

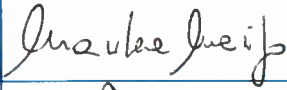
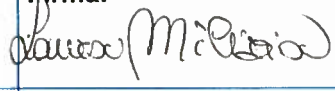
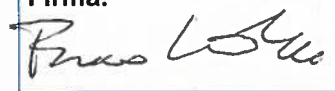
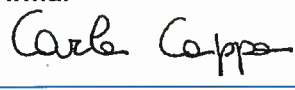
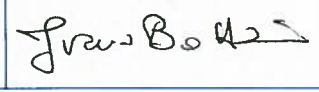
DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TORINO

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 2014



DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TORINO

**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 2014**

Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data: 27/3/2015	Firma:
	Nome: Marilena Maringo		
	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data: 27/3/2015	Firma:
	Nome: Laura Milizia		
	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data: 27/3/2015	Firma:
	Nome: Milena Sacco		
Verifica	Funzione: Dirigente professionale presso SS Produzione	Data: 30/3/2015	Firma:
	Nome: Francesco Lollobrigida		
Approvazione	Funzione: Responsabile SS Produzione	Data: 30/3/2015	Firma:
	Nome: Carlo Bussi		
Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data: 27/3/2015	Firma:
	Nome: Carla Cappa		
	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data: 27/3/2015	Firma:
	Nome: Simona Possamai		
Verifica Approvazione	Funzione: Responsabile SS Polo Microinquinanti	Data: 27/3/2015	Firma:
	Nome: Ivana Bottazzi		

Arpa Piemonte

Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Dipartimento Provinciale di Torino

Struttura Semplice Attività di Produzione

Via Pio VII n°9 - 10135 Torino - Tel. 01119680350/351 - Fax 01119681441 - e-mail: produzione.to@arpa.piemonte.it

Le attività oggetto della presente relazione sono state effettuate dalle Strutture Semplici *Attività di produzione, Polo Microinquinanti e Laboratorio* del Dipartimento Arpa di Torino

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 *Polo Microinquinanti* 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
- 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.

La Struttura Semplice *Laboratorio* ha curato le determinazioni di laboratorio di idrocarburi policiclici aromatici e metalli sui campioni di particolato e deposizione atmosferica

Premessa	3
Ubicazione della stazione di monitoraggio e dotazione strumentale	3
Esame dei dati relativi alla qualità dell'aria ambiente	5
Introduzione	5
Ossidi di Azoto	6
Particolato Sospeso - PM ₁₀	13
Particolato Sospeso - PM _{2.5}	16
Benzene e toluene	18
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	21
Mercurio elementare gassoso e sul particolato	23
Altri metalli sul particolato	27
Policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili ...	33
Esame dei dati relativi alle deposizioni atmosferiche	39
Introduzione	39
Idrocarburi policiclici aromatici	39
Metalli	42
Policlorodibenzodiossine , policlorodibenzofurani e policlorobifenili .	47
Conclusioni.....	52

Premessa

La presente relazione costituisce il rapporto di sintesi e giudizio relativo all'anno 2014 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 era infatti 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, zinco e mercurio; nel 2014 sul PM10 sono stati determinati anche antimonio, titanio 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 previste dal SGQ di Arpa Piemonte e 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 2014; 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 provinciale e rappresentative di diverse situazioni territoriali. Le

caratteristiche di dettaglio delle stazioni di confronto della rete provinciale sono riportate nella Tabella 1

<i>Stazione</i>	<i>Tipologia stazione</i>	<i>Tipologia zona</i>
Beinasco - Aleramo	fondo	urbano
Druento	fondo	rurale
Orbassano	fondo	suburbano
Settimo T.se	traffico	urbano
TO - I.T.I.S. Grassi	traffico	urbano
TO - Lingotto	fondo	urbano
TO - Piazza Rebaudengo	traffico	urbano
TO - Via Consolata	traffico	urbano
Vinovo	fondo	suburbano
Baldissero – GDF Suez	fondo	rurale

Tabella 1 - Caratteristiche delle stazioni utilizzate per il confronto

Ulteriori informazioni di dettaglio sulle stazioni in oggetto sono disponibili all'interno della pubblicazione "Uno sguardo all'aria", disponibile all'indirizzo web:

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

Poiché la stazione oggetto della presente relazione, a seguito delle prescrizioni della Provincia di Torino, è a tutti gli effetti inserita nel Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria, la base dati completa è consultabile sia tramite il sito "Qualità dell'aria in Piemonte" all'indirizzo <http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/index.shtml>, sia attraverso il sistema AriaWeb, entrambi messo 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 vengono 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 il monossido di azoto viene comunque misurato poichè 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	Beinasco - Aleramo	Orbassano - Gozzano	Torino - Consolata	Torino - Lingotto
Ore valide	8574	8536	8444	8615	8285
Percentuale ore valide	98%	97%	96%	98%	95%
Giorni validi	357	356	349	359	342
Percentuale giorni validi	98%	98%	96%	98%	94%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri	94	83	56	95	81
Media dei massimi giornalieri	94	83	56	93	79
Media delle medie giornaliere	32	26	19	42	31
Media dei valori orari	32	26	19	42	31

Tabella 2: Monossido di Azoto - Indicatori statistici anno 2014

Nel corso del 2014 la concentrazione media di ossido di azoto registrata dalla cabina TRM è stata superiore a quella calcolata dalla stazione di Beinasco-Aleramo, appartenente alla Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'aria (Tabella 2) e sita nello stesso territorio comunale.

La media annuale calcolata presso la stazione di TRM risulta confrontabile con quella determinata presso la stazione di fondo urbano di Torino (Lingotto) e inferiore alla stazione di traffico urbano della città di Torino (via della Consolata). La situazione si conferma invertita se si considerano, invece, 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 sia a quelle della stazione di misura sita nello stesso territorio comunale sia a quelle registrate presso le stazioni di fondo urbano della città di Torino (Lingotto) e del Comune di Orbassano (Gozzano) ma risultano mediamente più basse di quelle misurate presso la stazione di traffico urbano di Torino (Consolata).

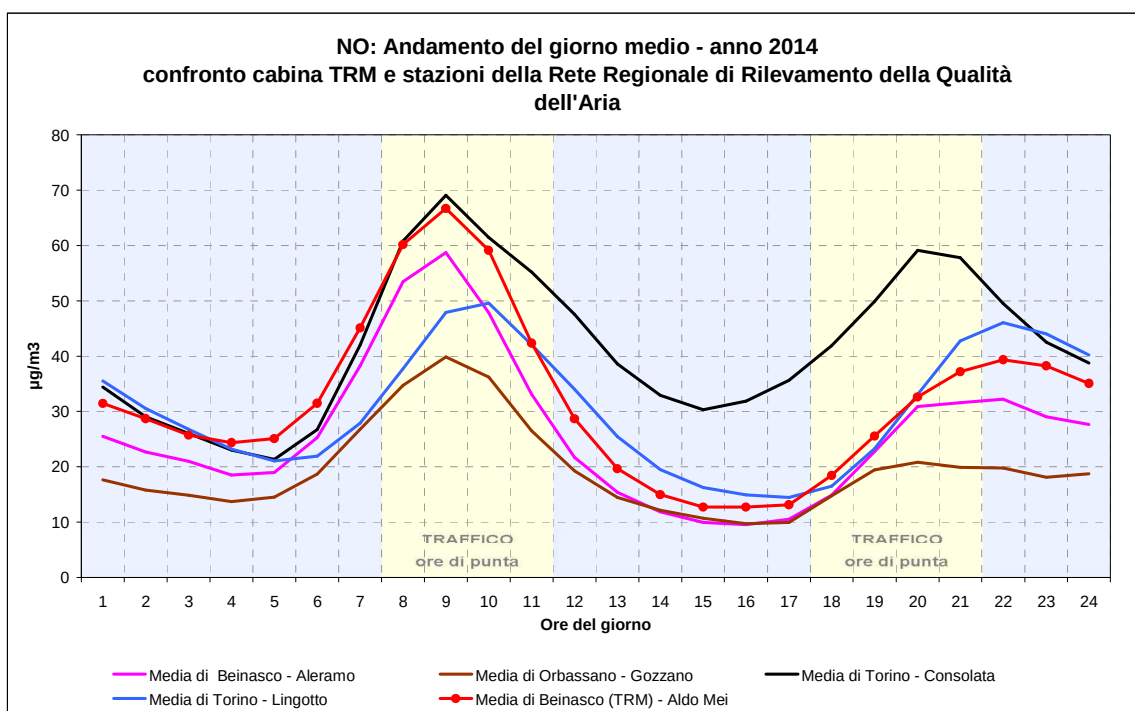


Figura 3: Monossido di azoto - andamento giornaliero medio

A marzo 2014 è stata installata da TRM la stazione meteorologica prevista dalle prescrizioni autorizzative a Beinasco, in via Gorini - punto concordato con il Dipartimento Sistemi Previsionali di Arpa Piemonte in base alla sua rappresentatività spaziale. Essendo il monossido di azoto un inquinante primario presente in concentrazioni più significative nei mesi invernali, è stata elaborata la rosa di concentrazione per questo inquinante nel ultimo trimestre (Figura 4)

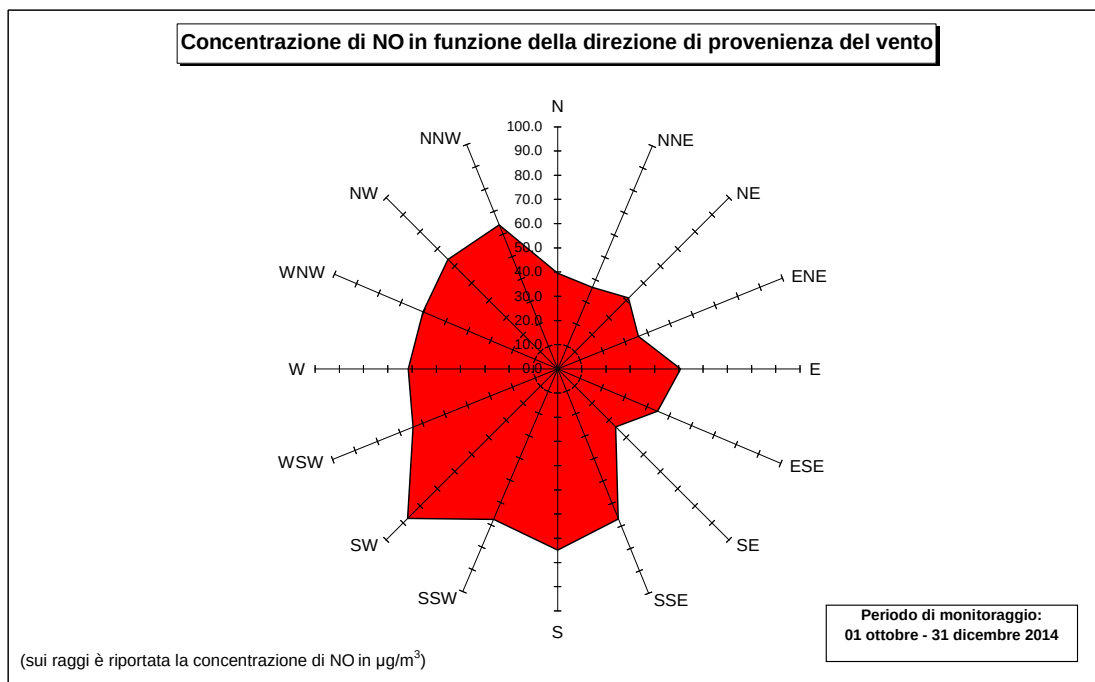


Figura 4: Concentrazioni di NO in funzione della direzione di provenienza del vento nell'ultimo trimestre del 2014

Questo tipo di grafico riporta, in corrispondenza di ogni direzione del vento, la concentrazione media dell'inquinante nelle ore in cui il vento proviene da quella direzione¹ e fornisce quindi un'indicazione generale sulla posizione delle sorgenti al suolo² (assi stradali, riscaldamento civile ecc.) dell'inquinante stesso rispetto al punto di monitoraggio.

A questo proposito si riporta in Figura 5 la rosa di concentrazione dell'NO inserita nella mappa riportante l'ubicazione della stazione di monitoraggio e dell'impianto TRM.

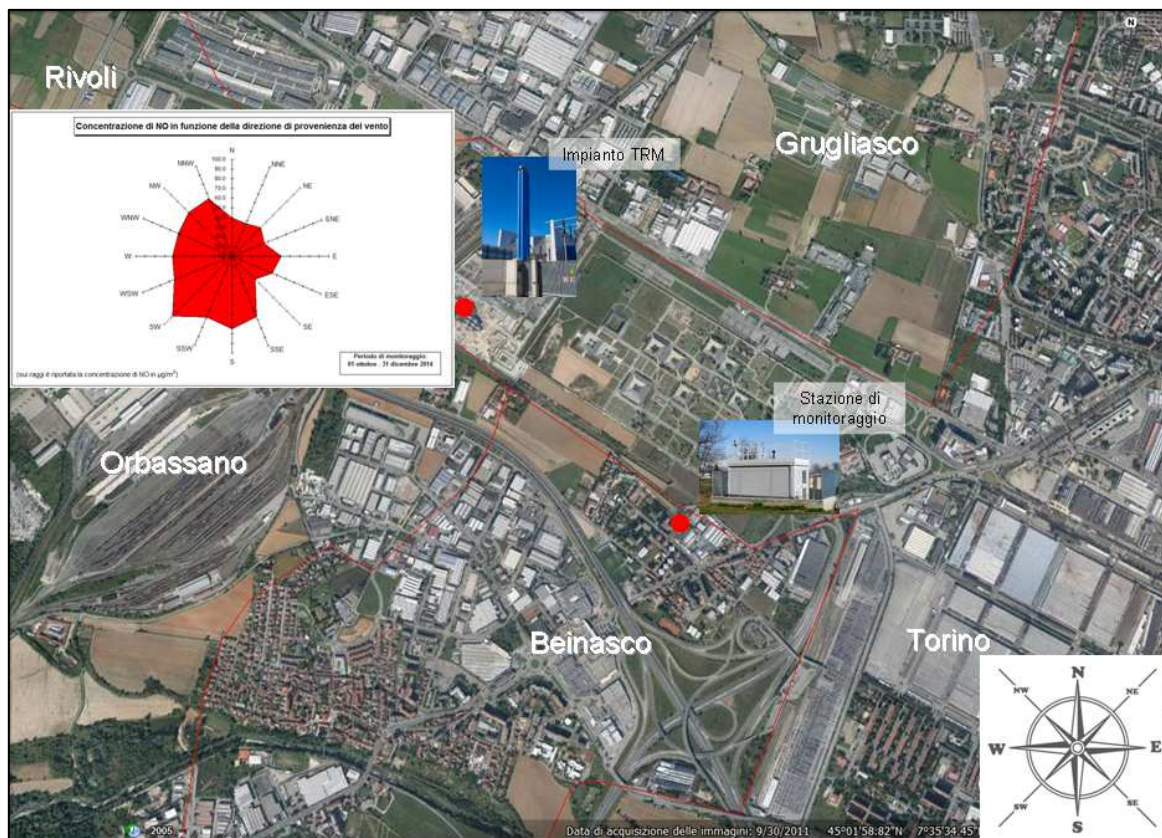


Figura 5: mappa con ubicazione della stazione di monitoraggio e dell'impianto TRM e rosa di concentrazione di NO

Per il monossido di azoto si osservano mediamente valori più elevati nel caso di venti con provenienza dall'insieme delle direzioni rispetto alle quali il sito di misura è sottovento ad importanti arterie stradali (in particolare Strada Torino a Beinasco), alla tangenziale di Torino e ai suoi snodi nonché alla stessa città di Torino.

¹ L'elaborazione esclude le ore di calma di vento, in cui per definizione non è possibile individuare una direzione di provenienza. Sono state considerate ore di calma divento quelle in cui la velocità del vento è inferiore a 0.5 m/s

² L'elaborazione fornisce indicazioni sulle sorgenti che emettono in prossimità del suolo perché la stazione di Via Gorini, misura velocità e direzione vento a un'altezza dell'ordine di 10 metri dal suolo, come da norme tecniche internazionali. Si ricorda che la direzione del vento al suolo non necessariamente è la stessa che si rileva in quota, per cui la rosa dei venti riportata in Figura 3 non può per sua natura fornire indicazioni sulle ricadute delle emissioni del camino TRM.

La formazione di **biossido di azoto** (NO_2) 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 NO_2 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 piuttosto pericolosi.

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

Biossido di azoto	
NO_2 - Limite orario per la protezione della salute umana (293 °K e 101.3 kPa)	
Periodo di mediazione: 1 ora	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ <i>da non superare più di 18 volte per anno civile</i>
NO_2 - Limite annuale per la protezione della salute umana (293 °K e 101.3 kPa)	
Periodo di mediazione: anno civile	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
NO_2 - Soglia di allarme per il biossido di azoto (293 °K e 101.3 kPa)	
Periodo di mediazione: 3 ore	$400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ <i>misurati su tre ore consecutive</i>

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

Il limite annuale per la protezione della salute umana, pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è stato superato solo presso le due stazioni, sia di fondo urbano sia di traffico urbano, del capoluogo piemontese.

Presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei e presso le due stazioni della provincia di Torino prese in esame il valore medio annuale risulta al di sotto del limite normativo (vedi Tabella 3).

