Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Regione del Veneto

Studio e determinazione delle ricadute dell'impianto di termovalorizzazione di Schio

Comune di Schio

ANNO 2017-2018

RELAZIONE TECNICA

ARPAV

Commissario Straordinario

Luciano Gobbi

Direttore Tecnico

Carlo Terrabujo

Dipartimento Provinciale di Vicenza

Paola Salmaso

Progetto e realizzazione:

Servizio Monitoraggio e Valutazioni

Ugo Pretto

Francesca Mello, Pietro Barazza

Con la collaborazione di:

Servizio Osservatorio Aria

Salvatore Patti

Francesca Liguori

Servizio Centro Meteorologico

Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale

Maria Sansone

Dipartimento Regionale Laboratori

Francesca Daprà

In copertina
Schio, via Capitello di sotto

La presente Relazione tecnica può essere riprodotta solo integralmente. L'utilizzo parziale richiede l'approvazione scritta del Dipartimento ARPAV Provinciale di Vicenza e la citazione della fonte stessa

Sommario

Sommario ..... **iii**

Notazioni ..... **iv**

1. Obiettivi generali **5**

2. Introduzione **5**

3. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento **6**

3.1. Normativa PM10, As, Cd, Ni, e Pb nel PM10, IPA nel PM10 6

3.2. Riferimenti Diossine, Furani e PCB DL 6

4. Studio Modellistico per l'individuazione di due punti di monitoraggio **7**

5. Siti di monitoraggio e tempistiche di realizzazione **9**

6. Contestualizzazione meteo climatica dell'area **11**

6.1. Situazione meteorologica 11

6.2. Analisi delle precipitazioni e dei venti nel periodo 12

7. Risultati del monitoraggio **17**

7.1. Premesse generali sull'elaborazione dei dati 17

7.2. PM10 17

7.3. Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo nel PM10 19

7.4. Nichel e Piombo nel PM10: valutazione della differenza tra siti 20

7.5. IPA nel PM10 21

7.6. Diossine (PCDD), Furani (PCDF) e Policlorobifenili (PCB-DL) 22

7.6.1. I risultati espressi in Concentrazione 22

7.6.2. I risultati espressi in Tossicità Equivalente 23

7.6.3. Il contributo dei singoli congeneri 25

8. Conclusioni **27**

9. Riferimenti bibliografici **28**

Notazioni

SIGLA	DENOMINAZIONE
B(a)P	Benzo(a)pirene
IPA	Idrocarburi Policiclici Aromatici
ITEQ	Tossicità Equivalente secondo NATO/CCMS
LR	limite di rivelabilità
PCB DL	Policlorobifenili diossina simili (Dioxin Like)
PCDD/F	Policlorodibenzodiossine e Policlorodibenzofurani
PM10	Acronimo dall'inglese "Particulate Matter", miscuglio di particelle solide e liquide sospese nell'aria ed aventi diametro inferiore o uguale a 10 µm
TEF	Fattore di Tossicità Equivalente
TEQ	Tossicità Equivalente
WHO	Organizzazione Mondiale della Sanità (World Health Oraganization)
WHO TEQ	Tossicità Equivalente secondo tabella WHO
$\mu g/m^3$	microgrammi/metro cubo = 10^{-6} g/m^3
ng/m^3	nanogrammi/metro cubo = 10^{-9} g/m^3
fg/m^3	femtogrammi/metro cubo = 10^{-15} g/m^3

1. Obiettivi generali

La presente relazione riporta i risultati ottenuti da ARPAV relativamente alla "*Convenzione per l'effettuazione di modellistica ed analisi campioni da immissioni in atmosfera*", approvata con Deliberazione del Direttore Generale N. 3 del 09-01-2017 (di seguito Convenzione).
La Convenzione, nelle intenzioni del Comune di Schio, riguarda *"… approfondimenti sulla qualità di varie matrici ambientali, in particolare dell'aria, il cui obiettivo principale è quello di aumentare la conoscenza sulle ricadute degli inquinanti emessi dall'impianto di termodistruzione di Schio*" (cfr. Premesse).

2. Introduzione

Il lavoro si è sviluppato a partire dall'individuazione di due punti di monitoraggio.
Parte integrante è stato lo studio modellistico delle ricadute del termovalorizzatore.
La presente relazione descrive pertanto gli esiti dell'attività svolta a Schio che ha coperto un arco temporale di un anno, suddiviso in quattro periodi da 15 gg. ciascuno, a cavallo tra settembre 2017 e giugno 2018.
Di seguito si dà conto degli aspetti specifici della campagna.
Nelle conclusioni è riportato un giudizio sintetico sugli esiti del monitoraggio.
La presente relazione apporta modeste modifiche alla precedente in edizione ottobre 2018: si veda la legenda della fig. 2 (paragrafo 4) ed i riferimenti alla stessa legati.

3. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

Nel presente monitoraggio sono stati effettuati campioni di PM10 e di diossine.
Successivamente, in laboratorio, un certo numero di campioni di PM10 sono stati destinati alla determinazione di Arsenico (As), Cadmio (Cd), Nichel (Ni), Piombo (Pb), mentre nei campioni rimanenti è stata effettuata la misura degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).
Nei campioni destinati alla determinazione di diossine (policloro-dibenzo-diossine, PCDD) sono stati determinati anche i furani (policloro-dibenzo-furani, PCDF) e i policlorobifenili diossina simili (PCB DL).

3.1. Normativa PM10, As, Cd, Ni, e Pb nel PM10, IPA nel PM10

L'attuale normativa di riferimento è il Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010 *"Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per l'aria più pulita in Europa".* Rispetto agli inquinanti qui monitorati, tale decreto pone dei limiti per il PM10 e per il piombo nel PM10, mentre sono posti dei valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel nel PM10. Per quanto riguarda gli IPA nel PM10, il riferimento normativo è il valore obiettivo posto per il benzo(a)pirene.
I valori previsti dal D.Lgs. 155/2010 per questi inquinanti sono relativi alla media riferita all'anno civile. La tabella seguente illustra i valori limite e i valori obiettivo previsti dal D.Lgs. 155/2010.

tab. 1- D.Lgs. 155/2010 Limiti di legge relativi all'esposizione cronica.

Inquinante	Tipologia	Valore
PM10	Valore limite annuale	**40** $\mu g/m^3$
Piombo	Valore limite annuale	**0.5** $\mu g/m^3$
Arsenico	Valore obiettivo	**6.0** ng/m^3
Cadmio	Valore obiettivo	**5.0** ng/m^3
Nichel	Valore obiettivo	**20.0** ng/m^3
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	**1.0** ng/m^3

3.2. Riferimenti Diossine, Furani e PCB DL

Per quanto riguarda le diossine ed i furani non vi sono limiti normativi né linee guida. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) stima che i livelli medi nell'ambiente urbano di PCDD/F nell'aria siano intorno ai 100 fg/m^3 espressi come tossicità equivalente. Sempre secondo la stima del WHO, livelli superiori a 300 fg/m^3 (tossicità equivalente) indicano la presenza di sorgenti emissive locali. In Germania il comitato federale per il controllo dell'inquinamento atmosferico (LAI, 2004) ha adottato il limite di 150 fg/m^3 WHO TEQ come concentrazione in aria delle miscele di PCDD/F e PCB DL.
Un ulteriore riferimento utile per inquadrare i risultati è costituito dall'indagine condotta da ARPAV a livello regionale, che aveva per obiettivo *"quello di riportare un quadro a scala regionale sui livelli ambientali di diossine, furani e policlorobifenili" (Relazione Regionale Qualità dell'aria 2016 – ARPAV ORAR 2016).* In quella indagine, svolta in sette siti per cinque periodi, i campioni hanno presentato un range come tossicità equivalente di 4÷95 fg WHO TEQ/m^3 (riferito alla somma di PCDD+PCDF+PCBDL).
Parallelamente all'indagine regionale, che riguardava anche la città di Vicenza, sono state effettuate delle misure presso Altavilla Vicentina, nell'ambito di un monitoraggio riguardante le acciaierie, presso un sito urbano di massima ricaduta delle stesse. Anche da questo lavoro si può trarre spunto di confronto, tenendo presente che presso il sito di Altavilla Vicentina il range come tossicità equivalente è stato di 13÷44 fg WHO TEQ/m^3, mentre presso Vicenza quartiere Italia è stato di 7÷46 fg WHO TEQ/m^3. *(Progetto Acciaierie Monitoraggio della qualità dell'aria presso Altavilla Vicentina, Vicenza Ferrovieri e Vicenza quartiere Italia– ARPAV DAP VI 2017*).

4. Studio Modellistico per l'individuazione di due punti di monitoraggio

In base a quanto previsto dalla Convenzione, si è provveduto ad "i*ndividuare i due siti di massima ricaduta e di ricaduta zero o di controllo*".
Per l'individuazione di questi due punti sono state fatte delle simulazioni modellistiche a partire dai dati forniti da Alto Vicentino Ambiente S.r.l. sulle caratteristiche fisiche dei camini (camino 1 e camino 3, descritti in tab. 2) e sui dati emissivi delle singole linee (linea 1, linea 2, confluenti nel camino 1 e linea 3 captata dal camino 3).

tab. 2- D.Lgs. 155/2010 Limiti di legge relativi all'esposizione cronica.

Nome Linea	Potenzialità	Anno di Avvio	Nome Camino	Altezza camino	Diametro allo sbocco	Latitudine	Longitudine
Linea 1	72 t/g	2016	C1	40 m	1,8 m	45,71217790	11,40450861
Linea 2	60 t/g	1991					
Linea 3	100 t/g	2013	C3	40 m	1,3 m	45,71205532	11,40477316

