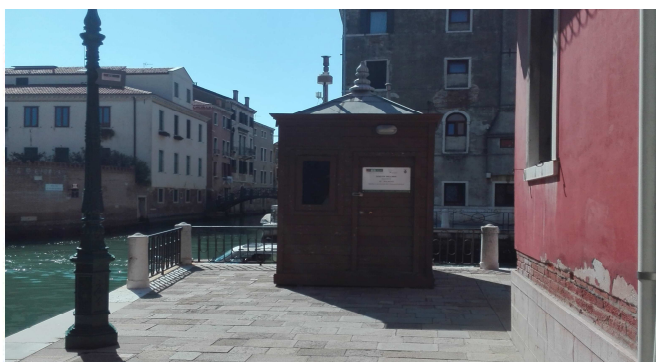


Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

Comune di Venezia

Rio Novo



Periodo di attuazione:
1 gennaio – 31 dicembre 2022

RELAZIONE TECNICA

ARPAV

Direttore Generale

Loris Tomiato

Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente

Rodolfo Bassan

Progetto e realizzazione

Unità Organizzativa Qualità dell'Aria

Unità Organizzativa Monitoraggio Aria

Giovanna Marson

Enzo Tarabotti, Consuelo Zemello, Mauro Zulianello

Con la collaborazione di:

Dipartimento Regionale Laboratori

Unità Organizzativa Inquinamento Atmosferico

Gianmaria Formenton

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

Giugno 2023

INDICE

1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna	pag. 4
2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione	pag. 5
3. Contestualizzazione meteo - climatica dell'area	pag. 7
4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento	pag. 9
5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	pag. 10
6. Efficienza di campionamento	pag. 10
7. Analisi dei dati rilevati	pag. 10
8. Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria)	pag. 14
9. Confronto con indagini precedenti	pag. 15
10. Conclusioni	pag. 17
ALLEGATO 1 - Grafici	pag. 18
ALLEGATO 2 - Glossario	pag. 24

1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna

Nell'ultimo decennio la qualità dell'aria del Comune di Venezia è stata monitorata in continuo da quattro stazioni fisse della Rete regionale di monitoraggio: Parco Bissuola a Mestre (tipologia Fondo Urbano, FU), via Tagliamento a Mestre (tipologia Traffico Urbano, TU), Sacca Fisola a Venezia insulare (tipologia FU) e Malcontenta (tipologia Industriale Suburbana, IS).

In aggiunta, dal 2013 è attiva la stazione di monitoraggio di via Beccaria a Marghera (tipologia TU). In seguito ad alcuni esposti di cittadini veneziani che lamentano situazioni di inquinamento atmosferico causate dall'intenso traffico acqueo lungo i canali di Venezia, il Dipartimento ARPAV di Venezia, in collaborazione con il Comune di Venezia, nel 2017 ha predisposto una stazione di monitoraggio della qualità dell'aria in centro storico. Il monitoraggio ha permesso di fornire informazioni sulla qualità dell'aria all'incrocio tra il Rio dei Tolentini ed il Rio del Malcanton, di fronte alla Fondamenta Rio Novo. Allo scopo sono stati installati analizzatori in continuo dei principali inquinanti atmosferici (CO, NO, NO₂, NO_x, O₃, PM10) all'interno di una vecchia garitta dei Vigili urbani appositamente ristrutturata.

Relativamente al biossido di azoto, i risultati del monitoraggio della qualità dell'aria dell'anno 2018 (primo anno civile completo di misura) hanno evidenziato alcuni superamenti del valore limite orario di 200 µg/m³ e una media annuale di 51 µg/m³, superiore alle medie rilevate presso le altre stazioni di monitoraggio e al valore limite annuale pari a 40 µg/m³.

A fronte di questa criticità l'Amministrazione comunale di Venezia ha emesso una prima ordinanza (n. 252/2019), che prevedeva la limitazione del transito di natanti in Rio Novo; a questo provvedimento, nel corso del 2019 ne sono succeduti diversi, sia di semplice proroga che di ulteriore limitazione.

All'inizio del 2020 l'ordinanza attualmente in vigore (n. 156/2020) ha prorogato l'ultima ordinanza del 2019 fino a nuove disposizioni, introducendo il divieto di transito per i servizi taxi in extra turno dalle ore 7:00 alle ore 20:00 in Rio Novo e nel Rio di Ca' Foscari.

La presente relazione si propone l'obiettivo di riassumere i risultati del monitoraggio della qualità dell'aria dell'anno 2022, quinto anno civile completo di misura, e di confrontarli con i valori registrati nel medesimo periodo presso le altre stazioni fisse di rilevamento della qualità dell'aria del Comune di Venezia.

I dati dei monitoraggi svolti dal 1° settembre 2017 al 31 dicembre 2021 sono già stati riassunti in precedenti relazioni tecniche, disponibili al sito internet www.arpa.veneto.it.

2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione

Il monitoraggio della qualità dell'aria a Rio Novo, iniziato il 1° settembre 2017, è attualmente attivo. Da settembre 2019 a ottobre 2022 uno specifico Accordo di collaborazione ha previsto la presa in carico della gestione della stazione ed il mantenimento della stessa da parte dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Settentrionale "AdSP-MAS". Nel novembre 2022 la stazione è stata inserita nel Programma di Valutazione regionale.

L'area sottoposta a monitoraggio si trova a Venezia centro storico, di fronte alla Fondamenta Rio Novo, ed è di tipologia Traffico Urbano acqueo (in sigla TU-acqueo).

Il Comune di Venezia ricade nella zona "Agglomerato Venezia", ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 1855/2020 e rappresentata in Figura 1. In Figura 2 è indicata l'ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio su Google Maps (coordinate GBO: 1759953, 5036731).

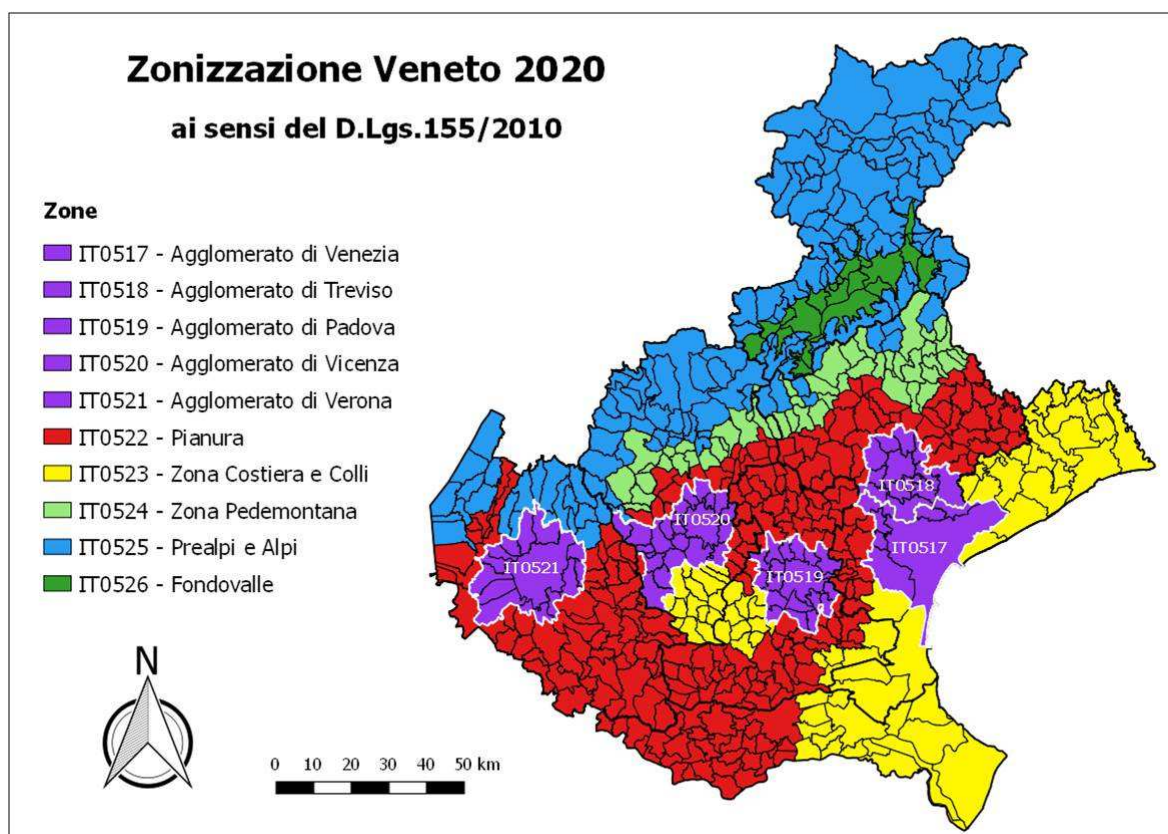


Figura 1. Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 1855/2020



Figura 2. Localizzazione geografica della stazione rilocabile a Venezia, fronte Fondamenta Rio Nuovo

3. Contestualizzazione meteo - climatica dell'area

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

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

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

Per la descrizione della situazione meteorologica si è scelto di utilizzare i dati della stazione di Venezia Istituto Cavanis (codice 252, VE), che è dotata di anemometro a 10 m; si fa presente che tale stazione è collocata sul tetto di un palazzo, quindi pur essendo vicina al sito di svolgimento della campagna (distanza inferiore a 2 km), potrebbe registrare dei venti di intensità superiore a quelli che interessano l'area della campagna e anche la direzione del vento potrebbe essere leggermente diversa a causa dell'interazione dei venti con i palazzi circostanti.

