

IMPIANTO di TERMOVALORIZZAZIONE di RIFIUTI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI A FORLÌ



Rapporto sul monitoraggio della qualità dell'aria in Via Barsanti a Forlì - Anno 2017

Febbraio 2018

Servizio Sistemi Ambientali

Responsabile: Carla Nizzoli

Gruppo di lavoro: Paolo Veronesi, Cristina Mariotti, Maria Cristina Verna, Paolo Vittori.

Rev. 1

Indice generale

1 INTRODUZIONE.....	3
1.1Descrizione della Stazione di Monitoraggio della Qualità dell'Aria.....	4
1.2Normativa di riferimento.....	6
1.3Gestione dei dati della stazione di monitoraggio.....	6
1.4Determinazione del mercurio totale gassoso (TGM).....	8
2 RISULTATI DEL MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA.....	9
2.1 Misure in continuo.....	10
2.1.1 Materiale particolato (PM10 – PM2.5).....	10
2.1.2 Biossido di azoto (NO2).....	16
2.1.3 Monossido di carbonio (CO).....	22
2.1.4 Mercurio Totale Gassoso (Hg).....	23
2.2 Parametri meteorologici.....	27
2.3 Misure in discontinuo nel PM₁₀.....	31
2.3.1 Metalli pesanti : Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Nichel (Ni).....	32
2.3.2 Microinquinanti organici.....	34

1 INTRODUZIONE

L' Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata con DGP n. 237/44849 del 29/04/2008 ad HERA S.p.A. per la gestione dell'impianto di termovalorizzazione di rifiuti urbani e speciali non pericolosi, sito a Forlì, in via Grigioni, al Punto D2.3.4 – INDAGINI E MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA, prevedeva che il gestore, ai fini di ottemperare alla prescrizione n°26 della delibera di VIA n°323 del 2 settembre 2004, provvedesse ad installare la centralina di monitoraggio di cui all'Allegato RT 1.13 della Documentazione Integrativa TV01FCAA0113 del 5/2/2008 e ad acquisire i campionatori per lo studio della qualità dell'aria secondo un determinato protocollo tecnico. Al gestore era inoltre chiesto di stipulare con Arpae un contratto di comodato d'uso e gestione per tale stazione ed i relativi campionatori. Tale contratto prevede che le spese di manutenzione preventiva e correttiva e di gestione della stazione fissa di monitoraggio, nonché le spese inerenti le attività di campionamento, analisi ed elaborazione dei dati relativi alle determinazioni discontinue manuali previste dal protocollo tecnico siano a carico di Hera.

In sede di rinnovo autorizzativo, avvenuto con DGP n. 154 del 16/04/2013 PG n. 68306/2013, sono state modificate alcune prescrizioni. Il Piano di Monitoraggio e Controllo in vigore dal 01/01/2014 prevede al punto B.2.13 – “Monitoraggio della qualità dell'aria”, un elenco più esteso di parametri da ricercarsi nei campionamenti in discontinuo di particolato fine PM10, che ora comprende anche i PCB ed i PCB Dioxin Like, ed inoltre l'effettuazione di una campagna aggiuntiva in concomitanza del fermo impianto annuale per la manutenzione programmata dell'impianto, per un totale di cinque campagne nell'anno.

Al punto B.2.14 - “Monitoraggio dei suoli” è richiesta anche l'effettuazione, con frequenza biennale, di un campione di suolo con ricerca di microinquinanti organici (IPA, PCDD e PCDF, PCB e PCB-DL), metalli pesanti e microelementi.

I parametri individuati in sede di autorizzazione e che devono essere oggetto di indagine, sono pertanto i seguenti:

(A) campionamenti in continuo:

- Parametri meteorologici (temperatura, velocità e direzione del vento)
- Inquinanti: PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, CO e Hg

(B) campionamenti in discontinuo automatico (frequenza trimestrale con una campagna aggiuntiva in occasione del fermo impianto annuale):

- Metalli pesanti (Pb, Cd, Ni) sul particolato fine PM₁₀
- Microinquinanti organici (IPA, PCDD/PCDF, PCB e PCB-DL) sul particolato fine PM₁₀

(C) campionamento manuale di suolo (frequenza biennale):

- Metalli pesanti e microelementi (As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V, Zn)
- Microinquinanti organici (IPA, PCDD/PCDF, PCB e PCB-DL)

Nel 2016 è stato effettuato il secondo campionamento biennale di terreno; il prossimo, come previsto nell'atto autorizzativo, sarà effettuato nel 2018.

1.1 Descrizione della Stazione di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

La stazione di monitoraggio installata da HERA è situata in via Barsanti ed è individuata dalle seguenti coordinate:

UTM ED50 fuso 32: X = 746729; Y = 4902084

All'interno della cabina sono installati i seguenti analizzatori in continuo:

- ◆ Analizzatore automatico di monossido di carbonio: API mod. 300E
- ◆ Analizzatore automatico di ossidi di azoto: API mod. 200E
- ◆ Analizzatore automatico di PM₁₀: FAI mod. SWAM 5A
- ◆ Analizzatore automatico di PM_{2.5}: FAI mod. SWAM 5A
- ◆ Analizzatore automatico di Mercurio: TEKRAN mod. 2537B

Sul tetto della cabina sono posizionate le teste di prelievo per gli inquinanti gassosi, per il

particolato fine con taglio granulometrico PM_{10} e per quello con taglio $PM_{2.5}$; gli analizzatori di PM_{10} e $PM_{2.5}$, infatti, dispongono ciascuno di una linea dedicata, collegata ad una testa di prelievo apposita per la selezione della granulometria del particolato. L'aria viene aspirata in continuo da una pompa attraverso la testa di prelievo collocata sulla sommità della cabina, e viene poi trasmessa ai singoli strumenti attraverso una linea di campionamento debolmente riscaldata per evitare la formazione di condensa.

Sulla sommità della cabina, ad un'altezza di circa 3 metri, sono inoltre installati i sensori per la rilevazione dei seguenti parametri meteorologici:

- ◆ Velocità e direzione del vento _ LSI-Lastem
- ◆ Pluviometro _ LSI-Lastem
- ◆ Temperatura _ LSI-Lastem
- ◆ Umidità relativa _ LSI-Lastem

Nella cartografia seguente è rappresentato in verde il sito in cui è ubicata la stazione.



Figura 1

1.2 Normativa di riferimento

La norma quadro in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente è rappresentata dal Decreto Legislativo n°155 del 13 agosto 2010 "Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" e successive modifiche ed integrazioni.

Il Decreto qui richiamato, entrato in vigore il 30/09/2010, recepisce la direttiva 2008/50/CE e sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE; i precedenti riferimenti normativi risultano abrogati a partire dalla data di entrata in vigore del Decreto.

1.3 Gestione dei dati della stazione di monitoraggio

A seguito del collaudo della stazione di monitoraggio nel marzo 2009 e della presa in carico da

parte di Arpae della relativa gestione, si è proceduto, a far data dal 23 aprile 2009, alla validazione giornaliera dei dati di monitoraggio in continuo e alla loro pubblicazione all'indirizzo:

https://www.arpae.it/v2_aria_provincia.asp?p=fc&idlivello=134

Dallo stesso anno sono pubblicati i rapporti mensili ed annuali relativi alle concentrazioni di inquinanti monitorati in continuo all'indirizzo:

https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=1353&idlivello=1763

Nei grafici che seguono sono riportati i rendimenti ottenuti dai suddetti analizzatori e dai sensori meteo nel corso del 2017; l'efficienza è risultata essere sempre superiore al 90%, fatta eccezione per l'analizzatore di Mercurio. A seguito di una serie di problemi tecnici nel primo e ultimo trimestre, anche quest'anno il rendimento medio (**65%**) è stato inferiore a quanto richiesto; la ditta appaltatrice della manutenzione non è stata in grado di risolvere il problema di malfunzionamento dell'analizzatore se non dopo diverso tempo.

Grafico 1

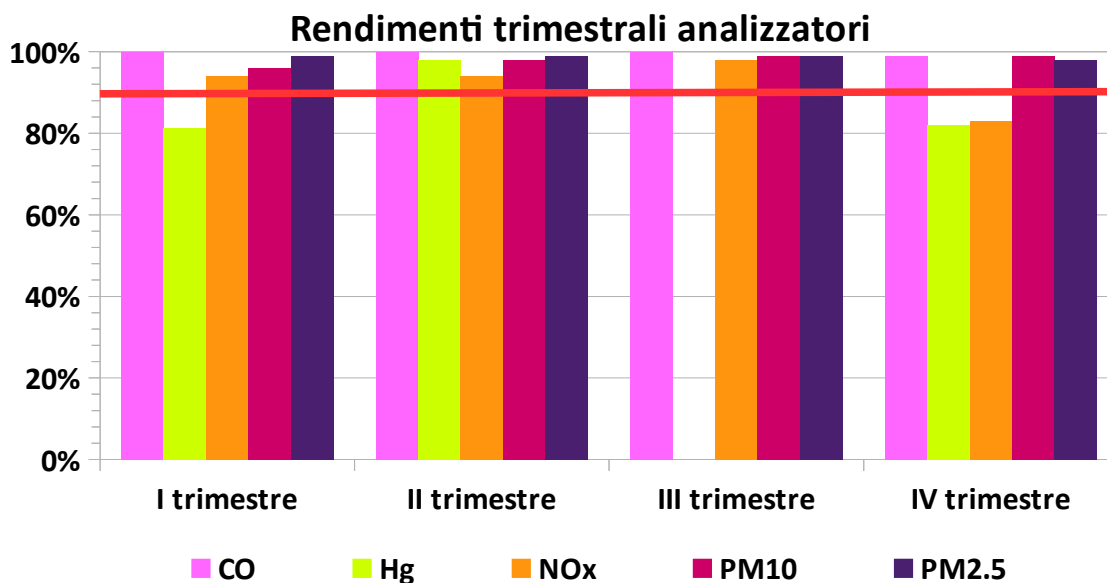
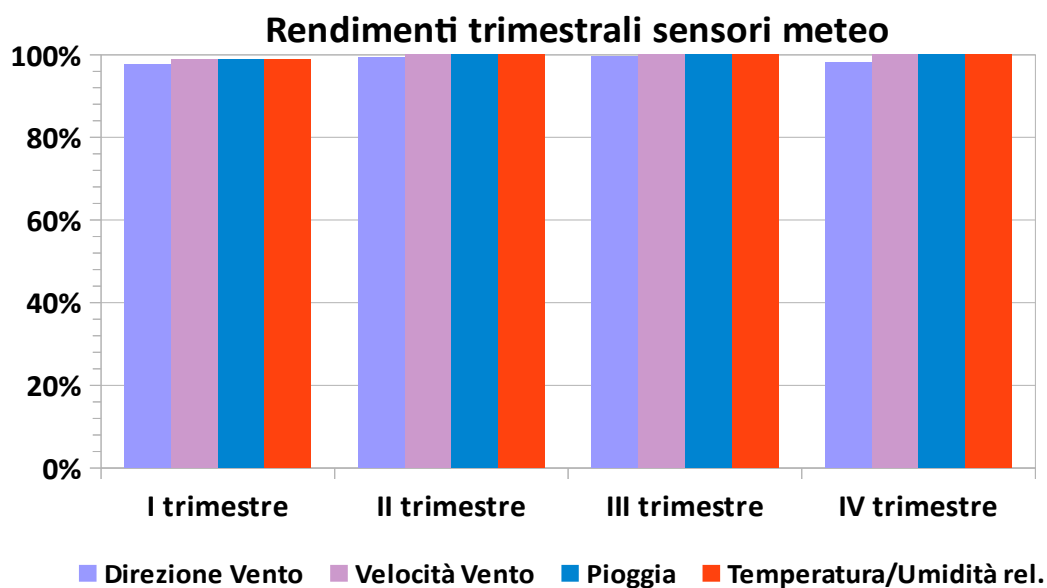


Grafico 2



Relativamente alle misure in discontinuo, sono state svolte quattro campagne di monitoraggio nelle diverse stagioni ed una campagna aggiuntiva, dal 22 marzo al 6 aprile, in occasione del fermo impianto per manutenzione.

I campioni raccolti sono stati inviati al laboratorio integrato della sezione provinciale Arpae di

Ravenna ed i risultati pervenuti sono riportati al punto 2.3.

1.4 Determinazione del mercurio totale gassoso (TGM)

L'analizzatore automatico installato presso la stazione di monitoraggio utilizza il principio della Spettroscopia in fluorescenza atomica con vapori freddi. Il campionamento del TGM (Total Gaseous Mercury) si basa sul fatto che il mercurio gassoso forma con l'oro un amalgama, da cui successivamente viene liberato. L'aria campionata attraversa alternativamente due dispositivi (trappole) disposti in parallelo, costituiti ciascuno da un tubo di quarzo contenente oro e quarzo. Nella fase successiva al campionamento, il mercurio viene riportato allo stato gassoso mediante desorbimento termico e, successivamente, determinato mediante Spettroscopia in Fluorescenza Atomica (CVAFS). L'utilizzo alternato di due trappole in parallelo consente il campionamento e la determinazione in continuo del parametro in esame; la possibilità di determinare il tempo di campionamento, e quindi il volume complessivo per la determinazione, consente di giungere a determinare concentrazioni di inquinante dell'ordine di grandezza di ng/m^3 .

Il DLgs n. 250 del 24/12/2012, nel modificare ed integrare il DLgs 155/2010, indica, quale metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del mercurio nell'aria ambiente, quello descritto nella norma UNI EN 15852:2010 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la determinazione di mercurio gassoso totale". Tale metodo normalizzato prevede l'utilizzo della tecnica di spettrometria ad assorbimento atomico con vapori freddi (CVAAS), o di quella di spettrometria di fluorescenza atomica con vapori freddi (CVAFS); quest'ultima corrisponde a quella impiegata dall'analizzatore in esame.

Sin dalla sua installazione avvenuta nel 2009, lo strumento ha presentato una serie di problemi tecnici che spesso hanno determinato l'invalidità delle concentrazioni medie orarie. Sono stati richiesti alla ditta, che ne garantisce la manutenzione, diversi interventi negli anni; tuttavia i rendimenti si mantengono insufficienti, sia a causa della rara presenza sul territorio nazionale di questo tipo di analizzatore (poche unità), che della conseguente ridotta esperienza per quanto riguarda la sua manutenzione da parte delle ditte specializzate. L'ipotesi di eseguire, nei periodi di mancata disponibilità dei dati in continuo, campionamenti in discontinuo con gorgogliatori, è,

come già precisato in precedenza, non praticabile, in quanto tale tecnica non consente di giungere ai livelli di concentrazioni che si possono riscontrare nell'aria ambiente.

2 RISULTATI DEL MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

Nei seguenti paragrafi sono riportati, suddivisi per tipologia di inquinante, gli indici statistici elaborati sui dati validi registrati ed i superamenti che si sono verificati. Seguono i grafici degli andamenti delle concentrazioni, dove i valori inferiori ai rispettivi limiti di quantificazione sono stati rappresentati pari ai 1/2 di tali limiti; nella rappresentazione grafica delle medie mensili, sono state prese in considerazione solo quelle calcolate su almeno il 75% delle medie su 24 ore teoricamente disponibili. Si è quindi rappresentato, per il parametro biossido di azoto (NO₂), il "giorno tipo", ossia l'andamento delle concentrazioni medie orarie, calcolato per il periodo invernale e per quello estivo accanto a quello relativo alla stazione da traffico della RRQA a Forlì. I periodi su cui sono mediate le concentrazioni sono in relazione ai limiti normativi; nel caso del particolato PM₁₀ e PM_{2,5} le concentrazioni sono espresse come medie giornaliere, per il biossido di azoto come media oraria, per il monossido di carbonio come media sulle otto ore.

Per ciascun parametro sono inoltre riportati gli indici statistici e le medie mensili storici. Tutte le concentrazioni sono espresse in funzione dei limiti previsti dalla normativa: nel caso del biossido di azoto sono espresse come medie orarie, per il monossido di carbonio sono state calcolate come concentrazioni medie sulle otto ore.

Viene infine riportato per ciascun inquinante l'andamento delle concentrazioni registrate nel periodo di tempo che comprende il fermo impianto, accanto a quanto misurato presso le stazioni della RRQA a livello provinciale.