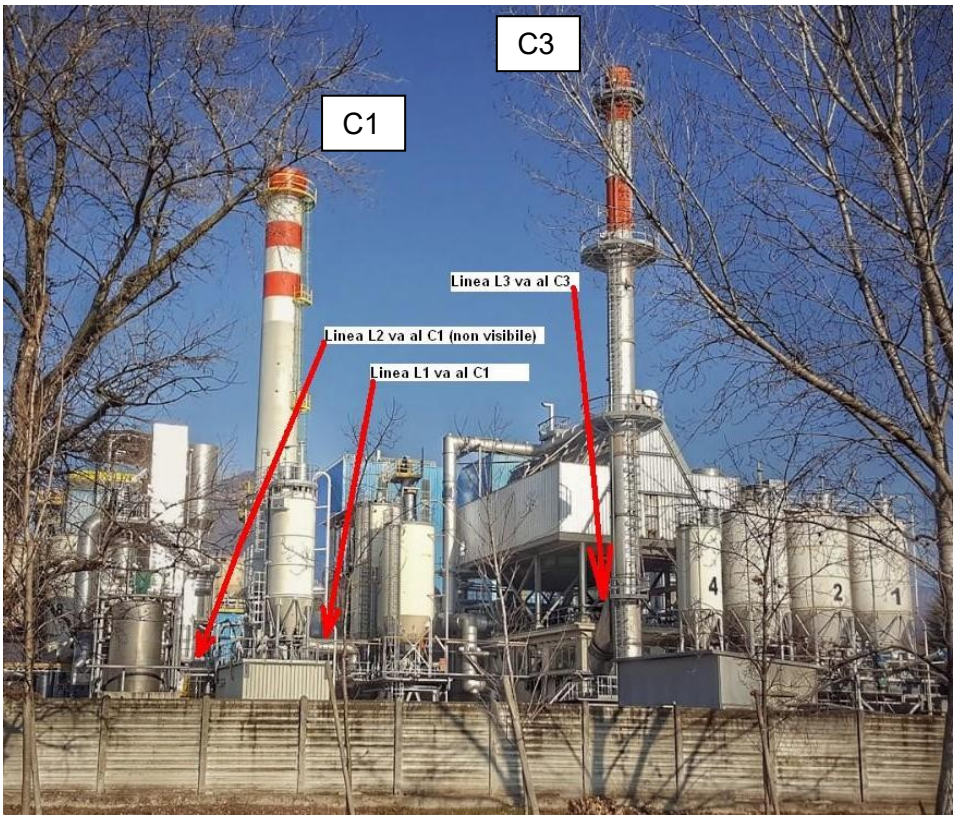
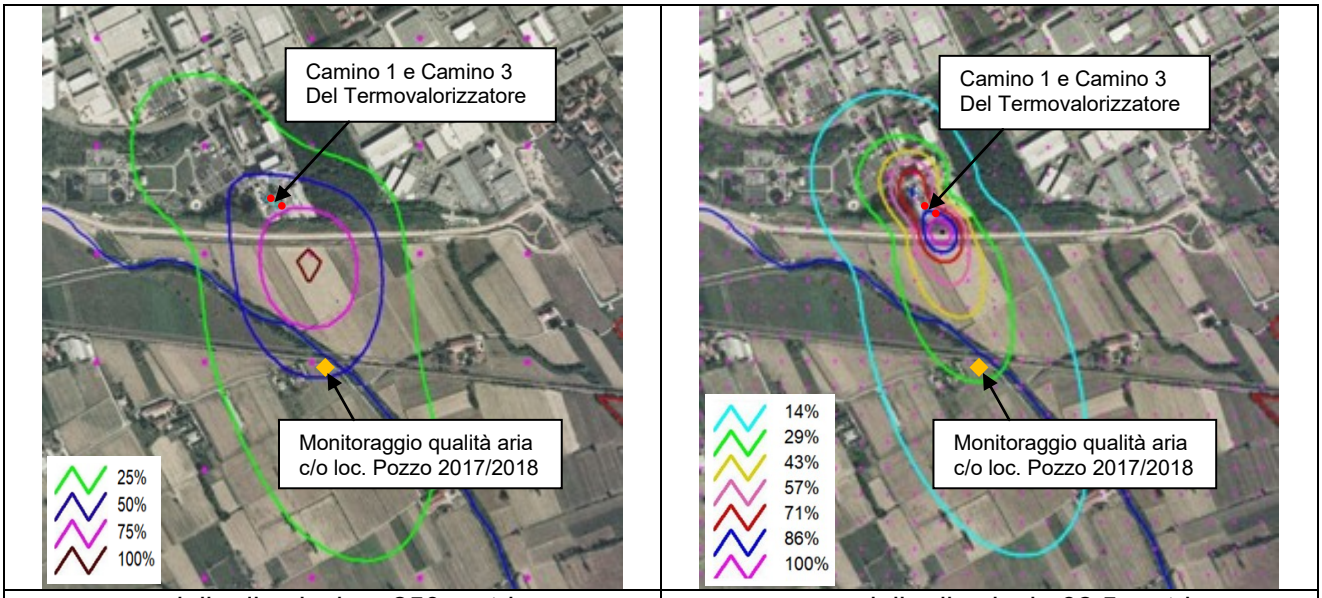


fig. 1: foto scattata a inizio primavera 2017 da Via Maestri del Lavoro

Le simulazioni sono state condotte utilizzando il modello di dispersione non stazionario CALPUFF (Scire et al., 2001, v. 5.8), in catena al preprocessore meteorologico CALMET (Scire et al., 2000, v. 5.8). CALPUFF è indicato dalla US-EPA2 come modello di riferimento per applicazioni che coinvolgono il trasporto di inquinanti su lunghe distanze, oppure per applicazioni in campo vicino quando sono importanti effetti non stazionari come variabilità delle condizioni meteorologiche, calme di vento, discontinuità terra-mare, orografia complessa. L'utilizzo della catena CALMET-CALPUFF è stata considerata idonea al caso studio che deve trattare sorgenti (camini dell'impianto) posizionati a ridosso della zona prealpina di Schio.

L'input meteorologico è stato elaborato dall'Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale del CMT, tramite il modello CALMET su un dominio di dimensione 20x20 km^2 centrato sulla zona dell'impianto, con griglia a risoluzione di 1 chilometro.
Le concentrazioni sono state stimate tramite CALPUFF su domino di dimensione 5x5 km^2 centrato sulla zona dell'impianto con risoluzione di 62.5 metri (fattore di MESH 4, rispetto alla griglia di CALMET).
Il calcolo di dispersione ha riguardato il particolato fine. La granulometria impostata nella simulazione corrisponde ad una distribuzione della dimensione del particolato di tipo lognormale unimodale con moda su 0.48 µm e con deviazione standard 2 µm (valori proposti come *default* dal codice per la parametrizzazione del particolato fine). Per i coefficienti di scavenging per le precipitazioni liquide e solide, usati per il calcolo della deposizione umida, sono stati mantenuti i valori di default proposti da CALPUFF per le polveri fini (precipitazioni liquide: 1·10-4, precipitazioni solide: 3·10-5).

Ne sono risultate le seguenti mappe della stima della ricaduta media annua di PM10:



griglia di calcolo a 250 metri	con griglia di calcolo 62.5 metri

fig. 2: stima ricaduta media annua del PM10, percentuale rispetto al valore di massima ricaduta

Il punto di massima ricaduta cade in entrambe le mappe in prossimità di Via Maestri del Lavoro, a sud del confine del termovalorizzatore.

Dopo un sopralluogo all'interno dell'area del termovalorizzatore, in via Maestri del Lavoro ai confini del Termovalorizzatore e a sud di via Maestri del Lavoro, oltre il torrente Timonchio ed oltre la linea ferroviaria "Schio – Vicenza", è stato identificato un sito idoneo in località Pozzo c/o una abitazione i cui proprietari hanno dato la disponibilità per la collocazione delle apparecchiature di prelievo a circa 400 metri dai camini.

Relativamente al sito di ricaduta zero o di controllo, si è scelto di farlo coincidere con la stazione di monitoraggio della qualità dell'aria posta a Schio in Via Tiziano Vecellio in una zona priva di ricadute del termovalorizzatore a circa 2900 metri dai camini.

5. Siti di monitoraggio e tempistiche di realizzazione

Il sito di monitoraggio, scelto con l'obiettivo di *"aumentare la conoscenza sulle ricadute degli inquinanti emessi dall'impianto di termodistruzione di Schio",* è stato individuato in località Pozzo, presso il quale il modello elaborato indicava circa il 30% della massima ricaduta media annua. Tale sito, le cui coordinate Gauss Boaga sono X 1687287 e Y 5064502, si trova a circa 400 m dai camini dell'impianto. Di fatto, rappresenta il recettore sensibile più prossimo all'impianto, trattandosi di abitazione stabilmente occupata.

Contemporaneamente il monitoraggio degli stessi inquinanti è stato condotto presso la stazione fissa di Schio Via Vecellio, appartenente alla rete Regionale per la misura della qualità dell'aria, distante circa 2.9 Km dai camini del termovalorizzatore e che rappresenta il fondo urbano non influenzato dalla presenza dell'impianto. La fig. 3 illustra la zona e i siti monitorati.

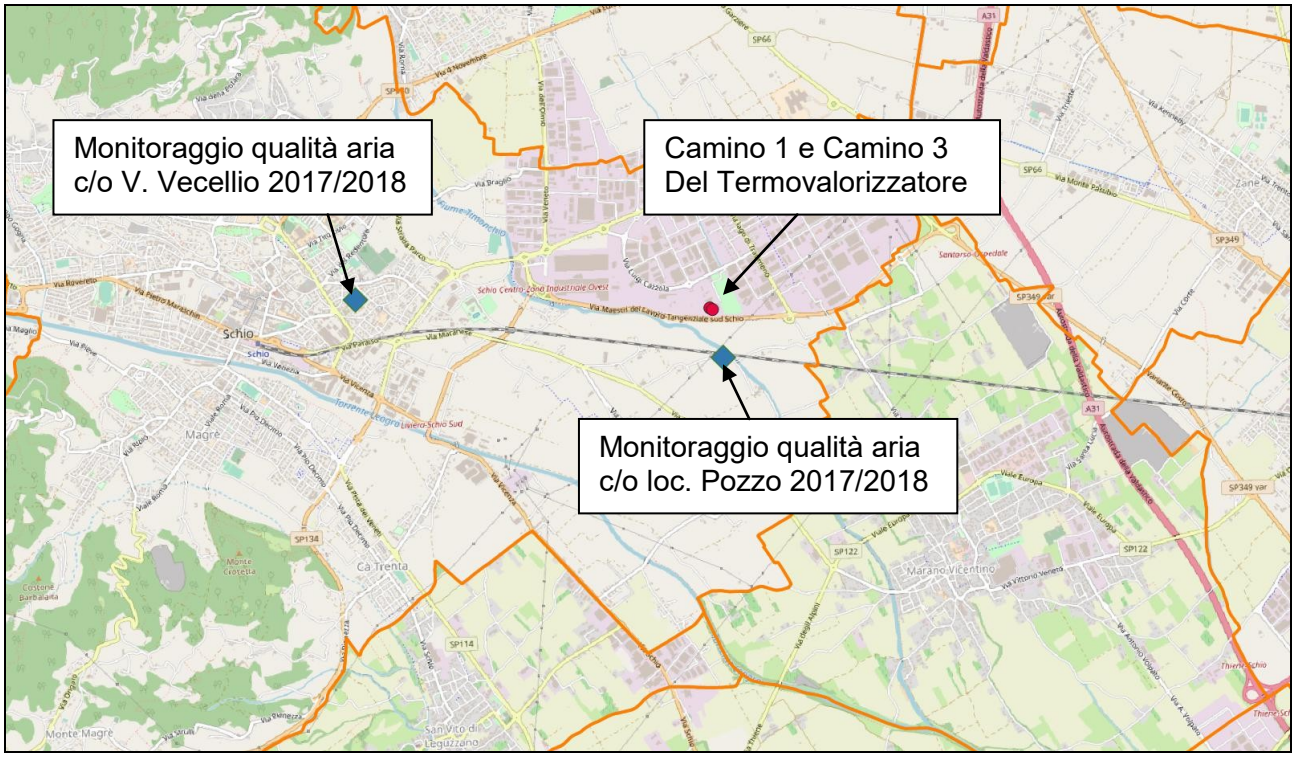


fig. 3: Siti monitorati con il mezzo mobile e con le stazioni fisse

Il monitoraggio si è svolto in quattro periodi distribuiti nelle diverse stagioni a partire da settembre 2017, per concludersi a giugno 2018. In ciascun periodo sono stati effettuati circa 15 campioni giornalieri di PM10, nei quali, a giorni alterni, sono state condotte le analisi dei microinquinanti rispettivamente organici (IPA) e inorganici (arsenico, cadmio, nichel e piombo). In ciascun periodo è stato eseguito un campione medio settimanale di diossine, furani e PCB DL mediante campionamento ad alto volume continuo per sette giorni.
Le misure di PM10 sono state eseguite in laboratorio con metodo gravimetrico per i campioni di località Pozzo, mentre presso Via Vecellio le misure sono state eseguite con strumento automatico. Le analisi dei microinquinanti (metalli e IPA) sul PM10, delle diossine, furani e PCB sono state eseguite presso i laboratori ARPAV.

