

## DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST

**Rapporto di sintesi sui dati prodotti dalla stazione di monitoraggio della qualità dell'aria ubicata nel Comune di Beinasco – Giardino Pubblico Aldo Mei, di proprietà di TRM S.p.A.**

**Anno 2017**





**DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST**

**Rapporto di sintesi sui dati prodotti dalla stazione di monitoraggio della  
 qualità dell'aria ubicata nel Comune di Beinasco – Giardino Pubblico  
 Aldo Mei, di proprietà di TRM S.p.A.**

**Anno 2017**

**CODICE DOCUMENTO: F06\_2018\_00192\_001**

Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data:	[Redacted]
	Nome: Marilena Maringo	26/3/18	[Redacted]
	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data:	[Redacted]
Redazione	Nome: Laura Milizia	28/3/18	[Redacted]
	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data: 28/3/18	[Redacted]
	Nome: Milena Sacco		[Redacted]
Verifica	Funzione: Dirigente professionale presso SS Produzione	Data: 28/3/18	[Redacted]
	Nome: Francesco Lollobrigida		[Redacted]
Approvazione	Funzione: Responsabile SS Produzione		
	Nome: Carlo Bussi		
Redazione	Funzione: Laboratorio specialistico Nord Ovest	Data:	[Redacted]
	Nome: Carla Cappa	28/3/2018	[Redacted]
	Funzione: Laboratorio specialistico Nord Ovest	Data:	[Redacted]
Redazione	Nome: Paola Spagnolo	28/3/2018	[Redacted]
	Funzione: Laboratorio specialistico Nord Ovest	Data:	[Redacted]
	Nome: Simona Possamai	28/03/2018	[Redacted]
Verifica e Approvazione	Funzione: Responsabile Laboratorio specialistico Nord Ovest	Data:	[Redacted]
	Nome: Marco Fontana	28/03/18	[Redacted]

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento territoriale Piemonte Nord Ovest**

Tel 0111968351 - fax 01119681441

P.E.C.: dip.torino@pec.arpa.piemonte.it

Le attività oggetto della presente relazione sono state effettuate dalle Strutture Semplici *Attività di produzione del Dipartimento Piemonte Nord-Ovest* e *Laboratorio specialistico Nord-Ovest*

Il *Nucleo Operativo "Supporto tematismo Qualità dell'Aria"* della Struttura Semplice *Attività di produzione* ha curato:

- il prelievo dei campioni di particolato aerodisperso e deposizioni atmosferiche destinati alla determinazione di idrocarburi policiclici aromatici e metalli;
  - la validazione e l'elaborazione dei dati di tutti gli inquinanti monitorati, a eccezione di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili;
  - la redazione della presente relazione, a eccezione dei paragrafi relativi a policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili in aria ambiente e nelle deposizioni atmosferiche.
- La Struttura Semplice *Laboratorio Specialistico Nord-Ovest* ha curato:
- il prelievo dei campioni di particolato aerodisperso e deposizioni atmosferiche destinati alla determinazione di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili
  - le determinazioni di laboratorio di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili
  - le determinazioni di laboratorio di idrocarburi policiclici aromatici e metalli sui campioni di particolato e deposizione atmosferica
  - la validazione e l'elaborazione dei dati di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili;
  - la redazione dei paragrafi relativi a policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili in aria ambiente e nelle deposizioni della presente relazione.

Premessa .....	3
Ubicazione della stazione di monitoraggio e dotazione strumentale .....	3
Esame dei dati relativi alla qualità dell'aria ambiente .....	6
<i>Introduzione</i> .....	6
<i>Ossidi di azoto</i> .....	7
<i>Particolato Sospeso - PM<sub>10</sub></i> .....	13
<i>Particolato Sospeso - PM<sub>2.5</sub></i> .....	17
<i>Benzene, toluene e xileni</i> .....	18
<i>Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)</i> .....	22
<i>Mercurio elementare gassoso e sul particolato</i> .....	24
<i>Altri metalli sul particolato</i> .....	28
<i>Policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili</i> .....	34
Esame dei dati relativi alle deposizioni atmosferiche .....	42
<i>Introduzione</i> .....	42
<i>Idrocarburi policiclici aromatici</i> .....	42
<i>Metalli</i> .....	48
<i>Policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili</i> .....	56
Conclusioni .....	63

## Premessa

La presente relazione costituisce il rapporto di sintesi e giudizio relativo all'anno 2017 previsto dall'art. 4.7 della "Convenzione per le attività di gestione della stazione di monitoraggio della qualità dell'aria relativa all'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti della provincia di Torino ubicato in via Gorini a Torino" sottoscritta da Arpa Piemonte e TRM S.p.A..

Tale atto trae origine dalla D.G.P. n. 1317- 433230/2006, successivamente modificata con D.G.P. n. 35-225/2012, con cui la Provincia di Torino ha espresso giudizio positivo di compatibilità ambientale per l'impianto citato. Tra le numerose prescrizioni, infatti, era prevista l'installazione di una cabina di monitoraggio della qualità dell'aria nel punto di potenziale massima ricaduta, con l'obbligo per TRM S.p.A. di affidarne la gestione tecnica a Arpa Piemonte.

Si rimanda alle relazioni relative agli anni 2012 e 2013 per i dettagli dell'iter amministrativo che ha portato in data il 4 ottobre 2012 alla presa in consegna della cabina di monitoraggio citata da parte del Dipartimento scrivente. Con la presa in consegna il Dipartimento scrivente ha dato inizio anche alle attività di prelievo del particolato PM10 e delle deposizioni atmosferiche previste dalle prescrizioni della Provincia di Torino con le modalità dettagliate nel capitolo relativo.

Per quanto riguarda la tipologia degli inquinanti atmosferici misurati, le prescrizioni emanate dalla Provincia di Torino in sede di valutazione di compatibilità ambientale dell'impianto prevedono che la cabina assicuri di minima la misura di:

- ossidi di azoto totali;
- biossido di azoto;
- PM10;
- PM2,5;
- benzene;
- i seguenti idrocarburi policiclici aromatici sul particolato PM10: benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene e indeno(1,2,3-cd)pirene;
- piombo, arsenico, cadmio e nichel sul particolato PM10;
- mercurio;
- policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani (PCDD/PCDF);
- deposizioni totali con caratterizzazione chimica dei costituenti, in particolare gli idrocarburi policiclici aromatici di cui sopra, piombo, arsenico, cadmio, nichel, mercurio e PCDD/PCDF.

In aggiunta a tali parametri, con lettera prot. n. 876023/LB6 del 09/11/2012, la Provincia di Torino ha comunicato l'interesse alla determinazione presso la stazione di monitoraggio anche dei policlorobifenili (PCB), sia in aria ambiente che nelle deposizioni.

Di propria iniziativa e a scopo di approfondimento tecnico-scientifico, infine, il Dipartimento scrivente provvede a effettuare la determinazione:

- sul PM10 e nelle deposizioni di cobalto, cromo, rame, selenio, vanadio e zinco
- sul PM10 anche di antimonio, titanio, mercurio e manganese

## Ubicazione della stazione di monitoraggio e dotazione strumentale

La stazione si trova nel Comune di Beinasco – Via San Giacomo, presso il giardino pubblico Aldo Mei, a circa 1,5 km in linea d'aria dall'impianto TRM (Figura 1 e Figura 2)



**Figura 1 Ubicazione della stazione di monitoraggio e dell'impianto TRM**



**Figura 2 Vista della stazione di monitoraggio (sullo sfondo l'impianto TRM )**

La dotazione strumentale è la seguente:

- Analizzatore in continuo di ossidi di azoto
- Analizzatore in continuo di PM10
- Analizzatore in continuo di PM2.5
- Analizzatore in continuo di benzene, toluene e xileni
- Analizzatore in continuo di mercurio
- Campionatore sequenziale di PM10 a basso volume finalizzato alla determinazione di idrocarburi policiclici aromatici, piombo, cadmio, arsenico e nichel
- Campionatore di particolato atmosferico finalizzato alla determinazione di policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani
- Sistema di raccolta delle deposizioni atmosferiche totali finalizzato alla determinazione di piombo, arsenico, cadmio e nichel
- Sistema di raccolta delle deposizioni atmosferiche totali finalizzato alla determinazione del mercurio
- Sistema di raccolta delle deposizioni atmosferiche totali finalizzato alla determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici
- Sistema di raccolta delle deposizioni atmosferiche totali finalizzato alla determinazione di policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani
- Campionatore sequenziale di PM10/PM2.5 ad alto volume finalizzato a eventuali approfondimenti analitici sul particolato.

Le determinazioni sono state effettuate sulla base delle indicazioni delle Direttive Europee in tema di qualità dell'aria ambiente, recepite con il D.Lgs 155/2010 e s.m.i., a cui si rimanda per i dettagli tecnici. Nel caso di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili, in assenza di una normativa europea, sono state utilizzate le procedure di campionamento e analisi descritte in dettaglio negli specifici paragrafi.

## Esame dei dati relativi alla qualità dell'aria ambiente

### Introduzione

In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa:

- i dati forniti dagli analizzatori in continuo sono espressi come media oraria per quanto riguarda ossidi di azoto, benzene, toluene, xileni e mercurio elementare gassoso e come media giornaliera per quanto riguarda PM10 e PM2.5;
- i dati relativi agli inquinanti che richiedono un prelievo in campo e una successiva analisi di laboratorio sono espressi come valore medio relativo al periodo complessivo di campionamento, di norma di durata mensile. Per le informazioni di dettaglio si rimanda agli specifici paragrafi.

Nei paragrafi successivi sono sinteticamente commentati per ogni singolo inquinante i dati rilevati presso la cabina nel corso del 2017; nei casi in cui la normativa in materia di qualità dell'aria stabilisce uno o più valori di riferimento viene riportato un confronto con tali valori. Negli altri casi sono stati utilizzati dati di confronto tratti dalla letteratura scientifica e/o le indicazioni fornite da organismi internazionali.

Allo scopo di inquadrare i valori rilevati nel contesto territoriale sono inoltre riportati per gli inquinanti misurati di routine nella rete provinciale i dati statistici relativi a una serie di stazioni appartenenti alla rete ubicata nel territorio della Città Metropolitana di Torino e rappresentative di diverse situazioni territoriali. Le caratteristiche delle stazioni utilizzate per confronto appartenenti e ulteriori informazioni di dettaglio sulle stazioni sono reperibili all'interno della pubblicazione "Uno sguardo all'aria", disponibile agli indirizzi web:

<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/torino/aria/Pubblicazioni>

<http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/ambiente/qualita-aria/dati-qualita-aria/relazioni-annuali>

Poiché la stazione oggetto della presente relazione, a seguito delle prescrizioni della Provincia di Torino (ora Città Metropolitana di Torino), è a tutti gli effetti inserita nel Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria, la base dati è consultabile :

- per quanto riguarda gli ultimi due anni tramite il sito "Qualità dell'aria in Piemonte" all'indirizzo <http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/conoscidati.shtml>
- per quanto riguarda l'intera base dati attraverso il sistema AriaWeb, al quale ci si può registrare seguendo lo specifico link nella pagina di cui sopra

Sia il sito indicato che il sistema AriaWeb sono messi a disposizione dalla Regione Piemonte.

Nel paragrafi seguenti sono descritti in dettaglio i risultati relativi ai diversi inquinanti oggetto di monitoraggio, in particolare per quanto riguarda il confronto con i limiti previsti dalla legislazione in materia di aria ambiente.

## Ossidi di azoto

Gli ossidi di azoto sono generati da processi di combustione, qualunque sia il combustibile utilizzato, per reazione diretta tra l'azoto e l'ossigeno dell'aria ad alta temperatura.

La normativa non prevede valori limite di concentrazione in aria per il **monossido di azoto** (NO) ciò nonostante viene comunque misurato poiché è un inquinante primario che facilmente si trasforma in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono, rappresentando uno dei precursori dell'inquinamento fotochimico.

Monossido di Azoto (NO) (valori di concentrazioni espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Orbassano - Gozzano	Torino - Consolata	Torino - Lingotto
Ore valide	8580	8422	8384	8221
Percentuale ore valide	98%	96%	96%	94%
Giorni validi	358	350	348	340
Percentuale giorni validi	98%	96%	95%	93%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri	102	68	92	68
Media dei massimi giornalieri	101	68	94	69
Media delle medie giornaliere	38	21	37	26
Media dei valori orari	<b>38</b>	<b>21</b>	<b>37</b>	<b>27</b>

**Tabella 1: Monossido di Azoto - Indicatori statistici anno 2017**

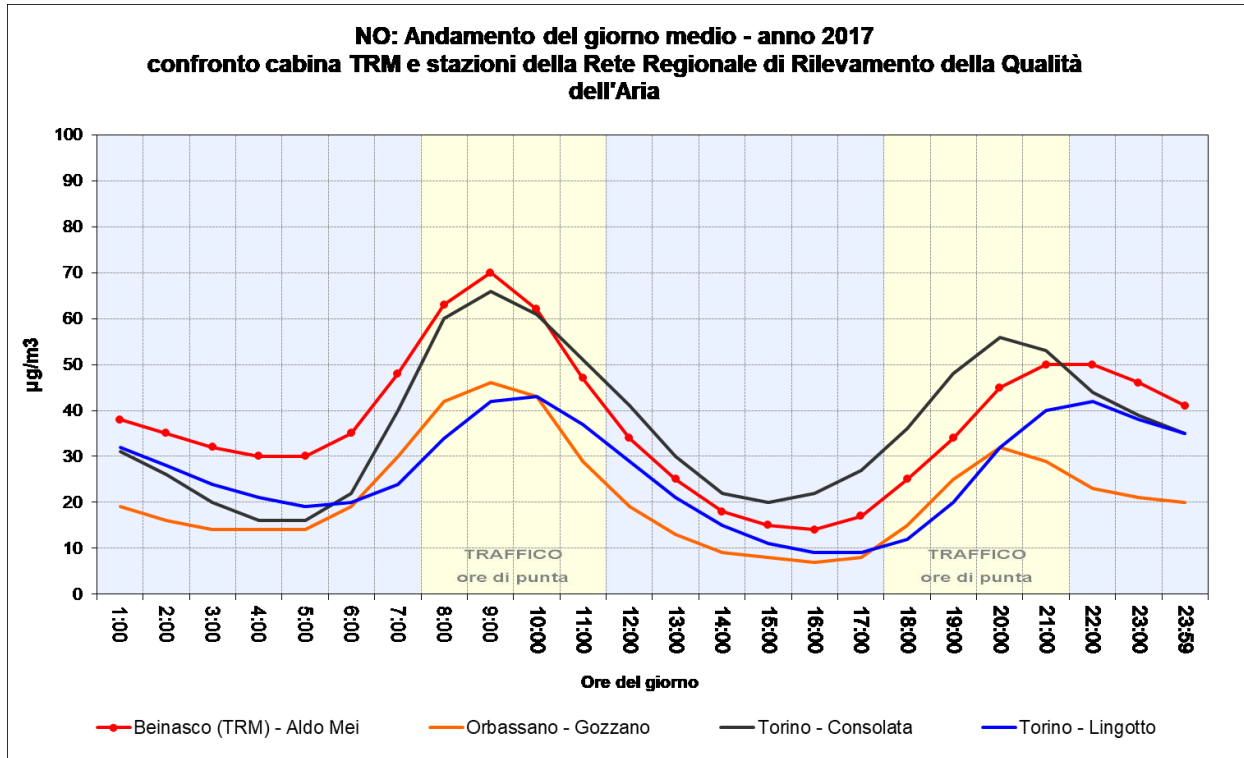
Nel corso del 2017 la concentrazione media di ossido di azoto registrata dalla cabina TRM è stata superiore a quella calcolata presso le altre stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'aria considerate per il confronto e riportate in Tabella 1.

La media annuale calcolata presso la stazione di TRM risulta simile a quella determinata presso la stazione di traffico urbano di Torino (via della Consolata) e maggiore rispetto alla stazione di fondo urbano della città di Torino (Lingotto). La situazione si conferma, come per il 2016, anche se si considerano le medie dei massimi giornalieri.

Nella Figura 3 vengono riportati graficamente i dati relativi agli andamenti delle concentrazioni medie orarie di NO del giorno tipo per le stazioni prese in esame.

A conferma che il monossido di azoto è un inquinante di tipo primario e che in assenza di altri processi combustivi in atto la fonte principale di NO è il traffico veicolare, tutte le stazioni di misura presentano massimi nelle stesse ore del mattino e della sera (zona in giallo).

In particolare dal confronto tra i diversi profili ottenuti possiamo notare come, presso la stazione TRM, le concentrazioni siano superiori rispetto alle stazioni di fondo urbano della città di Torino (Lingotto) e del Comune di Orbassano (Gozzano). Rispetto alla stazione di traffico urbano di Torino (Consolata) si evidenziano valori medi orari più alti presso la stazione di Beinasco - TRM nella prima metà della giornata mentre nella seconda parte della giornata la situazione si inverte salvo che nelle ore notturne.



**Figura 3: Monossido di azoto - andamento giornaliero medio**

La formazione di **biossido di azoto** (NO<sub>2</sub>) è piuttosto complessa, in quanto si tratta di un inquinante di origine mista, in parte derivante direttamente dai fenomeni di combustione e in parte prodotto indirettamente dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto (NO).

Il biossido di azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici più pericolosi sia per sua rilevanza tossicologica, sia perché svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico poiché costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari rilevanti per il loro impatto sulla salute.

Di seguito si riportano gli indicatori statistici calcolati per il biossido di azoto presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei e presso altre tre stazioni presenti nella rete di rilevamento della qualità dell'aria piemontese.

Il Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010 prevede per il biossido di azoto i seguenti valori limite:

<b>Biossido di azoto</b>	
<b>NO<sub>2</sub> -Limite orario per la protezione della salute umana (293 °K e 101.3 kPa)</b>	
Periodo di mediazione: 1 ora	<b>200 µg/m<sup>3</sup></b> <i>da non superare più di 18 volte per anno civile</i>
<b>NO<sub>2</sub> - Limite annuale per la protezione della salute umana (293 °K e 101.3 kPa)</b>	
Periodo di mediazione: anno civile	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>NO<sub>2</sub> - Soglia di allarme per il biossido di azoto (293 °K e 101.3 kPa)</b>	
Periodo di mediazione: 3 ore	<b>400 µg/m<sup>3</sup></b> <i>misurati su tre ore consecutive</i>

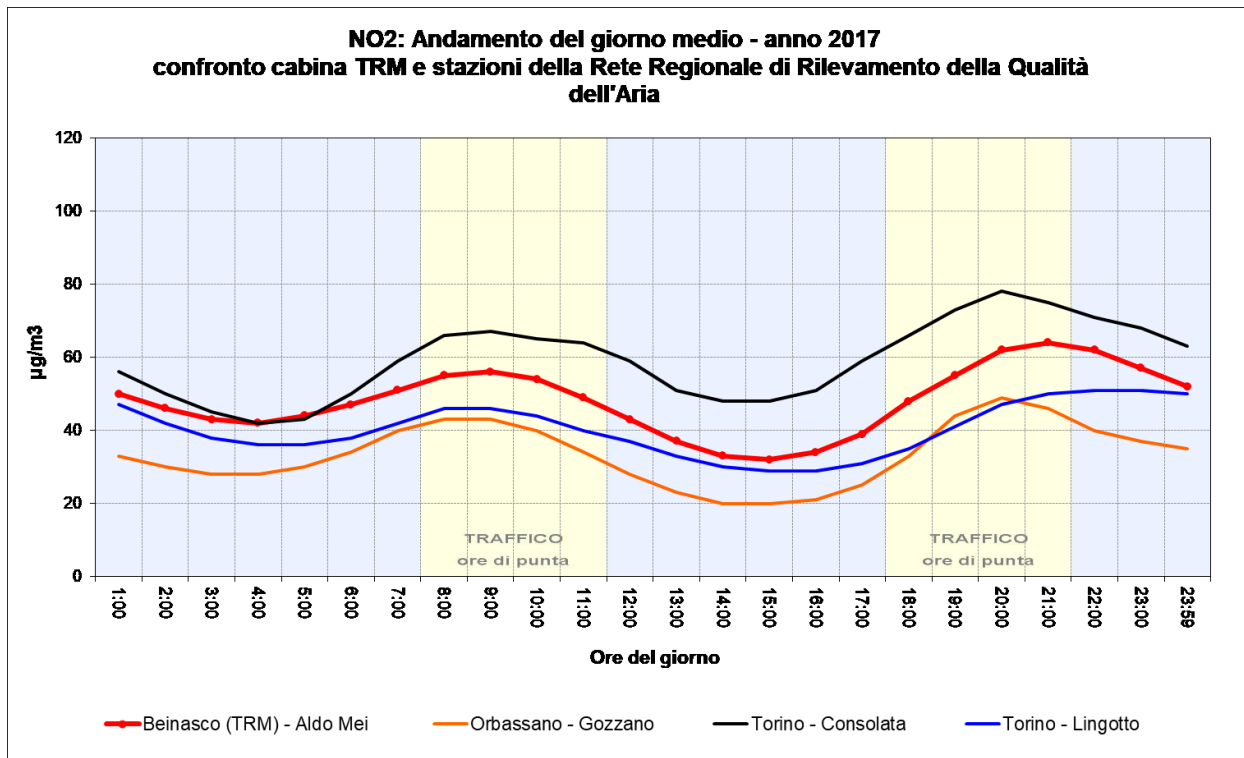
Il limite annuale per la protezione della salute umana, pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , è stato superato oltre che presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei, presso la stazione di traffico urbano del capoluogo piemontese (Tabella 2).

Per quanto riguarda il valore orario per la protezione della salute umana pari a  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , presso la stazione TRM, nel 2017 non è stato registrato alcun superamento mentre si registra un superamento presso la stazione di Torino – Consolata.

Biossido di Azoto (NO <sub>2</sub> ) (valori di concentrazione espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Orbassano - Gozzano	Torino - Consolata	Torino - Lingotto
Ore valide	8575	8421	8383	8202
Percentuale ore valide	98%	96%	96%	94%
Giorni validi	358	350	348	338
Percentuale giorni validi	98%	96%	95%	93%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri	83	63	92	67
Media dei massimi giornalieri	83	64	92	68
Media delle medie giornaliere	48	34	59	40
Media dei valori orari	<b>48</b>	<b>34</b>	<b>59</b>	<b>40</b>
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0	1	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)	0	0	1	0
Numero di superamenti livello allarme (400)	0	0	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)	0	0	0	0

**Tabella 2: Biossido di Azoto - Indicatori statistici anno 2017**

Anche per il biossido di azoto, in Figura 4 si riporta il profilo del giorno medio. Per tutte le stazioni si nota il tipico andamento caratterizzato da una campana che coinvolge diverse ore del mattino e da un picco serale, leggermente più alto di quello mattutino. Dal confronto tra le stazioni si evince che il giorno medio calcolato per la stazione Beinasco (TRM) - Aldo Mei è inferiore all'andamento della stazione di Torino – Consolata, classificata di traffico urbano, è più elevato del profilo determinato presso la stazione di Orbassano – Gozzano e presso quella di fondo urbano del capoluogo.



**Figura 4: Biossido di azoto - andamento medio delle concentrazioni orarie (giorno medio)**

In Figura 5 si riportano, invece, le medie annuali di biossido di azoto registrate presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei e presso altre stazioni della provincia di Torino, da cui è possibile notare come l'indicatore normativo annuale sia rispettato presso i due siti di fondo, raggiunto ma non superato presso la stazione di Torino - Lingotto e superato presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei nonché presso quelle di traffico urbano.

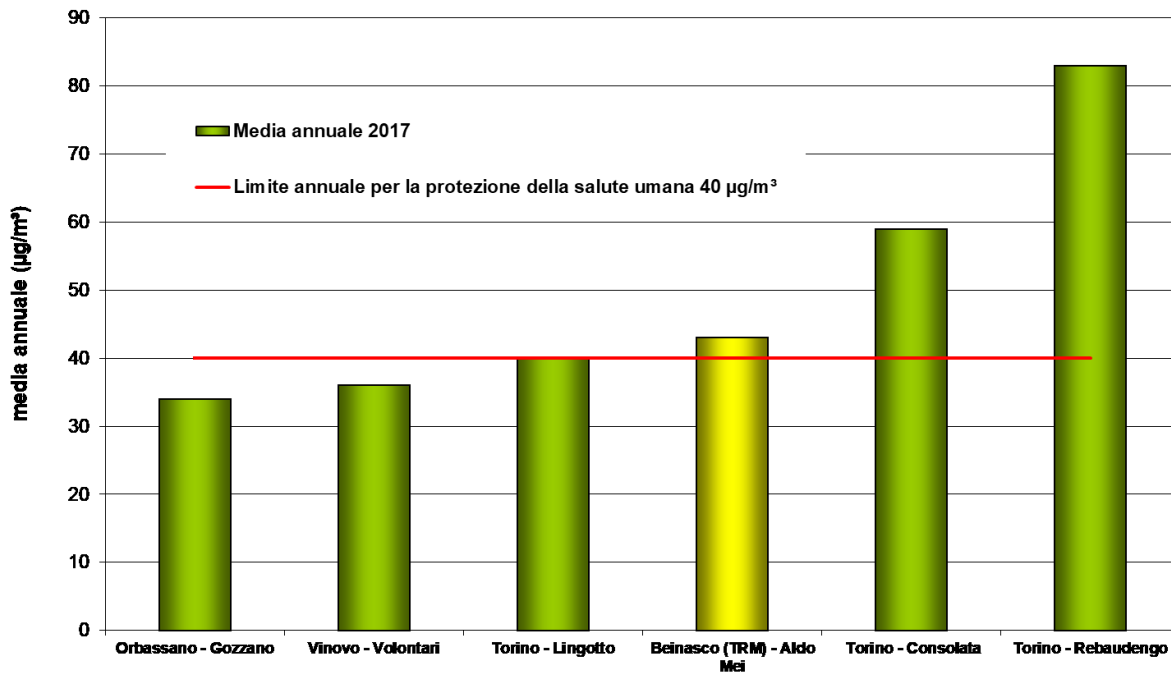
Il valore di concentrazione media annuale di biossido di azoto misurato nella stazione di Beinasco-Aldo Mei nel 2017 ( $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è risultato superiore a quello dell'anno precedente ( $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , vedi Figura 6). Tale situazione è comune anche ad altre stazioni sul territorio della Città Metropolitana, in maniera più marcata presso le due stazioni di traffico. I maggiori livelli registrati nel corso del 2017 sono certamente, almeno in parte, imputabili alle condizioni meteorologiche più critiche del 2017 rispetto al 2016 che hanno determinato una maggiore capacità di accumulo degli inquinanti al suolo <sup>1</sup>.

Le precipitazioni cumulate medie dell'anno 2016 in Piemonte sono state pari a 1118 mm circa con un surplus di 69 mm, che corrisponde a quasi il 7%; il 2016 è stato il 22° anno più umido nella distribuzione storica degli anni 1958-2016. Analizzando l'andamento nei singoli mesi notiamo come il contributo più rilevante, all'anomalia pluviometrica positiva, sia stato dato dai mesi di febbraio e soprattutto, novembre (risultato il mese più piovoso), quando si è verificato l'evento alluvionale tra i giorni 21 e 26. In particolare il 24 novembre 2016 è risultato il terzo giorno più ricco di precipitazioni dal 1958 ad oggi.

Al contrario, il 2017 è risultato un anno con un piovosità molto al di sotto della media del decennio precedente: nell'area urbana torinese il numero di giorni piovosi è stato di 63 (contro 76 di media

<sup>1</sup> Si veda "Uno sguardo all'aria - Anteprima 2017"

del decennio ) e le precipitazioni totali sono state pari a 540 mm (contro 1062 mm di media del decennio ). Ottobre è stato il mese più secco, senza nessun giorno di precipitazione.



**Figura 5: Biossido di azoto media annuale – 2017**

In Figura 7 si riporta il numero di giorni favorevoli all'accumulo degli inquinanti atmosferici<sup>2</sup>, per il 2017, suddiviso per mesi e confrontanti con quelli del 2016 . Si osserva che durante il 2017 le condizioni meteorologiche sono state tali da avere un numero di giorni critici superiori al 2016 (119 contro 109 sul totale annuo). Il numero di giorni favorevoli all'accumulo è risultato più elevato nel 2017 rispetto al 2016 in tutti i mesi, ad eccezione di novembre e dicembre; nel mese di ottobre, in particolare, il numero di giorni critici è passato da 13 a 21.

