



Consorzio per la Gestione del Centro
di Coordinamento delle Attività di Ricerca
inerenti il Sistema Lagunare di Venezia

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/4**

**ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCHIE LAGUNARI**

Contratto prot.n. 16514 si/gce/fbe

Documento **MACROATTIVITÀ: ARIA**
III RAPPORTO DI VALUTAZIONE
PERIODO DI RIFERIMENTO: DA GENNAIO AD
APRILE 2009

Versione **2.0**

Emissione **8 Giugno 2009**

Redazione

Dott. Andrea Gambaro
(CNR-IDPA)

Redazione e Verifica

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

Indice

INTRODUZIONE.....	4
1. DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE	5
1.1 Risultati componente inorganica	9
1.2 Risultati: microinquinanti organici.....	14
1.3 Commenti.....	16
2. POLVERI	17
2.1 PM10 in continuo	17
2.1.1 Soglia di breve periodo (sollevamenti eolici)	17
2.1.2 Soglia di breve periodo (emissioni da cantieri).....	17
2.1.3 Soglia di medio periodo	21
2.2 Monitoraggio delle polveri ambientali	27
2.2.1 Campagne di misura a Punta Sabbioni.....	29
2.2.2 Campagne di misura a Malamocco	29
2.3 Determinazione dei metalli pesanti nel PM10.....	29
2.3.1 Campagna di misura a Punta Sabbioni	30
2.3.2 Campagna di misura a Chioggia.....	36
2.3.3 Campagne di misura a Malamocco	41
2.3.4 Commenti e considerazioni	46
2.4 Calibrazione stazione di misura del PM10 a Punta Sabbioni con metodo gravimetrico.....	49
2.4.1 Introduzione.....	49
2.4.2 Risultati della calibrazione.....	49
3. DETERMINAZIONE IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI.....	50
3.1 Materiali e metodi.....	52
3.2 Risultati	54
3.3 Confronto con le soglie	57
3.4 Correlazione con i parametri meteorologici	58
3.5 Conclusioni	59
4. MISURE DI GAS	61
4.1 Introduzione	61
4.2 Campionamenti effettuati.....	63
4.3 Risultati	63
4.3.1 Bocca di Lido, Punta Sabbioni	64
4.3.2 Bocca di Malamocco	68
4.4 Commenti.....	72

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

5. CONCLUSIONI	73
ALLEGATO: COORDINATE DEI PUNTI DI PRELIEVO DEI CAMPIONI	75

INTRODUZIONE

Il presente Rapporto di Valutazione quadrimestrale, previsto dal Disciplinare Tecnico (B.6.72 B/4), riporta le attività svolte nel periodo Gennaio-Aprile 2009.

Il documento è strutturato in base alle singole attività previste dal Disciplinare Tecnico; per ciascuna di esse, dove disponibili i dati acquisiti nel periodo in oggetto verranno riportati i risultati conseguiti, i superamenti di soglie (dove previsti), i confronti con altre situazioni temporali o spaziali che possono fornire elementi utili alla descrizione dello stato dell'ambiente per la matrice di riferimento e le attività in corso.

Nel periodo considerato sono state completate le attività previste dal Disciplinare Tecnico. In particolare:

- Deposizioni atmosferiche: 2/2. Nel periodo 03/12/2008 - 09/03/2009 si è svolta la seconda campagna di monitoraggio;
- Polveri: PM₁₀ in continuo 12/12 (4 mesi su 12, a Punta Sabbioni);
Monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile: 10/10 (2 campagne di misure svolte nel quadrimestre Gennaio-Aprile 2009);
Metalli pesanti: 7/7 (3 campagne di misure svolte nel quadrimestre in oggetto);
- Determinazione degli IPA in aria: 4/4 (2 campagne di misura svolte tra Gennaio e Aprile).
- Misure di gas: 20/20 (6 campagne di misura nel quadrimestre considerato).

Al presente documento ed alle attività di monitoraggio/elaborazione dati hanno collaborato:

Sig. Guido Turatti (CORILA)

Ing. Giovanni Venier (CORILA)

Dott. Daniele Contini (ISAC-Lecce)

Dott.ssa Daniela Cesari (ISAC-Lecce)

Dott.ssa Lorenza DiMatteo (ISAC)

Dott. Andrea Gambaro (IDPA-CNR, Venezia)

Dott. Warren Cairns (IDPA-CNR, Venezia)

Dott.ssa Turetta Clara (IDPA-CNR, Venezia)

Dott.ssa Elisa Zambon (IDPA-CNR, Venezia)

Dott.ssa Roberta Zangrando (Dip. Scienze Ambientali, Univ. Venezia)

Dott.ssa Angela Maria Stortini (IDPA-CNR, Venezia)

1. DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE

Nel quadrimestre considerato è terminata (in data 09/03/2009) la seconda campagna di monitoraggio relativa alle deposizioni atmosferiche. La Fig. 1.1 riporta la collocazione delle stazioni per la raccolta delle deposizioni atmosferiche.



Fig. 1.1 - Mappa delle postazioni di raccolta delle deposizioni atmosferiche

La Tab. 1.1 riporta i dati principali relativi ai periodi di misura. Per Punta Sabbioni è stata utilizzata la stazione meteorologica in loco mentre per Chioggia e Malamocco è stata utilizzata la stazione MAV-CVN di Ceppe ad esclusione del primo campione per il quale è stata utilizzata la stazione MAV-CVN di San Felice in quanto la stazione di Ceppe ha avuto un malfunzionamento dell'anemometro a dicembre 2008. Si sottolinea comunque che nei dati meteorologici di Punta Sabbioni manca il periodo dal 11/12/2008 al 18/12/2008.

Tab. 1.1 - Periodi di misura e precipitazione (seconda campagna relativa alle deposizioni atmosferiche).

Deposimetri	Data Inizio	Data Fine	Totale giorni	Precipitazione Sabbioni (mm H ₂ O)	Precipitazione Chioggia e Malamocco (mm H ₂ O)
D4, D5, D6, D8	03/12/08	09/01/09	37	78.0	94.6
D4, D5, D6, D8	12/01/09	12/02/09*	31	127.6	94.8
D4, D5, D6, D8	12/02/09	09/03/09	25	38.2	22.2

*D5 e D6 dal 09/01/09 con 34 giorni di esposizione

Di seguito (Figs 1.2, 1.3 e 1.4) si riportano le rose dei venti dei tre periodi di monitoraggio per i diversi siti di campionamento. Si osserva la presenza di significative precipitazioni in tutti i periodi di prelievo.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

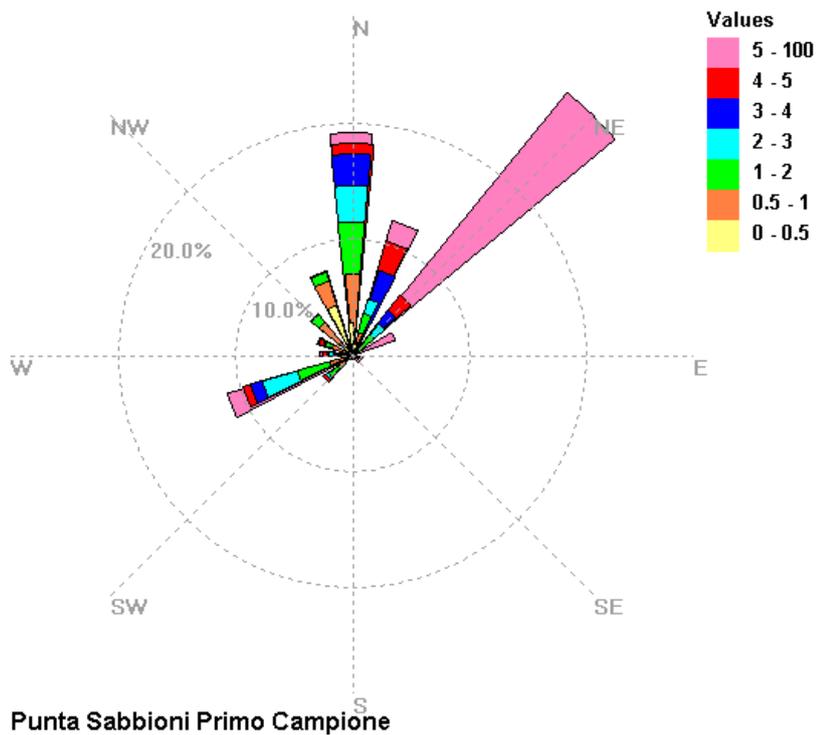
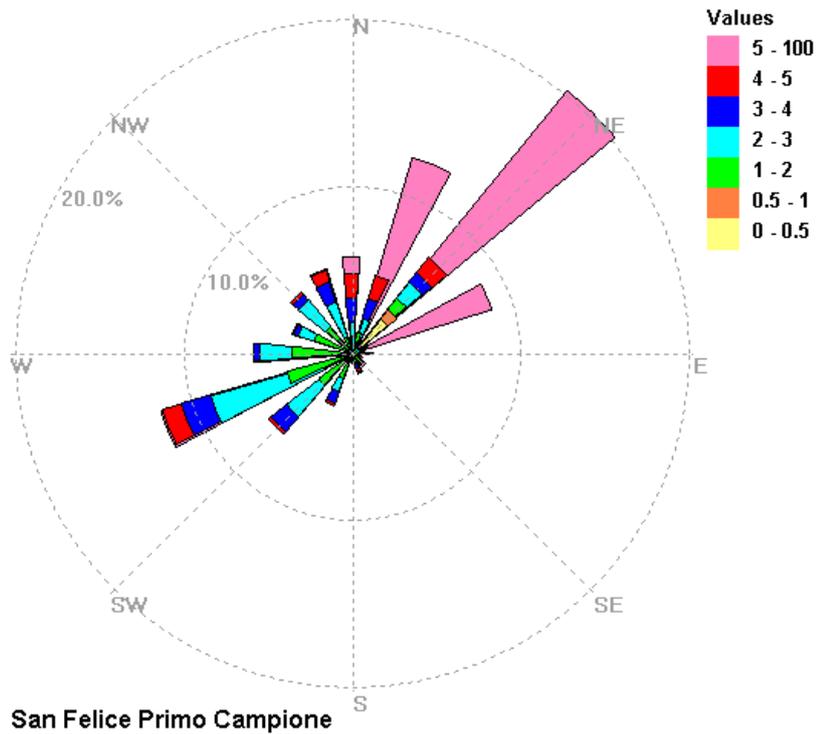


Fig. 1.2 - Rose dei venti relative al primo campione di deposizione

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

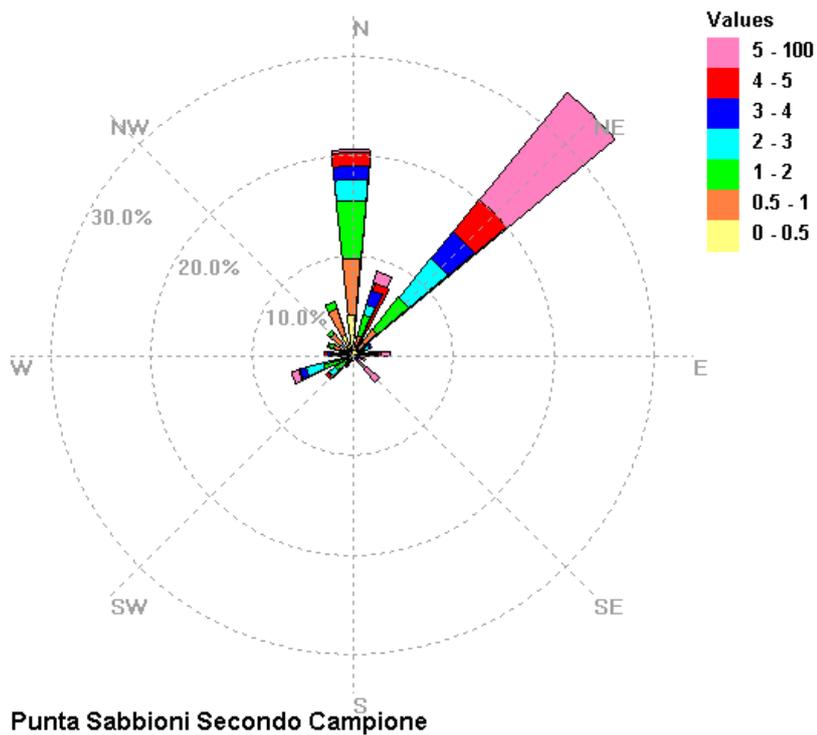
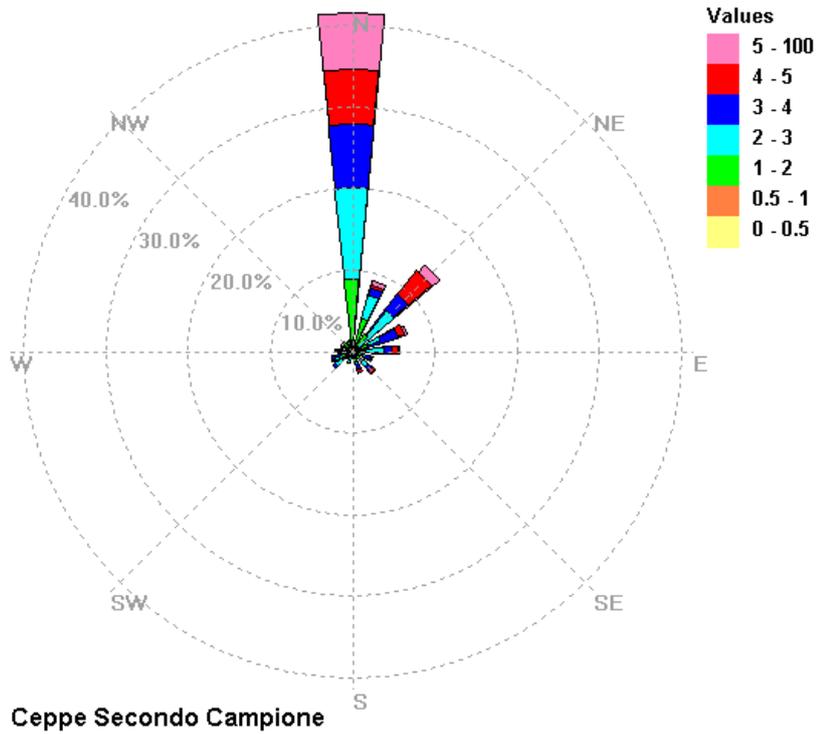


Fig. 1.3 - Rose dei venti relative al secondo campione di deposizione

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

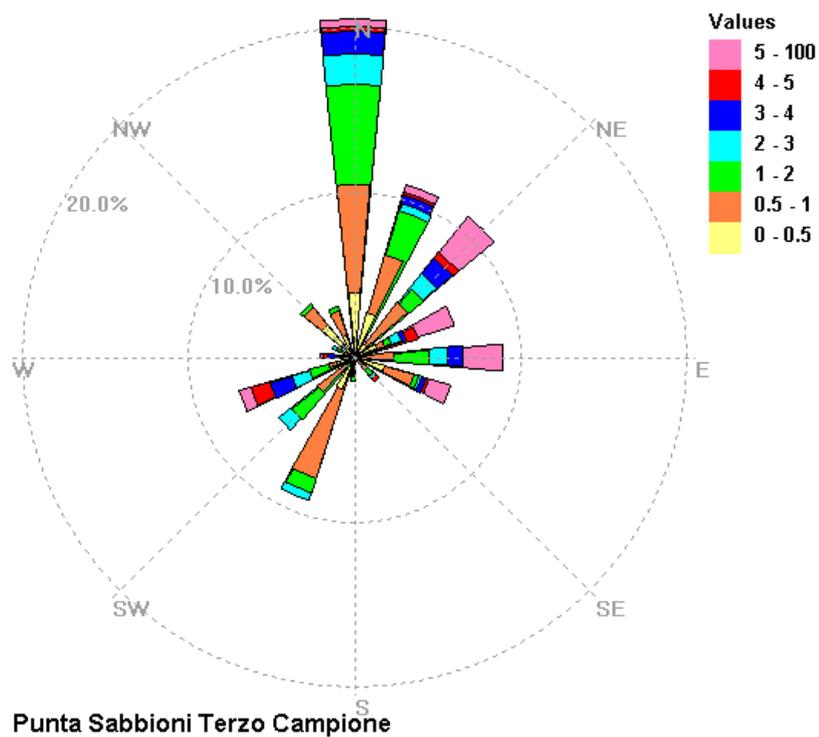
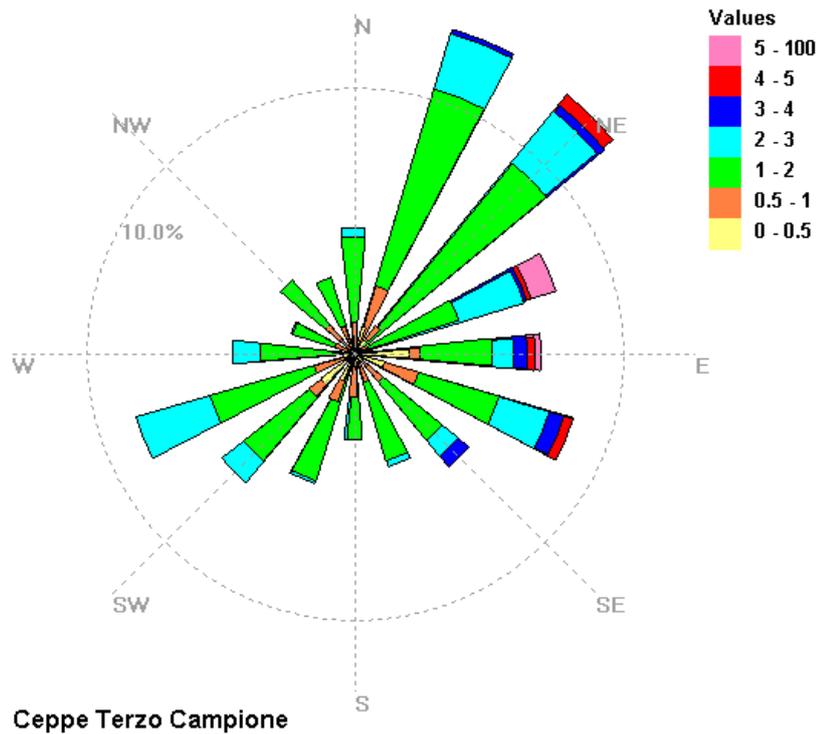


Fig. 1.4 - Rose dei venti relative al terzo campione di deposizione

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

1.1 Risultati componente inorganica

La Tabella 1.2 riporta i flussi di deposizione giornalieri per la componente inorganica.

Tab. 2.2 - Flussi di deposizione giornalieri bulk per i singoli composti inorganici; campionamenti inverno 2009

⁵¹ V	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6	Deposimetro8
03/12/08 - 09/01/09	8.10	39.54	0.28	12.38
12/01/09 - 12/02/09	28.43	35.81	24.69	25.34
12/02/09 - 09/03/09	4.67	6.13	2.69	5.51
Media	13.73	27.16	9.22	14.41
Mediana	8.10	35.81	2.69	12.38
Min	4.67	6.13	0.28	5.51
Max	28.43	39.54	24.69	25.34

⁵³ Cr	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6	Deposimetro8
03/12/08 - 09/01/09	0.19	0.14	0.07	0.07
12/01/09 - 12/02/09	0.21	7.17	7.12	0.26
12/02/09 - 09/03/09	0.09	6.11	1.57	0.11
Media	0.16	4.47	2.92	0.14
Mediana	0.19	6.11	1.57	0.11
Min	0.09	0.14	0.07	0.07
Max	0.21	7.17	7.12	0.26

⁵⁹ Co	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6	Deposimetro8
03/12/08 - 09/01/09	0.013	0.003	0.005	0.007
12/01/09 - 12/02/09	0.021	0.005	0.044	0.101
12/02/09 - 09/03/09	0.023	0.002	0.037	0.013
Media	0.019	0.004	0.029	0.041
Mediana	0.021	0.003	0.037	0.013
Min	0.013	0.002	0.005	0.007
Max	0.023	0.005	0.044	0.101

⁶⁰ Ni	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6	Deposimetro8
03/12/08 - 09/01/09	4.24	14.62	0.20	6.45
12/01/09 - 12/02/09	0.13	8.70	12.60	3.38
12/02/09 - 09/03/09	2.04	2.36	2.05	2.90
Media	2.14	8.56	4.95	4.24
Mediana	2.04	8.70	2.05	3.38
Min	0.13	2.36	0.20	2.90
Max	4.24	14.62	12.60	6.45

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

⁷⁵ As	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6	Deposimetro8
03/12/08 - 09/01/09	2.68	10.87	0.12	4.13
12/01/09 - 12/02/09	8.69	7.85	9.14	6.97
12/02/09 - 09/03/09	1.06	1.31	1.07	1.13
Media	4.14	6.68	3.44	4.08
Mediana	2.68	7.85	1.07	4.13
Min	1.06	1.31	0.12	1.13
Max	8.69	10.87	9.14	6.97

⁹⁵ Mo	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6	Deposimetro8
03/12/08 - 09/01/09	9.39	40.82	0.61	11.08
12/01/09 - 12/02/09	3.75	2.81	5.22	3.65
12/02/09 - 09/03/09	0.67	0.52	0.75	0.68
Media	4.60	14.72	2.19	5.14
Mediana	3.75	2.81	0.75	3.65
Min	0.67	0.52	0.61	0.68
Max	9.39	40.82	5.22	11.08

¹¹¹ Cd	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6	Deposimetro8
03/12/08 - 09/01/09	1.71	3.98	0.02	5.85
12/01/09 - 12/02/09	4.37	2.50	2.07	5.81
12/02/09 - 09/03/09	0.42	0.32	0.15	0.36
Media	2.17	2.27	0.74	4.01
Mediana	1.71	2.50	0.15	5.81
Min	0.42	0.32	0.02	0.36
Max	4.37	3.98	2.07	5.85

¹²¹ Sb	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6	Deposimetro8
03/12/08 - 09/01/09	0.71	5.15	0.10	0.67
12/01/09 - 12/02/09	15.06	17.06	57.45	10.04
12/02/09 - 09/03/09	2.63	2.42	12.80	1.63
Media	6.13	8.21	23.45	4.11
Mediana	2.63	5.15	12.80	1.63
Min	0.71	2.42	0.10	0.67
Max	15.06	17.06	57.45	10.04

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

²⁰⁵ Tl	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6	Deposimetro8
03/12/08 - 09/01/09	u.d.l.	0.3704	0.004	u.d.l.
12/01/09 - 12/02/09	0.0008	0.0001	0.001	0.0009
12/02/09 - 09/03/09	0.0012	0.0000	0.035	0.0003
Media	0.0010	0.1235	0.013	0.0006
Mediana	0.0010	0.0001	0.004	0.0006
Min	0.0008	0.00001	0.001	0.0003
Max	0.0012	0.3704	0.035	0.0009

²⁰⁸ Pb	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6	Deposimetro8
03/12/08 - 09/01/09	7.13	17.16	0.19	7.03
12/01/09 - 12/02/09	25.67	21.58	25.97	21.73
12/02/09 - 09/03/09	3.51	4.10	1.86	4.01
Media	12.11	14.28	9.34	10.92
Mediana	7.13	17.16	1.86	7.03
Min	3.51	4.10	0.19	4.01
Max	25.67	21.58	25.97	21.73

⁶³ Cu	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6	Deposimetro8
03/12/08 - 09/01/09	15.90	24.96	0.39	57.06
12/01/09 - 12/02/09	37.85	6.16	25.53	26.54
12/02/09 - 09/03/09	10.01	5.44	4.66	11.85
Media	21.25	12.19	10.20	31.81
Mediana	15.90	6.16	4.66	26.54
Min	10.01	5.44	0.39	11.85
Max	37.85	24.96	25.53	57.06

⁶⁶ Zn	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6	Deposimetro8
03/12/08 - 09/01/09	53.15	175.73	2.28	95.78
12/01/09 - 12/02/09	134.09	107.63	1194.64	134.12
12/02/09 - 09/03/09	20.63	30.93	21.16	23.65
Media	69.29	104.76	406.03	84.51
Mediana	53.15	107.63	21.16	95.78
Min	20.63	30.93	2.28	23.65
Max	134.09	175.73	1194.64	134.12

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

⁵⁷ Fe	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6	Deposimetro8
03/12/08 - 09/01/09	2614.94	8892.42	97.99	3668.19
12/01/09 - 12/02/09	12889.53	10217.27	11830.67	12360.46
12/02/09 - 09/03/09	1829.46	1510.46	1497.43	2182.67
Media	5777.98	6873.38	4475.36	6070.44
Mediana	2614.94	8892.42	1497.43	3668.19
Min	1829.46	1510.46	97.99	2182.67
Max	12889.53	10217.27	11830.67	12360.46

La Tab. 1.3 riporta il confronto con i valori soglia indicati al termine del terzo anno di monitoraggio (Rapporto Finale, Studio B.6.72 B/3, Luglio 2008); fra parentesi sono riportati i valori di allarme. Si ricorda che a rigore le soglie sono riferibili alla bocca di Punta Sabbioni e solo per mancanza di dati sperimentali diretti (o derivati da precedenti studi pubblicati) riferibili ai siti di Malamocco e Chioggia tali soglie vengono estese alle stazioni di misura D5 e D6. In rosso sono evidenziati i superamenti.

Tab. 1.3 - Confronto deposizioni giornaliere con le soglie. In rosso i valori superiori alle soglie

	D4	D5	D6	D8	
Elemento	Media	Media	Media	Media	Soglia
	($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$)				
Vanadio	13.73	27.16	9.22	14.41	4.1 (8.5)
Cromo	0.16	4.47	2.92	0.14	3.3 (6.5)
Cobalto	0.02	0.004	0.029	0.041	0.49 (1.1)
Nichel	2.14	8.56	4.95	4.24	3.0 (6.1)
Arsenico	4.14	6.68	3.44	4.08	2.9 (5.0)
Molibdeno	4.60	14.72	2.19	5.14	2.8 (5.5)
Cadmio	2.17	2.27	0.74	4.01	0.49 (1.5)
Antimonio	6.13	8.21	23.45	4.11	1.3 (2.6)
Piombo	12.11	14.28	9.34	10.92	6.0 (13.1)
Tallio	0.001	0.124	0.013	0.001	0.22 (0.5)
Ferro	5777.98	6873.38	4475.36	6070.44	838 (1262)
Rame	21.25	12.19	10.20	31.81	11.2 (45.7)
Zinco	69.29	104.76	406.03	84.51	22.0 (309.7)

Si osservano dei valori di flussi di deposizione molto più alti anche delle soglie di allarme per quasi tutti gli elementi.

Le Figure 1.5 e 1.6 riportano gli istogrammi relativi alle medie aritmetiche dei flussi di deposizione, per i diversi metalli nei deposimetri D4, D5, D6 e D8 relativamente alla seconda campagna di misura di ogni anno di monitoraggio. Si ricorda che il deposimetro D8 è operativo a partire dal quarto anno di monitoraggio; per gli anni precedenti è stata utilizzata la media di D2 e D3.

