



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

Comune di San Martino Buon Albergo

Via Serena

Periodo di attuazione:

17/08/2013 – 02/10/2013 (semestre estivo)

06/12/2013 – 08/01/2014 (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

Servizio Controlli Ambientali

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. 02/2014 (Codice ESAR: 12-1829).		Data 10/03/2014
F.to Il Tecnico Ufficio Informativo Ambientale	F.to Il Dirigente Servizio Controlli Ambientali 	

INDICE

1.	Introduzione e obiettivi specifici della campagna	4
2.	Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione	4
3.	Contestualizzazione meteo climatica	6
4.	Inquinanti monitorati e normativa di riferimento	8
5.	Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	10
6.	Efficienza di campionamento	11
7.	Analisi dei dati rilevati	12
8.	Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria)	19
9.	Valutazione dei trend storici per il sito di interesse	21
10.	Conclusioni	22
11.	ALLEGATO	25

1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna

La campagna è stata richiesta dal Comune di San Martino Buonalbergo con nota prot. n. 6428 del 21/03/2013, acquisita agli atti con prot.33248 del 26/03/2013. Il monitoraggio permette di fornire informazioni sulla qualità dell'aria nel territorio comunale, in una zona interessata da intenso traffico veicolare.

2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione

Le campagne di monitoraggio della qualità dell'aria con stazione rilocabile si sono svolte dal 17/08/2013 al 02/10/2013 nel semestre estivo e dal 06/12/2013 al 08/01/2014 nel semestre invernale. L'area sottoposta a monitoraggio si trova in comune di San Martino Buon Albergo ed è di tipologia "traffico urbano". Il comune di San Martino Buon Albergo ricade nella zona "Agglomerato Verona", ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in Figura 1. In Figura 2 sono indicate le posizioni del mezzo mobile durante la campagna di monitoraggio e della centralina fissa di misura di dati di qualità dell'aria, su carta tecnica regionale 1:5000.

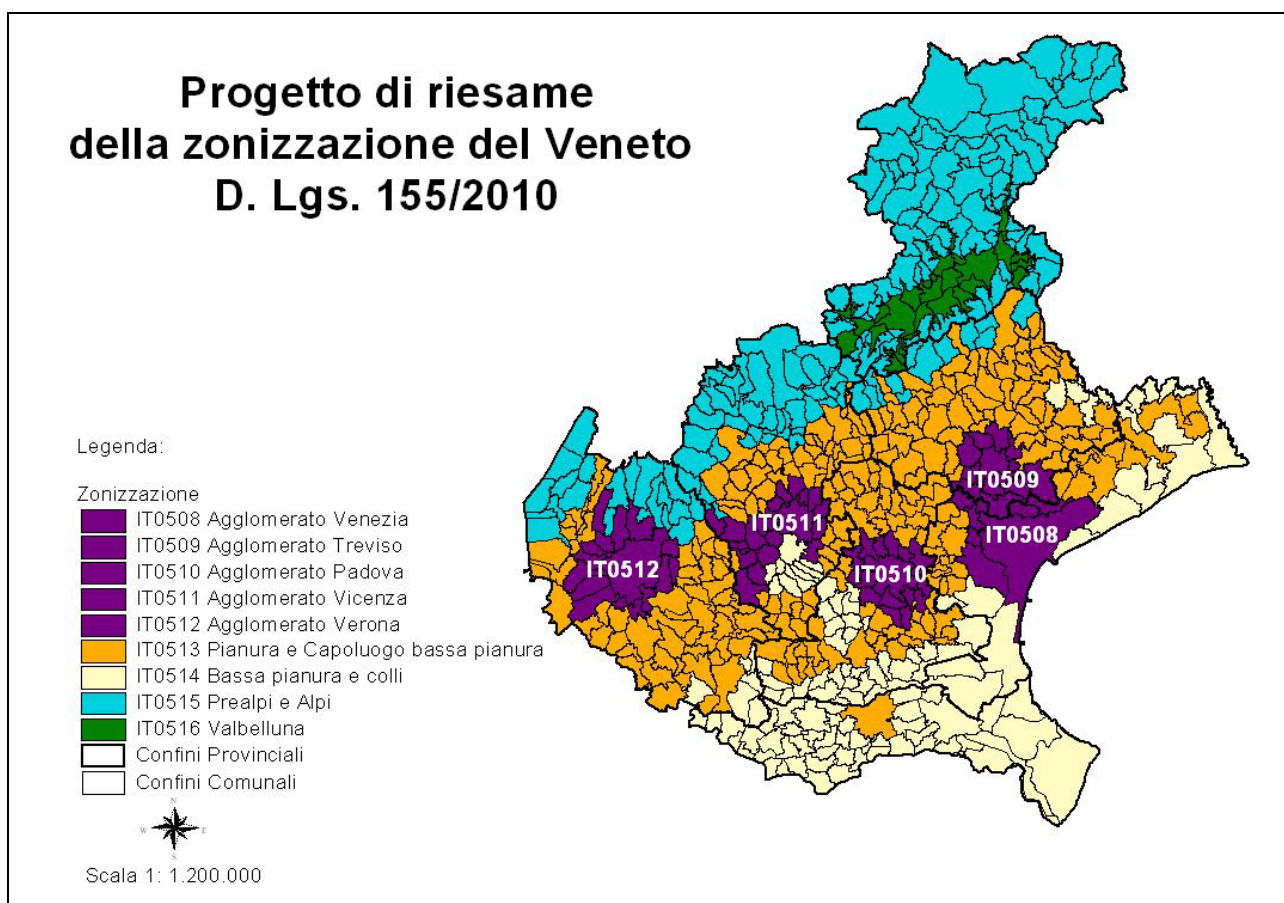


Figura 1. Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 2130/2012.

Posizione stazione rilocabile via Serena 54, San Martino Buonalbergo, VR

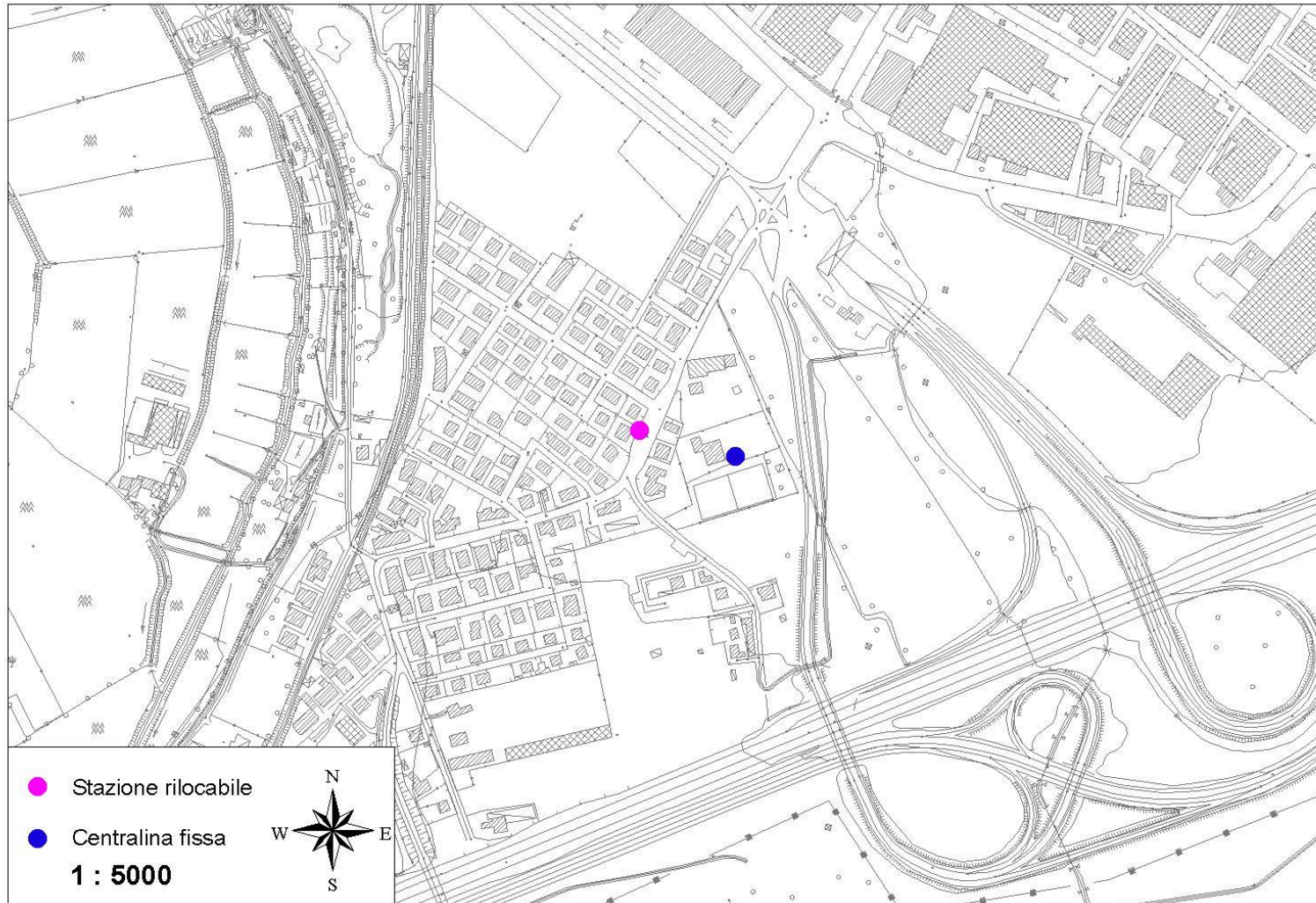


Figura 2. Estratto Carta Tecnica Regionale, scala 1:5000. Ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio e della centralina fissa di misura, attiva fino al 3/2012.

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 modo soggettivo in base ad un campione pluriennale di dati.

DISTRIBUZIONE PIOVOSITA' E VENTILAZIONE

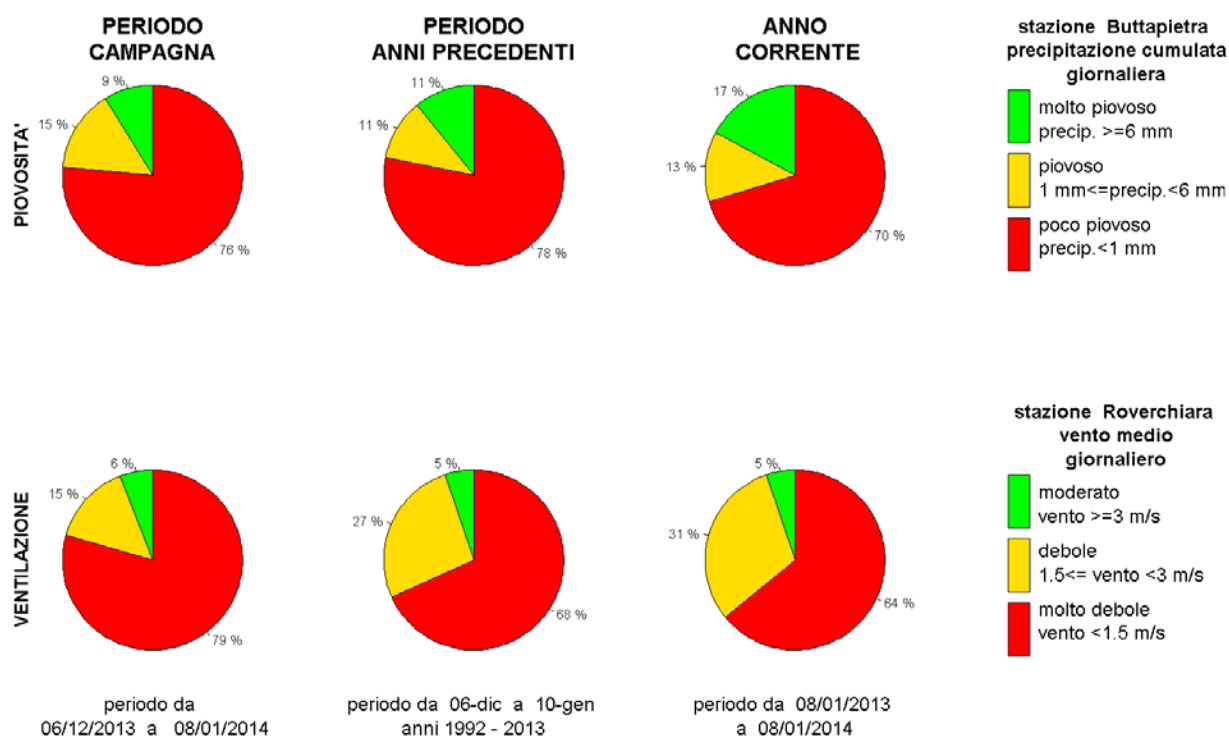


Figura 3. Campagna INVERNALE. Diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo corrispondente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

