



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 Villafranca
Via Calzoni

26 febbraio - 29 maggio 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
4.1	campagna di misura 26 febbraio - 11 aprile 2013.....	6
4.2	Campagna di misure 16 aprile - 29 maggio 2013.....	6
5	Analisi dei risultati per il PM₁₀.....	8
6	Analisi dei risultati per il PM_{2.5}.....	9
7	Analisi dei risultati per i principali inquinanti.....	11
7.1	Biossido di zolfo (SO ₂).....	11
7.2	Biossido di azoto (NO ₂).....	11
7.3	Monossido di carbonio (CO).....	12
7.4	Ozono (O ₃).....	12
7.5	Benzene (C ₆ H ₆).....	12
7.6	Idrocarburi policiclici aromatici (IPA).....	13
7.7	Metalli.....	13
8	Concentrazioni medie giornaliere dei principali inquinanti.....	14
9	Riferimenti normativi.....	16

1 Periodo di indagine.

Il dipartimento ARPAV di Verona ha effettuato nel periodo 26 febbraio-14 aprile e 16 aprile-29 maggio 2013 due campagne di misura con la stazione rilocabile collocata per valutare la qualità dell'aria nella zona di Calzoni a Villafranca (Figura 1), interessata dall'atterraggio e dal decollo di aerei dell'aviazione civile.

L'indagine è stata richiesta da Aeroporto Valerio Catullo di Verona Villafranca s.p.a..

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 (NO_x), ozono (O₃);

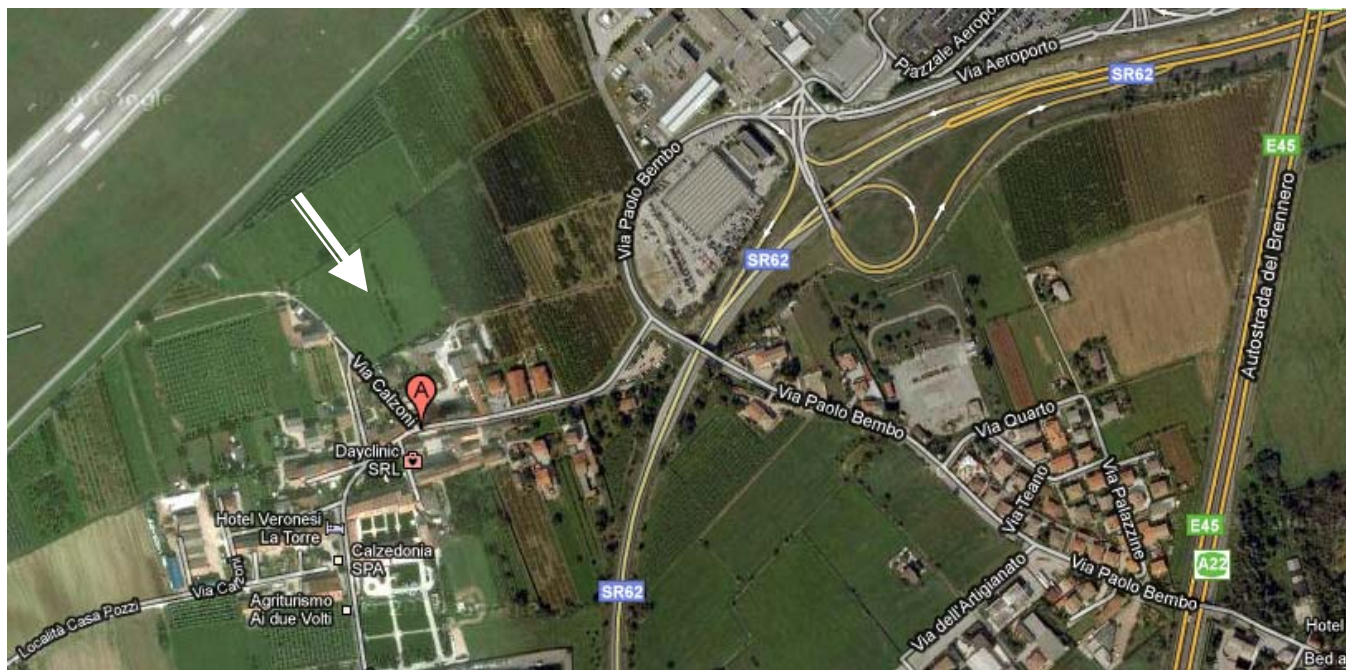
inquinanti non convenzionali: benzene, toluene, xilene, (BTX), polveri sottili (PM₁₀, PM_{2,5}), idrocarburi policiclici aromatici

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	Villafranca
Posizione	Via Calzoni
Tipologia del sito	traffico - Zona residenziale ¹

Figura 1: rappresentazione satellitare del sito di monitoraggio



¹Legenda: .

