

# Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

## Comune di Garda

### Via Pincini, Garda (VR)



**Periodo di attuazione:**

**17/01/2020 – 16/02/2020 (periodo invernale)**

**18/06/2020 – 26/07/2020 (periodo estivo)**

# **RELAZIONE TECNICA**

**Realizzato a cura di:**

**A.R.P.A.V.**

**Dipartimento Provinciale di Verona**

Direttore: Ing. Cunego Giancarlo

**Servizio Monitoraggio e Valutazioni VR**

Dirigente: Piazz Ottorino

**Unità Operativa Fisica**

De Zolt Sappadina Simona

**Ufficio Monitoraggio dello stato e Supporto Operativo VR**

Responsabile: Salomoni Andrea

**Commento meteorologico a cura del Centro Meteorologico di Teolo, Ufficio**

**Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale**

Direttore: Alberto Bonini

Sansone Maria

**Con la collaborazione di:**

**Servizio Controlli VR**

Sarego Giacomo

**Dipartimento Regionale Laboratori**

Direttore: Francesca Daprá

*NOTA: È consentita la riproduzione di testi, tavole, grafici ed in genere del contenuto del presente rapporto esclusivamente con la citazione della fonte.*

<b>Relazione tecnica n. 16/2020</b>	<b>Data : 12/12/2020</b>
F.to Il Tecnico Unità Operativa Fisica Dr.ssa Simona De Zolt Sappadina	F.to Il Dirigente Servizio Monitoraggio e Valutazioni Dr. Ottorino Piazz

## **INDICE**

1.	Introduzione e obiettivi specifici della campagna.....	4
2.	Caratterizzazione del sito e tempi di realizzazione .....	4
3.	Contestualizzazione meteo climatica. (A cura di Sansone Maria, del Centro Meteorologico di Teolo) .....	7
3.1.	Periodo estivo: 18/06/2020– 26/07/2020 .....	8
3.2.	Periodo invernale: 17/01/2020 – 16/02/2020.....	10
4.	Inquinanti monitorati e normativa di riferimento .....	12
5.	Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi .....	13
6.	Efficienza di campionamento.....	14
7.	Analisi dei dati rilevati .....	16
7.1.	Monossido di carbonio (CO).....	17
7.2.	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) – Ossidi di azoto (NO <sub>X</sub> ).....	17
7.3.	Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) .....	21
7.4.	Ozono (O <sub>3</sub> ) .....	22
7.5.	Polveri atmosferiche inalabili (PM10).....	25
7.6.	Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) .....	28
7.7.	Benzo(a)pirene e IPA.....	29
8.	Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria) .....	30
9.	Valutazione dei trend storici per il sito di interesse .....	33
10.	Conclusioni .....	36
11.	Sintesi.....	38
12.	Appendice .....	39
13.	Glossario .....	53

## **1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna**

La campagna rientra nell'ambito delle attività di controllo programmate da ARPAV. Il monitoraggio, che permette di fornire informazioni sulla qualità dell'aria nel Comune di Garda, è stato eseguito in Via Pincini, vicino a un magazzino comunale.

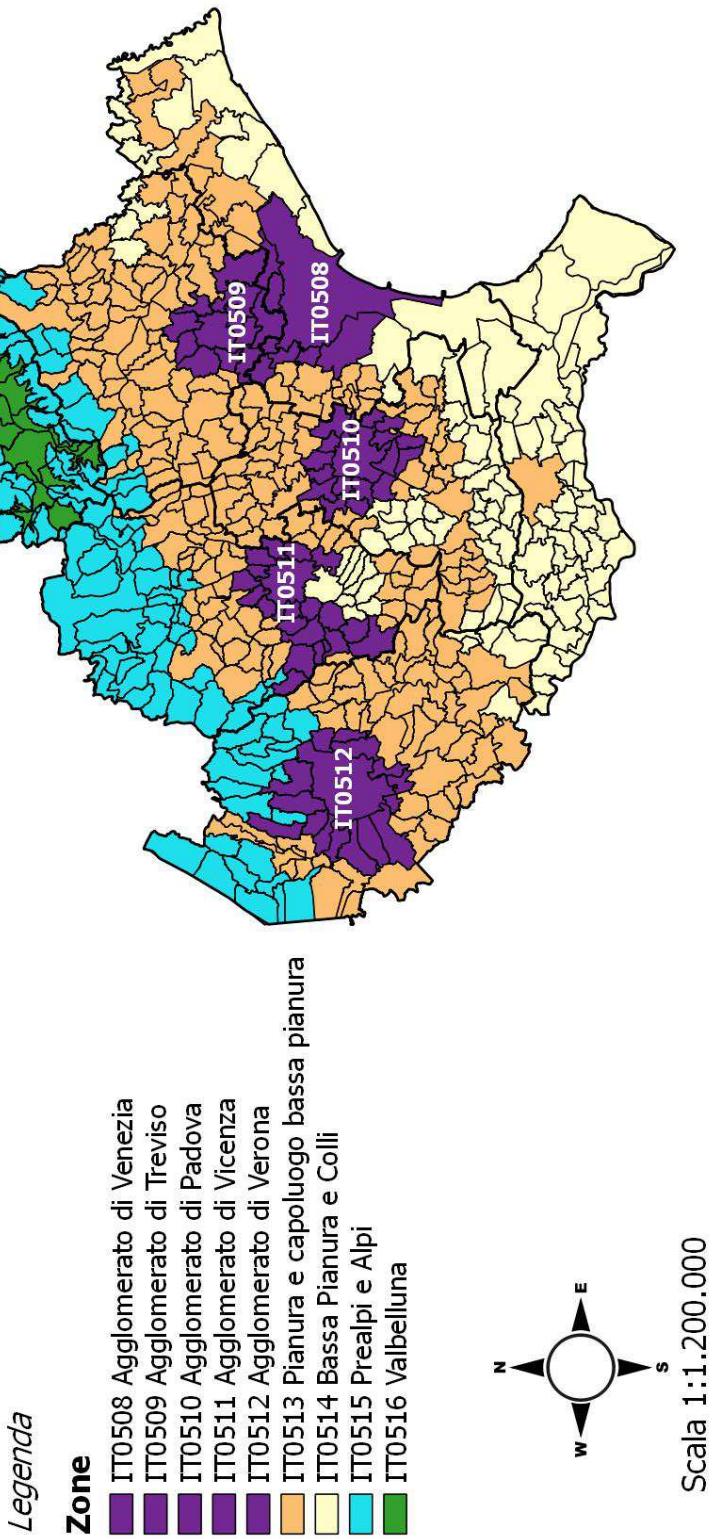
## **2. Caratterizzazione del sito e tempi di realizzazione**

Le campagne di monitoraggio della qualità dell'aria con stazione rilocabile sono state svolte dal 18/06/2020 al 26/07/2020 nel semestre estivo, dal 17/01/2020 al 16/02/2020 nel semestre invernale. Il punto di campionamento si trova in area residenziale, in prossimità degli impianti sportivi comunali.

Le fonti di pressione per la matrice aria sono rappresentate principalmente dal traffico stradale, più intenso durante la stagione turistica estiva.

Per le sue caratteristiche, il sito è di tipologia "fondo urbano". Il comune di Garda ricade nella zona "IT0515 Prealpi e Alpi", 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 le campagne di monitoraggio.

# Zonizzazione qualità dell'aria approvata con DGRV 2130/2012



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

*Relazione tecnica n. 16/2020*



**Figura 2. Ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio, scala 1:5000, Via Pincini, Comune di Garda (VR).**

### **3. Contestualizzazione meteo climatica. (A cura di Sansone Maria, del Centro Meteorologico di Teolo)**

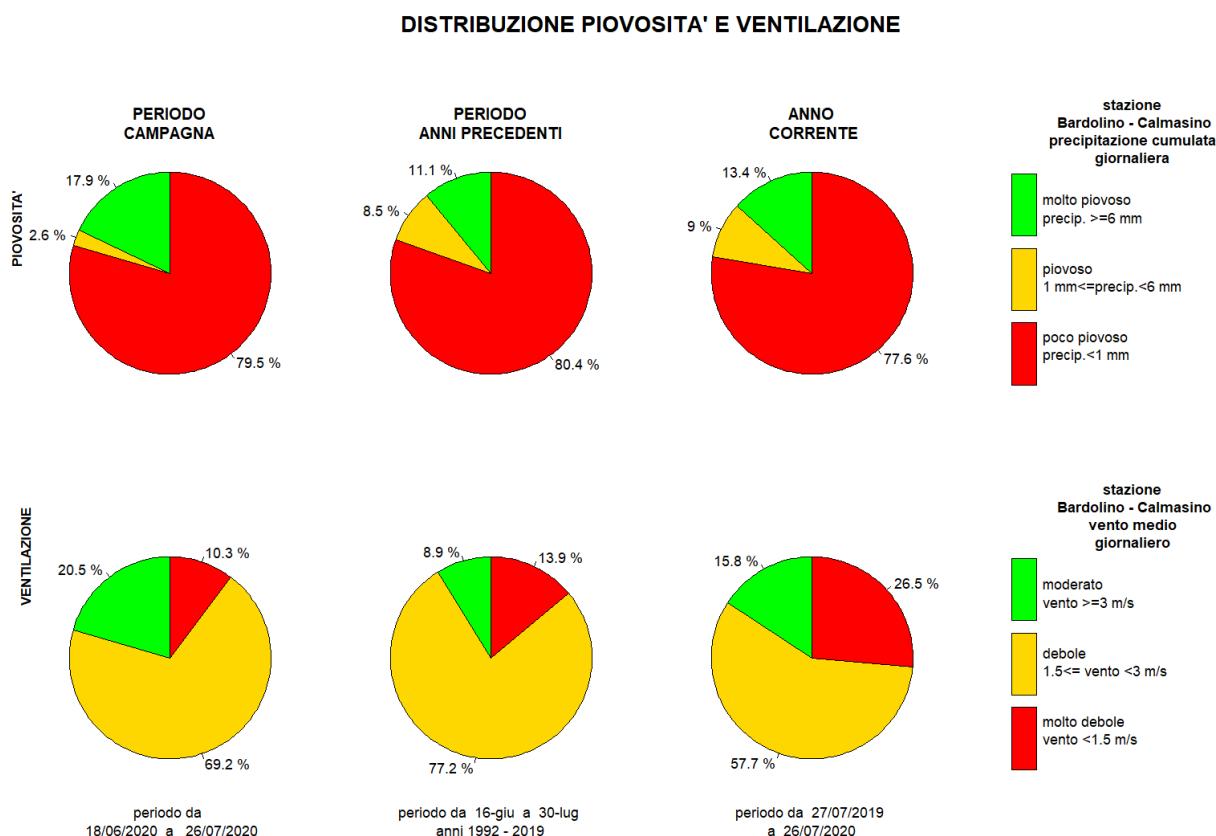
La situazione meteorologica è stata analizzata mediante l'uso di diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi:

- 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 empirica in base ad un campione pluriennale di dati.

Per la descrizione della situazione meteorologica è stata utilizzata la stazione ARPAV 118 – Bardolino-Calmasino (VR), che è dotata di anemometro a 10 m e dista dal sito della campagna di misura meno di 10 km. Tale stazione può essere considerata rappresentativa per le precipitazioni e l'intensità del vento, mentre potrebbe essere non del tutto significativa per la direzione del vento, in quanto il sito della stazione e quello della campagna di misura si trovano in un'area caratterizzata dalla presenza di rilievi orografici che potrebbero schermare il vento o determinarne un differente incanalamento.

### 3.1. Periodo estivo: 18/06/2020– 26/07/2020



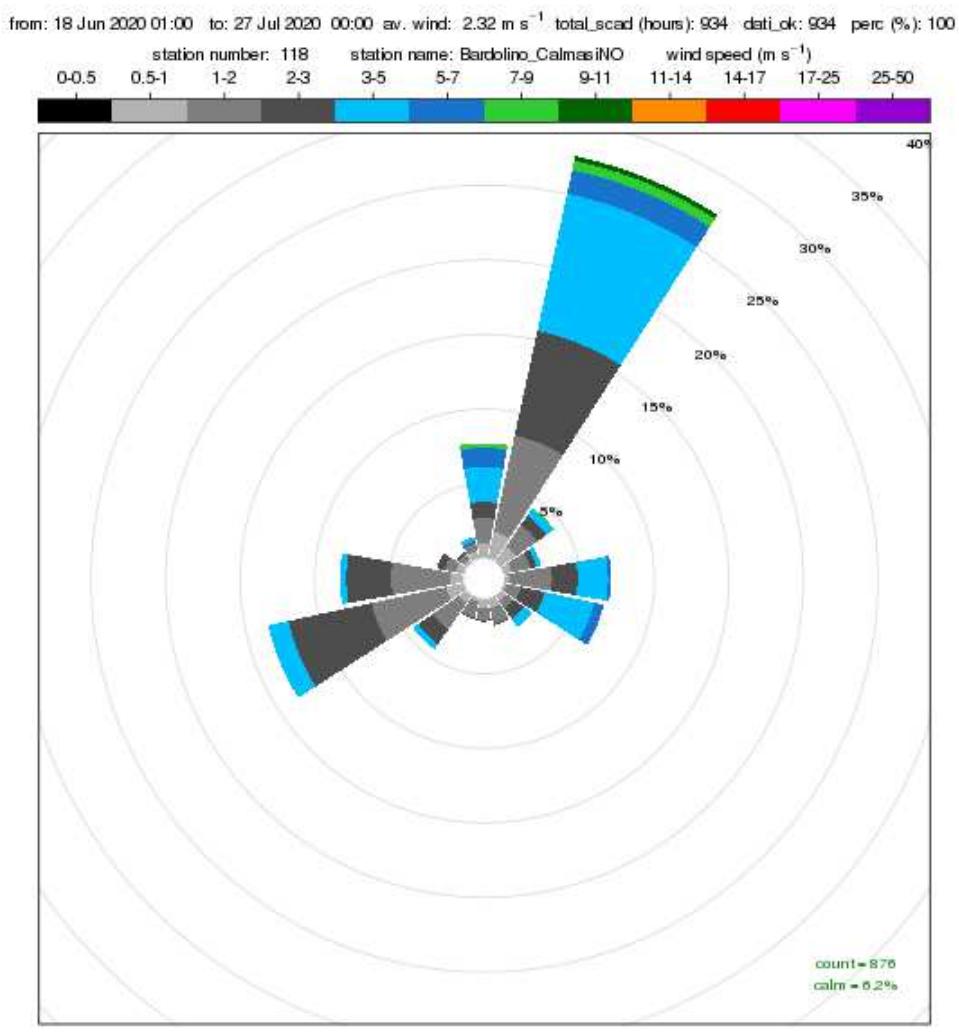
**Figura 3: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente 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 la stazione meteorologica ARPAV di Bardolino-Calmasino in tre periodi:

- 18 giugno – 26 luglio 2020, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 16 giugno – 30 luglio dall'anno 1992 all'anno 2019 (pentadi di riferimento, cioè PERIODO ANNI PRECEDENTI);
- 27 luglio 2019 – 26 luglio 2020 (ANNO CORRENTE).

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

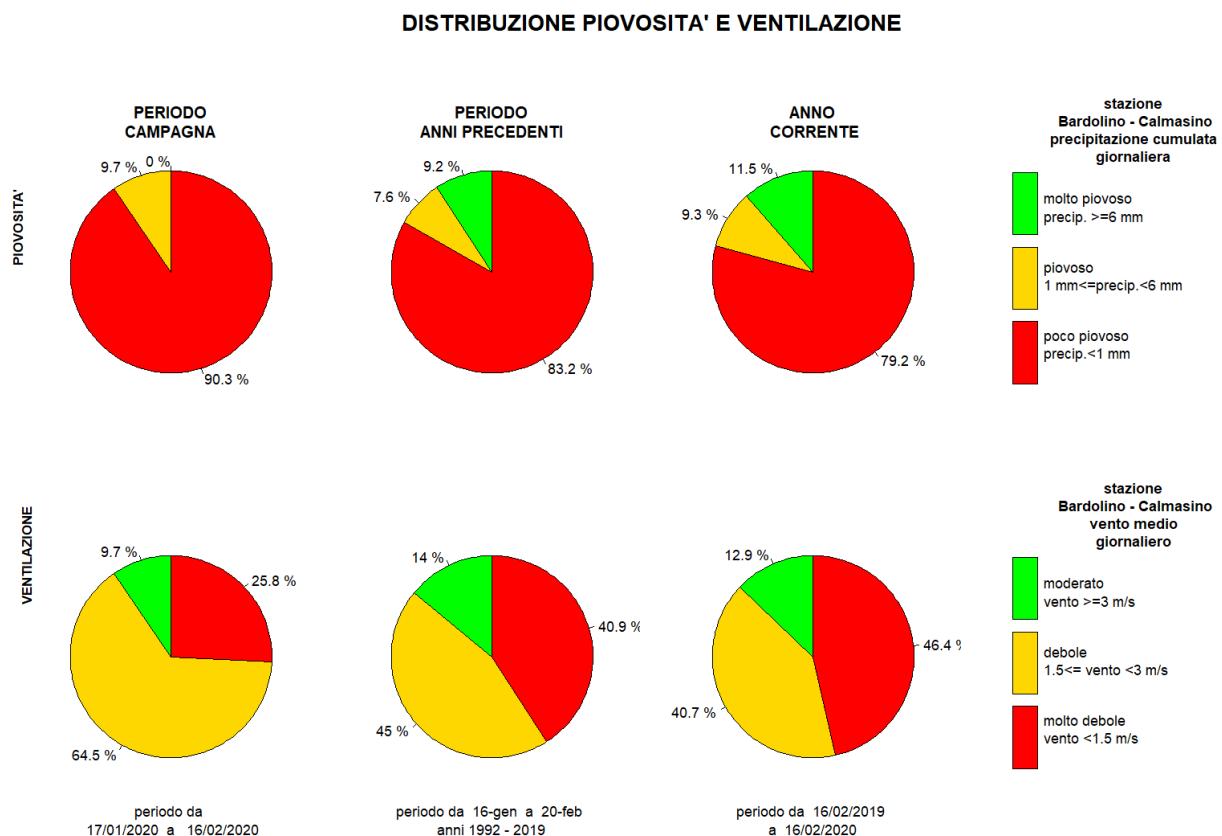
- la percentuale dei giorni molto piovosi è stata un po' più alta rispetto sia allo stesso periodo degli anni precedenti sia all'anno corrente;
- i giorni con vento moderato sono stati più frequenti rispetto ad entrambi i periodi di riferimento, inoltre, rispetto all'anno corrente sono meno frequenti i giorni con vento molto debole.