DISTRIBUZIONE PIOVOSITA' E VENTILAZIONE

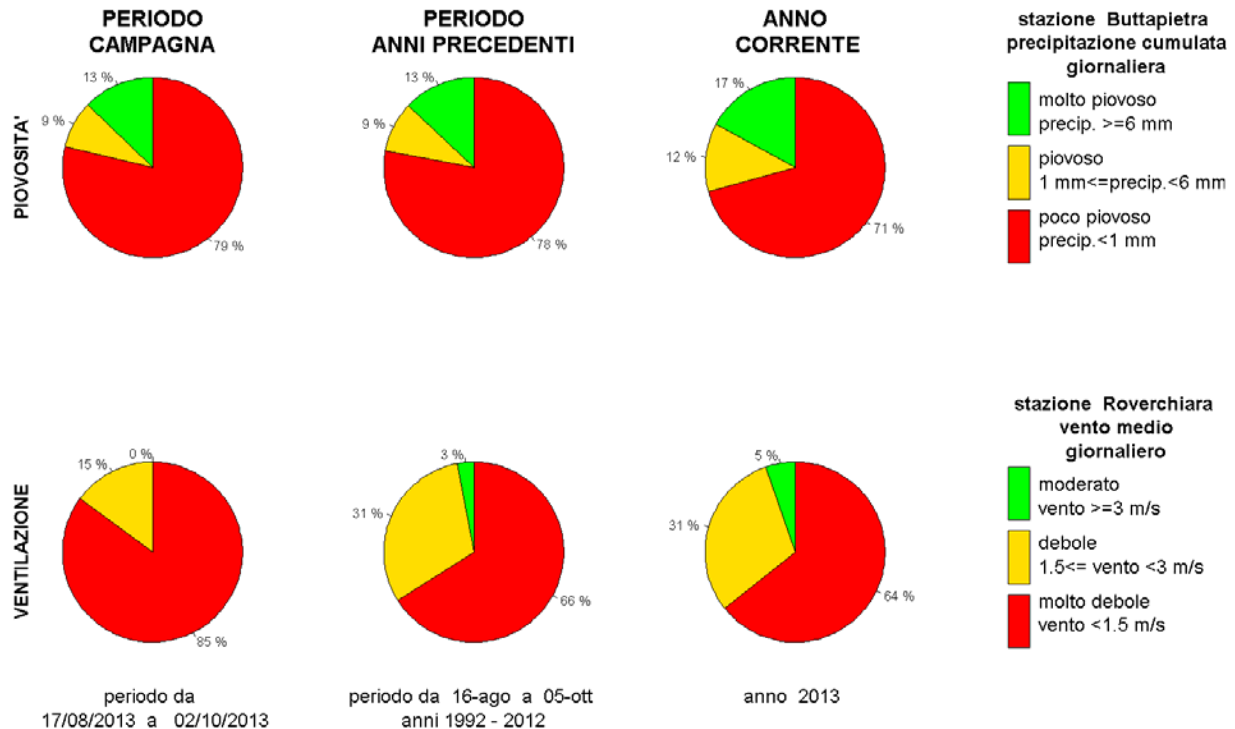


Figura 4. Campagna ESTIVA. Diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo corrispondente a quello della campagna ma negli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE).

Nella Figura 3 sono state confrontate le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso le stazioni¹ meteorologiche ARPAV di Buttapietra per la precipitazione e di Roverchiara per il vento in tre periodi:

- 6 dicembre 2013 – 8 gennaio 2014, periodo di svolgimento della campagna di misura INVERNALE,
- 6 dicembre – 10 gennaio dall'anno 1992 all'anno 2012 (stesso PERIODO nei dieci ANNI PRECEDENTI)
- 8 gennaio 2013 - 8 gennaio 2014 (ANNO CORRENTE).

Gli stessi grafici sono stati ripetuti in figura 4 con riferimento alla campagna ESTIVA, svoltasi tra il 17 agosto 2013 e il 2 ottobre 2013.

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

- i giorni poco piovosi sono stati un po' meno frequenti rispetto alla climatologia del periodo, ma più frequenti rispetto all'anno in corso;

¹ La stazione meteorologica di Buttapietra è più vicina al sito di svolgimento della campagna di misura; essa è stata utilizzata per descrivere la piovosità dell'area, tuttavia per analizzare la ventosità è stata scelta al suo posto la stazione di Roverchiara in quanto dotata di anemometro a 10 m e ubicata in un sito tale da poter essere ritenuta rappresentativa di un'area più vasta.

- i giorni con vento molto debole risultano più frequenti sia rispetto alla climatologia del periodo, sia rispetto all'anno corrente.

Per quanto riguarda invece la campagna di misura ESTIVA:

- la distribuzione dei giorni piovosi è stata simile a quella della climatologia, mentre sono stati più numerosi i giorni poco piovosi rispetto all'anno in corso;
- i giorni con vento molto debole risultano più frequenti sia rispetto alla climatologia del periodo, sia rispetto all'anno corrente; i giorni con vento moderato nel periodo di svolgimento della campagna sono del tutto assenti.

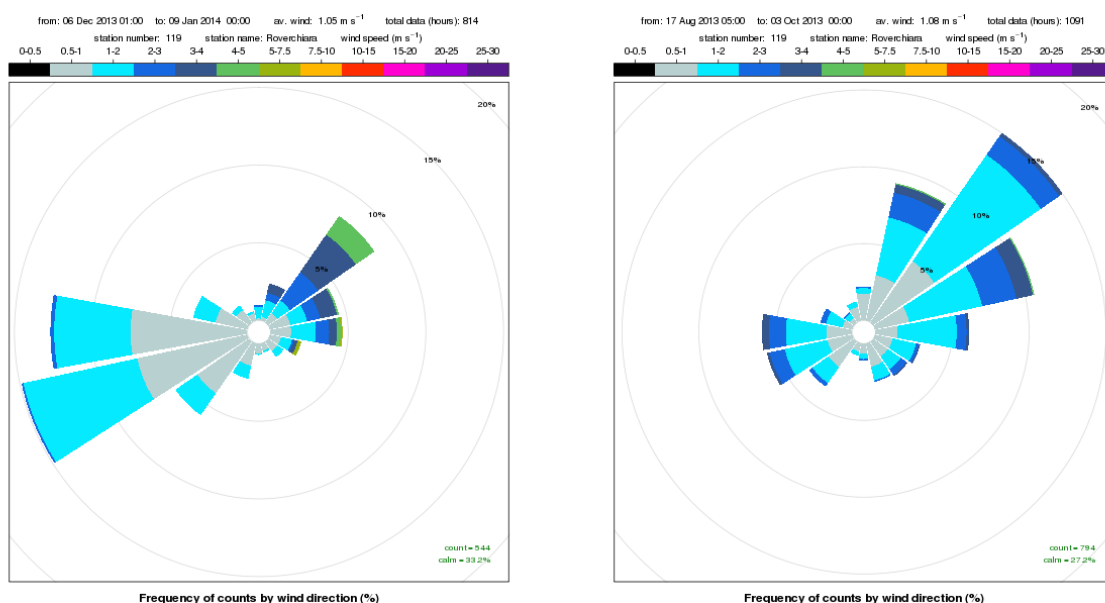


Figura 5. Rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Roverchiara nel periodo INVERNALE (6 dicembre 2013 – 8 gennaio 2014) nel pannello a sinistra ed ESTIVO (17 agosto 2013 – 2 ottobre 2013) nel pannello a destra.

In Figura 4 è riportata la rosa dei venti registrati presso la stazione di Roverchiara durante lo svolgimento delle campagne di misura. Da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento durante il periodo INVERNALE è stata Ovest-Sud-Ovest (14%), seguita da Ovest (13%) e Nord-Est (9%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 33%; la velocità media pari a 1.05 m/s.

Invece, durante la campagna ESTIVA, la direzione prevalente di provenienza del vento è Nord-Est (15%), seguita da Est-Nord-Est (10%) e Nord-Nord-Est (9%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 27%; la velocità media pari a 1.08 m/s.

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 sono riportati i valori di riferimento delle concentrazioni di metalli indicati dalle linee guida dell'Organizzazione mondiale della Sanità (OMS) per siti di fondo e siti urbani.

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 (ng/m ³)	Aree urbane (ng/m ³)
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, rispettivamente mediante cromatografia liquida ad alta

prestazione (HPLC) “metodo UNI EN 15549:2008” e determinazione gravimetrica “metodo UNI EN 12341:1999”.

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 e non richiede quindi l’impiego di un dispositivo per l’aspirazione dell’aria), attraverso il metodo Uni En 14662:2005, che prevede il campionamento per pompaggio su fiale di carbone per un periodo di 24 h, e analisi tramite desorbimento termico e gascromatografia capillare. 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 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, e mostrano che sono stati rispettati i limiti minimi richiesti dalla legislazione, con l'eccezione delle polveri sottili (PM10) per le quali non è stato possibile per motivi tecnici campionare più di 44 giorni.

	CO	NO ₂	Nox	O ₃ estate	SO ₂	PM10	Metalli	Benzo(a)pirene
N giorni di campionamento	80	80	80	80	80	44	22	44
% di anno campionato	22	22	22	22	22	12	6	12
% minima necessaria	14	14	14	10	14	14	6	6

Tabella 5. Percentuale dell'anno coperta da campionamento

	CO	NO ₂	NOx	O ₃ estate	SO ₂	PM10	Metalli	Benzo(a)pirene
% di anno campionato	94	98	98	99	97	100	100	
% minima necessaria	90	90	90	90	90	90	90	90

Tabella 6. Efficienza di campionamento per i dati orari e numero di campionatori passivi relativi alle due campagne di misura

7. Analisi dei dati rilevati

In questo capitolo vengono analizzati i risultati delle analisi svolte sulle concentrazioni dei vari inquinanti misurati 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 emmissive 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 urbano. 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 7 e il Grafico 1 in Allegato mostrano che durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di monossido di carbonio non ha mai superato il 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.

