

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



Stazione locale di rilevamento della qualità dell'aria "Hera"
Via Barsanti - Forlì

Rapporto sul monitoraggio della qualità dell'aria
Anno 2020

Servizio Sistemi Ambientali
Area Prevenzione Ambientale Est

Rev. 0 del maggio 2021

Relazione redatta da:

Patrizia Luciali

Lidia Bressan

Con la collaborazione di

Deborah Valbonetti

Hanno collaborato alla realizzazione dell'attività di campionamento e analisi:

operatori di Arpae sede di Forlì:

Paolo Vittori, Lidia Bressan, Cristina Verna, Paolo Veronesi

operatori del **Laboratorio Integrato Ravenna - Ferrara:**

- o **Area analitica ambientale**
- o **Area microinquinanti organici**

Contatti ed informazioni: pluciali@arpae.it

Elaborazione di maggio 2021

Indice

	<i>Pag.</i>
INTRODUZIONE	1
1 - MONITORAGGIO IN CONTINUO CON LA STAZIONE LOCALE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA "HERA"	2
1.1 Descrizione della stazione di monitoraggio della qualità dell'aria Hera	2
1.2 Normativa di riferimento	3
1.3 Informazione e gestione dei dati della stazione locale di monitoraggio	5
1.4 Elaborazione dei dati raccolti dalla stazione Hera: risultati del monitoraggio	6
1.4.1 Particolato PM10 e PM2.5	7
1.4.2 Biossido di azoto (NO ₂)	11
1.4.3 Monossido di carbonio (CO)	14
1.4.4 Mercurio Totale Gassoso (Hg)	15
1.4.5 Parametri meteorologici	18
2 - MONITORAGGIO DISCONTINUO: MISURE INDICATIVE DI METALLI PESANTI E MICROINQUINANTI ORGANICI	20
2.1 - Metalli pesanti: Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Nichel (Ni)	20
2.2 - Microinquinanti organici: Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	22
2.3 - Microinquinanti organici: Policlorodibenzodiossine (PCDD) - policlorodibenzofurani (PCDF) e Policlorobifenili (PCB)	25
2.3.1 - Policlorodibenzodiossine (PCDD) - policlorodibenzofurani (PCDF)	26
2.3.2 - Policlorobifenili (PCB)	29
CONCLUSIONI MONITORAGGIO ARIA	32
3 - SUOLO: CAMPIONAMENTO PER LA RICERCA DI METALLI E MICROINQUINANTI	35

INTRODUZIONE

L' Autorizzazione Integrata Ambientale del 2008 di HERA S.p.A. per la gestione dell'impianto di termovalorizzazione di rifiuti urbani e speciali non pericolosi, sito a Forlì, in via Grigioni, prevedeva anche l'installazione di una centralina di monitoraggio della qualità dell'aria per misure continue, oltre a campionatori per specifiche rilevazioni (misure discontinue).

La centralina ed i campionatori sono in comodato d'uso e gestione ad Arpa; gli oneri di manutenzione, gestione, campionamento, analisi ed elaborazione dei dati sono a carico di Hera S.p.A.

In sede di rinnovo autorizzativo (2013) sono state modificate alcune prescrizioni: il Piano di Monitoraggio e Controllo in vigore dal 01/01/2014 prevede un elenco più esteso di parametri da ricercarsi nei campionamenti in discontinuo di particolato PM10, che ora comprende anche i PCB ed i PCB Dioxin Like. È stata aggiunta anche una campagna di misura in concomitanza del fermo impianto che è effettuato annualmente per la manutenzione programmata dell'impianto.

Nel 2020 le cinque campagne di misura si sono svolte nei seguenti periodi:

I Campagna	27 gennaio ÷ 5 febbraio
II Campagna	22 aprile ÷ 7 maggio
III Campagna (durante fermo impianto)	13 maggio ÷ 28 maggio
IV Campagna	11 luglio ÷ 22 luglio
V Campagna	14 ottobre ÷ 22 ottobre

Tabella 1 – Misure discontinue – campagne di misura nel 2020

Dal 2014, con frequenza biennale, è richiesta anche l'effettuazione di un campione di suolo con ricerca di microinquinanti organici (IPA, PCDD e PCDF, PCB e PCB-DL), metalli pesanti e microelementi.

In sintesi, i monitoraggi/campionamenti da effettuare e i parametri da monitorare, individuati in sede di autorizzazione, sono:

(1) Monitoraggio in continuo con la stazione Hera:

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

(2) Monitoraggio discontinuo - campionamenti con strumentazione rilocabile - frequenza trimestrale e 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

(3) Campionamento manuale di suolo (frequenza biennale dal 2014):

- 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)

1 - MONITORAGGIO IN CONTINUO CON LA STAZIONE LOCALE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA "HERA"

1.1 Descrizione della stazione di monitoraggio della qualità dell'aria Hera

La stazione di monitoraggio, installata da HERA nel 2009, è situata in via Barsanti ed è individuata dalle seguenti coordinate:

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

E' una *stazione di misurazione industriale* locale, cioè una "stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento è influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe" (Allegato III DLvo 155/2010 – punto 1 d)).

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

- Analizzatore automatico di PM10: FAI mod. SWAM 5A
- Analizzatore automatico di PM2.5: FAI mod. SWAM 5A
- Analizzatore automatico di ossidi di azoto: API mod. 200E
- Analizzatore automatico di monossido di carbonio: API mod. 300E
- Analizzatore automatico di Mercurio : LUMEX RA-915AM dal 8/11/18

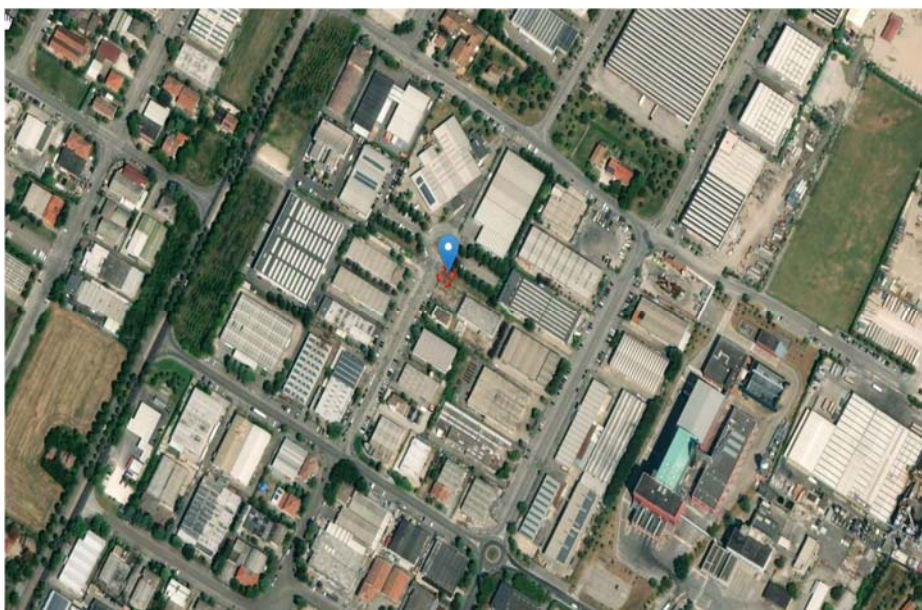
Sul tetto della cabina sono posizionate le teste di prelievo per gli inquinanti gassosi e per il particolato.

L'aria, aspirata in continuo da una pompa, attraversa la testa di prelievo collocata sulla sommità della cabina e giunge 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 10 metri dal suolo, sono inoltre installati i sensori LSI-Lastem per la rilevazione dei parametri meteorologici:

- Velocità e direzione del vento
- Pluviometro
- Temperatura
- Umidità relativa

In figura è riportata l'ubicazione della centralina (segnalino blu).



1.2 Normativa di riferimento

La normativa di riferimento per la tutela della qualità dell'aria affronta la tematica secondo due aspetti fondamentali: agisce mediante il controllo delle emissioni delle fonti inquinanti (fissando limiti alle emissioni) e individua gli obiettivi di qualità dell'aria, il sistema di valutazione di tali obiettivi, le modalità di monitoraggio. Inoltre, fissa standard di qualità, metodi e criteri di misura comuni con lo scopo di proteggere la salute umana e l'ambiente nel suo complesso.

La legge quadro in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente è il Decreto Legislativo n.155/2010, che attua la direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. Il Decreto indica quali strumenti utilizzare per effettuare la valutazione della qualità dell'aria e il monitoraggio dei livelli di inquinamento atmosferico, le caratteristiche delle reti di monitoraggio e introduce l'impiego di tecniche modellistiche di misure indicative e dell'inventario delle emissioni.

L'attuale rete regionale, ridisegnata a norma del DLvo 155/2010, è composta da 47 stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio della Regione. La configurazione della rete è stata individuata, oltre che in conformità alla normativa, seguendo criteri di rappresentatività del territorio e di economicità del sistema di monitoraggio, integrando i dati storici rilevati in siti fissi con i modelli numerici della diffusione, trasporto e trasformazione chimica degli inquinanti.

Il monitoraggio effettuato con la centralina Hera (*stazione Locale Industriale*) ha la finalità di valutare eventuali impatti sulla qualità dell'aria prodotti, nelle aree circostanti, dalle emissioni dell'inceneritore.

[La stazione di Hera](#) non fa parte della rete regionale e non concorre con i propri dati alla valutazione della qualità dell'aria di Forlì in quanto le concentrazioni misurate sono prevalentemente indicative della realtà locale, mentre le stazioni della rete regionale di monitoraggio sono collocate in modo da rappresentare l'intero territorio provinciale.

Sebbene i dati delle "stazioni locali" non siano utilizzati per le finalità del DLvo 155/2010 (valutazione della qualità dell'aria a livello provinciale), di seguito si riportano i limiti di riferimento contenuti nello stesso per gli inquinanti monitorati in questa stazione. Infatti, il riferimento ai limiti del DLvo 155/2010 - pur essendo indicativo - consente di controllare l'andamento delle concentrazioni di inquinanti ai recettori nella postazione di via Barsanti, e valutare il rispetto o meno.

inquinante	descrizione	elaborazione	limite	superamenti consentiti
PM10	Valore limite giornaliero	Media giornaliera	50 µg/m ³	35 giorni in un anno
	Valore limite su base annua	Media annuale	40 µg/m ³	/
PM2.5	Valore limite su base annua	Media annuale	25 µg/m ³	/
NO ₂	Valore limite orario	Media oraria	200 µg/m ³	18 ore in un anno
	Valore limite su base annua	Media annuale	40 µg/m ³	/
CO	Valore limite 8h	Massima delle medie mobili su 8 ore	10 mg/m ³	/

Tabella 2 – Limiti di legge (DLvo155/2010) per gli inquinanti misurati nella stazione Hera – via Barsanti

Il decreto DL 155/2010 non prevede, fra gli inquinanti da valutare per definire la qualità dell'aria, il monitoraggio in continuo del mercurio; mentre fissa, *obiettivi di qualità* per IPA e Metalli contenuti nel PM10 e un valore limite per il piombo nel PM10:

inquinante	descrizione	elaborazione	Valore obiettivo	Valore limite
IPA	Tenore totale di Benzo(a)Pirene presente nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile	Media annuale B(a)P	1 ng/m ³	/
Arsenico	Tenore totale di As presente nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile	Media annuale As	6,0 ng/m ³	/
Cadmio	Tenore totale di Cd presente nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile	Media annuale Cd	5,0 ng/m ³	/
Nichel	Tenore totale di Ni presente nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile	Media annuale Ni	20,0 ng/m ³	/
Piombo	Tenore totale di Pb presente nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile	Media annuale Pb	/	0.5 µg/m ³

Tabella 3 – Valori obiettivo e valore limite di legge (DLvo155/2010) per il benzo(a)pirene e alcuni metalli

Sempre il DL 155/2010 prevede che si possano utilizzare, per valutare la qualità dell'aria ambiente, oltre alle misurazioni in siti fissi (rete di rilevamento della qualità dell'aria), tecniche di valutazione (es. i modelli di diffusione), tecniche di stima obiettiva¹ e *misurazioni indicative*, cioè misurazioni dei livelli degli inquinanti effettuate utilizzando stazioni di misurazione mobili o metodi di misura manuali - come campionatori rilocabili, campionatori passivi, ecc...- ai quali si applicano obiettivi di qualità meno severi rispetto a quelli previsti per le misurazioni in siti fissi. Gli obiettivi di qualità anche per le misure indicative sono riportati, in funzione dei diversi inquinanti, nell'Allegato I del Dlvo 155/2010:

Inquinante	Incertezza	Raccolta minima dei dati	Periodo minimo di copertura
Particolato e Pb	50%	90%	14% ⁽²⁾
B(a)P³	50%	90%	14% ⁽¹⁾
As, Cd e Ni⁴	40%	90%	14% ⁽¹⁾

Tabella 4 – Obiettivi di qualità dei dati per misure indicative(Allegato I - DLvo155/2010)

Il D.Lgs 155/2010 e s.m.i. non prevede valori di riferimento per le concentrazioni di mercurio in aria ambiente.

I valori presi come riferimento sono quelli contenuti in alcuni documenti, in particolare:

- ⇒ Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper (2002);
- ⇒ WHO Air Quality Guidelines for Europe, 2nd edition, (2000);

che riportano le concentrazioni di mercurio tipiche di alcune tipologie di aree (remote, urbane e siti critici).

¹ Le tecniche di stima obiettiva si basano su conoscenze scientifiche circa la distribuzione delle concentrazioni e, utilizzando metodi matematici, consentono di calcolare le concentrazioni a partire da valori misurati in luoghi o tempi diversi da quelli a cui si riferisce il calcolo

² Misurazione effettuata in un giorno variabile di ogni settimana dell'anno in modo tale che le misurazioni siano uniformemente distribuite nell'arco dell'anno oppure effettuata per otto settimane distribuite equamente nell'arco dell'anno. Le misurazioni indicative devono essere ripartite in modo uniforme nel corso dell'anno al fine di evitare risultati non rappresentativi.

³ Per le misurazioni in siti fissi indicative delle concentrazioni del benzo(a)pirene e degli idrocarburi policiclici aromatici il campionamento deve avere una durata di 24 ore. I singoli campioni prelevati durante un periodo non eccedente un mese possono essere combinati e analizzati come un campione unico, purché sia garantita la stabilità dei singoli campioni in tale periodo. In caso di difficoltà nella risoluzione analitica del benzo(b)fluorantene, del benzo(j)fluorantene e del benzo(k)fluorantene, le concentrazioni di tali inquinanti possono essere riportate come somma. I campionamenti devono essere ripartiti in modo uniforme nel corso della settimana e dell'anno.

⁴ Per le misurazioni in siti fissi e indicative delle concentrazioni dell'arsenico, del cadmio e del nichel il campionamento deve avere, ove tecnicamente possibile, una durata di 24 ore. I campionamenti devono essere ripartiti in modo uniforme nel corso della settimana e dell'anno.

1.3 Informazione e gestione dei dati della stazione locale di monitoraggio

I dati raccolti dalla stazione di monitoraggio Hera sono giornalmente validati da Arpae e pubblicati nel sito:

<https://apps.arpae.it/qualita-aria/bollettino-ga-provinciale/fc>

nella sezione “Stazioni Locali”, cioè nella sezione riservata alle stazioni collocate sul territorio con l’obiettivo di valutare eventuali impatti sulla qualità dell’aria prodotti, nelle aree circostanti, da specifiche fonti di emissione come impianti industriali e/o altre infrastrutture. Come specificato anche nel sito, i dati rilevati da queste stazioni sono, quindi, indicativi della realtà locale monitorata, a differenza dei dati delle stazioni della rete regionale di monitoraggio che sono rappresentativi dell’intero territorio provinciale. Sebbene le stazioni locali non siano certificate UNI EN ISO 9001:2015, a differenza di quelle della rete regionale, sono ugualmente gestite da Arpae secondo le procedure del proprio Sistema Gestione Qualità.

Inoltre, all’indirizzo

<https://www.arpae.it/it/il-territorio/forli-cesena/report-a-forli-cesena/aria>

sono pubblicati i rapporti mensili ed annuali relativi alle concentrazioni di inquinanti monitorati in continuo nelle stazioni della RRQA e nella stazione locale.

La tabella 5 riportata i rendimenti degli analizzatori nel 2020: per tutti gli strumenti l’efficienza è superiore al 90%, efficienza minima prevista dal DLgs 155/2010 per poter calcolare gli standard di qualità dell’aria. Il grafico 1 indica l’andamento dei rendimenti nei 4 trimestri 2020 per CO, NOx e Particolato.

Anche i rendimenti dell’analizzatore di mercurio e dei sensori meteo, non normati, sono stati ampiamente soddisfacenti.

	Rendimento 2020
PM10	95%
PM2.5	93%
NO ₂	100%
CO	100%
Hg	94%

Tabella 5
Rendimenti annuali degli analizzatori nel 2020

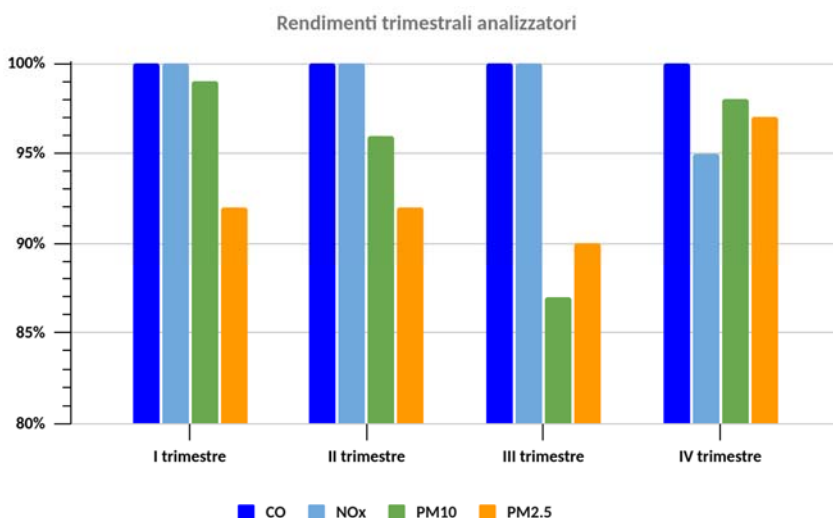


Grafico 1
Rendimenti trimestrali degli analizzatori per l’anno 2020

1.4 Elaborazione dei dati raccolti dalla stazione Hera: risultati del monitoraggio

Nei paragrafi seguenti sono riportati, suddivisi per tipologia di inquinante, gli indici statistici dei dati validati ed i superamenti che si sono verificati nel 2020 nella centralina Hera.