Si notano valori di flussi di deposizione di Co, Cr e Tl inferiori a quelli osservati negli anni precedenti. Gli alti livelli di deposizione osservati per Pb, As, Ni e Mo nel quarto anno di monitoraggio non sono inusuali, dato che sono stati osservati valori confrontabili anche in altre occasioni. In tutti i deposimetri sono stati osservati valori più alti per Fe, Zn, Cd, Cu, Sb e V rispetto agli anni precedenti.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Nel capitolo 2.3, di discussione delle concentrazioni dei metalli nel PM10, verrà ulteriormente discussa la differenza fra i siti di misura ed i periodi di campionamento, analizzando se vi è una correlazione fra gli andamenti dei composti inorganici nelle deposizioni atmosferiche e nel PM10 atmosferico.

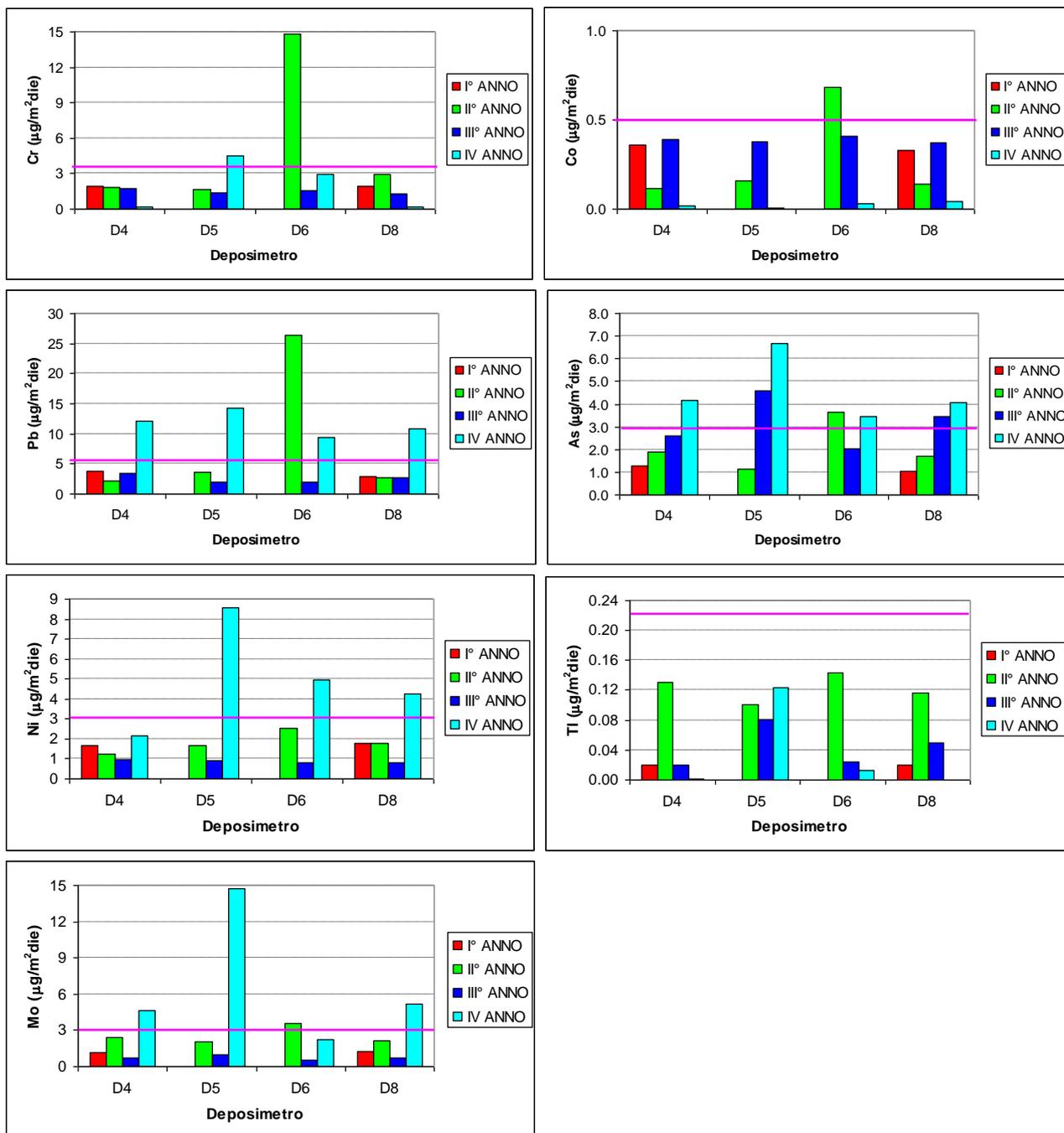


Fig. 1.5 - Andamento negli anni di monitoraggio delle medie aritmetiche relative ai flussi di deposizione dei diversi metalli nei deposimetri D4, D5, D8 e D8 (quando disponibili).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

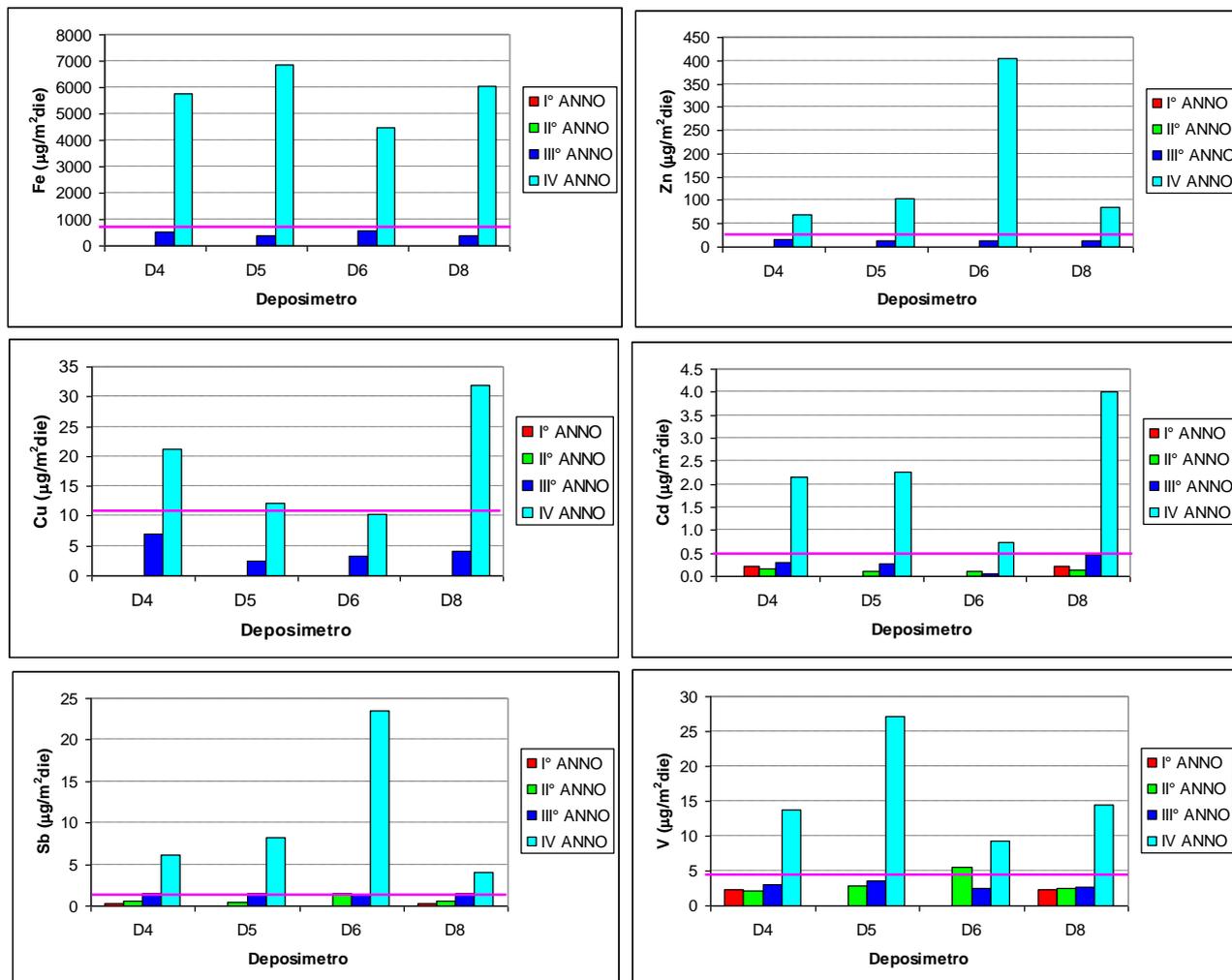


Fig. 1.6 - Andamento negli anni di monitoraggio delle medie aritmetiche relative ai flussi di deposizione dei diversi metalli nei depositometri D4, D5, D6 e D8 (quando disponibili).

1.2 Risultati: microinquinanti organici

La Tabella 1.4 riassume i flussi giornalieri di IPA totali (espressi come nanogrammi per metro quadrato e per giorno).

Tab. 1.4 - Flussi giornalieri di IPA totali ($\text{ng}/\text{m}^2/\text{die}$)

TOTALE IPA ($\text{ng}/\text{m}^2/\text{die}$)				
Campionamento	D4	D5	D6	D8
03/12/08-09/01/09	600	555	534	621
12/01/09-12/02/09	703	523	461	622
12/02/09-09/03/09	168	90	131	144
Media aritmetica	490	389	375	462
Dev. Standard	284	259	215	276
Media geometrica	414	297	318	382

La soglia per gli IPA (Allegato del Rapporto Finale, Studio B.6.72 B/3, Luglio 2008) è pari a **660** $\text{ng}/\text{m}^2/\text{die}$ (media aritmetica delle tre serie di misure della campagna). A rigore la soglia è riferibile ai soli depositometri installati nell'area circostante Punta Sabbioni in quanto nelle altre postazioni

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

(Chioggia e Malamocco) non ci sono dati pregressi acquisiti nelle attività di monitoraggio. Le deposizioni medie misurate presso tutte le stazioni sono inferiori alla soglia indicata. Si osserva inoltre che i livelli di flussi di deposizione di IPA nel terzo campione (relativo al periodo 12/02/09-09/03/09) sono significativamente più bassi rispetto a quelli relativi ai campioni precedenti. Questo può essere dovuto alle condizioni meteorologiche in quanto durante l'ultimo campione si sono avute le minori precipitazioni ed una temperatura media superiore a quella degli altri due campioni. Questo può avere influito nella concentrazione assoluta degli elementi organici ed anche nella suddivisione fra frazione gassosa e particellare degli IPA. La Fig. 1.7 riporta in forma grafica il confronto con la soglia relativa agli IPA.

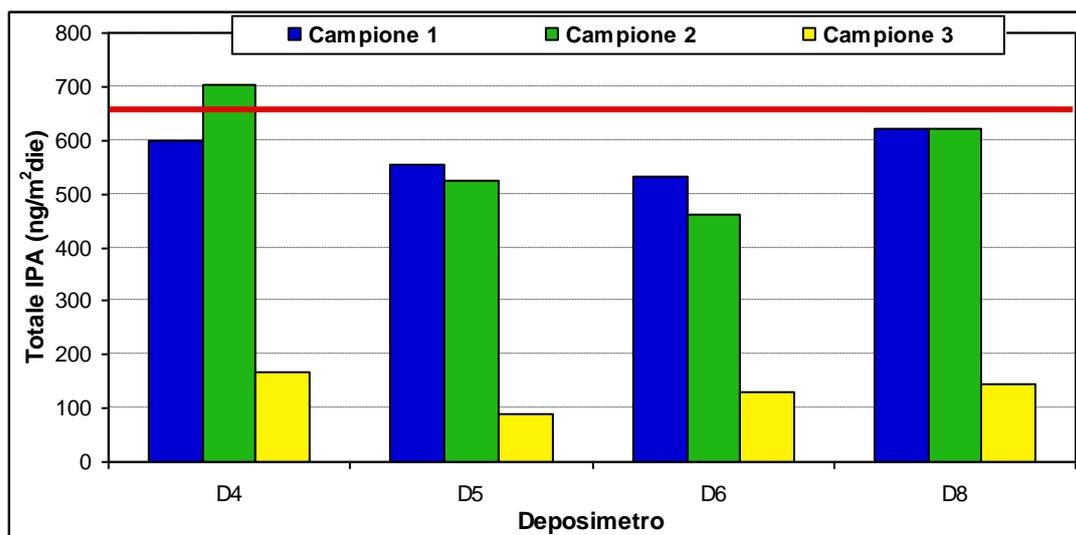


Fig. 1.7 - Flussi giornalieri di IPA totali e confronto con la soglia

Nella Tabella 1.5 sono riportate le medie relative ai flussi di deposizione per i composti Naftalene, Acenaftilene, Acenaftalene, Fluorene, Fenantrene, ritenuti da alcuni autori caratteristici delle emissioni dei veicoli diesel [Khalili N. R., P. A. Scheff, T. M. Holsen, "PAH Source fingerprints for coke ovens, diesel and gasolina engines, highway tunnels, and wood combustion emissions", Atmospheric Environment 29, pp. 533-542, 1995].

Tab. 1.5 - Media aritmetica, deviazione standard e mediana per i flussi di deposizione di alcuni composti IPA ritenuti significativi delle emissioni dei veicoli diesel.

IPA rilevanti per emissioni diesel (ng/m²/die)				
Campionamento	D4	D5	D6	D8
03/12/08-09/01/09	334	260	297	331
12/01/09-12/02/09	435	308	291	374
12/02/09-09/03/09	77	28	57	52
Media aritmetica	282	198	215	252
Dev. Standard	184	150	137	175
Media geometrica	224	130	170	186

La Fig. 1.8 riporta un confronto fra le medie aritmetiche dei flussi di deposizione ottenuti nella seconda campagna di misura del quarto anno con le analoghe campagne svolte nei precedenti tre anni di monitoraggio. Si ricorda che in tutti e quattro gli anni di monitoraggio la seconda campagna è stata effettuata nei mesi di dicembre-marzo e che nel primo anno di monitoraggio le

stazioni D5 e D6 erano assenti. Non si evidenzia un trend crescente nelle deposizioni atmosferiche con l'aumentare delle attività cantieristiche.

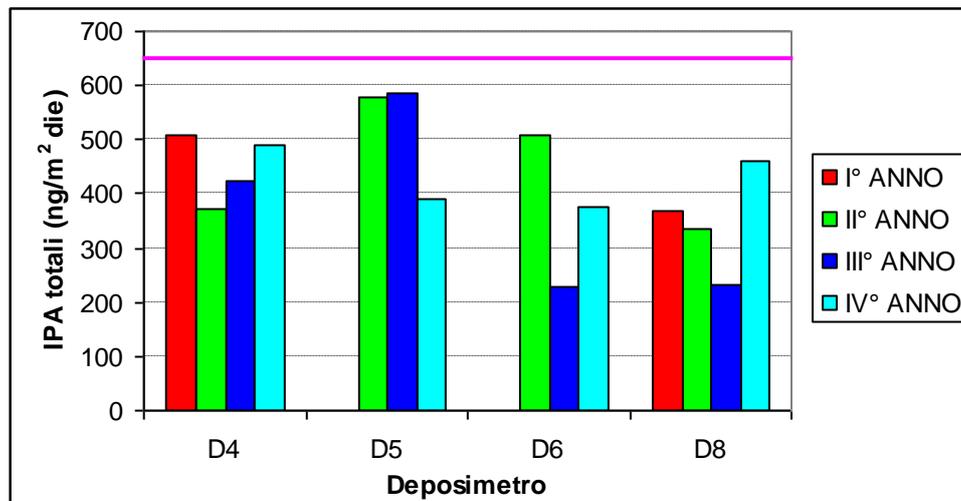


Fig. 1.8 – Confronto fra le medie aritmetiche dei flussi di deposizione ottenute nei diversi anni di monitoraggio (seconda campagna, da dicembre a marzo)

1.3 Commenti

Le deposizioni organiche relative alle prime due serie di misure della seconda campagna del quarto anno di monitoraggio presentano valori di flussi maggiori rispetto alla terza serie di misure in accordo con le maggiori precipitazioni registrate in questi periodi. Tuttavia il campione relativo alla seconda serie non presenta, a differenza delle deposizioni inorganiche, flussi maggiori rispetto alla prima serie. Inoltre, anche se elevate, le deposizioni organiche sono in linea con quanto rilevato nei precedenti anni, a differenza delle deposizioni inorganiche che presentano flussi ordini di grandezza superiori rispetto ai precedenti monitoraggi.

Sono state misurate precipitazioni paragonabili a quelle della seconda serie di misure di questa campagna nel terzo anno di monitoraggio, e soprattutto nella prima campagna (07/09/05-06/10/05), ma i flussi di deposizione inorganici erano notevolmente inferiori.

Le rose dei venti (Fig. 1.2-1.4) mostrano che il terzo periodo di misura del quarto anno di monitoraggio è caratterizzato, a Punta Sabbioni, da venti provenienti con maggiore frequenza dalle direzioni dei cantieri, contrariamente ai primi due periodi di misura. Ciò contrasta con l'andamento dei flussi sia delle deposizioni organiche che inorganiche che nella terza serie di misure presentano valori inferiori rispetto alle prime due.

Come riportato nella sezione relativa agli IPA in aria (cap. 3), non sono state misurate concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici significativamente maggiori di quelle dei precedenti anni di monitoraggio, e comunque sempre inferiori alle rispettive soglie. Stessa considerazione per i metalli pesanti nel PM10 (cap. 2.3).

Inoltre, si rilevano valori anomali dei flussi di deposizione per il Fe, Cu, Zn, Sb, As, Mo, V e Ni nel D6 (primo periodo), ove i flussi sono trascurabili rispetto alle altre stazioni.

Pertanto si considera questa seconda campagna di misura "anomala", in quanto possibili interferenze possono avere alterato i campioni in una delle fasi della procedura analitica (raccolta, conservazione, analisi vera e propria). I valori dei flussi di deposizione ottenuti vengono quindi trattati con cautela in attesa di avere elaborato i dati complessivi relativi al quarto anno di monitoraggio.

2. POLVERI

2.1 PM10 in continuo

Nel quadrimestre Gennaio-Aprile 2009 si sono verificate le seguenti interruzioni del monitoraggio del PM10 (Tab. 2.1).

Tab. 2.1 - Interruzioni del monitoraggio PM10

Data di inizio	Ora di inizio	Data di fine	Ora di fine
20/04/2009	06:00	23/04/2009	13:00
24/04/2009	08:00	25/04/2009	15:00
27/04/2009	07:00	28/04/2009	13:00
29/04/2009	07:00	29/04/2009	15:00

Nel periodo Gennaio-Aprile le soglie in vigore sono:

Soglia di breve periodo (emissioni del cantiere)

PM₁₀ (media oraria) > 38 µg/m³ (Aprile)

PM₁₀ (media oraria) > 85 µg/m³ (Gennaio-Marzo)

Direzione Vento (170-360 gradi)

Giorno lavorativo e orario: 8-20

Velocità del vento < 4 m/s

Soglia di breve periodo (sollevamenti eolici):

PM₁₀ (media oraria) > 75 µg/m³

Direzione Vento (170-360 gradi)

Velocità del vento > 4 m/s

Soglia di medio periodo

Concentrazione media giornaliera di PM₁₀ > 50 µg/m³.

Nel quadrimestre considerato si sono avuti i seguenti superamenti:

2.1.1 Soglia di breve periodo (sollevamenti eolici)

Si é verificato 1 superamento della soglia di breve periodo da sollevamento eolico.

2.1.2 Soglia di breve periodo (emissioni da cantieri)

Si sono verificati 136 superamenti della soglia di breve periodo. Di questi 7 hanno dato seguito a segnalazioni inviate alla direzione lavori:

16 Gennaio: elevati valori di concentrazione tra le ore 10 e le ore 16 in presenza di vento molto debole proveniente dalla direzione N-W e con umidità relativa decrescente dalle 12 alle ore 15. La

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

risposta della Direzione Lavori, pervenuta in data 21/01/09, riporta attività molto ridotta nella giornata indicata. L'analisi dell'andamento delle concentrazioni di PM10 delle ore 10, riferite al mese di gennaio, non ha evidenziato episodi critici nel confronto con i giorni festivi (Studio B.6.72 B/4, Macroattività: aria, Rapporto Mensile Gennaio 2009).

4-11-16-17-20-26 Febbraio: andamenti anomali nelle concentrazioni orarie di PM10. Nel Rapporto Mensile di Febbraio (Studio B.6.72 B/4, Macroattività:aria, Rapporto mensile Febbraio 2009) è riportata un'analisi degli eventi basata sul confronto fra le concentrazioni orarie nei giorni festivi e lavorativi separati per direzione di provenienza del vento. Sinteticamente si è osservato che:

- nelle giornate festive (sabati e domeniche) le concentrazioni sono più elevate nelle direzioni di provenienza del vento comprese fra 181 e 360 gradi. Ciò è compatibile con il trasporto di inquinanti dalla zona di Porto Marghera e dall'entroterra;
- nei giorni di allarme le concentrazioni medie sono più elevate (rispetto alle giornate festive e lavorative) in entrambe le classi di raggruppamento delle direzioni di provenienza del vento (0-180 e 181-360 gradi), ma con valori maggiori nelle direzioni compatibili con il trasporto di polveri dai cantieri;
- nel settore compreso fra 181 e 360 gradi la concentrazione media nelle giornate lavorative è inferiore a quella relativa alle giornate festive. Tuttavia occorre considerare la limitata statistica per i giorni festivi.

A seguito degli allarmi inviati le risposte pervenute dalla Direzione lavori sono state le seguenti:

04/02/2009: nessuna lavorazione importante e terreno umido (comunicazione del 6/02/09);

11/02/2009: nessuna lavorazione importante e terreno umido (comunicazione del 16/02/09);

16/02/2009: getto rilevante di calcestruzzo nella tura con passaggio di circa 55 betoniere/giorno (comunicazione del 17/02/09);

17/02/2009: come il giorno 16/02/09 (comunicazione del 19/02/09);

20/02/2009: proseguimento dei getti all'interno delle teste delle conche di navigazione. Possibile sollevamento di polveri all'interno del cantiere (comunicazione del 23/02/09);

26/02/2009: proseguimento dei getti all'interno delle teste delle conche di navigazione. (comunicazione del 02/03/09).

È stato inoltre segnalato che nel periodo dal 16 al 24 febbraio in concomitanza con il carnevale di Venezia si è avuto un notevole flusso di autobus a Punta Sabbioni per il trasporto di turisti diretti a Venezia. Nell'incontro svolto in data 09/03/09 presso la Direzione Lavori del cantiere a Punta Sabbioni ci è stato comunicato che anche in passato si sono verificati getti di calcestruzzo nella tura di Punta Sabbioni (Fig. 2.1).

Pertanto, al fine di verificare se, da un punto di vista statistico, si osservano anomalie nelle concentrazioni orarie di PM10 in tali giornate, è stato svolto uno studio mirato, tenendo conto dei giorni di getto di calcestruzzo presso il cantiere di Punta Sabbioni (come da Tabella riepilogativa comunicata dalla Direzione Lavori il 12/03/09). Dalle date comunicate sono stati considerati i soli giorni nei quali il getto di calcestruzzo è risultato superiore a 400 m³ (con un presumibile passaggio di oltre 40 autobetoniere al giorno). Con questo criterio le giornate considerate sono state le seguenti: 21-22-23-28 Luglio 2008; 6-7-8-13 Ottobre 2008; 20 Novembre 2008; 23 Gennaio 2009; 16-17 Febbraio 2009.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



Fig. 2.1 - Tura a Punta Sabbioni. Le autobetoniere percorrono la strada interna laterale (a destra)

Sono stati suddivisi i giorni dei mesi nei quali si è avuto passaggio di autobetoniere in tre classi: giornate di getto calcestruzzo, giornate festive (sabato compreso, per aumentare la statistica) e altre giornate lavorative. In ogni gruppo è stata considerata la sola fascia oraria dalle ore 8 alle ore 20 (estremi compresi).

Ogni ora è stata a sua volta classificata in tre classi in base alla direzione di provenienza del vento: da 0-180 gradi; 181-360 e condizioni di calma di vento.

In Fig. 2.2 è riportato l'istogramma che riassume i risultati ottenuti. La barra verticale di errore è relativa ad una deviazione standard. La legenda riporta Getti cls (giornate di getti in calcestruzzo maggiori di 400 m³); Festivi (sabati, domeniche ed altri giorni festivi); Lavorativi (restanti giornate lavorative).

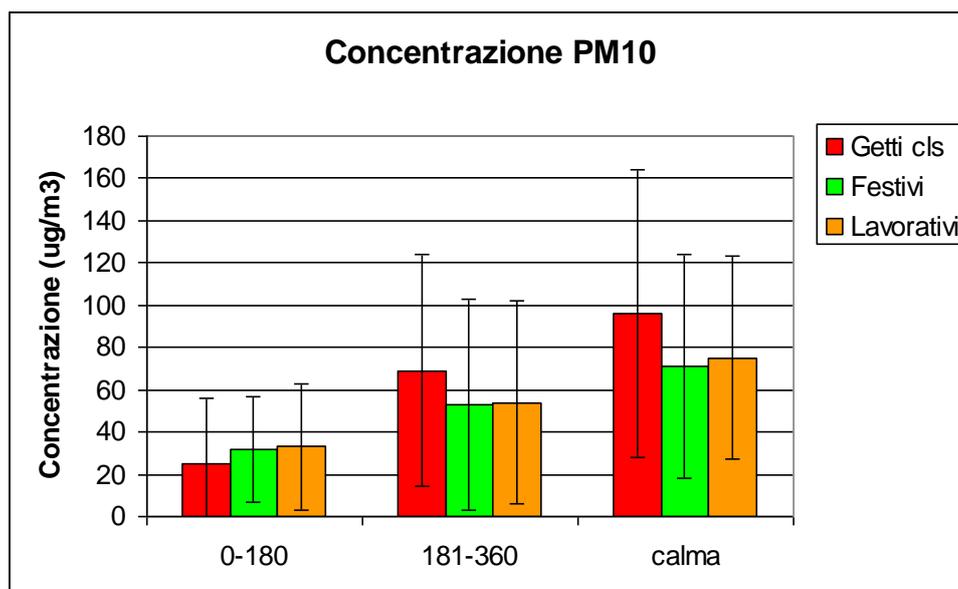


Fig. 2.2 - Risultati delle elaborazioni relative alle concentrazioni orarie di PM10

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Da un punto di vista statistico le tre classi non sono ovviamente omogenee: in particolare il numero di ore che rientra nelle varie classi è riportato nella tabella seguente (Tabella 2.2):

Tab. 2.2 – Numero di ore nelle varie classi considerate

Giornate	Direzione di provenienza del vento		
	0-180	181-360	Calma di vento
Getti cls	60	52	44
Festivi	267	231	88
Lavorativi	598	388	199

Dalla Figura 2.2 si osserva che nelle direzioni di provenienza del vento da 0 a 180 gradi le concentrazioni orarie di PM10 nelle giornate di getto di calcestruzzo forniscono un valore medio inferiore a quello ottenuto nelle giornate festive (che a sua volta è confrontabile con quella relativa alle giornate lavorative). Viceversa nelle direzioni fra 181 e 360 gradi la media relativa alle giornate di getto è superiore a quella degli altri due gruppi (festivi e lavorativi); le stesse considerazioni valgono per i periodi di calma di vento. Inoltre, come valore assoluto, le concentrazioni medie dei tre gruppi (giornate di getto, lavorative e festive) sono maggiori in condizioni di calma di vento, intermedie nelle direzioni fra 181 e 360 gradi e minori nelle restanti direzioni di provenienza del vento. Si sottolinea che tale andamento vale anche per le giornate festive e rispecchia quanto più volte osservato, e cioè che le direzioni di provenienza del vento fra 181 e 360 gradi comprendono anche le emissioni provenienti dalla zona industriale di Porto Marghera e dalla Pianura Padana.

