



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/3**

**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**

II RAPPORTO DI VALUTAZIONE

**PERIODO DI RIFERIMENTO: DA SETTEMBRE A
DICEMBRE 2007**

Versione **2.0**

Emissione **18 Febbraio 2008**

Redazione

Dott. Andrea Gambaro
(CNR-IDPA)

Verifica

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

Indice

INTRODUZIONE.....	4
1. DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE	5
1.1 Risultati: microinquinanti organici.....	7
1.2 Risultati: microinquinanti inorganici	9
2. POLVERI	16
2.1 PM10 in continuo	16
2.1.1 Soglia di breve periodo (sollevamenti eolici):.....	16
2.1.2 Soglia di breve periodo (emissioni da cantieri):.....	16
2.1.3 Soglia di medio periodo	18
2.2 Monitoraggio delle polveri ambientali	25
2.3 Gravimetrie.....	29
2.4 Metalli.....	30
2.4.1 Campagna di misura a Punta Sabbioni	31
2.4.2 Campagna di misura a Chioggia	37
2.4.3 Campagna di misura a Malamocco.....	42
2.4.4 Commenti	47
3. DETERMINAZIONE IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI.....	51
3.1 Risultati	52
3.2 Confronto con le soglie	53
3.3 Conclusioni	54
4. MISURE DI GAS	55
4.1 Introduzione	55
4.2 Campionamenti effettuati.....	56
4.3 Risultati	57
4.3.1 Punta Sabbioni	57
4.3.2 Malamocco	60
4.4 Commenti.....	62
5. COCLUSIONI	64
BIBLIOGRAFIA.....	66
ALLEGATO 1: PASSAGGI MEZZI AUTOBETONIERE LUNGOMARE DANTE ALIGHIERI, PUNTA SABBIONI.....	67
18/10/07	67
29/11/07	68
05/12/07	70

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

ALLEGATO 2: COORDINATE DEI PUNTI DI PRELIEVO DEI CAMPIONI	73
APPENDICE: CONFRONTO STAZIONI METEOROLOGICHE PUNTA SABBIONI E ARPAV- CAVALLINO	80
A.1 Introduzione	80
A.2 Precipitazione	80
A.3 Temperatura	82
A.4 Pressione atmosferica	87
A.5 Umidità relativa	91
A.6 Direzione del vento.....	93
A.7 Velocità del vento	94
A.8 Conclusioni	96

INTRODUZIONE

Il presente Rapporto di Valutazione, su base quadrimestrale, previsto dal Disciplinare Tecnico (B.6.72 B/3) riporta le attività svolte e le relative analisi sia sugli andamenti stagionali registrati, sia sull'andamento generale delle attività di cantiere nel periodo settembre-dicembre 2007.

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

Nel periodo considerato lo stato di avanzamento complessivo per le singole attività previste dal Disciplinare Tecnico è il seguente:

- Deposizioni atmosferiche: 1/2.
- Polveri: PM₁₀ in continuo 8/12;
monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile: 17/22;
metalli pesanti: 4/7.
- Determinazione degli IPA in aria: 2/4.
- Misure di gas: 15/22.

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

Sig. Guido Turatti (CORILA)

Ing. Giovanni Venier (CORILA)

Dott. Daniele Contini (ISAC-Lecce)

Dott.ssa Daniela Cesari (ISAC-Lecce)

Dott.ssa L. DiMatteo (ISAC)

Dott. Andrea Gambaro (IDPA-CNR, Venezia)

Dott. Warren Cairns (IDPA-CNR, Venezia)

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

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

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

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

1. DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE

Nel quadrimestre considerato è stata completata la prima delle due campagne di misure previste dal DT. Sono stati anche resi disponibili i risultati delle determinazioni analitiche effettuate sia sui microinquinanti organici (Lab. MAV di Voltabarozzo) che inorganici (IDPA, CNR, Venezia). La Fig. 1.1 riporta la collocazione indicativa delle stazioni di deposizione con le relative sigle. In questo rapporto verranno presentati i risultati relativi alla prima campagna.



Fig. 1 - Postazioni di misura delle deposizioni atmosferiche previste dal nuovo DT

Presso la bocca di Lido i deposimetri installati sono: D3 all'interno del Circolo SO.CI.VE.; D4 presso la Scuola Elementare S.Pertini. Alla bocca di Malamocco la stazione installata è identificata con D5 posizionata presso la casa di cura a Santa Maria al Mare. Alla bocca di Chioggia la stazione D6 è posizionata sul lato Sottomarina. Le coordinate delle stazioni sono le seguenti:

D3 - Circolo SO.CI.Ve.	Lat. 2318409.78	Long. 5035068.64
D4 - Scuola Elementare Sandro Pertini	Lat. 2319906.23	Long. 5036298.66
D5 - Malamocco	Lat. 2309887.86	Long. 5023549.46
D6 - Chioggia	Lat. 2307852.55	Long. 5012001.78

Le deposizioni sono state raccolte secondo il seguente schema:

1 misura: 06/07/07-01/08/07 (D3, D4, D5, D6)

2 misura: 01/08/07-07/09/07 (D3, D4, D5, D6)

3 misura: 07/09/07-15/10/07 (D3, D5, D6)

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

A seguito della perdita del campione D4, contaminato dagli alunni della Scuola Elementare S. Pertini, si è ripetuta la raccolta delle deposizioni sia per i microinquinanti organici che inorganici, solo per questo campione, dal 15/10/07 al 23/11/07.

La Tab. 1.1 riporta i dati principali relativi ai periodi di misura. Per i dati meteorologici relativi a Chioggia e Malamocco si è fatto riferimento alla stazione di Molo Ceppe.

Tab. 1.1 - Prima campagna di misura delle deposizioni atmosferiche

Deposimetri	Data Inizio	Data Fine	Totale giorni	Precipitazione Sabbioni (mm H ₂ O)	Precipitazione Chioggia e Malamocco (mm H ₂ O)
D3, D4, D5, D6	06/07/07	01/08/07	26	11,2	ND
D3, D4, D5, D6	01/08/07	07/09/09	37	68,4	ND
D3, D5, D6	07/09/07	15/10/07	38	114,0	ND
D4	15/10/07	23/10/07	38	33,2	/

Le Fig. 1.2-1.7 riportano le rose dei venti per ciascun periodo di campionamento.

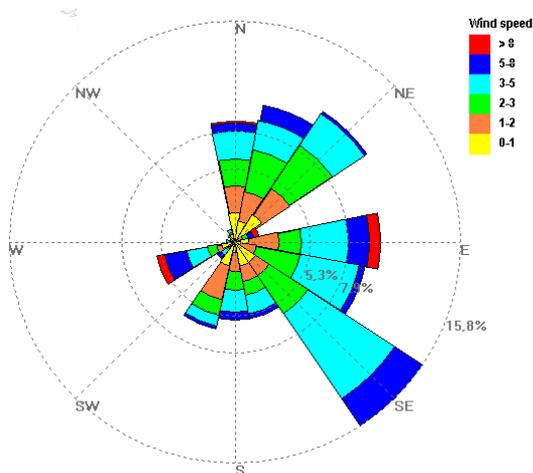


Fig. 1.2 - Rosa dei venti, Punta Sabbioni, periodo 06/07/07 - 01/08/07

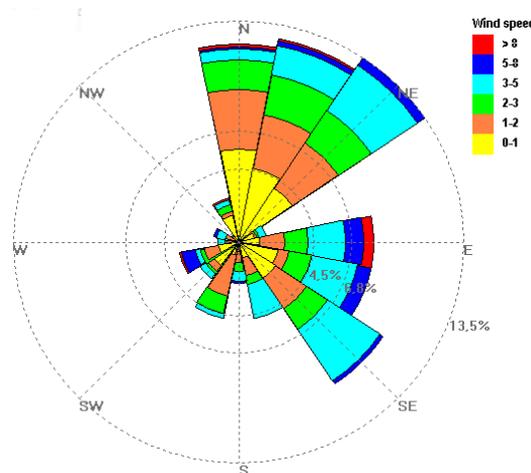


Fig.1.3 - Rosa dei venti, Punta Sabbioni, periodo 01/08/07 - 07/09/07

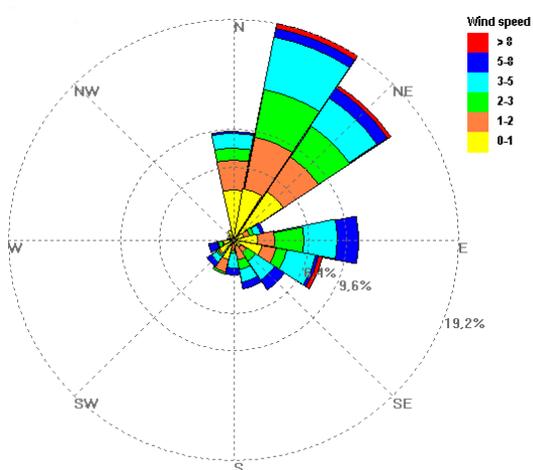


Fig. 1.4 - Rosa dei venti, Punta Sabbioni, periodo 07/09/07 - 15/10/07

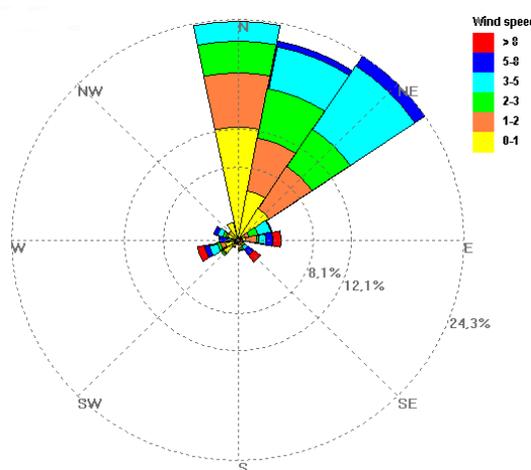


Fig. 1.5 - Rosa dei venti, Punta Sabbioni, periodo 15/10/07 - 23/11/07 (D4)

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

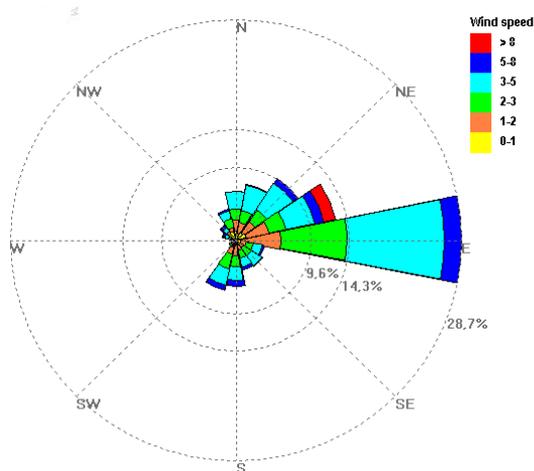


Fig. 1.5 - Rosa dei venti, Ceppello, periodo 06/07/07 - 01/08/07

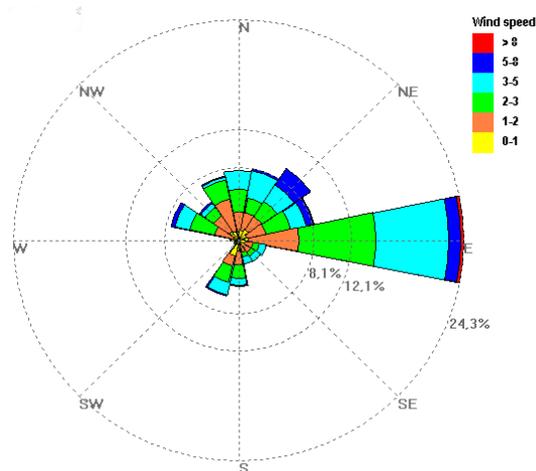


Fig. 1.6 - Rosa dei venti, Ceppello, periodo 01/08/07 - 07/09/07

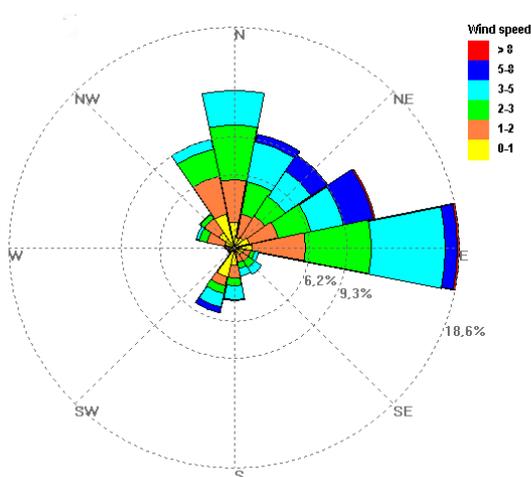


Fig. 1.7 - Rosa dei venti, Ceppello, periodo 07/09/07 - 15/10/07

1.1 Risultati: microinquinanti organici

La tabella 1.2 riassume i flussi giornalieri di IPA totali (espressi come nanogrammi per metro quadrato e per giorno).

Tab. 1.2 - Flussi giornalieri di IPA totali (ng/m²die)

TOTALE IPA (ng/m ² die)				
Campionamento	D3	D4	D5	D6
06/07/07-01/08/07	88	117	81	404
01/08/07-07/09/07	72	61	95	138
07/09/07-15/10/07	126		453	208
15/10/07-23/11/07		324		
Media	95	167	210	250
Dev. Standard	28	138	211	138
Media geometrica	93	133	152	227

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

La soglia per gli IPA (Allegato del Rapporto Finale, Studio B.6.72 B/2, agosto 2007) è pari a **660** $\text{ng}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$ (media aritmetica dei dati). A rigore la soglia è riferibile ai soli deposimetri installati nell'area circostante Punta Sabbioni in quanto nelle altre postazioni (Chioggia e Malamocco) non ci sono dati pregressi acquisiti nelle attività di monitoraggio. Le deposizioni misurate presso tutte le stazioni sono inferiori alla soglia indicata. La Fig. 1.8 riporta in forma grafica il confronto con la soglia relativa agli IPA.

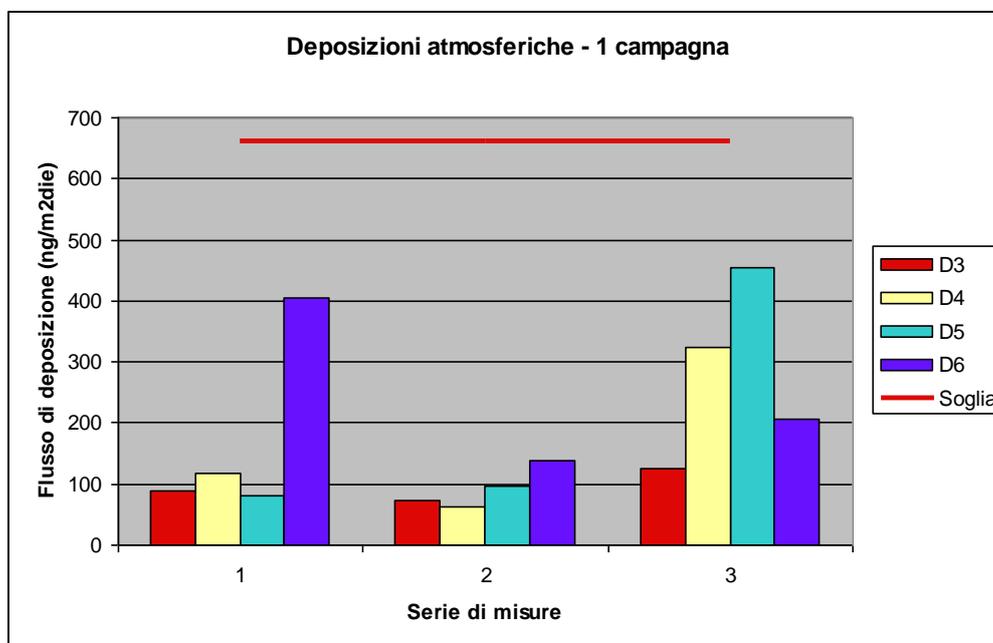


Fig. 1.8 - Flussi giornalieri di IPA totali e confronto con la soglia

Nella tabella 1.3 sono riportate le medie relative ai flussi di deposizione per i composti: Naftalene, Acenaftilene, Acenaftalene, Fluorene, Fenantrene caratteristici delle emissioni dei veicoli diesel (Khalili N. R., P. A. Scheff, T. M. Holsen, "PAH Source fingerprints for coke ovens, diesel and gasolina engines, highway tunnels, and wood combustion emissions", Atmospheric Environment 29, pp. 533-542, 1995).

Tab. 1.3 - Media aritmetica, deviazione standard e mediana per i flussi di deposizione di alcuni composti IPA ritenuti significativi delle emissioni dei veicoli diesel.

	D3 (ng/m²die)	D4 (ng/m²die)	D5 (ng/m²die)	D6 (ng/m²die)
06/07/07-01/08/07	16	29	13	52
01/08/07-07/09/07	9	9	9	23
07/09/07-15/10/07	84		377	119
15/10/07-23/11/07				
Media	36	56	133	65
Deviazione standard	41	65	212	49
Mediana	16	29	13	52

La Fig. 1.9 riporta un confronto fra le medie aritmetiche dei flussi di deposizione ottenuti nella prima campagna di misura nei tre anni di monitoraggio. Si ricorda che in tutti e tre gli anni di monitoraggio la prima campagna è stata effettuata nei mesi di luglio-ottobre e che nel primo anno di monitoraggio le stazioni D5 e D6 erano assenti.

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

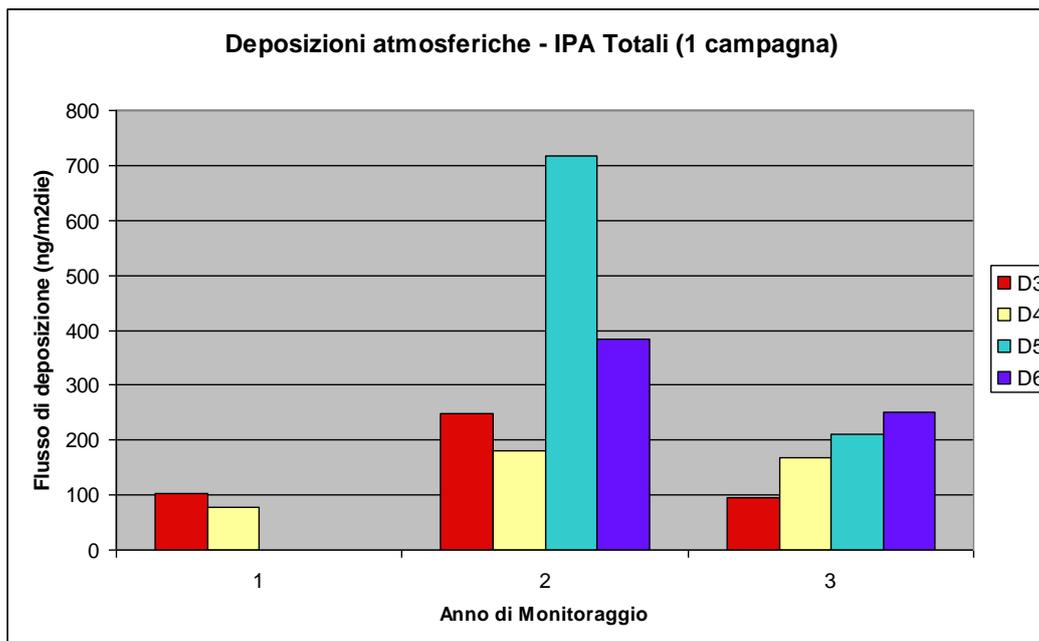


Fig. 1.9 - Confronto fra le medie aritmetiche dei flussi di deposizione ottenute nei tre anni di monitoraggio (prima campagna da luglio a ottobre).

Dalle figure 1.8 e 1.9 si osserva che i flussi di deposizione dei microinquinanti organici, ottenuti dalla prima campagna di misura, risultano inferiori alla soglia di riferimento e che non si evidenzia un trend crescente nelle deposizioni atmosferiche con l'aumentare delle attività cantieristiche.

1.2 Risultati: microinquinanti inorganici

La Tab. 1.4 riporta i flussi di deposizione giornalieri per la componente inorganica (deposizioni bulk):

Tab. 1.4 - Flussi di deposizione giornalieri per i singoli composti inorganici

⁵¹ V	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
Intervallo di campionamento				
06/07/07-01/08/07	2,6	1,4	2,7	9,0
01/08/07-07/09/07	5,1	3,4	4,4	4,8
07/09/07-15/10/07*	2,5	3,8	4,4	6,5
Media	3,4	2,9	3,9	6,7
Mediana	2,6	3,4	4,4	6,5
Min	2,5	1,4	2,7	4,8
Max	5,1	3,8	4,4	9,0

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

⁵³ Cr	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
06/07/07-01/08/07	2,5	1,2	3,6	9,6
01/08/07-07/09/07	3,5	1,8	2,1	3,1
07/09/07-15/10/07*	1,1	2,7	1,8	5,5
Media	2,4	1,9	2,5	6,1
Mediana	2,5	1,8	2,1	5,5
Min	1,1	1,2	1,8	3,1
Max	3,5	2,7	3,6	9,6

⁵⁹ Co	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
06/07/07-01/08/07	0,4	0,2	0,3	2,2
01/08/07-07/09/07	0,6	0,5	0,5	0,7
07/09/07-15/10/07*	0,4	0,6	0,7	1,3
Media	0,5	0,4	0,5	1,4
Mediana	0,4	0,5	0,5	1,3
Min	0,4	0,2	0,3	0,7
Max	0,6	0,6	0,7	2,2

⁶⁰ Ni	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
06/07/07-01/08/07	1,9	1,1	1,9	6,8
01/08/07-07/09/07	3,0	1,7	2,3	2,5
07/09/07-15/10/07*	1,2	2,2	1,8	4,8
Media	2,0	1,7	2,0	4,7
Mediana	1,9	1,7	1,9	4,8
Min	1,2	1,1	1,8	2,5
Max	3,0	2,2	2,3	6,8

⁷⁵ As	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
06/07/07-01/08/07	0,8	0,5	0,5	2,0
01/08/07-07/09/07	1,6	1,9	2,0	1,8
07/09/07-15/10/07*	1,9	1,4	3,1	2,3
Media	1,4	1,3	1,9	2,0
Mediana	1,6	1,4	2,0	2,0
Min	0,8	0,5	0,5	1,8
Max	1,9	1,9	3,1	2,3

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

⁹⁵ Mo	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
06/07/07-01/08/07	0,6	0,4	0,8	0,8
01/08/07-07/09/07	1,4	1,7	1,8	1,5
07/09/07-15/10/07*	1,8	1,3	2,9	1,8
Media	1,3	1,2	1,9	1,4
Mediana	1,4	1,3	1,8	1,5
Min	0,6	0,4	0,8	0,8
Max	1,8	1,7	2,9	1,8

¹¹¹ Cd	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
06/07/07-01/08/07	0,05	0,05	0,09	0,10
01/08/07-07/09/07	0,11	0,13	0,11	0,08
07/09/07-15/10/07*	0,10	0,25	0,17	0,13
Media	0,09	0,14	0,12	0,10
Mediana	0,10	0,13	0,11	0,10
Min	0,05	0,05	0,09	0,08
Max	0,11	0,25	0,17	0,13

¹²¹ Sb	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
06/07/07-01/08/07	0,6	0,5	0,5	0,9
01/08/07-07/09/07	1,6	1,1	1,2	1,4
07/09/07-15/10/07*	0,4	1,0	0,1	0,8
Media	0,9	0,8	0,6	1,0
Mediana	0,6	1,0	0,5	0,9
Min	0,4	0,5	0,1	0,8
Max	1,6	1,1	1,2	1,4

²⁰⁵ Tl	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
06/07/07-01/08/07	0,14	0,12	0,11	0,18
01/08/07-07/09/07	0,37	0,54	0,50	0,44
07/09/07-15/10/07*	0,67	0,36	1,07	0,62
Media	0,39	0,34	0,56	0,41
Mediana	0,37	0,36	0,50	0,44
Min	0,14	0,12	0,11	0,18
Max	0,67	0,54	1,07	0,62

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

²⁰⁸ Pb	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
06/07/07-01/08/07	2,1	1,7	3,2	6,0
01/08/07-07/09/07	4,1	3,2	3,1	2,7
07/09/07-15/10/07*	2,1	4,2	4,5	4,1
Media	2,1	3,2	3,2	4,1
Mediana	2,1	1,7	3,1	2,7
Min	4,1	4,2	4,5	6,0
Max	2,1	3,2	3,2	4,1

⁶³ Cu	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
06/07/07-01/08/07	6,9	6,0	4,3	16,2
01/08/07-07/09/07	9,2	8,6	4,7	4,7
07/09/07-15/10/07*	2,7	7,6	3,7	5,4
Media	6,3	7,4	4,2	8,8
Mediana	6,9	7,6	4,3	5,4
Min	2,7	6,0	3,7	4,7
Max	9,2	8,6	4,7	16,2

⁶⁶ Zn	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
06/07/07-01/08/07	9,8	6,3	9,4	32,7
01/08/07-07/09/07	18,7	18,4	11,8	12,0
07/09/07-15/10/07*	7,5	18,7	13,9	24,6
Media	12,0	14,5	11,7	23,1
Mediana	9,8	18,4	11,8	24,6
Min	7,5	6,3	9,4	12,0
Max	18,7	18,7	13,9	32,7

⁵⁶ Fe	Flussi di deposizione del metallo [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{die}^{-1}$]			
Intervallo di campionamento	Deposimetro3	Deposimetro4	Deposimetro5	Deposimetro6
06/07/07-01/08/07	776,9	363,8	513,4	4441,7
01/08/07-07/09/07	1075,6	600,1	710,2	1114,4
07/09/07-15/10/07*	376,2	1009,8	751,1	2127,0
Media	742,9	657,9	658,2	2561,0
Mediana	776,9	600,1	710,2	2127,0
Min	376,2	363,8	513,3	1114,4
Max	1075,5	1009,8	751,1	4441,7

*D4: 15/10/07-23/11/07

La Tab. 1.5 riporta il confronto con i valori soglia indicati al termine del secondo anno di monitoraggio (Rapporto Finale, Aggiornamento soglie, Studio B6.72 B/2, Luglio 2007); fra parentesi sono riportati i valori di allarme. Si ricorda che a rigore le soglie sono riferibili alla bocca

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

di Punta Sabbioni e, solo per mancanza di dati sperimentali diretti (o derivati da precedenti studi pubblicati) riferibili ai siti di Malamocco e Chioggia, tali soglie vengono estese alle stazioni di misura D5 e D6. In rosso sono evidenziati i superamenti. A partire dal terzo anno di monitoraggio, oltre ai microinquinanti inorganici già monitorati, vengono valutate anche le deposizioni per Ferro, Rame e Zinco. Per questi ultimi elementi la soglia viene definita utilizzando dati di letteratura (come del resto avvenuto per gli altri elementi all'inizio dell'attività di monitoraggio). In particolare si fa riferimento alla pubblicazione di Rossini P. et al., 2005. La soglia di riferimento per questi tre elementi è definita prendendo la media delle deposizioni presso il sito A (Venezia, come riportato nell'articolo citato di Rossini) incrementata di una deviazione standard, mentre la soglia di allarme viene definita prendendo la media aritmetica delle deposizioni ottenute presso la stazione D (Porto Marghera) incrementata di tre deviazioni standard.

Tab. 1.5 - Confronto deposizioni giornaliere con le soglie

	D3	D4	D5	D6	
Elemento	Media	Media	Media	Media	Soglia
	($\mu\text{gm}^{-2}\text{die}^{-1}$)				
Vanadio	3,4	2,9	3,9	6,7	4,2 (8,5)
Cromo	2,4	1,9	2,5	6,1	3,4 (6,5)
Cobalto	0,5	0,4	0,5	1,4	0,4 (1,1)
Nichel	2,0	1,7	2,0	4,7	3,1 (6,1)
Arsenico	1,4	1,3	1,9	2,0	2,6 (5,0)
Molibdeno	1,3	1,2	1,9	1,4	3,1 (5,5)
Cadmio	0,09	0,14	0,12	0,10	0,5 (1,5)
Antimonio	0,9	0,8	0,6	1,0	0,9 (1,2)
Piombo	2,1	3,2	3,2	4,1	6,4 (13,1)
Tallio	0,39	0,34	0,56	0,41	0,1 (0,2)
Ferro	742,9	657,9	658,2	2561,0	1008 (1262)
Rame	6,3	7,4	4,2	8,8	20,7 (45,7)
Zinco	12,0	14,5	11,7	23,1	157,4 (309,7)

Innanzitutto occorre scorporare i dati in due gruppi: il primo relativo a Punta Sabbioni (D3 e D4) e il secondo relativo a Malamocco (D5) e Chioggia (D6).

Per il primo gruppo di stazioni si hanno superamenti per il Cobalto e Tallio (in entrambe le stazioni e di Antimonio (solo al circolo SO.CI.VE.). Tutti i superamenti al circolo SO.CI.VE. sono di modesta entità, ad eccezione del Tallio, che verrà trattato a parte.

Mentre per la stazione di Malamocco le deposizioni sono confrontabili a quelle misurate al circolo SO.CI.VE., per la stazione di Chioggia si hanno valori elevati anche nelle deposizioni di V, Cr, Co, Ni e Fe. In questo deposimetro i flussi maggiori di deposizione si registrano nel primo periodo di misura (V, Cr, Co, Ni, Pb, Cu, Zn, Fe) con condizioni prevalenti di vento proveniente da Est (Fig. 1.5).

La Fig. 1.10 riporta gli istogrammi relativi alle medie aritmetiche dei flussi di deposizione, per i metalli che hanno superato la soglia (ad eccezione dell' Antimonio), per le prime campagne di misura dei tre anni di monitoraggio.

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

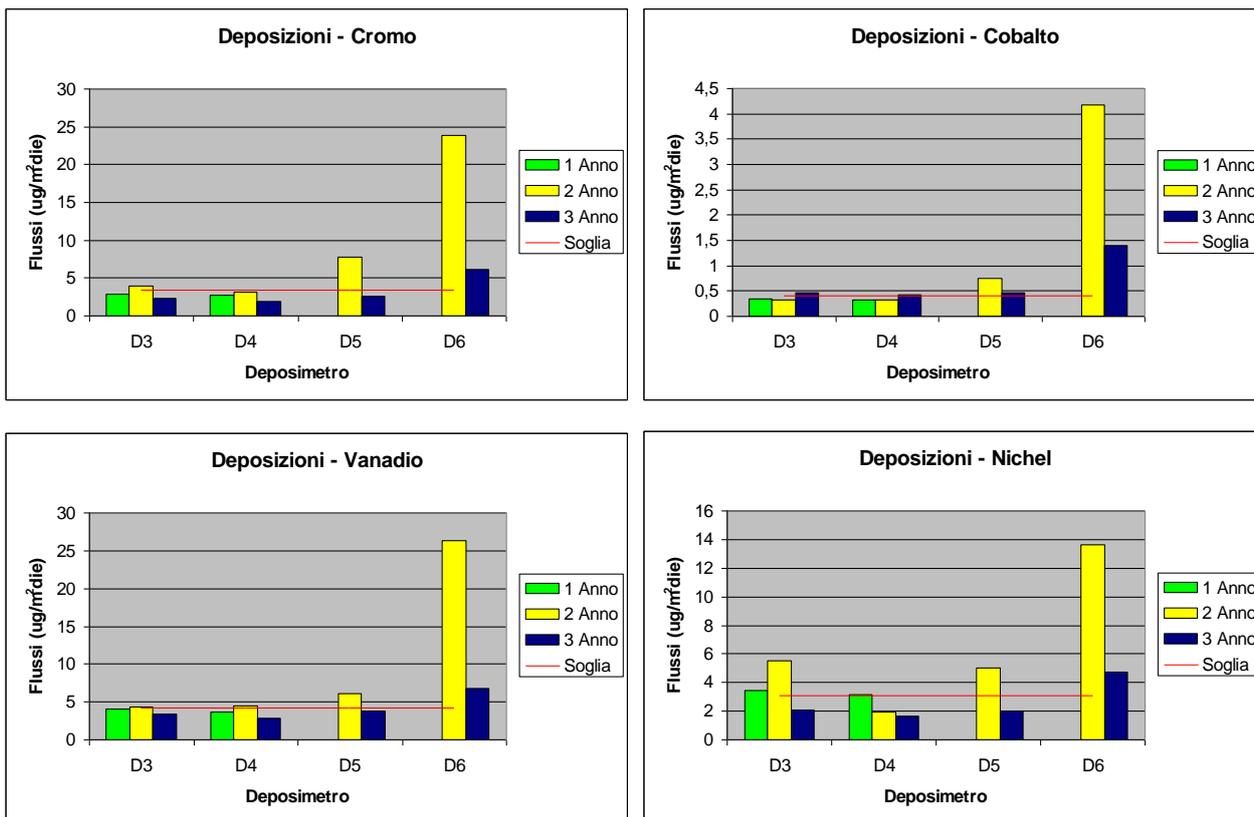


Fig. 1.10 - Andamento negli anni di monitoraggio delle medie aritmetiche relative ai flussi di deposizione dei metalli che hanno superato la soglia.

Dalla figura 1.10 si osserva che le deposizioni, in questa prima campagna del terzo anno di monitoraggio presso la stazione di Chioggia, pur superando la soglia, sono diminuite rispetto all' analogo periodo del secondo anno di monitoraggio.

Per quanto riguarda il Tallio si osserva un incremento nei flussi di deposizione per tutte le stazioni di misura. La Fig. 1.11 riporta l'andamento dei flussi medi in questi tre anni di monitoraggio; risulta evidente nel terzo anno di monitoraggio un incremento dei flussi di deposizione, presso tutte le stazioni di misura.

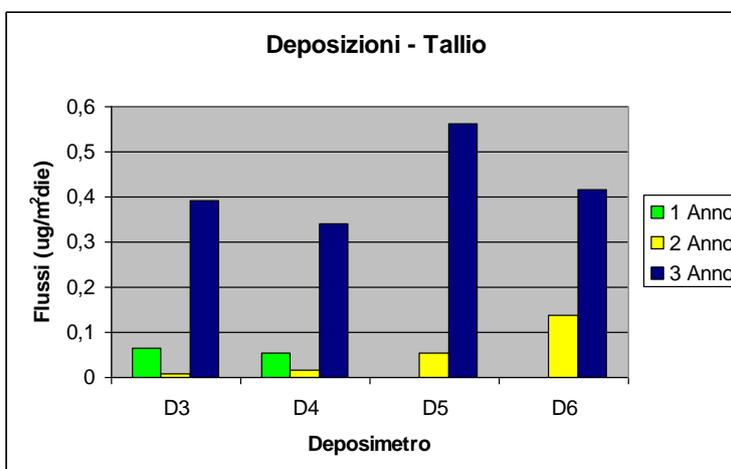


Fig. 1.11 - Andamento del flusso di deposizione medio (media aritmetica) per il Tallio

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

In conclusione, in questa prima campagna di misura si evidenzia un sostanziale rispetto delle soglie di deposizione per i siti di Punta Sabbioni e Malamocco. Per il sito di Chioggia si hanno superamenti di soglia per V, Cr, Co, Ni, Sb, Tl e Fe seppure di minore entità rispetto al precedente anno di monitoraggio. Il confronto con il contenuto di metalli nel PM10 a Punta Sabbioni e Chioggia (che parzialmente si è sovrapposto come periodo di campionamento con la terza serie di misure) ha fornito risultati in parte diversi (Tab. 2.22): V, Ni, Cu, Pb (più elevati a Punta Sabbioni che a Chioggia nel PM10, in opposizione alle deposizioni); Cr, Fe, Co, Zn, As, Sb (maggiori a Chioggia in accordo con le deposizioni).

Per quanto riguarda il Tallio è stata eseguita un'analisi sui fattori di arricchimento sul contenuto di Tl nel PM10, con l'indicazione che non ci sono evidenze di origine antropica per questo metallo (Fig. 2.21).

