



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

Dipartimento Provinciale di Verona

CAMPAGNA DI MISURA DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Comune di Verona
Ca' di David P.zza Roma

18 luglio-6 settembre 2013

a cura del Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona

Relazione: Dr.ssa Francesca Predicatori
Dr. Paolo Frontero

Gestione Laboratorio Mobile: Andrea Salomoni

Direttore del Dipartimento: Ing. Giancarlo Cunego

Indice della relazione tecnica.

1	Periodo di indagine.....	3
2	Localizzazione del sito	3
3	Caratteristiche dei principali inquinanti	4
	3.1 Polveri sottili - PM ₁₀	4
	3.2 Polveri sottili - PM _{2,5}	4
	3.3 Biossido di azoto- NO ₂	4
	3.4 Biossido di zolfo- SO ₂	4
	3.5 Monossido di carbonio- CO.....	4
	3.6 Ozono - O ₃	5
	3.7 Benzene - Toluene - Xilene	5
	3.8 Metalli e metalloidi.....	5
	3.9 Idrocarburi Policiclici Aromatici - IPA.....	6
4	Commento sulla situazione meteorologica.....	6
5	Analisi dei risultati per il PM ₁₀	7
6	Analisi dei risultati per i principali inquinanti	9
	6.1 Biossido di zolfo (SO ₂).....	9
	6.2 Biossido di azoto (NO ₂)	9
	6.3 Monossido di carbonio (CO).....	10
	6.4 Ozono (O ₃)	11
	6.5 Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	11
7	Conclusioni.....	11
8	Concentrazioni medie giornaliere dei principali inquinanti.....	12
9	Riferimenti normativi.....	13

1 Periodo di indagine.

Il dipartimento ARPAV di Verona ha effettuato nel periodo 18 luglio-6 settembre 2013 una campagna di misura con la stazione rilocabile collocata in P.zza Roma loc. Ca'di David. (Figura 1) nel comune di Verona. Si tratta della prima campagna di misura, effettuata in periodo estivo, a cui seguirà una campagna in periodo invernale, finalizzate alla valutazione della qualità dell'aria in una zona interessata da forte traffico veicolare da e per la città.

L'indagine è stata richiesta dal comune di Verona.

La stazione rilocabile è dotata di analizzatori per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa inerente l'inquinamento atmosferico e più precisamente:

- inquinanti convenzionali: monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO₂), ossidi di azoto (NOx), ozono (O₃);
- inquinanti non convenzionali: benzene, toluene, xilene, (BTX), polveri sottili (PM₁₀, PM_{2.5}), idrocarburi policiclici aromatici

Sono stati inoltre misurati in continuo alcuni parametri meteorologici quali temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, velocità del vento prevalente, direzione del vento prevalente e globale, sigma prevalente, radiazione solare netta e globale

2 Localizzazione del sito

Informazioni sulla località sottoposta a controllo	
Comune	Verona- Ca' di David
Posizione	P.zza Roma
Tipologia del sito	traffico - Zona residenziale ¹

Figura 1: rappresentazione satellitare del sito di monitoraggio



¹ Legenda:

Stazioni di traffico urbane (TU): sono stazioni urbane localizzate in aree con forti gradienti di concentrazione degli inquinanti. A titolo indicativo si può consigliare che l'area di rappresentatività sia almeno pari a 200 m., anche se sarebbe più opportuno descriverla in funzione della lunghezza della strada.

3 Caratteristiche dei principali inquinanti

3.1 Polveri sottili - PM₁₀

Con il termine polveri sottili o PM₁₀ si indica la componente con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm del particolato aereodisperso. Si tratta di un insieme alquanto eterogeneo di composti che in parte derivano dall'emissione diretta causata dalle attività antropiche quali traffico, industria, riscaldamento. In parte (si stima per più dell'80%) è prodotto da reazioni chimico-fisiche che avvengono in atmosfera e coinvolgono i composti organici volatili, ammoniaca, gli ossidi di azoto, gli ossidi di zolfo. Inoltre, grazie alle ridotte dimensioni, le particelle di PM₁₀ possono rimanere in atmosfera per periodi di tempo anche relativamente lunghi prima di subire il processo di dilavamento o sedimentazione. Non è quindi possibile legare la concentrazione di PM₁₀ misurata localmente con una o più precise fonti emissive poiché essa è il risultato di un complesso insieme di fenomeni che implicano l'emissione di sostanze inquinanti, il loro ricombinarsi e coagularsi in atmosfera, il trasporto dovuto alle dinamiche dei bassi strati dell'atmosfera. Questo spiega la diffusione pressoché omogenea del PM₁₀ sul nostro territorio.

3.2 Polveri sottili - PM_{2,5}

Il PM_{2,5} è costituito dalla frazione con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm delle polveri aereodisperse, costituisce circa il 60-70% del PM₁₀. Viene indicato come "frazione respirabile" delle polveri poiché a causa delle sue ridotte dimensioni penetra fino agli alveoli polmonari. Può essere originato sia per emissione diretta sia in seguito a reazioni nell'atmosfera di composti chimici quali ossidi di zolfo, ossidi di azoto, ammoniaca e composti organici. Le fonti antropiche possono essere ricondotte essenzialmente ai processi di combustione (traffico veicolare, utilizzo di combustibili nei processi industriali) e a emissioni industriali. Il tempo di residenza in atmosfera delle polveri fini in atmosfera può essere di diversi giorni