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	0.6	0.3
	Superamenti limite massimo giornaliero media mobile 8 h 10 mg/m ³	0	0
INVERNO	MEDIA	1.5	0.9
	Superamenti limite massimo giornaliero media mobile 8 h 10 mg/m ³	0	0
ESTATE + INVERNO	MEDIA PESATA	0.9	0.5
	Superamenti limite massimo giornaliero media mobile 8 h 10 mg/m ³	0	0

Tabella 7. Concentrazione media di CO e numero di superamenti del limite massimo giornaliero della media mobile di 8 ore (10 mg/m³): 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 8 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 45 µg/m³, ed è quindi superiore 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. 155/10²).

		NO ₂ (µg/m ³)		
		Campagna	Borgo Milano	Cason
ESTATE	MEDIA	37	23	19
	Superamenti soglia di allarme 400 µg/m ³	0	0	0
	Superamenti limite orario 200 (µg/m ³)	0	0	0
INVERNO	MEDIA	57	54	51
	Superamenti soglia di allarme 400 µg/m ³	0	0	0
	Superamenti limite orario 200 (µg/m ³)	0	2	0
ESTATE + INVERNO	MEDIA PESATA	45	36	11
	Superamenti soglia di allarme 400 µg/m ³	0	0	0
	Superamenti limite orario 200 (µg/m ³)	0	2	0
	Superamento limite annuale di 40 (µg/m ³)	SI	NO	NO
	Superamento livello critico protezione vegetazione 30 (µg/m ³)	SI	SI	NO

Tabella 8. Concentrazione media di NO₂ e numero di superamenti del limite orario (200 µg/m³): dati della campagna di misura, della centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano e della centralina fissa di fondo urbano di Cason.

² 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.

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.

La media misurata presso il sito di San Martino Buon Albergo è superiore a quella rilevata presso il sito fisso di riferimento di traffico urbano a Borgo Milano, in entrambi i periodi considerati. Tuttavia, presso quest'ultima stazione fissa vi sono stati, nel periodo della campagna invernale, 2 superamenti del limite orario di 200 µg/m³, mentre a San Martino Buon Albergo non ve ne sono stati.

Biossido di zolfo (SO₂)

Durante le due campagne di monitoraggio, la concentrazione di biossido di zolfo è stata ampiamente inferiore ai valori limite (Tabella 9, Allegato - Grafico 3 e Grafico 4), come tipicamente accade presso tutte le stazioni di monitoraggio della Provincia di Verona.

La media complessiva delle concentrazioni orarie misurate nei due periodi di campagna è inferiore al valore limite di rivelabilità strumentale analitica (< 5 µg/m³), quindi ampiamente inferiore al limite per la protezione degli ecosistemi (20 µg/m³). Anche le due medie di periodo invernale ed estivo sono inferiori al valore limite di rivelabilità strumentale analitica.

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 in inverno a San Martino Buon Albergo.

		SO ₂ (µg/m ³)	
		Campagna	Borgo Milano
ESTATE	MEDIA	2	2
	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	3	2
	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	3	2
	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 9. Concentrazione media di SO₂ e numero di superamenti del limite orario (350 µg/m³): dati della campagna di misura e della centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano.

Ozono (O₃)

Durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione media oraria di ozono non ha mai superato la soglia di allarme e la soglia di informazione, pari, rispettivamente, a 240 µg/m³ e 180 µg/m³ (Tabella 10 e Allegato - Grafico 5).

L'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana pari a 120 µg/m³ non è mai stato superato (Tabella 10 e Allegato - Grafico 6).

Le concentrazioni medie registrate a San Martino Buon Albergo sono sempre inferiori a quelle misurate presso la centralina fissa di fondo urbano di Cason.

		O ₃ (µg/m ³)	
		Campagna	Cason
ESTATE	MEDIA	47	56
	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	10
INVERNO	MEDIA	8	11
	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	30	32
	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	10

Tabella 10. Concentrazione media di O₃ e numero di superamenti del limite orario (180 µg/m³): dati della campagna di misura e della centralina fissa di fondo urbano di Cason.

Polveri atmosferiche inalabili (PM₁₀)

In Tabella 11 sono riportate le statistiche relative alle concentrazioni di PM₁₀. Mentre le misure della campagna di San Martino Buon Albergo sono di tipo gravimetrico, quelle presso le centraline sono state realizzate con una linea di prelievo sequenziale, e misura di assorbimento beta. Le misurazioni sono state effettuate nella prima parte dei due periodi di campagna.

Il Grafico 10 in Allegato e Tabella 11 mostrano che durante il periodo invernale, a San Martino Buon Albergo, la concentrazione media giornaliera di polveri ha superato il limite giornaliero per la protezione della salute umana, pari a 50 µg/m³, tutti i giorni in cui è avvenuto il campionamento.

Nello stesso periodo le concentrazioni medie sono state elevate anche presso le stazioni di Borgo Milano e Cason, determinando una percentuale di superamenti maggiore del 94%. La caratteristica di questo inquinante, la cui formazione è il risultato di un complesso insieme di

fenomeni che implicano l'emissione di sostanze inquinanti, il loro ricombinarsi e coagularsi in atmosfera, e il trasporto dovuto alle dinamiche dei bassi strati dell'atmosfera, è di essere distribuito in modo omogeneo su aree vaste: pertanto è normale trovare valori simili nelle tre località considerate e uguali tendenze temporali.

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

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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per quanto detto il sito di San Martino Buon Albergo è stato confrontato con la stazione fissa di riferimento di traffico urbano di Borgo Milano a Verona. La metodologia di calcolo stima per il sito sporadico di San Martino Buon Albergo il valore medio annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (uguale al valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ed il 90° percentile di $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (superiore al valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

		PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		Campagna	Borgo Milano	Cason
ESTATE	MEDIA	20	17	17
	Superamenti limite 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0
	n° dati	28	28	28
	% superamenti	0	0	0
INVERNO	MEDIA	89	82	89
	Superamenti limite 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	16	15	16
	n° dati	16	16	16
	% superamenti	100	94	100
ESTATE +INVERNO	MEDIA PESATA	45	41	43
	Superamenti limite 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	16	15	16
	n° dati	44	44	44
	% superamenti	36	34	36

Tabella 11. Concentrazione media di PM10 e numero di superamenti del limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$): dati della campagna di misura, della centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano e della centralina fissa di fondo urbano di Cason.

Benzene (C₆H₆)

In tabella 12 e in tabella 13 sono riportati i dati di misura della concentrazione di benzene, etilbenzene, toluene e xilene durante la campagna di monitoraggio invernale ed estiva. Sono, inoltre riportati i dati di concentrazione misurati presso le stazioni fisse di Corso Milano e Verona Cason in periodi simili, con strumentazione di misura analoga a quella utilizzata per la determinazione delle concentrazioni di benzene a San Martino Buon Albergo. Dai dati di misura riportati in tabella 12 e 13 si vede che, in tutti i periodi di campagna, la media delle concentrazioni di benzene misurate a San Martino Buon Albergo è superiore a quella misurata a Borgo Milano, come anche a quella di Cason.

SAN MARTINO BUON ALBERGO	inizio campionamento	fine campionamento	Benzene	Etilbenzene	Toluene	Xilene (o+m+p)
	05/12/13	18/12/13	7.3	0.25	5.5	0.25
	18/12/13	31/12/13	2	0.25	4.8	0.25
	31/12/13	09/01/14	4.5	0.25	3	0.25
VERONA - LOC. CASON.	04/12/13	20/12/13	4.6	1.7	10.8	6.9
	07/01/14	29/01/14	3.9	0.25	0.6	0.25
VERONA - CORSO MILANO	04/12/13	20/12/13	3.9	0.9	12.9	1.6
	07/01/14	29/01/14	1.1	0.5	7.2	0.8

Tabella 12. Concentrazione media di benzene: dati della campagna di misura invernale, della postazione di traffico urbano di Corso Milano e della centralina fissa di fondo urbano di Cason.

SAN MARTINO BUON ALBERGO	inizio campionamento	fine campionamento	Benzene	Etilbenzene	Toluene	Xilene (o+m+p)
	16/08/2013	29/08/2013	0.8	0.7	2.9	1.5
	29/08/2013	03/10/2013	0.5	1	5.4	4.2
VERONA - LOC. CASON.	12/08/2013	27/08/2013	0.6	0.6	2.1	2.1
	05/09/2013	27/09/2013	0.6	0.8	4.3	3.3
VERONA - CORSO MILANO	12/08/2013	27/08/2013	0.8	1	4	3.4
	05/09/2013	27/09/2013	0.9	1.2	6.7	3.9

Tabella 13. Concentrazione media di benzene: dati della campagna di misura estiva, della postazione di traffico urbano di Corso Milano e della centralina fissa di fondo urbano di Cason.

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

Nelle tabelle seguenti (Tabella 14) sono riportate le concentrazioni medie di benzo(a)pirene e delle altre specie IPA misurate nelle campagne di misura a San Martino Buon Albergo e negli stessi periodi presso la stazione di fondo urbano di Verona Cason.

La concentrazione media di benzo(a)pirene a San Martino Buon Albergo è confrontabile con quella registrata a Cason, in entrambi i periodi di campagna. La media estiva delle concentrazioni di benzo(a)pirene misurate a San Martino Buon Albergo è inferiore al limite di rivelabilità dello strumento, pari a 0.02 ng/m³ (per convenzione, è stato attribuito alla media la metà di tale valore); durante l'inverno è invece più elevata, come accade anche presso la stazione di Cason. I valori della media pesata suggeriscono per San Martino Buon Albergo la possibilità che venga superato

il valore obiettivo pari a 1 ng/m³ su base annua. Il valore obiettivo non viene superato nell'anno 2013 presso la stazione di Verona –Cason.

Componente IPA	7 - 22 dicembre 2013 San Martino Buon Albergo		9 - 23 dicembre 2013 Verona-Cason	
	media µg/m ³	max µg/m ³	media µg/m ³	max µg/m ³
Benzo(a)antracene	3.28	4.14	3.74	4.83
Benzo(a)pirene	4.29	4.89	4.81	6.19
Benzo(b)fluorantene	4.81	5.93	5.00	5.98
Benzo(ghi)perilene	3.58	4.30	3.74	4.48
Benzo(k)fluorantene	2.10	2.53	2.21	2.68
Crisene	5.73	7.64	5.50	7.37
Dibenzo(ah)antracene	0.31	0.37	0.33	0.39
Indeno(123-cd)pirene	3.39	4.08	3.61	4.43
Componente IPA	17 agosto – 13 settembre 2013 San Martino Buon Albergo		12 agosto – 18 settembre 2013 Verona-Cason	
	media µg/m ³	max µg/m ³	media µg/m ³	max µg/m ³
Benzo(a)antracene	0.01	0.02	0.03	0.05
Benzo(a)pirene	0.01	0.02	0.04	0.08
Benzo(b)fluorantene	0.03	0.04	0.11	0.18
Benzo(ghi)perilene	0.02	0.03	0.06	0.11
Benzo(k)fluorantene	0.01	0.01	0.04	0.07
Crisene	0.04	0.04	0.09	0.15
Dibenzo(ah)antracene	0.01	0.01	0.01	0.01
Indeno(123-cd)pirene	0.01	0.01	0.05	0.10

Componente IPA	San Martino Buon Albergo		Verona-Cason	
	media pesata µg/m ³	n. campioni	media annuale µg/m ³	n. campioni
Benzo(a)antracene	1.20	44	0.63	134
Benzo(a)pirene	1.57	44	0.85	134
Benzo(b)fluorantene	1.77	44	0.98	134
Benzo(ghi)perilene	1.31	44	0.73	134
Benzo(k)fluorantene	0.77	44	0.43	134
Crisene	2.11	44	1.00	134
Dibenzo(ah)antracene	0.12	44	0.06	134
Indeno(123-cd)pirene	1.24	44	0.73	134

Tabella 14. Concentrazione media e massima di Benzo(a)pirene e numero di campioni analizzati: dati della campagna di misura e della centralina fissa di fondo urbano di Cason.