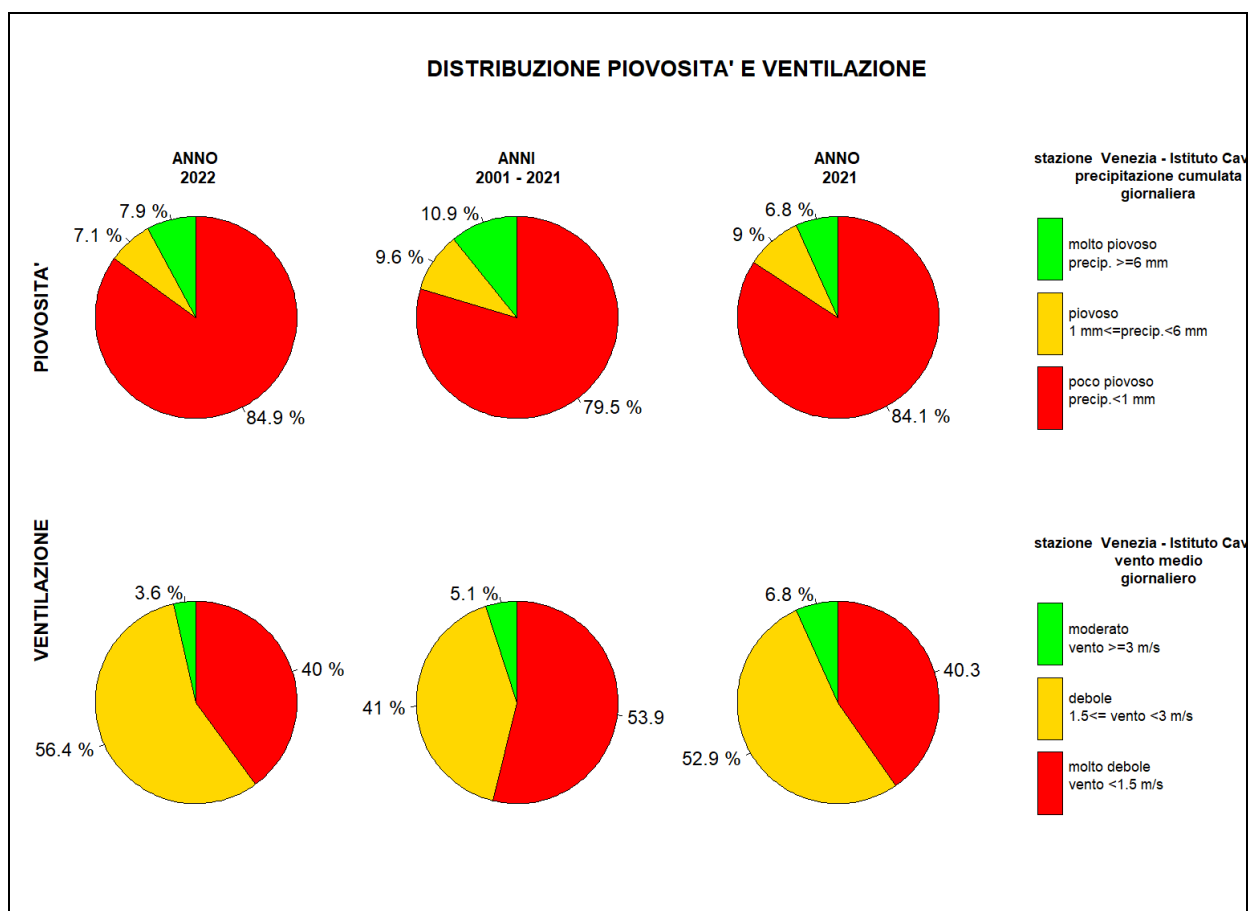


Figura 3. Diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nell'anno a cui si riferisce il monitoraggio di qualità dell'aria, nel periodo corrispondente degli anni precedenti e durante l'anno immediatamente precedente

Nella Figura 3 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV di Venezia Istituto Cavanis (252 - VE) nei tre periodi:

- 1 gennaio - 31 dicembre 2022, cioè l'anno oggetto di monitoraggio della qualità dell'aria;
- 1 gennaio - 31 dicembre, dall'anno 2001 all'anno 2021 (distribuzione media dall'anno in cui è attivo il rilevamento della precipitazione e del vento a 10 m);
- 1 gennaio - 31 dicembre 2021 (cioè anno precedente).

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che, durante l'anno più recente (2022) nel quale è stato effettuato il monitoraggio della qualità dell'aria:

- i giorni poco piovosi sono stati più frequenti rispetto alla media degli anni precedenti, mentre la distribuzione delle giornate in base alla piovosità è stata simile a quella dell'anno immediatamente antecedente (2021);
- la frequenza dei giorni con vento molto debole è stata inferiore a quella media, mentre rispetto al 2021 sono stati un po' meno frequenti i giorni con vento moderato.

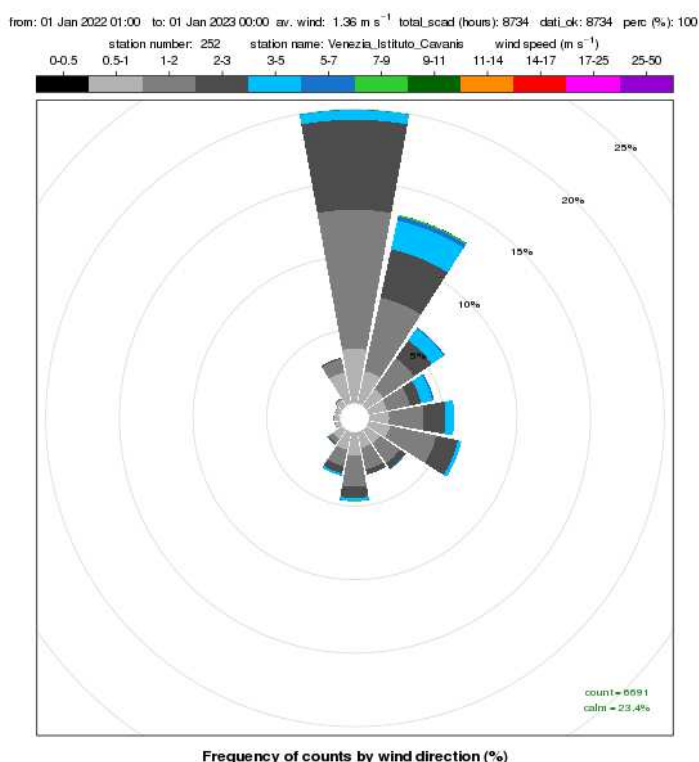


Figura 4. Rosa dei venti a scansione oraria registrati presso la stazione meteorologica di Venezia Istituto Cavanis nel periodo 1 gennaio - 31 dicembre 2022

In Figura 4 si riporta la rosa dei venti a scansione oraria registrati presso la stazione di Venezia Istituto Cavanis durante l'anno 2022: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è nord (circa 20% dei casi), seguita da nord-nordest (circa 13%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 23%; la velocità media pari a circa 1.4 m/s.

4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

La stazione rilocabile è dotata di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti individuati dalla normativa vigente inerente l'inquinamento atmosferico e più precisamente: monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x), ozono (O₃), e polveri inalabili (PM10).

Contestualmente alle misure eseguite in continuo, sono stati effettuati anche dei campionamenti sequenziali per la determinazione gravimetrica in laboratorio delle polveri fini PM2.5.

Per tutti gli inquinanti considerati sono in vigore i limiti individuati dal D.Lgs. 13/08/2010, n. 155. Nelle tabelle seguenti si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge previsti dal D.Lgs. n. 155/2010, suddivisi in limiti di legge a mediazione di breve periodo (Tabella 1), limiti di legge a mediazione di lungo periodo (Tabella 2) e limiti di legge per la protezione degli ecosistemi (Tabella 3).

Tabella 1. Limiti di legge a mediazione di breve periodo

Inquinante	Tipologia	Valore
NO ₂	Soglia di allarme (*)	400 µg/m ³
	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³
PM10	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10 mg/m ³
O ₃	Soglia di informazione (Media 1 h)	180 µg/m ³
	Soglia di allarme (Media 1 h)	240 µg/m ³
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (altrimenti su 1 anno) Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³

(*) misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km², oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

Tabella 2. Limiti di legge a mediazione di lungo periodo

Inquinante	Tipologia	Valore
NO ₂	Valore limite annuale	40 µg/m ³
PM10	Valore limite annuale	40 µg/m ³
PM2.5	Valore limite annuale	25 µg/m ³

Tabella 3. Limiti di legge per la protezione degli ecosistemi

Inquinante	Tipologia	Valore
NO _x	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile	30 µg/m ³
O ₃	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su 3 anni)	18000 µg/m ³ h
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio	6000 µg/m ³ h

5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti, allestiti a bordo della stazione rilocabile, presentano caratteristiche conformi al D.Lgs. n. 155/2010 (i volumi sono stati normalizzati ad una temperatura di 20°C ed una pressione di 101.3 kPa) ed effettuano l'acquisizione, la misura e la registrazione dei risultati in modo automatico (gli orari indicati si riferiscono all'ora solare). Gli analizzatori di monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x) e ozono (O₃) rendono disponibile il dato ogni ora, ottenuto come media delle misure elementari eseguite con scansione ogni 5 secondi nel corso dell'ora precedente, mentre per le polveri inalabili (PM10) misurate in continuo il dato viene fornito con frequenza bioraria.

Il campionamento del particolato PM2.5 (diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm) è attivo dal 2019 ed è stato realizzato con una linea di prelievo sequenziale, posta all'interno della garitta, che utilizza filtri da 47 mm di diametro, portata di aspirazione di 1 m³/h e cicli di prelievo di 24 ore. Detti campionamenti sono stati condotti con l'utilizzo di apparecchiature conformi alle specifiche tecniche di cui al D.Lgs. n. 155/2010 (il volume campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni).

Con riferimento ai risultati riportati si precisa che eventuali dati di concentrazione inferiori ai limiti di quantificazione sono stati sostituiti con un valore pari a metà del limite stesso, in coerenza con le convenzioni utilizzate da ARPAV per il calcolo degli indicatori previsti dalla normativa. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di quantificazione, differente a seconda dello strumento impiegato e della metodologia adottata.

Ai fini delle elaborazioni e per la valutazione della conformità al valore limite si utilizzano le regole di accettazione e rifiuto semplici, che considerano le singole misure prive di incertezza e il valore medio come numero esatto.

6. Efficienza di campionamento

L'Allegato I del D.Lgs. n. 155/2010 fissa gli obiettivi di qualità dei dati e l'ambito di applicazione, in particolare, definisce l'incertezza dei metodi di valutazione, il periodo minimo di copertura e la raccolta minima dei dati. I requisiti relativi alla raccolta minima dei dati ed al periodo minimo di copertura non comprendono le perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

Per le *misurazioni in continuo* di biossido di azoto, ossidi di azoto, monossido di carbonio e particolato, la raccolta minima dei dati deve essere del 90% nell'arco dell'intero anno civile; per l'ozono deve essere del 90% in estate e 75% in inverno.