2.1 Misure in continuo

2.1.1 Materiale particolato (PM₁₀ – PM_{2,5})

Tabella 1 – Indici statistici concentrazioni medie giornaliere PM₁₀ (µg/m³)

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Hera	98	< 5	154	27	20	52	64	81	40

Tabella 2 –Superamenti PM₁₀

PM ₁₀	Limite	Valore
Numero di superamenti del valore limite di 24 h per la protezione della salute umana	50 µg/m ³ non più di 35 volte per anno	40
Confronto tra media annua e valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m ³	27 µg/m ³

Grafico 3 - PM₁₀ numero mensile di superamenti del limite per la concentrazione media giornaliera

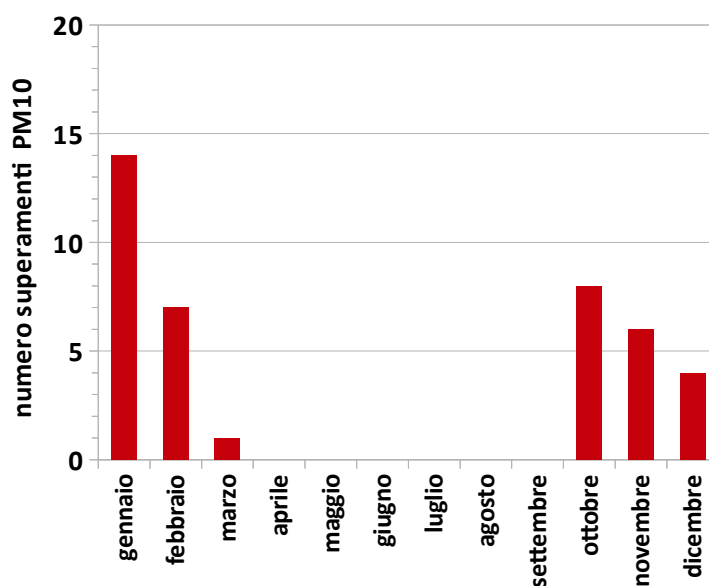


Tabella 3 – Indici statistici concentrazioni medie giornaliere PM_{2,5} (µg/m³)

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %
Hera	99	< 5	129	18	12	39	48	64

Tabella 4 – Superamenti PM_{2,5}

PM _{2,5}	Limite	Valore
Confronto tra media annua e il valore limite per la protezione della salute umana (al 2015)	25 µg/m ³	18 µg/m ³

Grafico 4 - PM₁₀ - PM_{2,5} concentrazioni medie mensili (µg/m³)

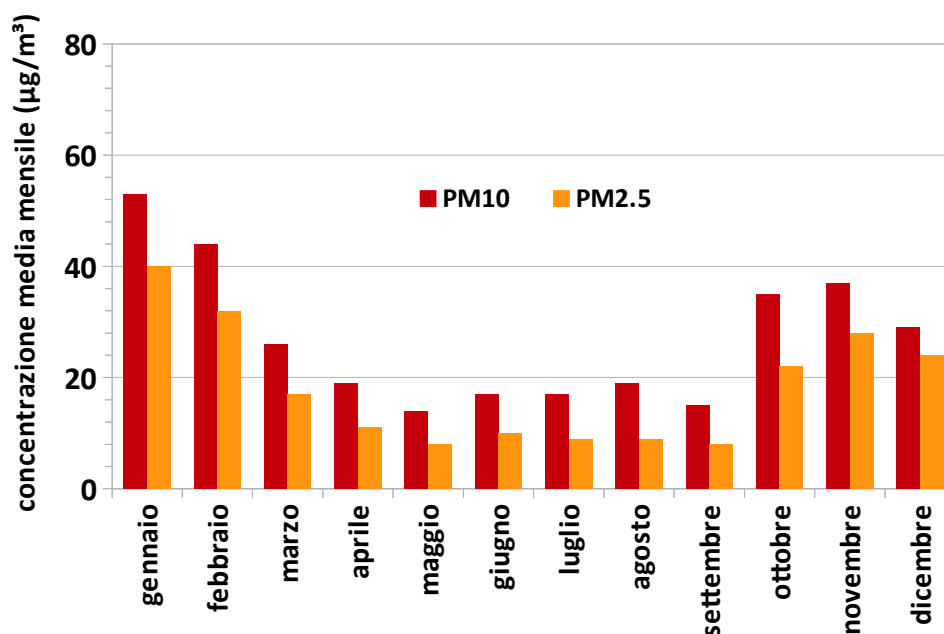
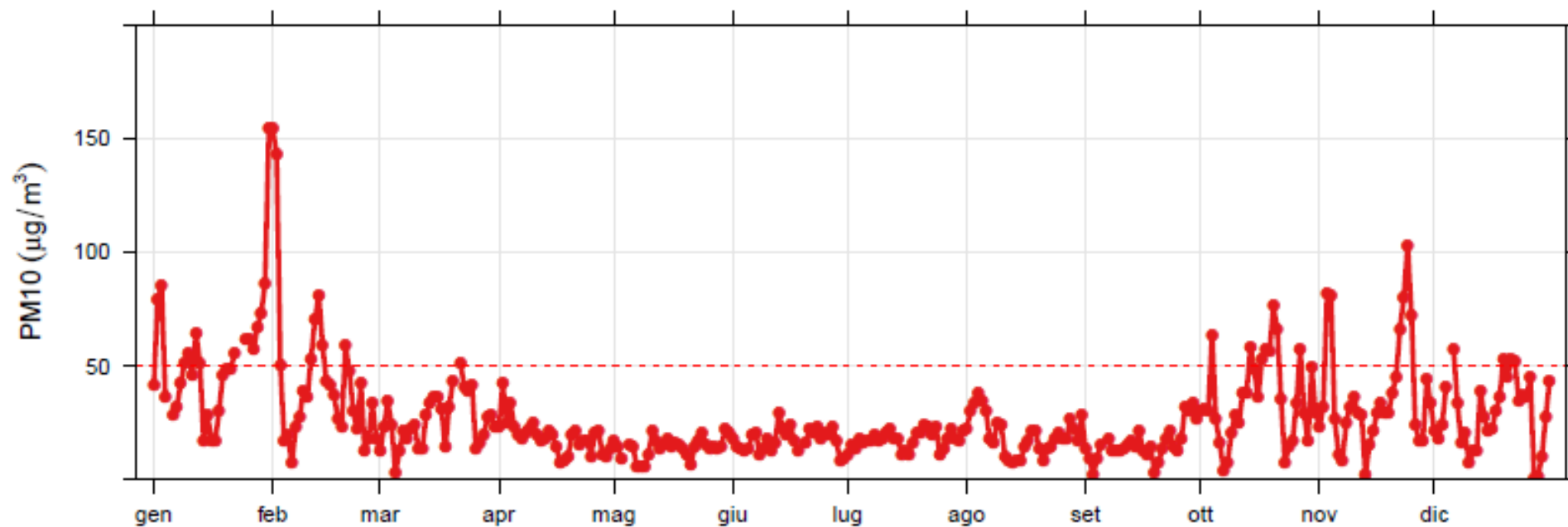


Grafico 5 - Concentrazioni medie giornaliere PM₁₀ (µg/m³)



(La linea tratteggiata indica il limite per la concentrazione media giornaliera)

Grafico 6 - Concentrazioni medie giornaliere PM_{2,5} (µg/m³)

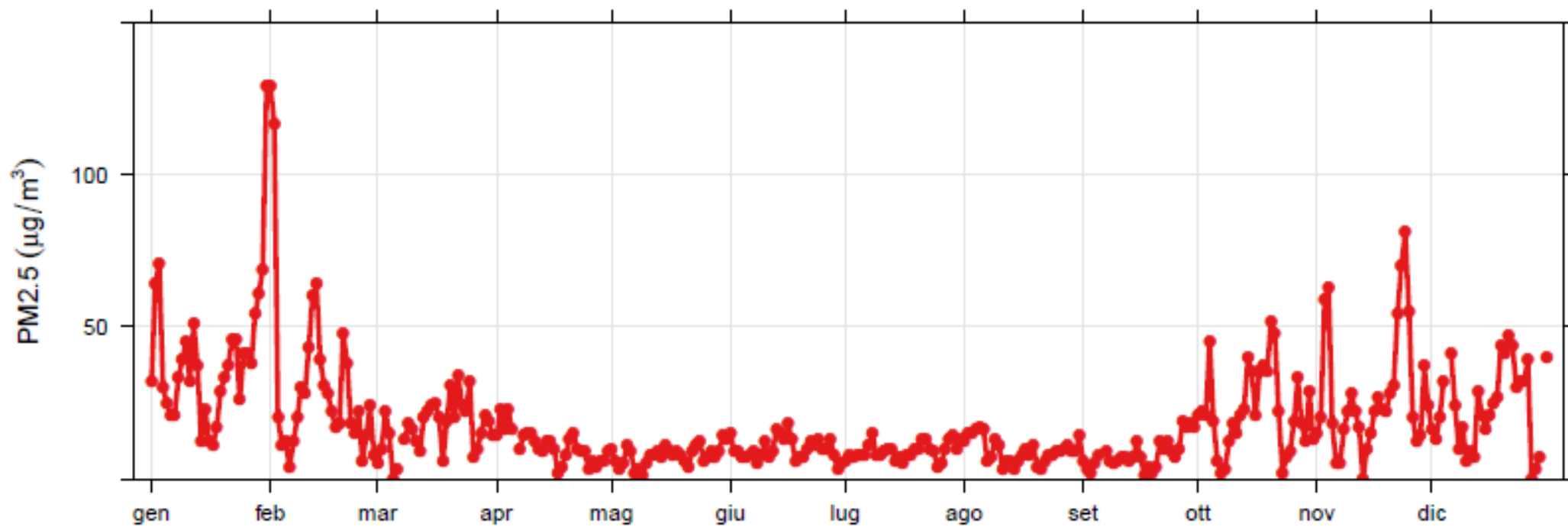
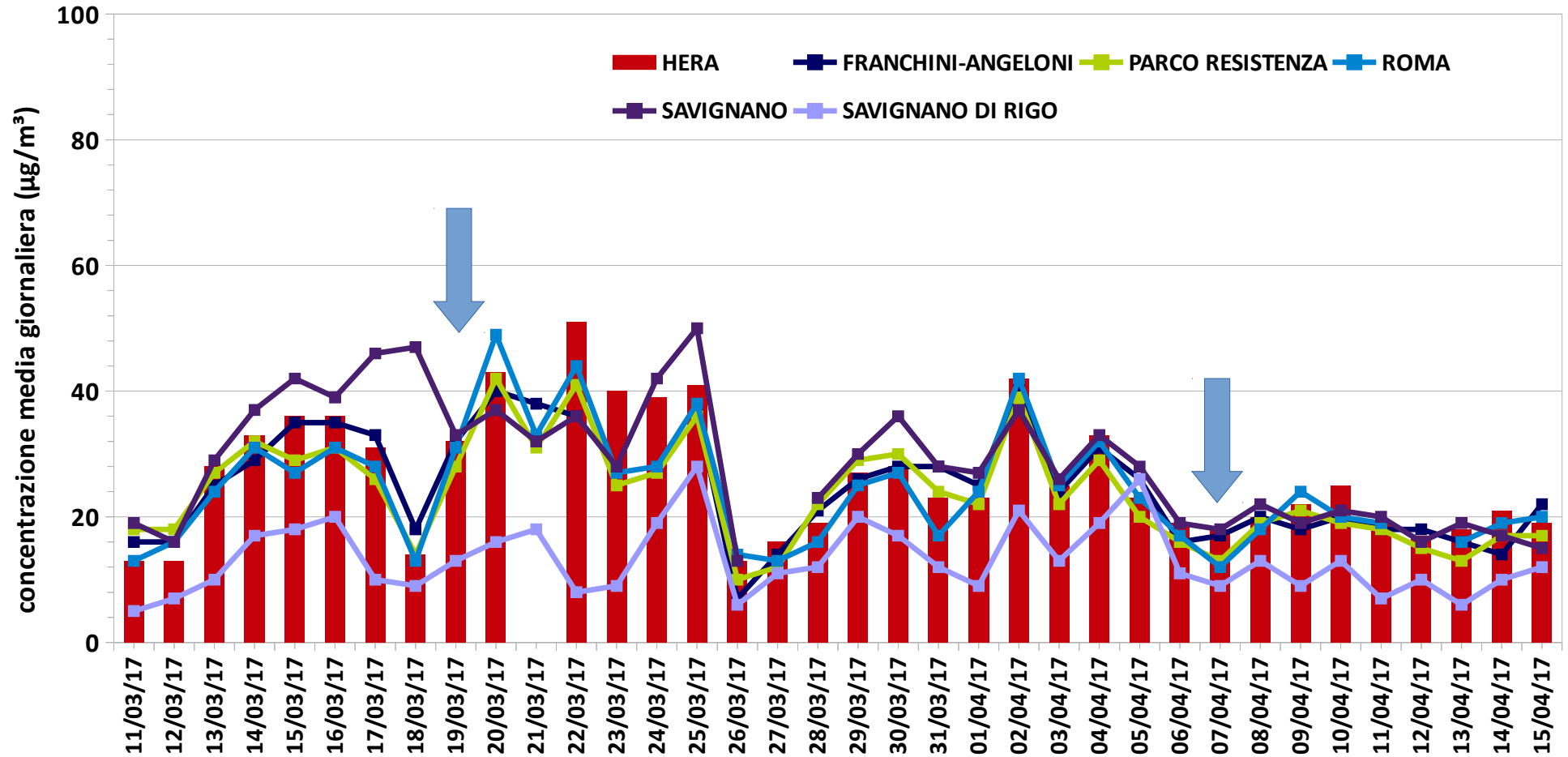
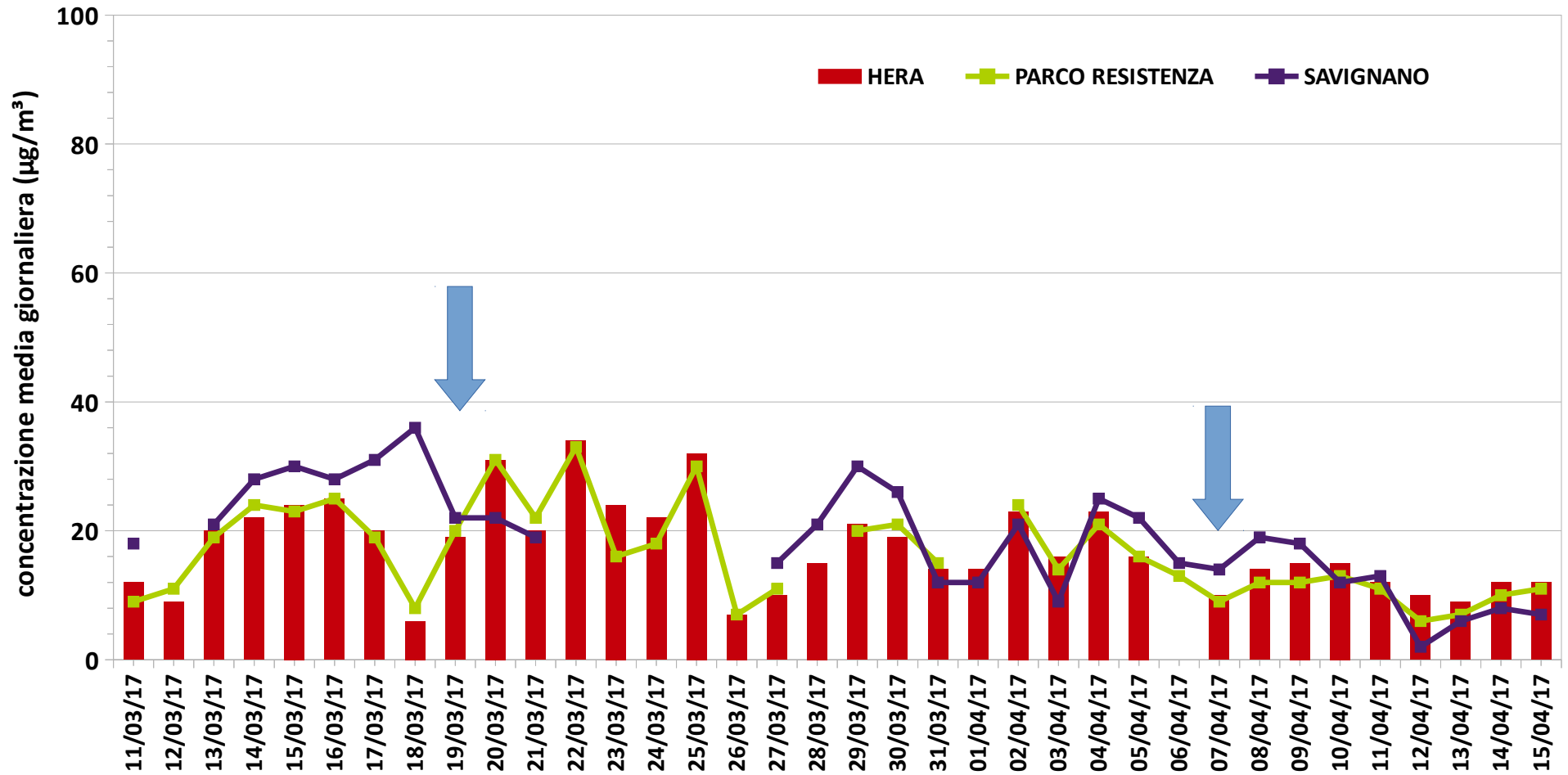


