



WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide

22 September 2021 | Guideline

APPENDICE

LA Valutazione della Qualità dell'Aria nella Regione Calabria con riferimento alle Linee guida sulla qualità dell'aria dell'OMS 2020 (pubblicate il 22 settembre 2021)

- attività condotte sulla RRQA (Rete Regionale della Qualità dell'Aria)
- attività condotte sul SIQUA (Sistema Informativo per la Qualità dell'Aria nella Regione Calabria)

Redazione	<p><u>CPS Senior Emilio Centorrino</u> - Direttore per l'Esecuzione del Contratto (DEC) per le attività sulla RRQA e sul SIQUA attinenti al D.Lgs. 50/2016 s.m.i.</p> <p><u>CTP Senior Dott. Crea Pasquale</u> – Direttore Operativo del DEC per le attività sulla RRQA e sul SIQUA - Referente tecnico delegato alla responsabilità delle attività di reporting europeo</p> <p><u>CTP Senior Dott.ssa Serafina Oliverio</u> – Direttore Operativo del DEC per le attività sulla RRQA e sul SIQUA</p> <p><u>CTP Ing. Nicola Ocello</u> – Direttore Operativo del DEC per le attività sulla RRQA e sul SIQUA</p> <p><u>CTP Dott.ssa Annalisa Morabito</u> – Direttore Operativo del DEC per le attività sulla RRQA e sul SIQUA</p> <p><u>CTP Dott.ssa Marianna Caravita</u> – Direttore Operativo del DEC per le attività sulla RRQA e sul SIQUA</p>
Supervisione, annotazioni e grafica	<p><u>Dirigente Tecnico Ing. Domenico Vottari</u> – Responsabile di Convenzione Rep. 1404/2017 s.m.i. con la Regione Calabria, Responsabile Unico del Procedimento per le attività sulla RRQA e sul SIQUA (sino al 31.05.2021)</p>
Approvazione	<p><u>Direttore Generale Dott. Domenico Pappaterra</u></p> <p><u>Direttore Scientifico Dott. Michelangelo Iannone</u></p>
Versione/ Mese-Anno	01/Ottobre 2021



Ringraziamenti Particolari

- al Dipartimento Ambiente e Territorio della Regione Calabria, nelle persone dei Dirigenti Generali pro tempore, per la fiducia accordata all'Agenda Regionale Protezione Ambiente della Calabria per la continuità della gestione della Rete Regionale della Qualità dell'Aria (RRQA) e del Sistema Informativo per la Qualità dell'Aria (SiQua) mediante la Convezione Rep. 1404/2017 s.m.i. (Rep. RegCal 689/2017)
- alle Direzioni Dipartimentali Provinciali, ai Dirigenti dei Servizi Aria dei Dipartimentali Provinciali ed al personale tecnico dei Servizi Aria dei Dipartimentali Provinciali dell'ARPACAL che a qualsiasi titolo hanno permesso la redazione della presente relazione
- al collega CPS Esperto Emilio Centorrino, per la particolare abnegazione dimostrata negli anni per il progetto di costruzione e di mantenimento evolutivo della Rete Regionale della Qualità dell'Aria, che dal 01 novembre 2021 conclude per pensionamento la propria attività lavorativa per l'Agenda

Sommario

1.	Linee guida OMS sulla qualità dell'aria - Introduzione.....	1
2.	Obiettivi delle Linee Guida OMS	2
3.	Metodi utilizzati per sviluppare le Linee Guida.....	3
4.	Raccomandazioni sugli inquinanti atmosferici classici.....	4
5.	Obiettivi Intermedi	4
6.	Applicazione dei limiti delle Linee guida (AQG) OMS ai dati della RRQA della Regione Calabria per l'anno 20205	
6.1.	Biossido di zolfo.....	5
6.2.	Monossido di carbonio	5
6.3.	Biossido di azoto	6
6.4.	Ozono	9
6.5.	Particolato PM ₁₀	10
6.6.	Particolato PM _{2,5}	13
7.	Sintesi dei Risultati.....	16

Sommario delle Figure

Figura 1: SO ₂ - Massima media giornaliera vs valore limite AQG e Obiettivi intermedi.	5
Figura 2: CO - Massima media giornaliera vs valore limite AQG e Obiettivo intermedio.	6
Figura 3: NO ₂ - Concentrazioni media annuale vs Valore limite AQG e Obiettivi intermedi.....	7
Figura 4: NO ₂ medie giornaliere - Numero di superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.....	8
Figura 5: O ₃ medie mobili - Numero di superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.....	9
Figura 6: PM ₁₀ - Concentrazioni medie annuali vs Valore limite AQD e Obiettivi intermedi.	11
Figura 7: PM ₁₀ medie giornaliere. Numero superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.	13
Figura 8: PM _{2,5} - Concentrazioni medie annuali vs Valore limite AQD e Obiettivi intermedi.	14
Figura 9: PM _{2,5} medie giornaliere - Numero superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.	15

Sommario delle Tabelle

Tabella 1: Valori limite AQG consigliati nelle Linee guida 2005 e 2021 e Limiti DLgs 155/2010 e smi	2
Tabella 2: Valori limite AQG consigliati e obiettivi intermedi	4
Tabella 3: NO ₂ - Medie annuali in funzione dei valori limite AQG e Obiettivi intermedi	6
Tabella 4: Medie giornaliere NO ₂ - Numero di superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.	8
Tabella 5: Medie mobili O ₃ - Numero di superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.	9
Tabella 6: PM ₁₀ - Medie annuali in funzione dei valori limite AQG e Obiettivi intermedi.....	11
Tabella 7: Medie giornaliere PM ₁₀ - Numero di superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.	12
Tabella 8: PM _{2,5} - Medie annuali in funzione dei valori limite AQG e Obiettivi intermedi.....	13
Tabella 9: Medie giornaliere PM _{2,5} - Numero di superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.	14
Tabella 10: Percentuali delle stazioni osservanti i Valori limite AQG consigliati e obiettivi intermedi	16

1. Linee guida OMS sulla qualità dell'aria - Introduzione

Dal 1987 l'OMS ha pubblicato periodicamente le linee guida sulla qualità dell'aria basate su dati sanitari al fine di assistere i governi e la società civile nel cammino verso la riduzione dell'esposizione umana all'inquinamento atmosferico e ai suoi effetti negativi. Le linee guida dell'OMS sulla qualità dell'aria, proposte nel 2006, **sono state oggetto di aggiornamento nel 2021** con la pubblicazione *“Le linee guida sulla qualità dell'aria – aggiornamento globale 2005. Particolato, ozono, biossido di azoto e biossido di zolfo e monossido di carbonio (Ufficio regionale dell'OMS per l'Europa, 2006)”* in cui sono stati stabiliti i valori limite guida basati sulla salute per i principali inquinanti atmosferici dannosi per la salute, incluso particolato (PM), ozono (O₃), biossido di azoto (NO₂) e biossido di zolfo (SO₂).



WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.
ISBN 978-92-4-003422-8 (electronic version)
ISBN 978-92-4-003421-1 (print version)

© World Health Organization 2021

Some rights reserved. This work is available under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 IGO licence (CC BY-NC-SA 3.0 IGO): <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/>

Under the terms of this licence, you may copy, redistribute and adapt the work for non-commercial purposes, provided the work is appropriately cited, as indicated below. In any use of this work, there should be no suggestion that WHO endorses any specific organization, products or services. The use of the WHO logo is not permitted. If you adapt the work, then you must license your work under the same or equivalent Creative Commons licence. If you create a translation of this work, you should add the following disclaimer along with the suggested citation: "This translation was not created by the World Health Organization (WHO). WHO is not responsible for the content or accuracy of this translation. The original English edition shall be the binding and authentic edition".

Any mediation relating to disputes arising under the licence shall be conducted in accordance with the mediation rules of the World Intellectual Property Organization. (<http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules/>)

Suggested citation. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Cataloguing-in-Publication (CIP) data. CIP data are available at <http://apps.who.int/cip/>.

Sales, rights and licensing. To purchase WHO publications, see <http://apps.who.int/bookorders>. To submit requests for commercial use and queries on rights and licensing, see <http://www.who.int/about/licensing>.

Third-party materials. If you wish to reuse material from this work that is attributed to a third party, such as tables, figures or images, it is your responsibility to determine whether permission is needed for that reuse and to obtain permission from the copyright holder. The risk of claims resulting from infringement of any third-party-owned component in the work rests solely with the user.

General disclaimer. The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of WHO concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

The mention of specific companies or of certain manufacturers' products does not imply that they are endorsed or recommended by WHO in preference to others of a similar nature that are not mentioned. Errors and omissions excepted, the names of proprietary products are distinguished by initial capital letters.

All reasonable precautions have been taken by WHO to verify the information contained in this publication. However, the published material is being distributed without warranty of any kind, either expressed or implied. The responsibility for the interpretation and use of the material lies with the reader. In no event shall WHO be liable for damages arising from its use.

Cover image: Pitegabri

Già in seguito della pubblicazione dell'aggiornamento globale 2005 si è riscontrato un impatto significativo in tutto il mondo sulle politiche di abbattimento dell'inquinamento, definendo un primo quadro universale di riferimento.

In vari modi, queste linee guida hanno stimolato sia le autorità che la società civile ad aumentare gli sforzi per controllare e studiare le esposizioni nocive derivanti dall'inquinamento atmosferico. In risposta a questa crescente consapevolezza, la 68^a Assemblea Mondiale della Sanità ha adottato la risoluzione WHA68.8, **Salute e ambiente: affrontare l'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico, che è stata approvata da 194 Stati membri nel 2015 (OMS, 2015)**. Questa risoluzione ha affermato la necessità di raddoppiare gli sforzi per proteggere le popolazioni dai rischi per la salute derivanti dall'inquinamento atmosferico. Inoltre, sono stati formulati gli obiettivi di sviluppo sostenibile (OSS) delle Nazioni Unite (ONU) per affrontare la minaccia alla salute pubblica rappresentata dall'inquinamento atmosferico attraverso obiettivi specifici per ridurre l'esposizione ed il carico di malattie dovuto all'esposizione domestica e ambientale.

Negli ultimi 15 anni trascorsi dalla pubblicazione del Global update 2005 all'aggiornamento globale 2020, c'è stato un netto aumento delle prove sugli effetti negativi dell'inquinamento atmosferico sulla salute, basato sui progressi nella misurazione dell'inquinamento atmosferico e sulla valutazione dell'esposizione, inoltre è stato ampliato il database globale con un numero sempre maggiore di

misurazioni dell'inquinamento atmosferico. Nuovi studi epidemiologici hanno documentato gli effetti negativi sulla salute derivanti dall'esposizione ad alti livelli di inquinamento atmosferico in paesi a basso e medio reddito, e studi in paesi ad alto reddito, con aria relativamente pulita, hanno evidenziato effetti negativi sulla salute a livelli di inquinamento molto più bassi rispetto a quelli precedentemente studiati.

2. Obiettivi delle Linee Guida OMS

L'obiettivo generale delle linee guida globali aggiornate nel 2020 è quello di offrire quantitative raccomandazioni basate su fattori sanitari per la gestione della qualità dell'aria, espresse come concentrazioni a breve e lungo termine di alcuni importanti inquinanti atmosferici. Al superamento dei valori limite raccomandati dalle linee guida per la qualità dell'aria (AQG) sono associati importanti rischi per la salute pubblica.

Le nuove **linee guida sulla qualità dell'aria globale (AQG)** dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) del 22 settembre 2021 vanno ad aggiornare le precedenti raccomandazioni che risalgono al 2005. Esse non sono standard giuridicamente vincolanti; tuttavia, forniscono agli Stati membri dell'OMS uno strumento informativo che può essere utilizzato in campo legislativo e politico.

Tali raccomandazioni, nel proporre una forte riduzione dei valori dei principali inquinanti dell'aria, sono decisamente ambiziose e riflettono il grande impatto che l'inquinamento atmosferico ha sulla salute globale. Per facilitare la comprensione delle novità introdotte si riporta in Tabella 1, che sarà di seguito ripresa, che riepiloga i nuovi valori guida raccomandati dall'OMS, quelli "vecchi" del 2005 e gli attuali limiti normativi (Direttiva 2008/50/CE e D.Lgs. 155/2010).

Tabella 1: Valori limite AQG consigliati nelle Linee guida 2005 e 2021 e Limiti DLgs 155/2010 e smi

Inquinante	Intervallo medio	Linee Guida 2005	Linee Guida 2021	D.Lgs 155/2010
PM _{2.5} ,	Anno civile	10	5	25
	24-ore*	25	15	-
PM ₁₀ , µg/m ³	Anno civile	20	15	40
	24- ore*	50	45	50 da non superare più di 35 volte nell'anno civile
O ₃ , µg/m ³	Picco stagionale**	-	60	-
	8- ore*	100	100	Valore obiettivo: media massima giornaliera calcolata su 8 ore di 120 µg/m ³ , da non ripetere più di 25 volte/anno come media su 3 anni
NO ₂ , µg/m ³	Anno civile	40	10	40
	24- ore*	-	25	-
SO ₂ , µg/m ³	24- ore*	20	40	125, da non superare più di 3 volte per anno civile
CO, mg/m ³	24- ore*	-	4	-

* 99° percentile (ovvero 3-4 giorni di superamento all'anno).

** media massima giornaliera calcolata su 8 ore, nei sei mesi consecutivi con la più alta concentrazione media semestrale

Come si evince dalla tabella per il **PM_{2.5}** il valore di media annuale raccomandato dall'OMS per la protezione della salute umana è stato dimezzato rispetto alle AQG del 2005 ed è 1/5 dell'attuale limite di legge. Anche il limite per l'esposizione a breve termine (media giornaliera) è stato abbassato da 25 a 15 µg/m³.

Anche per il **PM₁₀** l'OMS ha optato per un ulteriore abbassamento dell'AQG: da 20 a 15 µg/m³ per la media annuale, e da 50 a 45 µg/m³ per la media giornaliera. Ancora più drastica la riduzione relativa all'NO₂ per

il quale il nuovo limite raccomandato è $\frac{1}{4}$ di quello precedente e dell'attuale limite normativo: da 40 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale.

