



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

Comune di Verona

Piazzale Buccali, Montorio

Periodo di attuazione:

31/05/2013 – 16/07/2013 (semestre estivo)

19/10/2013 – 04/12/2013 (semestre invernale)

RELAZIONE TECNICA



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

Realizzato a cura di:

A.R.P.A.V.

Dipartimento Provinciale di Verona

Direttore: Giancarlo Cunego

Unità Operativa Fisica dell'Ambiente

Dottorssa Francesca Predicatori


Ufficio Informativo Ambientale

Dottorssa Simona De Zolt Sappadina

Ufficio Reti di Monitoraggio

Andrea Salomoni

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

Relazione tecnica n. 5/14	Data 31/07/2014
	F.to Il Dirigente Unità Operativa Fisica dell'Ambiente 

INDICE

1.	Introduzione e obiettivi specifici della campagna	4
2.	Caratterizzazione del sito e tempi di realizzazione	4
3.	Contestualizzazione meteo climatica.....	6
	Periodo estivo	6
	Periodo invernale	8
4.	Inquinanti monitorati e normativa di riferimento	9
5.	Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	11
6.	Efficienza di campionamento	12
7.	Analisi dei dati rilevati	13
8.	Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria).....	21
9.	Valutazione dei trend storici per il sito di interesse	23
10.	Conclusioni	25
11.	ALLEGATO	27

1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna

La campagna è stata richiesta dal Comune di Verona e rientra nell'ambito delle *Attività in convenzione per il triennio 2013 -2015* (DDg n. 53 del 28/02/2013).

Il monitoraggio permette di fornire informazioni sulla qualità dell'aria in zone periferiche del territorio comunale e integra i dati forniti dalle stazioni di Verona della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

2. Caratterizzazione del sito e tempi di realizzazione

Le campagne di monitoraggio della qualità dell'aria con stazione rilocabile si sono svolte dal 30/05/2013 al 17/07/2013 nel semestre estivo e dal 18/10/2013 al 05/12/2013 nel semestre invernale. L'area sottoposta a monitoraggio si trova in Comune di Verona ed è di tipologia "fondo urbano". Il Comune di Verona ricade nella zona "Agglomerato Verona", ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in Figura 1. In Figura 2 è indicata la posizione del mezzo mobile durante la campagna di monitoraggio, su carta tecnica regionale 1:5000. Il mezzo è stato posizionato nel centro del rione Montorio, in zona residenziale, vicino a una scuola.

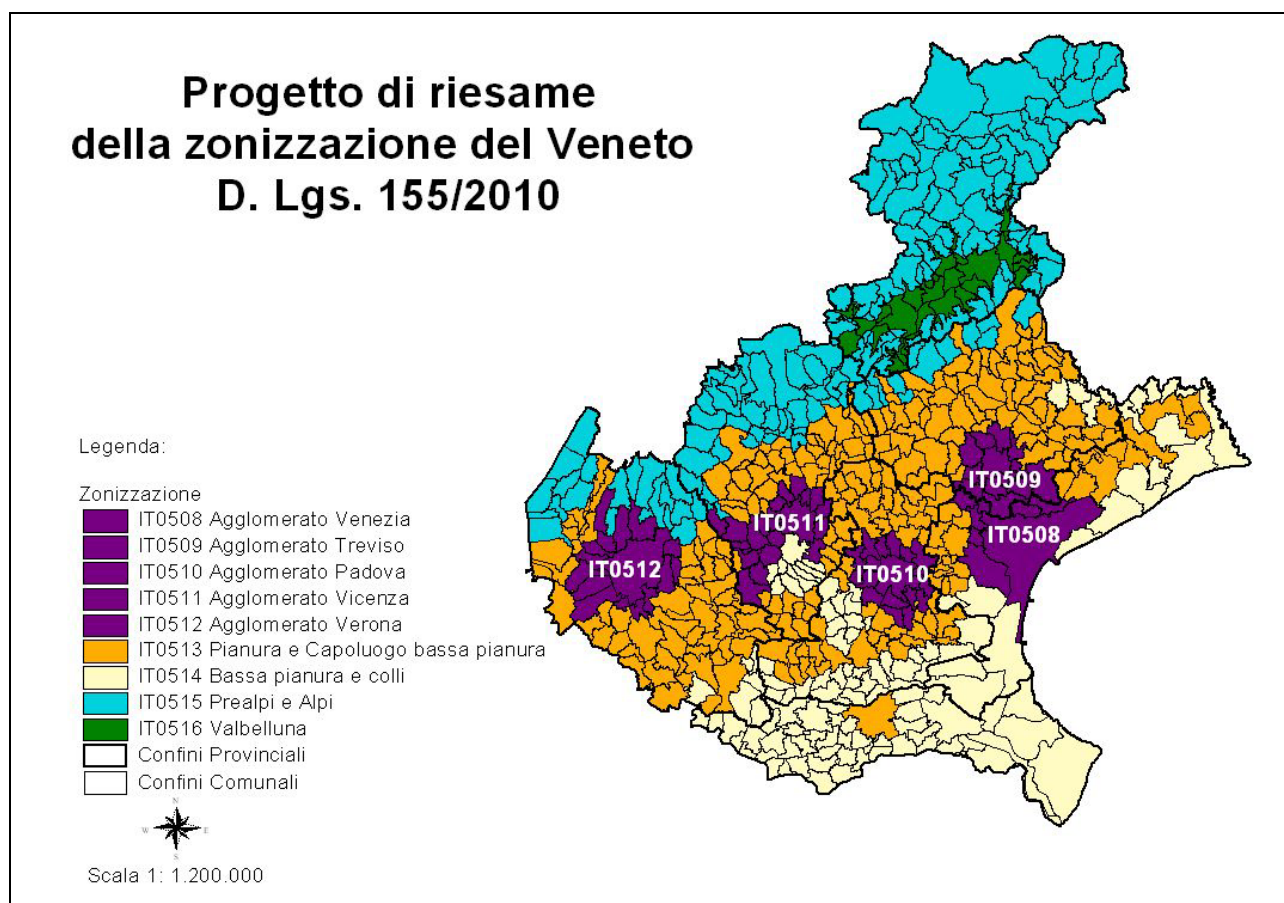


Figura 1. Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 2130/2012.

Posizione stazione rilocabile Piazzale Buccari, Montorio, VR

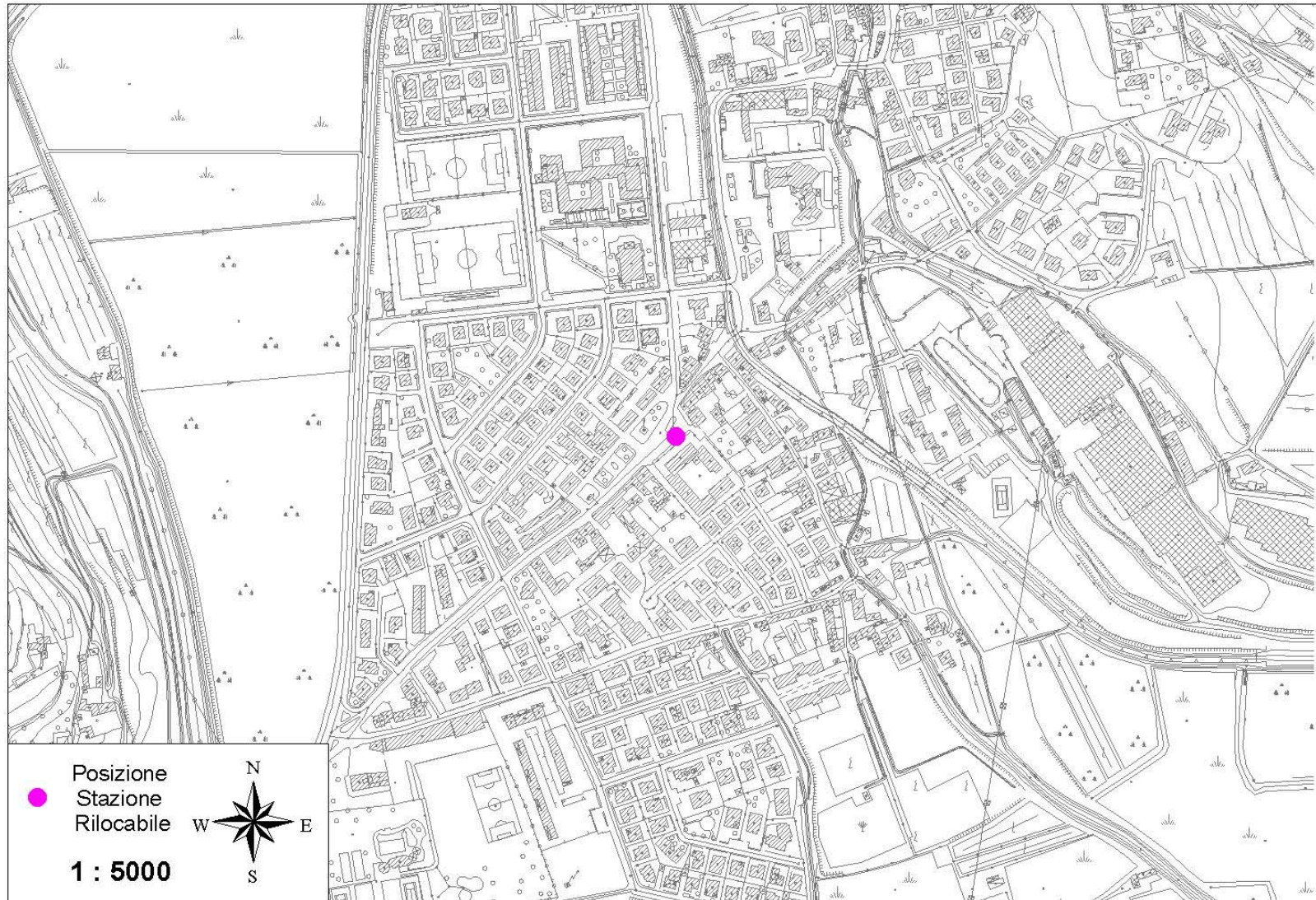


Figura 2. Estratto Carta Tecnica Regionale, scala 1:5000. Ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio.

3. Contestualizzazione meteo climatica.

La situazione meteorologica è stata analizzata mediante l'uso di diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi:

- in rosso (precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm e intensità media del vento minore di 1.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti;
- in giallo (precipitazione giornaliera compresa tra 1 e 6 mm e intensità media del vento nell'intervallo 1.5 m/s e 3 m/s): situazioni debolmente dispersive;
- in verde (precipitazione giornaliera superiore a 6 mm e intensità media del vento maggiore di 3 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

I valori delle soglie per la ripartizione nelle tre classi sono state individuate in maniera soggettiva in base ad un campione pluriennale di dati.

Periodo estivo

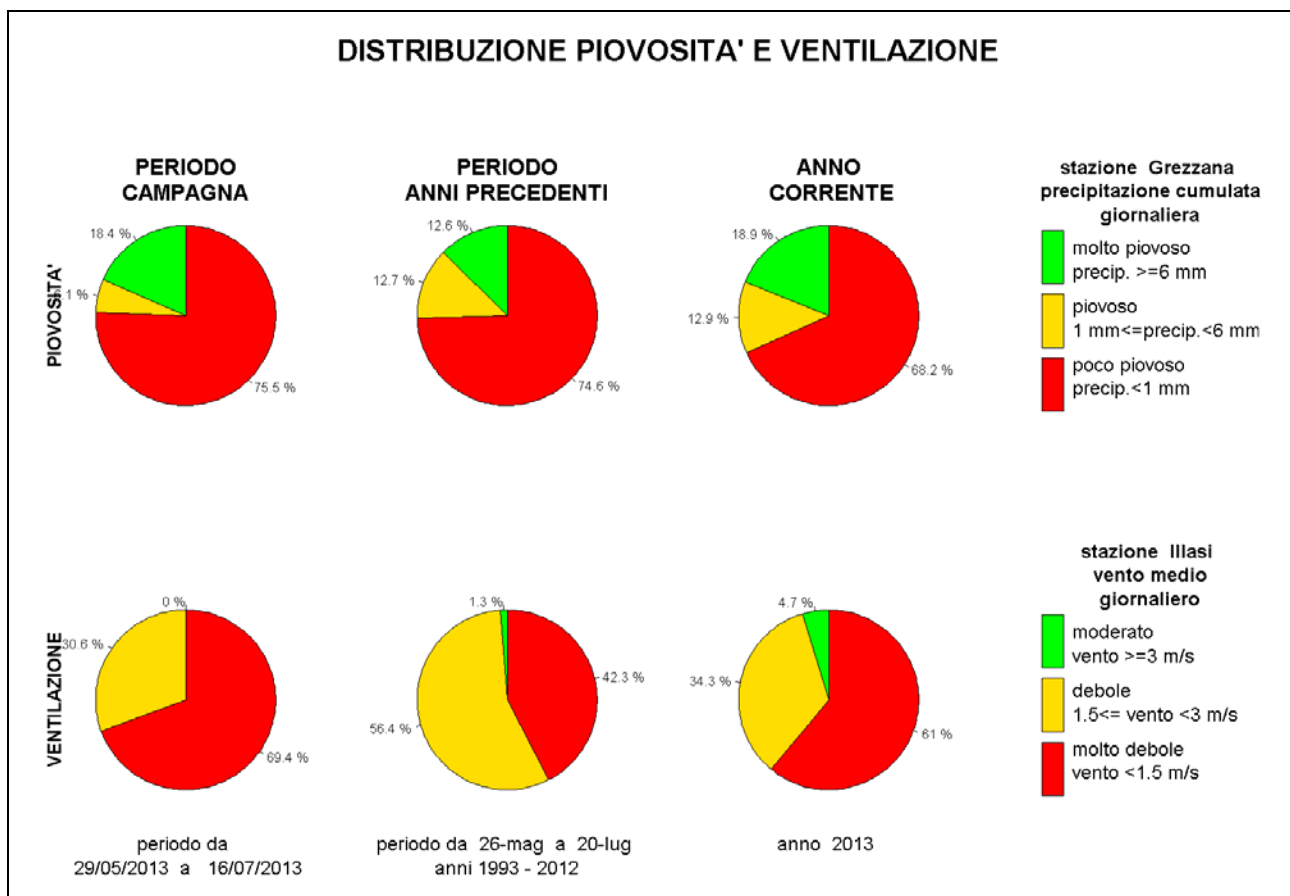


Figura 3: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE).