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

4.1 campagna di misura 26 febbraio - 11 aprile 2013

La situazione meteorologica è risultata anticiclonica nei primi giorni di marzo, successivamente ripetute onde perturbate atlantiche hanno caratterizzato il periodo con frequenti giorni piovosi: in Figura 2 è riportato il campo medio di pressione nel periodo di monitoraggio.

Le direzioni prevalenti sono state: E (11.8% dei rilevamenti orari), ESE(7.0% dei rilevamenti orari), ENE(6.5% dei rilevamenti orari)

I valori orari di intensità del vento erano, nel 28.3% dei casi inferiori a 0.5 m/s (calma di vento), nel 16.5% dei casi compresi tra 0.5 ed 1.5 m/s, nel 19.5% dei casi compresi nell'intervallo fra 1.5 e 2.5 m/s; nel 11.2% dei casi nell'intervallo fra 2.5 e 3.5 m/s e nel 2.5% 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 98.61% 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.

4.2 Campagna di misure 16 aprile - 29 maggio 2013

Anche questo secondo periodo della campagna di monitoraggio ha visto il persistere di condizioni di tempo perturbato con precipitazioni quasi ogni giorno causa la presenza di sistemi depressionari sull'Italia settentrionale come si può vedere dalla Figura 4 in cui è riportato il campo medio di pressione nel periodo; complessivamente dal 27 febbraio al 29 maggio si sono registrati 613.4 mm di pioggia cumulata :

Le direzioni prevalenti sono state: ENE (8.7% dei rilevamenti orari), E(7.6% dei rilevamenti orari), ESE(5.3% dei rilevamenti orari)

I valori orari di intensità del vento erano, nel 36.6% dei casi inferiori a 0.5 m/s (calma di vento), nel 15.3% dei casi compresi tra 0.5 ed 1.5 m/s, nel 15.8% dei casi compresi nell'intervallo fra 1.5 e 2.5 m/s; nel 5.1% dei casi nell'intervallo fra 2.5 e 3.5 m/s e nel 2.5% dei casi con vento maggiore di 3.5 m/s. La velocità media dell'intero periodo è risultata di 0.90 m/s con il 99% di dati validi.

Nelle figure seguenti vengono rappresentate la rosa dei venti (Figura 5) 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 26 febbraio al 14 aprile 2013

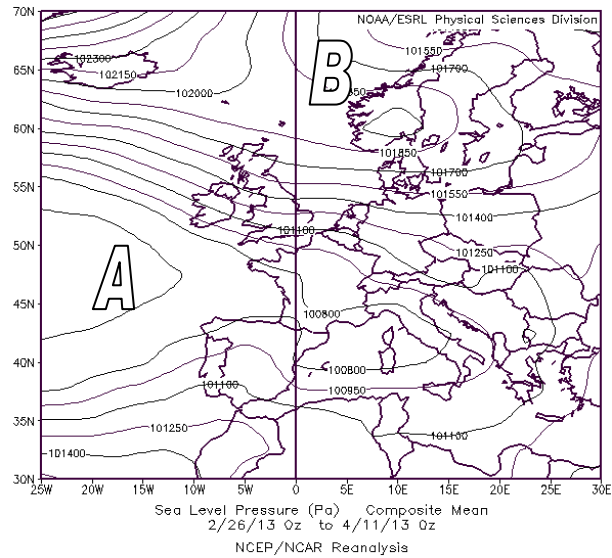


Figura 3: rosa dei venti e percentuale di incidenza a sx, distribuzione in frequenza dei valori di intensità del vento misurato presso il sito di monitoraggio in via Calzoni nel periodo 26 febbraio – 11 aprile 2013. a dx.

