

LA QUALITÀ DELL'ARIA IN PIEMONTE

PM10

NO_x

PM10



ARIA

**RELAZIONE SINTETICA
2023**

Redazione a cura di:

Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali

Stefano Bande, Manuela Bernardi, Barbara Cagnazzi, Roberta De Maria, Daniele Gandini, Flora Garofalo, Golzio Alessio, Federica Libanoro, Salvatore Magri

Hanno collaborato alla gestione della rete di monitoraggio, all'acquisizione dei dati e alle attività analitiche:

Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali

Dipartimento Territoriale di Alessandria e Asti (Piemonte Sud Est)

Dipartimento Territoriale di Biella, Novara, Vercelli e VCO (Piemonte Nord Est)

Dipartimento Territoriale di Cuneo (Piemonte Sud Ovest)

Dipartimento Territoriale di Torino (Piemonte Nord Ovest)

Laboratorio specialistico strumentale (Piemonte Nord Ovest)

Struttura Radiazioni Non Ionizzanti e Servizio tarature (Dipartimento Rischi Fisici e Tecnologici)

CSI Piemonte

Il personale tecnico della Sala Ambiente di Regione Piemonte presso il CSI Piemonte

Marzo 2024

Immagine di copertina realizzata da Bianco Tangerine s.r.l.

Sommario

1	Introduzione.....	5
2	Inquadramento meteorologico 2023.....	5
3	Risultati dei principali inquinanti.....	9
3.1	Particolato sospeso: PM10.....	9
3.1.1	Media annua.....	9
3.1.2	Superamenti del valore limite giornaliero.....	13
3.2	Particolato sospeso: PM2.5.....	17
3.2.1	Media annua.....	17
3.3	Biossido di azoto (NO ₂).....	20
3.3.1	Media annua.....	20
3.3.2	Superamenti del valore limite orario.....	24
3.4	Ozono (O ₃).....	26
3.4.1	Superamenti valore obiettivo e dell'obiettivo a lungo termine.....	26
3.4.2	Superamenti della soglia di informazione.....	29
4	Conclusioni.....	30

Glossario

IPA: Idrocarburi Policiclici Aromatici

NO_x: ossidi di azoto

NO₂: biossido di azoto

O₃: ozono

SRRQA: Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria

SNPA: Sistema Nazionale Protezione Ambiente

PM_{2,5}: materiale particolato con diametro aerodinamico $\leq 2.5 \mu\text{m}$

PM₁₀: materiale particolato con diametro aerodinamico $\leq 10 \mu\text{m}$

Zona UE: Porzione del territorio identificata, ai fini della gestione della qualità dell'aria, dalla zonizzazione di Regione Piemonte

Box plot: è una rappresentazione di una distribuzione ed è delimitato in alto e in basso dal primo e dal terzo quartile (25° e 75 ° percentile rispettivamente), al centro è presente una barra orizzontale che rappresenta la mediana (50° percentile: valore superiore al 50% dei dati considerati); le barre verticali che escono dal box rappresentano il minimo e il massimo e sono calcolate sulla base del range interquartile (IQR, differenza tra il terzo e il primo quartile) moltiplicato per un fattore (1.5).

1 Introduzione

La presente relazione annuale sintetica sulla Qualità dell'Aria ha l'obiettivo di fornire una prima panoramica sull'andamento dei principali inquinanti durante il 2023 sull'intero territorio della regione Piemonte. Sono considerati solo gli inquinanti più critici per il territorio regionale ovvero materiale particolato PM10 e PM2.5, biossido di azoto (NO₂), ozono (O₃). I dati presentati sono rilevati dal Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA) e sono confrontati con i valori limite ed obiettivo previsti dalla normativa vigente (D.Lgs. 155/2010). **Tali dati non sono da considerarsi definitivi, in quanto dovranno essere sottoposti ad un ulteriore livello di validazione (Validazione finale o di II livello).**

I valori misurati nel 2023 sono stati inseriti in una tabella contenente la serie storica a partire dal 2012, suddivisi per classi di valori. Il confronto dei dati rilevati nel 2023 con i due anni precedenti è invece riportato negli istogrammi, mentre nei box plot è rappresentata la distribuzione dei valori medi regionali delle serie storiche.

2 Inquadramento meteorologico 2023

L'anno 2023 è stato caratterizzato da una temperatura media annuale di circa 11.2°C, superiore di 1.3 °C rispetto al periodo climatico di riferimento (il trentennio 1991-2020, con una media climatica di circa 9.9°C, Figura 1), posizionandosi al secondo posto tra gli anni più caldi dopo il 2022 nella distribuzione storica compresa tra il 1958 e il 2023.

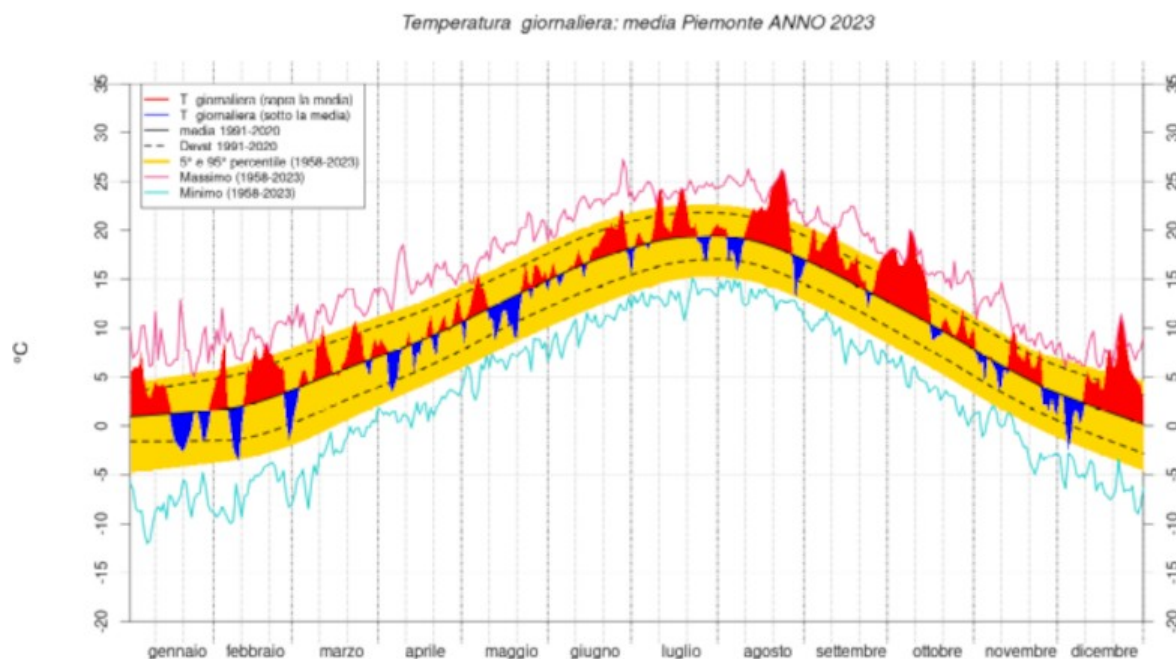


Figura 1 – Andamento della temperatura media giornaliera in Piemonte nell'anno 2023 con anomalia termica rispetto alla climatologia del periodo 1991 – 2020.

L'anno è cominciato con un'anomalia termica di oltre 5°C al 5 gennaio ma la distribuzione delle temperature non è stata uniforme nel corso dell'annata, in particolare abbiamo avuto tre ondate di calore, la prima nella seconda metà di agosto (dal 17 al 28 Agosto), un'altra importante tra la fine di settembre e l'inizio di ottobre e infine intorno al solstizio d'inverno. Il giorno più caldo dell'anno è stato il 23 agosto che è anche il terzo giorno più caldo sul Piemonte dal 1958, alla pari con l'11 agosto 2003 e dietro il 27 e 28 giugno 2019. Ottobre e dicembre si sono posizionati al secondo posto tra i mesi più caldi nella rispettiva distribuzione, l'8 ottobre 2023 e il 23 dicembre 2023 sono risultati i giorni più caldi della serie storica dal 1958 per ottobre e dicembre, rispettivamente. Rilevante anche il contributo di settembre allo scostamento positivo con la terza posizione; soltanto aprile e maggio hanno registrato una lieve anomalia negativa rispetto al periodo 1991-2020.

Dal punto di vista delle precipitazioni cumulate annuali in Piemonte, il 2023 ha registrato una precipitazione media di 943.8 mm, con una lieve anomalia negativa dell'8% rispetto alla norma del periodo 1991-2020, pari a 1028.8 mm. Maggio è risultato il mese più piovoso dell'anno con 233.8 mm; buono il contributo pluviometrico di ottobre e agosto con rispettivamente, 125.5 e 123.4 mm. Invece febbraio è stato il mese più povero di precipitazioni con soli 9.7 mm medi sul Piemonte.

Tabella 1 – Precipitazioni cumulate medie mensili in Piemonte. In arancione (secco) o blu (piovoso) i mesi nelle prime 10 posizioni storiche, in grassetto quelli tra i primi tre.

Precipitazione	Anomalia pluviometrica (° %)	Posizione nella distribuzione storica	Valore medio (mm)
Gennaio 2023	-50	22° meno piovoso	23.1
Febbraio 2023	-78	7° meno piovoso	9.7
Marzo 2023	-35	25° meno piovoso	41.4
Aprile 2023	-50	12° meno piovoso	54.1
Maggio 2023	+90	4° più piovoso	233.8
Giugno 2023	+1	20° più piovoso	103.7
Luglio 2023	-31	18° meno piovoso	45.8
Agosto 2023	+62	7° più piovoso	123.4
Settembre 2023	-23	nella norma	78.0
Ottobre 2023	+8	23° più piovoso	125.5
Novembre 2023	-55	21° meno piovoso	59.5
Dicembre 2023	-20	31° meno piovoso	45.8
Anno 2023	-8	27° meno piovoso	943.8

I fenomeni precipitativi invece sono stati scarsi fino ad aprile con una cumulata di soli 77 mm al 19 aprile, per poi riassetarsi sulla media a metà giugno con 423 mm. L'estate ha avuto precipitazioni convettive sporadiche con diversi eventi molto intensi e localizzati con temporali a supercella che hanno causato anche danni ingenti (Figura 2).

L'anomalia pluviometrica rispetto alla norma è stata relativamente contenuta (-8%) ma ci sono state significative differenze nella distribuzione territoriale con surplus precipitativi sulle Alpi occidentali e sulle zone pedemontane adiacenti, sul settore più orientale dell'Appennino alessandrino al confine con Liguria ed Emilia-Romagna e infine sulle creste delle Alpi Pennine e Lepontine confinanti con Svizzera e Valle d'Aosta. Ma buona parte del settore centrale del Piemonte ha registrato un deficit precipitativo di 100-200 mm (Figura 3)

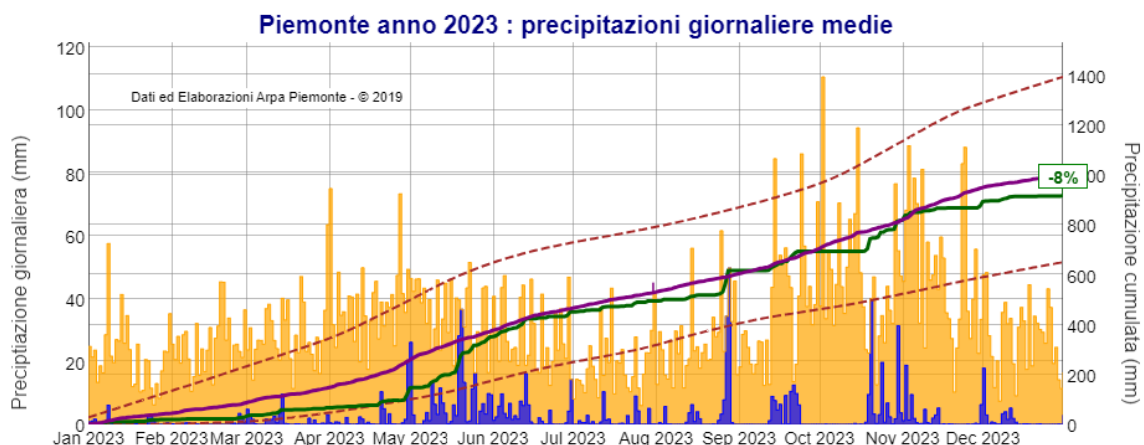


Figura 2 – Andamento della precipitazione cumulata giornaliera media sul Piemonte nell’anno 2023 (linea verde), confrontata con la precipitazione cumulata media nel periodo 1991 – 2020 (linea viola); le barre blu rappresentano la precipitazione media giornaliera, le barre gialle il valore massimo giornaliero nel periodo 1958 – 2023.