Le concentrazioni inferiori ai rispettivi limiti di quantificazione (L.Q. – Tabella 6) sono state poste, cautelativamente, pari alla metà del L.Q. e le medie sono state calcolate solo se erano disponibili almeno il 75% dei dati teoricamente disponibili.

Inquinante	Limite di quantificazione L.Q.	Unità di misura
NO ₂	8	µg/m ³
PM ₁₀	3	µg/m ³
PM _{2,5}	3	µg/m ³
CO	0,4	mg/m ³
Hg	0,2	ng/m ³

Tabella 6
Limite di quantificazione (L.Q.) degli strumenti della stazione Hera

I periodi di mediazione delle concentrazioni rilevate sono quelli dei limiti normativi: nel caso del particolato PM10 e PM2,5 le concentrazioni sono espresse come medie giornaliere e media annuale, per il biossido di azoto come media oraria e media annuale e per il monossido di carbonio come media sulle otto ore.

Per ciascun parametro misurato nella stazione Hera sono riportati in tabelle/grafici:

- l'efficienza dello strumento e gli indici statistici delle concentrazioni rilevate nel 2020;
- il confronto delle elaborazioni dei dati del 2020 con i corrispondenti limiti di legge;
- l'andamento delle concentrazioni nell'anno;
- il confronto del dato rilevato nella stazione di Hera con quelli misurati nella RRQA di Forlì nel 2020, con un focus su quelli rilevati durante il fermo impianto;
- il confronto con i limiti di legge e gli indici statistici delle concentrazioni degli ultimi sei anni (2015 ÷ 2020).

Per gli inquinanti considerati potenzialmente critici per il territorio regionale (biossido di azoto e particolato), è stato calcolato l'indice di Pearson di correlazione dei dati misurati in corrispondenza della stazione Hera con le stazioni della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA) (Tabella 7).

NO ₂	Franchini-Angeloni	Hera	Parco Resistenza	Roma	Savignano	Savignano di Rigo
Franchini-Angeloni (FU)	1	0,78	0,86	0,80	0,81	0,48
Hera (IND)		1	0,85	0,74	0,80	0,48
Parco Resistenza (FU)			1	0,80	0,85	0,51
Roma (TU)				1	0,66	0,44
Savignano (F-subU)					1	0,49
Savignano di Rigo (Fzur)						1

PM10	Franchini-Angeloni	Hera	Parco Resistenza	Roma	Savignano	Savignano di Rigo
Franchini-Angeloni (FU)	1	0,97	0,97	0,97	0,96	0,58
Hera (IND)		1	0,98	0,98	0,96	0,53
Parco Resistenza (FU)			1	0,99	0,96	0,52
Roma (TU)				1	0,95	0,51
Savignano (F-subU)					1	0,57
Savignano di Rigo (Fzur)						1

PM _{2.5}	Hera	Parco Resistenza	Savignano
Hera (IND)	1	0,98	0,95
Parco Resistenza (FU)		1	0,95
Savignano (F-subU)			1

Tabella 7: Correlazioni di Pearson per NO₂, PM₁₀ e PM_{2.5}

L'indice di Pearson è un parametro statistico che fornisce una misura della linearità tra due variabili. Un indice di Pearson vicino a 1 indica che i dati delle due stazioni possono essere trasformati gli uni negli altri tramite una semplice relazione lineare in quanto hanno un andamento simile.

La correlazione migliore della centralina Hera, per i tre inquinanti considerati, è con la stazione della RRQA "Parco Resistenza", cioè è la stazione di fondo urbano di Forlì ad avere l'andamento degli inquinanti più simile a quello rilevato nella postazione Hera.

1.4.1 Particolato PM₁₀ e PM_{2.5}

Il particolato è l'inquinante atmosferico che provoca i maggiori danni alla salute umana in Europa.

Il termine PM₁₀ identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 10 µm (1 µm = 1 millesimo di millimetro). Le particelle PM₁₀ penetrano in profondità nei nostri polmoni. Il loro effetto sulla nostra salute e sull'ambiente dipende dalla loro composizione.

Alcune particelle vengono emesse direttamente nell'atmosfera, ma la maggior parte si formano come risultato di reazioni chimiche che coinvolgono i gas precursori (anidride solforosa, ossidi di azoto, ammoniaca e composti organici volatili). Gran parte delle particelle emesse direttamente derivano dalle attività umane, principalmente dalla combustione di combustibili fossili e biomasse. I gas precursori sono emessi dal traffico veicolare, dall'agricoltura, dall'industria e dal riscaldamento domestico.

Particolato PM₁₀

PM ₁₀	% dati validi	min	max	media	50° perc	90° perc	95° perc	98°perc
Hera	95	<3	125	27	21	51	70	87

Tabella 8: PM 10 - Efficienza dello strumento e indici statistici delle concentrazioni giornaliere [µg/m³] – Anno 2020

PM ₁₀	Limite	Valore 2020
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	35
Confronto tra valore limite annuale per la protezione della salute umana e media annua	40 µg/m ³	27 µg/m ³

Tabella 9: PM₁₀ - Confronto fra elaborazione dei dati 2020 e i limiti di legge (DLvo 155/2010)

Nel 2020 è stato quindi raggiunto il numero di superamenti di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media giornaliera (35) indicati dalla normativa; nel grafico 2 si vede come tutti i superamenti si concentrano nel semestre invernale, con 13 superamenti a gennaio e 10 a novembre. E' rispettato, invece, il limite di lungo periodo relativo alla media annuale ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3 < 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

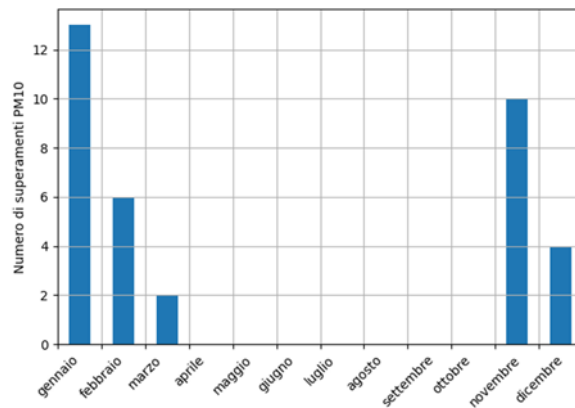


Grafico 2: PM10 - Numero di superamenti di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media giornaliera) nei diversi mesi dell'anno

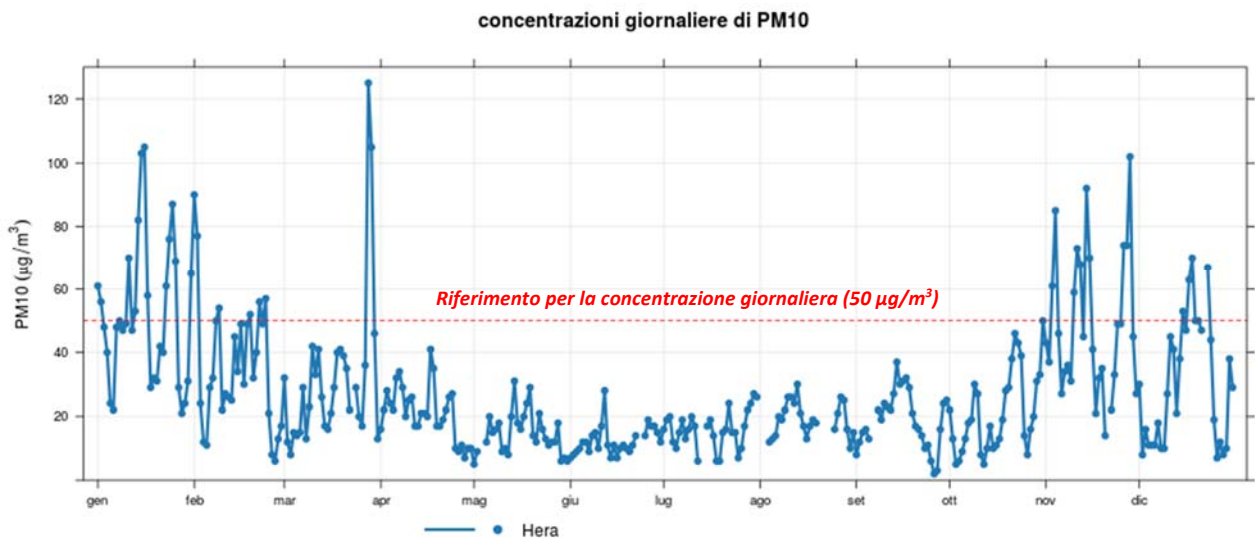


Grafico 3: PM10 Hera - Andamento delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nel 2020

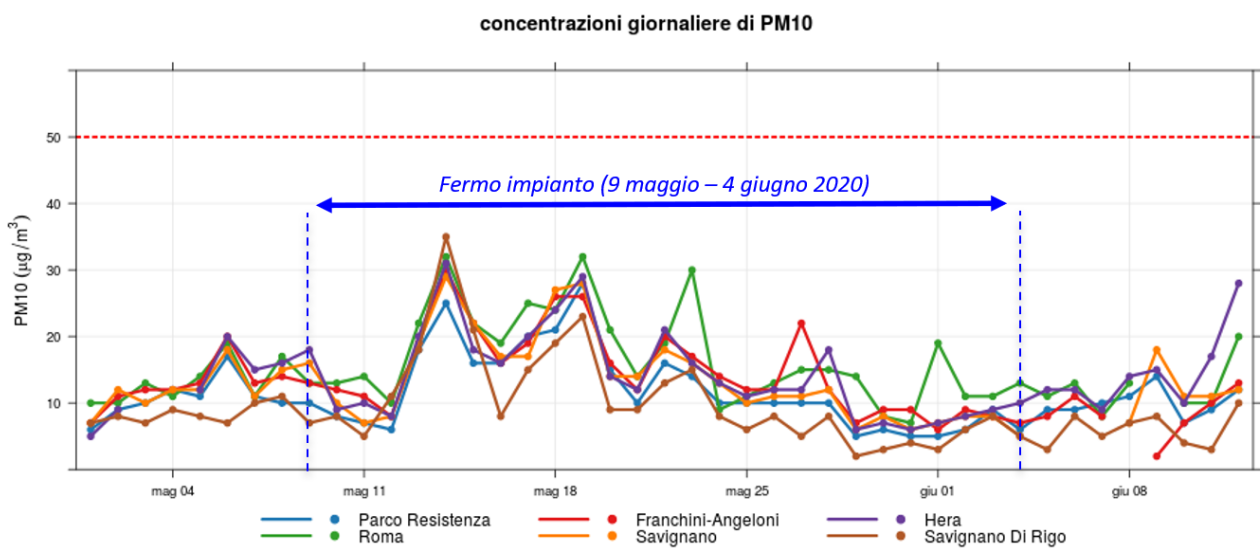


Grafico 4: PM10 - Concentrazioni giornaliere a Hera e nella RRQA di Forlì durante il fermo impianto

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
N° Superamenti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	47	28	40	21	29	35
Minimo	5	<5	<5	<5	<3	>3
Media	33	26	27	25	27	27
Massimo	105	123	154	80	89	125
50° percentile	28	22	20	22	22	21
90° percentile	58	46	52	42	48	51
95° percentile	69	57	64	51	58	70
98° percentile	91	77	81	62	67	87
Rendimento %	96	97	98	98	95	95

Tabella 10: PM10 - Numero di superamenti della media giornaliera di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e indici statistici dal 2015 al 2020

Particolato PM_{2.5}

PM _{2.5}	% dati validi	min	max	media	50° perc	90° perc	95° perc	98°perc
Hera	93	<3	93	17	11	38	47	58

Tabella 11: PM2.5 - Efficienza dello strumento e indici statistici delle concentrazioni giornaliere [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] – Anno 2020

PM _{2.5}	Limite	Valore 2020
Confronto tra valore limite annuale per la protezione della salute umana e media annua 2020	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 12: PM2.5 - Confronto fra elaborazione dei dati 2020 e il limite di legge (DLvo 155/2010)

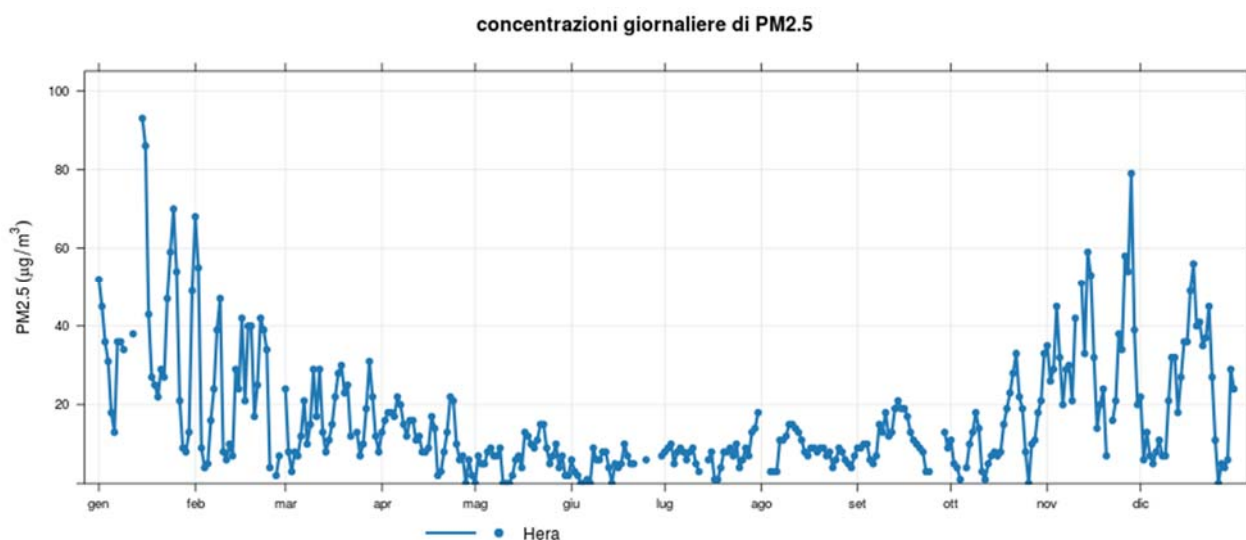


Grafico 5: PM2.5 - Hera - Andamento delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nel 2020

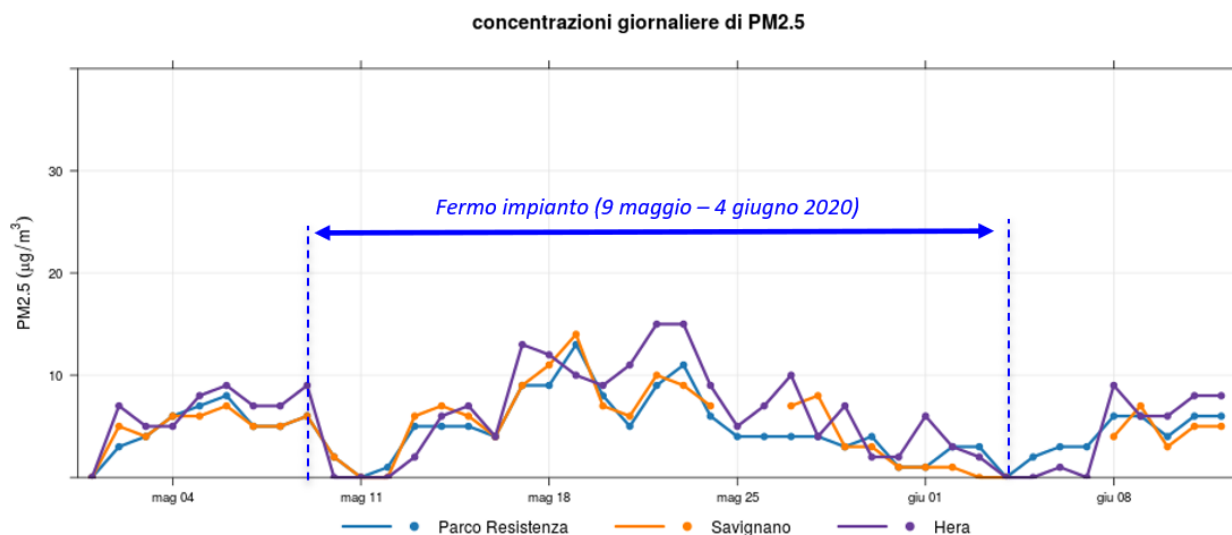
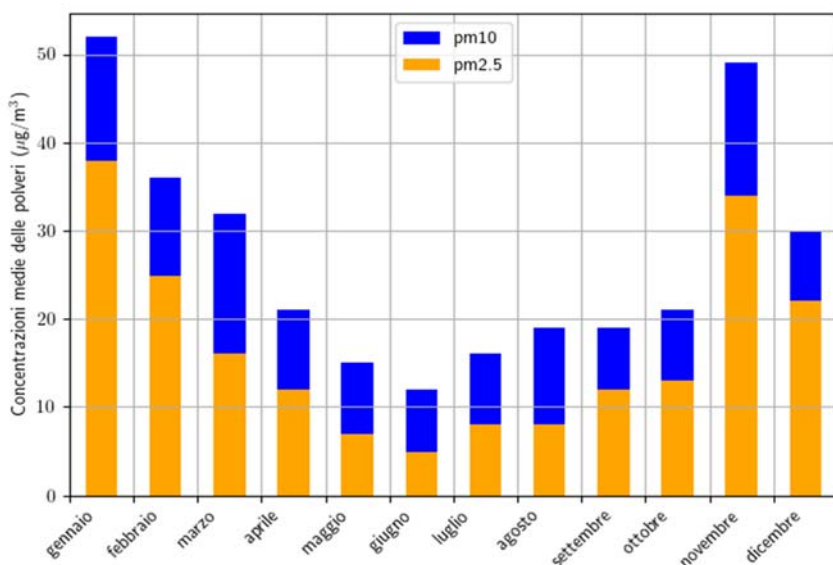


Grafico 6: PM2.5 - Concentrazioni giornaliere a Hera e nella RRQA di Forlì durante il fermo impianto

PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Minimo	<5	<5	<5	<5	<3	<3
Media	18	15	18	15	17	17
Massimo	79	91	129	64	72	93
50° percentile	13	11	12	12	13	11
90° percentile	38	32	39	31	36	38
95° percentile	47	38	48	39	45	47
98° percentile	64	57	64	44	52	58
Rendimento %	96	97	99	94	94	93

Tabella 13: PM2.5 - indici statistici dal 2015 al 2020

Relativamente ai dati misurati nel corso del 2020, di seguito si riporta il grafico delle concentrazioni medie mensili del PM10 e del PM2.5 (Grafico 7) : l'altezza della barra blu corrisponde alla concentrazione di PM10, quella arancio del PM2.5. Si nota come nei mesi invernali (gennaio, febbraio, novembre e dicembre) la componente PM 2.5 nel PM 10 sia decisamente superiore rispetto al resto dell'anno.



