

Campagna di monitoraggio di PM₁₀ e metalli a Murano - Venezia

Periodo di attuazione:
1 settembre – 31 dicembre 2011

RELAZIONE TECNICA

Realizzato a cura di:

A.R.P.A.V.

Dipartimento Provinciale di Venezia

dr. R. Biancotto (direttore)

Servizio Sistemi Ambientali

dr.ssa L. Vianello (dirigente responsabile)

Ufficio Informativo Ambientale

dr.ssa S. Pistollato (elaborazioni)

Ufficio Reti di Monitoraggio

dr. E. Tarabotti (tecnico responsabile)

dr. L.Coraluppi (raccolta dati)

p.i. A. Buscato (raccolta dati)

Redatto da: dr.ssa L. Vianello, dr.ssa S. Pistollato

Supervisione: dr. R. Biancotto

Si ringraziano per il supporto fornito:

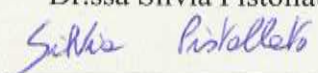
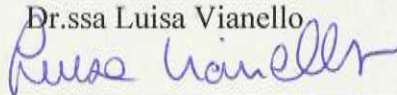
Servizio Laboratori Provinciale di Padova

NOTA: La presente Relazione tecnica può essere riprodotta solo integralmente. L'utilizzo parziale richiede l'approvazione scritta del Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia e la citazione della fonte stessa.

Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia
 Via Lissa, 6
 30171 Venezia Mestre - Italy
 Tel. +39 041 5445511
 Fax +39 041 5445500
 e-mail: dapve@arpa.veneto.it

Servizio Sistemi Ambientali
Responsabile del Procedimento:
 Dr.ssa Luisa Vianello
 e-mail: lvianello@arpa.veneto.it

Responsabile dell'Istruttoria:
 Ufficio Informativo Ambientale
 Dr.ssa Silvia Pistollato
 e-mail: spistollato@arpa.veneto.it

Relazione tecnica n. 28/ATM/09 Bis		Data 24/04/2012
Campagna di monitoraggio di PM ₁₀ e metalli a Murano.		
Richiedente: Direttore del Dipartimento Provinciale di Venezia di ARPAV		
Il Tecnico Ufficio Informativo Ambientale Dr.ssa Silvia Pistollato 	Il Dirigente Servizio Sistemi Ambientali Dr.ssa Luisa Vianello 	

Informazioni sulle località sottoposte a controllo nel 2011	
Comune	Venezia
Posizione 1	Isola di Murano, Fondamenta A. Colleoni n. 15, presso cortile della scuola elementare "Ugo Foscolo" (Figura 2: estratto della C.T.R. in scala 1:5000)
Tipologia del sito 1	Background urbano
Posizione 2	Sacca Fisola, presso la stazione fissa della Rete Regionale ARPAV della Qualità dell'Aria (Figura 1)
Tipologia del sito 2	Background urbano
Zonizzazione D.G.R.V. 3195/2006	Zona A1 Agglomerato

INDICE

1	Introduzione	pag. 3
2	Inquinanti monitorati	pag. 3
3	Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	pag. 3
4	Efficienza di campionamento	pag. 4
5	Commento sulla situazione meteorologica	pag. 4
6	Considerazioni	pag. 5
7	Conclusioni	pag. 12
8	Risultati dell'elaborazione	pag. 13
9	Riferimenti normativi	pag. 21

Legenda:

- scuola Ugo Foscolo (anno 2011)
- Stazione Sperimentale del Vetro, 13 m dal suolo (anno 2009 e 2010)
- stazione fissa ARPAV Sacca Fisola

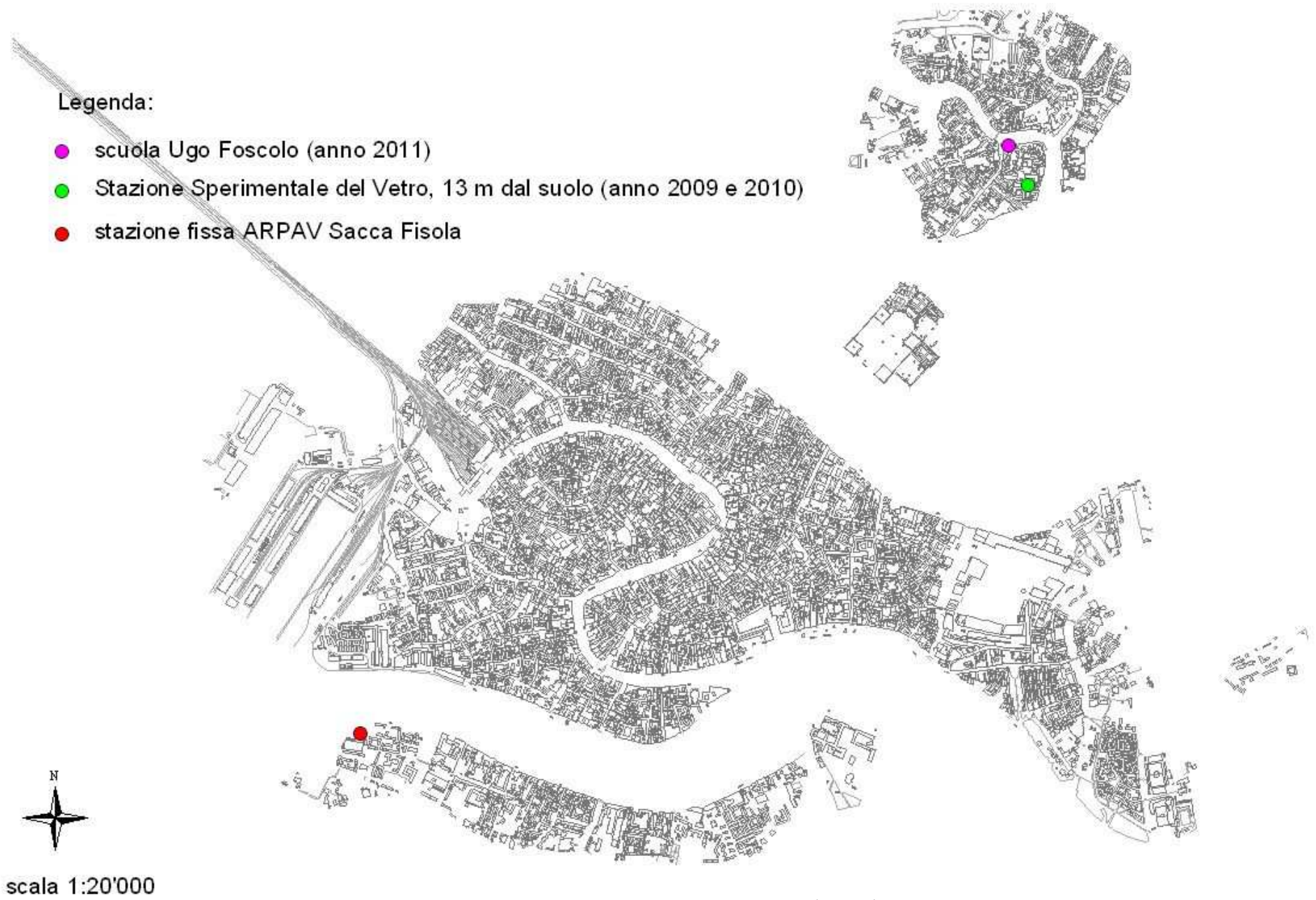


Figura 1 – Estratto Carta Tecnica Regionale, scala 1:5000

MURANO

Posizioni campionatori rilocabili di PM10



Figura 2 – Estratto Carta Tecnica Regionale, scala 1:5000

1 Introduzione

L'indagine conoscitiva di misura svolta nel 2009 e 2010 da ARPAV, riguardante la qualità dell'aria, era stata effettuata a seguito dell'emissione dell'Autorizzazione di Carattere Generale per attività di Produzione del Vetro Artistico, emanata dalla Provincia di Venezia con decreto dirigenziale n. 2009/442 del 15/05/2009, per valutare la presenza in aria di alcuni inquinanti nell'area dell'isola di Murano e per confrontare i dati analitici ottenuti, in particolare metalli, con quelli prodotti in un precedente monitoraggio svolto da questo Dipartimento Provinciale, effettuato nell'anno 2003 presso la Stazione Sperimentale del Vetro di Murano, utilizzando lo stesso sito di monitoraggio (vedi Relazione tecnica 28/ATM/09). Detta postazione di misura, presso la Stazione Sperimentale del Vetro di Murano, non era posta al suolo, bensì sopra una terrazza a circa 13 metri, in vicinanza di alcuni punti di emissione d'impianti per la lavorazione del vetro artistico.

Nell'anno 2011 ARPAV ha ritenuto utile effettuare una campagna di monitoraggio, secondo la normativa vigente, su un sito sensibile quale una scuola elementare, anche su indicazione dell'ULSS n. 12. Detto sito è inserito in un contesto residenziale e con un punto di campionamento a circa 2 m dal suolo, in posizione tale che il livello di inquinamento non risulta influenzato prevalentemente da emissioni di specifiche fonti ma dal contributo integrato di tutte le fonti circostanti e/o poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti (sito definibile di background urbano ai sensi del D.Lgs. 155/10 - Allegato III).

In parallelo sono stati determinati anche i metalli presso la stazione fissa della Rete Regionale ARPAV della Qualità dell'Aria di Sacca Fisola, ad integrazione dei parametri già in monitoraggio (PM_{10} , SO_2 , NO_x e O_3).

2 Inquinanti monitorati.

Presso il sito di Murano – scuola Foscolo sono stati effettuati campionamenti sequenziali, con la conseguente determinazione gravimetrica del particolato inalabile PM_{10} , mentre presso il sito di Sacca Fisola il PM_{10} è stato determinato tramite un analizzatore automatico. I filtri in nitrato di cellulosa sono stati poi analizzati per la determinazione dei metalli presenti nella frazione PM_{10} : arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni), piombo (Pb), alluminio (Al), antimonio (Sb), cobalto (Co), cromo (Cr), ferro (Fe), manganese (Mn), rame (Cu), selenio (Se) per i filtri associati al sito di Murano – scuola Foscolo; arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni), piombo (Pb), cromo (Cr), ferro (Fe), manganese (Mn), rame (Cu), tallio (Tl), vanadio (V), zinco (Zn) per i filtri associati al sito di Sacca Fisola.

3 Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi.

Presso il sito di Murano – scuola Foscolo il campionamento del particolato inalabile PM_{10} (diametro aerodinamico inferiore a 10 μm) è stato realizzato utilizzando una linea di prelievo sequenziale con cicli di prelievo di 24 ore su opportuni filtri in nitrato di cellulosa da 47 mm di diametro. Detti campionamenti sequenziali sono stati condotti con l'utilizzo di apparecchiature conformi alle specifiche tecniche dettate dal D.Lgs. 155/2010 (il volume campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni).

