



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/2**

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

Contratto prot.n. 17128 si/gce/fbe

Documento **MACROATTIVITÀ: ARIA**  
**RAPPORTO FINALE**

Versione **1.0**

Emissione **15 Giugno 2007**

Redazione

Dott. Andrea Gambaro  
(CNR-IDPA)

Verifica

Dott. Franco Belosi  
(CNR-ISAC)

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

## Indice

<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>1. INDICATORI MONITORATI E METODOLOGIA DI MISURA.....</b>	<b>6</b>
1.1 Deposizioni atmosferiche .....	6
1.2 PM10.....	8
1.3 Monitoraggio delle polveri ambientali.....	8
1.4 Determinazione dei metalli pesanti nel PM10.....	10
1.5 Idrocarburi Policicli Aromatici (IPA).....	12
1.6 Misure di gas .....	14
<b>2. DEFINIZIONE DELLE SOGLIE .....</b>	<b>17</b>
2.1 Introduzione .....	17
2.2 Deposizioni Atmosferiche .....	17
2.3 PM10.....	18
2.4 Metalli pesanti nel PM10 .....	18
2.5 Idrocarburi policiclici aromatici (IPA).....	19
2.6 Gas .....	19
<b>3. RISULTATI MONITORAGGIO DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE .....</b>	<b>21</b>
3.1 Introduzione .....	21
3.2 Risultati del monitoraggio.....	21
3.3 Superamenti di soglia .....	34
3.4 Conclusioni.....	35
<b>4. RISULTATI MONITORAGGIO POLVERI .....</b>	<b>37</b>
4.1 Introduzione .....	37
4.2 Misura del PM10 in continuo.....	37
4.2.1 Andamento annuale del PM10.....	37
4.2.2 Superamenti di soglia PM10 .....	43
4.2.3 Conclusioni PM10 in continuo .....	43
4.3 Monitoraggio delle Polveri Ambientali.....	44
4.4 Monitoraggio dei Metalli nel PM10 .....	45
4.4.1 Commenti finali.....	68
<b>5. RISULTATI MONITORAGGIO IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI.....</b>	<b>72</b>
5.1 Introduzione .....	72
5.2 Risultati del monitoraggio.....	72
5.3 Superamenti di soglia .....	75
5.4 Conclusioni.....	77

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

<b>6. RISULTATI MONITORAGGIO GAS .....</b>	<b>79</b>
6.1 Introduzione .....	79
6.2 Risultati del monitoraggio.....	79
6.3 Superamenti di soglia .....	87
6.4 Conclusioni.....	87
<b>7. CONCLUSIONI .....</b>	<b>89</b>
7.1 Introduzione.....	89
7.2 Sintesi attività di monitoraggio .....	89
<b>8. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>91</b>
<b>ALLEGATO: AGGIORNAMENTO SOGLIE .....</b>	<b>92</b>
A.1 Deposizioni Atmosferiche microinquinanti .....	92
A.2 PM10.....	93
A.3 Metalli pesanti nel PM10 .....	94
A.4 Idrocarburi Policiclici Aromatici .....	94
A.5 Gas .....	95

## INTRODUZIONE

Il presente documento descrive le attività ed i risultati del secondo anno di monitoraggio (maggio 2006 - aprile 2007) degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari relativamente alla matrice aria (Magistrato delle Acque, Nuovi Interventi per la Salvaguardia di Venezia, Studio B.6.72 B/2, 2006).

Il monitoraggio dei cantieri per la realizzazione degli interventi alle bocche lagunari per la regolazione dei flussi di marea (MOSE) fa riferimento al Disciplinare Tecnico (DT) che a sua volta è basato sulle valutazioni espresse nel documento relativo allo Studio di Impatto Ambientale (SIA) del Progetto di Massima degli Interventi alle Bocche Lagunari per la Regolazione dei Flussi di Marea (Sezione D, Quadro di Riferimento Ambientale, Vol. 2, 1997. N. Elaborato 95.T706-REL-T067.4 Consorzio Venezia Nuova) aggiornato alla luce delle normative nazionali ed internazionali intervenute successivamente alla sua stesura, in particolare la direttiva madre 96/62/CE e le direttive figlie 1999/30/CE, 2000/69/CE e 2002/3/CE: la direttiva madre è stata interamente recepita dal Decreto Legislativo n° 351 del 4 agosto 1999, mentre le direttive figlie 1999/30/CE (concernente i valori limite per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, il biossido di azoto, le polveri PM10 e il piombo) e 2000/69/CE (concernente i valori limite per il benzene e il monossido di carbonio) sono state recepite con il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Sanità n° 60 del 2 aprile 2002. Pertanto gli obiettivi del monitoraggio sono stati individuati sulla base delle pressioni ambientali individuate nel SIA e considerando i cambiamenti legislativi successivamente intervenuti in particolare quelli riferiti alla protezione della salute.

In questo secondo anno di attività il monitoraggio è stato esteso, per alcuni indicatori, alle bocche di Malamocco e Chioggia introducendo anche la misura del contenuto di metalli pesanti presenti nel PM10 e delle emissioni gassose. I metalli considerati sono quelli già previsti dalla normativa vigente (Pb, DM n. 60 del 02/04/02) e dalla direttiva europea CE 2004/107 (As, Ni, Cd).

In conclusione gli indicatori scelti per valutare lo stato della matrice aria sono stati: le deposizioni atmosferiche, le concentrazioni di PM10, le concentrazioni di metalli pesanti nel PM10, le concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), le concentrazioni di CO, NOX e NO2.

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

Dott. Franco Belosi (ISAC-CNR)

C. Buretta (IDPA-CNR)

Dott. Daniele Contini (ISAC-CNR)

Dott.ssa Daniela Cesari (ISAC-CNR)

V. Cester (IDPA-CNR)

G. Cozzi (IDPA-CNR)

Dott. Andrea Gambaro (IDPA)

Dott.ssa L. DiMatteo (ISAC-CNR)

Ing. Gianni Santachiara (ISAC-CNR)

Dott.ssa Angela Stortini (IDPA-CNR)

G. Trivellone (ISAC-CNR)

Sig. Guido Turatti (CORILA)

Ing. Giovanni Venier (CORILA)

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

V. Zampieri (IDPA-CNR)

## 1. INDICATORI MONITORATI E METODOLOGIA DI MISURA

Di seguito verrà fornita una descrizione sintetica della metodologia di monitoraggio per ciascun indicatore individuato.

### 1.1 Deposizioni atmosferiche

Le deposizioni atmosferiche vengono monitorate mediante una serie di campagne di misura con deposimetri bulk. Essi consistono in campionatori passivi dalla struttura in acciaio e dell'altezza di circa un metro, in grado di raccogliere contemporaneamente le deposizioni secche e umide. Ogni deposimetro è costituito da:

un raccoglitore in polietilene dove vengono raccolte le deposizioni per la determinazione dei microinquinanti inorganici. Prima del campionamento il contenitore viene decontaminato con ripetuti lavaggi con acqua Milli-Q leggermente acidificata con acidi grado Suprapur;

un raccoglitore in vetro dove vengono raccolte le deposizioni per la determinazione dei microinquinanti organici. Prima del campionamento il contenitore viene decontaminato con ripetuti lavaggi con solventi organici (Acetone, Diclorometano ed Esano).

Tenendo conto delle esigenze di rappresentatività e di salvaguardia dei campioni sono state individuate le seguenti postazioni di misura (Fig. 1.1):

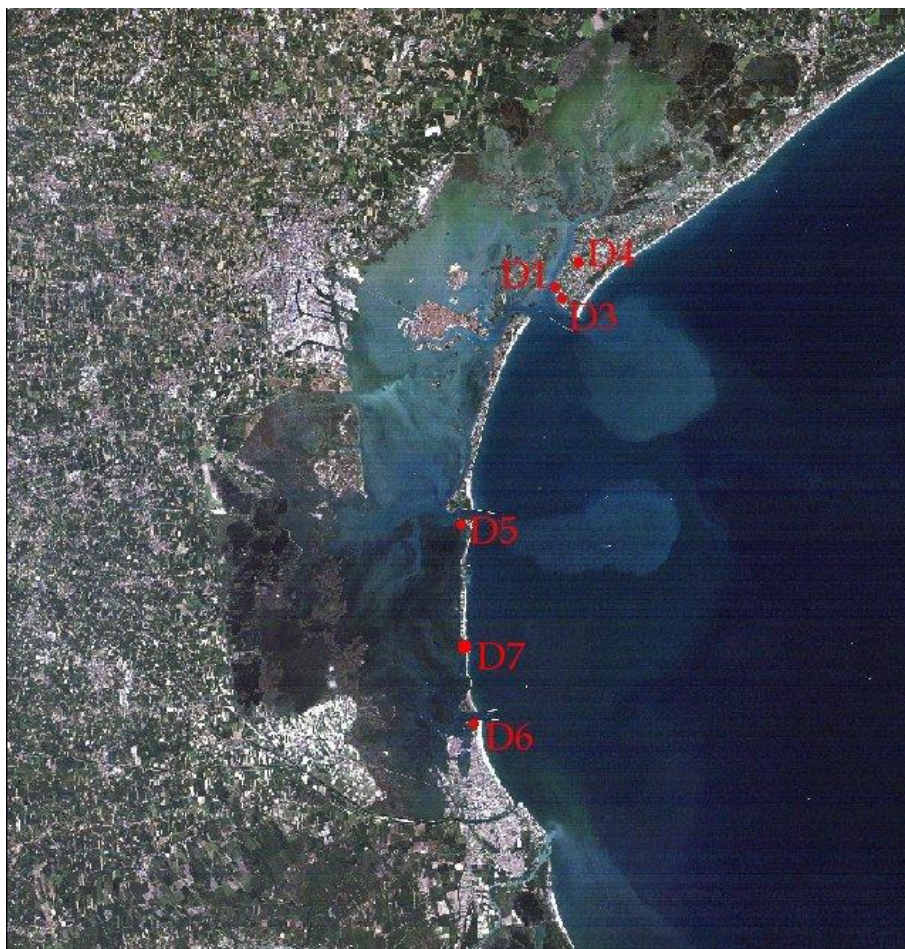


Fig. 1.1 – Stazioni di misura delle deposizioni atmosferiche

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

La tabella 1.1 riporta le coordinate Gauss Boaga delle stazioni di misura e una descrizione del sito dove sono collocate.

Tab. 1.1 – Coordinate Gauss Boaga delle stazioni per le deposizioni atmosferiche

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.
D1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno del cantiere di Lido-Treporti	2318311.98	5035320.33
D2	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE in prossimità del Lungomare Dante Alighieri	2318312.17	5035057.30
D3	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE in posizione arretrata rispetto al lungomare	2318409.78	5035068.64
D4	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato in un'area di pertinenza della Scuola Elementare Sandro Pertini	2319906.23	5036298.66
D5	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309887.86	5023549.46
D6	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, sul tetto di un container	2307852.55	5012001.78
D7	Bocca di Malamocco - Pellestrina Strumento posizionato all'interno del Cimitero, area ossario comune	2308172.80	5015524.97

Per quanto riguarda l'attività di monitoraggio si sottolinea quanto segue:

il primo campione a Ca' Roman (luglio 2006) è andato perso a seguito di un atto vandalico e la stazione è stata ricollocata sul lato Sottomarina (posizione D6, Tab. 1.1);

a seguito dei risultati ottenuti nella prima campagna effettuata a Chioggia, dove sono emersi valori di flussi di deposizione molto elevati, nella parte finale della seconda campagna di misure, il deposimetro D1 è stato ricollocato a Pellestrina (posizione D7);

è stata effettuata una quarta serie di misure (07/03/07-28/03/07) a Chioggia (posizione D6), completa dei microinquinanti inorganici ed organici, in sostituzione della prima serie di misure persa (1 campagna mese di luglio).

Le analisi chimiche sono state effettuate dal Laboratorio Centro Studi Microinquinanti Organici di Voltabarozzo del Magistrato alle Acque di Venezia per la componente organica, mentre per quella inorganica presso il laboratorio del Dipartimento di Scienze Ambientali (Università Ca' Foscari, Venezia). I composti determinati sono stati rispettivamente:

per la componente organica: Naftalene, Acenaftilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Indenopirene, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(g,h)perilene;

mentre per la componente inorganica: Vanadio, Cromo, Cobalto, Nichel, Arsenico, Molibdeno, Cadmio, Antimonio, Tallio e Piombo.



## 1.2 PM10

L'indicatore di PM10 rappresenta la concentrazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10  $\mu\text{m}$ . Le concentrazioni di PM10 sono state monitorate utilizzando il campionatore automatico basato sulla diffusione della luce (Air Genius -Unitec, Ferrara), certificato in data 25/01/2005, prot.068/2005, dall'Istituto IIA (Inquinamento dell'Atmosfera, CNR). Presso il campionatore di particolato è stata collocata una centralina per l'acquisizione dei parametri meteorologici standard (MET 3000R: direzione ed intensità del vento, umidità, pressione, temperatura, pioggia).

Il campionatore è stato posizionato all'interno del Circolo So.Ci.Ve. a Punta Sabbioni, in posizione centrale (Fig. 1.2) in modo da minimizzare le interferenze dovute alla vegetazione locale (Lat. 2318348.83; Long. 5035066.57).



Fig. 1.2 – Campionatore automatico sequenziale di PM10 (Air Genius, Unitec, Ferrara)

## 1.3 Monitoraggio delle polveri ambientali

Nel secondo anno di attività è stato introdotto il monitoraggio delle polveri ambientali (PM10), in aggiunta alla stazione fissa di cui al paragrafo precedente. L'attività prevede alcune misure presso i punti critici di emissione e presso i recettori (vicinanze delle abitazioni civili a Punta Sabbioni e casa di cura S. Maria al Mare a Malamocco) in tutte e tre le bocche di porto. I campionamenti vengono effettuati in alcune ore della giornata lavorativa comprendente la pausa pranzo. Si tratta quindi di misure di carattere differenziale mirate a stimare l'eventuale contributo delle attività di cantiere ai livelli di concentrazione di PM10 già presenti.

Le misure sono effettuate con un campionatore portatile DustTrak (TSI, Inc.) basato sul principio della nefelometria con frequenza di acquisizione di un dato al minuto.



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

L'analisi dati prevede l'individuazione di picchi di concentrazione nelle immediate vicinanze del cantiere ed il loro peso in termini di media oraria, l'influenza spaziale di tali picchi ed il confronto fra le medie nelle concentrazioni relative alle attività lavorative e quelle relative alla pausa pranzo.

La Fig. 1.3 mostra il sensore portatile nelle tre diverse bocche di porto, mentre la Fig. 1.4 riporta la collocazione dei punti di misura utilizzati durante l'anno di attività. Le coordinate Gauss Boaga sono riportate nella tabella 1.2



Fig. 1.3 – Monitoraggio con il Dust Trak a Punta Sabbioni (sinistra), Malamocco (centro) e Chioggia (destra).

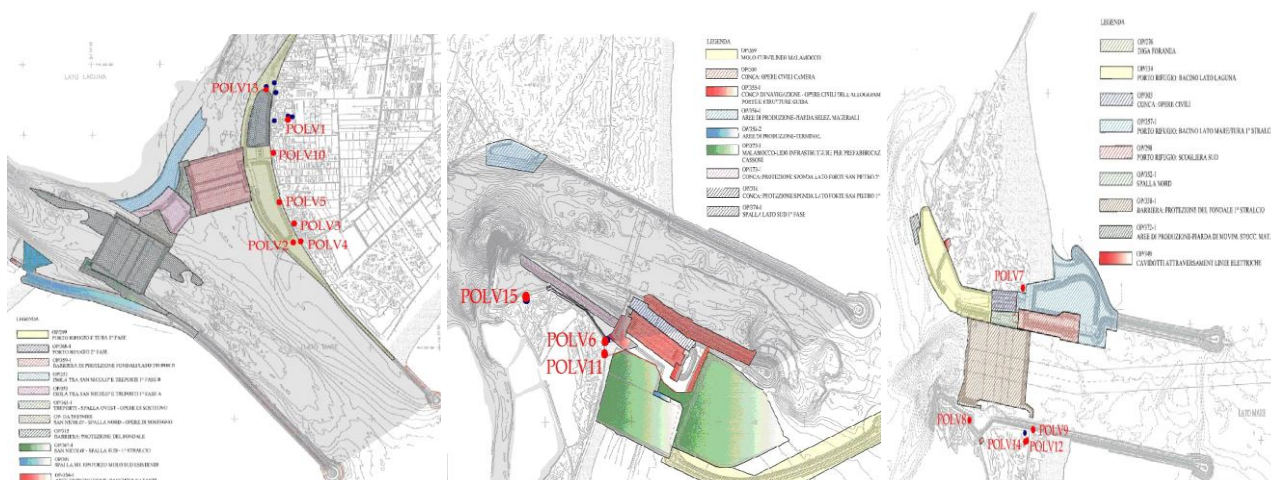


Fig. 1.4 – Collocazione dei punti di misura delle polveri con il sensore ambientale: sinistra Punta Sabbioni, al centro Malamocco e a destra Chioggia

Tab. 1.2 – Coordinate Gauss Boaga delle stazioni per le polveri ambientali con il sensore mobile

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.
POLV1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo VelaStrumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318348.90	5035065.62
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

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

<b>Codice</b>	<b>Località e note stazione</b>	<b>Lat.</b>	<b>Long.</b>
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	2318460.80	5034345.72
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
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
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
POLV7	Bocca di Chioggia - Ca' Roman Strumento posizionato all'esterno del cantiere, in prossimità dell'impianto di betonaggio	2307837.87	5012658.62
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
POLV9	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato sul Molo Foraneo, alcuni metri fuori dal cantiere lato mare	2307906.87	5012047.92
POLV10	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri, all'incrocio con via Von Platen	2318306.82	5034835.13
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
POLV12	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, dietro il prefabbricato, a sinistra dell'entrata	2307857.48	5012003.76
POLV13	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	2318254.64	5035279.36
POLV14	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, sul tetto di un container	2307857.93	5012002.08
POLV15	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309890.47	5023562.24

#### 1.4 Determinazione dei metalli pesanti nel PM10

Nel secondo anno di monitoraggio sono state previste delle misure di concentrazione dei metalli pesanti nel PM10. Il DT prevedeva la realizzazione di due campagne annuali, ciascuna della durata di 10 gg, presso le tre bocche di porto con un campionatore mobile. In particolare, a Punta



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

Sabbioni erano previste due campagne/anno in simultanea all'interno e all'esterno del cantiere con l'obiettivo di individuare alcuni metalli traccianti delle lavorazioni eseguite. A Malamocco e Chioggia erano previste due campagne /anno in ciascuna bocca per i soli metalli oggetto di normativa (Pb, As, Ni e Cd). Per il mercurio, previsto dalla direttiva europea, non è stato effettuato il monitoraggio sia perché non sono ancora stati previsti i limiti di riferimento, sia in quanto scarsamente rappresentativo di emissioni da attività di cantiere.

Durante la prima campagna in simultanea a Punta Sabbioni alcune difficoltà tecniche, dovute al malfunzionamento dei campionatori e a improvvise interruzioni della alimentazione elettrica del campionatore posizionato all'interno dell'area cantieri, hanno ridotto il numero di giorni di confronto. Inoltre, i valori elevati di deposizione atmosferica misurati a Chioggia hanno portato ad approfondire lo studio dell'area aumentando i campionamenti da 2 a 3 all'anno. Pertanto a Treporti nella seconda campagna di misure è stato effettuato un solo periodo di monitoraggio (rispetto ai due previsti) all'interno dell'area cantiere con lo scopo di aumentare la statistica dei dati raccolti ed ottenere delle indicazioni sugli elementi caratterizzanti le attività monitorate.

La fig. 1.5 riporta la collocazione delle stazioni di misura, mentre la tabella 1.3 le relative coordinate Gauss Boaga.

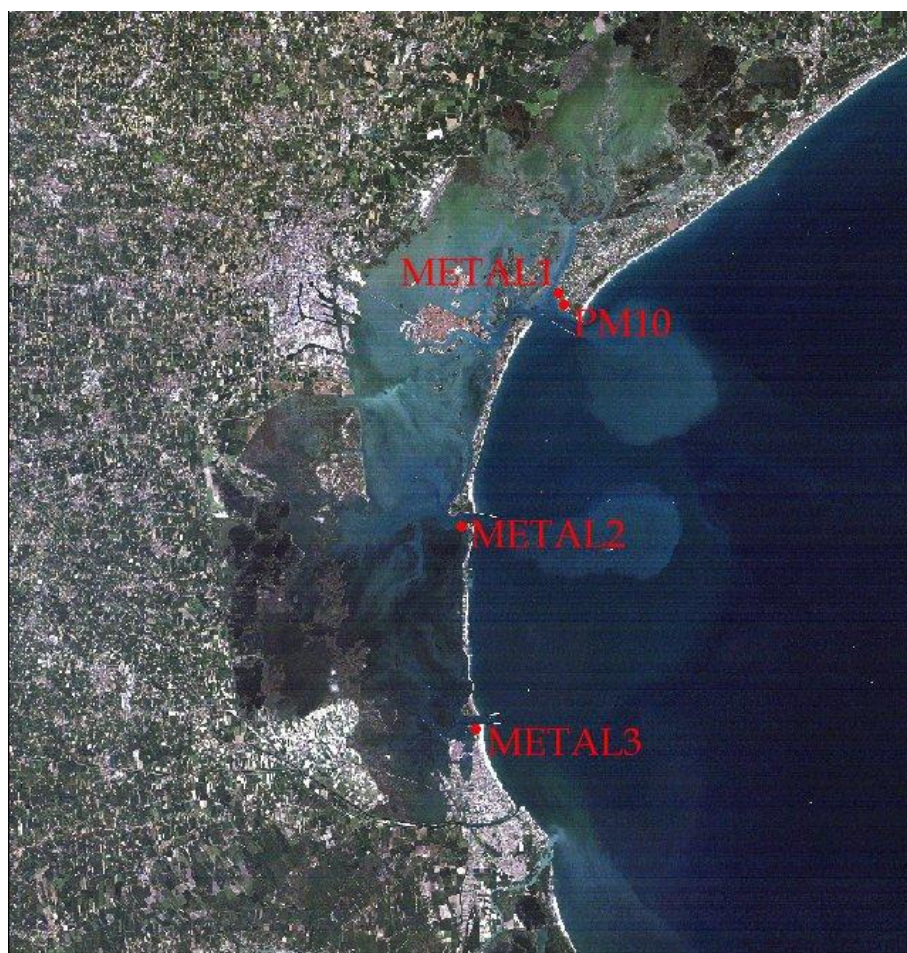


Fig. 1.5 - Stazioni di misura dei metalli pesanti nel PM10

Tab. 1.3 - Coordinate Gauss Boaga delle stazioni per la misura dei metalli pesanti nel PM10

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.
PM10	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318348.83	5035066.57

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

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.
METAL1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	2318254.81	5035294.61
METAL2	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309886.58	5023556.59
METAL3	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato nell'area di cantiere, dietro il prefabbricato a sinistra dell'entrata	2307851.24	5012036.27

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 PM<sub>10</sub>, 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 HNO<sub>3</sub> 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;
- 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). I metalli analizzati sono stati i seguenti: Mo, Cu, Fe, Pb, Ni, Cd, Cr, As, Sb, V, Zn.

### 1.5 Idrocarburi Policicli Aromatici (IPA)

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), sia associati alle particelle di polvere che presenti in fase gassosa, sono considerati ad elevata azione cancerogena e rappresentativi dei processi di combustione che comprendono, fra gli altri, le emissioni dovute a veicoli ad alimentazione diesel quali quelli presenti nell'area cantieri (scavatrici, benne, mezzi marittimi, ecc.).

Il campionamento è stato effettuato con un campionatore ad alto volume (Tisch Environment) con l'aspirazione dell'aria (portata 0.4 m<sup>3</sup>/min) attraverso un filtro in fibra di quarzo (QFF), per la raccolta degli IPA presenti sulle particelle di polvere, e attraverso un materiale adsorbente, posto a



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

valle del filtro, e costituito da un cilindro in schiuma di poliuretano (PUF), per il campionamento della frazione di IPA presente in Fase vapore. In Fig. 1.6 vengono riportati i punti di misura e in Tab. 1.4 le relative coordinate.

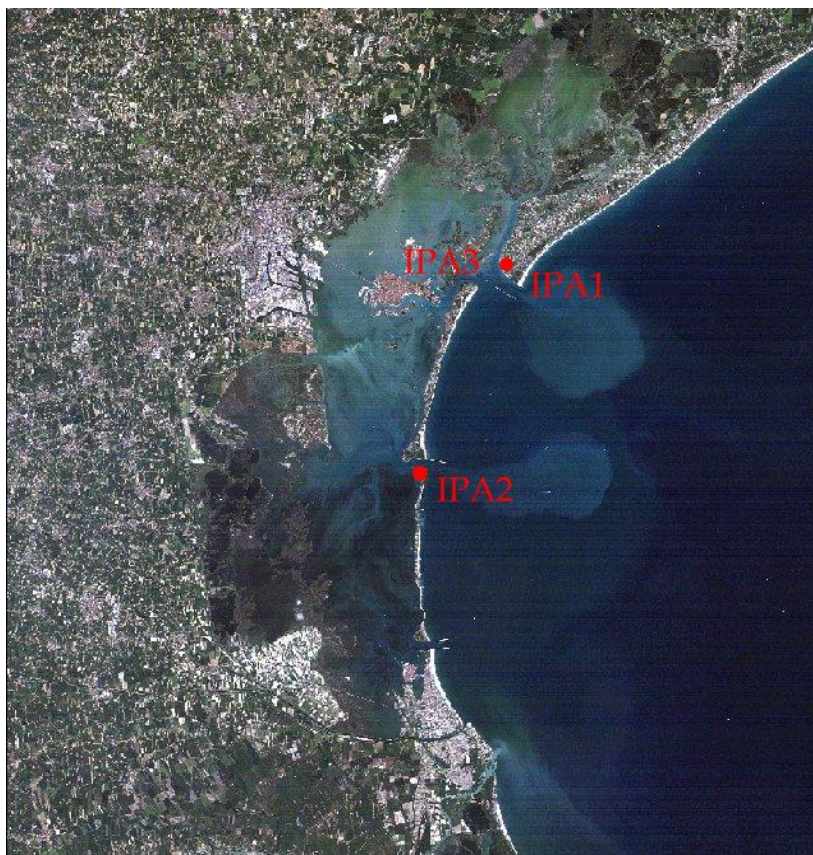


Fig. 1.6 – Postazioni di misura per gli IPA

Tab. 1.4 – Coordinate Gauss Boaga dei punti di misura degli IPA in aria

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.
IPA1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318440.05	5035084.13
IPA2	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato all'interno del cantiere di Malamocco, presso la pesa	2310358.88	5023371.50
IPA3	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318408.60	5035090.23

Le analisi chimiche sono state effettuate dal Laboratorio Centro Studi Microinquinanti Organici di Voltabarozzo del MAV. Gli IPA determinati sia nella fase vapore (puff) che aerosospesa (aerosol) sono i seguenti: Naftalene, Acenaftilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Indenopirene, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(g,h)perilene.

## 1.6 Misure di gas

Nel secondo anno di monitoraggio sono state effettuate delle misure di CO, NOX e NO2 con una stazione mobile. I campionamenti sono stati effettuati su base settimanale, con frequenza di acquisizione oraria, presso le bocche di Malamocco e Punta Sabbioni

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. I livelli di concentrazione rilevati durante il secondo anno di monitoraggio sono sempre stati molto bassi e prossimi al limite di rilevabilità. Da quanto finora rilevato non appare quindi necessario, per il prossimo anno, incrementare il livello di monitoraggio con stazioni fisse di monitoraggio.

La Fig. 1.7 mostra il campionario nelle due postazioni di misura, riportate in fig. 1.8, mentre la tabella 1.5 riporta le coordinate dei punti di misura.



Fig. 1.7 – Posizionamento del campionario per i gas a Punta Sabbioni (sinistra) e Malamocco (destra)

Tab. 1.5 – Coordinate Gauss Boaga delle postazioni di misura dei gas

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.
GAS1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318348.90	5035067.32
GAS2	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309890.79	5023561.34



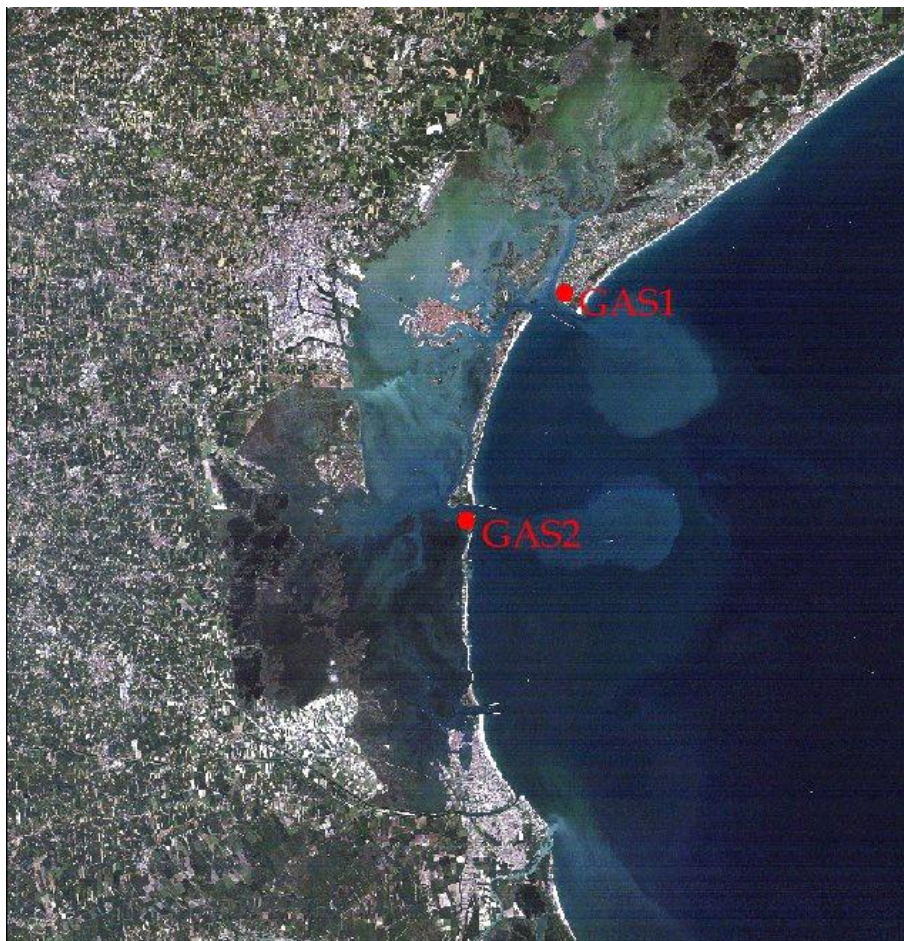


Fig. 1.8 - Postazioni di misura dei gas

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.

La soluzione proposta, basata su sensori di nuova generazione, offre i vantaggi di avere un sistema di misura trasportabile e con minore manutenzione. 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 NOx e  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per NO<sub>2</sub>. 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 NOx e  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per NO<sub>2</sub>. 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 NOx e  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per NO<sub>2</sub>.

Le misure sono state effettuate nei seguenti periodi:



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

○ Punta Sabbioni:

- SAB1: 22/06/06 – 28/06/06;
- SAB2: 18/07/06 – 24/07/06;
- SAB3: 24/08/06 – 30/08/06;
- SAB4: 05/09/06 – 11/09/06;
- SAB5: 14/09/06 – 20/09/06;
- AB6: 13/10/06 – 19/10/06;
- AB7: 23/10/06 – 29/10/06;
- AB8: 04/12/06 – 10/12/06;
- AB9: 12/12/06 – 18/12/06;
- AB10: 05/03/07 – 11/03/07;
- SAB11: 15/03/07 – 21/03/07.

○ Malamocco:

- MAL1: 05/07/06 – 11/07/06;
- MAL2: 28/07/06 – 03/08/06;
- MAL3: 15/08/06 – 21/08/06;
- AL4: 22/09/06 – 28/09/06;
- AL5: 05/10/06 – 11/10/06;
- AL6: 19/12/06 – 25/12/06;
- AL7: 04/01/07 – 10/01/07;
- AL8: 16/01/07 – 22/01/07;
- AL9: 15/02/07 – 21/02/07;
- AL10: 04/04/07 – 10/04/07;
- AL11: 12/04/07 – 18/04/07.

## 2. DEFINIZIONE DELLE SOGLIE

### 2.1 Introduzione

Per quanto riguarda le soglie di riferimento si fa riferimento a quanto riportato nell'Allegato "Aggiornamento Soglie Deposizioni Atmosferiche, PM10, IPA" (Studio B6.72/1, agosto 2006). Per gli indicatori introdotti nel secondo anno di monitoraggio si fa riferimento ai limiti legislativi in vigore. Si fa presente che nel secondo anno di monitoraggio sono state estese le misure anche presso le bocche di Malamocco e Chioggia; per questi siti, non disponendo di serie storiche o di dati provenienti dalla letteratura per le deposizioni atmosferiche e per gli IPA in aria, sono state utilizzate le soglie messe a punto Punta Sabbioni.

### 2.2 Deposizioni Atmosferiche

Microinquinanti organici: soglia di attenzione di 690 ngm<sup>-2</sup>die<sup>-1</sup>, la soglia di allarme 10.575 ng/m<sup>2</sup>g calcolate come medie geometriche delle misure effettuate.

Microinquinanti inorganici: soglia di attenzione

Elemento	Media (µgm <sup>-2</sup> die <sup>-1</sup> )	Dev. Standard (µgm <sup>-2</sup> die <sup>-1</sup> )	Soglia (µgm <sup>-2</sup> die <sup>-1</sup> )
Vanadio	2,8	1,0	3,8
Cromo	2,5	1,0	3,5
Cobalto	0,3	0,1	0,4
Nichel	2,4	1,2	3,6
Arsenico	1,1	0,8	1,9
Molibdeno	1,4	1,7	3,1
Cadmio	0,3	0,3	0,6
Antimonio	0,5	0,3	0,8
Piombo	4,8	2,2	7,0
Tallio	0,03	0,03	0,06

Soglia di allarme

Soglia di allarme Rapporto di Variabilità (Studio B.6.72 b/1) (µgm <sup>-2</sup> die <sup>-1</sup> )	
<sup>51</sup> V	> 13,5
<sup>53</sup> Cr	> 6,4
<sup>60</sup> Ni	> 11,0
<sup>75</sup> As	> 2,0
<sup>111</sup> Cd	> 1,1
<sup>121</sup> Sb	> 1,4
<sup>208</sup> Pb	> 20,4

Si precisa che il significato attribuito a queste soglie, in assenza di riferimenti legislativi è quello di essere dei valori di riferimento (desunti dai risultati di ricerche svolte nel territorio, ad esempio [Rossini P. *et al.*, 2005]) che in caso di superamento richiedono analisi più approfondite dei dati acquisiti.

### 2.3 PM10

#### Soglia di medio periodo:

Concentrazione media giornaliera superiore a **50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  (DM n. 60 del 02/04/2004);

#### Soglia di breve periodo dovuta a possibili sollevamenti eolici:

PM10 (media oraria) > **75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

Direzione Vento (170-360 gradi)

Velocità del vento > 4 m/s

Il valore di 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  è rappresentativo della media delle concentrazioni orarie ottenute dai quadranti ESE-S-WSW con la relativa deviazione standard. Tali quadranti sono indicativi delle direzioni di provenienza di sabbia sollevata dal vento e proveniente dalle spiagge di Lido e Punta Sabbioni. Quando è stata definita tale soglia l'estensione dei cantieri a Treporti non comprendeva il Terrapieno Sud.

#### Emissioni di cantiere (periodo estivo):

PM10 (media oraria) > **38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

Direzione Vento (170-360 gradi)

Giorno lavorativo e orario: 8-20

Velocità del vento < 4 m/s

#### Emissioni di cantiere (periodo invernale):

PM10 (media oraria) > **85  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

Direzione Vento (170-360 gradi)

Giorno lavorativo e orario: 8-20

Velocità del vento < 4 m/s

In caso di superamento di una soglia di breve periodo vengono attivate delle indagini conoscitive caratterizzate dal confronto con i dati ARPAV, con l'andamento dei parametri meteorologici e con l'andamento temporale delle concentrazioni. Solo al termine di queste valutazioni si stabilisce se c'è stato un effetto dovuto ai cantieri. Pertanto, l'impiego della media con una deviazione standard implica sicuramente un maggior numero casi da indagare che però non necessariamente determinano degli allarmi.