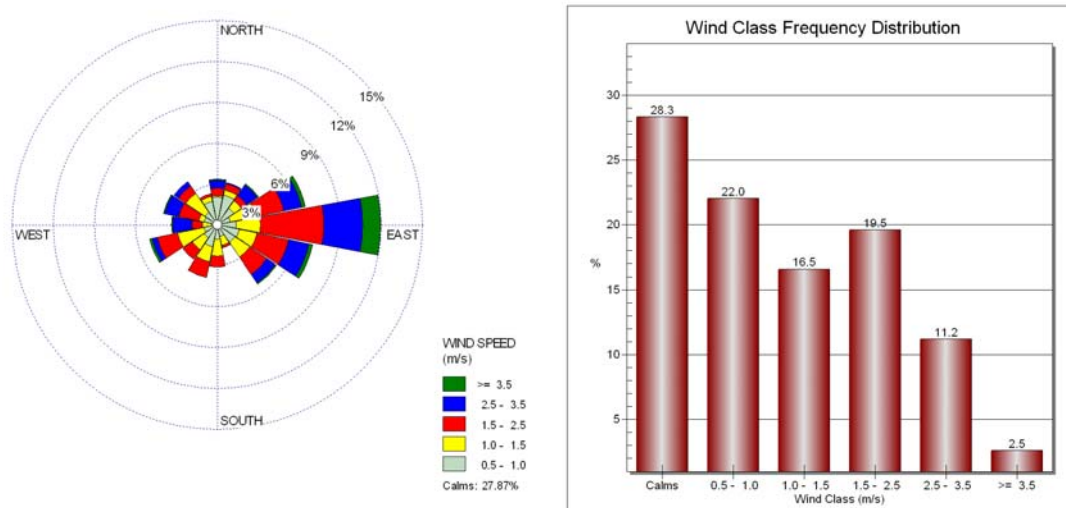


Figura 4 Campo medio di pressione in superficie dal 16 aprile al 29 maggio 2013

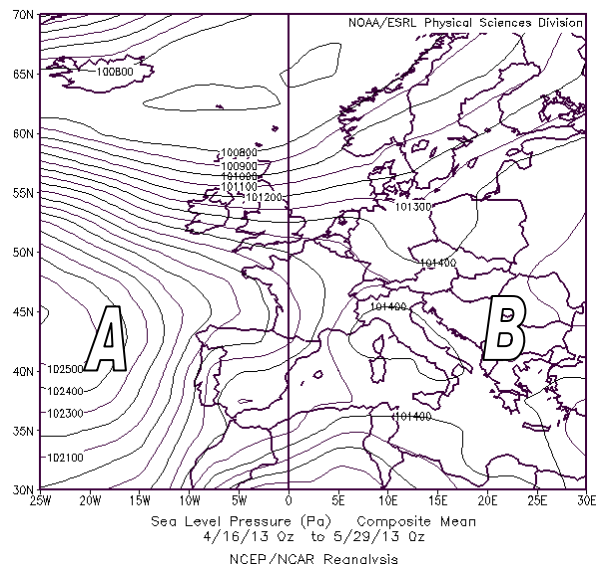
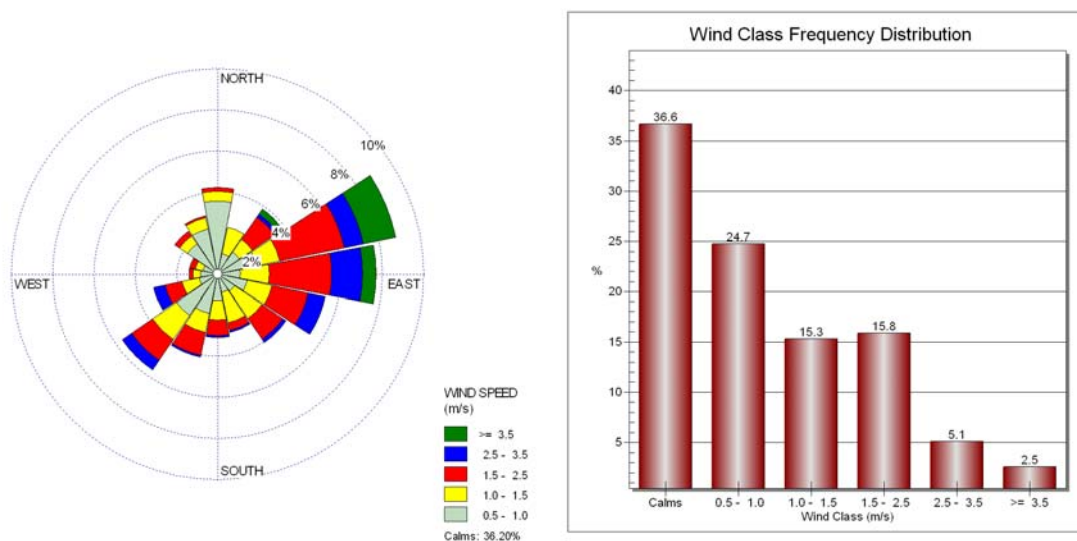


Figura 5: rosa dei venti e percentuale di incidenza a sx, distribuzione in frequenza dei valori di intensità del vento misurato presso il sito di monitoraggio in via Calzoni nel periodo 16 aprile – 29 maggio 2013. a dx



5 Analisi dei risultati per il PM₁₀

Le concentrazioni di PM₁₀ misurate durante la campagna di monitoraggio effettuata a Villafranca sono state confrontate con quelle rilevate dalla 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.

