



Thermal Generation Italy

Italy Coal
UB Fusina

Via dei Cantieri 5 - 30176 Malcontenta VENEZIA
T +39 041 8218011 - F +39 041 8218023

enelproduzione@pec.enel.it

PRO/TGI/COAL/UB-FS

Spett.le
MINISTERO AMBIENTE E TUTELA DEL
TERRITORIO E DEL MARE
Direzione Generale per le Valutazioni e le
Autorizzazioni Ambientali
Commissione Tecnica per le Valutazioni
Ambientali
Via Cristoforo Colombo,44
00147 Roma (RM)
PEC:
DGSalvanguardia.Ambientale@PEC.minambi
ente.it

Spett.le
ISPRA
Via Vitaliano Brancati, 48
00144 ROMA RM
PEC: protocollo.ispra@ispra.legalmail.it

Spett.le
ARPAV
Dipartimento Provinciale di Venezia
Via Lissa, 6
30171 Venezia – Mestre (VE)
PEC: dapve@pec.arpav.it

Oggetto: Centrale termoelettrica di Fusina (VE) "Andrea Palladio" - Ricognizione dello stato di realizzazione degli interventi e di attuazione delle prescrizioni - ID VIP 2774 -
Invio Rapporto finale di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche

Con riferimento alla ns. lettera prot. n. 22051 del 27/06/2016 si trasmette il Rapporto finale del monitoraggio deposizioni atmosferiche eseguito nell'anno 2016 secondo il Piano inviato in data 02/03/2016 con prot. n. 0007993 ed approvato dalla stessa Arpav in data 08/03/2016, con prot. n. 23967, e da ISPRA in data 25/03/2016, con prot. n. 0019717.
Cordiali saluti.

Allegati: c.s.

1/2





Piergiorgio Tonti
Il Responsabile

Il presente documento è sottoscritto con firma digitale ai sensi dell'art. 21 del d.lgs. 82/2005. La riproduzione dello stesso su supporto analogico è effettuata da Enel Italia srl e costituisce una copia integra e fedele dell'originale informatico, disponibile a richiesta presso l'Unità emittente.

Cliente Enel Produzione S.p.A.
Unità di Business di Fusina

Oggetto Centrale termoelettrica ENEL di Fusina - Impianto di coincenerimento carbone – CDR sulle sezioni 3 e 4 – Piano di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche - Lettere ARPAV prot. n. 10833 del 02/02/2016 e MATTM prot. n. 0003672 del 12/02/2016.

Ordine ACCORDO QUADRO n. 8400101944 – SdO N. 4000424909 del 23.08.2016

Note Rev. 0 (AG15ESM116 Lettera B6024785)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 28 **N. pagine fuori testo** 0

Data 21/11/2016

Elaborato EMS - Maspero Mario
B6024594 3270 AUT

Verificato EMS - Sala Maurizio
B6024594 3741 VER

Approvato EMS - Maspero Mario (Project Manager)
B6024594 3270 APP

Indice

1	PREMESSA	3
2	PIANO DI MONITORAGGIO	4
2.1	Localizzazione delle postazioni.....	4
2.2	Apparecchiature di campionamento	5
2.3	Parametri di misura e metodi analitici utilizzati.....	6
3	CAMPIONAMENTI EFFETTUATI.....	8
3.1	Parametri di analisi	8
4	CONDIZIONI CLIMATICHE NEL PERIODO	10
4.1	Andamento della temperatura e dell'umidità.....	10
4.2	Precipitazioni	11
4.3	Anemometria.....	12
5	RISULTATI E COMMENTI.....	14
5.1	Precipitazione raccolta e rateo delle polveri	14
5.2	Ratei di deposizione di metalli e specie organiche.....	15
5.3	Confronto con campionamenti precedenti.....	22
6	CONCLUSIONI.....	24
7	RAPPORTI CITATI NEL TESTO	25
	APPENDICE 1 – RISULTATI DI DETTEGLIO PER IPA, PCDD, PCDF E PCB	26

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	21/11/2016	B6024594	Prima emissione

1 PREMESSA

Con riferimento al potenziamento dell'impianto di coincenerimento carbone – CDR delle sezioni 3 e 4 della Centrale "Andrea Palladio" di Fusina (VE) del 2009, Arpav aveva proposto al MATTM *".. che il gestore assicuri un sistematico monitoraggio, mensile, delle deposizioni di microinquinanti organici ed inorganici, nella postazione "Moranzani" e nella postazione "Bottenigo" (o alternativamente "Mestre via Lissa")"*.

A seguito di successivi incontri e scambi di corrispondenza intervenuti nel 2014 e 2015 tra Arpav e MATTM, Enel ha trasmesso una Nota in data 10/12/2015 con prot. n. 0047730, su richiesta di Arpav nel corso del sopralluogo AIA del 2015, inerente alle modalità di esecuzione dell'attività di monitoraggio delle deposizioni di micro inquinanti organici ed inorganici:

"Al fine di garantire un controllo sulle deposizioni al suolo degli inquinanti organici e inorganici, Enel avvierà, in accordo con ARPAV, una campagna annuale di monitoraggio nelle postazioni di "Mestre Via Lissa" e "Moranzani".

La campagna sarà svolta nel 2016 e prevederà quanto segue, per ognuna delle stazioni:

Campionamento	Numero di campionamenti nell'anno	Durata del campionamento	Parametri di analisi
Deposizioni atmosferiche	I quadrimestre	1 mese	Metalli, PCDD, PCDF, IPA, PCB dioxin like
	II quadrimestre		
	III quadrimestre		

Il programma di dettaglio, comprensivo della tipologia di deposimetri per specifico parametro, sarà inviato prima dell'avvio della prima campagna di indagine ad ARPAV per approvazione."

ENEL ha pertanto incaricato CESI di redigere un programma di monitoraggio, che compare nel rapporto CESI B6004374, che è stato approvato da ARPAV prima dell'avvio delle campagne di indagine.

Nel presente Rapporto, dopo un richiamo dei contenuti del Piano di Monitoraggio, sono riportati i risultati del monitoraggio delle deposizioni e un confronto con dati antecedenti.

2 PIANO DI MONITORAGGIO

Come sopra introdotto, secondo gli accordi intercorsi tra ENEL e ARPAV, il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche è stato condotto nelle postazioni di "Mestre Via Lissa" e "Moranzani", con campionamenti con frequenza quadrimestrale e durata del singolo campionamento di circa un mese. I periodi esatti di campionamento sono stati concordati di volta in volta con ARPAV e si sono svolti nei seguenti periodi:

<i>Campionamento</i>	<i>Periodo</i>	<i>Parametri di analisi</i>
<i>I quadrimestre</i>	<i>17/3 – 19/4/2016</i>	<i>Metalli, PCDD, PCDF, IPA, PCB dioxin like</i>
<i>II quadrimestre</i>	<i>16/6 – 20/7/2016</i>	
<i>III quadrimestre</i>	<i>22/9 – 25/10/2016</i>	

Tabella 1 - Periodi campionamento

2.1 Localizzazione delle postazioni

La figura che segue mostra l'ubicazione delle due postazioni:



Figura 1 - Ubicazione delle postazioni di campionamento delle deposizioni e della Centrale di Fusina

La postazione di "Mestre Via Lissa" è stata allestita presso la sede di ARPAV di Mestre, mentre quella di "Moranzani" corrisponde alla n. 25 della Rete di Qualità dell'Aria dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera. Le postazioni sono poste rispettivamente a nord-nordovest e sud-sudovest rispetto alla Centrale ENEL "Andrea Palladio" di Fusina.

Di seguito è riportata una succinta descrizione delle due postazioni :

NOME POSTAZIONE: VENEZIA MALCONTENTA – MORANZANI		NOME POSTAZIONE: MESTRE VIA LISSA	
Coordinate geografiche (ED50 UTM33): 5034392 (N); 282070 (E)		Coordinate geografiche (ED UTM33): 5040792(N); 282949E	
			
Postazione ubicata presso la postazione n. 25 dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera		Postazione ubicata presso la sede ARPAV di Mestre	

2.2 Apparecchiature di campionamento

Per la raccolta delle deposizioni atmosferiche, sono stati impiegati deposimetri "bulk" del tipo "bottle+funnel", che raccolgono indistintamente la frazione umida e secca delle deposizioni atmosferiche (deposizione atmosferica integrale). Tali tipi di campionatori sono previsti dalle seguenti norme UNI EN:

- UNI EN 15841:2009 "Ambient air quality - Standard method for determination of arsenic, cadmium, lead and nickel in atmospheric deposition";
- UNI EN 15980:2011 "Air quality - Determination of the deposition of benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, dibenz[a,h]anthracene and indeno[1,2,3-cd]pyrene".

In accordo da quanto previsto dalle norme sopra indicate, in ciascuna postazione sono stati posizionati due campionatori "bulk" del tipo "bottle+funnel": uno interamente in materiale plastico, dedicato alla determinazione dei ratei di deposizione dei metalli, l'altro interamente in vetro inerte per la determinazione dei ratei di deposizione delle specie organiche. In particolare, sono stati utilizzati i campionatori "Depobulk" distribuiti da Labservice di Bologna, aventi una superficie di raccolta di circa 0,035 m².

Nella figura che segue, a sinistra è mostrato il campionatore "Depobulk" in configurazione di campionamento, mentre a destra è visibile la parte interna del campionatore "Depobulk". La parte superiore è l'imbuto di raccolta delle deposizioni umide e secche, mentre la parte inferiore costituisce la bottiglia di raccolta:

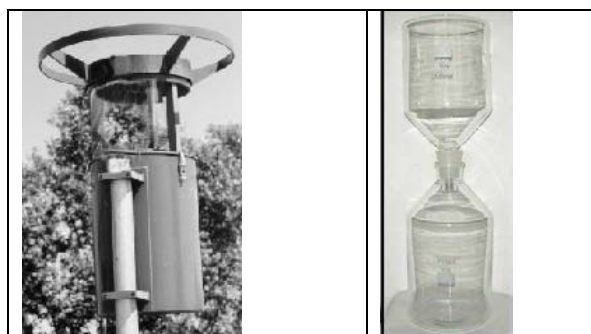


Figura 2 - A sinistra: vista esterna del deposimetro; a destra: parte interna (imbuto e bottiglia)

2.3 Parametri di misura e metodi analitici utilizzati

Come riportato nel Piano di Monitoraggio, nelle deposizioni sono stati determinati i seguenti parametri chimici:

- **Metalli:** As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, V e Zn;
- **Idrocarburi Policiclici Aromatici:** Benzo[a]antracene, Benzo[j]fluorantene, Benzo[b]fluorantene, Benzo[k]fluorantene, Benzo[a]pirene, Indeno[1,2,3-cd]pirene, Dibenzo[a, h]antracene;
- **Policlorodibenzo-p-diossine (PCDD) e furani (PCDF):** i singoli composti determinati sono riportati nel prospetto che segue, con indicazione del loro fattore di equivalenza tossico (I-TEF) secondo NATO/CCMS 1998:

