



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/5**

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

Contratto prot.n. 21540 si/gce/fbe

Documento **MACROATTIVITÀ: ARIA**
RAPPORTO FINALE

Versione **2.0**

Emissione **2 Luglio 2010**

Redazione

Dott. Andrea Gambaro
(CNR-IDPA)

Redazione e Verifica

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

Indice

INTRODUZIONE.....	4
1 INDICATORI MONITORATI E METODOLOGIA DI MISURA	5
1.1 Deposizioni atmosferiche	5
1.2 PM ₁₀	7
1.3 Monitoraggio delle polveri ambientali.....	8
1.4 Determinazione dei metalli nel PM ₁₀	11
1.5 Idrocarburi Policicli Aromatici (IPA).....	12
1.6 Misure di gas	13
2 DEFINIZIONE DELLE SOGLIE.....	16
2.1 Deposizioni Atmosferiche	16
2.2 PM ₁₀	17
2.3 Determinazione dei metalli nel PM ₁₀	18
2.4 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	18
2.5 Misure di gas	19
3 RISULTATI MONITORAGGIO DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE.....	21
3.1 Introduzione.....	21
3.2 Risultati del monitoraggio.....	21
3.2.1 <i>Microinquinanti organici</i>	23
3.2.2 <i>Microinquinanti inorganici</i>	26
3.3 Superamenti di soglia	36
3.4 Conclusioni.....	37
4 RISULTATI MONITORAGGIO POLVERI.....	39
4.1 Introduzione.....	39
4.2 PM ₁₀	39
4.2.1 <i>Andamento annuale del PM₁₀</i>	39
4.2.2 <i>Superamenti di soglia PM₁₀</i>	46
4.2.3 <i>Conclusioni PM₁₀ in continuo</i>	46
4.3 Monitoraggio delle polveri ambientali.....	46
4.4 Monitoraggio dei metalli nel PM ₁₀	49
4.4.1 <i>Campagne di misura a Chioggia</i>	50
4.4.2 <i>Campagne di misura a Malamocco</i>	59
4.4.3 <i>Campagna di misura a Punta Sabbioni</i>	70
4.4.4 <i>Commenti e considerazioni conclusive</i>	79
4.5 Calibrazione del campionatore Air Genius (PM ₁₀).....	91

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

5 RISULTATI MONITORAGGIO IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	92
5.1 Introduzione.....	92
5.2 Risultati del monitoraggio.....	92
5.3 Superamenti di soglia	95
5.4 Conclusioni.....	101
6 RISULTATI MONITORAGGIO GAS	103
6.1 Introduzione.....	103
6.2 Risultati del monitoraggio.....	103
6.2.1 Campagne di misura a Punta Sabbioni	104
6.2.2 Campagne di misura a Malamocco.....	108
6.3 Superamenti di soglia	112
6.4 Conclusioni.....	113
7 CONCLUSIONI.....	118
7.1 Introduzione.....	118
7.2 Sintesi attività di monitoraggio	118
BIBLIOGRAFIA.....	120
ALLEGATO: AGGIORNAMENTO SOGLIE	122
A.1 Deposizioni atmosferiche	122
A.2 PM ₁₀	122
A.3 Metalli nel PM ₁₀	123
A.4 Idrocarburi Policiclici Aromatici	123
A.5 Gas	124
APPENDICE: ANALISI DI APPROFONDIMENTO DELLE CONCENTRAZIONI DEGLI INQUINANTI GASSOSI.....	125
Descrizione dell'analisi.....	125
Conclusioni.....	154

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

ISAC-CNR: F. Belosi, M. C. Bove, D. Contini, D. Cesari, G. Santachiara, G. Trivellone

CORILA: C. Dabalà, G. Venier

IDPA-CNR: C. Buretta, W. Cairns, V. Cester, G. Cozzi , S. De Pieri, A. Gambaro, A. Stortini,
V. Zampieri

Si ringrazia ARPA-Veneto per avere messo a disposizione i dati relative alle concentrazioni di gas.

INTRODUZIONE

Il presente documento descrive le attività ed i risultati relativi al quinto anno di monitoraggio (Maggio 2009 - Aprile 2010) degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari relativamente alla matrice aria [Studio B.6.72 B/5, Specifica Operativa, 2009].

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, 2002/3/CE e la direttiva 2004/107/CEE: la direttiva madre è stata interamente recepita dal Decreto Legislativo n° 351 del 4 agosto 1999, 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. Infine, la direttiva 2004/107/CE (relativa al contenuto di As, Ni, Cd, Hg e agli IPA nelle polveri PM₁₀) è stata recepita con il Decreto Legislativo n° 152 del 03/08/07. Il mercurio non è stato considerato nelle attività di monitoraggio in quanto scarsamente rappresentativo di emissioni da attività di cantiere.

Gli obiettivi del monitoraggio sono stati individuati sulla base delle pressioni ambientali definite nel SIA e considerando i cambiamenti legislativi successivamente intervenuti, in particolare quelli riferiti alla protezione della salute della popolazione.

Gli indicatori scelti per valutare lo stato della matrice aria sono stati: le deposizioni atmosferiche, le concentrazioni di PM₁₀, le concentrazioni dei metalli pesanti nel PM₁₀, le concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) in fase aerosol e gassosa, le concentrazioni di CO, NO_x e NO₂.

Le variazioni rispetto al precedente anno di monitoraggio [Studio B.6.72 B/4] riguardano principalmente la raccolta delle deposizioni atmosferiche presso il solo sito di Punta Sabbioni dove sono presenti due deposimetri che consentono di confrontare le deposizioni nelle immediate vicinanze del cantiere (D9) con quelle presenti lontano dal cantiere (D4). Questo confronto permette di valutare eventuali deposizioni, associate alle attività cantieristiche a Punta Sabbioni, sui terreni circostanti adibiti a coltivazioni ortofrutticole. Per quanto riguarda Chioggia e Malamocco la raccolta deposizioni è stata interrotta in quanto i risultati fino ad ora ottenuti erano contraddittori rispetto alle concentrazioni degli stessi elementi nel PM₁₀ (più rappresentativo, rispetto alle deposizioni, degli effetti sulla salute dovuti all'inquinamento dell'aria) ed inoltre il lungo periodo di raccolta dei singoli campioni non permette una puntuale correlazione fra la direzione del vento e i flussi di deposizione misurati.

1 INDICATORI MONITORATI E METODOLOGIA DI MISURA

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

Si ricorda che il monitoraggio è iniziato con una prima fase (Fase A o *ante operam*) che si è svolta nell'inverno 2004-2005, con lo scopo di mettere a punto le metodologie nelle diverse attività previste dal DT e di ottenere una prima stima della variabilità degli indicatori indagati [Rapporto di Variabilità, Studio B.6.72/B1, Luglio 2005].

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).

La Fig. 1.1 riporta la collocazione delle stazioni di misura delle deposizioni atmosferiche per il quinto anno di monitoraggio.



Fig. 1.1 - Postazioni di misura delle deposizioni atmosferiche previste dal DT B6.72. B/5

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

Nel corso dell'anno di monitoraggio è stato necessario identificare una nuova postazione di raccolta delle deposizioni atmosferiche (D9, coordinate riportate nella Tabella 1.1), in quanto nei pressi della precedente postazione D8 era stata posizionata una struttura metallica che avrebbe potuto interferire con la raccolta della componente inorganica.

La Fig. 1.2 riporta una immagine della nuova postazione, che, essendo distante una decina di metri dalla precedente D8, può considerarsi, agli effetti del confronto con le deposizioni raccolte negli anni precedenti, coincidente con le postazioni D3 e D8.



Fig. 1.2 - Stazione raccolta deposizioni atmosferiche D9 (Circolo SO.CI.VE.)

La Tabella 1.1 riporta le coordinate Gauss Boaga delle stazioni di misura ed 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.
D4	Bocca di Lido - Punta Sabbioni. Strumento posizionato in un'area di pertinenza della Scuola Elementare Sandro Pertini	2319906.23	5036298.66
D9	Bocca di Lido - Punta Sabbioni. Circolo Vela. Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE. in posizione arretrata rispetto al lungomare Dante Alighieri. Altezza 1 m da terra	2318374.30	5035026.10

Le analisi chimiche sono state effettuate dal Laboratorio Centro Studi Microinquinanti Organici di Voltabarozzo del MAV per la componente organica, mentre per quella inorganica presso il laboratorio del l'Istituto Dinamica Processi Ambientali (IDPA) del CNR di 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, Piombo, Ferro, Zinco e Rame.

1.2 PM₁₀

L'indicatore di PM₁₀ rappresenta la concentrazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. 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 (Istituto dell'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. 1.3) in modo da minimizzare le interferenze dovute alla vegetazione locale (Lat. 2318348.83; Long. 5035066.57).



Fig. 1.3 - Campionatore automatico sequenziale di PM₁₀ (Air Genius, Unitec, Ferrara)

Nel quinto anno di monitoraggio si sono avute interruzioni nel sistema di acquisizione in continuo del particolato, sia per malfunzionamenti sia per interventi di manutenzione ordinaria/straordinaria. I periodi di interruzione sono riassunti nella Tabella 1.2:

Tab. 1.2 - Interruzioni del monitoraggio PM₁₀

Data di inizio	Ora di inizio	Data di fine	Ora di fine
04/05/2009	07:00	04/05/2009	14:00
05/05/2009	07:00	05/05/2009	17:00
08/05/2009	07:00	11/05/2009	11:00
30/05/2009	07:00	05/06/2009	12:00
02/11/2009	13:00	02/11/2009	14:00
02/11/2009	24:00	03/11/2009	05:00
03/11/2009	07:00	03/11/2009	07:00
03/11/2009	12:00	03/11/2009	14:00
08/11/2009	21:00	08/11/2009	23:00
09/11/2009	03:00	09/11/2009	04:00

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

Data di inizio	Ora di inizio	Data di fine	Ora di fine
09/11/2009	06:00	09/11/2009	06:00
09/11/2009	11:00	09/11/2009	11:00
01/12/2009	22:00	04/12/2009	12:00
04/12/2009	21:00	09/12/2009	14:00
13/12/2009	07:00	14/12/2009	12:00
18/12/2009	17:00	31/12/2009	24:00
31/12/2009	24:00	13/01/2010	13:00
04/02/2010	13:00	04/02/2010	16:00
10/02/2010	10:00	10/02/2010	13:00
20/02/2010	15:00	20/02/2010	16:00
05/03/2010	09:00	05/03/2010	10:00
12/03/2010	09:00	12/02/2010	10:00

1.3 Monitoraggio delle polveri ambientali

Nel quinto anno di attività è proseguito il monitoraggio delle polveri ambientali (PM₁₀) con le centraline mobili basati sul principio della diffusione della luce (scattering) con frequenza di acquisizione di un dato al minuto (DustTrak, TSI Inc.). Il monitoraggio è stato effettuato utilizzando simultaneamente due stazioni mobili e campionando per 2/3 giorni. A Malamocco una stazione è stata collocata nei pressi del cantiere e l'altra stazione presso un recettore sensibile (Casa di cura S. Maria al Mare). A Punta Sabbioni una stazione è stata posizionata presso il terrapieno Sud, mentre la seconda stazione di misura è stata posizionata nei pressi del Ristorante "Al Bacaro".

L'analisi dati è basata fondamentalmente sulla comparazione fra le concentrazioni, ottenute simultaneamente, nei due siti di misura e la loro correlazione con la direzione e l'intensità del vento. La Fig. 1.4 mostra le centraline mobili alle due bocche di porto, mentre la Fig. 1.5 riporta la collocazione dei principali punti di misura utilizzati durante l'anno di attività. Le coordinate Gauss Boaga sono riportate nella Tabella 1.3.

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



Fig. 1.4 - Monitoraggio con il DustTrak a Malamocco (in alto) e a Punta Sabbioni (in basso)



Fig. 1.5- Punti di misura delle polveri con le centraline mobili: sinistra Punta Sabbioni, destra Malamocco

A seguito di osservazioni e segnalazioni relative al sollevamento di polveri lungo il Lungomare D. Alighieri, dovuti al passaggio di mezzi pesanti (autobus di linea e mezzi di cantiere), nel mese di Maggio 2009 è stata effettuata una campagna specifica di misura dalle ore 12:17 alle ore 14:45 del 13/05/09 posizionando lo strumento nei pressi dell'uscita del cantiere sul ciglio del Lungomare D.

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

Alighieri, di fronte al cancello principale nord del cantiere, in prossimità del civico n. 24 (POLV24). La Fig. 1.6 documenta la collocazione di tale stazione.



Fig. 1.6 - Stazione mobile nei pressi del civico n. 24 (POLV24).

Successivamente lo strumento è stato trasferito all'interno del Circolo SO.CI.VE. (POLV25), in quanto il Ristorante "Al Bacaro" era chiuso.

La Tabella 1.3 riporta le coordinate Gauss Boaga dei diversi punti di misura.

Tab. 1.3 - Coordinate Gauss Boaga delle stazioni per le polveri ambientali con il sensore mobile

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.
POLV15	Bocca di Malamocco - S. Maria del Mare. Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309890.47	5023562.24
POLV16	Bocca di Malamocco - S. Maria del Mare. Strumento posizionato nel cantiere, su di un prefabbricato	2310364.35	5023325.51
POLV17	Bocca di Lido - Punta Sabbioni. Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, presso il terrapieno sud, su un prefabbricato adiacente alla pesa	2318442.29	5034211.60
POLV18	Bocca di Lido - Punta Sabbioni. Strumento posizionato presso il ristorante "Al Bacaro" sul Lungomare Dante Alighieri	2318297.78	5035142.91
POLV24	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri, di fronte al civico n. 24	2318325.40	5035265.60
POLV25	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE.	2318317.10	5035022.70

1.4 Determinazione dei metalli nel PM₁₀

Nel quinto anno di monitoraggio sono state effettuate 7 campagne di campionamento relative alla composizione elementale nel PM₁₀, ciascuna della durata di 10 gg, in tutte e tre le bocche di porto secondo il seguente schema: Punta Sabbioni (2 campagne), Malamocco (3 campagne) e Chioggia (2 campagne). La Figura 1.7 riporta la collocazione delle stazioni di misura, mentre la Tabella 1.4 le relative coordinate Gauss Boaga.



Fig. 1.7- Stazioni di misura dei metalli nel PM₁₀

Tab. 1.4 - Coordinate Gauss Boaga delle stazioni per la misura dei metalli nel PM₁₀

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.
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
METAL4	Bocca di Lido - Punta Sabbioni. Strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE.	2318346.76	5035066.54

Le analisi per le determinazioni analitiche sono state effettuate presso l'istituto per la dinamica dei processi ambientali (IDPA) del CNR di Venezia. La metodologia analitica seguita prevede che i campioni di PM₁₀, raccolti su filtri in fibra di quarzo (Sartorius), pesati per tre volte prima e dopo il campionamento, siano sottoposti ad un trattamento di mineralizzazione mediante digestione acida per riscaldamento tramite forno a microonde (Milestone, ETHOS 1) e disgregati con una miscela costituita da 6 ml di HNO₃, 3 ml di H₂O₂ e 3 ml di HF (ultrapuro, Romil). Il programma di riscaldamento utilizzato è costituito dai seguenti stadi:

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

- 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). Gli elementi analizzati sono stati i seguenti: As, Ni, Cd, Pb, V, Cr, Co, Mo, Sb, Zn, Cu, Fe, Tl.

1.5 Idrocarburi Policicli Aromatici (IPA)

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), sia associati alle particelle di polvere (aerosol) 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, etc.).

Il campionamento è stato effettuato con un campionatore ad alto volume (Tisch Environment) con l'aspirazione dell'aria (portata 0.4 m³/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 valle del filtro e costituito da un cilindro in schiuma di poliuretano (PUF), per il campionamento della frazione di IPA presente in fase vapore.

Nel quinto anno di monitoraggio sono state effettuate 2 campagne di misura nelle due bocche di Malamocco e Punta Sabbioni. In Figura 1.8 vengono riportati i punti di misura ed in Tabella 1.5 le relative coordinate.

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



Fig. 1.8 – Postazioni di misura per gli IPA

Tab. 1.5 – Coordinate Gauss Boaga dei punti di misura degli IPA in aria

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.
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 SO.CI.VE.	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 quinto anno di monitoraggio sono proseguite le misure di CO, NO_x e NO₂ con la stazione rilocabile. I campionamenti sono stati effettuati su base settimanale, con frequenza di acquisizione oraria, presso le bocche di Malamocco e Punta Sabbioni: una settimana/mese presso ciascuna bocca.

Si tratta di un monitoraggio di screening rivolto alla verifica dei livelli di concentrazione dei principali inquinanti gassosi a seguito delle emissioni dei mezzi terrestri e marittimi impiegati nei cantieri, effettuato con un sistema di misura trasportabile che richiede una minore manutenzione rispetto ai sistemi di campionamento tradizionali. Se si dovesse rilevare una situazione critica,

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

determinata da valori di concentrazione prossimi ai limiti legislativi e dovuti alle attività di cantiere, allora sarebbe necessario passare ad un monitoraggio con una stazione fissa presso le tre bocche. La Figura 1.9 mostra il campionatore nelle due postazioni di misura, entrambe ubicate all'esterno del cantiere, riportate in Figura 1.10, mentre la Tabella 1.6 riporta le coordinate dei punti di misura.



Fig. 1.9 - Posizionamento del campionatore per i gas a Punta Sabbioni (sinistra) e Malamocco (destra)



Fig. 1.10 - Postazioni di misura dei gas

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

Tab. 1.6 - 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 SO.CI.VE.	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

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 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 µg/m³ per il CO; 10 µg/m³ per NO_x e 5 µg/m³ per NO₂. Come criterio di quantificazione del dato medio è scelto tre volte il limite di rilevabilità: 300 µg/m³ per il CO; 30µg/m³ per NO_x e 15 µg/m³ per NO₂. Ciò significa che concentrazioni inferiori a questi valori (Non Quantificabili, NQ) sono rilevate strumentalmente ma soggette ad un errore significativo. Nelle tabelle del capitolo 6 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 µg/m³ per il CO; 10 µg/m³ per NO_x e 5 µg/m³ per NO₂.

Nel periodo dal 16/09/09 al 12/10/09 è stata effettuata la calibrazione del misuratore di gas presso la ditta costruttrice Unitec srl (Ferrara). In tale occasione, anche a seguito di diversi valori anomali riscontrati nelle concentrazioni medie di NO₂, si è provveduto a sostituire il sensore di tale gas (operativo dal 2005) e la relativa elettronica di gestione. Fra le caratteristiche innovative del nuovo sensore si evidenzia una maggiore resistenza del sistema rispetto agli urti accidentali dovuti ai frequenti spostamenti della centralina di misura. È possibile che valori elevati nelle concentrazioni degli ossidi di azoto e del biossido di azoto (in particolare la campagna di misura di Settembre 2009 a Punta Sabbioni, SAB37) siano dovute ad una sovrastima del processo di misura a seguito di interferenze sui sensori da parte di altri composti gassosi presenti nell'area o dalla presenza di aerosol marino. Una successiva calibrazione è stata effettuata dal 14/01/2010 al 03/02/2010 in previsione delle nuove attività di monitoraggio. In appendice si riporta una dettagliata analisi di confronto eseguita con i dati forniti da ARPAV relativi a diverse stazioni di monitoraggio della rete regionale di qualità dell'aria.

Le campagne di misura previste dal DT sono terminate con il mese di Gennaio 2010 tuttavia, al fine di verificare il corretto funzionamento della centralina di monitoraggio utilizzata, si sono continuati a raccogliere dati di concentrazioni dei diversi gas a Punta Sabbioni. Nei singoli Rapporti mensili tali misure sono state presentate senza elaborazioni; nelle conclusioni del Cap. 6 (relativo ai risultati del monitoraggio gas) verranno presentati in forma sintetica.

Alla luce di quanto emerso si propone per il sesto anno di monitoraggio una modifica nella procedura di elaborazione dei dati anch'essa più finalizzata ad individuare eventuali impatti dovuti alle attività di cantiere. In particolare verranno considerate due domeniche, nel set di misure, incrementando così la statistica delle ore non lavorative, e verrà effettuato il confronto fra le sole medie orarie nelle concentrazioni dei gas ottenute fra le ore 8 e le ore 20 separando i giorni lavorativi da quelli festivi, minimizzando in questo modo eventuali interferenze dell'umidità relativa notturna sui diversi sensori dei gas (ed in particolare su quello adibito alla misura degli ossidi di azoto).

2 DEFINIZIONE DELLE SOGLIE

Per quanto riguarda le soglie di riferimento, elaborate dopo i primi tre anni di monitoraggio, si fa riferimento a quanto riportato nell'Allegato "Aggiornamento Soglie" [Studio B. 6.72 B/4, Rapporto Finale, Luglio 2009].

2.1 Deposizioni Atmosferiche

Microinquinanti organici: soglia di attenzione **660** ngm⁻²die⁻¹, soglia di allarme **10.575** ngm⁻²die⁻¹ calcolate come medie aritmetiche delle misure effettuate.

Microinquinanti inorganici: le soglie di attenzione per i singoli composti considerati sono riportate in Tabella 2.1. I valori di soglia sono stati ottenuti dall'andamento temporale dei flussi di deposizione misurati nei primi tre anni di monitoraggio presso la stazione "di fondo" (rispetto alle attività cantieristiche di Punta Sabbioni) D4. Per gli elementi Ferro, Zinco e Rame, introdotti a partire dal terzo anno di monitoraggio, le rispettive soglie di attenzione sono basate sulla media aritmetica, incrementata di una deviazione standard, delle deposizioni ottenute il precedente anno.

Tab. 2.1 - Soglie di attenzione relative ai flussi di deposizione dei microinquinanti inorganici. Unità di misura ngm⁻²die⁻¹.

Elemento	Media	Dev. Standard	Soglia
Vanadio	3.0	1.10	4.1
Cromo	2.4	0.93	3.3
Cobalto	0.34	0.15	0.49
Nichel	1.9	1.1	3.0
Arsenico	1.6	1.27	2.9
Molibdeno	1.4	1.41	2.8
Cadmio	0.24	0.25	0.49
Antimonio	0.77	0.55	1.3
Piombo	4.0	1.95	6.0
Tallio	0.09	0.13	0.22
Ferro	583	255	838
Rame	7.2	3.96	11.2
Zinco	15.1	7.02	22.0

Per il Cd sono in vigore dei valori limite per le deposizioni [European Communities, Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds. Position Paper, 2001], riportate in Tabella 2.2.

Tab. 2.2 - Valori limite deposizioni bulk per il Cadmio. Unità di misura ngm⁻²die⁻¹.

Nazione	Cd
Austria	2
Germania	5
Svizzera	2

Si osserva che il limite di 2 ngm⁻²die⁻¹ in vigore in Austria e Svizzera è dello stesso ordine di grandezza della soglia di allarme utilizzata nel presente monitoraggio (1.5 ngm⁻²die⁻¹, Tab. 2.3).

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

Per quanto riguarda la soglia di allarme per la componente inorganica si considerano i valori massimi delle deposizioni in D1 ottenuti nei primi due anni di monitoraggio, ad eccezione dell'As, del Tl e dell'Sb per i quali si sono considerati i valori massimi delle deposizioni in D4 e del Fe, Cu e Zn per i quali la soglia di allarme non è variata (Tab. 2.3).

Tab. 2.3 - Nuovi valori soglia di allarme per le deposizioni microinquinanti inorganici. Unità di misura $\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$.

Elemento	Soglia Allarme
Vanadio	>8.5
Cromo	>6.5
Cobalto	>1.1
Nichel	>6.1
Arsenico	>5.0
Molibdeno	>5.5
Cadmio	>1.5
Antimonio	>2.6
Piombo	>13.1
Tallio	>0.5
Ferro	>1262
Rame	>45.7
Zinco	>309.7

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

Considerando la notevole variabilità dei flussi di deposizione, che rende difficoltoso stabilire dei valori di riferimento, si è introdotto come ulteriore criterio di identificazione di eventuali contributi dei cantieri, sulle deposizioni atmosferiche, il confronto fra le stazioni D9 e D4.

2.2 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.

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

Soglia di breve periodo (aprile-settembre):

PM₁₀ (media oraria) >35 µg/m³
Direzione Vento (170-360 gradi)
Giorno lavorativo e orario: 8-20
Velocità del vento <4 m/s

Soglia di breve periodo (ottobre-marzo):

PM₁₀ (media oraria) >90 µg/m³
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 questi approfondimenti si stabilisce se c'è stato un effetto dovuto ai cantieri. Pertanto l'utilizzo di una soglia ottenuta dalla media incrementata di una deviazione standard implica sicuramente un maggior numero di casi da indagare senza però necessariamente determinare per ognuno di essi degli allarmi.

2.3 Determinazione dei metalli nel PM₁₀

Nessuna variazione, essendo limiti legislativi nazionali o direttive europee.

Il valore limite per il Pb è 500 ng/m³ come media annuale delle medie giornaliere [DM n° 60, allegato IV, 2002].

Per As, Ni, Cd i limiti (valori obiettivo), riferiti alla media annuale, sono riportati in Tabella 2.4 [Decreto Legislativo 152, 2007].

Tab. 2.4- Valori obiettivo dei metalli nel PM₁₀ previsti dalla normativa nazionale. Unità di misura ng/m³.

Elemento	Valore obiettivo
As	6
Cd	5
Ni	20

2.4 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Il Decreto Legislativo n. 152 del 03/08/2007, che recepisce le direttive europee per quanto riguarda i metalli pesanti e il Benzo(a)pirene, prevede il monitoraggio del Benzo(a)pirene nella frazione PM₁₀. Si è ritenuto opportuno proseguire l'attuale schema di monitoraggio (determinazione del Benzo(a)pirene sul particolato totale) in quanto ciò permette il confronto con la serie storica relativa ai precedenti anni di misura (confronto che sarebbe compromesso passando al PM₁₀). Infatti nell'ottica del monitoraggio di un'attività di cantiere l'analisi dell'andamento temporale dei dati ambientali (in questo caso i valori di concentrazione di IPA in aria) rappresenta un aspetto importante per determinare l'eventuale impatto ambientale del cantiere in funzione dello stato di avanzamento dei lavori. In secondo luogo la normativa prevede comunque l'obiettivo qualità (1 ng/m³) espresso come media annuale, su base giornaliera, e quindi non confrontabile direttamente

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

con le misure svolte a Punta Sabbioni e a Malamocco. Infine, poiché il PM₁₀ è una frazione del particolato totale, il rispetto (qualitativo) del valore obiettivo sul particolato totale garantisce anche il rispetto nella frazione PM₁₀.

Le concentrazioni di Benzo(a)pirene mostrano un forte andamento stagionale legato 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 come soglia di attenzione 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 (Tabella 2.5).

Tab. 2.5 - Soglie utilizzate per la concentrazione di Benzo(a)pirene. Unità di misura ng/m³

Mese	Media	Dev. Stand.	Soglia
Gennaio	5.6	1.6	6.8
Febbraio	2.8	0.6	3.6
Marzo	0.8	0.3	1.3
Aprile	0.2	0.1	0.4
Maggio	0.1	0.0	0.1
Giugno	0.1	0.0	0.1
Luglio	0.1	0.0	0.1
Agosto	0.1	0.0	0.1
Settembre	0.2	0.1	0.3
Ottobre	0.8	0.3	1.0
Novembre	3.0	1.2	3.9
Dicembre	4.5	1.1	5.5

La soglia di allarme, secondo il Rapporto di Variabilità [Studio B.6.72 B/1, 2005], è identificata come la concentrazione di Benzo(a)pirene >9.4 ng/m³.

2.5 Misure di gas

Per i gas monitorati si fa riferimento alle soglie normative in vigore [DM n. 60, 2002]:

Valori limite protezione per la salute umana

Monossido di Carbonio (CO): 10 mg/m³ massimo sulla media di 8 ore

Biossido di Azoto (NO₂): 200 µg/m³ media oraria da non superare più di 18 volte/anno

Valori limite per l'esposizione cronica

Biossido di Azoto (NO₂): 40 µg/m³ media anno

Valori limite per la protezione della vegetazione

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

Per quanto riguarda la soglia relativa agli ecosistemi o 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,

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

un punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo tale da essere rappresentativo della qualità dell'aria ambientale in un'area circostante di almeno 1000 Km²..." [Allegato VIII, DM 60/02/04/02]. La determinazione di un eventuale impatto, dovuto alle attività di cantiere, sugli ecosistemi o sulla vegetazione richiede pertanto una diversa impostazione del monitoraggio che non può prescindere, in questo caso, da una specifica attività di modellistica numerica. Pertanto il confronto con la soglia relativa alla vegetazione non può che essere di tipo qualitativo.

3 RISULTATI MONITORAGGIO DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE

3.1 Introduzione

Durante il quinto anno di monitoraggio la raccolta delle deposizioni atmosferiche è stato effettuata mediante due campagne di misura alle tre bocche di porto; la prima dal 30/06/09 al 08/10/09, mentre la seconda dal 04/12/09 al 18/03/10.

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 quinto anno di monitoraggio

Deposimetri	Data Inizio	Data Fine	Totale giorni	Precipitazione P. Sabbioni (mm H ₂ O)
D4, D9	30/06/09	29/07/09	29	16.6
D4, D9	29/07/09	04/09/09	36	17.4
D4, D9	04/09/09	08/10/09	34	154.2
D4, D9	04/12/09	11/01/10	38	139.6
D4, D9	11/01/10	17/02/10	37	73.0
D4, D9	17/02/10	18/03/10	29	79.2

I dati meteorologici sono stati ottenuti dalla stazione di Punta Sabbioni ad esclusione del primo campione della seconda campagna di misura in cui sono stati utilizzati i dati della stazione di misura MAV-CVN di Ceppe in quanto non erano disponibili i dati di Punta Sabbioni per l'intero periodo di misura.

Si osserva la presenza di significative precipitazioni in tutti i periodi di prelievo ad esclusione dei primi due campioni della prima campagna di misura (periodo estivo) in cui le precipitazioni sono limitate.

Di seguito, Figure 3.1 e 3.2, si riportano le rose dei venti relative alla prima campagna di misura, mentre le Figure 3.3 e 3.4 sono relative alla seconda campagna.

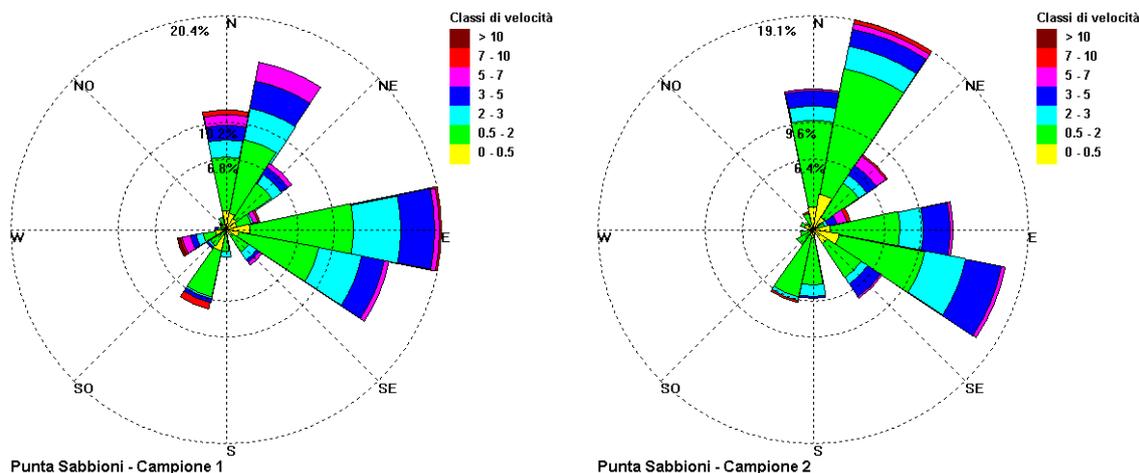


Fig. 3.1 – A sinistra: rosa dei venti primo campione (30/06/2009 – 29/07/2009). A destra: rosa dei venti secondo campione (29/07/2009 – 04/09/2009).

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

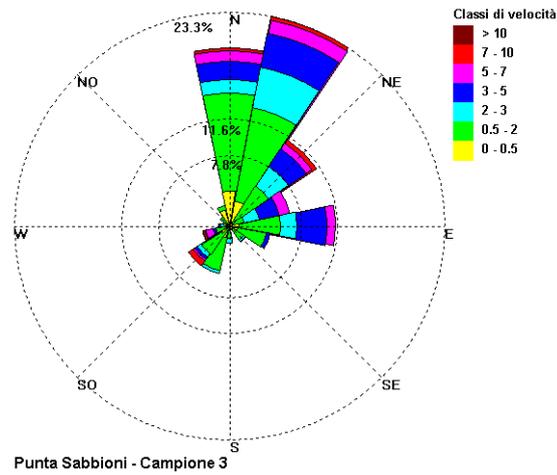


Fig. 3.2 - Rosa dei venti per il terzo campione (04/09/2009 - 08/10/2009).

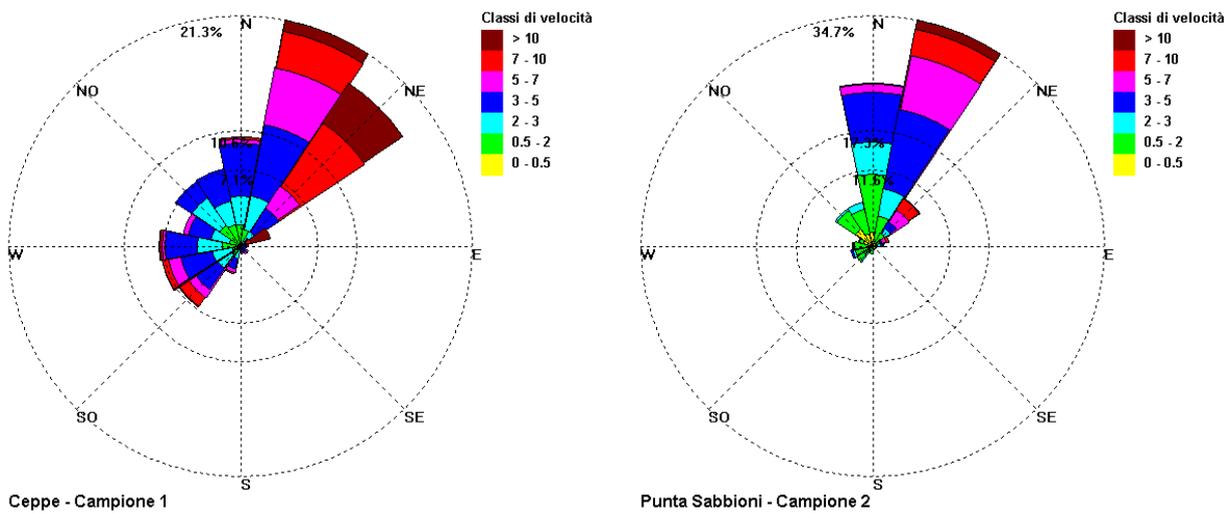


Fig. 3.3 - A sinistra: rosa dei venti primo campione (04/12/2009 - 11/01/2010). A destra: rosa dei venti secondo campione (11/01/2010 - 17/02/2010).

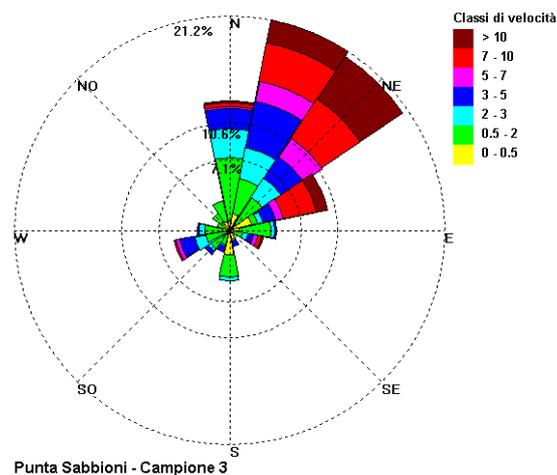


Fig. 3.4 - Rosa dei venti per il terzo campione (17/02/2010 - 18/03/2010).

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 e il confronto con i risultati ottenuti nel monitoraggio effettuato nel precedente anno.

3.2.1 *Microinquinanti organici*

La Tabella 3.2 riporta le medie dei flussi di deposizione e la relativa deviazione standard, espressi come $\text{ngm}^{-2}\text{die}^{-1}$, per gli IPA totali.

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

		D4	D9
1 Campagna	Media	69.2	125.8
	Dev. Standard	76.5	158.4
2 Campagna	Media	487.4	417.7
	Dev. Standard	181.4	28.3

Le Figure 3.5 - 3.8 riportano gli istogrammi delle medie aritmetiche dei flussi di deposizioni con le relative deviazioni standard per gli IPA totali, gli IPA RC (rischio cancerogeno), il Benzo(a)pirene e il Fluorantene che secondo alcuni autori può essere considerato un indicatore delle emissioni nei motori diesel e presenta inoltre una modesta reattività ambientale [Masclat P. *et al.*, 1986].

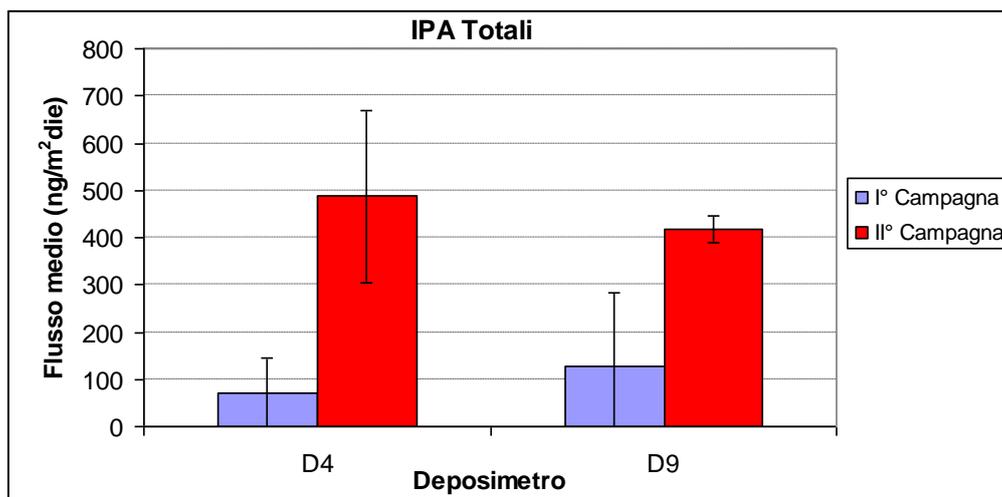


Fig. 3.5 – Deposizioni relative agli IPA totali

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

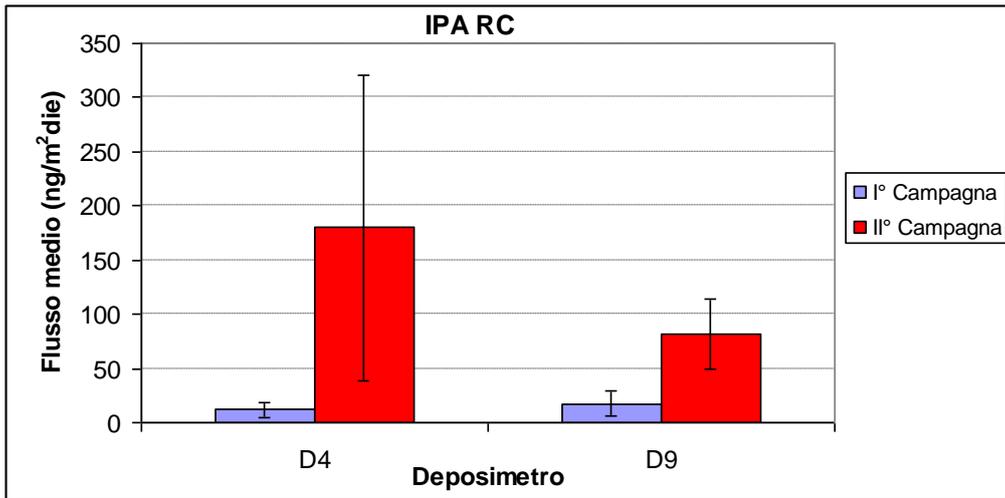


Fig. 3.6 - Deposizioni relative agli IPA R.C

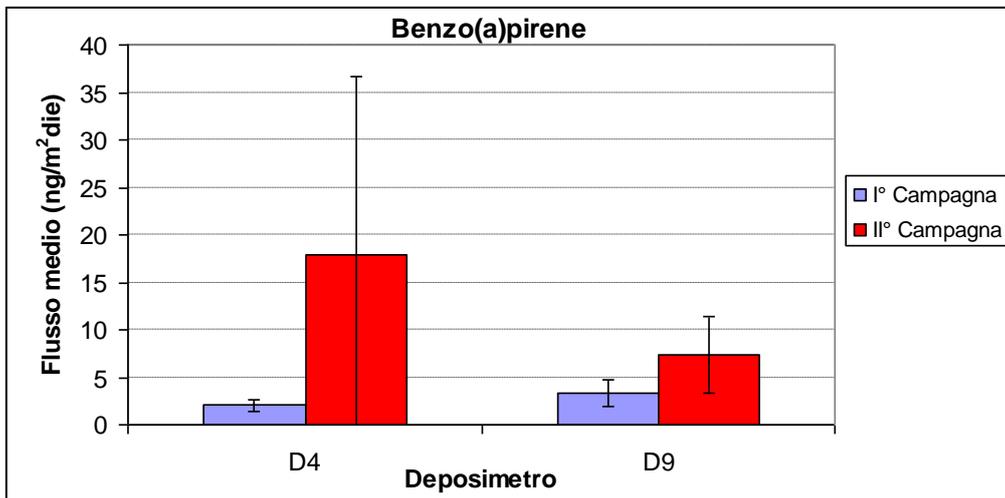


Fig. 3.7 - Deposizioni relative al Benzo(a)pirene

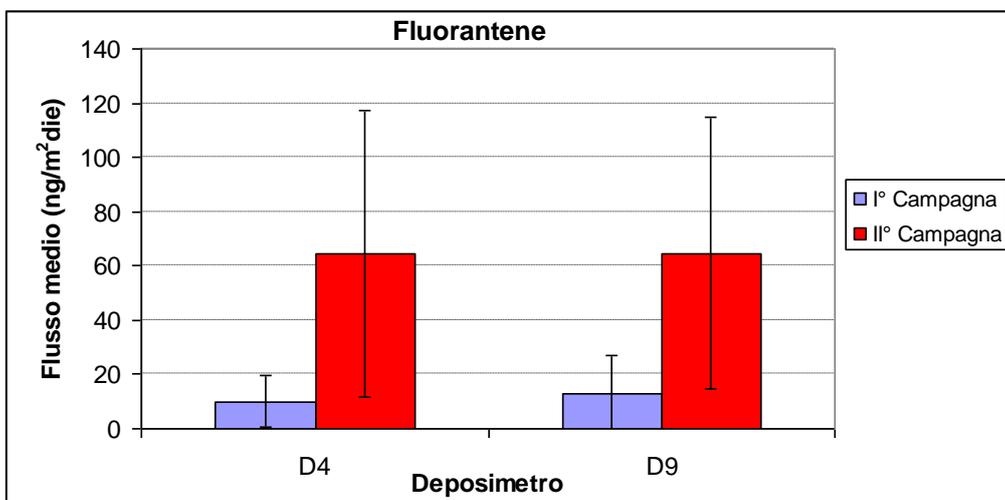


Fig. 3.8 - Deposizioni relative al Fluorantene

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

Gli IPA RC sono i Policiclici Aromatici considerati a Rischio Cancerogeno (EPA), mentre il Fluorantene, come già ricordato, può essere considerato un indicatore delle emissioni nei motori diesel. Nella Tabella 3.3 sono riportate le medie relative al Fluorantene e alla sommatoria dei flussi di deposizione per i seguenti composti: Naftalene, Acenftilene, Acenaftene, 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 di alcuni composti IPA ritenuti significativi delle emissioni dei veicoli diesel. Unità di misura $\text{ngm}^{-2}\text{die}^{-1}$

1 Campagna		D4	D9
Σ Naftalene, Acenftilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene	Media	46.7	88.1
Fluorantene	Media	10.1	13.0
2 Campagna			
Σ Naftalene, Acenftilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene	Media	215.8	248.6
Fluorantene	Media	64.5	64.8

Dalla Tabella 3.3 si osserva che nella prima campagna di misura la sommatoria dei composti IPA considerati è maggiore nella postazione D9 rispetto alla stazione D4; ciò è dovuto al campione relativo al periodo dal 04/09/2009 al 08/10/2009 (il Naftalene ha un flusso di deposizione doppio in D9, postazione in prossimità ai cantieri). La rosa dei venti (Fig. 3.2) riporta come settori più frequenti di provenienza del vento da Nord a Nord-Est. Inoltre nello stesso periodo nel campione relativo ai microinquinanti inorganici si sono misurati flussi di deposizione molto più elevati presso D4 rispetto alla stazione D9 [II Rapporto di Valutazione, Studio B6.72 B/5, Gennaio 2010].

La Tabella 3.4 riporta il confronto con i risultati del primo anno di monitoraggio (escludendo la Fase A) per i flussi di deposizione relativi agli IPA Totali. La stazione di misura D1 nella Fase A (stato *ante operam*) e nel primo anno di monitoraggio era collocata all'interno del cantiere di Punta Sabbioni.

Tab. 3.4 – Riepilogo flussi medi di deposizione e loro confronto con i precedenti anni di monitoraggio: unità di misura $\text{ngm}^{-2}\text{die}^{-1}$.

		D1	D3*	D4	D5	D6	D7	D8	D9
1 Anno	Media	433	217	262	/	/	/	/	/
	Dev. Std.	566	199	269	/	/	/	/	/
2 Anno	Media	403	293	276	648	468	117**	/	/
	Dev. Std.	297	208	204	732	293	/	/	/
3 Anno	Media	/	253	296	397	239	/	/	/
	Dev. Std.	/	227	198	388	142	/	/	/
4 Anno	Media	/	/	282	221	216	/	254	/
	Dev. Std.	/	/	292	248	222	/	288	/
5 Anno	Media	/	/	278	/	/	/	/	272
	Dev. Std.	/	/	258	/	/	/	/	170

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

** la media coincide con l'unico dato disponibile

Dalla Tabella 3.4 si osserva che i flussi di deposizione nella stazione D9, prossima al cantiere di Punta Sabbioni, sono confrontabili con quelli della stazione D4, collocato più distante nei pressi della scuola S. Pertini.

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

Nella Tabella 3.5 si riporta il confronto fra i valori medi di deposizione di IPA osservati nei deposimetri D4 e D9 ed i valori medi di deposizione sulla laguna di Venezia riportati nella relazione relativa al monitoraggio SAMANET [MAV, Il monitoraggio SAMANET delle deposizioni atmosferiche nella Laguna di Venezia, 2007]. Nello studio SAMANET sono analizzati 10 siti di deposizione e nella Tabella 3.5 si riporta il valore medio e l'intervallo fra massimo e minimo osservati. I risultati mostrano che i valori osservati su D4 e D9 sono in linea con l'intervallo riscontrato nelle 10 postazioni SAMANET.

Tab. 3.5 - Riepilogo flussi medi di deposizione e loro confronto con i dati SAMANET. Unità di misura $\text{ngm}^{-2}\text{die}^{-1}$.

Deposimetro	IPA totali
D4	278
D9	272
Media area SAMANET e intervallo (min-max)	374 (164 - 686)

3.2.2 *Microinquinanti inorganici*

Le Figure 3.9-3.21 riportano gli istogrammi dei flussi di deposizione, per ciascun elemento, per le due campagne effettuate quest'anno, con le relative deviazioni standard.

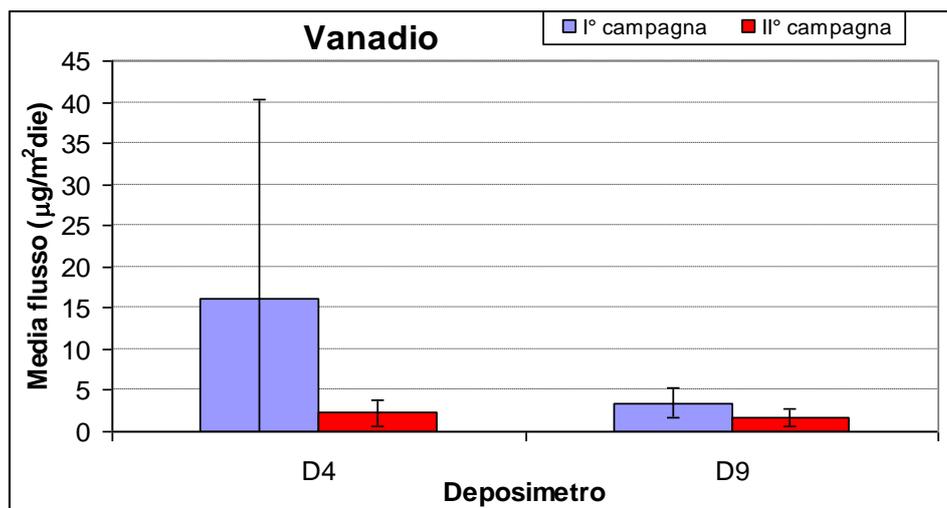


Fig. 3.9 - Deposizioni per il Vanadio

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

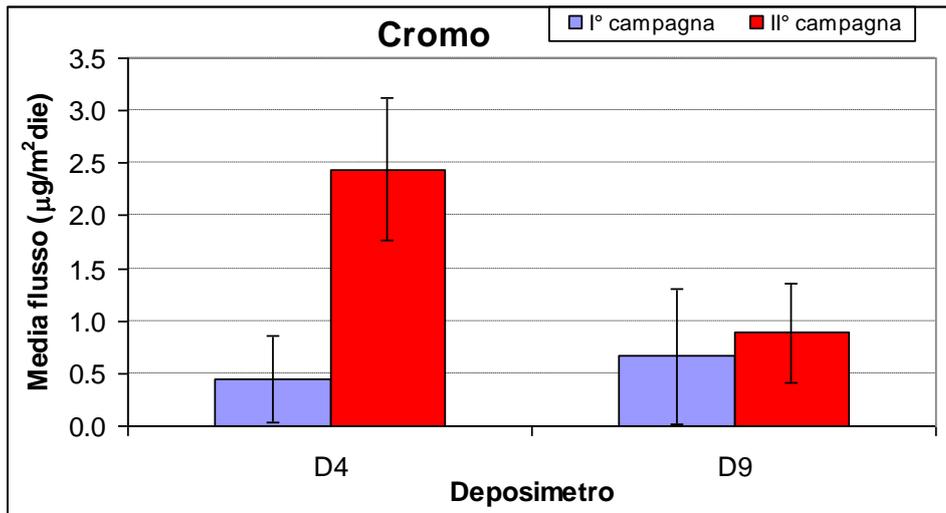


Fig. 3.10 - Deposizioni per il Cromo

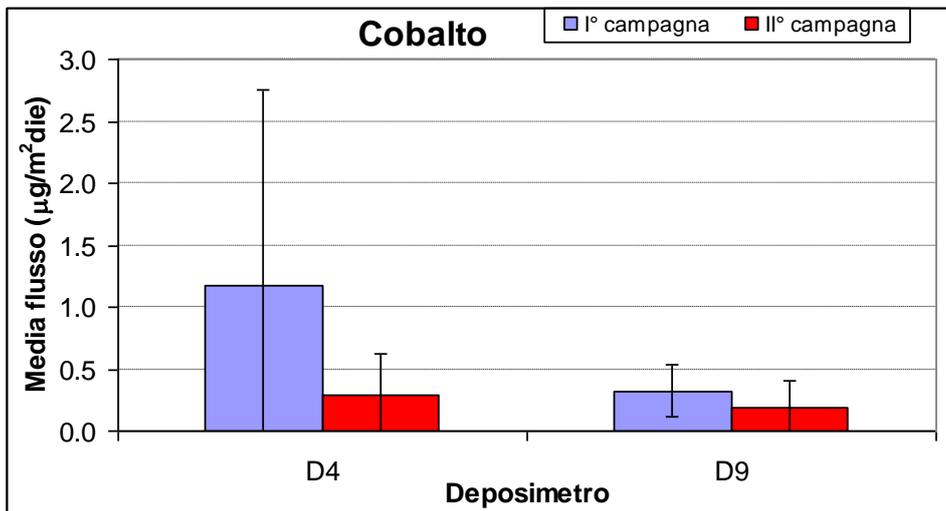


Fig. 3.11 - Deposizioni per il Cobalto

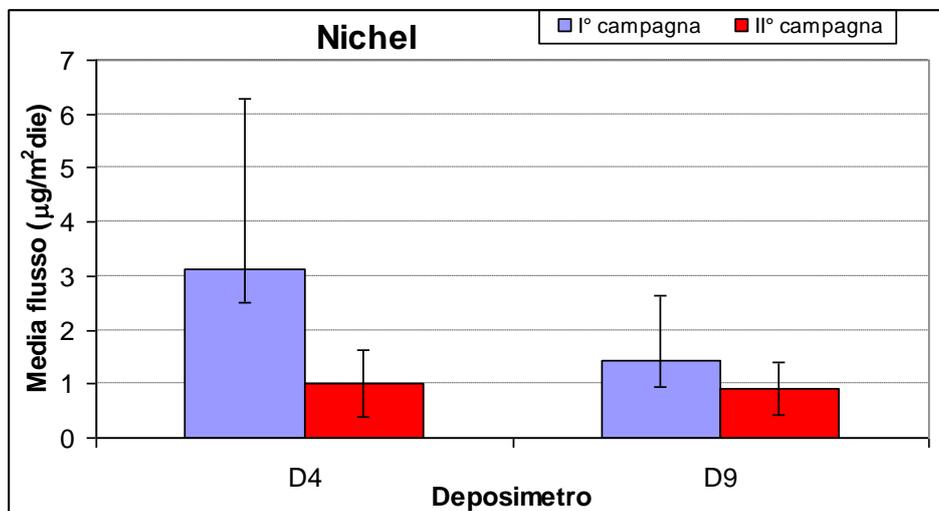


Fig. 3.12 - Deposizioni per il Nichel

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

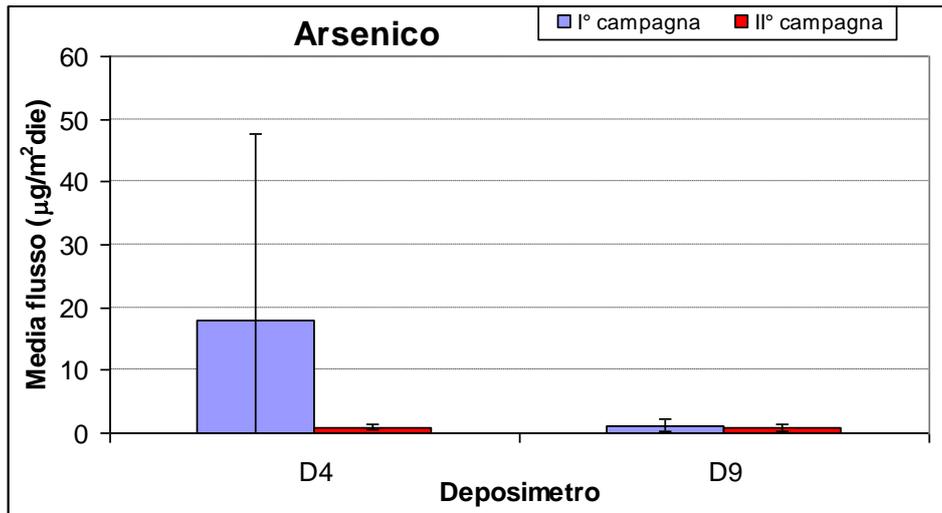


Fig. 3.13 - Deposizioni per l'Arsenico

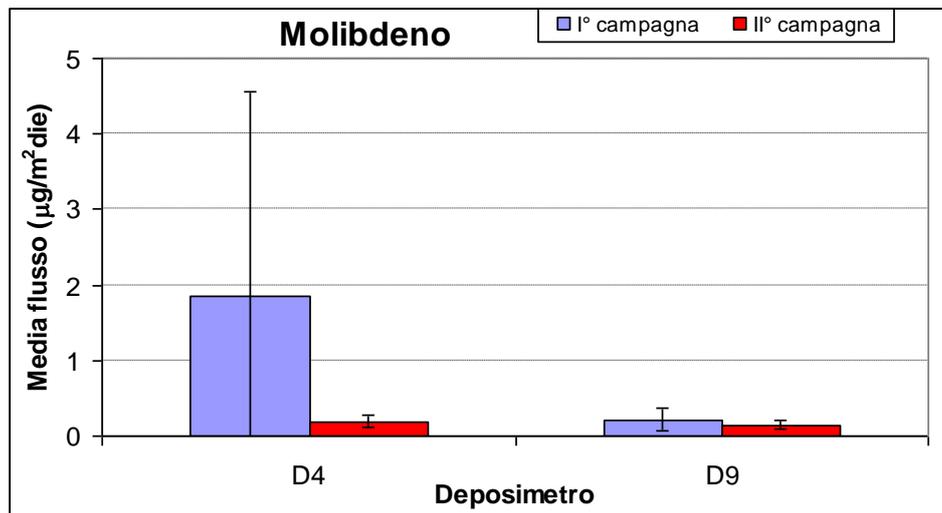


Fig. 3.14 - Deposizioni per il Molibdeno

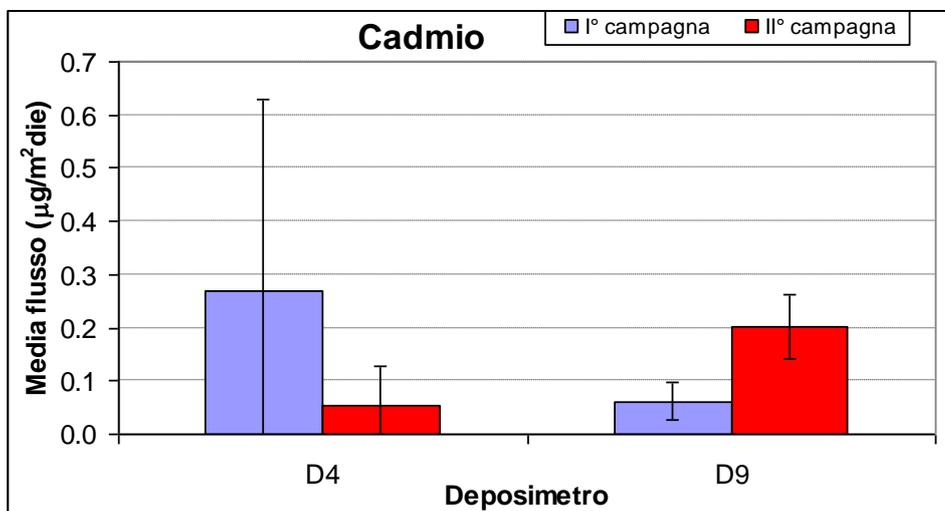


Fig. 3.15 - Deposizioni per il Cadmio

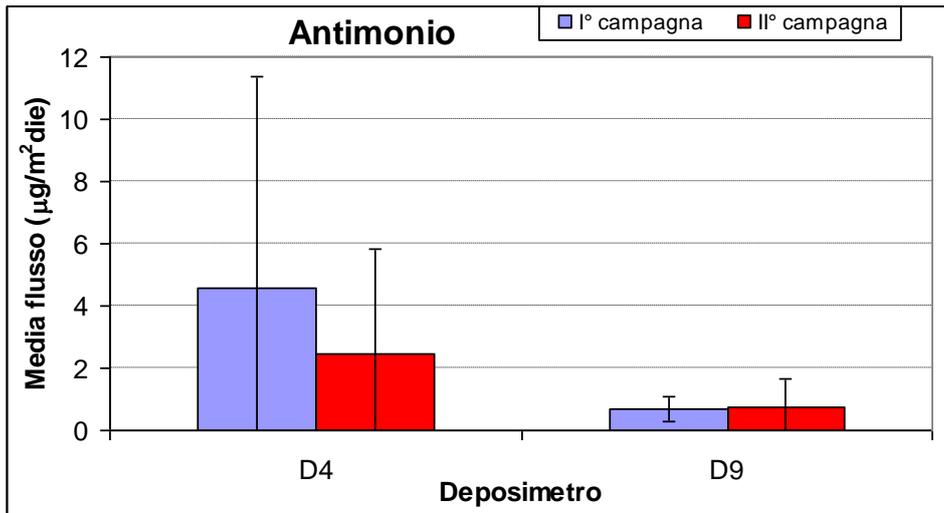


Fig. 3.16 - Deposizioni per l'Antimonio

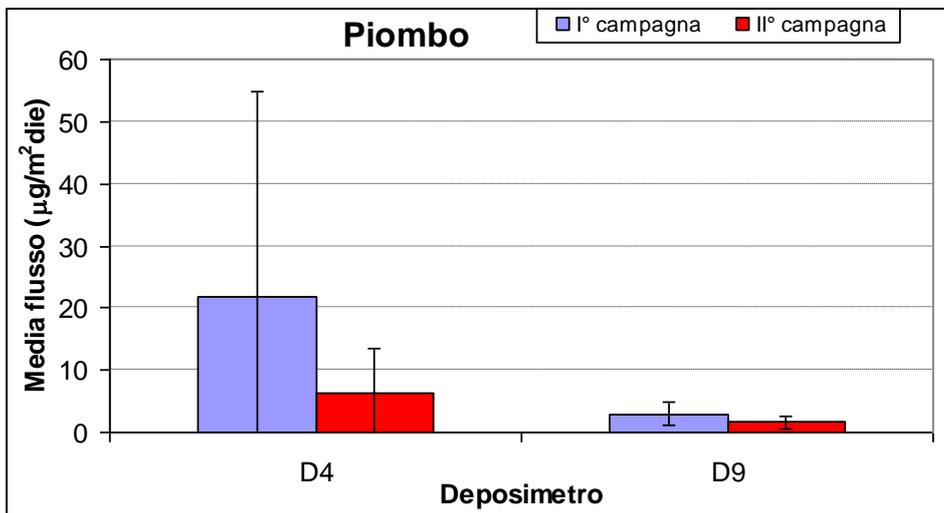


Fig. 3.17 - Deposizioni per il Piombo

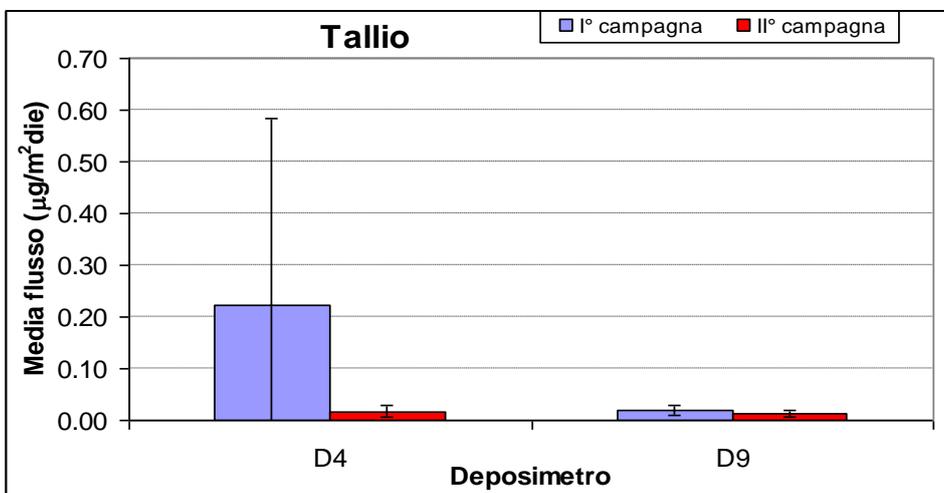


Fig. 3.18 - Deposizioni per il Tallio

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

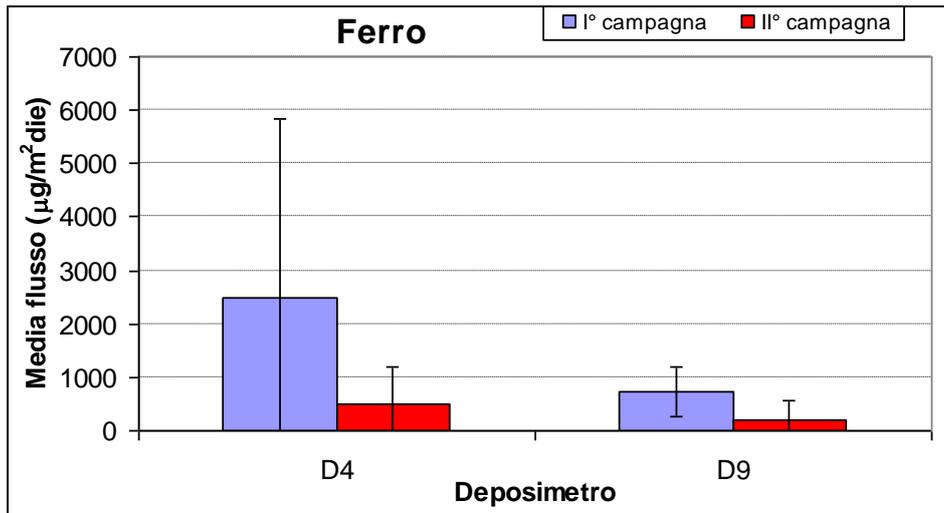


Fig. 3.19 - Deposizioni per il Ferro

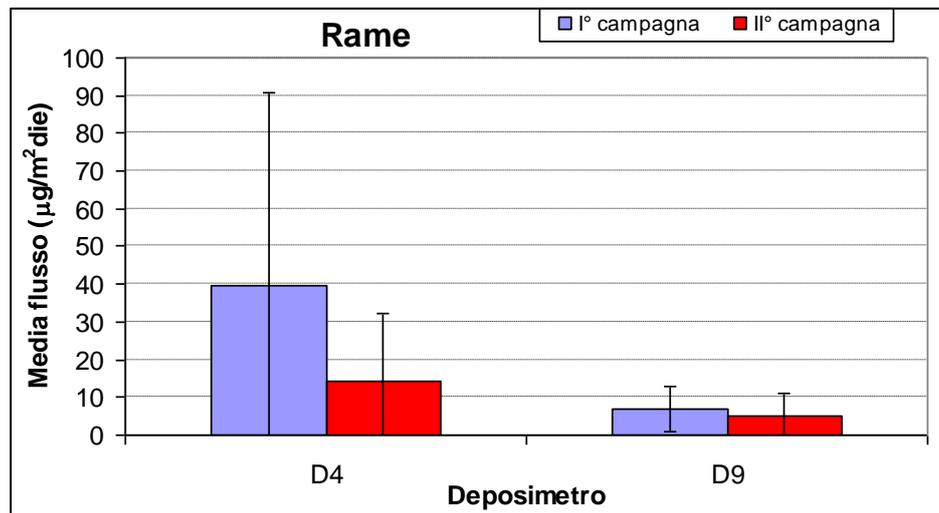


Fig. 3.20 - Deposizioni per il Rame

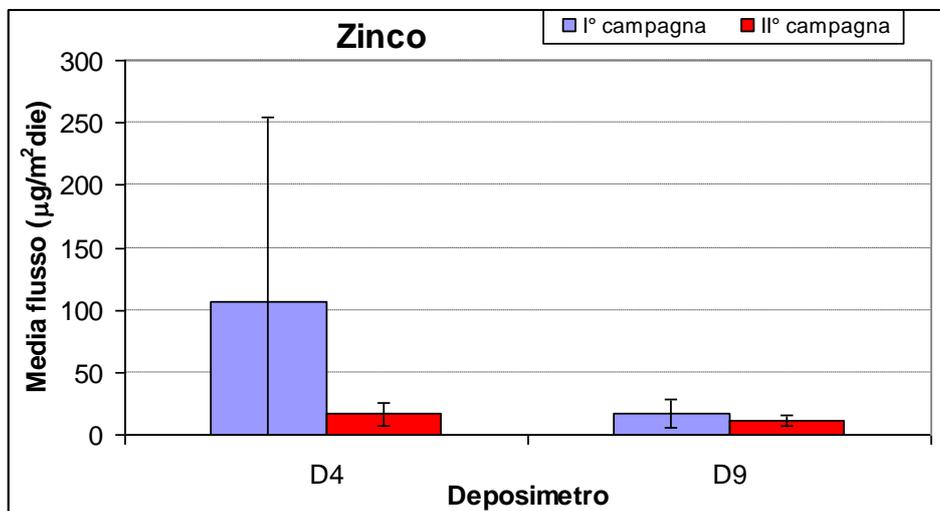


Fig. 3.21 - Deposizioni per il Zinco

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

Le Figure 3.22 - 3.34 riportano gli istogrammi relativi alle medie delle deposizioni per ciascun elemento, con le relative deviazioni standard, per i diversi anni di monitoraggio; è stata inoltre inserita per confronto la Fase A. Nelle figure la linea rosa rappresenta la soglia di attenzione per lo specifico elemento in analisi. Per quanto riguarda il deposimetro D8 sono state utilizzate le medie fra D2 e D3 fino al terzo anno di monitoraggio compreso.