2. POLVERI

2.1 PM10 in continuo

Il monitoraggio del PM10 è proseguito regolarmente, ad eccezione di due interruzioni dovute a malfunzionamenti della stazione di misura o interventi di manutenzione: la prima si è verificata tra il 28 settembre ed il 2 ottobre, la seconda tra il 15 ed il 20 dicembre

Si ricorda che al termine del primo anno di monitoraggio è stata introdotta una soglia, per le emissioni di breve periodo da attività di cantiere, relativa al periodo invernale (ottobre-marzo). Nel periodo settembre-dicembre le soglie in vigore sono pertanto:

Soglia di breve periodo (emissioni del cantiere)

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

PM10 (media oraria) > 85 µg/m³ (ottobre-dicembre)

Direzione Vento (170-360 gradi)

Giorno lavorativo e orario: 8-20

Velocità del vento < 4 m/s

Soglia di breve periodo (sollevamenti eolici):

PM10 (media oraria) > 75 µg/m³

Direzione Vento (170-360 gradi)

Velocità del vento > 4 m/s

Soglia di medio periodo

Concentrazione media giornaliera di PM10 > 50 µg/m³

Nel quadrimestre considerato si sono avuti i seguenti superamenti:

2.1.1 Soglia di breve periodo (sollevamenti eolici):

Nel periodo settembre-dicembre si sono verificati 3 superamenti della soglia di breve periodo dovuti al sollevamento eolico.

Tab. 2.1 - Superamenti eolici

Giorno	Ore	PM10 µg/m ³	Direzione vento (gradi)	Velocità vento (m/s)	Umidità (%)	ARPAV-Noale PM10 (µg/m ³)
25/11/2007	9	94	248,3	5,3	96,1	ND
03/12/2007	14	114	267,0	5,4	90,5	129

2.1.2 Soglia di breve periodo (emissioni da cantieri):

Nel periodo settembre-dicembre si sono verificati 58 superamenti della soglia di breve periodo (Tab. 2.2).

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

Tab. 2.2 - Superamenti soglia di breve periodo

Giorno	Ore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Direzione vento (gradi)	Velocità vento (m/s)	Umidità (%)	ARPAV Via Circonval. PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
14/09/2007	9	66	360,0	0,3	90,4	ND
03/10/2007	8	114 (72)	192,0	0,0	94,8	91
03/10/2007	20	154 (97)	195,5	0,2	87,0	132
04/10/2007	16	87 (55)	229,0	0,0	79,3	97
05/10/2007	12	89 (56)	264,5	0,7	82,1	ND
05/10/2007	13	92 (58)	226,0	0,6	74,7	ND
05/10/2007	14	105 (66)	225,5	1,0	71,9	ND
05/10/2007	15	100 (63)	178,2	2,6	74,4	ND
16/10/2007	8	132 (83)	359,8	0,2	93,2	ND
17/10/2007	12	94 (59)	357,2	0,7	85,1	ND
17/10/2007	13	89 (56)	338,4	0,8	77,7	ND
08/11/2007	19	86	232,0	0,0	82,0	125
08/11/2007	20	111	232,0,5	0,0	86,7	125
09/11/2007	8	152	357,5	1,1	92,9	155
09/11/2007	9	132	250,35	1,3	93,4	138
09/11/2007	10	100	250,9	3,6	91,4	138
09/11/2007	15	90	270,8	1,1	78,2	98
09/11/2007	16	98	269,8	0,0	80,0	98
09/11/2007	17	101	317,4	0,6	82,4	73
26/11/2007	8	92	357,7	1,5	96,0	ND
30/11/2007	8	101	315,6	0,0	87,7	139
03/12/2007	10	121	358,6	3,8	94,0	139
03/12/2007	11	101	337,6	2,3	94,1	139
03/12/2007	15	120	269,5	2,8	90,0	ND
03/12/2007	20	170	340,7	0,1	92,5	ND
04/12/2007	11	124	359,4	1,7	95,9	ND
04/12/2007	12	93	357,3	1,6	95,5	ND
07/12/2007	8	90	319,0	0,0	88,3	ND
07/12/2007	9	93	319,0	0,0	88,6	ND
07/12/2007	10	95	317,8	0,1	87,3	ND
07/12/2007	11	98	340,3	0,2	87,1	ND
10/12/2007	8	105	338,5	0,1	93,0	64
10/12/2007	9	115	335,9	0,3	94,2	64
10/12/2007	10	94	340,4	0,3	95,0	71
10/12/2007	11	92	311,0	0,6	95,0	71
10/12/2007	12	87	334,0	0,4	95,0	81
10/12/2007	14	86	310,0	0,3	95,1	176

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

Giorno	Ore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Direzione vento (gradi)	Velocità vento (m/s)	Umidità (%)	ARPAV Via Circonval. PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
10/12/2007	15	96	295,0	0,9	95,0	176
10/12/2007	16	96	276,1	1,7	95,0	175
11/12/2007	8	87	358,1	1,4	95,8	119
11/12/2007	9	92	337,2	2,1	96,0	119
12/12/2007	8	92	269,7	2,2	96,0	67
12/12/2007	10	91	250,5	1,6	96,0	85
12/12/2007	18	90	339,6	0,8	91,0	116
20/12/2007	15	99	223,6	0,9	64,1	123
20/12/2007	16	105	247,5	1,2	67,8	123
20/12/2007	17	98	253,1	1,2	71,5	163
20/12/2007	18	105	244,7	1,9	76,0	163
20/12/2007	19	132	243,5	0,4	80,1	199
20/12/2007	20	141	248,1	1,0	82,3	199
21/12/2007	8	95	358,5	0,8	73,2	ND
21/12/2007	20	89	192,0	0,0	86,3	ND
24/12/2007	8	115	356,3	0,4	79,4	ND
24/12/2007	9	128	352,0	0,0	81,2	ND
24/12/2007	10	108	352,0	0,0	78,8	ND
24/12/2007	11	107	359,8	0,7	77,9	ND
24/12/2007	19	152	352,6	0,4	81,4	ND
24/12/2007	20	136	344,5	0,2	82,6	ND

2.1.3 *Soglia di medio periodo*

Nel periodo settembre-dicembre i superamenti della soglia di breve periodo sono stati 31 (Tab. 2.3). Per il mese di Ottobre sono riportate, fra parentesi, le medie giornaliere ricalcolate tenendo conto della calibrazione gravimetrica effettuata sulla stazione di misura.

Tab. 2.3- Superamenti di soglia di medio periodo e confronto con le stazioni ARPAV (PM10)

Giorno	Punta Sabbioni PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Via Circonvallazione PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Parco Bissuola PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sacca Fisola PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
24/09/2007	66	39	32	37
25/09/2007	76	36	31	37
03/10/2007	108 (68)	81	63	72
04/10/2007	141 (89)	102	97	94
05/10/2007	135 (85)	97	81	90
12/10/2007	57 (36)	58	53	48
16/10/2007	82 (52)	ND	ND	ND
17/10/2007	117 (74)	ND	66	62

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

Giorno	Punta Sabbioni PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Via Circonvallazione PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Parco Bissuola PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sacca Fisola PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
18/10/2007	104 (66)	99	85	74
30/10/2007	68 (43)	36	30	37
07/11/2007	69	90	77	73
08/11/2007	87	101	77	68
09/11/2007	86	ND	80	74
19/11/2007	66	95	71	57
20/11/2007	74	108	84	65
21/11/2007	83	111	100	84
22/11/2007	64	56	51	61
26/11/2007	58	59	47	44
30/11/2007	95	125	109	79
03/12/2007	132	138	113	106
04/12/2007	82	73	61	42
06/12/2007	55	88	68	53
07/12/2007	103	127	112	90
10/12/2007	57	49	39	57
11/12/2007	72	68	52	62
12/12/2007	94	76	63	56
13/12/2007	99	71	71	71
21/12/2007	92	153	110	ND
24/12/2007	117	151	132	112
27/12/2007	65	91	69	57
28/12/2007	63	94	67	63

L'analisi degli eventi, riportata nei rispettivi Rapporti Mensili, ha evidenziato:

Soglia eolica (3): i superamenti non sono riconducibili a eventi di risospensione di polveri dai cantieri a seguito dell'azione del vento.

Soglia di breve periodo (58): in tre casi è stata inviata una segnalazione di allarme in quanto l'andamento delle concentrazioni orarie delle polveri PM10 poteva essere compatibile con rilasci provenienti dalle attività cantieristiche. Il 09/11/07 l'allarme è stato relativo al periodo dalle 15 alle 17 (3 eventi), il 26/11/07 l'allarme è relativo alle ore 8 (1 evento) e il 03/12/07 per le ore 14 e 15 (2 eventi). In tutti i casi segnalati la Direzione Lavori ha inviato comunicazioni nelle quali dichiara che nelle ore e nelle date indicate non erano in corso attività che potevano dare luogo ad emissioni di polveri.

Soglia di medio periodo (31): si tratta di superamenti dovuti a situazioni critiche ambientali non riconducibili alle attività di cantiere.

Le Figg. 2.1 e 2.2 riportano rispettivamente il giorno e la settimana "tipo" riferiti al quadrimestre considerato. Nei grafici sono riportati anche gli andamenti dell'umidità relativa.

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

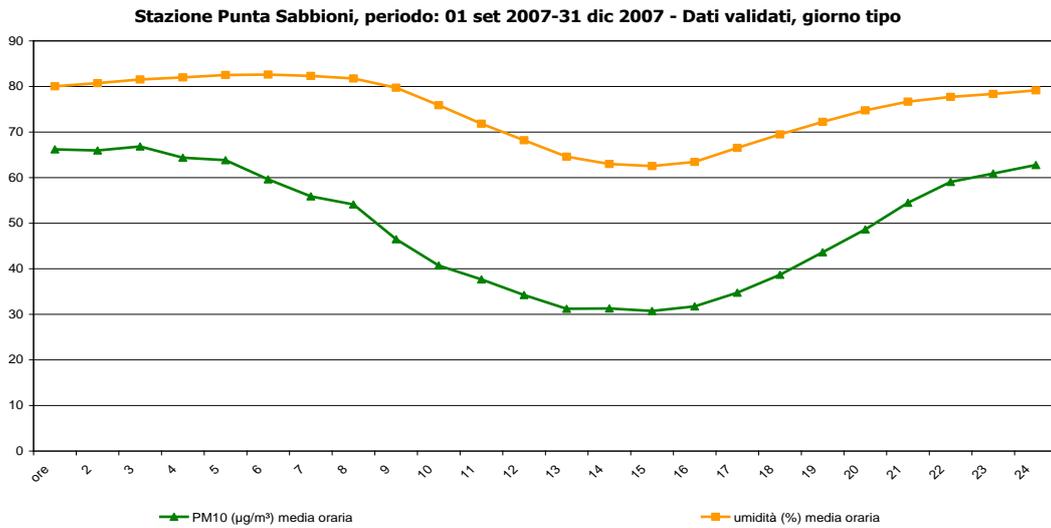


Fig. 2.1 – Giorno “tipo” settembre-dicembre 2007

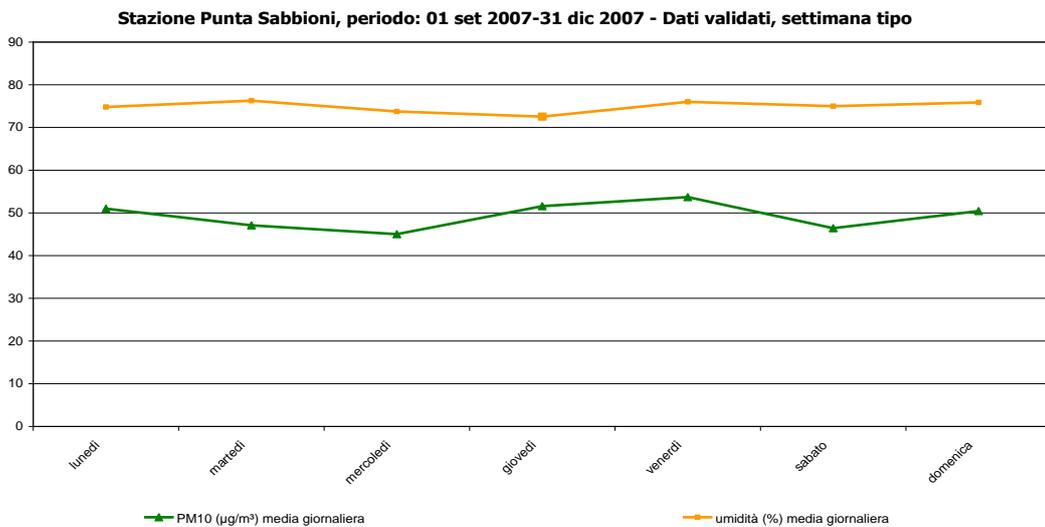


Fig. 2.2 – Settimana “tipo” Settembre-Dicembre 2007

La Fig. 2.1 indica una stretta correlazione nel giorno “tipo” fra l’umidità relativa e la concentrazione di PM10 che tende a diminuire a partire dalle 8 del mattino e a crescere a partire dalle 18.

Le Figg. 2.3 e 2.4 riportano rispettivamente la rosa dei venti e la correlazione fra la direzione del vento e la concentrazione di PM10.

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

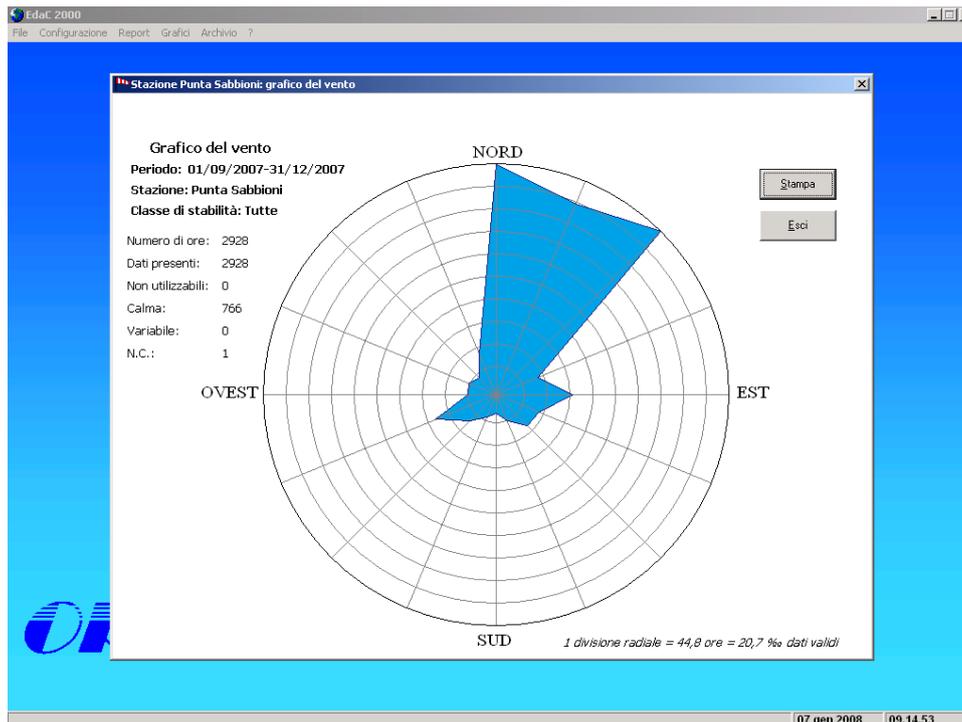


Fig. 2.3 - Direzione del vento

La Fig. 2.4 mostra l'andamento della concentrazione di PM10 in funzione della direzione del vento.

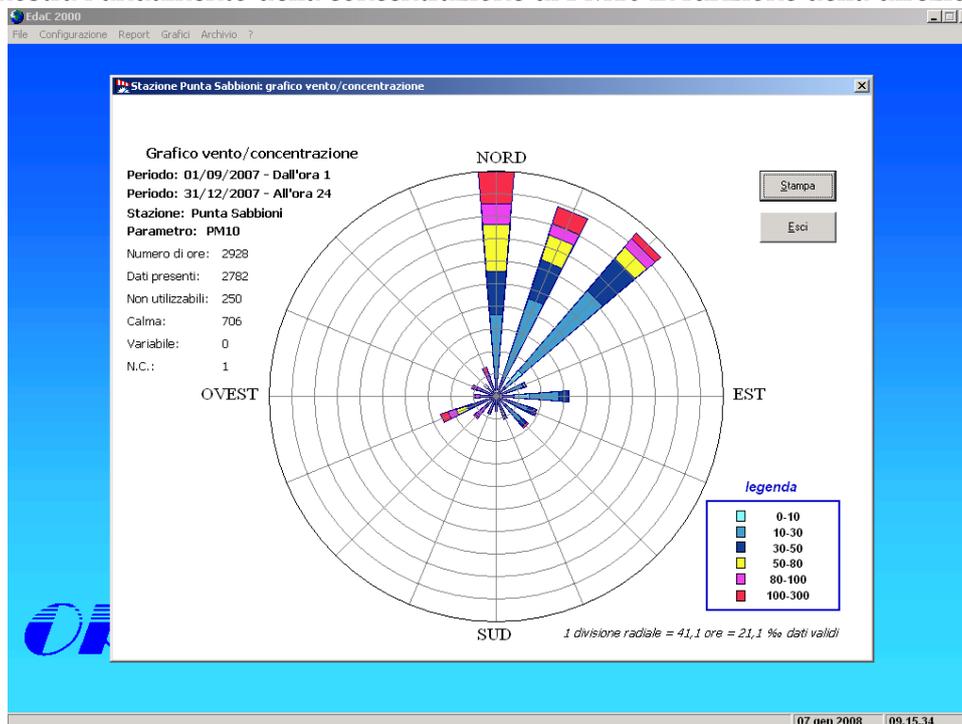


Fig. 2.4 - Concentrazione di PM10 e direzione del vento

Una analisi più dettagliata sull'influenza locale delle attività associate al cantiere di Treporti può essere eseguita confrontando le medie orarie di PM10 relative ai periodi orari di attività/non attività del cantiere. In particolare il confronto viene svolto considerando l'intervallo orario dalle

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

ore 08 alle ore 20 (quindi durante le ore lavorative e dove l'umidità relativa tende ad essere minore).

Si confrontano pertanto le medie orarie di PM10 (nell'intervallo orario 08-20) nei giorni di interruzione dei lavori (festivi e chiusura per ferie) con le medie orarie (sempre nello stesso intervallo temporale) nei giorni di attività lavorativa. Il giorno di sabato è stato escluso da entrambe le serie. La direzione del vento considerata è quella che comprende tutto il settore angolare dove sono presenti le attività del cantiere di Treporti (170-360 gradi), mentre per quanto riguarda l'intensità del vento si sono considerati valori superiori a 0.2 m/s.

Media periodo festivo: **48** $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (53 ore) Deviazione standard: **30** $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Media periodo lavorativo: **45** $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (316 ore) Deviazione standard: **34** $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Non si evidenziano influssi delle attività di cantiere a livello macroscopico sull'area monitorata per quanto riguarda il PM10. Le Figg. 2.5 e 2.6 riportano i grafici del confronto fra le medie orarie del PM10 nei giorni lavorativi con quelle relativi ai giorni festivi (sempre nei periodi orari già indicati) in funzione dell'umidità relativa (Fig.2.5) e della velocità del vento (Fig.2.6).

PM10 settore 170-360 gradi

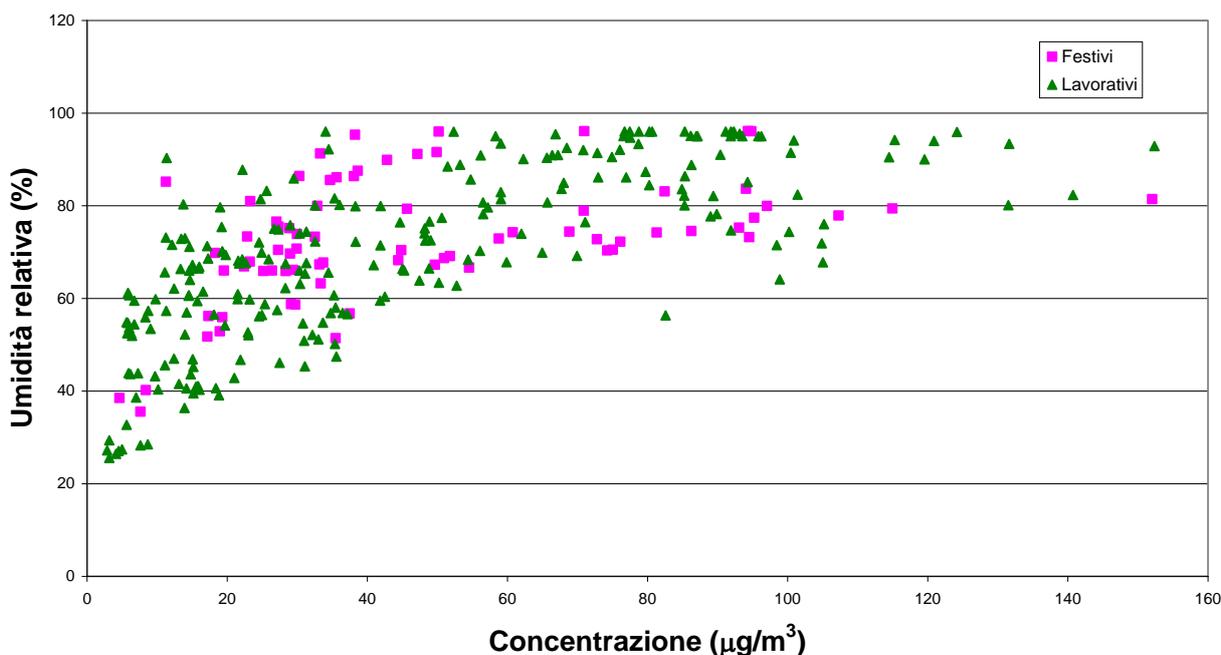


Fig. 2.5 - Correlazione fra umidità relativa percentuale (RH%) e valori di concentrazione di particolato

PM10 settore 170-360 gradi

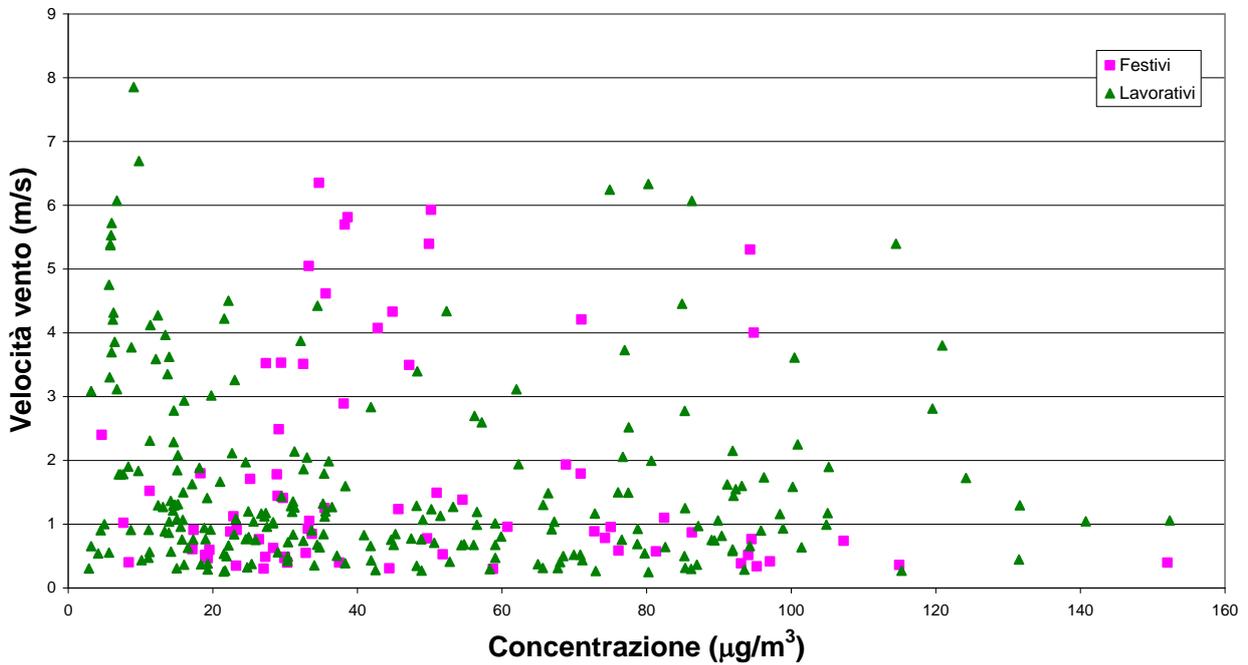


Fig. 2.6 - Correlazione fra velocità del vento e valori di concentrazione di particolato

La Fig. 2.7 riporta il grafico di confronto fra le varie stazioni della rete di monitoraggio ARPAV nel comune di Venezia con la stazione di Punta Sabbioni.

PM10 A.R.P.A.V.

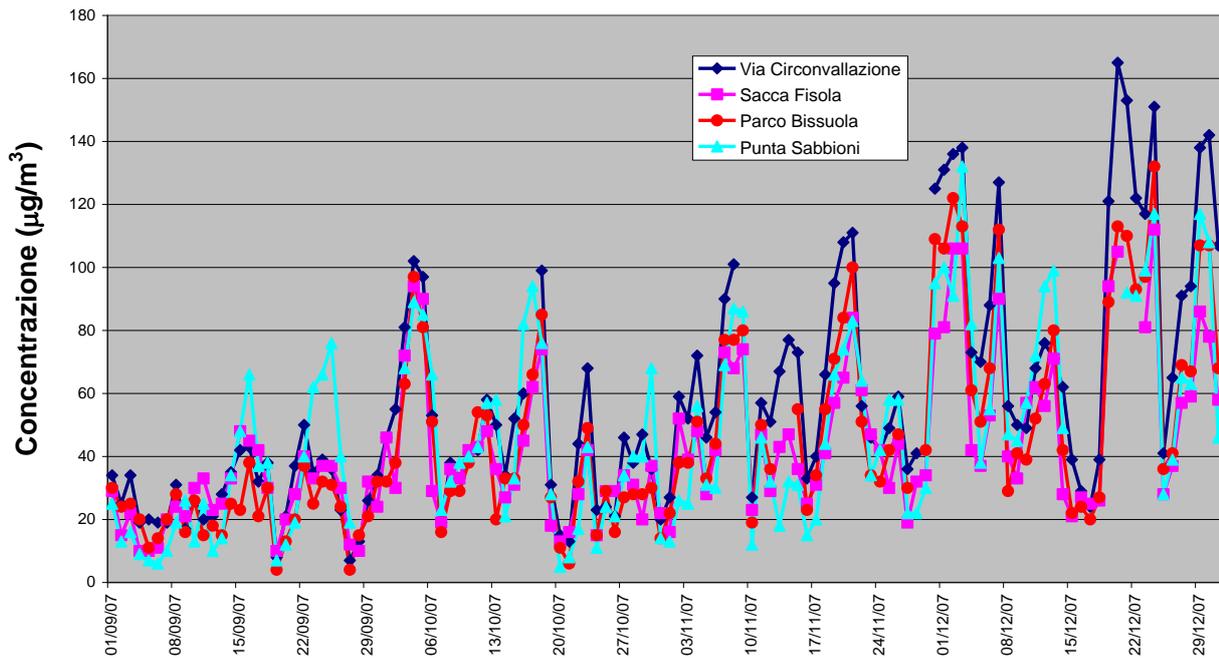


Fig. 2.7 - Confronto fra la stazione di Punta Sabbioni e la rete di monitoraggio ARPAV

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

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

In Fig. 2.8 è riportato il confronto con alcune stazioni ARPA, Padova e Rovigo per la regione Veneto e Reggio Emilia per la regione Emilia Romagna, per stimare indicativamente quanto è spazialmente distribuita la correlazione del PM10 nell'area padana. Le stazioni scelte per il confronto sono le seguenti:

Padova - Loc. Arcella

Indirizzo: Via Aspetti

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

Tipo di stazione: traffico

Tipo di zona: urbana

Padova - Loc. Mandria

Indirizzo: Via Ca' Rasi

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

Tipo di stazione: background

Tipo di zona: suburbana

Rovigo - Centro

Indirizzo: Largo Martiri

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

Tipo di stazione: traffico

Tipo di zona: urbana

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

Reggio Emilia - Risorgimento

Tipo di stazione: traffico

Tipo di zona: urbana

Reggio Emilia - Viale Timavo

Tipo di stazione: traffico

Tipo di zona: urbana

Reggio Emilia - San Lazzaro

Tipo di stazione: background

Tipo di zona: suburbana

La tabella seguente (Tab. 2.3) riporta le medie nel quadrimestre per le stazioni ARPA considerate:

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

Tab. 2.3 – Medie di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del quadrimestre presso le stazioni ARPA considerate

	Bissuola	Circonv.	Sacca Fisola	Punta Sabbioni	Padova (Mandria)	Padova (Arcella)	Reggio Emilia (V.Ris.)	Reggio Emilia (Timavo)	Reggio Emilia (San Lazz.)	Rovigo (Centro)
Media PM10	45	57	42	47	52	ND	38	56	41	46

ND - Dato non disponibile (a partire dal 25 ottobre non sono stati più resi disponibili)

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

Sacca Fisola: 0.88 Bissuola: 0.88 Circonvallazione: 0.85

Mandria (PD): 0.83 Arcella (PD): ND Rovigo Centro (RO): 0.77

San Lazzaro (RE): 0.62 Timavo (RE): 0.45 Risorgimento (RE): 0.46

PM10

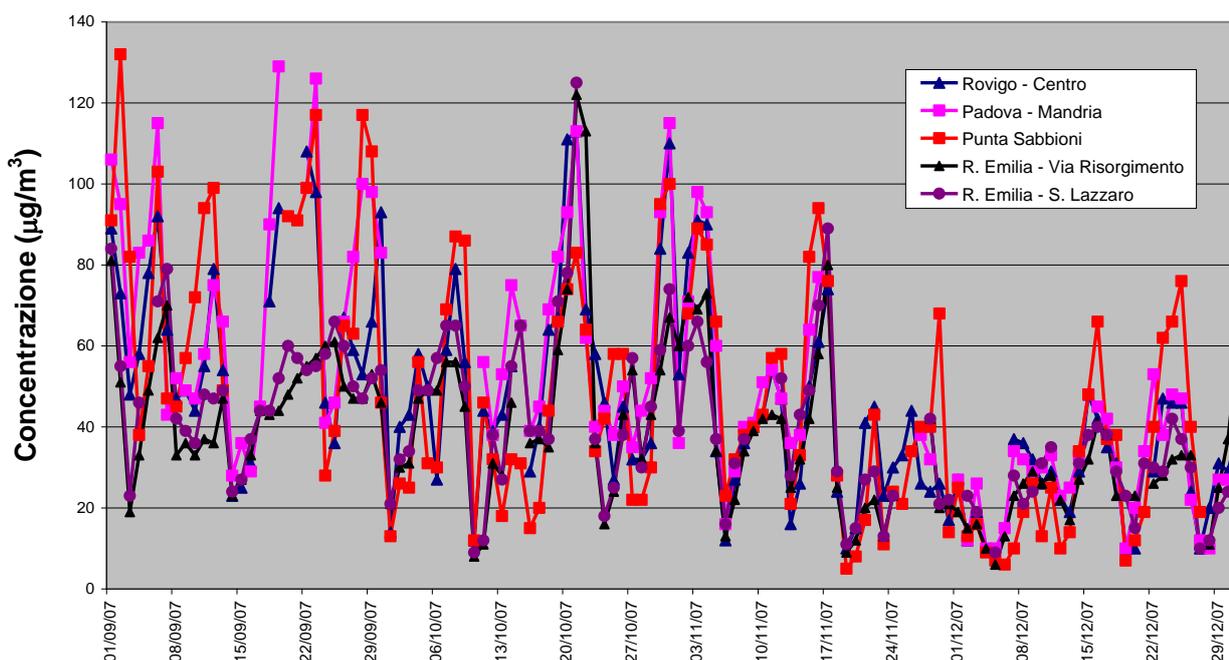


Fig. 2.8 – Confronto fra le concentrazioni di PM10 ottenute da stazioni di monitoraggio sia della regione Veneto che della regione Emilia Romagna.

2.2 Monitoraggio delle polveri ambientali

Il monitoraggio delle polveri ambientali, in aggiunta alla stazione fissa, prevede l'esecuzione di alcune misure presso i punti critici di emissione e presso i possibili recettori. Le modalità indicate nel DT prevedono la realizzazione di tali misure con cadenza mensile (un intervento al mese presso la bocca di Punta Sabbioni e un intervento al mese presso la bocca di Malamocco) mediante

CORILA

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

due misuratori in tempo reale di particolato PM10 (Dust Trak - TSI, Inc.) basati sul principio della nefelometria, con frequenza di acquisizione di un dato al minuto. Ogni intervento ha una tempo di campionamento, uguale e simultaneo fra i due misuratori, di 36-48 ore.

Per la bocca di Punta Sabbioni il punto critico di emissione è situato all'interno del cantiere (terrapieno Sud), mentre la postazione del recettore sensibile è stata individuata, a partire dal mese di Ottobre, presso il Ristorante "Al Bacaro" (POLV.18, si veda l'Allegato 2). Nelle Fig. 2.10 e 2.11 sono mostrate le postazioni dei campionatori rispettivamente a Punta Sabbioni e a Malamocco.

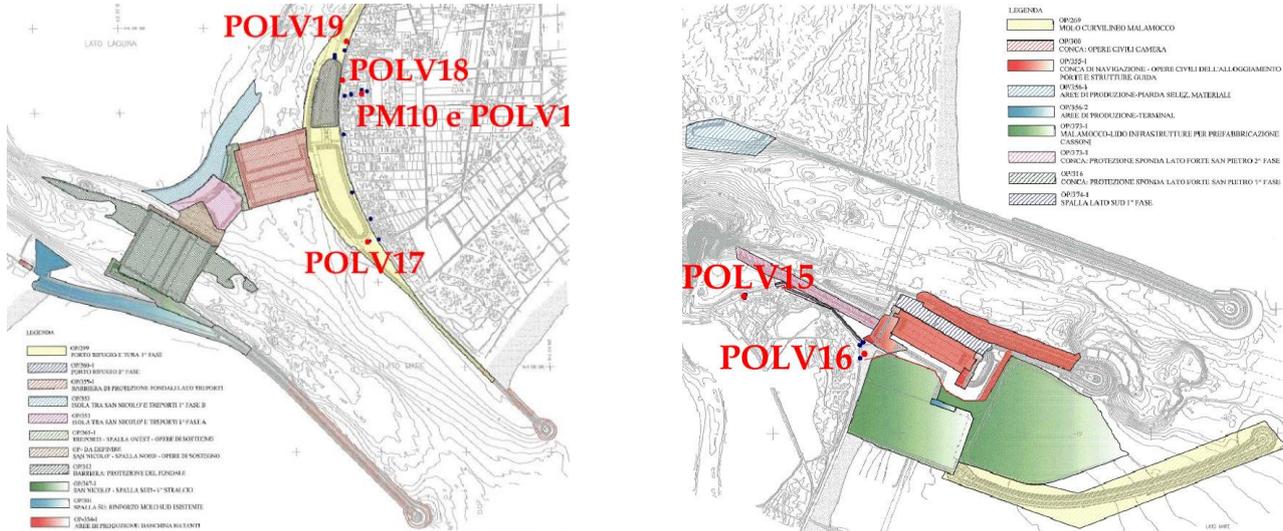


Fig. 2.9 - Mappe con le stazioni per il monitoraggio dell'aria (in blu): a sinistra bocca di Lido, a destra bocca di Malamocco. In rosso le stazioni in cui è avvenuto il campionamento



Fig. 2.10 – Monitoraggio con il Dust Trak a Punta Sabbioni: Al Bacaro (sinistra), Terrapieno Sud (destra).

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



Fig. 2.11 - Monitoraggio con il Dust Trak a Malamocco: Interno cantiere (sinistra), Santa Maria al Mare (destra).

I periodi di misura a Punta Sabbioni sono stati scelti tenendo conto dei giorni di passaggio, Lungomare Dante Alighieri, dei mezzi terrestri diretti al cantiere. L'analisi dei risultati, relativi anche agli altri inquinanti monitorati, è presentata nell'Allegato 1.