Poiché statisticamente le ore nelle giornate di getto sono consistentemente inferiori a quelle degli altri due gruppi (Tab. 2.2), occorre valutare la presenza di valori di picco di PM10. Alle ore 8 e 9 del 13 ottobre (giornata di getto) si sono avute concentrazioni di 280 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con umidità relativa del 96%; per confronto, alle ore 20 del 12 ottobre, domenica, la concentrazione era di 256 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (umidità relativa del 92%). Per ridurre l'interferenza di questi dati anomali (dovuti a valori molto elevati di umidità relativa), il cui peso statistico è minore nelle giornate lavorative e festive (per la maggiore consistenza della base dati) rispetto alle giornate di getto, si è fatta una ulteriore elaborazione che consiste nell'escludere le ore con umidità relativa maggiore al 90%. La Fig. 2.3 riporta il risultato ottenuto.

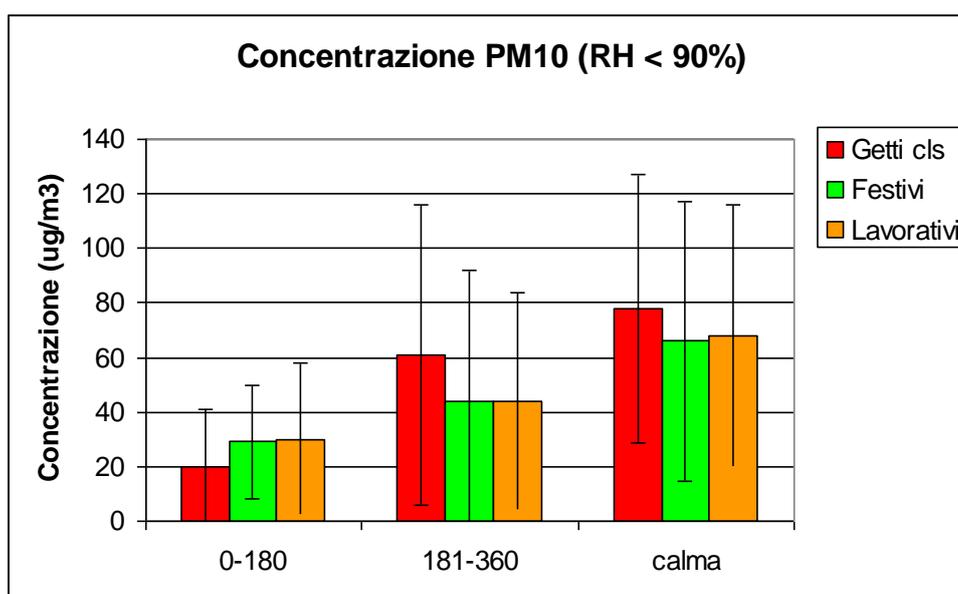


Fig. 2.3 – Come in Figura 2.2 ma escludendo le ore con umidità relativa maggiore del 90%.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

La Tabella 2.3 riporta il numero di ore nelle varie classi, escludendo le ore con umidità relativa maggiore del 90%. Fra parentesi si riporta la differenza relativa percentuale con la Tabella 2.2. I periodi con umidità relativa maggiore del 90% sono maggiori in condizioni di calma di vento o con direzioni di provenienza del vento da 181 a 360 gradi, in quanto in condizioni di vento provenienti da NE l'umidità relativa è in generale inferiore rispetto a quando il vento proviene da NO. Tuttavia dalla Figura 2.3 si osserva che l'influenza dell'umidità relativa non spiega la differenza fra media giornate di getto e media giornate festive.

Tab. 2.3 - Numero di ore nelle varie classi considerate escludendo le ore con U.R. maggiore del 90%.

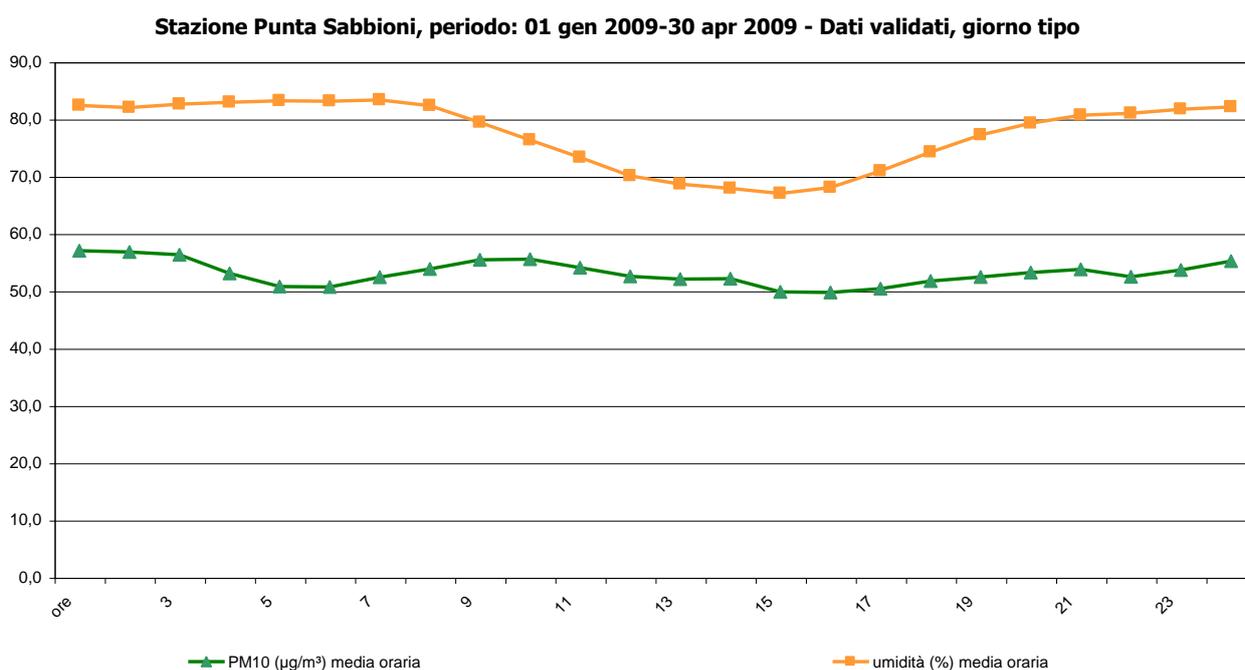
Giornate	Direzione di provenienza del vento		
	0-180	181-360	Calma di vento
Getti cls	57 (-5%)	38 (-27%)	34 (-23%)
Festivi	226 (-15%)	176 (-24%)	67 (-24%)
Lavorativi	485 (-19%)	290 (-25%)	142 (-29%)

Se si escludono il 16 e il 17 febbraio (unici giorni in cui c'è stato l'invio di allarmi) la media delle giornate di getto risulta confrontabile con quella delle giornate festive (44 µg/m³ per il settore 181-360 gradi). Pertanto tali giornate sono state critiche (anche rispetto agli altri periodi di getto di calcestruzzo) in quanto l'incremento nelle concentrazioni orarie di PM10 può essere dovuto alla risospensione di polveri dalla sede stradale a seguito del passaggio delle autobetoniere oppure al traffico intenso nella zona dovuto alla settimana del carnevale di Venezia.

2.1.3 Soglia di medio periodo

I superamenti della soglia di medio periodo sono stati 31.

Le Figg. 2.4 e 2.5 riportano rispettivamente il giorno e la settimana "tipo" riferiti al quadrimestre considerato. Nei grafici sono riportati anche gli andamenti dell'umidità relativa.



CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Fig. 2.4 - Giorno "tipo" Gennaio-Aprile 2009

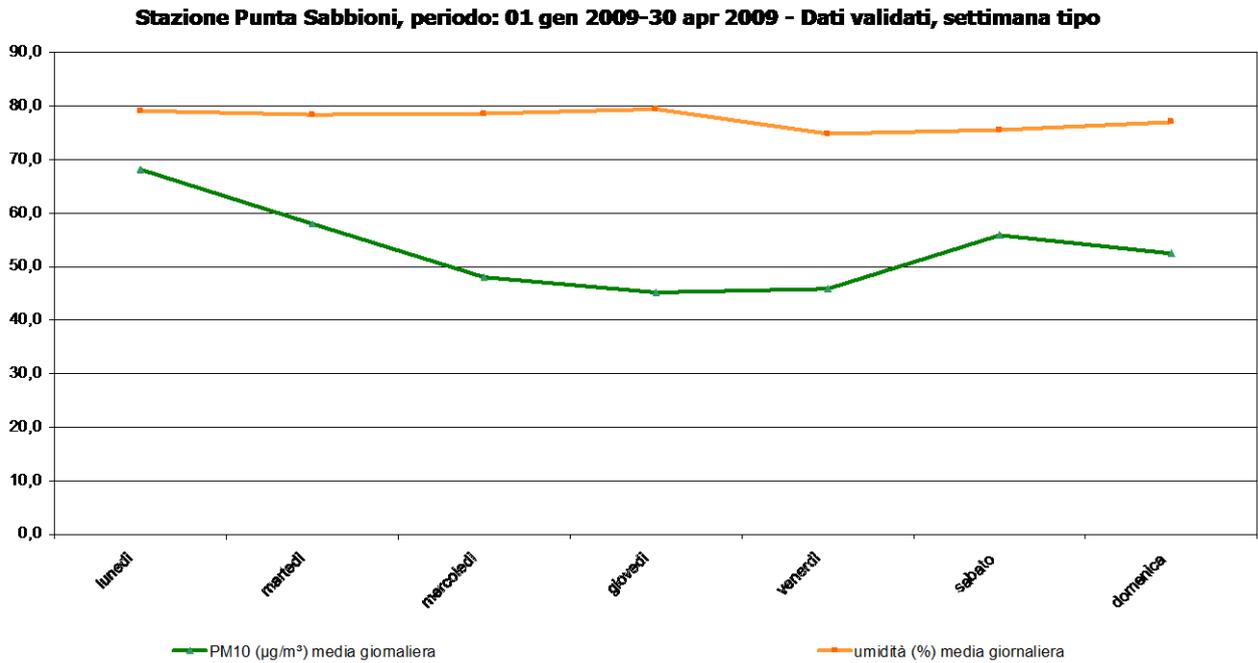


Fig. 2.5 - Settimana "tipo" Gennaio-Aprile 2009

Le Figg. 2.6 e 2.7 riportano rispettivamente la rosa dei venti e la correlazione fra la direzione del vento e la concentrazione di PM10.

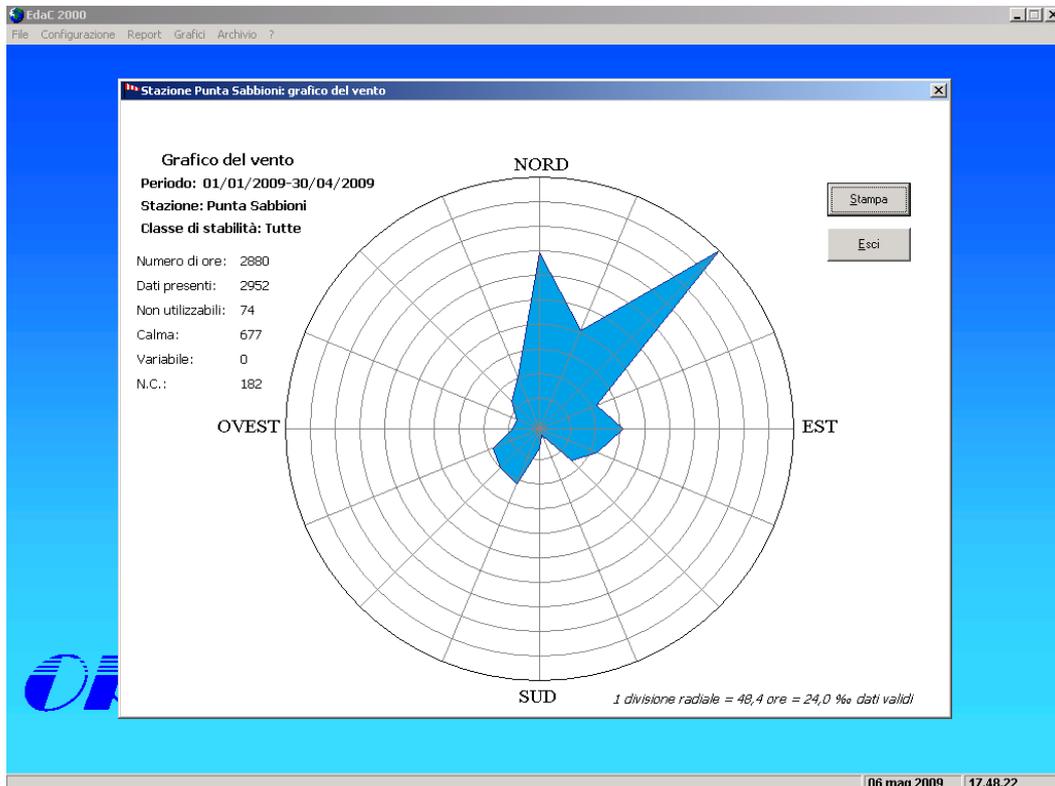


Fig. 2.6 - Direzione del vento

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

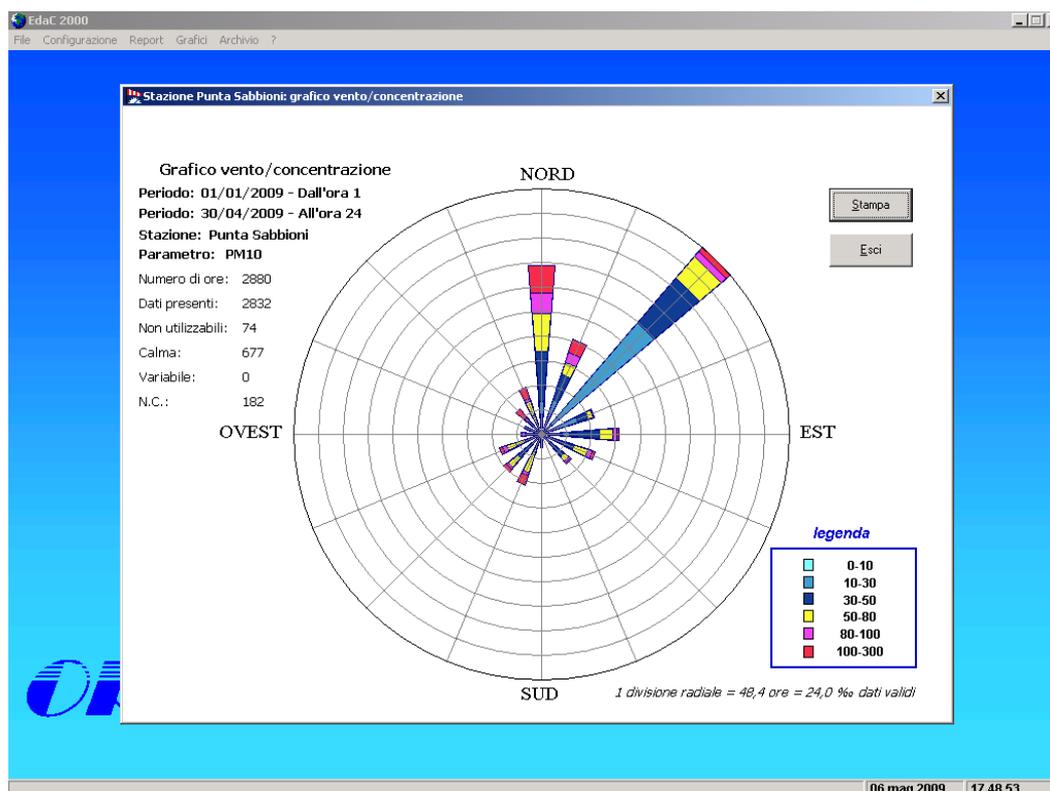


Fig. 2.7 - Concentrazione di PM10 e direzione del vento

Una analisi più dettagliata sull'influenza locale delle attività associate al cantiere di Punta Sabbioni viene eseguita confrontando le medie orarie di PM10 relative ai periodi di attività/non attività del cantiere. In particolare il confronto viene svolto considerando l'intervallo orario dalle ore 8 alle ore 20 (quindi durante le ore lavorative e con umidità relativa minore).

Si confrontano pertanto le medie orarie di PM10 (nell'intervallo orario 8-20) nei giorni di interruzione dei lavori (festivi e chiusura per ferie) con le medie orarie (sempre nello stesso intervallo temporale) nei giorni di attività lavorativa. Il giorno di sabato è stato escluso da entrambe le serie. La direzione del vento considerata è quella che comprende tutto il settore angolare dove sono presenti le attività del cantiere di Treporti (170-360 gradi), mentre per quanto riguarda l'intensità del vento si sono considerati valori superiori a 0.2 m/s.

Media periodo festivo/chiusura cantieri: **66 µg/m³** (89 ore) Deviazione standard: **39 µg/m³**

Media periodo lavorativo: **57 µg/m³** (309 ore) Deviazione standard: **36 µg/m³**

Poiché la media, delle concentrazioni giornaliere di PM10, relativa al periodo di chiusura cantieri risulta superiore rispetto a quella relativa ai periodi di attività cantieristica non si evidenziano influssi delle attività di cantiere a livello macroscopico sull'area monitorata per quanto riguarda il PM10. Le Figg. 2.8 e 2.9 riportano i grafici del confronto fra le medie orarie del PM10 nei giorni lavorativi con quelle relative ai giorni festivi (sempre nei periodi orari già indicati) in funzione dell'umidità relativa (Fig. 2.8) e della velocità del vento (Fig. 2.9).

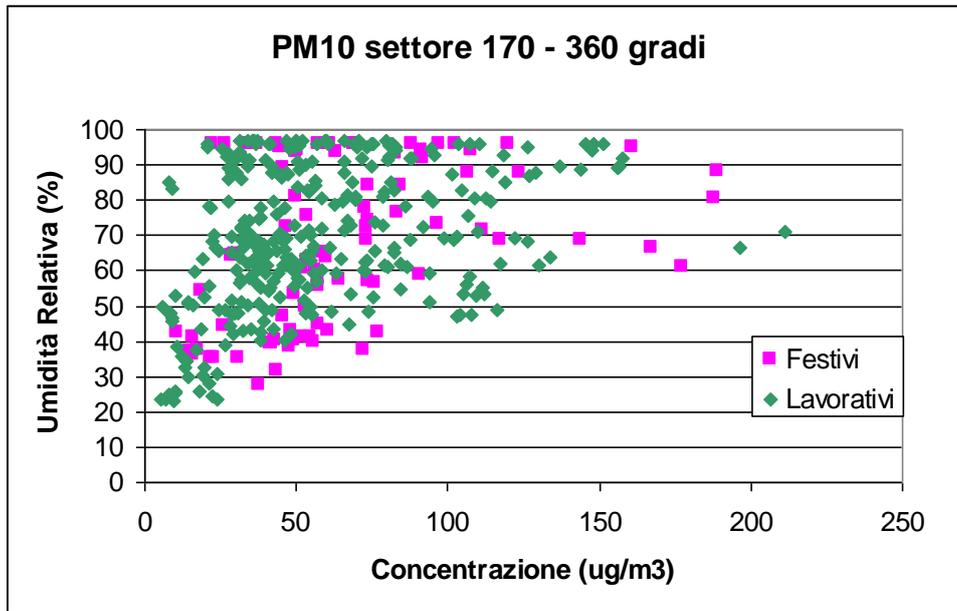


Fig. 2.8 - Correlazione fra umidità relativa percentuale e la concentrazione di particolato

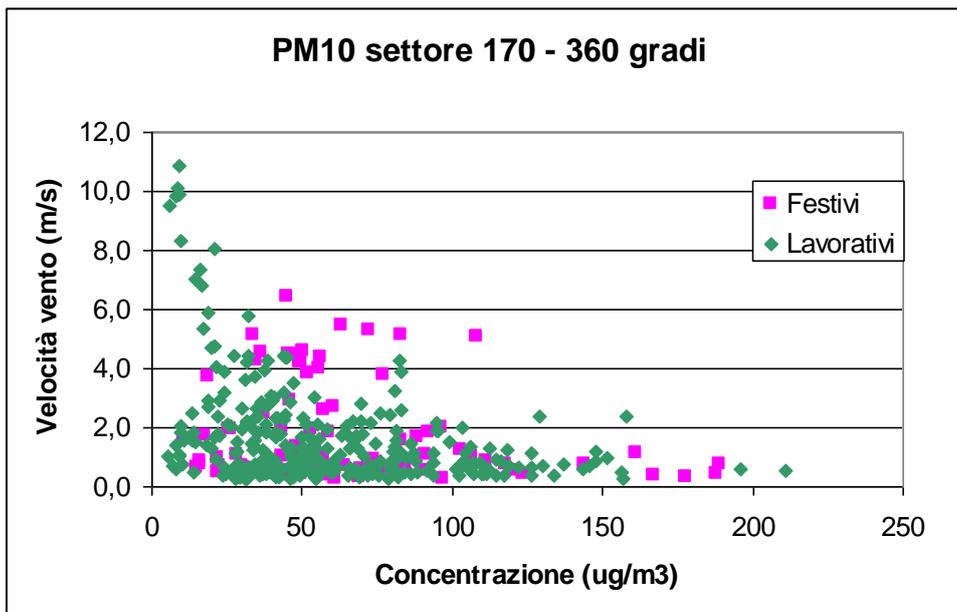


Fig. 2.9 - Correlazione fra la velocità del vento e la concentrazione di particolato

La Fig. 2.10 riporta il grafico di confronto fra le varie stazioni della rete di monitoraggio ARPAV nel comune di Venezia con la stazione di Punta Sabbioni (non sono disponibili i dati relativi al mese di Aprile per le stazioni di Circonvallazione e Bissuola).

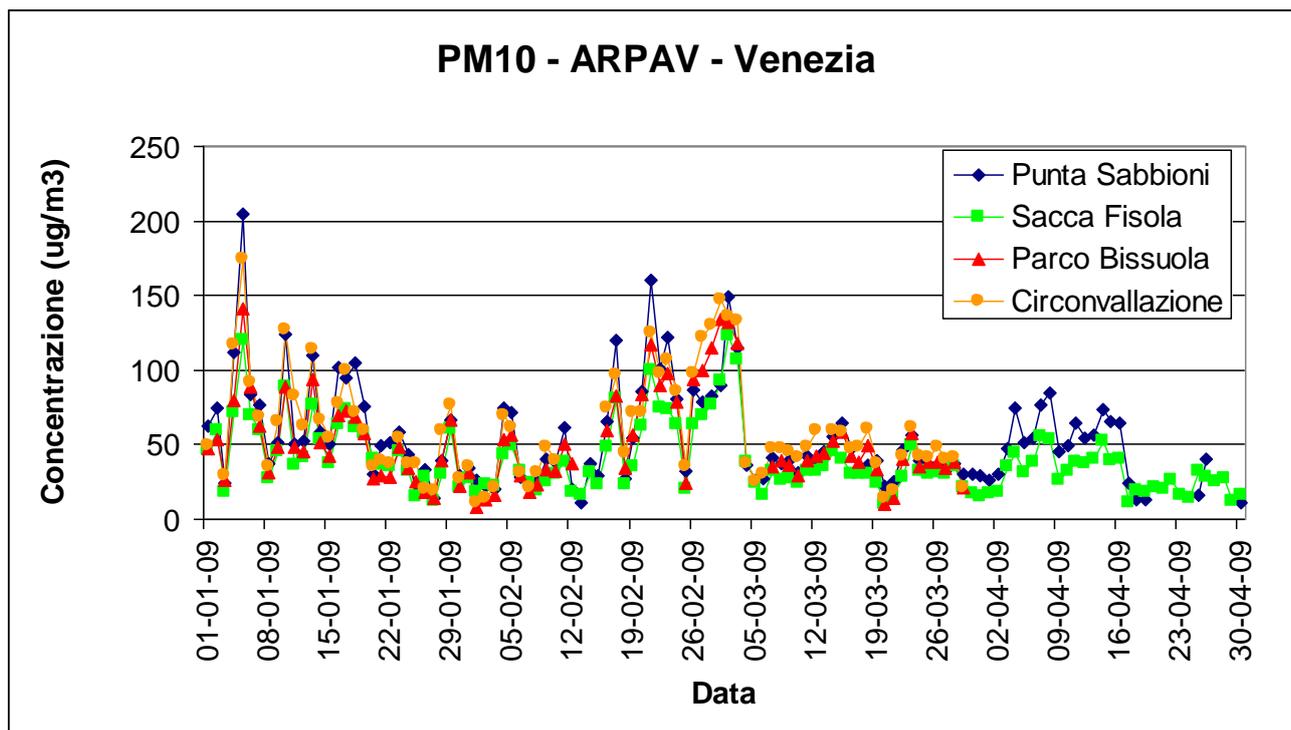


Fig. 2.10 – Confronto fra la stazione di Punta Sabbioni e la rete di monitoraggio ARPAV

Si osserva un andamento del PM10 abbastanza correlato fra le diverse stazioni e ciò conferma quanto già individuato nei periodi precedenti di monitoraggio e cioè una distribuzione relativamente omogenea del PM10 nell'area lagunare.

In Fig. 2.11 è riportato il confronto con alcune stazioni ARPA, Padova e Rovigo per la regione Veneto e Reggio Emilia per la regione Emilia Romagna, per stimare indicativamente quanto è spazialmente distribuita la correlazione del PM10 nell'area padana. Le stazioni scelte per il confronto sono le seguenti:

Padova - Loc. Arcella

Indirizzo: Via Aspetti

Coordinate: Lat (N) 45°25'47'' Long (E) 11°53'21''

Tipo di stazione: traffico

Tipo di zona: urbana

Padova - Loc. Mandria

Indirizzo: Via Ca' Rasi

Coordinate: Lat (N) 45°22'19'' Long (E) 11°50'31''

Tipo di stazione: background

Tipo di zona: suburbana

Rovigo - Centro

Indirizzo: Largo Martiri

Coordinate: Lat (N) 45°04'29'' Long (E) 11°47'00''

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tipo di stazione: traffico

Tipo di zona: urbana

Per le stazioni di Reggio Emilia non essendo disponibili in rete le coordinate precise delle stazioni, ci si limiterà a fornirne le caratteristiche principali.

Reggio Emilia

Via Risorgimento

Tipo di stazione: traffico

Tipo di zona: urbana

Reggio Emilia

Viale Timavo

Tipo di stazione: traffico

Tipo di zona: urbana

Reggio Emilia

San Lazzaro

Tipo di stazione: background

Tipo di zona: suburbana

La tabella seguente (Tab. 2.4) riporta le medie nel quadrimestre per le stazioni ARPA considerate.