<sup>2</sup> Questo indice viene calcolato al termine di ogni anno dal Dipartimento Sistemi Previsionali di Arpa Piemonte e pubblicato nella relazione "Uno sguardo all'aria" pubblicata sui siti web dell'Agenzia e della Città Metropolitana <http://www.arpa.piemonte.gov.it/approfondimenti/territorio/torino/aria/Pubblicazioni> <http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/ambiente/qualita-aria/dati-qualita-aria/relazioni-annuali>

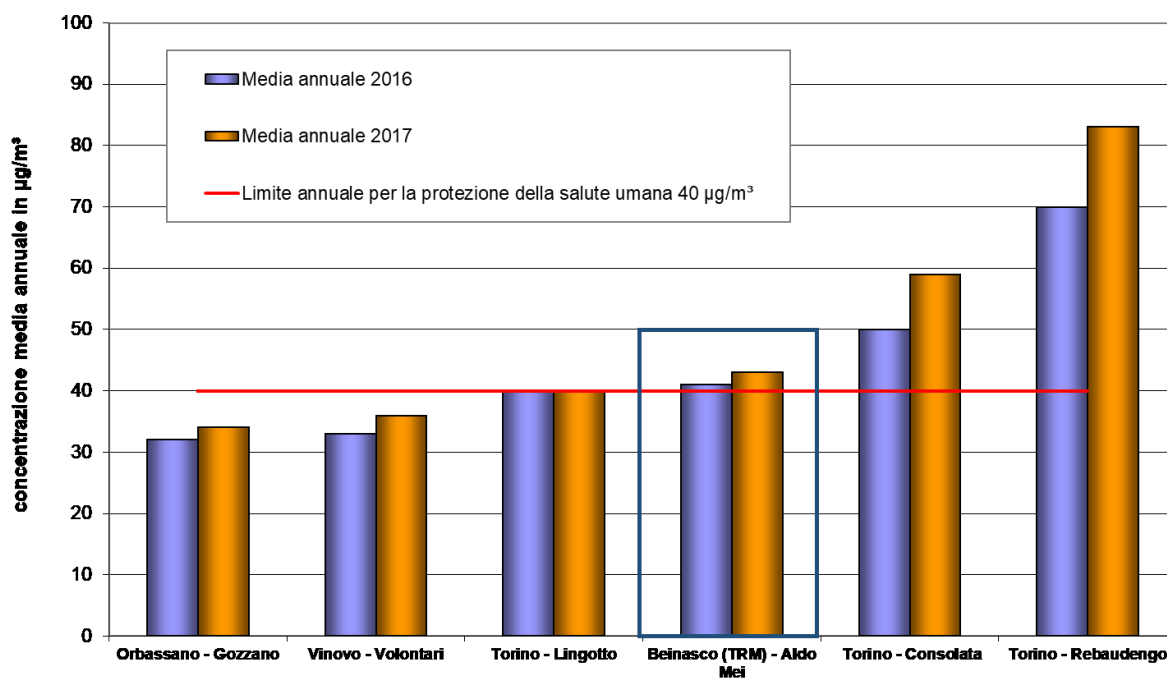


Figura 6: medie annuali NO<sub>2</sub>- confronto 2016 e 2017

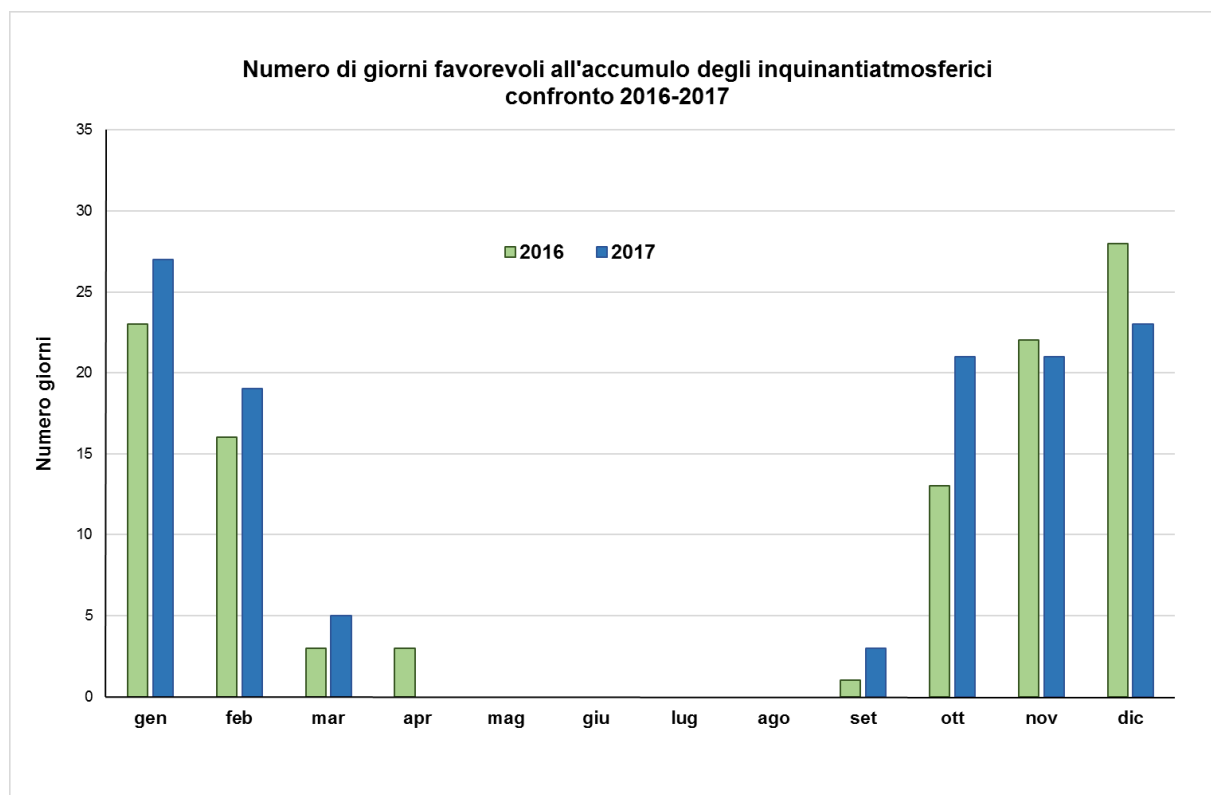


Figura 7: Numero di giorni favorevoli all'accumulo di inquinanti atmosferici

## Particolato Sospeso - $PM_{10}$

Il Particolato atmosferico è costituito da una miscela di particelle solide e liquide aerodisperse aventi diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono avere origine primaria, cioè possono essere emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, oppure secondaria, cioè possono essere formate in atmosfera a seguito di complessi processi chimico-fisici che comportano la trasformazione in particelle di inquinanti originariamente emessi in forma gassosa.

Le principali sorgenti naturali sono l'erosione ed il risollevarimento del suolo, gli incendi, i pollini, lo spray marino, le eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si riconducono principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili per la produzione di calore, emissioni industriali). In particolare, nelle aree urbane il particolato può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel privi di specifici sistemi di abbattimento.

L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è chiamato PTS (Polveri Totali Sospese). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si possono distinguere una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). La prima corrisponde a particelle con diametro aerodinamico inferiore a  $10 \mu m$  ( $PM_{10}$ ), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a  $2.5 \mu m$  ( $PM_{2.5}$ ).

Le dimensioni del particolato sono importanti poiché ad esse è legato il conseguente rischio sanitario di questo tipo di inquinamento. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra la concentrazione di polveri nell'aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciati negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non pone limiti per il particolato sospeso totale (PTS) ma prevede dei limiti per il particolato  $PM_{10}$

Il Decreto Legislativo 155/2010 prevede due limiti per la protezione della salute umana, su base annuale e su base giornaliera, che sono utilizzati nel presente rapporto:

<b><math>PM_{10}</math></b>	
<b><math>PM_{10}</math> - valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana</b>	
media giornaliera	<b><math>50 \mu g/m^3</math></b> da non superare più di 35 volte per anno civile
<b><math>PM_{10}</math> - valore limite annuale per la protezione della salute umana</b>	
media annuale	<b><math>40 \mu g/m^3</math></b>

Per la misurazione dei livelli di  $PM_{10}$  è stato utilizzato un misuratore a Raggi Beta (*Fai Instruments Swam 5A Dual Chanel*), un sistema automatico di campionamento e misura della massa delle particelle aerodisperse tramite la tecnica di attenuazione  $\beta$ . Il sistema opera su due linee di prelievo indipendenti dotate di testate di prelievo a norma per la determinazione del  $PM_{10}$  e del  $PM_{2.5}$ .

Confrontando i livelli di concentrazioni registrati presso la stazione TRM con quelli misurati presso alcune stazioni della rete fissa di rilevamento si osserva che in tutte le stazioni scelte come riferimento (Tabella 3) è stato abbondantemente superato il limite massimo di superamenti consentiti; unica eccezione è la stazione di fondo sita nel parco de La Mandria a Druento che, pur non rispettando il limite, presenta un numero di superamenti di poco superiore a quello massimo previsto dalla normativa (41 contro 35).

Il numero di superamenti registrati presso la stazione di Beinasco – TRM è confrontabile con quello rilevato presso la stazione di fondo urbano della città di Torino e superiore al doppio di quello previsti dalla normativa vigente

PM10 (valori di concentrazioni espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento - La Mandria	Settimo T. - Vivaldi	Torino- Consolata	Torino- Lingotto	Torino- Grassi
Minima media giornaliera	2	5	5	7	5	10
Massima media giornaliera	354	156	209	252	212	258
Media delle medie giornaliere	36	27	44	43	39	47
Giorni validi	344	358	286	347	329	345
Percentuale giorni validi	94%	98%	78%	95%	90%	95%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>88</b>	<b>41</b>	<b>99</b>	<b>108</b>	<b>92</b>	<b>112</b>

**Tabella 3: PM<sub>10</sub> - Indicatori statistici anno 2017**

Il PM10 presenta un tipico trend stagionale (con livelli di concentrazione maggiori nelle stagioni più fredde rispetto a primavera-estate (Figura 8). Ciò è dovuto, oltre alle maggiori emissioni in atmosfera durante l'inverno, soprattutto all'influenza dello strato limite planetario (o strato di rimescolamento) che in autunno e in inverno confina gli inquinanti in prossimità del suolo facendone aumentare la concentrazione. Fondamentale è quindi il ruolo delle condizioni meteorologiche che influiscono sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa.

Nel mese di ottobre 2017 gli elevati valori medi sono da ricondurre a condizioni meteorologiche che hanno favorito l'accumulo degli inquinanti in atmosfera ma anche alla persistente siccità e agli incendi boschivi (favoriti da episodi di foehn) che hanno interessato diverse valli piemontesi tra il 24 e il 27 ottobre determinando valori fortemente anomali di PM10<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Il rapporto tecnico di Arpa Piemonte sull'emergenza causata dagli incendi boschivi è disponibile all'indirizzo <http://www.arpa.piemonte.it/news/la-relazione-completa-sugli-incendi-boschivi-che-hanno-colpito-il-piemonte-a-ottobre-scorso>

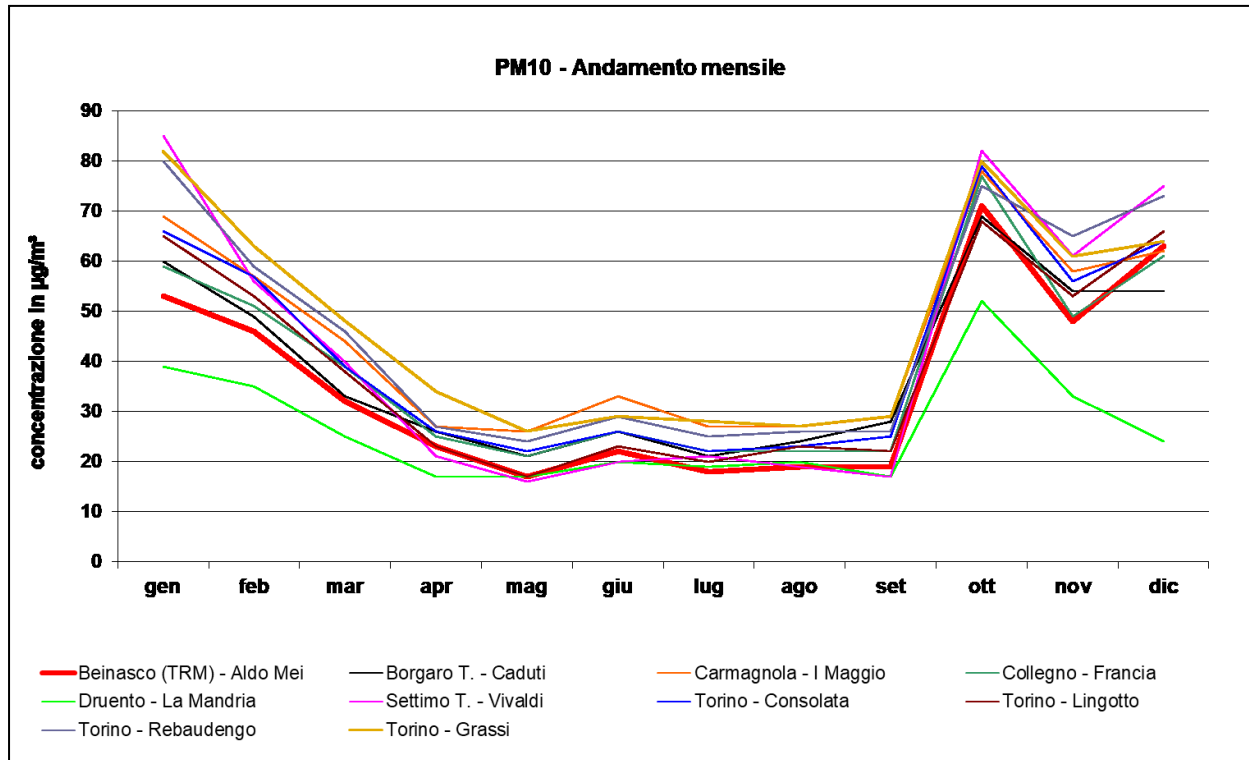


Figura 8: PM10 - Media mensile anno 2017

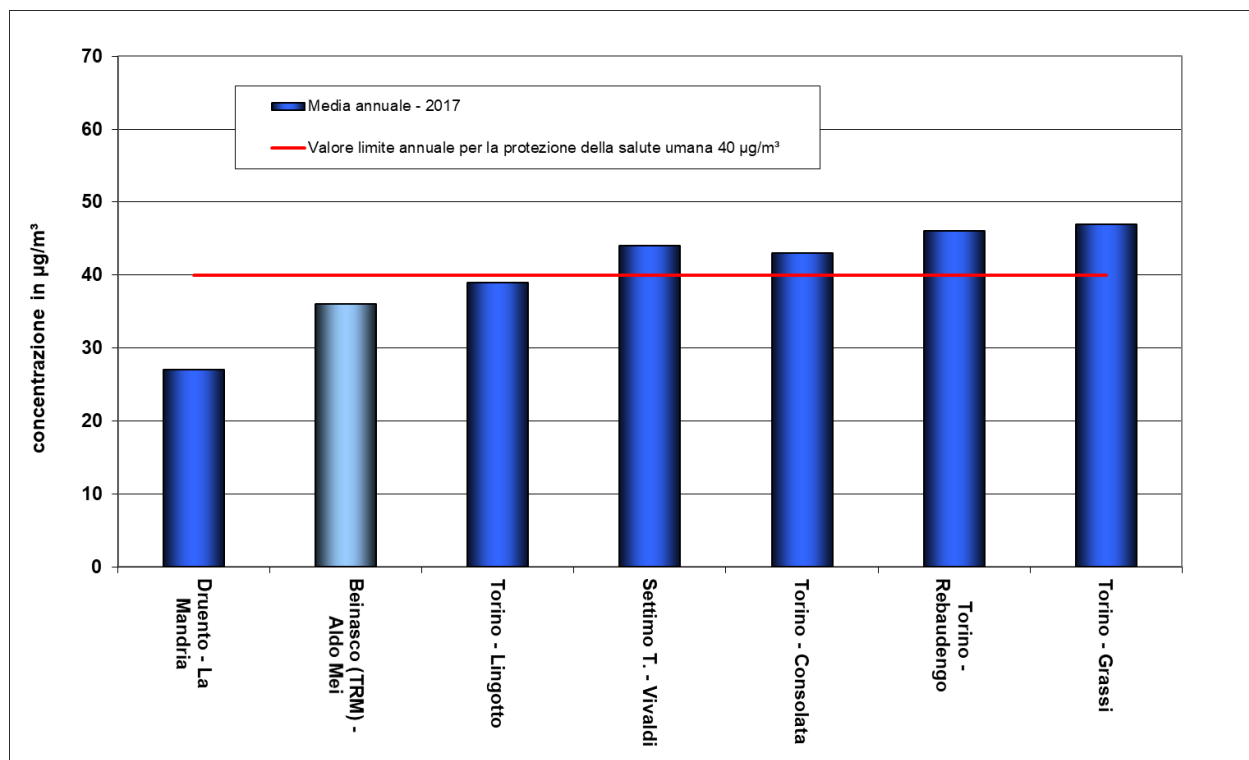
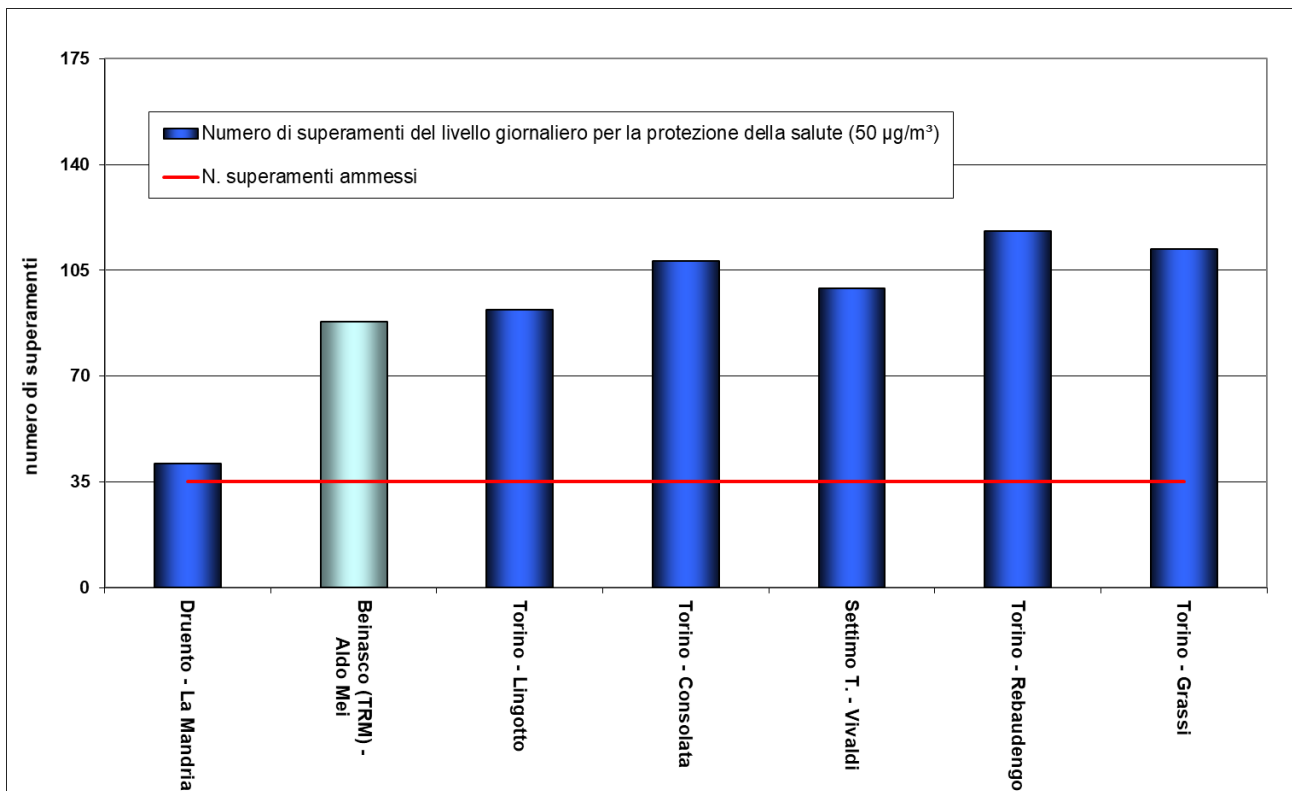


Figura 9: PM<sub>10</sub> - Media annuale

Nella Figura 9 sono state messe a confronto le medie annuali di PM<sub>10</sub> misurate presso la stazione Beinasco (TRM) - Aldo Mei, evidenziata in azzurro, e presso altre stazioni della rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria. Il riferimento normativo su base annuale non è stato rispettato presso tutte le stazioni di traffico urbano della città di Torino.

Nella Figura 10 si riportano i superamenti del livello giornaliero per la protezione della salute umana pari a 50 µg/m<sup>3</sup>; con la linea rossa è indicato il numero di superamenti consentiti nel corso dell'anno da cui si evince che il limite di 35 superamenti è stato superato presso tutte le stazioni compresa la stazione rurale di Druento – La Mandria.



**Figura 10: PM<sub>10</sub> - Numero di superamenti del livello giornaliero per la protezione della salute umana**

Dalla Figura 9 e dalla Figura 10 si evince che i livelli di concentrazione di PM<sub>10</sub> rilevati presso la stazione TRM sono inferiori anche a quelli dei siti di fondo urbano della città e della provincia di Torino, e superiori solo rispetto alla stazione rurale. Si precisa che la percentuale di dati validi registrati presso il sito di misura Settimo - Vivaldi è inferiore al 90% ma questa stazione è stata comunque considerata nelle elaborazioni dal momento che i dati mancanti sono ben distribuiti nei periodi estivi ed invernali.

Analogamente a quanto visto per il biossido di azoto e per ragioni analoghe, anche per il PM<sub>10</sub> si riscontra nel 2017 un aumento della media annuale (che passa da 33 a 36 µg/m<sup>3</sup>)

### Particolato Sospeso - $PM_{2.5}$

Per la frazione respirabile delle polveri  $PM_{2.5}$  la norma nazionale vigente (DLgs 155/10) prevede un valore limite per la protezione della salute umana da rispettare entro il 2015:

$PM_{2.5}$	
$PM_{2.5}$ - valore obiettivo annuale per la protezione della salute umana	
media annuale	<b>25 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>

Per la misurazione dei livelli di  $PM_{2.5}$  è stato utilizzato un misuratore a Raggi Beta (*Fai Instruments Swam 5A Dual Chanel*), un sistema automatico di campionamento e misura della massa delle particelle aerodisperse tramite la tecnica di attenuazione  $\beta$ . Il sistema opera su due linee di prelievo indipendenti dotate di testate di prelievo a norma per la determinazione del  $PM_{10}$  e del  $PM_{2.5}$ .

Nella Tabella 4 si riportano gli indicatori statistici misurati presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei messi a confronto con quelli relativi ad altre stazioni della rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria torinese. Non è stato possibile fare un confronto con una stazione di fondo di tipo rurale come avvenuto con Druento nel caso del  $PM_{10}$ , in quanto il  $PM_{2.5}$  non viene monitorato in nessuna stazione con tali caratteristiche nell'area scelta come riferimento.

$PM_{2.5}$ (valori di concentrazione espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Borgaro T. - Caduti	Torino - Lingotto	Torino - Rebaudengo	Settimo T. - Vivaldi
Minima media giornaliera	2	5	5	3	5
Massima media giornaliera	153	158	163	213	161
Media delle medie giornaliere	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>33</b>	<b>30</b>
Giorni validi	343	348	338	352	359
Percentuale giorni validi	94%	95%	93%	96%	98%

**Tabella 4:  $PM_{2.5}$  - Indicatori statistici anno 2017**

Il valore obiettivo annuale per la protezione della salute umana è stato superato presso tutte le stazioni prese in considerazione.

In Figura 11 si riportano i profili mensili registrati nel 2017 presso la stazione TRM e altre stazioni presenti nella rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria piemontese. Nei mesi invernali, in cui le concentrazioni sono più elevate rispetto al periodo estivo, la stazione TRM misura livelli mediamente più bassi rispetto alle altre stazioni considerate e come per  $PM_{10}$  la concentrazione del mese di ottobre risulta particolarmente elevata a causa delle particolari condizioni meteorologiche e dei già citati incendi boschivi.

Come per il PM<sub>10</sub> anche per il PM<sub>2.5</sub> la media annuale aumenta dal 2016 al 2017 (passando da 23 a 26 µg/m<sup>3</sup>).

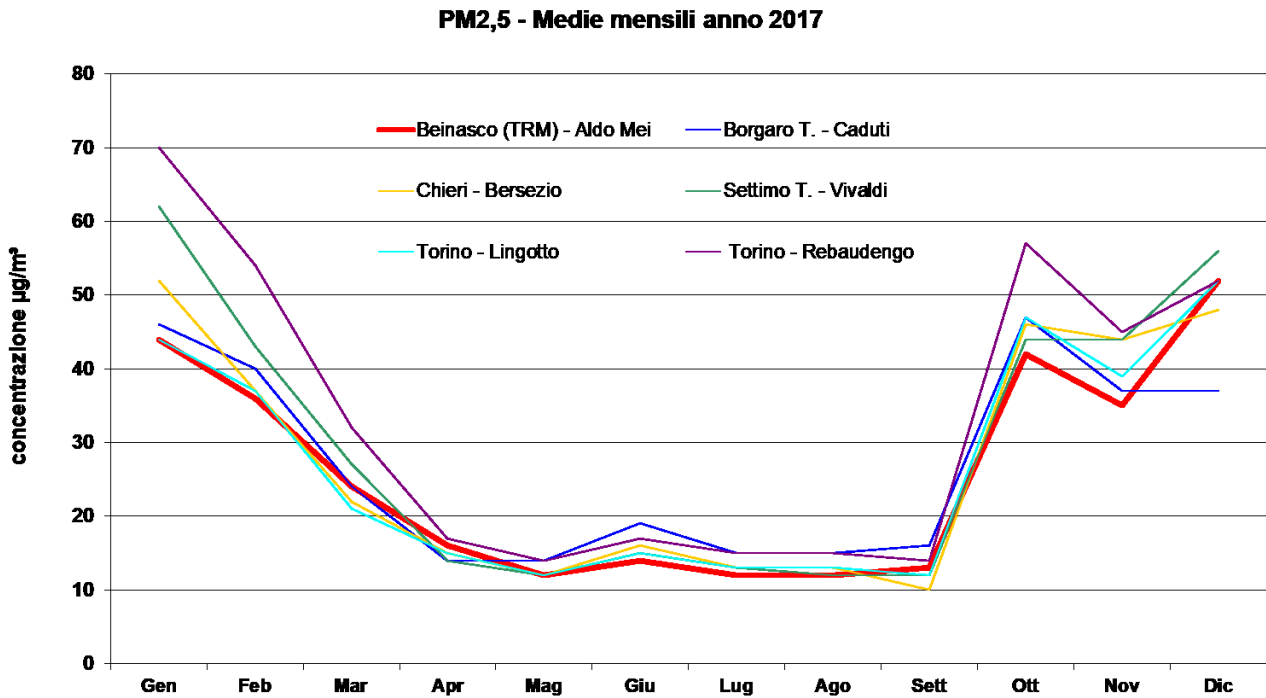


Figura 11: PM<sub>2.5</sub> - Confronto medie mensili (TRM evidenziata in rosso)

### ***Benzene, toluene e xileni***

Il benzene presente in atmosfera viene prodotto dall'attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati.

La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina; stime effettuate dall'Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici. La normativa italiana in vigore a partire dal 1 luglio 1998 fissa all'uno per cento il tenore massimo di benzene nelle benzine.

Il benzene è una sostanza classificata:

- dalla Comunità Europea come cancerogeno di categoria 1, R45;
- dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) ;
- dalla A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo).

Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule. In seguito a esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo.

Un'esposizione cronica può provocare la leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di benzene per l'intera vita, sei persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

La normativa vigente (D.Lgs. 155 del 13/8/2010) prevede per il benzene un limite annuale pari  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da rispettare dal 2010 in avanti.

BENZENE (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	TRM	VINOVO	TO-LINGOTTO	TO-CONSOLATA
Ore valide:	8068	8523	6894	8559
Percentuale ore valide:	92%	97%	79%	98%
Giorni validi:	343	357	285	361
Percentuale giorni validi:	94%	98%	78%	99%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri (a):	2.5	2.6	1.8	3.4
Media dei massimi giornalieri (b):	2.5	2.6	2	3.4
Media delle medie giornaliere (c):	1.3	1.5	1.1	1.7
<u>Media dei valori orari:</u>	<b>1.3</b>	<b>1.5</b>	<b>1.1</b>	<b>1.7</b>

**Tabella 5 - Benzene: Indicatori statistici anno 2017**

(a) Si calcola il valore massimo per ogni giorno del mese; poi si calcola la media di tali valori per ogni mese; poi si calcola la media di tali medie mensili

(b) Media annuale dei massimi giornalieri

(c) Si calcola la media giornaliera per ogni giorno dell'anno solo se ci sono almeno 18 dati orari su 24; poi si calcola la media di tali medie giornaliere

Il benzene della stazione TRM di Beinasco – Aldo Mei è stato messo a confronto con quello misurato da alcune stazioni della rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria (Tabella 5). La concentrazione media registrata dalla centralina TRM nel 2017 è  $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valore di poco inferiore a quello di Vinovo (stazione di fondo suburbano). Il valore di benzene di Torino-Lingotto non è rappresentativo della media annuale in quanto la percentuale di ore valide è molto al di sotto del 90%. La concentrazione media del 2017 a Beinasco è, quindi, molto al di sotto del limite normativo, pari a  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per il toluene la normativa italiana non prevede un limite, ma le linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (2000) indicano un valore di  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media settimanale.