Per quanto riguarda il valore orario per la protezione della salute umana pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 3) presso la stazione TRM, nel 2014, non è stato registrato alcun superamento in linea con quanto mediamente si registra su tutta la rete provinciale negli ultimi anni.

Biossido di Azoto (NO ₂) (valori di concentrazione espressi in µg/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Beinasco - Aleramo	Orbassano - Gozzano	Torino - Consolata	Torino - Lingotto
Ore valide	8646	8684	8469	8609	8342
Percentuale ore valide	99%	99%	97%	98%	95%
Giorni validi	360	362	350	359	344
Percentuale giorni validi	99%	99%	96%	98%	94%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri	69	58	58	85	72
Media dei massimi giornalieri	69	58	58	85	71
Media delle medie giornaliere	38	31	32	58	41
Media dei valori orari	38	31	32	58	41
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0	0	1	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)	0	0	0	1	0
Numero di superamenti livello allarme (400)	0	0	0	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)	0	0	0	0	0

Tabella 3: Biossido di Azoto - Indicatori statistici anno 2014

Anche per il biossido di azoto, in Figura 6, 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, ma confrontabile con i profili determinati presso le stazioni della provincia e presso la stazione di fondo urbano della città di Torino (Torino – Lingotto); con quest'ultima l'andamento del giorno medio è ben sovrapponibile.

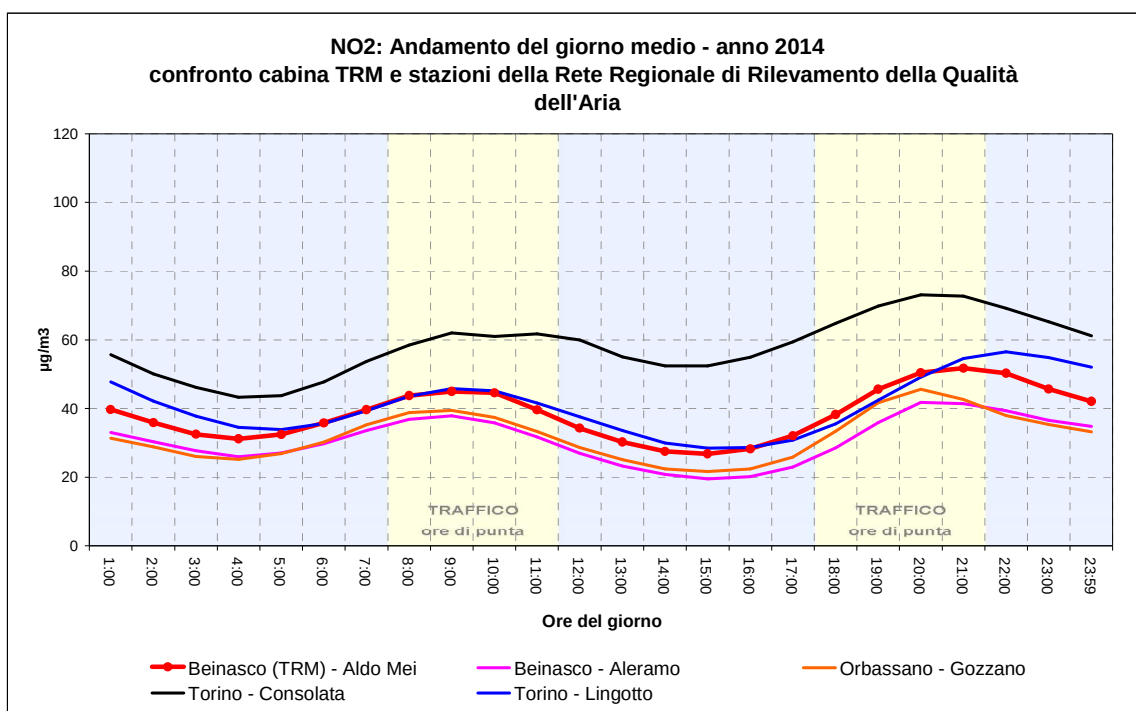


Figura 6: Biossido di azoto - andamento medio delle concentrazioni orarie (giorno medio)

In Figura 7 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 la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei e presso le altre stazioni della provincia mentre è superato presso le stazioni della città di Torino soprattutto nei due siti di traffico urbano (via della Consolata e piazza Rebaudengo).

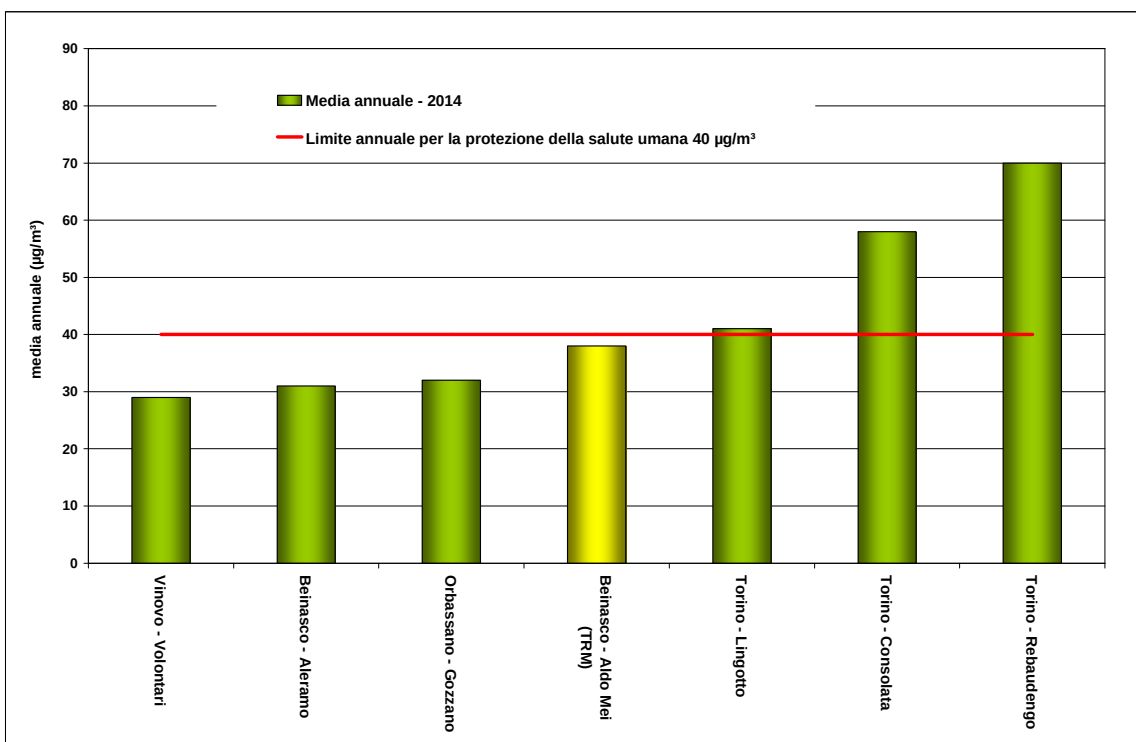


Figura 7: Biossido di azoto media annuale – 2014

Particolato Sospeso - PM₁₀

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 reazioni chimiche e di origine prevalentemente umana.

Le principali sorgenti naturali sono l'erosione e il risollevarimento dal 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, 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.

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 µm (PM₁₀), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (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 PM₁₀

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:

PM ₁₀	
PM ₁₀ - valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	
media giornaliera	50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile
PM ₁₀ - valore limite annuale per la protezione della salute umana	
media annuale	40 µg/m³

Per la misurazione dei livelli di PM₁₀ 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 β. Il sistema opera su due linee di prelievo indipendenti dotate di testate di prelievo EPA per la determinazione del PM₁₀ 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, fatta eccezione per la stazione di fondo sita nel parco de La Mandria a Druento, in tutte le stazioni scelte come riferimento è stato

abbondantemente superato il limite massimo di superamenti giornalieri consentiti (vedi Tabella 4).mentre è rispettato il valore limite su base annuale

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
Minima media giornaliera	5	5	5	5	2
Massima media giornaliera	140	73	120	123	109
Media delle medie giornaliere	30	19	34	35	32
Giorni validi	358	359	336	362	346
Percentuale giorni validi	98%	98%	92%	99%	95%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	47	11	81	75	59

Tabella 4: PM10 - Indicatori statistici anno 2014

Il Particolato presenta un tipico trend stagionale con livelli di concentrazione maggiori nelle stagioni più fredde rispetto a primavera-estate vedi Figura 8.

Questo è dovuto oltre alle maggiori emissioni in atmosfera durante l'inverno anche all'influenza dello strato limite planetario (o strato di rimescolamento) che in autunno e in inverno confina gli inquinanti al suolo facendone aumentare la concentrazione.

Importante è il ruolo della situazione meteorologica che influisce sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa. Nei mesi di febbraio e novembre, ad esempio, la flessione della curva è da ricondurre a condizioni meteo climatiche che hanno sfavorito l'accumulo degli inquinanti in atmosfera.

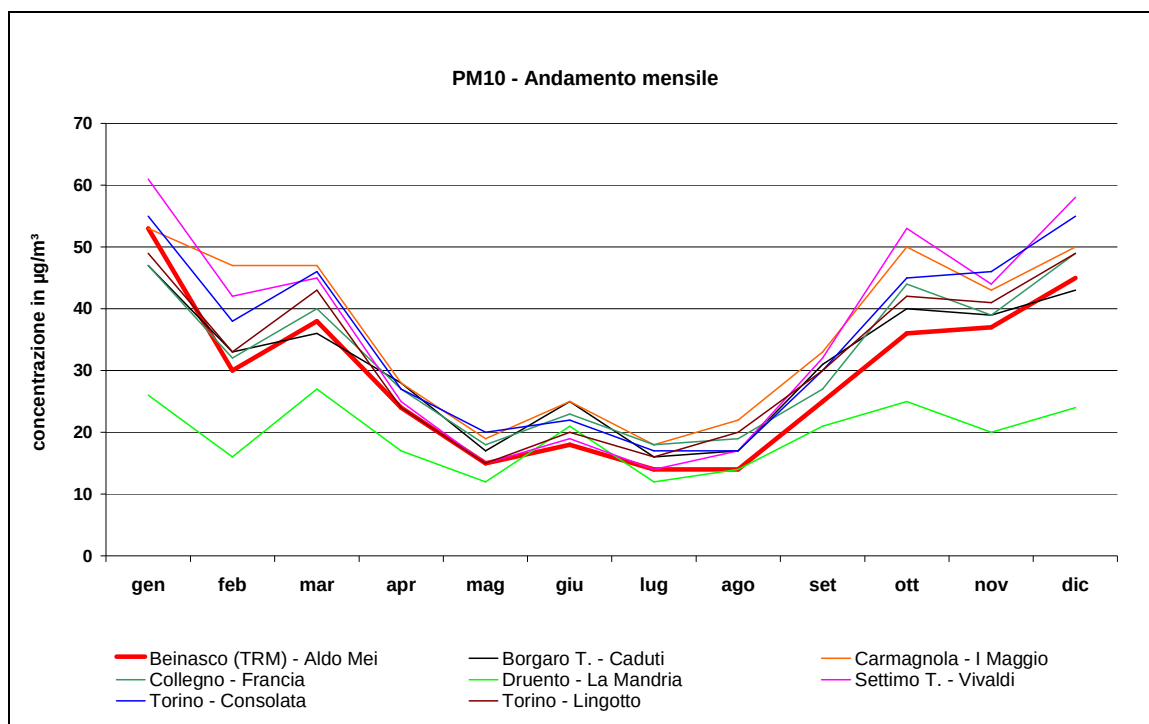


Figura 8: PM10 - Media mensile anno 2014

Nella Figura 9 sono state messe a confronto le medie annuali di PM10 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 è stato superato solo presso la stazione classificata di traffico urbano della città di Torino (Grassi). Il valore medio annuale calcolato presso il sito TRM è confrontabile con quanto rilevato presso la stazione di fondo urbano Torino – Lingotto.

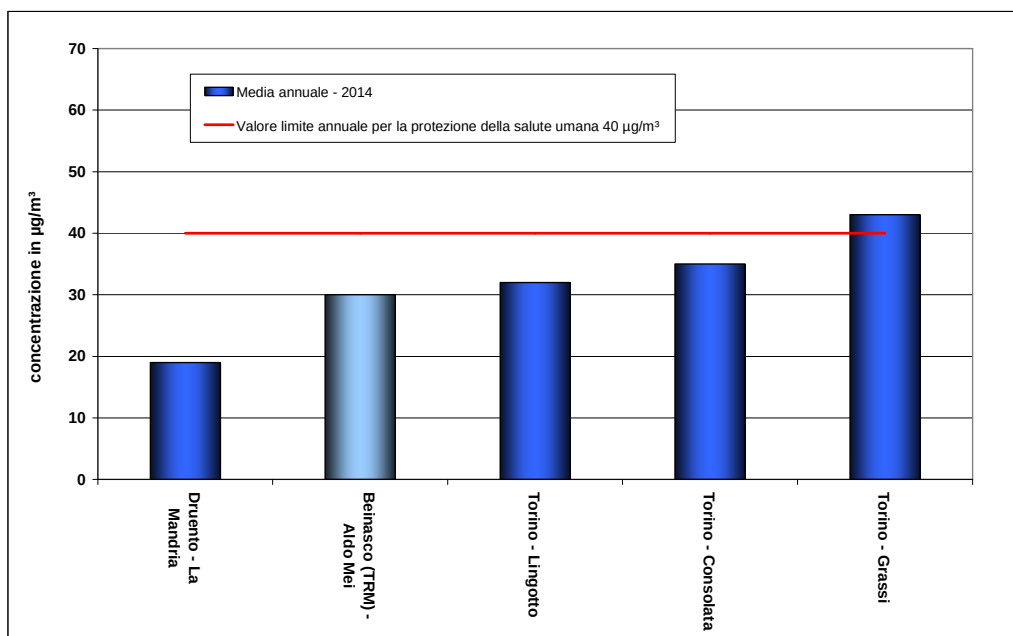


Figura 9: PM10 - Media annuale

Nella Figura 10 si riportano i superamenti del livello giornaliero per la protezione della salute umana pari a 50 µg/m³; con la linea rossa è indicato il numero di superamenti (35) consentiti nel corso dell'anno da cui si evince che il limite di 35 superamenti è stato superato sia presso le stazioni di traffico urbano della città di Torino e del comune di Settimo T.se, sia presso la stazione di fondo urbano Torino - Lingotto.

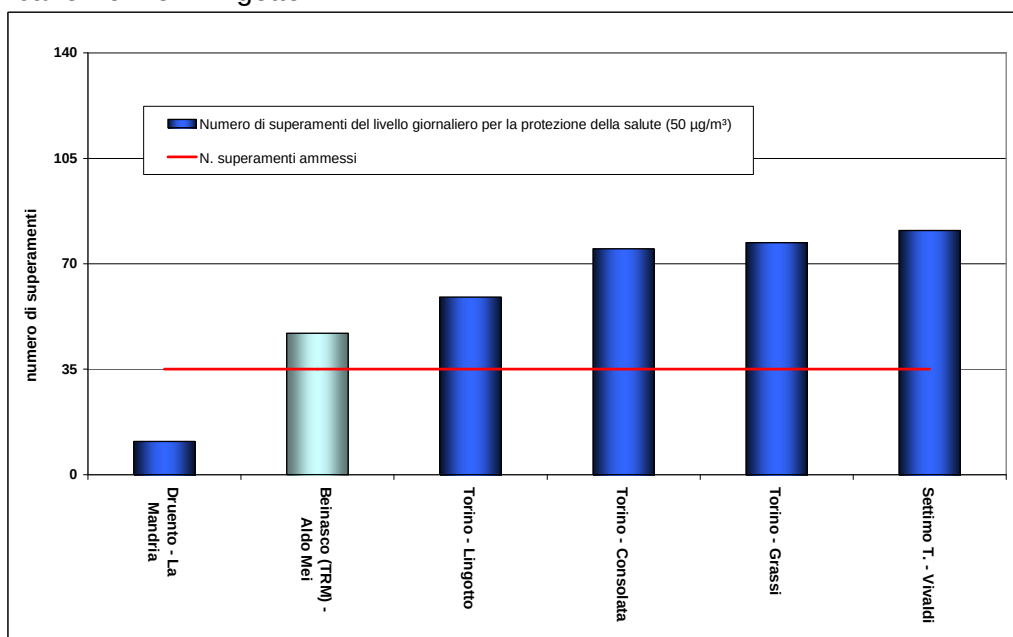


Figura 10: PM10 - Numero di superamenti del livello giornaliero per la protezione della salute umana

Dalle Figura 9 e Figura 10 si evince che i livelli di concentrazione di PM₁₀ rilevati presso la stazione TRM sono confrontabili con quelli dei siti di fondo urbano della città e della provincia di Torino e restano inferiori a quelli registrati nei siti di traffico urbano.

Per entrambi gli indicatori normativi previsti per il PM₁₀ si precisa che la media annuale calcolata presso il sito di misura Torino – Grassi è sottostimata; la percentuale di dati validi registrati, infatti, sono inferiori al 90% a causa di ripetuti guasti strumentali verificatisi negli ultimi tre mesi dell'anno, mesi questi tra i più critici per questo inquinante.