Grafico 7 - PM₁₀ concentrazioni medie giornaliere nel periodo di fermo impianto presso la stazione HERA di Via Barsanti e quelle della RRQA sul territorio provinciale



(le frecce indicano le date di spegnimento e riaccensione dell'impianto)

Grafico 8 - PM_{2.5} concentrazioni medie giornaliere nel periodo di fermo impianto presso la stazione HERA di Via Barsanti e quelle della RRQA sul territorio provinciale



(le frecce indicano le date di spegnimento e riaccensione dell'impianto)

Tabella 5 – Concentrazioni medie giornaliere indici statistici PM₁₀ e superamenti dal 2013 al 2017

PM ₁₀ (µg/m ³)	2013	2014	2015	2016	2017
Superamenti	37	24	47	28	40
Minimo	<5	<5	5	<5	<5
Media	28	25	33	26	27
Massimo	97	91	105	123	154
50° percentile	23	20	28	22	20
90° percentile	51	43	58	46	52
95° percentile	63	56	69	57	64
98° percentile	69	69	91	77	81
Rendimento %	97	98	96	97	98

 Tabella 6 – Concentrazioni medie giornaliere indici statistici PM_{2,5} dal 2013 al 2017

PM _{2,5} (µg/m ³)	2013	2014	2015	2016	2017
Minimo	<5	<5	<5	<5	<5
Media	15	13	18	15	18
Massimo	65	70	79	91	129
50° percentile	11	10	13	11	12
90° percentile	31	27	38	32	39
95° percentile	38	35	47	38	48
98° percentile	45	47	64	57	64
Rendimento %	98	98	96	97	99

2.1.2 Biossido di azoto (NO₂)

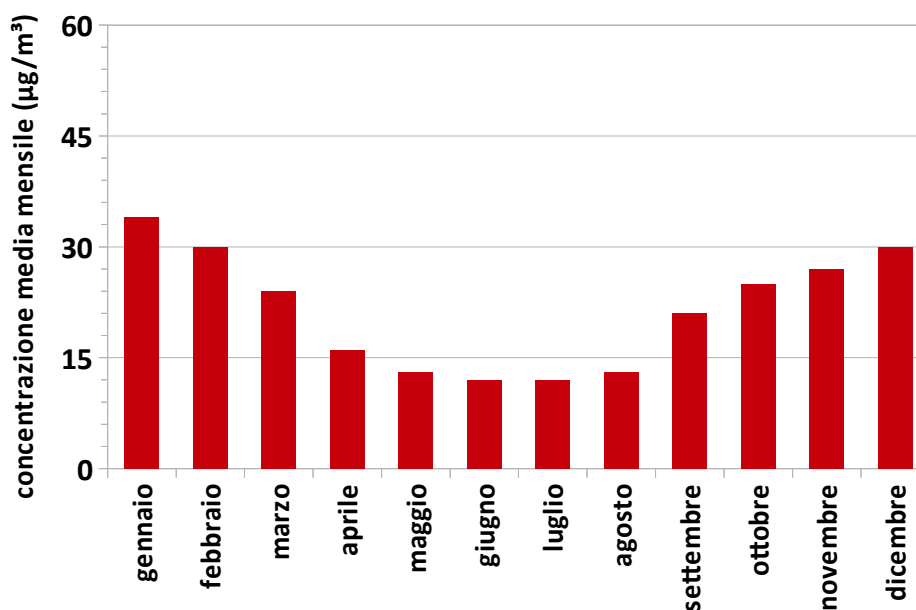
 Tabella 7 – Indici statistici concentrazioni medie orarie NO₂ (µg/m³)

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Hera	92	< 12	76	21	18	41	47	54	0

Tabella 8 –Superamenti NO₂

DLgs n 155/2010	Limite	Valori
Numero di superamenti della soglia di allarme	400 µg/m³ (su tre ore consecutive)	0
Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m³ (non più di 18 volte per anno)	0
Confronto tra valore medio e valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m³	21 µg/m³

Grafico 9 – Concentrazioni medie mensili NO₂ (µg/m³)



Si riportano di seguito gli andamenti del giorno tipo per i vari giorni della settimana; i periodi considerati si riferiscono alle stagioni invernale ed estiva, in quanto proprio nel corso di queste due periodi dell'anno si verificano le condizioni opposte sia dal punto di vista meteorologico che, di conseguenza, sotto il profilo dell'inquinamento atmosferico. Nei grafici sono rappresentate anche le fasce di variabilità dei dati orari elaborati. Segue l'andamento nel corso della settimana delle medie giornaliere.

Grafico 10 – Confronto fra “giorno tipo” NO₂ rilevato presso la stazione Hera e la stazione di Viale Roma (traffico) nell'inverno 2016-2017 (dicembre, gennaio, febbraio)

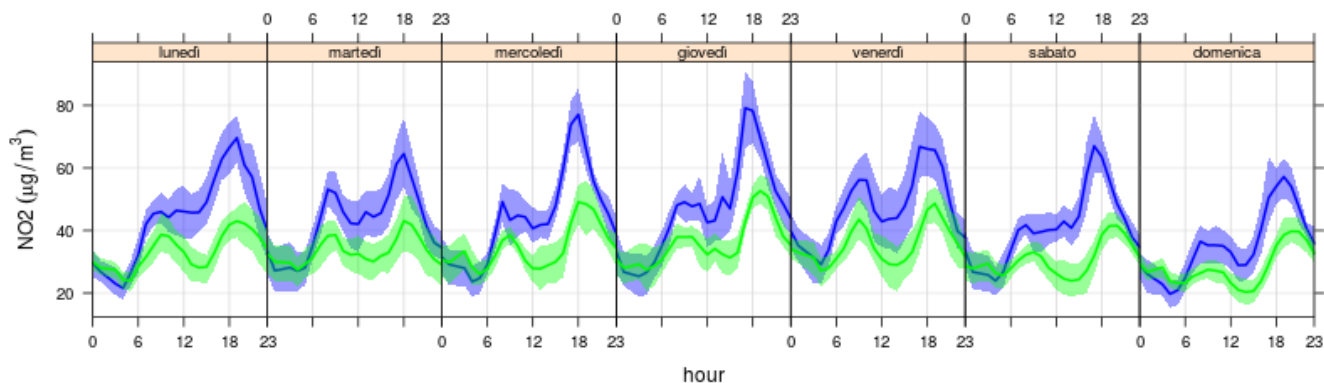


Grafico 11 – Confronto fra “giorno tipo” NO₂ rilevato presso la stazione Hera e la stazione di Viale Roma (traffico) nell'estate 2017 (giugno, luglio, agosto)

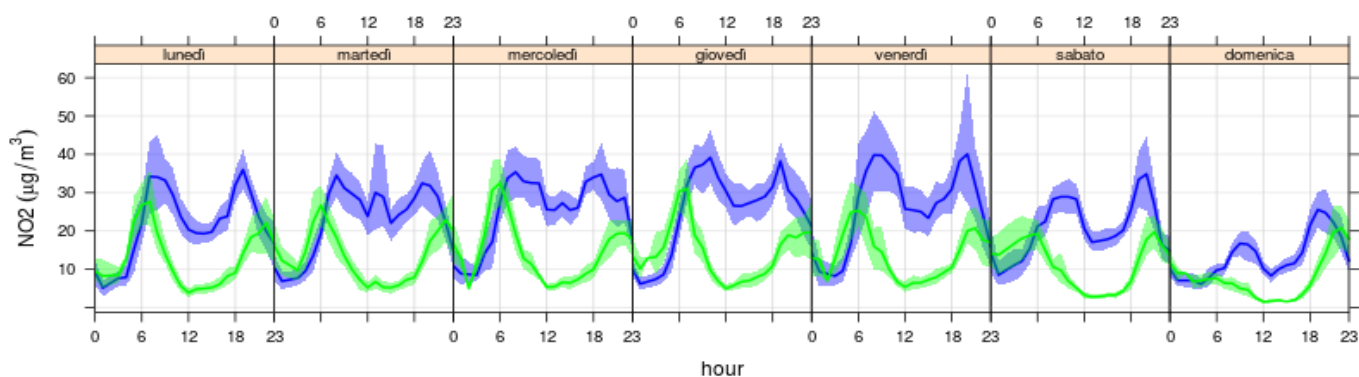
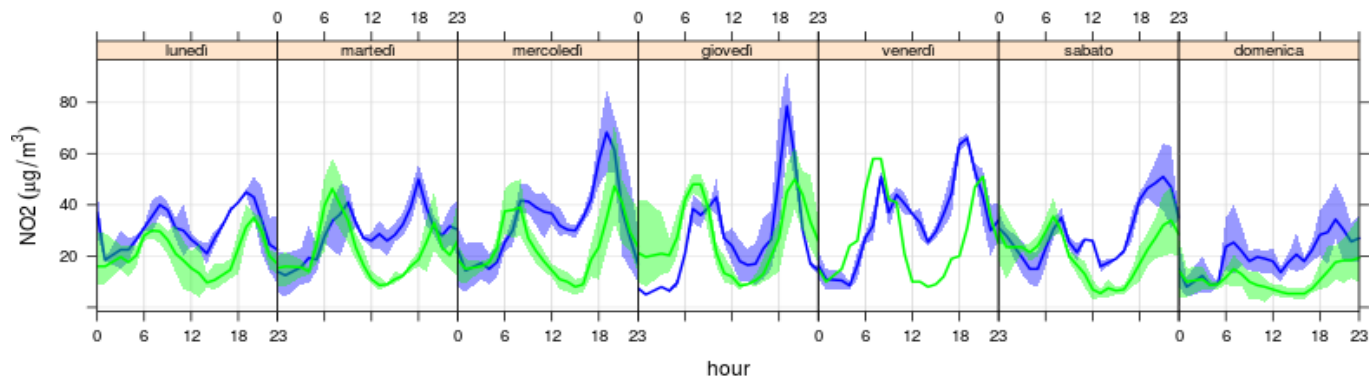
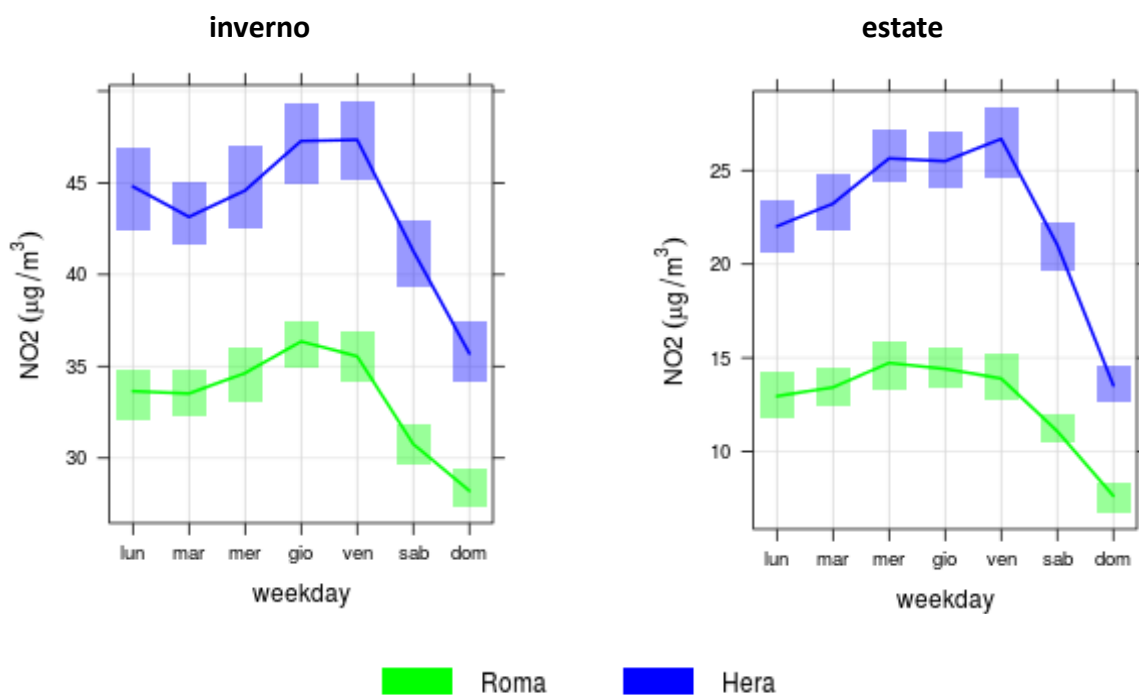


Grafico 12 – Confronto fra “giorno tipo” NO₂ rilevato nel periodo di fermo impianto (19 marzo – 6 aprile) presso la stazione HERA di Via Barsanti e la stazione di Viale Roma (traffico)



■ Roma ■ Hera

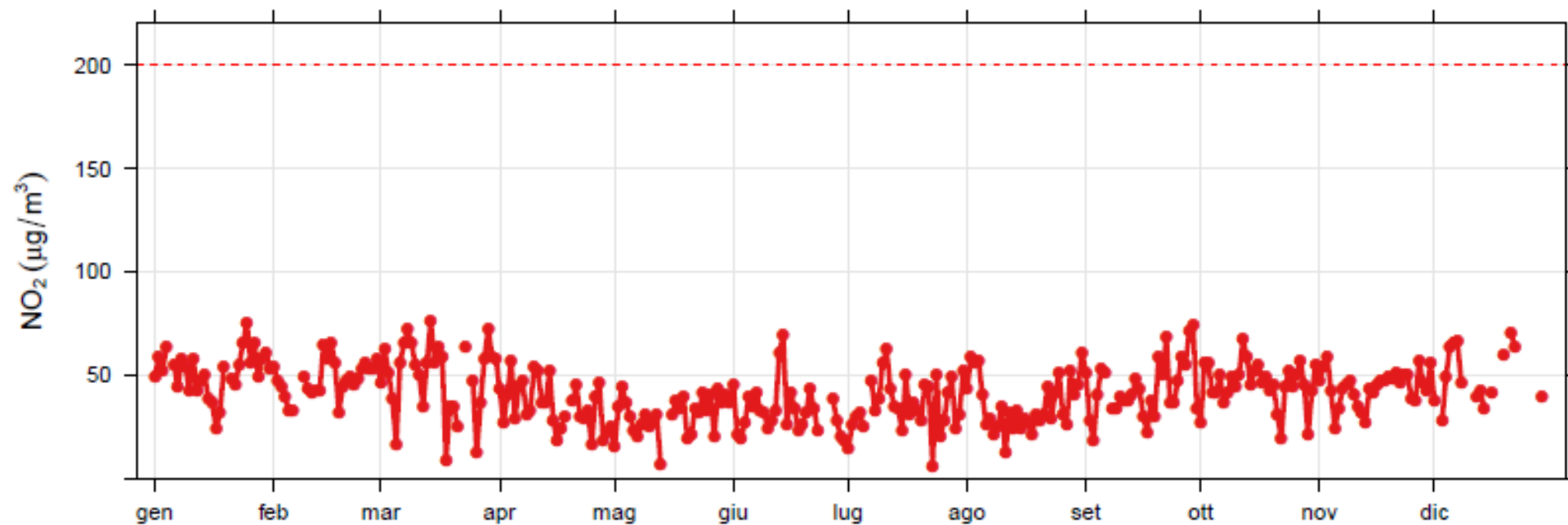
Grafico 13 – Concentrazioni medie giornaliere settimanali NO₂



In entrambe le stagioni l'andamento tipico giornaliero evidenzia per la stazione di via Barsanti un profilo simile a quello che caratterizza la stazione da traffico della RRQA; i valori di concentrazione aumentano nelle ore tipicamente legate al traffico veicolare per gli spostamenti mattutini (8-9) e serali (19-20), mentre nelle ore intermedie scendono a valori inferiori rispetto alla stazione da traffico.

