Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

REGIONE DEL VENETO

Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

Comune di Monselice
Via Montericco – Scuola Cini

ANALISI DEI DATI AUTOMATICI

Periodo di attuazione: 23/01/2017 - 28/03/2017

RELAZIONE TECNICA

rev.1 del 10/05/2017

Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

REGIONE DEL VENETO

ARPAV

Il Direttore Generale

Nicola Dell'Acqua

Il Direttore Tecnico

Carlo Terrabujo

Dipartimento Provinciale di Padova

Vincenzo Restaino

Progetto e realizzazione

Servizio Stato dell'Ambiente

Ilario Beltramin

Roberta Millini, Enrico Cosma, Silvia Rebeschini [elaborazione dati, grafica e testi]

Paola Baldan, Antonella Pagano [supporto operativo]

Con la collaborazione di

Dipartimento Regionale Laboratori

Francesca Daprà

Servizio Osservatorio Regionale Aria

Salvatore Patti

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

La revisione del documento ha riguardato la figura n. 7 "Indice di qualità dell'aria" a pagina 15

Maggio 2017

Indice generale

1Premesse....4

2Tipologia e localizzazione della stazione mobile Monselice – Scuola Cini....5
2.1Tipologia....5
2.2Localizzazione....5

3Stazioni utilizzate e parametri analizzati....7
3.1Stazioni e parametri....7
3.2Ubicazione delle Stazioni....8
3.3Strumentazione in dotazione alla stazione mobile di Monselice – Scuola Cini....8

4Analisi dei dati....9
4.1Statistica descrittiva....9
4.1.1Biossido di zolfo (SO_2)....9
4.1.2Monossido di carbonio (CO)....10
4.1.3Biossido di azoto (NO_2)....11
4.1.4Ossidi di azoto (NO_x)....12
4.1.5Polveri fini (PM_{10})....13
4.1.5.1Analisi dei PM_{10}....13
4.1.5.2 Proiezioni statistiche degli indicatori annui di PM_{10} a Monselice....14

5Valutazione dei risultati di Qualità dell'aria....15
5.1Indice di Qualità dell'Aria [IQA] a Monselice....15
5.2Valutazione della Qualità dell'Aria prima e dopo il 12 febbraio 2017 presso la Scuola Cini....16
5.3NO_x orario tipo, giornaliero e settimanale, presso la Scuola Cini....17

6Confronto tra le due campagne con mezzi mobili a Monselice: campagna 2016 in Via Mandic, e campagna 2017 in Via Montericco....21

7Analisi situazioni dispersive degli inquinanti....22
7.1Regime pluviometrico....22
7.2Valutazione delle condizioni di dispersione....23
7.3Episodi di marcata inversione termica nello strato limite....24
7.4Andamento delle polveri a Monselice, in base alla situazione meteorologica....27

8Sintesi conclusiva dei risultati....29

9Allegati....30
9.1Normativa di riferimento....30
9.2Glossario....31

1 Premesse

Il lavoro seguente presenta gli esiti della valutazione della qualità dell'aria e delle condizioni di dispersione degli inquinanti atmosferici nel territorio del Comune di Monselice durante i primi mesi del 2017, come rilevati dai sistemi di monitoraggio Arpav.

Il documento ha come principale obiettivo quello di mostrare i risultati del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato presso la Scuola Cini di Monselice, in Via Montericco, con una stazione mobile dal 23 gennaio al 28 marzo 2017, e valutarli in un contesto territoriale più ampio, quindi anche al di fuori di quello comunale. A tal fine sono stati presi in considerazione anche i dati dei parametri di qualità dell'aria prodotti da altre stazioni fisse e mobili presenti nelle vicinanze nello stesso periodo.

Altro obiettivo dello studio è identificare eventuali corrispondenze tra i parametri di qualità dell'aria misurati nelle due stazioni presenti a Monselice nel periodo analizzato, quella fissa attiva da ottobre 2016 in Via Beata Madre Teresa di Calcutta e quella mobile in Via Montericco, indicata sopra. In caso affermativo la stazione fissa risulterebbe rappresentativa anche dell'area della Scuola Cini.

Un altro punto di interesse è rilevare eventuali variazioni nei parametri misurati nelle stazioni, in particolare da quella mobile di Via Montericco, nei periodi antecedente e successivo al riavvio della linea di produzione del clinker del cementificio situato nei pressi della Scuola Cini, avvenuto il 12 febbraio 2017, quindi proprio nel periodo della campagna di monitoraggio.

In ultima, si tenga presente che, i dati registrati dalla stazione mobile di Monselice sono di due tipologie, automatici e manuali. Tra i dati manuali ricadono $PM_{2.5}$, metalli pesanti, benzene e IPA (Benzo(a)pirene). La loro determinazione avviene a posteriori mediante analisi di laboratorio e alla data attuale i risultati non sono ancora completamente disponibili. Non appena lo saranno, verrà pubblicato un aggiornamento della relazione.

2 Tipologia e localizzazione della stazione mobile Monselice – Scuola Cini

2.1 Tipologia

L'area sottoposta a monitoraggio si trova in comune di Monselice, in via Montericco, presso la Scuola Cini ed è di tipologia "background suburbano". Il comune di Monselice ricade nella zona *"Pianura e capoluogo bassa pianura"* (IT0513), ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012.

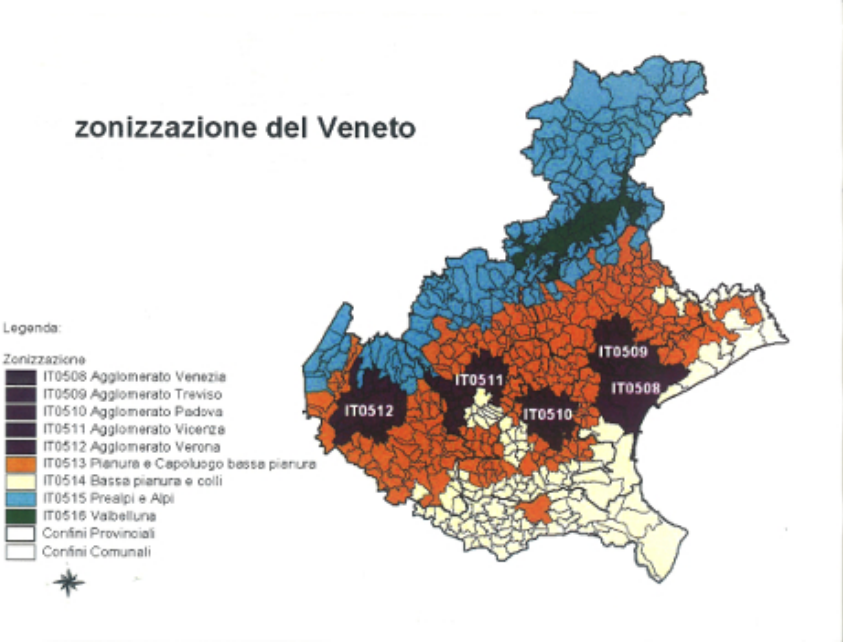


***Figura 1** – Zonizzazione*

2.2 Localizzazione

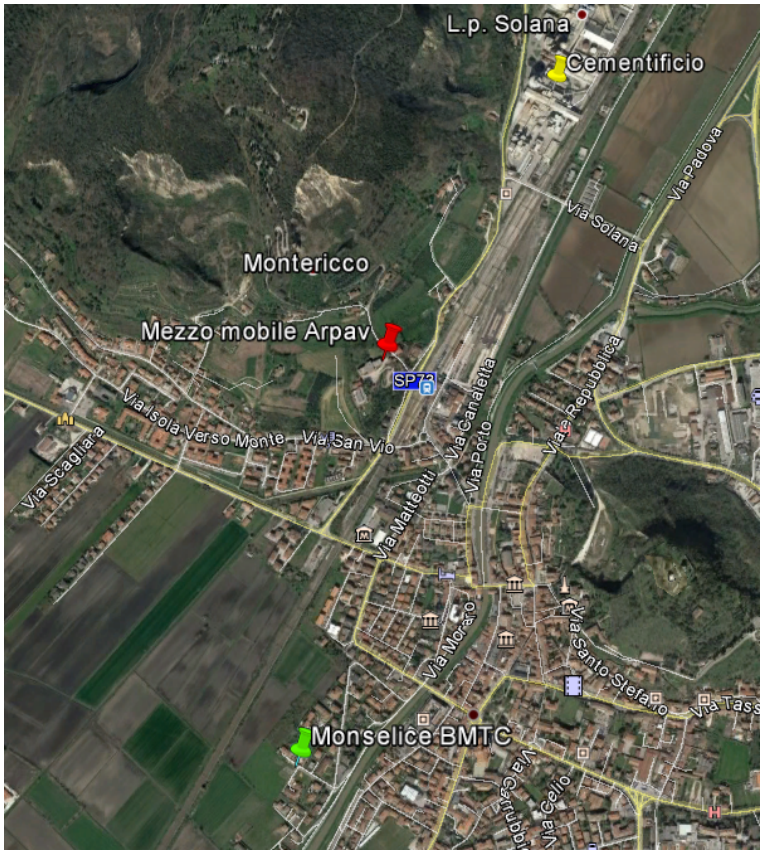


***Figura 2** – Posizionamento della stazione mobile rispetto al Cementificio e alla stazione fissa*

In Figura 2 sono indicati il sito di Monselice Scuola Cini interessato dalla campagna di monitoraggio con la stazione mobile [rossa], il sito di posizionamento della stazione fissa di Via B. Madre Teresa di Calcutta [verde, ad 1 km circa di distanza dalla stazione mobile, in direzione Sud-Sudovest rispetto al questa], e quello del camino del Cementificio [giallo, a circa 920 m in direzione Nord-Nordest rispetto alla stazione mobile].

3 Stazioni utilizzate e parametri analizzati

3.1 Stazioni e parametri

Per un inquadramento il più completo possibile dei dati rilevati dalla stazione mobile di Monselice nell'ambito della qualità dell'aria provinciale, all'analisi dei dati rilevati nel cortile della Scuola Cini è stata affiancata quella dei dati registrati nello stesso periodo dalle stazioni fisse e mobili di Monselice, Este, Ospedaletto Euganeo, Parco Colli e Mandria.

In TAB.1 e TAB.2 si riportano i metadati relativi alle stazioni interessate dalle analisi statistiche presentate nei successivi capitoli.

Stazione	**Tipologia**	**Ubicazione**	**LATITUDINE**	**LONGITUDINE**
Monselice [stazione mobile]	Background Suburbano	Monselice, Via Monte Ricco	45°14'48.29"N	11°44'47.41"E
Monselice	Background Urbano	Monselice, Via Beata Madre Teresa di Calcutta	45°14'16.64"N	11°44'39.28"E
Este	Industriale Suburbana	Este, Via Stazie Bragadine	45°13'37.28"N	11°39'58.36"E
Ospedaletto [stazione mobile]	Background Urbano	Ospedaletto, Via Tigli	45°13'26.42"N	11°36'39.87"E
Parco Colli	Background rurale	Cinto Euganeo, Via Roma	45°17'21.78"N	11°38'32.43"E
Mandria	Background Urbano	Padova, Via Ca' Rasi	45°22'15.44"N	11°50'27.21"E

TAB.1

Stazione	**Inquinanti monitorati AUTOMATICI [dati orari, biorari, giornalieri]**	**Inquinanti monitorati MANUALI [dati giornalieri]**
Monselice [stazione mobile]	Dati orari: NO_x, NO_2, CO, SO_2, O_3 Dati giornalieri: PM_{10}	$PM_{2.5}$, Benzene, IPA, Metalli
Monselice	Dati orari: NO_x, NO_2, O_3, Dati biorari: $PM_{2.5}$ Dati giornalieri: PM_{10}	IPA, Metalli
Este	Dati giornalieri: H_2S, O_3, NO_x, NO_2, CO, SO_2, O_3 Dati biorari: $PM_{2.5}$ Dati giornalieri: PM_{10}	IPA, Metalli
Ospedaletto [stazione mobile]	Dati giornalieri: H_2S, O_3, NO_x, NO_2, CO, SO_2, O_3 Dati giornalieri: PM_{10}	$PM_{2.5}$, Benzene, IPA, Metalli, Ammoniaca
Parco Colli	Dati giornalieri: NO_x, NO_2, O_3 Dati biorari: PM_{10}	
Mandria	Dati orari: NO_x, NO_2, CO, O_3 Dati giornalieri: PM_{10}, $PM_{2.5}$	IPA, Benzene

TAB.2

Per l'analisi delle situazioni dispersive degli inquinanti nel territorio di studio durante il periodo di interesse (capitolo 7) si sono utilizzate le due stazioni meteorologiche della rete ARPAV di Ospedaletto Euganeo e Legnaro. I loro metadati di nostro interesse sono quelli riportati in TAB.3.

Stazione	**Parametri rilevati e utilizzati nell'analisi**	**LATITUDINE**	**LONGITUDINE**
Ospedaletto Euganeo	Vento medio a 10 m di altezza, Precipitazione	45°14'06.4527"N	11°36'22.1012"E
Legnaro	Vento medio a 10 m di altezza, Precipitazione	45°20'50.5447"N	11°57'07.7809" E

TAB.3

Per l'analisi dei profili termici di inversione all'interno dello Strato Limite, si sono analizzati i dati disponibili online al sito: http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html.