### 2.4 Metalli pesanti nel PM10

Per quanto riguarda i metalli pesanti si fa riferimento ai limiti legislativi in vigore o indicati dalla Comunità Europea: il valore limite per il Pb (unico metallo normato nella Legislazione Italiana) è **500  $\text{ng}/\text{m}^3$**  come media annuale delle medie giornaliere (DM n° 60 del 2 Aprile 2002, allegato IV). Per As, Cd, Ni i limiti (valore obiettivo), riferiti alla media annuale, indicati dalla Comunità Europea (2004/107/CE) sono i seguenti:

Elemento	Valore obiettivo ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )
As	6
Cd	5
Ni	20

## 2.5 Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Il DM 25/11/1994 (Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti) fissa l'obiettivo di qualità, dal 1 gennaio 1999, per gli IPA, riferiti al Benzo(a)pirene, a 1 ng/m<sup>3</sup> espressa come media annuale delle medie giornaliere. Questa soglia tuttavia prevede delle misure di durata annuale.

Le concentrazioni di Benzo(a)pirene evidenziano inoltre un forte andamento stagionale legato sia alla tipologia di sorgenti (ad esempio il riscaldamento domestico), alle condizioni meteorologiche e alla presenza di radiazione solare (degradazione fotolitica).

Pertanto, si è ritenuto di introdurre una soglia di attenzione per il Benzo(a)Pirene dipendente dal mese di campionamento; in particolare è stata proposta la media di Benzo(a)Pirene del mese nel quale si effettuano i campionamenti, ottenuta dalla serie storica delle misure ARPAV svolte presso le stazioni di Bissuola e Circonvallazione, incrementata di una deviazione standard.

Mese	Media	Dev.Stand.	Soglia
Gennaio	5,6	1,6	<b>7,2</b>
Febbraio	2,8	0,6	<b>3,4</b>
Marzo	0,8	0,3	<b>1,1</b>
Aprile	0,2	0,1	<b>0,3</b>
Maggio	0,1	0,0	<b>0,1</b>
Giugno	0,1	0,0	<b>0,1</b>
Luglio	0,1	0,0	<b>0,1</b>
Agosto	0,1	0,0	<b>0,1</b>
Settembre	0,2	0,1	<b>0,3</b>
Ottobre	0,8	0,3	<b>1,1</b>
Novembre	3,0	1,2	<b>4,2</b>
Dicembre	4,5	1,1	<b>5,6</b>

La soglia di allarme, secondo il Rapporto di Variabilità (Studio B.6.72 B/1), è identificata come la concentrazione di Benzo(a)pirene > 9.4 ng/m<sup>3</sup>.

## 2.6 Gas

Per i gas monitorati si fa riferimento alle soglie normative in vigore (DM n. 60 del 02/04/2002):

### Valori limite protezione per la salute umana

Monossido di Carbonio (CO): 10 mg/m<sup>3</sup> massimo sulla media di 8 ore

Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>): 230 µg/m<sup>3</sup> media oraria (comprensivo del margine di tolleranza per il 2007), da non superare più di 18 volte/anno

### Valori limite per l'esposizione cronica

Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>): 46 µg/m<sup>3</sup> media anno (comprensivo del margine di tolleranza per il 2007)

### Valori limite per la protezione della vegetazione

Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>): 30 µg/m<sup>3</sup> media anno

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

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 Km<sup>2</sup>...” (Allegato VIII, DM 60 02/04/02). La determinazione di un eventuale impatto dovuto alle attività di cantiere sulla vegetazione richiede, pertanto, una diversa impostazione del monitoraggio che non può prescindere, in questo caso, da una specifica attività di modellistica numerica. Quindi, il confronto con la soglia relativa alla vegetazione non può che essere di tipo qualitativo.

### 3. RISULTATI MONITORAGGIO DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE

#### 3.1 Introduzione

Durante il secondo anno di monitoraggio, in accordo a quanto previsto dal DT (B.6.72/B2) - attività 2.4.1 - il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche è stato effettuato mediante due campagne di misura; la prima dal 03/07/06 al 20/10/06, mentre la seconda dal 14/12/06 al 28/03/07.

#### 3.2 Risultati del monitoraggio

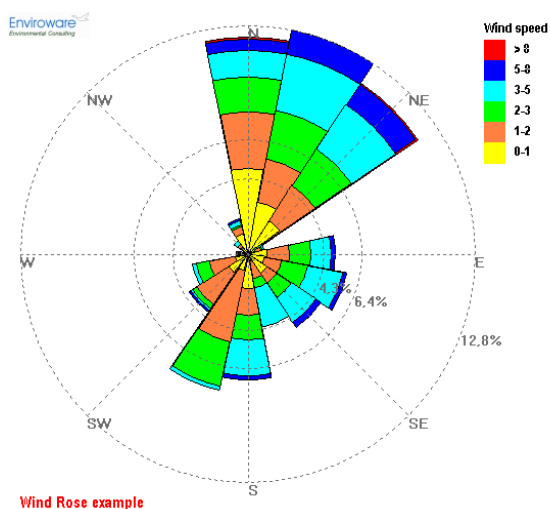
La tabella 3.1 riporta sinteticamente i dati relativi alle due campagne di misura:

Tab. 3.1 – Riepilogo dati relativi alle due campagne di misura effettuate del primo anno di monitoraggio

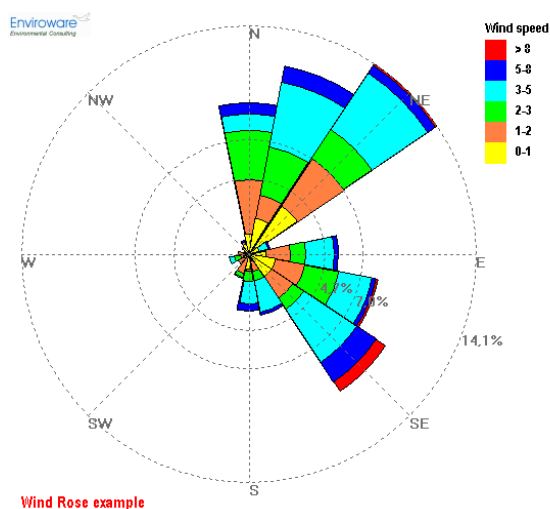
Deposimetri	Data Inizio	Data Fine	Totale giorni	Precipitazione Punta Sabbioni (mm H <sub>2</sub> O)	Precipitazione Chioggia e Malamocco (mm H <sub>2</sub> O)
D1, D3, D4, D5	03/07/06	10/08/06	39	80,2	28,8
D1, D3, D4, D5, D6	10/08/06	15/09/06	37	113,8	25,5
D1, D3, D4, D5, D6	15/09/06	20/10/06	36	155,4	137,5
D1, D3, D4, D5, D6	14/12/06	12/01/07	29	28,3	15,6
D1, D3, D4, D5, D6	12/01/07	05/02/07	24	0,4	6,6
D3, D4, D5, D6, D7	05/02/07	07/03/07	30	61,8	66,3
D6, D7*	07/03/07	28/03/07	21	/	37,4

\* solo componente inorganica

Le Figg. 3.1 e 3.2 riportano, rispettivamente per la prima campagna e la seconda campagna di misure, le rose dei venti per i periodi monitorati. Per i siti di Malamocco e di Chioggia si è utilizzata la stazione meteorologica gestita dal CVN di Molo Ceppe.

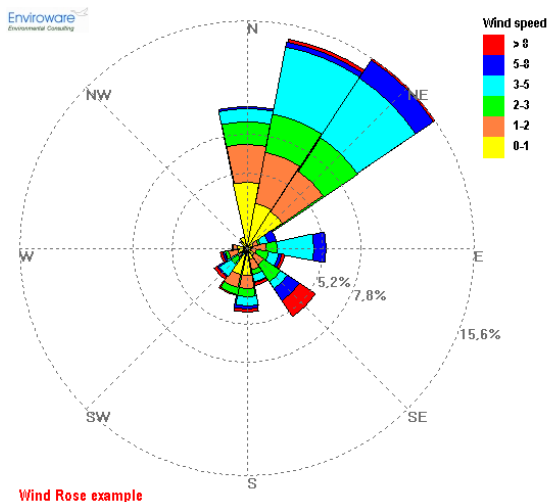


Rosa dei venti, Punta Sabbioni, 03/07/06 - 10/08/06



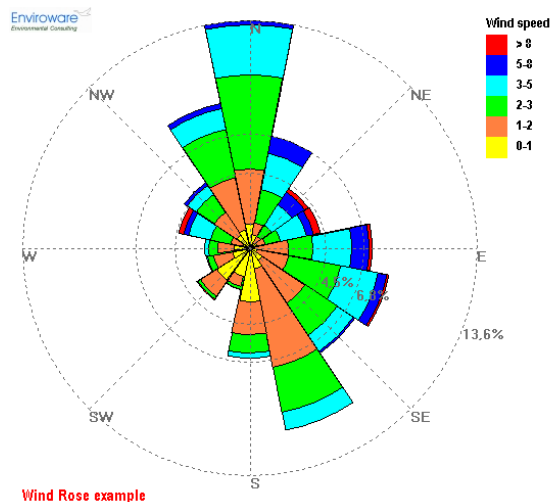
Rosa dei venti, Punta Sabbioni, 10/08/06 - 15/09/06

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



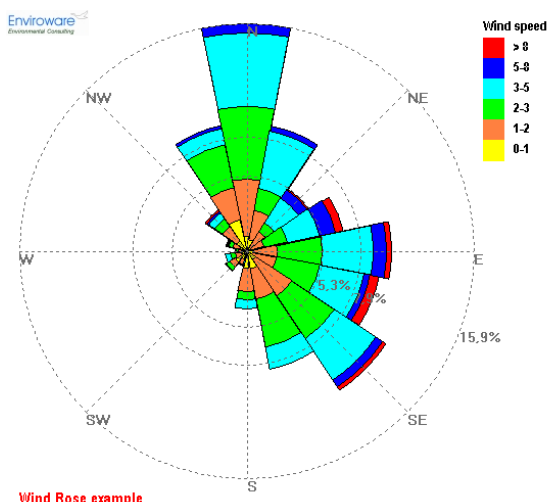
Wind Rose example

Rosa dei venti, Punta Sabbioni, 15/09/06 - 20/10/06



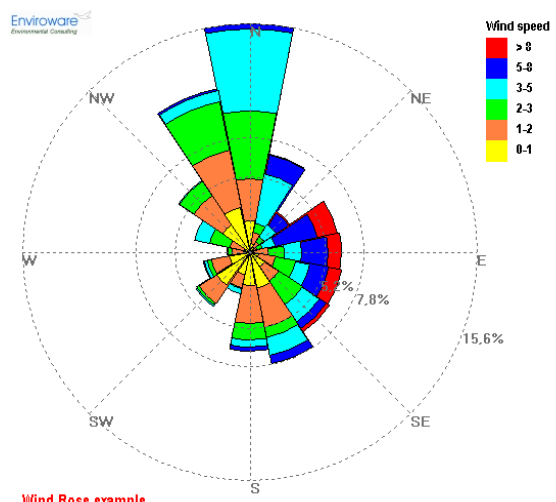
Wind Rose example

Rosa dei venti, Ceppe, 03/07/06 - 10/08/06



Wind Rose example

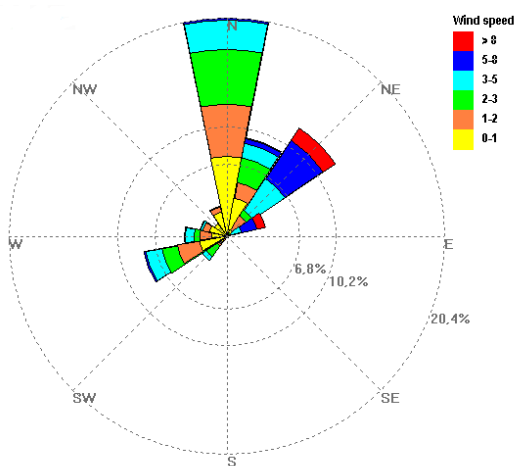
Rosa dei venti, Ceppe, 10/08/06 - 15/09/06



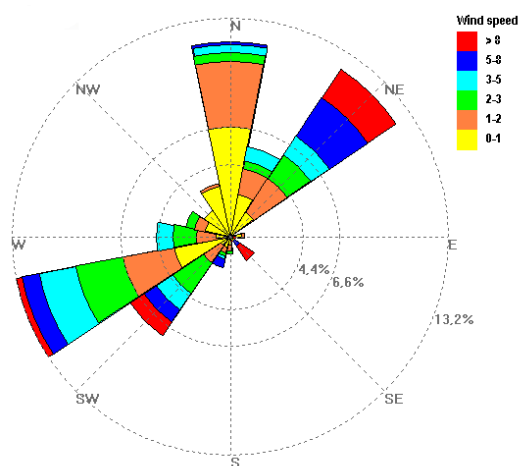
Wind Rose example

Rosa dei venti, Ceppe, 15/09/06 - 20/10/06

Fig. 3.1 – Rose dei venti relative alla prima campagna di misure



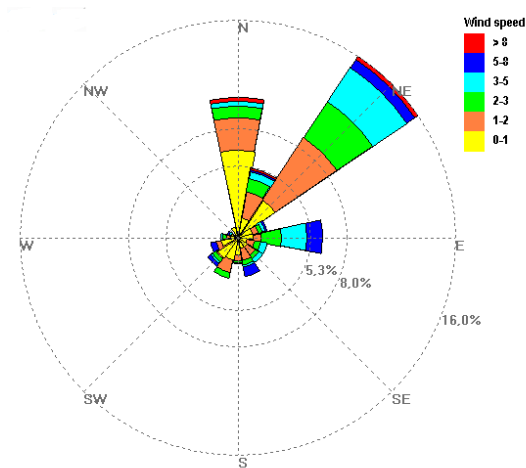
Rosa dei venti, Punta Sabbioni, 14/12/06 - 12/01/07



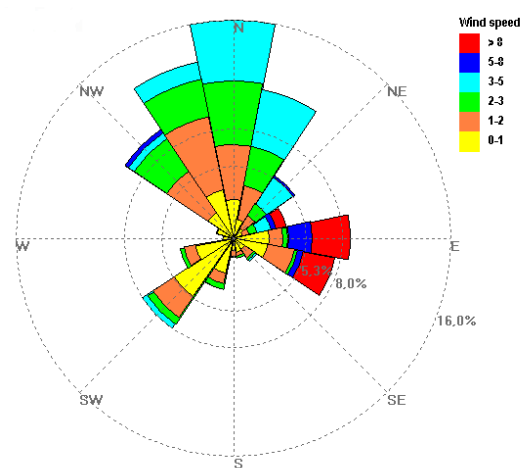
Rosa dei venti, Punta Sabbioni, 12/01/07 - 05/02/07



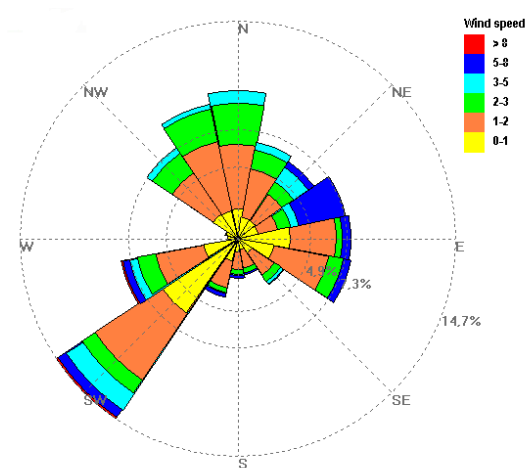
CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



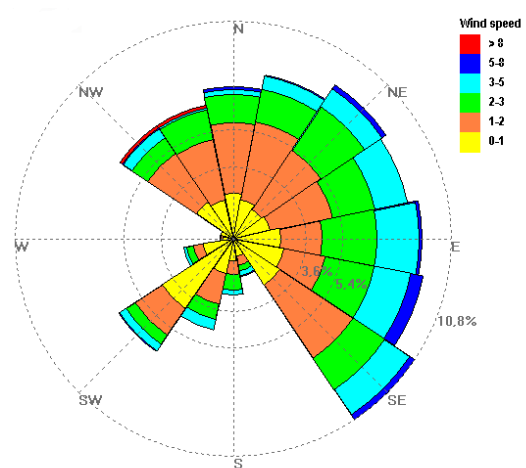
Rosa dei venti, Punta Sabbioni, 05/02/07 - 07/03/07



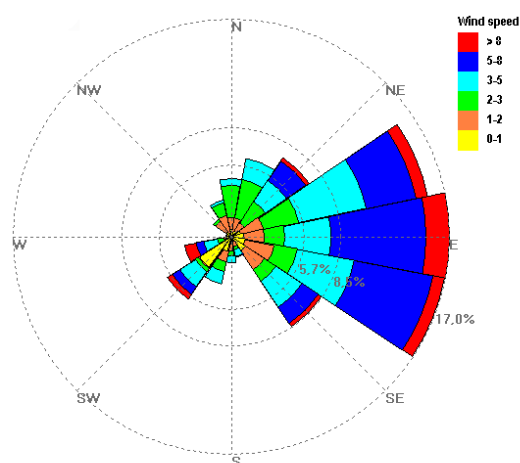
Rosa dei venti, Ceppe, 14/12/06 - 12/01/07



Rosa dei venti, Ceppe, 12/01/07 - 05/02/07



Rosa dei venti, Ceppe, 05/02/07 - 07/03/07



Rosa dei venti, Ceppe, 07/03/07- 28/03/07

Fig. 3.2 – Rose dei venti relative alla seconda campagna di misure

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

Nel seguito vengono riportati sinteticamente i risultati delle due campagne sperimentali, il loro confronto e il confronto, per il sito di Punta Sabbioni, con i risultati ottenuti nel monitoraggio effettuato nel precedente anno.

#### Microinquinanti organici

La tabella seguente (Tab. 3.2) riporta le medie dei flussi di deposizione, espressi come  $\text{ngm}^{-2}\text{die}^{-1}$ , per gli IPA totali. La deviazione standard è riportata in presenza di almeno tre misure.

Tab. 3.2 – Riepilogo flussi medi di deposizione: unità di misura  $\text{ngm}^{-2}\text{die}^{-1}$

		D1	D3	D4	D5	D6	D7
<b>1 Campagna</b>	<b>Media</b>	207	249	180	716	383	/
	<b>Dev. Standard</b>	87	143	68	974		
	<b>Mediana</b>	243	261	165	217	/	/
	<b>Media geometrica</b>	192	217	172	333	/	/
<b>2 Campagna</b>	<b>Media</b>	698	337	372	580	510	117
	<b>Dev. Standard</b>	/	287	267	616	355	/
	<b>Mediana</b>	/	378	521	415	557	/
	<b>Media geometrica</b>	/	192	261	321	385	/

Si sottolinea che nella seconda campagna in D1 sono state effettuate due misure, tre misure in D3 e D4 e D5, quattro di D6, mentre in D7 è stata raccolta una sola deposizione e quindi la media coincide con l'unico valore misurato. L'elevato valore della deviazione standard per il deposimetro D5 è dovuto alla misura del 10/08/06-15/09/06 che ha presentato un flusso di deposizione particolarmente elevato.

Le Fig. 3.3 - 3.6 riportano gli istogrammi delle medie aritmetiche dei flussi di deposizioni con le relative deviazioni standard (dove il numero delle misure è superiore a 3) per gli IPA totali, gli IPA RC (rischio cancerogeno), il Benzo(a)pirene e il Fluorantene.

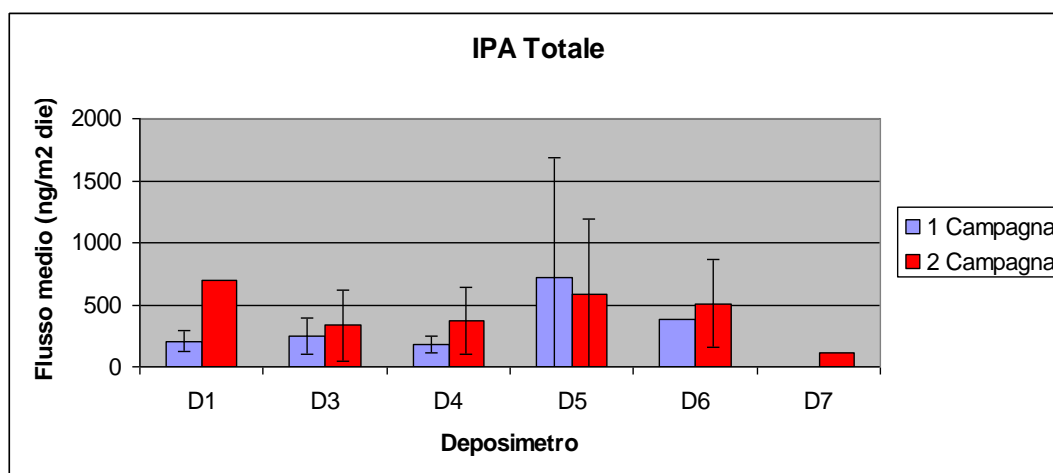


Fig. 3.3 – Deposizioni relative agli IPA totali

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

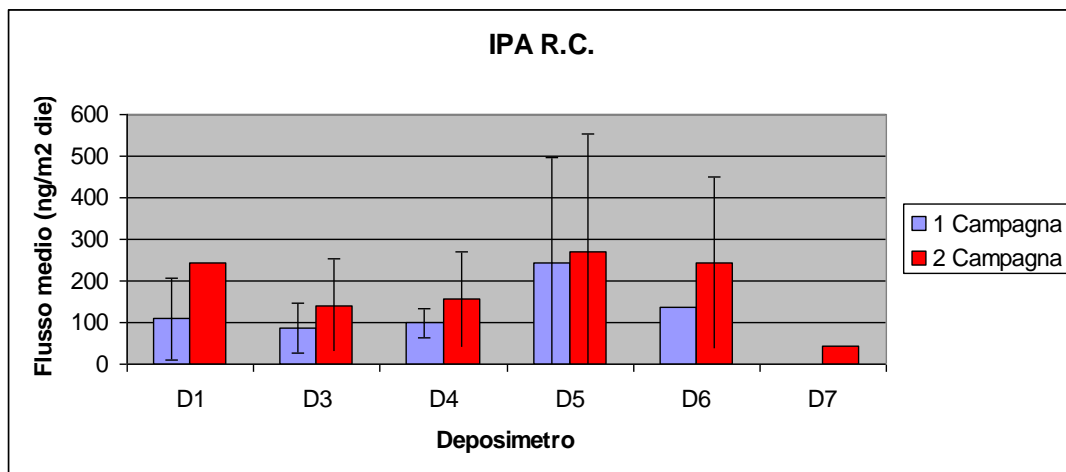


Fig. 3.4 - Deposizioni relative agli IPA R.C

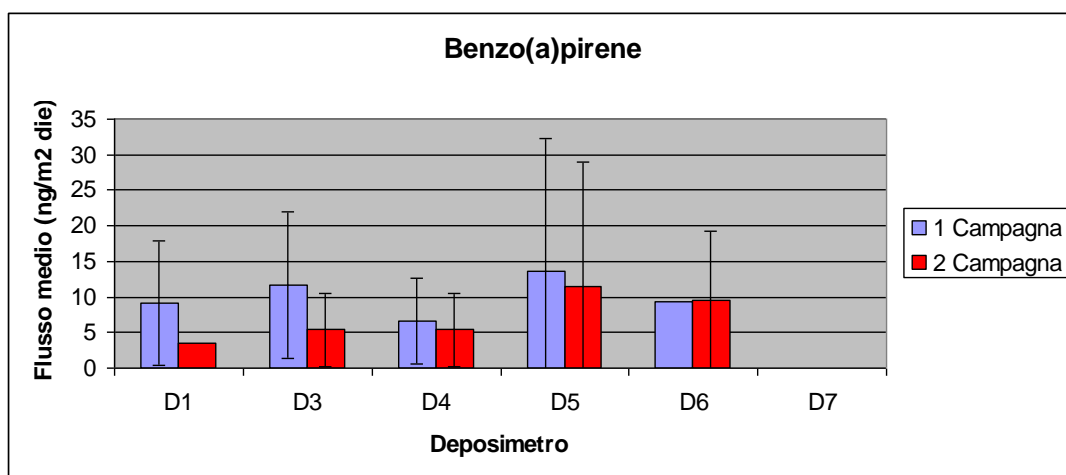


Fig. 3.5 - Deposizioni relative al Benzo(a)Pirene

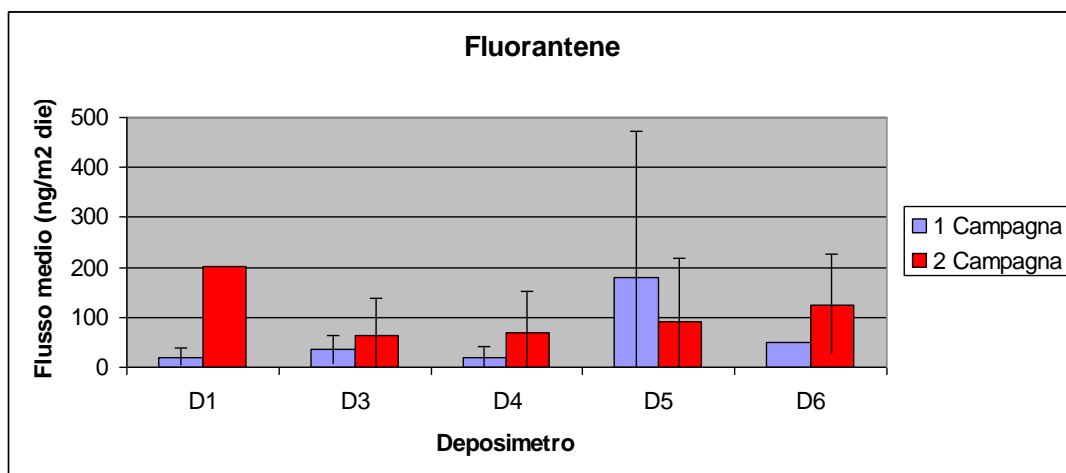


Fig. 3.6 - Deposizioni relative al Fluorantene

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

Si ricorda che gli IPA RC sono quelli considerati a Rischio Cancerogeno (EPA), mentre il Fluorantene, secondo alcuni autori, può essere considerato un indicatore delle emissioni nei motori diesel e presenta inoltre una modesta reattività ambientale [Masclet P. *et al.*, 1986].

Nella Tabella 3.3 sono riportate le medie relative al Fluorantene e alla sommatoria dei flussi di deposizione per i seguenti composti: Naftalene, Acenftilene, Acenaftalene, Fluorene, Fenantrene che altri autori indicano come caratteristici delle emissioni dei veicoli diesel [Khalili N. R. *et al.*, 1995].

Tab. 3.3 – Media aritmetica per i flussi di deposizione (ng/m<sup>2</sup>die) di alcuni composti IPA ritenuti significativi delle emissioni dei veicoli diesel.

1 Campagna		D1	D3	D4	D5	D6	D7
Σ Naftalene, Acenftilene, Acenaftalene, Fluorene, Fenantrene	Media	59	109	48	152	103	/
Fluorantene	Media	20	35	20	179	50	/
2 Campagna							
Σ Naftalene, Acenftilene, Acenaftalene, Fluorene, Fenantrene	Media	108	96	116	115	68	53*
Fluorantene	Media	200	62	70	91	125	NR

\*un solo dato disponibile; NR Non Rilevabile

La tabella seguente (Tab. 3.4) riporta il confronto con i risultati del primo anno di monitoraggio (escludendo la Fase A) per gli IPA Totali.

Tab. 3.4 – Riepilogo flussi medi di deposizione e loro confronto con il precedente anno di monitoraggio: unità di misura ngm<sup>-2</sup>die<sup>-1</sup>

	Deposizione	D1	D3*	D4	D5	D6	D7
1 Anno	Media	433	217	262	/	/	/
	Dev. Std.	566	199	269	/	/	/
	Media Geometrica	228	129	135	/	/	/
2 Anno	Media	403	293	276	648	468	117**
	Dev. Std.	297	208	204	732	293	/
	Media Geometrica	318	204	212	327	377	/

\* per il primo anno di monitoraggio si è considerata la media delle deposizioni D3 e D2.

\*\* la media coincide con l'unico dato raccolto

Dalla tabella 3.4 si osserva che le medie aritmetiche dei deposimetri D1, D3 e D4 sono confrontabili nei due anni di monitoraggio; le medie geometriche risultano superiori nel secondo anno di monitoraggio e più vicine alle medie aritmetiche (valori dei flussi di deposizione più omogenei fra una misura e l'altra) rispetto al primo anno. Si osservano infine flussi di deposizione più elevati per i deposimetri di Chioggia e Malamocco.

#### Microinquinanti inorganici

Le Figg. 3.7-3.16 riportano gli istogrammi dei flussi di deposizione, per ciascun metallo, per le due campagne effettuate con le relative deviazioni standard (se il numero di misure è superiore o uguale a tre).