Nella Figura 3 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso le stazioni¹ meteorologiche ARPAV di Grezzana per la precipitazione e di Illasi per il vento in tre periodi:

- 29 maggio – 16 luglio 2013, periodo di svolgimento della campagna di misura,
- 26 maggio – 20 luglio dall'anno 1993 all'anno 2012 (pentadi di riferimento, ovvero PERIODO ANNI PRECEDENTI)
- 1 gennaio – 31 dicembre 2013 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- i giorni poco piovosi sono stati più frequenti rispetto all'anno in corso, mentre quelli molto piovosi sono stati più numerosi rispetto allo stesso periodo degli anni precedenti;
- i giorni con vento molto debole risultano più frequenti sia rispetto alla climatologia del periodo, sia rispetto all'anno corrente; inoltre non si registrano giornate con vento moderato.

In Figura 4 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Illasi durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è nord (34%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 14%; la velocità media pari a circa 1.3 m/s.

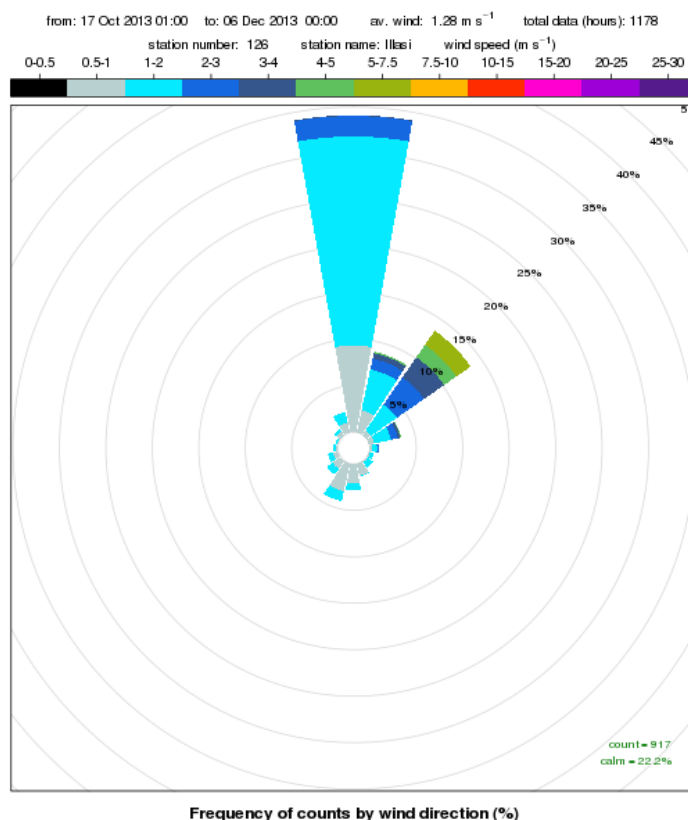


Figura 4: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Illasi nel periodo 29 maggio – 16 luglio 2013

¹ La stazione meteorologica di Grezzana è più vicina al sito di svolgimento della campagna di misura; essa è stata utilizzata per descrivere la piovosità dell'area. Per analizzare la ventosità, invece è stata scelta al suo posto la stazione di Illasi in quanto dotata di anemometro a 5 m e ubicata in una vallata dei Monti Lessini con asse parallelo alla valle nella quale si trova il sito di svolgimento della campagna di misura.

Periodo invernale

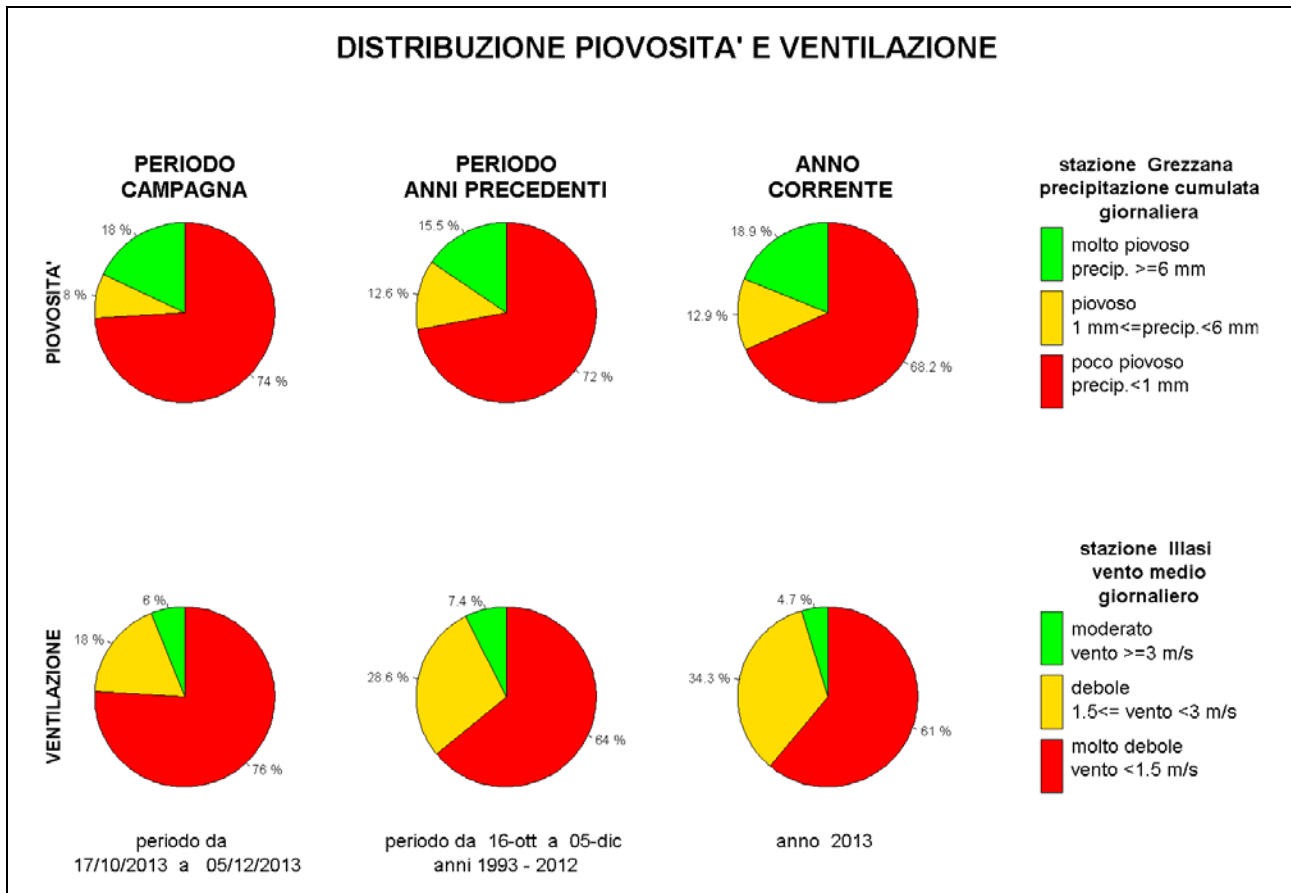


Figura 5: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE).

Nella Figura 5 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso le stazioni² meteorologiche ARPAV di Grezzana per la precipitazione e di Illasi per il vento in tre periodi:

- 17 ottobre – 5 dicembre 2013, periodo di svolgimento della campagna di misura,
- 16 ottobre – 5 dicembre dall'anno 1993 all'anno 2012 (pentadi di riferimento, ovvero PERIODO ANNI PRECEDENTI)
- 1 gennaio – 31 dicembre 2013 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- i giorni poco piovosi sono stati più frequenti rispetto all'anno in corso e di poco rispetto alla climatologia del periodo, mentre quelli molto piovosi sono stati un po' più numerosi rispetto allo stesso periodo degli anni precedenti;
- i giorni con vento molto debole risultano più frequenti sia rispetto alla climatologia del periodo, sia rispetto all'anno corrente.

In Figura 6 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Illasi durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è

² La stazione meteorologica di Grezzana è più vicina al sito di svolgimento della campagna di misura; essa è stata utilizzata per descrivere la piovosità dell'area. Per analizzare la ventosità, invece è stata scelta al suo posto la stazione di Illasi in quanto dotata di anemometro a 5 m e ubicata in una vallata dei Monti Lessini con asse parallelo alla valle nella quale si trova il sito di svolgimento della campagna di misura.

nord (35%), seguita da nord-est (14%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 22%; la velocità media pari a circa 1.3 m/s.

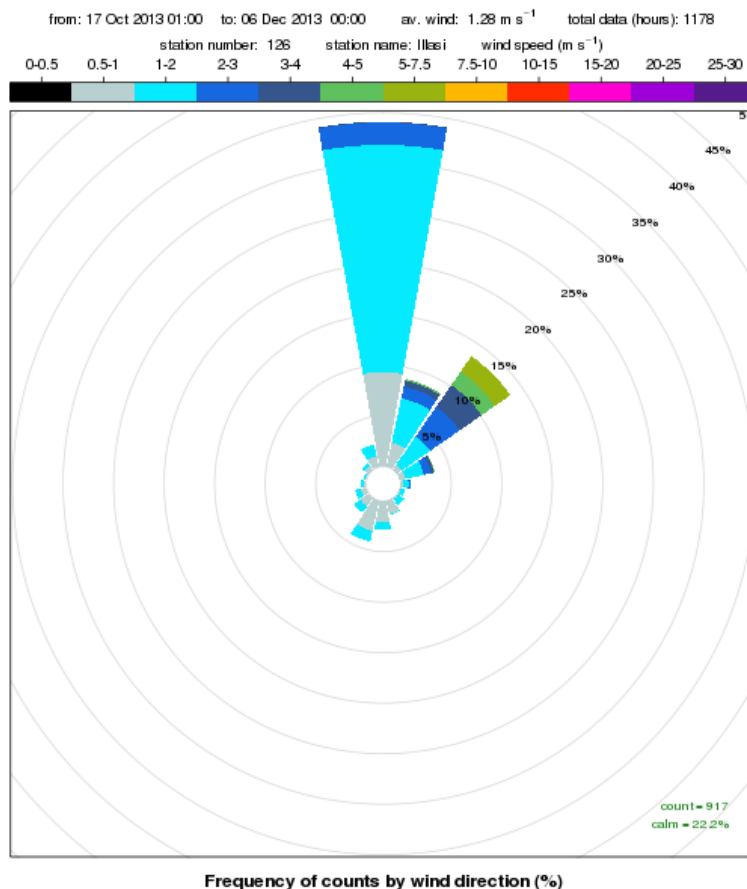


Figura 6: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Illasi nel periodo 17 ottobre – 5 dicembre 2013

4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

La stazione rilocabile è dotata di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente inerente all'inquinamento atmosferico e più precisamente: monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x), ozono (O₃).

Contestualmente alle misure eseguite in continuo, sono stati effettuati anche dei campionamenti sequenziali per la determinazione gravimetrica delle polveri inalabili PM10, per l'analisi in laboratorio del benzene, degli idrocarburi policiclici aromatici IPA, con riferimento al benzo(a)pirene, dei metalli presenti nella frazione PM10 quali arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni) e piombo (Pb).

Sono stati inoltre misurati in continuo alcuni parametri meteorologici quali temperatura, umidità relativa, pressione, intensità e direzione del vento.

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.

Il D.Lgs. 155/2010 riveste particolare importanza nel quadro normativo della qualità dell'aria perché costituisce, di fatto, un vero e proprio testo unico sull'argomento. Infatti, secondo quanto riportato all'articolo 21 del decreto, sono abrogati il D.Lgs. 351/1999, il DM 60/2002, il D.Lgs.

183/2004 e il D.Lgs. 152/2007, assieme ad altre norme di settore. E' importante precisare che il valore aggiunto di questo testo è quello di unificare sotto un'unica legge la normativa previgente, mantenendo un sistema di limiti e di prescrizioni analogo a quello già in vigore.

Gli inquinanti da monitorare e i limiti stabiliti sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente, fatta eccezione per il particolato PM_{2,5}, i cui livelli nell'aria ambiente vengono per la prima volta regolamentati in Italia con detto decreto.

Nelle Tabelle 1 e 2 si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge previsti dal D.Lgs. 155/2010, suddivisi in limiti di legge a mediazione di breve periodo, correlati all'esposizione acuta della popolazione, e limiti di legge a mediazione di lungo periodo, correlati all'esposizione cronica della popolazione. In tabella 3 sono indicati i limiti di legge stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione degli ecosistemi, in Tabella 4. Linee guida di qualità dell'aria per i metalli da parte dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS).

Inquinante	Tipologia	Valore
SO ₂	Soglia di allarme (*)	500 µg/m ³
	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m ³
	Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m ³
NO ₂	Soglia di allarme (*)	400 µg/m ³
	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³
PM10	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10 mg/m ³
O ₃	Soglia di informazione (Media 1 h)	180 µg/m ³
	Soglia di allarme (Media 1 h)	240 µg/m ³
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (altrimenti su 1 anno) Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³

Tabella 1. Limiti di legge relativi all'esposizione acuta

(*) misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km², oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

Inquinante	Tipologia	Valore
NO ₂	Valore limite annuale	40 µg/m ³
PM10	Valore limite annuale	40 µg/m ³
PM _{2,5}	Valore limite annuale	26 µg/m ³ (per il 2013)
	Valore obiettivo (media su anno civile)	25 µg/m ³
Piombo	Valore limite annuale	0.5 µg/m ³
Arsenico	Valore obiettivo (media su anno civile)	6.0 ng/m ³
Cadmio	Valore obiettivo (media su anno civile)	5.0 ng/m ³
Nichel	Valore obiettivo (media su anno civile)	20.0 ng/m ³
Benzene	Valore limite annuale	5.0 µg/m ³
B(a)pirene	Valore obiettivo (media su anno civile)	1.0 ng/m ³

Tabella 2. Limiti di legge relativi all'esposizione cronica.

Inquinante	Tipologia	Valore
SO ₂	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile e inverno (01/10 – 31/03)	20 µg/m ³
NOX	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile	30 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 3 anni)	18000 µg/m ³ h
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio	6000 µg/m ³ h

Tabella 3. Limiti di legge per la protezione degli ecosistemi.

Inquinante	Indicazioni OMS	
	Livello di fondo	Aree urbane
Arsenico	1-3	20-30
Cadmio	0.1	1-10
Nichel	1	9-60
Piombo	0.6	5-500

Tabella 4. Linee guida di qualità dell'aria per i metalli da parte dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS).