Tab. 2.4 - Medie di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del quadrimestre presso le stazioni ARPA considerate

	Bissuola	Circonv.	Sacca Fisola	Punta Sabbioni	Padova (Mandria)	Padova (Arcella)	Reggio Emilia (V.Ris.)	Reggio Emilia (Timavo)	Reggio Emilia (San Lazz.)	Rovigo (Centro)
Media PM10	52*	61*	39	54	51	49	36	51	38	45

* dati di Aprile non disponibili

Il coefficiente di correlazione fra le concentrazioni giornaliere di PM10 a Punta Sabbioni e presso le stazioni delle altre zone sono le seguenti (in grassetto sono evidenziate le stazioni background sia urbane che suburbane):

Sacca Fisola: 0.94

Bissuola: 0.91

Circonvallazione: 0.91

Mandria (PD): 0.76

Arcella (PD): 0.78

Rovigo Centro (RO): 0.72

San Lazzaro (RE): 0.64

Timavo (RE): 0.62

Risorgimento (RE): 0.62

In queste elaborazioni sono stati utilizzati solo i dati disponibili simultaneamente nella coppia di stazioni confrontate.

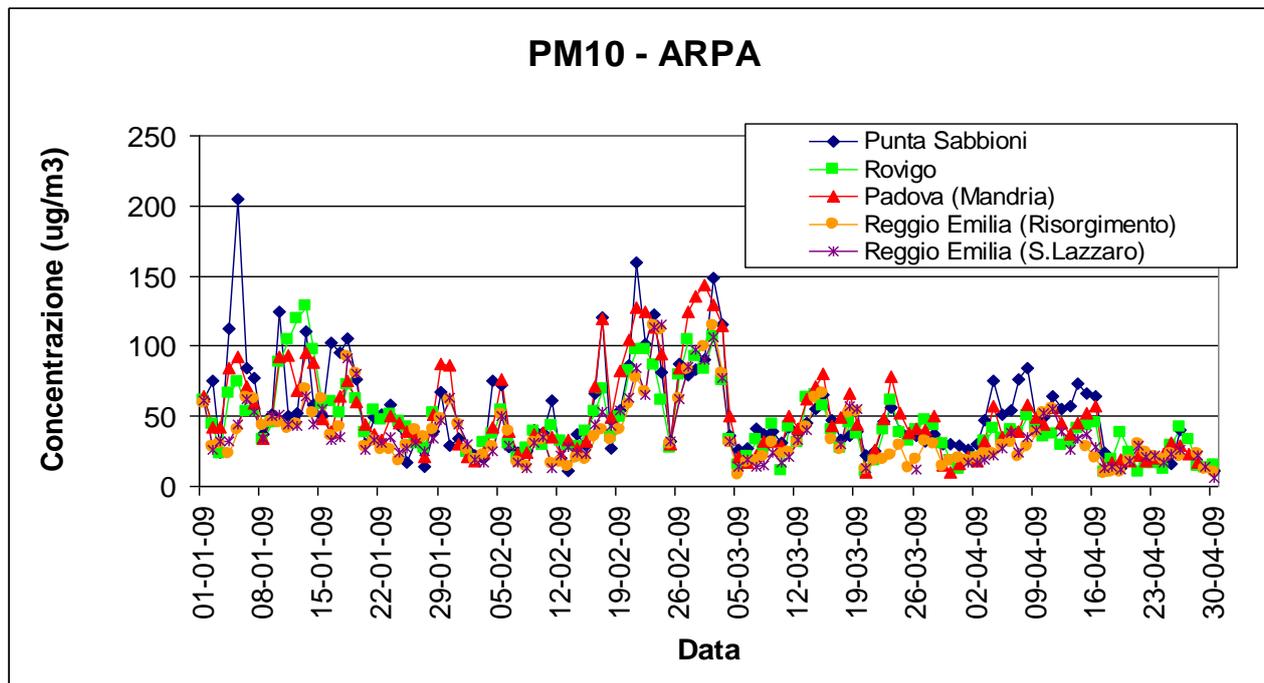


Fig. 2.11 – Confronto fra le concentrazioni di PM10 ottenute da stazioni di monitoraggio sia della regione Veneto che della regione Emilia Romagna

2.2 Monitoraggio delle polveri ambientali

Nel quarto anno di monitoraggio le misure con la stazione mobile (DustTrak, TSI Inc) sono previste presso un punto di emissione (cantiere a Punta Sabbioni POLV17, a Malamocco POLV16) e presso un recettore (a Punta Sabbioni il ristorante “Al Bacaro” POLV18, a Malamocco la casa di cura Santa Maria al Mare POLV15). La collocazione delle stazioni è riportata in Fig. 2.12 mentre in Fig. 2.13 sono riportate le stazioni di misura nei due siti di campionamento (le coordinate sono riportate in Allegato). La frequenza di campionamento è di una campagna al mese effettuata in una o l'altra delle bocche in base anche allo stato di avanzamento delle attività cantieristiche.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



Fig. 2.12 - Mappa con le stazioni per il monitoraggio dell'aria con stazioni mobili. A sinistra il sito di Punta Sabbioni e a destra il sito di Malamocco



Fig. 2.13 - Monitoraggio con il DustTrak a Malamocco (in alto) e a Punta Sabbioni (in basso)

Di seguito viene riportata una sintesi dei rilevamenti effettuati, il cui dettaglio è stato riportato nei singoli rapporti mensili.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

2.2.1 Campagne di misura a Punta Sabbioni

La Tabella 2.5 riporta le concentrazioni medie rilevate nel monitoraggio effettuato a Punta Sabbioni. Le concentrazioni sono riferiti ai periodi di apertura dei cantieri. Fra parentesi sono riportate le deviazioni standard delle concentrazioni.

Tab. 2.5 - Sintesi delle misure di PM10 effettuate a Punta Sabbioni con la centralina mobile (orario attività cantiere).

Periodo	POLV18 ("Al Bacaro")	POLV17 (cantiere)
10/02/2009-11/02/2009	77 µg/m ³ (20,3 µg/m ³)	74 (19,4 µg/m ³)

2.2.2 Campagne di misura a Malamocco

La Tabella 2.6 riporta le concentrazioni medie rilevate nel monitoraggio effettuato a Malamocco. I dati si riferiscono sempre ai periodi di apertura dei cantieri. Fra parentesi sono riportate le deviazioni standard delle concentrazioni.

Tab. 2.6 - Sintesi delle misure di PM10 effettuate a Malamocco con la centralina mobile (orario attività cantiere).

Periodo	POLV15 (Casa di cura)	POLV16 (cantiere)
12/01/2009-14/01/2009	73 µg/m ³ (32,2 µg/m ³)	73 (30,4 µg/m ³)

Commenti: non si sono segnalati episodi di trasporto di polveri.

2.3 Determinazione dei metalli pesanti nel PM10

In questo rapporto si riportano i risultati delle analisi del contenuto di metalli pesanti nel PM10 relative alle campagne di misura condotte a Malamocco (10 - 23 Gennaio 2009), a Chioggia (31 Gennaio- 16 Febbraio 2009) e a Punta Sabbioni (31 Gennaio - 14 Febbraio 2009). I metalli pesanti analizzati sono stati: Vanadio (V), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Cobalto (Co), Nichel (Ni), Rame (Cu), Zinco (Zn), Arsenico (As), Molibdeno (Mo), Cadmio (Cd), Antimonio (Sb), Tallio (Tl) e Piombo (Pb).

Le analisi per le determinazioni analitiche sono state effettuate presso l'Istituto Dinamica Processi Ambientali (IDPA) del CNR di Venezia. La metodologia analitica seguita prevede che i campioni di PM10, raccolti su filtri di esteri misti di cellulosa (Sartorius) ed esposti per 24 ore, siano sottoposti a digestione acida per riscaldamento tramite forno a microonde (Milestone, ETHOS 1) e disgregati con una miscela costituita da 5 ml di HNO₃ ultrapuro (Romil) 2 ml di acqua ultrapura (grado Milli-Q) e 1 ml di HF ultrapuro (Romil). Il programma di riscaldamento utilizzato è costituito dai seguenti stadi:

- 1) rampa di temperatura da 0 a 100 °C della durata di 5 min;
- 2) 5 min a 100 °C;
- 3) rampa di temperatura da 100 °C a 120°C della durata di 5 min;
- 4) 5 min a 120 °C;
- 5) rampa di temperatura da 120 °C a 140°C della durata di 5 min;
- 6) 5 min a 140°C;
- 7) rampa di temperatura da 140 °C a 160°C della durata di 5 min;

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

8) 5 min a 160 °C;

9) rampa di temperatura da 160°C a 180°C della durata di 5 min;

10) 10 min a 180 °C.

I campioni ottenuti dalla digestione acida vengono diluiti a 30 ml con acqua Milli-Q in contenitori di polietilene precedentemente decontaminati. Le concentrazioni degli elementi in tracce sono determinate mediante spettrometria di massa con sorgente al plasma accoppiato induttivamente ed analizzatore a quadrupolo (ICP-QMS) (spettrometro Agilent 7500).

In data 13/09/07 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale (Decreto Legislativo 2 agosto 2007, n. 152) il recepimento della direttiva europea sui metalli pesanti nel PM10. Pertanto oltre al Pb anche l'As, il Cd e il Ni presentano per la normativa italiana un valore obiettivo (analogo a quello indicato nella direttiva europea).

2.3.1 Campagna di misura a Punta Sabbioni

Sono state elaborate le analisi dei metalli pesanti contenuti nel PM10 per la campagna di misura svolta a Punta Sabbioni nel periodo 31/01/09 - 14/02/09.

Nella Tabella 2.7 si riportano le condizioni meteorologiche dei diversi giorni di misura (stazione meteorologica di Punta Sabbioni) ed i livelli di PM10. Le concentrazioni dei metalli nel PM10 rilevate a Punta Sabbioni sono riportate nelle Tabelle 2.8 e 2.9, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati nelle Tabelle 2.10 e 2.11 e sono evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle Tabelle sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi delle concentrazioni. Si fa presente che in alcuni casi il livello di concentrazione non era quantificabile in maniera affidabile rispetto al fondo (filtri bianchi); in questi casi è stata riportata la dicitura u.d.l. (under detection limit) nelle tabelle e tali giorni non sono inclusi nelle medie. Il Tl non risulta quantificabile.

Nelle Figure 2.14 e 2.15 si riportano le correlazioni fra il PM10, le relative concentrazioni di metalli, in termini di concentrazione assoluta e concentrazione relativa, e le direzioni prevalenti del vento. Il sito di misura si trova sottovento al cantiere per direzioni del vento comprese nell'intervallo fra 180° e 360°. In tale intervallo di direzioni si osservano dei livelli di concentrazione più alti di Co, Cd, Sb e As. Si sottolinea che i metalli antropici As e Sb sono difficilmente associabili alle emissioni del cantiere.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab. 2.7 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi (01/02/2009 e 08/02/2009). Con (*) sono contrassegnate le direzioni del vento che risultano variabili.

Data	Direzione prevalente	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m ³)
31/01/2009	NE	45.0	0.0	4.2	20.4
01/02/2009	NE	45.0	7.0	7.6	15.9
02/02/2009	NE	45.0	22.2	10.2	3.5
03/02/2009	NE (*)	45.0	12.8	4.6	12.4
06/02/2009	E (*)	90.0	4.6	1.8	22.3
07/02/2009	NE	45.0	14.4	2.9	25.3
08/02/2009	NE	45.0	0.2	0.8	14.4
09/02/2009	SE (*)	135.0	0.0	1.7	19.4
10/02/2009	NE	45.0	2.6	3.2	22.1
11/02/2009	NNO (*)	337.5	0.2	1.3	34.1
12/02/2009	OSO	247.5	0.0	1.8	19.9
13/02/2009	SSO (*)	202.5	0.0	1.5	8.7
14/02/2009	OSO (*)	247.5	0.0	1.6	29.6

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

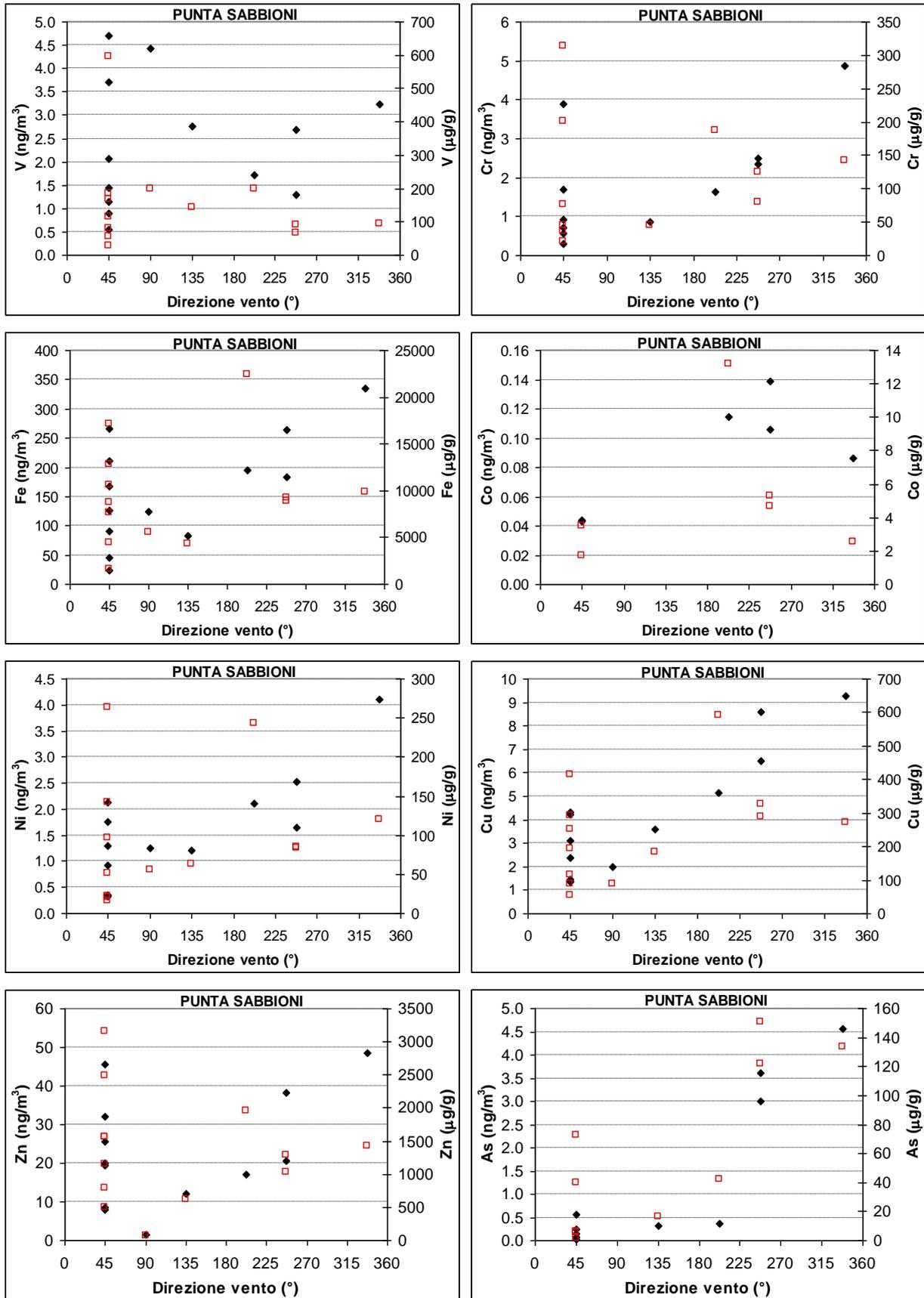


Fig. 2.14 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento durante la campagna di misura di Punta Sabbioni. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

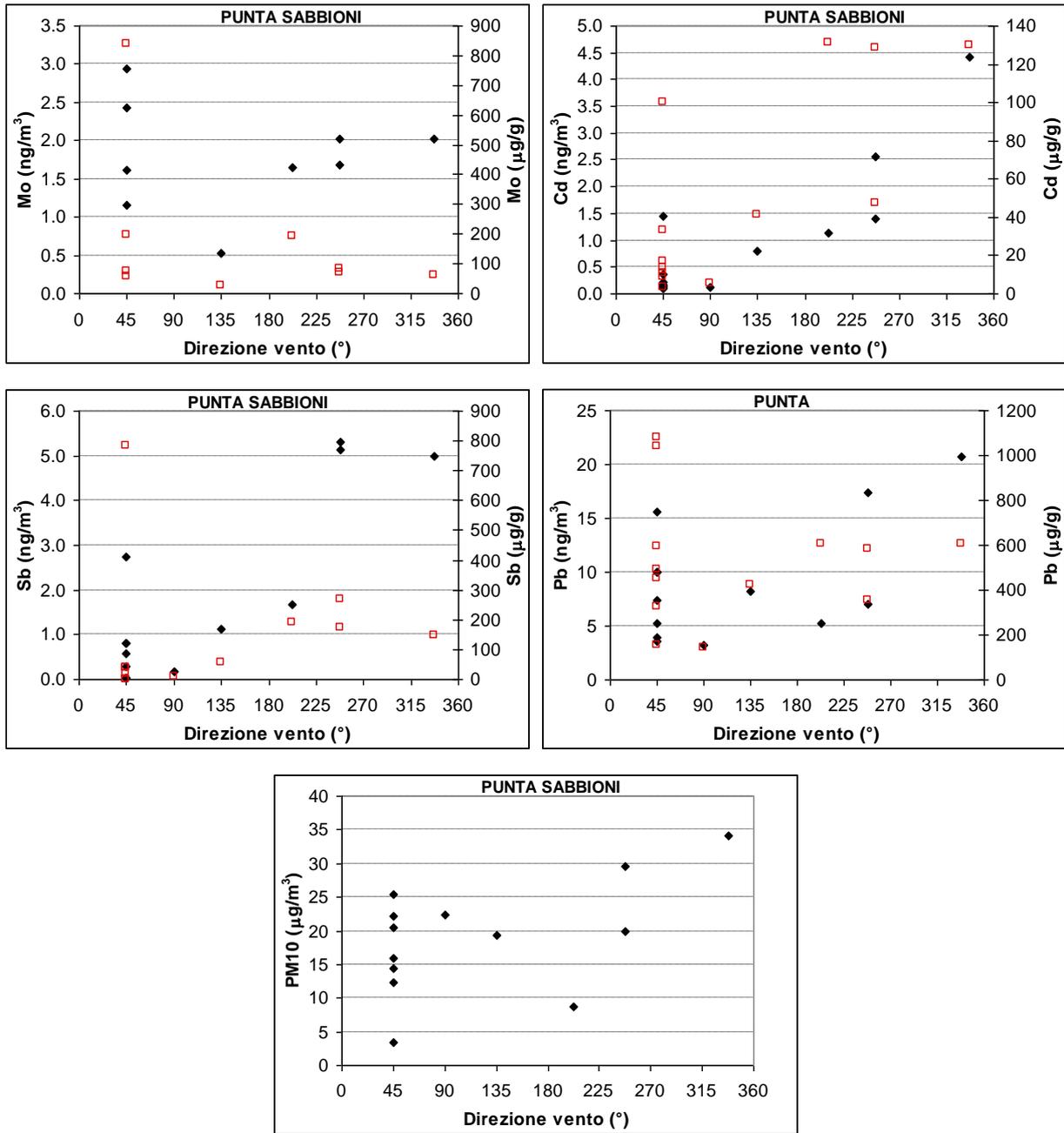


Fig. 2.15 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento durante la campagna di misura di Punta Sabbioni. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Pb e PM10. In rosso le concentrazioni relative

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab. 2.8 - Concentrazioni dei metalli nel PM10 a Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi.

Data	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM10 (µg/m ³)
31/01/2009	0.6	0.9	90.6	u.d.l.	0.3	2.4	32.0	0.03	1.2	0.2	0.80	u.d.l.	10.0	20.4
01/02/2009	0.9	0.6	24.6	u.d.l.	0.3	1.4	8.0	u.d.l.	u.d.l.	0.1	0.29	u.d.l.	5.2	15.9
02/02/2009	2.1	0.7	44.6	u.d.l.	0.9	1.4	8.7	0.3	2.9	0.1	2.74	u.d.l.	3.6	3.5
03/02/2009	1.4	3.9	211.8	0.04	1.8	3.1	19.3	0.1	2.4	0.2	0.03	u.d.l.	7.4	12.4
06/02/2009	4.4	u.d.l.	124.9	u.d.l.	1.2	2.0	1.4	u.d.l.	u.d.l.	0.1	0.17	u.d.l.	3.2	22.3
07/02/2009	4.7	u.d.l.	266.6	0.04	1.3	1.4	20.1	u.d.l.	u.d.l.	0.1	0.04	u.d.l.	3.9	25.3
08/02/2009	1.1	0.3	125.8	u.d.l.	0.3	4.2	45.4	0.6	u.d.l.	1.4	0.56	u.d.l.	15.6	14.4
09/02/2009	2.8	0.9	82.5	u.d.l.	1.2	3.6	12.0	0.3	0.5	0.8	1.13	u.d.l.	8.2	19.4
10/02/2009	3.7	1.7	168.0	u.d.l.	2.1	4.3	25.5	0.1	1.6	0.4	0.82	u.d.l.	10.0	22.1
11/02/2009	3.2	4.9	335.0	0.09	4.1	9.3	48.6	4.6	2.0	4.4	5.00	u.d.l.	20.7	34.1
12/02/2009	1.3	2.5	183.6	0.11	1.7	6.5	20.5	3.0	1.7	2.6	5.31	u.d.l.	7.1	19.9
13/02/2009	1.7	1.6	195.0	0.11	2.1	5.1	17.0	0.4	1.7	1.1	1.67	u.d.l.	5.3	8.7
14/02/2009	2.7	2.4	264.4	0.14	2.5	8.6	38.3	3.6	2.0	1.4	5.13	u.d.l.	17.3	29.6

u.d.l. under detection limit

Tab. 2.9 - Concentrazioni medie, minime e massime dei metalli nel PM10 a Punta Sabbioni.

	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM10 (µg/m ³)
Media	2.4	1.8	162.9	0.09	1.5	4.1	22.8	1.3	1.8	1.0	1.82	u.d.l.	9.0	19.1
Min	0.6	u.d.l.	24.6	u.d.l.	0.3	1.4	1.4	u.d.l.	0.5	0.1	0.03	u.d.l.	3.2	3.5
Max	4.7	4.9	335.0	0.14	4.1	9.3	48.6	4.6	2.9	4.4	5.31	u.d.l.	20.7	34.1

u.d.l. under detection limit

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab. 2.10 - Concentrazioni relative dei metalli nel PM10 a Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi.

Data	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
31/01/2009	27.4	45.3	4439.6	u.d.l.	16.7	116.7	1569.3	1.3	56.6	11.1	39.2	u.d.l.	492.7
01/02/2009	57.0	36.1	1548.0	u.d.l.	20.5	86.9	505.2	u.d.l.	u.d.l.	8.8	18.5	u.d.l.	326.8
02/02/2009	594.1	200.5	12804.8	u.d.l.	263.5	414.4	2484.9	72.7	840.9	33.3	784.4	u.d.l.	1040.5
03/02/2009	115.9	314.3	17125.9	3.5	142.1	250.7	1558.4	5.4	195.8	13.5	2.1	u.d.l.	595.9
06/02/2009	198.4	u.d.l.	5593.5	u.d.l.	55.8	89.4	61.1	u.d.l.	u.d.l.	5.6	7.8	u.d.l.	145.2
07/02/2009	185.6	u.d.l.	10532.9	1.7	51.3	54.5	795.3	u.d.l.	u.d.l.	3.6	1.5	u.d.l.	155.2
08/02/2009	78.8	20.9	8715.3	u.d.l.	22.4	290.9	3148.4	39.5	u.d.l.	100.0	39.1	u.d.l.	1082.4
09/02/2009	143.0	44.6	4259.5	u.d.l.	62.7	185.1	619.7	16.4	27.4	41.4	58.3	u.d.l.	421.1
10/02/2009	167.0	76.8	7587.5	u.d.l.	96.1	195.3	1153.1	6.4	72.8	16.6	37.0	u.d.l.	450.9
11/02/2009	94.8	142.4	9820.0	2.5	120.4	271.7	1424.9	133.8	59.4	129.9	146.6	u.d.l.	605.6
12/02/2009	65.0	125.1	9220.5	5.3	82.9	326.3	1028.8	150.4	84.4	128.7	266.8	u.d.l.	355.0
13/02/2009	197.9	186.9	22402.9	13.2	243.1	590.1	1958.5	42.4	190.2	131.0	192.2	u.d.l.	604.5
14/02/2009	90.4	79.4	8928.5	4.7	85.5	289.8	1295.0	121.5	68.0	47.5	173.4	u.d.l.	585.2

u.d.l. under detection limit

Tab. 2.11 - Concentrazioni relative medie, minime e massime dei metalli nel PM10 a Punta Sabbioni.

	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	155.0	115.7	9459.9	5.15	97.2	243.2	1354.0	59.0	177.3	51.6	135.9	u.d.l.	527.8
Min	27.4	u.d.l.	1548.0	u.d.l.	16.7	54.5	61.1	u.d.l.	27.4	3.6	1.5	u.d.l.	145.2
Max	594.1	314.3	22402.9	13.17	263.5	590.1	3148.4	150.4	840.9	131.0	784.4	u.d.l.	1082.4

u.d.l. under detection limit

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

2.3.2 Campagna di misura a Chioggia

Sono state elaborate le analisi dei metalli pesanti contenuti nel PM10 per la campagna di misura a Chioggia del periodo 31/01/09 - 16/02/09. Nella Tabella 2.12 è riportato un riassunto delle condizioni meteorologiche medie di ogni giorno di campionamento. I dati utilizzati sono quelli della stazione meteorologica MAV-CVN di Ceppe.

Le concentrazioni dei metalli nel PM10 rilevate a Chioggia sono riportate nelle Tabelle 2.13 e 2.14, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati nelle Tabelle 2.15 e 2.16 e sono evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle Tabelle sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi. Si fa presente che in alcuni casi il livello di concentrazione non era quantificabile in maniera affidabile rispetto al fondo (filtri bianchi); in questi casi è stata riportata la dicitura u.d.l. (under detection limit) nelle tabelle e tali giorni non sono inclusi nelle medie.

Nelle Figure 2.16 e 2.17 si riportano le correlazioni fra il PM10, le relative concentrazioni di metalli in termini di concentrazione assoluta e concentrazione relativa, e le direzioni prevalenti del vento.

I livelli di concentrazione dei diversi metalli nei due giorni festivi (chiusura del cantiere) sono molto diversi fra loro. Il primo giorno presenta valori al di sotto del limite di rilevabilità mentre il secondo giorno presenta valori in linea con le medie del periodo di misura. Il Tl non risulta quantificabile.

Il sito di misura si trova sottovento al cantiere in un settore di direzioni del vento compreso fra 350° e 70°. In tali direzioni non si osservano significativi aumenti delle concentrazioni dei metalli analizzati.

Tab. 2.12 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Chioggia. In rosso i giorni festivi (01/02/2009 e 15/02/2009). (*) Giorni con direzione del vento variabile.