**Grafico 7:
PM 10 e PM 2.5 - Concentrazioni medie mensili - Anno 2020**

1.4.2 Biossido di azoto (NO₂) fin qui

Il biossido di azoto (NO₂) è un gas reattivo, di colore bruno e di odore acre e pungente. Nel breve termine l'esposizione ad elevate concentrazioni di NO₂ può causare diminuzione della funzionalità polmonare, specie nei gruppi più sensibili della popolazione, mentre l'esposizione a lungo termine può causare effetti più gravi come un aumento della suscettibilità alle infezioni respiratorie.

Inoltre determina effetti negativi sugli ecosistemi, contribuendo all'acidificazione e all'eutrofizzazione. E' precursore dell'ozono, del PM10 e del PM2,5.

Le maggiori sorgenti di NO₂ sono i processi di combustione ad alta temperatura, come quelli che avvengono nei motori delle automobili – specie diesel – o nelle centrali termoelettriche.

NO ₂	% dati validi	min	max	media	50° perc	90° perc	95° perc	98°perc
Hera	100	<8	94	17	13	36	43	51

Tabella 14: NO₂. Efficienza dello strumento e Indici statistici delle concentrazioni orarie [µg/m³] – Anno 2020

NO ₂	Limite	Valore 2020
Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m ³ non più di 18 volte per anno	0
Confronto tra valore limite annuale per la protezione della salute umana e media annua	40 µg/m ³	17 µg/m ³

Tabella 15: NO₂ - Confronto elaborazione dati 2020 con i limiti di legge (DLvo 155/2010)

Per il biossido di azoto il DLvo 155/2010 prevede anche una soglia di allarme: 400 µg/m³ per 3 ore consecutive; nella nostra realtà regionale questo è un valore estremamente alto che non si è mai verificato.

La concentrazione massima oraria nel 2020, è di 94 µg/m³ ed è stata misurata il 29 di ottobre (Grafico 8).

Il mese di ottobre è anche il mese in cui si è riscontrata la media mensile più alta (30 µg/m³ – Grafico 9).

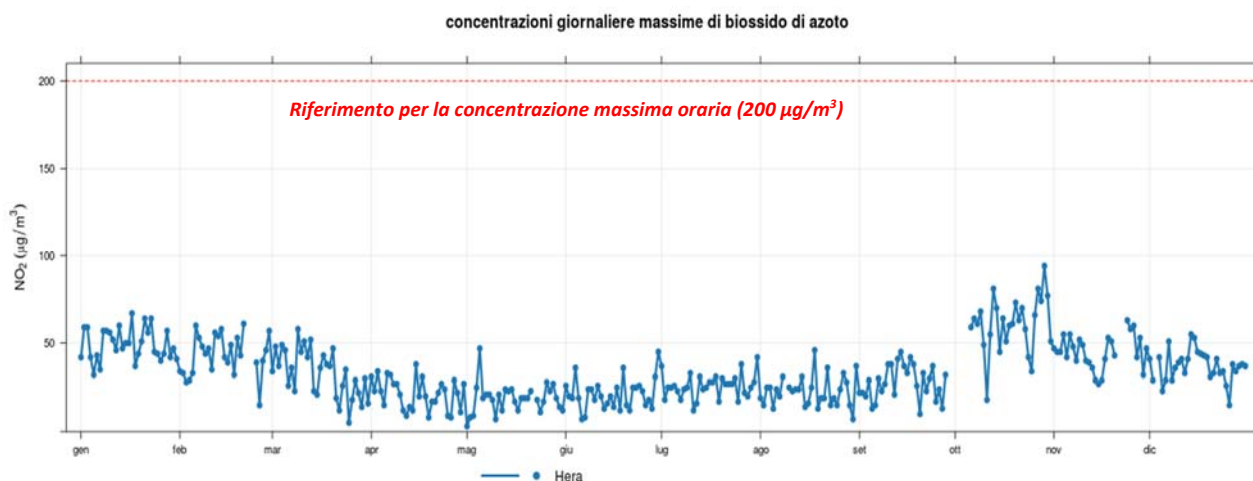


Grafico 8: NO₂ - Concentrazioni orarie (µg/m³) massime giornaliere – Anno 2020

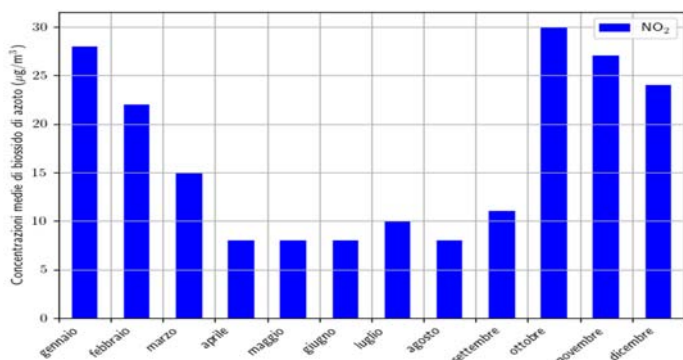


Grafico 9:
NO₂ -Concentrazioni medie mensili
[µg/m³] – Anno 2020

Per il biossido di azoto è stato calcolato anche *il giorno tipico* per i vari giorni della settimana e, quindi, la settimana dei giorni tipici. Il *giorno tipico* è calcolato effettuando, per ogni ora, la media delle concentrazioni misurate in quella stessa ora del giorno considerato (lunedì, martedì, ecc....) in tutto il periodo di misura/anno: fornisce l'informazione del livello di concentrazione dell'inquinante presente – mediamente – nelle diverse ore della giornata considerata. L'insieme dei sette giorni tipici, relativi ai diversi giorni della settimana, costituisce "la settimana dei giorni tipici".

Si riportano di seguito gli andamenti del giorno tipico per i vari giorni della settimana calcolati per la stazione Hera e la stazione della RRQA meglio correlata, Parco Resistenza (fondo urbano).

I periodi considerati sono la stagione invernale (Grafico 10) e quella estiva (Grafico 11) per tener conto delle diverse condizioni meteorologiche e, di conseguenza, della diversa situazione dell'inquinamento atmosferico.

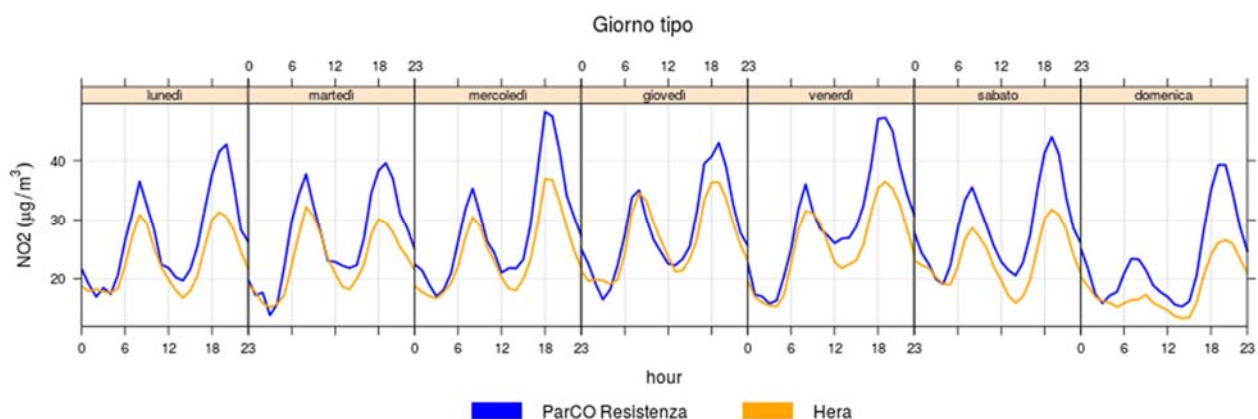


Grafico 10: NO₂ - Confronto fra "giorno tipico invernale" della stazione Hera (linea gialla) e quello della stazione di Parco Resistenza (fondo urbano – linea blu)

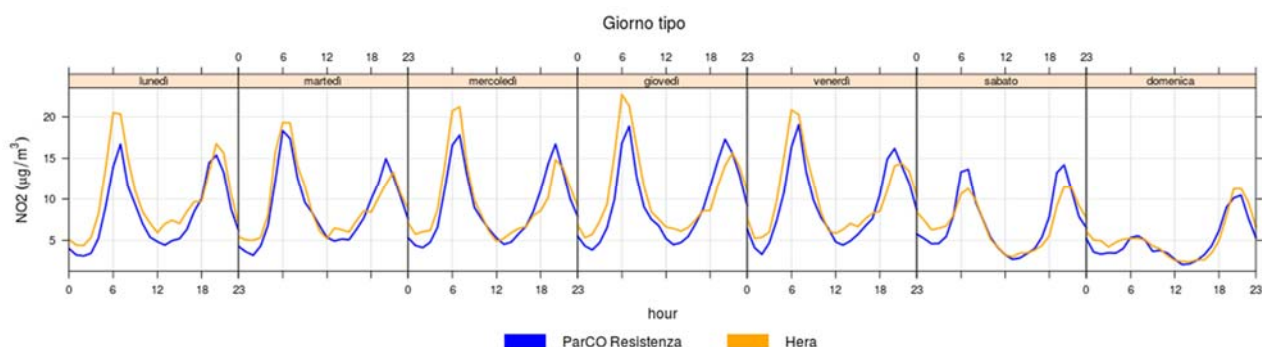


Grafico 11: NO₂ - Confronto fra "giorno tipico estivo" della stazione Hera (linea gialla) e quello della stazione di Parco Resistenza (fondo urbano – linea blu)

In entrambe le stagioni l'andamento del giorno tipico calcolato con i dati della stazione Hera ha un profilo simile a quello che caratterizza la stazione di fondo urbano della RRQA, con concentrazioni più elevate a Parco della Resistenza in inverno. In estate le concentrazioni del fondo urbano diminuiscono sensibilmente,

mentre in corrispondenza di Hera non variano significativamente.

I picchi di concentrazione, sia in inverno che in estate, sono – nelle due postazioni - in corrispondenza delle stesse ore, ore in cui il traffico veicolare è più intenso per gli spostamenti mattutini (8-9) e serali (19-20).

Il confronto con l'andamento della stazione della RRQA di Parco della Resistenza viene proposto anche per la settimana dei giorni tipici dell'NO₂ relativa al periodo di fermo impianto (grafico 12): le differenze dei due profili sono simili a quelle riscontrate per le due stazioni nel semestre estivo, ad indicare un apporto non determinante alla sorgente nel ridurre le concentrazioni medie rilevate nell'area di via Barsanti.

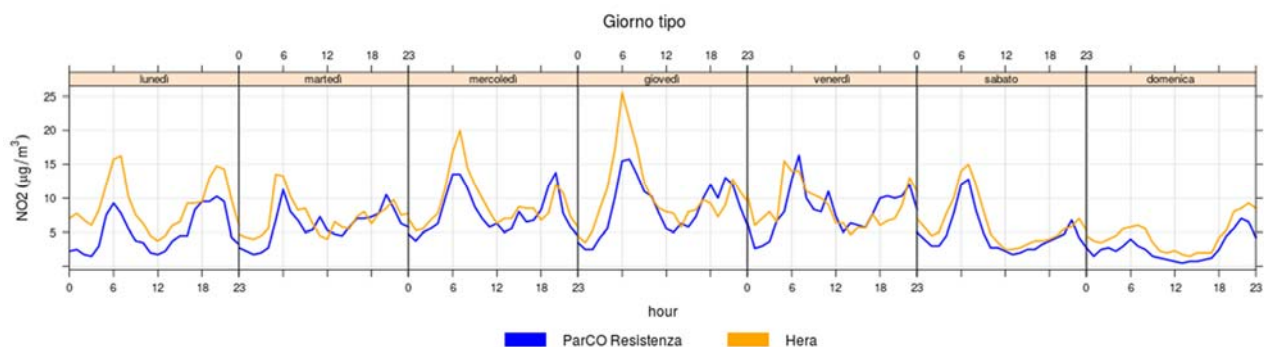


Grafico 12: NO₂ - Confronto fra “giorno tipico ” della stazione Hera (linea gialla) e quello della stazione di Parco Resistenza (fondo urbano – linea blu) nel periodo di fermo impianto (9 maggio – 4 giugno)

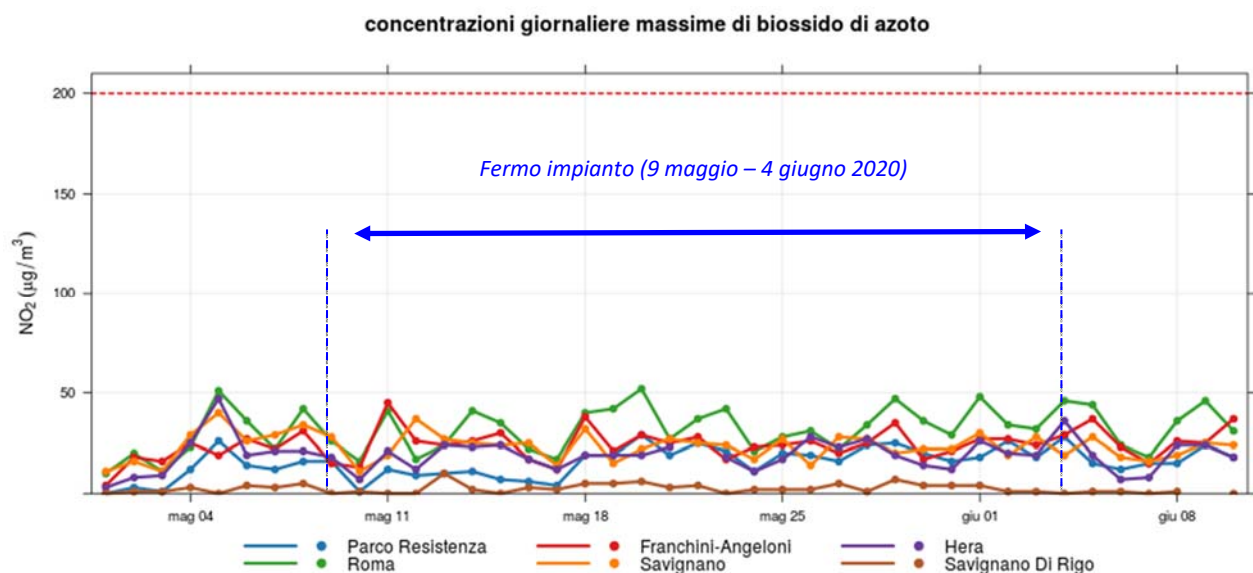


Grafico 13: NO₂ - Concentrazioni massime giornaliere a Hera e nella RRQA di Forlì durante il fermo impianto

NO ₂ (µg/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Minimo	<12	<12	<12	<12	<8	<8
Media	24	20	21	19	18	17
Massimo	90	83	76	82	84	94
50° percentile	21	17	18	16	15	13
90° percentile	45	39	41	38	38	36
95° percentile	52	44	47	45	44	43
98° percentile	60	51	54	53	54	51
Rendimento %	93	92	92	86	95	100

Tabella 16: NO₂- Indici statistici delle concentrazioni orarie dal 2015 al 2020

1.4.3 Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO), incolore e inodore, è un prodotto derivante dalla combustione. A bassissime concentrazioni il CO non è pericoloso ma, una volta respirato, si lega all'emoglobina con un'affinità 220 volte superiore a quella dell'ossigeno, formando un composto inattivo fisiologicamente: la carbossiemoglobina. Questa sostanza, al contrario dell'emoglobina, non è in grado di garantire l'ossigenazione ai tessuti, in particolare al cervello ed al cuore. Quando nell'aria la concentrazione di CO è di 15 – 35 mg/m³ si manifestano i primi segni con aumento delle pulsazioni cardiache, della frequenza respiratoria e disturbi psicomotori. A 110 mg/m³ di esposizione per diverse ore compaiono vertigini, cefalea e senso generale di spossatezza, che possono essere seguiti da collasso. La principale sorgente di CO è il traffico veicolare (circa l'80% a livello mondiale), in particolare i veicoli a benzina. L'emissione è connessa alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo e in fase di decelerazione. L'evoluzione tecnologica ha determinato una significativa riduzione delle emissioni di questo inquinante.

CO	% dati validi	min	max	media	50° perc	90° perc	95° perc	98°perc
Hera	100	<0,4	1,8	<0,4	<0,4	0,6	0,7	0,9

Tabella 17: CO - Efficienza dello strumento e indici statistici delle concentrazioni orarie [mg/m³] – Anno 2020

CO	Limite	Valore 2020
Numero di superamenti del valore limite su 8 h per la protezione della salute umana	10 mg/m ³	0

Tabella 18: CO - Confronto fra elaborazione dei dati 2020 e il limite di legge (DLvo 155/2010)



Grafico 15: Concentrazioni massime giornaliere della media di 8 ore

CO (mg/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Minimo	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,4	<0,4
Media	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,4	<0,4
Massimo	2.2	1.9	2.3	1.7	1.5	1.8
50° percentile	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,4	<0,4
90° percentile	0.6	0.8	0.8	0.7	0.5	0.6
95° percentile	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7
98° percentile	1.0	1.1	1.2	0.9	0.8	0.9
Rendimento %	98	98	100	100	100	100

Tabella 19: CO - Indici statistici delle concentrazioni orarie[mg/m³] dal 2015 al 2020

1.4.4 Mercurio Totale Gassoso (Hg) fin qui

In atmosfera il mercurio esiste principalmente sotto forma di vapore di mercurio elementare (Hg^0 - dal 90 al 99%), mercurio legato alle particelle (< 5%) e mercurio bivalente gassoso, ad es. $HgCl_2$ (<5%).

Le emissioni da fonti antropiche si possono presentare in tutte le tre forme, forme che si ritrovano anche disperse in aria ambiente. Lo strumento installato a Forlì consente la misura del *Mercurio totale gassoso (TGM)*, quindi mercurio elementare e bivalente gassoso. Poiché il mercurio sotto forma di vapore elementare persiste lungamente in atmosfera, può essere trasportato anche a grandi distanze, su scala emisferica e globale: si stima che nell'emisfero settentrionale le emissioni antropiche abbiano fatto aumentare le concentrazioni di fondo di mercurio nell'aria di un fattore 2-3 rispetto a prima della industrializzazione.