Particolato Sospeso - PM_{2.5}

Per la frazione respirabile delle polveri PM_{2.5} la norma nazionale vigente (DLgs 155/10) prevede un valore obiettivo 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	25 µg/m ³

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 β. Il sistema opera su due linee di prelievo indipendenti dotate di testate di prelievo EPA per la determinazione del PM₁₀ e del PM_{2.5}.

Nella Tabella 5 si riportano gli indicatori statistici misurati presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei e messa 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 PM₁₀, in quanto il PM_{2.5} non viene monitorato in nessuna stazione con tali caratteristiche nell'area scelta come riferimento.

Il valore obiettivo annuale per la protezione della salute umana è stato raggiunto presso la stazione di Torino – Rebaudengo e superato presso la stazione sita nel comune di Settimo T.se mentre non viene superato sia presso la stazione di fondo urbano di Torino (lingotto) sia presso quella di Beinasco – TRM.

PM _{2.5} (valori di concentrazione espressi in µg/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Torino - Lingotto	Torino - Rebaudengo	Settimo T. - Vivaldi
Minima media giornaliera	3	5	1	5
Massima media giornaliera	128	95	86	95
Media delle medie giornaliere	23	24	25	26
Giorni validi	358	335	308	362
Percentuale giorni validi	98%	92%	84%	99%

Tabella 5: PM_{2.5} - Indicatori statistici anno 2014

In Figura 11 si riportano i profili mensili registrati nel 2014 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 di TRM, ad eccezione dei mesi di gennaio e dicembre, misura livelli mediamente più bassi rispetto a tutte le altre stazioni considerate.

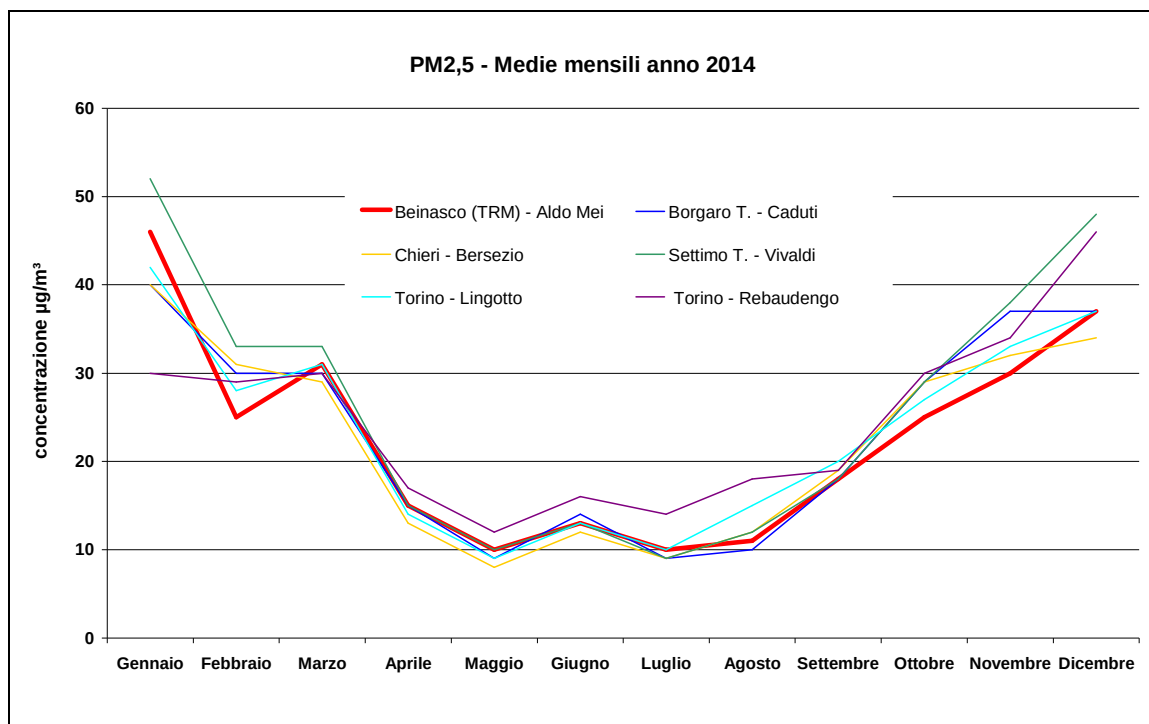


Figura 11: PM2.5 - Confronto medie mensili (TRM evidenziata in rosso)

Anche per il PM_{2.5} nei mesi di febbraio e novembre la flessione della curva è da ricondurre a condizioni meteo climatici che hanno sfavorito l'accumulo degli inquinanti in atmosfera a conferma dell'importante ruolo della situazione meteorologica sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti sia sulla formazione di sostanze di tipo secondario nell'atmosfera stessa.

Benzene e toluene

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, quattro 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:	6182	7714	7874	8356
Percentuale ore valide:	71%	88%	90%	95%
Giorni validi:	261	327	330	357
Percentuale giorni validi:	72%	90%	90%	98%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri	4.5	2.5	1.8	3.7
Media dei massimi giornalieri	4.4	2.3	1.8	3.7
Media delle medie giornaliere	2.3	1.2	1.0	2.0
<u>Media dei valori orari:</u>	2.2	1.2	1.0	2.0

Tabella 6 - Benzene: Indicatori statistici anno 2014

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 6). La concentrazione media registrata dalla centralina TRM nel 2014 come nel 2013 è di 2.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valore molto simile alla stazione di Torino-Consolata che si trova in centro città, in una zona

soggetta a traffico veicolare. E' da tenere presente che la percentuale di dati validi misurati a Beinasco – a causa di problemi tecnici allo strumento - è risultata inferiore al 90 % su base annua , pertanto il dato di media annuale va considerato indicativo. La concentrazione media del 2014 è comunque molto al di sotto del limite normativo pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I dati invalidi sono distribuiti soprattutto nei mesi di luglio, agosto e settembre, pertanto, se si considera che la media dei valori del periodo invernale è pari a $2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed è rappresentativa dei massimi annuali e che le stazioni di confronto rispettano il limite di legge annuale, è del tutto presumibile che anche presso la cabina TRM il limite sia rispettato.

Per valutare il corretto funzionamento dello strumento a fronte di ripetuti malfunzionamenti i tecnici della Struttura scrivente nel mese di ottobre 2014 hanno condotto dei controlli che hanno dato esito negativo e ciò ha costituito una delle ragioni della diminuzione della percentuale di dati validi. Sono state attivate le procedure previste dal contratto di manutenzione in vigore per l'intera rete regionale. e nello stesso mese la ditta incaricata ha provveduto a installare uno strumento sostitutivo.

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:	6173	7825	7887	8215
Percentuale ore valide:	70%	89%	90%	94%
Giorni validi:	260	331	333	350
Percentuale giorni validi:	71%	91%	91%	96%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri	15.8	10.5	17.2	21.4
Media dei massimi giornalieri	15.6	10.4	17.3	21.4
Media delle medie giornaliere	8.4	4.0	8.5	10.1
Media dei valori orari:	8.5	4.0	8.5	10.1

Tabella 7 - Toluene: Indicatori statistici anno 2014

Le concentrazioni medie di toluene presso la centralina TRM si collocano a livello intermedio tra le concentrazioni di picco misurate presso la stazione di Torino-Consolata e i minimi della rete provinciale registrati a Vinovo (Tabella 7).

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 vicine a quelle di Torino-Consolata, mentre il toluene è al di sotto dei valori registrati nella stazione di Torino-Lingotto. L'andamento presenta un doppio picco tra le 9 e le 10 del mattino e tra le 22-23 della sera, in analogia con le altre stazioni della rete provinciale.

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

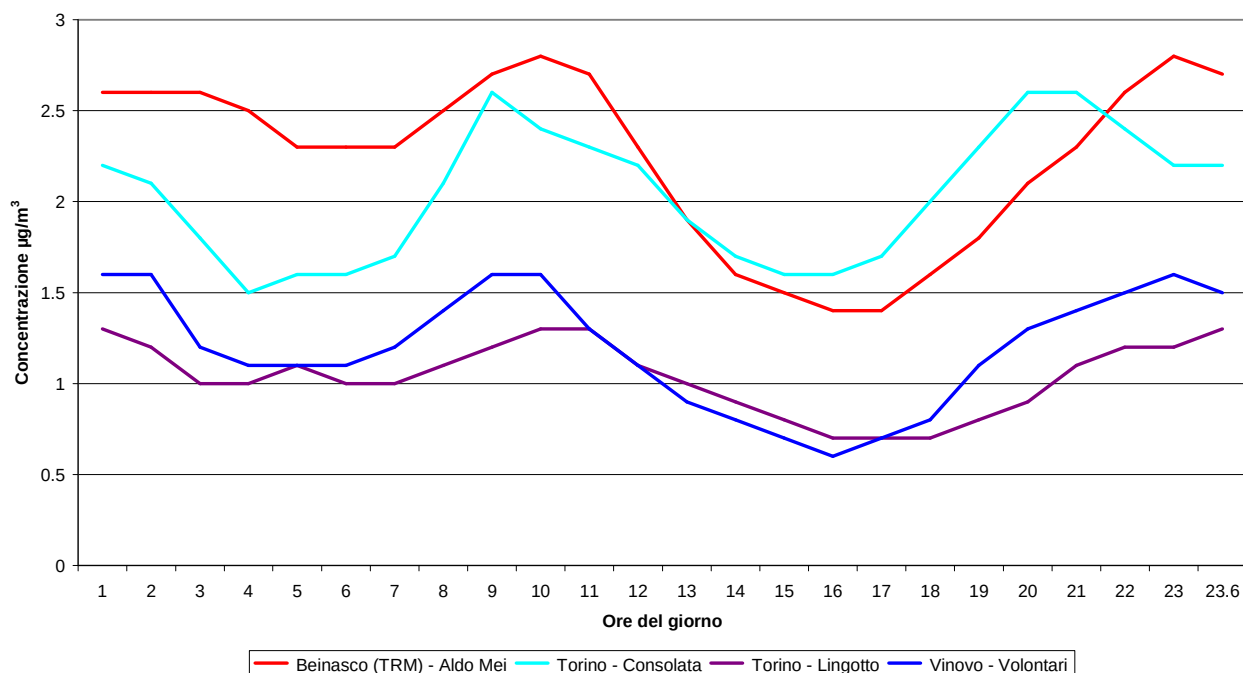


Figura 12 - Benzene: Andamento medio delle concentrazioni orarie (giorno medio)

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

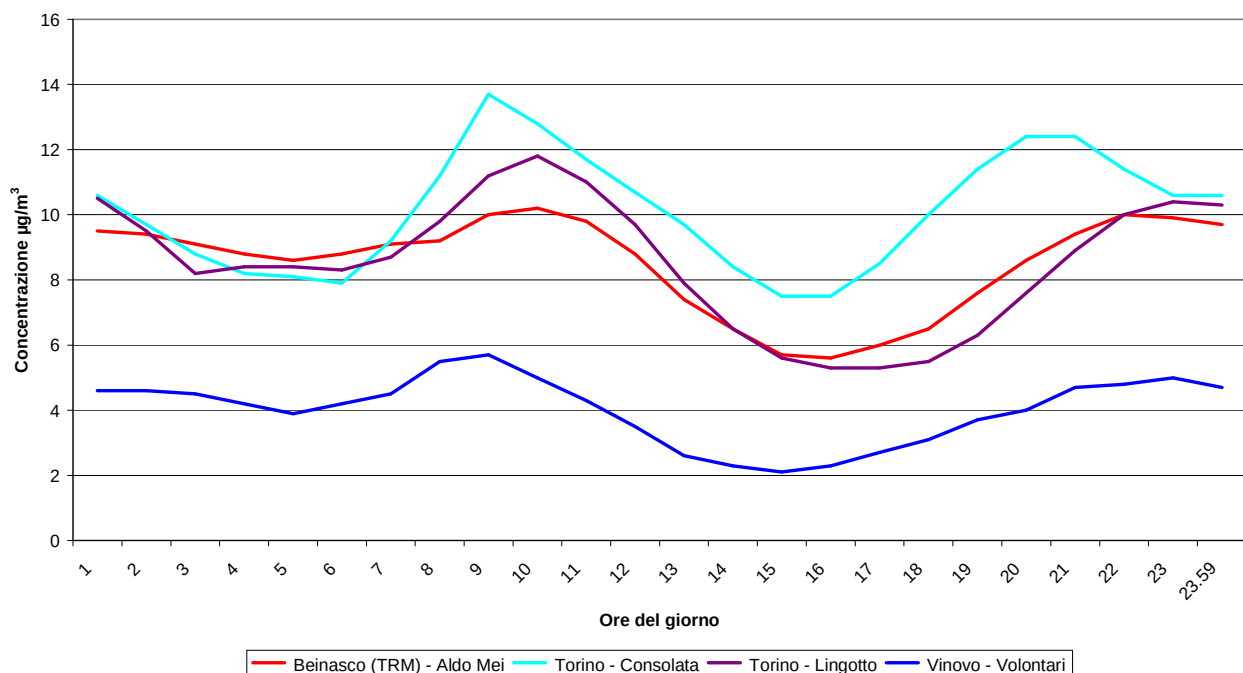


Figura 13 - Toluene: Andamento medio delle concentrazioni orarie (giorno medio)

Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Il D.Lgs 155/2010 prevede per quanto riguarda gli idrocarburi policiclici aromatici sul PM₁₀ un valore limite per il benzo(a)pirene, espresso come media annuale, pari a 1 ng/m³.

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: l'International Agency for Research on Cancer (IARC) classifica il benzo(a)pirene nel gruppo 1 come "cancerogeno per l'uomo", il dibenzo(a,h)antracene nel gruppo 2A come "probabile cancerogeno per l'uomo" mentre tutti gli altri IPA sono inseriti nel gruppo 2B come "possibili cancerogeni per l'uomo".

Nella Tabella 8 e seguenti sono riportati gli indicatori statistici dell'anno 2014 per i vari idrocarburi determinati sul PM₁₀ campionato presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei e confrontati con i dati raccolti in una serie di altre stazioni fisse della rete provinciale.

Benzo(a)pirene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
Media 2014	0.8	0.3	0.7	1	0.7	1.1
Giorni validi:	330	359	365	244	340	362
Percentuale giorni validi:	90%	98%	100%	67%	93%	99%

Tabella 8: Benzo(a)Pirene sul PM10 – indicatori statistici anno 2014.

Benzo(a)antracene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
Media 2014	0.47	0.15	0.39	0.74	0.42	0.87
Giorni validi:	330	359	365	244	340	362
Percentuale giorni validi:	90%	98%	100%	67%	93%	99%

Tabella 9: Benzo[a]Antracene sul PM10 – indicatori statistici anno 2014.

Benzo(b+j+k)fluoranten e sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
Media 2014	1.82	0.83	1.62	2.14	1.74	2.41
Giorni validi:	330	359	365	244	340	362
Percentuale giorni validi:	90%	98%	100%	67%	93%	99%

Tabella 10: Benzo[b+j+k]Fluorantene sul PM10 – indicatori statistici anno 2014.

Indeno(1,2,3-cd)pirene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
<i>Media 2014</i>	0.72	0.35	0.64	0.86	0.72	0.91
<i>Giorni validi:</i>	330	359	365	244	340	362
<i>Percentuale giorni validi:</i>	90%	98%	100%	67%	93%	99%

Tabella 11: Indeno[1,2,3-cd]Pirene sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

Per il periodo considerato i livelli determinati presso la stazione di Beinasco sono in linea con quelli osservati presso la stazione urbana di traffico di To-Consolata e quella di fondo urbano di To-Lingotto. Il limite normativo annuale di 1 ng/m³ previsto dal D.Lgs 155/2010 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 2014 i mesi più ricchi di B(a)P rispetto al resto dell'anno sono stati gennaio e dicembre, probabilmente a causa delle particolari condizioni meteo climatiche; 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 2014

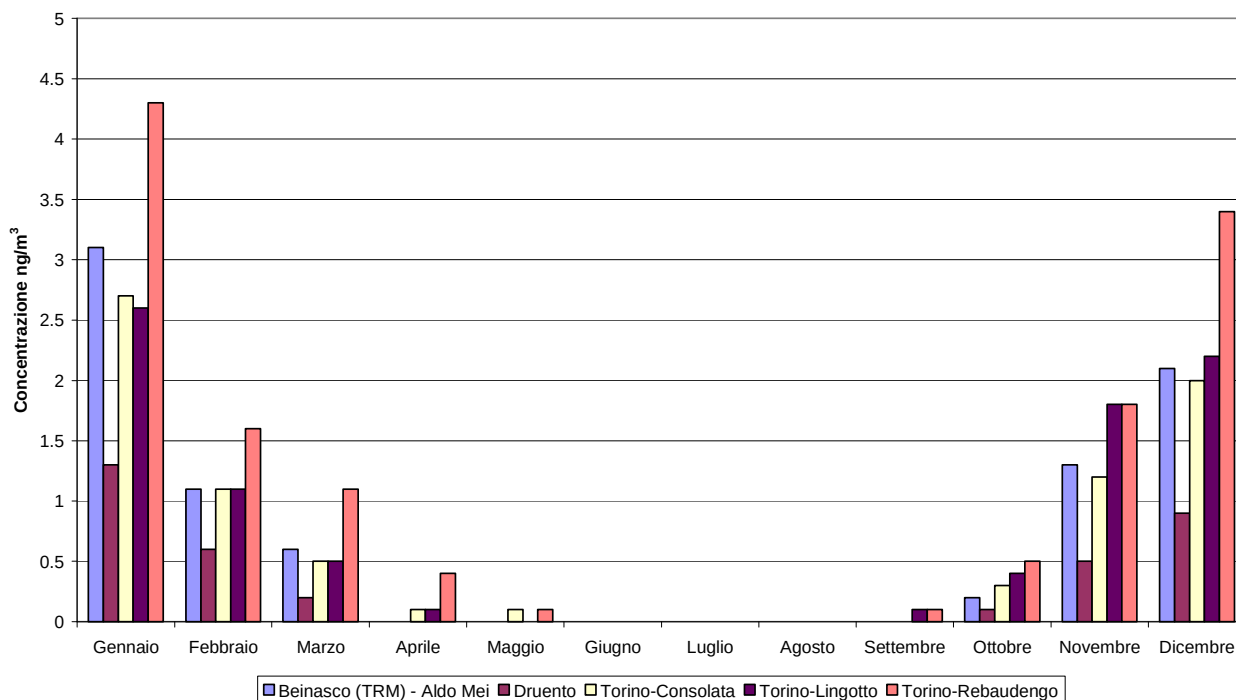


Figura 14 - Concentrazione di Benzo(a)Pirene nel PM10, andamento mensile anno 2014.