Data	Direzione prevalente	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m ³)
31/01/2009	ENE	67.5	0.0	3.0	20.4
01/02/2009	NE	45.0	3.5	3.9	16.3
02/02/2009	NE	45.0	15.3	4.6	23.7
03/02/2009	NE	45.0	9.3	2.4	26.2
04/02/2009	SO	225.0	0.0	1.9	38.7
05/02/2009	NE	45.0	0.2	1.2	42.5
13/02/2009	NNE (*)	22.5	0.0	1.7	29.5
14/02/2009	OSO (*)	247.5	0.0	1.8	19.6
15/02/2009	ESE (*)	112.5	0.0	2.0	23.0
16/02/2009	OSO	247.5	0.0	1.2	16.5

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

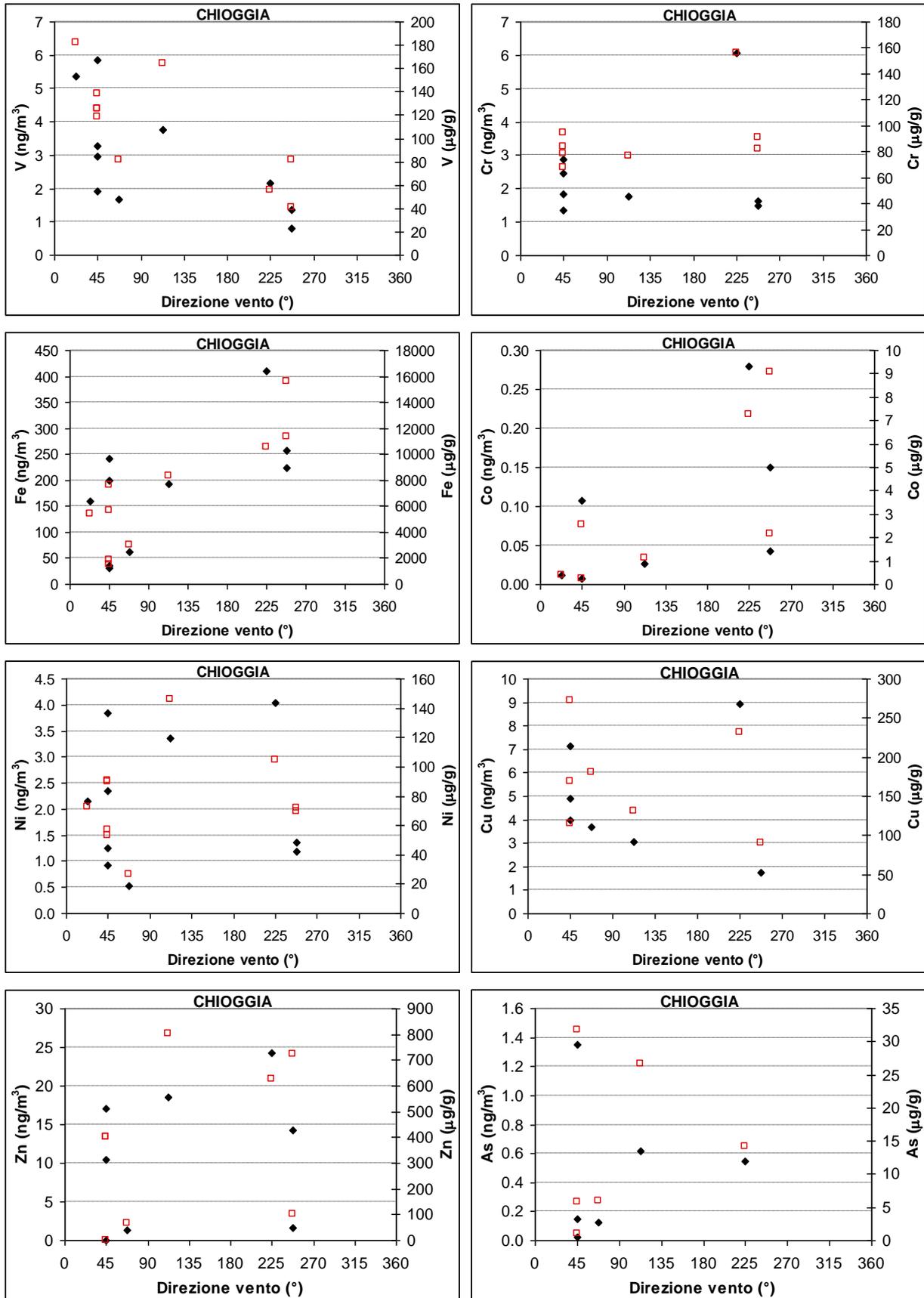


Fig. 2.16 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento durante la campagna di misura di Chioggia. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

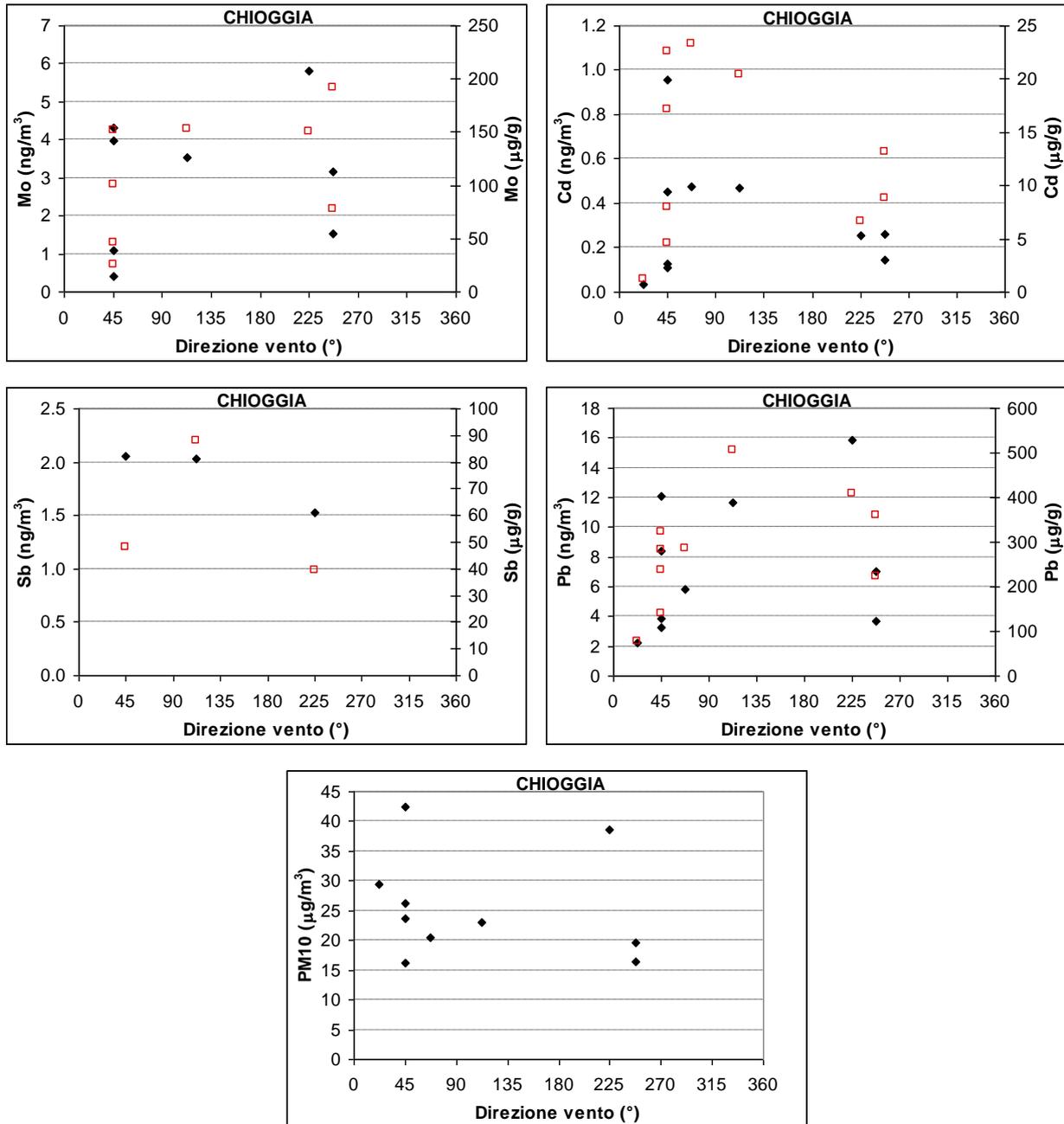


Fig. 2.17 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM10. In rosso le concentrazioni relative

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHIE LAGUNARI

Tab. 2.13 - Concentrazioni dei metalli nel PM10 a Chioggia. In rosso i giorni festivi. Il 16/02/2009 è stato campionato per circa 21 ore.

Data	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM10 (µg/m ³)
31/01/2009	1.7	u.d.l.	61.8	u.d.l.	0.5	3.7	1.4	0.1	u.d.l.	0.47	u.d.l.	u.d.l.	5.8	20.4
01/02/2009	1.9	1.4	30.2	u.d.l.	0.9	u.d.l.	0.03	u.d.l.	0.4	0.13	u.d.l.	u.d.l.	3.8	16.3
02/02/2009	3.0	1.9	34.9	u.d.l.	1.3	4.0	u.d.l.	0.02	1.1	0.11	u.d.l.	u.d.l.	3.3	23.7
03/02/2009	3.3	2.5	199.7	0.01	2.3	7.1	10.5	0.2	4.0	0.45	u.d.l.	u.d.l.	8.4	26.2
04/02/2009	2.2	6.0	409.1	0.28	4.0	9.0	24.2	0.5	5.8	0.26	1.5	u.d.l.	15.9	38.7
05/02/2009	5.9	2.9	241.7	0.11	3.8	4.9	17.1	1.4	4.3	0.96	2.1	u.d.l.	12.1	42.5
13/02/2009	5.4	u.d.l.	160.6	0.01	2.1	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.03	u.d.l.	u.d.l.	2.2	29.5
14/02/2009	0.8	1.6	223.4	0.04	1.4	1.8	14.2	u.d.l.	1.5	0.26	u.d.l.	u.d.l.	7.1	19.6
15/02/2009	3.8	1.8	192.0	0.03	3.4	3.0	18.5	0.6	3.5	0.47	2.0	u.d.l.	11.6	23.0
16/02/2009	1.4	1.5	257.9	0.15	1.2	u.d.l.	1.7	u.d.l.	3.2	0.15	u.d.l.	u.d.l.	3.7	16.5

u.d.l. under detection limit

Tab. 2.14 - Concentrazioni medie, minime e massime dei metalli nel PM10 a Chioggia. In rosso i giorni festivi. Il 16/02/2009 è stato campionato per circa 21 ore.

	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM10 (µg/m ³)
Media	2.9	2.4	181.1	0.09	2.1	4.8	10.9	0.5	3.0	0.33	1.9	u.d.l.	7.4	25.6
Min	0.8	u.d.l.	30.2	u.d.l.	0.5	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.03	u.d.l.	u.d.l.	2.2	16.3
Max	5.9	6.0	409.1	0.28	4.0	9.0	24.2	1.4	5.8	0.96	2.1	u.d.l.	15.9	42.5

u.d.l. under detection limit

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHIE LAGUNARI

Tab. 2.15 - Concentrazioni relative dei metalli nel PM10 a Chioggia. In rosso i giorni festivi. Il 16/02/2009 è stato campionato per circa 21 ore.

Data	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
31/01/2009	81.5	u.d.l.	3030.3	u.d.l.	26.2	180.4	66.3	5.9	u.d.l.	23.3	u.d.l.	u.d.l.	284.3
01/02/2009	118.8	83.4	1858.0	u.d.l.	56.9	u.d.l.	1.8	u.d.l.	25.2	8.0	u.d.l.	u.d.l.	236.3
02/02/2009	125.0	78.2	1472.4	u.d.l.	53.0	168.6	u.d.l.	1.0	46.1	4.6	u.d.l.	u.d.l.	139.0
03/02/2009	124.9	94.4	7627.9	0.3	89.5	272.6	400.8	5.8	151.8	17.2	u.d.l.	u.d.l.	322.3
04/02/2009	55.8	156.3	10570.5	7.2	104.5	231.3	626.3	14.1	150.5	6.6	39.5	u.d.l.	409.7
05/02/2009	137.8	67.8	5684.2	2.5	90.4	115.3	401.0	31.8	101.3	22.5	48.3	u.d.l.	283.7
13/02/2009	181.8	u.d.l.	5442.4	0.4	72.7	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	1.2	u.d.l.	u.d.l.	75.8
14/02/2009	41.2	82.3	11388.7	2.2	69.1	89.8	723.6	u.d.l.	77.2	13.2	u.d.l.	u.d.l.	359.4
15/02/2009	163.9	76.3	8328.0	1.1	146.1	131.7	803.8	26.7	153.3	20.5	88.1	u.d.l.	505.3
16/02/2009	81.8	90.5	15619.3	9.1	72.0	u.d.l.	100.5	u.d.l.	191.5	8.8	u.d.l.	u.d.l.	221.8

u.d.l. under detection limit

Tab. 2.16 - Concentrazioni relative medie, minime e massime dei metalli nel PM10 a Chioggia. Il 16/02/2009 è stato campionato per circa 21 ore.

	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	111.3	91.2	7102.2	3.3	78.0	170.0	390.5	14.2	112.1	12.6	58.6	u.d.l.	283.8
Min	41.2	u.d.l.	1472.4	u.d.l.	26.2	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	1.2	u.d.l.	u.d.l.	75.8
Max	181.8	156.3	15619.3	9.1	146.1	272.6	803.8	31.8	191.5	23.3	88.1	u.d.l.	505.3

u.d.l. under detection limit

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

2.3.3 Campagne di misura a Malamocco

Sono state elaborate le analisi dei metalli pesanti contenuti nel PM10 per le due campagne di misura a Malamocco condotte nel periodo fra il 10/01/2009 ed il 23/01/2009. Nella Tabella 2.17 è riportato un riassunto delle condizioni meteorologiche medie di ogni giorno di campionamento. I dati utilizzati sono quelli della stazione meteorologica MAV di Ceppe.

Le concentrazioni dei metalli nel PM10 rilevate a Malamocco sono riportate nelle Tabelle 2.18 e 2.19, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati nelle Tabelle 2.20 e 2.21 e sono evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle Tabelle sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi. Nelle Figure 2.18 e 2.19 si riportano le correlazioni fra il PM10, le relative concentrazioni di metalli, in termini di concentrazione assoluta e concentrazione relativa, e le direzioni prevalenti del vento.

Si fa presente che in alcuni casi il livello di concentrazione non era quantificabile in maniera affidabile rispetto al fondo (filtri bianchi); in questi casi è stata riportata la dicitura u.d.l. nelle tabelle e tali giorni non sono inclusi nelle medie.

I livelli di concentrazione dei diversi metalli nei due giorni festivi (chiusura del cantiere) sono molto diversi fra loro. Il primo giorno presenta valori al di sotto del limite di rilevabilità mentre il secondo giorno presenta valori in linea con le medie del periodo di misura. Il Tl non risulta quantificabile.

Il sito di misura risulta sottovento al cantiere nell'intervallo di direzioni fra 320° e 120°. In tali direzioni si osservano dei valori più alti della concentrazione sia assoluta sia relativa di alcuni metalli: V, Cr, Fe, Co, As, Mo, Cd e Sb. Si tratta di metalli sia di origine crostale sia di metalli di origine antropica, come ad esempio As, che non sono generalmente associati alle emissioni da cantiere.

Tab. 2.17 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Malamocco. In rosso i giorni festivi (11/01/2009 e 18/01/2009). Con (*) sono contrassegnate le direzioni del vento che risultano variabili.

Data	Direzione prevalente	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m ³)
10/01/2009	O (*)	270.0	0.0	2.5	80.2
11/01/2009	NNO	337.5	0.0	3.2	41.5
12/01/2009	NNE	22.5	0.0	3.8	32.3
13/01/2009	N	0.0	0.3	2.7	67.8
14/01/2009	NO (*)	315.0	5.8	3.1	43.6
15/01/2009	NNE (*)	22.5	7.2	4.5	37.9
16/01/2009	OSO	247.5	0.1	2.1	38.3
17/01/2009	OSO	247.5	0.1	1.3	42.1
18/01/2009	N	0.0	0.4	2.3	61.0
19/01/2009	NE (*)	45.0	1.1	3.7	58.1
20/01/2009	S	180.0	4.9	2.9	48.5
21/01/2009	OSO	247.5	5.6	2.5	56.4
22/01/2009	OSO	247.5	0.0	2.4	20.7
23/01/2009	OSO	247.5	1.3	2.8	36.5

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

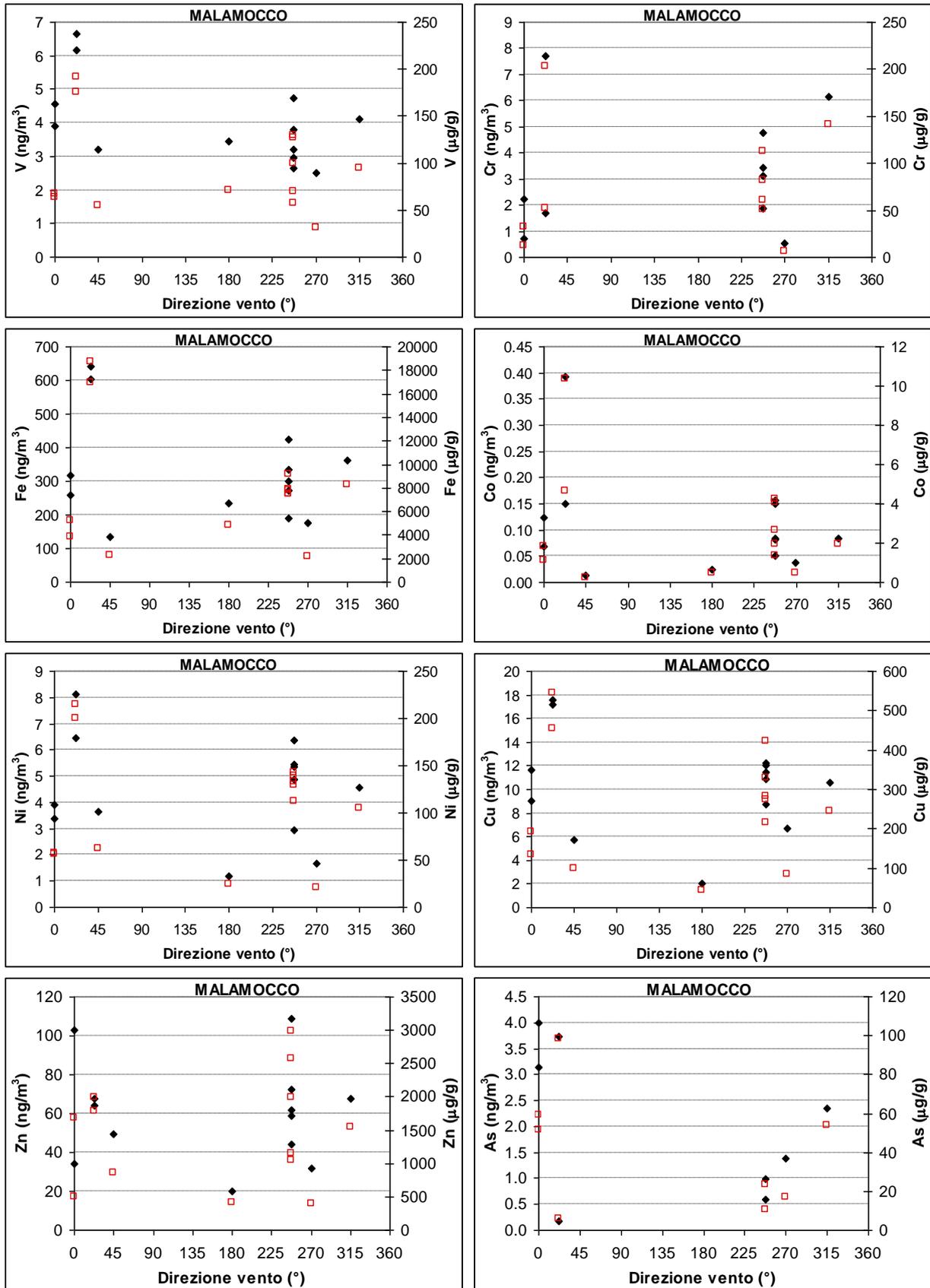


Fig. 2.18 – Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento durante le campagne di misura a Malamocco. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

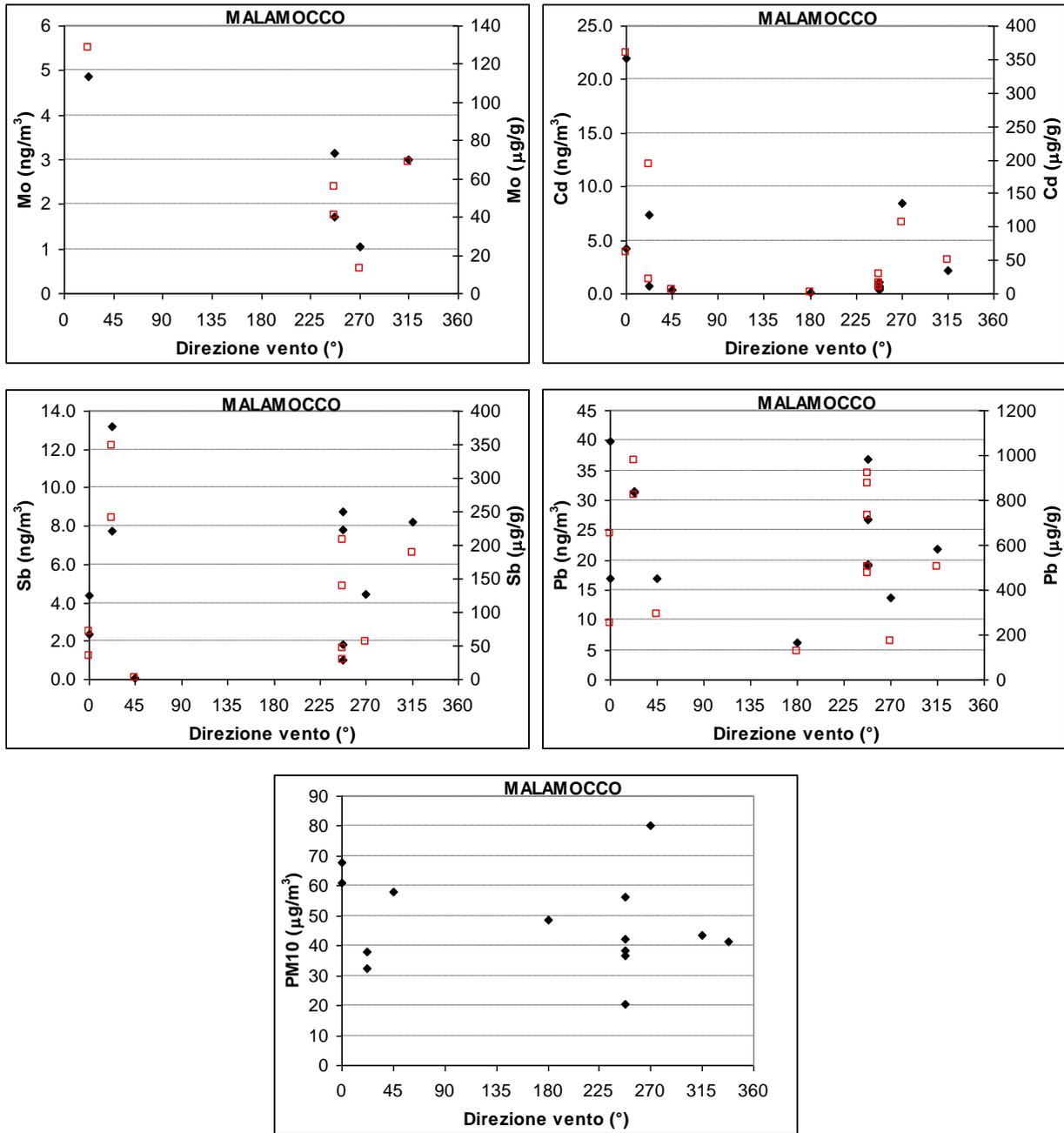


Fig. 2.19 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento durante le campagne di misura a Malamocco. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM10. In rosso le concentrazioni relative

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHIE LAGUNARI

Tab. 2.18 - Concentrazioni dei metalli nel PM10 a Malamocco. In rosso i giorni festivi.

Data	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM10 (µg/m ³)
10/01/2009	2.5	0.5	175.9	0.04	1.7	6.7	31.6	1.38	1.1	8.4	4.5	u.d.l.	13.7	80.2
11/01/2009	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	41.5
12/01/2009	6.2	1.7	603.8	0.15	6.5	17.6	64.3	0.18	u.d.l.	0.7	7.8	u.d.l.	31.6	32.3
13/01/2009	4.6	2.2	258.6	0.12	3.9	9.0	34.0	4.00	u.d.l.	4.2	2.4	u.d.l.	16.9	67.8
14/01/2009	4.1	6.1	362.0	0.08	4.6	10.6	67.5	2.36	3.0	2.2	8.2	u.d.l.	21.8	43.6
15/01/2009	6.7	7.7	641.4	0.39	8.1	17.2	67.5	3.74	4.9	7.4	13.2	u.d.l.	31.3	37.9
16/01/2009	3.8	3.1	298.3	0.05	5.3	10.9	44.2	u.d.l.	nd	0.5	1.8	u.d.l.	19.3	38.3
17/01/2009	2.9	4.7	332.8	0.08	5.5	11.5	108.7	0.99	1.7	0.7	8.8	u.d.l.	37.0	42.1
18/01/2009	3.9	0.7	318.3	0.07	3.4	11.7	103.1	3.13	u.d.l.	22.0	4.3	u.d.l.	39.8	61.0
19/01/2009	3.2	u.d.l.	133.6	0.01	3.6	5.8	49.5	u.d.l.	u.d.l.	0.3	0.1	u.d.l.	16.9	58.1
20/01/2009	3.4	u.d.l.	233.3	0.02	1.2	2.1	19.9	u.d.l.	u.d.l.	0.1	u.d.l.	u.d.l.	6.2	48.5
21/01/2009	3.2	3.4	423.3	0.15	6.4	12.2	58.8	0.58	3.2	0.6	7.8	u.d.l.	26.9	56.4
22/01/2009	2.6	u.d.l.	189.1	0.08	2.9	8.7	61.8	u.d.l.	u.d.l.	0.3	u.d.l.	u.d.l.	19.1	20.7
23/01/2009	4.7	1.8	271.9	0.16	4.9	12.0	72.4	u.d.l.	u.d.l.	1.1	1.0	u.d.l.	26.8	36.5

u.d.l. under detection limit

Tab. 2.19 - Concentrazioni medie, minime e massime dei metalli nel PM10 a Malamocco.

	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM10 (µg/m ³)
Media	4.0	3.2	326.3	0.11	4.5	10.5	60.3	2.0	2.8	3.7	5.4	u.d.l.	23.6	47.5
Min	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	20.7
Max	6.7	7.7	641.4	0.39	8.1	17.6	108.7	4.0	4.9	22.0	13.2	u.d.l.	39.8	80.2

u.d.l. under detection limit

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab. 2.20 - Concentrazioni relative dei metalli nel PM10 a Malamocco. In rosso i giorni festivi.

