



QUALITÀ DELL'ARIA A PADOVA

STAZIONI FISSE APS2 E APS1

VIA CARLI E VIALE INTERNATO IGNOTO



PERIODO : 01/01/2022 – 31/12/2022

RELAZIONE TECNICA

Progetto e realizzazione

Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente

Responsabile: R. Bassan

Unità Organizzativa Monitoraggio Aria

Responsabile: G. Marson

Autore: R. Millini

Gruppo di lavoro: Ufficio Aria Centro, Padova

Con la collaborazione di:

Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio

Unità Organizzativa Meteorologia e Climatologia

Responsabile: A. Bonini Baraldi

Autore: M. Sansone

Dipartimento Regionale Laboratori

Responsabile: A. Benassi

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

19 maggio 2023

Indice

1	Introduzione	4
1.1	Obiettivi del monitoraggio	4
1.2	Ulteriori approfondimenti	4
2	Caratterizzazione dei siti	5
3	Commento meteorologico	7
4	Strumentazione, analisi e normativa	9
4.1	Inquinanti monitorati	9
4.2	Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	9
4.2.1	Metodi utilizzati per le analisi	9
4.3	Quadro normativo. Limiti e valori di riferimento	10
5	Risultati	12
5.1	Efficienza di campionamento	12
5.2	Analisi dei dati	12
5.3	Analisi delle concentrazioni 2022	13
5.3.1	Biossido di zolfo	13
5.3.2	Monossido di carbonio	13
5.3.3	Ozono	14
5.3.4	Biossido di azoto	15
5.3.5	Polveri fini (PM10 e PM2.5)	15
5.3.6	Benzo(a)pirene	18
5.3.7	Metalli pesanti (Pb, Hg, As, Cd, Ni)	19
5.4	Grafici pluriennali delle concentrazioni	20
5.4.1	Biossido di azoto	20
5.4.2	Ozono	20
5.4.3	Polveri fini (PM10 e PM2.5)	22
5.4.4	Benzo(a)pirene	23
5.4.5	Metalli pesanti	23
6	Valutazione Indice di Qualità dell'aria	26
7	Conclusioni	28
7.1	Analisi meteorologica	28
7.2	Analisi della qualità dell'aria	28
8	Glossario	30

Capitolo 1

Introduzione

1.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio della qualità dell'aria effettuato a Padova nel 2022 attraverso le stazioni fisse di Viale Internato Ignoto e Via Carli, di seguito denominate 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 (DDG n° 160 del 18/06/2020).

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

Per inquadrare l'andamento temporale dei parametri misurati nelle due stazioni APS, al termine dell'analisi dei risultati del 2022, sono riportati i grafici pluriennali per i vari parametri monitorati, a partire dall'anno di inizio monitoraggio (dal 2004 gli inquinanti gassosi e dal 2009 le polveri PM10 e PM2.5).

1.2 Ulteriori approfondimenti

Per un adeguato inquadramento dei risultati del monitoraggio di qualità dell'aria di seguito descritto entro una realtà più ampia come quella regionale, si rimanda all'analisi regionale della qualità dell'aria nel 2022, pubblicata sul portale ARPAV ⁽¹⁾.

¹Consulta il [link Relazioni QA regionali](#)

Capitolo 2

Caratterizzazione dei siti

L'area sottoposta a monitoraggio si trova nel comune di Padova che ricade nella zona “Agglomerato di Padova” (IT0519), ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGRV 1855/2020 e rappresentata in figura 2.1.

ZONIZZAZIONE DEL VENETO 2020 ai sensi del D.Lgs.155/2010

ZONE PROVINCIA DI PADOVA

- IT0522 - PIANURA
- IT0523 - ZONA COSTIERA E COLLI
- IT0519 - AGGLOMERATO DI PADOVA

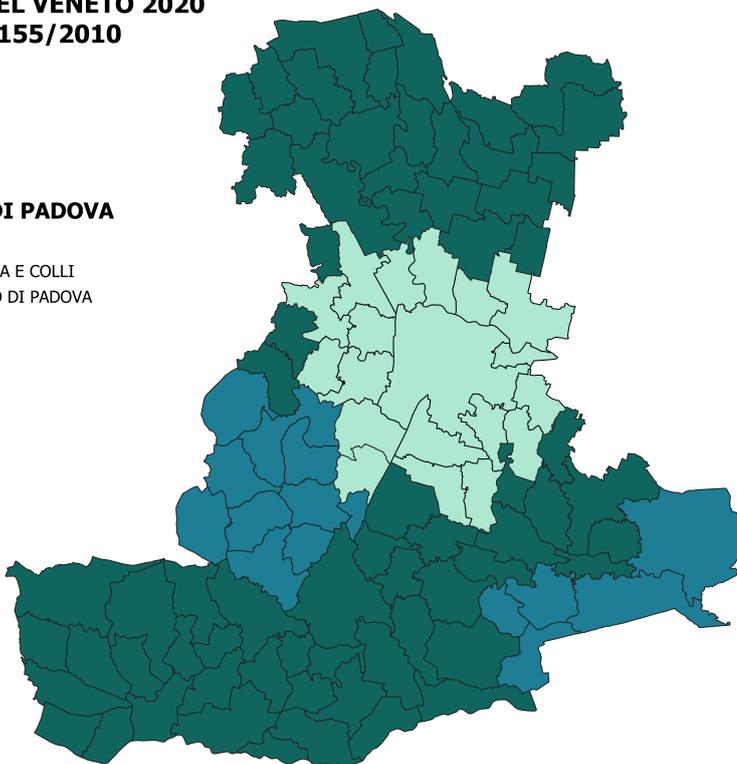


Figura 2.1: Zonizzazione del territorio regionale

Le posizioni del Termovalorizzatore di San Lazzaro e delle due stazioni fisse di monitoraggio, classificate come siti di tipo “Industriale Urbano”, sono riportate nella mappa in figura 2.2 (Map data ©2018 Google). Le due stazioni sono rappresentative rispettivamente dell'area di massima ricaduta del Termovalorizzatore (APS1) e di quella di bianco (APS2). La rosa dei venti per il 2022 a Legnaro (figura 2.3), se associata alla figura 2.2, evidenzia come APS2 si trovi infatti a monte e APS1 a valle del Termovalorizzatore e, più in generale, della ZIP di Padova, rispetto alla direzione prevalente dei venti.



Figura 2.2: Posizionamento delle stazioni APS1 e APS2 rispetto al Termovalorizzatore di Padova San Lazzaro.

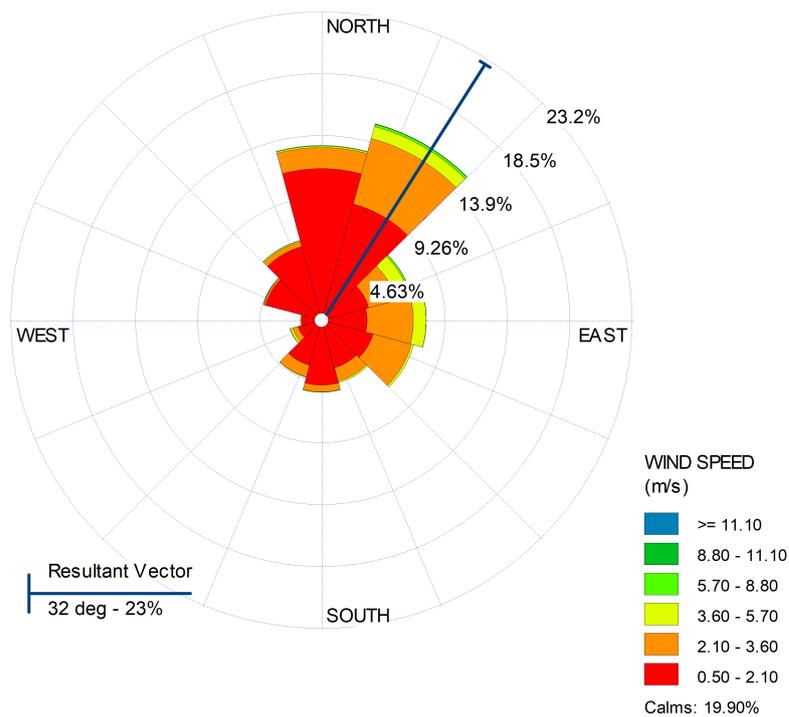


Figura 2.3: Rosa dei venti 2022, stazione meteo di Legnaro. Il vettore risultante (linea blu) indica la direzione di provenienza prevalente.

Capitolo 3

Commento meteorologico

I grafici successivi (fig 3.1, fig 3.2, fig 3.3, fig 3.4) riportano per ogni trimestre di monitoraggio l'andamento giornaliero della precipitazione, dell'intensità del vento medio a 10 m e della temperatura media registrati nella stazione meteo ARPAV di Legnaro, la più vicina e rappresentativa per la città di Padova.

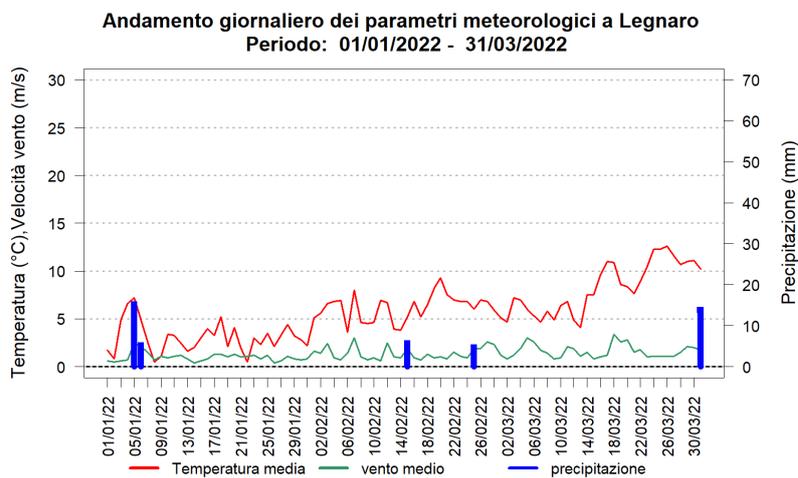


Figura 3.1: Parametri meteo giornalieri a Legnaro, gennaio-marzo 2022, stazione meteo di Legnaro

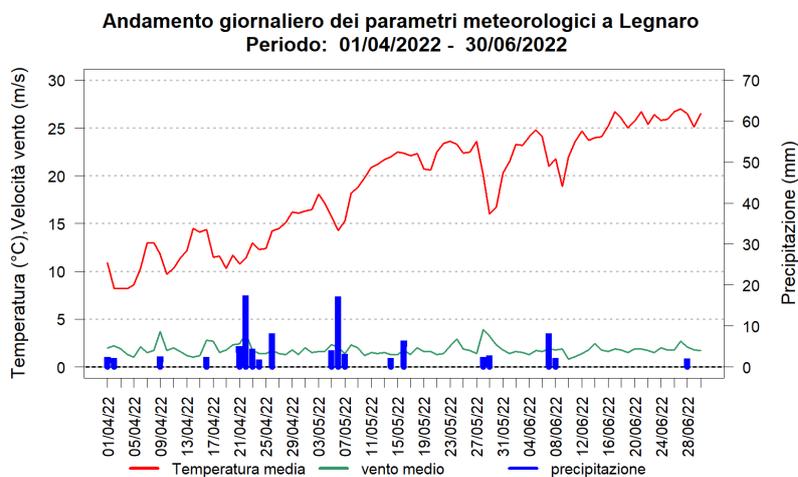


Figura 3.2: Parametri meteo giornalieri a Legnaro, aprile-giugno 2022, stazione meteo di Legnaro

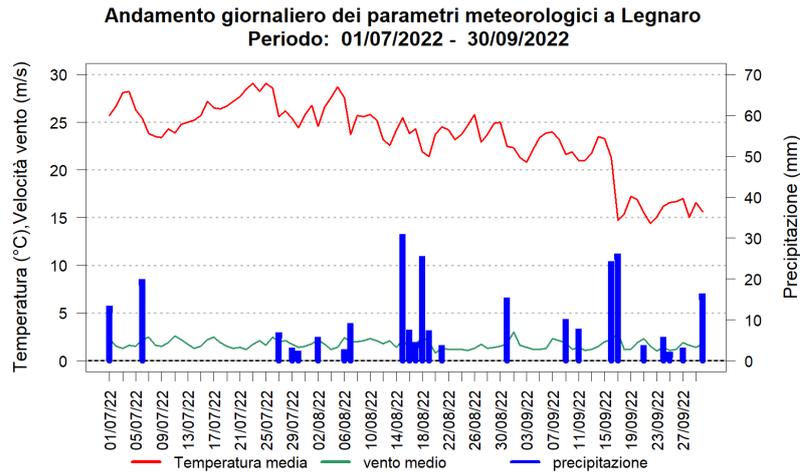


Figura 3.3: Parametri meteo giornalieri a Legnaro, luglio-settembre 2022, stazione meteo di Legnaro

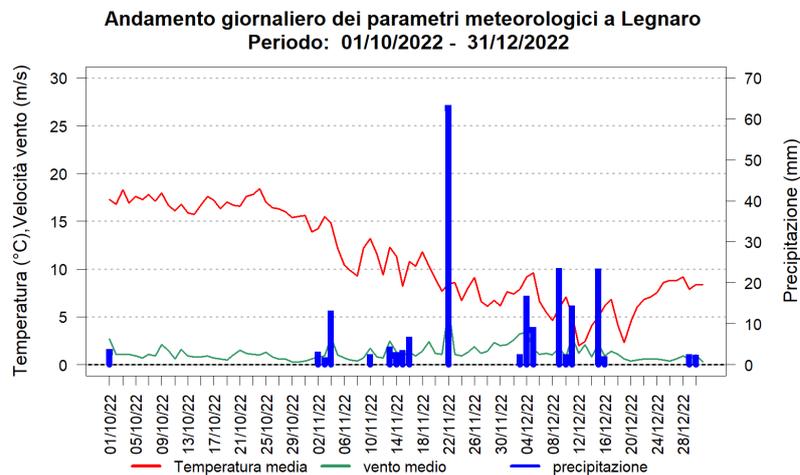


Figura 3.4: Parametri meteo giornalieri a Legnaro, ottobre-dicembre 2022, stazione meteo di Legnaro

L'analisi delle condizioni favorevoli alla dispersione degli inquinanti evidenzia che, nel primo e nel quarto trimestre, hanno prevalso condizioni poco dispersive (rispettivamente circa 73% e 78% dei casi), mentre condizioni abbastanza dispersive sono state più frequenti nel secondo trimestre, con circa il 60% dei casi, e nel terzo trimestre, in circa il 53% delle giornate. La migliore dispersività in tutto l'anno è stata garantita soprattutto dalla ventilazione, mentre il periodo più critico per scarsità di giornate piovose è stato il primo semestre.

Inoltre, durante il periodo caldo, l'analisi delle condizioni favorevoli alla formazione di ozono, valutata nei termini di temperatura massima giornaliera, mette in evidenza che nel secondo trimestre sono state prevalenti le condizioni poco favorevoli alla formazione di ozono (circa 65% delle giornate) e nel terzo trimestre circa il 41% delle giornate ha presentato condizioni termiche abbastanza favorevoli alla formazione di ozono; valori termici per condizioni molto favorevoli alla formazione di ozono sono stati raggiunti in quasi l'8% dei casi nel secondo trimestre e in un quarto delle giornate nel terzo.

Capitolo 4

Strumentazione, analisi e normativa

4.1 Inquinanti monitorati

Le stazioni APS1 e APS2 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 (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x) e ozono (O₃), nonché di strumenti per la misura giornaliera delle polveri (PM10 e PM2.5), nelle quali si possono ricercare gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), in particolare il benzo(a)pirene, e i metalli, in particolare il piombo (Pb), l'arsenico (As), il cadmio (Cd), il nichel (Ni) e il mercurio (Hg).

4.2 Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Tutti gli analizzatori installati nelle due stazioni (polveri, ossidi di azoto, biossido di zolfo, ozono, monossido di carbonio) operano in continuo e presentano caratteristiche conformi al D.Lgs.155/2010, effettuando il campionamento, la misura e la registrazione dei risultati in modo automatico, secondo la UNI EN 16450:2017.

Per una descrizione esaustiva del principio di funzionamento di ciascun analizzatore si suggerisce la consultazione degli approfondimenti disponibili sul portale ARPAV ⁽¹⁾.

Gli analizzatori di polveri PM10 e PM2.5, rispettivamente con diametro aerodinamico < 10 μ m e < 2.5 μ m, si basano su 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 filtri in quarzo di PM10 e PM2.5 campionati in automatico, vengono successivamente prelevati per effettuare le analisi di laboratorio (IPA, metalli presenti nel PM10, pesata dei PM10 e dei PM2.5). L'analisi delle pesate nelle polveri ha cadenza prefissata e ha lo scopo di verificare costantemente l'affidabilità della strumentazione automatica.

4.2.1 Metodi utilizzati per le analisi

Per le polveri (PM10 e PM2.5) si ricorre alla determinazione gravimetrica (metodo UNI EN 12341:2014), per gli IPA si utilizza la cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC, metodo UNI EN 15549:2008), mentre per i metalli il metodo è la spettrofotometria di massa a plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-MS, metodo UNI EN 14902:2005/EC1:2008).

¹Consulta il [link Metodi di Misura](#)

4.3 Quadro normativo. Limiti e valori di riferimento

La normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria, in attuazione della direttiva 2008/50/CE, è il D.Lgs 155/2010. Esso regola i livelli in aria ambiente di biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), polveri (PM10 e PM2.5), benzene (C₆H₆), ozono (O₃) e i livelli nel PM10 di piombo (Pb), cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As) e benzo(a)pirene.

Le tabelle successive riportano i principali valori limite e di riferimento, relativi al suddetto decreto, per i diversi inquinanti misurati a APS1 e APS2.

Limiti per il biossido di zolfo	Indicatore statistico	Valore di riferimento
Limite per la protezione degli ecosistemi	Media annuale e media invernale	20 µg/m ³
Soglia di allarme	Superamento per 3 ore consecutive del valore	500 µg/m ³
Limite orario per la protezione della salute umana	Media su 1 ora	350 µg/m ³ [da non superare più di 24 volte per anno civile]
Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media su 24 ore	125 µg/m ³ [da non superare più di 3 volte per anno civile]

Tabella 4.1: Limiti per il biossido di zolfo (SO₂)

Limiti per il monossido di carbonio	Indicatore statistico	Valore di riferimento
Limite per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore	10 mg/m ³

Tabella 4.2: Limiti per il monossido di carbonio (CO)

Limiti per il biossido di azoto	Indicatore statistico	Valore di riferimento
Soglia di allarme	Superamento per 3 ore consecutive del valore	400 µg/m ³
Limite orario per la protezione della salute umana	Media oraria	200 µg/m ³ [da non superare più di 18 volte per anno civile]
Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³

Tabella 4.3: Limiti per il biossido di azoto (NO₂)

Limiti per l'ozono	Indicatore statistico	Valore di riferimento
Soglia di allarme	Superamento del valore orario	240 µg/m ³
Soglia di informazione	Superamento del valore orario	180 µg/m ³
Obiettivo a lungo termine (Protezione della salute umana)	Max giornaliero della media mobile su 8 ore	120 µg/m ³

Tabella 4.4: Limiti per l'ozono (O₃)

Limiti per il PM10 e il PM2.5	Indicatore statistico	Valore di riferimento
PM10 - limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 ore	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (da non superare più di 35 volte per anno civile)
PM10 - limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM2.5 - limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 4.5: Limiti per il particolato fine PM10 e PM2.5

Limiti per il benzo(a)pirene	Indicatore statistico	Valore di riferimento
Valore obiettivo b(a)p	Media annuale	1.0 ng/m^3

Tabella 4.6: Limite per il benzo(a)pirene

Riferimenti normativi per i metalli pesanti	Indicatore statistico	Valore di riferimento
Pb	Media annuale	0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ni	Media annuale	20.0 ng/m^3
As	Media annuale	6.0 ng/m^3
Cd	Media annuale	5.0 ng/m^3

Tabella 4.7: Valore limite per la protezione della salute umana (Pb) e valori obiettivo (altri metalli)

Capitolo 5

Risultati

5.1 Efficienza di campionamento

Per assicurare il rispetto degli obiettivi di qualità (Allegato I, D.Lgs.155/2010) e l'accuratezza delle misure, la normativa stabilisce dei criteri in materia di incertezza dei metodi di valutazione, di periodo minimo di copertura e di raccolta minima dei dati.

In base ai suddetti criteri, 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, Ni e Pb), per i quali la legge prevede una copertura rispettivamente del 33% per il primo e del 14% per i secondi (con resa del 90%). Gli obiettivi di qualità nel 2022 sono stati raggiunti per tutti gli inquinanti monitorati in entrambe le stazioni.

Nel 2022 presso APS1 sono stati effettuati 353 campioni di PM10 [resa 97%] e 346 di PM2.5 [resa 95%]; sui filtri PM10 sono state eseguite dal laboratorio 132 analisi degli IPA e 64 analisi dei metalli. Presso APS2 sono stati effettuati 359 campioni di PM10 [resa 98%] e 357 campioni di PM2.5 [resa 98%]; sui filtri PM10 sono state eseguite dal laboratorio 133 analisi degli IPA e 65 analisi dei metalli. A queste si aggiungono le verifiche con cadenza settimanale delle pesate di PM10 e PM2.5 sui rispettivi filtri.

5.2 Analisi dei dati

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi statistica sulle concentrazioni degli inquinanti misurate nel 2022 a APS1 e APS2. Nell'analisi si confrontano i parametri statistici calcolati nelle due stazioni con i rispettivi valori limite o obiettivo previsti dalla normativa. Per ciascun inquinante considerato viene riportato un breve accenno in merito alle principali fonti di emissione antropica.

Al fine di proporre un confronto con altre realtà urbane costantemente monitorate da ARPAV e di cui sono noti i principali elementi di criticità, per ogni inquinante misurato si riporta anche il valore statistico per lo stesso periodo nelle stazioni di PD-Arcella ("traffico urbano") e PD-Mandria ("fondo urbano").

Infine, per un inquadramento della qualità dell'aria misurata da inizio monitoraggio nelle due stazioni di APS, si riportano alcuni grafici degli andamenti pluriennali delle concentrazioni degli inquinanti ivi misurati.

5.3 Analisi delle concentrazioni 2022

5.3.1 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).

Nella seguente tabella si riportano i valori massimi orari registrati nelle due stazioni APS a confronto con quelli rilevati a PD-Arcella (traffico urbano).

SO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Massimo orario	Limite
APS1	15	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media 1h; max di 24 superamenti per anno civile
APS2	10	
PD-Arcella	30	

Tabella 5.1: Indicatori per il biossido di zolfo nel 2022

I livelli ambientali di biossido di zolfo rilevati nel 2022 nel comune di Padova sono risultati, come negli anni precedenti, ben al di sotto dei limiti previsti per la protezione della salute umana, essendo i massimi orari assoluti riportati in tabella 5.1 di almeno un ordine di grandezza inferiori ai limiti di legge (350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media su 1h; 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media su 24h, 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, persistenza per 3h consecutive [soglia di allarme]). Il biossido di zolfo si conferma quindi un inquinante non critico a Padova.

5.3.2 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.

In tabella 5.2 si riportano i valori massimi giornalieri rilevati nelle due stazioni APS a confronto con quelli misurati dalla stazione di PD-Mandria (fondo urbano) e PD-Arcella (traffico urbano).

CO [mg/m^3]	Massima media mobile giornaliera su 8 ore	Limite
APS1	3	10 mg/m^3 , massima media mobile giornaliera su 8 ore
APS2	3	
PD-Mandria	2	
PD-Arcella	2	

Tabella 5.2: Indicatori per il monossido di carbonio nel 2022

I valori di monossido di carbonio misurati nelle stazioni riportate in tabella 5.2 sono inferiori al valore limite di 10 mg/m^3 (inteso come media mobile su 8 ore) in analogia a quanto riscontrato negli anni precedenti. Il CO si conferma quindi un inquinante non critico a Padova.

5.3.3 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).

Nella seguente tabella sono riportati i parametri statistici per l'ozono misurati nelle due stazioni APS a confronto con i rispettivi valori rilevati a PD-Mandria.

O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Numero superamenti	Limite o Valore Obiettivo
APS1	58	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ obiettivo a lungo termine
APS2	67	
PD-Mandria	78	
APS1	0	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ soglia di informazione
APS2	6	
PD-Mandria	8	
APS1	0	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ soglia di allarme
APS2	0	
PD-Mandria	0	

Tabella 5.3: Indicatori per l'ozono nel 2022

Nel 2022 nelle stazioni APS1 e APS2 si sono registrati meno superamenti rispetto a PD-Mandria dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, massima media mobile su 8h, da non superare più di 25 volte per anno civile, come media su tre anni). Ad APS2 e PD-Mandria si sono registrati anche alcuni superamenti della soglia di informazione (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media su 1h). In nessuna delle stazioni si è superata invece la soglia di allarme (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valore orario).

Nel grafico della serie temporale del valore massimo giornaliero della media mobile su 8 ore per le stazioni di APS1 e APS2 (figura 5.1) si nota l'allineamento dei valori delle due serie.

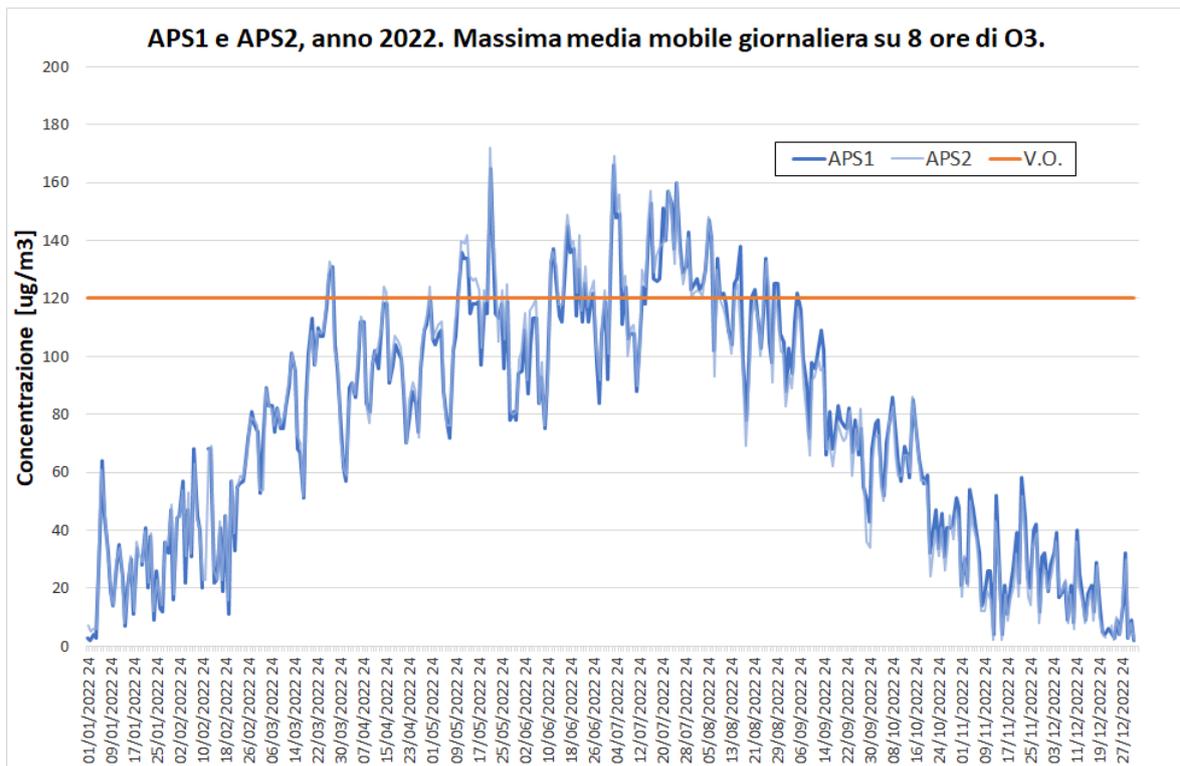


Figura 5.1: Massima media mobile giornaliera della concentrazione di Ozono (APS1 e APS2)

5.3.4 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.

In tabella 5.4 si riportano i parametri statistici del biossido di azoto (NO₂) misurati nelle due stazioni APS a confronto con i rispettivi valori rilevati a PD-Mandria e PD-Arcella.

NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Media annuale	Limite
APS1	25	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media annuale
APS2	26	
PD-Mandria	29	
PD-Arcella	30	

Tabella 5.4: Indicatori per il biossido di azoto nel 2022

Nel 2022 non sono stati registrati superamenti né del valore limite medio annuale, né di quello orario per la protezione della salute umana (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nelle quattro stazioni analizzate.

5.3.5 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 $10 \mu\text{m}$ 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.

Nelle seguenti tabelle (5.5 e 5.6) si riportano i parametri statistici del PM10 e del PM2.5 rilevati nelle due stazioni APS a confronto con i rispettivi valori rilevati a PD-Mandria e a PD-Arcella (solo PM10).

PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Media annuale	Numero di superamenti	Limite
APS1	35	75	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media annuale 35 superamenti/anno
APS2	32	60	
PD-Mandria	31	61	
PD-Arcella	33	70	

Tabella 5.5: Indicatori per il PM10 nel 2022

Come negli ultimi anni, il PM10 risulta critico in termini di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e non di media annua ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Dalla tabella 5.5 si nota la similarità di valori tra APS2 e PD-Mandria e tra APS1 e PD-Arcella. Tutte quattro le stazioni nel 2022 presentano valori di concentrazione superiori a quelli del 2021.

In figura 5.2 si riporta la serie giornaliera delle concentrazioni di PM10 a APS1 e APS2 nel 2022, in cui si nota una buona corrispondenza tra i valori di concentrazione di polveri nei due siti.

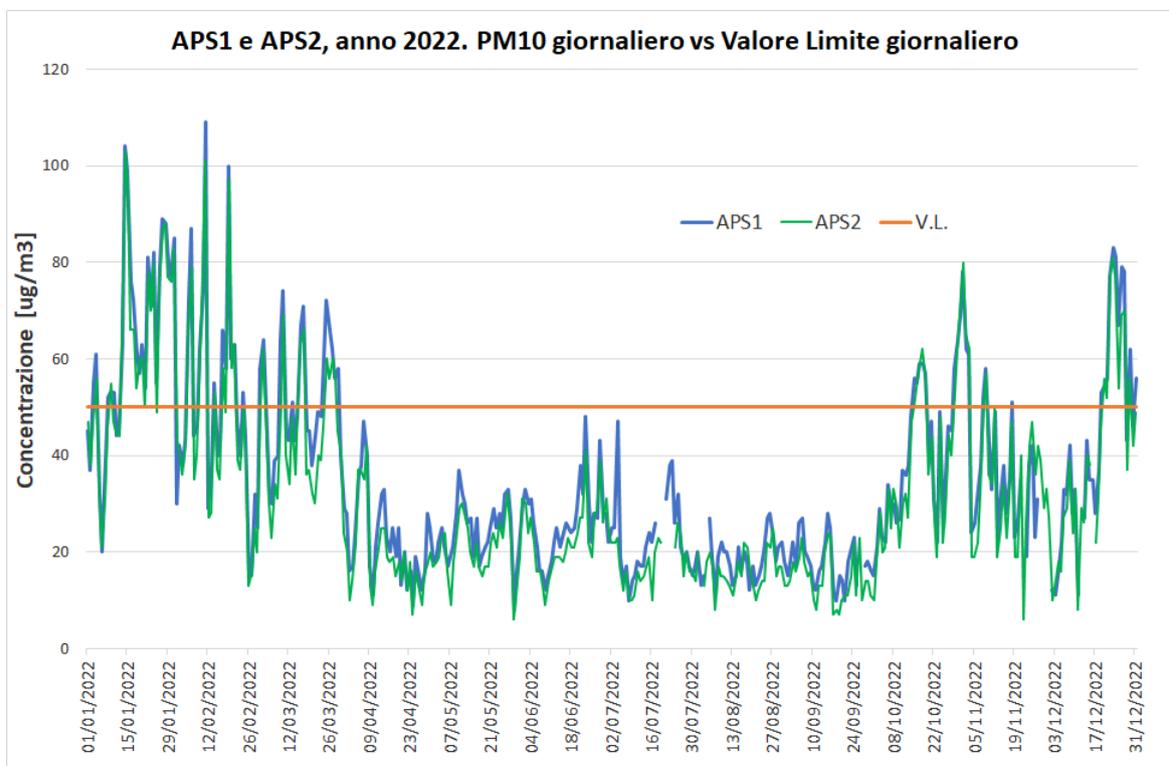


Figura 5.2: Concentrazione giornaliera di PM10 a APS1 e APS2

Per quanto concerne le concentrazioni di PM2.5, nel corso del 2022 il valore limite annuale di concentrazione di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è stato superato (tabella 5.6), ma è stato raggiunto ad APS1.

PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Media annuale	Limite
APS1	25	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media annuale
APS2	24	
PD-Mandria	23	

Tabella 5.6: Indicatori per il PM2.5 nel 2022

Anche per le concentrazioni di PM2.5 vi è una marcata similarità fra le stazioni considerate. Nella sezione successiva si riporta un breve approfondimento sulla frazione di PM2.5 presente nel PM10 nelle stazioni di APS.

Frazione di PM2.5 presente nel PM10, 2022

In questa sezione si è valutata la frazione media di PM2.5 presente nel PM10 ad APS1 e APS2 nel 2022.

Ciò che emerge dall'analisi su base annua è che la frazione media di PM2.5 nel PM10 è pari al 67% a APS1 e al 72% ad APS2, in linea con quanto si riscontra nelle altre stazioni di Padova città.

Suddividendo l'analisi nel semestre invernale e estivo, si evidenzia inoltre una problematica nota in ambito scientifico ⁽¹⁾ e che merita attenzione in termini di interventi per la riduzione delle concentrazioni di polveri sospese.

Nelle figure successive (fig 5.3, fig 5.4) si riporta il grafico dell'andamento mensile della frazione di PM2.5 presente nel PM10 nel 2022 nelle stazioni di APS. Dai grafici emerge un calo stagionale della frazione di PM2.5 nel PM10 nel corso del semestre estivo.

¹A titolo esemplificativo di una tematica complessa quale quella del rapporto $PM_{2.5}/PM_{10}$ e ancora in fase di approfondimento a livello di comunità scientifica internazionale, si precisa un concetto base che può facilitare la comprensione di quanto riportato nella presente analisi. Le polveri PM10 sono composte sia da PM2.5 che da PM compresi nell'intervallo di diametro tra $2.5 \div 10 \mu\text{m}$. Quest'ultima frazione di PM10 deriva principalmente da fonti naturali, e solo in parte da attività antropiche. Al contrario, la frazione PM2.5 (e quindi quella con diametro $\leq 2.5 \mu\text{m}$) deriva principalmente da attività antropiche. Pertanto è logico aspettarsi che, minore è il rapporto $PM_{2.5}/PM_{10}$, più probabile è che la fonte inquinante sia naturale; al contrario più alto è tale rapporto, più è probabile che la fonte sia di tipo antropico.

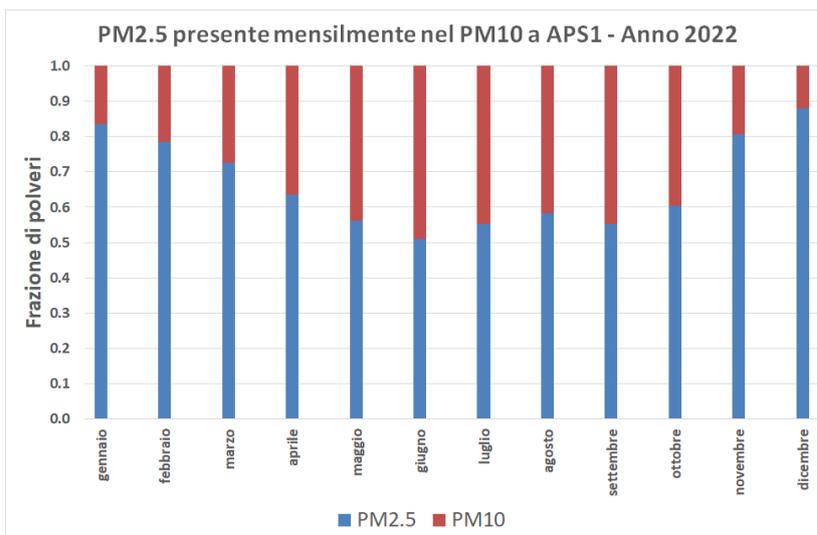


Figura 5.3: Frazione di PM2.5 presente nel PM10, APS1 2022.

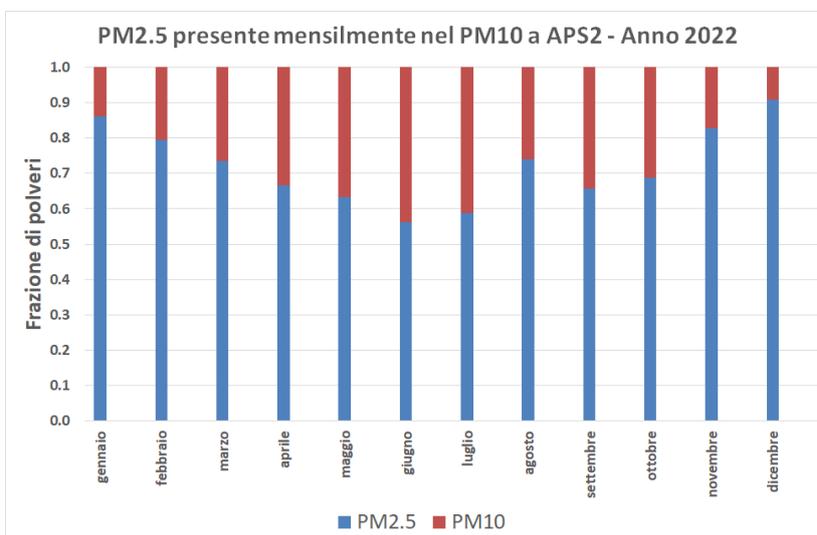


Figura 5.4: Frazione di PM2.5 presente nel PM10, APS2 2022.

5.3.6 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.

Nella tabella 5.7 sono riportati i parametri statistici del benzo(a)pirene rilevato nelle due stazioni APS a confronto con i rispettivi valori rilevati a PD-Mandria.

B(a)p [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Media annuale	Valore obiettivo
APS1	1.0	
APS2	1.0	1.0 ng/m^3
PD-Mandria	1.1	media annuale

Tabella 5.7: Indicatori per il benzo(a)pirene nel 2022

La concentrazione media del benzo(a)pirene nel 2022 risulta uguale nelle due stazioni APS e pari al limite. Si fa presente che tale parametro resta fra quelli critici in tutto il territorio provinciale, soprattutto per le sue elevate concentrazioni nel periodo invernale.

5.3.7 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.

Nella tabella 5.8 si riportano i parametri statistici dei metalli rilevati nelle due stazioni APS a confronto con i valori rilevati a PD-Arcella.

Concentrazione Media Metalli [Cadmio, Nichel e Arsenico in ng/m^3 , Piombo in $\mu\text{g}/\text{m}^3$]															
APS1				APS2				PD-Arcella				Limiti			
As	Cd	Ni	Pb	As	Cd	Ni	Pb	As	Cd	Ni	Pb	As	Cd	Ni	Pb
0.6	0.3	2.2	0.007	0.7	0.3	2.3	0.007	0.7	0.3	2.1	0.007	6.0	5.0	20.0	0.5

Tabella 5.8: Valori medi delle concentrazioni di metalli. Anno 2022

Le concentrazioni medie dei metalli misurate nel 2022 sono analoghe nelle tre stazioni considerate e inferiori ai valori obiettivo (arsenico, cadmio e nichel) e al valore limite (piombo) fissati dal D. Lgs. 155/2010.

Per il mercurio (Hg), per cui non è previsto alcun limite o valore obiettivo dal DLgs 155/2010, le analisi confermano concentrazioni generalmente inferiori al limite di quantificazione ($0.2 \text{ ng}/\text{m}^3$), come negli anni precedenti.

5.4 Grafici pluriennali delle concentrazioni

5.4.1 Biossido di azoto

Nel periodo di monitoraggio 2004-2022 si osserva (figura 5.5) che il valore medio annuale delle concentrazioni di biossido di azoto misurato nelle stazioni di APS1 e APS2, a partire dal 2012 è sempre sotto il valore limite di legge e l'andamento è decrescente.

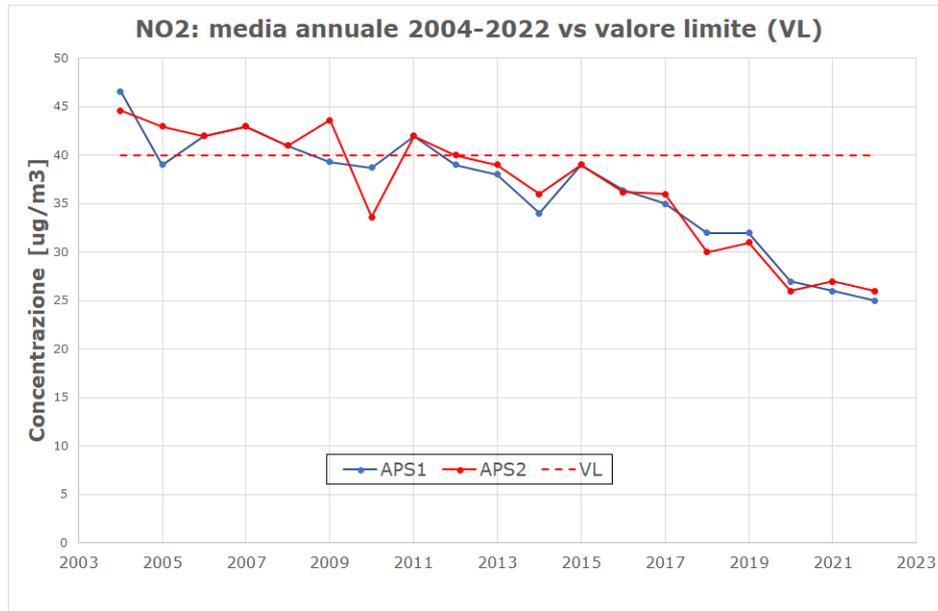


Figura 5.5: Concentrazione media annuale di biossido di azoto. Periodo 2004-2022

5.4.2 Ozono

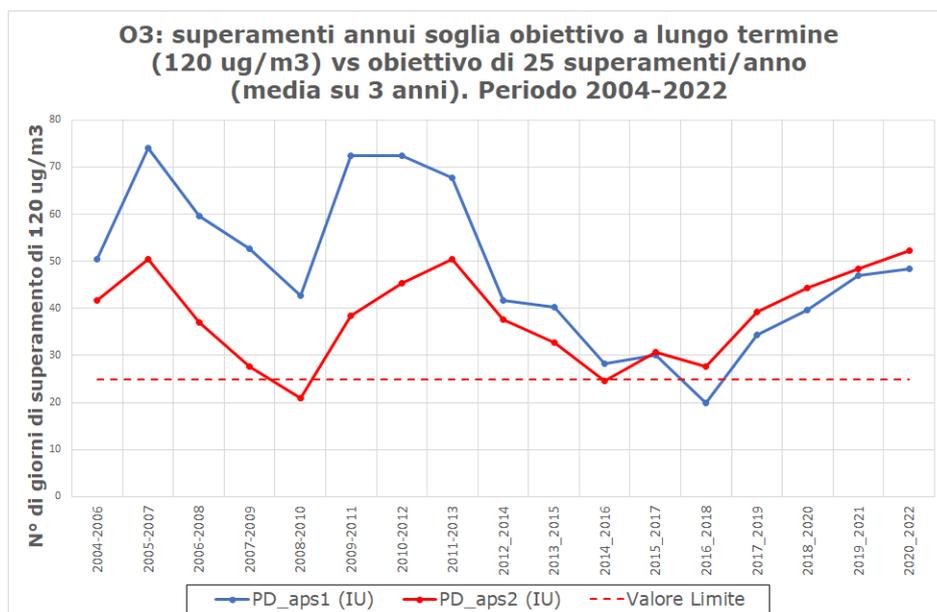


Figura 5.6: Numero di superamenti annui della soglia obiettivo a lungo termine di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a confronto con il valore obiettivo di 25 superamenti per anno, intesi come media mobile su 3 anni. Periodo 2004-2022

Il grafico 5.6 evidenzia la costanza della criticità delle concentrazioni di ozono nel periodo estivo. Ogni punto nel grafico rappresenta infatti il valore della media mobile su tre anni consecutivi (2004-2006, 2005-2007, etc) del numero di superamenti annuali del valore obiettivo a lungo termine di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Come si osserva dal grafico, i punti riportati occupano principalmente il semipiano sopra il limite.

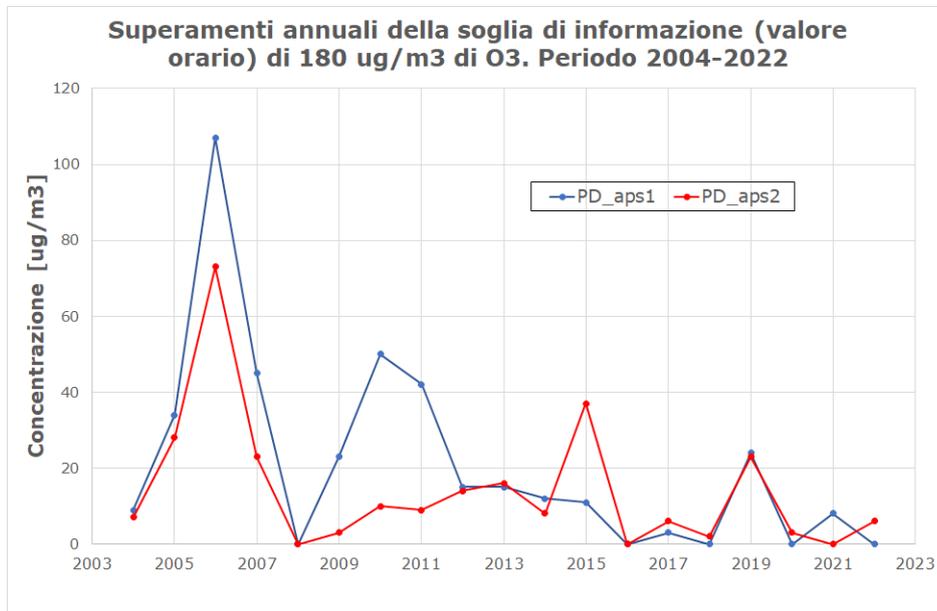


Figura 5.7: Numero di superamenti annuali della soglia di informazione (valore orario) di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'ozono. Periodo 2004-2022

Il grafico in figura 5.7 evidenzia una diminuzione nel corso degli anni del numero di ore di superamento della soglia di informazione per l'ozono nelle due stazioni di APS nella stagione estiva.

5.4.3 Polveri fini (PM10 e PM2.5)

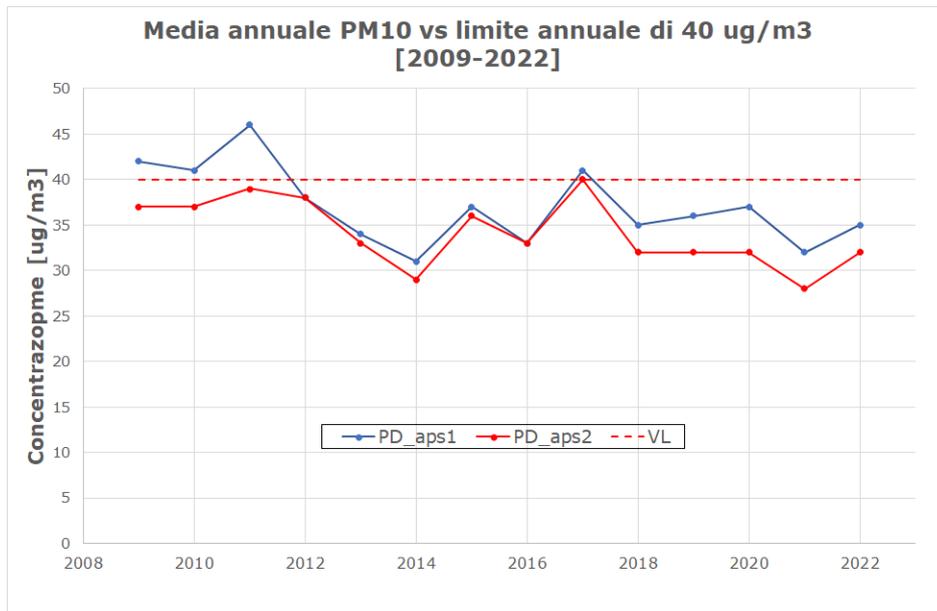


Figura 5.8: Concentrazione media di PM10. Periodo 2009-2022

Nel periodo esaminato i valori medi annuali di concentrazione di PM10 mostrano una diminuzione. In particolare, a partire dal 2012, se si eccettua il 2017, i valori di concentrazione media annua risultano inferiori al valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (fig 5.8).

Diversamente, risulta sempre critico il numero di superamenti del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che si osserva sistematicamente per più di 35 volte l'anno (fig 5.9).

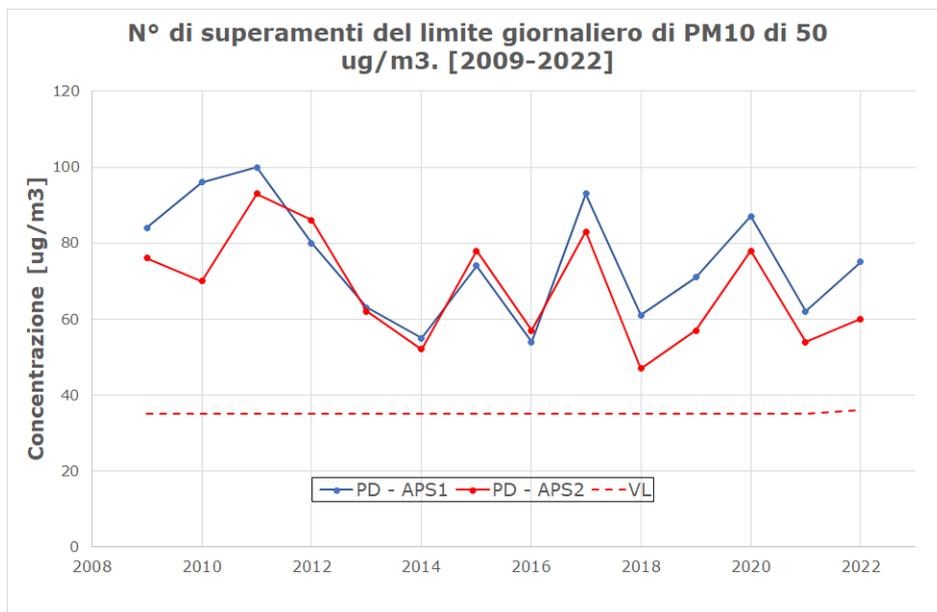


Figura 5.9: Numero annuale di superamenti del valore massimo giornaliero di PM10. Periodo 2009-2022

Come nel caso delle polveri PM10, anche il valore medio annuo del PM2.5 è diminuito, assestandosi attorno al valore limite (fig 5.10).

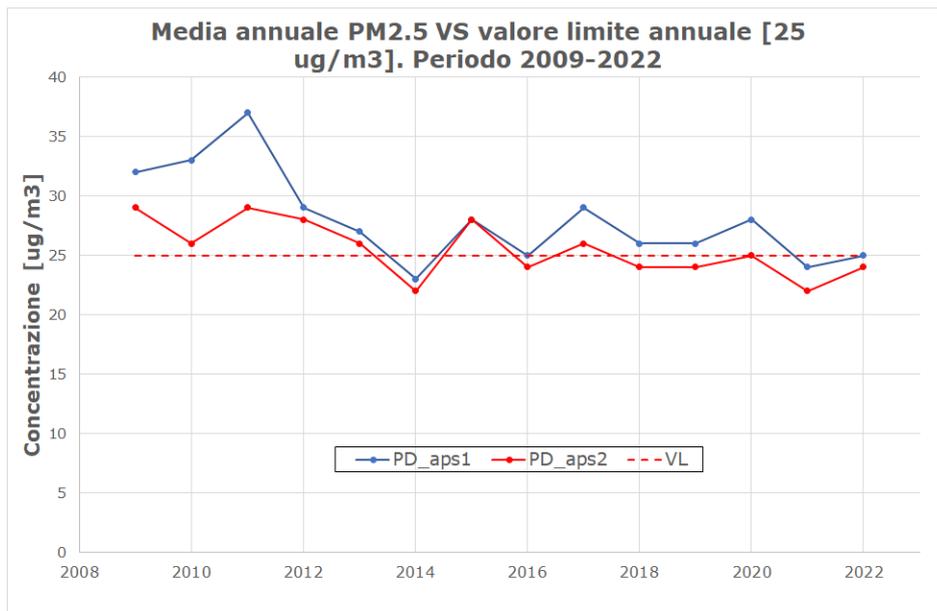


Figura 5.10: Concentrazione media di PM2.5. Periodo 2009-2022

5.4.4 Benzo(a)pirene

Nel periodo esaminato le concentrazioni medie annuali di benzo(a)pirene si mantengono generalmente sopra o attorno il valore obiettivo, a conferma della criticità del parametro in oggetto.

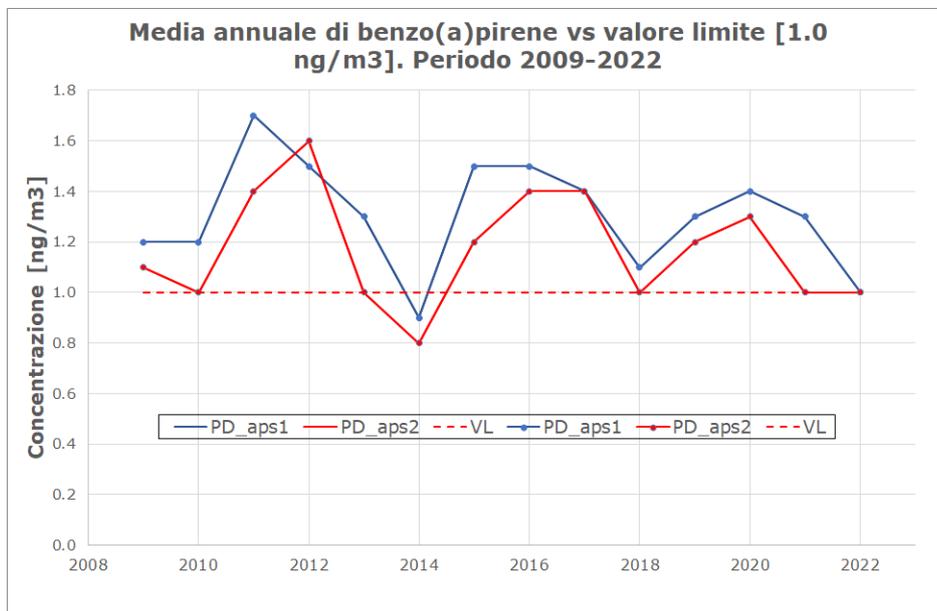


Figura 5.11: Concentrazione media di benzo(a)pirene. Periodo 2009-2022

5.4.5 Metalli pesanti

L'analisi dei metalli pesanti nelle polveri fini PM10 nelle stazioni di APS1 e APS2 dal 2009 non mette in luce alcuna criticità. Questo è tanto più evidente quando se ne riportano in

grafico le concentrazioni (fig 5.12, fig 5.13, fig 5.14, fig 5.15), che risultano per tutti gli elementi di almeno un ordine di grandezza inferiori al limite o al valore obiettivo relativo.

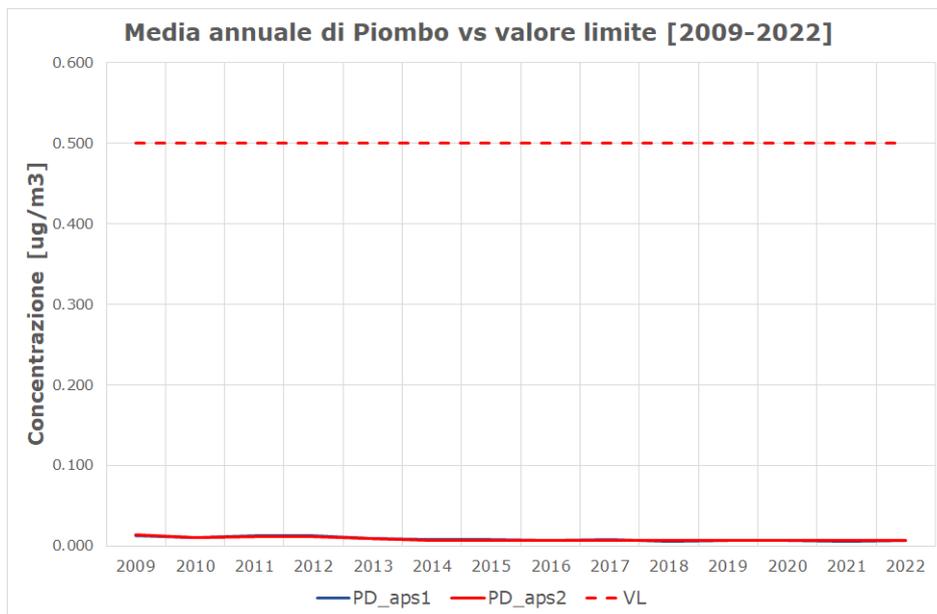


Figura 5.12: Concentrazione media di Piombo. Periodo 2009-2022

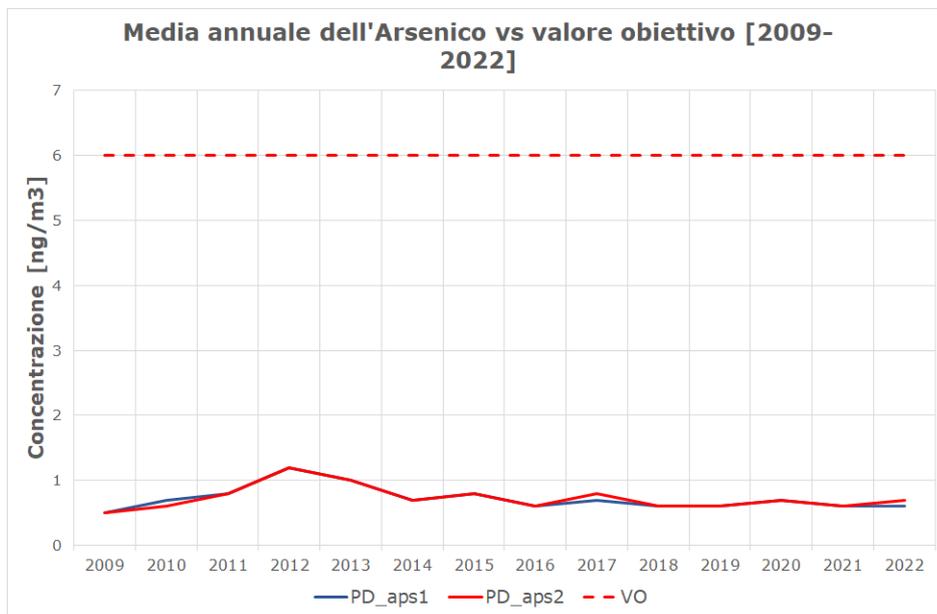


Figura 5.13: Concentrazione media di Arsenico. Periodo 2009-2022

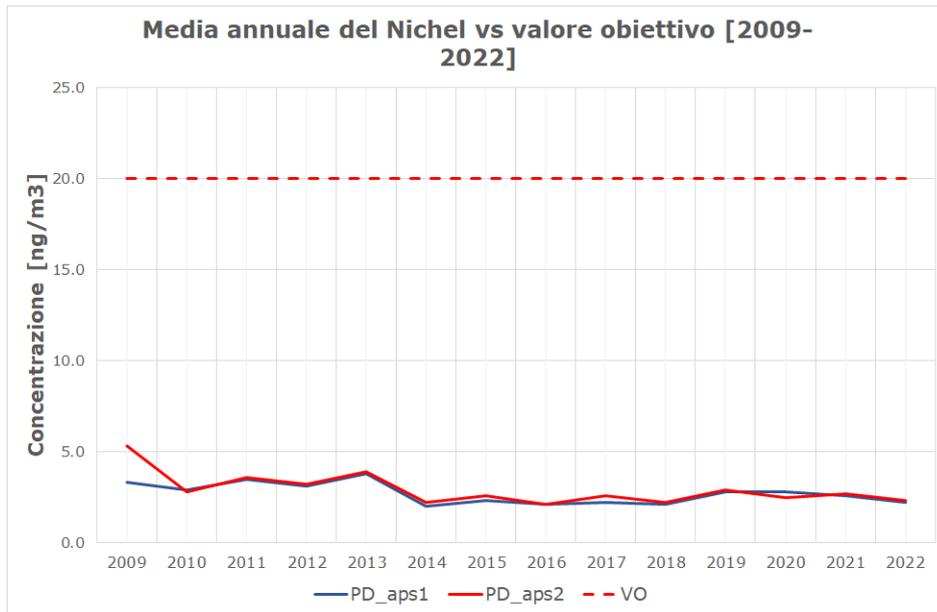


Figura 5.14: Concentrazione media di Nichel. Periodo 2009-2022

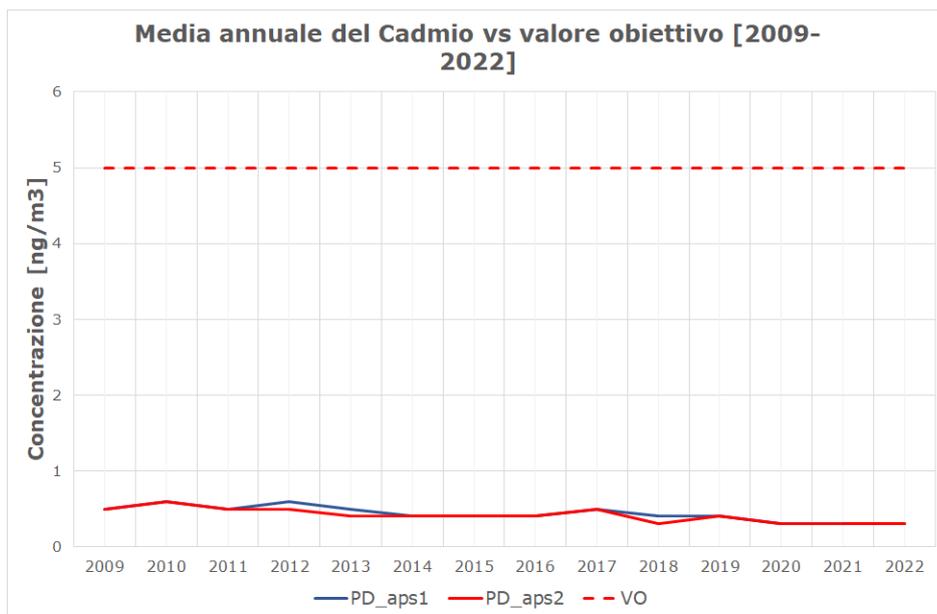


Figura 5.15: Concentrazione media di Cadmio. Periodo 2009-2022

Capitolo 6

Valutazione 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.

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 PM10. 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 ¹.

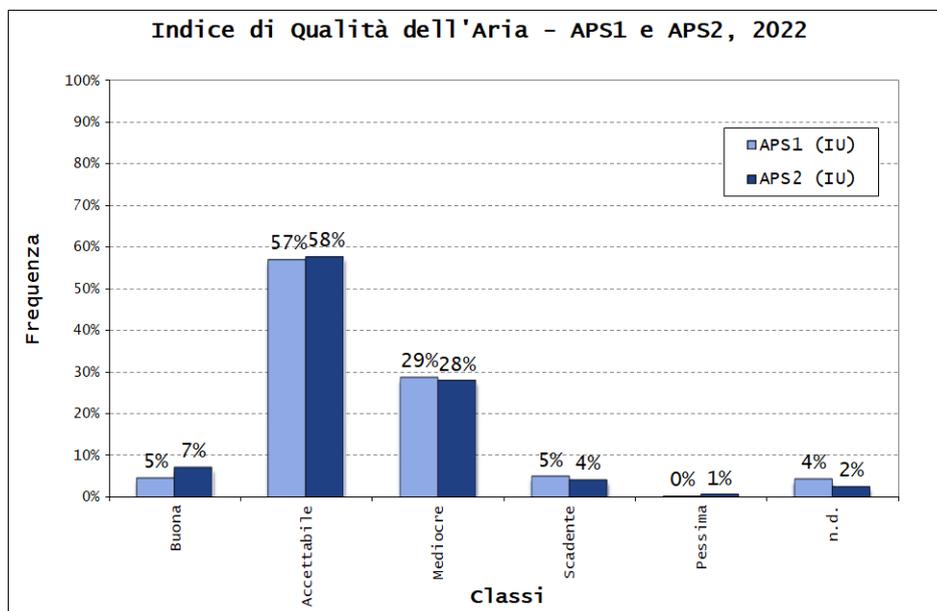


Figura 6.1: Indice IQA 2022 a APS1 e APS2

In figura 6.1 è riportata la percentuale di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA nel 2022 presso le stazioni di APS1 e APS2.

¹Per approfondimenti sul calcolo dell'IQA si rimanda al sito ufficiale [link IQA](#)

Si nota una buona corrispondenza tra i due siti, con un prevalere delle classi Accettabile e Mediocre, in linea con gli anni precedenti.

Capitolo 7

Conclusioni

7.1 Analisi meteorologica

L'analisi dei dati meteorologici della stazione di Legnaro del Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio di ARPAV, per il 2022 mette in luce fra i risultati essenziali nella valutazione della qualità dell'aria, i seguenti:

- analizzando la percentuale di giornate caratterizzate da condizioni più o meno favorevoli alla dispersione degli inquinanti sospesi in termini di precipitazione e di intensità del vento medio, si vede che tra gennaio e marzo e tra ottobre e dicembre prevalgono condizioni poco favorevoli alla dispersione, mentre tra aprile e settembre si registrano condizioni abbastanza favorevoli, soprattutto per effetto del contributo anemometrico, considerato che l'anno in esame è risultato uno dei più siccitosi del recente passato in provincia di Padova;
- analizzando le situazioni favorevoli alla formazione di ozono in termini di temperatura massima giornaliera nel corso del semestre estivo, si riscontra la prevalenza di condizioni poco favorevoli tra aprile e giugno, mentre si trovano condizioni abbastanza favorevoli nel periodo tra luglio e settembre. Si fa presente tuttavia che la temperatura massima è solo uno dei fattori che interviene nel complesso processo di formazione dell'ozono troposferico.

7.2 Analisi della qualità dell'aria

Le stazioni di APS1 e APS2 nel 2022 presentano, analogamente agli anni precedenti, andamenti simili di concentrazioni degli inquinanti. Si rilevano concentrazioni superiori per la maggior parte degli inquinanti presso APS1, che è quella situata a valle rispetto alla ZIP di Padova.

Gli elementi di criticità evidenziati dal monitoraggio della qualità dell'aria condotto nel 2022 da ARPAV nelle stazioni APS sono in linea con quelli degli anni precedenti e riguardano:

- il PM10, in termini di numero di superamenti del limite giornaliero in entrambe le stazioni;
- l'ozono nel periodo estivo, sia in termini di superamenti del valore obiettivo che, per quanto concerne APS2, in termini di numero di superamenti della soglia di informazione;

Il PM2.5 e il benzo(a)pirene nel 2022 non risultano critici. Tuttavia per entrambi i parametri le concentrazioni risultano prossime o pari al limite.

Per quanto concerne gli altri inquinanti monitorati, non si ravvisano criticità.

È opportuno sottolineare che le concentrazioni degli inquinanti rilevate presso le stazioni di APS1 e APS2, **sono in linea con quelle delle altre stazioni di Padova.**

Per un confronto dei risultati del presente studio con quelli regionali, si rinvia alla relazione regionale pubblicata sul portale ARPAV ⁽²⁾.

²Consulta il [link Relazioni QA regionali](#)

Capitolo 8

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).

fondo (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 sopravvento 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.

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 REGIONALE QUALITÀ DELL'AMBIENTE
Unità Organizzativa Qualità dell'Aria
Via Lissa 6 - 30174 Venezia Mestre - Italia
e-mail: drqa@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

e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it

www.arpa.veneto.it