Le principali fonti antropogeniche di mercurio atmosferico includono sorgenti areali e puntiformi; le prime sono riconducibili ad emissioni dovute alla combustione di carburante su piccola scala, alla rottura di lampade elettriche al mercurio, all'uso in laboratorio, alla preparazione dentale, alle discariche e all'impiego di fanghi; le seconde, invece, includono i processi di combustione, le industrie manifatturiere e una vasta gamma di fonti minori. I processi di combustione che danno un contributo maggiore alle emissioni di mercurio sono: l'uso di carbone e petrolio per la produzione di energia (elettrica e termica), l'incenerimento di rifiuti solidi (ovvero rifiuti solidi urbani e rifiuti sanitari) e di fanghi di depurazione, le fonderie primarie di metalli non ferrosi.

L'impatto del mercurio sulla salute umana e sull'ambiente dipende dall'esposizione e da meccanismi di tossico-cinetica che variano in funzione della forma chimica del mercurio presente in ambiente (elementare, mercurio inorganico (es. $HgCl_2$) e mercurio organico (es. metilmercurio).

Alla fine degli anni '90, in Europa la concentrazione di fondo più alta di TGM veniva misurata nell'Europa centrale, con valori attorno a $2,5 \text{ ng/m}^3$ (EMEP; 1999).

Le concentrazioni nelle aree urbane erano generalmente più alte e variavano tra 5 e 15 ng/m^3 (IPCS, 1991).

L'EPA statunitense raccomanda concentrazioni di riferimento in aria pari a 300 ng/m^3 (IRIS, 1995), valore piuttosto alto che indica come, in generale, le concentrazioni di mercurio in aria non diano un apporto considerevole all'esposizione al mercurio per l'uomo (acqua ed alimenti sono le matrici che forniscono il contributo più significativo). L'OMS ha stimato che l'assunzione giornaliera per via aerea di Hg elementare, per esposizione giornaliera in un'area urbana con una concentrazione di mercurio pari a 15 ng/m^3 , sia di $0.3 \text{ } \mu\text{g/day}$.

Hg	% dati validi	min	max	media	50° perc	90° perc	95° perc	98°perc
Hera	94	1,1	6,6	1,9	1.8	2.4	2.7	3.1

Tabella 20: Hg - Efficienza dello strumento e indici statistici delle concentrazioni orarie [ng/m^3] – Anno 2020

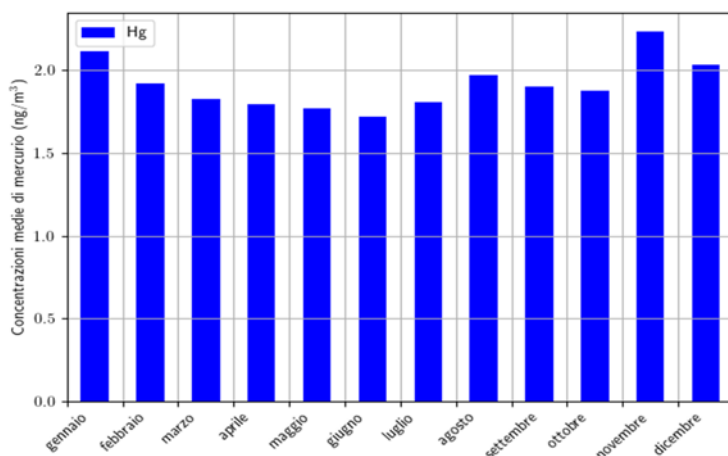


Grafico 16: Hg concentrazione media mensile [ng/m^3] Anno 2020

Il D.Lgs 155/2010 e s.m.i. recepimento della Direttiva 2008/50/CE, non prevede valori limite per le concentrazioni di mercurio in aria ambiente.

Oltre a quanto già indicato, alcuni riferimenti più attuali 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.

Hg	Range aree remote	Range aree urbane	Range siti impattati
Ambient Air Pollution by Mercury – Position Paper 2002	--	1.2 - 3.7 ng/m ³	20 - 30 ng/m ³
WHO Air Quality Guidelines for Europe, 2nd edition	2 - 4 ng/m ³	~ 10 ng/m ³	--

Tabella 19: Hg – Intervalli di concentrazione [ng/m³] tipici di aree remote, urbane e siti impattati (dati bibliografia)

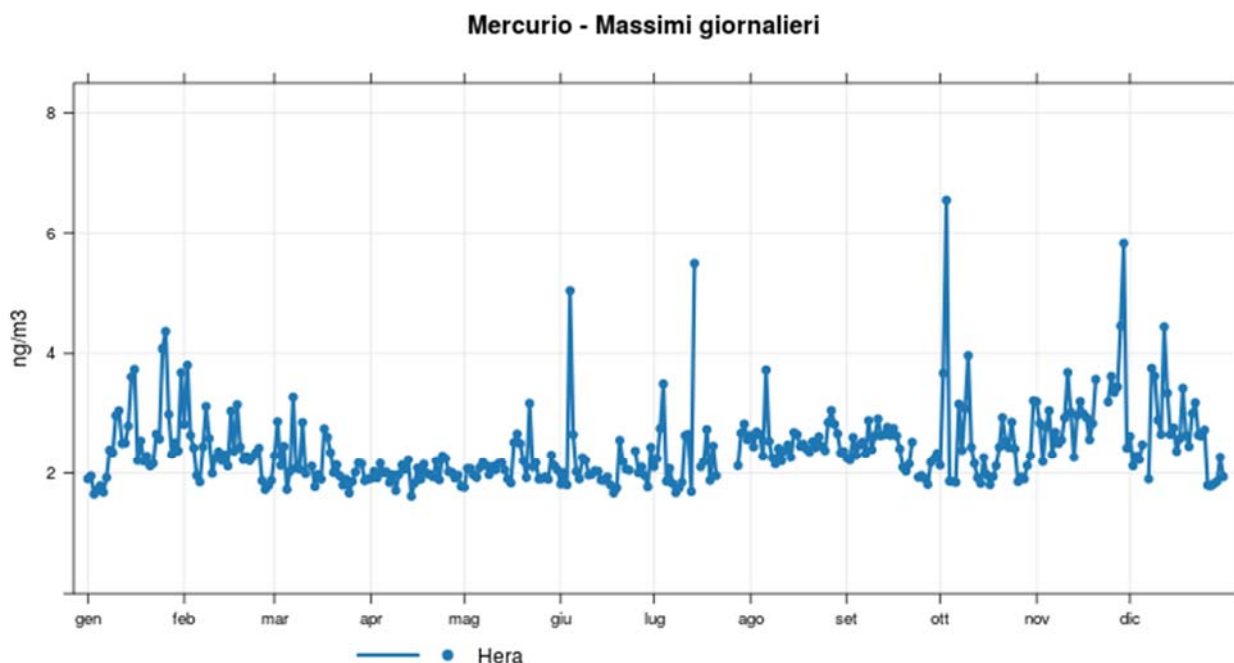


Grafico 17: Hg - Concentrazioni orarie (ng/m³) massime giornaliere – Anno 2020

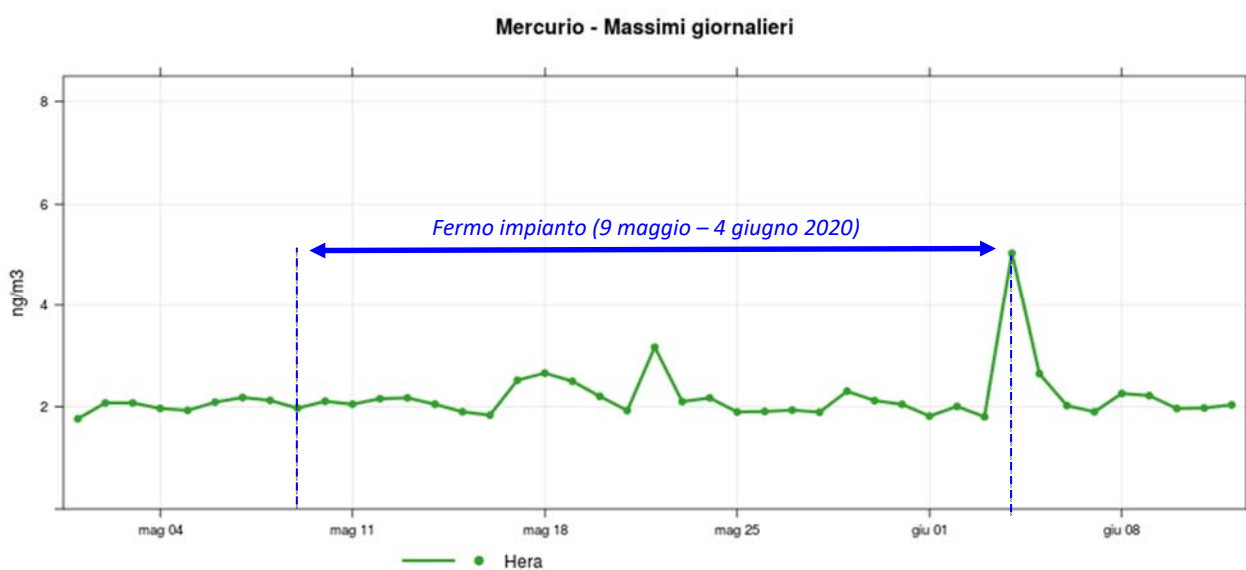


Grafico 18: Hg - Concentrazioni massime giornaliere di Hg ad Hera durante il fermo impianto

Hg (ng/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Minimo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1.1
Media	1.2	1.1	0.9	1.2	1.9	1.9
Massimo	10.5	4.2	5.0	6.1	9.4	6.6
50° percentile	1.1	1.0	0.8	1.1	1.8	1.8
90° percentile	2.0	1.8	1.4	1.9	2.4	2.4
95° percentile	2.3	2.1	1.7	2.2	2.6	2.7
98° percentile	2.7	2.4	2.1	2.8	2.9	3.1
Rendimento %	50	82	65	79	85	94

Tabella 20: Hg - Indici statistici delle concentrazioni orarie [ng/m³] dal 2015 al 2020

Nel 2020, per il primo anno, il rendimento dello strumento è stato superiore al 90%.

Gli indici statistici delle concentrazioni orarie, sebbene il valore minimo nel 2020 sia 1,1 ng/m³, non si discostano significativamente da quelli degli anni precedenti.

1.4.5 – Parametri meteorologici

Sulla sommità di un palo alto circa 10 metri, adiacente alla cabina, sono installati i sensori per la rilevazione dei parametri meteorologici; pertanto i dati meteo, in particolare direzione e velocità del vento, sono riferiti alle condizioni atmosferiche che si registrano a tale altezza.

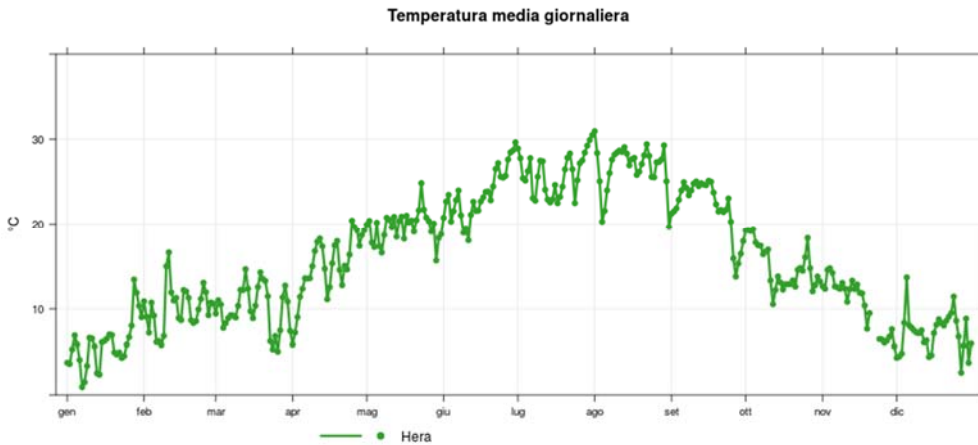


Grafico 19:
Temperatura
media giornaliera
[°C] – Anno 2020

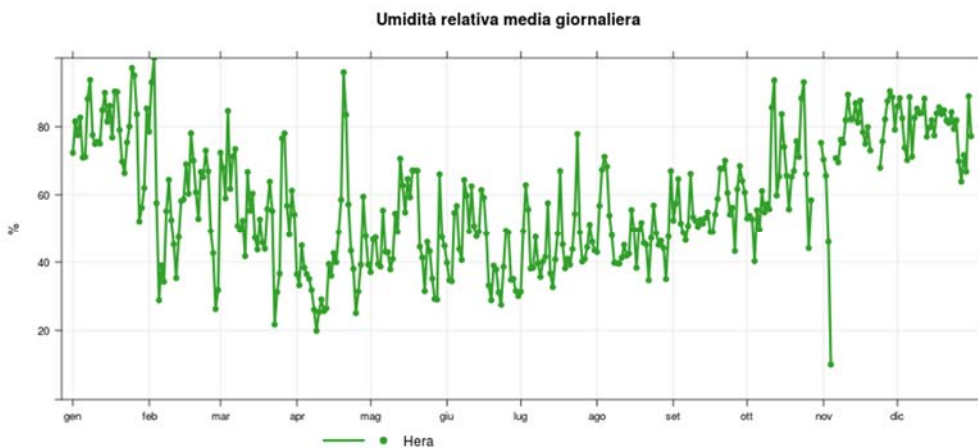


Grafico 20:
Umidità relativa
media giornaliera
[%] – Anno 2020

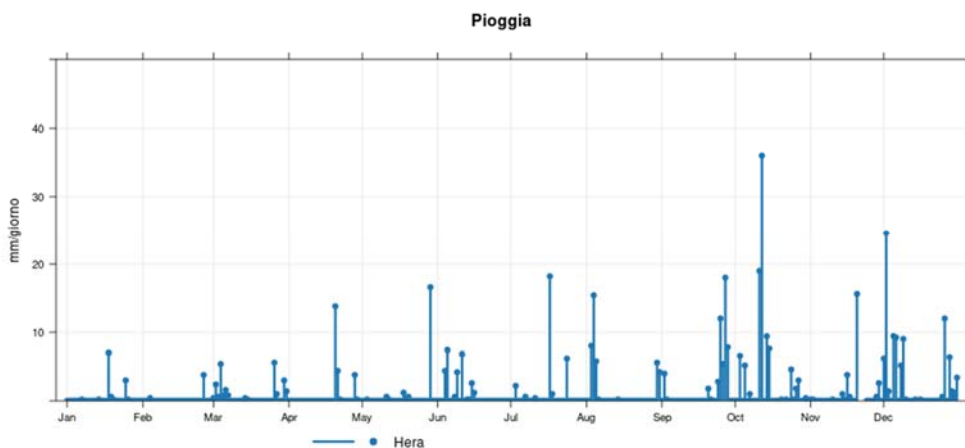


Grafico 21:
Pioggia giornaliera
[mm] – Anno 2020

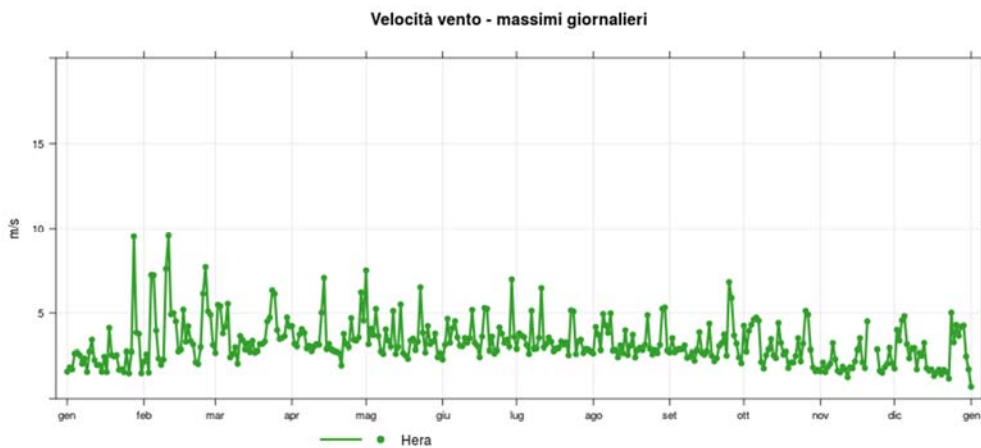


Grafico 22:
Velocità del vento
massima giornaliera
[m/s] – Anno 2020

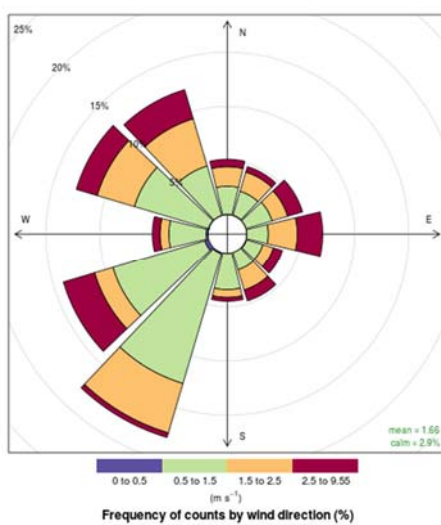


Grafico 23:
Rosa dei venti
semestre invernale
Anno 2020

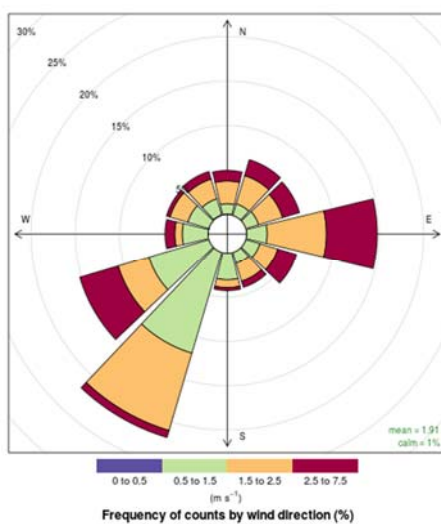


Grafico 24:
Rosa dei venti
semestre estivo
Anno 2020

2 - MONITORAGGIO DISCONTINUO: MISURE INDICATIVE DI METALLI PESANTI E MICROINQUINANTI ORGANICI

Il monitoraggio discontinuo riguarda la determinazione delle concentrazioni di metalli pesanti e microinquinanti organici (IPA, PCB, Diossine e Furani) presenti nella frazione PM10 del materiale particolato.