Data	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
10/01/2009	31.3	6.7	2193.8	0.5	20.9	83.8	394.7	17.2	13.1	105.4	55.6	u.d.l.	170.9
11/01/2009	u.d.l.												
12/01/2009	191.0	51.9	18710.3	4.7	200.1	544.8	1991.9	5.6	u.d.l.	21.7	240.5	u.d.l.	978.8
13/01/2009	67.5	32.8	3815.6	1.8	57.7	133.3	502.4	59.1	u.d.l.	61.9	34.8	u.d.l.	250.1
14/01/2009	94.3	141.0	8311.7	1.9	104.9	244.0	1549.4	54.1	68.7	51.0	188.3	u.d.l.	500.8
15/01/2009	175.6	203.5	16903.5	10.3	214.5	453.6	1779.4	98.6	128.1	193.8	347.5	u.d.l.	823.7
16/01/2009	99.2	81.7	7785.1	1.3	139.5	283.2	1154.4	u.d.l.	u.d.l.	11.8	46.9	u.d.l.	503.0
17/01/2009	70.0	112.7	7898.1	1.9	129.6	272.5	2580.2	23.5	40.9	16.1	208.1	u.d.l.	877.0
18/01/2009	63.8	12.0	5213.8	1.1	55.7	190.9	1688.3	51.3	nd	360.3	71.2	u.d.l.	652.1
19/01/2009	55.0	u.d.l.	2299.3	0.2	62.6	99.3	852.5	u.d.l.	u.d.l.	5.6	1.4	u.d.l.	291.7
20/01/2009	70.8	u.d.l.	4809.3	0.5	24.2	42.9	410.7	u.d.l.	u.d.l.	2.0	u.d.l.	u.d.l.	128.3
21/01/2009	57.0	60.5	7500.3	2.6	112.7	216.4	1041.8	10.3	56.0	10.0	138.8	u.d.l.	475.8
22/01/2009	127.4	u.d.l.	9150.5	4.1	142.4	421.0	2991.7	u.d.l.	u.d.l.	15.4	u.d.l.	u.d.l.	922.8
23/01/2009	129.8	50.6	7440.8	4.3	133.0	328.9	1982.4	u.d.l.	u.d.l.	29.5	28.2	u.d.l.	733.1

u.d.l. under detection limit

Tab. 2.21 - Concentrazioni relative medie dei metalli nel PM10 a Malamocco.

	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	94.8	75.3	7848.6	2.7	107.5	255.0	1455.4	40.0	61.4	68.0	123.8	u.d.l.	562.2
Min	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.
Max	191.0	203.5	18710.3	10.3	214.5	544.8	2991.7	98.6	128.1	360.3	347.5	u.d.l.	978.8

u.d.l. under detection limit

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

2.3.4 Commenti e considerazioni

Nella Tabella 2.22 si riporta un riassunto dei valori medi e massimi delle concentrazioni osservate dei metalli normati contenuti nel PM10 monitorato nei tre siti di misura considerati: Punta Sabbioni, Chioggia e Malamocco. Nella Tabella 2.17 si riportano le indicazioni normative del D.M. 60/2002 Decreto Legislativo n. 152/2007 (che recepisce la Direttiva Europea 2004/107/CE). Nella Tabella sono anche riportati, per confronto, gli intervalli di concentrazione, relativi ad aree di fondo ed urbane, indicati del WHO [WHO - Air Quality Guiderlines for Europe 2000]. Per confronto sono anche riportati i livelli di concentrazione riportati nei rapporti annuali di qualità dell'aria di ARPA Veneto per tre diverse centraline di monitoraggio.

I valori osservati sono entro il limite normativo, anche se questa informazione è indicativa in quanto le medie osservate non sono annuali ma sono invece riferite a periodi di misura limitati. Questa affermazione è ulteriormente avvalorata dal fatto che tutti i massimi giornalieri, ad esclusione del Cd a Malamocco (dove comunque il valore massimo di concentrazione pari a 22 ng/m³ è stato ottenuto il giorno festivo del 18/01/09), sono inferiori ai valori limite medi annuali.

Fra i metalli normati i valori massimi di concentrazione media sono osservati a Malamocco.

Tab. 2.22 - Valori medi della concentrazione dei metalli normati osservati nei diversi siti di monitoraggio.

Elemento	Malamocco (ng/m ³)	Chioggia (ng/m ³)	Punta Sabbioni (ng/m ³)
Nichel	4.5 (Max. 8.1)	2.1 (Max. 4.0)	1.5 (Max. 4.1)
Arsenico	2.0 (Max. 4.0)	0.5 (Max. 1.4)	1.3 (Max. 4.6)
Cadmio	3.7 (Max. 22.0)	0.3 (Max. 1.0)	1.0 (Max. 4.4)
Piombo	23.6 (Max. 39.8)	7.4 (Max. 15.9)	9.0 (Max. 20.7)

Nella Tabella 2.24 si riporta un confronto fra i valori medi delle concentrazioni dei metalli nel PM10 atmosferico nei diversi siti di monitoraggio ed i valori riscontrati nelle deposizioni inorganiche, limitatamente al secondo campione di deposizione che è stato preso in periodo parzialmente sovrapponibile ai periodi di misura dei metalli nel PM10. Si osserva che molti metalli nel PM10 mostrano concentrazioni più elevate in siti di campionamento diversi da quelli dove gli stessi metalli hanno deposizioni più elevate; ad esempio Ni, Pb e Zn hanno concentrazioni maggiori a Malamocco nel PM10, mentre le deposizioni sono più elevate a Chioggia.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab. 2.23 - Indicazioni normative e della WHO e le normative vigenti. Si riportano anche i valori riscontrati presso alcuni siti di monitoraggio dell'Arpa Veneto. I metalli sono espressi in ng/m³. I valori obiettivo e le soglie di valutazione superiore ed inferiore sono quelle del Decreto Legislativo n. 152 del 03 Agosto 2007 (che recepisce la Direttiva Europea 2004/107/CE) ed il DM n° 60 del 2 Aprile 2002 (relativamente al piombo) per le concentrazioni di metalli nel PM10. I valori limite sono riferiti a medie annuali. I superamenti delle soglie di valutazione superiore ed inferiore vanno determinati sulla base delle concentrazioni del quinquennio precedente. Si considera superata una soglia se, nel quinquennio precedente, è stata superata per almeno tre anni non consecutivi.

Elemento	WHO	Indicazioni Normative			ARPA Veneto (Relazione Qualità dell'aria - 2007)	
		Valore Obiettivo	Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore	Bissuola (B)	Via Circonvallazione(T)
Nichel	1 (B)/9-60 (U)	20	14	10	5.4 (2006) 6.9 (2007)	7.1 (2006) 8.7 (2007)
Arsenico	1-3 (B)/20-30 (U)	6	3.6	2.4	4.5 (2006) 3.4 (2007)	4.3 (2006) 3.5 (2007)
Cadmio	0.1 (B)/1-10 (U)	5	3	2	4.1 (2006) 3.5 (2007)	4.2 (2006) 3.2 (2007)
Piombo	0,6 (B)/ 5-500 (U)	500	350	200	25.4 (2006) 19.0 (2007)	27.8 (2006) 26.2 (2007)

U: Sito Urbano

B: Sito di Background Urbano

T: Sito di Traffico

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab. 2.24 - Valori medi della concentrazione nel PM10 e delle deposizioni inorganiche (solo seconda serie di misure, 12/01/09-12/02/09) osservate nei diversi siti di monitoraggio

PM10 - ng/m³	V	Cr	Ni	Cu	Mo	As	Co	Cd	Sb	Tl	Pb	Fe	Zn	PM10 (µg/m³)
Punta Sabbioni	2.4	1.8	1.5	4.1	1.8	1.3	0.09	1.0	1.8	u.d.l.	9.0	162.9	22.8	19.1
Malamocco	4.0	3.2	4.5	10.5	2.8	2.0	0.11	3.7	5.4	u.d.l.	23.6	326.3	60.3	47.5
Chioggia	2.9	2.4	2.1	4.8	3.0	0.5	0.09	0.33	1.9	u.d.l.	7.4	181.1	10.9	25.6
PM10 - µg/g	V	Cr	Ni	Cu	Mo	As	Co	Cd	Sb	Tl	Pb	Fe	Zn	
Punta Sabbioni	155.0	115.7	97.2	243.2	177.3	59.0	5.15	51.6	135.9	u.d.l.	527.8	9459.9	1354.0	-
Malamocco	94.8	75.3	107.5	255.0	61.4	40.0	2.7	68.0	123.8	u.d.l.	562.2	7848.6	1455.4	-
Chioggia	111.3	91.2	78.0	170.0	112.1	14.2	3.3	12.6	58.6	u.d.l.	283.8	7102.2	390.5	-
Deposizioni - µg/m²die	V	Cr	Ni	Cu	Mo	As	Co	Cd	Sb	Tl	Pb	Fe	Zn	
Punta Sabbioni D4	28.4	0.21	0.13	37.8	3.8	8.7	0.02	4.4	15.1	0.0008	25.7	12889.5	134.1	-
Punta Sabbioni D8	25.3	0.26	3.38	26.5	3.7	7.0	0.10	5.8	10.0	0.0009	21.7	12360.5	134.1	-
Malamocco D5	35.8	7.2	8.7	6.2	2.8	7.9	0.005	2.5	17.1	0.0001	21.6	10217.3	107.6	-
Chioggia D6	24.7	7.1	12.6	25.5	5.2	9.1	0.04	2.1	57.5	0.001	26.0	11830.7	1194.6	-

u.d.l. Under Detection Limit

2.4 Calibrazione stazione di misura del PM10 a Punta Sabbioni con metodo gravimetrico

2.4.1 Introduzione

La calibrazione della stazione di misura a Punta Sabbioni è stata effettuata dal 31/01/2009 al 14/02/2009 utilizzando le pesate effettuate sui filtri della seconda campagna a Punta Sabbioni per i metalli nel particolato. Il campionatore Skypost (Tecora) è stato infatti posizionato nei pressi della postazione dell'AirGenius. Tutti i filtri sono stati sottoposti alla procedura di condizionamento (prima e dopo ogni pesata) che consiste nel lasciarli per 48 ore in un ambiente ad umidità e temperatura controllati (Temperatura: $22C \pm 1C$, Umidità Relativa: $50\% \pm 5\%$ come previsto dal DM n.60). Le pesate sono state svolte con bilancia analitica a 6 cifre decimali. Ciascun filtro è stato campionato per 24 ore a partire dalle ore 13 di ogni giorno.

2.4.2 Risultati della calibrazione

La tabella seguente (Tab. 2.25) riporta le concentrazioni di riferimento (ottenute con il metodo gravimetrico) e le concentrazioni medie ottenute con il campionatore in tempo reale (LSPM). Per completezza si riporta la media giornaliera dell'umidità relativa.

Tab. 2.25 - Risultati campagna di calibrazione (31/01/09 - 14/02/09)

Filtro	Conc. Grav. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Conc. LSPM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Umidità Rel. (%)
1	20	34	71
2	16	26	83
3	12	20	90
4	22	28	95
5	25	24	93
6	14	25	91
7	19	40	87
8	22	38	91
9	34	61	82
10	20	20	50
11	9	11	36
12	30	37	47

La media della concentrazione di PM10 durante il periodo di misura risulta pari a $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con il metodo gravimetrico e $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con il metodo ottico (LSPM). È stato corretto il fattore di calibrazione presente sullo strumento per allinearlo con i dati gravimetrici.

3. DETERMINAZIONE IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

La seconda campagna di misure prevista dal Disciplinare Tecnico relativa agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) è stata svolta a Punta Sabbioni (stazione IPA3, Fig. 3.1) dal 10/02/09 al 24/02/09 e a Malamocco (stazione IPA2, Fig. 3.1) dal 02/03/2009 al 16/03/2009. Le coordinate delle stazioni sono riportate in Allegato.

La metodologia di misura è la stessa descritta nel Rapporto di Pianificazione Operativa (Studio B.6.72 B/1): campionatore ad alto volume (Tisch Environment) con filtro in fibra di quarzo (QFF) per la raccolta degli IPA presenti sulle particelle di polvere, e un cilindro in schiuma di poliuretano (PUF) per il campionamento della frazione di IPA presente in fase gassosa. Nel presente rapporto vengono presentati i risultati relativi alle misure effettuate presso entrambe le bocche (Fig. 3.2 e 3.3 per la bocca di Lido, e Fig. 3.4 e 3.5 per la bocca di Malamocco).



Fig. 3.1 - Postazioni di misura per gli IPA

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



Fig. 3.2 - Mappa con la posizione della stazione per il campionamento di IPA presso la bocca di Punta Sabbioni



Fig. 3.3 - Campionatore di IPA presso la bocca di Punta Sabbioni

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



Fig. 3.4 - Mappa con la posizione della stazione per il campionamento di IPA presso la bocca di Malamocco



Fig. 3.5 - Campionatore di IPA presso la bocca di Malamocco

3.1 Materiali e metodi

I PUF prima di essere utilizzati vengono puliti e decontaminati mediante tre estrazioni successive in Soxhlet di 24 ore ciascuna, utilizzando la miscela estraente n-pentano: diclorometano (rapporto 2:1 v/v). I filtri sono decontaminati mediante due estrazioni in bagno ad ultrasuoni di circa un'ora ciascuna utilizzando circa 100 ml di diclorometano seguite da un trattamento in muffola a 400°C per 5 ore. I campionamenti sono stati effettuati secondo il seguente schema per Punta Sabbioni (Tab. 3.1) e Malamocco (Tab. 3.2):

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab. 3.1 – Caratteristiche dei campionamenti di IPA a Punta Sabbioni (2° Campagna)

Campione	Giorno	Inizio	Termine	Volume (m ³)
1	10/02/09 – 11/02/09 Martedì/Mercoledì	17.45	17.20	283
2	11/02/09 – 12/02/09 Mercoledì /Giovedì	17.55	13.15	254
3	12/02/09 – 14/02/09 Giovedì/Sabato	13.20	17.15	919
4	14/02/09 – 16/02/09 Sabato/Lunedì	17.40	17.30	600
5	17/02/09 – 18/02/09 Martedì/Mercoledì	07.30	08.05	313
6	19/02/09 – 20/02/09 Giovedì/Venerdì	08.15	09.00	317
7	21/02/09 – 23/02/09 Sabato/Lunedì	17.53	07.20	484
8	23/02/09 – 24/02/09 Lunedì/Martedì	07.53	07.50	316

Tab. 3.2 – Caratteristiche dei campionamenti di IPA a Malamocco (2° Campagna)

Campione	Giorno	Inizio	Termine	Volume (m ³)
1	02/03/09 – 03/03/09 Lunedì/Martedì	12.45	13.10	262
2	03/03/09 – 04/03/09 Martedì/Mercoledì	13.20	10.40	236
3	06/03/09 – 07/03/09 Venerdì/Sabato	11.25	08.05	181
4	07/03/09 – 09/03/09 Sabato/Lunedì	08.35	10.25	472
5	11/03/09 – 12/03/09 Mercoledì/Giovedì	11.15	13.15	296
6	12/03/09 – 13/03/09 Giovedì/Venerdì	13.30	10.45	229
7	13/03/09 – 14/03/09 Venerdì/Sabato	11.00	08.05	208
8	14/03/09 – 16/03/09 Sabato/Lunedì	08:35	09:30	477

I campioni (QFF e PUF) sono stati consegnati al laboratorio C.S.M.O. del Magistrato alle Acque di Voltabarozzo per la determinazione degli IPA.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

3.2 Risultati

Punta Sabbioni

Sinteticamente, le condizioni meteorologiche presenti durante i campionamenti sono riassunte in Tab. 3.3 (con l'asterisco si indicano giorni con direzione del vento variabile).

Tab. 3.3 - Condizioni meteorologiche prevalenti - Punta Sabbioni (2° Campagna)

Campione	Vento medio (m/s)	Direzione prevalente	Pioggia (mm H ₂ O)
1	2.3	OSO	0.2
2	0.6	OSO	0.0
3	1.9	N (*)	0.0
4	1.5	OSO	0.0
5	3.6	ENE	0.0
6	0.5	NE (*)	0.0
7	0.6	NNE	0.2
8	1.2	N	0.0

La tabella 3.4 mostra le concentrazioni (espresse in ng/m³) degli IPA totali sia per i filtri per i PUFs per ogni campionamento svolto. Sono evidenziati in rosso i campionamenti effettuati durante il fine settimana.

Tab. 3.4 - Risultati dei campionamenti (espresi come IPA totali) a Punta Sabbioni (2° Campagna)

Campione	Giorno	Filtri (ng/m ³)	PUF (ng/m ³)
1	10/02/09 - 11/02/09 Martedì/Mercoledì	9.07	20.45
2	11/02/09 - 12/02/09 Mercoledì/Giovedì	8.32	19.65
3	12/02/09 - 14/02/09 Giovedì/Sabato	5.58	6.62
4	14/02/09 - 16/02/09 Sabato/Lunedì	11.61	10.77
5	17/02/09 - 18/02/09 Martedì/Mercoledì	20.89	28.65
6	19/02/09 - 20/02/09 Giovedì/Venerdì	21.90	32.52
7	21/02/09 - 23/02/09 Sabato/Lunedì	14.59	16.77
8	23/02/09 - 24/02/09 Lunedì/Martedì	27.90	36.06
Media		14.98	21.43
Dev. Standard		7.83	10.34

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

La tabella 3.5 riporta l'andamento delle concentrazioni di Benzo(a)pirene per la parte aerosol.

Tab. 3.5 - Concentrazioni di Benzo(a)pirene nella fase aerosol a Punta Sabbioni (2° Campagna)

Campione	Giorno	Benzo(a)pirene (ng/m ³)
1	10/02/09 - 11/02/09 Martedì/Mercoledì	1.11
2	11/02/09 - 12/02/09 Mercoledì /Giovedì	0.95
3	12/02/09 - 14/02/09 Giovedì/Sabato	0.61
4	14/02/09 - 16/02/09 Sabato/Lunedì	1.34
5	17/02/09 - 18/02/09 Martedì/Mercoledì	2.37
6	19/02/09 - 20/02/09 Giovedì/Venerdì	2.82
7	21/02/09 - 23/02/09 Sabato/Lunedì	1.69
8	23/02/09 - 24/02/09 Lunedì/Martedì	3.78
Media		1.83
Dev. Standard		1.08

Malamocco

Sinteticamente, le condizioni meteorologiche presenti durante i campionamenti sono riassunte in Tab. 3.6 (con l'asterisco si indicano giorni con direzione del vento variabile).

Tab. 3.6 - Condizioni meteorologiche prevalenti - Malamocco (2° Campagna)

Campione	Vento medio (m/s)	Direzione prevalente	Pioggia (mm H ₂ O)
1	0.7	SO (*)	0.8
2	1.3	E	0.2
3	1.5	NO	0.0
4	1.4	NE (*)	0.0
5	1.0	NE (*)	0.0
6	1.9	SE	0.0
7	1.4	NE	0.0
8	1.5	NE (*)	0.0

La tabella 3.7 mostra le concentrazioni (esprese in ng/m³) degli IPA totali sia per i filtri per i PUFs per ogni campionamento svolto. Sono evidenziati in rosso i campionamenti effettuati durante il fine settimana.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab. 3.7 - Risultati dei campionamenti (espressi come IPA totali) a Malamocco (2° Campagna)

Campione	Giorno	Filtri (ng/m ³)	PUF (ng/m ³)
1	02/03/09 - 03/03/09 Lunedì/Martedì	7.61	21.90
2	03/03/09 - 04/03/09 Martedì/Mercoledì	2.25	7.79
3	06/03/09 - 07/03/09 Venerdì/Sabato	10.56	14.03
4	07/03/09 - 09/03/09 Sabato/Lunedì	2.20	5.03
5	11/03/09 - 12/03/09 Mercoledì/Giovedì	3.68	6.21
6	12/03/09 - 13/03/09 Giovedì/Venerdì	4.16	6.89
7	13/03/09 - 14/03/09 Venerdì/Sabato	3.06	5.07
8	14/03/09 - 16/03/09 Sabato/Lunedì	4.52	4.27
Media		4.75	8.90
Dev. Standard		2.91	6.08

La tabella 3.8 riporta l'andamento delle concentrazioni di Benzo(a)pirene per la parte aerosol.

Tab. 3.8 - Concentrazioni di Benzo(a)pirene nella fase aerosol a Malamocco (2° Campagna)

Campione	Giorno	Benzo(a)pirene (ng/m ³)
1	02/03/09 - 03/03/09 Lunedì/Martedì	0.51
2	03/03/09 - 04/03/09 Martedì/Mercoledì	0.15
3	06/03/09 - 07/03/09 Venerdì/Sabato	1.07
4	07/03/09 - 09/03/09 Sabato/Lunedì	0.14
5	11/03/09 - 12/03/09 Mercoledì/Giovedì	0.39
6	12/03/09 - 13/03/09 Giovedì/Venerdì	0.34
7	13/03/09 - 14/03/09 Venerdì/Sabato	0.20
8	14/03/09 - 16/03/09 Sabato/Lunedì	0.31
Media		0.39
Dev. Standard		0.30

3.3 Confronto con le soglie

Come indicato nel Rapporto di Variabilità (B.6.72 B/1, Luglio 2005), poiché la concentrazione degli IPA è soggetta a variazioni nel corso dell'anno solare dovute a reazioni fotocatalitiche, variazioni nelle sorgenti, ecc., si è proposto, come valore soglia di riferimento, la media delle concentrazioni di Benzo(a)pirene rilevata da ARPAV presso le stazioni di Circonvallazione e Bissuola e riferita al mese nel quale è stata effettuata la campagna di misura, incrementata di una deviazione standard.

Nel documento allegato al Rapporto Finale (Studio B.6.72 B/3, Luglio 2008) si riportano le soglie aggiornate al 2006 per le stazioni ARPAV di Circonvallazione e Bissuola ("Rapporto Annuale Aria 2006", ARPAV, Luglio 2007) relative al Benzo(a)pirene.

Per il mese di Febbraio (periodo di svolgimento della campagna a Punta Sabbioni) viene indicata una soglia per il Benzo(a)Pirene pari a 3.6 ng/m³, mentre per la campagna di Malamocco, svolta nel mese di Marzo, la soglia riportata è pari a 1.3 ng/m³. Dalle tabelle 3.5 e 3.8 si osserva, per entrambi i siti di misura, che le concentrazioni di Benzo(a)pirene sono inferiori alle rispettive soglie.

Per quanto riguarda i riferimenti di legge si richiama il Decreto Legislativo n. 152 del 03/08/2007, che recepisce le direttive europee per quanto riguarda i metalli pesanti e il Benzo(a)pirene; per quest'ultimo prevede il monitoraggio della frazione PM10. Come specificato nel Rapporto Finale (Studio B.6.72B/3, Luglio 2008) si è ritenuto opportuno proseguire l'attuale schema di monitoraggio (determinazione del Benzo(a)pirene sul particolato totale) in quanto ciò permette il confronto con la serie storica relativa ai precedenti anni di misura (confronto che sarebbe compromesso passando al PM10) che, nell'ottica del monitoraggio di un'attività di cantiere, rappresenta un aspetto importante per determinare l'eventuale impatto ambientale delle attività cantieristiche in funzione dello stato di avanzamento dei lavori. In secondo luogo la normativa prevede comunque l'obiettivo qualità (1 ng/m³) espresso come media annuale, su base giornaliera, e quindi non confrontabile direttamente con le misure svolte a Punta Sabbioni e a Malamocco.

Per ricondurre le concentrazioni ambientali di IPA a valori di riferimento sanitario è stato introdotto il concetto di Benzo(a)pirene equivalente, che consente di determinare il rischio complessivo derivante dall'esposizione a IPA dalla somma del rischio attribuibile al Benzo(a)pirene (potenza cancerogena = 1) più quello degli altri IPA attivi secondo la tabella USEPA riportata nel Rapporto di Variabilità. La concentrazione Benzo(a)pirene equivalente, relativa alla media delle misure svolte a Punta Sabbioni in questa campagna, risulta pari a 2.74 ng/m³, mentre a Malamocco risulta pari a 0.64 ng/m³.

3.4 Correlazione con i parametri meteorologici

Punta Sabbioni

La Tabella 3.9 riporta le concentrazioni di IPA totali e di Benzo(a)pirene per la parte aerosol ("Filtro"), di IPA totali per la componente gassosa, le temperature medie e le condizioni di vento per i periodi di monitoraggio a Punta Sabbioni. In rosso sono riportati i due campionamenti svolti durante il fine settimana dove si ipotizza una attività di cantiere più ridotta (ciò è solo parzialmente vero per il campionamento 4, svolto tra sabato e lunedì).

Tab. 3.9 - Concentrazioni di IPA e parametri meteorologici e PM10 relativi ai campionamenti di IPA a Punta Sabbioni (2° campagna)

Campione	Filtro (ng/m ³)	B(a)P (ng/m ³)	PUF (ng/m ³)	Temperatura (C°)	Pioggia (mmH ₂ O)	Direzione Vento
1	9.07	1.11	20.45	7.2	0.2	OSO
2	8.32	0.95	19.65	6.1	0.0	OSO
3	5.58	0.61	6.62	5.8	0.0	N (*)
4	11.61	1.34	10.77	4.7	0.0	OSO
5	20.89	2.37	28.65	2.9	0.0	ENE
6	21.90	2.82	32.52	2.2	0.0	NE (*)
7	14.59	1.69	16.77	5.1	0.2	NNE
8	27.90	3.78	36.06	4.7	0.0	N

Dalla tabella 3.9 si può osservare che le concentrazioni maggiori di IPA sono state registrate durante il campionamento 8 con vento prevalentemente proveniente da Nord. Nei giorni festivi le concentrazioni risultano solo leggermente più basse in termini medi di quelle misurate nei periodi lavorativi.

Malamocco

La Tabella 3.10 riporta le concentrazioni di IPA totali e di Benzo(a)pirene per la parte aerosol ("Filtro"), di IPA totali per la componente gassosa, le temperature medie e le condizioni di vento per i periodi di monitoraggio a Malamocco. In rosso sono riportati i due campionamenti svolti durante il fine settimana dove si ipotizza una attività di cantiere più ridotta.

Tab. 3.10 - Concentrazioni di IPA e parametri meteorologici e PM10 relativi ai campionamenti di IPA a Malamocco (2° campagna)

Campione	Filtro (ng/m ³)	B(a)P (ng/m ³)	PUF (ng/m ³)	Temperatura (C°)	Pioggia (mmH ₂ O)	Direzione Vento
1	7.61	0.51	21.90	8.7	0.8	SO (*)
2	2.25	0.15	7.79	8.7	0.2	E
3	10.56	1.07	14.03	8.8	0.0	NO
4	2.20	0.14	5.03	10.5	0.0	NE (*)
5	3.68	0.39	6.21	10.5	0.0	NE (*)
6	4.16	0.34	6.89	8.9	0.0	SE
7	3.06	0.20	5.07	10.1	0.0	NE
8	4.52	0.31	4.27	9.9	0.0	NE (*)

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Dalla tabella 3.10 si può osservare che le concentrazioni maggiori di IPA si sono registrati durante il campionamento 3 su filtro mentre su PUF durante il campionamento 1. Nei giorni festivi le concentrazioni risultano più basse in termini medi di quelle misurate nei periodi lavorativi.

3.5 Conclusioni

Punta Sabbioni

La media della concentrazione di Benzo(a)pirene a Punta Sabbioni é inferiore alla soglia di riferimento (definita nel Rapporto Finale relativo al terzo anno di monitoraggio - Studio B.6.72 B/3, Luglio 2008).