5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti convenzionali e non, allestiti a bordo della stazione rilocabile, presentano caratteristiche conformi al D.Lgs. 155/2010 (i volumi sono stati normalizzati ad una temperatura di 20°C ed una pressione di 101,3 kPa) e effettuano acquisizione, misura e registrazione dei risultati in modo automatico:

Il campionamento del particolato inalabile PM10 (diametro aerodinamico inferiore a 10 µm) e degli IPA (con riferimento al benzo(a)pirene) è stato realizzato con una linea di prelievo sequenziale, posta all'interno della stazione rilocabile, che utilizza filtri da 47 mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore. Detti campionamenti sono stati condotti con l'utilizzo di apparecchiature conformi alle specifiche tecniche dettate dal D.Lgs. 155/2010 (il volume campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni). Le determinazioni analitiche sui campioni prelevati sono state effettuate al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti in quarzo, mediante determinazione gravimetrica ("metodo UNI EN 12341:1999") e cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC "metodo UNI EN 15549:2008"), rispettivamente.

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

Il benzene è stato misurato attraverso "campionamento passivo", tecnica di monitoraggio così definita poiché la cattura dell'inquinante avviene per diffusione molecolare della sostanza attraverso il campionatore (radiello), e non richiede quindi l'impiego di un dispositivo per l'aspirazione dell'aria. I dati ottenuti dai rilevamenti effettuati con tecnica di campionamento passivo pertanto non possono essere confrontati direttamente con i limiti di legge ma costituiscono ugualmente un riferimento utile per l'identificazione di eventuali azioni da intraprendere da parte delle Amministrazioni Comunali.

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 rappresenta il valore più probabile. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai

dati inferiori al limite di rivelabilità, diverso 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”, ossia 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”. di R.Mufato e G. Sartori nel Bollettino degli esperti ambientali. Incertezza delle misure e certezza del diritto/anno 62, 2011 2-3).

6. Efficienza di campionamento

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

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

Per le misurazioni in continuo di biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto e monossido di carbonio, la raccolta minima di dati deve essere del 90% nell’arco dell’intero anno civile. Altresì, per le misurazioni indicative il periodo minimo di copertura deve essere del 14% nell’arco dell’intero anno civile (pari a 52 giorni/anno); in particolare le misurazioni possono essere uniformemente distribuite nell’arco dell’anno civile o, in alternativa, effettuate per otto settimane equamente distribuite nell’arco dell’anno. Nella pratica, le otto settimane di misura nell’arco dell’anno possono essere organizzate con rilievi svolti in due periodi di quattro settimane consecutive ciascuno, tipicamente nel semestre invernale (1ottobre-31marzo) e in quello estivo (1aprile-30settembre), caratterizzati da una diversa prevalenza delle condizioni di rimescolamento dell’atmosfera.

Per l’ozono, nelle misurazioni indicative, il periodo minimo di copertura necessario per raggiungere gli obiettivi per la qualità dei dati deve essere maggiore del 10% durante l’estate (pari a 36 giorni/anno) con una resa minima del 90%.

Anche per il PM10 misurato con metodo gravimetrico, gli IPA, il benzene e per gli altri metalli la percentuale per le misurazioni indicative è pari al 14% (51 giorni), con una resa minima del 90%; è comunque possibile applicare un periodo di copertura più basso, ma non inferiore al 6% (22 giorni), purché si dimostri che l’incertezza estesa nel calcolo della media annuale sia rispettata.

La percentuale dell’anno coperta da campionamento e l’efficienza di campionamento per i vari inquinanti sono riportati in Tabella 5 e Tabella 6, mentre in Tabella 7 i due valori sono stati moltiplicati per ottenere la percentuale di dati validi rispetto all’anno di cui sono rappresentativi. Si vede che, anche se la resa è stata talvolta inferiore al 90%, essendo il periodo di copertura superiore al minimo richiesto, la percentuale di anno con dati validi risulta superiore al minimo richiesto.

	CO	NO ₂	NO _x	O ₃ estate	SO ₂	PM10	Metalli	Benzene	Benzo(a)pirene
N giorni di campionamento	120	120	120	60	120	58	22	65	58
Periodo di copertura (%)	33	33	33	16	33	16	6	18	16
Periodo minimo di copertura (%)	14	14	14	10	14	14	6	14 o >6	6

Tabella 5. Numero di giorni in cui è stata fatta la misurazione dei vari inquinanti e percentuale dell’anno cui corrisponde.

	CO	NO ₂	NO _x	O ₃ estate	SO ₂	PM10	Metalli	Benzene	Benzo(a)pirene
Resa di campionamento (%)	94	92	92	88	80	100	100	100	100
Resa minima necessaria (%)	90	90	90	90	90	90	90	90	90

Tabella 6. Efficienza di campionamento per i dati orari.

	CO	NO ₂	NOx	O ₃ estate	SO ₂	PM10	Metalli	Benzene	Benzo(a)pirene
Periodo valido campionato (%)	31	30	30	14	26	16	6	18	16
Periodo valido minimo richiesto dalla normativa(%)	13	13	13	9	13	13	5	5	5

Tabella 7. Percentuale dell'anno con dati validi, ottenuta dal prodotto tra il periodo di copertura e la resa di campionamento e confronto con il periodo minimo richiesto dalla normativa.

7. Analisi dei dati rilevati

In questo capitolo vengono analizzati i risultati delle analisi svolte sulle concentrazioni dei vari inquinanti misurate durante le campagne di misura. Ove possibile, è stato realizzato un confronto con i corrispondenti valori misurati presso due centraline fisse di riferimento: la stazione di Cason del Chievo e quella di Borgo Milano, entrambe del comune di Verona. La prima, essendo situata lontano da fonti emissive dirette come strade e industrie, è un punto di campionamento rappresentativo di un'area in cui l'inquinamento è determinato prevalentemente dal trasporto delle emissioni in area urbana al di fuori di essa, e si definisce stazione di fondo suburbano. La centralina di Borgo Milano invece, essendo situata presso una strada ad alta intensità di traffico, è rappresentativa di situazioni urbane caratterizzate per lo più da emissioni legate al traffico veicolare e si definisce stazione di traffico urbano.

Monossido di carbonio (CO)

La Tabella 8 e il Grafico 1 in Allegato mostrano che durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di monossido di carbonio è sempre stata ampiamente inferiore al valore limite di 10 mg/m³ (applicato alla media mobile di 8 ore), in linea con quanto si rileva presso tutte le stazioni di monitoraggio della Provincia di Verona.

Le medie di periodo, sia per la campagna invernale sia per quella estiva, sono superiori ai corrispondenti valori registrati presso la centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano in inverno, inferiori in estate.

La media relativa al periodo invernale è superiore a quella del periodo estivo, come anche accade nella centralina di riferimento di Borgo Milano: questo è legato alle condizioni meteorologiche, che nel periodo estivo favoriscono maggiormente il rimescolamento e la dispersione dell'inquinante.

		CO (mg/m ³)	
		Campagna	Borgo Milano
ESTATE	MEDIA	0.2	0.3
	DEVIAZIONE STANDARD	0.1	0.1
	MASSIMO	0.8	0.5
	MINIMO	0.0	0.0
	Superamenti limite massimo giornaliero media mobile 8 h	0	0
INVERNO	MEDIA	1.3	0.5
	DEVIAZIONE STANDARD	0.3	0.3
	MASSIMO	3.2	1.7
	MINIMO	0.8	0.1
	Superamenti limite massimo giornaliero media mobile 8 h	0	0
ESTATE + INVERNO	MEDIA PESATA	0.8	0.4
	MASSIMO	3.2	1.7
	MINIMO	0.0	0.0
	Superamenti limite massimo giornaliero media mobile 8 h	0	0

Tabella 8. Concentrazione di CO: principali parametri statistici. Dati della campagna di misura e della centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano.

Biossido di azoto (NO₂) – Ossidi di azoto (NO_x)

Come si può vedere in Tabella 9 e nel Grafico 2 in Allegato, durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di biossido di azoto non ha mai superato i valori limite orari relativi all'esposizione acuta di 200 µg/m³. Relativamente all'esposizione cronica la media delle concentrazioni orarie misurate nei due periodi è stata calcolata pari a 24 µg/m³, ed è quindi inferiore sia al valore limite annuale di 40 µg/m³ sia al limite annuale per la protezione degli ecosistemi di 30 µg/m³ (si ricorda tuttavia che il confronto con il valore limite di protezione degli ecosistemi rappresenta un riferimento puramente indicativo in quanto il sito indagato non risponde esattamente alle caratteristiche previste dal D.Lgs. 155/10³).

Come già osservato per il CO, la media relativa al periodo invernale è superiore a quella del periodo estivo, in tutte le postazioni, a causa del maggior rimescolamento dell'aria nel periodo estivo.

In inverno, la media misurata presso il sito di Montorio è inferiore a quella rilevata presso le due centraline fisse di riferimento del comune di Verona, mentre in estate essa è uguale a quella di Cason e leggermente superiore a quella di Borgo Milano.

		NO ₂ (µg/m ³)		
		Montorio	Borgo Milano	Cason
ESTATE	MEDIA	20	18	20
	DEVIAZIONE STANDARD	11	9	11
	MASSIMO	68	59	85
	MINIMO	2	3	4
	Superamenti soglia di allarme 400 µg/m ³	0	0	0
	Superamenti limite orario 200 (µg/m ³)	0	0	0
INVERNO	MEDIA	28	37	30
	DEVIAZIONE STANDARD	17	17	18
	MASSIMO	100	109	99
	MINIMO	3	4	2
	Superamenti soglia di allarme 400 µg/m ³	0	0	0
	Superamenti limite orario 200 (µg/m ³)	0	0	0
ESTATE + INVERNO	MEDIA PESATA	24	27	25
	MASSIMO	100	109	99
	MINIMO	2	3	2
	Superamenti soglia di allarme 400 µg/m ³	0	0	0
	Superamenti limite orario 200 (µg/m ³)	0	0	0
	Superamento limite annuale di 40 (µg/m ³)	NO	NO	NO
	Superamento livello critico protezione vegetazione 30 (µg/m ³)	NO	NO	NO

Tabella 9. Concentrazione di NO₂: principali parametri statistici. Dati della campagna di misura, della centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano e della centralina di fondo urbano di Cason.

³ L'Allegato III, punto 3.2, del citato decreto stabilisce che i siti di campionamento in cui si valuta la qualità dell'aria ambiente ai fini della protezione della vegetazione e degli ecosistemi naturali debbano essere ubicati ad oltre 20 Km dalle aree urbane ed oltre 5 Km da zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50000 veicoli al giorno.

Biossido di zolfo (SO₂)

Durante le due campagne di monitoraggio, la concentrazione di biossido di zolfo è stata ampiamente inferiore ai valori limite (Tabella 10, Allegato - Grafico 3 e Grafico 4), come tipicamente accade presso tutte le stazioni di monitoraggio della Provincia di Verona.

I valori medi misurati nei due periodi di campagna sono inferiori al valore limite di rivelabilità strumentale analitica (< 5 µg/m³), quindi ampiamente inferiore al limite per la protezione degli ecosistemi (20 µg/m³). Il confronto con le concentrazioni misurate presso la centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano mostra che i valori registrati sono simili, leggermente superiori a Montorio.

		SO ₂ (µg/m ³)	
		Montorio	Borgo Milano
ESTATE	MEDIA	3	1
	DEVIAZIONE STANDARD	4	1
	MASSIMO	31	5
	MINIMO	0	0
	Superamento soglia di allarme 500 (µg/m ³)	0	0
	Superamento limite orario 350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte l'anno	0	0
	Superamento limite orario 125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte l'anno	0	0
INVERNO	MEDIA	2	2
	DEVIAZIONE STANDARD	1	1
	MASSIMO	5	7
	MINIMO	0	0
	Superamento soglia di allarme 500 (µg/m ³)	0	0
	Superamento limite orario 350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte l'anno	0	0
	Superamento limite orario 125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte l'anno	0	0
ESTATE + INVERNO	MEDIA PESATA	2	2
	MASSIMO	31	7
	MINIMO	0	0
	Superamento soglia di allarme 500 (µg/m ³)	0	0
	Superamento limite orario 350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte l'anno	0	0
	Superamento limite orario 125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte l'anno	0	0
	Superamento livello critico protezione vegetazione 20 (µg/m ³)	NO	NO

Tabella 10. Concentrazione di SO₂: principali parametri statistici. Dati della campagna di misura e della centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano.

Ozono (O₃)

In Tabella 11 e Allegato - Grafico 6 si vede che durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione media oraria di ozono non ha mai superato la soglia di allarme di 240 µg/m³, ma ha superato sia la soglia di informazione di 180 µg/m³ (8 ore nel periodo estivo) sia l'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, pari a 120 µg/m³ (per un numero di giorni pari al 35% del periodo di campagna).

Il numero di superamenti dei due limiti è stato inferiore a quello registrato a Cason nello stesso periodo, ma la concentrazione media estiva è superiore.

		O ₃ (µg/m ³)	
		Montorio	Cason
ESTATE	MEDIA	86	79
	DEVIAZIONE STANDARD	38	45
	MASSIMO	198	196
	MINIMO	5	6
	Superamento 180 µg/m ³ soglia di informazione	8	10
	Superamento 240 µg/m ³ soglia di allarme	0	0
	Superamento 120 µg/m ³ valore obiettivo per la protezione della salute umana, da non superare per più di 25 volte l'anno come media sui 3 anni, e obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	21	28
INVERNO	MEDIA	19	20
	DEVIAZIONE STANDARD	16	20
	MASSIMO	67	84
	MINIMO	4	4
	Superamento 180 µg/m ³ soglia di informazione	0	0
	Superamento 240 µg/m ³ soglia di allarme	0	0
	Superamento 120 µg/m ³ valore obiettivo per la protezione della salute umana, da non superare per più di 25 volte l'anno come media sui 3 anni, e obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	0	0
ESTATE + INVERNO	MEDIA PESATA	50	49
	MASSIMO	198	196
	MINIMO	4	4
	Superamento 180 µg/m ³ soglia di informazione	8	10
	Superamento 240 µg/m ³ soglia di allarme	0	0
	Superamento 120 µg/m ³ valore obiettivo per la protezione della salute umana, da non superare per più di 25 volte l'anno come media sui 3 anni, e obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	21	28

Tabella 11. Concentrazione di O₃: principali parametri statistici. Dati della campagna di misura e della centralina di fondo urbano di Cason.