Anomalie annuali di Precipitazione (mm) anno 2023 Periodo di riferimento 1991–2020

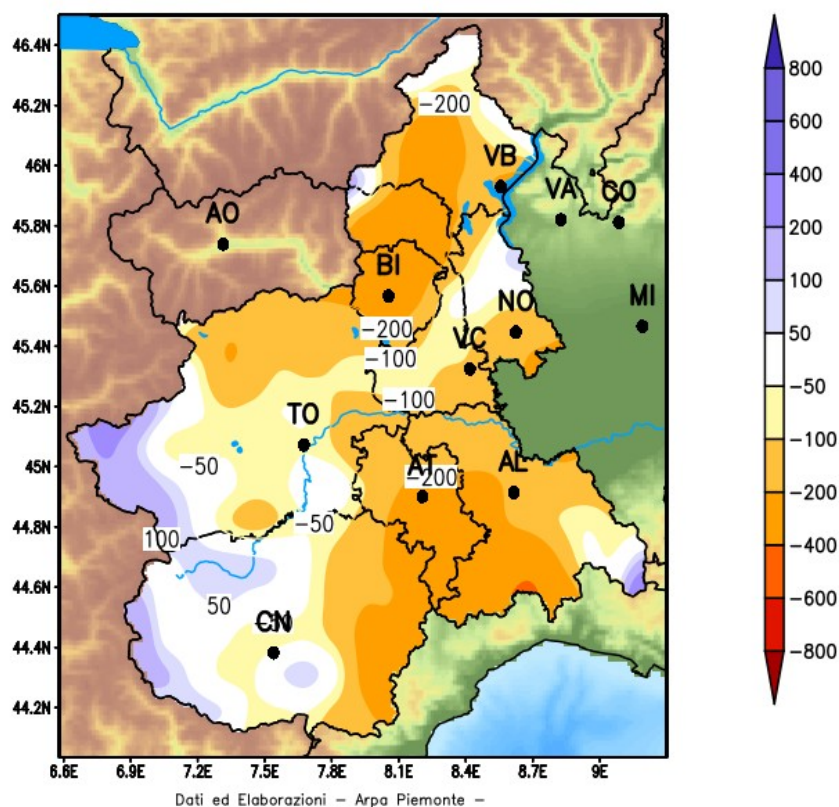


Figura 3 – Anomalia delle precipitazioni per l’anno 2022 rispetto al periodo di riferimento 1991 – 2020

Gli episodi di nebbia sono risultati inferiori rispetto alla climatologia recente del periodo 2004-2022, con 89 giorni di nebbia ordinaria (visibilità inferiore a 1 km) e una diminuzione del 26% rispetto ai 121 giorni annuali attesi. Ancora più marcata è stata la riduzione degli episodi di nebbia fitta (visibilità inferiore a 100 m) con soli 7 giorni annuali, un terzo dei 21 calcolati dalla media climatica. È stato l’anno con il minor numero di eventi annuali di nebbia ordinaria da quando è attiva la rete

dei visibilometri ARPA (2004), mentre solo il 2018 ha avuto un numero inferiore di episodi di nebbia fitta (si veda la Tabella 2).

Tabella 2 – Giorni di nebbia ordinaria e fitta registrati in Piemonte nell'anno 2023, comparati con le medie del periodo 2004-2022

	Giorni nebbia ordinaria 2023 (vis < 1 km)	Climatologia giorni nebbia ordinaria (vis < 1 km)	Giorni nebbia fitta 2023 (vis < 100 m)	Climatologia giorni nebbia fitta (vis < 100 m)
Gennaio	15	19	1	5
Febbraio	10	16	2	4
Marzo	10	9	0	1
Aprile	3	5	0	0
Maggio	0	3	0	0
Giugno	0	1	0	0
Luglio	2	2	0	0
Agosto	0	1	0	0
Settembre	2	6	0	0
Ottobre	13	19	0	3
Novembre	13	19	3	4
Dicembre	21	21	1	4
Anno	89	121	7	21

Gli episodi di foehn annuali (Tabella 3) sono risultati 92, decisamente superiori ai 66 della media annuale del periodo 2000-2020 e rappresentano anche il numero annuale massimo dal 2000; l'episodio più intenso più intenso dell'anno è avvenuto il 22 dicembre 2023.

Tabella 3 – Numero di episodi di foehn mensile in Piemonte comparati con le medie del periodo 2000-2020.

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
2023	12	4	10	11	1	2	6	8	1	7	18	12
Media 2000-2020	9	7	8	4	5	3	4	4	4	5	5	8

La caratterizzazione delle condizioni meteo dispersive nell'anno 2023 è stata realizzata anche calcolando l'indice "numero di giorni favorevoli all'accumulo di PM10". Tale indice, la cui rappresentatività spaziale è limitata all'agglomerato torinese, analizza in forma semplificata le interazioni tra la meteorologia ed i fenomeni di trasporto, trasformazione chimica e dispersione degli inquinanti, con la finalità di identificare i giorni in cui si determinano condizioni di stagnazione favorevoli alla formazione di PM10.

In Figura 4 sono riportati i valori mensili dell'indice calcolati per l'anno 2023, confrontati con i massimi e i minimi mensili della climatologia del periodo 2006-2022. I valori dell'indice mostrano un anno con caratteristiche meteo dispersive mediane rispetto al periodo di riferimento, in particolare nei mesi di gennaio, febbraio, novembre e dicembre; nei mesi di marzo, ottobre e settembre il numero di giorni critici si attesta invece su valori di poco superiori ai minimi del periodo.

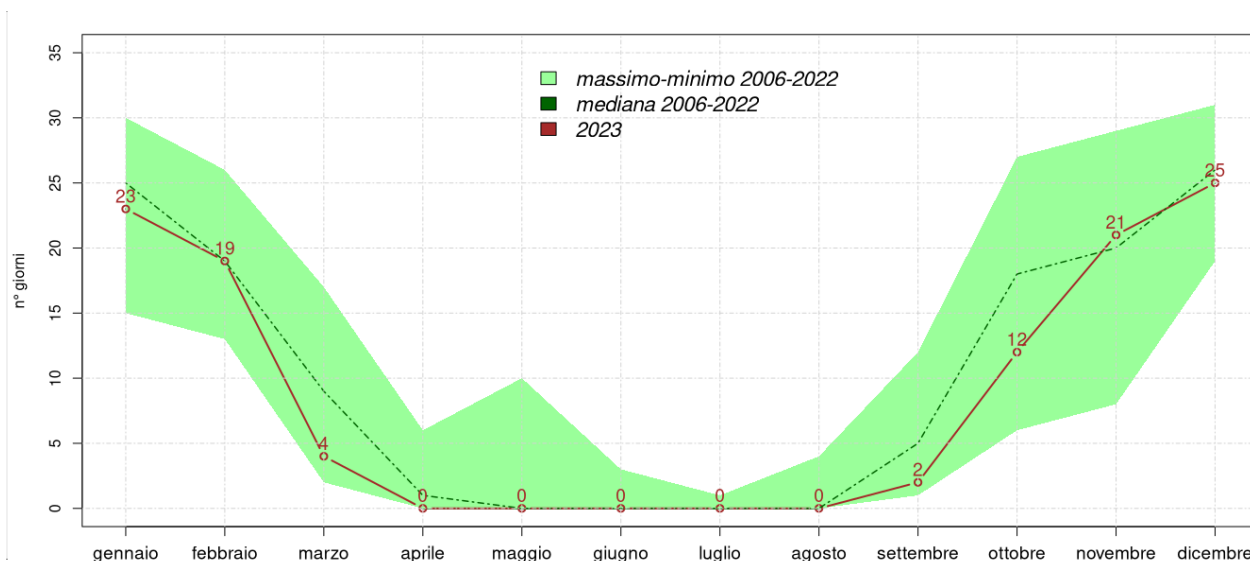


Figura 4 – Andamento mensile dell'indice "numero di giorni favorevoli all'accumulo di PM10" sull'agglomerato urbano di Torino nell'anno 2023, confrontato con i massimi ed i minimi mensili del periodo di riferimento 2006-2022.

3 Risultati dei principali inquinanti

In questa sezione sono valutati i risultati preliminari, sia in termini di concentrazioni medie annue che di superamento dei valori limite o valori obiettivo previsti dalla normativa vigente, dei principali inquinanti: particolato aerodisperso PM10 e PM2.5, biossido di azoto (NO₂) e ozono (O₃) sull'intero territorio regionale.

3.1 Particolato sospeso: PM10

Per il PM10 sono di seguito riportati i risultati della concentrazione media annua e del numero di superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute (50 µg/m³), secondo quanto previsto dal D.Lgs. 155/2010. Per entrambi gli indicatori la normativa prevede l'invio alla Comunità Europea delle sole serie di dati con una percentuale di dati validi superiore al 85%; tuttavia, ai fini delle presenti considerazioni, per alcune stazioni, i dati sono stati valutati attendibili anche con percentuali comprese tra l'80% e l'85% (qualora, per esempio, i dati mancanti non fossero concentrati nei periodi critici per l'inquinante) e sono stati riportati in tabella in carattere corsivo.

3.1.1 Media annua

Per ogni stazione si riporta il valore medio annuo relativo all'anno 2023 confrontato con la serie storica 2012 - 2022 (Tabella 4). I colori da legenda sono relativi alla suddivisione per classi, tenendo conto delle soglie di valutazione inferiore e superiore e del valore limite previsti dal D.Lgs. 155/2010. In alcune stazioni, per determinati anni, il dato non è disponibile per assenza dello strumento di misura o perché la serie di dati non raggiunge la percentuale necessaria di dati validi.

Il valore limite di concentrazione media annuale (40 µg/m³) nel 2023 non è stato superato in nessuna stazione della rete regionale. Si tratta del sesto anno consecutivo in cui tale limite è rispettato su tutto il territorio. Il valore più elevato, pari a 36 µg/m³ è stato misurato nella stazione di traffico urbano di Torino - Grassi che, sebbene con valori medi sempre elevati, mostra comunque un trend decrescente negli anni.

I valori più alti di PM10 sono stati registrati nelle zone di agglomerato urbano e di pianura. Si evidenzia comunque una generale riduzione delle concentrazioni medie annue attribuibile – a

meno di oscillazioni dovute alla variabilità interannuale delle condizioni meteorologiche - all'applicazione di politiche di riduzione delle emissioni.

I valori medi annui del 2023 misurati in ciascuna stazione del territorio regionale sono inoltre riportati nel grafico di Figura 5 e confrontati con i valori del 2021 e del 2022: si osserva una riduzione generalizzata dei valori medi annui rispetto ai due anni precedenti. Come illustrato nel paragrafo 2 (Inquadramento meteorologico 2023) numerosi episodi di vento nel periodo invernale e autunnale hanno determinato condizioni sfavorevoli all'accumulo dell'inquinante. Inoltre, le temperature maggiori alla media nel periodo invernale hanno probabilmente favorito la riduzione delle emissioni del riscaldamento domestico, uno dei principali settori di emissione del particolato primario. L'andamento decrescente delle concentrazioni è stato registrato in tutte le stazioni della rete.

In Figura 6 sono riportati i box plot dei valori medi di concentrazione di PM10 dell'intera rete SRRQA dal 2003 al 2023: dopo un periodo di relativa stabilità dell'andamento dei valori misurati (dal 2018 al 2022), il 2023 presenta una riduzione degli stessi, confermando la tendenza decrescente sul lungo periodo. L'intera distribuzione del 2023 si posiziona sotto il valore limite.

Tabella 4 – PM10: concentrazioni medie annue misurate presso le stazioni della rete regionale nel periodo dal 2012 al 2023