Le linee guida per come aggiornate rappresentano il frutto di decenni di ricerca, che hanno consentito di raggiungere una evidenza solida sugli effetti avversi degli inquinanti atmosferici sulla salute umana, generalizzati su una ampia pluralità di organi bersaglio, e non solo a concentrazioni elevate. Il messaggio più importante dell'aggiornamento dell'AQG dell'OMS è, infatti, che **ogni riduzione delle concentrazioni in aria dei principali inquinanti atmosferici arreca benefici alla salute della popolazione**, anche in luoghi che hanno già basse concentrazioni di inquinamento.

In definitiva, l'obiettivo delle linee guida pubblicate nel 2021 è quello di fornire una guida per aiutare a ridurre i livelli degli inquinanti atmosferici al fine di ridurre l'enorme onere sanitario derivante dall'esposizione all'inquinamento atmosferico in tutto il mondo.

Gli obiettivi specifici sono i seguenti:

- Fornire raccomandazioni basate sull'evidenza sotto forma di valori limite AQG, compresa la formulazione della funzione concentrazione-risposta in relazione agli esiti critici per la salute, per $\text{PM}_{2,5}$, PM_{10} , ozono, biossido di azoto, biossido di zolfo e monossido di carbonio per tempi medi di esposizione. Questi inquinanti sono stati scelti per la loro importanza mondiale. Tuttavia, questa scelta non implica che altri inquinanti atmosferici siano irrilevanti.
- Fornire obiettivi intermedi per guidare gli sforzi di riduzione verso l'obiettivo finale e raggiungimento tempestivo dei valori limite AQG per i paesi che superano sostanzialmente questi valori.
- Fornire indicazioni qualitative sulle buone pratiche per la gestione di alcuni tipi di PM (es. black carbon o carbonio elementare (BC/EC), ultrafine particelle (UFP) e particelle originate da tempeste di sabbia e polvere (SDS)) per i quali le informazioni disponibili sono insufficienti per ricavare i valori limite AQG ma sono sufficienti alla definizione del rischio associato.

3. Metodi utilizzati per sviluppare le Linee Guida

Le linee guida dell'OMS sono state formulate seguendo un rigoroso processo che ha coinvolto diversi gruppi con ruoli e responsabilità definite. In particolare, le diverse fasi nello sviluppo dei valori limite AQG hanno incluso:

- la determinazione del campo di applicazione delle linee guida e la formulazione di questionari di revisione sistematica;
- la revisione sistematica delle prove e l'elaborazione di meta-analisi delle stime quantitative sull'effetto per l'aggiornamento dei valori limite AQG;
- la valutazione del livello di certezza degli elementi probatori risultanti dalle revisioni sistematiche degli inquinanti;
- l'individuazione dei valori limite AQG, ovvero i valori di esposizione più bassi per i quali ci sono prove di effetti negativi sulla salute.

Inoltre, sono stati aggiornati gli obiettivi intermedi per la qualità dell'aria del 2005 per orientare l'attuazione dei nuovi valori limite AQG. Gli obiettivi intermedi sono concentrazioni di inquinanti atmosferici superiori ai valori limite AQG, ma che le autorità, in aree altamente inquinate, possono

utilizzare per avviare la riduzione dell'inquinamento tramite politiche realizzabili in tempi realistici. Pertanto, gli obiettivi intermedi dovrebbero essere considerati come passi verso il raggiungimento finale di valori limite AQG nel futuro, piuttosto che come obiettivi finali.

4. Raccomandazioni sugli inquinanti atmosferici classici

Nell'aggiornamento delle linee guida pubblicato nel 2021, vengono formulate sia raccomandazioni sui valori limite AQG sia obiettivi intermedi, per i seguenti inquinanti: PM_{2,5}, PM₁₀, O₃, NO₂, SO₂ e CO. Viene di seguito riportata la Tabella 2 riassuntiva dei parametri indicati dalle Linee Guida OMS.

Tabella 2: Valori limite AQG consigliati e obiettivi intermedi

Inquinante	Tempo medio	Obiettivo intermedio				Valore Limite AQG
		1	2	3	4	
PM _{2,5} , µg/m ³	Annuale	35	25	15	10	5
	24-ore ^a	75	50	37.5	25	15
PM ₁₀ , µg/m ³	Annuale	70	50	30	20	15
	24-ore ^a	150	100	75	50	45
O ₃ , µg/m ³	Picco stagionale ^b	100	70	–	–	60
	8-ore ^a	160	120	–	–	100
NO ₂ , µg/m ³	Annuale	40	30	20	–	10
	24-ore ^a	120	50	–	–	25
SO ₂ , µg/m ³	24-ore ^a	125	50	–	–	40
CO, mg/m ³	24-ore ^a	7	–	–	–	4

^a 99° percentile (ovvero 3-4 giorni di superamento all'anno).

^b Media della concentrazione media giornaliera massima di O₃ su 8 ore nei sei mesi consecutivi con il semestre più alto concentrazione media di O₃.

Sono state utilizzate, per definire i valori limite di AQG raccomandati, solo quelle prove valutate come aventi una certezza elevata o moderata in merito all'associazione tra un inquinante ed un risultato sanitario specifico e tutte le raccomandazioni sono classificate come forti secondo la valutazione adattata delle raccomandazioni, lo sviluppo e l'approccio di valutazione (GRADE).

È importante notare che le linee guida sulla qualità dell'aria, raccomandate in precedenti Linee guida dell'OMS, rimangono valide per gli inquinanti e quei tempi medi non coperti in questo aggiornamento.

5. Obiettivi Intermedi

Gli obiettivi intermedi sono proposti come passi incrementali in una progressiva riduzione di inquinamento atmosferico.

Gli obiettivi intermedi possono essere definiti come concentrazioni di inquinanti atmosferici associate a una specifica diminuzione del rischio per la salute che fungono da "passi incrementali nella riduzione progressiva dell'inquinamento atmosferico [...] destinato all'uso in aree ad alto inquinamento" (Ufficio regionale dell'OMS per l'Europa, 2006). Come affermato nell'aggiornamento globale 2005, "gli Stati possono trovare utili questi obiettivi intermedi per valutare i progressi nel tempo nel difficile processo di riduzione costante dell'esposizione della popolazione [all'inquinamento atmosferico]"

6. Applicazione dei limiti delle Linee guida (AQG) OMS ai dati della RRQA della Regione Calabria per l'anno 2020

In applicazione dei valori limite e degli obiettivi intermedi proposti dall'OMS all'interno dell'aggiornamento alle Linee Guida 2021 nei paragrafi seguenti saranno valutati per singolo inquinante i dati relativi al monitoraggio della qualità dell'aria della Rete Regionale della regione Calabria riferiti all'anno 2020.

6.1. Biossido di zolfo

Nella Figura 1 vengono riportate le massime medie giornaliere del biossido di zolfo (SO_2) riscontrate nelle stazioni di monitoraggio della RRQA in cui è presente l'analizzatore in base al Piano di Valutazione approvato dal Ministero.