Gli effetti del toluene sono stati studiati soprattutto in relazione all'esposizione lavorativa e sono stati dimostrati casi di disfunzioni del sistema nervoso centrale, ritardi nello sviluppo e anomalie congenite, oltre a sbilanci ormonali in donne e uomini.

TOLUENE (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	TRM	VINOVO	TO-LINGOTTO	TO-CONSOLATA
Ore valide:	8059	8541	6921	8569
Percentuale ore valide:	92%	98%	79%	98%
Giorni validi:	341	359	288	361
Percentuale giorni validi:	93%	98%	79%	99%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri (a):	10.2	10.7	6.5	16.6
Media dei massimi giornalieri (b):	10.2	10.7	6.9	16.6
Media delle medie giornaliere (c):	4.6	4.8	3.3	7.2
Media dei valori orari:	<b>4.6</b>	<b>4.8</b>	<b>3.3</b>	<b>7.2</b>

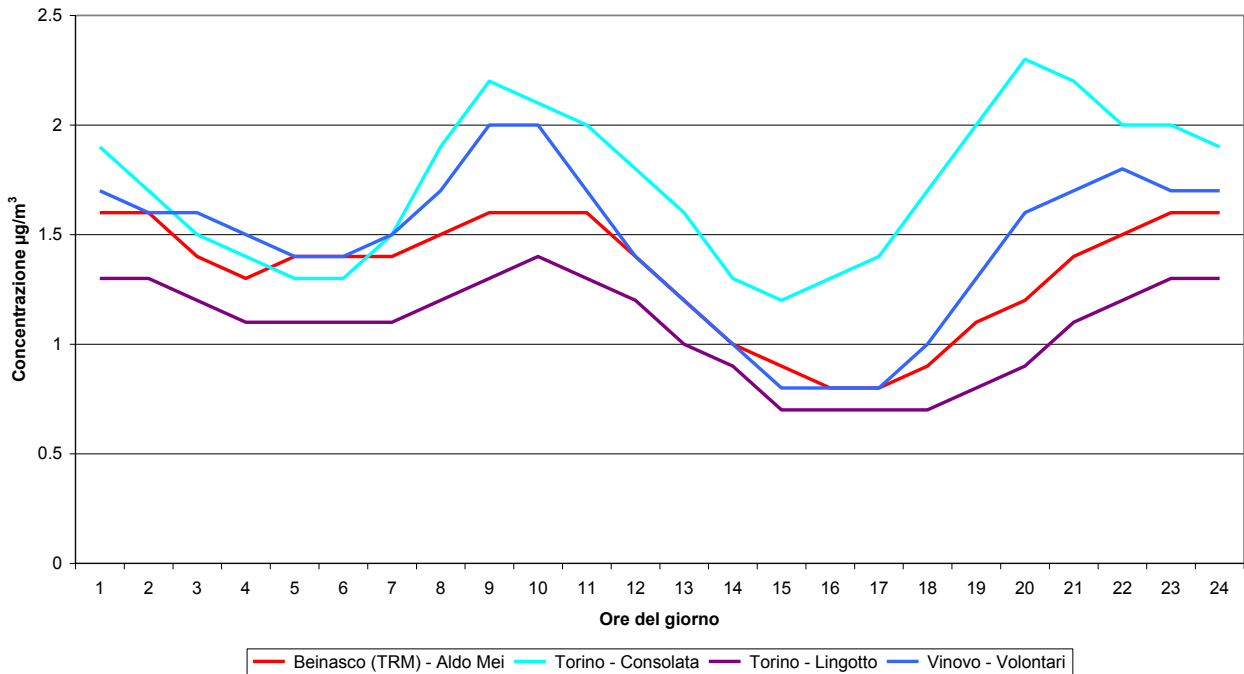
**Tabella 6 - Toluene: Indicatori statistici anno 2017**

- (a) Si calcola il valore massimo per ogni giorno del mese; poi si calcola la media di tali valori per ogni mese; poi si calcola la media di tali medie mensili  
 (b) Media annuale dei massimi giornalieri  
 (c) Si calcola la media giornaliera per ogni giorno dell'anno solo se ci sono almeno 18 dati orari su 24; poi si calcola la media di tali medie giornaliere

Le concentrazioni medie di toluene presso la centralina TRM sono di molto inferiori alle concentrazioni di picco misurate presso la stazione di Torino-Consolata e sono circa pari ai valori misurati nella stazione di Vinovo (Tabella 6). Il valore di toluene di Torino-Lingotto non è rappresentativo della media annuale in quanto la percentuale di ore valide è molto al di sotto del 90%.

Nella Figura 12 e nella Figura 13 vengono mostrati infine gli andamenti del giorno medio per i due composti organici aromatici. Il calcolo del giorno medio conferma quanto precedentemente detto in base all'osservazione dei dati: le concentrazioni di benzene sono inferiori a quelle di Vinovo, soprattutto nei picchi mattutini e serali; il toluene è praticamente sovrapponibile ai dati registrati nella stazione di Vinovo, tranne che nel picco dalle 8 alle 10, che a Vinovo è molto più pronunciato. L'andamento presenta una variabilità che appare legata principalmente all'altezza dello strato di rimescolamento, con valori sostanzialmente costanti dalla notte (ore 23) al mattino (ore 11), che decrescono nelle ore più calde della giornata.

**GIORNO MEDIO: BENZENE confronto stazione TRM e stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria**



**Figura 12 - Benzene: Andamento medio delle concentrazioni orarie (giorno medio)**

**GIORNO MEDIO: TOLUENE confronto stazione TRM e stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria**



**Figura 13 - Toluene: Andamento medio delle concentrazioni orarie (giorno medio)**

### Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Il D.Lgs 155/2010 prevede per quanto riguarda gli idrocarburi policiclici aromatici sul PM<sub>10</sub> un valore limite per il benzo(a)pirene, espresso come media annuale, pari a 1 ng/m<sup>3</sup>.

Non sono previsti limiti normativi per gli altri composti. Tuttavia il rapporto quantitativo dei singoli IPA sul totale degli IPA presenti nell'aria è costante nel tempo, per cui il benzo(a)pirene, il più studiato della classe e per il quale sono stati accertati gli effetti cancerogeni, viene utilizzato come indicatore di esposizione dell'intera classe degli IPA.

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono composti formati da due o più anelli aromatici che derivano prevalentemente dalla combustione incompleta di materia organica come ad esempio carbone, derivati del petrolio, olio o biomassa. Le proprietà fisiche degli IPA, in particolare la pressione di vapore e il coefficiente di partizione tra la fase gassosa e la fase solida, variano in funzione del loro numero di anelli e del loro peso molecolare. Gli IPA sono sostanze semivolatili trasportate dalle masse d'aria sia allo stato di gas sia adsorbite sulla frazione solida in sospensione. Gli IPA sono sostanze di interesse tossicologico in quanto alcune di esse sono considerate probabili o possibili cancerogeni (cIPA) (IARC, 1984).

Nella Tabella 7 e seguenti sono riportati gli indicatori statistici dell'anno 2017 per i vari idrocarburi determinati sul PM<sub>10</sub> campionato presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei e confrontati con i dati raccolti in una serie di altre stazioni fisse della rete provinciale.

<b>Benzo(a)pirene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino-Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino-Lingotto</b>	<b>Torino-Rebaudengo</b>
Media 2017	0.8	0.3	0.7	1.0	0.8	1.6
Giorni validi:	363	358	347	345	329	353
Percentuale giorni validi:	99%	98%	95%	95%	90%	97%

Tabella 7: Benzo(a)Pirene sul PM10 – indicatori statistici anno 2017.

<b>Benzo(a)antracene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino-Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino-Lingotto</b>	<b>Torino-Rebaudengo</b>
Media 2017	0.70	0.26	0.59	1.01	0.69	1.33
Giorni validi:	363	358	347	345	329	353
Percentuale giorni validi:	99%	98%	95%	95%	90%	97%

Tabella 8: Benzo[a]Antracene sul PM10 – indicatori statistici anno 2017.

<b>Benzo(b+j+k)fluorantene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino-Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino-Lingotto</b>	<b>Torino-Rebaudengo</b>
Media 2017	2.03	0.95	1.75	2.36	1.96	3.31
Giorni validi:	363	358	347	345	329	353
Percentuale giorni validi:	99%	98%	95%	95%	90%	97%

Tabella 9: Benzo[b+j+k]Fluorantene sul PM10 – indicatori statistici anno 2017.

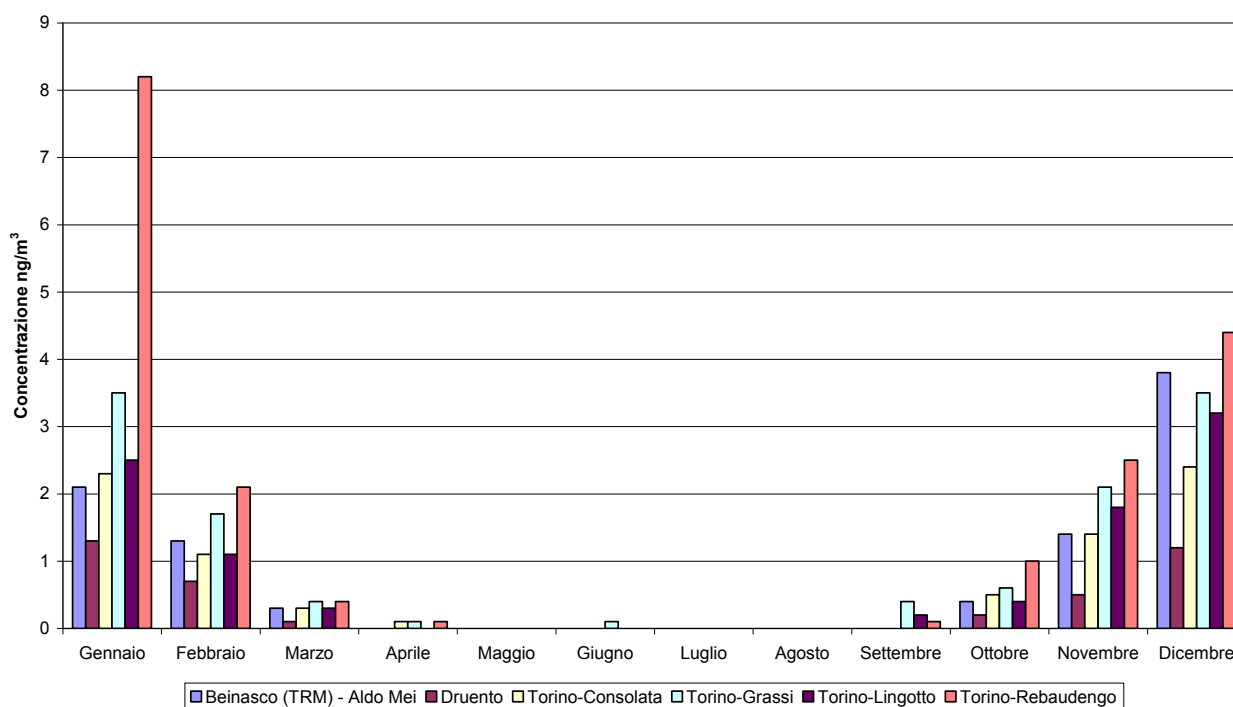
<b>Indeno(1,2,3-cd)pirene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino-Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino-Lingotto</b>	<b>Torino-Rebaudengo</b>
Media 2017	0.84	0.41	0.72	0.96	0.81	1.42
Giorni validi:	363	358	347	345	329	353
Percentuale giorni validi:	99%	98%	95%	95%	90%	97%

**Tabella 10: Indeno[1,2,3-cd]Pirene sul PM10 – indicatori statistici anno 2017**

Per il periodo considerato i livelli determinati presso la stazione di Beinasco sono intermedi tra quelli osservati presso la stazione urbana di traffico di Torino-Consolata e quella di fondo urbano di Torino-Lingotto. Il limite normativo annuale di 1 ng/m<sup>3</sup> previsto dal D.Lgs 155/2010 per il benzo(a)pirene è rispettato.

In Figura 14 sono state riportate le concentrazioni di benzo(a)pirene determinate nei singoli campioni mensili per le stazioni poste a confronto. Nel 2017, come nei tre anni precedenti, i mesi più ricchi di B(a)P rispetto al resto dell'anno sono stati gennaio e dicembre, molto probabilmente a causa delle condizioni meteorologiche di stabilità atmosferica; si tratta infatti di una situazione che accomuna siti con caratteristiche e localizzazioni molto differenti tra loro. Andamento analogo si osserva anche per gli altri IPA determinati nel PM10.

**Benzo(a)pirene - Anno 2017**



**Figura 14 - Concentrazione di Benzo(a)Pirene nel PM10, andamento mensile anno 2017.**

## **Mercurio elementare gassoso e sul particolato**

Il D.Lgs 155/2010 e s.m.i. di recepimento della Direttiva 2008/50/CE non prevede valori di riferimento per le concentrazioni di mercurio in aria ambiente, né (Allegato V) un numero minimo di stazioni di misurazione nelle zone e agglomerati definiti dalle pianificazioni regionali, ma unicamente una serie di stazioni speciali a livello nazionale (art. 6, comma 1.c ) da individuare con Decreto Ministeriale.

I Decreti Ministeriali 29 novembre 2012 e 5 maggio 2015 hanno individuato come stazioni nazionali speciali sul tema:

- quella dell'Istituto per l'Inquinamento Atmosferico del CNR nel Comune di Montelibretti, in provincia di Roma, in relazione alle concentrazioni del mercurio gassoso totale, alla deposizione totale del mercurio e alla misura e del mercurio bivalente particolato e gassoso;
- le stazioni di Schivenoglia in Provincia di Mantova e quella di Monte Sant'Angelo in Provincia di Foggia, in relazione alle concentrazioni del mercurio gassoso totale e alla deposizione totale del mercurio.

I relativi dati non sono ancora disponibili nella banca dati nazionale gestita dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, per cui per l'esame dei valori rilevati nella stazione di Beinasco-Aldo Mei si farà riferimento:

1. a dati reperibili in letteratura e in particolare a quanto riportato nei documenti:
  - *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pubblicato nel 2002 da un gruppo di lavoro europeo come supporto scientifico all'emanazione delle Direttive in tema di qualità dell'aria da parte della Commissione Europea ;
  - *WHO Air Quality Guidelines for Europe* , 2<sup>nd</sup> edition, pubblicato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nell'anno 2000;
  - L'ultima edizione disponibile dell'*AMA/UNEP Technical Background Report for the Global Mercury Assessment*, pubblicato nel 2013 dall'Arctic Monitoring and Assessment Programme e dallo United Nations Environment Programme.
2. ai dati forniti dal Centro Regionale Aria di ARPA Puglia, riferiti alla stazione Torchiarolo Don Minzoni ubicata nel Comune di Torchiarolo, in Provincia di Brindisi, la quale si trova sottovento a un impianto industriale (centrale termoelettrica a carbone) e i cui dati risultano quindi di particolare interesse nella presente relazione.
3. ai dati forniti dal Centro Regionale Aria di ARPA Puglia, riferiti alla stazione Monte Sant'Angelo in Provincia di Foggia, stazione di fondo rurale individuata come stazione nazionale speciale, le cui misure sono state avviate il 10/10/2016.

Occorre innanzitutto considerare che in generale il mercurio si ritrova nell'ambiente in molteplici forme, di cui due sono quelle più rilevanti dal punto di vista tossicologico: il mercurio elementare e il metilmercurio<sup>4</sup>. Quest'ultimo è in assoluto la forma maggiormente tossica e biodisponibile per gli organismi viventi<sup>5</sup>. In aria ambiente il mercurio si ritrova principalmente (dal 90 al 99%) come mercurio elementare allo stato gassoso e, in percentuale molto minore, come mercurio sul particolato e come mercurio gassoso bivalente (ad esempio come cloruro mercurico)<sup>6</sup>. Più precisante il mercurio elementare si ritrova in aria ambiente a concentrazioni dell'ordine dei ng/m<sup>3</sup>,

<sup>4</sup> *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 167

<sup>5</sup> *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 16

<sup>6</sup> *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 4

mentre il mercurio sul particolato, le specie bivalenti gassose e i composti del tipo del metilmercurio hanno valori dell'ordine dei  $\text{pg}/\text{m}^3$  <sup>7 8</sup>. Ciò è legato al fatto che, mentre i tempi di permanenza in atmosfera del mercurio elementare sono dell'ordine di anni, quelli del mercurio gassoso bivalente (in particolare il cloruro mercurico) e del mercurio presente sul particolato sono dell'ordine di giorni o al massimo di settimane; i composti del tipo del metilmercurio, infine, hanno tempi di vita in atmosfera di poche ore <sup>9</sup>.

Di conseguenza, dal punto di vista degli impatti, il mercurio elementare è di fatto un contaminante a livello globale perché può essere trasportato anche a distanza molto grande dal punto di emissione prima di ricadere al suolo, mentre le altre forme del mercurio aerodisperso rivestono una maggiore importanza come contaminanti del suolo a livello locale e possono quindi essere monitorate nel loro insieme tramite la determinazione del mercurio nelle deposizioni atmosferiche in prossimità delle fonti di emissione.

Per quanto riguarda le concentrazioni tipiche di mercurio in aria ambiente l'Organizzazione Mondiale della Sanità riporta che i valori tipici in aree remote e in aree urbane sono dell'ordine, rispettivamente, di  $2\text{-}4 \text{ ng}/\text{m}^3$  e  $10 \text{ ng}/\text{m}^3$ . Il documento *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper* indica che concentrazioni tipiche sono dell'ordine di  $1.2\text{-}3.7 \text{ ng}/\text{m}^3$ , con punte nei siti più impattati dell'ordine di  $20\text{-}30 \text{ ng}/\text{m}^3$ ; questi valori sono confermati anche dai dati più recenti messi a disposizione dall'Agenzia Europea dell'Ambiente<sup>10</sup>.

Il documento *AMAP/UNEP Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2013* riporta tra l'altro i dati della stazione del sito EMEP di Waldhof, ubicata in un sito rurale e quindi rappresentativa dei valori di fondo più bassi rilevabili in Europa. La stazione di Waldhof, gestita dall'Agenzia Federale per l'Ambiente della Germania, è uno dei quattro siti europei del GMOS (Global Mercury Observation System), un progetto iniziato nel 2010 con l'obiettivo di sviluppare un sistema coordinato di osservazione del mercurio su scala planetaria.

Per le diverse forme di mercurio aerodisperso le concentrazioni medie annuali rilevate a Waldhof tra il 2009 e il 2011 si situano nei seguenti intervalli:

- tra  $1,61$  e  $1,66 \text{ ng}/\text{m}^3$  per il mercurio elementare gassoso;
- tra  $6,42$  e  $7,20 \text{ pg}/\text{m}^3$  per il mercurio presente sul  $\text{PM}_{2.5}$ ;
- tra  $0,73$  e  $1,72 \text{ pg}/\text{m}^3$  per il mercurio ossidato in fase gassosa

La stazione di Torchiarolo (BR) ha rilevato nel 2016 un valore di media annuale pari a  $2.0 \text{ ng}/\text{m}^3$ , con un massimo orario di  $10.5 \text{ ng}/\text{m}^3$ . La stazione di Monte Sant'Angelo (FG) ha registrato una media di  $1.8 \text{ ng}/\text{m}^3$ , con un massimo di  $5.7 \text{ ng}/\text{m}^3$ , nel periodo 10/10/16-31/12/16.

Per quanto riguarda i limiti per la protezione della salute umana, in assenza di indicazioni normative sono stati utilizzati i seguenti riferimenti:

- il valore di linea guida in aria ambiente stabilito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, che è pari a  $1000 \text{ ng}/\text{m}^3$  come media annuale per il mercurio inorganico <sup>11</sup>;

<sup>7</sup> Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper, pag. 114

<sup>8</sup> AMAP/UNEP Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2013, tabella 3.3 pag. 47

<sup>9</sup> Schroeder-Munthe, Atmospheric mercury- an overview *Atm. Env.* 332 (1998) 809-822; Lin, Pehkonen, The chemistry of atmospheric mercury: a review, *Atm. Env.* 33 (1999) 2067-2079

<sup>10</sup> Si veda il rapporto EEA *Air quality in Europe – 2015 report*, pag. 38

<sup>11</sup> WHO Air Quality Guidelines for Europe, 2nd edition, pag. 157-160. Per mercurio inorganico si intende la somma di mercurio allo stato di vapore e dei composti di mercurio divalente. Nella definizione della linea guida non viene considerato il metilmercurio in quanto l'OMS sottolinea che l'esposizione a questo composto per inalazione è alcuni ordini di grandezza inferiore a quella legata alla contaminazione della catena alimentare attraverso gli ecosistemi acquatici. A questo proposito il Position Paper citato specifica (pag. 4 e pag.29) che la contaminazione da mercurio degli ecosistemi acquatici è originata – oltre che dallo scarico

- l'RfC (Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure) definito da U.S. – EPA (Environmental Protection Agency), pari a 300 ng/m<sup>3</sup> per il mercurio elementare<sup>12</sup>;
- l'MRL (Minimal Risk Level) per esposizione cronica definito dall'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), pari a 200 ng/m<sup>3</sup> per il mercurio elementare<sup>13</sup>

Nella stazione di Beinasco-Aldo Mei il mercurio elementare gassoso viene analizzato con un analizzatore in continuo che fornisce concentrazioni medie orarie; i dati statistici relativi all'anno 2017 sono riassunti nella Tabella 11 mentre la Tabella 12 riporta nel dettaglio le concentrazioni medie mensili .

<b>Mercurio elementare gassoso (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>
<i>Minima media giornaliera</i>	2
<i>Massima media giornaliera</i>	5
<i>Media delle medie giornaliere</i>	3
<i>Giorni validi</i>	356
<i>Percentuale giorni validi</i>	98%
<i>Media dei valori orari</i>	3
<i>Massima media oraria</i>	11
<i>Ore valide</i>	8570
<i>Percentuale ore valide</i>	98%

**Tabella 11 Mercurio elementare gassoso- indicatori statistici anno 2017**

Come ricordato in premessa, il Dipartimento scrivente ha provveduto, di propria iniziativa e a scopo di approfondimento tecnico-scientifico, a effettuare la determinazione del mercurio anche sul particolato PM10, con le modalità indicate dalle procedure dell'Agenzia per gli altri metalli. Tali procedure prevedono che al termine di ogni mese solare venga prelevata una porzione definita da ognuno dei singoli filtri campionati giornalmente nel corso del mese stesso; in questo modo si ottiene un campione medio composito su cui viene effettuata la determinazione, per cui la concentrazione dei metalli risulta disponibile come valore medio mensile. Le medie mensili del mercurio sul PM10 sono riportate in Tabella 13.

---

diretto di mercurio nei sistemi acquatici - dal lento processo di trasporto dai i suoli in cui il mercurio si accumula a causa delle emissioni antropogeniche in atmosfera e dei conseguenti fenomeni di trasporto, trasformazione e deposizione anche su lunga distanza. Nei sistemi acquatici una parte del mercurio si trasforma per azione di microorganismi in composti del tipo del metilmercurio che hanno facilità a bioaccumularsi nella catena alimentare causa la loro caratteristiche lipofile

<sup>12</sup> US-EPA IRIS (Integrated Risk Information System) Mercury, elemental (CASRN 7439-97-6). In generale, l'RfC è una stima dell'esposizione giornaliera per inalazione della popolazione (inclusi i gruppi sensibili) che è presumibile non dia origine a un rischio significativo per la salute nel corso della vita

<sup>13</sup> US- ATSDR Toxicological Profiles – Mercury. L' MRL è una stima dell'esposizione umana giornaliera a una sostanza pericolosa che è presumibile non produca un rischio misurabile di danno, con riferimento agli effetti non cancerogeni. L' MRL è calcolato in relazione all'esposizione su uno specifico periodo temporale (acuta, intermedia, cronica)

<b>Mercurio elementare gassoso (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>
Gennaio	3
Febbraio	3
Marzo	3
Aprile	3
Maggio	3
Giugno	3
Luglio	3
Agosto	3
Settembre	3
Ottobre	3
Novembre	3
Dicembre	3

**Tabella 12 Mercurio elementare gassoso – Concentrazioni medie mensili anno 2017**

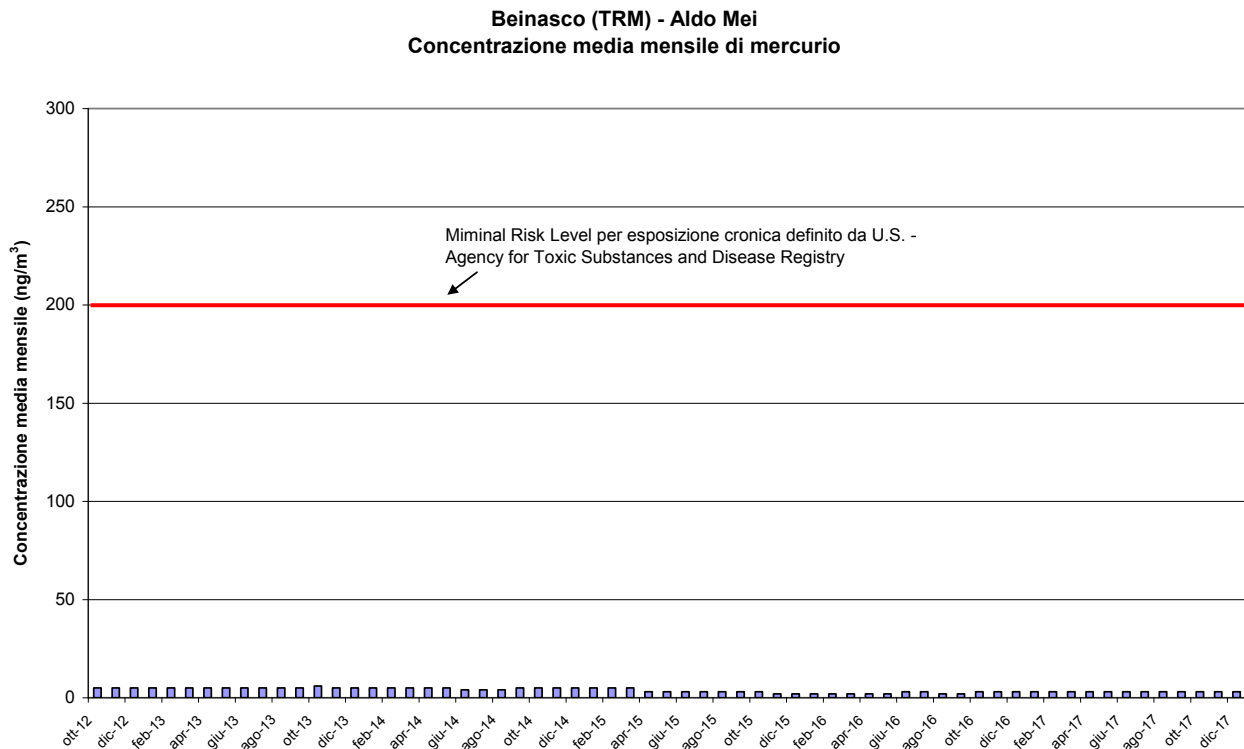
<b>Mercurio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>
Gennaio	< 0,14
Febbraio	< 0,16
Marzo	< 0,14
Aprile	< 0,15
Maggio	< 0,14
Giugno	< 0,15
Luglio	< 0,14
Agosto	< 0,14
Settembre	< 0,15
Ottobre	< 0,14
Novembre	< 0,15
Dicembre	< 0,14

**Tabella 13 Mercurio sul PM10 – Concentrazioni medie mensili anno 2017**

Analizzando nel dettaglio la serie temporale del mercurio elementare gassoso, si osserva che i valori misurati nel 2017 si sono costantemente assestati attorno ad alcuni  $\text{ng}/\text{m}^3$ , con picchi orari massimi dell'ordine di  $11 \text{ ng}/\text{m}^3$ .

Sotto il profilo della protezione della salute, anche considerando la somma delle due forme di mercurio aerodisperso (gassoso e presente sul  $\text{PM}_{10}$ ), sia le singole medie mensili che la media annuale risultano nel 2017 inferiori di duecento volte o più al valore di linea guida stabilito dall'O.M.S. e di cinquanta volte o più a quelli stabiliti da U.S. – EPA e ATSDR. Nella Figura 15 è riportato l'andamento temporale delle concentrazioni medie mensili di mercurio dall'attivazione della stazione sino a tutto il 2017. Come riferimento è indicato il valore più restrittivo tra i tre precedentemente citati disponibili nella letteratura scientifica (MRL per esposizione cronica definito dalla Agency for Toxic Substances and Disease Registry degli Stati Uniti)

I valori medi rilevati sono inoltre in linea con quanto riportato in letteratura per le aree urbane europee.