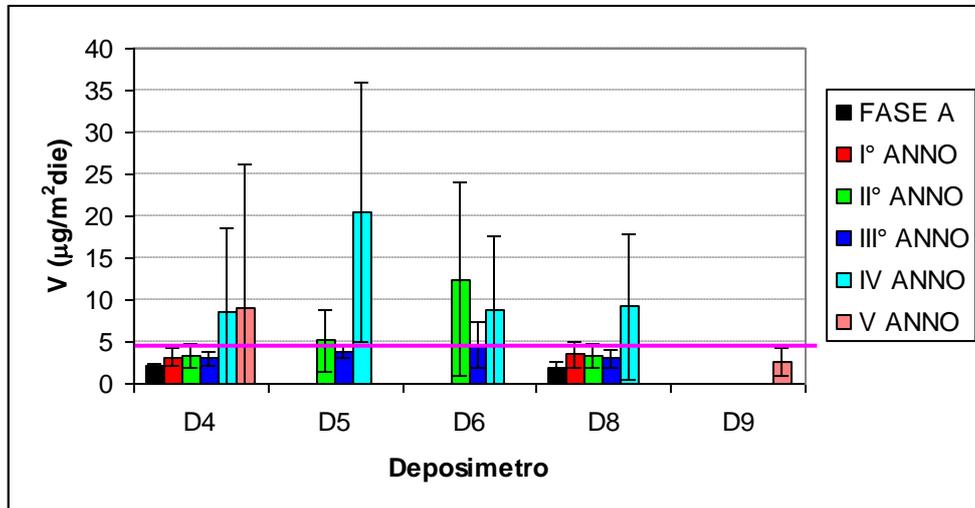


Fig. 3.22 - Confronto deposizione media per il Vanadio nei cinque anni di monitoraggio e Fase A

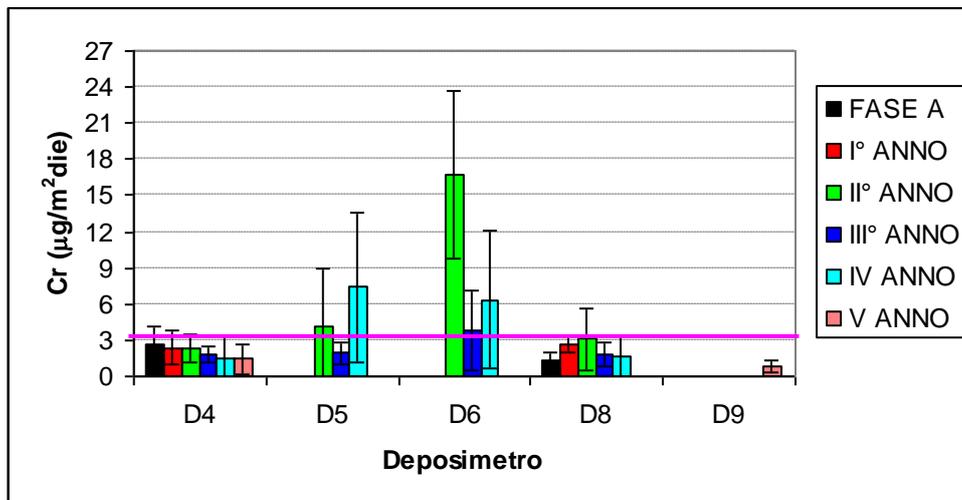


Fig. 3.23 - Confronto deposizione media per il Cromo nei cinque anni di monitoraggio e Fase A

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

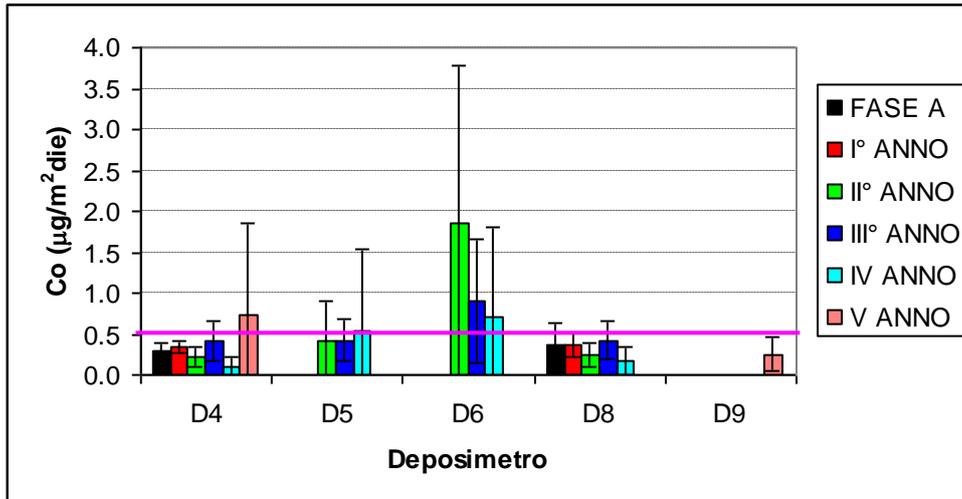


Fig. 3.24 - Confronto deposizione media per il Cobalto nei cinque anni di monitoraggio e Fase A

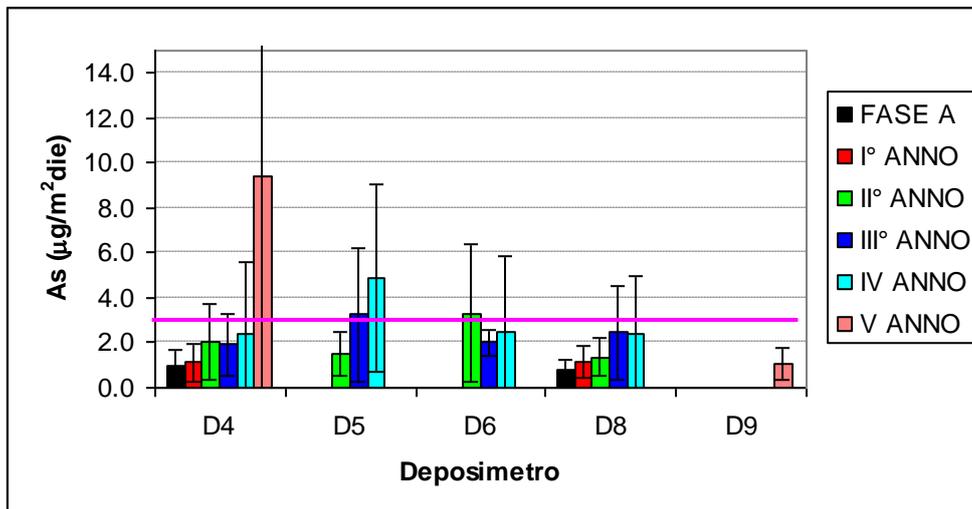


Fig. 3.25 - Confronto deposizione media per l'Arsenico nei cinque anni di monitoraggio e Fase A

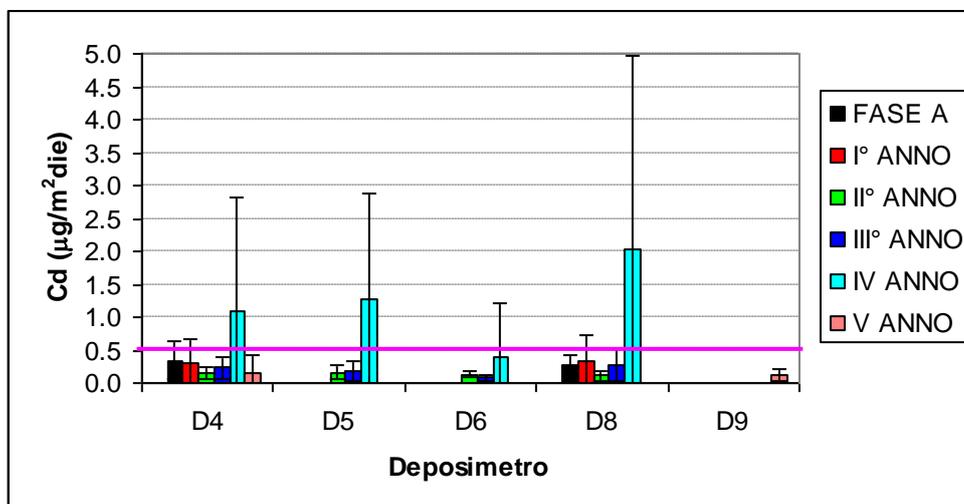


Fig. 3.26 - Confronto deposizione media per il Cadmio nei cinque anni di monitoraggio e Fase A

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

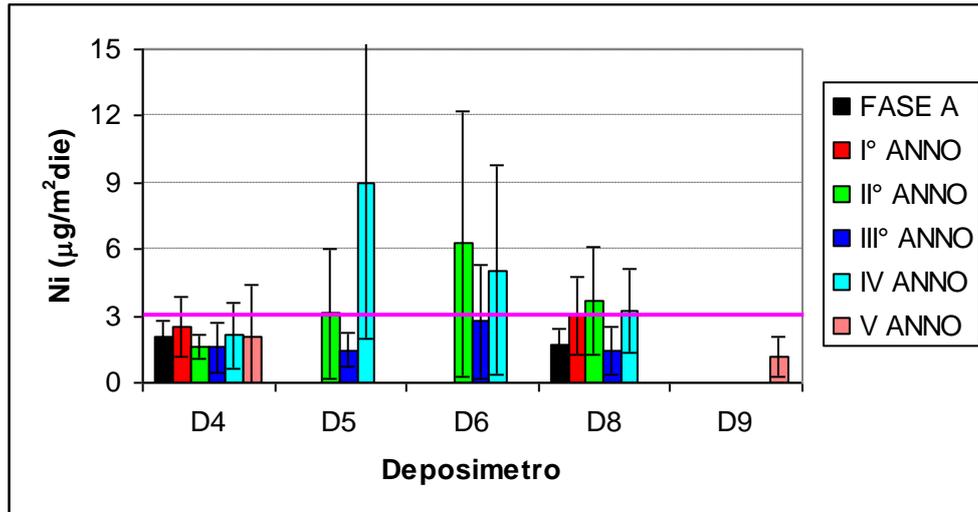


Fig. 3.27 - Confronto deposizione media per il Nichel nei cinque anni di monitoraggio e Fase A

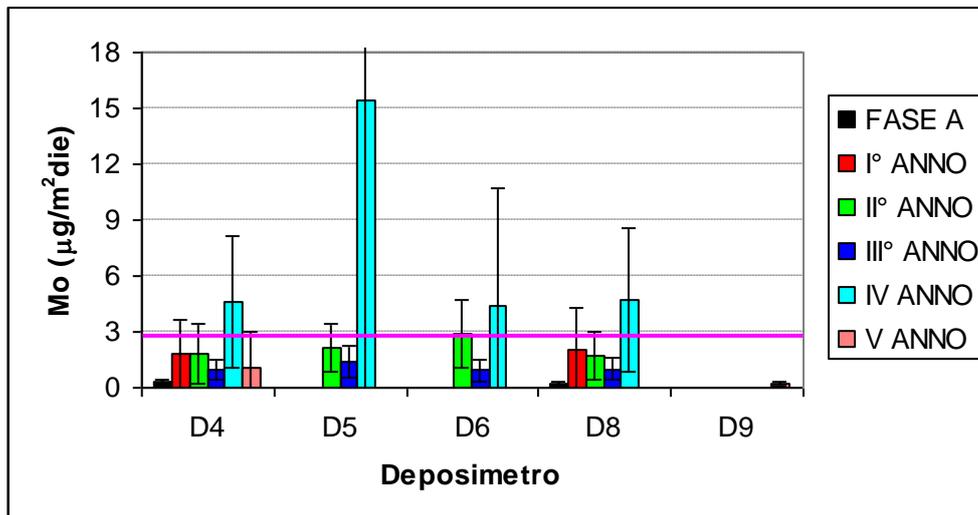


Fig. 3.28 - Confronto deposizione media per il Molibdeno nei cinque anni di monitoraggio e Fase A

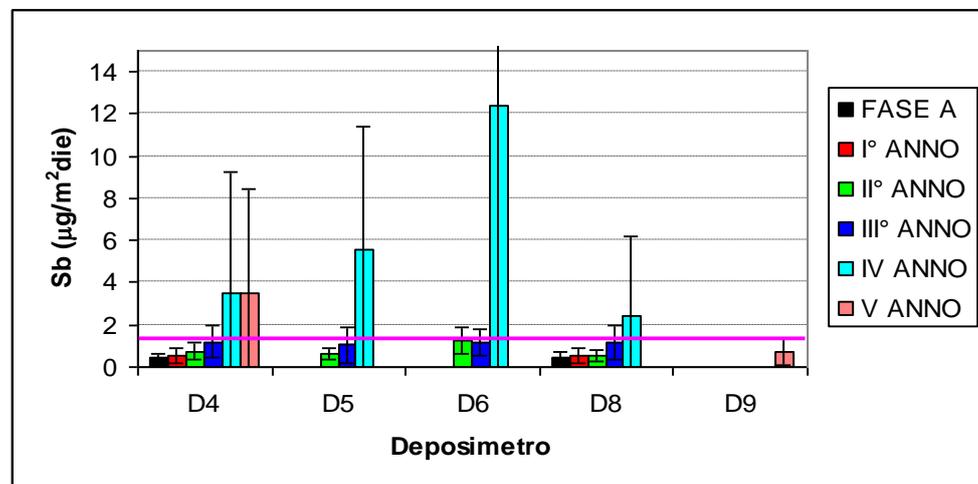


Fig. 3.29 - Confronto deposizione media per l'Antimonio nei cinque anni di monitoraggio e Fase A

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

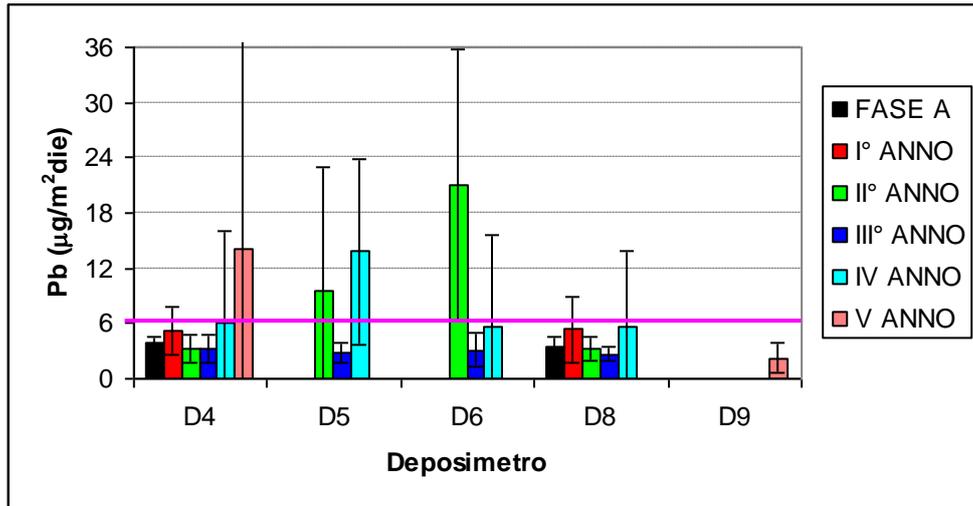


Fig. 3.30 - Confronto deposizione media per il Piombo nei cinque anni di monitoraggio e Fase A

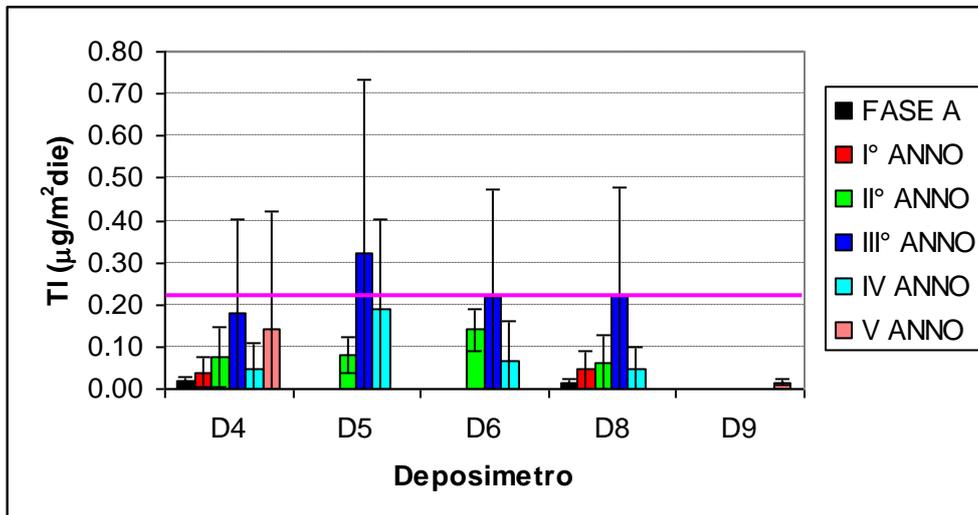


Fig. 3.31 - Confronto deposizione media per il Tallio nei cinque anni di monitoraggio e Fase A

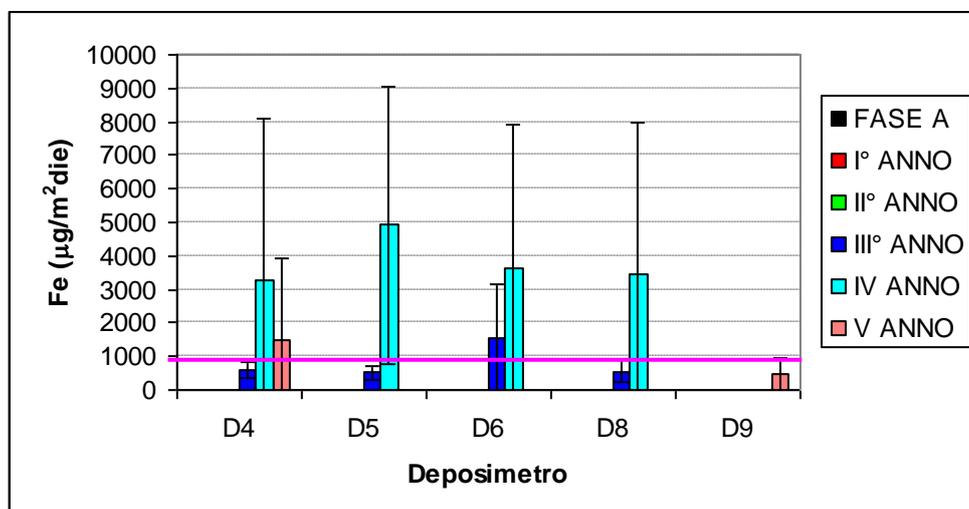


Fig. 3.32 - Confronto deposizione media per il Ferro nei cinque anni di monitoraggio e Fase A

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

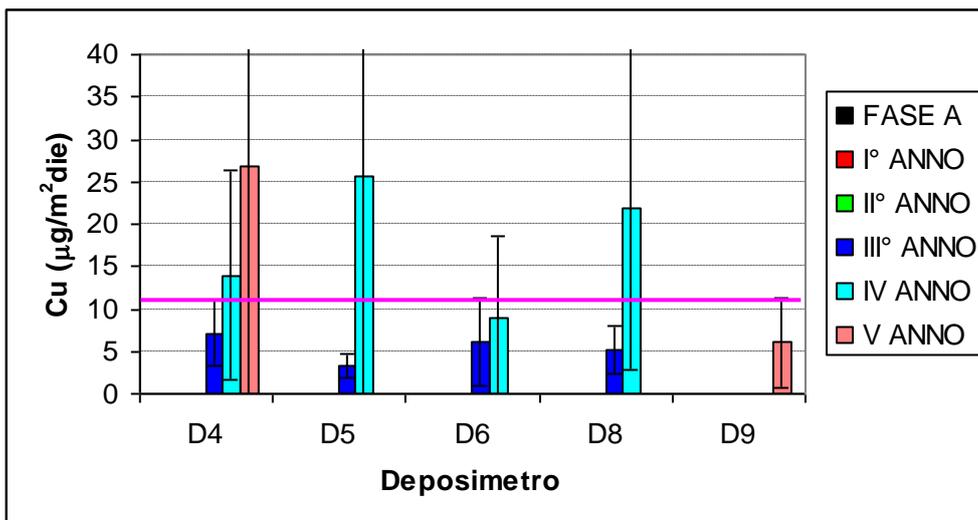


Fig. 3.33 - Confronto deposizione media per il Rame nei cinque anni di monitoraggio e Fase A

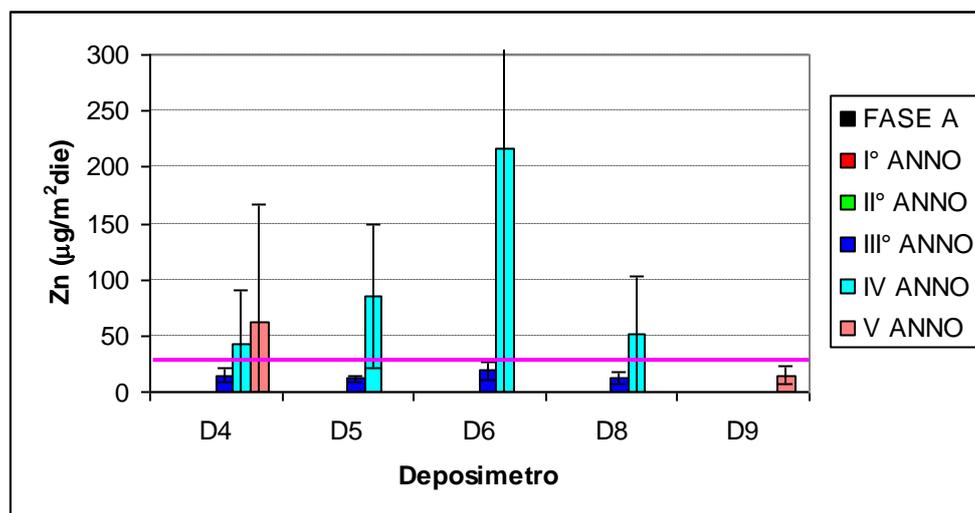


Fig. 3.34 - Confronto deposizione media per lo Zinco nei cinque anni di monitoraggio e Fase A

La sommatoria delle deposizioni per i componenti inorganici, ottenuta nel quinto anno di monitoraggio, è riportata in Tabella 3.6 (sono stati esclusi dalla somma le deposizioni del Ferro, Rame e Zinco, la cui misura è iniziata solo nel terzo anno di monitoraggio). Si osserva che le deposizioni totali relative al quinto anno di monitoraggio sono superiori a quelle osservate nel precedente anno di monitoraggio per il depositometro D4; l'opposto avviene per il depositometro D9.

Tab. 3.6 - Sommatoria delle deposizioni per i microinquinanti inorganici: unità di misura µgm⁻²die⁻¹.

		D1	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
1 Anno	Media Σ Inorganici	25	16	16	/	/	/	/	/
2 Anno	Media Σ Inorganici	18	17	16	28	71	23*	/	/
3 Anno	Media Σ Inorganici	/	14	14	17	20	/	/	/
4 Anno	Media Σ Inorganici	/	/	30	78	46	/	32	/
5 Anno	Media Σ Inorganici	/	/	42	/	/	/	/	9

3.3 Superamenti di soglia

Microinquinanti organici: non ci sono stati superamenti della soglia di attenzione (660 ng m⁻²die⁻¹) in nessuna delle stazioni di misura.

Microinquinanti inorganici: la Tabella 3.7 riporta le medie delle deposizioni, per ciascun elemento, ottenute nel corso del quinto anno di monitoraggio e la relativa soglia di attenzione (fra parentesi la soglia di allarme). In rosso sono riportate le deposizioni maggiori della soglia di attenzione.

Tab. 3.7 – Flussi medi di deposizione e confronto con le soglie.

	D4	D9	
Elemento	Media	Media	Soglia
	($\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$)	($\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$)	($\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$)
Vanadio	9.16	2.55	4.1 (8.5)
Cromo	1.44	0.77	3.3 (6.5)
Cobalto	0.73	0.25	0.49 (1.1)
Nichel	2.06	1.16	3.0 (6.1)
Arsenico	9.40	1.04	2.9 (5.0)
Molibdeno	1.02	0.18	2.8 (5.5)
Cadmio	0.16	0.13	0.49 (1.5)
Antimonio	3.50	0.73	1.3 (2.6)
Piombo	14.13	2.27	6.0 (13.1)
Tallio	0.14	0.02	0.22 (0.5)
Ferro	1501.27	466.56	838 (1262)
Rame	26.92	6.07	11.2 (45.7)
Zinco	61.46	14.32	22.0 (309.7)

Il superamento delle soglie è relativo ai metalli V, Co, As, Sb, Pb, Fe, Cu e Zn esclusivamente per il deposimetro D4. Nella Tabella 3.8 si riporta il confronto fra i valori medi di deposizione osservati nei deposimetri D4 e D9 ed i valori medi (e l'intervallo fra massimo e minimo) osservati di deposizione sulla laguna di Venezia riportati nella relazione relativa al monitoraggio SAMANET dove sono stati analizzati 10 siti di deposizione.

Tab. 3.8 – Flussi medi di deposizione e confronto con i risultati di SAMANET. Unità di misura $\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$

	D4	D9	SAMANET
Elemento	Media	Media	Media (min-max)
	($\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$)	($\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$)	($\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$)
Vanadio	9.16	2.55	2.99 (1.90 - 6.40)
Cromo	1.44	0.77	1.54 (0.82- 2.85)
Cobalto	0.73	0.25	/
Nichel	2.06	1.16	4.44 (1.72 - 11.47)
Arsenico	9.40	1.04	0.90 (0.28 - 2.56)
Molibdeno	1.02	0.18	/
Cadmio	0.16	0.13	1.24 (0.17 - 8.15)
Antimonio	3.50	0.73	0.69 (0.38 - 1.48)
Piombo	14.13	2.27	38.73 (11.42 - 105.34)
Tallio	0.14	0.02	/
Ferro	1501.27	466.56	327.85 (140.40 - 1255.28)
Rame	26.92	6.07	13.01 (6.48 - 22.13)
Zinco	61.46	14.32	32.82 (13.13 - 53.79)

Per i microinquinanti inorganici la Figura 3.35 riporta i rapporti fra le deposizioni ottenute con i deposimetri D3 con D4 (fino al terzo anno di monitoraggio), D8 con D4 (per il quarto anno di monitoraggio) e D9/D4 per il quinto anno di monitoraggio. Sono considerate solo le misure simultanee nelle due stazioni.

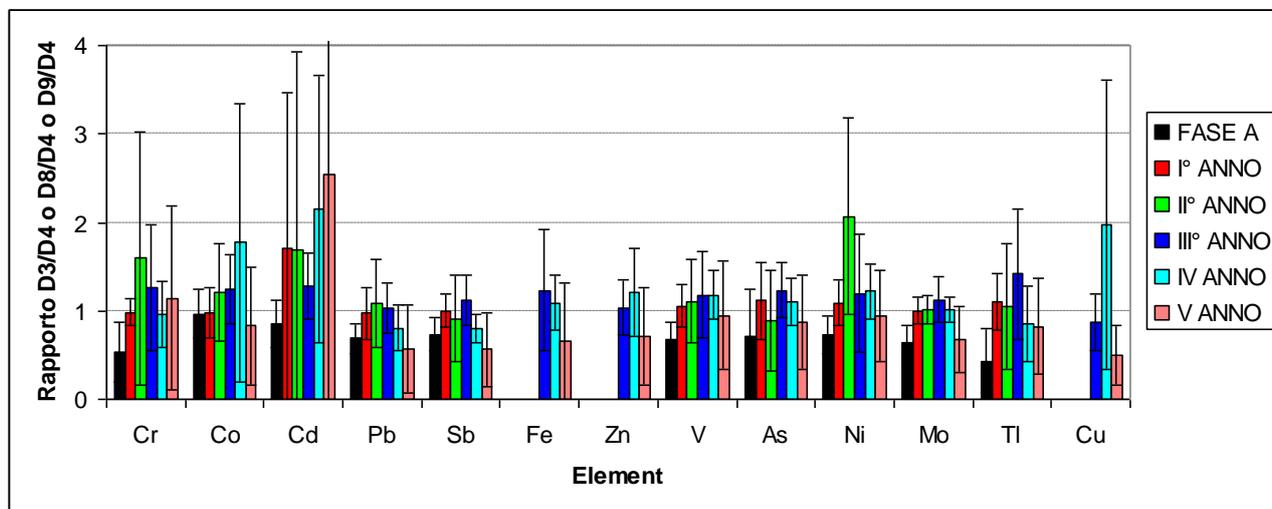


Fig. 3.35 – Rapporti fra le deposizioni misurate fra le stazioni D3 e D4 a Punta Sabbioni (fino al terzo anno di monitoraggio) e D8 e D4 per il quarto anno di monitoraggio e D9/D4 per il quinto anno di monitoraggio.

Ritnendo la stazione D4 come stazione di fondo, nel senso che non è influenzata dalle attività di cantiere, si osserva dalla Figura 3.35 che non ci sono nel quinto anno di monitoraggio rapporti significativamente maggiori di quelli degli anni precedenti (ad esclusione del Cd). Per quanto riguarda il Cd si osserva che la deviazione standard della media dei rapporti fra le deposizioni nelle stazioni D9 e D4 è molto elevata, in quanto si sono ottenuti valori di flussi di deposizione nel campione dal 11/01/2010 al 17/02/02/2010 notevolmente diversi dai campioni precedenti [III Rapporto di Valutazione, Studio B6.72 B/5, Maggio 2010].

3.4 Conclusioni

Il quinto anno di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche non ha evidenziato superamenti per i microinquinanti organici.

Per i microinquinanti inorganici si sono osservati superamenti della soglia di attenzione per alcuni metalli esclusivamente nella stazione di fondo D4.

La Tabella 3.9 riporta i valori limite per il flusso giornaliero di Cd nei paesi nei quali sono in vigore [European Communities. Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds. Position Paper. Prepared by the Working Group On As, Cd and Ni compounds. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2001].

Tab. 3.9 – Valori limite deposizioni bulk per il Cadmio.

Nazione	Cd ($\mu\text{g m}^{-2}\text{d}^{-1}$)
Austria	2
Germania	5
Svizzera	2

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

Tali limiti sono superiori a quelli utilizzati nel presente studio (dedotti dall'andamento delle deposizioni presso la stazione D4) e confrontabili con le rispettive soglie di allarme.

Nel documento citato per il valore limite annuale del Cadmio vengono riportate anche tabelle relative a misure di deposizioni atmosferiche per Nichel ed Arsenico (campionate con deposimetro di tipo *bulk*) ottenute in diverse tipologie di aree. Le misure si riferiscono al periodo 1995-1999. La Tabella 3.10 riassume gli intervalli di flussi di deposizione misurati. I valori dei flussi di deposizione per Cd, As e Ni ottenuti nel presente anno di monitoraggio sono maggiormente confrontabili con quelli relativi ad aree industriali piuttosto che con quelli relativi alle aree rurali.

Tab. 3.10 - Intervalli di flussi di deposizione misurati in diversi paese europei [tratto da European Communities. Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds. Position Paper. Prepared by the Working Group On As, Cd and Ni compounds. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2001]

Elemento	Area Rurale ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Area Urbana ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Area con Traffico ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Area Industriale ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)
Cd	0.011 - 2	0.2 - 1.3	0.13 - 0.36	0.12 - 122
Ni	0.03 - 4.3	0.16 - 3.8	0.13 - 0.36	1.2 - 129
As	0.06- 8	0.2 - 6	0.36 - 0.73	1.8 - 708

La Tabella 3.11 riporta i risultati di una serie di rilevamenti in campo effettuati nel periodo 2000-2001 nel comune di Mantova per diverse aree [Viviano G., Mazzoli P., Settimo G., Microinquinanti organici ed inorganici nel comune di Mantova: studio dei livelli ambientali, Rapporti ISTISAN 06/43, 2006].

Tab. 3.11 - Concentrazione media di metalli nelle deposizioni atmosferiche (comune di Mantova)

Elemento	Area densamente abitata ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Area Industriale ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Area Fondo ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)
Cd	0.20 - 0.34	0.20 - 2.1	0.31
Ni	2.3 - 4.0	2.4 - 9.5	1.7 - 2.5
Pb	7.7 - 8.1	3.6 - 14.0	4.2
Cu	5.9 - 9.0	1.7 - 17.0	2.0 - 12.0
V	4.6 - 8.5	4.8 - 23.0	4.1 - 4.9

Le deposizioni per il Cd, ottenute presso la stazioni di misura a Punta Sabbioni, sono inferiori ai limiti riportati in Tabella 3.9. I flussi di deposizione, ottenuti nel quinto anno di monitoraggio, sono stati inoltre confrontati con quelli ottenuti dal monitoraggio SAMANET ottenendo valori confrontabili o minori a quelli riportati nel citato documento.

Considerando che i valori dei flussi di deposizioni, misurati in questi cinque anni di monitoraggio, presentano una ampia variabilità dovuta a fattori non sempre ponderabili, che nel corso degli anni tali flussi non hanno manifestato un andamento crescente, nonché delle limitazioni imposte alle risorse destinate alle attività di monitoraggio, si è resa necessaria l'interruzione della raccolta delle deposizioni atmosferiche per il sesto anno di monitoraggio. In tal modo sono privilegiate, ai fini degli scopi del monitoraggio stesso, quelle attività che prevedono campionamenti di inquinanti aerosospesi considerati degli indicatori più affidabili, rispetto alle deposizioni atmosferiche, di eventuali emissioni atmosferiche riconducibili alle lavorazioni in essere nei cantieri monitorati.

4 RISULTATI MONITORAGGIO POLVERI

4.1 Introduzione

Il monitoraggio delle POLVERI comprende le misure in continuo del PM₁₀ a Punta Sabbioni, le misure di PM₁₀ effettuate con le centraline mobili e la determinazione del contenuto elementare nel PM₁₀.

4.2 PM₁₀

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 2009), il secondo (settembre-dicembre 2009) e il terzo quadrimestre (gennaio-aprile 2010).

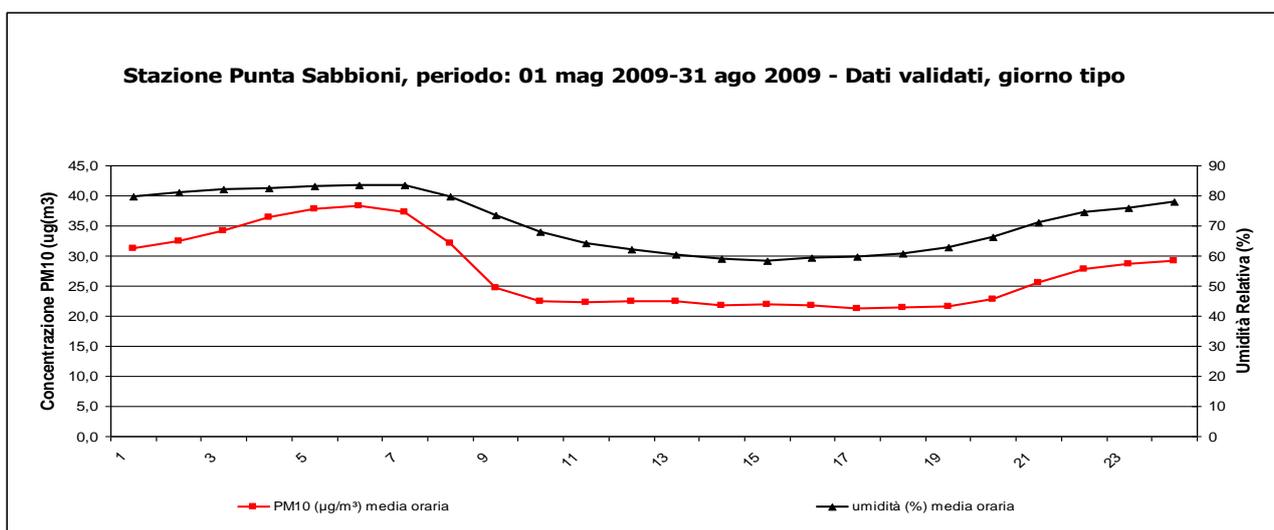


Fig. 4.1 - Giorno tipo - I Quadrimestre, maggio-agosto 2009

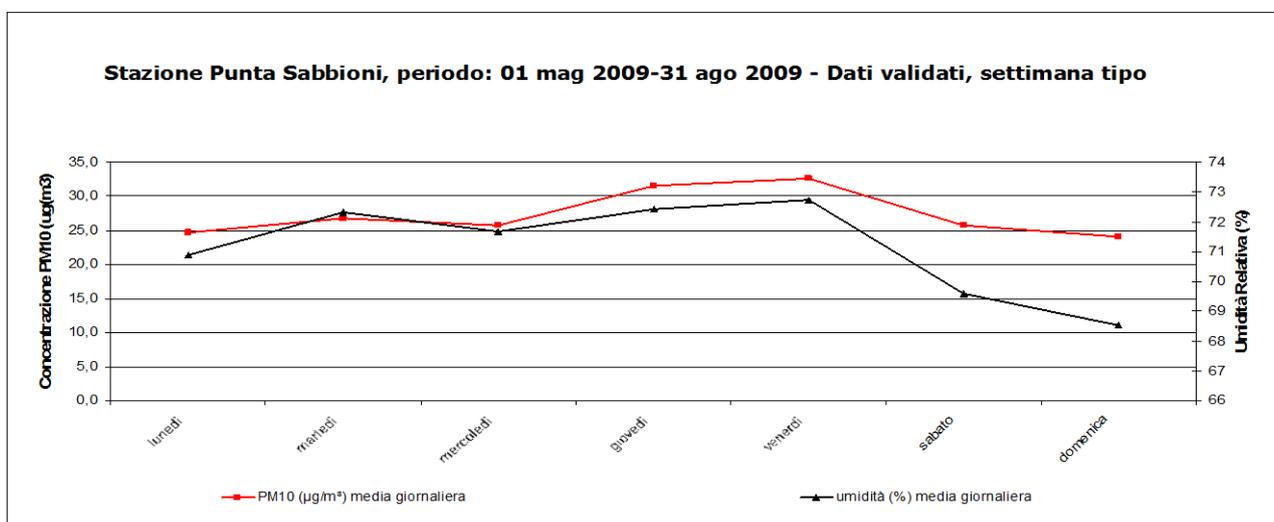


Fig. 4.2 - Settimana tipo - I Quadrimestre, maggio-agosto 2009

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

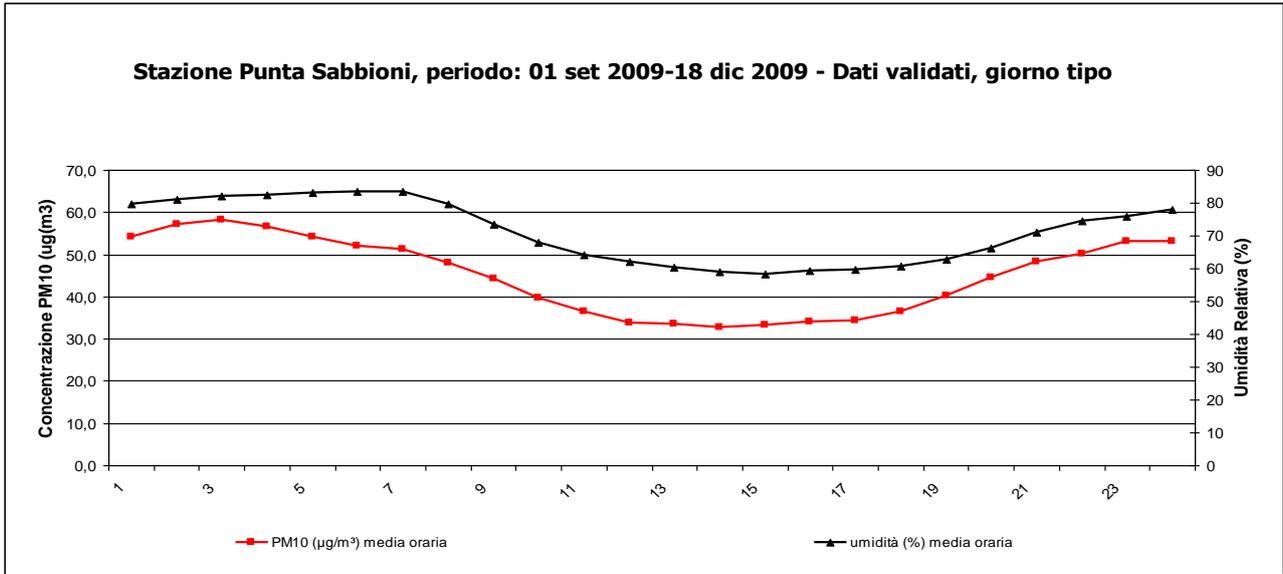


Fig. 4.3 - Giorno tipo - II Quadrimestre, settembre-dicembre 2009

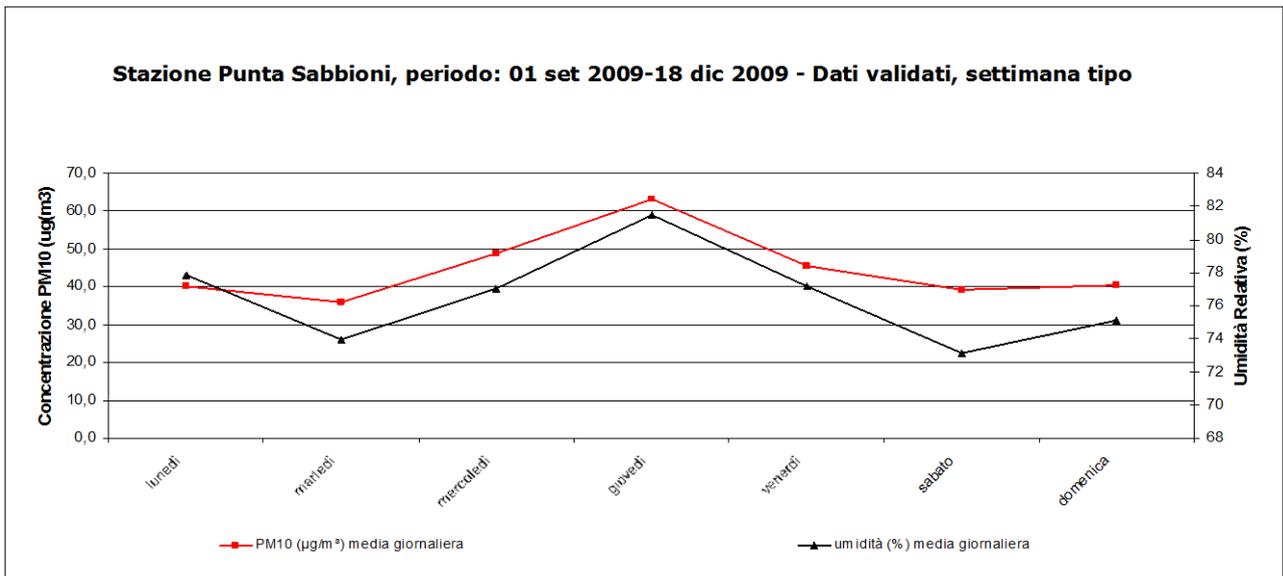


Fig. 4.4 - Settimana tipo - II Quadrimestre, settembre-dicembre 2009

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

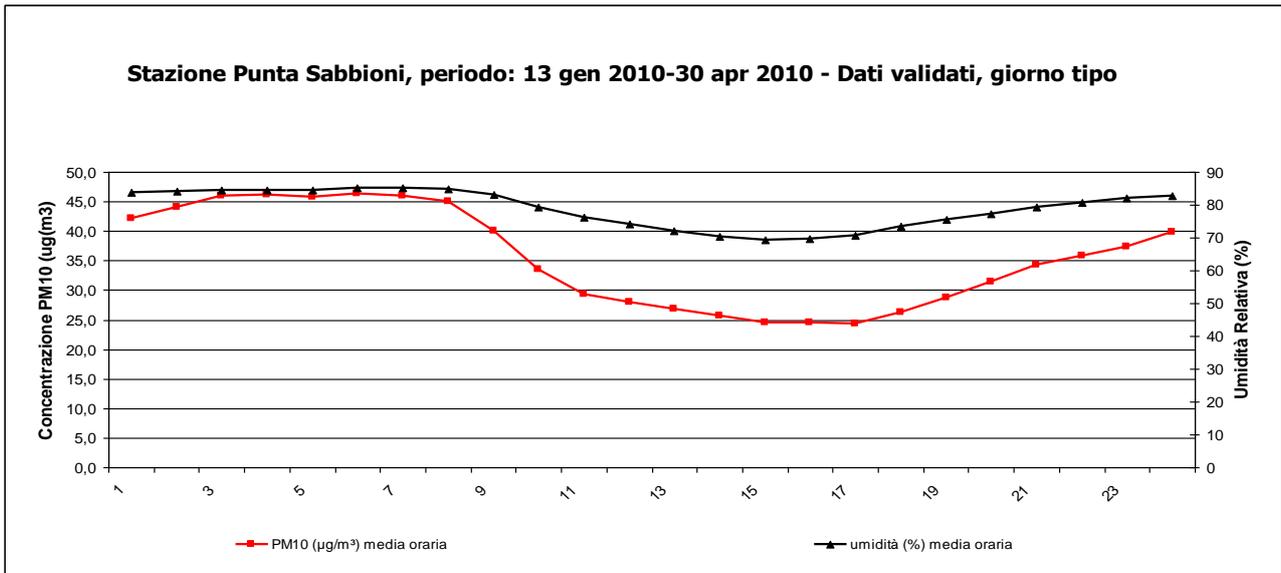


Fig. 4.5 - Giorno tipo - III Quadrimestre, gennaio-aprile 2010

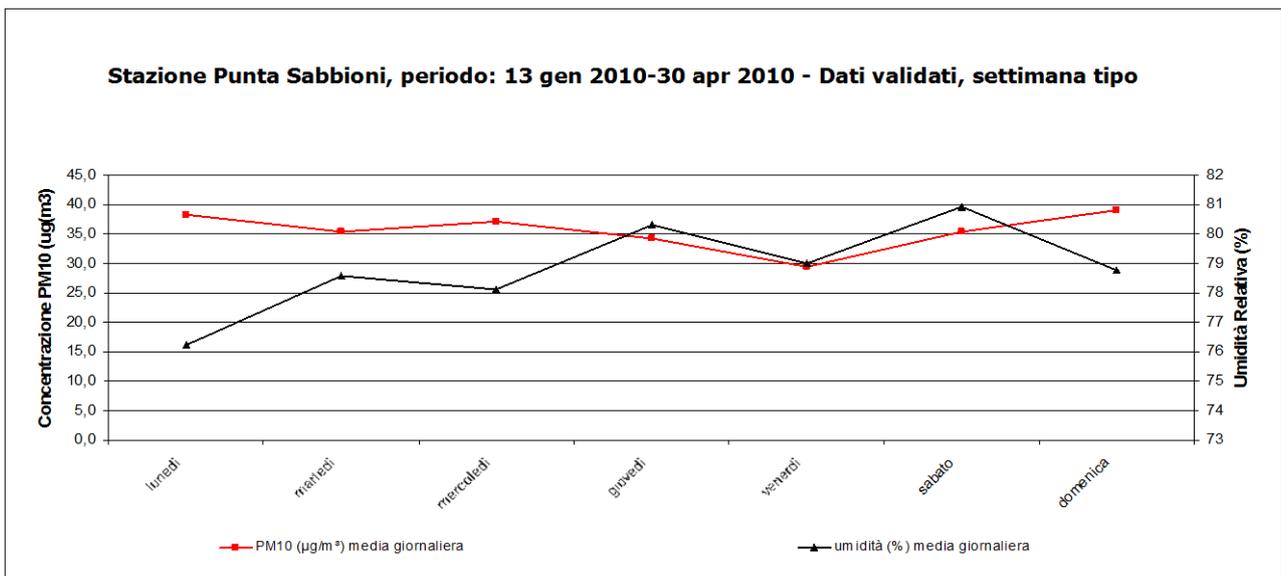


Fig. 4.6 - Settimana tipo - III Quadrimestre, gennaio-aprile 2010

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). Il grafico della "settimana-tipo" del II Quadrimestre (Fig. 4.4) presenta un picco di concentrazione di PM₁₀ nelle giornate di giovedì. In queste giornate l'analisi dettagliata dell'andamento delle concentrazioni medie orarie di PM₁₀ indica che i valori più elevati si sono avuti in periodi di chiusura dei cantieri [II Rapporto di Valutazione, Studio B.6.72 B/5, Gennaio 2010]. La correlazione fra direzione del vento e concentrazione di particolato è riportata nelle Figg. 4.7-4.9.