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

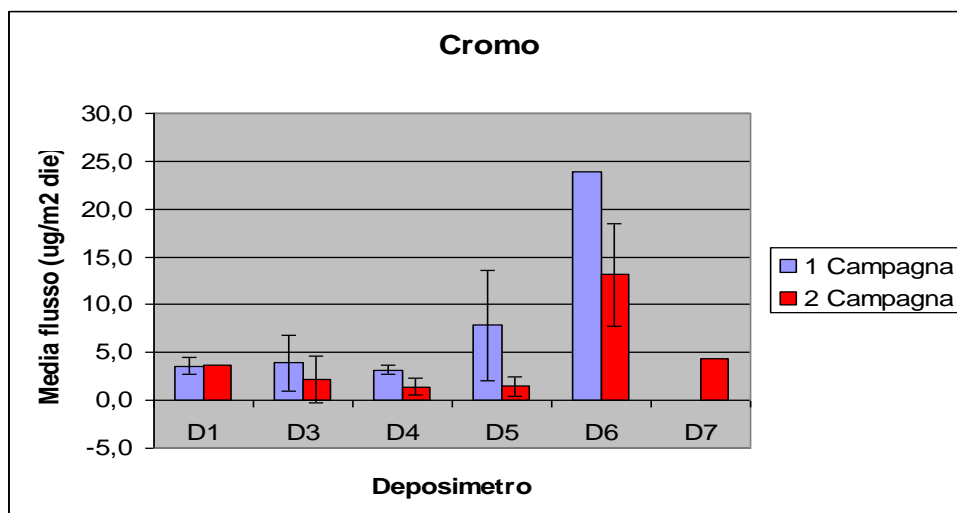


Fig. 3.7 - Deposizioni per il Cromo

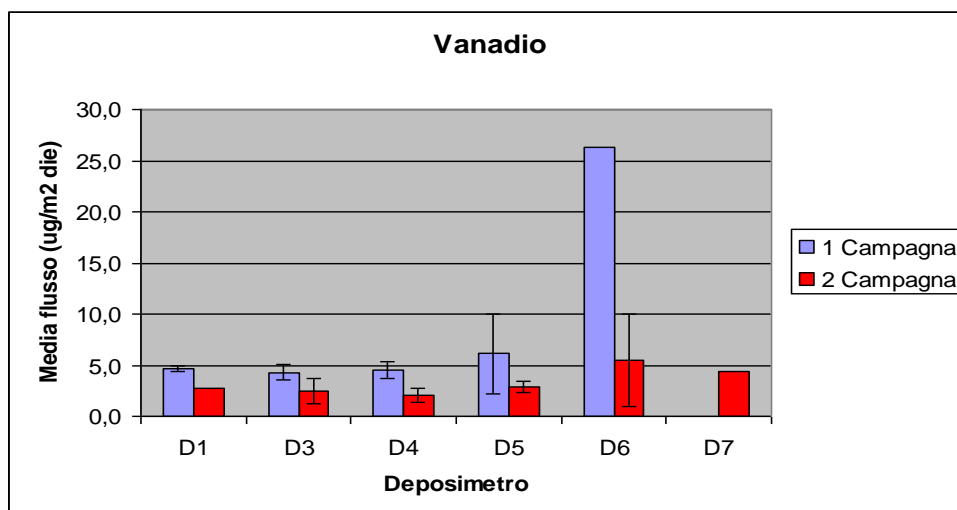


Fig. 3.8 - Deposizioni per il Vanadio

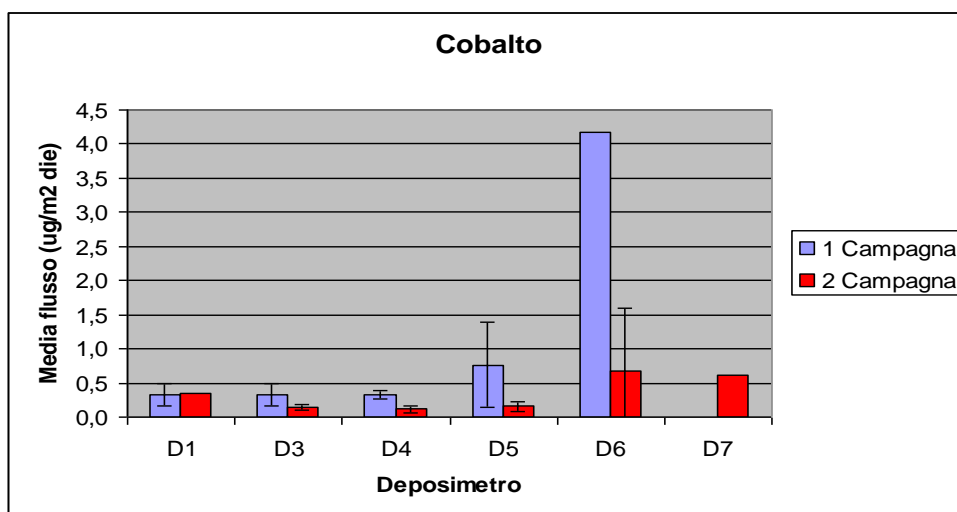


Fig. 3.9 - Deposizioni per il Cobalto

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

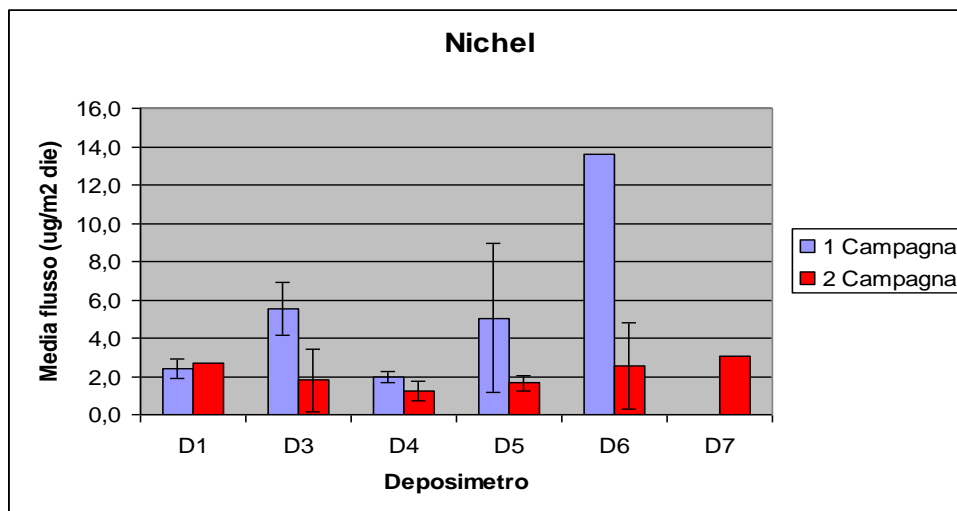


Fig. 3.10 – Deposizioni per il Nichel

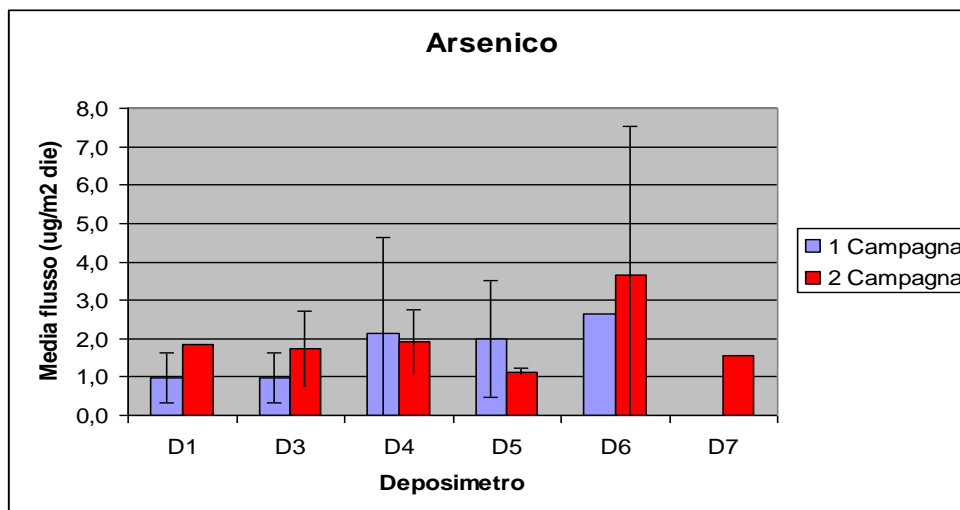


Fig. 3.11 – Deposizioni per l'Arsenico

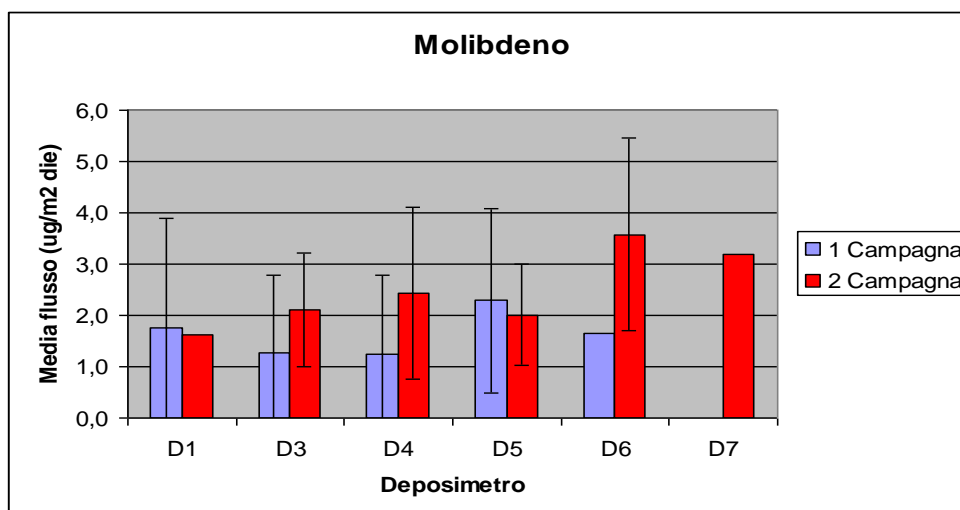


Fig. 3.12 – Deposizioni per il Molibdeno

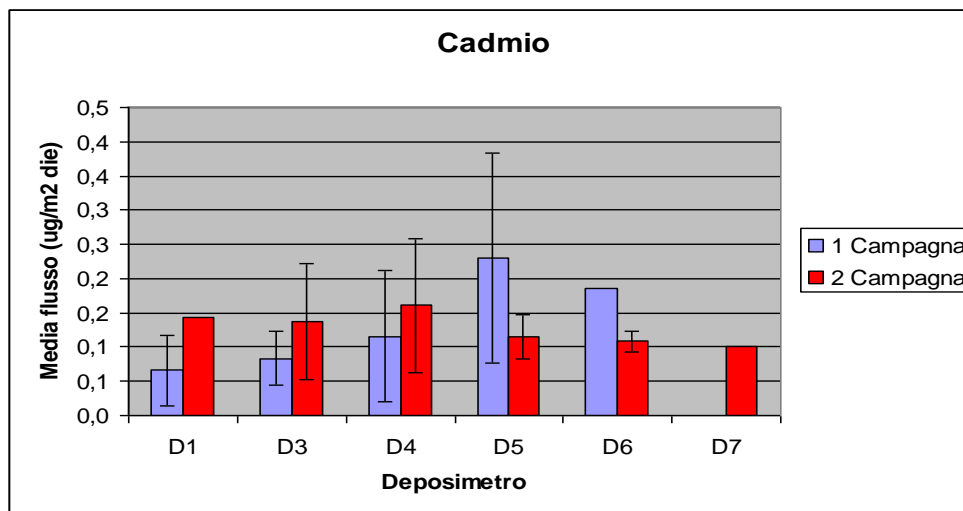


Fig. 3.13 - Deposizioni per il Cadmio

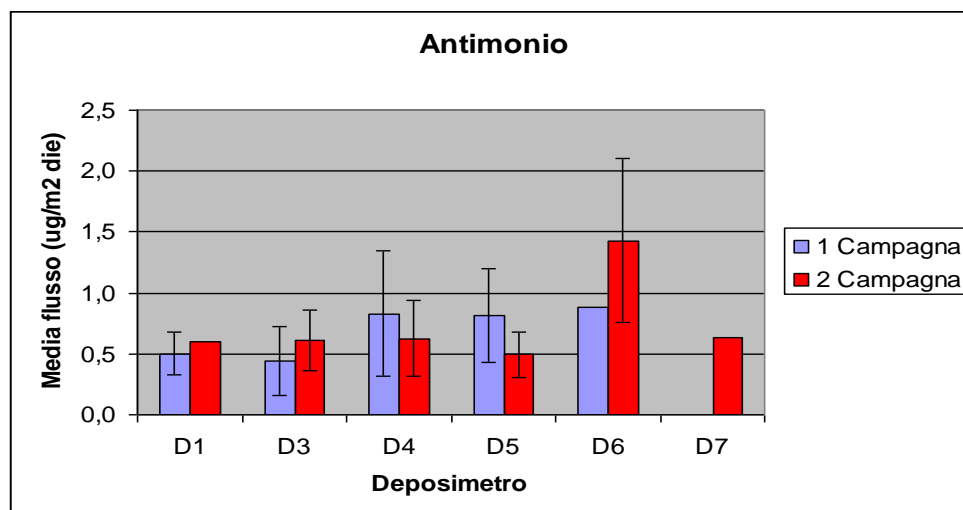


Fig. 3.14 - Deposizioni per l'Antimonio

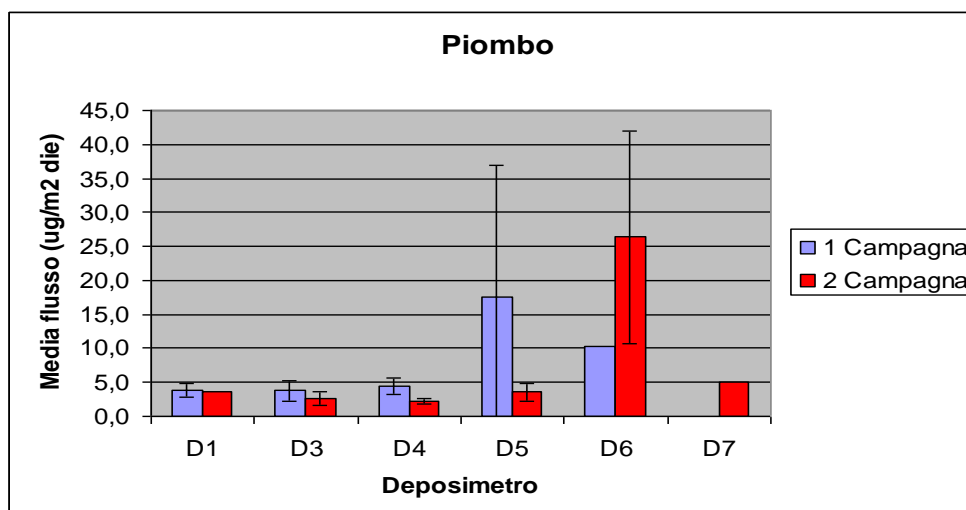


Fig. 3.15 - Deposizioni per il Piombo



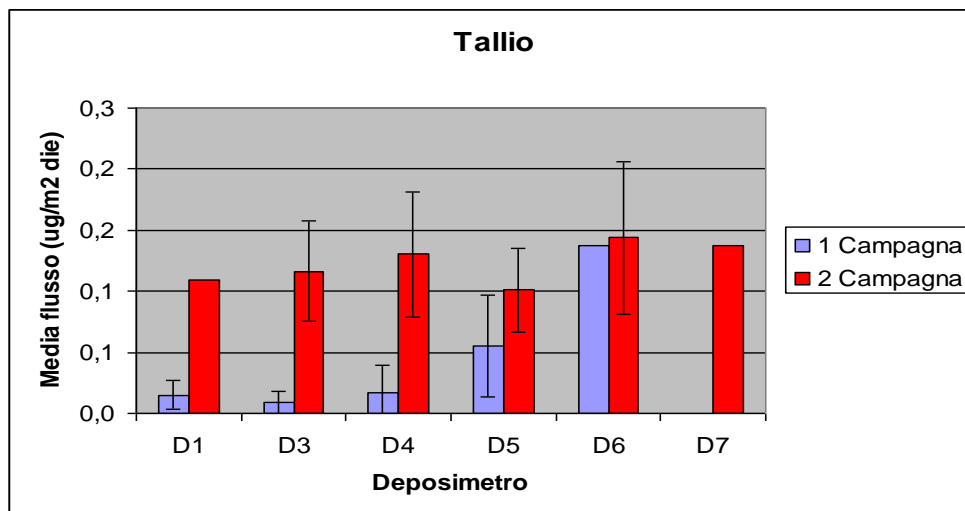


Fig. 3.16 - Deposizioni per il Tallio

La Fig. 3.17 mostra le correlazioni fra le deposizioni, misurate nella prima e seconda campagna, dei vari elementi e la precipitazione. Nell'asse delle ordinate è riportato il coefficiente di correlazione.

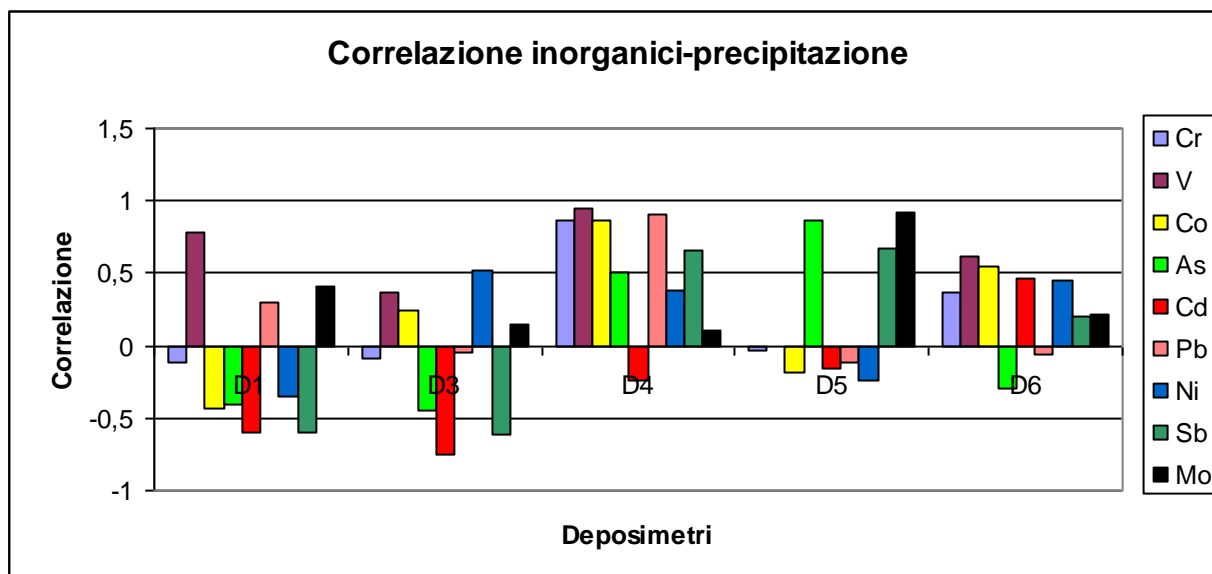


Fig. 3.17 - Correlazione fra le deposizioni dei microinquinanti inorganici e la precipitazione

In generale la correlazione fra deposizioni e precipitazione risulta molto modesta (ad eccezione del V) a differenza del precedente anno di misura (correlazione discreta per Mo, Cr, V, Sb, Ni e Pb nel deposimetro D4 e D3, Fig. 31.7 del Rapporto Finale, Studio B.6.72 B/1, agosto 2006).

Per i deposimetri di Punta Sabbioni è possibile un confronto con le deposizioni del primo anno di monitoraggio. Le Fig. 3.18-3.27 riportano gli istogrammi relativi alle medie delle deposizioni, per ciascun elemento, delle deposizioni totali del primo e secondo anno di monitoraggio (Fase A esclusa), con le relative deviazioni standard.

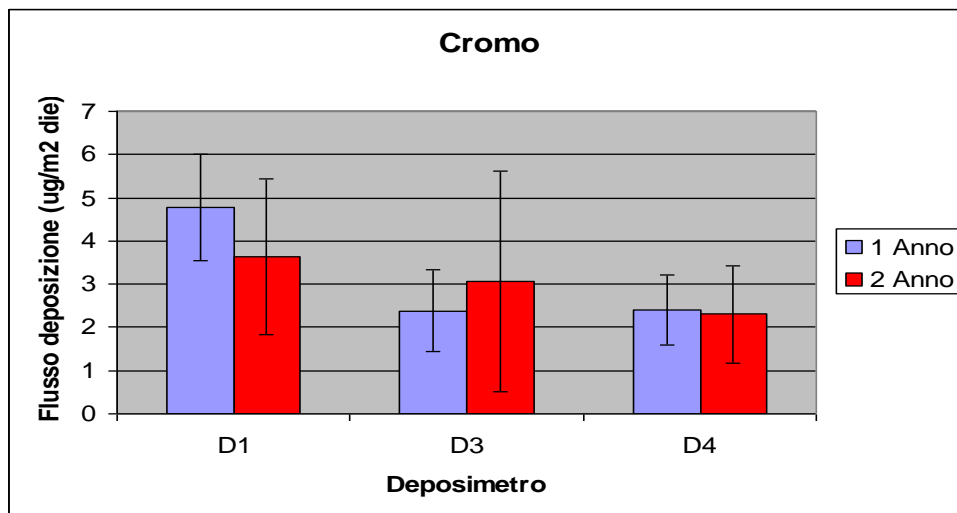


Fig. 3.18 - Confronto deposizione media per il Cromo nei due anni di monitoraggio

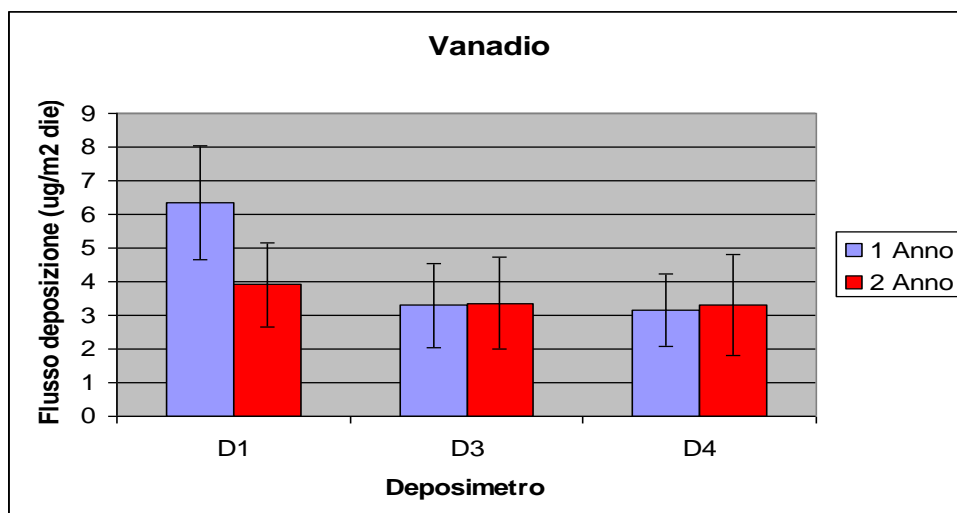


Fig. 3.19 - Confronto deposizione media per il Vanadio nei due anni di monitoraggio

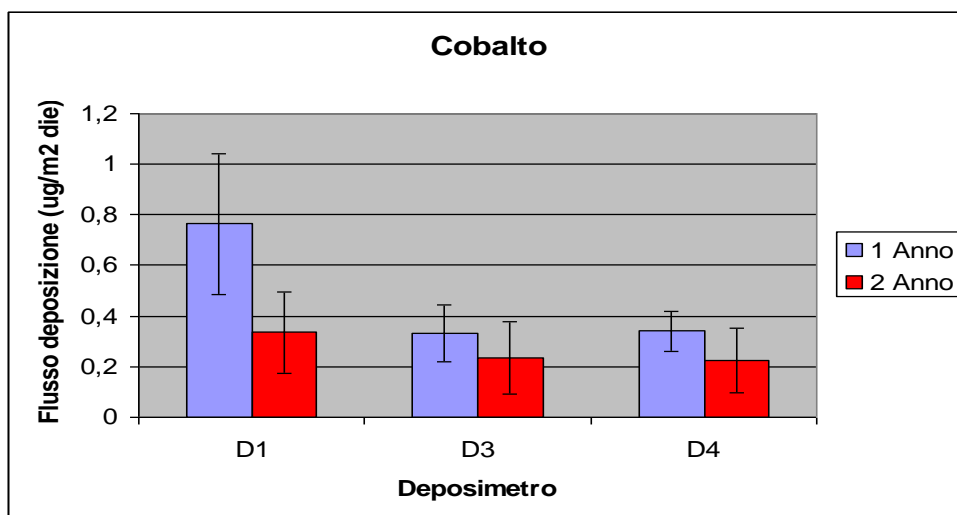


Fig. 3.20 - Confronto deposizione media per il Cobalto nei due anni di monitoraggio

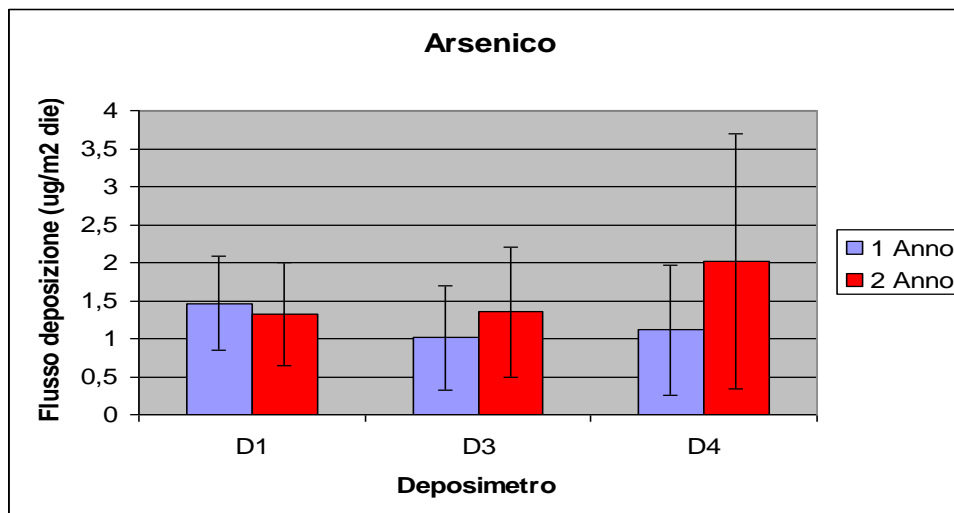


Fig. 3.21 - Confronto deposizione media per l'Arsenico nei due anni di monitoraggio

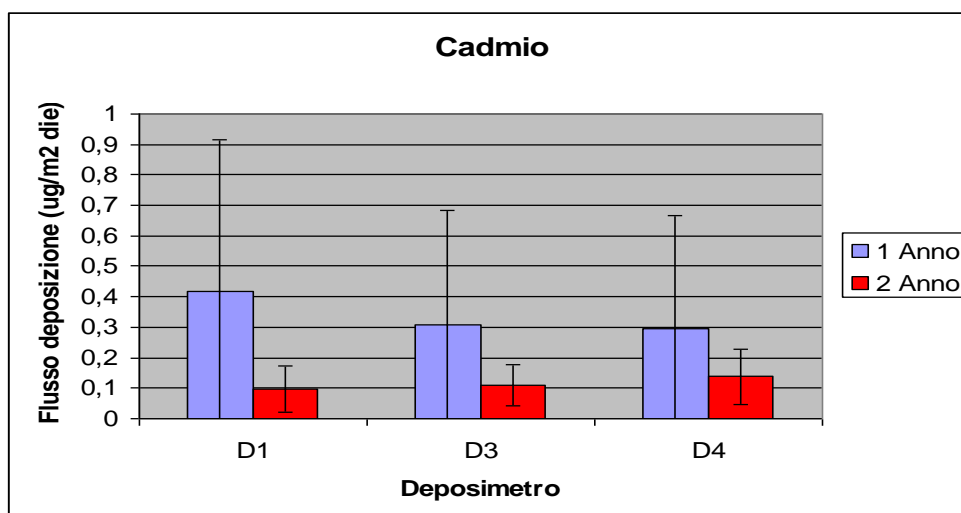


Fig. 3.22 - Confronto deposizione media per il Cadmio nei due anni di monitoraggio

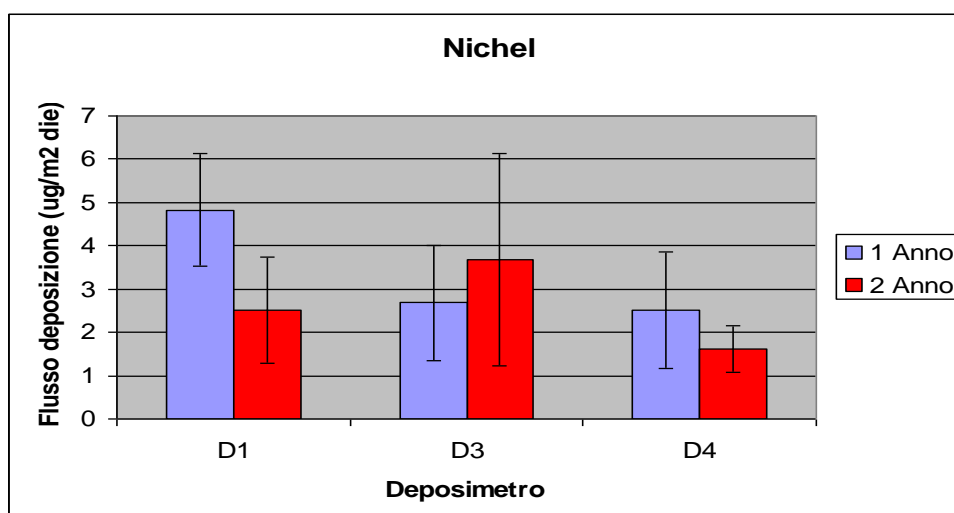


Fig. 3.23 - Confronto deposizione media per il Nichel nei due anni di monitoraggio

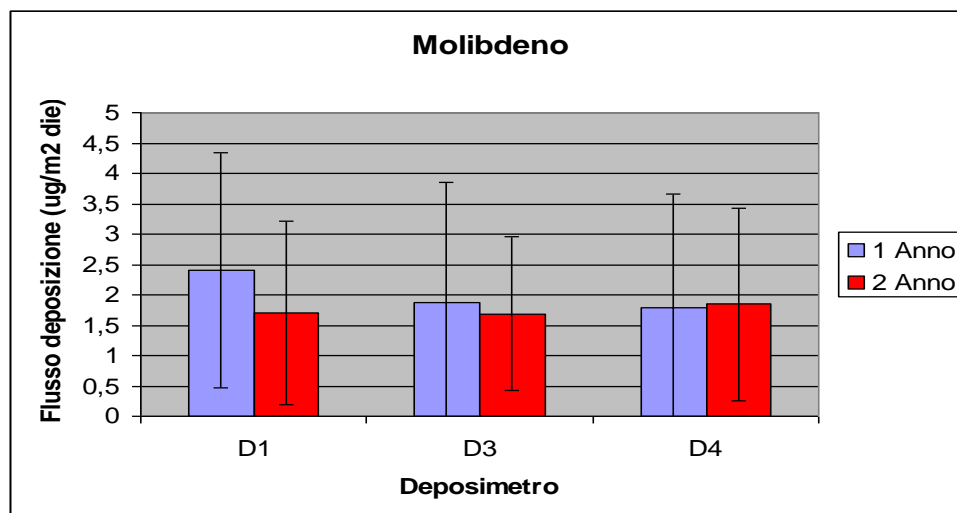


Fig. 3.24 - Confronto deposizione media per il Molibdeno nei due anni di monitoraggio

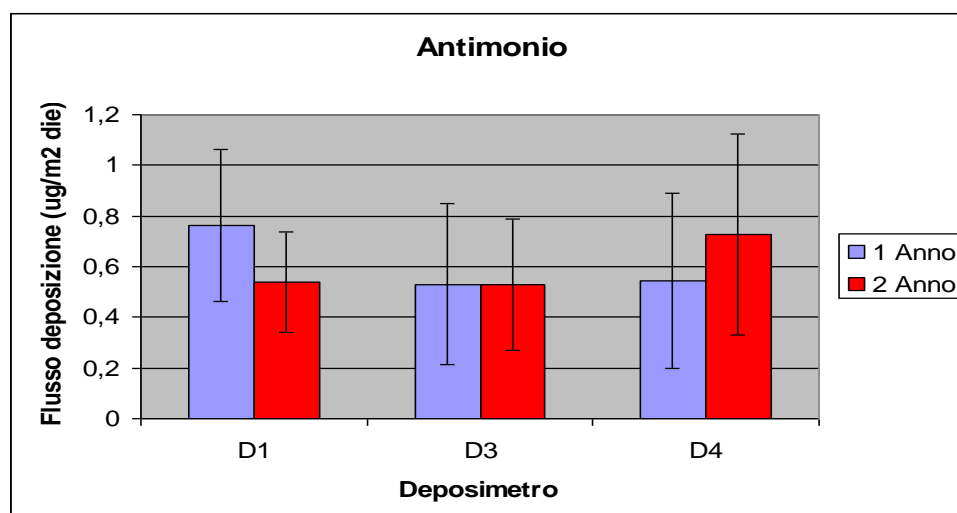


Fig. 3.25 - Confronto deposizione media per l'Antimonio nei due anni di monitoraggio

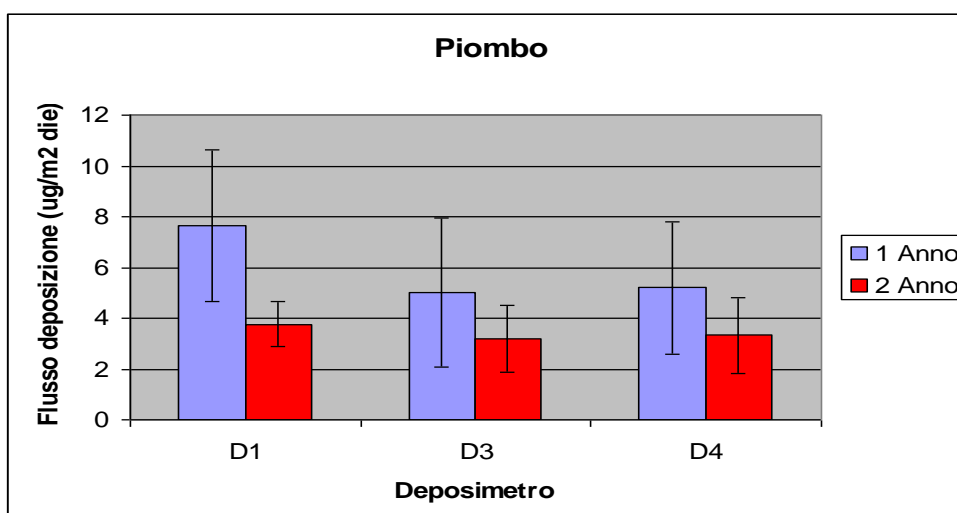


Fig. 3.26 - Confronto deposizione media per il Piombo nei due anni di monitoraggio

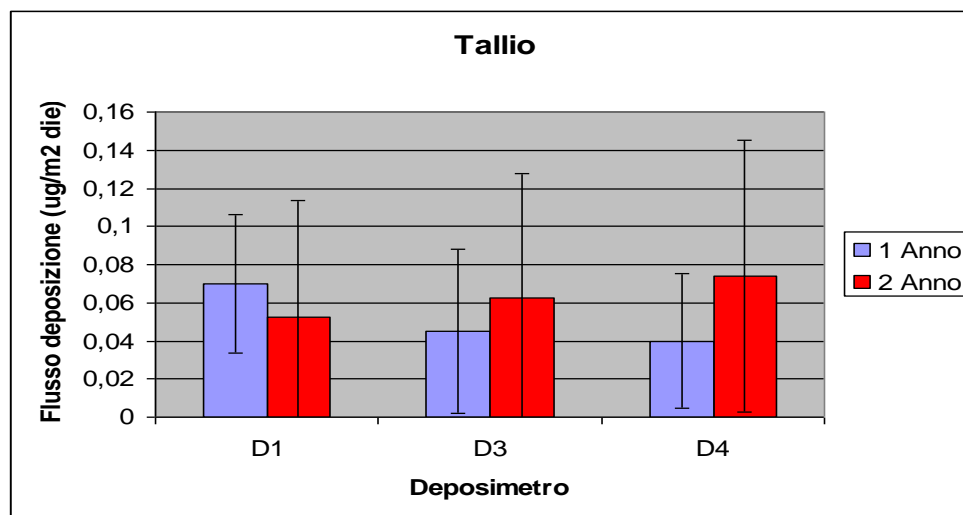


Fig. 3.27 - Confronto deposizione media per il Tallio nei due anni di monitoraggio

Si osservano maggiori deposizioni di tutti gli elementi nel primo anno di monitoraggio per il deposimetro all'interno del cantiere (D1). Per il deposimetro D3 (interno circolo SO.CI.VE.) si hanno qualitativamente minori deposizioni per il Co, Cd, Mo e Pb nel secondo anno di monitoraggio rispetto al primo. La sommatoria delle deposizioni per tutti i componenti inorganici, mediata per le due campagne annuali di misura, è riportata in Tab. 3.6. Le deposizioni totali risultano confrontabili nei due anni di monitoraggio per quanto riguarda Punta Sabbioni; si nota il valore elevato nelle deposizioni ottenute a Chioggia.

Tab. 3.6 - Sommatoria delle deposizioni per i microinquinanti inorganici: unità di misura  $\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$ .

		D1	D3	D4	D5	D6	D7
<b>1 Anno</b>	<b>Media <math>\Sigma</math> Inorganici</b>	25	16	16	/	/	/
<b>2 Anno</b>	<b>Media <math>\Sigma</math> Inorganici</b>	18	17	16	28	71	23*

\* dati raccolti solo nella seconda campagna di misure

Nel Secondo Rapporto di Valutazione è stata presa in considerazione l'analisi della rosa dei venti ma l'analisi dei dati meteorologici non fornisce elementi che giustifichino i diversi flussi di deposizione misurati per questo gruppo di metalli.

### 3.3 Superamenti di soglia

Per quanto riguarda la componente organica non ci sono stati superamenti della soglia di attenzione in nessuna delle stazioni di misura.

Per la componente inorganica, la Tabella 3.7 riporta le medie delle deposizioni, per ciascun elemento, ottenute nel corso del secondo anno di monitoraggio e la relativa soglia di attenzione. In rosso sono riportate le deposizioni maggiori della soglia.

Tab. 3.7 - Flussi medi di deposizione ( $\mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ die}$ ) e confronto con le soglie

Elemento	D1	D3	D4	D5	D6	D7	Soglia
<b>V</b>	3,9	3,4	3,3	5,2	12,4	4,3	3,8
<b>Cr</b>	3,6	3,1	2,3	4,2	16,7	4,4	3,5

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

Elemento	D1	D3	D4	D5	D6	D7	Soglia
Co	0,3	0,2	0,2	0,4	1,8	0,6	0,4
Ni	2,5	3,7	1,6	3,1	6,2	3,1	3,6
As	1,3	1,4	2,0	1,5	3,3	1,6	1,9
Mo	1,7	1,7	1,8	2,1	2,9	3,2	3,1
Cd	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,6
Sb	0,5	0,5	0,7	0,6	1,2	0,6	0,8
Tl	0,05	0,06	0,08	0,08	0,13	0,14	0,06
Pb	3,8	3,2	3,3	9,6	21,1	5,0	7,0

A Punta Sabbioni si è avuto un superamento di soglia solo per il Ni per le elevate deposizioni misurate nella prima campagna di misure; i deposimetri D1 e D4 hanno fornito, in parallelo con D3 e nello stesso periodo temporale, deposizioni minori. Poiché la stazione D1 è all'interno del cantiere non ci sono elementi che indicano nelle attività di cantiere la causa di questo superamento. All'interno del cantiere in D1 le deposizioni per il V e il Cr sono risultate di poco superiori alle rispettive soglie. Inoltre i superamenti, che sono indicati in rosso, per Punta Sabbioni sono inferiori al 5% della soglia e quindi trascurabili anche considerando la variabilità del dato medio. Tali scostamenti dal limite sono ancor più trascurabili se valutati tenendo in considerazione le variabilità dei dati di deposizione ottenuti. Inoltre i superamenti di Ni, As e Tl sono stati osservati esternamente al cantiere ma non entro il cantiere, che invece ha presentato valori più bassi.

Utilizzando la soglia proposta per Punta Sabbioni a Malamocco, si sono avuti superamenti significativi per V, Cr e Pb. Non avendo serie storiche con le quali confrontare le deposizioni misurate nel monitoraggio, non è possibile stabilire la causa delle elevate concentrazioni registrate in quest'area rispetto a Treporti. Anche per i microinquinanti organici, anche per i quali non si dispone di soglia sito specifica, si hanno maggiori deposizioni rispetto a Punta Sabbioni.

Il sito di Chioggia presenta superamenti del limite proposto per punta Sabbioni per tutti gli elementi (ad eccezione del Mo e del Cd) con flussi di deposizione molto elevati. Per il Pb e soprattutto per il Cr si ha il superamento della soglia di allarme. Anche per i microinquinanti organici si sono misurate deposizioni maggiori. La stazione D7 (Pellestrina) presenta deposizioni intermedie (nelle poche misure confrontabili) rispetto a Chioggia e confrontabili con Malamocco.

### 3.4 Conclusioni

Oltre ai confronti con le soglie di attenzione, si effettua un confronto fra le deposizioni ottenute con i deposimetri D1 e D3 e quelle ottenute con il deposimetro D4, per le quali si dispone di misure effettuate in parallelo. Si tratta in sostanza di effettuare una indagine sui rapporti piuttosto che sui valori assoluti delle deposizioni. Si ricorda che i periodi per i quali si dispongono dati per D1 D3 e D4 è dal 3/7/06 al 20/10/06 e dal 14/12/06 al 5/2/07.

Per i microinquinanti inorganici la Fig. 3.28 riporta per Punta Sabbioni i rapporti fra le deposizioni ottenute con i deposimetri D1 e D4 e D3 con D4 relativamente al secondo anno di monitoraggio.

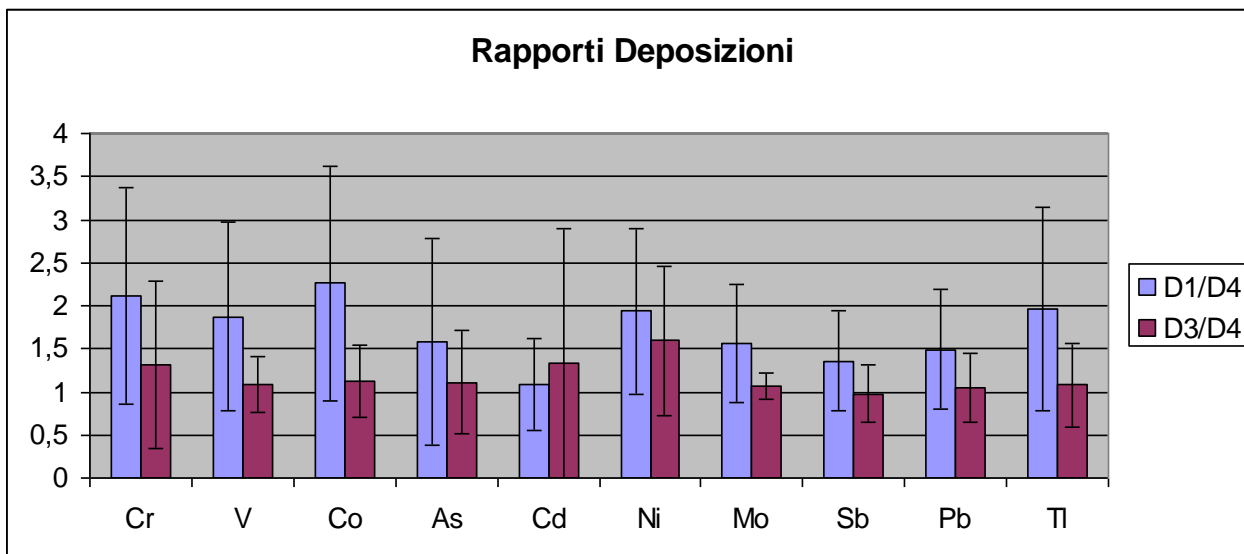


Fig. 3.28 – Valore medio dei rapporti fra le deposizioni misurate nel secondo anno di monitoraggio, fra le stazioni D1 e D4 e le stazioni D3 e D4 (dati simultanei).