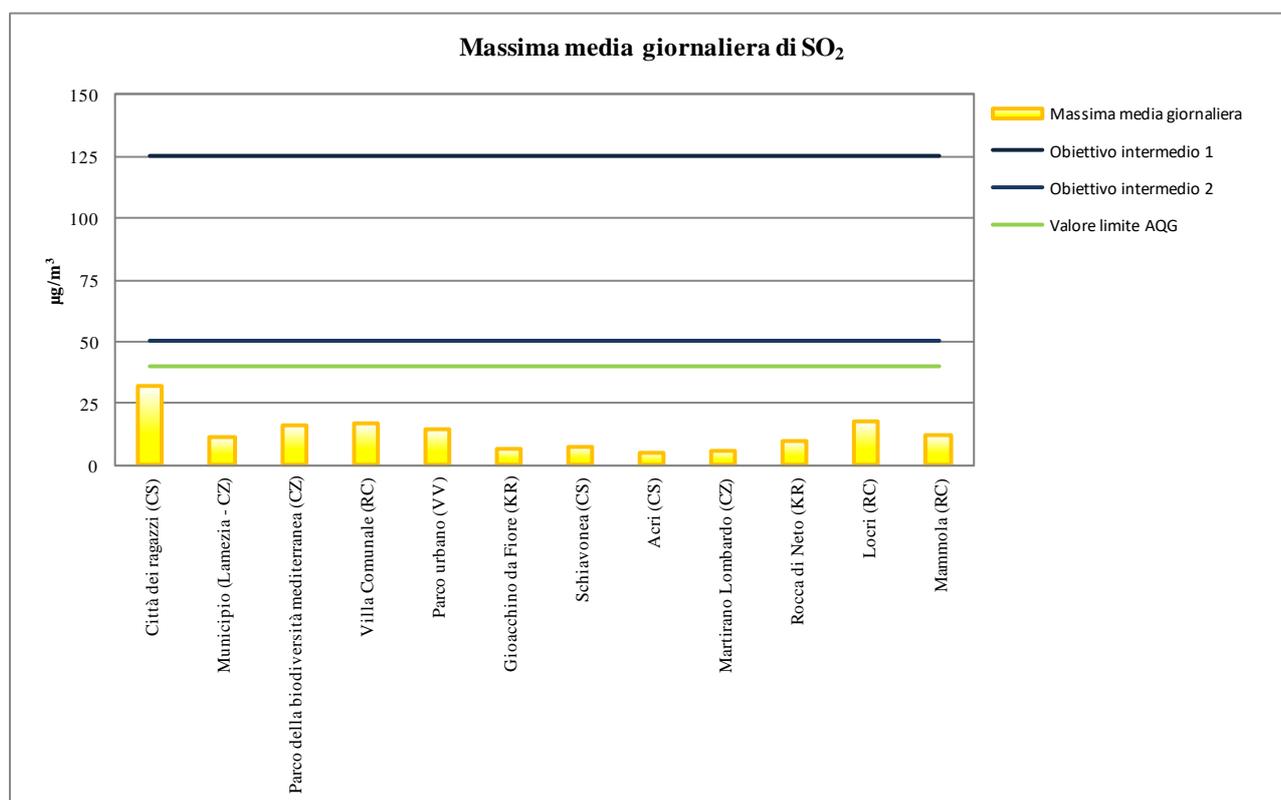


Figura 1: SO_2 - Massima media giornaliera vs valore limite AQG e Obiettivi intermedi.

Come è possibile dedurre dall'istogramma, tutte le stazioni hanno registrato concentrazioni inferiori al valore limite AQG ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

6.2. Monossido di carbonio

Nella Figura 2 vengono riportate le massime medie giornaliere del monossido di carbonio (CO) riscontrate nelle stazioni di monitoraggio della RRQA in cui è presente l'analizzatore in base al Piano di Valutazione approvato dal Ministero.

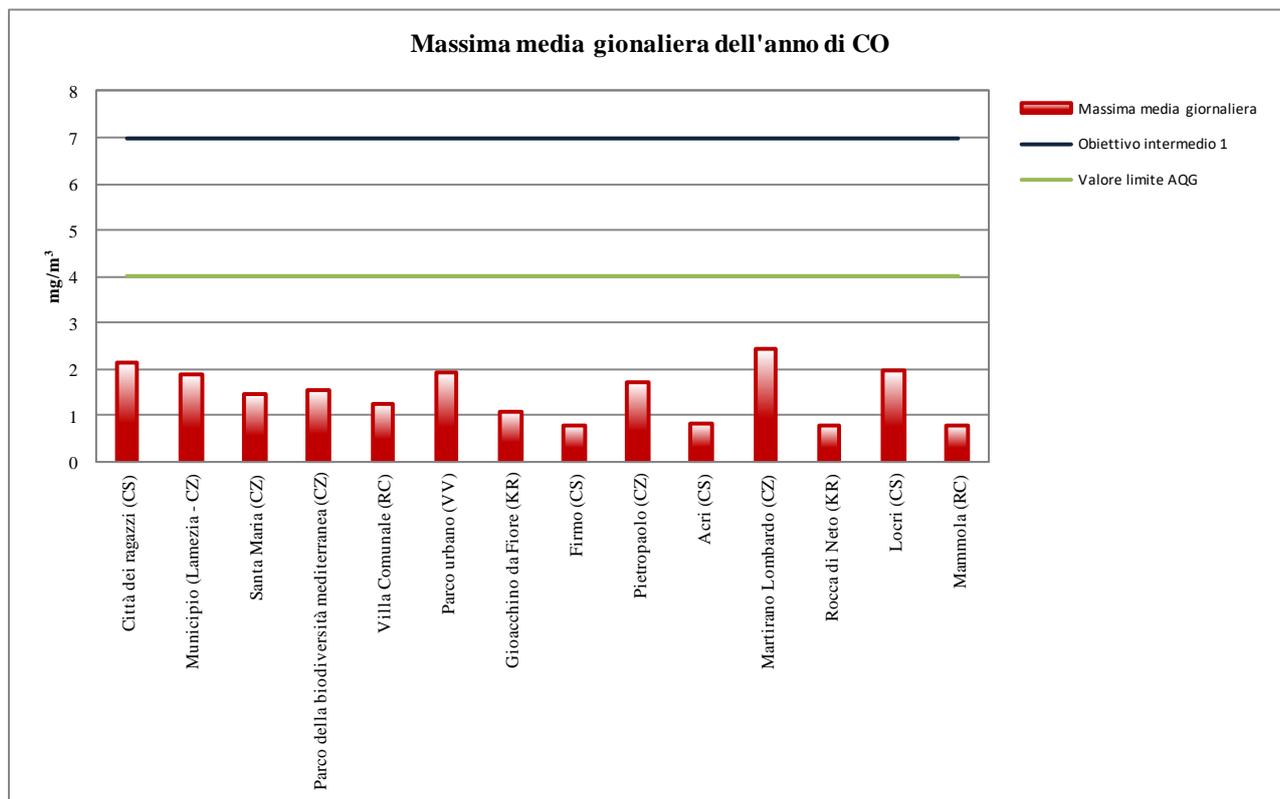


Figura 2: CO - Massima media giornaliera vs valore limite AQG e Obiettivo intermedio.

Come è possibile dedurre dall'istogramma, tutte le stazioni hanno registrato concentrazioni inferiori al valore limite AQG (4 mg/m³).

6.3. Biossido di azoto

Nella Tabella 3 e nella Figura 3 vengono riportate le medie annuali del biossido di azoto (NO₂) riscontrate nelle stazioni di monitoraggio della RRQA in funzione del Valore limite AQG e degli Obiettivi intermedi.