Polveri atmosferiche inalabili (PM10)

In Tabella 12 sono riportate le statistiche relative alle concentrazioni di PM10. Mentre le misure della campagna di Montorio sono di tipo gravimetrico, quelle presso le centraline sono state realizzate con una linea di prelievo sequenziale, e misura di assorbimento beta. Per il calcolo dei parametri riportati in Tabella 12, sono stati considerati solo i giorni in cui il dato era disponibile per tutte e tre le postazioni; invece nel Grafico 7 in Allegato sono riportati tutti i dati disponibili per Montorio, Borgo Milano e Cason, nel periodo di campagna.

La Tabella 12 mostra che durante il periodo invernale, nei giorni in cui è stato fatto il confronto tra le tre postazioni, a Montorio, la concentrazione media giornaliera di polveri ha superato il limite giornaliero per la protezione della salute umana, pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nel 30% delle giornate considerate: una percentuale minore rispetto alla stazione di traffico di Borgo Milano (33%), e anche rispetto a quella di fondo di Cason (37%). I valori medi e massimi registrati a Montorio sono confrontabili con quelli delle due stazioni di riferimento, leggermente inferiori in inverno, leggermente superiori a Borgo Milano in estate.

Durante il periodo estivo i valori medi di concentrazione di PM10 sono meno elevati, come accade anche per gli altri inquinanti a causa delle condizioni meteorologiche più favorevoli alla dispersione.

		PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		Montorio	Borgo Milano	Cason
ESTATE	MEDIA	21	19	21
	DEVIAZIONE STANDARD	8	7	10
	MASSIMO	38	30	45
	MINIMO	10	7	4
	Superamenti limite $50 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$	0	0	0
	n° dati	28	28	28
	% superamenti	0	0	0
INVERNO	MEDIA	38	39	43
	DEVIAZIONE STANDARD	18	19	21
	MASSIMO	77	77	88
	MINIMO	7	7	11
	Superamenti limite $50 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$	9	10	11
	n° dati	30	30	30
	% superamenti	30	33	37
ESTATE + INVERNO	MEDIA PESATA	30	29	32
	MASSIMO	77	77	88
	MINIMO	7	6	4
	Superamenti limite $50 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$	9	10	11
	n° dati	58	58	58
	% superamenti	16	17	19

Tabella 12. Principali parametri statistici relativi alla concentrazione di PM10: dati della campagna di misura, della centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano e della centralina fissa di fondo urbano di Cason. Per il calcolo, sono stati considerati solo i giorni in cui il dato era disponibile per tutte e tre le postazioni.

Allo scopo di valutare il rispetto dei valori limite di legge previsti dal D.Lgs. 155/10 per il parametro PM10, ovvero il rispetto del Valore Limite sulle 24 ore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e del Valore Limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nei siti presso i quali si realizza una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria di lunghezza limitata (misurazioni indicative), è stata utilizzata una metodologia di calcolo elaborata dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV.

Tale metodologia prevede di confrontare il “sito sporadico” (campagna di monitoraggio) con una stazione fissa, considerata rappresentativa per vicinanza o per stessa tipologia di emissioni e di condizioni meteorologiche. Sulla base di considerazioni statistiche è possibile così stimare, per il sito sporadico, il valore medio annuale e il 90° percentile delle concentrazioni di PM10; quest’ultimo parametro statistico è rilevante in quanto corrisponde, in una distribuzione di 365 valori, al 36° valore massimo. Poiché per il PM10 sono consentiti 35 superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³, in una serie annuale di 365 valori giornalieri, il rispetto del valore limite è garantito se il 36° valore in ordine di grandezza è minore di 50 µg/m³.

Per quanto detto, il sito di Montorio è stato confrontato con la stazione fissa di riferimento di background urbano di Cason. La metodologia di calcolo stima per il sito sporadico di Montorio il valore medio annuale di 30 µg/m³ (inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m³) ed il 90° percentile di 54 µg/m³ (superiore al valore limite giornaliero di 50 µg/m³).

Benzene (C₆H₆)

In Tabella 13 sono stati riportati i principali parametri statistici relativi alla concentrazione di benzene misurata con campionatori passivi nei due periodi di campagna a Montorio e nelle stazioni fisse di riferimento di Borgo Milano e Cason. Il confronto è indicativo, in quanto questo tipo di misura comporta l’esposizione di un radiello per circa 15-20 giorni, e i periodi di esposizione dei radielli delle tre postazioni non coincidono esattamente. La tabella mostra valori medi delle concentrazioni di benzene misurate a Montorio vicine o inferiori a quelle misurate a Borgo Milano e Cason. In estate si trovano valori più bassi rispetto all’inverno. La media pesata delle concentrazioni estive e invernali è inferiore al limite annuale di 5 µg/m³.

		Benzene (µg/m ³)		
		Montorio	Borgo Milano	Cason
ESTATE	MEDIA	0.5	0.7	0.7
	n° giorni	39	32	28
	max	0.5	0.8	0.8
	min	0.5	0.6	0.6
INVERNO	MEDIA	1.1	1.4	1.1
	n°giorni	26	41	45
	max	1.1	1.5	1.1
	min	1.1	1.2	1.1
ESTATE + INVERNO	MEDIA PESATA	0.7	1.1	0.9
	n° giorni	65	73	73
	max	1	1.5	1.1
	min	0	0.6	0.6

Tabella 13. Principali parametri statistici relativi alla concentrazione di benzene: dati della campagna di misura, della centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano e della centralina fissa di fondo urbano di Cason. I dati delle tre postazioni non si riferiscono esattamente agli stessi giorni di campionamento, pertanto il confronto è solamente indicativo.

Benzo(a)pirene (B(a)p)

In Tabella 14 sono stati riportati i principali parametri statistici relativi alla concentrazione di benzopirene per le due postazioni di Montorio e della centralina fissa di Cason. Tali parametri sono stati calcolati a partire dai soli dati relativi a giorni in cui sono disponibili misure per entrambe le località, per rendere significativo il confronto. Invece in Tabella 15 gli stessi parametri sono stati calcolati utilizzando tutti i dati disponibili per Montorio. La concentrazione media di benzo(a)pirene a Montorio è inferiore a quella registrata a Cason, ed è più elevata in inverno. Non avviene il superamento del valore obiettivo, riferito alla media annuale, di 1.0 ng/m³.

		Benzo(a)pirene (ng/m ³)	
		Montorio	Cason
ESTATE	MEDIA	0.01	0.02
	n° dati	12	12
	DEV.ST	0.00	0.00
	MAX	0.02	0.03
	MIN	0.01	0.02
INVERNO	MEDIA	0.36	0.68
	n° dati	12	12
	DEV.ST	0.18	0.39
	MAX	0.61	1.25
	MIN	0.16	0.28
ESTATE + INVERNO	MEDIA PESATA	0.19	0.35
	n° dati	24	24
	MAX	0.61	1.25
	MIN	0.01	0.02

Tabella 14. Concentrazione di Benzopirene: dati della campagna di misura e della centralina fissa di fondo urbano di Cason. I principali parametri statistici sono stati calcolati solo in base ai dati relativi a giorni in cui sono disponibili misure per entrambe le postazioni di misura.

Tutti i dati	Benzo(a)pirene (ng/m ³)		
		Montorio	
ESTATE	MEDIA	0.02	
	n° dati	28	
	DEV.ST	0.01	
	MAX	0.05	
	MIN	0.01	
INVERNO	MEDIA	0.28	
	n° dati	30	
	DEV.ST	0.17	
	MAX	0.61	
	MIN	0.07	
ESTATE + INVERNO	MEDIA PESATA	0.15	
	n° dati	58	
	MAX	0.61	
	MIN	0.01	

Tabella 15. Concentrazione di Benzopirene nelle campagne svolte a Montorio: i principali parametri statistici sono stati calcolati utilizzando tutti i dati di campagna disponibili.

Metalli (Pb, As, Cd, Ni)

In Tabella 16 si vede che le medie delle concentrazioni giornaliere di metalli misurate a Montorio, in entrambi i periodi di campagna, sono ampiamente inferiori ai rispettivi limiti di legge relativi all'esposizione cronica.

La concentrazione media dei metalli considerati assume valori in linea con quelli rappresentativi del livello di fondo, con riferimento a quanto riportato nelle linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (Tabella 4).

Per completezza si riportano in Tabella 17 le medie complessive ponderate dei metalli, calcolate nello stesso periodo di monitoraggio presso la stazione fissa di fondo urbano di Cason: esse sono tutte inferiori a quelle misurate a Montorio.

Metallo	ESTATE	INVERNO	Media complessiva (ng/m ³)	Limite esposizione cronica (ng/m ³)	Superamento del limite	Indicazioni OMS	
	(ng/m ³)	(ng/m ³)				Livello di fondo	Aree urbane
Arsenico	0.5	0.5	0.5	6.0	NO	1 - 3	20-30
Cadmio	0.1	0.1	0.1	5.0	NO	0.1	1 - 10
Nichel	1.0	1.8	1.4	20.0	NO	1	9 - 60
Piombo	3.2	3.5	3.4	500.0	NO	0.6	5-500

Tabella 16. Valori medi di periodo (semestre estivo, invernale) e media complessiva per le concentrazioni dei metalli. Nei calcoli sono stati utilizzati tutti i dati di campagna disponibili.

Metallo		Montorio	Cason
		(ng/m ³)	(ng/m ³)
Arsenico	media	0.6	0.2
	n° dati	14	14
	max	1.7	0.5
	min	0.5	0.1
Cadmio	media	0.3	0.2
	n° dati	14	14
	max	0.4	0.5
	min	0.1	0.1
Nichel	media	2.4	2.0
	n° dati	14	14
	max	4.2	2.8
	min	1.0	1.0
Piombo	media	8.9	8.5
	n° dati	14	14
	max	13.3	12.4
	min	2.9	3.0

Tabella 17. Valori medi delle concentrazioni di metalli misurate durante le campagne di misura a Montorio e presso la stazione background urbano di Cason (Verona) nei periodi corrispondenti a quelli delle campagne di misura a Montorio. Nei calcoli sono stati utilizzati solo i dati che si riferiscono a giornate in cui sono disponibili per entrambe le località.

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

8. Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria)

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 una **scala di 5 giudizi sulla qualità dell'aria** come riportato nella tabella seguente.

Cromatismi	Qualità dell'aria
	Buona
	Accettabile
	Mediocre
	Scadente
	Pessima

Il calcolo dell'indice, che può essere effettuato per ogni giorno di campagna, è basato sull'andamento delle concentrazioni di 3 inquinanti: PM10, biossido di azoto e Ozono.

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 in una data stazione.

Le altre tre classi (mediocre, scadente e pessima) indicano invece 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 ed è possibile quindi distinguere situazioni di moderato superamento da altre significativamente più critiche.

Per maggiori informazioni sul calcolo dell'indice di qualità dell'aria si può visitare la seguente pagina web: <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/iqa>

In Figura 7 e in Figura 8 è riportato il numero di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA nelle due campagne invernale ed estiva rispettivamente: si vede che, in entrambi i periodi la qualità dell'aria è stata mediamente accettabile, anche se durante la campagna estiva vi è stato un maggior numero di giornate con qualità dell'aria mediocre e in un caso scadente. Questo è stato causato dagli alti livelli di concentrazione di ozono del periodo estivo.

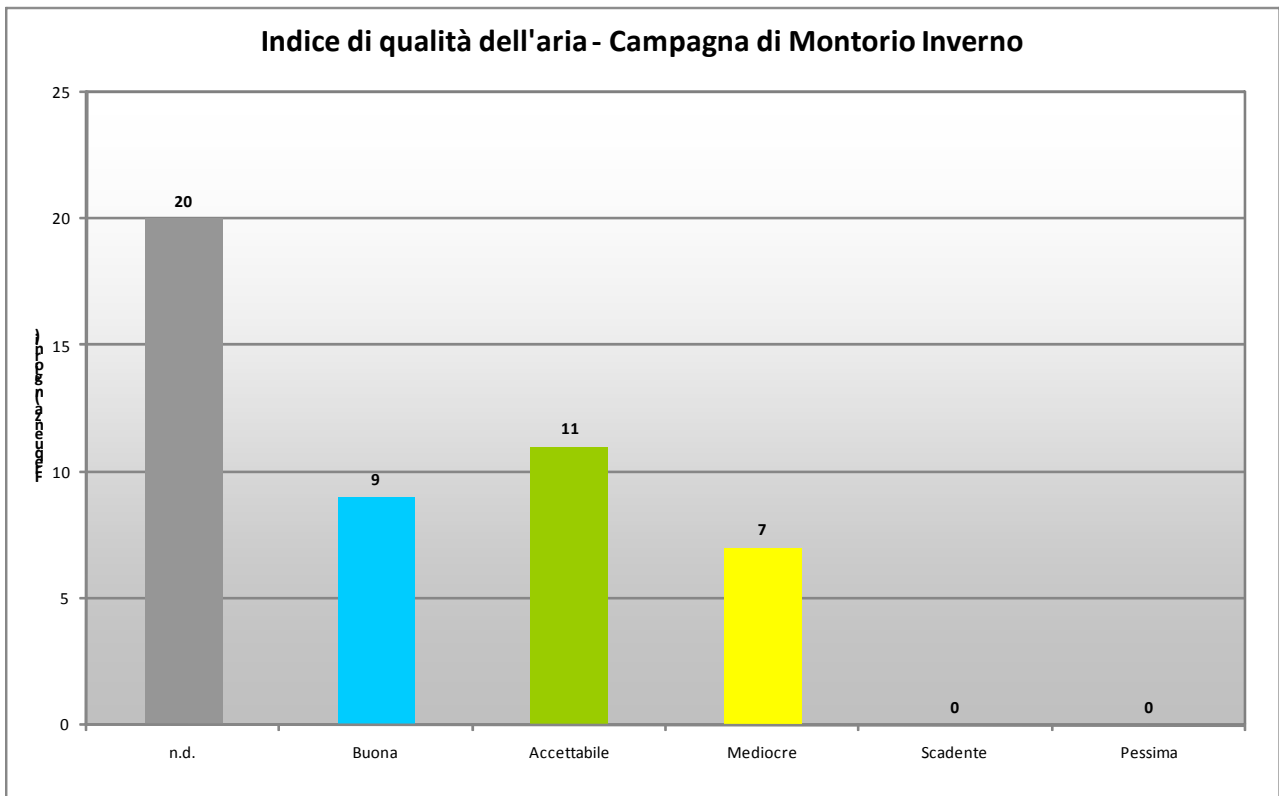


Figura 7. Indice sintetico di qualità dell'aria per la campagna invernale a Montorio