**PM10 - Media annuale (Valore limite: 40 µg/m3)
(percentuale dati validi >=80%)**

ZONA UE	PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Agglomerato	TO	Baldissero T. (ACEA) - parco	FR	21	17		17	14	11	8		22	20	18	16	
		Beinasco (TRM) - Aldo Mei	FS		33	30	33	29	36	28	27	28	27	29	25	
		Borgaro T. - Caduti	FS	42	35	31	35	31	38	30	26	30	28	31	26	
		Chieri-Bersezio	FS										28	28	31	27
		Collegno - Francia	TU		36	32	36	32	40	33	30	35	32	36	28	
		Druento - La Mandria	FR	28	24	19	23	21	27	22	19	21	21	21	19	
		Leini' (ACEA) - Grande Torino	FS	33	29	25	36	30	34			26	29	26	27	23
		Settimo T. - Vivaldi	TU	44	39	34	39	35			36	34	35	31	35	33
		Torino - Consolata	TU	48	40	35	40	35	43	33	28	36*			33	31
		Torino - Grassi	TU		48			42	47	40	38			36	40	36
		Torino - Lingotto	FU	42	38	32	38	34	39	28	27	30	26	34	27	
		Torino - Rebaudengo	TU			40	43	37	46	39	34	36	33	37	33	
Torino - Rubino	FU	40	35	31	36	32	38	29	28	32	30	32	27			
Collina	AL	Arquata S. - Minzoni	IS	30	27	24		31	32	29	25	26	28	26	22	
		Dernice - Costa	FR	18	14	14	15	14	16	15	12	12	14	13	12	
	AT	Vinchio - San Michele	RF	29	29	27	30	26	29	26	21	25	25	26	20	
	BI	Cossato - Pace	FU	27	24	21	25	23	26	22		23	22	23	18	
		Alba - Tanaro	FU	38	31	28	30	26	30	28	26	27	26	26	25	
	CN	Mondovi' - Aragno	TU			26	29	26	29	25	22	23	27	28	25	
		Saliceto - Moizo	FR	26	23	21	23	21	24	22	22	22	22	23	20	
	NO	Borgomanero - Molli	TU		22	20	26	21	23	21	19	20	20	20	17	
		Castelletto T. - Fontane	FR			20	25	22	25	20	19	21	21	23	20	
	TO	Ivrea - Liberazione	FS	34	27	23	28	26	31	25	24	25	23	26	22	
		Pinerolo - Alpini	FU	29	26		21	23	26	21	19	18	17	19	19	
	VB	Susa - Repubblica	FS	21	18	16	18	17	22	18	15	16	17	18	16	
		Omegna - Crusinallo	TU			23	30	25	27	23	23	24	24	26	22	
	VC	Verbania - Gabardi	FU	22	17	14	17	15	18	15	14	14	15	18	16	
Borgosesia - Tonella		FU	26	23	19	24	21	24	19	19	17	17	21	18		
Montagna	BI	Trivero - Ronco	FS	19	16	14	18	15	18	15	14	14	15	16	14	
		Ceresole Reale - Diga	FR	7	6	5	7	9	11	11	9		10	11	10	
	VB	Oulx - Roma	TS	17	18	17		16	18	18	15	16	15	19	17	
		Baceno - Alpe Devero	FR				6	5	7	7			6	8	6	
		Domodossola - Curotti	FS			25	29	23	27	20	22	24	23	25	23	
Pianura	AL	Alessandria - D'Annunzio	TU	49	41	38	39	36	42	37	35	32	35	35	31	
		Alessandria - Volta	FU	39	35	32	34	27	37	32	29	30	30	30	27	
		Casale M.to - Castello	FU		26	27	32	27	31	28			26	25	21	
		Novi Ligure - Gobetti	TU				31	29	33	31	27	27	27	29	24	
		Tortona - Carbone	TU	43	38	36		28	32	28			28	30	25	
	AT	Asti - Baussano	TU	41	38	35	40	34	40	36	30	32	32	37	31	
		Asti - D'Acquisto	FU	28	32	26	24	23	29	31	29	29	29	29	26	
	BI	Biella - Lamarmora	TU	29	28	25	31	26			26	25	26	23	19	
		Biella - Sturzo	FU	22	20	17	22	20	22	18	15	17	17	19	16	
	CN	Bra - Madonna Fiori	TU	42	37	33	33	28	33	28	24	28	29	29	26	
		Cuneo - Alpini	FU	28	22	20	23	23	26	21	17	19	23	24	22	
		Cavallermaggiore-Galilei	FS										30	32	27	
	NO	Cerano - Bagno	FS	37	31	28	33	26	33	26	27	28	29	31	25	
		Novara - Roma	TU	37	30	23	29	26	33	27	27	26	26	29	24	
		Novara - Arpa	FU	31	26	24		25	30	24	24	25	24	27	23	
	TO	Carmagnola - I Maggio	TU	50	42	36	41	37	45	36	35	36	33	37	31	
		Cigliano-Autostrada	TR			26	31	31	34	36		35	28	30	27	
	VC	Vercelli - CONI	FS	34	28	25	30	26	33	25	27	26	24	26	22	
Vercelli - Gastaldi		TU	36	37	34	37	33	38	30	31	32	28	30	26		

Legenda	TU = Stazione di Traffico Urbano
	FU = Stazione di Fondo Urbano
	FS =Stazione di Fondo Suburbano
	FR = Stazione di Fondo Rurale
	IS = Stazione Industriale di Fondo
TR = Stazione di Traffico Rurale	

PM10 - media (µg/m3)

<= 10	<= 20
> 10	<= 28
> 20	<= 40
> 28	
> 40	

Dato assente perché strumento non presente o per percentuale dati validi inferiore al 80%

n dato con percentuale dati validi compresa fra 80 e 90% fino al 2022 e tra 80 e 85% dal 2023

* Stazione con percentuale dati validi pari a 79% . I dati mancanti sono in un periodo in cui normalmente non si verificano superamenti

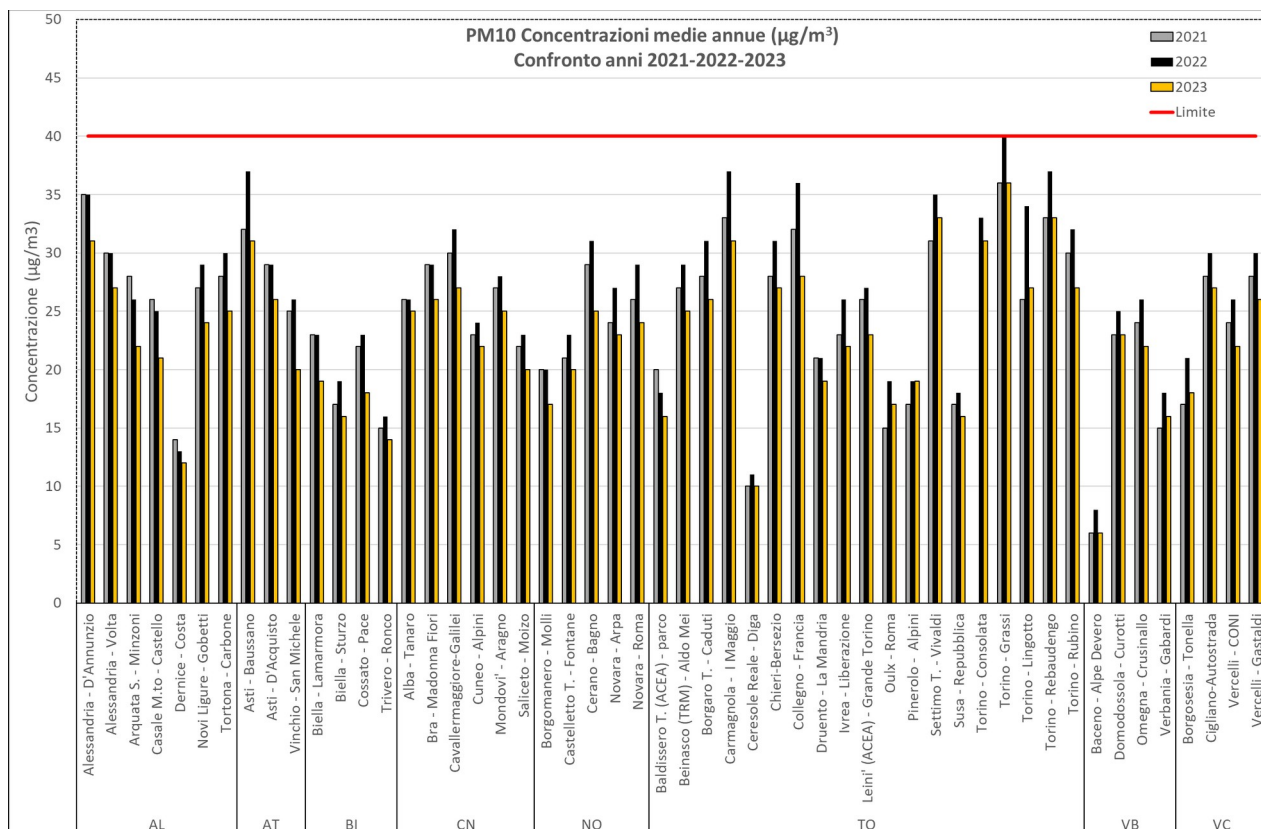


Figura 5– PM10: Istogramma dei valori medi annui delle concentrazioni per le stazioni della rete di monitoraggio relativamente agli anni 2021, 2022 e 2023

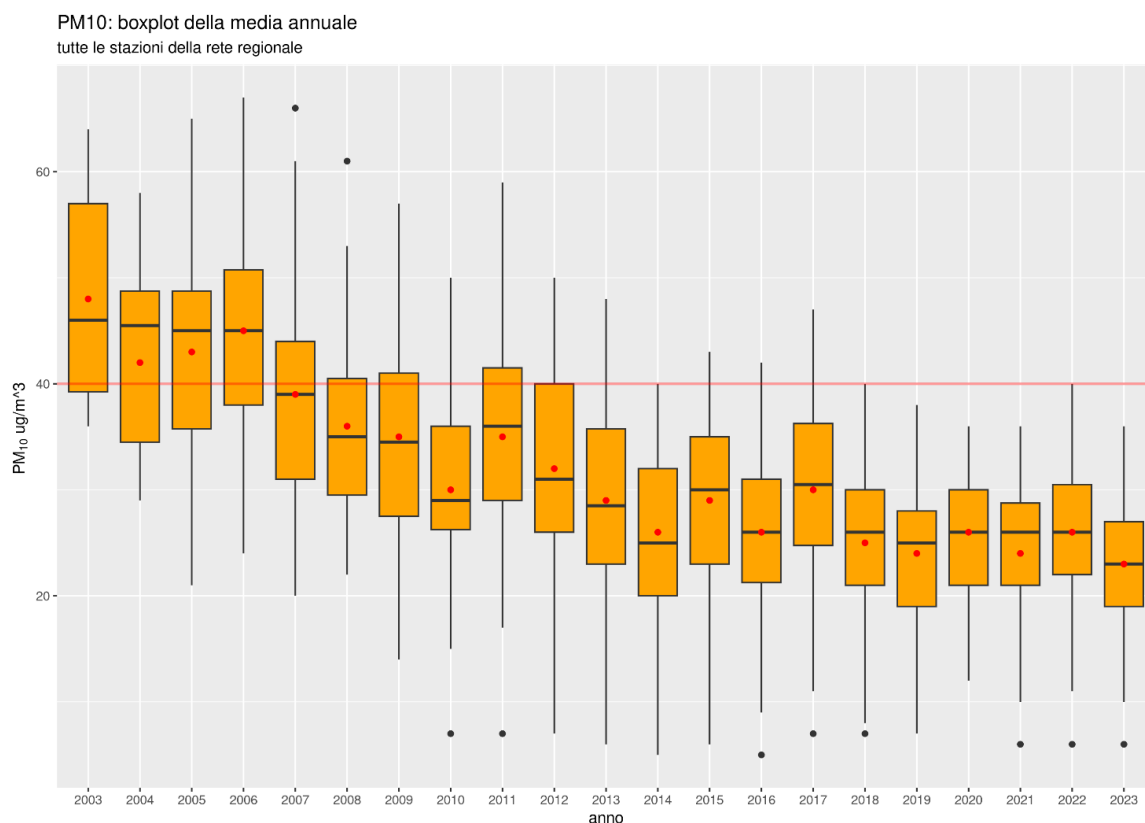


Figura 6 – PM10: boxplot delle concentrazioni medie annuali misurate presso le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria dal 2003 al 2023. Il pallino rosso rappresenta il valore medio di ciascun anno, la linea rossa il limite stabilito dal D.Lgs 155/2010 per la media annua.

3.1.2 Superamenti del valore limite giornaliero

La normativa prevede per il PM10, ai fini della protezione della salute, un valore limite di concentrazione media giornaliera pari a 50 µg/m³, da non superare più di 35 volte per anno solare. In questa sezione sono illustrati i risultati delle misure effettuate nella rete regionale piemontese in termini di numero di giorni in cui tale limite è stato superato. In particolare, la Tabella 5 riporta il numero di superamenti del valore limite di concentrazione media giornaliera per ogni stazione per il periodo 2012 - 2023, mentre la Figura 7 confronta il numero di superamenti del 2021, 2022 e 2023.

Le stazioni della zona dell'agglomerato di Torino sono quelle che riportano in generale il più elevato numero di superamenti dell'intera rete, con il picco di 66 superamenti registrato nella stazione di traffico urbano di Torino – Grassi. All'interno della stessa zona i valori più bassi sono stati rilevati nelle stazioni di fondo rurale di Baldissero - Parco (0 superamenti) e Druento – la Mandria (6 superamenti). Anche la stazione di fondo suburbano di Leinì (ACEA) – Grande Torino ha misurato solo 17 superamenti, in netto calo rispetto ai 33 del 2022.

Ad Asti ed Alessandria si confermano critiche le stazioni urbane di traffico di Asti - Baussano ed Alessandria - D'Annunzio, mentre tutte le altre rispettano i limiti e presentano una generale riduzione dei valori.

Nel cuneese nessuna stazione ha superato il limite e la stazione di fondo suburbano di Cavallermaggiore – Galilei, che l'anno scorso si presentava come la più critica della provincia con 40 superamenti, nel 2023 ne ha misurati solo 18. A Novara tutte le stazioni, compresa quella di traffico urbano di Novara – Roma, che nel 2022 aveva avuto 43 superamenti, hanno più che dimezzato il numero annuale di superamenti.

Le stazioni della zona di collina riportano tutti risultati ben al di sotto del limite normativo di 35 superamenti per anno solare.

Nella zona di montagna, anche nel 2023, il limite non è mai stato superato ed il numero maggiore di superamenti si è avuto nella stazione di fondo suburbano di Domodossola - Curotti (21 superamenti).

In riferimento alla Figura 7 si può osservare come, complessivamente, nel 2023 si siano avuti superamenti del valore limite giornaliero in sole 8 stazioni, di cui 7 di traffico, a fronte dei 20 superamenti rilevati nel 2022. Rispetto al 2022, si evidenzia quindi un diffuso miglioramento a livello regionale.

Il grafico di Figura 8 illustra il boxplot del numero di superamenti del valore limite per le concentrazioni medie giornaliere di tutte le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria dal 2003 al 2023: si può osservare un generale trend di riduzione nel corso degli anni, una sostanziale stabilizzazione del numero di superamenti nel periodo 2018-2022 ed un deciso decremento nel 2023, a conferma di quanto sopra esposto per la media annuale.

Tabella 5 – PM10: numero di superamenti del valore limite per la concentrazione media giornaliera misurato presso le stazioni della rete regionale nel periodo 2012-2023.