Metalli (Pb, As, Cd, Ni)

Le medie delle concentrazioni giornaliere di metalli misurate a San Martino Buon Albergo, in entrambi i periodi di campagna, sono ampiamente inferiori ai rispettivi limiti di legge relativi all'esposizione cronica.

La concentrazione media del piombo assume valori in linea con quelli rappresentativi delle aree urbane, con riferimento a quanto riportato nelle linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (Tabella 4); per quanto riguarda l'arsenico, il cadmio e il nichel la media risulta in linea con i valori rappresentativi del livello di background.

Per completezza si riportano in Tabella 15 le medie complessive ponderate dei metalli, calcolate nello stesso periodo di monitoraggio presso la stazione fissa di background urbano di Cason: esse sono tutte inferiori a quelle misurate a San Martino Buon Albergo.

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 (ng/m ³)	Aree urbane (ng/m ³)
Arsenico	0.6	0.7	0.7	6.0	NO	1 - 3	20-30
Cadmio	0.1	0.8	0.5	5.0	NO	0.1	1 - 10
Nichel	2.5	2.6	2.5	20.0	NO	1	9 - 60
Piombo	6.4	8.8	7.6	500.0	NO	0.6	5-500

Tabella 15. Valori medi di periodo (semestre estivo, invernale) e media complessiva dei metalli.

Metallo		Campagna	Cason
		(ng/m ³)	(ng/m ³)
Arsenico	media	0.7	0.4
	n° dati	22	27
Cadmio	media	0.5	0.1
	n° dati	22	27
Nichel	media	2.5	1.8
	n° dati	22	27
Piombo	media	7.6	2.5
	n° dati	22	27

Tabella 16. Valori medi delle concentrazioni di metalli misurate durante le campagne di misura a San Martino Buon Albergo e presso la stazione background urbano di Cason (Verona) nei periodi corrispondenti a quelli delle campagne di misura a San Martino Buon Albergo.

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 Verona 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.

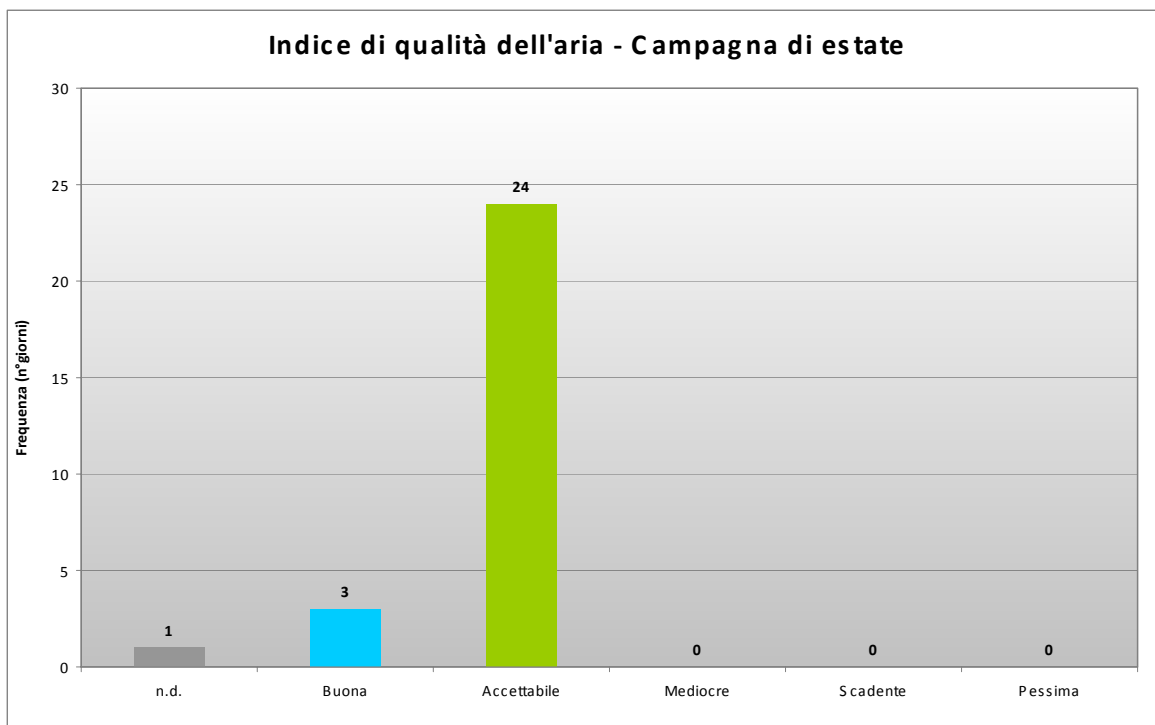


Figura 6. Indice sintetico di qualità dell'aria per la campagna estiva a San Martino Buon Alberg

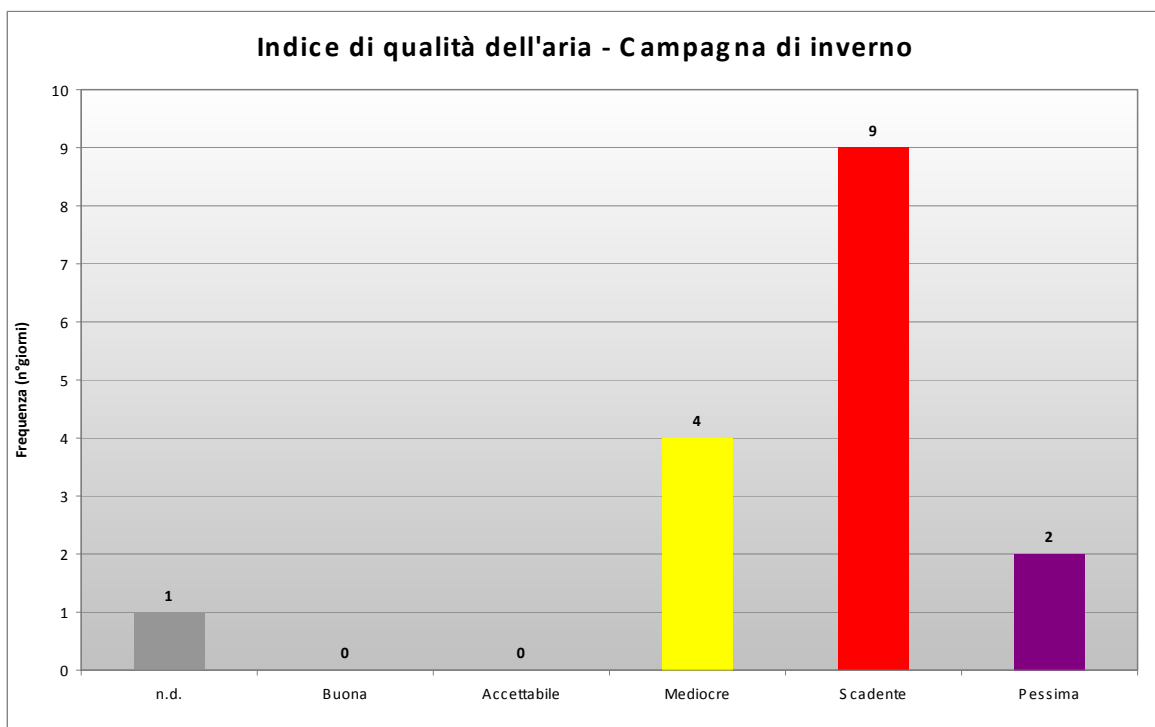


Figura 7. Calcolo dell'indice sintetico di qualità dell'aria per la campagna invernale a San Martino Buon Alberg

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 6 e Figura 7 è riportato il numero di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA: si vede che, se durante la campagna estiva la qualità dell'aria è stata accettabile, durante quella invernale è stata mediamente scadente, in 2 giornate addirittura pessima.

9. Valutazione dei trend storici per il sito di interesse

Nel comune di San Martino Buon Albergo, fino ad aprile 2012, è stata in funzione una centralina fissa per la misura di dati orari di qualità dell'aria (CO, NOx, SO₂, benzene). Essa era posizionata a una distanza di circa 100 m dal punto in cui è stato posizionato il mezzo mobile durante le campagne di misura, come visibile in Figura 2. E' stato pertanto possibile confrontare i dati di campagna relativi agli inquinanti più significativi (NO₂ e benzene) con le medie annuali registrate negli anni precedenti presso la centralina fissa. I risultati sono riportati in forma grafica in Figura 8 e Figura 9, dove sono riportati anche i valori relativi alle due centraline fisse di riferimento di Cason e Borgo Milano.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, il valore medio durante la campagna risulta inferiore alle medie annuali registrate dalla stazione fissa negli anni precedenti. Tutti i valori sono comunque superiori al valore limite annuale di 40 µg/m³ previsto dalla normativa.

Analoga tendenza alla diminuzione negli anni dal 2007 al 2013, è stata riscontrata presso le centraline di Borgo Milano e di Cason, dove i valori medi sono sempre inferiori rispetto a quelli registrati a San Martino Buon Albergo.

In Figura 9 è raffigurata la concentrazione media di benzene. Tutti i valori in tabella sono inferiori al limite annuale di 5.0 µg/m³ indicato dalla normativa.

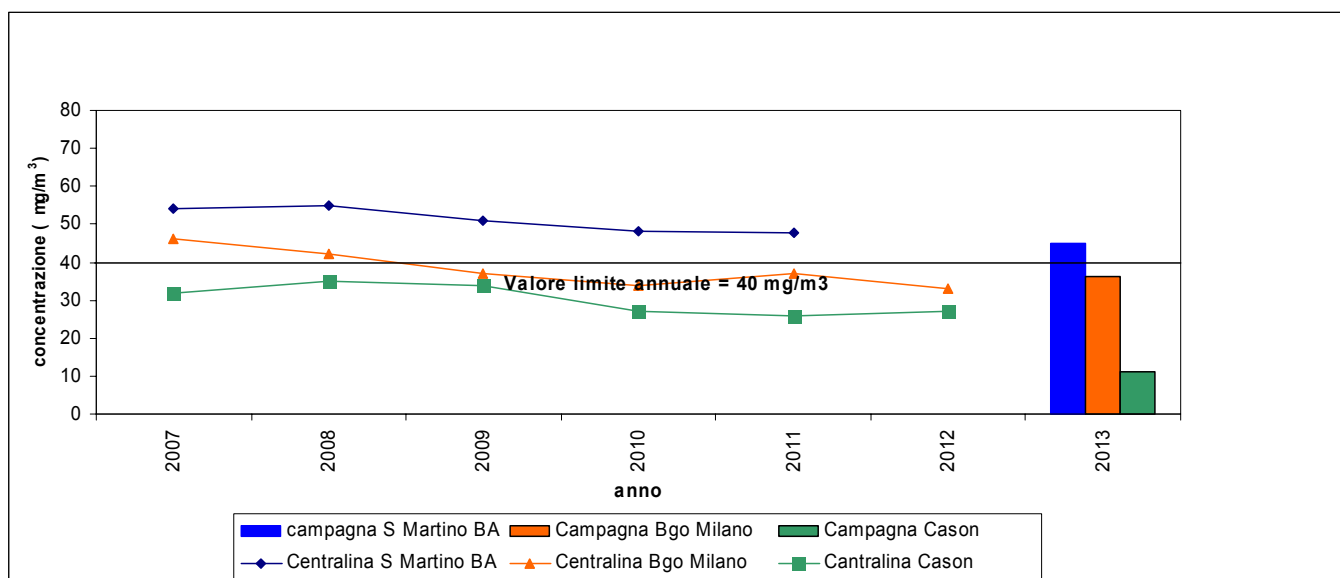


Figura 8. NO₂: concentrazione media annua misurata dalle centraline fisse di San Martino Buon Albergo, Borgo Milano e Cason, e concentrazione media durante le campagne di misura del 2013 – 2014 misurate dal mezzo mobile a San Martino Buon Albergo, e dalle centraline di Borgo Milano e Cason.

