



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

# **MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON STAZIONI FISSE APS1 E APS2**

**COMUNE DI PADOVA  
VIALE INTERNATO IGNOTO E VIA CARLI  
PERIODO : 01/01/2019 – 31/12/2019**

## **RELAZIONE TECNICA**

**Progetto e realizzazione**

**Dipartimento Provinciale di Padova**

Responsabile: A. Benassi

**Servizio Monitoraggio e Valutazioni**

Responsabile: C. Gabrieli

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

**Con la collaborazione di:**

**Servizio Meteorologico di Teolo**

**Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale**

Alberto Bonini

**Dipartimento Regionale Laboratori**

Francesca Daprà

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

3 giugno 2020

# Indice

<b>1</b>	<b>Obiettivi del monitoraggio</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Caratterizzazione del sito</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Commento meteorologico</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Inquinanti monitorati e normativa di riferimento</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Informazione sulla strumentazione e sulle analisi</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Efficienza di campionamento</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Analisi dei dati rilevati</b>	<b>15</b>
7.1	Biossido di zolfo	15
7.2	Monossido di carbonio	15
7.3	Ozono	16
7.4	Biossido di azoto	16
7.5	Polveri fini e ultrafini (PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub> )	17
7.6	Benzo(a)pirene	18
7.7	Metalli pesanti (Pb, Hg, As, Cd, Ni)	18
<b>8</b>	<b>Valutazione dell'Indice di Qualità dell'aria</b>	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>23</b>
<b>10</b>	<b>Allegati</b>	<b>24</b>
10.1	Andamento del PM10	25
10.2	Andamento dell'Ozono	26
10.3	Glossario	27

# Elenco delle figure

2.1	Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 2130/2012	6
2.2	Posizionamento delle centraline APS1 e APS2 rispetto al Termovalorizzatore di San Lazzaro	7
3.1	Frequenze di vento e pioggia per classi: anno 2019 a confronto con il 2018 e con la media 2002-2018	9
3.2	Rosa dei venti registrati presso la stazione meteo di Legnaro nel 2019	10
4.1	Valori limite per la protezione della salute umana, degli ecosistemi e della vegetazione (D.Lgs.155/2010 s.m.i.)	12
8.1	IQA 2019 a APS1	21
8.2	IQA 2019 a APS2	21

10.1 Concentrazione giornaliera PM10 . . . . .	25
10.2 Massima media mobile giornaliera della concentrazione di O3 . . . . .	26

## Elenco delle tabelle

7.1 Indicatori statistici per il biossido di zolfo. Anno 2019 . . . . .	15
7.2 Indicatori statistici per il monossido di carbonio. Anno 2019 . . . . .	16
7.3 Indicatori statistici per l'ozono. Anno 2019 . . . . .	16
7.4 Indicatori statistici per il biossido di azoto. Anno 2019 . . . . .	17
7.5 Indicatori statistici per il PM10. Anno 2019 . . . . .	17
7.6 Indicatori statistici per il PM <sub>2.5</sub> . Anno 2019 . . . . .	18
7.7 Indicatori statistici per il benzo(a)pirene. Anno 2019 . . . . .	18
7.8 Parametri statistici per i metalli. Anno 2019 . . . . .	19
8.1 Scala giudizio QA . . . . .	20

# Capitolo 1

## Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio della qualità dell'aria effettuato a Padova nel 2019 presso le stazioni fisse di Viale Internato Ignoto e Via Carli, di seguito rinominate rispettivamente APS1 e APS2, è previsto dall'Accordo per il Monitoraggio delle ricadute dell'impianto Termovalorizzatore di San Lazzaro sottoscritto da ARPAV, Provincia di Padova, Comune di Padova e Comune di Noventa Padovana.

Nel presente documento, previsto dall'Accordo, i risultati del monitoraggio vengono confrontati con i valori misurati nelle stazioni di Padova della Mandria(fondo urbano) e dell'Arcella (traffico urbano), appartenenti alla rete regionale ARPAV di monitoraggio della qualità dell'aria.

## Capitolo 2

# Caratterizzazione del sito

L'area sottoposta a monitoraggio si trova nel comune di Padova che ricade nella zona “Agglomerato di Padova” (IT0510), ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata nella seguente figura:

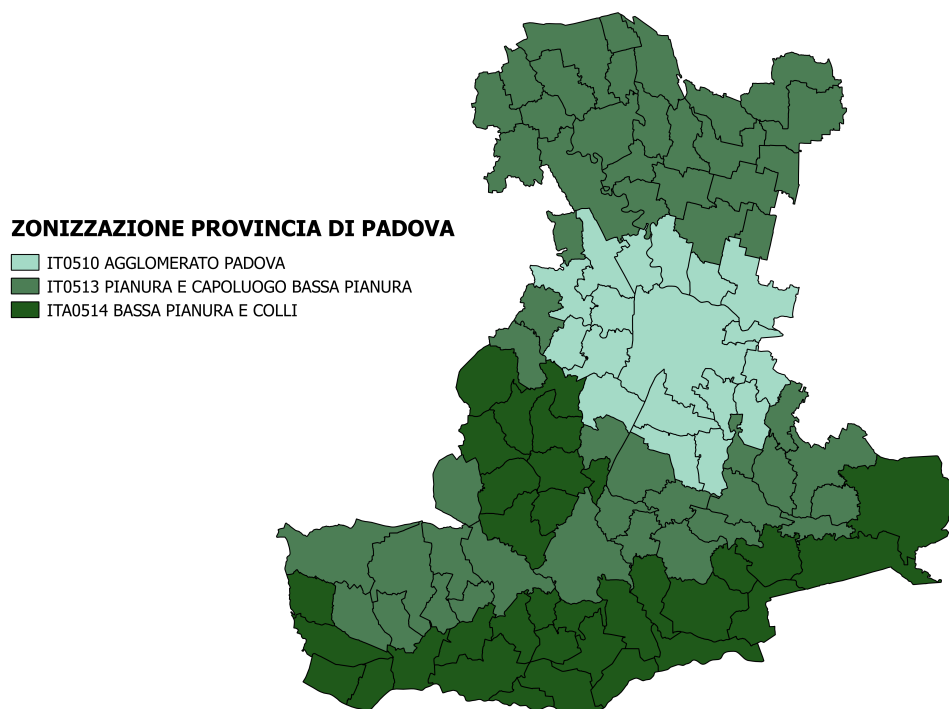


Figura 2.1: Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 2130/2012

Le due stazioni fisse di monitoraggio, classificate come siti di tipo “Industriale Urbano”, sono riportate nella mappa seguente:



Figura 2.2: Posizionamento delle centraline APS1 e APS2 rispetto al Termovalizzatore di San Lazzaro

## Capitolo 3

# 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): condizioni 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 Legnaro, dotata di anemometro posto a 10 m dal suolo.

In figura 3.1 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteo di Legnaro in tre periodi:

- 1 gennaio – 31 dicembre 2019, cioè l'anno in esame di monitoraggio della qualità dell'aria;
- 1 gennaio – 31 dicembre dal 2002 al 2018, cioè la distribuzione media dall'anno in cui è attivo il rilevamento della precipitazione e del vento a 10 m;
- 1 gennaio – 31 dicembre 2018, cioè anno precedente.



### DISTRIBUZIONE PIOVOSITA' E VENTILAZIONE

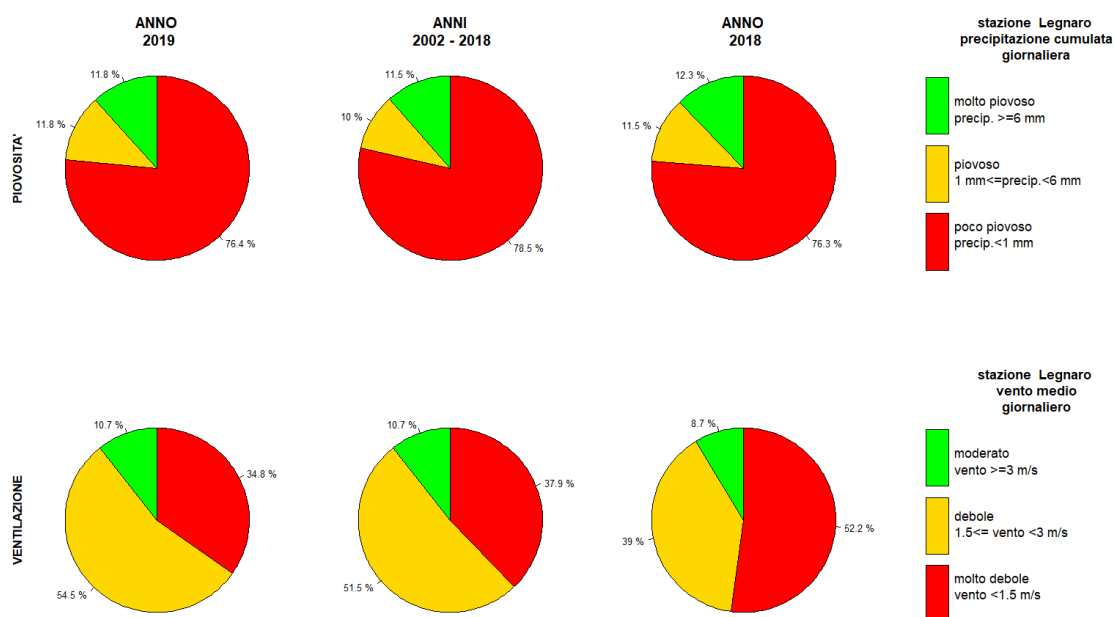


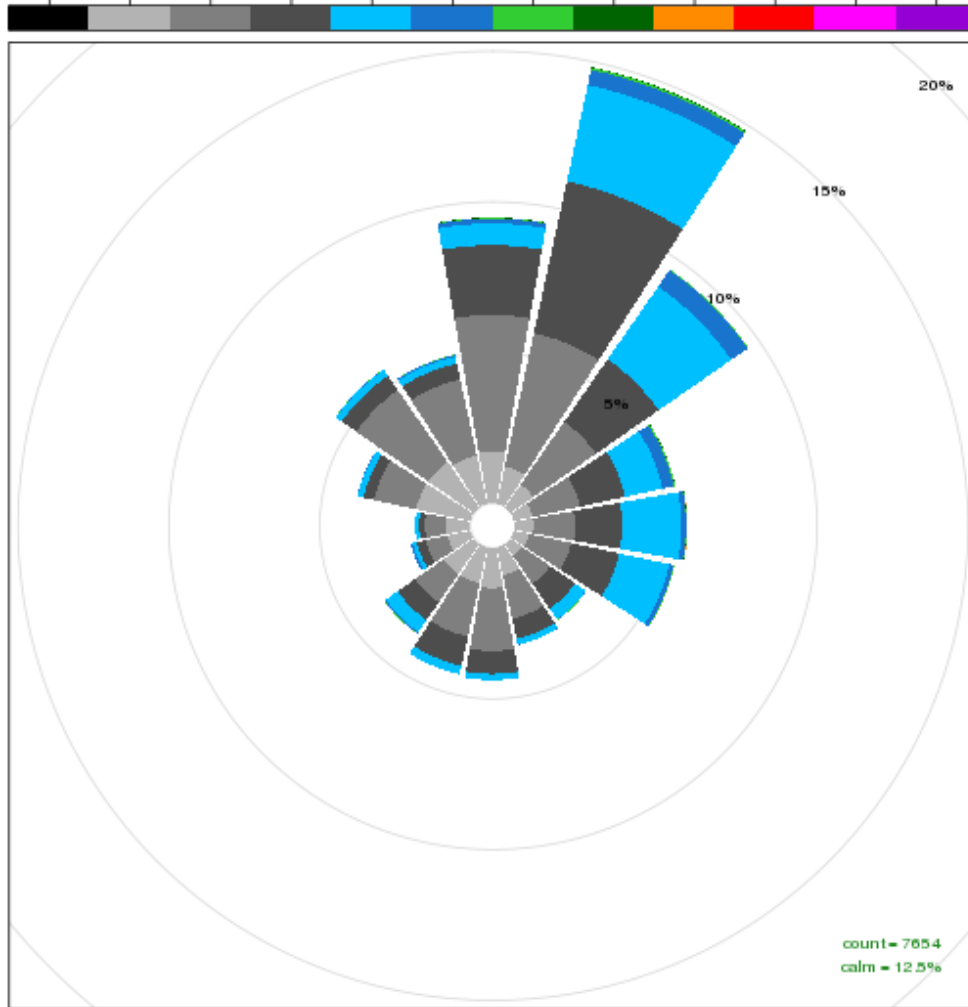
Figura 3.1: Frequenze di vento e pioggia per classi: anno 2019 a confronto con il 2018 e con la media 2002-2018