Risulta evidente che le tre stazioni con concentrazioni medie annuali che rispettano il valore limite AQG (10 µg/m³) sono prevalentemente quelle di fondo. La maggior parte delle stazioni hanno registrato valori compresi tra il Valore limite AQG e l'Obiettivo intermedio 3 (20 µg/m³) mentre solo una stazione ha registrato una media annuale compresa tra l'Obiettivo intermedio 3 (20 µg/m³) e l'Obiettivo intermedio 2 (30 µg/m³). In nessuna stazione si è riscontrato un valore superiore all'Obiettivo intermedio 2 (30 µg/m³).

Tabella 3: NO₂ - Medie annuali in funzione dei valori limite AQG e Obiettivi intermedi

	Valore limite AQG (10 µg/m³)	Obiettivo intermedio 3 (20 µg/m³)	Obiettivo intermedio 2 (30 µg/m³)	Obiettivo intermedio 1 (40 µg/m³)
Città dei ragazzi (CS)	-	16,8	-	-
Università (CS)	-	-	-	-
Municipio (Lamezia - CZ)	-	11,29	-	-
Santa Maria (CZ)	-	20,16	-	-
Parco della biodiversità mediterranea (CZ)	8,44	-	-	-
Piazza Castello (RC)	-	15,69	-	-

Villa Comunale (RC)	10,34	-	-	-
Via Argentaria (VV)	-	16,49	-	-
Parco urbano (VV)	5,47	-	-	-
Tribunale (KR)	-	18,59	-	-
Gioacchino da Fiore (KR)	-	-	21,91	-
Firmo (CS)	8,6	-	-	-
Schiavonea (CS)	8,53	-	-	-
Polistena (RC)	-	13,62	-	-
Pietropaolo (CZ)	2,46	-	-	-
Acri (CS)	-	18,67	-	-
Martirano Lombardo (CZ)	10,39	-	-	-
Rocca di Neto (KR)	-	18,84	-	-
Locri (RC)	10,28	-	-	-
Mammola (RC)	2,62	-	-	-

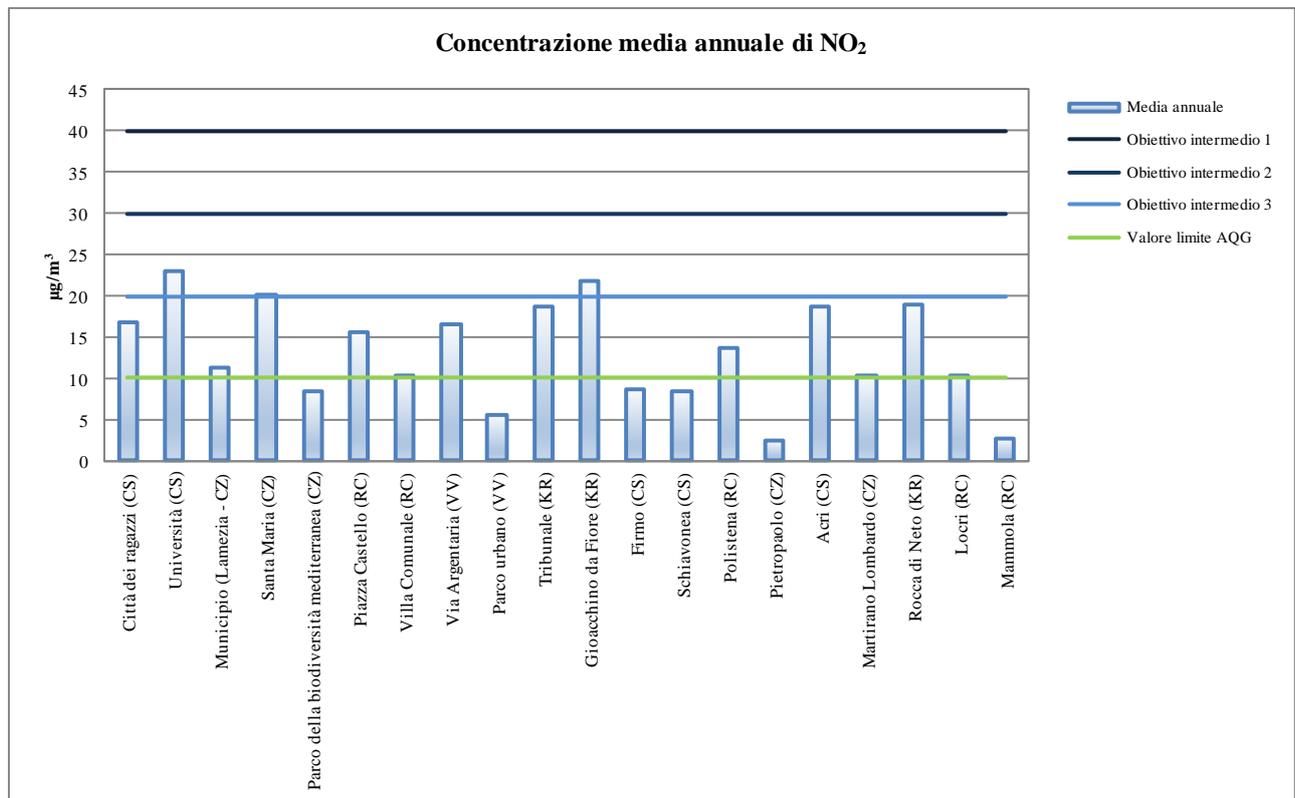


Figura 3: NO₂ - Concentrazioni media annuale vs Valore limite AQG e Obiettivi intermedi.

Dall'analisi della Tabella 4 e della Figura 4, in cui sono riportati il numero di superamenti del valore limite AQG e degli Obiettivi intermedi per quanto concerne le medie giornaliere dell'NO₂, emerge che solo sei stazioni hanno rispettato il Valore limite AQG (25 µg/m³) e precisamente Villa Comunale (RC), Firmo (CS), Schiavonea (CS) Rocca di Neto (KR) e Mammola (RC). La maggior parte delle stazioni hanno registrato almeno un superamento del Valore limite AQG (25 µg/m³) senza superare l'Obiettivo intermedio 2 (50 µg/m³). Solo sei stazioni hanno registrato almeno un valore di concentrazione media giornaliera superiore a 50 µg/m³ (Obiettivo intermedio 2) e precisamente Università (CS), Municipio (Lamezia – CZ), Santa Maria (CZ), via Argentaria (VV), Tribunale (KR), Gioacchino da Fiore (KR) e Firmo (CS) per lo più stazioni di traffico.

Nessuna stazione ha invece registrato valori di concentrazione media giornaliera superiore a 120 µg/m³ (Obiettivo intermedio 1).

Tabella 4: Medie giornaliere NO₂ - Numero di superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.