Sono stati calcolati per ogni 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, la mediana, la deviazione standard e il 98° percentile della distribuzione di valori di concentrazione. I risultati sono riportati in Tabella 1 e nel grafico di Figura 6.

Le concentrazioni di polveri sottili a Calzoni di Villafranca sono confrontabili con quelle rilevate a Verona in ambiente urbano.

L'andamento del PM₁₀ ha visto dei valori superiori ai 50 µg/m³ solo nei primi 5 giorni del mese di marzo quando la presenza di un campo anticiclonico ha determinato stabilità atmosferica ed inversione termica; nei restanti giorni della campagna l'effetto di dilavamento da pioggia, operato sulle polveri sottili, ha provocato un contenimento delle concentrazioni di PM₁₀ facendo registrare un valore medio di 27 µg/m³ (Figura 7).

Tabella 1: media, mediana, massimo e altri parametri statistici significativi della concentrazione giornaliera di PM₁₀ misurata durante la campagne di monitoraggio effettuate in via Calzoni a Villafranca e nello stesso periodo presso le stazioni fisse di Verona

28/02/13-12/04/13	Villafranca via Calzoni	VR -B.go Milano	VR -Cason
media	33	37	26
mediana	29	32	24
minimo	8	10	6
massimo	83	87	65
dev.st	18	19	14
n. dati validi	41	44	44
n. superamenti	7	8	3

Figura 6: andamento delle concentrazioni di PM₁₀ rilevate a Villafranca loc. Calzoni – confronto con le concentrazioni rilevate nello stesso periodo a Verona – Cason.

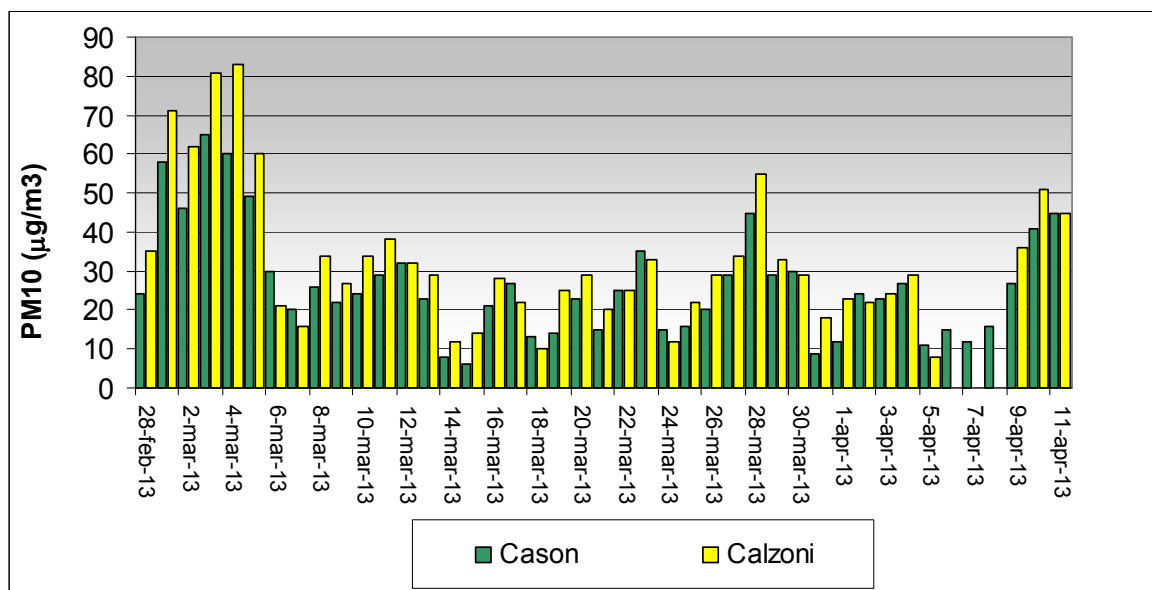
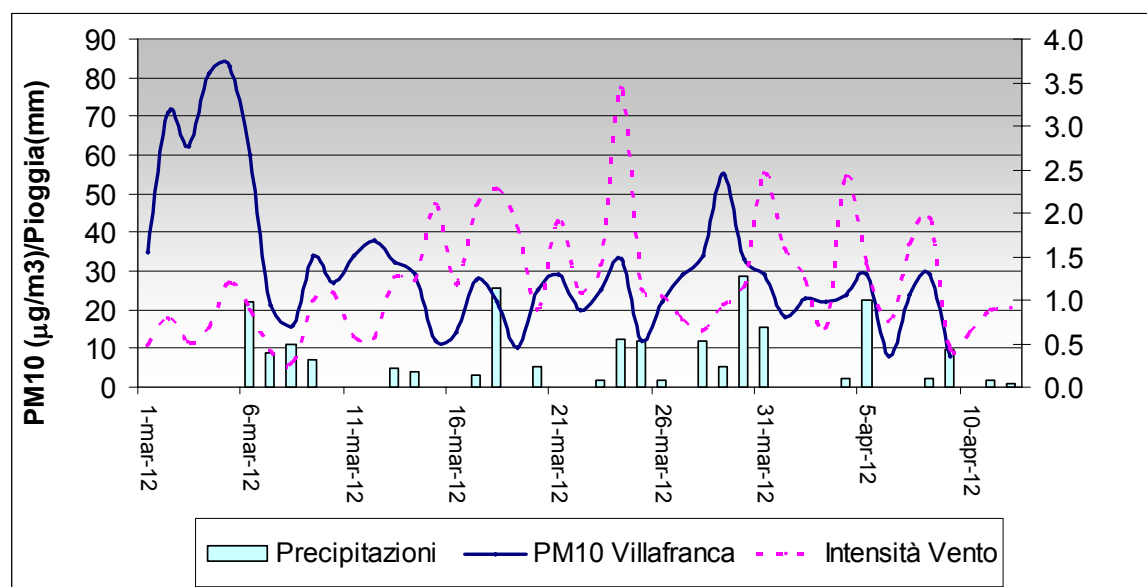