PCDD (§)	I-TEF	PCDF (§)	I-TEF
2,3,7,8 - TCDD	1	2,3,7,8 - TCDF	0,1
1,2,3,7,8 - PeCDD	0,5	1,2,3,7,8 - PeCDF	0,05
1,2,3,4,7,8 - HxCDD	0,1	2,3,4,7,8 - PeCDF	0,5
1,2,3,6,7,8 - HxCDD	0,1	1,2,3,4,7,8 - HxCDF	0,1
1,2,3,7,8,9 - HxCDD	0,1	1,2,3,6,7,8 - HxCDF	0,1
1,2,3,4,6,7,8 - HpCDD	0,01	2,3,4,6,7,8 - HxCDF	0,1
OCDD	0,001	1,2,3,7,8,9 - HxCDF	0,1
		1,2,3,4,6,7,8 - HpCDF	0,01
		1,2,3,4,7,8,9 - HpCDF	0,01
		OCDF	0,001

(§) T = tetra, Pe = penta, Hx = hexa, Hp = hepta; CB = clorobifenili

- **Policlorobifenili (PCB) "dioxin like" (dl):** i singoli composti determinati sono riportati nel prospetto che segue, con indicazione del loro fattore di equivalenza tossico (TEF) secondo WHO-1998:

PCB "dioxin like" (§)	WHO 1998 ¹
3,3',4,4'-TCB (PCB 77)	0,0001
3,4,4',5-TCB (PCB 81)	0,0001
3,3',4,4',5-PeCB (PCB 126)	0,1
3,3',4,4',5,5'-HxCB (PCB 169)	0,01
2,3,3',4,4'-PeCB (PCB 105)	0,0001
2,3,4,4',5-PeCB (PCB 114)	0,0005
2',3,4,4',5-PeCB (PCB 118)	0,0001
2,3,3',4,4',5-HxCB (PCB 123)	0,0001
2,3',4,4',5,5'-HxCB (PCB 156)	0,0005
2,3',3,4',4,5'-HxCB (PCB 157)	0,0005
2,3',4,4',5,5'-HxCB (PCB 167)	0,00001
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (PCB 189)	0,0001

(§) T = tetra, Pe = penta, Hx = hexa, Hp = hepta ; CB = clorobifenili

Per le determinazioni analitiche, sono stati utilizzati i seguenti metodi:

- **Metalli:** metodo in accordo con la norma UNI EN 15841:2009, che prevede la possibilità di utilizzo di metodi analitici equivalenti a UNI 14902:2005, per determinare l'intero set di metalli previsto saranno impiegati i metodi ISO 17294-2004 (ICP-MS), ISO 11885-2004 (ICPOES), previa dissoluzione dei filtri con metodo interno CESI, adattato da ISO 14869-2001;
- **Idrocarburi Policiclici Aromatici:** EPA 1613B:1994 (gascromatografia ad alta risoluzione con rivelatore a spettrometria di massa - HRGC/LRMS);
- **Policlorodibenzo-p-diossine (PCDD), furani (PCDF) e policlorobifenili (PCB) "dioxin like" (dl):** EPA 1613B:1994 (gascromatografia ad alta risoluzione con rivelatore a spettrometria di massa ad alta risoluzione - HRGC/HRMS).

¹ http://www.who.int/ipcs/assessment/tef_update/en/

La quantità totale di PCDD, PCDF e PCB *dI* è stata espressa in termini di *tossicità equivalente* (TEQ), ottenuta dalla somma dei prodotti tra la quantità (Q_i) di un dato congenere, avente rilevanza tossicologica, e il suo I-TEF o WHO 1998, secondo la formula:

$$\text{Total Toxic Equivalency (TEQ)} = \sum_{n=1}^k Q_n * TEF_n$$

Dove Q_n rappresenta la quantità totale del congenere n nell'intero campione e TEF il suo fattore di equivalenza tossico (I-TEF o TEF).

Per PCDD, PCDF e PCB *dI*, in presenza di dati inferiori al limite di rilevabilità strumentale (LdR), per attribuire un valore al singolo analita al fine del calcolo del TEQ è possibile seguire 3 criteri (vedi Rapporto ISTISAN 04/15²):

- attribuzione di un valore pari a zero (*lower-bound*);
- attribuzione di un valore pari al LdR (*upper-bound*): tale soluzione tende ad essere conservativa e rappresenta la stima più cautelativa;
- attribuzione di un valore pari alla metà del limite di rilevabilità (*medium-bound*).

Per un possibile confronto con i dati ottenuti in passato (monitoraggi del 2009 e 2010), nel presente rapporto si sono adottati i TEQ *lower-bound* (LB) e *upper-bound* (UB).

I **metalli** sono stati analizzati sia nella fase solida della deposizione (polvere) sia nella fase acquosa (pioggia), previa loro separazione per filtrazione. Le deposizioni di metalli sono state espresse in termini di ratei di deposizione complessivi (polveri e pioggia), in $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$. Quando un metallo è risultato inferiore al limite di rilevabilità (LdR) strumentale per la rispettiva fase, per il calcolo del rateo si è utilizzato la metà del LdR.

Relativamente alla polvere depositata, considerando un periodo di campionamento di 33 giorni, il pertinente limite di rilevabilità (LdR) strumentale e l'area di raccolta del deposimetro, per il rateo di deposizione del mercurio si ha un LdR di circa $0,004 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ e di $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ per gli altri metalli.

Per la **fase liquida**, il LdR strumentale è di $0,05 \mu\text{g}/\text{L}$ per il mercurio e di $0,1 \mu\text{g}/\text{L}$ per gli altri metalli. Il LdR del rateo di deposizione, a parità di altri fattori, dipende dalla entità della precipitazione. Considerando un periodo di campionamento di 33 giorni, il pertinente limite di rilevabilità (LdR) strumentale, una quantità di precipitazione compresa tra 0,5 e 3 L e l'area di raccolta del deposimetro, per il rateo di deposizione del mercurio si ha un LdR di circa $0,02\text{-}0,13 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ e di $0,04\text{-}0,26 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ per gli altri metalli. Complessivamente, si può quindi stimare un LdR del rateo di deposizione compreso tra $0,02$ e $0,13 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ per il mercurio e tra $0,05$ e $0,27 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ per gli altri metalli.

Le deposizioni di **IPA** sono state espresse in termini di ratei di deposizione in $\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$. Considerando una deposizione di 33 giorni, il pertinente limite di rilevabilità (LdR) strumentale e l'area di raccolta del deposimetro, per il rateo di deposizione del benzo(a)antracene si ha un LdR di circa $2 \text{ ng}/\text{m}^2/\text{d}$, di $4 \text{ ng}/\text{m}^2/\text{d}$ per gli altri IPA.

Come sopra riportato, i ratei di deposizione di **PCDD**, **PCDF** e **PCB** sono stati espressi in $\text{pg TEQ}/\text{m}^2/\text{d}$ LB o UB. Tenendo conto che il LdR strumentale è dell'ordine di $0,1\text{-}1 \text{ pg}$ assoluti nel campione e considerando una deposizione di 33 giorni e l'area di raccolta del deposimetro, i LdR dei ratei dei singoli congeneri PCDD/F sono compresi tra $0,0001\text{-}0,2 \text{ pg TEQ}/\text{m}^2/\text{d}$ e il LdR del rateo UB complessivo di tutti i congeneri è circa $0,8 \text{ pg TEQ}/\text{m}^2/\text{d}$.

Analogamente, per i PCB, aventi un LdR strumentale di $0,05 \text{ pg}$ assoluti, i LdR dei ratei dei singoli congeneri sono compresi tra $0,0001\text{-}0,4 \text{ pg TEQ}/\text{m}^2/\text{d}$ e il LdR del rateo UB complessivo di tutti i congeneri è circa $0,5 \text{ pg TEQ}/\text{m}^2/\text{d}$.

² Menichini, E., & Viviano, G., 2004

3 CAMPIONAMENTI EFFETTUATI

Le campagne di monitoraggio si sono svolte nei seguenti periodi:

<i>Campagne</i>	<i>Periodo</i>
<i>I quadrimestre</i>	<i>17/3 – 19/4/2016</i>
<i>II quadrimestre</i>	<i>16/6 – 20/7/2016</i>
<i>III quadrimestre</i>	<i>22/9 – 25/10/2016</i>

Di seguito sono riportati i dettagli dei campionamenti effettuati:

Campionamento con deposimetro “Depobulk” per **metalli** (v. par. 2.2 per dettagli dell’apparato):

Postazione di Via MORANZANI					
Periodo Riferimento	Inizio Campionamento		Fine Campionamento		N° giorni di esposizione
	Data	Ora	Data	Ora	
I Quadrimestre	17/03/2016	09:45	19/04/2016	11:20	33
II Quadrimestre	16/06/2016	09:50	20/07/2016	10:30	34
III Quadrimestre	22/09/2016	10:15	25/10/2016	10:35	33
Postazione di Via Lissa					
Periodo Riferimento	Inizio Campionamento		Fine Campionamento		N° giorni di esposizione
	Data	Ora	Data	Ora	
I Quadrimestre	17/03/2016	11:55	19/04/2016	14:30	33
II Quadrimestre	16/06/2016	10:55	20/07/2016	11:00	34
III Quadrimestre	22/09/2016	11:00	25/10/2016	11:35	33

Tabella 2 - Campionamenti effettuati con deposimetri per metalli

Campionamento con deposimetro “Depobulk” per **specie organiche** (v. par. 2.2 per dettagli dell’apparato):

Postazione di Via MORANZANI					
Periodo Riferimento	Inizio Campionamento		Fine Campionamento		N° giorni di esposizione
	Data	Ora	Data	Ora	
I Quadrimestre	17/03/2016	09:55	19/04/2016	11:10	33
II Quadrimestre	16/06/2016	10:00	20/07/2016	10:35	34
III Quadrimestre	22/09/2016	10:20	25/10/2016	10:30	33
Postazione di Via Lissa					
Periodo Riferimento	Inizio Campionamento		Fine Campionamento		N° giorni di esposizione
	Data	Ora	Data	Ora	
I Quadrimestre	17/03/2016	12:10	19/04/2016	14:40	33
II Quadrimestre	16/06/2016	11:00	20/07/2016	11:10	34
III Quadrimestre	22/09/2016	11:05	25/10/2016	11:45	33

Tabella 3 - Campionamenti effettuati con deposimetri per specie organiche

3.1 Parametri di analisi

I campioni di deposizioni per il monitoraggio dei **metalli** sono stati analizzati per la determinazione di: As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, V e Zn.

I campioni di deposizioni per il monitoraggio delle **specie organiche** sono stati analizzati

per la determinazione di: Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Policlorodibenzo-p-diossine (PCDD) e furani (PCDF); Policlorobifenili (PCB) "dioxin like". Si veda il par. 2.3 per il dettaglio dei singoli composti determinati.