**PM10 - Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (Valore limite: 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile)
(percentuale dati validi >= 80%)**

ZONA UE	PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Agglomerato	TO	Baldissero T. (ACEA) - parco	FR	17	9		8	1	1	0		22	15	9	0	
		Beinasco (TRM) - Aldo Mei	FS		70	47	68	52	88	41	49	59	39	36	21	
		Borgaro T. - Caduti	FS	90	75	44	71	54	90	42	28	51	37	39	25	
		Chieri - Bersezio	FS										55	40	48	33
		Collegno - Francia	TU		83	61	81	61	102	56	50	85	57	74	35	
		Druento - La Mandria	FR	45	29	11	23	22	41	15	10	11	7	10	6	
		Leini ⁿ (ACEA) - Grande Torino	FS	66	59	35	84	57	79		44	59	38	33	17	
		Settimo T. - Vivaldi	TU	111	88	81	98	70		65	63	83	55	77	55	
		Torino - Consolata	TU	118	100	75	93	75	108	55	45	84*			57	53
		Torino - Grassi	TU		126			89	112	76	83			75	98	66
		Torino - Lingotto	FU	94	89	59	86	62	101	39	48	67	40	66	35	
Torino - Rebaudengo	TU			94	101	74	118	87	71	88	65	86	63			
Torino - Rubino	FU	83	87	58	84	65	97	33	46	66	57	58	37			
Collina	AL	Arquata S. - Minzoni	IS	39	32	17		51	56	35	22	31	37	26	10	
		Dernice - Costa	FR	9	4	6	6	3	10	1	1	1	6	1	1	
	AT	Vinchio - San Michele	FR	57	47	40	50	38	59	26	15	36	31	19	4	
		Cossato - Pace	FU	41	33	16	32	28	44	19		22	16	13	1	
	CN	Alba - Tanaro	FU	90	61	40	48	38	57	33	24	44	24	23	17	
		Mondovì - Aragno	TU			25	30	32	44	21	10	19	27	26	16	
	NO	Saliceto - Moizo	FR	38	20	16	14	15	26	13	11	17	18	10	3	
		Borgomanero - Molli	TU		22	8	28	18	30	12	8	21	12	11	1	
	TO	Castelletto T. - Fontane	FR			14	29	20	29	10	9	25	13	22	8	
		Ivrea - Liberazione	FS	71	52	30	55	41	60	28	29	48	33	41	22	
	VB	Pinerolo - Alpini	FU	54	33		11	15	40	11	5	12	10	9	4	
		Susa - Repubblica	FS	15	10	1	11	10	27	6	1	3	5	4	0	
	VC	Omegna - Crusinallo	TU			13	68	30	37	14	17	26	14	25	10	
Verbania - Gabardi		FU	18	4	2	4	8	17	3	1	6	5	4	2		
VC	Borgosesia - Tonella	FU	34	27	6	21	24	35	8	9	7	7	5	1		
	Montagna	Trivero - Ronco	FS	7	6	4	10	6	18	3	4	5	4	1	1	
Ceresole Reale - Diga		FR	0	0	0	0	0	6	0	1		3	0	0		
Oulx - Roma		TS	3	6	5		0	8	1	0	1	0	1	0		
Baceno - Alpe Devero		FR				0	0	0	0	0		3	2	0		
Pianura	AL	Domodossola - Curotti	FS			34	54	30	50	12	11	40	19	24	21	
		Alessandria - D'Annunzio	TU	123	92	86	84	69	102	59	66	64	67	63	39	
		Alessandria - Volta	FU	95	83	55	82	46	90	57	50	54	54	43	19	
		Casale M.to - Castello	FU		40	39	72	37	64	26				17	7	
	AT	Novi Ligure - Gobetti	TU				49	44	65	41	33	42	28	31	13	
		Tortona - Carbone	TU	100	87	67		46	70	29			36	42	14	
	BI	Asti - Baussano	TU	97	79	66	92	71	98	55	58	69	59	79	47	
		Asti - D'Acquisto	FU	58	70	33	41	50	51	33	39	54	45	43	27	
	CN	Biella - Lamarmora	TU	50	44	22	46	29		25	19	24	18	17	0	
		Biella - Sturzo	FU	26	15	7	16	21	33	11	4	10	8	7	1	
	NO	Bra - Madonna Fiori	TU	106	86	61	62	43	65	31	20	42	38	31	15	
		Cuneo - Alpini	FU	40	18	12	13	23	29	11	3	9	10	13	10	
	TO	Cavallermaggiore-Galilei	FS										40	40	18	
		Cerano - Bagno	FS	82	62	41	70	45	68	30	37	51	44	51	21	
	VC	Novara - Roma	TU	84	60	17	42	37	72	25	25	36	34	43	14	
		Novara - Arpa	FU	69	45	26		35	59	19	25	41	34	27	12	
	VC	Carmagnola - I Maggio	TU	137	109	82	107	73	122	69	69	81	49	82	39	
Cigliano-Autostrada		TR				53	41	67	44		54	32	28	18		
VC	Vercelli - CONI	FS	66	63	32	52	43	67	18	30	40	25	25	9		
	Vercelli - Gastaldi	TU	79	86	60	82	50	82	29	48	53	31	31	20		

Legenda
 TU = Stazione di Traffico Urbano
 FU = Stazione di Fondo Urbano
 FS = Stazione di Fondo Suburbano
 FR = Stazione di Fondo Rurale
 IS = Stazione Industriale di Fondo
 TR = Stazione di Traffico Rurale

PM10 n. superamenti

<= 5	<= 20
> 5	<= 35
> 20	<= 50
> 35	> 50

Dato assente perché strumento non presente o per percentuale dati validi inferiore al 80%

n dato con percentuale dati validi compresa fra 80 e 90% fino al 2022 e tra 80 e 85% dal 2023

* stazione con percentuale dati validi pari a 79% .
 I dati mancanti sono in un periodo in cui normalmente non si verificano superamenti

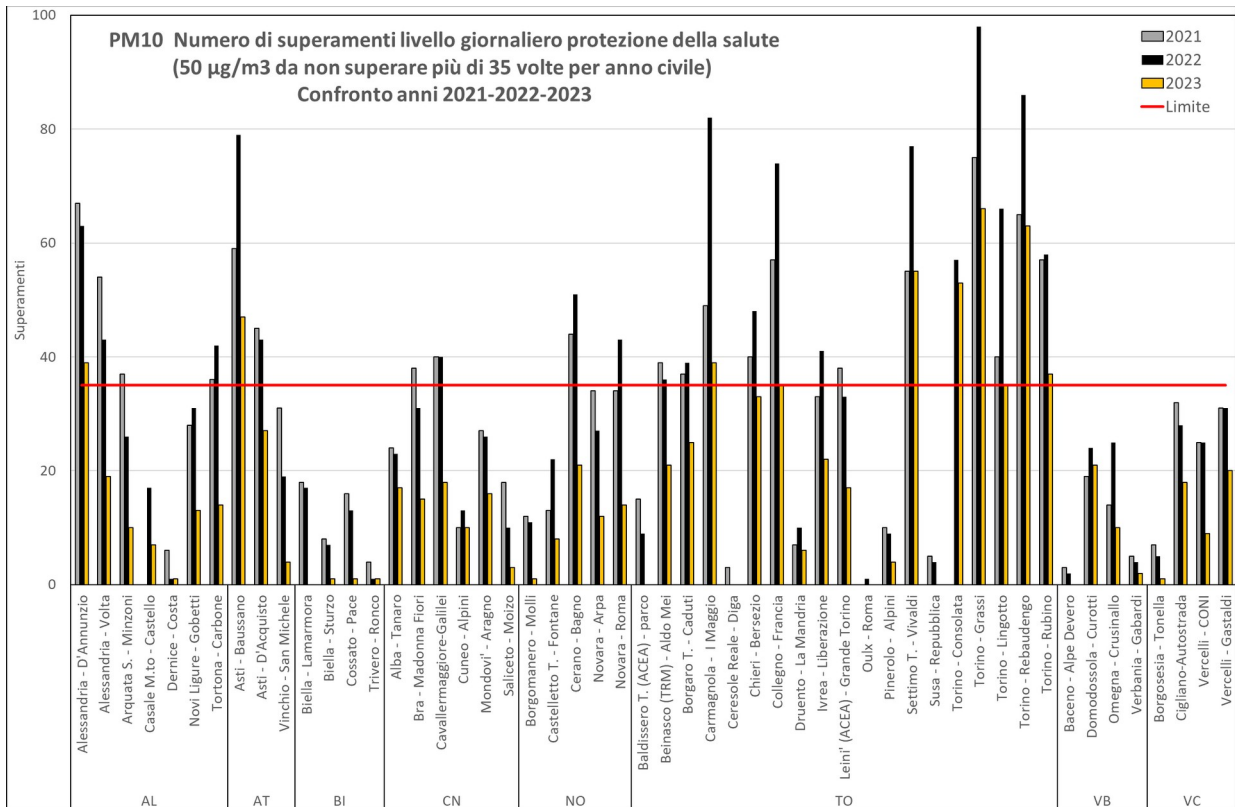


Figura 7 – PM10: istogramma del numero di superamenti del valore limite di concentrazione media giornaliera (50 µg/m³) per anno solare per le stazioni della rete di monitoraggio relativamente agli anni 2021, 2022 e 2023.

PM10: boxplot del numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero tutte le stazioni

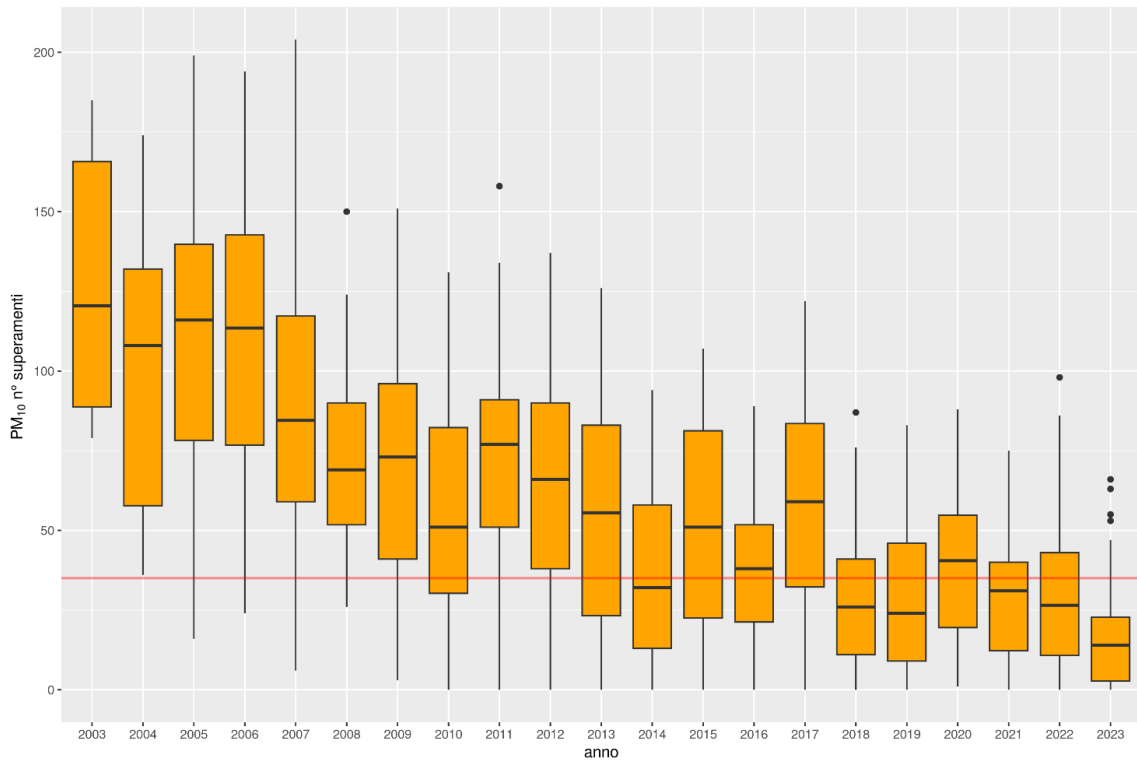


Figura 8 – PM10: boxplot del numero di superamenti del valore limite per le concentrazioni medie giornaliere misurate dalle stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria dal 2003 al 2023. La linea rossa indica il limite stabilito dal D.Lgs 155/2010.

3.2 Particolato sospeso: PM2.5

La normativa impone per la protezione della salute umana un valore limite della concentrazione media annua per il PM2.5 pari a 25 µg/m³.

Come per il PM10, sono state prese in considerazione le serie dati con una percentuale di dati validi superiore all'80%.

3.2.1 Media annua

La Tabella 6 riporta i valori di concentrazione media annua di PM2.5 misurati nel 2023, confrontati con gli anni precedenti (2012 - 2022), per tutte le stazioni della rete regionale suddivise per zone di qualità dell'aria, province e tipologia di stazione; la suddivisione della scala colori tiene conto delle soglie di valutazione inferiore e superiore e del valore limite previsti dal D.Lgs. 155/2010.

In Figura 9 i valori delle concentrazioni medie annue del 2023 di tutte le stazioni sono confrontati con quelli misurati nel 2021 e nel 2022 mediante istogrammi. Nel 2023, come nei cinque anni precedenti, non sono stati registrati superamenti del valore limite; le concentrazioni sono in generale inferiori a quelle del 2022 e a quelle misurate in tutta la serie storica.