Presso il sito di Sacca Fisola (stazione fissa della rete di monitoraggio ARPAV della Qualità dell'Aria), il PM_{10} è stato determinato tramite un analizzatore automatico marca OPSIS, modello SN 200, che impiega una sorgente radioattiva di Carbonio 14: il principio di misura si basa sul metodo dell'attenuazione dei raggi beta; i cicli di prelievo sono stati di 24 ore, con lettura giornaliera, ed i filtri utilizzati sono in nitrato di cellulosa, con diametro pari a 47 mm.

Per quanto riguarda i metalli, le determinazioni analitiche sono state effettuate sui filtri esposti in nitrato di cellulosa, mediante spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite “metodo UNI EN 14902:2005”.

Le determinazioni del PM₁₀ e dei metalli sono state effettuate su tutti i filtri campionati.

Con riferimento ai risultati riportati al punto 6 si precisa che la rappresentazione dei valori inferiori al limite di rilevabilità segue una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale in cui la metà del limite di rilevabilità rappresenta il valore più probabile. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di rilevabilità, diversificato a seconda dello strumento impiegato o della metodologia adottata.

4 Efficienza di campionamento.

Al fine di assicurare il rispetto degli obiettivi di qualità di cui all'Allegato I del D.Lgs. 155/2010 e l'accuratezza delle misurazioni, la normativa stabilisce dei criteri in materia di incertezza dei metodi di valutazione, di periodo minimo di copertura e di raccolta minima dei dati.

I requisiti relativi alla raccolta minima dei dati ed al periodo minimo di copertura non comprendono le perdite di dati dovute alla taratura periodica od alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

Per particolato e piombo nelle misurazioni in continuo la raccolta minima di dati deve essere del 90% nell'arco dell'intero anno civile; per le misurazioni indicative il periodo minimo di copertura deve essere del 14% nell'arco dell'intero anno civile (pari a 52 giorni/anno), con una resa del 90%.

In particolare le misurazioni possono essere uniformemente distribuite nell'arco dell'anno civile o, in alternativa, effettuate per otto settimane equamente distribuite nell'arco dell'anno. Anche per gli altri metalli (As, Cd, Ni) la percentuale per le misurazioni indicative è pari al 14% (con una resa del 90%); è comunque possibile applicare un periodo di copertura più basso, ma non inferiore al 6%, purché si dimostri che l'incertezza estesa nel calcolo della media annuale sia rispettata.

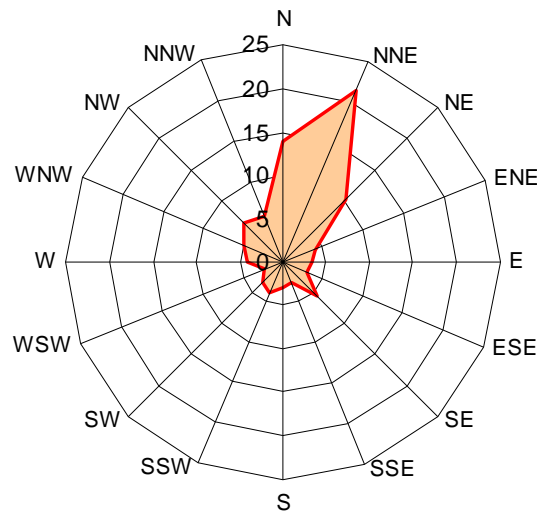
I campionamenti effettuati nel 2011 a Murano, sebbene numerosi, non sono distribuiti uniformemente nell'arco dell'anno, quindi non sono rappresentativi dell'intero anno 2011; è possibile comunque effettuarne una valutazione mettendoli a confronto con i campionamenti fatti nello stesso quadrimestre dell'anno 2009. Per detto confronto dei dati di particolato e metalli nel 2011 sono stati campionati ed analizzati complessivamente 118 filtri per PM₁₀ a Murano e sono state realizzate 118 analisi di metalli a Murano e 122 a Sacca Fisola.

5 Commento sulla situazione meteorologica.

Dall'analisi dei dati medi mensili di vento rilevati presso la stazione n. 22 dell'Ente Zona Industriale (posta sulla Torre dei Pompieri dell'Enichem, a 40 metri d'altezza) è emerso che durante tutti i mesi indagati la direzione di provenienza con frequenza maggiore è stata NNE, con una frequenza media del 21%, seguono il N con una frequenza media del 14% ed il NE con una frequenza media del 10%; quindi nel 46% dei casi la direzione di provenienza del vento è stata da N a NE.

Dati analoghi di direzione del vento prevalente sono stati registrati anche presso la stazione ARPAV di Sacca Fisola che misura la direzione e la velocità del vento a 10 m d'altezza.

**Rosa dei venti stz. 22 (40 m) Ente Zona Industriale
settembre - dicembre 2011**



6 Considerazioni.

Polveri atmosferiche inalabili (PM₁₀)

A Murano – scuola Foscolo nell'ultimo quadrimestre del 2011 la concentrazione di polveri PM₁₀ ha superato il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana, pari a 50 µg/m³, da non superare per più di 35 volte per anno civile, per 40 giorni su 118 complessivi di misura (34%).

Nello stesso periodo di monitoraggio le concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate presso le stazioni fisse della rete ARPAV di Mestre – Venezia sono risultate superiori a tale valore limite per 36 giorni su 122 di misura (30%) nella stazione di background urbano di Sacca Fisola, per 38 giorni su 118 di misura (32%) nella stazione di background urbano di riferimento (Parco Bissuola) e per 55 giorni su 122 di misura (45%) nella stazione di traffico urbano di riferimento (via Tagliamento). Quindi il numero di giorni di superamento rilevato presso il sito di Murano – scuola Foscolo è stato percentualmente superiore a quello rilevato presso le stazioni di background ed inferiore a quello rilevato presso la stazione di traffico di riferimento.

	PM ₁₀ (µg/m ³)			
	Murano	Venezia	Mestre - Venezia	
	scuola Foscolo BU	Sacca Fisola BU	Parco Bissuola BU	via Tagliamento TU
MEDIA DI PERIODO 2011	47	42	43	54
n°super.	40	36	38	55
n°dati	118	122	118	122
% super.	34	30	32	45

La media di periodo delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate a Murano – scuola Foscolo nel corso dell'ultimo quadrimestre 2011 è risultata pari a 47 µg/m³. Nello stesso periodo la media delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate presso le stazioni fisse della rete ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria di Mestre – Venezia è risultata pari a 42 µg/m³ nella stazione di background urbano di Sacca Fisola, a 43 µg/m³ nella stazione di background urbano di riferimento

e a $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella stazione di traffico urbano di riferimento. La media di periodo misurata presso il sito di Murano – scuola Foscolo è quindi superiore a quello rilevato presso le stazioni di background ed inferiore a quello rilevato presso la stazione di traffico di riferimento.

Per utile confronto si riporta di seguito quanto rilevato nell'ultimo quadrimestre del 2009 nell'indagine conoscitiva di misura, condotta presso la Stazione Sperimentale del Vetro di Murano su una terrazza a circa 13 metri dal suolo.

	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	2011	2009
	Murano scuola Foscolo BU	Murano Stazione Sperimentale del Vetro
1 sett. - 31 dic.	47	37
n° super.	40	26
n° dati	118	118
% super.	34	22

La concentrazione media di PM₁₀ rilevata a Murano presso la scuola Foscolo dal 1 settembre al 31 dicembre 2011 è superiore a quella rilevata nello stesso quadrimestre del 2009 presso la Stazione Sperimentale del Vetro. Si evidenzia tuttavia che, come si osserva nella tabella seguente, nel 2011 sono state misurate concentrazioni medie leggermente superiori rispetto a quelle dell'anno 2009 presso tutte le stazioni della rete di monitoraggio.

	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Venezia	Mestre - Venezia	
	Sacca Fisola BU	Parco Bissuola BU	via Tagliamento TU
1 sett. - 31 dic. 2011	42	43	54
n° super.	36	38	55
n° dati	122	118	122
% super.	30	32	45
1 sett. - 31 dic. 2009	40	41	47
n° super.	32	37	47
n° dati	122	120	121
% super.	26	31	39

Si ricorda che, per ulteriori informazioni sulla qualità dell'aria del territorio provinciale di Venezia, sul sito internet di ARPAV (www.arpa.veneto.it) sono attualmente consultabili in tempo reale le concentrazioni di polveri inalabili PM₁₀ determinate presso le stazioni fisse della rete ARPAV dislocate nel territorio Provinciale di Venezia, nonché di molte altre stazioni a livello regionale.

Metalli

Con riferimento alle statistiche descrittive riportate nelle tabelle A e B e Grafico 6, le medie delle concentrazioni giornaliere di metalli misurate a Murano, limitatamente ai metalli normati, sono risultate le seguenti:

Metallo	III quadrimestre 2011 Scuola Foscolo ng/m ³	Valori obiettivo o limite annuali D. Lgs. 155/10 ng/m ³
Arsenico	133.4	6.0
Cadmio	290.8	5.0
Nichel	3.1	20.0
Piombo	87	500

E' da rilevare che, per l'arsenico la media mensile di settembre 2011 è risultata particolarmente elevata, mentre per il cadmio la media mensile più elevata è quella di ottobre 2011 (Grafico 5).

Nel complesso si può osservare che:

- per il piombo la media del quadrimestre 2011, pur elevata rispetto a tutti i corrispondenti valori su base cittadina o regionale, è risultata inferiore al valore limite annuale di cui al D.Lgs. 155/10 ed assume valori in linea con quelli rappresentativi delle aree urbane, con riferimento a quanto riportato nelle linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (Tabella E);
- per il nichel la media del quadrimestre 2011 è risultata inferiore al valore obiettivo previsto dal D.Lgs. 155/10 ed assume valori prossimi a quelli rappresentativi dei livelli di background, con riferimento a quanto riportato nelle linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (Tabella E);
- per l'arsenico la media del quadrimestre 2011 è risultata nettamente superiore al valore obiettivo previsto dal D.Lgs. 155/10 (6.0 ng/m³), sebbene questa media non possa essere considerata rappresentativa dell'intero anno, ed assume valori molto superiori a quelli rappresentativi sia delle aree urbane che dei livelli di background, con riferimento a quanto riportato nelle linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (Tabella E);
- per il cadmio la media del quadrimestre 2011 è risultata nettamente superiore al valore obiettivo previsto dal D.Lgs. 155/10 (5.0 ng/m³), sebbene questa media non possa essere considerata rappresentativa dell'intero anno, ed assume valori molto superiori a quelli rappresentativi sia delle aree urbane che dei livelli di background, con riferimento a quanto riportato nelle linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (Tabella E).