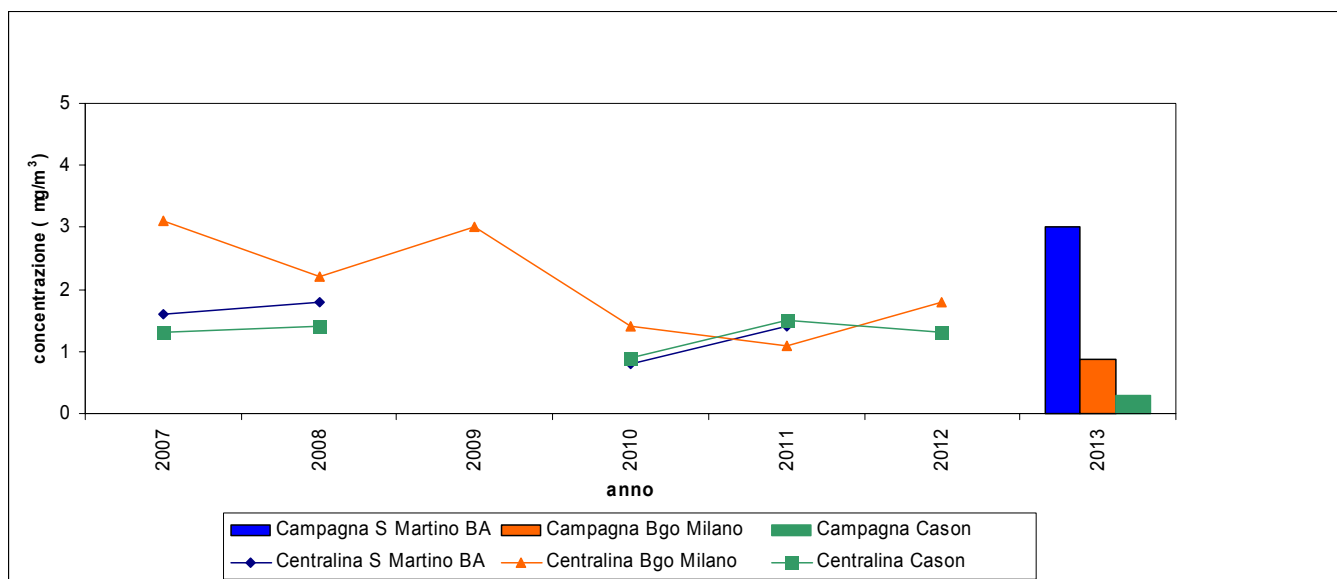


Figura 9. Benzene: concentrazione media annua misurata dalla centralina fissa negli anni dal 2007 al 2011 e durante le campagne di misura del 2013 - 2014.

10. Conclusioni

Il mezzo mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria è stato posizionato nel comune di San Martino Buon Albergo, in un'area residenziale posta tra la tangenziale Sud e il raccordo autostradale Verona-Est, a una distanza inferiore a 200 metri dai tratti stradali. Il sito, per le caratteristiche descritte, può considerarsi di traffico urbano.

Le campagne di misura sono state realizzate in due periodi dell'anno: il primo, che va dal 17 agosto al 2 ottobre 2013, caratterizzato da un clima estivo; il secondo, che va dal 6 dicembre 2013 all'8 gennaio 2014, 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 concentrazione media del benzene con campionatori passivi. 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 Cason (del comune di Verona) e con i dati storici della centralina fissa che è stata attiva a San Martino Buon Albergo fino ad aprile 2012.

L'analisi dei dati ha evidenziato che la zona monitorata, nel comune di San Martino Buon Albergo, presenta le caratteristiche tipiche di un sito di traffico, essendo caratterizzata da valori elevati di concentrazione di ossidi di azoto e benzene, inquinanti legati proprio alle emissioni veicolari.

Infatti, la concentrazione media, nei due periodi di campagna, di biossido di azoto a San Martino Buon Albergo è pari a 45 µg/m³, e supera sia il limite annuale di 40 µg/m³ sia il limite annuale per la protezione degli ecosistemi di 30 µg/m³. Tuttavia le medie orarie sono sempre state inferiori al valore limite orario relativo all'esposizione acuta di 200 µg/m³. In Figura 10 sono riportate le concentrazioni medie giornaliere di biossido di azoto rilevate nelle campagne di misura estive ed invernali e negli stessi periodi presso le stazioni fisse di rilevamento di Verona. In periodo estivo le concentrazioni sono significativamente più alte, mentre in periodo invernale la differenza è meno significativa.

La concentrazione media di benzene, composto organico aromatico che deriva principalmente da processi di combustione incompleta che avviene nei veicoli a motore alimentati a benzina, è risultata pari a 4.7 µg/m³ nel periodo invernale, valore che si avvicina al limite annuale di 5 µg/m³, che tuttavia non viene superato.

Il benzo(a)pirene (idrocarburo Policiclico aromatico la cui fonte antropica principale è data dalla combustione incompleta di legname, grassi, tabacco e combustibili fossili od organici in generale, classificato come cancerogeno) ha avuto una concentrazione critica nel periodo invernale, quando il suo valor medio è stato 4.7 ng/m^3 . Il valor della media pesata è superiore al valore obiettivo di 1.0 ng/m^3 .

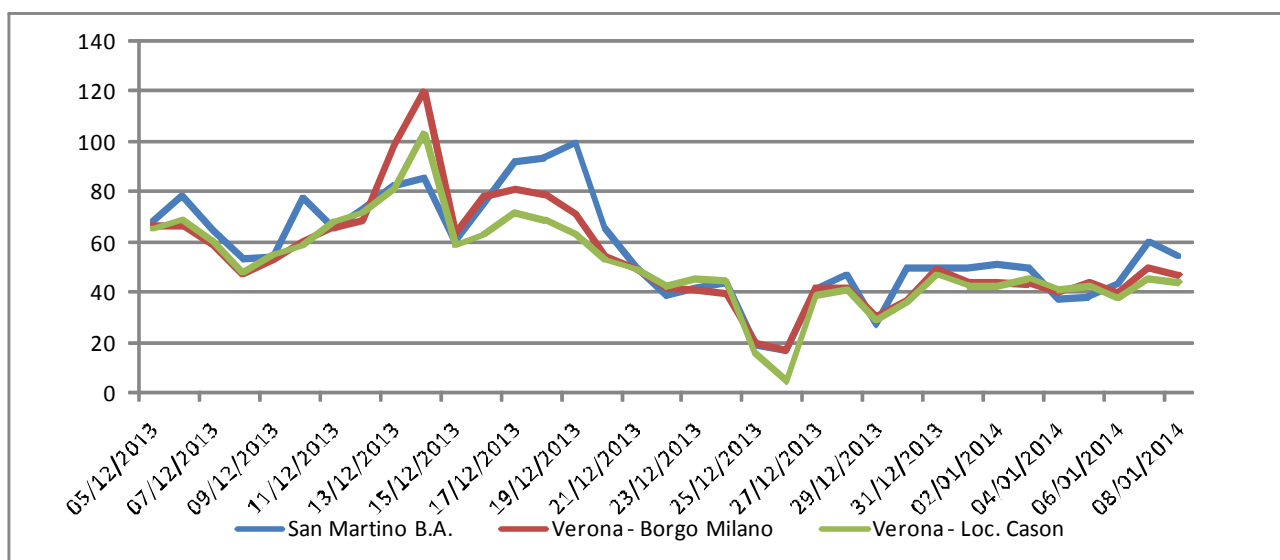
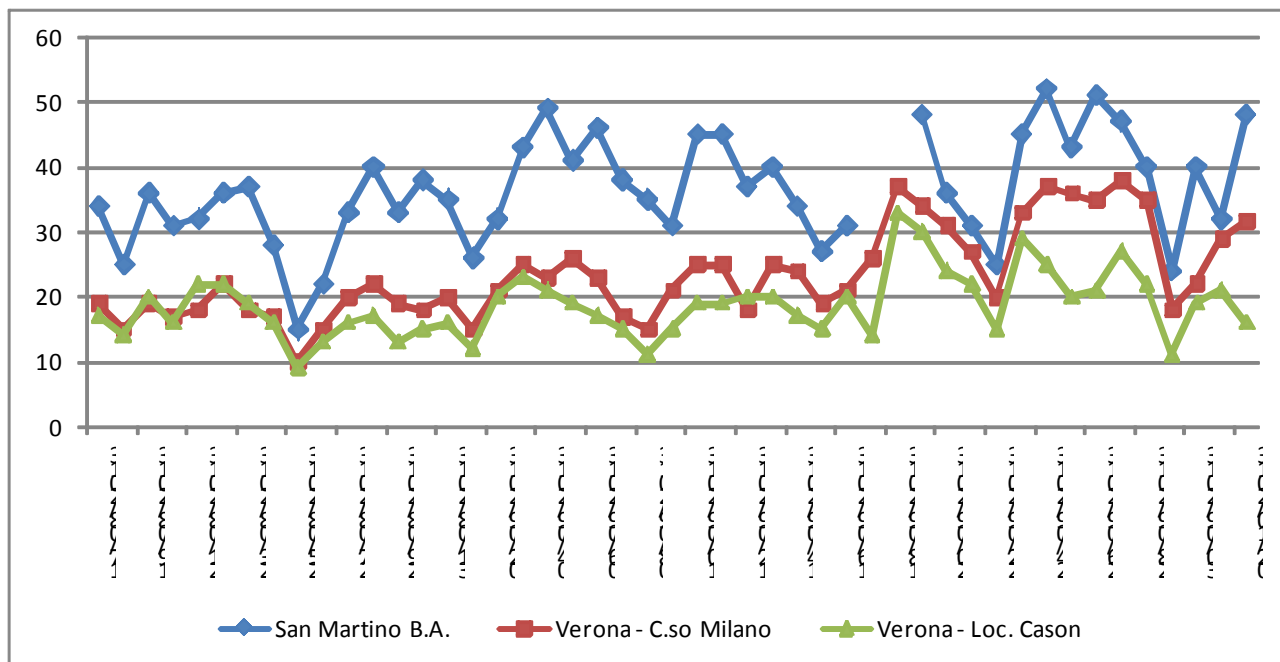


Figura 10: confronto fra le concentrazioni medie giornaliere di NO2 rilevate presso il sito di San Martino Buon albergo in periodo estivo ed invernale e negli stessi periodi presso le stazioni fisse di Verona Borgo Milano e Verona Cason

Anche per quanto riguarda il monossido di carbonio, altro inquinante legato alle emissioni da traffico, la sua concentrazione media durante le due campagne di misura (pari a 0.9 mg/m^3) è superiore a quella registrata a Borgo Milano. Tuttavia i valori sono sempre molto bassi rispetto al valore limite di 10 mg/m^3 (applicato alla media mobile di 8 ore), in linea con quanto si rileva presso tutte le stazioni di monitoraggio della Provincia di Verona.