La Figura 10 riporta il boxplot delle concentrazioni medie annue delle stazioni della rete regionale nel periodo 2010 - 2023. Come per il PM10, si osserva un trend decrescente, con una relativa stabilizzazione nel periodo 2018-22 ed una riduzione nel 2023.

Tabella 6 – PM2.5: concentrazioni medie annue misurate presso le stazioni della rete regionale nel periodo 2012-2023

PM2,5 - Media annuale (Valore limite: 25 µg/m³)
Percentuale dati validi ≥ 80%

ZONA UE	PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Agglomerato	TO	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	FS	25	25	23	26	23	26	20	20	21	18	19	17	
		Borgaro T. - Caduti	FS	31	27	23	26	23	27	22	19	21	20	21	18	
		Chieri - Bersezio	FS		28	22	24	22	27	22	20	22	21	22	19	
		Leini ¹ (ACEA) - Grande Tori	FS	26	26	22	30	24	26			22	16	16	16	
		Settimo T. - Vivaldi	TU	37	33	26	31	26	30	24	22	23	23	24	21	
		TO - Lingotto	FU	33	29	24	27	23	27	21	19	22	20	23	16	
		TO - Rebaudengo	TU			25		29	33	25	25	22	23	23	20	
TO - Rubino	FU						27	23	20	20	19	20	16			
Collina	AL	Dernice - Costa	FR	13	11	11	11	10	12	11	9	9	9	10	8	
	AT	Vinchio - San Michele	FR	22	20	19	21	19	21	19	16	18	17	17	13	
	CN	Mondovi' - Aragno	TU			16	18	18	20	17	15	16	17	17	14	
	NO	Borgomanero - Molli	TU			14	18	17	19	15	15	15	14	15	12	
	TO	Ivrea - Liberazione	FS	27	24	19	24	20	24	19	16	19	17	19	15	
	VB	Verbania - Gabardi	FU	16	12	11	13		14	11	10	11	12	13	12	
	VC	Borgosesia - Tonella	FU	20	17	14	17	15	18	14	13	13	13	15	13	
Montagna	BI	Trivero - Ronco	FS	13	11	10	13	11	13	10	10	10	10	11	9	
	TO	Ceresole Reale - Diga	FR	5	5	4	6	7	9		6	6	7	9		
	VB	Baceno - Alpe Devero	FR				4	3	4	4			4	5	4	
		Domodossola - Curotti	FS				18	16	18	14	14	17	13	17	17	
Pianura	AL	Alessandria - Volta	FU	30	27	22	24	22	26	22	20	21	19	20	16	
	AT	Asti - d'Acquisto	FU									22	20	20	17	
	BI	BI - Sturzo	FU	16	14	12	16	14	16	13	11	12	12	13	11	
	CN	Bra - Madonna Fiori	TU										20	19	18	14
		Cavallermaggiore - Gallei	FS											22	22	18
	CN - Alpini	FU	20	15	15	16	17	19	15	13	14	15	15	12		
	NO	NO -Verdi/Arpa	FU	25	19		23	20	22		17	18	17	18	15	
	VC	Cigliano - Autostrada	TR				22	21	24			23	20	21	19	
VC - CONI		FS	22	23	22	27	20	23	18	18	18	15	17	15		

Legenda	TU = Stazione di Traffico Urbano
	FU = Stazione di Fondo Urbano
	FS =Stazione di Fondo Suburbano
	FR = Stazione di Fondo Rurale
	TR = Stazione di Traffico Rurale

PM2.5 media annuale (µg/m³)

<= 5	
> 5	<= 12
> 12	<= 17
> 17	<= 25
> 25	

Dato assente perché strumento non presente o per percentuale dati validi inferiore al 80%

n dato con percentuale dati validi compresa fra 80 e 90% fino al 2022 e tra 80 e 85% dal 2023

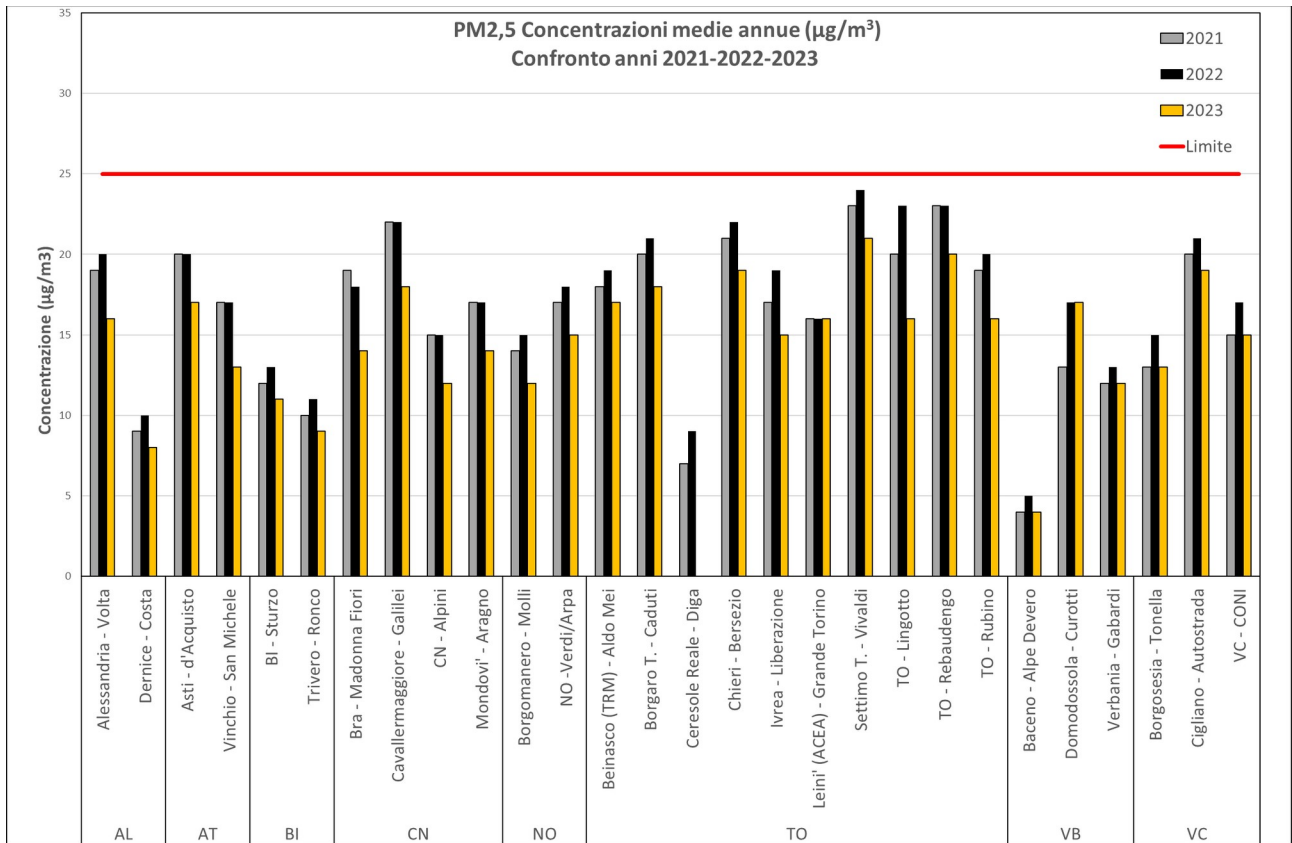


Figura 9 – Istogramma dei valori medi annui delle concentrazioni di PM2.5 per le stazioni della rete di monitoraggio relativamente agli anni 2021, 2022 e 2023

PM2.5: boxplot della media annuale
tutte le stazioni della rete regionale

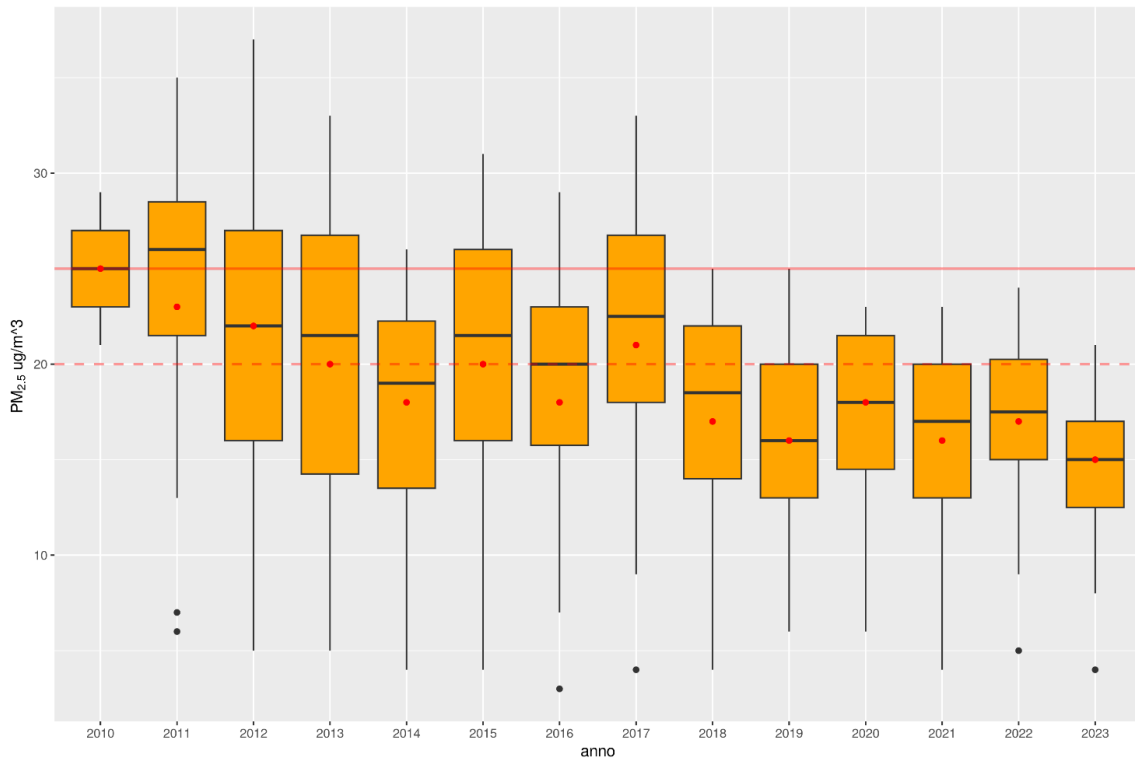


Figura 10 – PM2.5: Boxplot dei valori medi annuali delle stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria dal 2010 al 2023. Il pallino rosso rappresenta il valore medio di ciascun anno, la linea rossa continua

il limite stabilito dal D.Lgs 155/2010 per la media annua, mentre la linea rossa tratteggiata il valore indicativo citato dalla norma ma non entrato in vigore

3.3 Biossido di azoto (NO₂)

Per il biossido di azoto NO₂, in questa sezione si evidenziano i risultati in termini di concentrazione media annua e del numero di superamenti del limite orario rispetto ai limiti imposti dalla normativa.

Il D.Lgs. 155/2010 impone per l'NO₂ un valore limite di concentrazione media annua per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m³, ed un valore limite orario pari a 200 µg/m³, da non superarsi per più di 18 volte nel corso dell'anno

3.3.1 Media annua

I risultati di concentrazione media annua di biossido di azoto (NO₂) per il 2023 sono riportati per tutte le stazioni della SRRQA in Tabella 7 e confrontati con la serie storica 2012 – 2022: i dati sono suddivisi per zona di qualità dell'aria (zona UE), provincia e tipologia di stazione; la suddivisione della scala colori tiene invece conto delle soglie di valutazione inferiore e superiore e del valore limite previsti dal D.Lgs. 155/2010.

In Figura 11 gli stessi risultati sono riportati in istogramma e confrontati con il biennio 2021 - 2022. Il valore limite per la protezione della salute umana, pari a 40 µg/m³, è stato rispettato nel 2023 in tutte le stazioni della rete regionale tranne in quella di traffico urbano di Torino – Rebaudengo che ha misurato un valore di 44 µg/m³, valore inferiore al 48 µg/m³ misurato nei due anni precedenti. Da evidenziare il dato rilevato nella stazione di traffico urbano di Torino - Consolata che nel 2023 ha registrato, per la prima volta nel periodo 2011-2023, un valore di concentrazione media annua inferiore al valore limite. In generale si ha una lieve riduzione delle concentrazioni medie annue nel corso del 2023 rispetto al biennio precedente, in particolare su 52 stazioni confrontabili con l'anno precedente, 31 hanno un valore medio annuale inferiore, 10 sono invariate ed 11 hanno una concentrazione media superiore.

La Figura 12 riporta i box plot considerando la distribuzione dei valori di concentrazione media annua di tutte le stazioni della SRRQA per ogni anno nel periodo 2003 - 2023. Il trend risulta in costante decrescita su tutto il periodo considerato.

Tabella 7 – NO₂: concentrazioni medie annue misurate presso le stazioni della rete regionale nel periodo dal 2011 al 2023.