Le deposizioni di metalli e IPA sono state espresse in termini di ratei di deposizione, nella opportuna unità di misura (μg o $\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$).

I ratei di deposizione di PCDD, PCDF e PCB sono stati espressi in $\text{pg TEQ}/\text{m}^2/\text{d}$ LB e UB, ovvero in termini di *tossicità equivalente* (TEQ) *lower-bound* (LB) e *upper-bound* (UB). Si veda il par. 2.3 per le modalità di calcolo.

4 CONDIZIONI CLIMATICHE NEL PERIODO

Per valutare le condizioni meteorologiche durante il periodo dei campionamenti sono stati utilizzati i dati forniti dalle postazioni meteorologiche dell'Ente Zona Industriale P. Marghera più prossime alla Centrale di Fusina riassunte nella tabella che segue, con indicazione della strumentazione installata.

Postazione meteo	Tipologia	Parametri meteo misurati ³
Torre Pompieri E.Z.Meteo	Stazione fissa	VV, DV
St.23 E.Z.Meteo	Stazione fissa	TA (10m, 70m, 140m), UR, PA, R.S.I., R.S.ACC, PR

Tabella 4 – Postazioni meteorologiche utilizzate.

4.1 Andamento della temperatura e dell'umidità

Di seguito sono riportati gli andamenti di temperatura ed umidità misurati presso la postazione meteo N.23 di E.Z. Meteo nei tre periodi di campionamento:

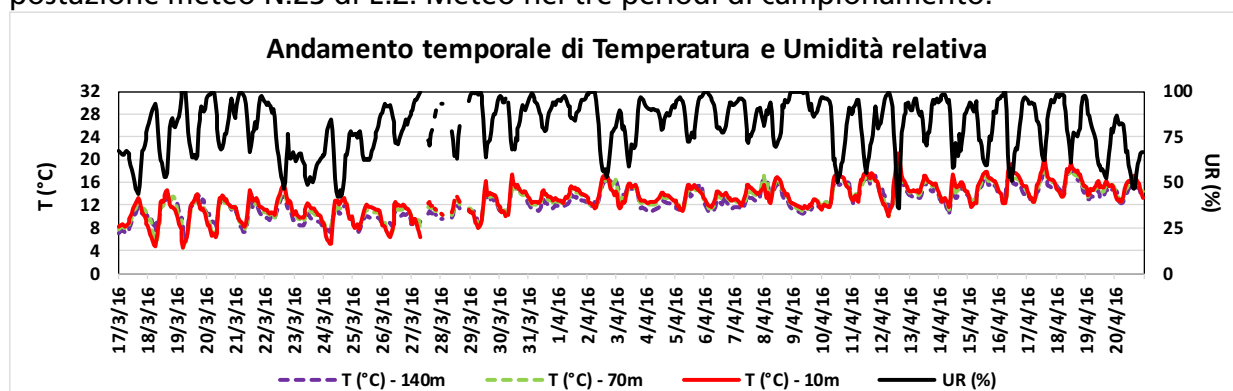


Figura 3 - Andamento temporale della temperatura e umidità relativa durante il primo campionamento (17/03/2016 – 19/04/2016).

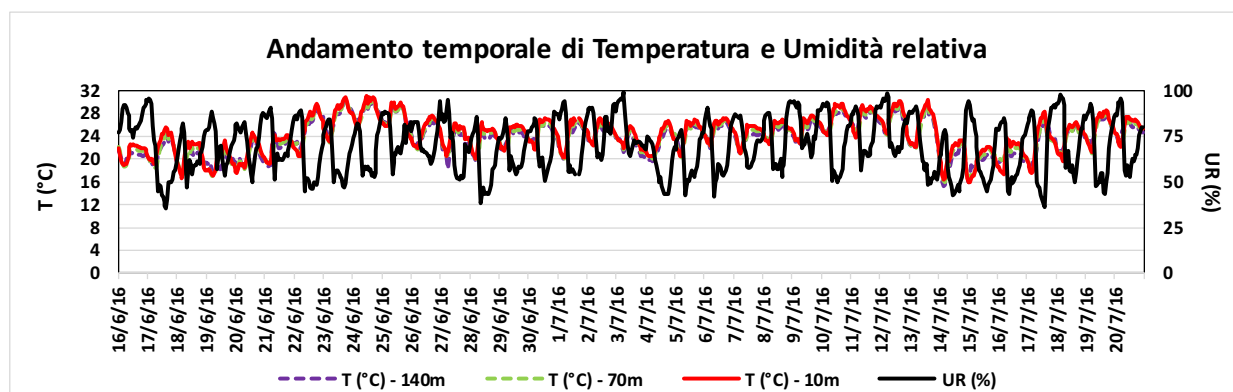


Figura 4 - Andamento temporale della temperatura e umidità relativa durante il secondo campionamento (16/06/2016 – 20/07/2016).

³ VV, DV x m=Velocità e Direzione Vento a x m dal piano di installazione; TA=Temperatura Aria; UR=Umidità Aria; PA=Pressione Atmosferica; PR= Precipitazioni; R.S.I./R.S.ACC=Radiazione Solare.

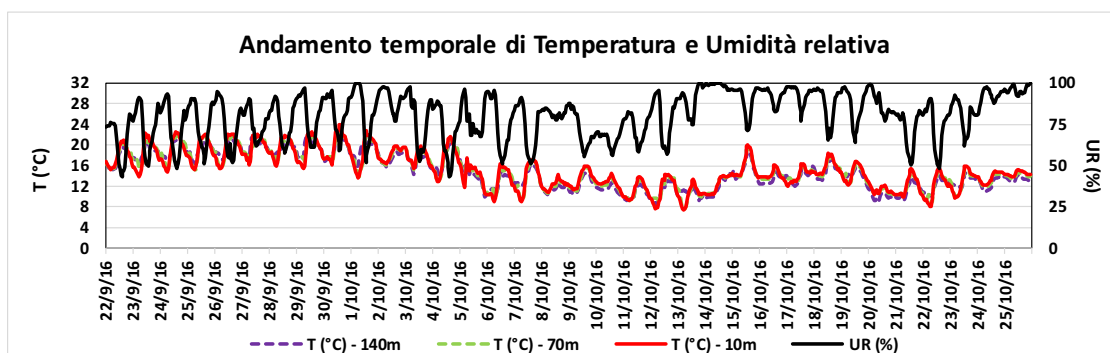


Figura 5 - Andamento temporale della temperatura e umidità relativa durante il terzo campionamento (22/09/2016 – 25/10/2016).

Il prospetto seguente riassume alcuni indici statistici di temperatura e umidità nei tre periodi di campionamento:

	Campionamento 1	Campionamento 2	Campionamento 3
	17/03/2016	16/06/2016	22/09/2016
	19/04/2016	20/07/2016	25/10/2016
Temperatura (10m)	°C	°C	°C
media	13	24	15
minimo	4	16	7
massimo	21	31	24
mediana	13	25	15
Umidità Relativa	%	%	%
media	82	70	80
minimo	36	36	43
massimo	100	100	100
mediana	85	70	82

Le condizioni meteoclimatiche che hanno caratterizzato il campionamento 1, primaverile, e il terzo, autunnale, sono state piuttosto simili con temperature medie di 13 e 15 °C, con massime di 21 e 24 °C e un'umidità relativa media di 82 e 80%, rispettivamente. Durante il secondo campionamento, si sono verificate condizioni climatiche in linea con quelle del periodo estivo, caratterizzate da temperature più elevate (24°C T media) e massimi superiori ai 30°C e da giornate più secche (70% UR media).

4.2 Precipitazioni

Di seguito è mostrato l'andamento temporale degli eventi di precipitazione nei tre periodi di monitoraggio. I dati sono stati ricavati dalla stazione N.23 di E.Z.Meteo.

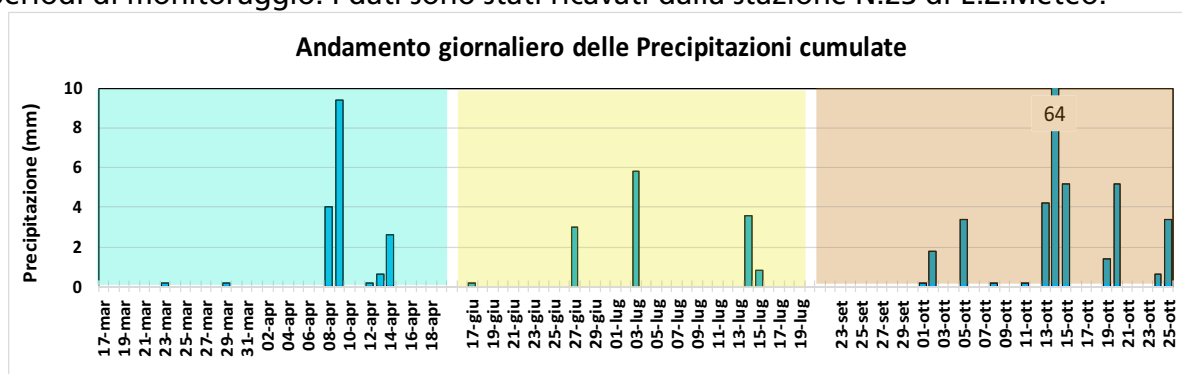


Figura 6 - Andamento giornaliero delle precipitazioni nei tre periodi di monitoraggio.