Per un confronto comparato si riportano di seguito le medie calcolate nello stesso quadrimestre 2011 presso la Stazione di Murano e le stazioni fisse della rete ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria di Mestre – Venezia (Sacca Fisola e Parco Bissuola per i siti di background, via Tagliamento per il sito da traffico):

Metallo	Stazione rilocabile Murano – scuola Foscolo BU	Rete ARPAV Venezia Sacca Fisola BU	Rete ARPAV Mestre Parco Bissuola BU	Rete ARPAV Mestre via Tagliamento TU
	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
Arsenico	133.4	2.7	2.2	1.3
Cadmio	290.8	4.9	1.5	0.9
Nichel	3.1	3.4	3.7	3.6
Piombo	87	19	15	16

Le medie dei metalli misurate presso il sito di Murano risultano, rispetto a quelle rilevate presso le stazioni fisse di Mestre, leggermente inferiori per il nichel e nettamente superiori per arsenico, cadmio e piombo (metalli caratteristici del ciclo produttivo delle vetrerie).

Detto confronto evidenzia come la problematica indagata sia locale rispetto all'intero territorio comunale, collegata alla tradizionale lavorazione del vetro di Murano. I sistemi di captazione e trattamento dei fumi, emessi nel corso sia della fusione sia della lavorazione del vetro, portano ad un rapido abbassamento della temperatura dell'emissione, favorendo la riduzione della cinetica e di conseguenza riducendo la dispersione in aria ambiente degli eventuali inquinanti trasportati e favorendo una loro localizzata deposizione. Infatti negli ultimi sette anni, prendendo in considerazione le stazioni di riferimento della Rete Regionale ARPAV per la Qualità dell'Aria del territorio veneziano (Mestre Parco Bissuola come background urbano e via Circonvallazione, via Tagliamento e via F.lli Bandiera nei diversi anni, come traffico urbano), le medie annuali di arsenico e cadmio sono risultate sempre inferiori ai valori obiettivo previsti dal D Lgs. 155/10; ambedue i metalli, in entrambe le tipologie di sito, hanno assunto valori medi annuali compresi fra 1.3 e 4.5 ng/m³.

Come per le polveri PM₁₀ si riportano, quale utile confronto e sempre in riferimento alle statistiche descrittive riportate nelle tabelle A e B limitatamente ai metalli normati, le medie delle concentrazioni giornaliere di metalli misurate a Murano nell'indagine conoscitiva di misura presso la Stazione Sperimentale del Vetro nell'ultimo quadrimestre 2009:

Metallo	III quadrimestre 2011 Scuola Foscolo ng/m³	III quadrimestre 2009 Stazione Sperimentale del Vetro ng/m³	Valori obiettivo o limite annuali D. Lgs. 155/10 ng/m³
Arsenico	133.4	83.9	6.0
Cadmio	290.8	92.7	5.0
Nichel	3.1	3.3	20.0
Piombo	87	54	500

Si può osservare che le medie di arsenico e cadmio del quadrimestre 2011 sono superiori a quelle dello stesso quadrimestre 2009; tuttavia le mediane sono inferiori (Tabelle A e B), perciò se ne deduce che nel 2011 si sono verificati, in un numero inferiore di giornate, episodi acuti con concentrazioni più rilevanti rispetto al 2009.

La media della concentrazione di piombo del quadrimestre 2011 risulta superiore alla media dello stesso periodo del 2009 mentre la media del nichel è leggermente inferiore.

A completamento delle valutazioni sopra riportate si ricorda la già citata indagine condotta nel 2003 dal Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia, mirata a studiare la presenza di metalli pesanti nelle zone limitrofe alle vetrerie di Murano, le cui considerazioni sono state già effettuate nella precedente Relazione tecnica n. 28/ATM/09 relativa all'indagine conoscitiva di PM₁₀ e metalli anni 2009 – 2010. Se ne ricordano comunque le conclusioni principali, coerenti con quanto rilevato anche nelle indagini successive:

- superamento dei valori obiettivo delle concentrazioni di As e Cd in tutte le posizioni considerate (in particolare presso la Stazione Sperimentale del Vetro dove le medie di periodo variavano fra i 14 ed i 95 ng/m³ per l'arsenico e fra i 17 ed i 57 ng/m³ per il cadmio);
- concentrazioni di arsenico e cadmio nelle stazioni di riferimento della terraferma (Parco Bissuola e via Circonvallazione a Mestre) inferiori a quelle misurate a Murano;
- presso l'isola di San Michele, altro sito di monitoraggio lagunare indagato nel corso della campagna del 2003, le medie di arsenico e cadmio (calcolate su tre periodi di circa 15 giorni ciascuno, più brevi quindi rispetto agli attuali riferimenti normativi) assumevano valori intermedi fra quelli registrati a Murano e quelli misurati in terraferma.

Quale ulteriore approfondimento della presente campagna di monitoraggio è stata ricercata l'eventuale correlazione fra i due siti di Venezia Sacca Fisola e Murano per ciascuno dei metalli misurati. I grafici di dispersione ottenuti sono tali da escluderla, in accordo con quanto riscontrato nell'indagine 2009-2010.

I metalli "non normati" (Cr, Fe, Mn, Cu) sono risultati mediamente superiori a Murano rispetto a Sacca Fisola (Tabelle A e B).

Infine si è voluta indagare l'eventuale mutua correlazione fra il numero elevato di contaminanti presenti a livello ambientale, ricorrendo a tecniche statistiche di analisi multivariata. E' stata così effettuata l'analisi delle componenti principali (PCA), prendendo in considerazione tutti gli inquinanti oggetto dell'indagine: PM_{10} e metalli. Per i due siti di Venezia Sacca Fisola e Murano si sono avute a disposizione nove 'variabili' (date dall'insieme dei contaminanti esaminati sia a Sacca Fisola che a Murano) e circa 244 'casi' (corrispondenti alle giornate di campionamento in entrambi i siti).

Le serie di dati sono state normalizzate rispetto alla media e sono stati scelti 4 fattori, che permettono di spiegare circa il 75% della varianza totale.

L'analisi dei fattori principali evidenzia, in generale, che arsenico, cadmio e piombo sono spesso accoppiati fra loro (questi metalli sono spesso utilizzati nelle attività di produzione di vetro artistico, come additivi e/o coloranti) e si separano dal nichel (generalmente componente dell'olio combustibile e per questo associabile ad altre fonti di pressione incidenti su Murano e su Sacca Fisola).

APPROFONDIMENTI SULL'AREA TERRITORIALE IN STUDIO

Allo scopo di circostanziare le criticità emerse con la campagna di monitoraggio oggetto di questa relazione, legate alle alte concentrazioni di alcuni metalli misurate a Murano, e di valutarne l'eventuale accertata presenza anche nelle aree limitrofe, si ripropone il confronto, già effettuato nella Relazione tecnica n. 28ATM09 relativa all'indagine 2009-2010, con i risultati delle precedenti campagne effettuate dallo scrivente Dipartimento nell'area insulare di Venezia. Le posizioni indagate nel corso degli anni e citate nel seguito sono riassunte nella figura seguente.

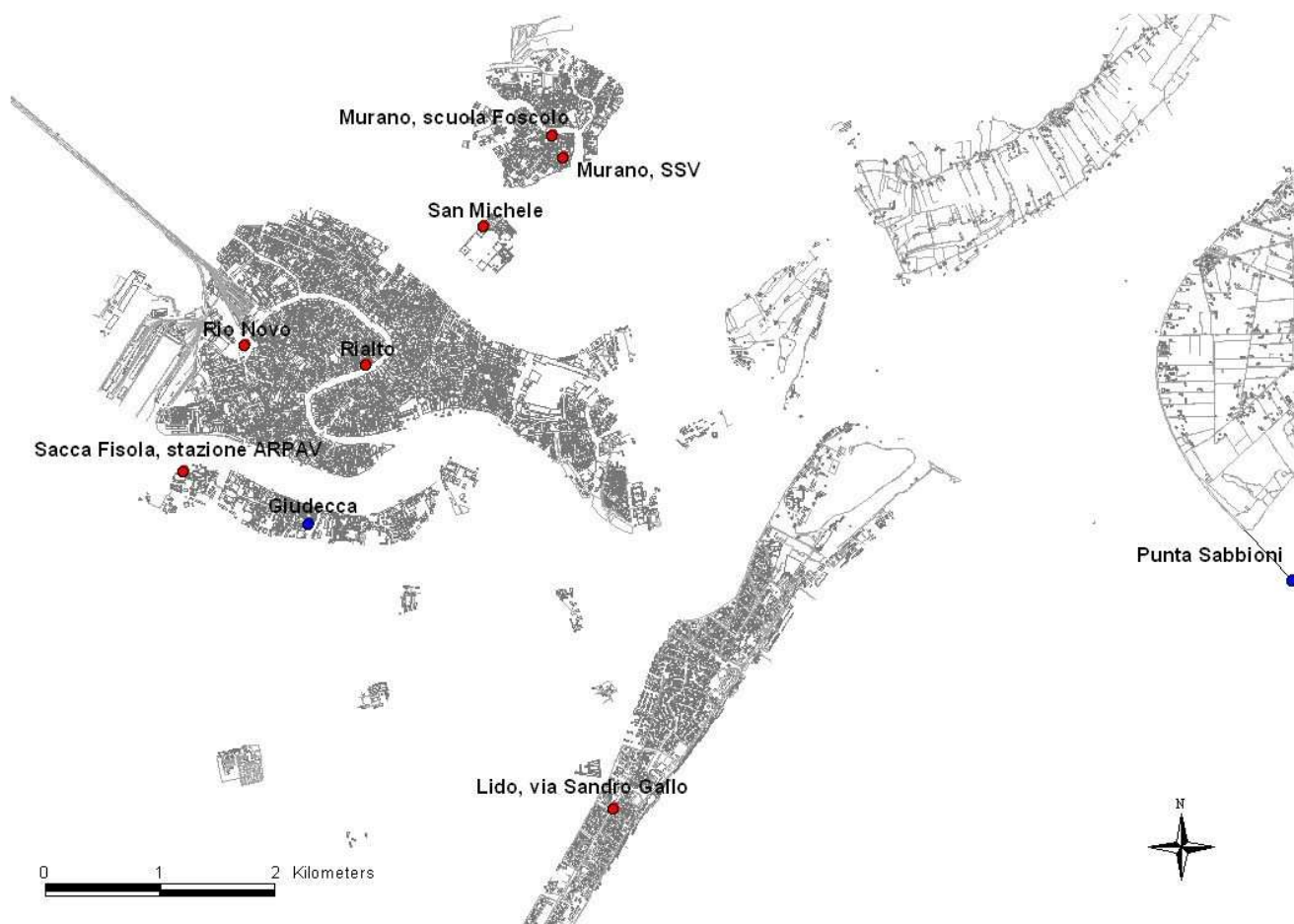


Figura 3 – Siti di monitoraggio di metalli nell'area insulare di Venezia.

