	--
28 feb	--	--	--	--
1 mar	--	--	16,0	15,6
2 mar	--	--	25,4	24,6
3 mar	--	--	26,6	16,3
4 mar	--	--	15,0	12,8
5 mar	--	--	17,7	13,7
6 mar	--	--	23,1	16,7
7 mar	--	--	33,2	24,6
8 mar	--	--	31,0	25,2
9 mar	--	--	25,9	21,9
10 mar	--	--	38,8	28,6
11 mar	--	--	49,8	36,4
12 mar	--	--	47,7	32,7
13 mar	--	--	**55,1**	38,0
14 mar	--	--	**76,1**	41,4
15 mar	--	--	**65,3**	46,1
16 mar	--	--	**57,1**	39,9
17 mar	--	--	**70,8**	49,7
18 mar	--	--	**52,4**	39,5
19 mar	--	--	**54,9**	35,6
20 mar	--	--	**68,4**	43,2

21 mar	--	--	**62,9**	36,6
22 mar	--	--	46,9	29,1
23 mar	--	--	23,7	12,0
24 mar	--	--	24,4	14,1
25 mar	--	--	30,0	23,6
26 mar	--	--	19,5	14,1
27 mar	--	--	16,2	11,7
28 mar	--	--	17,5	13,0
29 mar	--	--	35,9	23,5
30 mar	--	--	39,9	27,2
31 mar	--	--	38,7	26,4
1 apr	--	--	36,7	19,8
2 apr	--	--	45,6	21,1
3 apr	--	--	48,8	52,9
4 apr	--	--	--	13,6
5 apr	--	--	22,1	15,3
6 apr	--	--	27,5	21,3
7 apr	--	--	34,2	22,5
8 apr	--	--	48,1	22,4
9 apr	--	--	25,7	12,0
10 apr	--	--	23,3	11,1
11 apr	--	--	36,0	17,5
12 apr	--	--	24,1	11,4
13 apr	--	--	21,2	12,0
14 apr	--	--	29,0	15,8
15 apr	--	--	16,9	11,9
16 apr	--	--	12,1	8,50

17 apr	--	--	15,4	9,80
18 apr	--	--	13,7	5,20
19 apr	--	--	13,8	5,50
20 apr	--	--	21,6	11,2
21 apr	--	--	25,6	21,6
22 apr	--	--	30,1	25,0
23 apr	--	--	24,8	18,5
24 apr	--	--	17,5	9,10
25 apr	--	--	24,4	16,8
26 apr	--	--	28,8	14,4
27 apr	--	--	23,1	6,50
28 apr	--	--	--	8,50
29 apr	--	--	--	7,80
30 apr	--	--	--	9,60
1 mag	--	--	--	7,10
2 mag	--	--	--	11,5
3 mag	--	--	--	5,00
4 mag	--	--	--	8,40
5 mag	--	--	--	11,6
6 mag	--	--	--	13,1
7 mag	--	--	--	--
8 mag	--	--	--	--
9 mag	--	--	--	
10 mag	--	--	33,2	13,0
11 mag	--	--	8,90	9,30
12 mag	--	--	23,9	8,80
13 mag	--	--	26,4	10,9

14 mag	--	--	16,6	11,0
15 mag	--	--	14,2	9,90
16 mag	--	--	13,6	7,30
17 mag	--	--	20,0	18,6
18 mag	--	--	15,6	7,40
19 mag	--	--	28,8	13,7
20 mag	--	--	32,5	14,1
21 mag	--	--	39,4	17,6
22 mag	--	--	47,8	17,3
23 mag	--	--	39,5	7,60
24 mag	--	--	33,2	12,6
25 mag	--	--	44,6	23,2
26 mag	--	--	40,6	17,9
27 mag	--	--	24,9	11,0
28 mag	--	--	29,6	12,0
29 mag	--	--	19,8	7,70
30 mag	--	--	24,1	9,20
31 mag	--	--	20,1	12,4
1 giu	--	--	10,5	3,50
2 giu	--	--	18,2	12,4
3 giu	--	--	25,2	13,0
4 giu	--	--	16,9	9,90
5 giu	--	--	19,3	10,3
6 giu	--	--	27,4	11,3
7 giu	--	--	27,4	11,3
8 giu	--	--	--	--
9 giu	--	--	--	--

10 giu	--	--	--	--
11 giu	--	--	--	--
12 giu	--	--	--	--
13 giu	--	--	--	--
14 giu	--	--	--	--
15 giu	--	--	43,5	29,4
16 giu	--	--	--	--
17 giu	--	--	--	2,10
18 giu	--	--	--	--
19 giu	--	--	--	34,9
20 giu	--	--	36,2	26,6
21 giu	--	--	29,2	13,8
22 giu	--	--	26,7	19,0
23 giu	--	--	26,3	10,2
24 giu	--	--	41,1	19,1
25 giu	--	--	**60,0**	29,7
26 giu	--	--	37,3	15,1
27 giu	--	--	--	--
28 giu	--	--	--	--
29 giu	--	--	--	--
30 giu	--	--	--	--
1 lug	--	--	29,8	16,6