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

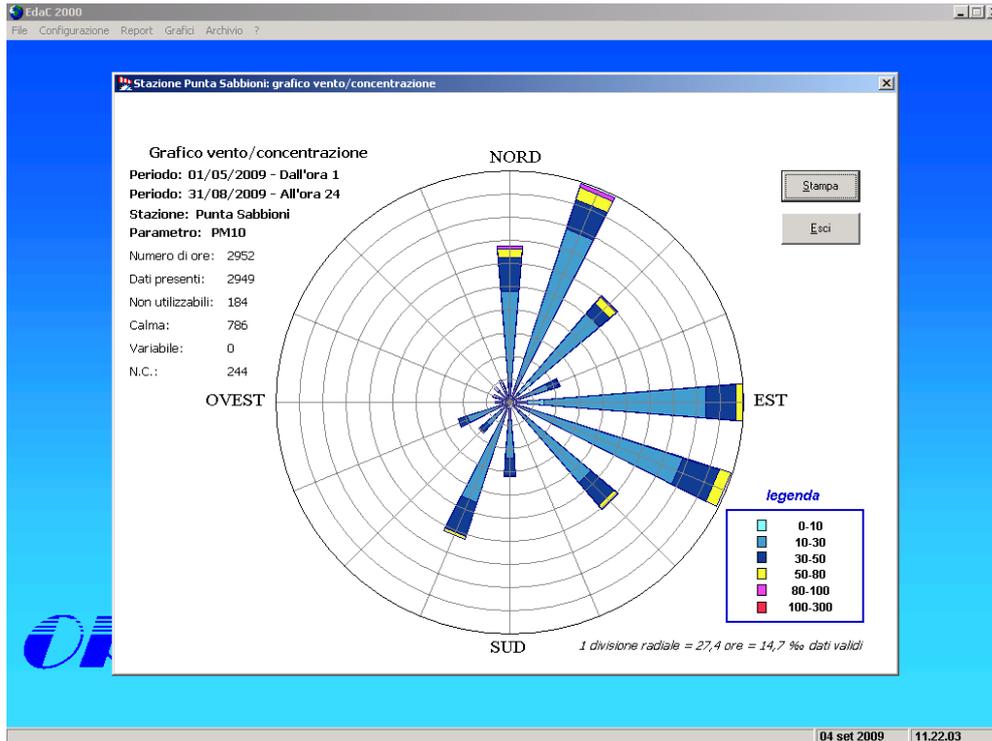


Fig. 4.7 - Correlazione direzione vento-concentrazione PM₁₀ - I Quadrimestre, maggio-agosto 2009

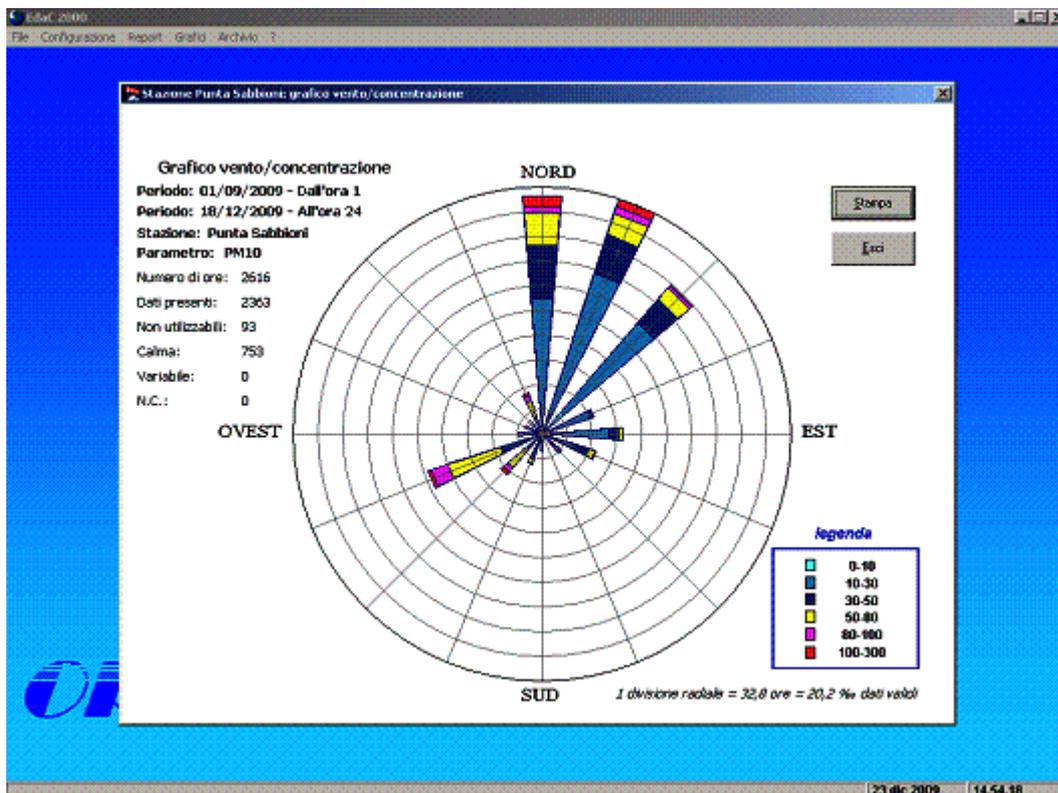


Fig. 4.8 - Correlazione direzione vento-concentrazione PM₁₀ - II Quadrimestre, settembre-dicembre 2009

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

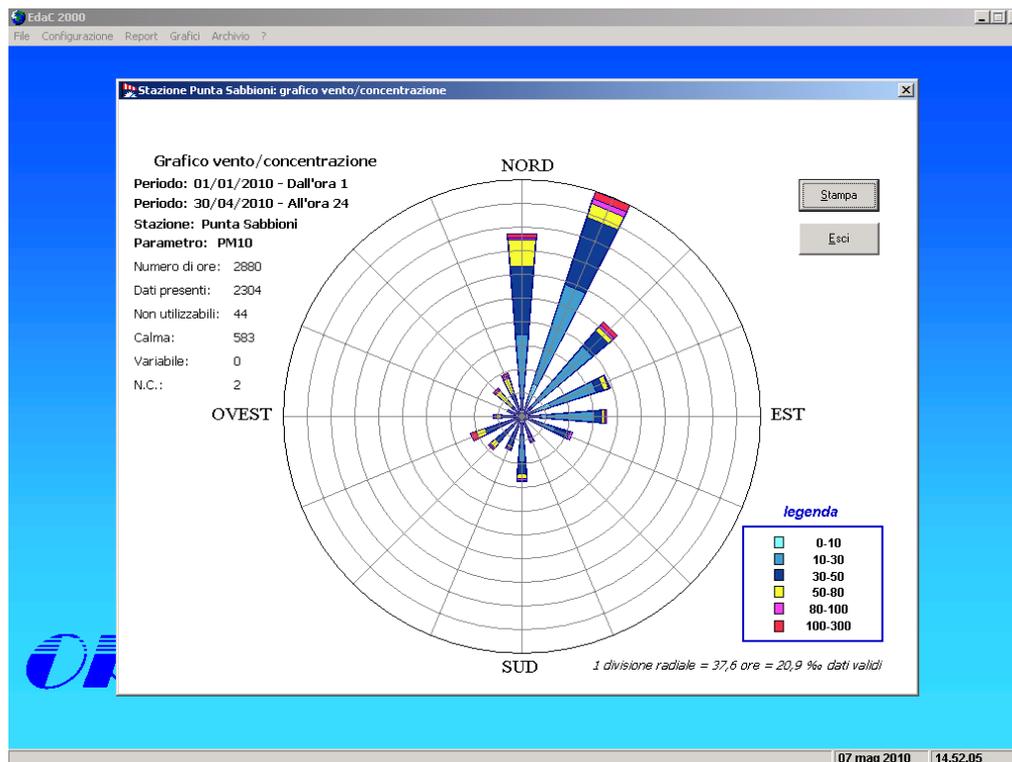


Fig. 4.9 - Correlazione direzione vento-concentrazione PM₁₀ - III Quadrimestre, gennaio-aprile 2010

Le Tabelle 4.1 e 4.2 riportano rispettivamente 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 separando i casi di calma di vento (velocità < 0.3 m/s). Il giorno di sabato è stato escluso da entrambe le serie.

Tab. 4.1 - Confronto medie PM₁₀ periodi festivi e lavorativi.

Quadrimestre	Media (festivi) (µg/m ³)	Dev. Std. (festivi) (µg/m ³)	Media (lavorativi) (µg/m ³)	Dev. Std. (lavorativi) (µg/m ³)
1	27 (114 dati)	10	24 (279 dati)	11
2	46 (32 dati)	26	43 (276 dati)	28
3	31 (56 dati)	23	37 (274 dati)	23

Tab. 4.2 - Confronto medie PM₁₀ periodi festivi e lavorativi (calme di vento).

Quadrimestre	Media (festivi) (µg/m ³)	Dev. Std. (festivi) (µg/m ³)	Media (lavorativi) (µg/m ³)	Dev. Std. (lavorativi) (µg/m ³)
1	31 (33 dati)	18	26 (78 dati)	19
2	64 (28 dati)	39	58 (247 dati)	38
3	40 (48 dati)	44	43 (147 dati)	25

I valori riportati in tabella indicano, pur nella diversa frequenza statistica dei dati, che le concentrazioni medie orarie di PM₁₀ sono confrontabili fra giorni festivi e lavorativi per tutti i quadrimestri.

Le concentrazioni di PM₁₀ misurate a Punta Sabbioni sono state confrontate con quelle rilevate presso le stazioni ARPAV. Le Figure 4.10-4.12 riportano, per i tre quadrimestri, gli andamenti delle

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

concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ per le diverse stazioni di monitoraggio; i relativi coefficienti di correlazione con Punta Sabbioni sono riportati nella Tabella 4.3 (in grassetto sono evidenziate le stazioni background in zona urbana).

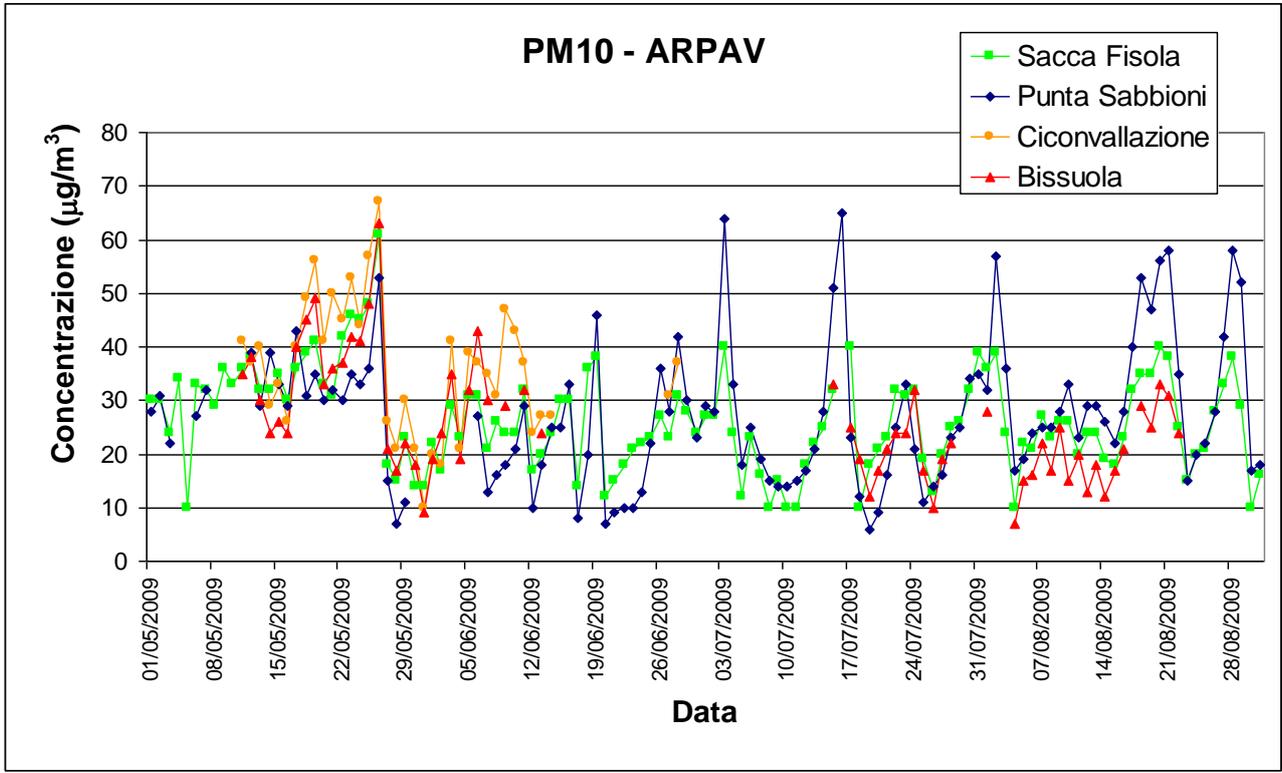


Fig. 4.10 - Andamento del PM₁₀ - I Quadrimestre, maggio-agosto 2009

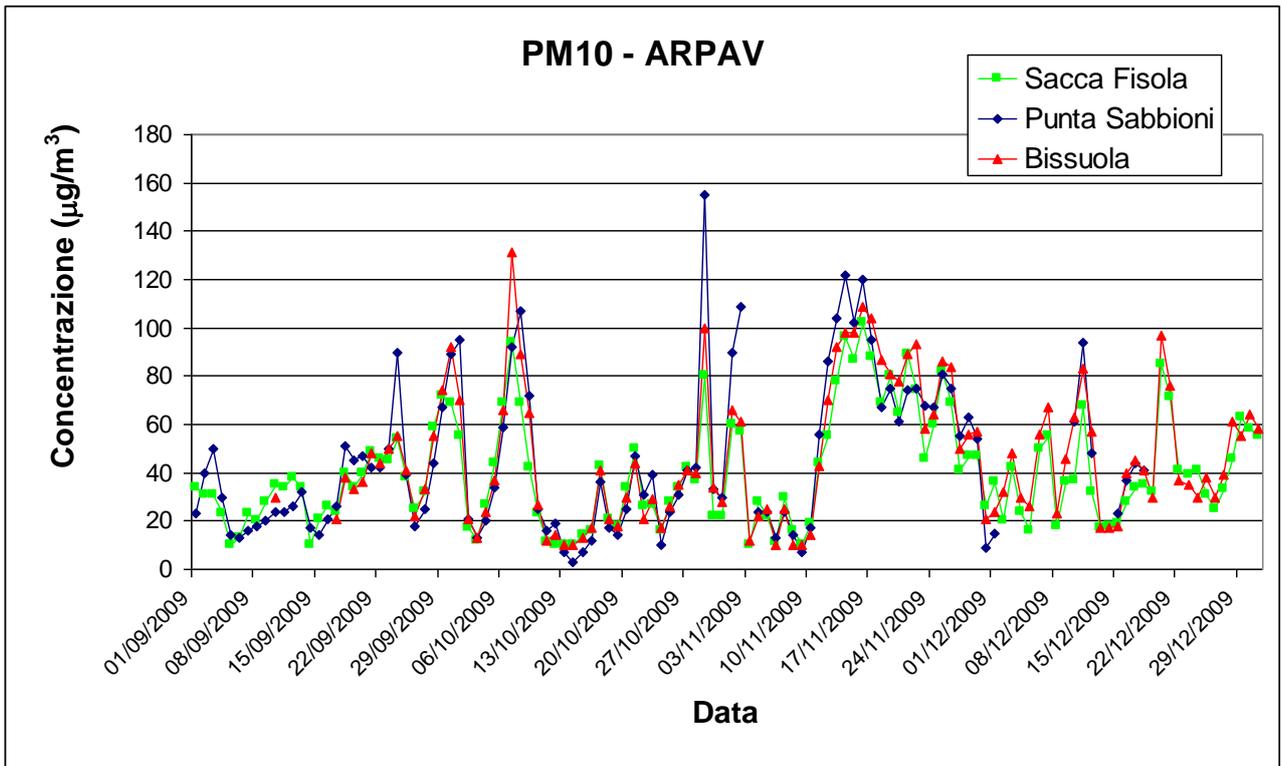


Fig. 4.11 - Andamento del PM₁₀ - II Quadrimestre, settembre-dicembre 2009

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

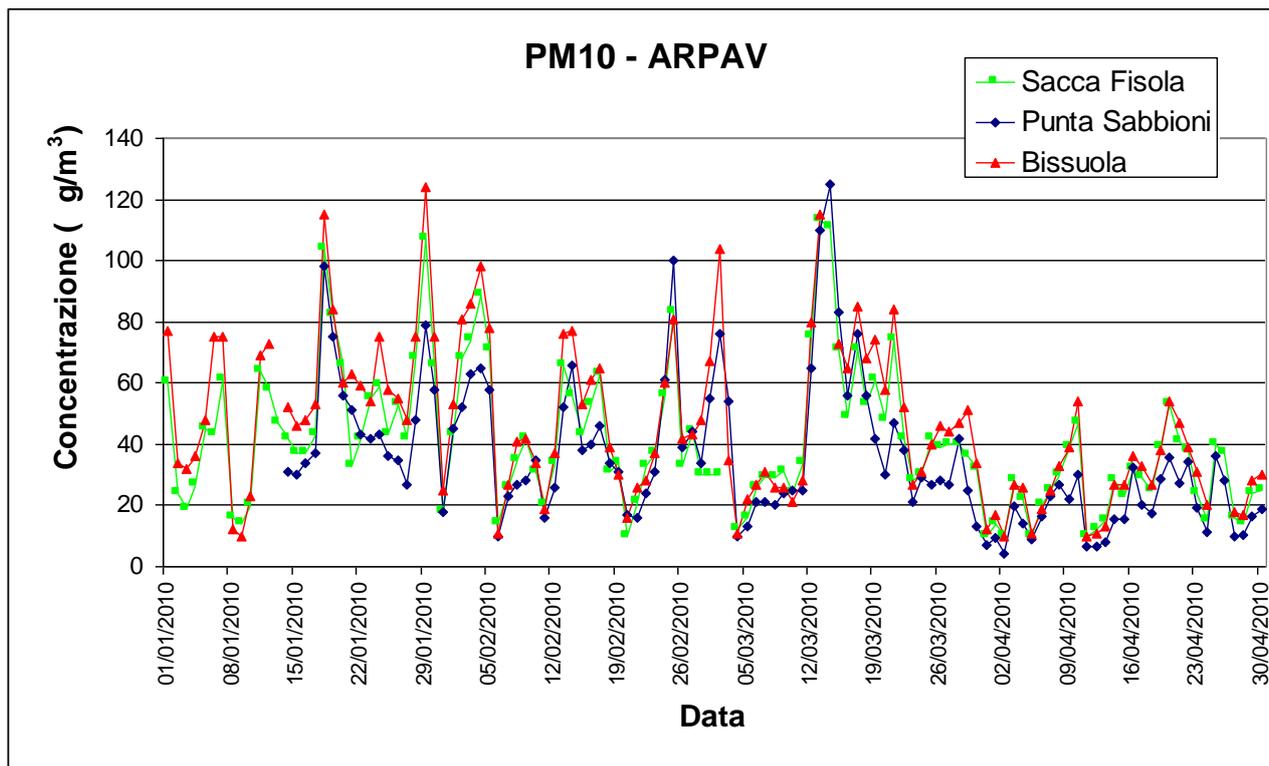


Fig. 4.12 - Andamento del PM₁₀ - III Quadrimestre, gennaio-aprile 2010

Tab. 4.3 - Coefficienti di correlazione per le medie giornaliere di PM₁₀ fra diverse stazioni ARPAV e ARPAER con Punta Sabbioni.

Stazione	1 Quadrimestre (maggio-agosto '09)	2 Quadrimestre (settembre-dicembre '09)	3 Quadrimestre (gennaio-aprile '10)
Venezia - Sacca Fisola	0,75	0,89	0,91
Venezia - Bissuola	ND	0,92	0,92
Rovigo - Centro	0,68	0,84	0,78
Padova - Mandria	0,77	0,87	0,83
Padova - Arcella	0,63	0,83	0,84
Reggio Emilia - San Lazzaro	0,56	0,68	0,57
Reggio Emilia - Timavo	0,45	0,66	0,62
Reggio Emilia - Risorgimento	0,47	0,62	0,51

Dalla tabella si osservano correlazioni statisticamente significative in tutti i quadrimestri per le stazioni della provincia di Venezia e le due stazioni prese in esame della provincia di Padova (ad esclusione del primo quadrimestre per la stazione di Arcella). Ciò indica l'esistenza di una macroarea che comprende il Veneto ed una parte della Emilia Romagna che è debolmente correlata, da un punto di vista meteorologico, con la restante parte della Pianura Padana.

4.2.2 Superamenti di soglia PM₁₀

Il numero dei superamenti relativi alle diverse soglie sono riportati nella Tabella 4.4. Fra parentesi sono riportate le segnalazioni inviate alla Direzione Lavori (allarmi inviati).

Tab. 4.4 - Superamenti delle soglie di PM₁₀ nel corso del quinto anno di monitoraggio

Quadrimestre	Soglia sollevamento eolico	Soglia emissioni Cantieri	Soglia medio periodo
1	0 (0)	74 (0)	10
2	2 (0)	88 (0)	33
3	2 (2)	31 (0)	24

In generale per i superamenti delle soglie di breve e medio periodo, le analisi sui singoli eventi, riportate nei rispettivi Rapporti di Misura mensili e di Valutazione quadrimestrali, non hanno evidenziato contributi diretti delle attività cantieristiche a Punta Sabbioni. Per quanto riguarda il superamento della soglia di sollevamento eolico del 29/01/10, si è chiesto alla Direzione Lavori di verificare che i cumuli di sabbia (in particolare nell'isola artificiale) siano tenuti umidificati, in quanto l'evento potrebbe essere compatibile con un trasporto di polveri. Il secondo superamento segnalato è avvenuto il giorno 05/04/2010 con un incremento nella concentrazione oraria di PM₁₀ dalle ore 13 alle ore 15 in presenza di velocità del vento pari a circa 7 m/s e direzione di provenienza da Sud-Ovest; l'analisi dettagliata delle concentrazioni di polveri a 6 minuti, riportata nel Rapporto Mensile di Aprile [Rapporto di Misura, Studio B.6.72 B/5, Maggio 2010], non esclude che si tratti di un evento di sollevamento di polveri, probabilmente anche dovuto al passaggio di mezzi pesanti, da una direzione compatibile con le attività di cantiere. L'evento non ha comunque influito sulla media giornaliera di concentrazione di particolato ed è rimasto limitato nel tempo.

4.2.3 Conclusioni PM₁₀ in continuo

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. Le correlazioni fra le diverse stazioni ARPA, regioni Veneto ed Emilia Romagna (Tabella 4.3), indicano un'area che da Venezia si estende fino alla regione Emilia Romagna nella quale le concentrazioni di particolato presentano andamenti simili (Figure 4.10, 4.11 e 4.12). Il confronto fra ore lavorative/non lavorative sia per il periodo invernale che estivo (Tabelle 4.1 e 4.2) riporta valori medi di concentrazione paragonabili.

4.3 Monitoraggio delle polveri ambientali

Nel quinto anno di monitoraggio le misure con la stazione mobile (DustTrak, TSI Inc) sono previste presso un punto di emissione (cantiere a Punta Sabbioni POLV17, cantiere a Malamocco POLV16) e presso un recettore (a Punta Sabbioni il ristorante "Al Bacaro" POLV18, a Malamocco la casa di cura Santa Maria al Mare POLV15). La collocazione delle stazioni è stata riportata in Fig. 1.4 mentre in Fig. 1.5 sono riportate le stazioni di misura nei due siti di campionamento (Cap. 1).

Le misure sono state effettuate con due campionatori DustTrak (TSI, Inc.) basati sul principio dello scattering ottico, con frequenza di acquisizione di un dato al minuto. In totale sono state effettuate 10 campagne di misura distribuite alle due bocche di porto: 5 a Punta Sabbioni e 5 a Malamocco.

Come già ricordato nel Cap. 1, a seguito di osservazioni e segnalazioni relative al sollevamento di polveri lungo il Lungomare D. Alighieri, è stata effettuata una campagna specifica di misura dalle

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

ore 12:17 alle ore 14:45 del 13/05/09. La centralina di campionamento è stata posizionata nei pressi dell'uscita del cantiere sul ciglio del Lungomare D. Alighieri, di fronte al cancello principale nord del cantiere, in prossimità del civico n. 24 (stazione POLV24).

La Fig. 4.13 riporta l'andamento delle concentrazioni per il giorno 13 Maggio durante le prime tre ore di campionamento: si nota come presso la postazione POLV24 si siano verificati diversi picchi di concentrazione associati al passaggio di mezzi pesanti (Autobus e Autoarticolati), in particolare verso nord; infatti sulla carreggiata lato terraferma è presente una fascia sterrata che provoca un notevole sollevamento di polvere (Figg. 4.14 e 4.15).

Tali picchi di concentrazione di particolato sono dovuti al trasporto di polveri, da parte di autobetoniere ed altri mezzi pesanti in uscita dall'interno dei cantieri, sulla sede stradale e poi sulla fascia sterrata (Fig. 4.16) e successivamente risospesi dai passaggi dei mezzi in transito.

In merito è stato inviato un allarme (in data 18/05/09) con la relativa segnalazione e la richiesta di provvedere con opportuni interventi a ridurre tale fenomeno.

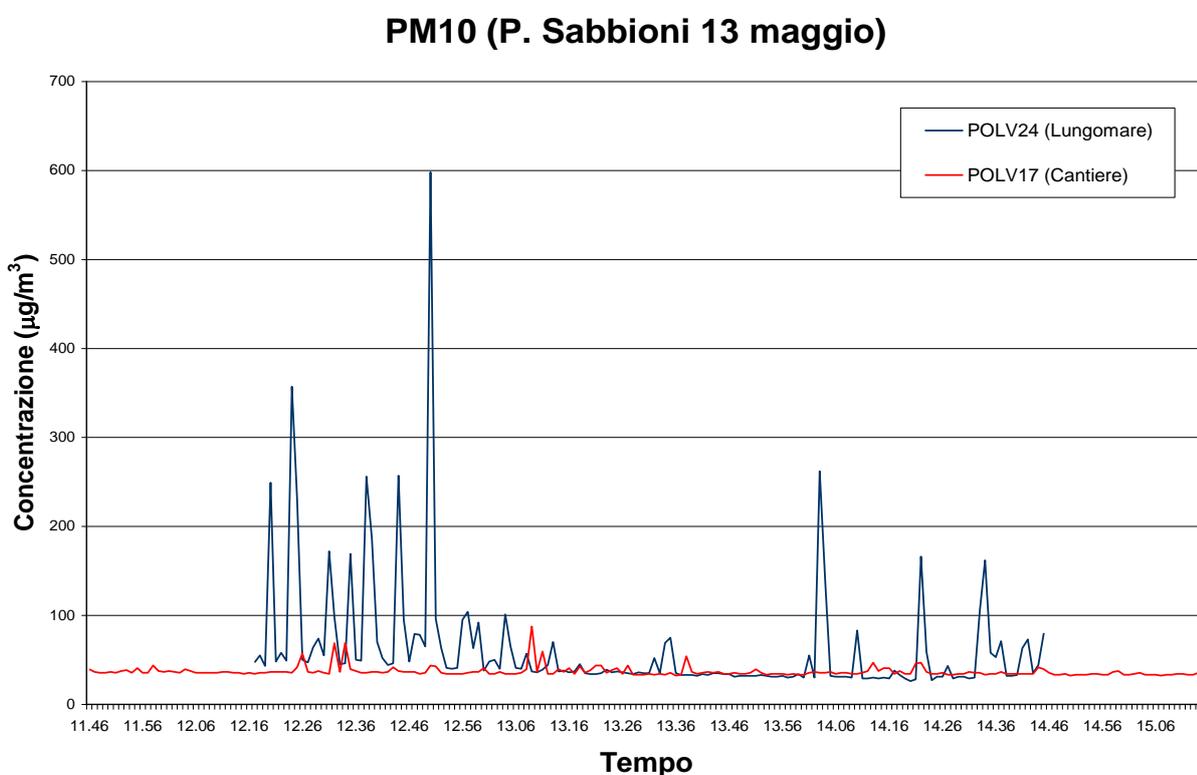


Fig. 4.13 - Andamento temporale PM₁₀ presso il sito di Punta Sabbioni: 13/05/09.

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



Fig. 4.14 - Sollevamento di polveri dovuto al passaggio di un Autobus lungo la fascia sterrata, il 13/05/09.



Fig. 4.15 - Sollevamento di polveri dovuto al passaggio di un Autocarro lungo la fascia sterrata, il 13/05/09.

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



Fig. 4.16 - Manto stradale ricoperto di polvere a grana fine proveniente dall'area di cantiere.

Per quanto riguarda tutti gli altri monitoraggi, effettuati nelle postazioni tradizionali (POLV17 e POLV18 a Punta Sabbioni e POLV15 e POLV16 a Malamocco), i risultati non hanno riportato episodi di trasporto di polveri dai cantieri ai recettori sensibili.

Anche per questo tipo di attività le limitazioni di risorse disponibili per il monitoraggio hanno reso necessaria la sua interruzione. Resta inteso che in presenza di situazioni analoghe a quelle evidenziate in precedenza (in particolare, risospensioni di polveri dalla sede stradale che possono arrecare disagio alla popolazione residente) si effettueranno specifiche campagne di misure utilizzando risorse esterne.

4.4 Monitoraggio dei metalli nel PM₁₀

Si riportano i risultati delle analisi del contenuto di metalli nel PM₁₀ relativi al quinto anno di monitoraggio. Le campagne di misura svolte sono riportate in Tabella 4.5.

Tabella 4.5 - Descrizione delle campagne di misura di concentrazione dei metalli nel PM₁₀ effettuate nel quinto anno di monitoraggio.

Sito di misura	Numero di campagne	Periodo di campionamento	Numero di dati disponibili
Chioggia	2	24/09/2009 - 07/10/2009 05/03/2010 - 14/03/2010	24
Malamocco	3	06/07/2009 - 20/07/2009 08/09/2009 - 21/09/2009 15/01/2010 - 28/01/2010	43
Punta Sabbioni	2	29/09/2009 - 09/10/2009 30/01/2010 - 12/02/2010	25

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

Gli elementi analizzati sono stati: Vanadio (V), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Cobalto (Co), Nichel (Ni), Rame (Cu), Zinco (Zn), Arsenico (As), Molibdeno (Mo), Cadmio (Cd), Antimonio (Sb), Tallio (Tl) e Piombo (Pb).

I dati meteorologici di riferimento utilizzati sono quelli della stazione di misura di Punta Sabbioni per i rilevamenti in loco. Per il sito di Malamocco e Chioggia sono stati utilizzati i dati provenienti dalla stazione MAV di Ceppe (forniti dal CVN) ad esclusione delle precipitazioni che sono state ottenute dalla stazione meteo di Punta Sabbioni.

4.4.1 Campagne di misura a Chioggia

I dati meteorologici relativi ai giorni di campionamento nel sito di Chioggia sono riportati nella Tabella 4.6. Nelle Figure 4.17 e 4.18 si riportano le correlazioni fra il PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento ed anche fra le concentrazioni di metalli, in termini di concentrazione assoluta e di concentrazione relativa, e le direzioni prevalenti del vento.

Le concentrazioni dei metalli nel PM₁₀ rilevate a Chioggia sono riportate in Tabella 4.7 mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 4.8 con evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle tabelle sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi espressi rispettivamente in termini di concentrazione ed in termini relativi. Si fa presente che in alcuni casi il livello di concentrazione non era quantificabile in maniera affidabile; in questi casi è stata riportata la dicitura u.d.l. nelle tabelle e tali giorni non sono inclusi nelle medie.

Nella Tabella 4.9 si riportano i valori medi, massimi e minimi delle concentrazioni assolute confrontando l'intero periodo di misura con i calcoli effettuati scorrendo i giorni feriali e quelli festivi. Nella Tabella 4.10 la stessa analisi è riportata per le concentrazioni relative. Si deve sottolineare che la statistica dei giorni festivi è piuttosto limitata. Comunque i livelli medi di concentrazione sono superiori nei giorni feriali per i metalli V, Cr, Ni, Co, Sb, Tl e Pb. Si osserva che il giorno 10/3/2010 c'è un picco della concentrazione di Cr e Ni associato a venti relativamente intensi da NE; è un giorno feriale ma una situazione simile con un picco correlato Ni-Cr era stata osservata in precedenza in un giorno festivo (3/2/2008) che aveva caratteristiche meteorologiche analoghe (vento intenso da NE). Per cui tali picchi di concentrazione non sono direttamente associabili ad emissioni del cantiere. Nelle conclusioni di questo capitolo la situazione meteorologica dei due giorni menzionati sarà ulteriormente approfondita.

Il cantiere è posizionato nel settore compreso fra 350° e 70° rispetto al sito di misura ed in tali direzioni si osservano picchi di Ni, Cr e Co che sono associati al giorno 10/3/2010, già discusso. Si osserva inoltre un picco di Cd che è associato ad un giorno festivo. Per cui, complessivamente non si evidenziano particolari aumenti di concentrazione associabili direttamente alle emissioni di cantiere.

Nella Tabella 4.11 è riportata la matrice dei coefficienti di correlazione fra i diversi metalli rilevati. Si osservano correlazioni fra elementi tipicamente associati ad emissioni crostali ed elementi considerati di natura antropica.

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

Tab. 4.6 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Chioggia. In rosso i giorni festivi. Con (*) sono contrassegnate le direzioni del vento che risultano variabili.

Data	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m ³)
24/09/2009	22.5 (*)	0.4	1.91	87.69
25/09/2009	45.0	0.0	4.81	61.05
26/09/2009	45.0	0.0	6.01	37.16
27/09/2009	22.5	0.0	3.78	28.44
28/09/2009	0.0	0.0	2.47	38.51
29/09/2009	135.0	0.0	2.22	50.08
30/09/2009	45.0 (*)	0.0	2.95	60.33
01/10/2009	180.0 (*)	0.4	2.44	55.19
02/10/2009	45.0	0.0	6.13	26.41
03/10/2009	45.0	0.0	4.32	17.79
04/10/2009	157.5	0.0	2.46	25.08
05/10/2009	225.0 (*)	0.0	2.95	40.49
06/10/2009	225.0	0.0	2.90	76.25
07/10/2009	247.5	0.0	3.22	106.20
05/03/2010	67.5	0.0	6.5	18.89
06/03/2010	270.0 (*)	0.0	4.1	19.00
07/03/2010	22.5	0.0	10.9	20.46
08/03/2010	22.5	0.0	12.9	25.80
09/03/2010	45.0	1.0	14.6	37.74
10/03/2010	45.0	6.4	13.3	43.28
11/03/2010	45.0 (*)	0.1	4.7	34.72
12/03/2010	225.0	0.0	2.0	33.10
13/03/2010	270.0 (*)	0.0	2.2	127.94
14/03/2010	135.0 (*)	0.0	2.1	109.65

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

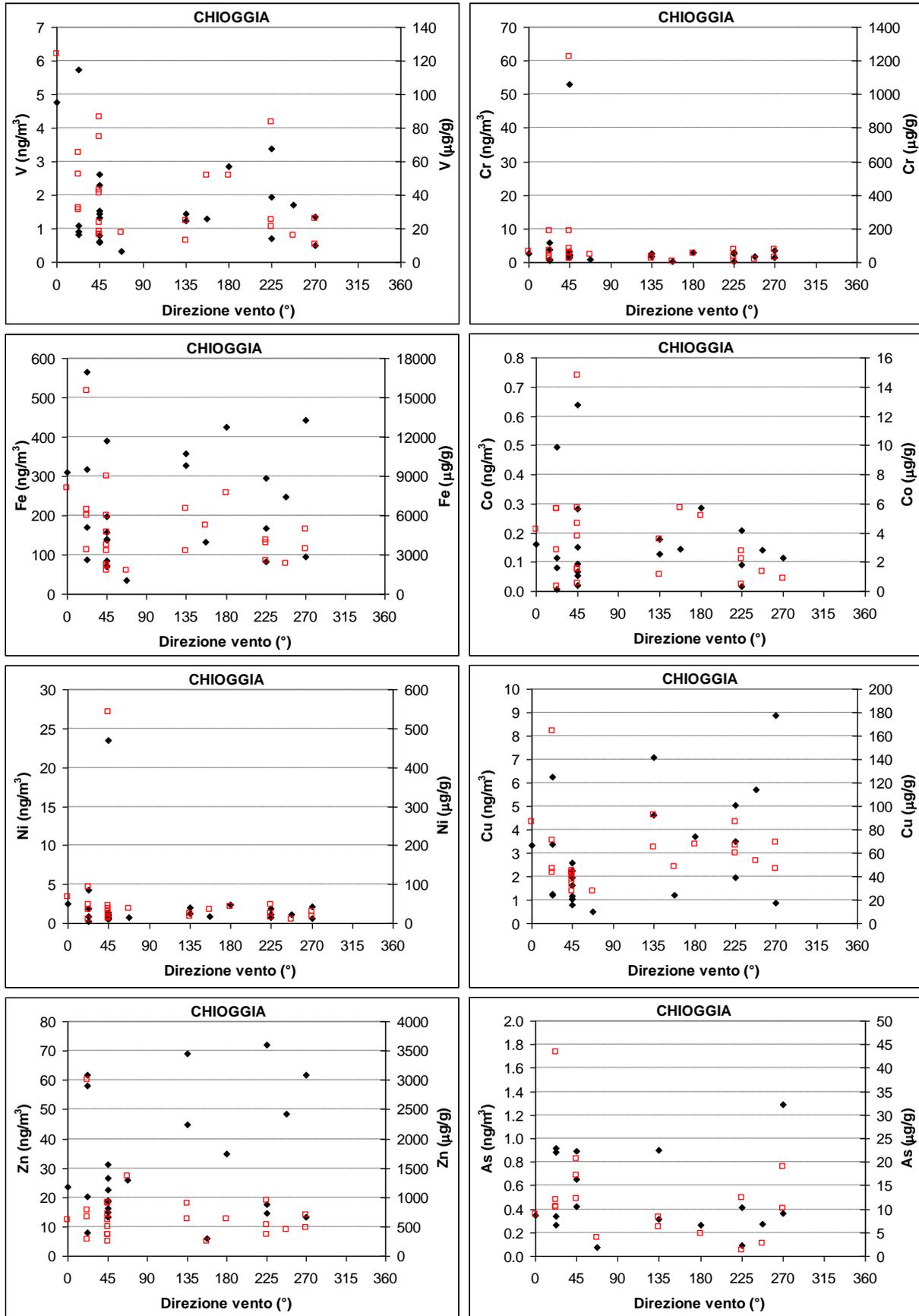


Fig. 4.17 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM_{10} e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Chioggia.

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

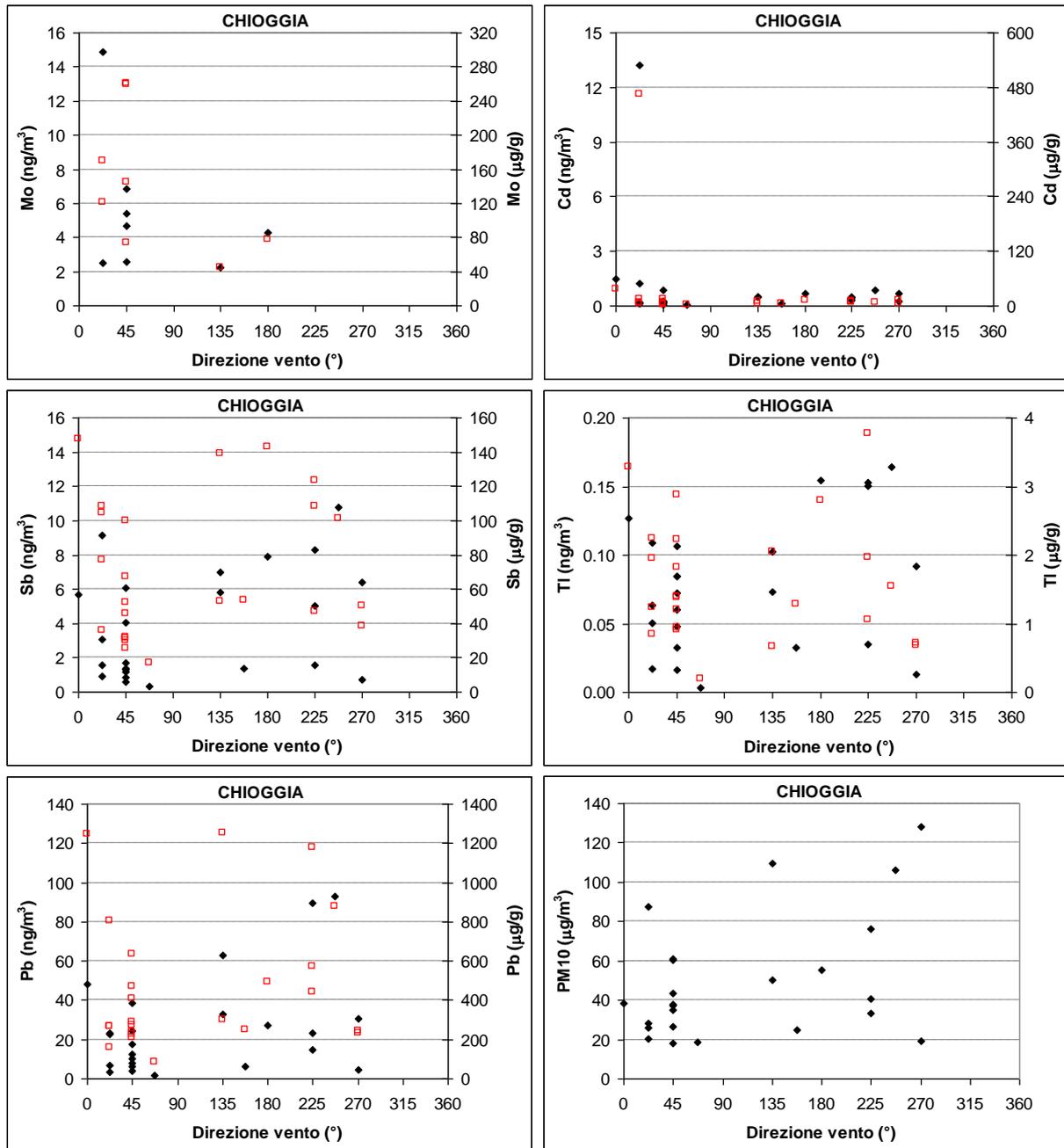


Fig. 4.18 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM₁₀. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Chioggia.

CORILA

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

Tab. 4.7 - Concentrazioni assolute dei metalli (ng/m³) nel PM₁₀ (μg/m³) a Chioggia. In rosso i giorni festivi.

Data	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (μg/m ³)
24/09/2009	5.75	5.94	564.43	0.50	4.26	6.24	58.07	0.92	14.86	1.21	9.17	0.109	23.11	87.69
25/09/2009	1.44	1.32	138.31	0.09	0.72	2.58	22.61	u.d.l.	u.d.l.	0.85	6.08	0.085	38.63	61.05
26/09/2009	1.53	2.23	138.92	0.05	0.62	1.62	13.29	u.d.l.	5.38	0.19	1.69	0.107	17.48	37.16
27/09/2009	0.92	0.71	170.63	0.08	0.29	1.23	7.94	0.34	u.d.l.	13.20	3.08	0.064	22.90	28.44
28/09/2009	4.77	2.54	310.76	0.16	2.57	3.33	23.72	0.35	u.d.l.	1.45	5.69	0.127	47.91	38.51
29/09/2009	1.25	1.76	326.77	0.18	1.26	4.62	44.78	0.31	2.26	0.52	6.97	0.102	62.83	50.08
30/09/2009	2.60	1.52	197.92	0.28	1.35	2.26	14.98	u.d.l.	u.d.l.	0.21	4.07	0.072	24.55	60.33
01/10/2009	2.84	2.89	424.78	0.28	2.41	3.70	34.89	0.27	4.31	0.68	7.89	0.155	27.33	55.19
02/10/2009	2.29	2.19	158.03	0.15	1.18	1.05	18.67	u.d.l.	6.86	0.15	1.37	0.048	6.29	26.41
03/10/2009	1.33	3.35	84.49	0.07	0.68	0.78	16.17	u.d.l.	4.64	0.06	0.56	0.016	3.75	17.79
04/10/2009	1.29	0.21	131.79	0.14	0.86	1.22	6.08	u.d.l.	u.d.l.	0.14	1.35	0.032	6.23	25.08
05/10/2009	3.37	2.99	166.78	0.09	1.90	3.51	14.62	u.d.l.	u.d.l.	0.42	5.01	0.153	23.07	40.49
06/10/2009	1.94	2.60	295.42	0.21	1.08	5.06	71.99	0.09	u.d.l.	0.50	8.28	0.150	89.77	76.25
07/10/2009	1.72	1.90	247.41	0.14	1.16	5.70	48.37	0.28	u.d.l.	0.86	10.76	0.164	93.11	106.20
05/03/2010	0.34	0.86	34.52	u.d.l.	0.71	0.52	25.78	0.07	u.d.l.	0.048	0.32	0.004	1.56	18.89
06/03/2010	0.49	1.48	94.52	u.d.l.	0.58	0.88	13.27	0.36	u.d.l.	0.236	0.73	0.013	4.44	19.00
07/03/2010	1.08	3.89	317.87	0.115	1.91	3.37	61.64	0.89	2.48	0.092	1.58	0.017	3.29	20.46
08/03/2010	0.81	0.94	86.89	0.008	0.88	1.20	20.12	0.27	u.d.l.	0.181	0.93	0.050	6.90	25.80
09/03/2010	0.63	1.93	69.33	0.020	0.56	1.03	19.03	0.65	u.d.l.	0.237	1.19	0.084	10.28	37.74
10/03/2010	0.80	52.97	389.87	0.640	23.42	1.96	26.46	0.89	u.d.l.	0.264	1.30	0.060	12.47	43.28
11/03/2010	0.58	2.12	72.18	u.d.l.	1.01	1.17	31.08	0.42	2.57	0.273	0.88	0.033	7.85	34.72
12/03/2010	0.71	0.24	83.43	0.016	0.80	1.98	17.56	0.41	u.d.l.	0.322	1.57	0.035	14.70	33.10
13/03/2010	1.35	3.40	441.78	0.115	2.17	8.88	61.70	1.29	u.d.l.	0.688	6.40	0.092	30.88	127.94
14/03/2010	1.45	2.69	358.40	0.128	1.97	7.10	68.98	0.90	u.d.l.	0.475	5.83	0.073	33.04	109.65
Media	1.72	4.28	221.05	0.17	2.27	2.96	30.91	0.51	5.42	0.97	3.86	0.08	25.52	49.22
Min	0.34	0.21	34.52	u.d.l.	0.29	0.52	6.08	u.d.l.	u.d.l.	0.05	0.32	0.004	1.56	17.79
Max	5.75	52.97	564.43	0.64	23.42	8.88	71.99	1.29	14.86	13.20	10.76	0.16	93.11	127.94

CORILA

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

Tab. 4.8 - Concentrazioni relative dei metalli nel PM₁₀ a Chioggia. In rosso i giorni festivi.

Data di misura	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
24/09/2009	65.6	67.8	6437.0	5.6	48.6	71.1	662.2	10.5	169.5	13.7	104.6	1.2	263.6
25/09/2009	23.6	21.7	2265.4	1.5	11.8	42.3	370.3	u.d.l.	u.d.l.	13.9	99.6	2.4	632.8
26/09/2009	41.1	6.1	3738.6	1.4	16.6	43.6	357.5	u.d.l.	144.8	5.1	45.5	2.9	470.5
27/09/2009	32.4	24.8	5999.2	2.8	10.1	43.4	279.1	11.9	u.d.l.	464.0	108.2	2.2	805.2
28/09/2009	124.0	65.9	8070.4	4.2	66.6	86.5	616.0	9.0	u.d.l.	37.6	147.8	3.3	1244.3
29/09/2009	24.9	35.1	6525.4	3.6	25.3	92.2	894.3	6.2	45.1	10.3	139.2	2.0	1254.8
30/09/2009	43.1	25.2	3280.3	4.7	22.3	37.5	248.3	u.d.l.	u.d.l.	3.4	67.5	1.2	407.0
01/10/2009	51.5	52.3	7696.3	5.2	43.6	67.1	632.1	4.9	78.1	12.4	142.9	2.8	495.2
02/10/2009	86.7	82.8	5984.8	5.7	44.8	39.8	707.2	u.d.l.	259.7	5.5	52.0	1.8	238.0
03/10/2009	74.6	188.3	4748.0	3.8	38.0	43.6	908.7	u.d.l.	261.0	3.6	31.7	0.9	210.6
04/10/2009	51.5	8.4	5255.2	5.7	34.4	48.5	242.4	u.d.l.	u.d.l.	5.8	53.7	1.3	248.3
05/10/2009	83.3	73.8	4119.0	2.2	47.0	86.6	361.0	u.d.l.	u.d.l.	10.4	123.7	3.8	569.9
06/10/2009	25.5	34.1	3874.2	2.7	14.1	66.3	944.1	1.2	u.d.l.	6.5	108.5	2.0	1177.2
07/10/2009	16.2	17.9	2329.7	1.3	10.9	53.7	455.5	2.6	u.d.l.	8.1	101.4	1.5	876.8
05/03/2010	17.8	45.7	1827.8	u.d.l.	37.8	27.3	1364.8	3.9	u.d.l.	2.5	17.1	0.2	82.4
06/03/2010	25.9	77.7	4975.0	u.d.l.	30.7	46.4	698.3	19.1	u.d.l.	12.4	38.4	0.7	233.7
07/03/2010	52.6	189.9	15532.6	5.6	93.4	164.6	3012.2	43.4	121.2	4.5	77.2	0.9	160.7
08/03/2010	31.4	36.3	3367.5	0.3	34.2	46.5	779.7	10.4	u.d.l.	7.0	35.9	1.9	267.3
09/03/2010	16.8	51.1	1836.7	0.5	14.9	27.2	504.3	17.2	u.d.l.	6.3	31.5	2.2	272.5
10/03/2010	18.4	1224.0	9008.4	14.8	541.2	45.4	611.5	20.6	u.d.l.	6.1	30.0	1.4	288.2
11/03/2010	16.7	60.9	2078.6	u.d.l.	29.2	33.7	895.1	12.1	74.1	7.9	25.2	0.9	226.0
12/03/2010	21.5	7.2	2520.2	0.5	24.2	59.7	530.6	12.5	u.d.l.	9.7	47.3	1.1	443.9
13/03/2010	10.5	26.5	3453.0	0.9	17.0	69.4	482.2	10.1	u.d.l.	5.4	50.0	0.7	241.3
14/03/2010	13.2	24.5	3268.5	1.2	17.9	64.8	629.1	8.3	u.d.l.	4.3	53.1	0.7	301.3
Media	40.4	104.3	4924.7	3.5	53.1	58.6	716.1	12.0	144.2	27.8	72.2	1.6	475.5
Min	10.5	7.2	1827.8	u.d.l.	10.1	27.2	242.4	u.d.l.	u.d.l.	2.5	17.1	0.2	82.4
Max	124.0	1224.0	15532.6	14.8	541.2	164.6	3012.2	43.4	261.0	464.0	147.8	3.8	1254.8

CORILA

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

Tab. 4.9 - Confronto fra le concentrazioni assolute medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Chioggia.

TUTTI I DATI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (μg/m³)
Media	1.72	4.28	221.05	0.17	2.27	2.96	30.91	0.51	5.42	0.97	3.86	0.08	25.52	49.22
Min	0.34	0.21	34.52	u.d.l.	0.29	0.52	6.08	u.d.l.	u.d.l.	0.05	0.32	0.004	1.56	17.79
Max	5.75	52.97	564.43	0.64	23.42	8.88	71.99	1.29	14.86	13.20	10.76	0.16	93.11	127.94
FERIALI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (μg/m³)
Media	1.83	4.76	216.33	0.18	2.47	2.90	29.86	0.47	5.84	0.47	4.04	0.08	27.35	49.88
Min	0.34	0.24	34.52	u.d.l.	0.56	0.52	13.27	u.d.l.	u.d.l.	0.05	0.32	0.004	1.56	17.79
Max	5.75	52.97	564.43	0.64	23.42	8.88	71.99	1.29	14.86	1.45	10.76	0.16	93.11	127.94
FESTIVI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (μg/m³)
Media	1.18	1.87	244.67	0.12	1.26	3.23	36.16	0.71	/	3.48	2.96	0.05	16.36	45.91
Min	0.92	0.21	131.79	0.08	0.29	1.22	6.08	u.d.l.	/	0.09	1.35	0.02	3.29	20.46
Max	1.45	3.89	358.40	0.14	1.97	7.10	68.98	0.90	/	13.20	5.83	0.07	33.04	109.65

CORILA

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

Tab. 4.10 - Confronto fra le concentrazioni relative medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Chioggia.

TUTTI I DATI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	40.4	104.3	4924.7	3.5	53.1	58.6	716.1	12.0	144.2	27.8	72.2	1.6	475.5
Min	10.5	7.2	1827.8	u.d.l.	10.1	27.2	242.4	u.d.l.	u.d.l.	2.5	17.1	0.2	82.4
Max	124.0	1224.0	15532.6	14.8	541.2	164.6	3012.2	43.4	261.0	464.0	147.8	3.8	1254.8
FERIALI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	41.0	112.7	4406.8	3.5	55.9	54.3	651.2	10.0	147.5	9.4	72.0	1.7	494.8
Min	10.5	7.2	1827.8	u.d.l.	10.9	27.2	248.3	u.d.l.	u.d.l.	2.5	17.1	0.2	82.4
Max	124.0	1224.0	9008.4	14.8	541.2	92.2	1364.8	20.6	261.0	37.6	147.8	3.8	1254.8
FESTIVI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	37.4	61.9	7513.9	3.8	39.0	80.3	1040.7	21.2	/	119.7	73.1	1.3	378.9
Min	13.2	8.4	3268.5	1.2	10.1	43.4	242.4	u.d.l.	/	4.3	53.1	0.7	160.7
Max	52.6	189.9	15532.6	5.7	93.4	164.6	3012.2	43.4	/	464.0	108.2	2.2	805.2

CORILA

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

Tab. 4.11 - Coefficienti di correlazione fra gli elementi rilevati nel PM₁₀ a Chioggia. In grassetto sono evidenziati i coefficienti superiori a 0.7. Sono stati considerati solo gli elementi che hanno almeno 2/3 dei campioni quantificati (al di sopra della soglia di rilevabilità).

	V	Cr	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Sb	Tl	Pb	PM10
V	1.00	-0.07	0.58	0.40	0.01	0.39	0.18	0.13	-0.03	0.58	0.57	0.26	0.29
Cr	-0.07	1.00	0.33	0.75	0.99	-0.03	0.03	0.35	-0.08	-0.12	-0.04	-0.10	0.01
Fe	0.58	0.33	1.00	0.70	0.41	0.79	0.69	0.55	0.01	0.69	0.50	0.38	0.65
Co	0.40	0.75	0.70	1.00	0.79	0.21	0.24	0.28	-0.09	0.27	0.16	0.06	0.22
Ni	0.01	0.99	0.41	0.79	1.00	0.03	0.06	0.37	-0.09	-0.06	0.01	-0.08	0.05
Cu	0.39	-0.03	0.79	0.21	0.03	1.00	0.82	0.53	-0.08	0.80	0.57	0.59	0.91
Zn	0.18	0.03	0.69	0.24	0.06	0.82	1.00	0.41	-0.19	0.61	0.33	0.52	0.71
As	0.13	0.35	0.55	0.28	0.37	0.53	0.41	1.00	-0.12	0.04	-0.11	-0.27	0.47
Cd	-0.03	-0.08	0.01	-0.09	-0.09	-0.08	-0.19	-0.12	1.00	0.05	0.03	0.06	-0.07
Sb	0.58	-0.12	0.69	0.27	-0.06	0.80	0.61	0.04	0.05	1.00	0.83	0.83	0.78
Tl	0.57	-0.04	0.50	0.16	0.01	0.57	0.33	-0.11	0.03	0.83	1.00	0.76	0.57
Pb	0.26	-0.10	0.38	0.06	-0.08	0.59	0.52	-0.27	0.06	0.83	0.76	1.00	0.62
PM10	0.29	0.01	0.65	0.22	0.05	0.91	0.71	0.47	-0.07	0.78	0.57	0.62	1.00

4.4.2 Campagne di misura a Malamocco

I dati meteorologici relativi ai diversi giorni di misura sono riportati nella Tabella 4.12. Nelle Figure 4.19 e 4.20 si riportano le correlazioni fra il PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento ed anche fra le concentrazioni di metalli, in termini di concentrazione assoluta e di concentrazione relativa, e le direzioni prevalenti del vento.

Le concentrazioni dei metalli nel PM₁₀ rilevate a Malamocco sono riportate in Tabella 4.13, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 4.14 con evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle Tabelle sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi espressi rispettivamente in termini di concentrazione ed in termini relativi. Si fa presente che in alcuni casi il livello di concentrazione non era quantificabile in maniera affidabile; in questi casi è stata riportata la dicitura u.d.l. nelle tabelle e tali giorni non sono inclusi nelle medie.

Nella Tabella 4.15 si riportano i valori medi, massimi e minimi delle concentrazioni assolute confrontando l'intero periodo di misura con i calcoli effettuati scorporando i giorni feriali e quelli festivi. Nella Tabella 4.16 la stessa analisi è riportata per le concentrazioni relative. Si deve sottolineare che la statistica dei giorni festivi è piuttosto limitata. Comunque gli elementi analizzati risultano avere in molti casi concentrazioni inferiori nei giorni feriali o comunque confrontabili con quelle dei giorni festivi. Anche la concentrazione media di PM₁₀ risulta inferiore nei giorni feriali.

Le direzioni in cui il sito di misura è sottovento al cantiere sono comprese fra 320° e 120°. In tali direzioni non si osservano significativi picchi di concentrazione degli elementi analizzati, anche se la statistica per le direzioni non associate al cantiere è piuttosto limitata. E' presente un picco di concentrazione di Cd, As e Sb il giorno feriale 28/1/2010 associato a vento da NNE ed un picco di concentrazione di Pb e Zn (con un alto valore anche di Sb) il giorno feriale 18/01/2010 associato a vento variabile dal settore S. Il picco in questione ha un carattere antropico ma non sembra essere associabile ad emissioni da cantiere.

Nella Tabella 4.17 è riportata la matrice dei coefficienti di correlazione fra i diversi metalli rilevati.

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

Tab. 4.12 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Malamocco. In rosso i giorni festivi. Con (*) sono contrassegnate le direzioni del vento che risultano variabili.

Data	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m ³)
06/07/2009	112.5	0.0	2.2	14.39
07/07/2009	67.5	9.4	4.5	11.69
08/07/2009	90.0 (*)	1.2	4.0	11.01
09/07/2009	45.0	0.0	5.2	11.37
10/07/2009	45.0	0.0	5.7	10.28
11/07/2009	22.5 (*)	0.0	3.4	7.60
12/07/2009	45.0 (*)	0.0	3.3	7.63
13/07/2009	112.5	0.0	3.7	12.79
14/07/2009	112.5 (*)	0.0	3.2	16.83
15/07/2009	67.5	0.0	2.9	22.08
16/07/2009	90.0 (*)	0.2	1.9	11.51
17/07/2009	45.0	2.8	4.2	35.45
18/07/2009	247.5	0.6	5.7	13.66
19/07/2009	90.0 (*)	0.0	4.0	11.52
20/07/2009	45.0 (*)	0.0	3.7	13.40
08/09/2009	45.0	0.0	5.9	15.15
09/09/2009	67.5	0.0	6.7	1.38
10/09/2009	0.0	0.0	3.4	17.59
11/09/2009	0.0	0.0	4.4	17.92
12/09/2009	0.0	0.0	4.1	18.73
13/09/2009	22.5 (*)	0.0	4.0	23.05
14/09/2009	22.5	13.4	6.2	7.36
15/09/2009	22.5	0.4	4.7	8.31
16/09/2009	45.0	139.2	7.2	10.56
17/09/2009	315.0 (*)	0.2	2.5	8.58
18/09/2009	112.5 (*)	0.0	2.1	18.44
19/09/2009	22.5 (*)	0.2	2.1	18.67
20/09/2009	0.0 (*)	0.0	2.6	21.59
21/09/2009	45.0 (*)	0.0	4.3	29.14
15/01/2010	22.5	0.0	4.0	24.23
16/01/2010-	22.5	0.0	4.8	31.56
17/01/2010	22.5	0.0	2.9	37.30
18/01/2010	180.0 (*)	0.0	2.5	102.12
19/01/2010	247.5 (*)	0.0	1.9	76.89
20/01/2010	315.0 (*)	0.0	2.9	58.91
21/01/2010	315.0	0.0	3.0	44.81
22/01/2010	45.0	0.0	4.8	36.51
23/01/2010	22.5	0.0	3.5	45.16
24/01/2010	11.25	0.0	2.9	70.92
25/01/2010	22.5	0.0	5.1	42.71
26/01/2010	22.5	1.3	6.3	27.91
27/01/2010	22.5	0.0	6.3	35.07
28/01/2010	11.25	0.0	2.5	63.41

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

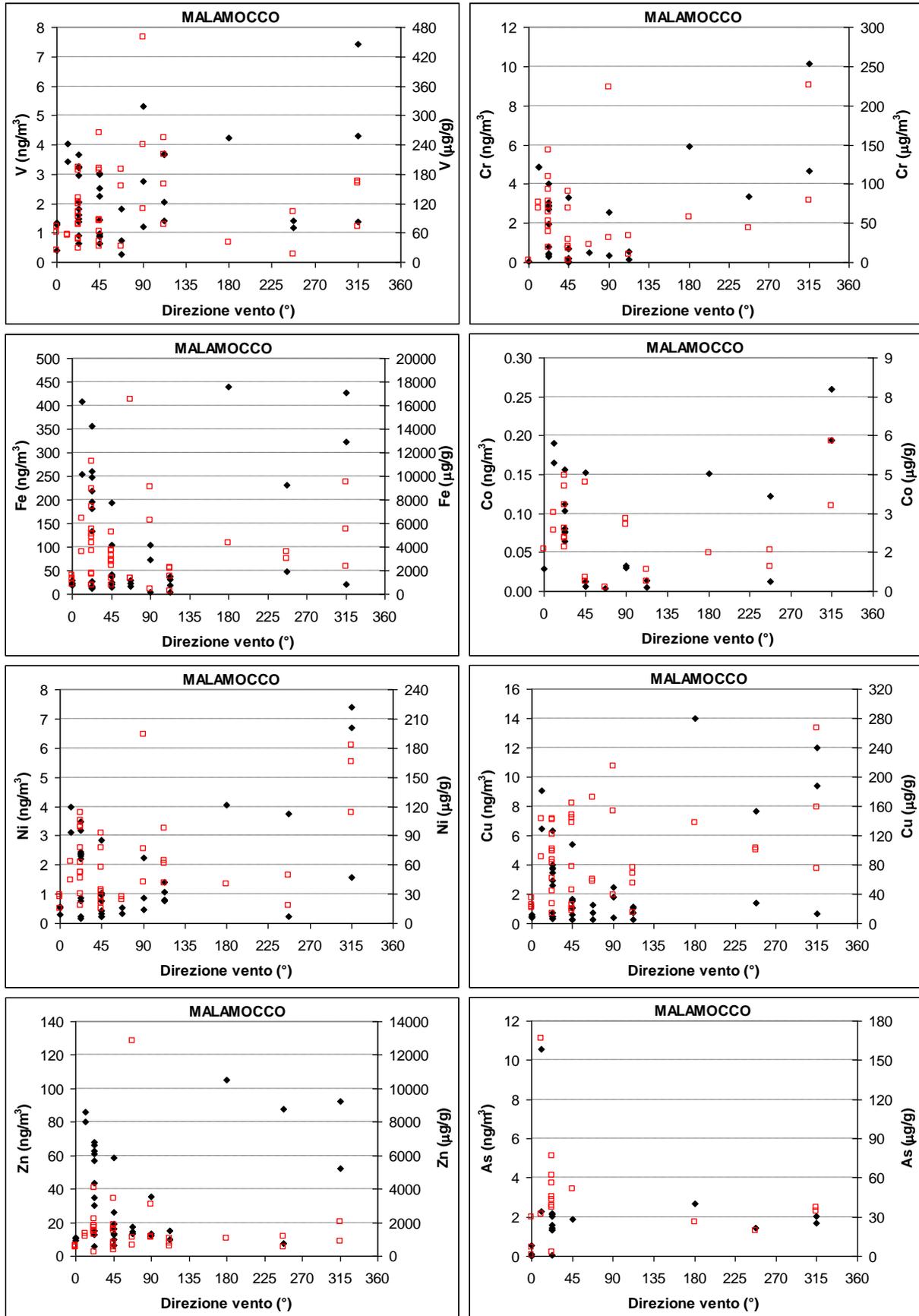


Fig. 4.19 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Malamocco.