N02 - Media annua (Valore limite annuale per la protezione della salute umana: 40 µg/m³) (Percentuale dati validi ≥ 80%)															
ZONAUE	PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Agglomerato	TO	Baldissero T. (ACEA) - Parco	FR	16	12	14	14	12	15	11	15	11	10		12
		Beinasco (TRM) - Aldo Mei	FS		41	38	47	41	48	38	31	26	27	27	20
		Borgaro T. - Caduti	FS	32	31	26	29	30	30	30	25	23	24	22	20
		Chieri - Bersezio	FS	33	28	23	25	19	23	20	21	14	17	18	20
		Collegno Francia	TU	40	44	47	36	46	58	53	46	30	33	25	31
		Druento - La Mandria	FR	18	12	14	16	11	12	12	11	11	9	9	8
		Leini ¹ (ACEA) - Grande Torino	FS	28	33	31	31	24	32	25	23	21	24	22	19
		Orbassano - Gozzano	FS	35	32	32	35	32	34	30	31	29	29	25	23
		Settimo T. - Vivaldi	TU	49	43	35	41	36	36	33	36	26	30	28	24
		Torino - Consolata	TU	59	60	59	53	50	59	52	53	42	43	42	35
		Torino - Lingotto	FU	43	43	41	37	40	40	35	37	31	31		31
		Torino - Rebaudengo	TU	70	65	70	68	70	80	56			46	48	48
Torino - Rubino	FU	49	42	39	44	35	37	31	33	26	25	28	27		
Vinovo - Volontari	FS	34	31	30	43	33	35	26	28	21	25	24	20		
Collina	AL	Dernice - Costa	FR	11	11	11	12	12	11	10	9	9	9	9	5
	AT	Vinchio - San Michele	FR	18	15	14	17	14	14	12	13	11	10	10	11
	BI	Cossato - Pace	FU	25	22	17	20	20	21	16	18	16	17	14	13
	CN	Alba - Tanaro	FU	31	29	22	24	24	26	22	21	18	18	18	18
		Mondovì - Aragno	TU			29	29	28	28	26	25	21	25	23	22
	NO	Saliceto - Moizo	FR	12	15	12	13	13	14	9	10	8	9	9	8
		Borgomanero - Molli	TU		26	28	30	26	24	24	29	26	26	20	20
	TO	Castelletto T. - Fontane	FR	28	29	24	28	27	24	22	23	17	18	18	15
		Ivrea - Liberazione	FS	25	25	24	26	23	25	22	24	22	22	24	17
	VB	Susa - Repubblica	FS	22	19	20	22	20	19	16	15	14	15	12	10
		Omegna - Crusinallo	TU	37	33	29	29	32	29	27	31	27	26	27	25
	VC	Verbania - Gabardi	FU	27	27	22	21	27	29	28	20	16	16	15	14
Borgosesia - Tonella		FU	21	20	19	19	15	16	16	16	12	13	14	14	
Montagna	BI	Trivero - Ronco	FS	19		22	18	16	11		11	10		8	13
	TO	Ceresole Reale - Diga	FR	7	6	4	5	4	5	6	6	4	5	3	
		Oulx - Roma	TS	21	21	21	20	18	17	19	21	17		14	12
	VB	Baceno - Alpe Devero	FR	6	5		6	5	4	5	5		4	4	3
		Domodossola - Curotti	FS			22	21	19	16	16	20	17	15	16	16
	Pieve Vergonte - Industria	FS	18	19	15	18	15	16	13	11	12	10	11	10	
Pianura	AL	Alessandra - D'Annunzio	TU	43	33	36	35	43	38	31	32	32	32	35	28
		Alessandra - Volta	FU	36	22	21	18	23	35	24	25	19	20	19	20
		Casale M.to - Castello	FU	35	32	30	33	26	29	25	24	20	19	18	17
		Novi Ligure - Gobetti	TU	40	38	42	32	30	33	30	30	23	22	20	22
		Tortona - Carbone	TU	42	37	27	29	29	31	28	29	24	23	21	21
	AT	Asti - Bausano	TU	47	41	37	35	39	40	31	34	28	27	26	24
		Asti - d'Acquisto	FU	30	25	24	25	27	29	23	23	18	19	19	19
	BI	Biella - Lamarmora	TU	37	34		37	34	29	22	30	27	26	26	26
		Biella - Sturzo	FU	24	21	18	30	21	17	20	18	16	17	15	17
	CN	Bra - Madonna Fiori	TU	30	29	23	26	23	26	22	24	21	21	22	21
		Cavallermaggiore - Galilei	FS										21	21	18
		Cuneo - Alpini	FU	31	28	25	28	26	26	23	23	21	19	19	17
	NO	Revello - Staffarda	FR			12	12	12	14	12	11	10	10	10	10
		Cerano - Bagno	FS	39	39	42	47	43	36	25	25	23	24	22	20
		Novara-Roma	TU	53	53	50	55	51	53		35	31	32	29	29
		Novara - Arpa	FU	37	33	33	34	26	26	26	27	25	23	22	22
		Treccate - Verra	FU	54	30	41	30	27	32	26	29	26	26	23	21
	TO	Carmagnola - I Maggio	TU			36	38	39	42	38	34	30	31	29	31
		Cigliano-Autostrada	TR			41	50	39		29	23	22	23	20	23
	VC	Vercelli - CONI	FS	27	27	21	24	21	19	21	19	13	15	13	14
Vercelli - Gastaldi		TU	40	36	34	38	35	31	26	28	21	24	21	23	

Legenda
 TU = Stazione di Traffico Urbano
 FU = Stazione di Fondo Urbano
 FS = Stazione di Fondo Suburbano
 FR = Stazione di Fondo Rurale
 IS = Stazione Industriale di Fondo
 TR = Stazione di Traffico Rurale

NO₂ - concentrazione media (µg/m³)

≤ 10	
> 10	≤ 26
> 26	≤ 32
> 32	≤ 40
> 40	

n Dato assente perché strumento non presente o per percentuale dati validi inferiore al 80%
 Dato con percentuale dati validi compresa fra 80 e 90% fino al 2022 e tra 80 e 85% dal 2023

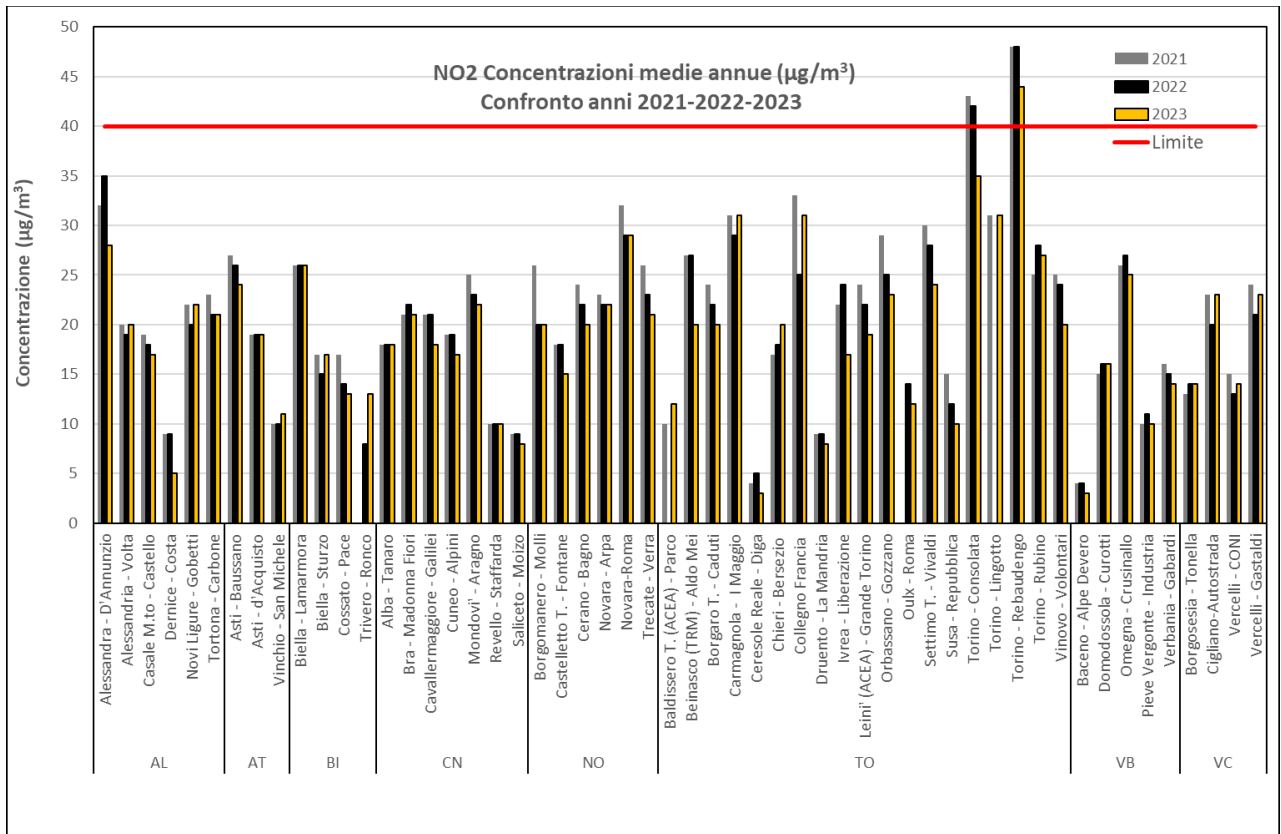


Figura 11 – NO₂: istogramma delle concentrazioni medie annue misurate presso le stazioni della rete regionale nel periodo dal 2021 al 2023.

NO₂: boxplot della media annuale
tutte le stazioni della rete regionale

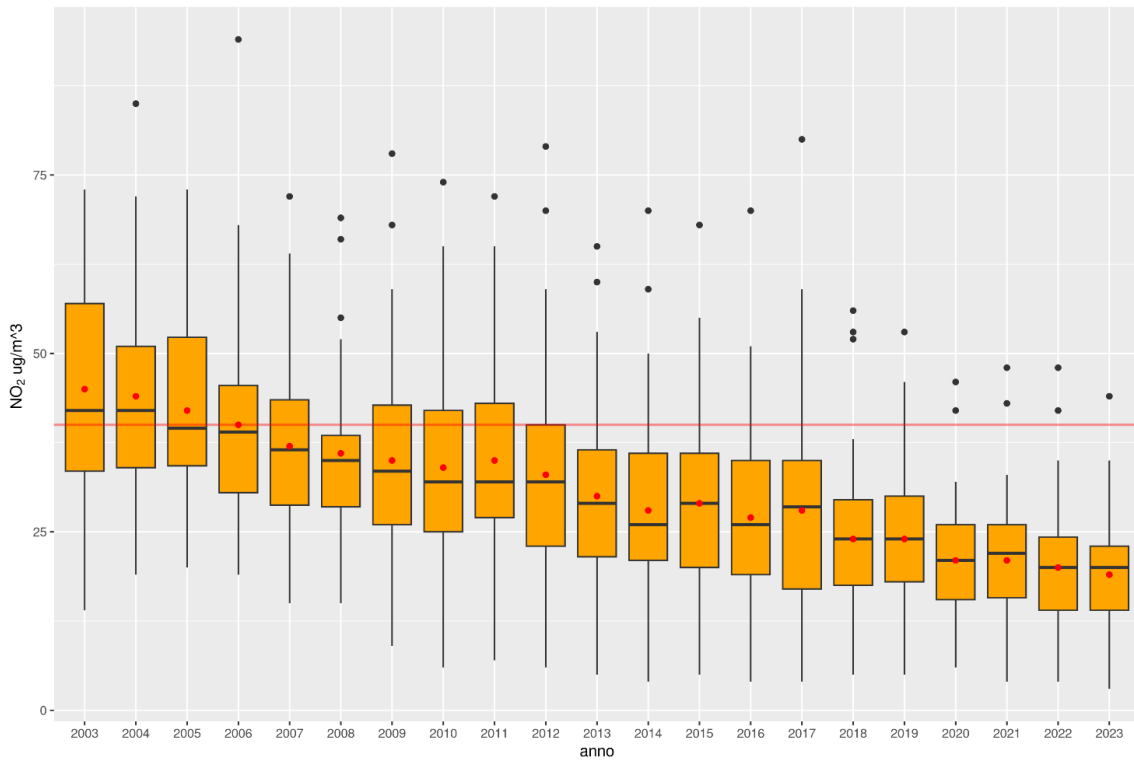


Figura 12 – NO₂: Boxplot dei valori medi annuali delle stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria dal 2003 al 2023 Il pallino rosso rappresenta il valore medio di ciascun anno, la linea rossa continua il limite stabilito dal D.Lgs. 155/2010 per la media annua.

3.3.2 Superamenti del valore limite orario

Nel corso del 2023 la concentrazione oraria di NO₂ (Tabella 8) ha superato il valore limite orario imposto dalla normativa (200 µg/m³ da non superarsi per più di 18 volte nel corso dell'anno) per un'ora sola nella stazione di Baceno Alpe Devero, superamento dovuto a condizioni antropiche molto locali, connesse alla gestione delle piste da sci in prossimità della stazione stessa. La Tabella 8 permette di valutare l'evoluzione temporale del numero di superamenti del valore limite orario registrati presso le stazioni del SRRQA a partire dal 2012. Sul territorio regionale, il valore limite orario è rispettato, con sporadiche eccezioni, da diversi anni. Da 5 anni non si sono più registrati superamenti, così come definiti dalla normativa di riferimento, in nessuna postazione di monitoraggio.

Tabella 8 – NO₂: Numero di superamenti del valore limite di concentrazione oraria pari a 200 µg/m³.