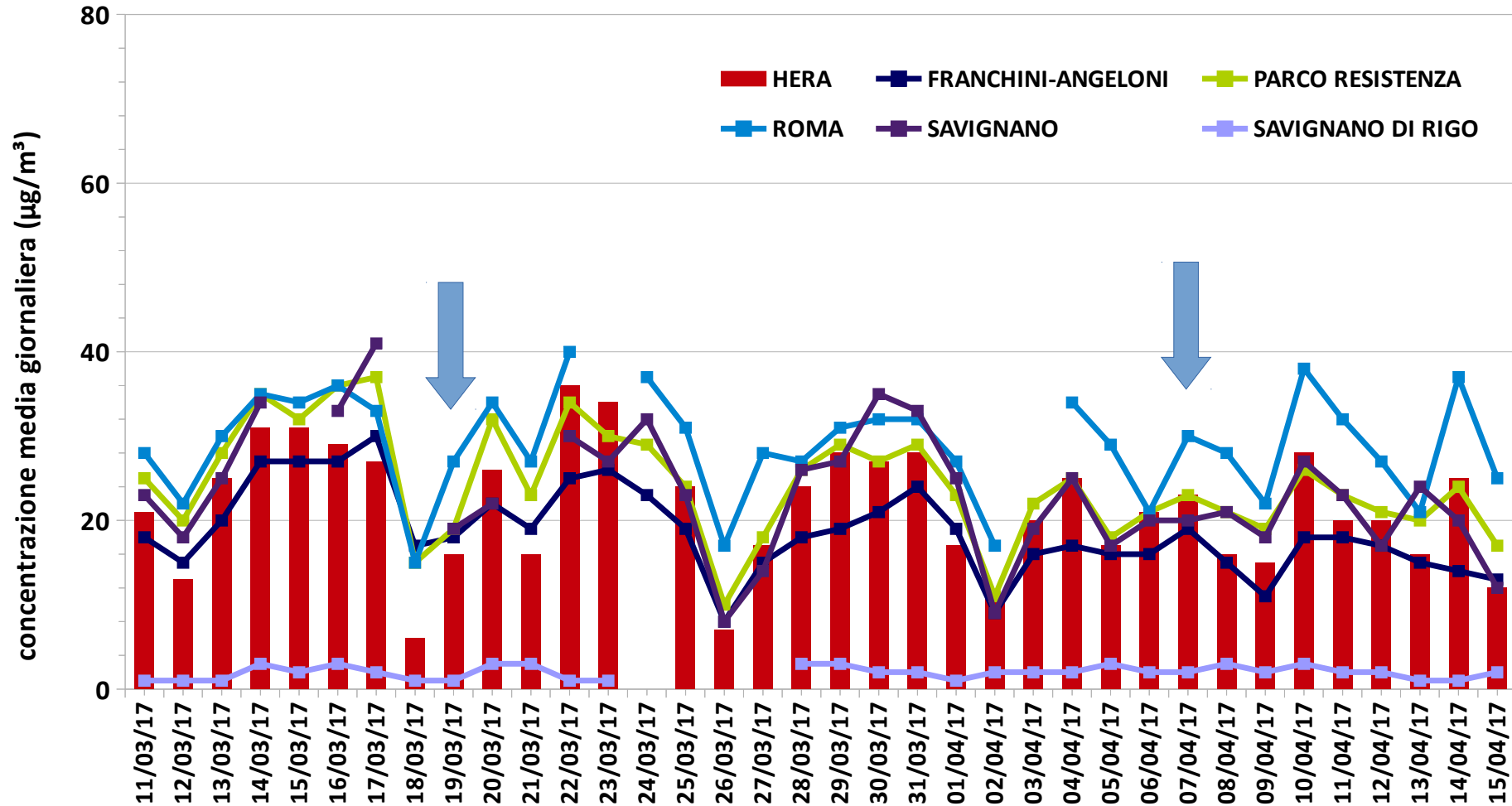
In estate le concentrazioni si attestano su livelli inferiori rispetto sia a quelli che caratterizzano il periodo invernale, che agli analoghi registrati presso la stazione da traffico. Le elaborazioni relative ai giorni di sabato e domenica presentano per entrambe le cabine valori di concentrazione oraria inferiori a quelli che caratterizzano i giorni feriali; tale differenza è ancora più marcata per la stazione situata in Via Barsanti, dove solo nel periodo estivo si nota un aumento dei valori nella serata della domenica.

Grafico 14 - Concentrazioni massime giornaliere NO₂ (µg/m³)



(La linea tratteggiata indica il valore limite per la concentrazione media oraria)

Grafico 15 - NO₂ concentrazioni medie giornaliere nel periodo di fermo impianto presso la stazione HERA di Via Barsanti e quelle della RRQA sul territorio provinciale



(le frecce indicano le date di spegnimento e riaccensione dell'impianto)

Tabella 9 – Concentrazioni medie orarie indici statistici NO₂ dal 2013 al 2017

NO ₂ (µg/m ³)	2013	2014	2015	2016	2017
Minimo	<12	<12	<12	<12	<12
Media	26	19	24	20	21
Massimo	109	90	90	83	76
50° percentile	24	15	21	17	18
90° percentile	46	37	45	39	41
95° percentile	53	43	52	44	47
98° percentile	62	49	60	51	54
Rendimento %	97	95	93	92	92

2.1.3 Monossido di carbonio (CO)

Tabella 10 – Indici statistici CO concentrazioni medie su 8 ore (mg/m³)

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Hera	100	< 0.6	2.3	< 0.6	< 0.6	0.8	0.9	1.2	0

Tabella 11 – Superamenti CO

DLgs n 155/2010	Limite	Superamenti
Numero di superamenti del valore limite su 8 h per la protezione della salute umana	10 mg/m ³	0

Grafico 16 – Concentrazioni massime giornaliere della media di 8 ore

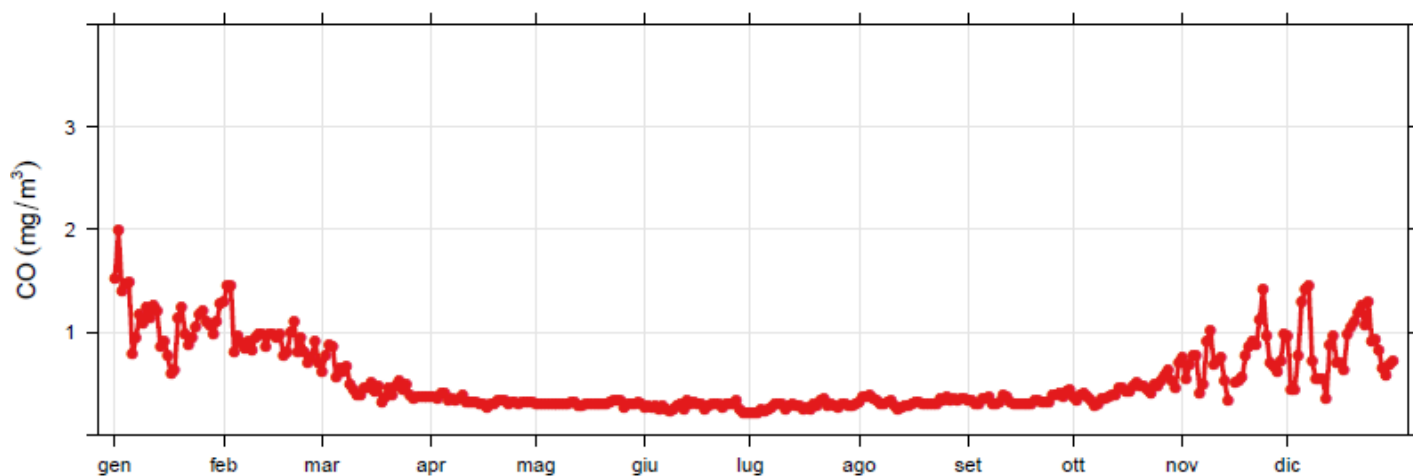


Tabella 12 – Concentrazioni medie su 8 ore indici statistici CO dal 2013 al 2017

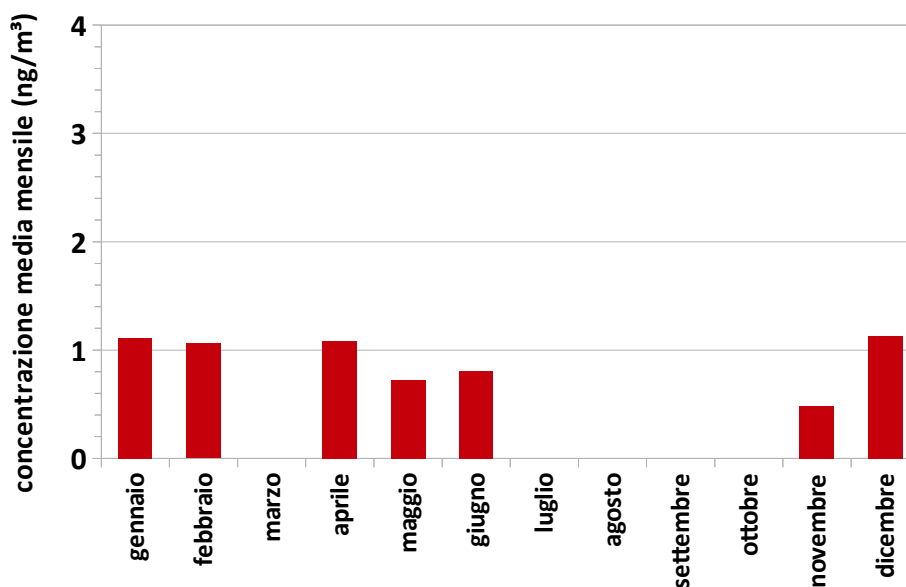
CO concentrazione media su 8 ore (mg/m ³)	2013	2014	2015	2016	2017
Minimo	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Media	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Massimo	1,6	1,1	2,2	1,9	2,3
50° percentile	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
90° percentile	<0,6	<0,6	0,6	0,8	0,8
95° percentile	0,7	0,6	0,8	0,9	0,9
98° percentile	0,9	0,7	1,0	1,1	1,2
Rendimento %	98	98	98	98	100

2.1.4 Mercurio Totale Gassoso (Hg)

Tabella 13 – Indici statistici Hg (ng/m³)

Stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %
medie orarie	Hera	<0,2	5,0	0,9	0,8	1,4	1,7	2,1
medie giornaliere		<0,2	2,6	0,9	0,8	1,3	1,5	1,8

Grafico 17 – Hg concentrazione media mensile



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.

Alcuni riferimenti possono essere tratti dai seguenti 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; in esso vengono indicate concentrazioni tipiche 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’Ambiente (rapporto EEA Air quality in Europe — 2015 report).
- WHO Air Quality Guidelines for Europe, 2nd edition, pubblicato dall’Organizzazione Mondiale della Sanità nell’anno 2000; in esso sono riportate come concentrazioni tipiche di mercurio in aria ambiente per le aree remote 2 - 4 ng/m³ , per le aree urbane mediamente 10 ng/m³.

Grafico 18 – Concentrazioni orarie massime giornaliere di Hg

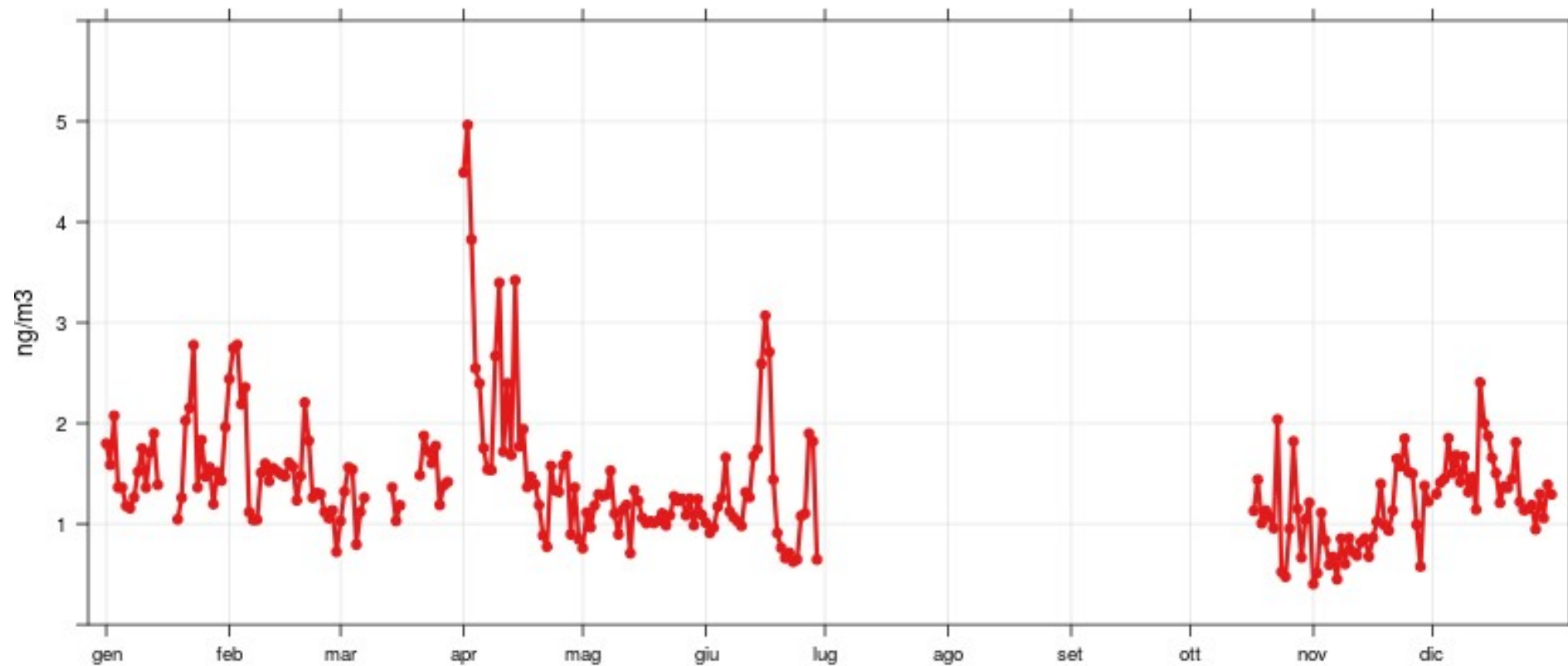
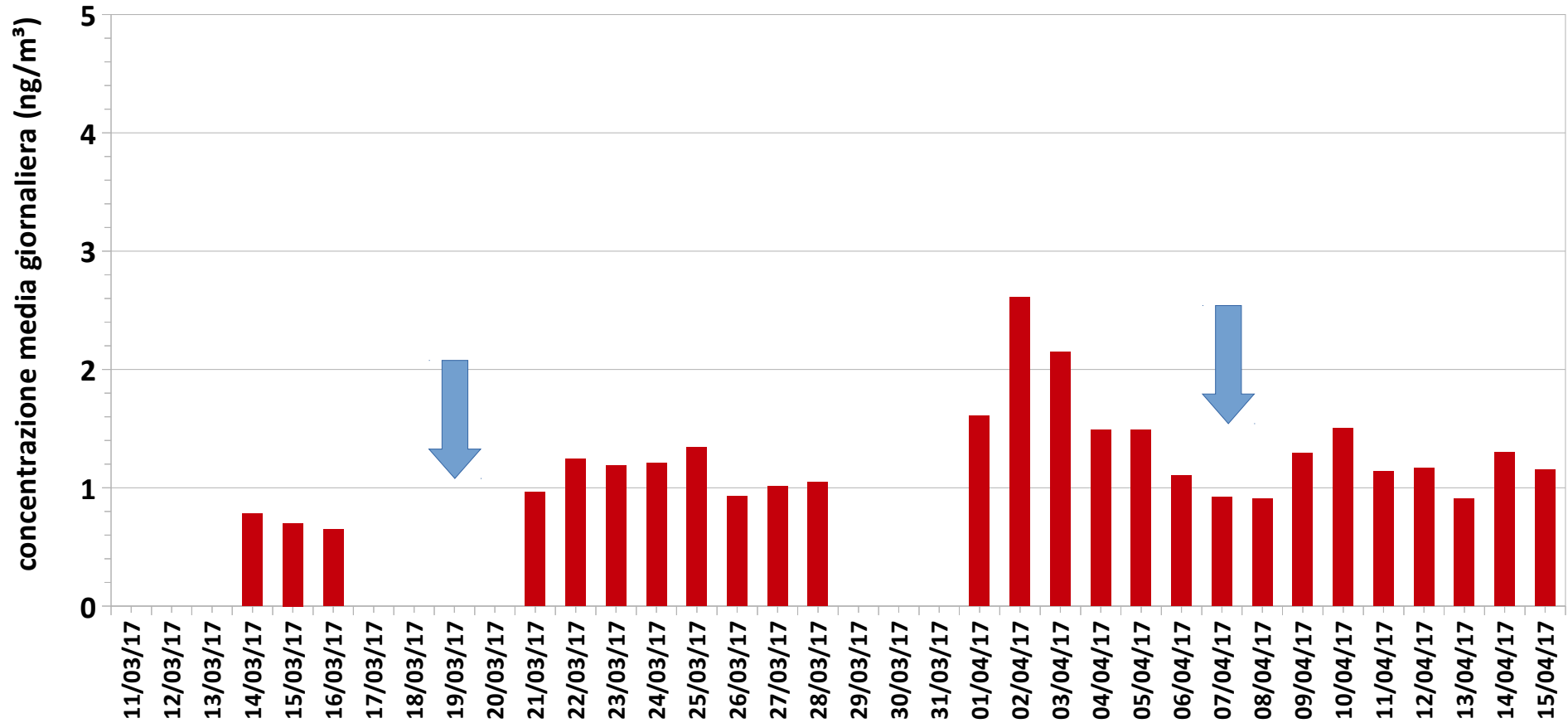


Grafico 19 – Concentrazioni medie giornaliere di Hg nel periodo di fermo impianto



(le frecce indicano le date di spegnimento e riaccensione dell'impianto)

Tabella 14 – Concentrazioni medie orarie indici statistici Hg dal 2013 al 2017

<i>Hg (ng/m³)</i>	2013	2014	2015	2016	2017
Minimo	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Media	1,6	1,2	1,2	1,1	0,9
Massimo	4	3,8	10,5	4,2	5,0
50° percentile	1,5	1,2	1,1	1,0	0,0
90° percentile	2,2	1,6	2,0	1,8	1,4
95° percentile	2,5	1,8	2,3	2,1	1,7
98° percentile	2,7	2,1	2,7	2,4	2,1
Rendimento %	78	75	50	82	65

2.2 Parametri meteorologici

Sulla sommità della cabina, ad un'altezza di circa 3 metri, sono installati i sensori per la rilevazione dei parametri meteorologici; è pertanto opportuno sottolineare, con particolare riguardo per direzione e velocità del vento, che gli andamenti che seguono sono riferiti alle condizioni atmosferiche che si registrano a tale altezza e non rappresentano la situazione che si può verificare nelle zone più alte dell'atmosfera.