3.2 Ubicazione delle Stazioni

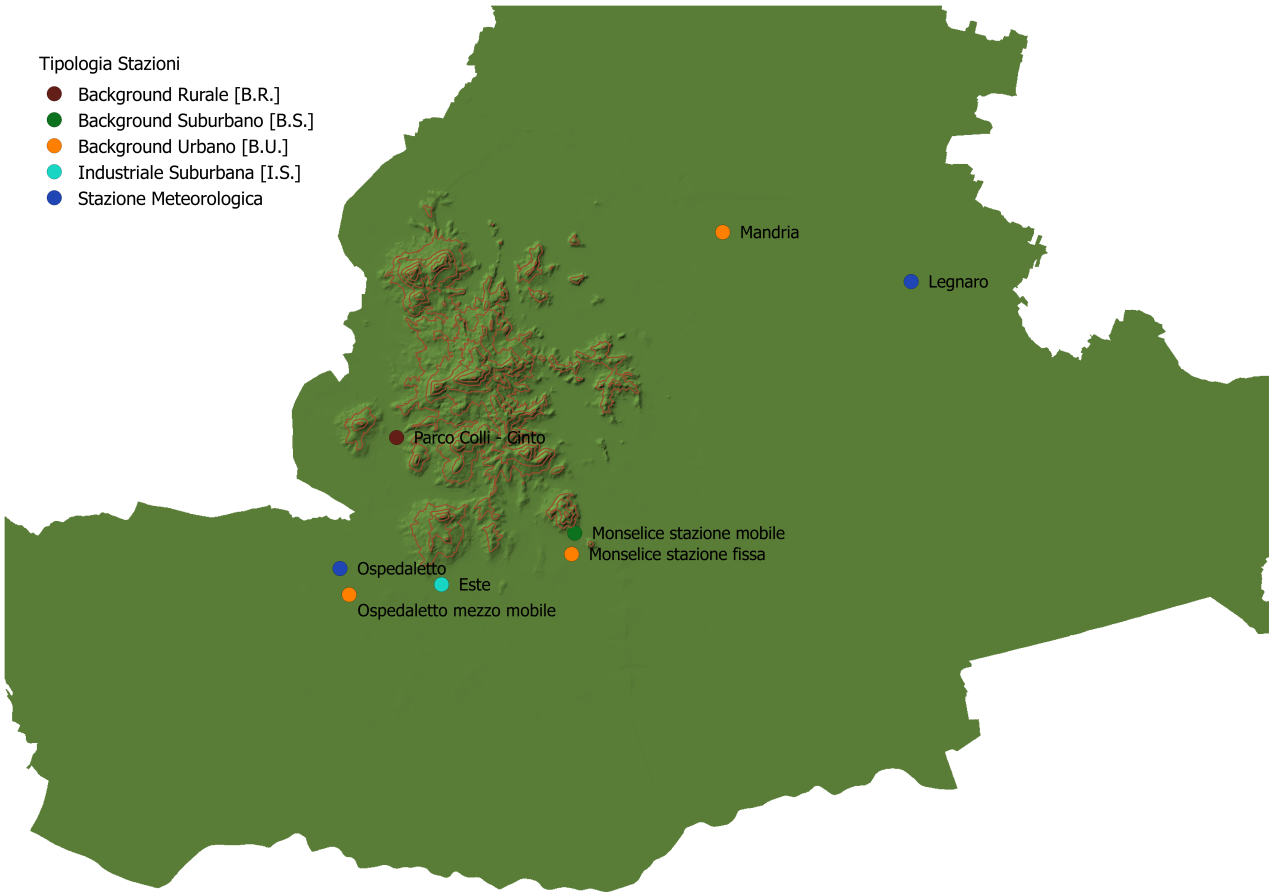


***Figura 3** – Ubicazione stazioni disponibili utilizzate*

3.3 Strumentazione in dotazione alla stazione mobile di Monselice – Scuola Cini

La stazione mobile è dotata di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente[1]: monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO_2), biossido di azoto (NO_2), ossidi di azoto (NO_X) e ozono (O_3), nonché di strumenti per la misura giornaliera delle polveri (PM_{10} e $PM_{2.5}$), dalla cui successiva caratterizzazione chimica in laboratorio è possibile determinare gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), in particolare il Benzo(a)pirene, e i Metalli (Pb, As, Cd, Ni, Hg).
Sono stati effettuati anche dei rilievi della concentrazione media di benzene (C_6H_6) con campionatori passivi manuali. I campionatori passivi, posizionati al riparo dalle precipitazioni atmosferiche, vengono fissati ad una altezza di circa 2.5 m dal suolo e lasciati *in situ* mediamente per una settimana. La successiva quantificazione analitica viene effettuata in laboratorio.
In particolare, il campionamento del particolato PM_{10} e $PM_{2.5}$ (diametro aerodinamico < 10 µm e < 2.5 µm, rispettivamente) è realizzato con linee di prelievo sequenziale, poste all'interno della stazione, che utilizzano filtri da 47 mm di diametro (in membrane filtranti in esteri misti di cellulosa e fibra di quarzo, rispettivamente) e cicli di prelievo di 24 ore.

Con riferimento ai risultati riportati di seguito si precisa che la rappresentazione dei valori inferiori al limite di rivelabilità segue una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale, in cui la metà del limite di rivelabilità

[1]Si veda omonimo allegato

rappresenta il valore più probabile. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di rivelabilità, differente a seconda dello strumento impiegato e della metodologia adottata.
Allo stato attuale, ai fini delle elaborazioni e per la valutazione della conformità al valore limite si utilizzano le *Regole di accettazione e rifiuto semplici*, cioè le regole più elementari di trattamento dei dati, corrispondenti alla considerazione delle singole misure prive di incertezza e del valore medio come numero esatto (*Valutazione della conformità in presenza dell'incertezza di misura,* R.Mufato e G.Sartori, Bollettino degli esperti ambientali. Incertezza delle misure e certezza del diritto/anno 62, 2011 2-3).

4 Analisi dei dati

Di seguito si presentano le elaborazioni statistiche delle misure di concentrazione effettuate durante la campagna di monitoraggio. L'analisi è suddivisa in dati automatici e manuali in quanto i dati automatici sono disponibili dal giorno successivo a quello di fine campagna, a differenza di quelli manuali, che comportano successive analisi di laboratorio sui campioni raccolti e che, per loro stessa natura, sono caratterizzate da tempi di disponibilità del dato più elevati.

Nell'analisi si confrontano i parametri statistici della stazione mobile di Monselice con i rispettivi valori limite di legge. Si precisa, tuttavia, che la verifica dei limiti di legge formalmente è riferita all'anno solare di raccolta dati, di cui la campagna in esame è un sottoinsieme, per cui il confronto con i limiti non può che essere puramente indicativo.
Per ogni parametro, per poter inquadrare l'andamento della stazione mobile di Monselice, si analizzano anche i corrispondenti parametri registrati nelle stazioni elencate in TAB.1 e TAB.2 ove il monitor sia presente.
A tale proposito è importante sottolineare che la stazione mobile di Ospedaletto Euganeo, durante il periodo della campagna ha subito un'interruzione per motivi tecnici dal 17/02/2017 al 14/03/2017, per cui il confronto con la stazione mobile di Monselice nel seguente capitolo si riferirà unicamente ai periodi di sovrapposizione attiva.

Si precisa, inoltre, che, considerata la campagna in esame, che rientra nella stagione "invernale", di seguito si è tralasciata l'analisi del parametro Ozono, fatta eccezione per la determinazione dell'Indice di Qualità dell'Aria, per il quale diventa un parametro essenziale. La scelta di non approfondire tale parametro è dovuta al fatto che la sua influenza sulla qualità dell'aria è tipica della stagione estiva.

4.1 Statistica descrittiva

Di seguito si riporta l'analisi statistica, parametro per parametro e per ogni stazione ove sia presente il monitor. A tale proposito, in testa all'analisi di ogni parametro, vengono brevemente indicati i limiti di legge.

Si precisa che, poiché molti dei limiti di legge sono intesi in termini di valori statistici annuali o stagionali, essendo la campagna in esame limitata ad un ristretto periodo, qualsiasi confronto dei valori statistici per essa calcolati con i limiti di legge, è da intendersi unicamente come indicativo.

Per una trattazione complessiva dei limiti di legge e degli effetti dei vari parametri inquinanti sulla salute umana o sulla vegetazione si rimanda agli allegati appositi riportati a fine documento.

4.1.1 Biossido di zolfo (SO_2)

I limiti di legge per il biossido di zolfo riguardano sia la salute umana che la vegetazione: il livello critico per la protezione della vegetazione (come media annuale e invernale) è di 20 µg/m^3; la soglia di allarme (superamento per 3h consecutive del valore di soglia) è di 500 µg/m^3; il limite orario per la protezione della salute umana (media oraria) è di 350 µg/m^3, da non superare per più di 24 volte per anno civile; il limite di 24h per la salute umana (media su 24h) è di 125 µg/m^3, da non superare più di tre volte per anno civile.

Nella tabella successiva si confrontano i valori statistici (media e massima oraria) di Monselice Cini con i corrispondenti valori rilevati dalle altre stazioni in cui il monitor è presente, Este e Ospedaletto Euganeo.

SO_2 (µg/m^3) 23/01/2017 – 28/03/2017	Superamento 350 µg/m^3	Media 1h	Numero dati disponibili
Monselice stazione mobile	Nessuno [max orario = 9]	2.2	1443
Este	Nessuno [max orario = 9]	2.6	1491
Ospedaletto stazione mobile	*Nessuno [max orario= 12]*	*2.5*	*839*

TAB.4

Dalla tabella precedente si evidenzia un buon accordo tra i valori di Monselice Cini e Este. In entrambe le stazioni i livelli ambientali di SO_2 risultano ampiamente inferiori, di due ordini di grandezza, sia al limite per la protezione della salute (350 µg/m^3, media su 1h; 125 µg/m^3, media su 24h) che alla soglia di allarme (500 µg/m^3, persistenza per 3 h consecutive).

Si sottolinea che i valori medi orari di SO_2 presso la stazione mobile di Monselice prima e dopo il 12/02/2017 risultano costantemente pari a 2 µg/m$^{3.}$.

4.1.2 Monossido di carbonio (CO)

Vi è un unico limite di legge per il monossido di carbonio, come limite per la protezione della salute umana, ed è il valore massimo giornaliero della media mobile su otto ore, pari a 10 mg/m^3.

In tabella si riportano i parametri statistici (massimo giornaliero della media mobile su otto ore) rilevati dalla stazione mobile di Monselice a confronto con i rispettivi valori rilevati nelle altre stazioni ove è presente il monitor.

CO (mg/m^3) 23/01/2017 – 28/03/2017	Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore	Numero dati disponibili
Monselice stazione mobile	1.3	1408
Este	1.3	1438
Ospedaletto stazione mobile	*1.4*	*775*
Mandria	2.1	1442

TAB.5

Il monitoraggio del monossido di carbonio a Monselice con la stazione mobile non evidenzia superamenti del valore limite fissato dal DLgs 155/2010 (10 mg/m^3, media mobile 8h). Inoltre, i valori massimi risultano in linea con quelli delle stazioni limitrofe (Este e Ospedaletto), inferiori, quasi dimezzati, rispetto a Mandria.

Si sottolinea che i valori medi orari di CO presso la stazione mobile di Monselice prima e dopo il 12/02/2017 risultano rispettivamente 0.6 e 0.4 mg/m^3.

Nel grafico sottostante si riporta l'andamento medio giornaliero del monossido di carbonio come registrato presso la Scuola Cini (linea continua azzurra) rispetto a quello delle altre tre stazioni ove presente il monitor (Este e Ospedaletto: punti, Mandria: linea continua rossa).

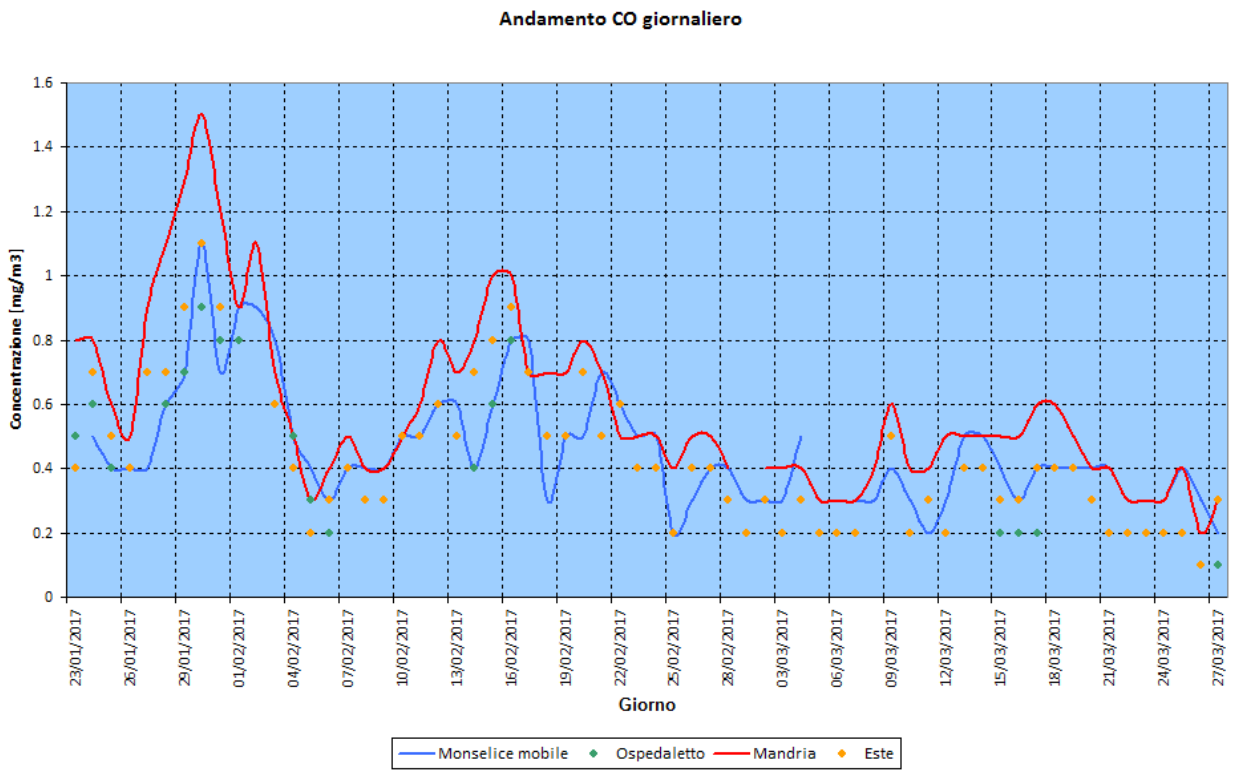


Fig 4: Andamento medio giornaliero del CO a Monselice Cini [linea continua] a confronto con le altre stazioni [punti e linea rossa Mandria]. 23/01 – 27/03/2017

Nel grafico si evidenzia un comportamento per lo più omogeneo nelle tre stazioni dell'area di Monselice, e valori leggermente più elevati nella zona di Padova (punti di picco corrispondenti a Mandria). Si nota, in particolare, un'area di picco, tra fine gennaio e inizi di febbraio, che, come si vedrà in seguito nel paragrafo relativo alla dispersione degli inquinanti (capitolo 7), corrisponde ad un evento caratterizzato da intensa inversione termica nei bassi strati dell'atmosfera e concomitanti situazioni poco favorevoli alla dispersione di inquinanti in prossimità del suolo. Si sottolinea comunque che, in termini assoluti, le differenze nei valori sono per lo più dell'ordine di 0.2 mg/m^3, confrontabili con gli errori strumentali.