**Figura 15 Andamento delle concentrazioni mensili di mercurio nella stazione di Beinasco Aldo Mei dal 2012 al 2017**

### **Altri metalli sul particolato**

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 e s.m.i. di recepimento della Direttiva 2008/50/CE prevede per quanto riguarda i metalli sul  $\text{PM}_{10}$  :

- un valore limite per il piombo, espresso come media annuale e pari a  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;

- valori obiettivo, anch'essi espressi come media annuale, per arsenico ( $6 \text{ ng/m}^3$ ), cadmio ( $5 \text{ ng/m}^3$ ) e nichel ( $20 \text{ ng/m}^3$ ).

La determinazione dei quattro metalli normati presso la stazione Beinasco - Aldo Mei è espressamente prevista dalle prescrizioni emanate dalla Provincia di Torino in sede di valutazione di compatibilità ambientale dell'inceneritore di Torino.

Dalla Tabella 14 alla Tabella 17 sono riportati gli indicatori statistici dell'anno 2017 per arsenico, cadmio, nichel e piombo sul  $\text{PM}_{10}$  relativi alla stazione di Beinasco - Aldo Mei e ad una serie di altre stazioni fisse utilizzate a scopo di confronto.

<b>Arsenico sul <math>\text{PM}_{10}</math> (valori di conc. espressi in <math>\text{ng/m}^3</math>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino- Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino- Lingotto</b>	<b>Torino- Rebaudengo</b>
Media 2017	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Giorni validi:	363	358	347	345	329	353
Percentuale giorni validi:	99%	98%	95%	95%	90%	97%

**Tabella 14 - Arsenico sul  $\text{PM}_{10}$  – indicatori statistici anno 2017**

<b>Cadmio sul <math>\text{PM}_{10}</math> (valori di conc. espressi in <math>\text{ng/m}^3</math>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino- Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino- Lingotto</b>	<b>Torino- Rebaudengo</b>
Media 2017	0.20	0.08	0.14	0.24	0.13	0.26
Giorni validi:	363	358	347	345	329	353
Percentuale giorni validi:	99%	98%	95%	95%	90%	97%

**Tabella 15 - Cadmio sul  $\text{PM}_{10}$  – indicatori statistici anno 2017**

<b>Nichel sul <math>\text{PM}_{10}</math> (valori di conc. espressi in <math>\text{ng/m}^3</math>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino- Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino- Lingotto</b>	<b>Torino- Rebaudengo</b>
Media 2017	2.7	2.6	3.7	4.7	2.6	3
Giorni validi:	363	358	347	345	329	353
Percentuale giorni validi:	99%	98%	95%	95%	90%	97%

**Tabella 16 - Nichel sul  $\text{PM}_{10}$  – indicatori statistici anno 2017**

<b>Piombo sul PM10 (valori di conc. espressi in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino- Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino- Lingotto</b>	<b>Torino- Rebaudengo</b>
<i>Media 2017</i>	0.006	0.005	0.009	0.011	0.007	0.016
<i>Giorni validi:</i>	363	358	347	345	329	353
<i>Percentuale giorni validi:</i>	99%	98%	95%	95%	90%	97%

**Tabella 17 - Piombo sul PM10 – indicatori statistici anno 2017**

Si osserva in generale che i valori rilevati nella stazione di Beinasco-Aldo Mei sono confrontabili con quelli della stazione di fondo urbano di Torino-Lingotto e intermedi tra quelli di stazioni urbane da traffico (Torino-Consolata, Torino-Rebaudengo) e la stazione di fondo rurale di Druento, ubicata all'interno del Parco regionale La Mandria<sup>14</sup>.

Nel sito di Beinasco-Aldo Mei i valori di riferimento del D.Lgs 155/2010 e s.m.i. sono ampiamente rispettati, così come nelle altre stazioni della rete provinciale.

Come evidenziato in premessa il Dipartimento scrivente ha provveduto, a scopo di approfondimento tecnico-scientifico, ad effettuare sul PM10 anche la determinazione di una serie di metalli per i quali non vi sono limiti normativi: il mercurio è stato trattato nel paragrafo precedente, mentre nel seguito verranno esaminati i dati relativi a antimonio, cobalto, cromo, manganese, rame, selenio, titanio, vanadio e zinco.

Per questi metalli, in assenza di indicazioni normative e analogamente al mercurio, sono stati utilizzati i seguenti riferimenti:

- i valori di linea guida in aria ambiente stabiliti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità;
- gli RfC (Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure) definito da U.S. – EPA (Environmental Protection Agency);
- gli MRL (Minimal Risk Level) per esposizione cronica/subcronica definito dall'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry).

La stessa documentazione è stata utilizzata per identificare gli intervalli di concentrazione tipici in aria ambiente. Nella Tabella 18 è riportato un riassunto delle informazioni desunte dai documenti citati.

<sup>14</sup> L'arsenico in tutte le stazioni presenta concentrazione inferiori al limite di quantificazione (LCL) del metodo di misura strumentale; in base alle procedure del SGQ dell'Agenzia, tali concentrazioni vengono convenzionalmente assimilate a un valore calcolato a partire da LCL/2

Metallo	Linea guida O.M.S. (ng/m <sup>3</sup> )	U.S. EPA RfC (ng/m <sup>3</sup> )	ATSDR MRL (ng/m <sup>3</sup> )	Valori tipici in aria ambiente secondo O.M.S. (ng/m <sup>3</sup> )	Valori tipici in aria ambiente secondo ATSDR (**) (ng/m <sup>3</sup> )
Antimonio	-	-	-	-	-
Cobalto	-	-	100 (esposizione cronica)	1-2 in area urbana (*)	-
Cromo	(***)	100 come Cr(VI) sul particolato	300 come Cr(VI) sul particolato (esposizione sub-cronica) 100 come Cr(III) solubile sul particolato (esposizione sub-cronica)	5-200	< 20
Manganese	150 come media annuale	50	300 (esposizione cronica)	10-70(media annuale) in aree urbane e rurali; 200-500 (media annuale) nell'intorno di sorgenti industriali specifiche	40 in aree urbane; 10 in aree rurali
Rame	-	-	-	-	1-200
Selenio	-	-	-	-	< 10 come concentrazione di fondo
Titanio	-	-	-	-	-
Vanadio	1000 come media su 24 h	-	100 (esposizione cronica)	50-200 in area urbana	11 come media nazionale degli Stati Uniti
Zinco	-	-	-	-	20-160 in area urbana

(\*) Concise International Chemical Assessment COBALT AND INORGANIC COBALT COMPOUNDS , WHO 2006

(\*\*) Dati contenuti nei documenti ToxGuide e Public Health Statement di ATSDR

(\*\*\*) O.M.S. stima un rischio carcinogenico per il Cr(VI) pari a  $4 \times 10^{-2}$  per un'esposizione a 1000 ng/m<sup>3</sup> per l'intero arco della vita

**Tabella 18 - Metalli sul PM10 non normati – valori di riferimento**

Va considerato che i metalli non normati in questione vengono determinati da Arpa Piemonte a scopo di studio anche nelle stazioni fisse di Torino-Lingotto, Torino-Rebaudengo e Torino-Grassi, le quali verranno quindi utilizzate nel seguito come confronto. Nelle stazioni di Torino-Grassi e Torino-Rebaudengo le analisi sono state condotte fino ad agosto 2017, in quanto nuovi siti provinciali di misura sono stati successivamente individuati nelle stazioni di Torino-Rubino e Settimo Torinese, che verranno utilizzate come confronto dal prossimo anno.

Dalla Tabella 19 alla Tabella 27 sono riportati gli indicatori statistici dell'anno 2017 per i metalli citati sul PM10 relativi alla stazione di Beinasco–Aldo Mei e alle altre stazioni fisse del territorio provinciale su cui vengono determinati gli stessi analiti.

<b>Antimonio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>TO-Grassi</b>	<b>TO- Lingotto</b>	<b>TO- Rebaudengo</b>
<i>Media del periodo</i>	1.8	3.5	1.5	4.7
<i>Giorni validi</i>	329	234	223	353
<i>Percentuale giorni validi</i>	99%	64%	61%	97%

**Tabella 19 - Antimonio sul PM10 – indicatori statistici anno 2017**

<b>Cobalto sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>TO-Grassi</b>	<b>TO- Lingotto</b>	<b>TO- Rebaudengo</b>
<i>Media del periodo</i>	0.4	0.4	0.4	0.4
<i>Giorni validi</i>	329	234	223	232
<i>Percentuale giorni validi</i>	99%	64%	61%	64%

**Tabella 20 - Cobalto sul PM10 – indicatori statistici anno 2017**

<b>Cromo sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>TO-Grassi</b>	<b>TO- Lingotto</b>	<b>TO- Rebaudengo</b>
<i>Media del periodo</i>	4.5	8.7	3.4	8.1
<i>Giorni validi</i>	329	234	223	353
<i>Percentuale giorni validi</i>	99%	64%	61%	97%

**Tabella 21 - Cromo sul PM10 – indicatori statistici anno 2017**

<b>Manganese sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>TO-Grassi</b>	<b>TO- Lingotto</b>	<b>TO- Rebaudengo</b>
<i>Media del periodo</i>	14	18	9.7	14
<i>Giorni validi</i>	329	234	223	353
<i>Percentuale giorni validi</i>	99%	64%	61%	97%

**Tabella 22 - Manganese sul PM10 – indicatori statistici anno 2017**

<b>Rame sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>TO-Grassi</b>	<b>TO- Lingotto</b>	<b>TO- Rebaudengo</b>
<i>Media del periodo</i>	36	58	33	60
<i>Giorni validi</i>	329	234	223	353
<i>Percentuale giorni validi</i>	99%	64%	61%	97%

**Tabella 23 - Rame sul PM10 – indicatori statistici anno 2017**

<b>Selenio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>TO-Grassi</b>	<b>TO- Lingotto</b>	<b>TO- Rebaudengo</b>
<i>Media del periodo</i>	0.7	0.7	0.7	0.7
<i>Giorni validi</i>	329	234	223	232
<i>Percentuale giorni validi</i>	99%	64%	61%	64%

**Tabella 24 - Selenio sul PM10 – indicatori statistici anno 2017**

<b>Titanio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>TO-Grassi</b>	<b>TO- Lingotto</b>	<b>TO- Rebaudengo</b>
<i>Media del periodo</i>	7.8	18	9.0	6.8
<i>Giorni validi</i>	329	234	223	353
<i>Percentuale giorni validi</i>	99%	64%	61%	97%

**Tabella 25 - Titanio sul PM10 – indicatori statistici anno 2017**

<b>Vanadio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>TO-Grassi</b>	<b>TO- Lingotto</b>	<b>TO- Rebaudengo</b>
<i>Media del periodo</i>	1.0	1.3	1.0	0.9
<i>Giorni validi</i>	329	234	223	353
<i>Percentuale giorni validi</i>	99%	64%	61%	97%

**Tabella 26 - Vanadio sul PM10 – indicatori statistici anno 2017**

<b>Zinco sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>TO-Grassi</b>	<b>TO- Lingotto</b>	<b>TO- Rebaudengo</b>
<i>Media del periodo</i>	44	51	32	56
<i>Giorni validi</i>	329	234	223	353
<i>Percentuale giorni validi</i>	99%	64%	61%	97%

**Tabella 27 - Zinco sul PM10 – indicatori statistici anno 2017**

Per i metalli non normati, non essendo disponibile una stazione di confronto di fondo rurale, i dati rilevati presso la stazione di Beinasco-Aldo Mei risultano tra i più bassi dell'area urbana e sono in generale confrontabili con quelli della stazione di fondo urbano di Torino-Lingotto.

Nel caso di cobalto, cromo e vanadio le concentrazioni rilevate risultano inferiori di circa due ordini di grandezza ai valori di riferimento in aria ambiente definiti da organismi internazionali (Tabella 18); in tutti casi, inoltre, le concentrazioni rilevate sono confrontabili o inferiori ai valori indicati dai medesimi organismi come tipici delle aree urbane.

### ***Policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili***

Con il termine generico di "diossine" si indica un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati, divisi in due famiglie: PCDD e PCDF. Le diossine non vengono prodotte intenzionalmente, ma sono sottoprodotti indesiderati di una serie di processi chimici e/o di combustione.

Si tratta di composti particolarmente stabili e persistenti nell'ambiente, tossici per l'uomo, gli animali e l'ambiente stesso; le diossine e i furani costituiscono infatti due delle dodici classi di inquinanti organici persistenti riconosciute a livello internazionale dall'UNEP (United Nations Environment Programme).

Esistono in totale 75 congeneri di diossine e 135 di furani, che si differenziano per il numero e la posizione degli atomi di cloro sugli anelli benzenici; di questi solo 17 (7 PCDD e 10 PCDF) destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico.

Le diossine sono sostanze semivolatili, termostabili, scarsamente polari, insolubili in acqua, altamente liposolubili, resistenti alla degradazione chimica e biologica. A causa della loro presenza ubiquitaria nell'ambiente, persistenza e liposolubilità, le diossine tendono, nel tempo, ad accumularsi nei tessuti e organi dell'uomo e degli animali. Inoltre, salendo nella catena trofica, la concentrazione di tali sostanze può aumentare (biomagnificazione), giungendo a esporre a rischio maggiore il vertice della catena.

L'uomo può venire in contatto con le diossine attraverso tre principali fonti di esposizione: accidentale, occupazionale e ambientale.

La prima è relativa a contaminazioni dovute a incidenti, la seconda riguarda gruppi ristretti di popolazione, professionalmente esposti.

L'esposizione ambientale, infine, può interessare ampie fasce di popolazione e avviene, per lo più, attraverso l'assunzione di cibo contaminato, anche se vi possono essere altre vie di esposizione

quali l'inalazione di polvere o il contatto dermico. Recenti studi hanno stimato che circa il 95% dell'esposizione alle diossine avviene attraverso cibi contaminati e, in particolare, grassi animali.

I policlorobifenili (PCB) sono una serie di 209 composti aromatici costituiti da molecole di bifenile variamente clorate. Si tratta di molecole sintetizzate all'inizio del secolo scorso e prodotte commercialmente fin dal 1930, sebbene attualmente in buona parte banditi a causa della loro tossicità e della loro tendenza a bioaccumularsi. A differenza delle diossine, quindi, i PCB sono sostanze chimiche largamente prodotte tramite processi industriali per le loro proprietà chimico-fisiche.

I PCB sono composti chimici molto stabili, resistenti ad acidi e alcali e alla fotodegradazione, non sono ossidabili, non attaccano i metalli, sono poco solubili in acqua, ma lo sono nei grassi e nei solventi organici. Non sono infiammabili, evaporano a temperature comprese fra 170-380 °C e si decompongono solo oltre i 1000°C. Sono poco volatili, si possono distribuire su superfici formando sottili pellicole, hanno bassa costante dielettrica, densità maggiore dell'acqua, elevata lipoaffinità e sono scarsamente biodegradabili.

Solo 12 dei 209 congeneri di PCB presentano caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche paragonabili alle diossine e ai furani: questi vengono definiti PCB dioxin-like (PCB DL).

### Campionamento

Il campionamento dell'aria è una tecnica che permette di valutare la quantità di microinquinanti in sospensione.

Il prelievo viene condotto in conformità al metodo EPA TO9A "Determination Of Polychlorinated, Polybrominated And Brominated/Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins And Dibenzofurans In Ambient Air" (codice ARPA U.RP.T118 "Campionamento di aria ambiente per la determinazione di PCDD/DF e PCB - EPA TO9A Determinazione di PCDD/DF in aria ambiente").

I dettagli relativi al campionamento sono riportati nelle relazioni prodotte negli anni precedenti.

### Determinazione analitica e espressione dei risultati

La ricerca di PCDD/DF e PCB viene eseguita rispettivamente secondo i metodi EPA 1613B:1994 e EPA 1668C:2010, prove accreditate dall'Ente ACCREDIA, in conformità con quanto prescritto dalla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Generalmente PCDD/PCDF e PCB non vengono rilevati nelle diverse matrici come singoli composti, ma come miscele complesse dei diversi congeneri aventi differente tossicità. Per esprimere la tossicità dei singoli congeneri è stato introdotto il concetto di fattore di tossicità equivalente, TEF.

I fattori di tossicità equivalente si basano sulla considerazione che PCDD, PCDF e PCB dioxin-like sono composti strutturalmente simili che presentano nell'organismo il medesimo meccanismo di azione (attivazione del recettore Ah) e producono effetti tossici simili: il legame tra le diossine e il recettore Ah è il passo chiave per il successivo innescarsi degli effetti tossici.

I TEF vengono calcolati confrontando l'affinità di legame dei vari composti organoclorurati con il recettore Ah, rispetto a quella della 2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8- tetraclorodibenzodiossina), la più tossica, considerando l'affinità di questa molecola come il valore unitario di riferimento.

Per esprimere la concentrazione complessiva di PCDD/PCDF e PCB nelle diverse matrici si è introdotto il concetto di tossicità equivalente (TEQ), che si ottiene sommando i prodotti tra i valori

TEF dei singoli congeneri e le rispettive concentrazioni, espresse con l'unità di misura della matrice in cui vengono ricercate.

In Tabella 28 si riportano due gruppi di TEF: gli I-TEF (International TEF) attualmente utilizzati per l'espressione della concentrazione totale di PCDD/PCDF in campioni ambientali, e i WHO-TEF definiti per PCDD/PCDF e PCB dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS = WHO), attualmente utilizzati per i campioni alimentari e, nel caso dei PCB, per i campioni ambientali.

	I-TEF (NATO/CCMS, 1988) <sup>15</sup>	WHO-TEF <sup>16</sup> (WHO, 2005)
<b>PCDD/PCDF</b>		
2,3,7,8 TETRA-CDD	1	1
1,2,3,7,8 PENTA-CDD	0,5	1
1,2,3,4,7,8 ESA-CDD	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8 ESA-CDD	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9 ESA-CDD	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDD	0,01	0,01
OCTA-CDD	0,001	0,0003
2,3,7,8 TETRA-CDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8 PENTA-CDF	0,05	0,03
2,3,4,7,8 PENTA-CDF	0,5	0,3
1,2,3,4,7,8 ESA-CDF	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8 ESA-CDF	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8 ESA-CDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9 ESA-CDF	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDF	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9 EPTA-CDF	0,01	0,01
OCTA-CDF	0,001	0,0003
<b>PCB</b>		
3,3',4,4' TETRA-CB (IUPAC 77)		0,0001
3,4,4',5 TETRA-CB (IUPAC 81)		0,0003
3,3',4,4',5 PENTA-CB (IUPAC 126)		0,1
3,3',4,4',5,5' ESA-CB (IUPAC 169)		0,03
2,3,3',4,4' PENTA-CB (IUPAC 105)		0,00003
2,3,4,4',5 PENTA-CB (IUPAC 114)		0,00003
2,3',4,4',5 PENTA-CB (IUPAC 118)		0,00003
2',3,4,4',5 PENTA-CB (IUPAC 123)		0,00003
2,3,3',4,4',5 ESA-CB (IUPAC 156)		0,00003
2,3,3',4,4',5' ESA-CB (IUPAC 157)		0,00003

<sup>15</sup> NATO/CCMS: North Atlantic Treaty Organization/Committee on the Challenges of Modern Society.

International Toxicity Equivalency Factor (I-TEF) method of risk assessment for complex mixtures of dioxin and related compounds, 186, 1988

<sup>16</sup> WHO: World Health Organization

The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds. Van den Berg, M. et al., ToxSci Advance Access published July 7, 2006.

	I-TEF (NATO/CCMS, 1988) <sup>15</sup>	WHO-TEF <sup>16</sup> (WHO, 2005)
2,3',4,4',5,5' ESA-CB (IUPAC 167)		0,00003
2,3,3',4,4',5,5' EPTA-CB (IUPAC 189)		0,00003

**Tabella 28 - Fattori di Tossicità Equivalente**

Nell'espressione della sommatoria dei congeneri di PCDD/PCDF e PCB dioxin-like viene applicato il criterio del "middle bound", secondo cui, nel caso di congeneri non rilevabili, si suppone che gli stessi contribuiscano alla sommatoria per la metà dei rispettivi limiti di rilevabilità.

I PCB totali si ottengono dalla sommatoria dei gruppi omologhi a diverso grado di clorurazione da triclorobifenili a octaclorobifenili.

L'unità di misura con cui vengono espressi gli esiti di PCDD/DF in qualità dell'aria è: fg I-TEQ/m<sup>3</sup>.

L'unità di misura con cui vengono espressi gli esiti per le diverse sommatorie di PCB in qualità dell'aria è: pg/m<sup>3</sup>, mentre per i PCB dioxin like è: pg WHO-TEQ/m<sup>3</sup>.

L'unità di misura con cui viene espressa la sommatoria di PCDD/DF + PCB dioxin-like in qualità dell'aria è fg WHO-TEQ/m<sup>3</sup>.

Linee guida per i valori di microinquinanti. Qualità dell'aria.

Per tutti questi inquinanti non sono al momento stati stabiliti né a livello europeo, né a livello nazionale o regionale valori limite o soglie di riferimento in qualità dell'aria.

L'unico riferimento reperito in letteratura, esclusivamente per PCDD e PCDF, sono le linee guida della Germania (LAI-Laenderausschuss fuer Immissioschutz - Comitato degli Stati per la protezione ambientale) pari a:

Linea guida per aria ambiente: 150 fg I-TEQ/m<sup>3</sup>.

Si ritiene opportuno evidenziare che le suddette linee guida individuano anche dei valori obiettivo di lungo periodo per il controllo dell'inquinamento atmosferico, con particolare attenzione alla valutazione degli inquinanti atmosferici cancerogeni in aria ambiente, e stabiliscono per la somma PCDD/DF + PCB dioxin like, espressa con i fattori di tossicità WHO 2005, il valore di 150 fg WHO-TEQ/m<sup>3</sup>.

Non sono reperibili valori guida o di riferimento per i PCB totali.

Concentrazioni di PCDD, PCDF e PCB rilevate in qualità dell'aria.

In

<b>GENNAIO '16</b>	39,2	0,00344	103,0	38,4
<b>FEBBRAIO '16</b>	25,5	0,00245	85,1	25,6
<b>MARZO '16</b>	12,1	0,00176	62	11,3
<b>APRILE '16</b>	6,23	0,00134	54,6	6,6
<b>MAGGIO '16</b>	3,58	0,00151	82,9	4,6
<b>GIUGNO '16</b>	2,96	0,00645	105	9,1
<b>LUGLIO '16</b>	4,15	0,00387	149	7,4
<b>AGOSTO '16</b>	1,13	0,00457	105	5,8
<b>SETTEMBRE '16</b>	6,06	0,00290	133	9,7
<b>OTTOBRE '16</b>	15,7	0,00553	126	18,5

<b>NOVEMBRE '16</b>	20,9	0,00213	159	19,2
<b>DICEMBRE '16</b>	48,1	0,00235	218	53,6
<b>GENNAIO '17</b>	<b>49,2</b>	<b>0,00338</b>	<b>79</b>	<b>42,1</b>
<b>FEBBRAIO '17</b>	<b>23,5</b>	<b>0,00267</b>	<b>105</b>	<b>21,6</b>
<b>MARZO '17</b>	<b>19,8</b>	<b>0,00250</b>	<b>96,4</b>	<b>20,3</b>
<b>APRILE '17</b>	<b>5,34</b>	<b>0,00168</b>	<b>75,4</b>	<b>5,9</b>
<b>MAGGIO '17</b>	<b>4,67</b>	<b>0,00237</b>	<b>87,7</b>	<b>6,3</b>
<b>GIUGNO '17</b>	<b>3,65</b>	<b>0,00341</b>	<b>127</b>	<b>6,7</b>
<b>LUGLIO '17</b>	<b>2,50</b>	<b>0,00386</b>	<b>141</b>	<b>6,2</b>
<b>AGOSTO '17</b>	<b>2,35</b>	<b>0,00375</b>	<b>137</b>	<b>6,2</b>
<b>SETTEMBRE '17</b>	<b>4,86</b>	<b>0,00173</b>	<b>95,6</b>	<b>5,9</b>
<b>OTTOBRE '17</b>	<b>14,5</b>	<b>0,00263</b>	<b>169</b>	<b>15,8</b>
<b>NOVEMBRE '17</b>	<b>24,5</b>	<b>0,00229</b>	<b>127</b>	<b>24,6</b>
<b>DICEMBRE '17</b>	<b>41,5</b>	<b>0,00271</b>	<b>86,6</b>	<b>39,4</b>

Tabella 29 e nei grafici che seguono sono riportati gli esiti delle determinazioni analitiche relative a PCDD/DF e PCB realizzate sui campioni di qualità dell'aria prelevati sia nel corso dell'ultimo anno (2017) che dall'inizio del monitoraggio (ottobre 2012), ai fini di disporre di una visione complessiva dell'andamento.

	PCDD/DF	PCB Dioxin Like	PCB Totale Famiglie	PCDD/DF+PCB DL
Unità di misura	fg I-TEQ m <sup>-3</sup>	pg WHO-TEQ m <sup>-3</sup>	pg m <sup>-3</sup>	fg WHO-TEQ m <sup>-3</sup>
<b>OTTOBRE '12</b>	20,4	0,00418	273	23,4
<b>NOVEMBRE '12</b>	52,2	0,00470	207	53,2
<b>DICEMBRE '12</b>	226	0,0294	847	213
<b>GENNAIO '13</b>	64,6	0,00526	236	67,9
<b>FEBBRAIO '13</b>	86,6	0,00351	198	72,0
<b>MARZO '13</b>	81,8	0,00322	186	70,2
<b>APRILE '13</b>	18,6	0,00377	144	27,2
<b>MAGGIO '13</b>	5,4	0,00243	143	8,52
<b>GIUGNO '13</b>	18,0	0,00289	135	19,1
<b>LUGLIO '13</b>	3,8	0,00234	155	5,36
<b>AGOSTO '13</b>	-	-	-	-
<b>SETTEMBRE '13</b>	8,3	0,00186	161	9,09
<b>OTTOBRE '13</b>	16,4	0,00350	218	18,1
<b>NOVEMBRE '13</b>	35,7	0,00494	171	37,2
<b>DICEMBRE '13</b>	62,3	0,00833	324	64,1
<b>GENNAIO '14</b>	55,3	0,00453	185	53,8
<b>FEBBRAIO '14</b>	30,5	0,00272	149	29,8
<b>MARZO '14</b>	0,624	0,00671	136	7,18
<b>APRILE '14</b>	5,70	0,00223	147	6,79
<b>MAGGIO '14</b>	12,6	0,00151	159	11,5
<b>GIUGNO '14</b>	3,40	0,00323	150	5,90
<b>LUGLIO '14</b>	3,27	0,00408	194	6,91
<b>AGOSTO '14</b>	18,9	0,00103	277	20,5
<b>SETTEMBRE '14</b>	6,60	0,00370	206	9,23

	PCDD/DF	PCB Dioxin Like	PCB Totale Famiglie	PCDD/DF+PCB DL
Unità di misura	fg I-TEQ m <sup>-3</sup>	pg WHO-TEQ m <sup>-3</sup>	pg m <sup>-3</sup>	fg WHO-TEQ m <sup>-3</sup>
<b>OTTOBRE '14</b>	13,0	0,00332	225	14,8
<b>NOVEMBRE '14</b>	41,0	0,00637	272	41,1
<b>DICEMBRE '14</b>	91,3	0,00751	173	91,4
<b>GENNAIO '15</b>	49,9	0,00431	144	51,0
<b>FEBBRAIO '15</b>	38,2	0,00320	117	36,7
<b>MARZO '15</b>	16,2	0,00219	90,5	16,7
<b>APRILE '15</b>	11,7	0,00235	95,9	12,3
<b>MAGGIO '15</b>	4,58	0,00252	156,7	6,4
<b>GIUGNO '15</b>	12,2	0,00622	200,0	19,2
<b>LUGLIO '15</b>	4,07	0,00956	262,7	13,0
<b>AGOSTO '15</b>	3,19	0,00401	132,7	6,9
<b>SETTEMBRE '15</b>	4,04	0,00303	90,9	6,4
<b>OTTOBRE '15</b>	13,6	0,00291	125	15,1
<b>NOVEMBRE '15</b>	45,0	0,00346	125	43,2
<b>DICEMBRE '15</b>	80,6	0,00636	177	78,3
<b>GENNAIO '16</b>	39,2	0,00344	103,0	38,4
<b>FEBBRAIO '16</b>	25,5	0,00245	85,1	25,6
<b>MARZO '16</b>	12,1	0,00176	62	11,3
<b>APRILE '16</b>	6,23	0,00134	54,6	6,6
<b>MAGGIO '16</b>	3,58	0,00151	82,9	4,6
<b>GIUGNO '16</b>	2,96	0,00645	105	9,1
<b>LUGLIO '16</b>	4,15	0,00387	149	7,4
<b>AGOSTO '16</b>	1,13	0,00457	105	5,8
<b>SETTEMBRE '16</b>	6,06	0,00290	133	9,7
<b>OTTOBRE '16</b>	15,7	0,00553	126	18,5
<b>NOVEMBRE '16</b>	20,9	0,00213	159	19,2
<b>DICEMBRE '16</b>	48,1	0,00235	218	53,6
<b>GENNAIO '17</b>	<b>49,2</b>	<b>0,00338</b>	<b>79</b>	<b>42,1</b>
<b>FEBBRAIO '17</b>	<b>23,5</b>	<b>0,00267</b>	<b>105</b>	<b>21,6</b>
<b>MARZO '17</b>	<b>19,8</b>	<b>0,00250</b>	<b>96,4</b>	<b>20,3</b>
<b>APRILE '17</b>	<b>5,34</b>	<b>0,00168</b>	<b>75,4</b>	<b>5,9</b>
<b>MAGGIO '17</b>	<b>4,67</b>	<b>0,00237</b>	<b>87,7</b>	<b>6,3</b>
<b>GIUGNO '17</b>	<b>3,65</b>	<b>0,00341</b>	<b>127</b>	<b>6,7</b>
<b>LUGLIO '17</b>	<b>2,50</b>	<b>0,00386</b>	<b>141</b>	<b>6,2</b>
<b>AGOSTO '17</b>	<b>2,35</b>	<b>0,00375</b>	<b>137</b>	<b>6,2</b>
<b>SETTEMBRE '17</b>	<b>4,86</b>	<b>0,00173</b>	<b>95,6</b>	<b>5,9</b>
<b>OTTOBRE '17</b>	<b>14,5</b>	<b>0,00263</b>	<b>169</b>	<b>15,8</b>
<b>NOVEMBRE '17</b>	<b>24,5</b>	<b>0,00229</b>	<b>127</b>	<b>24,6</b>
<b>DICEMBRE '17</b>	<b>41,5</b>	<b>0,00271</b>	<b>86,6</b>	<b>39,4</b>