3.3 Biossido di azoto- NO₂

Con il termine ossidi di azoto si indica una famiglia di composti i più caratteristici dei quali sono il monossido (NO) ed il biossido di azoto (NO₂). Il monossido di azoto (NO) è un gas incolore e inodore che si forma in tutti i processi di combustione, indipendentemente dalla composizione chimica del combustibile, poiché l'azoto e l'ossigeno che lo costituiscono sono naturalmente presenti nell'atmosfera e si combinano in tutti i processi in cui si raggiungono temperature sufficientemente elevate (>1210°). Tali valori sono normalmente raggiunti nei motori a combustione interna. Nei processi di combustione si forma anche una piccola quantità di biossido (circa il 5%). Quest'ultimo è considerato un inquinante secondario perché deriva principalmente dall'ossidazione dell'ossido di azoto (NO), favorita dalla presenza di ossidanti quali l'ozono. Gli ossidi di azoto permangono in atmosfera per pochi giorni (4-5) e sono rimossi in seguito a reazioni chimiche che portano alla formazione di acidi e di sostanze organiche. Gli effetti negativi sull'ambiente dovuti ad alte concentrazioni di NO₂ sono legati alla formazione di smog fotochimico in presenza di irraggiamento solare, alla acidificazione delle piogge ed alla riduzione dell'ozono stratosferico.

3.4 Biossido di zolfo- SO₂

Il biossido di zolfo è un gas incolore dall'odore acre e pungente a temperatura ambiente derivante sia da fonti antropiche che da fonti naturali. L'origine naturale deriva principalmente dalle eruzioni vulcaniche mentre quella antropica deriva dalla combustione domestica degli impianti non metanizzati e dall'uso di combustibili liquidi e solidi nelle centrali termoelettriche. A causa dell'elevata solubilità in acqua l'SO₂ viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e del tratto superiore dell'apparato respiratorio; quindi solo le piccolissime quantità raggiungono la parte più profonda del polmone. Gli ossidi di zolfo svolgono un'azione indiretta nei confronti della fascia di ozono stratosferico in quanto fungono da substrato per i clorofluorocarburi, principali responsabili del "buco" dell'ozono. Nel contempo si oppongono al fenomeno dell'effetto serra in quanto hanno la capacità di riflettere le radiazioni solari producendo un raffreddamento del pianeta.

3.5 Monossido di carbonio- CO

Qualsiasi processo di combustione incompleta provoca la produzione di monossido di carbonio (CO), un gas incolore ed inodore che a concentrazioni molto elevate, normalmente non riscontrabili nell'aria ambiente, è fortemente dannoso per la salute. Una quota notevole di CO deriva da processi naturali connessi all'ossidazione atmosferica di metano e di altri idrocarburi normalmente emessi

nell'atmosfera, dalle emissioni degli oceani e paludi, da incendi forestali, da acqua piovana e tempeste elettriche.

Le fonti antropiche di monossido di carbonio sono rappresentate da tutte le attività che comportano l'utilizzo di combustibili fossili, in particolare il traffico stradale (motori a benzina) è la sorgente principale (60% circa su scala nazionale), seguito dall'industria metallurgica (16% circa) e dall'uso domestico e commerciale (14% circa). Il CO è un inquinante primario che solo lentamente viene ossidato a CO₂: il tempo di permanenza in atmosfera può arrivare a sei mesi.

3.6 Ozono – O₃

L'ozono è un inquinante di tipo secondario, prodotto da reazioni fotochimiche di trasformazione degli inquinanti primari, quali composti organici volatili e ossidi di azoto. Anche in questo caso, le condizioni meteorologiche hanno un'enorme influenza sull'andamento delle concentrazioni. In particolare il verificarsi di intensa radiazione solare, temperatura mite o alta e venti moderati favoriscono la formazione di smog fotochimico e l'aumento delle concentrazioni troposferiche di ozono; nell'arco della giornata, i livelli sono bassi al mattino (fase di innesco del processo fotochimico) raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare. Precursori sono i composti idrocarburi e gli ossidi di azoto presenti nell'aria, anche relativamente distanti dal punto di formazione dell'O₃. Dall'analisi dei dati effettuata l'inquinamento da ozono risulta particolarmente critico in tutta l'area pianeggiante del Veneto. L'ozono a livello del suolo è tossico per l'uomo anche a concentrazioni relativamente basse essendo un potente agente ossidante, tanto che rappresenta, insieme al particolato, uno degli inquinanti più rilevanti dal punto di vista della salute.

3.7 Benzene – Toluene - Xilene

Il benzene (formula bruta: C₆H₆) è il più semplice dei composti organici aromatici: è un liquido incolore dal caratteristico odore pungente che diventa irritante a concentrazioni elevate e che volatilizza facilmente a temperatura ambiente. Il benzene presente nell'aria ambiente è prevalentemente di origine antropica e deriva principalmente da processi di combustione incompleta (emissioni industriali, veicoli a motore, incendi). La più importante fonte emissiva è rappresentata dai veicoli a motore alimentati a benzina, i quali emettono benzene, oltre che dal tubo di scappamento, anche dal serbatoio e dal carburatore. In questi ultimi due casi si tratta di perdite dovute all'evaporazione legata cioè alla volatilità del combustibile ed ai fenomeni fisici che la favoriscono. L'industria petrolchimica in questi ultimi anni sta utilizzando in sostituzione del benzene il toluene (formula bruta: C₇H₈). Esso infatti presenta caratteristiche chimico-fisiche molto simili a quelle del benzene ma risulta meno tossico.