4.1.3 Biossido di azoto (NO_2)

I limiti di legge per il biossido di azoto riguardano la salute umana e sono: soglia di allarme di 400 µg/m^3 (superamento per tre ore consecutive), limite orario di 200 µg/m^3 (media oraria) e limite annuo di 40 µg/m^3 (media annua).
La tabella riporta i parametri statistici derivati dalle registrazioni della campagna della stazione mobile di Monselice e delle altre stazioni.

NO_2 (µg/m^3) 23/01/2017 – 28/03/2017	N° superamenti Soglia allarme [400 µg/m^3]	N° superamenti Limite 1h 200 µg/m^3	Valore medio orario	Numero di dati disponibili
Monselice stazione mobile	0	0	32	1449
Monselice	0	0	30	1532
Este	0	0	39	1464
Ospedaletto stazione mobile	*0*	*0*	*33*	*839*
Parco Colli	0	0	21	1446
Mandria	0	0	46	1461

TAB.6

La TAB.6 evidenzia che nel corso della campagna non si registrano superamenti del valore limite di protezione della salute (200 µg/m^3, media su 1h), né della soglia di allarme. Il valore medio complessivo a Monselice Scuola Cini è 32 µg/m^3, in linea con quello di Monselice fissa e Ospedaletto, inferiore al limite annuale di legge di 40 µg/m^3.
Si sottolinea che i valori medi orari di NO_2 presso la stazione mobile di Monselice prima e dopo il 12/02/2017 risultano rispettivamente 40 e 28 µg/m^3.

A completamento dell'analisi, si riporta il grafico del valore medio giornaliero di NO_2 (fig.5) a Monselice, sia Scuola Cini che stazione fissa (linee continue) a confronto con quello relativo a tutte le altre stazioni (punti).

Come ben evidenziato dal grafico, gli andamenti di questo parametro nei due siti di Monselice (linee continue) sono pressoché equivalenti, anche se tendenzialmente i valori risultano superiori in corrispondenza alla stazione mobile. Si osserva, inoltre, che, salvo rare eccezioni, a parte la stazione di Parco Colli, tutte le altre stazioni registrano valori superiori rispetto a Monselice.

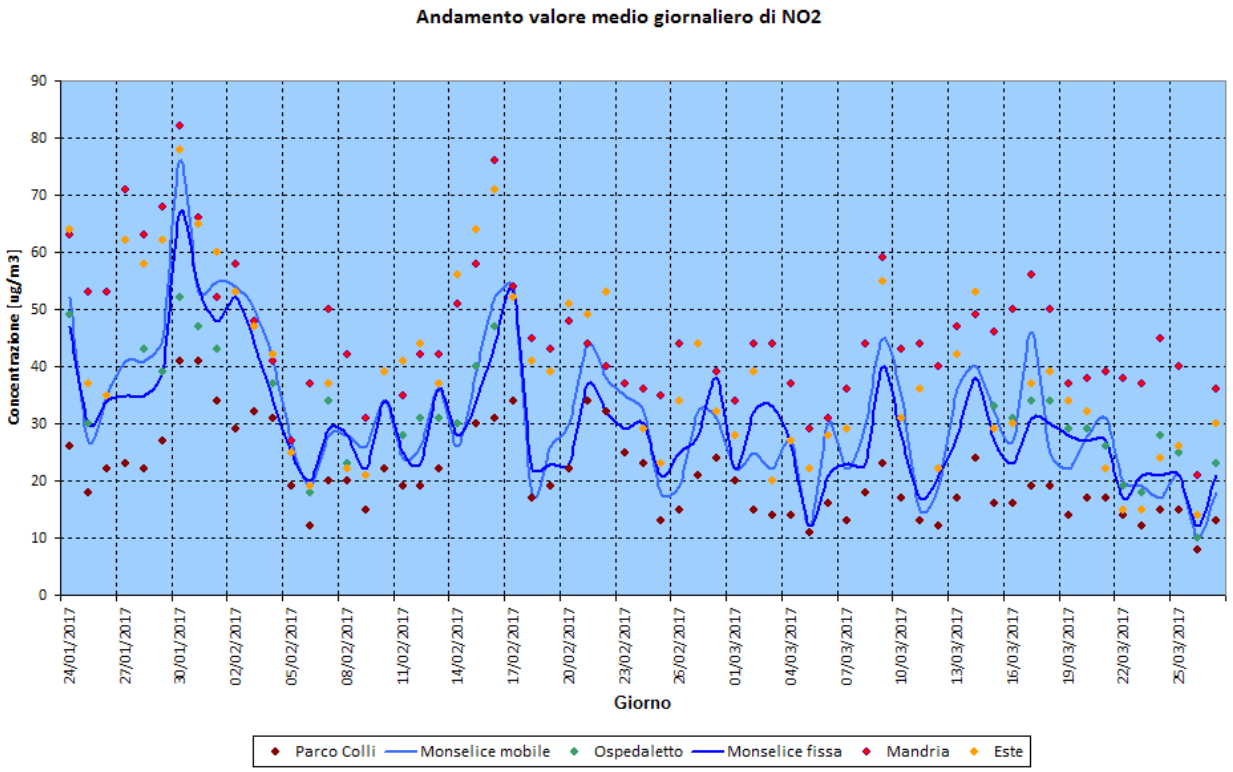


Fig 5: Andamento giornaliero di NO_2 a Monselice Cini [linea continua] a confronto con le altre stazioni [punti], 24/01 – 27/03/2017

4.1.4 Ossidi di azoto (NO_x)

L'unico limite di legge per gli ossidi di azoto (NO_x = NO + NO_2) riguarda il livello critico per la protezione della vegetazione, pari a 30 µg/m^3, in termini di media annuale.

La tabella riporta i parametri statistici derivati dalle registrazioni della campagna della stazione mobile di Monselice e delle altre stazioni.

NO_x (µg/m^3) 23/01/2017 – 28/03/2017	**Media giornaliera**	**Numero dati disponibili**
Monselice stazione mobile	49	63
Monselice	43	64
Este	72	62
Ospedaletto stazione mobile	*51*	*32*
Parco Colli	28	63
Mandria	90	64

TAB.7

A parte la stazione di Parco Colli tutte le altre registrano un valore medio superiore al valore limite di protezione della vegetazione (30 µg/m^3, media annua). Si tengano presenti però le solite considerazioni in merito ai limiti, intesi come media annua, e al fatto che il parametro in esame ha un andamento sostanzialmente complementare a quello

dell'Ozono, con valori maggiori nel periodo invernale e molto più bassi in quello estivo, il che in sostanza fa supporre che la media annua potrebbe essere entro i limiti previsti.

Al paragrafo 5.3 successivo si riportano ulteriori approfondimenti in merito alla concentrazione media oraria di questo monitor in prossimità del sito monitorato dalla stazione mobile di Monselice.

4.1.5 Polveri fini (PM_{10})

4.1.5.1 Analisi dei PM_{10}

I limiti di legge per il PM_{10} sono entrambi relativi alla salute umana e riguardano un limite su 24h, in termini di media giornaliera, pari a 50 µg/m^3, da non superarsi più di 35 volte per anno civile, e il limite annuale di 40 µg/m^3, inteso come media annua.

Nella seguente tabella sono riportati i parametri statistici del PM_{10} rilevati a Monselice Scuola Cini dalla stazione mobile a confronto con i rispettivi valori rilevati da tutte le altre stazioni.

PM_{10} (µg/m^3) 23/01/2017 – 28/03/2017	**Media**	**N° di superamenti di 50 µg/m^3**	**Numero dati disponibili**	**Correlazione dati PM10 con Monselice MM**
Monselice stazione mobile	51	28	62	-
Monselice	52	29	61	98%
Este	51	26	64	91%
Ospedaletto stazione mobile [2]	*68*	*16*	*28*	96%
Parco Colli	46	19	64	93%
Mandria	60	35	63	93%

TAB.8

La stazione mobile di Monselice, registra un valore medio e un numero di superamenti in linea con quelli registrati nelle altre due stazioni in zona, Monselice ed Este, leggermente superiori rispetto alla stazione di Parco Colli, ma decisamente inferiori rispetto a quelli di Mandria, a Padova.
Analizzando l'indice di correlazione fra i dati registrati da ogni singola stazione con quelli presso la Scuola Cini, si nota che le due stazioni più correlate sono quella fissa di Monselice [98%] e, nei periodi di funzionamento, il mezzo mobile posizionato ad Ospedaletto. Sussiste, comunque, un'elevata correlazione con tutte le stazioni, a conferma dell'ubiquità del parametro considerato.

Ad integrazione dell'analisi in TAB.8, si riporta il grafico con la serie dei dati giornalieri di PM_{10} registrati presso la Scuola Cini e presso la stazione fissa di Monselice (linee continue) e in tutte le altre stazioni esaminate (punti).

Come evidente dalla fig.6, gli andamenti di PM_{10} giornaliero nelle due stazioni di Monselice risultano pressoché sovrapposti e, mediamente parlando, generalmente inferiori ai valori registrati a Mandria e Ospedaletto.

[2] Si tenga presente che durante il periodo in esame il mezzo mobile a Ospedaletto ha subito un'interruzione dal 17/02 al 14/03, per cui, specie i dati medi ad esso relativi, non sono indicativi dell'intera campagna qui esaminata. Il valore più significativo è quello di correlazione, nei periodi di sovrapposizione [96%].

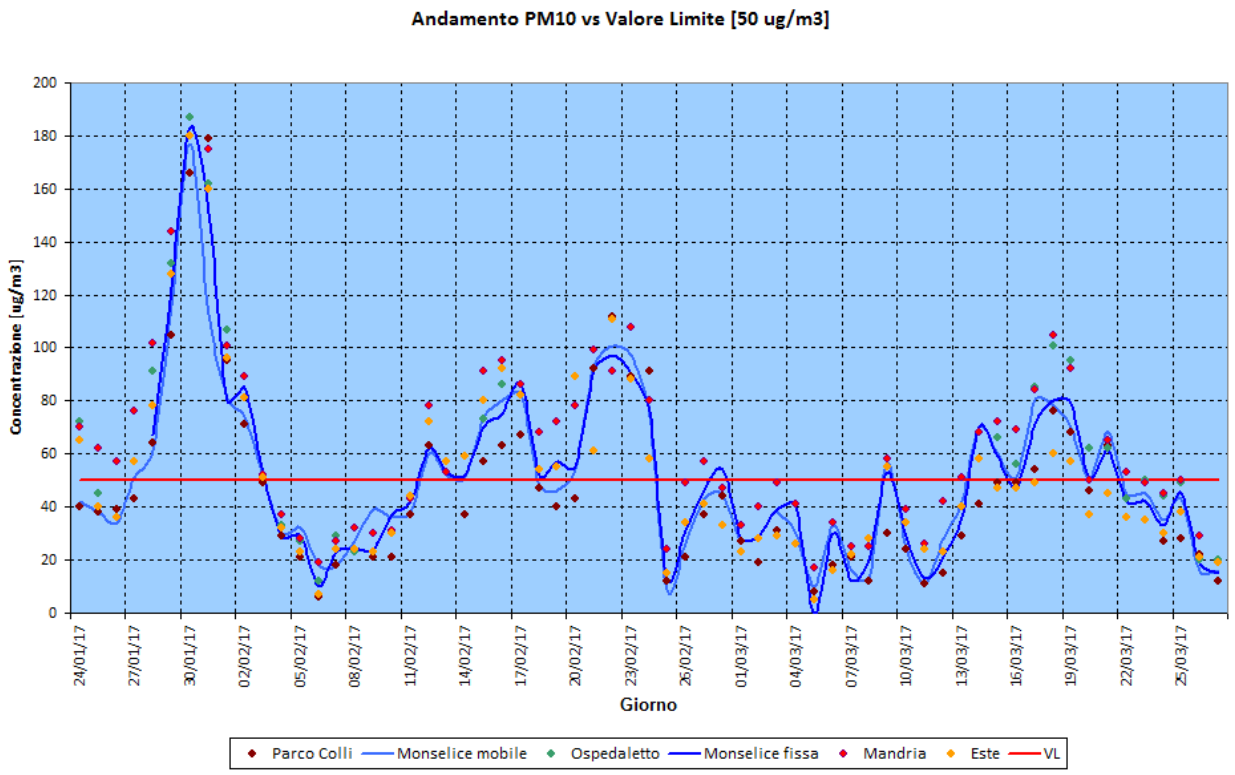


Fig 6: Serie giornaliera del PM_{10} a Monselice Cini a confronto con le altre stazioni [punti] e versus il Valore Limite di 50 µg/m³. 24/01 – 27/03/2017

4.1.5.2 **Proiezioni statistiche degli indicatori annui di PM_{10} a Monselice**

Allo scopo di valutare il rispetto dei valori limite di legge per il parametro PM_{10}, si utilizza una metodologia di calcolo elaborata dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV, basata sulla rappresentatività spaziale del parametro PM_{10}.
Tale metodologia confronta il "sito sporadico" (in questo caso Monselice Scuola Cini) con una stazione fissa (nel nostro caso Mandria), ritenuta rappresentativa per vicinanza o stessa tipologia di emissioni e di condizioni meteorologiche.

Nella pratica si valuta il grado di correlazione tra i dati della stazione fissa e del "sito sporadico" nel corso della campagna di misura. Dalla serie annuale della stazione fissa si calcolano il valore medio annuo e il 90° percentile delle concentrazioni di PM_{10}. Se il grado di correlazione tra i due siti è elevato, si ritiene plausibile che la media e i percentili della stazione fissa, siano rappresentativi anche del sito sporadico.
Il calcolo del 90° percentile è legato al fatto che in una distribuzione di 365 valori, il 90° percentile corrisponde al 36° valore massimo. E poiché per il PM_{10} sono consentiti 35 superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³, il rispetto del valore limite è garantito se e solo se il 90° percentile è inferiore a 50 µg/m³.

Nel nostro caso il "sito sporadico" di Monselice è confrontato con la stazione fissa di "background urbano" di Mandria, anche se l'ideale per il confronto, data l'elevatissima correlazione esistente, sarebbe stata la stazione fissa di Monselice. Tuttavia, per la stazione fissa di Monselice non si dispone ancora di una serie di dati annuale.