Nella tabella seguente è indicato il programma di campionamento e in fig. 4 le fotografie delle stazioni

tab. 3- Programma di campionamento presso i due siti

Campionamenti e frequenza programmata	Periodi di monitoraggio
PM10 (tutti i giorni, 14 camp/periodo) Metalli nel PM10 (giorni alterni, ca 8 camp/ periodo) IPA nel PM10 (giorni alterni, ca 8 camp/periodo)	Dal 05/09/2017 al 21/09/2017 Dal 05/12/2017 al 20/12/2017 Dal 06/03/2018 al 21/03/2018 Dal 05/06/2018 al 20/06/2018
PCDD/F, PCB DL(un campione/periodo, durata 7 gg)	Dal 04/09/2017 al 11/09/2017 Dal 04/12/2017 al 11/12/2017 Dal 05/03/2018 al 12/03/2018 Dal 04/06/2018 al 11/06/2018

Stazione rilocabile ARPAV presso Schio località Pozzo	Stazione fissa ARPAV presso Schio via Vecellio

fig. 4: Fotografie delle stazioni

6. Contestualizzazione meteo climatica dell'area

Il presente rapporto illustra l'andamento meteorologico nei periodi di svolgimento delle campagne di misura:

dal 05/09/2017 al 21/09/2017;
dal 05/12/2017 al 20/12/2017;
dal 06/03/2018 al 21/03/2018;
dal 05/06/2018 al 20/06/2018

Esso si compone di due parti: nella prima si riporta la situazione meteorologica a livello regionale basata sui commenti meteorologici stagionali pubblicati sul sito internet dell'Agenzia alla pagina di Climatologia; nella seconda si svolge un'analisi più dettagliata, relativamente all'area in esame, della precipitazione e dei venti, variabili meteorologiche particolarmente significative per la dispersione degli inquinanti atmosferici.

6.1. Situazione meteorologica

Dal 4 all'8 settembre 2017, il tempo è piuttosto piacevole, anche se non del tutto soleggiato per correnti nord-occidentali d'aria un po' umida di matrice oceanica, con temperature nella norma. Il giorno 9 correnti sud-occidentali interessano il Veneto, apportando un peggioramento del tempo alla sera con piogge sparse e locali temporali. Il giorno 10 la saccatura è transitata sul Veneto, provocando un episodio perturbato con piogge deboli/moderate. Il giorno 12 un fronte freddo transita velocemente sul Veneto in mattinata con piogge significative e temporali. Il giorno 13 il tempo migliora in parte con qualche nube stratiforme per lee-clouds. Il giorno dopo molte nubi basse su gran parte della regione, in attesa del passaggio di un fronte freddo, responsabile di precipitazioni serali. I successivi giorni sono instabili per la presenza di un minimo appena ad oriente rispetto al Veneto; la curvatura ciclonica determina dell'instabilità, specie nelle giornate del 16 e del 19. Nei giorni seguenti tempo variabile e fresco fino al 22 settembre.
Fino al sette dicembre 2017, il tempo è stato stabile con clima freddo e inversioni termiche. Una veloce saccatura da Nord passa nella serata dell'8 con qualche burrasca di neve sui monti, al suo seguito una discesa d'aria polare riporta clima freddo su tutto il Veneto. Il 10 una saccatura atlantica giunge sulla nostra regione e provoca un episodio perturbato con neve fino in pianura. Nella giornata dell'11 il cuscinetto d'aria fredda scompare e si verificano delle piogge. Nei giorni seguenti il tempo rimane variabile con correnti sud-occidentali e clima relativamente mite per la stagione. Dal 16 fino al 26 un promontorio di matrice subtropicale (anticiclone delle Azzorre) interessa la nostra regione, determinando tempo stabile e ben soleggiato, inizialmente freddo. L'inversione termica determina una relativa mitezza in quota, mentre fa più fresco in pianura.
Dal 5 all'8 marzo, a causa di una vasta circolazione ciclonica, legata ad un minimo centrato sulle isole britanniche, il tempo risulta variabile o a tratti debolmente perturbato con deboli piogge. Poi una dorsale riporta tempo in prevalenza stabile e soleggiato su gran parte del Veneto. Tra il 10 e 12 il transito di una saccatura determina un episodio perturbato/instabile con piogge significative tra pedemontana e Prealpi. Dal giorno 13 il tempo migliora, prima del formarsi di una dorsale, responsabile di una bella giornata il giorno 14. In seguito il tempo cambia di nuovo per il transito di due saccature atlantiche che determinano altrettanti episodi perturbati tra il 15 e il 18 con piogge e nella notte tra il 18 e il 19 un'avvezione d'aria fredda nei bassi strati porta la neve in pianura. Nei tre giorni successivi l'ingresso d'aria fredda da Nord-Est provoca un notevole calo termico.
Il mese di **Giugno 2018** inizia con tempo instabile. Occorre aspettare le giornate del 9 e del 10 e parte dell'11 giugno per godere di tempo stabile e caldo. Dall'11 pomeriggio fino al 13 il tempo risulta molto instabile per il passaggio di una depressione dinamica con effetti assai rilevanti il giorno 12, con forti temporali. Il giorno 14 il tempo è variabile, ma tende a migliorare, anche se alla sera un modesto temporale si sviluppa a ridosso delle vette feltrine e svanisce sulla pedemontana vicentina. Nei giorni seguenti, fino al 21 giugno, l'alta pressione delle Azzorre determina una fase di tempo buono con clima prettamente estivo.

6.2. Analisi delle precipitazioni e dei venti nel periodo

Nel presente paragrafo si analizzano in dettaglio le cumulate di precipitazione, il numero di giorni piovosi e l'intensità media del vento rilevati presso la stazione di Malo, nei periodi di svolgimento delle campagne di misura.

In fig. 5 si riporta l'andamento delle precipitazioni registrate nei periodi di svolgimento delle campagne di misura e il confronto con le medie dei periodi corrispondenti degli anni precedenti, dall'anno di inizio attività della stazione di Malo (1993) . Dal grafico si evince che:

le cumulate più abbondanti sono state registrate nel corso della terza campagna (6-21 marzo 2018);
le cumulate meno abbondanti sono state registrate nel corso della quarta campagna (6-20 giugno 2018);
nel corso delle prime tre campagne è piovuto di più della media degli anni precedenti, con uno scarto maggiore (circa il triplo) nel corso della terza campagna;
nel corso della quarta campagna è piovuto un po' meno della media.

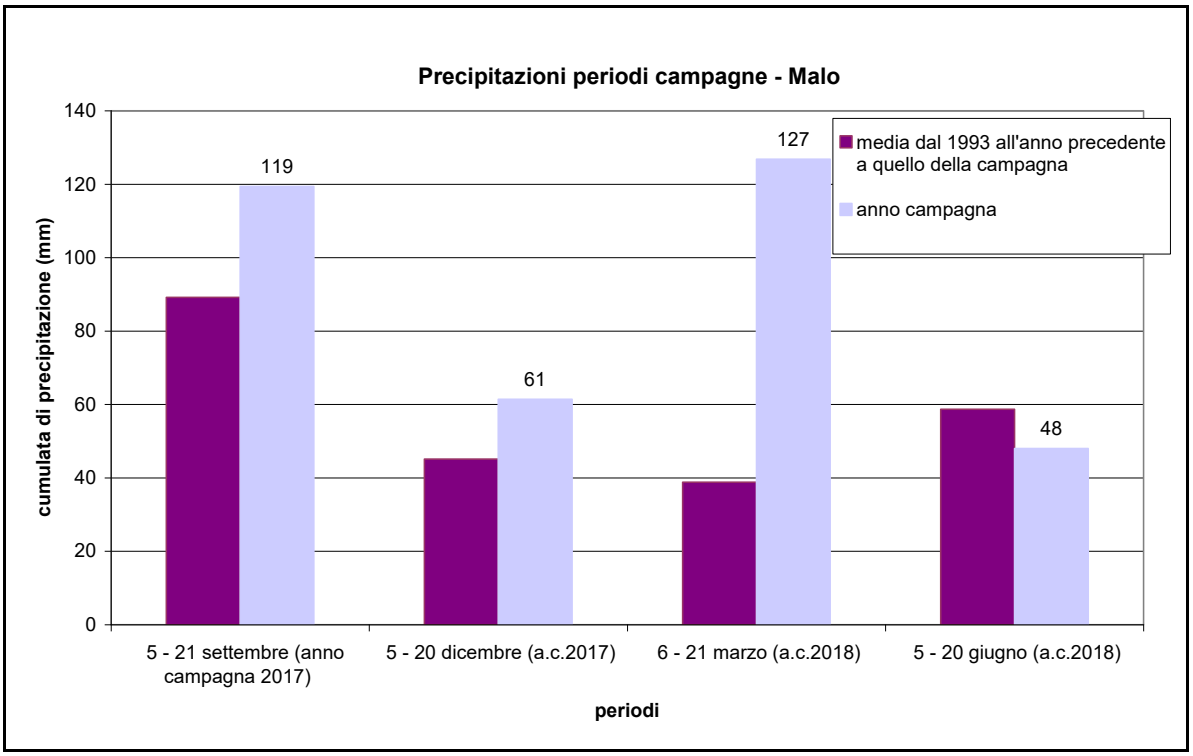


fig. 5: confronto delle precipitazioni registrate nei periodi di svolgimento delle campagne di misura (blocchi di destra di colore lilla) con la media dei corrispondenti periodi (blocchi di sinistra di colore viola) degli anni 1993-2016 per le prime due campagne e degli anni 1993-2017 per le altre due campagne, presso la stazione di Malo.

In Fig. 6 si riporta il grafico con il numero di giorni piovosi (giornata con cumulata di precipitazione superiore a 1 mm) registrate nei periodi di svolgimento delle campagne di misura e il confronto con le medie dei periodi corrispondenti degli anni precedenti, dall'anno di inizio attività della stazione di Malo (1993). Dalla figura si evince che:

- il maggior numero di giornate piovose si è verificato nel corso della prima campagna;
- il numero più basso di giornate piovose è stato registrato nel corso della seconda campagna;
- nel corso della prima e terza campagna il numero dei giorni piovosi è stato ben più alto rispetto al numero medio dei rispettivi anni precedenti.;

- nella seconda campagna il numero dei giorni piovosi è stato un po' più alto rispetto al numero medio degli anni precedenti;
- nella quarta campagna il numero dei giorni piovosi è stato un po' più basso rispetto al numero medio degli anni precedenti.