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.

il Decreto 29 novembre 2012 ha individuato come stazione nazionale speciale per la misura del mercurio quella dell'Istituto per l'Inquinamento Atmosferico del CNR nel Comune di Montelibretti, in provincia di Roma. I relativi dati non sono ancora disponibili nella banca dati nazionale BRACE 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 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* , 2nd edition, pubblicato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nell'anno 2000;
- *AMA/UNEP Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2013* pubblicato nel 2013 dall'Arctic Monitoring and Assessment Programme e dallo United Nations Environment Programme.

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 metilmercurio³. Quest'ultimo è in assoluto la forma maggiormente tossica e biodisponibile per gli organismi viventi⁴. 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)⁵. Più precisante il mercurio elementare si ritrova in aria ambiente a concentrazioni dell'ordine dei ng/m³, mentre il mercurio sul particolato, le specie bivalenti gassose e i composti del tipo del metilmercurio hanno valori dell'ordine dei pg/m³^{6 7}. 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 ore⁸.

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,

³ *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 167

⁴ *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 16

⁵ *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 4

⁶ *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 114

⁷ *AMAP/UNEP Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2013*, tabella 3.3 pag. 47

⁸ 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

rispettivamente, di 2-4 ng/m³ e 10 ng/m³. Il documento *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper* indica che concentrazioni tipiche sono dell'ordine di 1.2-3.7 ng/m³, con punte nei siti più impattati dell'ordine di 20-30 ng/m³; questi valori sono confermati anche dai dati più recenti messi a disposizione dall'Agenzia Europea dell'Ambiente⁹.

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 ng/m³ per il mercurio elementare gassoso;
- tra 6,42 e 7,20 pg/m³ per il mercurio presente sul PM2.5;
- tra 0,73 e 1,72 pg/m³ per il mercurio ossidato in fase gassosa

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 ng/m³ come media annuale per il mercurio inorganico¹⁰;
- l'RfC (Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure) definito da U.S. – EPA (Environmental Protection Agency), pari a 300 ng/m³ per il mercurio elementare¹¹;
- l'MRL (Minimal Risk Level) per esposizione cronica definito dall'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), pari a 200 ng/m³ per il mercurio elementare¹²

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 2014 sono riassunti nella Tabella 12 mentre la Tabella 13 riporta nel dettaglio le concentrazioni medie mensili.

⁹ Si veda la versione sette del db AirBase (<http://acm.eionet.europa.eu/databases/airbase/>) e il rapporto EEA *Air quality in Europe — 2012 report*, pag. 78

¹⁰ 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 diretto di mercurio nei sistemi acquatici - dal lento processo di trasporto dai 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

¹¹ 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

¹² US- ATSDR Toxicological Profiles – Mercury. L'MRL è una stima dell'esposizione umana giornaliera a una sostanza pericolosa che è resumibile no 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)

Mercurio elementare gassoso (valori di conc. espressi in ng/m^3)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei
<i>Minima media giornaliera</i>	4
<i>Massima media giornaliera</i>	8
<i>Media delle medie giornaliere</i>	5
<i>Giorni validi</i>	358
<i>Percentuale giorni validi</i>	98%
<i>Media dei valori orari</i>	5
<i>Massima media oraria</i>	52
<i>Ore valide</i>	8619
<i>Percentuale ore valide</i>	98%

Tabella 12 Mercurio elementare gassoso- indicatori statistici anno 2014

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 14.

Mercurio elementare gassoso (valori di conc. espressi in ng/m^3)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei
<i>Gennaio</i>	5
<i>Febbraio</i>	5
<i>Marzo</i>	5
<i>Aprile</i>	5
<i>Maggio</i>	5
<i>Giugno</i>	4
<i>Luglio</i>	4
<i>Agosto</i>	4
<i>Settembre</i>	5
<i>Ottobre</i>	5
<i>Novembre</i>	5
<i>Dicembre</i>	5

Tabella 13 Mercurio elementare gassoso – Concentrazioni medie mensili anno 2014

Mercurio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei
<i>Gennaio</i>	< 0,14
<i>Febbraio</i>	< 0,16
<i>Marzo</i>	< 0,14
<i>Aprile</i>	< 0,15
<i>Maggio</i>	< 0,14
<i>Giugno</i>	< 0,15
<i>Luglio</i>	< 0,14
<i>Agosto</i>	< 0,14
<i>Settembre</i>	< 0,15
<i>Ottobre</i>	< 0,14
<i>Novembre</i>	< 0,15
<i>Dicembre</i>	< 0,14

Tabella 14 Mercurio sul PM10 – Concentrazioni medie mensili anno 2014

Analizzando nel dettaglio la serie temporale del mercurio elementare gassoso, si osserva che i valori misurati nel 2014 si sono costantemente assestati attorno a alcuni ng/m³, con una serie di sporadici episodi con concentrazioni superiori. In particolare il valore massimo orario di tutto l'anno è stato misurato alle ore 19 (ora solare¹³) del 3 ottobre 2014. Picchi di intensità minore si sono verificati in tutto il terzo trimestre 2014 (Figura 15).

Sotto il profilo della protezione della salute, data la durata estremamente limitata degli episodi citati, si osserva che, anche considerando la somma delle due forme di mercurio aerodisperso (gassoso e presente sul PM10), sia le singole medie mensili che la media annuale risultano nel 2014 inferiori di più di due ordini di grandezza al valore di linea guida stabilito dall'O.M.S. e di più di un ordine di grandezza a quelli stabiliti da U.S. – EPA e ATSDR.

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

Per completezza di trattazione si ritiene opportuno evidenziare che nelle quarantotto¹⁴ ore precedenti il citato picco delle ore 19 del 3 ottobre, il Sistema di Monitoraggio delle Emissioni (SME) dell'impianto TRM ha mostrato all'uscita della linea 1 dell'impianto valori anomali¹⁵ di mercurio per il 60% del tempo, mentre sulle linee 1 e 2 tale percentuale è stata rispettivamente dell'1 % e del 4%.

¹³ La specificazione è necessaria perché nel sito “Qualità dell’Aria in Piemonte”, che diffonde al pubblico i dati di tutte le stazioni regionali, i dati di qualità dell’aria sono sempre riferiti all’ora solare anche nei mesi in cui è in vigore l’ora legale. Nel 2013 l’ora legale è stata in vigore sino al 26 ottobre.

¹⁴ Sono state prese in considerazione le quarantotto ore precedenti l’evento per tenere conto delle caratteristiche meteorologiche tipiche dell’area urbana torinese. Pur essendo la stazione di monitoraggio relativamente vicina all’impianto TRM, infatti, le eventuali ricadute non sono legate unicamente al trasporto diretto della massa d’aria dal punto di emissione al recettore – fenomeno che per sua natura avviene in tempi dell’ordine delle ore - ma anche e soprattutto a fenomeni legati alla turbolenza atmosferica che avvengono su scale temporali maggiori

¹⁵ Si intendono medie semiorarie a camino superiori a 50 µg/Nm³, che è il limite contenuto nella prescrizione autorizzativa dell’impianto. Si è usata la dizione “valori anomali” e non “superamenti” in quanto, per il tipo di strumentazione utilizzata dallo SME, la misura ha carattere indicativo e non fiscale.

Mercurio - IV trimestre 2014

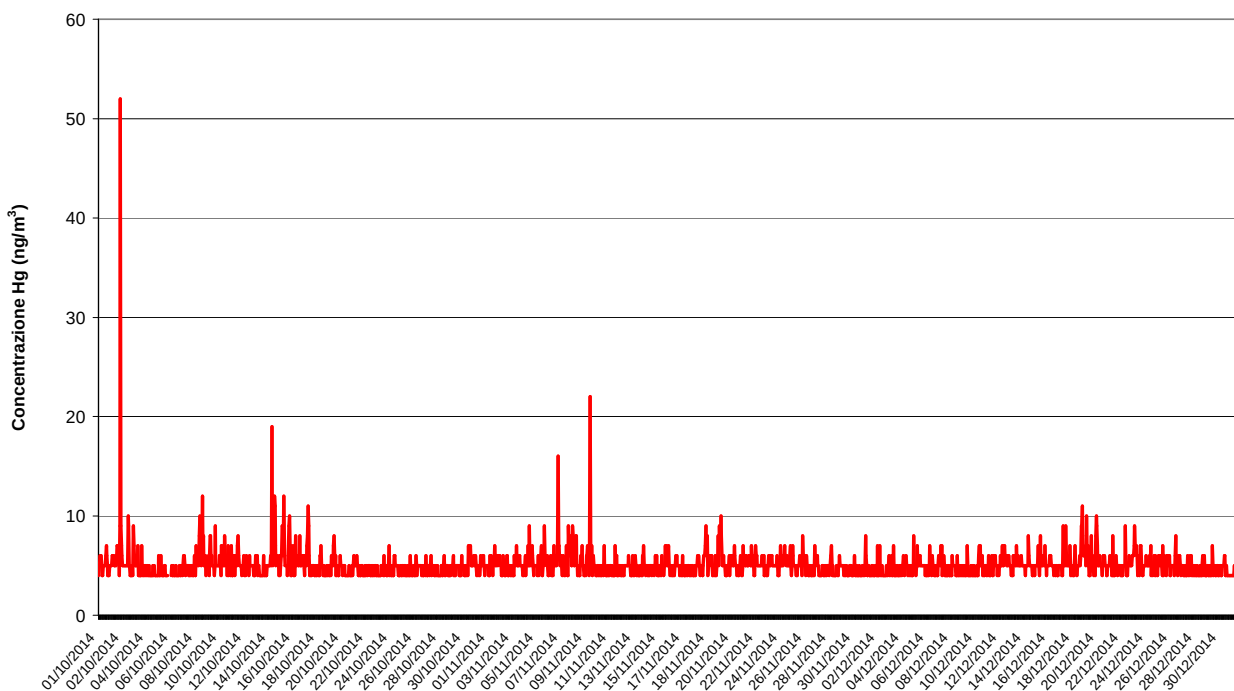


Figura 15 Andamento temporale della concentrazione di mercurio presso la stazione di Beinasco-Aldo Mei nel IV trimestre 2014

Altri metalli sul particolato

Il D.Lgs 155/2010 e s.m.i. di recepimento della Direttiva 2008/50/CE prevede per quanto riguarda i metalli sul PM_{10} :

- un valore limite per il piombo, espresso come media annuale e pari a $0.5 \mu g/m^3$;
- valori obiettivo, anch'essi espressi come media annuale, per arsenico ($6 ng/m^3$), cadmio ($5 ng/m^3$) e nichel ($20 ng/m^3$).

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 15 alla Tabella 18 sono riportati gli indicatori statistici dell'anno 2014 per arsenico, cadmio, nichel e piombo sul PM_{10} relativi alla stazione di Beinasco – Aldo Mei ed a una serie di altre stazioni fisse utilizzate a scopo di confronto.

Arsenico sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
Media 2014	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Giorni validi:	330	359	365	244	340	362
Percentuale giorni validi:	90%	98%	100%	67%	93%	99%

Tabella 15 - Arsenico sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

Cadmio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
Media 2014	0.1	0.07	0.15	0.2	0.13	0.27
Giorni validi:	330	359	365	244	340	362
Percentuale giorni validi:	90%	98%	100%	67%	93%	99%

Tabella 16 - Cadmio sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

Nichel sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
Media 2014	2.7	1.5	4.8	5.3	3.2	4.5
Giorni validi:	330	359	365	244	340	362
Percentuale giorni validi:	90%	98%	100%	67%	93%	99%

Tabella 17 - Nichel sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

Piombo sul PM10 (valori di conc. espressi in µg/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
Media 2014	0.008	0.004	0.008	0.012	0.007	0.015
Giorni validi:	330	359	365	244	340	362
Percentuale giorni validi:	90%	98%	100%	67%	93%	99%

Tabella 18 - Piombo sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

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 Torino-Grassi) e la stazione di fondo rurale di Druento, ubicata all'interno del Parco regionale La Mandria¹⁶.

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 19 è riportato un riassunto delle informazioni desunte dai documenti citati.

¹⁶ 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/m³)	U.S. EPA RfC (ng/m³)	ATSDR MRL (ng/m³)	Valori tipici in aria ambiente secondo O.M.S. (ng/m³)	Valori tipici in aria ambiente secondo ATSDR (**) (ng/m³)
<i>Antimonio</i>	-	-	-	-	-
<i>Cobalto</i>	-	-	100 (esposizione cronica)	1-2 in area urbana (*)	-
<i>Cromo</i>	(***)	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
<i>Manganese</i>	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
<i>Rame</i>	-	-	-	-	1-200
<i>Selenio</i>	-	-	-	-	< 10 come concentrazione di fondo
<i>Titanio</i>	-	-	-	-	-
<i>Vanadio</i>	1000 come media su 24 h	-	100 (esposizione cronica)	50-200 in area urbana	11 come media nazionale degli Stati Uniti
<i>Zinco</i>	-	-	-	-	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 4×10^{-2} per un'esposizione a 1000 ng/m³ per l'intero arco della vita

Tabella 19 - 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.

Dalla Tabella 20 alla Tabella 28 sono riportati gli indicatori statistici dell'anno 2014 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.

Antimonio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO- Lingotto	TO- Rebaudengo
<i>Media del periodo</i>	2.3	7.0	2.5	9.6
<i>Giorni validi</i>	330	244	340	362
<i>Percentuale giorni validi</i>	90%	67%	93%	99%

Tabella 20 - Antimonio sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

Cobalto sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO-Rebaudengo
Media del periodo	0.4	0.4	0.4	0.4
Giorni validi	330	244	340	362
Percentuale giorni validi	90%	67%	93%	99%

Tabella 21 - Cobalto sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

Cromo sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO-Rebaudengo
Media del periodo	2.9	7.9	3.3	8.7
Giorni validi	330	244	340	362
Percentuale giorni validi	90%	67%	93%	99%

Tabella 22 - Cromo sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

Manganese sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO-Rebaudengo
Media del periodo	10	17	9.5	15
Giorni validi	330	244	340	362
Percentuale giorni validi	90%	67%	93%	99%

Tabella 23 - Manganese sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

Rame sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO-Rebaudengo
Media del periodo	32	70	35	74 (a)
Giorni validi	330	244	340	300
Percentuale giorni validi	90%	67%	93%	82%

Tabella 24 - Rame sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

(a) i dati di luglio e di dicembre di To-Rebaudengo sono ancora in fase di verifica, pertanto non sono stati inseriti nelle elaborazioni statistiche

Selenio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO-Rebaudengo
Media del periodo	0.7	0.7	0.7	0.7
Giorni validi	330	244	340	362
Percentuale giorni validi	90%	67%	93%	99%

Tabella 25 - Selenio sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

<i>Titanio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)</i>	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO- Lingotto	TO- Rebaudengo
<i>Media del periodo</i>	3.1	7.3	4.2	4.9
<i>Giorni validi</i>	330	244	340	362
<i>Percentuale giorni validi</i>	90%	67%	93%	99%

Tabella 26 - Titanio sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

<i>Vanadio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)</i>	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO- Lingotto	TO- Rebaudengo
<i>Media del periodo</i>	0.9	0.9	0.9	0.9
<i>Giorni validi</i>	330	244	340	362
<i>Percentuale giorni validi</i>	90%	67%	93%	99%

Tabella 27 - Vanadio sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

<i>Zinco sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)</i>	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO- Lingotto	TO- Rebaudengo
<i>Media del periodo</i>	45	70	43	47
<i>Giorni validi</i>	330	244	309	362
<i>Percentuale giorni validi</i>	90%	67%	85%	99%

Tabella 28 - Zinco sul PM10 – indicatori statistici anno 2014

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 19); 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), come nel caso di coloro che lavorano nella produzione di pesticidi o determinati prodotti chimici.

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).