- la distribuzione delle giornate in base alla piovosità è simile a quella di entrambi i periodi di riferimento, salvo una frequenza leggermente inferiore dei giorni poco piovosi rispetto alla media;
- la distribuzione delle giornate in base alla ventosità è simile a quella media 2002-2018; invece rispetto al 2018 è molto più bassa la percentuale di giorni con vento molto debole.

from: 01 Jan 2019 01:00 to: 01 Jan 2020 00:00 av. wind: 1.84 m s<sup>-1</sup> total\_scad (hours): 8748 dati\_ok: 8748 perc (%): 100

station number: 111 station name: Legnaro wind speed (m s<sup>-1</sup>)

0-0.5	0.5-1	1-2	2-3	3-5	5-7	7-9	9-11	11-14	14-17	17-25	25-50
-------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-------	-------	-------	-------



**Frequency of counts by wind direction (%)**

Figura 3.2: Rosa dei venti registrati presso la stazione meteo di Legnaro nel 2019

In figura 3.2 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Legnaro nel 2019: da essa deriva che la direzione prevalente di provenienza del vento è Nord-Nordest (circa 15% dei casi), seguita da Nord-Est e Nord (entrambe poco meno del 10%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 12%; la velocità media pari a circa 1.8 m/s.

## Capitolo 4

# Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

Le stazioni sono dotate di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente: monossido di carbonio (CO), biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e ozono (O<sub>3</sub>), nonché di strumenti per la misura giornaliera delle polveri fini (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>), nelle quali si possono ricercare gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), in particolare il Benzo(a)pirene e i metalli, in particolare piombo(Pb), arsenico(As), cadmio(Cd), nichel(Ni) e mercurio(Hg).

Per tutti gli inquinanti considerati risultano in vigore i limiti individuati dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, attuazione della Direttiva 2008/50/CE. Per il Mercurio (Hg) non è previsto un valore limite da rispettare.

In tabella 4.1 si riportano, per ciascun inquinante, i limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010, suddivisi in limiti medi su breve e lungo periodo e in relazione alla protezione della salute umana, degli ecosistemi e della vegetazione.

INQUINANTE	NOME LIMITE	INDICATORE STATISTICO	VALORE
SO <sub>2</sub>	Limite per la protezione degli ecosistemi	Media annuale e media invernale	20 ug/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme	Superamento per 3h consecutive del valore	500 ug/m <sup>3</sup>
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1h	350 ug/m <sup>3</sup> [da non superare più di 24 volte per anno civile]
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24h	125 ug/m <sup>3</sup> [da non superare più di 3 volte per anno civile]
NO <sub>x</sub>	Limite per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 ug/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme	Superamento per 3h consecutive del valore	400 ug/m <sup>3</sup>
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1h	200 ug/m <sup>3</sup> [da non superare più di 18 volte per anno civile]
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 ug/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24h	50 ug/m <sup>3</sup> [da non superare più di 35 volte per anno civile]
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 ug/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Media annuale	25 ug/m <sup>3</sup>
CO	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero della media mobile su 8h	10 mg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione	Superamento del valore orario	180 ug/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme	Superamento del valore orario	240 ug/m <sup>3</sup>
	Obiettivo a lungo termine [protezione salute umana]	Max giornaliero della media mobile su 8h	120 ug/m <sup>3</sup>
	Valore Obiettivo per la protezione della salute umana	Max giornaliero della media mobile su 8h	120 ug/m <sup>3</sup> [da non superare più di 25 giorni all'anno, come media su 3 anni]
	Valore Obiettivo per la protezione della salute umana	AOT40 valori 1h [maggio-luglio]	18000 ug/m <sup>3</sup> x h [come media su 5 anni]
	Obiettivo a lungo termine [protezione della vegetazione]	AOT40 valori 1h [maggio-luglio]	6000 ug/m <sup>3</sup> x h
B(a)P	Valore obiettivo	Media annuale	1.0 ng/m <sup>3</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5.0 ug/m <sup>3</sup>
Pb	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0.5 ug/m <sup>3</sup>
Ni	Valore obiettivo	Media annuale	20.0 ng/m <sup>3</sup>
As	Valore obiettivo	Media annuale	6.0 ng/m <sup>3</sup>
Cd	Valore obiettivo	Media annuale	5.0 ng/m <sup>3</sup>

Figura 4.1: Valori limite per la protezione della salute umana, degli ecosistemi e della vegetazione (D.Lgs.155/2010 s.m.i.)