Nell'intero anno 2022, per ciascun parametro monitorato, sono stati ampiamente rispettati i criteri di raccolta minima dei dati. Nello specifico, la raccolta di dati orari è stata pari al 100% per il monossido di carbonio, pari al 99% per il biossido di azoto e gli ossidi di azoto e pari al 98% per l'ozono. La raccolta di dati giornalieri validi è stata del 100% per il PM10 e sono stati campionati ed analizzati 348 filtri su 365 giorni di monitoraggio per il PM2.5.

7. Analisi dei dati rilevati

Monossido di carbonio (CO)

Durante l'anno di monitoraggio la concentrazione di monossido di carbonio non ha mai superato il valore limite, in linea con quanto si rileva presso tutte le stazioni di monitoraggio della Provincia di Venezia (Grafico 2 in Allegato). La media di periodo è risultata pari a 0.5 mg/m³. Nello stesso periodo di monitoraggio la media delle concentrazioni orarie di CO è risultata leggermente inferiore, pari a 0.4 mg/m³, presso le stazioni di traffico di via Beccaria a Marghera e di via Tagliamento a Mestre.

Allo scopo di verificare nello specifico gli eventuali effetti sulla qualità dell'aria del traffico acqueo lungo il canale, sono stati elaborati gli andamenti del giorno tipo medio infrasettimanale (dal lunedì al venerdì) e del fine settimana (sabato e domenica). Il giorno tipo rappresenta la concentrazione media rilevata in ciascuna ora del giorno nell'intero anno 2022. Dal Grafico 3 in allegato si può evidenziare che l'andamento del giorno tipo nel fine settimana risulta più appiattito rispetto a quello infrasettimanale. La concentrazione di CO a Rio Novo, nella fascia oraria che va dalle 6:00 alle 19:00, risulta essere sistematicamente superiore a quella rilevata presso le due stazioni di traffico della terraferma.

Ossidi di azoto (NO, NO₂ e NO_x)

Durante l'anno 2022 la concentrazione di biossido di azoto non ha mai superato il valore limite orario pari a 200 µg/m³, così come presso le altre stazioni fisse di monitoraggio. La concentrazione oraria massima è stata di 149 µg/m³ presso la stazione di Rio Novo a Venezia, 135 µg/m³ presso la stazione di via Tagliamento a Mestre (TU), 137 µg/m³ presso la stazione di via Beccaria a Marghera (TU), 113 µg/m³ presso la stazione di Sacca Fisola a Venezia (FU) e 101 µg/m³ presso la stazione di Parco Bissuola a Mestre (FU).

La media delle concentrazioni di biossido di azoto rilevate a Rio Novo nel 2022 è stata pari a 37 µg/m³, superiore a quella misurata nei due anni precedenti (pari a 31 µg/m³ nel 2021 e pari a 32 µg/m³ nel 2020), ma decisamente inferiore a quella misurata nel primo biennio di monitoraggio (pari a 51 µg/m³ sia nel 2019 che nel 2018). Sempre nel 2022 la media delle concentrazioni di NO₂ è risultata pari a 29 µg/m³ presso le stazioni di via Tagliamento e di via Beccaria, pari a 24 µg/m³ presso la stazione di Sacca Fisola e pari a 21 µg/m³ presso la stazione di Parco Bissuola. Quindi, la media misurata nel 2022 a Rio Novo è superiore a tutte quelle rilevate presso le altre stazioni di monitoraggio (come nel quadriennio precedente) ma inferiore al valore limite annuale per il biossido di azoto pari a 40 µg/m³ (a differenza di quanto registrato nel 2018 e nel 2019). Si osserva inoltre che le concentrazioni medie mensili del biossido di azoto, riportate nel Grafico 7, mostrano un comportamento generalmente "stagionale", cioè con concentrazioni maggiori nel semestre freddo: a Rio Novo solo le concentrazioni medie mensili di gennaio, febbraio, marzo e ottobre sono risultate superiori a 40 µg/m³ (Grafico 7 in Allegato).

Tabella 4. Confronto delle concentrazioni di NO₂ misurate a Rio Novo con quelle misurate a Mestre – Venezia e con i relativi valori limite

Periodo: 1 gen - 31 dic 2022	NO2					VALORI LIMITE D.Lgs. 155/2010
	Venezia		Mestre - Venezia		Marghera	
	Rio Novo TU	Sacca Fisola FU	Parco Bissuola FU	Via Tagliamento TU	Via Beccaria TU	
MEDIA (µg/m³)	37	24	21	29	29	40
n° super. VL 1h (h)	0	0	0	0	0	18
n° dati (%)	100%	93%	92%	94%	95%	90%

VL 1h = Valore Limite orario

La media delle concentrazioni orarie di NO_x rilevate a Rio Novo nel 2022 è stata pari a 66 µg/m³, superiore al valore limite annuale per la protezione della vegetazione di 30 µg/m³. Comunque, si ricorda che il confronto con il valore limite di protezione della vegetazione rappresenta un riferimento puramente indicativo in quanto il sito indagato non è di tipologia fondo rurale¹.

Allo scopo di verificare gli effetti del traffico acqueo sulla qualità dell'aria a Rio Novo sono stati creati i grafici del giorno tipo del monossido di azoto e del biossido di azoto (Grafico 5 e Grafico 6). Si ricorda che il monossido di azoto (NO) è un inquinante primario che si forma generalmente dai processi di combustione ad alta temperatura; è quindi emesso direttamente dai veicoli (auto e barche) ed è un gas a tossicità limitata. Al contrario, il biossido di azoto (NO₂), noto per la sua

¹ L'Allegato III, punto 3.2, del citato decreto stabilisce che i siti di campionamento in cui si valuta la qualità dell'aria ambiente ai fini della protezione della vegetazione e degli ecosistemi naturali debbano essere ubicati ad oltre 20 Km dalle aree urbane ed oltre 5 Km da zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50000 veicoli al giorno.

rilevanza tossicologica, è un inquinante secondario, si forma in atmosfera in seguito a trasformazioni chimiche a partire dal monossido di azoto; è quindi meno adatto a valutare gli effetti diretti del traffico.

Dai grafici del giorno tipo del monossido di azoto (Grafico 5 in Allegato) a Rio Novo si osservano valori maggiori nelle fasce orarie del mattino (7:00 – 12:00), per poi scendere e mantenersi su valori stabili che, nelle ore centrali della giornata (13:00 – 17:00), risultano essere sistematicamente superiori a tutte le stazioni rappresentate nei grafici. Nella seconda parte della giornata, in controtendenza a quanto osservato presso le stazioni di traffico di via Beccaria e di via Tagliamento, a Rio Novo non si assiste ad un analogo incremento nella fascia oraria che va dalle 18:00 alle 24:00. Quanto evidenziato si osserva anche nei giorni feriali (sabato e domenica) con andamenti notevolmente schiacciati.

I grafici del giorno tipo del biossido di azoto (Grafico 6 in Allegato) sono più uniformi ma portano ad analoghe considerazioni.

Ozono (O₃)

Durante l'anno di monitoraggio la concentrazione media oraria di ozono non ha mai superato la soglia di allarme, pari a 240 µg/m³.

La soglia di informazione, pari a 180 µg/m³ (Grafico 8 in Allegato) è stata superata a Rio Novo per due ore consecutive (dalle 12:00 alle 13:00 del 4 agosto, valore massimo di 185 µg/m³). In Comune di Venezia nel 2022 la soglia di informazione è stata superata per tre ore presso la stazione di Parco Bissuola a Mestre (alle 13:00 del 29 luglio, alle 13:00 del 4 agosto e alle 12:00 del 5 agosto, valore massimo di 198 µg/m³) e per quattro ore presso la stazione di Venezia Sacca Fisola (alle 18:00 del 3 luglio e dalle 12:00 alle 14:00 del 4 agosto, valore massimo di 218 µg/m³).

L'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana pari a 120 µg/m³ è stato superato a Rio Novo in 12 giorni (da giugno ad agosto) su 25 consentiti come media su 3 anni (Grafico 9 in Allegato); lo stesso valore obiettivo è stato superato in 58 giorni a Parco Bissuola, 40 giorni a Sacca Fisola e 7 giorni in via Beccaria.

Il rispetto dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione di cui al D.Lgs. n. 155/10 va calcolato attraverso l'AOT40, cioè la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ rilevate dal 1° maggio al 31 luglio, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le ore 8:00 e le ore 20:00. Sulla base dei dati orari rilevati da maggio a luglio 2020, l'AOT40 calcolato a Rio Novo è 14570 µg/m³, superiore all'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione pari a 6000 µg/m³. Comunque, come per gli ossidi di azoto, si ricorda che il confronto con il valore limite di protezione della vegetazione rappresenta un riferimento puramente indicativo in quanto il sito indagato non è di tipologia fondo rurale.

La media delle concentrazioni di O₃ del 2022 è stata pari a 44 µg/m³ a Rio Novo, 54 µg/m³ presso la stazione di Sacca Fisola (FU), 49 µg/m³ presso la stazione di Parco Bissuola (FU) e 40 µg/m³ presso la stazione di via Beccaria (TU).

Polveri atmosferiche inalabili (PM10)

La concentrazione di polveri PM10 ha superato la concentrazione limite giornaliera per la protezione della salute umana (50 µg/m³ da non superare per più di 35 volte per anno civile) per 51 giorni sui 365 di misura (14%) (Grafico 10 in Allegato). Nello stesso anno di monitoraggio le concentrazioni giornaliere di PM10 sono risultate superiori a tale valore limite per 53 giorni su 360 di misura (15%) presso la stazione di Sacca Fisola (FU), per 53 giorni su 353 di misura (15%) presso la stazione di Parco Bissuola (FU), per 70 giorni su 362 di misura (19%) presso la stazione di via Tagliamento (TU) e per 64 giorni su 360 di misura (18%) presso la stazione di via Beccaria (TU). Nel 2022, analogamente a quanto verificatosi nel triennio precedente, il numero di giorni di superamento del limite giornaliero di polveri PM10 rilevato a Rio Novo, classificato da un punto di vista ambientale come sito di traffico urbano acquedotto, è stato inferiore a quello rilevato presso tutte le altre stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia, sia di traffico che di fondo, ma superiore al numero di giorni consentiti di superamento del limite giornaliero di polveri PM10. Si ricorda che nel 2018 la stazione di Rio Novo aveva invece riscontrato il rispetto di tale valore limite, a differenza di quanto rilevato presso tutte le altre stazioni della provincia di Venezia dall'anno 2003.