Grafico 20 – Temperatura media giornaliera

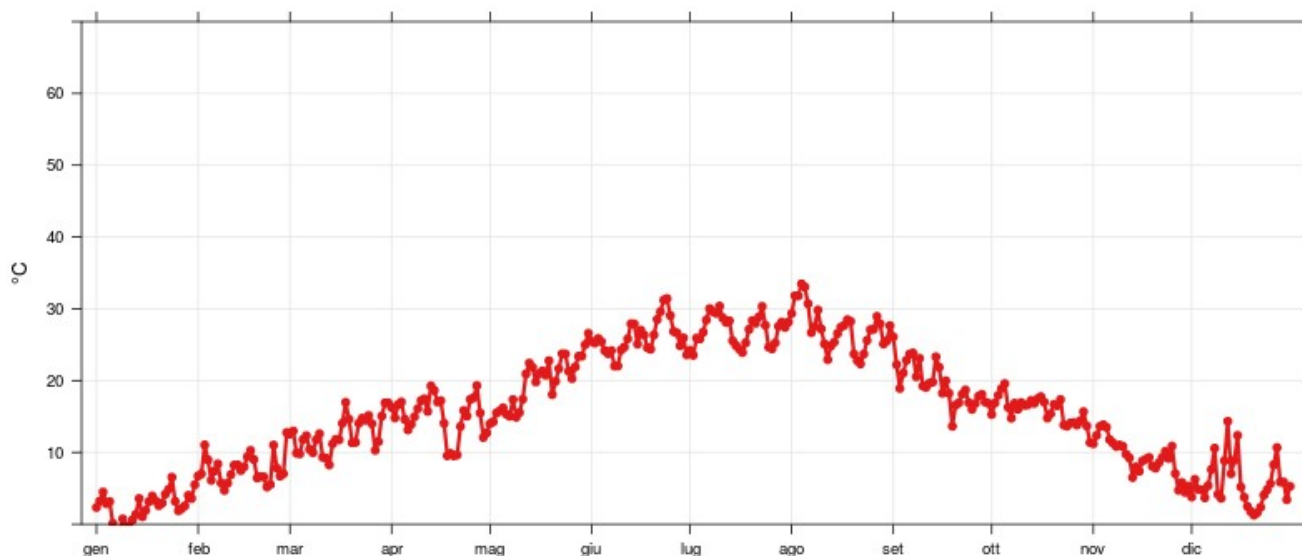


Grafico 21 – Umidità relativa media giornaliera

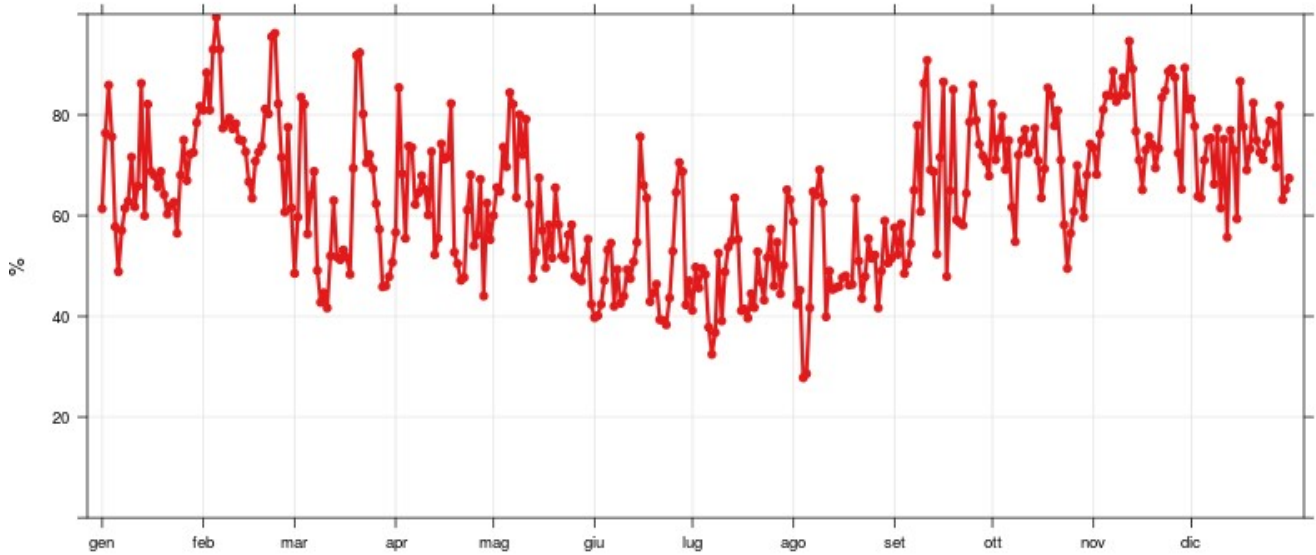


Grafico 22 – Pioggia mm. giornalieri

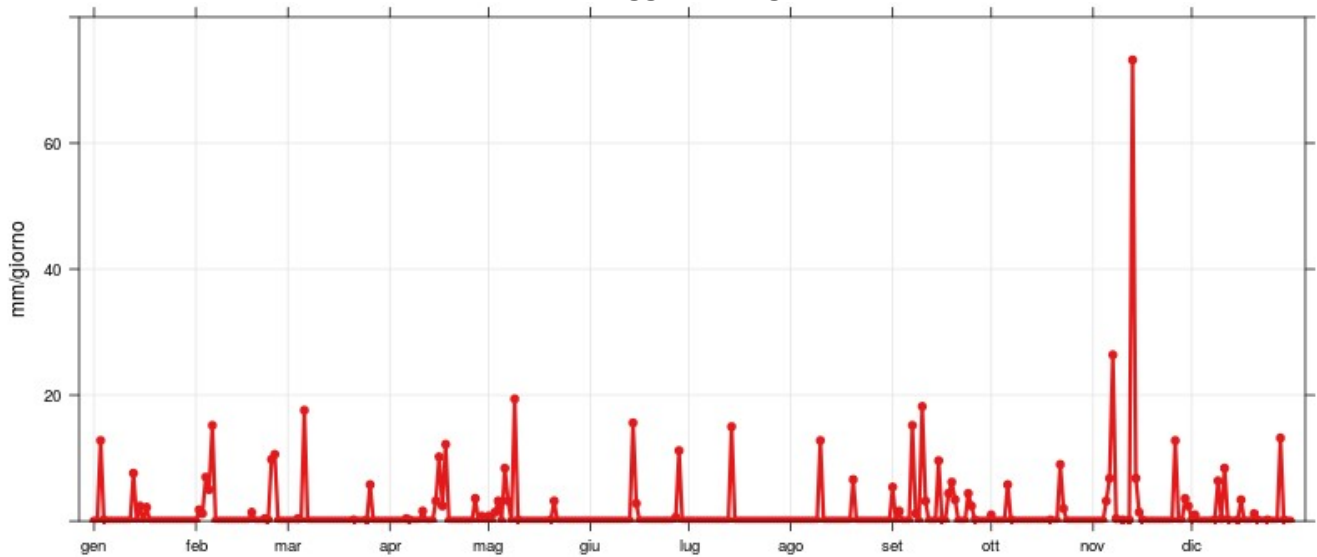


Grafico 23 – Velocità del vento – massimi giornalieri

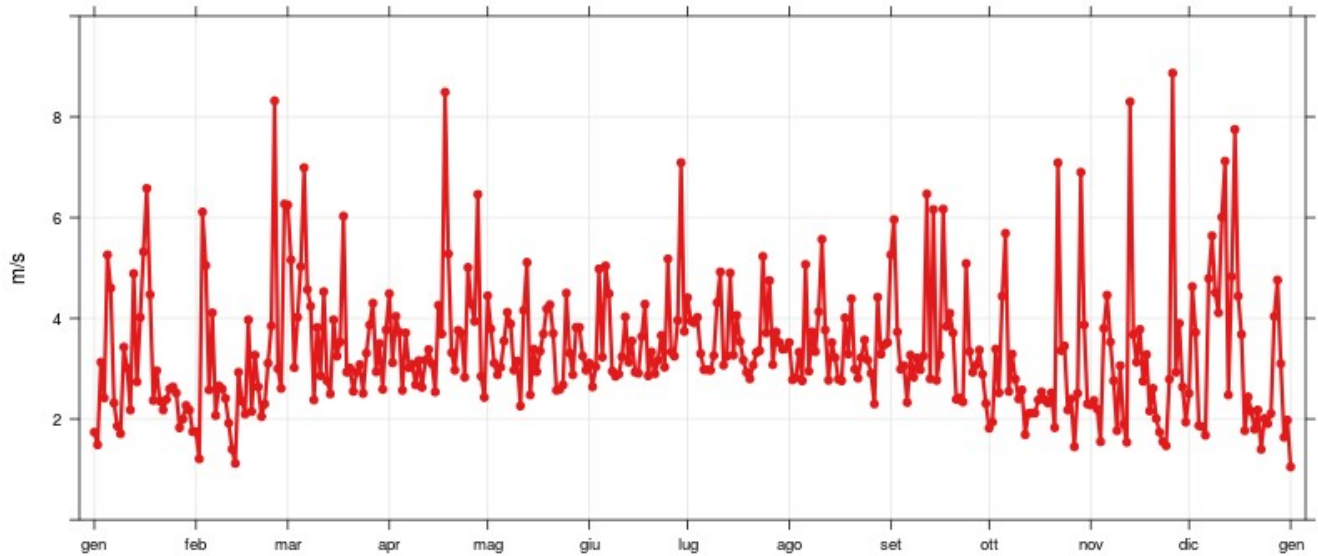
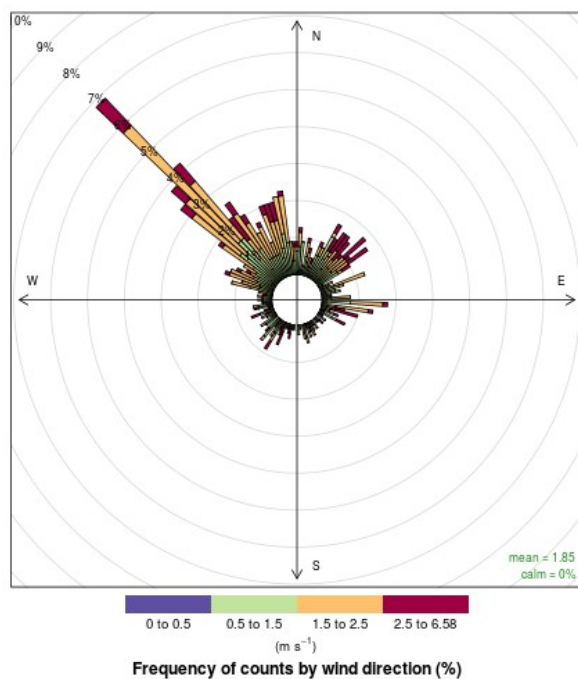


Grafico 24 – Rose dei venti nei mesi invernali (dicembre, gennaio, febbraio)

Rosa dei venti diurna



Rosa dei venti notturna

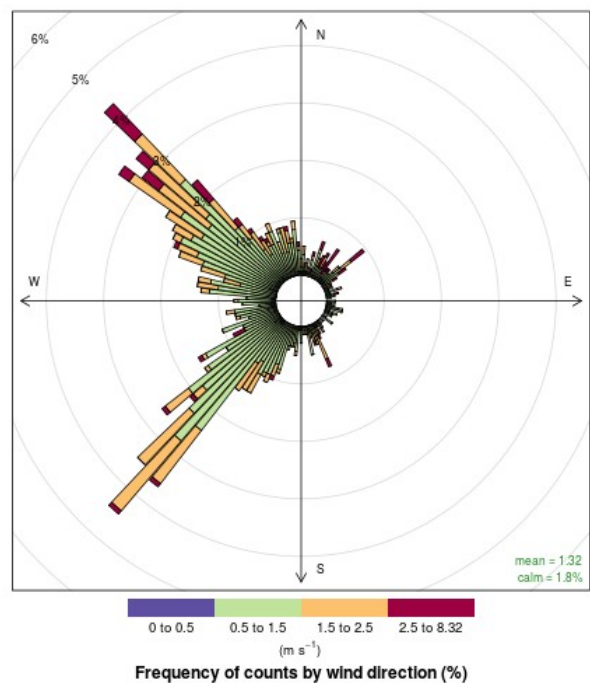
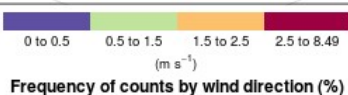
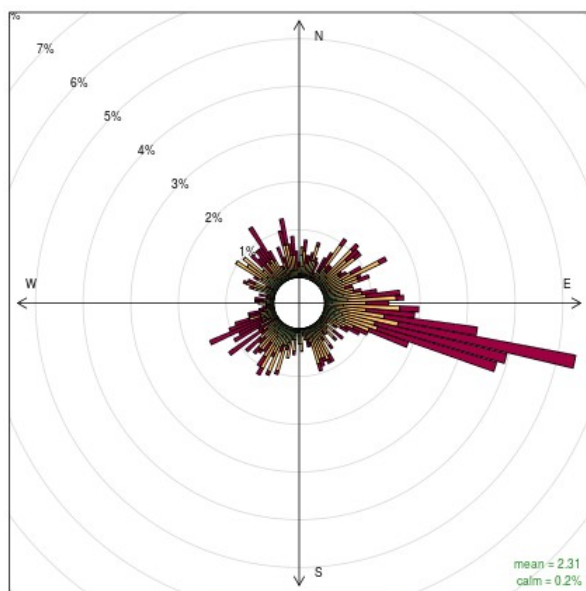


Grafico 25 – Rose dei venti nei mesi primaverili (marzo, aprile, maggio)

Rosa dei venti diurna



Rosa dei venti notturna

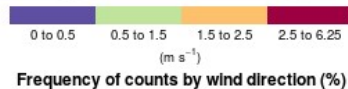
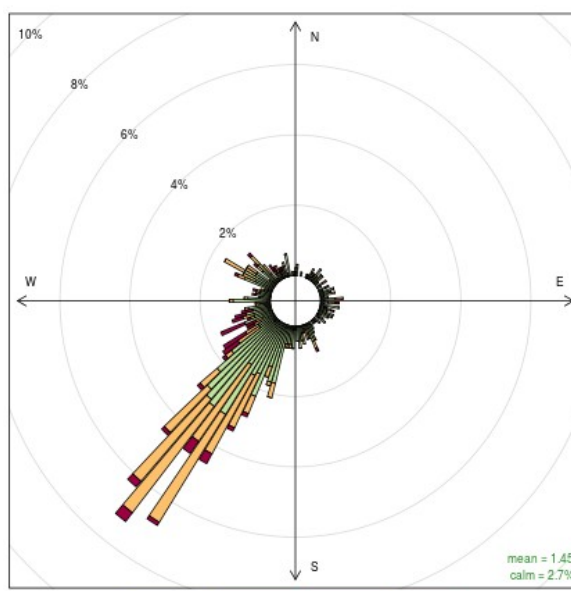
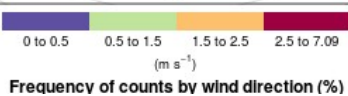
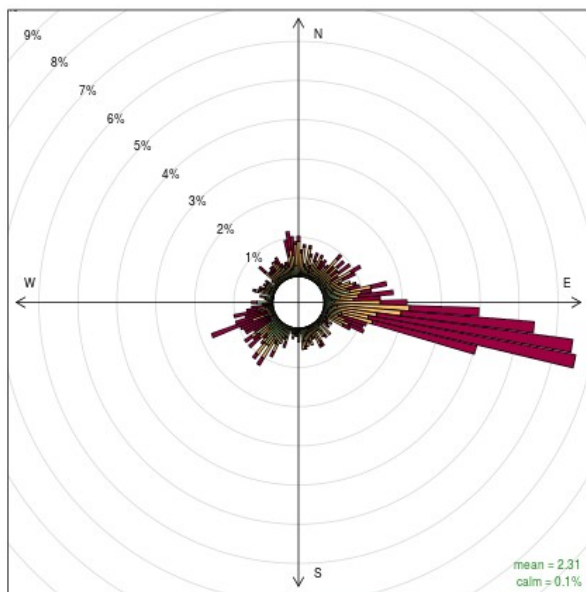