Settembre: nessun evento da correlare.

Ottobre: passaggio di mezzi terrestri in data 18/10/2007 (Allegato 1).

Novembre: passaggio di mezzi terrestri in data 29/11/2007 (Allegato 1).

Dicembre: passaggio di mezzi terrestri in data 05/12/2007 (Allegato 1).

Per quanto riguarda le misure effettuate a Malamocco si sottolineano le misure svolte nel mese di Novembre e nel mese di Dicembre (Fig. 2.12) che presentano due picchi di concentrazione anomali: a Novembre per entrambe le stazioni di misura, mentre a Dicembre solo per la stazione all'interno del cantiere.

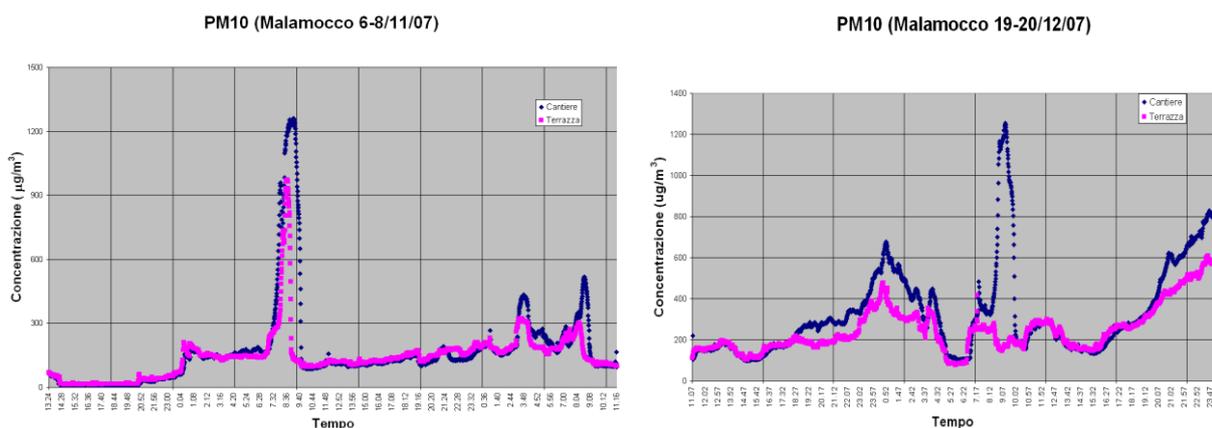


Fig. 2.12 - Misure di PM10 a Malamocco effettuate nel mese di Novembre (sinistra) e a Dicembre (destra)

Nel Rapporto Mensile di Novembre 2007 è stata presentata l'analisi dell'evento che determina un contributo relativo percentuale della concentrazione di PM10, dovuta al picco, sulla media giornaliera pari a circa il 13% (media giornaliera di 167 µg/m³ e di 146 µg/m³ escludendo il picco) per le misure alla stazione POLV15. Mentre alla stazione POLV16 il contributo risulta del 35%

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

(media giornaliera di 205 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e di 135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ escludendo il picco). La Figura 2.13 riporta l'andamento delle concentrazioni per le due stazioni di misura con la direzione e la velocità del vento.

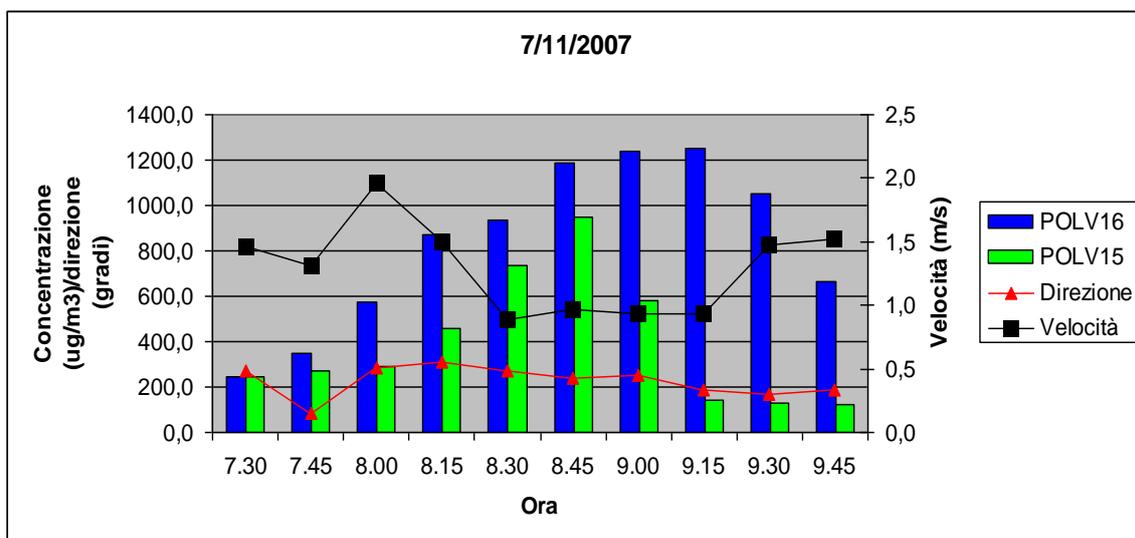


Fig. 2.13 - Analisi dell'andamento delle concentrazioni di PM10 per il giorno 7/11/2007

La direzione prevalente di provenienza del vento, durante il picco, è da Ovest/Sud-Ovest. Per quanto riguarda l'evento di Dicembre il picco di concentrazione è rilevato solo presso la stazione di misura all'interno del cantiere (POLV16). L'evento, in data 20/12/07, ha avuto inizio verso le ore 8:45 ed è terminato alle ore 9:47 (circa un'ora di differenza rispetto all'analogo evento di Novembre). L'incremento sulla concentrazione media giornaliera, dovuto al picco, è risultato in circa l'8% (media giornaliera di 387 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e di 356 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ escludendo il picco). In questo caso la direzione di provenienza del vento è da Ovest, mentre l'intensità del vento è maggiore in questo evento rispetto a quello di Novembre.

La Figura 2.14 riporta l'andamento delle concentrazioni per le due stazioni di misura con la direzione e la velocità del vento.

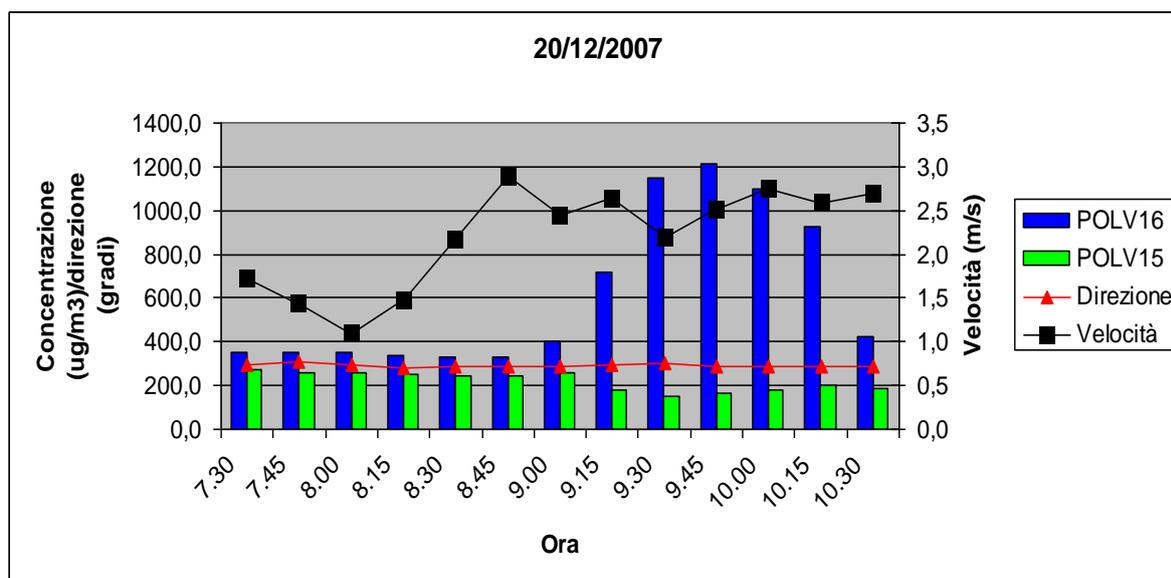


Fig. 2.14 - Analisi dell'andamento delle concentrazioni di PM10 per il giorno 20/12/2007

2.3 Gravimetrie

Le determinazioni gravimetriche consistono in un confronto fra il metodo ottico di misura, utilizzato presso la stazione di Punta Sabbioni (stazione PM10, Allegato 2), e quello gravimetrico (considerato di riferimento). La prima campagna di calibrazione è stata effettuata dal 10/10/2007 al 22/10/2007.

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: 20C + 1C, umidità relativa: 50% + 5% come previsto dal DM n.60). Le pesate sono state svolte con bilancia analitica a 5 cifre decimali. L'intera procedura di condizionamento é stata effettuata presso il Dipartimento di Scienze Ambientali, Ca' Foscari, Università di Venezia.

Risultati della calibrazione

La tabella seguente (Tab. 2.4) riporta le masse pesate sui filtri, le relative concentrazioni e le concentrazioni medie ottenute con il campionatore in tempo reale (LSPM). Per completezza si riporta la media giornaliera dell'umidità relativa.

Tabella 2.4 – Risultati prima campagna di calibrazione

Filtro	Diff. Peso (gr)	Volume (m ³)	Conc. Grav. (µg/m ³)	Conc. LSPM (µg/m ³)	Umidità Rel. (%)
16	0,00128	55,2	25	36	65
17	0,00169	55,2	32	46	65
18	0,00185	55,2	34	57	70
19	0,00158	55,2	30	56	77
20	0,001	55,2	20	27	65
21	0,00104	55,2	20	30	68
22	0,00173	55,2	32	67	74
23	0,00235	55,2	45	126	82
24	0,00315	55,2	58	124	83
25	0,00137	55,2	26	49	84
26	0,00049	55,2	10	9	60
27	0,0003	55,2	7	6	51
28	0,00047	55,2	10	11	54

La media della concentrazione di PM10 durante il periodo di misura risulta pari a 27 µg/m³ con la tecnica gravimetrica e 50 µg/m³ con la tecnica ottica (LSPM).

La Fig. 2.15 riporta la curva di calibrazione escludendo i filtri 23, 24, 25 (cioè quelli con umidità relativa più elevata). Il valore di R² risulta pari a 0.94.

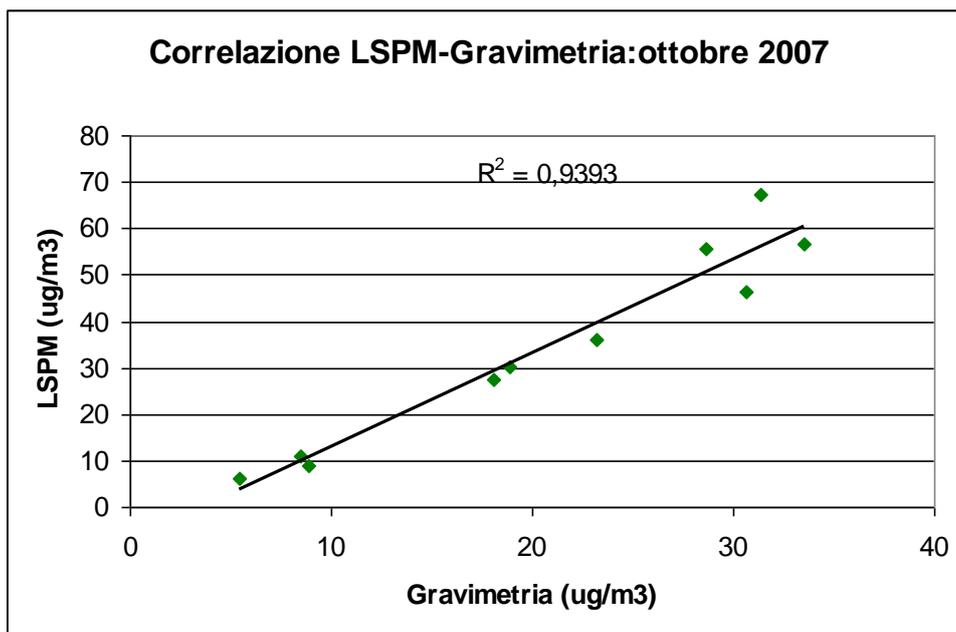


Fig. 2.15 - Correlazione fra le gravimetrie e le misure del campionatore automatico

La campagna di calibrazione ha evidenziato una buona correlazione fra misure ottiche e gravimetriche (tecnica di riferimento normativo) ma con una sovrastima eccessiva della concentrazione misurata con l'Air Genius. A partire dal 01/11/07 i dati sono stati corretti con il nuovo fattore di calibrazione.

2.4 Metalli

In questo rapporto si riportano i risultati delle analisi del contenuto di metalli pesanti nel PM10 eseguite nel quadrimestre in oggetto. Sono disponibili le campagne di misura condotte a Punta Sabbioni (07 - 19 Settembre 2007), a Chioggia (07 - 16 Settembre 2007) e a Malamocco (26 Settembre - 09 Ottobre 2007). Per le misure del contenuto di metalli nel PM10 (campagna jolly di 28 novembre-12 dicembre 2007 a Punta Sabbioni) occorre attendere le analisi chimiche. I metalli pesanti analizzati sono stati: Vanadio (V), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Cobalto (Co), Nichel (Ni), Rame (Cu), Zinco (Zn), Arsenico (As), Molibdeno (Mo), Cadmio (Cd), Antimonio (Sb), Tallio (Tl) e Piombo (Pb). Le stazioni sono ubicate in (coordinate in Allegato 2):

- Bocca di Lido: strumento posizionato all'interno del Circolo SO.CI.VE. di Punta Sabbioni;
- Bocca di Malamocco: strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare;
- Bocca di Chioggia: strumento posizionato nell'area di cantiere di Sottomarina, dietro il prefabbricato a sinistra dell'entrata.

I dati meteorologici di riferimento utilizzati sono quelli della stazione di misura di Punta Sabbioni per i rilevamenti in loco e quelli provenienti dalla stazione MAV di Ceppe (forniti dal CVN) per Malamocco e Chioggia ad esclusione dei dati di precipitazione che sono invece riferiti alla stazione di Punta Sabbioni per tutte le campagne di misura delle concentrazioni di metalli pesanti.

Le analisi per le determinazioni analitiche sono state effettuate presso l'Istituto Dinamica Processi Ambientali (IDPA) del CNR di Venezia. Attualmente sono disponibili i risultati relativi alle campagne di Malamocco e Chioggia. La metodologia analitica seguita prevede che i campioni di

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

PM10, raccolti su filtri di esteri misti di cellulosa (Sartorius) ed esposti per 24 ore, siano sottoposti a digestione acida per riscaldamento tramite forno a microonde (Milestone, ETHOS 1) e disgregati con una miscela costituita da 5 ml di HNO₃ ultrapuro (Romil) 2 ml di acqua ultrapura (grado Milli-Q) e 1 ml di HF ultrapuro (Romil). Il programma di riscaldamento utilizzato è costituito dai seguenti stadi:

- 1) rampa di temperatura da 0 a 100 °C della durata di 5 min;
- 2) 5 min a 100 °C;
- 3) rampa di temperatura da 100 °C a 120°C della durata di 5 min;
- 4) 5 min a 120 °C;
- 5) rampa di temperatura da 120 °C a 140°C della durata di 5 min;
- 6) 5 min a 140°C;
- 7) rampa di temperatura da 140 °C a 160°C della durata di 5 min;
- 8) 5 min a 160 °C;
- 9) rampa di temperatura da 160°C a 180°C della durata di 5 min;
- 10) 10 min a 180 °C.

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

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

2.4.1 Campagna di misura a Punta Sabbioni

Sono state elaborate le analisi dei metalli pesanti contenuti nel PM10 per la campagna di misura svolta a Punta Sabbioni nel periodo 07 - 19 Settembre 2007. I dati meteorologici sono riportati nella Tabella 2.5. In particolare, i dati utilizzati sono quelli della stazione meteorologica di Punta Sabbioni. Dall'analisi della tabella si osserva che ci sono state precipitazioni nel periodo di campionamento compreso tra il 17/09/2007 e il 18/09/2007, con un massimo di precipitazione (18.6 mm) il 17/09/2007. Le direzioni di vento prevalenti sono dal settore NE-SSE. I venti sono generalmente deboli o moderati; il 19/09/2007 è il giorno con la maggiore intensità del vento.

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

Le concentrazioni dei metalli nel PM10 rilevate a Punta Sabbioni sono riportate in Tabella 2.6, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 2.8 e sono evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle Tabelle 2.7 e 2.9 sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi espressi rispettivamente in termini di concentrazione ed in termini relativi. Si fa presente che in alcuni casi il livello di concentrazione non era quantificabile in maniera affidabile rispetto al fondo (filtri bianchi). In questi casi è stata riportata la dicitura N.R. nelle tabelle e tali giorni non sono inclusi nelle medie.

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

I livelli di concentrazione dei diversi metalli ed anche del PM10 nei giorni festivi (assenza di attività di cantiere) sono analoghi a quelli dei giorni feriali in cui il cantiere era operativo.

Dall'analisi degli andamenti giornalieri dei livelli atmosferici di metalli pesanti si evince la presenza di picchi nelle direzioni fra NE e SE, considerando la postazione di misura le direzioni nelle quali il campionatore è sottovento rispetto al cantiere sono comprese fra 180 e 360 gradi, tali picchi non sembrano essere legati ad attività del cantiere. I dati inoltre indicano che le direzioni associate alla posizione del cantiere non sono sostanzialmente presenti durante la raccolta dei campioni.

Le concentrazioni osservate nei giorni festivi sono in linea, ed in taluni casi superiori, a quelle osservate nei giorni feriali in cui è presente attività di cantiere.

Tab. 2.5 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Punta Sabbioni. In rosso il giorno festivo (09/09/07 e 16/09/07). Con (*) sono contrassegnate le direzioni del vento che risultano variabili.

Data	Direzione prevalente	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m ³)
07/09/07	ESE	112.5	0.0	0.96	21.4
08/09/07	SE (*)	135	0.0	2.09	14.7
09/09/07	ESE	112.5	0.0	1.93	14.3
10/09/07	NE (*)	45	0.0	3.32	14.3
11/09/07	S	180	0.0	3.58	21.0
12/09/07	S (*)	180	0.0	2.23	14.8
13/09/07	SSE (*)	157.5	0.0	1.58	17.6
14/09/07	SE	135	0.0	1.87	15.1
15/09/07	ESE	112.5	0.0	1.84	21.7
16/09/07	SSE	157.5	0.2	1.42	24.1
17/09/07	E	90	18.6	1.03	25.5
18/09/07	NE	45	12.0	2.25	30.4
19/09/07	ENE	67.5	0.0	3.72	18.2

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

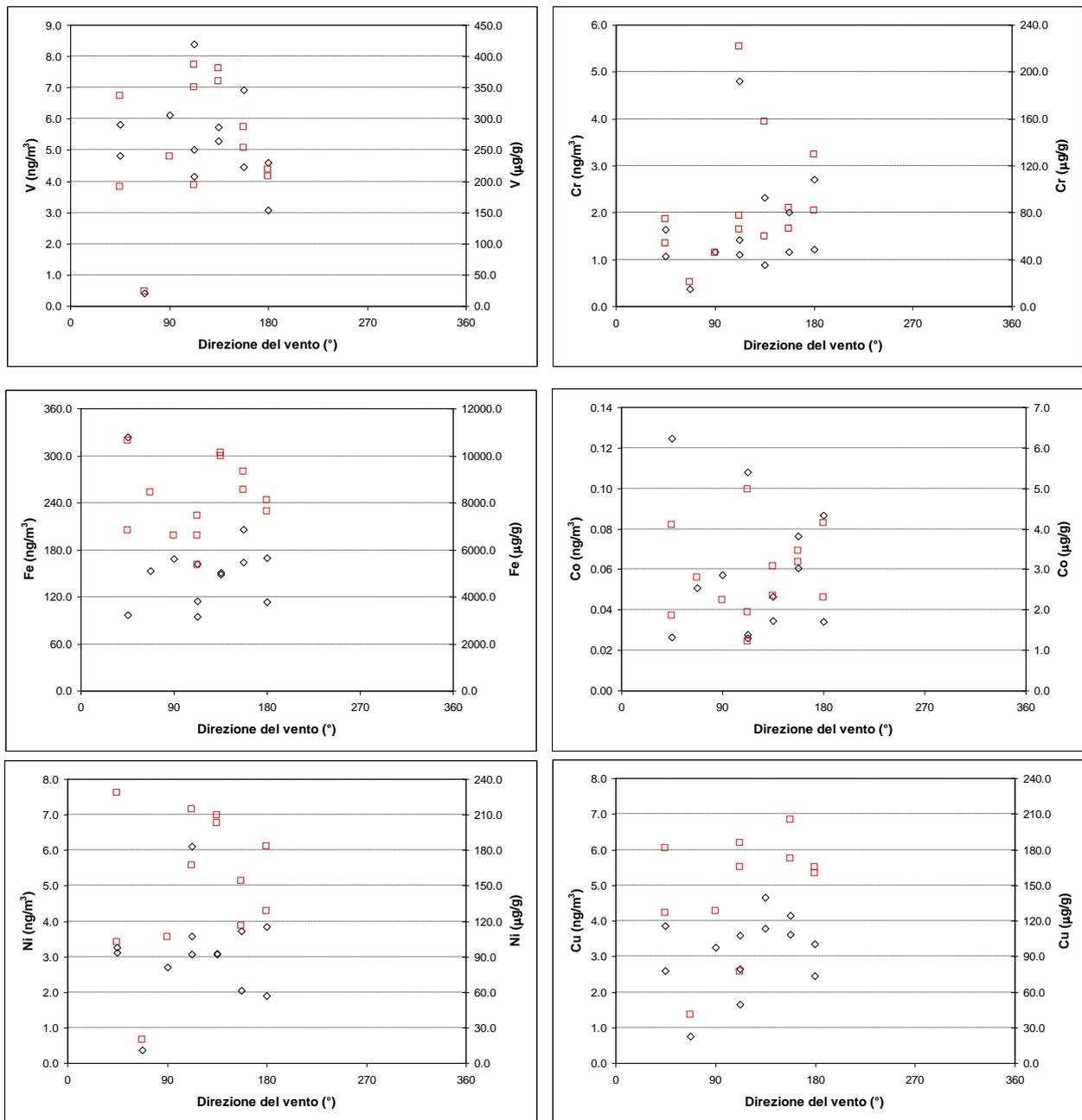


Fig. 2.16 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative.

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

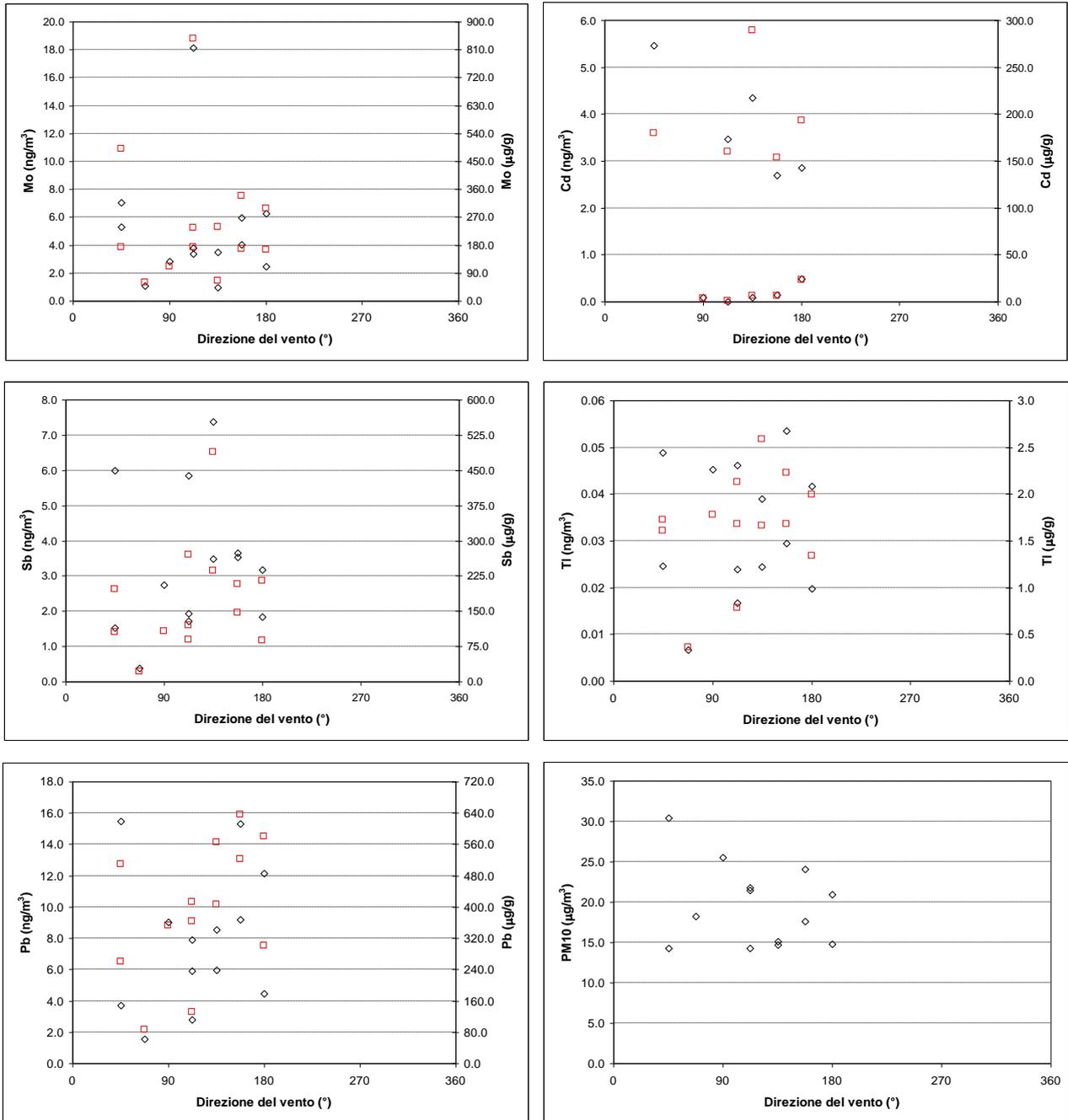


Fig. 2.17 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, Tl, Pb e PM10. In rosso le concentrazioni relative.

CORILA

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

Tab. 2.6 Concentrazioni dei metalli nel PM10 a Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi. (*) Campionato per circa 8 ore.

Data	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM10 (µg/m ³)
07/09/07	4.1	1.4	114.8	0.03	3.6	1.7	1.1	N.R.	18.1	N.R.	1.9	0.02	2.8	21.4
08/09/07	5.3	2.3	149.0	0.03	3.1	3.8	6.7	0.05	3.5	0.1	3.5	0.02	6.0	14.7
09/09/07	5.0	1.1	94.4	0.03	3.1	2.6	3.1	N.R.	3.3	0.01	1.7	0.02	5.9	14.3
10/09/07	4.8	1.1	97.4	0.03	3.3	2.6	4.4	N.R.	7.0	N.R.	1.5	0.02	3.7	14.3
11/09/07	4.6	2.7	170.1	0.09	3.8	3.4	14.1	N.R.	6.3	0.5	1.8	0.04	12.1	21.0
12/09/07	3.1	1.2	113.1	0.03	1.9	2.4	4.1	0.5	2.5	2.9	3.2	0.02	4.5	14.8
13/09/07	4.5	1.2	163.8	0.06	2.0	3.6	9.3	0.5	6.0	2.7	3.6	0.03	9.2	17.6
14/09/07	5.7	0.9	150.5	0.05	3.1	4.7	12.4	1.1	1.0	4.3	7.4	0.04	8.5	15.1
15/09/07	8.4	4.8	161.5	0.11	6.1	3.6	6.5	0.9	3.8	3.5	5.9	0.05	7.9	21.7
16/09/07	6.9	2.0	205.6	0.08	3.7	4.1	20.6	0.05	4.0	0.1	3.5	0.05	15.3	24.1
17/09/07	6.1	1.2	168.7	0.06	2.7	3.3	7.9	0.3	2.8	0.1	2.7	0.05	9.0	25.5
18/09/07	5.8	1.6	323.4	0.12	3.1	3.9	18.7	2.7	5.3	5.5	6.0	0.05	15.5	30.4
19/09/07	0.4	0.4	153.5	0.05	0.4	0.7	1.9	N.R.	1.1	N.R.	0.4	0.01	1.6	18.3

Tab. 2.7 Concentrazioni medie dei metalli nel PM10 a Punta Sabbioni.

Data	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM10 (µg/m ³)
Media	5.0	1.7	158.9	0.06	3.1	3.1	8.5	0.8	5.0	2.0	3.3	0.03	7.8	19.5
Max	8.4	4.8	323.4	0.12	6.1	4.7	20.6	2.7	18.1	5.5	7.4	0.05	15.5	30.4
Min	0.4	0.4	94.4	0.03	0.4	0.7	1.1	N.R.	1.0	N.R.	0.4	0.01	1.6	14.3

CORILA

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

Tab. 2.8 - Concentrazioni relative dei metalli nel PM10 a Punta Sabbioni. In rosso i giorni festivi. (*) Campionato per circa 8 ore.

Data	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
07/09/07 (*)	193.7	65.8	5359.2	1.2	167.0	77.3	51.7	N.R.	845.8	N.R.	90.4	0.8	131.6
08/09/07	360.0	157.6	10132.8	2.3	209.3	257.6	455.3	3.2	237.8	6.3	237.0	1.7	406.9
09/09/07	350.8	77.1	6621.1	1.9	214.8	185.7	215.8	N.R.	234.9	0.5	119.7	1.7	413.0
10/09/07	337.1	74.6	6814.6	1.9	228.0	181.4	306.9	N.R.	491.8	N.R.	106.6	1.7	259.9
11/09/07	219.2	129.5	8116.6	4.1	183.2	159.9	670.9	N.R.	299.1	23.0	87.8	2.0	579.8
12/09/07	207.4	81.8	7636.6	2.3	128.6	165.1	273.8	35.2	166.2	193.1	214.9	1.3	301.0
13/09/07	253.8	66.2	9323.0	3.5	116.3	205.0	529.7	29.7	339.1	153.6	207.7	1.7	523.3
14/09/07	380.9	59.3	9994.6	3.1	202.9	309.1	824.4	75.6	64.0	288.8	489.8	2.6	565.6
15/09/07	386.1	221.4	7433.9	5.0	281.4	165.0	299.2	41.2	174.2	159.7	269.6	2.1	362.8
16/09/07	287.2	83.7	8535.3	3.2	154.0	172.0	854.6	1.9	168.0	6.1	146.6	2.2	635.8
17/09/07	239.5	45.4	6617.8	2.3	106.2	127.7	311.6	11.9	110.0	3.2	107.3	1.8	353.5
18/09/07	191.0	54.0	10641.5	4.1	102.1	126.7	613.7	88.4	173.7	179.9	197.2	1.6	509.9
19/09/07	23.5	20.7	8442.5	2.8	19.9	40.8	105.3	N.R.	59.9	N.R.	20.7	0.4	86.8

Tab. 2.9 - Concentrazioni relative medie dei metalli nel PM10 a Punta Sabbioni.

Data	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	263.9	87.5	8128.4	2.9	162.6	167.2	424.1	35.9	258.8	101.4	176.6	1.7	394.6
Max	386.1	221.4	10641.5	5.0	281.4	309.1	854.6	88.4	845.8	288.8	489.8	2.6	635.8
Min	23.5	20.7	5359.2	1.2	19.9	40.8	51.7	N.R.	59.9	N.R.	20.7	0.4	86.8

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

2.4.2 Campagna di misura a Chioggia

Sono state elaborate le analisi dei metalli pesanti contenuti nel PM10 per la campagna di misura a Chioggia del periodo 07 - 16 Settembre 2007. Nella Tabella 2.10 è riportato un riassunto delle condizioni meteorologiche medie di ogni giorno di campionamento. I dati utilizzati sono quelli della stazione meteorologica di Ceppe. Dall'analisi della tabella si osserva che tutto il periodo di campionamento è caratterizzato da assenza di precipitazioni. L'intensità del vento è generalmente modesta con un valore massimo nel giorno 10/09/2007. Infine, per quanto riguarda la direzione di provenienza del vento, è possibile affermare che in tutto il periodo di misura la direzione prevalente e compresa nel settore 0° e 180°.

Le concentrazioni dei metalli nel PM10 rilevate a Chioggia sono riportate in Tabella 2.11, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 2.13 e sono evidenziati in rosso i giorni festivi. Sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi nelle Tabelle 2.12 e 2.14. Si fa presente che in alcuni casi il livello di concentrazione non era quantificabile in maniera affidabile rispetto al fondo (filtri bianchi). In questi casi è stata riportata la dicitura N.R. nelle tabelle e tali giorni non sono inclusi nelle medie.

Nelle Figure 2.18 e 2.19 si riportano le correlazioni fra il PM10, le relative concentrazioni di metalli, in termini di concentrazione assoluta e concentrazione relativa, e le direzioni prevalenti del vento.

Le concentrazioni osservate nei giorni festivi sono in linea, ed in taluni casi superiori, a quelle osservate nei giorni feriali in cui è presente attività di cantiere.

Il giorno 11/09/2007 sono presenti dei picchi di alcuni metalli ed è un giorno con direzione del vento da SSO, essendo il cantiere posizionato nel settore compreso fra 350° e 70° i picchi in questione non sembrano relazionati ad attività di cantiere.

Tab. 2.10 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Chioggia. In rosso i giorni festivi (09/09/2007 e 16/09/2007). (*) Giorni con direzione del vento variabile.

Data	Direzione prevalente	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH ₂ O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m ³)
07/09/2007	E	90	0.0	2.29	41.6
08/09/2007	SE (*)	135	0.0	2.81	23.6
09/09/2007	E	90	0.0	3.27	18.9
10/09/2007	E	90	0.0	4.34	34.0
11/09/2007	SSO	202.5	0.0	3.99	111.9
12/09/2007	S (*)	180	0.0	3.17	20.9
13/09/2007	S (*)	180	0.0	2.47	13.4
14/09/2007	E (*)	90	0.0	2.53	30.9
15/09/2007	E	90	0.0	2.78	23.2
16/09/2007	N (*)	0	0.2	2.33	6.2

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

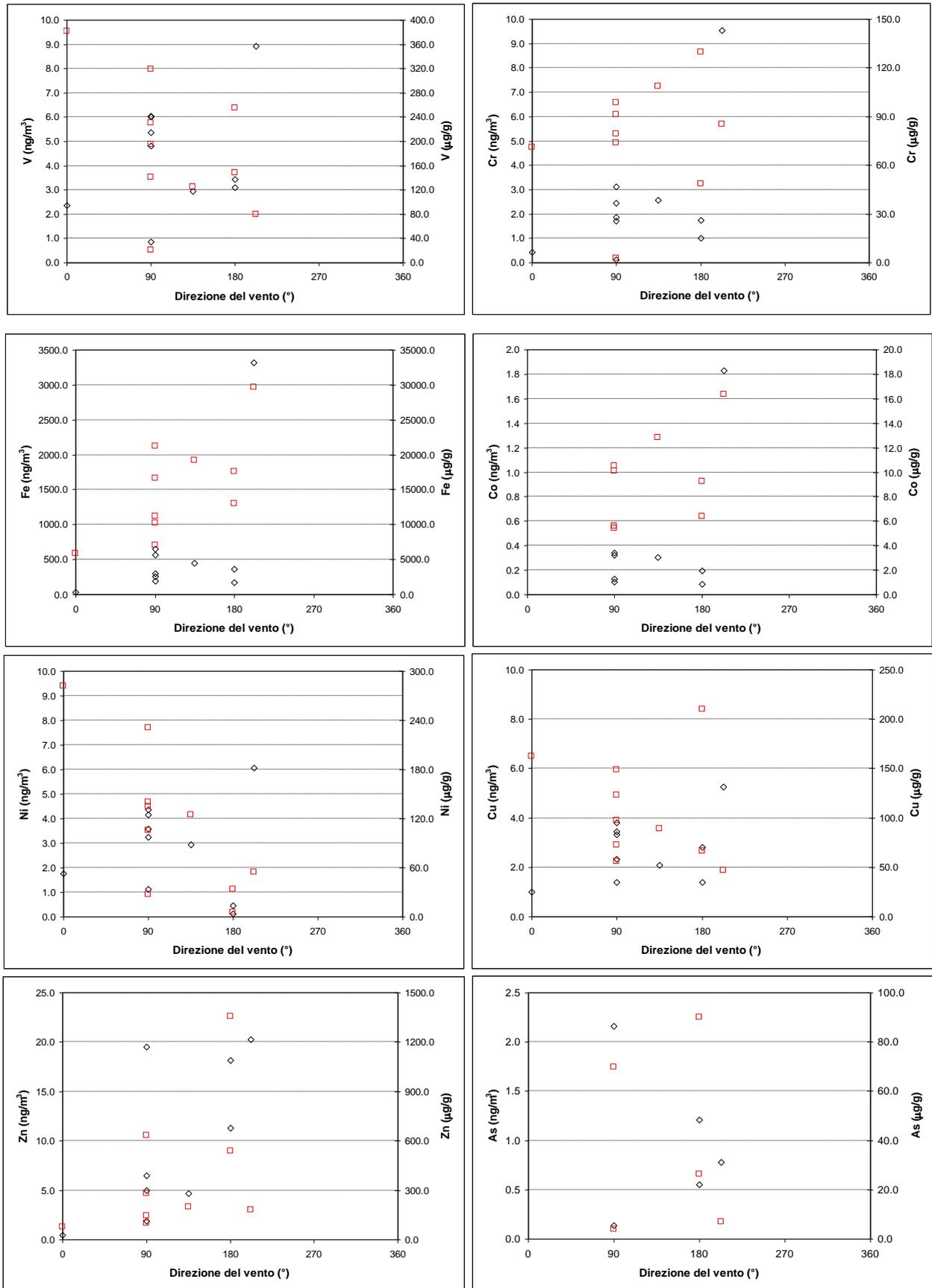


Fig. 2.18 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative.