La media complessiva dell'anno 2022 calcolata a Rio Novo è risultata pari a 30 µg/m³. Nello stesso anno la media delle concentrazioni di PM10 è risultata pari a 31 µg/m³ presso la stazione di Sacca Fisola (FU), 29 µg/m³ presso la stazione di Parco Bissuola (FU), 34 µg/m³ presso la stazione di via

Tagliamento (TU) e 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ presso la stazione di via Beccaria (TU). Nel 2022 la media misurata a Rio Novo è inferiore a quelle rilevate presso le altre stazioni di traffico del Comune di Venezia e presso la stazione di fondo di Sacca Fisola; inoltre, analogamente a quanto verificatosi nel quadriennio precedente, è inferiore al valore limite annuale per le polveri PM10, pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, come riscontrato in tutta la provincia di Venezia.

Tabella 5. Confronto delle concentrazioni di PM10 misurate a Rio Novo con quelle misurate a Mestre – Venezia e con i relativi valori limite

Periodo: 1 gen - 31 dic 2022	PM10					VALORI LIMITE D.Lgs. 155/2010
	Venezia		Mestre - Venezia		Marghera	
	Rio Novo TU	Sacca Fisola FU	Parco Bissuola FU	Via Tagliamento TU	Via Beccaria TU	
MEDIA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	30	31	29	34	33	40
n° super. VL 24h (giorni)	51	53	53	70	64	35
n° dati (giorni)	365	360	353	362	360	329
% super. VL 24h	14	15	15	19	18	10

VL 24h = Valore Limite giornaliero

Dai grafici del giorno tipo della concentrazione bioraria di PM10 (Grafico 11 in Allegato) non si osservano picchi evidenti come per gli altri inquinanti: le concentrazioni sono mediamente uniformi durante tutta la giornata. Si osserva comunque un leggero incremento delle concentrazioni medie nelle ore serali e notturne in tutte le stazioni di misura, dovuto all'abbassamento dell'altezza dello strato limite atmosferico (cioè dello strato di atmosfera rimescolato in cui si disperdono le concentrazioni emesse al suolo) e in alcuni casi anche a fenomeni di inversione termica.

Osservando i grafici del giorno tipo di PM10, a confronto con gli stessi grafici di CO, NO e NO₂, emerge come il parametro PM10 sia meno sensibile di altri all'effetto delle emissioni da traffico veicolare; le polveri PM10 hanno infatti una rilevante componente di origine secondaria dovuta alla loro formazione in atmosfera a partire da emissioni primarie di gas inquinanti (principalmente ossidi di azoto e di zolfo che reagiscono in atmosfera con l'ammoniaca disponibile, formando nitrato e solfato d'ammonio).

Polveri fini (PM2.5)

Il campionamento del particolato PM2.5 (diametro aerodinamico inferiore a 2.5 μm) a Rio Novo è attivo da gennaio 2019 ed è stato realizzato con una linea di prelievo sequenziale, posta all'interno della garitta.

La media complessiva dell'anno 2022 calcolata a Rio Novo è risultata pari a 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pari o superiore alle medie registrate nel 2021, 2020 e 2019 (pari rispettivamente a 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ma inferiore al valore limite annuale per le polveri PM2.5, pari a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nello stesso anno la media delle concentrazioni di PM2.5 è risultata pari a 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ presso la stazione di Parco Bissuola (FU), pari a 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ presso la stazione di Malcontenta (IS) e pari a 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ presso la stazione di Venezia Punta Fusina (IS).

8. Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria)

Dall'anno 2014 ARPAV ha implementato con la valutazione dell'Indice di Qualità dell'Aria sia la tabella dei dati validati delle stazioni fisse della Rete Regionale della Qualità dell'Aria, disponibile in internet, sia le informazioni contenute nelle relazioni tecniche delle campagne di monitoraggio. Valutati i diversi indici attualmente utilizzati in ambito nazionale e internazionale, ha quindi deciso di utilizzare l'indice già in uso presso l'ARPA Emilia Romagna.

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, come riportato nella tabella seguente.

Cromatismi	Qualità dell'aria
●	Buona
●	Accettabile
●	Mediocre
●	Scadente
●	Pessima

Il calcolo dell'indice, che può essere effettuato per ogni giorno di campagna, è basato sull'andamento delle concentrazioni di 3 inquinanti: PM10, biossido di azoto e ozono.

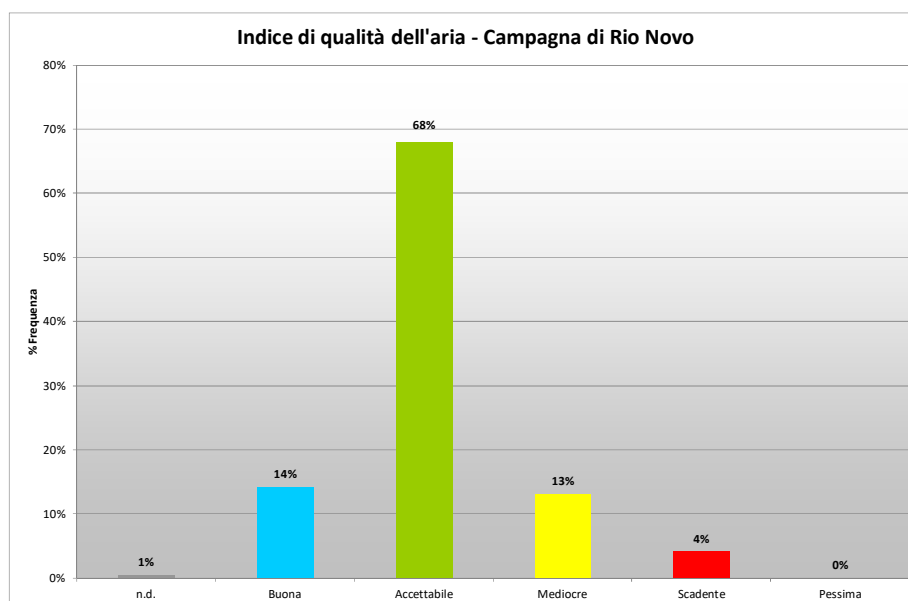
Le prime due classi di qualità (buona e accettabile) informano che per nessuno dei tre inquinanti vi sono stati superamenti dei relativi indicatori di legge e che quindi non vi sono criticità legate alla qualità dell'aria in una data stazione.

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

Per maggiori informazioni sul calcolo dell'indice di qualità dell'aria si può visitare la seguente pagina web: <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/iqa/indice>.

Di seguito sono riportati, per il monitoraggio effettuato a Rio Novo dal 1° gennaio al 31 dicembre 2022, il numero di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA.

Grafico 1. Calcolo dell'indice sintetico di qualità dell'aria per il monitoraggio a Rio Novo (1 gennaio – 31 dicembre 2022)



n.d.: non disponibile; corrisponde a giornate in cui non è stato possibile calcolare l'indice per l'assenza di dati di uno o più inquinanti.

9. Confronto con indagini precedenti

Il monitoraggio a Rio Novo è attivo dal 1° settembre 2017; sono quindi attualmente disponibili cinque anni completi di misura. Si ritiene pertanto utile approfondire il confronto tra i dati misurati nel 2022 con quelli del quadriennio precedente, con particolare riguardo agli inquinanti NO₂ e PM10.

Nelle tabelle che seguono, sia per il biossido di azoto che per le polveri PM10 e per tutte le stazioni del Comune di Venezia, sono state calcolate le variazioni percentuali delle medie annuali del 2022 rispetto al 2021, al 2020, al 2019 e al 2018.

Tabella 6. Medie annuali di PM10 misurate in Comune di Venezia dal 2018 al 2022 e variazione percentuale nel 2022

	PM10				
	Venezia		Mestre - Venezia		Marghera
	Rio Novo TU	Sacca Fisola BU	Parco Bissuola BU	Via Tagliamento TU	Via Beccaria TU
MEDIA 2022 (µg/m ³)	30	31	29	34	33
MEDIA 2021 (µg/m ³)	24	29	27	33	31
MEDIA 2020 (µg/m ³)	28	33	32	37	36
MEDIA 2019 (µg/m ³)	29	34	30	34	34
MEDIA 2018 (µg/m ³)	30	33	30	34	33
variazione % 2022 vs 2021	25%	7%	7%	3%	6%
variazione % 2022 vs 2020	7%	-6%	-9%	-8%	-8%
variazione % 2022 vs 2019	3%	-9%	-3%	0%	-3%
variazione % 2022 vs 2018	0%	-6%	-3%	0%	0%

Tabella 7. Medie annuali di NO₂ misurate in Comune di Venezia dal 2018 al 2022 e variazione percentuale nel 2022

	NO2				
	Venezia		Mestre - Venezia		Marghera
	Rio Novo TU	Sacca Fisola BU	Parco Bissuola BU	Via Tagliamento TU	Via Beccaria TU
MEDIA 2022 (µg/m ³)	37	24	21	29	29
MEDIA 2021 (µg/m ³)	31	25	25	30	30
MEDIA 2020 (µg/m ³)	32	23	24	28	29
MEDIA 2019 (µg/m ³)	51	29	28	37	36
MEDIA 2018 (µg/m ³)	51	28	27	35	36
variazione % 2022 vs 2021	19%	-4%	-16%	-3%	-3%
variazione % 2022 vs 2020	16%	4%	-13%	4%	0%
variazione % 2022 vs 2019	-27%	-17%	-25%	-22%	-19%
variazione % 2022 vs 2018	-27%	-14%	-22%	-17%	-19%

In riferimento al biossido di azoto (Tabella 7), la prima cosa che si osserva è la netta diminuzione dei valori medi registrati nel 2020 rispetto ai valori del biennio precedente, con ogni probabilità dovuta alle numerose e importanti limitazioni alla circolazione conseguenti all'emergenza COVID-19.