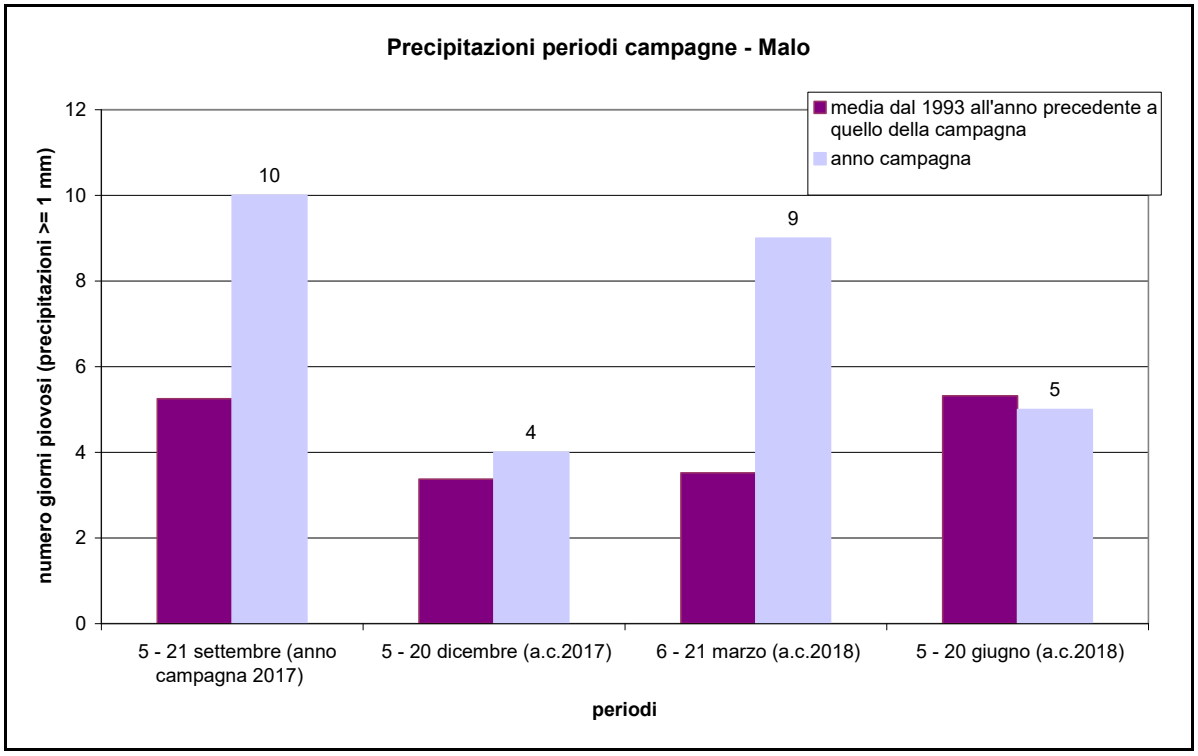


Fig. 6 confronto del numero di giorni piovosi (precipitazione giornaliera >= 1 mm) registrati nei periodi di svolgimento delle campagne di misura (blocchi di destra di colore lilla) con la media dei corrispondenti periodi (blocchi di sinistra di colore viola) degli anni 1993-2016 per le prime due campagne e degli anni 1993-2017 per le altre due campagne, presso la stazione di Malo.

In fig. 7 si riporta il confronto tra l'andamento mensile dell'anno 2015 dell'intensità media del vento rilevato nei periodi di svolgimento delle campagne di misura e le medie dei periodi corrispondenti degli anni precedenti, dall'anno di inizio attività della stazione di Malo (1993). Si può notare che l'intensità del vento nei periodi di svolgimento delle campagne è stata sempre più bassa rispetto alle medie dei periodi corrispondenti degli anni precedenti.

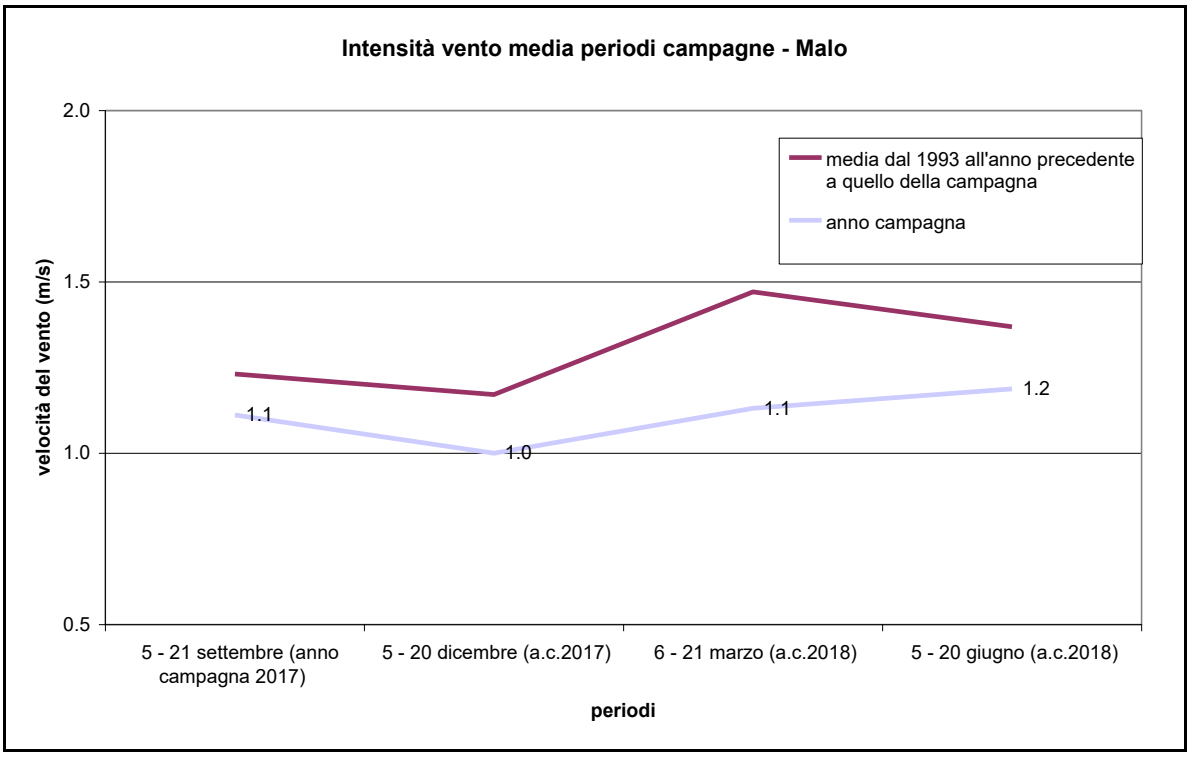


fig. 7 : confronto delle intensità del vento medie rilevata nei periodi di svolgimento delle campagne di misura (linea lilla) con la media dei corrispondenti periodi (linea viola) degli anni 1993-2016 per le prime due campagne e degli anni 1993-2017 per le altre due campagne, presso la stazione di Malo.

Infine si riportano le rose dei venti (fig. 8 - fig. 9 - fig. 10 - fig. 11) registrati nei suddetti periodi, presso la stazione di Malo, che si trova a circa 10 km dall'area di svolgimento delle campagne di misura. Il regime dei venti rilevati presso la stazione è rappresentativo dell'area, tuttavia, a causa della presenza dei rilievi orografici, nel sito di misura di qualità dell'aria i regimi dei venti potrebbero avere delle caratteristiche peculiari anche differenti rispetto a quello evidenziato presso questa stazione.

Nel corso della prima campagna i venti hanno soffiato in prevalenza da nord-ovest (con una frequenza di quasi il 15% dei casi), ma sono presenti anche altre componenti, in particolare dai quadranti nord-occidentali e sud-orientali e con frequenze superiori al 5% nord-nordovest, est-sudest e sud-est. La percentuale di calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è di circa 28% dei casi.

Durante la seconda campagna, le direzioni prevalenti di provenienza del vento sono state nord-nordovest (circa 29% dei casi) e nord-ovest (circa 22%). La percentuale di calme è di circa 28%.

Durante la terza campagna, i venti hanno soffiato in prevalenza da nord-ovest (circa 14%), nord-nordovest (circa 13%), est-nordest (circa 9%) ed est (circa 8%). Le calme sono state circa il 25% dei casi.

Nel corso della quarta campagna, le direzioni prevalenti sono state nord-ovest (circa 12%), sud-sudest (circa 11%), sud-est e nord-nordovest (entrambe circa 10%). La percentuale di calme è stata di circa 22%.

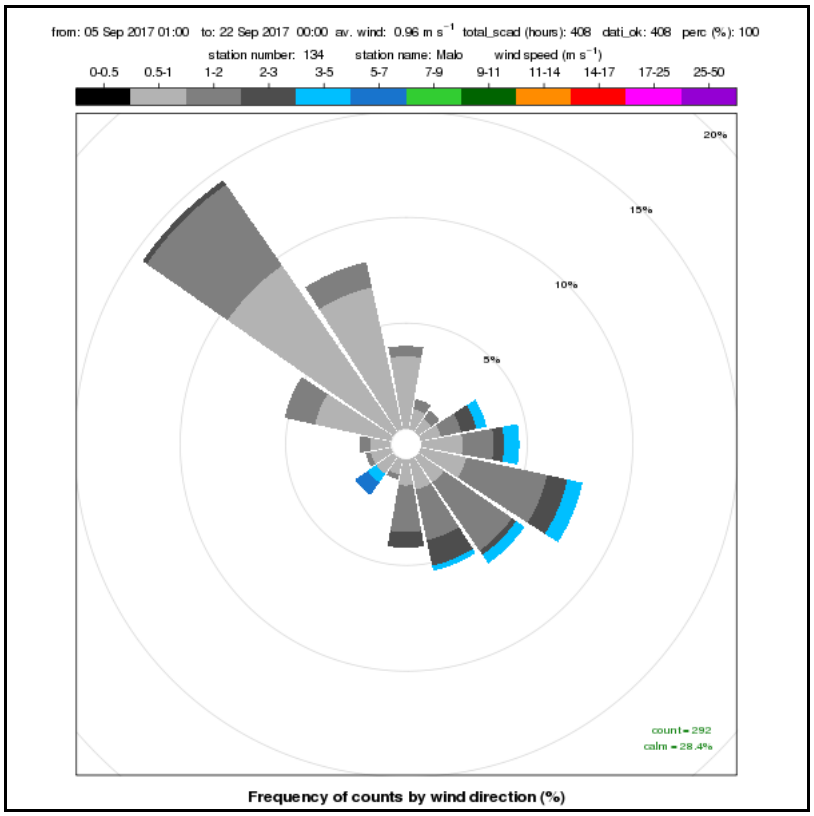


fig. 8 : rosa dei venti registrati presso la stazione di Malo nel periodo di svolgimento della prima campagna di misura.