Considerando la stazione D4 come stazione di fondo, nel senso che non è influenzata dalle attività di cantiere, si osserva dalla Fig. 3.28 che i rapporti D1/D4 sono maggiori di 1.5 per il Cr, V, Co, As, Ni, Mo, Pb e Tl. I rapporti D3/D4 sono maggiori di 1.5 solo per il Ni, mentre sono di poco superiori a 1 per il Cd, Co e Cr.

L'As è un elemento che ha sorgenti non compatibili con le attività presenti nel cantiere. Come già ricordato, il Ni ha presentato deposizioni elevate in D3 ma contemporaneamente basse in D1 e D4. I restanti elementi (Cr, V, Co, Mo, Pb) potrebbero essere dovuti alle attività di cantiere. Inoltre le deposizioni a breve distanza dal cantiere (D3, area circolo SO.CI.VE.) sono già confrontabili con la stazione di fondo D4 e quindi allo stato attuale le deposizioni sui terreni circostanti le aree di cantiere a Punta Sabbioni sono confrontabili con quelle di altri siti non influenzate dalle attività del MOSE per quanto riguarda i composti inorganici.

Per Chioggia si hanno deposizioni molto elevate per V, Cr, Ni, Co e Pb che sono comuni agli elementi individuati a Punta Sabbioni. Al fine di verificare se le attività di cantiere sono responsabili di questi flussi occorre approfondire lo studio dell'area attraverso il monitoraggio del contenuto di metalli nel PM10 (cfr. capitolo successivo).

Infine, si propongono le seguenti modifiche alle soglie di attenzione per le deposizioni atmosferiche (verranno descritte in dettaglio in Allegato):

- Microinquinanti organici: visto l'andamento dei flussi delle deposizioni nel secondo anno di monitoraggio si propone di utilizzare, come soglia di attenzione, la media aritmetica piuttosto che la media geometrica delle deposizioni. Infatti, l'andamento delle deposizioni risulta così casualmente variabile da non giustificare ipotesi statistiche più raffinate.
- Microinquinanti inorganici: aggiornamento delle soglie in base alla serie di misure ottenute con il deposimetro D4 nei due anni di monitoraggio.



## 4. RISULTATI MONITORAGGIO POLVERI

### 4.1 Introduzione

Il monitoraggio delle polveri (attività 2.4.2, Studio B.6.72/B2) comprende le misure in continuo del PM10 a Punta Sabbioni (stazione PM10 dislocata al circolo SO.CI.VE.), le misure di Polveri Ambientali effettuate con centraline mobili nei pressi dei cantieri e il monitoraggio dei metalli nel PM10. I dati grezzi relativi alle misure effettuate sono stati regolarmente inviati come allegati ai Rapporti Mensili.

### 4.2 Misura del PM10 in continuo

#### 4.2.1 Andamento annuale del PM10

Le figure seguenti (Fig. 4.1-4.6) mostrano il giorno tipo e la settimana tipo rispettivamente per il primo (maggio-agosto 2006), il secondo (settembre-dicembre 2006) ed il terzo quadrimestre (gennaio-aprile 2007).

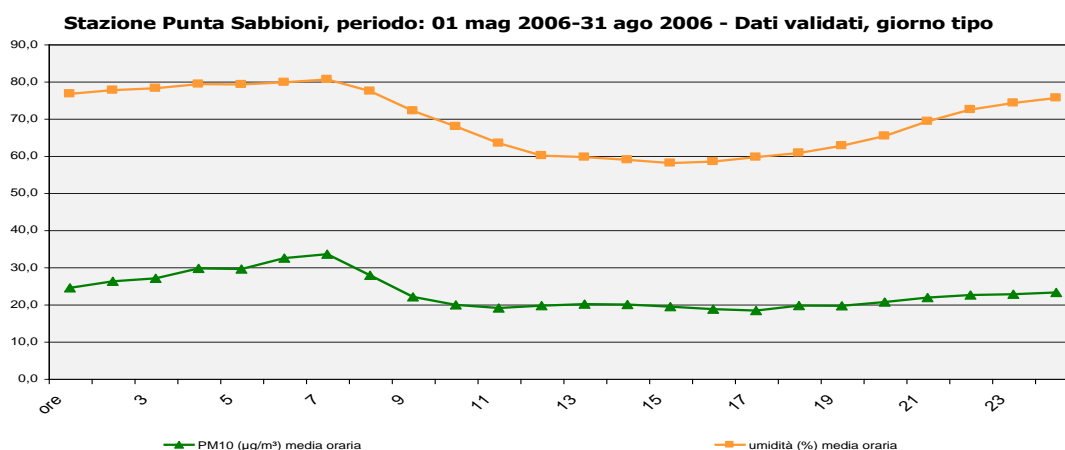


Fig. 4.1 - Giorno tipo - 1 Quadrimestre

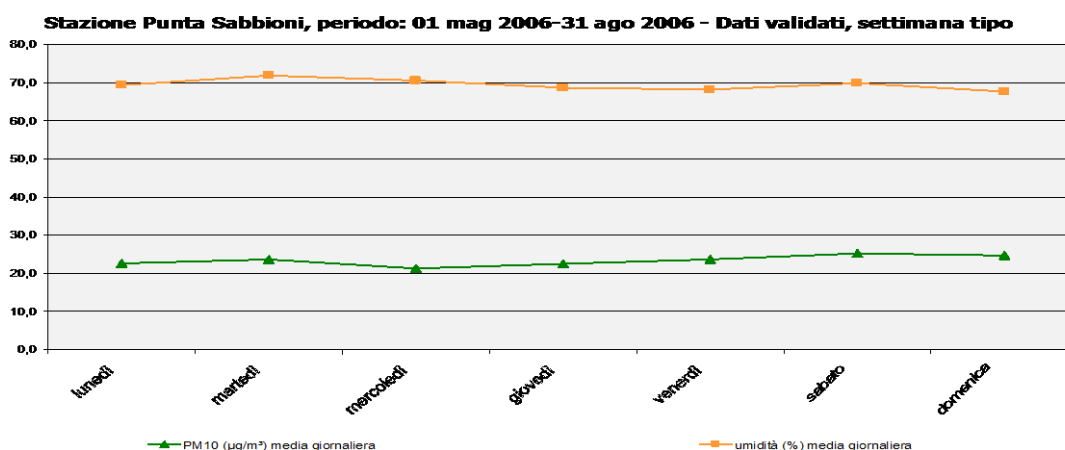


Fig. 4.2 - Settimana tipo - 1 Quadrimestre

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

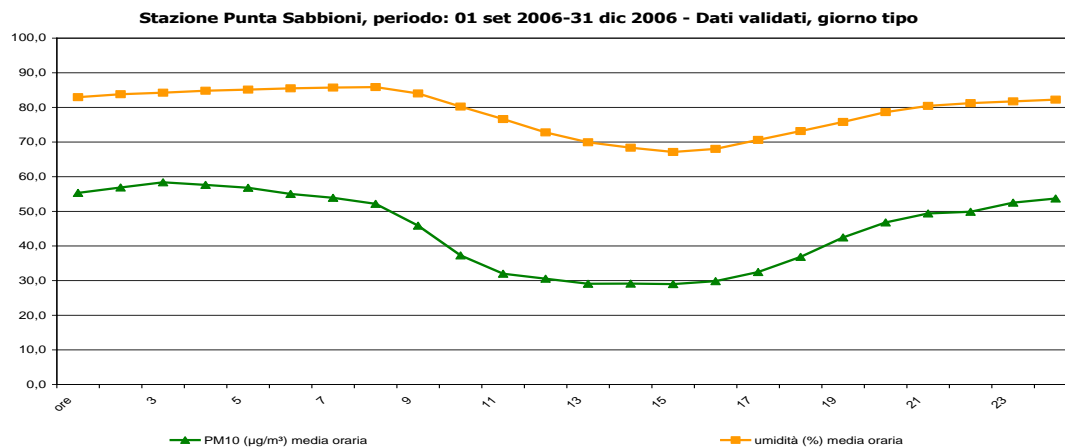


Fig. 4.3 - Giorno tipo - 2 Quadrimestre

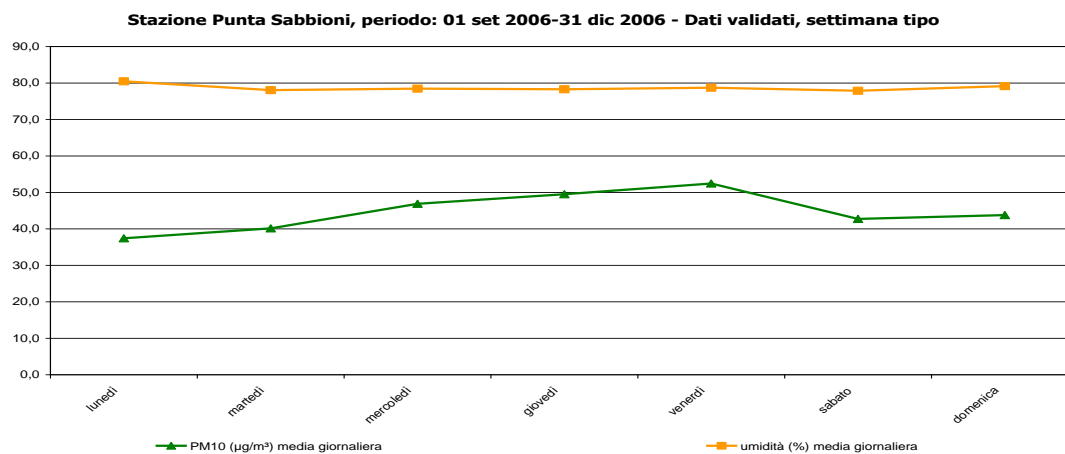


Fig. 4.4 - Settimana tipo - 2 Quadrimestre

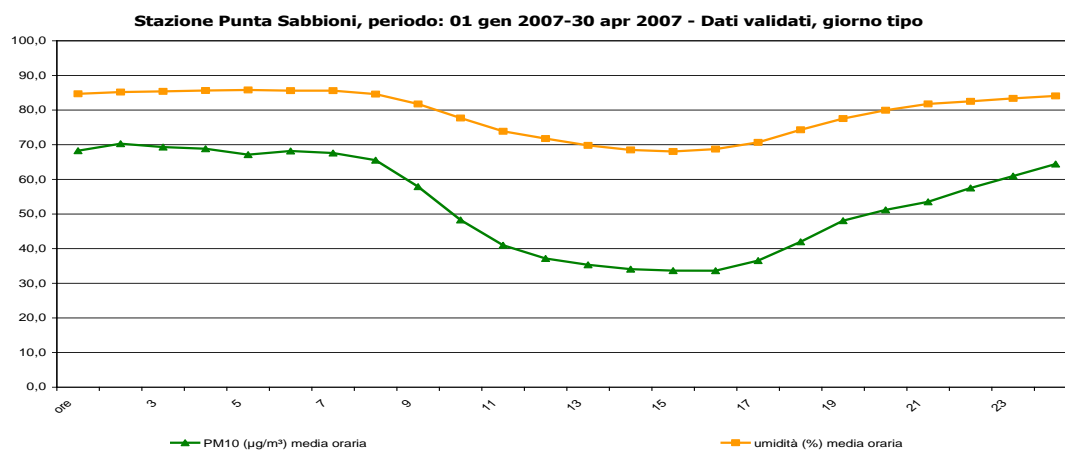


Fig. 4.5 - Giorno tipo - 3 Quadrimestre

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

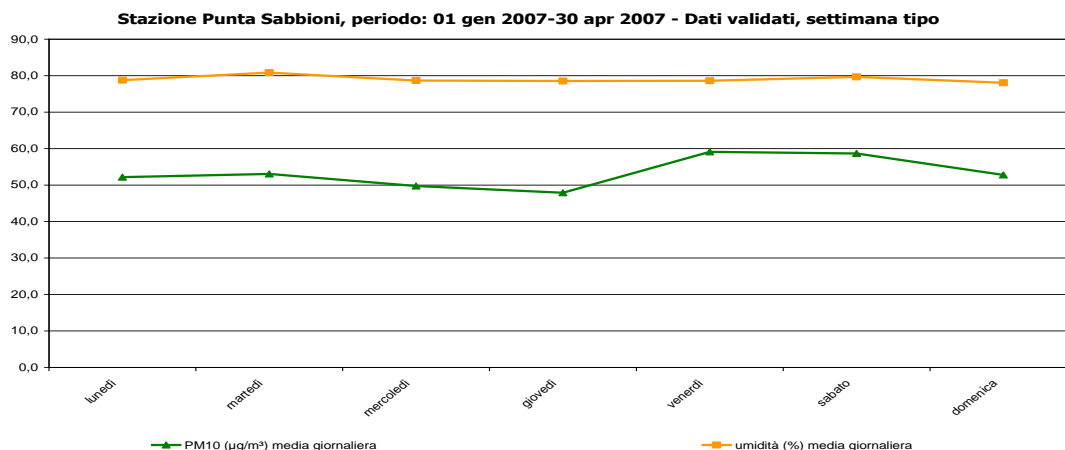


Fig. 4.6 - Settimana tipo - 3 Quadrimestre

Si osserva che in nessuno dei grafici riportati vengono evidenziati degli andamenti di PM10 imputabili, a livello macroscopico, alle attività dei cantieri presenti a Punta Sabbioni: nel giorno tipo si ha un andamento del particolato che dipende sostanzialmente dal regime di brezza e dalle condizioni atmosferiche (velocità e direzione del vento, umidità relativa).

La correlazione fra direzione del vento e concentrazione di particolato è riportata nelle Figg. 4.7-4.9.

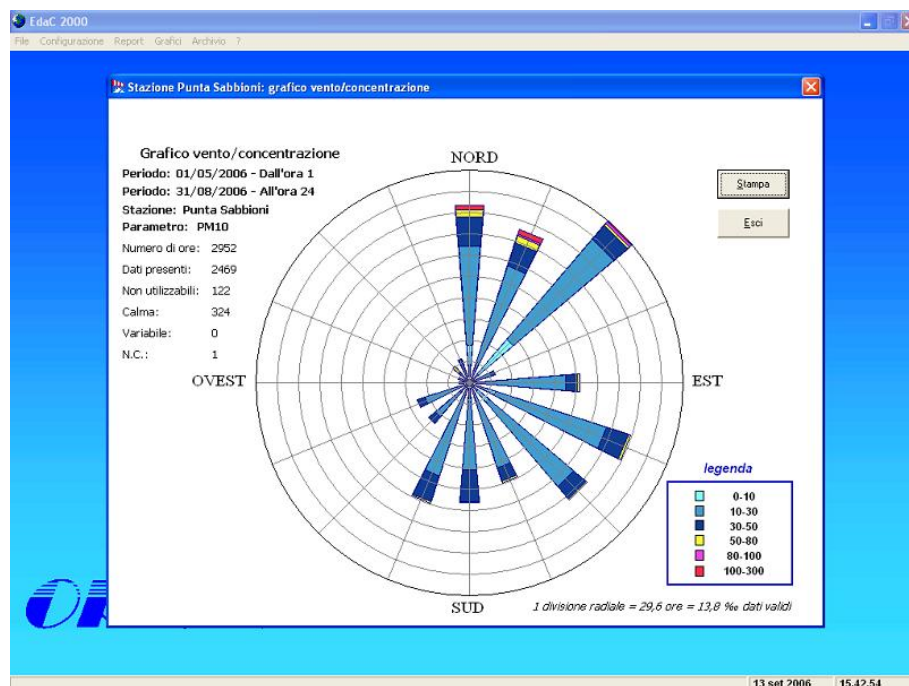


Fig. 4.7 - Correlazione direzione vento-concentrazione PM10 - 1 Quadrimestre

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

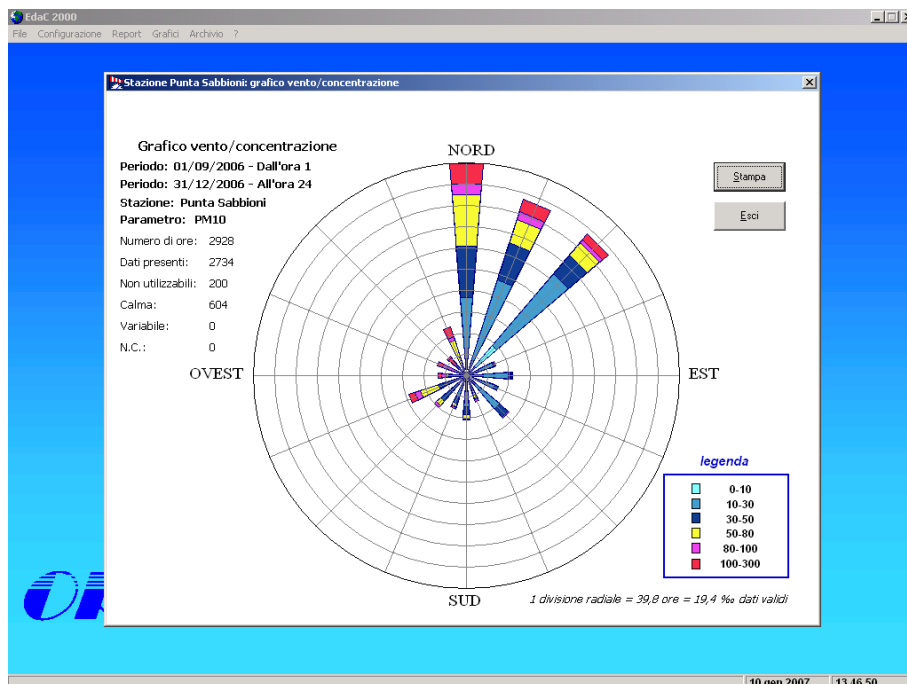


Fig. 4.8 - Correlazione direzione vento-concentrazione PM10 - 2 Quadrimestre

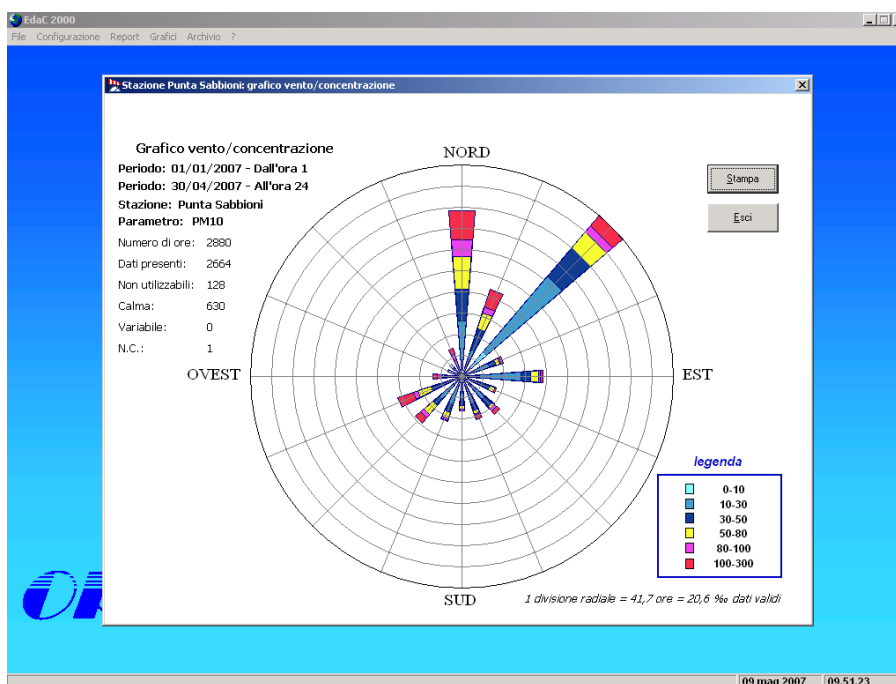


Fig. 4.9 - Correlazione direzione vento-concentrazione PM10 - 3 Quadrimestre

La seguente tabella (Tab. 4.1) riporta le medie orarie di PM10 (nell'intervallo orario 08-20) nei giorni di interruzione dei lavori (festivi e ferie) e 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 comprende il 3 e 4 quadrante.

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

Tab. 4.1 – Confronto medie PM10 periodi festivi e lavorativi

Quadrimestre	Media (festivi) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev. Std. (festivi) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media (lavorativi) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev. Std. (lavorativi) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	22 (71 dati)	13	23 (275 dati)	11
2	56 (70 dati)	27	40 (314 dati)	28
3	56 (42 dati)	30	46 (243 dati)	37

I valori riportati in tabella indicano, pur nella diversa frequenza statistica dei dati, concentrazioni medie orarie di PM10 confrontabili fra giorni festivi e lavorativi.

Le concentrazioni di PM10 misurate a Punta Sabbioni sono state confrontate con quelle rilevate presso le stazioni ARPAV. Le figure seguenti (Fig. 4.10-4.12) riportano, per i tre quadrimestri, gli andamenti delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 per le diverse stazioni di monitoraggio; i relativi coefficienti di correlazione con Punta Sabbioni sono riportati nella Tabella 4.2 (in grassetto sono evidenziate le stazioni background in zona urbana).

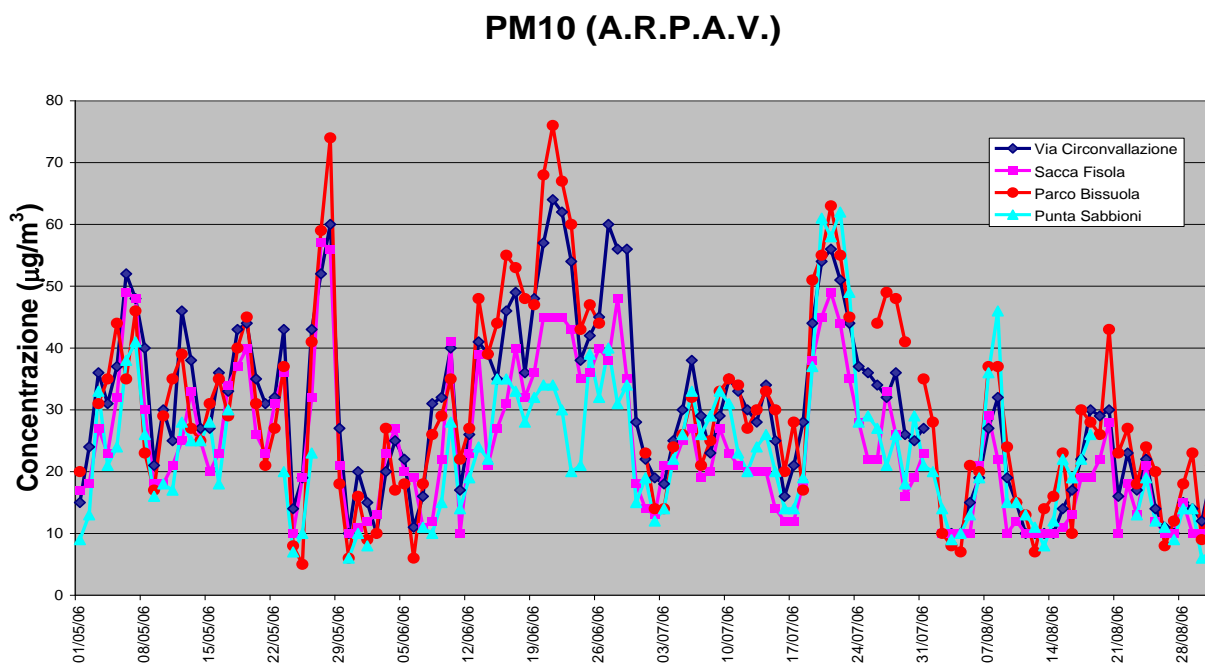


Fig. 4.10 - Andamento del PM10 - 1 Quadrimestre

### PM10 A.R.P.A.V.

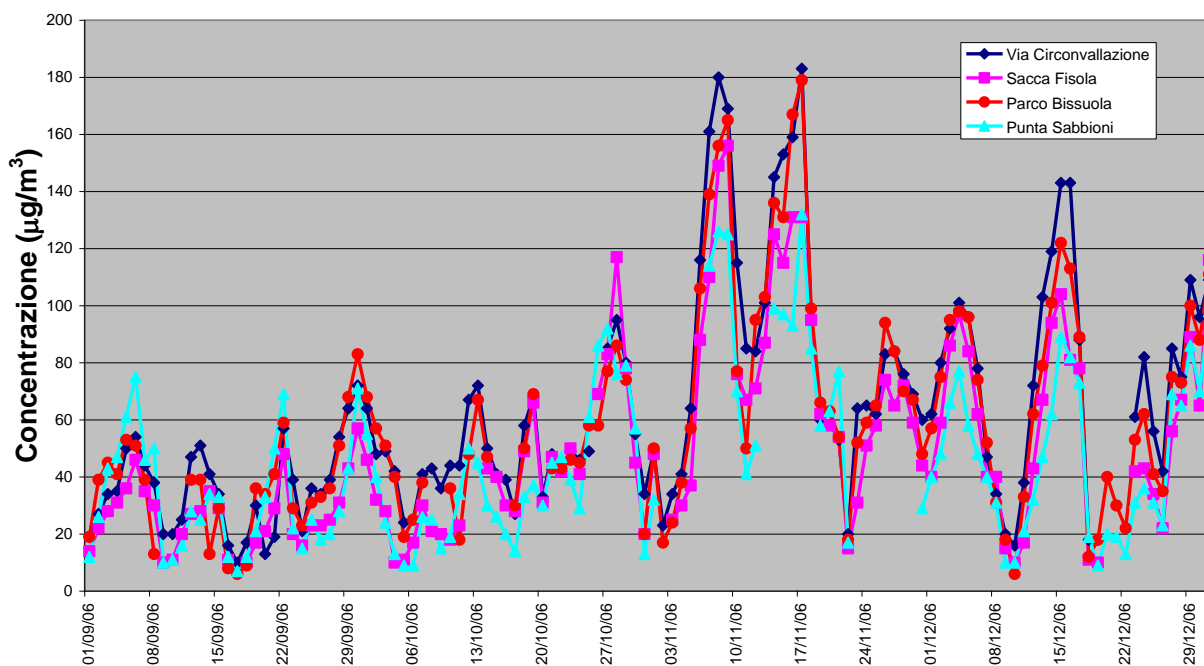


Fig. 4.11 - Andamento del PM10 - 2 Quadrimestre

### PM10 A.R.P.A.V.

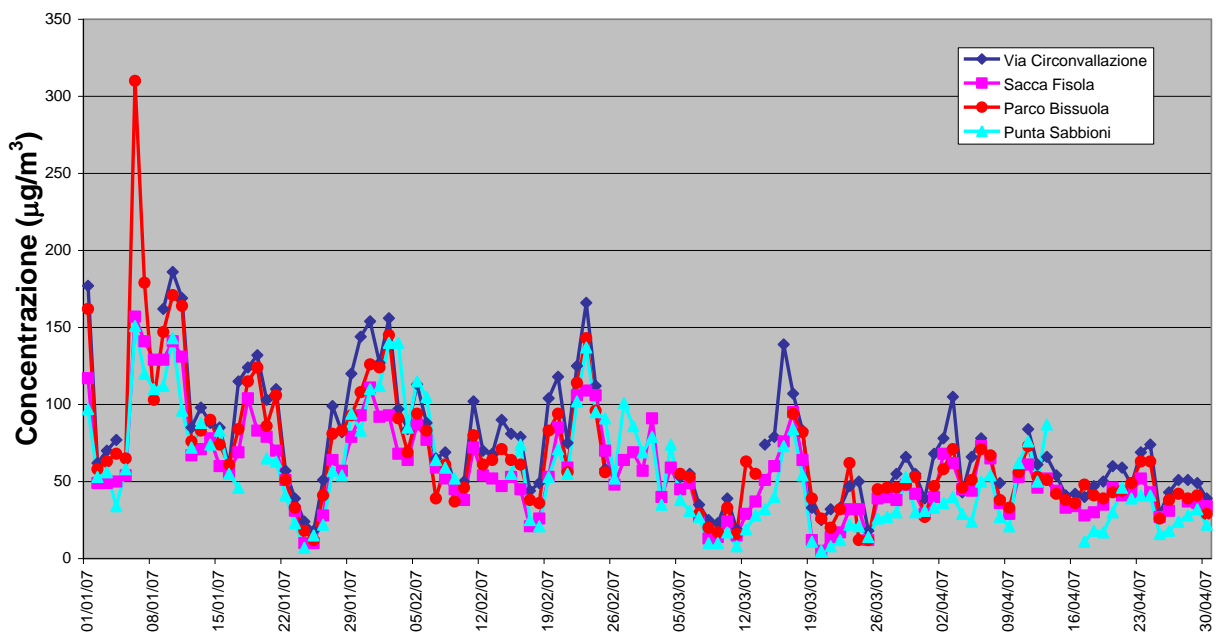


Fig. 4.12 - Andamento del PM10 - 3 Quadrimestre

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

Tab. 4.2 - Coefficienti di correlazione per le medie giornaliere di PM10 fra diverse stazioni ARPAV e ARPAER con Punta Sabbioni.

Stazione	1 Quadrimestre (maggio-agosto 06)	2 Quadrimestre (settembre-dicembre 06)	3 Quadrimestre (gennaio-aprile 07)
Venezia - <b>Sacca Fisola</b>	0,79	0,92	0,89
Venezia - <b>Bissuola</b>	0,75	0,81	0,85
Venezia - Circonvallazione	0,77	0,89	0,85
Rovigo - Centro	0,70	0,78	0,72
Padova - <b>Mandria</b>	0,72	0,86	0,81
Padova - Arcella	0,71	0,87	0,85
Reggio Emilia - <b>San Lazzaro</b>	0,51	0,52	0,39
Reggio Emilia - Timavo	0,43	0,63	0,69
Reggio Emilia - Risorgimento	0,42	0,49	0,50

Dalla tabella si osserva che la correlazione è più significativa nel 2 Quadrimestre.

#### 4.2.2 Superamenti di soglia PM10

I superamenti relativi alle diverse soglie sono riportati nella tabella 4.3. Fra parentesi è riportato il numero di segnalazioni inviate alla Direzione Lavori del monitoraggio.

Ad esempio su 55 superamenti analizzati nel secondo quadrimestre, 3 sono risultati compatibili con emissioni dovute ad attività di cantiere e quindi è stata inviata comunicazione. Si è preso atto, in base alle risposte pervenute, che non erano in corso attività legate ad emissioni particolari di polveri.

Tab. 4.3 – Superamenti delle soglie di PM10 nel corso del primo anno di monitoraggio

Quadrimestre	Soglia sollev. eolico	Soglia emiss. Cantieri	Soglia medio periodo
1	0 (0)	29 (0)	3
2	0 (0)	55 (3)	24
3	1 (0)	78 (4)	35

#### 4.2.3 Conclusioni PM10 in continuo

L'attività di monitoraggio del PM10 non ha evidenziato, a livello macroscopico, un contributo alle concentrazioni di polveri dovuto alle attività dei cantieri a Punta Sabbioni. L'andamento delle concentrazioni di PM10 presso la stazione di misura di Punta Sabbioni è in linea con quello rilevato presso le stazioni ARPAV ed è prevalentemente influenzato dai parametri meteorologici. Dall'analisi effettuata non vengono esclusi momentanei rilasci di polveri dai cantieri che però presentano una scala temporale inferiore all'ora e pertanto il loro contributo alla media giornaliera risulta trascurabile.

La Tabella 4.5 riporta l'andamento stagionale del PM10 per il secondo anno di monitoraggio, ed il confronto fra le concentrazioni orarie del PM10 fra periodi di attività e di non attività dei cantieri per le due principali stagioni (inverno ed estate). Il confronto è stato effettuato seguendo lo schema generale già utilizzato: orario di lavoro, direzione vento da 170 a 360 gradi, velocità vento < 4 m/s.



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

Tab. 4.5 – Confronto stagionale medie PM10 periodi festivi e lavorativi

Stagione	Media PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev. Stand. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Numero Dati
Estate (aprile-settembre)	Festivi: 20 Feriali: 24	Festivi: 14 Feriali: 11	Festivi: 83 Feriali: 354
Inverno (ottobre-marzo)	Festivi: 47 Feriali: 53	Festivi: 22 Feriali: 33	Festivi: 89 Feriali: 446

I risultati riportati nella tabella precedente confermano quanto già evidenziato in precedenza e cioè l'assenza di contributi statisticamente significativi alle concentrazioni di PM10 dovuti alle lavorazioni dei cantieri presenti nell'area circostante Punta Sabbioni.

#### 4.3 Monitoraggio delle Polveri Ambientali

Le misure sono effettuate con un campionatore DustTrak (TSI, Inc.) basato sul principio della nefelometria, con frequenza di acquisizione di un dato al minuto. La Fig. 4.13 riporta un ulteriore esempio di utilizzo dello strumento alle tre bocche lagunari.



Fig. 4.13 – Monitoraggio con il Dust Trak a Chioggia (sinistra), Malamocco (centro) e Punta Sabbioni (destra).

In totale sono state effettuate 72 misure distribuite alle tre bocche di porto (27 Punta Sabbioni; 20 Malamocco; 25 Chioggia). In 5 casi sono stati osservati incrementi nella concentrazione del PM10 a seguito delle attività lavorative:

##### Punta Sabbioni:

15/02/07 e 26/04/07: Campionatore all'interno del cantiere (POLV13). Presenza di picchi di concentrazione non rilevati nella media oraria di PM10 dalla stazione presso il circolo SO.CI.VE.

27/10/06: Campionatore posizionato sul Lungomare Dante Alighieri (POLV10). Sporadici picchi di PM10 non rilevati dalla centralina presso il circolo SO.CI.VE.

##### Malamocco:

07/08/06: Campionatore sul muretto del forte presso il cantiere di Malamocco (POLV6). Incremento nella concentrazione di PM10 di circa il 20% rispetto alla pausa pranzo con valori assoluti modesti (da  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a circa  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Chioggia:

17/11/06: Campionatore presso il Forte San Felice (POLV8). Incremento nella concentrazione media oraria (pomeriggio/pausa pranzo) pari a circa il 20% in condizioni di elevata umidità relativa e calma di vento.

In sostanza, l'analisi dei cinque eventi, riportata in dettaglio nei relativi Rapporti Mensili, non ha evidenziato criticità nelle emissioni di polveri anche a scala temporale inferiore all'ora. In pratica sono stati misurati dei picchi di concentrazione, dell'ordine di alcuni minuti, dovuti al passaggio dei mezzi terrestri nell'area di cantiere. È stato più volte ricordato di mantenere sufficientemente bagnata l'area di cantiere per minimizzare la risospensione delle polveri al passaggio dei mezzi terrestri.

#### **4.4 Monitoraggio dei Metalli nel PM10**

Sono disponibili i dati di:

- due periodi di misura a Punta Sabbioni. Due campagne sono state quasi contemporanee (Novembre 2006) ma condotte in siti differenti: dentro (stazione METAL1) e fuori il cantiere (stazione PM10). La terza campagna (Febbraio 2007) è stata condotta internamente al cantiere (METAL1);
- tre campagne di misura a Chioggia (stazione METAL3);
- due campagne di misura a Malamocco (stazione METAL2).

Problemi tecnici, riportati nel Rapporto Mensile di Febbraio 2007, hanno di fatto permesso di avere solo alcuni giorni di sovrapposizione fra le due campagne, interna ed esterna al cantiere, a Punta Sabbioni (in sostanza è venuta meno l'erogazione dell'energia elettrica nei giorni 13/11; 16/11; 22/11 e 24/11 2006). Tuttavia le campagne a Punta Sabbioni sono state svolte dal 13/11/06 al 28/11/06 (interna al cantiere) e dal 14/11/06 al 22/11/06 (esterna al cantiere). La seconda campagna di misure è stata modificata sulla base dei risultati delle deposizioni atmosferiche acquisiti a Chioggia: si è incrementato il numero di prelievi a Chioggia dove l'analisi dei metalli nel PM10 è stata estesa a tutti gli elementi indagati e non solo a quelli normati.

Come previsto da Disciplinare Tecnico, i metalli pesanti analizzati sono:

- a Punta Sabbioni: Vanadio (V), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Nichel (Ni), Rame (Cu), Zinco (Zn), Arsenico (As), Molibdeno (Mo), Cadmio (Cd), Antimonio (Sb) e Piombo (Pb);
- a Malamocco e Chioggia: Ni, Cd, As e Pb (oggetto di normativa nazionale e comunitaria).

A partire dalla seconda campagna di misura a Malamocco ed a Chioggia, in funzione degli anomali risultati ottenuti nelle deposizioni atmosferiche a Chioggia, l'analisi dei metalli pesanti è stata estesa a: Vanadio (V), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Nichel (Ni), Rame (Cu), Zinco (Zn), Arsenico (As), Molibdeno (Mo), Cadmio (Cd), Antimonio (Sb) e Piombo (Pb).

I dati meteorologici di riferimento utilizzati sono quelli della stazione di misura di Punta Sabbioni, per i rilevamenti in loco, e quelli provenienti dalla stazione MAV di Ceppe (forniti dal CVN) per le campagne alle bocche di Malamocco e Chioggia.