Tra il 2006 ed il 2007 (27 settembre – 30 ottobre 2006 e 11 giugno – 19 luglio 2007) è stata svolta una campagna di monitoraggio al Lido di Venezia, in via Sandro Gallo. Le medie di periodo di arsenico e cadmio (rispettivamente pari a 4.1 e 2.5 ng/m³) sono risultate inferiori ai valori obiettivo previsti dal D.Lgs. 155/2010.

Nel 2007, dal 30 agosto al 12 ottobre, è stata condotta una breve campagna di monitoraggio della qualità dell'aria a Venezia, presso Rio Novo. Le medie di periodo di arsenico e cadmio misurate durante questa indagine (rispettivamente pari a 8.5 e 8.2 ng/m³) sono risultate leggermente superiori ai valori obiettivo previsti dal D.Lgs. 155/2010.

Nel 2009, dall'11 marzo al 5 maggio, il Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia ha svolto una campagna di monitoraggio di breve durata della qualità dell'aria, in una zona centrale di Venezia, presso Rialto – Riva del Vin. In riferimento ai cinque metalli normati misurati, le medie di periodo di arsenico e cadmio (rispettivamente pari a 6.4 e 8.6 ng/m³) sono risultate, ancora una volta, leggermente superiori ai valori obiettivo previsti dal D.Lgs. 155/2010.

Le criticità evidenziate nelle campagne di monitoraggio ARPAV, relativamente a Cd e As, sono confermate dagli esiti delle indagini ENEL svolte presso la stazione EZI della Giudecca (vedi

“Esito dell’attività di monitoraggio per il procedimento di assoggettabilità alla VIA del progetto di potenziamento dell’impianto di co-combustione carbone - CDR fino a 70.000 t/anno di CDR nelle sezioni 3 e 4 della centrale termoelettrica ENEL di Fusina (VE)”, settembre 2011).

Altri dati di concentrazione di metalli, coerenti con quelli delle campagne di monitoraggio ARPAV, sono stati rilevati dal Dipartimento di Scienze Ambientali dell’Università Ca’ Foscari di Venezia a Punta Sabbioni e in altre stazioni della terraferma veneziana (vedi Tesi di dottorato di ricerca “Polveri sottili e particolato secondario inorganico: distribuzione e origine nell’area veneziana”, a.a. 2010 - 2011).

7 Conclusioni

A seguito della campagna di monitoraggio di PM₁₀ e metalli effettuata presso la scuola elementare Foscolo a Murano ed ai confronti realizzati, di cui alla presente relazione, si riportano le seguenti valutazioni di sintesi:

- l’effettuazione nell’ultimo quadrimestre 2011 della presente campagna di monitoraggio in un sito sensibile, posto al suolo, in un contesto residenziale e non direttamente esposto a punti di emissione di impianti di lavorazione del vetro, ha confermato la presenza di concentrazioni molto elevate in aria dei metalli arsenico e cadmio a Murano, associabili agli impianti per la lavorazione del vetro artistico.
- le concentrazioni medie di arsenico e cadmio rilevate presso la scuola Foscolo nel 2011, pur tenendo conto delle diverse situazioni meteo-climatiche presenti in ciascun anno, sono mediamente superiori rispetto anche a quelle rilevate presso la Stazione Sperimentale del Vetro nello stesso quadrimestre 2009 nell’indagine conoscitiva di misura effettuata, per la presenza di numerosi ed intensi picchi di concentrazione.
- l’accertamento di detti valori, in presenza di venti dominanti da NNE, può spiegare i valori di arsenico e cadmio rilevati nel corso di campagne di misura di breve durata, condotte sia da ARPAV che dall’Università di Venezia: in particolare, valori elevati presso l’Isola di S.Michele, e valori appena superiori ai valori obiettivo fissati dalla normativa in zone a Rialto e a Rio Novo;
- la presenza di tali emissioni non sembra determinare il superamento dei valori obiettivo per arsenico e cadmio presso il Lido di Venezia, la stazione di background urbano di Sacca Fisola e le varie stazioni della terraferma veneziana. Tuttavia presso la stazione di Sacca Fisola si determinano occasionalmente valori giornalieri superiori a quelli rilevati presso le stazioni della terraferma.

8 Risultati dell'elaborazione.

Grafico 1 – Concentrazione Giornaliera di PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a Murano: confronto 2009 - 2011.

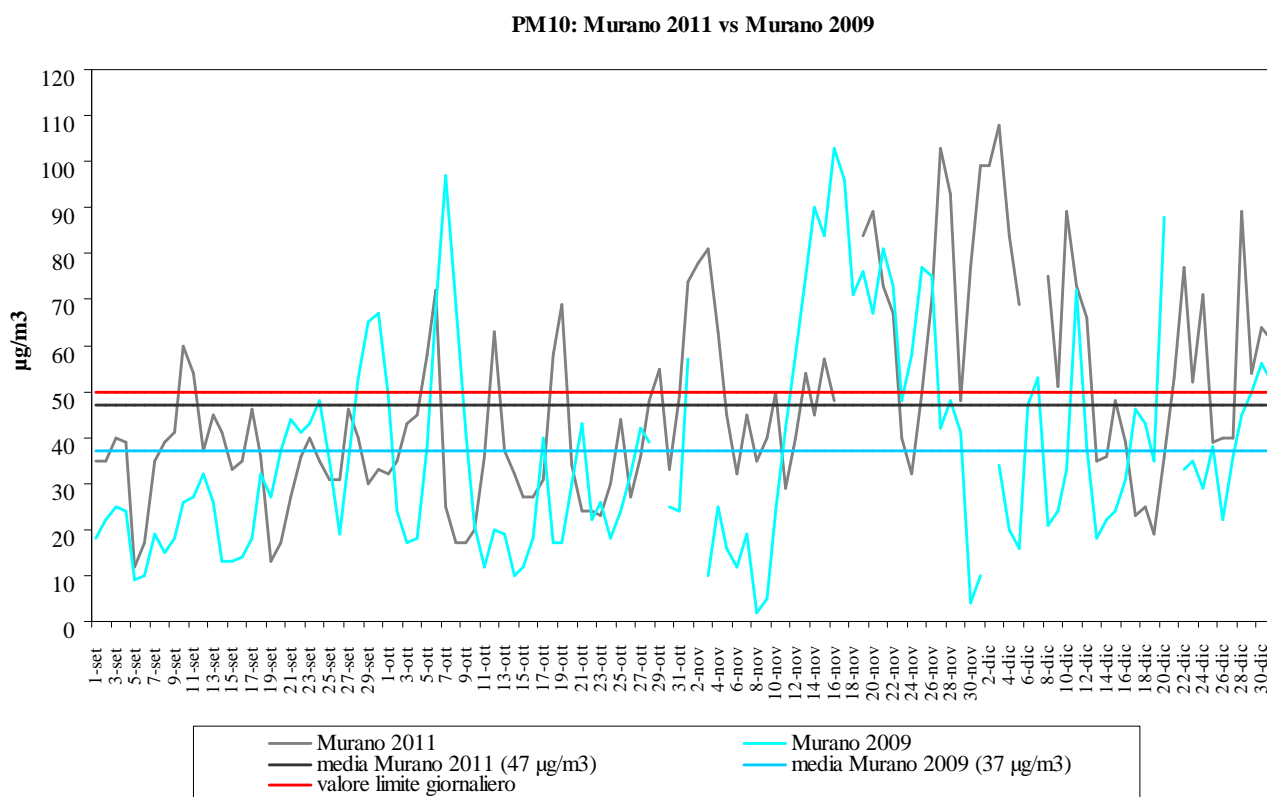


Grafico 2 - Concentrazione Giornaliera di PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): confronto Murano – Sacca Fisola.

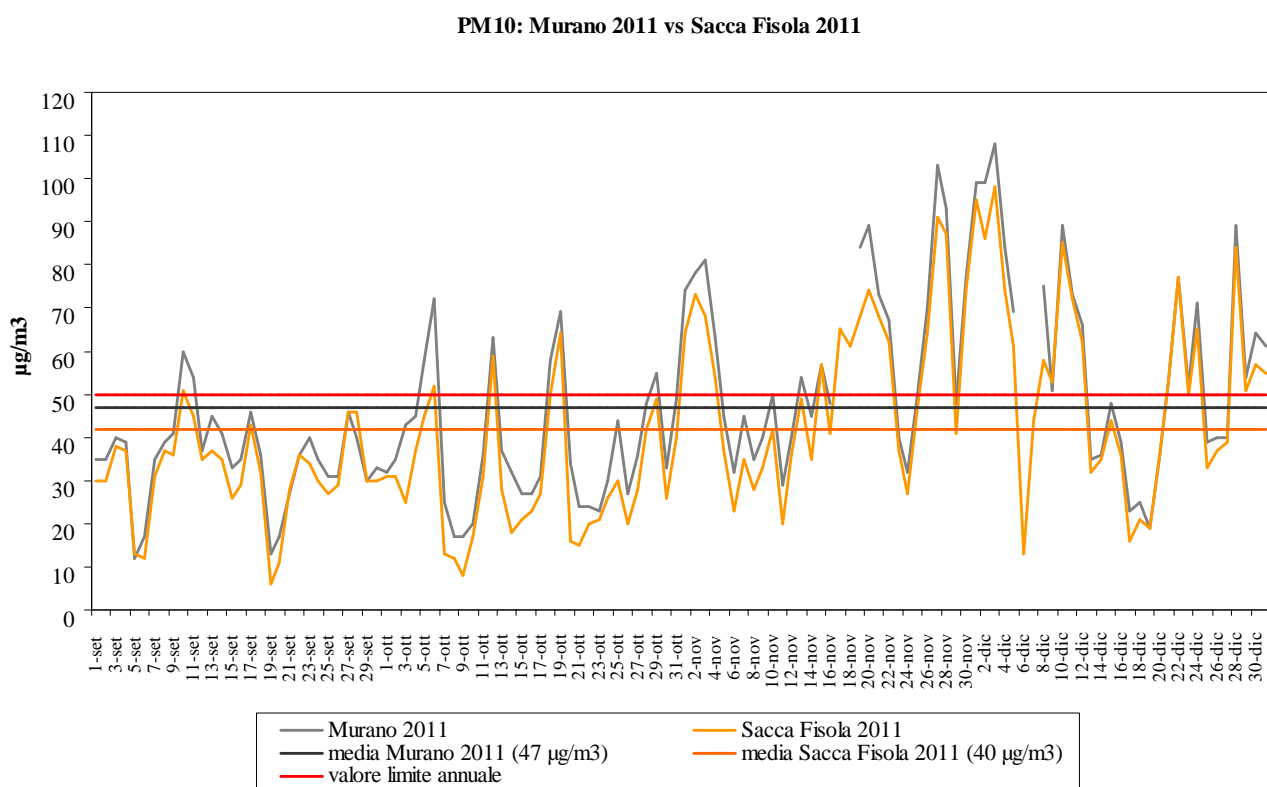


Tabella A – Concentrazione dei metalli a Murano e statistiche descrittive.