## Capitolo 5

# Informazione sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo installati nelle stazioni 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  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ , rispettivamente con diametro aerodinamico  $< 10\mu m$  e  $< 2.5\mu m$ , è realizzato con linee di prelievo sequenziali poste all'interno delle stazioni che utilizzano filtri in quarzo da 47mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore. I campionamenti sono condotti con 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).

Con cadenza settimanale si pesano in laboratorio un campione giornaliero di  $PM_{10}$  e uno di  $PM_{2.5}$ , prelevati da ciascuna stazione, al fine di verificare costantemente l'affidabilità della strumentazione automatica.

Le analisi di laboratorio del  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ , degli idrocarburi policiclici aromatici (B(a)p e altri IPA) e dei metalli presenti nel  $PM_{10}$  sono effettuate con i seguenti metodi:

- $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ : determinazione gravimetrica, metodo UNI EN 12341:2014;
- IPA: cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC), metodo UNI EN 15549:2008;
- metalli: spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite, metodo UNI EN 14902:2005.

## Capitolo 6

# Efficienza di campionamento

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

Per le misure con stazioni fisse deve essere assicurata una resa del 90% di dati validi per anno, al netto delle ore di manutenzione ordinaria e taratura periodica della strumentazione. Fanno eccezione i parametri benzo(a)pirene e metalli (As, Cd e Ni), per i quali la legge prevede una copertura rispettivamente del 33% per il primo e del 14% per i secondi (con resa 90%).

Gli obiettivi di qualità nel 2019 sono stati raggiunti per tutti gli inquinanti monitorati in entrambe le stazioni. Presso APS1 sono stati effettuati 357 campioni di PM10 [98%] e 358 campioni di PM2.5 [98%]. Sul PM10 sono state eseguite 131 analisi degli IPA e 63 analisi dei metalli.

Presso APS2 sono stati effettuati 355 campioni di PM10 [97%] e 356 campioni di PM2.5 [98%]. Sul PM10 sono state eseguite 129 analisi degli IPA e 62 analisi dei metalli.

# Capitolo 7

## Analisi dei dati rilevati

Di seguito si presentano le elaborazioni statistiche delle misure effettuate nel 2019 presso le stazioni APS1 e APS2. Nell'analisi si confrontano i parametri statistici delle stazioni con i rispettivi valori limite di legge.

Al fine di proporre un confronto con una realtà urbana costantemente monitorata e di cui sono noti i principali elementi di criticità, per ogni parametro misurato è riportato il corrispondente valore registrato nello stesso periodo a Padova presso le stazioni fisse di Arcella (stazione di "traffico urbano") e/o Mandria (stazione di "background urbano").

Per ciascun inquinante considerato si riporta inoltre una sintetica descrizione delle principali fonti di emissione antropica e dei possibili effetti a carico della salute dei 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.

### 7.1 Biossido di zolfo

*Le emissioni di origine antropica, dovute prevalentemente all'utilizzo di combustibili solidi e liquidi, sono strettamente correlate al contenuto di zolfo, sia come impurezze, sia come costituenti nella formulazione molecolare del combustibile (gli oli). 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.*

Nella seguente tabella si riportano i valori massimi orari registrati nelle due stazioni APS a confronto con quelli rilevati all'Arcella (traffico urbano), dove si misura il biossido di zolfo.

SO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Massimo orario	Limite orario per la protezione della salute umana (DLgs 155/2010)
APS1	9	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , media su 1ora, da non superare più di 24 volte per anno civile
APS2	11	
Arcella	25	

Tabella 7.1: Indicatori statistici per il biossido di zolfo. Anno 2019

I livelli ambientali di biossido di zolfo rilevati nel 2019 nel comune di Padova sono risultati sempre ampiamente al di sotto dei limiti previsti per la protezione della salute umana (350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , media 1h; 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , media 24h e 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , persistenza per 3 h consecutive, soglia di allarme).

### 7.2 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.

In tabella 7.2 si riportano i valori massimi giornalieri rilevati nelle due stazioni APS a confronto con quelli misurati alla Mandria (background urbano) e all'Arcella (traffico urbano).

CO [ $mg/m^3$ ]	Massima media mobile giornaliera su 8h	Limite (DLgs 155/2010) [ $mg/m^3$ ]
APS1	3	10 $mg/m^3$ , massima media mobile giornaliera su 8h
APS2	2	
Arcella	2	
Mandria	2	

Tabella 7.2: Indicatori statistici per il monossido di carbonio. Anno 2019

I valori di monossido di carbonio misurati nelle due stazioni APS sono ampiamente al di sotto del valore limite. In generale il monitoraggio del monossido di carbonio effettuato a Padova nel 2019 non ha mai evidenziato superamenti del valore limite fissato dal DLgs 155/2010 (10  $mg/m^3$ , media mobile 8h), confermando il carattere non critico di questo inquinante. Le quattro stazioni considerate mostrano, infatti, valori tra loro confrontabili.

### 7.3 Ozono

*E' un inquinante 'secondario' che si forma in seguito alle reazioni fotochimiche che coinvolgono inquinanti precursori prodotti dai processi di combustione (NOx, 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.*

Nella seguente tabella sono riportati i parametri statistici dell'ozono misurati nelle due stazioni APS a confronto con i rispettivi valori rilevati alla Mandria.

O <sub>3</sub> [ $\mu g/m^3$ ]	Numero superamenti	Limite o Valore Obiettivo
APS1	54	120 $\mu g/m^3$
APS2	55	
Mandria	39	
APS1	24	180 $\mu g/m^3$
APS2	23	
Mandria	14	
APS1	0	240 $\mu g/m^3$
APS2	2	
Mandria	0	

Tabella 7.3: Indicatori statistici per l'ozono. Anno 2019

Nel corso del 2019 nelle stazioni APS1 e APS2 si sono registrati più superamenti rispetto alla Mandria sia dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (120  $\mu g/m^3$ , max media mobile 8h, da non superare più di 25 volte l'anno, come media su tre anni) che della soglia di informazione (180  $\mu g/m^3$ , media 1h). La stazione di APS2 ha inoltre registrato anche due superamenti della soglia di allarme (240  $\mu g/m^3$ ).