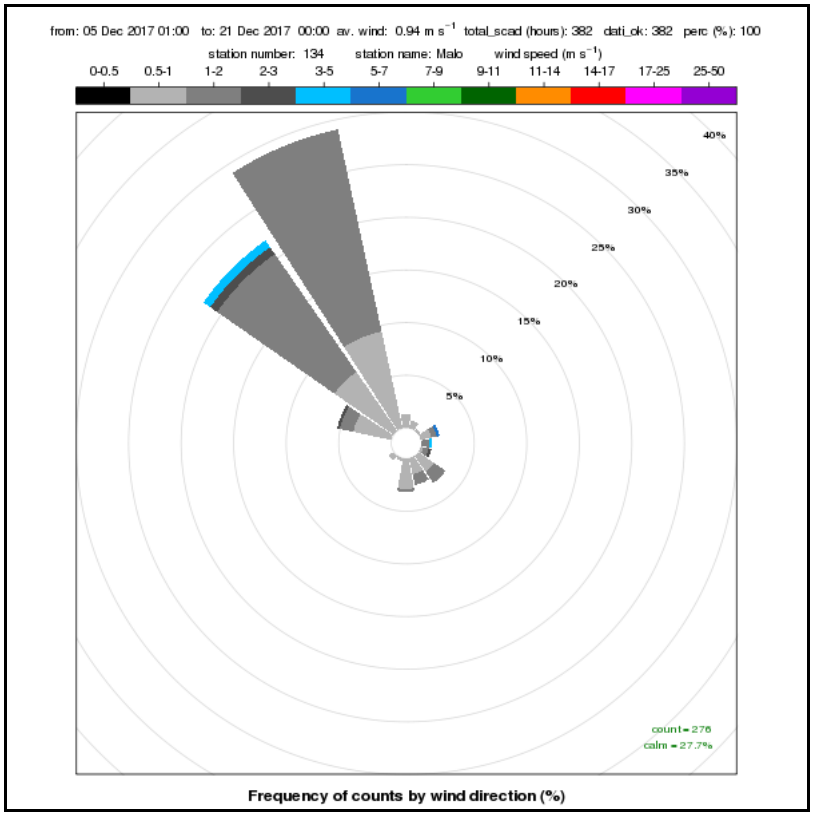


fig. 9 : dei venti registrati presso la stazione di Malo nel periodo di svolgimento della seconda campagna di misura.

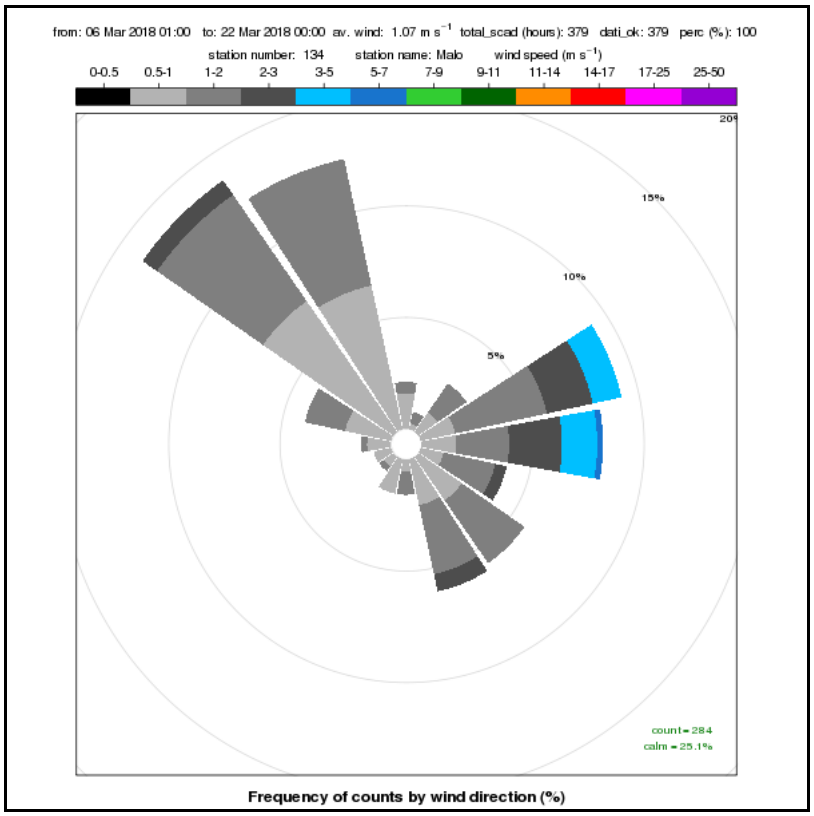


fig. 10 : venti registrati presso la stazione di Malo nel periodo di svolgimento della terza campagna di misura.

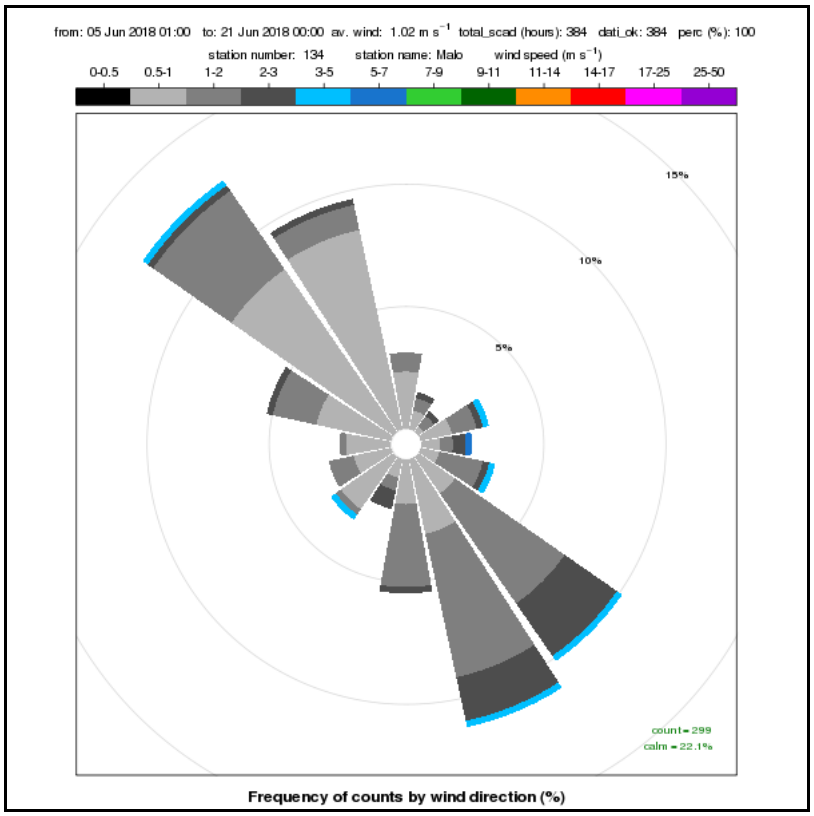


fig. 11 : venti registrati presso la stazione di Malo nel periodo di svolgimento della quarta campagna di misura.

7. Risultati del monitoraggio

7.1. Premesse generali sull'elaborazione dei dati

La valutazione dei risultati del monitoraggio poggia, oltre che sul rispetto dei limiti normativi, ove presenti, sul confronto tra quanto misurato presso il sito di ricaduta del termovalorizzatore in località Pozzo (30% della massima ricaduta) e le misure ottenute presso il sito di background urbano della stazione fissa di Via Vecellio. I requisiti minimi per svolgere i test scelti per dimostrare o escludere una differenza statistica tra i risultati ottenuti presso i due siti, sono da un lato il campionamento contemporaneo nei due siti e dall'altro il raggiungimento di un numero adeguato di campioni superiori al limite di rivelabilità strumentale. La prima condizione è stata soddisfatta, in quanto il campionamento di tutti gli inquinanti è avvenuto contemporaneamente nei due siti di monitoraggio. La seconda condizione invece è stata raggiunta solo per il Nichel, il Piombo ed il Benzo(a)pirene nel PM10. Per questi inquinanti sono stati eseguiti tre test statistici, con modalità "Two Sample paired test" (soft PAST, in bibliografia), uno dei quali parametrico, il T test, e due non parametrici, il Sign test ed il Wilcoxon test.
Per quanto riguarda il PM10, non si è proceduto al confronto mediante test statistico, in quanto i dati sono stati ottenuti con metodi di misura diversi. Per il PM10 rimane utile il confronto con i valori limite del DLgs 155/2010. Per le diossine, i furani ed i PCB DL si dispone di una serie di dati insufficiente ad eseguire i test statistici per valutare la differenza tra siti, tuttavia più che sufficiente per inquadrare i risultati rispetto ai valori indicati dall'OMS e dai recenti lavori a livello Regionale.
Infine nell'elaborazione dei dati, i valori inferiori al limite di rivelabilità strumentale siano sostituiti dalla metà del limite di rivelabilità strumentale stesso, secondo la procedura in uso nell'Agenzia.

7.2. PM10

I giorni di misura contemporanea in tutte le stazioni sono stati 65, equivalente al 18% di un anno di misura. Nella tab. 4 si riportano le medie complessive ed il numero di superamenti del valore limite della media giornaliera per ciascun sito. Nella tab. 5 sono indicati i dati dei singoli periodi. Considerando che, secondo il DLgs 155/2010, il valore limite è di 40 µg/m^3 come massima media annuale, i risultati ottenuti, seppur indicativi (18%, non coincidente con l'anno civile) si collocano ben al di sotto del limite stesso. Per quanto riguarda la differenza di valori ottenuta presso i due siti, è necessario tener conto che le misure sono state ottenute con metodi diversi (gravimetrico presso loc. Pozzo, automatico presso la stazione fissa) tra i quali può esserci un diverso livello di accuratezza. Per questa ragione, nel caso del PM10 risulta sufficiente il paragone rispetto al valore limite annuale.

tab. 4- PM10 medie complessive (65 gg) Schio loc. Pozzo e via Vecellio

	Schio loc. Pozzo	Schio via Vecellio
Media PM10 µg/m^3	27	22
superam VL giornaliero.(50 µg/m^3)	6	4

tab. 5- PM10 medie di periodo Schio loc. Pozzo e via Vecellio

	marzo		giugno		dicembre		settembre	
	Schio Pozzo	Schio Vecellio	Schio Pozzo	Schio Vecellio	Schio Pozzo	Schio Vecellio	Schio Pozzo	Schio Vecellio
Media PM10 µg/m^3	32	29	21	18	41	33	14	10
n campioni	16	16	16	16	16	16	17	17
superam VL giornaliero.	2	2	0	0	4	2	0	0