Figura 7 andamento dei principali parametri meteorologici (vento e precipitazione) e concentrazione di PM₁₀ registrati a Villafranca in Via Calzoni durante la campagna di misura



6 Analisi dei risultati per il 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.

L’andamento della concentrazione di PM_{2.5} è riportato in Figura 8, i valori di concentrazione rilevati in Tabella 2: la concentrazione di PM_{2.5} misurata in loc. Calzoni è superiore a quella rilevata a Verona Cason nello stesso periodo.

Nei giorni 8, 9 e 10 marzo sono state misurate contemporaneamente le concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2.5}: i risultati sono riportati in Tabella 3. Il rapporto fra la concentrazione di PM_{2.5} e quella di PM₁₀ è superiore a 0.9, il che significa che nel periodo in considerazione il particolato era costituito in prevalenza da polveri ultrafini.

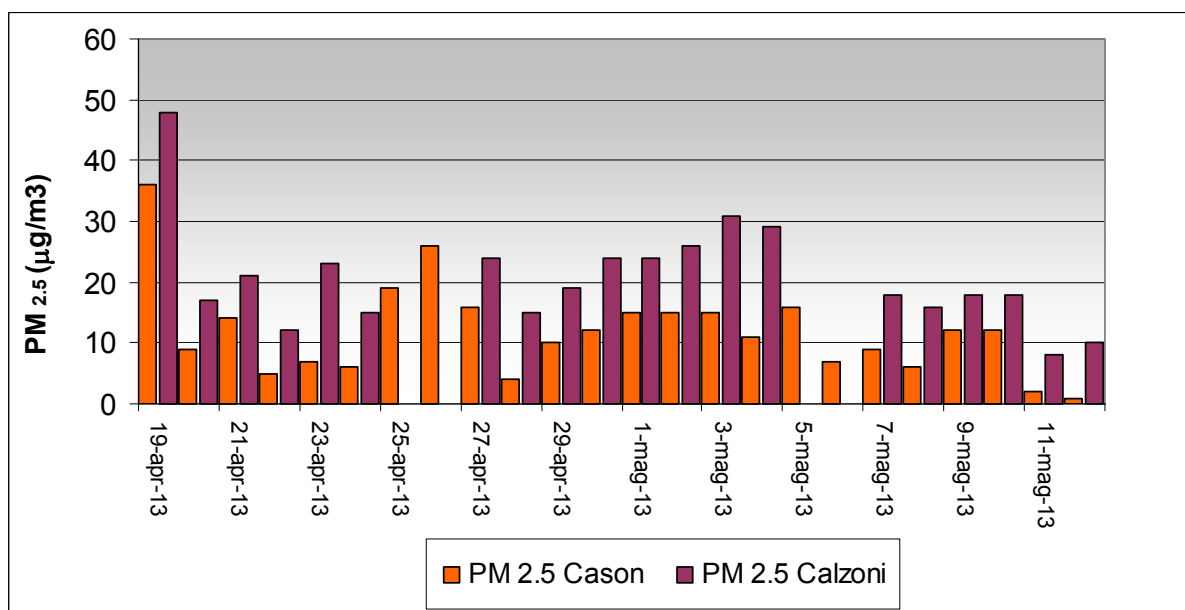
Tabella 2: Media della concentrazione giornaliera di PM_{2.5} misurato durante la campagna di monitoraggio effettuata in via Calzoni a Villafranca e nello stesso periodo presso la stazione fissa di Verona- Cason