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 Immissiosschutz - Comitato degli Stati per la protezione ambientale) pari a:

Linea guida per aria ambiente: 150 fg I-TEQ/m³.

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/m³.

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

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 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 29 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) ¹⁷	WHO-TEF ¹⁸ (WHO, 2005)
PCDD/PCDF		
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
PCB		
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
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 29 - 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.

¹⁷ 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

¹⁸ 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 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/m³.

L'unità di misura con cui vengono espressi gli esiti per le diverse sommatorie di PCB in qualità dell'aria è: pg/m³, mentre per i PCB dioxin like è: pg WHO-TEQ/m³.

L'unità di misura con cui viene espressa la sommatoria di PCDD/DF + PCB dioxin-like in qualità dell'aria è fg WHO-TEQ/m³.

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

In Tabella 30 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 (2014) 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 ⁻³	pg WHO-TEQ m ⁻³	pg m ⁻³	fg WHO-TEQ m ⁻³
OTTOBRE '12	20,4	0,00418	273	23,4
NOVEMBRE '12	52,2	0,00470	207	53,2
DICEMBRE '12	226	0,0294	847	213
GENNAIO '13	64,6	0,00526	236	67,9
FEBBRAIO '13	86,6	0,00351	198	72,0
MARZO '13	81,8	0,00322	186	70,2
APRILE '13	18,6	0,00377	144	27,2
MAGGIO '13	5,4	0,00243	143	8,52
GIUGNO '13	18,0	0,00289	135	19,1
LUGLIO '13	3,8	0,00234	155	5,36
AGOSTO '13	-	-	-	-
SETTEMBRE '13	8,3	0,00186	161	9,09
OTTOBRE '13	16,4	0,00350	218	18,1
NOVEMBRE '13	35,7	0,00494	171	37,2
DICEMBRE '13	62,3	0,00833	324	64,1
GENNAIO '14	55,3	0,00453	185	53,8
FEBBRAIO '14	30,5	0,00272	149	29,8
MARZO '14	0,624	0,00671	136	7,18
APRILE '14	5,70	0,00223	147	6,79
MAGGIO '14	12,6	0,00151	159	11,5
GIUGNO '14	3,40	0,00323	150	5,90
LUGLIO '14	3,27	0,00408	194	6,91
AGOSTO '14	18,9	0,00103	277	20,5
SETTEMBRE '14	6,60	0,00370	206	9,23
OTTOBRE '14	13,0	0,00332	225	14,8
NOVEMBRE '14	41,0	0,00637	272	41,1
DICEMBRE '14	91,3	0,00751	173	91,4

Tabella 30 - Concentrazioni di PCDD, PCDF e PCB in aria ambiente

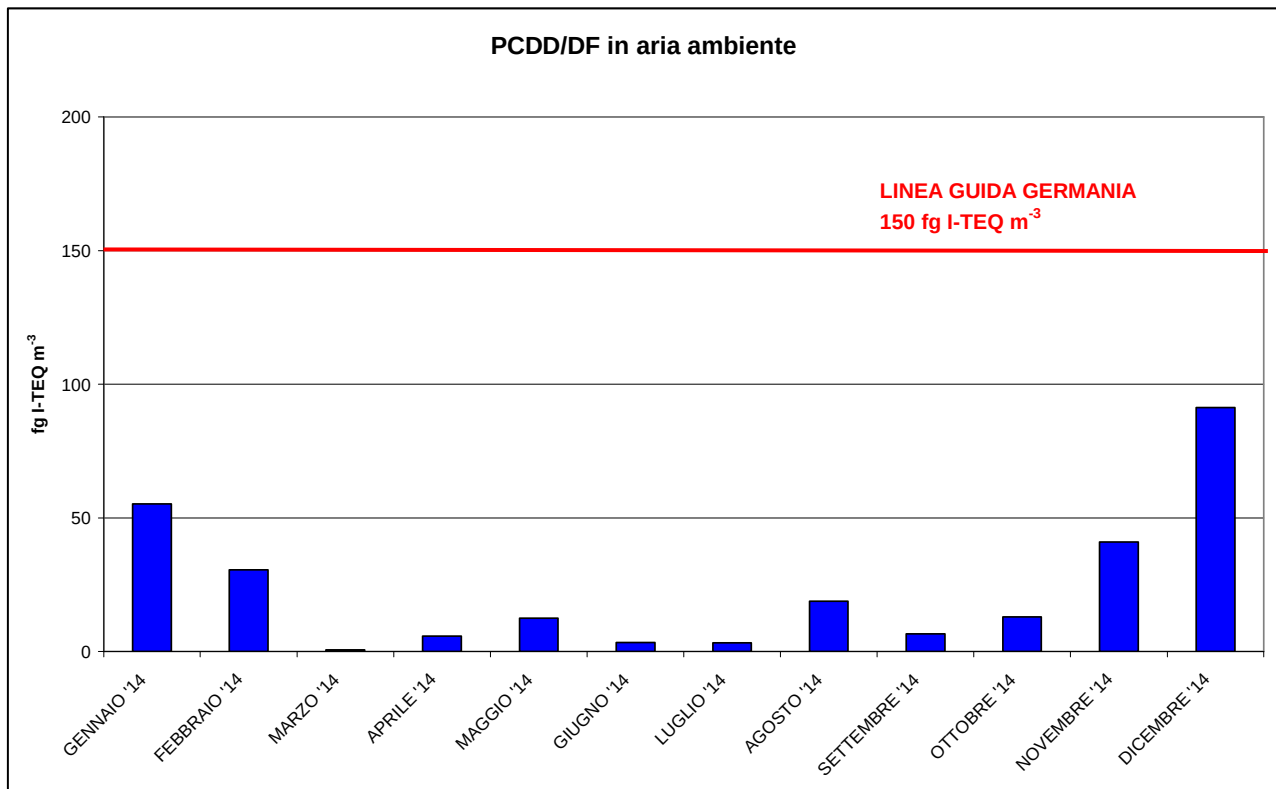


Figura 16 - Concentrazioni di PCDD e PCDF in aria ambiente

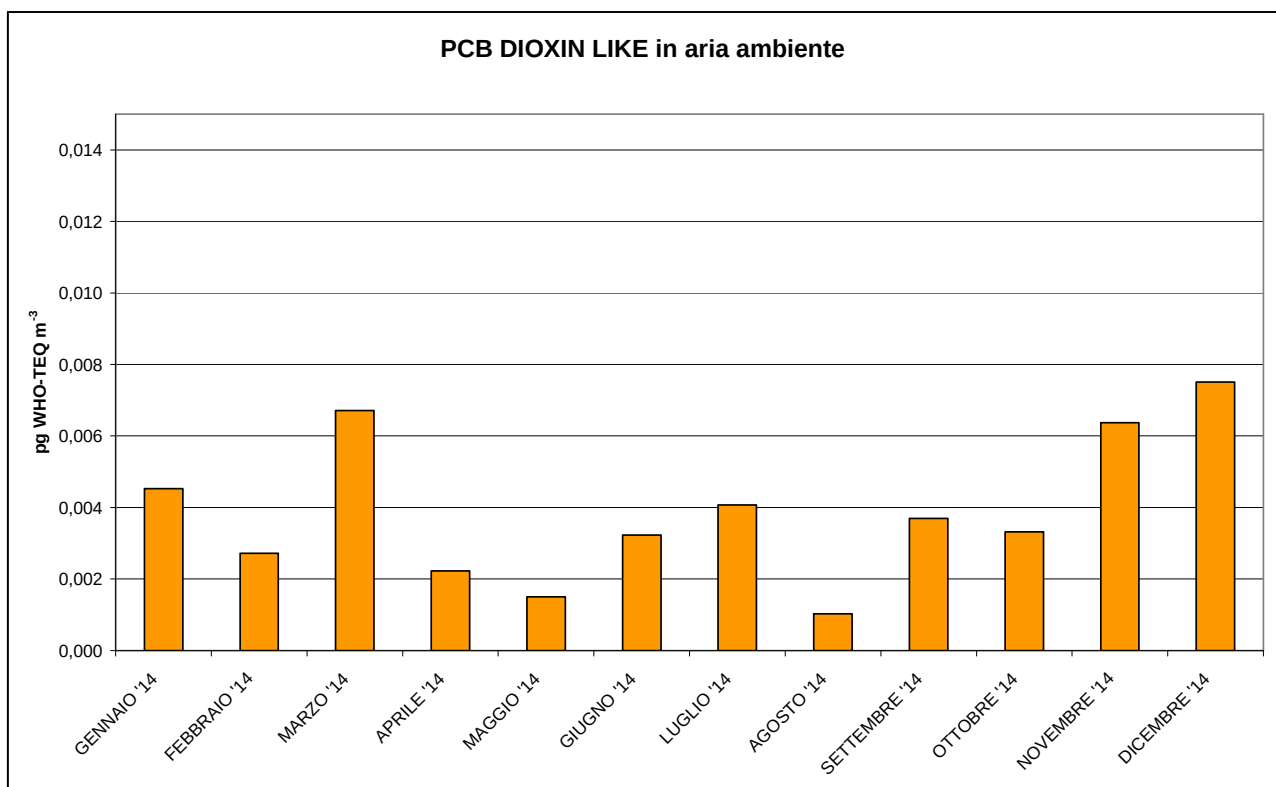


Figura 17 - Concentrazioni di PCB dioxin like in aria ambiente

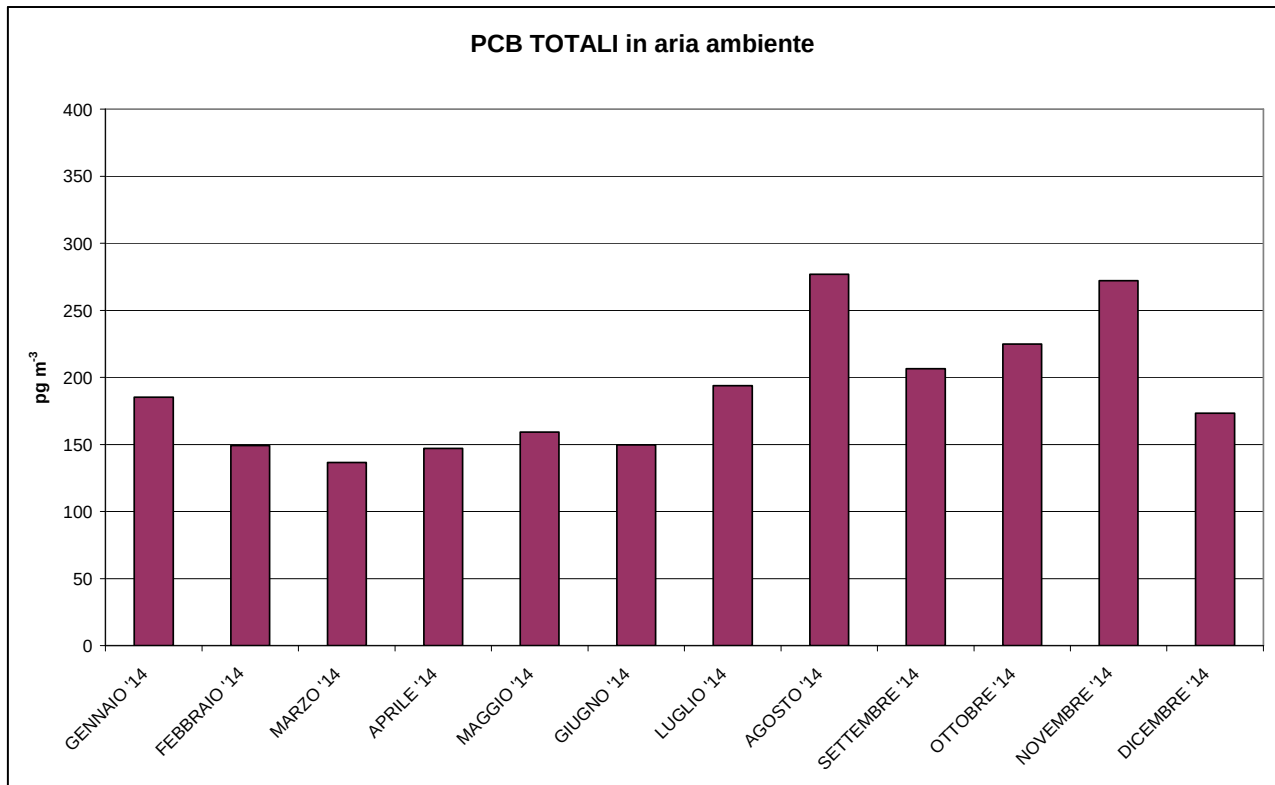


Figura 18 - Concentrazioni di PCB Totali in aria ambiente

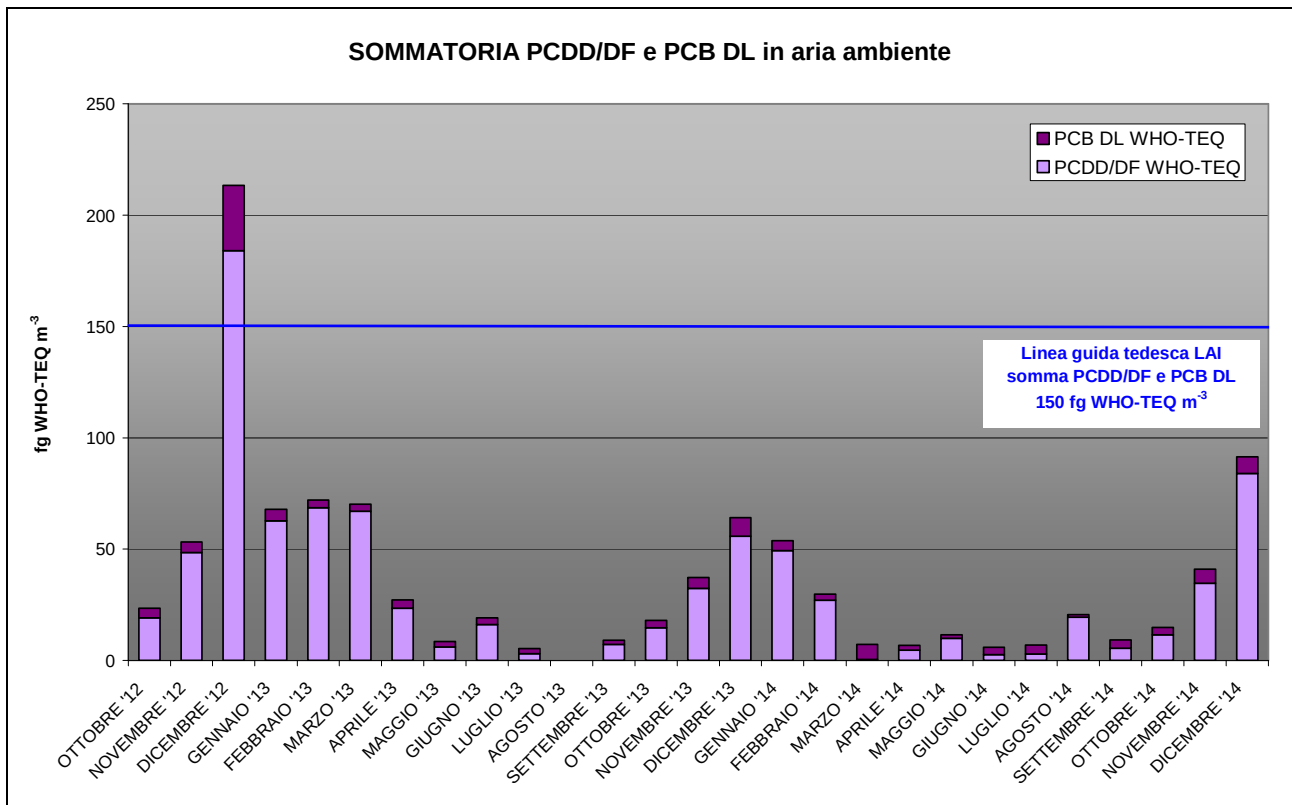


Figura 19 – Andamento sommatoria PCDD/DF + PCB dioxin like in aria ambiente dal 2012

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 di Torino.

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 m² 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 31 sono riportati i dati relativi ai campioni raccolti e analizzati nel corso dell'anno 2014 presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei confrontati con i rilievi equivalenti del 2013. 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 e 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. Per Beinasco – Aldo Mei la mediazione non comprende il campione relativo al mese di dicembre, in quanto per un problema tecnico non è stato analizzato. Si precisa che i dati relativi alla determinazione di IPA, data la notevole presenza di valori inferiori al limite di rilevanza 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".

Per tutti i siti l'ordine di grandezza dei vari IPA rilevati nel corso del 2014 confermano quelli osservati nel corso del 2013. Per il BaP si osserva in tutti i siti valori circa dimezzati rispetto all'anno precedente, mentre gli altri IPA analizzati risultano maggiori del 2014 in diversi siti (Figura 20). I livelli nei vari siti sono paragonabili, e per il sito di Beinasco in Figura 21 sono riportati i valori

di Benzo(a)Pirene confrontati con i dati reperiti in letteratura per diverse località nazionali ed europee.

I valori determinati a Beinasco e nella provincia di Torino (tra 5.2 e 8.3 ng/(m²d) nel 2014) sono in linea con i livelli osservati in diversi siti rurali ed urbani.