Tabella 29 - Concentrazioni di PCDD, PCDF e PCB in aria ambiente

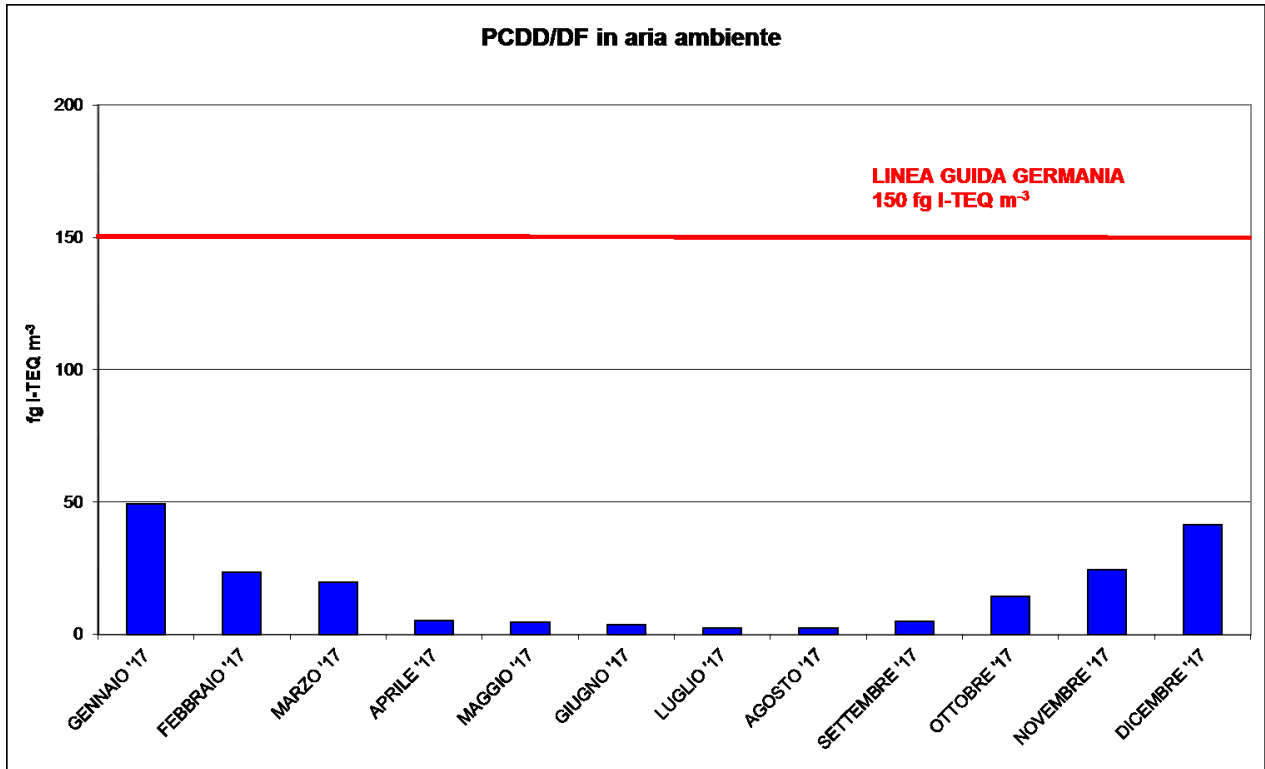


Figura 16 - Concentrazioni di PCDD e PCDF in aria ambiente anno 2017

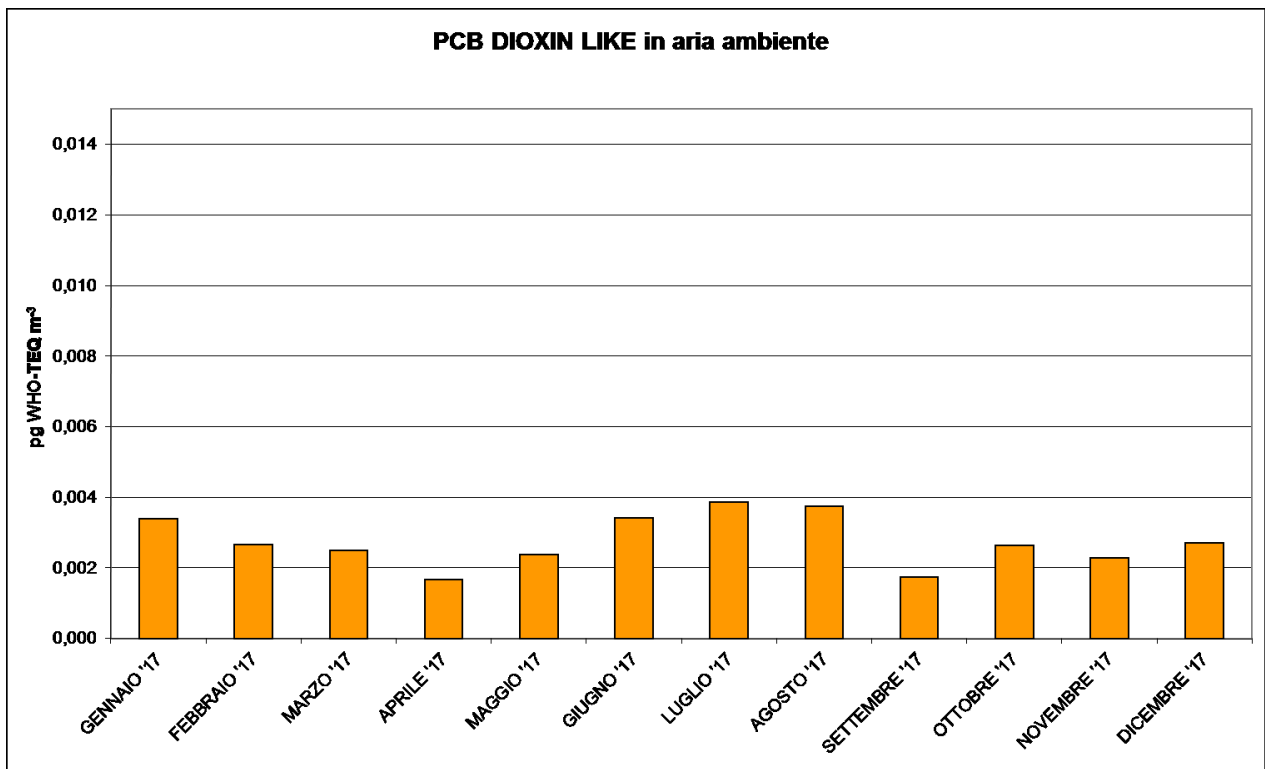


Figura 17 - Concentrazioni di PCB dioxin like in aria ambiente anno 2017

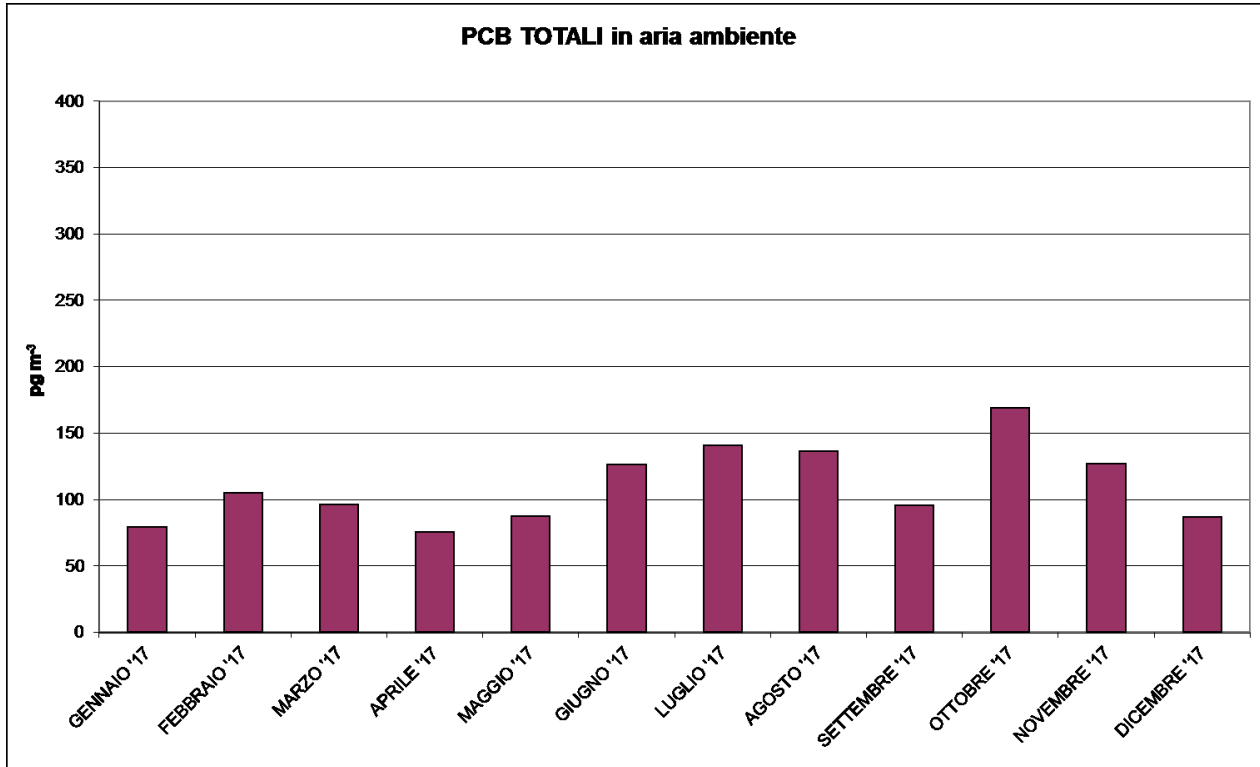


Figura 18 - Concentrazioni di PCB Totali in aria ambiente anno 2017

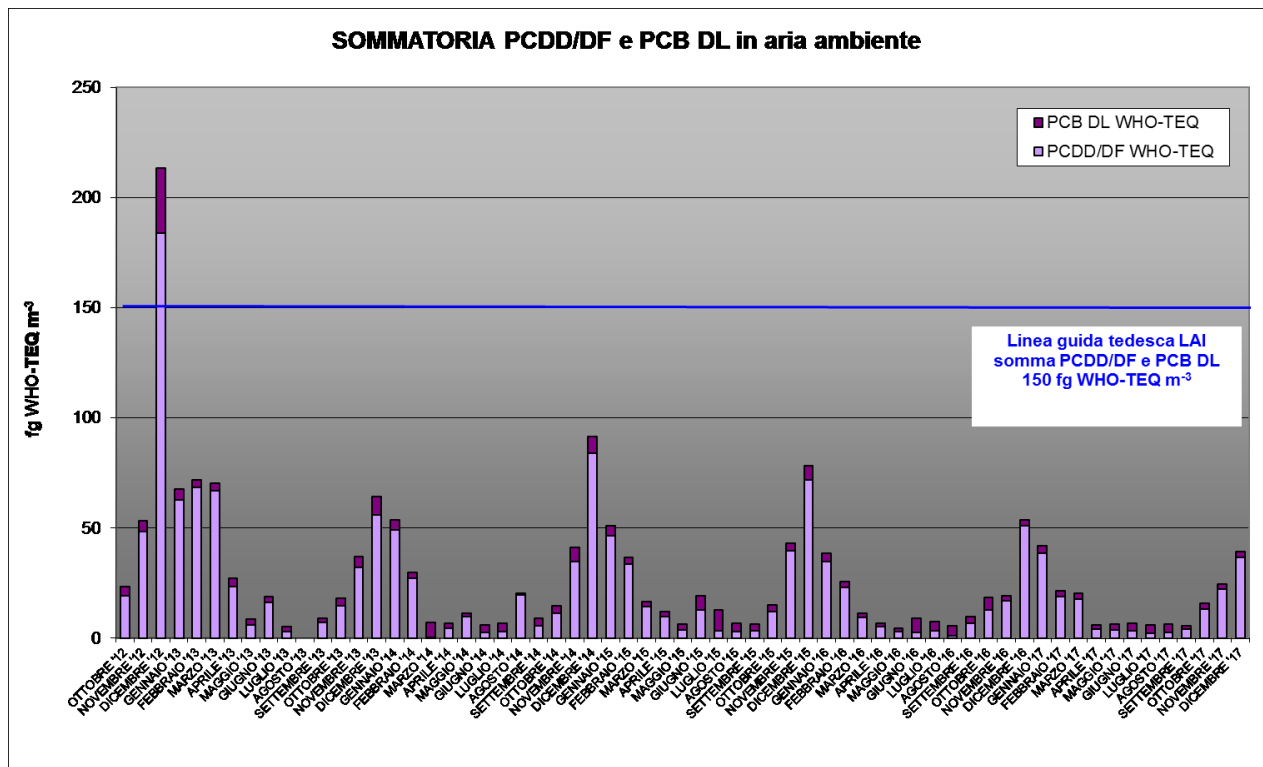


Figura 19 – Andamento sommatoria PCDD/DF + PCB dioxin like in aria ambiente dal 2012

Come si evince dai grafici, tutti i valori si posizionano al di sotto delle linee guida definite dalla Germania sia per PCDD/DF che per la sommatoria PCDD/DF e PCB dioxin like, tranne la concentrazione rilevata a dicembre 2012 prima dell'entrata in funzione dell'impianto di incenerimento.

## **Esame dei dati relativi alle deposizioni atmosferiche**

### **Introduzione**

Il sistema di raccolta installato presso la stazione Beinasco-Aldo Mei è conforme a quanto previsto dal D.Lgs 155/2011 e dalla norma tecnica europea vigente in relazione ai metalli e agli IPA nelle deposizioni (BS EN 15841/2009 e BS EN 15980/2011 rispettivamente), che prevedono la raccolta delle deposizioni totali. Seguendo quanto previsto dalla norma ogni singolo campionamento ha la durata di un mese, nel corso del quale in un unico contenitore vengono raccolte le deposizioni secche e quelle umide in caso di pioggia o neve. Per quanto riguarda i metalli a scopo di studio sono stati determinati una serie di metalli in aggiunta a quelli previsti dalla norma. Le determinazioni analitiche sono state effettuate dalla Struttura Semplice "Laboratorio" del Dipartimento territoriale Piemonte Nord Ovest.

Lo studio delle deposizioni simula la ricaduta degli inquinanti al suolo e consiste nella valutazione del particolato e delle precipitazioni che si depositano su una determinata superficie nell'unità di tempo (il risultato è infatti espresso in relazione all'area dei deposimetri esposti e al tempo di esposizione).

Nelle tabelle seguenti sono riportati i flussi di deposizione dei metalli e dei microinquinanti organici rilevate nelle deposizioni totali presso la stazione Beinasco-Aldo Mei espresse come rapporto tra la quantità di analita in relazione con i giorni di esposizione e per m<sup>2</sup> di superficie esposta. In caso di dati inferiori al limite di quantificazione, nel calcolo dei risultati analitici si è utilizzato l'approccio "medium-bound", sostituendo NR con LR/2 (Rapporto ISTISAN 04/15).

Pur descrivendo in modo dettagliato la metodica di campionamento, la norma non prevede livelli limite o valori obiettivo per i vari composti, per cui come termine di confronto sono riportati i valori, dove disponibili, di campionamenti effettuati in parallelo sul territorio provinciale e i dati reperibili in letteratura.

### **Idrocarburi policiclici aromatici**

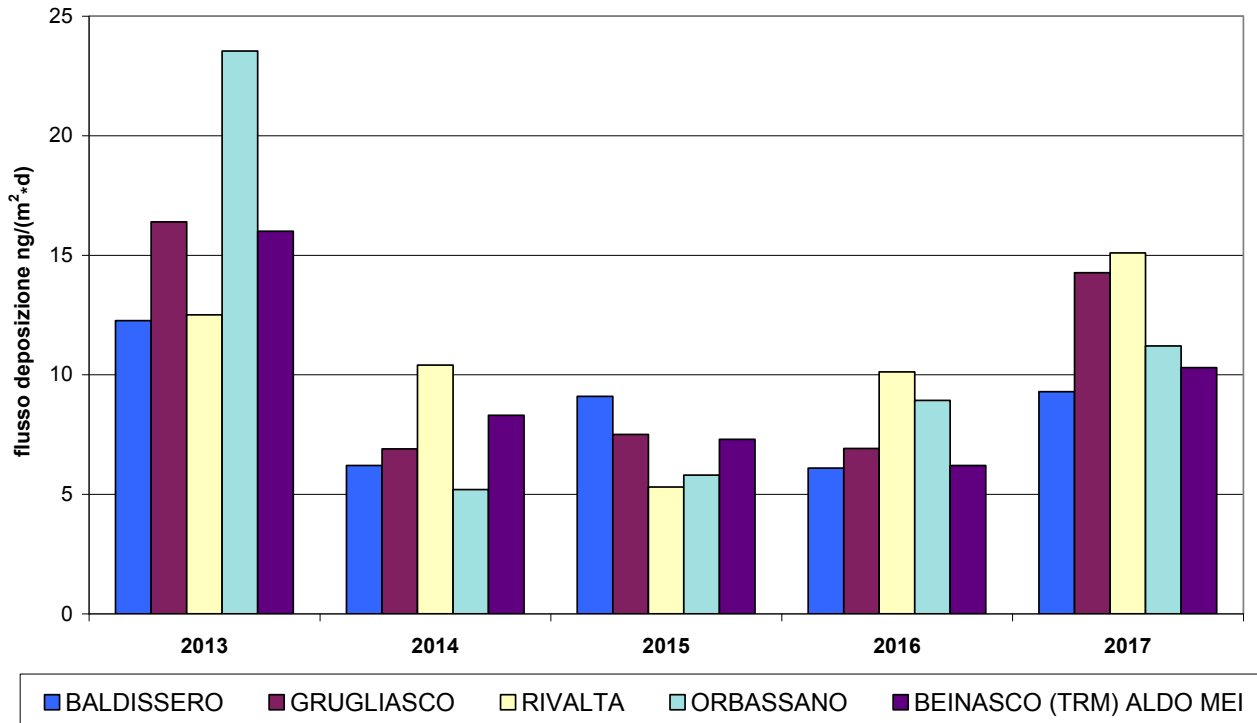
In Tabella 30 sono riportati i dati relativi ai campioni raccolti e analizzati nel corso dell'anno 2017 presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei confrontati con i rilievi equivalenti dal 2013 al 2016. Per quanto riguarda il flusso di deposizione di IPA nelle deposizioni la normativa non prevede dei limiti per cui a titolo di confronto sono stati riportati i valori relativi ai campioni raccolti presso i siti di Grugliasco – Circolo Golf, Str. del Gerbido, Rivalta – Campo Pozzi SMAT, Campo Fregoso Dojrone, Orbassano – Ospedale San Luigi e Baldissero T.se in cui sono stati installati campionatori Bulk analoghi. Nel sito di Baldissero gli IPA sono stati determinati in tutti i mesi, mentre negli altri siti a mesi alterni vengono campionati IPA e metalli. Si precisa che i dati relativi alla determinazione di IPA, data la notevole presenza di valori inferiori al limite di rilevabilità del metodo di analisi, sono stati cautelativamente posti uguali alla metà del limite di quantificazione (come indicato nelle linee US EPA 2000) e pertanto vanno considerati come valori indicativi.

Nel corso dell'anno 2017 i siti di Beinasco, Rivalta, Orbassano e Grugliasco monitorati per tenere sotto controllo le eventuali ricadute delle emissioni prodotte dal termovalorizzatore TRM mostrano per i vari IPA valori tendenzialmente in crescita rispetto ai due anni precedenti e maggiori rispetto a quelli registrati a Baldissero T.se, stazione di fondo rurale. Analizzando il dettaglio dei singoli campionamenti mensili (non riportati in questa relazione) si osserva che tale aumento è imputabile ai campioni del mese di ottobre e degli ultimi 10 giorni di dicembre. periodi probabilmente caratterizzati da accumulo di inquinanti a causa delle condizioni meteorologiche (a fine ottobre la zona sud-ovest dell'area metropolitana è stata condizionata come già ricordato anche dalle ricadute degli incendi boschivi della Val di Susa). Tali anomalie non hanno tuttavia condizionato in maniera determinante i valori su base annuale, come si osserva in Figura 24 in cui il valore di BaP per il sito di Beinasco è confrontato rispetto ai dati reperiti in letteratura per diverse località nazionali ed europee. I valori determinati a Beinasco e nella provincia di Torino (tra 9.3 e 15.1 ng/(m<sup>2</sup>d) nel 2017) sono in linea con i livelli osservati in diversi siti urbani reperiti in letteratura. Dall'analisi dell'andamento annuale, che non è stato riportato, si osserva il caratteristico andamento stagionale di questi composti, con i livelli maggiori che interessano il periodo invernale in quanto vi sono maggiori fonti emmissive e valori al di sotto del limite di rilevabilità nella maggior parte dei mesi estivi in quanto la radiazione solare riveste un ruolo fondamentale nella loro degradazione.

STAZIONE	flusso deposizione ng/(m <sup>2</sup> d)																								
	BALDISSERO					GRUGLIASCO					RIVALTA					ORBASSANO					BEINASCO (TRM) ALDO MEI				
	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Benzo[a]pirene	12.3	6.2	9.1	6.1	9.3	16.4	6.9	7.5	6.9	14.3	12.5	10.4	5.3	10.1	15.1	23.5	5.2	5.8	8.9	11.2	16.0	8.3	7.3	6.2	10.3
Indeno [1,2,3-cd]pirene	9.7	15.9	11.5	13.9	9.3	11.1	8.7	8.9	9.4	21.0	5.2	12.5	7.8	9.3	17.1	11.6	8.8	7.7	11.4	18.0	12.3	18.9	8.9	9.9	18.5
Benzo[a]antracene	4.1	6.5	6.6	4.4	5.8	5.7	5.2	8.1	4.6	13.2	3.6	10.4	5.4	5.7	9.0	7.9	5.1	7.7	8.4	10.6	6.6	10.2	7.1	4.5	7.5
Benzo [b+j+k]fluorantene	14.1	29.6	24.9	22.2	16.8	17.8	19.5	22.0	18.4	31.9	14.3	18.4	24.3	21.9	24.0	24.2	18.7	18.3	24.9	25.4	24.0	26.9	19.2	18.2	22.8

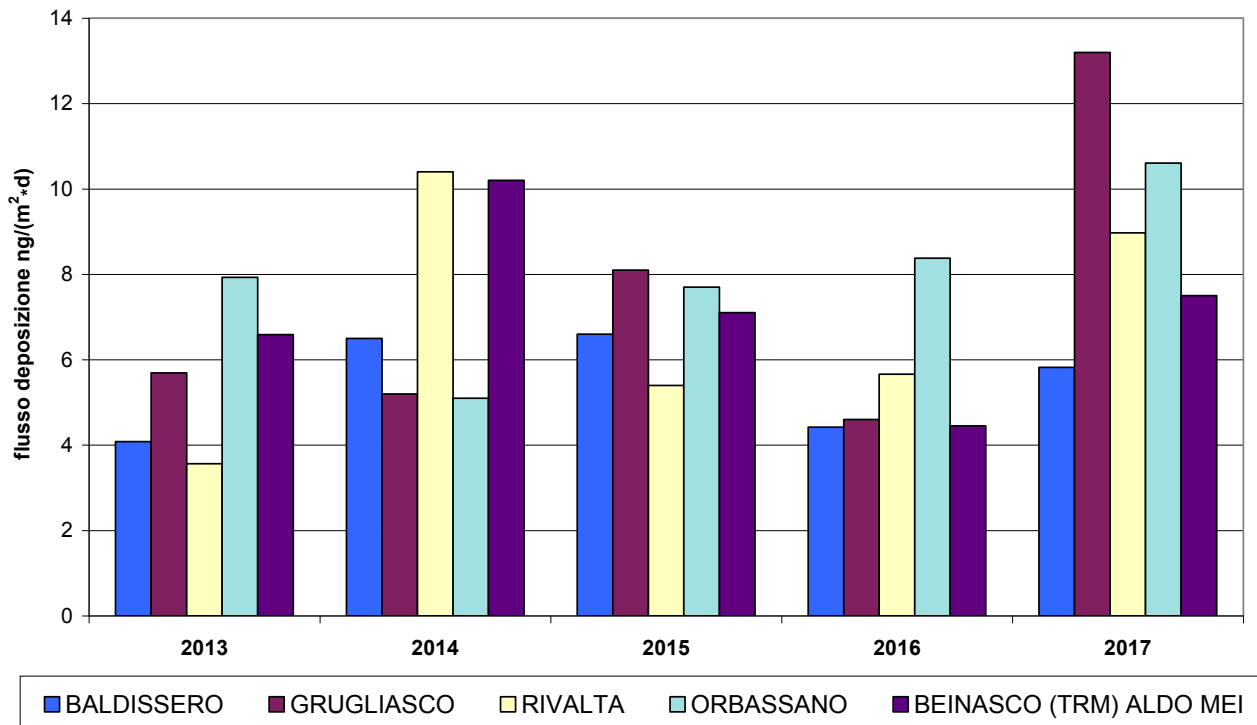
**Tabella 30 - IPA nelle Deposizioni – indicatori statistici anno 2013-2017**

**Deposizioni Totali: Benzo(a)Pirene**



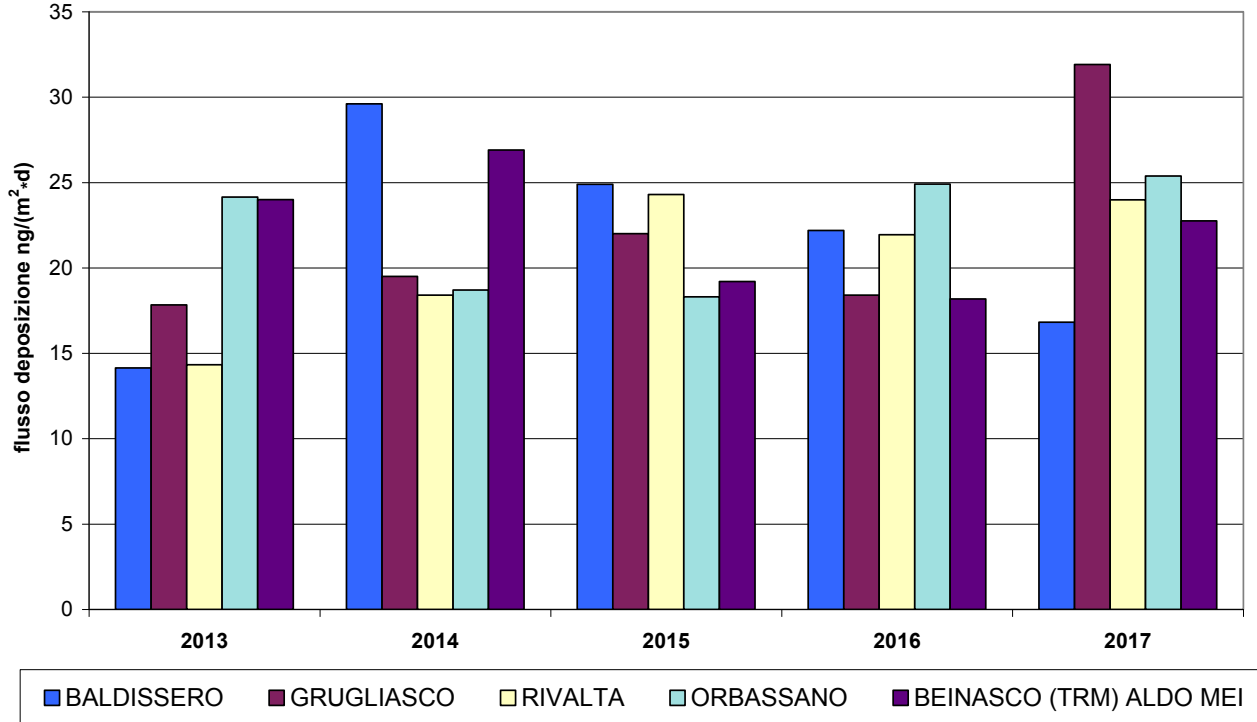
**Figura 20 – B(a)P nelle Deposizioni confronto andamento 2013-2017**