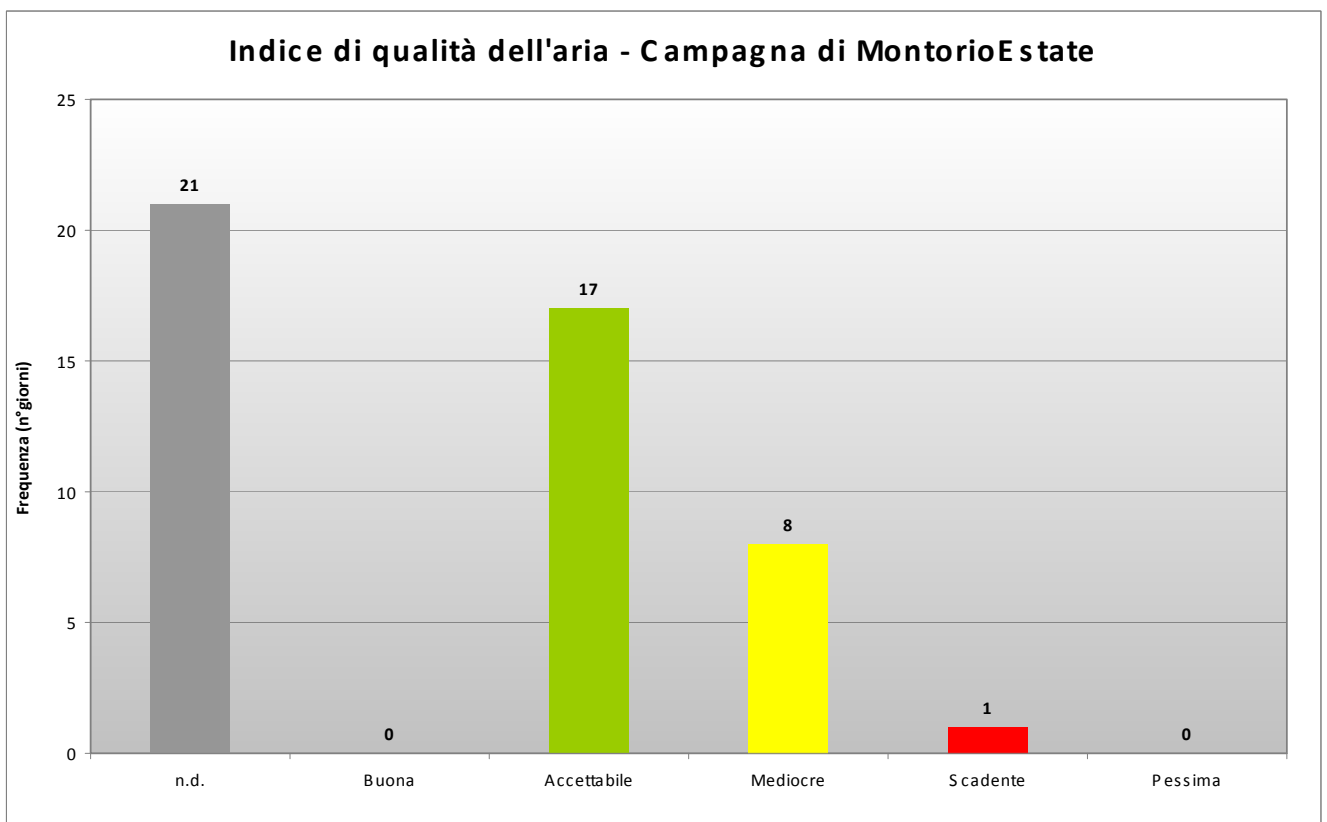


Figura 8. Indice sintetico di qualità dell'aria per la campagna estiva a Montorio

9. Valutazione dei trend storici per il sito di interesse

I dati di campagna relativi agli inquinanti più significativi (NO₂ e benzene) sono stati confrontati con le medie annuali registrate negli anni precedenti presso le centraline fisse del comune di Verona: Cason, rappresentativa del fondo urbano, e Borgo Milano, rappresentativa delle postazioni di traffico. I risultati sono riportati in forma grafica in Figura 9 e Figura 10.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, si osserva che i valori medi annuali a Cason sono diminuiti nel periodo 2010-2013 rispetto agli anni precedenti. Il valore medio durante la campagna risulta in linea con le medie annuali registrate dalla stazione fissa negli anni precedenti. Tutti i valori sono comunque inferiori al valore limite annuale di 40 µg/m³ previsto dalla normativa. I valori medi di Cason e Montorio sono simili, mentre quelli di Borgo Milano sono leggermente superiori.

In Figura 10 è raffigurata la concentrazione media di benzene. Anche in questo caso, i valori medi registrati a Cason sono inferiori a quelli di Borgo Milano e più bassi nel periodo 2010-2013 rispetto a quello precedente. Nel periodo di campagna 2013-2014, i valori medi registrati a Montorio sono stati inferiori a quelli di Cason e a quelli di Borgo Milano. Tutti i valori in tabella sono inferiori al limite annuale di 5.0 µg/m³ indicato dalla normativa.

Anche per quanto riguarda il PM10 (Figura 11) i valori medi registrati a Cason durante le campagne di misura sono in linea con quelli del periodo compreso tra il 2010 e il 2013 e inferiori a quelli degli anni che lo precedono. I valori di Borgo Milano sono più elevati. I valori medi di campagna a Montorio sono vicini a quelli di Cason.

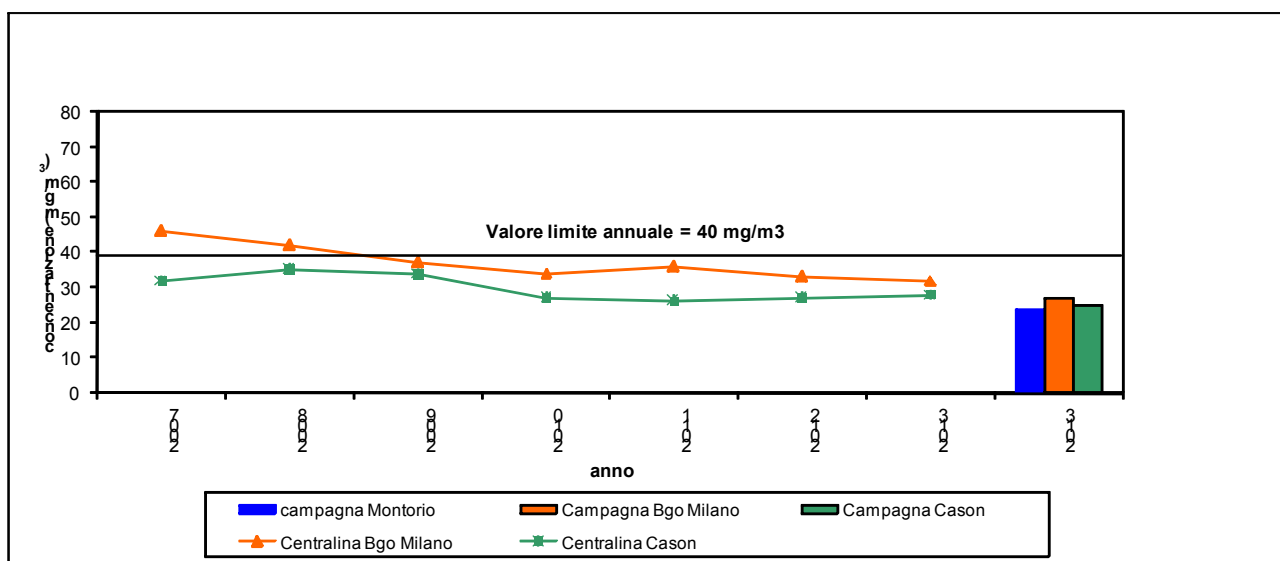


Figura 9. NO₂: concentrazione media annua misurata dalle centraline fisse di Borgo Milano e Cason nel periodo 2007-2013, e concentrazione media durante le campagne di misura del mezzo mobile a Montorio, e nel periodo di campagna dalle centraline di Borgo Milano e Cason.

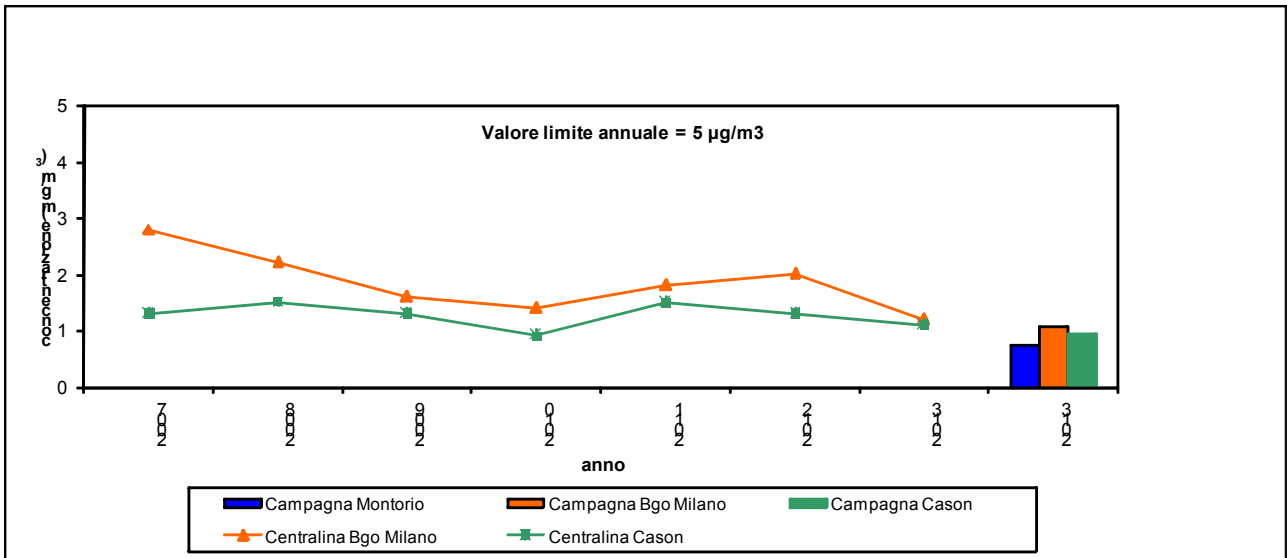


Figura 10. Benzene: concentrazione media annua misurata dalle centraline fisse di Borgo Milano e Cason nel periodo 2007-2013, e concentrazione media durante le campagne di misura del mezzo mobile a Montorio, e nel periodo di campagna dalle centraline di Borgo Milano e Cason.

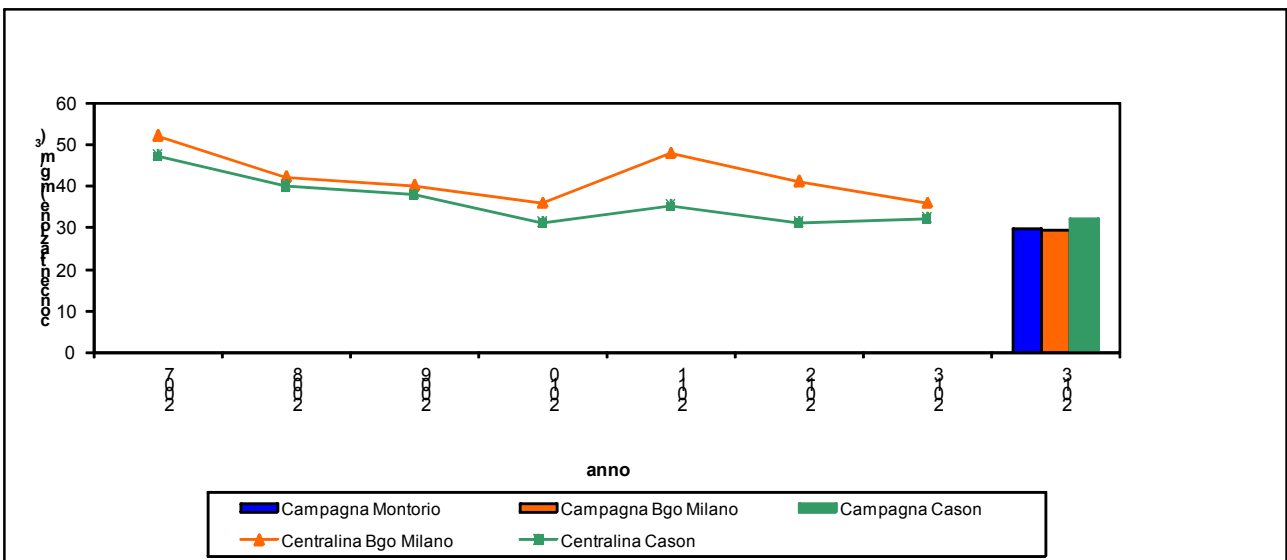


Figura 11. PM10: concentrazione media annua misurata dalle centraline fisse di Borgo Milano e Cason nel periodo 2007-2013, e concentrazione media durante le campagne di misura del mezzo mobile a Montorio, e nel periodo di campagna dalle centraline di Borgo Milano e Cason.

10. Conclusioni

Il mezzo mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria è stato posizionato a Montorio, nel comune di Verona, in un'area residenziale. Il sito, per le caratteristiche descritte, può essere considerato di "background urbano".

Le campagne di misura sono state realizzate in due periodi dell'anno: il primo, che va dal 31 maggio al 16 luglio 2013, caratterizzato da un clima estivo; il secondo, che va dal 19 ottobre al 4 dicembre 2013, da un clima invernale.

Sono state misurate le concentrazioni medie orarie di CO, NO₂, SO₂, O₃, le medie giornaliere di PM10, benzo(a)pirene e metalli (Arsenico, Nichel, Piombo e Cadmio), e la media su un periodo di più giorni del benzene. I dati sono stati analizzati, sono stati calcolati vari parametri statistici ed è stato effettuato un confronto con le due stazioni fisse di riferimento di traffico urbano di Borgo Milano e di fondo urbano di Cason, del comune di Verona.

Dall'analisi dei dati emerge che la qualità dell'aria nella zona monitorata, presenta le caratteristiche tipiche di un sito di fondo urbano, essendo caratterizzata da valori medi degli inquinanti confrontabili con quelli della centralina di riferimento di fondo urbano di Cason, del comune di Verona.

Biossido di azoto: in estate i valori di concentrazione sono analoghi a quelli misurati dalle centraline di traffico di Borgo Milano e di fondo urbano di Cason, in inverno sono uguali a quelli rilevati dalla centralina di Cason. Per questo inquinante non è avvenuto alcun superamento dei limiti di legge legati all'esposizione acuta o cronica. La media relativa al periodo invernale è superiore a quella del periodo estivo, come accade generalmente anche per gli altri inquinanti, a causa delle condizioni meteorologiche, che nel periodo estivo favoriscono maggiormente il rimescolamento e la dispersione dell'inquinante.