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

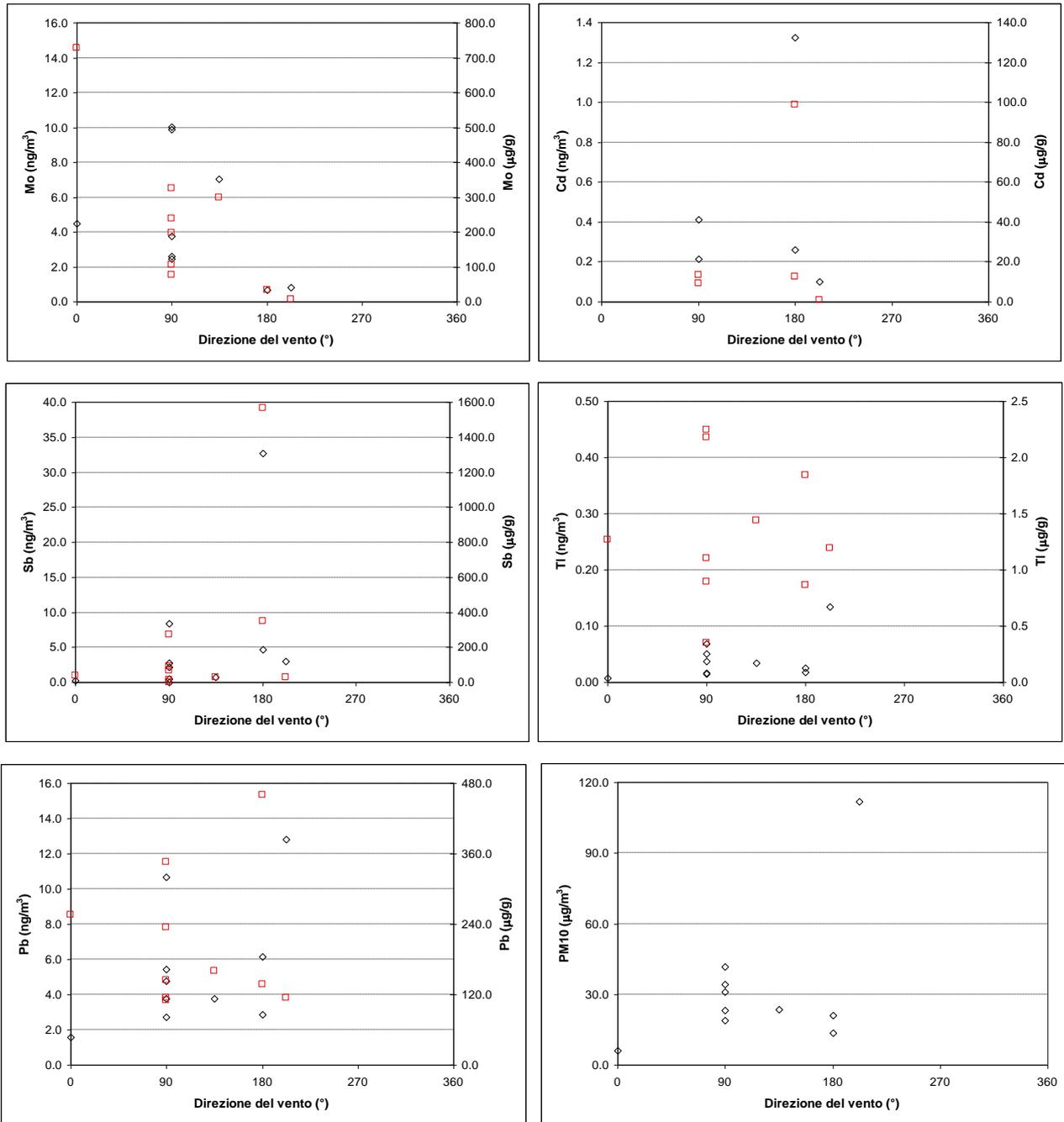


Fig. 2.19 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, TI, Pb e PM10. In rosso le concentrazioni relative.

CORILA

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

Tab. 2.11 - Concentrazioni dei metalli nel PM10 a Chioggia. In rosso i giorni festivi. (*) Campionato per circa 4 ore.

Data	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM10 (µg/m ³)
07/09/2007	0.9	0.1	293.6	N.R.	1.1	2.3	N.R.	N.R.	9.9	N.R.	2.8	0.01	4.7	41.6
08/09/2007	2.9	2.6	453.3	0.3	2.9	2.1	4.6	N.R.	7.0	N.R.	0.7	0.03	3.8	23.6
09/09/2007	6.0	1.9	193.6	0.1	4.4	1.4	1.9	N.R.	3.7	N.R.	0.04	0.02	2.7	18.9
10/09/2007	4.8	3.1	566.2	0.3	3.6	3.3	5.0	0.1	2.6	N.R.	0.4	0.04	3.8	34.0
11/09/2007	8.9	9.5	3317.4	1.8	6.1	5.3	20.3	0.8	0.8	0.1	3.0	0.13	12.8	111.9
12/09/2007	3.1	1.0	367.8	0.2	0.1	1.4	11.3	0.5	0.7	0.3	32.7	0.02	2.9	20.9
13/09/2007	3.4	1.7	174.7	0.1	0.5	2.8	18.2	1.2	N.R.	1.3	4.7	0.02	6.2	13.4
14/09/2007	6.0	2.4	654.6	0.3	4.2	3.8	19.5	2.2	10.0	0.4	8.4	0.07	10.7	30.9
15/09/2007	5.4	1.7	260.2	0.1	3.2	3.4	6.5	N.R.	2.4	0.2	2.1	0.05	5.4	23.2
16/09/2007	2.4	0.4	36.6	N.R.	1.7	1.0	0.5	N.R.	4.5	N.R.	0.2	0.01	1.6	6.2

Tab. 2.12 - Concentrazioni medie dei metalli nel PM10 a Chioggia.

Data	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM10 (µg/m ³)
Media	4.4	2.5	631.8	0.4	2.8	2.7	9.8	1.0	4.6	0.5	5.5	0.04	5.4	30.8
Max	8.9	9.5	3317.4	1.8	6.1	5.3	20.3	2.2	10.0	1.3	32.7	0.13	12.8	111.9
Min	0.9	0.1	36.6	N.R.	0.1	1.0	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	0.04	0.01	1.6	6.2

CORILA

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

Tab. 2.13 - Concentrazioni relative dei metalli nel PM10 a Chioggia. In rosso i giorni festivi. (*) Campionato per circa 4 ore.

Data	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
07/09/07	20.9	2.9	7056.9	N.R.	27.1	55.8	N.R.	N.R.	237.8	N.R.	66.4	0.3	114.1
08/09/2007	124.6	108.7	19181.1	12.8	124.2	88.8	196.8	N.R.	298.1	N.R.	29.9	1.4	159.6
09/09/2007	318.5	98.6	10220.5	5.4	231.2	72.8	101.0	N.R.	197.9	N.R.	1.9	0.9	143.7
10/09/2007	141.6	91.5	16642.8	10.1	105.0	97.5	145.9	4.0	76.6	N.R.	12.8	1.1	110.4
11/09/2007	79.7	85.2	29643.4	16.4	54.3	46.9	181.2	6.9	7.3	0.9	26.4	1.2	114.4
12/09/2007	148.7	48.6	17590.1	9.2	5.9	66.5	538.9	26.2	32.9	12.5	1564.7	0.9	137.0
13/09/2007	255.4	130.0	13015.7	6.4	34.1	210.1	1353.3	90.1	N.R.	98.7	349.1	1.8	459.3
14/09/2007	195.3	79.3	21219.5	10.5	135.0	122.9	633.0	69.9	324.9	13.4	273.4	2.2	345.4
15/09/2007	231.1	74.1	11227.5	5.6	139.8	148.8	281.1	N.R.	105.2	9.3	91.7	2.2	234.1
16/09/2007	381.9	71.2	5908.1	N.R.	282.0	162.3	77.5	N.R.	727.0	N.R.	38.1	1.3	255.1

Tab. 2.14 - Concentrazioni relative medie dei metalli nel PM10 a Chioggia.

Data	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	189.8	79.0	15170.6	9.6	113.9	107.3	389.8	39.4	223.1	27.0	245.4	1.3	207.3
Max	381.9	130.0	29643.4	16.4	282.0	210.1	1353.3	90.1	727.0	98.7	1564.7	2.2	459.3
Min	20.9	2.9	5908.1	N.R.	5.9	46.9	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	1.9	0.3	110.4

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

2.4.3 Campagna di misura a Malamocco

Sono state elaborate le analisi dei metalli pesanti contenuti nel PM10 per la campagna di misura a Malamocco condotta nel periodo fra il 26/09/2007 ed il 09/10/2007. Nella Tabella 2.15 è riportato un riassunto delle condizioni meteorologiche medie di ogni giorno di campionamento. I dati utilizzati sono quelli della stazione meteorologica di Ceppe. Si osserva che ci sono stati giorni di intense precipitazioni all'inizio del periodo di campionamento che include anche l'evento del 26/09/2007 in cui ci sono state precipitazioni molto intense su tutto il territorio Veneziano. In tali giorni le concentrazioni di aerosol atmosferico risultano molto ridotte.

Le direzioni di vento prevalenti sono variabili con una prevalenza di venti provenienti dal settore N-E. I venti sono moderati; il 26/09/2007 è il giorno con la maggiore intensità del vento (6.31 m/s).

Le concentrazioni dei metalli nel PM10 rilevate a Malamocco sono riportate in Tabella 2.16, mentre i risultati in termini di composizione (concentrazioni relative) sono riportati in Tabella 2.18 e sono evidenziati in rosso i giorni festivi. Nelle Tabelle 2.17 e 2.19 sono inoltre riportati i valori medi, minimi e massimi.

Nelle Figure 2.20 e 2.21 si riportano le correlazioni fra il PM10, le relative concentrazioni di metalli, in termini di concentrazione assoluta e concentrazione relativa, e le direzioni prevalenti del vento. La postazione di misura è situata in modo tale che le direzioni nelle quali il campionatore è sottovento rispetto al cantiere sono comprese indicativamente fra 320° e 120°. Tuttavia c'è poca variabilità nelle direzioni del vento per utilizzare questo indicatore per individuare eventuali contributi dal cantiere.

Le concentrazioni osservate nei giorni festivi sono in linea, ed in taluni casi superiori, a quelle osservate nei giorni feriali in cui è presente attività di cantiere.

Tab. 2.15 - Riassunto dei dati meteorologici giornalieri durante le campagne di misura a Malamocco. In rosso i giorni festivi (30/09/2007 e 07/10/2007). (*) Giorni con direzione del vento variabile.

Data	Direzione prevalente	Direzione prevalente (°)	Precipitazioni (mmH2O)	Velocità del vento (m/s)	PM10 (µg/m³)
26/09/2007	NE (*)	45	54.8	6.31	2.3
27/09/2007	E	90	13.6	3.32	5.8
28/09/2007	SSW	202.5	12.6	2.65	2.0
29/09/2007	N (*)	0	0.0	2.38	4.1
30/09/2007	NNW	337.5	0.0	1.96	2.0
02/10/2007	SSW (*)	202.5	0.0	1.29	11.0
03/10/2007	E (*)	90	0.0	1.48	83.7
04/10/2007	ENE	67.5	0.4	1.84	36.2
05/10/2007	E	90	0.0	1.76	27.5
06/10/2007	NE	45	1.2	3.73	13.1
07/10/2007	NE (*)	45	0.2	4.77	27.5
08/10/2007	N	0	0.0	2.38	23.5
09/10/2007	N	0	0.0	3.70	29.7

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

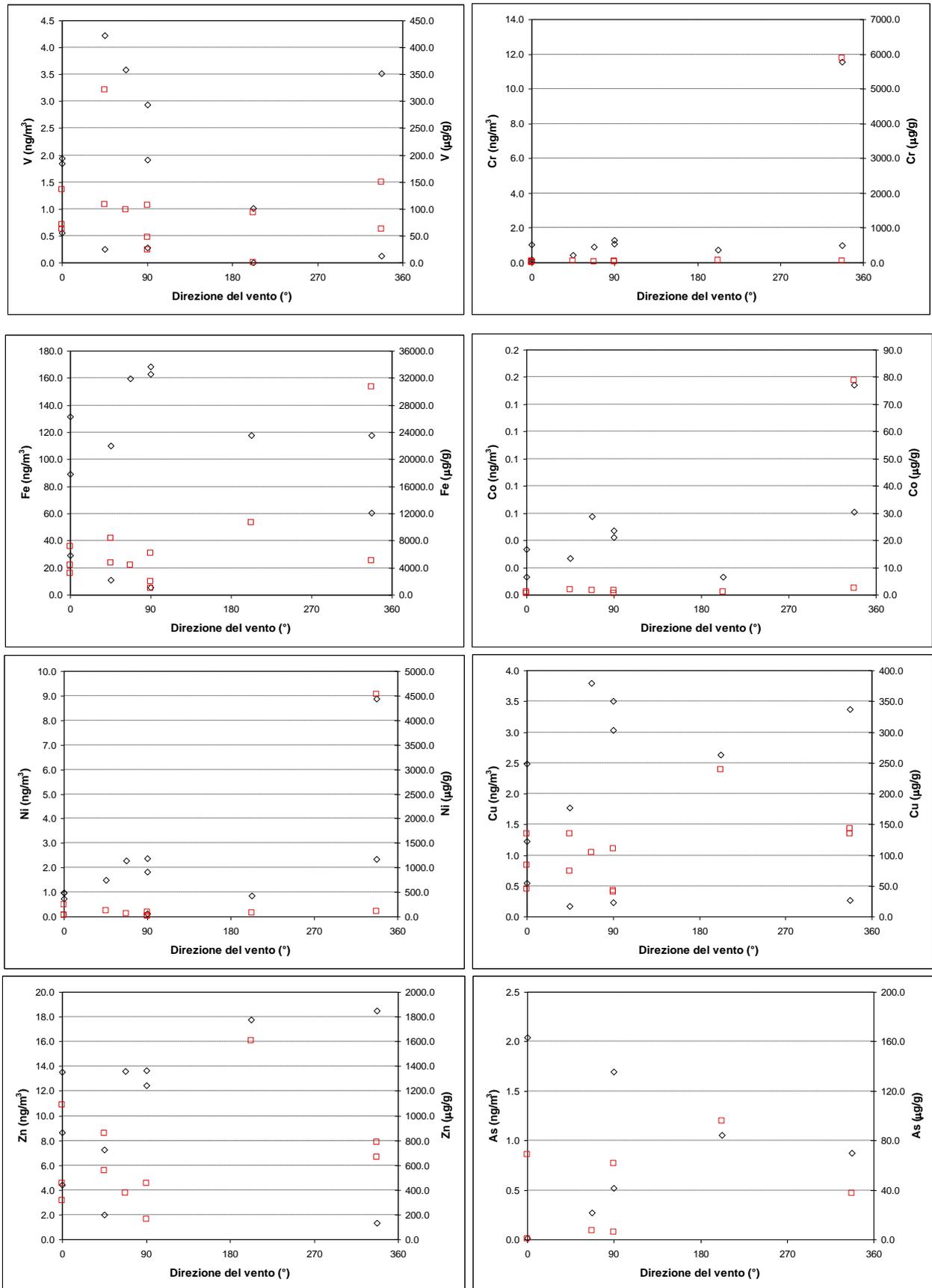


Fig. 2.20 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As. In rosso le concentrazioni relative.

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

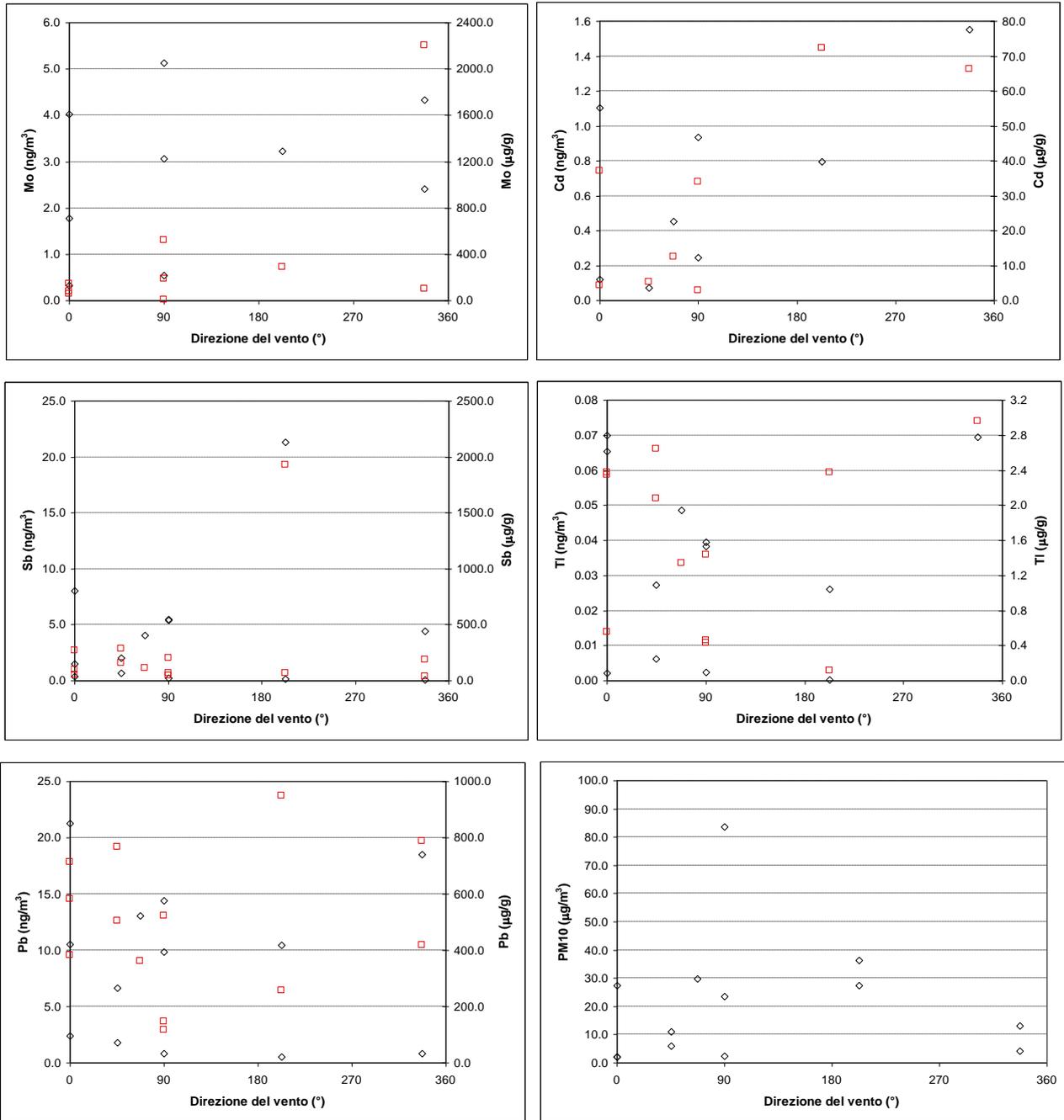


Fig. 2.21 - Correlazione fra le concentrazioni (esprese in termini assoluti e relativi) di metalli nel PM10 e le direzioni prevalenti del vento. Dall'alto in basso si analizzano: Mo, Cd, Sb, TI, Pb e PM10. In rosso le concentrazioni relative.

CORILA

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

Tab. 2.16 - Concentrazioni dei metalli nel PM10 a Malamocco. In rosso i giorni festivi.

Data	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM10 (µg/m ³)
26/09/2007	0.3	N.R.	11.1	N.R.	N.R.	0.2	2.0	N.R.	N.R.	N.R.	0.7	0.01	1.8	2.3
27/09/2007	0.3	N.R.	5.5	N.R.	0.1	0.2	N.R.	N.R.	3.1	N.R.	0.3	0.003	0.8	5.8
28/09/2007	0.0003	N.R.	0.1	0.0002	0.5	2.0								
29/09/2007	0.6	0.1	29.2	N.R.	1.0	0.5	4.4	N.R.	0.3	N.R.	0.4	0.002	2.4	4.1
30/09/2007	0.1	11.5	60.4	0.15	8.9	0.3	1.3	N.R.	4.3	N.R.	0.1	N.R.	0.8	2.0
02/10/2007	1.0	0.7	117.9	0.01	0.9	2.6	17.8	1.1	3.2	0.8	21.3	0.03	10.5	11.0
03/10/2007	1.9	1.1	162.8	0.04	1.8	3.5	13.7	0.5	0.5	0.2	5.4	0.04	9.9	83.7
04/10/2007	3.6	0.9	159.6	0.06	2.3	3.8	13.6	0.3	N.R.	0.5	4.0	0.05	13.0	36.2
05/10/2007	2.9	1.3	168.6	0.05	2.4	3.0	12.4	1.7	5.1	0.9	5.5	0.04	14.4	27.5
06/10/2007	4.2	0.4	110.0	0.03	1.5	1.8	7.3	N.R.	N.R.	0.1	2.1	0.03	6.6	13.1
07/10/2007	1.9	0.2	89.2	0.01	0.7	1.2	8.7	0.01	4.0	0.1	1.5	0.07	10.5	27.5
08/10/2007	3.5	1.0	117.8	0.06	2.3	3.4	18.5	0.9	2.4	1.6	4.4	0.07	18.5	23.5
09/10/2007	1.8	1.0	131.8	0.03	1.0	2.5	13.5	2.0	1.8	1.1	8.1	0.07	21.2	29.7

Tab. 2.17 - Concentrazioni medie dei metalli nel PM10 a Malamocco.

Data	V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	PM10 (µg/m ³)
Media	1.7	1.8	97.0	0.05	2.1	1.9	10.3	0.9	2.8	0.7	4.1	0.03	8.5	20.6
Max	4.2	11.5	168.6	0.15	8.9	3.8	18.5	2.0	5.1	1.6	21.3	0.07	21.2	83.7
Min	0.0003	N.R.	0.1	N.R.	0.5	2.0								

CORILA

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

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

Data	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
26/09/2007	108.1	N.R.	4756.6	N.R.	N.R.	73.4	857.6	N.R.	N.R.	N.R.	281.8	2.6	767.7
27/09/2007	46.7	N.R.	945.7	N.R.	22.4	40.4	N.R.	N.R.	525.1	N.R.	44.8	0.4	144.8
28/09/2007	0.1	N.R.	69.9	0.1	257.9								
29/09/2007	136.3	14.3	7187.8	N.R.	239.1	134.1	1084.6	N.R.	78.1	N.R.	94.6	0.6	582.8
30/09/2007	62.9	5881.0	30764.1	78.6	4522.3	134.6	666.7	N.R.	2203.9	N.R.	40.8	N.R.	417.5
02/10/2007	92.1	67.1	10678.7	1.2	77.9	238.8	1609.9	95.8	291.6	72.3	1932.7	2.4	949.2
03/10/2007	22.9	12.8	1946.0	0.5	21.8	41.9	163.2	6.2	6.6	2.9	64.9	0.5	117.8
04/10/2007	98.9	25.1	4409.7	1.6	63.1	104.8	375.1	7.4	N.R.	12.5	111.1	1.3	359.9
05/10/2007	106.5	46.5	6125.0	1.7	86.3	110.0	451.8	61.5	186.2	34.0	200.3	1.4	522.4
06/10/2007	321.5	34.2	8374.7	2.1	114.5	134.4	553.5	N.R.	N.R.	5.4	157.2	2.1	505.9
07/10/2007	70.2	6.3	3244.1	0.5	26.4	44.3	314.8	0.4	146.2	4.4	55.4	2.4	382.5
08/10/2007	150.1	42.0	5016.4	2.6	99.8	143.6	787.0	37.3	102.5	66.2	188.1	3.0	787.6
09/10/2007	62.1	35.1	4430.7	1.1	32.7	83.6	455.4	68.7	59.6	37.1	270.9	2.3	714.3

Tab. 2.19 - Concentrazioni relative medie dei metalli nel PM10 a Malamocco.

Data	V (µg/g)	Cr (µg/g)	Fe (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Mo (µg/g)	Cd (µg/g)	Sb (µg/g)	Tl (µg/g)	Pb (µg/g)
Media	98.3	616.4	7323.3	10.0	482.4	107.0	665.4	39.6	400.0	29.3	270.2	1.6	500.8
Max	321.5	5881.0	30764.1	78.6	4522.3	238.8	1609.9	95.8	2203.9	72.3	1932.7	3.0	949.2
Min	0.1	N.R.	40.8	N.R.	117.8								

2.4.4 Commenti

Nella Tabella 2.20 si riporta un riassunto dei valori medi, massimi e minimi delle concentrazioni osservate dei vari metalli contenuti nel PM10 monitorato nei tre siti di misura considerati: Punta Sabbioni, Chioggia e Malamocco. Nella Tabella 2.21 si riportano le indicazioni normative del D.M. 60/2002 ed della Direttiva Europea 2004/107/CE (recepita con il Decreto Legislativo 2 agosto 2007, n. 152). Nella tabella sono anche riportati, per confronto, gli intervalli di concentrazione, relativi ad aree di fondo ed urbane, indicati del WHO [WHO - Air Quality Guiderlines for Europe 2000]. Per confronto sono anche riportati i livelli di concentrazione riportati nei rapporti annuali di qualità dell'aria di ARPA Veneto per tre diverse centraline di monitoraggio. I valori osservati sono entro il limite normativo seppure questa informazione è indicativa in quanto le medie osservate non sono annuali ma sono invece riferite a periodi di misura limitati. Questa affermazione è ulteriormente avvalorata dal fatto che quasi tutti i massimi giornalieri nei tre siti di misura sono inferiori ai valori limite medi annuali.

Si osserva che le campagne di misura di Punta Sabbioni e di Chioggia sono state svolte con un significativo periodo di misura in sovrapposizione (dal 7/9/2007 al 16/9/2007) e nella Tabella 2.22 si riporta un confronto delle misure nei due siti limitatamente al periodo di simultaneità. Nella tabella sono inoltre incluse le informazioni riguardanti i rapporti di concentrazione media dei metalli nel PM10 nei due siti confrontate con i flussi di deposizione misurati nel prelievo del 15/10/2007 relativamente ai deposimetri D6 e D3. I risultati mostrano che le deposizioni di molti metalli (evidenziati in rosso) sono maggiori di almeno un fattore 2 a Chioggia. Per quanto riguarda le concentrazioni nel PM10 si osservano valori superiori ad un fattore 2 a Chioggia solo per Fe e Co.

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

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

dove "X" è il metallo pesante di interesse (espresso come concentrazione media in massa dei singoli valori) e "Ref" è il metallo di riferimento rispetto al quale si calcola l'Enrichment Factor. I calcoli sono fatti con il supporto di tabelle nelle quali si riportano le abbondanze medie dei vari elementi che costituiscono la crosta continentale [Wedepohl, 1995]. Nel caso in esame, è stato scelto come metallo di riferimento il Ferro a cui è assegnato un valore unitario di EF. Il metallo di riferimento è generalmente l'Alluminio, tuttavia anche il Fe è spesso utilizzato nella letteratura scientifica [Dordevic et al 2005; Samara & Voutsas 2005, Manoli et al 2002]. La scelta di utilizzare come riferimento il Ferro è anche supportata dal fatto che negli studi di EF questo elemento ha un valore molto basso di arricchimento generalmente prossimo all'unità [Han, J.S. et al., 2005; Güllü G. et al., 2005; Senaratne I. et al., 2004; Kim K.H., 2003]. Le indicazioni ottenibili dall'analisi di EF sono indicative a causa di ampie variazioni della composizione della crosta terrestre superficiale. In particolare, valori di EF inferiori a 10 indicano che il metallo pesante in questione ha un'origine prevalentemente crostale e viene quindi definito "elemento non arricchito"; al contrario, valori maggiori di 40-50 sono indicativi di metalli pesanti di origine antropica e sono definiti "elementi arricchiti". Valori compresi tra le due soglie indicano invece un'origine mista dell'elemento in questione.

Nella Figura 2.22 si riportano i valori di EF ottenuti nei diversi siti di misura. Sono stati esclusi i dati relativi ai metalli che contenevano valori inferiori alla soglia di rilevazione (per oltre 1/3 dei prelievi). I risultati indicano che i metalli di origine prevalentemente crostale sono Co, V, Tl e Cr quest'ultimo relativamente a Punta Sabbioni e Chioggia mentre sembra avere una componente

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

antropica maggiore a Malamocco. Gli altri metalli risultano di origine antropica o comunque con una significativa componente antropica.

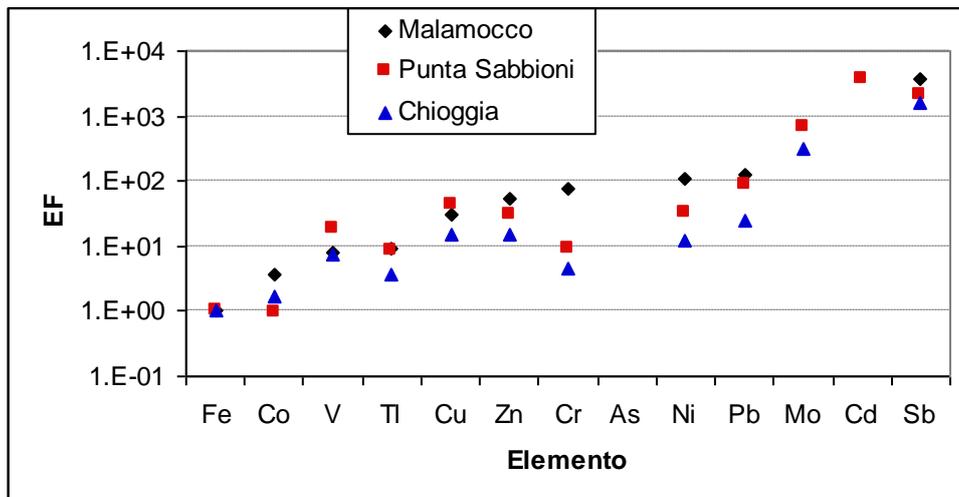


Fig. 2.22 - Valori del fattore di arricchimento crostale osservati nei tre siti di misura.

Nel corso dei diversi monitoraggi è stato osservato un incremento delle deposizioni del Tallio che risulta un elemento di origine crostale, cioè non particolarmente arricchito rispetto al valore medio atteso nella superficie terrestre. Nella Tabella 2.23 si riportano i rapporti Fe/Tl e Zn/Tl nelle deposizioni (in riferimento al campione del 15/10/2007) e nei campionamenti relativi al contenuto di metalli pesanti nel PM10 per i diversi siti di misura. I tre metalli considerati (Fe, Zn e Mo) sono stati scelti per i seguenti motivi. Il Fe è un elemento di origine prevalentemente crostale che ha evidenziato significative differenze nei siti di misura di Chioggia e di Punta Sabbioni: maggiori flussi di deposizione a Chioggia e maggiore concentrazione nel particolato PM10 sempre a Chioggia. Viceversa lo Zn è un metallo che presenta anche componenti antropiche e mostra modeste variazioni fra i due siti di misura di Punta Sabbioni e di Chioggia. Infine, il Molibdeno è un metallo antropico che non mostra variazioni fra i siti di Punta Sabbioni e di Chioggia. I risultati indicano che l'importanza del Tallio (rispetto ai metalli considerati) è maggiore nelle deposizioni rispetto a quanto lo sia nelle concentrazioni di metalli nel PM10.

CORILA

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

Tab. 2.20 - Confronto fra concentrazioni di metalli rilevati a Punta Sabbioni, Chioggia e Malamocco

		V (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Fe (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Mo (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Sb (ng/m ³)	Tl (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)
Punta Sabbioni	Media	5.0	1.7	158.9	0.1	3.1	3.1	8.5	0.8	5.0	2.0	3.3	0.03	7.8
	Max	8.4	4.8	323.4	0.1	6.1	4.7	20.6	2.7	18.1	5.5	7.4	0.1	15.5
	Min	0.4	0.4	94.4	0.03	0.4	0.7	1.1	N.R.	1.0	N.R.	0.4	0.01	1.6
Chioggia	Media	4.4	2.5	631.8	0.4	2.8	2.7	9.8	1.0	4.6	0.5	5.5	0.04	5.4
	Max	8.9	9.5	3317.4	1.8	6.1	5.3	20.3	2.2	10.0	1.3	32.7	0.1	12.8
	Min	0.9	0.1	36.6	N.R.	0.1	1.0	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	0.04	0.01	1.6
Malamocco	Media	1.7	1.8	97.0	0.0	2.1	1.9	10.3	0.9	2.8	0.7	4.1	0.0	8.5
	Max	4.2	11.5	168.6	0.2	8.9	3.8	18.5	2.0	5.1	1.6	21.3	0.1	21.2
	Min	0.0003	N.R.	0.1	N.R.	0.5								

Tab. 2.21 - Indicazioni normative e della WHO e le normative vigenti. Si riportano anche i valori riscontrati presso alcuni siti di monitoraggio dell'ARPA Veneto. I metalli sono espressi in ng/m³. I valori obiettivo e le soglie di valutazione superiore ed inferiore sono quelle del Decreto Legislativo n. 152 (che recepisce la Direttiva Europea 2004/107/CE) ed il DM n° 60 del 2 Aprile 2002 (relativamente al piombo) per le concentrazioni di metalli nel PM10. I valori limite sono riferiti a medie annuali. Per il Pb viene indicato il valore limite. I superamenti delle soglie di valutazione superiore ed inferiore vanno determinati sulla base delle concentrazioni del quinquennio precedente. Si considera superata una soglia se, nel quinquennio precedente, è stata superata per almeno tre anni non consecutivi.