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 emissive e condizioni meteorologiche favorevoli alla loro concentrazione in aria 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 ² d)									
	BALDISSERO		GRUGLIASCO		RIVALTA		ORBASSANO		BEINASCO (TRM) ALDO MEI	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Benzo[a]pirene	12.3	6.2	16.4	6.9	12.5	10.4	23.5	5.2	16.0	8.3
Benzo[a]antracene	4.1	6.5	5.7	5.2	3.6	10.4	7.9	5.1	6.6	10.2
Benzo [b+j+k]]fluorantene	14.1	29.6	17.8	19.5	14.3	18.4	24.2	18.7	24.0	26.9
Indeno [1,2,3-cd]pirene	9.7	15.9	11.1	8.7	5.2	12.5	11.6	8.8	12.3	18.9

Tabella 31 - IPA nelle Deposizioni – indicatori statistici anno 2014.

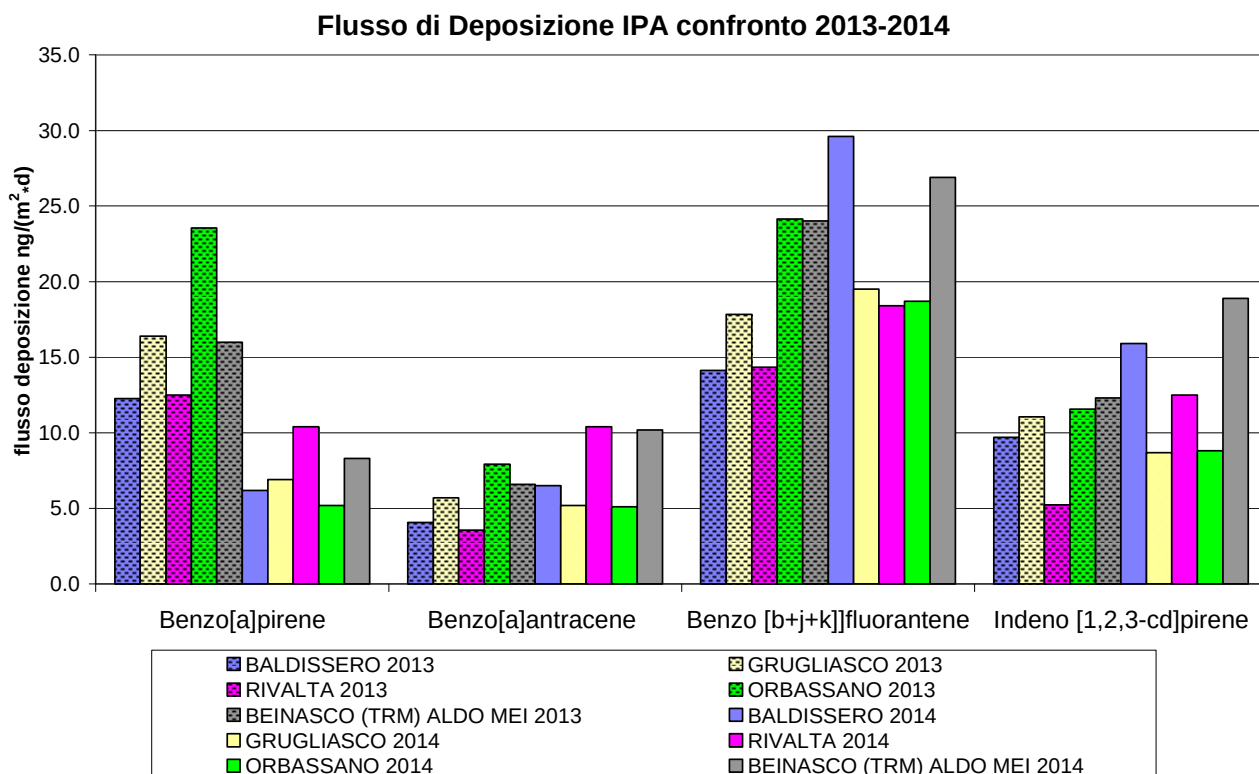


Figura 20 – IPA nelle Deposizioni confronto andamento 2013-2014

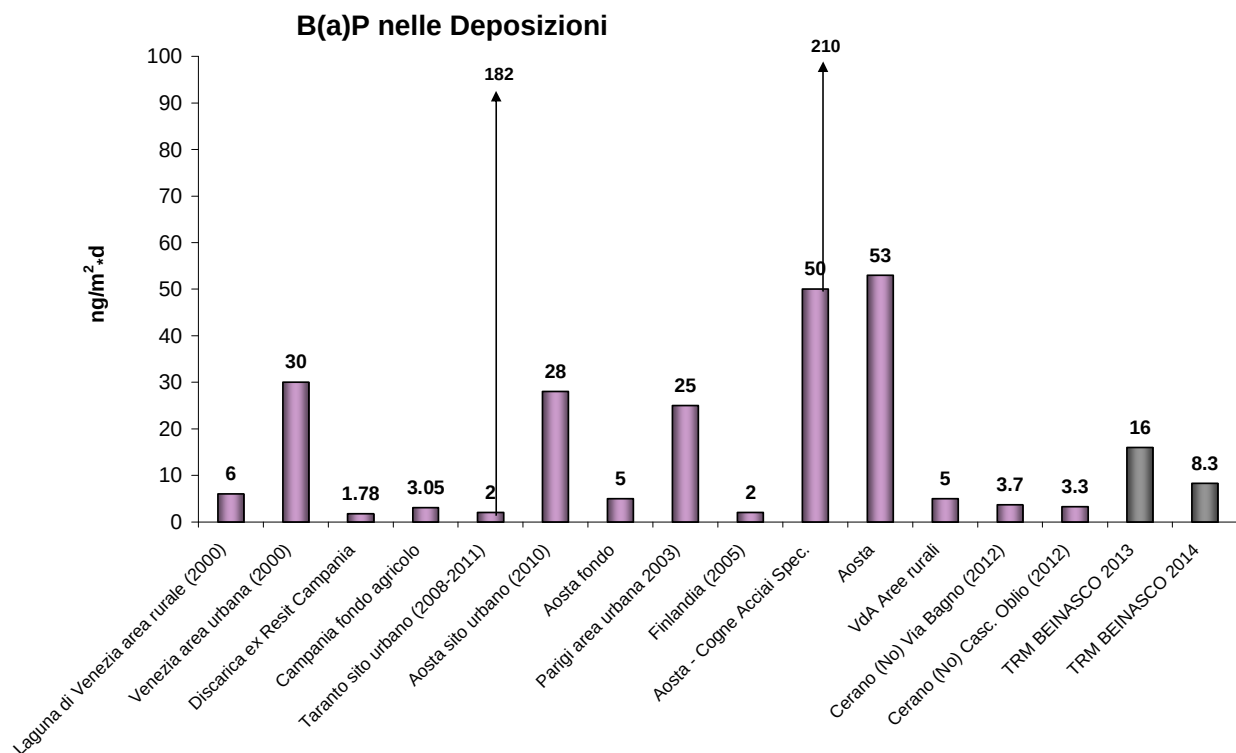


Figura 21: Depositioni B(a)P valori rilevati a TRM confronto con dati di letteratura ¹⁹

B(a)P ng / (m ² ·d)	Area Rurale	Area Fondo Urbano	Area urbana	Area Industriale	Fonte
Puglia 2007- 2008	10 - 40			20 - 300	De Gennaro, Amodio - Univ. degli Studi di Bari
Puglia 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 Valle d'Aosta
Campania (discarica ex Resit) 2012-2013	3			1.8	Gaetano Settimo, ISS
Laguna di Venezia	6 - 9		30		Rossini et al. 2001, Magistrato delle Acque 2000
Finlandia (Pallas)	2 - 10				EMAP (2005)
Svezia (Rosvik)	5 - 17				EMAP (2005)
Parigi			25		Motelay - Massei et al. 2003
Cardiff			219		Halsall et al. 1997
Manchester			300		Halsall et al. 1997
Cerano via Bagno 2012		3.7			Arpa Piemonte dip. Novara
Cascina Oblio 2012	3.3				Arpa Piemonte dip. Novara

Tabella 32: Benzo(a)Pirene nelle Depositioni dati di Letteratura

Settimo G. ,Viviano G. in corso di pubblicazione, Annali Istituto Superiore di Sanità 2014

¹⁹ Settimo G. ,Viviano G. in corso di pubblicazione, Annali Istituto Superiore di Sanità 2014

Studio di impatto ambientale "PM2012" condotto da Arpa Valle D'Aosta

Dipartimento provinciale di Torino

Metalli

In Tabella 33 sono riportati i dati relativi ai campioni raccolti e analizzati nel corso dell'anno 2014 presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei e confrontati con quelli del 2013.

La norma BS EN 15841/2009 prevede la determinazione nelle deposizioni di arsenico, cadmio, piombo e nichel; 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; il campionario installato presso la centralina Beinasco – Aldo Mei è l'unico presente sul territorio regionale, per cui non sono riportati dati di confronto. Anche per il mercurio la norma non fornisce indicazioni sui livelli da rispettare.

A titolo di confronto nei grafici al fondo del paragrafo sono riportati i dati dei principali metalli rilevati presso 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 sotto il limite di quantificazione.

Dai dati riportati in Tabella 33 si osserva che nei vari siti nel 2014 i livelli di cadmio, piombo e rame sono equivalenti a quelli dell'anno precedente con Orbassano che conferma il valore maggiore di piombo nelle deposizioni pari a $22.7 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$. Per gli altri metalli vi è un lieve incremento dei livelli, più evidente per il valore di nichel di Beinasco – Aldo Mei e Orbassano (10.3 e $11.7 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ rispettivamente). Si sottolinea che anche per il selenio, come per l'arsenico nella maggior parte dei campioni è risultato sotto il limite di quantificazione del metodo.

I dati reperiti in letteratura per i principali metalli determinati nelle deposizioni sono stati riportati nei grafici di Figura 23 - Figura 27: 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 il dato del 2014 conferma il livello del 2013 nella maggior parte dei siti dell'area torinese risultando superiori al valore reperito in letteratura relativo alla Laguna di Venezia²⁰ e ai monitoraggi condotti dal Dipartimento di Novara nell'area di Cerano; probabilmente si tratta di una caratteristica naturale del territorio, in quanto il valore maggiore pari a $212 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ è stato determinato a Baldissero come media annuale del 2012, pur trattandosi di un sito di fondo rurale non interessato direttamente a emissioni di traffico o industriali. Il valore di zinco determinato a Beinasco è pari a $100 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$. Con i monitoraggi dei prossimi anni si valuterà se tale informazione sarà confermata.

²⁰ Monitoraggio SAMANET - Deposizioni nella laguna di Venezia Anno 2007 -2008

STAZIONE	flusso deposizione $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$							
	GRUGLIASCO		RIVALTA		ORBASSANO		BEINASCO (TRM) ALDO MEI	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Arsenico	1.2	2.1	1.3	2.2	1.4	2.2	1.7	1.9
Cadmio	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
Cobalto	1.2	2.2	1.3	2.3	1.4	2.3	1.6	1.8
Cromo	2.8	4.4	3.0	3.8	3.2	4.5	3.4	4.2
Nichel	3.2	4.6	4.7	3.1	3.7	10.3	3.5	11.7
Piombo	4.2	3.8	3.7	3.2	30.8	22.7	11.2	10.7
Rame	13.9	13.6	12.5	10.6	14.3	12.9	15.7	14.6
Selenio	2.0	2.1	1.3	2.2	1.4	2.1	1.5	1.9
Vanadio	1.7	3.2	1.8	3.0	1.7	3.2	2.0	3.1
Zinco	51.1	35.2	64.8	69.7	102.3	54.8	119.5	100.7

Tabella 33 - Metalli nelle Deposizioni – indicatori statistici anno 2013-2014.

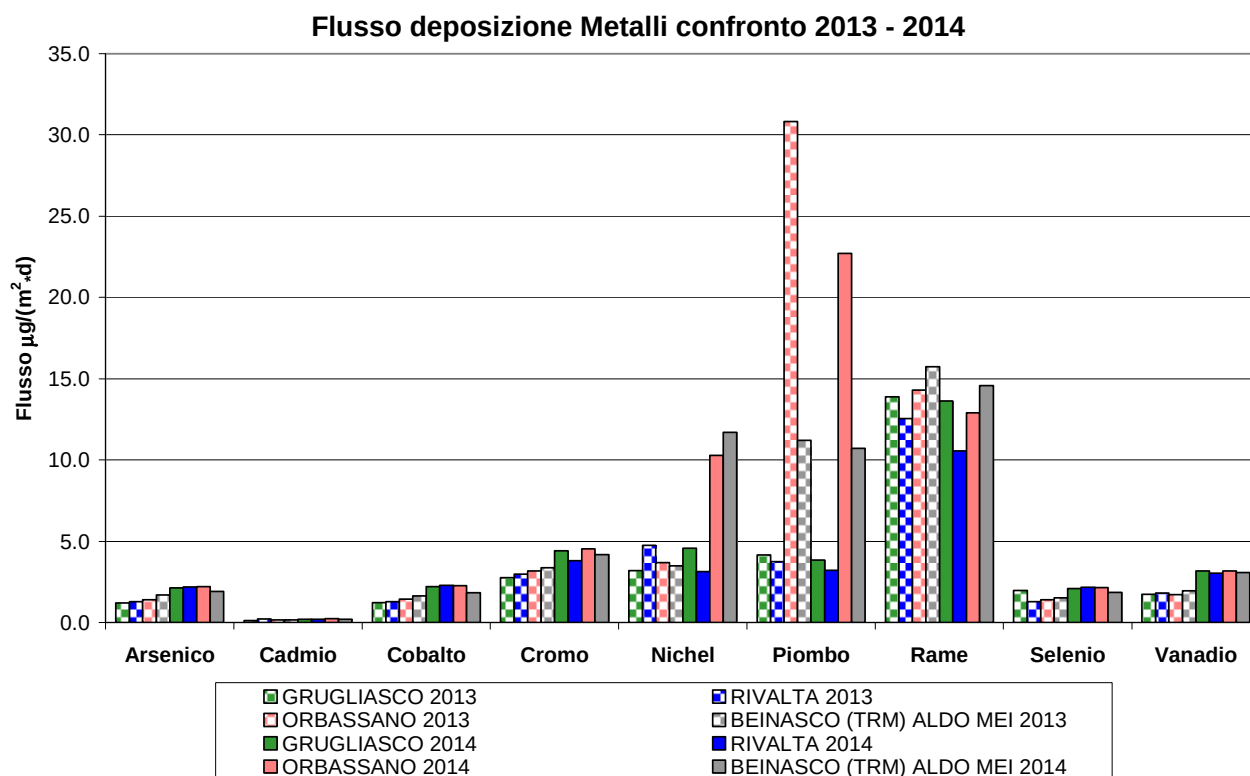


Figura 22: Metalli nelle Deposizioni confronto andamento 2013-2014

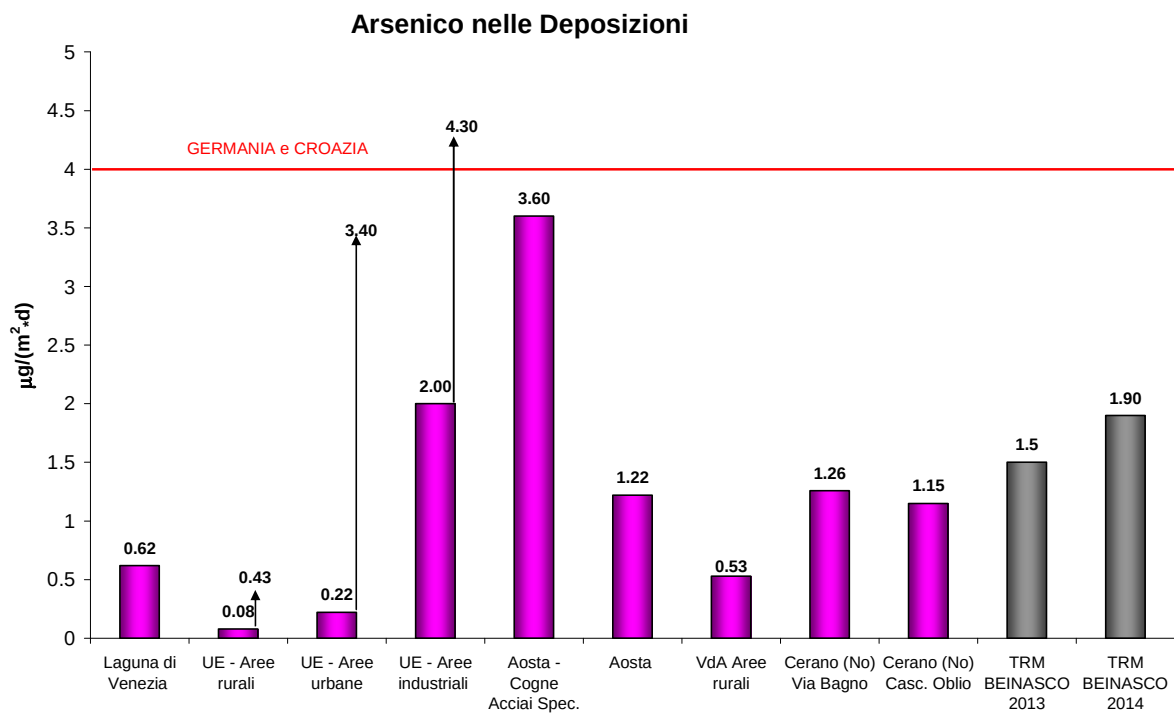


Figura 23: Deposizioni Arsenico valori rilevati a TRM confronto con dati di letteratura³⁵