19/04/13-29/05/13	Villafranca Via Calzoni (µg/m ³)	VR –Cason (µg/m ³)
media	18	11
mediana	18	11
minimo	5	1
massimo	48	36
dev.st	10	8
n. dati validi	26	25

Tabella 3: concentrazione giornaliera di PM_{2.5} e di PM₁₀ e rapporto fra le concentrazioni misurate dal 8 al 10 marzo 2013 in via Calzoni a Villafranca

data	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	rapporto PM _{2.5} /PM ₁₀
08/03/2013	30	34	0.88
09/03/2013	26	27	0.96
10/03/2013	32	34	0.94

Figura 8: confronto con le concentrazioni di PM_{2.5} rilevate a Villafranca loc. Calzoni e le concentrazioni di PM_{2.5} a Cason nello stesso periodo.



7 Analisi dei risultati per i principali inquinanti

7.1 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 125 µg/m³, da non superare più di tre volte all'anno.

Tabella 4: Media oraria, minimo e massima concentrazione oraria di SO₂ calcolati durante le campagne di monitoraggio effettuate in Via Calzoni a Villafranca e nello stesso periodo presso le stazioni fisse di Verona.

periodo	Concentrazione SO ₂ (µg/m ³)	Villafranca loc Calzoni	VR-Borgo Milano
28/02-29/05/13	media	3	1
	max	11	3
	mediana	3	2
	dev.st	2	1

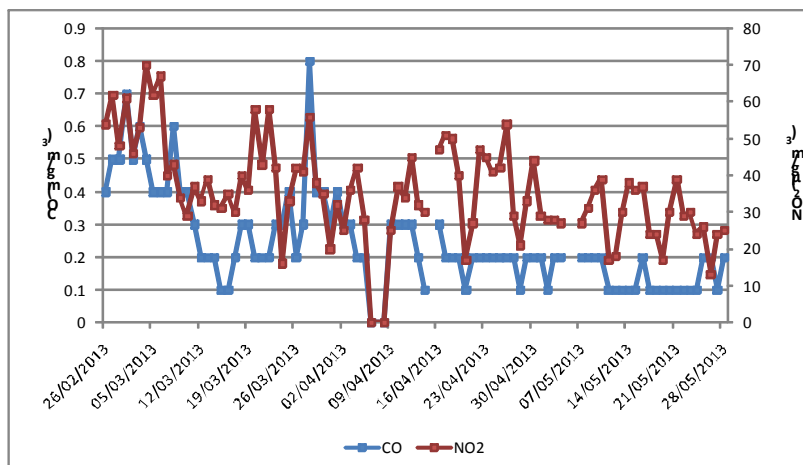
7.2 Biossido di azoto (NO₂)

In Tabella 5 sono riportate le concentrazioni medie di biossido di azoto rilevate nel periodo di monitoraggio dal laboratorio mobile e dalle stazioni fisse della rete di monitoraggio di Verona, ed altri parametri significativi della distribuzione di valori. 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 Verona-Cason e di B.go Milano. In Figura 9 è riportato l'andamento delle concentrazioni giornaliere di NO₂ e di CO.

Tabella 5: Media oraria, minimo e massima concentrazione oraria di NO₂ calcolati durante le campagne di monitoraggio effettuate in Via Calzoni a Villafranca e nello stesso periodo presso le stazioni fisse di Verona.

periodo	Concentrazione NO ₂ (µg/m ³)	Villafranca loc Calzoni	VR-Borgo Milano	VR-Cason
26/02-28/05/13	media	36	29	25
	mediana	31	25	21
	max	153	107	100
	dev.st	23	17	16

Figura 9: valori medi giornalieri della concentrazione di NO₂ e di CO rilevati a Villafranca in loc. Calzoni, dal 26 febbraio al 28 maggio 2013



7.3 Monossido di carbonio (CO)

I livelli di questo inquinante nell'aria ambiente sono fortemente legati alla presenza di flusso veicolare: nella campagna di misura non sono stati rilevati superamenti dei valori limite. Il valore massimo orario è stato pari a 1.6 mg/m^3 , rilevato durante la campagna in via Calzoni; tutti i valori medi sono risultati allineati a quelli misurati nelle centraline fisse di B.go Milano, tranne nella prima campagna che ha visto un valore massimo di $8.6 \text{ (mg/m}^3)$ superiore al valore massimo della centralina fissa