Nel 2022 presso la stazione di Rio Novo si registra un aumento dei valori di PM10 superiore rispetto a quello delle altre stazioni; la media annuale dal 2018 al 2021 era sempre diminuita, mentre nel 2022 torna al valore del 2018, pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 6).

I valori di biossido di azoto diminuiscono ovunque nel 2022, tranne a Rio Novo, dove si registra un aumento del 19%.

I grafici 12 e 13 rappresentano l'andamento delle medie mensili di monossido di azoto (inquinante che ha natura esclusivamente primaria, ovvero è direttamente emesso dalle sorgenti emmissive, principalmente dal traffico) e biossido di azoto calcolate per la stazione di Rio Novo in riferimento al periodo 1° settembre 2017 - 31 dicembre 2022.

Il netto decremento dei valori del 2020 è proseguito anche nel 2021, anno in cui entrambi i parametri presentano medie mensili sempre inferiori a quelle misurate nel biennio 2018-2019. Nel 2022, invece, si osserva un certo aumento dei valori medi mensili rispetto al biennio precedente.

10. Conclusioni

Il monitoraggio della qualità dell'aria a Rio Novo, iniziato il 1° settembre 2017, è attualmente attivo. Da settembre 2019 a ottobre 2022 uno specifico Accordo di collaborazione ha previsto la presa in carico della gestione della stazione ed il mantenimento della stessa da parte dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Settentrionale "AdSP-MAS". Nel novembre 2022 la stazione è stata inserita nel Programma di Valutazione regionale.

La presente relazione tecnica riporta l'analisi dei risultati del quinto anno civile completo di monitoraggio, cioè dal 1° gennaio al 31 dicembre 2022, al fine di valutare il rispetto dei valori limite annuali, ai sensi del D.Lgs. 155/2010.

La situazione meteorologica verificatasi durante la campagna è stata analizzata dal Servizio Meteorologico di ARPAV utilizzando i dati della stazione meteorologica ARPAV di Venezia Istituto Cavanis (252 - VE).

Nel 2022 le concentrazioni di monossido di carbonio non hanno mai superato i limiti di legge a mediazione di breve periodo. Questo inquinante non presenta quindi particolari criticità.

La media complessiva dell'anno 2022 delle concentrazioni di PM_{2.5} calcolata a Rio Novo è risultata pari a 22 µg/m³, pari o inferiore a quelle rilevate presso le altre stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia (fatta eccezione per la stazione di Punta Fusina) e al valore limite annuale per le polveri PM_{2.5}, pari a 25 µg/m³.

Nel 2022 a Rio Novo la concentrazione di biossido di azoto non ha mai superato il valore limite orario di 200 µg/m³, così come presso le altre stazioni fisse di monitoraggio. La media delle concentrazioni di biossido di azoto rilevate a Rio Novo nel 2022 è stata pari a 37 µg/m³, inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m³, superiore a quella misurata nei due anni precedenti, ma decisamente inferiore a quella misurata nel 2019 e nel 2018.

La media delle concentrazioni di PM₁₀ rilevate a Rio Novo è stata pari a 30 µg/m³, inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m³ ed alle medie rilevate presso le altre stazioni di traffico del Comune di Venezia e presso la stazione di fondo di Sacca Fisola. Tuttavia a Rio Novo la concentrazione di polveri PM₁₀ ha superato il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana, pari a 50 µg/m³, per un totale di 51 giorni di superamento su 365 complessivi di misura, quindi per un numero di giorni superiore ai 35 consentiti in un anno civile. Per quanto detto, si segnala a Rio Novo la criticità relativamente alle polveri PM₁₀, criticità che però rientra in un quadro di inquinamento diffuso: presso le altre stazioni del Comune di Venezia il numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero è stato maggiore.

Durante l'anno 2022 la concentrazione media oraria di ozono non ha mai superato la soglia di allarme, pari a 240 µg/m³. La soglia di informazione, pari a 180 µg/m³, è stata invece superata per due ore consecutive (dalle 12:00 alle 13:00 del 4 agosto, valore massimo di 185 µg/m³). L'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, pari a 120 µg/m³, è stato superato in 12 giorni su 25 consentiti come media su 3 anni. Quindi per l'ozono a Rio Novo si rileva una criticità; anche in questo caso si consideri che le altre stazioni della rete fissa – fatta eccezione per via Beccaria a Marghera - hanno misurato un numero di giorni di superamento maggiore rispetto a Rio Novo.

I grafici del giorno tipo di CO, NO e NO₂ hanno evidenziato che la concentrazione a Rio Novo è stata mediamente maggiore dalle ore 8:00 alle 10:00 del mattino (ora solare) sia nei giorni feriali sia nel fine settimana, con un secondo picco meno marcato verso sera; inoltre la concentrazione a Rio Novo risulta inferiore o uguale a quella delle stazioni di traffico della terraferma la sera e la notte, mentre risulta superiore per gran parte del resto della giornata.

L'adozione da parte di ARPAV dell'indice sintetico di qualità dell'aria, basato sull'andamento delle concentrazioni di PM₁₀, biossido di azoto e ozono, permette di evidenziare che nel 68% delle giornate di monitoraggio eseguite a Rio Novo nel 2022 la qualità dell'aria è stata giudicata accettabile, nel 14% buona, nel 13% mediocre, nel 4% scadente e mai pessima.

ALLEGATO 1 - Grafici

Grafico 2 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di CO (mg/m³)

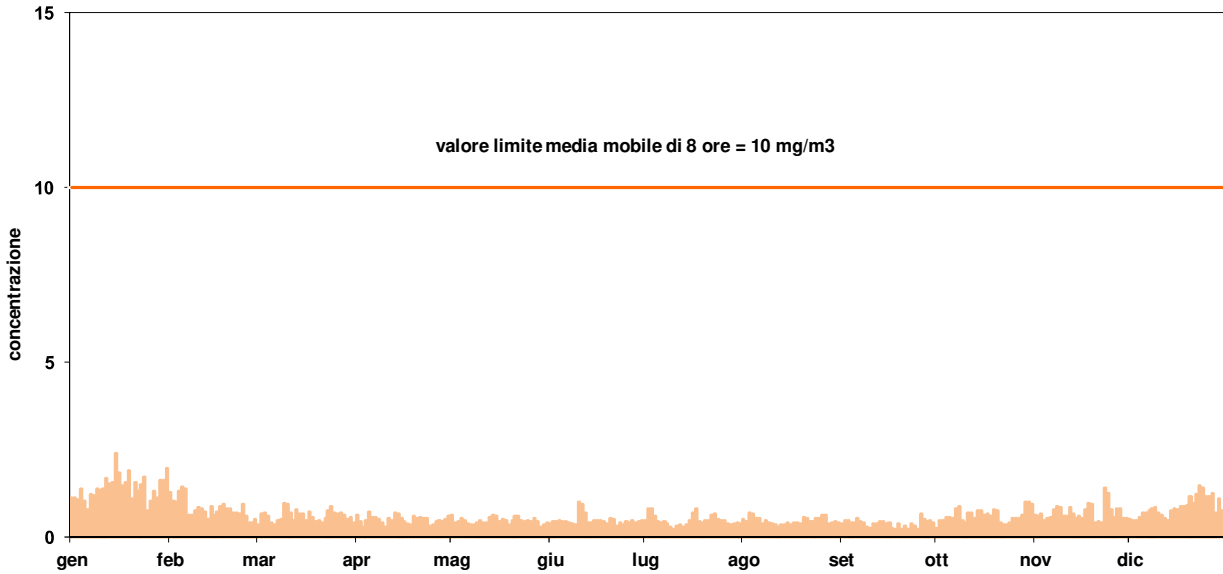


Grafico 3 – Giorno tipo della concentrazione di CO (mg/m³). In ascissa le ore del giorno

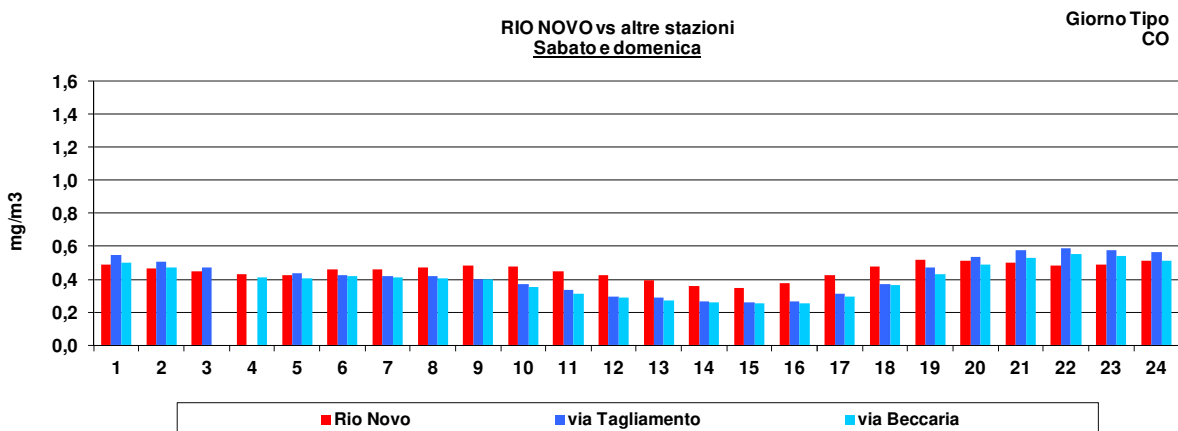
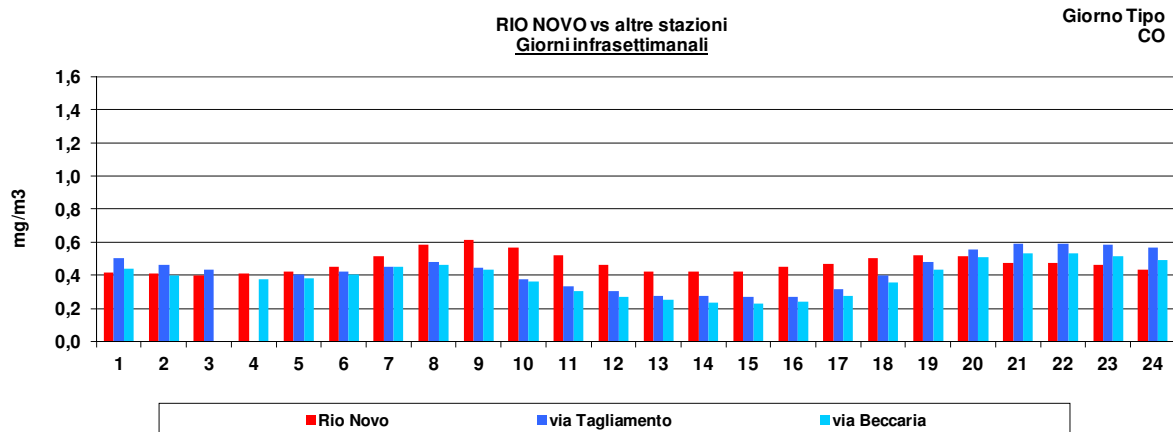