Murano 2011				
Data	As	Cd	Ni	Pb
	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3
gio 01/09/11	11.0	2.7	<2.0	25
ven 02/09/11	39.0	8.5	<2.0	26
sab 03/09/11	57.0	8.9	<2.0	10
dom 04/09/11	350.0	254.0	<2.0	76
lun 05/09/11	49.0	49.3	<2.0	38
mar 06/09/11	101.0	295.9	<2.0	40
mer 07/09/11	623.0	807.4	<2.0	160
gio 08/09/11	207.0	133.7	<2.0	172
ven 09/09/11	109.0	505.1	<2.0	10
sab 10/09/11	142.0	2967.1	4.0	105
dom 11/09/11	3516.0	24.0	4.0	1678
lun 12/09/11	302.0	128.8	<2.0	120
mar 13/09/11	1034.0	457.3	4.0	402
mer 14/09/11	741.0	110.7	7.0	153
gio 15/09/11	807.0	12.0	5.0	404
ven 16/09/11	175.0	82.5	14.0	95
sab 17/09/11	190.0	55.8	8.0	22
dom 18/09/11	274.0	8.8	8.0	221
lun 19/09/11	19.0	9.1	3.0	22
mar 20/09/11	90.0	261.9	3.0	79
mer 21/09/11	62.0	80.4	5.0	35
gio 22/09/11	87.0	10.3	5.0	84
ven 23/09/11	27.0	33.3	5.0	27
sab 24/09/11	81.0	37.7	5.0	48
dom 25/09/11	180.0	5.7	3.0	369
lun 26/09/11	30.0	48.2	4.0	31
mar 27/09/11	19.0	1.2	2.0	25
mer 28/09/11	51.0	2.5	3.0	30
gio 29/09/11	21.0	3.4	2.0	32
ven 30/09/11	62.0	80.2	4.0	76
sab 01/10/11	1304.0	5029.1	4.0	897
dom 02/10/11	41.0	8.4	4.0	29
lun 03/10/11	<1.0	9.7	4.0	31
mar 04/10/11	176.0	1187.2	<2.0	295
mer 05/10/11	251.0	1982.7	<2.0	158
gio 06/10/11	292.0	6965.9	<2.0	167
ven 07/10/11	20.0	12.4	<2.0	24
sab 08/10/11	11.0	3.0	<2.0	15
dom 09/10/11	602.0	61.9	<2.0	1019
lun 10/10/11	81.0	1132.7	4.0	57
mar 11/10/11	73.0	343.7	6.0	78
mer 12/10/11	61.0	51.0	7.0	32
gio 13/10/11	19.0	7.6	7.0	21
ven 14/10/11	10.0	5.0	<2.0	23
sab 15/10/11	12.0	7.4	<2.0	14
dom 16/10/11	1.0	14.6	<2.0	11
lun 17/10/11	22.0	156.6	5.0	15
mar 18/10/11	81.0	3991.6	7.0	42
mer 19/10/11	4.0	33.3	<2.0	37
gio 20/10/11	4.0	5.0	<2.0	21
ven 21/10/11	34.0	105.3	<2.0	16
sab 22/10/11	<1.0	0.4	<2.0	21
dom 23/10/11	<1.0	0.7	2.0	14
lun 24/10/11	48.0	17.5	<2.0	40
mar 25/10/11	191.0	3318.9	<2.0	307
mer 26/10/11	57.0	26.8	<2.0	20
gio 27/10/11	112.0	384.8	6.0	45
ven 28/10/11	122.0	123.4	11.0	46
sab 29/10/11	140.0	8.4	5.0	46
dom 30/10/11	8.0	1.6	6.0	12
lun 31/10/11	40.0	177.5	<2.0	26
mar 01/11/11	213.0	713.6	<2.0	159
mer 02/11/11	33.0	97.1	5.0	22
gio 03/11/11	9.0	10.4	<2.0	20

(continua)

Data	As	Cd	Ni	Pb
	ng/m3	ng/m3	ng/m3	ng/m3
ven 04/11/2011	22.0	30.7	<2.0	25
sab 05/11/2011	131.0	2.9	<2.0	28
dom 06/11/2011	29.0	1.4	<2.0	7
lun 07/11/2011	54.0	89.5	<2.0	16
mar 08/11/2011	32.0	19.7	<2.0	17
mer 09/11/2011	32.0	100.0	<2.0	16
gio 10/11/2011	234.0	60.2	<2.0	34
ven 11/11/2011	20.0	2.7	<2.0	18
sab 12/11/2011	27.0	4.2	<2.0	55
dom 13/11/2011	28.0	15.6	<2.0	16
lun 14/11/2011	59.0	44.8	<2.0	17
mar 15/11/2011	49.0	50.1	<2.0	32
mer 16/11/2011	59.0	18.1	<2.0	20
gio 17/11/2011	-	-	-	-
ven 18/11/2011	-	-	-	-
sab 19/11/2011	89.0	24.0	<2.0	41
dom 20/11/2011	60.0	117.9	<2.0	65
lun 21/11/2011	21.0	67.2	<2.0	16
mar 22/11/2011	74.0	158.6	3.0	37
mer 23/11/2011	21.0	28.0	<2.0	14
gio 24/11/2011	<1.0	4.0	<2.0	10
ven 25/11/2011	25.0	21.9	2.0	31
sab 26/11/2011	43.0	8.2	<2.0	37
dom 27/11/2011	131.0	297.0	<2.0	126
lun 28/11/2011	13.0	4.6	<2.0	32
mar 29/11/2011	54.0	31.2	<2.0	54
mer 30/11/2011	34.0	7.2	7.0	87
gio 01/12/2011	86.0	23.0	13.0	74
ven 02/12/2011	35.0	13.7	8.0	73
sab 03/12/2011	32.0	11.8	7.0	38
dom 04/12/2011	16.0	29.5	5.0	34
lun 05/12/2011	11.0	14.1	4.0	33
mar 06/12/2011	-	-	-	-
mer 07/12/2011	-	-	-	-
gio 08/12/2011	35.0	101.3	6.0	47
ven 09/12/2011	35.0	52.4	3.0	48
sab 10/12/2011	47.0	2.3	5.0	49
dom 11/12/2011	13.0	38.5	4.0	26
lun 12/12/2011	18.0	40.4	5.0	55
mar 13/12/2011	66.0	69.7	5.0	60
mer 14/12/2011	83.0	40.2	2.0	50
gio 15/12/2011	22.0	10.3	3.0	18
ven 16/12/2011	77.0	105.1	5.0	51
sab 17/12/2011	29.0	2.1	3.0	13
dom 18/12/2011	98.0	<0.2	<2.0	140
lun 19/12/2011	8.0	16.4	3.0	24
mar 20/12/2011	25.0	41.1	5.0	20
mer 21/12/2011	11.0	2.5	7.0	28
gio 22/12/2011	29.0	7.6	9.0	26
ven 23/12/2011	8.0	1.3	4.0	12
sab 24/12/2011	9.0	<0.2	<2.0	6
dom 25/12/2011	9.0	<0.2	<2.0	2
lun 26/12/2011	11.0	<0.2	<2.0	<2.0
mar 27/12/2011	8.0	0.4	3.0	14
mer 28/12/2011	21.0	2.7	<2.0	18
gio 29/12/2011	4.0	0.2	2.0	8
ven 30/12/2011	12.0	0.4	<2.0	11
sab 31/12/2011	11.0	<0.2	<2.0	31
Media sett.-dic. 2011	133.4	290.8	3.1	87
Mediana sett.-dic. 2011	39.5	24.0	2.0	32
Massimo sett.-dic. 2011	3516.0	6965.9	14.0	1678
Minimo sett.-dic. 2011	<1.0	<0.2	<2.0	<2.0

Grafico 3 – Concentrazione dei metalli. Confronto con indagine conoscitiva di misura 2009 - 2010.