Elemento	WHO	Indicazioni Normative			ARPA Veneto (Relazione Qualità dell'aria - 2006/2005)		
		Valore Obiettivo	Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore	A. Da Mestre (B) (2005)	Bissuola (B) (2006)	Via Circonvallazione(T) (2006)
Nichel	1 (B)/9-60 (U)	20	14	10	5.5	5.4	7.1
Arsenico	1-3 (B)/20-30 (U)	6	3.6	2.4	2.9	4.5	4.3
Cadmio	0.1 (B)/1-10 (U)	5	3	2	3.7	4.1	4.2
Piombo	0,6 (B)/ 5-500 (U)	500	350	200	20.1	25.4	27.8

U: Sito Urbano

B: Sito di Background Urbano

T: Sito di Traffico

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

Tab. 2.22 - Confronto delle concentrazioni medie dei metalli in tracce nel PM10 (ng/m³) rilevati nel sito di Punta Sabbioni e Chioggia nello stesso periodo di campionamento (07- 16 Settembre 2007). Confronto con Deposizioni fatte in un periodo di prelievo analogo a quello dei rilevamenti nel PM10.

	Punta Sabbioni PM10 (ng/m3)	Chioggia PM10 (ng/m3)	Rapporto Chioggia/ Punta Sabbioni PM10	Punta Sabbioni (Deposizioni) D3 (ngm ⁻² die ⁻¹)	Chioggia (Deposizioni) D6 (ngm ⁻² die ⁻¹)	Rapporto Chioggia/ Punta Sabbioni Deposizioni
V	5.2	4.4	0.84	2.5	6.5	2.6
Cr	1.9	2.5	1.3	1.1	5.5	5.2
Fe	142.0	631.8	4.4	376.2	2127	5.6
Co	0.1	0.4	7.8	0.4	1.3	3.3
Ni	3.4	2.8	0.8	1.2	4.8	4
Cu	3.2	2.7	0.8	2.7	5.4	1.9
Zn	8.2	9.8	1.2	7.5	24.6	3.3
As	0.5	1.0	1.8	1.9	2.3	1.2
Mo	5.5	4.6	0.8	1.8	1.8	1
Cd	1.8	0.5	0.3	0.1	0.13	1.3
Sb	3.4	5.5	1.6	0.4	0.8	2.1
Tl	0.03	0.04	1.3	0.67	0.62	0.9
Pb	7.6	5.4	0.7	2.1	4.1	2

Tab. 2.23 - Confronto dei rapporti Fe/ Tl, Zn/Tl e Mo/Tl nelle concentrazioni di metalli pesanti nel PM10 e nelle deposizioni.

Sito	Fe/Tl (PM10)	Zn/Tl (PM10)	Mo/Tl (PM10)	Fe/Tl	Zn/Tl	Mo/Tl
P. Sabbioni	5297	283	167	D3 - 561	D3 - 11	D3 - 2.7
Malamocco	3233	343	93	D5 - 700	D5 - 13	D5 - 2.7
Chioggia	15795	245	115	D6 - 3431	D6 - 40	D6 - 2.9

3. DETERMINAZIONE IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

La prima delle due campagne di misure previste dal Disciplinare Tecnico è stata svolta dal 25/09/07 al 08/10/07 presso l'area che delimita il cantiere alla bocca di Malamocco e dal 23/11/07 al 05/12/07 presso il circolo SO.CI.VE. a Punta Sabbioni. La metodologia utilizzata è già stata descritta nel Rapporto di Pianificazione Operativa (Studio B.6.72 B/1): campionatore ad alto volume (Tisch Environment) con filtro in fibra di quarzo (QFF) per la raccolta degli IPA presenti sulle particelle di polvere, e un cilindro in schiuma di poliuretano (PUF) per il campionamento della frazione di IPA presente in fase gassosa. La Fig. 3.2 riporta una immagine della collocazione del campionatore a Malamocco.

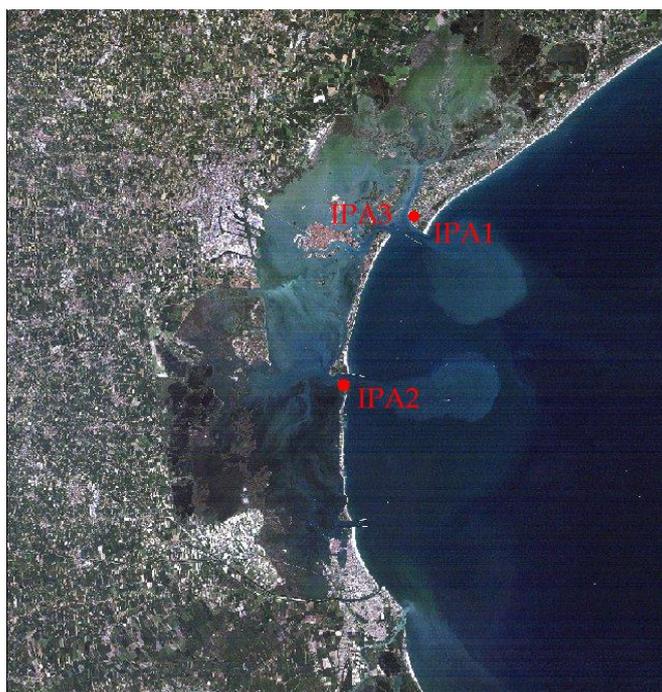


Fig. 3.1 - Postazioni di misura per gli IPA



Fig. 3.2 - Campionatore di IPA presso la bocca di Malamocco

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

Alla data di stesura del presente documento sono disponibili solo i risultati analitici relativi alle misure di Malamocco, effettuati secondo il seguente schema (Tab. 3.1):

Tab. 3.1 - Caratteristiche dei campionamenti di IPA a Malamocco (1 Campagna)

Campione	Giorno	Inizio	Termine	Volume (m ³)
1	25/09/07 - Martedì/Giovedì	14:10	11:20	678
2	27/09/07 - Giovedì/Venerdì	11:40	11:15	330
3	28/09/07 - Venerdì/Sabato	11:30	10:05	323
4	29/09/07 - Sabato/Lunedì	10:40	10:45	743
5	01/10/07 - Lunedì/Martedì	11:15	09:40	345
6	04/10/07 - Giovedì/Venerdì	09:55	11:20	391
7	05/10/07 - Venerdì/Sabato	11:30	09:00	310
8	06/10/07 - Sabato/Lunedì	09:30	08:50	693

I campioni (QFF e PUF) sono stati consegnati al laboratorio C.S.M.O. del Magistrato alle Acque di Voltabarozzo per la determinazione degli IPA. Le condizioni prevalenti del vento, direzione ed intensità, durante i singoli campionamenti sono state riportate nel rapporto mensile di Novembre 2007. Tuttavia, considerando il posizionamento del campionatore, all'interno del cantiere in prossimità del limite esterno lato muraglione del forte, da un punto di vista cautelativo si è ipotizzato che le concentrazioni di IPA in aria misurate siano dovute principalmente alle attività lavorative. Ciò è corretto se si considera che a Malamocco non sono presenti altre sorgenti antropiche rilevanti e, come già ricordato, gli IPA sono composti instabili.

3.1 Risultati

La Tabella 3.2 mostra le concentrazioni (esprese in ng/m³) degli IPA totali sia per i filtri che per i PUFs e le concentrazioni di Benzo(a)pirene rilevate (sui filtri). Sono evidenziati in rosso i campionamenti che comprendono il giorno festivo di domenica.

Tab. 3.2 - Risultati dei campionamenti effettuati a Malamocco (1 Campagna) (ng/m³).

Campione	Giorno	Filtri	PUF	Benzo(a)pirene
1	25/09/07 - Martedì/Giovedì	0,17	2,77	NR *
2	27/09/07 - Giovedì/Venerdì	0,20	2,72	0,07
3	28/09/07 - Venerdì/Sabato	1,64	2,43	0,12
4	29/09/07 - Sabato/Lunedì	0,49	3,48	0,05
5	01/10/07 - Lunedì/Martedì	0,89	6,32	0,12
6	04/10/07 - Giovedì/Venerdì	0,44	5,29	0,01
7	05/10/07 - Venerdì/Sabato	1,26	2,30	NR *
8	06/10/07 - Sabato/Lunedì	0,45	1,54	0,04
Media		0,69	3,36	0,06
Dev. Standard		0,53	1,63	0,04

* Inferiore al limite di rilevabilità

3.2 Confronto con le soglie

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

Poiché la presente campagna di misura è stata effettuata tra la fine di settembre e l'inizio di ottobre si considera come soglia di riferimento la media di questi due mesi. Nel documento allegato al Rapporto Finale (Studio B.6.72 B/2) sono state indicate le soglie aggiornate: per il Benzo(a)pirene sono pari a 0,3 ng/m³ e 1,1 ng/m³ rispettivamente per i mesi di settembre e ottobre. La media di queste due soglie è pari a 0,7 ng/m³. Dalla tabella 3.2 si osserva che le concentrazioni di benzo(a)pirene sono inferiori alla soglia di riferimento stabilita.

Per quanto riguarda i riferimenti di legge si richiama il DM 25/11/1994 (Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti) che fissa l'obiettivo di qualità dal 1 gennaio 1999 per gli IPA, riferiti al benzo(a)pirene, a 1 ng/m³ espresso però come media annuale su base giornaliera e quindi non confrontabile direttamente con le misure svolte a Malamocco.

In data 14/09/07 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il Decreto Legislativo n. 152 del 03/08/2007 che recepisce, fra l'altro, le direttive europee per quanto riguarda i metalli pesanti e il Benzo(a)pirene. Malgrado il Decreto preveda il monitoraggio del Benzo(a)pirene nella frazione PM10, si ritiene più opportuno proseguire l'attuale schema di monitoraggio (determinazione del Benzo(a)pirene sul particolato totale) in quanto ciò permette il confronto con la serie storica relativa ai precedenti anni di misura (confronto che sarebbe compromesso passando al PM10). Infatti, nell'ottica del monitoraggio di un'attività di cantiere, l'analisi dell'andamento temporale dei dati ambientali (in questo caso i valori di concentrazione di IPA in aria) rappresenta un aspetto importante per determinare l'eventuale impatto ambientale del cantiere in funzione dello stato di avanzamento dei lavori. In secondo luogo la normativa prevede comunque l'obiettivo qualità (1 ng/m³) espresso come media annuale, su base giornaliera, e quindi non confrontabile direttamente con le misure svolte a Punta Sabbioni e a Malamocco. Infine, poiché il PM10 è una frazione del particolato totale, il rispetto (qualitativo del valore obiettivo) sul particolato totale garantisce anche il rispetto sulla frazione PM10.

Per ricondurre le concentrazioni ambientali di IPA a valori di riferimento sanitario è stato introdotto il concetto di benzo(a)pirene equivalente, che consente di determinare il rischio complessivo derivante dall'esposizione a IPA dalla somma del rischio attribuibile al benzo(a)pirene (potenza cancerogena = 1) più quello degli altri IPA attivi secondo la tabella USEPA riportata nel Rapporto di Variabilità. La concentrazione Benzo(a)pirene equivalente, relativa alla media delle misure svolte a Malamocco in questa campagna, risulta pari a 0,1 ng/m³.

Si riporta in Tab. 3.3 un confronto con i risultati delle misure di IPA in aria ottenute nella prima campagna di misure a Malamocco nel precedente anno di monitoraggio.

Tab. 3.3 - Confronto fra le misure effettuate a Malamocco (ng/m³).

Sito	Periodo	Σ IPA (filtri)	Σ IPA R.C.	Benzo(a)pirene
Malamocco: 1 Camp. 25/09/06-09/10/06	Media	2,1	1,3	0,11
	Dev. Std.	1,5	1,0	0,06
Malamocco: 1 Camp. 27/09/07-08/10/07	Media	0,69	0,39	0,06
	Dev. Std.	0,53	0,30	0,04

3.3 Conclusioni

Le concentrazioni di IPA misurate a Malamocco sono risultate inferiori alla soglia stabilita. Ipotizzando che gli IPA misurati siano dovuti esclusivamente alle attività di cantiere, le medie (scorporate dai campionamenti effettuati in giornate festive - 29/09/07 e 06/10/07) e le deviazioni standard risultano (Tab. 3.4):

Tab. 3.4 - Valori medi e massimi (fra parentesi) per gli IPA scorporando i due campionamenti effettuati in giornate non lavorative (ng/m³).

Indicatore	Σ IPA (filtri)	Σ IPA R.C.*	Benzo(a)pirene	Benzo(a)pirene equivalente
Media	0,77 (1,6)	0,39 (1,0)	0,06 (0,12)	0,08
Dev. Standard	0,77	0,28	0,06	/

* a Rischio Cancerogeno (EPA).

Si ricorda che gli IPA, mentre il Fluorantene, secondo alcuni autori, può essere considerato un indicatore delle emissioni nei motori diesel e presenta inoltre una modesta reattività ambientale [Maslet P. *et al.*, 1986].

Nella Tab. 3.4, fra parentesi, è riportato il valore massimo. In via cautelativa le misure effettuate indicano un contributo massimo, dovuto alle attività di cantiere, nel periodo di misura per il Benzo(a)Pirene dell'ordine di 0,12 ng/m³.

4. MISURE DI GAS

4.1 Introduzione

Le misure di gas prevedono la determinazione della concentrazione del monossido di carbonio (CO), del biossido di azoto (NO₂) e degli ossidi di azoto (NO_x). Il campionatore utilizzato, come dettagliato nell'allegato II del rapporto mensile di maggio, impiega dei sensori a film spesso che offrono il vantaggio di non utilizzare gas tecnici (come nel metodo di riferimento a chemiluminescenza) e quindi rendere possibile la rilocalizzazione del campionatore in punti di misura diversi. Si tratta evidentemente di un monitoraggio di screening rivolto alla verifica dei livelli di concentrazione dei principali inquinanti gassosi a seguito delle emissioni dei mezzi terrestri e marittimi impiegati nei cantieri. Se si dovesse rilevare una situazione critica, determinata da valori di concentrazione prossimi ai limiti legislativi, allora sarebbe necessario passare ad un monitoraggio con una stazione fissa presso le tre bocche. La soluzione proposta, basata su sensori di nuova generazione, offre i vantaggi di avere un sistema di misura trasportabile e con minore manutenzione. Lo svantaggio è una perdita di sensibilità, da un punto di vista del significato fisico della misura, alle basse concentrazioni. Infatti fra le reazioni che avvengono sulla superficie del sensore di NO_x, a basse concentrazioni, prevalgono quelle relative all'ossido di azoto (NO). Pertanto quando il sensore di NO_x misura concentrazioni basse (<30 µg/m³) tali concentrazioni sono essenzialmente riferibili all'NO e ciò spiega perché a volte le concentrazioni di NO₂ sono maggiori di quelle relative all'NO_x.

A seguito dei primi mesi di misure che hanno evidenziato livelli medi di concentrazione dei gas monitorati molto bassi e prossimi allo zero strumentale, si esegue una procedura di validazione dei dati acquisiti. La procedura di validazione, basata sul principio di cautela, consiste nel sostituire il limite di rilevabilità strumentale dove le misure (su base oraria) presentano valori inferiori ad esso. Tale limite di rilevabilità (LR) è pari a 100 µg/m³ per il CO; 10 µg/m³ per NO_x e 5 µg/m³ per NO₂. Come criterio di quantificazione del dato medio è scelto tre volte il limite di rilevabilità: 300 µg/m³ per il CO; 30 µg/m³ per NO_x e 15 µg/m³ per NO₂. Ciò significa che concentrazioni inferiori a questi valori (Non Quantificabili, NQ) sono rilevate strumentalmente ma soggette ad un errore significativo. Nelle tabelle viene riportata l'indicazione che si tratta di una media inferiore al criterio di quantificazione del dato scelto. Infine l'errore associato alla misura è definito come una deviazione standard dell'accuratezza strumentale ottenuta dal confronto con sensori di riferimento (infrarosso per il CO e chemiluminescenza per gli ossidi di azoto). L'errore è pari a 100 µg/m³ per il CO; 10 µg/m³ per NO_x e 5 µg/m³ per NO₂.

La procedura di validazione dei dati è stata introdotta a partire dalle misure del mese di Settembre 2006 per cui non era stata utilizzata nei rapporti mensili precedenti. In occasione di questo rapporto di valutazione sono stati rielaborati tutti i dati pregressi disponibili in modo da includere la procedura di validazione. Per cui le statistiche riportate in questo rapporto sono ottenute utilizzando procedure omogenee.

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

Valori limite protezione per la salute umana

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

Biossido di Azoto (NO₂): 240 µg/m³ media oraria (comprensivo del margine di tolleranza per il 2006), da non superare più di 18 volte/anno

Valori limite per l'esposizione cronica

Biossido di Azoto (NO₂): 48 µg/m³ media anno (comprensivo del margine di tolleranza per il 2006)

Valori limite annuale per la protezione della vegetazione per NOx

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

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

4.2 Campionamenti effettuati

Le misure considerate in questo rapporto quadrimestrale sono quelle svolte nel periodo fra Settembre 2007 e Dicembre 2007 sia a Punta Sabbioni sia a Malamocco, secondo quanto previsto dal DT. Nel periodo di misura si è inserito il giorno festivo (domenica) e la frequenza di acquisizione dei dati è oraria. La Fig. 4.2 riporta la stazione ETL2000 presso le due postazioni di misura, mentre l'Allegato 2 riporta le coordinate dei punti di misura.

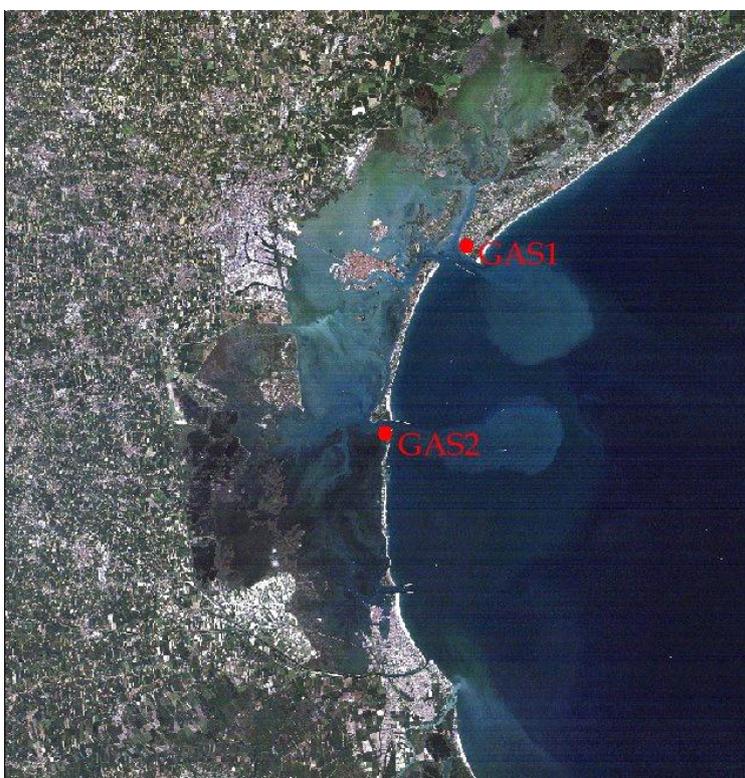


Fig. 4.1 - Postazioni di misura dei composti gassosi



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

Le misure sono state effettuate a Punta Sabbioni nei seguenti periodi:

SAB16: 20/09/07 - 26/09/07;

SAB17: 03/10/07 - 09/10/07;

SAB18: 22/11/07 - 28/11/07;

SAB19: 05/12/07 - 11/12/07.

Mentre a Malamocco:

MAL14: 05/09/07 - 11/09/07;

MAL15: 15/10/07 - 21/10/07;

MAL16: 24/10/07 - 30/10/07;

MAL17: 08/11/07 - 14/11/07;

MAL18: 14/12/07 - 20/12/07.

4.3 Risultati

Nella elaborazione dei risultati sono stati utilizzati i dati meteorologici provenienti dalla stazione di Punta Sabbioni per le misure effettuate in loco e quelli provenienti dalla stazione MAV di Ceppe (forniti dal CVN) per Malamocco.

4.3.1 Punta Sabbioni

I grafici delle Figure 4.2-4.4 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 298 per i periodi di attività del cantiere e 373 per i restanti periodi (interruzione delle attività di cantiere).

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

Considerando la postazione di misura le direzioni nelle quali il campionario è sottovento rispetto al cantiere sono comprese fra 180 e 360 gradi. In tali direzioni le concentrazioni dei diversi gas nei periodi di attività del cantiere ed in quelli di cantiere fermo sono essenzialmente confrontabili. Le tabelle 4.2-4.4 riportano i valori medi e i valori massimi orari rispettivamente per tutti i dati, per i periodi di attività e di interruzione del cantiere.

Nella Tabella 4.5 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i 4 periodi di monitoraggio (di 1 settimana ciascuno) fatti a Punta Sabbioni nel quadrimestre in analisi. Molti dei massimi orari registrati avvengono in giorni festivi o comunque ad orari di chiusura del cantiere.

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

- per il Monossido di Carbonio non ci sono superamenti;
- per Biossido di Azoto non ci sono superamenti sia per l'esposizione acuta che cronica (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale);
- per gli Ossidi di Azoto (NOx) il livello medio rilevato è superiore alle soglie di protezione della vegetazione (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale); tuttavia tale conclusione dovrà essere analizzata con un maggiore numero di dati nel corso dell'anno di monitoraggio.

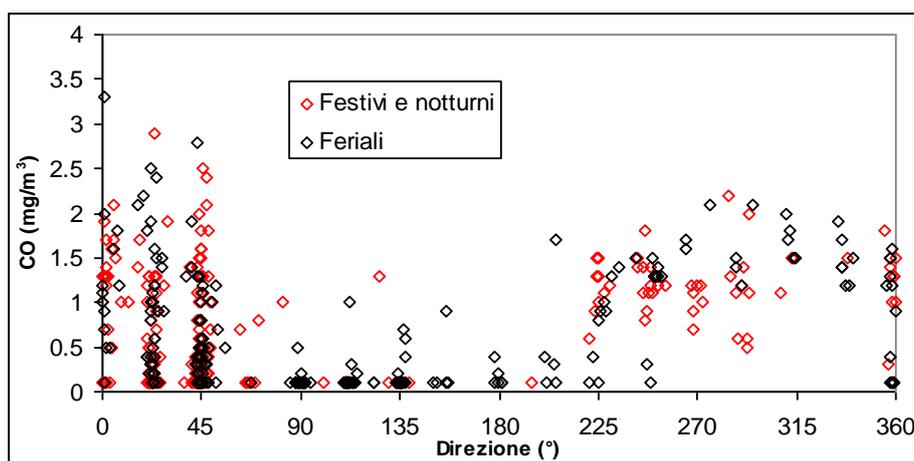


Fig. 4.3 - Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

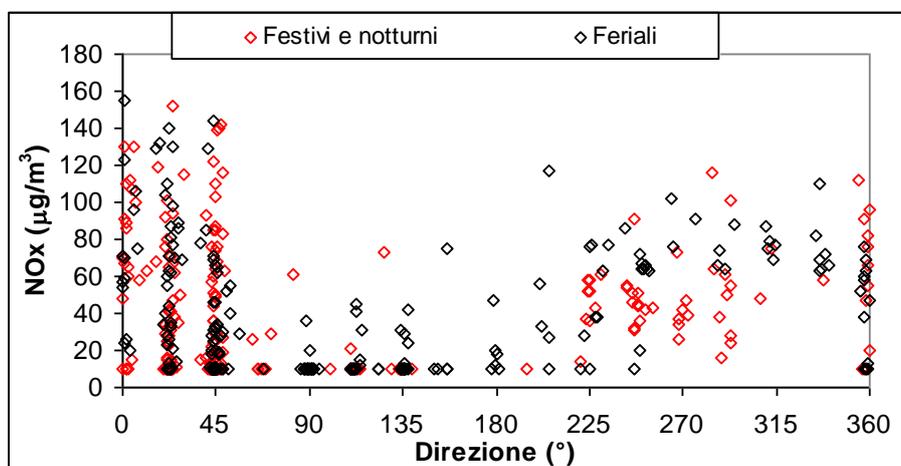


Fig. 4.4 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

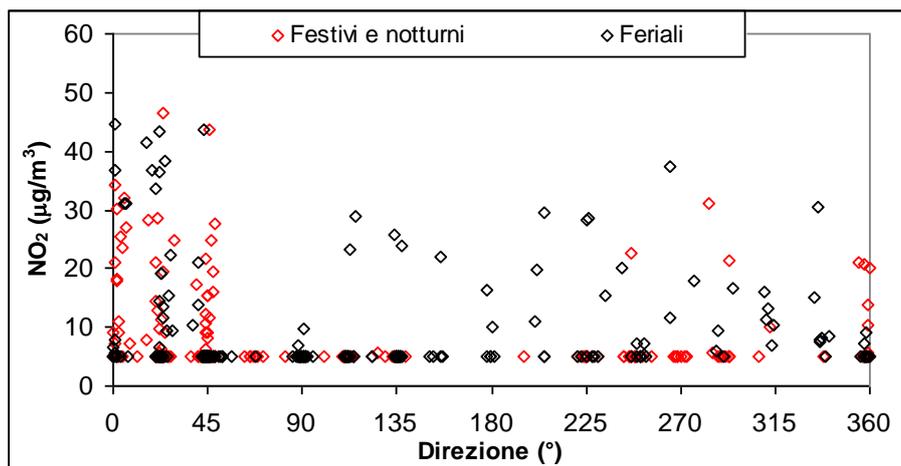


Fig. 4.5 - Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della direzione del vento a Punta Sabbioni separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

Tab. 4.2 - Concentrazioni medie e massimi orari (tutti i dati) a Punta Sabbioni.

Gas	Media (µg/m ³)	Max orario (µg/m ³)
CO	822	3400 (07/12/2007 ore 16, calma di vento)
NO _x	48	168 (07/12/2007 ore 16, calma di vento)
NO ₂	NQ (11)	53 (07/12/2007 ore 16, calma di vento)

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

Gas	Media (µg/m ³)	Max (µg/m ³)
CO	764	3400 (07/12/2007 ore 16, calma di vento)
NO _x	45	168 (07/12/2007 ore 16, calma di vento)
NO ₂	NQ (11)	53 (07/12/2007 ore 16, calma di vento)

Tab. 4.4 - Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere fermo) a Punta Sabbioni.

Gas	Media (µg/m ³)	Max (µg/m ³)
CO	868	3000 (07/12/2007 ore 4, calma di vento)
NO _x	51	155 (07/12/2007 ore 4, calma di vento)
NO ₂	NQ (11)	47 (03/12/2007 ore 3 calma di vento e 07/12/2007 ore 21 vento da NNE)

Tab. 4.5 Medie e massime orarie dei gas monitorati separate per i quattro periodi di monitoraggio. In rosso sono evidenziati i periodi di inattività del cantiere.

Periodo	Media CO (µg/m ³)	Media NO _x (µg/m ³)	Media NO ₂ (µg/m ³)	Max CO (µg/m ³)	Max NO _x (µg/m ³)	Max NO ₂ (µg/m ³)
SAB16	529	42	NQ (10)	1900 <i>(23/09/07 ore 3 e 4)</i>	147 <i>(22/09/07 ore 21)</i>	40 <i>(22/09/07 ore 21)</i>
SAB17	640	44	15	2400 <i>(5/10/07 ore 10)</i>	147 <i>(3/10/07 ore 4)</i>	50 <i>(5/10/07 ore 9)</i>
SAB18	712	34	NQ (5)	2400 <i>(22/11/07 ore 1)</i>	142 <i>(22/11/07 ore 1)</i>	25 <i>(28/11/07 ore 21)</i>
SAB19	1405	73	NQ (14)	3400 <i>(7/12/2007 ore 16)</i>	168 <i>(7/12/2007 ore 16)</i>	53 <i>(7/12/2007 ore 16)</i>

4.3.2 Malamocco

I grafici delle Figure 4.6-4.8 riportano, in funzione della direzione di provenienza del vento, le concentrazioni orarie dei gas monitorati scorrendo i periodi di lavoro (ore 8-20) e i periodi di interruzione delle attività di cantiere (ore 00-07, ore 21-23 e festivi). Il numero di dati è rispettivamente pari a 390 per i periodi di attività del cantiere e 447 per i restanti periodi (interruzione delle attività di cantiere).

I massimi di concentrazione per i gas misurati sono distribuiti, in linea generale, su tutte le direzioni. Considerando la postazione di misura le direzioni nelle quali il campionatore è sottovento rispetto al cantiere sono comprese indicativamente fra 320° e 120° per cui si conclude che non si hanno evidenti incrementi di concentrazione nella direzione del cantiere relativamente ai periodi di attività del cantiere stesso. Le Tabelle 4.5-4.8 riportano i valori medi e i valori massimi orari rispettivamente per tutti i dati, per i periodi di attività e di interruzione. Nella Tabella 4.9 si riportano i valori medi ed i massimi orari ottenuti durante i 5 periodi di monitoraggio (di 1 settimana ciascuno) fatti a Malamocco.

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

- per il Monossido di Carbonio non ci sono superamenti;
- per Biossido di Azoto non ci sono superamenti sia per l'esposizione acuta che cronica (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale);
- Per gli ossidi di azoto (NOx) non c'è superamento della soglia di protezione della vegetazione (nell'ipotesi che la media del periodo di misura coincida con la media annuale).

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

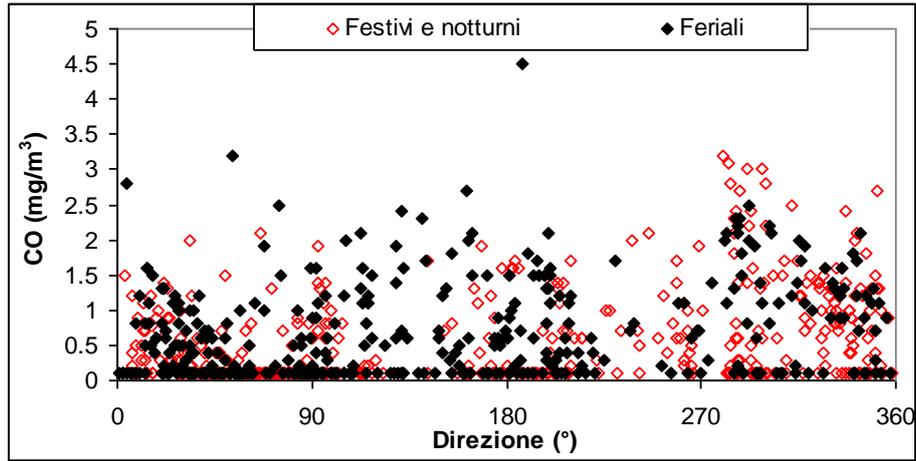


Fig. 4.6 - Concentrazione oraria di CO in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

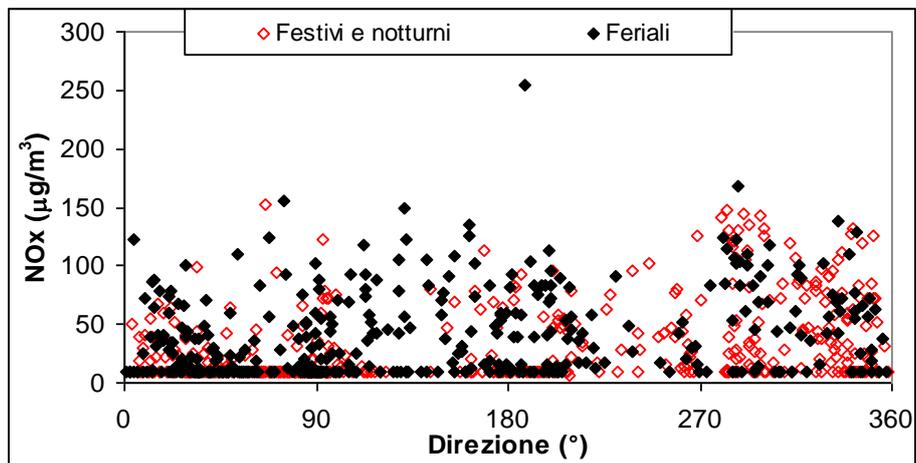


Fig. 4.7 - Concentrazione oraria di NOx in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

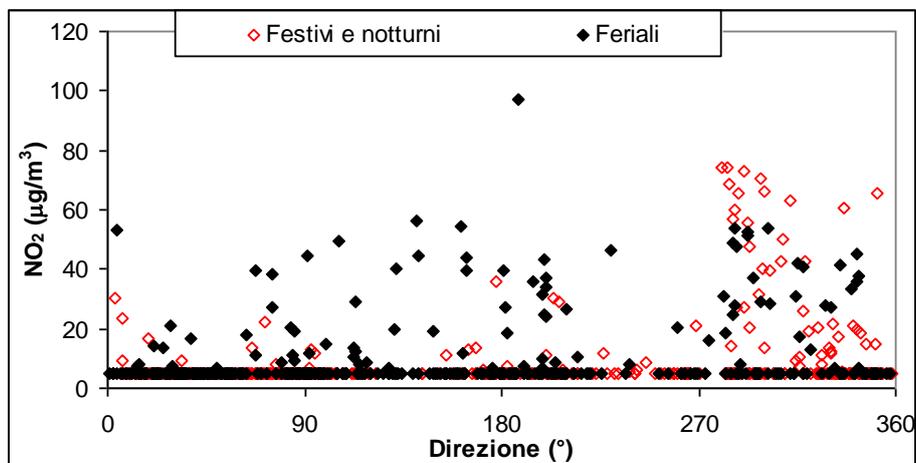


Fig. 4.8 - Concentrazione oraria di NO₂ in funzione della direzione del vento a Malamocco separando i casi di attività del cantiere (feriali) da quelli di cantiere fermo (Festivi e notturni).

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

Tab. 4.6 - 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	614	4500 (13/11/2007 ore 17 vento da S)
NO _x	36	255 (13/11/2007 ore 17 vento da S)
NO ₂	NQ (9)	97 (13/11/2007 ore 17 vento da S)

Tab. 4.7 - Concentrazioni medie e massimi orari (attività del cantiere) a Malamocco.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	656	4500 (13/11/2007 ore 17 vento da S)
NO _x	39	255 (13/11/2007 ore 17 vento da S)
NO ₂	NQ (10)	97 (13/11/2007 ore 17 vento da S)

Tab. 4.8 - Concentrazioni medie e massimi orari (cantiere fermo) a Malamocco.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	577	3200 (20/12/2007 ore 24 vento da O)
NO _x	32	152 (11/11/2007 ore 12 vento da ENE)
NO ₂	NQ (9)	74 (20/12/2007 ore 1 e ore 24 vento da O)

Tab. 4.9 Medie e massime orarie dei gas monitorati separate per i sei periodi di monitoraggio a Malamocco.

Periodo	Media CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MAL14	335	NQ (24)	NQ (7)	2300 (06/09/07 ore 10)	168 (06/09/07 ore 10)	48 (06/09/07 ore 10)
MAL15	397	NQ (28)	NQ (7)	2100 (16/10/07 ore 9) (17/10/07 ore 10 e 11)	139 (15/10/07 ore 12)	42 (15/10/07 ore 12)
MAL16	805	37	NQ (5)	3200 (29/10/07 ore 12)	155 (29/10/07 ore 13)	38 (29/10/07 ore 13)
MAL17	767	52	NQ (7)	4500 (13/11/07 ore 17)	255 (13/11/07 ore 17)	97 (13/11/07 ore 17)
MAL18	761	38	19	3200 (20/12/07 ore 24)	147 (20/12/07 ore 01)	74 (20/12/07 ore 01 e ore 24)

4.4 Commenti

Occorre considerare che gli ossidi di azoto sono gas reattivi e soggetti a processi di fotossidazione (inquinanti secondari) con formazione di ozono ed è complesso differenziare il contributo dovuto alle emissioni primarie da quello dovuto a processi secondari. Tuttavia le concentrazioni di gas rilevate sono in generale basse, spesso al limite di rilevabilità strumentale. Il confronto con i valori della Normativa indica che non ci sono stati superamenti per nessuno dei gas monitorati ad esclusione della soglia di protezione per la vegetazione (per NO_x) a Punta Sabbioni. Inoltre in alcuni periodi di misura i valori massimi orari sono associati a giorni festivi o orari nei quali i cantieri sono chiusi. Pertanto a livello generale questa serie di misure indica un impatto, dovuto

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

alle attività di cantiere, trascurabile per quanto riguarda l'esposizione sia acuta che cronica della popolazione.