Grafico 4 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di NO₂ (µg/m³)

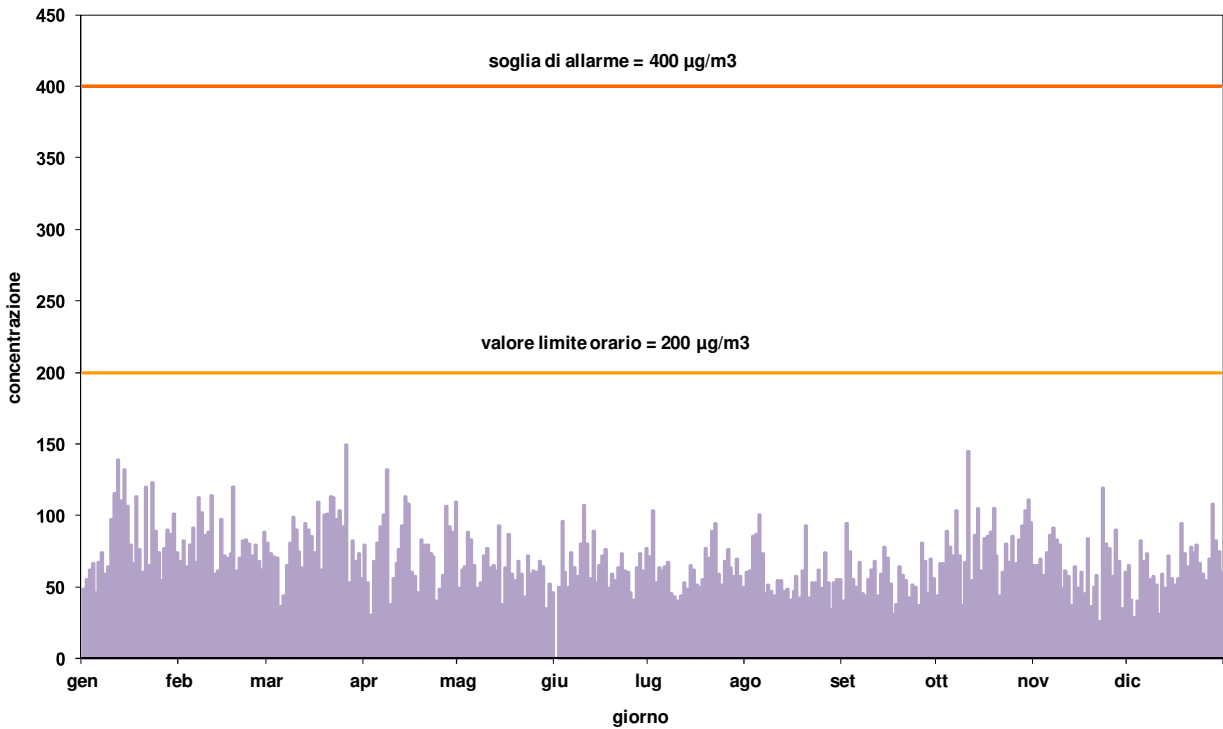


Grafico 5 – Giorno tipo della concentrazione di NO (µg/m³). In ascissa le ore del giorno

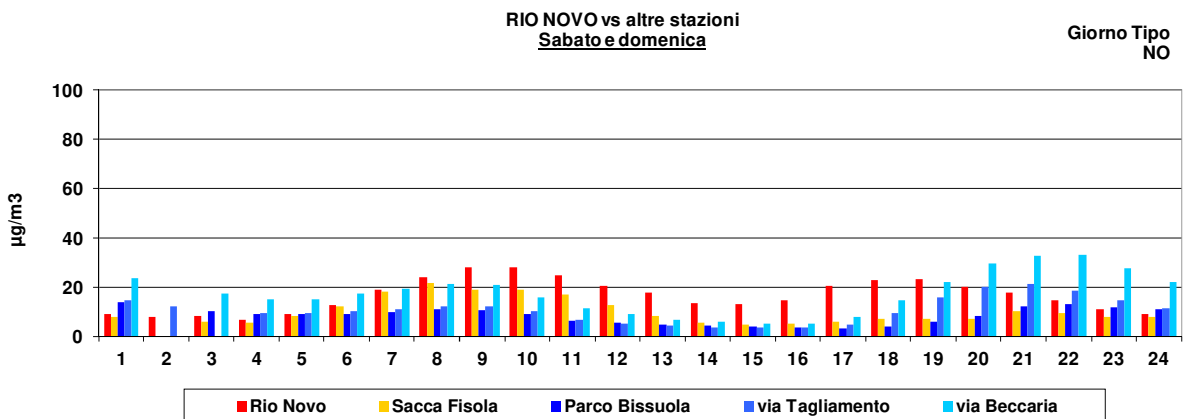
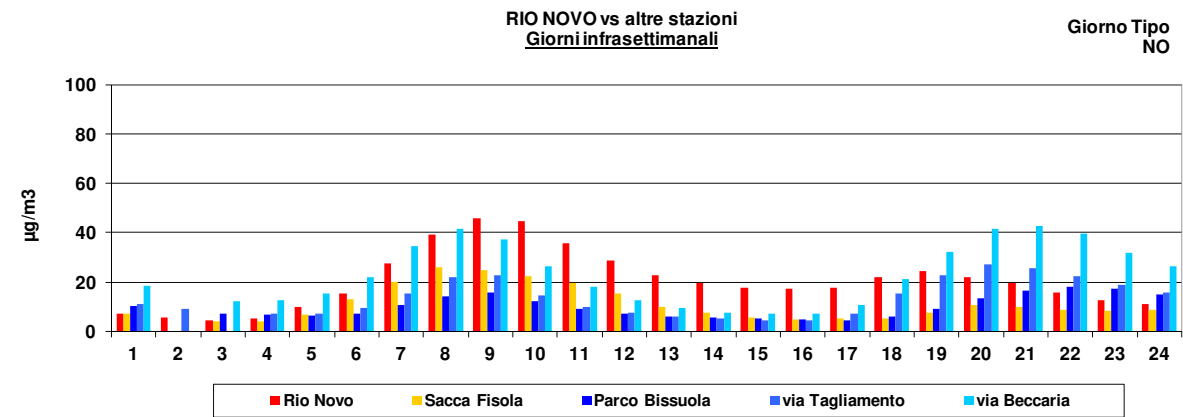


Grafico 6 – Giorno tipo della concentrazione di NO₂ (µg/m³). In ascissa le ore del giorno

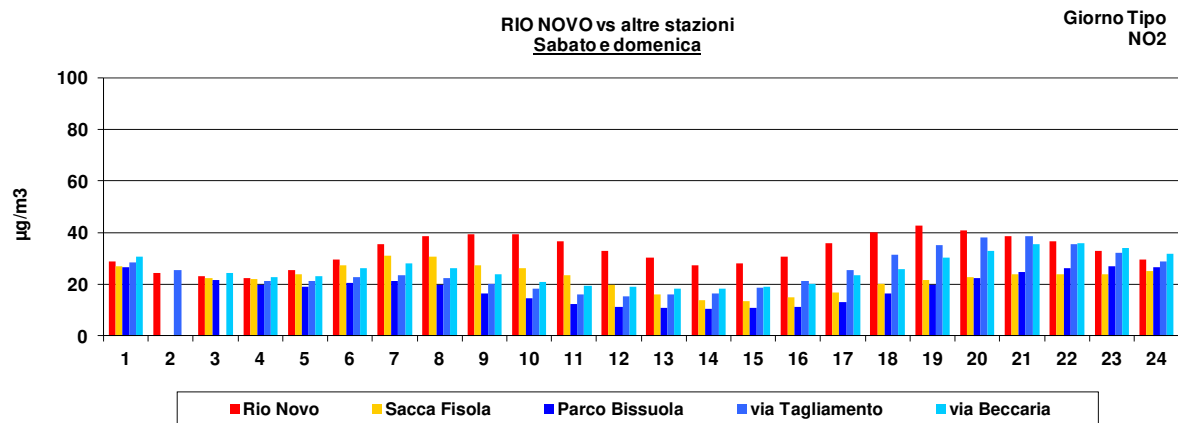
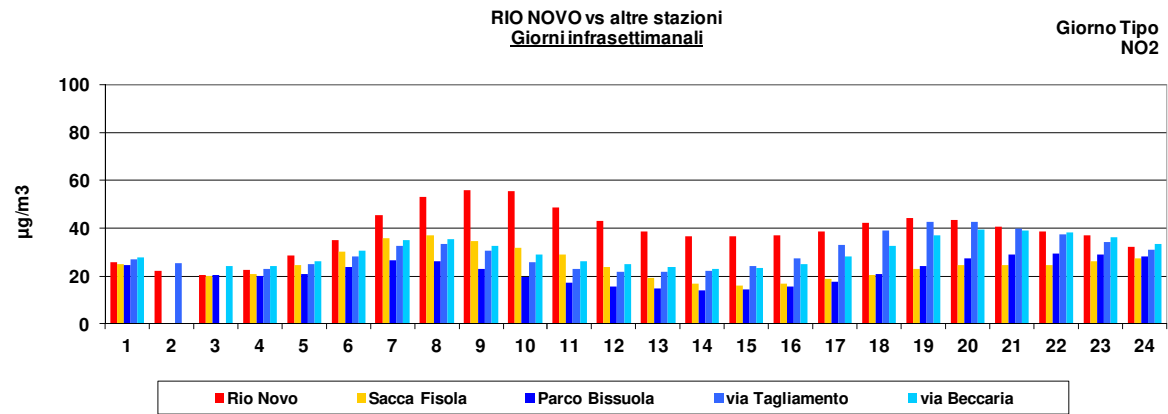