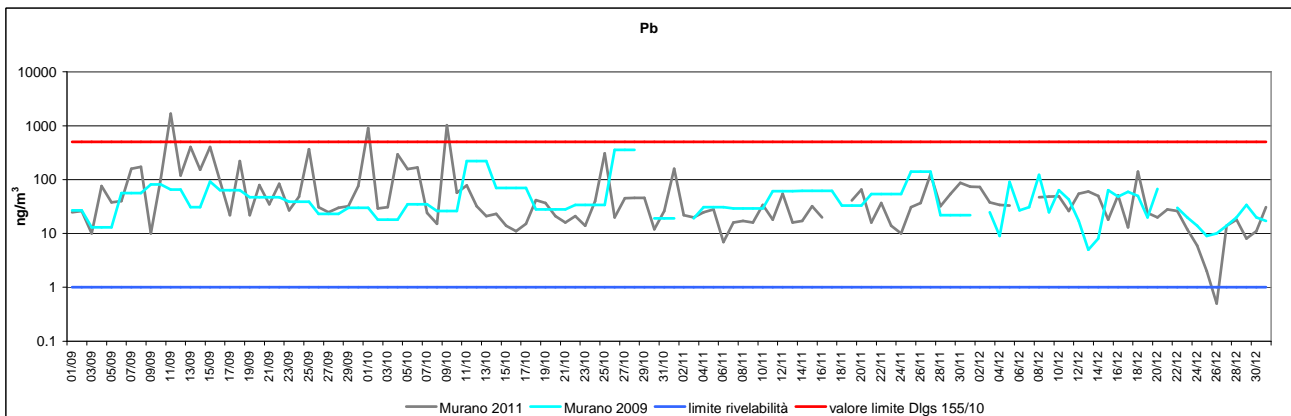
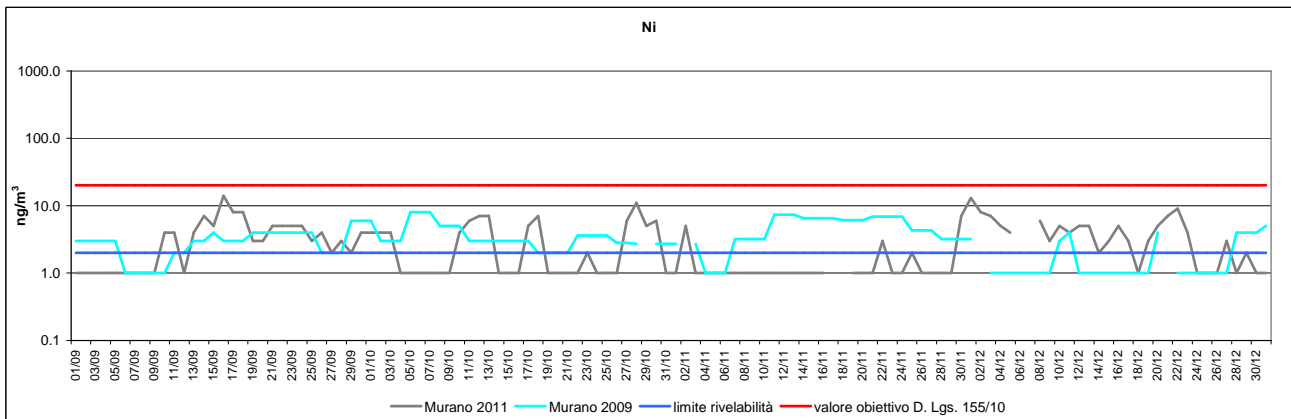
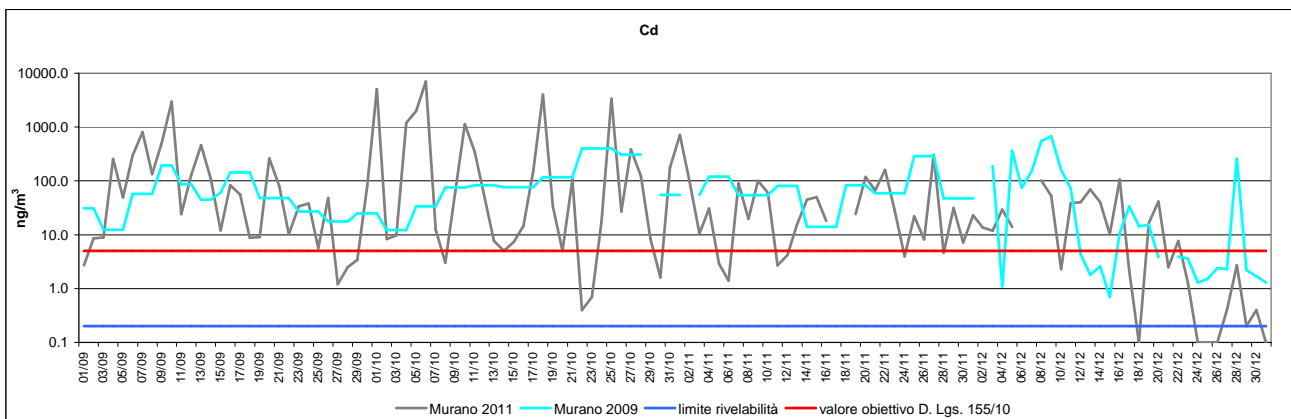
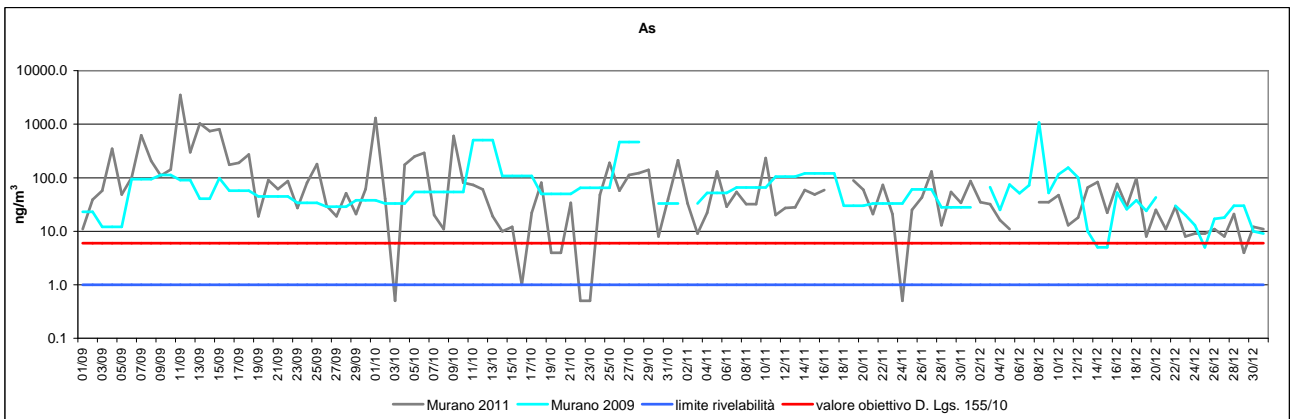


Grafico 4 – Concentrazione dei metalli. Confronto Murano – Sacca Fisola stazione fissa rete ARPAV.

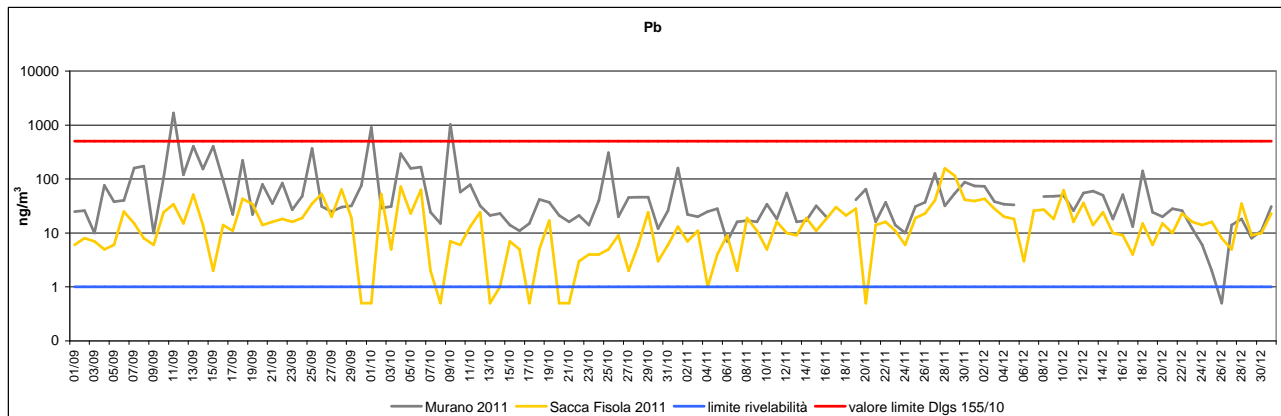
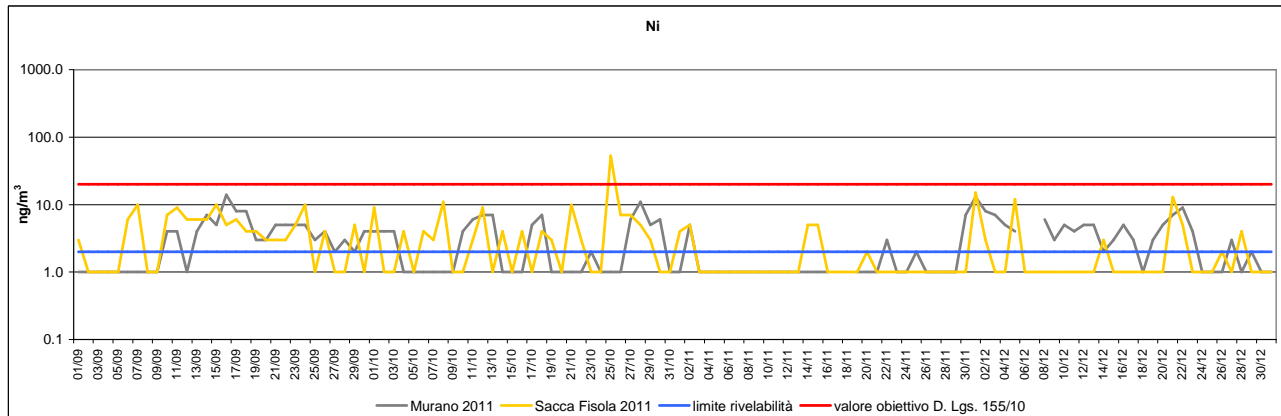
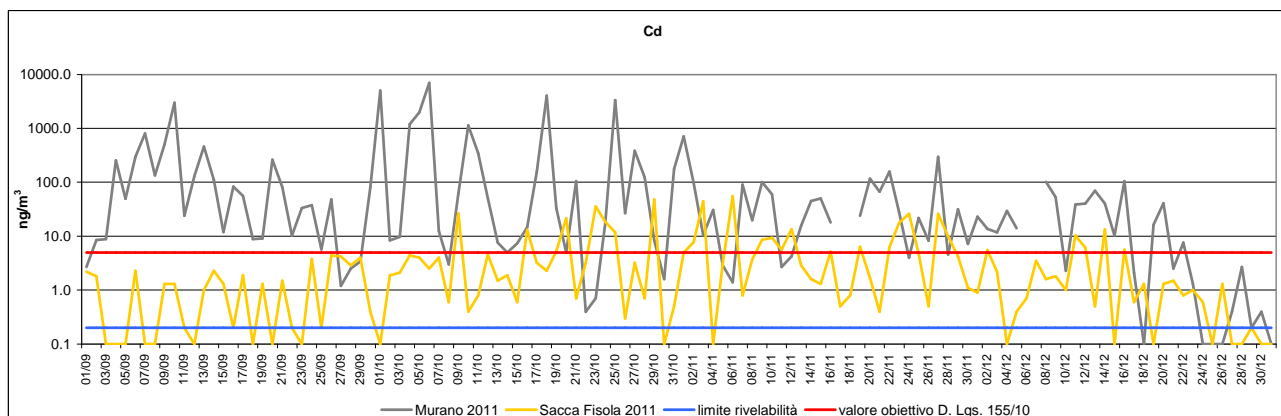
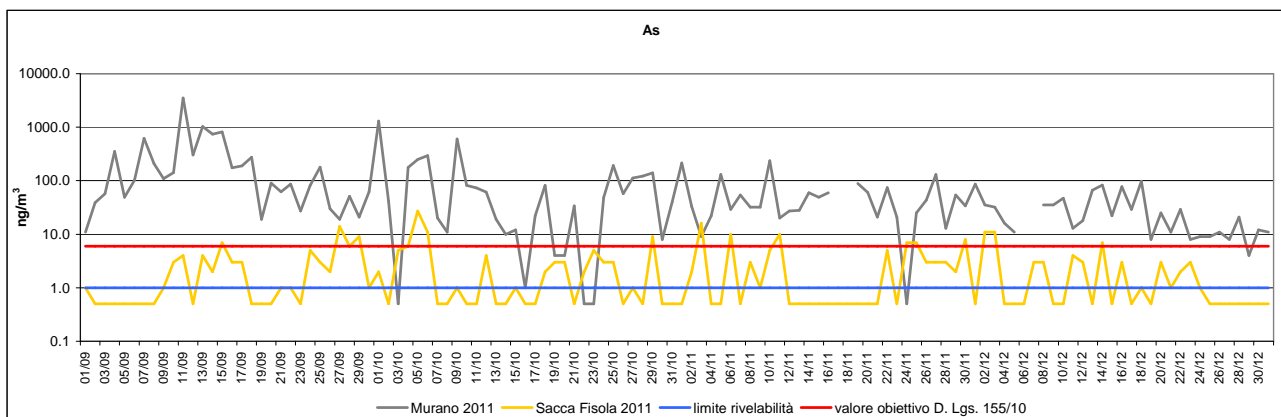
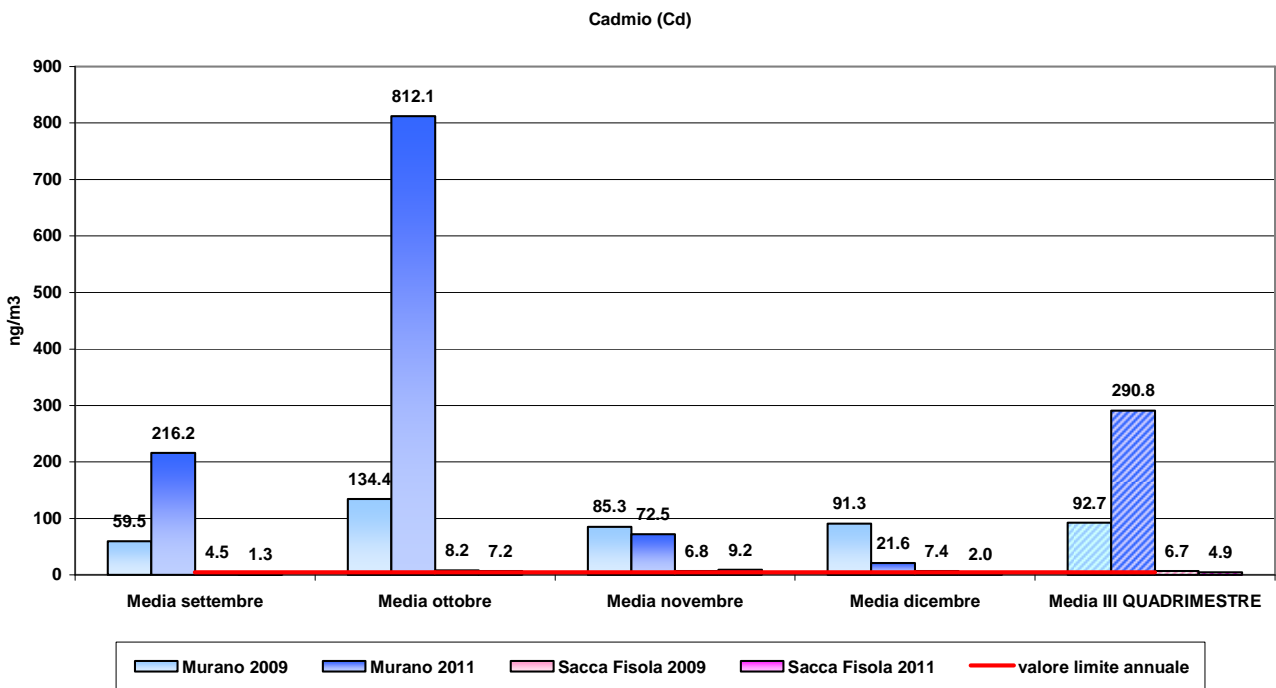
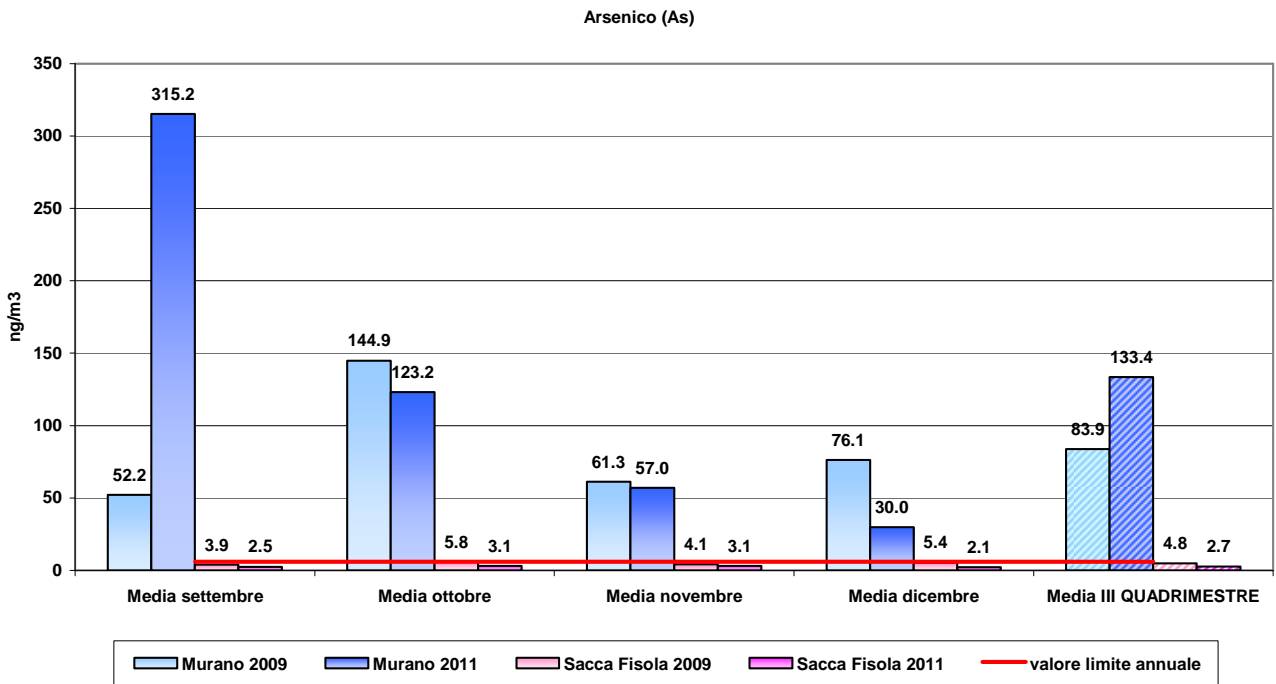
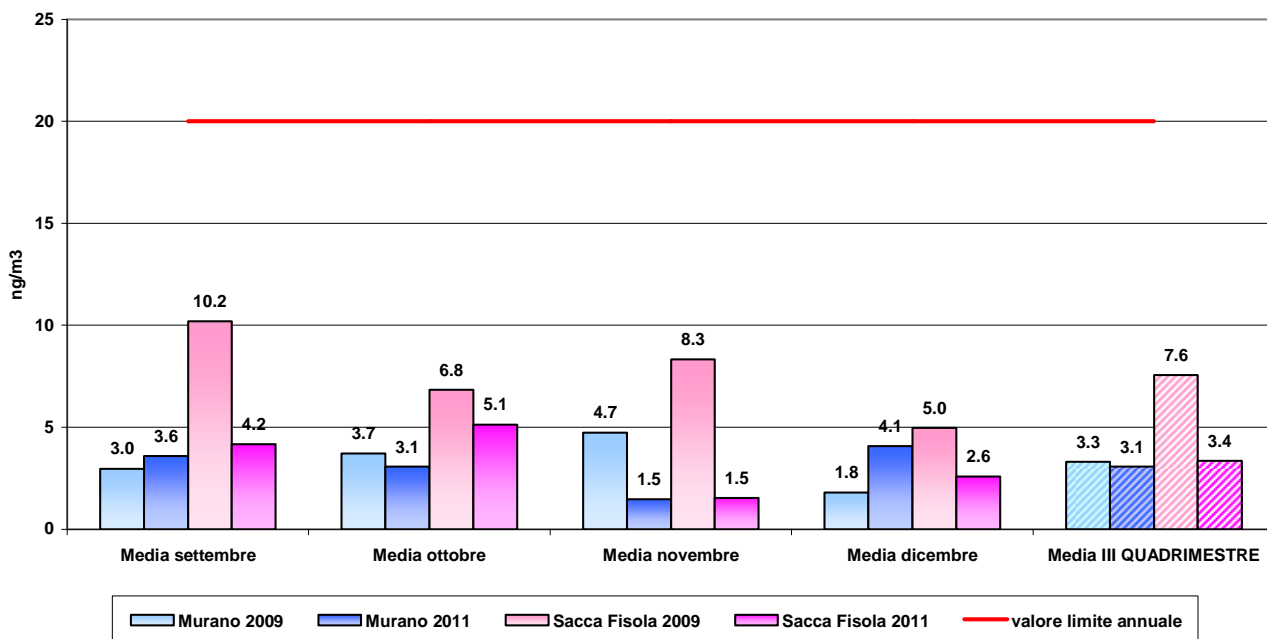


Grafico 5 – Concentrazione mensile dei metalli. Confronto Murano – Sacca Fisola stazione fissa rete ARPAV e indagine conoscitiva 2009 - 2011.



Nichel (Ni)



Piombo (Pb)

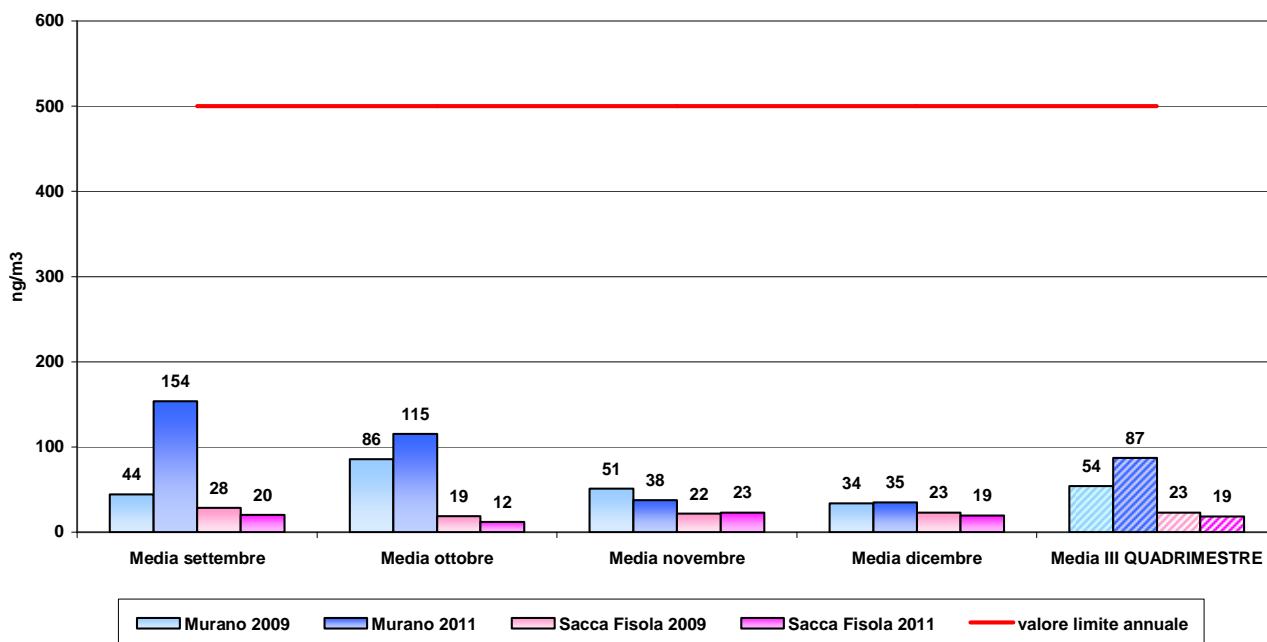


Grafico 6 – Statistiche descrittive dei metalli indagati. Confronto Murano – Sacca Fisola nel 2009 e nel 2011.

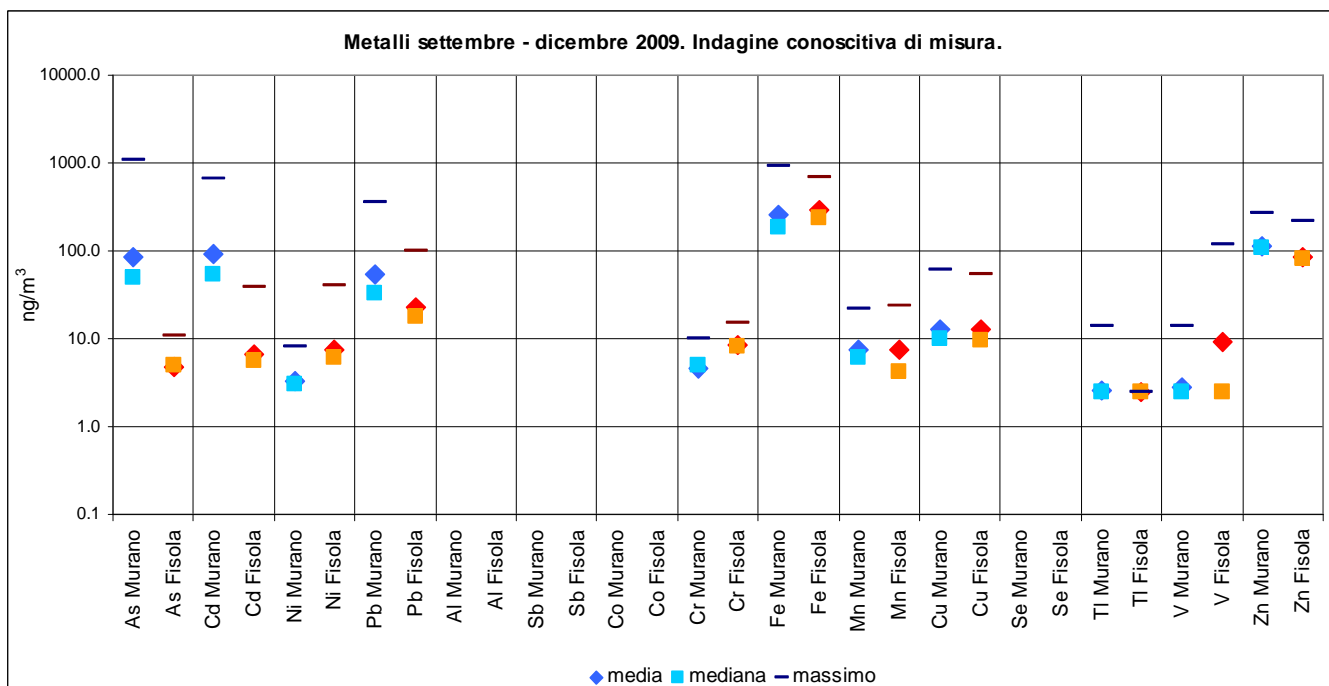
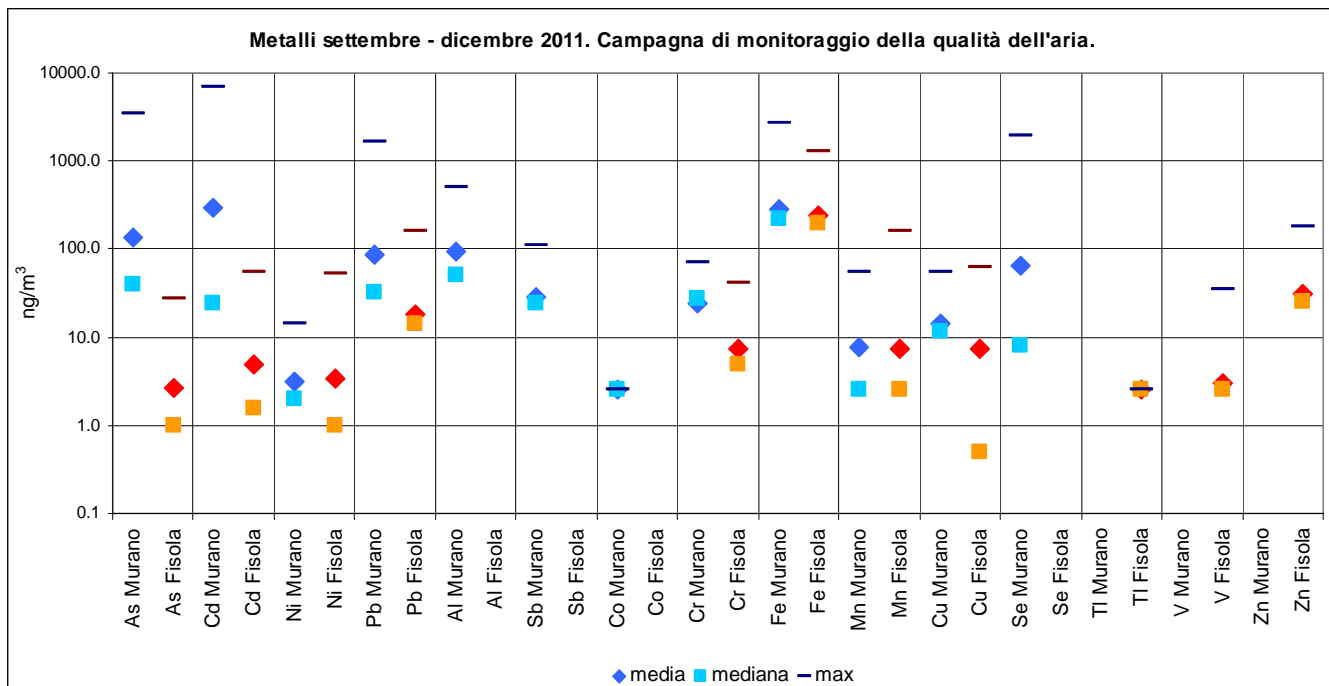


Tabella A – Statistiche descrittive dei metalli misurati a Murano nel 2009 e 2011. In rosso sono riportati i valori superiori al valore limite o valore obiettivo per ciascun metallo.

MURANO	01/09/09 - 31/12/09 Indagine conoscitiva di misura.				01/09/11 - 31/12/11 Campagna qualità dell'aria.			
	media	mediana	massimo	minimo	media	mediana	massimo	minimo
As	83.9	50.0	1080.0	5.0	133.4	39.5	3516.0	<1.0
Cd	92.7	55.0	670.0	0.7	290.8	24.0	6965.9	<0.2
Ni	3.3	3.0	8.0	<2.0	3.1	2.0	14.0	<2.0
Pb	53.9	33.5	358.0	5.0	86.9	32.0	1678.0	<1.0
Al	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	93.7	50.0	493.0	50.0
Sb	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	28.0	24.0	110.0	3.0
Co	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	2.5	2.5	2.5	2.5
Cr	4.6	5.0	10.0	0.5	23.9	27.0	70.0	0.5
Fe	261.9	186.5	938.0	50.0	279.7	217.0	2658.0	50.0
Mn	7.3	6.0	22.0	2.5	7.6	2.5	55.0	2.5
Cu	12.6	10.0	60.0	0.5	14.0	11.5	55.0	0.5
Se	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	65.4	8.0	1906.0	0.5
Tl	2.6	2.5	14.0	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
V	2.8	2.5	14.0	2.5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
Zn	112.5	108.0	270.0	25.0	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.

Tabella B – Statistiche descrittive dei metalli misurati a Sacca Fisola, stazione fissa della Qualità dell'Aria ARPAV, nel 2009 e 2011. In rosso sono riportati i valori superiori al valore limite o valore obiettivo per ciascun metallo.

SACCA FISOLA	01/09/09 - 31/12/09				01/09/11 - 31/12/11			
	media	mediana	massimo	minimo	media	mediana	massimo	minimo
As	4.8	5.0	11.0	<1.0	2.7	1.0	27.0	0.5
Cd	6.7	5.5	39.3	0.2	4.9	1.6	55.1	0.1
Ni	7.6	6.0	41.0	2.0	3.4	1.0	53.0	1.0
Pb	22.9	18.0	101.0	4.0	18.5	14.0	158.0	0.5
Al	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
Sb	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
Co	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
Cr	8.4	8.0	15.0	0.5	7.3	5.0	42.0	0.5
Fe	286.8	242.0	682.0	50.0	244.9	196.0	1282.0	50.0
Mn	7.6	4.3	24.0	2.5	7.4	2.5	159.0	2.5
Cu	12.8	9.5	53.0	0.5	7.4	0.5	62.0	0.5
Se	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
Tl	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
V	9.4	2.5	119.0	2.5	3.0	2.5	35.0	2.5
Zn	84.8	80.0	215.0	25.0	31.2	25.0	184.0	25.0

9 Riferimenti normativi

Dal 1° ottobre 2010 è entrato in vigore il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 Qualità dell'aria ambiente – Attuazione direttiva 2008/50/CE, che abroga tutte le norme precedenti ma sostanzialmente ne conferma i valori limite ed i valori obiettivo.

Per As, Cd, Ni e Pb possono essere prese a confronto anche le linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità "OMS".

Nelle Tabelle seguenti si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge relativi al breve ed al lungo periodo.

Tabella C - Limiti di legge relativi all'esposizione acuta.

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo	Termine di efficacia
PM ₁₀	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³	D.Lgs. 155/10	In vigore dal 2005

Tabella D – Limiti di legge relativi all'esposizione cronica.

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo	Termine di efficacia
PM ₁₀	Valore limite annuale Anno civile	40 µg/m ³	D.Lgs. 155/10	In vigore dal 2005
Piombo	Valore limite annuale Anno civile	0.5 µg/m ³	D.Lgs. 155/10	In vigore dal 2005
Arsenico	Valore obiettivo Media su anno civile	6.0 ng/m ³	D.Lgs. 155/10	
Cadmio	Valore obiettivo Media su anno civile	5.0 ng/m ³	D.Lgs. 155/10	
Nichel	Valore obiettivo Media su anno civile	20.0 ng/m ³	D.Lgs. 155/10	

Tabella E – Linee guida di qualità dell'aria per i metalli da parte dell'Organizzazione mondiale della Sanità (OMS).

Inquinante	Indicazioni OMS (ng/m ³)	
	Livello di background*	Aree urbane
As	1-3	20-30
Cd	0.1	1-10
Ni	1	9-60
Pb	0.6	5-500

*Stato naturale o livello di background o concentrazione in aree remote.