Lo xilene (formula bruta: C₈H₁₀) è un gruppo di tre derivati del benzene (isomeri: orto-, meta- e para-) e come quest'ultimo è contenuto naturalmente nel petrolio. Una delle sue possibili fonti in un contesto urbano è il gasolio per autotrazione.

3.8 Metalli e metalloidi

Nel particolato sono presenti metalli di varia natura, la cui origine è legata a una varietà di sorgenti: la normativa prevede il monitoraggio su base annuale di arsenico, nichel, cadmio e piombo.

La determinazione dei metalli e microelementi nel particolato viene effettuata per rispondere alla normativa vigente, ma anche per aumentare la conoscenza dei processi chimici e fisici che avvengono in atmosfera e che coinvolgono l'aerosol sia di origine antropica che naturale.

Il nichel è ampiamente presente nell'ambiente soprattutto come lega metallica o in combinazione con altri elementi (a dare ossidi principalmente). Fra le fonti di nichel sono annoverate: l'utilizzo di oli pesanti e di carbone, catalizzatori, acciaio e leghe non ferrose.

La principale fonte di piombo era rappresentata dall'utilizzo di questo elemento quali antidetonante nelle benzine: l'utilizzo della benzina verde ha portato ad una radicale diminuzione di questo inquinante nell'ambiente. Le rilevazioni effettuate sono inferiori agli 80 ng/m³ previsti dalla normativa.

L'inquinamento ambientale da arsenico deriva principalmente dalle industrie che utilizzano i suoi composti e dall'uso di combustibili fossili (come il petrolio ed il carbone) in cui esso è presente in quantità relativamente elevata.

I processi di formazione e lavorazione di leghe ferrose, prevedono l'utilizzo oltre che di minerali di ferro, di altri elementi quali vanadio, manganese, nichel, cobalto, cromo, molibdeno, rame e tungsteno. Tracce di questi elementi si possono ritrovare nell'aria ambiente, come componente del particolato fine.

3.9 Idrocarburi Policiclici Aromatici - IPA

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono una classe di composti organici formata da due o più anelli aromatici (es. benzene) condensati tra loro solitamente a formare una struttura piana. Si trovano naturalmente nel petrolio e la loro fonte antropica principale è data dalla combustione incompleta di legname, grassi, tabacco e combustibili fossili od organici in generale. I composti ad alto peso molecolare sono inoltre abbondantemente presenti negli asfalti, nei bitumi e nel carbone. Il comportamento degli IPA nell'ambiente è fortemente legato al numero di anelli aggregati: i composti a basso peso molecolare risultano particolarmente volatili e maggiormente solubili. La loro solubilità in acqua rimane comunque scarsa o addirittura nulla per le strutture con un maggior numero di anelli, mentre risultano particolarmente solubili nelle sostanze lipidiche (lipofilia), aspetto questo che ne determina il bioaccumulo. Solitamente in aria non si ritrovano mai composti singoli ma miscele formate anche da decine di IPA differenti. Molti di questi sono stati classificati dalla IARC (International Agency for Research on Cancer) come "probabili" o "possibili cancerogeni per l'uomo", eccezion fatta per il benzo(a)pirene che è stato classificato come "cancerogeno per l'uomo".

4 Commento sulla situazione meteorologica

Il periodo è stato caratterizzato da prevalente situazione anticiclonica (Figura 2) eccetto due giorni temporaleschi, il giorno 29 luglio con 7.2 mm di pioggia, ed il 14 agosto con 24 mm.

Le direzioni prevalenti del vento sono state: W (17.0% dei rilevamenti orari), E (9.7% dei rilevamenti orari), ESE(7.8% dei rilevamenti orari)

I valori orari di intensità del vento erano, nel 22.7% dei casi inferiori a 0.5 m/s (calma di vento), nel 32.1% dei casi compresi tra 0.5 ed 1.5 m/s nel 20.2% dei casi compresi tra 1.0 ed 1.5 m/s, nel 14% dei casi compresi nell'intervallo fra 1.5 e 2.5 m/s; nel 5.8% dei casi nell'intervallo fra 2.5 e 3.5 m/s e nel 25.2% dei casi con vento maggiore di 3.5 m/s. La velocità media dell'intero periodo è risultata di 1.14 m/s con il 85.6% di dati validi.

Nelle figure seguenti vengono rappresentate la rosa dei venti (Figura 3) e la distribuzione per classe di frequenza della velocità del vento nel periodo della campagna di monitoraggio.

Figura 2 : Campo medio di pressione in superficie dal 17 luglio al 6 settembre 2013