Monossido di carbonio e biossido di zolfo: i valori medi di concentrazione sono molto bassi rispetto ai limiti indicati dalla normativa, anche se superiori ai corrispondenti relativi alla stazione fissa di riferimento di Borgo Milano.

Benzene: è stato misurato con campionatori passivi, e presenta valori vicini a quelli delle centraline fisse di Borgo Milano e Cason.

Benzo(a)pirene: la concentrazione è inferiore a quella della stazione fissa di Cason, e i valori medi sono inferiori al valore obiettivo annuale di 1 ng/m³.

Metalli: le concentrazioni medie misurate a Montorio, in entrambi i periodi di campagna, sono ampiamente inferiori ai rispettivi limiti di legge relativi all'esposizione cronica, e assumono valori in linea con quelli rappresentativi del livello di fondo. I valori medi registrati a Montorio sono leggermente superiori a quelli relativi alla stazione fissa di Cason,

Polveri sottili (PM10): hanno assunto valori critici in inverno, a causa delle condizioni meteorologiche favorevoli al ristagno degli inquinanti. La concentrazione media giornaliera di polveri ha superato il limite giornaliero per la protezione della salute umana, pari a 50 µg/m³, nel 30% delle giornate considerate, una percentuale inferiore rispetto alla stazione di traffico di Borgo Milano (33%), e anche rispetto a quella di fondo di Cason (37%). I valori medi e massimi registrati a Montorio sono confrontabili con quelli delle due stazioni di riferimento, leggermente inferiori in inverno, leggermente superiori a Borgo Milano in estate. La stima del valore medio annuale per il sito di Montorio, ottenuta dal confronto con i valori della centralina fissa più vicina e rappresentativa del sito stesso (Cason), è stata 30 µg/m³ (inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m³), mentre in base alla stessa metodologia si stima il 90° percentile pari a 54 µg/m³, che implica un superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ per più di 35 volte in un anno.

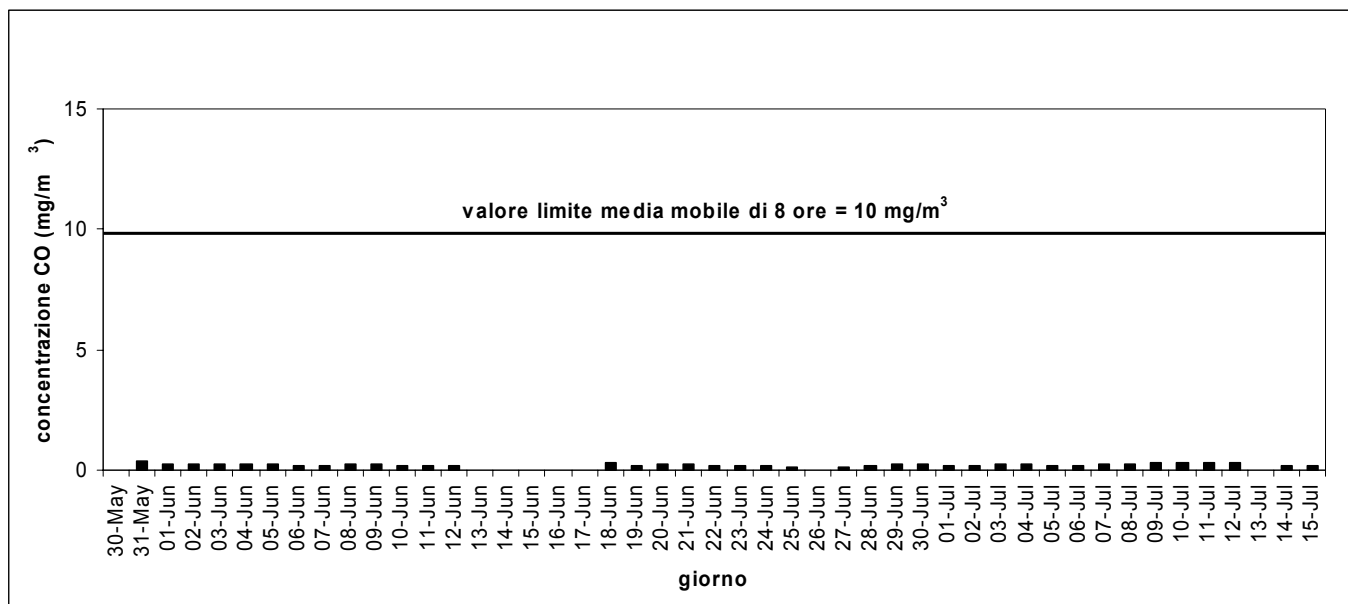
Ozono: il periodo estivo risulta critico per questo inquinante di origine fotochimica. Durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione media oraria di ozono non ha mai superato la soglia di allarme di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ma ha superato sia la soglia di informazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (8 ore nel periodo estivo) sia l'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (per un numero di giorni pari al 35% del periodo di campagna). Il numero di superamenti dei due limiti è stato inferiore a quello registrato a Cason nello stesso periodo, ma la concentrazione media estiva è superiore.

Mediamente, nei due periodi monitorati, la qualità dell'aria del comune di Montorio è risultata accettabile. Nel periodo estivo ci sono state delle giornate con qualità dell'aria scadente a causa degli elevati livelli di ozono, mentre in inverno vi sono state giornate con qualità dell'aria scadente a causa delle elevate concentrazioni di polveri sottili.

11. ALLEGATO

Grafico 1 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di CO (mg/m³).

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

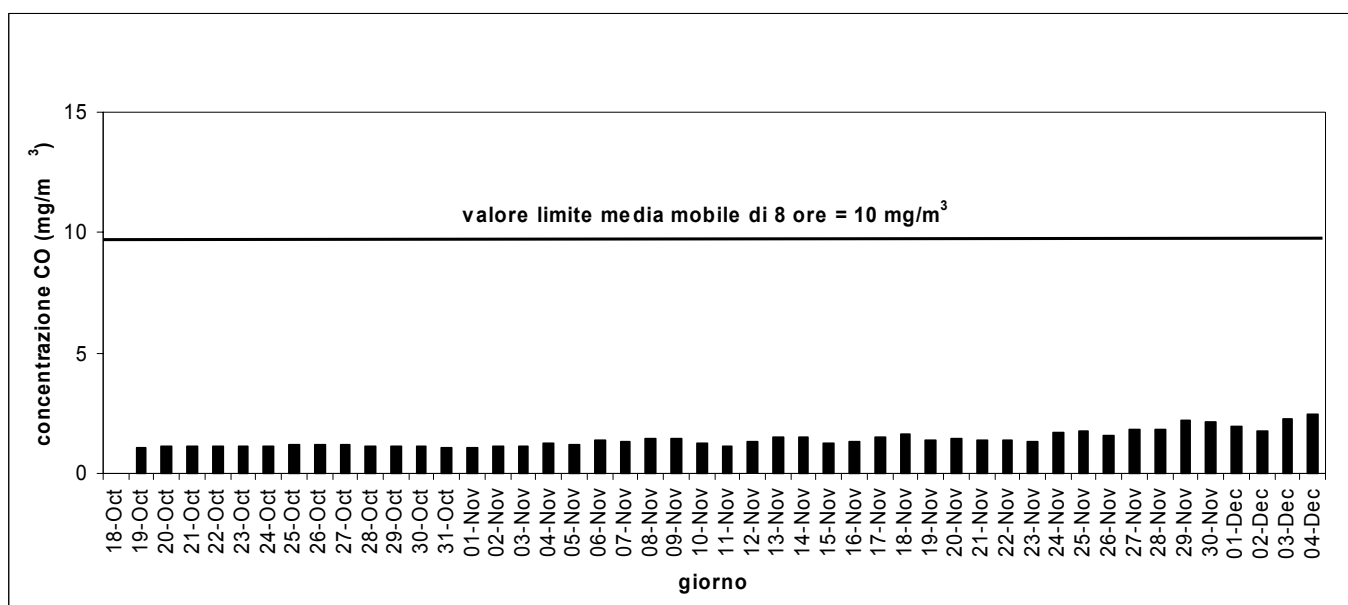
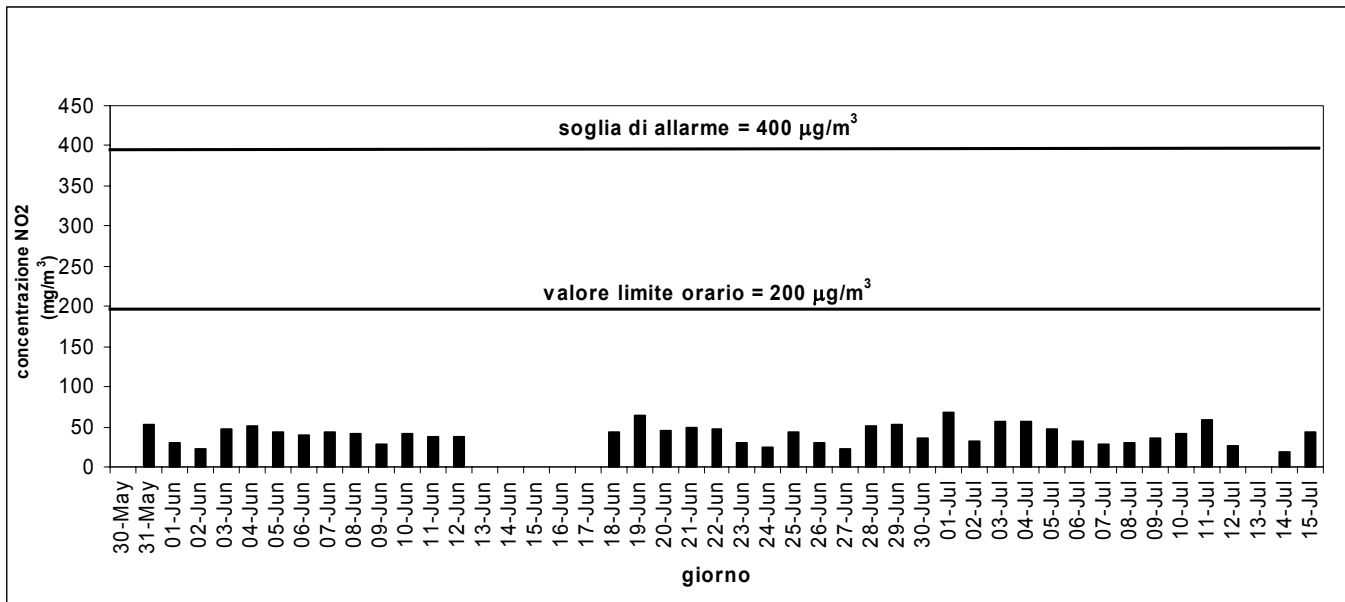


Grafico 2 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di NO₂ (µg/m³). “Esposizione acuta”.

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

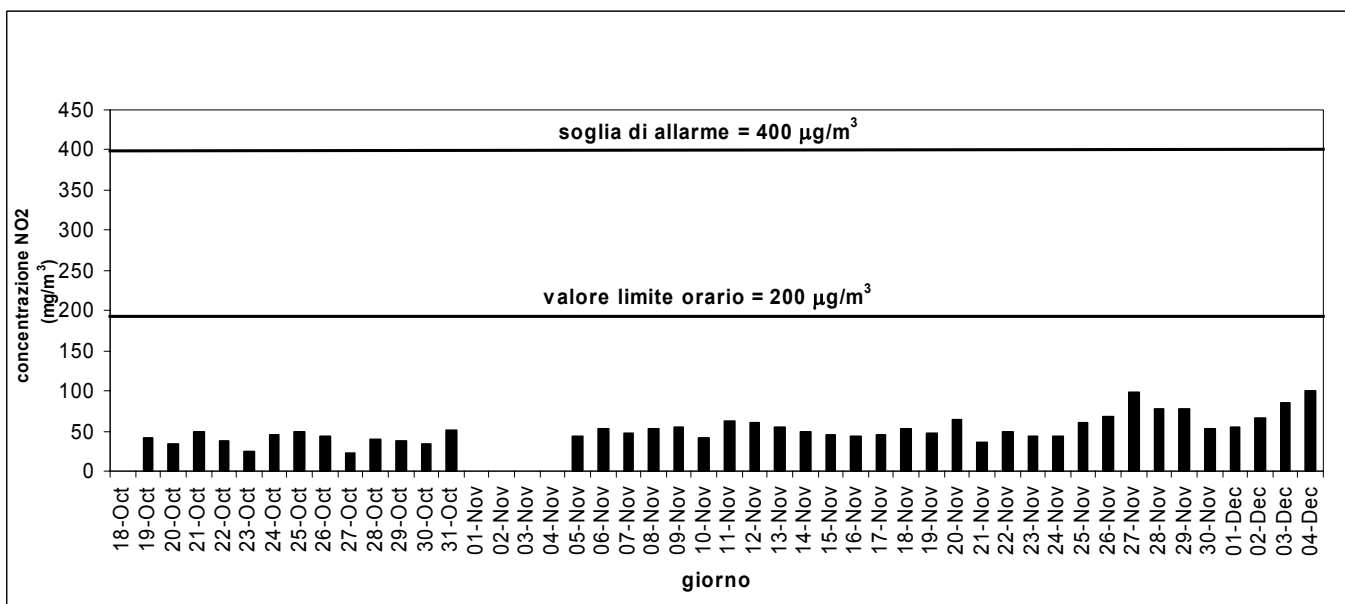
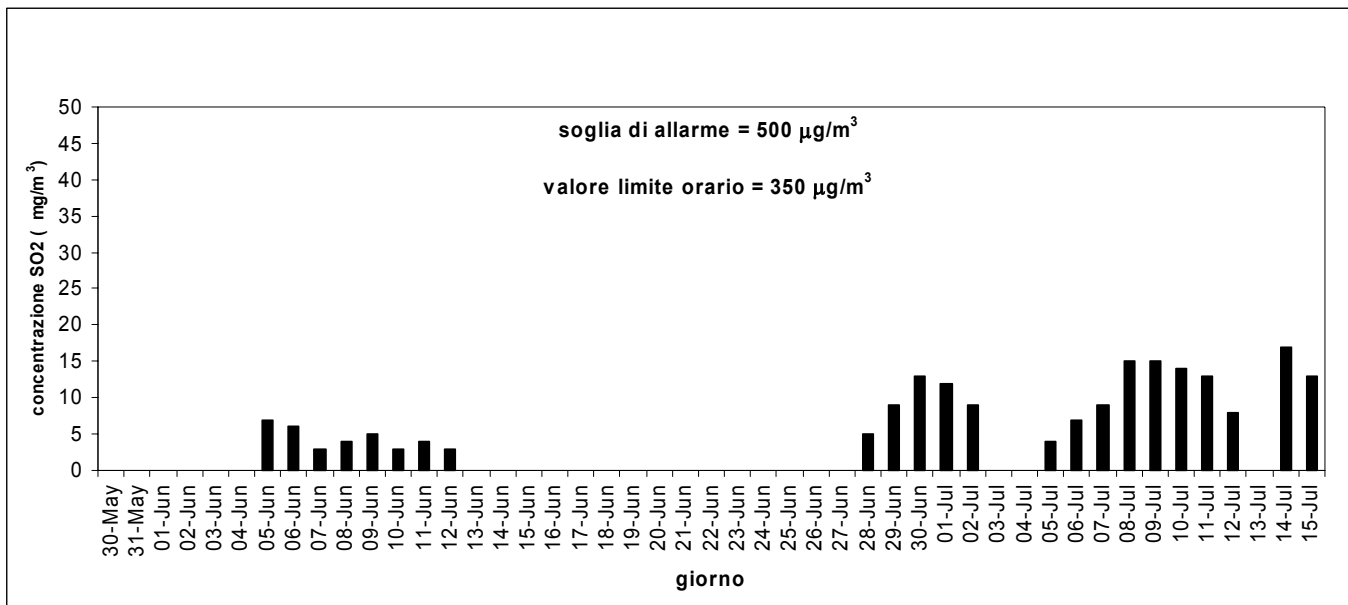


Grafico 3 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di SO₂ (µg/m³).

