



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

Monitoraggio della qualità dell'aria presso il Termovalorizzatore di San Lazzaro

Comune di Padova

Viale Internato Ignoto e Via Carli

Periodo : 01/01/2017 – 31/12/2017

RELAZIONE TECNICA



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

ARPAV

Il Direttore Generale

Nicola Dell'Acqua

Il Direttore Tecnico

Carlo Terrabujo

Dipartimento Provinciale di Padova

Vincenzo Restaino

Progetto e realizzazione

Servizio Stato dell'Ambiente

Ilario Beltramin

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

Con la collaborazione di

Dipartimento Regionale Laboratori

Francesca Daprà

Servizio Osservatorio Regionale Aria

Salvatore Patti

Servizio Meteorologico di Teolo - Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale

Maria Sansone

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

Indice generale

1	Introduzione e obiettivi specifici del monitoraggio.....	4
2	Caratterizzazione del sito.....	4
3	Commento meteo-climatico.....	5
4	Inquinanti monitorati e normativa di riferimento.....	5
5	Informazione sulla strumentazione e sulle analisi.....	7
6	Efficienza di campionamento.....	7
7	Analisi dei dati rilevati.....	7
7.1	Biossido di zolfo (SO ₂).....	8
7.2	Monossido di carbonio (CO).....	8
7.3	Ozono (O ₃).....	8
7.4	Biossido di azoto (NO ₂).....	9
7.5	Polveri fini (PM ₁₀ e PM _{2.5}).....	9
7.6	Benzo(a)pirene (Idrocarburi Policiclici Aromatici: IPA).....	10
7.7	Metalli pesanti (Pb, Hg, As, Cd, Ni).....	11
8	Valutazione dell'Indice di Qualità dell'aria.....	12
9	Conclusioni.....	14
10	Scheda sintetica di valutazione.....	15
11	Allegati.....	16
11.1	Glossario.....	16
11.2	Grafici.....	17

1 Introduzione e obiettivi specifici del monitoraggio

Il monitoraggio della qualità dell'aria effettuato rientra nelle attività previste dall'*Accordo Volontario per il Monitoraggio delle ricadute dell'impianto Termovalorizzatore di San Lazzaro a Padova* (cfr. Art.2.2).

Il monitoraggio permette di valutare lo stato dell'ambiente atmosferico nell'anno 2017 mediante l'elaborazione delle concentrazioni degli inquinanti rilevati dalle stazioni fisse posizionate in Viale Internato Ignoto e in via Carli, d'ora in avanti denominate rispettivamente APS1 e APS2.

2 Caratterizzazione del sito

L'area sottoposta a monitoraggio si trova in 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:

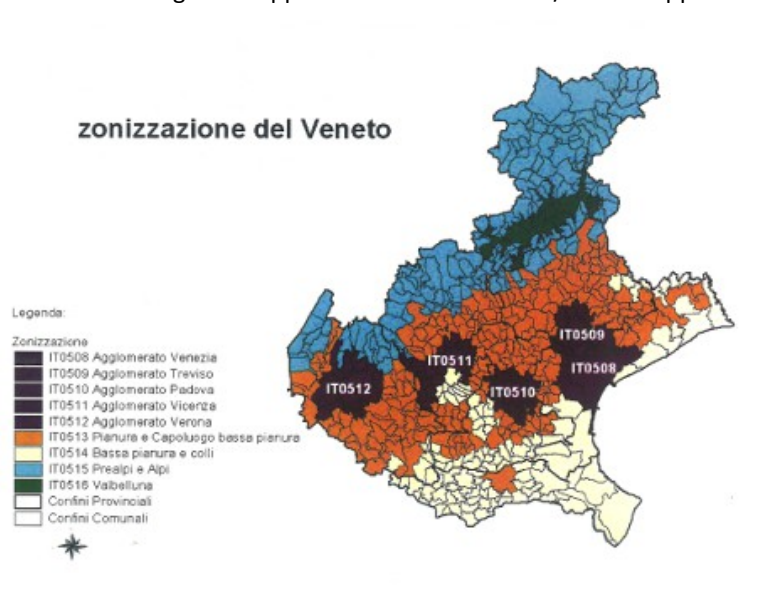


Figura 1 – Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 2130/2012.

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

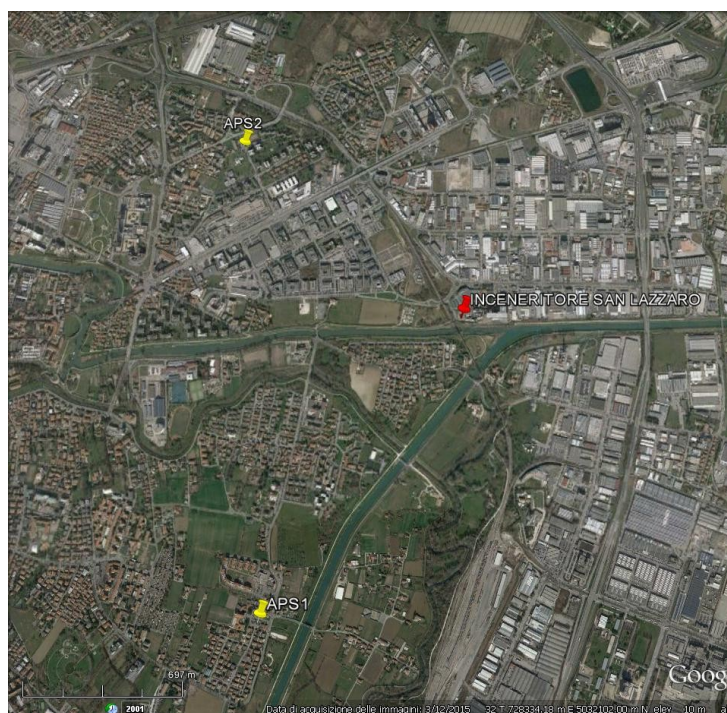


Figura 2 - Posizionamento delle centraline APS1 e APS2 rispetto al Termovalorizzatore di San Lazzaro.

3 Commento meteo-climatico

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

- in rosso (precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm e intensità media del vento minore di 1.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti;
- in giallo (precipitazione giornaliera compresa tra 1 e 6 mm e intensità media del vento nell'intervallo 1.5 m/s e 3 m/s): situazioni debolmente dispersive;
- in verde (precipitazione giornaliera superiore a 6 mm e intensità media del vento maggiore di 3 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

I valori delle soglie per la ripartizione nelle tre classi sono state individuate in maniera empirica in base ad un campione pluriennale di dati.

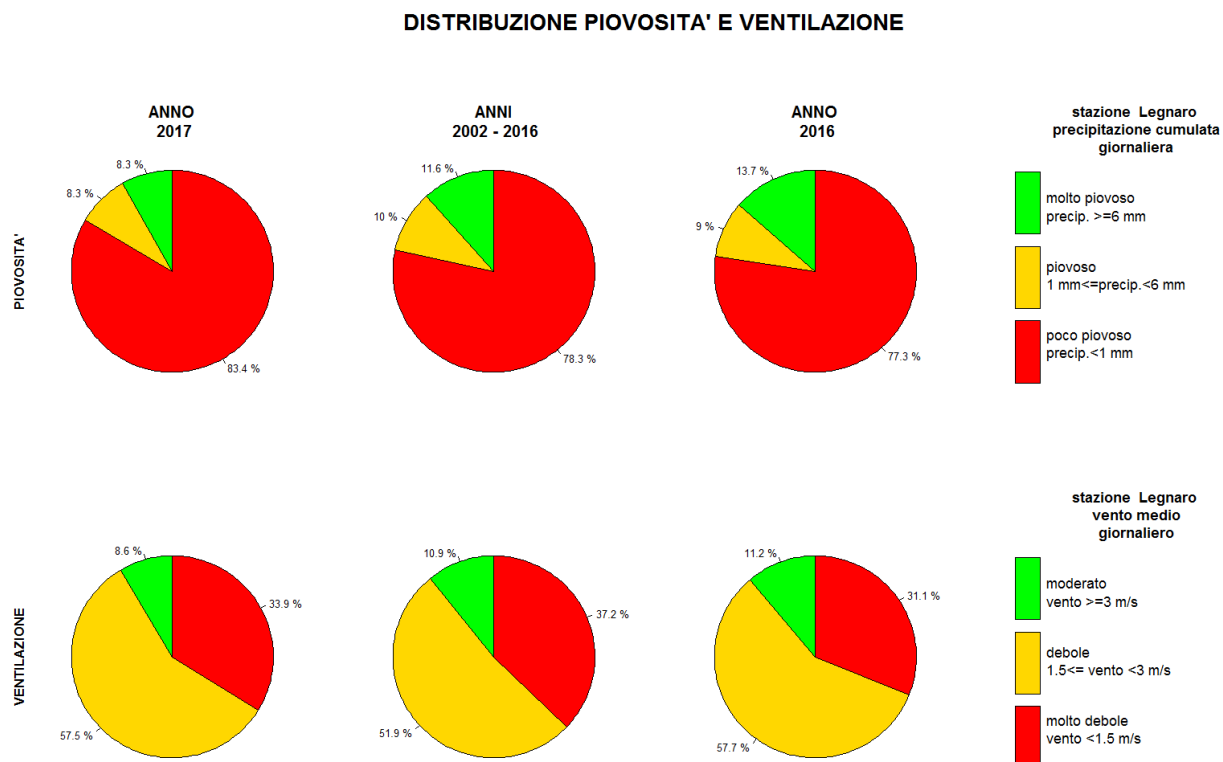


Figura 3: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel 2017, nel periodo 2002-2016 e durante il 2016.

Nella Figura 3 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica di Legnaro in tre periodi:

- 01/01 – 31/12/2017, anno oggetto di monitoraggio della qualità dell'aria;
- 01/01 – 31/12 dall'anno 2002 al 2016, distribuzione media dall'anno in cui è attivo il rilevamento della precipitazione e del vento a 10 m;
- 01/01 – 31/12/2016, anno precedente a quello di monitoraggio in oggetto.

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che nel 2017:

- 1) i giorni poco piovosi sono stati un po' più frequenti rispetto sia alla media degli anni dal 2002 al 2016, sia al 2016;
- 2) i giorni con vento molto debole sono leggermente più frequenti rispetto al 2016, ma un po' meno frequenti rispetto alla media 2002-2016.

In figura 4 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Legnaro nel 2017.

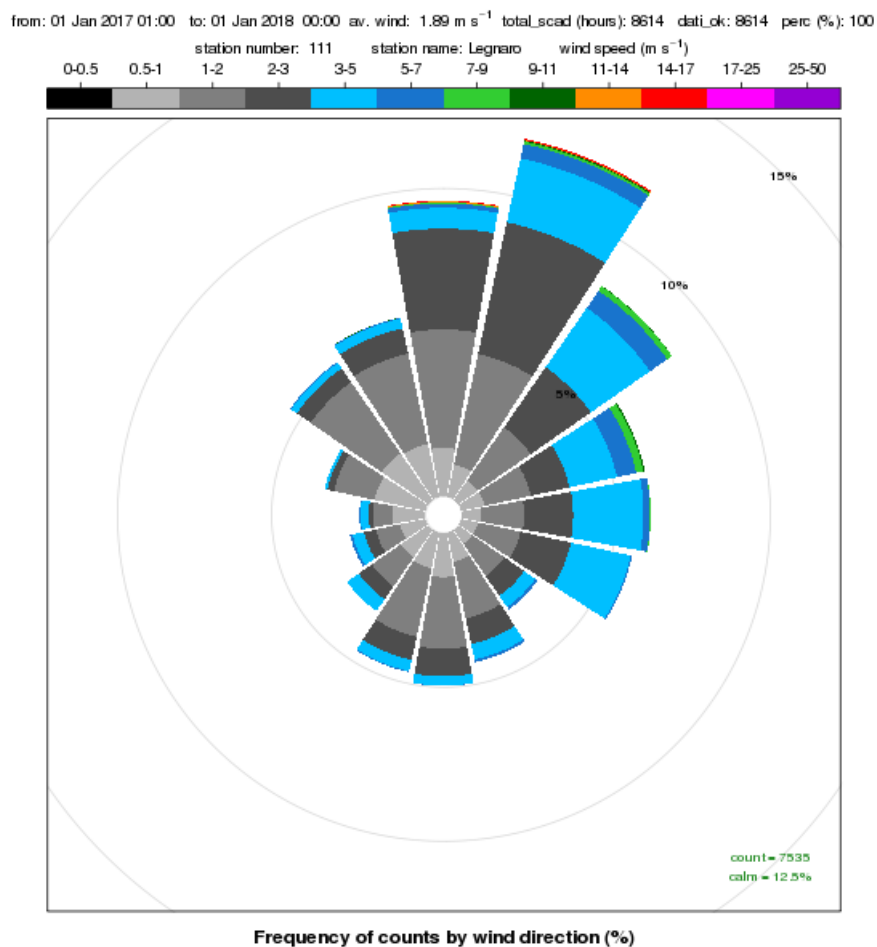


Figura 4: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Legnaro nel periodo 1 gennaio -31 dicembre 2017

Dalla figura si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è Nord-Nordest (circa 12% dei casi), seguita da Nord (circa 10%) e Nord-Est (circa 9%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 12.5%; la velocità media pari a circa 1.9 m/s.

4 Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

Le centraline sono dotate 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 PM_{2.5}), dalla cui successiva caratterizzazione chimica in laboratorio è possibile determinare gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), in particolare il Benzo(a)pirene, e i Metalli (Pb, As, Cd, Ni, 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.

Nella Tabella successiva si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge previsti dal D.Lgs. 155/2010, suddivisi in limiti di legge a mediazione di breve periodo e lungo periodo e in relazione alla protezione degli ecosistemi.

INQUINANTE	NOME LIMITE	INDICATORE STATISTICO	VALORE
SO ₂	Limite p.e.	Media Anno e Inverno	20 ug/m ³
	Soglia di allarme	Superamento per 3h consecutive del valore	500 ug/m ³
	Limite 1h [p.s.u.]	Media 1h	350 ug/m ³ [<= 24 sup]
	Limite 24h [p.s.u.]	Media 24h	125 ug/m ³ [<= 3 sup]
Nox	Limite p.v.	Media Anno	30 ug/m ³
NO ₂	Soglia di allarme	Superamento per 3h consecutive del valore	400 ug/m ³
	Limite 1h [p.s.u.]	Media 1h	200 ug/m ³ [<= 18 sup]
	Limite Anno [p.s.u.]	Media Anno	40 ug/m ³
PM ₁₀	Limite 24h [p.s.u.]	Media 24h	50 ug/m ³ [<= 35 sup]
	Limite Anno [p.s.u.]	Media Anno	40 ug/m ³
PM _{2.5}	Valore Obiettivo [p.s.u.]	Media Anno	25 ug/m ³
CO	Limite [protezione s.u.]	Max giorno MM8h	10 mg/m ³
O ₃	Soglia di informazione	Superamento valore 1h	180 ug/m ³
	Soglia di allarme	Superamento valore 1h	240 ug/m ³
	Obiettivo a lungo termine [p.s.u.]	Max giorno MM8h	120 ug/m ³
	Valore Obiettivo p.s.u.	Max giorno MM8h	120 ug/m ³ [<= 25 d/y, Media 3 y]
	Valore Obiettivo p.s.u.	AOT40 valori 1h [maggio-luglio]	18000 ug/m ³ x h [Media 5 y]
	Obiettivo a lungo termine [p.v.]	AOT40 valori 1h [maggio-luglio]	6000 ug/m ³ x h
B(a)P	Valore obiettivo	Media Anno	1.0 ng/m ³
C6H6	Limite Anno [p.s.u.]	Media Anno	5.0 ug/m ³
Pb	Limite Anno [p.s.u.]	Media Anno	0.5 ug/m ³
Ni	Valore obiettivo	Media Anno	20.0 ng/m ³
As	Valore obiettivo	Media Anno	6.0 ng/m ³
Cd	Valore obiettivo	Media Anno	5.0 ng/m ³
Legenda: p.e. = protezione degli ecosistemi; p.s.u. = protezione della salute umana; p.v. = protezione della vegetazione; MM8h: media mobile su 8h.			

TAB. 1: Valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione (D.Lgs.155/2010 s.m.i.).

5 Informazione sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo allestiti nelle stazioni, presentano caratteristiche conformi al D.Lgs. 155/2010 (i volumi sono stati normalizzati ad una temperatura di 20°C ed una pressione di 101,3 kPa) e realizzano acquisizione, misura e registrazione dei risultati in modo automatico (gli orari indicati si riferiscono all'ora solare).

Il campionamento del particolato è stato realizzato con una linea di prelievo sequenziale, posta all'interno della stazione, che utilizza filtri in quarzo da 47 mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore. Tali campionamenti sono stati condotti con l'utilizzo di apparecchiature conformi alle specifiche tecniche dettate dal D. Lgs. 155/2010 (il volume

campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni). La misura del particolato è stata effettuata in automatico con uno strumento in grado di misurare l'assorbimento di radiazione beta da parte del particolato raccolto sul filtro.

Le determinazioni analitiche degli idrocarburi policiclici aromatici IPA (con riferimento al benzo(a)pirene) sono state effettuate al termine del ciclo di campionamento sui filtri, mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) "metodo UNI EN 15549:2008".

Per quanto riguarda i metalli, le determinazioni analitiche sono state effettuate mediante spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP - Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornello a grafite "metodo UNI EN 14902:2005".

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, diverso a seconda dello strumento impiegato o della metodologia adottata.

Allo stato attuale, ai fini delle elaborazioni e per la valutazione della conformità al valore limite si utilizzano le "Regole di accettazione e rifiuto semplici", ossia le regole più elementari di trattamento dei dati, corrispondenti alla considerazione delle singole misure prive di incertezza e del valore medio come numero esatto. ("Valutazione della conformità in presenza dell'incertezza di misura". di R. Mufato e G. Sartori nel Bollettino degli esperti ambientali. Incertezza delle misure e certezza del diritto/anno 62, 2011 2-3).

6 Efficienza di campionamento

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

Per le misure con centraline fisse bisogna assicurare una resa del 90% di dati validi per anno al netto delle ore di manutenzione ordinaria e taratura periodica della strumentazione. Fanno eccezione Benzo(a)pirene e Metalli (As, Cd e Ni), per i quali la legge prevede un periodo minimo di copertura del 33% per il B(a)p e del 14% per i Metalli (con resa 90%).

Gli obiettivi di qualità sono stati raggiunti per tutti gli inquinanti monitorati.

Presso APS1 sono stati effettuati 362 campioni di PM10 [99%] e 361 campioni di PM2.5 [99%]. Sul PM10 sono state eseguite 134 analisi degli IPA [37%] e 125 analisi dei Metalli [35%].

Presso APS2 sono stati effettuati 359 campioni di PM10 [98%] e 361 campioni di PM2.5 [99%]. Sul PM10 sono state eseguite 136 analisi dei IPA [38%] e 128 analisi dei Metalli [36%].

7 Analisi dei dati rilevati

Di seguito si presentano le elaborazioni statistiche delle misure di concentrazione effettuate durante l'anno 2017 in Via Internato Ignoto e in via Carli nel Comune di Padova. 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 presso le stazioni fisse di monitoraggio di Arcella (stazione di "traffico urbano") e/o di Mandria (stazione di "fondo o background urbano").

Per ciascun inquinante considerato, è inoltre riportata 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 e non direttamente confrontabili con i valori medi registrati durante il monitoraggio.

7.1 Biossido di zolfo (SO₂)

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 l'SO₂ 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 sono riportati i parametri statistici a confronto con i rispettivi valori rilevati dalla stazione di Arcella nel Comune di Padova.

SO ₂ (µg/m ³)	Massimo orario rilevato	Numero dati
APS1	11	8249
APS2	12	8218
ARCELLA	28	8304

TAB.2

I livelli ambientali di biossido di zolfo rilevati nel Comune di Padova nel 2017 sono risultati sempre ampiamente inferiori sia al limite per la protezione della salute (350 µg/m³, media 1h; 125 µg/m³, media 24h) che alla soglia di allarme (500 µg/m³, persistenza per 3 h consecutive).

7.2 Monossido di carbonio (CO)

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 CO 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.

Nella seguente tabella sono riportati i parametri statistici a confronto con i rispettivi valori rilevati dalle stazioni di Mandria e Arcella nel Comune di Padova.

CO (mg/m ³)	Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore	Numero dati disponibili
APS1	3.0	8145
APS2	2.0	8184
MANDRIA	2.0	8241
ARCELLA	2.0	8220

TAB.3

Il monitoraggio del monossido di carbonio (CO) nel Comune di Padova nel 2017 non ha evidenziato superamenti del valore limite fissato dal DLgs 155/2010 (10 mg/m³, media mobile 8h).

7.3 Ozono (O₃)

È un inquinante 'secondario' che si forma in seguito alle reazioni fotochimiche che coinvolgono inquinanti precursori prodotti dai processi di combustione (NO_x, idrocarburi, aldeidi). Le concentrazioni ambientali di O₃ 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 a confronto con i rispettivi valori rilevati dalla stazione di Mandria nel Comune di Padova.

O ₃ (µg/m ³)	Numero superamenti 120 µg/m ³	Numero superamenti 180 µg/m ³	Numero dati disponibili
APS1	33	3	8343
APS2	25	6	8377
MANDRIA	53	6	8335

TAB.4

Nel corso del 2017 nelle stazioni, APS1 e APS2 rispettivamente, sono stati registrati 33 e 25 superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, max media 8h) e 3 e 6 superamenti della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, media 1h). Nessuna delle due stazioni ha registrato superamenti della soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, persistenza per 3 h consecutive).

I Grafici in allegato riportano la serie temporale della massima media mobile giornaliera di Ozono.

7.4 Biossido di azoto (NO_2)

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.

Nella seguente tabella sono riportati i parametri statistici a confronto con i rispettivi valori rilevati dalle stazioni di Mandria e Arcella nel Comune di Padova.

NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore medio orario	Numero di dati
APS1	35	8329
APS2	36	8357
MANDRIA	33	8374
ARCELLA	42	8272

TAB.5

Nel corso del 2017 non sono stati registrati superamenti del valore limite di protezione della salute ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inteso come valore orario). Il valore medio annuale ad APS1 e APS2 è risultato inferiore al limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

7.5 Polveri fini (PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$)

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. 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_{10}) può essere considerato un indice della concentrazione di particelle in grado di penetrare nel torace (frazione inalabile). A sua volta il $\text{PM}_{2.5}$ (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_2). Le polveri PM_{10} che si depositano nel tratto superiore o extratoracico (cavità nasali, faringe, laringe) possono causare effetti irritativi locali quali secchezza e infiammazione. Le polveri $\text{PM}_{2.5}$ 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.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i parametri statistici del PM_{10} e del $\text{PM}_{2.5}$ a confronto con i rispettivi valori rilevati dalle stazioni di Mandria e Arcella (solo PM_{10}) nel Comune di Padova.

PM ₁₀ (µg/m ³)	Media	N° di superamenti di 50 µg/m ³	Numero dati disponibili
APS1	40	93	362
APS2	37	83	359
MANDRIA	42	102	361
ARCELLA	39	90	353

TAB.6

PM _{2.5} (µg/m ³)	Media	Numero dati disponibili
APS1	29	361
APS2	26	361
MANDRIA	34	346

TAB.7

Nel 2017 il limite giornaliero di 50 µg/m³ per il PM₁₀ è stato superato 93 e 83 volte, per APS1 e APS2 rispettivamente, mentre la media è risultata inferiore al limite annuale di 40 µg/m³ ad APS2, coincidente con lo stesso ad APS1. Il limite di 35 superamenti/anno è quindi stato ampiamente superato.

Il limite annuale di 25 µg/m³ per PM_{2.5} è stato superato sia ad APS1 che ad APS2.

I Grafici in allegato riportano la serie temporale delle misure giornaliere di PM₁₀.

7.6 Benzo(a)pirene (Idrocarburi Policiclici Aromatici: IPA)

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. E' 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 seguente tabella sono riportati i parametri statistici del Benzo(a)pirene a confronto con i rispettivi valori rilevati dalle stazioni di Mandria e Arcella nel Comune di Padova.

B(a)P (ng/m ³)	Media	Numero dati disponibili
APS1	1.4	134
APS2	1.4	136
MANDRIA	1.5	177
ARCELLA	1.4	131

TAB.8

La media di Benzo(a)pirene è risultata superiore al valore obiettivo annuale di 1 ng/m³ per entrambe le stazioni, in linea con le altre stazioni di Padova qui 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 µg/l e su questa base è stata proposta una stima della concentrazione media annuale consentita dalla normativa in atmosfera (0,5 µg/m³, DLgs 155/2010).

Nella seguente tabella sono riportati i parametri statistici dei Metalli a confronto con i rispettivi valori rilevati dalla stazione fissa di Arcella nel Comune di Padova.

STAZIONI	Valori Medi Metalli pesanti				
	As [ng/m ³]	Cd [ng/m ³]	Ni [ng/m ³]	Hg [ng/m ³]	Pb [µg/m ³]
APS1	0.7	0.5	2.3	< 1	0.008
APS2	0.8	0.5	2.6	< 1	0.007
ARCELLA	0.6	0.4	3.0	< 1	0.01

TAB.9

La concentrazione media di Metalli nel 2017 è risultata inferiore ai valori limite previsti dal D. Lgs. 155/2010.

A differenza degli altri elementi in tracce, per quanto riguarda il mercurio (Hg) il DLgs 155/2010 non indica un valore obiettivo da rispettare. Le analisi realizzate hanno registrato quantitativi medi di Hg < 1 ng/m³ (valore inferiore al limite di rilevabilità dello strumento).

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).

CROMATISMI	QUALITA' DELL'ARIA
	BUONA
	ACCETTABILE
	MEDIOCRE
	SCADENTE
	PESSIMA

TAB.10

Il calcolo dell'indice, che può essere effettuato per ogni giorno di campagna, 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 è determinata dal relativo giudizio assegnato. Quindi, è possibile distinguere situazioni di moderato superamento da situazioni significativamente più critiche¹.

Di seguito sono riportate le frequenze percentuali di giornate ricadenti in ogni classe dell'IQA per ciascuna delle due stazioni APS1 e APS2 nel 2017. Non si osservano significative differenze tra le due stazioni.

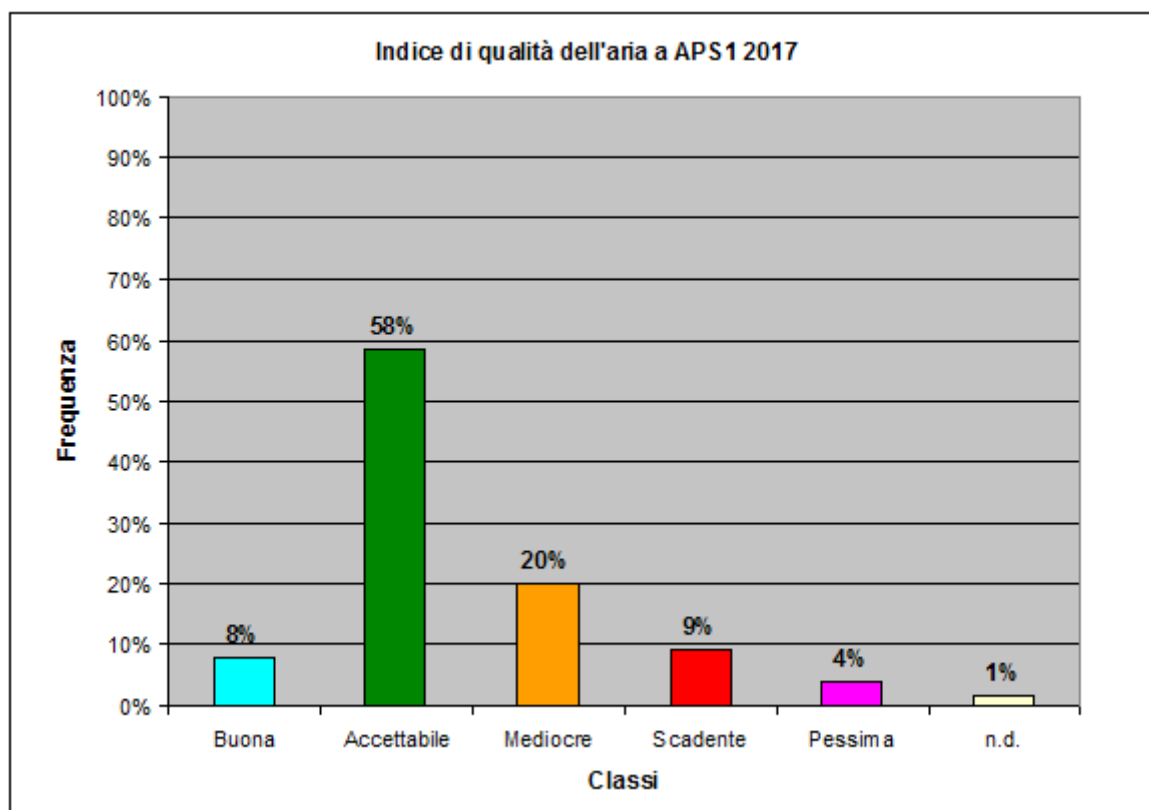


Fig. 5 Indice di Qualità dell'aria a APS1 [n.d.: dato non disponibile]

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

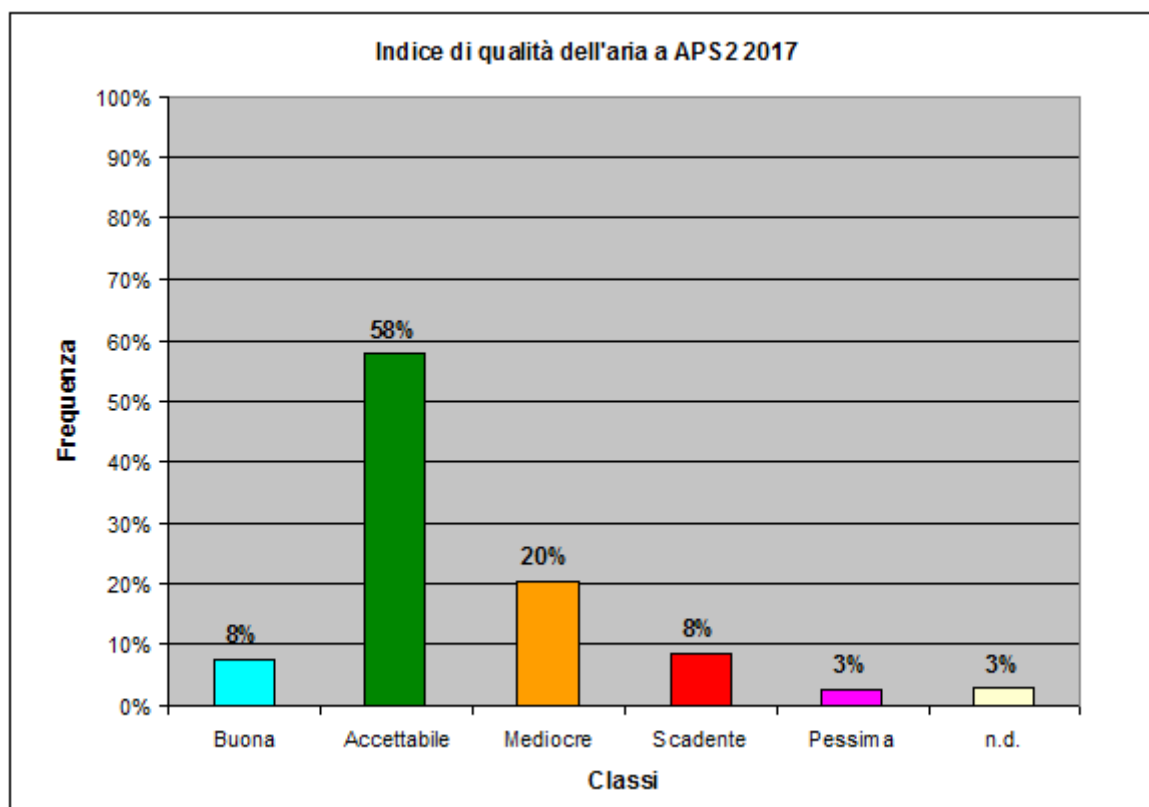


Fig. 6: Indice di Qualità dell'aria a APS2 [n.d.: dato non disponibile]

9 Conclusioni

Di seguito si riassumono le principali conclusioni risultanti dall'elaborazione delle misure per: biossido di zolfo (SO_2), monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO_2), ozono (O_3), polveri fini (PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$), benzo(a)pirene (IPA), Metalli pesanti (As, Cd, Ni, Pb, Hg).

Le concentrazioni di **biossido di zolfo (SO_2)** e **monossido di carbonio (CO)** sono risultate ampiamente inferiori al limite per la protezione della salute.

Per quanto riguarda l'**ozono (O_3)**, il numero di superamenti del valore limite di protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) risulta superiore per APS2, quasi doppio rispetto APS1. In ogni caso entrambi i valori risultano molto inferiori rispetto a Mandria, come in passato. Entrambe le stazioni hanno registrato superamenti del limite orario ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 1h), APS2 il doppio di volte rispetto ad APS1.

Il **biossido di azoto (NO_2)** non ha registrato alcun superamento del valore limite di protezione della salute a breve termine ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Il monitoraggio, inoltre, ha evidenziato per entrambe le stazioni una concentrazione media inferiore al valore limite annuale di protezione della salute ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In particolare, la concentrazione media è risultata in linea con quella di Mandria, molto inferiore rispetto Arcella.

Per quanto riguarda le polveri fini (**PM_{10}**), il numero di superamenti del limite giornaliero di protezione della salute di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è risultato ampiamente superiore al limite annuale di 35 superamenti/anno in entrambe le stazioni, in linea con Arcella. Il valore medio della concentrazione di polveri fini ad APS1 è risultato pari al limite annuale di protezione della salute ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ad APS2 il valore medio della concentrazione di polveri fini è risultato leggermente inferiore al limite annuale.

Entrambe le stazioni hanno registrato una concentrazione media annuale del particolato più fine (**$\text{PM}_{2.5}$**) superiore al limite di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La media di **Benzo(a)pirene** è risultata superiore al valore obiettivo annuale di $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ per entrambe le stazioni, in linea con le altre due stazioni di Padova considerate.

L'analisi dei **metalli pesanti** rilevati sulle polveri fini ha evidenziato una situazione positiva. In particolare per il Piombo (Pb) le concentrazioni medie sono risultate significativamente inferiori ai limiti stabiliti dalla normativa. Per gli altri metalli (As, Cd, Ni, Hg) le concentrazioni medie sono risultate generalmente basse e in linea con i valori rilevati nei corrispondenti periodi presso la stazione di Arcella.

L'analisi **meteo-climatica** mette in luce una maggior piovosità nel 2017 sia rispetto al 2016 che alla media 2002-2016, mentre più lievi sono le variazioni rispetto alla ventosità. Pertanto, mediamente parlando, e limitandoci al confronto con il 2016, il 2017 a Padova è risultato un po' più favorevole alla deposizione degli inquinanti sospesi.

In sintesi, il monitoraggio dello stato di qualità dell'aria nell'anno 2017 presso Via Internato Ignoto (APS1) e Via Carli (APS2), ha evidenziato degli elementi di criticità per:

- polveri fini (PM_{10}), per quanto concerne il numero di superamenti del limite giornaliero;
- polveri fini ($\text{PM}_{2.5}$), per quanto concerne il limite annuale di legge, ampiamente superato;
- Benzo(a)pirene, in termini di superamento del valore obiettivo annuale;

La criticità dell'Ozono (O_3) si riferisce sia ai superamenti del valore obiettivo che della soglia di informazione nel periodo estivo.

Per un inquadramento su scala regionale dei livelli di inquinanti rilevati si veda la relazione sulla qualità dell'aria annuale sul Veneto [<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/riferimenti/documenti>].

10 Scheda sintetica di valutazione

La scheda seguente fornisce una valutazione sintetica dello stato di qualità dell'aria rilevato nel 2017 durante il monitoraggio in Via Internato Ignoto e in via Carli (di tipo "industriale/Urbano).

VALUTAZIONE ANNO 2017		
INDICATORE QUALITA' DELL'ARIA	APS1	APS2
Ozono (O3)		
Biossido di Azoto (NO2)		
PM10 – media annuale		
PM10 – numero superamenti		
PM2.5 – media annuale		
Benzo(a)pirene (IPA)		
Piombo (Pb)		
Arsenico (As), Cadmio (Cd), Nichel (Ni), Mercurio (Hg)		

TAB. 11

LEGENDA	
SIMBOLO	GIUDIZIO
	POSITIVO
	INTERMEDIO
	NEGATIVO

11 Allegati

11.1 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 (µg/m³)h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa 80 µg/m³) 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

è un parametro di posizione che divide 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.

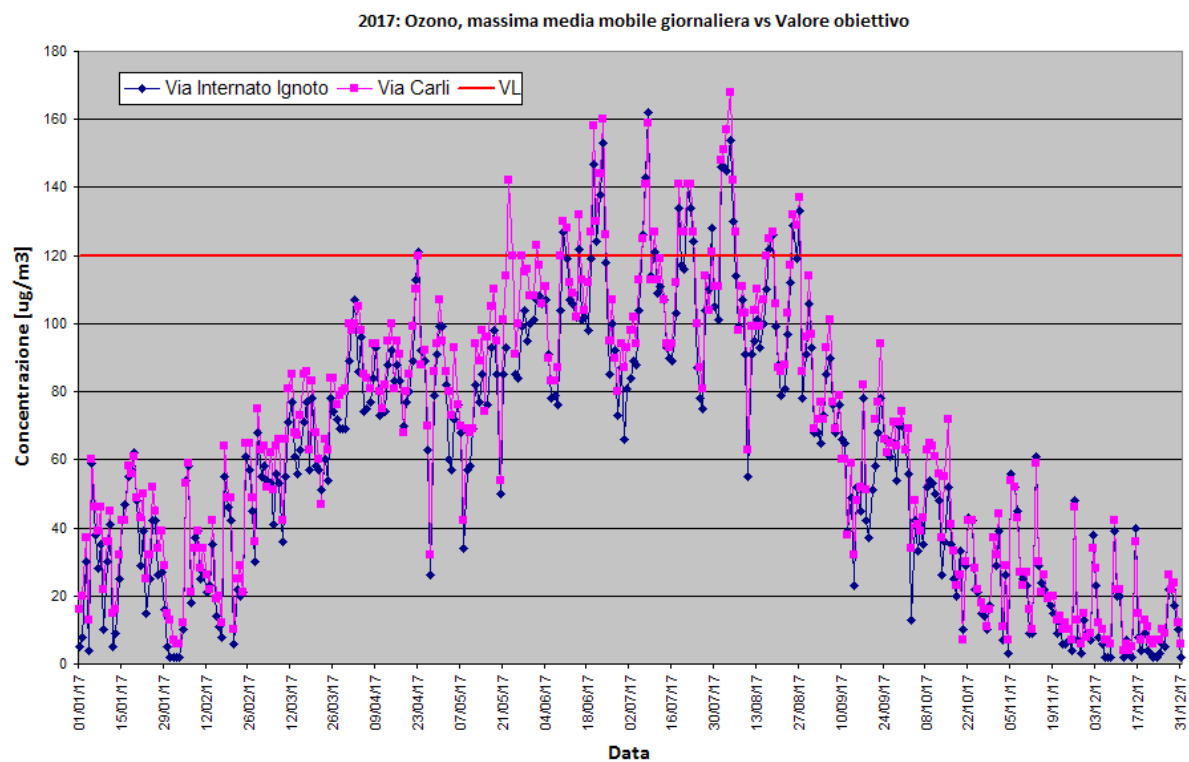
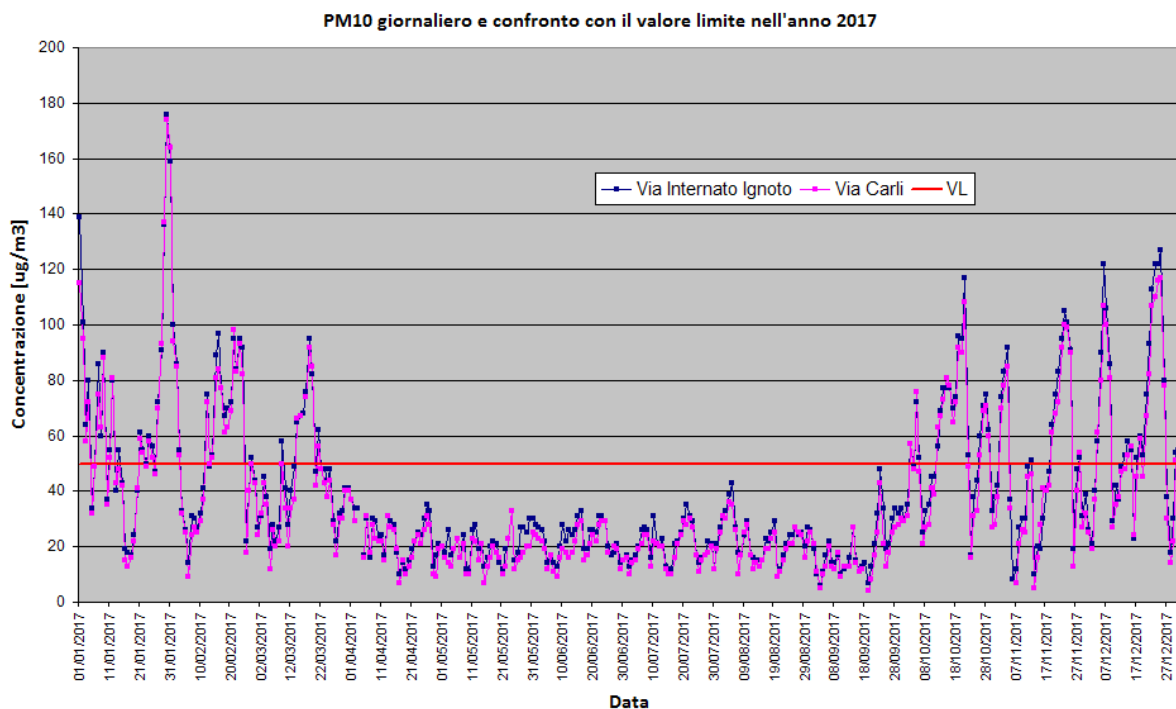
Valore obiettivo

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.

11.2 Grafici





ARPAV

Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Direzione Generale

Via Ospedale, 24
35121 Padova
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

Dipartimento di Padova

Tel. 049-8227801
Fax 049-8227810
e-mail: dappd@arpa.veneto.it