Le precipitazioni totali sono state relativamente simili nel periodo di marzo-aprile (**campionamento 1**) e in quello di giugno-luglio (**campionamento 2**). Nel periodo settembre -ottobre (**campionamento 3**), le precipitazioni sono state significativamente più elevate, con valori tipici della stagione autunnale. Di seguito è mostrato l'andamento temporale degli eventi di precipitazione nei tre periodi di monitoraggio:

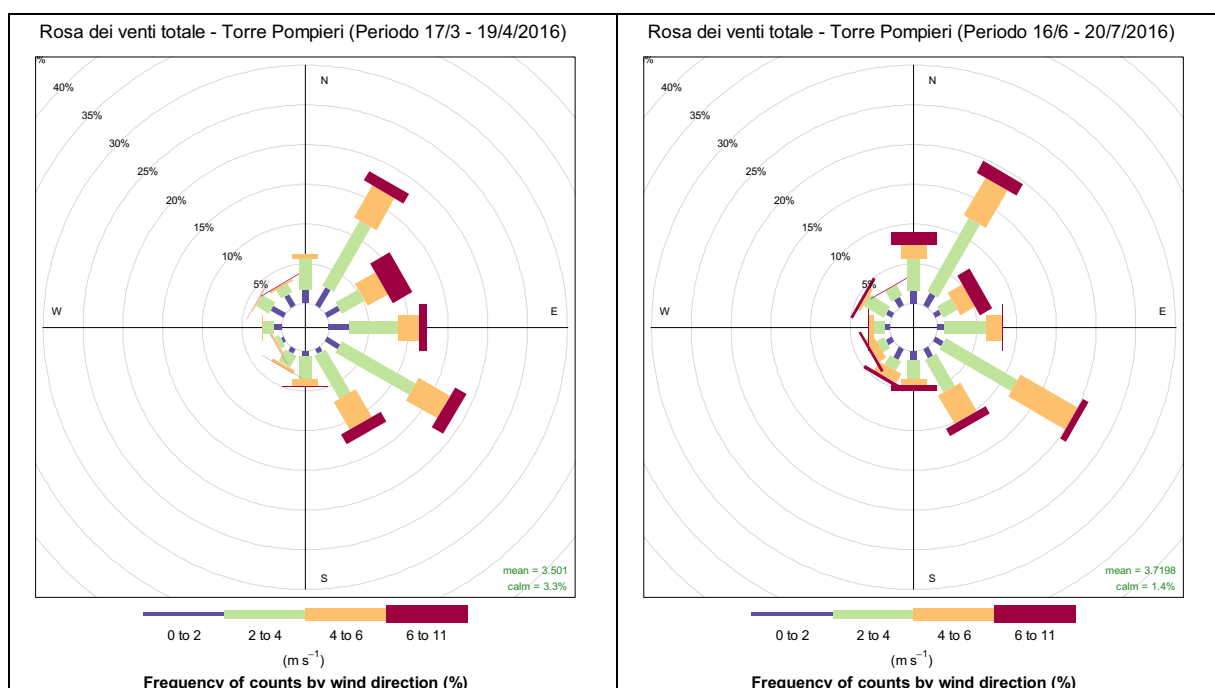
	Campionamento 1	Campionamento 2	Campionamento 3
	17/03/2016	16/06/2016	22/09/2016
	19/04/2016	20/07/2016	25/10/2016
N° eventi meteorici	4	4	7
N° giorni totali	7	5	12
Precipitazione totale [mm]	17	13	90

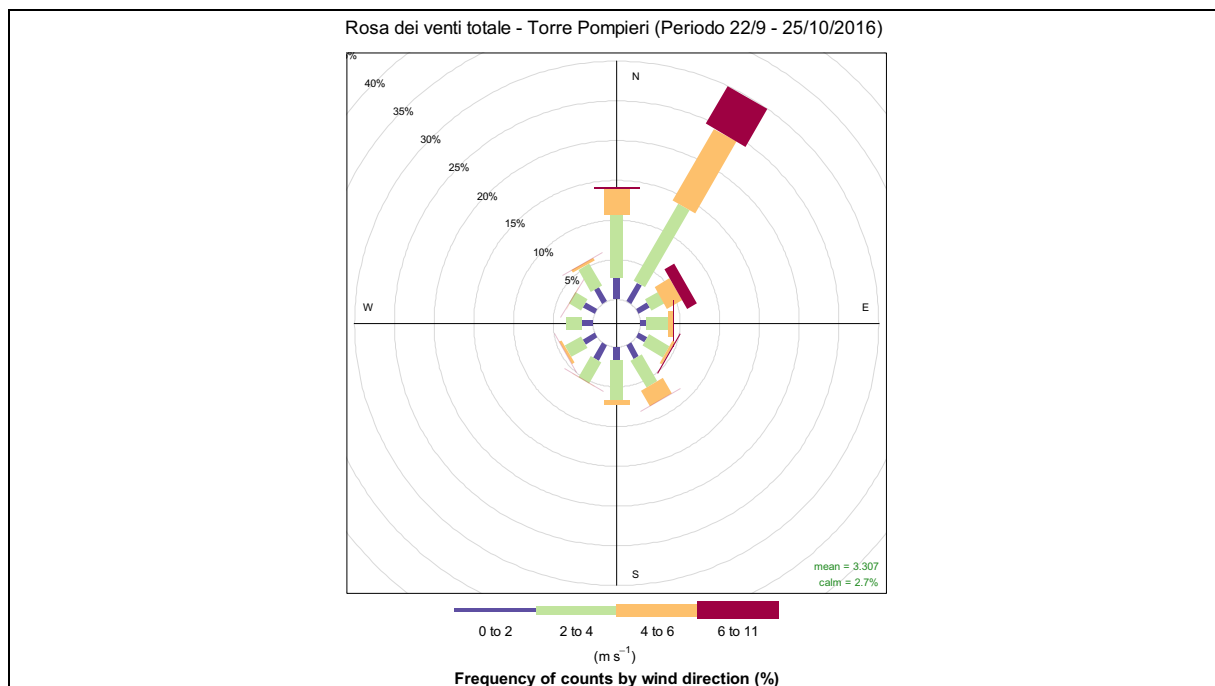
Di seguito sono riportati alcuni commenti agli eventi di precipitazione avvenuti durante i tre periodi di monitoraggio:

- **Campionamento 1:** l'evento più intenso è avvenuto il 8 - 9 aprile durante il quale sono caduti poco più di 13 mm di pioggia complessivi. Gli altri eventi non hanno superato singolarmente i 4 mm di precipitazione;
- **Campionamento 2:** l'evento più intenso è avvenuto nella giornata del 3 luglio, in cui sono piovuti 6 mm di pioggia. Altri due eventi con meno di 5 mm di pioggia si sono avuti il 27 giugno e il 14-15;
- **Campionamento 3:** durante questo periodo si sono avuti più eventi plurigiornalieri con una piovosità maggiore: quattro eventi plurigiornalieri e 2 singole giornate piovose. L'evento più piovoso si è avuto il 13 - 15/10 per una precipitazione complessiva di 73 mm, di cui 64 mm sono caduti nella giornata del 24/10/2016.

4.3 Anemometria

Qui di seguito sono riportate le Rose dei Venti elaborate a partire dai dati anemometrici della stazione Torre Pompieri di E.Z.Meteo, nei tre periodi di monitoraggio.





Complessivamente le rose dei venti che hanno caratterizzato i primi due periodi di campionamento sono state molto simili, caratterizzate da due principali componenti di direzione del vento NE – ENE e SO – SSO. Nel secondo periodo si rileva inoltre il contributo di masse d'aria provenienti da Nord. La rosa dei venti relativa al terzo periodo di monitoraggio, è decisamente più polarizzata per masse d'aria provenienti da Nord Est.

5 RISULTATI E COMMENTI

Nei paragrafi che seguono sono riportati i risultati delle determinazioni analitiche sui campioni di deposizione.

5.1 Precipitazione raccolta e rateo delle polveri

Di seguito sono riportati i ratei di deposizione delle polveri e l'entità delle precipitazioni umide calcolati dalle deposizioni raccolte dai deposimetri per i metalli. Le precipitazioni raccolte dai deposimetri sono confrontate con quelle desunte dalla stazione N.23 di E.Z.I.:

	Campionamento 1		Campionamento 2		Campionamento 3	
	17/03/2016		16/06/2016		22/09/2016	
	19/04/2016		20/07/2016		25/10/2016	
	Via Lissa	Via Moranzani	Via Lissa	Via Moranzani	Via Lissa	Via Moranzani
Rateo deposizione polveri [mg/m ² /d]	29	74	36	43	45	40
Precipitazione [mm]	27	13	12	14	105	90
<i>Precipitazione stazione N.23 di E.Z.I. [mm]</i>	17		13		90	

Tabella 5 – Rateo delle polveri depositate e precipitazioni nei periodi delle campagne

I ratei di deposizione delle polveri sono risultati complessivamente comparabili, specie durante i campionamenti 2 e 3. Nel Campionamento 1 di marzo – aprile 2016, le deposizioni di polveri sono state lievemente maggiori nella postazione di Moranzani, posta a sudovest rispetto alla Centrale ENEL di Fusina. Nei tre periodi di monitoraggio, la ventosità è stata molto simile specie dal quadrante NE (v. par. 4.3), condizione in cui la postazione si trova sottovento alla Centrale ENEL, per cui si può ragionevolmente escludere una qualche influenza della stessa, piuttosto un qualche influenza locale.

I valori riscontrati durante i campionamenti del 2016 (intervallo compreso tra 29 e 74 mg/m²/d) si collocano complessivamente ben al di sotto dei valori di riferimento adottati da alcune nazione europee, che sono riportati di seguito:

Stato	Rateo deposizione [mg/m ² /d]	Riferimento
Germania (media annua)	350	TA Luft, 2002
Austria (media annua)	210	Gesamte Rechtsvorschrift für Immissionsschutzgesetz-Luft, Fassung vom, 2013
Svizzera (media annua)	200	Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt 1986), media aritmetica annuale
Slovenia (media annua)	200	Decree on limit values, alert thresholds and critical imission values for substances into the atmosphere). (Ur. L. RS št.73/1994)
Norvegia	167	Espresso come 5 g/m ² /30 giorni. Norway, 2004. Forskrift om begrensning av forurensning, FOR 2004-06-01 nr 931. (Regulation on limitation of pollution).
Belgio-Fiandre (media mensile)	350	VLAREM II order of the Flemish Government of 1 June 1995 concerning General and Sectoral provisions relating to Environmental Safety. Appendix 2.5.2. Environmental quality standards for particulate fallout
Regno Unito e Scozia (media mensile)	200	Environment Agency, 2013

Tabella 6 - Valori di riferimento europei per la deposizione di polveri ⁴

⁴ Si veda anche G. Settimo "Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale", Seminario Depositioni atmosferiche, Brescia, 2014. Consultabile al sito: http://ita.arpalombardia.it/ITA/area_download/index

In Italia non sono stati adottati valori normativi o di riferimento per le deposizioni di polveri. Per una valutazione dei valori di deposizione misurati nella zona di Fusina, si può fare riferimento al rapporto finale del gruppo di lavoro della Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico del Ministero dell'Ambiente che riporta la seguente classificazione dell'indice di polverosità basata sul tasso di deposizione gravimetrico:

Classe di polverosità	Polvere totale sedimentabile (mg/m ² /d)	Indice di polverosità
I	<100	praticamente assente
II	100 - 250	bassa
III	251 - 500	media
IV	501 - 600	medio-alta
V	>600	elevata

Tabella 7 - Classi di Polverosità in funzione del tasso di deposizione ⁴

In base ai criteri della Tabella 7, la polverosità è da considerarsi "praticamente assente".

5.2 Ratei di deposizione di metalli e specie organiche

Nella tabella che segue, sono mostrati i ratei di deposizione dei metalli e delle specie organiche ricercate: Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Policlorodibenzo-p-diossine (PCDD) e furani (PCDF); Policlorobifenili (PCB) "dioxin like". In Appendice 1 sono riportati i risultati di dettaglio per IPA, PCDD e PCDF, PCB *d/l*. Inoltre, per analogia con i risultati delle campagne effettuate in passato, i ratei di PCDD, PCDF e PCB *d/l* sono espressi in termini di *tossicità equivalente* (TEQ) *lower-bound* ⁵ (LB) e *upper-bound* ⁶ (UB).