Le campagne di misura (della durata di circa 12 giorni ciascuna) hanno frequenza trimestrale; in più è stata effettuata una campagna in occasione del fermo impianto (F.I.).

In totale, nel corso del 2020, sono stati effettuati 63 campionamenti giornalieri, distribuiti in modo tale da rappresentare la variabilità stagionale (oltre a monitorare il F.I.):

	N° giorni		
I Campagna	27 gennaio ÷	5 febbraio	10
II Campagna	22 aprile ÷	7 maggio	16
III Campagna (durante fermo impianto)	13 maggio ÷	28 maggio	16
IV Campagna	11 luglio ÷	22 luglio	12
V Campagna	14 ottobre ÷	22 ottobre	9
TOTALE	63		

Tabella 21: Campagne e giorni di campionamento del particolato PM 10 per misure indicative di metalli e microinquinanti

Il numero di giorni monitorati, inoltre, consente di avere un periodo minimo di copertura superiore al 14% (cioè superiore a 52 giorni/anno), requisito di qualità richiesto dal Dlvo 155/2010 per le “misure indicative” e per poter considerare le medie dei cinque periodi come rappresentative delle medie annuali.

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

Nel particolato atmosferico sono presenti metalli di varia natura provenienti da diverse fonti, sia naturali che antropiche. Quelli di maggior rilevanza sotto il profilo tossicologico – e per i quali esiste un limite normativo (Tabella 22) sono: **nichel, cadmio, arsenico e piombo**. Questi metalli hanno evidenziato un’ampia gamma di effetti tossici sulla salute e sono classificati dall’Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro (IARC) come cancerogeni per l’uomo.

Metalli	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cd (ng/m^3)	Ni (ng/m^3)
Concentrazione media annuale	0.5 <i>valore limite</i>	5 <i>valore obiettivo</i>	5 <i>valore obiettivo</i>

Tabella 22: Metalli nella frazione PM10 – Limite e valori obiettivo per la media annuale (Dlvo 155/2010)

Il Nichel (Ni) deriva prevalentemente dalla combustione di olii combustibili, produzione di metalli non ferrosi, produzione di ferro e acciaio; l’Arsenico (As) dalla combustione di carbone e dalla produzione di metalli non ferrosi; il Cadmio (Cd) e il Mercurio (Hg) dall’incenerimento di rifiuti, dalla produzione di cemento, di metalli non ferrosi, di ferro e acciaio; il Piombo dalle emissioni da trasporto veicolare (motori a benzina) anche se, con l’adozione della “benzina verde”, dal 2002 si è registrata una riduzione di oltre il 90% della concentrazione di questo metallo sul particolato.

Si riportano di seguito le tabelle con i valori limite e obiettivo previsti dal DLgs 155/2010 (tabella 17) e gli

esiti delle campagne svolte nel corso del 2020 (tabella 18). I valori inferiori ai rispettivi limiti di quantificazione sono stati rappresentati pari ai ½ di tali limiti; solo l'arsenico, poiché in tutti i campioni è risultato inferiore al limite di rilevabilità di analisi, non è stato rappresentato.

Metalli 2020		Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cd (ng/m^3)	Ni (ng/m^3)	
Riferimento normativo (DL155/2010)		0,5 <i>valore limite</i>	5 <i>valore obiettivo</i>	5 <i>valore obiettivo</i>	
I Campagna	27 gen – 5 feb	10 gg	0,008	0,23	1,20
II Campagna	22 apr – 7 mag	16 gg	0,001	0,38	0,75
III Campagna <i>(durante fermo impianto)</i>	13 – 18 mag	16 gg	0,001	0,38	0,75
IV Campagna	11 – 22 lug	12 gg	0,002	0,05	1,01
V Campagna	14 – 22 ott	9 gg	0,003	0,07	1,34
Media annuale misure indicative		0,003	0,22	1,01	

Tabella 23: Pb, Cd e Ni nel PM10 - Confronto fra elaborazione dei dati 2020 e il limite di legge e gli obiettivi di qualità (DLgs 155/2010)

Seguono gli istogrammi delle concentrazioni medie di campagna registrate negli ultimi sei anni (Grafici 25 ÷ 27):

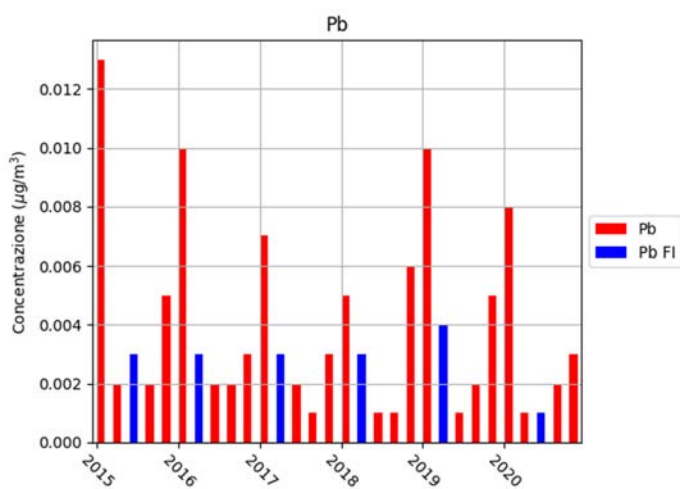


Grafico 25: Piombo
Concentrazioni medie di campagna dal 2015 al 2020

Le campagne di fermo impianto sono indicate in blu (FI)

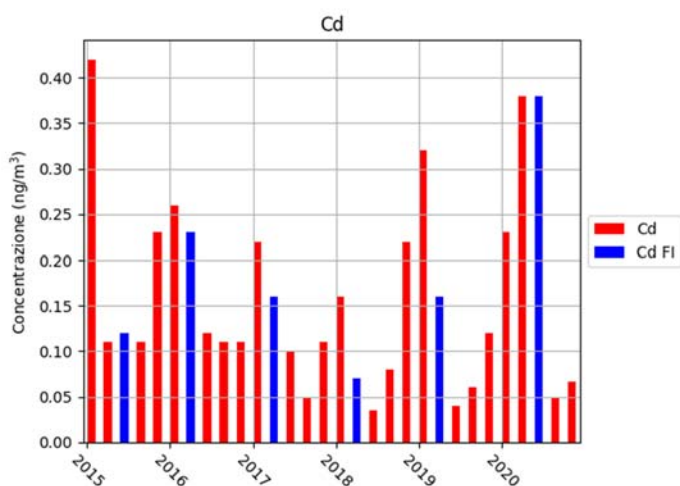


Grafico 26: Cadmio
Concentrazioni medie di campagna dal 2015 al 2020

Le campagne di fermo impianto sono indicate in blu (FI)

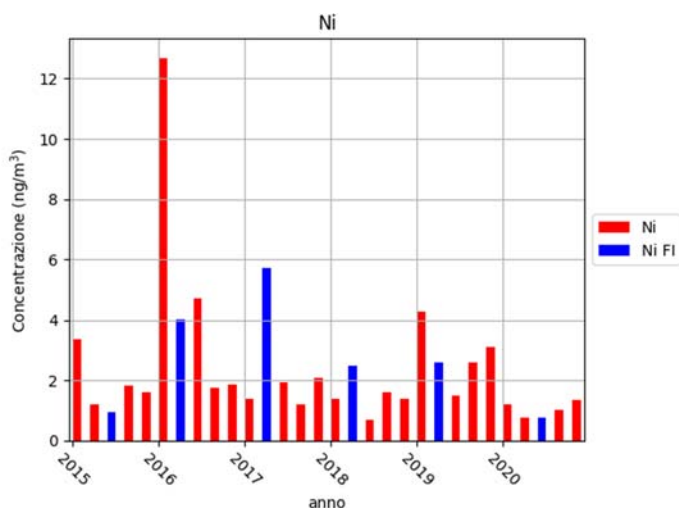


Grafico 27: Nichel
Concentrazioni medie di
campagna dal 2009 al 2020

Le campagne di fermo impianto sono indicate in blu (FI)

2.2 – Microinquinanti organici: Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono idrocarburi aromatici ad elevato peso molecolare, la cui molecola è formata da due o più anelli benzenici, saldati in modo da avere in comune due o più atomi di carbonio. Vengono suddivisi, in funzione del peso molecolare e del numero di atomi, in IPA leggeri (2-3 anelli condensati) e IPA pesanti (4-6 anelli). La pericolosità di alcuni IPA deriva principalmente dalla loro semi-volatilità che li rende particolarmente mobili attraverso le varie matrici ambientali.

Il composto più studiato e rilevato è il Benzo(a)Pirene [BaP] del quale l'Agencia Internazionale di Ricerca sul Cancro (IARC) ha accertato la cancerogenicità per l'uomo (Gruppo1).

In particolari aree geografiche, le principali sorgenti naturali di IPA nell'ambiente sono costituite da incendi boschivi e vulcani. Per quanto riguarda le sorgenti antropiche, il maggior contributo deriva dalla combustione incompleta di composti organici durante processi industriali ed altre attività come la trasformazione di combustibili fossili, la produzione di alluminio, acciaio e di materiali bituminosi, l'incenerimento di rifiuti, la produzione di energia termoelettrica, il traffico veicolare, il riscaldamento domestico ed il fumo di tabacco. In particolare, durante i processi di combustione gli IPA vengono inizialmente generati in fase gassosa e, a causa della loro bassa tensione di vapore, tendono rapidamente a condensarsi e ad essere adsorbiti dalle particelle sospese. In atmosfera l'esposizione agli IPA non è mai legata ad un singolo composto, ma ad una miscela generalmente adsorbita al particolato atmosferico. La distribuzione dei diversi isomeri tra fase gassosa e particolato dipende, in ultima analisi, dal peso molecolare: composti a basso peso molecolare sono praticamente presenti solo nella fase gassosa, mentre i composti definiti pesanti sono per lo più adsorbiti sul particolato atmosferico.

Per le misurazioni in siti fissi e per misure indicative delle concentrazioni degli IPA il campionamento deve avere una durata di 24 ore ed i singoli campioni, prelevati durante un periodo non eccedente un mese, possono essere combinati e analizzati come un campione unico, ricavando la concentrazione media mensile (Allegato I Dlgs 155/2010). Il valore obiettivo degli IPA è espresso in funzione della concentrazione di B(a)P:

Benzo(a)Pirene

Valore obiettivo

Media annuale riferita al tenore di B(a)P presente nella frazione PM10 del materiale particolato

1 ng/m³

Tabella 22: IPA – B(a)P nella frazione PM10 – Valore obiettivo per la media annuale (Dlgs 155/2010)

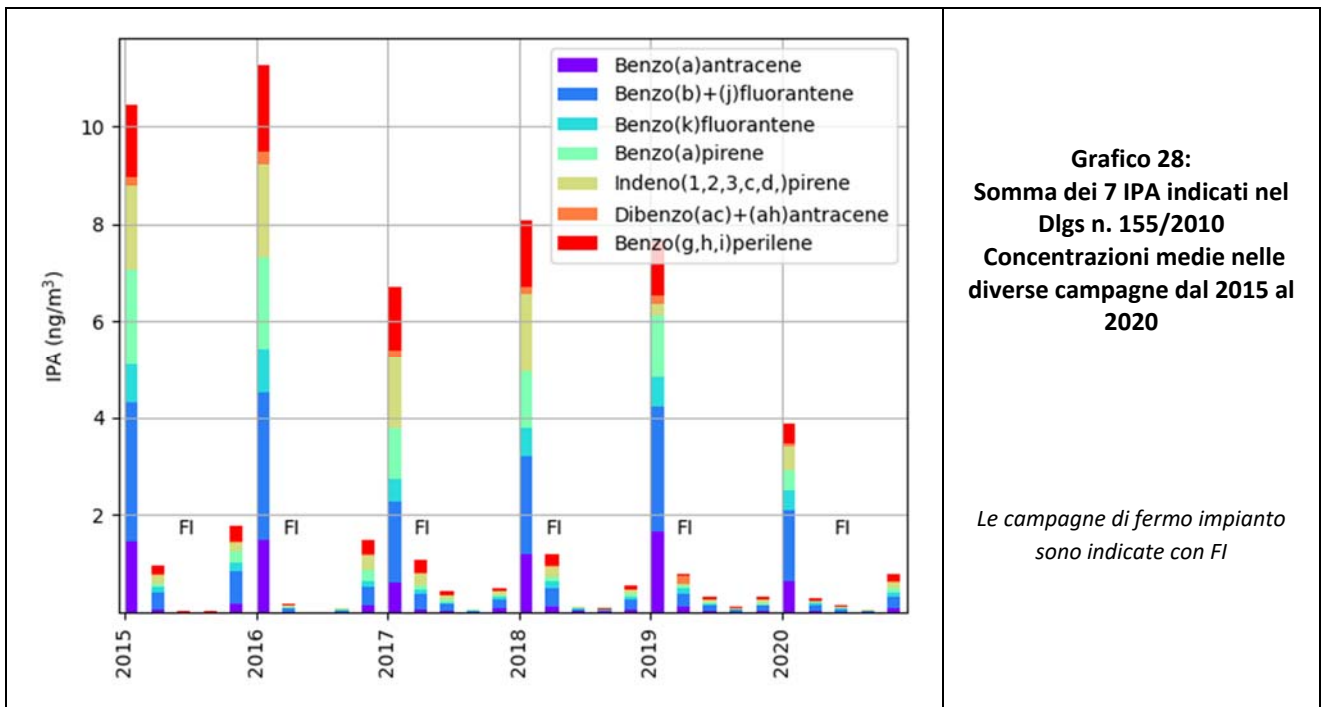
Il Dlgs 155/2010 puntualizza l'opportunità di misurare, contestualmente al Benzo(a)pirene, alcuni altri idrocarburi policiclici aromatici di rilevanza tossicologica – in particolare: benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene e dibenzo(a,h)antracene – per verificare la costanza dei rapporti nel tempo e nello spazio tra il benzo(a)pirene e gli altri idrocarburi policiclici aromatici.

Il metodo analitico utilizzato per la determinazione degli IPA prevede l'estrazione del materiale particolato (PM10) con solvente e la successiva purificazione su colonna di gel di silice. L'eluato così raccolto viene ripreso con un volume noto di toluene. La determinazione analitica finale viene effettuata per gascromatografia ad alta risoluzione interfacciata ad un rivelatore costituito da uno spettrometro di massa a bassa risoluzione. Lo standard di riferimento utilizzato consente di determinare – oltre agli IPA riportati nel Decreto, altri 16 composti. La Tabella 23 riporta le concentrazioni dei 23 IPA ricercati nei filtri raccolti in ciascuna delle cinque campagne del 2020 e, in ultima colonna, la media delle cinque campagne. Nella tabella gli IPA indicati dal decreto sono in colore azzurro, il benzo(a)pirene in colore rosso.

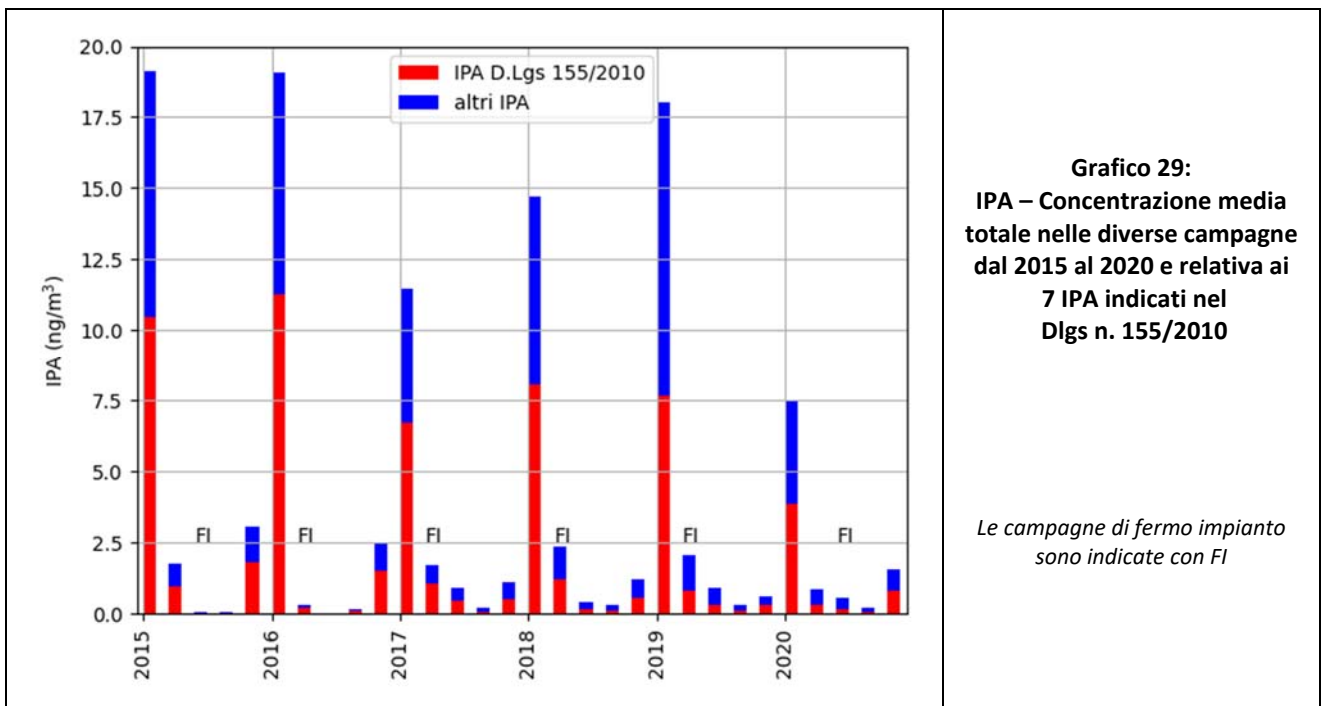
IPA	I campagna 21 gen ÷ 5 feb	II campagna 22 apr ÷ 2 mag	III campagna 13 ÷ 27 mag F.I.	IV campagna 9 ÷ 21 lug	V campagna 6 ÷ 22 ott	MEDIA 2020
	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
Naftalene	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0,0001
Acenaftilene	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0,0001
Acenaftene	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0,0001
Fluorene	<0.0001	0,0129	0,0068	<0.0001	<0.0001	0,0040
Fenantrene	0,0213	0,1286	0,1045	0,0075	0,061	0,0646
Antracene	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0,0001
Fluorantene	1,282	0,1423	0,1142	0,0377	0,2013	0,3555
Pirene	0,7178	0,1369	0,0891	0,0315	0,196	0,2343
Benzo(a)antracene	0,637	0,0232	0,0118	<0.0001	0,0823	0,1509
Ciclopenta(c,d)pirene	0,063	0,0073	0,0045	<0.0001	0,061	0,0272
Crisene	0,7815	0,0626	0,0434	0,025	0,1135	0,2052
Benzo(b)+(j)fluorantene	1,4618	0,1246	0,0489	0,0282	0,2388	0,3805
Benzo(k)fluorantene	0,4107	0,053	0,0142	0,0076	0,0935	0,1158
Benzo(e)pirene	0,6029	0,0592	0,0283	0,0166	0,1371	0,1688
Benzo(a)pirene	0,4072	<0.0001	0,0125	0,0055	0,0886	0,1028
Indeno(1,2,3,c,d,)pirene	0,4971	0,0424	0,0212	0,0086	0,1242	0,1387
Dibenzo(ac)+(ah)antracene	0,0511	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0,0155	0,0134
Benzo(g,h,i)perilene	0,4152	0,0434	0,0283	0,014	0,1349	0,1272
Dibenzo(a,l)pirene	0,0689	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0,0138
Dibenzo(a,e)fluorantene	0,0205	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0,0041
Dibenzo(a,e)pirene	0,022	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0,0044
Dibenzo(a,i)pirene	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0,0001
Dibenzo(a,h)pirene	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0,0001

Tabella 23: IPA – Concentrazioni medie di campagna e medie anno 2020 (ultima colonna)

Il grafico 28 mostra le concentrazioni, dal 2015 al 2020, dei 7 IPA indicati del Decreto come “di maggiore rilevanza tossicologica”:



Nel grafico 29, per ogni campagna di misura dal 2015 al 2020, sono riportati gli istogrammi delle concentrazioni medie totali, evidenziando il contributo dei 7 IPA del decreto:



2.3 – Microinquinanti organici: Policlorodibenzodiossine (PCDD) – policlorodibenzofurani (PCDF) e Policlorobifenili (PCB)

Diossine (PCDD) – Furani (PCDF) e Policlorobifenili (PCB), fanno parte della più ampia famiglia dei Composti Organici Persistenti (POPs). I POPs sono sostanze chimiche molto resistenti che, una volta immesse nell'aria, nell'acqua o nel terreno, a causa della loro scarsa degradabilità, permangono nell'ambiente per lungo tempo. Alcuni POPs, come i PCB, erano prodotti a scopo industriale, altri, come DIOX e furani, derivano dalla combustione di sostanze chimiche organiche e da processi industriali.