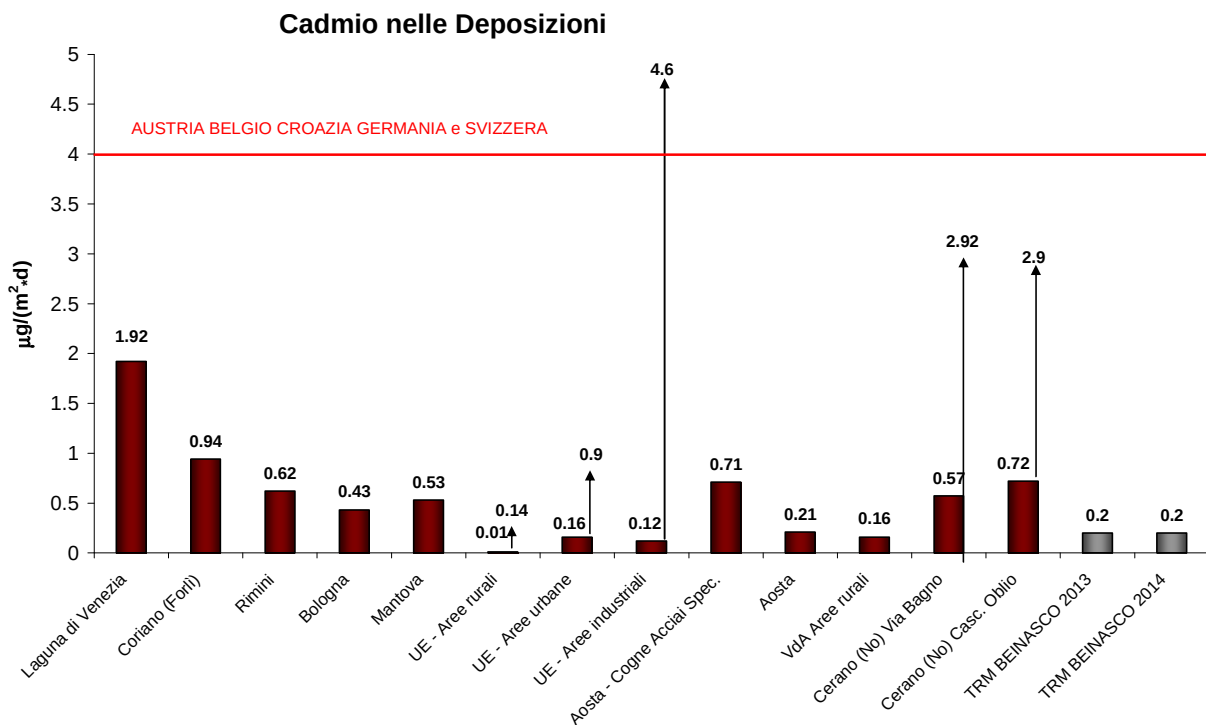


Figura 24: Deposizioni Cadmio valori rilevati a TRM confronto con dati di letteratura³⁵

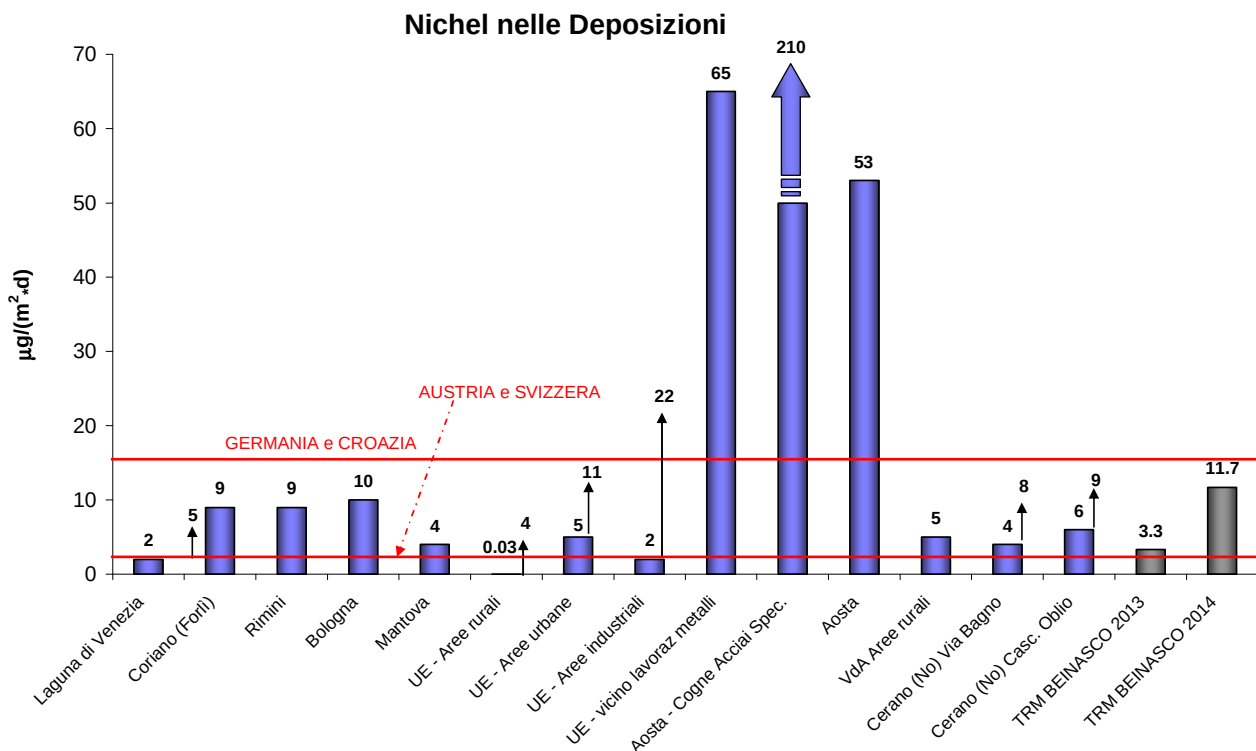


Figura 25: Depositioni Nichel valori rilevati a TRM confronto con dati di letteratura ³⁵

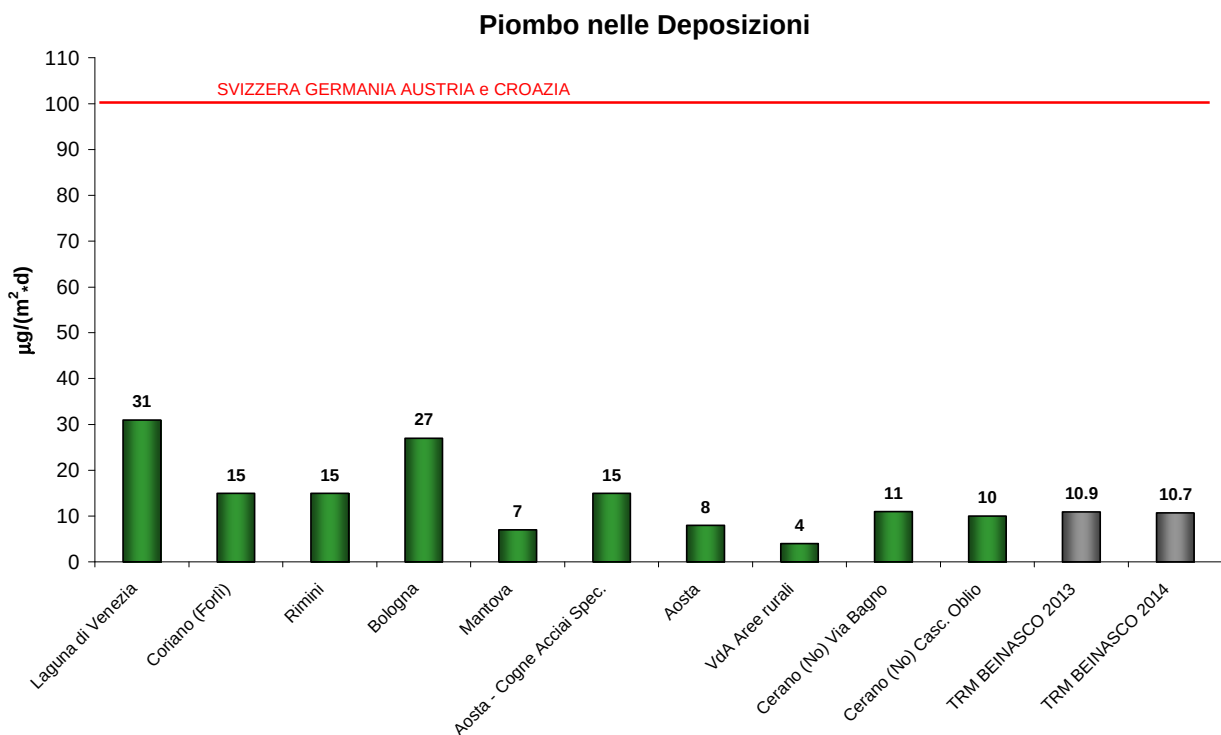


Figura 26: Depositioni Piombo valori rilevati a TRM confronto con dati di letteratura ³⁵

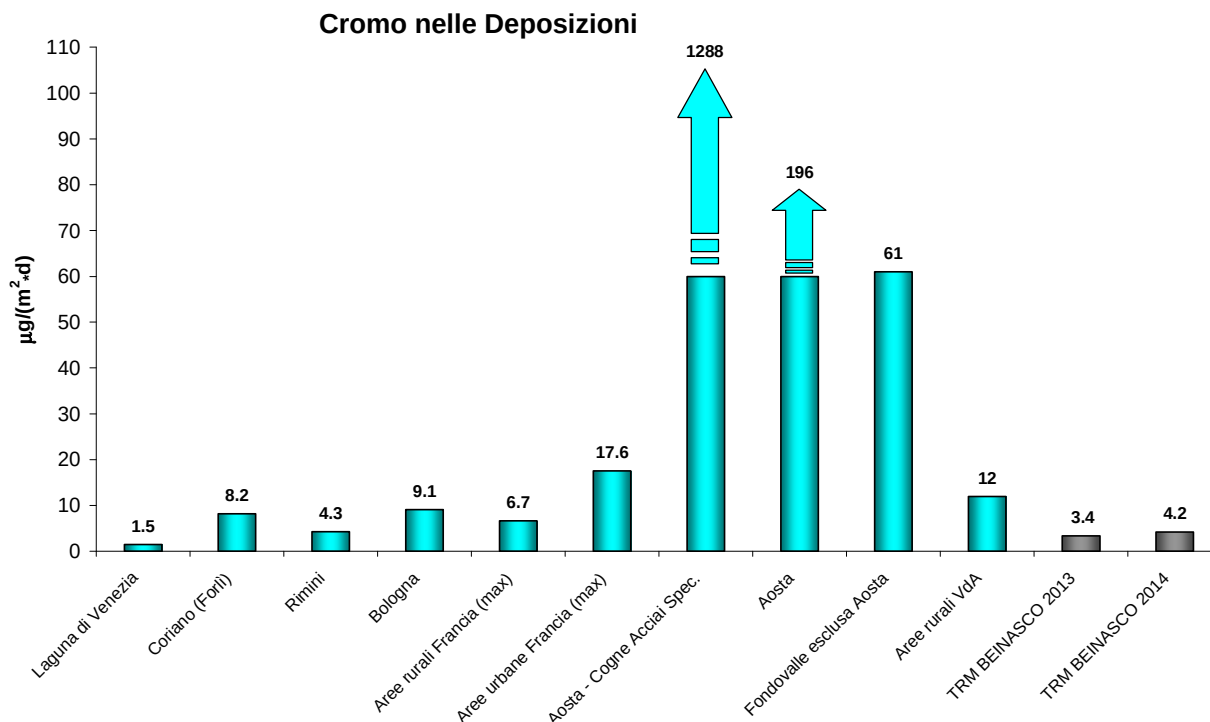


Figura 27: Deposizioni Cromo valori rilevati a TRM confronto con dati di letteratura²¹

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/(m²d).

In Tabella 34 è riportato il valore determinato presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei nel corso del 2014: risulta pari a 35 ng/(m²d) che conferma il livello del 2013 ed è confrontabile con il valore determinato a livello europeo, anche se leggermente superiore; va considerato comunque che nella media europea erano tuttavia considerate anche stazioni di fondo. Nello "Studio ambientale dell'area Coriano Forlì - Il fase - sintesi" (2006) condotto da ARPA Emilia Romagna a Coriano e Rimini in siti prossimi ad inceneritori i livelli rilevati risultano decisamente maggiori mostrando valori tra 100 e 660 ng/(m²d). Saranno necessari i dati dei prossimi anni per raccogliere un numero sufficiente di informazioni, per valutare i flussi medi di mercurio nelle deposizioni. Il dettaglio dei valori mensili riportato in Tabella 35 mostra che il valore maggiore è stato rilevato a febbraio, seguito da novembre e gennaio.

²¹ Settimo G., Viviano G. in corso di pubblicazione, Annali Istituto Superiore di Sanità 2014
 Studio di impatto ambientale "PM2012" condotto da Arpa Valle D'Aosta
 Dipartimento provinciale di Torino
 Rapporto di sintesi sui dati prodotti dalla stazione di monitoraggio della qualità dell'aria
 di proprietà di TRM S.p.A. ubicata nel Comune di Beinasco – Giardino Pubbico Aldo Mei
 Anno 2014

Flusso deposizione MERCURIO ng/(m ² *d)	Beinasco (TRM) Aldo Mei
2013	36
2014	35

Tabella 34 - Mercurio nelle Deposizioni – indicatori statistici anno 2013 - 2014

2014	Beinasco – Aldo Mei
	Mercurio ng/(m ² d)
Gennaio	47
Febbraio	99
Marzo	22
Aprile	22
Maggio	22
Giugno	38
Luglio	26
Agosto	26
Settembre	30
Ottobre	22
Novembre	56
Dicembre	24

Tabella 35: Dettaglio mensile del flusso di deposizione di mercurio a Beinasco – Aldo Mei 2014

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/F 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 ² d	pg I-TEQ/m ² 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 36 - Proposta di valori guida per le deposizioni di diossina

In letteratura si trova inoltre il valore delle linee guida della Germania (LAI-Laenderausschuss fuer Immissiosschutz - Comitato degli stati per la protezione ambientale) pari a 15 pg I-TEQ/(m² 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⁻² d⁻¹.

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⁻² d⁻¹
- per PCB: ng m⁻² d⁻¹
- per PCB dioxin-like: ng WHO-TEQ m⁻² d⁻¹
- per PCDD/DF + PCB dioxin-like: pg WHO-TEQ m⁻² d⁻¹

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 2014, 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 ⁻² d ⁻¹	ng WHO-TEQ m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	pg WHO-TEQ m ⁻² d ⁻¹
OTTOBRE '12	2,30	0,00092	12,6	2,82
NOVEMBRE '12	6,33	0,00063	9,05	6,43
DICEMBRE '12	27,1	0,00205	34,7	23,0
GENNAIO '13	1,85	0,00127	19,8	3,14
FEBBRAIO '13	8,03	0,00206	41,9	10,1
MARZO '13	7,36	0,00000	0,0	8,18
APRILE '13	2,31	0,00099	19,5	2,865
MAGGIO '13	2,15	0,00110	27,1	2,61
GIUGNO '13	0,70	0,00058	11,7	1,27
LUGLIO '13	1,30	0,00062	14,6	1,64
AGOSTO '13	-	-	-	-
SETTEMBRE '13	0,45	0,00028	6,93	0,628
OTTOBRE '13	0,868	0,00011	9,15	0,810
NOVEMBRE '13	2,08	0,00093	9,74	2,59
DICEMBRE '13	1,32	0,00045	8,71	1,60
GENNAIO '14	2,51	0,00041	10,6	2,48
FEBBRAIO '14	1,63	0,00011	8,98	1,48
MARZO '14	1,34	0,00086	11,7	1,91
APRILE '14	1,14	0,00258	10,5	3,46
MAGGIO '14	0,757	0,00057	12,8	1,39
GIUGNO '14	1,59	0,00064	10,5	1,92
LUGLIO '14	1,96	0,00000	0,00	2,76
AGOSTO '14	1,70	0,00069	-*	2,51
SETTEMBRE '14	1,78	0,00076	11,1	2,68
OTTOBRE '14	2,14	0,00089	16,3	3,18
NOVEMBRE '14	2,49	0,00066	21,7	2,92
DICEMBRE '14	1,61	0,00066	6,87	2,39