Postazione		Via Lissa	Via Lissa	Via Lissa	Moranzani	Moranzani	Moranzani
Data iniziale		17/03/16	16/06/16	22/09/16	17/03/16	16/06/16	22/09/16
Data finale		19/04/16	20/07/16	25/10/16	19/04/16	20/07/16	25/10/16
As	[µg/m ² /d]	0,35	0,35	0,50	0,98	0,25	0,45
Cd	[µg/m ² /d]	0,09 (\$)	0,18	0,21 (\$)	0,06 (\$)	0,06	0,38 (\$)
Co	[µg/m ² /d]	0,41 (\$)	0,33 (\$)	0,69 (\$)	0,55 (\$)	0,10 (\$)	0,57 (\$)
Cr	[µg/m ² /d]	4,7	6,1	18,6 (\$)	4,5	2,4	4,6 (\$)
Cu	[µg/m ² /d]	18	20	16	6	10	8
Hg	[µg/m ² /d]	0,03 (\$)	0,04	0,12 (\$)	0,03 (\$)	0,03	0,08 (\$)
Mn	[µg/m ² /d]	20	34	28	25	14	20
Ni	[µg/m ² /d]	3,2	2,8	9,5	2,5	1,0	2,7
Pb	[µg/m ² /d]	7,8	5,3	7,9 (\$)	2,9	4,2	3,8 (\$)
Sb	[µg/m ² /d]	0,48	0,41	0,39 (\$)	0,15	0,24	0,24 (\$)
Tl	[µg/m ² /d]	0,06 (\$)	0,04 (\$)	0,18 (\$)	0,04 (\$)	0,03 (\$)	0,15 (\$)
V	[µg/m ² /d]	4,4	4,5	5,4	4,3	2,3	4,8
Zn	[µg/m ² /d]	81	102	70	32	39	71
PCDD/F totali LB	[pg/m ² /d TEQ]	0,39	0,39	1,51	0,44	0,02	0,58
PCDD/F totali UB	[pg/m ² /d TEQ]	0,95	0,89	1,76	0,91	0,81	1,04
PCB <i>d/l</i> totali LB	[pg/m ² /d TEQ]	0,02	0	0,01	0,01	0	0,02
PCB <i>d/l</i> totali UB	[pg/m ² /d TEQ]	0,55	0,52	0,54	0,54	0,52	0,55
IPA totali	[ng/m ² /d]	237	172	45	90	82	152

Tabella 8 - Ratei di deposizione atmosferica di metalli e specie organiche. \$ indica che la concentrazione del metallo nella fase acquosa era inferiore al LdR e si è utilizzato metà dello stesso per il calcolo del rateo

I risultati indicano che in ciascuna postazione non vi sono state in generale sostanziali differenze nei ratei di deposizione dei **metalli** durante i tre periodi campionamento. Va tenuto conto, infatti, che le deposizioni possono avere una estrema variabilità, anche

⁵ **Lower Bound**: rappresenta la sommatoria dei congeneri pertinenti, considerando i valori inferiori al LdR pari a 0

⁶ **Upper Bound**: rappresenta la sommatoria dei congeneri pertinenti, considerando i valori inferiori al LdR pari al valore numerico del LdR

dipendente da fattori stagionali e da estemporanei eventi locali.

La tabella che segue riporta il valore medio dei ratei di deposizione dei metalli nelle due postazioni e tra parentesi il valore minimo e massimo:

	Mestre - Via Lissa	Moranzani
As [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0,40 (0,35-0,50)	0,56 (0,25-0,98)
Cd [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0,16 (0,09-0,21)	0,17 (0,06-0,38)
Co [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0,48 (0,33-0,69)	0,41 (0,10-0,57)
Cr [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	9,8 (4,7-18,6)	3,8 (2,4-4,6)
Cu [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	18,0 (16,2-20,1)	7,9 (6,4-9,5)
Hg [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0,06 (0,03-0,12)	0,05 (0,03-0,08)
Mn [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	28 (20-34)	20 (14-25)
Ni [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	5,2 (2,8-9,5)	2,1 (1,0-2,7)
Pb [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	7,0 (5,3-7,9)	3,6 (2,9-4,2)
Sb [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0,43 (0,39-0,48)	0,21 (0,15-0,24)
Tl [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0,09 (0,04-0,18)	0,07 (0,03-0,15)
V [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	4,8 (4,4-5,4)	3,8 (2,3-4,8)
Zn [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	84 (70-102)	47 (32-71)

Tabella 9 – Rateo medio di deposizione dei singoli metalli e intervallo di variabilità

In termini di valore medio, nelle due postazioni si sono avute deposizioni praticamente equivalenti di As⁷, Cd, Co, Hg, Mn, V, Tl. Alcuni di essi (As e Mn) sono con tutta probabilità di origine terrigena.

Nella postazione di Mestre – Via Lissa si sono depositati in misura maggiore i metalli associabili alle emissioni del traffico, sia da emissioni da combustione sia rilasciati per usura degli organi meccanici (Cr, Cu, Ni, Pb, Sb) o dei pneumatici (Zn). Si può cogliere, infatti, che nell'ambiente urbano di Via Lissa, risultano deposizioni di Cr, Cu, Ni, Pb, Sb e Zn circa doppie di quelle della postazione di Moranzani, ubicata in area semi rurale.

Relativamente all'andamento temporale, le deposizioni maggiori per quasi tutti i metalli si sono avute nel terzo campionamento (22/09 – 25/10/16), quello con maggiore piovosità. Nella figura che segue, sono confrontati graficamente i ratei di deposizioni dei metalli dei tre periodi di misura nelle postazioni di monitoraggio. Il suffisso "L" indica le deposizioni di Mestre Via Lissa, "M" quelle di Moranzani:

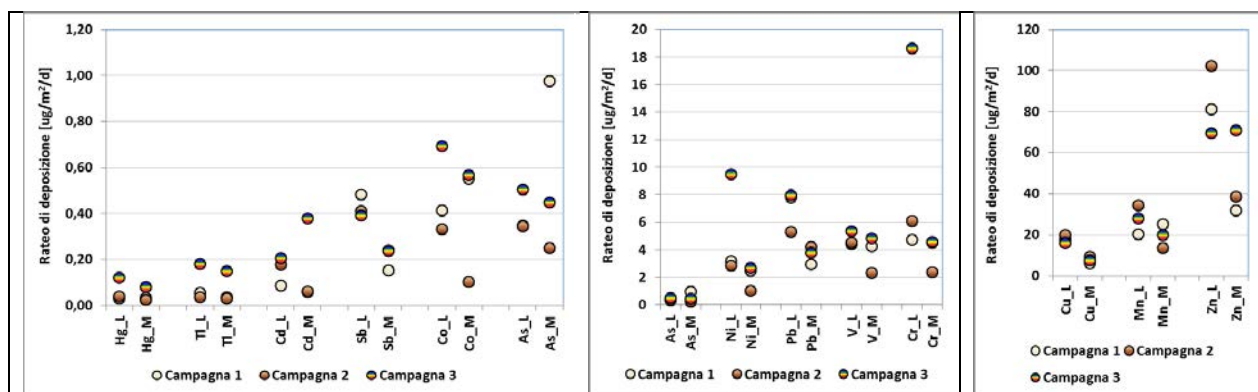


Figura 7 – Confronto tra le deposizioni di metalli nelle due postazioni di monitoraggio.

Le figura evidenzia quanto sopra riportato, ovvero che per molti metalli le deposizioni sono state equivalenti e per altri, con pochissime eccezioni, le deposizioni sono state superiori nell'ambiente urbano.

⁷ Relativamente all'As, va tenuto presente che i terreni del Veneto sono ricchi di questo metallo

Le deposizioni di As, Cd, e Ni della zona di Mestre-Fusina si possono confrontare con gli intervalli riscontrabili in differenti aree (rurali, urbane e industriali) di nazioni europee, riportati nella tabella che segue, tratta dal documento "European Commission, 2001. Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds. Position paper":

Metallo	Aree rurali	Aree urbane	Aree industriali
As [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0,082 – 0,43	0,22 – 3,4	2,0 – 4,3
Cd [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0,011 – 0,14	0,16 – 0,90	0,12 – 4,6
Ni [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0,03 – 4,3	5 – 11	2,3 – 22

Tabella 10 - Ratei di deposizioni di As, Cd e Ni in aree europee omogenee per tipologia

Di seguito si riportano i valori medi e gli intervalli dei ratei di As, Cd e Ni rilevati nelle due postazioni:

	Mestre - Via Lissa	Moranzani
As [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0,40 (0,35-0,50)	0,56 (0,25-0,98)
Cd [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0,16 (0,09-0,21)	0,17 (0,06-0,38)
Ni [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	5,2 (2,8-9,5)	2,1 (1,0-2,7)

Tabella 11 – Rateo medio di deposizione di As, Cd e Ni e intervallo di variabilità

E' facilmente osservabile che l'intervallo dei ratei dei metalli delle due postazioni rientra in quello tipico di aree urbane-rurali e non eccede mai quello massimo delle aree industriali.

Per valutare l'entità dei ratei della zona di Mestre-Fusina, la tabella seguente riporta i valori guida di alcuni metalli nelle deposizioni atmosferiche adottati da altre nazioni europee, da intendersi come medie annuali:

Nazione	As [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	Cd [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	Ni [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	Pb [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	Hg [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	Tl [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]
Germania	4	2	15	100	1	2
Svizzera	-	2	-	100	-	2
Croazia	4	2	15	100	-	2
Austria	-	2	-	100	-	-
Belgio	-	2	-	250	-	-
Valore massimo nelle deposizioni dell'area di Fusina	0,98	0,38	9,5	7,9	0,12	0,18

Tabella 12 - Valori guida europei di alcuni metalli nelle deposizioni atmosferiche⁸

Prendendo come riferimento i valori guida della Germania e considerando ai fini di confronto il valore massimo delle deposizioni rilevato nelle differenti postazioni (ultima riga della tabella), si può osservare che i ratei riscontrati della zona di Mestre-Fusina sono inferiori di circa 4 volte per quanto riguarda l'As; 5 volte per il Cd; 2 volte per il Ni, 12 volte per il Pb, 8 volte per il Hg e 2,5 volte per il Tl.