Grafico 26 – Rose dei venti nei mesi estivi (giugno, luglio, agosto)

Rosa dei venti diurna



Rosa dei venti notturna

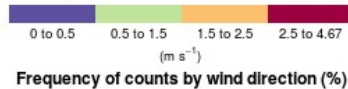
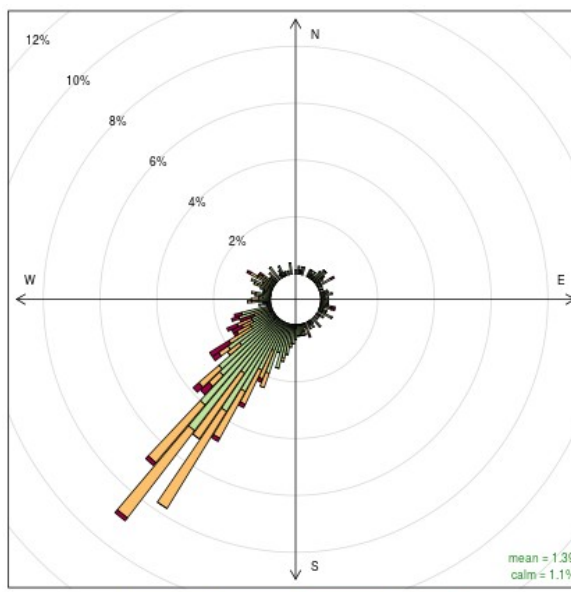
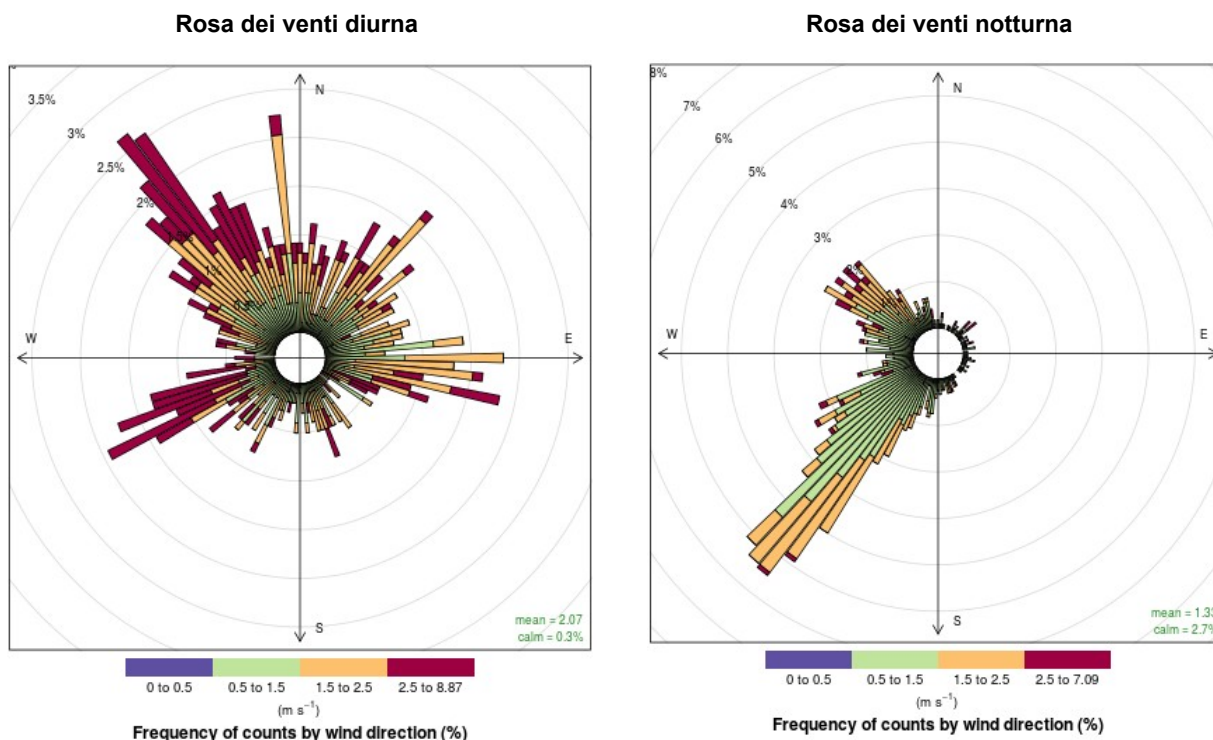


Grafico 27 – Rose dei venti nei mesi autunnali (settembre, ottobre, novembre)



2.3 Misure in discontinuo nel PM₁₀

Il monitoraggio in discontinuo della qualità dell'aria riguarda la determinazione delle concentrazioni di metalli pesanti e microinquinanti organici nel particolato PM₁₀ ed è effettuato con frequenza trimestrale mediante campionamento discontinuo automatico e determinazione per ciascun parametro del valore medio di concentrazione per campagna; viene inoltre effettuata una campagna aggiuntiva in occasione del fermo impianto (F.I.). Nei grafici e nelle tabelle che seguono le misure relative a tale campagna sono evidenziate con colori o motivi diversi.

2.3.1 Metalli pesanti : Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Nichel (Ni)

Si riportano di seguito gli esiti delle campagne svolte nel corso del **2017** ed a seguire gli andamenti registrati negli ultimi cinque anni. Quando possibile le misure in discontinuo sono state eseguite in parallelo, nell'arco di uno stesso periodo temporale.

Tabella 15 – Pb, Cd e Ni concentrazioni medie campagna e confronto con valori limite e valori obiettivo Dlgs. 155/2010 e s.m.i.

DLgs. n. 155 del 13/08/2010				Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Valore limite	Cd (ng/m^3) Valore obiettivo	Ni (ng/m^3) Valore obiettivo
Concentrazione media annuale				0,5	5	20
Soglia di valutazione superiore				0,35	3	14
Soglia di valutazione inferiore				0,25	2	10
Concentrazioni medie				Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cd (ng/m^3)	Ni (ng/m^3)
I Campagna	dal	10/01/17	al 25/01/17	0,007	0,22	1,40
II Campagna fermo impianto	dal	28/03/17	al 06/04/17	0,003	0,16	5,70
III Campagna	dal	12/04/17	al 28/04/17	0,002	0,10	1,95
IV Campagna	dal	14/07/17	al 29/07/17	<0,002	<0,10	1,20
V Campagna	dal	06/10/17	al 21/10/17	0,003	0,11	2,10

Grafico 28 – Piombo concentrazioni medie di campagna dal 2013 al 2017

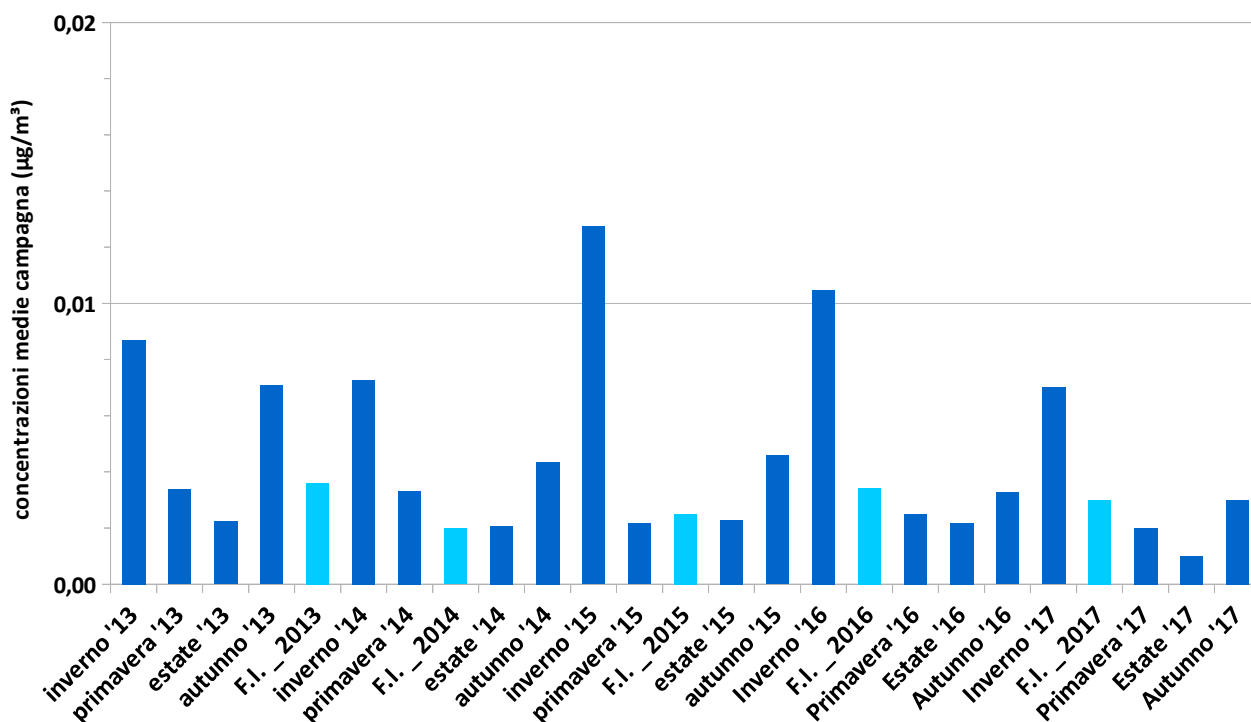
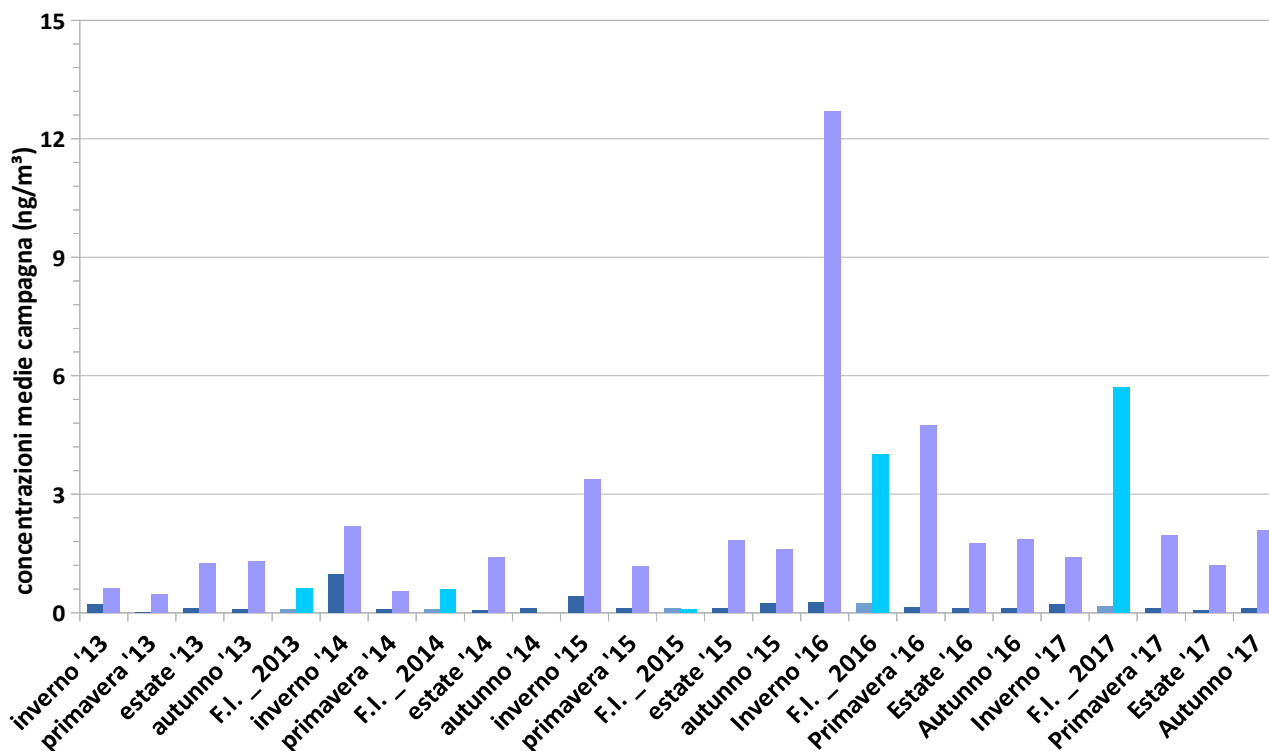


Grafico 29 – Cadmio e Nichel concentrazioni medie di campagna dal 2013 al 2017



2.3.2 Microinquinanti organici

Il monitoraggio della qualità dell'aria per quanto riguarda i microinquinanti organici presenti nel particolato PM₁₀ richiede un campionamento in discontinuo automatico della durata di almeno due settimane, al fine di ottenere un volume di aria ambiente sufficiente a raggiungere il limite di quantificazione della metodica analitica.

Policlorodibenzodiossine (PCDD) Policlorodibenzofurani (PCDF)

In tabella 16 sono riportati i dati di concentrazione riscontrati per ciascun analita rapportati al volume prelevato ed espressi in fg/m^3 ; nel calcolo della somma valori sono stati considerati unicamente i composti rilevati.

Accanto alla concentrazione di ciascun analita è riportato il rispettivo contributo alla Tossicità Equivalente (TEQ) complessiva del campione. Nel calcolo del contributo I-TE i composti non rilevabili sono stati considerati, in via cautelativa, come presenti in concentrazione pari a metà del rispettivo limite di rivelabilità (criterio "medium bound"). Ciascun contributo alla TEQ (espresso in I-TE fg/m^3), è calcolato moltiplicando la concentrazione (fg/m^3) per il corrispondente Fattore di Tossicità Equivalente (TEF) secondo NATO/CCMS del 1988; dalla somma dei contributi I-TE si ottiene il valore di Tossicità Equivalente (TEQ) complessiva del campione.

Nel grafico 34 sono rappresentati gli andamenti storici delle concentrazioni medie di campagna negli ultimi cinque anni; i composti presi in considerazione sono quelli che presentano i fattori di tossicità più alti, con (TEF) maggiore o uguale a 0.1.

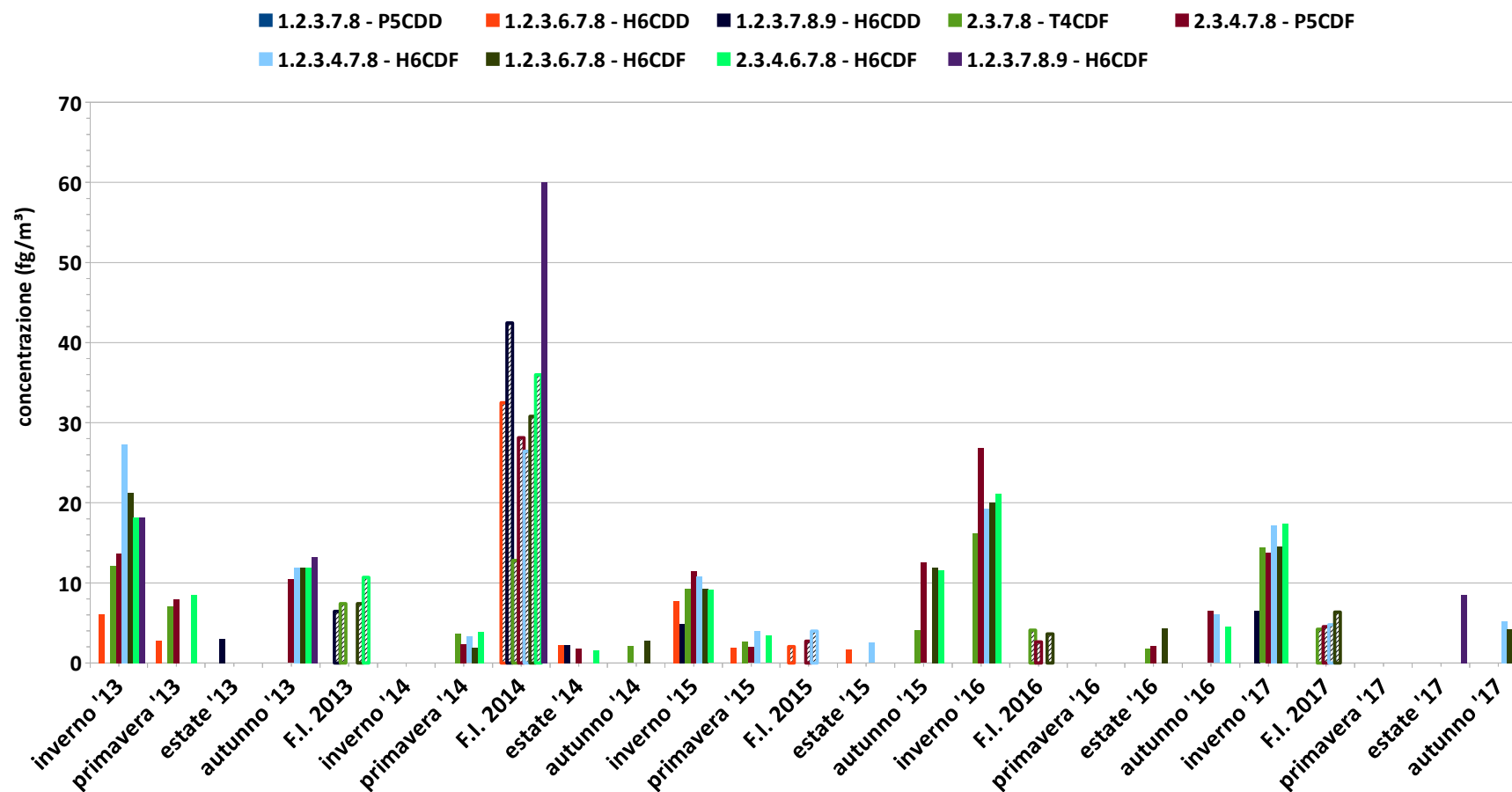
In considerazione del criterio adottato per il calcolo della tossicità dei campioni, il successivo grafico 35 evidenzia la ripartizione dei contributi al TEQ da parte dei componenti suddivisi tra quelli rilevati e quelli che sono risultati essere inferiori ai limiti di rivelabilità.