**Deposizioni Totali: Benzo(a)Antracene**



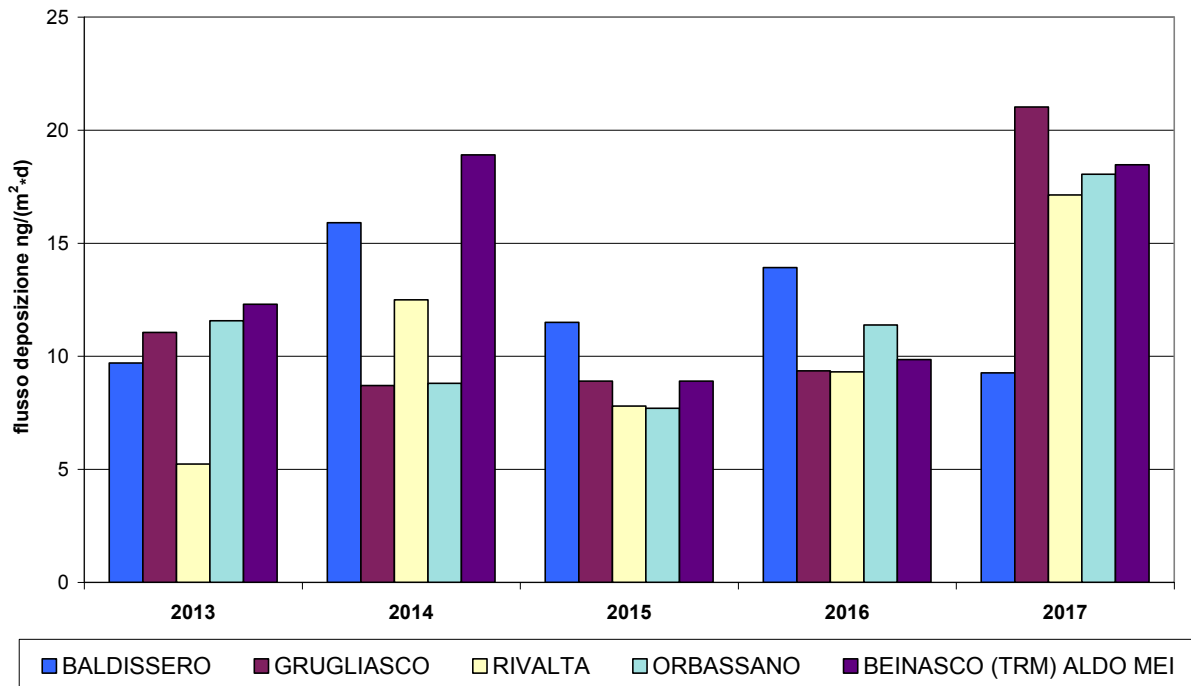
**Figura 21: Benzo(a)Antracene nelle Deposizioni confronto andamento 2013-2017**

**Deposizioni Totali: Benzo [b+j+k]fluorantene**

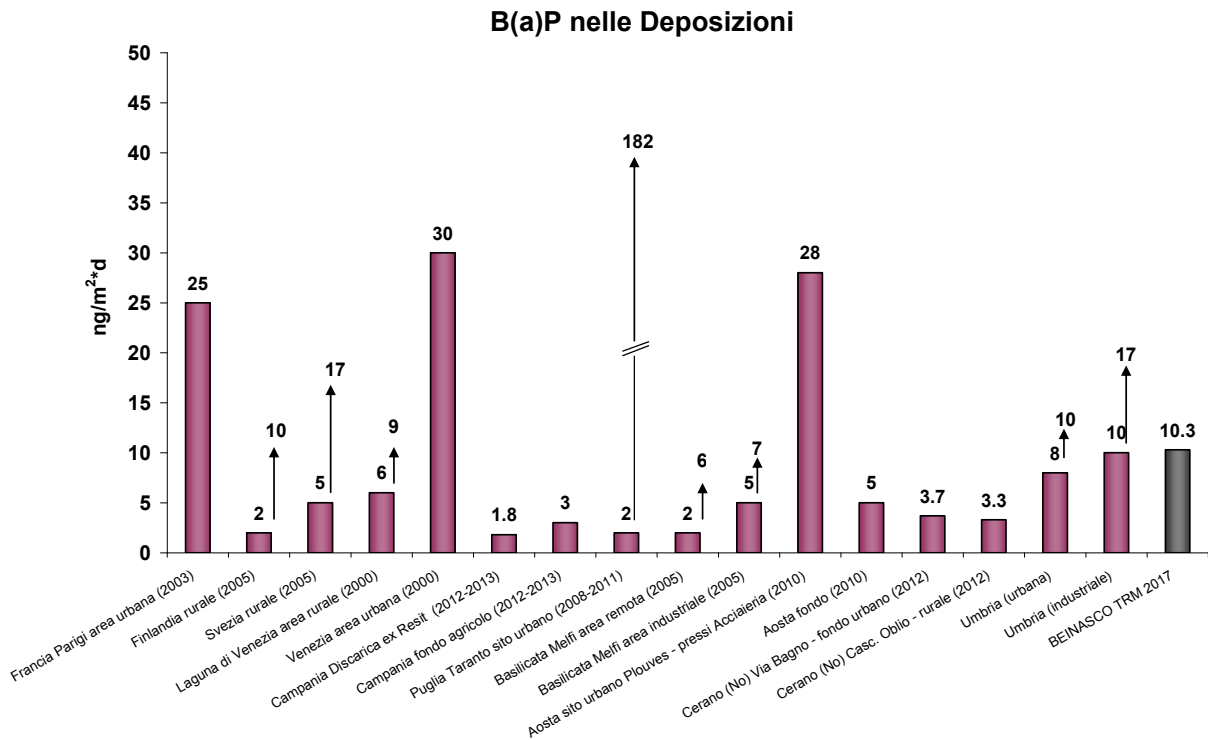


**Figura 22: Benzo [b+j+k]fluorantene nelle Deposizioni confronto andamento 2013-2017**

**Deposizioni Totali: Indeno[1,2,3-cd]pirene**



**Figura 23: Indeno [1,2,3-cd]pirene nelle Deposizioni confronto andamento 2013-2017**



**Figura 24: Deposizioni B(a)P valori rilevati a TRM confronto con dati di letteratura <sup>17</sup>**

<sup>17</sup> Valori in letteratura per le deposizioni di benzo(a)pirene riportati nella Presentazione al Ministero Salute 6/2/2014: Gaetano Settimo ISS, Reparto igiene dell'aria. Per i dati della Valle d'Aosta: Studio di impatto ambientale "PM2012" condotto da Arpa Valle D'Aosta. Per Arpa Umbria: Relazione Annuale 2016.

### B(a)P nelle Deposizioni

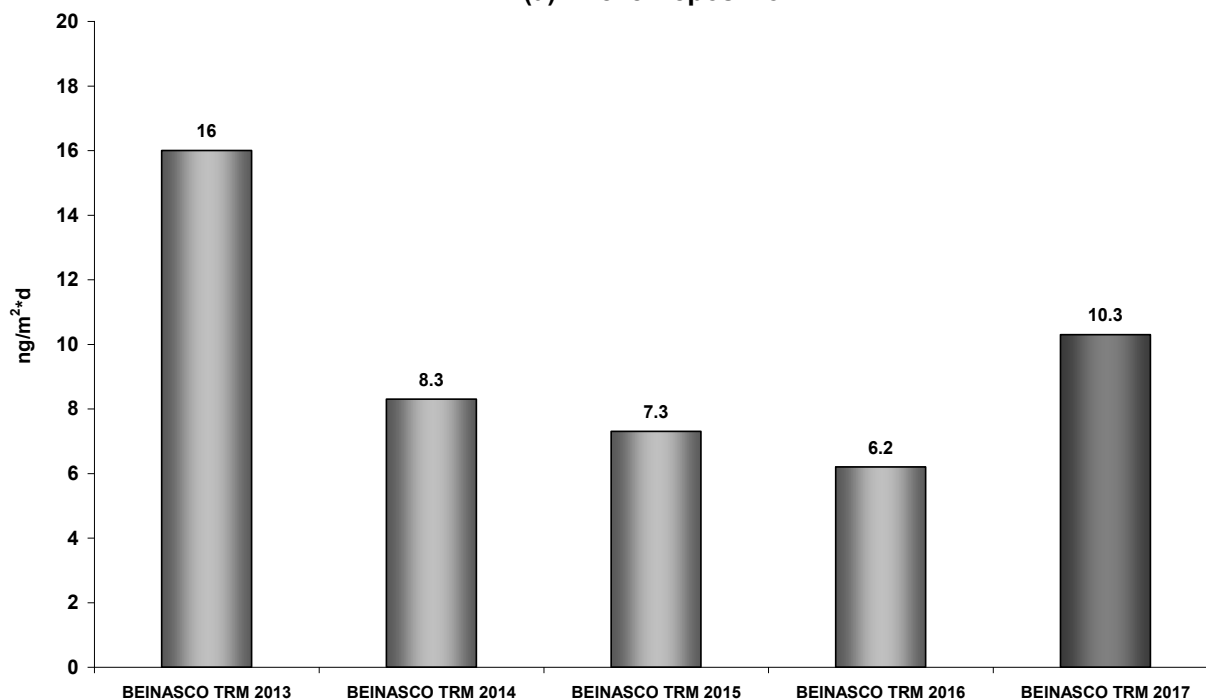


Figura 25: Deposizioni B(a)P valori rilevati a TRM andamento negli anni

B(a)P ng / (m <sup>2</sup> *d)	Area Rurale	Area Fondo Urbano	Area urbana	Area Industriale	Fonte
Francia (Parigi)			25		Motelay - Massei et al. 2003
Finlandia (Pallas)	2 - 10				EMAP (2005)
Svezia (Rosvik)	5 - 17				EMAP (2005)
Laguna di Venezia	6 - 9		30		Rossini et al. 2001, Magistrato delle Acque 2000
Campania (discarica ex Resit) 2012-2013	3			1.8	Gaetano Settimo, ISS
Puglia Taranto 2007- 2008	10 - 40			20 - 300	De Gennaro, Amodio - Univ. degli Studi di Bari
Puglia Taranto 2008- 2011	16 - 123	2.0 - 79	2 - 182	57 - 555	Arpa Puglia
Basilicata 2005	1.9 - 5.7		3.2 - 4.1	4.6 - 6.9	Viviano, Settimo ISS 2005
Aosta 2010	5	28			Arpa VdA Presentazione PM2012 - Perugia (Panont D.)
Cerano via Bagno 2012		3.7			Arpa Piemonte dip. Novara
Cascina Oblio 2012	3.3				Arpa Piemonte dip. Novara
Umbria			8.0 - 10	10.0 - 17	Arpa Umbria (Relaz. Annuale 2016)

Tabella 31: Benzo(a)pirene nelle deposizioni - dati di letteratura

## Metalli

In Tabella 32 sono riportati i dati relativi ai campioni raccolti e analizzati nel corso dell'anno 2017 presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei e confrontati con quelli dal 2013 al 2016.

La norma BS EN 15841/2009 prevede la determinazione nelle deposizioni di arsenico, cadmio, piombo e nichel; ma analogamente alle polveri PM10 sono stati analizzati una serie di metalli in aggiunta a scopo studio. La stessa norma, per quanto riguarda il flusso di deposizione di metalli nelle deposizioni non prevede dei limiti, per cui a titolo di confronto sono stati riportati i valori relativi ai campioni raccolti presso i siti di Grugliasco – Circolo Golf, Str. del Gerbido, Rivalta – Campo Pozzi SMAT, Frazione Dojrone e Orbassano – Ospedale San Luigi in cui sono stati installati campionatori Bulk analoghi, in questi ultimi il monitoraggio non ha ricoperto l'intero anno in quanto a mesi alterni vengono analizzati gli IPA.

Il D.Lgs 155/2010 prevede anche la determinazione del mercurio nelle deposizioni, tuttavia non fornisce indicazioni sui livelli da rispettare. Di conseguenza a titolo di confronto nei grafici al fondo del paragrafo sono riportati i dati dei principali metalli rilevati presso la cabina TRM e i valori reperiti in letteratura per determinazioni analoghe.

Si sottolinea che nel calcolo dei risultati analitici in caso di dati inferiori al limite di quantificazione, si è utilizzato l'approccio "medium-bound", sostituendo NR con LR/2 (Rapporto ISTISAN 04/15); e ciò comporta che in alcuni casi, ad esempio l'arsenico, il dato finale possa apparire leggermente superiore in un sito rispetto all'altro pur essendo tutti i dati sotto il limite di quantificazione.

Dai dati riportati in Tabella 32 si osserva che nei vari siti nel 2017 la maggior parte dei metalli analizzati hanno livelli equivalenti o in diminuzione rispetto all'anno precedente. La Figura 26 mostra che nei siti monitorati per valutare le eventuali ricadute delle emissioni del termovalorizzatore TRM i vari metalli hanno livelli equivalenti ad eccezione del piombo, che nella stazione Orbassano conferma, come negli anni precedenti, un valore maggiore rispetto agli altri siti: il dato del 2017 è pari a 22.2  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  è in linea con quello del 2014. Si sottolinea che per arsenico, cobalto e selenio nella maggior parte dei campioni i valori sono risultati sotto il limite di quantificazione del metodo.

Nei grafici riportati da Figura 27 a Figura 36 si osservano gli andamenti nel corso degli anni di monitoraggio presso la stazione di Beinasco per i vari metalli e il confronto con i dati reperiti in letteratura: i valori registrati a Beinasco e nei siti della provincia torinese sono in linea con quelli relativi ad aree urbane nazionali ed europee per arsenico, cadmio, nichel, piombo e cromo.

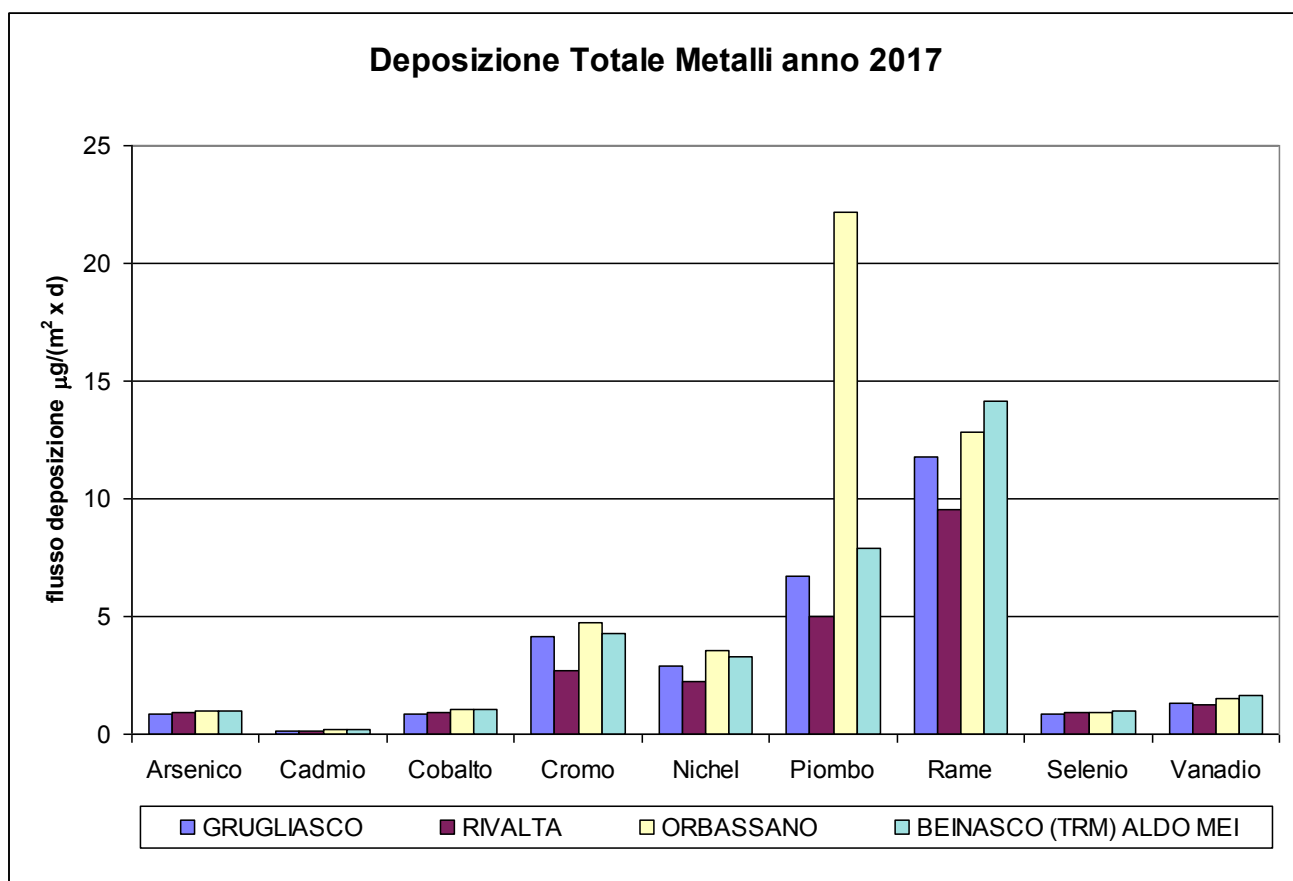
Per quanto riguarda lo zinco i dati del 2017 mostrano valori in crescita rispetto agli anni precedenti. Il flusso di deposizione maggiore pari a 127  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  è stato determinato a Beinasco, solo Orbassano mostra una lieve diminuzione. A livello europeo solo Svizzera e Slovenia hanno previsto un valore limite per il flusso di deposizione dello zinco pari a 400  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ , per cui i livelli osservati in tutti i siti dell'area torinese rientrano ampiamente in tale limite. In letteratura sono reperibili i livelli registrati nel corso del monitoraggio Samanet relativo alla Laguna di Venezia<sup>18</sup> (min 13, max 54  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ ), i monitoraggi condotti dal Dipartimento di Novara nell'area urbana di Cerano nel 2012 (76  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  in zona urbana e 108  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  nei pressi del polo industriale e quelli effettuati dall'Arpa Valle d'Aosta a partire dal 2011 (per il 2016 sono stati rilevati 203  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  di zinco nel sito Pépinière – industriale, 48  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  in via Elter/Liconi – fondo urbano e 37  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  a Donnas – rurale)<sup>19</sup>.

<sup>18</sup> Monitoraggio SAMANET - Depositioni nella laguna di Venezia Anno 2007 -2008

<sup>19</sup> Arpa VdA – Relazione Annuale 2016

STAZIONE	flusso deposizione $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$																			
	GRUGLIASCO					RIVALTA					ORBASSANO					BEINASCO (TRM) ALDO MEI				
	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Arsenico	1.2	2.1	1.6	1.0	0.9	1.3	2.2	1.3	1.0	0.9	1.4	2.2	1.4	0.9	1.0	1.7	1.9	1.4	1.3	1.0
Cadmio	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
Cobalto	1.2	2.2	1.6	1.0	0.9	1.3	2.3	1.3	1.0	0.9	1.4	2.3	1.4	1.0	1.0	1.6	1.8	1.4	1.5	1.1
Cromo	2.8	4.4	2.7	4.7	4.1	3.0	3.8	2.6	5.6	2.7	3.2	4.5	2.7	6.0	4.7	3.4	4.2	3.1	6.3	4.2
Nichel	3.2	4.6	2.8	2.7	2.9	4.7	3.1	3.4	2.2	2.2	3.7	10.3	4.0	3.9	3.6	3.5	11.7	3.2	2.9	3.3
Piombo	4.2	3.8	5.2	4.4	6.7	3.7	3.2	5.4	3.4	5.0	30.8	22.7	17.5	21.1	22.2	11.2	10.7	11.3	6.6	7.9
Rame	13.9	13.6	12.3	11.9	11.8	12.5	10.6	10.7	7.6	9.5	14.3	12.9	12.2	13.9	12.8	15.7	14.6	11.9	12.2	14.1
Selenio	2.0	2.1	1.6	1.0	0.8	1.3	2.2	1.3	1.0	0.9	1.4	2.1	1.3	0.9	0.9	1.5	1.9	1.3	1.3	1.0
Vanadio	1.7	3.2	1.8	1.5	1.3	1.8	3.0	1.9	1.7	1.3	1.7	3.2	1.7	2.1	1.5	2.0	3.1	1.7	1.9	1.7
Zinco	51.1	35.2	41.0	44.9	76.1	64.8	69.7	43.4	37.1	76.9	102.3	54.8	80.7	103.1	92.0	119.5	100.7	85.6	98.3	126.9

**Tabella 32 - Metalli nelle Deposizioni – indicatori statistici anno 2013-2017**



**Figura 26: Metalli nelle Deposizioni confronto fra punti di monitoraggio 2017**

### Arsenico nelle Deposizioni

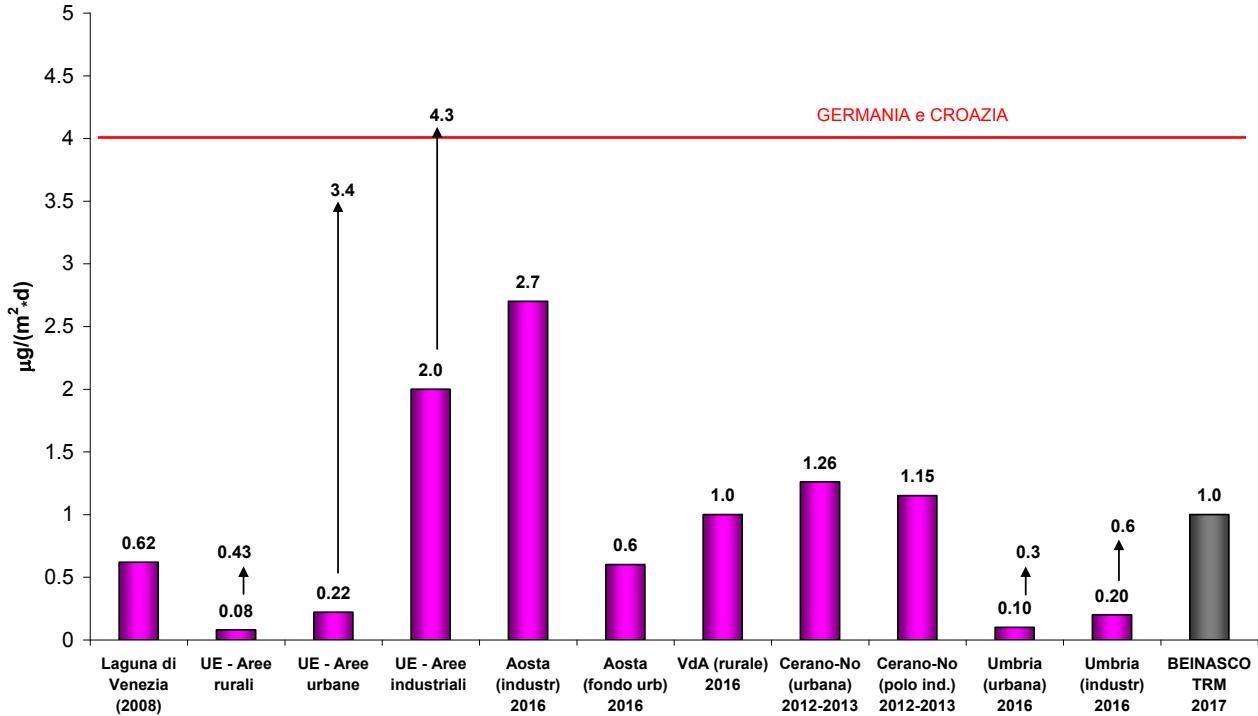


Figura 27: Deposizioni Arsenico valori rilevati a TRM confronto con dati di letteratura <sup>3</sup>

### Arsenico nelle Deposizioni

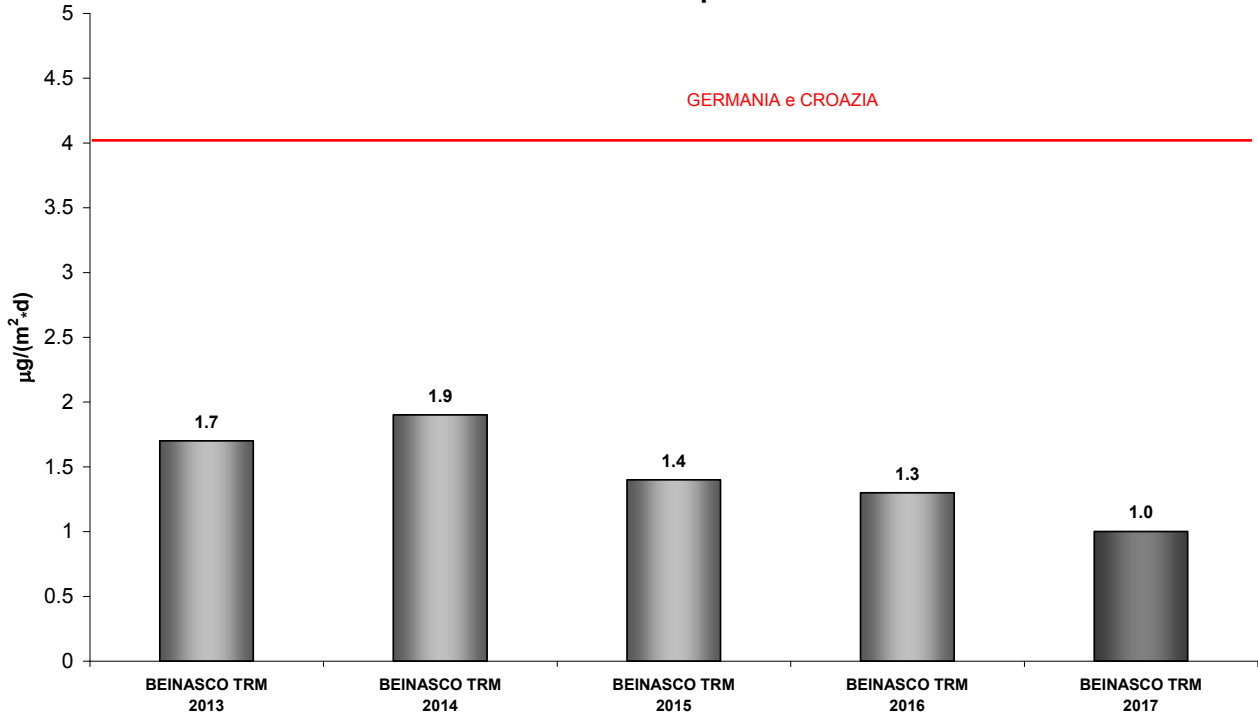


Figura 28: Deposizioni Arsenico valori rilevati a TRM andamento negli anni

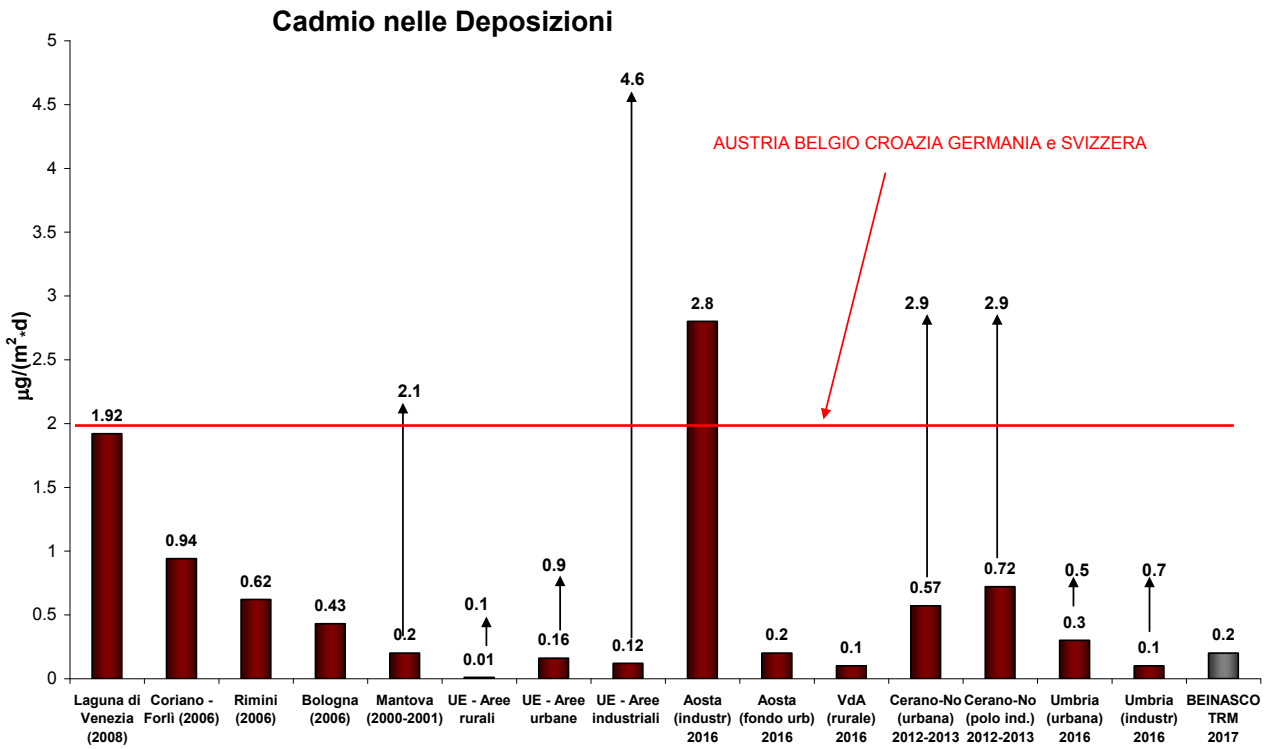


Figura 29: Deposizioni Cadmio valori rilevati a TRM confronto con dati di letteratura <sup>3</sup>