Per quanto riguarda PCDD, PCDF e PCB dl, di seguito sono riassunti il valore medio dei ratei di deposizione *lower bound* (LB) e *upper bound* (UB) nelle due postazioni e tra parentesi il valore minimo e massimo rilevato:

⁸ Si veda G. Settimo "Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale", Seminario Depositioni atmosferiche, Brescia, 2014. Consultabile al sito: http://ita.arpalombardia.it/ITA/area_download/index

		Mestre - Via Lissa	Moranzani
PCDD/F totali LB	[pg/m ² /d TEQ]	0,76 (0,39-1,51)	0,35 (0,02-0,58)
PCB d/ totali LB	[pg/m ² /d TEQ]	0,01 (0,00-0,02)	0,01 (0,00-0,02)
Somma LB PCDD/F e PCB d/	[pg/m ² /d TEQ]	0,77 (0,39-1,53)	0,36 (0,02-0,60)
PCDD/F totali UB	[pg/m ² /d TEQ]	1,20 (0,89-1,76)	0,92 (0,81-1,04)
PCB d/totali UB	[pg/m ² /d TEQ]	0,54 (0,52-0,55)	0,54 (0,52-0,55)
Somma UB PCDD/F e PCB dl	[pg/m ² /d TEQ]	1,74 (1,41-2,31)	1,46 (1,33-1,59)

Tabella 13 – Rateo medio di deposizione di PCDD, PCDF, PCB d/ e intervallo di variabilità

Molti dei congeneri analizzati sia di PCDDF sia di PCB sono risultati inferiori al LdR strumentale come risulta dai dati riportati in Appendice 1. Inoltre, risalta immediatamente che le deposizioni di PCB, pur essendo in alcuni campioni più significative in termini di massa (v. Appendice 1), sono di molto inferiori a quelle di PCDD e PCDF in termini di tossicità equivalente (TEQ). Ne risulta quindi che i valori TEQ LB dei PCB sono spesso pari a zero nei campioni.

Un dato da sottolineare è il fatto che in nessun campione è stata rilevata la presenza di 2,3,7,8-TCCD, il congenere più tossico (TEF=1) e di 1,2,3,7,8-PeCDD (TEF=0,5); si sono riscontrate inoltre solo modeste quantità di 2,3,7,8-TCDF (TEF=0,1) e di 2,3,4,7,8-PeCDF (TEF=0,5). Le maggiori deposizioni di PCDD e PCDF TEQ si sono sempre avute nella postazione di Mestre-Via Lissa, mentre per quanto riguarda i PCB, le deposizioni sono equivalenti e con valori molto bassi, confrontabili con quelli di fondo. La tabella seguente riporta appunto una serie di intervalli di valori misurati in aree rurali, urbane e industriali italiane, tratti dalla letteratura:

Sito	Min - Max	Rif
Area rurale (Mantova)	1,28-2,71	Viviano, G. et al, 2012 ⁹
Area urbana/industriale con inceneritore (Mantova)	1,20-5,13	Viviano, G. et al, 2012
Area urbana/industriale con cementificio (Cuneo)	0,05-3,72	ARPA Piemonte, 2013 ¹⁰
Siti di riferimento regionali Piemonte	Sito 1: 0,05-24,7 Sito 2: 5,36-189	ARPA Piemonte, 2013
Area industriale (P. Marghera)	15-2767	Viviano, G. et al, 2012
Area urbana con inceneritori (Regione Veneto, Adige, Po)	10-337	Viviano, G. et al, 2012
Area industriale con inceneritore (Rimini)	0,75-3,7	Viviano, G. et al, 2012
Area industriale con inceneritore (S. Nicola di Melfi)	1,47-2,33	Viviano, G. et al, 2012

Tabella 14 – Deposizioni di PCDD/Fin alcuni siti italiani. Valori in pg/m²/d TEQ.

I valori di deposizione rilevati nella zona di Mestre-Fusina sono in linea con quelli più bassi degli intervalli misurati e, fra l'altro, sono comparabili anche con i valori più bassi, se non inferiori, a quelli rilevati in nazioni europee, come riportato nella tabella che segue

Paese	Siti urbani	Siti rurali
Belgio	<1-12	<1-3,1
Germania	0,5-464	7-17
Regno Unito	<1-312	nv-517
Danimarca	300-31600	300-1700
Francia	100-147	20-50

Tabella 15 – Intervalli di ratei di deposizione di PCDD/PCDF di letteratura. Valori in pg/m²/TEQ

⁹ Viviano, G., Settimo, G., Marsili, G. (2012). Aspetti igienico-sanitari del trattamento termico dei rifiuti urbani. Ambiente Rischio Comunicazione 2 – febbraio 2012

¹⁰ ARPA Piemonte – Dip. provinciale di Cuneo (2013). Indagini ambientali nella bassa Valle Vermentagna – Trasmissione risultanze analitiche monitoraggio deposizioni atmosferiche e delle polveri aerodisperse. Prot. N° 19242/10.00.

¹¹ Istituto Superiore di Sanità, Studio effettuato su commissione del Comune di Reggio Emilia: "Caratterizzazione ambientale del territorio del comune di Reggio Emilia inserita nel contesto provinciale"

Per le deposizioni di PCDD/F e PCB *d*/ attualmente non sono stati fissati livelli normativi nazionali o europei. In letteratura, sono stati viceversa proposti valori guida di riferimento in base a considerazioni sulla possibile assunzione giornaliera tollerabile di questi composti. In letteratura, valori inferiori a 5 pg I-TE/m²/d possono essere considerati come valori di fondo urbano-industriale, mentre quelli superiori a 16 pg I-TE/m²/d possono essere considerati come contributo antropico di una fonte di emissione che va ulteriormente indagata¹². Attualmente, è prassi adottare il valore guida di 4 pg WHO-TEQ/m²/d per valutare possibili apporti antropici in un sito.

Nel caso della zona di Mestre-Fusina i valori massimi riscontrati per la somma di PCDD, PCDDF, PCB di TEQ *upper bound* nelle campagne di monitoraggio, ovvero 2,31 pg/m²/d a Mestre – Via Lissa e 1,59 pg/m²/d a Moranzani risulta quindi circa la metà del valore guida di 4 pg WHO-TEQ/m²/d.

Ad ulteriore riprova che le deposizioni di PCDD e PCDF della zona di Mestre-Fusina sono da attribuire al fondo naturale ambientale, nella figura che segue è mostrato il *pattern* riscontrabile nei campioni di deposizioni del 2016 a Mestre-Fusina:

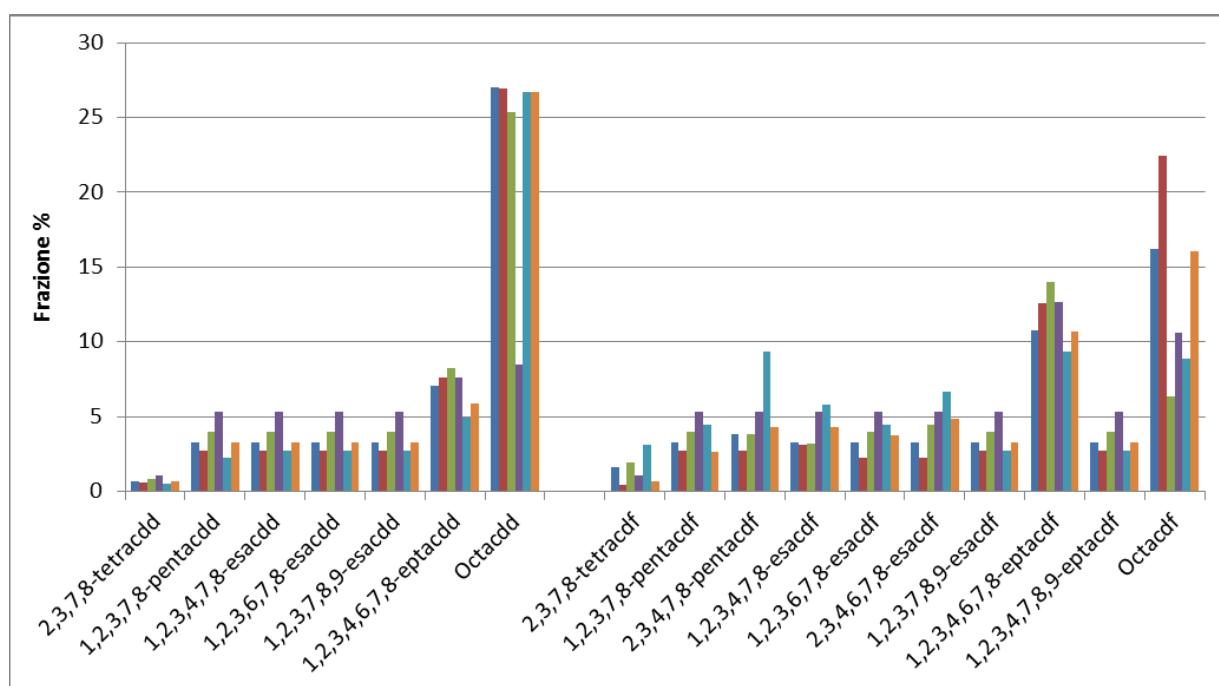


Figura 8 – Pattern delle deposizioni di PCDD e PCDF. Valori in frazione % di massa

Nel pattern della figura precedente, i PCDD/F maggiormente riscontrabili sono 1,2,3,4,6,7,8-EPTACD, OCDD, 1,2,3,4,6,7,8-EPTACDF e OCDF. Questo *pattern* è il più diffuso e si riscontra in altri siti italiani e un po' dappertutto nel mondo.

Nella figura che segue, il *pattern* A è relativo alle deposizioni bulk raccolte in un'area suburbana vicino al mare Adriatico (Vassura I. et al, 2011¹³) mentre quello B si riferisce a

¹² Si veda G. Settimo "Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale", Seminario Deposizioni atmosferiche, Brescia, 2014. Consultabile al sito: http://ita.arpalombardia.it/ITA/area_download/index

¹³ Vassura, I., Passarini, F., Ferroni, L., Bernardi, E., Morselli, L. (2011). PCDD/Fs atmospheric deposition fluxes and soil contamination close to a municipal solid waste incinerator. Chemosphere, 83(10), 1366-1373.