In allegato si riporta il grafico della serie temporale del valore massimo giornaliero della media mobile su 8 ore di entrambe le stazioni.

### 7.4 Biossido di azoto

*E' 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 7.4 si riportano i parametri statistici del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) misurati nelle due stazioni APS a confronto con i rispettivi valori rilevati alla Mandria e all'Arcella.

NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Media annuale	Limite medio annuale
APS1	32	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
APS2	31	
Mandria	32	
Arcella	38	

Tabella 7.4: Indicatori statistici per il biossido di azoto. Anno 2019

Nel 2019 non è stato registrato il superamento del valore limite annuale e nemmeno di quello orario per la protezione della salute (200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), sia presso le due stazioni APS che alla Mandria e Arcella.

## 7.5 Polveri fini e ultrafini (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>)

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  $\mu\text{m}$  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  $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>) può essere considerato un indice della concentrazione di particelle in grado di penetrare nel torace (frazione inalabile). A sua volta il PM<sub>2.5</sub> (con diametro inferiore a 2.5  $\mu\text{m}$ ) 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 delle dimensioni e della composizione chimica del particolato atmosferico. Le dimensioni determinano il grado di penetrazione all'interno del tratto respiratorio mentre le caratteristiche chimiche influenzano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti (quali ad esempio IPA, metalli pesanti, SO<sub>2</sub>). Le polveri PM<sub>10</sub> che si depositano nel tratto superiore o extratoracico (cavità nasali, faringe, laringe) possono causare effetti irritativi locali quali secchezza e infiammazione. Le polveri PM<sub>2.5</sub> 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.

Nelle seguenti tabelle ( 7.5 e 7.6) si riportano i parametri statistici del PM<sub>10</sub> e del PM<sub>2.5</sub> rilevati nelle due stazioni APS a confronto con i rispettivi valori rilevati alla Mandria e all'Arcella (quest'ultima solo per il PM<sub>10</sub>).

PM <sub>10</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Media annuale	Numero di superamenti	Limite
APS1	36	71	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media annuale), 35 superamenti
APS2	32	57	
Mandria	32	61	
Arcella	35	65	

Tabella 7.5: Indicatori statistici per il PM<sub>10</sub>. Anno 2019

Nel 2019 il limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  del PM<sub>10</sub> è stato superato 71 e 57 volte, rispettivamente presso APS1 e APS2, oltrepassando ampiamente il limite dei 35 superamenti/anno consentiti dal DLgs 155/2010.

Il valore della concentrazione media annuale è risultato, in entrambe le stazioni, inferiore al limite di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sia i valori medi che il numero di superamenti risultano confrontabili con quelli della Mandria e Arcella.

In allegato si riporta il grafico della serie temporale delle misure giornaliere di PM<sub>10</sub>.

PM <sub>2.5</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Media annuale	Limite
APS1	24	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media annuale)
APS2	26	
Mandria	24	

Tabella 7.6: Indicatori statistici per il PM<sub>2.5</sub>. Anno 2019

Il limite annuale del PM<sub>2.5</sub> di 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  è stato superato, anche se di poco, solo presso la stazione APS2. I valori misurati nelle due stazioni sono comunque in linea con quello registrato alla Mandria.

## 7.6 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 una 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.

Nella tabella 7.7 sono riportati i parametri statistici del benzo(a)pirene rilevato nelle due stazioni APS a confronto con i rispettivi valori rilevati alla Mandria e all'Arcella.

B(a)p [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Media annuale	Limite
APS1	1.3	1 $\text{ng}/\text{m}^3$ (media annuale)
APS2	1.2	
Mandria	1.2	
Arcella	1.2	

Tabella 7.7: Indicatori statistici per il benzo(a)pirene. Anno 2019

La concentrazione media del benzo(a)pirene nel 2019 risulta di poco superiore al valore obiettivo annuale in tutte le stazioni considerate.

## 7.7 Metalli pesanti (Pb, Hg, As, Cd, Ni)

Alla categoria dei metalli pesanti appartengono circa 70 elementi. Tra i più rilevanti da un punto di vista sanitario-ambientale quelli 'regolamentati' da una specifica normativa sono: il piombo (Pb), l'arsenico (As), il cadmio (Cd), il nichel (Ni) e il mercurio (Hg). Le fonti antropiche responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli sono l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola. I metalli pesanti sono diffusi in atmosfera con le polveri (le cui dimensioni e composizione chimica dipendono fortemente dalla tipologia della sorgente). La principale fonte di inquinamento atmosferico da piombo nelle aree urbane era, fino a pochi anni fa, costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina 'rossa super' (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Le altre fonti antropiche sono rappresentate dai processi di combustione, di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti. I gruppi sensibili maggiormente a rischio sono i bambini e le donne in gravidanza. Il livello di piombo nel sangue è l'indicatore più attendibile di esposizione ambientale. Le linee guida dell'OMS indicano un valore critico di Pb pari ad una concentrazione di 100  $\mu\text{g}/\text{l}$  e su questa base è stata proposta una stima della concentrazione media annuale consentita dalla normativa in atmosfera (0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , DLgs 155/2010).

Nella tabella 7.8 si riportano i parametri statistici dei metalli rilevati nelle due stazioni APS a confronto con i valori rilevati all’Arcella.

<b>Concentrazione Media Metalli</b> [Cadmio, Nichel e Arsenico in $ng/m^3$ , Piombo in $\mu g/m^3$ ]															
<b>APS1</b>				<b>APS2</b>				<b>Arcella</b>				<b>Limiti</b>			
As	Cd	Ni	Pb	As	Cd	Ni	Pb	As	Cd	Ni	Pb	As	Cd	Ni	Pb
0.6	0.4	2.8	0.007	0.6	0.4	2.9	0.007	0.6	0.5	3.1	0.008	6	5	20	0.5

Tabella 7.8: Parametri statistici per i metalli. Anno 2019

Le concentrazioni medie dei metalli, misurate nel 2019, sono inferiori ai valori obiettivo di arsenico, cadmio e nichel e al valore limite del piombo fissati dal D. Lgs. 155/2010.

Per il mercurio (Hg) le analisi hanno evidenziato concentrazioni medie inferiori a  $1 ng/m^3$ . A differenza degli altri metalli, il DLgs 155/2010 non ha stabilito alcun limite per questo inquinante.

## Capitolo 8

# Valutazione dell'Indice di Qualità dell'aria

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

COLORI	QUALITA'
	Buona
	Accettabile
	Mediocre
	Scadente
	Pessima

Tabella 8.1: Scala giudizio QA

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

Di seguito si riporta la percentuale dei giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA registrata per le due stazioni APS nel corso del 2019.

<sup>1</sup>Per approfondimenti sul calcolo dell'IQA si rimanda al sito ufficiale: [www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/iqa](http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/iqa)

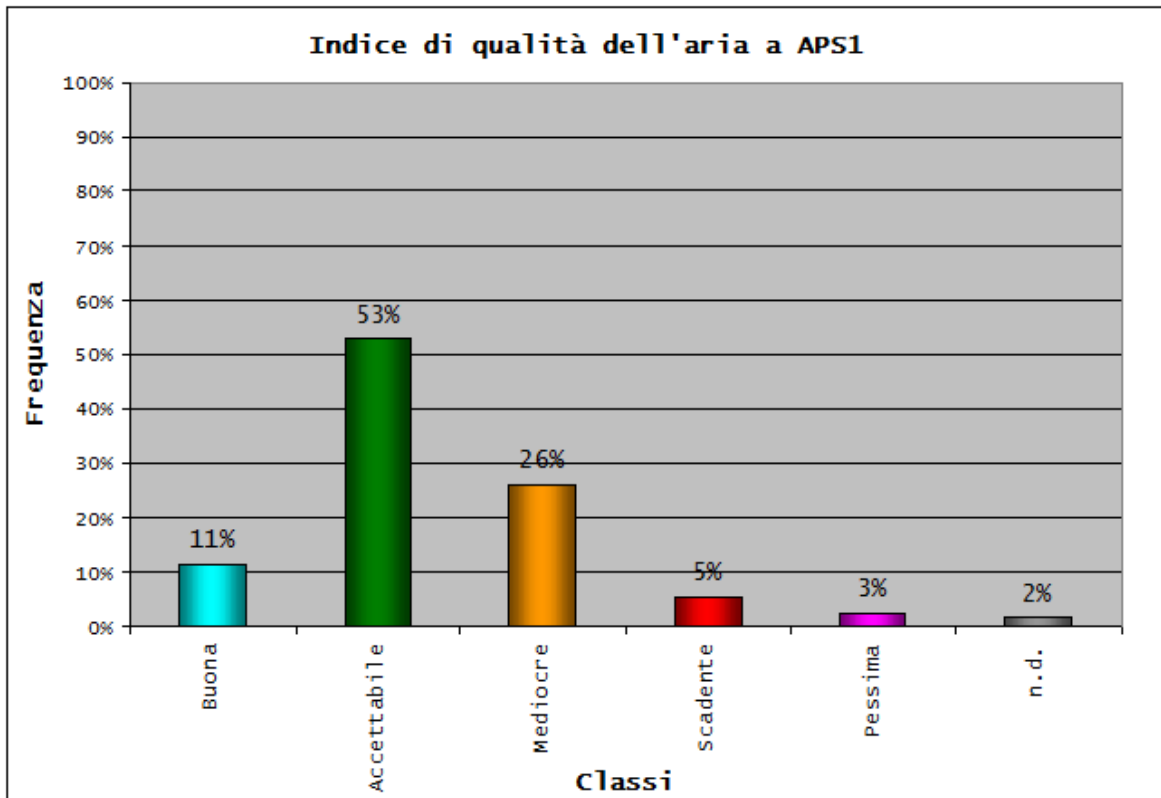


Figura 8.1: IQA 2019 a APS1

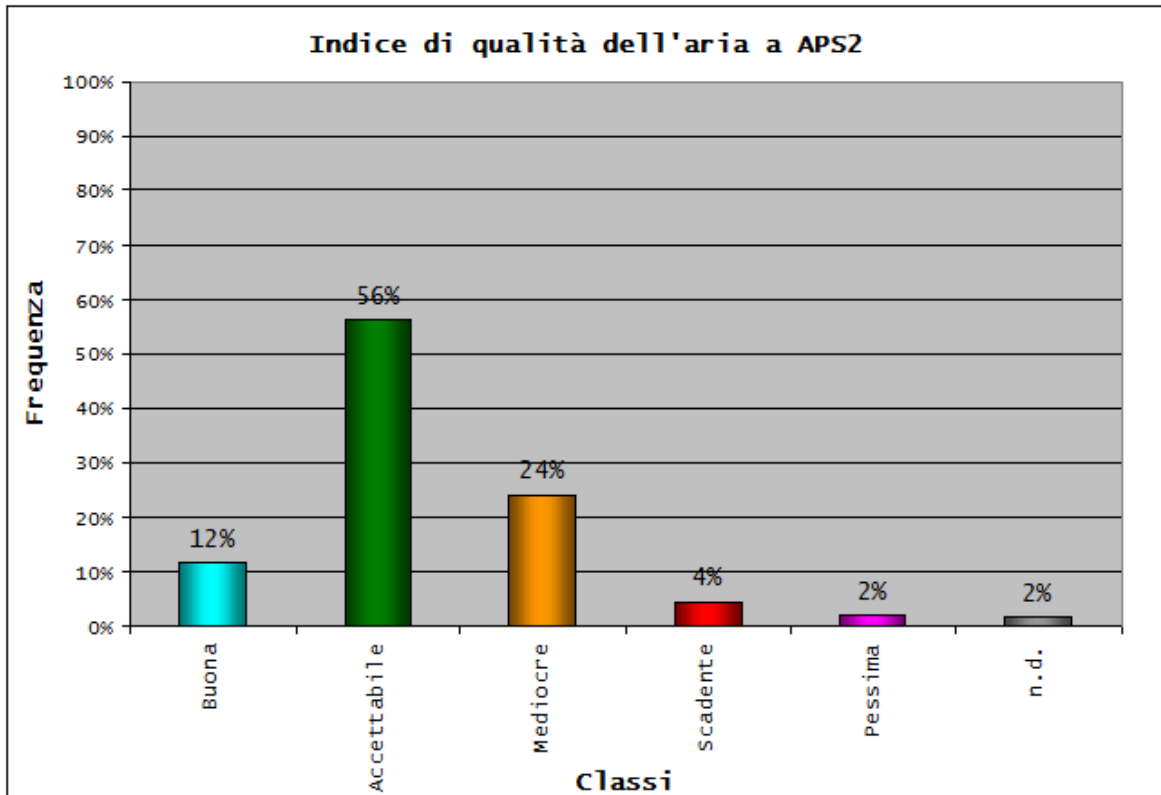


Figura 8.2: IQA 2019 a APS2

L'analisi dell'indice di qualità dell'aria indica che le classi di qualità di APS1 e APS2 praticamente coinci-

dono e che prevalgono le condizioni di qualità tra accettabile e mediocre.

## Capitolo 9

# Conclusioni

Dall'analisi meteo climatica, riferita ai valori misurati presso la stazione di Legnaro, il 2019 risulta in linea con la media degli anni precedenti, anche se risulta leggermente più ventoso, con direzione prevalente di provenienza del vento dal quadrante Nord orientale.

Il monitoraggio della qualità dell'aria condotto lo stesso anno presso le stazioni di Viale Internato Ignoto (APS1) e Via Carli (APS2) ha evidenziato quale elemento di criticità le polveri fini PM10, in termini di numero di superamenti del limite giornaliero. Per il PM2.5 si osserva invece un modesto superamento del limite annuale solo per la stazione APS2.

La criticità dell'Ozono nel periodo estivo si riferisce sia ai superamenti del valore obiettivo che della soglia di informazione, in entrambe le stazioni. APS2 ha inoltre registrato superamenti della soglia di allarme.

Le concentrazioni di tutti gli inquinanti rilevati presso le due stazioni APS sono comunque in linea con quelle registrate presso le stazioni fisse di riferimento di Mandria e Arcella.

Per un inquadramento su scala regionale dei livelli degli inquinanti misurati si rimanda alla relazione annuale sulla qualità dell'aria del Veneto [<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/riferimenti/documenti>].

## **Capitolo 10**

### **Allegati**

**8.1 Andamento del PM10**

**8.2 Andamento dell'Ozono**

**8.3 Glossario**



## 10.1 Andamento del PM10

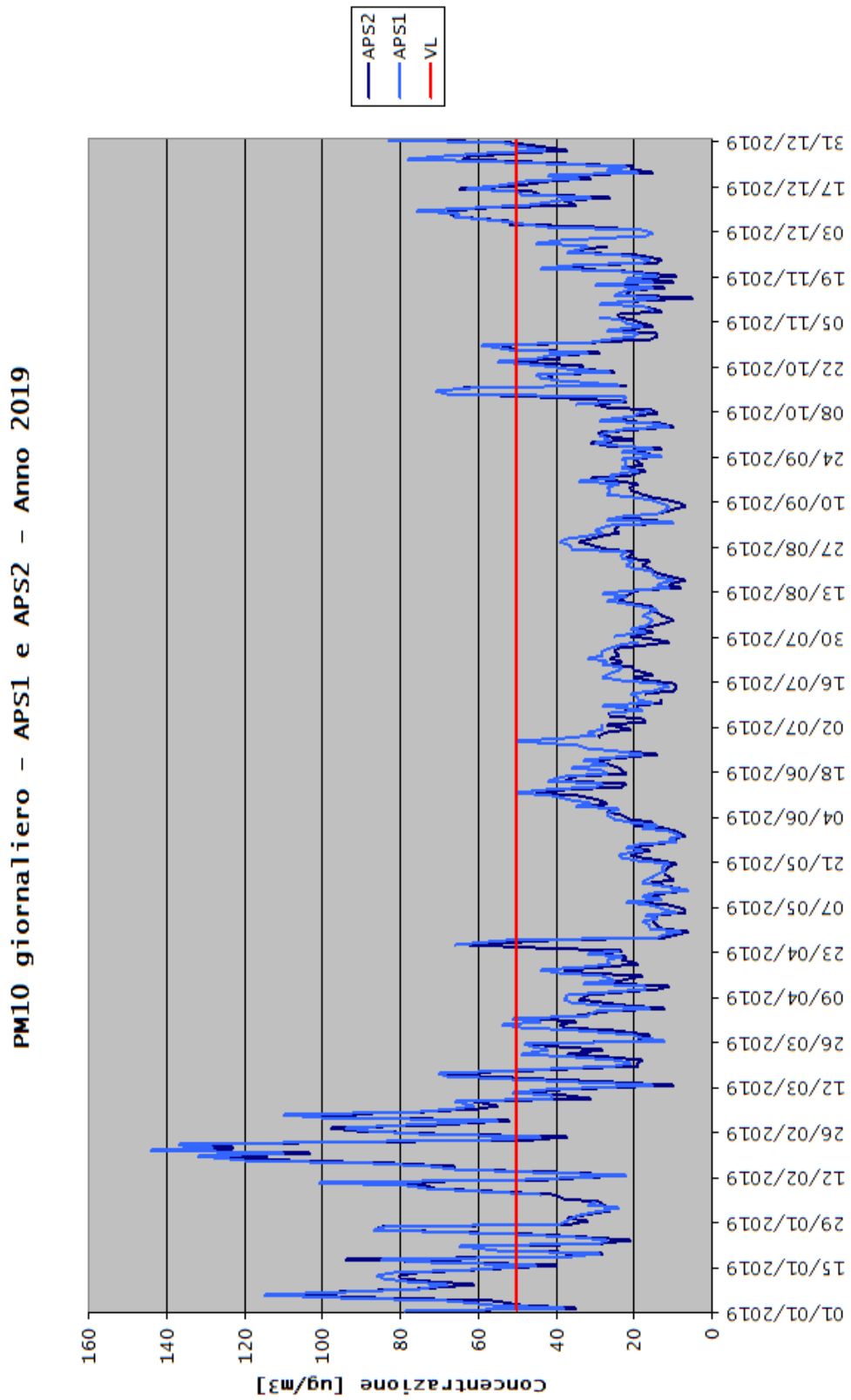


Figura 10.1: Concentrazione giornaliera PM10

## 10.2 Andamento dell'Ozono

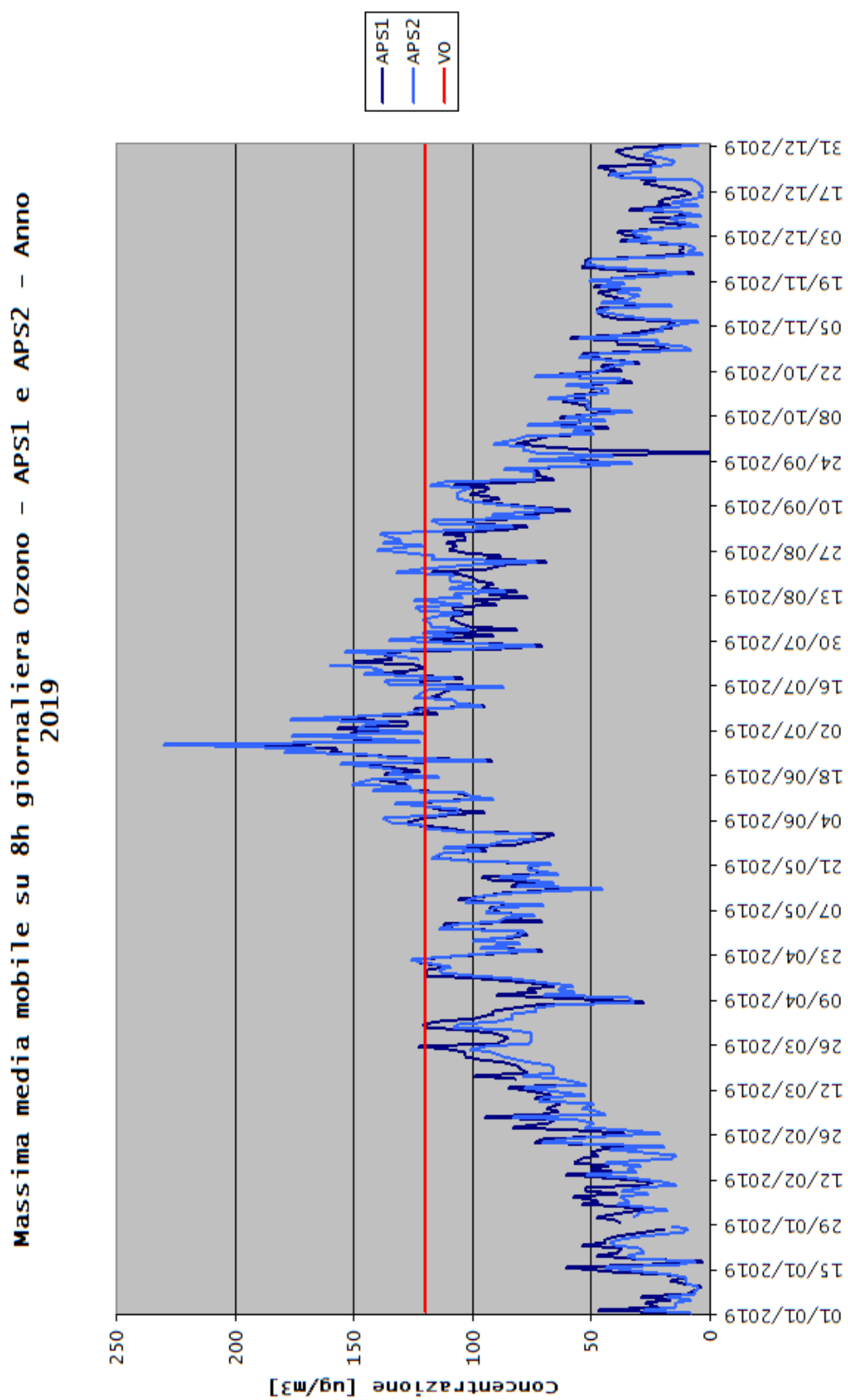


Figura 10.2: Massima media mobile giornaliera della concentrazione di O<sub>3</sub>

## 10.3 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ . 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**  
**Italia**  
**tel.: +39 049 8227801**  
**fax: +39 049 8227810**  
**e-mail: [dappd@arpa.veneto.it](mailto:dappd@arpa.veneto.it)**



**ARPAV**  
**Agenzia Regionale**  
**per la Prevenzione e**  
**Protezione Ambientale**  
**del Veneto**  
**Direzione Generale**  
**Via Ospedale Civile, 24**  
**35121 Padova**  
**Italia 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)**