**NO2 - Valore limite orario per la protezione della salute umana (Valore limite: 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte/anno)
(percentuale dati validi >= 80%)**

ZONA UE	PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Agglomerato	TO	Baldissero T. (ACEA) - Parco	FR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Beinasco (TRM) - Aldo Mei	FS	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		Borgaro T. - Caduti	FS	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Chieri - Bersezio	FS	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Collegno Francia	TU	0	5	0	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0
		Druento - La Mandria	FR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Leini' (ACEA) - Grande Torino	FS	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Orbassano - Gozzano	FS	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Settimo T. - Vivaldi	TU	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Torino - Consolata	TU	3	5	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		Torino - Lingotto	FU	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
		Torino - Rebaudengo	TU	13	31	0	21	28	25	1	0	0	4	2	0	0
		Torino - Rubino	FU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vinovo - Volontari	FS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Collina	AL	Dernice - Costa	FR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AT	Vinchio - San Michele	FR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BI	Cossato - Pace	FU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CN	Alba - Tanaro	FU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Mondovi' - Aragno	TU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	NO	Saliceto - Moizo	FR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Borgomanero - Molli	TU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TO	Castelletto T. - Fontane	FR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Ivrea - Liberazione	FS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	VB	Susa - Repubblica	FS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Omegna - Crusinallo	TU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Verbania - Gabardi		FU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
VC	Borgosesia - Tonella	FU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Montagna	BI	Trivero - Ronco	FS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	TO	Ceresole Reale - Diga	FR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Oulx - Roma	TS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	VB	Baceno - Alpe Devero	FR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
		Domodossola - Curotti	FS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Pieve Vergonte - Industria	FS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Pianura	AL	Alessandria - D'Annunzio	TU	7	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0		
		Alessandria - Volta	FU	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Casale M.to - Castello	FU	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
		Novi Ligure - Gobetti	TU	0	0	0	0	0	13	19	0	0	0	0		
		Tortona - Carbone	TU	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0		
	AT	Asti - Baussano	TU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Asti - D'Acquisto	FU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	BI	Biella - Lamarmora	TU	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Biella - Sturzo	FU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	CN	Bra - Madonna Fiori	TU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Cavallermaggiore - Galilei	FS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Cuneo - Alpini	FU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Revello - Staffarda	FR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	NO	Cerano - Bagno	FS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Novara - Arpa	FU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Novara - Roma	TU	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
		Treccate - Verra	FU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	TO	Carmagnola - I Maggio	TU	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
		Cigliano-Autostrada	TR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	VC	Vercelli - CONI	FS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Vercelli - Gastaldi		TU	8	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0			

Legenda
 TU = Stazione di Traffico Urbano
 FU = Stazione di Fondo Urbano
 FS = Stazione di Fondo Suburbano
 FR = Stazione di Fondo Rurale
 IS = Stazione Industriale di Fondo
 TR = Stazione di Traffico Rurale

NO2 - n. superamenti media oraria

0	
> 0	<= 6
> 6	<= 12
> 12	<= 18
> 18	

n Dato assente perché strumento non presente o per percentuale dati validi inferiore al 80%
 Dato con percentuale dati validi compresa fra 80 e 90% fino al 2022 e tra 85 e 90% dal 2023

3.4 Ozono (O₃)

La normativa vigente (D.Lgs. 155/2010) prevede due obiettivi per la protezione della salute umana: uno a lungo termine, il cui limite di 120 µg/m³, calcolato come massima media giornaliera sulle 8 ore nell'arco dell'anno civile, non deve essere mai superato e l'altro, valore obiettivo (120 µg/m³), che non deve essere superato più di 25 volte per anno civile come media su tre anni.

L'ozono, tipico inquinante secondario la cui presenza deriva dalla trasformazione di altri composti – di origine antropica o naturale – presenti in atmosfera, sotto l'azione della radiazione solare, a differenza degli altri inquinanti raggiunge le concentrazioni più elevate generalmente nelle stazioni rurali e in quelle di quota, nei mesi più caldi dell'anno e nelle ore di massimo irraggiamento solare. L'ozono viene infatti misurato solo nelle stazioni di fondo (urbano, suburbano e rurale) della rete regionale.

Come già accennato nel paragrafo 2, il 2023, nonostante sia stato un anno particolarmente caldo, secondo solo al 2022 nella serie storica 1958-2023, ha registrato precipitazioni nei mesi estivi e ciò ha permesso che le condizioni non fossero così favorevoli allo sviluppo e alla permanenza di elevate concentrazioni di ozono troposferico, come invece avvenuto nel 2022, anno caratterizzato da bassissime precipitazioni.

3.4.1 Superamenti valore obiettivo e dell'obiettivo a lungo termine

Il valore obiettivo per la protezione della salute umana, tra i riferimenti definiti dalla normativa, è quello che meglio descrive situazioni di inquinamento e di esposizione della popolazione mediate nel tempo; i superamenti di questo indicatore sono riportati in Tabella 9. L'ozono, fra gli inquinanti critici, è l'unico a non mostrare un trend di riduzione nel corso degli anni.

In Figura 13 sono invece riportati i risultati del numero di superamenti annuali relativi agli anni 2021, 2022 e 2023 del valore obiettivo a lungo termine, scelto per meglio evidenziare le variazioni annuali dell'inquinante. Il 2022 è stato l'anno più critico del triennio con un picco di 125 superamenti registrati nella stazione di fondo suburbano di Orbassano – Gozzano mentre nel 2023 i valori sono simili a quelli del 2021 in gran parte delle stazioni e in alcune anche inferiore.

La Figura 14 presenta i risultati della distribuzione dei valori medi annui misurati da ciascuna centralina della rete regionale nel periodo 2003 - 2023. Si nota come, mentre il 2022 sia stato uno dei più critici degli ultimi anni; il 2023, grazie anche alle piogge del periodo estivo, si colloca tra gli anni più bassi della serie storica considerata, superiore solo al 2014.

Tabella 9 – Ozono: numero di superamenti, mediato sui 3 anni, del valore obiettivo per la protezione della salute umana

O3 - Numero di superamenti, mediato sui 3 anni, dell'obiettivo per la protezione della salute umana (max media 8h > 120 µg/m3) - Percentuale dati validi >=90%

Zona UE	PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
AGGLOMERATO	TO	Baldissero T. (ACEA) - parco	FR	88	85	71	67	58	65	66	70	57	61	75	77
		Borgaro T. - Caduti	FS	46	38	26	36	41	56	40	37	35	47	71	52
		Chieri - Bersezio	FS		36	36	55	63	63	52	42	24	26	18	35
		Druento - La Mandria	FR	80	84	60	51	46	57	54	48	45	52	64	53
		Leini' (ACEA) - Grande Torino	FS	56	47	26	27	31	39	40	37	34	38	48	47
		Orbassano - Gozzano	FS	54	64	55	58	54	79	80	73	68	71	92	80
		Torino - Lingotto	FU	36	38	44	50	48	46	41	50	51	58	67	65
		Torino - Rubino	FU			18	36	41	49	48	47	52	53	69	68
		Vinovo - Volontari	FS	57	61	41	30	22	42	52	52	34	36	59	53
PIEMONTE	AL	Alessandria - Volta	FU	55	46	37	38	53	66	74	64	63	56	59	54
		Dernice - Costa	FR	68	63	51	45	43	62	60	64	65	60	66	55
	AT	Asti - D'Acquisto	FU	58	60	64	58	56	59	59	56	55	49	53	46
		Vinchio - San Michele	FR	87	85	63	48	56	68	70	55	55	51	64	57
	BI	Biella - Sturzo	FU	50	66	49	25	18	27	37	46	46	38	37	26
		Cossato - Pace	FU	62	62	37	43	39	45	41	42	37	39	49	48
		Trivero - Ronco	FS	53	40	30	26	27	34	26	31	25	24	32	35
	CN	Alba - Tanaro	FU	62	60	40	31	29	38	41	40	36	38	52	53
		Cuneo - Alpini	FU	48	52	37	38	35	48	38	37	39	51	57	44
		Revello - Staffarda	FR			22	22	34	37	29	21	14	22	33	36
		Saliceto - Moizo	FR	35	35	29	22	21	24	29	28	25	19	28	35
	NO	Castelletto T. - Fontane	FR	71	66	49	44	37	49	51	52	49	42	56	53
		Novara - Arpa	FU	71	55	36	31	36	51	47	41	31	25	36	36
	TO	Ceresole Reale - Diga	FR	80	68	54	47	41	45	39	31	23	22	39	34
		Ivrea - Liberazione	FS	45	41	31	40	35	44	39	42	38	38	48	44
		Susa - Repubblica	FS	37	40	29	21	24	41	44	37	25	31	45	52
	VCO	Baceno - Alpe Devero	FR				31	22	21	18	21	22	15	27	24
		Domodossola - Curotti	FS			25	35	31	32	25	26	26	26	32	26
		Pieve Vergonte - Industria	FS	60	65	50	46	45	56	54	50	60	57	65	44
		Verbania - Gabardi	FU	60	64	44	43	40	52	50	49	53	51	50	43
VC	Borgosesia - Tonella	FU	60	59	52	34	24	24	15	21	27	41	55	52	
	Vercelli - CONI	FS	89	85	59	57	52	46	31	34	34	37	61	77	

LEGENDA

FU = Stazione di Fondo Urbano
 FS =Stazione di Fondo Suburbano
 FR = Stazione di Fondo Rurale

O3 - num. Superamenti

<=10	
> 10	<= 25
> 25	<= 40
> 40	<= 55
> 55	

Dato assente perché strumento non presente o percentuale dati validi inferiore al 90%

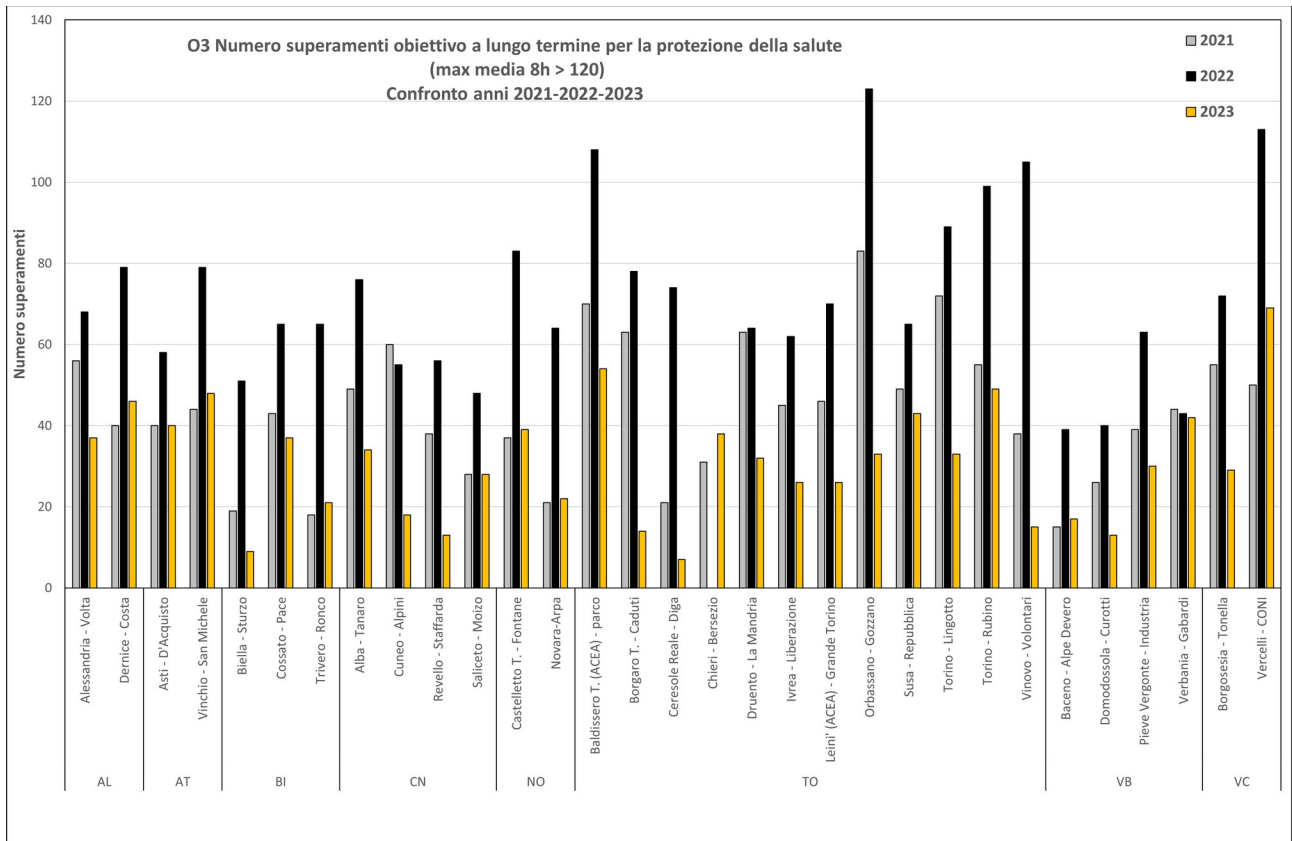


Figura 13 - Ozono: numero superamenti annuali del valore obiettivo a lungo termine per la salute umana. Confronto anni 2023, 2022, 2021.