Grafico 7 – Concentrazione media mensile di NO₂ rilevata nel 2022 presso le stazioni fisse di monitoraggio

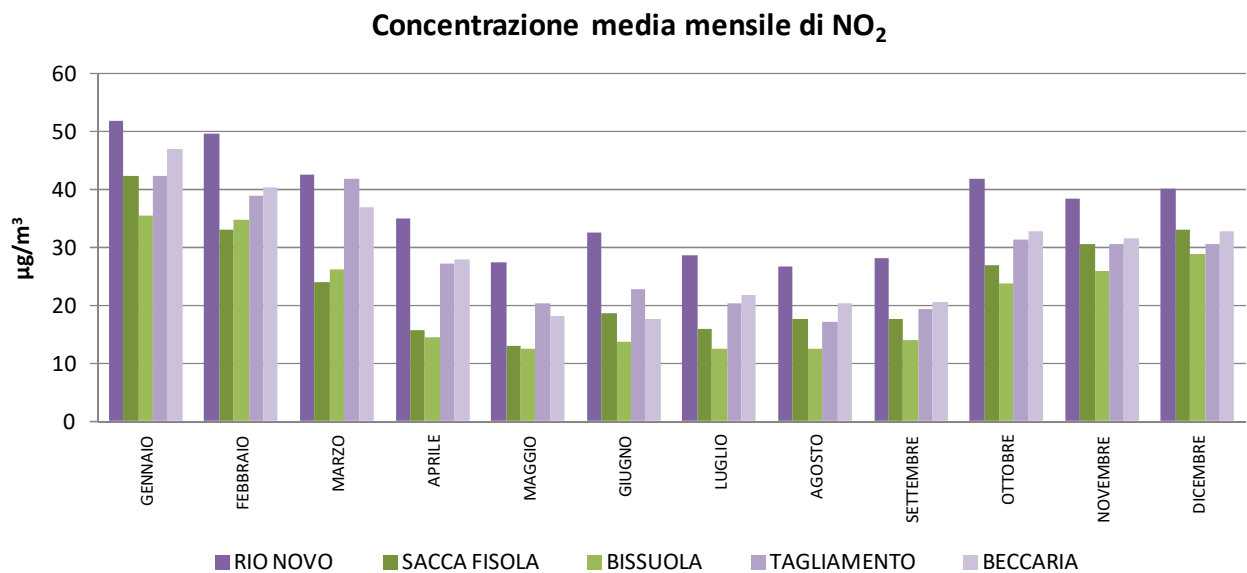


Grafico 8 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di O₃ (µg/m³)

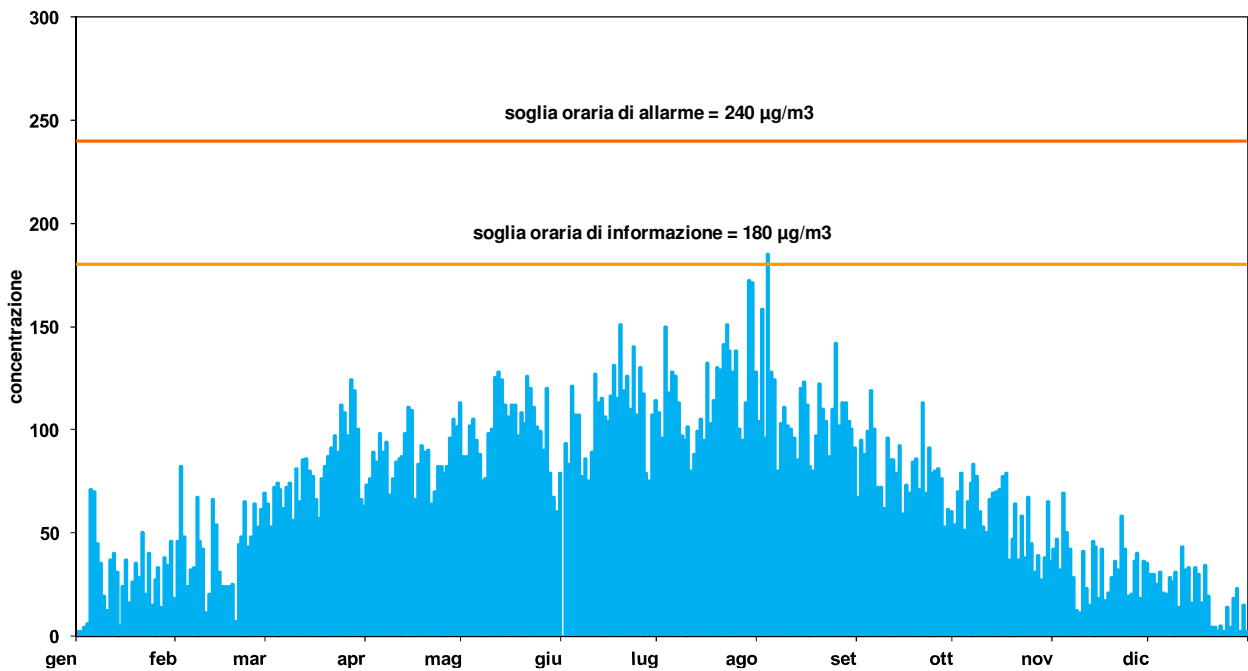


Grafico 9 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di O₃ (µg/m³)

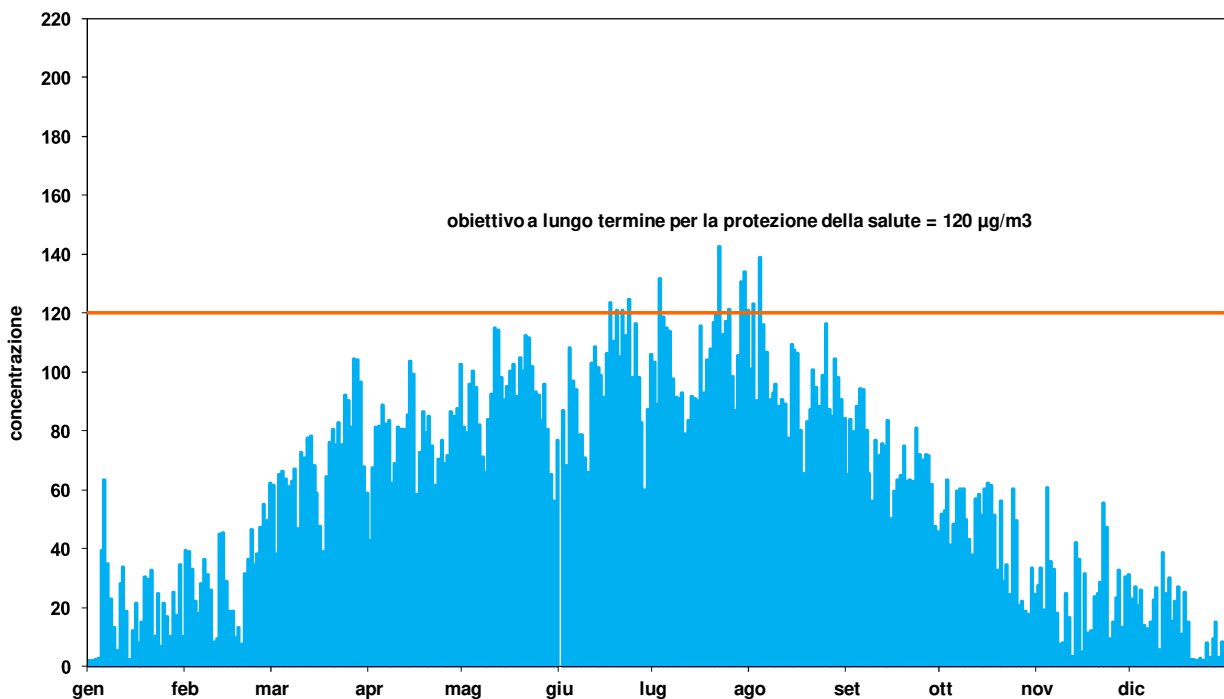


Grafico 10 – Concentrazione Giornaliera di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

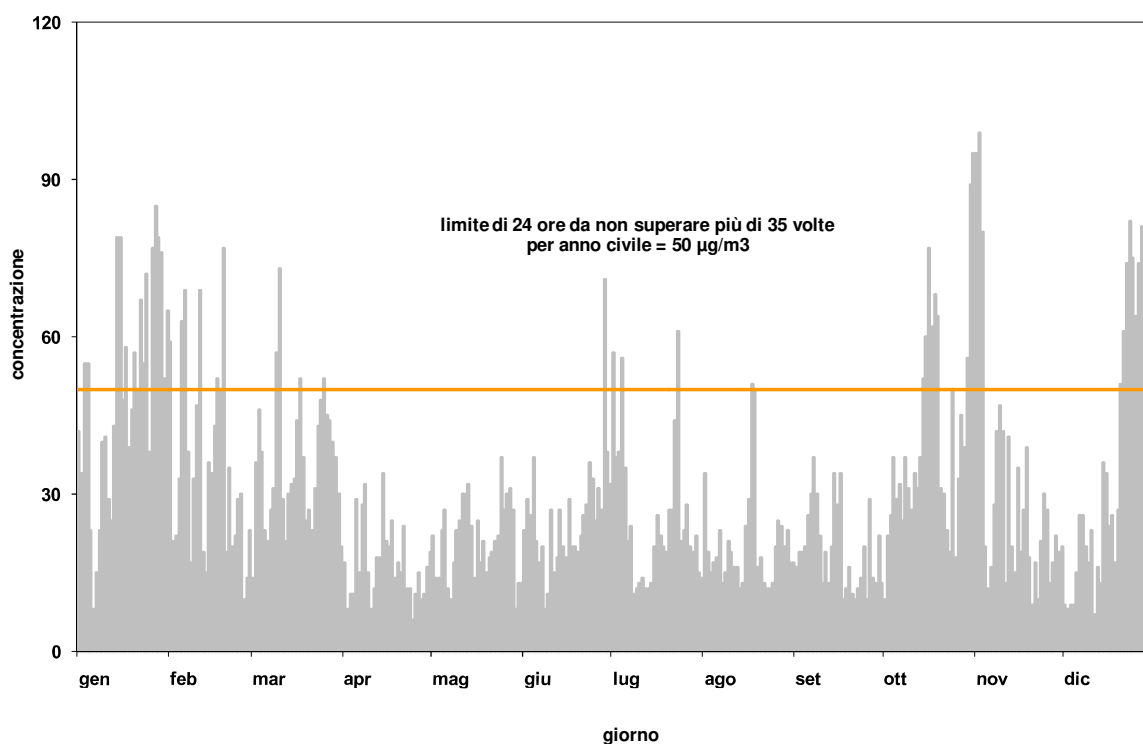


Grafico 11 – Giorno tipo della concentrazione di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). In ascissa le ore del giorno