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

Tabella 37 - Concentrazioni di PCDD, PCDF e PCB nelle deposizioni atmosferiche

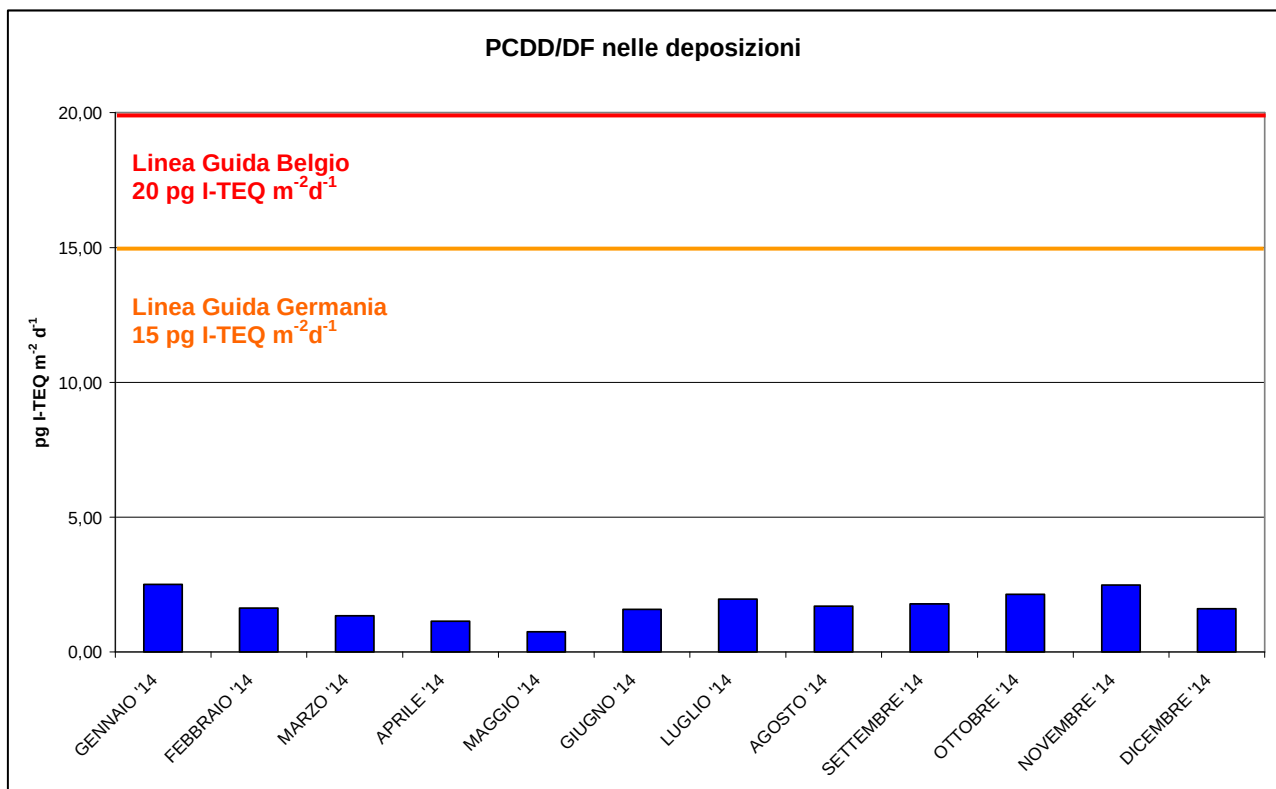


Figura 28 - Concentrazioni di PCDD e PCDF nelle deposizioni mensili

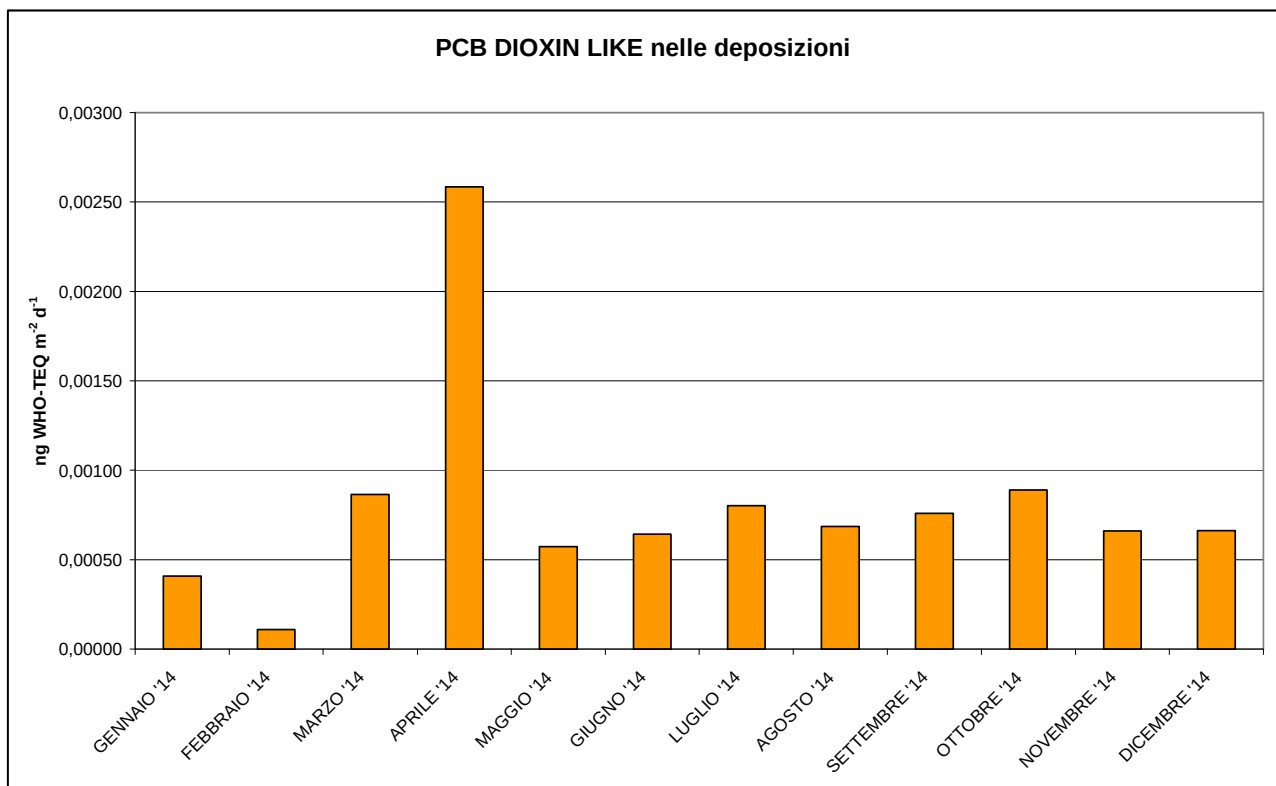


Figura 29 - Concentrazione di PCB DIOXIN LIKE nelle deposizioni mensili

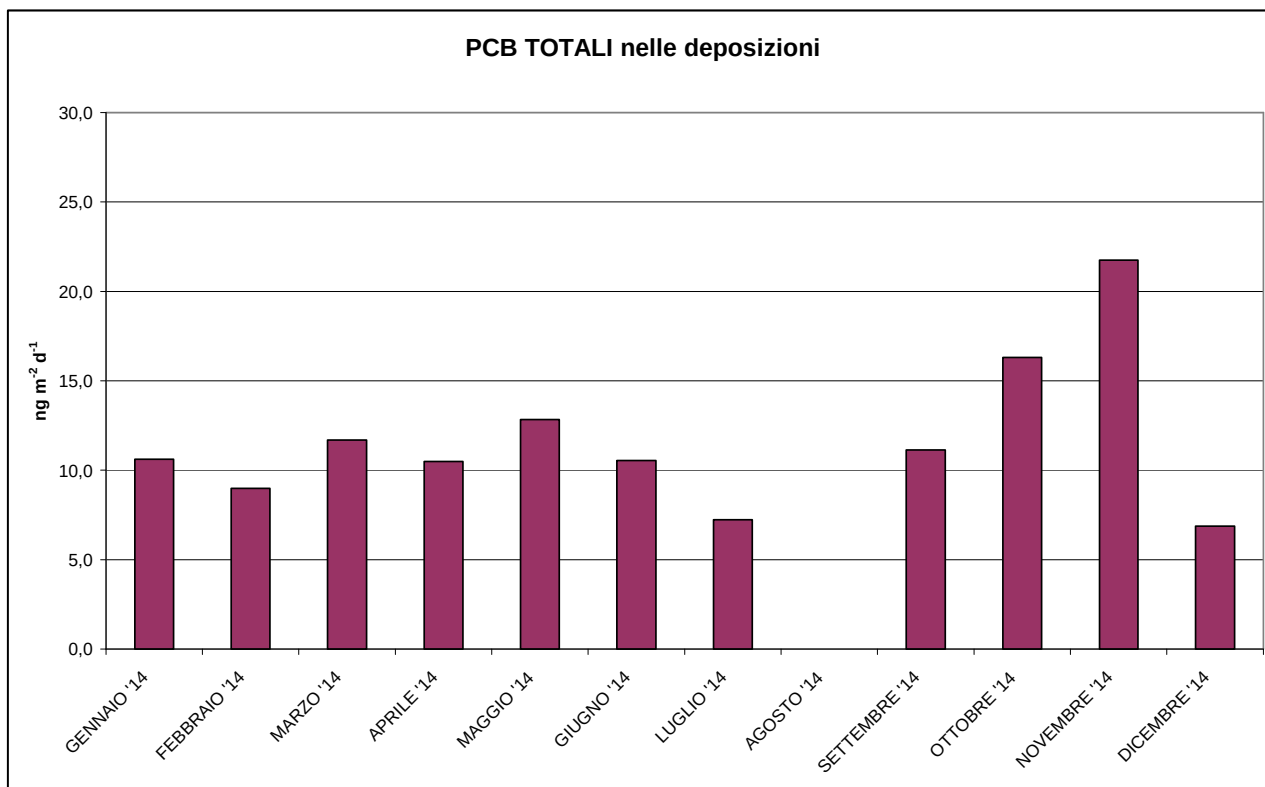


Figura 30 - Concentrazione di PCB TOTALI nelle deposizioni mensili

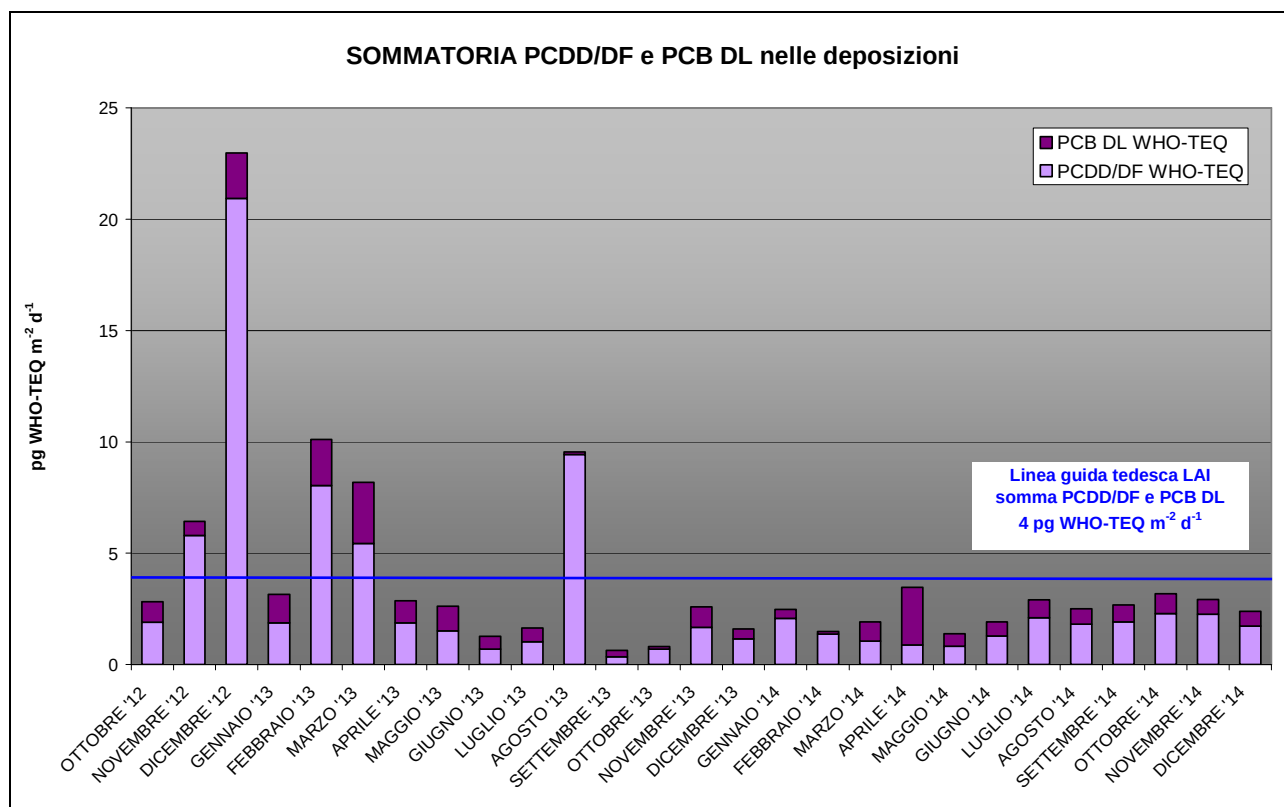


Figura 31 – Andamento sommatoria PCDD/DF + PCB dioxin like nelle deposizioni mensili dal 2012

Come si evince dai grafici, tutti i valori riscontrati di PCDD/DF nel 2014 si posizionano al di sotto delle linee guida definite sia dal Belgio che dalla Germania (rispettivamente 20 e 15 pg I-TEQ m⁻² d⁻¹).

Inoltre le concentrazioni riscontrate per la sommatoria di PCDD/DF e PCB dioxin like nelle deposizioni atmosferiche da aprile 2013 a dicembre 2014 risultano inferiori al valore di riferimento di lungo periodo introdotto dalle linee guida tedesche pari a 4 pg WHO-TEQ m⁻² d⁻¹, escludendo il campione del mese di agosto 2013, già commentato nella relazione relativa all'anno 2013.

Conclusioni

Nel corso dell'anno 2014 la stazione di Beinasco - Aldo Mei ha avuto un rendimento strumentale in linea con quanto previsto dalle prescrizioni normative, con la sola eccezione del benzene, per il quale le informazioni raccolte sono comunque sufficienti a evidenziare il rispetto del valore limite.

Le principali considerazioni che si possono trarre dall'analisi dei dati raccolti sono le seguenti:

- come già evidenziato nelle relazioni degli anni precedenti, la stazione di Beinasco-Aldo Mei presenta generalmente valori analoghi a quelli rilevati storicamente nelle stazioni di fondo urbano della rete provinciale di monitoraggio; in particolare i valori riscontrati sono in media confrontabili o leggermente inferiori a quelli della stazione di fondo urbano di Torino Lingotto²². Come negli anni precedenti la preesistente stazione fissa di Beinasco, situata in Via Silvio Pellico e che dispone di un analizzatore di ossidi di azoto, presenta in media valori leggermente inferiori a quelli della stazione di Beinasco-Aldo Mei;
- per quanto riguarda gli inquinanti normati (PM10, PM2.5, biossido di azoto, benzene, arsenico, cadmio, nichel, piombo e benzo(a)pirene), si osserva in generale - con la sola eccezione del benzo(a)pirene - una diminuzione delle concentrazioni rispetto al 2013, fenomeno che nel 2014 si è riscontrato in tutta l'area urbana;
- tutti i valori di riferimento previsti dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i sono rispettati, ad eccezione del valore limite giornaliero del PM10; anche questa criticità non è caratteristica della stazione di Beinasco - Aldo Mei ma è comune a tutta l'area urbana torinese. Va sottolineato che il 2014 è stato un anno caratterizzato da condizioni meteorologiche tra le meno critiche degli ultimi anni in termini di influenza sull'inquinamento atmosferico²³. Di conseguenza per quegli indicatori che si sono collocati in prossimità del valore limite non può essere escluso che in futuro si verifichino nuovamente dei superamenti in presenza di annate caratterizzate da condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli. Ciò vale in particolare per le medie annuali di biossido di azoto e PM2.5, che nel 2014 sono risultate di poco inferiori al valore limite;
- 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

²² L'unica eccezione è costituita dal benzene che, pur rispettando ampiamente il valore limite mostra invece una concentrazione media confrontabile con quella della stazione da traffico urbano di Via della Consolata a Torino. Va però considerato che, come dettagliato nel capitolo specifico, la percentuale di dati validi è stata inferiore al 90% e i dati invalidi sono distribuiti prevalentemente in mesi in cui, per ragioni meteorologiche, le concentrazioni di inquinanti primari come il benzene sono poco elevate. E' quindi presumibile che la media annuale di benzene del 2014 sia sovrastimata

²³ Si veda a questo proposito il paragrafo sui parametri meteorologici nella brochure "Uno sguardo all'aria" curata da Arpa e provincia di Torino e disponibile all'indirizzo web:

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

Dipartimento provinciale di Torino

2014 inferiori alle linee guida definite da organismi internazionali e confrontabili con i valori rilevati in siti analoghi del territorio provinciale o reperibili in letteratura per le aree urbane;

- i valori di deposizione atmosferica per metalli e idrocarburi policiclici sono risultati come nel 2013 in linea con quelli di siti che presentano analoghe caratteristiche ubicati nel territorio provinciale/regionale o i cui dati sono disponibili nella letteratura scientifica;
- relativamente ai microinquinanti (PCDD/DF e PCB) rilevati in aria ambiente, nel corso del 2014 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 2013 e in linea con siti che presentano analoghe caratteristiche ubicati nel territorio provinciale/regionale o i cui dati sono disponibili nella letteratura scientifica.