**Figura 4: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Bardolino-Calmasino nel periodo 18/06/2020 – 26/07/2020**

In figura 4 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Bardolino-Calmasino durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è nord-nordest (circa 27% dei casi) seguita da ovest-sudovest (circa 13%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 6%; la velocità media è stata pari a circa 2.3 m/s. Si sottolinea il fatto che la rosa dei venti evidenzia un regime fortemente influenzato dall'orografia circostante e che tale regime potrebbe risultare almeno in parte differente da quello verificatosi nel sito della campagna di misura.

## 3.2. Periodo invernale: 17/01/2020 – 16/02/2020



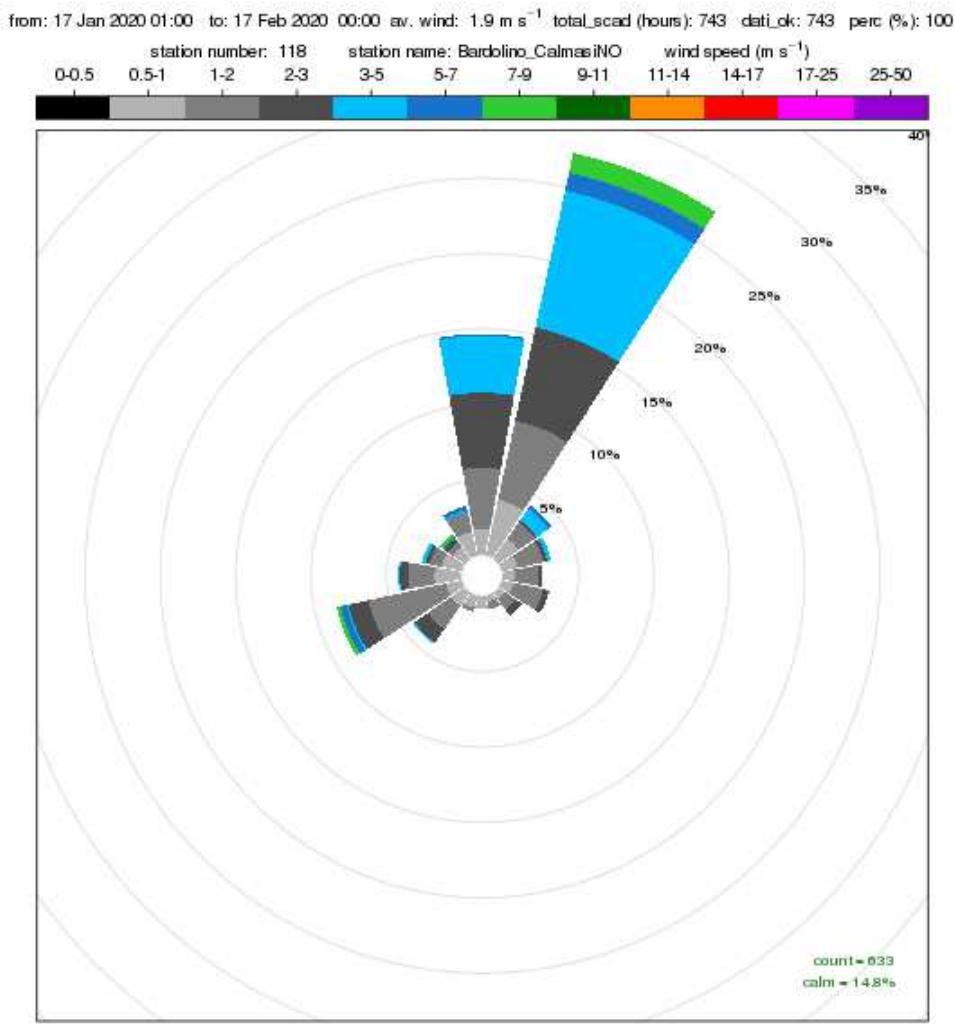
**Figura 5: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente 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 la stazione meteorologica ARPAV ARPAV di Bardolino-Calmasino in tre periodi:

- 17 gennaio – 16 febbraio 2020, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 16 gennaio – 20 febbraio dall'anno 1992 all'anno 2019 (pentadi di riferimento, cioè PERIODO ANNI PRECEDENTI);
- 16 febbraio 2019 – 16 febbraio 2020 (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 ad entrambi i periodi di riferimento mentre sono stati del tutto assenti i giorni molto piovosi;
- i giorni con vento molto debole sono stati ben meno frequenti rispetto sia allo stesso periodo degli anni precedenti sia all'anno corrente.



**Figura 6: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Bardolino-Calmasino nel periodo 17/01/2020 – 16/02/2020**

In figura 6 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Bardolino-Calmasino durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è nord-nordest (circa 27% dei casi) seguita da nord (circa 15%) e ovest-sudovest (circa 8%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 15%; la velocità media è stata pari a circa 1.9 m/s. Si sottolinea il fatto che la rosa dei venti evidenzia un regime fortemente influenzato dall'orografia circostante e che tale regime potrebbe risultare almeno in parte differente da quello verificatosi nel sito della campagna di misura.

## 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, inherente all'inquinamento atmosferico, e più precisamente monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), ozono (O<sub>3</sub>).

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).

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

Per tutti gli inquinanti considerati sono 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<sub>2,5</sub>, 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, relativi all'esposizione acuta della popolazione, e limiti di legge a mediazione di lungo periodo, relativi 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.

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

**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 Km<sup>2</sup>, oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

Inquinante	Tipologia	Valore
NO <sub>2</sub>	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	Valore limite annuale	25 µg/m <sup>3</sup>
Piombo	Valore limite annuale	0.5 µg/m <sup>3</sup>
Arsenico	Valore obiettivo (media su anno civile)	6.0 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio	Valore obiettivo (media su anno civile)	5.0 ng/m <sup>3</sup>
Nichel	Valore obiettivo (media su anno civile)	20.0 ng/m <sup>3</sup>
Benzene	Valore limite annuale	5.0 µg/m <sup>3</sup>
B(a)pirene	Valore obiettivo (media su anno civile)	1.0 ng/m <sup>3</sup>

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

Inquinante	Tipologia	Valore
SO <sub>2</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile e inverno (01/10 – 31/03)	20 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	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 <sup>3</sup> h
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup> h

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

## 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) ed 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 per il PM10 ("metodo UNI EN 12341:1999") e cromatografia liquida ad alta prestazione per gli IPA (HPLC "metodo UNI EN 15549:2008").

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'Appendice 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 51 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 (1 ottobre-31 marzo) e in quello estivo (1 aprile-30 settembre), 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 e gli IPA, 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.

Il numero di giorni dell'anno in cui è stato effettuato il campionamento e la resa di campionamento per i vari inquinanti sono riportati in tabella 4. Il periodo di campionamento con dati validi è stato superiore al minimo richiesto.

	CO	NO <sub>2</sub>	NOx	O <sub>3</sub> estate	SO2	PM10	Benzo(a) pirene
N giorni di campionamento	70	70	70	39	70	53	53
N <u>minimo</u> di giorni di campionamento	51	51	51	36	51	51	da 22 a 51
Resa di campionamento (%)	99	99	98	100	99	100	100
Resa di campionamento minima (%)	90	90	90	90	90	90	90
N giorni di campionamento con dati validi	69	69	69	39	69	53	53
N <u>minimo</u> di giorni di campionamento con dati validi	46	46	46	32	46	46	20

**Tabella 4. Numero di giorni in cui è stata eseguita la misurazione dei vari inquinanti e resa di campionamento: valori relativi alle campagne di misura e valori minimi necessari.**

## 7. Analisi dei dati rilevati

In questo capitolo vengono analizzati i risultati delle analisi della concentrazione dei vari inquinanti, misurata durante le campagne di monitoraggio. Dove possibile, è stato realizzato un confronto con i corrispondenti valori rilevati presso due centraline fisse: la stazione di riferimento di VR-Giarol e quella di VR-Borgo Milano, della Provincia di Verona. La prima, essendo situata lontano da fonti emissive dirette come strade e industrie, si definisce stazione di fondo urbano. La centralina di VR-Borgo Milano, invece, essendo situata nelle vicinanze di strade 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.

Nelle tabelle riportate, sono stati calcolati vari parametri statistici, che consentono una descrizione sintetica ed esaustiva della concentrazione di inquinanti misurata a Garda. I parametri sono descritti in modo esteso in tabella 5.

Per rappresentare graficamente i risultati delle analisi sono stati utilizzati anche dei grafici tipo box-whisker, che sono spiegati in dettaglio nella figura 18 in Appendice.

Grandezza statistica	Significato
N	Numero totale di ore del periodo di analisi
dati mancanti	Numero di ore in cui il dato è mancante
data.capture	Percentuale di dati validi in tutto il periodo di analisi
media	Media
sd	Deviazione Standard
min	Minimo
max	Massimo
mediana	Mediana
max giornaliero	Massimo calcolato sulle medie giornaliere
max.rolling.8	Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore
95°percentile	Valore sotto il quale si trova il 95% dei dati
99°percentile	Valore sotto il quale si trova il 99% dei dati
N superamenti limite	Numero di superamenti di un certo limite

**Tabella 5. Principali parametri statistici calcolati e riportati nella presente relazione.**

## 7.1. Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è un gas tossico per l'uomo, che si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili, la cui fonte prevalente è il traffico veicolare, ma a cui contribuiscono anche gli impianti di riscaldamento e alcuni processi industriali, come la produzione di acciaio, di ghisa e la raffinazione del petrolio.

La tabella 6 e la figura 18 in Appendice 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/m<sup>3</sup> (applicato alla media mobile di 8 ore), in linea con quanto si rileva presso tutte le stazioni di monitoraggio della Provincia di Verona, in tutti i periodi dell'anno.

CO (mg/m <sup>3</sup> )	ESTATE		INVERNO		ESTATE+INVERNO	
	Garda	VR-BgoMilano	Garda	VR-BgoMilano	Garda	VR-BgoMilano
media	<0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.3
sd	0	0.1	0.2	0.2		
min	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
max	0.3	0.9	1.3	1.2	1.3	1.2
mediana	<0.1	0.2	0.2	0.4		
N	936	936	744	744	1680	1680
dati mancanti	4	1	14	5	18	6
data.capture (%)	100	100	98	99	98.9	99.6
max giornaliero	<0.1	0.3	0.5	0.6	0.5	0.6
max.rolling.8	<0.1	0.3	0.9	1.1		
95°percentile	<0.1	0.3	0.7	0.8		
99°percentile	<0.1	0.3	0.9	1		
N superamenti 10 mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0

**Tabella 6. Concentrazione di CO: principali parametri statistici. Dati della campagna di misura a Garda. Il limite di rivelabilità dello strumento di misura è 0.1 mg/m<sup>3</sup>.**

## 7.2. Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) – Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)

Gli ossidi di azoto sono inquinanti prodotti prevalentemente dai processi di combustione (riscaldamento, traffico, centrali termoelettriche), ma anche da processi produttivi senza combustione (ad esempio la produzione di acido nitrico e di fertilizzanti azotati). Contribuiscono alla formazione dello smog fotochimico, come precursori dell'ozono troposferico, e al fenomeno delle "piogge acide", attraverso la trasformazione in acido nitrico. Inoltre, la loro trasformazione chimica in nitrati li porta ad essere una delle maggiori fonti di particolato secondario (PM10).

Le due specie più importanti di ossidi di azoto sono il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) e il monossido di azoto (NO), la cui somma pesata viene indicata come NO<sub>x</sub>. L'NO<sub>2</sub> è un gas tossico molto irritante, responsabile del colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città molto inquinante dal traffico. Esso viene in parte emesso direttamente dalle sorgenti inquinanti (inquinante primario), ma prevalentemente (circa il 90%) si forma per reazione a partire da altre specie chimiche (inquinante secondario). L'NO, invece, è un gas inodore e incolore molto meno tossico, e di origine primaria, cioè proviene direttamente alle sorgenti emissive.

Come si può vedere in tabella 7 e figura 7, durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di biossido di azoto non ha superato il valore limite orario relativo all'esposizione acuta di 200 µg/m<sup>3</sup>. Nello stesso periodo, anche nelle stazioni di riferimento di VR-Borgo Milano e VR-Giarol non sono stati rilevati dei superamenti. Relativamente all'esposizione cronica, la media

delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> misurate nei due periodi è pari a 19 µg/m<sup>3</sup>, e quindi è inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>. Il valore medio di NOx, pari a 25 µg/m<sup>3</sup> (tabella 8), non supera il limite annuale per la protezione della vegetazione di 30 µg/m<sup>3</sup>; tuttavia 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. 155/10<sup>1</sup>.

I valori medi e massimi di concentrazione di NO<sub>2</sub> a Garda, come anche presso le centraline di riferimento, nel periodo invernale sono superiori a quelli del periodo estivo: questo è in accordo con quanto in genere ci si attende, in quanto le condizioni meteorologiche tipiche invernali sono più favorevoli al ristagno degli inquinanti.

Se si confrontano i dati delle tre postazioni (tabella 7), il valore medio e massimo di NO<sub>2</sub> misurato a Garda è inferiore a quello di VR-Giarol e VR-Borgo Milano. La differenza è ancor più pronunciata nel caso dell'NOx (tabella 8).

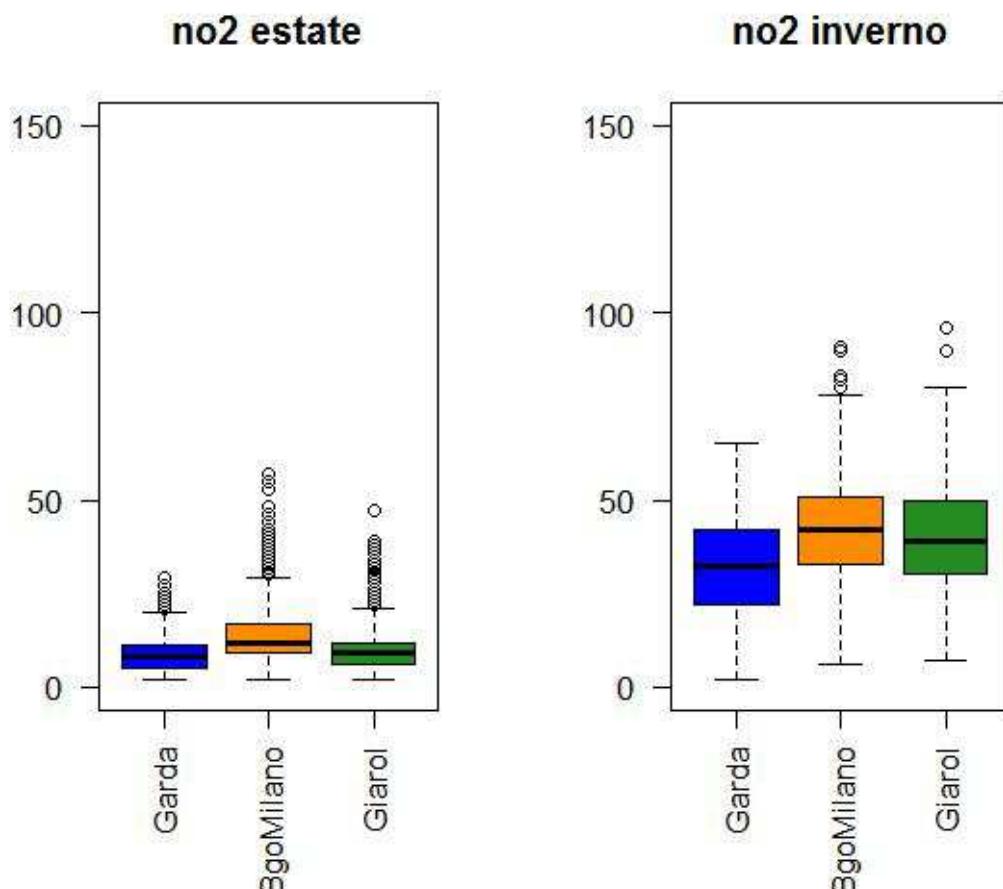
Nella figura 26 in Appendice, è riportato il giorno tipo della concentrazione di NO<sub>2</sub>, calcolato per i due periodi di campagna. In entrambe le stagioni, presso le stazioni di riferimento, sono evidenti due picchi, al mattino e alla sera, in corrispondenza delle ore di maggiore traffico e delle condizioni meteorologiche che più inibiscono la dispersione di inquinanti (la sera, per la formazione di un'inversione termica superficiale). A Garda i valori medi rimangono generalmente più bassi rispetto alle centraline.

---

<sup>1</sup> L'Appendice 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.

NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ESTATE			INVERNO			ESTATE + INVERNO		
	Garda	VR-Bgo Milano	VR-Giarol	Garda	VR-Bgo Milano	VR-Giarol	Garda	VR-Bgo Milano	VR-Giarol
media	8	14	10	32	42	40	19	27	23
sd	4	8	6	14	15	14			
min	<4	<4	<4	<4	6	7	<4	<4	<4
max	29	57	47	65	91	96	65	91	96
mediana	8	12	9	32	42	39			
N	936	936	936	744	744	744	1680	1680	1680
dati mancanti	1	1	108	24	1	9	25	2	117
data.capture	100	100	88	97	100	99	99	100	93
max giornaliero	12	20	16	49	54	58	49	54	58
95°percentile	16	29	20	56	68	65			
99°percentile	21	41	32	61	77	77			
N superamenti 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N superamenti 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7. Concentrazione di NO<sub>2</sub>: principali parametri statistici. Dati della campagna di misura, della centralina fissa di traffico urbano di VR-Borgo Milano e della centralina di fondo urbano di VR-Giarol. Il limite di rivelabilità dello strumento di misura è 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**



**Figura 7. Box-plot della concentrazione di NO<sub>2</sub>. Dati relativi a Garda e alle due centraline di riferimento di VR-Borgo Milano e VR-Giarol. Campagna di misura estiva (pannello a sinistra) e invernale (pannello a destra).**

NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ESTATE			INVERNO			ESTATE + INVERNO		
	Garda	VR-Bgo Milano	VR-Giarol	Garda	VR-Bgo Milano	VR-Giarol	Garda	VR-Bgo Milano	VR-Giarol
media	11	16	11	42	98	82	25	52	43
sd	4	9	7	24	62	56			
min	<4	<4	<4	<4	8	8	<4	<4	<4
max	45	79	64	117	417	441	117	417	441
mediana	10	14	10	40	85	70			
N	936	936	936	744	744	744	1680	1680	1680
dati mancanti	1	1	108	30	2	9	31	3	117
data.capture	100	100	88	96	100	99	98	100	93
max giornaliero	14	23	19	79	179	176	79	179	176
95°percentile	19	36	24	89	228	170			
99°percentile	25	52	39	107	302	275			

**Tabella 8. Concentrazione di NOx: principali parametri statistici. Dati della campagna di misura, della centralina fissa di traffico urbano di VR-Borgo Milano e della centralina di fondo urbano di VR-Giarol. Il limite di rivelabilità dello strumento di misura è 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

### 7.3. Biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ )

Il biossido di zolfo è un gas irritante, le cui fonti di emissione principali sono legate a produzione di energia, impianti termici, processi industriali e traffico. Esso è il principale responsabile delle "piogge acide", in quanto tende a trasformarsi in anidride solforica e, in presenza di umidità, in acido solforico.

Durante le due campagne di monitoraggio, la concentrazione di biossido di zolfo è stata ampiamente inferiore ai valori limite di  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tabella 9 e Appendice – figura 20), 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 limite di rivelabilità strumentale analitica ( $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), quindi ampiamente inferiori al limite per la protezione degli ecosistemi ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

$\text{SO}_2 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$	ESTATE		INVERNO		ESTATE+INVERNO	
	Garda	VR-BgoMilano	Garda	VR-BgoMilano	Garda	VR-BgoMilano
media	<3	<3	<3	<3	<3	<3
sd	0	0	0	1		
min	<3	<3	<3	<3	<3	<3
max	4	5	4	7	4	7
mediana	<3	<3	<3	<3		
N	936	936	744	744	1680	1680
dati mancanti	1	13	9	13	10	26
data.capture	100	99	99	98	99	98
max giornaliero	<3	4	<3	4	<3	4
95°percentile	<3	3	<3	3		
99°percentile	3	4	<3	5		
N superamenti $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0
N superamenti $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0

**Tabella 9. Concentrazione di  $\text{SO}_2$ : principali parametri statistici. Dati della campagna di misura. Il limite di rivelabilità dello strumento di misura è  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

## 7.4. Ozono ( $O_3$ )

L'ozono è un inquinante di tipo secondario, prodotto da reazioni fotochimiche di trasformazione di inquinanti primari quali composti organici volatili e ossidi di azoto. Esso reagisce chimicamente con il monossido di azoto, emesso principalmente dal traffico e dai processi di combustione (industriale e riscaldamento domestico): per questo motivo, vicino a queste fonti emissive si trovano concentrazioni più basse di ozono rispetto ad aree più lontane. Poiché la reazione che porta alla formazione dell'ozono dipende dalla temperatura e dalla radiazione solare, le condizioni meteorologiche hanno una grande influenza sull'andamento delle concentrazioni: i livelli sono bassi al mattino, quando si verifica la fase di innesco del processo fotochimico, raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare (figura 28 in Appendice).

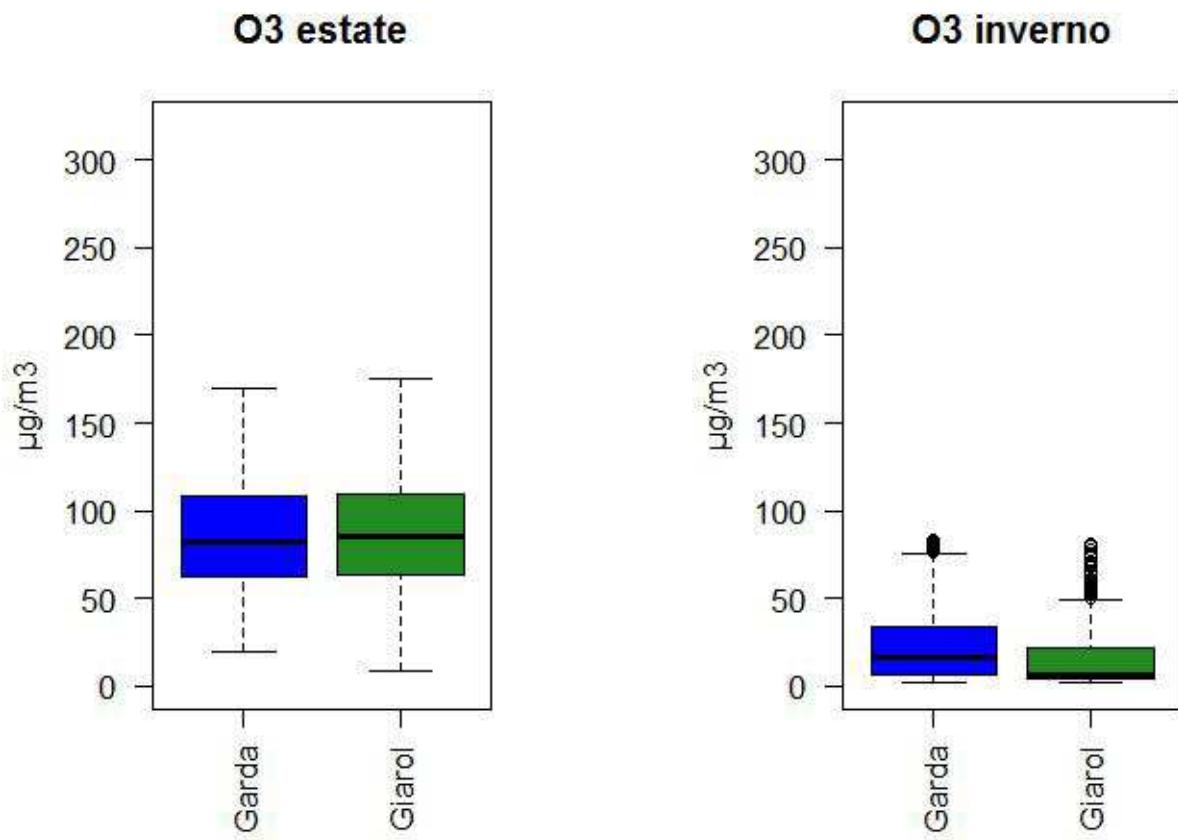
L'ozono a livello del suolo è tossico per l'uomo anche a concentrazioni relativamente basse essendo un potente agente ossidante, tanto che rappresenta, insieme al particolato, uno degli inquinanti più rilevanti dal punto di vista della salute nella Pianura Padana, ma anche in tutta Europa. Gli effetti a lungo termine dell'esposizione a ozono comprendono problemi respiratori e cardiocircolatori. Diversi studi europei hanno mostrato un aumento della mortalità giornaliera compreso tra 0.3% e 0.5% per ogni incremento della concentrazione media (su 8 ore) di ozono di  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  oltre un livello di base di  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (WHO, 2016). Gli effetti sull'ambiente comprendono la riduzione della fotosintesi e una bassa produzione delle colture, e un contributo all'effetto serra.

Il periodo di campagna estiva è stato critico per l'ozono, a causa delle elevate temperature e radiazione che caratterizzano i mesi di giugno e luglio. A Garda sono stati registrati 19 superamenti del valore obiettivo di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sulla media mobile di 8 ore (tabella 10 e figura 22 in Appendice), un numero confrontabile con quello registrato presso la stazione di riferimento di VR-Giarol (20), e pari al 49% del periodo estivo di monitoraggio. Non sono avvenuti superamenti della soglia di informazione di  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sul dato orario (figura 21 in Appendice) a Garda, come anche presso la centralina di riferimento.

Osservando i grafici del giorno tipo, riportati nella figura 28 in Allegato, si osserva che l'andamento della concentrazione di ozono durante la giornata è molto simile a Garda e presso la centralina di riferimento di VR-Giarol.

$O_3$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ESTATE		INVERNO		ESTATE+INVERNO	
	Garda	VR-Giarol	Garda	VR-Giarol	Garda	VR-Giarol
Media	86	86	23	15	58	55
Sd	32	34	21	18		
Min	20	9	<4	<4	<4	<4
max	170	175	83	81	170	175
mediana	82	85	16	6		
N	936	936	744	744	1680	1680
dati mancanti	1	1	7	8	8	9
data.capture	100	100	99	99	100	99
max giornaliero	124	126	64	42	124	126
max.rolling.8	165	164	80	76		
95°percentile	144	143	68	57		
99°percentile	159	160	80	75		
N superamenti 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media mobile di 8h	19	20	0	0	19	20
N superamenti 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0
N superamenti 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0

**Tabella 10. Concentrazione di  $O_3$ : principali parametri statistici. Dati della campagna di misura, della centralina di traffico di VR-Borgo Milano e della centralina di fondo urbano di VR-Giarol. Il limite di rivelabilità dello strumento è 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**



**Figura 8. Box-plot della concentrazione di O<sub>3</sub>. Dati relativi a Garda e alla centralina di riferimento di VR-Giarol. Campagna di misura estiva (pannello a sinistra) e invernale (pannello a destra).**

## 7.5. Polveri atmosferiche inhalabili (PM10)

Le polveri atmosferiche inhalabili, denominate PM10 quando hanno un diametro equivalente inferiore a 10 µm, sono delle particelle solide o liquide presenti nell'aria che respiriamo, di natura organica o inorganica, in grado di adsorbire sulla loro superficie diverse sostanze con proprietà tossiche quali solfati, nitrati, metalli e composti volatili. Date le loro dimensioni, esse possono essere inalate e penetrare nell'apparato respiratorio: le particelle con diametro equivalente inferiore a 2.5 µg (PM2.5) raggiungono i polmoni, quelle con diametro equivalente inferiore a 0.1 µm (PM0.1) arrivano fino agli alveoli polmonari. La tossicità di questi inquinanti dipende dalla loro composizione. I principali effetti sanitari dell'esposizione alle polveri sottili, sia a breve sia a lungo termine, sono disturbi respiratori e problemi di tipo cardiovascolare; recentemente sono emerse evidenze di un possibile legame anche con altre malattie croniche come il diabete e tumori di vario tipo.

In tabella 11, sono riportate le statistiche relative alle concentrazioni di PM10, misurate con metodo gravimetrico a Garda durante le campagne di misura. Nei 53 giorni di misurazione, sono stati registrati 9 superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> (che non deve essere superato più di 35 volte all'anno).

In tabella 12, i dati relativi a Garda sono stati confrontati con quelli delle due centraline di riferimento di VR-Borgo Milano e VR-Giarol. 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: i dati relativi a Garda, usati per produrre questa tabella, sono quindi di meno rispetto a quelli utilizzati per le statistiche di tabella 11. Le statistiche relative ai dati sono rappresentate graficamente in figura 9, mentre le serie temporali relative alle tre postazioni sono riportate in figura 23 in Allegato. I valori medi e massimi di concentrazione di PM10 a Garda sono inferiori a quelli delle centraline di VR-Borgo Milano e VR-Giarol, in entrambi i periodi di monitoraggio. Lo stesso si può dire per il numero di superamenti del limite giornaliero.

Con la finalità 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 µg/m<sup>3</sup> e del valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>) 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/m<sup>3</sup>, 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/m<sup>3</sup>.

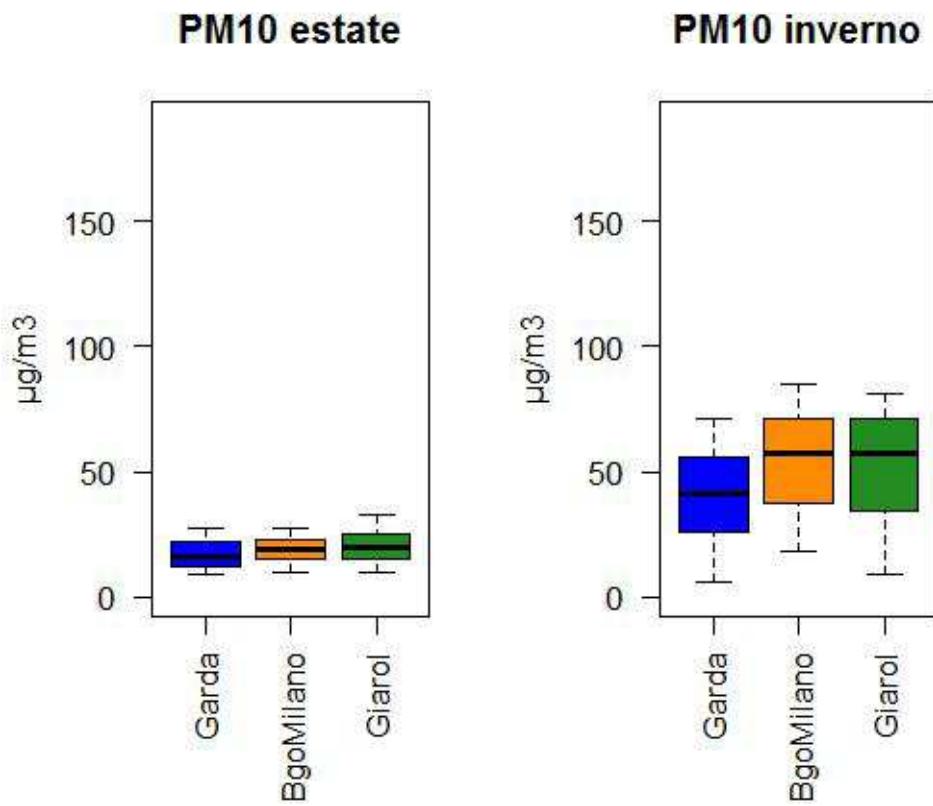
In base ai risultati dell'analisi dei dati, il sito a Garda è stato confrontato con la stazione fissa di riferimento di VR-Giarol. La metodologia di calcolo stima, per il sito sporadico a Garda, il valore medio annuale di 24 µg/m<sup>3</sup> (inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>) e il 90° percentile di 44 µg/m<sup>3</sup> (che non supera il valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>).

PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ESTATE	INVERNO	ESTATE + INVERNO
media	17	40	29
N giorni	26	27	53
sd	5	19	
max	27	71	71
min	9	6	6
N superamenti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	9	9

Tabella 11. Principali parametri statistici relativi alla concentrazione di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), misurata con metodo gravimetrico a Garda. Per il calcolo, sono stati utilizzati tutti i dati raccolti nei due periodi di campagna di misura. Il limite di rivelabilità dello strumento è 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ESTATE			INVERNO			ESTATE + INVERNO		
	Garda	VR-Borgo Milano	VR-Giarol	Garda	VR-Borgo Milano	VR-Giarol	Garda	VR-Borgo Milano	VR-Giarol
media	17	19	20	40	55	52	29	37	36
N giorni	26	26	26	27	27	27	53	53	53
sd	5	4	6	19	19	23			
max	27	27	33	71	85	81	71	85	81
min	9	10	10	6	18	9	6	10	9
N superamenti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	9	17	16	9	17	16

Tabella 12. Principali parametri statistici relativi alla concentrazione di PM10: dati della campagna di misura, della centralina fissa di traffico urbano di VR-Borgo Milano e della centralina fissa di fondo urbano di VR-Giarol. Per il calcolo, sono stati considerati solo i giorni in cui il dato è disponibile per tutte e tre le postazioni. Il limite di rivelabilità dello strumento è 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Figura 9.** Box-plot della concentrazione di  $\text{PM}_{10}$ . Dati relativi a Garda e alle centraline di riferimento di VR-Borgo Milano e VR-Giarol. Campagna di misura estiva (pannello a sinistra) e invernale (pannello a destra).

## 7.6. Benzene ( $C_6H_6$ )

Il benzene è un inquinante cancerogeno presente nell'aria ambiente, prevalentemente di origine antropica, che deriva principalmente da processi di combustione incompleta (emissioni industriali, veicoli a motore, incendi). La più importante fonte emissiva è rappresentata dai veicoli a motore alimentati a benzina.

Il benzene è stato misurato solamente nel periodo invernale, in quanto nel periodo estivo, negli ultimi anni, i valori misurati risultano inferiori al limite di rivelabilità strumentale presso tutte le centraline della rete aria di ARPAV. In tabella 13 sono stati riportati i principali parametri statistici relativi alla concentrazione di benzene misurata con campionatori passivi nel periodo di campagna invernale a Garda e nelle stazioni fisse di riferimento di VR-Borgo Milano e VR-Giarol. Il confronto è indicativo, in quanto questo tipo di misura comporta l'esposizione di un radiello per circa 15-20 giorni, ma i periodi di esposizione dei radielli delle tre postazioni non coincidono esattamente. I dati utilizzati per elaborare le statistiche in tabella sono rappresentati graficamente in Appendice–figura 24: il valore medio relativo al periodo di esposizione del radiello è stato associato a ogni giornata inclusa nel periodo stesso. Per le statistiche di tabella 13 sono considerate solo le giornate in cui il dato è disponibile per tutte le tre postazioni. Si può vedere che i valori misurati a Garda sono confrontabili con quelli della centraline di riferimento di VR-Giarol.

In tabella 14 sono riportati i valori medi di benzene, etilbenzene e toluene ottenuti utilizzando tutti i dati disponibili. Il valore medio del benzene, nel periodo di monitoraggio invernale, è stato  $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e risulta pertanto inferiore al limite normativo di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , che tuttavia si riferisce alla media annuale.

Considerato che nel periodo di monitoraggio la concentrazione di benzene misurata è stata confrontabile con quella delle centraline, e che presso le centraline, negli ultimi anni, il limite annuale è stato ampiamente rispettato, si può dedurre che anche a Garda sia stato rispettato il limite normativo di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , riferito alla media annuale.

Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	INVERNO		
	Garda	VR-Borgo Milano	VR- Giarol
Media	1.4	2	1.2
N giorni	15	15	15
sd	0.4	1	0
max	1.9	3.3	1.2
min	1.1	1.3	1.1

**Tabella 13. Principali parametri statistici relativi alla concentrazione di benzene: dati della campagna di misura invernale a Garda, della centralina fissa di traffico urbano di VR-Borgo Milano e della centralina fissa di fondo urbano di VR-Giarol. I dati delle quattro postazioni non si riferiscono esattamente agli stessi giorni di campionamento, pertanto il confronto è solamente indicativo. Il limite di rivelabilità dello strumento è  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	INVERNO			
	Benzene	Etilbenzene	Toluene	Xilene
Media pesata	1.3	<0.5	2.4	1.4
Sd	0.6	0.0	0.1	0.1
Max	1.9	<0.5	2.5	1.4
Min	1.1	<0.5	2.4	1.3
N campioni	2	2	2	2
N giorni esposizione	29	29	29	29

**Tabella 14. Parametri statistici relativi alle varie specie di idrocarburi aromatici a Garda. Il limite di rivelabilità dello strumento di misura per tutti gli inquinanti è  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

## 7.7. Benzo(a)pirene e IPA

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono dei composti organici che si originano principalmente dalla combustione incompleta di materiale organico. Essi comprendono varie specie, la più conosciuta delle quali è il benzo(a)pirene, che rappresenta l'unico parametro normato. Essi tendono a legarsi alla parte più sottile del particolato atmosferico, quello con diametro inferiore ai 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>): l'inalazione del particolato aerodisperso determina la deposizione di queste sostanze a livello polmonare e la loro assimilazione da parte dell'organismo umano. Le varie specie di IPA hanno caratteristiche tossicologiche differenti, ma per tutte sono riconosciute proprietà mutagene e cancerogene.

In tabella 15 sono stati riportati i principali parametri statistici relativi alla concentrazione di benzo(a)pirene a Garda e presso la stazione di fondo urbano di VR-Giarol. I parametri di tabella 15 sono stati calcolati a partire dai soli dati relativi a giorni in cui sono disponibili misure per entrambe le località. In tabella 16, gli stessi calcoli sono stati effettuati utilizzando tutti i dati disponibili per Garda, per tutte le specie di IPA misurate. Figura 25 in Appendice riporta le serie temporali di questo inquinante nei due siti di misura.

In estate i valori misurati sono molto bassi, inferiori al limite di rivelabilità strumentale. Nel periodo invernale si raggiungono valori più elevati, anche superiori al limite annuale di 1 ng/m<sup>3</sup>, a Garda come anche a VR-Giarol. I valori relativi a Garda risultano superiori ma comunque confrontabili con quelli di VR-Giarol.

La forte dipendenza della concentrazione di benzo(a)pirene dal periodo dell'anno dipende da tre fattori: la principale fonte di emissione antropica di questo inquinante è il riscaldamento domestico a combustione di biomassa, attivo prevalentemente in inverno e molto poco in estate; nel periodo estivo le condizioni meteorologiche sono più favorevoli alla dispersione del particolato atmosferico e quindi le concentrazioni risultano inferiori rispetto al periodo invernale; con una bassa temperatura ambiente, aumenta la percentuale di benzo(a)pirene presente sul particolato rispetto a quella in fase gassosa.

Benzoapirene (ng/m <sup>3</sup> )	ESTATE		INVERNO		ESTATE + INVERNO	
	Garda	VR-Giarol	Garda	VR-Giarol	Garda	VR-Giarol
media	<0.1	<0.1	1.3	1.1	0.7	0.6
N	9	9	10	10	19	19
sd	<0.1	<0.1	0.4	0.7		
max	<0.1	<0.1	1.6	1.8	1.6	1.8
min	<0.1	<0.1	0.2	0.2	<0.1	<0.1

**Tabella 15. Concentrazione di benzo(a)pirene: dati della campagna di misura a Garda e della centralina fissa di fondo urbano di VR-Giarol. 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. Il limite di rivelabilità dello strumento di misura è 0.02 ng/m<sup>3</sup> i valori compresi tra 0.01 e 0.04 ng/m<sup>3</sup> sono indicati come <0.1 ng/m<sup>3</sup>, i valori compresi tra 0.05 e 0.1 ng/m<sup>3</sup> sono approssimati a 0.1 ng/m<sup>3</sup>.**

(ng/m <sup>3</sup> )	ESTATE					INVERNO					ESTATE + INVERNO			
	N	media	sd	max	min	N	media	sd	max	min	N	media pesata	max	min
Benzoaantracene	26	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	27	0.9	0.3	1.1	0.5	53	0.5	1.1	<0.1
Benzoapirene	26	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	27	1.3	0.3	1.6	0.8	53	0.7	1.6	<0.1
Benzobfluorantene	26	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	27	1.2	0.3	1.6	0.8	53	0.6	1.6	<0.1
Benzoghiperilene	26	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	27	1.4	0.3	1.7	1	53	0.7	1.7	<0.1
Benzokfluorantene	26	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	27	0.6	0.2	0.8	0.4	53	0.3	0.8	<0.1
Dibenzoahantracene	26	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	27	0.1	0.1	0.4	<0.1	53	0.1	0.4	<0.1
Indeno123cdpirene	26	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	27	1.2	0.3	1.6	0.9	53	0.6	1.6	<0.1
Crisene	26	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	27	1.1	0.3	1.4	0.7	53	0.6	1.4	<0.1

**Tabella 16.** Principali parametri statistici relativi alla concentrazione di diverse specie di IPA, misurata a Garda, calcolati utilizzando tutti i dati di campagna disponibili. Il limite di rivelabilità dello strumento di misura è 0.02 ng/m<sup>3</sup>, i valori compresi tra 0.01 e 0.04 ng/m<sup>3</sup> sono indicati come <0.1 ng/m<sup>3</sup>, i valori compresi tra 0.05 e 0.1 ng/m<sup>3</sup> sono approssimati a 0.1 ng/m<sup>3</sup>.

## 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 utilizzato è associato a una scala di 5 giudizi sulla qualità dell'aria: buona, accettabile, mediocre, scadente, pessima.

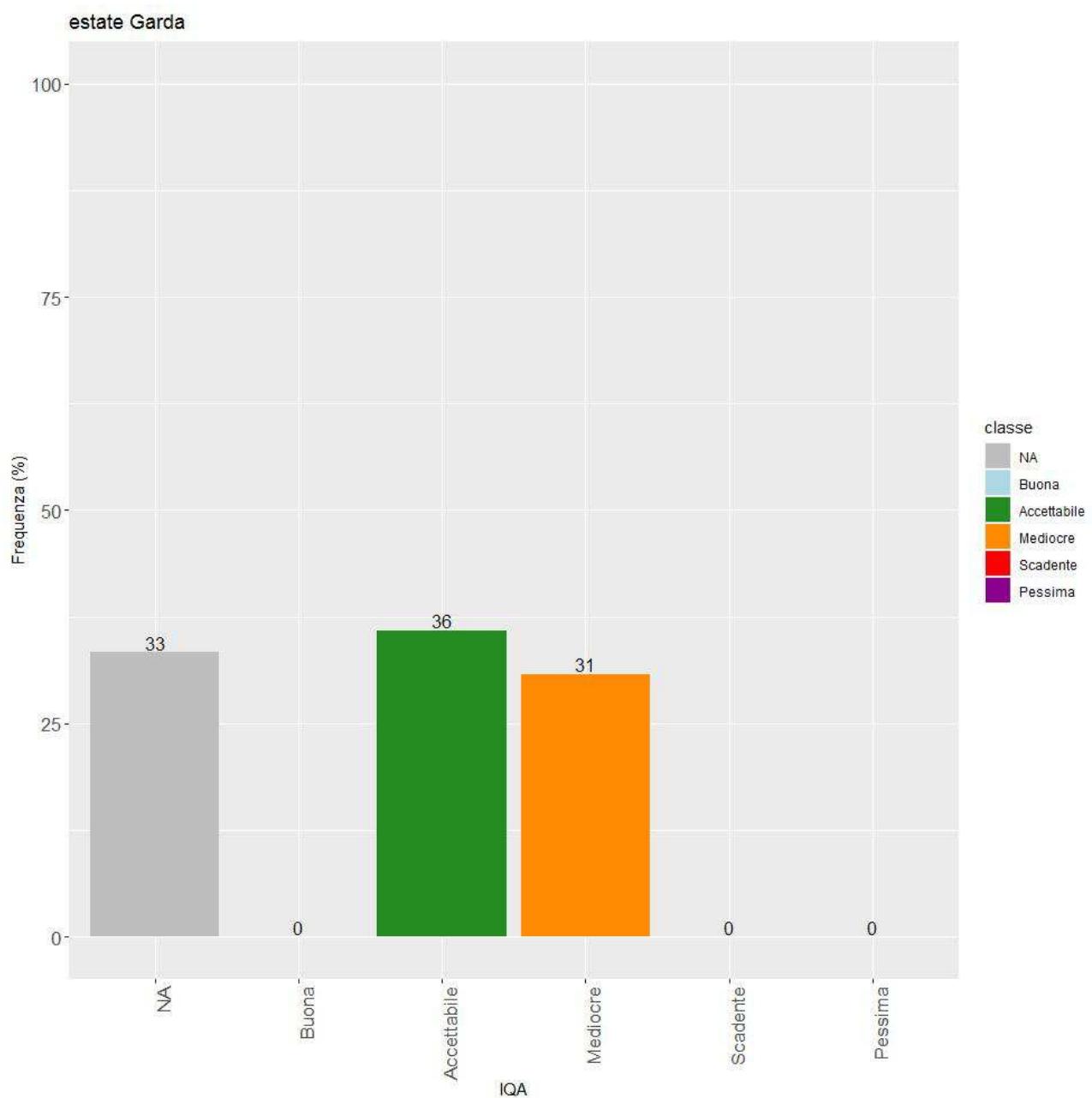
Il calcolo dell'indice, che può essere effettuato per ogni giorno di campagna, è basato sull'andamento delle concentrazioni di tre inquinanti: PM10, biossido di azoto e ozono.

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.

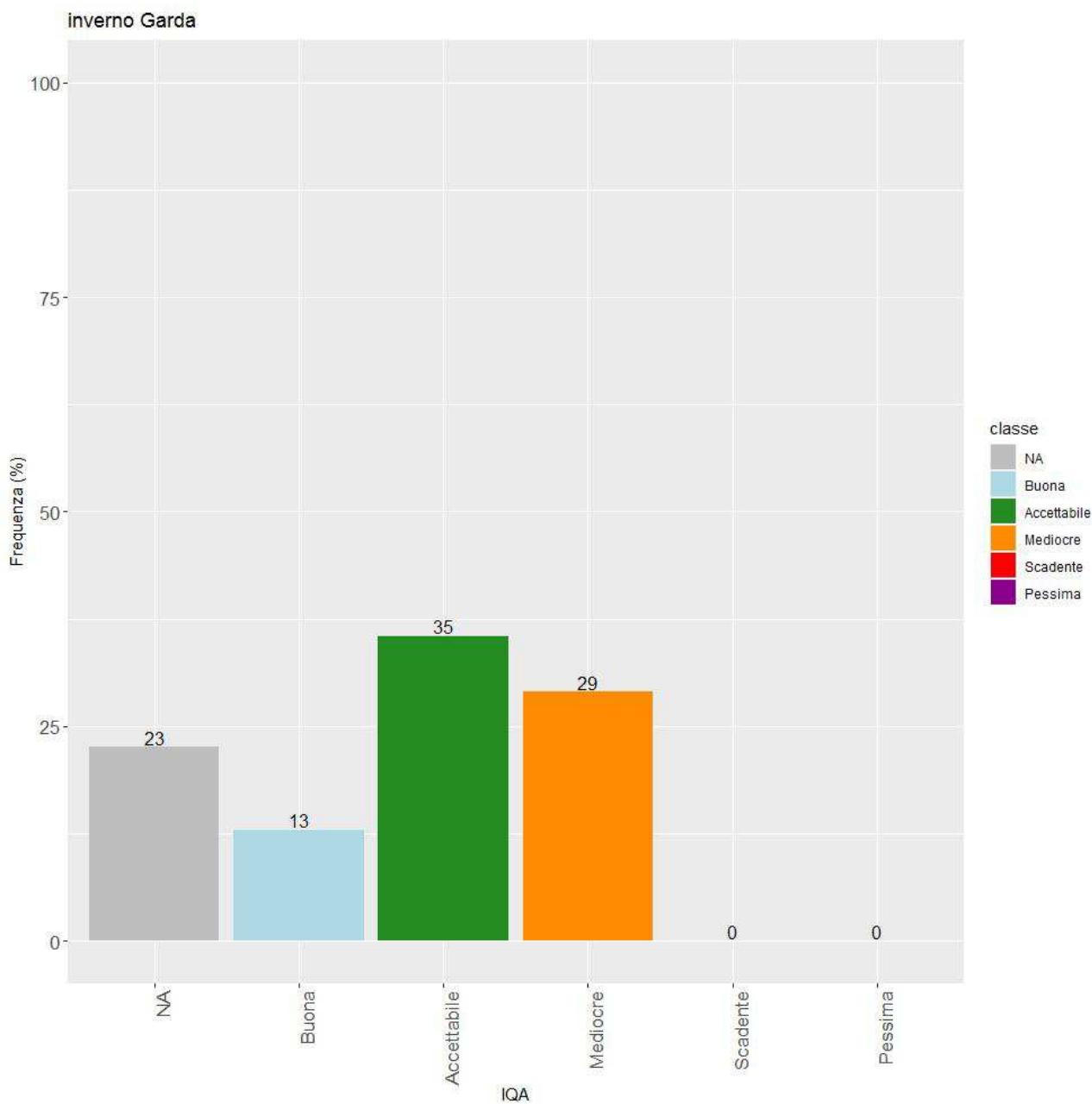
Le altre tre classi (mediocre, scadente e pessima) indicano invece che almeno uno dei tre inquinanti considerati ha superato il relativo indicatore di legge. In questo caso la gravità del superamento è determinata dal relativo giudizio assegnato ed è possibile quindi distinguere situazioni di moderato 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>

Nelle figure 10 e 11 è riportata la percentuale di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA, mentre nelle figure 12 e 13 l'indice è riportato in un grafico-calendario. Nel periodo invernale vi è stata una prevalenza di giornate in cui la qualità dell'aria è stata "Accettabile" (35%), le rimanenti giornate essa è stata "Mediocre" (29%, per via delle elevate concentrazioni di PM10), e "Buona" (13%). Nel periodo estivo, la qualità dell'aria è stata prevalentemente "Accettabile" (36%), a seguire "Mediocre" (31%), a causa delle elevate concentrazioni di ozono.



**Figura 10. Indice di Qualità dell'aria a Garda, campagna ESTIVA: frequenza delle diverse “classi” di qualità dell'aria. Elaborazione eseguita a partire da tutti i dati disponibili per Garda. NA (Not Available, non disponibile), è relativo alle giornate in cui non è stato possibile calcolare l'indice, a causa della mancanza di dati.**



**Figura 11. Indice di Qualità dell'aria a Garda, campagna INVERNALE: frequenza delle diverse “classi” di qualità dell'aria. Elaborazione eseguita a partire da tutti i dati disponibili per Garda. NA (Not Available, non disponibile), è relativo alle giornate in cui non è stato possibile calcolare l'indice, a causa della mancanza di dati.**

### Indice di qualità dell'aria estate Garda



Figura 12. Grafico-calendario dell'indice di qualità dell'aria, campagna a Garda, ESTATE 2019.

### Indice di qualità dell'aria inverno Garda



Figura 13. Grafico-calendario dell'indice di qualità dell'aria, campagna a Garda, INVERNO 2019.

## 9. Valutazione dei trend storici per il sito di interesse

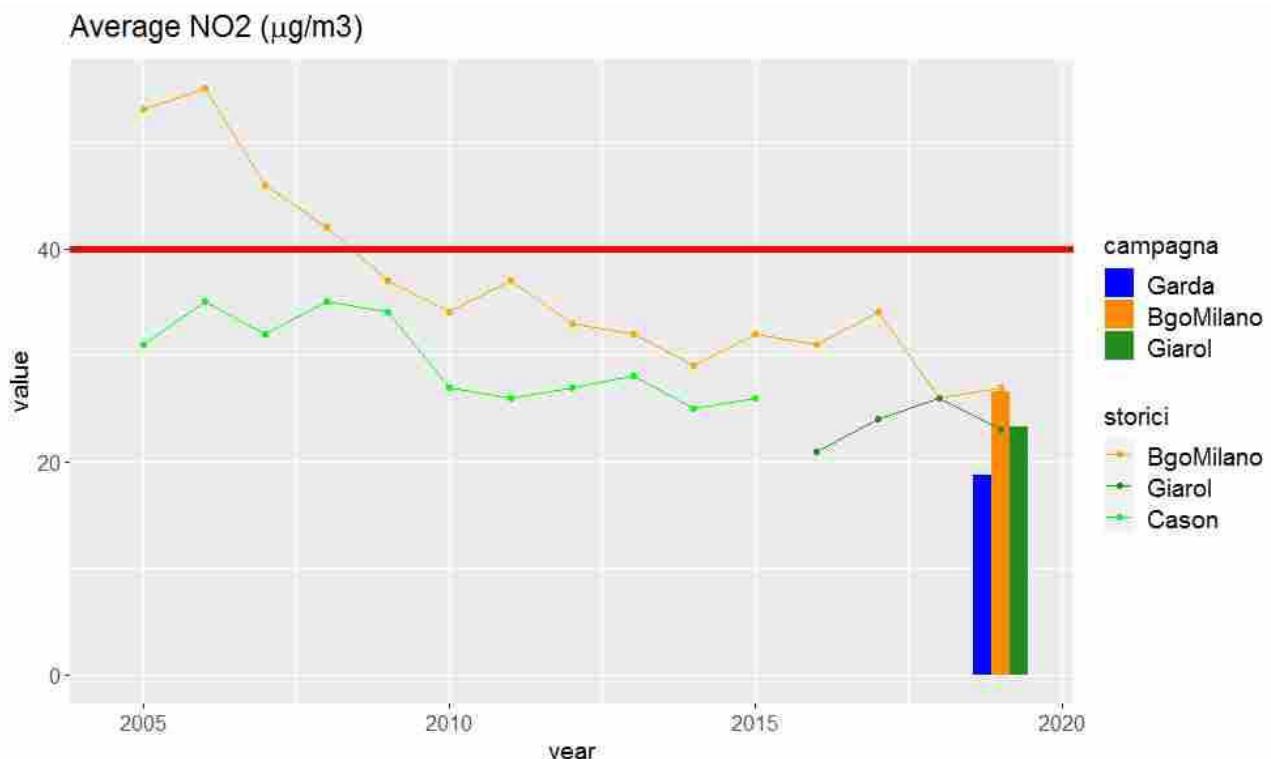
La centralina di traffico urbano di VR-Borgo Milano, posta circa 25 km a SE di Garda, e la centralina di fondo urbano di VR-Giarol, 30 km a SE del punto di analisi, sono state considerate come riferimento per il monitoraggio della qualità dell'aria a Garda. E' stato effettuato un confronto tra i dati degli inquinanti più significativi ( $\text{NO}_2$ , benzene, PM10 e benzoapirene) misurati durante il periodo di campagna e i corrispondenti valori medi registrati negli anni precedenti presso le stazioni fisse di riferimento. I risultati sono riportati in forma grafica nelle figure da 14 a 16. Nelle figure sono rappresentate le due serie temporali della concentrazione media annua di un dato inquinante, misurata dalle centraline fisse di VR-Borgo Milano (linea-quadratino arancione) e VR-Giarol (linea-quadratino verde); le barre di istogramma si riferiscono invece alla concentrazione

media durante le campagne di monitoraggio, misurata dal mezzo mobile a Garda (barra blu), e dalle centraline di VR-Borgo Milano (barra arancione) e VR-Giarol (barra verde). Il benzo(a)pirene, viene regolarmente misurato solo presso la centralina di monitoraggio di fondo urbano di Verona-Giarol, nel Comune di Verona, e presso quella di fondo rurale di Bosco Chiesanuova. Sono stati riportati anche i valori della vecchia centralina di fondo di VR-Cason, che dal 2016 è stata spostata a VR-Giarol.

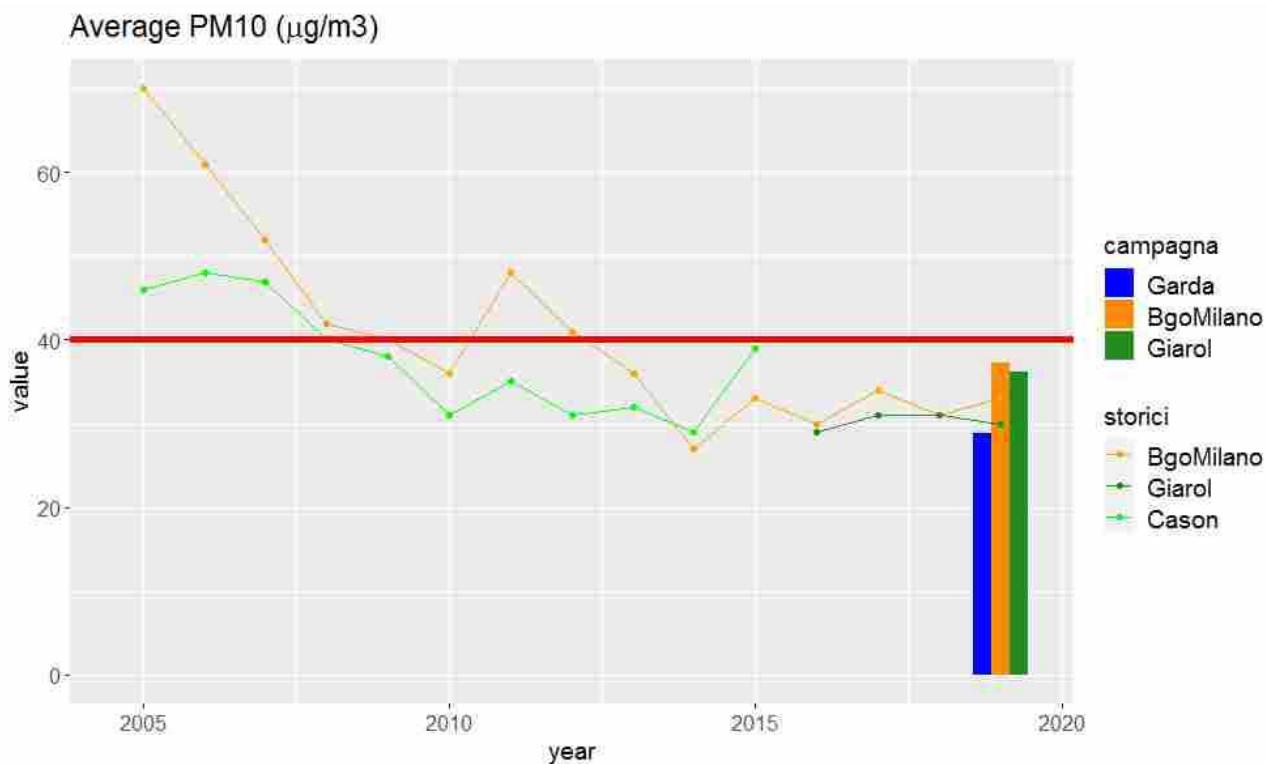
Per quanto riguarda il biossido di azoto, si osserva una tendenza alla diminuzione della concentrazione di questo inquinante negli anni dal 2008 al 2019, presso la stazione di traffico di VR-Borgo Milano sia presso la stazione di fondo di VR-Giarol. I valori misurati presso le stazioni fisse nel periodo di campagna sono confrontabili della rispettiva media annuale relativa al 2019. I valori relativi a Garda sono inferiori a quelli delle centraline.

La concentrazione di PM10 mostra una tendenza alla diminuzione tra il 2010 e il 2018; nel 2019 il valore medio è confrontabile con quello dell'anno precedente. Nel periodo di campagna i valori medi di PM10 di VR-Borgo Milano e VR-Giarol sono più elevati della loro media relativa al 2019, e il valore medio a Garda risulta inferiore.

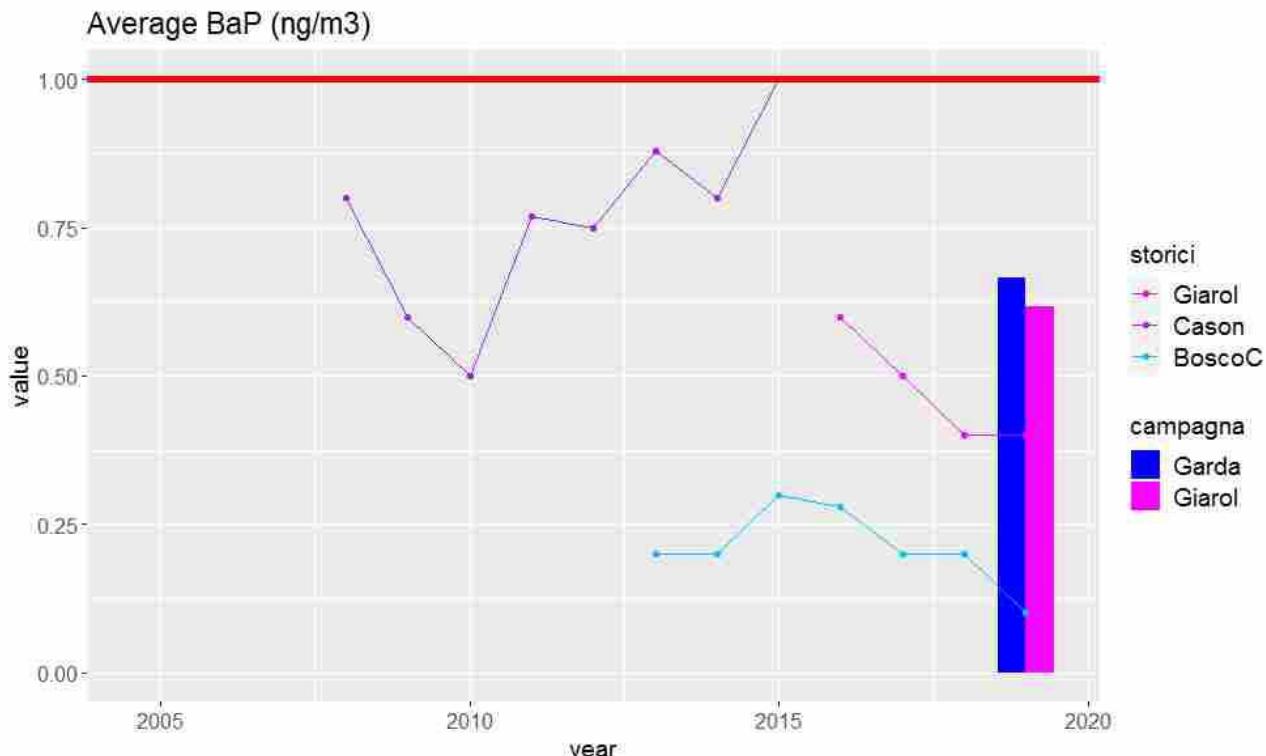
Il benzo(a)pirene, negli anni tra il 2007 e il 2018 ha avuto un andamento variabile. La serie storica più lunga è quella della centralina di VR-Cason, che rappresenta un sito di fondo urbano: si osserva una tendenza all'aumento dal 2010 al 2015; nel 2016 la centralina è stata spostata a VR-Giarol, e negli ultimi due anni si è assistito a un lieve decremento. La concentrazione media misurata durante la campagna nella stazione di fondo urbano di VR-Giarol è superiore al valore medio annuale misurato nel 2019, quella relativa a Garda risulta confrontabile con il dato di VR-Giarol.



**Figura 14:  $\text{NO}_2$ .** Serie temporali della concentrazione media annua misurata dalle centraline fisse di VR-Borgo Milano (linea-quadratino arancione) e VR-Giarol (linea-quadratino verde). Le barre di istogramma si riferiscono alla concentrazione media durante le campagne di misura del 2019, misurata dal mezzo mobile a Garda (barra blu), e dalle centraline di VR-Borgo Milano (barra arancione) e VR-Giarol (barra verde). La linea orizzontale rossa corrisponde al limite annuale.



**Figura 15.** PM10: concentrazione media annua misurata dalle centraline fisse di VR-Borgo Milano e VR-Giarol, e concentrazione media durante le campagne di misura del 2019, misurata dal mezzo mobile a Garda, e dalle centraline di VR-Borgo Milano e VR-Giarol (come in figura 14). La linea orizzontale rossa corrisponde al limite annuale.



**Figura 16.** Benzo(a)pirene: concentrazione media annua misurata presso le centraline fisse di Verona-Cason, Verona-Giarol, e Bosco Chiesanuova, e concentrazione media durante le campagne di misura del 2019, misurata dal mezzo mobile a Garda, dalla centralina di Verona-Giarol (come in figura 14). La linea orizzontale rossa corrisponde al limite annuale.

## 10. Conclusioni

Il mezzo mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria è stato posizionato nel comune di Garda, in Via Pincini. Il punto di campionamento si trova in area residenziale, vicino al campo sportivo comunale. Per le sue caratteristiche, il sito è di tipologia "fondo urbano".

Le campagne di misura sono state svolte dal 18/06/2020 al 26/07/2020 nel semestre estivo, e dal 17/01/2020 al 16/02/2020 nel semestre invernale.

Sono state misurate le concentrazioni medie orarie di CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, le medie giornaliere di PM10, PM2.5 e benzo(a)pirene, e la media su un periodo di più giorni del benzene.

E' stata realizzata un'analisi dei dati, sono stati calcolati vari parametri statistici ed è stato effettuato un confronto con le due stazioni fisse di riferimento: quella di traffico urbano di VR-Borgo Milano e quella di fondo urbano di VR-Giarol.

L'analisi dei dati ha evidenziato valori di ossidi di azoto inferiori a quelli delle centraline di riferimento di VR-Giarol e VR-Borgo Milano in entrambi i periodi di monitoraggio. Per questi inquinanti non è stato registrato alcun superamento dei limiti normativi relativi all'esposizione acuta durante la campagna di monitoraggio, né a Garda né nelle stazioni di riferimento della Provincia di Verona; inoltre la media delle concentrazioni orarie misurate nei due periodi di campionamento è stata 19 µg/m<sup>3</sup>, inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>, che risulta pertanto non superato.

Le polveri sottili, inquinante generalmente critico nella Pianura Padana, hanno mostrato un numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> decisamente inferiore a quello delle stazioni di riferimento. La stima del 90° percentile per il sito di Garda, ottenuta dal confronto con i valori della centralina fissa più rappresentativa del sito stesso (VR-Giarol), è pari a 44 µg/m<sup>3</sup>, il che determina il rispetto del limite di 35 giornate all'anno nelle quali viene superato il valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>. In base alla stessa metodologia si stima un valore medio annuale per il sito di Garda di 24 µg/m<sup>3</sup>, che non supera il valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>.

Il periodo di campagna estiva è stato critico per l'ozono, a causa delle elevate temperature tipiche dei mesi di giugno e luglio. Non sono avvenuti superamenti della soglia di informazione di 180 µg/m<sup>3</sup>, né a Garda né presso le centraline di riferimento. Il numero di superamenti del limite di 120 µg/m<sup>3</sup> sulla media mobile di 8 ore, relativo all'esposizione cronica, è pari a 19, confrontabile con quello relativo a VR-Giarol (20).

Il benzo(a)pirene ha mostrato valori confrontabili con quelli della centralina di riferimento di Verona-Giarol. Il valore medio, calcolato considerando tutti i dati disponibili nelle due campagne di misura, è pari a 0.7 ng/m<sup>3</sup>. I valori misurati in inverno sono elevati, ed evidenziano il ruolo del riscaldamento a biomassa come fonte emissiva importante in questo periodo dell'anno.

Per quanto riguarda il monossido di carbonio e il biossido di zolfo, i valori medi di concentrazione sono molto bassi rispetto ai limiti indicati dalla normativa, confrontabili con il limite di rivelabilità strumentale.

Il benzene, misurato con campionatori passivi nel solo periodo invernale, ha mostrato un valore medio confrontabile con quello della stazione di riferimento di VR-Giarol. Il confronto con quest'ultima induce a stimare che sia rispettato il limite normativo sulla media annua, pari a 5 µg/m<sup>3</sup>.

In sintesi, si può concludere che il monitoraggio della qualità dell'aria del Comune di Garda ha evidenziato che la maggiore criticità è rappresentata dall'ozono, nel periodo estivo. Questo inquinante mostra numerosi superamenti in tutto il territorio provinciale, e le campagne di monitoraggio effettuate negli anni da ARPAV hanno evidenziato che la sua concentrazione è generalmente più elevata nella zona del lago di Garda e nell'area pedemontana e montana, rispetto al resto della provincia. Nel corso di questa campagna di monitoraggio, le concentrazioni di ozono misurate a Garda sono state confrontabili con quelle relative alla centralina di riferimento di VR-Giarol, e anche il numero di superamenti dei limiti normativi. Per gli altri inquinanti, si stima che siano rispettati tutti i limiti normativi. Rispetto a quanto misurato presso le centraline di riferimento

del Comune di Verona, le concentrazioni rilevate a Garda sono inferiori per PM10 e ossidi di azoto, e confrontabili per il benzene e il benzo(a)pirene. Il benzoapirene mostra concentrazioni elevate in inverno, indice del ruolo delle emissioni del riscaldamento a biomassa in questo periodo dell'anno.

## 11. Sintesi

Inquinante	Tipo di limite	Indicatore statistico	Valore limite	Risultato del monitoraggio	Sintesi valutazione
<b>PM<sub>10</sub></b>	Limite annuale (media)	Media	40 µg/m <sup>3</sup>	24 µg/m <sup>3</sup> (media stimata)	Si stima che i limiti normativi siano rispettati (cfr. par. 7.5)
	Limite giornaliero da non superare più di 35 volte in un anno (media 24 h)	Media 24 h	50 µg/m <sup>3</sup>	Meno di 35 superamenti/anno stimati	
<b>O<sub>3</sub></b>	Soglia di informazione (media 1 h)	Media 1 h	180 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti (ore)	Superamento dei limiti (cfr. par. 7.4)
	Soglia di allarme	Media 1 h	240 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti (ore)	
<b>NO<sub>2</sub></b>	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massimo della media mobile su 8 h	120 µg/m <sup>3</sup>	19 superamenti (giorni)	Rispetto dei limiti normativi (cfr. par. 7.2)
	Soglia di allarme	Media 1h. Superamento per 3 ore consecutive del valore di soglia	400 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	
<b>SO<sub>2</sub></b>	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1h da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	Concentrazione media nettamente inferiore ai limiti normativi (cfr. paragrafo 7.3)
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>	19 µg/m <sup>3</sup> (media delle due campagne di misura)	
<b>CO</b>	Soglia di allarme	Superamento per 3 h consecutive del valore di soglia	500 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	Concentrazione media nettamente inferiore ai limiti normativi (cfr. par. 7.1)
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media oraria da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	
<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana anno civile	Media su 24 ore, da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	Valori medi stimati inferiori al limite annuale (cfr. par. 7.6)
	Valore limite	Massimo giornaliero della media mobile su 8 h	10 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	
<b>BaP</b>	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annua	5 µg/m <sup>3</sup>	1.3 µg/m <sup>3</sup> (valore medio invernale)	Valore medio durante le campagne inferiore al limite annuale, ma valori invernali elevati (cfr.par. 7.7)

**Tabella 17. Sintesi dei risultati della campagna di monitoraggio in Via Pincini, Garda (VR).**

## 12. Appendice

In questa relazione sono stati riportati anche alcuni grafici di tipo “box-whisker”, il cui significato è illustrato in figura 16.

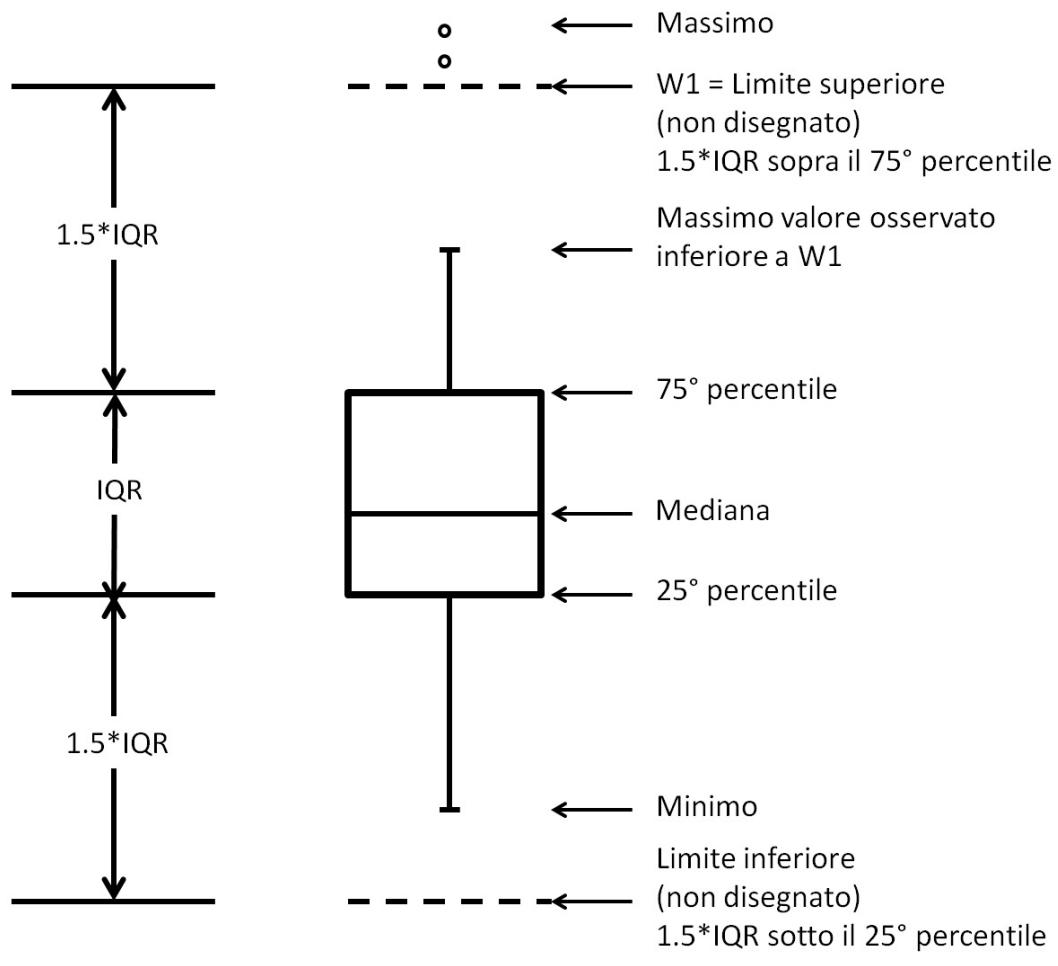
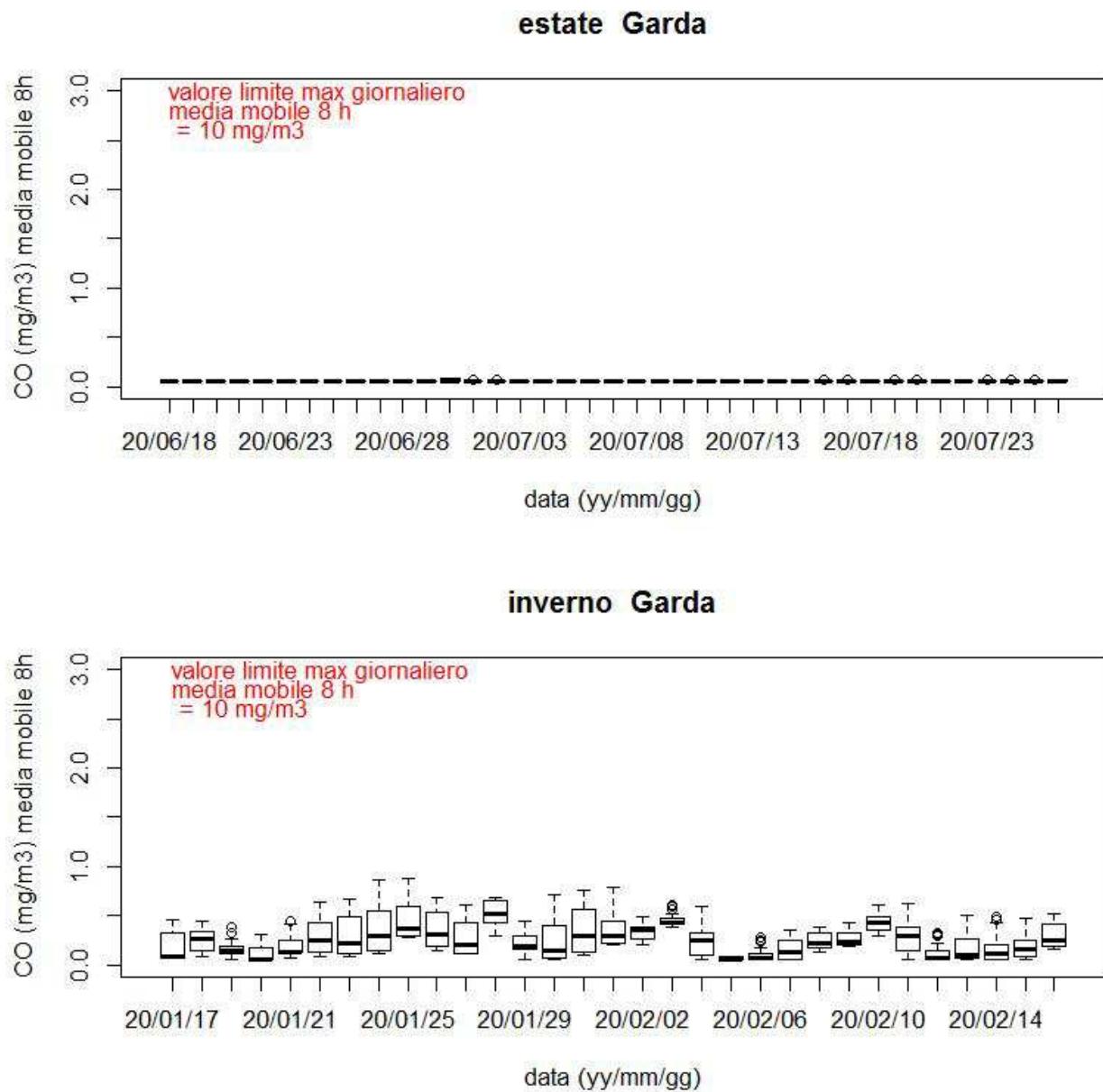
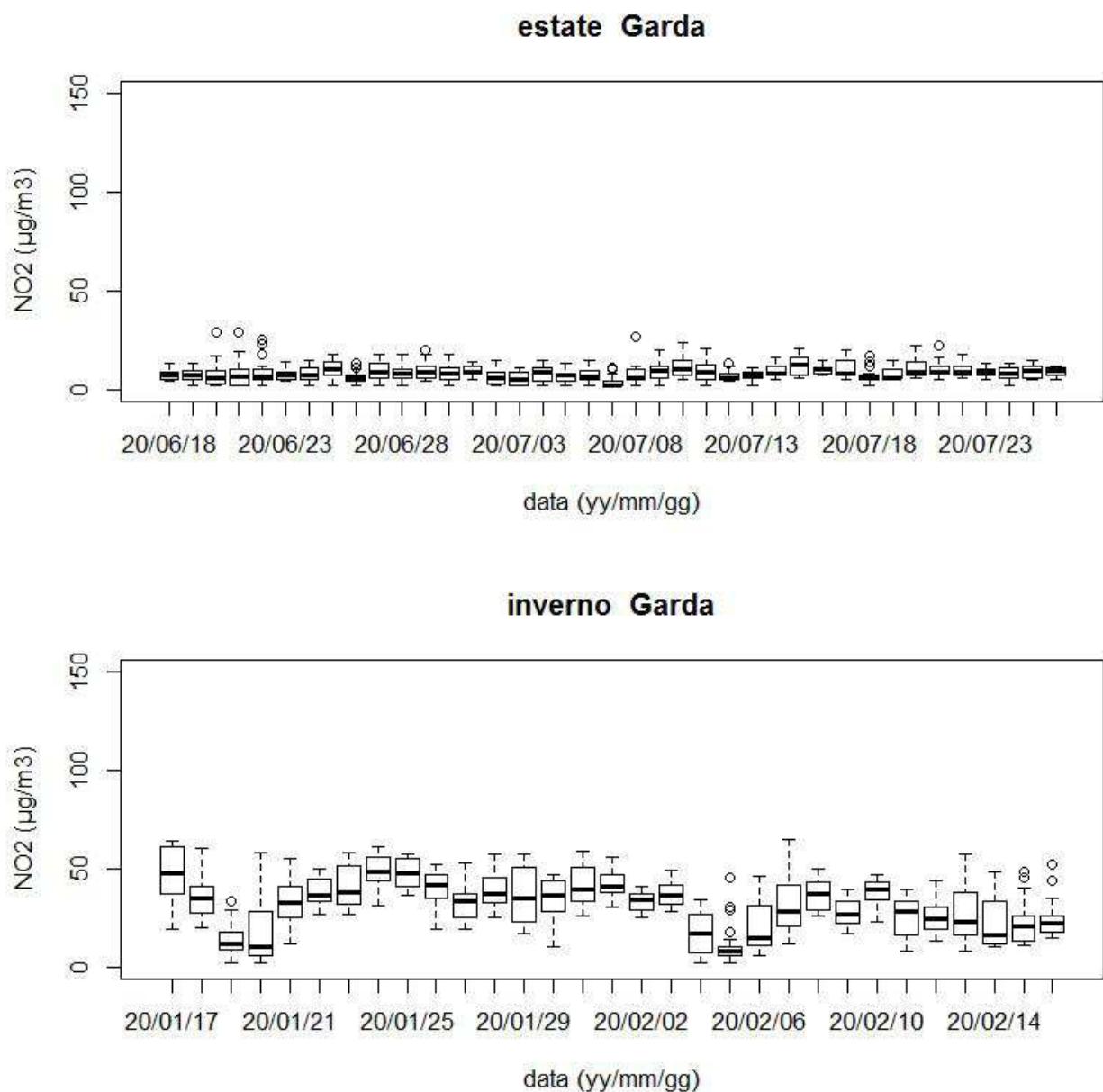


Figura 17. Schema esplicativo del box-whisker plot, utilizzato più volte nella presente relazione. La linea orizzontale nel mezzo del rettangolo (“box”) indica il valore della mediana (o 50° percentile) della distribuzione, cioè di quel valore rispetto al quale il 50% dei dati della popolazione rappresentata dal grafico è inferiore. Il segmento orizzontale che delimita inferiormente il “box” è il 25% percentile: il 25% dei dati è inferiore a tale valore. Il segmento orizzontale che delimita superiormente il “box” è il 75% percentile: il 75% dei dati è inferiore a tale valore. La differenza tra il 25° e 75° percentile si definisce “Inter Quartile Range” (IQR). In base all’IQR si definiscono i “baffi”, cioè le barre che si estendono in alto e in basso: lo spazio tra esse compreso dà un’indicazione della dispersione dei dati della serie rappresentata. Oltre i baffi, si trovano solo pochi dati della popolazione rappresentata, i valori minimi e massimi, che vengono chiamati “outliers” e indicati con dei pallini.

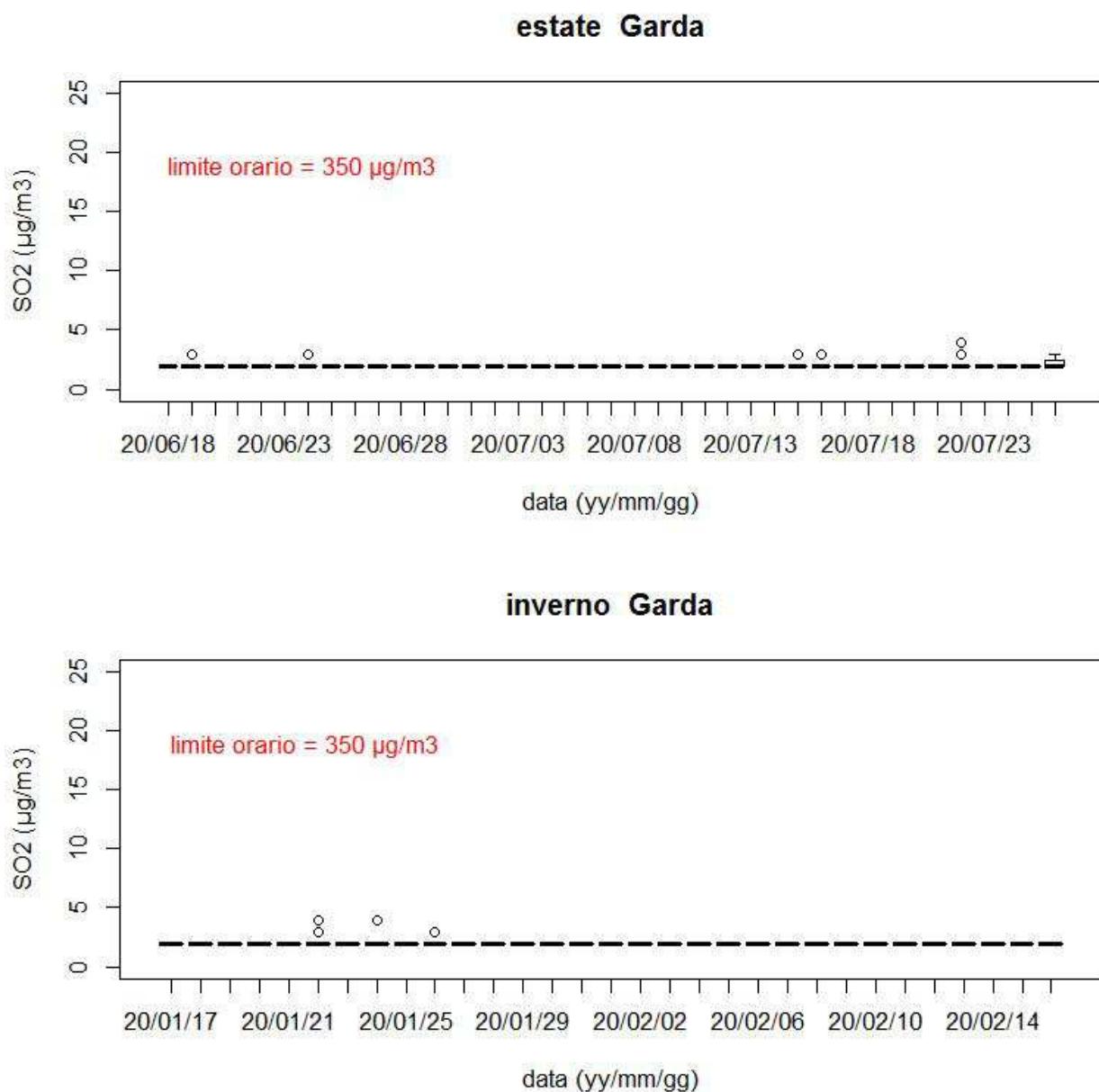
**Figura 18 – Concentrazione di CO ( $\text{mg/m}^3$ ), media mobile di 8 ore, box-wisker plot. Campagna di misura estiva (pannello sopra) e invernale (pannello sotto).**



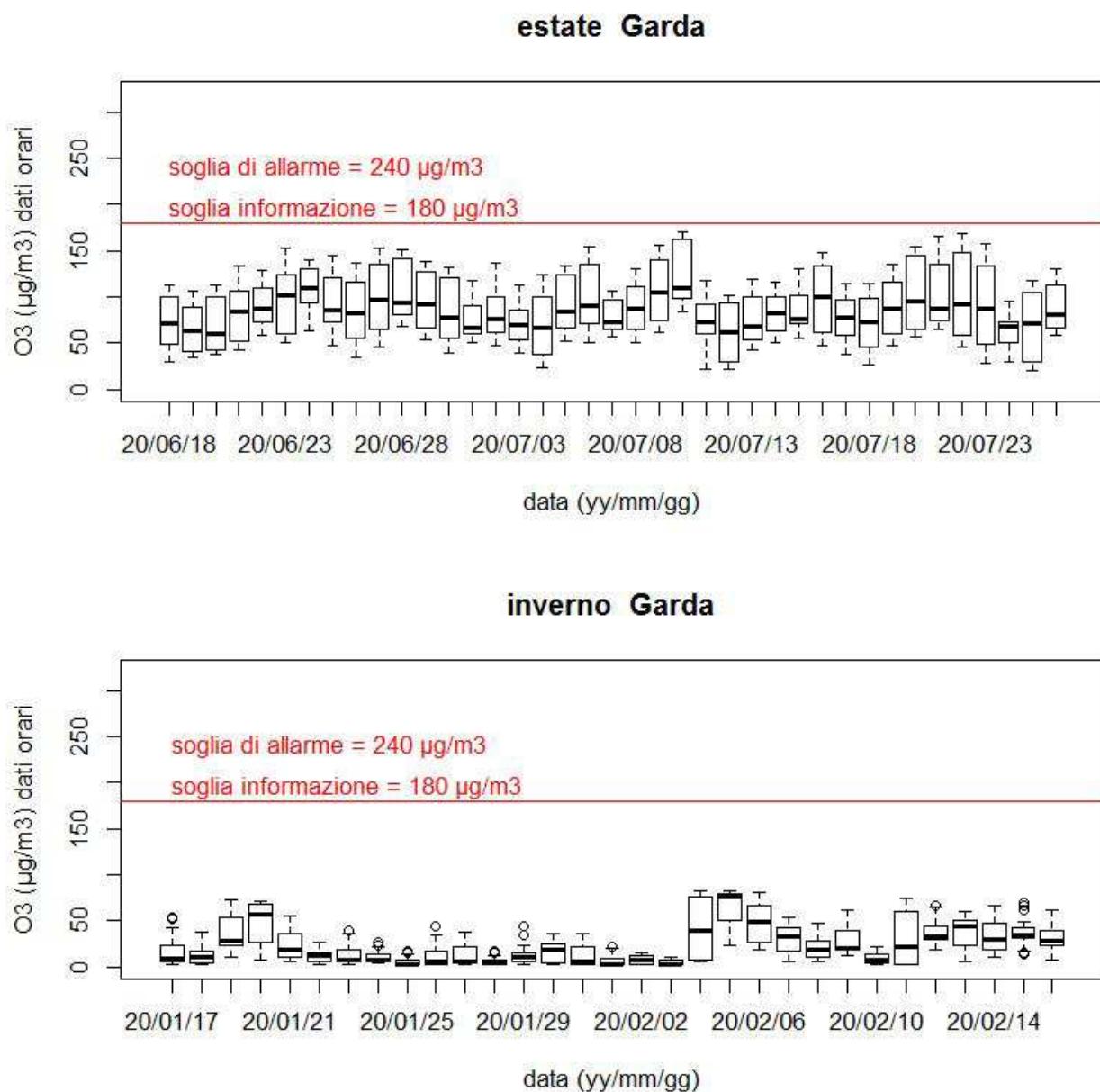
**Figura 19 – Concentrazione di NO<sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), box-wisker plot. Campagna di misura estiva (pannello sopra) e invernale (pannello sotto).**



**Figura 20 – Concentrazione di SO<sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), box-wisker plot. Campagna di misura estiva (pannello sopra) e invernale (pannello sotto).**



**Figura 21 – Concentrazione di O<sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), box-wisker plot. Campagna di misura estiva (pannello sopra) e invernale (pannello sotto).**



**Figura 22 – Concentrazione di O<sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), media mobile di 8 ore, box-wisker plot. Campagna di misura estiva (pannello sopra) e invernale (pannello sotto).**

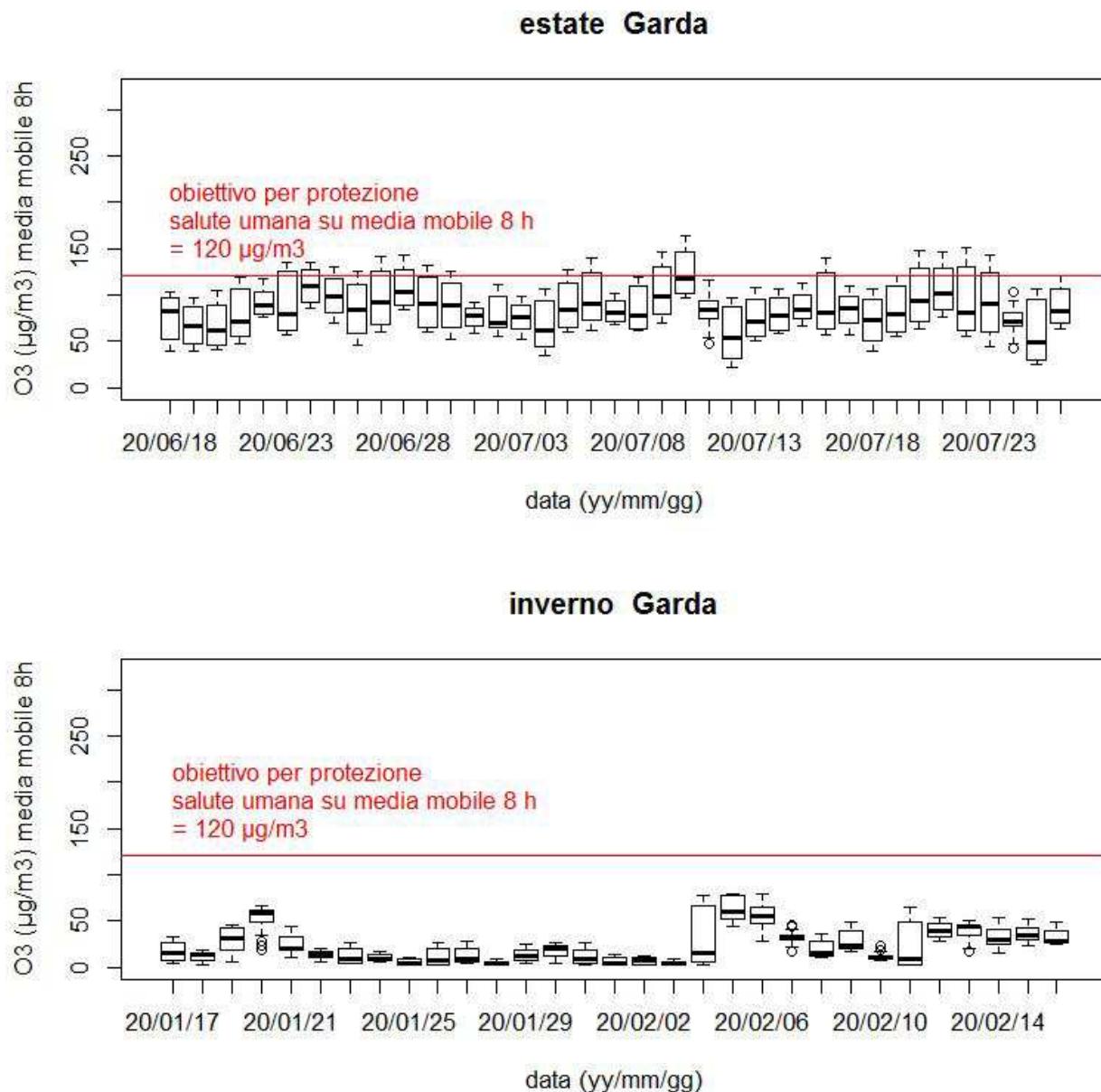


Figura 23 – Concentrazione giornaliera di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a Garda, VR-Borgo Milano e VR-Giarol. La linea tratteggiata indica il valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superare più di 35 volte l'anno.

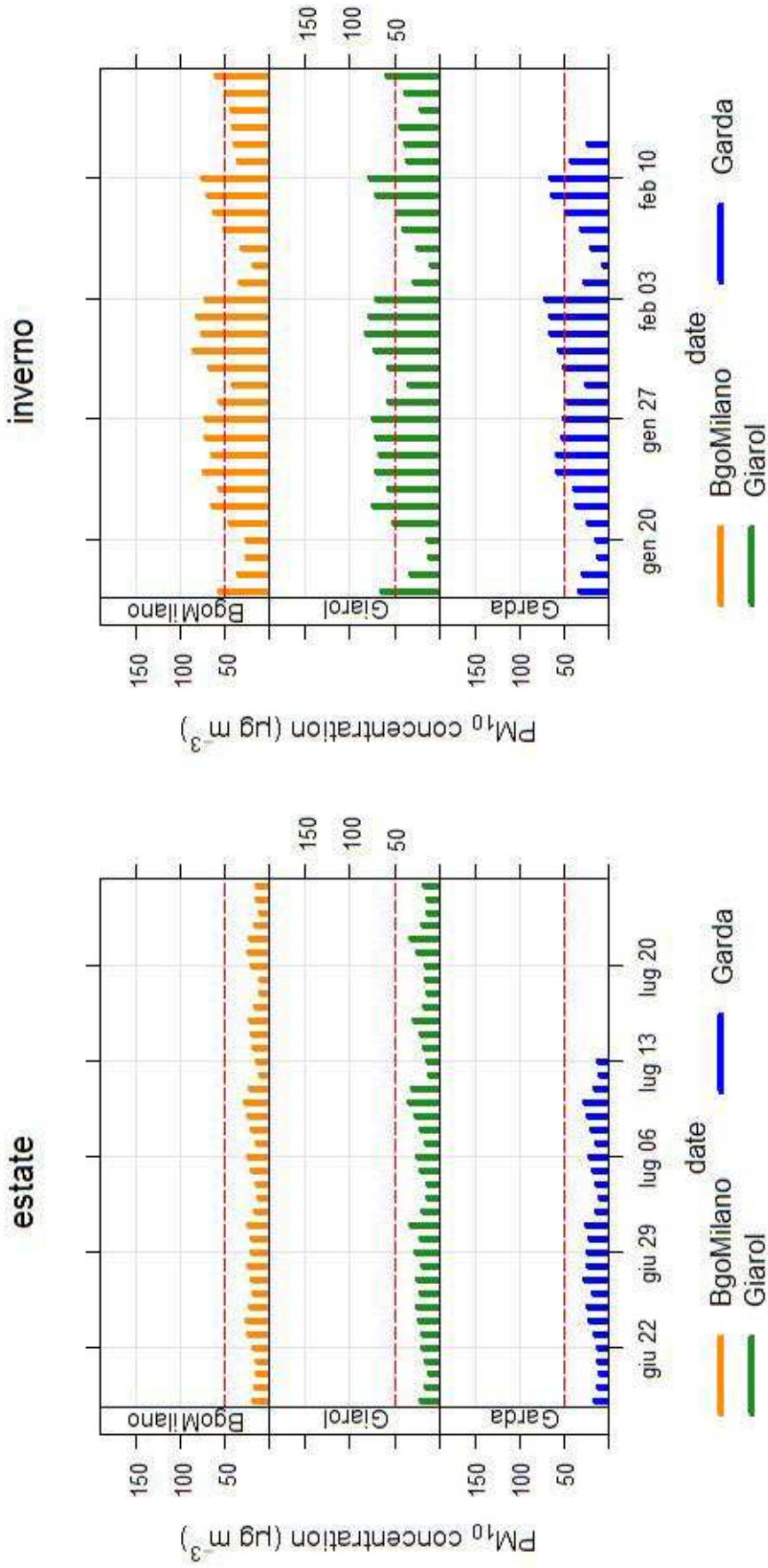
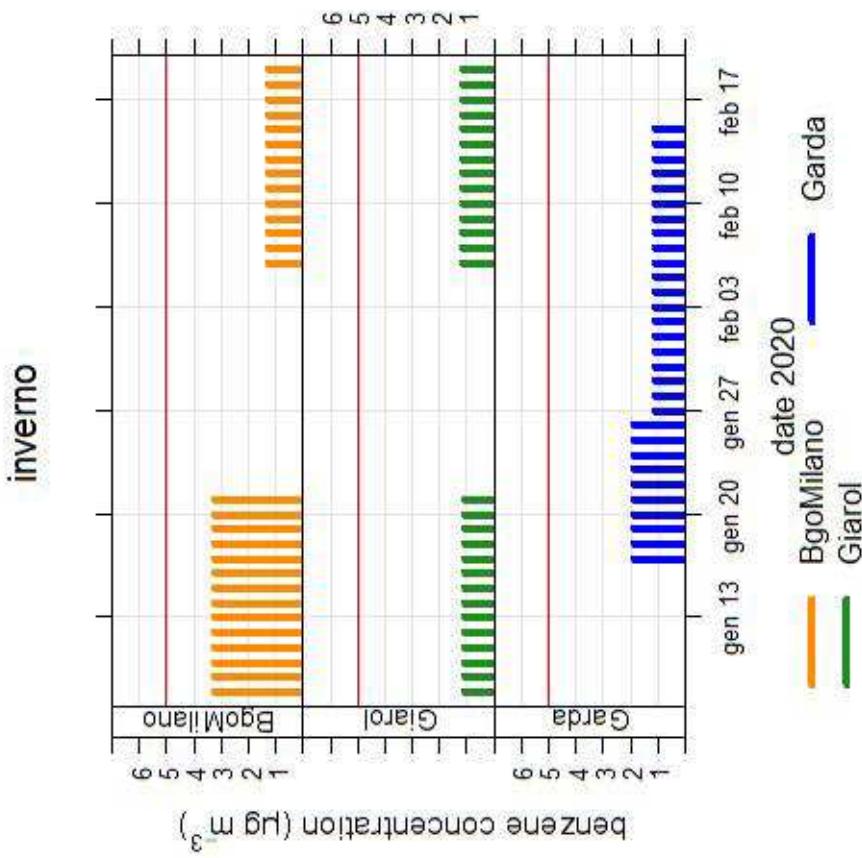
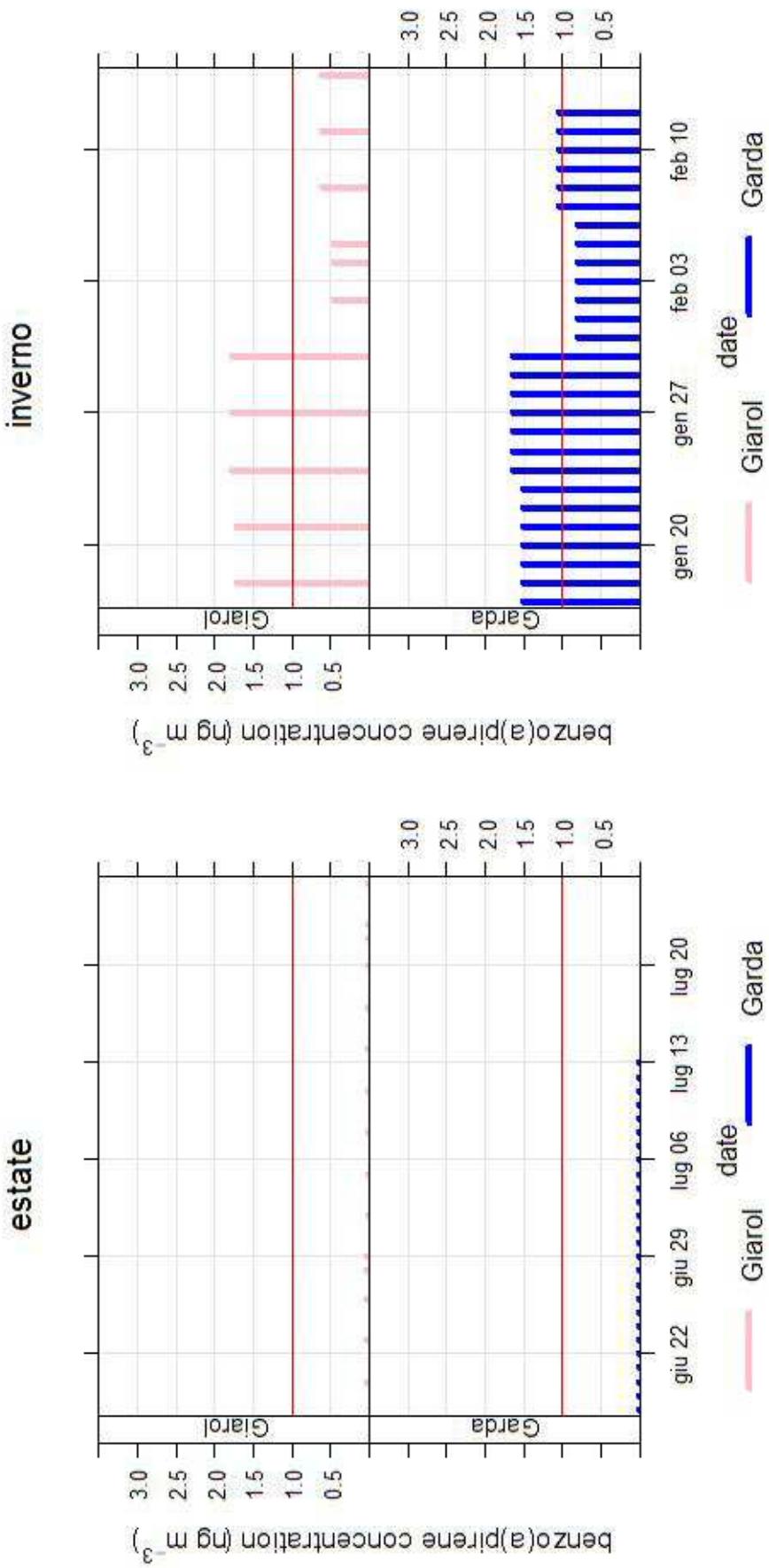


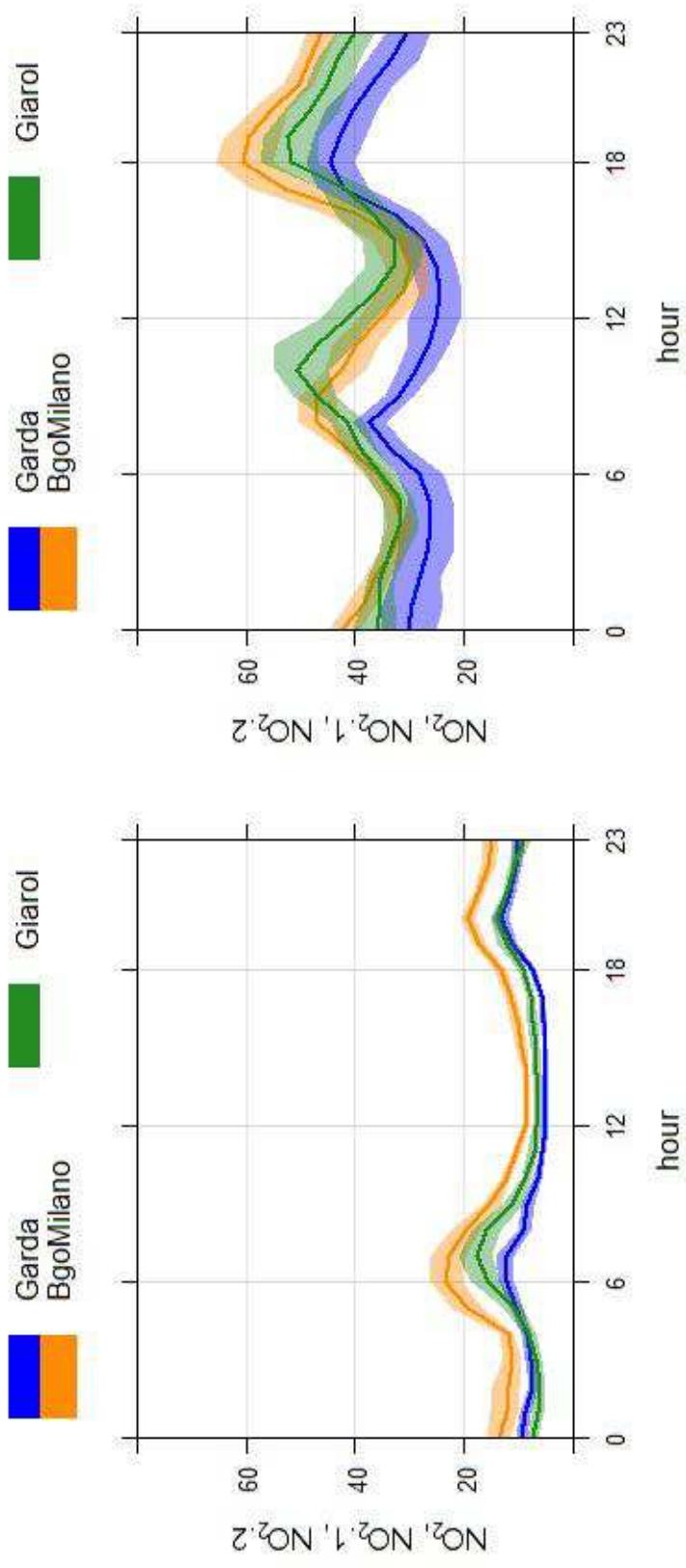
Figura 24 – Concentrazione di benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a VR-Giarol, VR-Borgo Milano e a Garda nella campagne di misura invernale. La linea rossa indica il valore obiettivo (annuale) di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il valor medio, misurato tramite campionatore passivo esposto per un certo numero di giorni, viene attribuito a ogni giorno di esposizione.



**Figura 25 – Concentrazione di benzoapirene ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) a VR-Giarol e a Garda nella campagna di misura estiva (a sinistra) e invernale (a destra). La linea rossa indica il valore obiettivo (annuale) di  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ .**

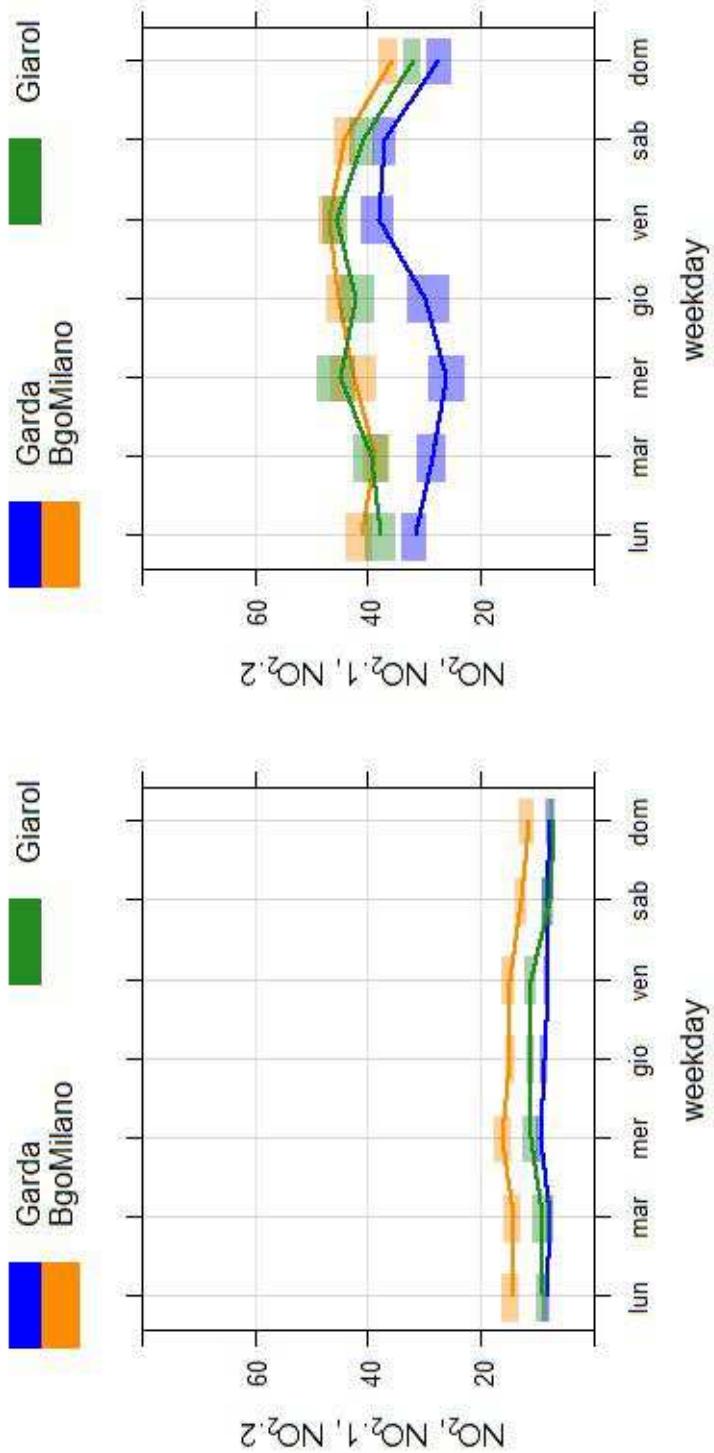


**Figura 26 – Giorno-tipo della concentrazione di  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Le fasce ombreggiate rappresentano l'intervallo di confidenza della media del 95%.**  
**Campagna di misura estiva (pannello a sinistra) e invernale (pannello a destra).**

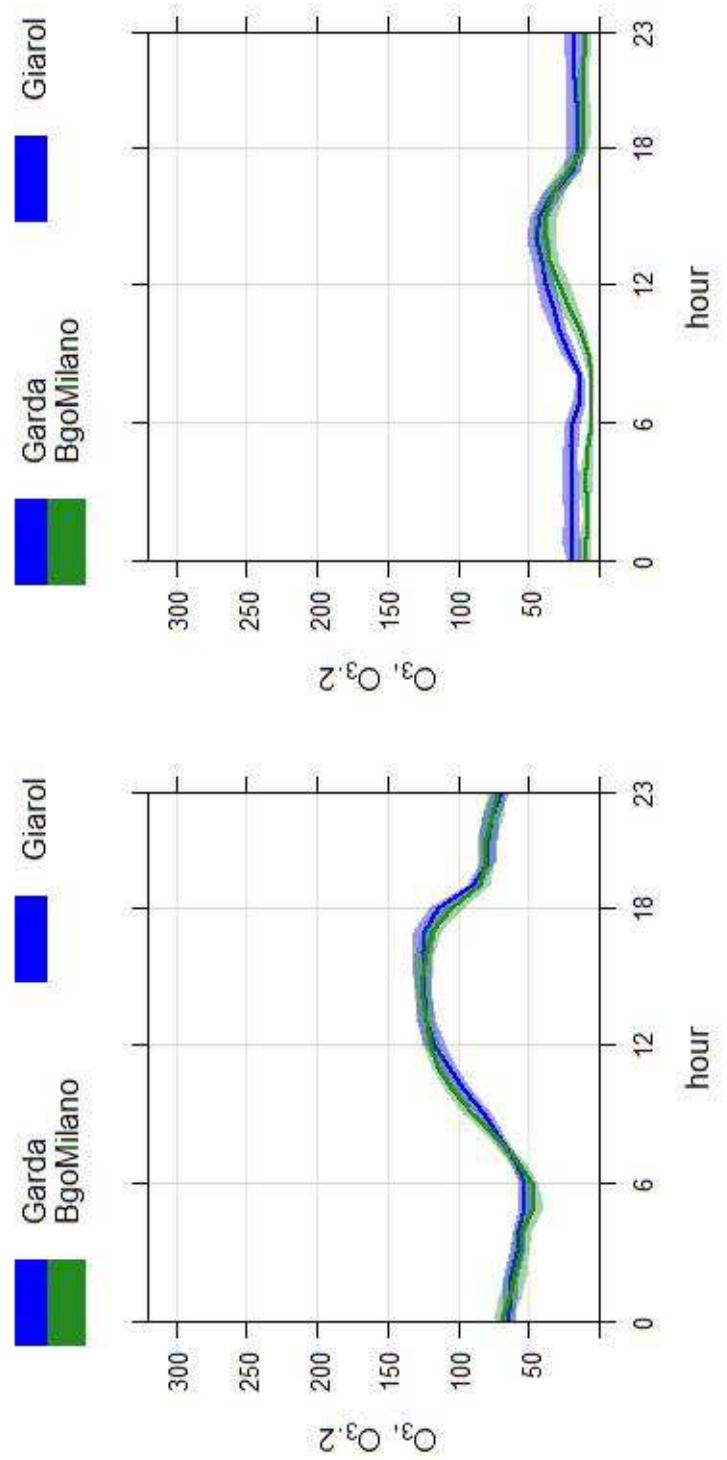


**Figura 27 – Settimana-tipo della concentrazione di  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Le fasce ombreggiate rappresentano l'intervallo di confidenza della media del 95%.**

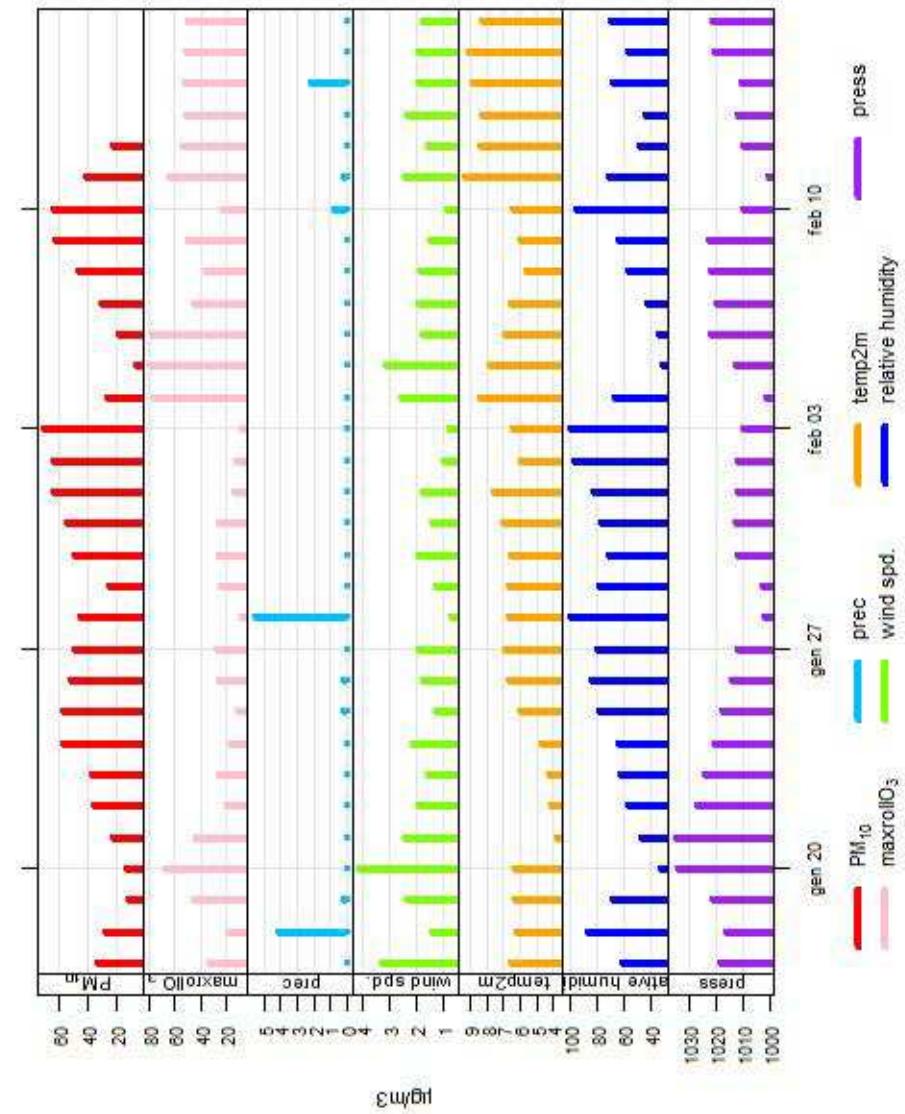
Campagna di misura estiva (pannello a sinistra) e invernale (pannello a destra).



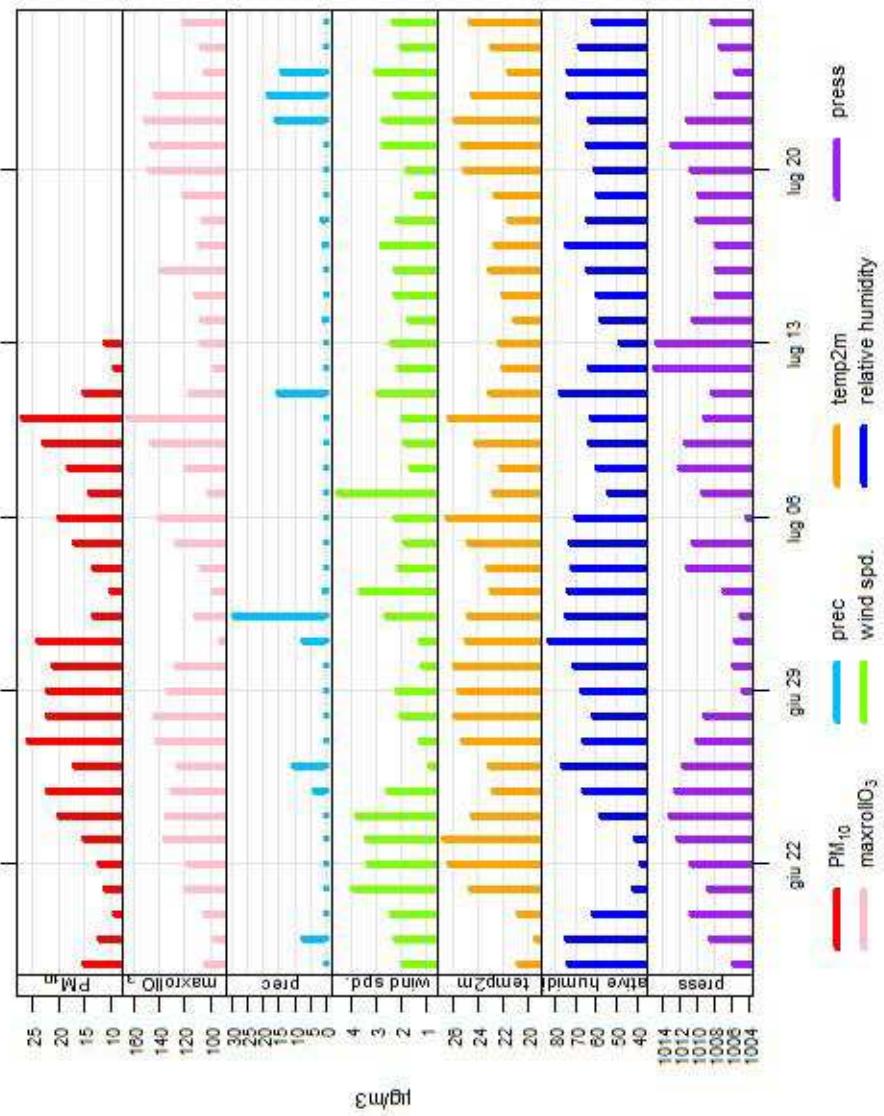
**Figura 28 – Giorno tipo della concentrazione di  $O_3$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Le fasce ombreggiate rappresentano l'intervallo di confidenza della media del 95%.**  
**Campagna di misura estiva (pannello a sinistra) e invernale (pannello a destra).**



**Figura 29 – Concentrazione media giornaliera di PM10 e massimo giornaliero della media mobile su 8 ore di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) a Garda, e variabili meteorologiche della stazione di Bardolino-Calmasino (VR): prec=precipitazione accumulata in un giorno (mm); wind spd= velocità del vento a 5m (m/s); temp2m=tempertura a 2m (°C). umr= umidità relativa (%). La pressione (press, mbar) è stata rilevata presso la stazione di Verona-Giarol**



### estate Garda



## 13. Glossario

### **Agglomerato**

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

### **AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb)**

Espresso in ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )\*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e 40 ppb, in un dato periodo di tempo, utilizzando solo valori orari rilevati, ogni giorno, tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

### **Background (stazione di)**

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

### **Fattore di emissione**

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

### **Industriale (stazione)**

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

### **Inquinante**

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

### **Inventario delle emissioni**

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

### **IQA (Indice di Qualità dell'Aria)**

E' una grandezza che permette di rappresentare in maniera sintetica lo stato di qualità dell'aria.

### **Margine di tolleranza**

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

### **Media mobile (su 8 ore)**

La media mobile su 8 ore è una media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore; ogni ora l'intervallo viene aggiornato e, di conseguenza, ricalcolata la media. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale l'intervallo di 8 ore si conclude. Ad esempio, il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso. La media mobile su 8 ore massima

giornaliera corrisponde alla media mobile su 8 ore che, nell'arco della giornata, ha assunto il valore più elevato.

### **Obiettivo a lungo termine**

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

### **Percentile**

I percentili o quantili, sono parametri di posizione che, in un insieme di dati, indicano il valore sotto il quale cade una data percentuale dei dati: ad esempio un quantile 0.98 (o 98° percentile), è quel valore al di sotto del quale si trova il 98% delle osservazioni. La mediana rappresenta il 50° percentile.

### **Soglia di allarme**

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

### **Soglia di informazione**

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

### **Sorgente (inquinante)**

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

### **Traffico (stazione di)**

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

### **Valore limite**

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

### **Valore obiettivo**

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

### **Zonizzazione**

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

Dipartimento Provinciale di Verona  
Unità operativa Fisica Ambientale  
Via Dominutti 8  
37135 Verona Italia  
Tel.045-8016611 e 045-8016702  
Fax 045-8016700  
e-mail: [dapvr@arpa.veneto.it](mailto:dapvr@arpa.veneto.it)  
PEC: <mailto:dapvr@pec.arpav.it>  
Dicembre 2020



ARPAV

Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

Direzione Generale Via Ospedale, 24 35131 Padova

Tel. +39 049 82 39301

Fax. +39 049 66 0966

e-mail [urp@arpa.veneto.it](mailto:urp@arpa.veneto.it)

e-mail certificata: [protocollo@pec.arpav.it](mailto:protocollo@pec.arpav.it)

[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)