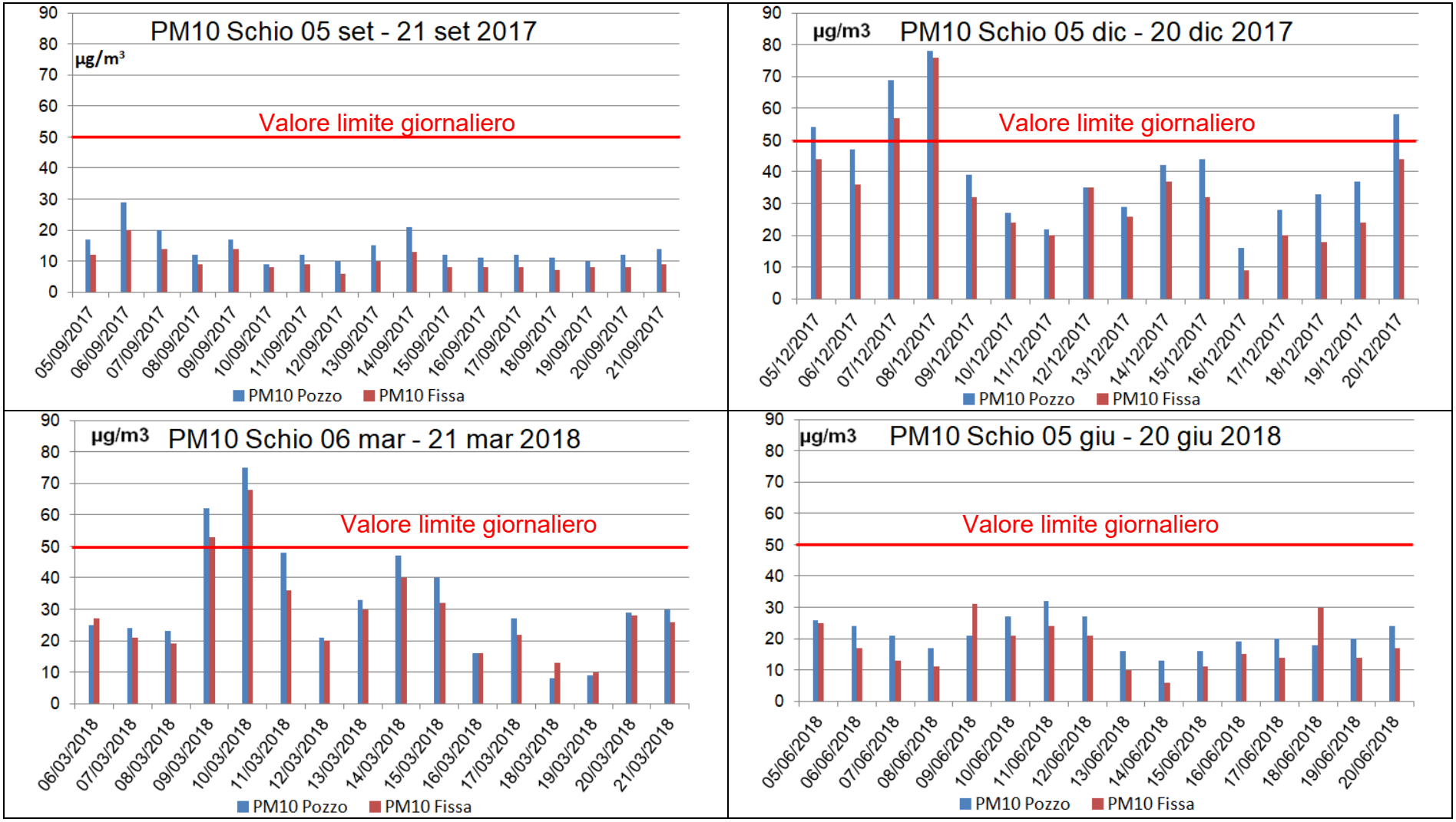


fig. 12 - PM10 medie giornaliere

7.3. Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo nel PM10

Le misure di Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo sono state eseguite per ciascun sito su 34 campioni giornalieri di PM10, ottenuti negli stessi giorni presso i due siti e distribuiti nei quattro periodi di monitoraggio come da programma. Le misure di Arsenico sono risultate in entrambi i siti sempre inferiori al limite di rivelabilità di 1.0 ng/m^3. Circa il 25% delle misure di Cadmio è risultato superiore al limite di rivelabilità strumentale in entrambi i siti, dove la media complessiva risulta comunque inferiore al limite di rivelabilità strumentale di 0.2 ng/m^3.
Il Piombo è risultato superiore al limite di rivelabiltà strumentale in tutti i campioni, mentre il Nichel nell'85% dei campioni. Per questi due inquinanti è stato raggiunto un numero di coppie di dati sufficiente a procedere ad un confronto tra i due siti utilizzando il metodo "Two Sample paired test", i cui risultati sono illustrati al paragrafo 6.4. Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati per ciascun inquinante nei due siti.

*tab. 6 Microinquinanti inorganici **medie dei 4 periodi**, Schio loc. Pozzo e via Vecellio*

	settembre 2017		**dicembre 2017**		**marzo 2018**		**giugno 2018**	
Arsenico	Schio Pozzo	Schio via Vecellio	Schio Pozzo	Schio via Vecellio	Schio Pozzo	Schio via Vecellio	Schio Pozzo	Schio via Vecellio
Media ng/m^3	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Numero campioni	9	9	8	8	9	9	8	8
N. camp. > LR (1.0)	0	0	0	0	0	0	0	0

	settembre 2017		**dicembre 2017**		**marzo 2018**		**giugno 2018**	
Cadmio	Schio Pozzo	Schio via Vecellio	Schio Pozzo	Schio via Vecellio	Schio Pozzo	Schio via Vecellio	Schio Pozzo	Schio via Vecellio
Media ng/m^3	<0.2	<0.2	0.2	<0.2	0.2	0.2	<0.2	<0.2
Numero campioni	9	9	8	8	9	9	8	8
N. camp. > LR (0.2)	0	0	4	2	4	4	1	2

	settembre 2017		**dicembre 2017**		**marzo 2018**		**giugno 2018**	
Nichel	Schio Pozzo	Schio via Vecellio	Schio Pozzo	Schio via Vecellio	Schio Pozzo	Schio via Vecellio	Schio Pozzo	Schio via Vecellio
Media ng/m^3	1.6	1.2	3.9	1.7	2.0	1.8	1.8	1.4
Numero campioni	9	9	8	8	9	9	8	8
N. camp. > LR (1.0)	7	6	7	6	8	8	8	8

	settembre 2017		**dicembre 2017**		**marzo 2018**		**giugno 2018**	
Piombo	Schio Pozzo	Schio via Vecellio	Schio Pozzo	Schio via Vecellio	Schio Pozzo	Schio via Vecellio	Schio Pozzo	Schio via Vecellio
Media ng/m^3	1.8	1.5	5.3	4.5	3.8	4.3	2.1	2.7
Numero campioni	9	9	8	8	9	9	8	8
N. camp. > LR	9	9	8	8	9	9	8	8

*tab. 7 Microinquinanti inorganici **medie complessive** 34 gg Schio loc. Pozzo e via Vecellio*

	Schio loc. Pozzo	**Schio via Vecellio**
Arsenico ng/m^3	<1.0	<1.0
Cadmio ng/m^3	<0.2	<0.2
Nichel ng/m^3	2.3	1.5
Piombo ng/m^3	3.2	3.2

7.4. Nichel e Piombo nel PM10: valutazione della differenza tra siti

Per valutare se i risultati del monitoraggio di Piombo e Nichel nel PM10 presso i due siti sono statisticamente diversi tra loro, sono stati eseguiti tre test statistici, con modalità "Two Sample paired test" (soft PAST, in bibliografia), uno dei quali parametrico, il T test, e due non parametrici, il Sign test ed il Wilcoxon test.
I test analizzano la differenza in ciascuna coppia di misure eseguite nello stesso giorno in due stazioni e restituiscono le rispettive probabilità che la media e la mediana dei due siti siano uguali (H0 o ipotesi zero, non c'è differenza tra i due siti).
L'esito dei test è espresso numericamente dalla probabilità "p", dove con "p" compresa tra 0.05 e 1, i due siti sono da ritenersi statisticamente uguali, mentre con "p" inferiore a 0.05 (5%) si conclude che le misure nei due siti sono diverse. Poiché per ciascuna coppia di siti vi sono tre test, si ottiene una conclusione univoca solo quando il risultato dei tre test è in accordo.
Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati dei test compiuti per le coppie di dati di Nichel e Piombo nel PM10

tab. 8- Nichel nel PM10: risultati dei test tra le serie di loc. Pozzo e via Vecellio

	Nichel	
n coppie 34	**Schio - Loc. Pozzo**	**Schio - v. Vecellio**
media (ng/m^3)	2.3	1.5
Mediana (ng/m^3)	1.9	1.4
Differenza media (ng/m^3)	0.7	
T test p (same mean)	0.02	
Sign test p (same median)	0.005	
Wilcoxon test p (same median)	0.0006	

I tre test sulle misure di Nichel nel PM10 indicano una probabilità "p"<0.05: si conclude che le medie e le mediane misurate presso i due siti sono statisticamente diverse.
I

tab. 9- Piombo nel PM10: risultati dei test tra le serie di loc. Pozzo e via Vecellio

	Piombo	
n coppie 34	**Schio - Loc. Pozzo**	**Schio - v. Vecellio**
media (ng/m^3)	3.2	3.2
Mediana (ng/m^3)	2.4	2.7
Differenza media (ng/m^3)	<0.1	
T test p (same mean)	0.97	
Sign test p (same median)	0.73	
Wilcoxon test p (same median)	0.95	

I tre test sulle misure di Piombo nel PM10 indicano una probabilità "p">0.05: si conclude che le medie e le mediane misurate presso i due siti non sono statisticamente diverse.