Ipotizzando, come detto nel paragrafo precedente, che gli IPA misurati siano dovuti esclusivamente alle attività di cantiere, le medie (scorporate dai campionamenti in periodi prevalentemente festivi - 4 e 7) e le deviazioni standard risultano (Tab. 3.11):

Tab. 3.11 - Valori medi e massimi per gli IPA scorporando i due campionamenti effettuati in periodi prevalentemente non lavorativi

Periodo	Indicatore	Σ IPA (filtri) ng/m ³	Σ IPA R.C. ng/m ³	Benzo(a)pirene ng/m ³	Benzo(a)pirene equivalente ng/m ³
Tutto il periodo	Media	14.98 (27.90)	12.05 (23.26)	1.83 (3.78)	2.74
	Dev. Standard	7.83	6.51	1.08	/
Solo feriale	Media	15.61 (27.90)	12.54 (23.26)	1.94 (3.78)	2.88
	Dev. Standard	9.11	7.56	1.25	/

Nella Tab. 3.11, fra parentesi, è riportato il valore massimo riscontrato. In definitiva le misure effettuate indicano un contributo medio nei giorni feriali solo leggermente superiore a quello dei giorni festivi.

In Tab. 3.12 si riporta il confronto con le concentrazioni di IPA ottenute nei precedenti anni di monitoraggio (relativi solo alla seconda campagna di misura) a Punta Sabbioni

Tab. 3.12 - Confronto concentrazioni medie IPA in aria. Valori a Punta Sabbioni (solo 2 Campagna)

Indicatore	Σ IPA (filtri) ng/m ³	Σ IPA R.C.* ng/m ³	Benzo(a)pirene ng/m ³
Media (2009)	14.98	12.05	1.83
Dev. Standard (2009)	7.83	23.26	1.08
Media (2008)	12.14	9.69	1.51
Dev. Standard (2008)	12.69	10.19	1.68
Media (2007)	5.02	4.73	0.42
Dev. Standard (2007)	2.85	2.63	0.31

*sommatoria dei seguenti composti Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo (a,h)antracene, Indeno (1,2,3-cd)pirene.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Malamocco

Anche la media della concentrazione di Benzo(a)pirene a Malamocco é inferiore alla soglia di riferimento (definita nel Rapporto Finale relativo al terzo anno di monitoraggio - Studio B.6.72 B/3, Luglio 2008).

Ipotizzando, come detto nel paragrafo precedente, che gli IPA misurati siano dovuti esclusivamente alle attività di cantiere, le medie (scorporate dai campionamenti in periodi prevalentemente festivi - 4 e 8) e le deviazioni standard risultano (Tab. 3.13):

Tab. 3.13 - Valori medi e massimi per gli IPA scorporando i due campionamenti effettuati in periodi prevalentemente non lavorativi

Periodo	Indicatore	Σ IPA (filtri) ng/m ³	Σ IPA R.C. ng/m ³	Benzo(a)pirene ng/m ³	Benzo(a)pirene equivalente ng/m ³
Tutto il periodo	Media	4.75 (10.56)	3.86 (8.88)	0.39 (1.07)	0.64
	Dev. Standard	2.91	2.51	0.30	/
Solo feriale	Media	5.22 (10.56)	4.25 (8.88)	0.44 (1.07)	0.73
	Dev. Standard	3.20	2.77	0.33	/

Nella Tab. 3.13, fra parentesi, è riportato il valore massimo. In definitiva le misure effettuate indicano un contributo medio nei giorni feriali leggermente superiore a quello dei giorni festivi.

In Tab. 3.14 si riporta il confronto con le concentrazioni di IPA ottenute nei precedenti anni di monitoraggio (relativi solo alla seconda campagna di misura) a Malamocco:

Tab. 3.14 - Confronto concentrazioni medie IPA in aria. Valori a Malamocco (solo 2 Campagna)

Indicatore	Σ IPA (filtri) ng/m ³	Σ IPA R.C.* ng/m ³	Benzo(a)pirene ng/m ³
Media (2009)	4.75	3.86	0.39
Dev. Standard (2009)	2.91	2.51	0.30
Media (2008)	2.92	2.17	0.23
Dev. Standard (2008)	1.86	1.73	0.19
Media (2007)	7.04	5.83	0.49
Dev. Standard (2007)	5.94	5.18	0.59

*sommatoria dei seguenti composti Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo (a,h)antracene, Indeno (1,2,3-cd)pirene.

4. MISURE DI GAS

4.1 Introduzione

Nel quarto anno di monitoraggio sono proseguite le misure di CO, NO_x e NO₂ con la stazione rilocabile già in uso nei precedenti monitoraggi. I campionamenti vengono effettuati su base settimanale, con frequenza di acquisizione oraria, presso le bocche di Malamocco e Punta Sabbioni: una settimana/mese presso ciascuna bocca.

Si tratta di un monitoraggio di screening rivolto alla verifica dei livelli di concentrazione dei principali inquinanti gassosi a seguito delle emissioni dei mezzi terrestri e marittimi impiegati nei cantieri. Se si dovesse rilevare una situazione critica, determinata da valori di concentrazione prossimi ai limiti legislativi, allora sarebbe necessario passare ad un monitoraggio con una stazione fissa presso le tre bocche. La Fig. 4.2 mostra il campionatore nelle due postazioni di misura, riportate in Fig. 4.1.



Fig. 4.1 - Postazioni di misura dei composti gassosi

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



Fig. 4.2 - Stazione misura dei gas ETL2000 a Punta Sabbioni (sinistra) e a Malamocco (destra)

Il campionatore utilizzato impiega dei sensori a film spesso che offrono il vantaggio di non utilizzare gas tecnici (come nel metodo di riferimento a chemiluminescenza) e quindi rendere possibile la rilocalizzazione del campionatore in punti di misura diversi e di richiedere minore manutenzione rispetto ai sistemi tradizionali.

A seguito dei risultati dei primi mesi di misure che hanno evidenziato livelli medi di concentrazione dei gas monitorati molto bassi e prossimi allo zero strumentale, è stata eseguita una procedura di validazione dei dati acquisiti. La procedura di validazione, basata sul principio di cautela, consiste nel sostituire il limite di rilevabilità strumentale dove le misure (su base oraria) presentano valori inferiori ad esso. Tale limite di rilevabilità (LR) è pari a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il CO; $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per NO_x e $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per NO₂. Come criterio di quantificazione del dato medio è scelto tre volte il limite di rilevabilità: $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il CO; $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per NO_x e $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per NO₂. Ciò significa che concentrazioni inferiori a questi valori (Non Quantificabili, NQ) sono rilevate strumentalmente ma soggette ad un errore significativo. Nelle tabelle viene riportata l'indicazione che si tratta di una media inferiore al criterio di quantificazione del dato scelto. Infine l'errore associato alla misura è definito come una deviazione standard dell'accuratezza strumentale ottenuta dal confronto con sensori di riferimento (infrarosso per il CO e chemiluminescenza per gli ossidi di azoto). L'errore è pari a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il CO; $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per NO_x e $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per NO₂.

Per quanto riguarda le soglie, si fa riferimento alla normativa in vigore (DM n. 60 del 02/04/2002), che definisce:

Valori limite protezione per la salute umana

Monossido di Carbonio (CO): $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ massimo sulla media di 8 ore

Biossido di Azoto (NO₂): $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria (comprensivo del margine di tolleranza per il 2009), da non superare più di 18 volte/anno

Valori limite annuale per la protezione della salute umana per NO₂

Biossido di Azoto (NO₂): $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media anno (comprensivo del margine di tolleranza per il 2009)

Valori limite annuale per la protezione della vegetazione per NOx

Ossidi di Azoto (NOx): 30 µg/m³ media anno

Per quanto riguarda la soglia relativa alla vegetazione, la normativa precisa “che la stazione di misura deve essere posizionata a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti, o da impianti industriali o da autostrade. Orientativamente, un punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo tale da essere rappresentativo della qualità dell'aria ambientale in un'area circostante di almeno 1000 Km²...” (Allegato VIII, DM 60 02/04/02). La determinazione di un eventuale impatto, dovuto alle attività di cantiere, sugli ecosistemi o sulla vegetazione richiede pertanto una diversa impostazione del monitoraggio che non può prescindere, in questo caso, da una specifica attività di modellistica numerica. Pertanto il confronto con la soglia relativa alla vegetazione non può che essere di tipo qualitativo.

4.2 Campionamenti effettuati

Le misure considerate in questo Rapporto di Valutazione quadrimestrale sono quelle svolte nel periodo fra Gennaio ed Aprile 2009 sia a Punta Sabbioni sia a Malamocco, secondo quanto previsto dal Disciplinare Tecnico. La frequenza di acquisizione dei dati è oraria e nel periodo di misura si è inserito il giorno festivo (domenica).

Le misure effettuate nel quadrimestre Gennaio-Aprile sono le seguenti:

Punta Sabbioni

SAB31: 08/01/09 - 14/01/09;

SAB32: 20/02/09 - 26/02/09;

SAB33: 09/03/09 - 15/03/09.

Malamocco

MAL29: 25/01/09 - 31/01/09;

MAL30: 06/02/09 - 12/02/09;

MAL31: 23/04/09 - 29/04/09.

Un'analisi della calibrazione della strumentazione di misura degli inquinanti gassosi, fatta ad Aprile 2009, ha messo in evidenza la presenza di un offset sulle misure di NO₂. Per questo motivo le misure nel periodo Gennaio-Marzo 2009 sono state rielaborate togliendo un valore pari a 10 µg/m³ sulla misura oraria di NO₂.

4.3 Risultati

Nella elaborazione dei risultati sono stati utilizzati i dati meteorologici provenienti dalla stazione di Punta Sabbioni per le misure effettuate in loco e quelli provenienti dalla stazione MAV-CVN di Ceppe per Malamocco, ad esclusione della campagna di misura di Gennaio 2009 in cui sono stati utilizzati i dati della stazione MAV-CVN di San Felice per Malamocco in quanto non erano affidabili quelli di Ceppe.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

4.3.1 Bocca di Lido, Punta Sabbioni

I grafici delle Figure 4.3-4.5 riportano, in funzione della direzione di provenienza del vento, le concentrazioni orarie dei gas monitorati scorrendo i periodi di lavoro (ore 8-20) ed i periodi di interruzione delle attività di cantiere (ore 00-07, ore 21-23 e festivi/ferie). Una analisi simile, svolta per la velocità del vento, è riportata nelle Figure 4.6-4.8 in cui si osserva che i valori massimi di concentrazione oraria dei diversi gas sono associati alle basse velocità del vento o, al limite, alle condizioni di calma di vento che sono sfavorevoli alla dispersione di inquinanti. Il numero di dati è rispettivamente pari a 232 per i periodi di attività del cantiere e 269 per i restanti periodi (interruzione delle attività di cantiere).

Considerando la postazione di misura, le direzioni nelle quali il campionario è sottovento rispetto al cantiere sono comprese fra 180 e 360 gradi. In tali direzioni le concentrazioni dei diversi gas nei periodi di attività del cantiere ed in quelli di cantiere fermo sono essenzialmente confrontabili.

Le tabelle 4.1-4.3 riportano i valori medi e i valori massimi orari rispettivamente per tutti i dati, per i periodi di attività e di interruzione del cantiere. Nella Tabella 4.4 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i 3 periodi di monitoraggio (di 1 settimana ciascuno) fatti a Punta Sabbioni nel quadrimestre in analisi. Si osserva che il CO è leggermente più basso nei periodi di inattività del cantiere rispetto ai periodi di attività. Al contrario NO_x e NO₂ sono mediamente più alti nei periodi di inattività del cantiere. Il massimo orario di NO_x è rilevato in un periodo di inattività del cantiere.

Per quanto riguarda il confronto con i valori di soglia legislativi:

- per il Monossido di Carbonio non ci sono superamenti;
- per Biossido di Azoto c'è il superamento della soglia per la protezione della salute (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale). Tuttavia questa conclusione andrà verificata sui dati di un anno di misure nel rapporto annuale.
- per gli ossidi di azoto (NO_x) c'è il superamento della soglia di protezione della vegetazione (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale). Tuttavia questa conclusione andrà verificata sui dati di un anno di misure, nel Rapporto Finale.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

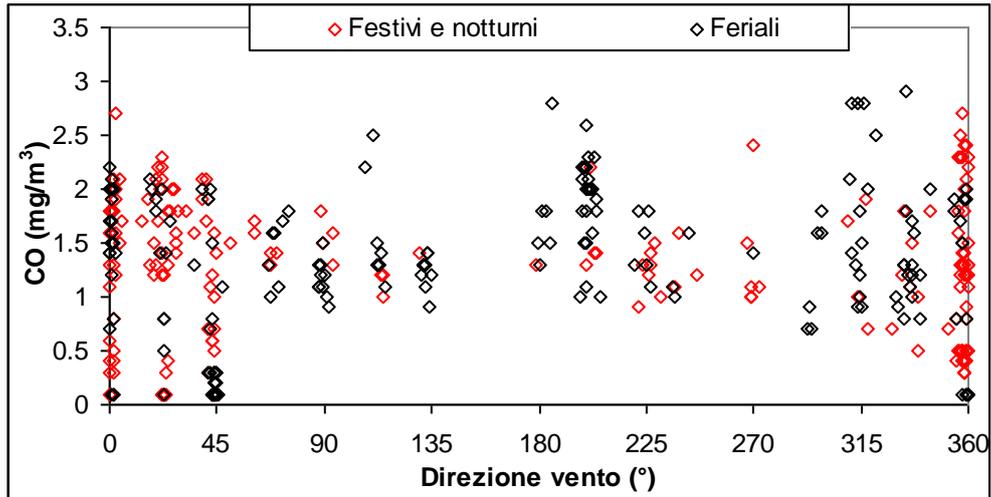


Fig. 4.3 - Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni)

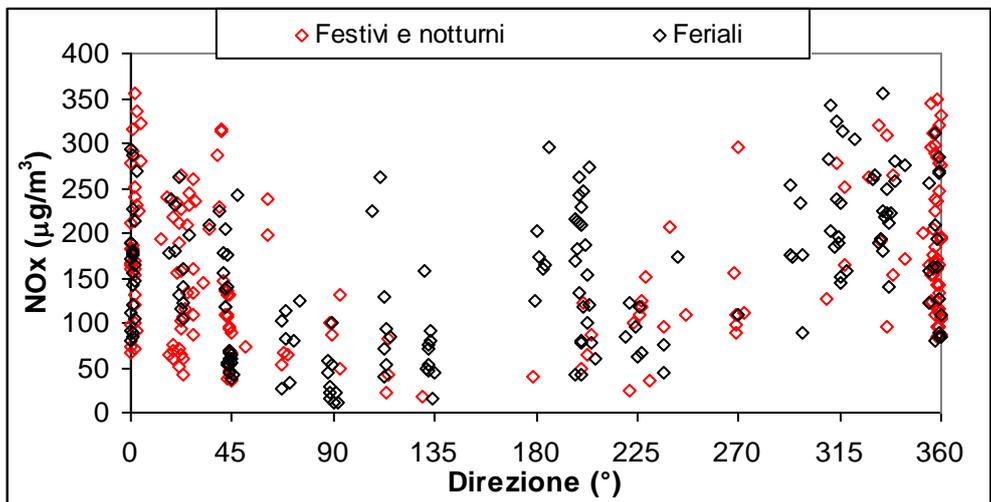


Fig. 4.4 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni)

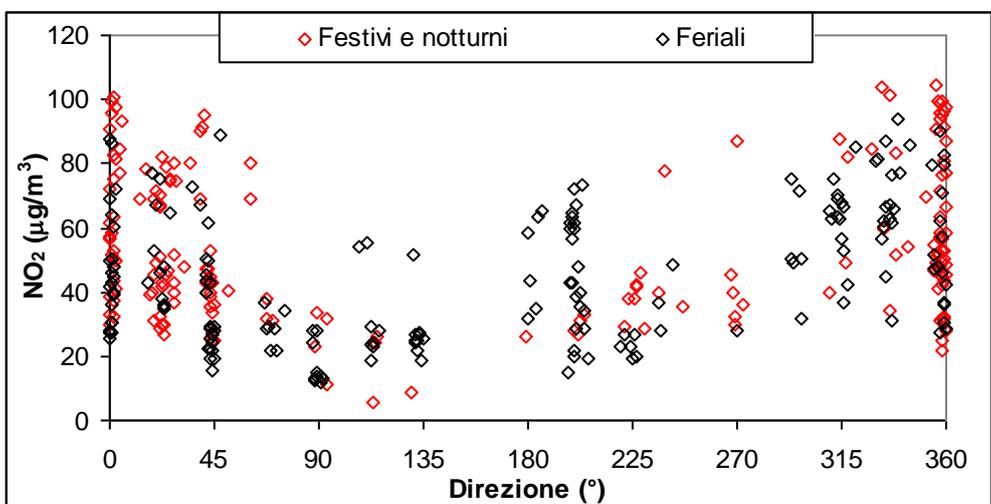


Fig. 4.5 - Concentrazione oraria di NO2 in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

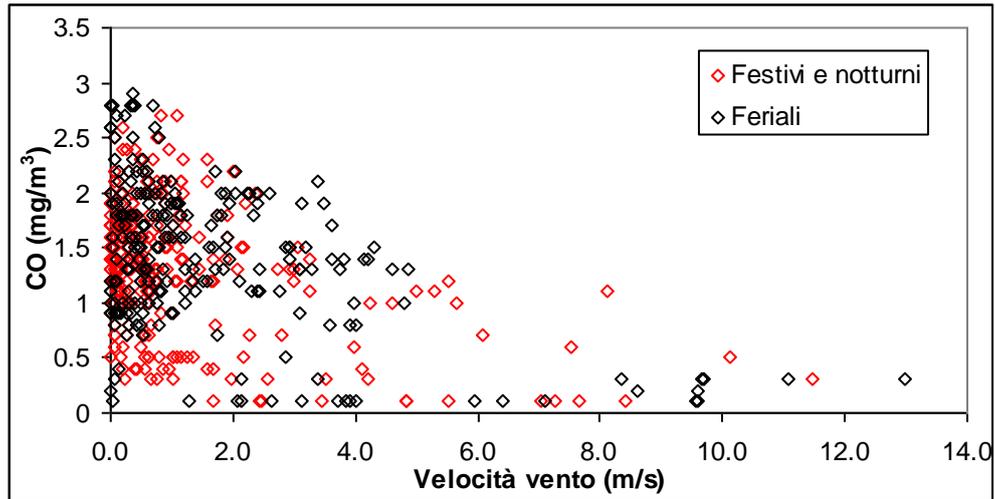


Fig. 4.6 - Concentrazione oraria di CO in funzione della velocità del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

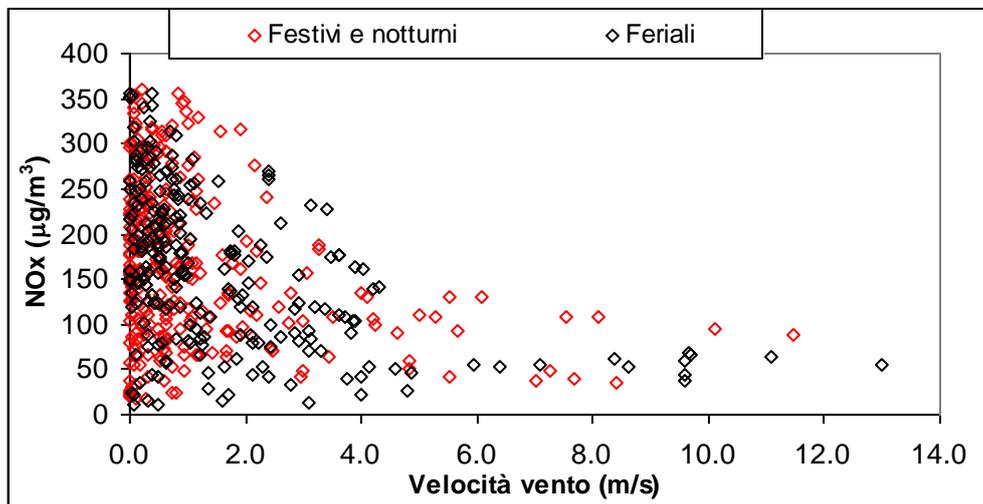


Fig. 4.7 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della velocità del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

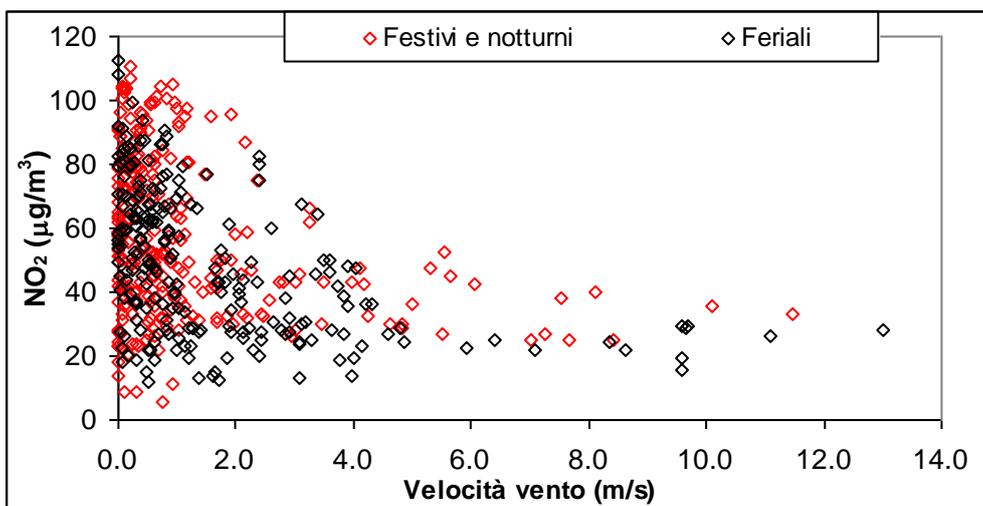


Fig. 4.8 - Concentrazione oraria di NO2 in funzione della velocità del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab. 4.1 - Concentrazioni medie e massimi orari (tutti i dati) a Punta Sabbioni

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max orario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1359	2900 (26/02/2009 ore 9, vento debole da NNO)
NO _x	163	360 (21/02/2009 ore 4, calma di vento)
NO ₂	53	112 (21/02/2009 ore 8, calma di vento)

Tab. 4.2 - Concentrazioni medie e massimi orari (attività del cantiere) a Punta Sabbioni

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1404	2900 (26/02/2009 ore 9, vento debole da NNO)
NO _x	161	356 (21/02/2009 ore 8, Calma di vento); (26/02/2009 ore 9, vento debole da NNO)
NO ₂	49	112 (21/02/2009 ore 8, calma di vento)

Tab. 4.3 - Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere fermo) a Punta Sabbioni.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1320	2700 (15/3/09 ore 8, vento debole da N); (23/2/09 ore 23, vento debole da N)
NO _x	165	360 (21/02/2009 ore 4, calma di vento)
NO ₂	56	110 (21/02/2009 ore 7, calma di vento)

Tab. 4.4 Medie e massime orarie dei gas monitorati separate per i quattro periodi di monitoraggio. In rosso sono evidenziati i periodi di inattività del cantiere.

Periodo	Media CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SAB31	746	176	58	2300 (14/01/09 ore 19)	344 (13/01/09 ore 2)	105 (13/01/09 ore 2)
SAB32	1741	198	63	2900 (26/02/09 ore 09)	360 (21/02/09 ore 04)	112 (21/02/09 ore 08)
SAB33	1592	116	38	2700 (15/03/09 ore 8)	303 (12/03/09 ore 8)	91 (12/03/09 ore 7)

4.3.2 Bocca di Malamocco

I grafici delle Figure 4.9-4.11 riportano, in funzione della direzione di provenienza del vento, le concentrazioni orarie dei gas monitorati scorrendo i periodi di lavoro (ore 8-20) ed i periodi di interruzione delle attività di cantiere (ore 00-07, ore 21-23 e festivi). Il numero di dati è rispettivamente pari a 233 per i periodi di attività del cantiere e 268 per i restanti periodi (interruzione delle attività di cantiere). Una studio analogo è riportato per le velocità del vento nelle Figure 4.12-4.14.

Le tabelle 4.5-4.7 riportano i valori medi e i valori massimi orari rispettivamente per tutti i dati, per i periodi di attività e di interruzione. Nella Tabella 4.8 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i 3 periodi di monitoraggio (di 1 settimana ciascuno) fatti a Malamocco. Le direzioni nelle quali il campionatore è sottovento rispetto al cantiere sono comprese indicativamente fra 320° e 120°. In tali direzioni i livelli di concentrazione osservati nei periodi di attività del cantiere sono analoghi a quelli relativi ai periodi di chiusura.

I valori medi di concentrazione di tutti gli inquinanti gassosi sono maggiori nei periodi di attività del cantiere rispetto ai periodi di chiusura del cantiere. Inoltre i valori massimi di concentrazione oraria sono osservati in periodi di attività del cantiere.