	Numero superamenti		
	Obiettivo intermedio 1 (120 µg/m ³)	Obiettivo intermedio 2 (50 µg/m ³)	Valore limite AQG (25 µg/m ³)
Città dei ragazzi (CS)	0	0	64
Università (CS)	0	18	118
Municipio (Lamezia - CZ)	0	4	24
Santa Maria (CZ)	0	2	98
Parco della biodiversità mediterranea (CZ)	0	0	1
Piazza Castello (RC)	0	0	25
Villa Comunale (RC)	0	0	0
Via Argentario (VV)	0	2	46
Parco urbano (VV)	0	0	3
Tribunale (KR)	0	5	65
Gioacchino da Fiore (KR)	0	3	99
Firmo (CS)	0	0	0
Schiavonea (CS)	0	0	0
Polistena (RC)	0	0	1
Pietropaolo (CZ)	0	0	0
Acri (CS)	0	0	56
Martirano Lombardo (CZ)	0	0	0
Rocca di Neto (KR)	0	0	104
Locri (RC)	0	0	10
Mammola (RC)	0	0	0

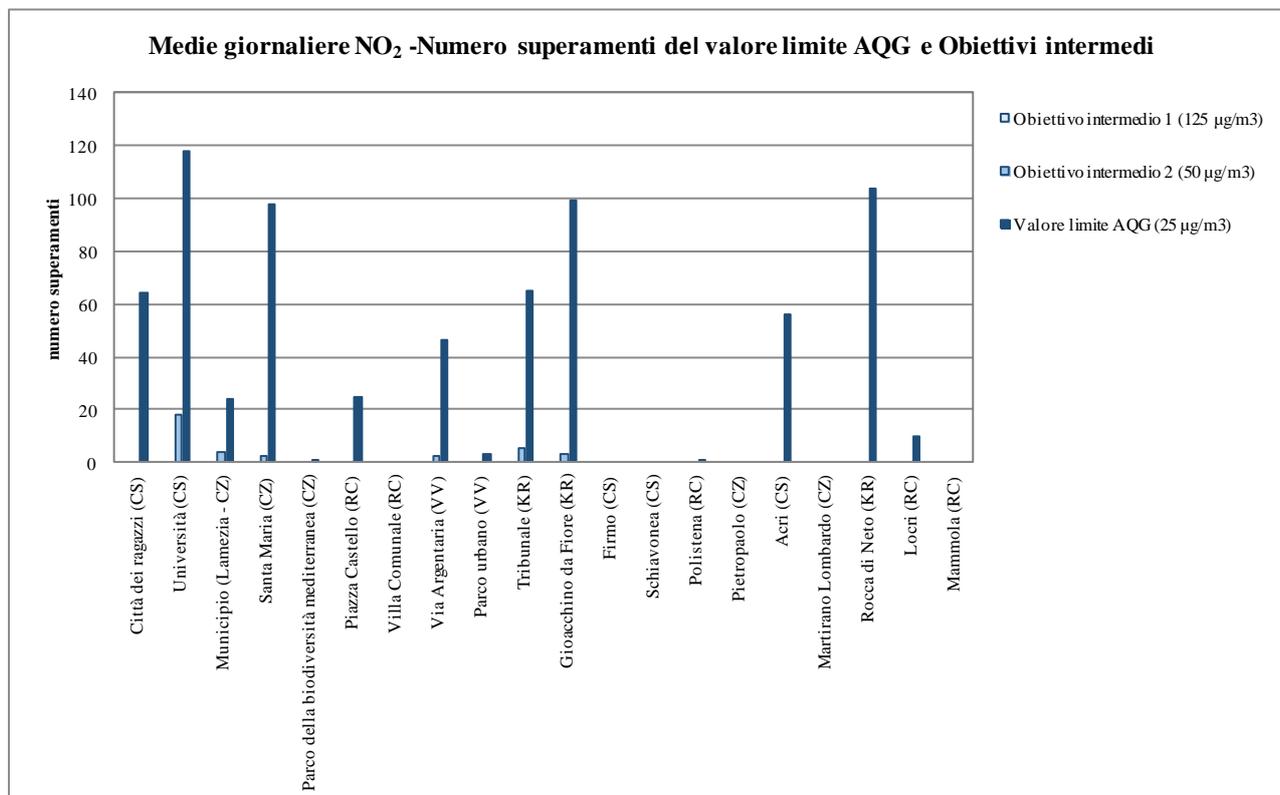


Figura 4: NO₂ medie giornaliere - Numero di superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.

6.4. Ozono

Nella Tabella 5 e nella Figura 5 vengono riportati il numero di superamenti del Valore limite AQG e degli Obiettivi intermedi registrati per le medie mobili dell'ozono (O_3) nelle stazioni di monitoraggio della RRQA in cui è presente l'analizzatore in base al Piano di Valutazione approvato dal Ministero.

Tabella 5: Medie mobili O_3 - Numero di superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.

	Numero superamenti		
	Obiettivo intermedio 1 (160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Obiettivo intermedio 2 (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite AQG (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Città dei ragazzi (CS)	0	6	55
Municipio (Lamezia - CZ)	0	0	12
Santa Maria (CZ)	0	32	54
Parco della biodiversità mediterranea (CZ)	0	5	49
Villa Comunale (RC)	0	0	4
Parco urbano (VV)	0	23	133
Gioacchino da Fiore (KR)	0	5	32
Firmo (CS)	0	3	36
Polistena (RC)	0	0	11
Pietropaolo (CZ)	0	3	84
Acri (CS)	0	4	51
Martirano Lombardo (CZ)	0	1	8
Rocca di Neto (KR)	0	30	121
Locri (RC)	0	0	30
Mammola (RC)	0	21	111