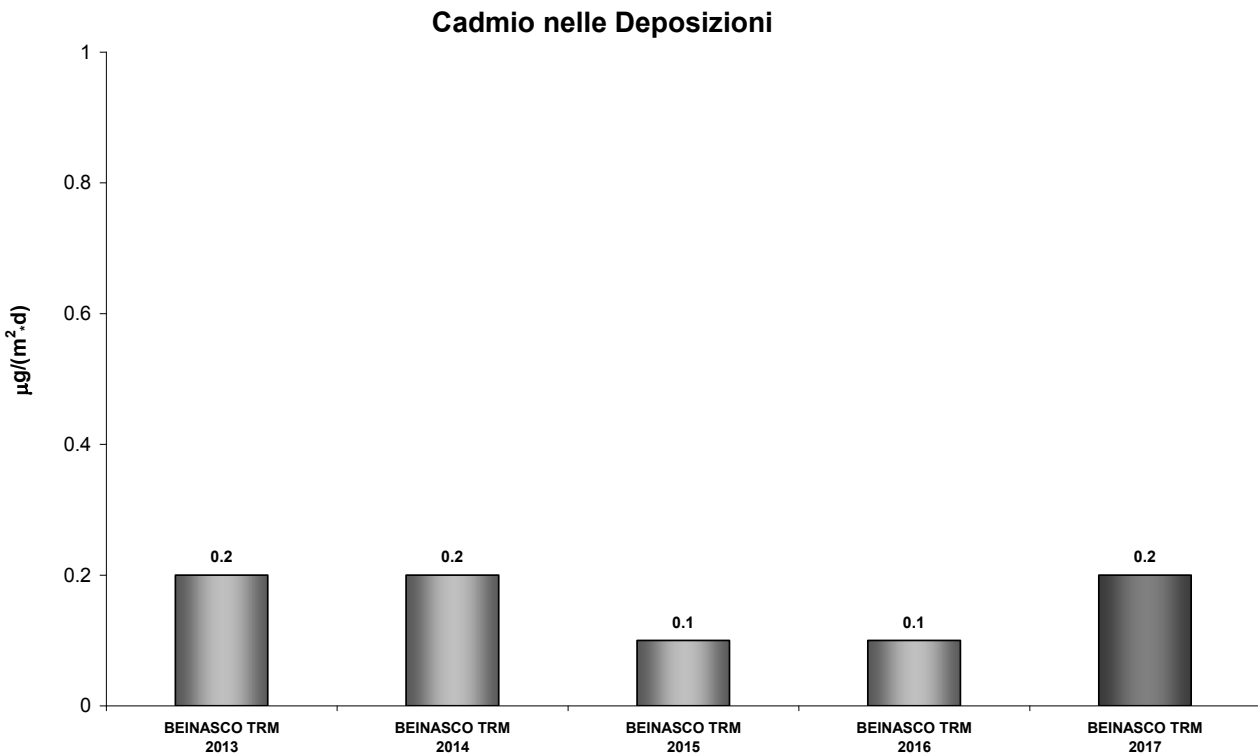


Figura 30: Deposizioni Cadmio valori rilevati a TRM andamento negli anni

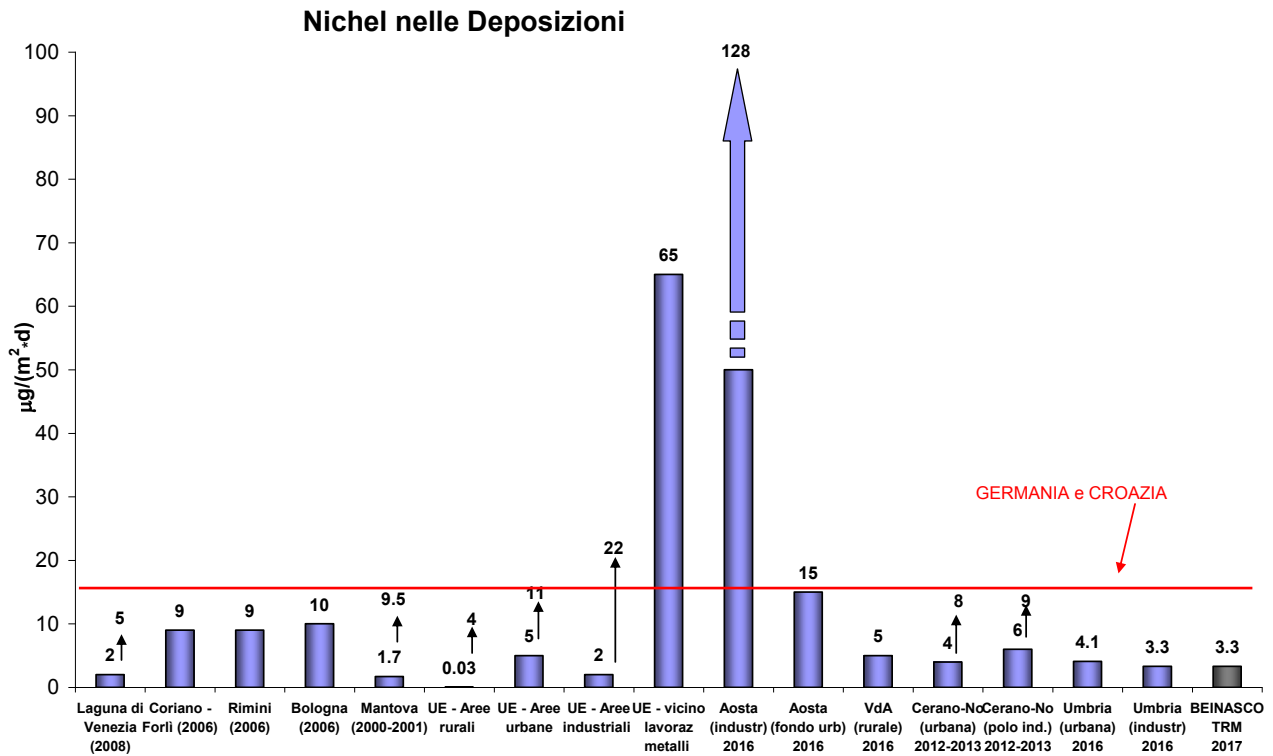


Figura 31: Deposizioni Nichel valori rilevati a TRM confronto con dati di letteratura <sup>3</sup>

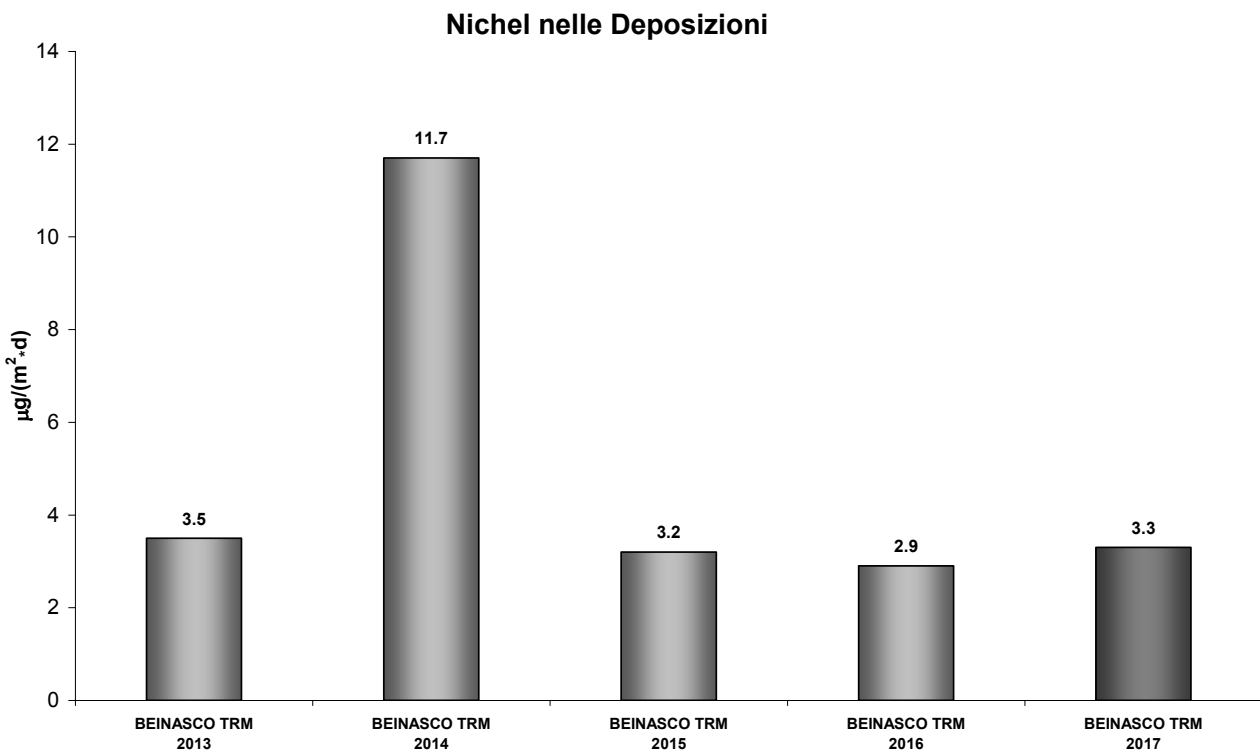


Figura 32: Deposizioni Cadmio valori rilevati a TRM andamento negli anni

### Piombo nelle Deposizioni

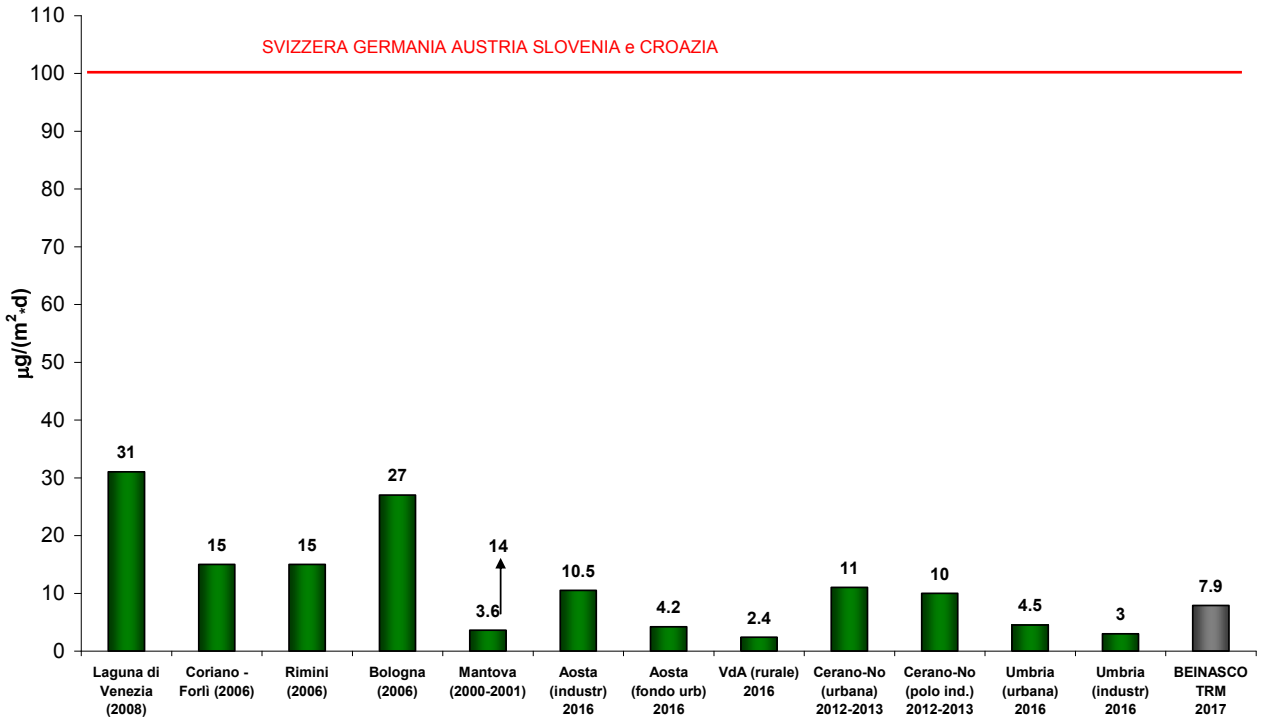


Figura 33: Deposizioni Piombo valori rilevati a TRM confronto con dati di letteratura <sup>3</sup>

### Piombo nelle Deposizioni

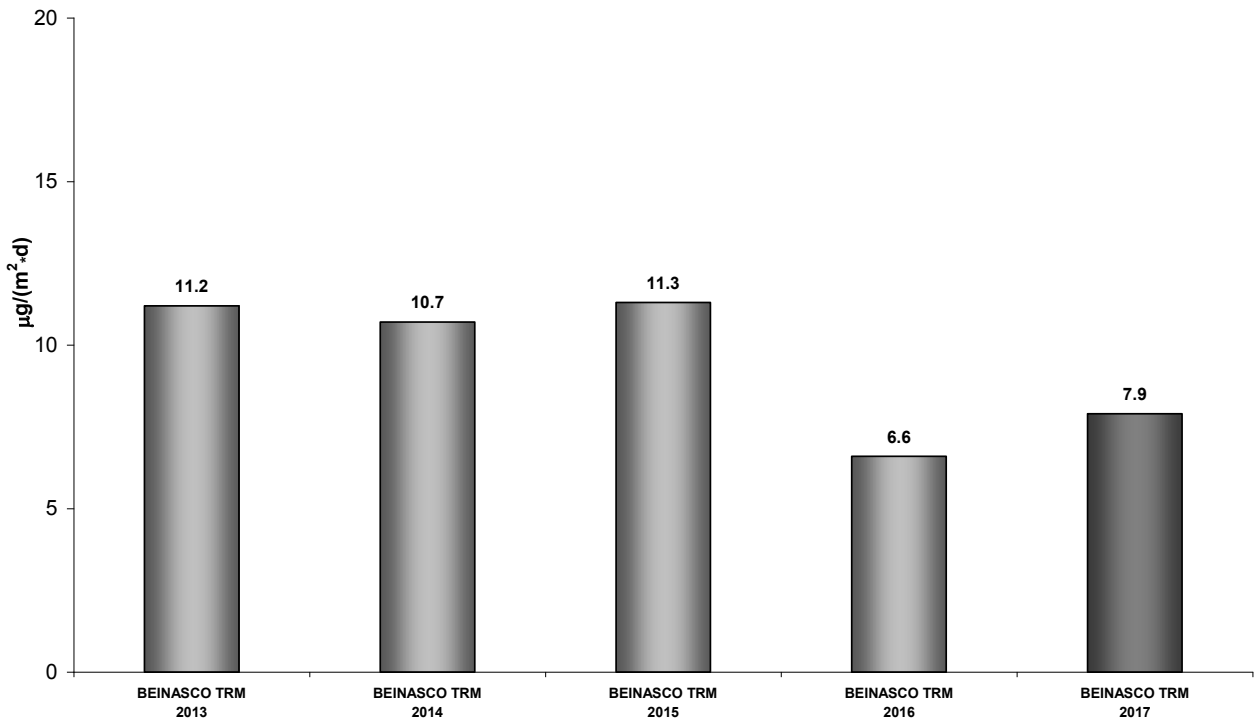


Figura 34: Deposizioni Piombo valori rilevati a TRM andamento negli anni

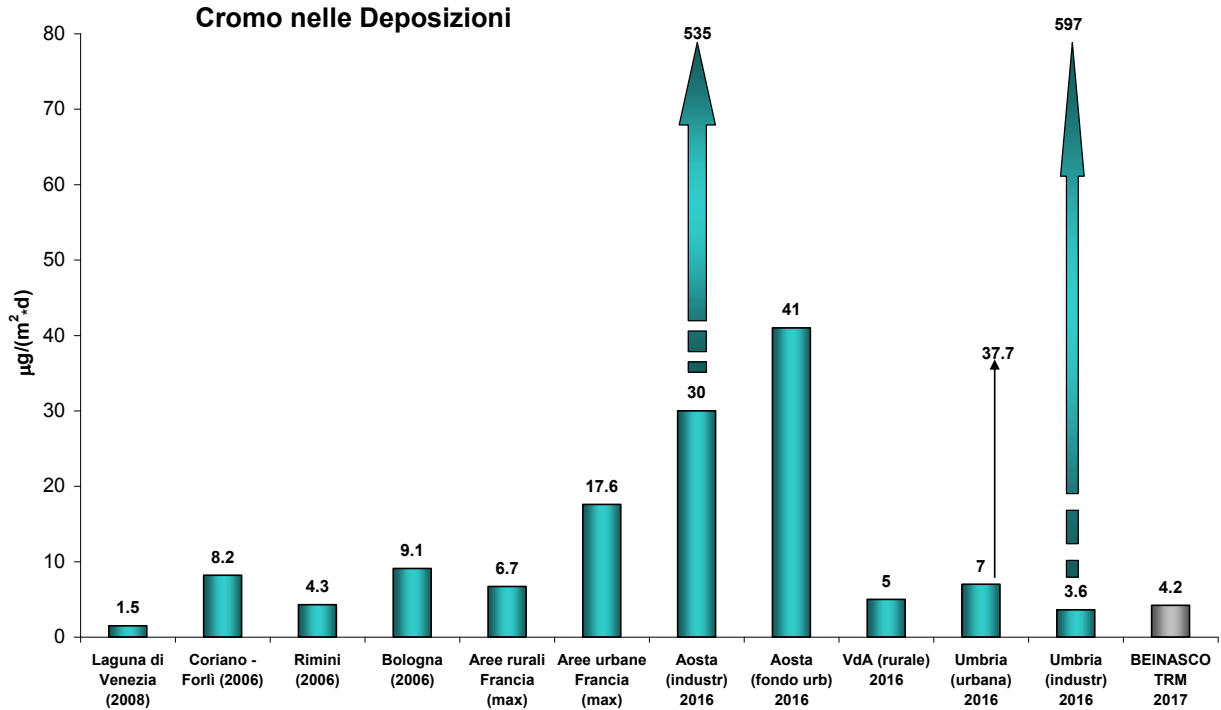
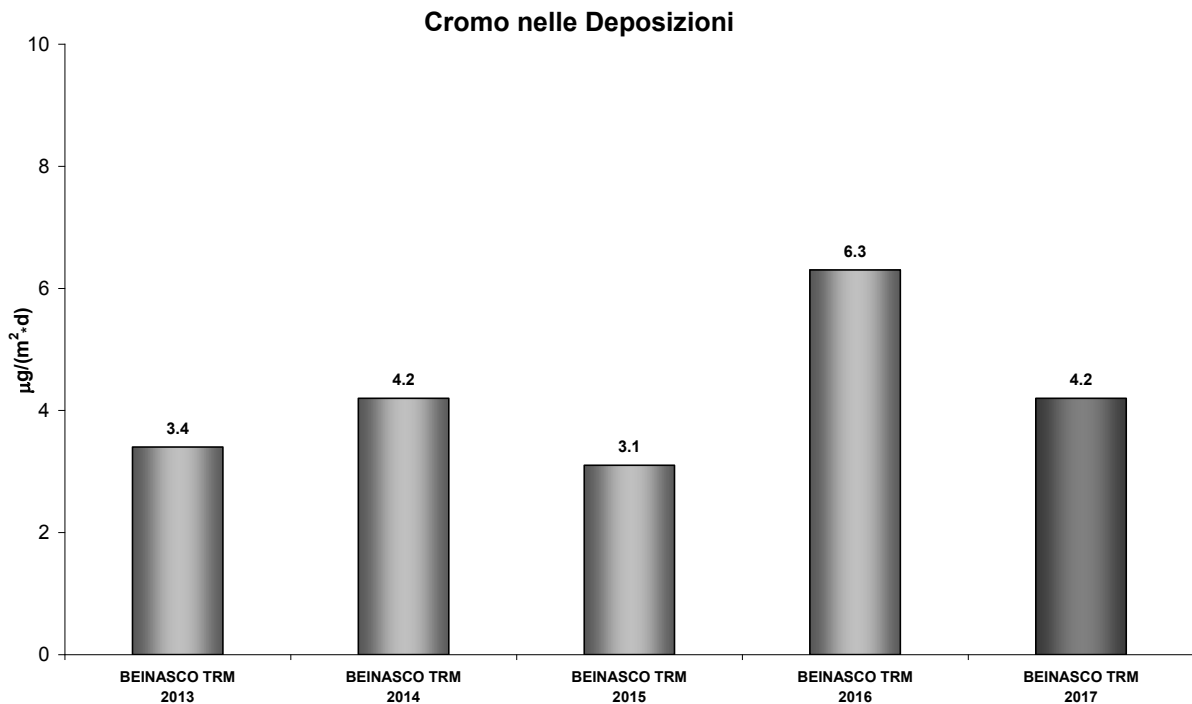


Figura 35: Deposizioni Cromo valori rilevati a TRM confronto con dati di letteratura<sup>20</sup>



<sup>20</sup> Settimo G., Viviano G. Annali Istituto Superiore di Sanità 2015 - Vol. 51, No. 4: 298-304  
 Studio di impatto ambientale "PM2012" condotto da Arpa Valle D'Aosta

**Figura 36: Deposizioni Cromo valori rilevati a TRM andamento negli anni**

Per quanto riguarda il flusso di mercurio determinato nelle deposizioni, non si dispone di siti di misura in parallelo da riportare come confronto, e anche in letteratura sono reperibili poche informazioni. Nel report Air quality in Europe del 2012 dell'European Environment Agency in cui sono raccolti i dati relativi alla qualità dell'aria disponibili sul territorio europeo si osserva che solo in poche stazioni viene determinato il mercurio nelle varie forme, per cui attualmente risulta difficile l'analisi dei livelli presenti in Europa. E' riportato il dato relativo al mercurio determinato nelle deposizioni in 20 stazioni (18 localizzate in Germania e 2 in Gran Bretagna); la media annuale determinata dai dati di tutte le stazioni è pari a 0.10 g/ha/year che corrisponde a 27.4 ng/(m<sup>2</sup>d).

Il D Lgs.155/2010 e s.m.i. prevede la determinazione del mercurio nelle deposizioni atmosferiche, ma non fornisce valori di riferimento o limiti per le valutazioni e, conseguentemente, per un primo confronto è necessario far riferimento a valori guida reperiti nella letteratura scientifica o nella legislazione di altri Paesi. In Europa alcuni Paesi hanno in questi anni attivato gruppi di lavoro con l'obiettivo di elaborare valori guida per le deposizioni di metalli. Tra essi la Germania e la Croazia, che hanno identificato un valore di 1000 ng/(m<sup>2</sup>d) come valore medio annuale per la protezione di effetti dannosi inclusi quelli di alterazione dei suoli.

In Tabella 33 è riportato il valore determinato presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei nel corso del 2017 risulta pari a 30 ng/(m<sup>2</sup>d), in linea con il valore determinato a livello europeo, in cui erano considerate anche stazioni di fondo. Il livello è quindi anche tornato in linea con le determinazioni osservate tra il 2013 e il 2015 e notevolmente inferiore al valore del 2016 caratterizzato dall'anomalia descritta nella relazione dello scorso anno.

Il dettaglio dei valori mensili riportato in Tabella 34 mostra che i valori maggiori sono stati rilevati a luglio e dicembre ed evidenzia il periodo di indisponibilità del dato tra agosto e novembre a causa di un guasto strumentale.

Flusso deposizione mercurio su base annuale ng/(m <sup>2</sup> x d)					
Anno	Beinasco TRM Aldo Mei	Media europea (fonte: Agenzia Europea per l'Ambiente)	Area circostante i due inceneritori di Coriano - Forlì media su 5 anni (fonte: Arpa EMR)	Area circostante l'inceneritore di Rimini media su 4 anni (fonte: Arpa EMR)	Valore limite stabilito dalla normativa nazionale in Germania e Croazia
2013	36	27	540	660	1000
2014	35				
2015	27				
2016	122				
2017	30				

**Tabella 33: Valori medi annuali di deposizione di Hg a Beinasco confrontati con valori di letteratura**

<b>Beinasco – Aldo Mei Mercurio ng/(m<sup>2</sup>d)</b>					
	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>Gennaio</b>	7	47	20	13	18
<b>Febbraio</b>	22	99	7	15	27
<b>Marzo</b>	39	22	26	57	17
<b>Aprile</b>	78	22	20	50	23
<b>Maggio</b>	78	22	69	37	28
<b>Giugno</b>	8	38	55	21	37
<b>Luglio</b>	58	26	21	53	48
<b>Agosto</b>	50	26	29	35	
<b>Settembre</b>	10	30	27	22	
<b>Ottobre</b>	25	22	18	794	
<b>Novembre</b>	37	56	0	333	
<b>Dicembre</b>	20	24	22	23	63

Tabella 34 Dettaglio mensile del flusso di deposizione di mercurio a Beinasco – Aldo Mei 2013 - 2017

### ***Policlorodibenziodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili***

Relativamente alle caratteristiche chimico-fisiche di questi composti si rimanda al relativo paragrafo nel capitolo “Esame dei dati relativi alla qualità dell’aria ambiente”.

Anche per quanto riguarda le deposizioni, per questi inquinanti non sono fissati limiti di riferimento nella normativa attuale.

Per poter valutare l’entità dei valori riscontrati si può fare riferimento ai valori guida che alcuni stati hanno proposto per le deposizioni a partire dai valori di “dose tollerabile per l’organismo umano” (TDI - *Tolerable daily intake*: quantità cumulativa di PCDD/DF e PCB “diossina-simili” che può essere giornalmente assunta, per la durata di vita media, senza che si abbiano effetti tossici apprezzabili) stabiliti dall’Unione Europea e dall’Organizzazione Mondiale della Sanità.

Nel 2001 il Comitato Scientifico dell’Alimentazione Umana (SCF — Scientific Committee on Food) dell’Unione Europea ha stabilito un valore cumulativo per la dose tollerabile settimanale di diossine e PCB diossina-simili pari a 14 picogrammi (pg) di equivalente tossico (WHO-TEQ) per chilogrammo di peso corporeo (14 pg WHO-TEQ/kgpc).

Questo valore coincide anche con il valore minimo della gamma di TDI pari a 1-4 pg WHO-TEQ/kgpc, definito all’Organizzazione Mondiale della Sanità nel 1998 (2001/C 322/02: Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo e al Comitato Economico e Sociale - Strategia comunitaria sulle diossine, i furani e i bifenili policlorurati - GU CE 17/11/2001).

Per rispettare i citati valori di assunzione giornaliera, il Belgio, paese in cui la Commissione per la valutazione dei regolamenti ambientali (CEM) ha proposto un valore di *Tolerable daily intake* pari a 3 pg I-TEQ kg-1d-1, ha individuato per le deposizioni di diossina i valori guida indicati nella tabella sottostante.

assunzione giornaliera (TDI)	media annua permessa	media mensile permessa
pg I-TEQ kg pc	pg I-TEQ/m <sup>2</sup> d	pg I-TEQ/m <sup>2</sup> d
4	14	27
3	10	20
1	3,4	6,8

(L. Van Lieshout et al Deposition of dioxin in Flanders (Belgium) and a proposition for guide values. *Atm. Env.* 35 suppl. n. 1 2001 S83-S90 citato dal Dott. Viviano dell'ISS)

**Tabella 35 - Proposta di valori guida per le deposizioni di diossina**

In letteratura si trova inoltre il valore delle linee guida della Germania (LAI-Laenderausschuss fuer Immissioschutz - Comitato degli stati per la protezione ambientale) pari a 15 pg I-TEQ/(m<sup>2</sup> d).

Si ritiene opportuno evidenziare che le suddette linee guida individuano anche dei valori obiettivo di lungo periodo per il controllo dell'inquinamento atmosferico, con particolare attenzione alla valutazione degli inquinanti atmosferici cancerogeni nelle deposizioni, e stabiliscono per la somma PCDD/DF + PCB dioxin like, espressa con i fattori di tossicità WHO 2005, il valore di 4 pg WHO-TEQ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>.