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

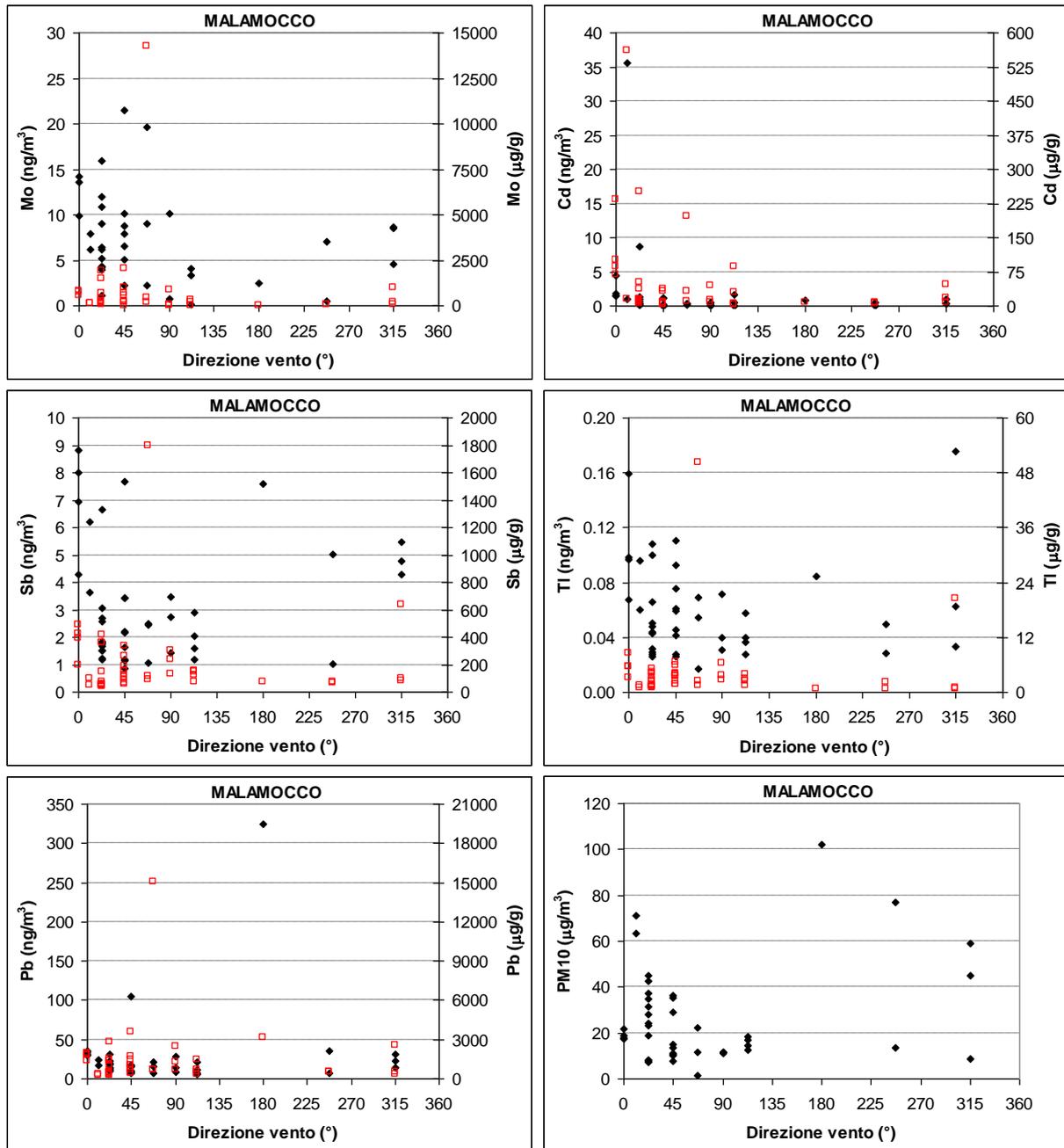


Fig. 4.20 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM₁₀. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Malamocco.

CORILA

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

Tab. 4.13 - Concentrazioni assolute dei metalli nel PM₁₀ a Malamocco. In rosso i giorni festivi. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

Data di misura	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
06/07/2009	3.65	0.14	31.38	u.d.l.	1.40	1.10	15.21	u.d.l.	4.03	0.44	2.06	0.057	20.89	14.39
07/07/2009	1.82	u.d.l.	15.69	u.d.l.	0.32	0.70	13.22	u.d.l.	2.27	0.36	1.07	0.017	7.66	11.69
08/07/2009	1.20	u.d.l.	4.95	u.d.l.	0.47	0.43	12.18	u.d.l.	u.d.l.	0.49	1.41	0.040	13.79	11.01
09/07/2009	3.01	0.20	41.88	0.006	1.05	1.56	6.21	u.d.l.	u.d.l.	0.08	2.16	0.076	16.60	11.37
10/07/2009	0.88	0.71	36.64	u.d.l.	0.35	1.68	19.21	u.d.l.	10.13	0.07	3.42	0.042	17.57	10.28
11/07/2009	0.91	0.30	13.27	u.d.l.	0.23	0.75	12.86	u.d.l.	5.19	0.09	2.71	0.026	11.45	7.60
12/07/2009	1.46	0.22	25.00	u.d.l.	0.25	1.09	26.00	u.d.l.	5.11	0.05	1.18	0.027	7.65	7.63
13/07/2009	2.05	u.d.l.	18.88	0.005	0.79	0.70	9.88	u.d.l.	0.17	0.03	1.59	0.036	6.64	12.79
14/07/2009	3.71	0.57	38.27	0.014	1.08	1.15	10.14	u.d.l.	3.32	0.07	1.19	0.040	5.55	16.83
15/07/2009	0.73	0.49	29.81	0.003	0.53	1.26	14.34	u.d.l.	9.03	0.23	2.44	0.054	15.00	22.08
16/07/2009	2.77	0.36	104.96	0.032	0.88	2.47	13.65	u.d.l.	0.75	0.14	3.47	0.072	27.93	11.51
17/07/2009	3.00	0.73	104.01	0.013	0.96	1.63	13.11	u.d.l.	6.53	0.18	2.20	0.059	16.35	35.45
18/07/2009	1.41	u.d.l.	48.96	0.013	0.25	1.40	7.54	u.d.l.	0.48	0.08	1.01	0.029	7.28	13.66
19/07/2009	5.30	2.57	72.03	0.030	2.23	1.77	35.39	u.d.l.	10.13	0.08	2.74	0.031	8.01	11.52
20/07/2009	2.52	0.04	37.00	u.d.l.	0.76	1.04	9.69	u.d.l.	2.27	0.04	1.63	0.056	9.52	13.40
08/09/2009	0.63	u.d.l.	37.10	u.d.l.	u.d.l.	0.26	12.56	u.d.l.	8.79	0.11	0.84	0.026	15.98	15.15
09/09/2009	0.26	u.d.l.	22.77	u.d.l.	u.d.l.	0.24	17.69	u.d.l.	19.66	0.27	2.48	0.069	20.74	1.38
10/09/2009	0.42	0.04	22.81	u.d.l.	u.d.l.	0.45	10.48	0.11	9.91	1.79	6.94	0.097	31.84	17.59
11/09/2009	1.29	u.d.l.	29.03	0.029	0.52	0.63	11.00	0.54	14.24	1.53	8.80	0.098	34.89	17.92
12/09/2009	1.35	u.d.l.	23.21	u.d.l.	0.29	0.41	9.41	0.01	13.61	4.37	8.00	0.159	34.55	18.73
13/09/2009	0.65	u.d.l.	17.18	u.d.l.	u.d.l.	0.31	5.99	u.d.l.	1.16	0.24	1.76	0.100	30.47	23.05
14/09/2009	1.37	0.80	27.08	u.d.l.	0.77	0.45	30.01	u.d.l.	10.80	0.11	3.07	0.031	10.06	7.36
15/09/2009	1.61	0.39	13.67	u.d.l.	0.15	0.37	15.07	u.d.l.	15.93	0.12	1.22	0.043	23.02	8.31
16/09/2009	0.89	0.02	14.37	u.d.l.	0.22	0.26	16.16	u.d.l.	21.51	0.08	1.15	0.061	9.05	10.56
17/09/2009	1.39	u.d.l.	19.84	u.d.l.	1.57	0.64	u.d.l.	u.d.l.	8.68	0.40	5.46	0.176	22.09	8.58
18/09/2009	1.43	u.d.l.	4.92	u.d.l.	0.76	0.27	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	1.61	2.92	0.027	11.94	18.44
19/09/2009	1.47	u.d.l.	13.41	u.d.l.	0.87	0.50	u.d.l.	0.06	u.d.l.	0.96	6.64	0.051	19.54	18.67
20/09/2009	1.32	u.d.l.	18.76	u.d.l.	0.58	0.49	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	1.48	4.27	0.067	29.39	21.59
21/09/2009	0.96	u.d.l.	21.37	u.d.l.	0.44	0.59	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	1.09	7.67	0.110	105.14	29.14
15/01/2010	2.97	0.47	133.63	0.081	2.37	2.95	35.13	1.36	4.37	0.12	1.16	0.029	9.57	24.23

CORILA

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

Data di misura	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
16/01/2010	3.25	2.92	355.60	0.064	2.43	2.62	57.18	1.36	12.01	0.29	1.52	0.027	9.29	31.56
17/01/2010	1.80	1.97	180.83	0.077	2.31	3.80	67.82	1.43	9.07	1.35	1.85	0.044	17.75	37.30
18/01/2010	4.22	5.95	438.91	0.151	4.07	13.99	104.89	2.68	2.53	0.87	7.60	0.084	325.07	102.12
19/01/2010	1.17	3.35	231.69	0.122	3.76	7.69	87.83	1.46	7.09	0.56	5.02	0.050	36.07	76.89
20/01/2010	4.30	4.65	322.51	0.194	6.70	9.37	52.20	2.03	4.57	0.98	4.76	0.063	31.74	58.91
21/01/2010	7.45	10.13	427.56	0.260	7.41	11.97	92.11	1.68	8.53	0.38	4.28	0.033	13.77	44.81
22/01/2010	2.26	3.32	192.76	0.153	2.84	5.38	58.88	1.87	7.90	1.16	3.43	0.093	15.53	36.51
23/01/2010	2.06	2.86	196.39	0.076	2.38	6.37	66.48	2.03	6.16	0.67	2.56	0.108	17.87	45.16
24/01/2010	4.04	4.89	254.50	0.165	3.11	6.46	80.36	2.26	7.91	1.03	3.62	0.096	16.66	70.92
25/01/2010	3.23	3.07	218.16	0.104	2.22	3.72	62.52	1.59	4.20	0.36	1.78	0.066	13.89	42.71
26/01/2010	3.65	3.99	248.81	0.113	3.17	3.98	61.26	2.15	6.47	0.30	1.66	0.048	13.57	27.91
27/01/2010	3.24	2.72	261.15	0.157	3.49	3.46	43.83	2.16	3.92	8.75	1.51	0.043	12.05	35.07
28/01/2010	3.43	4.89	408.55	0.191	3.99	9.08	86.11	10.56	6.17	35.61	6.21	0.060	24.15	63.41
Media	2.25	2.16	111.19	0.09	1.74	2.69	34.31	1.96	7.42	1.61	3.22	0.06	26.69	26.17
Min	0.26	u.d.l.	4.92	u.d.l.	u.d.l.	0.24	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.03	0.84	0.02	5.55	1.38
Max	7.45	10.13	438.91	0.26	7.41	13.99	104.89	10.56	21.51	35.61	8.80	0.18	325.07	102.12

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHIE LAGUNARI
 Tab. 4.14- Concentrazioni relative dei metalli (ng/m³) nel PM₁₀ a Malamocco. In rosso i giorni festivi. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

Data di misura	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
06/07/2009	253.8	9.8	2181.1	u.d.l.	97.3	76.2	1057.1	u.d.l.	279.9	30.5	142.9	4.0	1452.2
07/07/2009	155.5	u.d.l.	1342.1	u.d.l.	27.6	60.2	1130.6	u.d.l.	194.2	30.7	91.4	1.5	655.1
08/07/2009	108.9	u.d.l.	449.9	u.d.l.	42.5	39.3	1106.8	u.d.l.	u.d.l.	44.4	128.4	3.6	1253.1
09/07/2009	265.1	17.7	3683.9	0.52	92.3	137.4	546.2	u.d.l.	u.d.l.	6.8	190.1	6.7	1460.0
10/07/2009	86.0	69.2	3759.7	u.d.l.	34.0	163.8	1869.4	u.d.l.	985.7	7.0	332.8	4.1	1709.3
11/07/2009	119.2	39.3	1745.8	u.d.l.	30.0	98.6	1691.6	u.d.l.	682.8	11.3	356.9	3.5	1505.8
12/07/2009	191.2	28.6	3278.3	u.d.l.	32.4	143.5	3409.5	u.d.l.	670.7	6.7	154.6	3.6	1003.3
13/07/2009	160.3	u.d.l.	1476.4	0.37	61.7	54.7	772.5	u.d.l.	13.5	2.4	124.3	2.9	519.3
14/07/2009	220.2	33.6	2274.4	0.83	64.3	68.6	602.6	u.d.l.	197.0	4.1	70.5	2.4	329.7
15/07/2009	33.2	22.4	1349.9	0.16	23.8	57.2	649.4	u.d.l.	409.0	10.4	110.5	2.5	679.3
16/07/2009	240.3	31.5	9115.7	2.82	76.3	214.7	1185.3	u.d.l.	65.5	12.2	301.7	6.2	2425.9
17/07/2009	84.7	20.5	2933.6	0.36	27.2	45.9	369.9	u.d.l.	184.3	5.1	62.0	1.7	461.1
18/07/2009	103.5	u.d.l.	3583.1	0.94	18.2	102.5	551.7	u.d.l.	35.3	5.8	74.2	2.1	532.8
19/07/2009	460.4	222.9	6250.9	2.58	193.9	153.5	3071.3	u.d.l.	879.1	7.1	237.9	2.7	694.8
20/07/2009	188.0	2.9	2761.8	u.d.l.	56.9	77.3	723.5	u.d.l.	169.6	3.1	121.9	3.4	710.3
08/09/2009	41.8	u.d.l.	2449.3	u.d.l.	u.d.l.	17.3	829.0	u.d.l.	580.0	7.5	55.2	1.7	1054.5
09/09/2009	190.3	u.d.l.	16496.7	u.d.l.	u.d.l.	171.9	12817.6	u.d.l.	14244.3	195.8	1796.2	50.1	15027.4
10/09/2009	23.6	2.4	1296.3	u.d.l.	u.d.l.	25.6	595.5	6.4	563.5	101.5	394.6	5.5	1809.6
11/09/2009	71.9	u.d.l.	1620.1	1.64	29.1	35.3	614.2	30.0	794.6	85.3	491.0	5.5	1947.6
12/09/2009	71.9	u.d.l.	1239.0	u.d.l.	15.5	21.8	502.2	0.8	726.3	233.3	427.1	8.5	1844.1
13/09/2009	28.4	u.d.l.	745.3	u.d.l.	u.d.l.	13.5	259.7	u.d.l.	50.3	10.4	76.4	4.3	1322.0
14/09/2009	186.8	108.8	3680.3	u.d.l.	105.0	61.3	4078.9	u.d.l.	1468.3	14.3	417.7	4.3	1367.2
15/09/2009	194.3	46.7	1646.3	u.d.l.	18.3	44.1	1814.4	u.d.l.	1918.3	14.4	147.3	5.2	2771.8
16/09/2009	84.4	2.1	1359.9	u.d.l.	20.7	24.7	1529.4	u.d.l.	2035.8	7.8	109.2	5.8	856.7
17/09/2009	161.7	u.d.l.	2311.2	u.d.l.	182.3	74.4	u.d.l.	u.d.l.	1011.4	47.1	635.9	20.5	2573.0
18/09/2009	77.4	u.d.l.	266.6	u.d.l.	41.2	14.8	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	87.2	158.2	1.5	647.5
19/09/2009	78.8	u.d.l.	718.6	u.d.l.	46.5	26.7	u.d.l.	3.2	u.d.l.	51.3	355.9	2.7	1046.7
20/09/2009	61.2	u.d.l.	869.1	u.d.l.	27.1	22.7	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	68.7	197.8	3.1	1361.3
21/09/2009	33.1	u.d.l.	733.4	u.d.l.	15.0	20.3	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	37.3	263.3	3.8	3608.4
15/01/2010	122.4	19.2	5514.4	3.3	98.1	121.9	1449.8	56.0	180.4	5.1	48.0	1.2	395.1

CORILA

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

Data di misura	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
16/01/2010	102.9	92.4	11267.8	2.0	77.0	83.2	1811.7	43.0	380.6	9.3	48.1	0.9	294.4
17/01/2010	48.3	52.8	4848.5	2.1	61.9	101.8	1818.5	38.4	243.1	36.3	49.6	1.2	476.0
18/01/2010	41.3	58.2	4297.9	1.5	39.8	137.0	1027.1	26.2	24.8	8.5	74.4	0.8	3183.1
19/01/2010	15.2	43.5	3013.1	1.6	48.9	100.0	1142.2	19.0	92.3	7.3	65.3	0.6	469.1
20/01/2010	73.0	79.0	5474.9	3.3	113.8	159.1	886.2	34.5	77.5	16.6	80.8	1.1	538.8
21/01/2010	166.2	226.1	9541.5	5.8	165.4	267.2	2055.7	37.5	190.4	8.6	95.5	0.8	307.3
22/01/2010	61.9	90.9	5279.6	4.2	77.7	147.4	1612.5	51.1	216.3	31.6	93.8	2.5	425.3
23/01/2010	45.5	63.4	4348.8	1.7	52.6	141.0	1472.0	45.1	136.3	14.9	56.6	2.4	395.7
24/01/2010	57.0	69.0	3588.7	2.3	43.9	91.1	1133.2	31.9	111.6	14.5	51.0	1.4	234.9
25/01/2010	75.7	71.9	5108.4	2.4	51.9	87.2	1463.8	37.3	98.4	8.4	41.7	1.6	325.1
26/01/2010	130.7	143.1	8913.6	4.0	113.5	142.7	2194.6	77.0	231.9	10.6	59.3	1.7	486.1
27/01/2010	92.4	77.6	7447.1	4.5	99.4	98.6	1249.7	61.5	111.7	249.6	43.0	1.2	343.7
28/01/2010	54.1	77.1	6442.8	3.0	63.0	143.1	1357.9	166.6	97.3	561.5	97.9	0.9	380.8
Media	117.7	62.9	3876.9	2.3	63.7	90.4	1643.5	42.5	820.3	49.6	207.7	4.5	1415.9
Min	15.2	u.d.l.	266.6	u.d.l.	u.d.l.	13.5	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	2.4	41.7	0.6	234.9
Max	460.4	226.1	16496.7	5.8	193.9	267.2	12817.6	166.6	14244.3	561.5	1796.2	50.2	15027.4

CORILA

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

Tab. 4.15 - Confronto fra le concentrazioni assolute medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Malamocco.

TUTTI I DATI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (μg/m³)
Media	2.25	2.16	111.19	0.09	1.74	2.69	34.31	1.96	7.42	1.61	3.22	0.06	26.69	26.17
Min	0.26	u.d.l.	4.92	u.d.l.	u.d.l.	0.24	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.03	0.84	0.02	5.55	1.38
Max	7.45	10.13	438.91	0.26	7.41	13.99	104.89	10.56	21.51	35.61	8.80	0.18	325.07	102.12
FERIALI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (μg/m³)
Media	2.21	2.12	113.86	0.09	1.75	2.74	32.97	1.98	7.54	1.75	3.33	0.06	28.04	25.76
Min	0.26	u.d.l.	4.92	u.d.l.	u.d.l.	0.24	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.03	0.84	0.02	5.55	1.38
Max	7.45	10.13	438.91	0.26	7.41	13.99	104.89	10.56	21.51	35.61	8.80	0.18	325.07	102.12
FESTIVI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (μg/m³)
Media	2.43	2.41	94.72	0.09	1.70	2.32	43.11	1.85	6.68	0.71	2.57	0.06	18.32	28.67
Min	0.65	u.d.l.	17.18	u.d.l.	u.d.l.	0.31	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.05	1.18	0.03	7.65	7.63
Max	5.30	4.89	254.50	0.17	3.11	6.46	80.36	2.26	10.13	1.48	4.27	0.10	30.47	70.92

CORILA

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

Tab. 4.16 - Confronto fra le concentrazioni relative medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Malamocco.

TUTTI I DATI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	117.7	62.9	3876.9	2.3	63.7	90.5	1643.5	42.5	820.3	49.6	207.7	4.5	1415.9
Min	15.2	u.d.l.	266.6	u.d.l.	u.d.l.	13.5	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	2.4	41.7	0.6	234.9
Max	460.4	226.1	16496.7	5.8	193.9	267.2	12817.6	166.6	14244.3	561.5	1796.2	50.2	15027.4
FERIALI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	113.9	58.0	3976.35	2.3	62.6	90.9	1598.8	43.5	887.4	53.8	220.6	4.7	1507.9
Min	15.2	u.d.l.	266.6	u.d.l.	u.d.l.	14.8	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	2.4	41.7	0.6	294.4
Max	265.1	226.1	16496.7	5.8	182.3	267.2	12817.6	166.6	14244.3	561.5	1796.2	50.2	15027.4
FESTIVI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	141.1	93.3	3263.5	2.3	71.8	87.7	1938.5	35.2	391.0	23.9	127.9	2.7	848.71
Min	28.4	u.d.l.	745.3	u.d.l.	u.d.l.	13.5	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	6.7	49.6	1.2	234.9
Max	460.4	222.9	6250.9	2.6	193.9	153.5	3409.5	38.4	879.1	68.7	237.9	4.3	1361.3

CORILA

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

Tab. 4.17 - Coefficienti di correlazione fra gli elementi rilevati nel PM₁₀ a Malamocco. Sono evidenziati in grassetto i coefficienti superiori a 0.7. Sono stati considerati solo gli elementi che hanno almeno 2/3 dei campioni quantificati (al di sopra della soglia di rilevabilità).

	V	Fe	Ni	Cu	Zn	Mo	Cd	Sb	Tl	Pb	PM10
V	1.00	0.69	0.76	0.65	0.55	-0.28	0.13	-0.03	-0.16	0.12	0.45
Fe	0.69	1.00	0.88	0.91	0.91	-0.17	0.39	0.17	-0.03	0.35	0.83
Ni	0.76	0.88	1.00	0.88	0.81	-0.15	0.25	0.19	0.00	0.21	0.72
Cu	0.65	0.91	0.88	1.00	0.90	-0.22	0.30	0.28	0.04	0.50	0.88
Zn	0.55	0.91	0.81	0.90	1.00	-0.07	0.31	0.30	0.06	0.41	0.86
Mo	-0.28	-0.17	-0.15	-0.22	-0.07	1.00	-0.04	0.18	0.18	-0.13	-0.23
Cd	0.13	0.39	0.25	0.30	0.31	-0.04	1.00	0.27	0.06	0.01	0.30
Sb	-0.03	0.17	0.19	0.28	0.30	0.18	0.27	1.00	0.61	0.49	0.36
Tl	-0.16	-0.03	0.00	0.04	0.06	0.18	0.06	0.61	1.00	0.26	0.15
Pb	0.12	0.35	0.21	0.50	0.41	-0.13	0.01	0.49	0.26	1.00	0.58
PM10	0.45	0.83	0.72	0.88	0.86	-0.23	0.30	0.36	0.15	0.58	1.00

4.4.3 Campagna di misura a Punta Sabbioni

I dati meteorologici relativi sono riportati nella Tabella 4.18. Nelle Figure 4.21 e 4.22 si riportano le correlazioni fra il PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento e fra le concentrazioni di metalli, in termini di concentrazione assoluta e di concentrazione relativa, e le direzioni prevalenti del vento.

Le concentrazioni dei metalli nel PM₁₀ rilevate a Punta Sabbioni sono riportate in Tabella 4.19, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 4.20 con evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle Tabelle sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi espressi rispettivamente in termini di concentrazione ed in termini relativi. Si fa presente che in alcuni casi il livello di concentrazione non era quantificabile in maniera affidabile; in questi casi è stata riportata la dicitura u.d.l. nelle tabelle e tali giorni non sono inclusi nelle medie. Nella Tabella 4.21 si riportano i valori medi, massimi e minimi delle concentrazioni assolute confrontando l'intero periodo di misura con i calcoli effettuati scorporando i giorni feriali e quelli festivi. Nella Tabella 4.22 la stessa analisi è riportata per le concentrazioni relative

Si deve sottolineare che la statistica dei giorni festivi è piuttosto limitata. I livelli di concentrazione dei diversi metalli (e del PM₁₀) presentano concentrazioni maggiori nei giorni feriali ad esclusione del Cd.

Il sito di misura è sottovento rispetto al cantiere nell'intervallo di direzioni fra 180° e 360°. In tali direzioni non si osservano particolari aumenti della concentrazione del PM₁₀ o dei metalli. Si osserva un picco di concentrazione di V, Co, Cd, Tl, Pb e Sb (con anche un valore alto di Ni) il giorno feriale 08/10/2009 associato a vento variabile da N.

In termini generali si osservano nel periodo fra la fine di gennaio 2010 ed il 05/02/2010 dei valori di concentrazione significativi per molti elementi inclusa la concentrazione del PM₁₀. Questi sono associati a direzioni del vento sia da SO sia dal settore NO-NNE e sono relativi a giorni feriali. Si sottolinea che nella prima settimana di Febbraio 2010 sono stati osservati anche significativi livelli di IPA a Punta Sabbioni e di inquinamento da PM₁₀ anche nelle centraline di ARPA Veneto di Bissuola e Sacca Fisola (come riportato nel rapporto mensile di Febbraio 2010). Per cui tali valori più alti di concentrazione potrebbero essere dovuti ad un fenomeno di inquinamento generalizzato dell'area di Venezia e non specificatamente alle emissioni del cantiere. Infatti in tale periodo si osservano aumenti di concentrazione anche dell'Arsenico che non è un elemento caratteristico delle emissioni di cantiere. Nel periodo successivo al 05/02/2010 si ha una diminuzione nelle concentrazioni sia del particolato che degli elementi analizzati, a seguito di un aumento nella intensità del vento (proveniente da NNE).

Nella Tabella 4.23 è riportata la matrice dei coefficienti di correlazione fra i diversi metalli rilevati.

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

Tab. 4.18 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri nel sito di misura di Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi. Con (*) sono contrassegnate le direzioni del vento che risultano variabili.

Data	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m ³)
29/09/2009	112.5	0.0	0.38	17.66
30/09/2009	0.0	0.0	0.39	70.45
01/10/2009	135.0	0.4	1.03	55.93
02/10/2009	22.5	0.0	2.37	43.47
03/10/2009	22.5	0.0	1.84	21.26
04/10/2009	112.5 (*)	0.0	0.44	9.54
05/10/2009	202.5	0.0	0.53	17.30
06/10/2009	225.0	0.0	0.84	33.56
07/10/2009	247.5	0.0	0.78	66.37
08/10/2009	0.0 (*)	0.2	0.21	238.44
09/10/2009	90.0 (*)	0.4	0.33	26.78
30/01/2010	315.0	7.4	1.60	81.63
31/01/2010	22.5	4.4	3.80	29.91
01/02/2010	315.0 (*)	0.2	0.59	32.94
02/02/2010	236.25 (*)	0.0	0.70	40.69
03/02/2010	326.25	0.0	0.35	36.85
04/02/2010	0.0	0.0	0.43	75.16
05/02/2010	22.5	33.4	3.70	64.04
06/02/2010	22.5	14.2	4.36	15.27
07/02/2010	90.0	0.0	2.55	27.74
08/02/2010	11.25	0.0	2.60	29.71
09/02/2010	22.5	0.0	3.47	38.23
10/02/2010	22.5	9.8	7.67	26.08
11/02/2010	22.5	0.4	6.34	16.38
12/02/2010	45.0	0.0	4.26	27.18

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

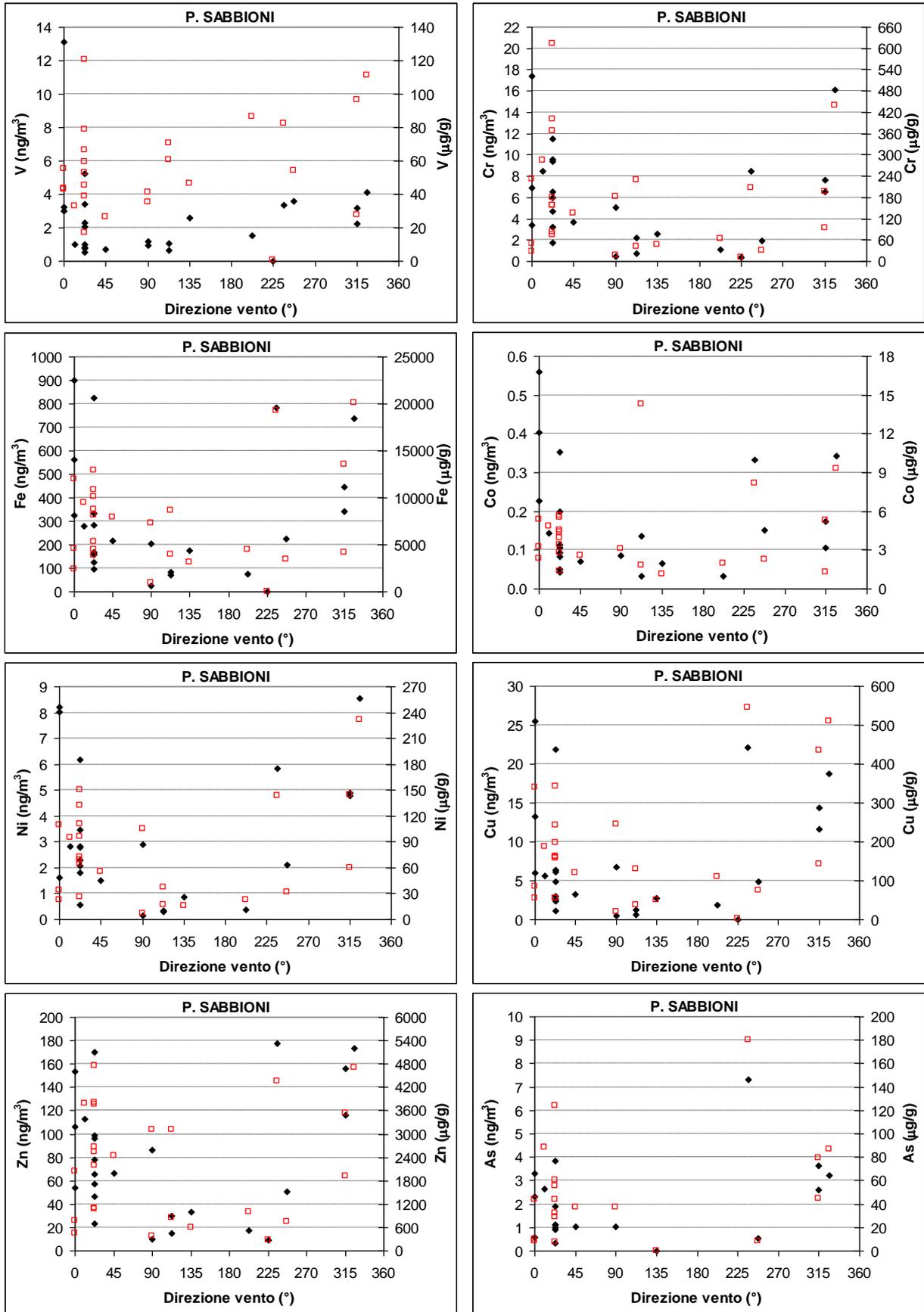


Fig. 4.21 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM_{10} e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Punta Sabbioni.

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

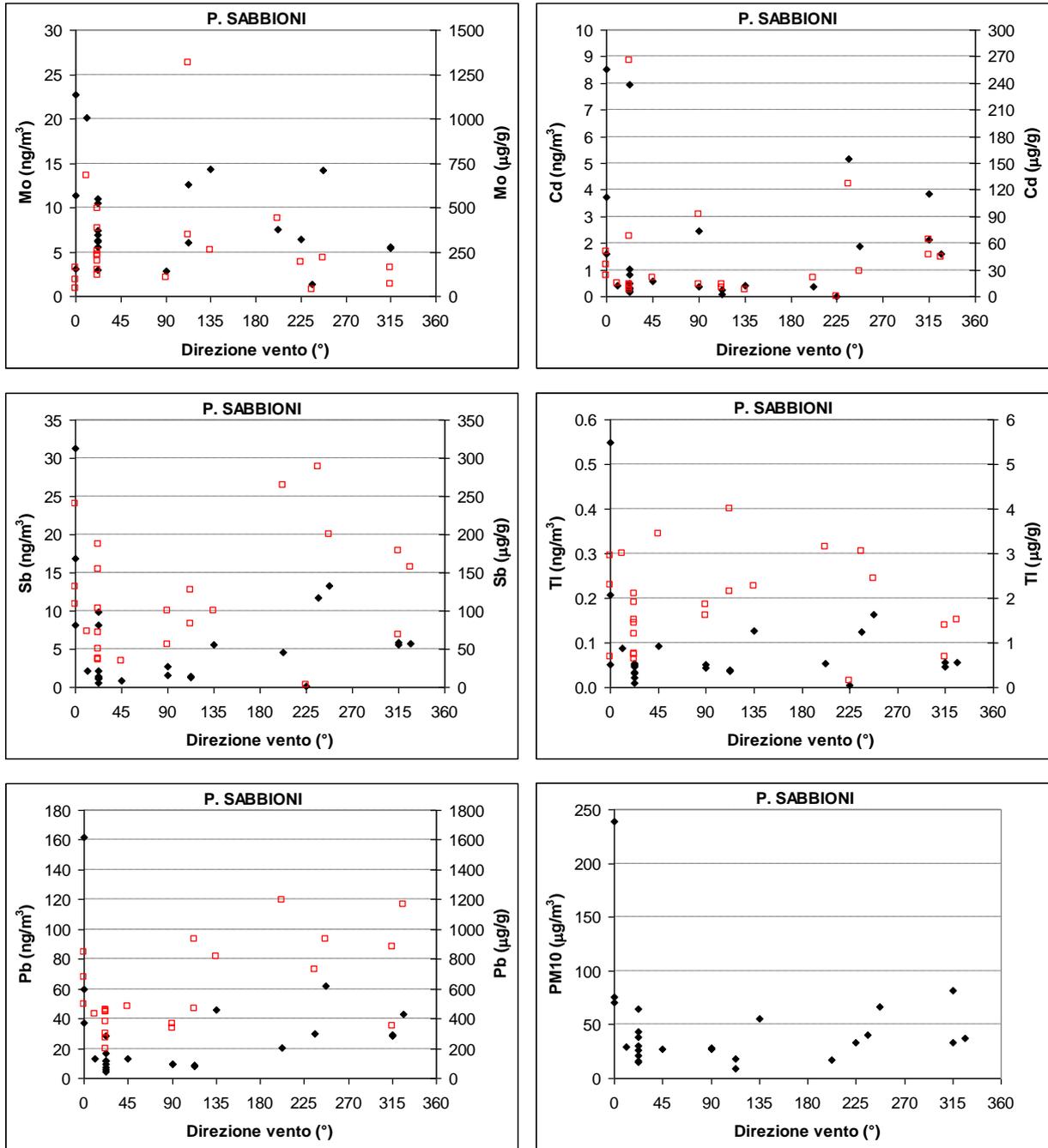


Fig. 4.22 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM₁₀ e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM₁₀. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Punta Sabbioni.

CORILA

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

Tab. 4.19 - Concentrazioni assolute dei metalli nel PM₁₀ a Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

Data di misura	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
29/09/2009	1.07	0.73	70.28	0.03	0.30	0.64	14.98	u.d.l.	6.08	0.24	1.46	0.038	8.20	17.66
30/09/2009	3.01	3.45	323.94	0.23	1.62	6.01	53.66	0.56	11.34	1.62	16.92	0.208	59.65	70.45
01/10/2009	2.61	2.58	176.63	0.06	0.87	2.75	33.17	0.01	14.37	0.42	5.62	0.127	45.79	55.93
02/10/2009	5.25	3.20	167.64	0.20	2.81	2.35	46.63	0.33	11.00	0.31	8.12	0.052	16.44	43.47
03/10/2009	0.83	1.78	94.63	0.08	0.56	1.15	23.52	u.d.l.	10.55	0.20	2.18	0.032	9.78	21.26
04/10/2009	0.67	2.20	82.03	0.14	0.35	1.25	29.69	u.d.l.	12.54	0.09	1.22	0.038	8.93	9.54
05/10/2009	1.50	1.11	77.05	0.03	0.39	1.89	17.17	u.d.l.	7.53	0.37	4.58	0.054	20.66	17.30
06/10/2009	0.02	0.33	0.19	u.d.l.	u.d.l.	0.04	9.16	u.d.l.	6.45	0.004	0.07	0.005	u.d.l.	33.56
07/10/2009	3.58	1.97	225.69	0.15	2.11	4.92	50.21	0.54	14.14	1.88	13.32	0.163	61.94	66.37
08/10/2009	13.13	6.88	562.80	0.56	8.02	13.27	105.81	2.32	22.73	8.52	31.27	0.548	161.76	238.44
09/10/2009	0.94	0.44	24.32	u.d.l.	0.17	0.55	10.23	u.d.l.	u.d.l.	2.47	2.70	0.043	9.82	26.78
30/01/2010	2.24	7.67	341.02	0.105	4.90	11.66	155.85	3.62	5.52	3.84	5.58	0.055	28.62	81.63
31/01/2010	0.51	4.72	158.23	0.042	2.07	4.83	65.43	0.97	6.87	7.96	1.12	0.023	5.92	29.91
01/02/2010	3.19	6.50	446.85	0.174	4.78	14.36	116.60	2.61	5.38	2.12	5.89	0.046	28.93	32.94
02/02/2010	3.35	8.47	783.56	0.334	5.84	22.16	177.30	7.32	1.39	5.17	11.77	0.124	29.71	40.69
03/02/2010	4.11	16.14	739.48	0.344	8.54	18.80	173.42	3.21	u.d.l.	1.62	5.78	0.056	43.03	36.85
04/02/2010	3.25	17.43	901.65	0.404	8.21	25.53	153.74	3.29	3.08	3.75	8.11	0.051	37.43	75.16
05/02/2010	3.40	11.49	826.09	0.354	6.16	21.86	170.15	3.85	7.39	0.83	9.86	0.047	28.34	64.04
06/02/2010	1.01	9.36	124.76	0.052	2.30	3.00	57.22	1.90	2.97	1.04	1.09	0.010	4.16	15.27
07/02/2010	1.15	5.03	203.50	0.086	2.92	6.81	86.48	1.03	2.83	0.37	1.54	0.051	9.35	27.74
08/02/2010	0.98	8.43	280.14	0.144	2.82	5.57	112.72	2.63	20.10	0.42	2.17	0.089	12.84	29.71
09/02/2010	2.28	6.02	332.71	0.106	2.78	6.09	96.62	1.12	5.55	0.49	1.42	0.055	11.31	38.23
10/02/2010	2.05	9.60	283.62	0.115	3.46	6.34	99.09	1.14	6.18	0.33	1.29	0.050	11.51	26.08
11/02/2010	0.74	6.54	165.00	0.092	1.81	2.60	77.84	0.91	6.27	0.17	0.58	0.034	7.35	16.38
12/02/2010	0.73	3.69	215.78	0.070	1.50	3.25	66.61	1.02	u.d.l.	0.57	0.91	0.094	13.16	27.18
Media	2.46	5.83	304.30	0.17	3.14	7.51	80.13	2.02	8.65	1.79	5.78	0.08	28.11	45.70
Min	0.02	0.33	0.19	u.d.l.	u.d.l.	0.04	9.16	u.d.l.	u.d.l.	0.004	0.07	0.005	u.d.l.	9.54
Max	13.13	17.43	901.65	0.56	8.54	25.53	177.30	7.32	22.73	8.52	31.27	0.55	161.76	238.44

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 a Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

Data di misura	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
29/09/2009	60.6	41.5	3980.8	1.8	17.0	36.4	848.3	u.d.l.	344.2	13.7	82.5	2.1	464.6
30/09/2009	42.7	49.0	4598.2	3.2	23.0	85.3	761.7	7.9	160.9	23.0	240.2	3.0	846.7
01/10/2009	46.7	46.1	3158.1	1.2	15.5	49.1	593.1	0.2	257.0	7.5	100.5	2.3	818.6
02/10/2009	120.7	73.6	3856.4	4.6	64.7	54.2	1072.7	7.5	253.0	7.1	186.9	1.2	378.3
03/10/2009	39.1	83.9	4451.1	3.9	26.3	54.0	1106.3	u.d.l.	496.4	9.4	102.7	1.5	459.8
04/10/2009	70.6	230.3	8598.5	14.3	37.1	130.7	3112.4	u.d.l.	1314.4	9.4	127.4	4.0	936.4
05/10/2009	86.7	64.3	4453.1	2.0	22.3	109.3	992.1	u.d.l.	435.4	21.3	264.7	3.1	1194.0
06/10/2009	0.7	9.8	5.7	u.d.l.	u.d.l.	1.3	272.8	u.d.l.	192.3	0.1	2.2	0.1	u.d.l.
07/10/2009	53.9	29.7	3400.6	2.3	31.8	74.2	756.6	8.1	213.0	28.4	200.6	2.5	933.3
08/10/2009	55.1	28.9	2360.3	2.3	33.7	55.7	443.8	9.7	95.3	35.7	131.1	2.3	678.4
09/10/2009	35.0	16.4	908.2	u.d.l.	6.3	20.4	382.0	u.d.l.	u.d.l.	92.1	100.6	1.6	366.6
30/01/2010	27.5	94.0	4177.5	1.3	60.0	142.9	1909.1	44.3	67.6	47.0	68.4	0.7	350.6
31/01/2010	17.2	157.8	5289.6	1.4	69.3	161.6	2187.4	32.6	229.6	266.0	37.5	0.8	197.8
01/02/2010	96.7	197.2	13566.2	5.3	145.1	435.9	3539.8	79.3	163.3	64.2	178.7	1.4	878.3
02/02/2010	82.4	208.1	19258.3	8.2	143.5	544.6	4357.7	179.9	34.1	127.0	289.3	3.1	730.2
03/02/2010	111.4	438.1	20069.0	9.3	231.9	510.3	4706.6	87.2	u.d.l.	43.9	156.9	1.5	1167.9
04/02/2010	43.3	231.8	11996.1	5.4	109.3	339.7	2045.4	43.8	40.9	49.8	107.9	0.7	498.0
05/02/2010	53.1	179.4	12899.3	5.5	96.2	341.3	2656.9	60.1	115.4	13.0	153.9	0.7	442.6
06/02/2010	66.3	612.9	8169.3	3.4	150.3	196.6	3747.0	124.4	194.6	67.8	71.6	0.6	272.2
07/02/2010	41.5	181.3	7334.9	3.1	105.2	245.3	3117.1	37.3	102.1	13.2	55.3	1.9	337.0
08/02/2010	33.0	283.9	9429.7	4.8	94.9	187.6	3794.3	88.5	676.4	14.3	73.0	3.0	432.3
09/02/2010	59.6	157.5	8702.0	2.8	72.7	159.4	2527.0	29.3	145.1	12.8	37.3	1.4	295.8
10/02/2010	78.7	368.2	10873.9	4.4	132.5	242.9	3799.1	43.5	237.1	12.7	49.3	1.9	441.3
11/02/2010	45.0	399.3	10071.7	5.6	110.4	158.6	4751.2	55.5	382.9	10.4	35.7	2.1	448.8
12/02/2010	26.7	135.7	7938.3	2.6	55.3	119.4	2450.5	37.3	u.d.l.	21.1	33.6	3.5	484.3
Media	55.8	172.75	7581.9	4.3	77.3	178.3	2237.2	51.4	279.6	40.4	115.5	1.9	585.6
Min	0.7	9.82	5.7	u.d.l.	u.d.l.	1.3	272.8	u.d.l.	u.d.l.	0.1	2.2	0.1	u.d.l.
Max	120.7	612.87	20069.0	14.3	231.9	544.6	4751.2	179.9	1314.4	266.0	289.3	4.0	1194.4

CORILA

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

Tab. 4.21 - Confronto fra le Tab. 4.21 - Confronto fra le concentrazioni assolute medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Punta Sabbioni. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

TUTTI I DATI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (µg/m³)
Media	2.46	5.83	304.30	0.17	3.14	7.51	80.13	2.02	8.65	1.79	5.78	0.08	28.11	45.70
Min	0.02	0.33	0.19	u.d.l.	u.d.l.	0.04	9.16	u.d.l.	u.d.l.	0.004	0.07	0.005	u.d.l.	9.54
Max	13.13	17.43	901.65	0.56	8.54	25.53	177.30	7.32	22.73	8.52	31.27	0.55	161.76	238.44
FERIALI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (µg/m³)
Media	2.69	6.08	325.63	0.18	3.33	7.95	82.80	2.14	8.84	1.65	6.40	0.09	30.97	48.88
Min	0.02	0.33	0.19	u.d.l.	u.d.l.	0.04	9.16	u.d.l.	u.d.l.	0.004	0.07	0.005	u.d.l.	15.27
Max	13.13	17.43	901.65	0.56	8.54	25.53	177.30	7.32	22.73	8.52	31.27	0.55	161.76	238.44
FESTIVI	V (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Fe (ng/m³)	Co (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Zn (ng/m³)	As (ng/m³)	Mo (ng/m³)	Cd (ng/m³)	Sb (ng/m³)	Tl (ng/m³)	Pb (ng/m³)	PM₁₀ (µg/m³)
Media	0.78	3.98	147.92	0.09	1.78	4.30	60.54	1.00	7.41	2.80	1.29	0.04	8.07	22.40
Min	0.51	2.20	82.03	0.04	0.35	1.25	29.69	u.d.l.	2.83	0.09	1.12	0.02	5.92	9.54
Max	1.15	5.03	203.50	0.14	2.92	6.81	86.48	1.03	12.54	7.96	1.54	0.05	9.35	29.91

CORILA

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

Tab. 4.22 - Confronto fra le concentrazioni relative medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Punta Sabbioni. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

TUTTI I DATI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	55.8	172.8	7581.9	4.3	77.3	178.3	2237.2	51.4	279.6	40.4	115.5	1.9	585.6
Min	0.7	9.8	5.7	u.d.l.	u.d.l.	1.3	272.8	u.d.l.	u.d.l.	0.1	2.2	0.2	u.d.l.
Max	120.7	612.9	20069.0	14.3	231.9	544.6	4751.2	179.9	1314.4	266.0	289.3	4.0	1194.0
FERIALI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	57.5	170.4	7651.1	4.0	78.2	178.1	2159.7	53.3	237.1	32.8	121.3	1.8	599.2
Min	0.7	9.8	5.7	u.d.l.	u.d.l.	1.3	272.8	u.d.l.	u.d.l.	0.1	2.2	0.2	u.d.l.
Max	120.7	612.9	20069.0	9.3	231.9	544.6	4751.2	179.9	676.4	127.0	289.3	3.5	1194.0
FESTIVI	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	43.1	189.8	7074.3	6.3	70.5	179.2	2805.7	34.9	548.7	96.2	73.4	2.2	490.4
Min	17.2	157.8	5289.6	1.4	37.1	130.7	2187.4	u.d.l.	102.1	9.4	37.5	0.8	197.8
Max	70.6	230.3	8598.5	14.3	105.2	245.3	3117.1	37.3	1314.4	266.0	127.4	4.0	936.4

CORILA

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

Tab. 4.23 - Coefficienti di correlazione fra gli elementi rilevati nel PM₁₀. Evidenziate in grassetto le correlazioni superiori a 0.7. Sono stati considerati solo gli elementi che hanno almeno 2/3 dei campioni quantificati (al di sopra della soglia di rilevabilità)

	V	Cr	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Tl	Pb	PM10
V	1.00	0.26	0.49	0.80	0.63	0.43	0.34	0.14	0.51	0.56	0.90	0.86	0.92	0.91
Cr	0.26	1.00	0.83	0.58	0.85	0.82	0.86	0.57	-0.26	0.24	0.14	0.00	0.12	0.19
Fe	0.49	0.83	1.00	0.84	0.91	0.98	0.90	0.76	-0.13	0.40	0.49	0.27	0.40	0.42
Co	0.80	0.58	0.84	1.00	0.85	0.78	0.63	0.52	0.28	0.52	0.79	0.63	0.73	0.73
Ni	0.63	0.85	0.91	0.85	1.00	0.91	0.88	0.67	-0.05	0.49	0.51	0.35	0.51	0.56
Cu	0.43	0.82	0.98	0.78	0.91	1.00	0.91	0.81	-0.23	0.44	0.43	0.19	0.34	0.38
Zn	0.34	0.86	0.90	0.63	0.88	0.91	1.00	0.87	-0.22	0.36	0.28	0.12	0.21	0.29
As	0.14	0.57	0.76	0.52	0.67	0.81	0.87	1.00	-0.31	0.36	0.19	0.01	0.06	0.11
Mo	0.51	-0.26	-0.13	0.28	-0.05	-0.23	-0.22	-0.31	1.00	0.14	0.51	0.66	0.60	0.53
Cd	0.56	0.24	0.40	0.52	0.49	0.44	0.36	0.36	0.14	1.00	0.58	0.56	0.57	0.65
Sb	0.90	0.14	0.49	0.79	0.51	0.43	0.28	0.19	0.51	0.58	1.00	0.90	0.94	0.89
Tl	0.86	0.00	0.27	0.63	0.35	0.19	0.12	0.01	0.66	0.56	0.90	1.00	0.95	0.91
Pb	0.92	0.12	0.40	0.73	0.51	0.34	0.21	0.06	0.60	0.57	0.94	0.95	1.00	0.94
PM10	0.91	0.19	0.42	0.73	0.56	0.38	0.29	0.11	0.53	0.65	0.89	0.91	0.94	1.00

4.4.4 Commenti e considerazioni conclusive

Nella Tabella 4.24 si confrontano i valori medi di concentrazione osservati nei diversi siti di misura con le indicazioni normative. Tali indicazioni sono prese dal DL.vo n. 152 del 03 Agosto 2007 (valori obiettivo per Ni, As e Cd) ed il DM n. 60 del 2 Aprile 2002 (valore limite per il piombo) per le concentrazioni di metalli 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]. Tutti i valori osservati sono entro il limite normativo seppure questa informazione è indicativa in quanto le medie osservate non sono annuali ma sono invece riferite a periodi di misura limitati.

Nella Tabella 4.25 si riporta un confronto fra i valori osservati nei diversi siti di misura e quelli forniti da ARPA Veneto per alcuni siti della rete di monitoraggio di Venezia. I risultati mostrano che le concentrazioni dei metalli rilevate nel PM₁₀ nei diversi siti di monitoraggio sono confrontabili o inferiori a quelle rilevate dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Venezia.

È stata inoltre fatta un'analisi statistica sui metalli pesanti, rilevati nel particolato atmosferico, volta a determinare l'Enrichment Factor (EF), ossia il fattore di arricchimento crostale di ogni metallo pesante rispetto alla sua naturale concentrazione media presente nella crosta terrestre superficiale. In particolare i valori di EF sono stati determinati mediante la formula:

$$EF(X) = ([X]_{air}/[Ref]_{air}) / ([X]_{source}/[Ref]_{source})$$

dove "X" è il metallo pesante di interesse (espresso come concentrazione media in massa dei singoli valori) e "Ref" è il metallo di riferimento rispetto al quale si calcola l'Enrichment Factor. I calcoli sono fatti con il supporto di tabelle nelle quali si riportano le abbondanze medie dei vari elementi che costituiscono la crosta continentale [Wedepohl, 1995]. Nel caso in esame, è stato scelto come metallo di riferimento il Ferro a cui è assegnato un valore unitario di EF. Il metallo di riferimento è generalmente l'Alluminio, tuttavia anche il Fe è spesso utilizzato nella letteratura scientifica [Dordevic *et al.*, 2005; Samara & Voutsas, 2005, Manoli *et al.*, 2002]. La scelta di utilizzare come riferimento il Ferro è anche supportata dal fatto che negli studi di EF questo elemento ha un valore molto basso di arricchimento generalmente prossimo all'unità [Han, J.S. *et al.*, 2005; Güllü G. *et al.*, 2005; Senaratne I. *et al.*, 2004; Kim K.H., 2003]. Le indicazioni ottenibili dall'analisi di EF sono indicative a causa di ampie variazioni della composizione della crosta terrestre superficiale. In particolare, valori di EF inferiori a 10 indicano che il metallo pesante in questione ha un'origine prevalentemente crostale e viene quindi definito "elemento non arricchito"; al contrario, valori maggiori di 20-30 sono indicativi di metalli pesanti di origine antropica e sono definiti "elementi arricchiti". Valori compresi tra le due soglie indicano invece un'origine mista dell'elemento in questione. Nella Figura 4.23 si riportano i valori di EF ottenuti nei diversi siti di misura. Sono stati esclusi i dati relativi ai metalli che contenevano valori inferiori alla soglia di rilevazione (per oltre 1/3 dei prelievi). I risultati indicano che i metalli di origine prevalentemente crostale sono Co, V e Tl. Gli altri elementi risultano di origine antropica o comunque con una significativa componente antropica in tutti i siti monitorati.

Nelle Figure 4.24-4.30 si riporta un confronto fra le concentrazioni medie assolute e relative rilevate nei diversi siti di monitoraggio ed un confronto fra le rilevazioni dei precedenti anni di monitoraggio. Il confronto viene effettuato solo sui giorni feriali (domeniche e festivi esclusi). Si osservano ampie variabilità di concentrazione sia al variare dei siti di misura sia al variare dell'anno di monitoraggio. Tuttavia non sono evidenti pattern annuali se si considerano le concentrazioni relative (normalizzate).

CORILA

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

Tab. 4.24 -Tabella dei valori limite, valori obiettivo e soglie di valutazione superiori ed inferiori secondo il DL.vo n. 152 del 03 Agosto 2007 (valori obiettivo per Ni, As e Cd) ed il DM n. 60 del 2 Aprile 2002 (valore limite per il piombo) per le concentrazioni di metalli nel PM₁₀. Nella tabella sono incluse le indicazioni del WHO per le aree di background e le aree urbane ed i valori riscontrati nelle diverse campagne di misura. Le indicazioni normative sono riferite 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	Chioggia	Malamocco	Punta Sabbioni	WHO	Indicazioni Normative		
					Valore Limite/Valore obiettivo	Soglia di valutazione inferiore	Soglia di valutazione superiore
Nichel	2.3 (0.3 - 23.4)	1.7 (u.d.l. - 7.4)	3.1 (u.d.l. - 8.5)	1 (B)/9-60 (U)	20	10	14
Arsenico	0.5 (u.d.l. - 1.3)	2.0 (u.d.l. - 10.6)	2.0 (u.d.l. - 7.3)	1-3 (B)/20-30 (U)	6	2.4	3.6
Cadmio	1.0 (0.05 - 13.2)	1.6 (0.03 - 35.6)	1.8 (0.004 - 8.5)	0.1 (B)/1-10 (U)	5	2	3
Piombo	25.5 (1.6 - 93.1)	26.7 (5.6 - 325.1)	28.1 (u.d.l. - 161.8)	0.6 (B)/ 5-500 (U)	500	200	350

* B background; U Urbano

CORILA

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

Tab. 4.25 - Confronto fra le concentrazioni medie dei metalli pesanti ottenute nei tre siti di misura e quelle rilevate in alcuni siti della rete di monitoraggio di Venezia e resi disponibili da Arpa Veneto. I dati relativi al 2009 sono stati estrapolati da grafici contenuti nella Relazione Regionale di Qualità dell'aria del 2009 di Arpa Veneto. Le concentrazioni riportate sono in ng/m³

Elemento	Chioggia	Malamocco	Punta Sabbioni	Arpa Veneto (Relazioni Qualità dell'aria - 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009)		
				A. Da Mestre (B)	Bissuola (B)	Via Circonvallazione (T)
Nichel	2.3 (0.3 - 23.4)	1.7 (u.d.l. - 7.4)	3.1 (u.d.l. - 8.5)	5.5 (2005)	5.4 (2006) 6.9 (2007) 7.2 (2008) 3.9 (2009)	7.1 (2006) 8.7 (2007) 8.3 (2008)
Arsenico	0.5 (u.d.l. - 1.3)	2.0 (u.d.l. - 10.6)	2.0 (u.d.l. - 7.3)	2.9 (2005)	4.5 (2006) 3.4 (2007) 3.0 (2008) 2.3 (2009)	4.3 (2006) 3.5 (2007) 2.7 (2008)
Cadmio	1.0 (0.05 - 13.2)	1.6 (0.03 - 35.6)	1.8 (0.004 - 8.5)	3.7 (2005)	4.1 (2006) 3.5 (2007) 2.8 (2008) 1.9 (2009)	4.2 (2006) 3.2 (2007) 2.4 (2008)
Piombo	25.5 (1.6 - 93.1)	26.7 (5.6 - 325.1)	28.1 (u.d.l. - 161.8)	20.1 (2005)	25.4 (2006) 19.0 (2007) 20.0 (2008) 13.8 (2009)	27.8 (2006) 26.2 (2007) 20.0 (2008)

B: Sito di Background Urbano

T: Sito di Traffico

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

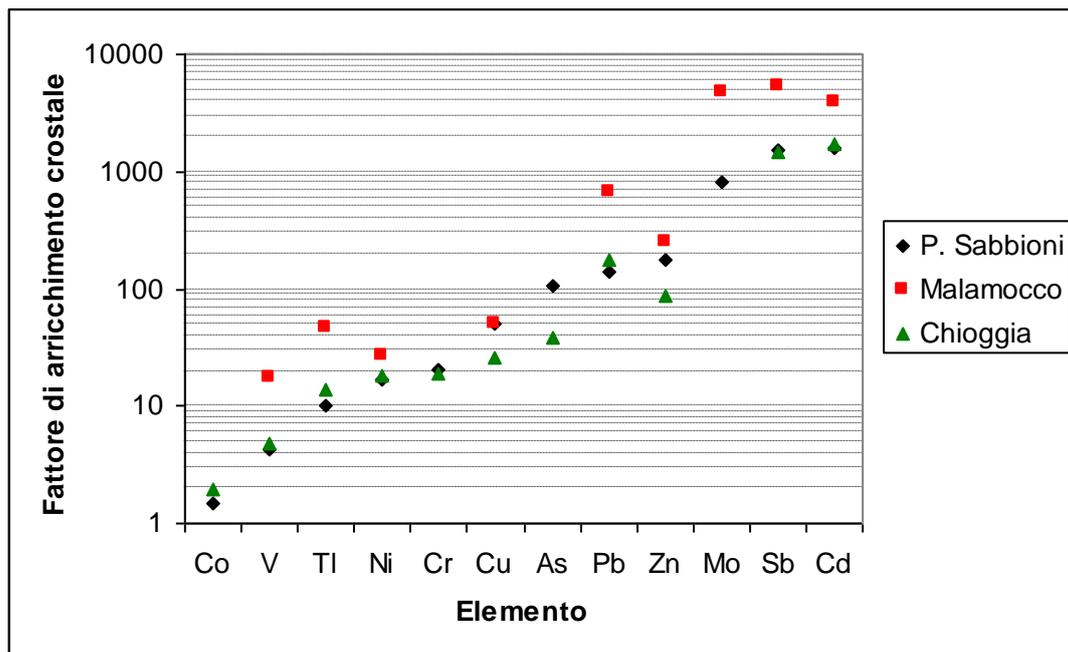


Fig. 4.23 - Valori del fattore di arricchimento crostale osservati nei tre siti di misura.