5. COCLUSIONI

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

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

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

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

Per le deposizioni dei microinquinanti inorganici i superamenti a Punta Sabbioni e Malamocco sono trascurabili mentre a Chioggia si hanno valori di deposizione superiori alle soglie per diversi elementi. Tuttavia le concentrazioni dei metalli nel PM10 a Chioggia sono confrontabili con quelle di Punta Sabbioni (ad eccezione del Fe) ed inferiori ai limiti legislativi. Inoltre le deposizioni a Chioggia sono risultate inferiori a quelle ottenute nel precedente anno di monitoraggio pur in presenza di rilevanti attività cantieristiche. Pertanto viene riportato l'indicatore di colore giallo, riservandosi una valutazione complessiva al termine del periodo complessivo di monitoraggio.

Si è osservato un incremento generale nelle deposizioni del Tallio presso tutte le stazioni di misura. L'analisi dei fattori di arricchimento, effettuata sul contenuto di Tallio nel PM10, ha indicato che si tratta di provenienza crostale.

Per quanto riguarda il PM10 in continuo a Punta Sabbioni i risultati sono in linea con quanto ottenuto in precedenza e non riportano criticità dovute ad emissioni provenienti dalle lavorazioni svolte a Punta Sabbioni.

Le misure "hot spot" del PM10 effettuate in prossimità e/o all'interno dei cantieri, alle bocche di Malamocco e Punta Sabbioni, non hanno evidenziato significativi rilasci di polveri se non in due episodi all'interno dell'area cantieristica ed un evento esterno all'area stessa a Malamocco. La breve durata dell'episodio ha influito per circa il 13% sulla concentrazione media giornaliera.

Le concentrazioni di metalli pesanti nel PM10 sono risultate inferiori ai limiti di legge (sebbene questi ultimi sono riferiti a medie annuali). Anche il confronto con i dati pubblicati da ARPAV o per confronto con altri siti di fondo urbano non indica situazioni critiche. Va considerato anche che durante i campionamenti, effettuati a Punta Sabbioni e parzialmente a Chioggia, le direzioni di provenienza del vento hanno interessato solo saltuariamente settori dove sono presenti i cantieri.

Le concentrazioni di IPA in aria a Malamocco sono inferiori alla soglia di riferimento e al limite legislativo (sebbene quest'ultimo faccia riferimento alla media annuale).

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

Le concentrazioni di gas (in particolare gli ossidi di azoto) sono inferiori ai limiti di legge per l'esposizione acuta e per l'esposizione cronica. Per quanto riguarda la protezione della vegetazione si ha il superamento della soglia relativa alla vegetazione a Punta Sabbioni dove, però, la maggior parte dei valori massimi sono stati misurati durante i giorni festivi.

L'analisi delle giornate nelle quali si è avuto un notevole trasporto di materiale su automezzi a Punta Sabbioni non ha evidenziato, nelle misure effettuate con il campionatore di polveri portatile (Al Bacaro e lungo la strada) e nelle misure di gas, situazioni critiche ambientali. Per le misure del contenuto di metalli nel PM10 (campagna jolly) occorre attendere le analisi chimiche.

Infine, è stata effettuato un confronto con la centralina meteorologica di Cavallino gestita da ARPAV: si è osservata una modesta sottostima nelle misure di precipitazione e di umidità relativa presso la stazione di Punta Sabbioni.

BIBLIOGRAFIA

- 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.
- 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.
- 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.
- Rossini P., S. Guerzoni, E. Molinaroli, G. Rampazzo, A. De Lazzari, A. Zancanaro, 2005, "Atmospheric bulk deposition to the lagoon of Venice part I. Fluxes of metals, nutrients and organic contaminations", *Environmental International* 31, 959-974.
- Samara, C., Voutsas, D., 2005. "Size distribution of airborne particulate matter and associated heavy metals in the roadside environment", *Chemosp.* 56, pp. 1197-1206.
- Senaratne I., Shooter D., 2004. "Elemental composition in source identification of brown haze in Auckland, New Zealand", *Atm. Env.* 38, pp. 3049-3059.
- 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 1: PASSAGGI MEZZI AUTOBETONIERE LUNGOMARE DANTE ALIGHIERI, PUNTA SABBIONI

I giorni considerati di passaggio delle betoniere sono stati i seguenti: 18/10/07, 29/11/07 e 5/12/07. Per il primo giorno di passaggio sono disponibili prelievi di polveri (PM10 in continuo con stazione fissa e PM10 con stazioni mobili, fig.2.9. Coordinate in Allegato 2). Per i passaggi successivi, oltre alle citate misure, sono state effettuati anche campionamenti di gas e di contenuto di metalli nel PM10 (campagna Jolly). Tuttavia le analisi dei metalli sono in corso di svolgimento e verranno quindi presentati i risultati relativi al particolato e ai gas.

18/10/07

Passaggi compresi fra le ore 6,45 e 21,00. Durante tale intervallo temporale si sono registrate condizioni di vento proveniente prevalentemente da N-NE con intensità elevata a partire dalle 10 del mattino (condizioni di calma di vento fino alle 10). Dalle 15 alle 18 si è avuta una precipitazione di modesta entità (3,4 mm di acqua).

La stazione fissa di PM10 ha misurato concentrazioni elevate nell'arco della giornata, ma decrescenti dal mattino al pomeriggio e di nuovo crescenti verso sera in linea con l'andamento dell'umidità relativa. Non risultano quindi, su medie temporali di un'ora, evidenti contributi alla concentrazione di PM10 dovuti al passaggio dei mezzi. Si sottolinea che la stazione è rimasta sopravvento rispetto al passaggio delle betoniere per buona parte della giornata.

Misure di particolato con le stazioni mobili. I campionatori sono stati posizionati al ristorante "Il Bacaro" (POLV18) e presso il Terrapieno Sud (POLV17). La Fig. 1A riporta l'andamento delle concentrazioni per i due strumenti nella giornata del 18/10/07.

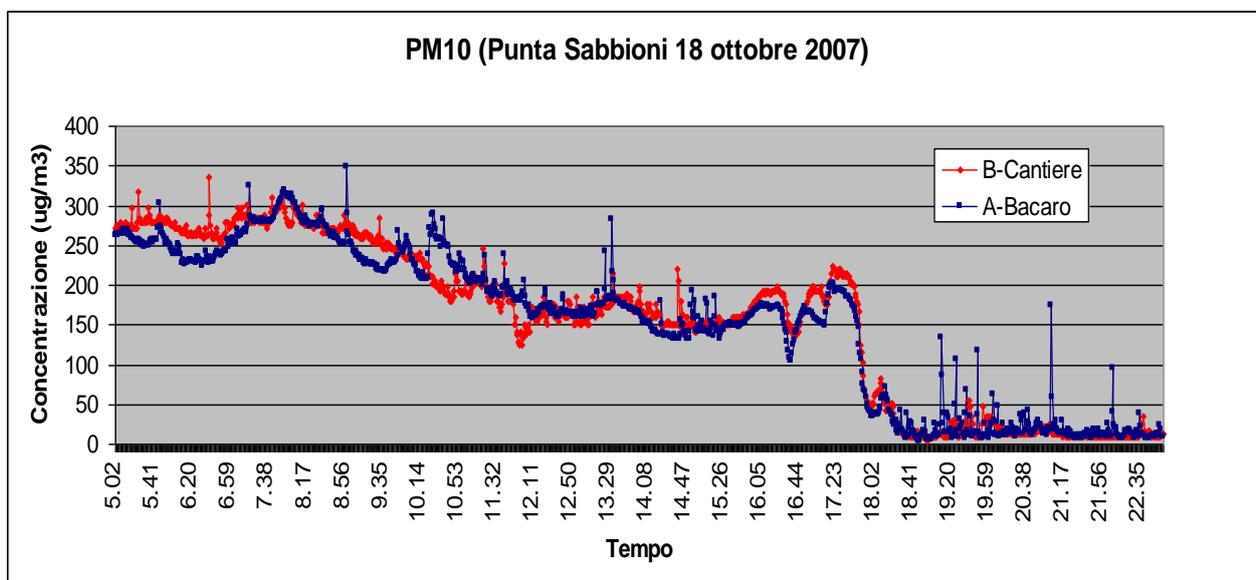


Fig. 1A - Andamento delle concentrazioni di PM10 misurate con le stazioni mobili (Dustrak)

Si osservano, nelle misure effettuate presso "il Baccaro", alcuni picchi di breve durata probabilmente dovuti al passaggio dei mezzi in transito. La Fig. 2A riporta l'andamento delle medie orarie per le stazioni mobili e la stazione fissa. Le concentrazioni di PM10 sono stimate

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

utilizzando i diversi fattori correttivi fra i campionatori mobili (Dustrak) e la stazione fissa (AirGenius) e fra quest'ultima e la gravimetria (riferimento). La diminuzione della concentrazione verso le ore 18 è dovuta a fattori meteorologici (precipitazione ed aumento della intensità del vento).

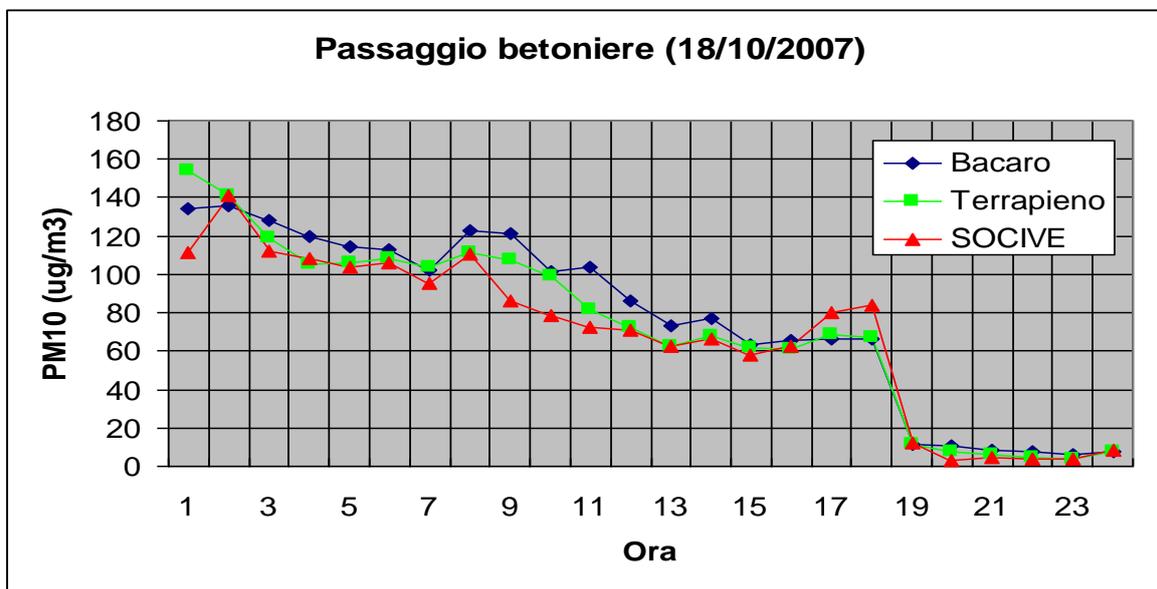


Fig. 2A - Andamento orario delle concentrazioni di PM10

29/11/07

Passaggi dal primo mattino fino verso le ore 18,00. La direzione di provenienza del vento è da NE con condizioni di calma di vento a partire dalle ore 16:00. La Fig. 3A mostra la polvere risospesa dal transito di un automezzo.



Fig. 3A - Transito automezzi Lungomare Dante Alighieri (29/11/07)

La Fig. 4A riporta l'andamento delle medie orarie per le stazioni mobili e la stazione fissa. Le concentrazioni di PM10 sono stimate utilizzando i diversi fattori correttivi fra i campionatori

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

mobili (Dustrak) e la stazione fissa (AirGenius) e fra quest'ultima e la gravimetria (riferimento). La concentrazione tende a crescere a partire dalle ore 16 con la diminuzione della intensità del vento.

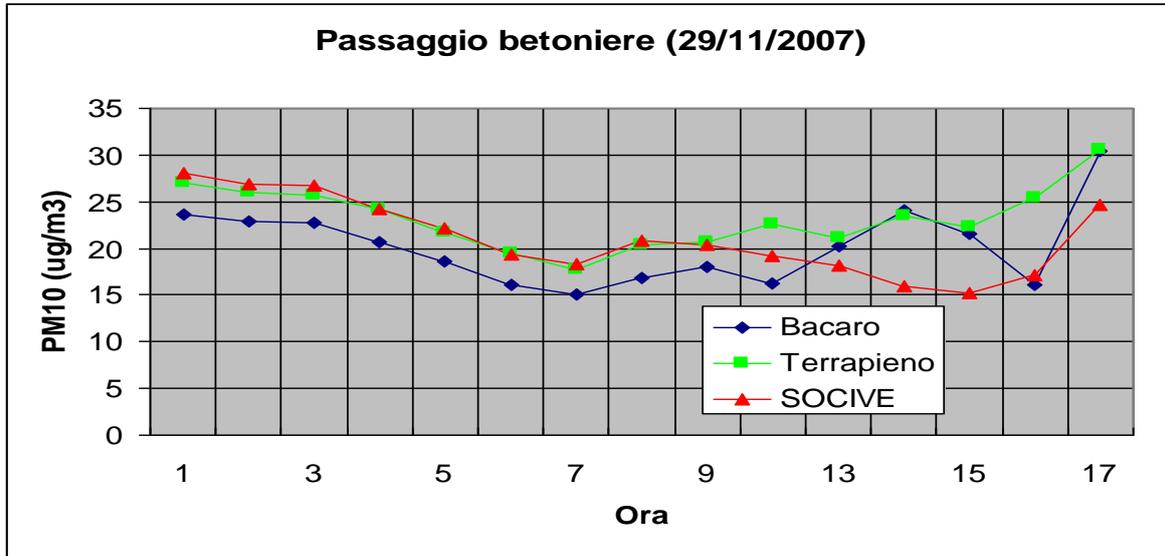
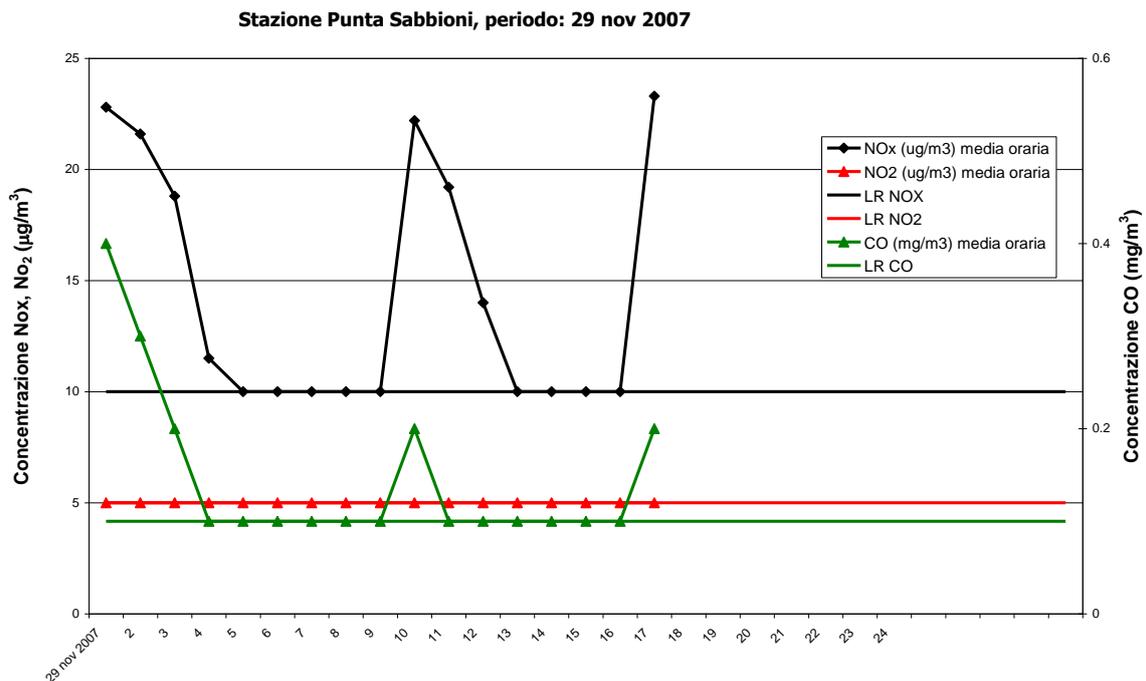


Fig. 4A - Andamento orario delle concentrazioni di PM10

Le concentrazioni medie orarie dei gas rilevati sono riportate nella Figura 5A e nella tabella 1A (fino alle 17 del giorno 29/11/2007). I risultati non evidenziano incrementi di concentrazione associabili alla circolazione dei camion.

Tab. 1A - Concentrazioni medie per il giorno 29 Novembre 2007 a Punta Sabbioni.

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	NQ (147)
NO _x	NQ (14)
NO ₂	NQ (5)



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

Fig. 5A - Andamento grafico degli Ossidi di Azoto, del Biossido di Azoto e dell'Ossido di Carbonio a Punta Sabbioni (29 Novembre 2007). Le linee orizzontali rappresentano il Limite di Rilevabilità (LR) per le concentrazioni orarie.

05/12/07

Nella giornata del 5/12/07 c'è stato un notevole passaggio di autobetoniere lungo il lungomare D. Alighieri fino al terrapieno sud, sul fondo della tura. Inoltre era in corso un trasferimento di pietrame dal terrapieno sud al terrapieno nord, con passaggio di autocarri all'interno del cantiere e movimentazione con scavatore. Il vento, di debole intensità per tutto l'arco della giornata, proviene da NE dalle ore 7 alle ore 10 del mattino, poi da Nord fino alle 14 e successivamente si hanno condizioni di calma di vento

I campionatori mobili sono stati collocati posizionati al ristorante "Il Bacaro" (POLV18) e presso il Lungomare Dante Alighieri (POLV19), nelle adiacenze dell'ingresso del cantiere (Terrapieno Nord), dalle ore 10:38 fino alle ore 12:31 (Fig. 6A), successivamente lo strumento è stato riposizionato presso il Terrapieno Sud (POL17).



Fig. 6A - Posizionamento del campionatore lungo il Lungomare Dante Alighieri nei pressi dell'accesso al cantiere (POL19).

La Fig. 7A riporta l'andamento delle concentrazioni (frequenza di acquisizione pari a 1 minuto) per i due campionatori mobili. Le concentrazioni medie nel periodo di misura (10:38-12:31) risultano rispettivamente di $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($19,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) al Bacaro e $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($19,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) Lungomare Dante Alighieri. In figura sono visibili picchi dovuti al passaggio di automezzi: più pronunciati nel misuratore posto lungo la strada rispetto a quello posizionato presso il recettore.

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

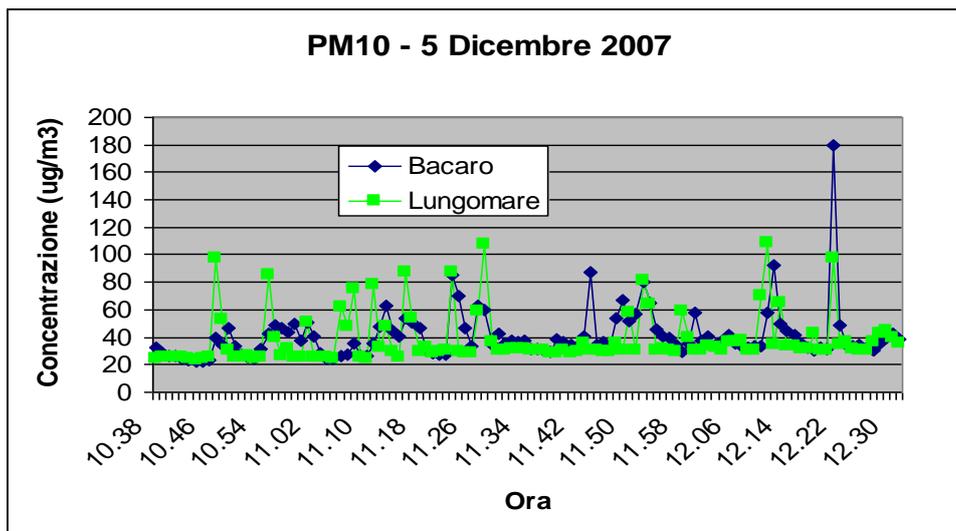


Fig. 7A - Andamento delle concentrazioni di PM10 (ore 10:38-12:31).

Si sottolinea che i dati di concentrazione non rappresentano valori assoluti di particolato in quanto non correlati con la gravimetria. Pertanto si tratta di misure differenziali che evidenziano il passaggio degli automezzi. Il confronto con le medie orarie delle concentrazioni di PM10 viene presentato nella figura seguente (Fig. 8A): in questo caso si tratta di valori assoluti in quanto si sono utilizzati i diversi fattori correttivi fra i campionatori mobili (Dustrak) e la stazione fissa (AirGenius) considerata di riferimento a seguito della campagna di calibrazione effettuata (10/10/07-22/10/07).

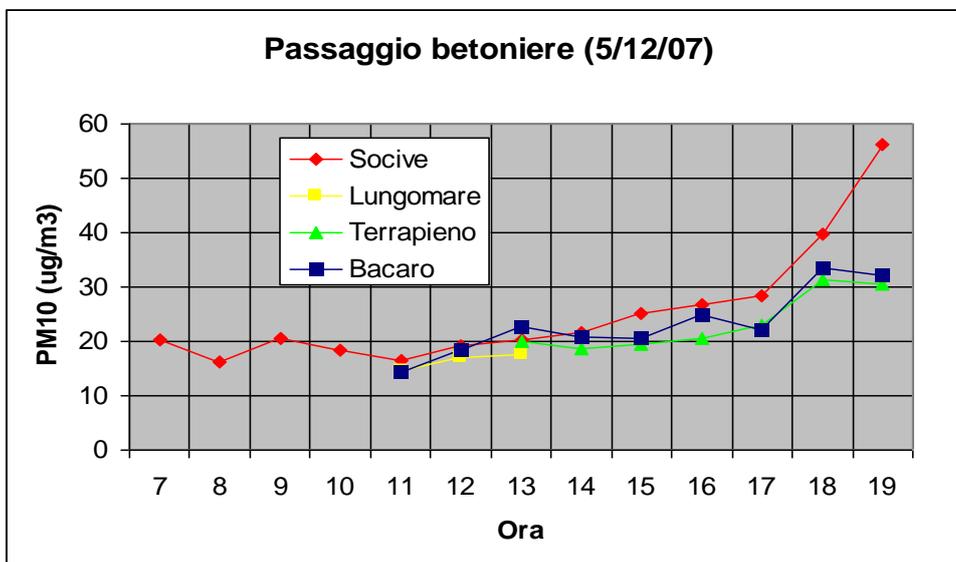


Fig. 8A - Andamento delle concentrazioni medie orarie di PM10 (5/12/07).

Dalla Fig. 8A si può osservare che le concentrazioni medie orarie di PM10 sono confrontabili fra le diverse stazioni di misura con valori assoluti inferiori a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (fino alle ore 18:00). Non si evidenziano quindi contributi di polveri provenienti dal passaggio dei mezzi.

Per quanto riguarda le misure di concentrazione dei gas i risultati sono riportati nella seguente tabella (Tab. 2A); mentre nella Fig. 9A è riportato l'andamento orario misurato.

Tab 2A - Concentrazioni medie per il giorno 05 Dicembre 2007 a Punta Sabbioni.

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

Gas	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	1230
NO _x	69
NO ₂	NQ (8)

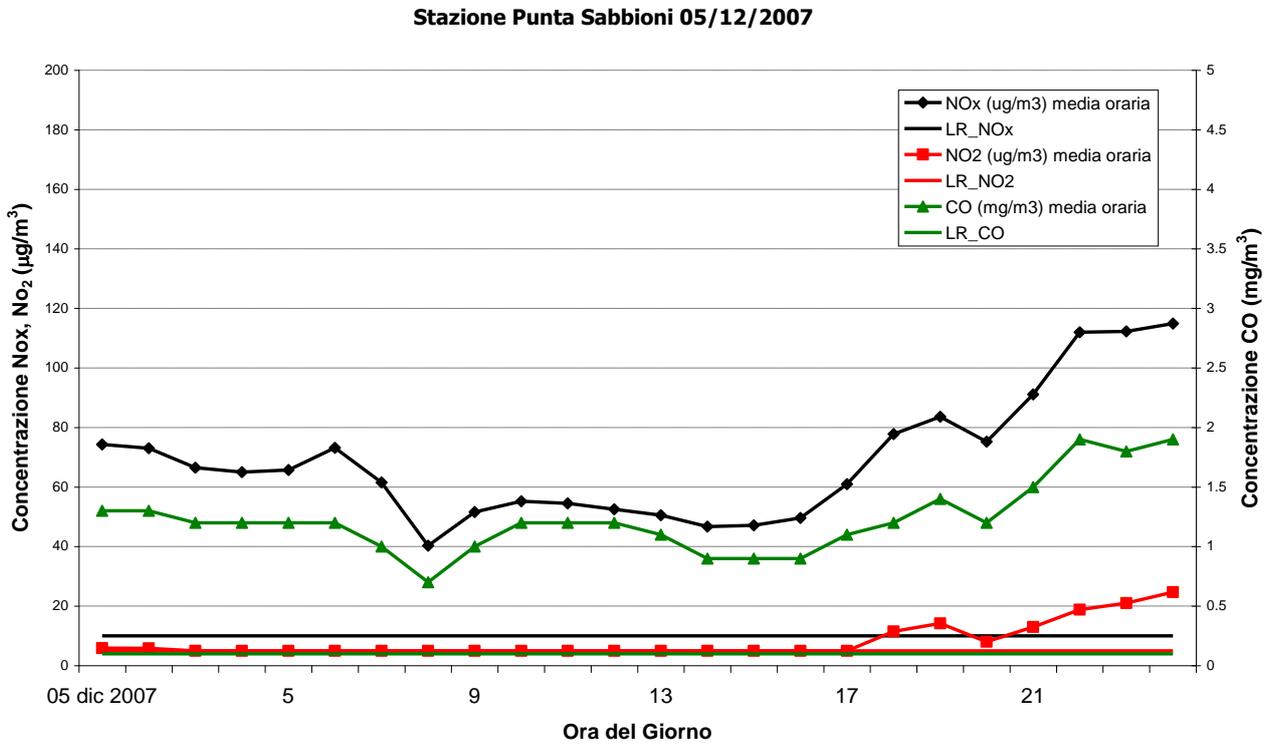


Fig. 5A - Andamento grafico degli Ossidi di Azoto, del Biossido di Azoto e dell'Ossido di Carbonio a Punta Sabbioni (05 Dicembre 2007). Le linee orizzontali rappresentano il Limite di Rilevabilità (LR) per le concentrazioni orarie.

I risultati mostrano che la concentrazione giornaliera è simile alle medie ottenute nella campagna di misura SAB19 del 5-11 dicembre (Tab. 4.5), inoltre è inferiore (per tutti i gas) a quella dei due giorni successivi. L'andamento orario mostra che le concentrazioni nel periodo di passaggio dei camion sono inferiori a quelle notturne per cui i dati non evidenziano incrementi di concentrazione associabili alla circolazione dei camion.

CORILA

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

ALLEGATO 2: COORDINATE DEI PUNTI DI PRELIEVO DEI CAMPIONI

Coordinate Gauss Boaga

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
D1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno del cantiere di Lido-Treporti	2318311.98	5035320.33	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Novembre 2004 al 17 Marzo 2005 Dal 5 Luglio all'11 Novembre 2005 Dal 6 Febbraio al 4 Maggio 2006 Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre 2006 al 5 Febbraio 2007
D2	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE in prossimità del Lungomare Dante Alighieri	2318312.17	5035057.30	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Novembre 2004 al 17 Marzo 2005 Dal 5 Luglio all'11 Novembre 2005 Dal 6 Febbraio al 4 Maggio 2006
D3	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE in posizione arretrata rispetto al lungomare	2318409.78	5035068.64	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Novembre 2004 al 17 Marzo 2005 Dal 5 Luglio all'11 Novembre 2005 Dal 6 Febbraio al 4 Maggio 2006 Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre 2006 al 7 Marzo 2007 Dal 6 Luglio al 15 Ottobre 2007 Dal 7 Dicembre 2007 in corso
D4	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato in un'area di pertinenza della Scuola Elementare Sandro Pertini	2319906.23	5036298.66	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Novembre 2004 al 17 Marzo 2005 Dal 5 Luglio all'11 Novembre 2005 Dal 6 Febbraio al 4 Maggio 2006 Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre 2006 al 7 Marzo 2007 Dal 6 Luglio al 23 Novembre 2007 Dal 7 Dicembre 2007 in corso

CORILA

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

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
D5	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309887.86	5023549.46	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre 2006 al 7 Marzo 2007 Dal 6 Luglio al 15 Ottobre 2007 Dal 7 Dicembre 2007 in corso
D6	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, sul tetto di un container	2307852.55	5012001.78	Deposizioni atmosferiche	Dal 3 Luglio al 20 Ottobre 2006 Dal 14 Dicembre 2006 al 28 Marzo 2007 Dal 6 Luglio al 15 Ottobre 2007 Dal 7 Dicembre 2007 in corso
D7	Bocca di Malamocco - Pellestrina Strumento posizionato all'interno del Cimitero, area ossario comune	2308172.80	5015524.97	Deposizioni atmosferiche	Dal 5 Febbraio al 28 Marzo 2007
PM10	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318348.83	5035066.57	Polveri: PM ₁₀ in continuo	Da Novembre 2004 a Maggio 2008
POLV1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318348.90	5035065.62	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	20-22 Giugno 2006 18-20 Ottobre 2006 22-24 Maggio 2007 25-27 Settembre 2007 9-11 Ottobre 2007
POLV2	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, nel terrapieno sud, in prossimità dell'impianto di betonaggio	2318452.45	5034216.78	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	14 Luglio 2006
POLV3	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri, in prossimità di via B. Clemente, su una parte rialzata del margine della strada opposto al cantiere	2318460.80	5034345.72	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	31 Agosto 2006 5, 28 Settembre 2006

CORILA

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

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
POLV4	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri in prossimità dell'impianto di betonaggio, all'inizio del terrapieno sud	2318507.18	5034227.91	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	11 Agosto 2006
POLV5	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, a 5-6m dalla macchina per realizzare i diaframmi	2318355.06	5034498.77	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	14, 15 Settembre 2006
POLV10	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato sul Lungomare Dante Alighieri, all'incrocio con via Von Platen	2318306.82	5034835.13	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	27 Ottobre 2006 27 Novembre 2006 11 Dicembre 2006 17, 30 Gennaio 2007 13, 27 Marzo 2007
POLV13	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	2318254.64	5035279.36	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	13-15 Novembre 2006 19-21 Dicembre 2006 13-15 Febbraio 2007 26-27 Aprile 2007 24-25 Maggio 2007 18-20 Giugno 2007 18-20 Luglio 2007 1-3 Agosto 2007
POLV17	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, presso il terrapieno sud, su un prefabbricato adiacente alla pesa	2318442.29	5034211.60	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	24-25 Maggio 2007 18-20 Giugno 2007 18-20 Luglio 2007 1-3 Agosto 2007 25-27 Settembre 2007 9-11 Ottobre 2007 17-19 Ottobre 2007 27-29 Novembre 2007 5-7 Dicembre 2007

CORILA

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

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
POLV18	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato presso il ristorante "Al Bacaro" sul Lungomare Dante Alighieri	2318297.78	5035142.91	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	17-19 Ottobre 2007 27-29 Novembre 2007 5-7 Dicembre 2007
POLV19	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato sulla panchina presso il lampione CV26 - 2.27 sul Lungomare Dante Alighieri	2318342.18	5035385.12	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	5 Dicembre 2007
POLV6	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato sulla sommità del muro del Forte San Piero, adiacente alla rete del cantiere	2310345.36	5023359.99	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	27 Giugno 2006 4, 7 Agosto 2006 5, 22, 29 Settembre 2006 10 Ottobre 2006 23, 30 Novembre 2006 11 Gennaio 2007
POLV11	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato sulla sommità del muro, direzione nord-sud, del Forte San Piero	2310346.27	5023307.38	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	29 Agosto 2006 25 Ottobre 2006
POLV15	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309890.47	5023562.24	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	23 Gennaio 2007 5-7 Febbraio 2007 19, 28 Marzo 2007 18-19 Aprile 2007 17-19 Maggio 2007 20-22 Giugno 2007 24-26 Luglio 2007 27-29 Agosto 2007 17-19 Settembre 2007 29-31 Ottobre 2007 6-8 Novembre 2007 19-21 Dicembre 2007

CORILA

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

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
POLV16	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato nel cantiere, su di un prefabbricato	2310364.35	5023325.51	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	17-19 Maggio 2007 20-22 Giugno 2007 24-26 Luglio 2007 27-29 Agosto 2007 17-19 Settembre 2007 29-31 Ottobre 2007 6-8 Novembre 2007 19-21 Dicembre 2007
POLV7	Bocca di Chioggia - Ca' Roman Strumento posizionato all'esterno del cantiere, in prossimità dell'impianto di betonaggio	2307837.87	5012658.62	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	25 Luglio 2006
POLV8	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato in prossimità del Forte San Felice, su uno dei grossi massi che compongono l'argine della bocca di porto	2307458.72	5012091.78	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	7, 14 Agosto 2006 25 Settembre 2006 2, 13 Ottobre 2006 17, 20 Novembre 2006 15 Dicembre 2006 15 Gennaio 2007 12 Marzo 2007 23 Aprile 2007
POLV9	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato sul Molo Foraneo, alcuni metri fuori dal cantiere lato mare	2307906.87	5012047.92	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	25 Agosto 2006 8, 18 Settembre 2006
POLV12	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, dietro il prefabbricato, a sinistra dell'entrata	2307857.48	5012003.76	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	27-31 Ottobre 2006
POLV14	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato all'interno del cantiere di Sottomarina, sul tetto di un container	2307857.93	5012002.08	Polveri: monitoraggio delle polveri ambientali con analizzatore mobile	12-14 Febbraio 2007 13-14 Marzo 2007 23-24 Aprile 2007

CORILA

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

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
METAL1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno dell'area di cantiere, sulla piarda lato laguna	2318254.81	5035294.61	Polveri: metalli pesanti	Dal 14 al 28 Novembre 2006 Dal 5 al 18 Febbraio 2007
METAL2	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309886.58	5023556.59	Polveri: metalli pesanti	Dal 27 Settembre al 9 Ottobre 2006 Dal 29 Marzo al 6 Aprile 2007 Dal 25 Settembre al 10 Ottobre 2007
METAL3	Bocca di Chioggia - Sottomarina Strumento posizionato nell'area di cantiere, dietro il prefabbricato a sinistra dell'entrata	2307851.24	5012036.27	Polveri: metalli pesanti	Dal 21 al 31 Ottobre 2006 Dal 22 Febbraio al 29 Marzo 2007 Dal 7 al 20 Settembre 2007
METAL4	Bocca di Lido - Punta Sabbioni Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318346.76	5035066.54	Polveri: metalli pesanti	Dal 7 al 19 Settembre 2007 Dal 28 Novembre 2007 in corso
IPA1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318440.05	5035084.13	Determinazione degli IPA in aria	Dal 1 al 17 Febbraio 2005 Dal 25 Novembre al 13 Dicembre 2005 Dal 5 al 19 Febbraio 2007
IPA2	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato all'interno del cantiere di Malamocco, presso la pesa	2310358.88	5023371.50	Determinazione degli IPA in aria	Dal 25 Settembre al 10 Ottobre 2006 Dal 19 Febbraio al 5 Marzo 2007 Dal 25 Settembre al 8 Ottobre 2007
IPA3	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318408.60	5035090.23	Determinazione degli IPA in aria	Dal 4 al 12 Aprile 2006 Dal 3 al 14 Novembre 2006 Dal 23 Novembre al 5 Dicembre 2007

CORILA

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

Codice	Località e note stazione	Lat.	Long.	Attività	Data
GAS1	Bocca di Lido - Punta Sabbioni: Circolo Vela Strumento posizionato all'interno del Circolo SOCIVE	2318348.90	5035067.32	Misure di gas	Dal 20 al 29 Giugno 2006 Dal 13 al 28 Luglio 2006 Dal 22 Agosto al 21 Settembre 2006 Dal 13 al 19 Ottobre 2006 Dal 23 al 29 Ottobre 2006 Dal 29 Novembre 19 Dicembre 2006 Dal 22 Febbraio al 22 Marzo 2007 Dal 16 Maggio al 13 Giugno 2007 Dal 19 Luglio al 24 Agosto 2007 Dal 12 Settembre al 10 Ottobre 2007 Dal 15 Novembre al 12 Dicembre 2007
GAS2	Bocca di Malamocco - S.Maria del Mare Strumento posizionato presso la casa di cura a Santa Maria del Mare	2309890.79	5023561.34	Misure di gas	Dal 29 Giugno al 13 Luglio 2006 Dal 28 Luglio al 22 Agosto 2006 Dal 22 al 28 Settembre 2006 Dal 5 al 11 Ottobre 2006 Dal 19 Dicembre 2006 al 22 Febbraio 2007 Dal 22 Marzo al 16 Maggio 2007 Dal 24 Agosto al 12 Settembre 2007 Dal 10 Ottobre al 15 Novembre 2007 Dal 12 Dicembre 2007 in corso

APPENDICE: CONFRONTO STAZIONI METEOROLOGICHE PUNTA SABBIONI E ARPAV-CAVALLINO

A.1 Introduzione

Nei mesi da agosto a dicembre 2007 sono stati effettuati dei confronti nei parametri meteorologici rilevati dalle stazioni di Punta Sabbioni e di ARPAV-Cavallino.