Tabella 16 – Diossine (PCDD) e Furani (PCDF) concentrazioni medie per campagna

Periodo di campionamento		I campagna		II campagna F.I.		III campagna		IV campagna		V campagna	
		Dal 10/01/17 Al 25/01/17		Dal 22/03/17 Al 06/04/17		Dal 12/04/17 Al 28/04/17		Dal 14/07/17 Al 29/07/17		Dal 06/10/17 Al 21/10/17	
unità di misura		fg/m ³	I-TE fg/m ³	fg/m ³	I-TE fg/m ³	fg/m ³	I-TE fg/m ³	fg/m ³	I-TE fg/m ³	fg/m ³	I-TE fg/m ³
Fattore Tossicità Equivalente (TEF)											
2.3.7.8 - T4CDD	1	<1,5	0,70	<1,5	0,74	<1,7	0,70	<1,5	0,74	<1,5	0,74
1.2.3.7.8 - P5CDD	0,5	<1,5	0,35	<1,5	0,37	<1,7	0,35	<1,5	0,37	<1,5	0,37
1.2.3.4.7.8 - H6CDD	0,1	<1,5	0,07	<1,5	0,07	<1,7	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07
1.2.3.6.7.8 - H6CDD	0,1	<1,5	0,07	<1,5	0,07	<1,7	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07
1.2.3.7.8.9 - H6CDD	0,1	6,5	0,65	<1,5	0,07	<1,7	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07
1.2.3.4.6.7.8 - H7CDD	0,01	56,5	0,56	10,5	0,10	<1,7	0,01	<1,5	0,01	<1,5	0,01
O8CDD	0,001	118,2	0,12	38,4	0,04	<1,7	0,00	39,8	0,04	51,1	0,05
2.3.7.8 - T4CDF	0,1	14,4	1,44	4,2	0,42	<1,7	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07
1.2.3.7.8 - P5CDF	0,05	8,4	0,42	<1,5	0,04	<1,7	0,03	<1,5	0,04	<1,5	0,04
2.3.4.7.8 - P5CDF	0,5	13,7	6,87	4,5	2,27	<1,7	0,35	<1,5	0,37	<1,5	0,37
1.2.3.4.7.8 - H6CDF	0,1	17,2	1,72	4,8	0,48	<1,7	0,07	<1,5	0,07	5,2	0,52
1.2.3.6.7.8 - H6CDF	0,1	14,5	1,45	6,4	0,64	<1,7	0,07	<1,5	0,07	4,2	0,42
2.3.4.6.7.8 - H6CDF	0,1	17,4	1,74	<1,5	0,07	<1,7	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07
1.2.3.7.8.9 - H6CDF	0,1	<1,5	0,07	<1,5	0,07	<1,7	0,07	8,5	0,85	<1,5	0,07
1.2.3.4.6.7.8 - H7CDF	0,01	29,0	0,29	16,0	0,16	<1,7	0,01	19,5	0,19	<1,5	0,01
1.2.3.4.7.8.9 - H7CDF	0,01	<1,5	0,01	<1,5	0,01	<1,7	0,01	<1,5	0,01	<1,5	0,01
O8CDF	0,001	24,1	0,02	6,5	0,01	<1,7	0,00	13,0	0,01	422,9	0,42
SOMMA VALORI		319,8	16,5	91,3	5,6	I.L.	2,0	80,8	3,2	483,4	3,4

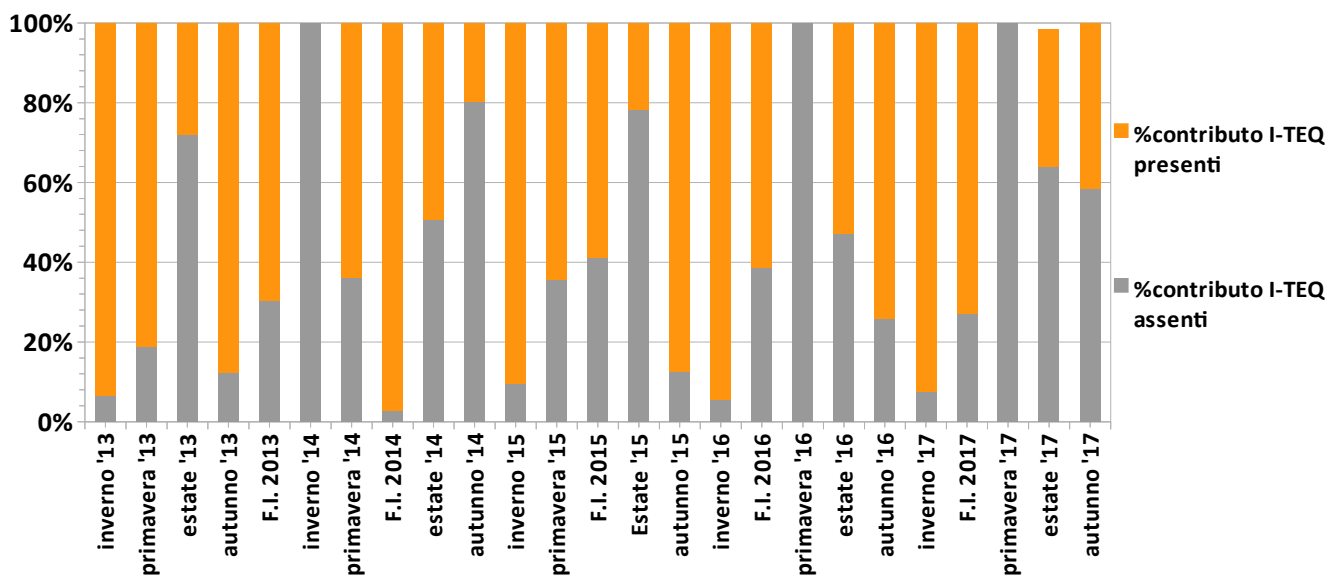
I.L. - Inferiore al Limite di rilevabilità

**Grafico 30 - Diossine (PCDD) e Furani (PCDF) con TEF $\geq 0,1$
 concentrazioni medie di campagna dal 2013 al 2017**



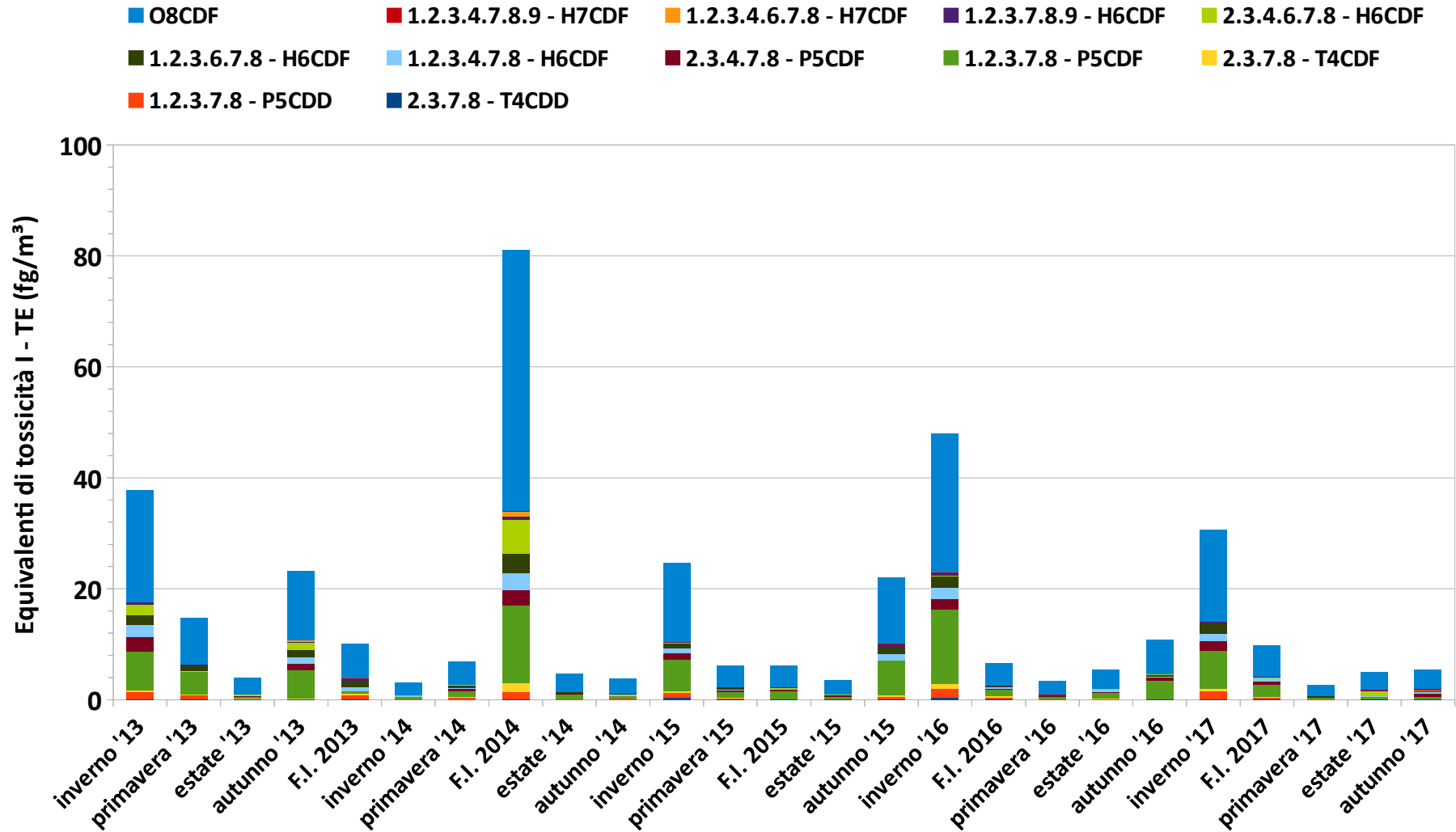
Evidenziati con tratteggio gli esiti relativi alle campagne di fermo impianto

Grafico 31 - Suddivisione dei contributi agli Indici di tossicità da parte dei PCDD e PCDF rilevati e non dal 2013 al 2017



Nel grafico che segue sono evidenziati i contributi alla tossicità totale per ciascuna campagna da parte di tutti i singoli composti, rilevati e non.

Grafico 32 - Indici di tossicità per campagna dal 2013 al 2017 suddivisi per singolo composto



Policlorobifenili (PCB)

Nel particolato PM₁₀ raccolto sono stati ricercati anche una serie di Policlorobifenili le cui concentrazioni sono riportate nelle tabelle che seguono, distinguendo i congeneri di tipo coplanare, definiti PCB-Dioxin Like, i quali, per le loro caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche, sono paragonabili alle Diossine ed ai Furani. Il Fattore Equivalente di Tossicità è calcolato moltiplicando per ciascun composto la concentrazione rilevata per il corrispondente Fattore di Tossicità Equivalente (TEF) secondo WHO (vedi tabella) ed è espresso in fg/m³. Nel calcolo del valore di tossicità equivalente (TEQ), i composti che non sono risultati rilevabili sono stati considerati, in via cautelativa, come presenti in concentrazione pari a metà del rispettivo limite di rilevabilità (criterio “medium bound”).

Tabella 17 – PCB concentrazioni medie per campagna

	I campagna	II campagna F.I.	III campagna	IV campagna	V campagna
Periodo di campionamento	Dal 10/01/17 Al 25/01/17	Dal 22/03/17 Al 06/04/17	Dal 12/04/17 Al 28/04/17	Dal 14/07/17 Al 29/07/17	Dal 06/10/17 Al 21/10/17
Unità di misura	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³
#31+#28	1,56	4,37	2,92	0,43	1,28
#52	1,30	2,41	1,51	0,58	2,48
#95	1,36	1,87	1,42	1,06	5,38
#101	2,15	2,59	2,11	1,87	9,96
#99	0,74	0,86	0,66	0,80	3,86
#110	1,67	2,09	1,62	1,77	10,92
#151	0,44	0,44	0,30	0,34	1,63
#149	1,47	1,33	1,15	1,22	6,52
#146	0,25	0,24	0,19	0,23	1,22
#153+#168	1,56	1,73	1,55	1,66	9,14
#138	1,50	2,05	1,89	1,75	9,73
#187	0,40	0,42	0,27	<0,03	1,40
#183	0,18	0,19	<0.03	0,19	0,79
#177	0,17	0,15	0,12	0,20	0,67
#180 + #193	0,54	0,61	0,36	0,77	1,99
#170	0,21	0,22	0,18	0,31	0,89
SOMMA VALORI	15,50	21,57	16,26	13,19	67,87

Tabella 18 – PCB-Dioxin like concentrazioni medie per campagna e I-TE secondo WHO-TEF 2005

Periodo di campionamento	I campagna		II campagna F.I.		III campagna		IV campagna		V campagna		
	Dal 10/01/17 Al 25/01/17		Dal 12/04/17 Al 28/04/17		Dal 06/10/17 Al 21/10/17		dal 12/07/16 al 22/07/16		dal 11/10/16 al 26/10/16		
unità di misura	pg/m ³	I-TE fg/m ³	pg/m ³	I-TE fg/m ³	pg/m ³	I-TE fg/m ³	pg/m ³	I-TE fg/m ³	pg/m ³	I-TE fg/m ³	
	Fattore Tossicità Equivalente (TEF-WHO₀₅)										
#81	0,0003	0,03	0,000010	<0,03	0,000005	<0,04	0,000005	<0,03	0,000005	0,06	0,000017
#77	0,0001	0,12	0,000012	0,14	0,000014	<0,04	0,000002	0,06	0,000006	0,26	0,000026
#123	0,00003	0,04	0,000001	0,06	0,000002	<0,04	0,000000	<0,03	0,000001	0,10	0,000003
#118	0,00003	1,64	0,000049	3,17	0,000095	1,41	0,000042	1,55	0,000046	6,08	0,000182
#114	0,00005	0,06	0,000003	0,07	0,000003	<0,04	0,000001	<0,03	0,000001	0,13	0,000006
#105	0,00003	0,75	0,000023	1,48	0,000044	0,66	0,000020	0,74	0,000022	3,05	0,000092
#126	0,1	<0,03	0,001610	<0,03	0,001706	<0,04	0,001606	<0,03	0,001706	<0,03	0,001710
#167 + # 128 (*)	0,00003	0,26	0,000008	0,44	0,000013	0,22	0,000007	0,38	0,000011	0,81	0,000024
#156	0,00003	0,14	0,000004	0,18	0,000005	0,12	0,000004	0,16	0,000005	0,31	0,000009
#157	0,00003	0,04	0,000001	<0,03	0,000001	<0,04	0,000000	0,05	0,000001	0,07	0,000002
#169	0,03	<0,03	0,000483	<0,03	0,000512	<0,04	0,000482	<0,03	0,000512	<0,03	0,000513
#189	0,00003	<0,03	0,000001	<0,03	0,000001	<0,04	0,000000	<0,03	0,000001	<0,03	0,000001
SOMMA VALORI		3,09	0,0022	5,54	0,0024	2,42	0,0022	2,92	0,0023	10,86	0,0026