Le concentrazioni medie di polveri sottili sono state elevate, sempre superiori a quelle delle stazioni fisse di riferimento, e tali da comportare il superamento dei limiti previsti dalla normativa

relativi all'esposizione acuta. La concentrazione di polveri sottili (PM10) è stata molto elevata durante la campagna di misura invernale, e tale da determinare il superamento del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tutti i giorni in cui è stata realizzata la misura.

Il biossido di zolfo (SO_2) e l'ozono (O_3), invece, non sono inquinanti critici. La concentrazione media di biossido di zolfo nei due periodi di campagna è stata inferiore al valore limite di rivelabilità strumentale analitica di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e quindi ampiamente inferiore a tutti i limiti normativi relativi a questo inquinante, in linea con quanto si registra presso le altre centraline di riferimento della provincia di Verona. Anche la concentrazione di ozono non ha mai superato i limiti normativi ed è risultata sempre inferiore a quella della centralina di fondo urbano di Cason. Tuttavia, la dipendenza di questo inquinante da alcune variabili meteorologiche, temperatura e radiazione solare in particolare, comporta una certa variabilità da un anno all'altro, pur in un quadro di vasto inquinamento diffuso.

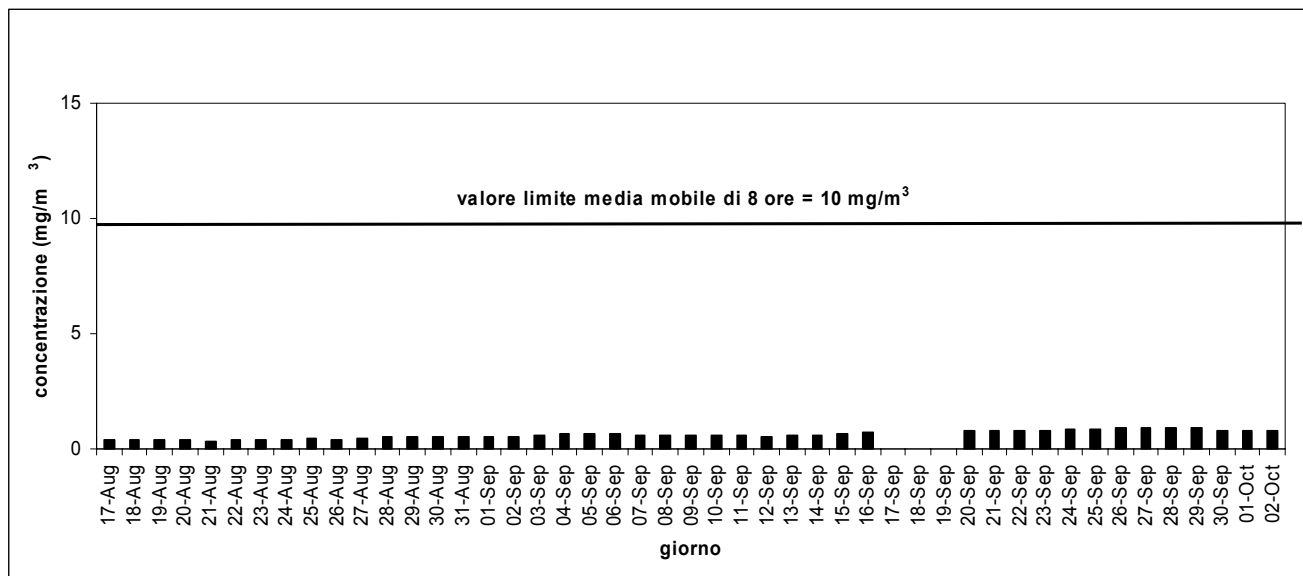
Il periodo di campagna più critico è l'inverno, quando la qualità dell'aria, in base agli indici sintetici calcolati, è mediamente scadente, talvolta pessima. Invece, in estate, a causa delle condizioni meteorologiche più favorevoli alla dispersione degli inquinanti, le concentrazioni dei vari inquinanti sono più basse, in linea con quanto accade in tutte le stazioni di misura della qualità dell'aria della provincia di Verona, e la qualità dell'aria risulta mediamente accettabile.

In inverno, i valori medi di concentrazione degli inquinanti più critici (ossidi di azoto, benzene, polveri sottili, benzoapirene) a San Martino Buon Albergo, sono superiori ai corrispondenti registrati presso le stazioni fisse di riferimento di traffico urbano di Borgo Milano e di fondo urbano di Cason, del comune di Verona.

11. ALLEGATO

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

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

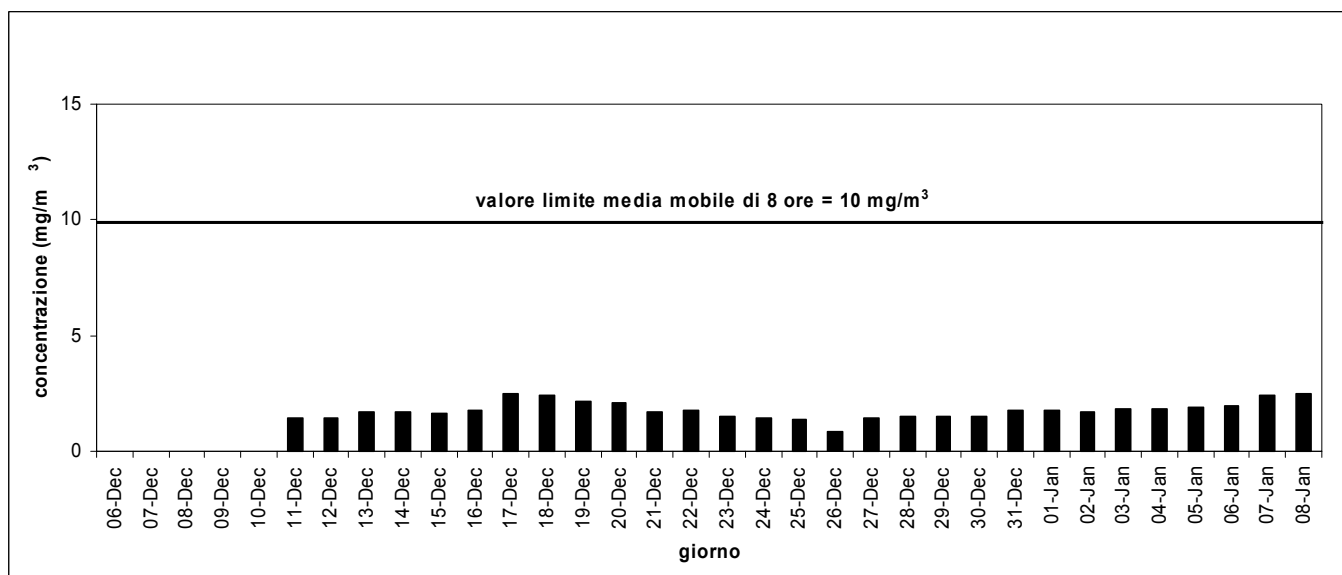
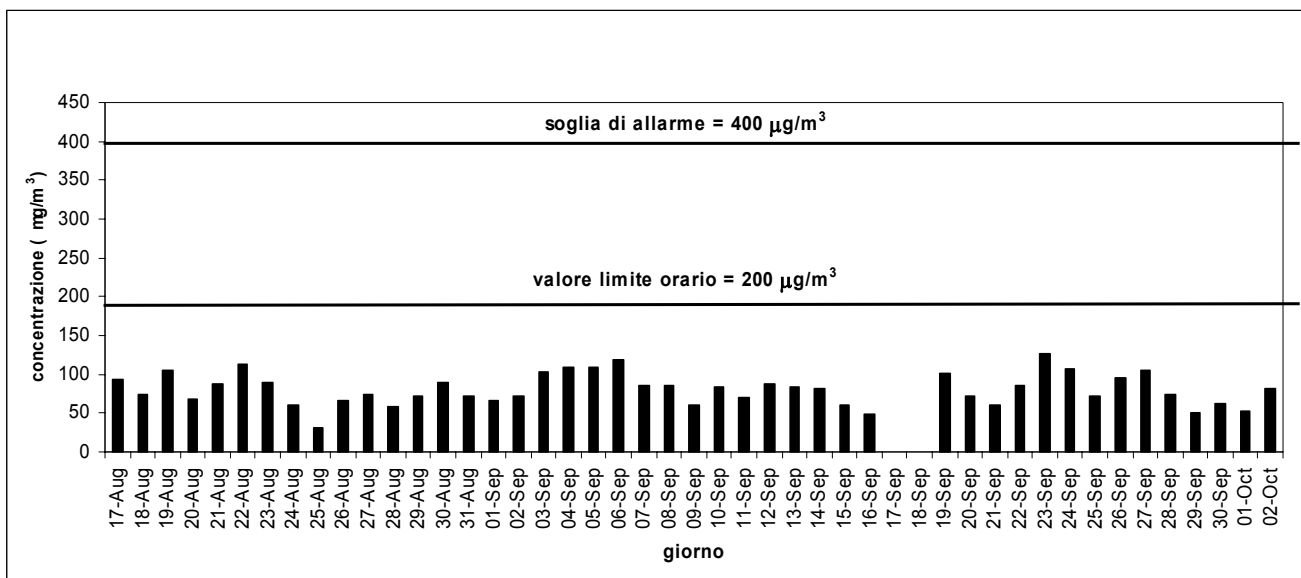


Grafico 2 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di NO₂ (µg/m³). “Esposizione acuta”.