Tabella 6: Media oraria, minimo e massima concentrazione oraria di CO calcolati durante le campagne di monitoraggio effettuate in Via Calzoni a Villafranca e nello stesso periodo presso le stazioni fisse di Verona.

periodo	Concentrazione CO ($\mu\text{g/m}^3$)	Villafranca loc Calzoni	VR-Borgo Milano
28/02-29/05/13	media	0.2	0.4
	mediana	0.2	0.3
	max	8.6	1.1
	dev.st	0.2	0.1

7.4 Ozono (O_3)

I valori medi nelle campagne di via Calzoni sono risultati allineati con quelli delle stazioni fisse, il valore massimo orario è stato pari a $160 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, inferiore alla soglia d'informazione stabilita dal DLgs 183/04. Valori più elevati di concentrazione hanno caratterizzato la seconda parte della campagna di misura.

Tabella 7: Media, minima e massima concentrazione oraria di O_3 rilevata nella campagne di monitoraggio effettuata in Villafranca Via Calzoni e nello stesso periodo presso le stazioni fisse di Verona.

periodo	Concentrazione O_3 ($\mu\text{g/m}^3$)	Villafranca loc Calzoni	VR-Cason
28/02-29/05/13	media	45	52
	mediana	41	50
	max	160	154
	dev.st	35	33

7.5 Benzene (C_6H_6)

Le concentrazioni di benzene in aria sono state misurate tramite campionatori passivi, con un'esposizione media di una settimana. In Tabella 8 sono riportate le date di inizio campionamento e le concentrazioni in $\mu\text{g/m}^3$ di benzene, toluene, etilbenzene e xilene. I valori sono compatibili con la presenza di traffico veicolare intenso (tangenziale e autostrada).

Tabella 8: Concentrazione media giornaliera benzene, toluene e Xilene etilbenzene rilevata durante la campagna di misura effettuata in via Calzoni a Villafranca

Villafranca	2 aprile 2013	14 aprile 2013
	concentrazione $\mu\text{g/m}^3$	concentrazione $\mu\text{g/m}^3$
Benzene	1.3	0.9
Etilbenzene	0.8	< 0.5
Toluene	3.1	1.9
Xilene	2.6	1.3

7.6 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 loc. Calzoni 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: i valori di concentrazioni nei due siti sono confrontabili.

Tabella 9: Concentrazione media dei vari componenti IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) rilevata durante la campagna di misura effettuata a Villafranca – confronto con i valori rilevati presso la stazione fissa di Verona Cason

28 febbraio-11 aprile 2013 <i>Componente IPA</i>	Calzoni - Villafranca		Verona-Cason	
	<i>media ng/m³</i>	<i>max ng/m³</i>	<i>media ng/m³</i>	<i>max ng/m³</i>
Benzo(a)antracene	0.22	0.48	0.36	0.55
Benzo(a)pirene	0.52	1.06	0.53	0.66
Benzo(b)fluorantene	0.72	1.30	0.81	1.19
Benzo(ghi)perilene	0.59	1.03	0.61	0.89
Benzo(k)fluorantene	0.31	0.56	0.35	0.50
Crisene	0.50	0.96	0.78	0.96
Dibenzo(ah)antracene	0.04	0.07	0.05	0.07
Indeno(123-cd)pirene	0.52	1.00	0.59	0.86

7.7 Metalli

I campioni di polveri sottili prelevati presso il sito di monitoraggio di Calzoni-Villafranca sono stati analizzati per determinare la concentrazione di arsenico, nichel, cadmio e piombo. I risultati sono stati confrontati con le concentrazioni rilevate presso la stazione fissa di Verona-Cason negli stessi periodi: non vi sono differenze significative fra i valori determinati nel sito di monitoraggio e quelli della stazione fissa di Verona-Cason.

Tabella 10: Campagna di misura Calzoni - Villafranca Confronto tra le concentrazioni medie del periodo e le massime giornaliere dei metalli e metalloidi rilevate durante le campagne a Calzoni Villafranca e presso la centralina fissa di riferimento di Verona – Cason

Dal 2 marzo al 12 aprile 2013	Calzoni - Villafranca		Verona-Cason	
	Conc. media (ng/m ³)	Conc. max (ng/m ³)	Conc. media (ng/m ³)	Conc. max (ng/m ³)
Arsenico	0.6	1.3	< 1.0	< 1.0
Cadmio	0.3	0.6	0.2	0.3
Nichel	2.6	4.9	2.6	3.4
Piombo	8.3	16.2	7.0	11.0