7.5. IPA nel PM10

Gli IPA sono stati dosati in 31 campioni di PM10 eseguiti contemporaneamente presso i due siti, durante i quattro periodi di monitoraggio e raggiungendo il campionamento indicativo del 8% rispetto all'anno, anche se non coincidente con l'anno civile.
Il riferimento normativo per gli IPA è il benzo(a)pirene, per il quale il DLgs 155/2010 prevede il valore obiettivo di 1.0 ng/m^3 come massima media annua.
Nella tab. 10 si riportano i risultati del benzo(a)pirene ottenuti in ciascun periodo presso i due siti. Si osserva, per entrambi i siti, il tipico andamento stagionale, con valori massimi in inverno. Il confronto eseguito in modalità Two Sample paired test indica che per il benzo(a)pirene non ci sono differenze statistiche tra i due siti.

tab. 10- benzo(a)pirene medie di periodo Schio loc. Pozzo e via Vecellio

	settembre 2017		**dicembre 2017**		**marzo 2018**		**giugno 2018**	
Benzo(a)pirene	Schio Pozzo	Schio Vecellio	Schio Pozzo	Schio Vecellio	Schio Pozzo	Schio Vecellio	Schio Pozzo	Schio Vecellio
Media ng/m^3	0.02	0.05	3.19	2.78	0.58	0.92	<0.02	<0.02
Numero di campioni	8	8	8	8	7	7	8	8
Campioni > LR (0.02 ng/m^3)	4	7	8	8	7	7	0	0

Nella tabella e nel grafico seguenti si riportano i risultati degli IPA, tra cui il benzo(a)pirene relativi all'intero periodo di monitoraggio

tab. 11 IPA medie complessive 31 gg Schio loc. Pozzo e via Vecellio

	Schio loc. Pozzo	**Schio via Vecellio**
Benzo(a)antracene ng/m^3	0.8	0.6
Benzo(a)pirene ng/m^3	**1.0**	**0.9**
Benzo(b)fluorantene ng/m^3	0.9	0.8
Benzo(ghi)perilene ng/m^3	0.8	0.9
Benzo(k)fluorantene ng/m^3	0.5	0.4
Crisene ng/m^3	0.8	0.6
Dibenzo(ah)antracene ng/m^3	0.1	0.1
Indeno(123-cd)pirene ng/m^3	0.9	0.9

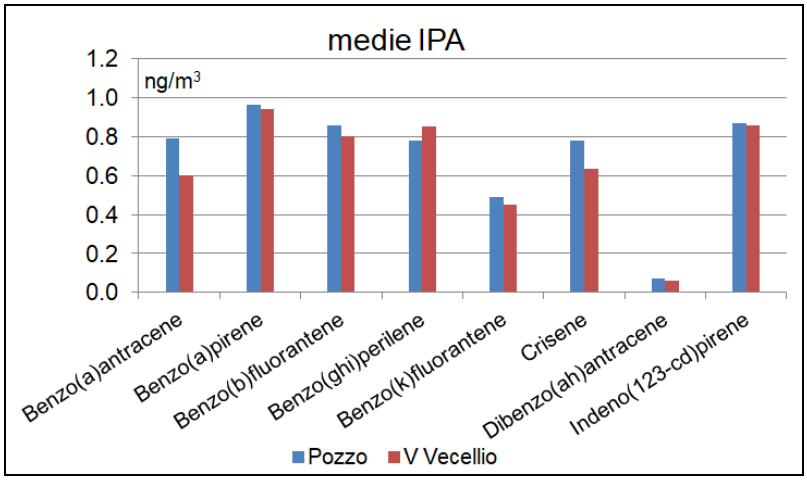


fig. 13 - IPA medie complessive 31 gg Schio loc. Pozzo e via Vecellio

7.6. Diossine (PCDD), Furani (PCDF) e Policlorobifenili (PCB-DL)

Il monitoraggio riguarda i congeneri ritenuti preoccupanti, nella misura di 7 congeneri di PCDD, 10 congeneri di PCDF ed infine i 12 congeneri di Policlorobifenili diossina simili (PCB-DL). L'elenco dettagliato è specificato nella tab. 14, che ne indica anche i rispettivi valori di tossicità equivalente. Come descritto nel capitolo relativo ai riferimenti, il parametro con cui si valuta la quantità di diossine, furani e PCB è appunto la tossicità equivalente. Per completezza d'informazione nelle tab. 12 e tab. 13 viene comunque riportata la concentrazione della somma di congeneri in fg/m^3 e in tab. 15 del paragrafo successivo si riporta la concentrazione in fg/m^3 come tossicità equivalente, sempre riferita alla somma di congeneri. I valori sono poi confrontati con il dato di 100 fg/m^3 espressi come tossicità equivalente, stimato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità come livello di concentrazione delle diossine in aria ambiente.

7.6.1. I risultati espressi in Concentrazione

Nella tab. 12 sono indicate le somme delle concentrazioni dei congeneri di diossine, le somme delle concentrazioni dei congeneri dei furani ed infine il totale per ciascun periodo presso la località Pozzo e la stazione fissa di Schio nei quattro periodi di misura. La tabella riporta in ultima riga la media dei quattro periodi, dalla quale si osserva che sia per le PCDD che per i PCDF le concentrazioni medie dell'intero monitoraggio risultano sostanzialmente simili nei due siti. Osservando i dati dei singoli periodi, risulta evidente una marcata variabilità stagionale, rispetto alla quale i due siti seguono lo stesso andamento, mantenendo tra loro solo lievi variazioni. I valori più alti di PCDD e PCDF si riscontrano nel periodo invernale, coerentemente con quanto misurato nelle indagini svolte sia a livello regionale sia a livello provinciale citate al 3.2 della presente relazione.

tab. 12 PCDD e PCDF concentrazioni in fg/m^3 nei due siti per 4 periodi di campionamento

Concentrazioni (fg/m^3)

	Schio Località Pozzo			Schio Stazione Fissa via Vecellio		
	PCDD	PCDF	Totale	PCDD	PCDF	Totale
4-11 settembre 2017	18.3	19.0	37.3	19.1	15.1	34.2
4-11 dicembre 2017	135.1	130.1	265.1	113.1	117.2	230.3
5-12 marzo 2018	73.3	75.7	149.0	75.4	76.2	151.6
4-11 giugno 2018	10.3	10.5	20.8	9.9	14.9	24.9
Conc. media	59.2	58.8	118.1	54.4	55.9	110.3

Nella tab. 13 sono indicate le somme delle concentrazioni dei congeneri di PCB diossina simili misurate in ciascun periodo nei due siti. Contrariamente a quanto visto per le diossine ed i furani, per i PCB si riscontra una maggior concentrazione nei periodi estivi, osservazione coerente con quanto indicato in letteratura (Castro- Jimènez , 2008; Gasser, 2008) e confermato dallo studio condotto a livello regionale. Anche in questo caso, come per diossine e furani, le medie complessive non indicano sostanziali differenze tra i due siti.

tab. 13 PCB diossina simili concentrazioni fg/m^3 nei due siti per 4 periodi

PCB Concentrazioni (fg/m^3)

	Schio località Pozzo	Schio via Vecellio st. fissa
4-11 settembre 2017	7257	4991
4-11 dicembre 2017	1487	2238
5-12 marzo 2018	4416	2804
4-11 giugno 2018	7365	9801
Conc. media	5131	4959

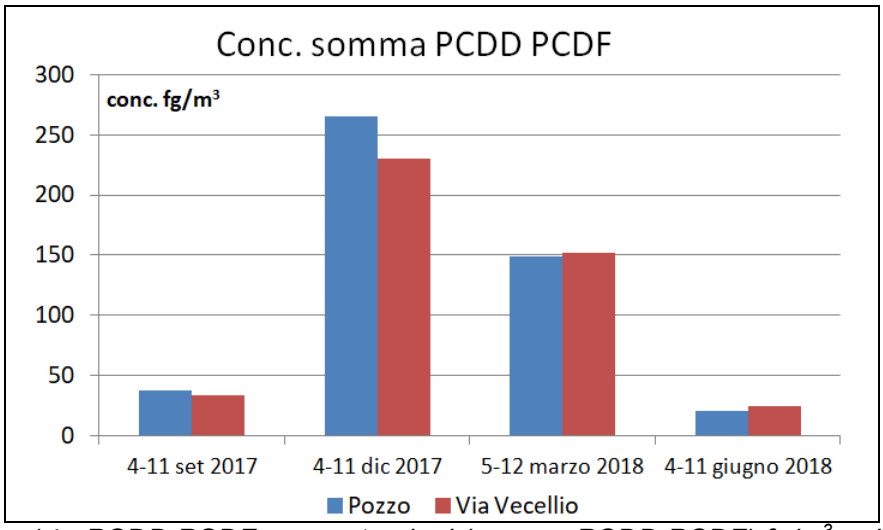


fig. 14 - PCDD PCDF concentrazioni (somma PCDD PCDF) fg/m³ nei due siti per 4periodi

7.6.2. I risultati espressi in Tossicità Equivalente

Per il calcolo della tossicità equivalente (TEQ) si utilizza il fattore di tossicità equivalente (TEF), che esprime il grado di tossicità di ogni singolo congenere rispetto alla 2,3,7,8 TCDD. Sono disponibili due classificazioni del TEF: il sistema internazionale I-TEQ (NATO/CCMS,1988) e la classificazione WHO-TEQ 2005. Le due classificazioni riportano, per ciascun congenere, fattori di tossicità diversi; inoltre nell'elenco WHO TEQ 2005 sono inclusi i 12 PCB diossina simili. Nella tab. 14 sono indicati i TEF dei congeneri secondo le due fonti.

tab. 14 Fattori di tossicità equivalente secondo I-TEF e WHO-TEF

Composto	I-TEF	WHO TEF 2005	Composto	I-TEF	WHO TEF 2005
2,3,7,8-TCDD	1	1	PCB-77	-	0.0001
1,2,3,7,8-PeCDD	0.5	1	PCB-81	-	0.0003
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1	PCB-126	-	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1	PCB-169	-	0.03
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1	PCB-105	-	0.00003
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.01	PCB-114	-	0.00003
OCDD	0.001	0.0003	PCB-118	-	0.00003
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1	PCB-123	-	0.00003
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.03	PCB-156	-	0.00003
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.3	PCB-157	-	0.00003
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1	PCB-167	-	0.00003
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	PCB-189	-	0.00003
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1			
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1			
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01			
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01			
OCDF	0.001	0.0003			

Nella tab. 15 si riportano i dati del monitoraggio di PCDD/PCDF espressi come somma della tossicità equivalente di ogni congenere (fg/m^3), calcolata secondo entrambe le classificazioni di tossicità, ossia il sistema internazionale I-TEQ (NATO/CCMS,1988) e la classificazione WHO-TEQ 2005. Nel calcolo secondo WHO è inclusa la TEQ dei 12 congeneri di PCB.

tab. 15 concentrazioni come tossicità equivalente (I-TEF e WHO TEF 2005) fg/m^3 misurate presso i due siti nei quattro periodi di campionamento

	TEQ fg/m^3			
	Schio località Pozzo		Schio via Vecellio st. fissa	
	I-TEQ	WHO 2005	I-TEQ	WHO 2005
4-11 settembre 2017	1.7	4.3	1.1	3.0
4-11 dicembre 2017	23.6	22.3	21.5	20.2
5-12 marzo 2018	11.2	11.2	12.1	12.0
4-11 giugno 2018	0.2	3.1	1.3	3.7
Media	9	10	9	10

Tutte le misure espresse in termini di tossicità equivalente risultano ampiamente inferiori al valore di 100 fg/m^3 I TEQ indicato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità come livello medio.
I valori massimi misurati in dicembre in entrambi i siti di Schio, si collocano all'interno dell'intervallo di 5÷95 fg/m^3 I TEQ misurato nel 2016 sul territorio Regionale, mentre rispetto ai valori massimi misurati a Vicenza quartiere Italia ed Altavilla Vicentina risultano circa la metà.
Nel confronto tra i due siti, le medie complessive sono uguali, mentre le medie dei singoli periodi presentano una modesta differenza, che non ha un segno costante, visibile dal grafico seguente.
Come già osservato per i valori di concentrazione, vi è per entrambi i siti una variabilità stagionale, che si ripercuote nei valori di tossicità equivalente in modo diverso a seconda del sistema di calcolo utilizzato. Infatti nel sistema WHO 2005 sono inclusi i PCB, che però hanno un andamento stagionale inverso rispetto alle diossine ed ai furani e presentano concentrazioni maggiori in estate, per cui in estate la WHO TEQ si discosta maggiormente dalla I TEQ rispetto allo scostamento delle altre stagioni.