Si precisa che per la serie annuale di dati di Mandria si è considerato l'anno "mobile" 01/04/2016 – 31/03/2017, per poter attualizzare il ragionamento alla campagna in esame.
Nel periodo di sovrapposizione (campagna di misura in esame), i dati delle due stazioni mostrano, come si è già visto, un indice di correlazione pari a 0.93. Si tratta di una correlazione molto elevata, che suffraga la confrontabilità tra i due siti e il metodo induttivo adottato.

La metodologia di calcolo statistico applicata a Mandria dà come risultati un valore medio annuo di 38 µg/m³ (inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m³) ed un 90° percentile pari a 82 µg/m³ (decisamente superiore a 50 µg/m³). Sempre dall'analisi dei dati di Mandria, e per il periodo annuale indicato, risultano, inoltre, 82 superamenti del valore limite di 50 µg/m³.
Per quanto detto sopra, tali valori possono essere attribuiti anche al sito di Monselice Scuola Cini monitorato con la stazione mobile. Pertanto la media annua di concentrazione del particolato PM_{10} presso la Scuola Cini risulterebbe inferiore al limite di legge, mentre il numero di superamenti risulterebbe superiore al limite di legge e pari ad 82 superamenti.

5 Valutazione dei risultati di Qualità dell'aria

5.1 Indice di Qualità dell'Aria [IQA] a Monselice

Un indice di qualità dell'aria è una grandezza che permette di rappresentare in maniera sintetica lo stato di qualità dell'aria tenendo conto contemporaneamente del contributo di molteplici inquinanti atmosferici. L'indice è normalmente associato ad una scala di 5 giudizi sulla qualità dell'aria (tabella seguente).

CROMATISMI	QUALITA' DELL'ARIA
	BUONA
	ACCETTABILE
	MEDIOCRE
	SCADENTE
	PESSIMA

TAB.9

Il calcolo dell'indice, che può essere effettuato per ogni giorno di campagna, è basato sull'andamento delle concentrazioni di tre inquinanti: Biossido di azoto, Ozono e PM_{10}.

Le prime due classi (buona e accettabile) informano che per nessuno dei tre inquinanti vi sono stati superamenti dei relativi indicatori di legge e che quindi non vi sono criticità legate alla qualità dell'aria nella stazione esaminata.
Le altre tre classi (mediocre, scadente e pessima) indicano che almeno uno dei tre inquinanti considerati ha superato il relativo indicatore di legge. In questo caso la gravità del superamento è determinata dal relativo giudizio assegnato. Quindi, è possibile distinguere situazioni di moderato superamento da situazioni significativamente più critiche[3].

Di seguito si riporta il numero di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA per la campagna effettuata, sia nella stazione mobile di Monselice Scuola Cini che in quella fissa di Monselice (fig. 7).

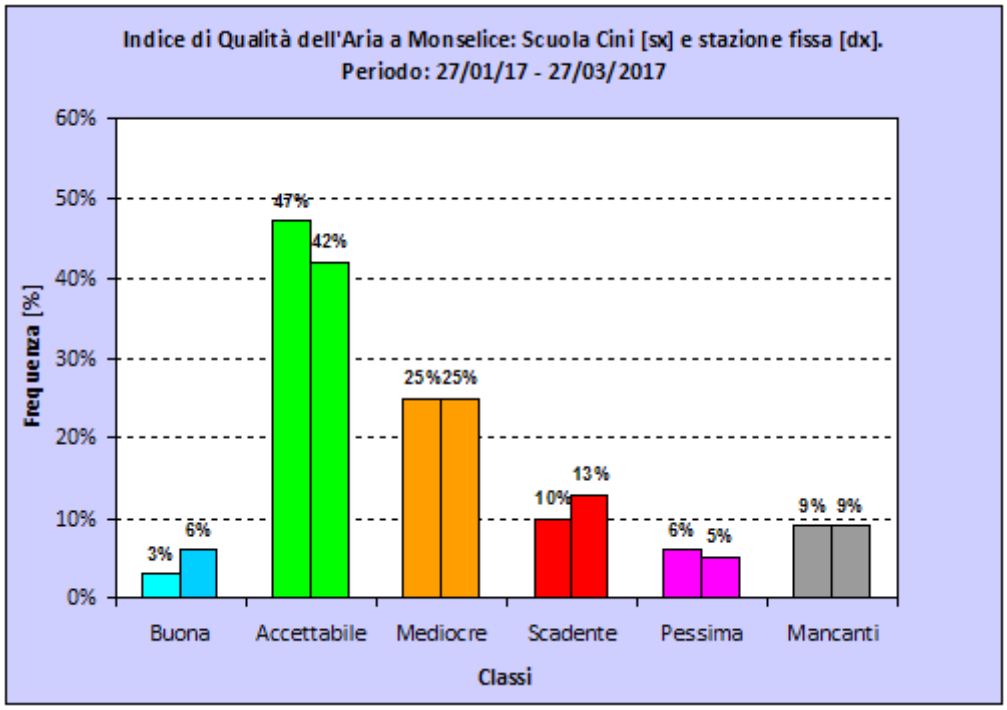


Fig. 7: Indice di Qualità dell'aria a Monselice Scuola Cini [barra sinistra] e a Monselice fissa [barra a destra] nel periodo 23 gennaio – 27 marzo 2017

[3] *Per approfondimenti sul calcolo dell'IQA si rimanda al sito ufficiale:* ***www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/iqa***

Il grafico relativo all'Indice di Qualità dell'aria evidenzia andamenti sostanzialmente equivalenti per i due punti di campionamento di Monselice, stazione mobile e fissa, essendo attorno al 50% in entrambi i casi la percentuale di giornate con qualità buona o accettabile, quindi prive di criticità in termini di qualità dell'aria.

5.2 Valutazione della Qualità dell'Aria prima e dopo il 12 febbraio 2017 presso la Scuola Cini

Poiché una delle finalità della presente relazione è quella di rilevare eventuali variazioni nei parametri misurati nella stazione mobile di Monselice, nei periodi antecedente e successivo al riavvio della linea di produzione del clinker del cementificio situato nei pressi della Scuola Cini, avvenuto il 12 febbraio 2017, come già indicato nel corso dell'analisi dei singoli parametri, non si osservano andamenti particolari dal 12 febbraio in poi, anzi, la maggior parte degli inquinanti monitorati mostra una diminuzione nei valori medi, più probabilmente correlata all'avanzare della stagione primaverile.

Come si vedrà, infatti, più in dettaglio al capitolo dedicato all'analisi delle situazioni dispersive degli inquinanti (capitolo 7), nonché nel paragrafo successivo (5.3), l'andamento e le concentrazioni degli inquinanti nel sito oggetto d'indagine, sembrano dipendere più che da una specifica fonte di pressione industriale, dall'andamento delle condizioni meteorologiche, e nello specifico dalla presenza di vento, precipitazione o inversione nei bassi strati dell'atmosfera, nonché, come per il parametro NO_x, dal traffico veicolare connesso alla frequenza scolastica nei giorni feriali.

Come ulteriore verifica si riportano gli andamenti giornalieri di PM_{10} e NO_x per le due stazioni di Monselice, in termini di differenze relative (di Monselice mobile rispetto a Monselice fissa) per vedere se, dopo il 12 febbraio (asse secondario verticale nel grafico sottostante) si possano evidenziare differenze fra le due stazioni.

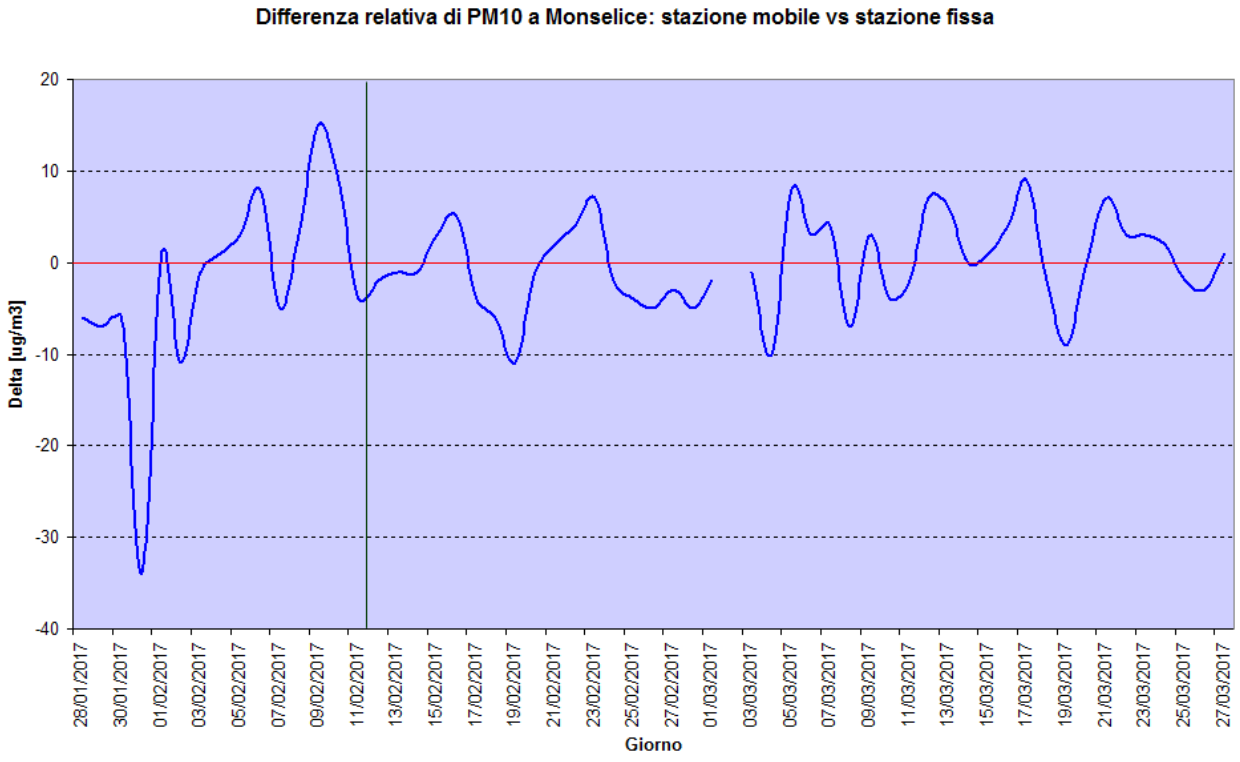


Fig. 8: Andamento della differenza giornaliera di PM_{10} tra la stazione mobile e quella fissa di Monselice

A parte la differenza marcata in corrispondenza al 31 gennaio, che potrebbe anche esser dovuta a differenze locali nell'intensità della nebbia presente in quei giorni (si vedano le analisi al capitolo 7) e alla relativa differenza di quota altimetrica tra le due stazioni, il grafico precedente mette in luce un andamento del PM_{10} nelle due stazioni sostanzialmente equivalente, mediamente parlando, con oscillazioni dell'ordine dell'errore di rilevabilità strumentale.

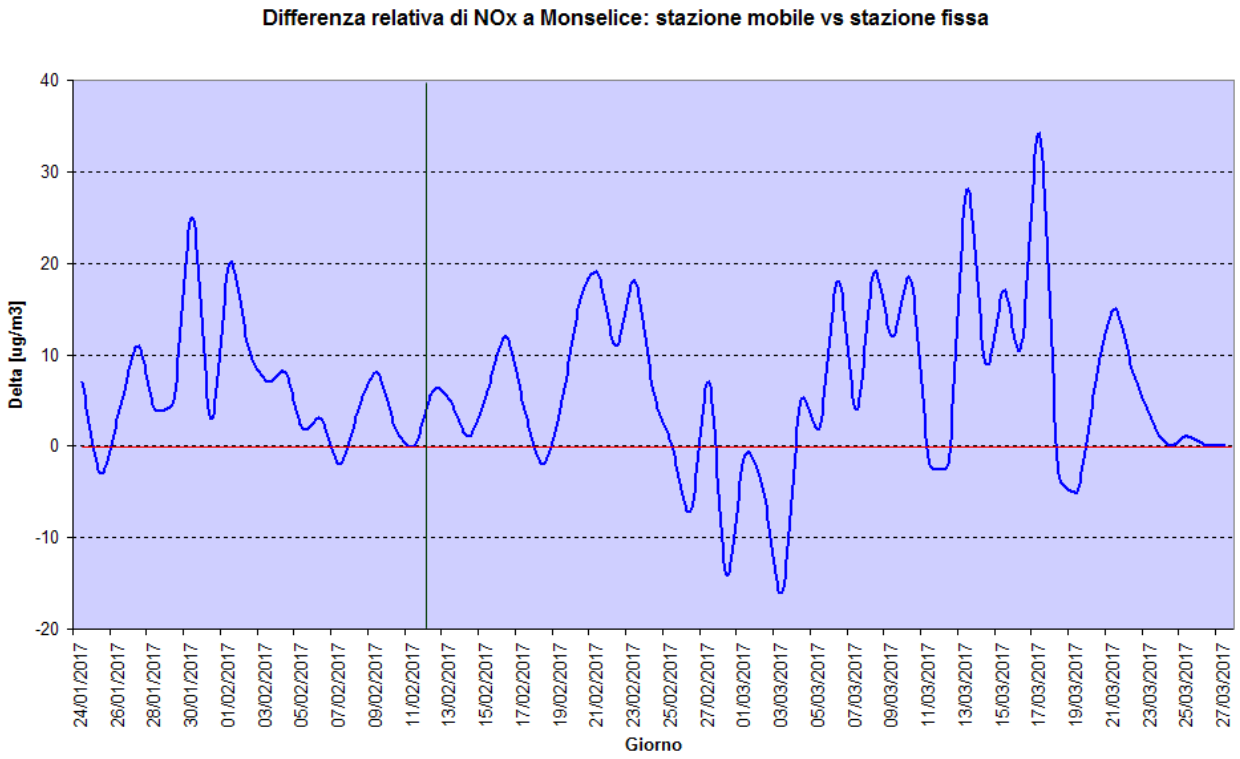


Fig. 9: Andamento della differenza giornaliera di NOx tra la stazione mobile e quella fissa di Monselice

Il grafico sopra riportato, e relativo alle differenze negli andamenti giornalieri dei valori di NO_x nelle due stazioni esaminate mette in luce, come già fig.5 relativa agli andamenti di NO_2, suo componente, valori tendenzialmente superiori presso il sito della scuola Cini, rispetto a quelli rilevati dalla stazione fissa. Tale andamento tuttavia non mostra delle sostanziali differenze prima e dopo il 12 febbraio (asse secondario verticale nel grafico soprastante), ma evidenzia valori medi giornalieri superiori in corrispondenza alla stazione mobile di Monselice. Tale differenza può esser connessa semplicemente al diverso traffico veicolare nei due siti.