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

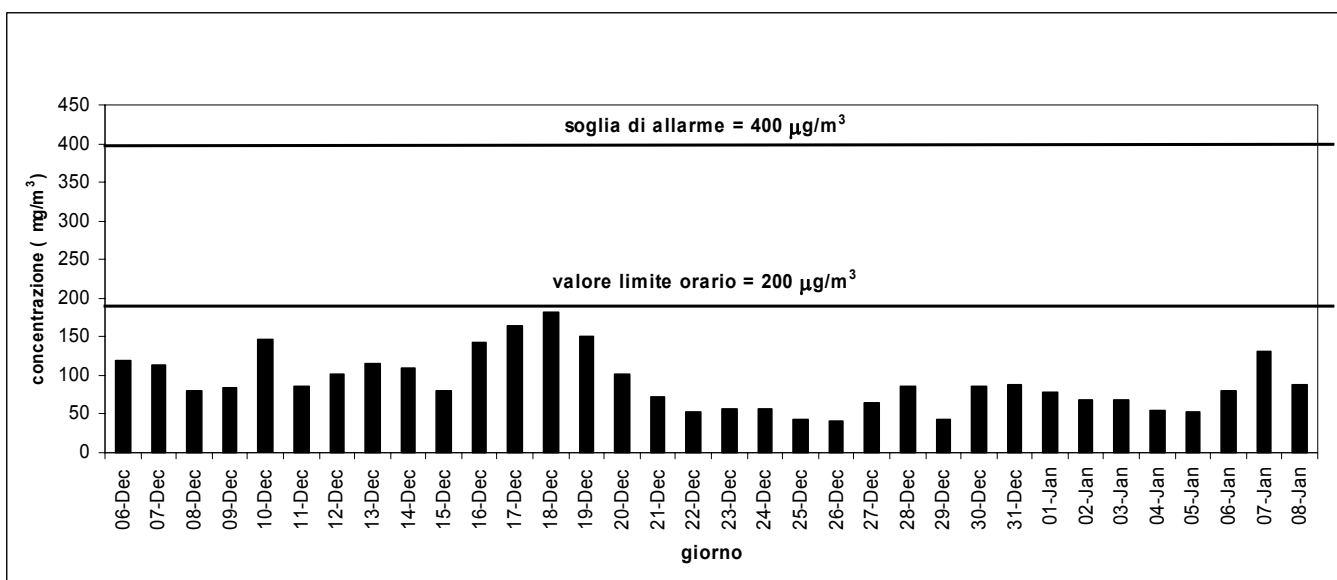
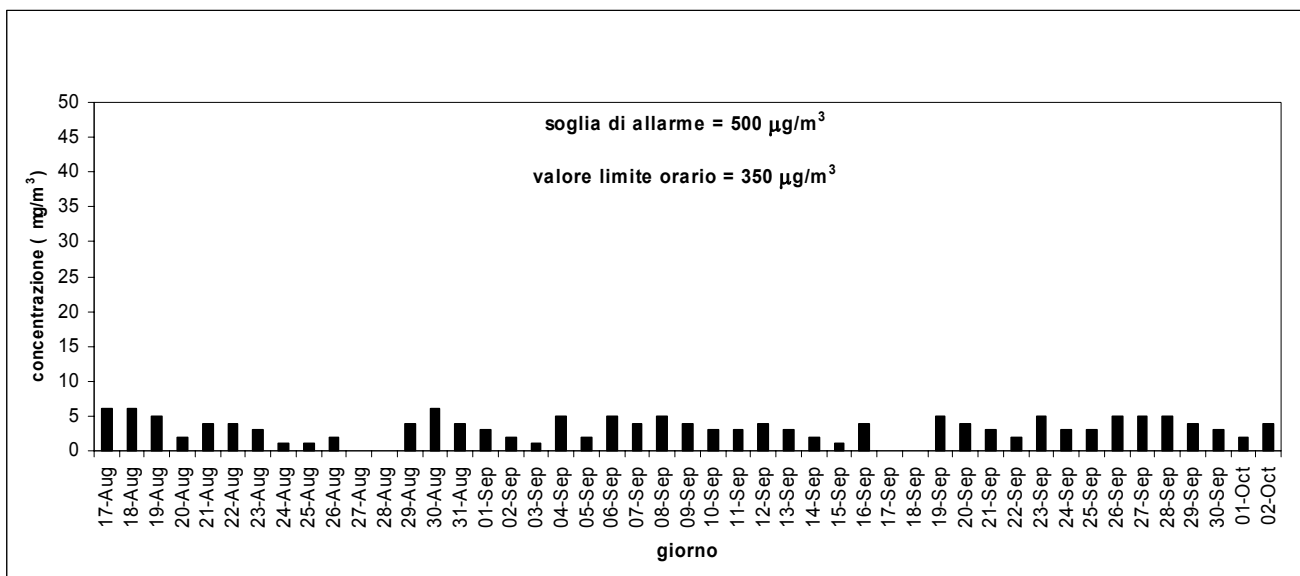


Grafico 3 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di SO₂ (µg/m³).

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

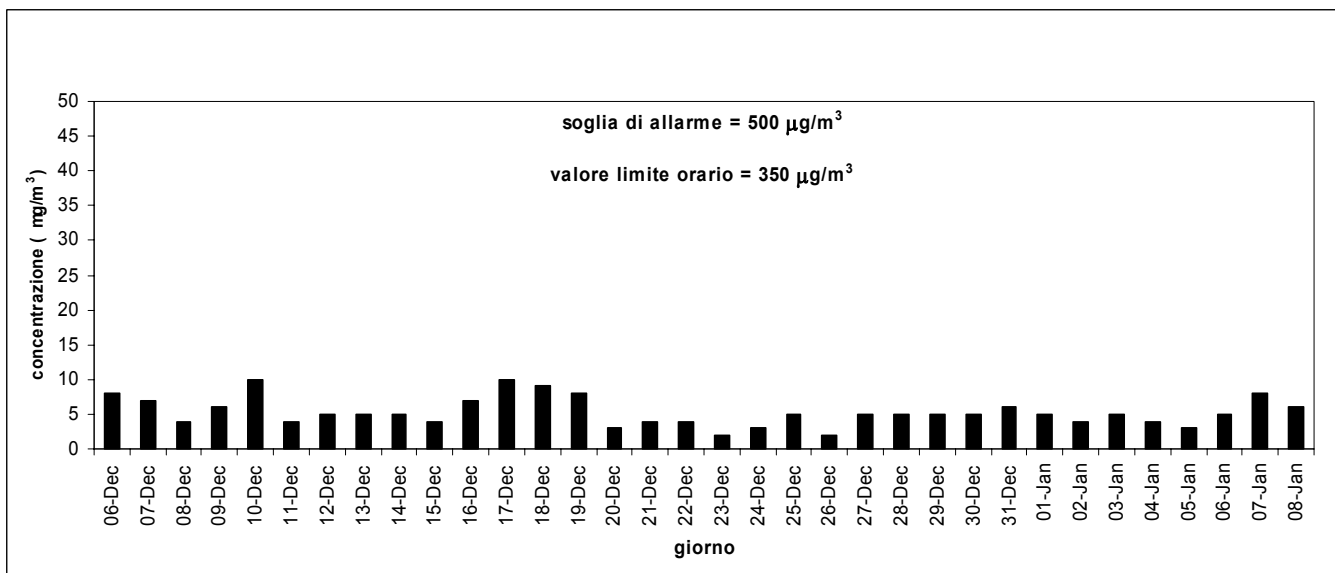
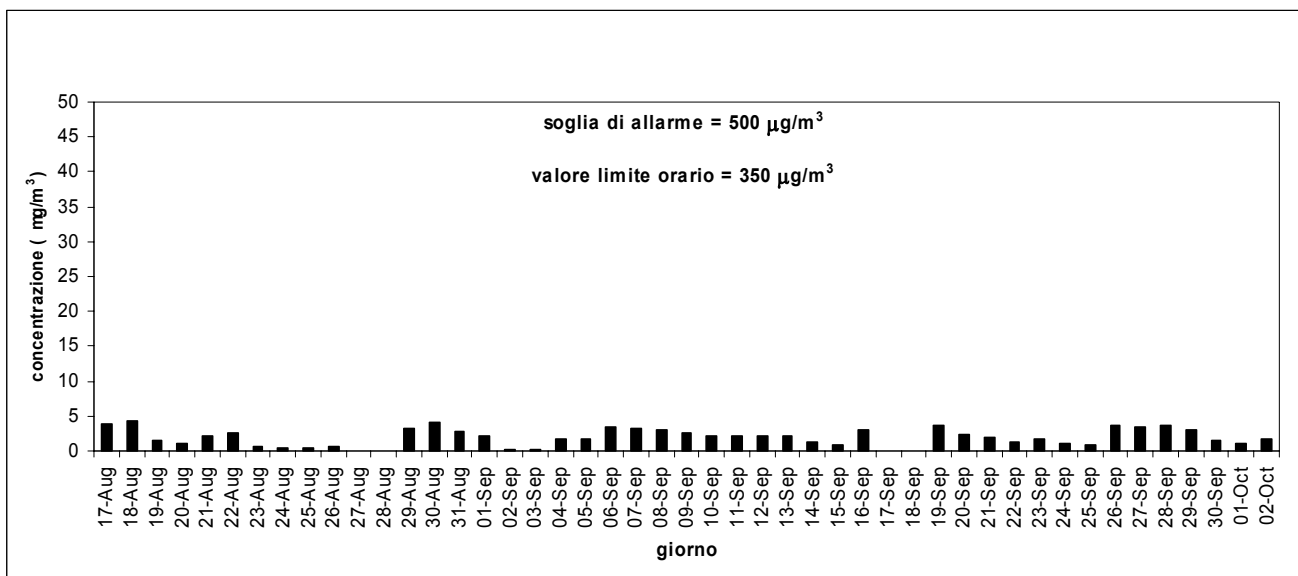


Grafico 4 – Concentrazione Media Giornaliera di SO₂ (µg/m³).

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

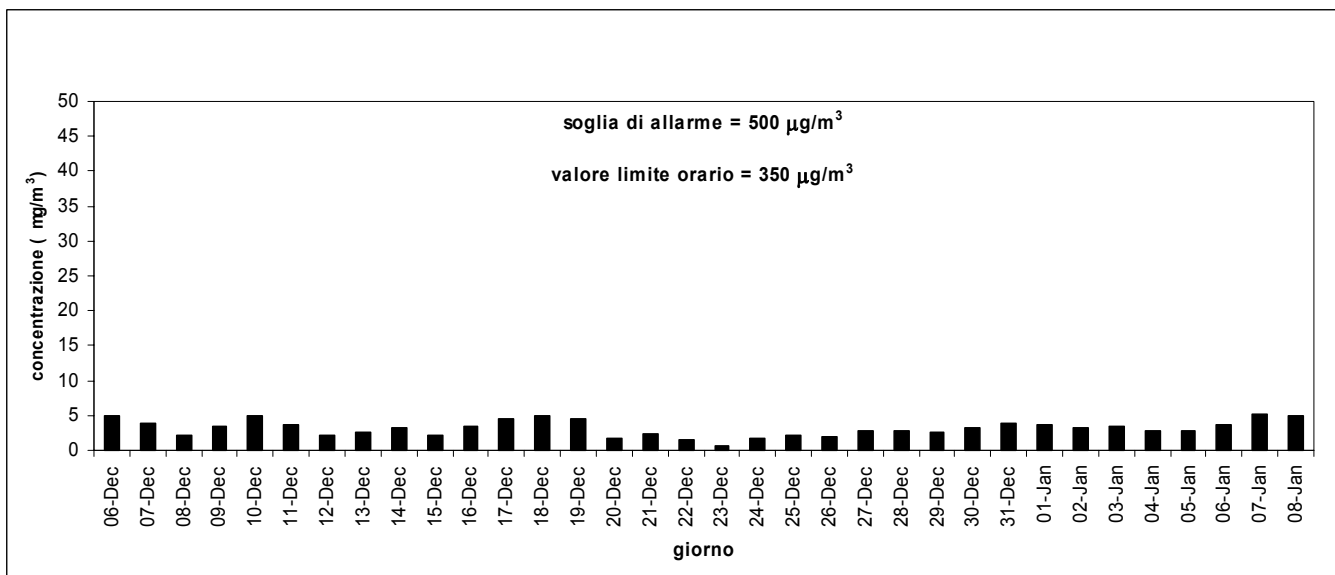
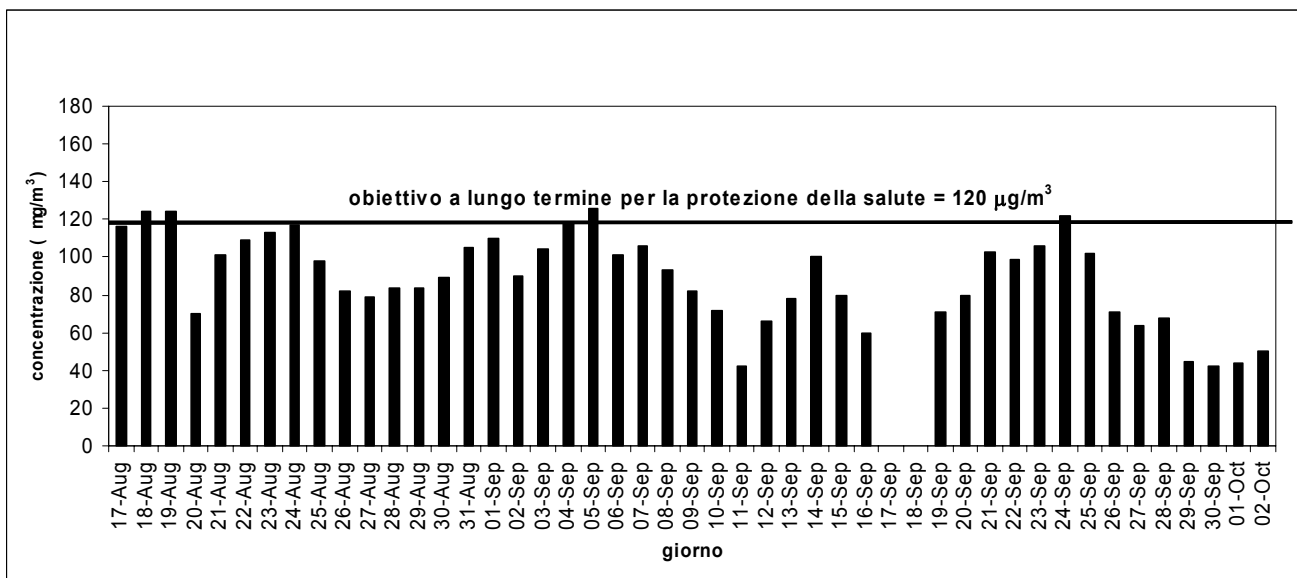


Grafico 5 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di O₃ (µg/m³).