Le variabili meteorologiche monitorate sono: precipitazione, direzione e velocità del vento, umidità relativa, pressione e temperatura. I criteri di scelta dei periodi di confronto sono sostanzialmente due: il primo prevede la scelta di periodi temporali casuali, mentre il secondo la scelta di periodi temporali nei quali le condizioni meteorologiche favoriscono una distribuzione omogenea delle variabili oggetto di confronto. In quest'ultimo caso le differenze nelle variabili meteorologiche misurate dalle due stazioni dovrebbero infatti essere ridotte.

La stazione di Punta Sabbioni è situata sulla bocca di porto di Lido di Venezia, mentre la stazione ARPAV di Cavallino si trova nella località di Cavallino (Treporti) a circa 10 km dalla stazione di Punta Sabbioni.

A.2 Precipitazione

Per quanto riguarda la precipitazione, si sono messe a confronto le stazioni per alcune giornate caratterizzate da pioggia (Tab.1B)

Tab.1B - Valori di precipitazione giornaliera

Data	Precipitazione ARPAV-Cavallino (mm)	Precipitazione Punta Sabbioni (mm)
10/08/2007	20.6	11.2
21/08/2007	14.0	6.8
30/08/2007	7.6	7.6
04/09/2007	33.4	23.2
17/09/2007	23.6	18.6
18/09/2007	22.4	12
26/09/2007	123.4	54.8
27/09/2007	26.4	13.6
28/09/2007	20.8	12.6
26/10/2007	13.0	8.4
22/11/2007	5.8	4.2
8/12/2007	15.4	14

La figura seguente riporta in forma grafica i risultati riportati nella precedente tabella.

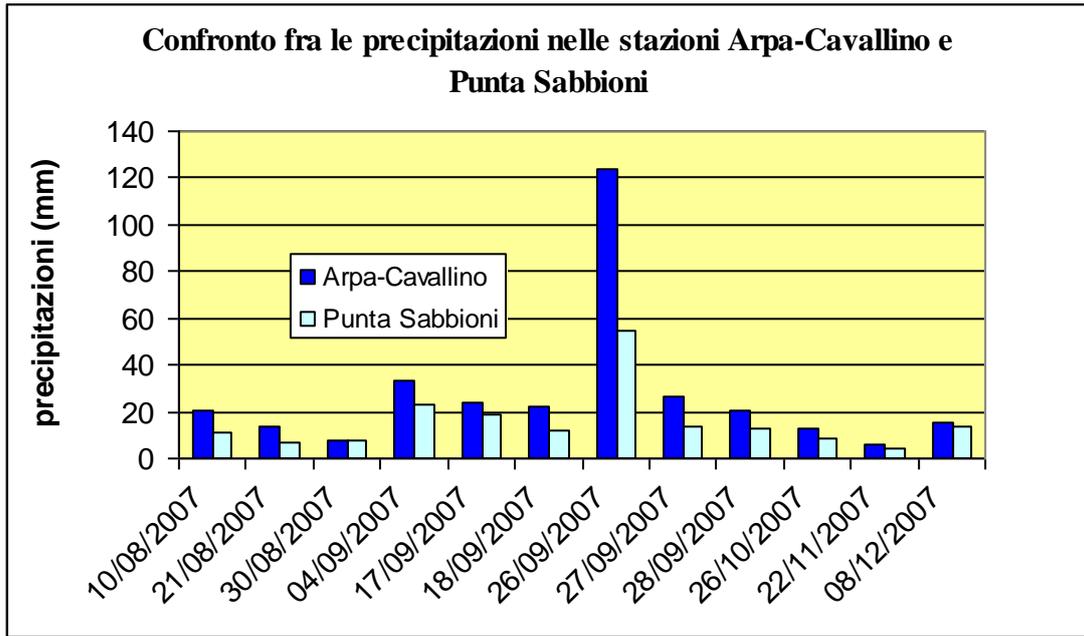


Fig.1B- Confronto precipitazioni giornaliere.

Si nota che il valore di precipitazione risulta superiore nella stazione ARPAV-Cavallino (tranne nella giornata del 30/08/2007 in cui i valori sono identici).

Si è inoltre calcolata la retta di regressione fra le due serie di dati, relativo al periodo compreso fra agosto e ottobre 2007, ottenendo un buon valore del coefficiente di correlazione (0.96), il che denota che le due stazioni sono linearmente correlate nel periodo in esame.

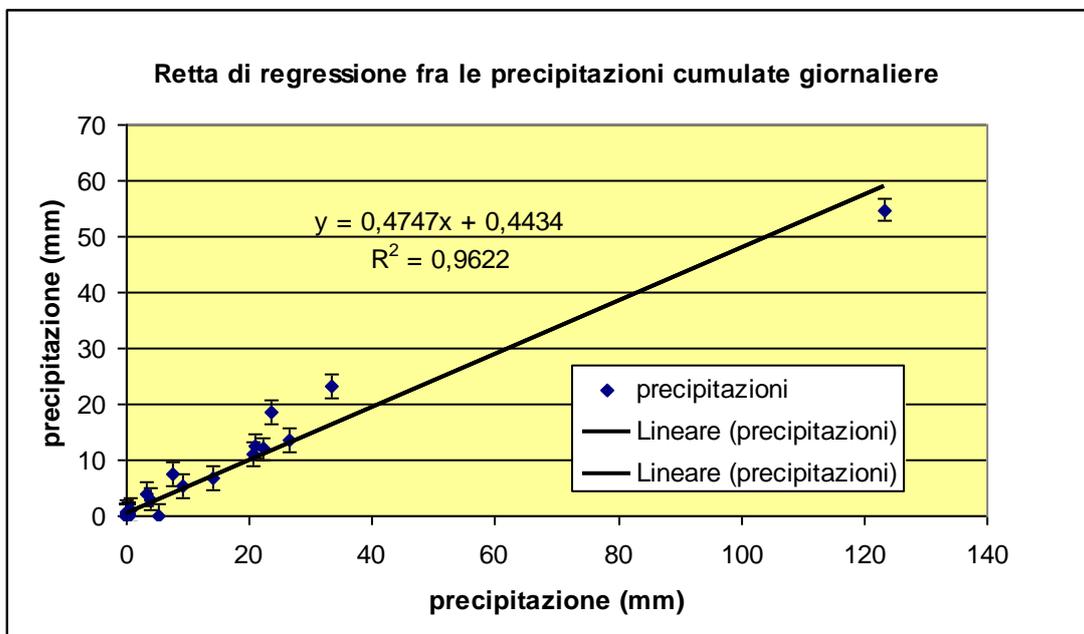


Fig.2B - Retta di regressione lineare per le precipitazioni

A.3 Temperatura

Per quanto riguarda le temperature si sono effettuati confronti fra medie giornaliere scegliendo casualmente alcune giornate comprese nel periodo fra agosto e ottobre 2007; inoltre sono stati eseguiti confronti fra medie orarie sia con scelta casuale di alcuni giorni, sia selezionando giornate con cielo coperto, durante le quali si ritiene che le eventuali differenze di temperatura fra le due stazioni siano minori (presentando tali giornate maggiore rimescolamento). La tabella seguente e il grafico successivo, riportano i risultati del confronto relativo alla temperatura media giornaliera (giornate casuali). Si nota che i valori misurati presso la stazione di Punta Sabbioni sono sempre superiori rispetto a quelli registrati nella stazione ARPAV; anche se casuali i valori risultano confrontabili presentando come massima differenza 1.1 °C (nella giornata del 21 settembre 2007).

Tab.2B - Valori di temperatura

Data	Temperatura ARPAV-Cavallino (°C)	Temperatura Punta Sabbioni (°C)	Differenze (°C)
10/08/2007	20.5	21.2	0.7
15/08/2007	24.5	24.8	0.3
22/08/2007	20.0	20.1	0.1
25/08/2007	22.1	22.9	0.8
03/09/2007	20.4	20.9	0.5
07/09/2007	16.6	17.4	0.8
14/09/2007	19.2	19.9	0.7
21/09/2007	15.9	17.0	1.1
26/09/2007	15.0	15.2	0.2
30/09/2007	16.0	16.6	0.6
02/10/2007	17.4	18.3	0.9
05/10/2007	18.8	19.1	0.3
06/10/2007	16.9	17.2	0.3

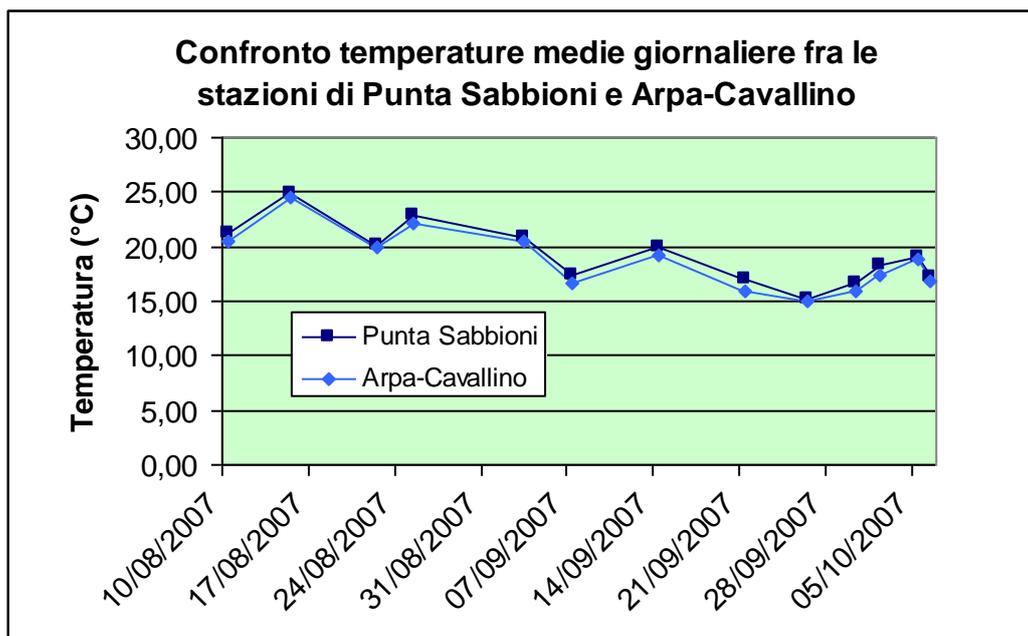


Fig.3B- Temperature medie giornaliere

Anche in questo caso è stata calcolata la retta di regressione lineare, sempre nel periodo compreso tra agosto e ottobre 2007, ottenendo nuovamente un buon valore del coefficiente di correlazione (0,99); si può dunque affermare che anche per quanto riguarda la temperatura le due stazioni presentano una correlazione lineare.

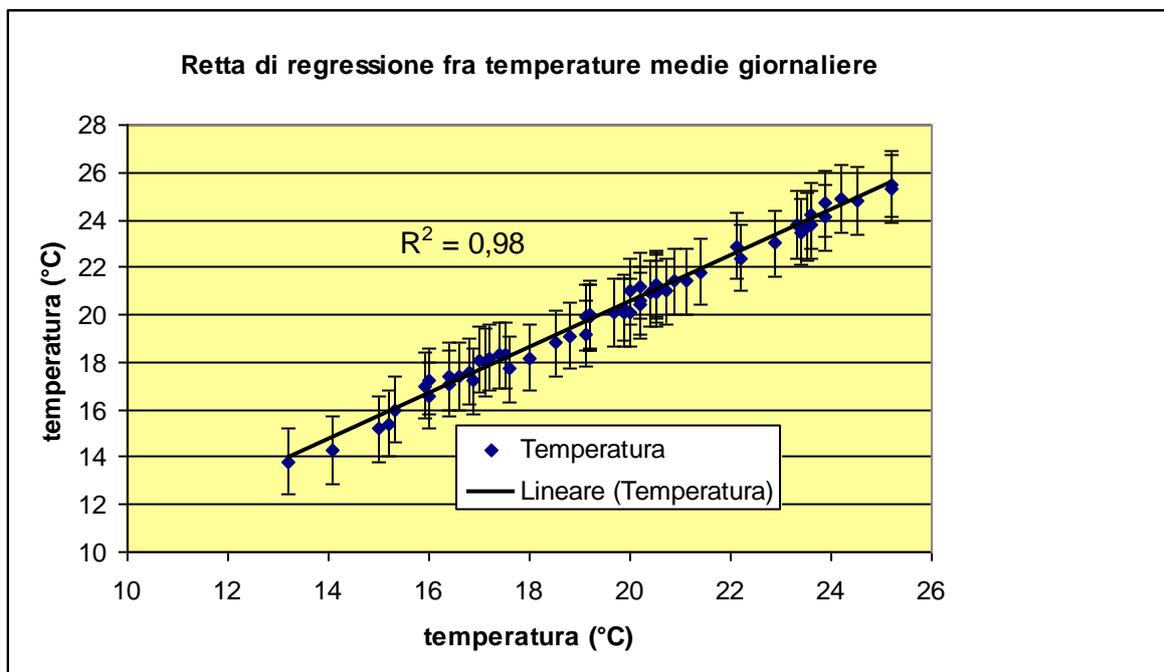


Fig.4B - Retta di regressione per le temperature

Per quanto riguarda le medie orarie le giornate casuali sono state le seguenti: 26 agosto, 16 settembre e 18 ottobre 2007; i risultati sono riportati nei seguenti grafici. Si osserva che la temperatura registrata presso la stazione di Punta Sabbioni è talvolta superiore talvolta inferiore rispetto a quella misurata presso la stazione ARPAV-Cavallino per tutte le giornate in esame. Osservando i primi 2 grafici si nota che l'andamento delle due curve è simile; le differenze fra i valori orari di temperatura non si concentrano in un particolare momento della giornata ma sono distribuite uniformemente e raggiungono la massima discrepanza il 26 agosto 2007 alle ore 18; il valore misurato presso ARPAV risulta inferiore a quello della stazione di Punta Sabbioni di circa 2,7°C.

Lo scostamento medio giornaliero della stazione di Punta Sabbioni rispetto alla stazione ARPAV risulta: 1,30°C (26/08/2007), 0,66°C (16/09/2007) e 0,59°C (18/10/2007).

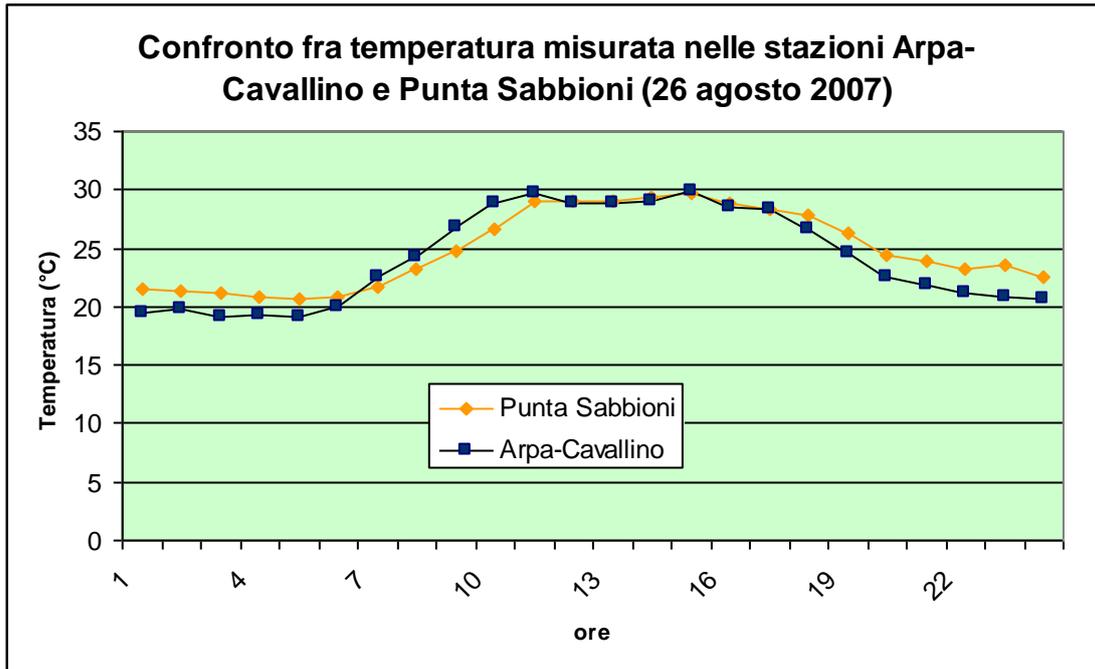


Fig.5B - Temperatura giornaliera (26/08/2007)

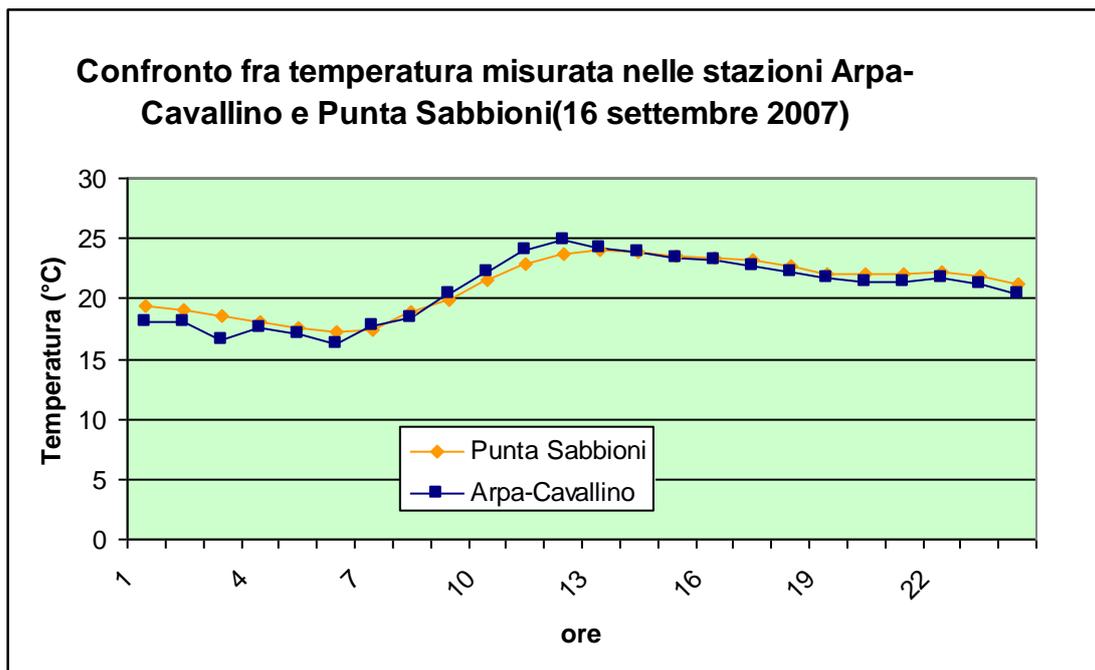


Fig.6B - Temperatura giornaliera (09/10/2006)

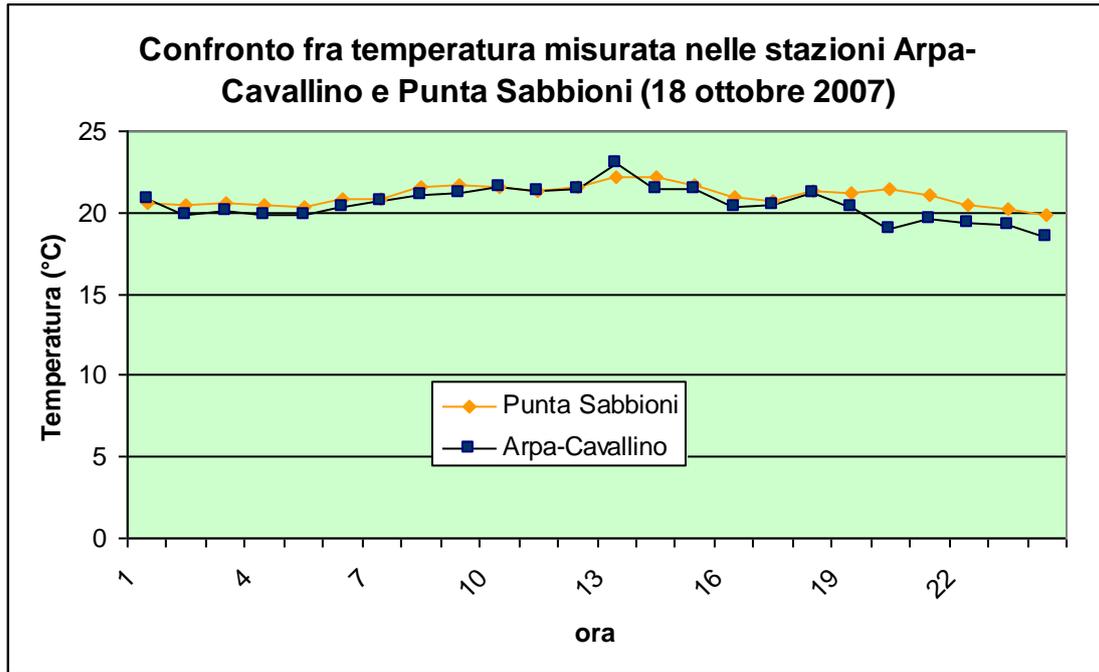


Fig.7B - Temperatura giornaliera (18/10/2007)

Veniamo ora all'analisi delle giornate caratterizzate da cielo coperto; sono state selezionate le giornate del 20 agosto e 26 settembre 2007. Come si nota dai seguenti grafici le due curve sono quasi identiche e presentano come scostamento medio giornaliero della stazione di Punta Sabbioni rispetto ad ARPAV-Cavallino: 0,57°C (20 agosto 2007), 0,36°C (26 settembre 2007).

Per la scelta di tali giornate si sono prese in esame le curve relative alla radiazione solare dei mesi di agosto e settembre 2007. Si nota che in particolare durante la giornata del 26 settembre si ha la massima copertura nuvolosa e il minimo scostamento tra i valori di temperatura misurati.

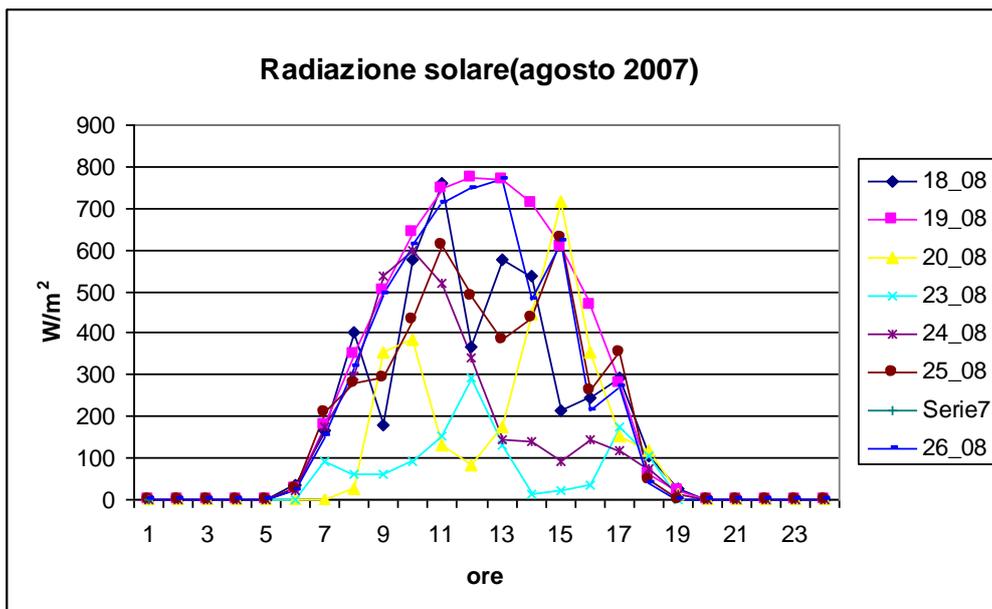


Fig.8B - Radiazione solare per il mese di agosto

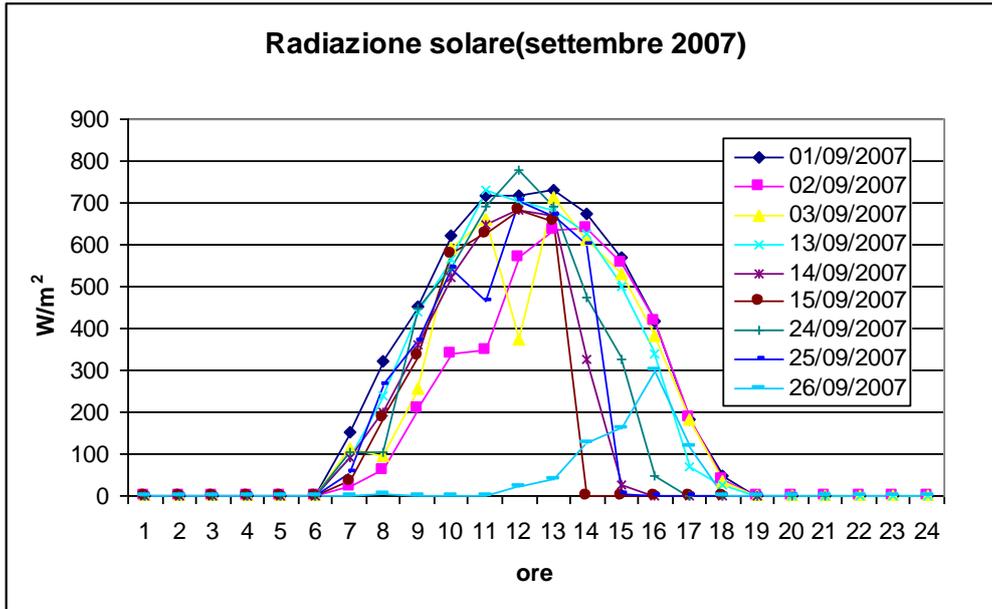


Fig.9B - Radiazione solare per il mese di settembre

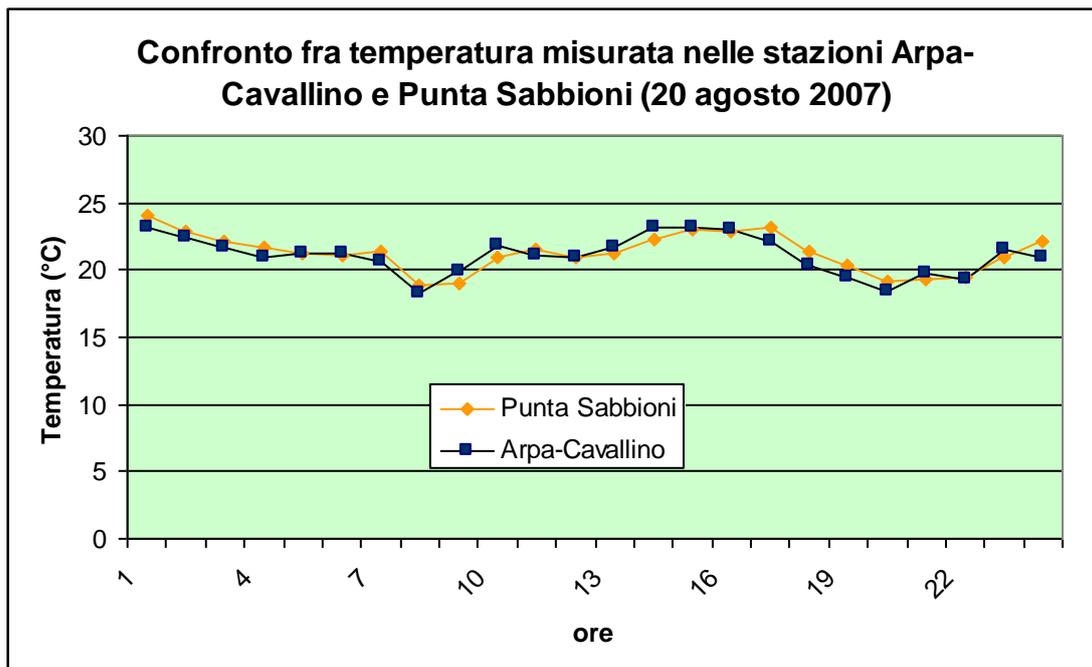


Fig.10B - Temperatura giornaliera (20/08/2007)

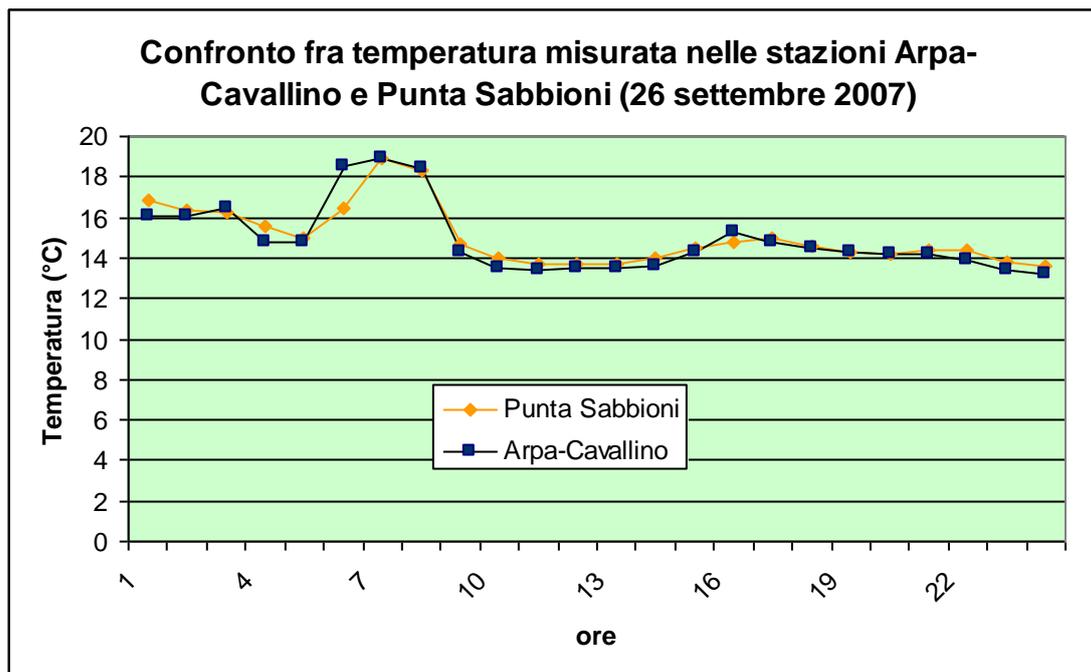


Fig.11B - Temperatura giornaliera (26/09/2007)

Anche per le temperature si è effettuato il test di Student a due code, ponendo nuovamente come ipotesi la non differenza tra i valori registrati nelle due stazioni e scegliendo sempre una probabilità $\alpha = 0,05$. Il valore indicato nelle tavole, con 114 gradi di libertà, risulta 1.98 mentre il valore ottenuto dalle misure è inferiore: 0,95. Segue che il rischio di errore nel rifiutare l'ipotesi nulla è troppo elevato: i due campioni risultano anche in questo caso appartenenti alla stessa popolazione.

A.4 Pressione atmosferica

Per quanto riguarda la pressione atmosferica si sono effettuati confronti sia fra medie orarie che fra medie giornaliere. Per le medie orarie sono state prese in considerazioni le giornate del 26 agosto, 13 settembre e 19 ottobre 2007. Per tutte le giornate esaminate i valori della stazione di Punta Sabbioni sono sempre inferiori rispetto alla stazione ARPAV-Cavallino con uno scostamento medio giornaliero della seconda rispetto alla prima di 1.31hPa (26 agosto 2007), 1.40 hPa(13 settembre 2007) e 1.37hPa (19ottobre 2007).

La massima differenza risulta 1.9 hPa nella giornata del 26 agosto alle ore 15.