Non sono stati reperiti valori guida o di riferimento per i PCB totali.

### Campionamento

L'atmosfera costituisce un importante veicolo di trasporto di sostanze naturali ed immissioni inquinanti a breve ed a lunga distanza con ricadute sulle varie matrici ambientali.

Il monitoraggio dei microinquinanti nelle deposizioni atmosferiche viene realizzato con apposita strumentazione per la raccolta delle deposizioni totali (secche e umide) i cui dettagli sono riportati nelle relazioni prodotte negli anni precedenti.

Il campionamento è effettuato secondo la procedura interna Arpa U.RP.T117 "Campionamento della deposizione atmosferica totale per la determinazione di PCDD/DF e PCB".

### Determinazione analitica e espressione dei risultati

Analogamente a quanto avviene per i campioni di aria ambiente, anche per i deposimetri la determinazione analitica di PCDD/DF e PCB viene eseguita rispettivamente secondo i metodi EPA 1613B:1994 e EPA 1668C:2010, prove accreditate dall'Ente ACCREDIA, in conformità con quanto prescritto dalla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Lo studio delle deposizioni simula la ricaduta degli inquinanti al suolo e consiste nella valutazione del particolato e delle precipitazioni che si depositano su una determinata superficie nell'unità di tempo (il risultato è infatti espresso in relazione all'area dei deposimetri esposti e al tempo di esposizione).

Anche nel caso delle deposizioni atmosferiche si utilizzano i fattori di tossicità equivalente per l'espressione del risultato come somma di congeneri.

Il risultato della determinazione è espresso in:

- per PCDD/DF: pg I-TEQ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>
- per PCB: ng m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>
- per PCB dioxin-like: ng WHO-TEQ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>
- per PCDD/DF + PCB dioxin-like: pg WHO-TEQ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>

Concentrazioni di PCDD, PCDF e PCB rilevate nelle deposizioni atmosferiche.

Per una migliore lettura dell'andamento di lungo termine delle concentrazioni di microinquinanti organici rilevate nelle deposizioni atmosferiche, nella tabella e nei grafici seguenti sono riportati, oltre ai valori determinati nel 2017, anche quelli rilevati da inizio monitoraggio (ottobre 2012).

	PCDD/DF	PCB Dioxin Like	PCB Totale Famiglie	PCDD/DF+PCB DL
Unità di misura	pg I-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	ng WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	ng m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	pg WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
<b>OTTOBRE '12</b>	2,30	0,00092	12,6	2,82
<b>NOVEMBRE '12</b>	6,33	0,00063	9,05	6,43
<b>DICEMBRE '12</b>	27,1	0,00205	34,7	23,0
<b>GENNAIO '13</b>	1,85	0,00127	19,8	3,14
<b>FEBBRAIO '13</b>	8,03	0,00206	41,9	10,1
<b>MARZO '13</b>	7,36	0,00000	0,0	8,18
<b>APRILE '13</b>	2,31	0,00099	19,5	2,865
<b>MAGGIO '13</b>	2,15	0,00110	27,1	2,61
<b>GIUGNO '13</b>	0,70	0,00058	11,7	1,27
<b>LUGLIO '13</b>	1,30	0,00062	14,6	1,64
<b>AGOSTO '13</b>	-	-	-	-
<b>SETTEMBRE '13</b>	0,45	0,00028	6,93	0,628
<b>OTTOBRE '13</b>	0,868	0,00011	9,15	0,810
<b>NOVEMBRE '13</b>	2,08	0,00093	9,74	2,59
<b>DICEMBRE '13</b>	1,32	0,00045	8,71	1,60
<b>GENNAIO '14</b>	2,51	0,00041	10,6	2,48
<b>FEBBRAIO '14</b>	1,63	0,00011	8,98	1,48
<b>MARZO '14</b>	1,34	0,00086	11,7	1,91
<b>APRILE '14</b>	1,14	0,00258	10,5	3,46
<b>MAGGIO '14</b>	0,757	0,00057	12,8	1,39
<b>GIUGNO '14</b>	1,59	0,00064	10,5	1,92
<b>LUGLIO '14</b>	1,96	0,00000	0,00	2,76
<b>AGOSTO '14</b>	1,70	0,00069	-*	2,51
<b>SETTEMBRE '14</b>	1,78	0,00076	11,1	2,68
<b>OTTOBRE '14</b>	2,14	0,00089	16,3	3,18
<b>NOVEMBRE '14</b>	2,49	0,00066	21,7	2,92

	PCDD/DF	PCB Dioxin Like	PCB Totale Famiglie	PCDD/DF+PCB DL
Unità di misura	pg I-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	ng WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	ng m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	pg WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
<b>DICEMBRE '14</b>	1,61	0,00066	6,87	2,39
<b>GENNAIO '15</b>	2,15	0,00087	14,8	3,17
<b>FEBBRAIO '15</b>	2,32	0,00081	14,0	3,27
<b>MARZO '15</b>	2,13	0,00080	19,1	3,05
<b>APRILE '15</b>	2,55	0,00063	9,60	3,31
<b>MAGGIO '15</b>	2,35	0,00074	14,4	3,23
<b>GIUGNO '15</b>	2,63	0,00086	20,2	3,7
<b>LUGLIO '15</b>	2,28	0,00181	31,06	4,2
<b>AGOSTO '15</b>	2,75	0,00085	10,1	3,8
<b>SETTEMBRE '15</b>	1,94	0,00063	10,4	2,7
<b>OTTOBRE '15</b>	2,27	0,00070	10,1	3,1
<b>NOVEMBRE '15</b>	2,40	0,00075	11,04	3,3
<b>DICEMBRE '15</b>	2,78	0,00082	11,5	3,7
<b>GENNAIO '16</b>	2,35	0,00071	9,1	3,2
<b>FEBBRAIO '16</b>	3,01	0,00071	14,0	3,6
<b>MARZO '16</b>	2,43	0,00074	5,60	3,3
<b>APRILE '16</b>	2,56	0,00077	7,28	3,5
<b>MAGGIO '16</b>	2,27	0,00067	8,9	3,1
<b>GIUGNO '16</b>	2,47	0,00077	15,2	3,4
<b>LUGLIO '16</b>	2,47	0,00073	12,1	3,3
<b>AGOSTO '16</b>	2,30	0,00203	9,6	4,4
<b>SETTEMBRE '16</b>	2,80	0,00065	11,4	3,5
<b>OTTOBRE '16</b>	3,11	0,00079	12,1	4,0
<b>NOVEMBRE '16</b>	3,07	0,00082	12,7	4,0
<b>DICEMBRE '16</b>	2,59	0,00076	10,3	3,5
<b>GENNAIO '17</b>	2,51	0,00310	11,7	5,7
<b>FEBBRAIO '17</b>	2,09	0,00036	6,73	2,6
<b>MARZO '17</b>	2,56	0,00093	8,56	3,6
<b>APRILE '17</b>	2,16	0,00320	12,1	5,5
<b>MAGGIO '17</b>	2,06	0,00230	8,70	4,5
<b>GIUGNO '17</b>	2,43	0,00088	10,5	3,5
<b>LUGLIO '17</b>	2,36	0,00074	12,4	3,2
<b>AGOSTO '17</b>	2,35	0,00073	8,68	3,2
<b>SETTEMBRE '17</b>	2,24	0,00069	7,54	3,1
<b>OTTOBRE '17</b>	2,67	0,00083	15,2	3,7
<b>NOVEMBRE '17</b>	2,41	0,00074	11,2	3,3
<b>DICEMBRE '17</b>	2,51	0,00076	8,64	3,4

\* il parametro PCB Totali relativo al mese di agosto'14 è stato annullato per motivi tecnici

**Tabella 36 - Concentrazioni di PCDD, PCDF e PCB nelle deposizioni atmosferiche**

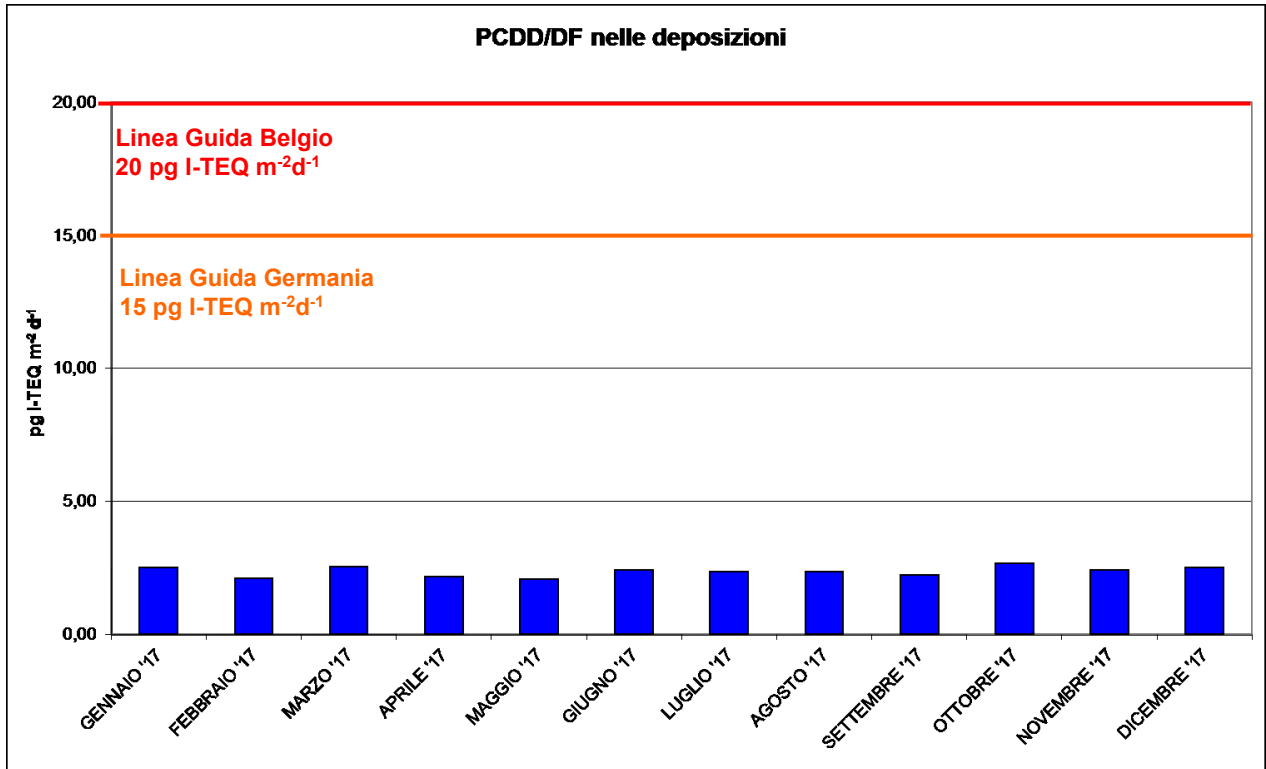


Figura 37 - Concentrazioni di PCDD e PCDF nelle deposizioni mensili anno 2017

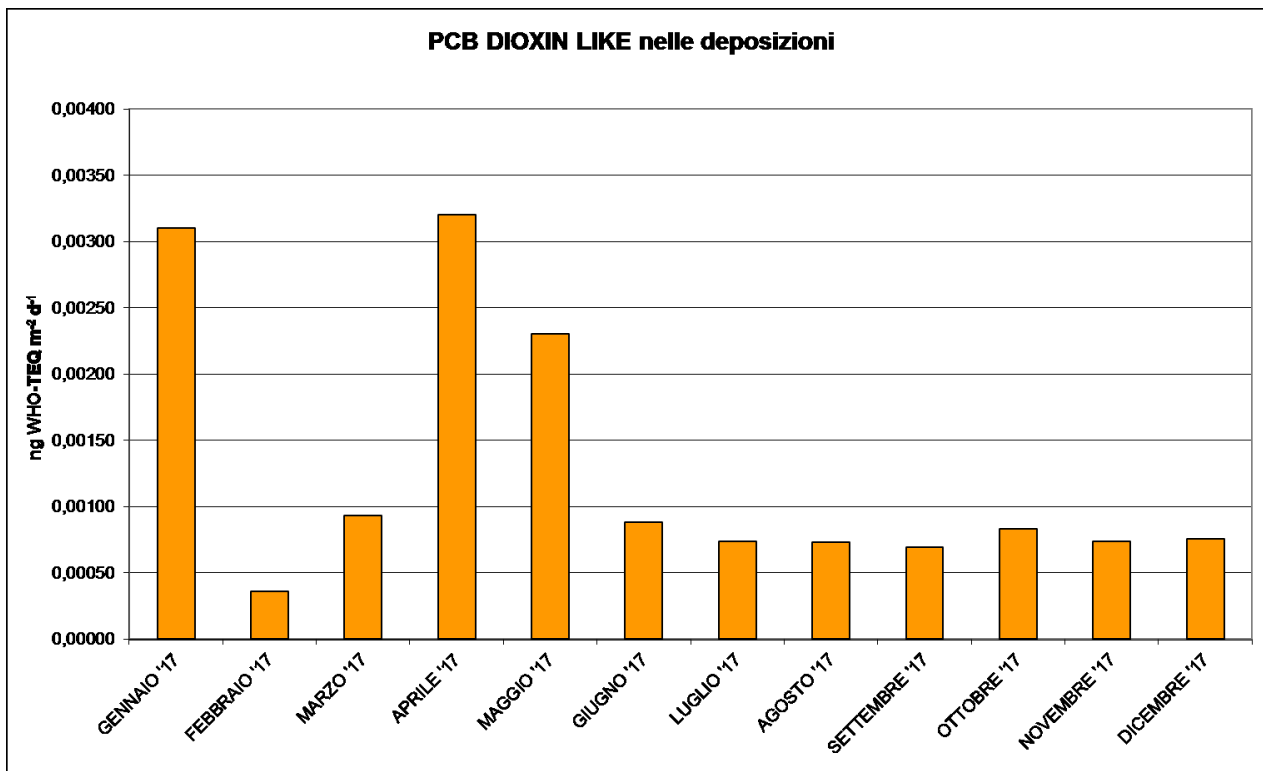


Figura 38 - Concentrazione di PCB DIOXIN LIKE nelle deposizioni mensili anno 2017

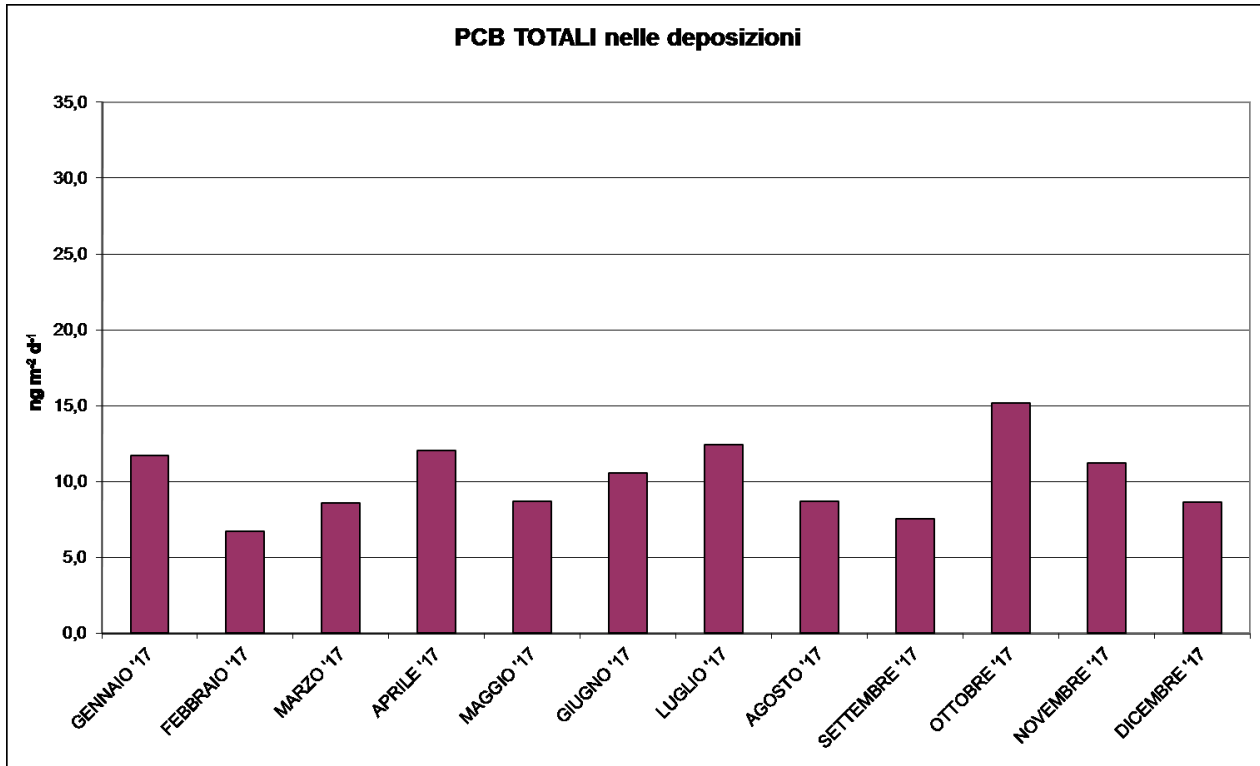


Figura 39 - Concentrazione di PCB TOTALI nelle deposizioni mensili anno 2017

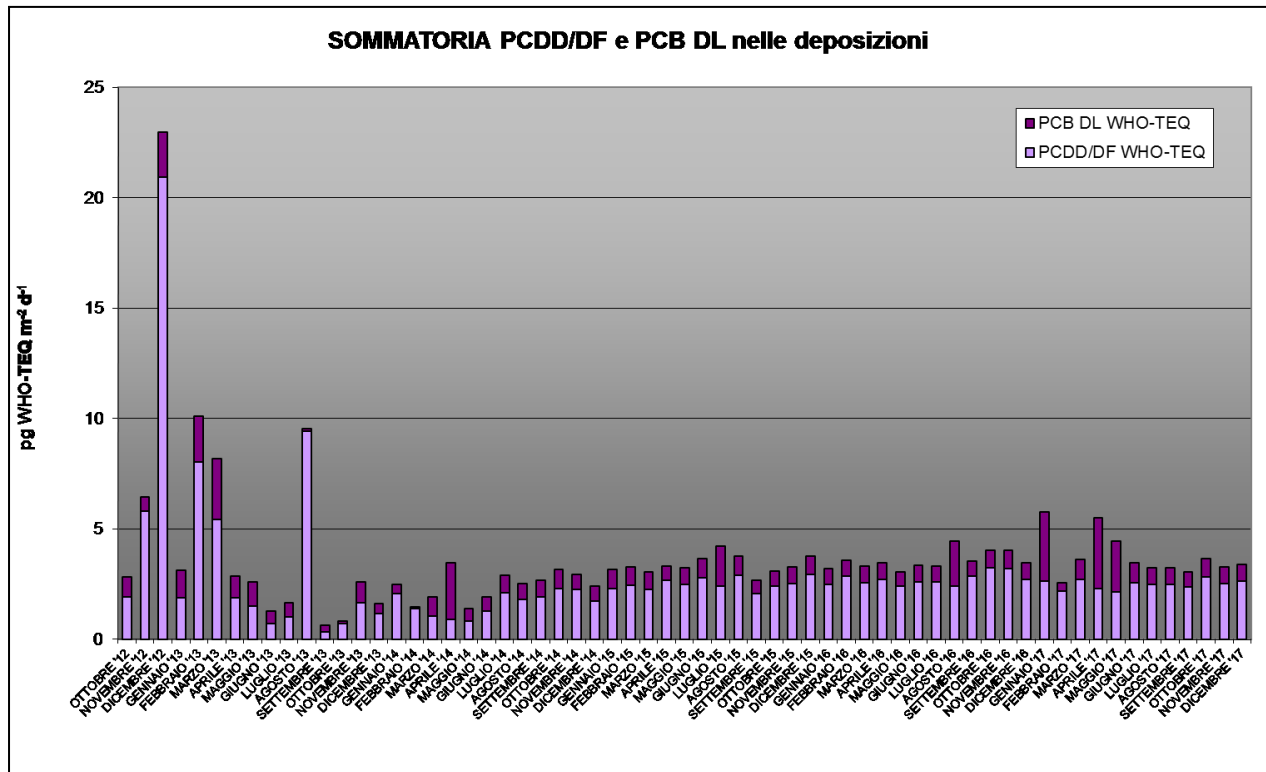


Figura 40 – Andamento sommatoria PCDD/DF + PCB dioxin like nelle deposizioni mensili dal 2012

Come mostra il grafico relativo alla somma di PCDD/DF e PCB dioxin like, i valori calcolati per i mesi di gennaio (5,7 pg WHO TE m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>), aprile (5,5 pg WHO TE m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>) e maggio (4,5 pg WHO TE m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>) 2017 risultano superiori alla linea guida tedesca LAI (4 pg WHO TE m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>).

La linea guida tedesca fornisce indicazioni per la sommatoria di PCDD/DF e PCB dioxin like nelle deposizioni calcolata su "lungo periodo" e non sulle singole mensilità, per il confronto riportiamo qui di seguito le medie annuali calcolate dal 2013 al 2017 .

MEDIA ANNO	PCDD/DF WHO-TEQ	PCB DL WHO-TEQ	PCDD/DF+PCB DL
	pg WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	pg WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	pg WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
2013	2,81	0,94	3,75
2014	1,63	0,80	2,44
2015	2,52	0,86	3,37
2016	2,72	0,84	3,57
2017	2,49	1,27	3,77

Tabella 37 – Medie annuali concentrazioni di PCDD/DF e PCB dioxin like nelle deposizioni

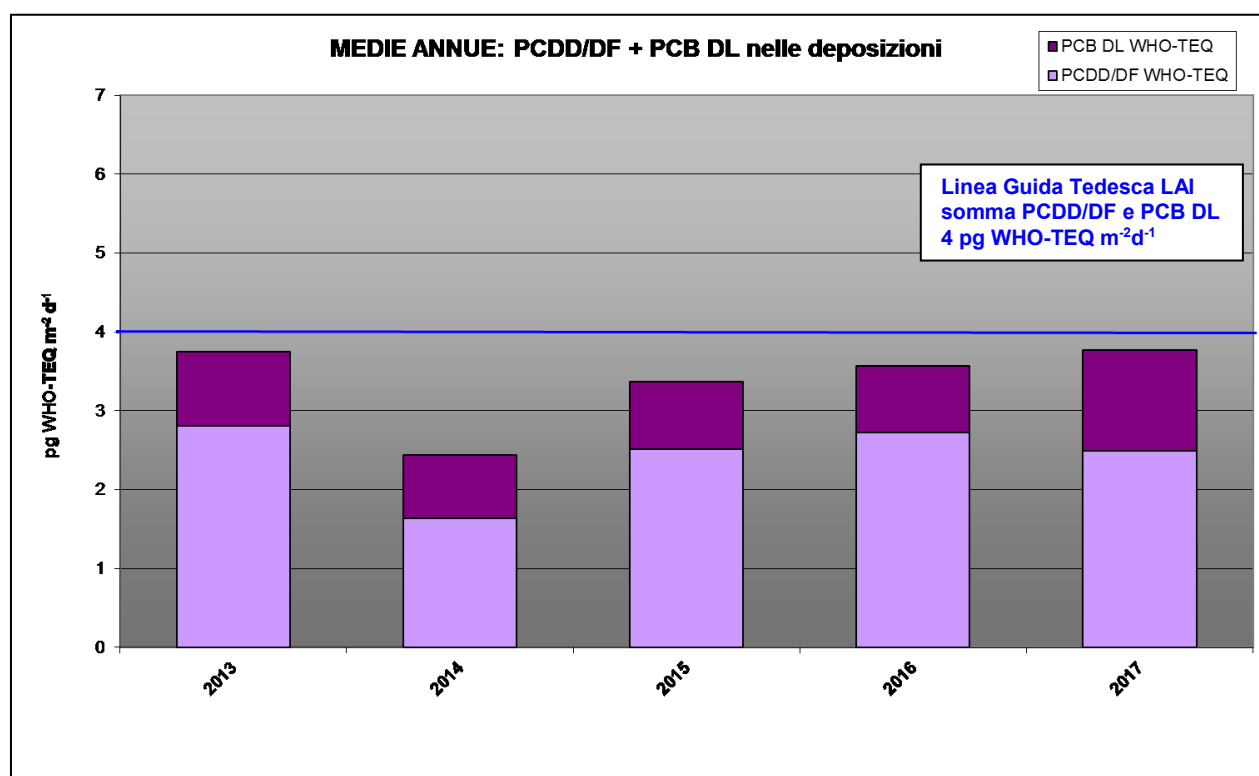


Figura 41 – Medie annuali della sommatoria PCDD/DF + PCB dioxin like nelle deposizioni

## Conclusioni

Nel corso dell'anno 2017 la stazione di Beinasco - Aldo Mei ha avuto un rendimento strumentale in linea con quanto previsto dalle prescrizioni normative. Le principali considerazioni che si possono trarre dall'analisi dei dati raccolti sono le seguenti:

- come già evidenziato dalla serie storica dei dati, la stazione di Beinasco - Aldo Mei presenta generalmente valori analoghi a quelli rilevati nelle stazioni di fondo urbano della rete provinciale di monitoraggio. In particolare anche nel 2017 i valori riscontrati sono in media confrontabili (e in alcuni casi, come quello del PM10, leggermente inferiori) a quelli della stazione di fondo urbano di Torino Lingotto;
- per quanto riguarda gli inquinanti normati, nel caso di PM10, PM2.5, biossido di azoto, benzene, arsenico, cadmio, nichel, piombo e benzo(a)pirene si osserva in generale un aumento o comunque una confrontabilità delle concentrazioni rispetto al 2016. Tale fenomeno, comune a tutti i punti di misura dell'area metropolitana, è legato principalmente alle condizioni meteorologiche che nel 2017 sono state complessivamente favorevoli al confinamento degli inquinanti in prossimità del suolo, come descritto in dettaglio nel capitolo dedicato agli ossidi di azoto;
- tutti i valori di riferimento previsti dalla normativa sulla qualità dell'aria (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.) sono rispettati, ad eccezione del valore limite giornaliero del PM10 e del valore limite annuale del biossido di azoto. Mentre la prima criticità è storicamente comune a tutte le stazioni dell'area urbana torinese, il superamento del valore limite annuale del biossido di azoto ha riguardato un numero limitato di stazioni, tutte poste in aree interessate da un elevato traffico autoveicolare. In tutte queste stazioni, compresa quella di Beinasco, l'andamento medio delle concentrazioni sia di monossido che di biossido di azoto nel corso della giornata presenta i valori più alti nelle ore maggiormente interessate dal traffico autoveicolare;
- per quanto riguarda gli inquinanti in aria ambiente non normati (idrocarburi policiclici aromatici diversi dal benzo(a)pirene, antimonio, cobalto, cromo, manganese, mercurio, rame, selenio, titanio, vanadio e zinco) le concentrazioni misurate sono risultate anche nel 2017 inferiori alle linee guida definite da organismi internazionali e confrontabili con i valori rilevati in siti analoghi del territorio della Città Metropolitana o reperibili in letteratura per le aree urbane;
- i valori di deposizione atmosferica per metalli e idrocarburi policiclici aromatici sono risultati in linea con quelli di siti che presentano analoghe caratteristiche ubicati nel territorio della Città Metropolitana o in ambito regionale o i cui dati sono disponibili nella letteratura scientifica. Anche nel caso del mercurio - il cui flusso di deposizione nel 2016 era risultato molto più elevato che negli anni precedenti, - si osserva un rientro a valori confrontabili con quelli rilevati tra il 2013 e il 2015;
- relativamente ai microinquinanti (PCDD/DF e PCB) rilevati in aria ambiente nel corso del 2017 si conferma un andamento di tipo stagionale, situazione tipica del bacino padano, dovuta al progressivo aumento delle condizioni di stabilità atmosferica dai mesi autunnali a quelli invernali, con tendenza al confinamento degli inquinanti in prossimità del suolo e valori leggermente più alti nei periodi invernali. Le quantità rilevate sono in linea con quelle normalmente riscontrate in un sito urbano e sempre inferiori alle citate linee guida;
- i valori di deposizione atmosferica relativi ai microinquinanti (PCDD/DF e PCB) sono confrontabili con quelli del 2016 e in linea con siti che presentano analoghe caratteristiche ubicati nel territorio provinciale/regionale o i cui dati sono disponibili nella letteratura scientifica;

- si ricorda che, come già comunicato nella nota prot. 79007 del 26/09/2014, a partire dagli esiti riferiti al mese di luglio 2014, il Polo Microinquinanti ha sostituito il limite di quantificazione strumentale con un limite di quantificazione elaborato a partire dai bianchi analitici. Tale limite di quantificazione, più elevato di quello strumentale, ma più conforme al campo di misura, ha comportato, come previsto, un incremento dei valori calcolati come medium bound, in particolare per quei campioni che presentano un elevato valore di congeneri inferiori al limite di quantificazione. Questo effetto è osservabile nel grafico di Figura 40, in cui si nota un livellamento verso l'alto dei dati riferiti alla sommatoria di PCDD/DF e PCB da luglio 2014 in poi.