5.3 NO_x orario tipo, giornaliero e settimanale, presso la Scuola Cini

In questo paragrafo si analizza la concentrazione media oraria di NO_x come rilevata dalla stazione mobile di Monselice. Dall'andamento orario del parametro, in base ai giorni della settimana, pare emergere come fonte probabile delle sue variazioni, il traffico veicolare scolastico.
Si tenga presente, a tale proposito, che le più recenti elaborazioni modellistiche in merito alle ricadute dovute alle emissioni del Cementificio nell'area oggetto della presente indagine[4] [documento interno, marzo 2017, fonte Orar-Arpav] indicano per il parametro NO_x un valore di concentrazione media annua (apporto connesso alle emissioni da camino) pari a 2.5 µg/m^3.
Il valore medio giornaliero calcolato nel corso della campagna (TAB. 7) è pari a 49 µg/m^3 con picchi giornalieri superiori ai 100 µg/m^3.
Dal confronto tra le proiezioni modellistiche e le reali variazioni giornaliere nel sito, di anche due ordini di grandezza superiori, pare del tutto evidente che la fonte di questo tipo di inquinamento sia un'altra.

Analizzando il *valore tipo* orario, giorno per giorno, cioè la media oraria relativa ad ogni ora per NO_x si trova il seguente andamento:

[4] "Simulazione modellistica di dispersione in atmosfera degli inquinanti rilasciati durante le attività di produzione del cemento", marzo 2017, fonte Orar-Arpav

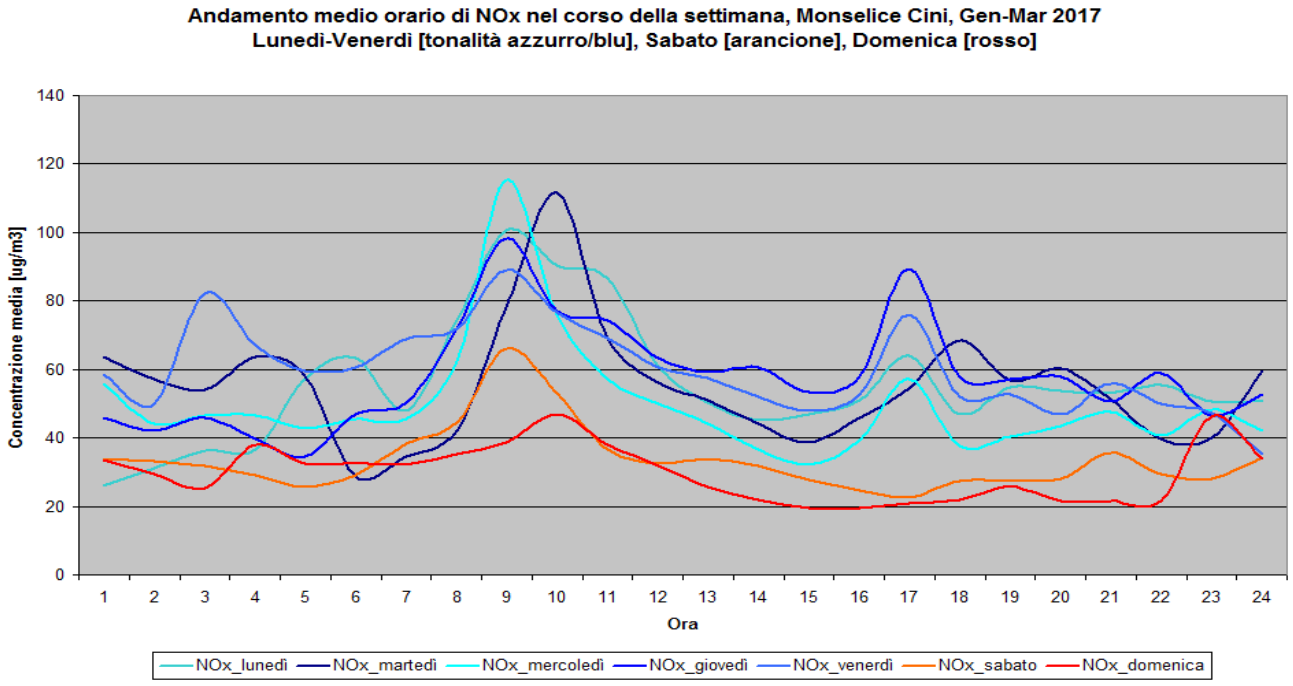


Fig. 10: Andamento NOx orario "tipo" nel corso della settimana presso stazione mobile Monselice

Il grafico precedente evidenzia da lunedì a venerdì [linee tonalità azzurro/blu] la presenza costante di due picchi giornalieri nell'andamento di NO_x, attorno alle 09:00 del mattino il primo, e attorno alle 17:00 il secondo, entrambi compatibili con il traffico veicolare scolastico. Il sabato [linea arancione] è presente solo un picco al mattino, meno intenso rispetto ai precedenti, ancor meno marcato la domenica [linea rossa], ove compare un modesto aumento verso fine giornata, la cui origine non è chiaramente individuabile, ma che potrebbe essere legata all'avvio dell'impianto di riscaldamento della scuola.

Vista la similarità negli andamenti di NO_x orario dal lunedì al venerdì, si è ulteriormente sintetizzato il grafico precedente (fig.10), mediando, in base all'ora, l'insieme degli andamenti da lunedì a venerdì. Il risultato è riportato nel grafico successivo (fig.11), ove risulta ancora più evidente la differenza tra l'andamento dei giorni feriali e quello del fine settimana.

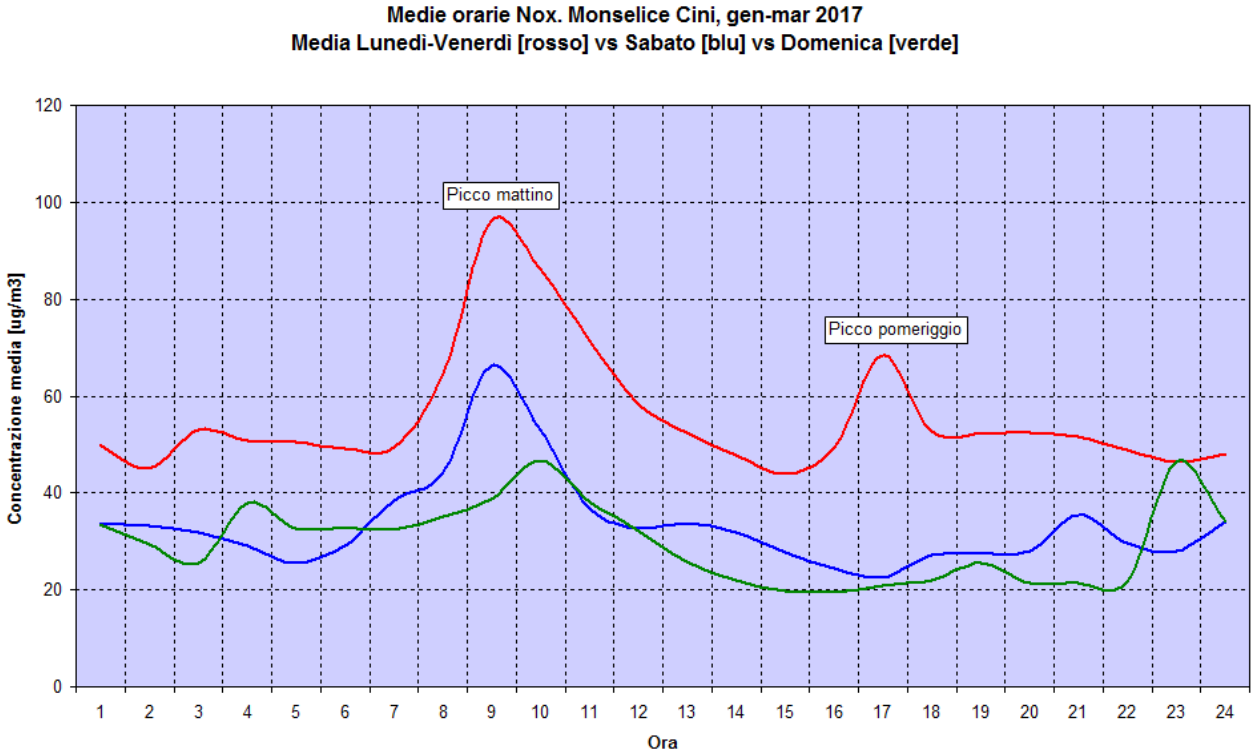


Fig. 11: Andamento NOx feriale "tipo" [linea rossa] a confronto con quello di sabato [blu] e domenica [verde] presso stazione mobile Monselice

Pur non potendolo affermare con assoluta certezza, si ritiene probabile che oscillazioni simili a quelle riportate nei grafici siano correlabili al traffico veicolare scolastico, più marcato nel sito Cini nei giorni di apertura della scuola (da lunedì a venerdì).

Ad ulteriore approfondimento, si sono considerati come separati i due periodi 23 gennaio - 11 febbraio 2017 e 12 febbraio – 27 marzo 2017. L'analisi non ha dato sostanziali differenze con quella appena esposta, se non una diminuzione progressiva degli NO_x, più probabilmente imputabile all'avanzare della stagione primaverile.

Una verifica ulteriore è stata effettuata analizzando i dati della stazione fissa di Monselice, caratterizzata da un traffico veicolare residenziale. Ebbene, il risultato è riportato nella figura successiva.

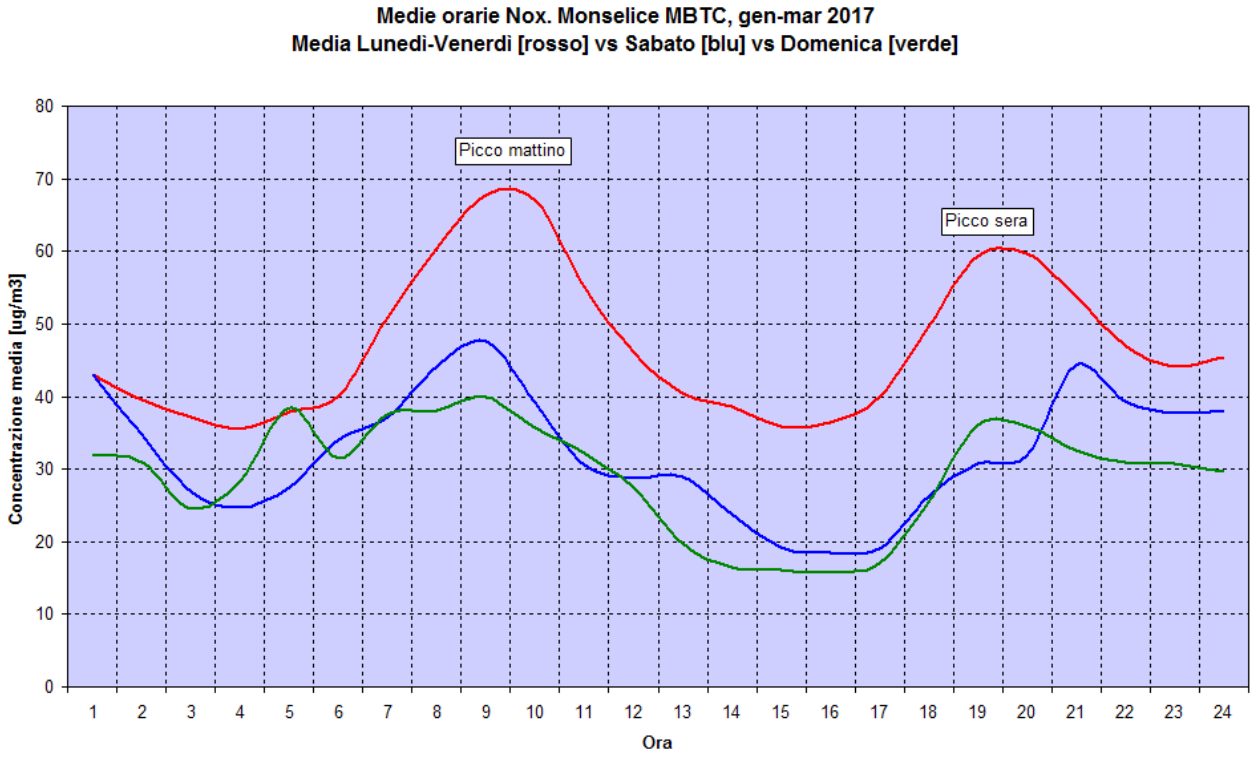


Fig. 12: Andamento NOx feriale "tipo" [linea rossa] a confronto con quello di sabato [blu] e domenica [verde] presso stazione fissa di Monselice

Il confronto tra le due stazioni, per i giorni feriali evidenzia sia un picco mattutino molto più marcato presso la stazione mobile, che uno shift nel picco pomeridiano della Cini, verso sera nella stazione fissa.