PCDD/F in aria in atmosfere rurali e remote degli USA e risale a misure del 1999-2002 (Cleverly, D., 2007¹⁴):

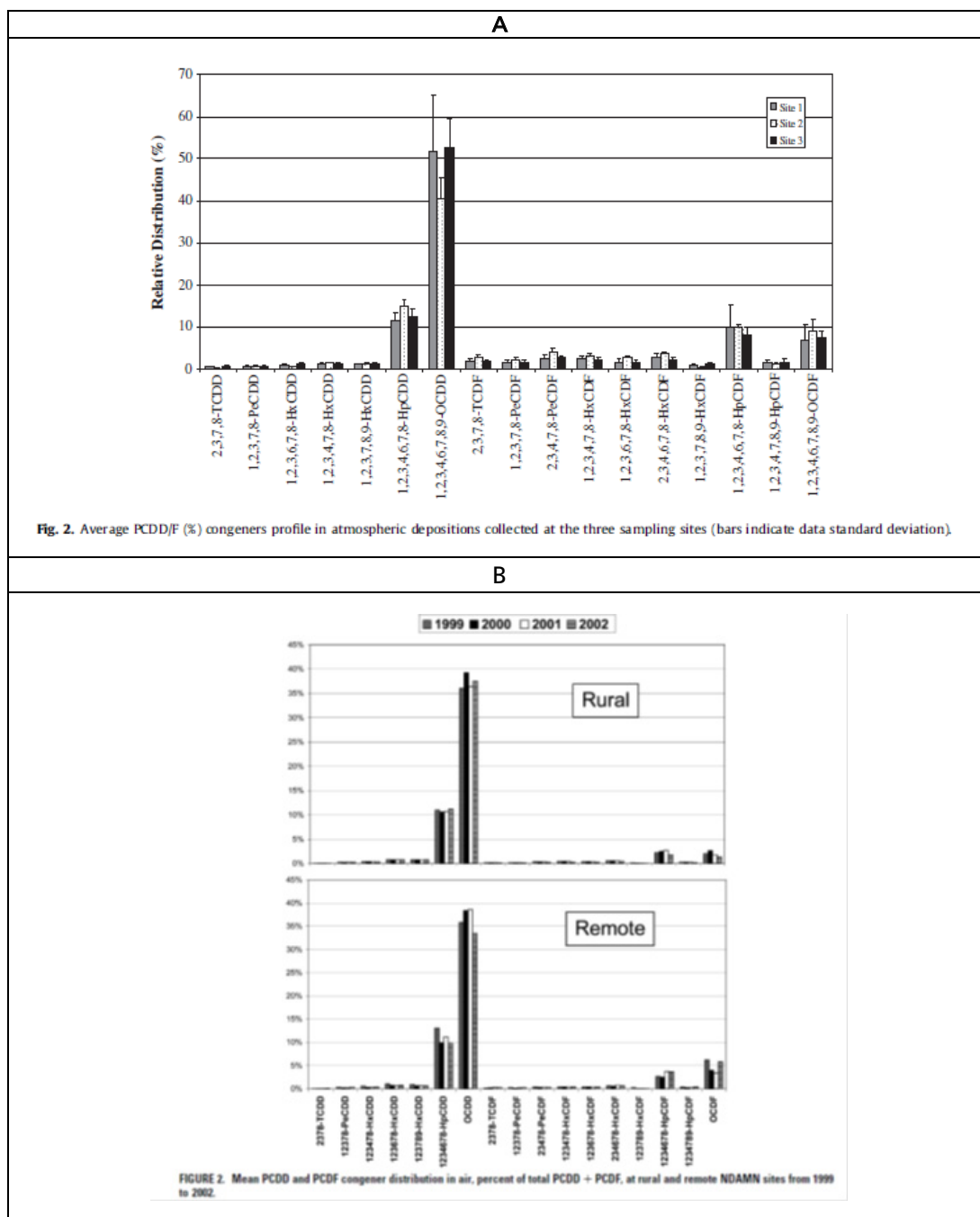


Figura 9 – *Pattern* di PCDD/F in: A) deposizioni bulk in aree prossime al Mar Adriatico; B) particolato di aree rurali e remote degli USA.

Le analogie con i pattern riscontrati nella zona di Mestre-Fusina sono molto evidenti.

¹⁴ Cleverly, D., Ferrario, J., Byrne, C., Riggs, K., Joseph, D., Hartford, P. (2007). A general indication of the contemporary background levels of PCDDs, PCDFs, and coplanar PCBs in the ambient air over rural and remote areas of the United States. Environmental Science & Technology, 41(5), 1537-1544.

Infine per quanto riguarda gli IPA, di seguito sono riassunti il valore medio dei ratei di deposizione nelle due postazioni e tra parentesi il valore minimo e massimo rilevato:

		Mestre - Via Lissa	Moranzani
Benzo(a)antracene	[ng/m ² /d]	25 (7 - 38)	16 (14 - 20)
Benzo(b)fluorantene	[ng/m ² /d]	28 (11 - 43)	25 (19 - 33)
Benzo(j)fluorantene	[ng/m ² /d]	11 (4 - 18)	11 (5 - 16)
Benzo(k)fluorantene	[ng/m ² /d]	9 (5 - 12)	9 (6 - 14)
Benzo(a)pirene	[ng/m ² /d]	49 (9 - 84)	23 (18 - 29)
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	[ng/m ² /d]	17 (8 - 23)	17 (10 - 31)
Dibenzo(a,h)antracene	[ng/m ² /d]	13 (2 - 19)	6 (2 - 9)
IPA totali	[ng/m ² /d]	151 (45 - 237)	108 (82 - 152)

Tabella 16 – Rateo medio di deposizione dei singoli IPA analizzati e intervallo di variabilità

Le deposizioni dei singoli IPA ricercati sono per lo più comparabili nelle due postazioni. In quella di Mestre-Via Lissa si riscontrano valori dei ratei medi lievemente superiori a quelli della postazione di Moranzani per quanto riguarda benzo(a)antracene, benzo(a)pirene e dibenzo(a,h)antracene, probabilmente da attribuire alle influenze delle emissioni urbane che sono state più accentuate nel campionamento invernale (17/03-19/04/2016 – v. Appendice 1).

Per gli IPA non esistono valori guida o di riferimento per le deposizioni. E' possibile però confrontare i ratei di deposizione del benzo(a)pirene con i valori riportati in letteratura che compaiono nella tabella seguente, suddivise in deposizioni in aree di fondo e urbane-industriali. I valori sono espressi in ng/m²/d:

Aree rurali, remote o siti di riferimento			
Italia	Melfi	1,9-6,9 (min-max)	Menichini et al., 2007 ¹⁵
	Laguna di Venezia	6-9 (min-max)	Rossini et al. 2001, Presentazione G. Settimo ¹⁶
	Aosta, sito di riferimento	5	Presentazione G. Settimo ¹⁶
	Cerano (Novara), rurale	3,3 (media anno 2012)	ARPA Piemonte, 2014 ¹⁷
	Cerano (Novara), fondo urbano	3,7 (media anno 2012)	ARPA Piemonte, 2014 ¹⁷
	San Nicola di Melfi (stagione fredda)	1,9-5,7 (min-max)	Presentazione G. Settimo ¹⁶
Finlandia	Pallas	2-10 (min-max)	EMEP, 2005
Svezia	Rorvik	5-17 (min-max)	EMEP, 2005
Aree urbane e industriali - Italia			
Italia	Venezia	30 (media annuale)	Rossini et al., 2001 ¹⁸
	Aosta	28	Arpa Val D'Aosta, 2010
	Taranto 2008-2011	2,0-182	Presentazione G. Settimo ¹⁶
	San Nicola di Melfi (stagione fredda)	3,2-4,1 (area urbana) 4,6-6,9 (area industriale)	Presentazione G. Settimo ¹⁶
	Borgo Valsugana	nd-5 (dry) 1-27 (wet)	Argiriadis, E., et al. 2014 ¹⁹

¹⁵ Menichini, E., Iacovella, N., Monfredini, F., & Turrio-Baldassarri, L. (2007). Atmospheric pollution by PAHs, PCDD/Fs and PCBs simultaneously collected at a regional background site in central Italy and at an urban site in Rome. Chemosphere, 69 (3), 422-434.

¹⁶ Si veda G. Settimo "Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale", Seminario Depositioni atmosferiche, Brescia, 2014. Consultabile al sito: http://ita.arpalombardia.it/ITA/area_download/index

¹⁷ ARPA Piemonte Dip. Novara (2014). Relazione tecnica sulle deposizioni atmosferiche in comune di Cerano.

¹⁸ Rossini, P., De Lazzari, A., Guerzoni, S., Molinaroli, E., Rampazzo, G., & Zancanaro, A. (2001). Atmospheric input of organic pollutants to the Venice lagoon. ANNALI DI CHIMICA, 91(7/8), 491-502.

¹⁹ Argiriadis, E., Rada, E. C., Vecchiato, M., Zambon, S., Ionescu, G., Schiavon, M., Gambaro, A. (2014). Assessing the influence of local sources on POPs in atmospheric depositions and sediments near Trento (Italy). Atmospheric Environment, 98, 32-40.

Aree urbane e industriali - Europa			
Francia	Parigi	25 (media annuale)	Ollivon, D et al., 2003 ²⁰
	Le Havre	270 (mag.-ott. 2001)	
	Rouen	150 (mag.-ott. 2001)	Motelay-Massei, A. et al., 2002 ²¹
	Evreux	130 (mag.-ott. 2001)	

Tabella 17 - Valori di deposizione di benzo(a)pirene tratti dalla letteratura. Valori in ng/m²/d

Prendendo come riferimento i valori medi di 49 ng/m²/d (intervallo 9 - 84 ng/m²/d) per la postazione di Mestre-Via Lissa e di 23 ng/m²/d (intervallo 18 - 29 ng/m²/d) per quella di Moranzani, le deposizioni risultano maggiori di quelle ai altre aree urbane e industriali, ma in linea con quelle misurate a Venezia nel 2001.

Evidentemente la zona risente in maniera sensibile delle emissioni della zona industriale di Marghera e dello stesso ambiente urbano di Mestre.

5.3 Confronto con campionamenti precedenti

Come introdotto in precedenza, nel periodo 2009-10, sono state condotti alcuni campionamenti nell'intorno della Centrale Andrea Palladio di Fusina a seguito della autorizzazione ricevuta da ENEL S.p.A alla *"esclusione dall'assoggettamento alla procedura di valutazione di impatto ambientale del progetto di potenziamento dell'impianto di co-combustione carbone/CDR, con utilizzo di CDR fino a 70.000 t/anno, sulle sezioni 3 e 4 della Centrale "Andrea Palladio" di Fusina (VE)"*.

I campionamenti sono stati condotti nei seguenti periodi:

- campionamento *ante operam*: dal 14/1 al 11/2/2009 (Rapporto CESI A9003703);
- campionamento *post operam* primaverile: dal 1/4 al 30/4/2009 (Rapporto CESI A9021271).
- campionamento *post operam* invernale: dal 14/01 al 12/02/2010 (Rapporto CESI B0019601).

Durante i suindicati periodi di monitoraggio, sono state raccolte e analizzate le deposizioni atmosferiche nella postazione di Moranzani, che sono riportate nella tabella che segue e confrontate con i tre campionamenti del 2016:

²⁰ Ollivon, D., Blanchoud, H., Motelay-Massei, A., & Garban, B. (2002). Atmospheric deposition of PAHs to an urban site, Paris, France. *Atmospheric Environment*, 36 (17), 2891-2900.

²¹ Motelay-Massei, A., Ollivon, D., Garban, B., & Chevreuil, M. (2002). Atmospheric deposition of toxics onto the Seine Estuary, France: example of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 2 (5), 1351-1369.