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

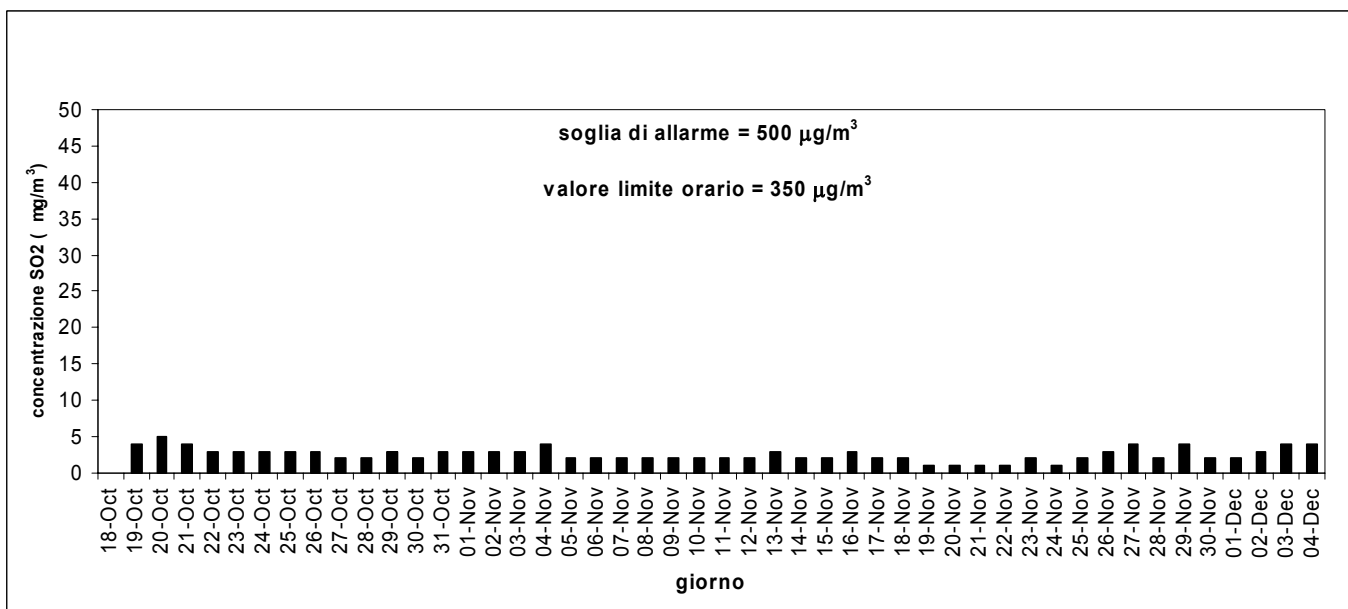
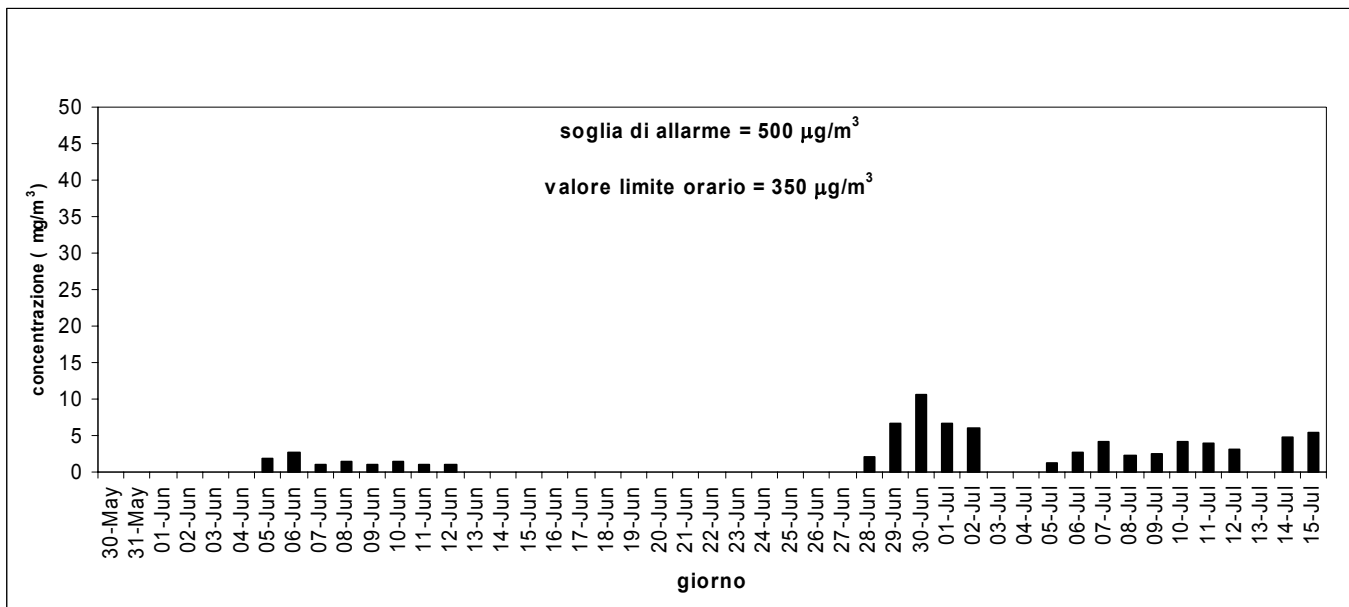


Grafico 4 – Concentrazione Media Giornaliera di SO₂ (µg/m³).

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

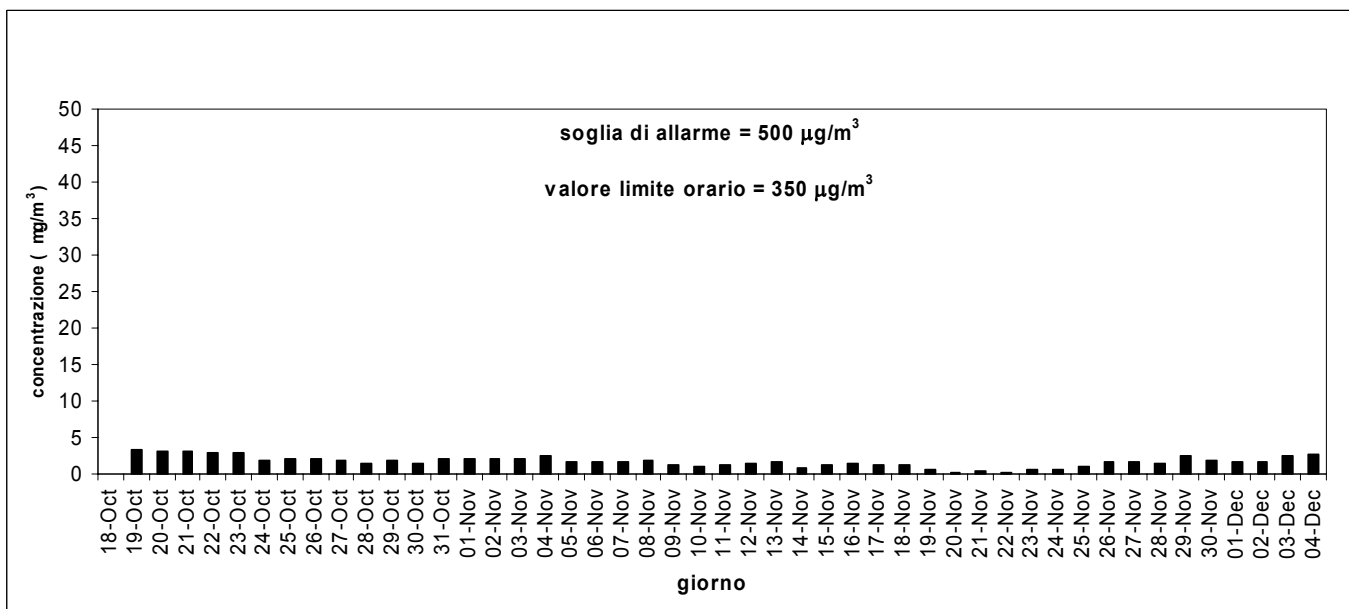
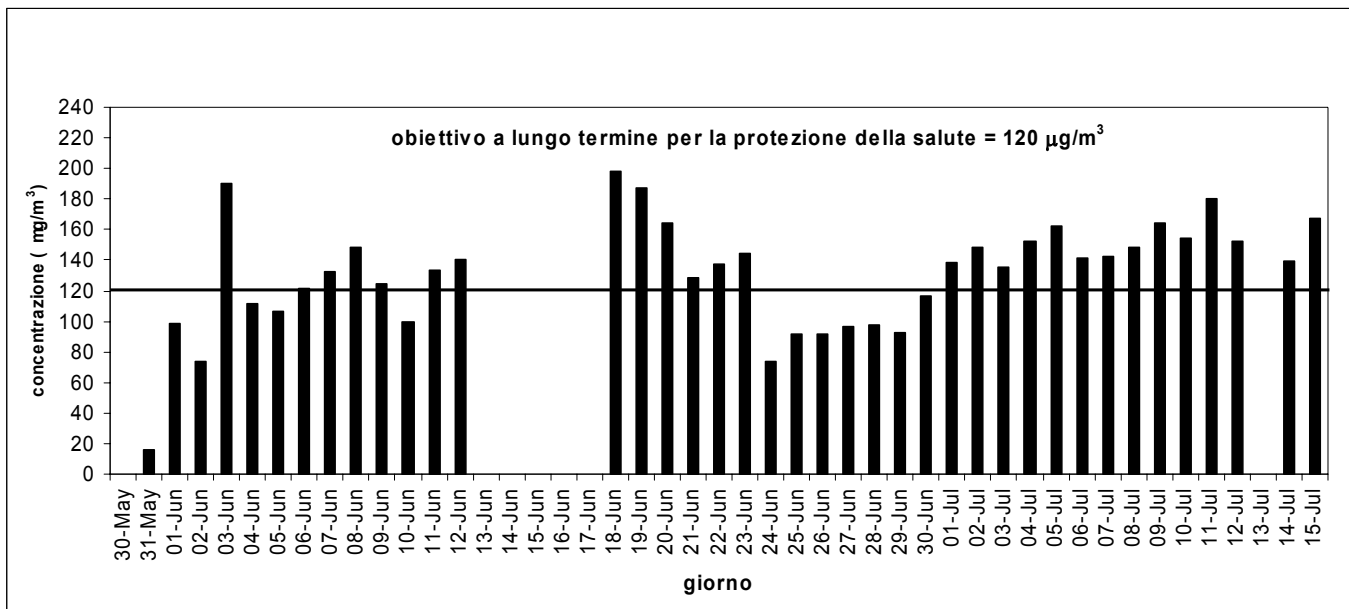


Grafico 5 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di O₃ (µg/m³).