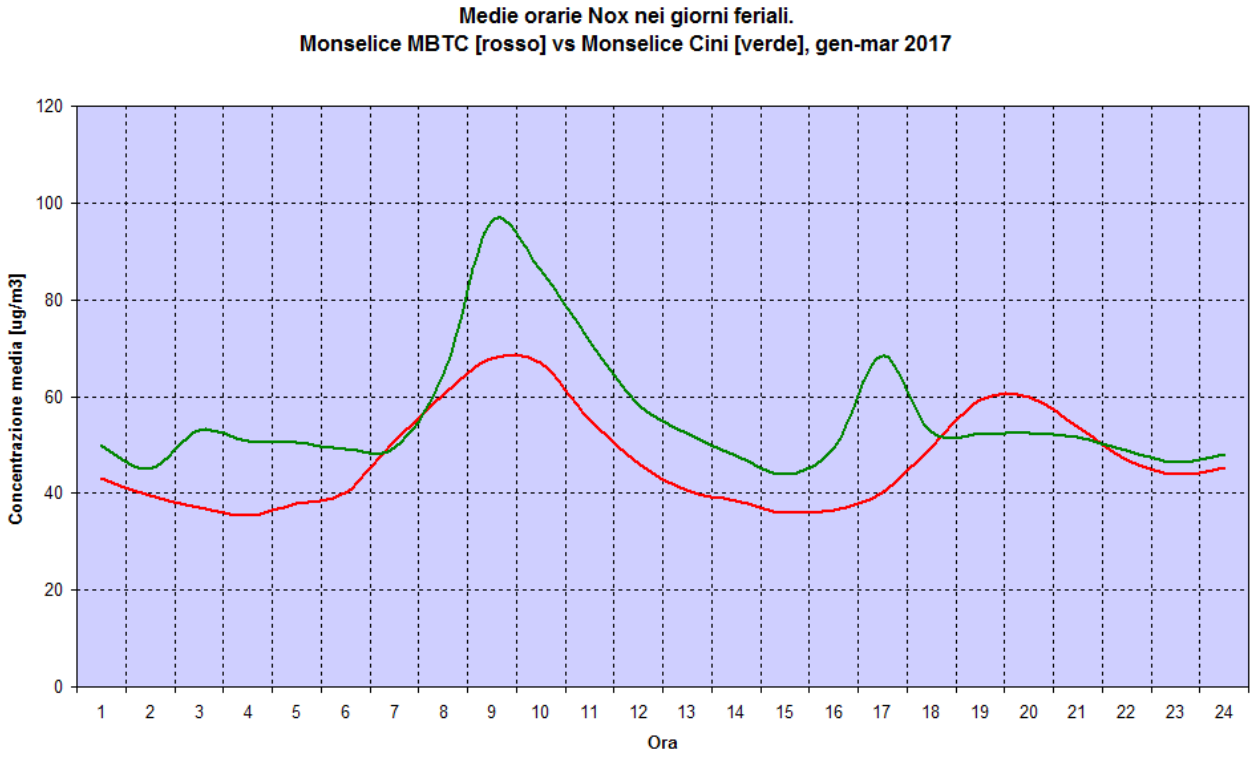


Fig. 13: Andamento NOx feriale “tipo” a Monselice fissa [linea rossa] rispetto alla stazione mobile di Monselice [linea verde]

6 Confronto tra le due campagne con mezzi mobili a Monselice: campagna 2016 in Via Mandic, e campagna 2017 in Via Montericco

Di seguito si considerano le due campagne, quella attuale e quella effettuata nel 2016 presso il sito di via Mandic, sempre in comune di Monselice, a poche centinaia di metri a Sud-Ovest rispetto al sito della Scuola Cini e la cui relazione è pubblicata online sul sito Arpav[5].
In particolare, riprendendo i dati analizzati in via Mandic, limitatamente alla campagna invernale, e confrontandoli con quelli automatici rilevati presso la campagna invernale di Scuola Cini, si trova:

Parametro		**Monselice – Scuola Cini [23/01-28/03/2017]**	**Monselice – via Mandic [22/12/15-11/02/16]**
SO_2	Max 1h	9 µg/m^3	8 µg/m^3
CO	Max_mm	1.3 mg/m^3	1.5 mg/m^3
NO_2	Media	32 µg/m^3	39 µg/m^3
PM_{10}	Media	51 µg/m^3	63 µg/m^3
	N sup 50µg/m^3	28	23

TAB.10

La tabella precedente evidenzia valori confrontabili, se non coincidenti, nei due siti, per i parametri esaminati.

[5]http://www.arpa.veneto.it/arpav/chi-e-arpav/file-e-allegati/dap-padova/aria/dap-padova-campagne-di-monitoraggio-qualita

7 Analisi situazioni dispersive degli inquinanti

La concentrazione di inquinanti in atmosfera è influenzata dalle condizioni meteorologiche: alta pressione e assenza di vento favoriscono il ristagno e l'aumento delle concentrazioni, mentre bassa pressione, ventilazione e precipitazioni, ne favoriscono la dispersione e rimozione, con conseguente diminuzione delle stesse.
Per tale motivo di seguito si analizzano i parametri meteorologici o le combinazioni degli stessi maggiormente identificativi in termini di dispersione, cioè la precipitazione e il vento medio al suolo. Poiché da un punto di vista meteorologico la zona meridionale dei Colli Euganei, specie nel periodo invernale, è spesso ai limiti della presenza o meno di nebbia, strettamente correlata alle inversioni termiche tipiche di questa stagione, nell'analisi dei dati meteorologici registrati dalla rete di stazioni al suolo di ARPAV, essendo ormai disattiva da anni la storica stazione di Ca' Oddo, si è optato per considerare due stazioni alternative: una sita ad Ospedaletto (a Sud dei Colli Euganei e quindi entro la fascia con maggior frequenza di nebbie) e l'altra sita a Legnaro (a Ovest dei Colli e maggiormente rappresentativa per la fascia centrale del territorio provinciale.
Per un quadro più completo sulle situazioni meteorologiche che favoriscono la presenza e l'accumulo di inquinanti, si sono analizzate alcune situazioni di criticità delle polveri, in termini di inversione termica nei bassi strati, a partire dai radiosondaggi delle stazioni sinottiche disponibili online.

7.1 Regime pluviometrico

Considerato che per Ospedaletto sono disponibili i dati dal 2016, mentre per Legnaro è disponibile almeno un quindicennio di dati, per una valutazione del regime pluviometrico del primo trimestre del 2017, si son presi in considerazione i dati dell'archivio della stazione di Legnaro 2002-2017.
L'analisi di tali dati ha messo in luce che, a fronte di un valore medio 2002-2016 trimestrale di 180 mm, nel primo trimestre del 2017 si sono registrati solo 33 mm.

Come ben visibile in figura 10 pur trattandosi di un periodo fra i più siccitosi degli ultimi 15 anni, presenta un suo equivalente nel 2012 e un trimestre ancor più siccitoso nel 2005. Tale regime, nello specifico dell'anno in corso, ha senz'altro favorito un numero elevato di superamenti dei limiti di legge per le polveri sul territorio in esame.

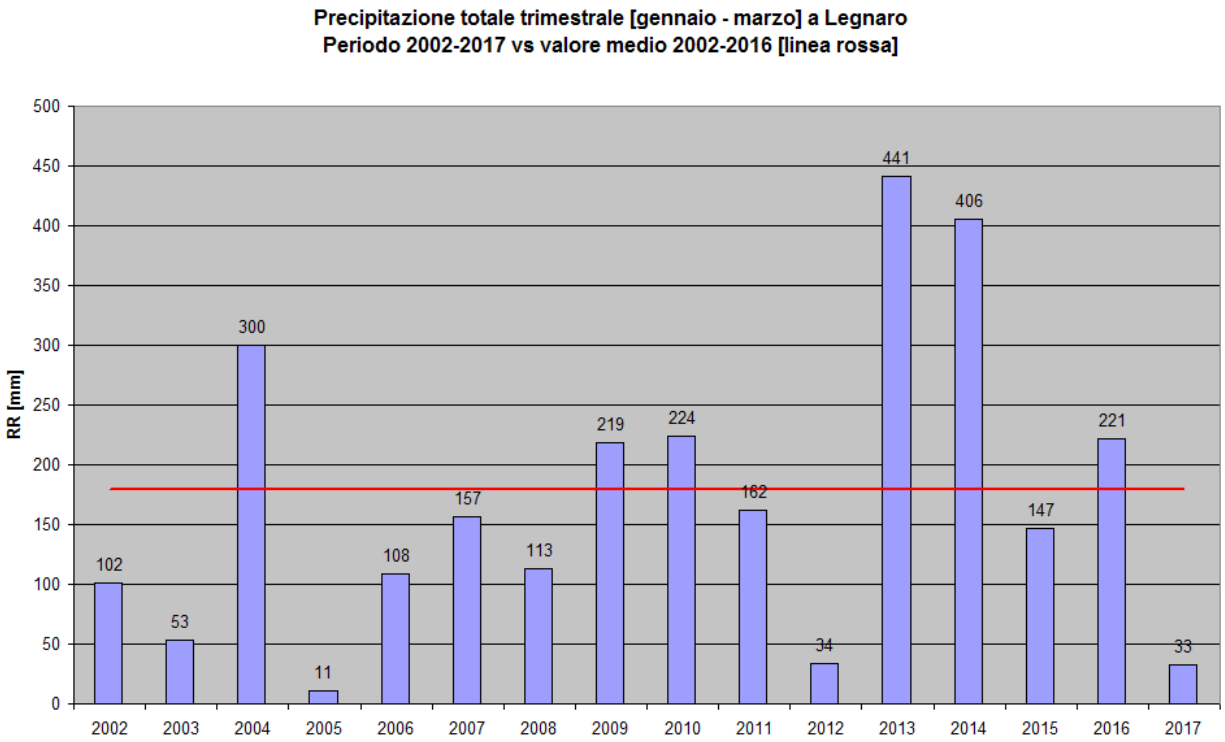


Fig. 14: Andamento della precipitazione trimestrale a Legnaro nel periodo 2002-2017 [valore medio 2002-2016 in rosso]

7.2 Valutazione delle condizioni di dispersione

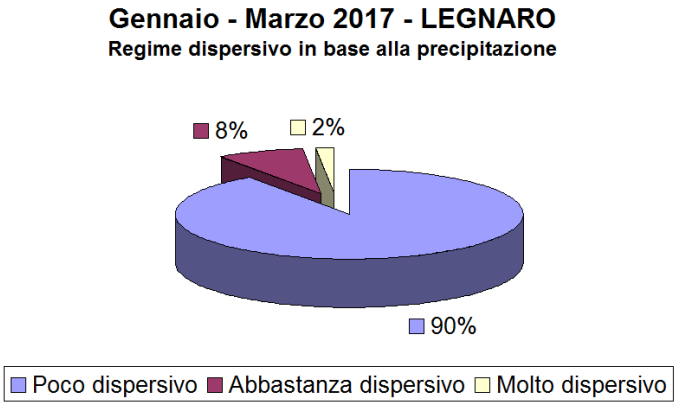
In analogia a quanto fatto nelle Relazioni Regionali della Qualità dell'Aria per le annualità, di seguito si valutano le condizioni di dispersione nel trimestre gennaio – marzo 2017, tramite diagrammi che riportano la percentuale di giornate più o meno favorevoli alla dispersione, in funzione dei valori riportati nella tabella successiva.

I due parametri, vento medio giornaliero e precipitazione giornaliera, sono da intendersi come separati in quanto l'informazione deducibile dall'analisi congiunta dei due, dà risultati simili all'analisi solo del vento (la percentuale di giorni con precipitazione in un anno è molto ridotta alle nostre latitudini, per cui il parametro vento risulta essere preponderante in un'analisi incrociata di vento e precipitazione), mascherando quindi l'influenza della precipitazione.

CLASSE	VALORE DI VENTO [V]	VALORE DI PRECIPITAZIONE [RR]
Poco dispersiva	V ≤ 1.5 m/s	RR ≤ 1.0 mm
Abbastanza dispersiva	1.5 < V ≤ 3.0 m/s	1.0 < RR ≤ 6.0 mm
Molto dispersiva	V > 3.0 m/s	RR > 6.0 mm

TAB.11

Le figure successive riportano i diagrammi di dispersione degli inquinanti in base ai parametri e agli intervalli della tabella precedente per il trimestre gennaio – marzo 2017 a Legnaro e Ospedaletto, rispettivamente.



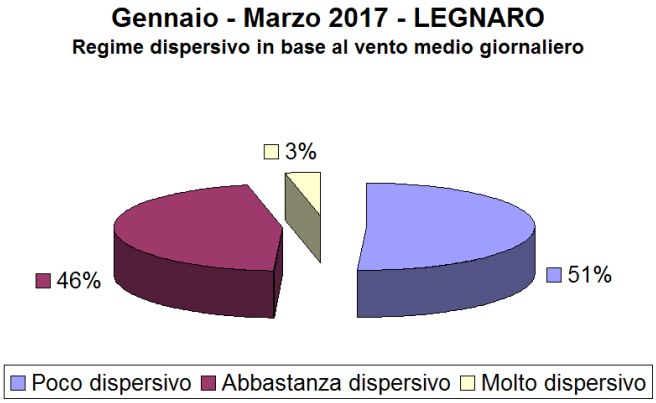
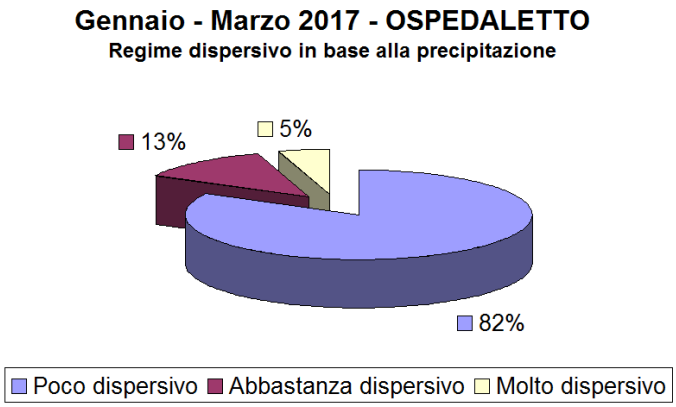


Fig. 15: Regime dispersivo rispetto alla precipitazione [sopra] e al vento [sotto] a Legnaro nel trimestre gennaio-marzo 2017

Come ben visibile nella figura precedente, nel trimestre in esame, il parametro precipitazione è risultato ben poco efficiente in termini di dispersione di inquinanti. Più significativo il parametro vento a Legnaro, ove nel 50% dei casi le condizioni sono risultate da abbastanza dispersive a molto dispersive (una piccolissima parte rientra in quest'ultima classe).