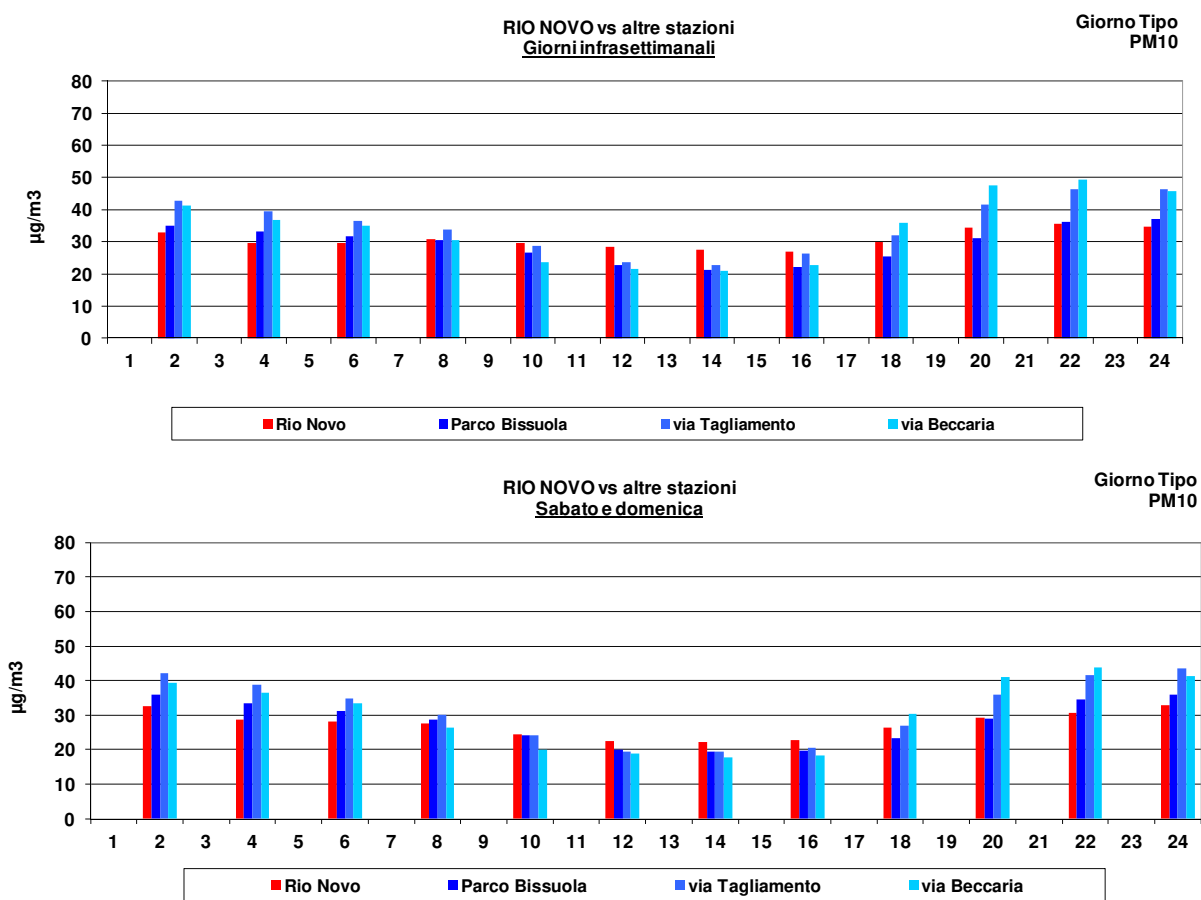


Grafico 12 – Concentrazione media mensile di NO. Confronto anno 2022 con anni precedenti

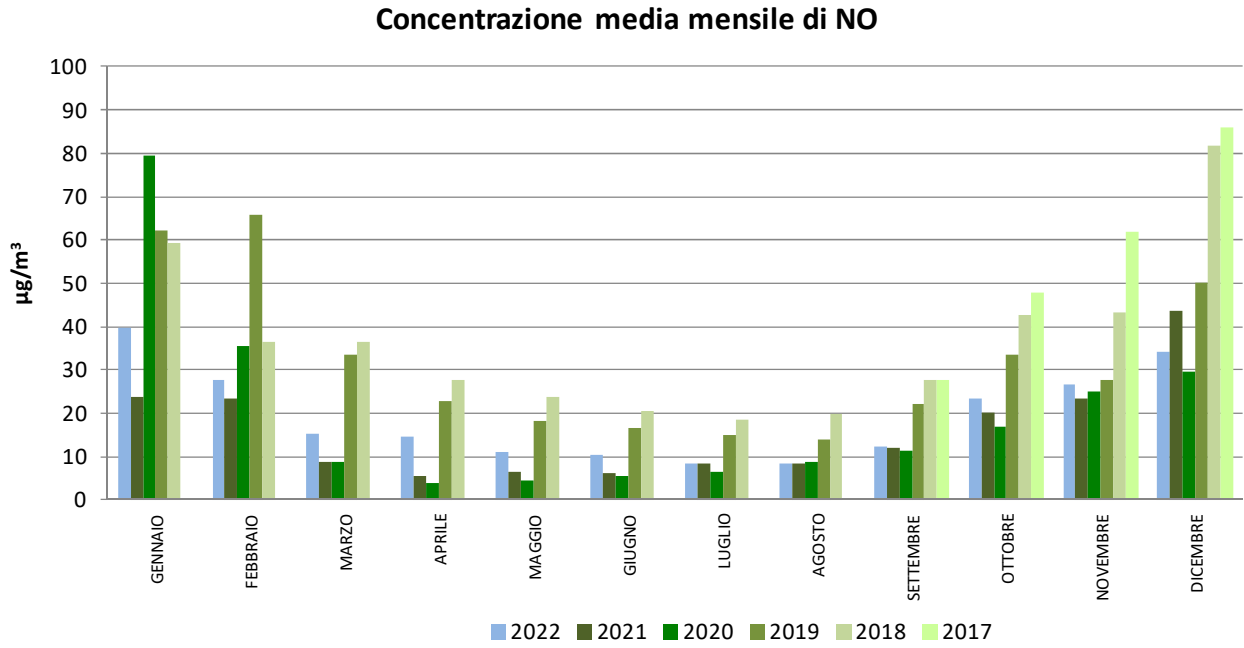
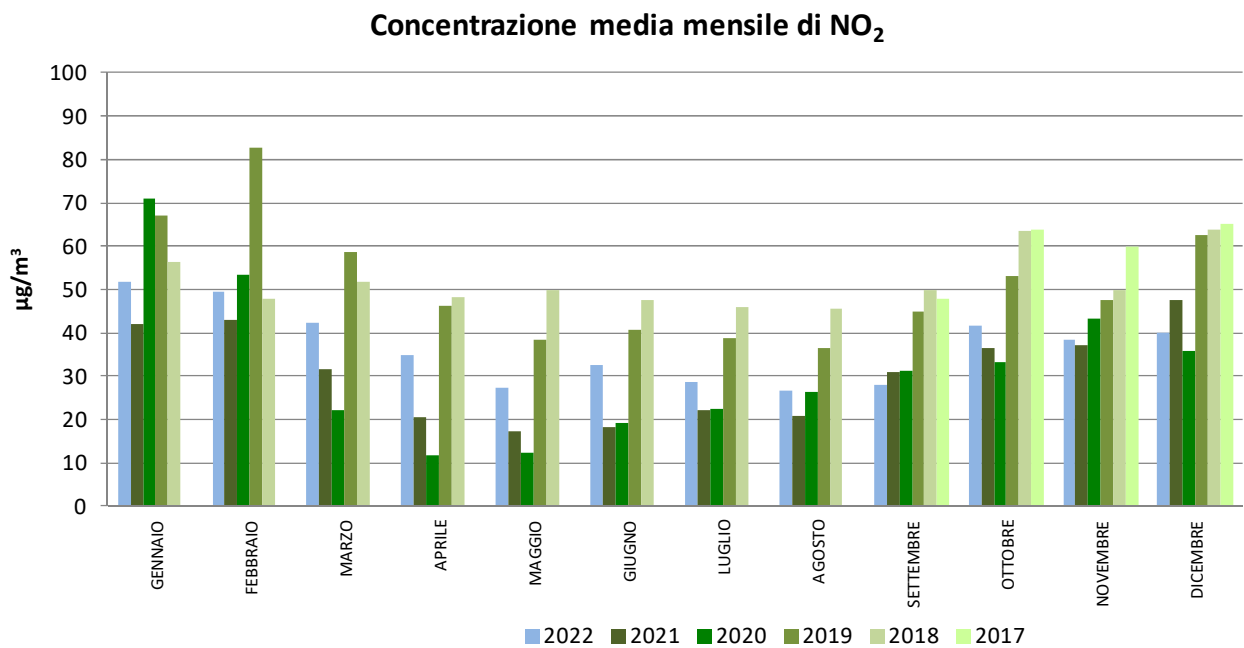


Grafico 13 – Concentrazione media mensile di NO₂. Confronto anno 2022 con anni precedenti



ALLEGATO 2 - 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*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).

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).

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 sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.

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 presente nell'aria ambiente che può avere effetti dannosi 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; ad 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 o per l'ambiente nel suo complesso, 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
Unità Organizzativa Monitoraggio Aria
Via Lissa, 6
30171 Mestre - Venezia
Italy
Tel. +39 041 544 5501
Fax +39 041 544 5671
e-mail: orar@arpa.veneto.it
PEC: DRQA@pec.arpav.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
sito istituzionale: www.arpa.veneto.it