#### **Campagne di misura a Punta Sabbioni**

Sono state elaborate le analisi dei metalli pesanti contenuti nel PM10 per tre campagne di misura a Punta Sabbioni, di cui due quasi contemporanee (Novembre 2006) ma condotte in siti differenti situati dentro e fuori il cantiere, mentre la terza (Febbraio 2007) condotta internamente al cantiere. In particolare i metalli pesanti ricercati sono stati: Vanadio (V), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Nichel (Ni),

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

Rame (Cu), Zinco (Zn), Arsenico (As), Molibdeno (Mo), Cadmio (Cd), Antimonio (Sb) e Piombo (Pb). Si osserva che le due campagne di misura condotte fuori e dentro il cantiere hanno prodotto solo 3 giorni simultanei di misura a causa di problemi tecnici di alimentazione elettrica all'interno del cantiere.

I dati meteorologici relativi alle diverse campagne di misura sono riportati nelle Tabelle 4.6 e 4.7. In particolare, i dati utilizzati sono quelli della stazione meteorologica di Punta Sabbioni ad esclusione dei giorni dal 23/11/2006 al 27/11/2006 in cui sono stati utilizzati i dati della prima quota (a 50 m di altezza) del sistema sodar della Fusina (dati forniti dall'Ente della Zona Industriale di Porto Marghera), in quanto in tali giorni la centralina meteo di Punta Sabbioni non era attiva. Dall'analisi delle due tabelle si osserva che ci sono state precipitazioni nel periodo di campionamento compreso tra il 18/11/2006 e il 22/11/2006 e tra il 05/02/2007 e il 16/02/2007 con un massimo di precipitazione (24.0 mm) il 12/02/2007. Le precipitazioni hanno interessato prevalentemente le campagne di misura fuori dal cantiere. Le direzioni di vento prevalenti sono dal settore N-NE. I venti sono generalmente deboli o moderati; il 22/11/2006 è il giorno con la maggiore intensità del vento.

Tab. 4.6 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Punta Sabbioni all'interno del cantiere. In rosso il giorno festivo (26/11/06). (\*) Giorni con direzione del vento variabile. (\*\*) I dati di direzione e velocità del vento sono inferiori al 70% dei dati orari a causa della presenza di calme di vento (velocità inferiore a 0.2 m/s). Con lo sfondo giallo si evidenziano i giorni in cui sono stati utilizzati i dati sodar per la rilevazione della velocità e direzione del vento.

Data	Direzione prevalente	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH <sub>2</sub> O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
13/11/2006	N	0	0.0	0.78	66.64
14/11/2006	WNW (**)	292.5	0.0	0.30	103.3
15/11/2006	N	0	0.0	0.48	98.74
16/11/2006	N	0	0.0	0.31	108.18
22/11/2006	NNE (*)	22.5	6.2	6.27	20.65
23/11/2006	NW (*)	315	0.0	1.72	35.88
24/11/2006	NNE	22.5	0.0	2.44	41.73
25/11/2006	NNW	337.5	0.0	1.55	43.92
26/11/2006	SW	225	0.0	1.09	68.22
27/11/2006	NW	315	0.2	1.00	54.3
28/11/2006	W	270	0.0	0.45	69.73
05/02/2007	S	180	0.2	0.77	90.45
07/02/2007	NNE	22.5	2.4	0.54	47.22
08/02/2007	WSW (**)	247.5	1.8	0.15	36.54
09/02/2007	NNE	22.5	1.0	1.25	34.29
10/02/2007	-	-	0.2	-	23.36
11/02/2007	-	-	-	-	52.85
12/02/2007	NE	45	24.0	3.61	35.23
13/02/2007	SW (*)	225	14.2	4.34	43.06
14/02/2007	N (*)	0	0.4	0.92	65.55
15/02/2007	NE	45	1.0	0.61	32.58
16/02/2007	N	0	0.4	0.65	38.15
17/02/2007	NE	45	0.0	3.72	19.55
18/02/2007	NE	45	0.0	2.55	22.62

Tab. 4.7 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Punta Sabbioni all'esterno del cantiere. In rosso i giorni festivi (19/11/06, 11/02/2007 e 18/02/2007). (\*) Giorni con

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

direzione del vento molto variabile. (\*\*) I dati di direzione e velocità del vento sono inferiori al 70% dei dati orari a causa della presenza di calme di vento (velocità inferiore a 0.2 m/s).

Data	Direzione prevalente	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH <sub>2</sub> O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
14/11/2006	WNW (**)	292.5	0.0	0.30	108.96
15/11/2006	N	0	0.0	0.48	97.67
16/11/2006	N	0	0.0	0.31	122.48
17/11/2006	WNW (**)	292.5	0.0	0.56	135.29
18/11/2006	NE	45	1.6	0.85	72.85
<b>19/11/2006</b>	<b>WSW</b>	<b>247.5</b>	<b>0.2</b>	<b>2.83</b>	<b>57.45</b>
20/11/2006	NNE	22.5	3.4	1.15	47.6
21/11/2006	NE (*)	45	6.6	1.70	37.7
22/11/2006	NNE (*)	22.5	6.2	6.27	19.34

Le concentrazioni dei metalli nel PM10 rilevate a Punta Sabbioni nelle tre campagne sono riportate in Tabella 4.8, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 4.10 e sono evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle Tabelle 4.9 e 4.11 sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi calcolati su tutte le campagne dei metalli pesanti espressi sia in termini di concentrazione che in termini relativi. 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 utilizzata una soglia (identificabile con il simbolo < nelle tabelle) ottenuta dall'analisi statistica dei filtri bianchi sul campo. Tale valore di soglia cautelativo è stato poi utilizzato nel calcolo dei valori medi.

Le concentrazioni di As mostrano dei significativi picchi (sia all'interno che all'esterno del cantiere) con un massimo di concentrazione (rilevato all'interno del cantiere) il 18/02/2007 (festivo) che è associato a una direzione del vento dal settore NE. In tale giorno è presente anche un picco di Mo. In particolare, si osserva che la presenza di un massimo di concentrazione di As e Mo nel medesimo giorno può essere correlata ad una fonte comune di tali metalli. Tuttavia, tenuto conto che tale picco di concentrazione è osservato in un giorno festivo, è improbabile una origine di tali metalli dovuta alle attività del cantiere. Si deve, inoltre, sottolineare che l'As è un metallo di probabile origine industriale ed agricola mentre è generalmente trascurabile l'emissione da cantiere.

Il Cd presenta dei picchi sporadici con un massimo di concentrazione (rilevato all'interno del cantiere) il 22/11/2006 corrispondente ad un periodo di vento dal settore NNE. In tale giorno si osserva anche un picco di Pb. Entrambi i metalli potrebbero avere in parte origine dal traffico veicolare oltre ad un eventuale contributo dal cantiere. Altri metalli (V, Fe, Cr, Ni, Cu, Zn, Sb) presentano dei picchi nell'intervallo di direzioni fra W e N come avviene anche per la concentrazione di PM10.

Nelle Figure 4.14 e 4.15 si riportano le correlazioni fra il PM10, le relative concentrazioni di metalli, in termini di concentrazione assoluta, e le direzioni prevalenti del vento.

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

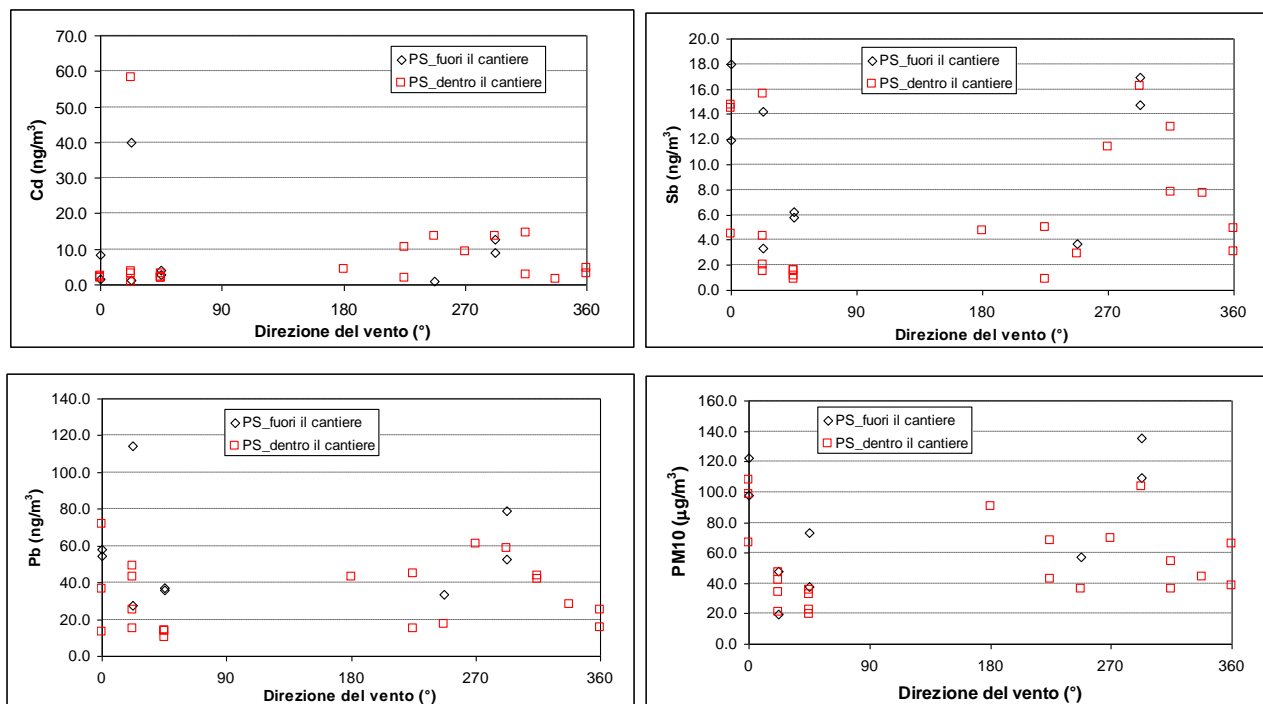


Fig. 4.14 - Correlazione fra le concentrazioni di PM10 e del relativo contenuto di metalli e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Cd, Sb, Pb e PM10.  
I quadrati rossi e neri sono stati messi per distinguere le misure interne/esterne rispetto al cantiere.

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

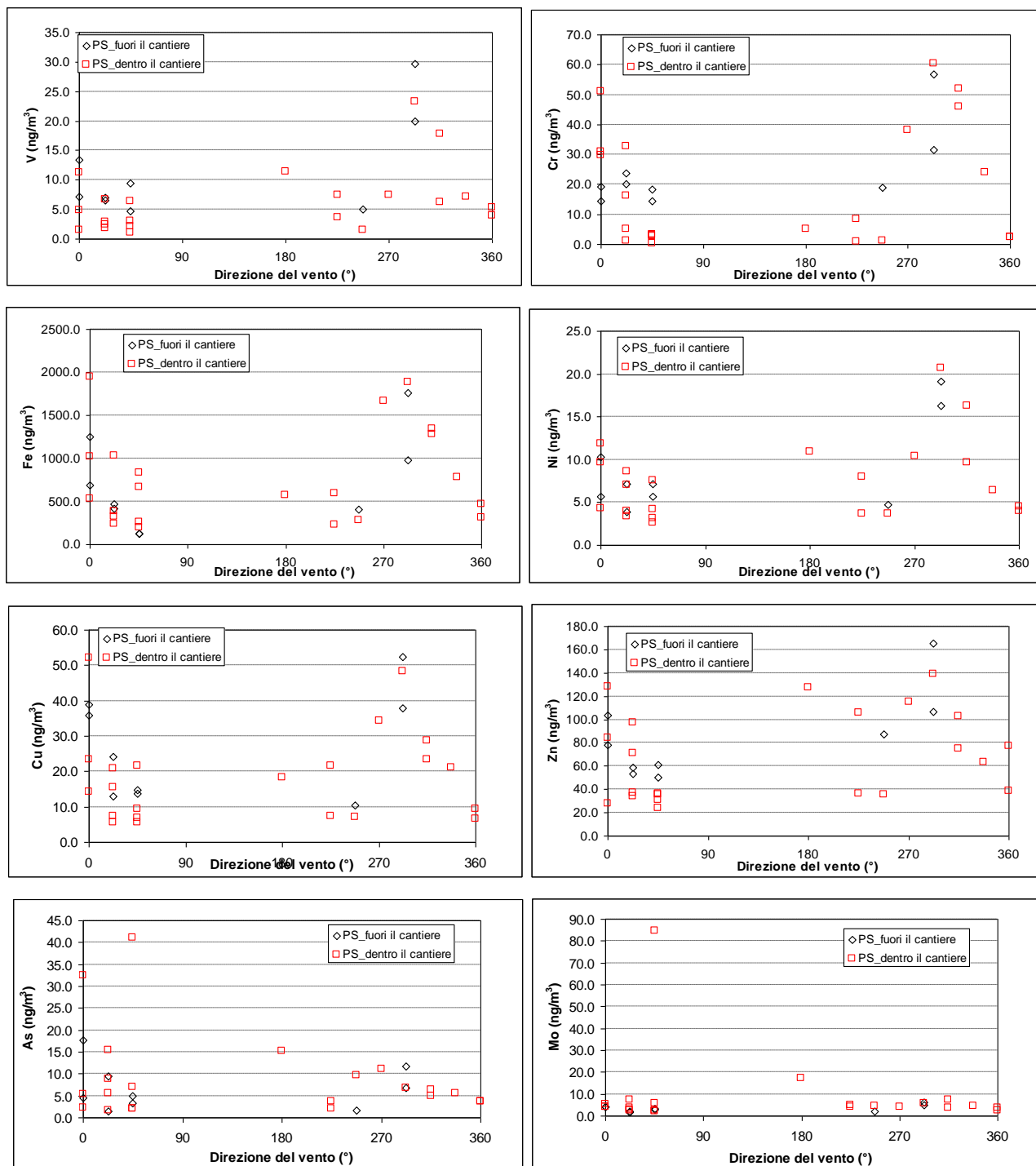


Fig. 4.15 – Correlazione fra le concentrazioni di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, As e Mo.

I quadrati rossi e neri sono stati messi per distinguere le misure interne/esterne rispetto al cantiere.

Tab. 4.8 - Concentrazioni dei metalli nel PM10 (ng/m<sup>3</sup>) e di PM10 (µg/m<sup>3</sup>) a Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi.

	Data	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb	PM10
Dentro il cantiere (staz. METAL1)	13/11/2006	4.9	30.9	1021.8	9.6	23.3	84.3	<2.2	4.1	2.2	4.5	36.2	66.64
	14/11/2006	23.2	60.4	1887.1	20.7	48.2	138.9	6.8	5.9	13.5	16.2	58.4	103.3
	15/11/2006	11.2	51.0	1944.2	11.9	52.1	128.5	5.3	5.3	1.8	14.5	72.0	98.74
	16/11/2006	<1.6	<29.8	<534.9	<4.3	14.2	<27.7	32.6	4.1	2.5	14.7	13.1	108.18
	22/11/2006	6.7	<16.4	327.8	7.1	20.9	34.0	15.5	2.9	58.2	15.6	49.3	20.65
	23/11/2006	6.3	52.0	1346.7	9.6	28.7	75.3	6.5	3.8	2.9	13.0	41.6	35.88
	24/11/2006	3.0	32.8	1032.4	8.7	15.4	97.4	<1.6	2.6	0.7	4.3	43.3	41.73
	25/11/2006	7.1	24.1	777.7	6.4	21.0	63.3	5.5	4.5	1.6	7.7	28.0	43.92
	26/11/2006	7.5	8.3	589.3	8.0	21.6	105.6	3.8	4.8	10.7	5.0	45.1	68.22
	27/11/2006	17.8	45.9	1284.3	16.3	23.5	102.5	4.9	7.3	14.4	7.8	44.0	54.3
	28/11/2006	7.4	38.0	1671.8	10.4	34.3	115.1	11.2	4.1	9.2	11.4	61.0	69.73
Fuori il cantiere (staz. PM10)	14/11/2006	19.9	31.4	983.7	16.3	37.9	106.8	6.8	5.1	12.6	14.8	52.5	108.96
	15/11/2006	7.1	<14.4	687.6	5.7	38.9	78.1	4.6	4.1	1.6	11.9	58.0	97.67
	16/11/2006	13.4	19.3	1246.9	10.3	35.7	103.3	17.6	4.2	8.3	18.0	54.5	122.48
	17/11/2006	29.7	56.7	1756.3	19.1	52.5	165.2	11.7	6.4	9.1	16.9	79.0	135.29
	18/11/2006	9.5	<14.4	<130.0	7.2	14.7	50.4	3.3	3.1	2.7	6.2	37.1	72.85
	19/11/2006	5.0	19.0	401.8	4.7	10.4	87.0	1.7	2.1	0.8	3.7	33.7	57.45
	20/11/2006	6.5	20.1	420.7	3.9	13.1	53.2	1.4	1.5	1.4	3.3	27.6	47.6
	21/11/2006	4.7	18.3	<130.0	5.6	13.7	61.2	4.9	2.9	4.0	5.8	36.0	37.7
	22/11/2006	7.0	23.8	466.4	7.2	24.1	58.5	9.5	1.9	39.9	14.2	114.5	19.34

## CORILA

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

	Data	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb	PM10
Dentro il cantiere (staz. METAL1)	05/02/2007	11.4	5.2	576.7	10.9	18.2	127.4	15.3	17.3	4.4	4.7	42.8	90.45
	07/02/2007	1.9	1.2	242.2	3.4	5.5	71.1	8.9	7.5	3.6	2.0	25.0	47.22
	08/02/2007	1.5	1.3	280.0	3.7	7.0	35.3	9.7	<4.4	13.7	2.9	17.6	36.54
	09/02/2007	2.5	5.0	386.6	4.0	7.5	37.4	5.5	3.8	3.1	<1.5	15.2	34.29
	10/02/2007	2.1	1.2	336.0	2.4	8.7	62.0	2.9	<2.3	2.9	<0.9	23.2	23.36
	11/02/2007	3.8	3.3	466.7	4.5	17.0	74.0	6.5	3.1	2.8	8.0	30.0	52.85
	12/02/2007	3.0	<0.2	198.2	2.6	5.5	35.2	2.1	<2.3	2.0	<0.9	13.8	35.23
	13/02/2007	3.7	1.0	231.4	3.7	7.3	36.4	2.0	4.2	1.9	<0.9	15.0	43.06
	14/02/2007	4.0	2.3	307.5	4.0	6.7	38.6	3.8	3.5	3.2	3.1	15.8	65.55
	15/02/2007	6.4	2.7	834.0	7.6	21.6	36.4	6.9	5.8	3.1	1.6	14.0	32.58
	16/02/2007	5.3	2.4	466.8	4.5	9.4	77.2	3.6	<2.3	4.8	4.9	25.4	38.15
	17/02/2007	1.0	3.3	662.9	4.2	9.4	31.0	2.0	<2.2	1.8	1.1	14.0	19.55
	18/02/2007	2.1	3.0	262.1	3.1	6.9	24.1	41.1	84.6	2.2	1.6	10.2	22.62

Tab. 4.9 - Concentrazioni medie dei metalli nel PM10 (ng/m<sup>3</sup>) e di PM10 (µg/m<sup>3</sup>) a Punta Sabbioni.

		V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb	PM10
Dentro il cantiere	Media	6.1	17.6	736.2	7.2	18.1	69.1	8.6	8.0	7.0	6.2	31.4	52.2
	Min	1.0	0.2	198.2	2.4	5.5	24.1	1.6	2.2	0.7	0.9	10.2	19.6
	Max	23.2	60.4	1944.2	20.7	52.1	138.9	41.1	84.6	58.2	16.2	72.0	108.2
Fuori il cantiere	Media	11.4	24.2	691.5	8.9	26.8	84.9	6.8	3.5	8.9	10.5	54.8	77.7
	Min	4.7	14.4	130.0	3.9	10.4	50.4	1.4	1.5	0.8	3.3	27.6	19.3
	Max	29.7	56.7	1756.3	19.1	52.5	165.2	17.6	6.4	39.9	18.0	114.5	135.3



## CORILA

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

Tab. 4.10 - Concentrazioni relative dei metalli nel PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi.

	Data	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb
Dentro il cantiere (staz. METAL1)	13/11/2006	73.9	463.7	15332.8	144.4	349.2	1264.9	<33.5	61.0	32.9	67.7	543.5
	14/11/2006	224.6	585.1	18268.4	200.7	466.6	1344.5	65.6	57.2	131.0	157.1	565.3
	15/11/2006	113.3	516.5	19689.4	120.5	527.9	1301.5	53.8	54.1	17.9	146.6	729.6
	16/11/2006	<14.3	<301.5	<5417.0	<43.8	131.6	<280.3	300.9	38.1	22.9	136.2	121.2
	22/11/2006	324.5	<792.0	15876.5	341.2	1011.4	1647.9	749.0	140.7	2818.2	757.1	2385.6
	23/11/2006	174.5	1448.4	37529.7	268.8	799.2	2098.5	180.0	106.5	81.5	361.0	1160.1
	24/11/2006	71.0	786.2	24738.1	207.3	369.6	2334.0	<43.3	62.8	17.0	103.7	1038.5
	25/11/2006	161.4	548.3	17706.6	146.7	478.2	1440.5	125.9	102.1	35.5	175.5	636.8
	26/11/2006	109.3	121.7	8637.3	117.2	316.7	1548.2	55.0	69.6	156.5	73.4	660.6
	27/11/2006	327.0	846.1	23651.2	299.5	432.4	1887.4	90.2	135.0	265.6	143.6	809.5
	28/11/2006	106.7	545.5	23973.8	149.4	491.7	1651.1	159.9	58.7	131.7	163.5	874.8
Fuori il cantiere (staz. PM10)	14/11/2006	182.9	288.4	9027.8	149.6	347.9	980.1	62.7	46.4	115.4	135.6	482.1
	15/11/2006	72.8	<147.4	7040.2	58.4	398.3	799.8	47.1	41.9	15.9	121.9	593.4
	16/11/2006	109.7	157.7	10180.0	84.0	291.8	843.0	143.5	34.2	67.4	146.9	444.7
	17/11/2006	219.4	418.9	12982.5	141.5	388.0	1221.4	86.7	47.0	67.4	124.9	584.2
	18/11/2006	130.6	<197.7	<1784.0	98.5	202.0	691.9	45.5	43.0	37.2	85.0	509.6
	19/11/2006	87.5	330.2	6994.9	81.7	181.3	1514.3	30.3	36.7	13.8	63.5	586.6
	20/11/2006	136.3	422.4	8837.4	82.5	274.1	1117.4	28.9	31.0	28.9	69.8	580.0
	21/11/2006	125.3	486.2	<3447.0	149.4	364.4	1624.1	129.1	75.6	106.6	152.6	954.0
	22/11/2006	361.9	1230.2	24110.8	370.9	1245.0	3025.6	490.7	96.4	2062.4	735.6	5918.7

## CORILA

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

	Data	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb
Dentro il cantiere (staz. METAL1)	05/02/2007	125.9	57.6	6376.1	120.3	201.6	1409.0	169.4	191.2	48.3	52.2	473.6
	07/02/2007	41.2	24.6	5129.3	72.1	115.5	1506.4	188.2	158.6	75.8	41.9	529.3
	08/02/2007	40.7	35.5	7664.5	102.5	191.1	965.8	266.6	<119.2	374.7	79.3	480.4
	09/02/2007	71.9	146.0	11274.4	117.3	220.0	1091.4	159.8	110.2	91.1	<45.0	443.4
	10/02/2007	89.4	49.4	14388.1	102.7	370.8	2654.7	123.0	<98.6	124.2	<40.3	993.3
	11/02/2007	72.2	62.8	8830.6	85.4	321.9	1399.8	122.2	59.3	53.3	150.8	568.2
	12/02/2007	86.3	<5.9	5626.8	73.6	156.2	998.6	59.3	<64.3	57.9	<26.3	392.1
	13/02/2007	84.8	23.6	5374.3	86.1	168.4	844.4	45.8	97.5	43.5	<21.7	347.3
	14/02/2007	61.8	34.5	4690.9	61.6	102.8	588.2	57.6	53.2	48.8	47.0	240.9
	15/02/2007	197.1	83.2	25599.1	232.1	662.1	1117.6	213.2	178.6	95.3	47.8	430.8
	16/02/2007	138.0	62.6	12237.0	117.3	247.6	2024.1	94.5	<59.0	126.5	128.0	665.3
	17/02/2007	53.3	166.2	33901.0	215.1	481.4	1587.4	103.9	<114.4	94.1	54.9	716.0
	18/02/2007	92.1	131.7	11586.8	138.7	303.5	1065.6	1819.2	3740.5	95.3	70.2	449.8

Tab. 4.11 - Concentrazioni relative medie dei metalli nel PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a Punta Sabbioni.

		V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb
Dentro il cantiere	Media	119.0	326.6	15145.8	148.5	371.6	1418.8	220.0	247.1	210.0	128.8	677.3
	Min	14.3	5.9	4690.9	43.8	102.8	280.3	33.5	38.1	17.0	21.7	121.2
	Max	327.0	1448.4	37529.7	341.2	1011.4	2654.7	1819.2	3740.5	2818.2	757.1	2385.6
Fuori il cantiere	Media	158.5	408.8	9378.3	135.2	410.3	1313.1	118.3	50.2	279.4	181.8	1183.7
	Min	72.8	147.4	1784.0	58.4	181.3	691.9	28.9	31.0	13.8	63.5	444.7
	Max	361.9	1230.2	24110.8	370.9	1245.0	3025.6	490.7	96.4	2062.4	735.6	5918.7

### **Campagne di misura a Chioggia**

Sono state elaborate le analisi dei metalli pesanti contenuti nel PM10 per tre campagne di misura a Chioggia, di cui la prima condotta a Ottobre 2006 e le ultime due condotte tra Febbraio e Marzo 2007. Si ricorda che nella campagna di Ottobre 2006 sono stati analizzati i metalli Ni, As, Cd e Pb; mentre nelle campagne di Febbraio-Marzo 2007 i metalli pesanti analizzati sono stati: Vanadio (V), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Nichel (Ni), Rame (Cu), Zinco (Zn), Arsenico (As), Molibdeno (Mo), Cadmio (Cd), Antimonio (Sb) e Piombo (Pb).

Nella Tabella 4.12 è riportato un riassunto delle condizioni meteorologiche medie di ogni giorno di campionamento. I dati utilizzati sono quelli della stazione meteorologica di Ceppe del MAV. Dall'analisi della tabella si osserva che tutto il periodo di campionamento è caratterizzato da scarse precipitazioni con un massimo di precipitazione (5.3 mm) il giorno 20/10/2006 a cui corrisponde un valore basso di concentrazione di PM10 (seppure non il minimo). L'intensità del vento è generalmente modesta con un aumento dell'intensità del vento nel periodo compreso tra il 06/03/2007 e il 11/03/2007 ed il giorno 19/3/2006 (giorno a cui corrisponde la massima intensità media del vento: 6.96 m/s). Infine, per quanto riguarda la direzione di provenienza del vento, è possibile distinguere due periodi che si caratterizzano per avere venti predominanti differenti: Ottobre 2006 in cui la direzione di provenienza del vento è distribuita in tutto il settore compreso fra S e N e Febbraio-Marzo 2007 in cui la direzione varia in tutto il settore SW-E.

Le concentrazioni dei metalli nel PM10 rilevate a Chioggia sono riportate in Tabella 4.13, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 4.15, ove sono evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle Tabelle 4.14 e 4.16 sono riportati anche 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 utilizzata una soglia (identificabile con il simbolo < nelle tabelle) calcolata a partire da un'analisi statistica dei filtri bianchi sul campo. Tale valore di soglia cautelativo è stato poi utilizzato nel calcolo dei valori medi e nei grafici relativi alle correlazioni con la direzione del vento.

Nelle Figure 4.16 e 4.17 si riportano le correlazioni fra il PM10, le relative concentrazioni di metalli, in termini di concentrazione assoluta, e le direzioni prevalenti del vento.

Si osserva che il V presenta dei picchi di concentrazione associati a direzioni del vento nel settore NE-SE. Tuttavia, due dei quattro picchi avvengono in giorni festivi e quindi in assenza di attività di cantiere. Il giorno 1/3/2007, in particolare, è presente un picco di V, As e Cd con direzione del vento prevalente da SE. Considerato che il cantiere sottende un intervallo di angoli fra 0° e 90° circa si può concludere che ci sono contributi significativi ai metalli menzionati dovuti ad altre sorgenti che vanno a sommarsi ed eventuali emissioni di cantiere per V e Cd mentre l'As presenta i picchi in direzioni non compatibili con il cantiere. Il Fe presenta il picco massimo in un giorno festivo (11/03/2007). I risultati indicano che il livello medio di Pb è compatibile con un sito di fondo urbano ed è in linea con quanto riportato nella Relazione Regionale della Qualità dell'Aria (2005 - Arpa Veneto).

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

Tab. 4.12 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Chioggia. In rosso i giorni festivi (22/10/06, 29/10/2007, 25/02/2007, 04/03/2007, 11/03/2007 e 18/03/2007). (\*) Giorni con direzione del vento molto variabile.

Data	Direzione prevalente	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH <sub>2</sub> O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
20/10/2006	SO	225	5.3	2.63	24.45
21/10/2006	WNW	292.5	0.2	1.78	46.02
<b>22/10/2006</b>	<b>WNW (*)</b>	<b>292.5</b>	<b>0.0</b>	<b>1.89</b>	<b>41.80</b>
23/10/2006	N	0	0.0	2.77	42.63
24/10/2006	S-SSE (*)	168.75	0.0	1.78	66.85
25/10/2006	SSE (*)	157.5	0.0	1.68	53.69
26/10/2006	SO (*)	225	0.2	1.17	56.26
27/10/2006	SO	225	0.2	1.37	73.42
28/10/2006	WNW	292.5	0.0	2.2	113.56
<b>29/10/2006</b>	<b>SO</b>	<b>225</b>	<b>0.0</b>	<b>1.52</b>	<b>60.74</b>
30/10/2006	NO (*)	315	0.0	2.58	45.96
31/10/2006	NNO	337.5	0.0	2.1	26.69
22/02/2007	SW (*)	225	0.2	1.69	88.31
23/02/2007	NW (*)	315	0.0	1.08	90.98
24/02/2007	SE (*)	135	2.6	1.50	81.00
<b>25/02/2007</b>	<b>E</b>	<b>90</b>	<b>3.0</b>	<b>2.24</b>	<b>45.32</b>
26/02/2007	SSW (*)	202.5	0.5	2.67	43.61
27/02/2007	SW (*)	225	0.1	2.11	53.52
28/02/2007	ESE (*)	112.5	0.1	2.24	88.47
01/03/2007	SE (*)	135	0.0	1.76	57.93
02/03/2007	SE	135	0.0	1.96	57.17
03/03/2007	NE	45	0.0	2.68	39.41
<b>04/03/2007</b>	<b>SE</b>	<b>135</b>	<b>0.0</b>	<b>1.81</b>	<b>54.25</b>
05/03/2007	ENE (*)	67.5	0.0	2.84	30.79
06/03/2007	E	90	0.0	3.4	37.15
07/03/2007	ESE (*)	112.5	1.9	3.38	51.75
08/03/2007	ENE	67.5	4.1	2.63	23.84
09/03/2007	ESE	112.5	0.0	2.94	10.02
10/03/2007	E (*)	90	0.0	4.63	26.01
<b>11/03/2007</b>	<b>E</b>	<b>90</b>	<b>0.0</b>	<b>6.12</b>	<b>48.63</b>
12/03/2007	NNE (*)	22.5	0.0	2.65	40.33
13/03/2007	N	360	0.0	1.68	42.85
14/03/2007	NE	45	0.0	1.63	43.24
15/03/2007	SSW (*)	202.5	0.0	2.19	50.79
16/03/2007	ESE (*)	112.5	0.0	1.6	50.56
17/03/2007	SE	135	0.0	2.85	80.07
<b>18/03/2007</b>	<b>ENE</b>	<b>67.5</b>	<b>0.0</b>	<b>3.42</b>	<b>56.44</b>
19/03/2007	WSW	247.5	1.2	6.96	35.94

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

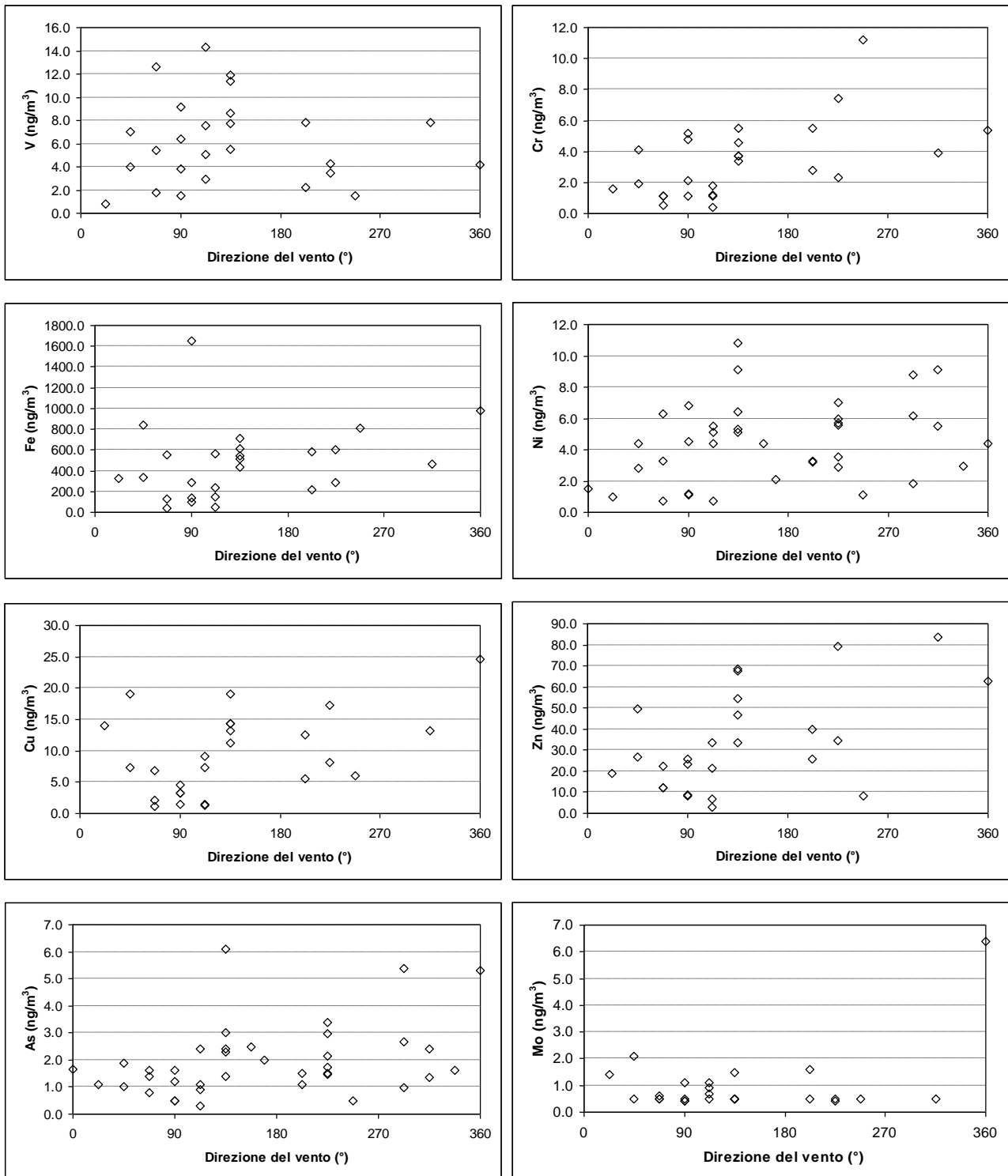


Fig. 4.16 – Correlazione fra le concentrazioni di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, As e Mo. Le concentrazioni sono espresse in termini assoluti.

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

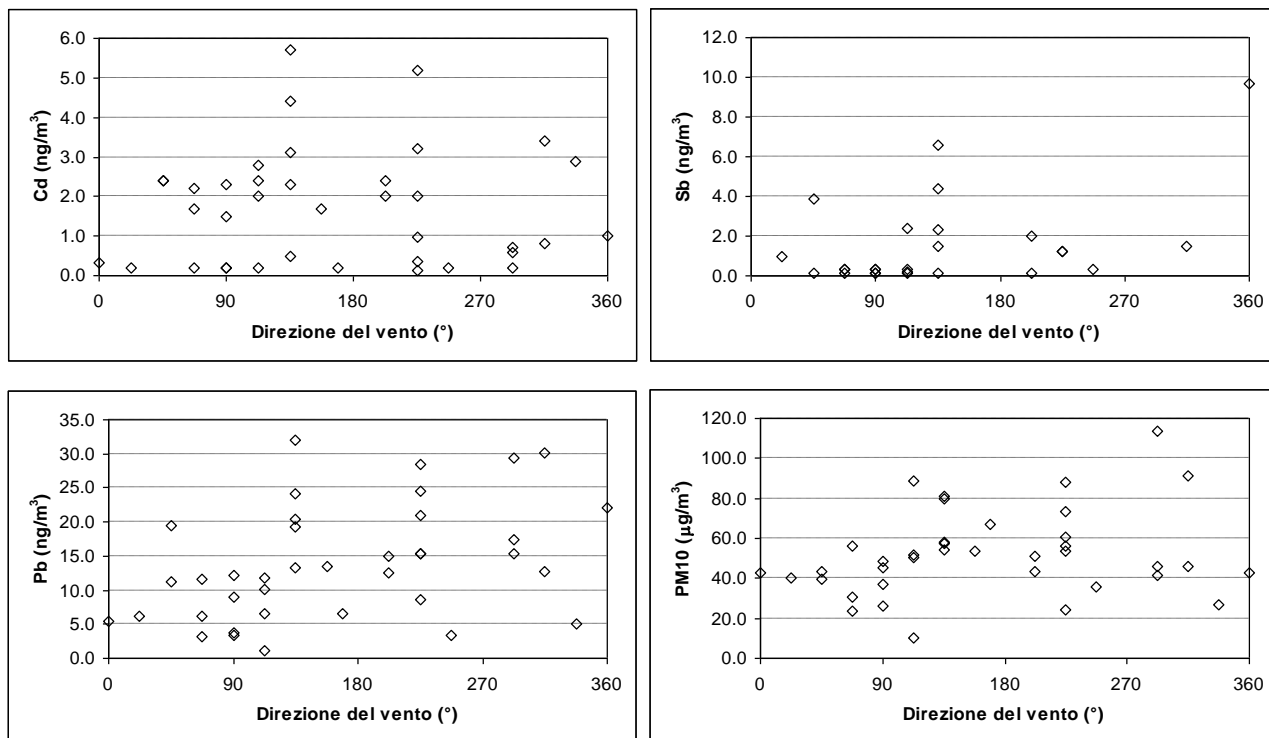


Fig. 4.17 – Correlazione fra le concentrazioni di PM10 e del relativo contenuto di metalli e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Cd, Sb, Pb e PM10. Le concentrazioni sono espresse in termini assoluti.

## CORILA

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

Tab.4.13 - Concentrazioni dei metalli nel PM10 (ng/m<sup>3</sup>) e di PM10 (µg/m<sup>3</sup>) a Chioggia. In rosso i giorni festivi.

Data	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb	PM10
20/10/2006	-	-	-	3.6	-	-	1.5	-	0.1	-	8.7	24.45
21/10/2006	-	-	-	8.8	-	-	5.4	-	0.6	-	15.4	46.02
22/10/2006	-	-	-	1.8	-	-	1.0	-	0.2	-	17.4	41.8
23/10/2006	-	-	-	1.5	-	-	1.7	-	0.3	-	5.5	42.63
24/10/2006	-	-	-	2.1	-	-	2.0	-	0.2	-	6.6	66.85
25/10/2006	-	-	-	4.4	-	-	2.5	-	1.7	-	13.5	53.69
26/10/2006	-	-	-	5.7	-	-	3.0	-	3.2	-	15.4	56.26
27/10/2006	-	-	-	5.6	-	-	2.2	-	1.0	-	20.9	73.42
28/10/2006	-	-	-	6.2	-	-	2.7	-	0.7	-	29.5	113.56
29/10/2006	-	-	-	2.9	-	-	1.7	-	0.4	-	24.5	60.74
30/10/2006	-	-	-	5.5	-	-	1.4	-	0.8	-	12.8	45.96
31/10/2006	-	-	-	3.0	-	-	1.6	-	2.9	-	5.0	26.69
22/02/2007	4.3	7.4	600.1	7.0	17.3	79.2	1.5	<0.5	2.0	1.2	28.5	88.31
23/02/2007	7.8	3.9	468.9	9.1	13.2	83.6	2.4	<0.5	3.4	1.5	30.2	90.98
24/02/2007	7.7	3.7	543.8	6.4	14.3	67.4	2.4	<0.5	3.1	2.3	24.1	81.00
25/02/2007	6.4	4.8	134.2	4.5	3.3	25.8	1.2	<0.5	2.3	<0.1	12.1	45.32
26/02/2007	2.2	5.5	214.5	3.2	5.5	39.8	1.1	<0.5	2.4	<0.1	15.0	43.61
27/02/2007	3.5	2.3	282.5	6.0	8.2	34.7	3.4	<0.4	5.2	1.2	15.3	53.52
28/02/2007	5.1	1.8	238.5	4.4	7.4	21.4	1.1	<0.5	2.0	<0.1	10.1	88.47
01/03/2007	11.4	5.5	514.2	10.8	14.3	54.5	6.1	<0.5	5.7	6.6	19.3	57.93
02/03/2007	5.5	3.7	433.2	5.1	11.3	33.6	1.4	<0.5	2.3	<0.1	13.3	57.17
03/03/2007	7.0	1.9	339.9	4.4	7.4	26.9	1.0	<0.5	2.4	<0.1	11.2	39.41
04/03/2007	11.9	3.4	612.8	9.1	13.2	68.6	3.0	<0.5	4.4	1.5	32.0	54.25
05/03/2007	5.4	0.5	132.2	3.3	2.1	12.4	0.8	<0.5	1.7	<0.1	6.2	30.79
06/03/2007	9.2	5.2	291.7	6.8	4.6	23.5	0.5	<0.4	1.5	<0.1	8.9	37.15
07/03/2007	7.6	0.4	149.1	5.1	1.4	6.9	0.3	<0.7	2.4	<0.2	6.5	51.75
08/03/2007	1.8	<1.1	40.4	<0.7	1.1	12.0	1.6	0.6	<0.2	<0.3	3.2	23.84
09/03/2007	2.9	<1.1	51.0	<0.7	1.3	<2.8	0.9	0.9	<0.2	<0.3	1.1	10.02
10/03/2007	1.5	<1.1	95.0	1.2	3.2	8.3	1.6	1.1	<0.2	0.3	3.8	26.01
11/03/2007	3.8	2.1	1651.7	1.1	1.5	8.9	0.5	<0.4	<0.2	<0.3	3.3	48.63
12/03/2007	0.8	1.6	326.1	1.0	14.0	18.9	1.1	1.4	<0.2	1.0	6.1	40.33



## CORILA

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

Data	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb	PM10
13/03/2007	4.2	5.4	978.3	4.4	24.7	62.9	5.3	6.4	1.0	9.7	22.0	42.85
14/03/2007	4.0	4.1	844.0	2.8	19.1	49.8	1.9	2.1	2.4	3.9	19.5	43.24
15/03/2007	7.8	2.8	580.7	3.3	12.5	25.9	1.5	1.6	2.0	2.0	12.5	50.79
16/03/2007	14.3	1.2	562.2	5.5	9.2	33.4	2.4	1.1	2.8	2.4	11.7	50.56
17/03/2007	8.6	4.6	713.5	5.3	19.1	46.8	2.3	1.5	0.5	4.4	20.4	80.07
18/03/2007	12.6	<1.1	556.0	6.3	6.8	22.2	1.4	<0.5	2.2	<0.3	11.6	56.44
19/03/2007	1.5	11.2	813.9	1.1	6.0	8.1	0.5	<0.5	<0.2	<0.3	3.3	35.94

Tab. 4.14 - Concentrazioni medie dei metalli nel PM10 (ng/m<sup>3</sup>) e di PM10 (µg/m<sup>3</sup>) a Chioggia.

	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb	PM10
Media	6.1	3.4	468.0	4.5	9.3	33.8	1.9	1.0	1.7	1.6	13.8	52.1
Min	0.8	0.4	40.4	0.7	1.1	2.8	0.3	0.4	0.1	0.1	1.1	10.0
Max	14.3	11.2	1651.7	10.8	24.7	83.6	6.1	6.4	5.7	9.7	32.0	113.6

## CORILA

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

Tab. 4.15 - Concentrazioni relative dei metalli nel PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a Chioggia. In rosso i giorni festivi.

Data	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb
20/10/2006	-	-	-	145.8	-	-	59.3	-	5.6	-	355.0
21/10/2006	-	-	-	190.5	-	-	116.8	-	12.9	-	335.2
22/10/2006	-	-	-	44.1	-	-	23.5	-	4.5	-	415.1
23/10/2006	-	-	-	35.4	-	-	39.3	-	7.2	-	128.6
24/10/2006	-	-	-	31.9	-	-	30.0	-	2.8	-	99.0
25/10/2006	-	-	-	82.2	-	-	46.2	-	31.2	-	250.7
26/10/2006	-	-	-	101.4	-	-	52.8	-	57.1	-	273.8
27/10/2006	-	-	-	76.1	-	-	29.4	-	13.1	-	284.5
28/10/2006	-	-	-	54.1	-	-	23.5	-	6.3	-	259.3
29/10/2006	-	-	-	47.6	-	-	28.7	-	5.7	-	403.3
30/10/2006	-	-	-	119.2	-	-	29.7	-	17.5	-	278.0
31/10/2006	-	-	-	111.1	-	-	60.9	-	108.1	-	188.5
22/02/2007	48.6	84.1	6795.6	79.5	195.4	896.9	17.4	<5.1	22.7	13.9	322.2
23/02/2007	86.0	42.4	5154.1	100.1	144.6	919.2	26.3	<5.0	37.8	16.2	331.6
24/02/2007	94.6	45.3	6713.3	79.6	176.2	832.6	30.2	<5.6	37.9	28.5	297.6
25/02/2007	141.2	106.4	2960.7	98.5	73.1	568.5	27.1	<10.0	50.3	<2.3	267.8
26/02/2007	51.4	126.0	4917.6	73.8	126.7	912.9	26.0	<10.4	53.9	<2.4	343.2
27/02/2007	65.1	43.2	5279.1	112.7	153.9	648.9	64.2	<8.4	97.9	21.7	285.6
28/02/2007	57.6	19.8	2695.8	50.0	83.3	241.5	12.4	<5.1	22.7	<1.2	114.4
01/03/2007	196.1	95.5	8875.7	185.8	246.6	941.6	105.0	<7.9	98.6	113.3	333.9
02/03/2007	95.7	64.5	7577.7	89.3	196.8	586.9	24.7	<8.1	40.0	<1.9	232.4
03/03/2007	178.5	48.1	8626.3	112.7	186.6	683.8	25.4	<11.6	60.0	<2.7	284.6
04/03/2007	219.6	63.5	11296.7	167.1	242.9	1264.1	54.4	<8.3	80.9	28.5	589.4
05/03/2007	175.9	15.2	4293.2	105.6	67.6	401.9	24.4	<14.6	55.8	<3.4	202.2
06/03/2007	246.5	140.9	7851.3	183.6	123.7	631.3	13.8	<12.1	41.4	<2.8	239.5
07/03/2007	147.2	7.2	2881.4	98.5	27.1	134.0	6.2	<13.7	46.0	<3.2	126.5
08/03/2007	77.5	<47.0	1694.9	<29.2	45.3	503.5	67.9	26.5	<7.8	<14.2	135.4
09/03/2007	287.0	<110.9	5094.4	<68.8	132.9	<280.0	92.9	87.1	<18.5	<33.6	105.9
10/03/2007	56.5	<42.7	3652.4	46.7	122.8	319.0	62.9	43.9	<7.1	12.7	145.2
11/03/2007	77.7	43.6	33963.1	22.1	31.2	182.7	9.7	<9.2	<3.8	<6.8	67.6
12/03/2007	19.5	40.0	8087.2	24.9	348.4	468.2	27.7	34.9	<4.6	25.4	152.3

## CORILA

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

Data	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb
13/03/2007	98.6	125.6	22830.7	102.3	577.6	1467.0	124.2	149.0	23.4	225.5	512.5
14/03/2007	92.0	94.9	19518.1	63.6	442.4	1152.2	45.0	47.9	56.0	89.4	450.0
15/03/2007	154.0	54.2	11432.1	65.9	247.0	510.1	29.0	32.1	39.1	40.3	246.8
16/03/2007	283.0	23.3	11121.0	109.6	181.4	660.7	47.1	21.8	56.1	47.4	230.8
17/03/2007	107.2	57.0	8910.0	66.7	238.9	584.3	28.3	18.9	6.1	55.5	254.2
18/03/2007	222.4	<20.1	9851.3	111.3	120.7	393.2	25.3	<8.2	38.4	<6.1	206.2
19/03/2007	42.8	312.5	22649.6	29.6	166.9	224.2	13.8	<12.9	<5.3	<9.7	91.6

Tab. 4.16 - Concentrazioni relative medie dei metalli nel PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a Chioggia.

	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb
Media	127.8	72.1	9412.4	87.3	180.8	631.1	41.4	23.8	33.8	31.1	259.0
Min	19.5	7.2	1694.9	22.1	27.1	134.0	6.2	5.0	2.8	1.2	67.6
Max	287.0	312.5	33963.1	190.5	577.6	1467.0	124.2	149.0	108.1	225.5	589.4

### Campagne di misura a Malamocco

Sono state elaborate le analisi dei metalli pesanti contenuti nel PM10 per due campagne di misura a Malamocco, di cui la prima condotta tra Settembre e Ottobre 2006 e la seconda condotta tra Marzo e Aprile 2007. In particolare, si sottolinea che nella campagna di Settembre-Ottobre 2006 sono stati ricercati i metalli: Ni, As, Cd e Pb; mentre nella seconda campagna, i metalli ricercati sono stati: Vanadio (V), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Nichel (Ni), Rame (Cu), Zinco (Zn), Arsenico (As), Molibdeno (Mo), Cadmio (Cd), Antimonio (Sb) e Piombo (Pb).

Nella Tabella 4.17 è riportato un riassunto delle condizioni meteorologiche medie di ogni giorno di campionamento. I dati utilizzati sono quelli della stazione meteorologica di Ceppe del MAV. Si osserva che ci sono stati solo tre giorni di precipitazioni nel periodo di campionamento con un massimo di pioggia (11.5 mm) il 31/03/2007 a cui è associato un abbassamento dei livelli atmosferici di PM10. Le direzioni di vento prevalenti sono dal settore N-NNO e dal settore S. I venti sono generalmente deboli o moderati; il 04/04/2007 è il giorno con la maggiore intensità del vento (6.2 m/s).

Tab. 4.17 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Malamocco. In rosso i giorni festivi (01/10/2006, 08/10/2006, 01/04/2007).

Data	Direzione prevalente	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH <sub>2</sub> O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
27/09/2006	N	0	0.0	3.35	54.39
28/09/2006	NNW	337.5	0.0	2.06	44.15
29/09/2006	S	180	0.0	1.77	54.66
30/09/2006	NNW (*)	337.5	0.0	1.56	70.87
<b>01/10/2006</b>	<b>SE</b>	<b>135</b>	<b>0.0</b>	<b>2.11</b>	<b>55.18</b>
02/10/2006	S	180	0.0	2.71	39.5
03/10/2006	S	180	0.0	3.72	36.28
04/10/2006	S	180	0.0	3.37	33.82
05/10/2006	N	0	0.0	4.16	17.34
06/10/2006	NNW (*)	337.5	0.0	2.26	20.46
07/10/2006	WNW (*)	292.5	0.0	2.04	41.48
<b>08/10/2006</b>	<b>NNW</b>	<b>337.5</b>	<b>0.0</b>	<b>2.58</b>	<b>29.32</b>
29/03/2007	SE	135	0.0	1.71	20.44
30/03/2007	NNE	22.5	9.2	3.17	15.56
31/03/2007	NNE	22.5	11.5	2.09	9.64
<b>01/04/2007</b>	<b>NNW</b>	<b>337.5</b>	<b>0.0</b>	<b>1.72</b>	<b>20.82</b>
02/04/2007	NNW	337.5	0.0	1.53	38.05
03/04/2007	N (*)	360	0.0	2.39	34.26
04/04/2007	ESE	112.5	0.2	6.22	22.49
05/04/2007	E	90	0.0	4.00	26.36
06/04/2007	SSW	202.5	0.0	1.43	47.46

Le concentrazioni dei metalli nel PM10 rilevate a Malamocco sono riportate in Tabella 4.18, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 4.20 e sono evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle Tabelle 4.19 e 4.21 sono riportati i valori medi, minimi e massimi.

Nelle Figure 4.18 e 4.19 si riportano le correlazioni fra il PM10, le relative concentrazioni di metalli, in termini di concentrazione assoluta, e le direzioni prevalenti del vento.

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

I risultati indicano che il livello medio di Pb è compatibile con un sito di fondo urbano ed è in linea con quanto riportato nella Relazione Regionale della Qualità dell'Aria (2005 - Arpa Veneto). Le concentrazioni di As mostrano dei significativi picchi (uno dei quali si verifica di domenica e quindi a cantiere fermo) che sono associati a direzioni del vento dal settore S-SE. Considerando che il cantiere è associabile ad angoli compresi fra 0° e 90° si può concludere, come già osservato per Punta Sabbioni, che le sorgenti di As non sono direttamente riferibili alle attività di cantiere. Il livello medio di As è compatibile con altri rilevamenti nell'area di Venezia. Il Cd presenta dei picchi di concentrazione nel settore fra N ed E; tuttavia la concentrazione media è in linea con quanto osservato in altri siti a Venezia ed è inferiore ai limiti normativi. Il Ni presenta un massimo di concentrazione nel giorno 01/10/2006 (festivo) in cui il vento prevalente è dal settore S.

In particolare, dall'analisi delle tabelle si osservano nel giorno 04/04/2007 picchi di concentrazione sia assoluta che relativa dei metalli V, Ni, Cu, Mo e Pb con un vento avente direzione prevalente proveniente dal settore E-SE.

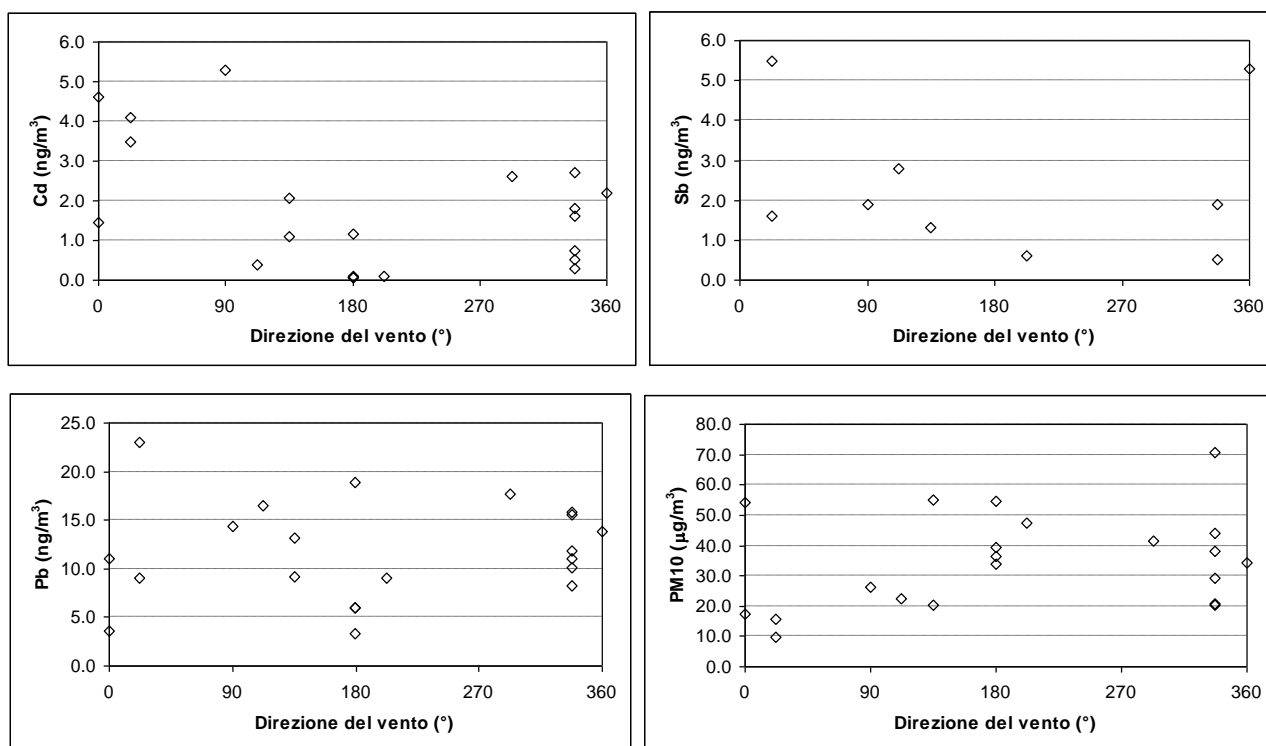


Fig. 4.18 - Correlazione fra le concentrazioni di PM10 e del relativo contenuto di metalli e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Cd, Sb, Pb e PM10.

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

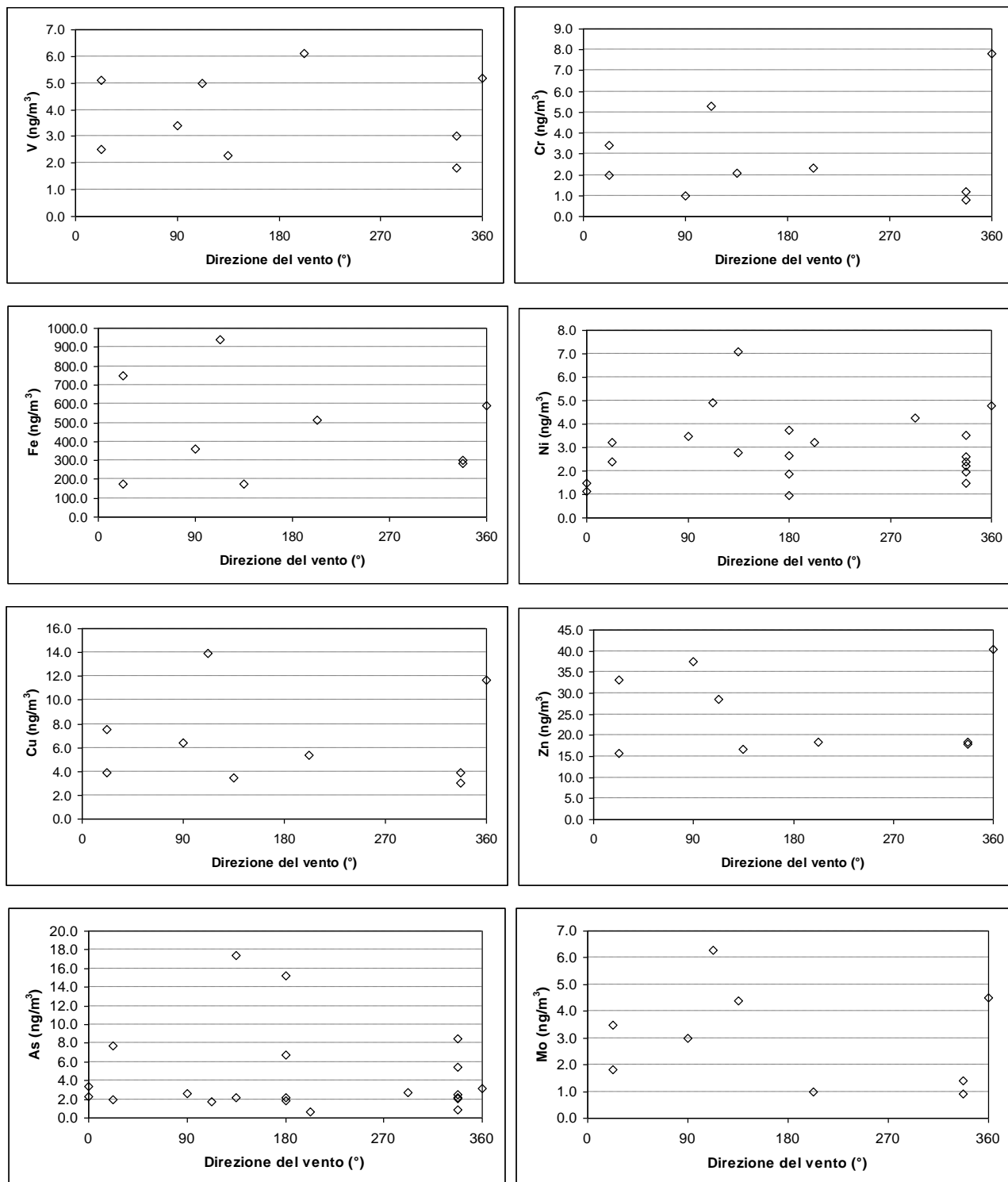


Fig. 4.19 – Correlazione fra le concentrazioni di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, As e Mo.

## CORILA

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

Tab. 4.18 - Concentrazioni dei metalli nel PM10 (ng/m<sup>3</sup>) e di PM10 (µg/m<sup>3</sup>) a Malamocco. In rosso i giorni festivi.

Data	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb	PM10
27/09/2006	-	-	-	1.5	-	-	3.4	-	1.4	-	11.0	54.39
28/09/2006	-	-	-	2.2	-	-	5.5	-	1.8	-	15.6	44.15
29/09/2006	-	-	-	3.7	-	-	6.7	-	1.2	-	18.9	54.66
30/09/2006	-	-	-	3.5	-	-	8.5	-	2.7	-	15.9	70.87
01/10/2006	-	-	-	7.1	-	-	17.4	-	2.1	-	13.2	55.18
02/10/2006	-	-	-	1.9	-	-	2.2	-	0.1	-	6.0	39.5
03/10/2006	-	-	-	2.6	-	-	1.9	-	0.1	-	6.0	36.28
04/10/2006	-	-	-	1.0	-	-	15.3	-	0.1	-	3.4	33.82
05/10/2006	-	-	-	1.1	-	-	2.2	-	4.6	-	3.6	17.34
06/10/2006	-	-	-	2.0	-	-	2.0	-	0.8	-	10.1	20.46
07/10/2006	-	-	-	4.3	-	-	2.7	-	2.6	-	17.6	41.48
08/10/2006	-	-	-	2.6	-	-	2.2	-	0.5	-	11.9	29.32
29/03/2007	2.3	2.1	176.5	2.8	3.5	16.8	2.2	4.4	1.1	1.3	9.2	20.44
30/03/2007	5.1	3.4	749.4	3.2	7.5	33.2	7.7	3.5	4.1	5.5	23.0	15.56
31/03/2007	2.5	2.0	175.9	2.4	3.9	15.8	2.0	1.8	3.5	1.6	9.0	9.64
01/04/2007	3.0	1.2	284.7	2.4	3.9	18.4	0.9	1.4	0.3	0.5	8.2	20.82
02/04/2007	1.8	0.8	297.9	1.5	3.0	18.0	2.5	0.9	1.6	1.9	11.1	38.05
03/04/2007	5.2	7.8	590.1	4.8	11.7	40.5	3.2	4.5	2.2	5.3	13.8	34.26
04/04/2007	5.0	5.3	941.3	4.9	13.9	28.6	1.7	6.3	0.4	2.8	16.5	22.49
05/04/2007	3.4	1.0	360.7	3.5	6.4	37.4	2.6	3.0	5.3	1.9	14.3	26.36
06/04/2007	6.1	2.3	515.5	3.2	5.4	18.4	0.7	1.0	0.1	0.6	9.0	47.46

Tab. 4.19 - Concentrazioni medie dei metalli nel PM10 (ng/m<sup>3</sup>) e di PM10 (µg/m<sup>3</sup>) a Malamocco.

	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb	PM10
Media	3.8	2.9	454.7	3.0	6.6	25.2	4.4	3.0	1.7	2.4	11.8	34.9
Min	1.8	0.8	175.9	1.0	3.0	15.8	0.7	0.9	0.1	0.5	3.4	9.6
Max	6.1	7.8	941.3	7.1	13.9	40.5	17.4	6.3	5.3	5.5	23.0	70.9



## CORILA

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

Tab. 4.20 - Concentrazioni relative dei metalli nel PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a Malamocco. In rosso i giorni festivi.

Data	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb
27/09/2006	-	-	-	27.7	-	-	61.7	-	26.5	-	202.2
28/09/2006	-	-	-	50.4	-	-	123.5	-	40.7	-	352.6
29/09/2006	-	-	-	68	-	-	122.4	-	21.4	-	345.4
30/09/2006	-	-	-	50	-	-	120.4	-	38.2	-	223.7
01/10/2006	-	-	-	128.1	-	-	315.2	-	37.7	-	239.7
02/10/2006	-	-	-	47.5	-	-	54.8	-	1.8	-	150.8
03/10/2006	-	-	-	72.8	-	-	52.1	-	2.8	-	164.8
04/10/2006	-	-	-	28.6	-	-	451.2	-	1.5	-	99.8
05/10/2006	-	-	-	64.8	-	-	128.7	-	265.4	-	206.2
06/10/2006	-	-	-	95.5	-	-	99.1	-	36.7	-	494.8
07/10/2006	-	-	-	103.1	-	-	65.7	-	62.7	-	425
08/10/2006	-	-	-	89.8	-	-	75.6	-	17.6	-	405.5
29/03/2007	113	100.9	8634.3	137.1	170.2	823.8	109.9	214	55	63.8	449.4
30/03/2007	326.1	215.9	48176.6	204.8	481.4	2133.8	497.6	223.1	260.6	356.2	1477.8
31/03/2007	264	202.6	18252.7	246	407.2	1634.8	202.5	186.7	358.5	169.8	938.9
01/04/2007	143.7	56.2	13672.9	114.7	186.7	882.1	44.9	67.5	12.2	25.9	393
02/04/2007	47.4	21.6	7828.8	39.8	78.9	474	65.1	24.3	42.3	50.5	292.3
03/04/2007	153.1	228.2	17223.7	139.9	342.3	1181.4	94.6	130.7	63.3	155	403.5
04/04/2007	221.9	234.4	41854.3	216.4	619.3	1272	74.7	278.5	17	123	732.2
05/04/2007	130.5	37.5	13682.5	134.5	243.9	1417.5	99.9	112.1	199.8	73.2	542.9
06/04/2007	129.4	49.1	10860.4	67.5	114.8	387.3	15.3	20.9	2.2	11.6	189

Tab. 4.21 - Concentrazioni relative medie dei metalli nel PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a Malamocco.

	V	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb
Media	169.9	127.4	20020.7	101.3	293.9	1134.1	136.9	139.8	74.5	114.3	415.7
Min	47.4	21.6	7828.8	27.7	78.9	387.3	15.3	20.9	1.5	11.6	99.8
Max	326.1	234.4	48176.6	246.0	619.3	2133.8	497.6	278.5	358.5	356.2	1477.8



#### 4.4.1 Commenti finali

Nella Tabella 4.22 si riportano i valori medi, massimi e minimi delle concentrazioni osservate dei vari metalli contenuti nel PM10 monitorato nei tre siti di misura considerati: Punta Sabbioni, Chioggia e Malamocco. Si fa notare che le concentrazioni di tutti i metalli sono più elevate esternamente al cantiere, ad eccezione di As e Mo le cui concentrazioni sono dovute ad un unico evento di picco nel giorno festivo del 18/2/07. In Tabella 4.23 sono riportati, invece, i valori medi delle concentrazioni dei vari metalli contenuti nel PM10 monitorato a Punta Sabbioni internamente al cantiere, distinguendo tra le misure condotte nei giorni feriali e quelle rilevate nei giorni festivi. In particolare, si osserva che tutti i metalli monitorati hanno valori medi più alti nei giorni feriali rispetto a quelli festivi ad eccezione di As e Mo. Tale eccezione può essere spiegata osservando che il massimo di concentrazione per tali metalli è rilevato nel giorno festivo 18/02/2007 e che la statistica dei giorni festivi è limitata, per cui un evento di picco come quello osservato il 18/02/2007 può aver influenzato i valori medi di concentrazione di As e Mo.

In Tabella 4.24 sono riportati, infine, i valori normativi in riferimento al D.M. 60/2002 ed alla Direttiva Europea (2004/107/CE in fase di recepimento in Italia) relativi al contenuto di metalli rilevabili nel PM10. 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]. Sempre in Tabella 4.24 sono presenti i valori medi della concentrazione di alcuni metalli pesanti nel PM10 ottenuta dal rapporto Regionale ARPA (2005).

Dall'analisi della Tabella 4.22 si evince che i livelli medi dei metalli presenti nel PM10 rilevato a Punta Sabbioni (sia esternamente al cantiere sia all'interno del cantiere) sono più alti rispetto alle concentrazioni medie riscontrate negli altri siti di Chioggia e Malamocco.

Dal confronto tra le due tabelle, infine, si nota che il valore medio di As e Cd rilevato a Punta Sabbioni risulta superiore al valore limite riportato nella Direttiva Europea, mentre nelle altre campagne si osservano livelli di Ni, As, Cd e Pb inferiori alle soglie della Direttiva. Si sottolinea, comunque, che il confronto è indicativo in quanto sia i valori limite sia le indicazioni del WHO sono riferite a medie annuali. Le sorgenti di As sono probabilmente di origine industriale non legate alle attività di cantiere mentre il Cd potrebbe avere anche dei contributi da cantiere; tuttavia la corrispondenza di un massimo di Cd con uno di Pb suggerisce anche un possibile contributo da traffico veicolare.

## CORILA

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

Tab. 4.22 - Confronto fra concentrazioni di metalli rilevati a Punta Sabbioni, Chioggia e Malamocco

		V (ng/m <sup>3</sup> )	Cr (ng/m <sup>3</sup> )	Fe (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Cu (ng/m <sup>3</sup> )	Zn (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Mo (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Sb (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Punta Sabbioni (dentro il cantiere)</b>	<b>Media</b>	<b>6.1</b>	<b>17.6</b>	<b>736.2</b>	<b>7.2</b>	<b>18.1</b>	<b>69.1</b>	<b>8.6</b>	<b>8.0</b>	<b>7.0</b>	<b>6.2</b>	<b>31.4</b>	<b>52.2</b>
	<b>Min</b>	1.0	0.2	198.2	2.4	5.5	24.1	1.6	2.2	0.7	0.9	10.2	19.6
	<b>Max</b>	23.2	60.4	1944.2	20.7	52.1	138.9	41.1	84.6	58.2	16.2	72.0	108.2
<b>Punta Sabbioni (fuori il Cantiere)</b>	<b>Media</b>	<b>11.4</b>	<b>24.2</b>	<b>691.5</b>	<b>8.9</b>	<b>26.8</b>	<b>84.9</b>	<b>6.8</b>	<b>3.5</b>	<b>8.9</b>	<b>10.5</b>	<b>54.8</b>	<b>77.7</b>
	<b>Min</b>	4.7	14.4	130.0	3.9	10.4	50.4	1.4	1.5	0.8	3.3	27.6	19.3
	<b>Max</b>	29.7	56.7	1756.3	19.1	52.5	165.2	17.6	6.4	39.9	18.0	114.5	135.3
<b>Chioggia</b>	<b>Media</b>	<b>6.1</b>	<b>3.4</b>	<b>468.0</b>	<b>4.5</b>	<b>9.3</b>	<b>33.8</b>	<b>1.9</b>	<b>1.0</b>	<b>1.7</b>	<b>1.6</b>	<b>13.8</b>	<b>52.1</b>
	<b>Min</b>	0.8	0.4	40.4	0.7	1.1	2.8	0.3	0.4	0.1	0.1	1.1	10.0
	<b>Max</b>	14.3	11.2	1651.7	10.8	24.7	83.6	6.1	6.4	5.7	9.7	32.0	113.6
<b>Malamocco</b>	<b>Media</b>	<b>3.8</b>	<b>2.9</b>	<b>454.7</b>	<b>3.0</b>	<b>6.6</b>	<b>25.2</b>	<b>4.4</b>	<b>3.0</b>	<b>1.7</b>	<b>2.4</b>	<b>11.8</b>	<b>34.9</b>
	<b>Min</b>	1.8	0.8	175.9	1.0	3.0	15.8	0.7	0.9	0.1	0.5	3.4	9.6
	<b>Max</b>	6.1	7.8	941.3	7.1	13.9	40.5	17.4	6.3	5.3	5.5	23.0	70.9

Tab. 4.23 - Confronto fra concentrazioni di metalli rilevati a Punta Sabbioni, dentro il cantiere. In particolare, si distinguono i rilevamenti condotti nei giorni feriali da quelli condotti nei giorni festivi.

		V (ng/m <sup>3</sup> )	Cr (ng/m <sup>3</sup> )	Fe (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Cu (ng/m <sup>3</sup> )	Zn (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Mo (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Sb (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Punta Sabbioni (media feriale)</b>	<b>Media</b>	<b>6.3</b>	<b>19.4</b>	<b>778.6</b>	<b>7.4</b>	<b>18.5</b>	<b>69.3</b>	<b>7.4</b>	<b>4.8</b>	<b>7.2</b>	<b>6.4</b>	<b>31.8</b>	<b>52.8</b>
<b>Punta Sabbioni (media festiva)</b>	<b>Media</b>	<b>4.5</b>	<b>4.9</b>	<b>439.4</b>	<b>5.2</b>	<b>15.2</b>	<b>67.9</b>	<b>17.1</b>	<b>30.8</b>	<b>5.2</b>	<b>4.9</b>	<b>28.4</b>	<b>47.9</b>

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

Tab. 4.24 - Indicazioni normative e della WHO e le normative vigenti od in fase di recepimento. Si riportano anche i valori riscontrati presso alcuni siti di monitoraggio dell'Arpa Veneto. I metalli sono espressi in ng/m<sup>3</sup>. I valori limite e le soglie di valutazione superiore ed inferiore sono quelle della Direttiva Europea (2004/107/CE in fase di recepimento) 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 - 2005)	
		Valore Limite	Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore	Bissuola (2005)	A. Da Mestre (2005)
<b>Nichel</b>	1 (B)/9-60 (U)	<b>20</b>	14	10	4.7	5.5
<b>Arsenico</b>	1-3 (B)/20-30 (U)	<b>6</b>	3.6	2.4	3.2	2.9
<b>Cadmio</b>	0.1 (B)/1-10 (U)	<b>5</b>	3	2	3.6	3.7
<b>Piombo</b>	0,6 (B)/ 5-500 (U)	<b>500</b>	350	200	22.9	20.1



## 5. RISULTATI MONITORAGGIO IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

### 5.1 Introduzione

Durante il secondo anno di monitoraggio, in accordo a quanto previsto dal DT (attività 2.4.3), il monitoraggio degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) è stato effettuato mediante due campagne di misura nelle due bocche di Malamocco e Punta Sabbioni; la prima dal 25/09/06 al 10/10/06 a Malamocco e dal 02/11/06 al 14/11/06 a Punta Sabbioni, mentre la seconda dal 19/02/07 al 05/03/07 a Malamocco e dal 05/02/07 al 19/02/07 a Punta Sabbioni.

### 5.2 Risultati del monitoraggio

Le tabella 5.1 e 5.2 riportano sinteticamente i dati relativi alle due campagne di misura a Malamocco e a Punta Sabbioni (in rosso i giorni festivi; NR non rilevabile).

Tab. 5.1 – Riepilogo dati relativi alle due campagne di misura a Malamocco

<b>1 Camp.</b>	<b>Σ IPA Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Σ IPA Vapore (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>B(a)P Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Σ IPA RC Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Fluorantene Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Direzione Prevalente vento</b>
Camp. 1	2,74	9,96	0,12	1,63	0,45	NE, intenso
Camp. 2	3,25	9,34	0,09	1,52	0,81	N - NE
Camp. 3	4,66	12,51	0,17	2,94	0,52	Variabile da S a N
Camp. 4	1,15	9,92	0,001	0,62	0,19	Variabile da SE a NW
<b>Camp. 5</b>	<b>0,01</b>	<b>3,89</b>	<b>NR</b>	<b>0,01</b>	<b>NR</b>	<b>Variabile</b>
Camp. 6	0,58	3,63	NR	0,32	0,10	SE - S, intenso
<b>Camp. 7</b>	<b>1,99</b>	<b>8,02</b>	<b>0,09</b>	<b>1,49</b>	<b>0,19</b>	<b>Variabile N - NW</b>
Camp. 8	2,67	12,52	0,17	1,92	0,30	NW
Media	<b>2,13</b>	<b>8,72</b>	<b>0,11</b>	<b>1,30</b>	<b>0,37</b>	
Dev. Stand.	<b>1,52</b>	<b>3,42</b>	<b>0,06</b>	<b>0,95</b>	<b>0,24</b>	
<b>2 Camp.</b>	<b>Σ IPA Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Σ IPA Vapore (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>B(a)P Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Σ IPA RC Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Fluorantene Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Direzione Prevalente vento</b>
Camp. 1	17,92	73,28	1,62	15,07	1,13	Da SW a N
Camp. 2	4,27	27,96	0,17	3,46	0,36	Variabile da S a NW
Camp. 3	14,76	24,51	1,22	12,83	0,63	Variabile da SE a NW
<b>Camp. 4</b>	<b>2,50</b>	<b>7,86</b>	<b>0,10</b>	<b>2,05</b>	<b>0,20</b>	Da E a S
Camp. 5	2,60	11,54	0,03	1,50	0,27	Da SE a W
Camp. 6	4,10	12,30	0,24	3,62	0,20	Da N a E
Camp. 7	3,49	8,56	0,14	2,69	0,34	Variabile da SW a NE
<b>Camp. 8</b>	<b>6,70</b>	<b>ND</b>	<b>0,41</b>	<b>5,42</b>	<b>0,47</b>	Da NE a SE
Media	<b>7,04</b>	<b>23,72</b>	<b>0,49</b>	<b>5,83</b>	<b>0,45</b>	
Dev. Stand.	<b>5,94</b>	<b>23,22</b>	<b>0,59</b>	<b>5,18</b>	<b>0,31</b>	

ND \*\* Il PUF relativo al campionamento 8 (campione 115/07) è stato perso in fase preparativa



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

Tab. 5.2 – Riepilogo dati relativi alle due campagne di misura a Punta Sabbioni

<b>1 Camp.</b>	<b>Σ IPA Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Σ IPA Vapore (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>B(a)P Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Σ IPA RC Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Fluorantene Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Direzione Prevalente vento</b>
Camp. 1	0,78	15,96	0,06	0,56	0,11	NW - NE
Camp. 2	1,29	3,18	0,11	1,02	0,13	NE
<b>Camp. 3</b>	<b>2,02</b>	<b>4,04</b>	<b>0,18</b>	<b>1,67</b>	<b>0,16</b>	<b>N - NO</b>
Camp. 4	4,25	11,06	0,45	3,71	0,24	N
Camp. 5	31,06	56,75	3,24	27,43	1,47	N
Camp. 6	32,12	48,00	3,42	26,85	1,73	N
<b>Camp. 7</b>	<b>28,25</b>	<b>44,44</b>	<b>2,81</b>	<b>24,68</b>	<b>1,40</b>	<b>N - NW</b>
Camp. 8	39,77	73,96	4,25	34,81	1,85	N
Media	<b>17,44</b>	<b>32,17</b>	<b>1,82</b>	<b>15,09</b>	<b>0,89</b>	
Dev. Stand.	<b>16,76</b>	<b>26,97</b>	<b>1,78</b>	<b>14,59</b>	<b>0,79</b>	
<b>2 Camp.</b>	<b>Σ IPA Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Σ IPA Vapore (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>B(a)P Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Σ IPA RC Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Fluorantene Aerosol (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Direzione Prevalente vento</b>
Camp. 1	5,21	11,84	0,27	4,70	0,24	Variabile da NW a S
Camp. 2	7,54	36,44	0,55	6,88	0,30	NNE
Camp. 3	5,13	17,72	0,42	4,86	0,10	Variabile da N a S
<b>Camp. 4</b>	<b>9,98</b>	<b>22,28</b>	<b>0,97</b>	<b>9,51</b>	<b>0,16</b>	<b>Non disponibile</b>
Camp. 5	2,07	10,98	0,07	2,07	NR	NNE
Camp. 6	1,28	9,13	0,09	1,28	NR	WWS
Camp. 7	3,36	13,17	NR	3,36	NR	Da SW a NNE
<b>Camp. 8</b>	<b>5,63</b>	<b>10,21</b>	<b>0,56</b>	<b>5,16</b>	<b>0,20</b>	<b>NE</b>
Media	<b>5,02</b>	<b>16,47</b>	<b>0,42</b>	<b>4,73</b>	<b>0,20</b>	
Dev. Stand.	<b>2,85</b>	<b>9,18</b>	<b>0,31</b>	<b>2,63</b>	<b>0,08</b>	

NR Inferiore al limite di rilevabilità;

Malamocco: nel corso delle due campagne di misure si sono avuti due campionamenti con concentrazioni di Benzo(a)pirene maggiori di 1 ng/m<sup>3</sup>: i campioni 1 e 3 della seconda campagna di misure. In entrambi i campionamenti la maggiore frequenza di provenienza del vento è da quadranti non interessati dalle attività di cantiere.

Sabbioni: i campioni 5, 6, 7, 8 della prima campagna di misure presentano concentrazioni superiori a 1 ng/m<sup>3</sup>. I campioni 5 e 6 presentano frequenti calme di vento o direzioni di provenienza da N; il campione 7 è relativo ad un fine settimana con attività di cantiere ridotta; nel campionamento 8 il vento proviene prevalentemente da N.

Le Figg. 5.1-5.3 riportano in forma grafica le concentrazioni misurate nelle due campagne di misure e nei due siti per gli IPA Totali (sia in fase vapore che aerosol) e per il Benzo(a)pirene.

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

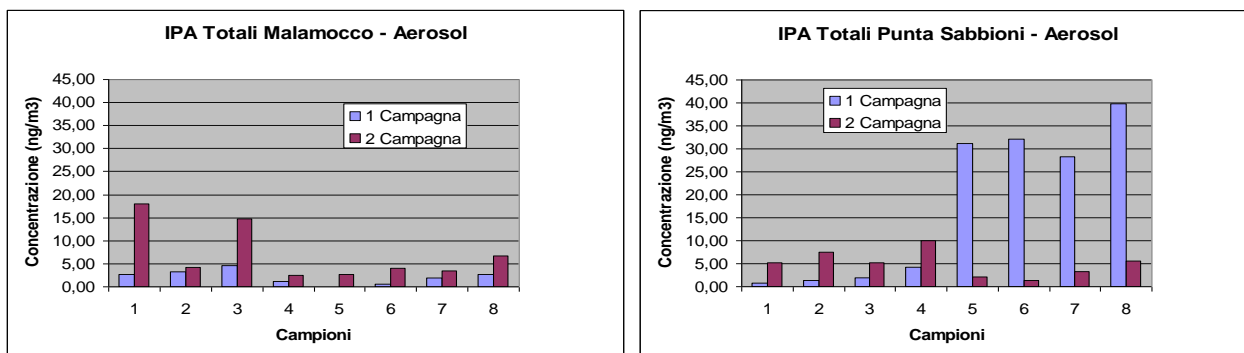


Fig. 5.1 - Andamento degli IPA Totali (Fase Aerosol) a Punta Sabbioni e Malamocco.

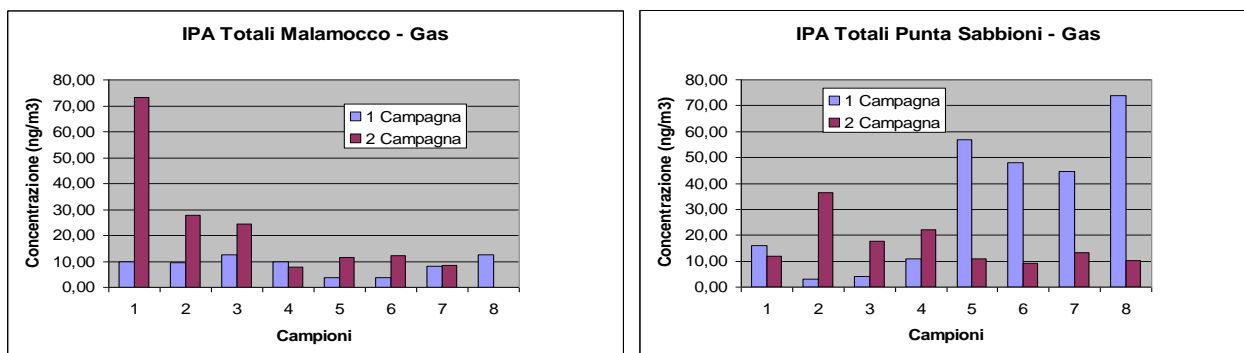


Fig. 5.2 - Andamento degli IPA Totali (Fase Vapore) a Punta Sabbioni e Malamocco

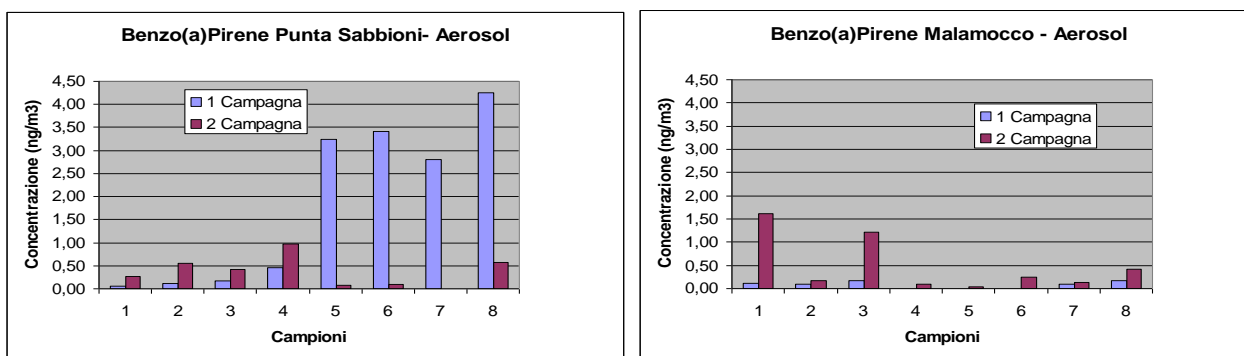


Fig. 5.3 - Andamento del Benzo(a)pirene (Aerosol) a Punta Sabbioni e Malamocco

Le Tabelle 5.3 e 5.4 riportano i dati riassuntivi relativi ai monitoraggi effettuati nel secondo anno di attività. La Tabella 5.3 si riferisce ai dati di Malamocco, mentre la Tabella 5.4 a quelli di Punta Sabbioni, dove è anche possibile effettuare il confronto anche con i monitoraggi svolti nel precedente anno di attività.

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

Tab. 5.3 – Risultati campionamenti effettuati a Malamocco

		<b>ΣIPA (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>ΣIPA RC (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Benzo(a)pirene (ng/m<sup>3</sup>)</b>
<b>1 Campagna</b>	Media	2,13	1,30	0,11
	Dev. Stand.	1,52	0,95	0,06
<b>2 Campagna</b>	Media	7,04	4,73	0,49
	Dev. Stand.	5,94	2,63	0,59
<b>Totale 2 Anno</b>	Media	4,59	3,57	0,29
	Dev. Stand.	4,90	4,29	0,46

Tab. 5.4 – Risultati campionamenti effettuati a Punta Sabbioni

		<b>ΣIPA (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>ΣIPA RC (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Benzo(a)pirene (ng/m<sup>3</sup>)</b>
<b>1 Campagna</b>	Media	17,44	15,09	1,82
	Dev. Stand.	16,76	14,59	1,78
<b>2 Campagna</b>	Media	5,02	4,73	0,42
	Dev. Stand.	2,85	2,63	0,31
<b>Totale 2 Anno</b>	Media	11,23	9,91	1,16
	Dev. Stand.	13,27	11,46	1,46
<b>Totale 1 Anno</b>	Media	12,89	8,95	1,27
	Dev. Stand.	17,04	13,49	2,04

### 5.3 Superamenti di soglia

La Tabella 5.5 riporta il confronto tra i dati delle campagne e le soglie indicate nell'Allegato al Rapporto Finale (Studio B.6.72 B/1, agosto 2006).

Tab. 5.5 – Confronto fra concentrazioni medie di Benzo(a)pirene a Punta Sabbioni e Malamocco e soglie

<b>Sito</b>			<b>Benzo(a)pirene (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Soglia Benzo(a)pirene (ng/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Malamocco</b>	<b>1 Campagna: 25/09/06-10/10/06</b>	Media	0,11	0,7
		Dev. Stand.	0,06	/
	<b>2 Campagna: 19/02/07-05/03/07</b>	Media	0,49	3,4
		Dev. Stand.	0,59	/
<b>Punta Sabbioni</b>	<b>1 Campagna: 02/11/06-14/11/06</b>	Media	1,82	4,2
		Dev. Stand.	1,78	/
	<b>2 Campagna: 05/02/07-19/02/07</b>	Media	0,42	3,4
		Dev. Stand.	0,31	/

Dalla Tabella 5.5 si osserva che le concentrazioni misurate in entrambi i siti di misura sono inferiori alle soglie riportate.

Un ulteriore dato di confronto può provenire dalla media delle medie annuali di Benzo(a)pirene (1999-2004) per le stazioni di Bissuola e Circonvallazione che sono rispettivamente pari a 1,40 ng/m<sup>3</sup> (dev.std. 0,12 ng/m<sup>3</sup>) e 1,50 ng/m<sup>3</sup> (dev. std. 0,27 ng/m<sup>3</sup>). Tali valori sono confrontabili con quelli ottenuti a Punta Sabbioni nei due anni di monitoraggio (Tab. 5.4).

Come già riportato nei Rapporti precedenti, è doveroso osservare che il riferimento delle stazioni ARPAV per le soglie è stato scelto in quanto sono gli unici dati disponibili in diversi periodi dell'anno per il Benzo(a)pirene.

Al fine di evidenziare un eventuale andamento nelle concentrazioni di IPA si possono confrontare, per il sito di Punta Sabbioni, periodi di misura congruenti da un punto di vista stagionale: in particolare i campionamenti effettuati durante la fase A (febbraio 2005) possono essere confrontati con la seconda campagna di misure (febbraio 2007) e la prima campagna di misure del primo anno di monitoraggio (novembre 2005) può essere confrontata con la prima campagna di misure del secondo anno di monitoraggio (novembre 2006). La figura 5.4 riporta l'istogramma relativo al confronto fra la fase A e la seconda campagna di misure del secondo anno (entrambe effettuate nel mese di febbraio). La barra degli errori riporta una deviazione standard.

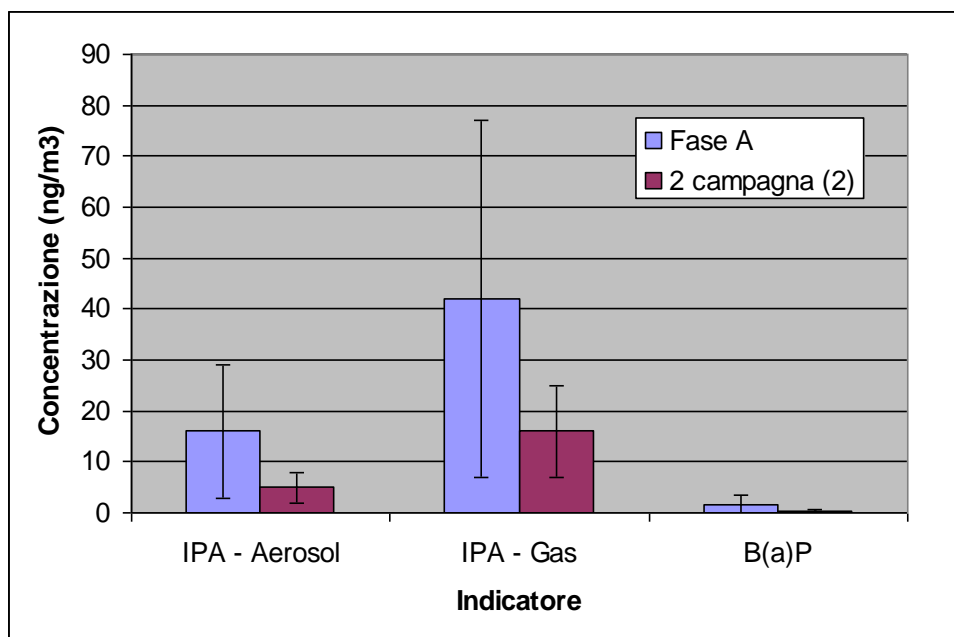


Fig. 5.4 – Confronto Fase A (febbraio 2005) e seconda campagna di misure del secondo anno (febbraio 2007) a Punta Sabbioni.

Si osserva che le concentrazioni medie sono superiori durante la Fase A rispetto alla campagna effettuata nel 2007. Considerando le temperature medie dei due periodi di misura, pari a circa 4 gradi per la Fase A e 7 gradi per le misure svolte nel 2007, risulta ragionevole una maggiore concentrazione di IPA nel periodo più freddo. Ciò porta alla conclusione che non ci sono stati incrementi rilevanti nelle emissioni di IPA a Punta Sabbioni dal 2005 al 2007.

La Fig. 5.5 riporta l'analogo confronto per gli altri due periodi (novembre 2005 e novembre 2006).

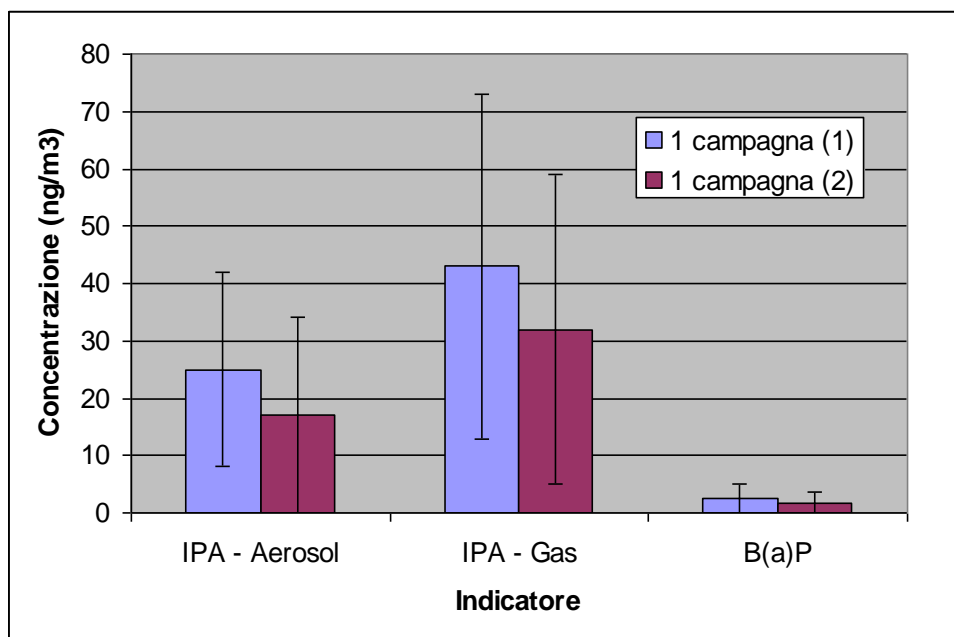


Fig. 5.5 – Confronto prima campagna (novembre 2006), primo anno monitoraggio, con la prima campagna del secondo anno di monitoraggio (novembre 2006) a Punta Sabbioni.

Anche in questo caso se si considerano le temperature medie dei due periodi di monitoraggio, 6 gradi per la prima campagna del primo anno di monitoraggio e 9 gradi per la prima campagna del secondo anno di monitoraggio, si osserva che non vi è stato un aumento nella concentrazione degli IPA fra novembre 2005 e novembre 2006.

#### 5.4 Conclusioni

L'attività di monitoraggio degli IPA ha messo in evidenza concentrazioni di Benzo(a)pirene inferiori alle soglie indicate e confrontabili con quelle rilevate da ARPAV presso le stazioni di Bissuola e Circonvallazione negli anni dal 1999 al 2004, per quanto riguarda Punta Sabbioni. Più volte si è sottolineato che tali stazioni, pur trovandosi in aree più urbanizzate rispetto a Punta Sabbioni, rappresentano gli unici siti di monitoraggio attualmente disponibili sul territorio.

In generale, le concentrazioni di IPA risultano maggiori a Punta Sabbioni rispetto a Malamocco probabilmente a seguito del maggior contributo di attività antropiche. Il confronto fra periodi di monitoraggio stagionalmente omogenei (per la forte correlazione stagionale degli IPA) non mostra incrementi nella concentrazione sia degli IPA totali che del Benzo(a)pirene a Punta Sabbioni.

Le tabelle seguenti (Tab. 5.6 e Tab. 5.7) riportano, per i siti di Malamocco e Punta Sabbioni, le medie relative al secondo anno di monitoraggio considerando separatamente i giorni lavorativi e festivi. Poiché questi ultimi sono meno numerosi dei giorni lavorativi si tratta di un confronto prevalentemente di tipo qualitativo.

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

Tab. 5.6 – Confronto con le medie ottenute nei giorni festivi (cantiere chiuso) - Malamocco

<b>2 Anno</b>	<b>ΣIPA (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>ΣIPA RC (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Benzo(a)pirene (ng/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Giorni festivi</b>			
Media	2,80	2,24	0,15
Dev. Stand.	2,81	2,29	0,18
<b>Giorni lavorativi</b>			
Media	5,18	3,97	0,36
Dev. Stand.	5,39	4,44	0,54

Tab. 5.7 – Confronto con le medie ottenute nei giorni festivi (cantiere chiuso) – Punta Sabbioni

<b>2 Anno</b>	<b>ΣIPA (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>ΣIPA RC (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Benzo(a)pirene (ng/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Giorni festivi</b>			
Media	11,47	10,26	1,13
Dev. Stand.	11,65	10,14	1,17
<b>Giorni lavorativi</b>			
Media	11,15	9,79	1,18
Dev. Stand.	14,25	12,28	1,61

Per quanto riguarda il sito di Malamocco si osserva un incremento nelle concentrazioni degli IPA durante i giorni lavorativi (si ricorda che il campionatore è praticamente posizionato all'interno dell'area cantiere) anche se i valori in termini assoluti sono molto bassi. Per Punta Sabbioni non si osservano differenze significative fra i due periodi e ciò potrebbe essere una conferma della presenza di altre sorgenti (ad esempio il traffico locale).

Pertanto, sulla base dei dati acquisiti, si esclude un contributo significativo alle concentrazioni di IPA in aria dovuto alle attività di cantiere.

## 6. RISULTATI MONITORAGGIO GAS

### 6.1 Introduzione

Le misure di gas (attività 2.4.4, Studio B.6.72/B2) prevedono la determinazione della concentrazione del monossido di carbonio (CO), del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) e degli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>).

### 6.2 Risultati del monitoraggio

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 di Ceppe (forniti dal CVN) per Malamocco.

#### Campagne di misura a Punta Sabbioni

I grafici delle Figure 6.1-6.3 riportano, in funzione della direzione di provenienza del vento, le concentrazioni orarie dei gas monitorati scorporando 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). Il numero di dati è rispettivamente pari a 843 per i periodi di attività del cantiere e 1000 per i restanti periodi (interruzione delle attività di cantiere). Considerando la postazione di misura le direzioni nelle quali il campionatore 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 o risultano leggermente maggiori durante i periodi di non attività dei cantieri (probabilmente sono incluse le emissioni del traffico, più intenso nei periodi festivi, lungo il viale Dante Alighieri). Le tabelle 6.1-6.3 riportano i valori medi e i valori massimi orari rispettivamente per tutti i dati, per i periodi di attività e di interruzione.

Nella Tabella 6.4 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i diversi periodi di monitoraggio (di 1 settimana ciascuno) fatti a Punta Sabbioni. Si osservano dei valori medi decisamente più alti nel periodo autunno/inverno (soprattutto per CO e NO<sub>x</sub>). Molti dei massimi orari registrati avvengono in giorni festivi o comunque ad orari di chiusura del cantiere.

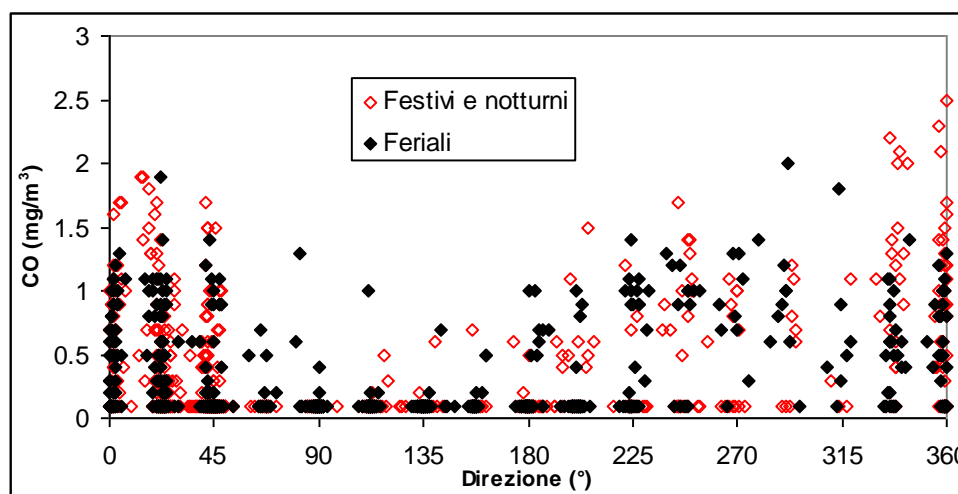


Fig. 6.1 – Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

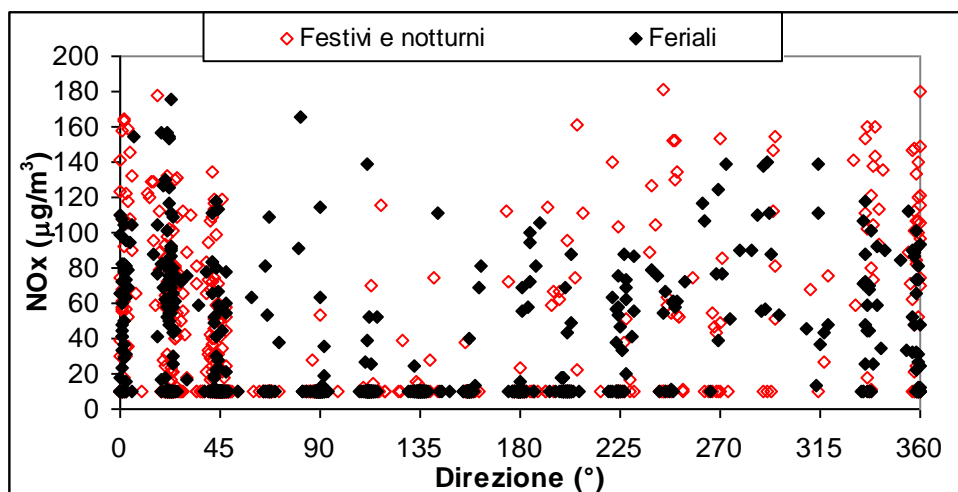


Fig. 6.2 – Concentrazione oraria di NO<sub>x</sub> in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

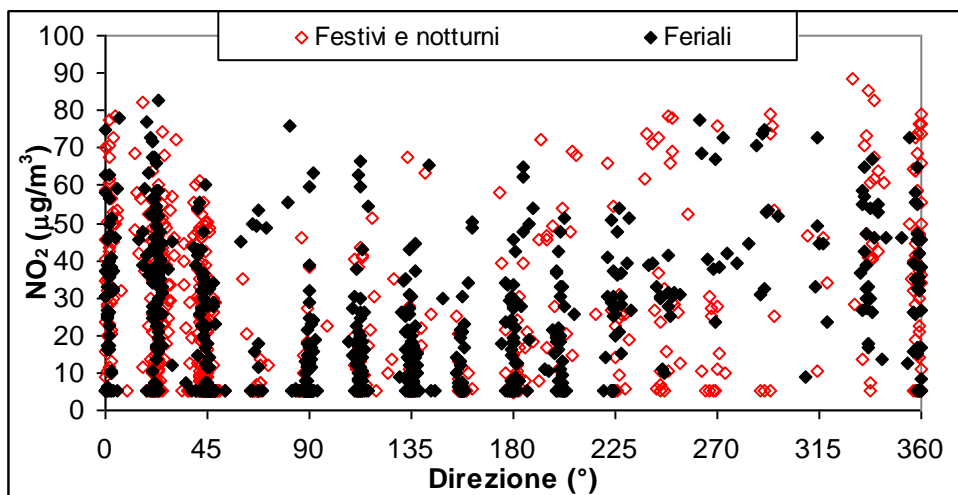


Fig. 6.3 – Concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

Tab. 6.1 – Concentrazioni medie e massimi orari (tutti i dati) (µg/m³) a Punta Sabbioni.

Gas	Media	Max orario
CO	342	2500 (15/12/2006 ore 5 - vento da N)
NO <sub>x</sub>	39	188 (24/8/2006 ore 21 - calma di vento)
NO <sub>2</sub>	27	113 (24/8/2006 ore 21 - calma di vento)

Tab. 6.2 – Concentrazioni medie e massimi orari (attività del cantiere) (µg/m³) a Punta Sabbioni.

Gas	Media	Max
CO	311	2000 (14/12/2006 ore 10 - vento da OON)
NO <sub>x</sub>	34	175 (7/9/2006 ore 8 - vento da NNE)
NO <sub>2</sub>	24	84 (28/10/2006 ore 9 - calma di vento)



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

Tab. 6.3 – Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere fermo) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a Punta Sabbioni.

Gas	Media	Max
CO	368	2500 (15/12/2006 ore 5 – vento da N)
NO <sub>x</sub>	43	188 (24/8/2006 ore 21 – calma di vento)
NO <sub>2</sub>	29	113 (24/8/2006 ore 21 – calma di vento)

Tab. 6.4 Medie e massime orarie dei gas monitorati ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per i diversi periodi di monitoraggio a Punta sabbioni.

Periodo	Media CO	Media NO <sub>x</sub>	Media NO <sub>2</sub>	Max CO	Max NO <sub>x</sub>	Max NO <sub>2</sub>
SAB1	NQ (172)	39	30	800 (25/06/06 ore 5)	152 (25/06/06 ore 5)	81 (25/06/06 ore 5)
SAB2	NQ (235)	33	31	1200 (21/07/06 ore 7; 23/07/06 ore 5; 23/07/06 ore 6)	164 (21/07/06 ore 7; 23/07/06 ore 7)	79 (20/07/06 ore 7)
SAB3	NQ (142)	NQ (21)	26	1200 (24/08/06 ore 21)	188 (24/08/06 ore 21)	113 (24/08/06 ore 21)
SAB4	NQ (232)	32	31	1500 (07/09/06 ore 7)	183 (06/09/06 ore 22)	89 (06/09/06 ore 22)
SAB5	NQ (218)	NQ (26)	26	800 (19/09/06 ore 8 e 9; 20/09/06 ore 4 e 5)	108 (21/09/06 ore 0)	61 (20/09/06 ore 4)
SAB6	NQ (162)	42	28	700 (13/10/06 ore 1 e ore 20)	158 (18/10/06 ore 4)	76 (13/10/06 ore 20)
SAB7	680	96	59	1700 (29/10/06 ore 15)	181 (29/10/06 ore 15)	88 (27/10/06 ore 22)
SAB8	630	40	20	1900 (06/12/06 ore 14)	153 (06/12/06 ore 14)	58 (06/12/06 ore 14)
SAB9	994	70	33	2500 (15/12/06 ore 05)	180 (15/12/06 ore 05)	79 (15/12/06 ore 05)
SAB10	NQ (126)	NQ (11)	NQ (5)	700 (05/03/07 ore 1)	86 (05/03/07 ore 1)	15 (05/03/07 ore 1)
SAB11	NQ (175)	NQ (18)	NQ (6)	1200 (15/03/07 ore 3)	98 (15/03/07 ore 3, 4)	26 (15/03/07 ore 3) (16/03/07 ore 11)

NB: 25/06, 23/07 e 29/10 sono festivi e sono riportati in rosso.

### Campagne di misura a Malamocco

I grafici delle Figure 6.4-6.6 riportano, in funzione della direzione di provenienza del vento, le concentrazioni orarie dei gas monitorati scorrendo i periodi di lavoro (ore 8-20) e i periodi di interruzione delle attività di cantiere (ore 00-07, ore 21-23 e festivi). Il numero di dati è rispettivamente pari a 744 per i periodi di attività del cantiere e 1088 per i restanti periodi (interruzione delle attività di cantiere, considerando il periodo di ferie dal 5 agosto al 20 agosto).

Considerando la postazione di misura, le direzioni nelle quali il campionario è sottovento rispetto al cantiere sono comprese indicativamente fra 320 e 120. In tali direzioni si osservano livelli di concentrazione essenzialmente confrontabili fra i periodi di attività e di fermo cantiere. I massimi assoluti di concentrazione sono osservati in periodi di interruzione di attività del cantiere. Le Tabelle 6.5-6.7 riportano i valori medi e i valori massimi orari rispettivamente per tutti i dati, per i periodi di attività e di interruzione. Nella Tabella 6.8 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i diversi periodi di monitoraggio (di 1 settimana ciascuno) fatti a Malamocco. Anche a Malamocco si osservano molti massimi di concentrazione nei giorni festivi o comunque in orari di inattività del cantiere. I livelli medi di concentrazione di CO sono simili a quelli osservati a Punta Sabbioni mentre le concentrazioni di NO<sub>x</sub> ed NO<sub>2</sub> medie risultano più basse a Malamocco.