(*) Determinazione espressa come somma delle concentrazioni; il fattore WHO-TEF riportato è riferito al #167

Grafico 33 - PCB-Dioxin like concentrazioni medie di campagna dal 2013 al 2017

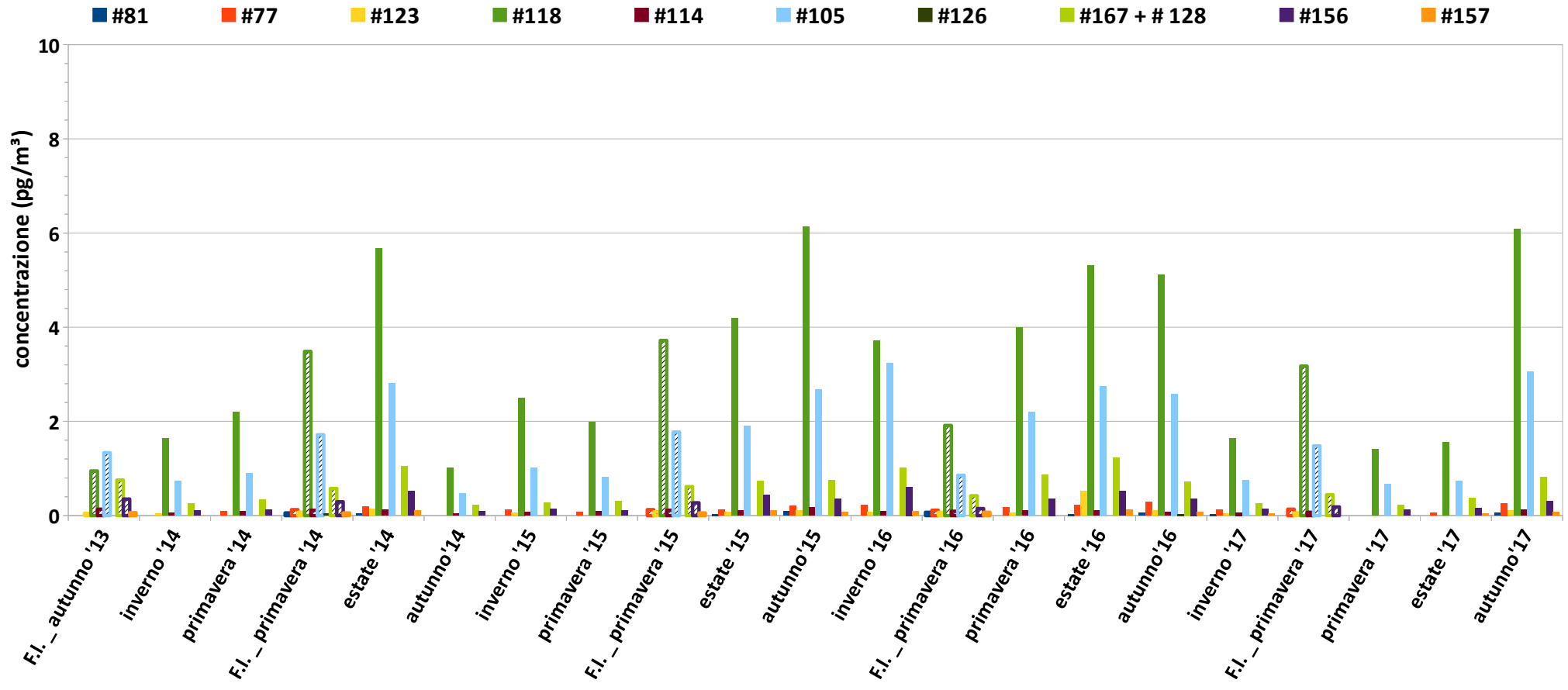


Grafico 34 - Indici di tossicità calcolati suddivisi per singolo PCB-Dioxin like dal 2013 al 2017 (WHO-TEF 1998)

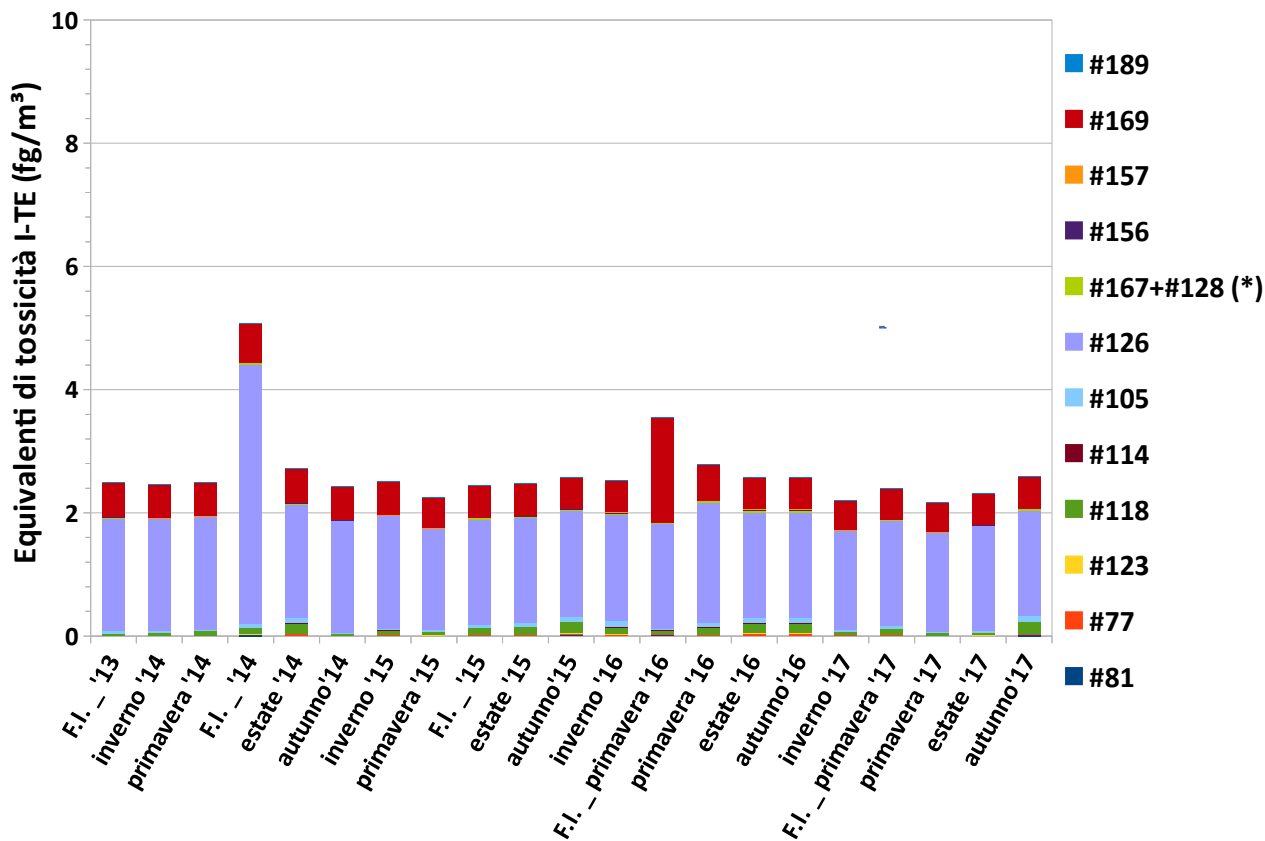
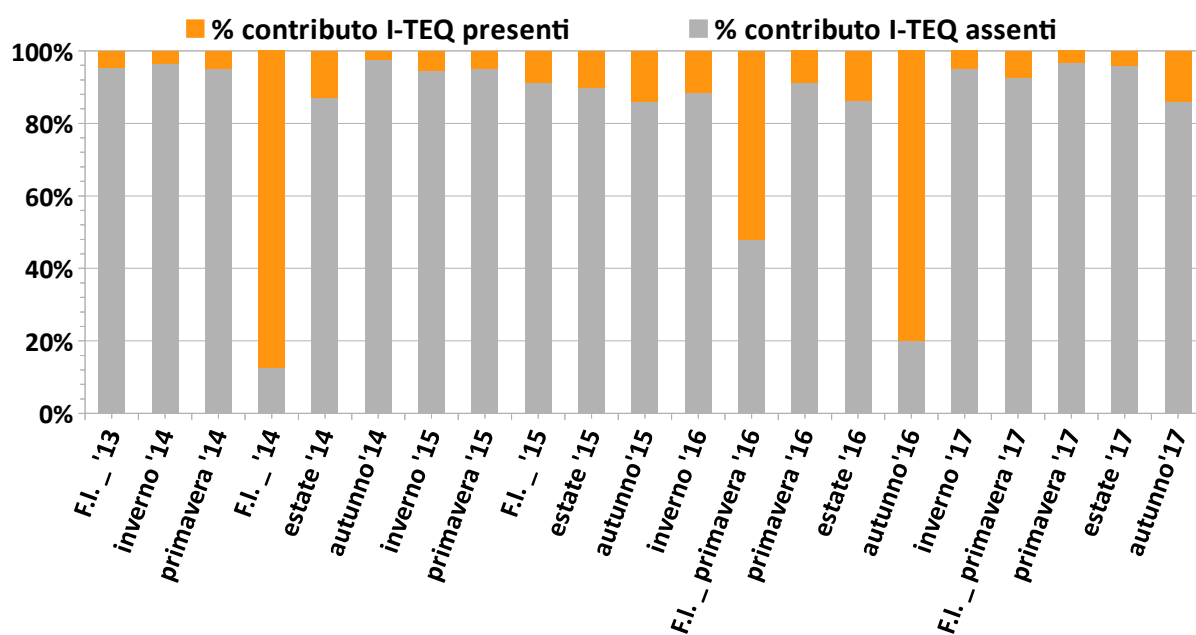


Grafico 35 - Suddivisione dei contributi agli Indici di tossicità da parte dei PCB-DL rilevati e non dal 2013 al 2017



Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

I campioni di particolato PM₁₀ sono stati sottoposti ad analisi anche per la ricerca di Idrocarburi Policiclici Aromatici; di seguito si riporta l'andamento negli anni per quanto riguarda le concentrazioni dei singoli composti rilevati. Seguono, riportate in tabella, le concentrazioni medie riscontrate nelle cinque campagne 2017; in grassetto sono evidenziati gli "IPA cancerogeni" di cui al Dlgs n. 155/2010; nel grafico successivo è riportato l'andamento della somma delle concentrazioni per campione (IPA totali) suddivisa tra il contributo dovuto agli "IPA cancerogeni" e gli altri IPA rilevati.

Tabella 19 – Idrocarburi Policiclici Aromatici concentrazioni medie di campagna

Periodo di campionamento		I campagna	II campagna F.I.	III campagna	IV campagna	V campagna
		Dal 10/01/17 Al 25/01/17	Dal 22/03/17 Al 06/04/17	Dal 12/04/17 Al 28/04/17	Dal 14/07/17 Al 29/07/17	Dal 06/10/17 Al 21/10/17
unità di misura		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
Naftalene		<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0018	0,0016
Acenaftilene		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Acenaftene		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Fluorene		0,0013	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Fenantrene		0,1868	0,0204	0,0531	0,0104	0,0711
Antracene		0,0160	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Fluorantene		1,0389	0,1499	0,1284	0,0350	0,1812
Pirene		1,0872	0,1610	0,1339	0,0330	0,1858
Benzo(a)antracene		0,6214	0,0484	0,0280	0,0066	0,0792
Ciclopenta(c,d)pirene		0,5431	0,0136	0,0112	0,0016	0,0115
Crisene		0,7942	0,1447	0,0644	0,0216	0,0910
Benzo(b)+(j)fluorantene		1,6421	0,3373	0,1454	0,0259	0,1903
Benzo(k)fluorantene		0,4669	0,0928	0,0401	0,0065	0,0566
Benzo(e)pirene		0,7567	0,1602	0,0719	0,0137	0,0814
Benzo(a)pirene	1 ng/m³	1,0711	0,0802	0,0359	0,0058	0,0364
Indeno(1,2,3,c,d,)pirene		1,4522	0,2341	0,0885	0,0018	0,0620
Dibenzo(ac)+(ah)antracene		0,1331	0,0237	0,0086	0,0110	<0,0001
Benzo(g,h,i)perilene		1,3234	0,2511	0,1032	<0,0001	0,0750
Dibenzo(a,l)pirene		0,1073	<0,0001	<0,0001	0,0183	<0,0001
Dibenzo(a,e)fluorantene		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibenzo(a,e)pirene		0,1352	<0,0001	0,0069	<0,0001	<0,0001
Dibenzo(a,i)pirene		0,0439	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibenzo(a,h)pirene		0,0230	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
SOMMA VALORI ANALITICI		11,44	1,72	0,92	0,19	1,12

**Grafico 36 - Idrocarburi Policiclici Aromatici Dlgs n. 155/2010.
 concentrazioni medie di campagna dal 2013 al 2017**

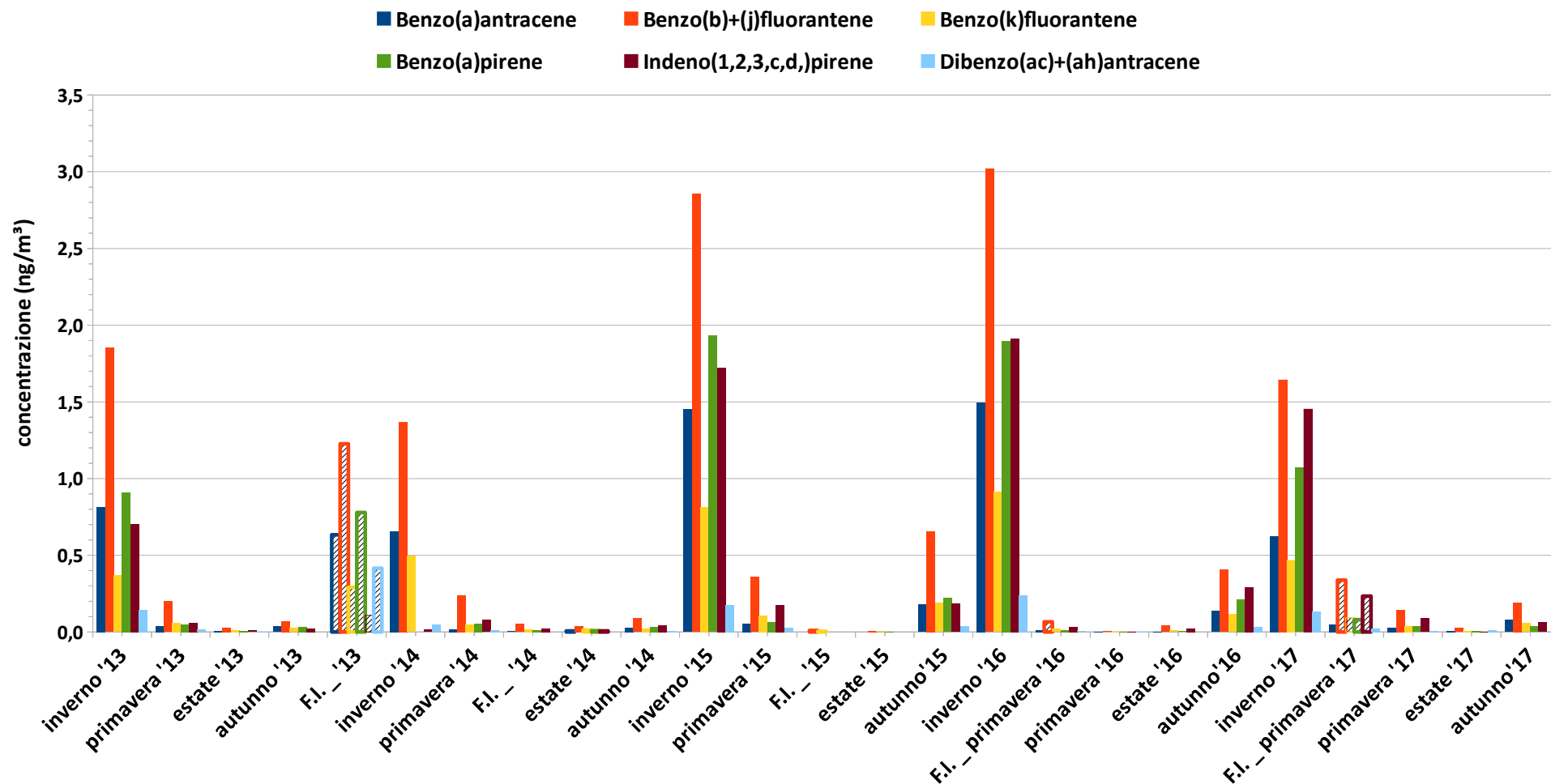


Grafico 37 - Somma delle concentrazioni totali di campagna dal 2013 al 2017