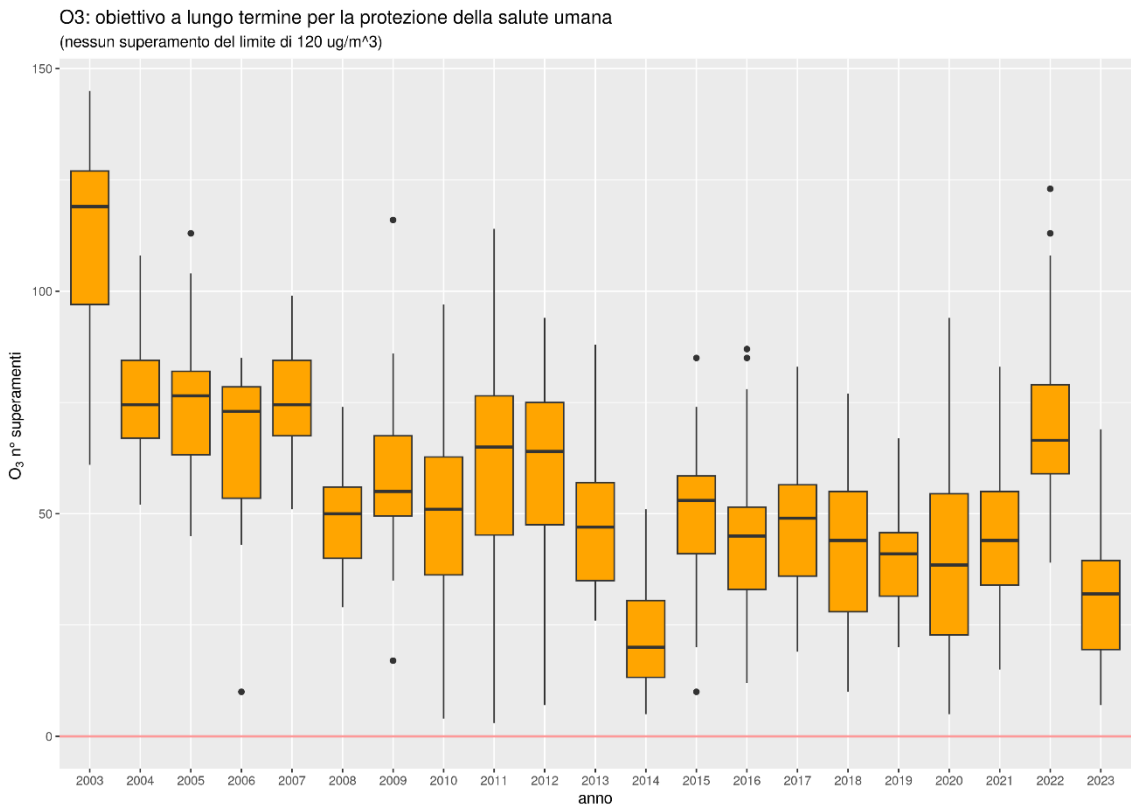


Figura 14 – Ozono: boxplot dei superamenti annuali del valore obiettivo a lungo termine per le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria dal 2003 al 2023.

3.4.2 Superamenti della soglia di informazione

La normativa prevede, per le concentrazioni medie orarie, una soglia per l'informazione alla popolazione pari a 180 µg/m³ ed una soglia di allarme pari a 240 µg/m³.

La Tabella 10 riporta il numero di superamenti della soglia di informazione registrato negli anni dal 2012 al 2023; la suddivisione della scala colori evidenzia, con gradazioni di rosso, il non rispetto della soglia prevista dal D.Lgs. 155/2010. Su tutto il territorio regionale, nel corso degli anni, si è assistito ad una riduzione del numero dei superamenti, tranne per il 2022 che ha registrato aumenti con picchi importanti nell'agglomerato di Torino. Il 2023 invece si riassetta su valori simili se non inferiori al 2021.

In Figura 15 è riportato il confronto fra i superamenti della soglia di informazione registrati negli ultimi tre anni in ciascuna stazione: anche in questo grafico emerge nettamente la differenza tra l'andamento del 2023 e quello del 2022, con valori decisamente più bassi e molto simili al 2021.

La soglia di allarme non è mai stata superata nel corso del 2023, così come nel 2022 e 2021.

Tabella 10 - Ozono: numero di superamenti annuali della soglia di informazione misurato presso le stazioni della rete regionale nel periodo dal 2012 al 2023

O3 - Numero di superamenti della soglia di informazione (180 µg/m³) (Percentuale dati validi >= 80%)															
ZONA UE	PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
AGGLOMERATO	TO	Baldissero T. (ACEA) - parco	FR	12	16	14	26	1	3	0	3	0	0	29	0
		Borgaro T. - Caduti	FS	2	0	2	32	15	6	2	5		4	20	0
		Chieri - Bersezio	FS		0	9	0	1	4	0	1	0	0		0
		Druento - La Mandria	FR	63	42	26	69	36	46	3	17		10	25	8
		Leini' (ACEA) - Grande Torino	FS	0	0	2	3	4	1	0	5	0	0	8	1
		Orbassano - Gozzano	FS	14	4	7	68	39	79	9	34	1	18	125	0
		Torino - Lingotto	FU	3		18	8	8	7	3	18	0	1	39	1
		Torino - Rubino	FU			6	3	12	6	4	29	0	2	58	1
		Vinovo - Volontari	FS	0	0	4	1	4	12	9	8	0	0	86	0
PIEMONTE	AL	Alessandria - Volta	FU	35	3	16	21	64	14	5	29	0	19	10	3
		Dernice - Costa	FR	17	14	0	8	4	8	0	10	0	0	5	2
	AT	Asti - D'Acquisto	FU	6	25	8	15	14	6	1	2	0	0	4	0
		Vinchio - San Michele	FR	8	21	19	0	32	7	0	10	0	0	6	0
	BI	Biella - Sturzo	FU	13	0	13	0	0	4	0	11	0	0	4	1
		Cossato - Pace	FU	0	0	27	24	0	2	0	5	0	0	21	1
			Trivero - Ronco	FS	7	0	0	0	0	0	3	0	0	8	2
	CN	Alba - Tanaro	FU	5	5	14	1	0	3	0	9	0	0	8	0
		Cuneo - Alpini	FU	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
		Revello - Staffarda	FR			1	4	0	2	0	0	0	0	6	0
			Saliceto - Moizo	FR	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	NO	Castelletto T. - Fontane	FR	30	20	11	49	2	20	9	7	1	0	20	4
		Novara - Arpa	FU								22	0	0	3	2
	TO	Ceresole Reale - Diga	FR	5	6	0	0	1	1	0	0	0	0	3	0
		Ivrea - Liberazione	FS	0	0	1	4	0	7	0	1	2	0	6	0
		Susa - Repubblica	FS	0	0	0	0	12	5	0	0	0	0	11	4
	VCO	Baceno - Alpe Devero	FR	0	0		0	0	0	0			0	0	0
		Domodossola - Curotti	FS			0	4	0	0	0	5	0	0	0	0
		Pieve Vergonte - Industria	FS	18	13	11	28	11	23	7	8	19	0	7	0
			Verbania - Gabardi	FU	34	27	3	73	24	30	16	16	0	5	12
VC	Borgosesia - Tonella	FU	62	4	6	0	0	0	0	6	0	2	11	2	
	Vercelli - CONI	FS	10	1	10	27	0	0	0	15	0	0	33	0	

LEGENDA

FU = Stazione di Fondo Urbano
 FS = Stazione di Fondo Suburbano
 FR = Stazione di Fondo Rurale

O3 - soglia informazione

0	
> 0	<= 20
> 20	<= 40
> 40	<= 60
> 60	

Dato assente perché strumento non presente o per percentuale dati validi inferiore al 80%

n dato con percentuale dati validi compresa fra 80 e 90% fino al 2022 e da 80% al 85% per il 2023

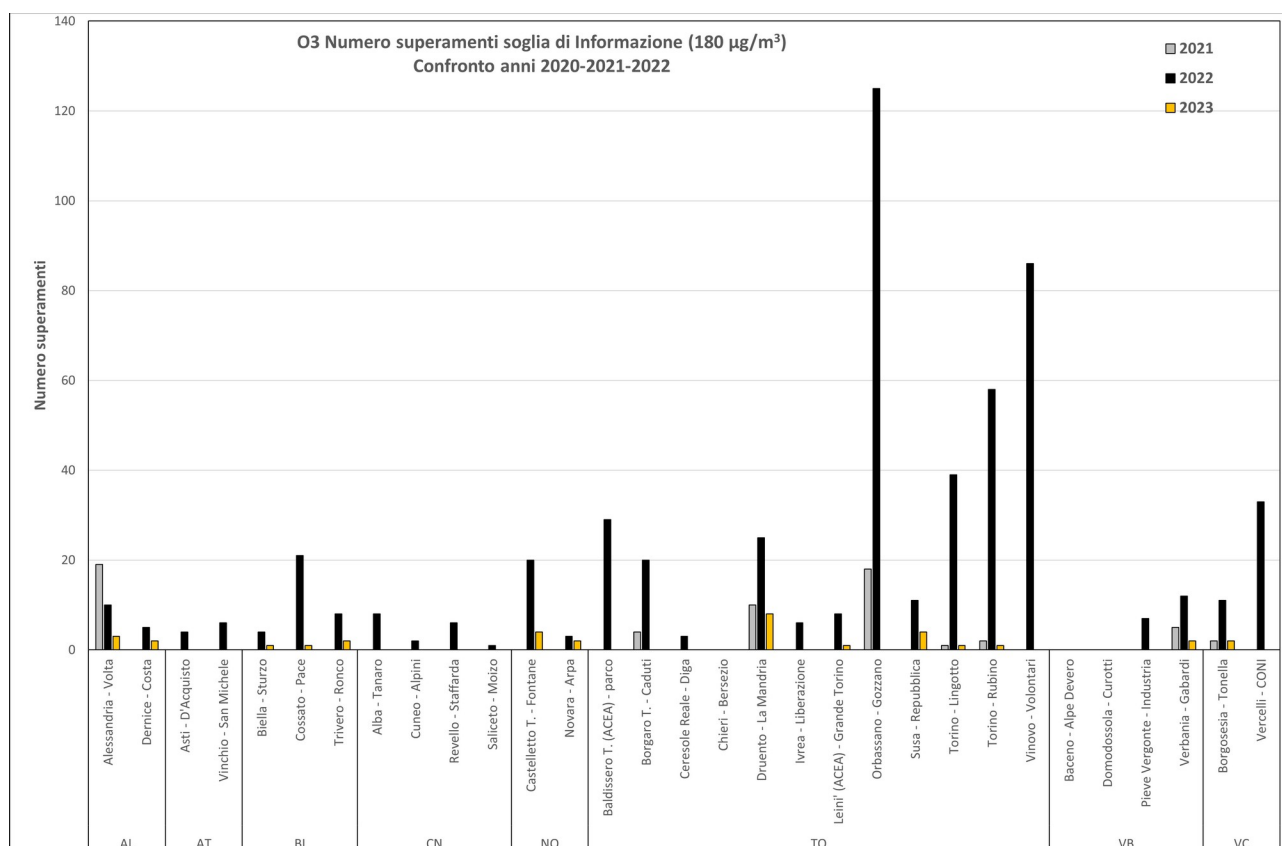


Figura 15 – Ozono: numero di superamenti annuali della soglia di informazione registrati nel 2021, 2022 e 2023

4 Conclusioni

Le concentrazioni registrate nel corso del 2023 dalle stazioni della rete di monitoraggio regionale della qualità dell'aria sono state in media le più basse di tutta la serie storica di misura, sia per il particolato PM10 e PM2.5, sia per il biossido di azoto e tra le più basse per l'ozono.

In riferimento ai limiti previsti dal 155/2010 infatti possiamo al momento evidenziare che:

- per il PM10 e per il PM2.5 il valore limite per la media annua è rispettato in tutte le stazioni;
- per il biossido d'azoto solo in una sola stazione, quella di traffico urbana di Torino – Rebaudengo, non è rispettato il valore limite per la media annua, mentre non vi sono criticità su tutto il territorio regionale per il rispetto del valore limite su base oraria;
- continuano a permanere criticità, anche se in misura minore rispetto agli anni precedenti, per il mancato rispetto dei limiti in relazione all'indicatore sul breve periodo del particolato PM10, con superamenti del valore limite per la concentrazione media giornaliera in diverse stazioni urbane, prevalentemente di traffico, nella Città Metropolitana di Torino e nelle stazioni urbane di traffico di Alessandria ed Asti.
- per l'ozono permane il non rispetto su tutto il territorio del valore obiettivo (sia a breve che a lungo termine) per la protezione della salute umana, nonostante una marcata riduzione delle concentrazioni misurate in tutte le stazioni di monitoraggio.

Il quadro meteorologico osservato nel 2023 ha contribuito molto a tale riduzione delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici: i frequenti episodi di fohen (92 giorni, il numero più alto dall'anno 2000) e la ventilazione superiore alla media, il ridotto numero dei giorni con marcata inversione termica e, per l'ozono, l'aumento delle precipitazioni nel periodo estivo rispetto all'anno precedente, hanno creato condizioni sfavorevoli all'accumulo degli inquinanti in atmosfera,

nonostante nel 2023 si sia avuta un'anomalia pluviometrica nel complesso negativa. Per quanto riguarda le polveri, inoltre, le temperature più miti, in particolare nel periodo invernale ed autunnale, possono avere portato ad una parziale riduzione delle emissioni associate al riscaldamento. È interessante notare infine, come per il PM10 si sia avuta una riduzione del numero di superamenti più marcata rispetto a quella delle corrispondenti medie annuali.