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

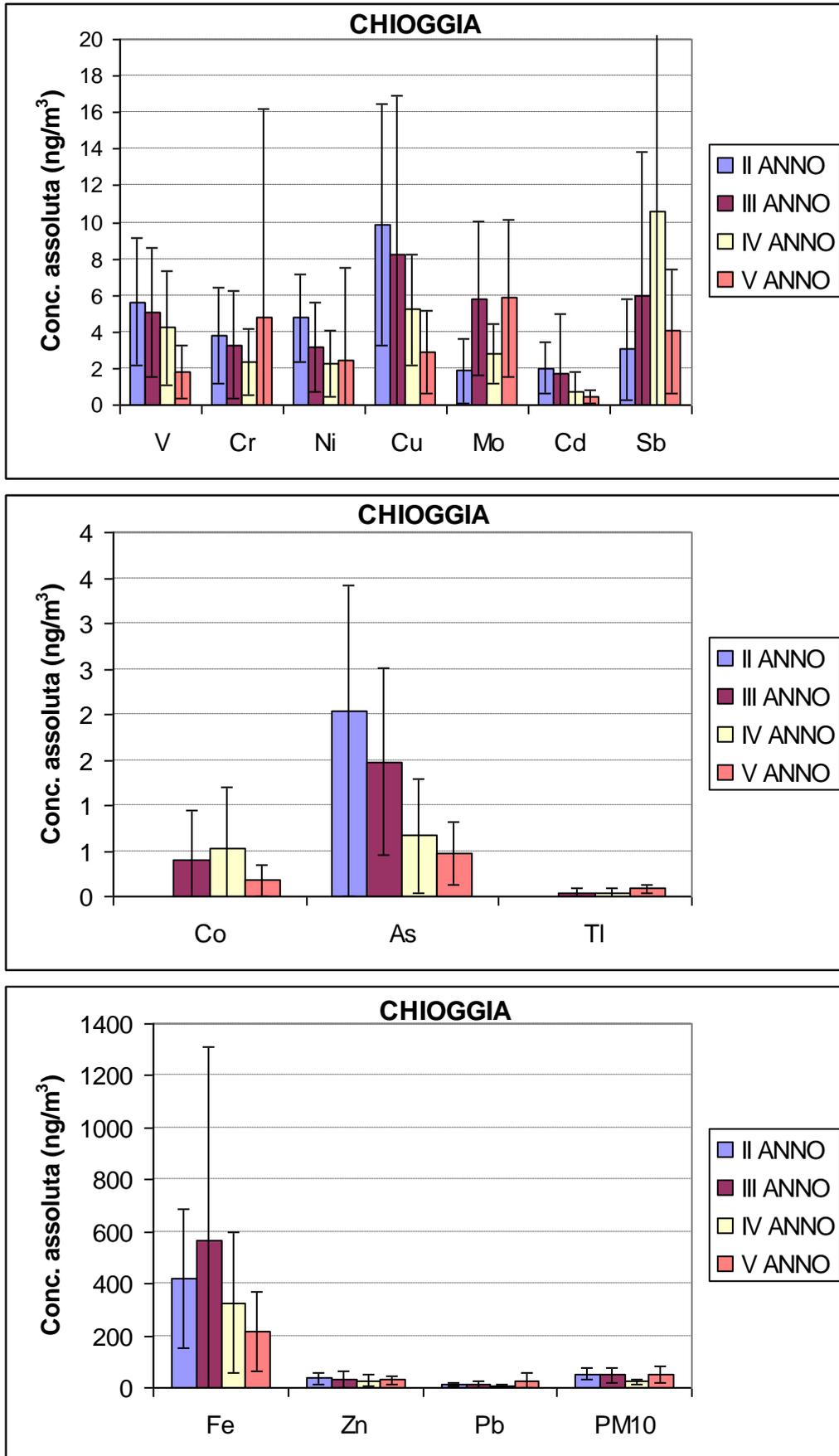


Fig. 4.24 - Andamenti delle concentrazioni medie assolute osservate a Chioggia nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

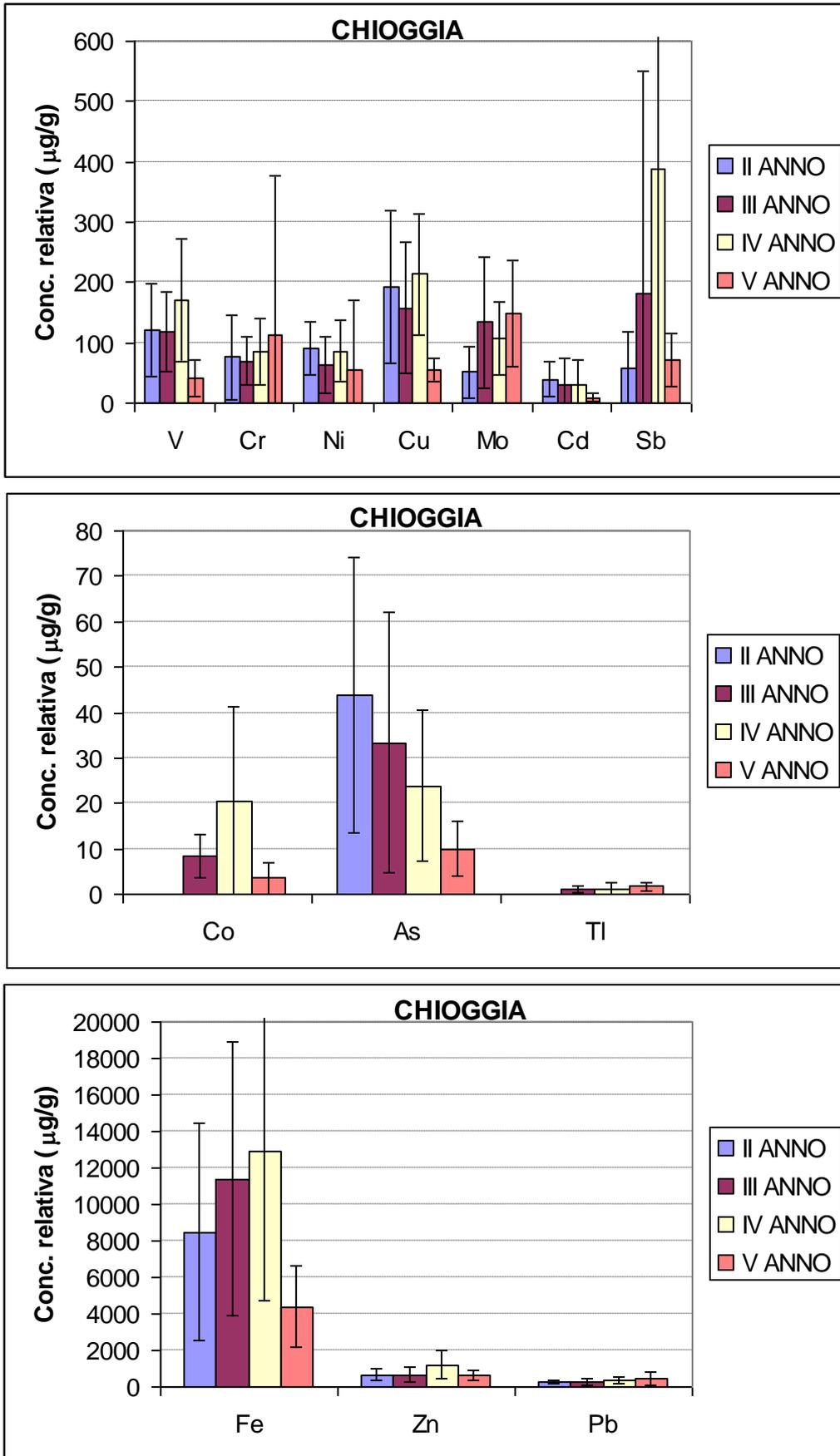


Fig. 4.25 - Andamenti delle concentrazioni medie relative a Chioggia nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

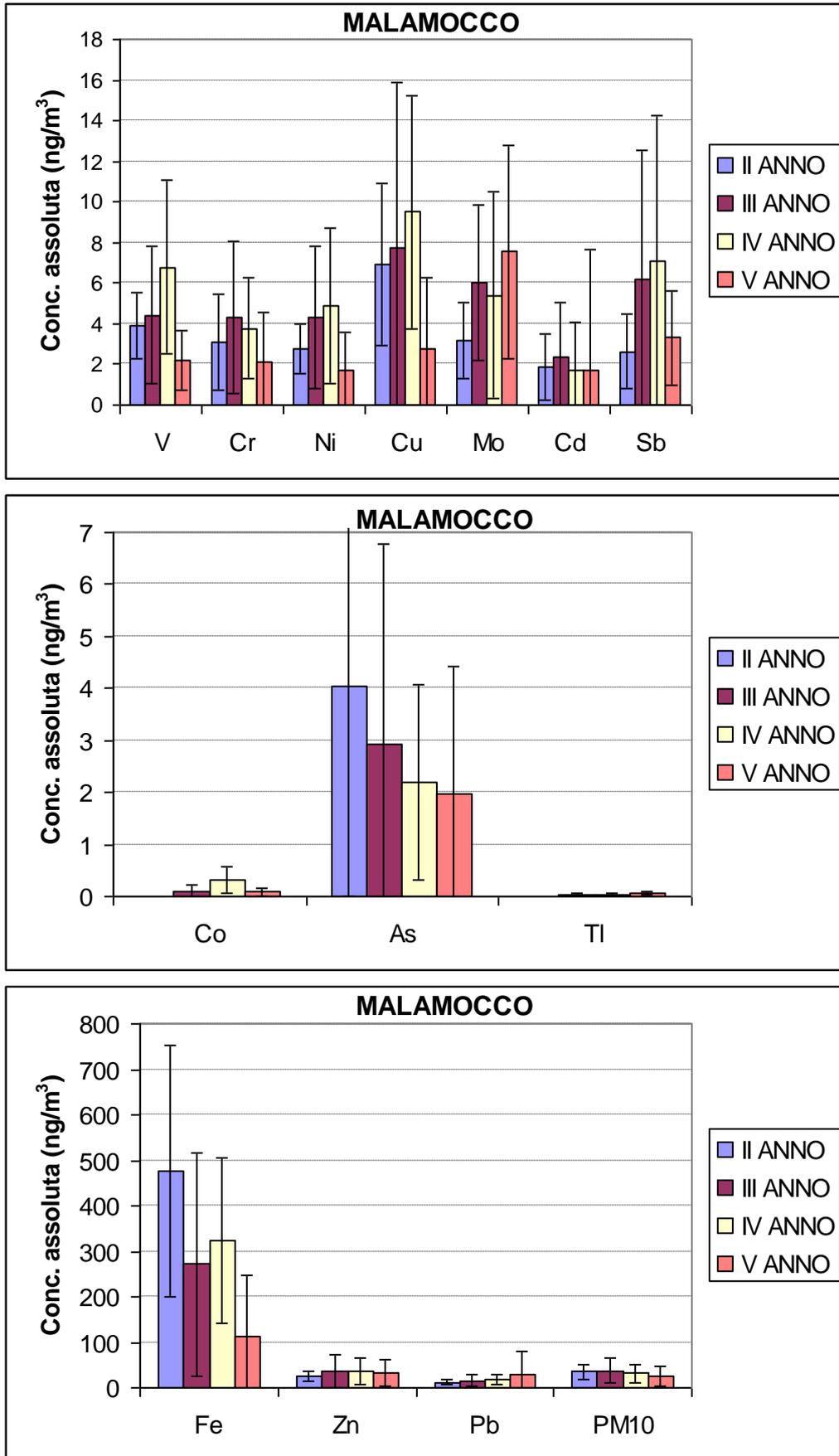


Fig. 4.26 – Andamenti delle concentrazioni medie assolute osservate a Malamocco nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

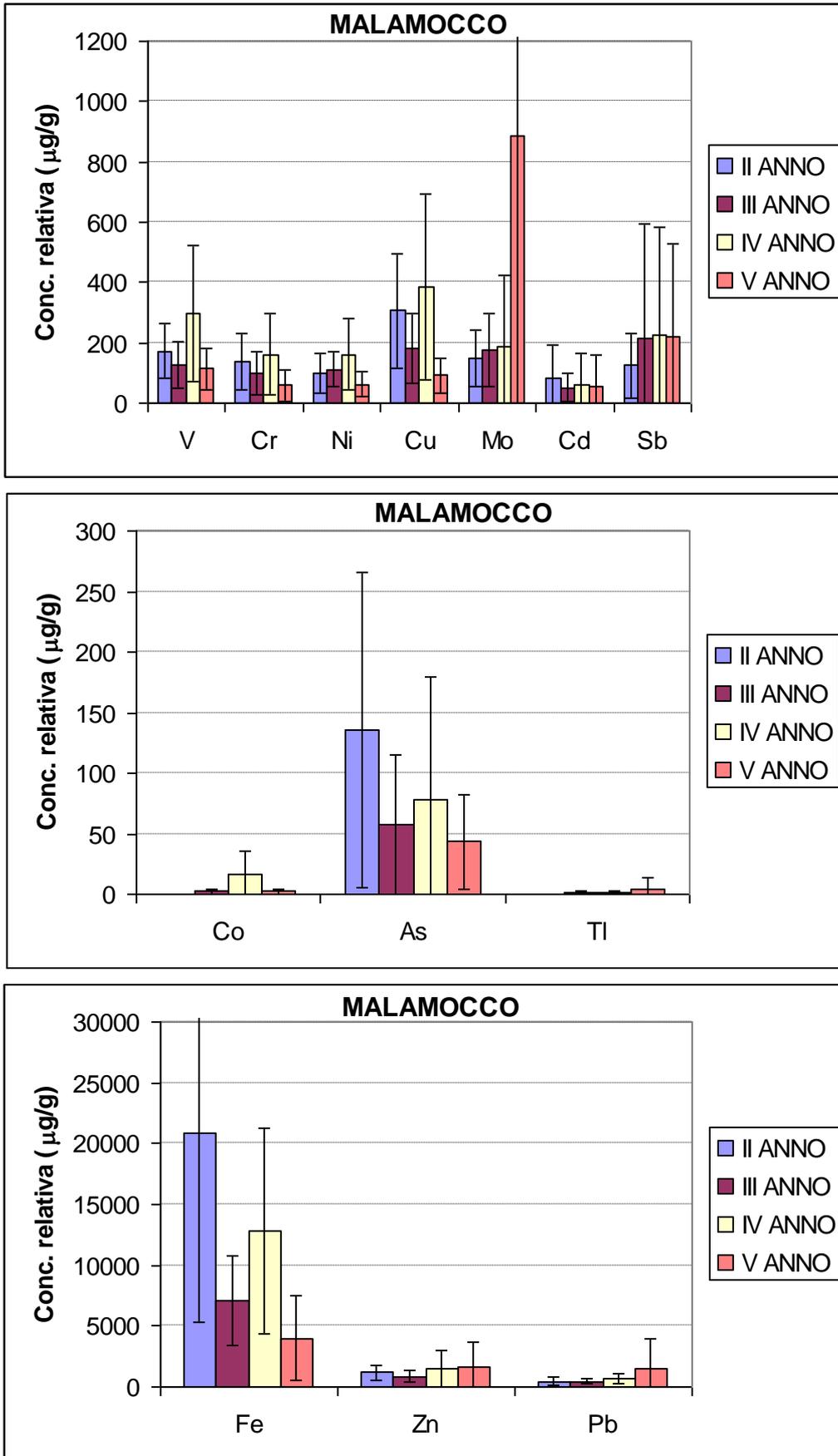


Fig. 4.27 - Andamenti delle concentrazioni medie relative osservate a Malamocco nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

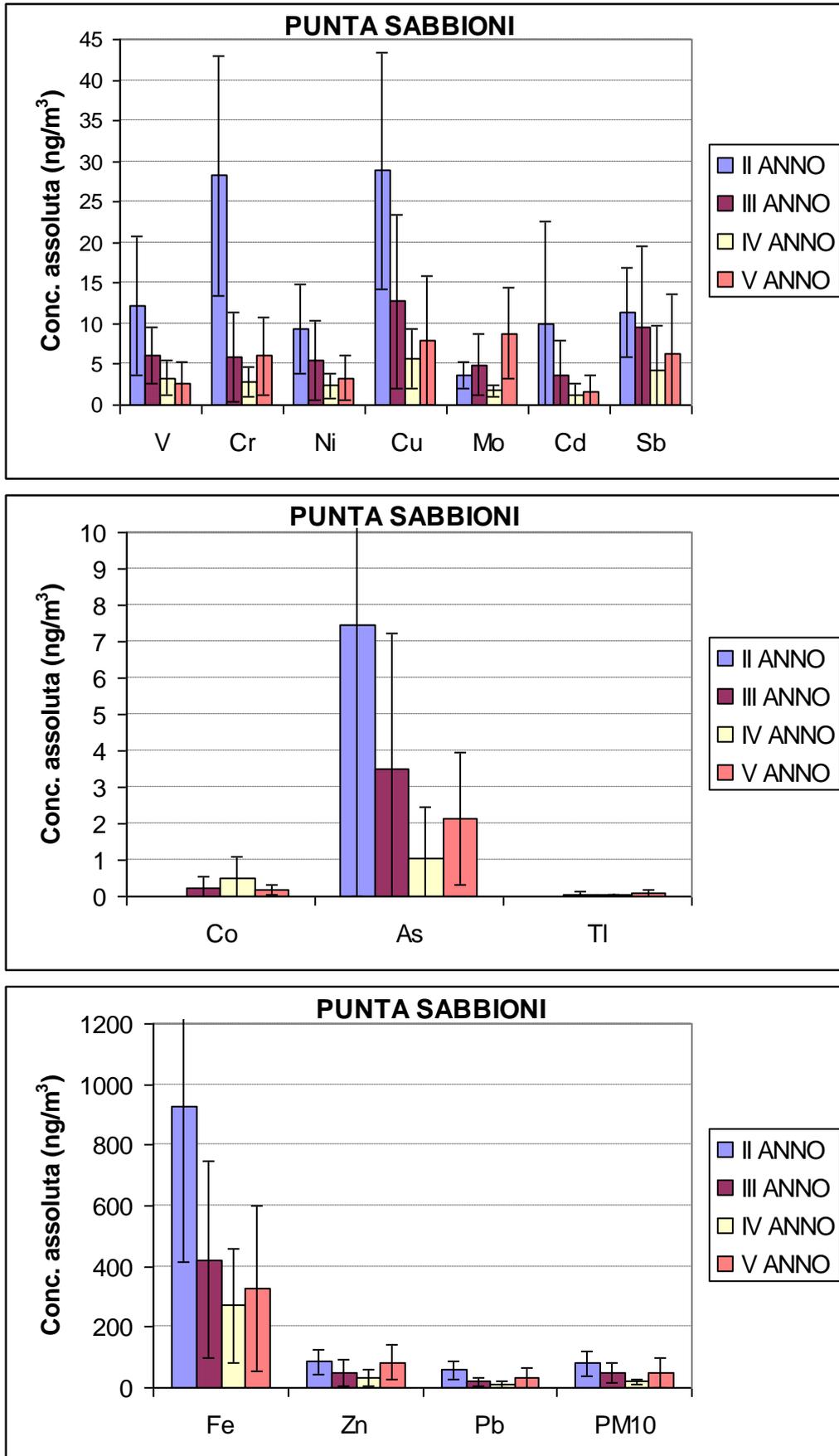


Fig. 4.28 – Andamenti delle concentrazioni medie assolute osservate a Punta Sabbioni nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

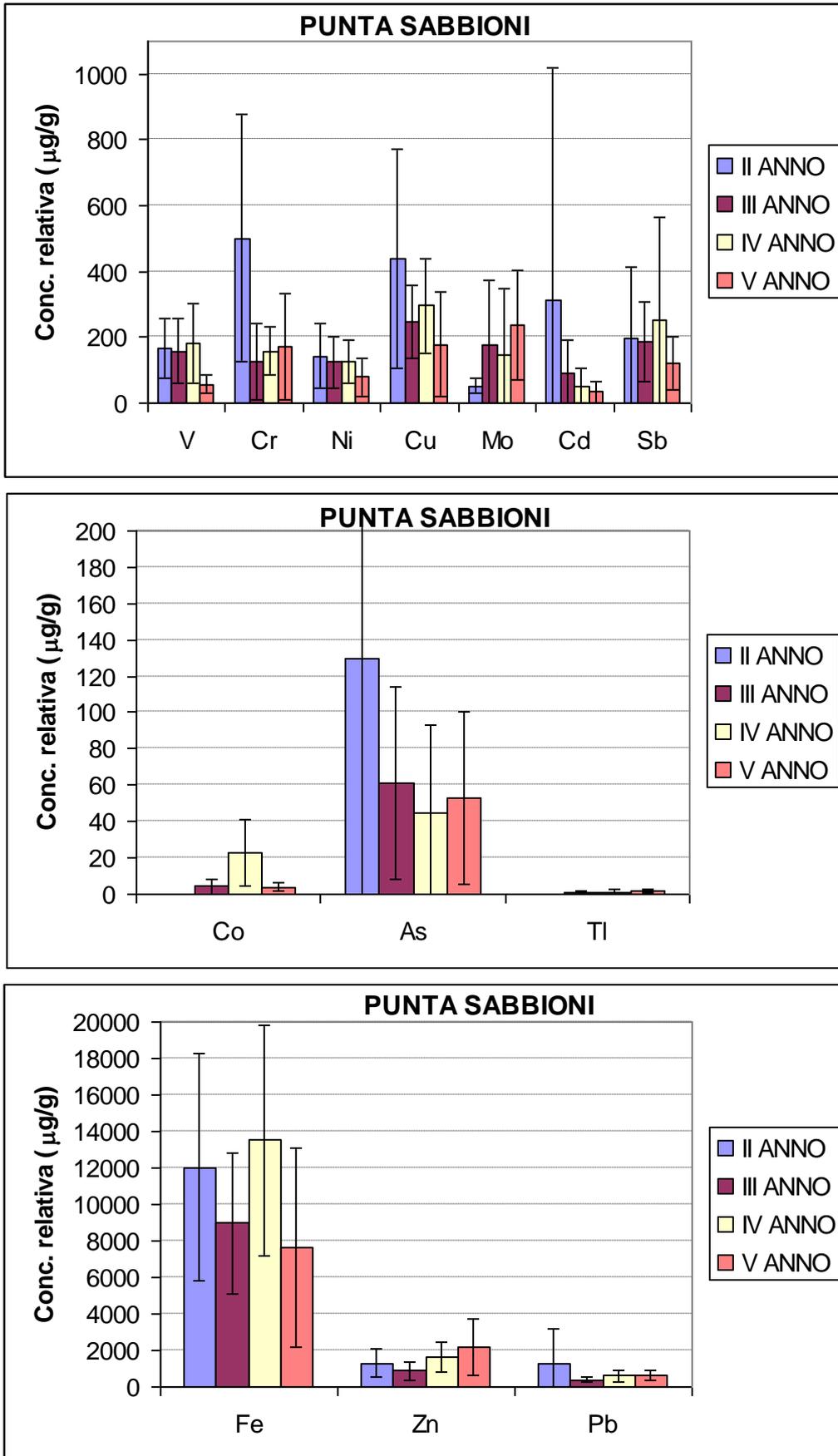


Fig. 4.29 - Andamenti delle concentrazioni medie relative osservate a Punta Sabbioni nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

Nel sito di Chioggia sono stati osservati, come già evidenziato, due giornate che presentano significativi picchi di concentrazione di Ni e Cr (in particolare il giorno festivo 03/02/2008 ed il giorno feriale 10/03/2010). Entrambi i giorni sono caratterizzati, al suolo, da venti intensi dalla direzione NE. Per approfondire lo studio dei giorni in questione sono state fatte le back-trajectories (utilizzando il modello HYSPLIT) con diversi orari di partenza. I risultati sono riportati nelle Figure 4.30 e 4.31.

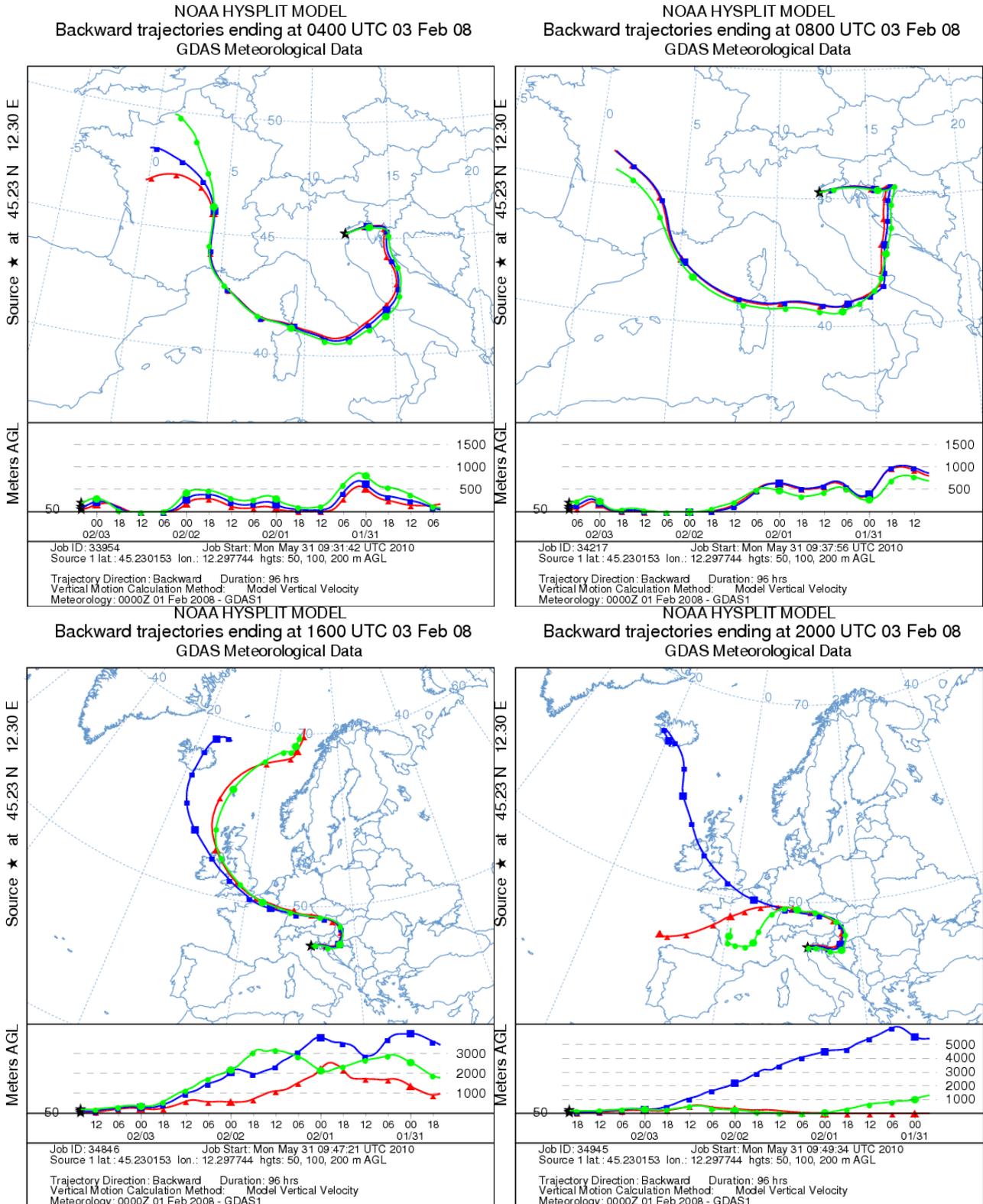


Fig. 4.30 - Back-trajectories per il giorno 03/02/2008 a partire da diverse ore della giornata.

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

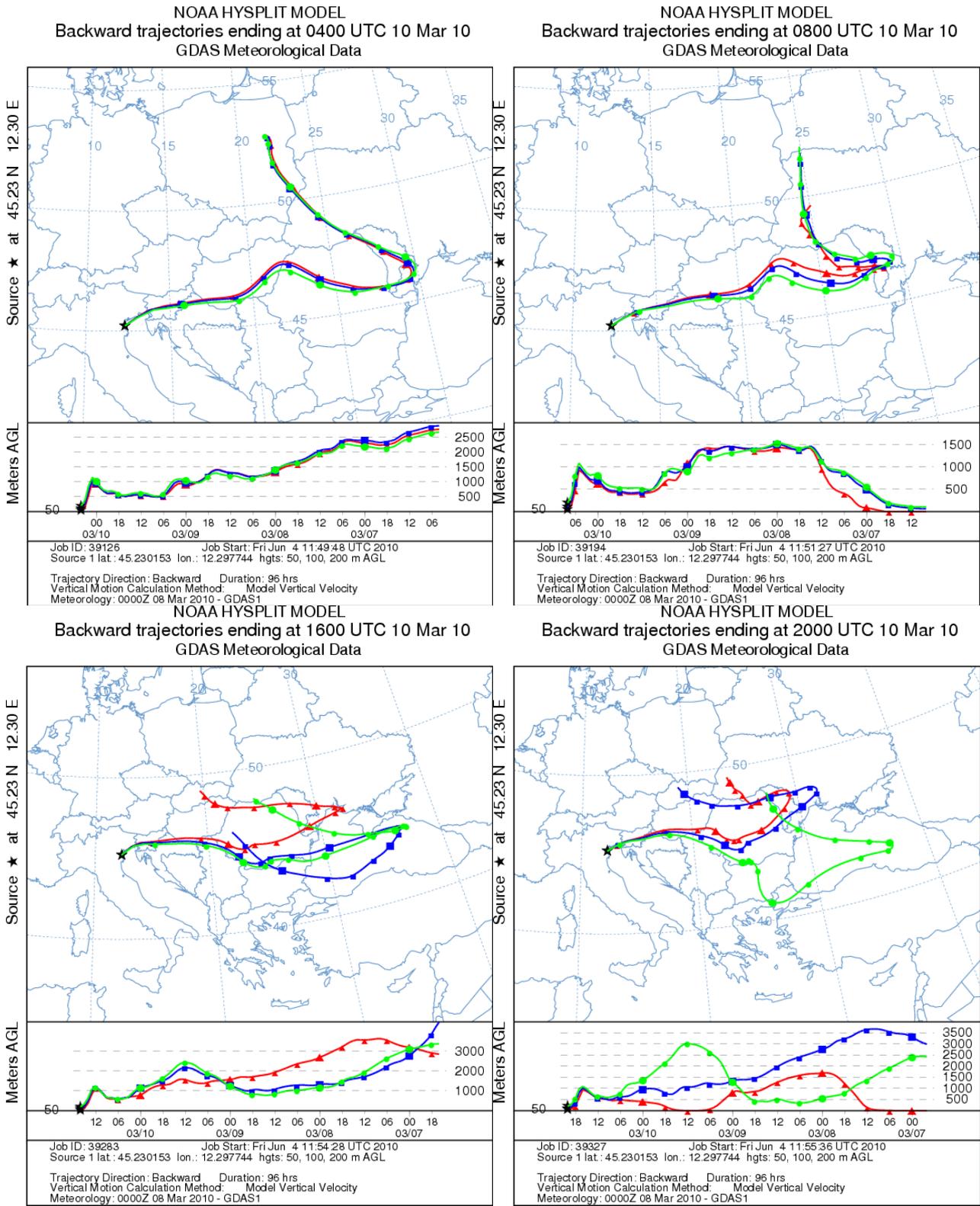


Fig. 4.31 - Back-trajectories per il giorno 10/03/2010 a partire da diverse ore della giornata

Si osserva che il giorno 03/02/2008 presenta traiettorie che arrivano sostanzialmente da E con una circolazione dal settore S. La circolazione cambia nel pomeriggio e diviene da N seppure a breve distanza le traiettorie arrivano da E. Il giorno 10/03/2010 presenta una maggiore stabilità delle

traiettorie che arrivano da E. Si sottolinea comunque che, in vicinanza del sito, le traiettorie hanno caratteristiche simili nei due giorni considerati.

4.5 Calibrazione del campionatore Air Genius (PM₁₀)

La calibrazione della stazione di misura a Punta Sabbioni è stata effettuata dal 03/02/2010 al 15/02/2010. Tutti i filtri sono stati sottoposti alla procedura di condizionamento (prima e dopo ogni pesata) come previsto dal DM n.60 e le pesate sono state svolte con bilancia analitica a 5 cifre decimali. Ciascun filtro è stato campionato per 24 ore a partire dalle ore 13 di ogni giorno. I risultati sono stati riportati nel III Rapporto di valutazione [III Rapporto di Valutazione, Studio B.6.72 B/5, Maggio 2010].

In sintesi, la media della concentrazione di PM₁₀ durante il periodo di misura è risultata pari a 34 µg/m³ con il metodo gravimetrico e 37 µg/m³ con il metodo ottico (LSPM, Air Genius). Il coefficiente di correlazione fra le concentrazioni determinate gravimetricamente e quelle ottenute con il campionatore automatico é pari a 0.98 (considerando anche un dato molto probabilmente anomalo si ottiene invece una correlazione pari a 0.84).

5 RISULTATI MONITORAGGIO IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

5.1 Introduzione

Il monitoraggio degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) è stato effettuato mediante due campagne di misura nelle due bocche di Lido e Malamocco; la prima dal 23/09/09 al 05/10/09 a Malamocco e dal 10/11/09 al 23/11/09 a Punta Sabbioni, mentre la seconda dal 02/03/10 al 17/03/10 a Malamocco e dal 01/02/10 al 15/02/10 a Punta Sabbioni.

5.2 Risultati del monitoraggio

Le Tabelle 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; RC rischio cancerogeno):

Tab. 5.1 - Riepilogo dati relativi alle due campagne di misura a Malamocco. Con (*) si indica un giorno con direzione del vento variabile. In rosso i periodi festivi. ND indica un dato non disponibile.

	Σ IPA Aerosol (ng/m ³)	Σ IPA Vapore (ng/m ³)	B(a)pirene Aerosol (ng/m ³)	Σ IPA RC Aerosol (ng/m ³)	Direzione Prevalente vento
1 Campagna					
Camp. 1	0.98	7.71	0.04	0.56	ESE (variabile) - 2.1 m/s
Camp. 2	1.77	8.96	0.08	1.29	NE (variabile) - 2.8 m/s
Camp. 3	0.62	4.38	0.03	0.44	NE - 5.7 m/s
Camp. 4	1.25	2.45	0.05	0.85	NE - 4.3 m/s
Camp. 5	0.85	1.70	0.07	0.61	OSO (variabile) - 2.0 m/s
Camp. 6	0.35	4.88	0.02	0.24	S (variabile) - 4.1 m/s
Camp. 7	1.52	6.21	0.13	1.12	NE - 6.1 m/s
Camp. 8	0.50	2.30	0.03	0.35	NE (variabile) - 2.9 m/s
Media	0.98	4.82	0.06	0.68	
Dev. Stand.	0.50	2.66	0.04	0.37	
2 Campagna					
Camp. 1	0.29	2.04	0.006	0.21	ENE - 2.7 m/s
Camp. 2	0.24	4.41	N.R.	0.09	NE - 8.1 m/s
Camp. 3	1.54	1.46	0.10	0.82	ENE - 9.2 m/s
Camp. 4	1.39	7.76	N.D.	0.71	OSO - 2.7 m/s
Camp. 5	5.69	9.54	0.72	4.85	SO - 2.2 m/s
Camp. 6	2.22	7.11	0.14	1.90	SE (variabile) - 2.2 m/s
Camp. 7	0.33	6.05	N.D.	0.19	SE - 2.4 m/s
Camp. 8	2.79	6.90	0.25	2.10	NNE (variabile) - 2.9 m/s
Media	1.81	5.66	0.24	1.36	
Dev. Stand.	1.83	2.82	0.28	1.70	

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

Tab. 5.2 - Riepilogo dati relativi alle due campagne di misura a Punta Sabbioni. Con (*) si indica un giorno con direzione del vento variabile. In rosso i periodi festivi. ND indica un dato non disponibile.

	Σ IPA Aerosol (ng/m ³)	Σ IPA Vapore (ng/m ³)	B(a)pirene Aerosol (ng/m ³)	Σ IPA RC Aerosol (ng/m ³)	Direzione Prevalente vento
1 Campagna					
Camp. 1	7.42	15.16	1.16	6.62	N.R. - calma di vento
Camp. 2	14.81	23.90	2.41	13.67	N - calma di vento
Camp. 3	11.26	28.71	1.71	10.27	N - calma di vento
Camp. 4	13.04	31.02	2.01	12.06	N.R. - calma di vento
Camp. 5	11.41	19.34	1.66	10.47	N.R. - calma di vento
Camp. 6	1.42	2.68	0.12	1.15	OSO - 0.7 m/s
Camp. 7	6.21	23.39	0.97	5.67	N.R. - calma di vento
Camp. 8	3.54	12.60	0.40	3.09	OSO - 1.6 m/s
Media	8.64	19.60	1.30	7.87	
Dev. Stand.	4.74	9.27	0.79	4.44	
2 Campagna					
Camp. 1	38.70	66.04	4.24	30.99	NNO (variabile) - 0.5 m/s
Camp. 2	36.31	55.23	4.87	29.97	N - 0.5 m/s
Camp. 3	1.37	21.47	0.11	1.32	NNE - 5.9 m/s
Camp. 4	7.88	12.68	0.51	5.14	NE-E (variabile) - 2.8 m/s
Camp. 5	7.66	21.78	0.50	4.97	NNE - 2.5 m/s
Camp. 6	9.58	18.46	0.88	6.82	NNE - 4.3 m/s
Camp. 7	9.09	26.60	0.80	6.46	NE - 2.4 m/s
Camp. 8	6.38	17.98	0.54	4.98	N - 1.5 m/s
Media	14.62	30.03	1.56	11.33	
Dev. Stand.	14.36	19.51	1.87	11.93	

Nel corso delle due campagne di misure ci sono stati campionamenti con concentrazioni di Benzo(a)pirene maggiori di 1 ng/m³ limitatamente al sito di Punta Sabbioni; i valori maggiori si osservano nella prima parte della seconda campagna di misura che è un periodo di significativo inquinamento nell'area di Venezia e verrà approfondito nelle conclusioni di questo capitolo.

Le Figure 5.1-5.2 riportano in forma grafica le concentrazioni misurate nelle due campagne di misure per gli IPA Totali (sia in fase gassosa che aerosol) e per il Benzo(a)pirene.

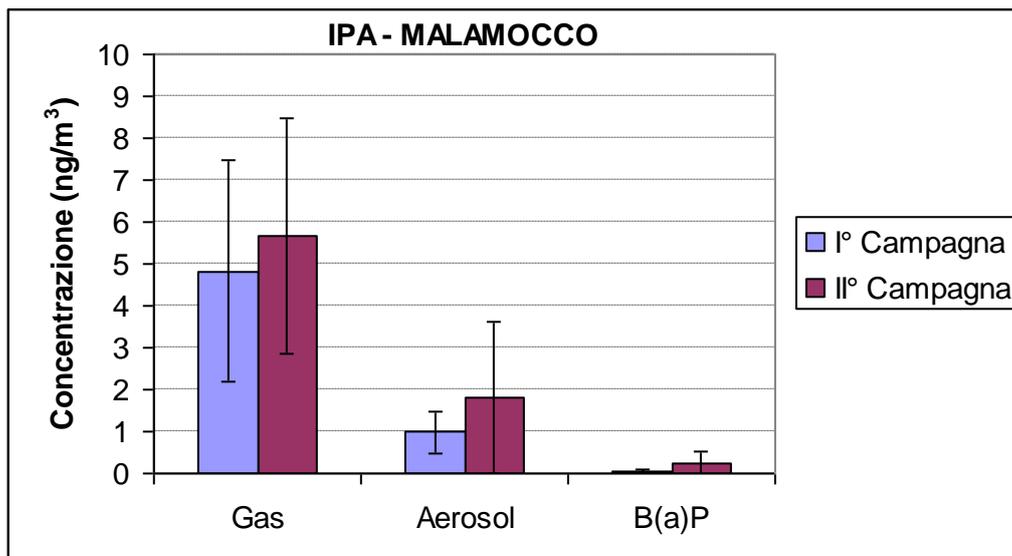


Fig. 5.1 - IPA totali (fase gassosa e aerosol) e Benzo(a)pirene a Malamocco.

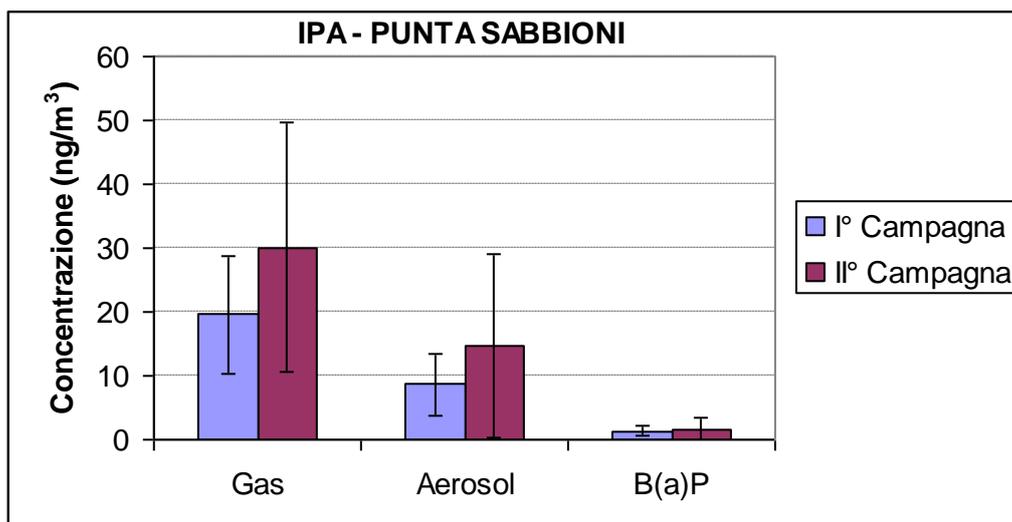


Fig. 5.2 - IPA totali (fase gassosa e aerosol) e Benzo(a)pirene a Punta Sabbioni.

Le Tabelle 5.3 e 5.4 riportano i dati riassuntivi relativi ai monitoraggi effettuati nel quinto anno di attività. Vengono riportate le concentrazioni di IPA Totali (fase gassosa ed aerosol), IPA a Rischio Cancerogeno (IPA RC fase aerosol), il Fluorantene (fase aerosol) [Mascllet P. *et al.*, 1986], la somma degli IPA ritenuti da Khalili N. R. *et al.* [1995] significativi di emissioni diesel (somma di Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene e Fenantrene nella fase aerosol) e il Benzo(a)pirene (fase aerosol).

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

	ΣIPA Vapore (ng/m ³)	ΣIPA Aerosol (ng/m ³)	ΣIPA RC (ng/m ³)	Fluorantene (ng/m ³)	ΣIPA Emiss. Diesel (ng/m ³)	Benzo(a)pirene (ng/m ³)
1 Campagna						
Media	4.82	0.98	0.68	0.11	0.07	0.06
Dev. Stand.	2.66	0.50	0.37	0.05	0.07	0.04
2 Campagna						
Media	5.66	1.81	1.36	0.17	0.12	0.24
Dev. Stand.	2.82	1.83	1.60	0.12	0.09	0.28
5 Anno						
Media	5.24	1.39	1.02	0.14	0.10	0.13
Dev. Stand.	2.68	1.36	1.18	0.09	0.08	0.19

Tab. 5.4 - Risultati campionamenti effettuati a Punta Sabbioni

	ΣIPA Vapore (ng/m ³)	ΣIPA Aerosol (ng/m ³)	ΣIPA RC (ng/m ³)	Fluorantene (ng/m ³)	ΣIPA Emiss. Diesel (ng/m ³)	Benzo(a)pirene (ng/m ³)
1 Campagna						
Media	19.60	8.64	7.87	0.26	0.18	1.30
Dev. Stand.	9.27	4.74	4.44	0.10	0.08	0.79
2 Campagna						
Media	30.03	14.62	11.33	1.45	0.73	1.56
Dev. Stand.	19.51	14.36	11.93	0.89	0.47	1.87
5 Anno						
Media	24.82	11.63	9.60	0.82	0.45	1.43
Dev. Stand.	15.71	10.78	8.88	0.85	0.43	1.39

Nella seconda campagna di misure a Punta Sabbioni si è avuto un incremento nelle concentrazioni di IPA (sia in fase gassosa che aerosol). Anche i composti rappresentativi delle emissioni diesel presentano concentrazioni superiori nella seconda campagna rispetto alla prima e questo può essere dovuto alle condizioni atmosferiche in quanto la seconda campagna avviene nel periodo invernale e le concentrazioni di IPA sono mediamente maggiori.

5.3 Superamenti di soglia

La Tabella 5.5 riporta il confronto fra le concentrazioni di Benzo(a)pirene e le soglie di attenzione (Tab. 2.4). Nel caso in cui la campagna di misura sia avvenuta a cavallo tra due mesi, il valore soglia è stata calcolata come media dei valori dei due mesi.

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

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

Sito		Benzo(a)pirene (ng/m ³)	Soglia Benzo(a)pirene (ng/m ³)
Malamocco	1 Campagna: 23/09/09-05/10/09		
	Media	0.06	0.65
	Dev. Stand.	0.04	/
	2 Campagna: 02/03/10-17/03/10		
	Media	0.24	1.3
	Dev. Stand.	0.28	/
Punta Sabbioni	1 Campagna: 10/11/09-23/11/09		
	Media	1.30	3.9
	Dev. Stand.	0.79	/
	2 Campagna: 01/02/10-15/02/10		
	Media	1.56	3.6
	Dev. Stand.	1.87	/

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 dalle medie (relative all'anno 2008) di Benzo(a)pirene per le stazioni di Bissuola e Circonvallazione che sono rispettivamente pari a 0.8 ng/m³ e 1, 0 ng/m³ [Qualità dell'aria nel Comune di Venezia, Rapporto Annuale Aria 2008, ARPAV]. Nel 2009 presso la stazione di Bissuola è stato osservato un valore medio della concentrazione di Benzo(a)pirene pari a 1.1 ng/m³ mentre è stato rilevato un valore di 0.5 ng/m³ presso la stazione di Concordia Sagittaria [Relazione Regionale della Qualità dell'Aria 2009, Arpa Veneto, Giugno 2010]. Tali valori sono confrontabili con quelli ottenuti a Punta Sabbioni nel quinto anno di monitoraggio (concentrazione media di Benzo(a)pirene 1,43 ng/m³ - Tab. 5.4) Invece la concentrazione media osservata a Malamocco è significativamente inferiore (0.13 ng/m³ - Tab. 5.3). 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:

- Fase A (Febbraio 2005), seconda campagna del secondo anno di monitoraggio (Febbraio 2007), seconda campagna del terzo anno di monitoraggio (Febbraio 2008), seconda campagna del quarto anno di monitoraggio (Febbraio 2009) e seconda campagna del quinto anno di monitoraggio (Febbraio 2010). Non si considera la seconda campagna del primo anno di monitoraggio in quanto è stata svolta in un periodo stagionale non confrontabile con i successivi monitoraggi (04/04/06-12/04/06);
- prima campagna del primo anno di monitoraggio (Novembre 2005), prima campagna del secondo anno di monitoraggio (Novembre 2006), prima campagna del terzo anno di monitoraggio (Novembre 2007), prima campagna del quarto anno di monitoraggio (Novembre 2008) e la prima campagna del quinto anno di monitoraggio (Novembre 2009).

La Figura 5.3 riporta l'istogramma relativo al confronto fra le seconde campagne di monitoraggio, mentre la Figura 5.4 riguarda la prima campagna di misura di ogni anno di monitoraggio. La barra degli errori riporta una deviazione standard. Nelle Figure 5.5 e 5.6 si riporta, per il sito di Malamocco, una analisi simile a quella delle Figure 5.3 e 5.4 confrontando separatamente i periodi della prima e della seconda campagna di misura per i diversi anni di monitoraggio.

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

Si osserva che le concentrazioni medie ottenute nel quinto anno di monitoraggio sono confrontabili con quelle ottenute nei precedenti anni di monitoraggio sia a Punta Sabbioni che a Malamocco.

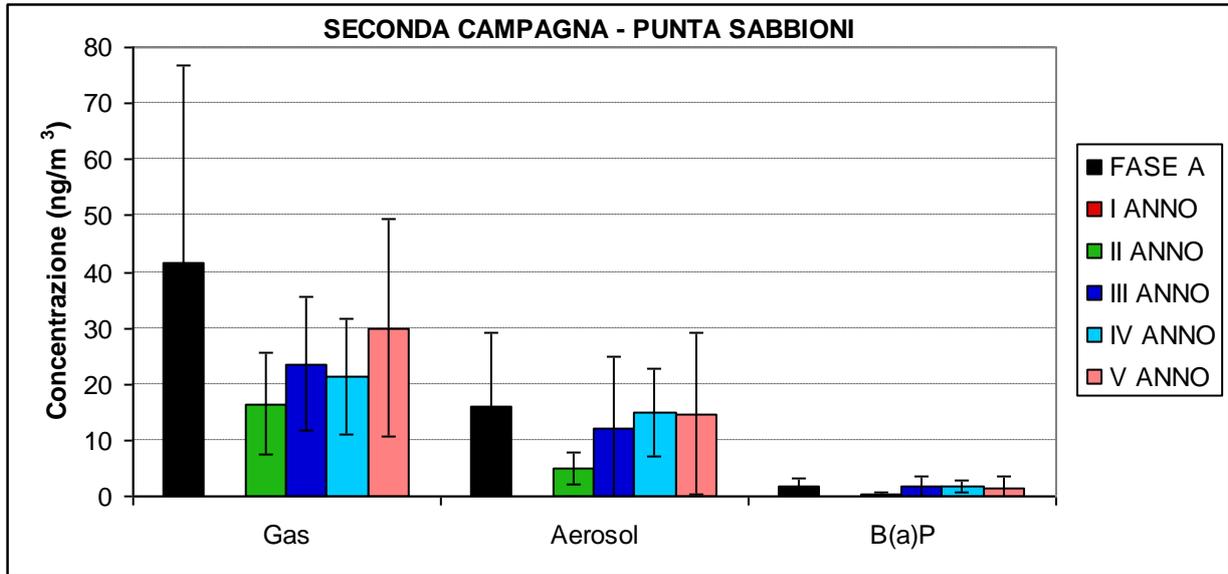


Fig. 5.3 – Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (seconda campagna) a Punta Sabbioni.

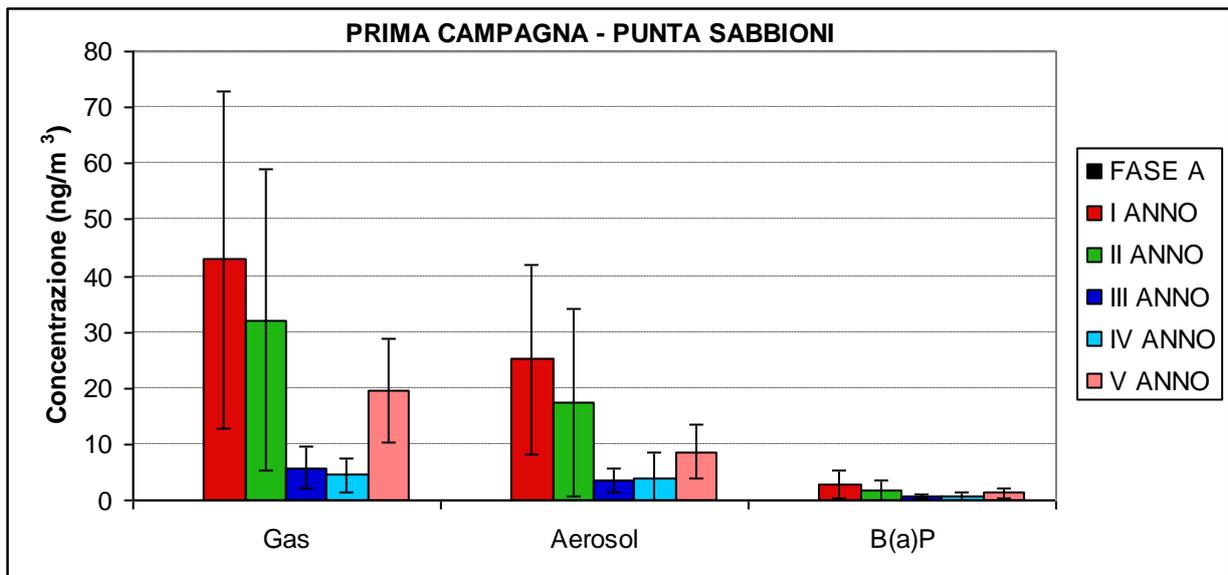


Fig. 5.4 – Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (prima campagna) a Punta Sabbioni.

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

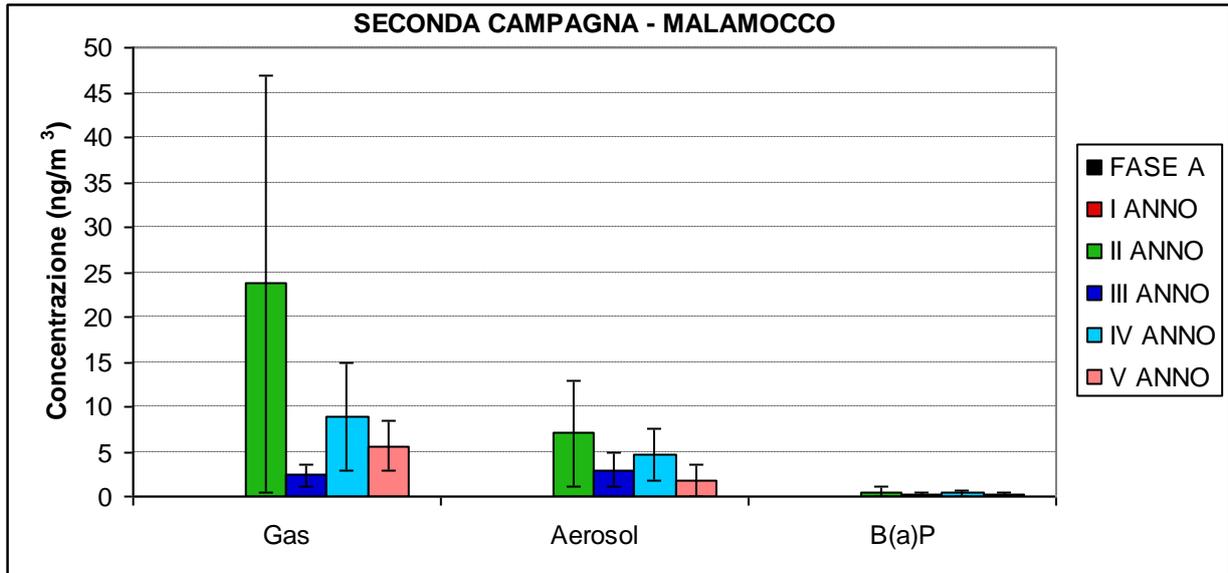


Fig. 5.5 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (seconda campagna) a Malamocco.

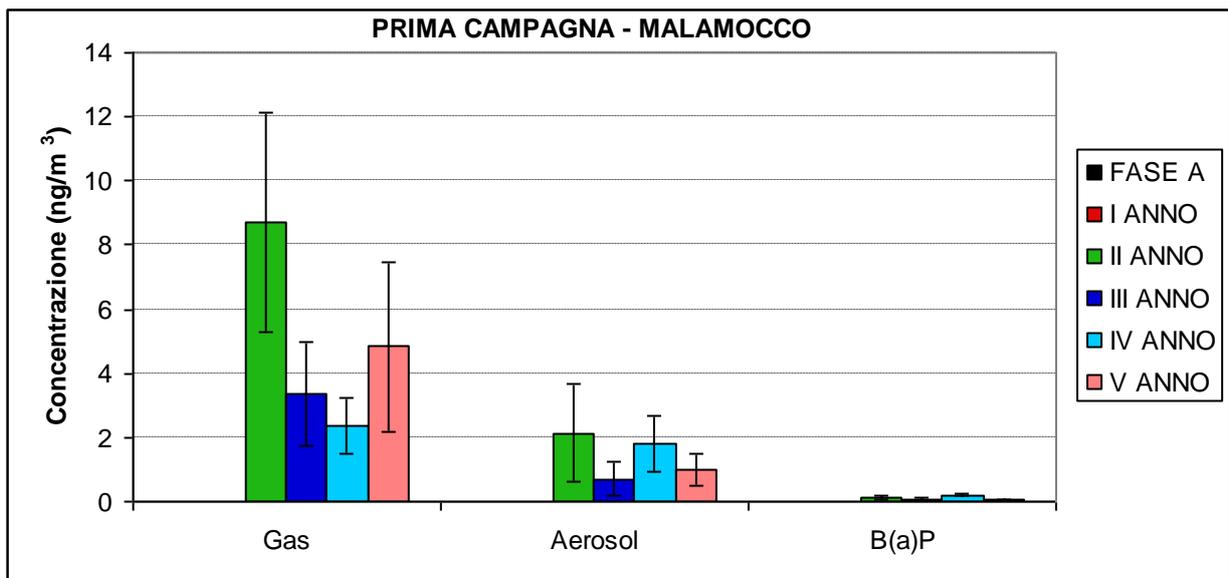


Fig. 5.6 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (prima campagna) a Malamocco.

Infine, la Tabella 5.6 riporta, per il sito di Punta Sabbioni, le medie relative al quinto 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. Una analisi simile per il sito di Malamocco è riportata in Tabella 5.7.

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

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

5 Anno	ΣIPA (ng/m³)	ΣIPA RC (ng/m³)	Benzo(a)pirene (ng/m³)
Giorni festivi			
Media	7.30	5.92	0.78
Dev. Stand.	3.28	3.17	0.59
Giorni lavorativi			
Media	13.07	10.83	1.65
Dev. Stand.	12.11	9.91	1.53

Tab. 5.7 – Medie ottenute nei giorni festivi (cantiere chiuso) e feriali nella parte aerosol – Malamocco

5 Anno	ΣIPA (ng/m³)	ΣIPA RC (ng/m³)	Benzo(a)pirene (ng/m³)
Giorni festivi			
Media	1.38	0.98	0.08
Dev. Stand.	0.71	0.65	0.05
Giorni lavorativi			
Media	1.40	1.03	0.15
Dev. Stand.	1.55	1.33	0.23

Si osserva che i valori medi risultano maggiori nei giorni lavorativi rispetto ai giorni festivi in entrambi i siti di monitoraggio inoltre la variabilità dei dati (deviazione standard) è maggiore nei periodi feriali. Tuttavia le differenze fra periodi feriali e festivi sono più evidenti a Punta Sabbioni. Infine le Figure 5.7 e 5.8 riportano il confronto con i precedenti anni di monitoraggio rispettivamente per Punta Sabbioni e Malamocco.

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

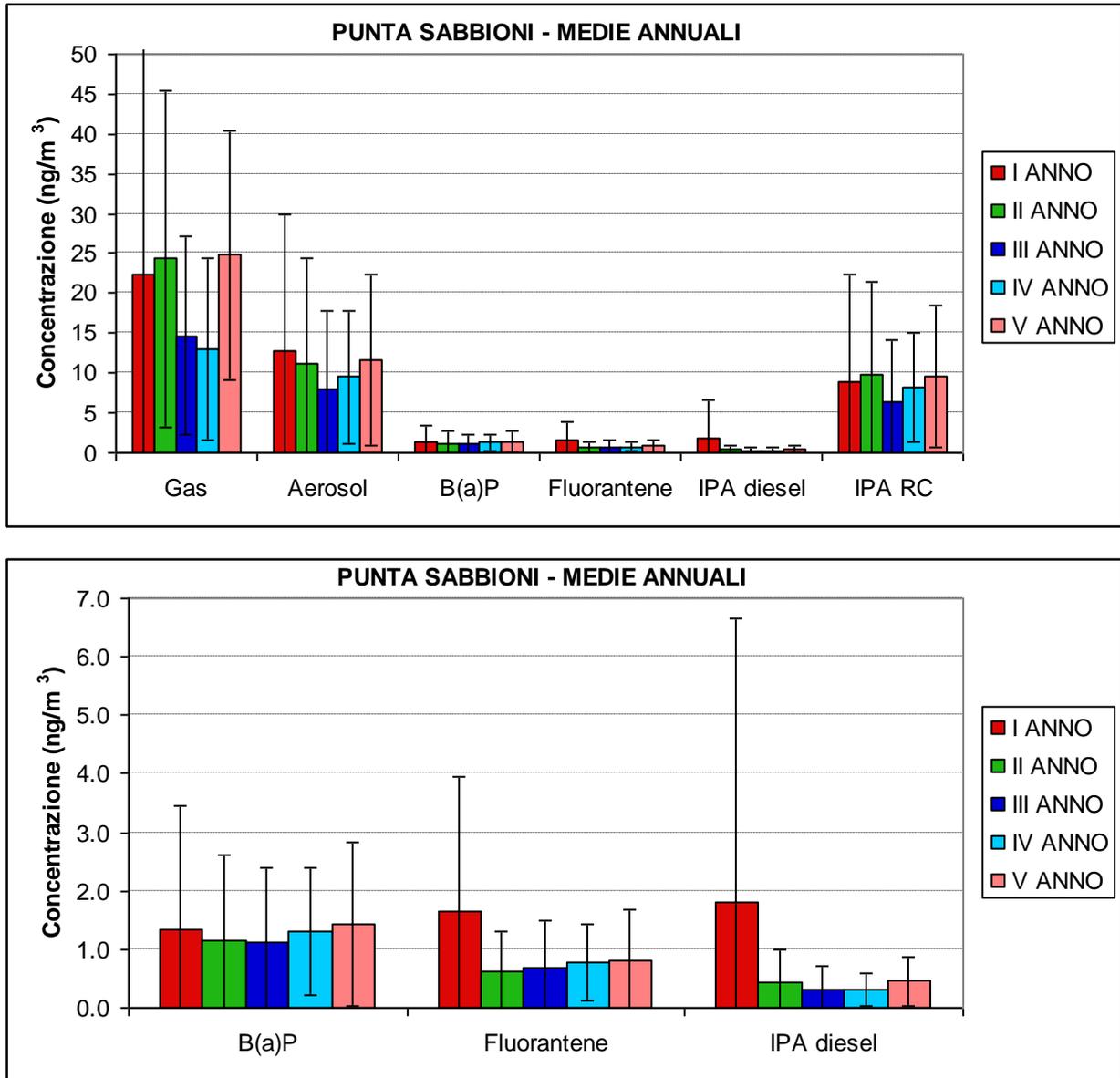


Fig. 5.7 - Andamento delle concentrazioni di IPA negli anni di monitoraggio (Punta Sabbioni). Fluorantene, IPA Diesel e B(a)p sono riportati anche separatamente per facilitare la lettura.

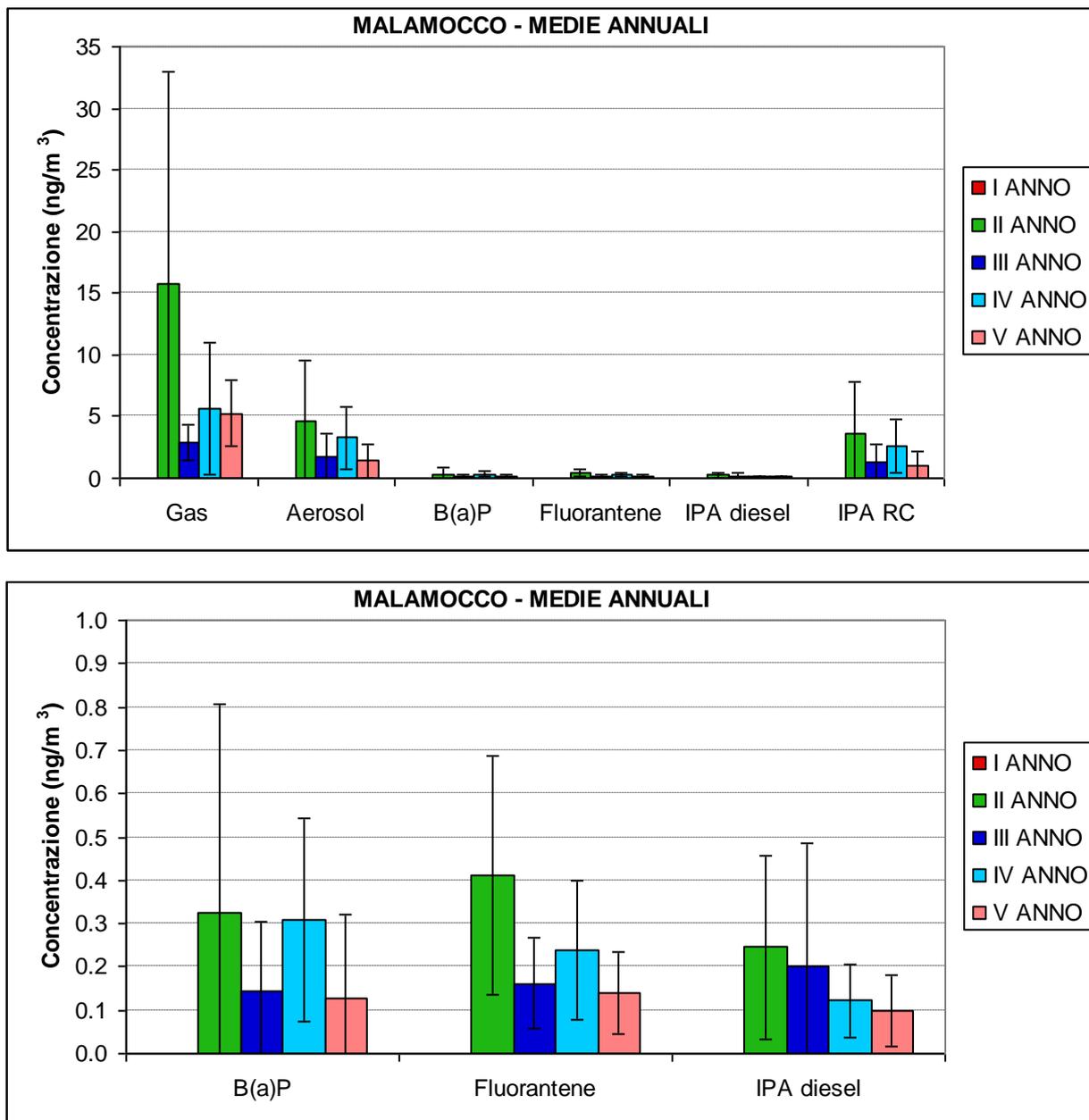


Fig. 5.8 - Andamento delle concentrazioni di IPA negli anni di monitoraggio (Malamocco). Fluorantene, IPA Diesel e B(a)p sono riportati anche separatamente per facilitare la lettura.

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 generalmente rilevate da ARPAV presso le stazioni di Bissuola e Circonvallazione.

In generale le concentrazioni di IPA sono risultate maggiori a Punta Sabbioni rispetto a Malamocco e in particolare durante la seconda campagna di misure. Il confronto per Punta Sabbioni fra periodi di monitoraggio stagionalmente omogenei (per la correlazione stagionale degli IPA) indica una correlazione positiva fra periodi più freddi (Fase A e seconda campagna di misure del II anno di monitoraggio) e maggiori concentrazioni di inquinanti.

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

Il confronto fra giorni lavorativi e festivi, seppure in modo qualitativo, indica maggiori concentrazioni nei periodi di attività di cantiere (Tabelle 5.6 e 5.7). Per quanto riguarda la seconda campagna a Punta Sabbioni le concentrazioni maggiori sono osservate nei primi due campioni fra il 01/02/10 ed il 05/02/10 associate a venti dal settore N-NNO. Nei giorni indicati sono state osservate significative concentrazioni di diversi metalli (a Punta Sabbioni) e di PM₁₀. Inoltre, come riportato nel Rapporto di Misura mensile di Febbraio 2010, anche le centraline di ARPA Veneto di Sacca Fisola e Bissuola mostrano significativi livelli di particolato nella prima settimana di Febbraio 2010. Può quindi trattarsi di un periodo di inquinamento generalizzato nell'area di Venezia non necessariamente dovuto alle emissioni dei cantieri. Non si esclude, però, che durante la seconda campagna di monitoraggio vi siano stati contributi alle concentrazioni degli IPA dovuti alle attività di cantiere a Punta Sabbioni.

6 RISULTATI MONITORAGGIO GAS

6.1 Introduzione

Le misure di gas prevedono la determinazione della concentrazione del monossido di carbonio (CO), del biossido di azoto (NO₂) e degli ossidi di azoto (NO_x).

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) a Malamocco per tutte le campagne di misura del 2009. I dati meteorologici relativi alla campagna di misura a Punta Sabbioni del Gennaio 2010 sono stati ottenuti dalla stazione MAV di Ceppe in quanto non erano disponibili i dati della stazione di misura di Punta Sabbioni.

Punta Sabbioni:

SAB34: 23/05/09 - 29/05/09;

SAB35: 06/06/09 - 12/06/09;

SAB36: 20/07/09 - 26/07/09;

SAB37: 06/09/09 - 12/09/09;

SAB38: 21/10/09 - 27/10/09;

SAB39: 07/11/09 - 13/11/09;

SAB40: 15/12/09 - 21/12/09;

SAB41: 05/01/10 - 11/01/10.

Malamocco:

MAL32: 08/05/09 - 14/05/09;

MAL33: 22/06/09 - 28/06/09;

MAL34: 07/07/09 - 13/07/09;

MAL35: 31/07/09 - 06/08/09;

MAL36: 24/08/09 - 30/08/09 ;

MAL37: 22/11/09 - 28/11/09;

MAL38: 05/12/09 - 11/12/09.

Oltre alle campagne di misura previste da DT, come riportato nel Cap. 2, sono state effettuate delle ulteriori misure (19/02/10-25/02/10; 08/03/10-14/03/10; 07/04/10-13/04/10) a Punta Sabbioni riportando nei singoli Rapporti di Misura mensili i valori medi ottenuti senza ulteriori elaborazioni.

6.2.1 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 scorrendo i periodi di lavoro (ore 8-20) ed i periodi di interruzione delle attività di cantiere (ore 00-07, ore 21-23 e festivi/ferie). Il numero di dati è rispettivamente pari a 607 per i periodi di attività del cantiere e 728 per i restanti periodi (interruzione delle attività di cantiere). Le Figure 6.4-6.6 riportano la stessa tipologia di analisi in cui però le concentrazioni sono messe in correlazione con la velocità del vento. Si osserva che i massimi orari di NO₂ e NO_x sono associati a periodi di calma di vento o di vento debole.

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. Inoltre le concentrazioni in tali direzioni sono simili a quelle osservate nelle direzioni comprese fra N e NE (0 - 45 gradi).

Le Tabelle 6.1-6.3 riportano i valori medi ed i valori massimi orari rispettivamente per tutti i dati, per i periodi di attività e di interruzione delle attività di cantiere. Nella Tabella 6.4 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i diversi periodi di monitoraggio fatti a Punta Sabbioni nel corso del quinto anno di monitoraggio. Si osserva che i valori medi di tutti i gas sono maggiori nei periodi di interruzione delle attività di cantiere ed anche i valori massimi orari del periodo. Infine molti dei massimi orari osservati nelle diverse campagne di misura avvengono in orari di inattività del cantiere (Tab. 6.4).

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

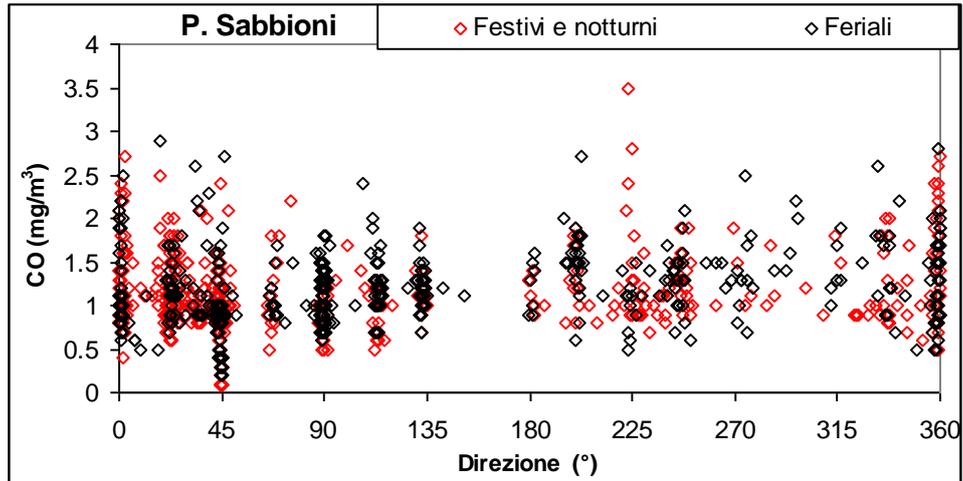


Fig. 6.1 - Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

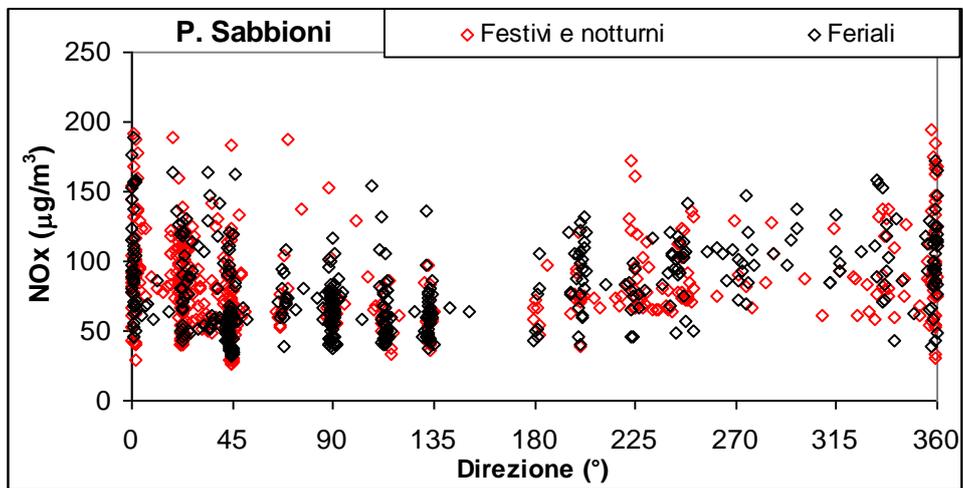


Fig. 6.2 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

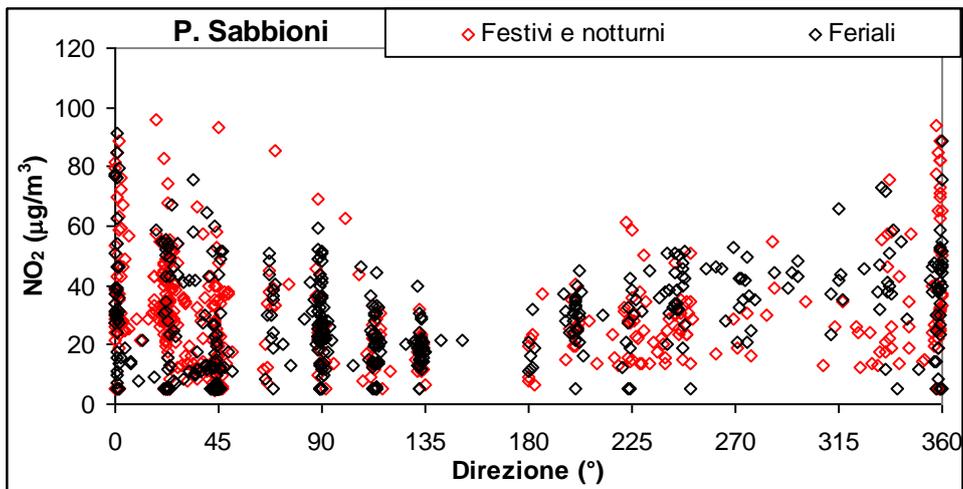


Fig. 6.3 - Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

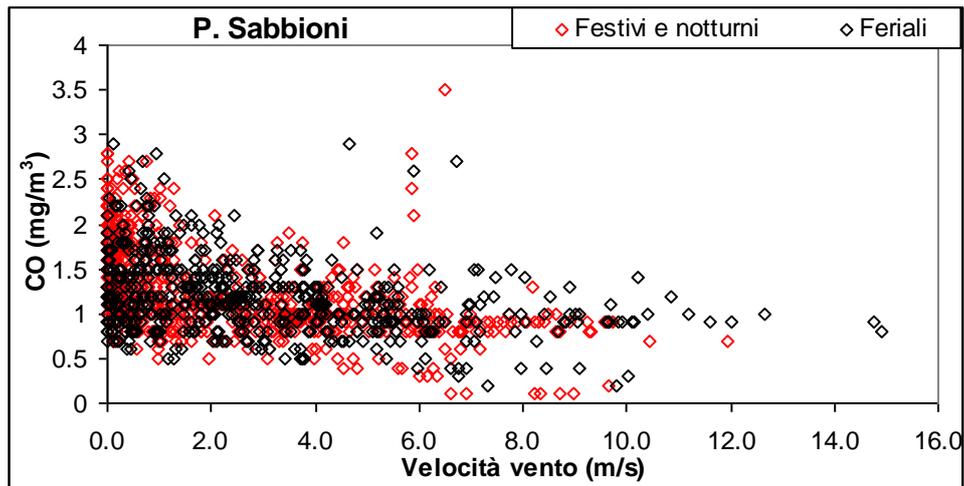


Fig. 6.4 - Concentrazione oraria di CO in funzione della velocità del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

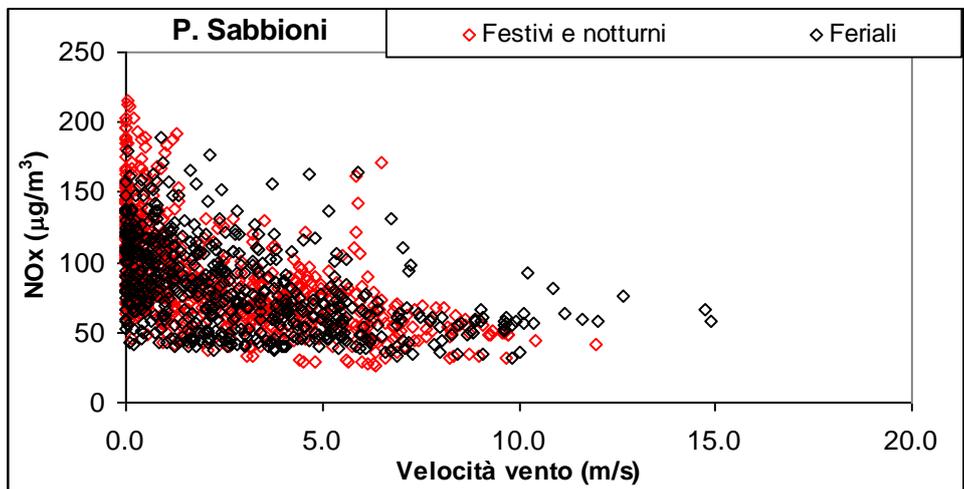


Fig. 6.5 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della velocità del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

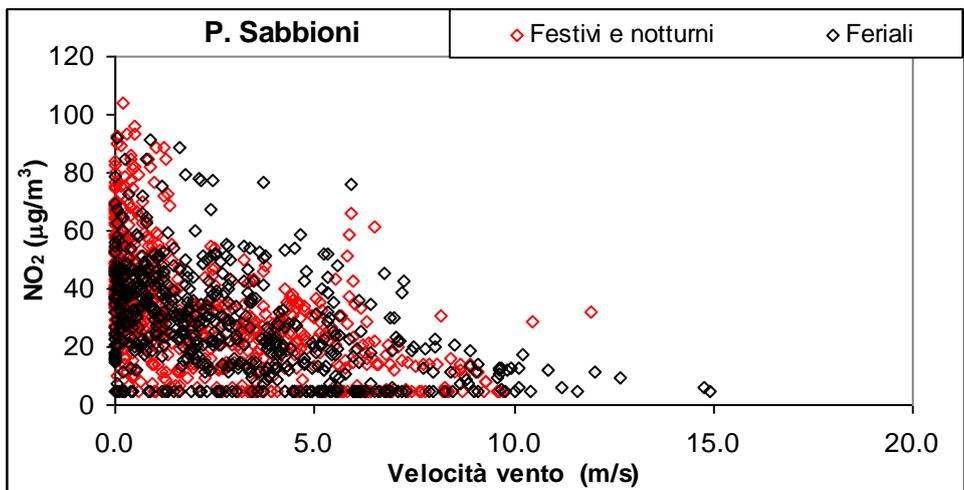


Fig. 6.6 - Concentrazione oraria di NO2 in funzione della velocità del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

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

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max orario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1223	3500 (06/06/2009 ore 21 vento intenso da SO)
NO _x	87	215 (06/09/2009 ore 22 calma di vento)
NO ₂	30	104 (12/09/2009 ore 21 calma di vento)

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

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1200	2900 (25/05/2009 ore 9 calma di vento e 05/01/2010 ore 19 vento da NNE)
NO _x	82	189 (10/09/2009 ore 8 vento debole da N)
NO ₂	28	92 (12/09/2009 ore 20 calma di vento)

Tab. 6.3 – Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere fermo) a Punta Sabbioni.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1243	3500 (06/06/2009 ore 21 vento intenso da SO)
NO _x	90	215 (06/09/2009 ore 22 calma di vento)
NO ₂	31	104 (12/09/2009 ore 21 calma di vento)

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

Tab. 6.4 Medie e massime orarie dei gas monitorati per i diversi periodi di monitoraggio a Punta sabbioni.

Periodo	Media CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SAB34	1454	94	21	2900 (25/05/09 ore 08)	200 (29/05/09 ore 01)	68 (29/05/09 ore 01)
SAB35	1383	84	31	3500 (06/06/09 ore 21)	172 (06/06/09 ore 21)	64 (11/06/09 ore 07)
SAB36	1449	83	37	2700 (25/07/09 ore 22)	204 (25/07/09 ore 22)	80 (21/07/09 ore 4)
SAB37	1349	112	56	2600 (12/09/09 ore 21)	215 (06/09/09 ore 22)	104 (12/09/09 ore 21)
SAB38	984	90	31	1600 (23/10/09 ore 13)	131 (27/10/09 ore 24)	53 (22/10/09 ore 15)
SAB39	1537	78	NQ (14)	2700 (13/11/09 ore 4)	169 (13/11/09 ore 5)	70 (13/11/09 ore 5)
SAB40	861	63	NQ (11)	1700 (20/12/09 ore 17 21/12/09 ore 18 e 19)	146 (21/12/09 ore 19)	50 (21/12/09 ore 19)
SAB41	1077	77	24	2900 (05/01/2010 ore 19)	164 (05/01/10 ore 20)	76 (05/01/10 ore 20)

NB: i periodi di massimo festivi o in orari di chiusura del cantiere sono riportati in rosso.

6.2.2 Campagne di misura a Malamocco

I grafici delle Figure 6.7-6.9 riportano, in funzione della direzione di provenienza del vento, le concentrazioni orarie dei gas monitorati scorrendo i periodi di lavoro (ore 8-20) ed i periodi di interruzione delle attività di cantiere (ore 00-07, ore 21-23 e festivi/ferie). Il numero di dati è rispettivamente pari a 528 per i periodi di attività del cantiere e 641 per i restanti periodi. Le Figure 6.10-6.12 riportano la stessa tipologia di analisi in cui però le concentrazioni sono messe in correlazione con la velocità del vento.

Considerando la postazione di misura le direzioni nelle quali il campionario è sottovento rispetto al cantiere sono comprese indicativamente fra 320 e 120 gradi. In tali direzioni si osservano livelli di concentrazione essenzialmente confrontabili fra i periodi di attività e di fermo cantiere. I valori medi di concentrazione sono più alti nei periodi di attività del cantiere. Tuttavia alcuni dei valori massimi orari di concentrazione rilevati nelle diverse campagne di misura sono stati osservati in periodi di chiusura del cantiere.

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

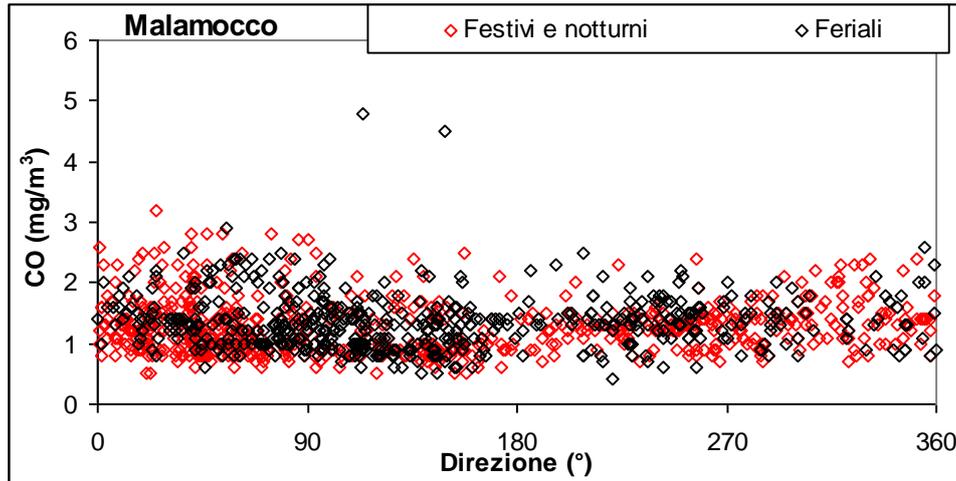


Fig. 6.7 - Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

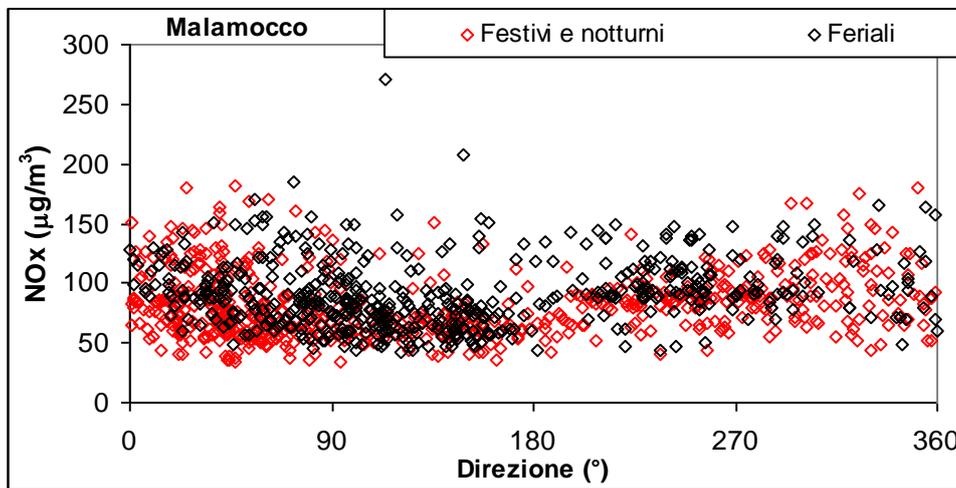


Fig. 6.8 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

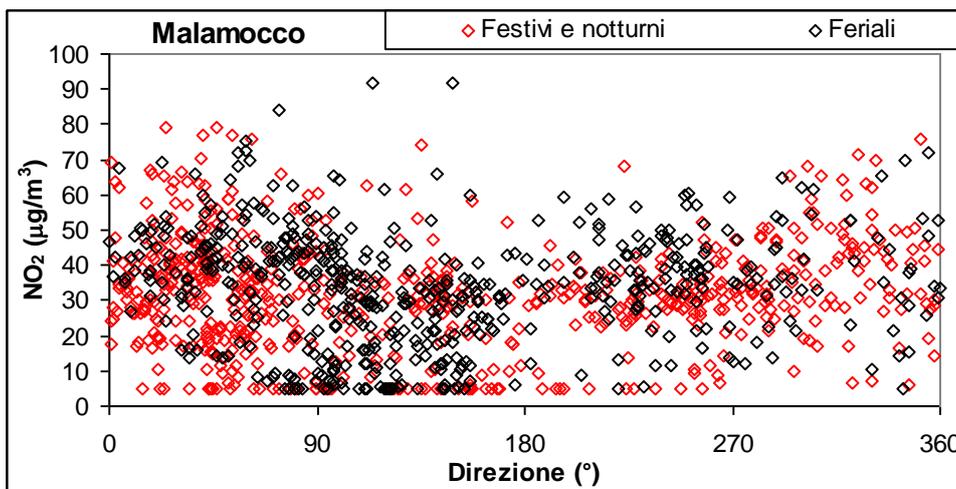


Fig. 6.9 - Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

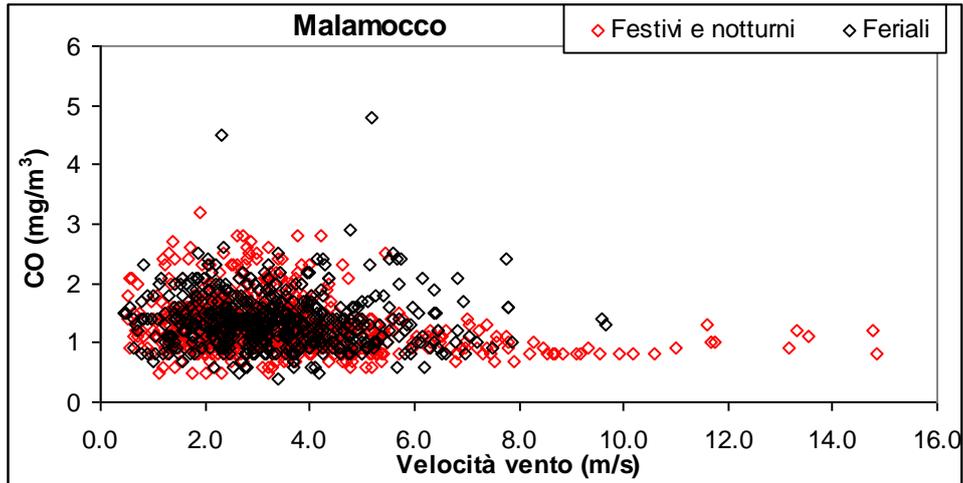


Fig. 6.10 - Concentrazione oraria di CO in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

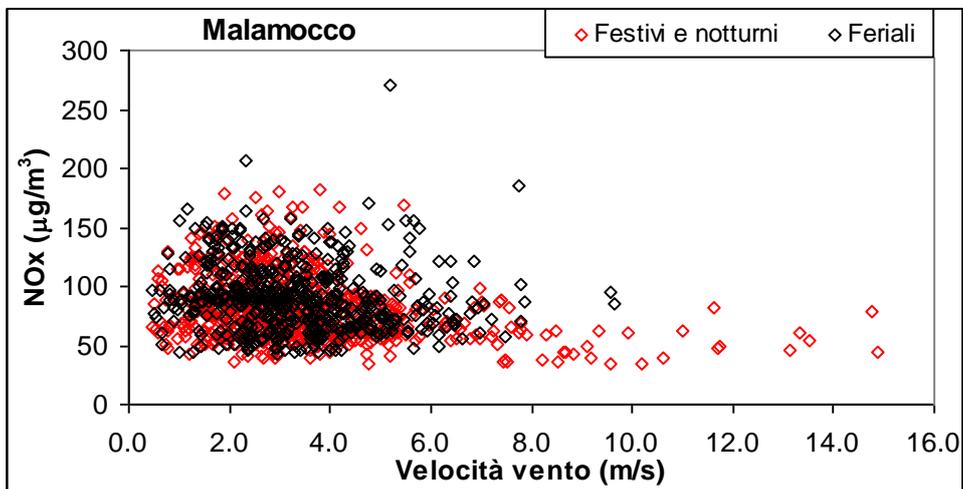


Fig. 6.11 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

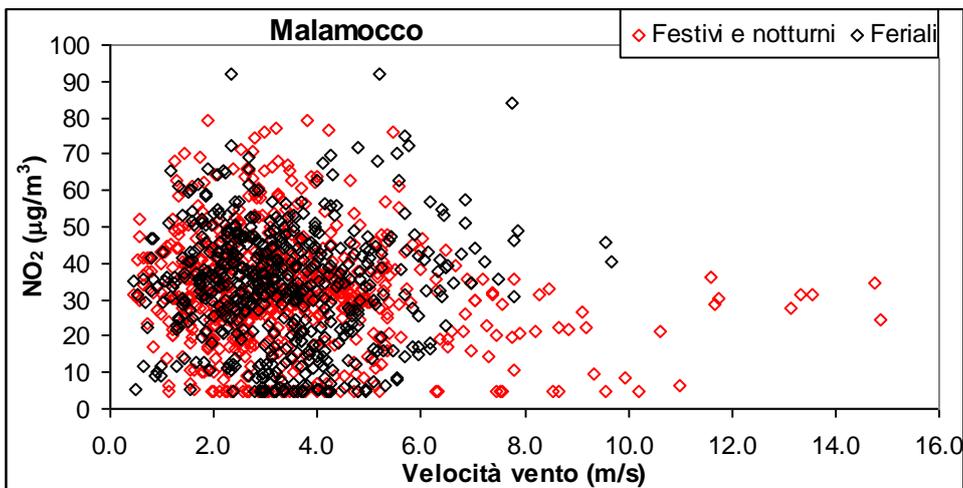


Fig. 6.12 - Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

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 fatti a Malamocco.

Tab. 6.5 – Concentrazioni medie e massimi orari (tutti i dati) a Malamocco.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max orario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1319	4800 (23/06/2009 ore 15 vento da ESE)
NO _x	86	270 (23/06/2009 ore 15 vento da ESE)
NO ₂	33	92 (23/06/2009 ore 15 vento da ESE e 28/08/2009 ore 12 vento da SE)

Tab. 6.6 – Concentrazioni medie e massimi orari (attività del cantiere) a Malamocco.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1359	4800 (23/06/2009 ore 15 vento da ESE)
NO _x	91	270 (23/06/2009 ore 15 vento da ESE)
NO ₂	34	92 (23/06/2009 ore 15 vento da ESE e 28/08/2009 ore 12 vento da SE)

Tab. 6.7 – Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere fermo) a Malamocco.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1286	3200 (05/08/2009 ore 7 vento da NNE)
NO _x	82	181 (31/07/2009 ore 6 vento da NE)
NO ₂	32	79 (31/07/2009 ore 6 vento da NE e 05/08/2009 ore 7 vento da NNE)

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

Tab. 6.8 Medie e massime orarie dei gas monitorati per i diversi periodi di monitoraggio a Malamocco.

Periodo	Media CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MAL32	1196	69	NQ (10)	2300 (12/05/09 ore 06 e 12)	143 (12/05/09 ore 12)	36 (12/05/09 ore 06)
MAL33	1162	89	36	4800 (23/06/09 ore 15)	270 (23/06/09 ore 15)	92 (23/06/09 ore 15)
MAL34	995	77	41	2400 (09/07/09 ore 13)	185 (09/07/09 ore 13)	84 (09/07/09 ore 13)
MAL35	1879	99	45	3200 (05/08/09 ore 7)	181 (31/07/09 ore 6)	79 (31/07/09 ore 6 05/08/09 ore 7)
MAL36	1364	78	30	4500 (28/08/09 ore 12)	207 (28/08/09 ore 12)	92 (28/08/09 ore 12)
MAL37	1413	96	35	2200 (25/11/09 ore 11)	140 (25/11/09 ore 12)	60 (25/11/09 ore 12 e 13)
MAL38	1222	95	32	2400 (11/12/09 ore 24)	180 (11/12/09 ore 24)	76 (11/12/09 ore 24)

NB: i periodi di massimo festivi o in orari di chiusura del cantiere sono riportati in rosso

6.3 Superamenti di soglia

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

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 degli ecosistemi (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) c'è il superamento della soglia di protezione degli ecosistemi (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale).

I valori medi sul periodo di monitoraggio per l'NO₂ (33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente a Malamocco e Punta Sabbioni) sono confrontabili con le stazioni di Bissuola (media annuale 34

$\mu\text{g}/\text{m}^3$) e Sacca Fisola (media annuale $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$) riportate nella Relazione Regionale Qualità dell'Aria 2009 [ARPA, Relazione Regionale Qualità dell'Aria, Giugno 2010].

Per quanto riguarda il superamento della soglia relativa agli ecosistemi e alla vegetazione, si osserva che nelle attività di monitoraggio sono state misurate concentrazioni annuali più elevate di quelle misurate presso le stazioni di background regionali ($86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente a Malamocco e Punta Sabbioni). Come riportato nel paragrafo 2.5 la normativa riporta che gli NO_x devono essere misurati solo in stazioni che hanno le caratteristiche di background rurale. Nella Relazione Regionale Qualità dell'Aria 2008 (ARPAV), la stazione che ha questi requisiti per la Provincia di Venezia è Concordia Saggittaria (media annuale per l'anno 2009 di NO_x inferiore a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Si fa osservare che buona parte dei massimi orari sono stati misurati in periodi di non attività dei cantieri come evidenziato nelle Tabelle 6.4 e 6.8.

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. Il confronto con i valori della Normativa indica che l'unico superamento osservato è quello relativo alla soglia di protezione della vegetazione per gli NO_x in entrambi i siti di misura.

A Punta Sabbioni i livelli medi di concentrazione sono superiori negli orari di chiusura dei cantieri mentre a Malamocco accade il contrario. I livelli di massima concentrazione oraria, rilevati nelle diverse campagne di misura, sono spesso in orari di chiusura del cantiere sia a Punta Sabbioni sia a Malamocco. L'analisi delle concentrazioni in funzione della direzione del vento non evidenzia specifici contributi associabili ai cantieri. I risultati delle misure effettuate nel quinto anno di monitoraggio indicano un impatto specifico, dovuto alle attività di cantiere, trascurabile per quanto riguarda l'esposizione sia acuta che cronica della popolazione.

Nella Figura 6.13 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 scorpendo i giorni feriali da quelli festivi (interruzione dei lavori di cantiere). La stessa analisi per il sito di Malamocco è riportata in Figura 6.14. Si deve sottolineare che l'analisi relativi ai giorni festivi è fatta su di una statistica piuttosto limitata. Comunque i risultati indicano che a Punta Sabbioni si osservano due picchi di concentrazione la mattina e la notte ed una significativa differenza fra i giorni feriali e festivi (questi ultimi presentano concentrazioni più basse). A Malamocco l'andamento del giorno tipico mostra che le concentrazioni massime si hanno nelle ore diurne della mattina con poca differenza fra i giorni festivi e quelli feriali.

Nella Figura 6.15 si riportano i livelli medi annuali di CO , NO_x e NO_2 osservati per i diversi anni di monitoraggio. I dati relativi ai periodi di cantieri aperti sono scorporati rispetto a quelli relativi ai periodi di cantieri chiusi. Si osserva per CO e NO_x un trend crescente delle concentrazioni meno visibile su NO_2 . Si sottolinea che tale trend è osservabile sia nei periodi di cantieri attivi sia in quelli di cantieri chiusi e quindi non si ritiene dovuto alle emissioni di cantiere.

Nella Figura 6.16 si riporta il confronto, per i due siti di misura, fra le concentrazioni osservate in orari di attività dei cantieri associate a direzioni del vento compatibili con emissioni dei cantieri con le analoghe concentrazioni associate alle altre direzioni del vento. L'analisi è fatta escludendo i periodi di calma di vento (vento $< 0.5 \text{ m/s}$) in cui la direzione del vento non è ben definita. Si osserva che a Malamocco le concentrazioni medie sono analoghe nei due intervalli di direzioni o, per il CO , sono maggiori in direzioni non compatibili con il cantiere. A Punta Sabbioni si hanno concentrazioni leggermente maggiori nelle direzioni associate ai cantieri. Si sottolinea comunque

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

che in tale intervallo di direzioni è localizzata anche l'area urbana di Venezia e l'area di Porto Marghera.

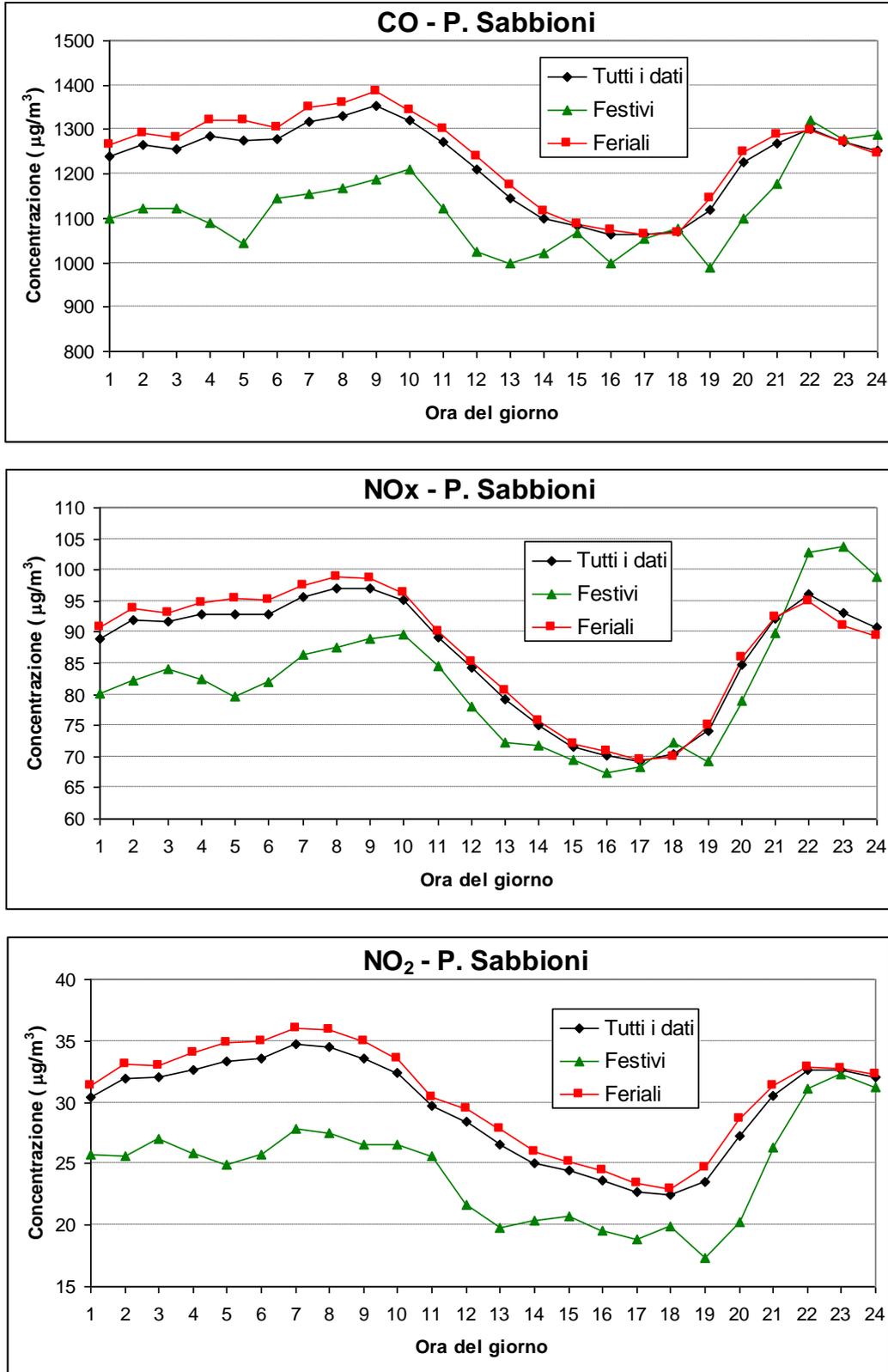


Fig. 6.13 - Andamento giornaliero tipico dei gas rilevati a Punta Sabbioni. L'analisi è fatta sia su tutti i dati sia scorporando i giorni feriali e quelli festivi.

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

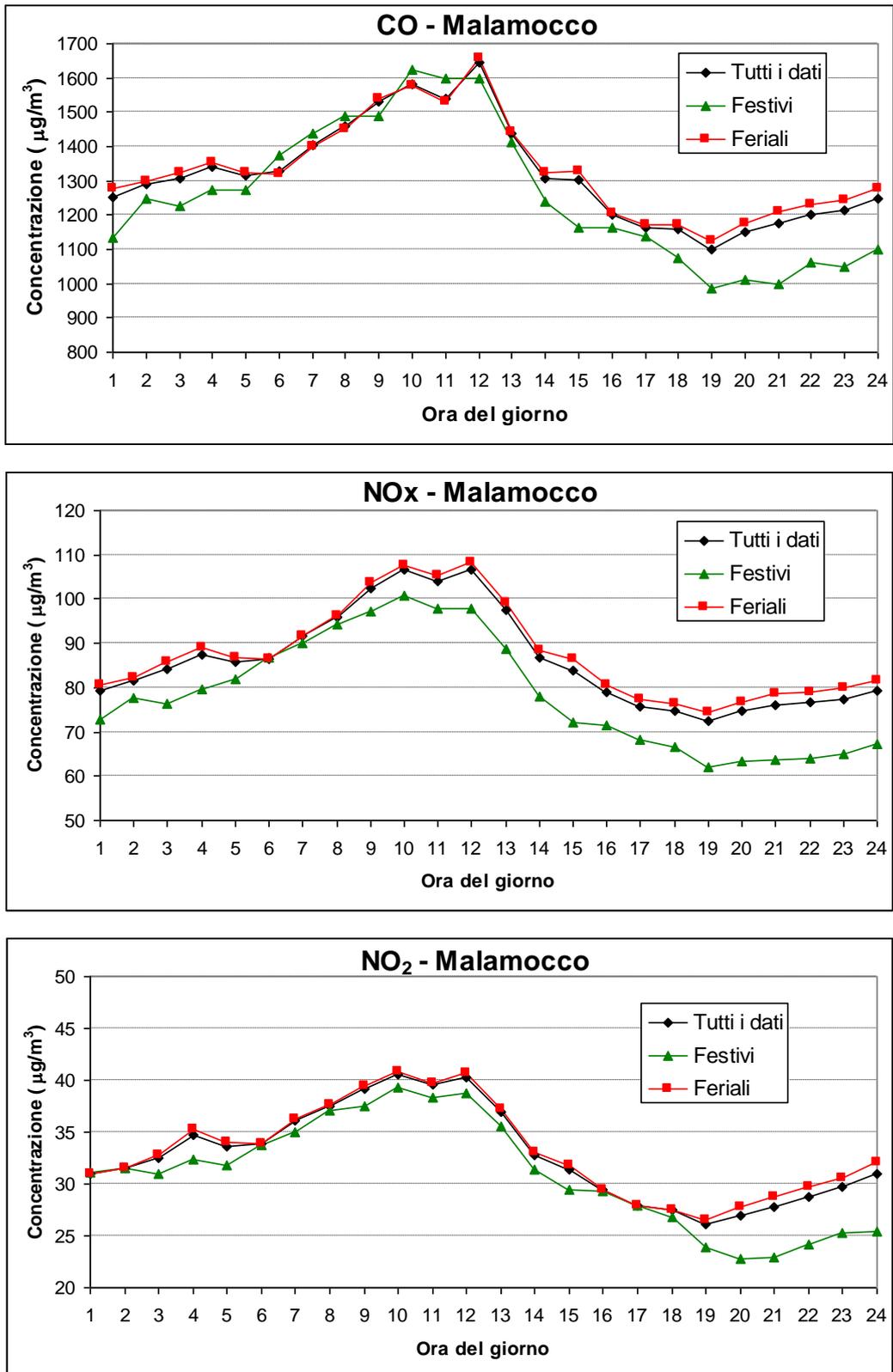


Fig. 6.14 - Andamento giornaliero tipico dei gas rilevati a Malamocco. L'analisi è fatta sia su tutti i dati sia scorrendo i giorni feriali e quelli festivi.

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

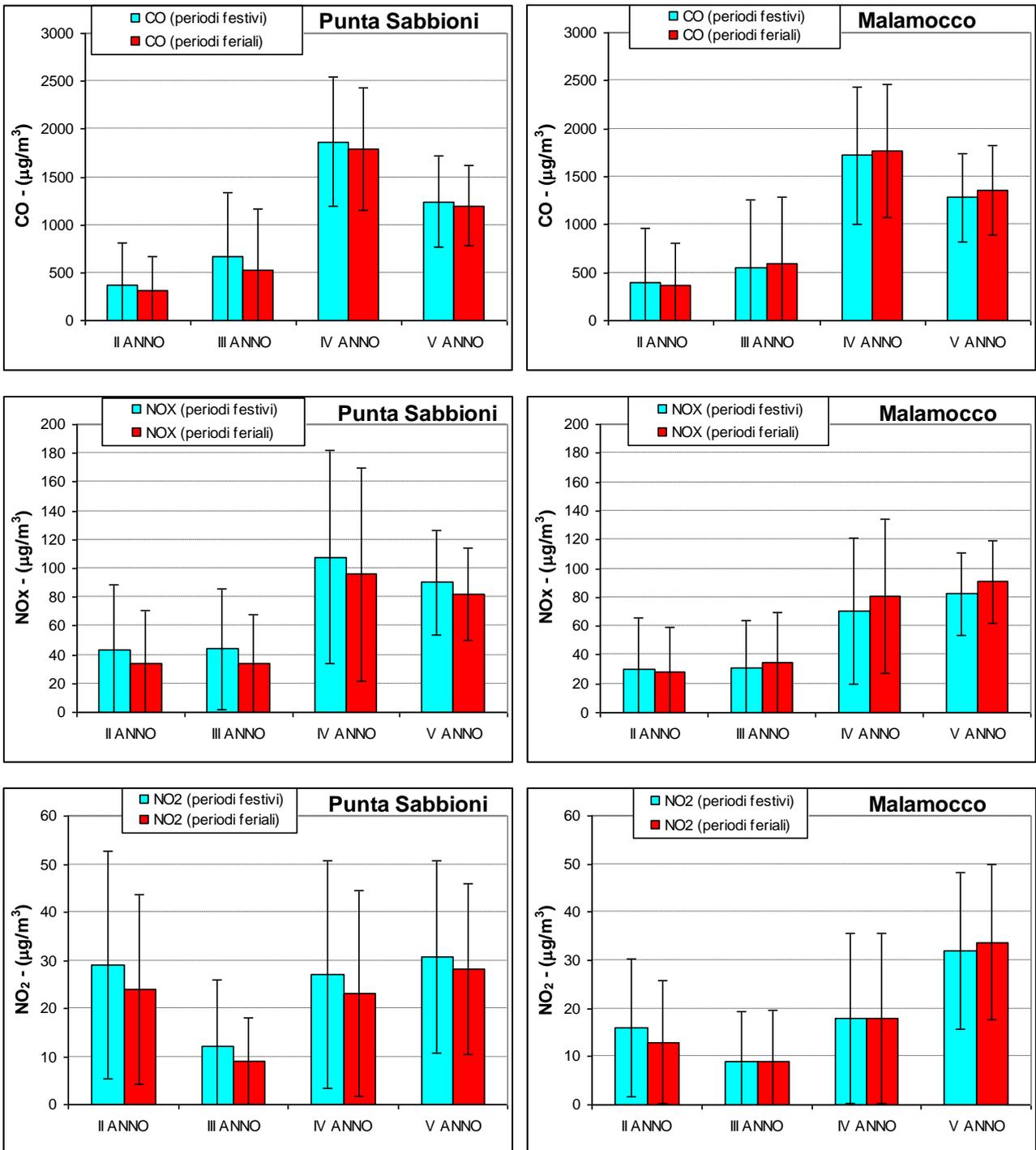


Fig. 6.15 - Andamento dei valori medi annuali dei diversi gas analizzati durante gli anni di monitoraggio. I dati sono suddivisi in periodi di cantieri aperti e periodi di cantieri chiusi.

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

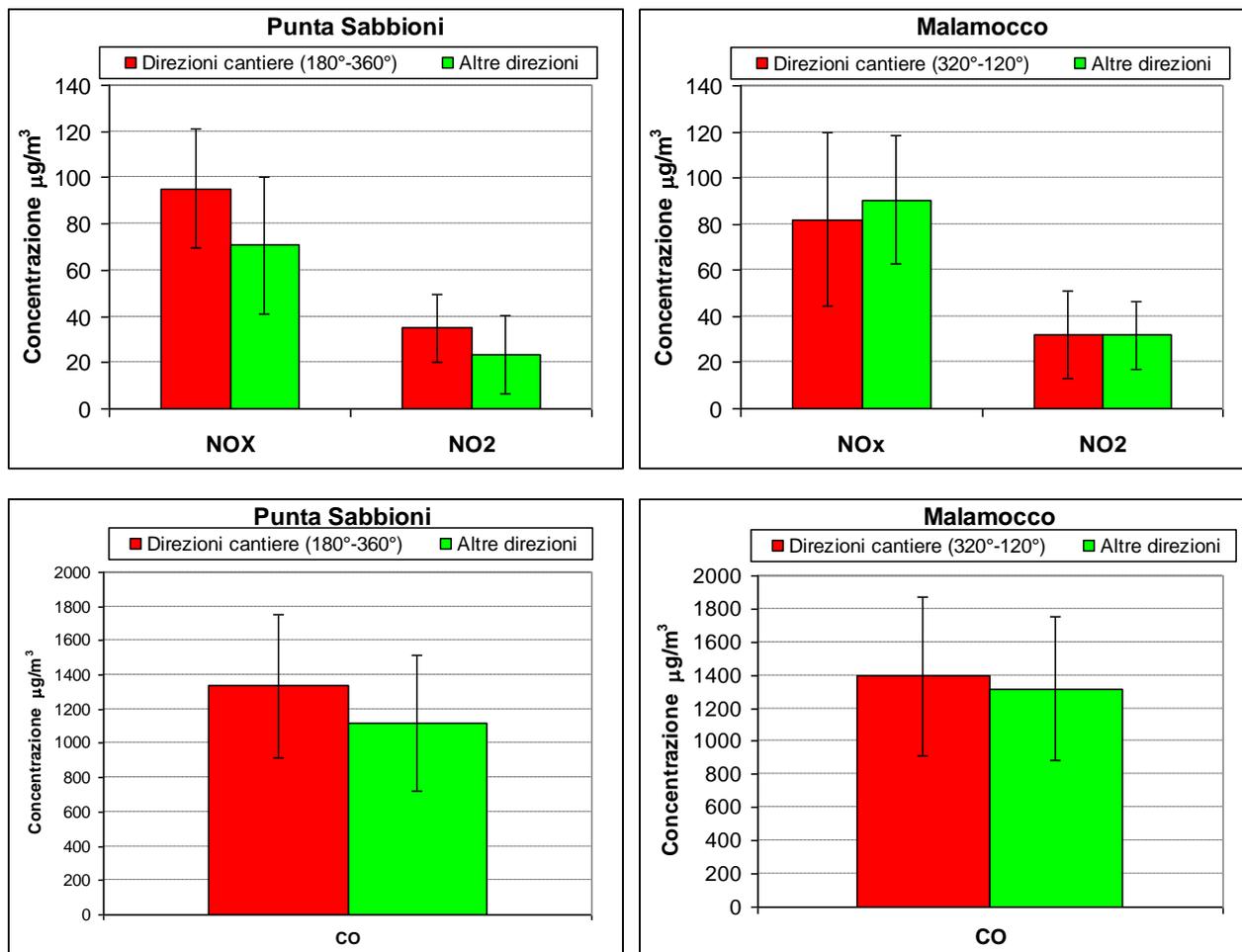


Fig. 6.16 – Andamento dei valori medi annuali dei diversi gas analizzati nel quinto anno di monitoraggio considerando solo i periodi di attività dei cantieri, escludendo i periodi di calma di vento (vento < 0.5 m/s) e suddividendoli per direzioni associabili al cantiere ed altre direzioni del vento.

I risultati indicano che a Punta Sabbioni le concentrazioni maggiori si hanno nei periodi notturni di inattività dei cantieri, con differenza fra i giorni feriali e festivi; questi ultimi presentano concentrazioni medie orarie inferiori. Inoltre le concentrazioni maggiori dei diversi gas sono misurate in presenza di venti provenienti dalle direzioni comprese fra 180 e 360 gradi. Ciò conferma la presenza, a Punta Sabbioni, di contributi dovuti ad emissioni da traffico (anche locale), emissioni industriali e trasporto di inquinanti gassosi provenienti dalla Pianura Padana.

Per quanto riguarda i campionamenti effettuati a Punta Sabbioni oltre a quelli previsti dal DT, i valori medi ottenuti sono pari a 922 µg/m³ per il CO, 24 µg/m³ per il NO₂ e 65 µg/m³ per gli ossidi di azoto. Tali valori risultano inferiori a quelli ottenuti nelle campagne di misura previste dal DT (Tab. 6.1) indicando che nel periodo da febbraio ad aprile, per il sito di Punta Sabbioni, non ci sono state variazioni nei valori delle concentrazioni dei gas.

A Malamocco l'andamento del giorno tipo mostra che le concentrazioni massime si hanno nelle ore diurne della mattina, come evidenziato nei precedenti Rapporti Finali [Rapporto Finale, Studio B.6.72 B/3, Luglio 2008 e Rapporto Finale, Studio B.6.72/B4, Luglio 2009], ed anche in questo sito si osservano differenze fra i giorni festivi e quelli feriali. La Fig. 6.16 indica le concentrazioni medie più elevate con venti provenienti da direzioni non compatibili con trasporti a seguito di attività di cantiere.

7 CONCLUSIONI

7.1 Introduzione

In questa parte finale del documento verranno presentate in forma sintetica le conclusioni relative al quinto 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.

La Tabella 7.1 riporta in forma schematica e riassuntiva i risultati delle attività di monitoraggio effettuate. Per ciascuna postazione sono riportati i diversi indicatori monitorati. Il giudizio sui dati acquisiti è espresso con un punto verde se le misure sono da considerarsi positive (non ci sono stati superamenti nelle soglie di riferimento), con un punto giallo in caso di valutazione intermedia (superamenti saltuari o non dovuti alle attività di cantiere) e con un punto rosso in caso di criticità (superamenti direttamente attribuiti alle attività di cantiere).

Tab. 7.1 – Esposizione in forma schematica dei risultati ottenuti dalle varie attività di monitoraggio

Sito	Deposizioni microinquinanti organici	Deposizioni microinquinanti inorganici	PM10	PM10 Stazioni mobili	Metalli nel PM10	IPA	Gas
Punta Sabbioni	●	●	●	●	●	●	●
Malamocco				●	●	●	●
Chioggia					●		

7.2 Sintesi attività di monitoraggio

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

Deposizioni Atmosferiche microinquinanti organici: i flussi di deposizione nelle stazioni di misura sono risultate inferiori alla soglia (Tab. 3.2) e a quelli rilevati nella stazione più lontana (D4). Anche l'andamento dei flussi di deposizione nei cinque anni di monitoraggio non presenta trend crescenti nella stazione D9, prossima al cantiere di Punta Sabbioni (Tab. 3.4). Infine il confronto con i risultati del monitoraggio SAMANET mostra valori nei flussi di deposizione confrontabili o inferiori (Tab. 3.5). Pertanto nella Tab. 7.1 il rispettivo indicatore è verde.

Deposizioni Atmosferiche microinquinanti inorganici: le deposizioni inorganiche ottenute in questo anno di monitoraggio presentano dei valori inferiori alle soglie per quanto riguarda la stazione D9; i metalli V, Co, As, Sb, Pb, Fe, Cu e Zn presentano dei superamenti di soglia per il deposimetro D4 (più distante dai cantieri, Tab. 3.7). Il confronto con i flussi di deposizione ottenuti nel monitoraggio SAMANET mette in evidenza valori più elevati nella stazione D9 solo per il Ferro (Tab. 3.9) che a sua volta è maggiore nella stazione D4. Considerando che i valori dei flussi di deposizioni, misurati in questi cinque anni di monitoraggio, presentano una ampia variabilità dovuta a cause scarsamente identificabili, che nel corso degli anni tali flussi non hanno manifestato un andamento crescente, nonché le limitazioni imposte alle risorse destinate alle attività di monitoraggio, si è resa necessaria l'interruzione della raccolta delle deposizioni atmosferiche per il sesto anno di monitoraggio.

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

PM₁₀: il monitoraggio in continuo del PM₁₀ con la stazione collocata a Punta Sabbioni, presso il Circolo SO.CI.VE., e con i campionatori mobili non ha evidenziato particolari contributi di polveri dovuti alle attività di cantiere presso le bocche di porto di Punta Sabbioni e Malamocco (Tab. 4.1). Mentre per quanto riguarda il monitoraggio in continuo del PM₁₀ non si sono registrati particolari eventi, si segnala la presenza di picchi di concentrazione di polveri lungo il Viale D. Alighieri, misurati in data 13/05/2010, a seguito dell'apporto dall'area cantieri di terriccio che viene depositato sul manto stradale e poi successivamente portato in sospensione dal passaggio dei mezzi sia di cantiere che pubblici (Figure 4.14 e 4.15). In merito è stato inviato un Allarme (in data 18/05/09) con la relativa segnalazione e la richiesta di provvedere a ridurre tale fenomeno con opportuni interventi.