Il termine **Diossine – Furani** si riferisce ad un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati, divisi in due famiglie e simili per struttura, detti congeneri: 75 congeneri hanno struttura chimica simile a quella della policlorodibenzo-diossina (PCDD), 135 hanno struttura simile al policlorodibenzo-furano (PCDF). 17 di questi congeneri sono considerati tossicologicamente rilevanti. Le diossine sono immesse nell'ambiente da varie sorgenti e possono essere trasportate per lunghe distanze in atmosfera. In natura vengono rilasciate durante gli incendi boschivi e le eruzioni vulcaniche; le attività umane responsabili della loro formazione sono in generale riconducibili a processi di combustione incontrollata, ad esempio incendi.

Generalmente le diossine vengono rilevate, nelle diverse matrici ambientali, come sommatoria dei diversi congeneri. Da sottolineare che non tutti i congeneri sono tossici, e non lo sono alla stessa maniera. Per esprimere la tossicità dei singoli congeneri e della totalità del campione analizzato è stato introdotto il concetto di «fattore di tossicità equivalente (TEF)». I TEF si basano sulla considerazione che PCDD e PCDF sono composti che producono effetti tossici simili ed esprimono la tossicità di un determinato congenere rispetto al congenere più tossico – la 2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina) – a cui è assegnato il valore 1. In pratica, il valore di concentrazione di “diossina-equivalente” di un campione è ottenuto sommando i valori di concentrazione dei singoli congeneri dopo averli moltiplicati per i rispettivi TEF. Per i TEF sono stati proposti due schemi di classificazione, l'International TEF (I-TEF) e quello del WHO (WHO-TEF).

I **Policlorobifenili (PCB)** sono composti organici di sintesi clorurati, estremamente stabili, poco solubili in acqua e dalle ottime proprietà dielettriche. Per queste loro caratteristiche sono stati estensivamente impiegati, sin dagli anni '30, nel settore elettrico in qualità di isolanti ed in seguito come lubrificanti, in fluidi per impianti di condizionamento, nella preparazione delle vernici e nei sigillanti di giunti di edifici in calcestruzzo. Anche per i PCB è stato adottato il sistema TEF. In particolare, 12 PCB hanno proprietà tossicologiche molto simili a quelle delle diossine e per questo motivo vengono chiamati *PCB-DL (Dioxin Like)*. Per questi composti sono stati fissati dei TEF che valutano la tossicità in riferimento alla diossina 2,3,7,8-TCDD e quindi le concentrazioni di PCB espressi in funzione dei I-TEF possono essere sommati quelli delle diossine e dei furani. I TEF dei PCB-DL sono generalmente più bassi di quelli delle diossine, tuttavia i PCB sono di solito presenti in ambiente a livelli più elevati rispetto a diossine e furani.

Non esistono riferimenti normativi né a livello nazionale, né a livello europeo che regolamentino la presenza di diossine – furani e PCB in aria.

La Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale indica, per la concentrazione in aria (seduta del 12/02/1988), un livello di azione per PCDD e PCDF pari a 40 fg/m³ in unità I-TEQ (espresso in tossicità equivalente utilizzando i Fattori di Tossicità NATO del 1988, I-TEF), mentre l'OMS, per esposizioni prolungate nel tempo a concentrazioni maggiori o uguali di 300 fg WHO-TE/m³, suggerisce “di indagare la presenza di sorgenti da porre sotto controllo”.

Scarse sono anche le campagne di monitoraggio in aria ed estremamente frammentari i dati al riguardo: di seguito (Tabella 24) si riportano i valori di fondo di PCDD e PCDF rilevati in diverse località del Nord America (EPA) e concentrazioni in aria ambiente di PCB totali (Istituto Superiore di Sanità).

Rif.	Area	PCDD/PCDF WHO-TEF [fg/m ³]		PCB totali [pg/m ³]
EPA (doc. Apat 2006)	Urbana, Nord America	120 ± 94	range: 30 - 200	
	Rurale, Nord America	13	range: 4 - 20	
ISS	Rurale, Nord America			2 - 70
	Urbana/Ind. Germania			3300
	Rurale, Germania			3
	Urbana/Ind. Parigi			60 - 200
	Traffico intenso, Roma			1900 - 5400

Tabella 24 – Concentrazioni di fondo di PCDD/PCDF e di PCB totali

2.3.1 – Policlorodibenzodiossine (PCDD) – policlorodibenzofurani (PCDF)

In tabella 25 sono riportate le concentrazioni di ciascun analita ricercato espresse in fg/m³. Nel calcolo della media i composti inferiori al limite di rilevabilità (LR) sono stati considerati (cautelativamente) presenti per un valore pari alla metà del LR. Stesso:

PCDD e PCDF	I campagna 21 gen ÷ 5 feb	II campagna 22 apr ÷ 2 mag	III campagna 13 ÷ 27 mag F.I.	IV campagna 9 ÷ 21 lug	V campagna 6 ÷ 22 ott	MEDIA 2020
	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³
2.3.7.8 – T4CDD	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
1.2.3.7.8 – P5CDD	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
1.2.3.4.7.8 – H6CDD	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
1.2.3.6.7.8 – H6CDD	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
1.2.3.7.8.9 – H6CDD	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
1.2.3.4.6.7.8 – H7CDD	47,3	6,8	7,2	6,6	31,1	19,80
O8CDD	33,2	15,7	23,4	18,3	62,3	30,58
2.3.7.8 – T4CDF	9,4	<1,5	1,7	<1,5	2,6	3,04
1.2.3.7.8 – P5CDF	16,7	<1,5	<1,5	<1,5	4	4,59
2.3.4.7.8 – P5CDF	16	3	3	2,3	2,5	5,36
1.2.3.4.7.8 – H6CDF	9,2	<1,5	2,2	<1,5	4,2	3,42
1.2.3.6.7.8 – H6CDF	6,4	<1,5	<1,5	2,1	<1,5	2,15
2.3.4.6.7.8 – H6CDF	11,9	3,5	3,4	2,1	<1,5	4,33
1.2.3.7.8.9 – H6CDF	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
1.2.3.4.6.7.8 – H7CDF	33,2	5,8	7,2	<1,5	16,2	12,63
1.2.3.4.7.8.9 – H7CDF	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	2,5	1,10
O8CDF	16,7	<1,5	5,7	8,2	13,3	8,93

Tabella 25: Diossine (PCDD) e Furani (PCDF) – Concentrazioni medie di campagna e medie anno 2020 (ultima colonna)

Per tener conto della diversa tossicità dei congeneri è stato utilizzato il «fattore di tossicità equivalente (TEF)».

PCDD e PCDF sono composti che producono effetti tossici simili e il TEF indica quanto un determinato congenere è più tossico rispetto alla 2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina) a cui è assegnato il valore 1 (massima tossicità).

In tabella 26 la concentrazione di ogni congenere (riportata in tabella 25) è stata moltiplicata per il relativo I-TEF (International TEF - seconda colonna di tabella 26,), ottenendo il valore di concentrazione del congenere espresso in "diossina-equivalente" (dioxine like).

In blu è indicata la concentrazione del composto presente a livello inferiore al limite di rilevabilità (LR), considerato (cautelativamente) presente per un valore pari alla metà del LR.

PCDD e PCDF	I campagna 21 gen ÷ 5 feb		II campagna 22 apr ÷ 2 mag		III campagna 13 ÷ 27 mag F.I.		IV campagna 9 ÷ 21 lug		V campagna 6 ÷ 22 ott		MEDIA 2020
	I-TEF	I-TEF fg/m ³	I-TEF fg/m ³	I-TEF fg/m ³	I-TEF fg/m ³	I-TEF fg/m ³	I-TEF fg/m ³	I-TEF fg/m ³	I-TEF fg/m ³		
2.3.7.8 – T4CDD	1,0	0,7500	0,7500	0,7500	0,7500	0,7500	0,7500	0,7500	0,7500	0,750	
1.2.3.7.8 – P5CDD	0,5	0,3750	0,3750	0,3750	0,3750	0,3750	0,3750	0,3750	0,3750	0,375	
1.2.3.4.7.8 – H6CDD	0,1	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,075	
1.2.3.6.7.8 – H6CDD	0,1	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,075	
1.2.3.7.8.9 – H6CDD	0,1	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,075	
1.2.3.4.6.7.8 – H7CDD	0,01	0,4730	0,0680	0,0720	0,0660	0,3110	0,3110	0,3110	0,3110	0,198	
O8CDD	0,001	0,0332	0,0157	0,0234	0,0183	0,0623	0,0623	0,0623	0,0623	0,031	
2.3.7.8 – T4CDF	0,1	0,9400	0,0750	0,1700	0,0750	0,2600	0,2600	0,2600	0,2600	0,304	
1.2.3.7.8 – P5CDF	0,05	0,8350	0,0375	0,0375	0,0375	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,230	
2.3.4.7.8 – P5CDF	0,5	8,0000	1,5000	1,5000	1,1500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	2,680	
1.2.3.4.7.8 – H6CDF	0,1	0,9200	0,0750	0,2200	0,0750	0,4200	0,4200	0,4200	0,4200	0,342	
1.2.3.6.7.8 – H6CDF	0,1	0,6400	0,0750	0,0750	0,2100	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,215	
2.3.4.6.7.8 – H6CDF	0,1	1,1900	0,3500	0,3400	0,2100	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,433	
1.2.3.7.8.9 – H6CDF	0,1	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750	0,075	
1.2.3.4.6.7.8 – H7CDF	0,01	0,3320	0,0580	0,0720	0,0075	0,1620	0,1620	0,1620	0,1620	0,126	
1.2.3.4.7.8.9 – H7CDF	0,01	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,011	
O8CDF	0,001	0,0167	0,0008	0,0057	0,0082	0,0133	0,0133	0,0133	0,0133	0,009	
SOMMA		14,81	3,69	3,95	3,29	4,28	4,28	4,28	4,28	6,00	

Tabella 26: Diossine (PCDD) e Furani (PCDF) – Concentrazioni medie di campagna per congenere e come somma (ultima riga), medie anno 2020 (ultima colonna) espresse in I-TEF fg/m³

Nei grafici 30 – 31 e 32 sono rappresentati, rispettivamente:

- gli andamenti negli ultimi sei anni delle concentrazioni medie di campagna dei composti ricercati (Grafico 30);
- gli andamenti negli ultimi sei anni delle concentrazioni medie di campagna dei composti con I-TEF maggiore o uguale a 0,1 (Grafico 31);
- gli andamenti negli ultimi sei anni delle concentrazioni medie di campagna dei composti espresse come I-TEF, considerando tutti i congeneri, anche quelli inferiori al limite di rilevabilità (Grafico 32).

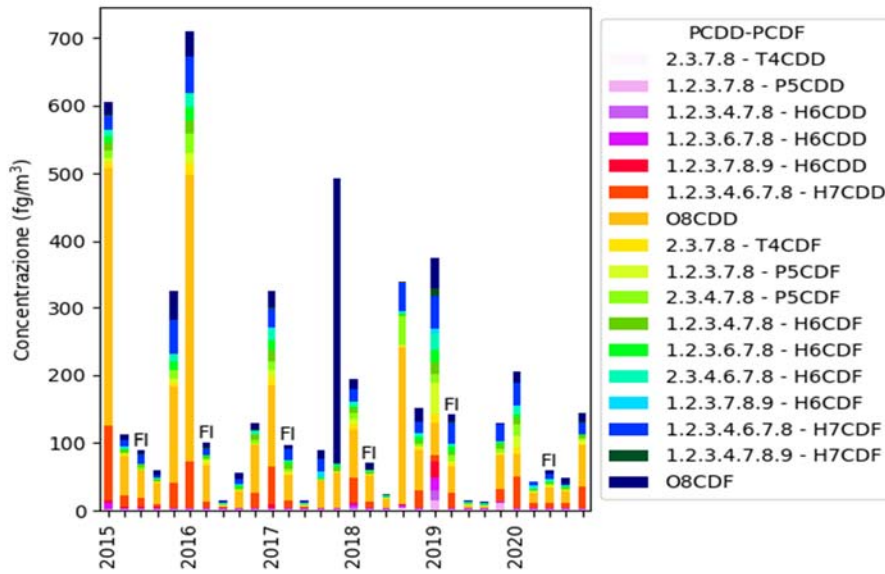


Grafico 30: PCDD-PCDF
Concentrazioni medie
nelle diverse campagne
dal 2015 al 2020 dei
congeneri ricercati

Le campagne di fermo impianto sono indicate con FI

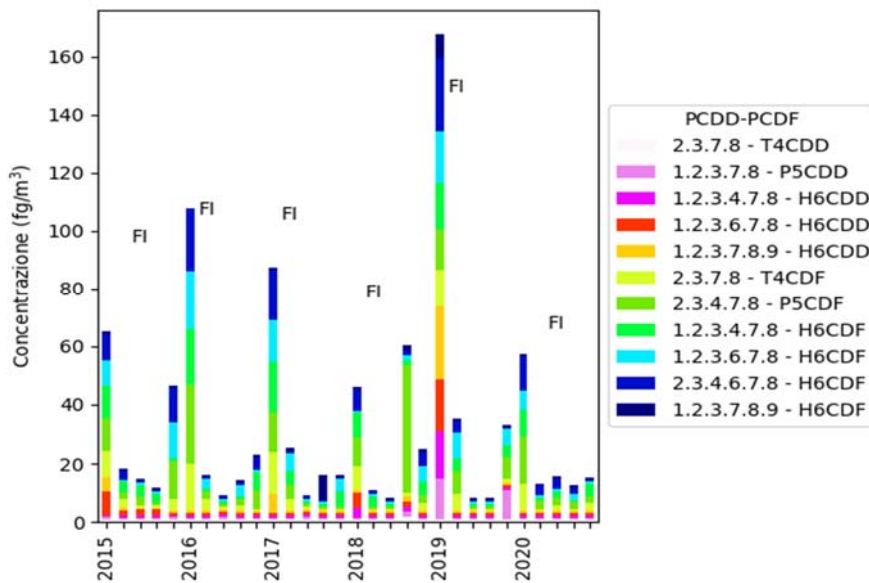


Grafico 31: PCDD-PCDF
Concentrazioni medie
nelle diverse campagne
dal 2015 al 2020 dei
congeneri con I-TEF ≥ 0,1

Le campagne di fermo impianto sono indicate con FI

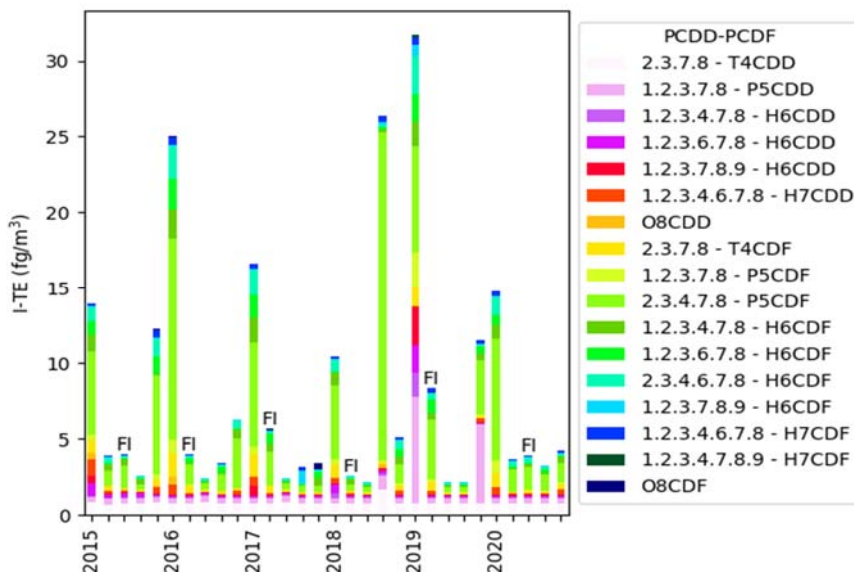


Grafico 32: PCDD-PCDF
Concentrazioni medie
espresse come I-TEF nelle
diverse campagne dal 2015
al 2020 considerando tutti
i congeneri
(anche quelli < LR)

Le campagne di fermo impianto sono indicate con FI

2.3.2 – Policlorobifenili (PCB)

Nel particolato PM10 sono stati ricercati anche i Policlorobifenili che, in termini di concentrazioni espresse in pg/m^3 , sono riportate in tabella 27; in blu sono indicati i congeneri di tipo coplanare. Per questi ultimi PCB, definiti anche PCB-Dioxin Like perché hanno caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche paragonabili alle Diossine ed ai Furani, sono disponibili i I-TEF (riportati in seconda colonna nella tabella).