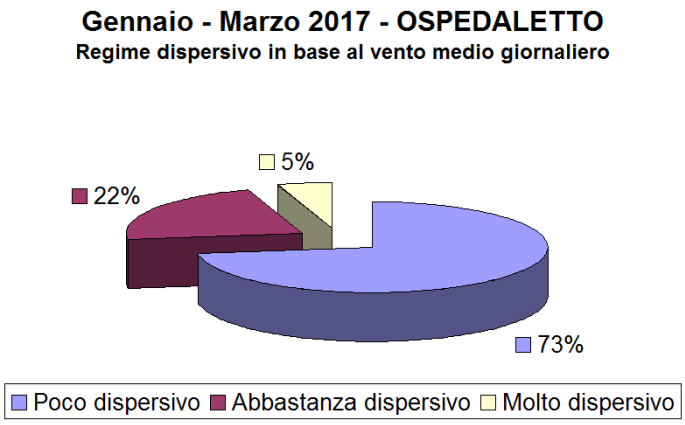


Fig. 16: Regime dispersivo rispetto alla precipitazione [sopra] e al vento [sotto] a Ospedaletto nel trimestre gennaio-marzo 2017

Anche i grafici di figura 16 evidenziano la quasi totale assenza della precipitazione nel ruolo dispersivo, e come unica fonte dispersiva il vento. Tale influenza, tuttavia, è marcatamente più evidente nella stazione di Legnaro (circa il 50% delle giornate con regime almeno abbastanza dispersivo) rispetto a quella di Ospedaletto (meno del 30% di giornate con regime almeno abbastanza dispersivo).

In buona sostanza, nei tre mesi considerati, anche da questa prima analisi, sarebbe lecito aspettarsi un incremento degli inquinanti, semplicemente attenendosi alle condizioni dispersive, come monitorate dalle stazioni al suolo.

7.3 Episodi di marcata inversione termica nello strato limite

Un ulteriore fattore a sfavore della dispersione degli inquinanti è la presenza nei bassi strati dell'atmosfera, all'interno dello strato limite planetario [Planetary Boundary Layer], di condizioni di inversione termica, specie se marcata e per periodi prolungati.
Nel periodo tra il 23 gennaio e il 28 marzo 2017 si sono presentati un paio di episodi di marcato rialzo dei valori degli inquinanti registrati dalle centraline aria esaminate. Episodi che hanno riguardato indistintamente tutta la provincia di Padova, e non solo.
In realtà, essendo le polveri sottili inquinanti secondari valutabili in termini di bacino padano, non riconducibili ad un'unica fonte o sotto area di inquinamento potenziale, spesso i loro picchi sono riconducibili alle condizioni di inversione termica che si registrano sull’intera Pianura Padana, come dimostrano anche i due esempi sotto riportati.

Limitandosi al periodo oggetto della campagna in esame, si possono individuare due eventi piuttosto critici per le concentrazioni delle polveri nel padovano, e nell’area di Monselice: il primo tra il 27 gennaio e il 3 febbraio, il secondo tra il 20 febbraio e il 24 febbraio.

In corrispondenza di tali eventi, si riscontrano condizioni di marcata inversione termica nei bassi strati dell'atmosfera, che riguardano estesamente la pianura padana, come confermato dalla presenza delle stesse nei radiosondaggi di Udine e Milano, che, non disponendo di un radiosondaggio reale in Veneto, risultano comunque rappresentativi nelle situazioni specifiche di estesa inversione.

Le figure riportate in seguito (fig. 17 e fig.19), sono rappresentative delle sequenze dei profili termici registrati nei due periodi critici sopra citati.

La prima serie (dal 27 gennaio 2017 alle 00:00 UTC al 30 gennaio 2017 alle 00:00 UTC), come registrata a Udine Campoformido, evidenzia un'inversione termica molto marcata nei primi 200-300 m di atmosfera. Inversione marcata e permanente.

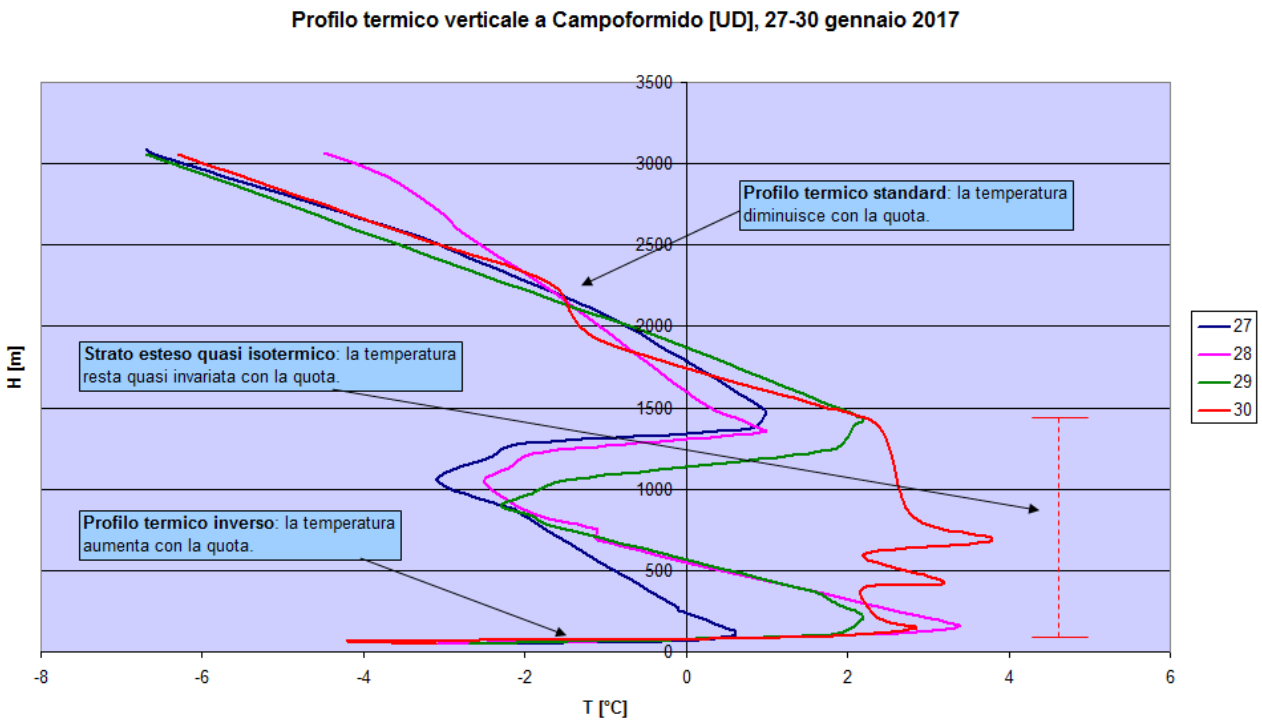


Fig. 17: Radiosondaggi di Campoformido (UD) nel periodo 27-30 gennaio 2017

Tale situazione, assieme ad un regime poco dispersivo al suolo (si veda figura 18 successiva), favorisce l'accumulo di inquinanti.

Nel corso dell'evento e nelle stazioni considerate, il PM_{10} si è mantenuto mediamente sopra i 100 µg/m^3, più del doppio del valore limite previsto per legge, con culmine il giorno 30 gennaio, quando le stazioni hanno registrato valori di PM_{10} tra 166 ÷ 187 µg/m^3.

Per semplicità interpretativa, in figura 15 si è suddiviso il profilo termico in tre settori principali: un primo strato, tra 0-200 m circa in cui la temperatura aumenta con la quota, rappresentativo dello strato di inversione termica, appunto; un secondo strato tra 200 – 1500 m circa in cui il profilo subisce variazioni termiche sempre più limitate nel corso del periodo, fino a raggiungere il 30 gennaio una quasi sostanziale isotermia (profilo termico indicato con linea rossa, e strato indicato a fianco con linea di quotazione, sempre in rosso, tratteggiata) che favorisce l'effetto *tappo* sui bassi strati; un terzo settore, sopra i 1500 m, ove le temperature decrescono all'aumentare della quota.

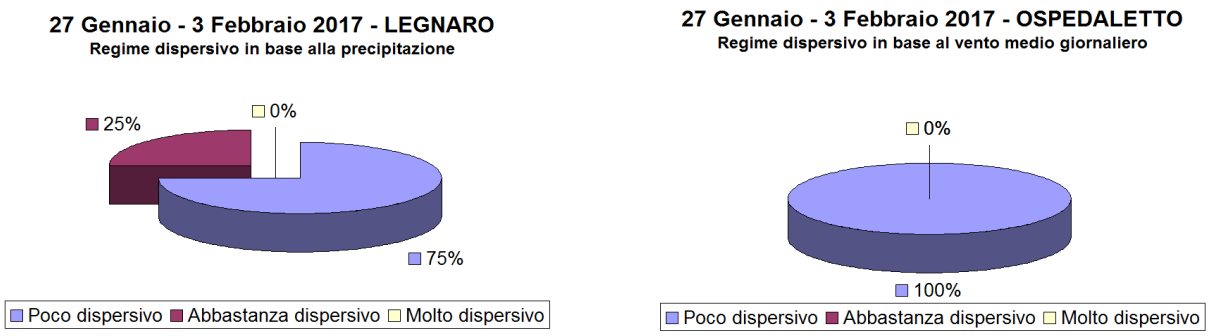


Fig. 18: Regime dispersivo rispetto alla precipitazione [sinistra] a Legnaro (analogo a Ospedaletto) e rispetto al vento [destra] a Ospedaletto (analogo a Legnaro) nel periodo 27 gennaio-3 febbraio 2017

La seconda sequenza (fig. 19) è quella registrata dai radiosondaggi di Milano nel periodo dal 20 al 25 febbraio 2017, alle 00 UTC.

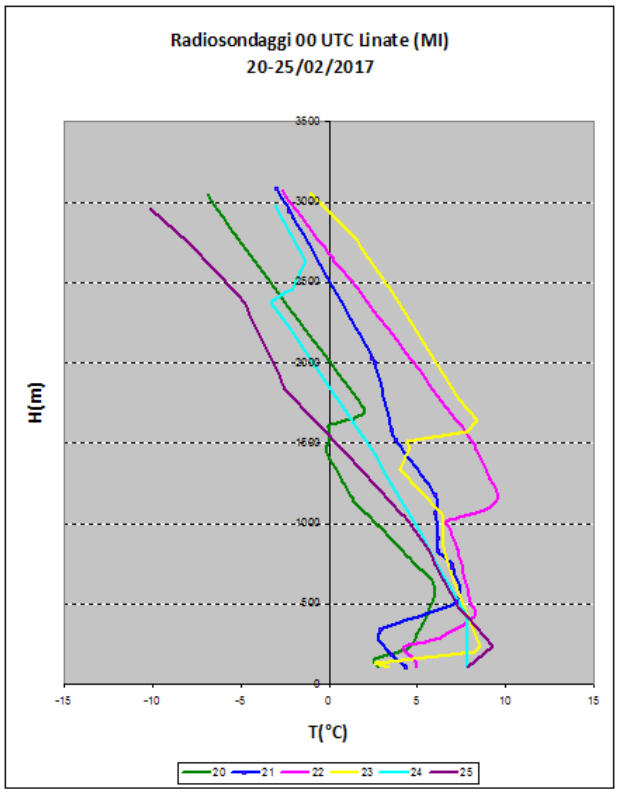


Fig 19:.Radiosondaggi di Linate (MI) nel periodo 20-25 febbraio 2017

In questo secondo caso l'inversione è molto meno marcata rispetto a quella del diagramma precedente, ma si tenga presente che ci si riferisce all'ultima decade di febbraio, e forse l'aspetto più particolare in questo caso è la presenza e la persistenza di un'inversione termica alle soglie della fine inverno meteorologico.

Si tratta in ogni caso di un evento che in alcune delle stazioni considerate si è protratto, in termini di valori di PM_{10} superiori ai 50 µg/m^3, dal 12 al 24 febbraio, con culmine nei giorni riportati in fig. 17. In particolare, infatti, in corrispondenza all'intervallo 20-24 febbraio, nelle stazioni considerate nella presente analisi, i valori di PM_{10} si sono mantenuti mediamente su 85 µg/m^3, con picchi il 22 febbraio tra 91 ÷ 112 µg/m^3.

Nel corso di questo evento i grafici di dispersione relativi a Ospedaletto e Legnaro, risultano simili in termini di precipitazioni (si riporta a titolo di esempio l'andamento di Legnaro), sostanzialmente differenti in termini di vento.

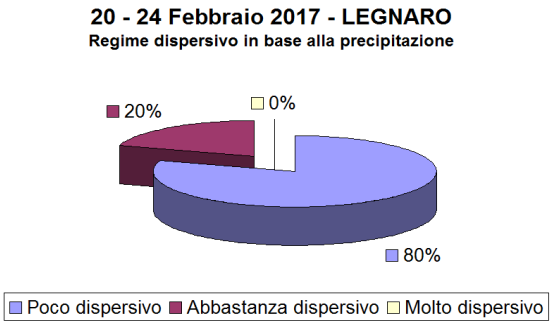
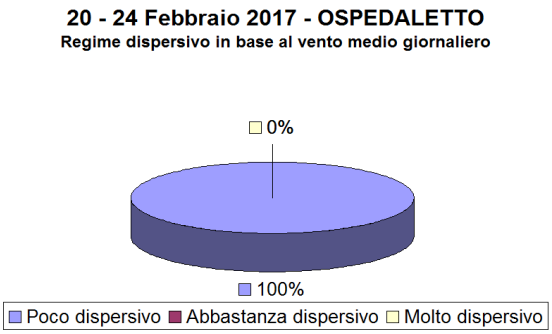


Fig. 20: Regime dispersivo rispetto alla precipitazione a Legnaro (analogo a Ospedaletto)
nel periodo 20 – 24 febbraio 2017

Poiché, invece, in termini di vento, la situazione è un po' più diversificata nelle due stazioni, con un regime molto meno dispersivo a Ospedaletto, si riportano i due grafici separatamente:



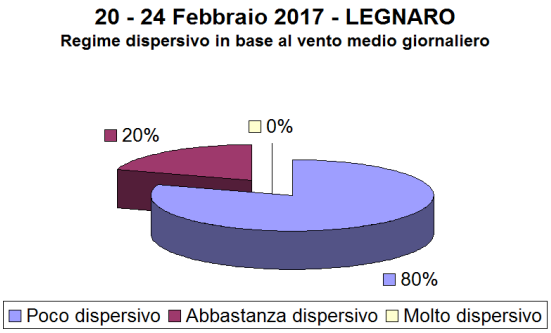


Fig. 21: Regime dispersivo rispetto al vento a Ospedaletto [sinistra] e a Legnaro [destra]
nel periodo 20 – 24 febbraio 2017

Ciò che risulta abbastanza evidente da questo tipo di analisi è che la situazione meteorologica gioca un ruolo fondamentale sulla presenza, persistenza e dispersione degli inquinanti.