Metalli nel PM₁₀: il monitoraggio dei metalli nel PM₁₀ non ha evidenziato superamenti del valore obiettivo per As, Ni e Cd e del valore limite per il Pb presso i siti di misura alle tre bocche di porto (Tab. 4.24). L'analisi dei dati, sia correlando le concentrazioni dei singoli elementi con le direzioni di provenienza del vento, sia confrontando le concentrazioni medie relative ai giorni festivi con quelle relative ai giorni lavorativi, non ha evidenziato contributi dovuti alle attività di cantiere. Il confronto fra i valori osservati nei diversi siti di misura e quelli forniti da ARPA Veneto, per alcuni siti della rete di monitoraggio di Venezia, mostra che le concentrazioni dei metalli rilevate nel PM₁₀ sono confrontabili o inferiori a quelle rilevate dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Venezia (Tab. 4.25).

IPA: 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 (sebbene queste ultime siano stazioni background-urbane). In generale le concentrazioni di IPA sono risultate maggiori a Punta Sabbioni rispetto a Malamocco, ed in particolare durante la seconda campagna di misure (Tab. 5.5). Il confronto fra giorni lavorativi e festivi, seppure in modo qualitativo (per i pochi dati disponibili), indica maggiori concentrazioni nei periodi di attività di cantiere (Tabelle 5.6 e 5.7). Per quanto riguarda la seconda campagna a Punta Sabbioni le concentrazioni maggiori sono osservate nei primi due campioni fra il 01/02/10 ed il 05/02/10 associate a venti dal settore N-NNO; nei giorni indicati sono state osservate significative concentrazioni di diversi metalli (a Punta Sabbioni), di PM₁₀ e anche le centraline di ARPA Veneto di Sacca Fisola e Bissuola mostrano significativi livelli di particolato. Può quindi trattarsi di un periodo di inquinamento generalizzato nell'area di Venezia non necessariamente dovuto alle emissioni dei cantieri. Non si esclude tuttavia che durante la seconda campagna di monitoraggio vi siano stati contributi alle concentrazioni degli IPA dovuti alle attività di cantiere a Punta Sabbioni. Pertanto l'indicatore risulta verde per Malamocco e giallo per Punta Sabbioni.

Gas: il monitoraggio dei gas non ha evidenziato, per quanto riguarda il CO e l'NO₂, superamenti dei limiti legislativi in vigore per la protezione della salute umana. Sono state invece misurate concentrazioni di NO_x superiori alla soglia della protezione relativa alla vegetazione sia a Malamocco che a Punta Sabbioni; tuttavia tale superamento avviene in entrambi i siti anche scorrendo i periodi lavorativi da quelli festivi (chiusura cantieri): a Punta Sabbioni i livelli medi di concentrazione sono superiori nei giorni festivi mentre a Malamocco accade il contrario. I livelli di massima concentrazione oraria, rilevati nelle diverse campagne di misura, sono spesso in orari di chiusura del cantiere sia a Punta Sabbioni sia a Malamocco. In Appendice è riportato uno studio di confronto con le concentrazioni di NO_x e NO₂ ottenute in diverse stazioni di ARPA Veneto; risulta che le concentrazioni ottenute a Punta Sabbioni sono paragonabili con quelle di Sacca Fisola a partire dal mese di ottobre 2009 (dopo avere sostituito il sensore di NO₂ e calibrato la centralina di misura). Tuttavia ai fini cautelativi e in attesa di avere ulteriori dati di monitoraggio, nel corso del sesto anno di attività, che possano contribuire a rafforzare l'ipotesi che non si tratti di un aumento nelle emissioni dei gas dovuto ai cantieri, l'indicatore è riportato in giallo.

BIBLIOGRAFIA

- ARPAV, Relazione Regionale Qualità dell'Aria: Anno di riferimento 2009, Giugno 2010.
- Cattani G., Viviano G., Stazione di rilevamento dell'Istituto Superiore di Sanità per lo studio della qualità dell'aria: anni 2003-2004. Rapporti ISTISAN 06/13, 2006.
- Chiung-Wen H., M. R. Chao, K. Y. Wu, G.P. Chang-Chien, W.J. Lee, L.W. Chang, W.S. Lee, "Characterisation of multiple airborne particulate metals in the surroundings of a municipal waste incinerator in Taiwan", *Atmospheric Environment*, Vol. 37, 2845-2852, 2003.
- Decreto Ministeriale 60, 02/04/2004.
- Decreto Legislativo 152, 03/08/2007.
- Dordevic, D., Mihajlidi-Zelic, A., Relic, D., 2005. "Differentiation of the contribution of local resuspension from that of regional and remote sources on trace elements contained in the atmospheric aerosol in the Mediterranean area", *Atm. Env.* 39, pp. 6271-6281.
- European Communities. Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds. Position Paper. Prepared by the Working Group On As, Cd and Ni compounds. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2001.
- Güllü G., Dogan G., Tuncel G., 2005. "Atmospheric trace element and major ion concentrations over the eastern Mediterranean Sea: Identification of anthropogenic source regions", *Atm. Env.* 39, pp. 6376-6387.
- Han J.S., Moon K.J., Ryu S.Y., Kim Y.J., Perry K.D., 2005. "Source estimation of anthropogenic aerosols collected by a DRUM sampler during spring of 2002 at Gosan, Korea", *Atm. Env.* 39, pp. 3113-3125.
- 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.
- Kim K.H., Choi G.H., Kang C.H., Lee J.H., Kim J.Y., Youn Y.H., Lee S.R., 2003. "The chemical composition of fine and coarse particles in relation with the Asian Dust events", *Atm. Env.* 37, pp. 753-765.
- Magistrato alle Acque di Venezia. Studio B.6.72 B/1 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari". Macroattività: aria. Rapporto di Variabilità, Luglio 2005. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.
- Magistrato alle Acque di Venezia. Studio B.6.72 B/2 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari". Macroattività: aria. Rapporto Finale, Luglio 2006. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.
- Magistrato alle Acque di Venezia. Studio B.6.72 B/3 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari". Macroattività: aria. Rapporto Finale, Luglio 2007. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.
- Magistrato alle Acque di Venezia. Studio B.6.72 B/4 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari". Macroattività: aria. Rapporto Finale, Luglio 2008. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.
- Magistrato alle Acque di Venezia. Studio B.6.72 B/5 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - V Fase. Specifica Operativa", Aprile 2009. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.

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

Magistrato alle Acque di Venezia. Studio B.6.72 B/5 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari". Macroattività: aria. II Rapporto di Valutazione, Gennaio 2010. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.

Magistrato alle Acque di Venezia. Studio B.6.72 B/5 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari". Macroattività: aria. III Rapporto di Valutazione, Maggio 2010. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.

Magistrato alle Acque di Venezia. Studio B.6.72 B/5 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari". Macroattività: aria. Rapporto Mensile di Aprile, Maggio 2010. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.

Magistrato alle Acque di Venezia. Il monitoraggio SAMANET delle deposizioni atmosferiche nella Laguna di Venezia, 2007.

Manoli E., Voutsas D., Samara C., 2002. "Chemical characterization and source identification/apportionment of fine and coarse air particles in Thessaloniki, Greece", *Atm. Env.* 36, pp. 949-961.

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.

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

Samara, C., Voutsas, D., 2005. "Size distribution of airborne particulate matter and associated heavy metals in the roadside environment", *Chemosp.* 56, pp. 1197-1206.

Senaratne I., Shooter D., 2004. "Elemental composition in source identification of brown haze in Auckland, New Zealand", *Atm. Env.* 38, pp. 3049-3059.

Viviano G., Mazzoli P., Settimo G., Microinquinanti organici ed inorganici nel comune di Mantova: studio dei livelli ambientali, Rapporti ISTISAN 06/43, 2006.

Wedepohl K.H., 1995. "The composition of the continental crust", *Geoch. Et Cosmoch. Acta* 59, pp. 1217-1232.

World Health Organization, 2000. "Air quality guidelines for Europe". 2nd ed. Copenhagen: Regional Office for Europe. WHO Regional Publications, European Series, no. 91.

ALLEGATO: AGGIORNAMENTO SOGLIE

In questa appendice si procede ad un riesame critico delle diverse soglie per i parametri monitorati (Deposizioni atmosferiche, PM₁₀, metalli nel PM₁₀, IPA e Gas).

A.1 Deposizioni atmosferiche

Attività non prevista nel nuovo Disciplinare Tecnico.

A.2 PM₁₀

Soglia di medio periodo:

concentrazione media giornaliera superiore a **50** µg/m³ (DM n. 60 del 02/04/2004).

Soglia di breve periodo:

Per il PM₁₀ l'andamento delle concentrazioni annuali fornisce un'informazione sulla variabilità stagionale delle polveri a Punta Sabbioni che viene utilizzata per differenziare una soglia invernale da una soglia estiva per le emissioni di breve periodo. La media aritmetica delle concentrazioni orarie nei giorni festivi (separando il periodo invernale da quello estivo, valori dei cinque anni di monitoraggio) con l'incremento di una deviazione standard risulta:

soglia di attenzione estiva: **32** µg/m³ (soglia attuale 35 µg/m³)

soglia di attenzione invernale: **88** µg/m³ (soglia attuale 90 µg/m³)

Poiché le variazioni sono molto piccole (inferiori al 10%) si mantengono le soglie utilizzate nel quinto anno di monitoraggio.

Soglia di breve periodo (periodo estivo aprile-settembre):

PM₁₀ (media oraria) >**35** µg/m³

Direzione Vento (170-360 gradi)

Giorno lavorativo e orario: 8-20

Velocità del vento <4 m/s

Soglia di breve periodo (periodo invernale ottobre-marzo):

PM₁₀ (media oraria) >**90** µg/m³

Direzione Vento (170-360 gradi)

Giorno lavorativo e orario: 8-20

Velocità del vento <4 m/s

Soglia di breve periodo dovuta a possibili sollevamenti eolici:

PM₁₀ (media oraria) >**75** µg/m³

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 BOCHE LAGUNARI

A.3 Metalli nel PM₁₀

Nessuna variazione, essendo limiti legislativi nazionali o direttive europee.

Il valore limite per il Pb è 500 ng/m³ come media annuale delle medie giornaliere (DM n° 60 del 2 Aprile 2002, allegato IV).

Per As, Ni, Cd i limiti (valori obiettivo), riferiti alla media annuale, sono riportati in Tabella 2.3 (Decreto Legislativo 3 agosto 2007, n. 152).

Tab. A.4 - Valori obiettivo dei metalli nel PM₁₀ previsti dalla normativa nazionale

Elemento	Valore obiettivo (ng/m ³)
As	6
Cd	5
Ni	20

A.4 Idrocarburi Policiclici Aromatici

Per il Benzo(a)pirene viene aggiornata la serie temporale delle concentrazioni al 2008 per le stazioni ARPAV di Circonvallazione e Bissuola [“Rapporto Annuale Aria 2008”, ARPAV, Agosto 2009]. La Tabella 4 riporta le nuove soglie di attenzione.

Tab. A.5 - Soglie per gli Idrocarburi Aromatici - Benzo(a)pirene. Unità di misura ng/m³

Mese	Media	Dev.Stand.	Nuova Soglia	Precedente Soglia
Gennaio	5.2	1.5	6.7	6.8
Febbraio	2.8	0.7	3.5	3.6
Marzo	0.9	0.4	1.3	1.3
Aprile	0.2	0.1	0.4	0.4
Maggio	0.1	0.0	0.1	0.1
Giugno	0.1	0.0	0.1	0.1
Luglio	0.1	0.0	0.1	0.1
Agosto	0.1	0.0	0.1	0.1
Settembre	0.2	0.1	0.3	0.3
Ottobre	0.7	0.3	1.0	1.0
Novembre	2.8	1.0	3.8	3.9
Dicembre	4.2	1.2	5.4	5.5

La soglia di allarme, secondo il Rapporto di Variabilità [Studio B.6.72 B/1, Luglio 2005], è identificata come la concentrazione di Benzo(a)pirene > **9,4** ng/m³.

A.5 Gas

Nessuna variazione essendo limiti legislativi immutati.

Valori limite protezione per la salute umana

Monossido di Carbonio (CO): **10 mg/m³** massimo sulla media di 8 ore

Biossido di Azoto (NO₂): **200 µg/m³** da non superare più di 18 volte/anno

Valori limite per l'esposizione cronica

Biossido di Azoto (NO₂): **40 µg/m³** media anno.

Valori limite per la protezione della vegetazione

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

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

APPENDICE: ANALISI DI APPROFONDIMENTO DELLE CONCENTRAZIONI DEGLI INQUINANTI GASSOSI

Descrizione dell'analisi

Nel corso del quarto e quinto anno di monitoraggio sono stati osservati valori di concentrazione dei gas più elevati rispetto agli anni precedenti si è quindi ritenuto opportuno approfondire questo aspetto confrontando le misure, effettuate nell'ambito del monitoraggio dei cantieri del MOSE, con quelle ottenute regolarmente dalle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria e fornite da ARPA Veneto.

Come prima elaborazione dei dati è stata fatta la media settimanale (e la deviazione standard) dei dati di ogni gruppo di campionamento svolto finora (dal 2006 alla fine del 2009). I valori di una specifica settimana sono stati associati al mese in cui la settimana cadeva come la migliore approssimazione disponibile della media mensile. Sono stati considerati tutti i dati feriali e festivi, giornalieri e notturni. L'analisi è stata ripetuta per i due siti di misura, Punta Sabbioni e Malamocco. I valori "mensili" così ottenuti nei diversi anni di monitoraggio sono stati confrontati fra loro nelle Figure A1, A2, A3, A4, A5 e A6. I risultati indicano un incremento (almeno in termini medi) delle concentrazioni degli inquinanti gassosi nell'ultimo periodo di misura (dalla seconda metà del 2008) per entrambi i siti di misura.

Per approfondire gli andamenti annuali e mensili delle concentrazioni di inquinanti gassosi nell'area di Venezia, sono stati analizzati i dati forniti da ARPA Veneto relativamente agli ossidi di azoto, in stazioni di misura con diverse caratteristiche. In particolare, sono state analizzate le stazioni di Castelfranco, Mandria, Sacca Fisola, Concordia Sagittaria e Parco Bissuola. I dati forniti erano nella forma di medie mensili e medie annuali. I dati analizzati sono riportati nelle Figure A7, A8, A9, A10 e A11. I risultati delle centraline di monitoraggio di ARPA non evidenziano una crescita della concentrazione media; tuttavia il confronto diretto con i dati del monitoraggio del MOSE ha una validità limitata in quanto i dati di ARPA sono medie mensili o annuali e non relative a specifiche settimane di misura.

Nella Figura A12 si riportano le medie di concentrazione osservate nei diversi anni a Malamocco separando i periodi lavorativi (dalle 8 alle 20 nei giorni feriali) dai periodi festivi (giorni festivi e periodi dalle 21 alle 7). Nella Figura A13 si riporta una simile analisi per il sito di Punta Sabbioni. Si osserva che l'aumento di concentrazione negli ultimi anni non è specificatamente legato a periodi festivi o feriali in quanto si osserva in entrambi i casi.

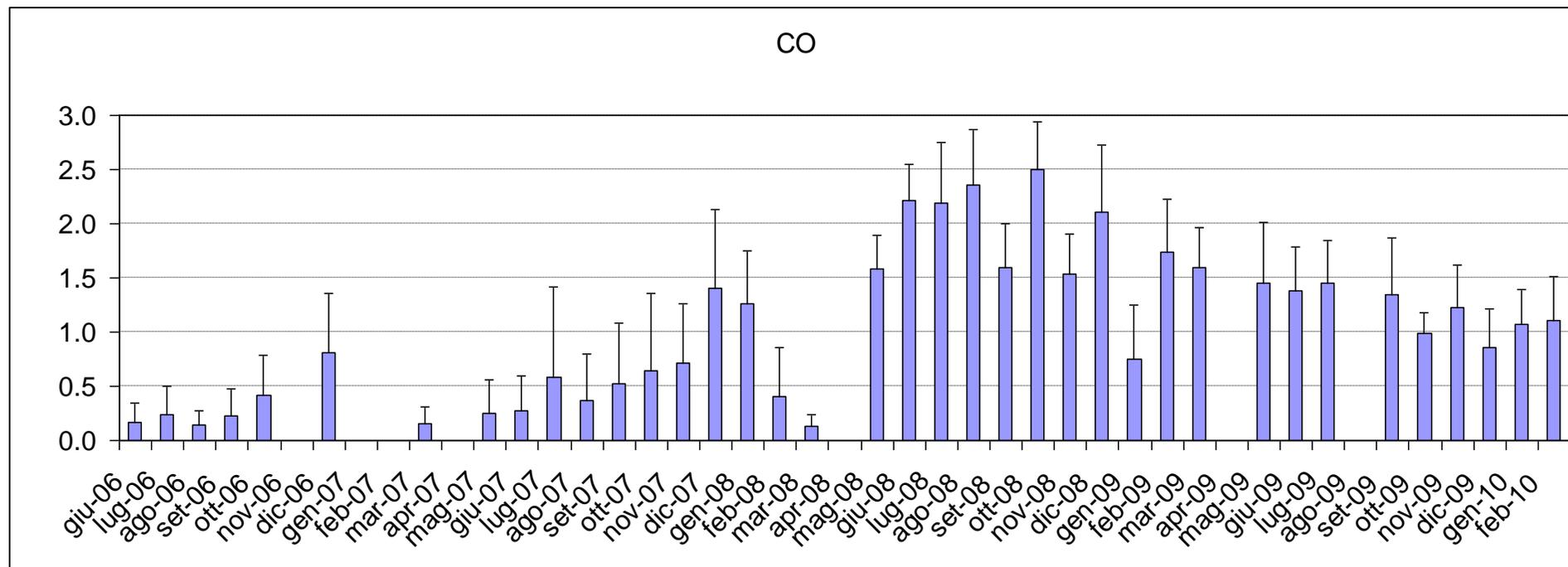
Nella Figura A14 si riporta un'analisi delle concentrazioni medie dei diversi gas a Malamocco considerando solo i periodi lavorativi e separando i casi in cui la direzione del vento è associata al cantiere dagli altri casi. Sono stati eliminati dall'analisi i periodi di calma di vento (velocità del vento inferiore a 0.5 m/s) in quanto in questi casi la direzione del vento non è ben definita. Nella Figura A15 una analisi simile è riportata per il sito di Punta Sabbioni. Si osserva che l'aumento di concentrazione discusso non è legato specificatamente alle direzioni del cantiere. A Punta Sabbioni si osservano concentrazioni più alte nella direzione del cantiere, tuttavia in tali direzioni sono presenti anche le emissioni della zona industriale e dell'area urbana di Venezia.

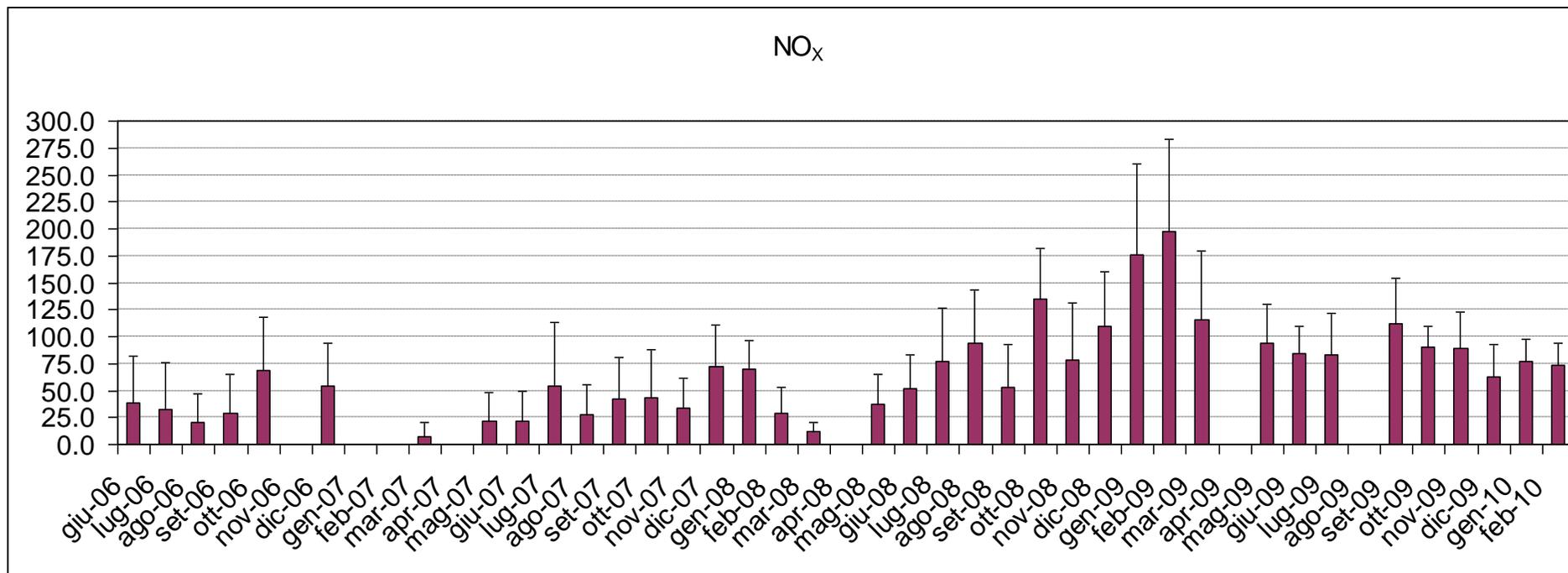
È stato condotto un ulteriore confronto con i dati rilevati dalla centralina di ARPAV a Sacca Fisola (che sono stati messi a disposizione da ARPAV). È stata fatta la media settimanale (e la deviazione standard) dei dati di ogni gruppo di campionamento svolto finora (dal 2006 alla fine del 2009). I valori di una specifica settimana sono stati associati al mese in cui la settimana cadeva come la migliore approssimazione disponibile della media mensile. Sono stati considerati tutti i dati feriali e festivi, giornalieri e notturni. L'analisi è stata ripetuta per i due siti di misura di Punta Sabbioni e

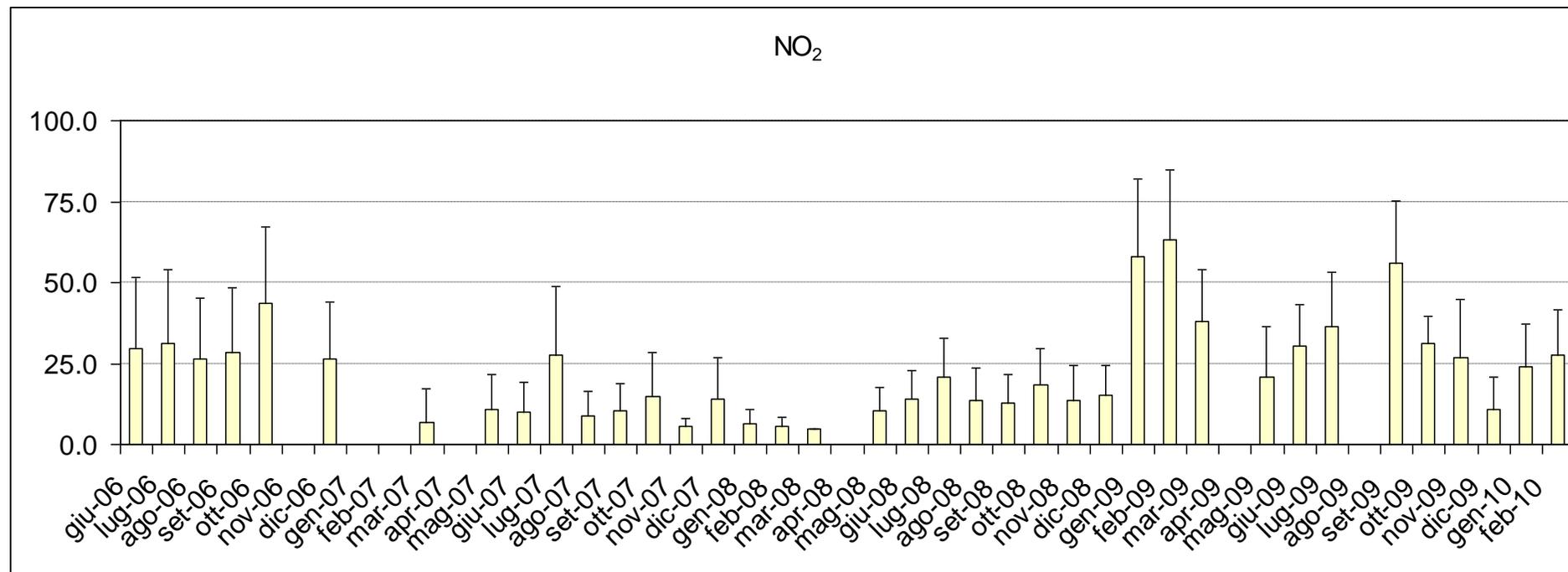
CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

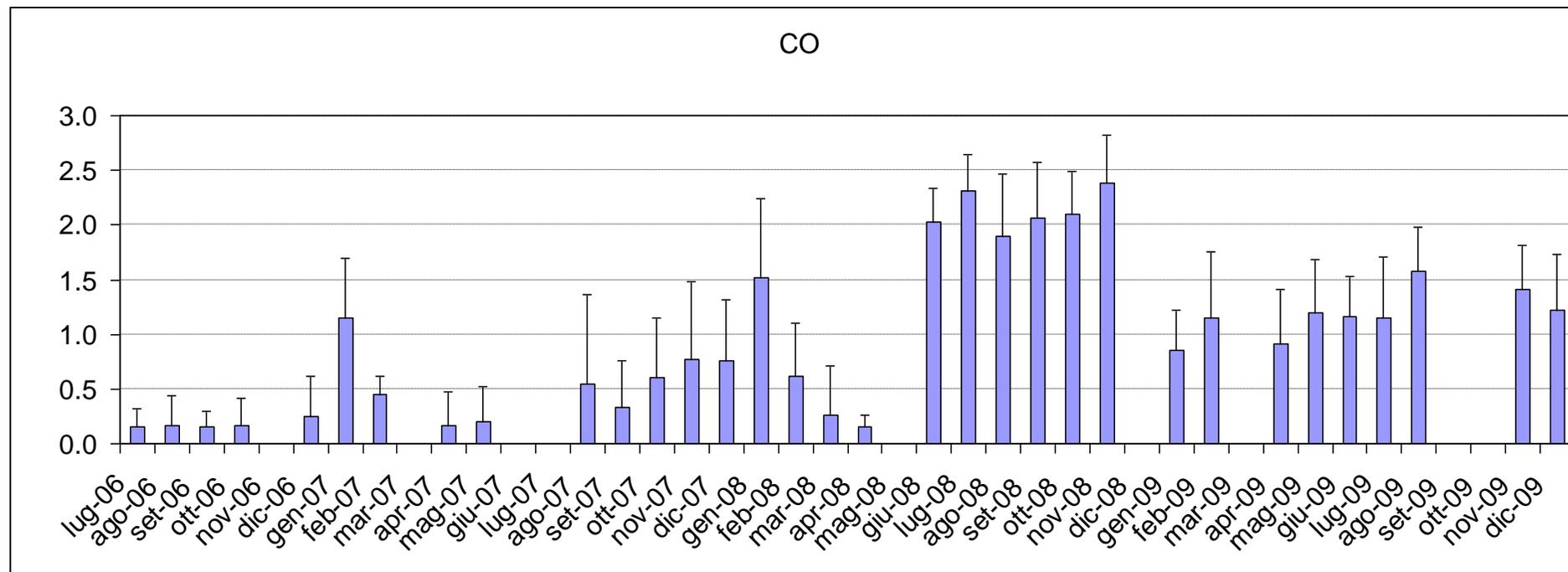
Malamocco ed anche per i dati della centralina di monitoraggio di Sacca Fisola limitatamente a NO_x e NO₂. I confronti sono riportati nelle figure da A16 ad A27. Si osservano alcuni casi in cui è presente un aumento di concentrazione (2008 o 2009) sui dati in prossimità dei cantieri non visibile a Sacca Fisola.

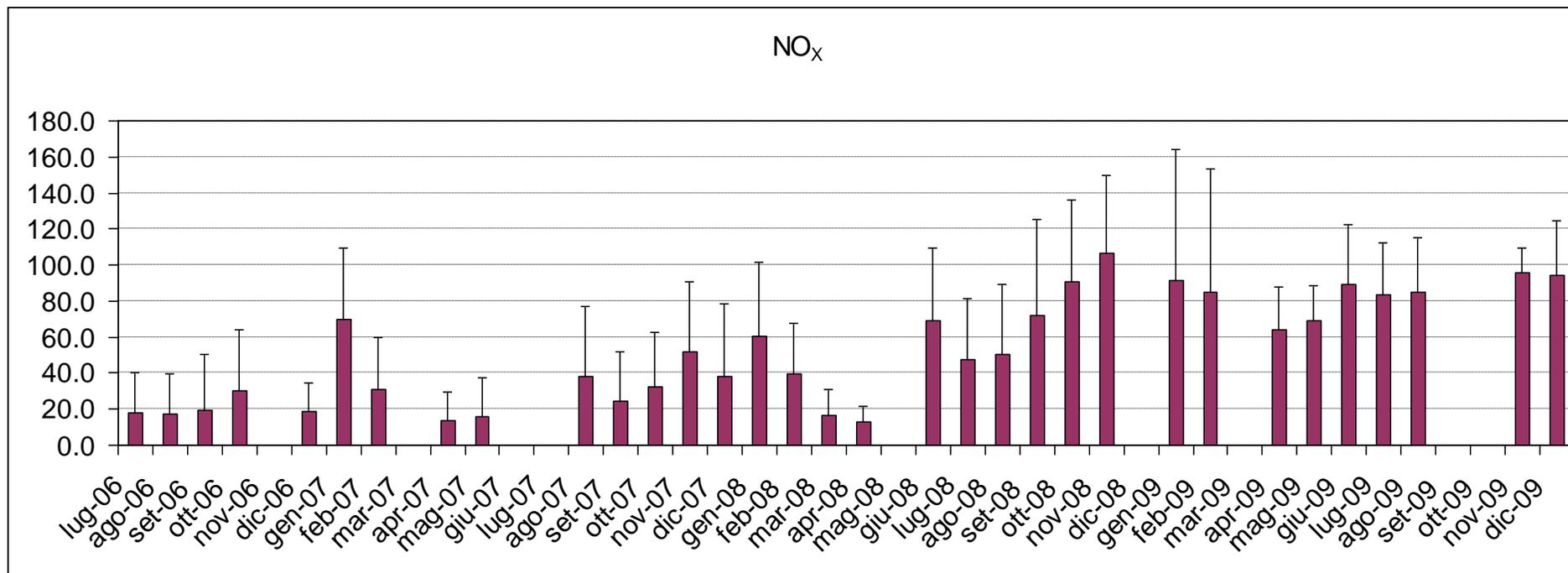
ANDAMENTO GENERALE CO A PUNTA SABBIONI

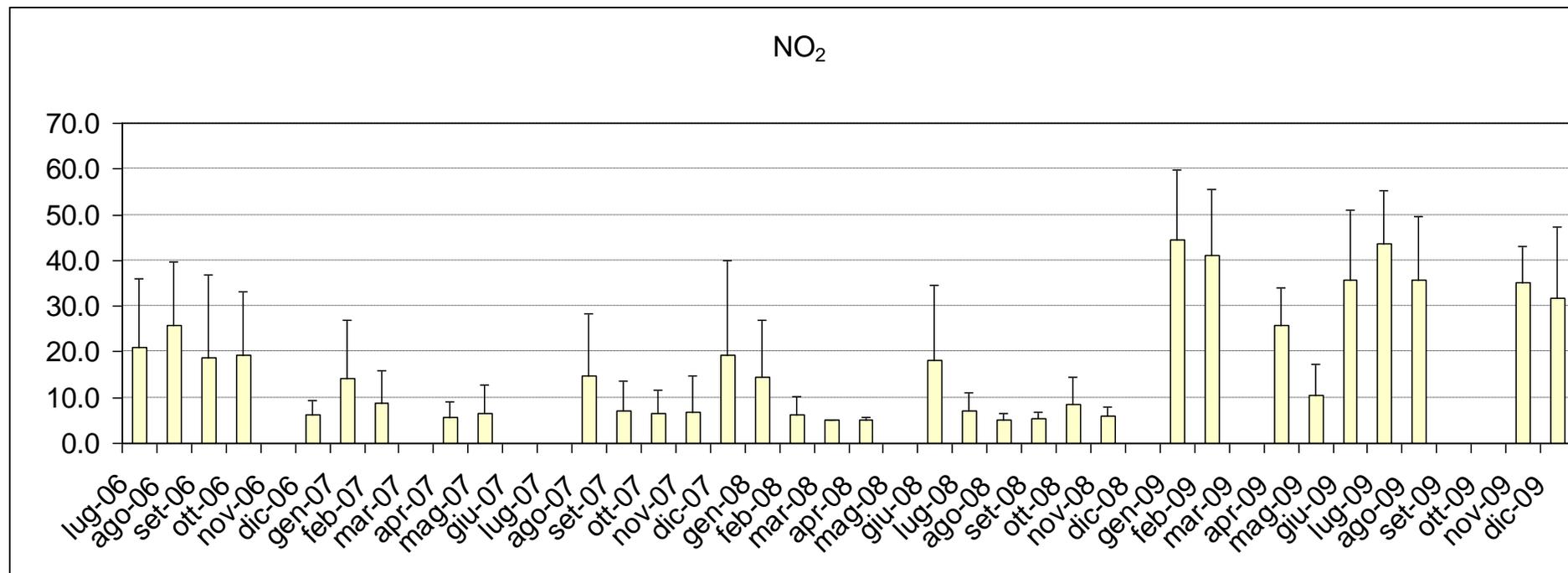
Figura A1 - Andamento della concentrazione di CO a Punta Sabbioni nei diversi mesi oggetto del monitoraggio (mg/m³).

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI
ANDAMENTO GENERALE NO_x A PUNTA SABBIONIFigura A2-Andamento della concentrazione di NO_x a Punta Sabbioni nei diversi mesi oggetto del monitoraggio (µg/m³).

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI
ANDAMENTO GENERALE NO₂ A PUNTA SABBIONIFigura A3- Andamento della concentrazione di NO₂ a Punta Sabbioni nei diversi mesi oggetto del monitoraggio (µg/m³).

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI
ANDAMENTO GENERALE CO A PUNTA MALAMOCCOFigura A4- Andamento della concentrazione di CO a Malamocco nei diversi mesi oggetto del monitoraggio (mg/m³).

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI
ANDAMENTO GENERALE NO_x A MALAMOCCOFigura A5 - Andamento della concentrazione di NO_x a Malamocco nei diversi mesi oggetto del monitoraggio (µg/m³).

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI
ANDAMENTO GENERALE NO₂ A MALAMOCCOFigura A6 - Andamento della concentrazione di NO₂ a Malamocco nei diversi mesi oggetto del monitoraggio (µg/m³).

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

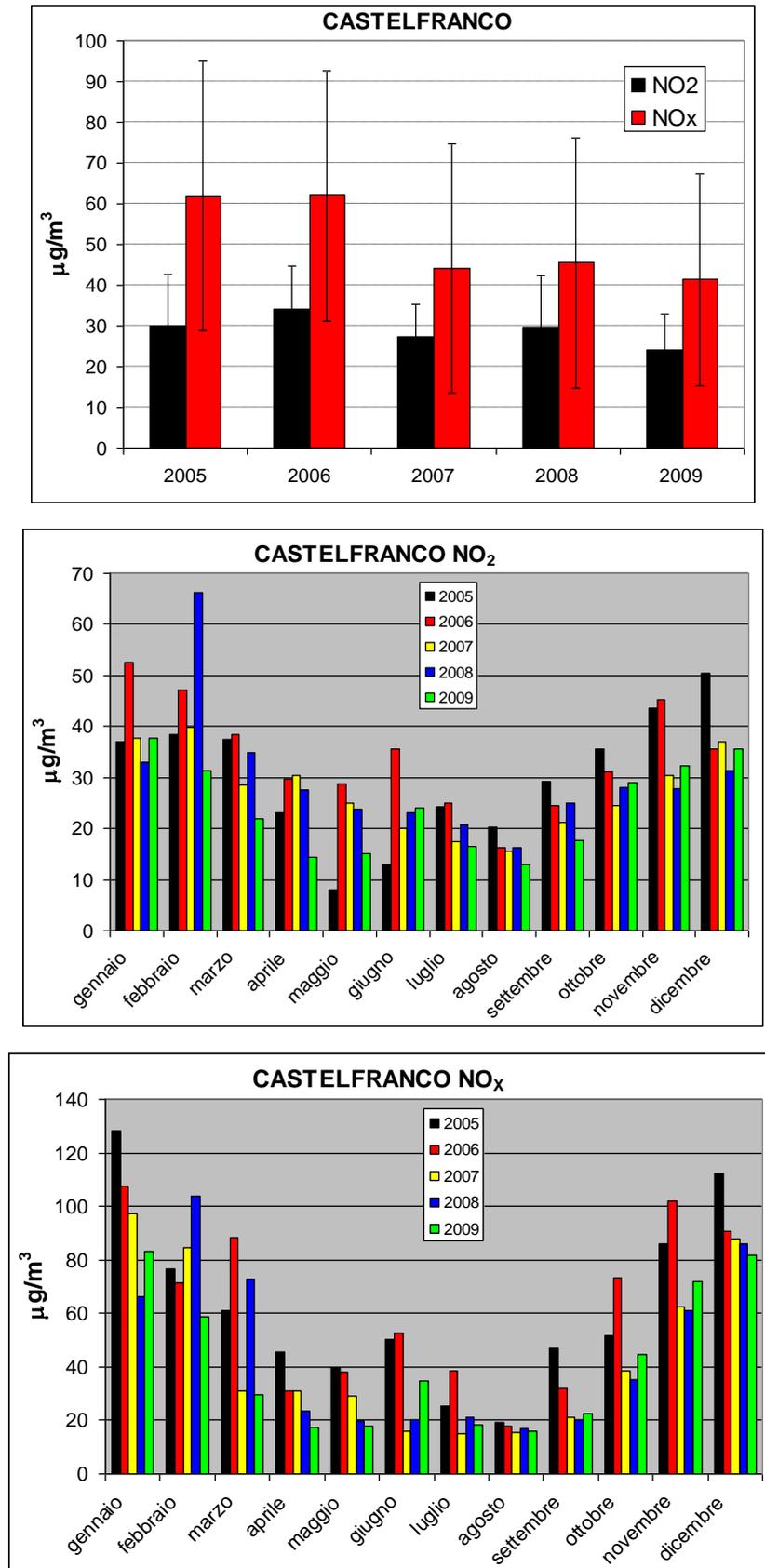


Figura A7 - Andamento delle concentrazioni di ossidi di azoto rilevati presso la stazione di Castelfranco. I dati sono stati forniti da ARPA Veneto sotto forma di medie mensili ed annuali.

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

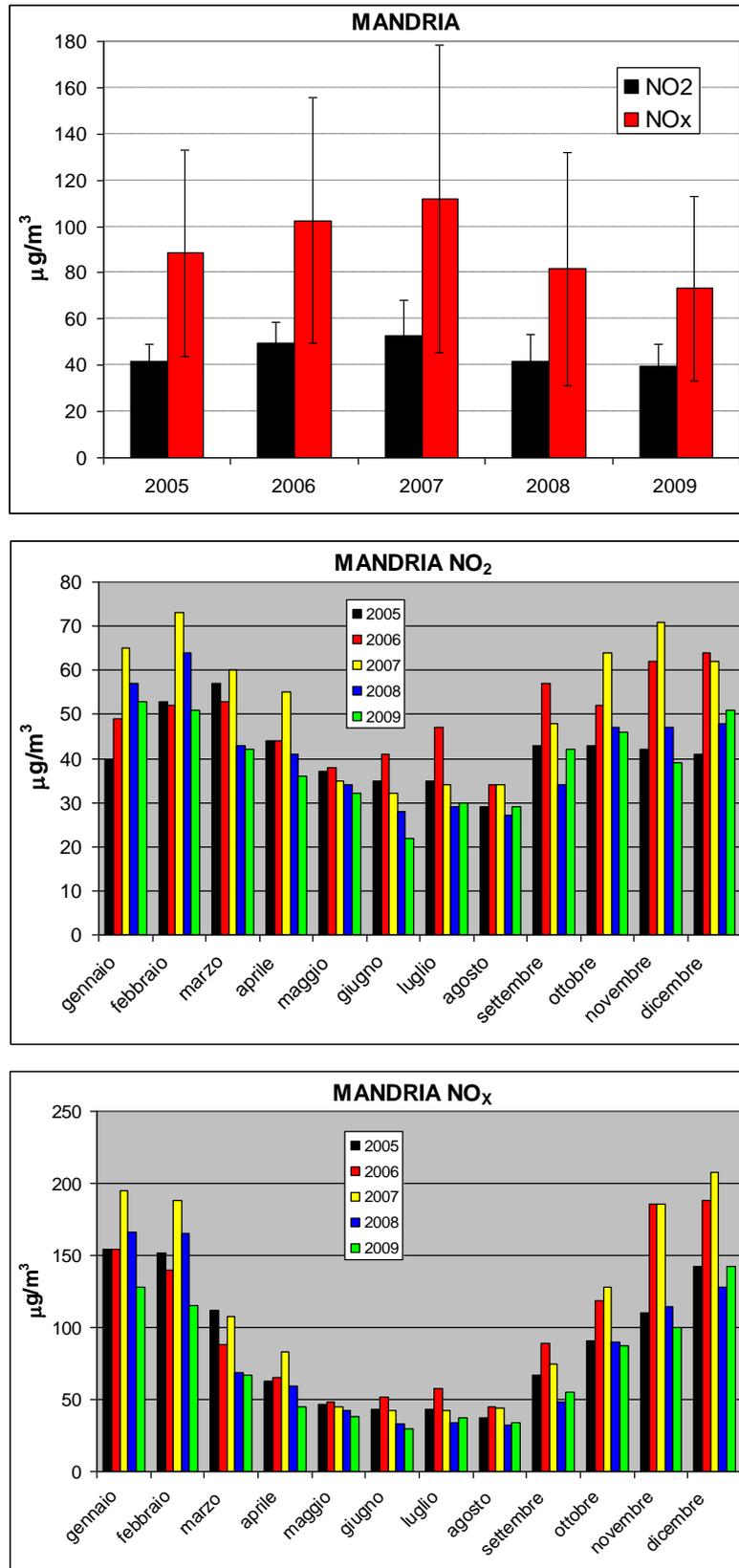


Figura A8 - Andamento delle concentrazioni di ossidi di azoto rilevati presso la stazione di Mandria. I dati sono stati forniti da ARPA Veneto sotto forma di medie mensili ed annuali.

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

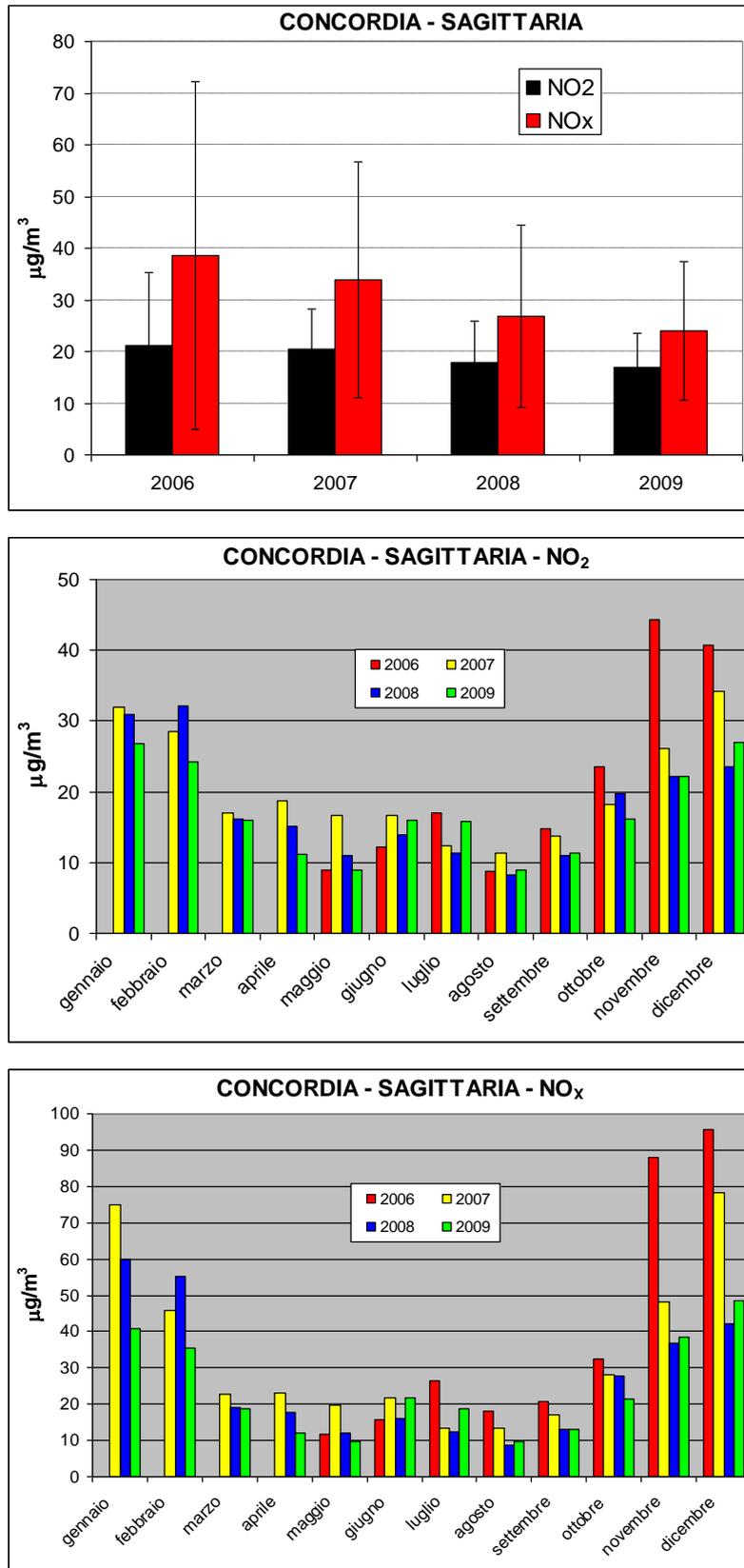


Figura A9 - Andamento delle concentrazioni di ossidi di azoto rilevati presso la stazione di Concordia Sagittaria. I dati sono stati forniti da ARPA Veneto sotto forma di medie mensili ed annuali.

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

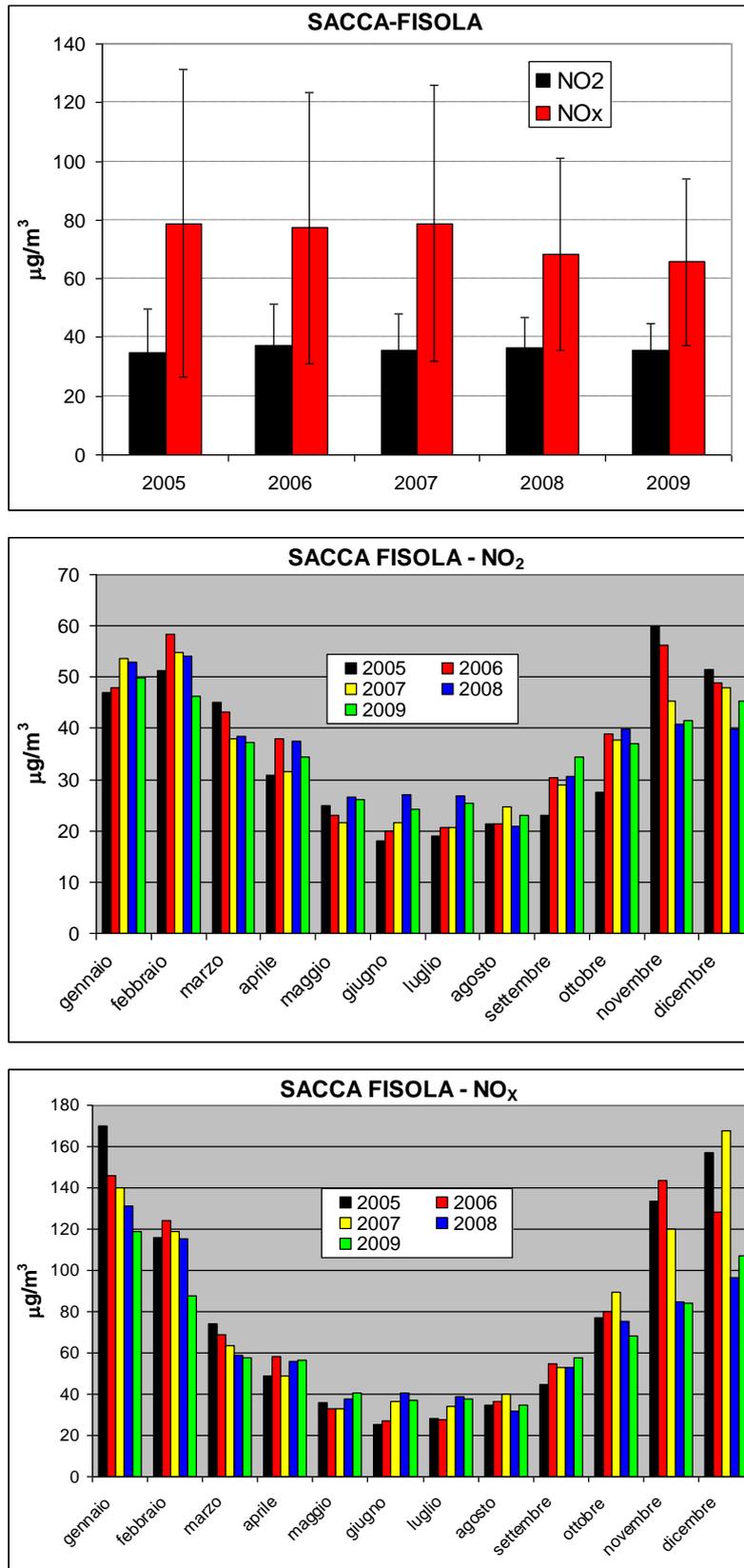


Figura A10 - Andamento delle concentrazioni di ossidi di azoto rilevati presso la stazione di Sacca Fisola. I dati sono stati forniti da ARPA Veneto sotto forma di medie mensili ed annuali.

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

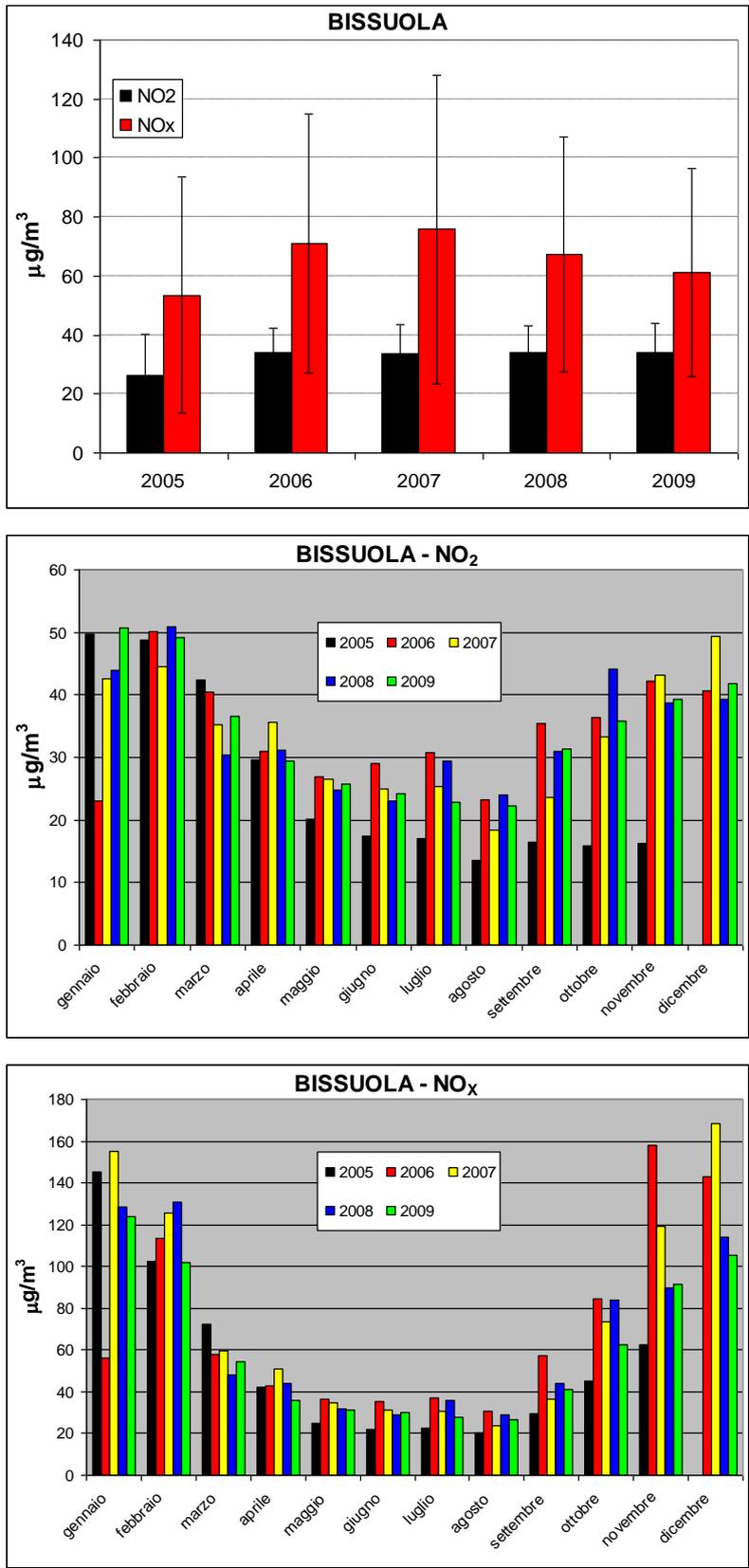


Figura A11 - Andamento delle concentrazioni di ossidi di azoto rilevati presso la stazione di Parco Bissuola. I dati sono stati forniti da ARPA Veneto sotto forma di medie mensili ed annuali.

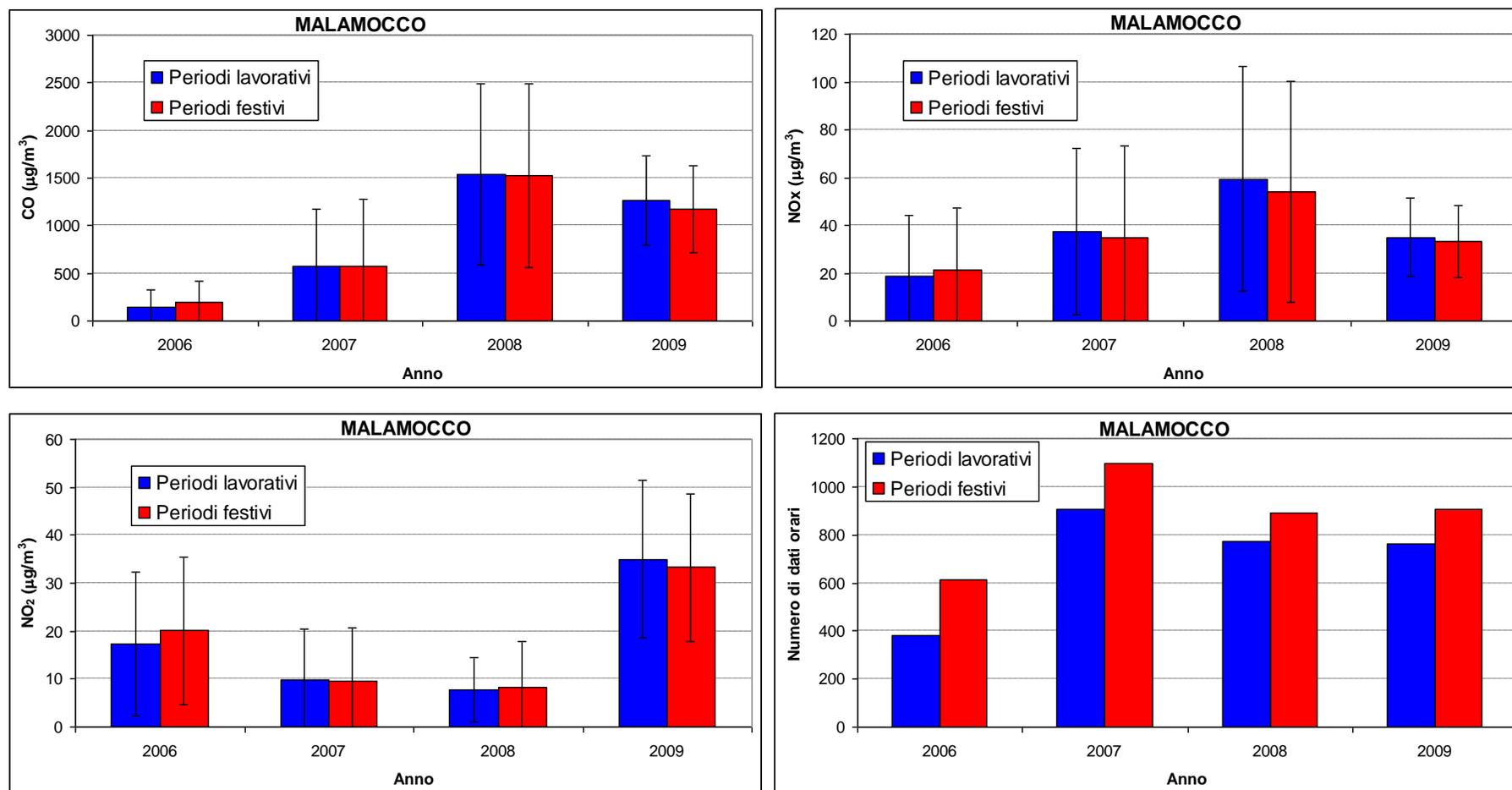


Figura A12 - Andamento delle concentrazioni nel corso degli anni separando i periodi lavorativi (feriali dalle 8 alle 20) ed i periodi festivi. I calcoli sono effettuati a partire dalle medie orarie rilevate a Malamocco nel corso del monitoraggio.

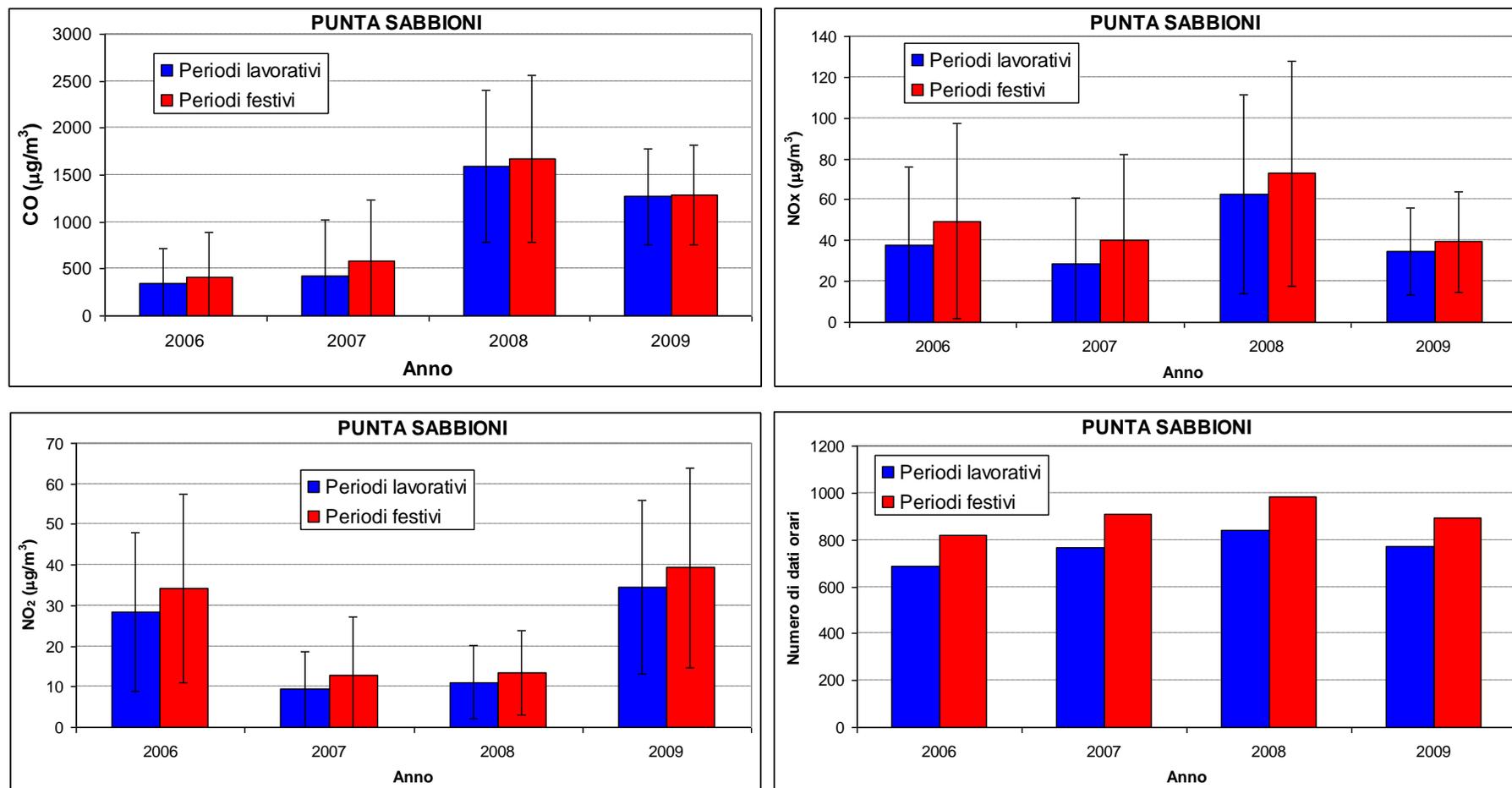


Figura A13 - Andamento delle concentrazioni nel corso degli anni separando i periodi lavorativi (feriali dalle 8 alle 20) ed i periodi festivi. I calcoli sono effettuati a partire dalle medie orarie rilevate a Punta Sabbioni nel corso del monitoraggio.

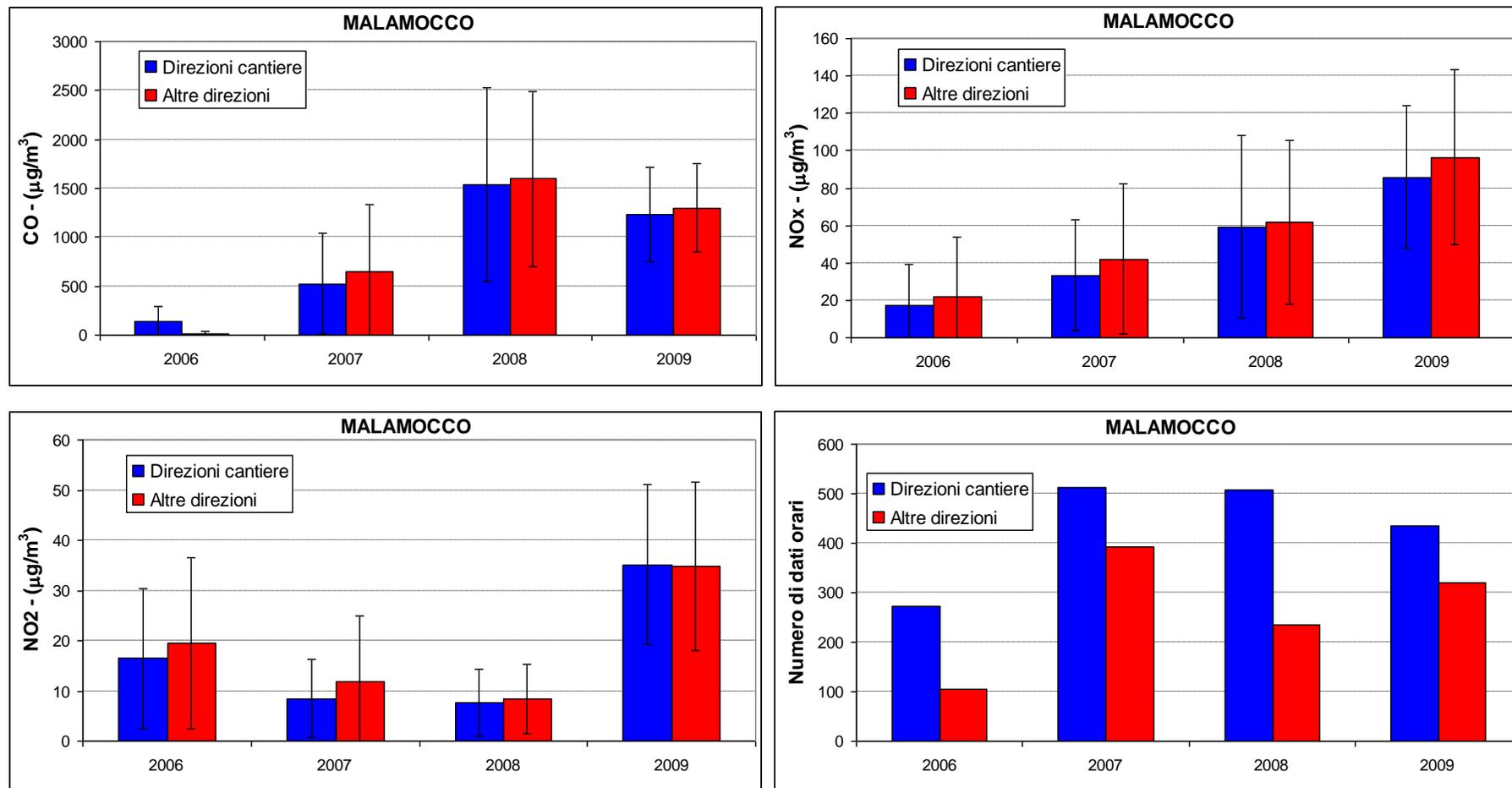


Figura A14 - Andamento delle concentrazioni nel corso degli anni separando i casi con direzione del vento associabile alla posizione del cantiere e casi con altre direzioni del vento. L'analisi è svolta sui periodi lavorativi (feriali dalle 8 alle 20) a Malamocco nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Sono stati esclusi i casi di calma di vento (velocità del vento < 0.5 m/s) in cui la direzione può non essere ben definita.

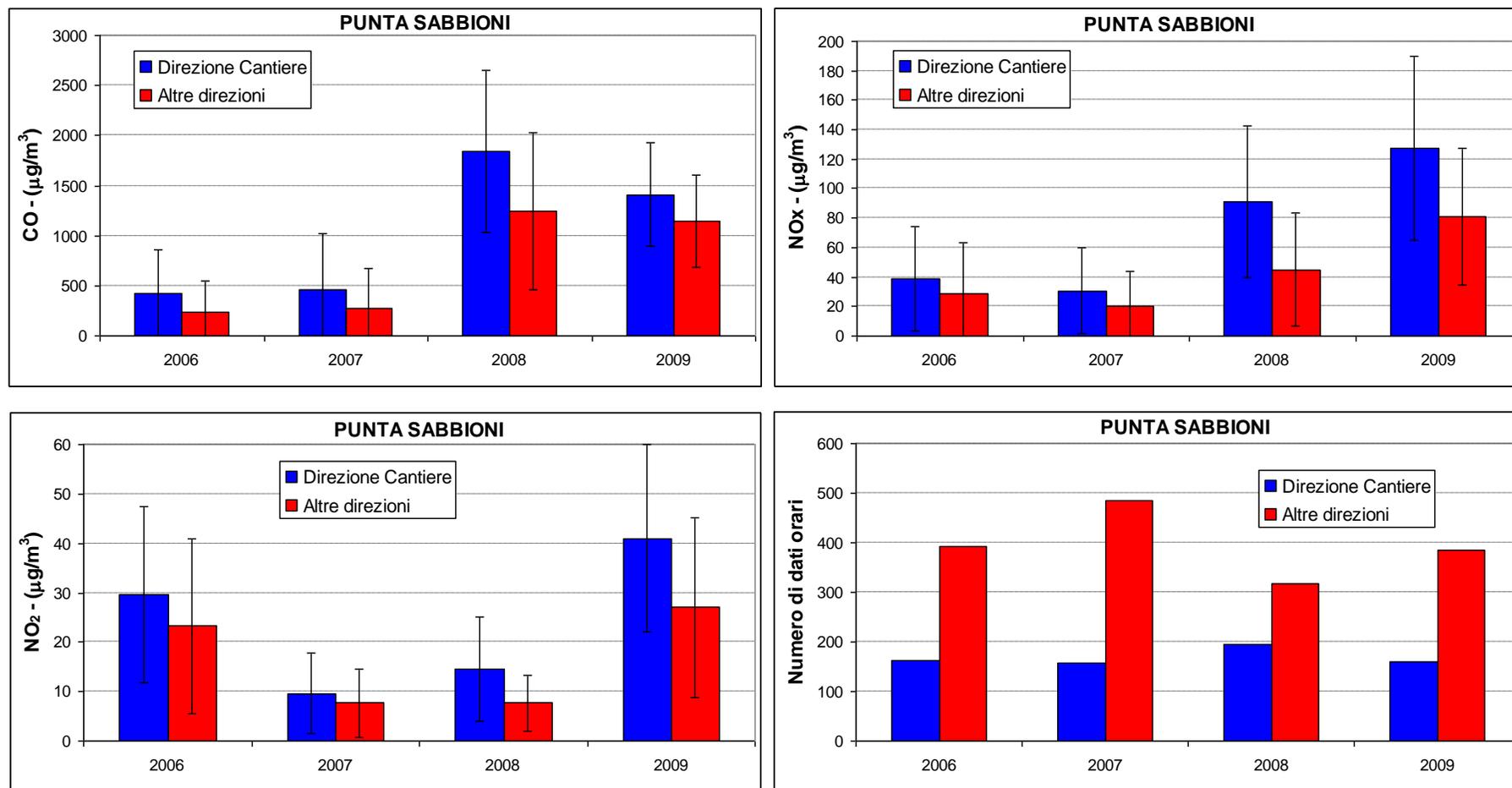


Figura A15 - Andamento delle concentrazioni nel corso degli anni separando i casi con direzione del vento associabile alla posizione del cantiere e casi con altre direzioni del vento. L'analisi è svolta sui periodi lavorativi (feriali dalle 8 alle 20) a Punta Sabbioni nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Sono stati esclusi i casi di calma di vento (velocità del vento < 0.5 m/s) in cui la direzione può non essere ben definita.

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

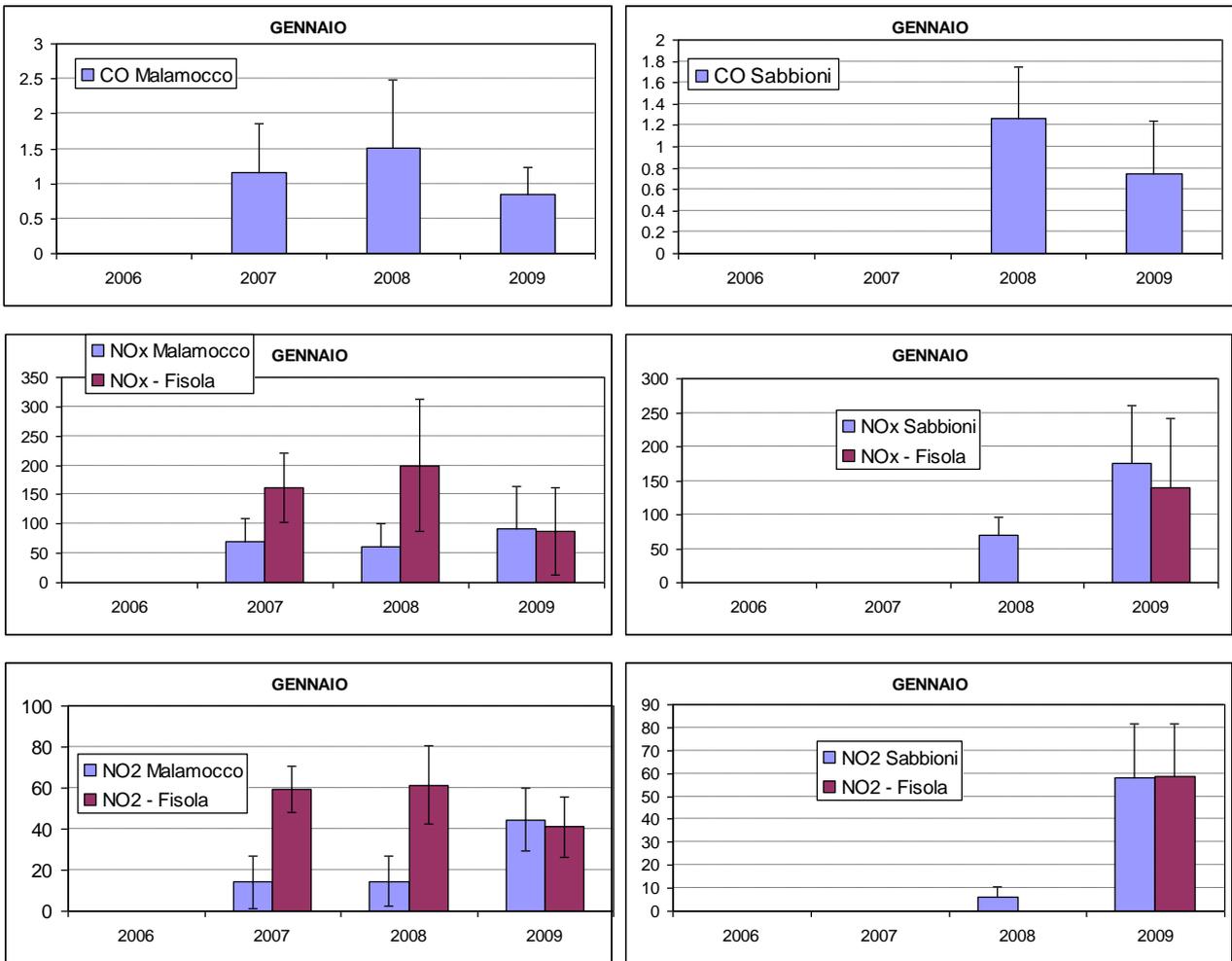


Figura A16 - **MESE DI GENNAIO**. Confronto dei dati osservati a Gennaio nei diversi anni di monitoraggio sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni. I risultati sono confrontati, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, anche con i rilevamenti della stazione di monitoraggio di Sacca Fisola forniti da ARPAV. Dall'alto in basso: CO, NOx e NO₂. Le concentrazioni di CO sono espresse in mg/m³ mentre quelle di NOx e NO₂ sono espresse in µg/m³.

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

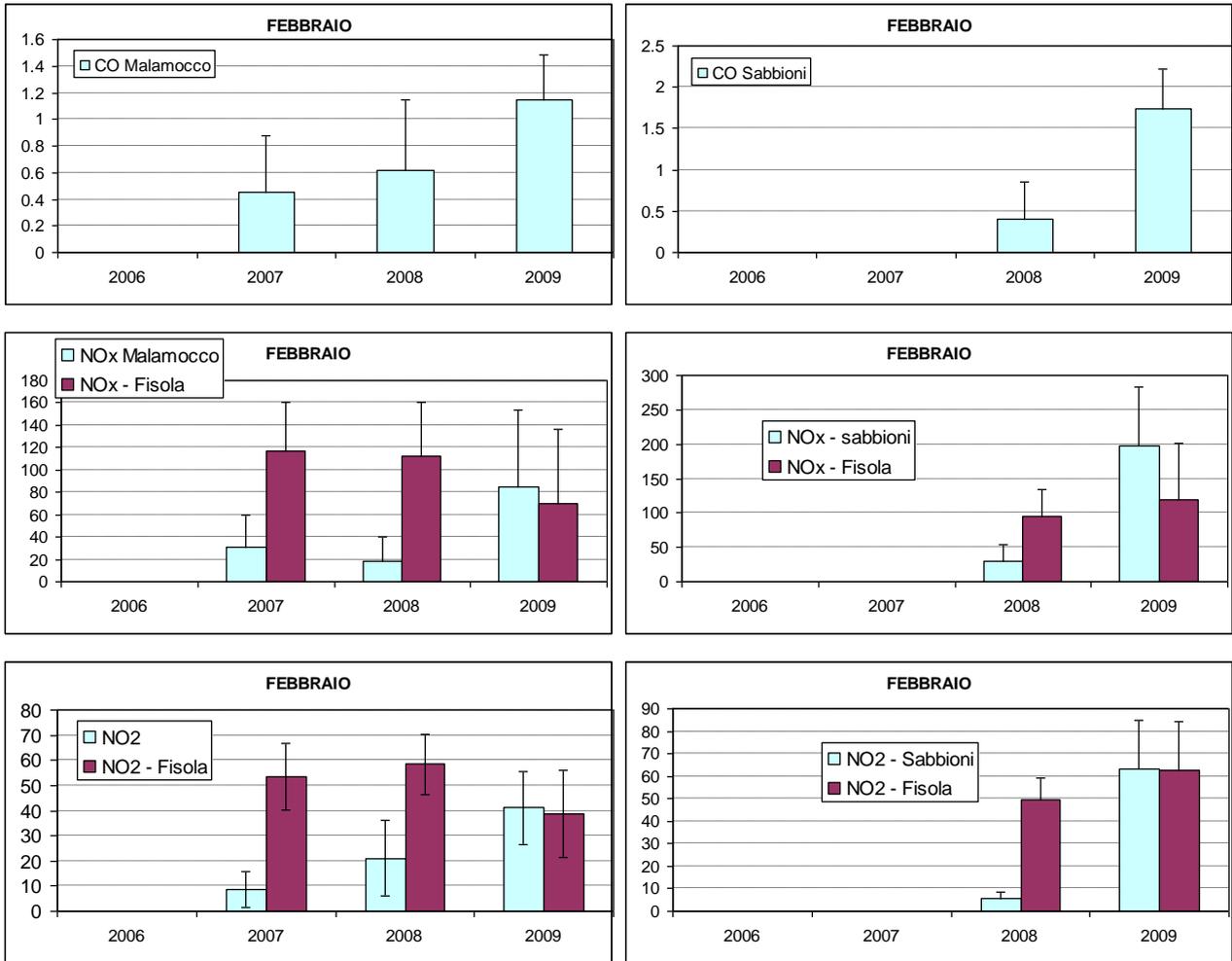


Figura A17 - MESE DI FEBBRAIO. Confronto dei dati osservati a Febbraio nei diversi anni di monitoraggio sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni. I risultati sono confrontati, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, anche con i rilevamenti della stazione di monitoraggio di Sacca Fisola forniti da ARPAV. Dall'alto in basso: CO, NOx e NO₂. Le concentrazioni di CO sono espresse in mg/m³ mentre quelle di NOx e NO₂ sono espresse in µg/m³.

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

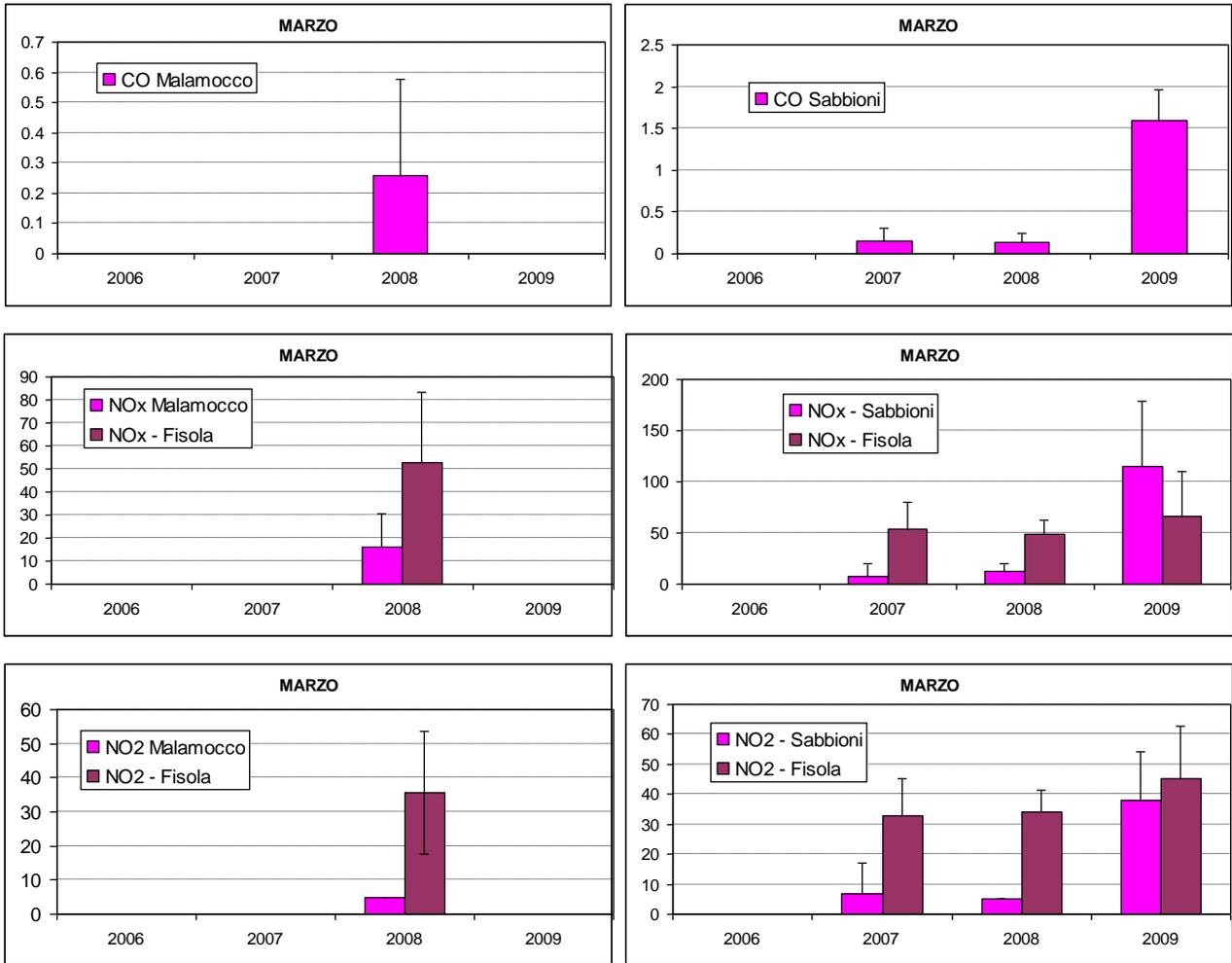


Figura A18 - MESE DI MARZO. Confronto dei dati osservati a Marzo nei diversi anni di monitoraggio sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni. I risultati sono confrontati, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, anche con i rilevamenti della stazione di monitoraggio di Sacca Fisola forniti da ARPAV. Dall'alto in basso: CO, NOx e NO₂. Le concentrazioni di CO sono espresse in mg/m³ mentre quelle di NOx e NO₂ sono espresse in µg/m³.

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

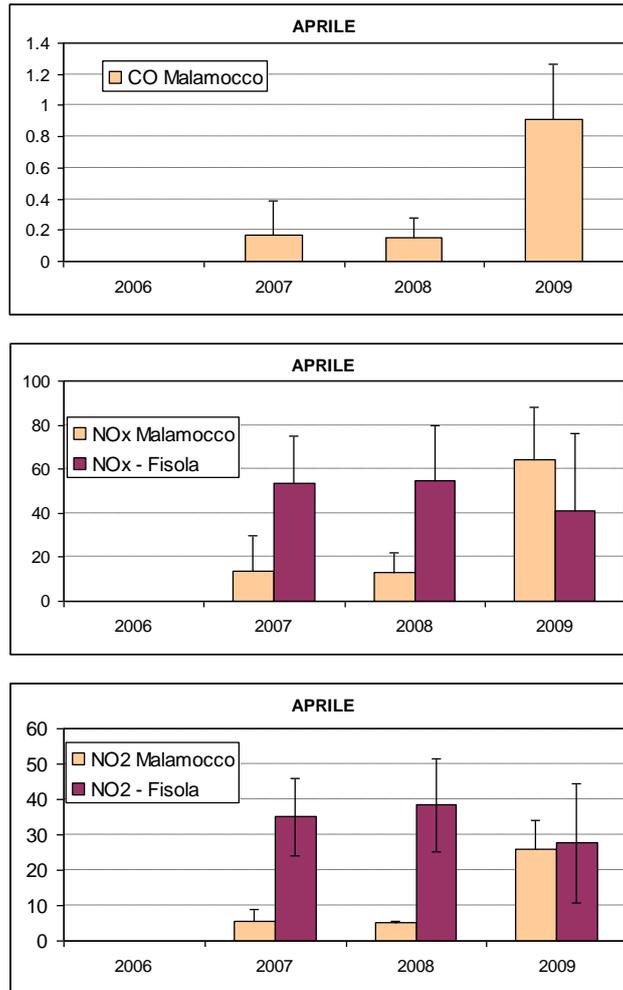


Figura A19 - MESE DI APRILE. Confronto dei dati osservati ad Aprile nei diversi anni di monitoraggio a Malamocco. I risultati sono confrontati, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, anche con i rilevamenti della stazione di monitoraggio di Sacca Fisola forniti da ARPAV. Dall'alto in basso: CO, NOx e NO₂. Le concentrazioni di CO sono espresse in mg/m³ mentre quelle di NOx e NO₂ sono espresse in µg/m³.

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

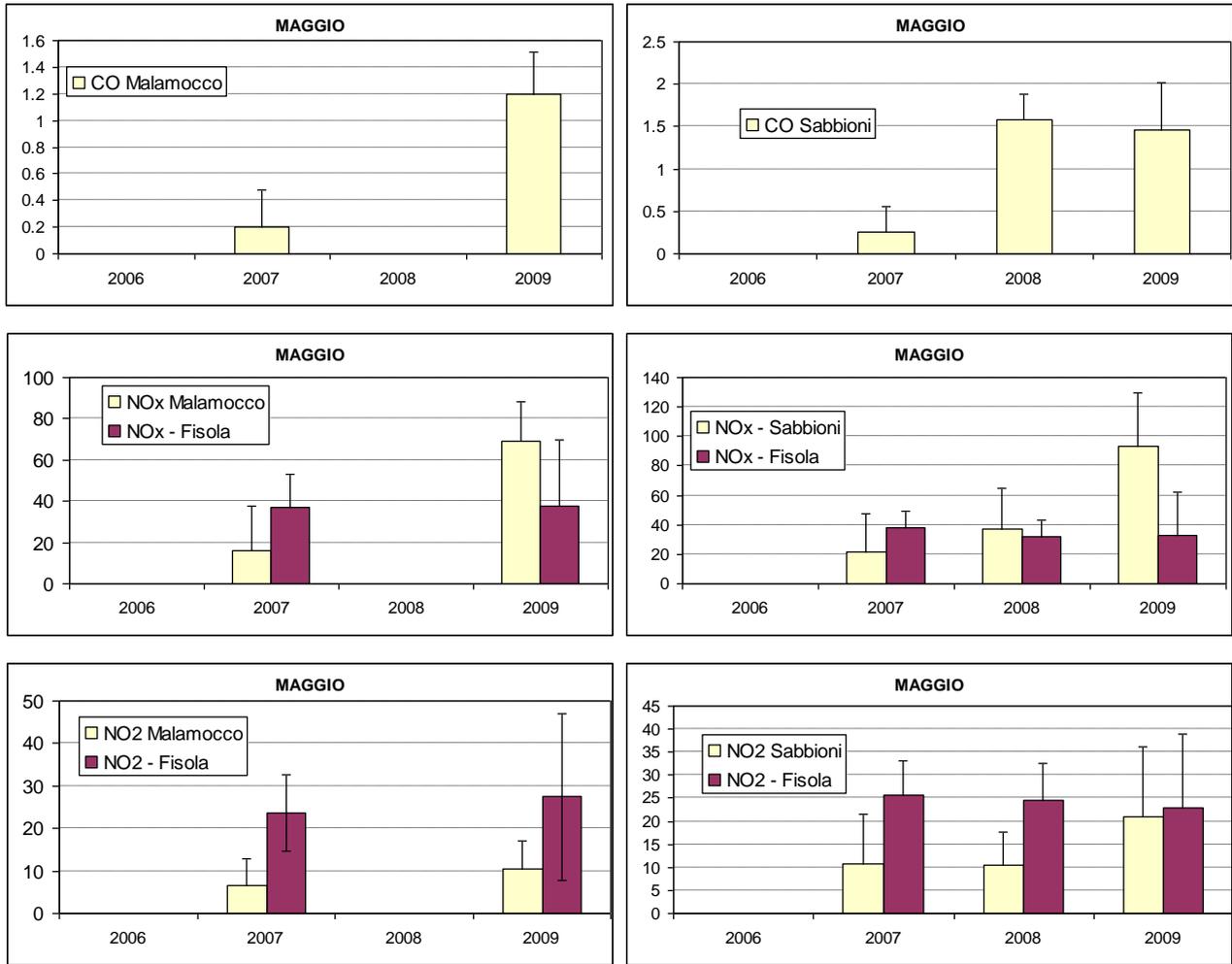


Figura A20 - MESE DI MAGGIO. Confronto dei dati osservati a Maggio nei diversi anni di monitoraggio sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni. I risultati sono confrontati, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, anche con i rilevamenti della stazione di monitoraggio di Sacca Fisola forniti da ARPAV. Dall'alto in basso: CO, NOx e NO₂. Le concentrazioni di CO sono espresse in mg/m³ mentre quelle di NOx e NO₂ sono espresse in µg/m³.

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

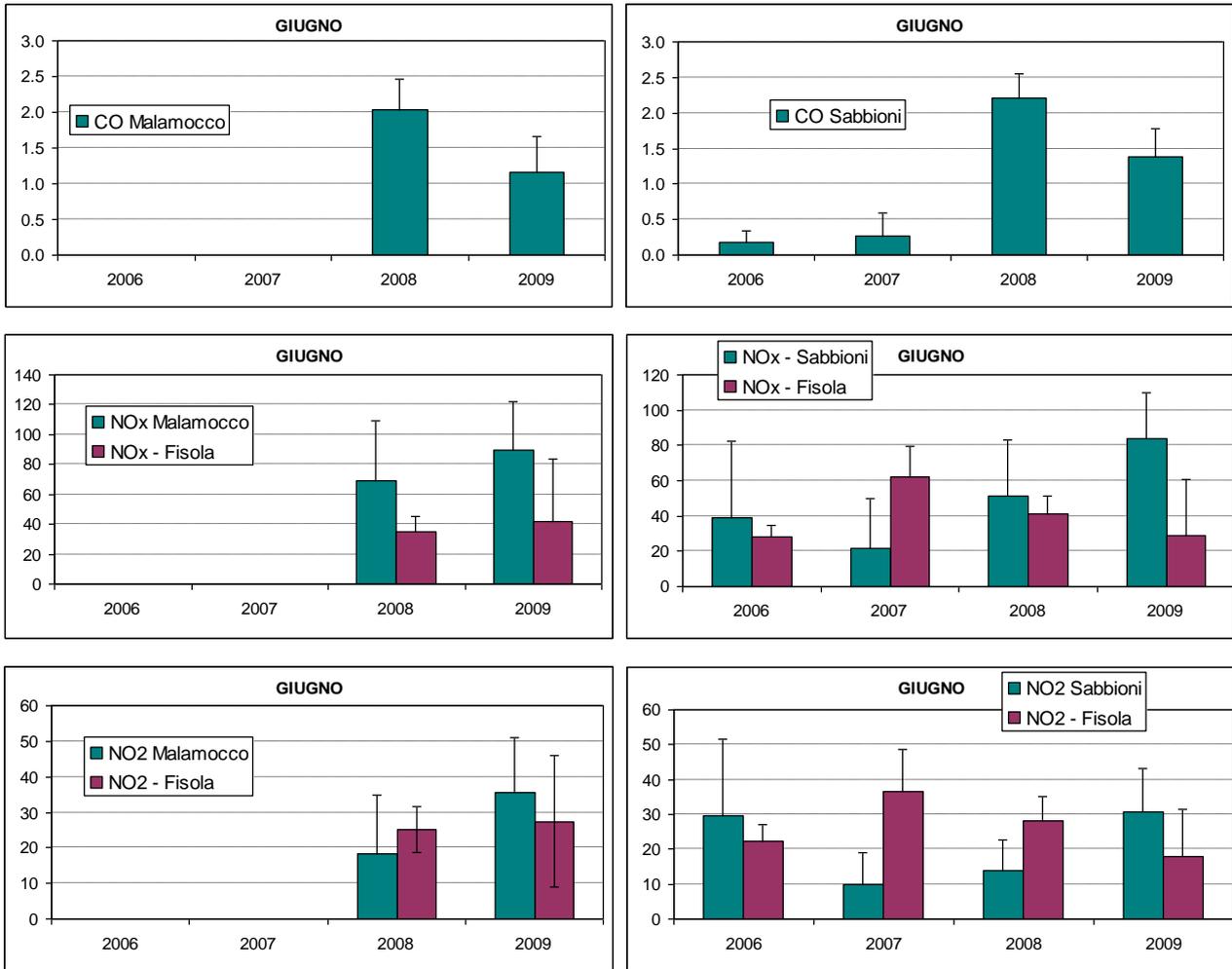


Figura A21-MESE DI GIUGNO. Confronto dei dati osservati a Giugno nei diversi anni di monitoraggio sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni. I risultati sono confrontati, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, anche con i rilevamenti della stazione di monitoraggio di Sacca Fisola forniti da ARPAV. Dall'alto in basso: CO, NOx e NO₂. Le concentrazioni di CO sono espresse in mg/m³ mentre quelle di NOx e NO₂ sono espresse in µg/m³.

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

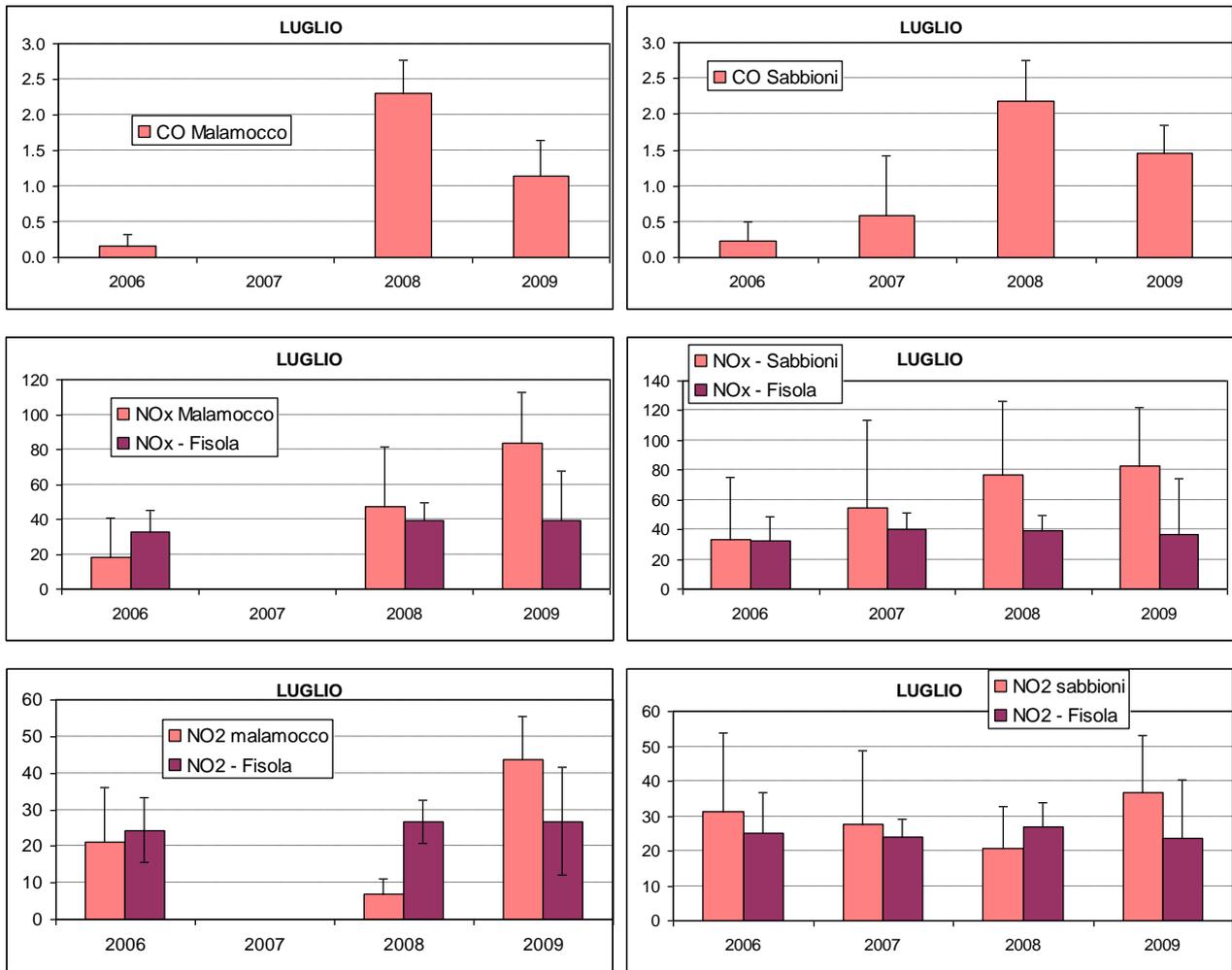


Figura A22 - MESE DI LUGLIO. Confronto dei dati osservati a Luglio nei diversi anni di monitoraggio sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni. I risultati sono confrontati, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, anche con i rilevamenti della stazione di monitoraggio di Sacca Fisola forniti da ARPAV. Dall'alto in basso: CO, NOx e NO₂. Le concentrazioni di CO sono espresse in mg/m³ mentre quelle di NOx e NO₂ sono espresse in µg/m³.

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

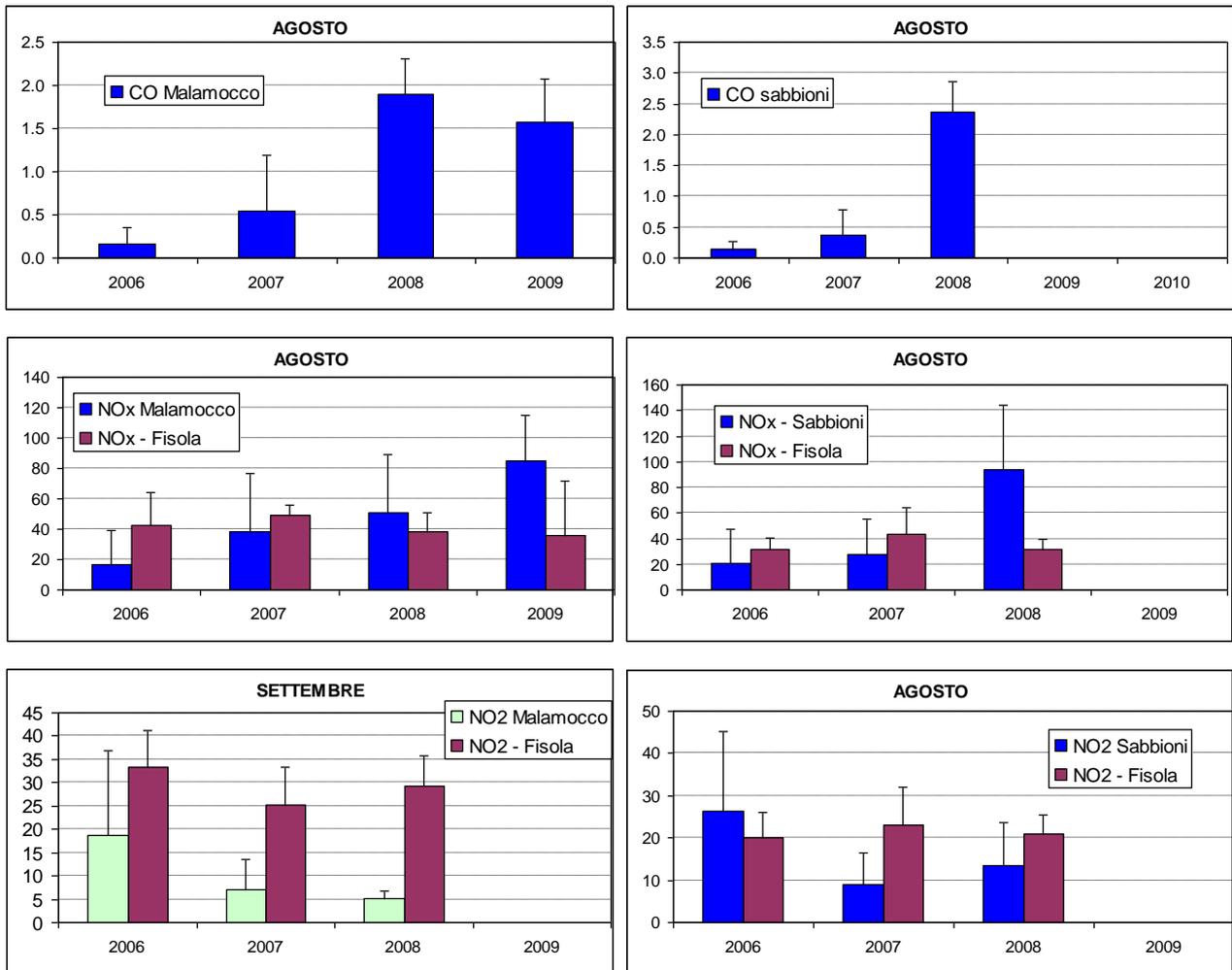


Figura A23 - MESE DI AGOSTO. Confronto dei dati osservati ad Agosto nei diversi anni di monitoraggio sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni. I risultati sono confrontati, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, anche con i rilevamenti della stazione di monitoraggio di Sacca Fisola forniti da ARPAV. Dall'alto in basso: CO, NOx e NO₂. Le concentrazioni di CO sono espresse in mg/m³ mentre quelle di NOx e NO₂ sono espresse in µg/m³.

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

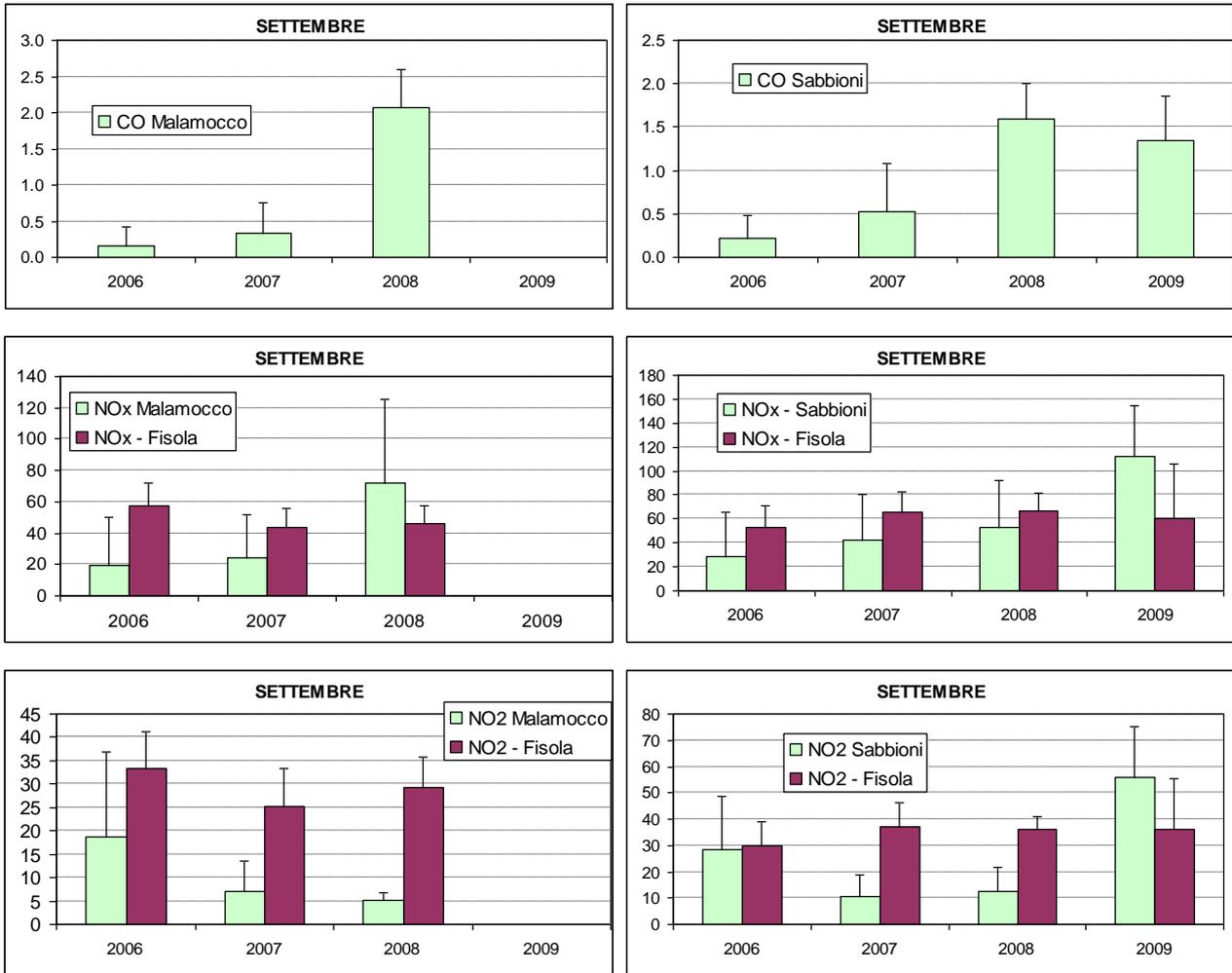


Figura A24 - MESE DI SETTEMBRE. Confronto dei dati osservati a Settembre nei diversi anni di monitoraggio sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni. I risultati sono confrontati, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, anche con i rilevamenti della stazione di monitoraggio di Sacca Fisola forniti da ARPAV. Dall'alto in basso: CO, NOx e NO₂. Le concentrazioni di CO sono espresse in mg/m³ mentre quelle di NOx e NO₂ sono espresse in µg/m³.

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

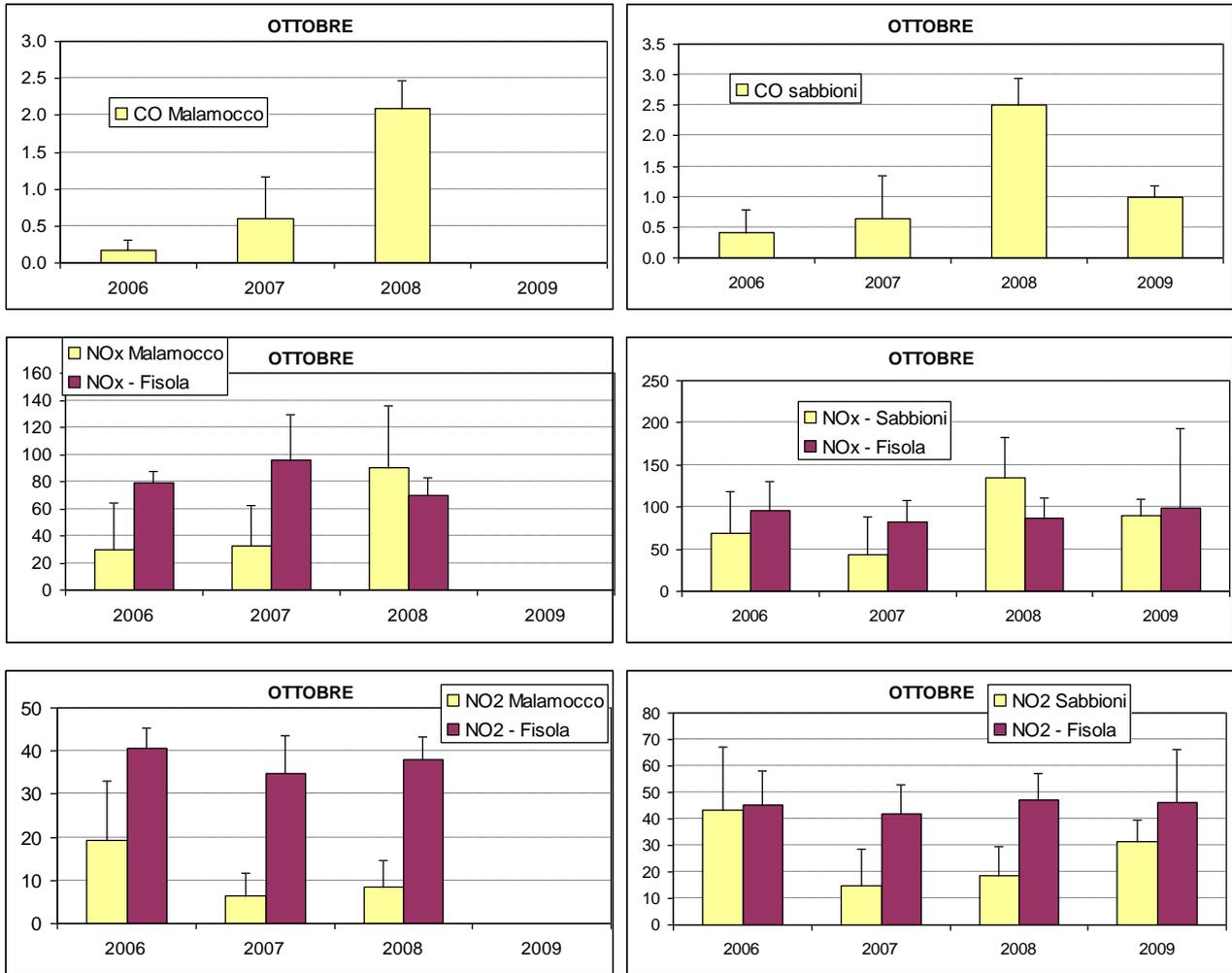


Figura A25 - MESE DI OTTOBRE. Confronto dei dati osservati ad Ottobre nei diversi anni di monitoraggio sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni. I risultati sono confrontati, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, anche con i rilevamenti della stazione di monitoraggio di Sacca Fisola forniti da ARPAV. Dall'alto in basso: CO, NOx e NO₂. Le concentrazioni di CO sono espresse in mg/m³ mentre quelle di NOx e NO₂ sono espresse in µg/m³.

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

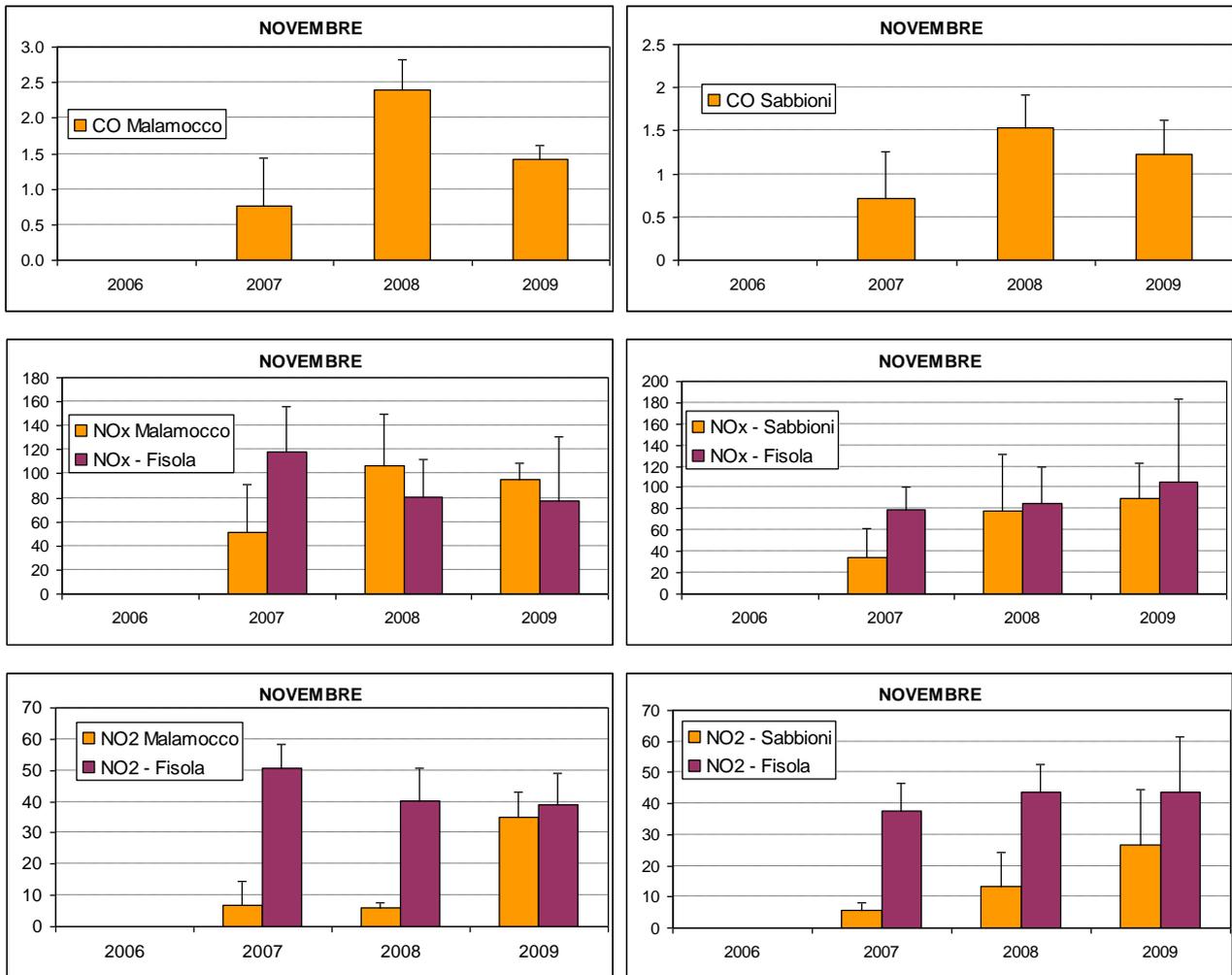


Figura A26 - MESE DI NOVEMBRE. Confronto dei dati osservati a Novembre nei diversi anni di monitoraggio sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni. I risultati sono confrontati, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, anche con i rilevamenti della stazione di monitoraggio di Sacca Fisola forniti da ARPAV. Dall'alto in basso: CO, NOx e NO₂. Le concentrazioni di CO sono espresse in mg/m³ mentre quelle di NOx e NO₂ sono espresse in µg/m³.

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

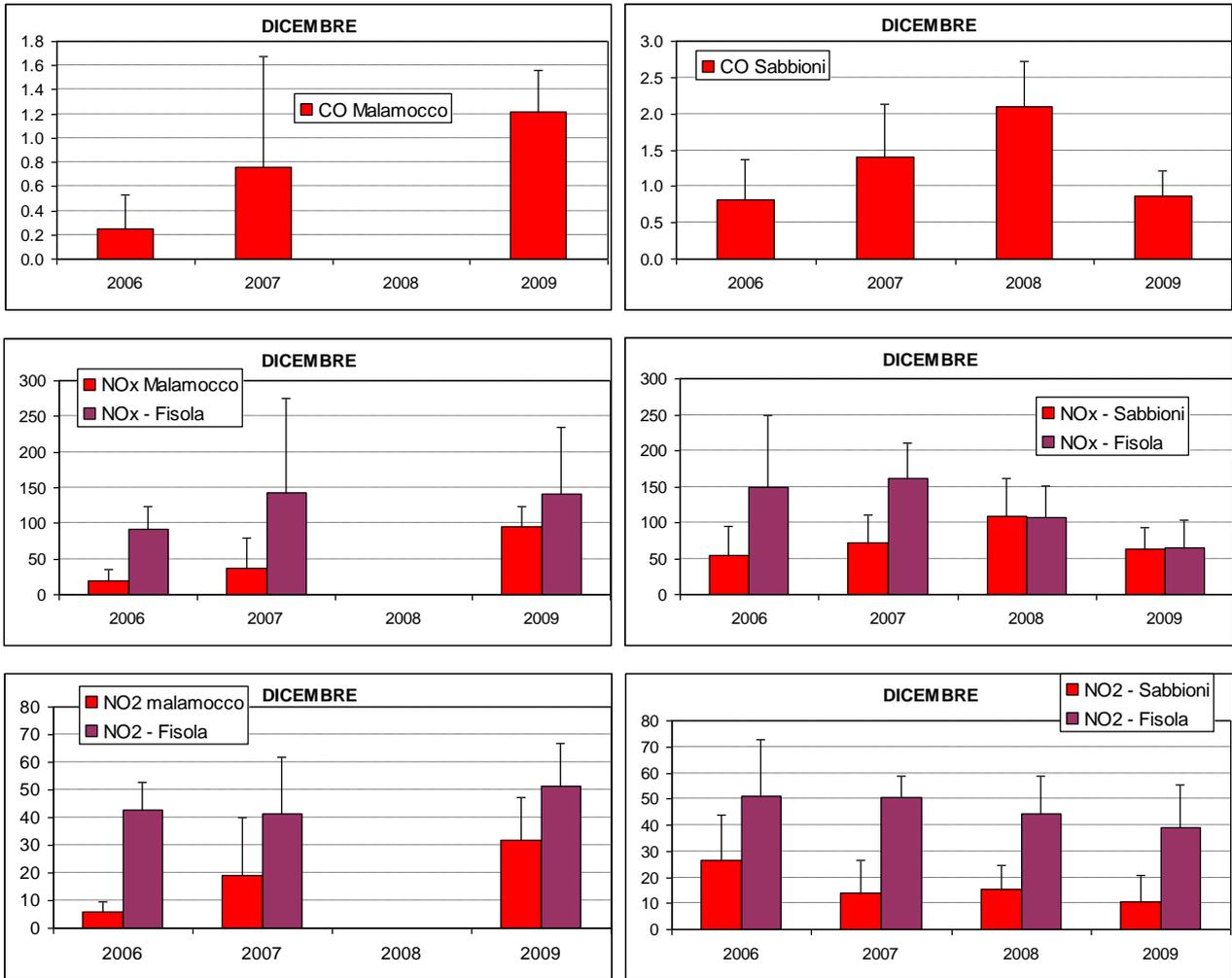


Figura A27 - MESE DI DICEMBRE. Confronto dei dati osservati a Dicembre nei diversi anni di monitoraggio sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni. I risultati sono confrontati, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, anche con i rilevamenti della stazione di monitoraggio di Sacca Fisola forniti da ARPAV. Dall'alto in basso: CO, NOx e NO₂. Le concentrazioni di CO sono espresse in mg/m³ mentre quelle di NOx e NO₂ sono espresse in µg/m³.

Conclusioni

In sintesi gli aspetti emersi da questo studio di approfondimento sono i seguenti:

- non si sono osservati incrementi nelle concentrazioni di NO_x e NO₂ presso le altre stazioni regionali della qualità dell'aria nel Veneto. Quindi gli incrementi di concentrazione ottenuti nel corso dei monitoraggi effettuati nel 2008-2009 non sono dovuti ad un trend crescente regionale di questi inquinanti;
- il confronto fra direzioni di provenienza del vento con cantieri sottovento o sopravvento rispetto al sistema di misura non evidenzia a Malamocco alcuna differenza nelle concentrazioni medie di tutti i gas monitorati. A Punta Sabbioni si ha un incremento delle concentrazioni medie dei gas in condizione di cantiere sottovento, ma occorre considerare che in tali direzioni si hanno diverse sorgenti (industriali dovuti all'area di Porto Marghera, traffico e trasporto dalla Pianura Padana). Infatti le medie delle concentrazioni dei gas ottenute nelle ore lavorative sono confrontabili con quelle ottenute nelle ore non lavorative sia a Punta Sabbioni che a Malamocco;
- infine il confronto con la stazione di Sacca Fisola, prossima all'area di monitoraggio di Punta Sabbioni, indica concentrazioni più elevate degli ossidi di azoto a Punta Sabbioni (e in alcuni casi anche dell'NO₂) fino al mese di settembre 2009. A partire dal mese di Ottobre 2009 le concentrazioni fra le misure di Punta Sabbioni e Sacca Fisola sono più confrontabili.

Concludendo, si ritiene che l'aumento di concentrazione nei gas misurati a Punta Sabbioni e Malamocco sia probabilmente dovuta ad interferenze nel processo di misura sui sensori a stato solido. In particolare, per quanto riguarda il superamento della soglia di NO_x, rispetto ai valori indicati dalla normativa vigente, si ricorda che l'obiettivo della legge è la tutela degli ecosistemi a larga scala, mentre l'obiettivo del presente monitoraggio è la valutazione dell'impatto indotto dai cantieri nell'ambiente circostante. Pertanto, sebbene il confronto con il limite normativo possa dare utili spunti di valutazione, la metodologia di misura ed i punti di monitoraggio descritti nel presente studio sono diversi da quelli indicati dalla normativa