



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/7**

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

Contratto prot.n. 16514 si/gce/fbe

Documento **MACROATTIVITÀ: ARIA  
RAPPORTO FINALE**

Versione **1.0**

Emissione **1 Luglio 2012**

Redazione

Dott. Andrea Gambaro  
(CNR-IDPA)

Redazione e Verifica

Dott. Franco Belosi  
(CNR-ISAC)

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

## Indice

<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>1 INDICATORI MONITORATI E METODOLOGIA DI MISURA .....</b>	<b>6</b>
1.1 PM <sub>10</sub> .....	6
1.2 Determinazione dei metalli nel PM <sub>10</sub> .....	6
1.3 Idrocarburi Policicli Aromatici (IPA).....	8
1.4 Misure di gas .....	9
<b>2 DEFINIZIONE DELLE SOGLIE.....</b>	<b>12</b>
2.1 PM <sub>10</sub> .....	12
2.2 Determinazione dei metalli nel PM <sub>10</sub> .....	13
2.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	13
2.4 Misure di gas .....	14
<b>3 RISULTATI MONITORAGGIO POLVERI.....</b>	<b>15</b>
3.1 Introduzione.....	15
3.2 PM <sub>10</sub> .....	15
3.2.1 <i>Andamento annuale del PM<sub>10</sub></i> .....	15
3.2.2 <i>Superamenti di soglia PM<sub>10</sub></i> .....	22
3.2.3 <i>Conclusioni PM<sub>10</sub> in continuo</i> .....	23
3.3 Monitoraggio dei metalli nel PM <sub>10</sub> .....	23
3.3.1 <i>Campagne di misura a Chioggia</i> .....	24
3.3.2 <i>Campagne di misura a Malamocco</i> .....	32
3.3.3 <i>Campagna di misura a Punta Sabbioni</i> .....	43
3.3.4 <i>Commenti e considerazioni conclusive</i> .....	54
3.4 Calibrazione del campionatore Air Genius (PM <sub>10</sub> ) .....	64
<b>4 RISULTATI MONITORAGGIO IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI .....</b>	<b>67</b>
4.1 Introduzione.....	67
4.2 Risultati del monitoraggio.....	67
4.3 Superamenti di soglia .....	71
4.4 Conclusioni.....	77
<b>5 RISULTATI MONITORAGGIO GAS .....</b>	<b>79</b>
5.1 Introduzione.....	79
5.2 Risultati del monitoraggio.....	79
5.2.1 <i>Campagne di misura a Punta Sabbioni</i> .....	80
5.2.2 <i>Campagne di misura a Malamocco</i> .....	84
5.3 Superamenti di soglia .....	88

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

5.4 Conclusioni.....	89
<b>6 CONCLUSIONI.....</b>	<b>94</b>
6.1 Introduzione.....	94
6.2 Sintesi attività di monitoraggio .....	94
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>96</b>
<b>ALLEGATO: AGGIORNAMENTO SOGLIE .....</b>	<b>97</b>
A.1 PM <sub>10</sub> .....	97
A.2 Metalli nel PM <sub>10</sub> .....	97
A.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici .....	98
A.4 Gas .....	99

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

Belosi F., Contini D., Cesari D., Santachiara G., Trivellone G.(ISAC-CNR)

Dall'Angelo C. (CORILA)

Gambaro A., Morabito E., Bonetto F., Turetta C., Zangrando R., De Pieri S., Argidiaris E. (IDPA-CNR)

## INTRODUZIONE

Il presente documento descrive le attività ed i risultati relativi al settimo anno di monitoraggio (maggio 2011 - aprile 2012) degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari relativamente alla matrice aria [Studio B.6.72 B/7, Disciplinare Tecnico, 2011].

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.

La normativa di riferimento, per quanto riguarda la matrice aria, è il Decreto Legislativo 155/2010 che rappresenta un testo unico sulla qualità dell'aria ed ha abrogato le norme precedentemente in vigore.

Le principali novità introdotte dal Decreto Legislativo 155/2010, ai fini della presente attività di monitoraggio, riguardano l'introduzione di valori obiettivo per il contenuto di Arsenico, Cadmio, Nichel e Benzo(a)pirene nel PM<sub>10</sub> da raggiungere entro il 31/12/2012. Per quanto riguarda i valori limite del PM<sub>10</sub>, del Monossido di Carbonio e del Biossido di Azoto il Decreto non introduce differenze rispetto a quanto in vigore dalla normativa precedente. Infine per gli Ossidi di Azoto il Decreto stabilisce un livello critico per la protezione della vegetazione. In questo caso le stazioni di misurazione devono essere localizzate ad oltre 20 km dalle aree urbane e ad oltre 5 km da altre zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50.000 veicoli al giorno e l'area di rappresentatività delle stazioni di misurazione deve essere pari ad almeno 1.000 km<sup>2</sup>. Il Mercurio non è stato considerato nelle attività di monitoraggio in quanto non rappresentativo di emissioni da attività di cantiere.

Gli obiettivi del monitoraggio sono stati individuati sulla base delle pressioni ambientali definite nel SIA e dei 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 concentrazioni di PM<sub>10</sub>, le concentrazioni dei metalli nel PM<sub>10</sub>, le concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) in fase aerosol e gassosa, le concentrazioni di CO, NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub>. A questo proposito si sottolinea che rispetto a quanto previsto dal citato Decreto Legislativo 155/2010 si è ritenuto opportuno proseguire l'attuale schema di monitoraggio (determinazione del Benzo(a)pirene sul particolato totale, in sostituzione del contenuto di Benzo(a)pirene nel PM<sub>10</sub> come previsto dal citato Decreto) in quanto ciò permette di proseguire il confronto con la serie storica relativa ai precedenti anni di misura (confronto che sarebbe compromesso passando al PM<sub>10</sub>). Tale confronto, nell'ottica del monitoraggio di un'attività di cantiere, rappresenta un aspetto importante per determinare l'eventuale impatto ambientale delle attività cantieristiche in funzione dello stato di avanzamento dei lavori. In secondo luogo la normativa prevede comunque l'obiettivo qualità (1 ng/m<sup>3</sup>) espresso come media annuale, su base giornaliera, e quindi non confrontabile direttamente con le misure svolte a Punta Sabbioni e a Malamocco che prevedono una minore frequenza di campionamento.

Le variazioni rispetto al precedente anno di monitoraggio [Studio B.6.72 B/6, Disciplinare Tecnico, 2010] riguardano l'incremento del numero delle campagne di misura degli IPA e dei metalli pesanti come attività compensative a seguito della interruzione della raccolta delle deposizioni atmosferiche presso il sito di Punta Sabbioni e dei campionamenti di polveri ambientali effettuati mediante centraline mobili. Il Disciplinare Tecnico B.6.72 B/7 rielaborato in data 24/06/2011 dal Comitato Tecnico di Magistratura prevede di effettuare una campagna metalli aggiuntiva a Punta

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

Sabbioni e due campagne IPA aggiuntive (una a Malamocco e una a Punta Sabbioni). Pertanto per i metalli nel  $PM_{10}$  si è portato a 8 il numero complessivo delle campagne (2 a Chioggia, 3 a Punta Sabbioni e 3 a Malamocco), mentre per gli IPA il numero totale delle campagne risulta 6 (3 a Punta Sabbioni e 3 a Malamocco). Poiché tali variazioni sono intervenute durante il corso del monitoraggio, in via transitoria, le campagne aggiuntive sono state svolte nel mese di Aprile 2012. A partire dal prossimo anno di monitoraggio verranno svolte nei mesi estivi (Luglio o Agosto) in modo da coprire uniformemente il periodo di monitoraggio.

Nel corso del settimo anno di monitoraggio sono state avviate le attività di modellistica mirate a stimare la ricaduta al suolo e le concentrazioni, nelle aree limitrofe ai cantieri alle tre bocche, dei principali inquinanti monitorati (particolato ed ossidi di azoto). I risultati preliminari delle simulazioni modellistiche, svolte da ARPA Veneto, hanno evidenziato livelli più elevati di concentrazioni e deposizioni degli inquinanti alla bocca di Malamocco, rispetto alla bocca di Lido, principalmente per l'estensione della superficie coperta dal cantiere. Si è pertanto rimodulata la distribuzione delle campagne di misura dei gas incrementandone il numero a Malamocco.

La collaborazione con I.S.P.R.A. (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) ha permesso, oltre alla introduzione delle misure compensative già descritte, un miglioramento delle azioni previste in caso di anomalie riscontrate nel corso dei monitoraggi. In particolare si è definita una procedura di anomalia basata sulla stesura di un Rapporto di Anomalia con successivo Rapporto di Chiusura dell'Anomalia.

## 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 [Studio B.6.72/B1, Rapporto di Variabilità, 2005].

### 1.1 PM<sub>10</sub>

L'indicatore di PM<sub>10</sub> rappresenta la concentrazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Le concentrazioni di PM<sub>10</sub> sono 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. 1.1) in modo da minimizzare le interferenze dovute alla vegetazione locale (Lat. 2318348.83; Long. 5035066.57).



Fig. 1.1 - Campionatore automatico sequenziale di PM<sub>10</sub> (Air Genius, Unitec, Ferrara)

### 1.2 Determinazione dei metalli nel PM<sub>10</sub>

Nel settimo anno di monitoraggio sono state effettuate 8 campagne di misura relative alla composizione elementare nel PM<sub>10</sub>, ciascuna della durata superiore o uguale a 10 gg, in tutte e tre le bocche di porto secondo il seguente schema: Punta Sabbioni (3 campagne), Malamocco (3 campagne) e Chioggia (2 campagne). La Figura 1.2 riporta la collocazione delle stazioni di misura, mentre la Tabella 1.1 le relative coordinate Gauss Boaga.

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



Fig. 1.2- Stazioni di misura dei metalli nel PM<sub>10</sub>

Tab. 1.1 - Coordinate Gauss Boaga delle stazioni per la misura dei metalli nel PM<sub>10</sub>

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 PM<sub>10</sub>, 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 HNO<sub>3</sub>, 3 ml di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e 3 ml di HF (ultrapuro, Romil). Il programma di riscaldamento utilizzato è costituito dai seguenti stadi:

- 1) rampa di temperatura da 0 a 100 °C della durata di 20 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.

11) 20 minuti di ventilazione per il raffreddamento.

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.

### 1.3 Idrocarburi Policicli Aromatici (IPA)

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), sia associati alle particelle di polvere (aerosol) che presenti in fase gassosa, sono ritenuti 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.).

I campionamenti sono stati effettuati con un campionatore ad alto volume (Tisch Environment) con l'aspirazione dell'aria (portata 0.4 m<sup>3</sup>/min) attraverso un filtro in fibra di quarzo (QFF), per la raccolta degli IPA presenti sulle particelle di polvere, e attraverso un materiale adsorbente, posto a 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 settimo anno di monitoraggio sono state effettuate 3 campagne di misura in ciascuna delle due bocche di Malamocco e Punta Sabbioni. In Figura 1.3 vengono riportati i punti di misura ed in Tabella 1.2 le relative coordinate.



Fig. 1.3 - Postazioni di misura per gli IPA

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

Tab. 1.2 – 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.

#### 1.4 Misure di gas

Nel settimo anno di monitoraggio sono proseguite le misure di CO, NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub> con la stazione rilocabile con lo stesso schema del precedente anno di monitoraggio: le campagne di misura sono state eseguite per una durata di 8 giorni (da domenica a domenica) in modo da includere due giorni festivi per ogni campagna. I campionamenti sono stati effettuati con frequenza di acquisizione oraria, presso le bocche di Malamocco e Punta Sabbioni.

Si tratta di un monitoraggio di screening rivolto alla verifica dei livelli di concentrazione dei principali inquinanti gassosi a seguito delle emissioni dei mezzi terrestri e marittimi impiegati nei cantieri, effettuato con un sistema di misura trasportabile che richiede una minore manutenzione rispetto ai sistemi di campionamento tradizionali. La Figura 1.4 mostra il campionatore nelle due postazioni di misura, entrambe ubicate all'esterno del cantiere, riportate in Figura 1.5, mentre la Tabella 1.3 riporta le coordinate dei punti di misura.



Fig. 1.4 – Posizionamento del campionatore per i gas a Punta Sabbioni (sinistra) e Malamocco (destra)

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



Fig. 1.5 - Postazioni di misura dei gas

Nel settimo anno di monitoraggio sono state effettuate 4 campagne di misura a Punta Sabbioni e 9 a Malamocco. Tale distribuzione delle campagne di misure è stata determinata a seguito dei primi risultati delle attività modellistiche (svolte da ARPA Veneto) che hanno evidenziato una maggiore criticità alla bocca di Malamocco rispetto alla bocca di Punta Sabbioni.

Nel corso del settimo anno di monitoraggio è stata effettuata una campagna supplementare, rispetto alle 12 previste, per compensare la campagna di misura MAL52 (dal 01/01/12 al 08/01/12 a Malamocco) risultata incompleta per un malfunzionamento del sensore relativo al CO.

Tab. 1.3- 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 per gli ossidi di azoto) e questo rende possibile la sua rilocalizzazione in punti di misura diversi.

Nel corso del settimo anno di monitoraggio sono stati effettuati due interventi di manutenzione ordinaria e di calibrazione dei sensori; il primo nel periodo tra il dal 20/10/2011 e il 09/11/2011 e il secondo nel periodo tra il 09/02/2012 e il 06/03/2012.

La procedura di validazione, rimasta invariata rispetto ai precedenti anni di monitoraggio, consiste nel sostituire il valore misurato con il limite di rilevabilità strumentale dove le misure (su base

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

oraria) presentano valori inferiori ad esso. Tale limite di rilevabilità (LR) è pari a  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il CO;  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per NO<sub>x</sub> e  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per NO<sub>2</sub>.

Come criterio di quantificazione del dato medio è scelto tre volte il limite di rilevabilità:  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il CO;  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per NO<sub>x</sub> e  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per NO<sub>2</sub>. Ciò significa che concentrazioni inferiori a questi valori (Non Quantificabili, NQ) sono rilevate strumentalmente ma soggette ad un errore significativo. Nelle tabelle del Capitolo 5 viene riportata l'indicazione che si tratta di una media inferiore al criterio di quantificazione del dato scelto. Infine, l'errore associato alla misura è definito come una deviazione standard dell'accuratezza strumentale ottenuta dal confronto con sensori di riferimento (infrarosso per il CO e chemiluminescenza per gli ossidi di azoto). L'errore è pari a  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il CO;  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per NO<sub>x</sub> e  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per NO<sub>2</sub>.

## 2 DEFINIZIONE DELLE SOGLIE

Per quanto riguarda le soglie di riferimento, elaborate dopo sei anni di monitoraggio, si fa riferimento a quanto riportato nell'Allegato "Aggiornamento Soglie" del Rapporto Finale relativo al sesto anno di monitoraggio [Studio B. 6.72 B/6, Rapporto Finale, 29 Giugno 2011].

### 2.1 PM<sub>10</sub>

Soglia di medio periodo:

Concentrazione media giornaliera superiore a **50** µg/m<sup>3</sup> [Decreto Lgs. n. 155/2010].

Soglia di breve periodo dovuta a possibili sollevamenti eolici:

PM<sub>10</sub> (media oraria) >**75** µg/m<sup>3</sup>

Direzione Vento (170-360 gradi)

Velocità del vento >4 m/s

Il valore di 75 µg/m<sup>3</sup> 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.

Soglia di breve periodo (aprile-settembre):

PM<sub>10</sub> (media oraria) >**33** µg/m<sup>3</sup>

Direzione Vento (170-360 gradi)

Giorno lavorativo e orario: 8-20

Velocità del vento <4 m/s

Soglia di breve periodo (ottobre-marzo):

PM<sub>10</sub> (media oraria) > **88** µg/m<sup>3</sup>

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 probabile effetto dovuto ai cantieri (in tal caso viene redatto il Rapporto di Anomalia).

## 2.2 Determinazione dei metalli nel PM<sub>10</sub>

Per quanto riguarda le soglie relative ai metalli, anche se il Decreto Legislativo 155 stabilisce che i valori obiettivo per i metalli nel PM<sub>10</sub> devono essere raggiunti entro il 2012, si è continuato ad utilizzare lo schema in vigore nei precedenti anni di monitoraggio. Per As, Ni, Cd i valori obiettivo, media annuale delle medie giornaliere, sono riportati in Tabella 2.1, mentre per il Pb il valore limite è 500 ng/m<sup>3</sup>.

Tab. 2.1- Valori obiettivo dei metalli nel PM<sub>10</sub> previsti dal Decreto Legislativo 155.

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

## 2.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Il Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010 prevede il monitoraggio del Benzo(a)pirene nella frazione PM<sub>10</sub>. Come già riportato nella Introduzione del presente documento si è ritenuto opportuno proseguire l'attuale schema di monitoraggio, che prevede la determinazione del Benzo(a)pirene sul particolato totale, in quanto ciò permette di proseguire il confronto con la serie storica relativa ai precedenti anni di misura. In secondo luogo la normativa prevede l'obiettivo qualità di 1 ng/m<sup>3</sup> espresso come media annuale, su base giornaliera, e quindi non confrontabile direttamente con le misure svolte a Punta Sabbioni e a Malamocco che sono a carattere discontinuo. Infine, poiché il PM<sub>10</sub> è una frazione del particolato totale, il rispetto (qualitativo) del valore obiettivo sul particolato totale garantisce anche il suo rispetto nella frazione PM<sub>10</sub>.

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 individuato un valore, di concentrazione di Benzo(a)pirene, indicativo della variabilità stagionale di tale inquinante nella Laguna di Venezia. Si è utilizzato come valore indicativo la media di Benzo(a)pirene del mese nel quale sono stati effettuati i campionamenti, ottenuta dalla serie storica delle misure ARPAV svolte presso la stazione di Bissuola, incrementata di una deviazione standard (Tabella 2.2).

In caso di superamento del valore obiettivo di 1 ng/m<sup>3</sup> le medie delle concentrazioni di Benzo(a)pirene, ottenute nelle campagne di misura svolte presso le bocche di Malamocco e di Punta Sabbioni, verranno confrontate con il valore indicativo di variabilità stagionale di tale inquinante (in base al periodo di svolgimento delle campagne di monitoraggio).

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

Tab. 2.2 - Valori indicativi della variabilità stagionale del Benzo(a)pirene nella Laguna di Venezia. Unità di misura: ng/m<sup>3</sup>

Mese	Media	Dev.Stand.	Valore indicativo
Gennaio	4.4	1.5	5.9
Febbraio	2.3	0.7	3.0
Marzo	0.8	0.3	1.1
Aprile	0.2	0.1	0.3
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	0.1	0.0	0.1
Ottobre	0.6	0.2	0.8
Novembre	2.4	0.9	3.3
Dicembre	3.9	0.8	4.8

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/m<sup>3</sup>.

## 2.4 Misure di gas

Per i gas monitorati si fa riferimento alle soglie normative in vigore (DL n. 155/2010):

### Valori limite protezione per la salute umana

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

Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>): 200 µg/m<sup>3</sup> media oraria da non superare più di 18 volte/anno

### Valori limite per l'esposizione cronica

Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>): 40 µg/m<sup>3</sup> media anno

### Valori limite per la protezione della vegetazione

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

Per quanto riguarda la soglia relativa agli ecosistemi o alla vegetazione, la normativa precisa "devono essere localizzate ad oltre 20 km dalle aree urbane e ad oltre 5 km da altre zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50.000 veicoli al giorno e l'area di rappresentatività delle stazioni di misurazione deve essere pari ad almeno 1.000 km<sup>2</sup> ..." [Allegato III, DM 155 13/08/2010]. 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.

Le elaborazioni dei dati monitorati prevedono due fasi. La prima riguarda l'andamento generale dei valori rilevati, con le loro medie ed il massimo orario di concentrazione, da confrontare con i livelli normativi. La seconda fase è mirata alla determinazione di eventuali contributi dai cantieri limitando gli effetti meteorologici (temperatura, umidità relativa ed altezza dello strato limite) confrontando le medie nella fascia oraria diurna, dalle 8 alle 20, fra giornate lavorative e giornate festive.

### 3 RISULTATI MONITORAGGIO POLVERI

#### 3.1 Introduzione

Il monitoraggio delle POLVERI comprende le misure in continuo del PM<sub>10</sub> a Punta Sabbioni e la determinazione del contenuto di metalli nel PM<sub>10</sub>.

#### 3.2 PM<sub>10</sub>

##### 3.2.1 *Andamento annuale del PM<sub>10</sub>*

Le figure seguenti (Fig. 3.1-3.6) mostrano il giorno tipo e la settimana tipo rispettivamente per il primo (maggio-agosto 2011), il secondo (settembre-dicembre 2011) e il terzo quadrimestre (gennaio-aprile 2012). Nei grafici sono riportati anche gli andamenti dell'umidità relativa: si osserva una stretta correlazione nel giorno "tipo" fra l'umidità relativa e la concentrazione di PM<sub>10</sub>, entrambe infatti tendono a diminuire verso le 8 del mattino e ad aumentare nuovamente verso le 20 di sera.

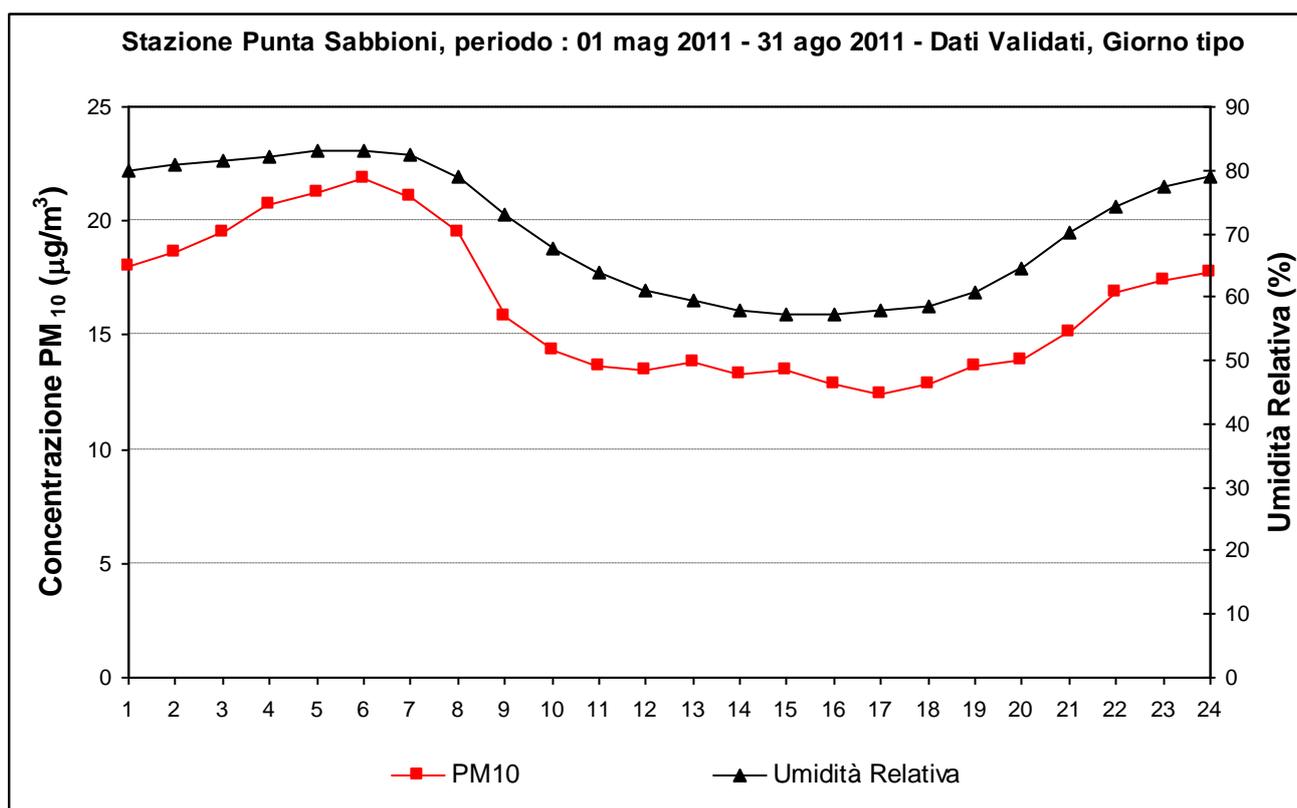


Fig. 3.1 - Giorno tipo - I Quadrimestre, maggio-agosto 2011.

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

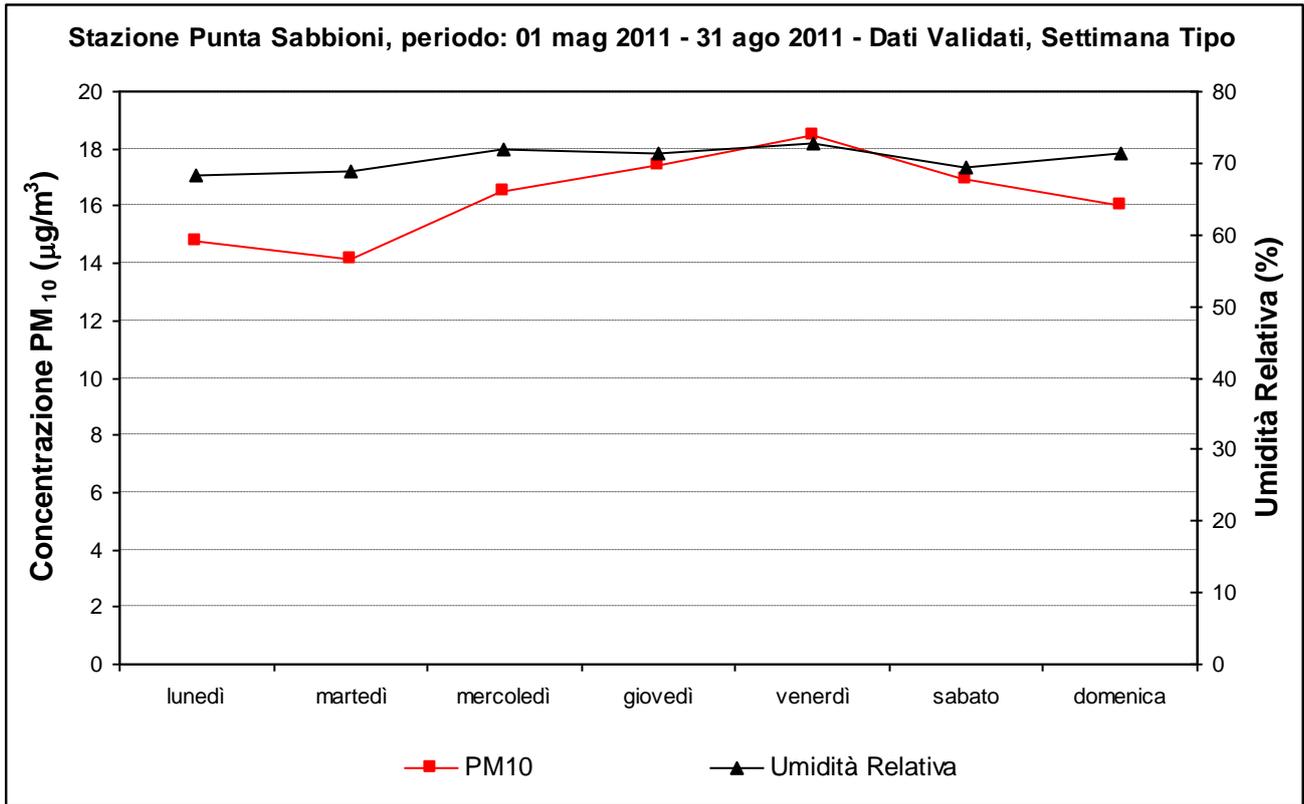


Fig. 3.2 - Settimana tipo - I Quadrimestre, maggio-agosto 2011.

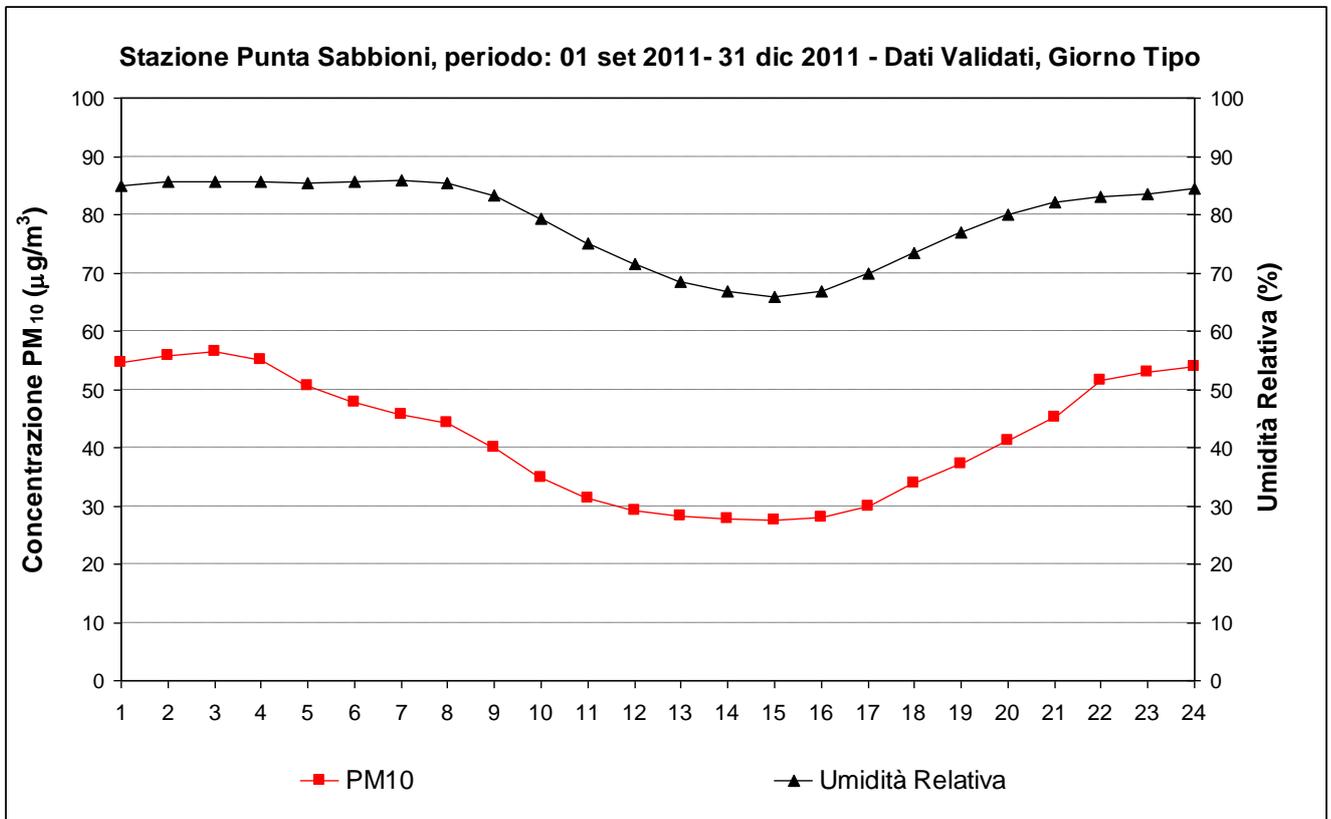


Fig. 3.3 - Giorno tipo - II Quadrimestre, settembre-dicembre 2011.

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

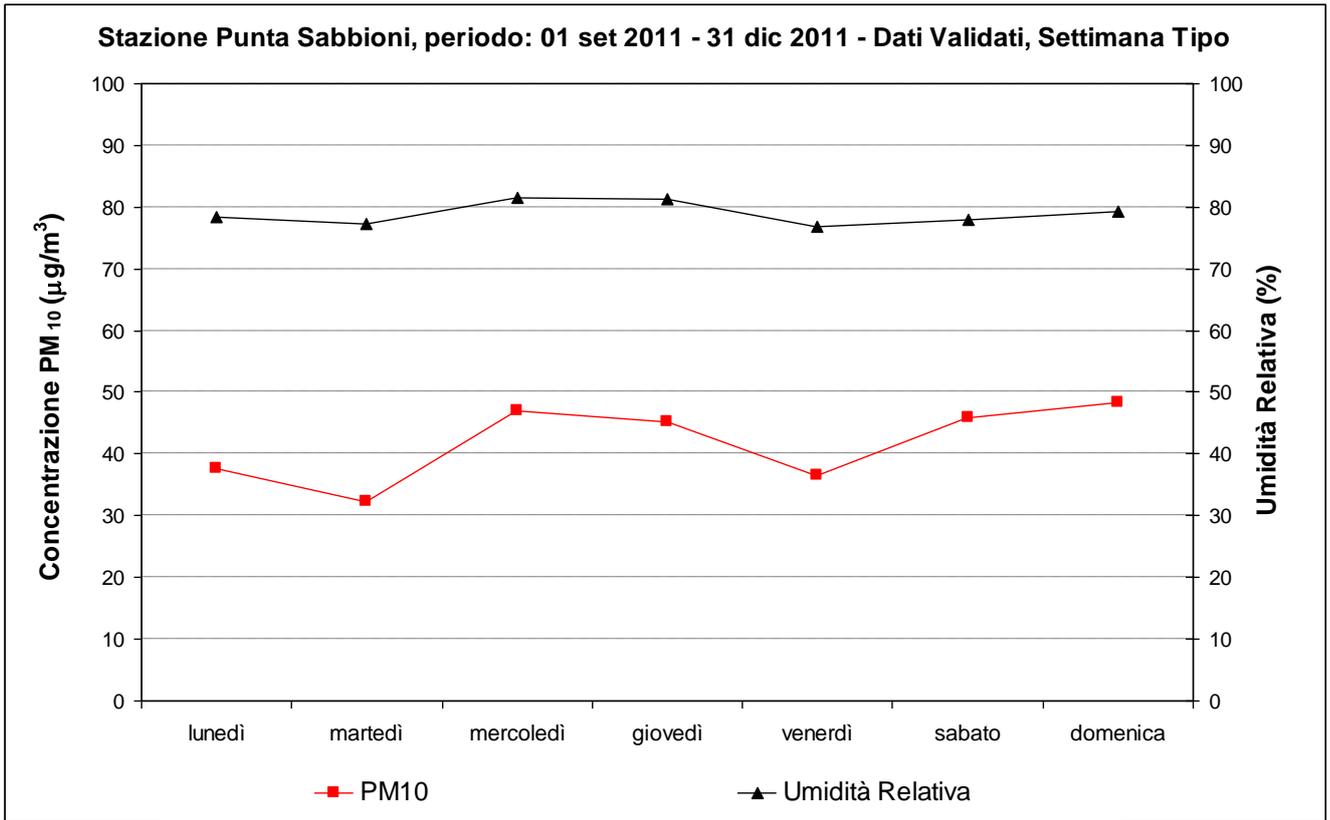


Fig. 3.4 - Settimana tipo - II Quadrimestre, settembre-dicembre 2011.

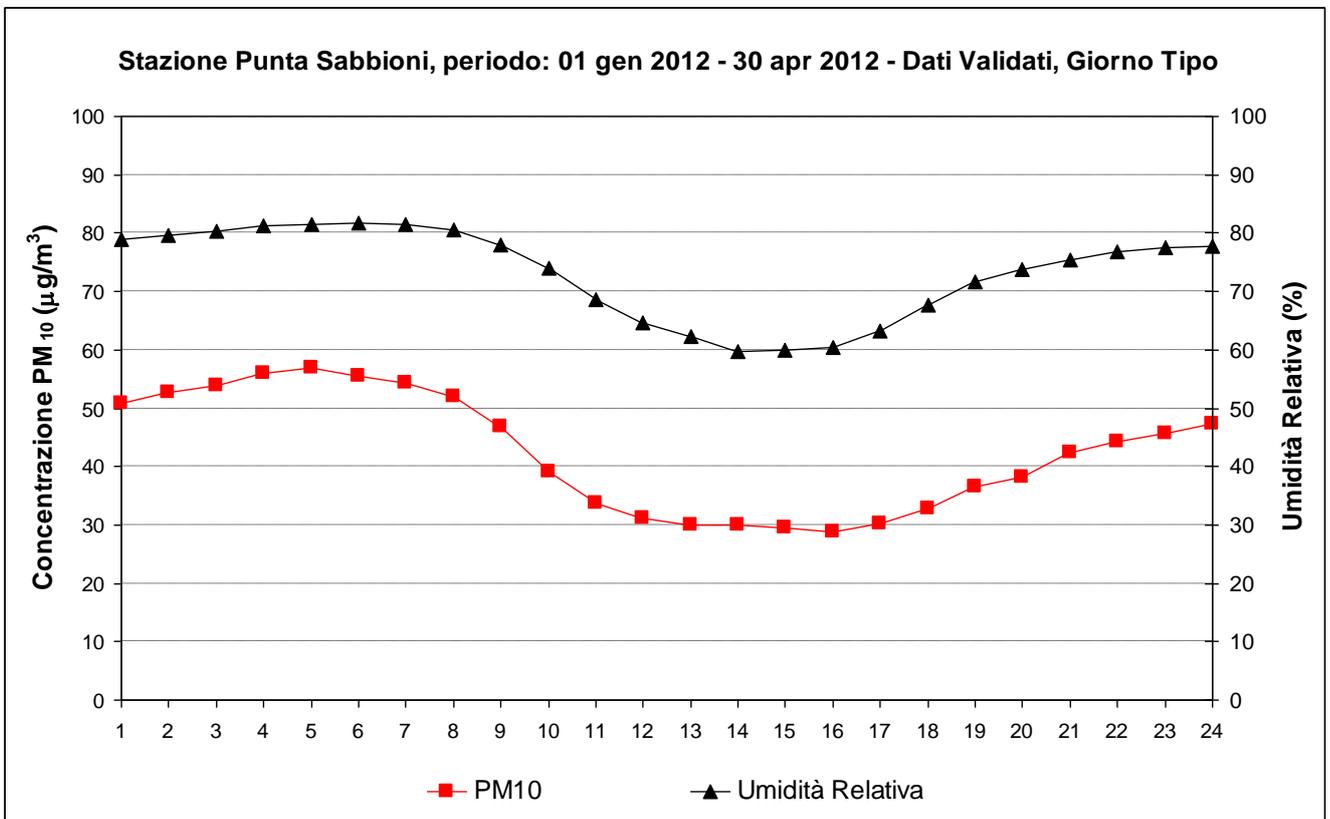


Fig. 3.5 - Giorno tipo - III Quadrimestre, gennaio-aprile 2012.

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

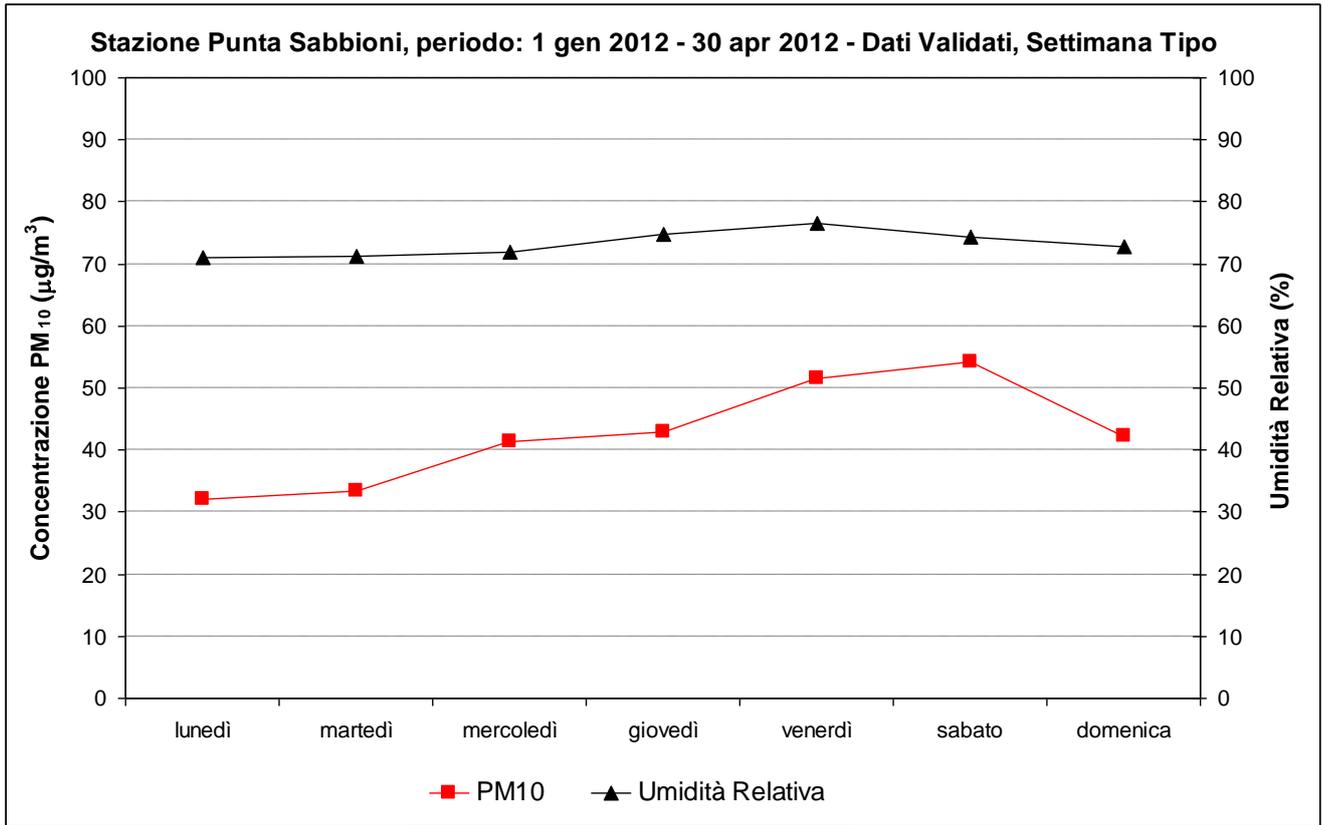


Fig. 3.6 - Settimana tipo - III Quadrimestre, gennaio-aprile 2012.

La correlazione fra direzione del vento e concentrazione di particolato è riportata nelle Figg. 3.7-3.9.

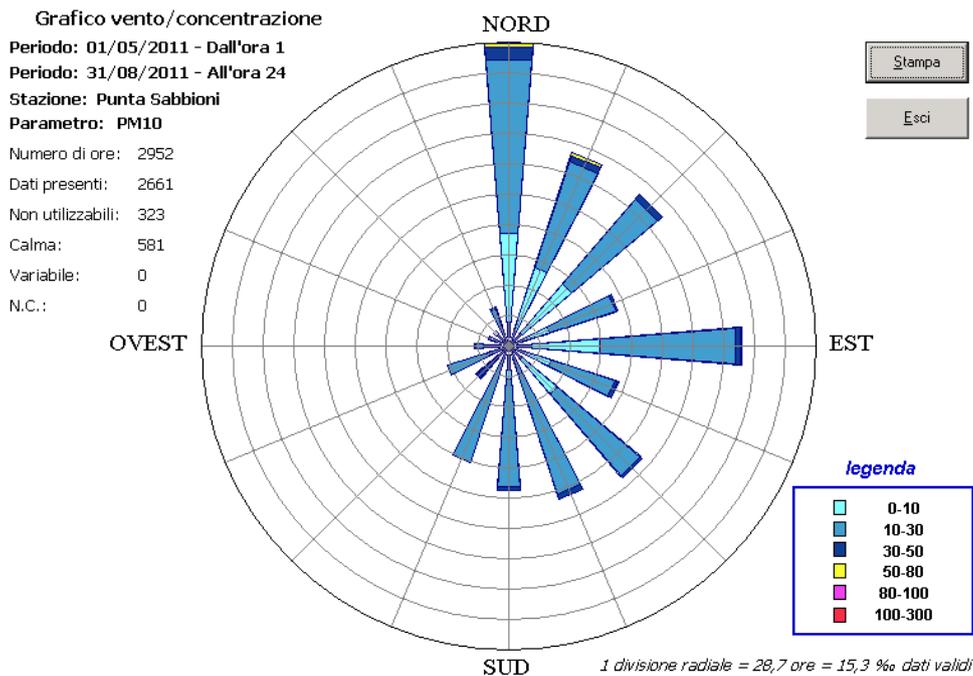


Fig. 3.7 - Correlazione direzione vento-concentrazione PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) - I Quadrimestre, maggio-agosto 2011.

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

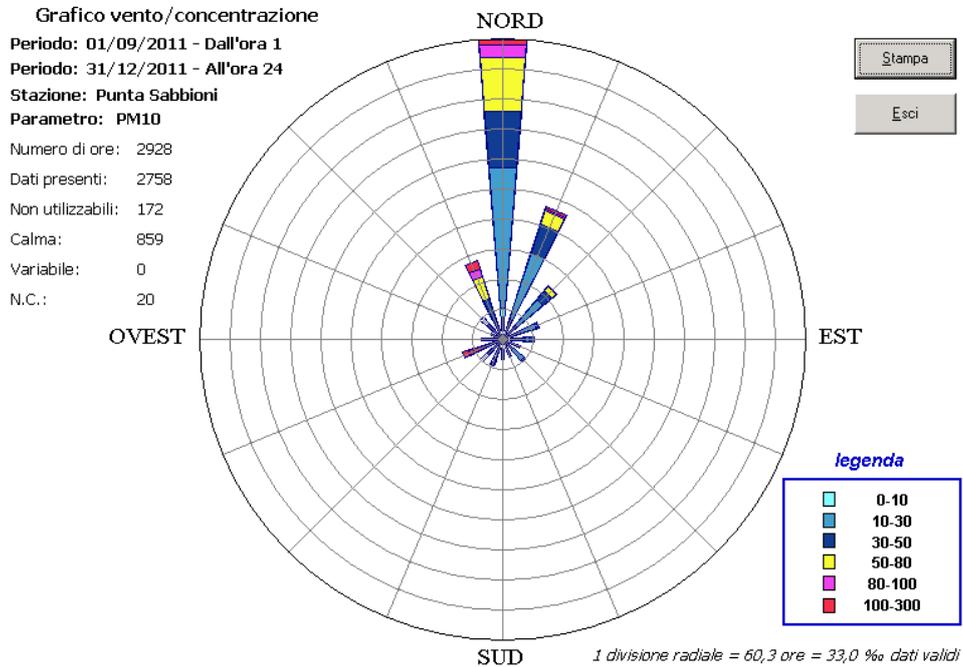


Fig. 3.8 - Correlazione direzione vento-concentrazione PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) - II Quadrimestre, settembre-dicembre 2011.

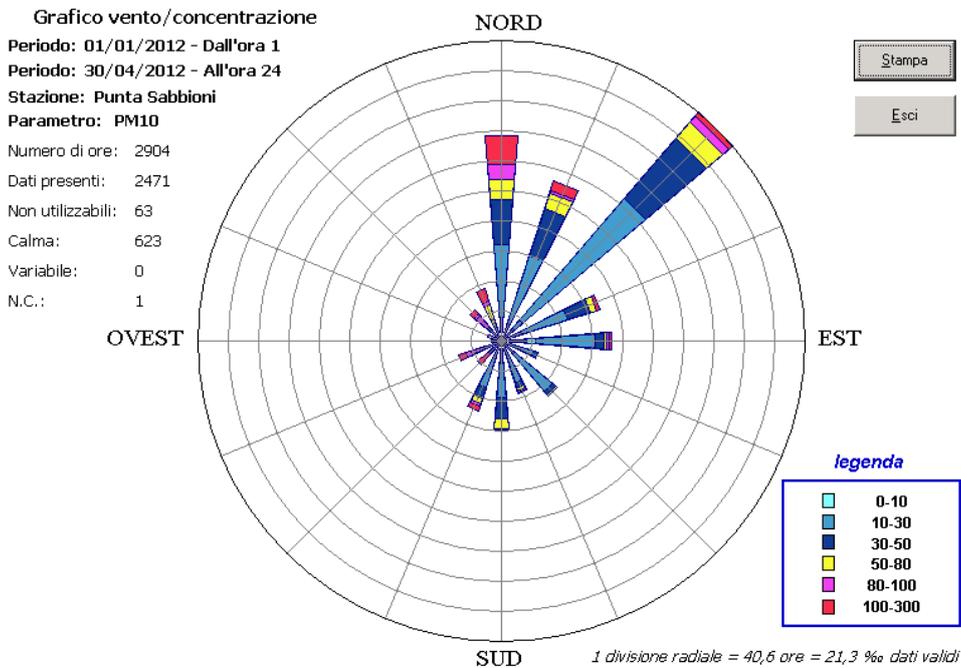


Fig. 3.9 - Correlazione direzione vento-concentrazione PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) - III Quadrimestre, gennaio-aprile 2012.

Le Tabelle 3.1 e 3.2 riportano rispettivamente le medie di PM<sub>10</sub> (nell'intervallo orario 08-20) nei giorni di interruzione dei lavori (festivi e ferie) e le medie (sempre nello stesso intervallo

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

temporale) nei giorni di attività lavorativa separando i casi di calma di vento (velocità < 0.25 m/s). Il giorno di sabato è stato escluso da entrambe le serie.

Tab. 3.1 - Confronto medie PM<sub>10</sub> periodi festivi e lavorativi.(escludendo calme di vento)

Quadrimestre	Media - festivi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev. Std. - festivi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media - lavorativi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev. Std. - lavorativi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	14 (120 dati)	8.9	16 (251 dati)	9.5
2	48 (44 dati)	29.7	32 (275 dati)	23.8
3	40 (69 dati)	37.0	42 (512 dati)	37.2

Tab. 3.2 - Confronto medie PM<sub>10</sub> periodi festivi e lavorativi (solo calme di vento).

Quadrimestre	Media - festivi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev. Std. - festivi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media - lavorativi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev. Std. - lavorativi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	17 (10 dati)	8.1	21 (17 dati)	14.6
2	68 (27 dati)	32.8	42 (107 dati)	25.6
3	73 (21 dati)	59.9	75 (125 dati)	44.0

Le concentrazioni di PM<sub>10</sub> misurate a Punta Sabbioni sono state confrontate con quelle rilevate presso le stazioni ARPAV. Le Figure 3.10-3.12 riportano, per i tre quadrimestri, gli andamenti delle concentrazioni medie giornaliere di PM<sub>10</sub> per le diverse stazioni di monitoraggio; i relativi coefficienti di correlazione con Punta Sabbioni sono riportati nella Tabella 3.3 (in grassetto sono evidenziate le stazioni background in zona urbana).

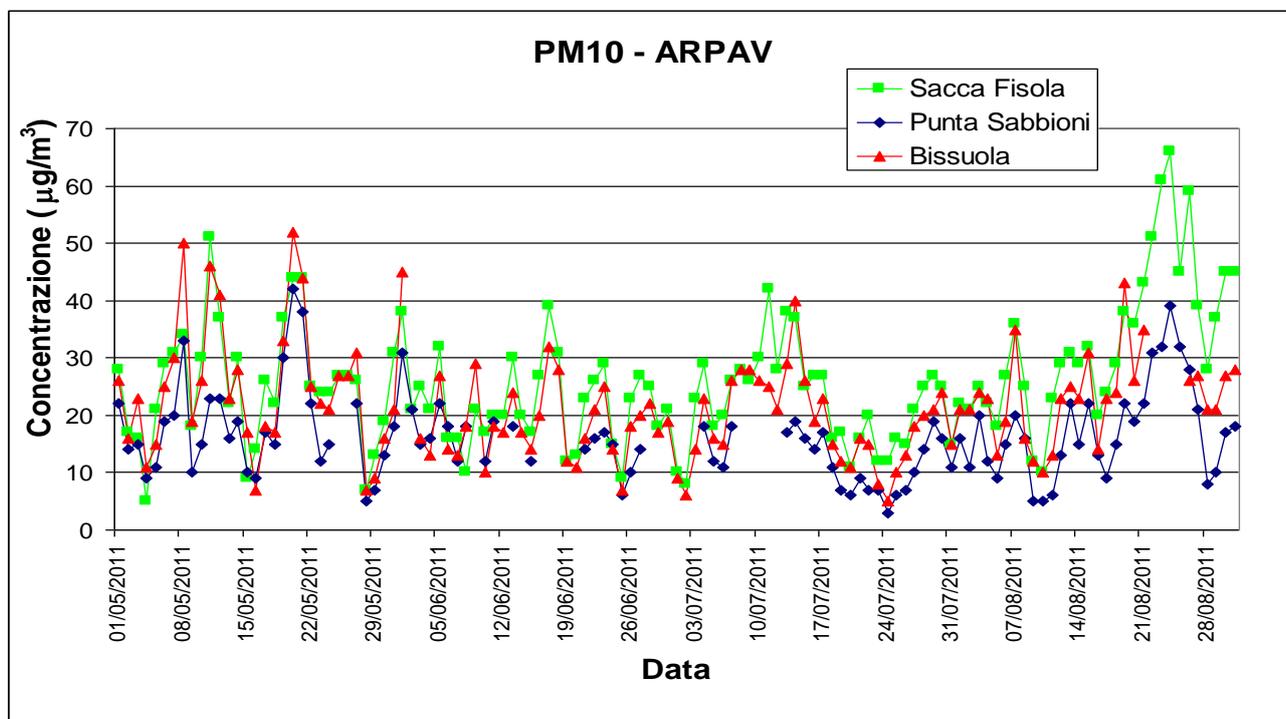


Fig. 3.10 - Andamento del PM<sub>10</sub> - I Quadrimestre, maggio-agosto 2011.

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

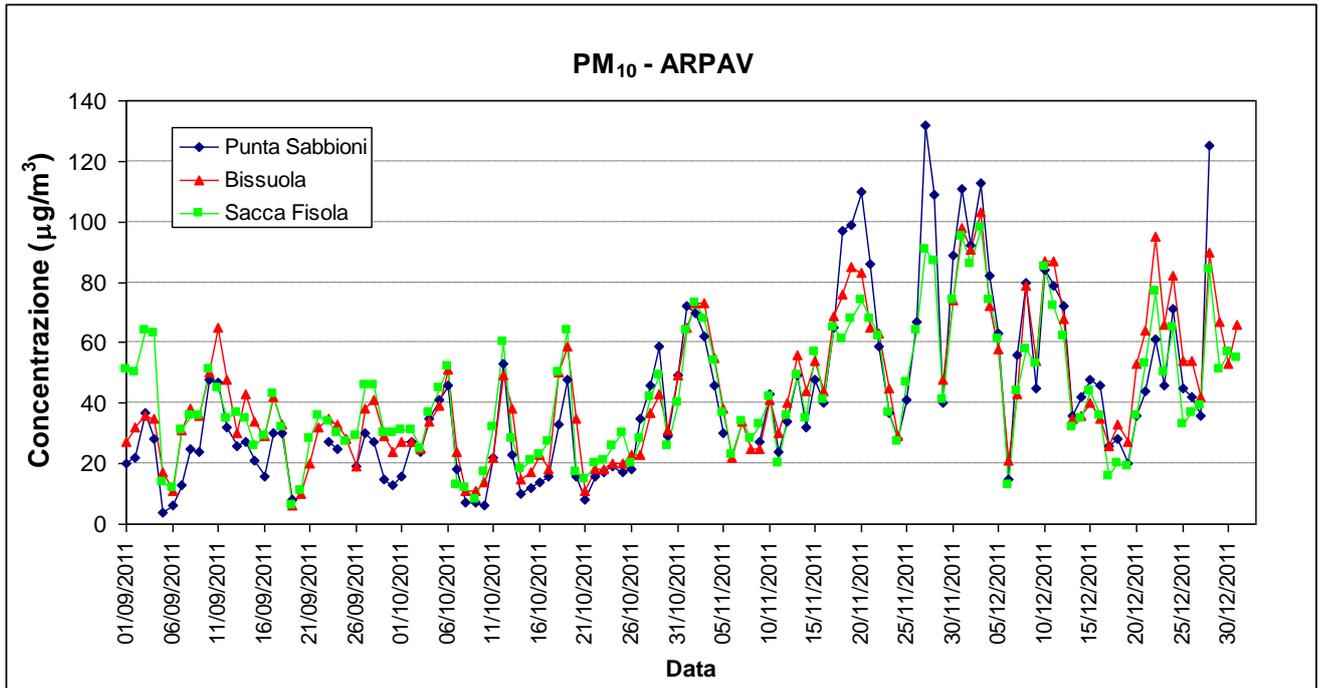


Fig. 3.11 - Andamento del PM<sub>10</sub> - II Quadrimestre, settembre-dicembre 2011.

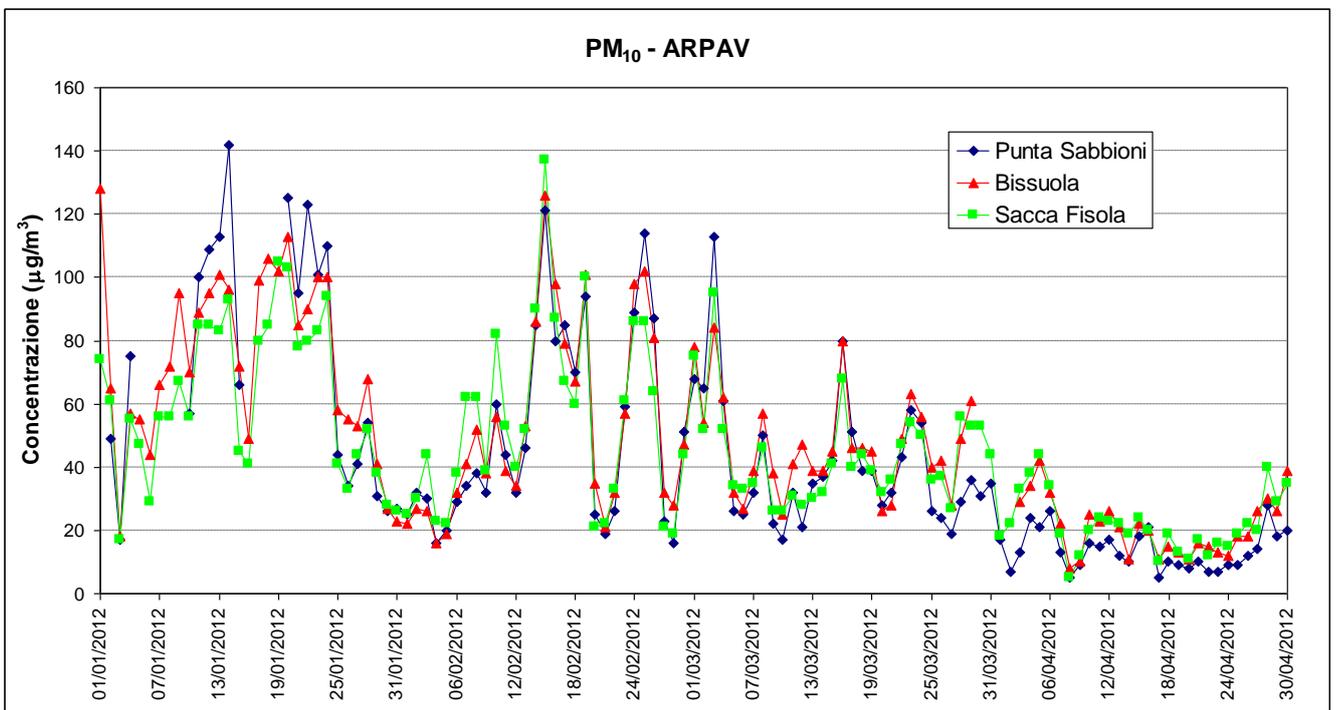


Fig. 3.12 - Andamento del PM<sub>10</sub> - III Quadrimestre, gennaio-aprile 2012.

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

Tab. 3.3 - Coefficienti di correlazione per le medie giornaliere di PM<sub>10</sub> fra diverse stazioni ARPAV e ARPAER con Punta Sabbioni. N.R.: non rilevato.

Stazione	1 Quadrimestre (maggio-agosto '11)	2 Quadrimestre (settembre-dicembre '11)	3 Quadrimestre (gennaio-aprile '12)
Venezia - Sacca Fisola	0.80	0.90	0.93
Venezia - Bissuola	0.86	0.92	0.95
Rovigo - Centro	0.74	0.64	0.84
Padova - Mandria	0.80	0.80	0.89
Padova - Arcella	0.84	0.83	0.90
Reggio Emilia - San Lazzaro	0.54	0.69	0.70
Reggio Emilia - Timavo	0.50	0.69	0.66
Reggio Emilia - Risorgimento	0.60	0.70	N.R.

Dalla tabella si osservano correlazioni statisticamente significative in tutti i quadrimestri per le stazioni background in zona urbana della provincia di Venezia e Padova. Tale correlazione si attenua per le stazioni di Reggio Emilia evidenziando la presenza di una macroarea, che comprende il Veneto ed una parte della Emilia Romagna, debolmente correlata, da un punto di vista meteorologico, con la restante porzione della Pianura Padana.

Nelle Figure 3.11 e 3.12 si osservano alcuni giorni nei quali i valori di concentrazione media giornaliera di PM<sub>10</sub> a Punta Sabbioni sono superiori rispetto a quelli misurati dalle stazioni ARPAV. In particolare nel II Quadrimestre i giorni 18, 19, 20, 27 e 28 Novembre 2011 ed il giorno 28 Dicembre 2011 mostrano concentrazione di PM<sub>10</sub> più elevate a Punta Sabbioni rispetto alle altre stazioni considerate. Nel III quadrimestre i giorni 12, 13, 14, 20, 21 e 22 Gennaio 2012, 25 Febbraio e 3 Marzo mostrano concentrazioni di PM<sub>10</sub> più elevate a Punta Sabbioni rispetto alle altre stazioni considerate. Come descritto nei rispettivi Rapporti Mensili tali livelli di concentrazione sono generalmente associati a periodi di calma di vento, spesso in ore notturne, interessando l'intera area lagunare, e pertanto non direttamente associabili alle emissioni di cantiere. Sono piuttosto conseguenza di condizioni micrometeorologiche e meteorologiche sfavorevoli alla diffusione degli inquinanti che portano ad aumenti di concentrazione diffusi nell'area di Venezia.

### 3.2.2 *Superamenti di soglia PM<sub>10</sub>*

Il numero dei superamenti relativi alle diverse soglie sono riportati nella Tabella 3.4. Fra parentesi è riportato il numero di Rapporti di Anomalia inviati alla Direzione Lavori.

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

Tab. 3.4 - Superamenti delle soglie di PM<sub>10</sub> nel corso del sesto anno di monitoraggio.

Quadrimestre	Soglia sollevamento eolico	Soglia emissioni Cantieri	Soglia medio periodo
1	0 (0)	10 (0)	0
2	0 (0)	73 (1)	28
3	0 (0)	92 (3)	33

In Allegato al presente rapporto vengono riportati i singoli Rapporti di Anomalia e i rispettivi Rapporti di Chiusura Anomalia.

### 3.2.3 Conclusioni PM<sub>10</sub> in continuo

Anche per il settimo anno di monitoraggio l'andamento delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> presso la stazione di misura di Punta Sabbioni è in linea con quelle rilevate presso le stazioni ARPAV e sono prevalentemente influenzate dai parametri meteorologici. Le correlazioni fra le diverse stazioni ARPA, regioni Veneto ed Emilia Romagna, riportate nella Tabella 3.3, indicano un'area che da Venezia si estende fino alla regione Emilia Romagna nella quale le concentrazioni di particolato presentano andamenti simili (Figure 3.10, 3.11 e 3.12). Il confronto fra ore lavorative/non lavorative sia per il periodo invernale che estivo (Tabelle 3.1 e 3.2) non evidenzia significativi incrementi di concentrazione nei periodi lavorativi.

### 3.3 Monitoraggio dei metalli nel PM<sub>10</sub>

Si riportano i risultati delle analisi del contenuto di metalli nel PM<sub>10</sub> relativi al settimo anno di monitoraggio. 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. Le campagne di misura svolte sono riportate in Tabella 3.5.

Tabella 3.5 - Descrizione delle campagne di misura di concentrazione dei metalli nel PM<sub>10</sub> effettuate nel settimo anno di monitoraggio.

Sito di misura	Numero di campagne	Periodo di campionamento	Numero di dati disponibili
Chioggia	2	27/09/2011 - 09/10/2011 20/01/2012 - 02/02/2012	24
Malamocco	3	11/07/2011 - 22/07/2011 27/09/2011 - 09/10/2011 21/01/2012 - 31/01/2012	39
Punta Sabbioni	3	29/09/2011 - 19/10/2011 19/01/2012 - 31/01/2012 10/04/2012 - 23/04/2012	38

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).

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

### 3.3.1 Campagne di misura a Chioggia

I dati meteorologici relativi ai giorni di campionamento nel sito di Chioggia sono riportati nella Tabella 3.6. Nelle Figure 3.13 e 3.14 si riportano le correlazioni fra le direzioni prevalenti (intesa come direzione più frequente nella giornata) del vento e fra le concentrazioni dei metalli, in termini di concentrazione assoluta e di concentrazione relativa, e il PM<sub>10</sub>.

Le concentrazioni dei metalli nel PM<sub>10</sub> rilevate a Chioggia sono riportate in Tabella 3.7 mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 3.8 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.

Nella Tabella 3.9 si riportano i valori medi, massimi e minimi delle concentrazioni assolute confrontando l'intero periodo di misura con le concentrazioni ottenute scorpendo i giorni feriali e quelli festivi. Nella Tabella 3.10 la stessa analisi è riportata per le concentrazioni relative.

Si osservano picchi di concentrazione di alcuni metalli analizzati (V, Co, Fe e Mo) nel settore sottovento al cantiere, 350° - 70°. Il confronto tra periodi feriali e festivi mostra che i metalli V, Ni e Sb presentano concentrazioni medie significativamente maggiori nei periodi feriali.

Nella Tabella 3.11 è riportata la matrice dei coefficienti di correlazione fra i diversi metalli rilevati. Si osservano correlazioni fra elementi considerati di natura antropica.

Tab. 3.6 - 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 <sub>2</sub> O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
27/09/2011	45	0.0	4.7	40.2
28/09/2011	45	0.0	5.2	51.3
29/09/2011	45	0.0	4.4	28.6
30/09/2011	22.5 (*)	0.0	2.7	30.2
01/10/2011	45 (*)	0.0	2.1	23.7
<b>02/10/2011</b>	<b>90</b>	<b>0.0</b>	<b>1.7</b>	<b>27.2</b>
03/10/2011	45 (*)	0.0	2.3	26.3
04/10/2011	157.5 (*)	0.0	1.7	28.8
05/10/2011	157.5	0.0	1.5	32.7
06/10/2011	135 (*)	0.0	2.6	42.9
07/10/2011	67.5 (*)	9.4	7.9	18.6
08/10/2011	45	0.0	3.6	13.3
<b>09/10/2011</b>	<b>45</b>	<b>0.0</b>	<b>4</b>	<b>20.2</b>
21/01/2012	247.5 (*)	0.0	2.3	91.8
<b>22/01/2012</b>	<b>270</b>	<b>0.0</b>	<b>1</b>	<b>66.5</b>
23/01/2012	337.5	0.0	0.8	116
24/01/2012	270	0.1	1.4	99.5
25/01/2012	337.5 (*)	0.0	0.7	46.9
26/01/2012	45 (*)	0.0	2.2	26.7
27/01/2012	45	0.0	3.3	29.5
28/01/2012	45	0.0	3.9	50.1
<b>29/01/2012</b>	<b>67.5</b>	<b>0.0</b>	<b>10.4</b>	<b>42.7</b>
30/01/2012	67.5	0.0	10.8	46.9
31/01/2012	67.5	0.0	11	46.6

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

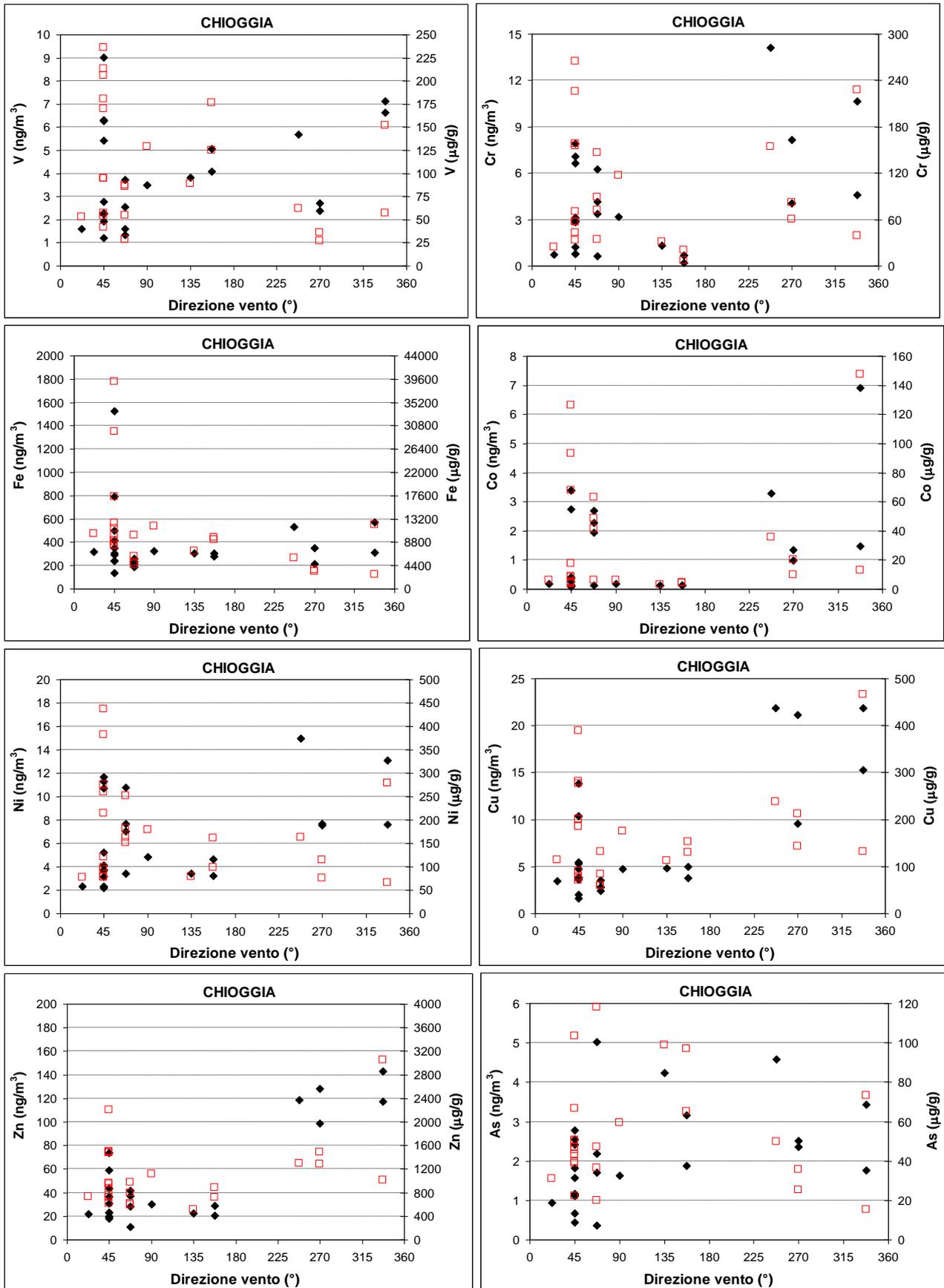


Fig. 3.13 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel  $\text{PM}_{10}$  e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Chioggia.

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

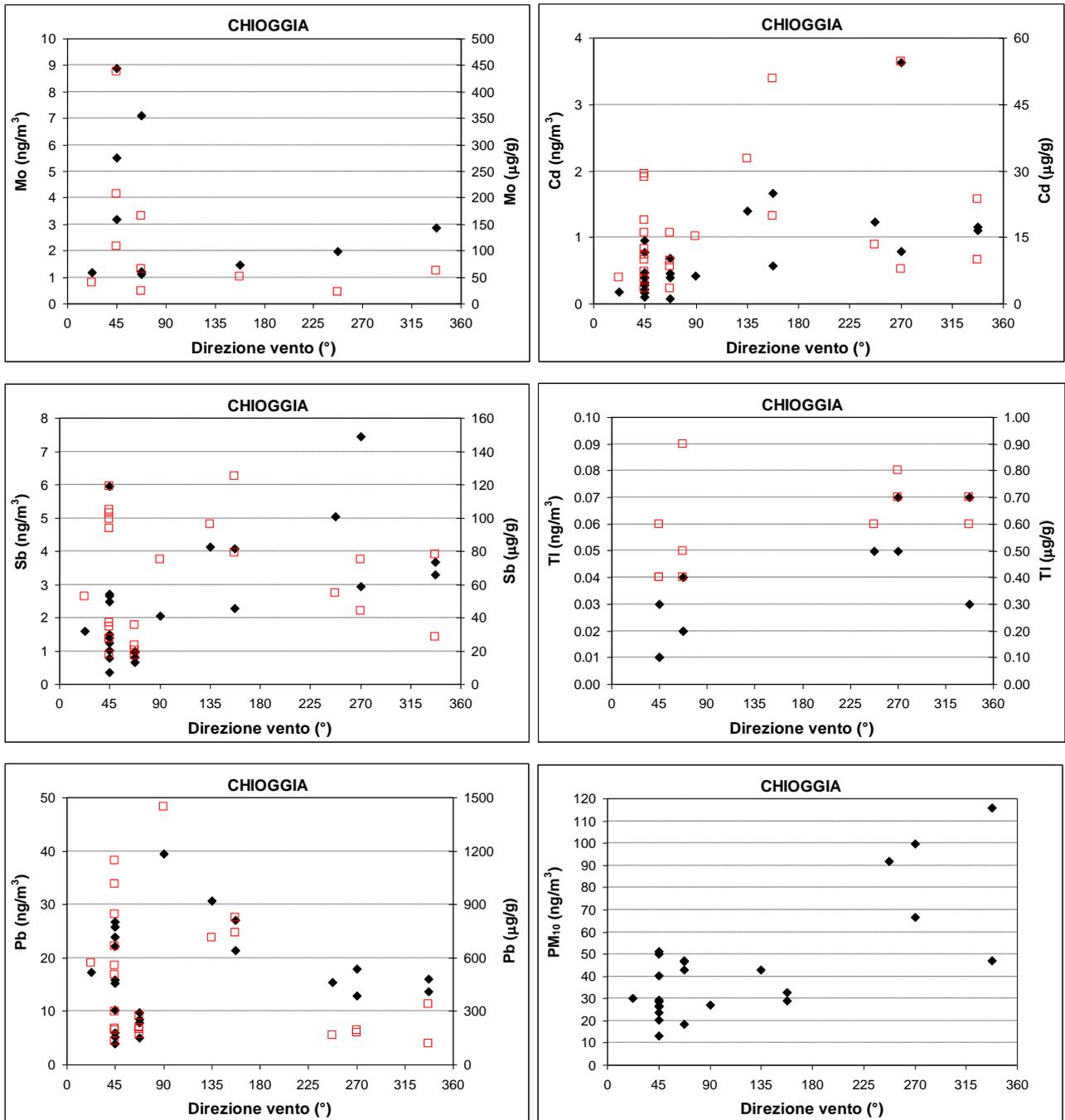


Fig. 3.14 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM<sub>10</sub> e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM<sub>10</sub>. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Chioggia.

## CORILA

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

Tab. 3.7 - Concentrazioni assolute dei metalli (ng/m<sup>3</sup>) nel PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) a Chioggia. 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 <sup>3</sup> )	Cr (ng/m <sup>3</sup> )	Fe (ng/m <sup>3</sup> )	Co (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Cu (ng/m <sup>3</sup> )	Zn (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Mo (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Sb (ng/m <sup>3</sup> )	Tl (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
27/09/2011	2.30	2.84	353.82	0.14	3.77	3.59	30.48	1.83	u.d.l.	0.40	1.49	u.d.l.	26.73	40.2
28/09/2011	2.77	2.95	1528.82	0.42	4.10	3.87	36.69	2.42	u.d.l.	0.28	1.40	u.d.l.	25.81	51.3
29/09/2011	1.20	1.22	499.45	0.25	2.22	2.02	17.67	1.11	u.d.l.	0.10	0.78	u.d.l.	15.89	28.6
30/09/2011	1.61	0.73	316.47	0.19	2.35	3.43	22.04	0.93	1.19	0.18	1.60	u.d.l.	17.22	30.2
01/10/2011	2.25	0.79	294.91	0.12	2.31	4.74	22.86	1.58	u.d.l.	0.17	2.48	u.d.l.	23.97	23.7
<b>02/10/2011</b>	<b>3.51</b>	<b>3.19</b>	<b>324.72</b>	<b>0.17</b>	<b>4.87</b>	<b>4.78</b>	<b>30.27</b>	<b>1.62</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>0.42</b>	<b>2.04</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>39.42</b>	<b>27.2</b>
03/10/2011	5.41	u.d.l.	241.90	0.11	3.16	5.28	22.88	1.14	u.d.l.	0.32	2.70	u.d.l.	22.20	26.3
04/10/2011	5.07	0.19	281.15	0.14	4.62	3.74	20.54	1.87	1.47	0.57	2.27	u.d.l.	21.34	28.8
05/10/2011	4.07	0.66	303.32	0.14	3.23	5.01	28.78	3.17	u.d.l.	1.66	4.08	u.d.l.	27.03	32.7
06/10/2011	3.81	1.34	306.51	0.14	3.42	4.85	22.18	4.24	u.d.l.	1.40	4.12	u.d.l.	30.60	42.9
07/10/2011	1.60	0.64	189.86	0.12	3.40	2.45	10.95	0.37	1.21	0.07	0.66	u.d.l.	5.07	18.6
08/10/2011	2.26	0.76	134.85	0.07	3.67	3.75	19.95	0.67	u.d.l.	0.39	1.25	u.d.l.	15.27	13.3
<b>09/10/2011</b>	<b>1.92</b>	<b>3.13</b>	<b>791.59</b>	<b>0.36</b>	<b>5.24</b>	<b>1.58</b>	<b>19.17</b>	<b>0.45</b>	<b>8.87</b>	<b>0.22</b>	<b>0.36</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>6.03</b>	<b>20.2</b>
21/01/2012	5.70	14.14	532.11	3.29	14.97	21.85	118.59	4.58	1.99	1.23	5.04	0.05	15.36	91.8
<b>22/01/2012</b>	<b>2.37</b>	<b>4.05</b>	<b>214.89</b>	<b>1.35</b>	<b>7.65</b>	<b>9.56</b>	<b>99.02</b>	<b>2.36</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>3.63</b>	<b>2.93</b>	<b>0.05</b>	<b>12.84</b>	<b>66.5</b>
23/01/2012	6.62	4.58	314.21	1.48	7.63	15.27	117.56	1.77	u.d.l.	1.15	3.30	0.07	13.73	116.0
24/01/2012	2.70	8.14	351.75	0.98	7.56	21.13	127.90	2.51	u.d.l.	0.79	7.45	0.07	17.98	99.5
25/01/2012	7.12	10.67	571.75	6.91	13.12	21.84	143.15	3.44	2.88	1.10	3.66	0.03	16.02	46.9
26/01/2012	6.31	7.09	305.85	3.38	11.70	10.39	58.91	2.77	5.52	0.77	2.65	0.01	5.18	26.7
27/01/2012	6.29	6.65	239.54	2.75	11.28	5.44	43.69	1.17	3.19	0.47	1.02	0.01	3.88	29.5
28/01/2012	9.03	7.93	413.01	3.39	10.74	13.83	73.74	2.54	u.d.l.	0.95	5.96	0.03	10.15	50.1
<b>29/01/2012</b>	<b>3.72</b>	<b>6.26</b>	<b>260.82</b>	<b>2.69</b>	<b>10.77</b>	<b>3.57</b>	<b>41.69</b>	<b>5.03</b>	<b>7.09</b>	<b>0.68</b>	<b>1.00</b>	<b>0.04</b>	<b>8.50</b>	<b>42.7</b>
30/01/2012	1.33	4.17	211.44	1.93	7.67	2.80	37.36	1.71	1.13	0.46	0.95	0.02	7.86	46.9
31/01/2012	2.56	3.38	230.70	2.28	7.06	2.80	28.42	2.19	u.d.l.	0.39	0.80	0.02	9.71	46.6
<b>Media</b>	<b>3.81</b>	<b>4.15</b>	<b>383.89</b>	<b>1.37</b>	<b>6.52</b>	<b>7.40</b>	<b>49.77</b>	<b>2.14</b>	<b>3.45</b>	<b>0.74</b>	<b>2.50</b>	<b>0.04</b>	<b>16.57</b>	<b>43.6</b>
<b>Min</b>	<b>1.20</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>134.85</b>	<b>0.07</b>	<b>2.22</b>	<b>1.58</b>	<b>10.95</b>	<b>0.37</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>0.07</b>	<b>0.36</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>3.88</b>	<b>13.3</b>
<b>Max</b>	<b>9.03</b>	<b>14.14</b>	<b>1528.82</b>	<b>6.91</b>	<b>14.97</b>	<b>21.85</b>	<b>143.15</b>	<b>5.03</b>	<b>8.87</b>	<b>3.63</b>	<b>7.45</b>	<b>0.07</b>	<b>39.42</b>	<b>116.0</b>

## CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI  
 Tab. 3.8 - Concentrazioni relative ( $\mu\text{g/g}$ ) dei metalli nel  $\text{PM}_{10}$  a Chioggia. In rosso i giorni festivi. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

Data di misura	V ( $\mu\text{g/g}$ )	Cr ( $\mu\text{g/g}$ )	Fe ( $\mu\text{g/g}$ )	Co ( $\mu\text{g/g}$ )	Ni ( $\mu\text{g/g}$ )	Cu ( $\mu\text{g/g}$ )	Zn ( $\mu\text{g/g}$ )	As ( $\mu\text{g/g}$ )	Mo ( $\mu\text{g/g}$ )	Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	Sb ( $\mu\text{g/g}$ )	Tl ( $\mu\text{g/g}$ )	Pb ( $\mu\text{g/g}$ )
27/09/2011	57.2	70.7	8801.7	3.4	93.7	89.4	758.1	45.6	u.d.l.	10.0	37.2	u.d.l.	665.0
28/09/2011	54.0	57.5	29784.5	8.1	79.8	75.4	714.8	47.2	u.d.l.	5.5	27.3	u.d.l.	502.9
29/09/2011	41.9	42.7	17438.2	8.8	77.4	70.6	616.9	38.7	u.d.l.	3.4	27.1	u.d.l.	554.7
30/09/2011	53.5	24.0	10478.4	6.2	78.0	113.6	729.8	31.0	39.3	5.9	52.9	u.d.l.	570.1
01/10/2011	95.1	33.2	12463.6	5.2	97.7	200.2	966.0	66.8	u.d.l.	7.2	105.0	u.d.l.	1013.2
<b>02/10/2011</b>	<b>128.9</b>	<b>117.2</b>	<b>11926.3</b>	<b>6.2</b>	<b>178.9</b>	<b>175.7</b>	<b>1111.6</b>	<b>59.5</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>15.3</b>	<b>74.9</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>1447.9</b>
03/10/2011	205.9	u.d.l.	9209.5	4.3	120.2	200.9	871.0	43.5	u.d.l.	12.3	102.8	u.d.l.	845.2
04/10/2011	176.2	6.6	9774.1	4.7	160.7	130.2	714.2	65.0	51.1	19.8	78.9	u.d.l.	741.8
05/10/2011	124.7	20.3	9286.9	4.2	99.0	153.3	881.1	97.0	u.d.l.	50.8	125.1	u.d.l.	827.6
06/10/2011	88.8	31.2	7142.5	3.2	79.8	113.0	516.8	98.8	u.d.l.	32.7	96.0	u.d.l.	713.0
07/10/2011	85.7	34.2	10184.4	6.4	182.3	131.6	587.4	19.9	64.6	3.5	35.6	u.d.l.	272.0
08/10/2011	169.7	56.8	10107.7	4.9	275.1	280.9	1495.5	50.3	u.d.l.	29.3	93.7	u.d.l.	1144.4
<b>09/10/2011</b>	<b>94.9</b>	<b>154.9</b>	<b>39135.1</b>	<b>17.6</b>	<b>259.2</b>	<b>78.2</b>	<b>947.8</b>	<b>22.3</b>	<b>438.4</b>	<b>11.0</b>	<b>17.9</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>298.1</b>
21/01/2012	62.1	154.0	5795.0	35.9	163.1	237.9	1291.5	49.9	21.7	13.4	54.9	0.6	167.3
<b>22/01/2012</b>	<b>35.6</b>	<b>60.9</b>	<b>3231.6</b>	<b>20.3</b>	<b>115.1</b>	<b>143.8</b>	<b>1489.1</b>	<b>35.5</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>54.6</b>	<b>44.1</b>	<b>0.8</b>	<b>193.1</b>
23/01/2012	57.1	39.5	2708.5	12.7	65.8	131.6	1013.4	15.3	u.d.l.	9.9	28.5	0.6	118.3
24/01/2012	27.2	81.9	3536.8	9.8	76.0	212.4	1286.0	25.2	u.d.l.	7.9	74.9	0.7	180.7
25/01/2012	151.9	227.5	12194.7	147.4	279.8	465.8	3053.3	73.3	61.5	23.6	78.2	0.7	341.7
26/01/2012	236.0	265.3	11439.9	126.5	437.6	388.5	2203.6	103.6	206.4	28.6	99.0	0.4	193.6
27/01/2012	213.3	225.5	8120.3	93.3	382.3	184.6	1481.2	39.6	108.3	16.0	34.4	0.4	131.5
28/01/2012	180.2	158.2	8236.7	67.6	214.2	275.8	1470.5	50.6	u.d.l.	18.9	118.9	0.6	202.4
<b>29/01/2012</b>	<b>87.3</b>	<b>146.8</b>	<b>6112.9</b>	<b>63.1</b>	<b>252.4</b>	<b>83.8</b>	<b>977.2</b>	<b>117.9</b>	<b>166.3</b>	<b>16.0</b>	<b>23.5</b>	<b>0.9</b>	<b>199.2</b>
30/01/2012	28.5	89.0	4508.5	41.2	163.5	59.6	796.6	36.5	24.0	9.8	20.2	0.5	167.5
31/01/2012	54.9	72.5	4947.1	48.9	151.3	60.0	609.5	47.0	u.d.l.	8.3	17.1	0.4	208.2
<b>Media</b>	<b>104.6</b>	<b>94.4</b>	<b>10690.2</b>	<b>31.2</b>	<b>170.1</b>	<b>169.0</b>	<b>1107.6</b>	<b>53.3</b>	<b>118.2</b>	<b>17.2</b>	<b>61.2</b>	<b>0.6</b>	<b>487.5</b>
<b>Min</b>	<b>27.2</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>2708.5</b>	<b>3.2</b>	<b>65.8</b>	<b>59.6</b>	<b>516.8</b>	<b>15.3</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>3.4</b>	<b>17.1</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>118.3</b>
<b>Max</b>	<b>236.0</b>	<b>265.3</b>	<b>39135.1</b>	<b>147.4</b>	<b>437.6</b>	<b>465.8</b>	<b>3053.3</b>	<b>117.9</b>	<b>438.4</b>	<b>54.6</b>	<b>125.1</b>	<b>0.9</b>	<b>1447.9</b>

## CORILA

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

Tab. 3.9 - Confronto fra le concentrazioni assolute medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Chioggia. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

<b>TUTTI I DATI</b>	V (ng/m <sup>3</sup> )	Cr (ng/m <sup>3</sup> )	Fe (ng/m <sup>3</sup> )	Co (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Cu (ng/m <sup>3</sup> )	Zn (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Mo (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Sb (ng/m <sup>3</sup> )	Tl (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Media</b>	3.81	4.15	383.89	1.37	6.52	7.40	49.77	2.14	3.45	0.74	2.50	0.04	16.57	43.6
<b>Min</b>	1.20	u.d.l.	134.85	0.07	2.22	1.58	10.95	0.37	u.d.l.	0.07	0.36	u.d.l.	3.88	13.3
<b>Max</b>	9.03	14.14	1528.82	6.91	14.97	21.85	143.15	5.03	8.87	3.63	7.45	0.07	39.42	116.0
<b>FERIALI</b>	V (ng/m <sup>3</sup> )	Cr (ng/m <sup>3</sup> )	Fe (ng/m <sup>3</sup> )	Co (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Cu (ng/m <sup>3</sup> )	Zn (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Mo (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Sb (ng/m <sup>3</sup> )	Tl (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Media</b>	4.00	4.15	381.07	1.41	6.40	7.90	50.22	2.10	2.32	0.64	2.68	0.03	16.55	44.5
<b>Min</b>	1.20	u.d.l.	134.85	0.07	2.22	2.02	10.95	0.37	u.d.l.	0.07	0.66	u.d.l.	3.88	13.3
<b>Max</b>	9.03	14.14	1528.82	6.91	14.97	21.85	143.15	4.58	5.52	1.66	7.45	0.07	30.60	116.0
<b>FESTIVI</b>	V (ng/m <sup>3</sup> )	Cr (ng/m <sup>3</sup> )	Fe (ng/m <sup>3</sup> )	Co (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Cu (ng/m <sup>3</sup> )	Zn (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Mo (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Sb (ng/m <sup>3</sup> )	Tl (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Media</b>	2.88	4.16	398.01	1.14	7.13	4.87	47.54	2.37	7.98	1.24	1.58	0.05	16.70	39.2
<b>Min</b>	1.92	3.13	214.89	0.17	4.87	1.58	19.17	0.45	u.d.l.	0.22	0.36	u.d.l.	6.03	20.2
<b>Max</b>	3.72	6.26	791.59	2.69	10.77	9.56	99.02	5.03	8.87	3.63	2.93	0.05	39.42	66.5

## CORILA

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

Tab. 3.10 - Confronto fra le concentrazioni relative medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Chioggia. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

<b>TUTTI I DATI</b>	<b>V (µg/g)</b>	<b>Cr (µg/g)</b>	<b>Fe (µg/g)</b>	<b>Co (µg/g)</b>	<b>Ni (µg/g)</b>	<b>Cu (µg/g)</b>	<b>Zn (µg/g)</b>	<b>As (µg/g)</b>	<b>Mo (µg/g)</b>	<b>Cd (µg/g)</b>	<b>Sb (µg/g)</b>	<b>Tl (µg/g)</b>	<b>Pb (µg/g)</b>
<b>Media</b>	104.6	94.4	10690.2	31.2	170.1	169.0	1107.6	53.3	118.2	17.2	61.2	0.6	487.5
<b>Min</b>	27.2	u.d.l.	2708.5	3.2	65.8	59.6	516.8	15.3	u.d.l.	3.4	17.1	u.d.l.	118.3
<b>Max</b>	236.0	265.3	39135.1	147.4	437.6	465.8	3053.3	117.9	438.4	54.6	125.1	0.9	1447.9
<b>FERIALI</b>	<b>V (µg/g)</b>	<b>Cr (µg/g)</b>	<b>Fe (µg/g)</b>	<b>Co (µg/g)</b>	<b>Ni (µg/g)</b>	<b>Cu (µg/g)</b>	<b>Zn (µg/g)</b>	<b>As (µg/g)</b>	<b>Mo (µg/g)</b>	<b>Cd (µg/g)</b>	<b>Sb (µg/g)</b>	<b>Tl (µg/g)</b>	<b>Pb (µg/g)</b>
<b>Media</b>	108.2	89.0	9808.0	32.1	163.9	178.8	1102.9	52.2	72.1	15.8	65.4	0.5	478.1
<b>Min</b>	27.2	u.d.l.	2708.5	3.2	65.8	59.6	516.8	15.3	u.d.l.	3.4	17.1	u.d.l.	118.3
<b>Max</b>	236.0	265.3	29784.5	147.4	437.6	465.8	3053.3	103.6	206.4	50.8	125.1	0.7	1144.4
<b>FESTIVI</b>	<b>V (µg/g)</b>	<b>Cr (µg/g)</b>	<b>Fe (µg/g)</b>	<b>Co (µg/g)</b>	<b>Ni (µg/g)</b>	<b>Cu (µg/g)</b>	<b>Zn (µg/g)</b>	<b>As (µg/g)</b>	<b>Mo (µg/g)</b>	<b>Cd (µg/g)</b>	<b>Sb (µg/g)</b>	<b>Tl (µg/g)</b>	<b>Pb (µg/g)</b>
<b>Media</b>	86.7	120.0	15101.5	26.8	201.4	120.4	1131.4	58.8	302.4	24.2	40.1	0.9	534.6
<b>Min</b>	35.6	60.9	3231.6	6.2	115.1	78.2	947.8	22.3	u.d.l.	11.0	17.9	u.d.l.	193.1
<b>Max</b>	128.9	154.9	39135.1	63.1	259.2	175.7	1489.1	117.9	438.4	54.6	74.9	0.9	1447.9

## CORILA

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

Tab. 3.11 - Coefficienti di correlazione fra gli elementi rilevati nel PM<sub>10</sub> 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	Pb	PM10
V	1.00	0.60	-0.02	0.63	0.64	0.59	0.50	0.38	0.21	0.51	-0.11	0.28
Cr		1.00	0.13	<b>0.81</b>	<b>0.93</b>	<b>0.82</b>	<b>0.80</b>	0.55	0.24	0.51	-0.30	0.56
Fe			1.00	0.03	0.00	0.06	0.08	0.09	-0.15	-0.04	0.16	0.11
Co				1.00	<b>0.89</b>	0.64	0.67	0.49	0.22	0.26	-0.44	0.28
Ni					1.00	0.69	<b>0.71</b>	0.55	0.30	0.34	-0.49	0.44
Cu						1.00	<b>0.95</b>	0.46	0.39	<b>0.79</b>	-0.07	<b>0.73</b>
Zn							1.00	0.45	0.52	0.67	-0.15	<b>0.80</b>
As								1.00	0.45	0.48	0.14	0.42
Cd									1.00	0.43	0.03	0.44
Sb										1.00	0.22	0.61
Pb											1.00	-0.03
PM10												1.00

### **3.3.2** *Campagne di misura a Malamocco*

I dati meteorologici relativi ai diversi giorni di misura sono riportati nella Tabella 3.12. Nelle Figure 3.15 e 3.16 si riportano le correlazioni fra le direzioni prevalenti (intesa come direzione più frequente nella giornata) del vento e fra le concentrazioni dei metalli, in termini di concentrazione assoluta e di concentrazione relativa, e il PM<sub>10</sub>.

Le concentrazioni dei metalli nel PM<sub>10</sub> rilevate a Malamocco sono riportate in Tabella 3.13, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 3.14 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.

Nella Tabella 3.15 si riportano i valori medi, massimi e minimi delle concentrazioni assolute confrontando l'intero periodo di misura con le concentrazioni ottenute scorrendo i giorni feriali e quelli festivi. Nella Tabella 3.16 la stessa analisi è riportata per le concentrazioni relative. Si osservano concentrazioni significativamente maggiori nei periodi feriali per V, Fe, Cu e Sb. Tuttavia, il sito di misura risulta sottovento al cantiere nell'intervallo di direzioni fra 320° e 120° ed in tali direzioni non si osservano particolari picchi di concentrazione (Fig.3.15 e 3.16).

Nella Tabella 3.17 è riportata la matrice dei coefficienti di correlazione fra i diversi metalli rilevati. Si osservano correlazioni fra elementi considerati di natura antropica.

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

Tab. 3.12 - 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 <sub>2</sub> O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
11/07/2011	157.5	0.0	2.7	27.2
12/07/2011	45	0.0	3.6	28.0
13/07/2011	90	0.0	4.1	53.8
14/07/2011	157.5	0.0	3.8	37.4
15/07/2011	67.5 (*)	0.0	4.1	24.5
16/07/2011	45	0.6	5.0	28.0
<b>17/07/2011</b>	<b>157.5</b>	<b>0.0</b>	<b>4.5</b>	<b>24.8</b>
18/07/2011	225	0.5	5.3	32.3
19/07/2011	157.5	9.6	4.3	14.6
20/07/2011	225	0.8	3.3	90.6
21/07/2011	225 (*)	0.0	3.7	20.8
22/07/2011	22.5 (*)	0.0	5.4	14.0
27/09/2011	45.0	0.0	4.7	33.6
28/09/2011	45.0	0.0	5.2	38.2
29/09/2011	45.0	0.0	4.4	19.6
30/09/2011	22.5 (*)	0.0	2.7	130.9
01/10/2011	45.0 (*)	0.0	2.1	16.5
<b>02/10/2011</b>	<b>90.0</b>	<b>0.0</b>	<b>1.7</b>	<b>20.9</b>
03/10/2011	45.0 (*)	0.0	2.3	19.6
04/10/2011	157.5 (*)	0.0	1.7	18.6
05/10/2011	157.5	0.0	1.5	33.3
06/10/2011	135.0 (*)	0.0	2.6	27.3
07/10/2011	67.5 (*)	9.4	7.9	18.2
08/10/2011	45.0	0.0	3.6	41.9
<b>09/10/2011</b>	<b>45.0</b>	<b>0.0</b>	<b>4.0</b>	<b>21.6</b>
20/01/2012	247.5	0.0	1.1	120.0
21/01/2012	247.5 (*)	0.0	2.3	90.4
<b>22/01/2012</b>	<b>270.0</b>	<b>0.0</b>	<b>1.0</b>	<b>83.6</b>
23/01/2012	337.5	0.0	0.8	111.6
24/01/2012	270.0	0.1	1.4	111.0
25/01/2012	337.5 (*)	0.0	0.7	44.9
26/01/2012	45.0 (*)	0.0	2.2	20.5
27/01/2012	45.0	0.0	3.3	32.9
28/01/2012	45.0	0.0	3.9	46.9
<b>29/01/2012</b>	<b>67.5</b>	<b>0.0</b>	<b>10.4</b>	<b>49.9</b>
30/01/2012	67.5	0.0	10.8	47.3
31/01/2012	67.5	0.0	11.0	43.4
01/02/2012	67.5	0.0	14.25	52.8
02/02/2012	67.5	0.0	12.91	71.1

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

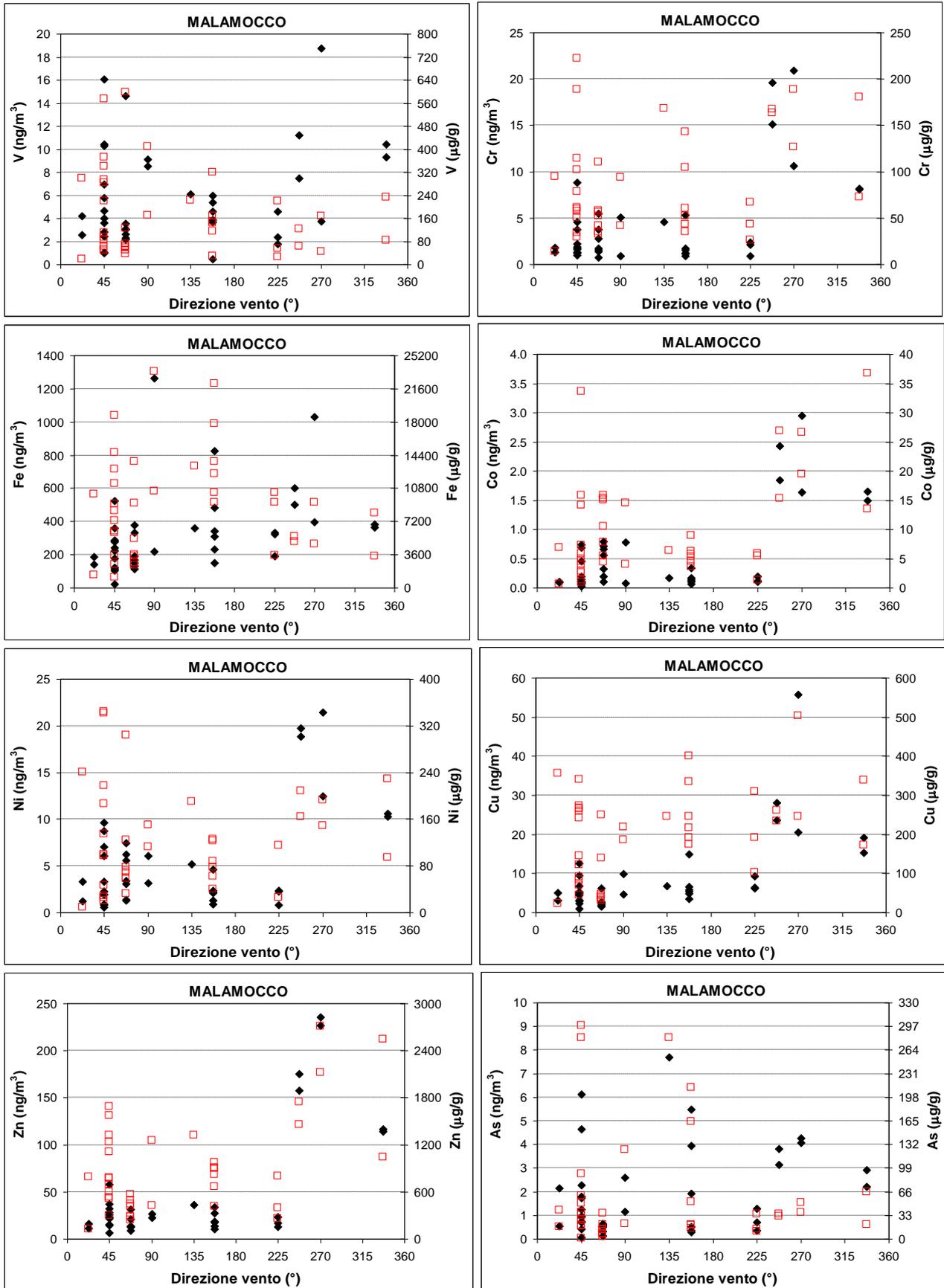


Fig. 3.15 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel  $\text{PM}_{10}$  e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Malamocco.

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

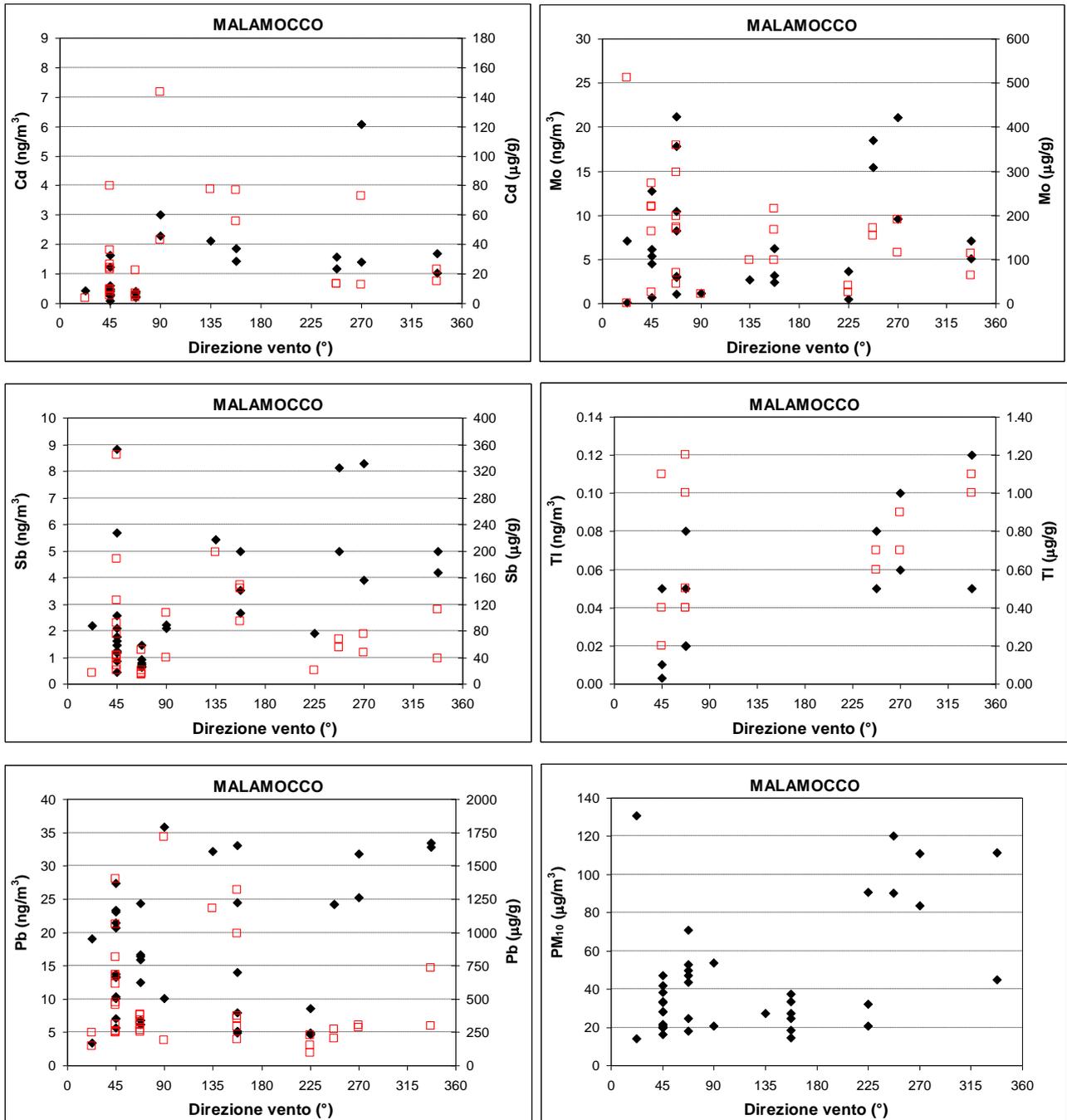


Fig. 3.16 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM<sub>10</sub> e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Cd, Mo, Sb, Tl, Pb e PM<sub>10</sub>. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Malamocco.

## CORILA

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

Tab. 3.13- Concentrazioni assolute dei metalli (ng/m<sup>3</sup>) nel PM<sub>10</sub> 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 <sup>3</sup> )	Cr (ng/m <sup>3</sup> )	Fe (ng/m <sup>3</sup> )	Co (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Cu (ng/m <sup>3</sup> )	Zn (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Mo (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Sb (ng/m <sup>3</sup> )	Tl (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
11/07/2011	4.58	1.19	485.14	0.17	2.12	6.67	18.19	0.51	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	7.91	27.2
12/07/2011	16.07	2.19	524.55	0.20	9.63	6.78	14.44	0.70	6.15	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	7.02	28.0
13/07/2011	9.11	5.06	1263.85	0.78	6.05	9.95	22.79	1.16	1.18	2.30	2.10	u.d.l.	10.14	53.8
14/07/2011	5.38	5.34	827.32	0.34	4.61	14.98	33.49	1.93	6.24	u.d.l.	3.51	u.d.l.	14.00	37.4
15/07/2011	14.63	1.38	334.68	0.19	7.46	6.10	13.86	0.50	1.08	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	6.24	24.5
16/07/2011	10.40	1.67	359.96	0.14	6.08	9.55	36.86	0.93	0.71	u.d.l.	2.11	u.d.l.	13.26	28.0
<b>17/07/2011</b>	<b>3.70</b>	<b>0.87</b>	<b>339.97</b>	<b>0.14</b>	<b>2.20</b>	<b>5.37</b>	<b>10.26</b>	<b>0.36</b>	<b>2.43</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>4.87</b>	<b>24.8</b>
18/07/2011	1.78	2.16	333.07	0.19	0.83	6.21	12.86	0.34	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	4.95	32.3
19/07/2011	0.44	1.53	151.10	0.07	0.90	4.90	13.34	0.30	3.14	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	5.17	14.6
20/07/2011	2.39	2.40	322.70	0.12	2.30	9.38	23.53	1.27	3.68	u.d.l.	1.89	u.d.l.	8.58	90.6
21/07/2011	4.56	0.89	192.96	0.11	2.38	6.43	16.69	0.72	0.52	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	4.73	20.8
22/07/2011	4.19	1.32	142.50	0.10	3.35	4.96	11.10	0.55	7.13	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	3.44	14.0
27/09/2011	2.84	1.91	280.71	0.10	0.87	3.06	23.37	1.24	u.d.l.	0.30	1.47	u.d.l.	27.33	33.6
28/09/2011	2.45	1.30	279.25	0.10	0.80	3.15	22.85	2.28	u.d.l.	0.31	1.61	u.d.l.	23.35	38.2
29/09/2011	1.03	1.21	178.50	0.08	0.55	2.39	15.14	0.97	u.d.l.	0.10	0.85	u.d.l.	13.38	19.6
30/09/2011	2.56	1.81	185.04	0.09	1.23	3.14	16.22	2.16	0.10	0.43	2.18	u.d.l.	19.11	130.9
01/10/2011	4.66	1.68	243.18	0.10	2.23	4.50	27.84	4.64	u.d.l.	0.60	5.67	u.d.l.	23.15	16.5
<b>02/10/2011</b>	<b>8.55</b>	<b>0.87</b>	<b>220.33</b>	<b>0.08</b>	<b>3.13</b>	<b>4.56</b>	<b>26.21</b>	<b>2.60</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>3.00</b>	<b>2.23</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>35.88</b>	<b>20.9</b>
03/10/2011	5.77	0.99	222.53	0.09	1.91	5.20	21.74	1.78	u.d.l.	0.47	1.79	u.d.l.	20.75	19.6
04/10/2011	5.96	1.13	230.34	0.10	2.33	3.55	18.00	3.94	u.d.l.	1.43	2.67	u.d.l.	24.44	18.6
05/10/2011	3.85	1.74	309.55	0.12	1.33	5.84	27.30	5.48	u.d.l.	1.86	4.97	u.d.l.	33.05	33.3
06/10/2011	6.10	4.58	359.57	0.17	5.18	6.71	36.08	7.68	2.68	2.12	5.42	u.d.l.	32.15	27.3
07/10/2011	2.30	0.77	167.71	0.10	1.26	2.54	8.95	0.65	3.06	0.40	0.92	u.d.l.	6.87	18.2
08/10/2011	3.97	1.24	105.19	0.06	1.97	2.89	22.44	0.73	u.d.l.	0.41	1.18	u.d.l.	10.36	41.9
<b>09/10/2011</b>	<b>1.00</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>24.74</b>	<b>0.02</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>0.95</b>	<b>6.56</b>	<b>0.41</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>0.49</b>	<b>0.45</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>5.66</b>	<b>21.6</b>
20/01/2012	7.45	19.57	600.69	1.84	19.74	28.07	174.87	3.80	18.46	1.59	8.14	0.08	24.25	120.0
21/01/2012	11.19	15.11	501.87	2.43	18.86	23.57	157.88	3.13	15.43	1.17	4.97	0.05	24.29	90.4
<b>22/01/2012</b>	<b>3.72</b>	<b>10.59</b>	<b>398.98</b>	<b>1.63</b>	<b>12.45</b>	<b>20.59</b>	<b>226.80</b>	<b>4.25</b>	<b>9.55</b>	<b>6.07</b>	<b>3.90</b>	<b>0.06</b>	<b>25.23</b>	<b>83.6</b>
23/01/2012	9.31	8.13	384.54	1.50	10.61	19.20	116.31	2.21	7.06	1.68	4.20	0.12	33.44	111.6
24/01/2012	18.76	20.92	1031.95	2.95	21.47	55.83	235.52	4.08	21.08	1.40	8.27	0.10	31.78	111.0

## CORILA

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

25/01/2012	10.42	8.11	363.03	1.65	10.29	15.23	114.18	2.93	5.08	1.03	4.99	0.05	32.86	44.9
26/01/2012	6.98	4.56	122.12	0.69	7.00	5.30	32.15	6.11	4.48	1.64	2.58	0.003	13.72	20.5
27/01/2012	3.62	3.76	115.08	0.46	3.28	4.80	25.66	0.05	5.39	0.26	1.23	0.01	10.15	32.9
28/01/2012	10.28	8.84	286.98	0.74	8.74	12.57	57.90	1.73	12.72	1.24	8.81	0.05	21.43	46.9
<b>29/01/2012</b>	<b>3.53</b>	<b>5.50</b>	<b>134.29</b>	<b>0.79</b>	<b>6.21</b>	<b>1.54</b>	<b>20.54</b>	<b>0.62</b>	<b>17.87</b>	<b>0.33</b>	<b>0.80</b>	<b>0.05</b>	<b>16.40</b>	<b>49.9</b>
30/01/2012	2.99	2.75	115.03	0.72	3.38	2.24	13.16	0.14	8.21	0.23	0.64	0.02	12.46	47.3
31/01/2012	2.17	1.53	150.54	0.66	1.40	1.82	12.67	0.62	2.96	0.23	0.66	0.02	16.66	43.4
01/02/2012	3.11	1.71	191.10	0.56	3.07	1.87	12.71	0.33	10.40	0.21	0.72	0.02	15.95	52.8
02/02/2012	2.62	3.72	376.35	0.32	5.55	2.77	31.29	0.55	21.15	0.40	1.47	0.08	24.40	71.1
<b>Media</b>	<b>5.75</b>	<b>4.21</b>	<b>329.67</b>	<b>0.53</b>	<b>5.34</b>	<b>8.59</b>	<b>44.40</b>	<b>1.91</b>	<b>7.33</b>	<b>1.13</b>	<b>2.98</b>	<b>0.05</b>	<b>17.15</b>	<b>45.2</b>
<b>Min</b>	<b>0.44</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>24.74</b>	<b>0.02</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>0.95</b>	<b>6.56</b>	<b>0.05</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>3.44</b>	<b>14.0</b>
<b>Max</b>	<b>18.76</b>	<b>20.92</b>	<b>1263.85</b>	<b>2.95</b>	<b>21.47</b>	<b>55.83</b>	<b>235.52</b>	<b>7.68</b>	<b>21.15</b>	<b>6.07</b>	<b>8.81</b>	<b>0.12</b>	<b>35.88</b>	<b>130.9</b>

## CORILA

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

Tab. 3.14- Concentrazioni relative dei metalli ( $\mu\text{g/g}$ ) nel  $\text{PM}_{10}$  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 ( $\mu\text{g/g}$ )	Cr ( $\mu\text{g/g}$ )	Fe ( $\mu\text{g/g}$ )	Co ( $\mu\text{g/g}$ )	Ni ( $\mu\text{g/g}$ )	Cu ( $\mu\text{g/g}$ )	Zn ( $\mu\text{g/g}$ )	As ( $\mu\text{g/g}$ )	Mo ( $\mu\text{g/g}$ )	Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	Sb ( $\mu\text{g/g}$ )	Tl ( $\mu\text{g/g}$ )	Pb ( $\mu\text{g/g}$ )
11/07/2011	168.3	43.6	17840.8	6.2	78.1	245.1	668.9	18.8	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	290.8
12/07/2011	574.1	78.2	18739.0	7.3	344.1	242.3	516.0	25.0	219.6	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	250.8
13/07/2011	169.3	94.1	23493.8	14.5	112.4	184.9	423.7	21.6	21.9	42.8	39.0	u.d.l.	188.5
14/07/2011	144.1	142.9	22148.8	9.0	123.4	401.1	896.5	51.8	167.0	u.d.l.	94.1	u.d.l.	374.8
15/07/2011	598.0	56.6	13680.7	7.8	304.8	249.4	566.6	20.4	44.0	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	255.1
16/07/2011	371.7	59.6	12868.4	5.0	217.4	341.3	1317.6	33.3	25.4	u.d.l.	75.3	u.d.l.	474.2
<b>17/07/2011</b>	<b>148.8</b>	<b>35.0</b>	<b>13683.8</b>	<b>5.7</b>	<b>88.6</b>	<b>216.1</b>	<b>413.1</b>	<b>14.4</b>	<b>98.0</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>195.9</b>
18/07/2011	54.9	66.9	10306.6	5.8	25.7	192.3	397.9	10.5	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	153.1
19/07/2011	30.0	104.7	10318.0	4.6	61.5	334.5	911.2	20.5	214.5	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	353.3
20/07/2011	26.3	26.5	3561.6	1.3	25.4	103.5	259.7	14.0	40.7	u.d.l.	20.8	u.d.l.	94.7
21/07/2011	219.8	42.9	9291.1	5.5	114.8	309.8	803.8	34.6	24.9	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	227.6
22/07/2011	300.2	94.4	10209.8	6.9	240.2	355.4	794.9	39.8	511.2	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	246.7
27/09/2011	84.6	57.0	8365.0	2.9	26.0	91.0	696.3	36.9	u.d.l.	8.9	43.7	u.d.l.	814.5
28/09/2011	64.2	34.0	7319.5	2.6	21.0	82.6	598.8	59.9	u.d.l.	8.2	42.1	u.d.l.	612.0
29/09/2011	52.4	61.5	9095.1	4.0	27.9	122.0	771.3	49.7	u.d.l.	4.9	43.2	u.d.l.	681.7
30/09/2011	19.6	13.9	1413.6	0.6	9.4	24.0	123.9	16.5	0.8	3.3	16.7	u.d.l.	146.0
01/10/2011	282.4	101.9	14731.4	5.8	135.1	272.3	1686.3	280.9	u.d.l.	36.1	343.7	u.d.l.	1402.6
<b>02/10/2011</b>	<b>409.3</b>	<b>41.6</b>	<b>10544.2</b>	<b>4.0</b>	<b>149.7</b>	<b>218.1</b>	<b>1254.5</b>	<b>124.4</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>143.5</b>	<b>106.6</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>1717.1</b>
03/10/2011	294.4	50.6	11348.3	4.6	97.4	265.3	1108.9	90.9	u.d.l.	24.1	91.4	u.d.l.	1058.2
04/10/2011	320.8	60.7	12406.3	5.3	125.6	190.9	969.7	212.0	u.d.l.	77.1	143.9	u.d.l.	1316.3
05/10/2011	115.4	52.3	9282.5	3.7	40.0	175.1	818.6	164.3	u.d.l.	55.6	149.0	u.d.l.	991.0
06/10/2011	223.5	167.9	13180.4	6.4	189.9	246.0	1322.5	281.7	98.1	77.6	198.5	u.d.l.	1178.6
07/10/2011	125.9	42.0	9195.9	5.5	69.1	139.0	490.8	35.7	167.8	22.1	50.4	u.d.l.	376.6
08/10/2011	94.8	29.7	2509.3	1.3	47.1	69.0	535.3	17.5	u.d.l.	9.7	28.1	u.d.l.	247.2
<b>09/10/2011</b>	<b>46.3</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>1144.0</b>	<b>0.9</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>43.8</b>	<b>303.4</b>	<b>19.0</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>22.7</b>	<b>20.6</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>261.7</b>
20/01/2012	62.0	163.0	5004.2	15.3	164.5	233.9	1456.8	31.7	153.8	13.3	67.9	0.7	202.0
21/01/2012	123.8	167.2	5550.9	26.9	208.6	260.7	1746.2	34.6	170.7	12.9	55.0	0.6	268.7
<b>22/01/2012</b>	<b>44.5</b>	<b>126.6</b>	<b>4772.2</b>	<b>19.5</b>	<b>149.0</b>	<b>246.3</b>	<b>2712.8</b>	<b>50.8</b>	<b>114.2</b>	<b>72.6</b>	<b>46.7</b>	<b>0.7</b>	<b>301.7</b>
23/01/2012	83.4	72.9	3445.1	13.5	95.0	172.1	1042.0	19.8	63.3	15.0	37.6	1.1	299.6
24/01/2012	169.1	188.5	9298.9	26.6	193.5	503.1	2122.2	36.7	189.9	12.6	74.5	0.9	286.4

## CORILA

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

25/01/2012	232.3	180.7	8092.5	36.8	229.3	339.4	2545.3	65.2	113.2	22.9	111.2	1.0	732.6
26/01/2012	340.5	222.5	5957.2	33.7	341.7	258.4	1568.4	298.3	218.8	79.9	125.9	0.2	669.5
27/01/2012	110.0	114.2	3496.6	14.1	99.7	145.7	779.6	1.4	163.7	7.9	37.5	0.4	308.4
28/01/2012	219.3	188.6	6121.2	15.8	186.4	268.0	1235.0	36.9	271.3	26.4	188.0	1.1	457.2
<b>29/01/2012</b>	<b>70.8</b>	<b>110.3</b>	<b>2693.1</b>	<b>15.9</b>	<b>124.6</b>	<b>30.8</b>	<b>411.9</b>	<b>12.4</b>	<b>358.3</b>	<b>6.6</b>	<b>15.9</b>	<b>1.0</b>	<b>328.9</b>
30/01/2012	63.2	58.2	2430.4	15.3	71.5	47.3	278.1	3.0	173.4	5.0	13.6	0.5	263.3
31/01/2012	50.0	35.3	3467.5	15.1	32.3	41.9	291.8	14.2	68.2	5.2	15.2	0.4	383.8
01/02/2012	59.0	32.4	3621.6	10.5	58.2	35.5	240.9	6.3	197.1	4.0	13.7	0.4	302.2
02/02/2012	36.9	52.4	5296.0	4.4	78.0	39.0	440.3	7.8	297.6	5.7	20.7	1.2	343.4
<b>Media</b>	<b>169.3</b>	<b>86.1</b>	<b>8869.9</b>	<b>10.0</b>	<b>123.9</b>	<b>198.4</b>	<b>910.8</b>	<b>59.3</b>	<b>155.1</b>	<b>29.5</b>	<b>75.2</b>	<b>0.7</b>	<b>488.6</b>
<b>Min</b>	<b>19.6</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>1144.0</b>	<b>0.6</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>24.0</b>	<b>123.9</b>	<b>1.4</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>94.7</b>
<b>Max</b>	<b>598.0</b>	<b>222.5</b>	<b>23493.8</b>	<b>36.8</b>	<b>344.1</b>	<b>503.1</b>	<b>2712.8</b>	<b>298.3</b>	<b>511.2</b>	<b>143.5</b>	<b>343.7</b>	<b>1.2</b>	<b>1717.1</b>

## CORILA

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

Tab. 3.15 - Confronto fra le concentrazioni assolute medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Malamocco. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

<b>TUTTI DATI</b>	V (ng/m <sup>3</sup> )	Cr (ng/m <sup>3</sup> )	Fe (ng/m <sup>3</sup> )	Co (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Cu (ng/m <sup>3</sup> )	Zn (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Mo (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Sb (ng/m <sup>3</sup> )	Tl (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Media</b>	5.75	4.21	329.67	0.53	5.34	8.59	44.40	1.91	7.33	1.13	2.98	0.05	17.15	45.2
<b>Min</b>	0.44	u.d.l.	24.74	0.02	u.d.l.	0.95	6.56	0.05	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	3.44	14.0
<b>Max</b>	18.76	20.92	1263.85	2.95	21.47	55.83	235.52	7.68	21.15	6.07	8.81	0.12	35.88	130.9
<b>FERIALI</b>	V (ng/m <sup>3</sup> )	Cr (ng/m <sup>3</sup> )	Fe (ng/m <sup>3</sup> )	Co (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Cu (ng/m <sup>3</sup> )	Zn (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Mo (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Sb (ng/m <sup>3</sup> )	Tl (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	PM10 (□g/m <sup>3</sup> )
<b>Media</b>	6.00	4.18	345.26	0.53	5.26	8.89	42.39	1.95	7.00	0.91	3.15	0.05	17.08	45.93
<b>Min</b>	0.44	0.77	105.19	0.06	0.55	1.82	8.95	0.05	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	3.44	14.00
<b>Max</b>	18.76	20.92	1263.85	2.95	21.47	55.83	235.52	7.68	21.15	2.30	8.81	0.12	33.44	130.90
<b>FESTIVI</b>	V (ng/m <sup>3</sup> )	Cr (ng/m <sup>3</sup> )	Fe (ng/m <sup>3</sup> )	Co (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Cu (ng/m <sup>3</sup> )	Zn (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Mo (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Sb (ng/m <sup>3</sup> )	Tl (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	PM10 (□g/m <sup>3</sup> )
<b>Media</b>	4.10	4.46	223.66	0.53	6.00	6.60	58.07	1.65	9.95	2.47	1.85	0.06	17.61	40.16
<b>Min</b>	1.00	u.d.l.	24.74	0.02	u.d.l.	0.95	6.56	0.36	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	4.87	20.90
<b>Max</b>	8.55	10.59	398.98	1.63	12.45	20.59	226.80	4.25	17.87	6.07	3.90	0.06	35.88	83.60

## CORILA

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

Tab. 3.16 - Confronto fra le concentrazioni relative medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Malamocco. Con u.d.l. si indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

<b>TUTTI I DATI</b>	<b>V (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Cr (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Fe (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Co (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Ni (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Cu (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Zn (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>As (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Mo (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Cd (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Sb (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Tl (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Pb (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>
<b>Media</b>	169.3	86.1	8869.9	10.0	123.9	198.4	910.8	59.3	155.1	29.5	75.2	0.7	488.6
<b>Min</b>	19.6	u.d.l.	1144.0	0.6	u.d.l.	24.0	123.9	1.4	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	94.7
<b>Max</b>	598.0	222.5	23493.8	36.8	344.1	503.1	2712.8	298.3	511.2	143.5	343.7	1.2	1717.1
<b>FERIALI</b>	<b>V (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Cr (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Fe (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Co (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Ni (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Cu (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Zn (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>As (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Mo (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Cd (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Sb (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Tl (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Pb (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>
<b>Media</b>	173.1	87.0	9208.5	10.1	123.4	205.3	894.9	61.5	150.7	24.2	79.3	0.7	478.0
<b>Min</b>	19.6	13.9	1413.6	0.6	9.4	24.0	123.9	1.4	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	94.7
<b>Max</b>	598.0	222.5	23493.8	36.8	344.1	503.1	2545.3	298.3	511.2	79.9	343.7	1.2	1402.6
<b>FESTIVI</b>	<b>V (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Cr (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Fe (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Co (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Ni (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Cu (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Zn (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>As (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Mo (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Cd (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Sb (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Tl (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>	<b>Pb (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>
<b>Media</b>	143.9	78.4	6567.5	9.2	128.0	151.0	1019.1	44.2	190.2	61.4	47.5	0.9	561.1
<b>Min</b>	44.5	u.d.l.	1144.0	0.9	u.d.l.	30.8	303.4	12.4	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	195.9
<b>Max</b>	409.3	126.6	13683.8	19.5	149.7	246.3	2712.8	124.4	358.3	143.5	106.6	1.0	1717.1

## CORILA

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

Tab. 3.17 - Coefficienti di correlazione fra gli elementi rilevati nel PM<sub>10</sub> 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	Cr	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Sb	Pb	PM10
V	1.00	0.52	0.56	0.54	<b>0.72</b>	0.64	0.48	0.25	0.20	0.30	0.69	0.28	0.22
Cr		1.00	0.54	<b>0.93</b>	<b>0.94</b>	<b>0.90</b>	<b>0.91</b>	0.39	<b>0.70</b>	0.33	<b>0.75</b>	0.44	0.69
Fe			1.00	0.49	0.54	0.66	0.46	0.18	0.22	0.35	0.46	0.18	0.38
Co				1.00	<b>0.91</b>	<b>0.86</b>	<b>0.90</b>	0.31	0.63	0.33	0.59	0.45	0.66
Ni					1.00	<b>0.86</b>	<b>0.88</b>	0.35	0.65	0.38	<b>0.71</b>	0.38	0.61
Cu						1.00	<b>0.89</b>	0.35	0.52	0.36	<b>0.73</b>	0.39	0.61
Zn							1.00	0.44	0.56	0.57	0.67	0.52	0.66
As								1.00	0.14	0.52	0.62	0.67	0.17
Mo									1.00	-0.03	0.41	0.50	0.47
Cd										1.00	0.36	0.41	0.20
Sb											1.00	0.57	0.38
Pb												1.00	0.38
PM10													1.00

### 3.3.3 Campagna di misura a Punta Sabbioni

I dati meteorologici relativi sono riportati nella Tabella 3.18. Nelle Figure 3.17 e 3.18 si riportano le correlazioni fra le direzioni prevalenti (intesa come direzione più frequente nella giornata) del vento e fra le concentrazioni dei metalli, in termini di concentrazione assoluta e di concentrazione relativa, e il PM<sub>10</sub>.

Le concentrazioni dei metalli nel PM<sub>10</sub> rilevate a Punta Sabbioni sono riportate in Tabella 3.19, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 3.20 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.

Nella Tabella 3.21 si riportano i valori medi, massimi e minimi delle concentrazioni assolute confrontando l'intero periodo di misura con le concentrazioni ottenute scorrendo i giorni feriali e quelli festivi. Nella Tabella 3.22 la stessa analisi è riportata per le concentrazioni relative.

Si osserva che le concentrazioni medie di alcuni metalli (Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd e Sb) sono maggiori nei periodi feriali rispetto ai periodi festivi, tuttavia, la concentrazione media di PM<sub>10</sub> è confrontabile nei due periodi.

Nelle direzioni in cui il sito di misura risulta sottovento rispetto al cantiere (settore fra 180° e 360° gradi) si osserva un picco di concentrazione di Cr, Ni, Cu, Zn e As il 19/01/2012. Tale giorno presenta estesi periodi di calma di vento ed anche una concentrazione elevata di polveri probabilmente dovuta alle sfavorevoli condizioni meteorologiche. Il 24/01/2012 presenta concentrazioni elevate di Arsenico associate a vento debole proveniente da ONO e quindi compatibile con la posizione del cantiere, tuttavia, l'Arsenico non è un metallo generalmente associato alle emissioni da cantiere. Inoltre, è presente anche un elevato valore di concentrazione di As nel giorno festivo 22/01/2012.

Nella Tabella 3.23 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. 3.18 - 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 <sub>2</sub> O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
29/09/2011	0	0.0	0.9	30.8
30/09/2011	0	0.0	0.8	33.1
01/10/2011	22.5	0.0	0.6	36.0
<b>02/10/2011</b>	<b>90</b>	<b>0.0</b>	<b>0.6</b>	<b>39.0</b>
03/10/2011	22.5	0.0	0.6	28.3
12/10/2011	90	0.2	0.2	65.9
13/10/2011	67.5	0.0	1.7	39.2
14/10/2011	67.5	0.0	2.3	39.1
15/10/2011	45	0.0	1.8	31.3
<b>16/10/2011</b>	<b>22.5</b>	<b>0.0</b>	<b>1.5</b>	<b>24.2</b>
17/10/2011	0	0.0	0.9	27.6
18/10/2011	337.5	0.0	0.4	50.6
19/10/2011	0	0.4	1.3	48.2
19/01/2012	315.0	0.0	0.4	116.9
20/01/2012	315.0	0.0	0.8	112.8
21/01/2012	315.0	0.0	0.7	89.7
<b>22/01/2012</b>	<b>315.0</b>	<b>0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>87.9</b>
23/01/2012	337.5	0.6	0.2	72.3
24/01/2012	292.5	0.2	0.3	78.4
25/01/2012	90.0	0.2	0.3	35.9
26/01/2012	22.5	0.0	0.7	42.1
27/01/2012	22.5	0.0	0.8	39.7
28/01/2012	22.5	0.0	1.0	50.5
<b>29/01/2012</b>	<b>45.0</b>	<b>0.0</b>	<b>3.1</b>	<b>47.6</b>
30/01/2012	45.0	0.0	3.6	30.9
31/01/2012	45.0	0.0	3.8	29.5
11/04/2012	22.5	18.0	2.0	20.1
12/04/2012	90	1.6	1.1	23.2
13/04/2012	11.25	1.0	1.6	15.9
14/04/2012	45	0.0	1.7	17.8
<b>15/04/2012</b>	<b>67.5</b>	<b>8.2</b>	<b>0.6</b>	<b>24.9</b>
16/04/2012	0	0.2	1.1	18.5
17/04/2012	37.5	0.0	1.3	33.1
18/04/2012	101.25	1.0	1.2	30.5
19/04/2012	22.5	2.8	1.3	26.2
20/04/2012	0	5.8	1.8	29.0
21/04/2012	101.25 (*)	0.0	1.4	34.5
<b>22/04/2012</b>	<b>135</b>	<b>5.8</b>	<b>1.0</b>	<b>36.1</b>

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

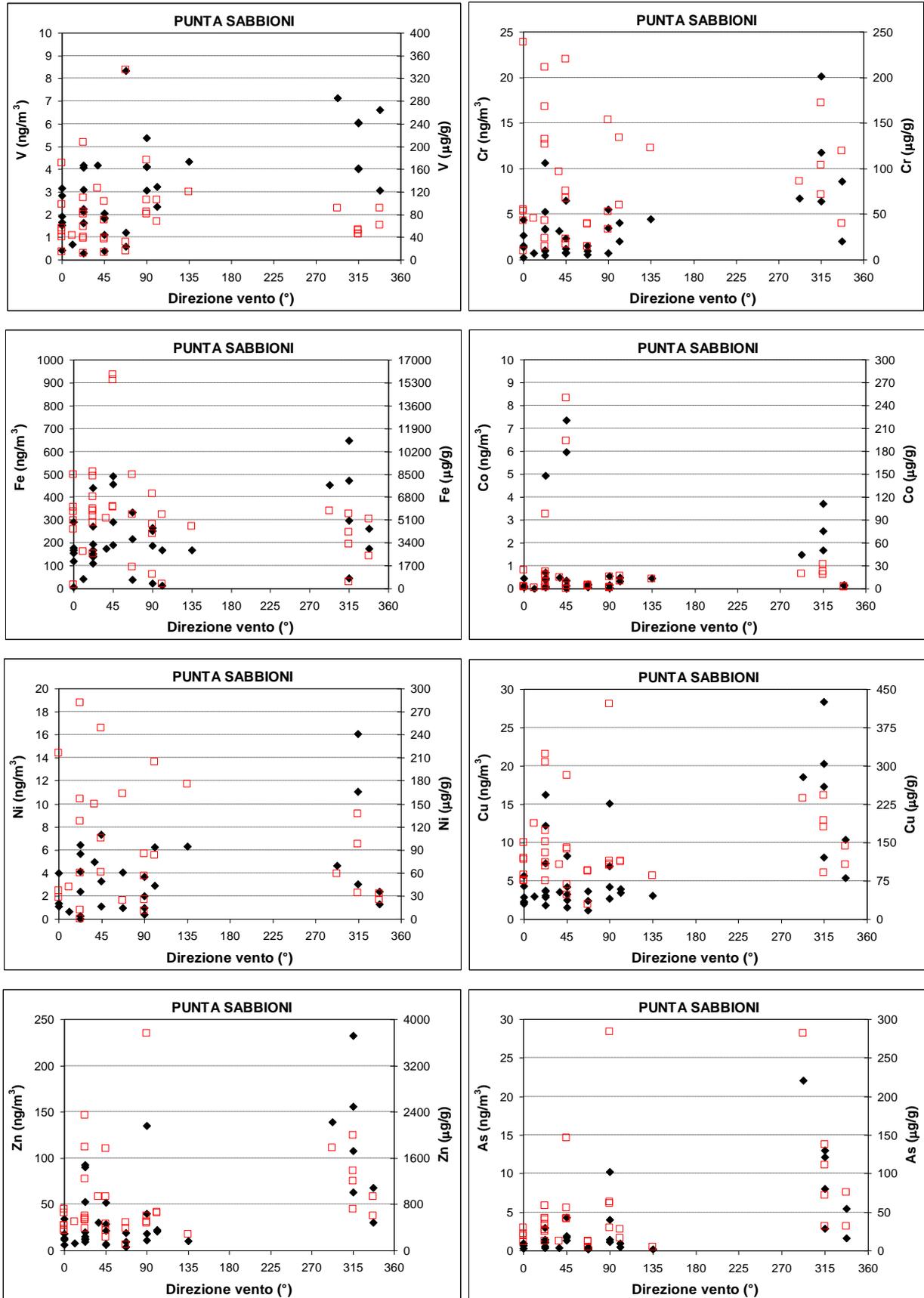


Fig. 3.17 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Punta Sabbioni.

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

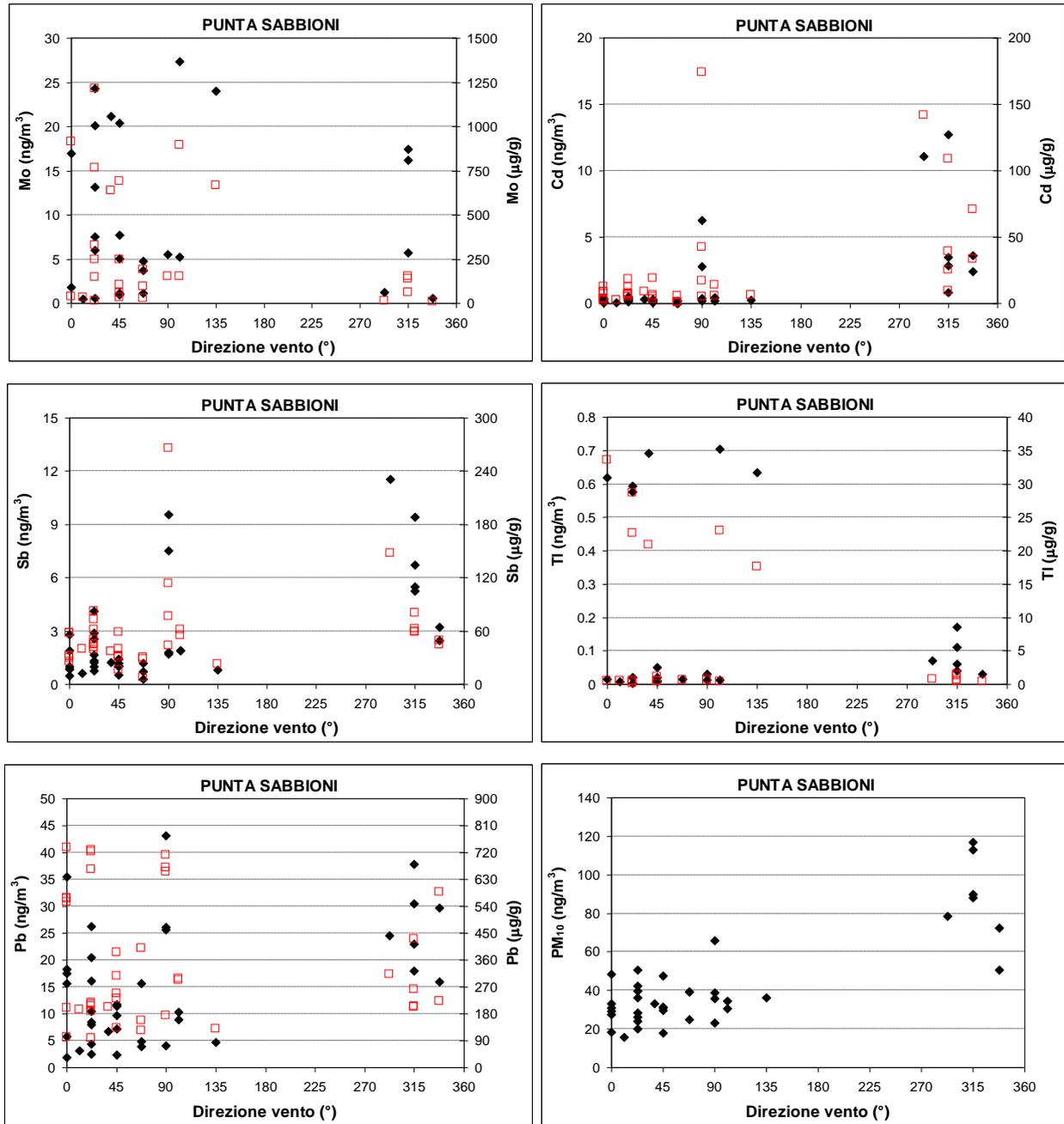


Fig. 3.18 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM<sub>10</sub> e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM<sub>10</sub>. In rosso le concentrazioni relative. Sito di misura di Punta Sabbioni.

## CORILA

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

Tab. 3.19 - Concentrazioni assolute (ng/m<sup>3</sup>) dei metalli nel PM<sub>10</sub> 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 <sup>3</sup> )	Cr (ng/m <sup>3</sup> )	Fe (ng/m <sup>3</sup> )	Co (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Cu (ng/m <sup>3</sup> )	Zn (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Mo (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Sb (ng/m <sup>3</sup> )	Tl (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
29/09/2011	0.43	1.34	176.68	0.09	u.d.l.	2.34	13.32	0.67	u.d.l.	0.09	1.00	u.d.l.	17.53	30.8
30/09/2011	1.67	u.d.l.	167.41	0.06	u.d.l.	2.85	12.33	0.98	u.d.l.	0.14	1.91	u.d.l.	18.34	33.1
01/10/2011	2.12	0.52	194.68	0.06	u.d.l.	3.74	20.35	1.46	u.d.l.	0.18	1.64	u.d.l.	26.21	36.0
<b>02/10/2011</b>	<b>4.11</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>186.81</b>	<b>0.04</b>	<b>0.96</b>	<b>4.21</b>	<b>18.35</b>	<b>1.16</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>0.20</b>	<b>1.71</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>26.08</b>	<b>39.0</b>
03/10/2011	3.10	u.d.l.	139.10	0.05	0.01	3.68	14.96	1.18	u.d.l.	0.52	1.25	u.d.l.	20.45	28.3
12/10/2011	5.36	3.48	266.67	0.15	3.68	6.90	39.86	4.05	u.d.l.	2.79	7.51	u.d.l.	43.16	65.9
13/10/2011	1.22	1.53	332.85	0.19	0.94	3.65	18.90	0.46	3.68	0.21	1.20	u.d.l.	15.66	39.2
14/10/2011	0.60	0.58	215.43	0.15	u.d.l.	1.12	4.03	0.20	1.11	0.03	0.28	u.d.l.	4.85	39.1
15/10/2011	0.40	0.71	189.44	0.12	u.d.l.	1.50	7.23	1.33	1.11	0.09	0.51	u.d.l.	9.63	31.3
<b>16/10/2011</b>	<b>0.29</b>	<b>1.05</b>	<b>143.54</b>	<b>0.11</b>	<b>0.27</b>	<b>1.80</b>	<b>12.84</b>	<b>0.60</b>	<b>6.02</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>16.05</b>	<b>24.2</b>
17/10/2011	1.54	0.28	121.31	0.08	u.d.l.	2.05	17.98	0.32	u.d.l.	0.34	0.86	u.d.l.	15.60	27.6
18/10/2011	3.07	2.03	261.50	0.13	1.28	5.40	30.49	1.60	u.d.l.	3.59	2.47	u.d.l.	29.65	50.6
19/10/2011	1.93	2.67	290.27	0.14	1.36	5.64	34.26	0.91	1.80	0.41	2.79	u.d.l.	35.46	48.2
19/01/2012	6.02	20.12	648.50	3.71	16.05	28.33	232.68	12.97	16.15	12.69	9.44	0.17	30.53	116.9
20/01/2012	6.06	11.73	472.41	2.52	11.03	20.27	155.38	8.05	17.39	2.86	6.73	0.06	23.04	112.8
21/01/2012	4.04	6.41	298.41	1.69	3.00	17.29	107.67	2.87	5.69	0.85	5.24	0.04	18.04	89.7
<b>22/01/2012</b>	<b>4.00</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>44.05</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>8.04</b>	<b>63.07</b>	<b>12.11</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>3.46</b>	<b>5.47</b>	<b>0.11</b>	<b>37.76</b>	<b>87.9</b>
23/01/2012	6.60	8.63	174.98	0.16	2.38	10.35	67.74	5.48	0.55	2.43	3.24	0.03	15.97	72.3
24/01/2012	7.14	6.75	453.11	1.49	4.60	18.53	138.82	22.07	1.22	11.10	11.56	0.07	24.58	78.4
25/01/2012	3.06	5.51	253.47	0.56	0.37	15.11	135.20	10.20	5.49	6.25	9.56	0.03	25.58	35.9
26/01/2012	1.62	0.98	108.50	0.38	u.d.l.	7.30	52.36	1.43	0.56	0.33	2.57	0.003	7.96	42.1
27/01/2012	1.63	5.26	271.10	0.72	2.38	12.18	92.87	1.08	13.10	0.19	2.88	0.02	8.41	39.7
28/01/2012	4.08	10.65	438.70	4.95	6.44	16.28	90.23	2.95	7.50	0.39	4.14	0.02	10.41	50.5
<b>29/01/2012</b>	<b>1.87</b>	<b>0.82</b>	<b>291.97</b>	<b>0.36</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>3.23</b>	<b>21.78</b>	<b>1.95</b>	<b>5.02</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>1.44</b>	<b>0.05</b>	<b>11.77</b>	<b>47.6</b>
30/01/2012	1.12	2.32	490.68	5.98	3.26	4.25	28.83	1.71	7.70	0.20	0.99	0.02	7.12	30.9
31/01/2012	2.06	6.49	457.24	7.37	7.36	8.29	52.09	4.31	20.39	0.16	1.16	0.01	11.34	29.5
11/04/2012	4.15	3.37	167.33	0.45	5.66	3.05	12.16	u.d.l.	24.33	0.24	0.77	0.58	4.33	20.1
12/04/2012	4.09	0.77	23.73	0.03	1.97	2.65	11.57	1.47	u.d.l.	0.39	1.79	0.01	4.03	23.2
13/04/2012	0.67	0.72	43.51	0.01	0.67	2.98	7.95	u.d.l.	0.50	0.04	0.64	0.01	3.09	15.9

## CORILA

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

14/04/2012	1.83	1.19	u.d.l.	0.01	1.07	2.48	6.11	u.d.l.	1.00	0.34	1.04	0.01	2.33	17.8
<b>15/04/2012</b>	<b>8.34</b>	<b>1.00</b>	<b>39.61</b>	<b>0.06</b>	<b>4.06</b>	<b>2.37</b>	<b>9.50</b>	<b>0.31</b>	<b>4.79</b>	<b>0.03</b>	<b>0.70</b>	<b>0.02</b>	<b>3.92</b>	<b>24.9</b>
16/04/2012	3.16	4.40	156.55	0.45	3.99	2.21	6.43	u.d.l.	16.92	0.16	0.47	0.62	1.86	18.5
17/04/2012	4.18	3.20	173.73	0.48	4.96	3.54	30.74	0.40	21.12	0.30	1.22	0.69	6.69	33.1
18/04/2012	3.23	4.10	168.43	0.50	6.24	3.41	20.45	0.50	27.32	0.42	1.87	0.70	8.91	30.5
19/04/2012	2.24	3.33	151.31	0.45	4.11	2.92	9.95	0.34	20.07	0.19	1.33	0.59	2.56	26.2
20/04/2012	2.82	1.55	7.35	u.d.l.	1.08	4.37	12.52	u.d.l.	u.d.l.	0.06	0.86	0.02	5.78	29.0
21/04/2012	2.35	2.07	11.75	0.32	2.87	3.95	22.54	0.97	5.19	0.19	1.89	0.01	10.28	34.5
<b>22/04/2012</b>	<b>4.33</b>	<b>4.44</b>	<b>167.64</b>	<b>0.45</b>	<b>6.33</b>	<b>3.07</b>	<b>10.14</b>	<b>0.17</b>	<b>24.01</b>	<b>0.23</b>	<b>0.82</b>	<b>0.63</b>	<b>4.64</b>	<b>36.1</b>
<b>Media</b>	<b>3.07</b>	<b>3.82</b>	<b>221.61</b>	<b>0.96</b>	<b>3.74</b>	<b>6.61</b>	<b>43.25</b>	<b>3.22</b>	<b>9.62</b>	<b>1.41</b>	<b>2.68</b>	<b>0.18</b>	<b>14.99</b>	<b>43.09</b>
<b>Min</b>	<b>0.29</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>1.12</b>	<b>4.03</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>0.28</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>1.86</b>	<b>15.88</b>
<b>Max</b>	<b>8.34</b>	<b>20.12</b>	<b>648.50</b>	<b>7.37</b>	<b>16.05</b>	<b>28.33</b>	<b>232.68</b>	<b>22.07</b>	<b>27.32</b>	<b>12.69</b>	<b>11.56</b>	<b>0.70</b>	<b>43.16</b>	<b>116.90</b>

## CORILA

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

Tab. 3.20 - Concentrazioni relative ( $\mu\text{g/g}$ ) dei metalli nel  $\text{PM}_{10}$  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 ( $\mu\text{g/g}$ )	Cr ( $\mu\text{g/g}$ )	Fe ( $\mu\text{g/g}$ )	Co ( $\mu\text{g/g}$ )	Ni ( $\mu\text{g/g}$ )	Cu ( $\mu\text{g/g}$ )	Zn ( $\mu\text{g/g}$ )	As ( $\mu\text{g/g}$ )	Mo ( $\mu\text{g/g}$ )	Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	Sb ( $\mu\text{g/g}$ )	Tl ( $\mu\text{g/g}$ )	Pb ( $\mu\text{g/g}$ )
29/09/2011	13.8	43.3	5728.5	2.8	u.d.l.	76.0	432.0	21.8	u.d.l.	2.9	32.3	u.d.l.	568.3
30/09/2011	50.4	u.d.l.	5052.3	1.8	u.d.l.	86.0	372.2	29.6	u.d.l.	4.1	57.6	u.d.l.	553.5
01/10/2011	58.9	14.4	5406.9	1.7	u.d.l.	103.9	565.2	40.6	u.d.l.	4.9	45.5	u.d.l.	727.9
<b>02/10/2011</b>	<b>105.4</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>4792.9</b>	<b>1.1</b>	<b>24.6</b>	<b>108.1</b>	<b>470.8</b>	<b>29.7</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>5.1</b>	<b>44.0</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>669.1</b>
03/10/2011	109.5	u.d.l.	4909.8	1.8	0.3	130.0	528.0	41.6	u.d.l.	18.5	44.1	u.d.l.	721.9
12/10/2011	81.3	52.8	4044.3	2.2	55.8	104.7	604.5	61.5	u.d.l.	42.3	113.9	u.d.l.	654.6
13/10/2011	31.1	39.1	8496.6	4.9	23.9	93.2	482.4	11.8	94.0	5.4	30.7	u.d.l.	399.6
14/10/2011	15.3	14.7	5503.7	3.7	u.d.l.	28.5	102.9	5.0	28.4	0.8	7.2	u.d.l.	123.8
15/10/2011	12.6	22.8	6059.2	3.8	u.d.l.	48.0	231.4	42.5	35.3	2.9	16.2	u.d.l.	307.9
<b>16/10/2011</b>	<b>11.9</b>	<b>43.2</b>	<b>5928.2</b>	<b>4.4</b>	<b>11.2</b>	<b>74.3</b>	<b>530.4</b>	<b>24.8</b>	<b>248.5</b>	<b>6.2</b>	<b>41.4</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>662.9</b>
17/10/2011	55.6	10.1	4390.4	3.0	u.d.l.	74.3	650.7	11.5	u.d.l.	12.4	31.0	u.d.l.	564.7
18/10/2011	60.7	40.1	5172.4	2.5	25.4	106.8	603.1	31.6	u.d.l.	71.1	48.9	u.d.l.	586.5
19/10/2011	40.0	55.4	6026.8	2.9	28.2	117.1	711.3	19.0	37.3	8.4	57.9	u.d.l.	736.3
19/01/2012	51.5	172.2	5549.0	31.8	137.3	242.4	1991.0	111.0	138.2	108.6	80.8	1.5	261.2
20/01/2012	53.7	104.0	4187.5	22.4	97.8	179.7	1377.3	71.4	154.1	25.4	59.6	0.6	204.2
21/01/2012	45.1	71.4	3327.8	18.8	33.5	192.8	1200.7	32.0	63.4	9.5	58.4	0.4	201.2
<b>22/01/2012</b>	<b>45.6</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>501.4</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>91.5</b>	<b>717.8</b>	<b>137.9</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>39.3</b>	<b>62.2</b>	<b>1.3</b>	<b>429.8</b>
23/01/2012	91.4	119.4	2421.7	2.2	32.9	143.2	937.5	75.9	7.6	33.6	44.9	0.4	221.0
24/01/2012	91.0	86.1	5778.1	19.0	58.7	236.3	1770.2	281.4	15.5	141.5	147.4	0.8	313.4
25/01/2012	85.1	153.3	7054.2	15.5	10.3	420.6	3762.6	283.8	152.9	174.0	266.1	0.7	711.8
26/01/2012	38.4	23.3	2575.5	9.1	u.d.l.	173.4	1242.9	34.0	13.3	7.8	61.1	0.1	189.0
27/01/2012	41.0	132.4	6830.6	18.2	60.0	306.9	2339.9	27.2	330.1	4.9	72.6	0.5	211.8
28/01/2012	80.8	210.9	8690.9	98.0	127.5	322.6	1787.4	58.4	148.6	7.8	81.9	0.4	206.3
<b>29/01/2012</b>	<b>39.2</b>	<b>17.3</b>	<b>6130.6</b>	<b>7.6</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>67.9</b>	<b>457.4</b>	<b>41.0</b>	<b>105.4</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>30.3</b>	<b>1.1</b>	<b>247.1</b>
30/01/2012	36.2	75.3	15896.4	193.6	105.6	137.7	934.0	55.5	249.6	6.5	32.0	0.5	230.7
31/01/2012	70.0	220.0	15495.2	249.8	249.3	281.0	1765.1	146.0	691.0	5.3	39.4	0.5	384.3
11/04/2012	207.0	167.9	8338.3	22.4	281.8	151.9	606.1	u.d.l.	1212.2	12.1	38.5	28.7	215.8
12/04/2012	176.3	33.0	1022.2	1.1	84.9	114.2	498.6	63.2	u.d.l.	16.9	77.1	0.5	173.7
13/04/2012	42.5	45.7	2740.2	0.8	41.9	187.9	500.4	u.d.l.	31.6	2.3	40.2	0.5	194.4

## CORILA

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

14/04/2012	103.1	67.2	u.d.l.	0.3	60.5	139.5	344.0	u.d.l.	56.1	19.2	58.5	0.4	131.4
<b>15/04/2012</b>	<b>334.7</b>	<b>40.0</b>	<b>1588.8</b>	<b>2.5</b>	<b>163.0</b>	<b>95.2</b>	<b>380.9</b>	<b>12.6</b>	<b>192.2</b>	<b>1.0</b>	<b>28.0</b>	<b>0.6</b>	<b>157.3</b>
16/04/2012	171.1	238.3	8482.9	24.5	216.2	119.7	348.1	u.d.l.	916.6	8.9	25.5	33.6	100.6
17/04/2012	126.4	96.8	5250.7	14.4	149.9	106.9	929.2	12.1	638.2	9.2	36.7	20.9	202.3
18/04/2012	105.8	134.1	5515.5	16.3	204.2	111.8	669.6	16.4	894.7	13.7	61.2	23.1	291.9
19/04/2012	85.3	126.8	5768.5	17.0	156.7	111.3	379.3	12.8	765.2	7.1	50.5	22.6	97.7
20/04/2012	97.2	53.2	253.3	u.d.l.	37.1	150.6	431.1	u.d.l.	u.d.l.	2.1	29.5	0.5	199.0
21/04/2012	68.1	60.0	340.7	9.3	83.3	114.5	653.4	28.2	150.5	5.5	54.8	0.4	298.1
<b>22/04/2012</b>	<b>119.9</b>	<b>122.9</b>	<b>4641.1</b>	<b>12.6</b>	<b>175.3</b>	<b>84.9</b>	<b>280.7</b>	<b>4.8</b>	<b>664.7</b>	<b>6.5</b>	<b>22.7</b>	<b>17.6</b>	<b>128.5</b>
<b>Media</b>	<b>80.3</b>	<b>85.5</b>	<b>5402.5</b>	<b>23.4</b>	<b>94.4</b>	<b>143.0</b>	<b>857.6</b>	<b>56.9</b>	<b>297.6</b>	<b>23.1</b>	<b>56.1</b>	<b>6.3</b>	<b>349.5</b>
<b>Min</b>	<b>11.9</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>28.5</b>	<b>102.9</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>7.2</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>97.7</b>
<b>Max</b>	<b>334.7</b>	<b>238.3</b>	<b>15896.4</b>	<b>249.8</b>	<b>281.8</b>	<b>420.6</b>	<b>3762.6</b>	<b>283.8</b>	<b>1212.2</b>	<b>174.0</b>	<b>266.1</b>	<b>33.6</b>	<b>736.3</b>

## CORILA

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

Tab. 3.21 – 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.

<b>TUTTI DATI</b>	<b>V (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cr (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Fe (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Co (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ni (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cu (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Zn (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>As (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Mo (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cd (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Sb (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tl (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Pb (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>PM10 (μg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Media</b>	<b>3.07</b>	<b>3.82</b>	<b>221.61</b>	<b>0.96</b>	<b>3.74</b>	<b>6.61</b>	<b>43.25</b>	<b>3.22</b>	<b>9.62</b>	<b>1.41</b>	<b>2.68</b>	<b>0.18</b>	<b>14.99</b>	<b>43.09</b>
<b>Min</b>	0.29	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	1.12	4.03	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	0.28	u.d.l.	1.86	15.88
<b>Max</b>	8.34	20.12	648.50	7.37	16.05	28.33	232.68	22.07	27.32	12.69	11.56	0.70	43.16	116.90
<b>FERIALI</b>	<b>V (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cr (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Fe (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Co (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ni (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cu (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Zn (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>As (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Mo (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cd (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Sb (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tl (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Pb (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>PM10 (μg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Media</b>	<b>2.93</b>	<b>4.09</b>	<b>236.33</b>	<b>1.08</b>	<b>3.87</b>	<b>7.14</b>	<b>47.12</b>	<b>3.33</b>	<b>9.56</b>	<b>1.51</b>	<b>2.84</b>	<b>0.18</b>	<b>14.67</b>	<b>43.05</b>
<b>Min</b>	0.40	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	1.12	4.03	u.d.l.	u.d.l.	0.03	0.28	u.d.l.	1.86	15.88
<b>Max</b>	7.14	20.12	648.50	7.37	16.05	28.33	232.68	22.07	27.32	12.69	11.56	0.70	43.16	116.90
<b>FESTIVI</b>	<b>V (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cr (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Fe (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Co (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ni (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cu (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Zn (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>As (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Mo (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cd (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Sb (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tl (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Pb (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>PM10 (μg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Media</b>	<b>3.82</b>	<b>1.83</b>	<b>145.60</b>	<b>0.21</b>	<b>2.91</b>	<b>3.79</b>	<b>22.61</b>	<b>2.72</b>	<b>9.96</b>	<b>0.81</b>	<b>1.86</b>	<b>0.20</b>	<b>16.70</b>	<b>43.29</b>
<b>Min</b>	0.29	u.d.l.	39.61	u.d.l.	u.d.l.	1.80	9.50	0.17	u.d.l.	u.d.l.	0.70	u.d.l.	3.92	24.20
<b>Max</b>	8.34	4.44	291.97	0.45	6.33	8.04	63.07	12.11	24.01	3.46	5.47	0.63	37.76	87.90

## CORILA

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

Tab. 3.22 - Confronto fra le concentrazioni relative medie, massime e minime scorporando i giorni feriali da quelli festivi. Sito di misura di Punta Sabbioni.

<b>TUTTI I DATI</b>	<b>V (µg/g)</b>	<b>Cr (µg/g)</b>	<b>Fe (µg/g)</b>	<b>Co (µg/g)</b>	<b>Ni (µg/g)</b>	<b>Cu (µg/g)</b>	<b>Zn (µg/g)</b>	<b>As (µg/g)</b>	<b>Mo (µg/g)</b>	<b>Cd (µg/g)</b>	<b>Sb (µg/g)</b>	<b>Tl (µg/g)</b>	<b>Pb (µg/g)</b>
<b>Media</b>	80.3	85.5	5402.5	23.4	94.4	143.0	857.6	56.9	297.6	23.1	56.1	6.3	349.5
<b>Min</b>	11.9	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	28.5	102.9	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	7.2	u.d.l.	97.7
<b>Max</b>	334.7	238.3	15896.4	249.8	281.8	420.6	3762.6	283.8	1212.2	174.0	266.1	33.6	736.3
<b>FERIALI</b>	<b>V (µg/g)</b>	<b>Cr (µg/g)</b>	<b>Fe (µg/g)</b>	<b>Co (µg/g)</b>	<b>Ni (µg/g)</b>	<b>Cu (µg/g)</b>	<b>Zn (µg/g)</b>	<b>As (µg/g)</b>	<b>Mo (µg/g)</b>	<b>Cd (µg/g)</b>	<b>Sb (µg/g)</b>	<b>Tl (µg/g)</b>	<b>Pb (µg/g)</b>
<b>Media</b>	74.9	89.5	5687.4	26.3	94.5	153.5	929.8	60.2	296.7	24.9	59.4	6.6	343.3
<b>Min</b>	12.6	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	u.d.l.	28.5	102.9	u.d.l.	u.d.l.	0.8	7.2	u.d.l.	97.7
<b>Max</b>	207.0	238.3	15896.4	249.8	281.8	420.6	3762.6	283.8	1212.2	174.0	266.1	33.6	736.3
<b>FESTIVI</b>	<b>V (µg/g)</b>	<b>Cr (µg/g)</b>	<b>Fe (µg/g)</b>	<b>Co (µg/g)</b>	<b>Ni (µg/g)</b>	<b>Cu (µg/g)</b>	<b>Zn (µg/g)</b>	<b>As (µg/g)</b>	<b>Mo (µg/g)</b>	<b>Cd (µg/g)</b>	<b>Sb (µg/g)</b>	<b>Tl (µg/g)</b>	<b>Pb (µg/g)</b>
<b>Media</b>	109.4	55.9	3930.5	5.6	93.5	87.0	473.0	41.8	302.7	11.6	38.1	5.1	382.4
<b>Min</b>	11.9	u.d.l.	501.4	u.d.l.	u.d.l.	67.9	280.7	4.8	u.d.l.	u.d.l.	22.7	u.d.l.	128.5
<b>Max</b>	334.7	122.9	6130.6	12.6	175.3	108.1	717.8	137.9	664.7	39.3	62.2	17.6	669.1

## CORILA

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

Tab. 3.23 - Coefficienti di correlazione fra gli elementi rilevati nel PM<sub>10</sub>. 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	Pb	PM10
V	1.00	0.55	0.18	0.09	0.47	0.51	0.48	0.53	0.20	0.51	0.54	0.24	0.54
Cr		1.00	<b>0.71</b>	0.53	<b>0.83</b>	<b>0.89</b>	<b>0.87</b>	0.61	0.30	0.68	0.66	0.33	<b>0.77</b>
Fe			1.00	<b>0.74</b>	0.62	<b>0.70</b>	0.69	0.47	0.10	0.55	0.53	0.32	0.57
Co				1.00	0.52	0.47	0.43	0.28	0.23	0.20	0.21	-0.02	0.28
Ni					1.00	0.62	0.63	0.40	0.56	0.48	0.38	0.09	0.61
Cu						1.00	<b>0.98</b>	<b>0.73</b>	0.02	<b>0.76</b>	<b>0.84</b>	0.41	<b>0.83</b>
Zn							1.00	<b>0.76</b>	0.03	<b>0.81</b>	<b>0.86</b>	0.43	<b>0.82</b>
As								1.00	-0.12	<b>0.89</b>	<b>0.88</b>	0.48	0.68
Mo									1.00	-0.05	-0.10	-0.20	-0.03
Cd										1.00	<b>0.87</b>	0.51	0.68
Sb											1.00	0.63	0.75
Pb												1.00	0.61
PM10													1.00

### 3.3.4 Commenti e considerazioni conclusive

Nella Tabella 3.24 si confrontano i valori medi di concentrazione osservati nei diversi siti di misura con le indicazioni normative del Decreto Legislativo n. 155/2010 recante i valori obiettivo (per Ni, As e Cd) ed il valore limite (per il Pb) per le concentrazioni di metalli nel PM<sub>10</sub>. 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]. Le concentrazioni medie di tutti gli elementi sono entro i limiti normativi seppure questa informazione è indicativa in quanto tali medie non sono annuali ma sono invece riferite a periodi di misura limitati.

Nella Tabella 3.25 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 PM<sub>10</sub> nei diversi siti di monitoraggio sono confrontabili a quelle rilevate dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Venezia ad eccezione del Ni a Chioggia e Malamocco.

E' 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 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 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 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 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 3.19 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 tutti i metalli, ad esclusione di Co, Cr e V, sono significativamente arricchiti. Per Cr, Co e V non si può escludere anche un contributo di origine crostale.

Nelle Figure 3.20-3.25 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 BOCCHIE LAGUNARI

Tab. 3.24 – Tabella dei valori medi di concentrazione ottenuti nei diversi siti di misura (fra parentesi i valori minimi e massimi); valori limite, valori obiettivo e soglie di valutazione superiori ed inferiori secondo il DL.vo n. 155 del 13 Agosto 2010 recante i valori obiettivo (per Ni, As e Cd) ed il valore limite (per Pb) per le concentrazioni di metalli nel PM<sub>10</sub>. 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	6.5 (2.2 - 15.0)	5.3 (u.d.l. - 21.5)	3.7 (u.d.l. - 16.1)	1 (B)/9-60 (U)	20	10	14
Arsenico	2.1 (0.4 - 5.0)	1.9 (0.1 - 7.7)	3.2 (u.d.l. - 22.1)	1-3 (B)/20-30 (U)	6	2.4	3.6
Cadmio	0.7 (0.1 - 3.6)	1.1 (u.d.l. - 6.1)	1.4 (u.d.l. - 12.7)	0.1 (B)/1-10 (U)	5	2	3
Piombo	16.6 (3.9 - 39.4)	17.1 (3.4 - 35.9)	15.0 (1.9 - 43.2)	0.6 (B)/ 5-500 (U)	500	250	350

\* B background; U Urbano

## CORILA

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

Tab. 3.25 - Confronto fra le concentrazioni medie dei metalli pesanti ottenute nei tre siti di misura (fra parentesi i valori minimi e massimi); e quelle rilevate in alcuni siti della rete di monitoraggio di Venezia e resi disponibili da Arpa Veneto. I dati relativi al 2010 sono stati estrapolati da grafici contenuti nella Relazione Regionale di Qualità dell'aria del 2011 di Arpa Veneto. Le concentrazioni riportate sono in ng/m<sup>3</sup>

Elemento	Chioggia	Malamocco	Punta Sabbioni	Arpa Veneto (Relazioni Qualità dell'aria - 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 e 2011)		
				A. Da Mestre (B)	Bissuola (B)	Via Circonvallazione (T)
Nichel	6.5 (2.2 - 15.0)	5.3 (u.d.l. - 21.5)	3.7 (u.d.l. - 16.1)	5.5 (2005)	5.4 (2006) 6.9 (2007) 7.2 (2008) 3.9 (2009) 3.8 (2010) 3.2 (2011)	7.1 (2006) 8.7 (2007) 8.3 (2008)
Arsenico	2.1 (0.4 - 5.0)	1.9 (0.1 - 7.7)	3.2 (u.d.l. - 22.1)	2.9 (2005)	4.5 (2006) 3.4 (2007) 3.0 (2008) 2.3 (2009) 1.8 (2010) 2.2 (2011)	4.3 (2006) 3.5 (2007) 2.7 (2008)
Cadmio	0.7 (0.1 - 3.6)	1.1 (u.d.l. - 6.1)	1.4 (u.d.l. - 12.7)	3.7 (2005)	4.1 (2006) 3.5 (2007) 2.8 (2008) 1.9 (2009) 1.6 (2010) 1.7 (2011)	4.2 (2006) 3.2 (2007) 2.4 (2008)
Piombo	16.6 (3.9 - 39.4)	17.1 (3.4 - 35.9)	15.0 (1.9 - 43.2)	20.1 (2005)	25.4 (2006) 19.0 (2007) 20.0 (2008) 13.8 (2009) 13.8 (2010) 13.4 (2011)	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

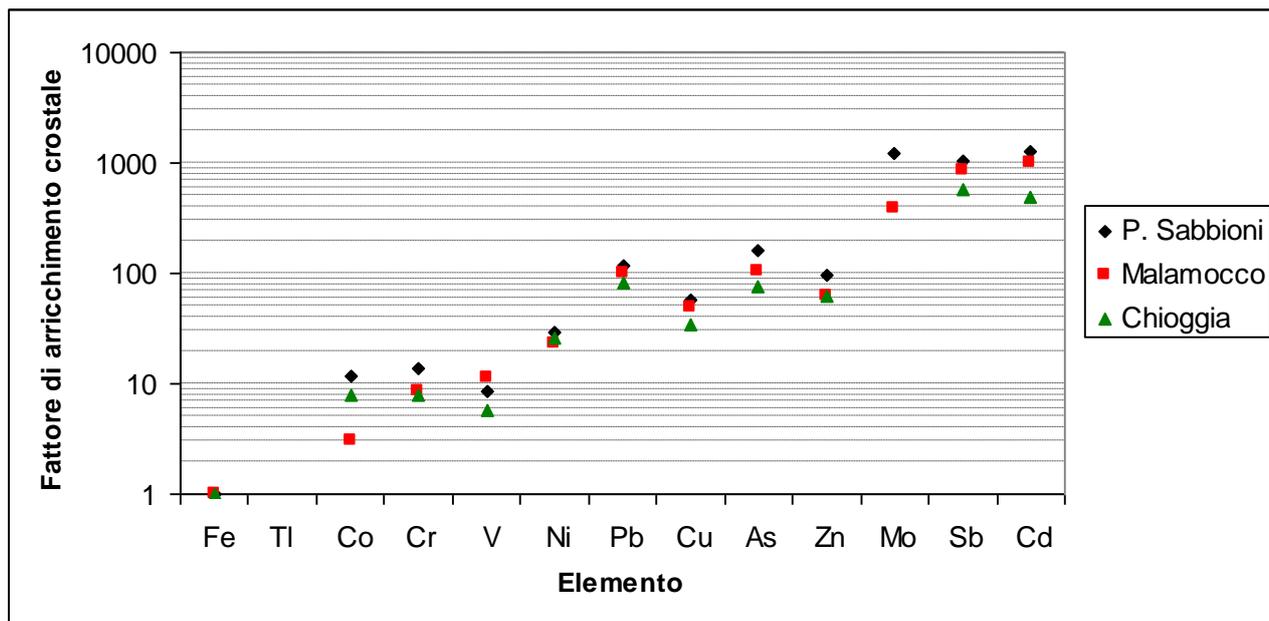


Fig. 3.19 - Valori del fattore di arricchimento crostale osservati nei tre siti di misura.

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

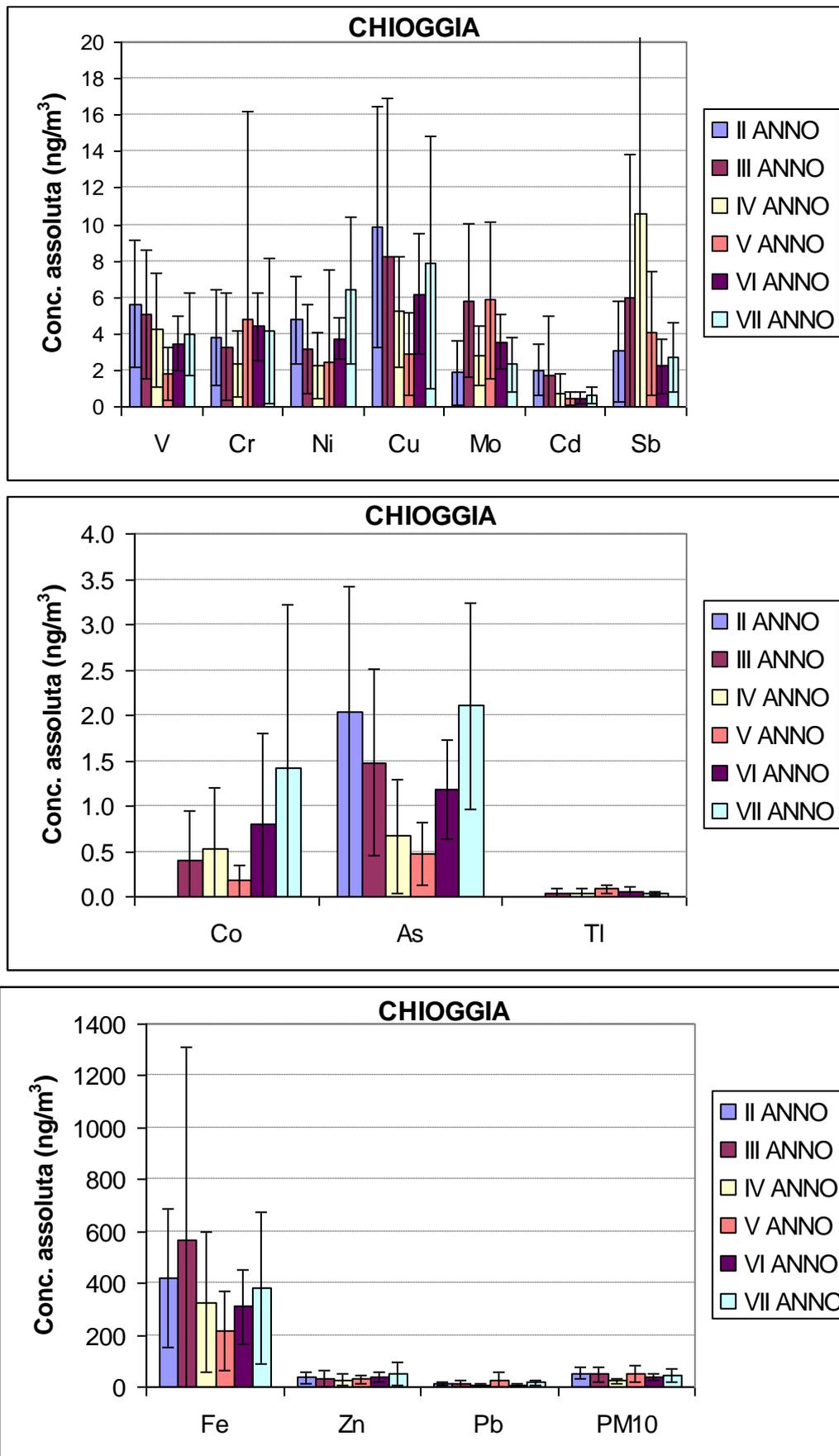


Fig. 3.20 - Andamenti delle concentrazioni medie assolute osservate a Chioggia nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

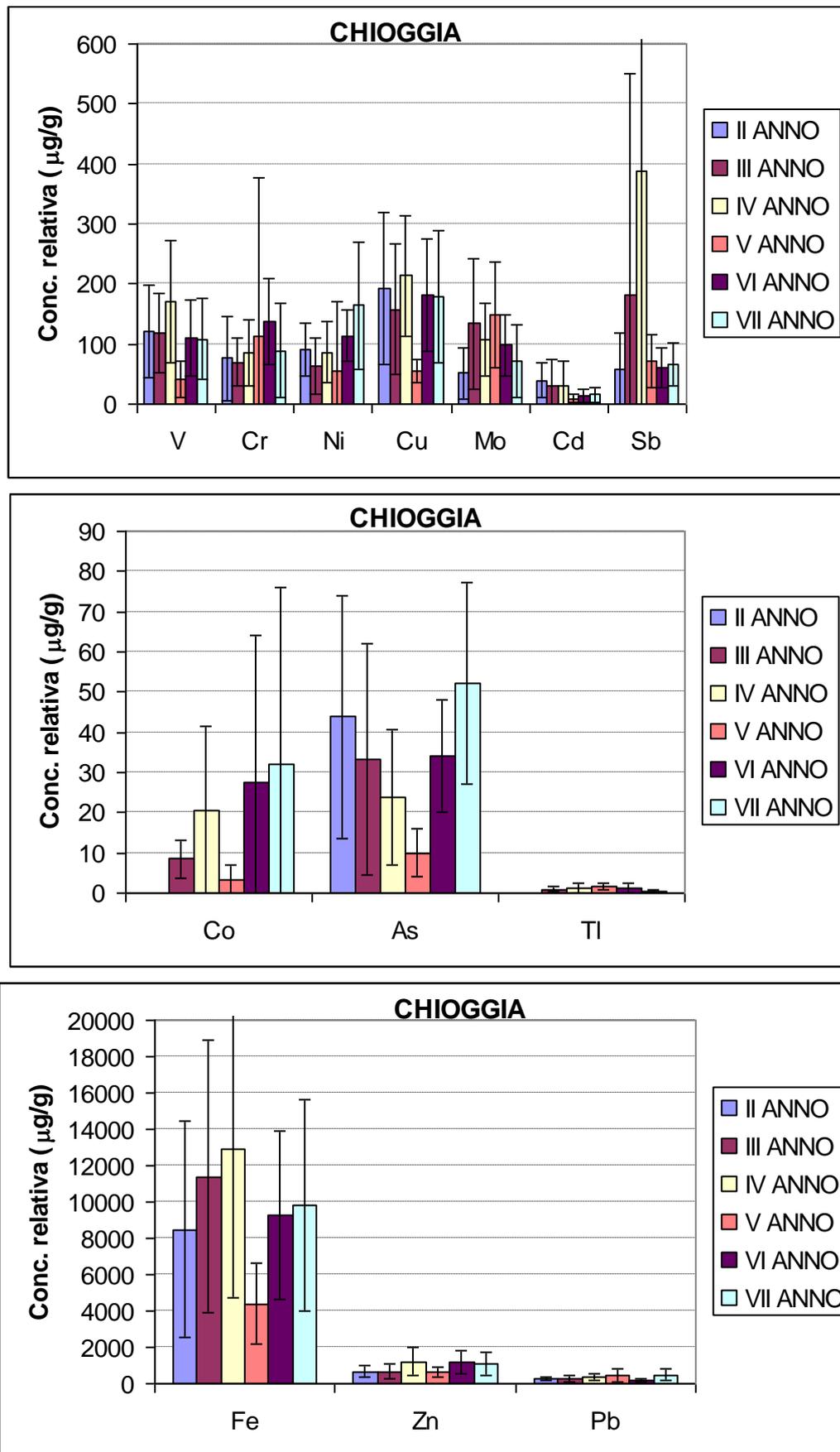


Fig. 3.21 - Andamenti delle concentrazioni medie relative a Chioggia nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

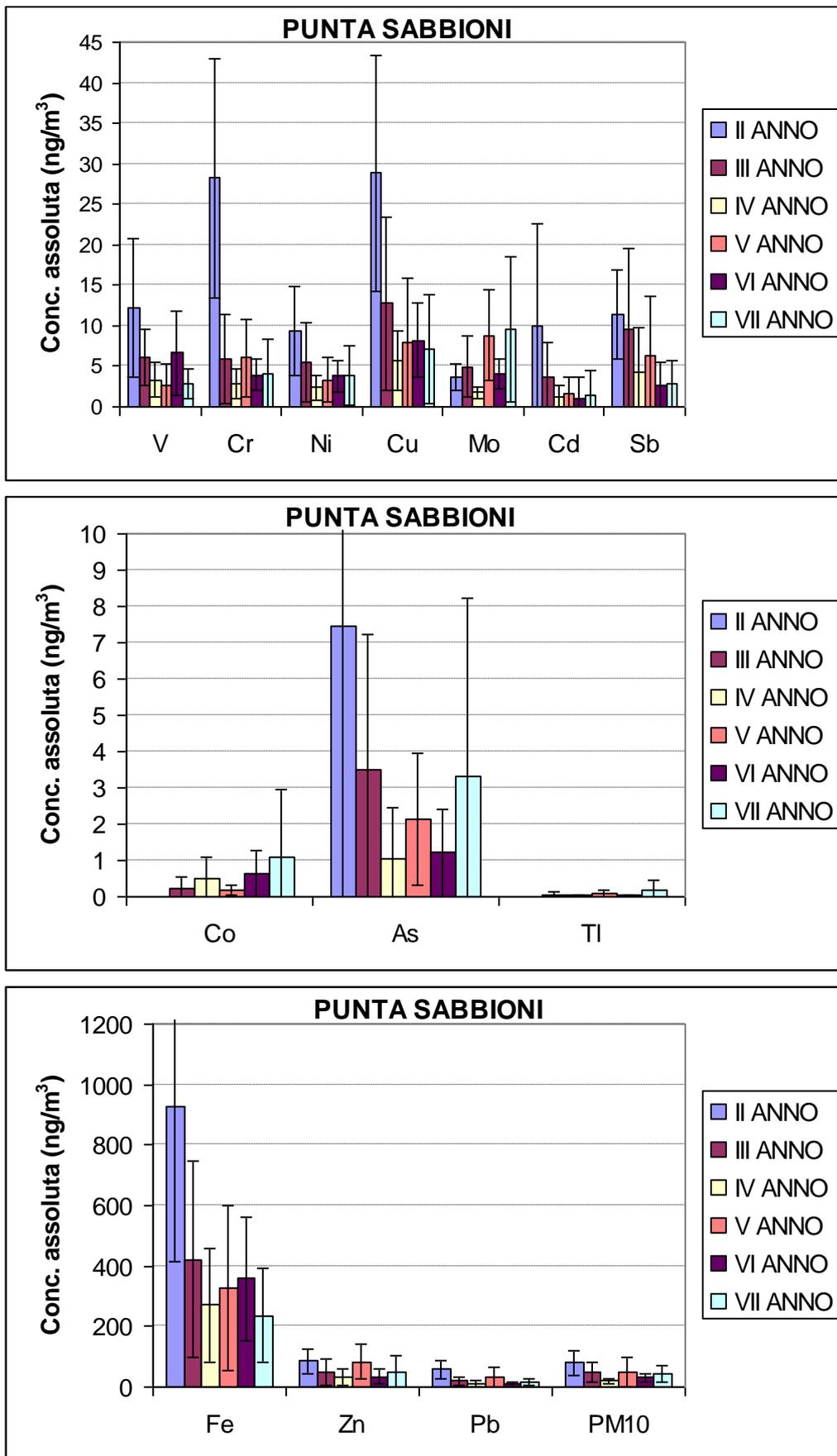


Fig. 3.22 – Andamenti delle concentrazioni medie assolute osservate a Punta Sabbioni nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

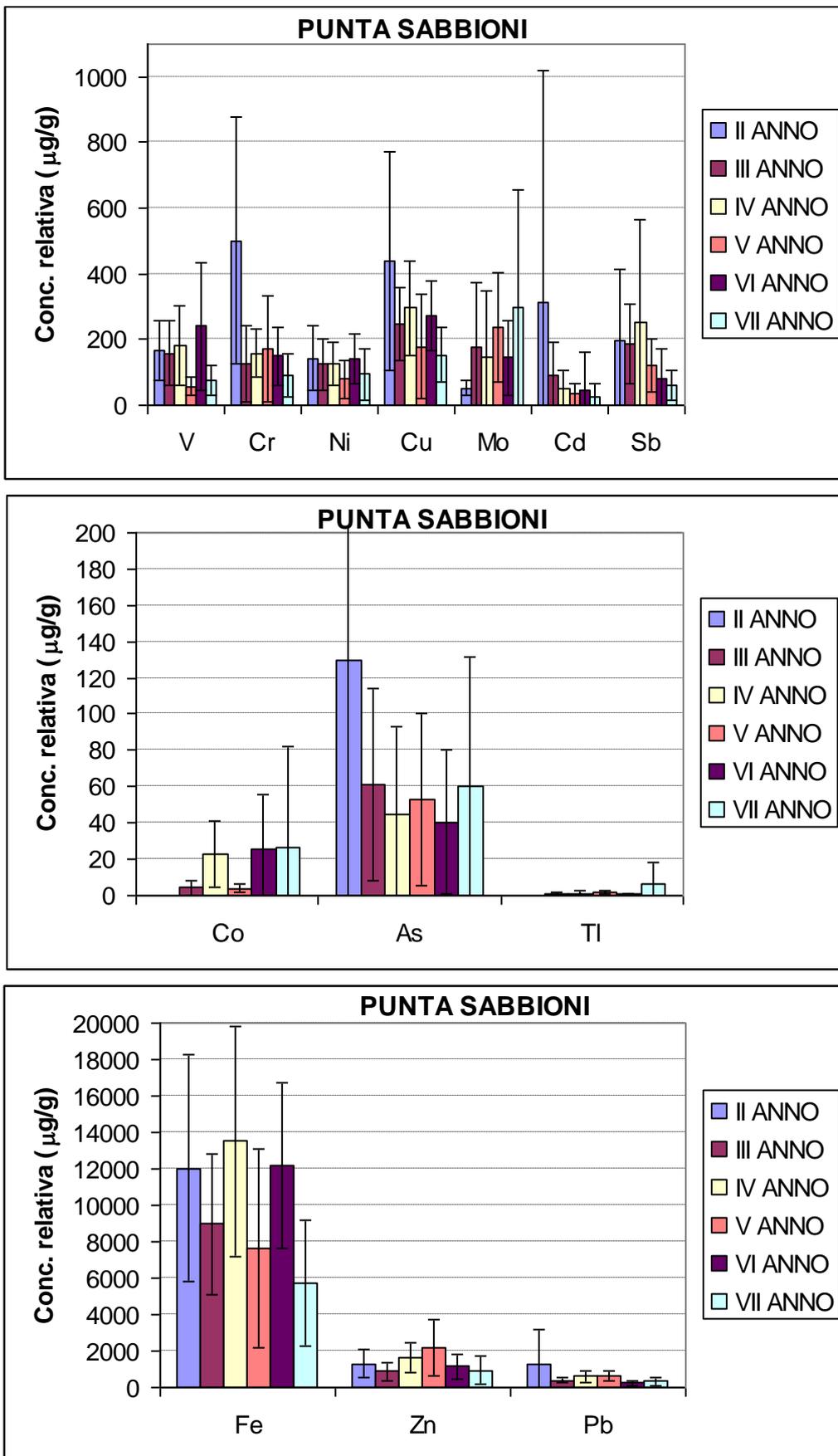


Fig. 3.23 - Andamenti delle concentrazioni medie relative osservate a Punta Sabbioni nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

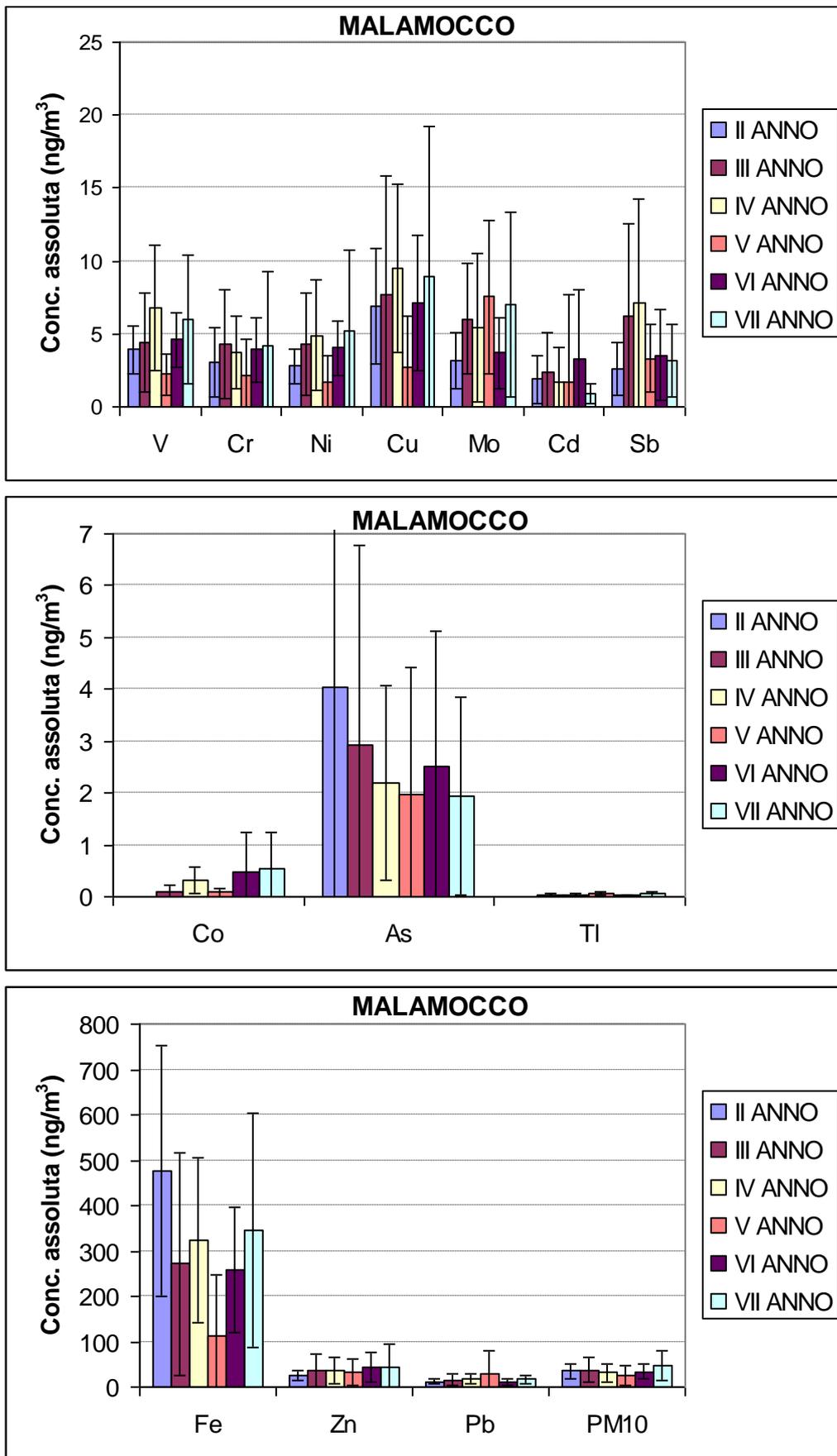


Fig. 3.24 – Andamenti delle concentrazioni medie assolute osservate a Malamocco nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

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

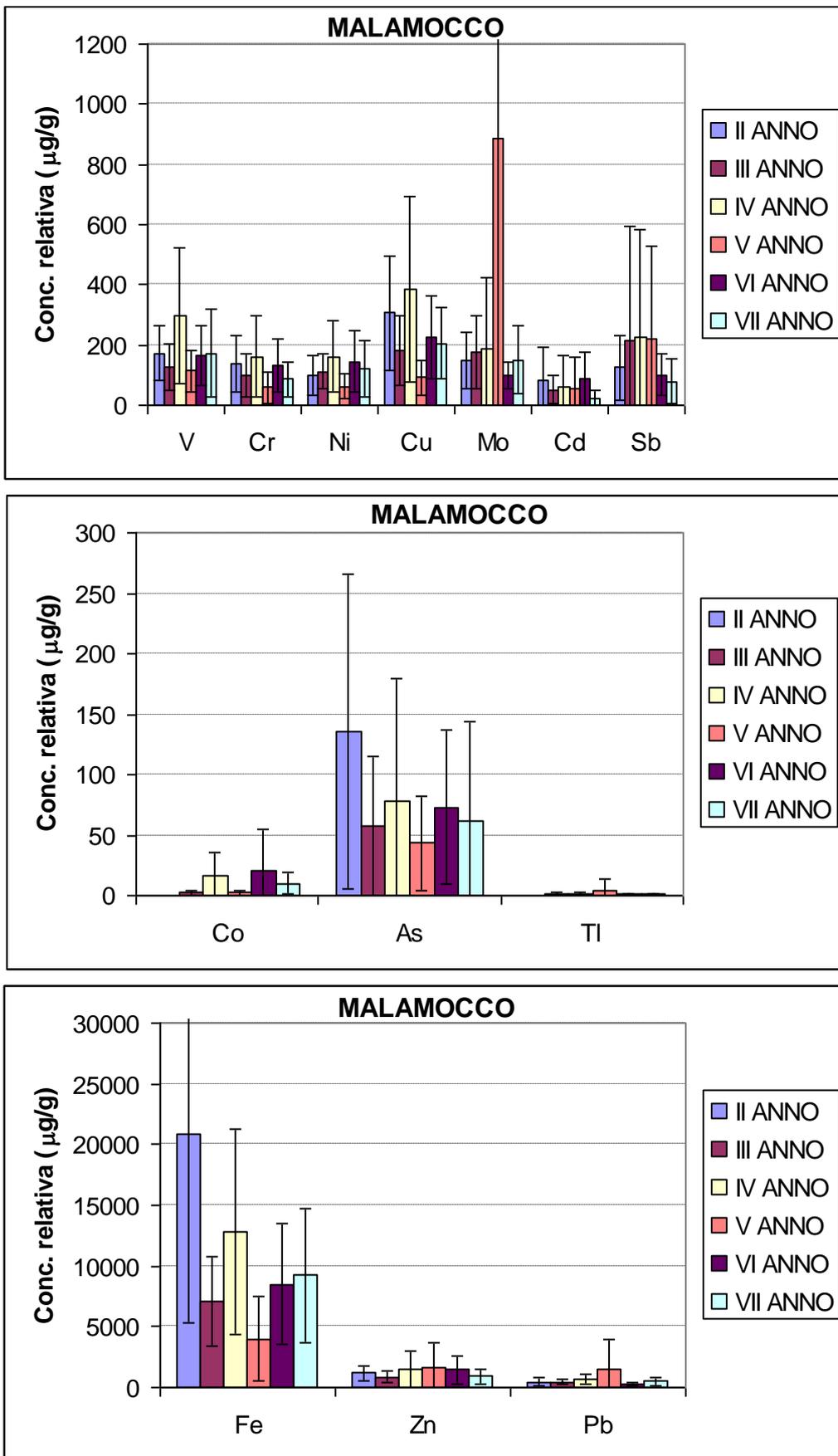


Fig. 3.25 - Andamenti delle concentrazioni medie relative osservate a Malamocco nel corso dei diversi anni di monitoraggio. Solo giorni di campionamento feriali.

### 3.4 Calibrazione del campionatore Air Genius (PM<sub>10</sub>)

La prima campagna sperimentale, per la calibrazione del sensore ottico installato nella centralina Air Genius a Punta Sabbioni, è stata effettuata dal 08/06/2011 al 22/06/2011, mentre la seconda campagna è stata svolta dal 20/02/2012 al 05/03/2012.

I singoli campionamenti sono stati effettuati dalle ore 13 di ogni giorno per un periodo di 24 ore. Tutti i filtri sono stati sottoposti alla procedura di condizionamento (prima e dopo ogni pesata), che consiste nel lasciarli per 48 ore in un ambiente ad umidità e temperatura controllati (Temperatura: 22°C ± 1°C, Umidità relativa: 50% ± 5%). Le pesate sono state svolte con bilancia analitica a 5 cifre decimali.

Nel periodo della prima campagna di calibrazione si sono avute diverse interruzioni nel sistema di acquisizione dei dati e pertanto il confronto fra la concentrazione media giornaliera di PM<sub>10</sub>, ottenuta con il sensore ottico e con la pesata sul filtro, è stato effettuato solo nei periodi di funzionamento della stazione di acquisizione. La Tabella 3.26 riporta le masse di PM<sub>10</sub> pesate sui filtri, le relative concentrazioni e le concentrazioni medie ottenute con il campionatore in tempo reale (LSPM10-Air Genius). Per completezza si riportano la media dell'umidità relativa e la precipitazione per ciascun periodo di misura.

Tab. 3.26 - Risultati prima campagna di calibrazione (08/06/11-22/06/11).

Filtro	Diff. Peso (µg)	Volume (m <sup>3</sup> )	Conc. Grav. (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. LSPM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Umidità Rel. (%)	Precipitazione (mm H <sub>2</sub> O)
1	452	25	18	16	73.9	0.2
2	689	53	13	15	82.7	0.2
3	719	53	14	15	79.3	0.0
4	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
5	825	53	16	16	71.1	0.0
6	902	41	22	20	69.2	0.0
7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
8	652	44	15	13	67.4	0.0
9	705	53	13	13	73.1	0.0
10	898	53	17	15	73.0	0.0
11	976	53	18	15	73.2	0.0

N.D. Non Disponibile

La media della concentrazione di PM<sub>10</sub> durante il periodo di misura risulta pari a 16 µg/m<sup>3</sup> con la tecnica gravimetrica e 15 µg/m<sup>3</sup> con la tecnica ottica (LSPM10).

Durante la procedura di calibrazione si sono utilizzati alcuni filtri come bianchi di campo (filtri inseriti nel campionatore ma senza essere esposti) per determinare la correzione sulle pesate (dovuta alla manipolazione dei filtri), che è risultata inferiore a 1 µg/m<sup>3</sup>. Per quanto riguarda i limiti di rilevabilità (LOD) e di quantificazione (LOQ), essi valgono: LOD pari a 0.5 µg/m<sup>3</sup> e LOQ (10 volte la deviazione standard) risulta 2 µg/m<sup>3</sup>. Quindi tutte le misure gravimetriche effettuate risultano superiori al limite di quantificazione. Dalla Tab. 3.26 si osserva che durante il periodo di misura le concentrazioni di particolato sono rimaste costanti e relativamente modeste. Non si osservano deviazioni nella misura da parte del sistema di acquisizione in continuo rispetto al metodo di riferimento e pertanto non viene modificato il fattore di calibrazione.

La Tabella 3.27 riporta le masse di PM<sub>10</sub> pesate sui filtri, le relative concentrazioni e le concentrazioni medie ottenute con il campionatore in tempo reale (LSPM10-Air Genius). Per

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

completezza si riportano la media dell'umidità relativa e la precipitazione per ciascun periodo di misura rilevati nella centralina meteo adiacente alla centralina Air Genius.

Tab. 3.27 - Risultati seconda campagna di calibrazione (20/02/12-05/03/12).

Filtro	Diff. Peso ( $\mu\text{g}$ )	Volume ( $\text{m}^3$ )	Conc. Grav. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Conc. LSPM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Umidità Rel. (%)	Precipitazione (mm $\text{H}_2\text{O}$ )
1	497	55	9	12	64,0	0
2	1117	55	20	30	70,0	0
3	1855	55	33	43	64,0	0
4	3135	55	57	75	80,0	0
5	3872	55	70	111	85,5	0
6	4327	51	85	131	84,5	0
7	1013	55	18	26	76,9	0
8	833	55	15	16	78,7	0
9	917	55	16	30	82,5	0
10	3557	55	64	85	76,1	0
11	1865	55	34	50	78,7	0
12	3305	55	60	92	85,1	0
13	3237	55	59	91	78,9	0
14	1373	53	26	31	58,6	0

La media della concentrazione di  $\text{PM}_{10}$  durante il periodo di misura risulta pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con la tecnica gravimetrica e  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con la tecnica ottica (LSPM10).

Anche in questo caso si sono utilizzati alcuni filtri come bianchi di campo (filtri inseriti nel campionatore ma senza essere esposti) per determinare la correzione sulle pesate (dovuta alla manipolazione dei filtri), che è risultata inferiore a  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Per quanto riguarda i limiti di rilevabilità (LOD) e di quantificazione (LOQ), essi valgono: LOD pari a  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e LOQ (10 volte la deviazione standard) risulta  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Quindi tutte le misure gravimetriche effettuate risultano superiori al limite di quantificazione. Dalla Tab. 3.27 si osserva una sovrastima della concentrazione di  $\text{PM}_{10}$  da parte del campionatore ottico rispetto al metodo gravimetrico. Si è pertanto corretto il fattore di calibrazione del sensore ottico per riallinearlo ai risultati ottenuti con le pesate dei filtri. In Fig. 3.26 si riporta il grafico di correlazione fra le concentrazioni ottenute con i due metodi di misura. Si osserva un coefficiente di correlazione pari a 0.97.

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

Calibrazione Air-Genius

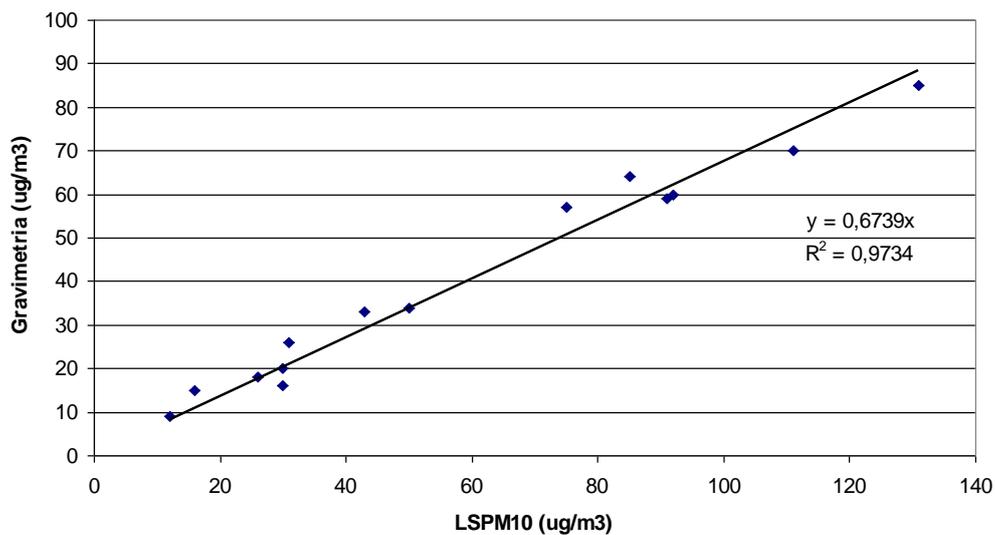


Fig. 3.26 - Correlazione fra le concentrazioni di PM<sub>10</sub> ottenute con il metodo gravimetrico e con il metodo ottico (LSPM10). Seconda campagna di calibrazione (20/02/12-05/03/12).

## **4 RISULTATI MONITORAGGIO IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI**

### **4.1 Introduzione**

In questo rapporto vengono presentati i risultati dei rilevamenti di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) relativi alla prima, alla seconda ed alla terza campagna di misura a Malamocco (26/09/2011 - 10/10/2011; 22/02/2012 - 05/03/2012 e 11/04/2012 - 23/04/2012) ed alla prima, seconda e terza campagna di misura a Punta Sabbioni (03/11/2011 - 15/11/2011 ; 22/02/2012 - 05/03/2012 e 11/04/2012 - 23/04/2012). Rispetto al precedente anno di monitoraggio è stato incrementato il monitoraggio degli IPA con una terza campagna di misura nel periodo primaverile (Aprile) in entrambi i siti di misura.

### **4.2 Risultati del monitoraggio**

Le Tabelle 4.1 e 4.2 riportano sinteticamente i dati relativi alle tre campagne di misura a Malamocco e a Punta Sabbioni (in rosso i giorni festivi; u.d.l. indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità e RC indica rischio cancerogeno).

Le Figure 4.1-4.2 riportano in forma grafica le concentrazioni misurate nelle tre campagne di misure per gli IPA Totali (sia in fase gassosa che aerosol) e per il Benzo(a)pirene.

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

Tab. 4.1 – Riepilogo dati relativi alle due campagne di misura a Malamocco. In rosso i periodi festivi. u.d.l. indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

	$\Sigma$ IPA Aerosol (ng/m <sup>3</sup> )	$\Sigma$ IPA Vapore (ng/m <sup>3</sup> )	B(a)pirene Aerosol (ng/m <sup>3</sup> )	$\Sigma$ IPA RC Aerosol (ng/m <sup>3</sup> )	Direzione Prevalente vento
<b>1° Campagna</b>					
Camp. 1	0.69	4.18	u.d.l.	0.20	NE - 4.49 m/s
Camp. 2	0.70	2.90	u.d.l.	0.20	NE - 4.72 m/s
Camp. 3	0.72	2.37	u.d.l.	0.23	NE - 2.54 m/s
<b>Camp. 4</b>	<b>0.59</b>	<b>0.45</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>0.27</b>	<b>NE (variabile) - 1.36 m/s</b>
Camp. 5	0.60	1.15	u.d.l.	0.17	SSE (variabile) - 2.38 m/s
Camp. 6	0.63	1.32	u.d.l.	0.18	SE - 1.35 m/s
Camp. 7	0.43	2.06	u.d.l.	0.05	ENE - 5.75 m/s
<b>Camp. 8</b>	<b>0.21</b>	<b>1.18</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>0.10</b>	<b>NE - 3.45 m/s</b>
<b>Media</b>	<b>0.57</b>	<b>1.95</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>0.17</b>	
<b>Dev. Stand.</b>	<b>0.17</b>	<b>1.19</b>	<b>u.d.l.</b>	<b>0.07</b>	
<b>2° Campagna</b>					
Camp. 1	10.74	0.02	1.34	6.95	NE (variabile) - 2.06 m/s
Camp. 2	6.86	17.61	0.81	4.36	SO - 1.57 m/s
<b>Camp. 3</b>	<b>3.53</b>	<b>3.22</b>	0.25	<b>1.91</b>	<b>SSE (variabile) - 2.45 m/s</b>
Camp. 4	1.28	14.34	0.11	0.76	E (variabile) - 4.06 m/s
Camp. 5	2.64	11.06	0.27	1.73	SE - 3.22 m/s
Camp. 6	5.36	12.38	0.80	4.14	SE - 1.30 m/s
Camp. 7	5.16	19.64	0.70	3.67	SE - 0.74 m/s
<b>Camp. 8</b>	<b>2.94</b>	<b>11.08</b>	<b>0.20</b>	<b>1.62</b>	<b>NE - 2.37 m/s</b>
<b>Media</b>	<b>4.81</b>	<b>11.17</b>	<b>0.56</b>	<b>3.14</b>	
<b>Dev. Stand.</b>	<b>2.98</b>	<b>6.68</b>	<b>0.42</b>	<b>2.03</b>	
<b>3° Campagna</b>					
Camp. 1	0.27	2.64	0.01	0.16	SE - 5.89 m/s
Camp. 2	0.43	3.10	0.03	0.33	SE (variabile) - 3.45 m/s
Camp. 3	0.35	5.39	0.02	0.25	NE - 5.88 m/s
<b>Camp. 4</b>	<b>1.12</b>	<b>2.42</b>	<b>0.08</b>	<b>0.72</b>	<b>NE - 4.26 m/s</b>
Camp. 5	0.85	3.97	0.06	0.53	E - 4.59 m/s
Camp. 6	0.47	4.16	0.03	0.29	NE e SE (variabile) - 3.85 m/s
Camp. 7	0.32	3.21	0.02	0.23	NNE - 4.52 m/s
<b>Camp. 8</b>	<b>0.32</b>	<b>1.86</b>	<b>0.03</b>	<b>0.22</b>	<b>SE (variabile) - 3.99 m/s</b>
<b>Media</b>	<b>0.52</b>	<b>3.34</b>	<b>0.04</b>	<b>0.34</b>	
<b>Dev. Stand.</b>	<b>0.31</b>	<b>1.13</b>	<b>0.02</b>	<b>0.19</b>	

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

Tab. 4.2 – Riepilogo dati relativi alle due campagne di misura a Punta Sabbioni. In rosso i periodi festivi. ND indica un dato non disponibile.

	$\Sigma$ IPA Aerosol (ng/m <sup>3</sup> )	$\Sigma$ IPA Vapore (ng/m <sup>3</sup> )	B(a)pirene Aerosol (ng/m <sup>3</sup> )	$\Sigma$ IPA RC Aerosol (ng/m <sup>3</sup> )	Direzione Prevalente vento e velocità media
<b>1° Campagna</b>					
Camp. 1	5.93	12.10	0.68	4.70	NNE - 0.75 m/s
Camp. 2	1.24	11.38	0.12	1.03	N - E (variabile) - 1.41 m/s
<b>Camp. 3</b>	<b>1.64</b>	<b>2.76</b>	<b>0.16</b>	<b>1.28</b>	<b>NNE - 1.62 m/s</b>
Camp. 4	1.52	4.75	0.15	1.27	N - 1.33 m/s
Camp. 5	1.10	12.96	0.11	0.92	NNO - 0.36 m/s
Camp. 6	3.53	2.03	0.30	2.38	NNE - 2.15 m/s
<b>Camp. 7</b>	<b>4.52</b>	<b>7.55</b>	<b>0.61</b>	<b>3.77</b>	<b>N - 0.89 m/s</b>
Camp. 8	3.56	5.10	0.58	3.05	N - 0.45 m/s
<b>Media</b>	<b>2.88</b>	<b>7.33</b>	<b>0.34</b>	<b>2.30</b>	
<b>Dev. Stand.</b>	<b>1.78</b>	<b>4.33</b>	<b>0.24</b>	<b>1.42</b>	
<b>2° Campagna</b>					
Camp. 1	9.35	15.34	1.21	6.42	N - 1.15 m/s
Camp. 2	8.58	33.54	1.35	7.04	S (variabile) - 0.39 m/s
<b>Camp. 3</b>	<b>4.94</b>	<b>4.58</b>	<b>0.68</b>	<b>3.52</b>	<b>N (variabile) - 0.61 m/s</b>
Camp. 4	1.65	8.52	0.10	0.83	S - 0.81 m/s
Camp. 5	1.71	13.45	0.14	1.07	S (variabile) - 0.72 m/s
Camp. 6	5.49	6.94	0.82	4.23	N (variabile) - 0.40 m/s
Camp. 7	6.28	3.42	0.81	4.92	Calma di vento
<b>Camp. 8</b>	<b>4.63</b>	<b>9.58</b>	<b>0.42</b>	<b>2.56</b>	<b>NNE - 0.55 m/s</b>
<b>Media</b>	<b>5.33</b>	<b>11.92</b>	<b>0.69</b>	<b>3.82</b>	
<b>Dev. Stand.</b>	<b>2.80</b>	<b>9.63</b>	<b>0.46</b>	<b>2.29</b>	
<b>3° Campagna</b>					
Camp. 1	1.27	7.15	0.10	1.00	E (variabile) - 1.03 m/s
Camp. 2	0.83	6.90	0.06	0.65	NNE - 1.40 m/s
<b>Camp. 3</b>	<b>1.22</b>	<b>3.10</b>	<b>0.10</b>	<b>0.83</b>	<b>N - 1.02 m/s</b>
Camp. 4	1.01	2.69	0.10	0.68	ENE (variabile) - 1.10 m/s
Camp. 5	0.59	4.11	0.03	0.34	E (variabile) - 0.63 m/s
Camp. 6	0.63	6.02	0.03	0.43	NNE (variabile) - 1.17 m/s
Camp. 7	0.96	7.39	0.08	0.80	N - 1.54 m/s
<b>Camp. 8</b>	<b>0.54</b>	<b>3.24</b>	<b>0.04</b>	<b>0.42</b>	<b>N (variabile) - 1.10 m/s</b>
<b>Media</b>	<b>0.88</b>	<b>5.07</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	
<b>Dev. Stand.</b>	<b>0.28</b>	<b>1.99</b>	<b>0.03</b>	<b>0.23</b>	

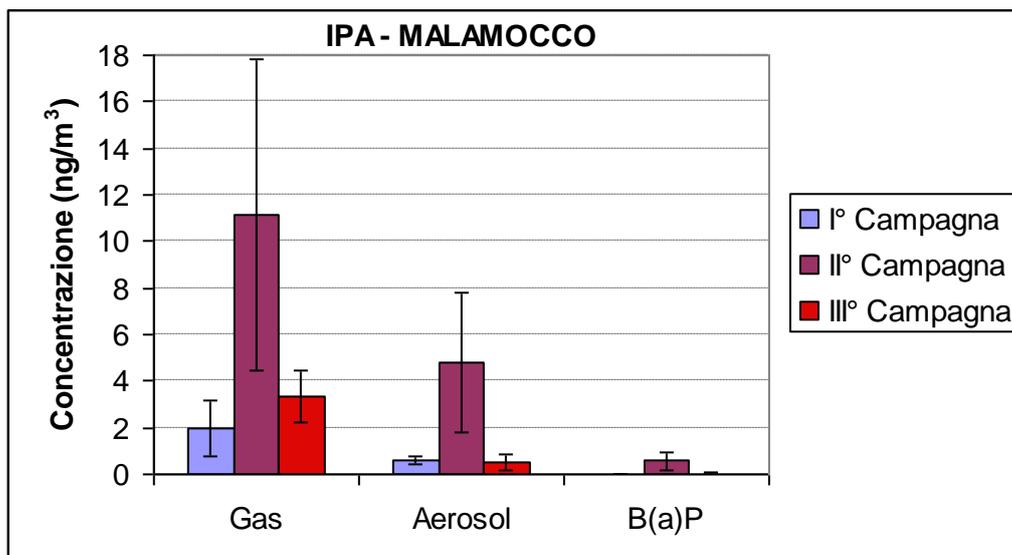


Fig. 4.1 - IPA totali (fase gassosa e aerosol) e Benzo(a)pirene a Malamocco.

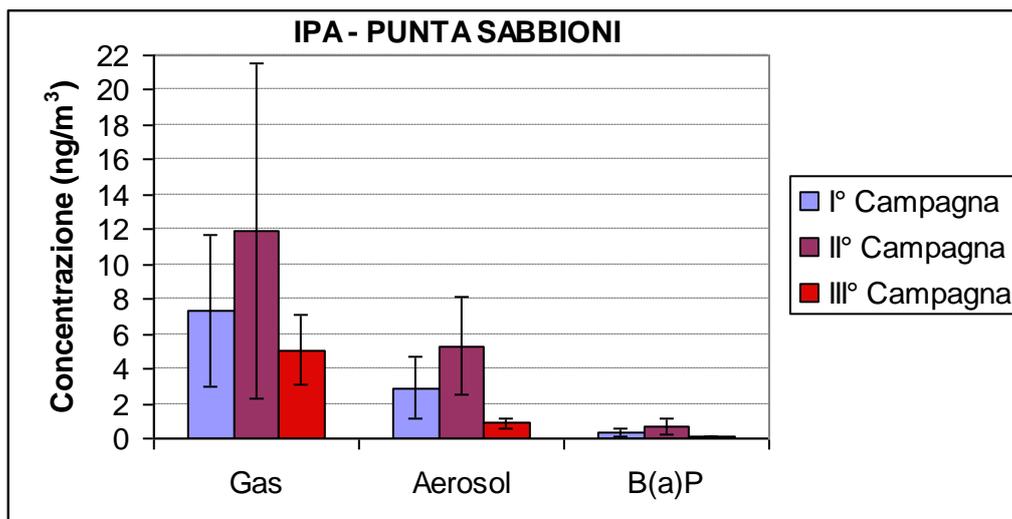


Fig. 4.2 - IPA totali (fase gassosa e aerosol) e Benzo(a)pirene a Punta Sabbioni.

Le Tabelle 4.3 e 4.4 riportano i dati riassuntivi relativi ai monitoraggi effettuati nel settimo 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) [Masplet 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 BOCCHE LAGUNARI

Tab. 4.3 – Risultati campionamenti effettuati a Malamocco. u.d.l. indica un dato al di sotto del limite di rilevabilità.

	ΣIPA Vapore (ng/m <sup>3</sup> )	ΣIPA Aerosol (ng/m <sup>3</sup> )	ΣIPA RC (ng/m <sup>3</sup> )	Fluorantene (ng/m <sup>3</sup> )	ΣIPA Emiss. Diesel (ng/m <sup>3</sup> )	Benzo(a)pirene (ng/m <sup>3</sup> )
<b>1° Campagna</b>						
Media	1.95	0.57	0.17	0.19	0.03	u.d.l.
Dev. Stand.	1.19	0.17	0.07	0.06	0.01	/
<b>2° Campagna</b>						
Media	11.17	4.81	3.14	0.76	0.19	0.56
Dev. Stand.	6.68	2.98	2.03	0.49	0.09	0.42
<b>3° Campagna</b>						
Media	3.34	0.52	0.34	0.07	0.04	0.04
Dev. Stand.	1.13	0.31	0.19	0.06	0.02	0.02
<b>7 Anno</b>						
Media	5.49	1.97	1.22	0.34	0.08	0.30
Dev. Stand.	5.62	2.64	1.79	0.41	0.09	0.40

Tab. 4.4 – Risultati campionamenti effettuati a Punta Sabbioni

	ΣIPA Vapore (ng/m <sup>3</sup> )	ΣIPA Aerosol (ng/m <sup>3</sup> )	ΣIPA RC (ng/m <sup>3</sup> )	Fluorantene (ng/m <sup>3</sup> )	ΣIPA Emiss. Diesel (ng/m <sup>3</sup> )	Benzo(a)pirene (ng/m <sup>3</sup> )
<b>1° Campagna</b>						
Media	7.33	2.88	2.30	0.25	0.07	0.34
Dev. Stand.	4.33	1.78	1.42	0.19	0.05	0.24
<b>2° Campagna</b>						
Media	11.92	5.33	3.82	0.63	0.21	0.69
Dev. Stand.	9.63	2.80	2.29	0.30	0.11	0.46
<b>3° Campagna</b>						
Media	5.07	0.88	0.64	0.10	0.03	0.07
Dev. Stand.	1.99	0.28	0.23	0.04	0.02	0.03
<b>7 Anno</b>						
Media	8.11	3.03	2.26	0.33	0.10	0.37
Dev. Stand.	6.61	2.61	2.00	0.30	0.10	0.39

Nella seconda campagna di misure si è avuto un incremento nelle concentrazioni di IPA (sia in fase gassosa che aerosol) per entrambi i siti di misura. 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, infatti nella terza campagna di misura, svolta nel periodo primaverile, le concentrazioni medie tendono ad abbassarsi in entrambi i siti di misura.

#### 4.3 Superamenti di soglia

La Tabella 4.5 riporta il confronto fra le concentrazioni di Benzo(a)pirene con i rispettivi indici rappresentativi della variabilità stagionale dell'inquinante riportati in precedenza (Tab. 2.4). Nel

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

caso in cui la campagna di misura sia avvenuta a cavallo tra due mesi, il valore viene calcolato come media dei valori delle soglie dei due mesi (indicati nella Tab. 2.2). Si ricorda che il valore obiettivo di Benzo(a)pirene è pari a 1 ng/m<sup>3</sup> (riferito alla media annuale).

Tab. 4.5 - Confronto fra concentrazioni medie di Benzo(a)pirene a Punta Sabbioni e Malamocco e soglie. u.d.l. indica un valore al di sotto della soglia di rilevabilità.

Sito		Media Benzo(a)pirene (ng/m <sup>3</sup> )	Indice stagionale Benzo(a)pirene (ng/m <sup>3</sup> )
Malamocco	<b>1° Campagna: 26/09/11-10/10/11</b>		
	Media	u.d.l.	0.45
	Dev. Stand.	/	/
	<b>2° Campagna: 22/02/11-05/03/12</b>		
	Media	0.56	2.05
	Dev. Stand.	0.42	/
	<b>3° Campagna: 10/04/12-23/04/12</b>		
	Media	0.04	0.3
	Dev. Stand.	0.02	/
Punta Sabbioni	<b>1° Campagna: 03/11/11-15/11/11</b>		
	Media	0.34	3.3
	Dev. Stand.	0.24	/
	<b>2° Campagna: 22/02/12-05/03/12</b>		
	Media	0.69	2.05
	Dev. Stand.	0.46	/
	<b>3° Campagna: 11/04/12-23/04/12</b>		
	Media	0.07	0.3
	Dev. Stand.	0.03	/

Dalla Tabella 4.3 si osserva che le concentrazioni medie di Benzo(a)pirene ottenute a Malamocco ed a Punta Sabbioni sono inferiori al limite legislativo, per tutte le campagne effettuate, ed anche al valore indicativo della variabilità stagionale ottenuto dalla serie storiche delle misure effettuate da ARPA Veneto.

Nel 2011 presso la stazione di Bissuola, stazione di fondo urbano, è stato osservato un valore medio della concentrazione di Benzo(a)pirene pari a circa 1.0 ng/m<sup>3</sup> mentre è stato rilevato un valore di circa 0.65 ng/m<sup>3</sup> presso la stazione di Concordia Sagittaria, stazione di fondo rurale [Relazione Regionale della Qualità dell'Aria 2011, Arpa Veneto].

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), 2° Campagna del II anno di monitoraggio (Febbraio 2007), 2° Campagna del III anno di monitoraggio (Febbraio 2008), 2° Campagna del IV anno di monitoraggio (Febbraio 2009), 2° Campagna del V anno di monitoraggio (Febbraio 2010), 2° Campagna del VI anno di monitoraggio (Febbraio 2011) e 2° Campagna del VII anno di monitoraggio (Febbraio 2012);
- 1° Campagna del I anno di monitoraggio (Novembre 2005), 1° Campagna del II anno di monitoraggio (Novembre 2006), 1° Campagna del III anno di monitoraggio (Novembre 2007), 1° Campagna del IV anno di monitoraggio (Novembre 2008), 1° Campagna del V anno di

monitoraggio (Novembre 2009), 1° Campagna del VI anno di monitoraggio (Novembre 2010) e 1° Campagna del VII anno di monitoraggio (Novembre 2011).

La Figura 4.3 riporta l'istogramma relativo al confronto fra le seconde campagne di monitoraggio, mentre la Figura 4.4 riguarda il confronto fra le prime campagne di misura di ogni anno di monitoraggio. La barra degli errori riporta una deviazione standard. Nelle Figure 4.5 e 4.6 si riporta, per il sito di Malamocco, una analisi simile a quella delle Figure 4.3 e 4.4 confrontando separatamente i periodi della prima e della seconda campagna di misura per i diversi anni di monitoraggio.

I livelli di concentrazione osservati a Punta Sabbioni nel VII anno di monitoraggio sono inferiori in media a quelli osservati nell'anno di monitoraggio precedente per entrambe le campagne di misura mentre a Malamocco i livelli di concentrazione del VII anno di monitoraggio risultano confrontabili o superiori a quelli dell'anno precedente.

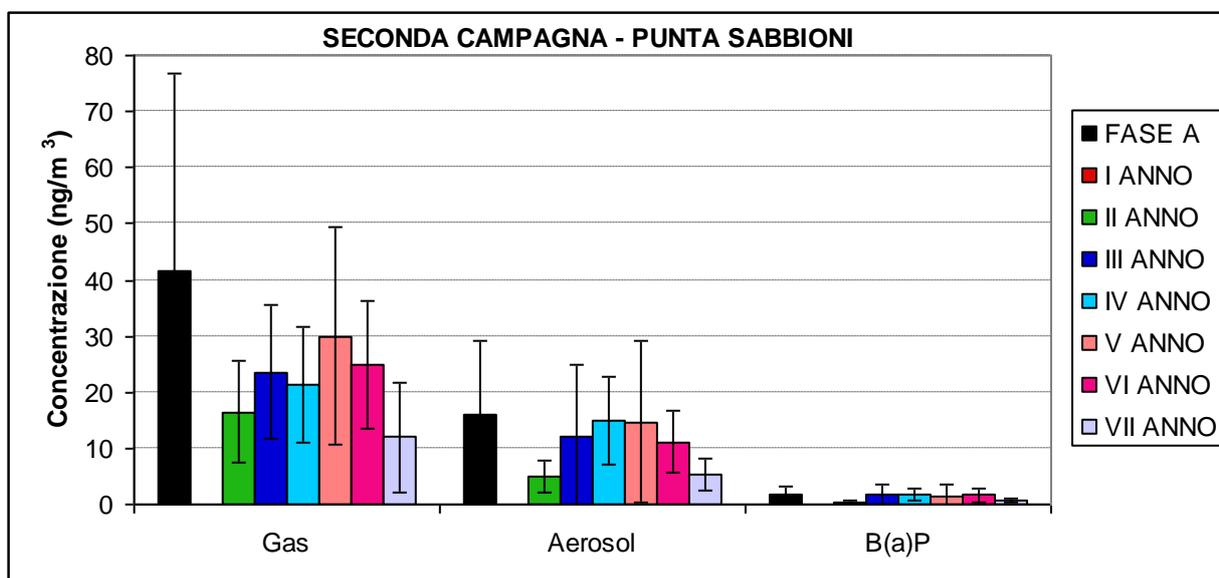


Fig. 4.3 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (2° campagna) a Punta Sabbioni.

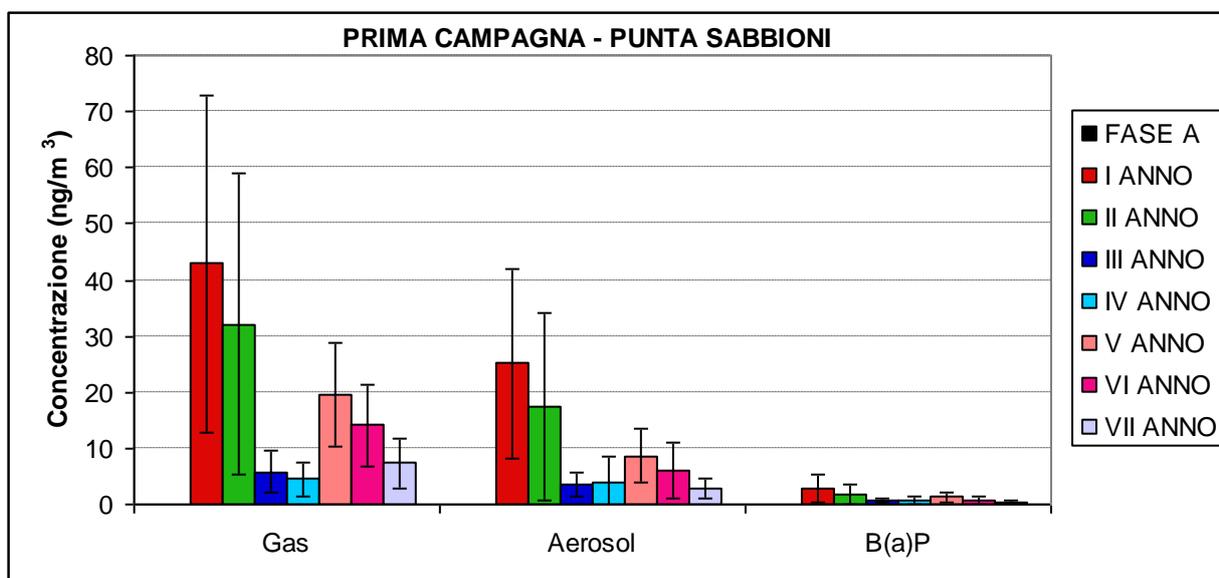


Fig. 4.4 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (1° campagna) a Punta Sabbioni.

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

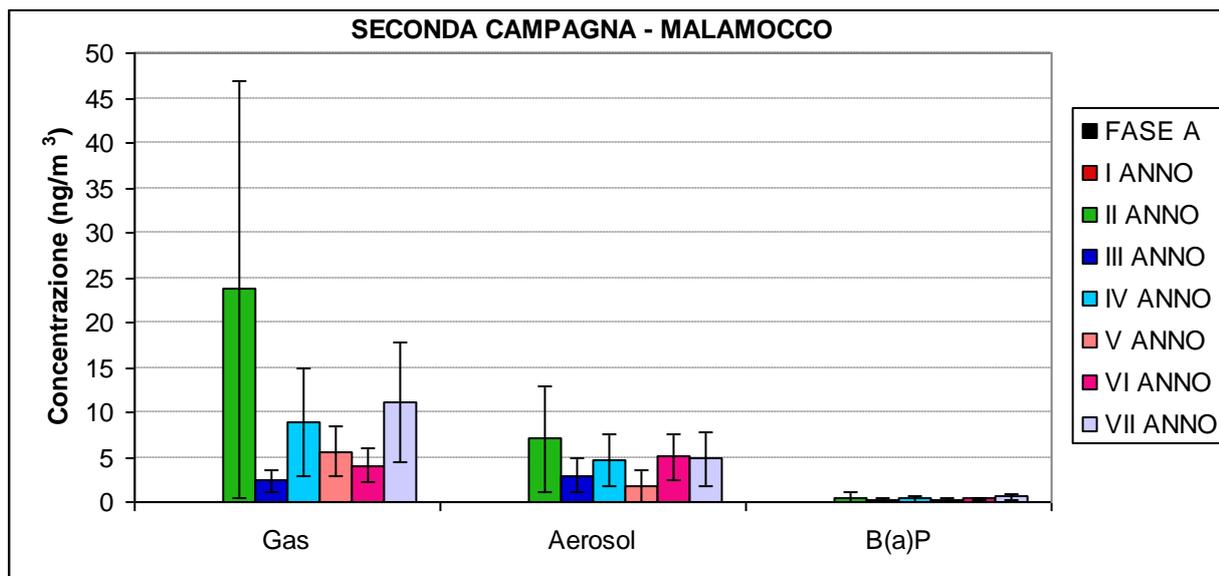


Fig. 4.5 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (2° campagna) a Malamocco.

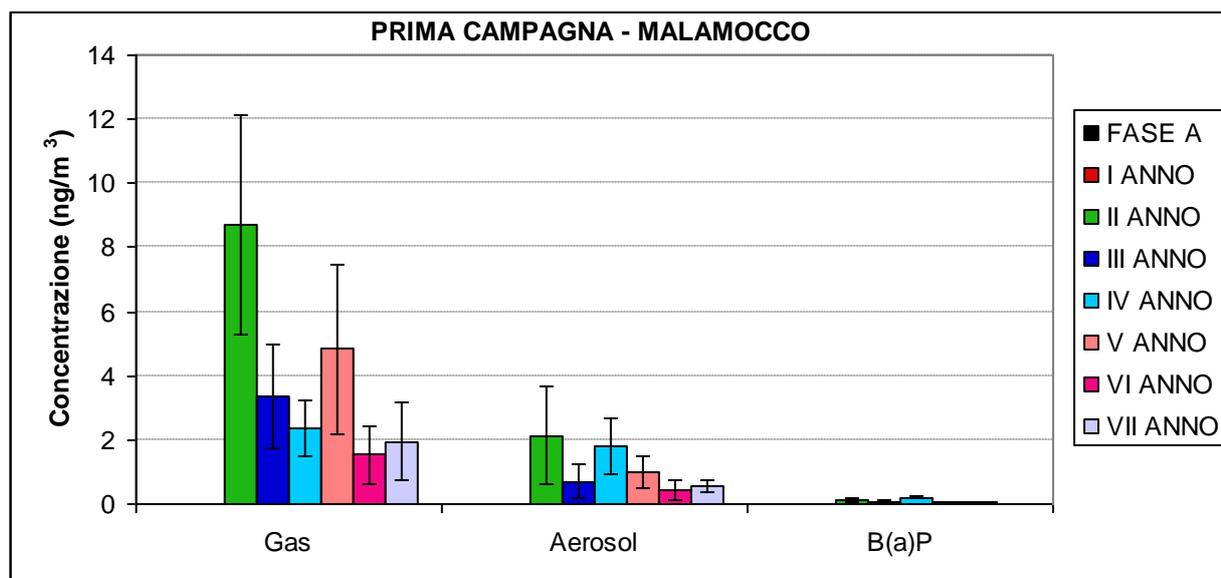


Fig. 4.6 - Confronto con i precedenti anni di monitoraggio (1° campagna) a Malamocco.

Infine, la Tabella 4.6 riporta, per il sito di Punta Sabbioni, le medie relative al settimo 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 4.7.

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

Tab. 4.6 – Medie ottenute nei giorni festivi (cantiere chiuso) e feriali nella parte aerosol – Punta Sabbioni.

7° Anno	ΣIPA (ng/m <sup>3</sup> )	ΣIPA RC (ng/m <sup>3</sup> )	Benzo(a)pirene (ng/m <sup>3</sup> )
<b>Giorni festivi</b>			
Media	2.91	2.06	0.34
Dev. Stand.	1.99	1.42	0.27
<b>Giorni lavorativi</b>			
Media	2.74	2.32	0.38
Dev. Stand.	2.56	2.19	0.43

Tab. 4.7 – Medie ottenute nei giorni festivi (cantiere chiuso) e feriali nella parte aerosol – Malamocco

7° Anno	ΣIPA (ng/m <sup>3</sup> )	ΣIPA RC (ng/m <sup>3</sup> )	Benzo(a)pirene (ng/m <sup>3</sup> )
<b>Giorni festivi</b>			
Media	1.45	0.81	0.14
Dev. Stand.	1.43	0.78	0.10
<b>Giorni lavorativi</b>			
Media	2.14	1.36	0.35
Dev. Stand.	2.95	2.02	0.45

Si osserva che i valori medi risultano maggiori nei giorni lavorativi rispetto ai giorni festivi a Malamocco mentre sono essenzialmente confrontabili a Punta Sabbioni, inoltre, la variabilità dei dati (deviazione standard) è maggiore nei periodi feriali.

Infine le Figure 4.7 e 4.8 riportano il confronto con i precedenti anni di monitoraggio rispettivamente per Punta Sabbioni e Malamocco. Si sottolinea che il VII anno di monitoraggio include una campagna in più (la terza) rispetto agli altri anni di monitoraggio.

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

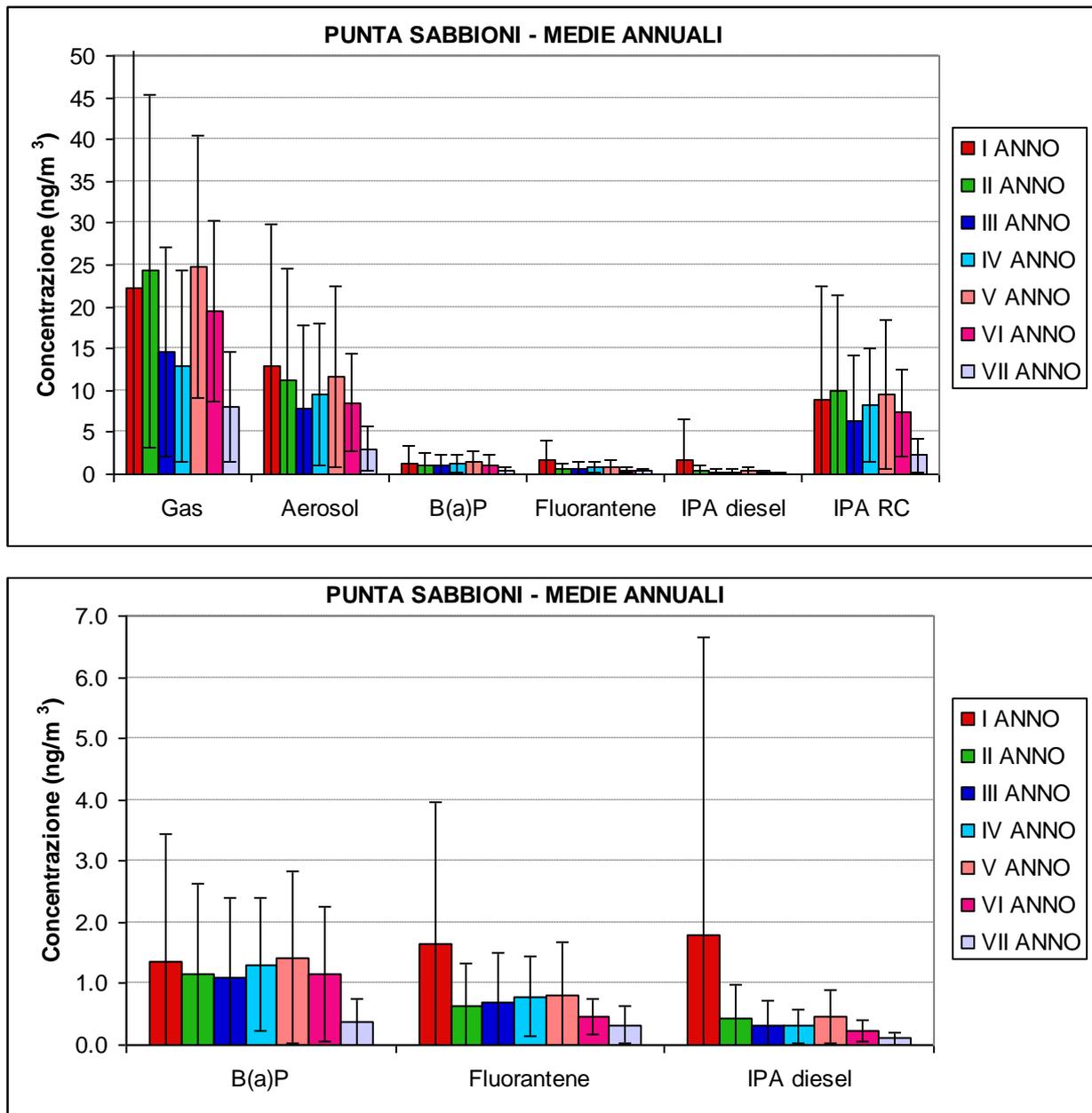


Fig. 4.7 - Andamento delle concentrazioni di IPA negli anni di monitoraggio (Punta Sabbioni). Fluorantene, IPA Diesel e Benzo(a)pirene sono riportati anche separatamente per facilitare la lettura.

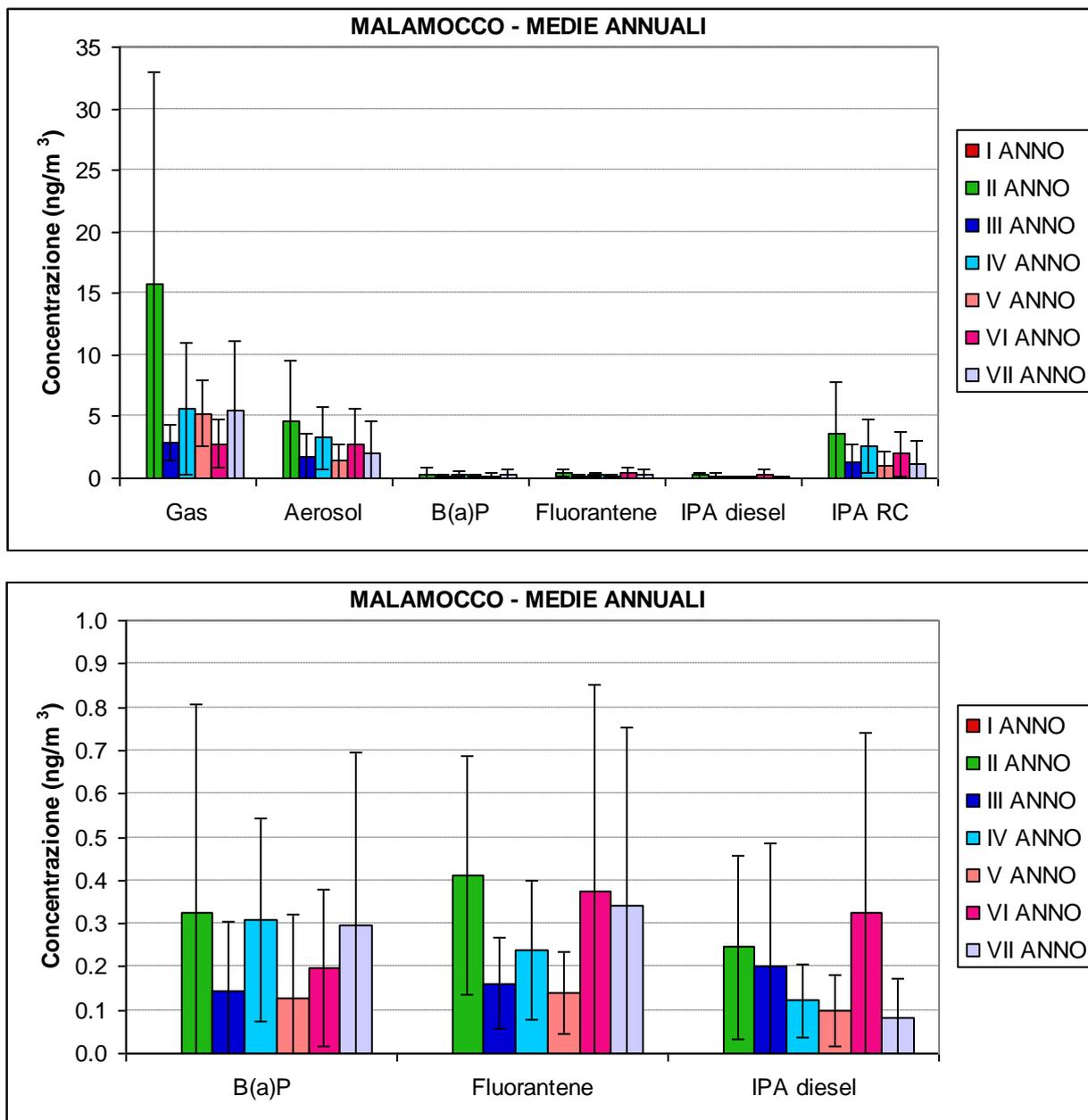


Fig. 4.8 - Andamento delle concentrazioni di IPA negli anni di monitoraggio (Malamocco). Fluorantene, IPA Diesel e Benzo(a)pirene sono riportati anche separatamente per facilitare la lettura.

#### 4.4 Conclusioni

In entrambi i siti di misura la concentrazione media di Benzo(a)pirene è inferiore al valore obiettivo fissato dalla normativa e all'indice di variabilità stagionale. Le concentrazioni medie di Benzo(a)pirene sono risultate confrontabili con quelle generalmente rilevate da ARPAV presso la stazione di Bissuola.

Il confronto 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 di ogni anno di monitoraggio) e maggiori concentrazioni di inquinanti. Non si osservano andamenti crescenti nella serie storica dei monitoraggi finora svolti relativamente agli IPA.

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 a Malamocco nei giorni lavorativi, rispetto ai giorni festivi, e concentrazioni confrontabili a Punta Sabbioni (Tabelle 4.6 e 4.7).

## 5 RISULTATI MONITORAGGIO GAS

### 5.1 Introduzione

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

### 5.2 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 San Leonardo (forniti dal CVN) per Malamocco ad esclusione delle campagne MAL48 e MAL49 in cui è stata utilizzata la stazione meteorologica MAV di Ceppe. Le campagne di monitoraggio effettuate sono state le seguenti:

#### Punta Sabbioni:

SAB49: 08/05/11 - 15/05/11;

SAB50: 17/07/11 - 24/07/11.

SAB51: 04/09/11 - 11/09/11;

SAB52: 20/11/11 - 27/11/11.

#### Malamocco:

MAL48: 05/06/11 - 12/06/11;

MAL49: 19/06/11 - 26/06/11;

MAL50: 31/07/11 - 07/08/11.

MAL51: 02/10/11 - 09/10/11.

MAL52: 01/01/12 - 08/01/12.

MAL53: 11/03/12 - 18/03/12.

MAL54: 25/03/12 - 01/04/12.

MAL55: 08/04/12 - 15/04/12.

MAL56: 22/04/12 - 29/04/12.

Nella campagna MAL52 i dati del CO non sono risultati affidabili, per una probabile anomalia del relativo sensore, e quindi non sono stati inclusi nel presente Rapporto.

### 5.2.1 Campagne di misura a Punta Sabbioni

I grafici delle Figure 5.1-5.3 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 312 per i periodi di attività del cantiere e 453 per i restanti periodi (interruzione delle attività di cantiere).

Le Figure 5.4-5.6 riportano la stessa tipologia di analisi con le concentrazioni messe in correlazione con la velocità del vento. Si osserva che i massimi orari di CO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> sono associati a periodi di calma di vento o di vento debole.

Considerando la postazione di misura le direzioni nelle quali il campionario è sottovento, rispetto al cantiere, sono comprese fra 180 e 360 gradi. In tali direzioni le concentrazioni dei diversi gas nei periodi di attività del cantiere ed in quelli di cantiere fermo sono essenzialmente confrontabili per CO e NO<sub>2</sub> mentre sono leggermente maggiori le concentrazioni in periodi di chiusura del cantiere per NO<sub>x</sub>.

Le Tabelle 5.1-5.3 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 (relativamente all'orario diurno 8-20). Si osserva che i valori medi di tutti i gas sono maggiori nei periodi di inattività del cantiere. Il massimo orario di CO avviene durante il periodo di attività dei cantieri, mentre il massimo di NO<sub>x</sub> si ha durante i periodi di chiusura. Il massimo orario di NO<sub>2</sub> invece è uguale nei periodi di chiusura e di apertura del cantiere.

Nella Tabella 5.4 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i diversi periodi di monitoraggio fatti a Punta Sabbioni nel corso del settimo anno di monitoraggio. La maggior parte dei massimi orari, osservati nelle diverse campagne di misura, avvengono in orari di inattività del cantiere.

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

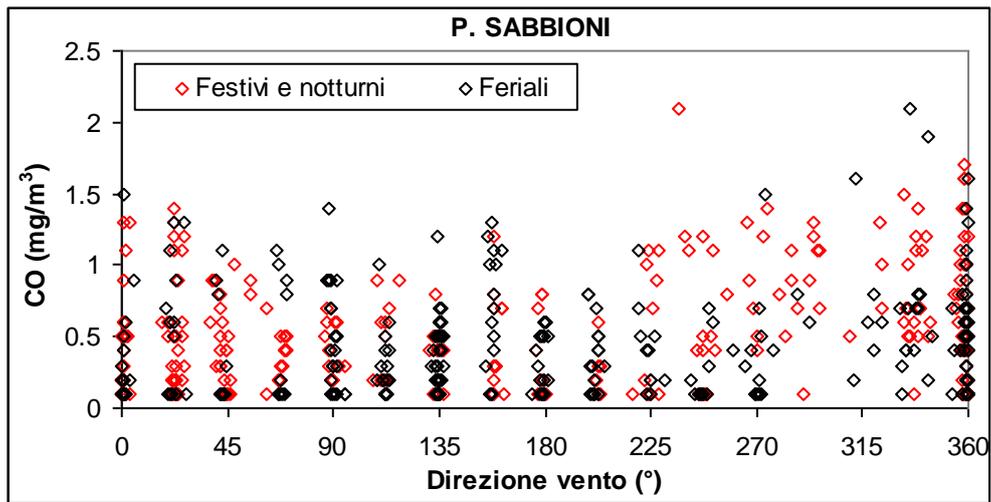


Fig. 5.1 - Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

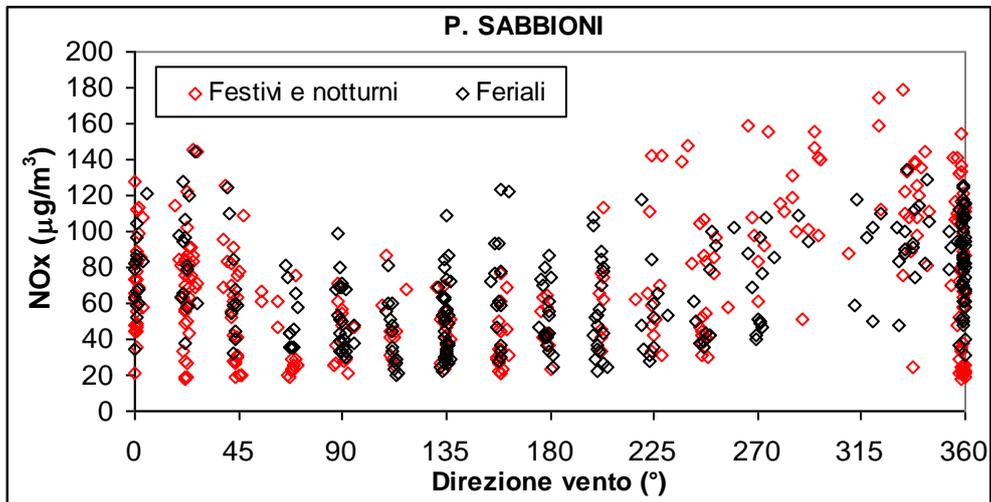


Fig. 5.2 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

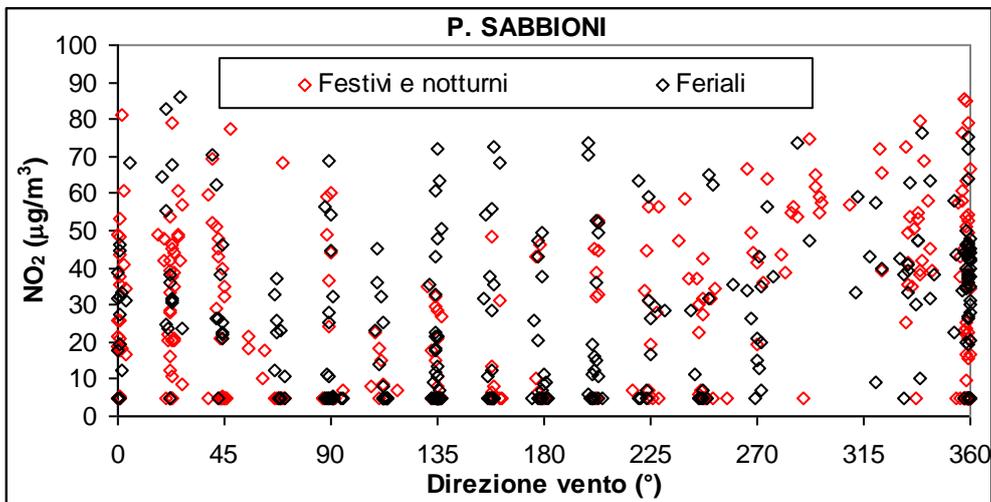


Fig. 5.3 - Concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

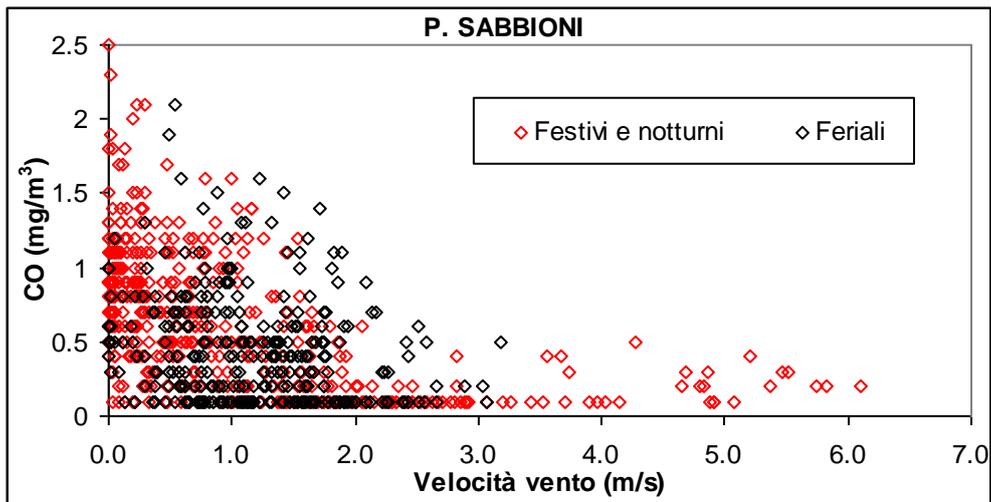


Fig. 5.4 - Concentrazione oraria di CO in funzione della velocità del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

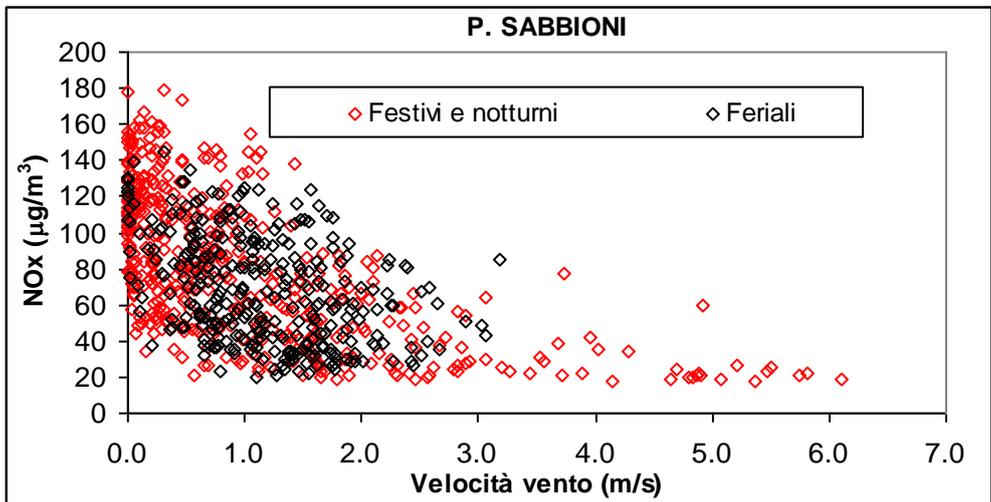


Fig. 5.5 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della velocità del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

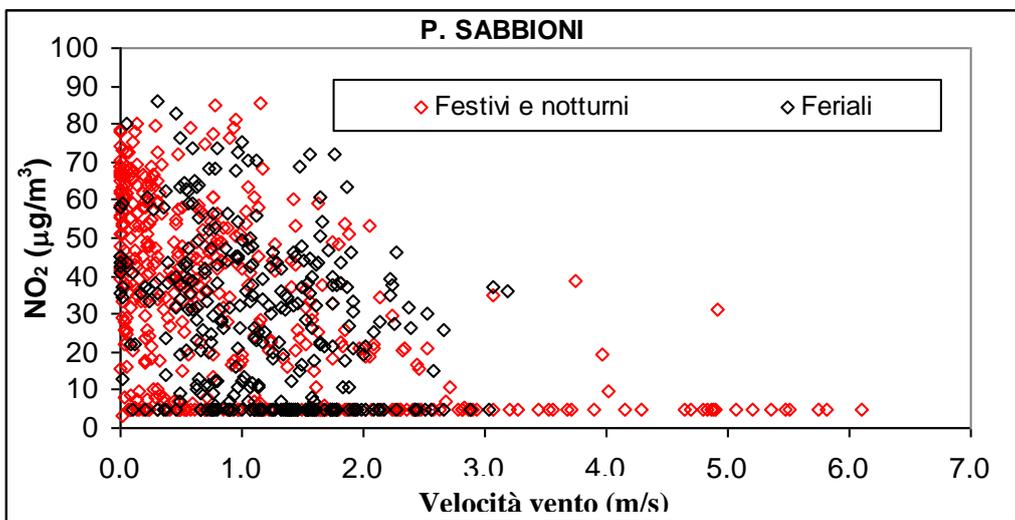


Fig. 5.6 - Concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> in funzione della velocità del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

Tab. 5.1 – 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	547	2500 (11/05/2011 ore 4 calma di vento)
NO <sub>x</sub>	76	179 (26/11/2011 ore 2 vento debole da NNO)
NO <sub>2</sub>	31	86 (10/09/2010 ore 9 vento debole da NNE e 11/09/2011 ore 9 Vento da N)

Tab. 5.2 – Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere attivo) a Punta Sabbioni nel periodo diurno (8-20).

Gas	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
CO	444	2100 (11/05/2011 ore 8 vento debole da NNO)
NO <sub>x</sub>	69	145 (10/09/2010 ore 9 vento debole da NNE)
NO <sub>2</sub>	28	86 (10/09/2010 ore 9 vento debole da NNE)

Tab. 5.3 – Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere fermo) a Punta Sabbioni nel periodo diurno (8-20)

Gas	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
CO	573	1700 (08/05/2011 ore 8 vento debole da N)
NO <sub>x</sub>	72	156 (20/11/2011 ore 10 vento debole da O)
NO <sub>2</sub>	33	86 (11/09/2011 ore 9 vento da N)

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

Tab. 5.4 Medie e massime orarie dei gas monitorati per i diversi periodi di monitoraggio a Punta sabbioni. N.Q significa valore non quantificabile.(vedi Cap.1)

Periodo	Media CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
SAB49	805	59	17	2500 (11/05/11 ore 4)	151 (11/05/11 ore 4)	65 (11/05/11 ore 4)
SAB50	NQ (241)	55	19	1800 (23/07/11 ore 22 e 23)	178 (23/07/11 ore 22)	80 (23/07/11 ore 23)
SAB51	570	83	46	1600 (11/09/11 ore 8)	145 (10/09/11 ore 9)	86 (10/09/11 ore 9 e 11/09/11 ore 9)
SAB52	574	106	42	1500 (20/11/11 ore 4 e 26/11/11 ore 2)	179 (26/11/11 ore 2)	73 (26/11/11 ore 2)

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

### 5.2.2 Campagne di misura a Malamocco

I grafici delle Figure 5.7-5.9 riportano, in funzione della direzione di provenienza del vento, le concentrazioni orarie dei gas monitorati scorporando i periodi di lavoro (ore 8-20) ed i periodi di interruzione delle attività di cantiere (ore 00-07, ore 21-23 e festivi/ferie). Il numero di dati è rispettivamente pari a 609 per i periodi di attività del cantiere e 1048 per i restanti periodi.

Le Figure 5.10-5.12 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 ed i valori massimi orari sono più alti nei periodi di attività del cantiere.

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

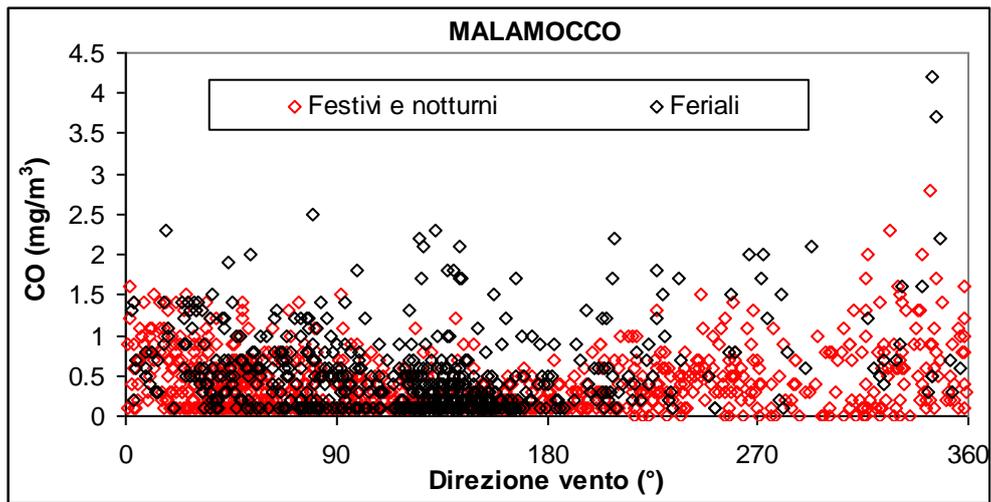


Fig. 5.7 - Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

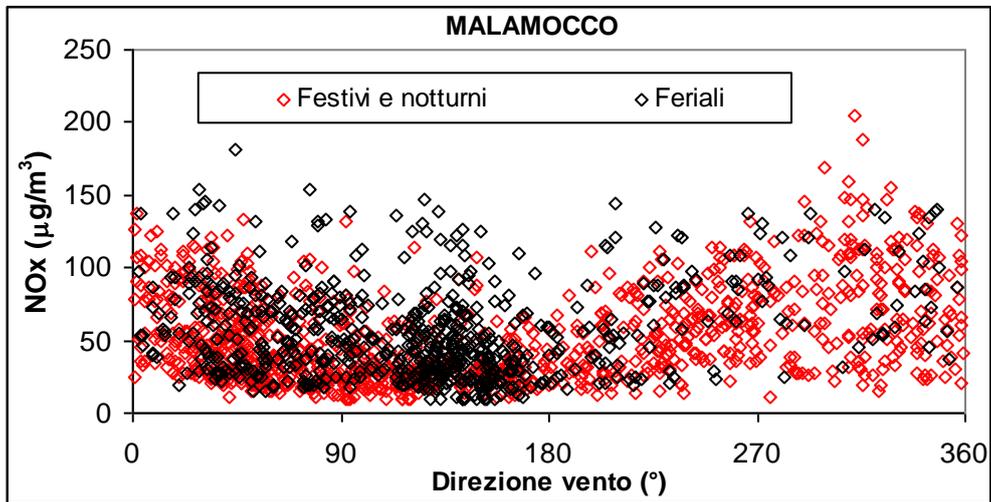


Fig. 5.8 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

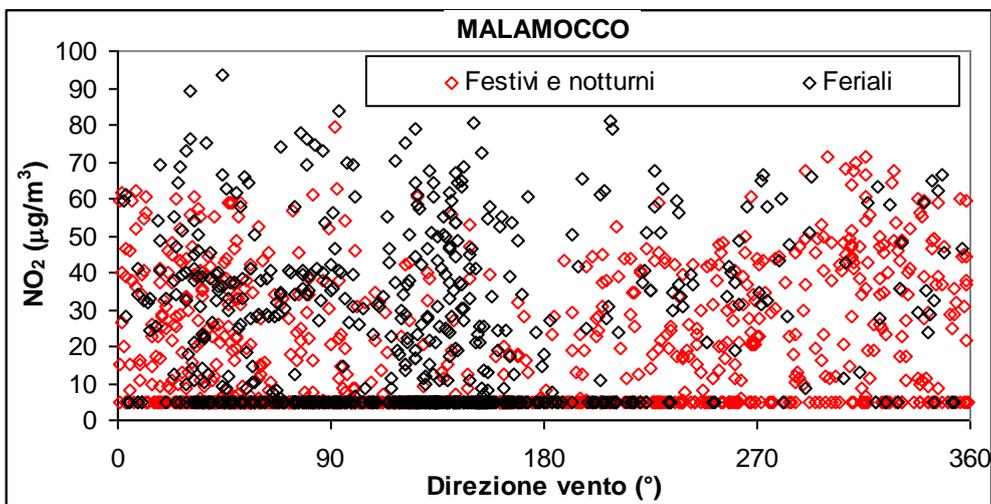


Fig. 5.9 - Concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

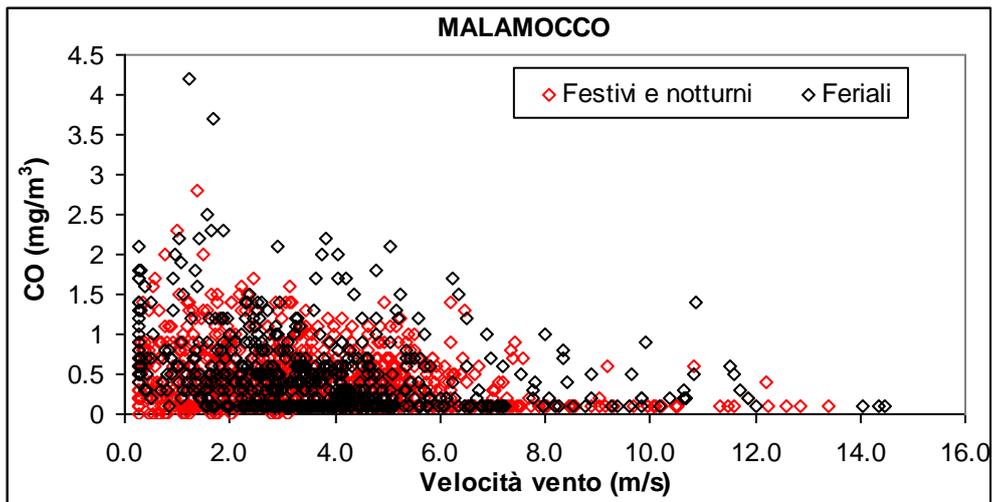


Fig. 5.10 - Concentrazione oraria di CO in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

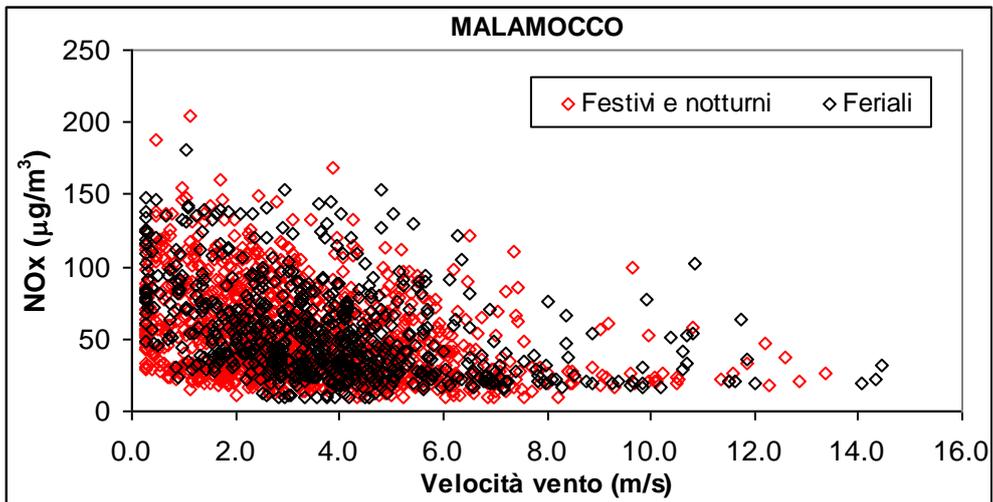


Fig. 5.11 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

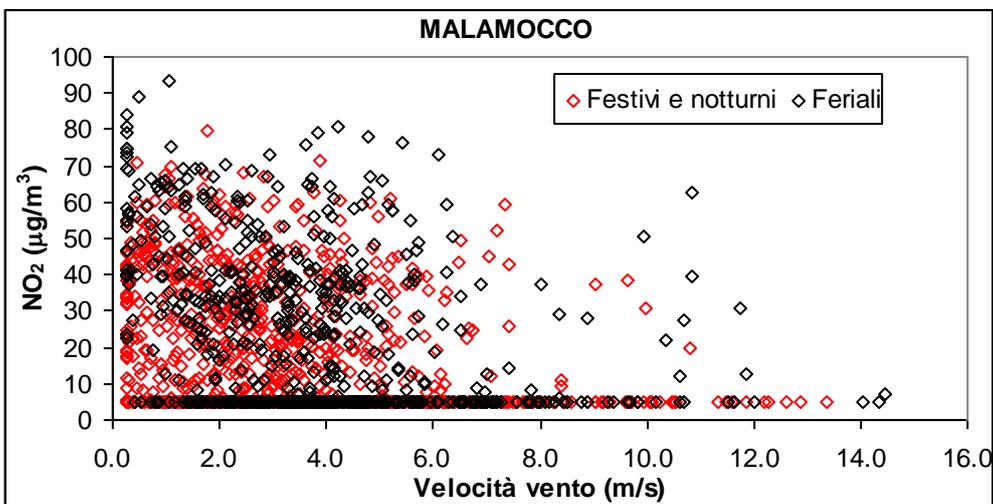


Fig. 5.12 - Concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> in funzione della velocità del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

Le Tabelle 5.5-5.7 riportano i valori medi e i valori massimi orari rispettivamente per tutti i dati, per i periodi di attività e di interruzione. Si osserva che sia i valori medi che i valori massimi di tutti i gas sono maggiori nei periodi di attività del cantiere.

Nella Tabella 5.8 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i diversi periodi di monitoraggio fatti a Malamocco.

Tab. 5.5 – 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	441	4200 (28/04/2012 ore 9 vento debole da NNO)
NO <sub>x</sub>	53	205 (01/01/2012 ore 1 vento debole da NO)
NO <sub>2</sub>	19	94 (05/02/2011 ore 9 vento debole da NE)

Tab. 5.6 – Concentrazioni medie e massimi orari (attività del cantiere) a Malamocco nel periodo diurno (8-20)

Gas	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
CO	497	4200 (28/04/2012 ore 9 vento debole da NNO)
NO <sub>x</sub>	55	181 (05/02/2011 ore 9 vento debole da NE)
NO <sub>2</sub>	23	94 (05/02/2011 ore 9 vento debole da NE)

Tab. 5.7 – Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere fermo) a Malamocco nel periodo diurno (8-20)

Gas	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
CO	323	1600 (12/06/2011 ore 8 vento da N)
NO <sub>x</sub>	49	132 (07/08/2011 ore 11 vento debole da E)
NO <sub>2</sub>	18	80 (07/08/2011 ore 11 vento debole da E)

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

Tab. 5.8 Medie e massime orarie dei gas monitorati per i diversi periodi di monitoraggio a Malamocco. N.Q significa valore non quantificabile (vedi Cap.1). N.D. indica un dato non disponibile. I periodi di massimo festivi o in orari di chiusura del cantiere sono riportati in rosso.

Periodo	Media CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
MAL48	724	60	17	2200 (08/06/11 ore 11)	145 (08/06/11 ore 11)	81 (08/06/11 ore 12)
MAL49	436	47	NQ (11)	1500 (24/06/11 ore 7)	111 (26/06/11 ore 7)	63 (24/06/11 ore 12)
MAL50	405	55	16	1500 (07/08/11 ore 11)	132 (07/08/11 ore 11)	80 (07/08/11 ore 11)
MAL51	455	68	34	1900 (05/10/11 ore 9)	181 (05/10/11 ore 9)	94 (05/10/11 ore 9)
MAL52	N.D.	89	36	N.D.	205 (01/01/12 ore 1)	71 (01/01/12 ore 2 e 04/01/12 ore 24)
MAL53	397	44	17	2100 (14/03/12 ore 11)	125 (14/03/12 ore 11)	58 (14/03/12 ore 11)
MAL54	514	60	28	2300 (28/03/12 ore 7, 9 e 12)	153 (30/03/12 ore 10)	78 (30/03/12 ore 10)
MAL55	NQ (154)	NQ (24)	NQ (6)	600 (14/04/12 ore 1)	64 (12/04/12 ore 4)	30 (12/04/12 ore 12 e 13)
MAL56	498	35	NQ (9)	4200 (28/04/12 ore 9)	139 (28/04/12 ore 8)	69 (28/04/12 ore 10 e 11)

### 5.3 Superamenti di soglia

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

#### 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). Tuttavia, si ribadisce che il confronto in questo caso è puramente qualitativo, poiché il sito di campionamento non rispetta le caratteristiche previste dalla normativa per questo tipo di misura;

#### 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). Tuttavia, si ribadisce che il confronto in questo caso è puramente qualitativo, poiché il sito di

campionamento non rispetta le caratteristiche previste dalla normativa per questo tipo di misura.

#### 5.4 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 valore medio sul periodo di monitoraggio per l'NO<sub>2</sub> è risultato pari a 19 µg/m<sup>3</sup> a Malamocco e pari a 31 µg/m<sup>3</sup> a Punta Sabbioni. Questi valori sono inferiori alle medie annuali per le stazioni di Bissuola (media annuale 38 µg/m<sup>3</sup>) e Sacca Fisola (media annuale 34 µg/m<sup>3</sup>) riportate nella Relazione Regionale Qualità dell'Aria 2011 [ARPA, Relazione Regionale Qualità dell'Aria, Giugno 2012].

Il confronto con i valori della normativa indica che l'unico superamento osservato è quello relativo alla soglia di protezione degli ecosistemi per NO<sub>x</sub> in entrambi i siti di misura, dove le concentrazioni medie sono risultate pari a 76 µg/m<sup>3</sup> a Punta Sabbioni e 53 µg/m<sup>3</sup> a Malamocco. Si sottolinea che la normativa prevede che gli NO<sub>x</sub> devono essere misurati solo in stazioni che hanno le caratteristiche di background rurale; nella Relazione Regionale Qualità dell'Aria 2011 (ARPAV), la stazione che ha questi requisiti per la Provincia di Venezia è Concordia Saggittaria (media annuale per l'anno 2011 di NO<sub>x</sub> circa 29 µg/m<sup>3</sup>).

A Punta Sabbioni i livelli medi di concentrazione nei giorni festivi, limitatamente al periodo diurno fra le 8 e le 20, sono di poco superiori a quelli feriali mentre a Malamocco le concentrazioni nei giorni feriali risultano maggiori di quelle nei giorni festivi. I livelli di massima concentrazione oraria, rilevati a Malamocco sono maggiori nei periodi di attività del cantiere mentre a Punta Sabbioni sono inferiori durante le attività del cantiere per NO<sub>x</sub>, superiori per CO e uguali per NO<sub>2</sub>.

Nella Figura 5.13 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 scorrendo i giorni feriali da quelli festivi (interruzione dei lavori di cantiere). La stessa analisi per il sito di Malamocco è riportata in Figura 5.14. Si deve sottolineare che l'analisi relativi ai giorni festivi è svolta 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 con concentrazioni maggiori nei periodi festivi, almeno fino alla sera (ore 20 circa). A Malamocco l'andamento del giorno tipico mostra che le concentrazioni maggiori si hanno nelle ore diurne della mattina con una significativa differenza fra i giorni festivi e quelli feriali (più basse le concentrazioni dei festivi nel periodo diurno).

Nella Figura 5.15 si riportano i livelli medi annuali di CO, NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub> osservati per i diversi anni di monitoraggio. I dati relativi ai periodi di cantieri aperti sono incorporati rispetto a quelli relativi ai periodi di cantieri chiusi (notturni e festivi). In questa comparazione occorre sottolineare che il confronto fra periodi festivi e feriali non è limitato alla fascia oraria 8-20 ma include anche le ore notturne.

Nella Figura 5.16 si riporta il confronto, per i due siti di misura, fra le concentrazioni osservate (limitatamente ai giorni feriali fra le 8 e le 20) 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 svolta escludendo i periodi di calma di vento (vento < 0.25 m/s) nei quali la direzione del vento non è ben definita. In entrambi i siti di misura si hanno concentrazioni leggermente maggiori nelle direzioni associate ai cantieri. Si sottolinea comunque che a Punta Sabbioni, in tale intervallo di direzioni è localizzata anche l'area urbana di Venezia e l'area di Porto Marghera.

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

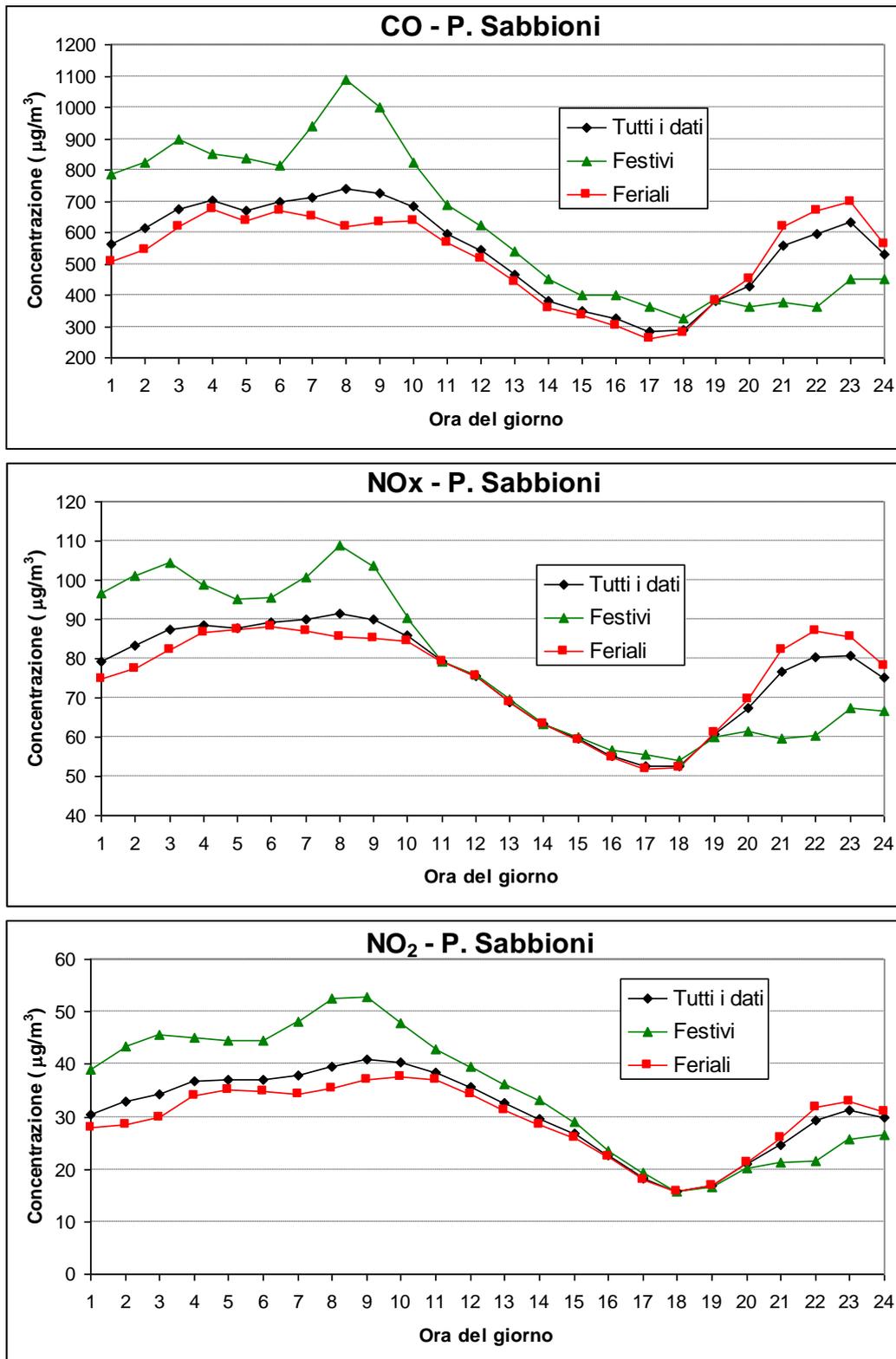


Fig. 5.13 - Andamento giornaliero tipico dei gas rilevati a Punta Sabbioni. L'analisi è fatta sia su tutti i dati sia scorrendo i giorni feriali e quelli festivi.

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

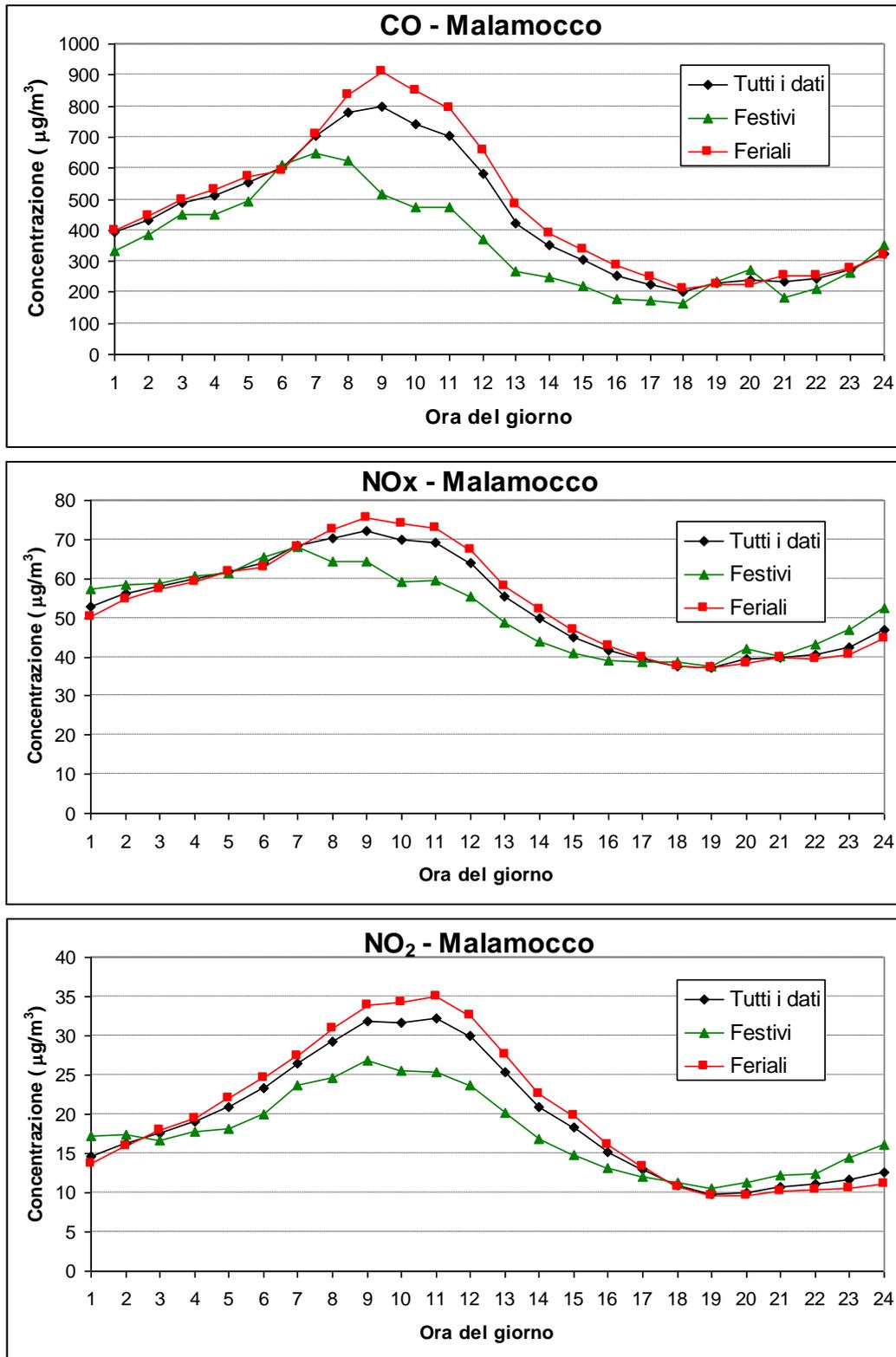


Fig. 5.14 - Andamento giornaliero tipico dei gas rilevati a Malamocco. L'analisi è fatta sia su tutti i dati sia scorrendo i giorni feriali e quelli festivi.

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

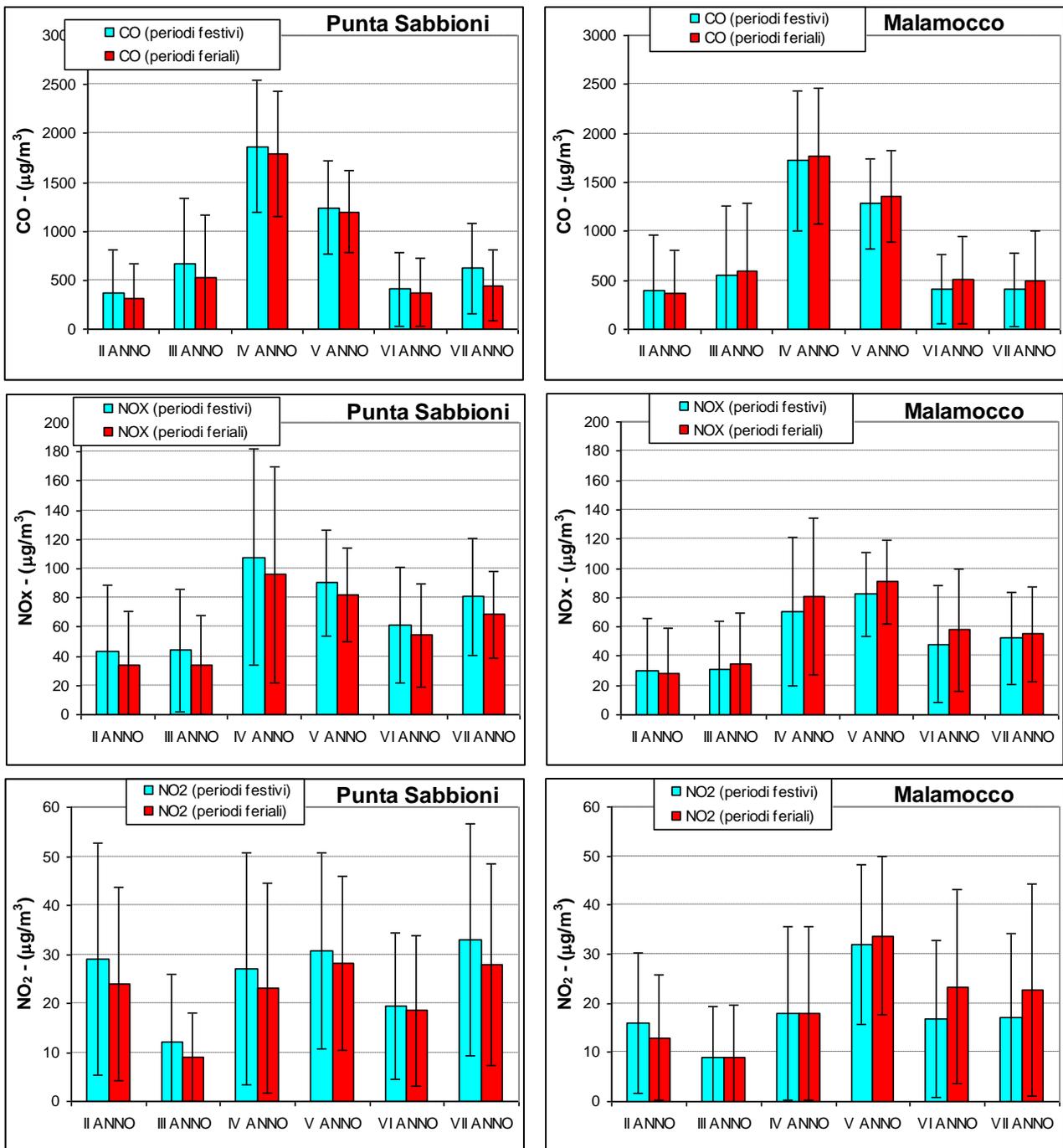


Fig. 5.15 - Andamento dei valori medi annuali dei diversi gas analizzati durante gli anni di monitoraggio. I dati sono suddivisi in periodi di cantieri aperti e periodi di cantieri chiusi.

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

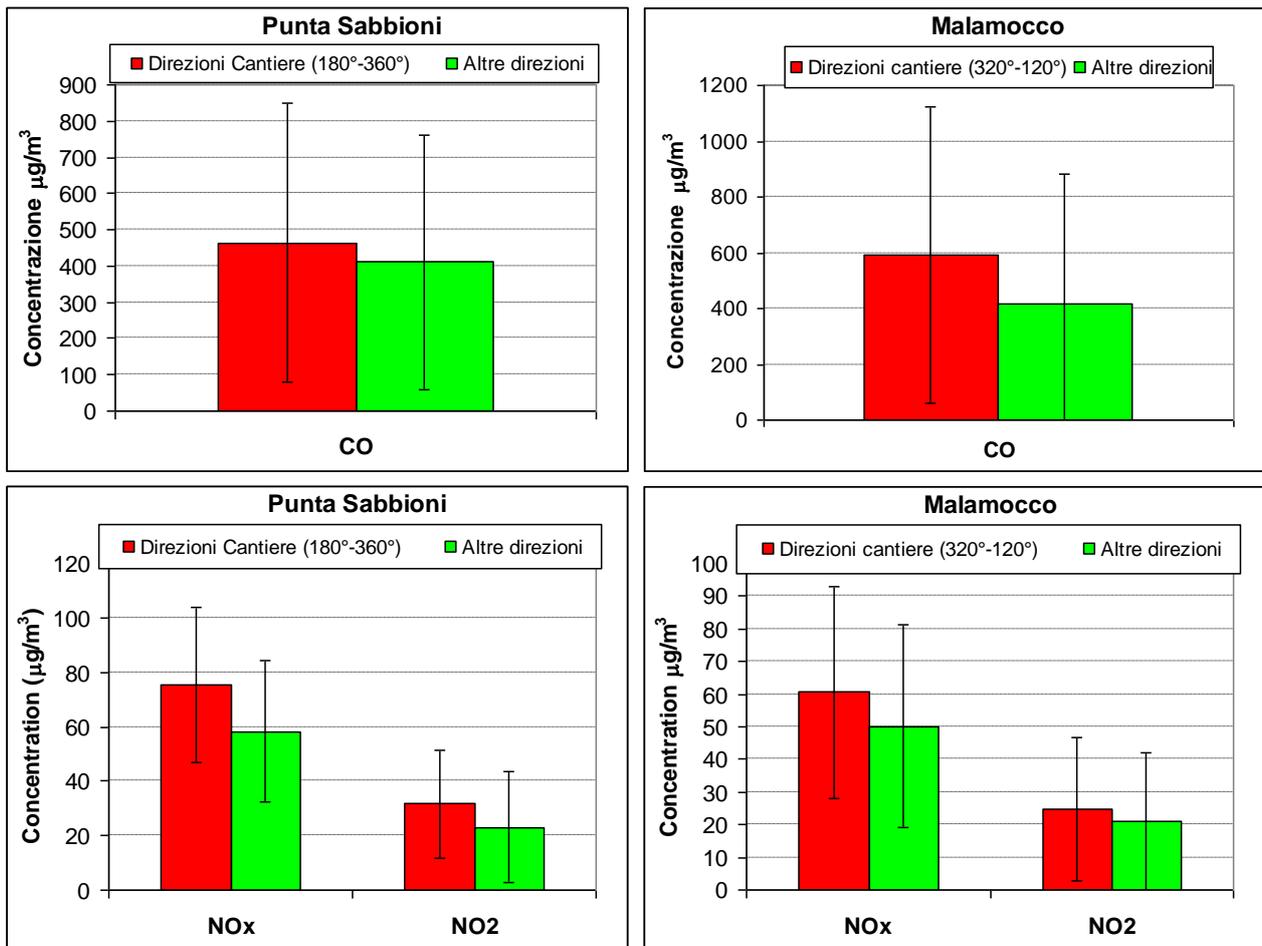


Fig. 5.16 - Andamento dei valori medi annuali dei diversi gas analizzati nel settimo anno di monitoraggio considerando solo i periodi di attività dei cantieri, escludendo i periodi di calma di vento (vento < 0.25 m/s) e suddividendoli per direzioni associabili al cantiere ed altre direzioni del vento.

## 6 CONCLUSIONI

### 6.1 Introduzione

In questa parte finale del documento verranno presentate in forma sintetica le conclusioni relative al settimo 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 6.1 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 rispetto alle 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. 6.1 - Esposizione in forma schematica dei risultati ottenuti dalle varie attività di monitoraggio. (Punto verde: non ci sono stati superamenti nelle soglie di riferimento; punto giallo: superamenti saltuari).

Sito	PM10	Metalli nel PM10	IPA	Gas
Punta Sabbioni	●	●	●	●
Malamocco		●	●	●
Chioggia		●		

### 6.2 Sintesi attività di monitoraggio

La sintesi delle attività del settimo anno di monitoraggio viene suddivisa in base agli indicatori monitorati.

PM<sub>10</sub>: il monitoraggio in continuo del PM<sub>10</sub> con la stazione collocata a Punta Sabbioni, presso il Circolo SO.CI.VE., non ha evidenziato particolari contributi di polveri dovuti alle attività di cantiere (Tabelle 3.1 e 3.2). Nel corso del settimo anno di monitoraggio sono stati inviati quattro Rapporti di Anomalia che si sono chiusi senza indicare particolari contributi associabili alle emissioni da cantiere. Il relativo indicatore nella Tabella 6.1 è pertanto verde.

Metalli: il monitoraggio dei metalli nel PM<sub>10</sub> 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. 3.24). 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 diretti 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 PM<sub>10</sub> sono confrontabili o inferiori, ad eccezione del Ni a Chioggia e Malamocco, a quelle rilevate dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Venezia (Tab. 3.25). In particolare per il Nichel si ha un solo valore di concentrazione media giornaliera superiore al

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

valore obiettivo (20 ng/m<sup>3</sup>) che corrisponde al 24/01/2012 a Malamocco (21.47 ng/m<sup>3</sup>). In tale giorno la direzione prevalente di provenienza del vento era da 270° (Tab. 3.12) non compatibile con attività svolte in cantiere. In Tab. 6.1 gli indicatori relativi ai metalli nel PM<sub>10</sub> sono verdi per tutte e tre le bocche.

IPA: l'attività di monitoraggio degli IPA ha messo in evidenza un valore medio di concentrazione di Benzo(a)pirene inferiore al valore obiettivo legislativo e all'indice di variabilità stagionale sia a Malamocco sia a Punta Sabbioni (Tab. 4.3, Tab. 4.4 e Tab. 4.5). Il confronto 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 di ogni anno di monitoraggio) e maggiori concentrazioni di inquinanti. Non si osservano andamenti crescenti nella serie storica dei monitoraggi finora svolti relativamente agli IPA. Il confronto fra giorni lavorativi e festivi, seppure in modo qualitativo, indica maggiori concentrazioni nei giorni lavorativi, rispetto ai giorni festivi, a Malamocco e concentrazioni confrontabili a Punta Sabbioni (Tabelle 4.6 e 4.7). L'indicatore per gli IPA è pertanto verde in entrambi i siti di misura.

Gas: il monitoraggio dei gas non ha evidenziato, per quanto riguarda il CO e l'NO<sub>2</sub>, superamenti dei limiti legislativi in vigore per la protezione della salute umana. Sono state invece misurate concentrazioni di NO<sub>x</sub> superiori alla soglia della protezione relativa alla vegetazione sia a Malamocco che a Punta Sabbioni. A Punta Sabbioni i livelli medi di concentrazione nei giorni festivi, limitatamente al periodo diurno fra le 8 e le 20, sono di poco superiori a quelli feriali mentre a Malamocco le concentrazioni nei giorni feriali risultano maggiori di quelle nei giorni festivi. I livelli di massima concentrazione oraria, rilevati a Malamocco sono maggiori nei periodi di attività del cantiere mentre a Punta Sabbioni sono inferiori durante le attività del cantiere per NO<sub>x</sub>, superiori per CO e uguali per NO<sub>2</sub>.

I risultati dei pattern giornalieri indicano che a Punta Sabbioni si osservano due picchi di concentrazione la mattina e la notte con concentrazioni maggiori nei periodi festivi, almeno fino alla sera (ore 20 circa). A Malamocco l'andamento del giorno tipico mostra che le concentrazioni maggiori si hanno nelle ore diurne della mattina con una significativa differenza fra i giorni festivi e quelli feriali (più basse le concentrazioni dei festivi nel periodo diurno). Pertanto l'indicatore relativo ai gas risulta verde a Punta Sabbioni e giallo a Malamocco (Tabella 6.1).

## BIBLIOGRAFIA

- ARPAV, Relazione Regionale Qualità dell'Aria: Anno di riferimento 2010, Giugno 2011.
- Decreto Legislativo 155, 13/08/2010. Supplemento Gazzetta Ufficiale n. 216 del 15 Settembre 2010 - Serie generale.
- 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.
- 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/6 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - VI Fase. Rapporto Finale", Giugno 2011. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.
- Magistrato alle Acque di Venezia. Studio B.6.72 B/7 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - VII Fase. Disciplina Tecnica", Giugno 2011. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.
- 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.
- 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.
- 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 (PM<sub>10</sub>, metalli nel PM<sub>10</sub>, IPA e Gas).

### **A.1 PM<sub>10</sub>**

#### Soglia di medio periodo:

concentrazione media giornaliera superiore a **50** µg/m<sup>3</sup> (Decreto Legislativo 155/2010).

#### Soglia di breve periodo:

Per il PM<sub>10</sub> 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 sette anni di monitoraggio) con l'incremento di una deviazione standard risulta:

soglia di attenzione estiva: **33** µg/m<sup>3</sup> (soglia attuale 33 µg/m<sup>3</sup>)

soglia di attenzione invernale: **87** µg/m<sup>3</sup> (soglia attuale 88 µg/m<sup>3</sup>)

Pertanto le soglie per il prossimo anno di monitoraggio risultano:

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

PM<sub>10</sub> (media oraria) >**33** µg/m<sup>3</sup>

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):

PM<sub>10</sub> (media oraria) >**87** µg/m<sup>3</sup>

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:

PM<sub>10</sub> (media oraria) >**75** µg/m<sup>3</sup>

Direzione Vento (170-360 gradi)

Velocità del vento >4 m/s

### **A.2 Metalli nel PM<sub>10</sub>**

Nessuna modifica.

Per As, Ni, Cd i limiti (valori obiettivo), riferiti alla media annuale, sono riportati in Tabella A.1, mentre per il valore limite per il Pb è 500 ng/m<sup>3</sup> [Decreto Legislativo 155/2010].

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

Tab. A.1 – Valori obiettivo dei metalli nel PM<sub>10</sub> previsti dalla normativa nazionale

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

### A.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici

Per il Benzo(a)pirene usualmente viene aggiornata la serie temporale delle concentrazioni per la stazione ARPAV di Bissuola ritenuta più rappresentativa rispetto ai siti di misura di Punta Sabbioni e Malamocco. Tali concentrazioni sono utilizzate per ottenere delle soglie di variabilità stagionale. Poiché alla data di stesura del presente documento non risultano disponibili i dati di concentrazione mensili, per il 2011 per la stazione ARPAV di Bissuola, si mantengono le soglie utilizzate nel corso del settimo anno di monitoraggio che vengono riportate in Tabella A2.

Tab. A.2 – Indici di riferimento stagionali per il Benzo(a)pirene. Unità di misura ng/m<sup>3</sup>

Mese	Media	Dev.Stand.	Nuova Soglia	Precedente Soglia
Gennaio	4.4	1.5	5.9	5.9
Febbraio	2.3	0.7	3.0	3.0
Marzo	0.8	0.3	1.1	1.1
Aprile	0.2	0.1	0.3	0.3
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	0.1	0.0	0.1	0.1
Ottobre	0.6	0.2	0.8	0.8
Novembre	2.4	0.9	3.3	3.3
Dicembre	3.9	0.8	4.8	4.8

Il Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010 prevede il monitoraggio del Benzo(a)pirene nella frazione PM<sub>10</sub>. Come già riportato nella Introduzione del presente documento si è ritenuto opportuno proseguire l'attuale schema di monitoraggio, che prevede la determinazione del Benzo(a)pirene sul particolato totale, in quanto ciò permette di proseguire il confronto con la serie storica relativa ai precedenti anni di misura. In secondo luogo la normativa prevede l'obiettivo qualità di 1 ng/m<sup>3</sup> espresso come media annuale, su base giornaliera, e quindi non confrontabile direttamente con le misure svolte a Punta Sabbioni e a Malamocco che sono a carattere discontinuo. Infine, poiché il PM<sub>10</sub> è una frazione del particolato totale, il rispetto (qualitativo) del valore obiettivo sul particolato totale garantisce anche il suo rispetto nella frazione PM<sub>10</sub>.

In caso di superamento del valore obiettivo di 1 ng/m<sup>3</sup> le medie delle concentrazioni di Benzo(a)pirene, ottenute nelle campagne di misura svolte presso le bocche di Malamocco e di Punta Sabbioni, verranno confrontate con il valore indicativo di variabilità stagionale in base al periodo di svolgimento delle campagne di monitoraggio (Tabella A2).

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

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/m<sup>3</sup>.

#### **A.4 Gas**

Nessuna variazione.

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

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

Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>): **200** µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte/anno

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

Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>): **40** µg/m<sup>3</sup> media anno.

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

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

Per quanto riguarda la soglia relativa agli ecosistemi o alla vegetazione, la normativa precisa “..che le stazioni di misurazione devono essere localizzate ad oltre 20 km dalle aree urbane e ad oltre 5 km da altre zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50.000 veicoli al giorno e l'area di rappresentatività delle stazioni di misurazione deve essere pari ad almeno 1.000 km<sup>2</sup>... ” [Decreto Legislativo 155, 13/08/2010].