8 Concentrazioni medie giornaliere dei principali inquinanti.

Tabella 11– Concentrazioni giornaliere di biossido di zolfo e azoto, ossido di carbonio e ozono, polveri in loc. Calzoni Villafranca

	Monossido di carbonio	Biossido di azoto	Biossido di zolfo	Ozono	PM ₁₀	PM _{2.5}
	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
26/02/2013	0.4	54	2	35		
27/02/2013	0.5	62	1	9		
28/02/2013	0.5	48	2	18	35	
01/03/2013	0.7	61	4	15	71	
02/03/2013	0.5	46	1	27	62	
03/03/2013	0.6	53	1	23	81	
04/03/2013	0.5	70	3	27	83	
05/03/2013	0.4	62	3	26	60	
06/03/2013	0.4	67	2	19	21	
07/03/2013	0.4	40	1	19	16	
08/03/2013	0.6	43	2	4	34	30
09/03/2013	0.4	34	2	18	27	26
10/03/2013	0.4	29	3	26	34	32
11/03/2013	0.3	37	3	26	38	
12/03/2013	0.2	33	1	32	32	
13/03/2013	0.2	39	2	23	29	
14/03/2013	0.2	32	1	29	12	
15/03/2013	0.1	31	1	52	14	
16/03/2013	0.1	35	2	50	28	
17/03/2013	0.2	30	2	63	22	
18/03/2013	0.3	40	2	48	10	
19/03/2013	0.3	36	2	39	25	
20/03/2013	0.2	58	3	23	29	
21/03/2013	0.2	43	2	39	20	
22/03/2013	0.2	58	3	34	25	
23/03/2013	0.3	42	3	45	33	
24/03/2013	0.3	16	2	64	12	
25/03/2013	0.4	33	2	36	22	
26/03/2013	0.2	42	3	35	29	
27/03/2013	0.3	41	3	43	34	
28/03/2013	0.8	56	4	21	55	
29/03/2013	0.4	38	3	24	33	
30/03/2013	0.4	35	1	20	29	
31/03/2013	0.3	20	2	48	18	
01/04/2013	0.4	32	2	53	23	
02/04/2013	0.3	25	2	56	22	
03/04/2013	0.3	36	4	49	24	
04/04/2013	0.2	42	4	43	29	
05/04/2013	0.2	28	4	54	8	
06/04/2013						
08/04/2013						
09/04/2013	0.3	25	2	45		
10/04/2013	0.3	37	2	41	36	
11/04/2013	0.3	34	1	45	51	

12/04/2013	0.3	45	2	36	45	
13/04/2013	0.2	32	2	48		
14/04/2013	0.1	30	3	56		
15/04/2013						
16/04/2013	0.3	47		61		
17/04/2013	0.2	51	10	59		
18/04/2013	0.2	50		69		
19/04/2013	0.2	40		87		48
20/04/2013	0.1	17	2	98		17
21/04/2013	0.2	27	4	66		21
22/04/2013	0.2	47	1	40		12
23/04/2013	0.2	45	2			23
24/04/2013	0.2	41	2	55		15
25/04/2013	0.2	42	1	59		
26/04/2013	0.2	54	2	34		
27/04/2013	0.2	29	5	54		24
28/04/2013	0.1	21	2	59		15
29/04/2013	0.2	33	1	48		19
30/04/2013	0.2	44	1	17		24
01/05/2013	0.2	29	4	51		24
02/05/2013	0.1	28	2	56		26
03/05/2013	0.2	28	5	46		31
04/05/2013	0.2	27	2	54		29
06/05/2013						
07/05/2013	0.2	27		31		
08/05/2013	0.2	31	1	44		18
09/05/2013	0.2	36	7	48		16
10/05/2013	0.2	39	4	38		18
11/05/2013	0.1	17	2	54		18
12/05/2013	0.1	18	2	58		8
13/05/2013	0.1	30	2	64		10
14/05/2013	0.1	38	3	70		8
15/05/2013	0.1	36	1	66		10
16/05/2013	0.2	37	1	48		11
17/05/2013	0.1	24	4	58		5
18/05/2013	0.1	24	2	60		
19/05/2013	0.1	17	1	76		
20/05/2013	0.1	30	3	61		
21/05/2013	0.1	39	3	65		
22/05/2013	0.1	29	3	75		
23/05/2013	0.1	30	1	65		
24/05/2013	0.1	24	4	58		
25/05/2013	0.2	26	1	49		
26/05/2013	0.2	13	5	69		
27/05/2013	0.1	24	4	72		
28/05/2013	0.2	25	4	65		

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 obbiettivo.

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



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO