



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente



REGIONE DEL VENETO

**CAMPAGNA DI MONITORAGGIO
DELLA QUALITA' DELL'ARIA
COMUNE DI ARQUA' PETRARCA
VIA FONTANA**



PERIODO DI ATTUAZIONE

29/11/2017 - 23/01/2018 (1^a CAMPAGNA)

17/05/2018 - 04/07/2018 (2^a CAMPAGNA)

RELAZIONE TECNICA



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

ARPAV

Commissario straordinario: L.Gobbi

Dipartimento Provinciale Arpav di Padova

Direttore: A.Benassi

Progetto e realizzazione

Servizio Monitoraggio e Valutazioni

Responsabile: C.Gabrieli

R.Millini, P. Baldan, E. Cosma, C. Lanzoni, A. Pagano, S. Rebeschini

Con la collaborazione delle seguenti strutture Arpav

Dipartimento Sicurezza Territorio

Dipartimento Regionale Laboratori

Servizio Osservatorio Regionale Aria

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

Indice

1	Obiettivi della campagna di monitoraggio e caratterizzazione del sito	6
2	Commento meteorologico	8
2.0.1	Campagna invernale: 29/11/2017 - 23/01/2018	8
2.0.2	Campagna estiva: 17/05/2018 - 04/07/2018	10
3	Inquinanti monitorati e normativa di riferimento	13
4	Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	15
5	Efficienza di campionamento	16
6	Analisi dei dati rilevati	17
6.1	Biossido di Zolfo	17
6.2	Monossido di Carbonio	18
6.3	Ozono	18
6.4	Biossido di Azoto	19
6.5	Polveri fini [PM10 e PM2.5]	19
6.6	Benzo(a)pirene	20
6.7	Benzene	21
7	Valutazione dello stato di qualità dell'aria	22
7.1	Indice di Qualità dell'Aria (IQA)	22
7.2	Scheda sintetica di valutazione	24
8	Conclusioni	25
8.1	Sintesi dell'andamento meteorologico del periodo	25
8.2	Sintesi dell'andamento dei parametri	25
9	Allegati	26
9.1	Massima media mobile giornaliera di Ozono invernale	27
9.2	Massima media mobile giornaliera di Ozono estiva	28
9.3	Concentrazione Giornaliera invernale di PM10	29
9.4	Concentrazione Giornaliera estiva di PM10	30
9.5	Glossario	31

Elenco delle figure

1.1	Zonizzazione del territorio provinciale	6
1.2	Posizionamento della stazione mobile a Arquà Petrarca	7
2.1	Frequenze di vento e pioggia per classi: campagna di misura a confronto con il relativo pentadale degli anni precedenti e l'intero anno corrente	9
2.2	Rosa dei venti registrati presso la stazione meteo nel corso della campagna invernale	10
2.3	Frequenze di vento e pioggia per classi: campagna di misura a confronto con il relativo pentadale degli anni precedenti e l'intero anno corrente	11
2.4	Rosa dei venti registrati presso la stazione di Galzignano Terme nel corso della campagna estiva	12
3.1	Valori limite della qualità dell'aria per la protezione della salute umana e della vegetazione	14
7.1	Indice sintetico di qualità dell'aria	23
9.1	SEMESTRE INVERNALE	27
9.2	SEMESTRE ESTIVO	28
9.3	SEMESTRE INVERNALE	29
9.4	SEMESTRE ESTIVO	30

Elenco delle tabelle

6.1	Parametri statistici per il biossido di zolfo	17
6.2	Parametri statistici per il monossido di carbonio	18
6.3	Parametri statistici per l'Ozono	18
6.4	Parametri statistici per il biossido di azoto	19
6.5	Parametri statistici per il PM ₁₀	20
6.6	Parametri statistici per il Benzo(a)pirene	21
6.7	Parametri statistici per il Benzene	21
7.1	Scala giudizio QA	22
7.2	Stato degli inquinanti monitorati nel corso della campagna a Arquà Petrarca	24

Capitolo 1

Obiettivi della campagna di monitoraggio e caratterizzazione del sito

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata richiesta dal Comune di Arquà Petrarca. Nello specifico il monitoraggio è stato condotto con una stazione mobile posizionata in Via Fontana dal 29/11/2017 al 23/01/2018 e dal 17/05/2018 al 04/07/2018.

L'area sottoposta a monitoraggio è di tipologia "background urbano". Il comune di Arquà Petrarca ricade nella zona "Bassa Pianura e Colli" (IT0514), ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in figura 1.1.

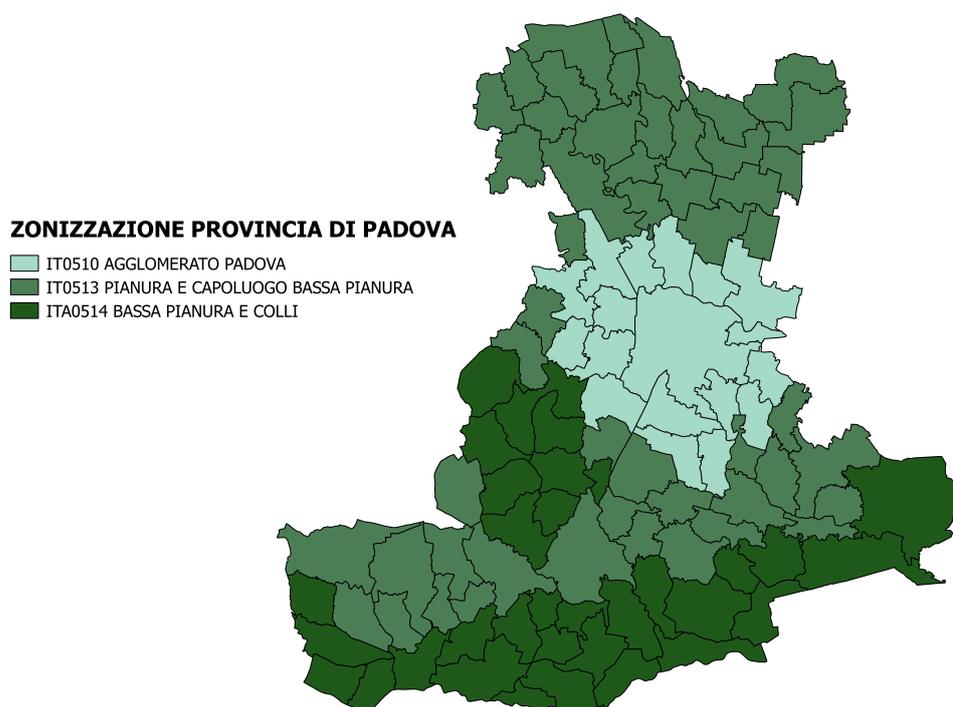


Figura 1.1: Zonizzazione del territorio provinciale

Il punto di monitoraggio è riportato sulla mappa in figura 1.2.



Figura 1.2: Posizionamento della stazione mobile a Arqua Petrarca

Capitolo 2

Commento meteoclimatico

Di seguito si analizza la situazione meteorologica tramite diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi che individuano il grado dispersivo degli inquinanti.

- rosso (precipitazione giornaliera < 1 mm e intensità media del vento < 1.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione;
- giallo (precipitazione giornaliera tra $1 \div 6$ mm e intensità media del vento tra $1.5 \div 3$ m/s): condizioni di debole dispersione;
- verde (precipitazione giornaliera > 6 mm e intensità media del vento > 3 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione.

I valori riportati per la ripartizione nelle tre classi sono empirici essendo stati ricavati dall'esame di un campione pluriennale di dati. La stazione meteo di riferimento è Galzignano Terme che dista circa 5 km dal sito della campagna di misura ed è dotata di anemometro posto a 10 m di altezza.

2.0.1 Campagna invernale: 29/11/2017 - 23/01/2018

In figura 2.1 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteo di Galzignano Terme in tre periodi:

- 29 novembre 2017 - 23 gennaio 2018, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 26 novembre - 25 gennaio dall'anno 2005 all'anno 2017 (anni precedenti);
- 23 gennaio 2017 - 23 gennaio 2018 (anno corrente).

DISTRIBUZIONE PIOVOSITA' E VENTILAZIONE

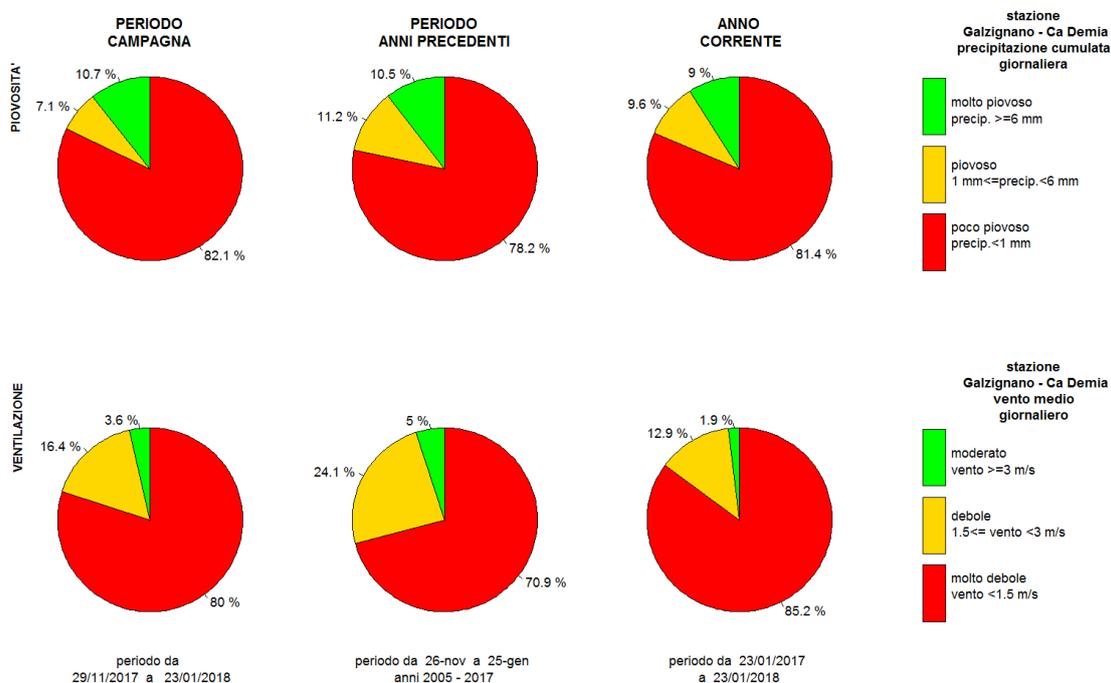


Figura 2.1: Frequenze di vento e pioggia per classi: campagna di misura a confronto con il relativo pentadale degli anni precedenti e l'intero anno corrente

Dai diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- la distribuzione delle giornate in base alla piovosità è simile a quelle di entrambi i periodi di riferimento;
- i giorni con vento molto debole sono stati più frequenti rispetto allo stesso periodo degli anni precedenti, ma un po' meno frequenti rispetto all'anno corrente.

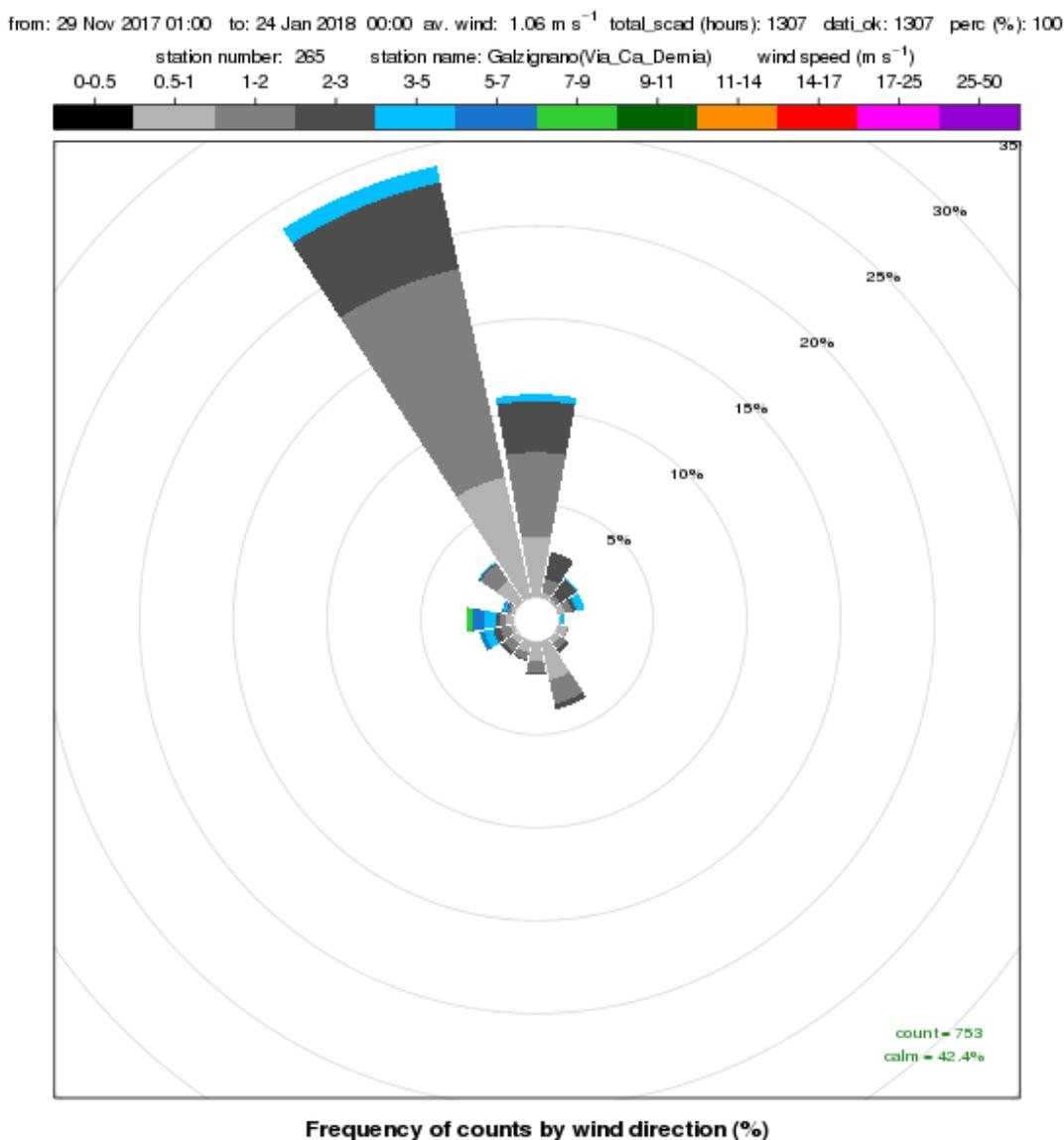


Figura 2.2: Rosa dei venti registrati presso la stazione meteo nel corso della campagna invernale

In figura 2.2 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione meteo di Galzignano Terme durante la campagna di misura invernale da cui risulta che la direzione prevalente di provenienza del vento è stata Nord-Nordovest (circa 24% dei casi), seguita da Nord (circa 11%). Le calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) sono state registrate in circa il 42% dei casi. La velocità media è stata pari a circa 1 m/s. Si fa presente che a causa della complessa orografia del territorio in esame la rosa dei venti del sito in cui è stata condotta la campagna di monitoraggio potrebbe essere anche diversa da quella della stazione meteo di riferimento.

2.0.2 Campagna estiva: 17/05/2018 - 04/07/2018

In figura 2.3 si confrontano le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati della stazione meteo di Galzignano Terme in tre periodi:

- 17 maggio - 4 luglio 2018, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 16 maggio - 5 luglio dall'anno 2005 all'anno 2017 (anni precedenti);
- 4 luglio 2017 - 4 luglio 2018 (anno corrente).

DISTRIBUZIONE PIOVOSITA' E VENTILAZIONE

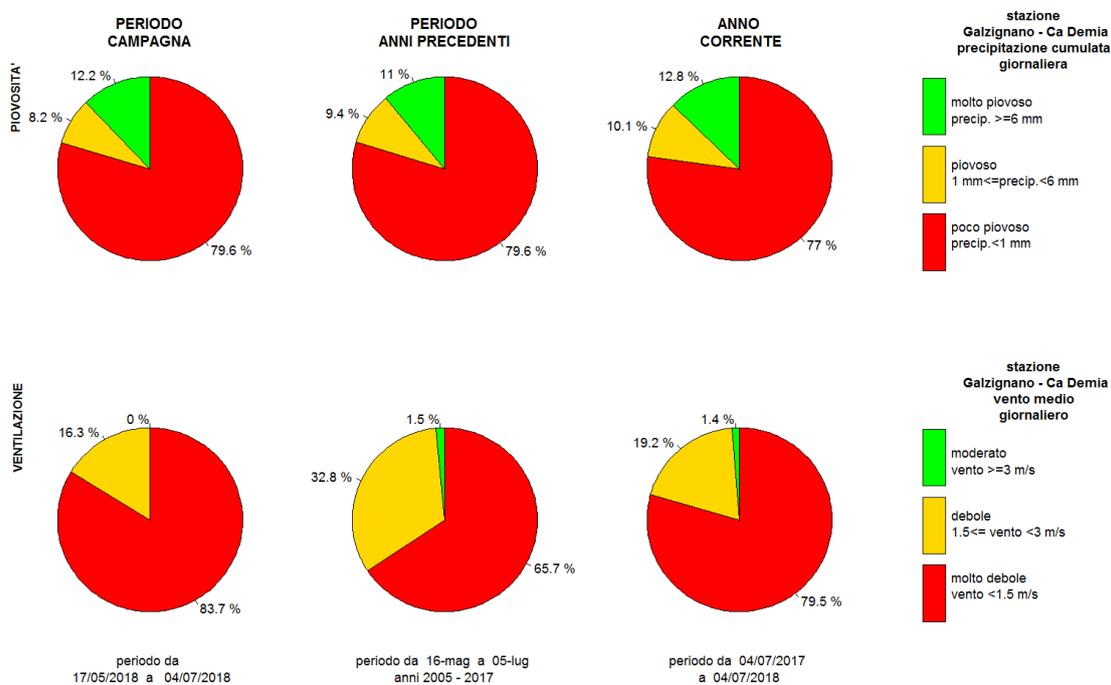


Figura 2.3: Frequenze di vento e pioggia per classi: campagna di misura a confronto con il relativo pentadale degli anni precedenti e l'intero anno corrente

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante la campagna di misura:

- la distribuzione delle giornate in base alla piovosità è simile a quelle di entrambi i periodi di riferimento;
- i giorni con vento molto debole sono stati più frequenti rispetto all'anno corrente e con uno scarto maggiore rispetto allo stesso periodo degli anni precedenti.

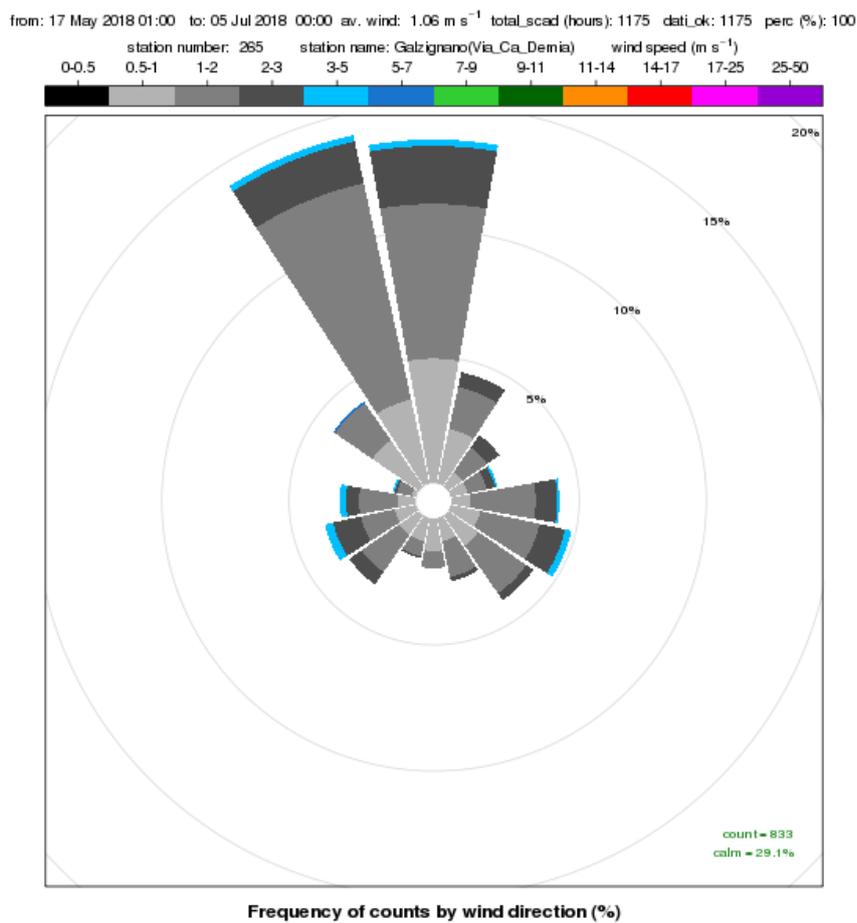


Figura 2.4: Rosa dei venti registrati presso la stazione di Galzignano Terme nel corso della campagna estiva

In figura 2.4 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione meteo di Galzignano Terme durante la campagna di misura, da cui risulta che le direzioni prevalenti di provenienza del vento sono state Nord-Nordovest e Nord (entrambe circa 14% dei casi). Le calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) sono state registrate in circa il 29% dei casi. La velocità media è stata pari a circa 1 m/s. Si fa presente che a causa della complessa orografia del territorio in esame la rosa dei venti del sito in cui è stata condotta la campagna di monitoraggio potrebbe essere anche diversa da quella della stazione meteo di riferimento.

Capitolo 3

Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

La stazione mobile è dotata di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente: monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x) e ozono (O₃), nonché di strumenti per la misura giornaliera delle polveri fini (PM10 e PM2.5) nelle quali, attraverso successive analisi di laboratorio, si sono determinati gli idrocarburi policiclici aromatici, in particolare il Benzo(a)pirene.

Sono stati utilizzati anche dei campionatori passivi per determinare la concentrazione media di benzeno (C₆H₆) presente nell'aria. I campionatori passivi, posizionati al riparo dalle precipitazioni atmosferiche, vengono fissati ad una altezza di circa 2.5m dal suolo e lasciati in situ mediamente per una settimana. La quantificazione analitica viene effettuata successivamente in laboratorio.

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

Inquinante	Nome limite	Indicatore statistico	Valore
SO₂	Limite per la protezione degli ecosistemi	Media annuale e Media invernale	20 µg/m ³
	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	500 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	350 µg/m ³ da non superare più di <u>24</u> volte per anno civile
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	125 µg/m ³ da non superare più di <u>3</u> volte per anno civile
NO_x	Limite per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m ³
NO₂	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m ³ da non superare più di <u>18</u> volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM10	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m ³ da non superare più di <u>35</u> volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM2.5	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m ³
CO	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero delle Media mobile 8h	10 mg/m ³
Pb	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0.5 µg/m ³
BaP	Valore obiettivo	Media annuale	1.0 ng/m ³
C₆H₆	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5.0 µg/m ³
O₃	Soglia di informazione	superamento del valore orario	180 µg/m ³
	Soglia di allarme	superamento del valore orario	240 µg/m ³
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m ³
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m ³ da non superare per più di <u>25</u> giorni all'anno come media su <u>3</u> anni
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m ³ h da calcolare come media su <u>5</u> anni
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m ³ · h
Ni	Valore obiettivo	Media Annuale	20.0 ng/m ³
As	Valore obiettivo	Media Annuale	6.0 ng/m ³
Cd	Valore obiettivo	Media Annuale	5.0 ng/m ³

Figura 3.1: Valori limite della qualità dell'aria per la protezione della salute umana e della vegetazione

Capitolo 4

Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti, allestiti a bordo della stazione rilocabile, presentano caratteristiche conformi al D.Lgs. 155/2010 ed effettuano l'acquisizione, la misura e la registrazione dei risultati in modo automatico.

Il campionamento del particolato PM_{10} (diametro aerodinamico $< 10 \mu m$) e $PM_{2.5}$ (diametro aerodinamico $< 2.5 \mu m$) è realizzato con linee di prelievo sequenziali poste all'interno della stazione che utilizzano rispettivamente filtri in cellulosa e in quarzo da 47mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore. Detti campionamenti sono condotti con l'utilizzo di apparecchiature conformi alle specifiche tecniche di legge (il volume campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e pressione atmosferica alla data delle misurazioni).

Il particolato è determinato mediante esposizione gravimetrica con metodo UNI EN 12341:2014. Gli idrocarburi policiclici aromatici (Benzo(a)pirene e altri IPA) presenti nelle polveri sono determinati al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC), con metodo UNI EN 15549:2008, nel rispetto degli obiettivi di qualità del dato previsti per legge.

Il benzene, prelevato con campionatori passivi, è determinato in laboratorio tramite desorbimento chimico, con metodo UNI EN 1 4462-5-2005.

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

Capitolo 5

Efficienza di campionamento

Al fine di assicurare il rispetto degli obiettivi di qualità previsti per legge 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.

Per le misurazioni indicative, la normativa stabilisce dei periodi minimi di copertura con un'efficienza di campionamento di almeno il 90%. 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 vengono suddivise, quando possibile, in due periodi di quattro settimane consecutive ciascuno; uno nel semestre invernale (1 ottobre - 31 marzo) e uno nel semestre estivo (1 aprile - 30 settembre), caratterizzati da una diversa prevalenza delle condizioni di rimescolamento dell'atmosfera.

Nella campagna in esame l'efficienza di campionamento è compresa tra l'86% e il 90% per tutti i parametri. Il PM₁₀ è stato ricercato su 95 filtri, il PM_{2,5} su 85 filtri e gli IPA su 66 filtri.

Capitolo 6

Analisi dei dati rilevati

In questo capitolo si presentano le elaborazioni statistiche delle misure di concentrazione effettuate durante la campagna di monitoraggio. Si confrontano i parametri statistici con i rispettivi valori limite di legge, anche se la verifica di questi ultimi si riferisce principalmente al monitoraggio con stazioni fisse rispondenti a stringenti criteri di posizionamento e di raccolta dati.

Al fine di confrontare i dati raccolti durante la campagna di monitoraggio condotta a Arquà Petrarca con quelli costantemente monitorati in una stazione fissa di cui sono noti i principali elementi di criticità, di seguito, per ogni parametro è riportato il corrispondente valore registrato presso la stazione fissa di Monselice (stazione di “background urbano”) o, in caso di assenza dello strumento di misura a Monselice, quello rilevato a Este (stazione “industriale suburbana”) o alla stazione di Padova della Mandria (stazione di “background urbano”). Per ciascun inquinante considerato si riporta anche una sintetica descrizione delle principali fonti di emissione antropica e dei possibili effetti a carico della salute per i principali gruppi a rischio. Si tratta di effetti dovuti al superamento dei limiti di esposizione (tempo di esposizione e concentrazione media) definiti sulla base di ricerche di tipo epidemiologico.

6.1 Biossido di Zolfo

Il biossido di zolfo si forma prevalentemente durante i processi di combustione di combustibili solidi e liquidi per la presenza di zolfo sia come impurezza che come costituente nella formulazione molecolare del combustibile stesso. A causa dell'elevata solubilità in acqua il biossido di zolfo viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e dal tratto superiore dell'apparato respiratorio (solo piccolissime quantità riescono a raggiungere la parte più profonda dei polmoni). Fra gli effetti acuti sono compresi un aumento delle secrezioni mucose, bronchite, tracheite, spasmi bronchiali e/o difficoltà respiratoria negli asmatici. Fra gli effetti a lungo termine sono da ricordare le alterazioni della funzionalità polmonare e l'aggravamento delle bronchiti croniche, dell'asma e dell'enfisema. I gruppi più sensibili sono costituiti dagli asmatici e dai bronchitici.

Poiché a Monselice non viene misurato il biossido di zolfo, nella tabella 6.1 si sono confrontati i valori statistici (massimi orari, Max_{1h}) registrati ad Arquà Petrarca con quelli rilevati dalla stazione di Este.

CAMPAGNA	SO ₂ (µg/m ³)	Arquà Petrarca	Este
Invernale	Max _{1h}	6.0	6.0
Estiva	Max _{1h}	6.0	2.0
Invernale	N° dati	1169	1280
Estiva	N° dati	1119	1123
Complessiva	N° dati	2288	2403

Tabella 6.1: Parametri statistici per il biossido di zolfo

Dalla tabella 6.1 si notano livelli di biossido di zolfo equivalenti in inverno, diversi in estate nei due siti confrontati. Si tratta comunque di livelli ambientali di SO₂ nettamente inferiori sia al limite per la protezione della salute (350 µg/m³, media su 1h; 125 µg/m³, media su 24h) che alla soglia di allarme (500 µg/m³, persistenza per 3 h consecutive).

6.2 Monossido di Carbonio

Gas incolore e inodore, viene prodotto dalla combustione incompleta delle sostanze contenenti carbonio. Le fonti antropiche sono costituite dagli scarichi delle automobili, dal trattamento e dallo smaltimento dei rifiuti, dalle industrie e dalle raffinerie di petrolio, dalle fonderie. Il monossido di carbonio raggiunge facilmente gli alveoli polmonari e, quindi, il sangue dove compete con l'ossigeno per il legame con l'emoglobina (riducendo notevolmente la capacità di trasporto dell'ossigeno ai tessuti). Gli effetti sanitari sono essenzialmente riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare. I gruppi più sensibili sono gli individui con malattie cardiache e polmonari, gli anemici e le donne in stato di gravidanza.

Il monitoraggio del monossido di carbonio ad Arquà Petrarca non evidenzia superamenti del valore limite fissato dal DLgs 155/2010 (10 mg/m³, media mobile 8h). Nella tabella 6.2 si riportano i parametri statistici (massima media mobile giornaliera su otto ore, Max_{mm}) messi a confronto con i rispettivi valori rilevati dalla stazione di Mandria.

CAMPAGNA	CO(mg/m ³)	Arquà Petrarca	Mandria
Invernale	Max _{mm}	1.0	2.0
Estiva	Max _{mm}	0.5	0.5
Invernale	N° dati	1071	1257
Estiva	N° dati	1106	1122
Complessiva	N° dati	2177	2379

Tabella 6.2: Parametri statistici per il monossido di carbonio

Dalla tabella 6.2 risulta che i valori misurati a Arquà Petrarca sono dello stesso ordine di grandezza della stazione fissa di Mandria e ben al di sotto del limite di legge.

6.3 Ozono

Inquinante 'secondario', si forma in seguito alle reazioni fotochimiche che coinvolgono inquinanti precursori prodotti dai processi di combustione (NO_x, idrocarburi, aldeidi). Le concentrazioni ambientali di ozono tendono pertanto ad aumentare durante i periodi caldi e soleggiati dell'anno. Nell'arco della giornata, i livelli di ozono risultano tipicamente bassi al mattino, raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare (anche se sono frequenti picchi nelle ore notturne dovuti ai complessi processi di rimescolamento dell'atmosfera). Il bersaglio principale dell'ozono è l'apparato respiratorio.

In tabella 6.3 si riportano i parametri statistici relativi ad Arquà Petrarca e alla stazione di Monselice.

CAMPAGNA	O ₃ (µg/m ³)	Arquà Petrarca	Monselice
Invernale	N° sup 120	0	0
Estiva	N° sup 120	18	19
Invernale	N° sup 180	0	0
Estiva	N° sup 180	0	0
Invernale	N° dati	1184	1281
Estiva	N° dati	1106	1123
Complessiva	N° dati	2290	2404

Tabella 6.3: Parametri statistici per l'Ozono

Nel corso dell'intera campagna di monitoraggio si son registrati a Arquà Petrarca 18 superamenti del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (120 µg/m³, in termini di massima media mobile giornaliera su 8h) e nessun superamento della soglia di informazione (180 µg/m³, come valore orario), perfettamente in linea con Monselice.

In Allegato 9 si riporta la serie temporale della massima media mobile giornaliera dell'Ozono per le due campagne e il confronto con il valore limite.

6.4 Biossido di Azoto

È un gas caratterizzato ad alte concentrazioni da un odore pungente. Le fonti antropiche, rappresentate da tutte le reazioni di combustione, riguardano principalmente gli autoveicoli, le centrali termoelettriche e il riscaldamento domestico. Gli effetti acuti comprendono infiammazione delle mucose e diminuzione della funzionalità polmonare. Gli effetti a lungo termine includono l'aumento dell'incidenza delle malattie respiratorie e la maggiore suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali. I gruppi a maggior rischio sono costituiti dagli asmatici e dai bambini.

In tabella 6.4 si riportano i parametri statistici (media su 1 ora) desunti dalle registrazioni della campagna condotta a Arquà Petrarca messi a confronto con i rispettivi valori rilevati nella stazione di Monselice.

CAMPAGNA	NO ₂ (µg/m ³)	Arquà Petrarca	Monselice
Invernale	Media	36	36
Estiva	Media	10	11
Complessiva	Media	24	23
Invernale	N° dati	1119	1333
Estiva	N° dati	1112	1170
Complessiva	N° dati	2231	2503

Tabella 6.4: Parametri statistici per il biossido di azoto

Nel corso dell'intera campagna di monitoraggio non si sono registrati superamenti del valore limite di protezione della salute (200 µg/m³, media su 1h). Il valore medio dell'intera campagna condotta a Arquà Petrarca è pari a 24µg/m³, confrontabile con quello di Monselice e inferiore al limite annuale di legge di 40 µg/m³.

6.5 Polveri fini [PM10 e PM2.5]

Le polveri sospese in atmosfera sono costituite da un insieme estremamente eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o secondaria (derivata da reazioni chimico-fisiche successive alla fase di emissione). Una caratterizzazione esauriente del particolato atmosferico si basa, oltre che sulla misura della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche coinvolte, anche sulla valutazione della dimensione media delle particelle. Quelle di dimensioni inferiori a 10 µm hanno un tempo medio di vita (permanenza in aria) che varia da pochi giorni fino a diverse settimane e possono essere veicolate dalle correnti atmosferiche anche per lunghe distanze. La dimensione media delle particelle determina il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana. Il monitoraggio ambientale del particolato con diametro inferiore a 10 µm (PM₁₀) può essere considerato un indice della concentrazione di particelle in grado di penetrare nel torace (frazione inalabile). A sua volta il PM_{2.5} (con diametro inferiore a 2.5 µm) rappresenta la frazione in grado di raggiungere la parte più profonda dei polmoni (frazione respirabile). Per valutare gli effetti sulla salute è, quindi, molto importante la determinazione della composizione chimica del particolato atmosferico. Le caratteristiche chimiche del particolato influenzano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti quali ad esempio IPA, SO₂. Le polveri PM₁₀ che si depositano nel tratto superiore o extra toracico (cavità nasali, faringe, laringe) possono causare effetti irritativi locali quali secchezza e infiammazione. Le polveri PM_{2.5} che riescono a raggiungere la parte più profonda del polmone (bronchi e bronchioli) possono causare un aggravamento delle malattie respiratorie croniche (asma, bronchite ed enfisema). Le fonti antropiche di polveri atmosferiche sono rappresentate essenzialmente dalle attività industriali, dagli impianti di riscaldamento e dal traffico veicolare.

In tabella 6.5 si riportano i parametri statistici del PM₁₀ rilevati a Arquà Petrarca messi a confronto con i rispettivi valori di Monselice (media del periodo di monitoraggio e numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³).

CAMPAGNA	PM ₁₀ (µg/m ³)	Arquà Petrarca	Monselice
Invernale	Media	44	56
Estiva	Media	21	21
Complessiva	Media	33	39
Invernale	N° superamenti	14	24
Estiva	N° superamenti	0	0
Invernale	N° dati	48	56
Estiva	N° dati	47	49
Complessiva	N° dati	95	105

Tabella 6.5: Parametri statistici per il PM₁₀

Il limite giornaliero di 50 µg/m³ è stato superato 14 volte a Arquà Petrarca e la media complessiva è risultata sensibilmente inferiore al limite annuale (40 µg/m³). La media invernale è risultata ben al di sotto di quella di Monselice.

I grafici in Allegato 9 riportano la serie temporale delle misure di PM₁₀ per le due campagne di monitoraggio ad Arquà Petrarca, a confronto con il valore limite giornaliero di 50 µg/m³.

Allo scopo di valutare il rispetto dei valori limite di legge per il parametro PM₁₀, si utilizza una metodologia di calcolo elaborata dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV, basata sulla rappresentatività spaziale del parametro PM₁₀. Tale metodologia confronta il "sito sporadico" (campagna di monitoraggio) con una stazione fissa considerata rappresentativa per vicinanza o per stessa tipologia di emissioni e di condizioni meteorologiche. Nella pratica si valuta il grado di correlazione tra i dati della stazione fissa e del "sito sporadico" nel corso delle due campagne. Dalla serie annuale della stazione fissa si calcolano il valore medio annuo e il 90° percentile delle concentrazioni di PM₁₀. Se il grado di correlazione tra i due siti è elevato, si ritiene plausibile che la media e i percentili della stazione fissa, siano rappresentativi anche del sito sporadico. Il calcolo del 90° percentile è legato al fatto che in una distribuzione di 365 valori, il 90° percentile corrisponde al 36° valore massimo e, poiché per il PM₁₀ sono consentiti 35 superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³, il rispetto del valore limite è garantito se e solo se il 90° percentile è inferiore a 50 µg/m³.

Nel nostro caso il "sito sporadico" di Arquà Petrarca è confrontato con la stazione fissa di "background urbano" di Monselice. Per la serie annuale di dati di Monselice si è considerato il periodo 01/11/2017 - 31/10/2018. Nei periodi di sovrapposizione (durante le due campagne di misura), i dati delle due stazioni mostrano un indice di correlazione pari a 0.97, quindi molto significativo, a conferma della confrontabilità tra i due siti e del metodo induttivo adottato.

La metodologia di calcolo statistico applicata a Monselice dà come risultati un valore medio nell'anno solare considerato di 34 µg/m³ ed un 90° percentile pari a 62 µg/m³. Quindi un valore medio inferiore a quello previsto per legge, un numero di superamenti superiore.

Nella campagna di monitoraggio il valore medio del PM_{2.5} è risultato pari a 24 µg/m³, confrontabile con il valore registrato a Monselice di 23 µg/m³ e con il limite annuo previsto per legge (25 µg/m³), anche se la limitatezza del periodo considerato non consente di trarre delle conclusioni certe in merito al suo valore annuale.

6.6 Benzo(a)pirene

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono una classe di idrocarburi la cui composizione è data da due o più anelli benzenici condensati. La classe degli IPA è perciò costituita da un insieme piuttosto eterogeneo di sostanze, caratterizzate da differenti proprietà tossicologiche. Gli IPA sono composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da un'elevata capacità di aderire al materiale organico; derivano principalmente dai processi di combustione incompleta dei combustibili fossili, e si ritrovano quindi nei gas di scarico degli autoveicoli e nelle emissioni degli impianti termici, delle centrali termoelettriche, degli inceneritori, ma non solo. Gli idrocarburi policiclici aromatici sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. È accertato il potere cancerogeno di tutti gli IPA e tra questi anche del benzo(a)pirene (BaP) a carico delle cellule del polmone (il BaP è inserito nel gruppo 1 della classificazione IARC -International Association of Research on Cancer - cioè tra le sostanze con accertato potere cancerogeno sull'uomo). Poiché è stato evidenziato che la relazione tra B(a)P e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di B(a)P viene spesso utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

In tabella 6.6 si riportano i parametri statistici del Benzo(a)pirene registrati a Arquà Petrarca a confronto con i rispettivi valori rilevati dalla stazione fissa di Monselice.

CAMPAGNA	B(a)p (ng/m ³)	Arquà Petrarca	Monselice
Invernale	Media	1.8	3.4
Estiva	Media	0.02	0.03
Complessiva	Media	1.0	2.0

Tabella 6.6: Parametri statistici per il Benzo(a)pirene

La media del Benzo(a)pirene relativa all'intera campagna di monitoraggio condotta a Arquà Petrarca è risultata pari al valore obiettivo annuale di 1 ng/m³, la metà rispetto al valore rilevato a Monselice. Si sottolinea tuttavia che le medie riportate sono riferite a periodi limitati mentre il limite di legge è annuale.

6.7 Benzene

È un idrocarburo liquido, incolore e dotato di un odore caratteristico. In ambito urbano gli autoveicoli rappresentano la principale fonte di emissione: in particolare, circa l'85% è immesso nell'aria per combustione nei gas di scarico mentre il restante 15% per evaporazione del combustibile dal serbatoio e dal motore e durante le operazioni di rifornimento. L'intossicazione di tipo acuto dovuta a concentrazioni molto elevate è causa di effetti sul sistema nervoso centrale. Fra gli effetti a lungo termine sono note le interferenze sul processo emopoietico (produzione del sangue) e l'induzione della leucemia nei lavoratori maggiormente esposti. Il benzene è stato inserito da International Agency for Research on Cancer (IARC) nel gruppo 1, cioè tra le sostanze che hanno un accertato potere cancerogeno sull'uomo.

In tabella 6.7 sono elencati i parametri statistici del Benzene registrati a Arquà Petrarca messi a confronto con i rispettivi valori rilevati alla Mandria, unica stazione fissa in cui viene misurato questo parametro.

CAMPAGNA	C ₆ H ₆ (µg/m ³)	Arquà Petrarca	Mandria
Invernale	Media	1.7	3.4
Estiva	Media	0.3	0.3
Complessiva	Media	1.0	2.4

Tabella 6.7: Parametri statistici per il Benzene

La media del Benzene relativa all'intera campagna di monitoraggio condotta a Arquà Petrarca è risultata meno della metà di quella di Mandria e in ogni caso è inferiore al valore limite annuale di 5 µg/m³.

Capitolo 7

Valutazione dello stato di qualità dell'aria

7.1 Indice di Qualità dell'Aria (IQA)

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

COLORI	QUALITA'
	Buona
	Accettabile
	Mediocre
	Scadente
	Pessima

Tabella 7.1: Scala giudizio QA

Il calcolo dell'indice giornaliero è basato sull'andamento delle concentrazioni di tre inquinanti: Biossido di azoto, Ozono e PM_{10} . Le prime due classi (buona e accettabile) informano che per nessuno dei tre inquinanti vi sono stati superamenti dei relativi indicatori di legge e che quindi non vi sono criticità legate alla qualità dell'aria nella stazione esaminata. Le altre tre classi indicano che almeno uno dei tre inquinanti considerati ha superato il relativo indicatore di legge. In questo caso la gravità del superamento è determinata dal relativo giudizio assegnato. Quindi, è possibile distinguere situazioni di moderato superamento da situazioni significativamente più critiche ¹.

Di seguito sono riportati il numero di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA per la campagna di monitoraggio complessiva condotta a Arquà Petrarca (fig 7.1).

¹Per approfondimenti sul calcolo dell'IQA si rimanda al sito ufficiale: www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/iqa

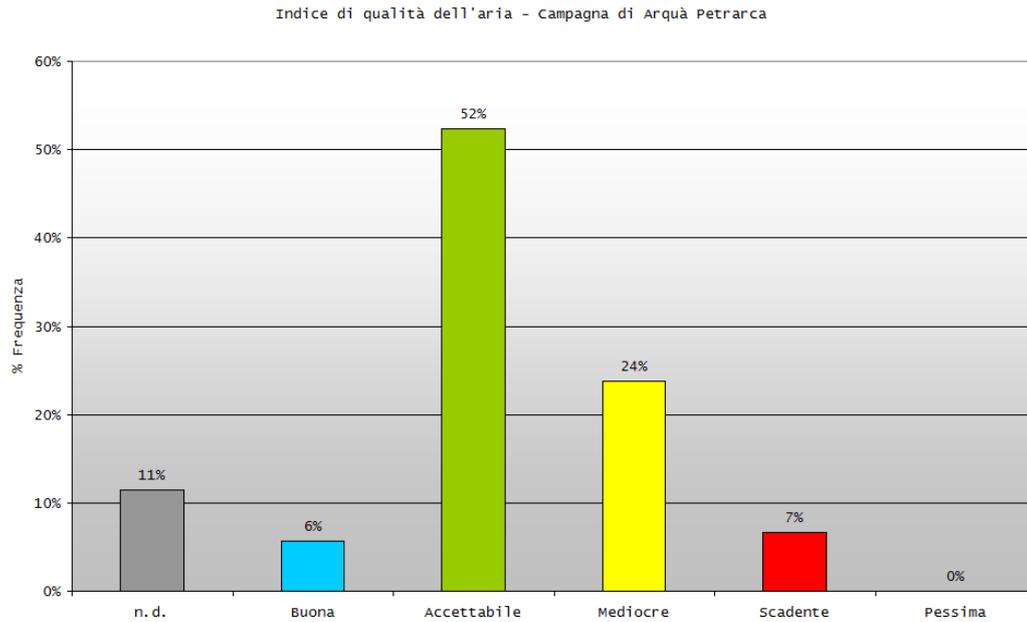


Figura 7.1: Indice sintetico di qualità dell'aria

Dall'analisi dell'indice di qualità dell'aria risulta che a Arquà Petrarca la maggior parte delle giornate ricade nelle classi accettabile e mediocre mentre nessuna giornata ricade nella classe pessima.

7.2 Scheda sintetica di valutazione

La tabella seguente sintetizza graficamente lo stato della qualità dell'aria di Arquà Petrarca nel corso del monitoraggio. Nella tabella si riporta anche la sintesi dello stato della qualità dell'aria medio rilevato a Monselice dal 01/11/2017 al 31/10/2018 per tutti i parametri considerati, fatta eccezione per il biossido di zolfo e il benzene per i quali sono stati considerati come valori di riferimento quelli misurati rispettivamente presso le stazioni fisse di Este e Mandria.

INDICATORE DI QUALITÀ DELL'ARIA	Arquà Petrarca [campagna di misura]	Stazioni fisse [01/11/2017-31/10/2018]
Biossido di Zolfo (SO ₂)		
Monossido di Carbonio (CO)		
Ozono (O ₃) sup valore obiettivo		
Ozono (O ₃) sup soglia informazione		
Biossido di Azoto (NO ₂)		
Polveri fini media (PM ₁₀)		
Polveri fini superamenti (PM ₁₀)		
Polveri fini media (PM _{2,5})		
Benzo(a)pirene (IPA)		
Benzene (C ₆ H ₆)		
	LEGENDA	
		Positivo
		Intermedio
		Negativo

Tabella 7.2: Stato degli inquinanti monitorati nel corso della campagna a Arquà Petrarca

Capitolo 8

Conclusioni

Di seguito si riassumono brevemente i risultati della campagna di monitoraggio della qualità dell'aria effettuata ad Arquà Petrarca.

Si ritiene opportuno ribadire che il confronto delle valutazioni statistiche qui effettuate, relativo ad un periodo di monitoraggio limitato, con limiti normativi su base annuale, ha un valore puramente indicativo.

Per inquadrare meglio la realtà locale analizzata nel contesto provinciale e regionale, si suggerisce di associare alla presente relazione quella sullo stato della qualità dell'aria a livello provinciale e regionale presenti nel portale Arpav.

8.1 Sintesi dell'andamento meteorologico del periodo

Le **condizioni meteorologiche** nei due periodi esaminati sono risultate in linea con le medie storiche.

8.2 Sintesi dell'andamento dei parametri

Il **biossido di zolfo** e il **monossido di carbonio** non evidenziano superamenti dei valori limite previsti dal Dlgs. 155/2010, in linea con l'andamento provinciale.

Per quanto riguarda l'**ozono**, Arquà Petrarca mostra un comportamento analogo a quello di Monselice, con svariati superamenti del valore obiettivo nel corso della campagna estiva e nessun superamento della soglia di informazione. Complessivamente l'ozono resta un inquinante generalmente critico per il territorio provinciale e in particolare per l'area collinare euganea, fortemente connesso all'andamento meteorologico del periodo estivo.

I valori statistici registrati a Arquà Petrarca per il **biossido di azoto** risultano in linea con quelli di Monselice. Il biossido di azoto è da tenere monitorato in quanto presenta valori significativi del valore medio giornaliero nel periodo invernale.

Il particolato **PM₁₀**, sia in termini di valore medio che di numero di superamenti, presenta un comportamento analogo a Monselice, anche se la situazione a Arquà Petrarca è migliore. Il valor medio delle due campagne risulta inferiore al limite di legge annuale e il numero di superamenti del valore limite giornaliero è limitato. Tuttavia le elaborazioni statistiche sulla serie completa di Monselice, indicherebbero anche per Arquà la criticità del parametro in termini di superamenti annui del valore limite giornaliero. Per quanto riguarda il particolato **PM_{2,5}**, la media delle campagne risulta molto vicina al limite medio annuo previsto per legge, come a Monselice. Per tale motivo anche questa frazione di polveri è da tenere monitorata.

I livelli di concentrazione del **benzene** misurati a Arquà non destano preoccupazioni essendo ben al di sotto del limite di legge.

Il valore medio del **benzo(a)pirene** risulta pari al limite medio annuale previsto per legge.

Capitolo 9

Allegati

- 1. Concentrazione massima giornaliera invernale della media mobile su 8h di Ozono**
- 2. Concentrazione massima giornaliera estiva della media mobile su 8h di Ozono**
- 3. Concentrazione giornaliera invernale di PM₁₀**
- 4. Concentrazione giornaliera estiva di PM₁₀**
- 5. Glossario**

9.1 Massima media mobile giornaliera di Ozono invernale

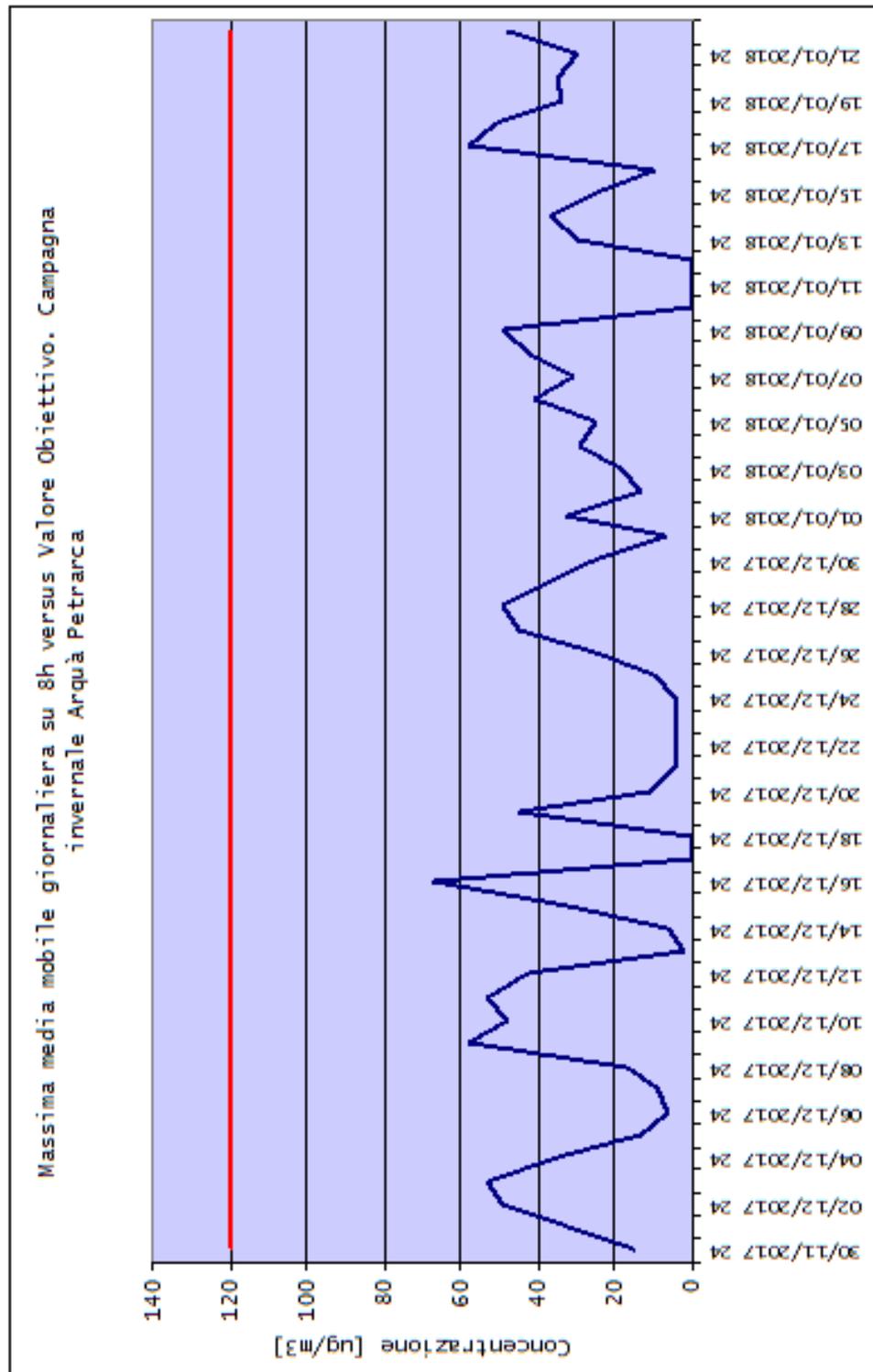


Figura 9.1: SEMESTRE INVERNALE

9.2 Massima media mobile giornaliera di Ozono estiva

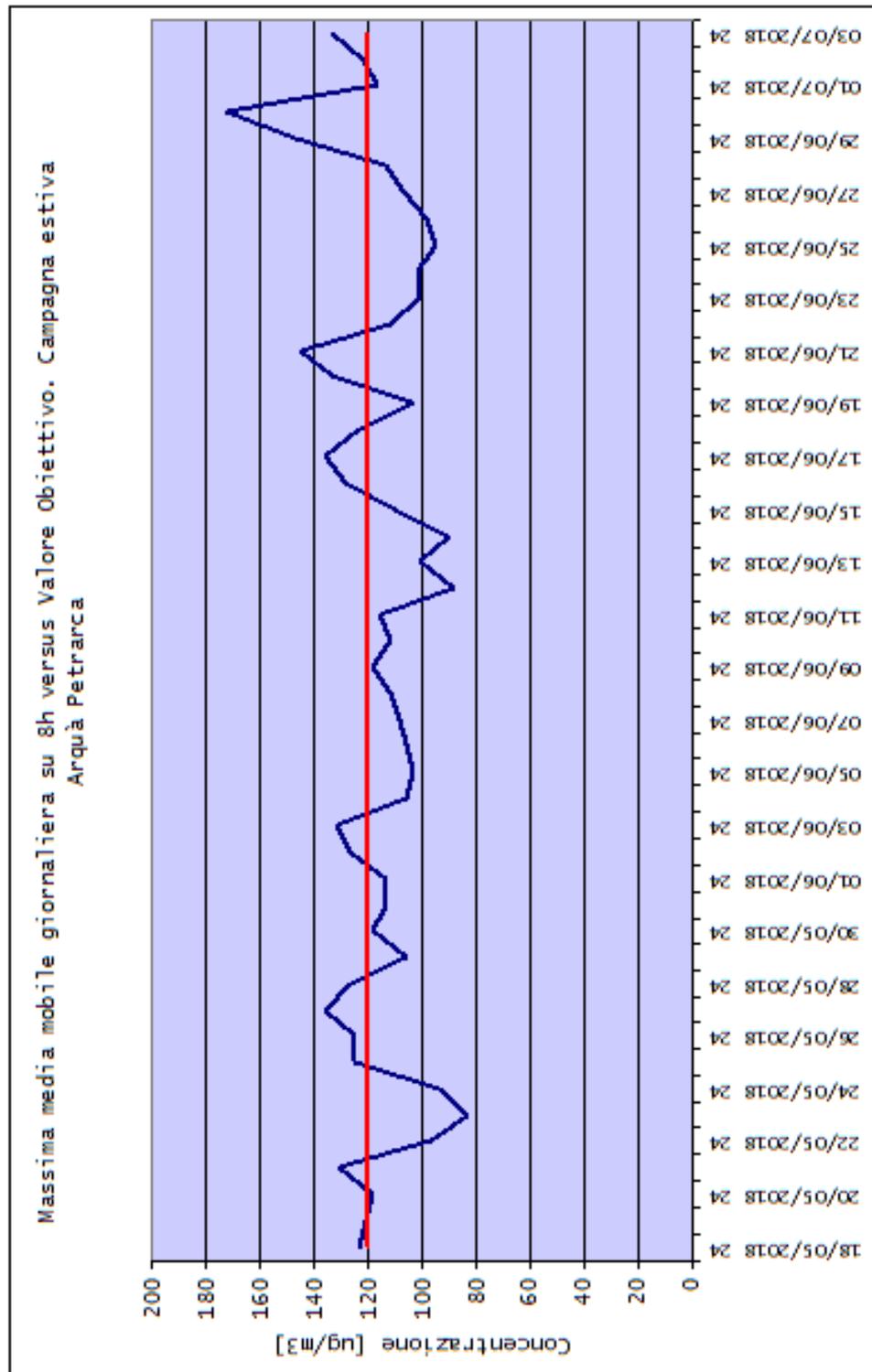


Figura 9.2: SEMESTRE ESTIVO

9.3 Concentrazione Giornaliera invernale di PM10

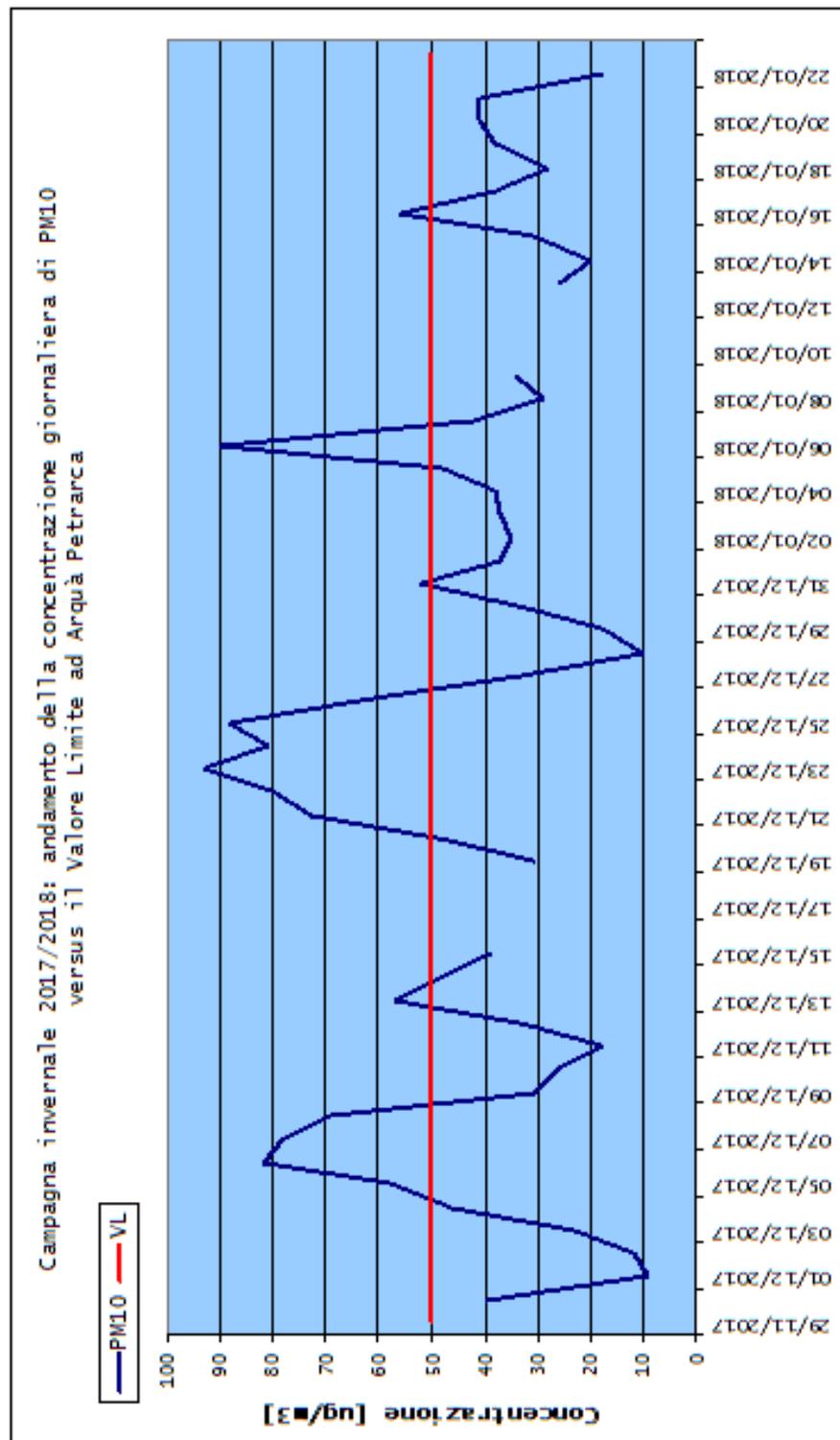


Figura 9.3: SEMESTRE INVERNALE

9.4 Concentrazione Giornaliera estiva di PM10

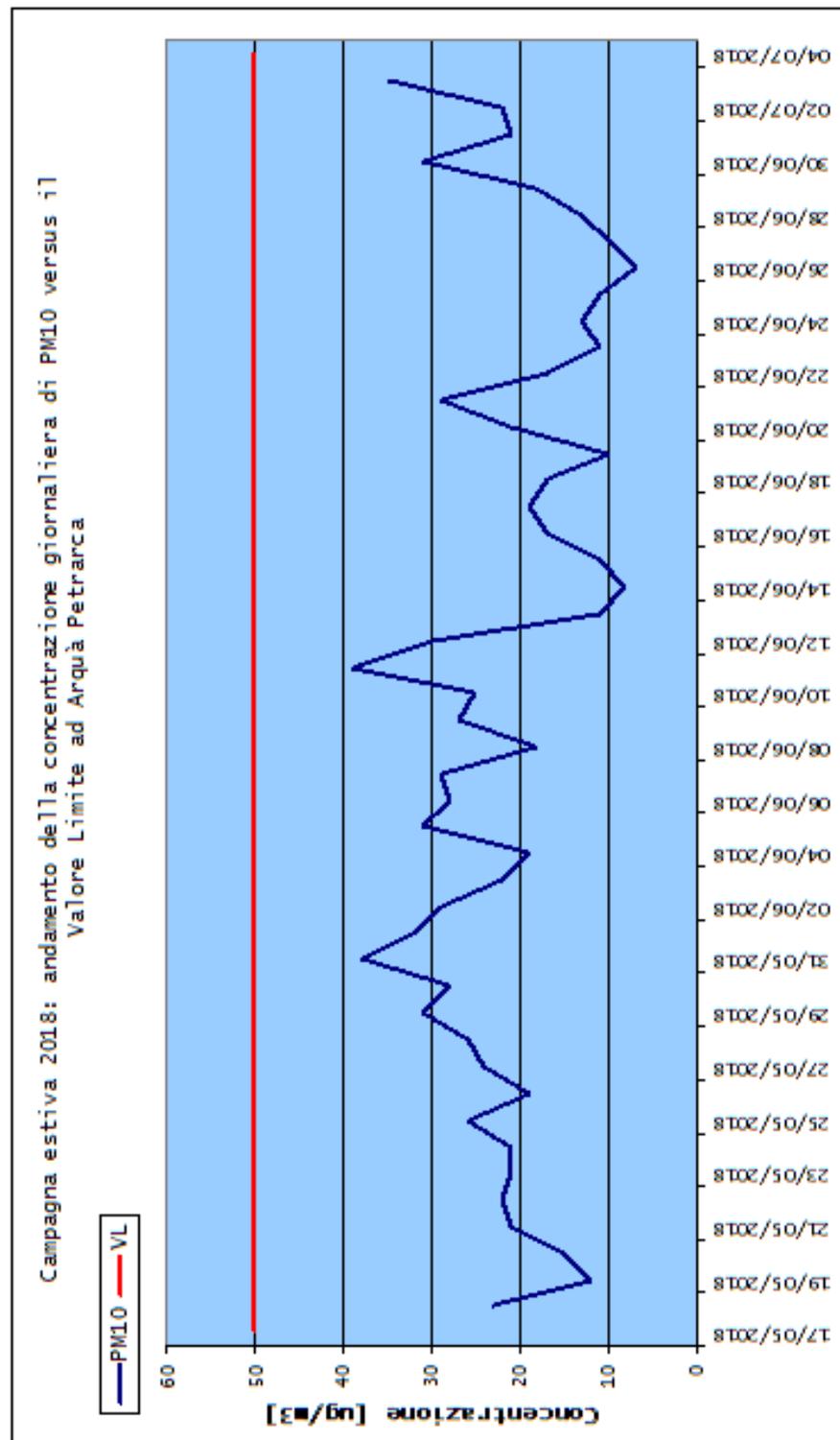


Figura 9.4: SEMESTRE ESTIVO

9.5 Glossario

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

AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb): espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. 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 dividono una serie di dati in gruppi non uguali, ad esempio un quantile 0.98 (o 98° percentile), è quel valore che divide la serie di dati in due parti, nella quale una delle due ha il 98% dei valori inferiore al dato quantile. La mediana rappresenta il 50° percentile. I percentili si calcolano come la mediana, ordinando i dati in senso crescente e interpolando il valore relativo al quantile ricercato.

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

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

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

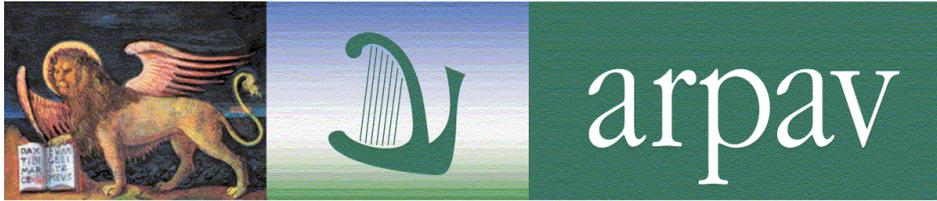
Traffico (stazione di): Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento massimi caratteristici dell'area monitorata influenzato prevalentemente da emissioni da traffico provenienti dalle strade limitrofe.

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

Valore obiettivo: Concentrazione nell'aria ambiente stabilita al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, il cui raggiungimento, entro un dato termine, deve essere perseguito

mediante tutte le misure che non comportino costi sproporzionati.

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



DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI PADOVA

Via Ospedale 24, 35121 Padova
tel.: 049 8227801 - fax: 049 8227810
e-mail: dappd@arpa.veneto.it

ARPAV

**Agenzia Regionale per la Prevenzione e
Protezione Ambientale del Veneto**

Direzione Generale

Via Ospedale, 24
35121 Padova
Italy

Tel. +39 049 82 39301
Fax. +39 049 66 0966
e-mail urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it
www.arpa.veneto.it