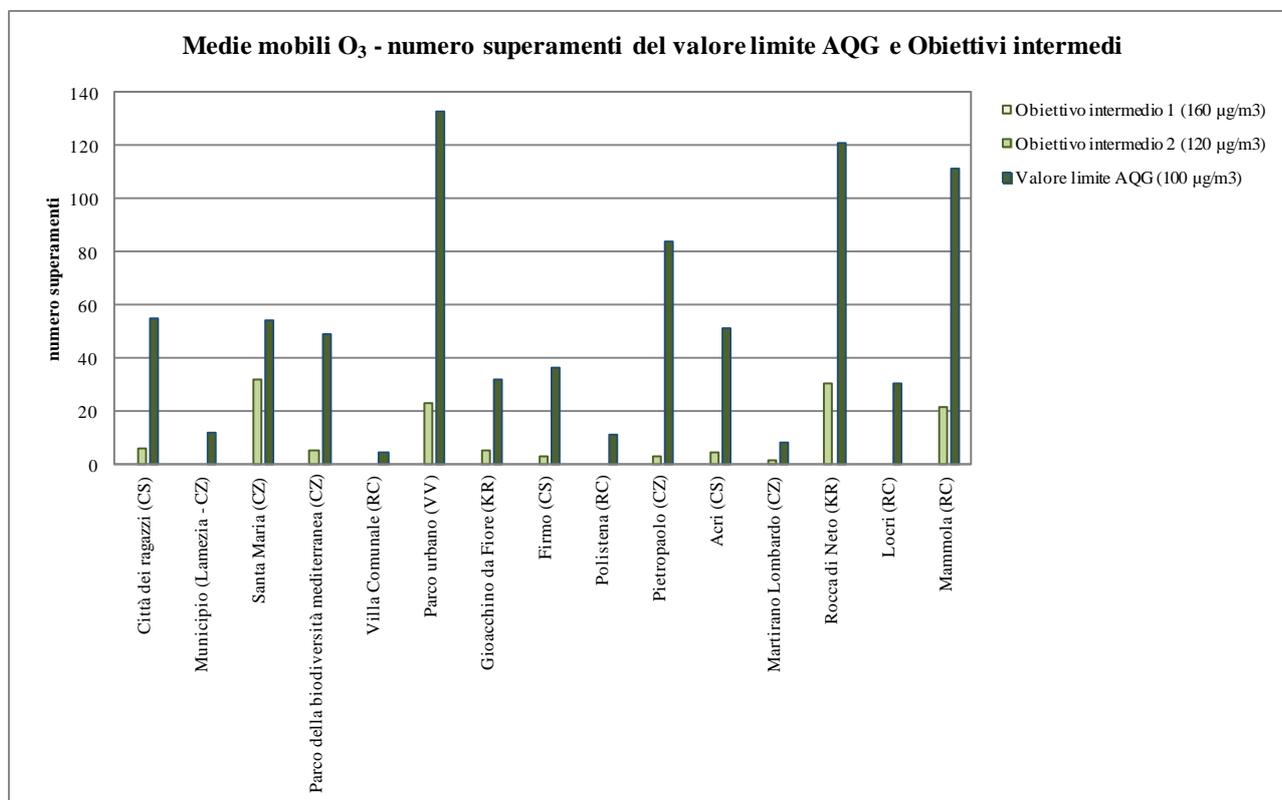


Figura 5: O_3 medie mobili - Numero di superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.

Dall'analisi della Tabella 5 e della Figura 5 si evince che tutte le stazioni di monitoraggio non hanno registrato superamenti dell'Obiettivo intermedio 1 (160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Si sono riscontrati, invece, superamenti dell'Obiettivo intermedio 2 (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) su tutte le stazioni ad eccezione di quattro e precisamente

Municipio (Lamezia – CZ), Villa Comunale (RC), Polistena (RC) e Locri (RC) che sono per lo più stazioni di fondo urbane e suburbane.

Tutte le stazioni hanno registrato, invece, frequenti superamenti del Valore limite AQG ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

6.5. Particolato PM_{10}

Nella Tabella 6 e nella Figura 6 vengono riportate le medie annuali del Particolato atmosferico PM_{10} riscontrate nelle stazioni di monitoraggio della RRQA in funzione del Valore limite AQG e degli Obiettivi intermedi.

Risulta evidente che le tre stazioni con concentrazioni medie annuali che rispettano il valore limite AQG ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sono prevalentemente quelle di fondo. La maggior parte delle stazioni hanno registrato valori compresi tra il Valore limite AQG e l'Obiettivo intermedio 4 ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mentre solo cinque stazioni hanno registrato una media annuale compresa tra l'Obiettivo intermedio 4 ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e l'Obiettivo intermedio 3 ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In nessuna stazione si è riscontrato un valore superiore all'Obiettivo intermedio 3 ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabella 6: PM₁₀ - Medie annuali in funzione dei valori limite AQG e Obiettivi intermedi

	Livello AQG (15 µg/m ³)	Obiettivo intermedio 4 (20 µg/m ³)	Obiettivo intermedio 3 (30 µg/m ³)	Obiettivo intermedio 2 (50 µg/m ³)	Obiettivo intermedio 1 (70 µg/m ³)
Città dei ragazzi (CS)	-	19,03	-	-	-
Università (CS)	-	19,80	-	-	-
Municipio (Lamezia - CZ)	-	18,53	-	-	-
Santa Maria (CZ)	-	20,03	-	-	-
Parco della biodiversità mediterranea (CZ)	13,51	-	-	-	-
Piazza Castello (RC)	-	18,44	-	-	-
Villa Comunale (RC)	-	18,95	-	-	-
Via Argentaria (VV)	-	19,37	-	-	-
Parco urbano (VV)	-	16,79	-	-	-
Tribunale (KR)	-	19,49	-	-	-
Gioacchino da Fiore (KR)	-	-	21,43	-	-
Firmo (CS)	-	20,12	-	-	-
Schiavonea (CS)	-	-	22,23	-	-
Polistena (RC)	-	-	23,87	-	-
Pietropaolo (CZ)	15,10	-	-	-	-
Acri (CS)	-	18,80	-	-	-
Martirano Lombardo (CZ)	-	-	21,79	-	-
Rocca di Neto (KR)	-	-	20,79	-	-
Locri (RC)	-	19,09	-	-	-
Mammola (RC)	13,72	-	-	-	-

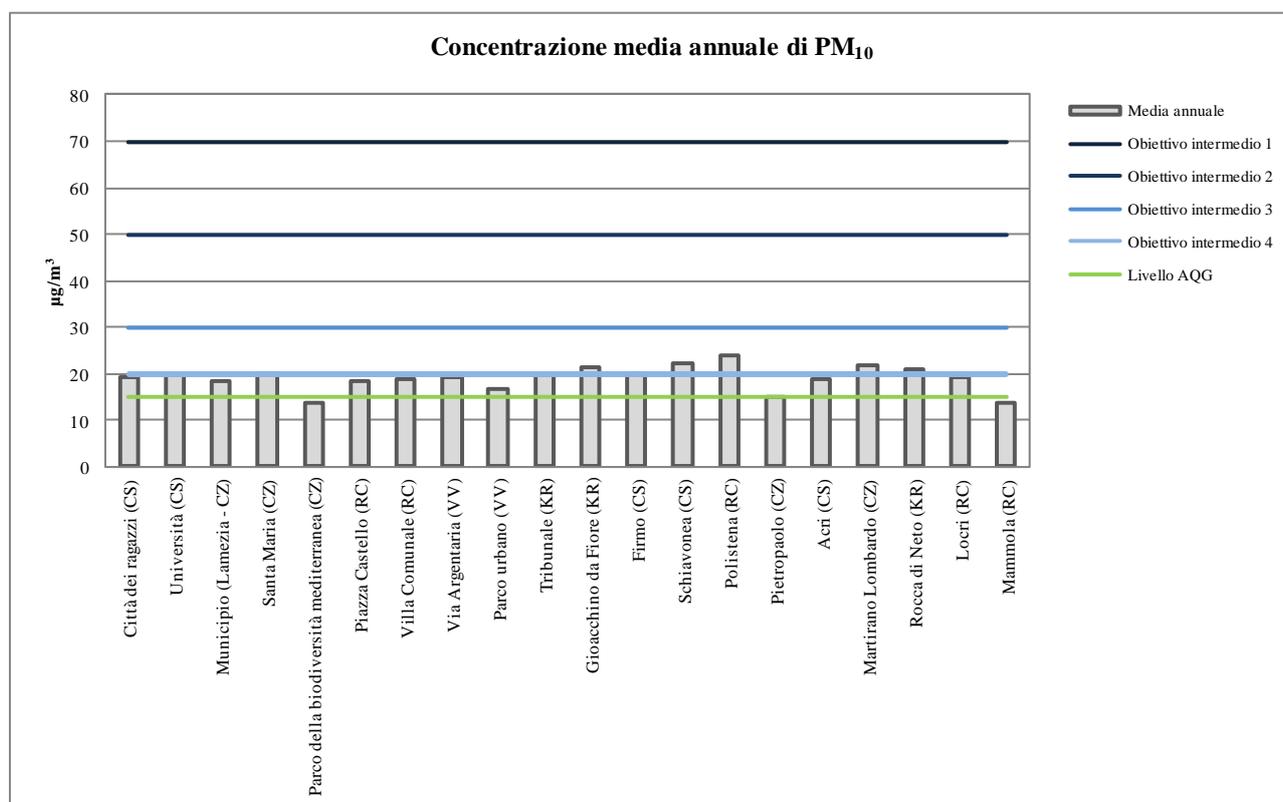


Figura 6: PM₁₀ - Concentrazioni medie annuali vs Valore limite AQD e Obiettivi intermedi.