7.4 Andamento delle polveri a Monselice, in base alla situazione meteorologica

Ad ulteriore conferma di quanto concluso nel paragrafo precedente, si consideri semplicemente l'andamento della concentrazione giornaliera delle polveri registrate dalla stazione mobile di Monselice, in rapporto all'andamento dei valori di precipitazione e di vento medio giornaliero rilevati presso la stazione meteorologica di Ospedaletto Euganeo, riportati nella figura successiva.

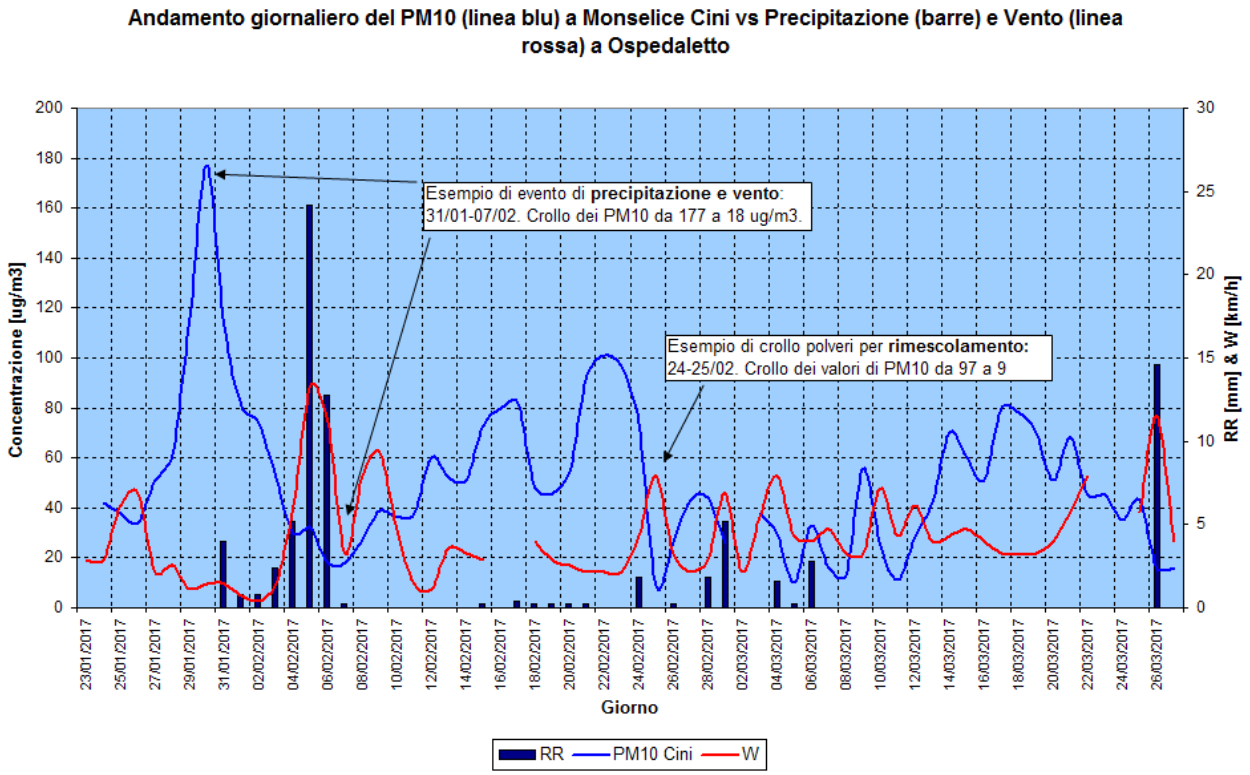


Fig. 22: Andamento della concentrazione giornaliera di PM10 presso la stazione mobile di Monselice [linea blu], rispetto all'andamento giornaliero del vento [linea rossa] e della precipitazione [barre verticali blu] presso la stazione meteo di Ospedaletto

La figura riporta l'andamento giornaliero del PM_{10} come registrato presso la stazione mobile di Monselice (linea blu continua), l'andamento del vento medio giornaliero (linea continua rossa) e la precipitazione totale giornaliera (barre) registrati dalla stazione di Ospedaletto.

Per semplificare l'interpretazione del grafico, consideriamo due esempi in cui si riassumano un evento caratterizzato sia da una precipitazione moderata che da vento intenso (31 gennaio – 6 febbraio 2017) e un evento caratterizzato quasi unicamente da vento moderato (24-25 febbraio 2017).

Nel corso del primo evento si registra un forte aumento delle concentrazioni di polveri da 51 µg/m^3 il 27 gennaio, a 177 µg/m^3 il 30 gennaio. Dal 31 gennaio, e fino al 6 febbraio, si iniziano a registrare in zona precipitazioni prima deboli, poi, tra il 4 e il 6 febbraio, moderate. In tale intervallo, anche il vento medio giornaliero subisce un'intensificazione, portandosi da valori inferiori ad 1 km/h a valori tra 11-13 km/h. In corrispondenza, dal 31 gennaio le concentrazioni delle polveri iniziano a diminuire. In particolare, con meno di 5 mm di precipitazione complessiva e un vento ancora debole, tra il 31 gennaio e l'1 febbraio, si registra un calo nella concentrazione delle polveri prossimo a 100 µg/m^3, per raggiungere poi un minimo di 18 µg/m^3 il 6 febbraio, a fine evento pluviometrico.

Nell'altro esempio si registra un forte aumento delle concentrazioni di polveri da 54 µg/m^3 il 20 febbraio, a valori attorno ai 100 µg/m^3 il 22 e 23 febbraio. Tra il 24 e 25 febbraio si registrano meno di 2 mm di precipitazione, ma il vento si intensifica progressivamente da 2 a 8 km/h. In corrispondenza, le concentrazioni delle polveri si portano dalle concentrazioni del 22-23 a valori inferiori ai 10 µg/m^3 il 25 febbraio.

Questi semplici esempi sono indicativi di quanto la precipitazione o il vento, assieme o separatamente, abbiano un effetto *dilavante* dell'atmosfera nei bassi strati. E' altresì vero che bastano pochi giorni di vento debole e assenza di precipitazioni e/o un'inversione termica nei bassi strati, per riportare a livelli elevati inquinanti come le polveri, come ben visibile, sempre dalla figura, nei giorni tra il 7 e il 14 febbraio.

8 Sintesi conclusiva dei risultati

Pur riservandosi di integrare le presenti conclusioni una volta disponibili anche i risultati delle analisi di laboratorio, allo stato attuale si possono fare le seguenti considerazioni:

1. La qualità dell'aria rilevata presso la stazione mobile di Monselice Scuola Cini tra il 23 gennaio e il 28 marzo 2017, risulta in linea sia con quella rilevata presso la stazione fissa di Monselice ubicata in Via B.M. Teresa di Calcutta, che con quella rilevata anche dalle altre due stazioni in zone limitrofe, Este e Ospedaletto Euganeo. In particolare, l'analisi dell'Indice di Qualità dell'Aria per Monselice evidenzia un 50% di giornate non critiche.

2. In particolare, si evidenzia un'ottima corrispondenza per tutti i parametri tra le due stazioni ubicate a Monselice, per cui si ritiene che la stazione fissa di Monselice sia un buon monitor anche per il sito della Scuola Cini.

3. Gli andamenti e i valori statistici rilevati nelle sei stazioni considerate nella presente analisi sono tra loro concordi e mediamente compresi tra l'andamento *di minimo* della stazione di background rurale di Parco Colli a Cinto Euganeo, e quello *di massimo* della stazione di Mandria, di background urbano, ubicata nella fascia meridionale della città di Padova.

4. Confrontando i risultati della precedente campagna con mezzo mobile a Monselice in via Mandic, ubicata a poche centinaia di metri da quella di Monselice via Montericco, pur con tutti i limiti di un confronto tra campagne in periodi e anni diversi, si osserva una sostanziale coincidenza fra i valori dei parametri automatici confrontati.

5. Da un'analisi effettuata sugli andamenti giornalieri e da un loro confronto tra i valori medi dei parametri rilevati prima e dopo il 12 febbraio, data di riavvio della linea di produzione del *clinker* del vicino cementificio, non emergono finora evidenze di aumenti delle concentrazioni dei parametri automatici misurati.

6. Considerate le ultime proiezioni modellistiche per le ricadute di NO_x medio annuo sul sito della Scuola Cini e la variazione media oraria valutata, a partire dai dati registrati dalla stazione mobile di Monselice, in termini di valore tipo medio orario per la concentrazione di NO_x, con gli strumenti di rilevamento a disposizione, risulta maggiormente significativo, in termini di questo tipo di inquinante, il probabile apporto veicolare nei giorni feriali, rispetto ad altre possibili fonti di inquinamento.

7. Alla luce di questo studio, l'unica evidenza è la stretta correlazione tra i picchi registrati nel corso del periodo in tutti gli inquinanti e le sfavorevoli condizioni meteorologiche presenti in loro corrispondenza. Ovvero, la dipendenza delle concentrazioni di inquinanti e il loro crollo o risalita, a seconda della situazione meteorologica in atto.

9 Allegati

9.1 Normativa di riferimento

Per tutti gli inquinanti considerati risultano in vigore i limiti individuati dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, attuazione della Direttiva 2008/50/CE. Gli inquinanti da monitorare e i limiti stabiliti sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente.
In TAB.12 si riportano, per ogni inquinante considerato nell'analisi, i limiti di legge suddivisi in base alla mediazione di breve periodo e lungo periodo e in relazione alla protezione degli ecosistemi.

TAB. 12: *Valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione (D.Lgs.155/2010 s.m.i.).*

Inquinante	Nome limite	Indicatore statistico	Valore
SO_2	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale e Media invernale	20 µg/m^3
	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	500 µg/m^3
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	350 µg/m^3 da non superare più di 24 volte per anno civile
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	125 µg/m^3 da non superare più di 3 volte per anno civile
NO_X	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m^3
NO_2	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 µg/m^3
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m^3 [da non superare più di 18 volte/anno civile]
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m^3
PM_{10}	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m^3 [da non superare più di 35 volte/anno civile]
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m^3
$PM_{2.5}$	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m^3
CO	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	10 mg/m^3
Pb	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0,5 µg/m^3
BaP	Valore obiettivo	Media annuale	1,0 ng/m^3
C_6H_6	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5,0 µg/m^3
Ni	Valore obiettivo	Media Annuale	20,0 ng/m^3
As	Valore obiettivo	Media Annuale	6,0 ng/m^3
Cd	Valore obiettivo	Media Annuale	5,0 ng/m^3

9.2 Glossario

Agglomerato
zona costituita da un'area urbana o da un insieme di aree urbane che distano tra loro non più di qualche chilometro oppure da un'area urbana principale e dall'insieme delle aree urbane minori che dipendono da quella principale sul piano demografico, dei servizi e dei flussi di persone e merci, avente: 1) una popolazione superiore a 250.000 abitanti oppure 2) una popolazione inferiore a 250.000 abitanti e una densità di popolazione per km2 superiore a 3.000 abitanti.

AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb)
espresso in (µg/m3)*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa 80 µg/m3) e 40 ppb, in un dato periodo di tempo, utilizzando solo valori orari rilevati, ogni giorno, tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

Background (stazione di)
Punto di campionamento ubicato in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.

Fattore di emissione
Valore medio (su base temporale e spaziale) che lega la quantità di inquinante rilasciato in atmosfera con l'attività responsabile dell'emissione (ad es. kg di inquinante emesso per tonnellata di prodotto o di combustibile utilizzato).

Industriale (stazione)
Punto di campionamento ubicato in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe

Inquinante
Qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che può avere effetti nocivi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso.

Inventario delle emissioni
Serie organizzata di dati, realizzata secondo procedure e metodologie verificabili e aggiornabili, relativi alle quantità di inquinanti introdotti nell'atmosfera da sorgenti naturali e/o da attività antropiche. Le quantità di inquinanti emesse dalle diverse sorgenti della zona in esame si possono ottenere tramite misure dirette, campionarie o continue o tramite stima.

IQA (Indice di Qualità dell'Aria)
E' una grandezza che permette di rappresentare in maniera sintetica lo stato di qualità dell'aria.

Margine di tolleranza
Percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del valore limite alle condizioni stabilite dal D.Lgs. 155/2010.

Media mobile (su 8 ore)
La media mobile su 8 ore è una media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore; ogni ora l'intervallo viene aggiornato e, di conseguenza, ricalcolata la media. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale l'intervallo di 8 ore si conclude. Ad esempio, il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso. La media mobile su 8 ore massima giornaliera corrisponde alla media mobile su 8 ore che, nell'arco della giornata, ha assunto il valore più elevato.

Obiettivo a lungo termine
Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente

Percentile
I percentili o quantili, sono parametri di posizione che dividono una serie di dati in gruppi non uguali, ad esempio un quantile 0.98 (o 98° percentile), è quel valore che divide la serie di dati in due parti, nella quale una delle due ha il 98% dei valori inferiore al dato quantile. La mediana rappresenta il 50° percentile. I percentili si calcolano come la mediana, ordinando i dati in senso crescente e interpolando il valore relativo al quantile ricercato.

Soglia di allarme
livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

Soglia di informazione
livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste.

Sorgente (inquinante)
Fonte da cui ha origine l'emissione della sostanza inquinante. Può essere naturale (acque, sole, foreste) o antropica (infrastrutture e servizi). A seconda della quantità di inquinante emessa e delle modalità di emissione una sorgente può essere puntuale, diffusa, lineare.

Traffico (stazione di)
Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento massimi caratteristici dell'area monitorata influenzato prevalentemente da emissioni da traffico provenienti dalle strade limitrofe.

Valore limite
Livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso.

Valore obiettivo
Concentrazione nell'aria ambiente stabilita al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, il cui raggiungimento, entro un dato termine, deve essere perseguito mediante tutte le misure che non comportino costi sproporzionati.

Zonizzazione
Suddivisione del territorio in aree a diversa criticità relativamente all'inquinamento atmosferico, realizzata in conformità al D.Lgs. 155/2010.

Dipartimento di Padova
Via Ospedale, 24
35121 PADOVA
Italy
Tel. 049-8227801
Fax 049-8227810
e-mail: dappd@arpa.veneto.it

ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto
Direzione Generale
Via Ospedale, 24
35121 Padova
Tel. +39 049 82 39301
Fax. +39 049 66 0966
e-mail urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it
www.arpa.veneto.it