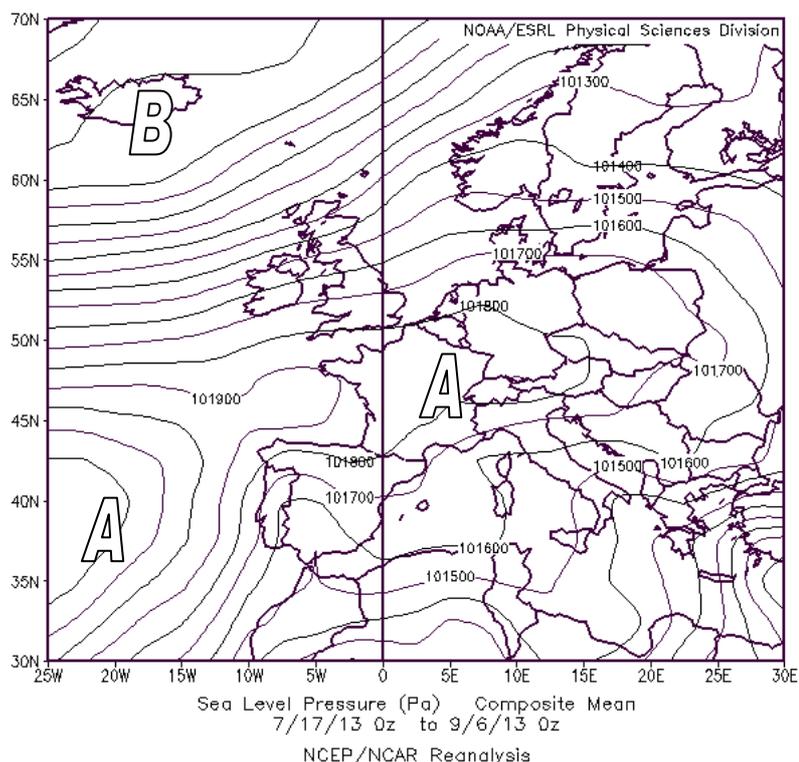
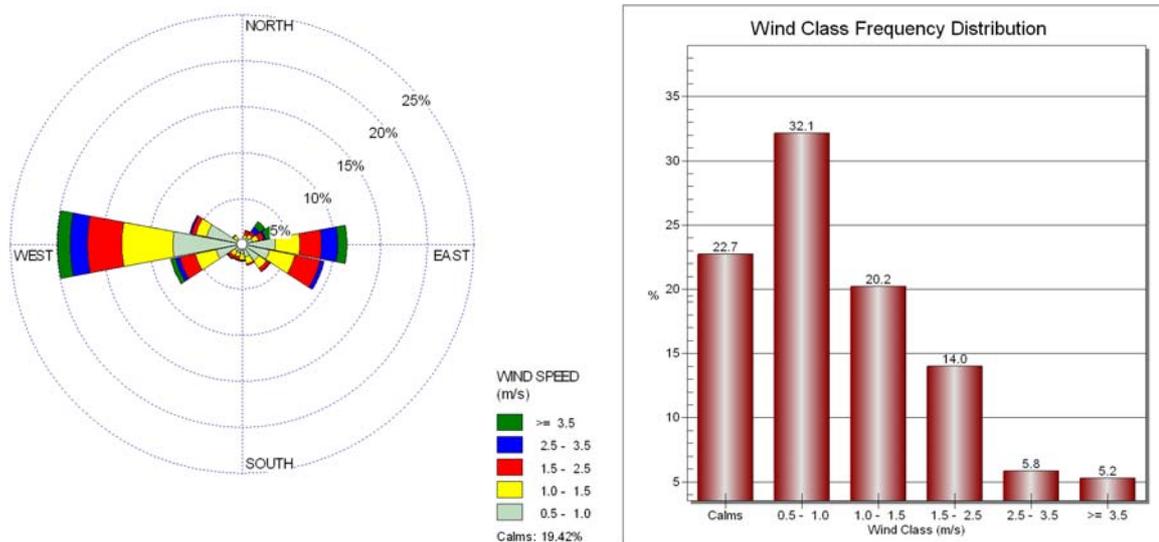


Figura 3 : rosa dei venti e percentuale di incidenza a sx, distribuzione in frequenza dei valori di intensità del vento misurato presso il sito di monitoraggio in P.zza Roma a Ca' di David nel periodo 17 luglio – 6 settembre 2013. a dx.



5 Analisi dei risultati per il PM₁₀

Le concentrazioni di PM₁₀ misurate durante la campagna di monitoraggio effettuata in P.zza Roma sono state confrontate con quelle rilevate dalle stazioni fisse di Verona.

La stazione di Verona - Cason è una stazione di fondo urbano situata lontano da fonti emissive dirette quali strade e industrie, è quindi un punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento caratteristici dell'area risultanti dal trasporto degli inquinanti anche dall'esterno dell'area urbana e dalle emissioni dell'area urbana stessa. La stazione di Verona Borgo Milano è una stazione di traffico urbano, situata presso una strada ad alta intensità di traffico, ed è quindi rappresentativa di situazioni urbane caratterizzate prevalentemente da emissioni legate al traffico veicolare.

Nel seguito vengono confrontati gli andamenti della concentrazione giornaliera di PM₁₀ misurati dalla stazione mobile con quelli misurati presso la stazione fissa di Verona Cason, a questi si aggiungono i valori del vento medio e le precipitazioni giornaliere (Figura 4). Sono stati inoltre calcolati per l'intero periodo di misura il valore medio, il numero di giorni in cui è stato superato il valore limite di 50 µg/m³, la percentuale di giorni di superamento rispetto al numero di giorni di monitoraggio ed altri parametri statistici significativi. I risultati sono riportati in Tabella 1.

La concentrazione giornaliera di PM₁₀ è stata sempre a 50 µg/m³, i due episodi di precipitazioni temporalesche hanno determinato un sensibile abbassamento delle concentrazioni di polveri sottili fino a valori attorno ai 15 µg/m³; il valore medio è risultato di 30 µg/m³ superiore ai valori registrati nelle stazioni di riferimento.

Nel grafico di Figura 5 sono riportate le concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate a Cadidavid e nello stesso periodo a Verona Cason: i valori misurati a Cadidavid sono in genere superiori a quelli della stazione di fondo di Verona Cason.

Tabella 1: Media della concentrazione giornaliera di PM₁₀ calcolata durante la campagna di monitoraggio effettuate in P.zza Roma a Ca' di David e nello stesso periodo presso le stazioni fisse di Verona

18/07/12-22/08/12	Via Ca di Cozzi	Cason	B.go Milano
media periodo	30	23	25
Mediana	31	22	27
Minimo	14	9	3
Massimo	42	34	40
Deviazione standard	7	7	9
n. dati validi	29	34	36
n. sup. valore limite giornaliero	0	0	0
correlazione		0.92	0.94

Figura 4 andamento della concentrazione di PM_{10} registrati a Ca' di David in P.zza Roma e nella stazione fissa di Cason durante la campagna di misura e principali parametri meteorologici (vento e precipitazione)

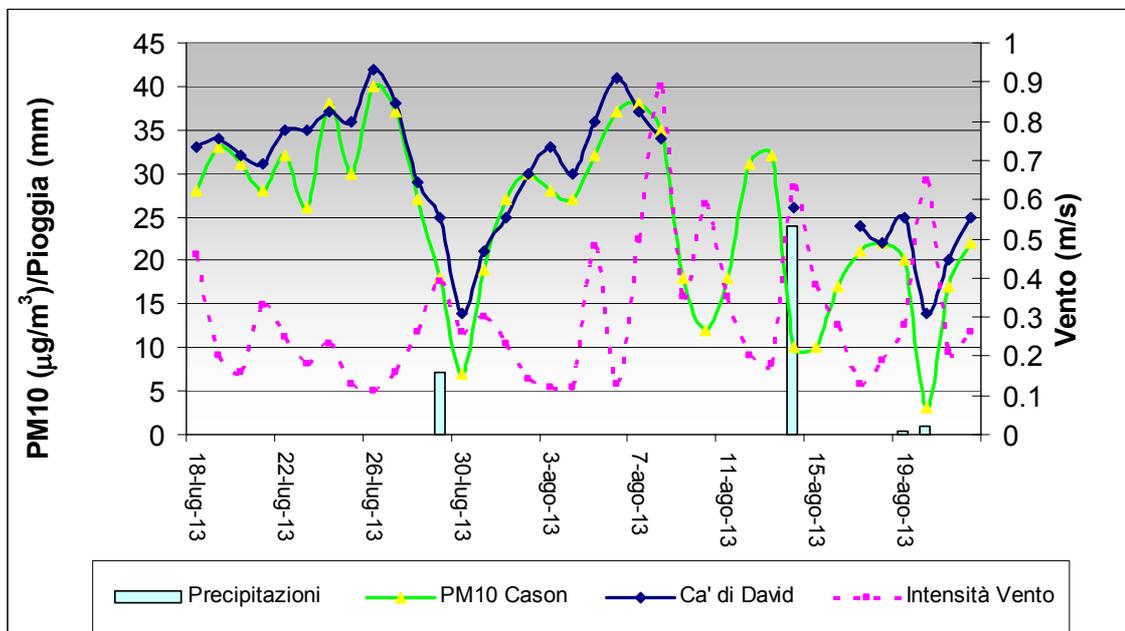
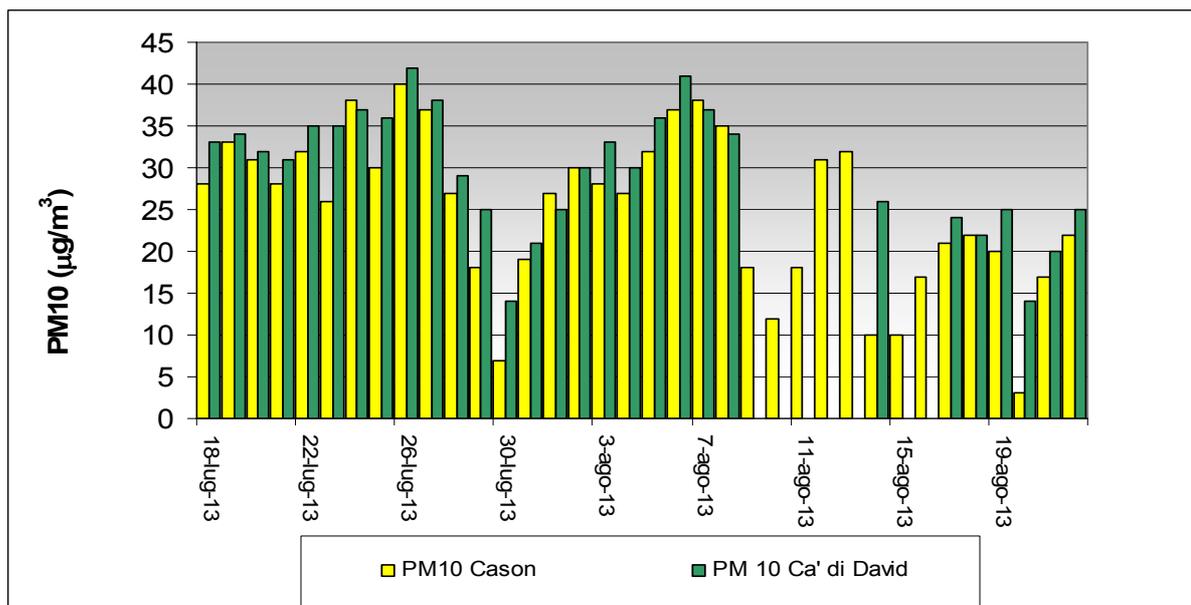


Figura 5: andamento delle concentrazioni di PM_{10} rilevate a Ca' di David in P.zza Roma – confronto con le concentrazioni rilevate nello stesso periodo a Verona – Cason.



6 Analisi dei risultati per i principali inquinanti

6.1 Biossido di zolfo (SO₂)

Sia i valori orari, che i valori medi giornalieri sono rimasti ben al di sotto delle soglie previste dall'attuale legislazione. I valori medi e massimi misurati a nella campagna di misura sono sostanzialmente confrontabili con quelli rilevati nelle stazioni di rilevamento fisse di Verona, tranne qualche punta oraria limitata nel tempo.

Durante la campagna di misura non sono stati rilevati superamenti del limite orario pari a 350 µg/m³, da non superare più di tre volte all'anno. Tuttavia i valori medi orari risultano in alcuni casi superiori con quelli misurati a B.go Milano; segnatamente il valore massimo orario risulta 46 µg/m³ alquanto superiore a quello della stazione fissa.

Tabella 2: Media oraria, minimo e massima concentrazione oraria di SO₂ calcolati durante le campagne di monitoraggio effettuate in P.zza Roma a Ca' di David e nello stesso periodo presso le stazioni fisse di Verona.

periodo	Concentrazione SO ₂ (µg/m ³)	Ca' di David	VR-Borgo Milano
18/07/13-05/09/13	Media	2	2
	Minimo	1	1
	Max. orario	46	6

6.2 Biossido di azoto (NO₂)

Durante la campagna di misura non sono stati rilevati superamenti del limite orario pari a 200 µg/m³, sia i valori medi che massimi risultano superiori a quelli misurati presso le stazioni fisse di Verona-Cason e di B.go Milano.

Nel grafico di Figura 6 sono riportate le concentrazioni medie giornaliere di biossido di azoto misurate durante la campagna di misura a Cadidavid e nello stesso periodo presso le stazioni fisse di Verona: i valori medi giornalieri sono sensibilmente superiori a Verona Cadidavid.

In Tabella 3 sono riportate le concentrazioni medie, massime e minime e altri parametri statistici significativi misurati nella campagna di misura e nello stesso periodo presso le stazioni fisse di Verona.

Figura 6 andamento della concentrazione giornaliera di NO₂ misurata a Cadidavid in P.zza Roma e presso le stazioni fisse di Verona Cason e Verona Borgo Milano

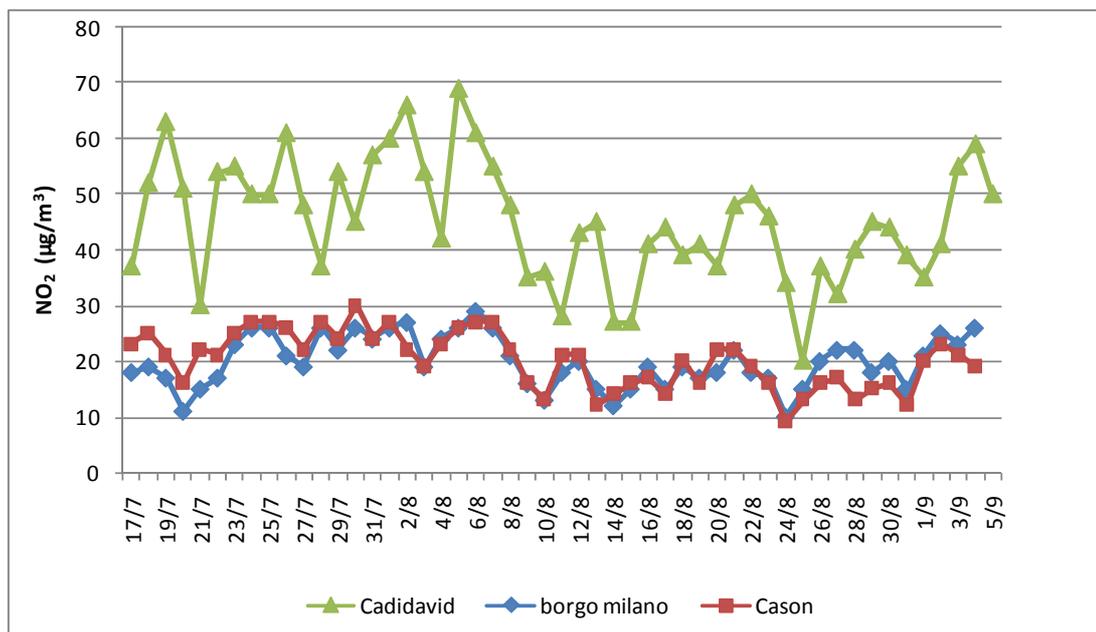


Tabella 3: Media oraria, minimo e massima concentrazione oraria di NO₂ calcolati durante le campagne di monitoraggio effettuate in P.zza Roma a Ca' di David e nello stesso periodo presso le stazioni fisse di Verona.

18/07/123-05/09/13	Cadidavid	B.go Milano	Cason
media del periodo	46	20	20
minimo	6	3	3
massimo	129	80	89
mediana	43	17	18
dev.st	21	10	12
percentuale dati validi	99	95	20

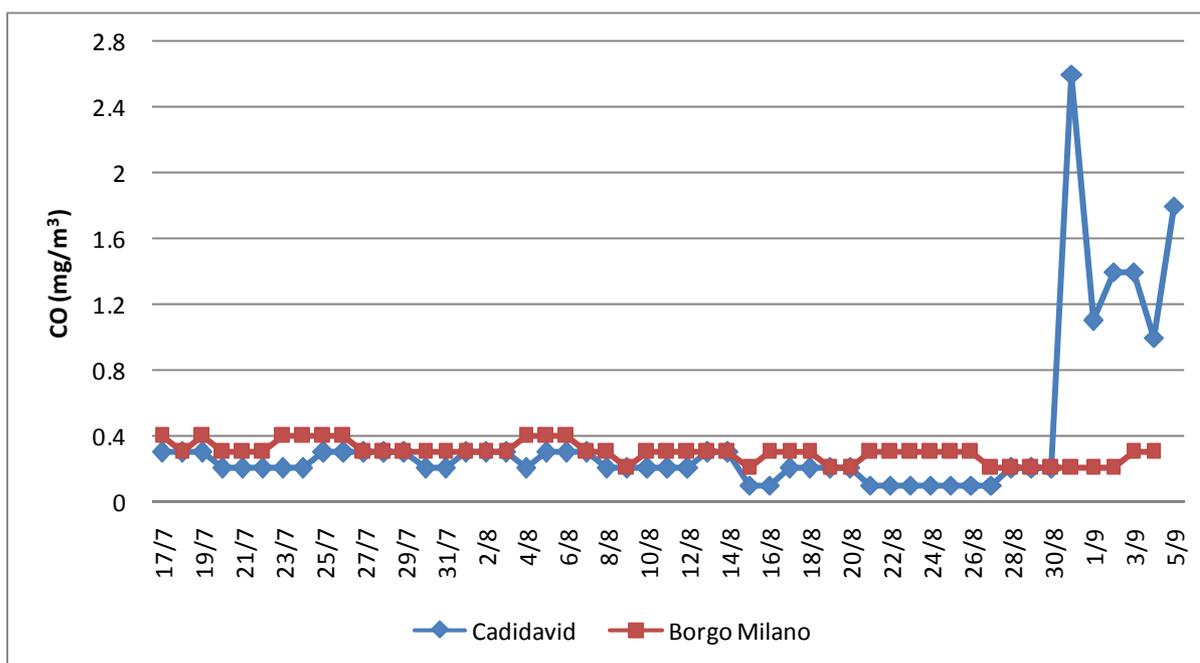
6.3 Monossido di carbonio (CO)

I livelli di questo inquinante nell'aria ambiente sono fortemente legati alla presenza di flusso veicolare: nella campagna di misura estiva non sono stati rilevati superamenti dei valori limite. Il valore massimo orario è stato pari a 11.9 mg/m³, superiore al valore massimo registrato a Verona B.go Milano. Nel grafico di Figura 7 sono riportate le concentrazioni medie giornaliere di monossido di carbonio misurate durante la campagna di misura a Cadidavid e nello stesso periodo presso la stazione fissa di Verona: i valori medi giornalieri sono confrontabili nelle due stazioni nel primo periodo della campagna di misura, aumentano sensibilmente a Verona Cadidavid, pur mantenendosi al di sotto dei valori limite, nei primi giorni di settembre.

Tabella 4: Media oraria, minimo e massima concentrazione oraria di CO calcolati durante le campagne di monitoraggio effettuate in P.zza Roma a Ca' di David e nello stesso periodo presso le stazioni fisse di Verona.

periodo	Concentrazione CO (mg/m ³)	Ca' di David	VR-Borgo Milano
18/07/13-05/09/13	Media	0.4	0.3
	Minimo	0.1	0.1
	Max. orario	11.9	0.5

Figura 7 andamento della concentrazione giornaliera di CO misurata a Cadidavid in P.zza Roma e presso la stazione fissa di Verona Borgo Milano



6.4 Ozono (O₃)

I valori medi nella campagna di P.zza Roma a Ca' di David sono risultati allineati con quella della stazione fissa di Verona Cason, il valore massimo orario è stato pari a 195 µg/m³, superiore alla soglia d'informazione stabilita dal DLgs 183/04.

Nel periodo della campagna di misura sono stati misurati 9 superamenti del valore di informazione pari a 180 µg/m³, a Verona Cadidavid e 13 superamenti a Verona Cason.

Tabella 5: Media, minima e massima concentrazione oraria di O₃ rilevata nella campagna di monitoraggio effettuata in P.zza Roma a Ca' di David e nello stesso periodo presso le stazioni fisse di Verona.

periodo	Concentrazione O ₃ (µg/m ³)	Ca' di David	VR-Cason
17/07/13-06/09/13	Media	77	80
	Minimo	3	7
	Max. orario	195	201

6.5 Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Si riportano nella tabella sottostante oltre al Benzo(a)pirene anche le concentrazioni degli altri componenti IPA misurati nella campagna di misura in via Ca' di Cozzi ed analizzati nei laboratori ARPAV di Verona. Per confronto sono riportate le concentrazioni medie di IPA rilevate presso la stazione fissa di Cason nello stesso periodo.

Tabella 6: Concentrazione media dei vari componenti IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) rilevata durante la campagna di misura invernale effettuata a Verona – confronto con i valori rilevati presso la stazione fissa di Verona Cason

18 luglio-22 agosto 2012	Verona Cadidavid		Verona-Cason	
	media µg/m ³	max µg/m ³	media µg/m ³	max µg/m ³
Benzo(a)antracene	0.01	0.02	0.01	0.01
Benzo(a)pirene	0.02	0.04	0.01	0.02
Benzo(b)fluorantene	0.04	0.06	0.04	0.05
Benzo(ghi)perilene	0.03	0.05	0.03	0.04
Benzo(k)fluorantene	0.01	0.02	0.01	0.01
Crisene	0.05	0.06	0.05	0.05
Dibenzo(ah)antracene	0.01	0.01	0.01	0.01
Indeno(123-cd)pirene	0.01	0.02	0.01	0.02

7 Conclusioni

Il laboratorio mobile è stato posizionato presso una delle direttrici principali di accesso alla città: già in questa prima campagna di monitoraggio estiva si possono notare alcune criticità legate principalmente a inquinanti da traffico come il biossido di azoto e il monossido di carbonio. In particolare dovrà essere maggiormente approfondito l'andamento delle concentrazioni di quest'ultimo inquinante che nella prima parte della campagna di misura è risultato pari a quanto rilevato presso la stazione di traffico di Borgo Milano e solo nell'ultimo periodo di misura è risultato assumere valori decisamente superiori.

Le concentrazioni di polveri sottili sono in genere superiori a quanto rilevato dalle stazioni fisse di Verona: la causa potrebbe essere legata al contributo del traffico, in particolare al risollevarimento della polvere stradale, all'emissione diretta dei veicoli e all'usura di freni e pneumatici.

I valori di idrocarburi policiclici aromatici in questa prima campagna non si discostano in maniera significativa da quelli misurati presso la stazione di fondo di Verona Cason.

8 Concentrazioni medie giornaliere dei principali inquinanti.

Tabella 7– Concentrazioni giornaliere di biossido di azoto, monossido di carbonio e ozono a Cadividavid dal 18 luglio al 5 settembre 2013

	Biossido di zolfo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Monossido di carbonio mg/m^3	Biossido di azoto $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ozono $\mu\text{g}/\text{m}^3$
18/07/2013	6	0.3	52	89
19/07/2013	1	0.3	63	66
20/07/2013	2	0.2	51	91
21/07/2013	10	0.2	30	98
22/07/2013		0.2	54	92
23/07/2013		0.2	55	97
24/07/2013		0.2	50	102
25/07/2013	7	0.3	50	96
26/07/2013	4	0.3	61	110
27/07/2013	4	0.3	48	119
28/07/2013	6	0.3	37	104
29/07/2013	4	0.3	54	44
30/07/2013	2	0.2	45	56
31/07/2013	6	0.2	57	76
01/08/2013	1	0.3	60	91
02/08/2013	2	0.3	66	92
03/08/2013	2	0.3	54	96
04/08/2013	8	0.2	42	107
05/08/2013	9	0.3	69	98
06/08/2013	10	0.3	61	102
07/08/2013	4	0.3	55	94
08/08/2013	6	0.2	48	75
09/08/2013	5	0.2	35	68
10/08/2013	6	0.2	36	74
11/08/2013	3	0.2	28	90
12/08/2013	2	0.2	43	94
13/08/2013		0.3	45	90
14/08/2013		0.3	27	62
15/08/2013		0.1	27	62
16/08/2013		0.1	41	74
17/08/2013	1	0.2	44	75
18/08/2013		0.2	39	86
19/08/2013	1	0.2	41	81
20/08/2013	0	0.2	37	57
21/08/2013	0	0.1	48	63
22/08/2013	0	0.1	50	79
23/08/2013	0	0.1	46	81
24/08/2013	0	0.1	34	81
25/08/2013	0	0.1	20	84
26/08/2013	0	0.1	37	66
27/08/2013	0	0.1	32	61
28/08/2013	0	0.2	40	61
29/08/2013	0	0.2	45	56
30/08/2013	0	0.2	44	62

31/08/2013	0	2.6	39	19
01/09/2013	0	1.1	35	10
02/09/2013	0	1.4	41	29
03/09/2013	2	1.4	55	43
04/09/2013	4	1	59	75
05/09/2013	4	1.8	50	76

Nota: Valori pari a 0 indicano misure inferiori alla soglia di sensibilità dello strumento.

9 Riferimenti normativi.

Si fa riferimento al D.Lgs. 155/2010, che recepisce la Direttiva della Comunità Europea n. 50 del 2008. Nelle tabelle seguenti viene riportata la normativa relativa all'esposizione acuta, all'esposizione cronica e per la protezione degli ecosistemi.

Tabella 1: soglie di informazione e di allarme.

Inquinante	Tipologia	Valore
SO ₂	Soglia di allarme	500 µg/m ³
NO ₂	Soglia di allarme	400 µg/m ³
O ₃	Soglia di informazione Media 1 h	180 µg/m ³
O ₃	Soglia di allarme Media 1 h	240 µg/m ³

Tabella 2: valori limite

Inquinante	Tipologia	Valore
SO ₂	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m ³
SO ₂	Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m ³
NO ₂	Da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³
NO ₂	Anno civile	40 µg/m ³
CO	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore.	10 mg/m ³
PM ₁₀	Valore limite annuale - Anno civile	40 µg/m ³
PM ₁₀	Da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³

Tabella 3: Livelli critici.

Inquinante	Tipologia	Valore
SO ₂	Livello critico invernale (01/10 – 31/03)	20 µg/m ³
SO ₂	Livello critico annuale	20 µg/m ³
NO ₂	Livello critico annuale	30 µg/m ³
NO ₂	Livello critico annuale	30 µg/m ³

Tabella 4: valori obiettivo.

Inquinante	Tipologia	Valore
O ₃	Valore obiettivo per la protezione della salute umana. Media massima giornaliera calcolata su 8 ore. Da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni.	120 µg/m ³
O ₃	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione. AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio. Da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su tre anni)	18000 µg/m ³ h
O ₃	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana. Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile.	120 µg/m ³
O ₃	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione. AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio.	6000 µg/m ³ h
Benzo(a)pirene	Media su anno civile – tenore sulla frazione PM10 del particolato	1,0 ng/m ³