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

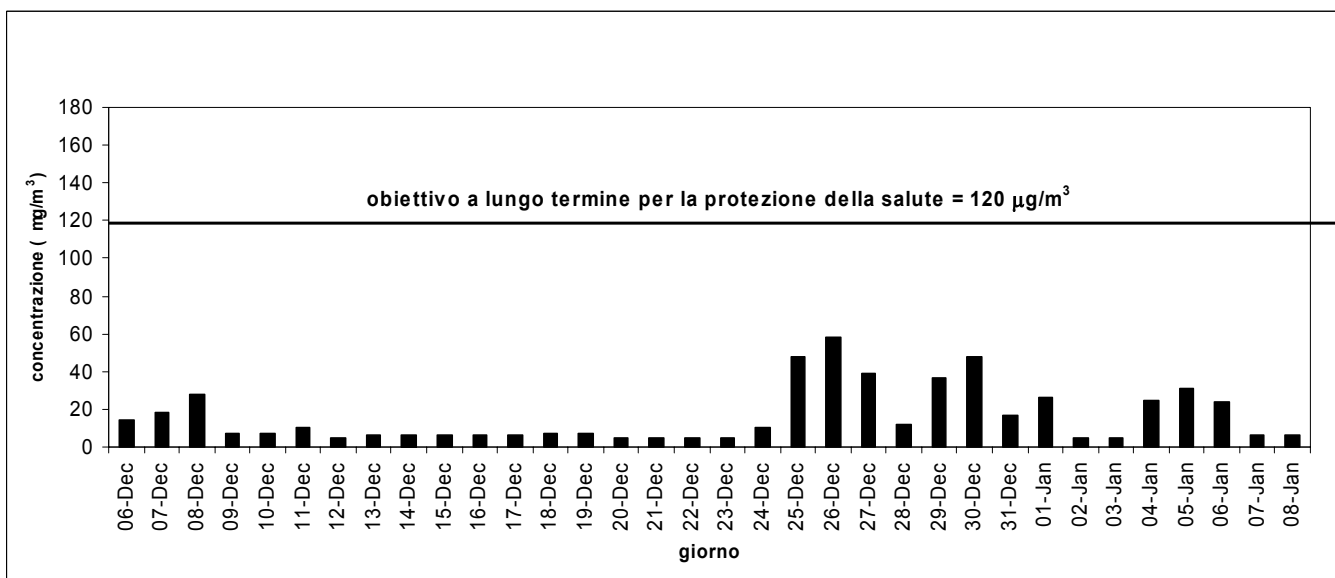
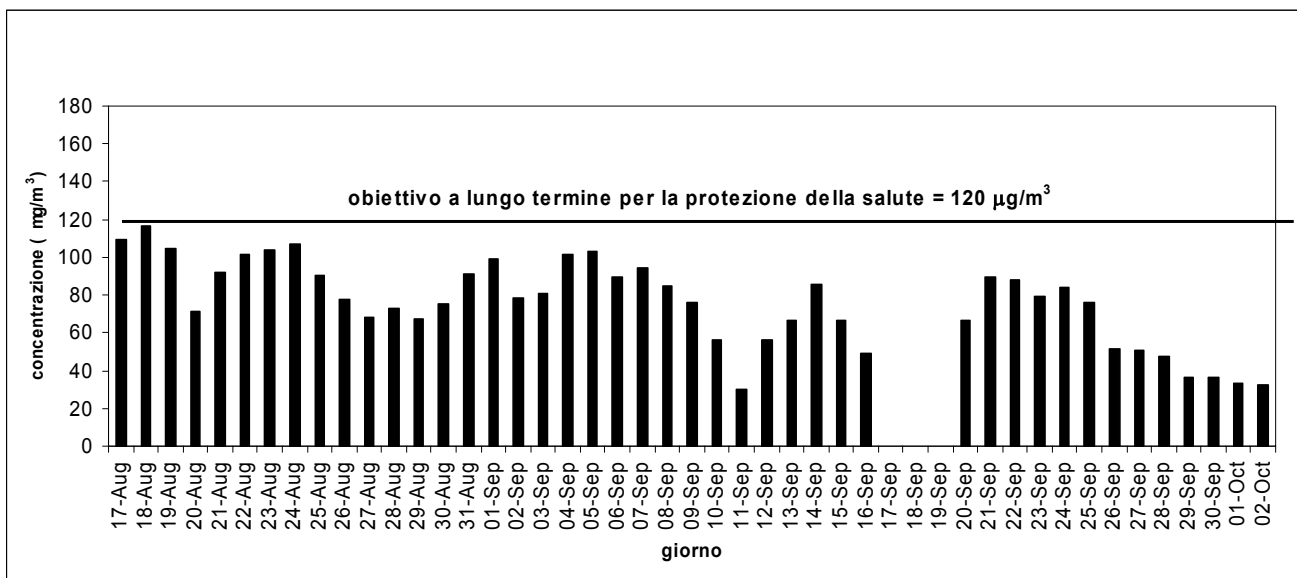


Grafico 6 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di O₃ (µg/m³).

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

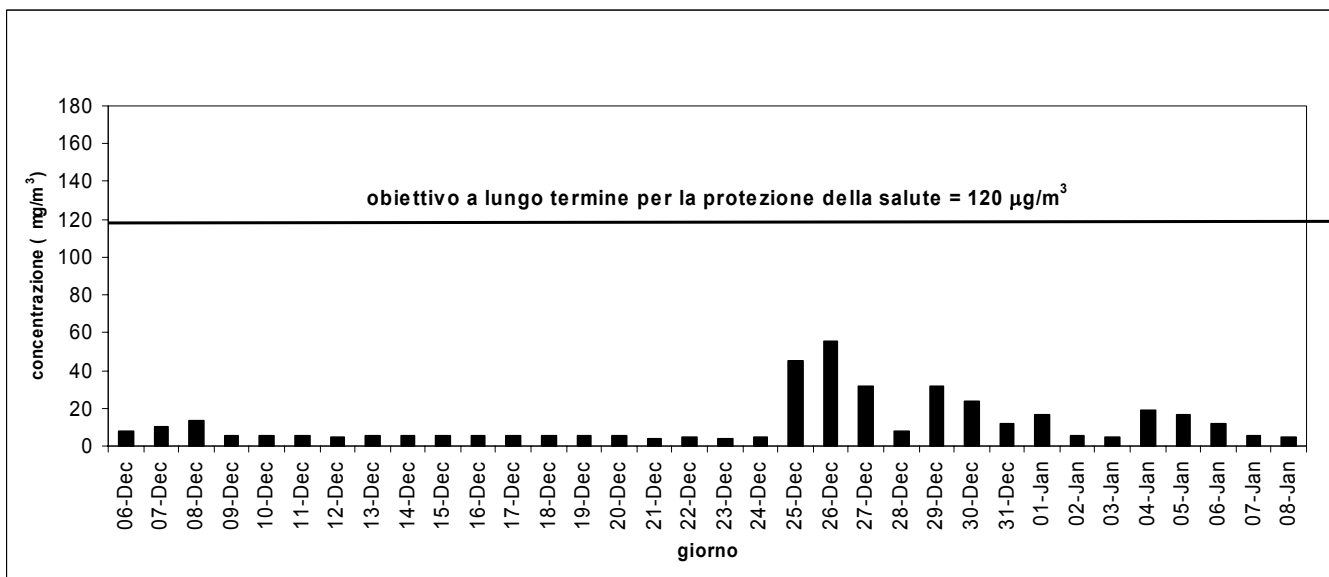
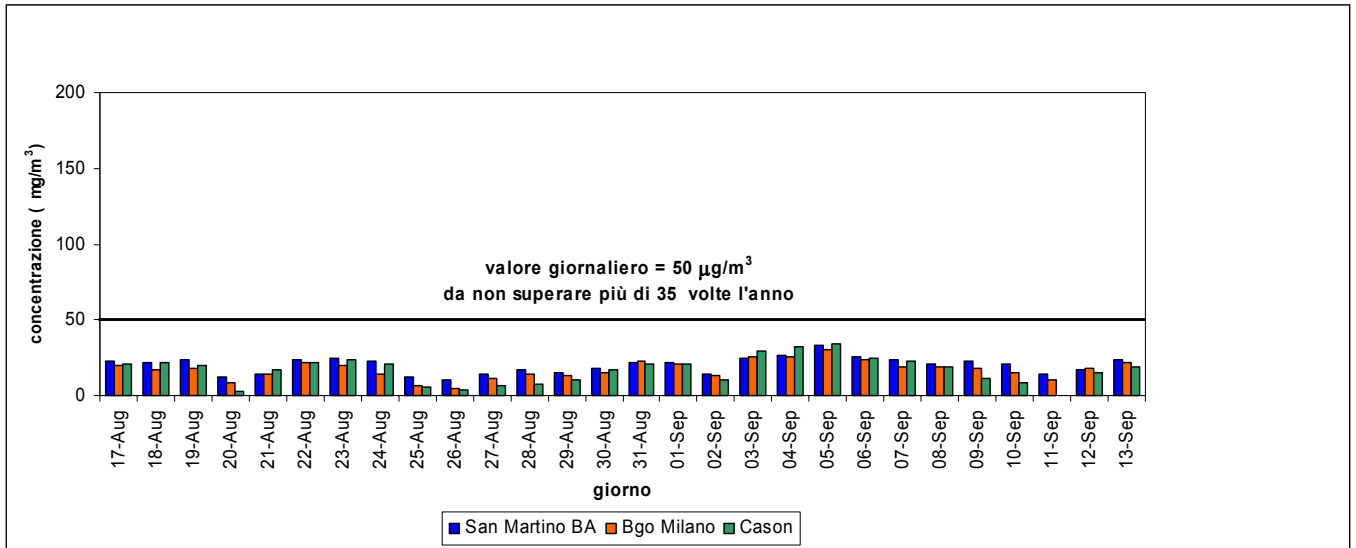


Grafico 7 – Concentrazione Giornaliera di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Semestre “estivo”



Semestre “invernale”