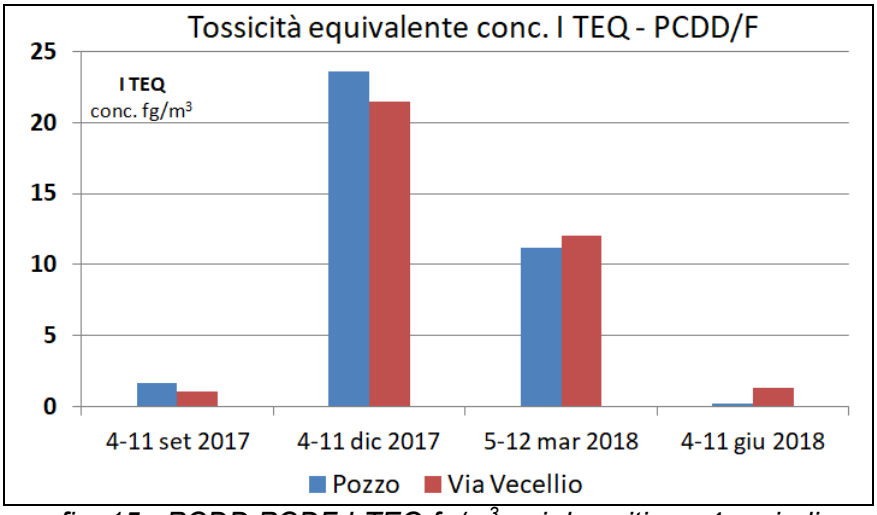


fig. 15 - PCDD PCDF I-TEQ fg/m^3 nei due siti per 4 periodi

7.6.3. Il contributo dei singoli congeneri

Per quanto riguarda l'analisi del contributo dei singoli congeneri, è stata calcolata l'abbondanza relativa, cioè il rapporto tra la concentrazione tal quale di ciascun congenere rispetto alla somma. Il profilo delle abbondanze è rappresentato in fig. 16, dai quali si possono trarre alcune osservazioni.

- In dicembre ed in marzo, i due siti presentano un profilo molto simile, con valori di OCDD intorno al 30%
- Presso la località Pozzo, la somma delle abbondanze di diossine e di furani sono entrambe del 50%, rapporto che resta costante nei quattro periodi.
- In settembre presso la stazione fissa la somma delle abbondanze delle diossine è del 56%, con un contributo del 41% della OCDD. In letteratura il maggior contributo della OCDD è associato ai processi di combustione diffusi (Lohmann,1998; Piazzalunga, 2013).
- In giugno presso la stazione fissa la somma delle abbondanze dei furani è del 60%. In letteratura, il rapporto tra furani e diossine sbilanciato verso questi ultimi, specie se ad alto grado di clorurazione, è attribuito a sorgenti industriali ed al traffico veicolare (Caserini, 2004).

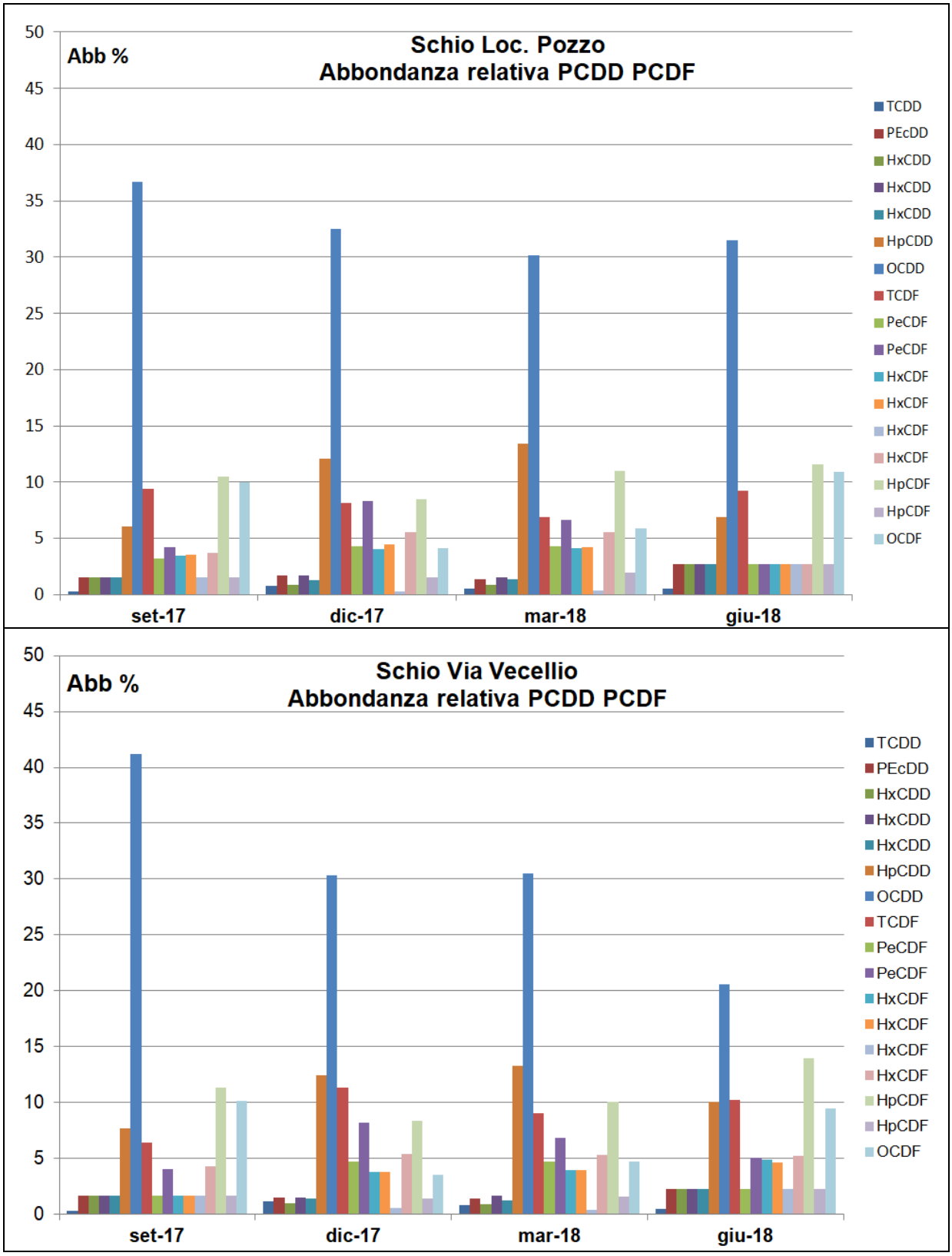


fig. 16 - Profilo delle abbondanze % dei congeneri PCDD e PCDF

8. Conclusioni

Tra gli inquinanti misurati nel presente monitoraggio, l'unica criticità rispetto alla normativa di riferimento riguarda il superamento del valore limite giornaliero del PM10, 4 giorni in via Vecellio e 6 giorni in località Pozzo su 65 di monitoraggio. Questo risultato si colloca nell'ambito dell'inquinamento diffuso che si riscontra sia dai dati annuali della stazione fissa di Schio, sia a livello più esteso nel bacino padano.

I valori medi di As, Ni, Cd. Pb, presso i due siti, seppur ottenuti da misure indicative (9% rispetto ad un anno), risultano ampiamente inferiori ai rispettivi valori obiettivo e valori limite annuale previsti dal DLgs 155/2010. I test applicati indicano che vi è una differenza statistica tra i valori di Nichel presso Pozzo e quelli misurati presso la stazione fissa. Tuttavia la media complessiva di Nichel presso la località Pozzo risulta inferiore al valore obiettivo di 20 ng/m^3 come massima media annua.

Per quanto riguarda gli IPA nel PM10 con riferimento al Benzo(a)pirene, i valori medi presso i due siti, seppur indicativi (8%), non superano il valore obiettivo di 1.0 ng/m^3 come massima media annua. I test applicati nel confronto tra siti indicano che non c'è una differenza statistica tra le misure di benzo(a)pirene

I risultati del monitoraggio di diossine, furani e PCB DL indicano che la concentrazione espressa come tossicità equivalente di PCDD/F e PCB DL in entrambi i siti rientra nell'intervallo misurato nei precedenti studi a livello regionale e provinciale ed è ampiamente inferiore al valore di 100 fg/m^3 stimato dall'OMS come livello medio in ambiente urbano. La tossicità equivalente media dei quattro periodi risulta uguale nei due siti, mentre vi sono modeste differenze nei singoli periodi. Dall'analisi dell'abbondanza dei congeneri emerge che presso la località Pozzo il rapporto tra furani e diossine è stato sostanzialmente stabile nei quattro periodi, senza evidenza del contributo di una fonte predominante tra quelle conosciute in letteratura (industriale, traffico, combustione), mentre presso la stazione fissa di via Vecellio in settembre prevale un profilo attribuibile alla combustione ed in giugno riconducibile al traffico o a fonti industriali.

Nel complesso è pertanto possibile concludere che, per gli inquinanti monitorati, non ci sono differenze sostanziali tra i due punti scelti: la qualità dell'aria misurata alla ricaduta dell'inceneritore è simile a quella misurata nel contesto urbano di Schio, mantenendosi al di sotto della gran parte dei valori di riferimento.

9. Riferimenti bibliografici

ARPAV ORAR Relazione Regionale Qualità dell'aria 2016

ARPAV DAPVI Progetto Acciaierie Monitoraggio della qualità dell'aria presso Altavilla Vicentina, Vicenza Ferrovieri e Vicenza quartiere Italia – 2017

Caserini, Stefano et al. Air and soil dioxin levels at three sites in Italy in proximity to MSW incineration plants. In: Chemosphere 54 (2004), pp. 1279–1287.

LAI. Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe. Länderausschuss für Immissionsschutz. 2004. url: http://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/gesundheit/pdf/LAI2004.pdf.

NATO/CCMS. International toxicity equivalency factors (I-TEF) method of risk assessment for complex mixtures of dioxin and related compounds. Report no.176. North Atlantic Treaty Organization, Committee on the Challenges of Modern Society, 1988.

Piazzalunga, Andrea et al. Contribution of wood combustion to PAH and PCDD/F concentrations in two urban sites in Northern Italy. In: Journal of Aerosol Science 56 (2013), pp. 30–40.

Soft PAST, PAleontological Statistics Version 3.10 (Open source)
Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp.

WHO. Air Quality Guidelines for Europe-Second Edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. World Health Organization, 2000.

Dipartimento Provinciale di Vicenza
Servizio Monitoraggio e Valutazioni
Via L. L. Zamenhof, 353
36100 Vicenza
Italy
Tel. +39 0444 217311
Fax +39 0444 217347
e-mail: dapvi@arpa.veneto.it
Novembre 2018

ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto
Direzione Generale
Via Ospedale Civile, 24
35121 Padova
Italy
tel. +39 049 82 39 301
fax. +39 049 66 09 66
e-mail: urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it
www.arpa.veneto.it