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

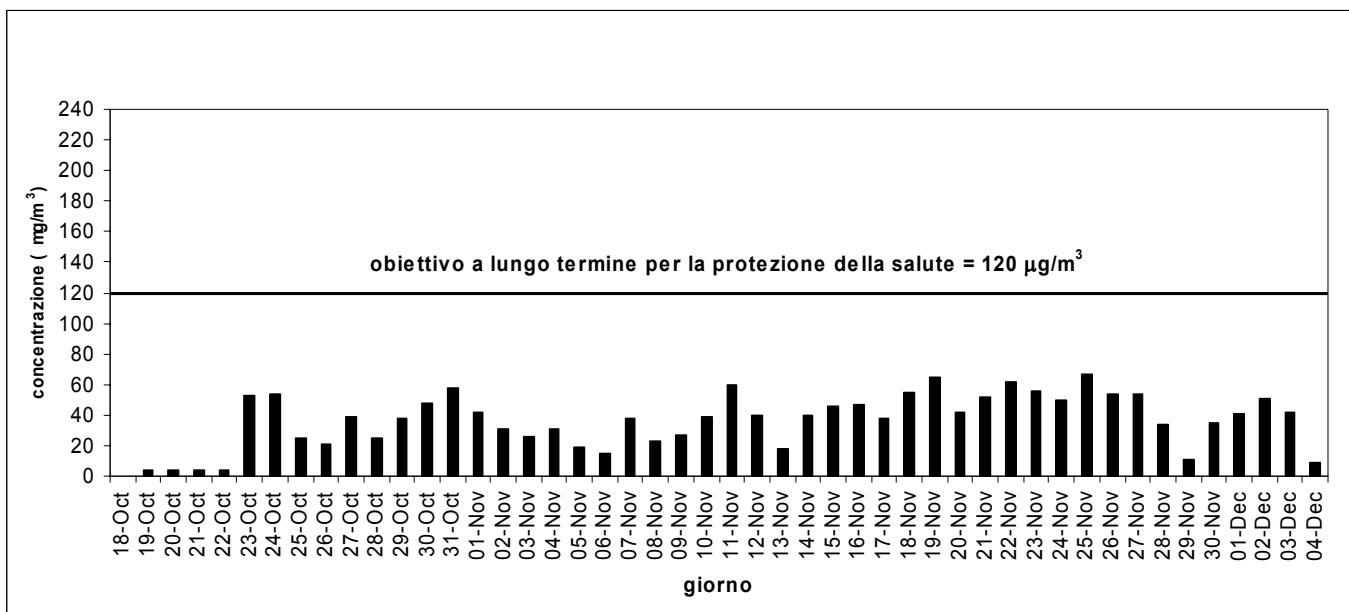
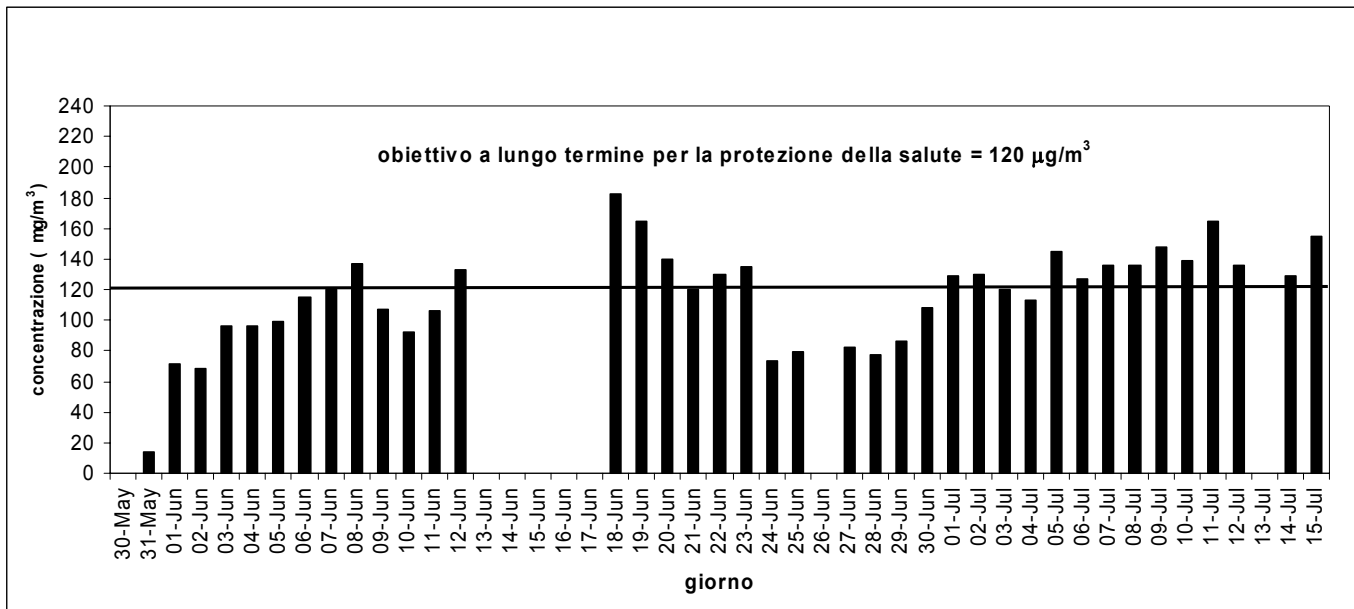


Grafico 6 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di O₃ (µg/m³).

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

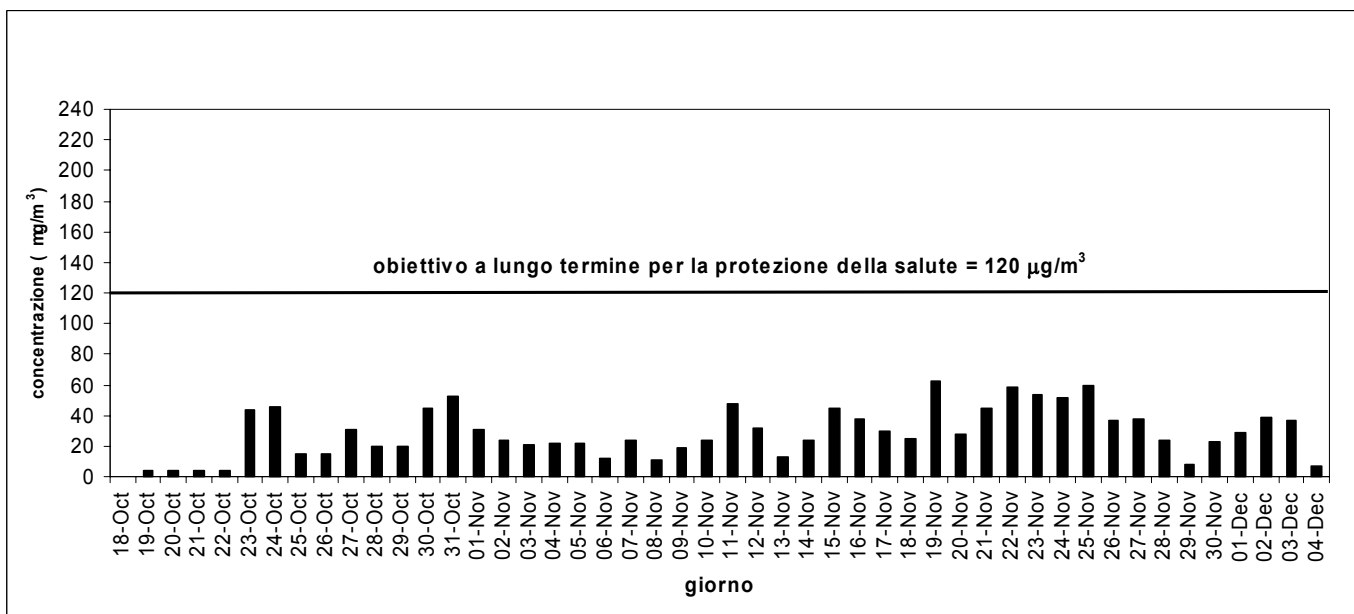
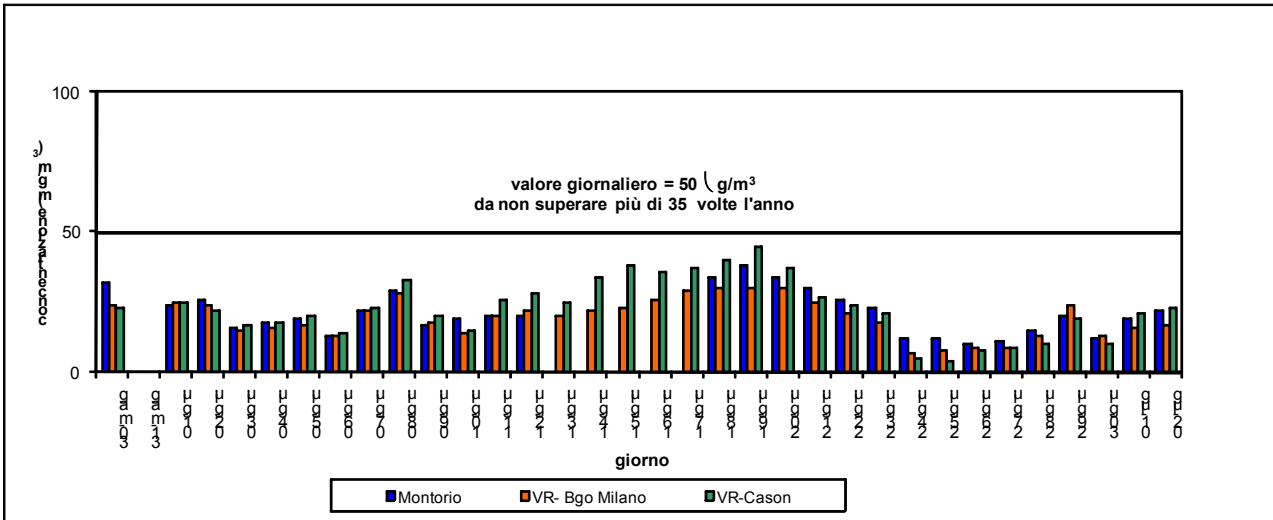


Grafico 7 – Concentrazione Giornaliera di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

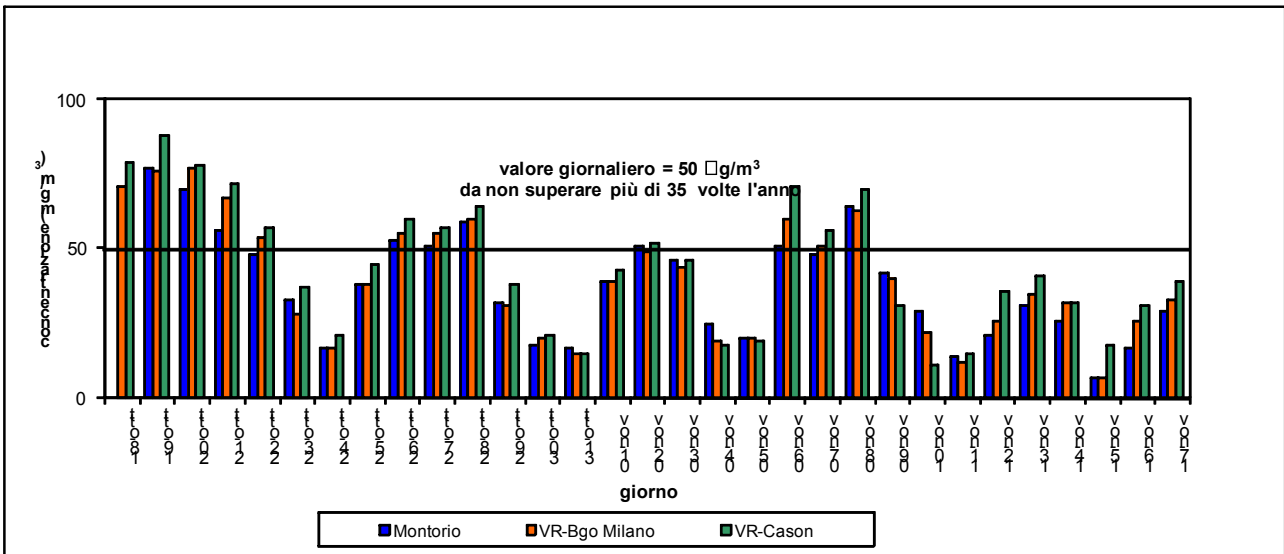
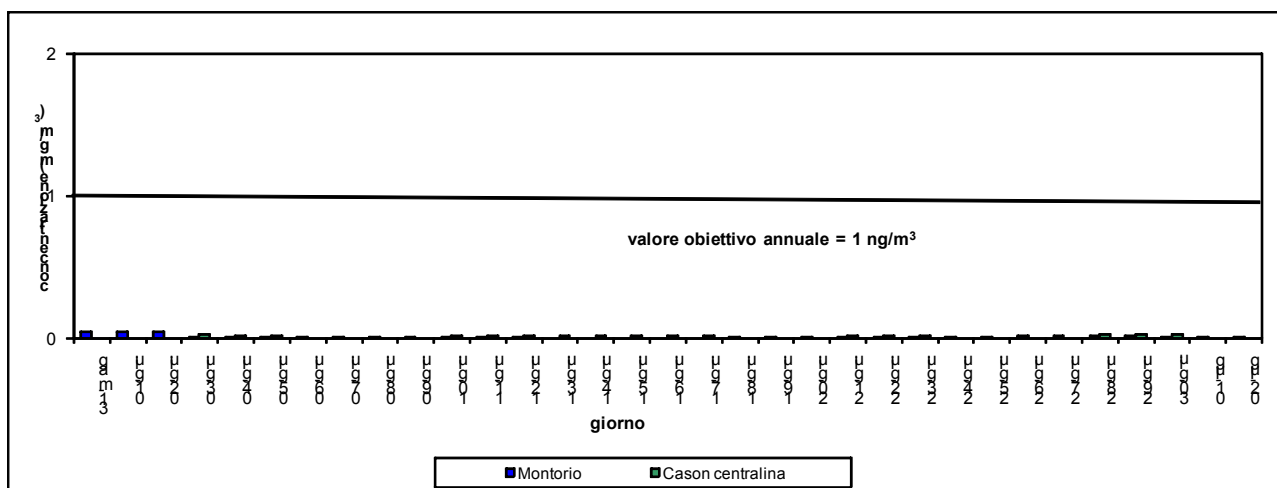
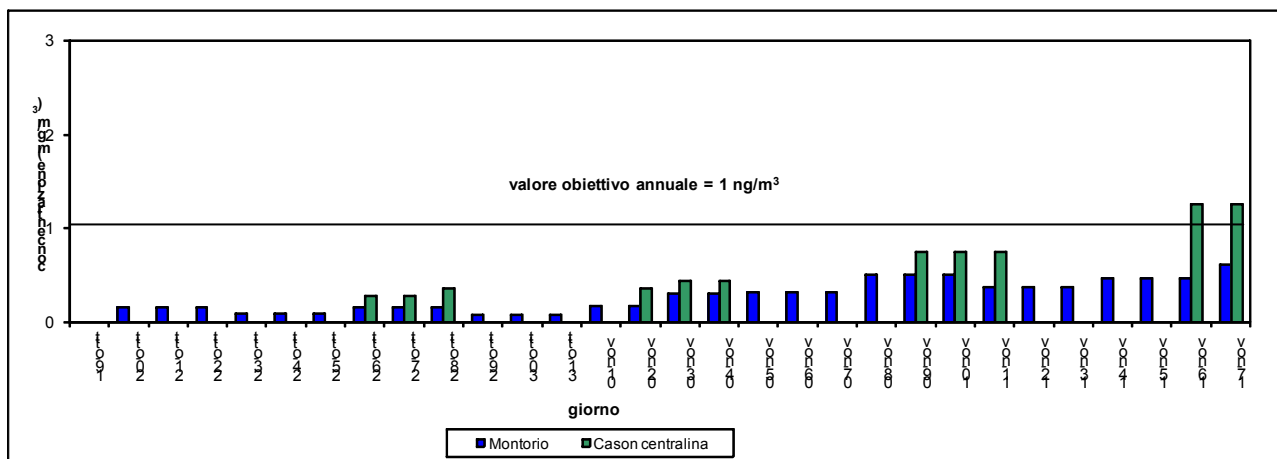


Grafico 8 – Concentrazione Giornaliera di benzo(a)pirene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”



Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona
Via Dominutti,8
37138 Verona
Italy
Tel. +39 045 8016 906
Fax +39 045 8016 888
e-mail: dapvr@arpa.veneto.it

luglio 2014