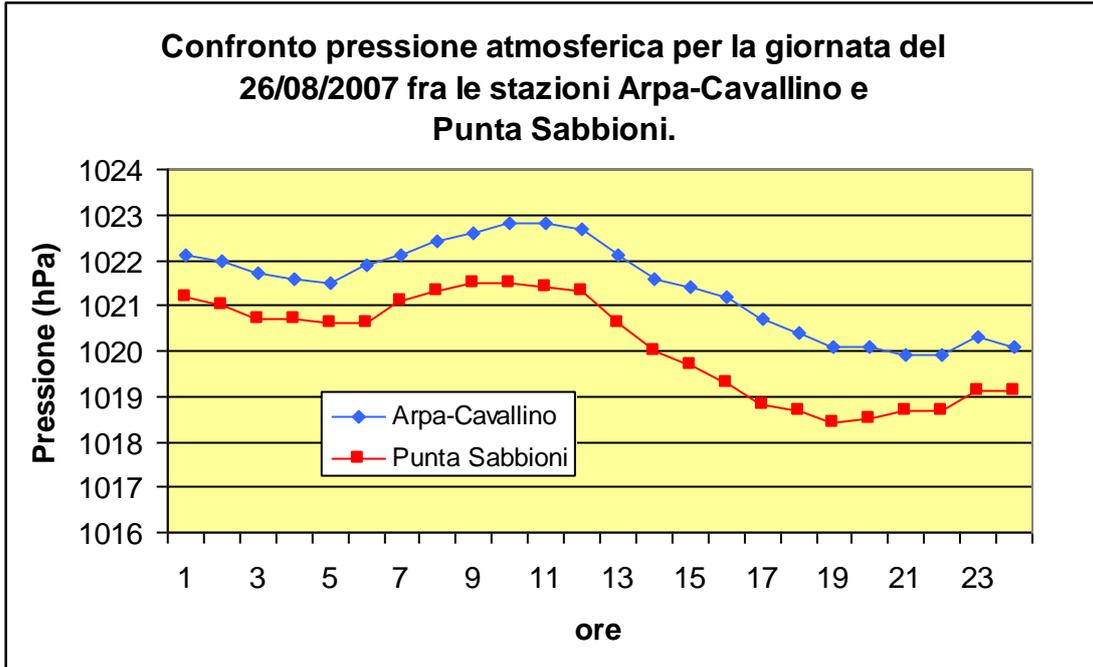


Fig.12B - Pressione atmosferica giornaliera (26/08/2007)

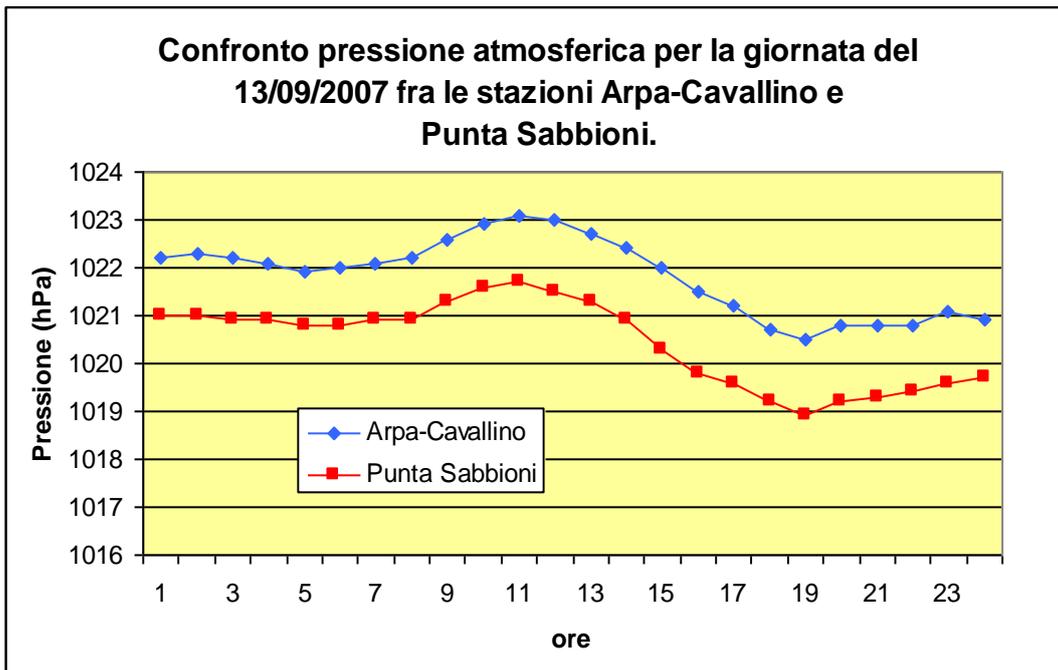


Fig.13B - Pressione atmosferica giornaliera (13/09/2007)

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

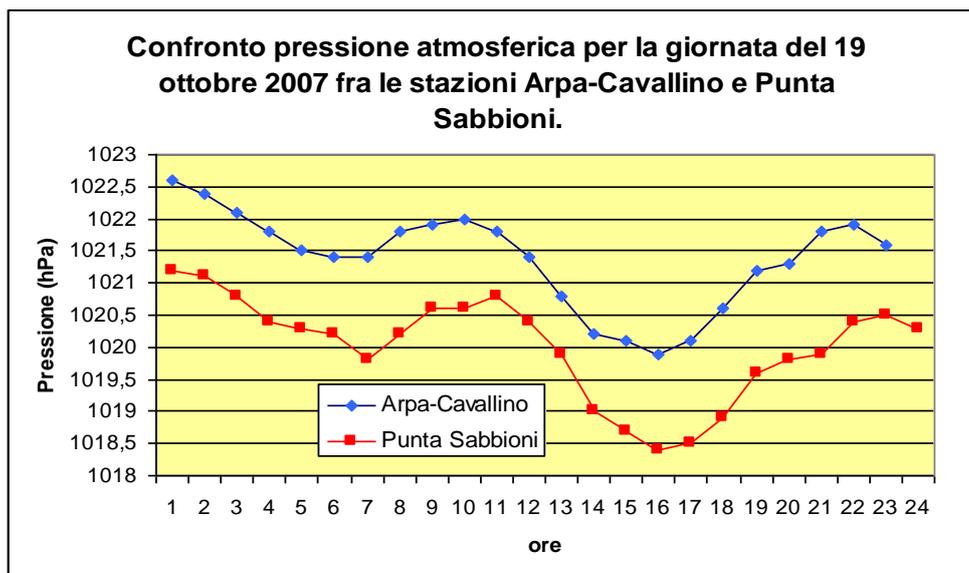


Fig.14B - Pressione atmosferica giornaliera (19/10/2007)

Segue la tabella che riporta i valori di pressione relative alle giornate prese in esame e rappresentate nei precedenti grafici.

Tab.3B - Valori orari di pressione (26/08/07, 13/09/07, 19/10/07)

26/08	Press. Cavallino (hPa)	Press. Sabbioni (hPa)	13/09	Press. Cavallino (hPa)	Press. Sabbioni (hPa)	19/10	Press. Cavallino (hPa)	Press. Sabbioni (hPa)
1	1022.1	1021.2	1	1022.2	1021.0	1	1022.6	1021.2
2	1022.0	1021.0	2	1022.3	1021.0	2	1022.4	1021.1
3	1021.7	1020.7	3	1022.2	1020.9	3	1022.1	1020.8
4	1021.6	1020.7	4	1022.1	1020.9	4	1021.8	1020.4
5	1021.5	1020.6	5	1021.9	1020.8	5	1021.5	1020.3
6	1021.9	1020.6	6	1022	1020.8	6	1021.4	1020.2
7	1022.1	1021.1	7	1022.1	1020.9	7	1021.4	1019.8
8	1022.4	1021.3	8	1022.2	1020.9	8	1021.8	1020.2
9	1022.6	1021.5	9	1022.6	1021.3	9	1021.9	1020.6
10	1022.8	1021.5	10	1022.9	1021.6	10	1022	1020.6
11	1022.8	1021.4	11	1023.1	1021.7	11	1021.8	1020.8
12	1022.7	1021.3	12	1023	1021.5	12	1021.4	1020.4
13	1022.1	1020.6	13	1022.7	1021.3	13	1020.8	1019.9
14	1021.6	1020.0	14	1022.4	1021.9	14	1020.2	1019.0
15	1021.4	1019.7	15	1022	1020.3	15	1020.1	1018.7
16	1021.2	1019.3	16	1021.5	1019.8	16	1019.9	1018.4
17	1020.7	1018.8	17	1021.2	1019.6	17	1020.1	1018.5
18	1020.4	1018.7	18	1020.7	1019.2	18	1020.6	1018.9
19	1020.1	1018.4	19	1020.5	1018.9	19	1021.2	1019.6
20	1020.1	1018.5	20	1020.8	1019.2	20	1021.3	1019.8
21	1019.9	1018.7	21	1020.8	1019.3	21	1021.8	1019.9
22	1019.9	1018.7	22	1020.8	1019.4	22	1021.9	1020.4
23	1020.3	1019.1	23	1021.1	1019.6	23	1021.6	1020.5
24	1020.1	1019.1	24	1020.9	1019.7	24	1021.5	1020.3

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

Nei seguenti grafici ci sono invece i confronti per le medie giornaliere per i mesi da settembre a novembre 2007.

Le curve presentano lo stesso andamento per tutto l'arco di tempo analizzato; lo scostamento maggiore riscontrato è di 2,3 hPa. In generale si può affermare che le due stazioni sono confrontabili.

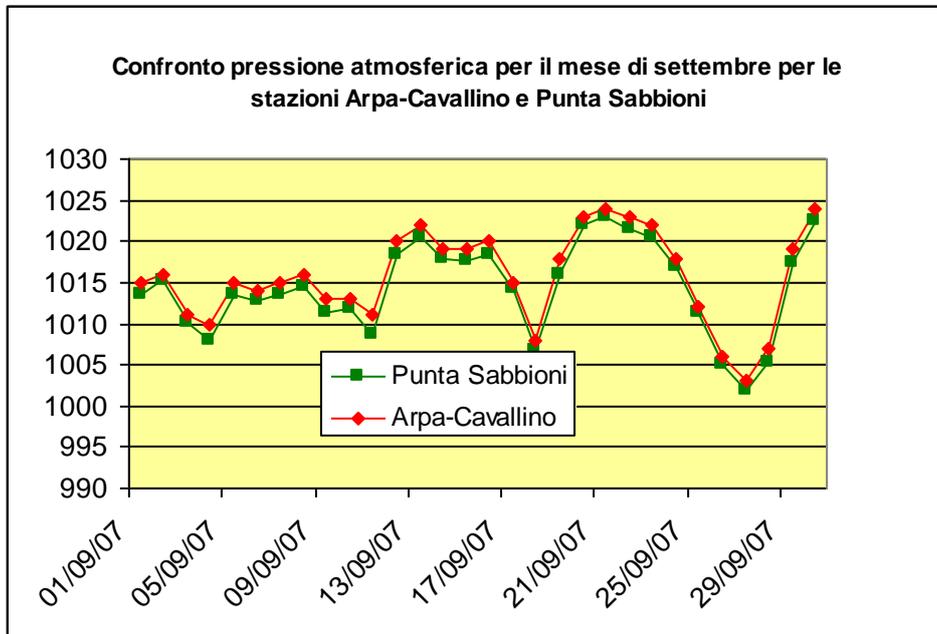


Fig.15B - Medie giornaliere pressione atmosferica (settembre 2007)

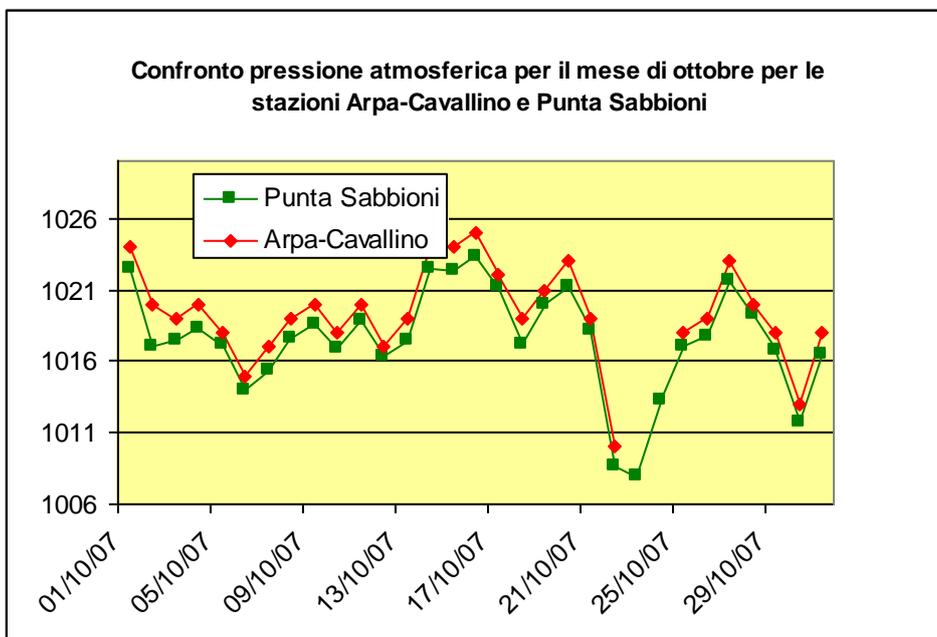


Fig. 16A - Medie giornaliere pressione atmosferica (ottobre 2007)

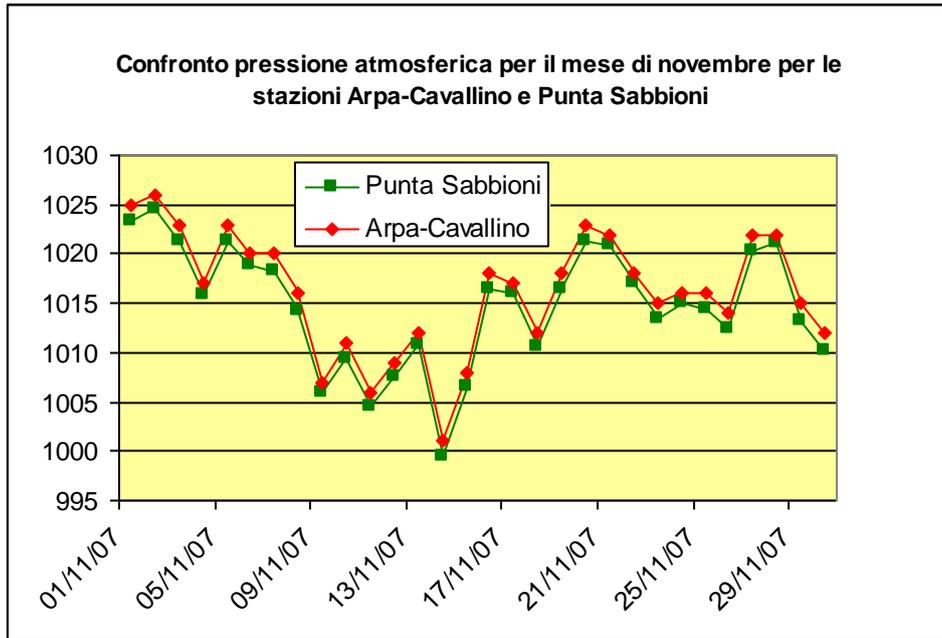


Fig.17A- Medie giornaliere pressione atmosferica (novembre 2007)

A.5 Umidità relativa

Per quanto riguarda l'umidità relativa, si è effettuato un confronto giornaliero fra le stazioni per le giornate del 16 settembre, 21 ottobre e 10 novembre 2007.

Gli andamenti delle curve sono simili ma compaiono discrepanze per quanto concerne i valori registrati. Lo scostamento medio giornaliero della stazione di ARPAV-Cavallino rispetto alla stazione di Punta-Sabbioni è di circa: 4% per la giornata del 16 settembre, 4.4% per la giornata del 21 ottobre, 6.0% per la giornata dell' 10 novembre.

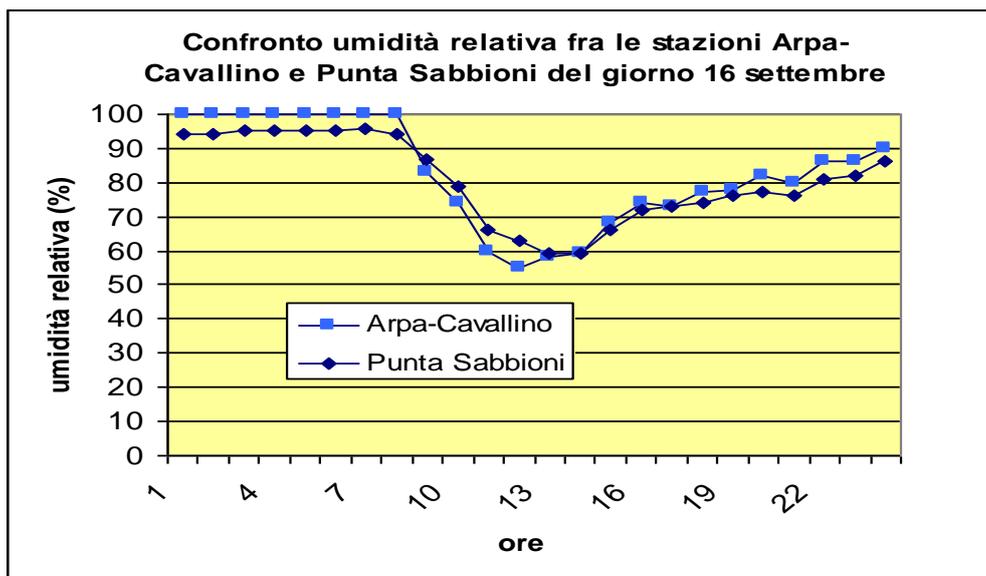


Fig.18B - Umidità relativa giornaliera (16/09/2007)

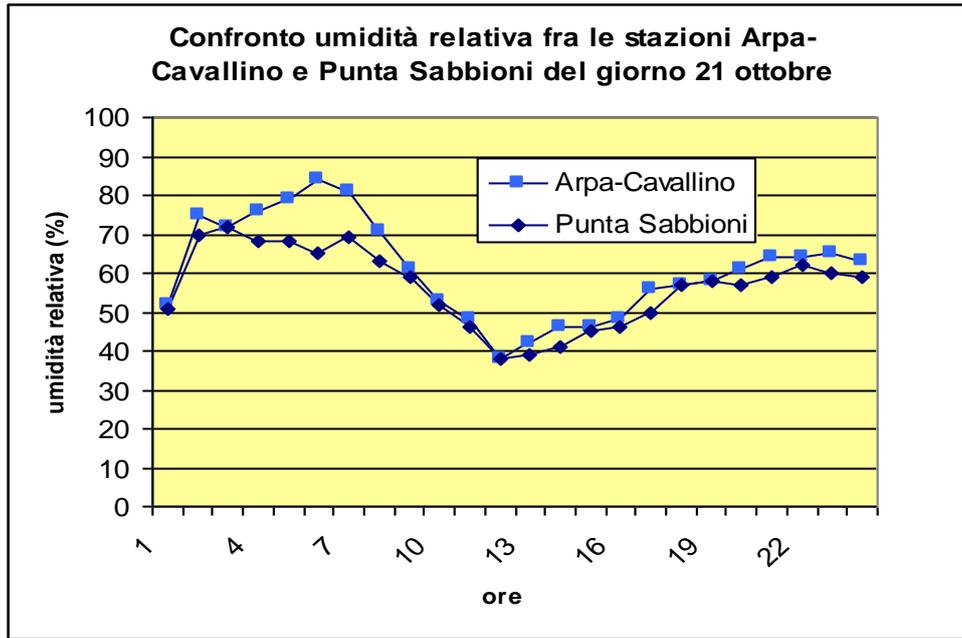


Fig.19B - Umidità relativa giornaliera (21/10/2007)

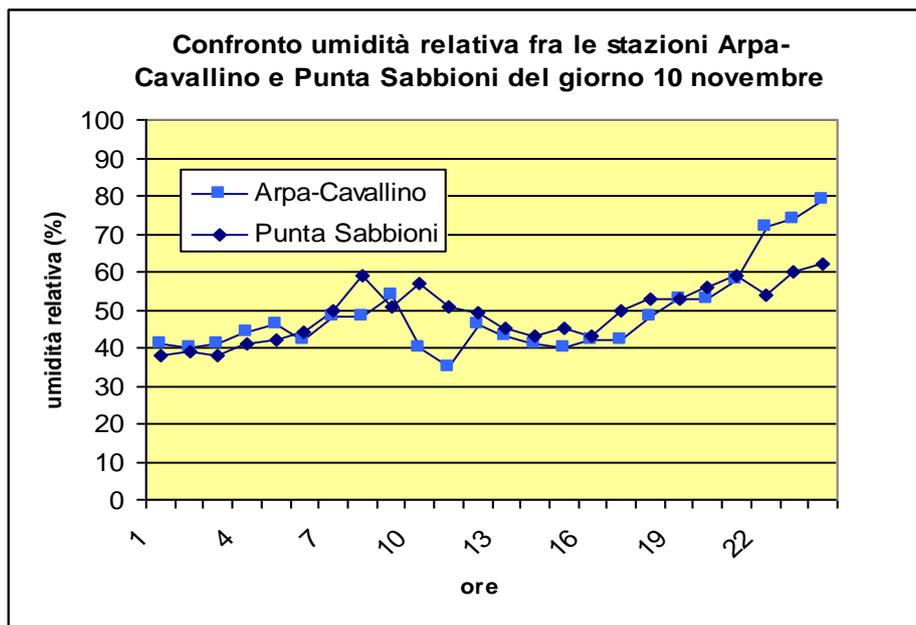


Fig.20B - Umidità relativa giornaliera (10/11/2007)

A.6 Direzione del vento

Per quanto riguarda la direzione del vento sono stati eseguiti dei confronti giornalieri per le giornate del 30 agosto, 21 ottobre e 10 novembre 2007. Le due stazioni misurano valori simili (considerando che i punti di maggior distacco indicano in realtà la stessa direzione).

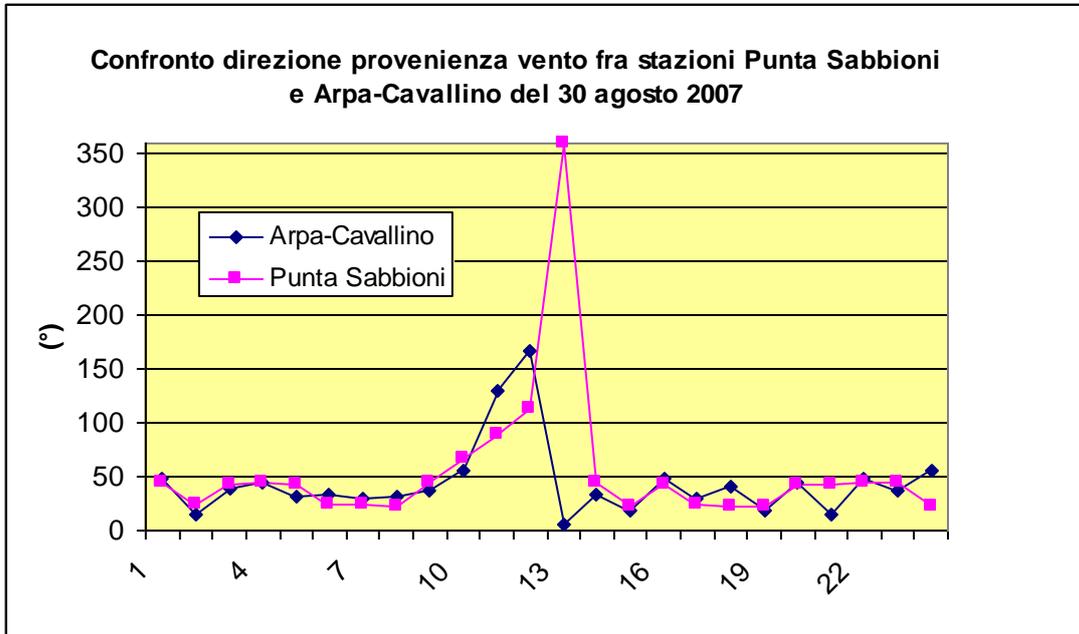


Fig.21B - Direzione provenienza vento giornaliera (30/08/2007)

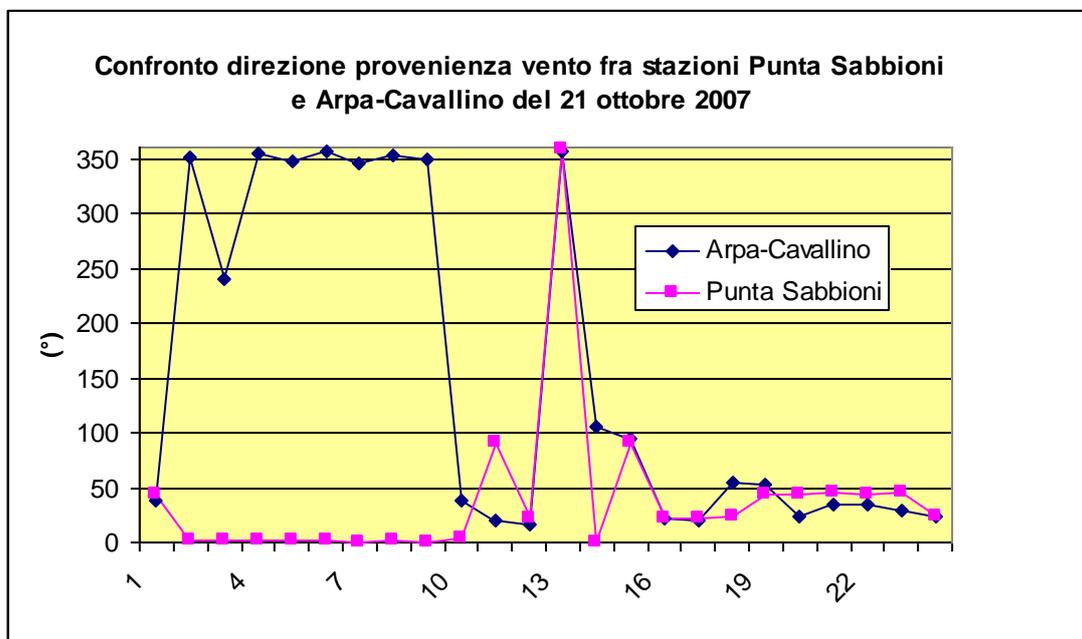


Fig.22B - Direzione provenienza vento giornaliera (21/10/2007)

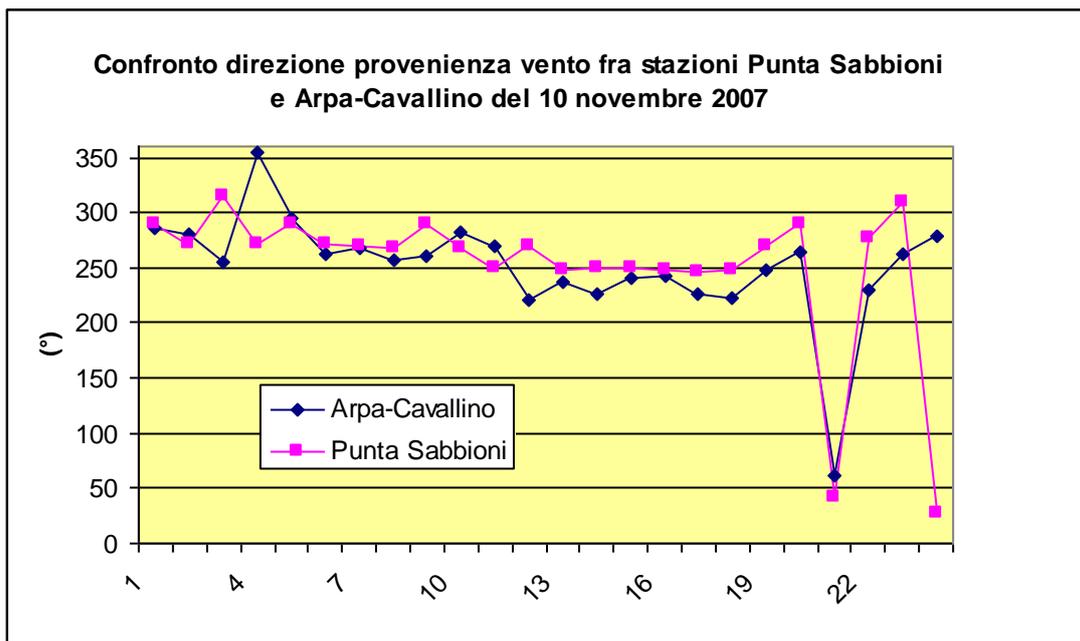


Fig.23B - Direzione provenienza vento giornaliera (10/11/2007)

A.7 Velocità del vento

Per quanto riguarda la velocità del vento si sono prese in considerazione le giornate del 30 agosto, 20 ottobre e 22 novembre 2007.

Si nota che il valore registrato presso la stazione ARPAV-Cavallino è sempre inferiore rispetto a quello della stazione di Punta Sabbioni. Lo scostamento medio giornaliero della stazione di Punta Sabbioni rispetto alla stazione ARPAV risulta: 1.5 m/s (per il 30/08/2007), 1.1 m/s (per il 04/10/2006), 1.8 m/s (per il 17/12/2006).

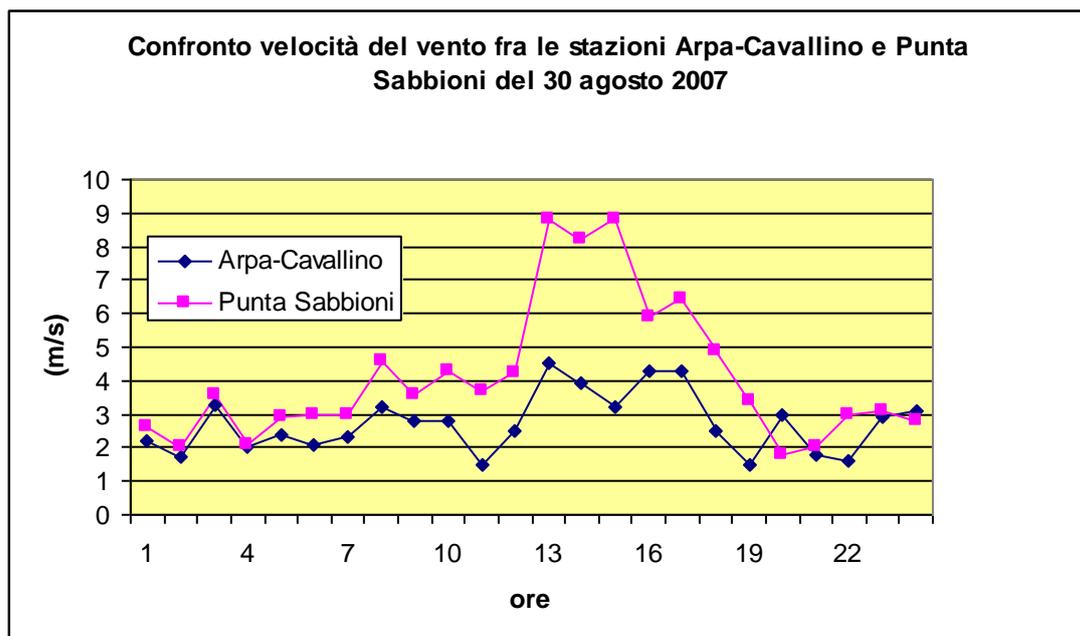


Fig.24B- Velocità del vento giornaliera (30/08/2007)

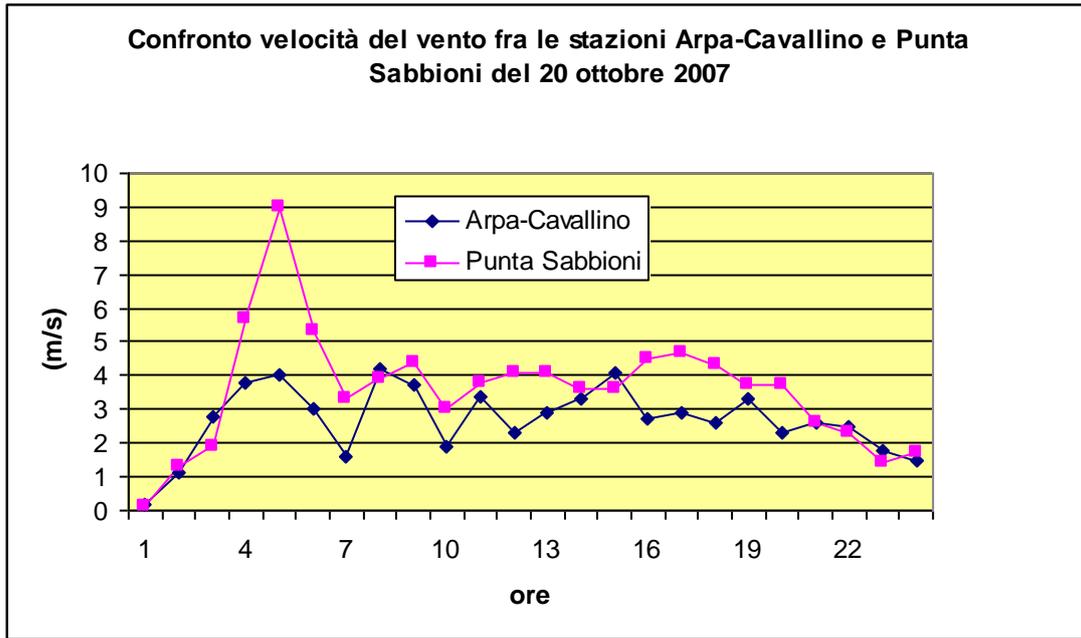


Fig.25B - Velocità del vento giornaliera (20/10/2007)

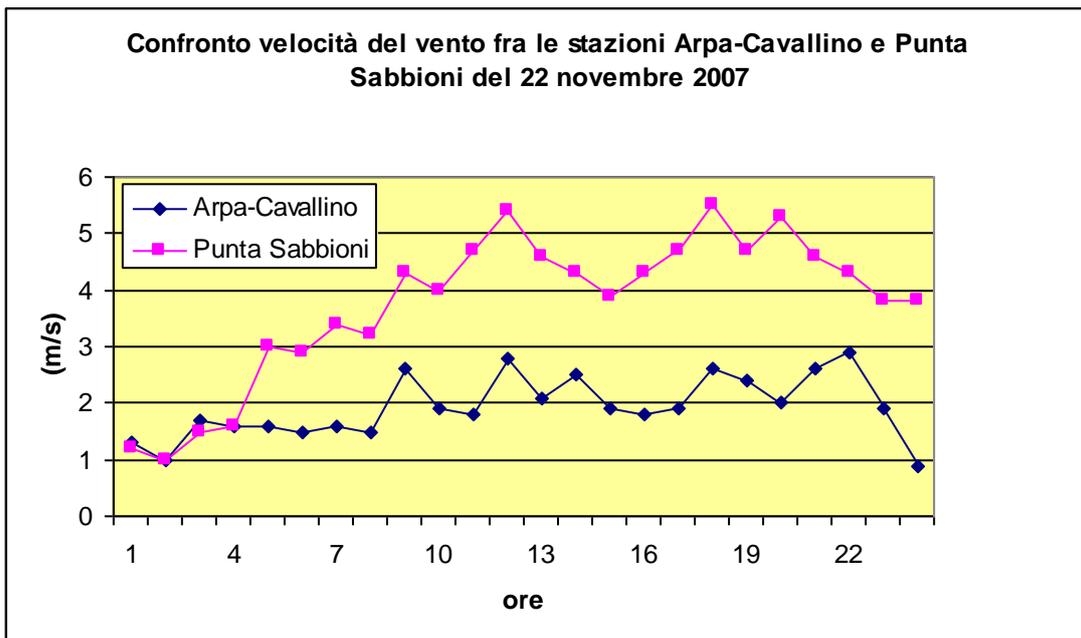


Fig.26B - Velocità del vento giornaliera (22/11/2007)

Le due stazioni registrano andamenti simili anche se le velocità sono maggiori nella stazione di Punta Sabbioni rispetto alla stazione ARPAV; una possibile spiegazione può essere dovuta al fatto che tale stazione meteorologica, trovandosi in prossimità della bocca di porto, è maggiormente esposta al vento.

A.8 Conclusioni

Lo scopo dell'analisi è mettere a confronto i parametri meteorologici registrati presso due stazioni situate a pochi chilometri una dall'altra, con la differenza che la stazione di Punta Sabbioni è posizionata sulla bocca di porto, mentre quella di ARPAV-Cavallino è situata nell'entroterra.

Le variabili meteorologiche prese in esame sono state: precipitazione, temperatura, direzione e velocità del vento, umidità relativa e pressione. Sono state analizzate in maniera più accurata le prime due variabili, per le quali è stato anche effettuato un confronto con criteri di carattere statistico, poiché generalmente sono considerate quelle più rappresentative nella caratterizzazione di stazioni meteorologiche.

Per quanto riguarda la temperatura oltre a confronti tra medie orarie e giornaliere, sono state messe in relazione le due stazioni tramite il calcolo della retta di regressione lineare e mediante il test statistico di Student, per verificare l'appartenenza o meno delle due stazioni alla stessa popolazione. Dall'analisi grafica e statistica è emerso che le due stazioni sono del tutto confrontabili; in tal caso le due stazioni sono risultate sia linearmente correlate, sia appartenenti alla stessa popolazione.

Per la precipitazione è stata osservata una lieve sottostima per la stazione di Punta Sabbioni rispetto a quella di ARPAV-Cavallino.

Per le variabili pressione, direzione del vento le discrepanze annotate sono minime e casuali in quanto, a differenza di precipitazione e temperatura, non si è verificata sovrastima di una stazione rispetto all'altra ma i valori misurati sono risultati talora superiori in una talora nell'altra postazione.

Per quanto riguarda l'umidità relativa, invece, i valori sono paragonabili se pur con una sottostima per la stazione di Punta Sabbioni limitato ai casi in cui si registrano valori molto elevati (prossimi al 100%).

Per la velocità del vento, invece, sono stati misurati valori costantemente più elevati presso la stazione di Punta Sabbioni, che si trova sulla bocca di porto di Lido di Venezia ed è pertanto più ventilata.

Per concludere, possiamo affermare che complessivamente le due stazioni sono confrontabili; le discrepanze riscontrate, peraltro minime, possono rientrare nella variabilità tipica sia dei sensori utilizzati, sia nelle diverse condizioni meteorologiche presenti presso la bocca di porto e a Cavallino.

Il medesimo confronto, effettuato anche nei 3 anni precedenti, ha in generale fornito le stesse informazioni che sono emerse da questa analisi.