PCB e PCB Dioxin like	Campagne						MEDIA 2020
	I-TEF	I campagna 21 gen ÷ 5 feb pg/m^3	II campagna 22 apr ÷ 2 mag pg/m^3	III campagna 13 ÷ 27 mag F.I. pg/m^3	IV campagna 9 ÷ 21 lug pg/m^3	V campagna 6 ÷ 22 ott pg/m^3	
#31+#28	/	0,72	0,4	1,1	0,85	0,77	0,77
#52	/	0,85	0,08	0,9	0,82	1,02	0,73
#95	/	1,49	0,1	1,54	1,11	1,87	1,22
#101	/	2,64	2,17	2,88	1,82	3,11	2,52
#99	/	1,17	1,22	1,02	0,66	3,37	1,49
#110	/	3,01	2,98	3,07	1,83	3,42	2,86
#151	/	0,52	0,25	0,7	0,32	0,65	0,49
#149	/	2,05	1,99	2,32	1,76	1,25	1,87
#146	/	0,35	0,31	0,35	0,2	0,15	0,27
#153 + #168	/	2,25	0,68	3,53	1,52	2,98	2,19
#138	/	2,83	3,69	3,86	2,14	3,16	3,14
#187	/	0,44	0,46	0,68	0,45	0,55	0,52
#183	/	0,24	0,23	0,35	0,21	0,27	0,26
#177	/	0,16	0,17	0,32	0,41	0,2	0,25
#180 + #193	/	0,68	0,6	0,95	0,72	0,66	0,72
#170	/	0,3	<0,03	0,34	0,2	0,29	0,23
		I-TEF pg/m^3	I-TEF pg/m^3	I-TEF pg/m^3	I-TEF pg/m^3	I-TEF pg/m^3	I-TEF pg/m^3
#81	0,0003	<0,03	<0,03	<0,03	<0,04	<0,03	0,01
#77	0,0001	0,15	0,18	0,13	0,14	0,22	0,16
#123	0,00003	0,16	0,13	0,07	<0,04	0,14	0,10
#118	0,00003	4,54	4,83	3,83	2,93	5,64	4,35
#114	0,00005	0,11	0,13	0,08	0,08	0,11	0,10
#105	0,00003	1,59	2,27	1,75	1,17	2,22	1,80
#126	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,04	0,04	0,02
#167 + #128	0,00003	0,08	0,13	0,13	0,13	0,11	0,12
#156	0,00003	0,2	0,3	0,28	0,28	0,29	0,27
#157	0,00003	0,06	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05
#169	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,04	<0,03	0,01
#189	0,00003	<0,03	<0,03	<0,03	<0,04	<0,03	0,01

Tabella 27: PCB e PCB Dioxin like - Concentrazioni medie di campagna e medie anno 2020 (ultima colonna)

Nella tabella 28 si riportano – per i PCB Dioxin like – le concentrazioni espresse in I-TEF fg/m³ relative alle singole campagne, alle medie del 2020 e alla somma (ultima riga).

PCB Dioxin like							MEDIA 2020
	I-TEF	I campagna 21 gen ÷ 5 feb I-TEF fg/m ³	II campagna 22 apr ÷ 2 mag I-TEF fg/m ³	III campagna 13 ÷ 27 mag F.I. I-TEF fg/m ³	IV campagna 9 ÷ 21 lug I-TEF fg/m ³	V campagna 6 ÷ 22 ott I-TEF fg/m ³	I-TEF fg/m ³
#81	0,0003	0,0045	0,0045	0,0045	0,0030	0,0045	0,0042
#77	0,0001	0,0150	0,0180	0,0130	0,0140	0,0220	0,0164
#123	0,00003	0,0048	0,0039	0,0021	0,0003	0,0042	0,0031
#118	0,00003	0,1362	0,1449	0,1149	0,0879	0,1692	0,1306
#114	0,00005	0,0055	0,0065	0,0040	0,0040	0,0055	0,0051
#105	0,00003	0,0477	0,0681	0,0525	0,0351	0,0666	0,0540
#126	0,1	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000	2,0000	1,5000
#167 + #128	0,00003	0,0024	0,0039	0,0039	0,0039	0,0033	0,0035
#156	0,00003	0,0060	0,0090	0,0084	0,0084	0,0087	0,0081
#157	0,00003	0,0018	0,0015	0,0015	0,0018	0,0006	0,0014
#169	0,03	0,4500	0,4500	0,4500	0,3000	0,4500	0,4200
#189	0,00003	0,0005	0,0005	0,0005	0,0003	0,0005	0,0005
SOMMA		2,17	2.21	2.16	2.76	2.74	2.41

Tabella 28: PCB Dioxin Like – Concentrazioni medie di campagna per congenere e come somma (ultima riga), medie anno 2020 (ultima colonna) espresse in I-TEF fg/m³

Nei grafici 33 e 34 sono rappresentati, rispettivamente:

- gli andamenti negli ultimi sei anni delle concentrazioni medie di campagna dei PCB – Dioxin Like in pg/m³ (senza fattore I-TEF – Grafico 33);
- gli andamenti negli ultimi sei anni delle concentrazioni medie di campagna dei composti dei PCB – Dioxin Like espressi in I-TEF (fg/m³) (Grafico 34).

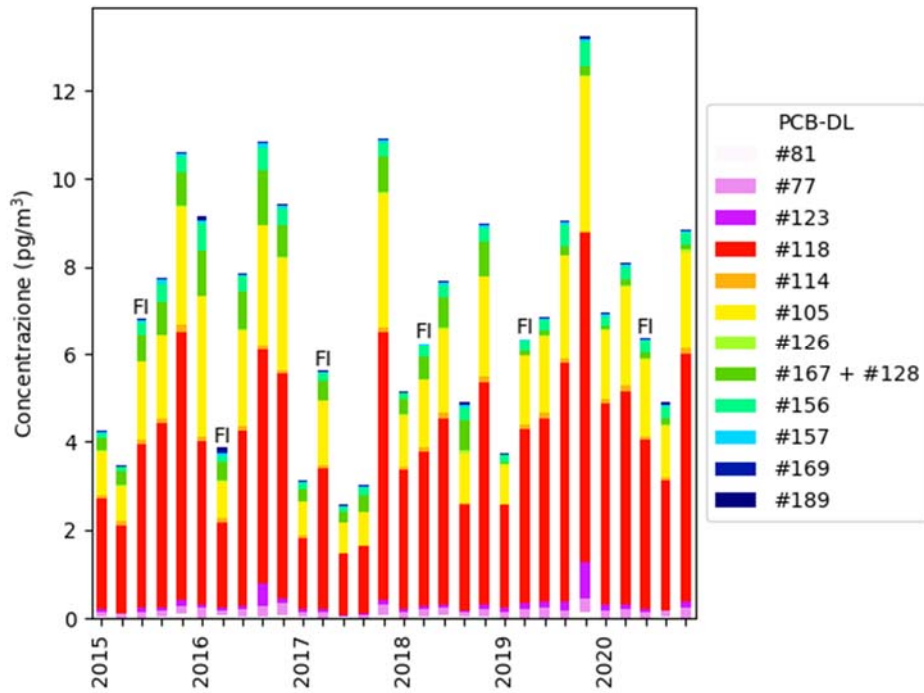


Grafico 33: PCB – Dioxin Like- Concentrazioni medie nelle diverse campagne dal 2015 al 2020 dei congeneri ricercati in pg/m³ (senza fattore I-TEF)

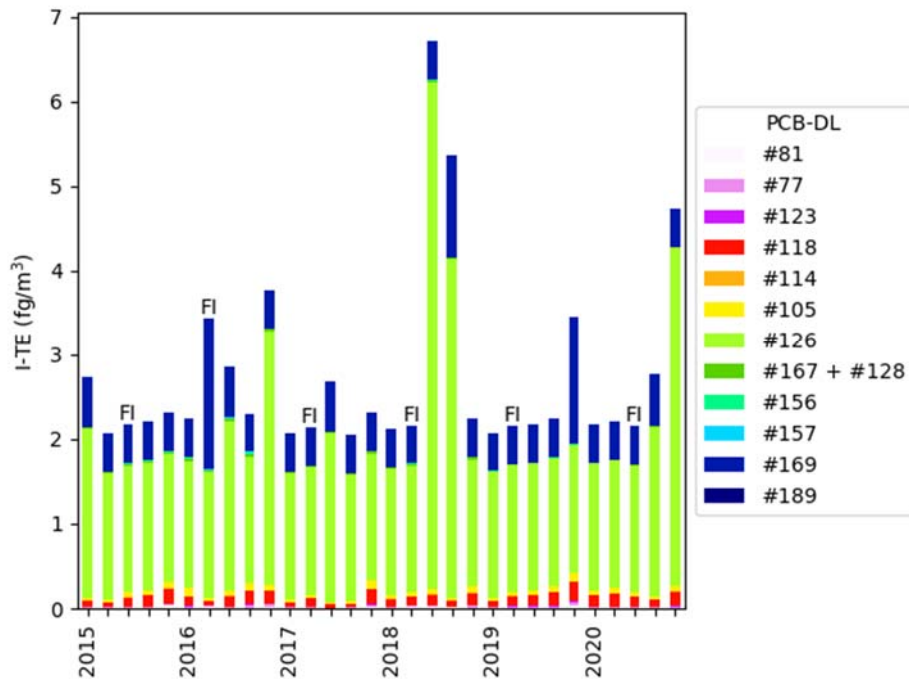






Grafico 34: PCB – Dioxin Like- Concentrazioni medie nelle diverse campagne dal 2015 al 2020 dei congeneri ricercati in in I-TEF fg/m³ (tenendo conto del fattore I-TEF)

CONCLUSIONI MONITORAGGIO ARIA

➔ **PM 10** - Nel 2020 la media annuale del PM 10 della stazione Hera ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$) rispetta il valore limite ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), come del resto le medie misurate nelle altre stazioni della RRQA. Negli ultimi cinque anni questo dato risulta stabile.



Il limite giornaliero (media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte in un anno) è stato raggiunto nella stazione Hera, mentre nella RRQA di Forlì è stato superato, in modo anche significativo, solo a Savignano (fondo sub-urbano), con 48 superamenti.

Sebbene la media annuale, già da diversi anni, si attesti attorno al valore di $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il PM 10 resta un inquinante critico su tutta la Regione, sia per i diffusi superamenti del limite di breve periodo sia per gli importanti effetti che questo inquinante ha sulla salute. Pertanto, considerata la classificazione dello IARC⁵ (classe 1) e le concentrazioni misurate, soprattutto in inverno, la valutazione sullo stato dell'indicatore è di attenzione e costante controllo.

Inquinante	Indicatore	2020	Trend
PM10	Concentrazione media annuale		
	Concentrazione media giornaliera		





➔ **PM 2.5** – La stazione industriale Hera rilava anche la frazione PM 2.5 del particolato, nonostante il PM 2.5 abbia una componente secondaria importante e si misuri, prevalentemente, in stazioni di fondo. Nel 2020 il valore limite della media annuale ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato rispettato, così come il “limite indicativo” ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$): situazione da consolidare, e possibilmente migliorare, anche nei prossimi anni.

I valori registrati nella stazione locale industriale sono in linea con quelli delle stazioni di fondo urbano e sub-urbano della rete di Forlì. La stagione più critica è quella invernale, quando le concentrazioni di PM 2.5 (anche nella stazione Hera) rappresentano oltre il 65% di quelle di PM 10 (percentuale che si attesta attorno al 50 % in estate). Considerata la classificazione di questo inquinante e le concentrazioni rilevate - se confrontate con i valori guida dell'OMS ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - la valutazione dello stato dell'indicatore – nonostante il rispetto del limite - è di attenzione e suggerisce un costante controllo.



Inquinante	Indicatore	2020	Trend
PM 2.5	Concentrazione media annuale		

5 A luglio 2013 la rivista Lancet Oncology ha pubblicato i risultati di uno studio molto ampio, condotto in 36 diversi centri europei, che ha coinvolto circa 300.000 persone tra i 43 e i 73 anni in nove Paesi (<https://www.airc.it/cancro/informazioni-tumori/corretta-informazione/inquinamento-atmosferico>). Per l'Italia ha partecipato il gruppo di epidemiologi dell'Istituto Nazionale Tumori di Milano diretto da Vittorio Krogh. I dati ottenuti, che fanno parte del progetto ESCAPE (European Study of Cohortes for Air Pollution Effects), riguardano persone tenute in osservazione per 13 anni. Sono stati registrati i cambi di residenza e le abitudini di vita di ogni persona, per mettere in relazione l'eventuale comparsa di un tumore polmonare con il grado di inquinamento delle aree in cui hanno abitato. Nel corso del periodo di osservazione si sono ammalate di cancro al polmone 2.095 persone. Di ognuna di esse è stata studiata l'esposizione alle cosiddette polveri sottili (PM 10 e PM 2.5), legate soprattutto all'inquinamento da traffico, ma anche ad altre sostanze prodotte dai riscaldamenti o dalle industrie. Il risultato è chiaro: per ogni incremento di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM 2.5, il rischio relativo di ammalarsi di tumore al polmone aumenta del 18%, mentre cresce del 22% a ogni aumento di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM 10. I risultati dicono anche che non esistono limiti al di sotto dei quali l'effetto nocivo svanisce: si sono infatti registrati incrementi dei casi di cancro al polmone anche in gruppi esposti a un livello di inquinamento inferiore ai limiti massimi di norma secondo l'attuale legislazione europea (pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM 10 e a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM 2.5), limiti che peraltro vengono facilmente superati per molti giorni di seguito in molte città italiane. I risultati hanno portato l'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) ad annunciare il 17 ottobre 2013 di avere incluso l'inquinamento atmosferico e le polveri sottili (il cosiddetto particolato) tra le sostanze di classe 1, ovvero quelle sicuramente cancerogene.



→ **NO₂** – Il biossido di azoto, inquinante che ha anche importanti interazioni sul ciclo di formazione del particolato e dell’ozono (O₃), viene misurato nella stazione Hera e in tutte le stazioni della Rete di Forlì. Il valore limite orario (200 µg/m³ da non superare per più di 18 ore in un anno) e quello della media annuale (40 µg/m³) è sempre stato rispettato. Le concentrazioni di NO₂ misurate nella stazione Hera sono ben correlate con quelle della stazione di fondo urbano di Forlì (Parco Resistenza). Nonostante i valori contenuti è comunque importante mantenere alta l’attenzione su questo inquinante, sia perché l’NOx è uno dei precursori del particolato secondario e del O₃, sia per le criticità ancora riscontrate a livello regionale.

<i>Inquinante</i>	<i>Indicatore</i>	<i>2020</i>	<i>Trend</i>
NO₂	Concentrazione media annuale		
	Concentrazione media oraria		

→ **CO** – L’attuale configurazione della Rete Regionale prevede la misura del monossido di carbonio (CO) nella sola postazione di traffico urbano, dove potenzialmente la concentrazione di tale inquinante è più elevata. Nella rete di Forlì il monossido di carbonio è misurato nella stazione “Roma” ed anche nella stazione locale Hera. Le concentrazioni nelle due stazioni mostrano una costante diminuzione delle statistiche calcolate e il valore limite per la protezione della salute umana è ampiamente rispettato già da molti anni.

<i>Inquinante</i>	<i>Indicatore</i>	<i>2020</i>	<i>Trend</i>
CO	Massimo delle concentrazioni orarie su 8 h		



→ **Hg** – Come già richiamato, il mercurio è uno degli inquinanti per i quali la legislazione sulla qualità dell’aria ambiente non fissa limiti, limitandosi a dare indicazioni sulle modalità di monitoraggio. Pertanto, i valori rilevati in corrispondenza della stazione Hera sono confrontati con dati di bibliografia. Da tale confronto si evince che le medie annue, calcolate a partire dai dati orari, (nel 2020 uguale a 1,9 ng/m³) sono decisamente inferiori ai valori riportati in bibliografia per le postazioni industriali (siti impattati) e all’interno del range caratteristico delle aree urbane (1,2 – 3,7 ng/m³).

<i>Inquinante</i>	<i>Indicatore</i>	<i>2020</i>	<i>Trend</i>
Hg	Medie orarie		

→ **Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Nichel (Ni)** – Le concentrazioni medie dei metalli, ricercati nel PM 10 durante le cinque campagne di misura del 2020, risultano essere in linea con i dati rilevati negli anni precedenti. Sono abbondantemente inferiori ai valori limite/obiettivo di legge, sia come dato riferito alla singola campagna che come valore medio annuale di misure indicative ed anche inferiori ai valori del 2019. Rispetto ai riferimenti normativi, pertanto, non si riscontrano particolari criticità anche se, considerata la classificazione di alcuni di essi da parte dello IARC e il trend stazionario (non in diminuzione) la valutazione dell’indicatore sta a suggerire l’opportunità di continuare il monitoraggio.



In relazione al monitoraggio discontinuo che viene effettuato nell’ambito della convenzione, si sottolinea come potrebbe essere più efficace ed efficiente determinare le concentrazioni dei metalli (così come le concentrazioni dei microinquinanti) sui filtri raccolti dalla strumentazione già installata all’interno della stazione (SWAM). I filtri campionati nel mese (a parte durante il fermo impianto, quando i filtri vanno tenuti

distinti) possono essere uniti ed effettuare le analisi sul campione accorpato. Questo consentirebbe, non solo di passare da misure indicative ad un vero e proprio monitoraggio, ma di valutare anche l'andamento mensile delle concentrazioni degli inquinanti ricercati (metalli, IPA, PCB,...) e confrontarli con altri dati disponibili sul territorio; il particolato della RRQA di Ravenna, infatti, viene processato in questo modo già da diversi anni e potrebbe costituire una utile base di riferimento.