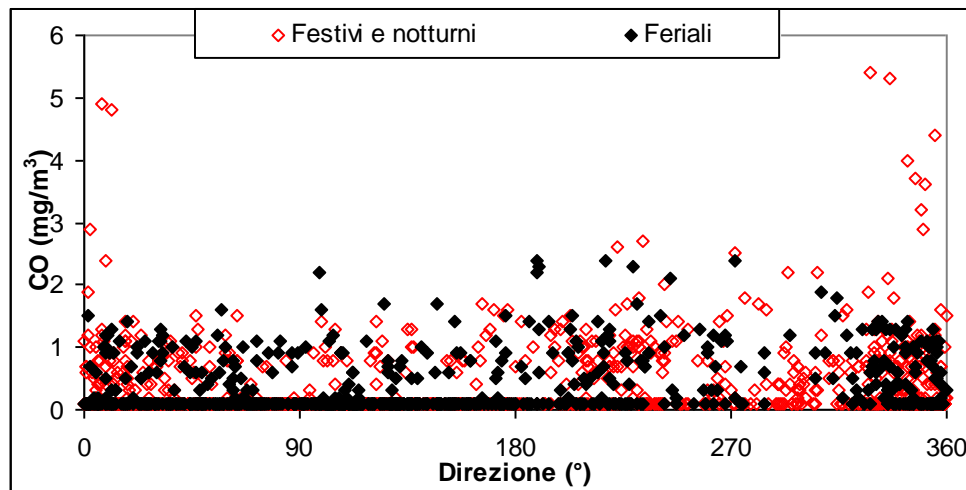


Fig. 6.4 – Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

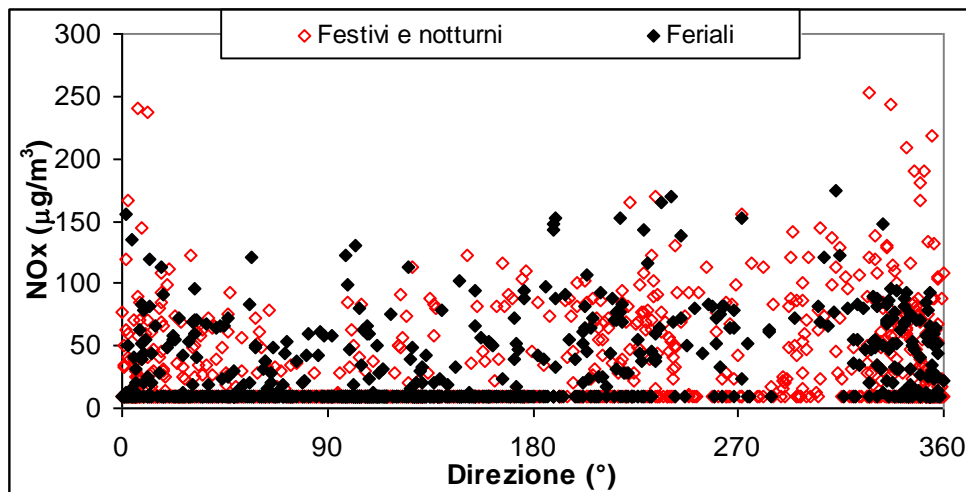


Fig. 6.5 – Concentrazione oraria di NO<sub>x</sub> in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

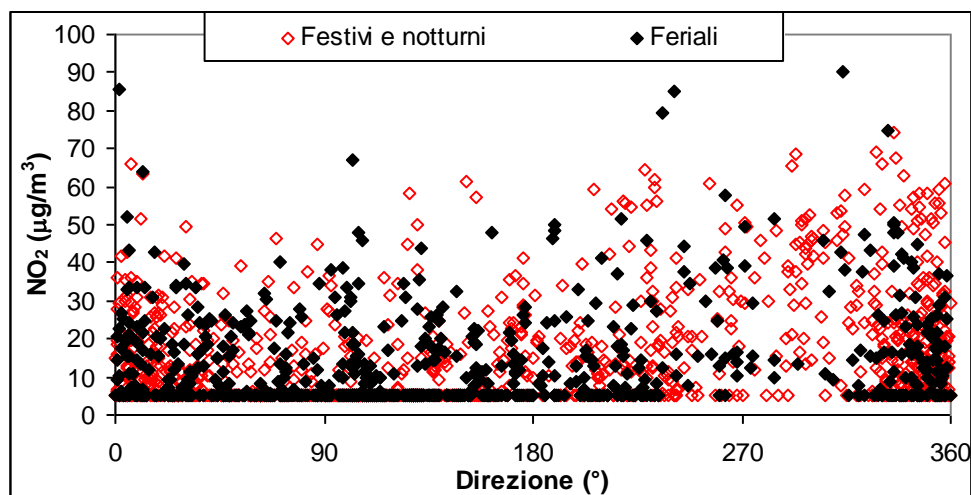


Fig. 6.6 – Concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

Tab. 6.5 – Concentrazioni medie e massimi orari (tutti i dati) (µg/m<sup>3</sup>) a Malamocco.

Gas	Media	Max orario
CO	378	5400 (06/01/07 ore 6, vento da NO)
NO <sub>x</sub>	NQ (29)	253 (06/01/07 ore 6, vento da NO)
NO <sub>2</sub>	15	90 (22/09/06 ore 9, vento da NO)

Tab. 6.6 – Concentrazioni medie e massimi orari (attività del cantiere) (µg/m<sup>3</sup>) a Malamocco.

Gas	Media	Max
CO	361	2400 (10/01/07 ore 8, 10 e 11, vento da S-SE)
NO <sub>x</sub>	NQ (28)	175 (22/09/06 ore 9, vento da NO)
NO <sub>2</sub>	NQ (13)	90 (22/09/06 ore 9, vento da NO)

Tab. 6.7 – Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere fermo) (µg/m<sup>3</sup>) a Malamocco.

Gas	Media	Max
CO	390	5400 (06/01/07 ore 6, vento da NO)
NO <sub>x</sub>	30	253 (06/01/07 ore 6, vento da NO)
NO <sub>2</sub>	16	74 (22/09/06 ore 7, vento da NNO)

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

Tab. 6.8 Medie e massime orarie dei gas monitorati ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per i diversi periodi di monitoraggio a Malamocco.

Periodo	Media a CO	Media NO <sub>x</sub>	Media NO <sub>2</sub>	Max CO	Max NO <sub>x</sub>	Max NO <sub>2</sub>
MAL1	NQ (148)	NQ (18)	17	900 (ore 7 del 09/07)	134 (ore 7 del 09/07)	56 (ore 7 del 09/07)
MAL2	NQ (142)	NQ (15)	25	1400 (ore 8 del 31/07)	147 (ore 8 del 31/07)	75 (ore 8 del 31/07)
MAL3	NQ (198)	NQ (20)	27	1000 (ore 9 del 19/08)	122 (ore 10 del 20/08)	66 (ore 9 del 19/08)
MAL4	NQ (160)	NQ (20)	19	1500 (ore 8, 9 e 10 del 22/09/06)	175 (ore 9 del 22/09/06)	90 (ore 9 del 22/09/06)
MAL5	NQ (163)	30	19	900 (ore 5 del 08/10/06)	139 (ore 5 del 08/10/06)	59 (ore 0 del 10/10/06)
MAL6	NQ (252)	NQ (19)	NQ (6)	1400 (ore 23 del 23/12/06)	87 (ore 12 del 25/12/06)	21 (ore 3 del 21/12/06)
MAL7	1366	86	20	5400 (06/01/07 ore 6)	253 (06/01/07 ore 6)	69 (06/01/07 ore 6)
MAL8	937	54	NQ (9)	1600 (20/01/07 ore 22) (20/01/07 ore 23) (21/01/07 ore 00)	92 (19/01/07 ore 12)	21 (19/01/07 ore 12)
MAL9	456	31	NQ (9)	1500 (16/02/07 ore 4) (16/02/07 ore 5)	111 (20/02/07 ore 5)	31 (20/02/07 ore 5)
MAL10	NQ (204)	NQ (17)	NQ (6)	1600 (07/04/07 ore 11)	121 (07/04/07 ore 11)	27 (07/04/07 ore 11)
MAL11	NQ (127)	NQ (10)	NQ (5)	600 (13/04/07 ore 8) (13/04/07 ore 9)	31 (12/04/07 ore 10) (12/04/07 ore 11)	10 (12/04/07 ore 11)

NB: 09/07/06; 19/08/06; 20/08/06; 08/10/06; 25/12/06; 06/01/07; 21/01/07 festivi/chiusura per ferie

Nella Figura 6.7 si riporta l'andamento giornaliero tipico delle concentrazioni dei diversi gas analizzati, per il sito di Punta sabbioni, sia considerando tutti i dati disponibili sia scorrendo i giorni feriali da quelli festivi (interruzione dei lavori di cantiere). La stessa analisi per il sito di Malamocco è riportata in Figura 6.8. Si deve sottolineare che l'analisi relativi ai giorni festivi è fatta su di una statistica piuttosto limitata. Comunque i risultati indicano che sia a Punta Sabbioni sia a Malamocco le principali differenze degli andamenti giornalieri fra periodi festivi e feriali si hanno ad orari di inattività del cantiere (durante il periodo notturno). A Punta Sabbioni l'andamento giornaliero nei periodi festivi ha concentrazioni leggermente più basse di CO ed NO<sub>x</sub> nel tardo pomeriggio e nelle ore serali mentre per NO<sub>2</sub> non si osservano evidenti differenze fra periodi festivi e feriali. A Malamocco l'andamento del giorno tipico mostra concentrazioni maggiori nei periodi festivi di CO ed NO<sub>x</sub> mentre per NO<sub>2</sub> le concentrazioni maggiori dei periodi festivi sono relative a tutta la giornata.

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

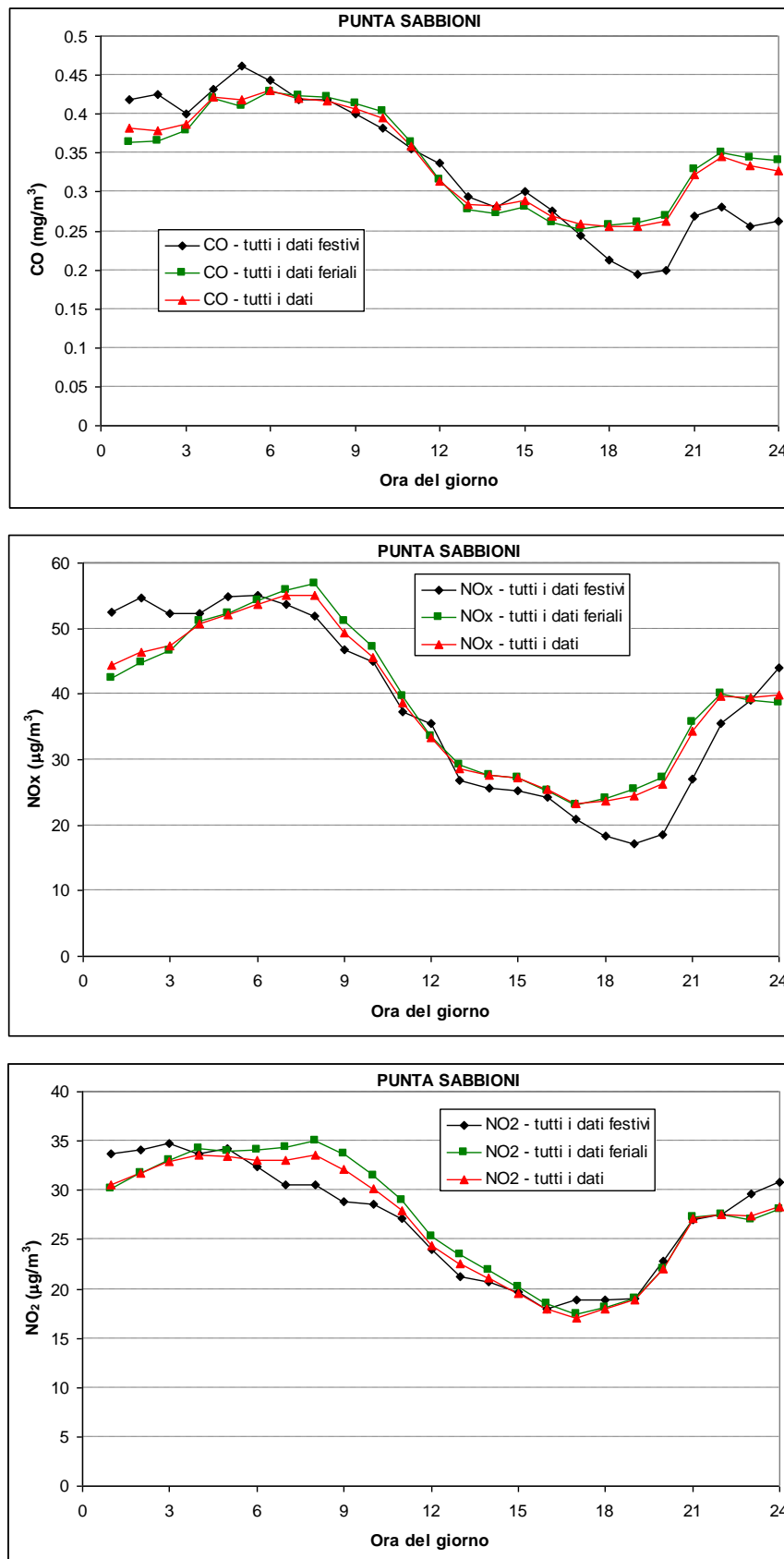


Fig. 6.7 - Andamento giornaliero tipico dei gas rilevati a Punta Sabbioni. L'analisi è fatta sia su tutti i dati sia scorporando i giorni feriali e quelli festivi.

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

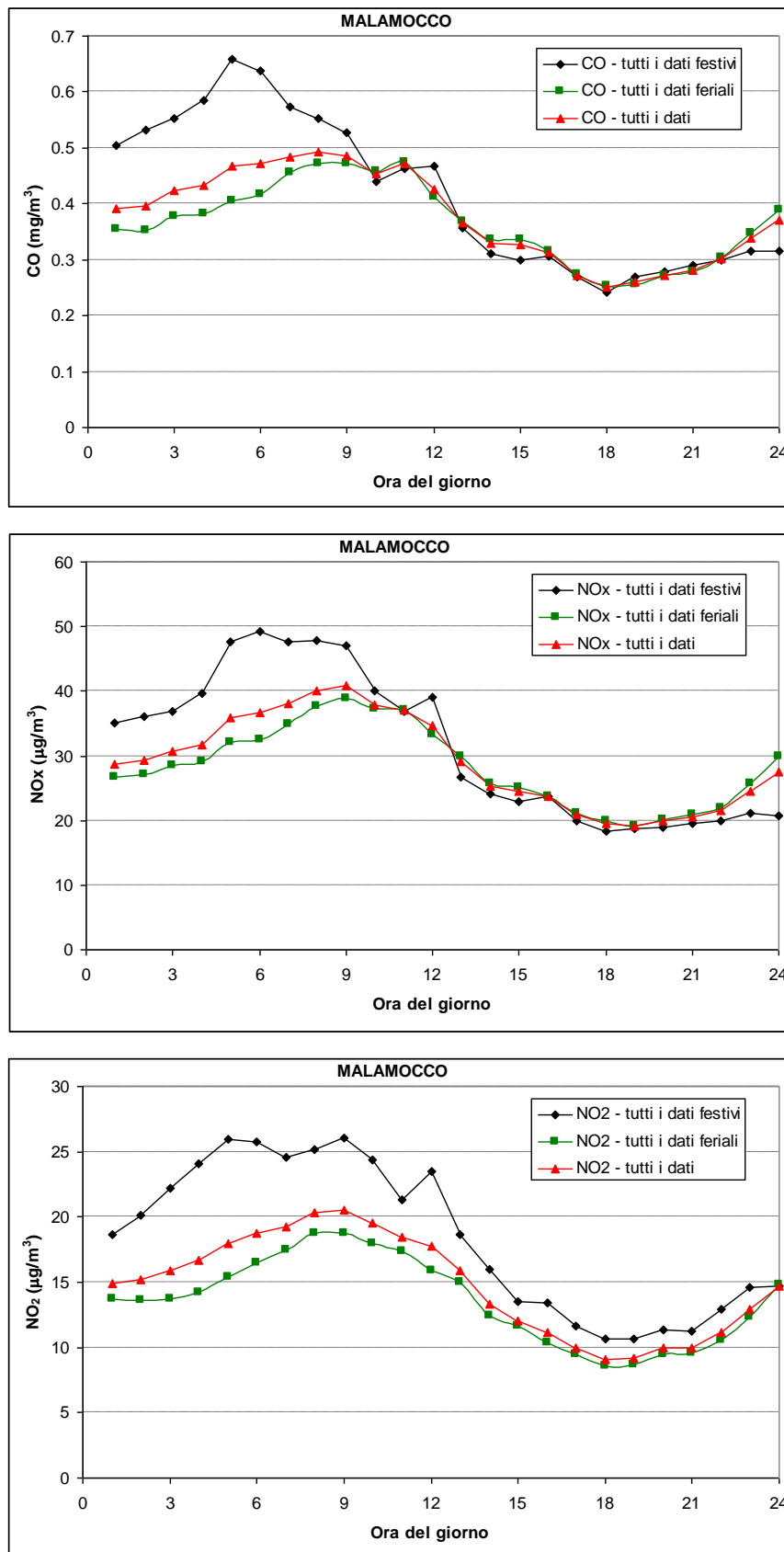


Fig. 6.8 - Andamento giornaliero tipico dei gas rilevati a Malamocco. L'analisi è fatta sia su tutti i dati sia scorrendo i giorni feriali e quelli festivi.

### 6.3 Superamenti di soglia

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

#### Punta Sabbioni

- 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 (NOx) c'è il superamento della soglia di protezione della vegetazione (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale);

#### Malamocco

- 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 (NOx) non c'è superamento della soglia di protezione della vegetazione (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale).

Per quanto riguarda il superamento della soglia relativa alla vegetazione si puntualizza che:

- nella Relazione Regionale Qualità dell'Aria (2005) viene riportato il solo rispetto di tale soglia, nella regione Veneto, per la stazione di Feltre che è classificata come background urbano, mentre la stazione Cason (VR) che è background rurale (e quindi per la quale dovrebbe valere il rispetto della soglia ecosistemi) ha registrato una concentrazione media annuale pari a 69 µg/m<sup>3</sup>;
- inoltre, i massimi orari di NOx si sono avuti a Punta Sabbioni o in giornate festive o in orari di chiusura cantieri.

### 6.4 Conclusioni

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. Tuttavia le concentrazioni di gas rilevate sono in generale molto basse, spesso al limite di rilevabilità strumentale. Il confronto con i valori della Normativa indica che non ci sono stati superamenti per nessuno dei gas monitorati. Inoltre, in alcuni periodi di misura i valori massimi orari sono associati a giorni festivi o orari nei quali i cantieri sono chiusi. Pertanto a livello generale questo primo anno di monitoraggio indica un impatto dovuto alle attività di cantiere trascurabile, per quanto riguarda l'esposizione sia acuta che cronica della popolazione.

Specificamente a Punta Sabbioni si registrano concentrazioni maggiori (per NOx ed NO<sub>2</sub>) probabilmente dovute alla maggiore presenza di attività antropiche (particolarmente il traffico), rispetto a Malamocco, mentre le concentrazioni di CO sono essenzialmente confrontabili. Nel periodo invernale (in particolare Gennaio e Febbraio 2007) le concentrazioni di CO ed NOx a Malamocco sono significativamente maggiori rispetto a quelle rilevate nel periodo primavera/estate. Anche a Punta Sabbioni le concentrazioni invernali sono maggiori rispetto a quelle primaverile/estive.

Per quanto riguarda il giorno tipo a Punta Sabbioni l'andamento giornaliero nei periodi festivi ha concentrazioni leggermente più basse di CO ed NOx nel tardo pomeriggio e nelle ore serali mentre

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

per NO<sub>2</sub> non si osservano evidenti differenze fra periodi festivi e feriali. A Malamocco l'andamento del giorno tipico mostra concentrazioni maggiori nei periodi festivi di CO ed NO<sub>x</sub> mentre per NO<sub>2</sub> le concentrazioni maggiori dei periodi festivi sono relative a tutta la giornata. Si sottolinea che l'analisi relativi ai giorni festivi è fatta su di una statistica piuttosto limitata.

In generale i risultati indicano che sia a Punta Sabbioni sia a Malamocco le principali differenze degli andamenti giornalieri fra periodi festivi e feriali si hanno ad orari di inattività del cantiere (durante il periodo notturno).



## 7. CONCLUSIONI

### 7.1 Introduzione

In questa parte finale del documento verranno presentate in forma sintetica le conclusioni relative al secondo anno di monitoraggio. Si precisa che il confronto con i limiti legislativi risulta nella maggior parte dei casi solo a livello tendenziale in quanto tali limiti sono basati su medie annuali, mentre le campagne di misure effettuate coprono un intervallo limitato di giorni.

### 7.2 Sintesi attività di monitoraggio

La sintesi delle attività del secondo anno di monitoraggio verrà suddivisa in base agli indicatori monitorati.

Deposizioni Atmosferiche microinquinanti organici: Le campagne di misura effettuate hanno indicato un maggiore flusso di deposizione all'interno dell'area cantiere (deposimetro D1) pari a circa 403 ng/m<sup>2</sup>die come media aritmetica (318 ng/m<sup>2</sup>die come media geometrica) di tutte le campagne di misure effettuate nel secondo anno di monitoraggio per gli IPA totali. Il deposimetro presso il Circolo Vela (D3) ha, invece, misurato flussi di deposizione paragonabili al deposimetro D4 (rispettivamente 293 e 276 ngm<sup>-2</sup>die<sup>-1</sup> come media aritmetica; 204 e 212 ngm<sup>-2</sup>die<sup>-1</sup> come media geometrica). Sulla base dei dati acquisiti si può affermare che le attività di cantiere nel secondo anno di monitoraggio non hanno determinato maggiori deposizioni nell'area circostante il cantiere di Punta Sabbioni (in quanto già al Circolo SO.CI.VE. sono paragonabili a D4). Per i siti di Malamocco e Chioggia sono stati misurati flussi di deposizione maggiori che a Punta Sabbioni, anche se i valori sono inferiori alla soglia di attenzione.

Deposizioni Atmosferiche microinquinanti inorganici: Anche per i microinquinanti inorganici la sommatoria delle deposizioni per tutti gli elementi indagati risulta confrontabile fra i deposimetri D1, D3 e D4 (rispettivamente 18 µgm<sup>-2</sup>die<sup>-1</sup>, 17 µgm<sup>-2</sup>die<sup>-1</sup> e 16 µgm<sup>-2</sup>die<sup>-1</sup>) senza superamenti della soglia di attenzione per i singoli composti (ad eccezione del Nichel ampiamente approfondita nel testo del documento). Viceversa, le deposizioni a Malamocco e Chioggia sono risultate notevolmente superiori (sommatoria di tutti gli elementi pari a 28 µgm<sup>-2</sup>die<sup>-1</sup> per Malamocco e 71 µgm<sup>-2</sup>die<sup>-1</sup> per Chioggia). In particolare, a Chioggia si sono avuti superamenti per quasi tutti gli elementi indagati.

Si sottolinea nuovamente che le soglie utilizzate sono state definite sulla base di dati storici e dati riportati nella letteratura scientifica riferibili al sito di Punta Sabbioni ed estesi ai siti di Chioggia e Malamocco in mancanza di altri riferimenti.

PM10: Il monitoraggio in continuo del PM10 presso la stazione collocata al circolo SO.CI.VE. e con i campionatori mobili non ha evidenziato apporti dovuti alle attività di cantiere presso tutte e tre le bocche. In particolare, per il PM10 in continuo non sono stati evidenziati contributi dovuti alle attività di cantiere sia su base giornaliera che oraria (confronto medie periodi lavorativi e festivi). Il monitoraggio delle polveri all'interno dei cantieri, o nelle immediate vicinanze (nei pressi dei recettori sensibili) con campionatori mobili, non ha evidenziato picchi di concentrazione di PM10, eccetto alcuni sporadici eventi rilevati solo all'interno dei cantieri.

Metalli nel PM10: Il monitoraggio dei metalli pesanti nel PM10 ha evidenziato il superamento del limite per l'As e il Cd a Punta Sabbioni. Le sorgenti per le emissioni dell'As non sono riconducibili alle attività di cantiere. Per quanto riguarda il Cd, la media risulta superiore al limite sia per i campionamenti effettuati all'interno del cantiere sia per quelli esterni, inoltre presenta un picco (sia in area esterna al cantiere che interna) il giorno 22/11/06 con vento proveniente da N-NE.

Pertanto, non escludendo a priori emissioni di questo elemento dalle attività di cantiere, esse non sono dominanti, sulla base dei confronti fra giorni lavorativi e festivi. Ciò è confermato anche dal confronto fra le concentrazioni degli altri elementi indagati, per i campionamenti interni ed esterni all'area cantieri, che non evidenziano particolari metalli rilasciati dalle attività svolte. Infine, le concentrazioni maggiori sono misurate a Punta Sabbioni, rispetto al sito di Chioggia, in contrasto con quanto ottenuto con i deposimetri bulk. Tale discordanza può avvenire per una serie di ragioni più volte enunciate, fra i quali si ricorda l'influenza di fattori meteorologici (intensità, durata e caratteristiche della precipitazione) e di fattori fisici (dimensioni delle particelle, modalità di cattura da parte del deposimetro, etc.). In pratica, solo le misure di concentrazione sono riferibili all'esposizione della popolazione ed al conseguente rischio sanitario (in quanto collegato alla dose inalata) e possono fornire delle indicazioni (quando correlate ai parametri meteorologici e in base alla composizione del particolato) sulle possibili sorgenti di provenienza. Le misure di deposizione forniscono una stima qualitativa di quanto si deposita sul terreno, nelle immediate vicinanze dell'area indagata, e solo su medie temporali molto lunghe (probabilmente superiori all'anno solare).

IPA: L'attività di monitoraggio degli IPA ha messo in evidenza concentrazioni inferiori a quelle rilevate da ARPAV presso le stazioni di Bissuola e Circonvallazione (sebbene queste ultime siano stazioni urbane) negli anni dal 1999 al 2004, per il Benzo(a)pirene. I confronti con il precedente anno di monitoraggio per gli IPA totali, gli IPA RC ed il Benzo(a)pirene in aria non indicano differenze statisticamente significative a Punta Sabbioni. In questo sito si registrano concentrazioni maggiori rispetto al sito di Malamocco a seguito della maggiore influenza, a Punta Sabbioni, di attività antropiche non legate ai cantieri (traffico, emissioni provenienti da Venezia e Porto Marghera).

Gas: Il monitoraggio dei gas non ha evidenziato superamenti dei limiti legislativi in vigore. Inoltre, sia il confronto fra periodi lavorativi/periodi festivi, sia l'analisi dei massimi orari, non hanno evidenziato contributi provenienti dai cantieri monitorati (Malamocco e Punta Sabbioni). Le concentrazioni di NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub> sono mediamente superiori a Punta Sabbioni rispetto che a Malamocco, confermando nel primo sito la maggiore influenza di attività antropiche.

## 8. BIBLIOGRAFIA

ARPAV, Relazione Regionale Qualità dell'Aria: Anno di riferimento 2005, maggio 2006.

Masclat P., G. Mouvier, K. Nikolaou, "Relative decay index and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons", *Atmospheric Environment*, Vol. 20, N.3, pp.439-446, 1986.

Khalili N. R., P. A. Scheff, T. M. Holsen, "PAH Source fingerprints for coke ovens, diesel and gasoline engines, highway tunnels, and wood combustion emissions", *Atmospheric Environment* 29, pp. 533-542, 1995.

Rossini, P.; Guerzoni, S.; Molinaroli, E.; Rampazzo, G.; De Lazzari, A.; Zancanaro, A., Atmospheric bulk deposition to the lagoon of Venice Part I. Fluxes of metals, nutrients and organic contaminants. *Environment International*, 31, 959-974, 2005.

Rossini P.; Guerzoni S.; Matteucci G.; Gattolin M.; Ferrari G.; Raccanelli S. Atmospheric fall-out of POPs (PCDD-Fs, PCBs, HCB, PAHs) around the industrial district of Porto Marghera, Italy. *Science of the Total Environment*, Vol. 349, pp. 180-200, 2005.

## ALLEGATO: AGGIORNAMENTO SOGLIE

Al termine del secondo anno di monitoraggio l'insieme dei dati acquisiti per i parametri monitorati (Deposizioni Atmosferiche, PM10 e IPA) consente una maggiore valutazione della variabilità degli indicatori monitorati. Per quelli non soggetti a limiti normativi è possibile pertanto raffinare ulteriormente le soglie di attenzione.

In particolare, per le deposizioni si è accertato nei due anni di monitoraggio che la stazione di misura D4 è rappresentativa del fondo e quindi i flussi misurati possono essere utilizzati come riferimento per le deposizioni per l'area circostante i cantieri di Punta Sabbioni.

Per il PM10 l'andamento delle concentrazioni annuali fornisce una informazione sulla variabilità stagionale delle polveri a Punta Sabbioni che può essere utilizzata per differenziare una soglia invernale da una soglia estiva per le emissioni di breve periodo da cantiere. La variazione di queste soglie considerando l'insieme dei due anni di monitoraggio sono molto modeste rispetto a quelle utilizzate e pertanto non verranno variate.

### A.1 Deposizioni Atmosferiche microinquinanti

La soglia di attenzione per le deposizioni atmosferiche viene definita sulla base delle deposizioni ottenute con il deposimetro D4 nei due anni di monitoraggio. Tuttavia, come più volte ricordato, le deposizioni atmosferiche sono influenzate dalle precipitazioni (in particolare per la componente inorganica) e dall'andamento stagionale degli inquinanti (per la componente organica). Pertanto, la variabilità delle misure non può essere determinata in modo rappresentativo basandosi solo su un anno di dati. Quindi, oltre ad una soglia di riferimento è opportuno considerare i confronti fra le deposizioni presso D3 (SOCIVE) con D4 (considerato di fondo); infatti le deposizioni, essendo misurate simultaneamente, sono soggette alla stessa variabilità meteorologica ed eventuali differenze sarebbero così dovute alle sole sorgenti. Inoltre valutata l'ampia variabilità delle deposizioni si ritiene di utilizzare, come soglia di attenzione, la media aritmetica in sostituzione di quella geometrica.

#### Microinquinanti organici

La tabella seguente riporta le medie aritmetica e geometrica per tutte le deposizioni misurate in D4 (Fase A, primo e secondo anno di monitoraggio).

Tab. A.1 - Valori medi relative a tutte le deposizioni ottenute con il deposimetro D4. Unità di misura: ng/m<sup>2</sup>die

Media aritmetica	Dev. Std.	Media geometrica	Dev.Std. geometrica	Nuova Soglia attenzione (media aritmetica)	Precedente Soglia attenzione (media geometrica)
332	328	200	3,1	660	690

Pertanto la nuova soglia di attenzione viene fissata in 660 ng/m<sup>2</sup>die, calcolata come media aritmetica, per le deposizioni organiche a Punta Sabbioni. In mancanza di altri riferimenti si estende tale valore anche ai deposimetri di Chioggia e Malamocco.

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

Microinquinanti inorganici

Utilizzando lo stesso criterio anche per i microinquinanti inorganici, le soglie di attenzione per i singoli elementi, basate sull'andamento delle deposizioni presso il deposimetro D4 (Fase A e primo e secondo anno di monitoraggio) diventano (Tab. A.2):

Tab. A.2 – Nuovi valori soglia ( $\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$ ) per le deposizioni microinquinanti inorganici

Elemento	Media	Dev. Standard	Nuova soglia	Soglia precedente
Vanadio	3,0	1,21	<b>4,2</b>	> 3,8
Cromo	2,4	1,00	<b>3,4</b>	> 3,5
Cobalto	0,3	0,11	<b>0,3</b>	> 0,4
Nichel	2,1	1,03	<b>3,1</b>	> 3,6
Arsenico	1,4	1,24	<b>2,6</b>	> 1,9
Molibdeno	1,5	1,61	<b>3,1</b>	> 3,1
Cadmio	0,2	0,28	<b>0,5</b>	> 0,6
Antimonio	0,6	0,34	<b>0,9</b>	> 0,8
Piombo	4,3	2,06	<b>6,4</b>	> 7,0
Tallio	0,05	0,05	<b>0,1</b>	> 0,06

Dalla Tab. A.2 si osserva che si tratta di modifiche modeste per quasi tutti gli elementi (ad eccezione dell'As). Anche per la componente inorganica viene stabilito il confronto fra le deposizioni D3 e D4.

Per quanto riguarda la soglia di allarme per la componente inorganica si considerano i valori massimi delle deposizioni in D1 (ad eccezione dell'As per il quale si è preso il valore massimo delle deposizioni in D4):

Tab. A.3 – Nuovi valori di allarme ( $\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$ ) per le deposizioni microinquinanti inorganici

Elemento	Soglia Allarme
Vanadio	> <b>8,5</b>
Cromo	> <b>6,5</b>
Cobalto	> <b>1,1</b>
Nichel	> <b>6,1</b>
Arsenico	> <b>5,0*</b>
Molibdeno	> <b>5,5</b>
Cadmio	> <b>1,5</b>
Antimonio	> <b>1,2</b>
Piombo	> <b>13,1</b>
Tallio	> <b>0,2</b>

## A.2 PM10

Nessuna variazione rispetto alle soglie precedentemente definite.

Soglia di breve periodo dovuta a possibili sollevamenti eolici:

PM<sub>10</sub> (media oraria) > **75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

Direzione Vento (170-360 gradi)

Velocità del vento > 4 m/s

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

Soglia di medio periodo:

$PM_{10}$  (media giornaliera) > **50**  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (DM n. 60 del 02/04/2004);

Giorno lavorativo

Emissioni di cantiere (periodo estivo):

$PM_{10}$  (media oraria) > **38**  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Direzione Vento (170-360 gradi)

Giorno lavorativo e orario: 8-20

Velocità del vento < 4 m/s

Emissioni di cantiere (periodo invernale):

$PM_{10}$  (media oraria) > **85**  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Direzione Vento (170-360 gradi)

Giorno lavorativo e orario: 8-20

Velocità del vento < 4 m/s

### A.3 Metalli pesanti nel $PM_{10}$

Nessuna variazione essendo limiti legislativi nazionali o direttive europee.

Il valore limite per il Pb (unico metallo normato nella Legislazione Italiana) è **500**  $\text{ng}/\text{m}^3$  come media annuale delle medie giornaliere (DM n° 60 del 2 Aprile 2002, allegato IV). Per As, Cd, Ni i limiti (valore obiettivo), riferiti alla media annuale, indicati dalla Comunità Europea (2004/107/CE) sono i seguenti:

Elemento	Valore obiettivo ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )
As	<b>6</b>
Cd	<b>5</b>
Ni	<b>20</b>

### A.4 Idrocarburi Policiclici Aromatici

Nessuna variazione rispetto alle soglie precedentemente definite, secondo lo schema seguente.

Tab. A.4 – Soglie per gli Idrocarburi Aromatici – Benzo(a)pirene ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )

Mese	Media	Dev.Stand.	Soglia
Gennaio	5,6	1,6	<b>7,2</b>
Febbraio	2,8	0,6	<b>3,4</b>
Marzo	0,8	0,3	<b>1,1</b>
Aprile	0,2	0,1	<b>0,3</b>
Maggio	0,1	0,0	<b>0,1</b>
Giugno	0,1	0,0	<b>0,1</b>
Luglio	0,1	0,0	<b>0,1</b>
Agosto	0,1	0,0	<b>0,1</b>

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

Mese	Media	Dev.Stand.	Soglia
Settembre	0,2	0,1	0,3
Ottobre	0,8	0,3	1,1
Novembre	3,0	1,2	4,2
Dicembre	4,5	1,1	5,6

La soglia di allarme è identificata come la concentrazione di Benzo(a)pirene > 9.4 ng/m<sup>3</sup>.

#### A.5 Gas

Nessuna variazione essendo limiti legislativi (eccetto l'adeguamento a partire dal 1 gennaio 2008 del valore di tolleranza previsto dal DM N. 60). Riassumendo:

##### **Valori limite protezione per la salute umana**

Monossido di Carbonio (CO): 10 mg/m<sup>3</sup> massimo sulla media di 8 ore

Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>): 230 µg/m<sup>3</sup> media oraria (comprensivo del margine di tolleranza per il 2007), da non superare più di 18 volte/anno

##### **Valori limite per l'esposizione cronica**

Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>): 46 µg/m<sup>3</sup> media anno (comprensivo del margine di tolleranza per il 2007)

##### **Valori limite per la protezione della vegetazione**

Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>): 30 µg/m<sup>3</sup> media anno