Data iniziale		14/01/09	01/04/09	13/01/10	17/03/16	16/06/16	22/09/16
Data finale		11/02/09	30/04/09	13/02/10	19/04/16	20/07/16	25/10/16
As	[µg/m ² /d]	1,1	1,5	0,3	0,98	0,25	0,45
Cd	[µg/m ² /d]	0,7	1,5	3,9	0,06 (\$)	0,06	0,38 (\$)
Co	[µg/m ² /d]	2,3	1,4	0,8	0,55 (\$)	0,10 (\$)	0,57 (\$)
Cr	[µg/m ² /d]	3,6	4,5	1,4	4,5	2,4	4,6 (\$)
Cu	[µg/m ² /d]	9,9	23,9	12,5	6	10	8
Hg	[µg/m ² /d]	0,014	0,017	0,003	0,03 (\$)	0,03	0,08 (\$)
Mn	[µg/m ² /d]	17,9	56,2	10,8	25	14	20
Ni	[µg/m ² /d]	11,3	15,1	3,6	2,5	1,0	2,7
Pb	[µg/m ² /d]	9,0	14,9	12,2	2,9	4,2	3,8 (\$)
Sb	[µg/m ² /d]	2,2	0,2	0,01	0,15	0,24	0,24 (\$)
Tl	[µg/m ² /d]	2,5	0,2	2,5	0,04 (\$)	0,03 (\$)	0,15 (\$)
V	[µg/m ² /d]	7,2	14,0	2,6	4,3	2,3	4,8
Zn	[µg/m ² /d]	43	155	184,5	32	39	71
PCDD/F totali LB	[pg/m ² /d TEQ]	0,08	0,90	3,69	0,44	0,02	0,58
PCDD/F totali UB	[pg/m ² /d TEQ]	1,92	2,05	3,88	0,91	0,81	1,04
PCB dl totali LB	[pg/m ² /d TEQ]	0,234	0,492	0,312	0,01	0	0,02
PCB dl totali UB	[pg/m ² /d TEQ]	0,244	0,503	0,414	0,54	0,52	0,55
IPA totali	[ng/m ² /d]	280	188	678	90	82	152

Tabella 18 – Dati storici delle deposizioni atmosferiche di Moranzani

Dal confronto con i dati antecedenti i campionamenti del 2016, emerge una diminuzione dei ratei di deposizione di quasi tutti i metalli, ad esclusione di Cr e Mn che sono rimasti comparabili.

Una apprezzabile diminuzione è riscontrabile anche per le deposizione di PCDD e PCDF, specie per i valori *upper bound*, quelli più conservativi, mentre per i PCB si riscontra una buona comparabilità dati i valori molto bassi riscontrati in tutti i periodi.

Analogamente, le deposizioni del 2016 degli IPA risultano inferiori a quelle precedenti.

6 CONCLUSIONI

Durante il 2016 sono state condotte tre campagne mensili di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche nella zona di Mestre-Fusina installando due postazioni: una a Mestre in via Lissa, presso la sede di ARPAV, e una a Moranzani, presso la postazione N. 23 dell'Ente Zona industriale di Marghera (EZI). Le campagne hanno avuto una durata di circa un mese ciascuna e si sono svolte nei seguenti periodi: 17/3 – 19/4/2016; 16/6 – 20/7/2016; 22/9 – 25/10/2016.

Le deposizioni sono state analizzate per rilevare il loro tenore di metalli, PCDD, PCDF, IPA, PCB *dioxin like* e calcolare i rispettivi ratei di deposizione.

I risultati hanno messo in evidenza quanto segue:

- deposizioni di **polveri**: le deposizioni sono comparabili nelle due postazioni e si assestano su valori molto contenuti (ratei compresi tra 29 e 74 mg/m²/d), indice di una polverosità molto ridotta, di molto inferiore ai valori guida europei (167-350 mg/m²/d);
- deposizioni di **metalli**: alcuni metalli (As, Cd, Co, Hg, Mn, V, Tl) hanno avuto deposizioni comparabili nelle due postazioni mentre nella postazione di Mestre – Via Lissa si sono depositati in misura maggiore i metalli associabili alle emissioni dirette o indirette del traffico (Cr, Cu, Ni, Pb, Sb) o da usura dei pneumatici (Zn). I ratei di deposizione di As, Cd e Ni sono confrontabili con quelle tipici di aree urbane-rurali e sono inferiori ai più restrittivi valori guida europei. Anche per Pb, Hg e Tl si sono avuti ratei decisamente inferiori ai valori guida europei;
- deposizioni di **PCDD, PCDF e PCB** *d*: i ratei di deposizioni di queste specie policlorurate sono confrontabili con quelli più bassi degli intervalli misurati in aree con caratteristiche simili urbano – industriale e comparabili anche con i valori più bassi, se non inferiori, rilevati in nazioni europee in siti urbani – rurali. In tutti i campioni la 2,3,7,8-TCDD (diossina) è sempre risultata assente. Complessivamente, le deposizioni medie delle tre campagne (2,31 pg/m²/d a Mestre – Via Lissa e 1,59 pg/m²/d a Moranzani) risultano circa la metà del valore guida di 4 pg WHO-TEQ/m²/d e il pattern di PCDD e PCDF è quello tipico delle deposizioni dovute al fondo ubiquitario di queste specie clorurate;
- deposizioni di **IPA**: le deposizioni dei singoli IPA ricercati sono comparabili nelle due postazioni, ma nella postazione urbana di Via Lissa riscontrano valori dei ratei medi lievemente superiori a quelli della postazione di Moranzani per quanto riguarda benzo(a)antracene, benzo(a)pirene e dibenzo(a,h)antracene, probabilmente da attribuire alle influenze delle emissioni urbane.

7 RAPPORTI CITATI NEL TESTO

Rapporto CESI A9003703

Progetto di potenziamento dell'impianto di co-combustione carbone-CDR della Centrale ENEL "Andrea Palladio" di Fusina: sintesi dei risultati della campagna di monitoraggio ante operam

Rapporto CESI A9021271

Progetto di potenziamento dell'impianto di co-combustione carbone-CDR della Centrale ENEL "Andrea Palladio" di Fusina: sintesi dei risultati della campagna di monitoraggio post operam primaverile (01-30/04/09)

Rapporto CESI B0019601

C.le Andrea Palladio di Fusina - Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico a seguito del potenziamento dell'impianto di co-combustione carbone-CDR sulle sezioni 3 e 4: sintesi dei risultati della campagna di monitoraggio post operam invernale (14/01-12/02/2010)

Rapporto CESI B6004374

Centrale termoelettrica ENEL di Fusina - Impianto di coincenerimento carbone – CDR sulle sezioni 3 e 4 – Piano di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche _- Lettere Arpav prot. n. 10833 del 02/02/2016 e MATTM prot. n. 0003672 del 12/02/2016.

Rapporto Arpav del settembre 2011 – lettera Arpav / MATTM prot. n. 108871 del 23/09/2011

Esito dell'attività di monitoraggio per il procedimento di assoggettabilità alla VIA del progetto di potenziamento dell'impianto di co-combustione carbone – CDR fino a 70.000 t/anno di CDR nelle sezioni 3 e 4.

APPENDICE 1 – RISULTATI DI DETTEGLIO PER IPA, PCDD, PCDF E PCB

Ratei di deposizione di PCDD, PCDF e PPCB dl nelle tre campagne di misura.
Valori in $\text{pg/m}^2/\text{d}$.

		Mestre Via Lissa	Moranzani	Mestre Via Lissa	Moranzani	Mestre Via Lissa	Moranzani
Data inizio		17/03/16	17/03/16	16/06/16	16/06/16	22/09/16	22/09/16
Data fine		19/04/16	19/04/16	20/07/16	20/07/16	25/10/16	25/10/16
PCDD							
2,3,7,8-tetracdd	[pg/m ² /d]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,3,7,8-pentacdd	[pg/m ² /d]	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4
1,2,3,4,7,8-esacdd	[pg/m ² /d]	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3,6,7,8-esacdd	[pg/m ² /d]	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3,7,8,9-esacdd	[pg/m ² /d]	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3,4,6,7,8-eptacdd	[pg/m ² /d]	1,1	1,4	1,0	0,7	0,9	0,9
Octacdd	[pg/m ² /d]	4,1	4,9	3,2	0,8	4,9	4,1
PCDF							
2,3,7,8-tetracdf	[pg/m ² /d]	0,2	0,1	0,2	<0,1	0,6	<0,1
1,2,3,7,8-pentacdf	[pg/m ² /d]	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	0,4
2,3,4,7,8-pentacdf	[pg/m ² /d]	0,6	0,5	0,5	<0,4	1,7	0,7
1,2,3,4,7,8-esacdf	[pg/m ² /d]	<0,4	0,6	0,4	<0,4	1,1	0,7
1,2,3,6,7,8-esacdf	[pg/m ² /d]	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	0,8	0,6
2,3,4,6,7,8-esacdf	[pg/m ² /d]	0,5	0,4	0,6	<0,4	1,2	0,7
1,2,3,7,8,9-esacdf	[pg/m ² /d]	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3,4,6,7,8-eptacdf	[pg/m ² /d]	1,6	2,3	1,7	1,2	1,7	1,6
1,2,3,4,7,8,9-eptacdf	[pg/m ² /d]	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Octacdf	[pg/m ² /d]	2,5	4,1	0,8	<0,8	1,6	2,5
PCB							
PCB 77	[pg/m ² /d]	21	7	<4	<4	5	<4
PCB 81	[pg/m ² /d]	<4	<4	<4	<4	<4	<4
PCB 105	[pg/m ² /d]	138	79	<4	<4	57	188
PCB 114	[pg/m ² /d]	7	<4	<4	<4	<4	<4
PCB 118	[pg/m ² /d]	278	143	<4	<4	109	344
PCB 123	[pg/m ² /d]	<4	<4	<4	<4	<4	<4
PCB 126	[pg/m ² /d]	<4	<4	<4	<4	<4	<4
PCB 156	[pg/m ² /d]	83	37	<4	<4	35	75
PCB 157	[pg/m ² /d]	11	8	<4	<4	<4	4
PCB 167	[pg/m ² /d]	30	19	<4	<4	15	22
PCB 169	[pg/m ² /d]	<4	<4	<4	<4	<4	<4
PCB 189	[pg/m ² /d]	16	7	<4	<4	6	<4

cdd = clorodibenzodiossina; cdf = clorodibenzofurano
PCB: numerazione secondo Ballshmiter

Ratei di deposizione degli IPA analizzati nelle tre campagne di misura. Valori in **ng/m²/d**.

		Via Lissa	Via Moranzani	Via Lissa	Via Moranzani	Via Lissa	Via Moranzani
Data inizio		17/03/2016	17/03/2016	16/06/2016	16/06/2016	22/09/2016	22/09/2016
Data fine		19/04/2016	19/04/2016	20/07/2016	20/07/2016	25/10/2016	25/10/2016
	u.d.m.						
Benzo(a)antracene	ng	47	17	38	17	8	25
Benzo(b)fluorantene	ng	52	30	38	24	13	40
Benzo(j)fluorantene	ng	22	15	12	6	5	20
Benzo(k)fluorantene	ng	15	10	13	8	6	17
Benzo(a)pirene	ng	102	22	68	27	11	35
Dibenzo(a,h)antracene	ng	23	<5	21	9	<5	11