<i>Inquinante</i>	<i>Indicatore</i>	<i>2020</i>	<i>Trend</i>
Metalli	Misure indicative della concentrazione sul PM10 di alcuni metalli (As, Cd, Ni, Pb)		

➔ **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)** - Nel 2020 il valore obiettivo di 1 ng/m³ come media annuale della concentrazione del Benzo(a)pirene, valido a partire dal 2012, è stato rispettato durante le campagne di misura. Nella prima campagna (21 gennaio – 5 febbraio 2020) la concentrazione media di B(a)P del periodo è stata circa la metà del valore obiettivo (0.4 ng/m³), mentre nelle altre campagne è stato decisamente inferiore, tanto da attestare la media totale a 0.1 ng/m³. La concentrazioni dell'ultimo anno sono contenute, ma l'indicatore tiene conto della classificazione dell'inquinante come accertato cancerogeno.

Si ribadisce, anche per questa famiglia di inquinanti, l'osservazione fatta sui metalli sul passaggio da misure indicative a vero e proprio monitoraggio.





<i>Inquinante</i>	<i>Indicatore</i>	<i>2020</i>	<i>Trend</i>
BaP	Misure indicative della concentrazione sul PM10 di IPA e Benzoapirene		

➔ **Policlorodibenzodiossine (PCDD) - policlorodibenzofurani (PCDF) e Policlorobifenili (PCB)** - Nel 2020 le concentrazioni medie dei congeneri ricercati risultano inferiori ai valori limite consigliati dalla Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale e ai valori di fondo riportati in letteratura.

Non si sono riscontrati particolari criticità e, in alcuni casi, le concentrazioni sono inferiori al limite di quantificazione strumentale⁶.

La valutazione dell'indicatore, date le caratteristiche di questi composti, non può essere classificata positiva anche se il trend risulta sostanzialmente invariato.

Anche in considerazione della necessità di avere valori di riferimento locali, si sottolinea l'importanza di mantenere un sistematico controllo dei POP's e, quindi, della prosecuzione delle attività di monitoraggio magari con modalità di campionamento più rappresentative della situazione media annuale, ribadendo quanto già detto per i metalli in termini di modalità di campionamento ed analisi.

<i>Inquinante</i>	<i>Indicatore</i>	<i>2020</i>	<i>Trend</i>
PCDD - PCDF	Misure indicative della concentrazione sul PM10 di diossine e furani		
PCB	Misure indicative della concentrazione sul PM10 di policlorobifenili		

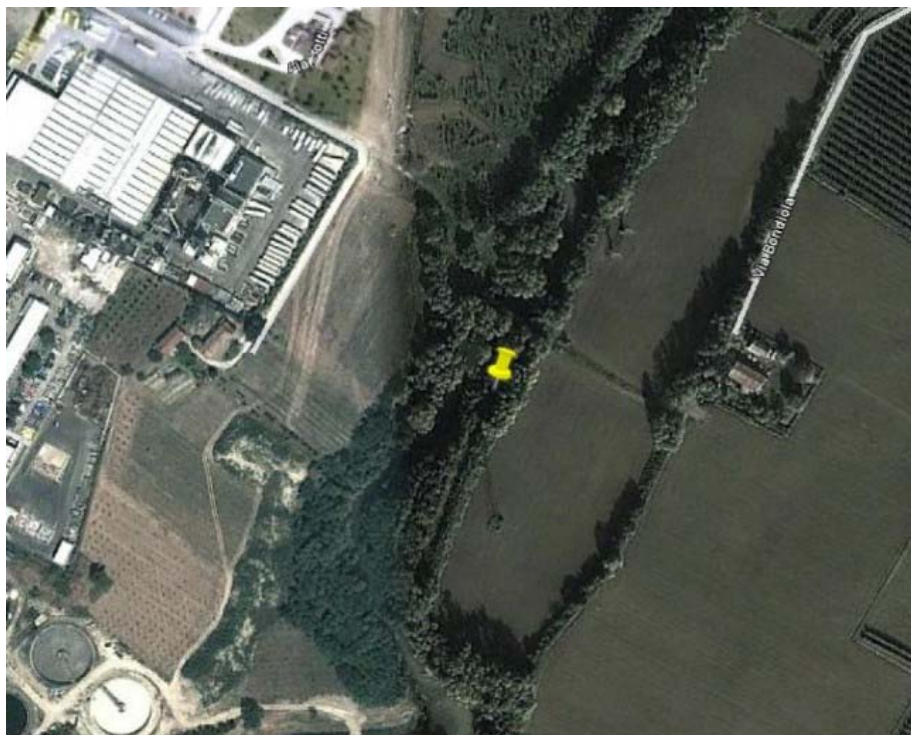
⁶ Il metodo e la strumentazione analitica utilizzata consentono di determinare concentrazioni dell'ordine di qualche femtogrammo [fg = 10⁻¹⁵ g], cioè di qualche milionesimo di miliardesimo di grammo ☒ Limite di Quantificazione [L.Q.]

3 – SUOLO: CAMPIONAMENTO PER LA RICERCA DI METALLI E MICROINQUINANTI

In ottemperanza a quanto previsto dal Piano di monitoraggio e controllo, è stato prelevato un campione di terreno da sottoporre alla ricerca sia di metalli pesanti e microelementi, sia di microinquinanti organici.

Il punto di prelievo, riportato nella figura sotto, è situato presso l'argine del fiume Ronco in prossimità della Via Bondiola ed è stato individuato ricercando un terreno non coltivato all'interno della zona di massima ricaduta delle emissioni stimata con un modello di diffusione. Ha le seguenti coordinate:

UTM 32 X : 747130 ; Y : 902528.



Il campionamento è stato effettuato in un'area di 4 x 3 metri circa dove sono stati individuati cinque punti di prelievo. Previa rimozione del manto erboso e dell'apparato radicale, sono stati prelevati cinque incrementi di terra nei primi 10 cm di profondità. Successivamente gli incrementi sono stati miscelati con il metodo della quartatura.

Sui campioni prelevati sono stati determinati:

- metalli e microelementi
- idrocarburi policiclici aromatici (IPA);
- policlorodibenzodiossine (PCDD- diossine) – policlorodibenzofurani (PCDF – furani);
- policlorobifenili (PCB).

Di seguito si riportano, in forma tabellare (Tabelle 29 ÷ 32), le concentrazioni riscontrate nei quattro campioni fino ad ora effettuati, dal 2014 al 2020.

Metalli e microelementi nella sostanza secca	28 mar 2014	17 giu 2016	09 mag 2018	01 giu 2020
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Arsenico	5	6	6	5
Boro	30	49	27	32
Bario	164	161	150	136
Cadmio totale	<0.2	0,2	0,2	0.2
Cobalto	11	10	9	8
Cromo totale	60	64	52	50
Piombo totale	53	16	16	15
Manganese	721	663	598	613
Nichel totale	46	43	41	37
Rame totale	28	26	23	23
Vanadio	46	52	48	42
Zinco totale	70	68	61	55

Tabella 29: Metalli e Microelementi
Concentrazioni di metalli pesanti e microelementi nei quattro campioni di terreno effettuati dal 2014 al 2020

(frequenza biennale).

IPA nella sostanza secca	28 mar 2014	17 giu 2016	09 mag 2018	01 giu 2020
	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
naftalene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
acenaftilene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
acenaftene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
fluorene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
fenantrene	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01
antracene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
fluorantene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
pirene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
benzo(a)antracene	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
crisene	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
benzo(b+j)fluorantene	0,01	0,01	< 0,01	0,01
benzo(k)fluorantene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
benzo(a)pirene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
indeno	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
dibenzo(ac+ah)antracene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
benzo(ghi)perilene	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01
dibenzo(al)pirene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
dibenzo(ae)pirene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
dibenzo(ai)pirene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
dibenzo(ah)pirene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Tabella 30: IPA
Concentrazioni di IPA nei quattro campioni di terreno effettuati dal 2014 al 2020

(frequenza biennale).

NOTA: la maggior parte dei valori sono inferiori al limite di rilevanza strumentale

Diossine e Furani nella sostanza secca	I-TEF	28 mar 2014		17 giu 2016		09 mag 2018		01 giu 2020	
		pg/g	I-TEF pg/g	pg/g	I-TEF pg/g	pg/g	I-TEF pg/g	pg/g	I-TEF pg/g
2,3,7,8 T4CDD	1	<0.9	0.45	<0.6	0.30	<0.2	0.10	<0.4	0.2
1,2,3,7,8 P5CDD	0.5	<0.9	0.23	<0.6	0.15	<0.2	0.05	12.6	6.3
1,2,3,4,7,8 H6CDD	0.1	11.8	1.18	<0.7	0.04	<0.1	0.01	<0.4	0.02
1,2,3,6,7,8 H6CDD	0.1	<1.2	0.06	4.6	0.46	<0.1	0.01	2.0	0.2
1,2,3,7,8,9 H6CDD	0.1	<1.3	0.07	<0.7	0.04	<0.1	0.01	1.8	0.18
1,2,3,4,6,7,8 H7CDD	0.01	13.3	0.13	8.0	0.08	<0.1	0.001	35.5	0.36
O8CDD	0.001	36.6	0.04	20,3	0,02	9.2	0,009	146.0	0.15
2,3,7,8 T4CDF	0.1	<1	0.05	<0,6	0,03	<0.2	0,01	1.2	0.12
1,2,3,7,8 P5CDF	0.05	<1	0.03	<0,6	0,02	<0.2	0,005	2.1	0.11
2,3,4,7,8 P5CDF	0.5	<1	0.25	<0,6	0,15	<0.2	0,05	1.6	0.8
1,2,3,4,7,8 H6CDF	0.1	<1.6	0.08	<0,7	0,04	<0.2	0,01	2.6	0.26
1,2,3,6,7,8 H6CDF	0.1	<1.6	0.08	<0,7	0,04	<0.2	0,01	<0.4	0.02
2,3,4,6,7,8 H6CDF	0.1	9.0	0.9	<0,7	0,04	<0.2	0,01	6.2	0.62
1,2,3,7,8,9 H6CDF	0.1	<1.6	0.08	<0,7	0,04	<0.2	0,01	2.4	0.24
1,2,3,4,6,7,8 H7CDF	0.01	19.1	0.19	5.9	0,06	<0.2	0,001	25.5	0.26
1,2,3,4,7,8,9 H7CDF	0.01	<1.6	0.01	1.6	0,02	<0.2	0,001	4.4	0.04
OCDF	0.001	3.3	0.003	9.7	0,01	3.4	0,003	0.4	0.0004
TOTALE			3.8		1.5		0.3		9.9

Tabella 31: PCDD- PCDF – Concentrazioni e concentrazioni espresse in tossicità equivalente di diossine e furani nei quattro campioni di terreno effettuati dal 2014 al 2020

PCB e PCB Dioxin Like nella sostanza secca	I-TEF	28 mar 2014		17 giu 2016		09 mag 2018		01 giu 2020	
		pg/g	I-TEF fg/g	pg/g	I-TEF fg/g	pg/g	I-TEF fg/g	pg/g	I-TEF fg/g
#31+28	/	<0,3		<1		<1		<1	
#52	/	<0,3		<1		<1		<1	
#95	/	<0,3		<1		<1		<1	
#99	/	<0,3		<1		<1		<1	
#101	/	<0,3		<1		<1		<1	
#110	/	<0,3		<1		<1		<1	
#138	/	<0,3		<1		<1		<1	
#146	/	<0,3		<1		<1		<1	
#149	/	<0,3		<1		<1		<1	
#151	/	<0,3		<1		<1		<1	
#153+#168	/	<0,3		<1		<1		<1	
#170W	/	<0,3		<1		<1		<1	
#177	/	<0,3		<1		<1		<1	
#180W+#193	/	<0,3		<1		<1		<1	
#183	/	<0,3		<1		<1		<1	
#187	/	<0,3		<1		<1		<1	
#77W	0,0001	<0,3	0,015	<1	0,05	<1	0,05	<1	0,05
#81W	0,0003	<0,3	0,045	<1	0,15	<1	0,15	<1	0,15
#105W	0,00003	<0,3	0,0045	<1	0,015	<1	0,015	<1	0,015
#114W	0,00003	<0,3	0,0045	<1	0,015	<1	0,015	<1	0,015
#118W	0,00003	<0,3	0,0045	<1	0,015	<1	0,015	<1	0,015
#123W	0,00003	<0,3	0,0045	<1	0,015	<1	0,015	<1	0,015
#126W	0,1	<0,3	15	<1	50	<1	50	<1	50
#156W	0,00003	<0,3	0,0045	<1	0,015	<1	0,015	<1	0,015
#157W	0,00003	<0,3	0,0045	<1	0,015	<1	0,015	<1	0,015
#128+167W	0,00003	<0,3	0,0045	<1	0,015	<1	0,015	<1	0,015
#169W	0,03	<0,3	4,5	<1	15	<1	15	<1	15
#189W	0,00003	<0,3	0,0045	<1	0,015	<1	0,015	<1	0,015

NOTA: tutti i valori sono inferiori al limite di rilevabilità strumentale

Tabella 32: PCB e PCB Dioxin Like- Concentrazioni e concentrazioni espresse in tossicità equivalente per PCB e PCB-DL nei quattro campioni di terreno effettuati dal 2014 al 2020

Le concentrazioni di metalli e microinquinanti misurate nel suolo risultano piuttosto stabili, anche se un campionamento di terreno, effettuato con cadenza biennale, è poco significativo per valutare eventuali deposizioni secche ed umide riconducibili al dilavamento ed alla deposizione di particolato proveniente dalle emissioni dell'inceneritore. Infatti, gli inquinanti atmosferici emessi dalle diverse sorgenti (comprese le sorgenti puntuali, ovvero i camini), oltre ad essere trasportati dai venti a distanza, possono ricadere al suolo a causa di particolari processi chimico-fisici, detti genericamente "deposizioni".

I processi di deposizione comprendono le "deposizioni umide" - che si verificano in presenza delle precipitazioni atmosferiche (pioggia, neve, nebbia) - e le "deposizioni secche" che avvengono per azione della sedimentazione gravitazionale.

Quale elemento di valutazione della qualità dell'aria ambiente, il DLgs 155/2010 ha previsto il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche risultanti dall'insieme di processi chimico-fisici attraverso i quali le sostanze inquinanti presenti nell'aria sotto forma di particelle, aerosol o gas passano al suolo o ad altri tipi di superfici (vegetazione, corpi idrici, edifici). Tale monitoraggio ha l'obiettivo di valutare l'accumulo degli inquinanti nel suolo e l'esposizione indiretta della popolazione attraverso la catena alimentare, in particolare per metalli e microinquinanti considerati critici per la loro tossicità (riconosciuti cancerogeni e genotossici) e può essere finalizzato a valutare gli impatti ambientali apportati da nuove sorgenti emissive antropiche.

Per monitorare l'entità e gli andamenti temporali delle deposizioni degli inquinanti prevalentemente legati all'attività di un'azienda, l'individuazione dei punti di raccolta delle deposizioni si basa su una valutazione modellistica di dispersione nell'atmosfera e deposizione delle polveri emesse dall'azienda stessa. Pur ottimizzando i punti di prelievo, occorre comunque tener conto che – così come per gli inquinanti in aria – alle concentrazioni di metalli e microinquinanti rilevate nelle deposizioni concorrono anche le altre fonti urbane di emissione presenti nell'area, in particolare le emissioni di altre aziende, il traffico veicolare (gas di scarico, usura di freni, frizioni e pneumatici) e gli impianti di combustione domestici. Per questo motivo sarebbe importante effettuare le misure almeno in due postazioni: in corrispondenza di un'"area di bianco", ovvero non interessata dalle ricadute e un'altra nell'area di massima ricaduta degli inquinanti emessi dalla emissione oggetto di studio.

Per campionare le deposizioni totali (secche ed umide) si utilizza un deposimetro di tipo bulk, un sistema di campionamento 'passivo' (non necessita di alimentazione elettrica) costituito da un imbuto e da un contenitore di capacità pari a 10 litri collegati tra loro. Il materiale del "BULK" si differenzia a seconda delle analisi che devono essere effettuate sui campioni raccolti: imbuto e contenitore sono in polietilene ad alta densità (HDPE) per la determinazione di microinquinanti inorganici (metalli) e in vetro pyrex silanizzabile per i microinquinanti organici. Per proteggere il campione dall'esposizione alla luce e al calore, con conseguente formazione di alghe, bottiglia e imbuto sono alloggiati dentro un recipiente cilindrico in materiale plastico opaco, il cui bordo superiore si trova all'altezza del bordo dell'imbuto. Il color chiaro e l'intercapedine d'aria tra tubo e sistema di raccolta minimizzano il riscaldamento del campione raccolto; inoltre un anello esterno di protezione anti-danneggiamento posto sulla parte superiore serve per la protezione da animali e, in particolare, per impedire agli uccelli di utilizzare come posatoio il bordo del campionatore. L'altezza della bocca dell'imbuto del deposimetro dal piano campagna è compresa tra 1,5 e 2 metri.

Per la localizzazione del deposimetro in relazione alla distanza da ostacoli, strutture, alberi di altezza superiore al livello della bocca dell'imbuto si fa riferimento a quanto previsto dalla norma UNI EN 15841:2010.

Il tempo di esposizione è, di norma, pari a un mese.

Trascorso tale periodo si provvede a raccogliere il campione da analizzare, procedendo ad un accurato lavaggio della superficie interna dei deposimetri e rimuovendo i corpi estranei eventualmente presenti.

La soluzione acquosa ottenuta dall'unione dell'acqua piovana presente nel contenitore di raccolta e della soluzione proveniente dal lavaggio del deposimetro viene filtrata e ogni filtro mineralizzato. Si procede, quindi, all'analisi chimica sia della soluzione di mineralizzazione del filtro che della soluzione acquosa filtra-

ta. Per ogni inquinante la deposizione totale è data dalla somma dei contributi rilevati nel filtro e nella soluzione filtrata.

Sebbene il DLgs 155/2010 definisca metodi comuni per la valutazione della deposizione di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici e per la raccolta di informazioni esaurienti in merito alle deposizioni di tali sostanze, non prevede valori limite o valori obiettivo per le deposizioni atmosferiche totali. E' quindi importante raccogliere riferimenti locali che consentano di valutare le variazioni di concentrazione di inquinanti nelle deposizioni in funzione dell'area di monitoraggio e/o dei limiti alla emissioni delle aziende che insistono su un'area.

Per questo motivo si propone, in sostituzione delle analisi del terreno, di prevedere – in occasione della prossima convenzione – il monitoraggio delle deposizioni totali in corrispondenza di due postazioni (bianco e massima ricaduta delle emissioni dell'inceneritore di Hera).