Per quanto riguarda il confronto con i valori di soglia legislativi:

- per il monossido di Carbonio non ci sono superamenti;
- per Biossido di Azoto non ci sono superamenti sia per l'esposizione acuta che cronica (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale);
- Per gli ossidi di azoto (NO_x) il livello medio rilevato è superiore alle soglia di protezione degli ecosistemi (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale). Tuttavia questa conclusione andrà verificata sui dati di un anno di misure nel Rapporto Finale.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

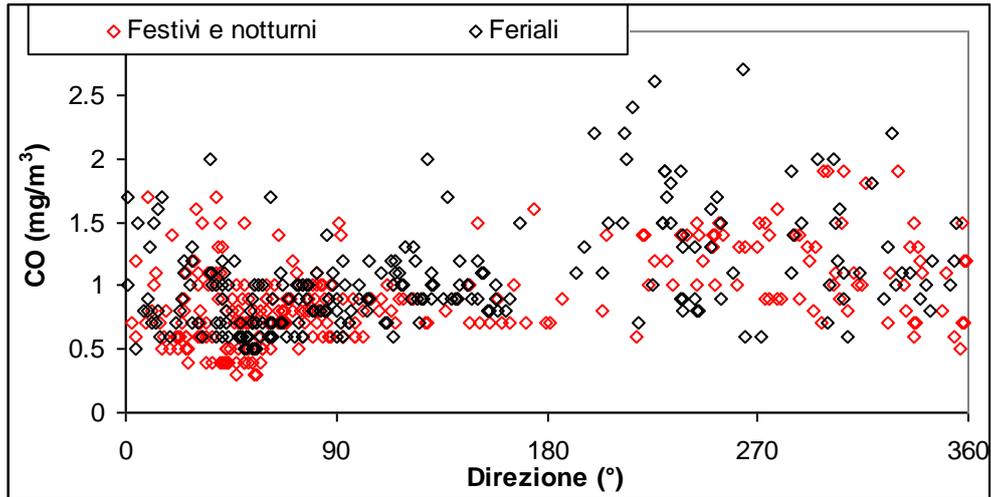


Fig. 4.9 - Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

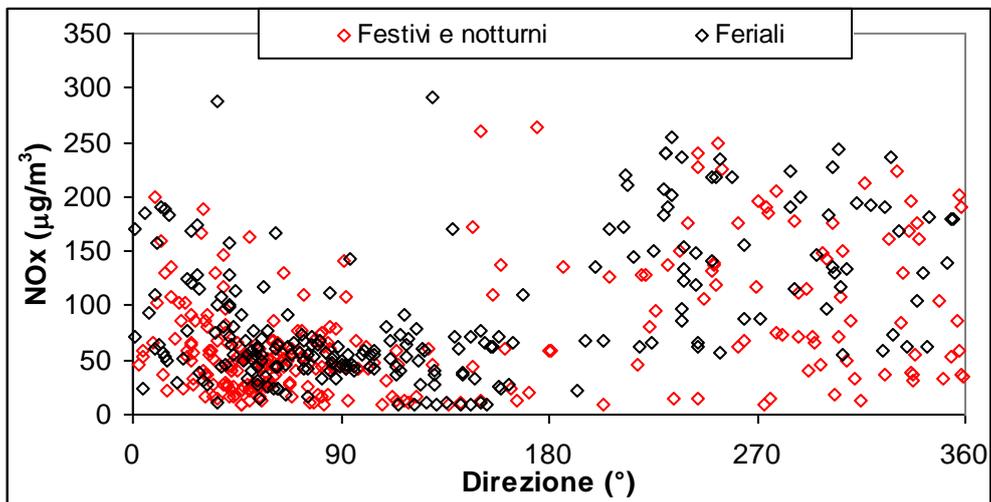


Fig. 4.10 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni)

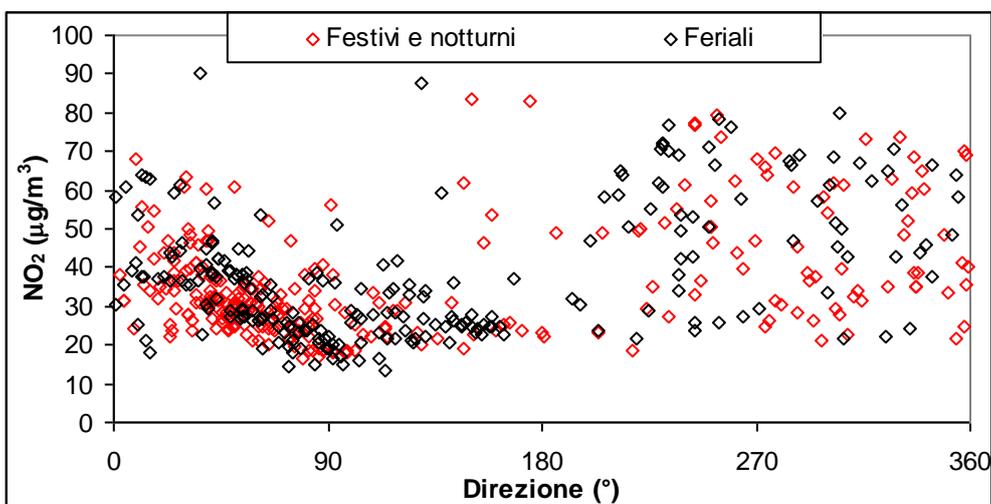


Fig. 4.11 - Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

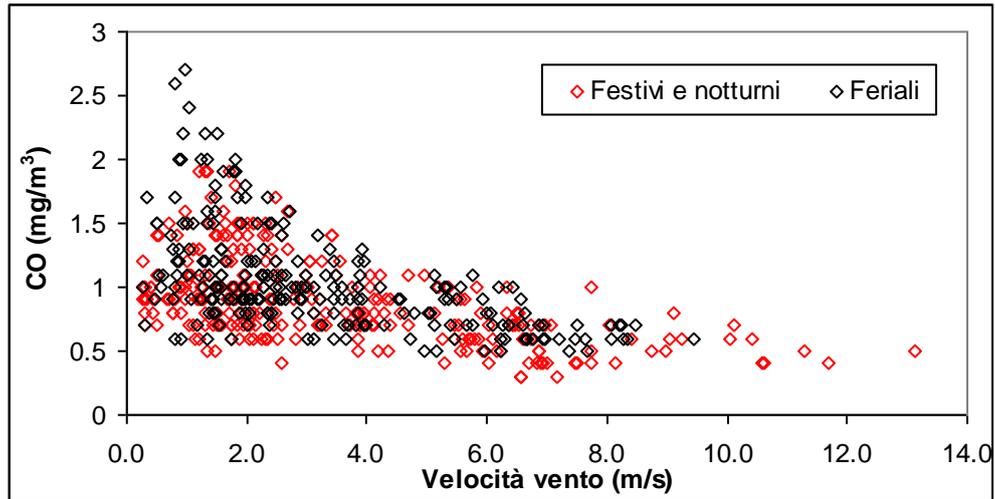


Fig. 4.12 - Concentrazione oraria di CO in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

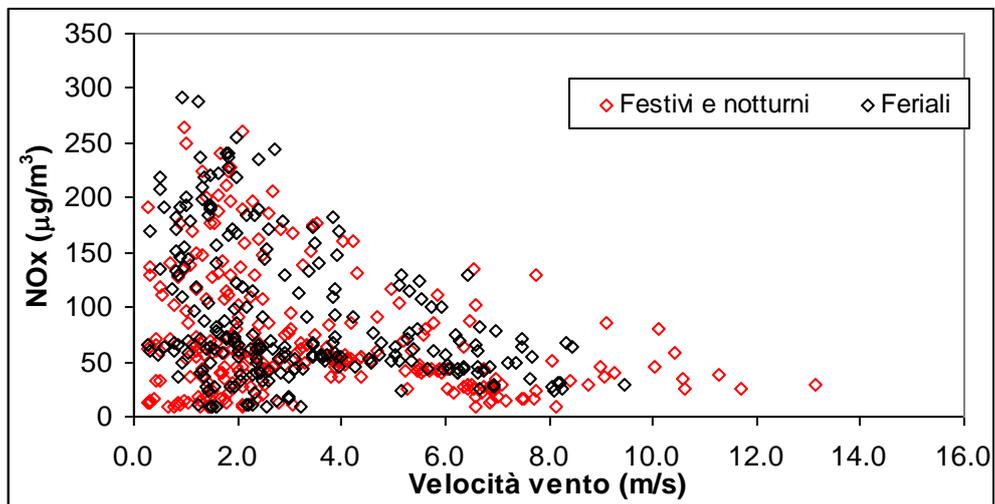


Fig. 4.13 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

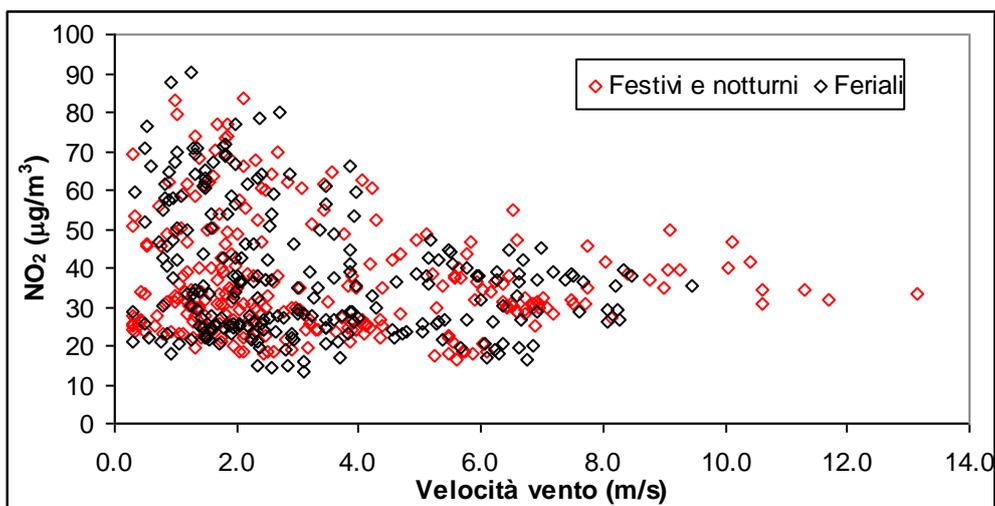


Fig. 4.14 - Concentrazione oraria di NO2 in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab. 4.5 - Concentrazioni medie e massimi orari (tutti i dati) a Malamocco

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max orario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	967	2700 (25/04/2009 ore 9, vento da O)
NO _x	80	292 (29/01/2009 ore 11, vento da SE)
NO ₂	37	90 (29/01/2009 ore 10, vento da NE)

Tab. 4.6 - Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) medie e massimi orari (attività del cantiere) a Malamocco

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1043	2700 (25/04/2009 ore 9, vento da O)
NO _x	90	292 (29/01/2009 ore 11, vento da SE)
NO ₂	38	90 (29/01/2009 ore 10, vento da NE)

Tab. 4.7 - Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) medie e massimi orari (cantiere fermo) a Malamocco.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	901	1900 (25/04/2009 ore 5, 6 e 7, vento da O-ONO); (11/02/2009 ore 5, vento da NNO)
NO _x	72	265 (29/01/2009 ore 2, vento da S)
NO ₂	36	84 (29/01/2009 ore 3, vento da SSE)

Tab. 4.8 - Medie e massime orarie dei gas monitorati separate per i due periodi di monitoraggio a Malamocco. In rosso sono evidenziati i periodi di chiusura del cantiere.

Periodo	Media CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MAL29	848	91	44	2000 (29/01/09 ore 10 e 11)	292 (29/01/09 ore 11)	90 (29/01/09 ore 10)
MAL30	1144	85	41	2200 (11/02/09 ore 12 e 16)	237 (11/02/09 ore 07)	76 (12/02/09 ore 08)
MAL31	908	64	26	2700 (25/04/09 ore 9)	155 (25/04/09 ore 9)	61 (25/04/09 ore 7)

4.4 Commenti

Occorre considerare che gli ossidi di azoto sono gas reattivi e soggetti a processi di fotossidazione (inquinanti secondari) con formazione di ozono ed è complesso differenziare il contributo dovuto alle emissioni primarie da quello dovuto a processi secondari. Il confronto con i valori della Normativa indica che non ci sono stati superamenti per nessuno dei gas monitorati ad esclusione della soglia di protezione per gli ecosistemi (per NO_x) a Malamocco; mentre a Punta Sabbioni si è avuto un superamento anche della soglia per la protezione della salute (campagne del 8-14 Gennaio e del 20-26 Febbraio 2009). Poiché si tratta di una soglia annuale verrà valutata la media complessiva di tutte le misure svolte a Punta sabbioni.

Si osserva che in alcuni periodi di misura i valori massimi orari sono associati a giorni festivi o orari nei quali i cantieri sono chiusi e non sono osservati particolari aumenti di concentrazione associati alle direzioni di vento compatibili con le emissioni dei cantieri.

5. CONCLUSIONI

La tabella 5.1 riporta in forma schematica e riassuntiva i risultati delle attività di monitoraggio effettuate. Per ciascuna postazione sono riportati i diversi indicatori monitorati. Il giudizio sui dati acquisiti è espresso con un punto verde se le misure sono da considerarsi positive (non ci sono stati superamenti nelle soglie di riferimento), con un punto giallo in caso di valutazione intermedia (superamenti saltuari) e con un punto rosso in caso di criticità.

Tab. 5.1 – Esposizione in forma schematica dei risultati ottenuti dalle varie attività di monitoraggio

Sito	PM10	PM10 Hot Spot	Metalli nel PM10	Gas	IPA	Deposizioni Microinquinanti organici	Deposizioni Microinquinanti inorganici
Punta Sabbioni	●	●	●	●	●	●	●
Malamocco		●	●	●	●	●	●
Chioggia			●			●	●

Le deposizioni degli inquinanti organici risultano inferiori alla soglia di riferimento.

Per quanto riguarda le deposizioni dei microinquinanti inorganici, sono stati rilevati flussi di deposizione maggiori anche delle soglie di allarme in tutte le stazioni di misura. Ciò vale anche per elementi non riconducibili alle attività di cantiere come l’Arsenico. Per quasi tutti gli elementi i flussi di deposizione misurati presso la stazione di controllo D4 (ritenuta non influenzata dalle attività di cantiere in quanto posta a circa 4 km dalla bocca di porto di Lido) sono confrontabili con quelli ottenuti dalla stazione D8 collocata nei pressi del cantiere di Punta Sabbioni. Inoltre, si rilevano valori anomali dei flussi di deposizione per il Fe, Cu, Zn, Sb, As, Mo, V e Ni nel D6 (primo periodo), ove i flussi sono trascurabili rispetto alle altre stazioni; pertanto si considera questa seconda campagna di misura “anomala”, a causa di con possibili interferenze che possono avere alterato i campioni in una delle fasi della procedura analitica (raccolta, conservazione, analisi vera e propria). I valori dei flussi di deposizione ottenuti vengono quindi trattati con cautela in attesa di avere elaborato i dati complessivi relativi al quarto anno di monitoraggio (punto giallo in Tab. 5.1).

Per quanto riguarda il PM10 in continuo a Punta Sabbioni i risultati sono in linea con quanto ottenuto in precedenza e non riportano criticità dovute ad emissioni provenienti dalle lavorazioni svolte a Punta Sabbioni. Si sono tuttavia evidenziate due giornate (16 e 17 Febbraio) nelle quali l’andamento delle concentrazioni orarie di PM10 potrebbe essere compatibile con risospensione di polveri da parte delle autobetoniere in transito. Si segnala anche che nella settimana in questione, per la presenza del Carnevale a Venezia, c’è stato un intenso movimento di traffico turistico a Punta Sabbioni (principalmente autobus turistici).

Le misure di PM10 effettuate con le centraline mobili in prossimità e/o all’interno dei cantieri, alle bocche di Lido e Malamocco, non hanno evidenziato significativi rilasci di polveri.

Le concentrazioni di metalli pesanti nel PM10 sono risultate inferiori ai limiti di legge (sebbene questi ultimi sono riferiti a medie annuali). Inoltre, quasi tutti i massimi giornalieri nei tre siti di misura sono inferiori ai valori limite annuali.

Le concentrazioni di IPA in aria sia a Punta Sabbioni che a Malamocco sono inferiori alla soglia di riferimento ed al limite legislativo (sebbene quest’ultimo faccia riferimento alla media annuale).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Le concentrazioni di gas sono inferiori ai limiti di legge per l'esposizione acuta e per l'esposizione cronica ad eccezione del NO₂ a Punta Sabbioni, dove tuttavia la media delle concentrazioni nel periodo di inattività del cantiere è maggiore di quella relativa ai periodi di attività cantieristica (punto giallo tab. 5.1). Per quanto riguarda la protezione della vegetazione si ha il superamento della soglia relativa alla vegetazione in entrambi i siti di Punta Sabbioni e Malamocco (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale). Tuttavia questa conclusione andrà verificata sui dati di un anno di misure nel Rapporto Finale.

ALLEGATO: COORDINATE DEI PUNTI DI PRELIEVO DEI CAMPIONI

Coordinate Gauss Boaga

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
D1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno del cantiere di Lido-Treporti	2318311.98	5035320.33	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Novembre 2004 al 17 Marzo 2005 Dal 5 Luglio all'11 Novembre 2005 Dal 6 Febbraio al 4 Maggio 2006 Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre 2006 al 5 Febbraio 2007
D2	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE. in prossimità del Lungomare Dante Alighieri	2318312.17	5035057.30	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Novembre 2004 al 17 Marzo 2005 Dal 5 Luglio all'11 Novembre 2005 Dal 6 Febbraio al 4 Maggio 2006
D3	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE. in posizione arretrata rispetto al lungomare	2318409.78	5035068.64	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Novembre 2004 al 17 Marzo 2005 Dal 5 Luglio all'11 Novembre 2005 Dal 6 Febbraio al 4 Maggio 2006 Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre 2006 al 7 Marzo 2007 Dal 6 Luglio al 15 Ottobre 2007 Dal 7 Dicembre 2007 al 10 Marzo 2008
D4	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato in un'area di pertinenza della Scuola Elementare Sandro Pertini	2319906.23	5036298.66	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Novembre 2004 al 17 Marzo 2005 Dal 5 Luglio all'11 Novembre 2005 Dal 6 Febbraio al 4 Maggio 2006 Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre 2006 al 7 Marzo 2007 Dal 6 Luglio al 23 Novembre 2007 Dal 7 Dicembre 2007 al 10 Marzo 2008 Dal 30 Giugno al 14 Ottobre 2008 Dal 3 Dicembre 2008 al 9 Marzo 2009
D5	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309887.86	5023549.46	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre 2006 al 7 Marzo 2007 Dal 6 Luglio al 15 Ottobre 2007 Dal 7 Dicembre 2007 al 10 Marzo 2008 Dal 30 Giugno al 14 Ottobre 2008 Dal 3 Dicembre 2008 al 9 Marzo 2009

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
D6	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, sul tetto di un container	2307852.55	5012001.78	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre 2006 al 28 Marzo 2007 Dal 6 Luglio al 15 Ottobre 2007 Dal 7 Dicembre 2007 al 10 Marzo 2008 Dal 30 Giugno al 14 Ottobre 2008 Dal 3 Dicembre 2008 al 9 Marzo 2009
D7	Bocca di Malamocco - Pellestrina Strumento posizionato all'interno del Cimitero, area ossario comune	2308172.80	5015524.97	Deposizioni atmosferiche	Dal 5 Febbraio al 28 Marzo 2007
D8	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE. in posizione arretrata rispetto al lungomare: altezza 1 metro da terra	2318394.45	5035029.47	Deposizioni atmosferiche	Dal 30 Giugno al 14 Ottobre 2008 Dal 3 Dicembre 2008 al 9 Marzo 2009
PM10	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE.	2318348.83	5035066.57	Polveri: PM ₁₀ in continuo	Da Novembre 2004 a Maggio 2008 Dal 13 Giugno 2008 in corso
POLV1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE.	2318348.9	5035065.62	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	20-22 Giugno, 18-20 Ottobre 2006, 22-24 Maggio, 25-27 Settembre, 9-11 Ottobre 2007, 20 Marzo 2008
POLV2	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, nel terrapieno sud, in prossimità dell'impianto di betonaggio	2318452.45	5034216.78	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	14 Luglio 2006
POLV3	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri, in prossimità di via B. Clemente, su una parte rialzata del margine della strada opposto al cantiere	2318460.8	5034345.72	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	31 Agosto, 5, 28 Settembre 2006
POLV4	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri in prossimità dell'impianto di betonaggio, all'inizio del terrapieno sud	2318507.18	5034227.91	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	11 Agosto 2006
POLV5	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, a 5-6m dalla macchina per realizzare i diaframmi	2318355.06	5034498.77	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	14, 15 Settembre 2006

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
POLV10	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri, all'incrocio con via Von Platen	2318306.82	5034835.13	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	27 Ottobre, 27 Novembre, 11 Dicembre 2006, 17, 30 Gennaio, 13, 27 Marzo 2007
POLV13	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	2318254.64	5035279.36	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	13-15 Novembre, 19-21 Dicembre 2006, 13-15 Febbraio, 26-27 Aprile, 24-25 Maggio, 18-20 Giugno, 18-20 Luglio, 1-3 Agosto 2007
POLV17	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, presso il terrapieno sud, su un prefabbricato adiacente alla pesa	2318442.29	5034211.6	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	24-25 Maggio, 18-20 Giugno, 18-20 Luglio, 1-3 Agosto, 25-27 Settembre, 9-11 Ottobre, 17-19 Ottobre, 27-29 Novembre, 5-7 Dicembre 2007, 22-23 Gennaio, 6-8 Febbraio, 27-29 Maggio, 25-27 Agosto, 20-22 Ottobre, 9-11 Dicembre 2008, 10-12 Febbraio 2009
POLV18	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato presso il ristorante "Al Bacaro" sul Lungomare Dante Alighieri	2318297.78	5035142.91	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	17-19 Ottobre, 27-29 Novembre, 5-7 Dicembre 2007, 22-23 Gennaio, 6-8 Febbraio, 27-29 Maggio, 25-27 Agosto, 20-22 Ottobre, 9-11 Dicembre 2008, 10-12 Febbraio 2009
POLV19	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato sulla panchina presso il lampione CV26 - 2.27 sul Lungomare Dante Alighieri	2318342.18	5035385.12	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	5 Dicembre 2007, 20 Marzo 2008
POLV6	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato sulla sommità del muro del Forte San Piero, adiacente alla rete del cantiere	2310345.36	5023359.99	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	27 Giugno, 4, 7 Agosto, 5, 22, 29 Settembre, 10 Ottobre, 23, 30 Novembre 2006, 11 Gennaio 2007
POLV11	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato sulla sommità del muro, direzione nord-sud, del Forte San Piero	2310346.27	5023307.38	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	29 Agosto, 25 Ottobre 2006
POLV15	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309890.47	5023562.24	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	23 Gennaio, 5-7 Febbraio, 19 Marzo, 28 Marzo, 18-19 Aprile, 17-19 Maggio, 20-22 Giugno, 24-26 Luglio, 27-29 Agosto, 17-19 Settembre, 29-31 Ottobre, 6-8 Novembre, 19-21 Dicembre 2007 9-11 Gennaio, 26-28 Febbraio, 25-27 Marzo, 9-11 Aprile, 23-25 Giugno, 26-28 Novembre 2008 12-14 Gennaio 2009

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
POLV16	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato nel cantiere, su di un prefabbricato	2310364.35	5023325.51	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	17-19 Maggio, 20-22 Giugno, 24-26 Luglio, 27-29 Agosto, 17-19 Settembre, 29-31 Ottobre, 6-8 Novembre, 19-21 Dicembre 2007 9-11 Gennaio, 26-28 Febbraio, 25-27 Marzo, 9-11 Aprile, 23-25 Giugno, 26-28 Novembre 2008 12-14 Gennaio 2009
POLV20	Bocca di Malamocco - Pellestrina, località Portosecco. Strumento posizionato lungo la Strada Comunale dei Murazzi, 20 metri a nord della fermata di Portosecco	2309484.50	5021038.6	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	10 Luglio 2008
POLV21	Bocca di Malamocco - Pellestrina, località Portosecco. Strumento posizionato nella piazza sul lato laguna	2390244.30	5021050.30	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	10 Luglio 2008
POLV22	Bocca di Malamocco - Pellestrina, località Portosecco. Strumento posizionato lungo la Strada Comunale dei Murazzi, 100 metri a nord della fermata di Portosecco	2309506.20	5021120.50	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	25 Settembre 2008
POLV23	Bocca di Malamocco - Pellestrina, località Portosecco. Strumento posizionato lungo la Strada Comunale dei Murazzi, 100 metri a nord della fermata di Portosecco in posizione arretrata di 20-25 metri rispetto al ciglio stradale	2309485.30	5021128.10	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	25 Settembre 2008
POLV7	Bocca di Chioggia - Ca' Roman Strumento posizionato all'esterno del cantiere, in prossimità dell'impianto di betonaggio	2307837.87	5012658.62	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	25 Luglio 2006
POLV8	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato in prossimità del Forte San Felice, su uno dei grossi massi che compongono l'argine della bocca di porto	2307458.72	5012091.78	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	7, 14 Agosto, 25 Settembre, 2, 13 Ottobre, 17, 20 Novembre, 15 Dicembre 2006 15 Gennaio, 12 Marzo, 23 Aprile 2007
POLV9	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato sul Molo Foraneo, alcuni metri fuori dal cantiere lato mare	2307906.87	5012047.92	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	25 Agosto, 8, 18 Settembre 2006

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
POLV12	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, dietro il prefabbricato, a sinistra dell'entrata	2307857.48	5012003.76	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	27-31 Ottobre 2006
POLV14	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, sul tetto di un container	2307857.93	5012002.08	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	12-14 Febbraio, 13-14 Marzo, 23-24 Aprile 2007
METAL1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	2318254.81	5035294.61	Polveri: metalli pesanti	Dal 14 al 28 Novembre 2006 Dal 5 al 18 Febbraio 2007
METAL2	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309886.58	5023556.59	Polveri: metalli pesanti	Dal 27 Settembre al 9 Ottobre 2006 Dal 29 Marzo al 6 Aprile 2007 Dal 25 Settembre al 10 Ottobre 2007 Dal 23 Gennaio al 5 Febbraio 2008 Dal 4 al 17 Luglio 2008 Dal 25 Settembre al 16 Ottobre 2008 Dal 10 al 23 Gennaio 2009
METAL3	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato nell'area di cantiere, dietro il prefabbricato a sinistra dell'entrata	2307851.24	5012036.27	Polveri: metalli pesanti	Dal 21 al 31 Ottobre 2006 Dal 22 Febbraio al 29 Marzo 2007 Dal 7 al 20 Settembre 2007 Dal 23 Gennaio al 5 Febbraio 2008 Dal 8 al 21 Settembre 2008 Dal 31 Gennaio al 17 Febbraio 2009
METAL4	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE.	2318346.76	5035066.54	Polveri: metalli pesanti	Dal 7 al 19 Settembre 2007 Dal 28 Novembre al 12 Dicembre 2007 Dal 23 Gennaio al 5 Febbraio 2008 Dal 8 al 21 Settembre 2008 Dal 31 Gennaio al 14 Febbraio 2009
IPA1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE.	2318440.05	5035084.13	Determinazione degli IPA in aria	Dal 1 al 17 Febbraio 2005 Dal 25 Novembre al 13 Dicembre 2005 Dal 5 al 19 Febbraio 2007

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
IPA2	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato all'interno del cantiere di Malamocco, presso la pesa	2310358.88	5023371.50	Determinazione degli IPA in aria	Dal 25 Settembre al 10 Ottobre 2006 Dal 19 Febbraio al 5 Marzo 2007 Dal 25 Settembre al 8 Ottobre 2007 Dal 10 al 26 Marzo 2008 Dal 25 Settembre al 7 Ottobre 2008 Dal 2 al 16 Marzo 2009
IPA3	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE.	2318408.60	5035090.23	Determinazione degli IPA in aria	Dal 4 al 12 Aprile 2006 Dal 3 al 14 Novembre 2006 Dal 23 Novembre al 5 Dicembre 2007 Dal 16 Febbraio al 1 Marzo 2008 Dal 5 al 19 Novembre 2008 Dal 9 al 24 Febbraio 2009
GAS1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE.	2318348.90	5035067.32	Misure di gas	Dal 20 al 29 Giugno 2006 Dal 13 al 28 Luglio 2006 Dal 22 Agosto al 21 Settembre 2006 Dal 13 al 19 Ottobre 2006 Dal 23 al 29 Ottobre 2006 Dal 29 Novembre 19 Dicembre 2006 Dal 22 Febbraio al 22 Marzo 2007 Dal 16 Maggio al 13 Giugno 2007 Dal 19 Luglio al 24 Agosto 2007 Dal 12 Settembre al 10 Ottobre 2007 Dal 15 Novembre al 12 Dicembre 2007 Dal 14 Gennaio al 14 Febbraio 2008 Dal 14 al 31 Marzo 2008 Dal 13 Maggio al 13 Giugno 2008 Dal 15 Luglio al 8 Agosto 2008 Dal 15 Settembre al 15 Ottobre 2008 Dal 14 Novembre al 11 Dicembre 2008 Dal 19 Dicembre 2008 al 15 Gennaio 2009 Dal 13 Febbraio al 17 Marzo 2009

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
GAS2	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309890.79	5023561.34	Misure di gas	Dal 29 Giugno al 13 Luglio 2006 Dal 28 Luglio al 22 Agosto 2006 Dal 22 al 28 Settembre 2006 Dal 5 al 11 Ottobre 2006 Dal 19 Dicembre 2006 al 22 Febbraio 2007 Dal 22 Marzo al 16 Maggio 2007 Dal 24 Agosto al 12 Settembre 2007 Dal 10 Ottobre al 15 Novembre 2007 Dal 12 Dicembre 2007 al 14 Gennaio 2008 Dal 14 Febbraio al 14 Marzo 2008 Dal 31 Marzo al 15 Aprile 2008 Dal 13 Giugno al 15 Luglio 2008 Dal 8 Agosto al 15 Settembre 2008 Dal 15 Ottobre al 14 Novembre 2008 Dal 15 Gennaio al 13 Febbraio 2009 Dal 21 Aprile 2009 in corso