Dall'analisi della Tabella 7 e della Figura 7, in cui sono riportati il numero di superamenti del valore limite AQG e degli Obiettivi intermedi per quanto concerne le medie giornaliere del PM₁₀, emerge che tutte le stazioni hanno registrato, almeno una volta, valori di concentrazione media giornaliera superiore al Valore limite AQG (45 µg/m³) ed all'Obiettivo intermedio AQG (50 µg/m³). Solo quattro

stazioni hanno rispettato l'Obiettivo intermedio 3 ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e precisamente Città dei ragazzi (CS), Piazza Castello (RC), Schiavonea (CS) e Martirano Lombardo (CZ), mentre solo tre stazioni hanno superato l'Obiettivo intermedio 2 ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e precisamente Villa Comunale (RC), Firmo (CS) e Acri (CS).

Nessuna stazione ha invece registrato valori di concentrazione media giornaliera superiore a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Obiettivo intermedio 1).

Tabella 7: Medie giornaliere PM_{10} - Numero di superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.

	Numero superamenti				Valore limite AQG ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Obiettivo intermedio 1 ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Obiettivo intermedio 2 ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Obiettivo intermedio 3 ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Obiettivo intermedio 4 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Città dei ragazzi (CS)	0	0	0	4	6
Università (CS)	0	0	1	14	17
Municipio (Lamezia - CZ)	0	0	1	5	8
Santa Maria (CZ)	0	0	1	3	8
Parco della biodiversità mediterranea (CZ)	0	0	1	5	6
Piazza Castello (RC)	0	0	0	5	6
Villa Comunale (RC)	0	1	1	7	7
Via Argentaria (VV)	0	0	3	3	5
Parco urbano (VV)	0	0	2	6	6
Tribunale (KR)	0	0	1	5	8
Gioacchino da Fiore (KR)	0	0	1	8	11
Firmo (CS)	0	1	1	11	12
Schiavonea (CS)	0	0	0	7	11
Polistena (RC)	0	0	1	8	12
Pietro Paolo (CZ)	0	0	1	4	8
Acri (CS)	0	1	2	5	9
Martirano Lombardo (CZ)	0	0	0	3	12
Rocca di Neto (KR)	0	0	2	5	7
Locri (RC)	0	0	1	4	7
Mammola (RC)	0	0	3	4	5

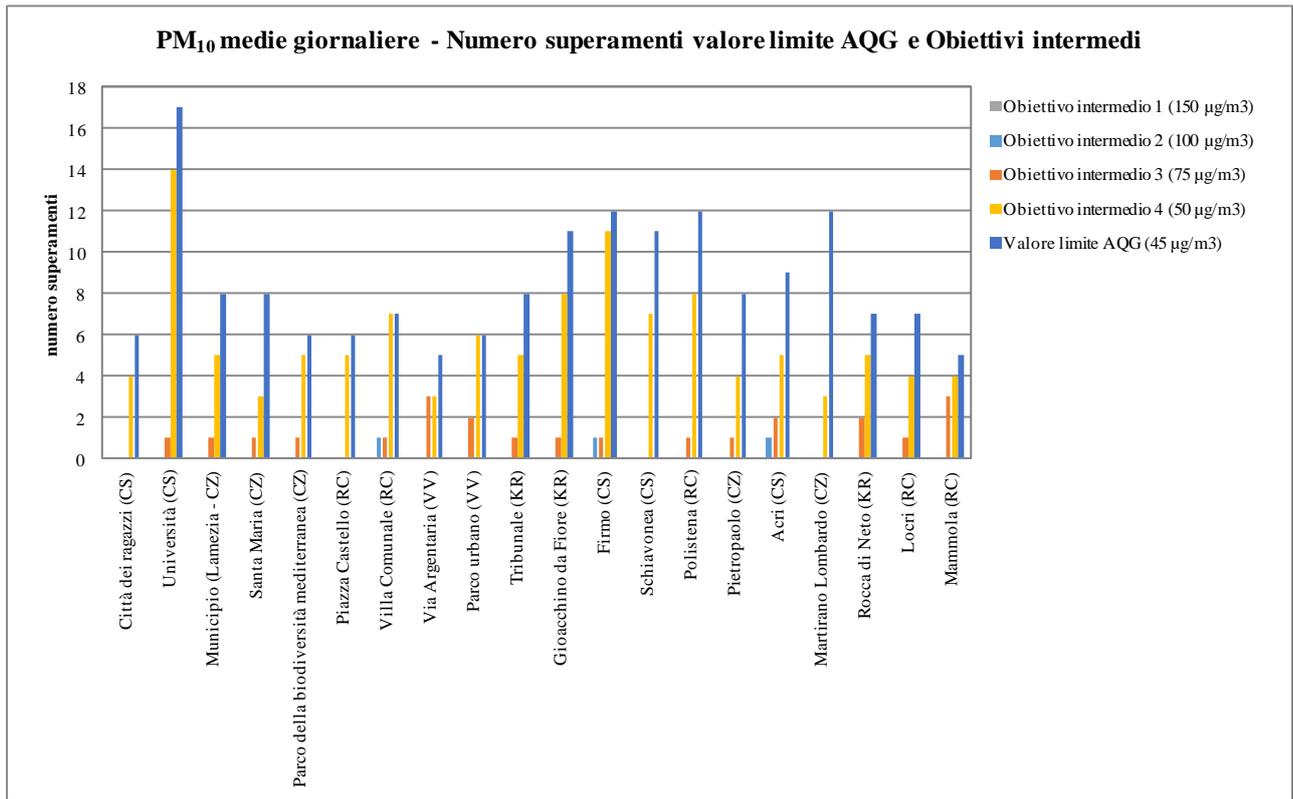


Figura 7: PM₁₀ medie giornaliere. Numero superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.

6.6. Particolato PM_{2,5}

Nella Tabella 8 e nella Figura 8 vengono riportate le medie annuali del Particolato atmosferico PM_{2,5}, riscontrate nelle stazioni di monitoraggio della RRQA in cui è presente l'analizzatore in base al Piano di Valutazione approvato dal Ministero, in funzione del Valore limite AQG e degli Obiettivi intermedi.

Risulta evidente che tutte le stazioni hanno registrato concentrazioni medie annuali che superano il valore limite AQG (5 µg/m³). La maggior parte delle stazioni hanno registrato valori compresi tra il Valore limite AQG (5 µg/m³) e l'Obiettivo intermedio 4 (10 µg/m³) mentre solo quattro stazioni hanno registrato una media annuale compresa tra l'Obiettivo intermedio 4 (10 µg/m³) e l'Obiettivo intermedio 3 (15 µg/m³). Una sola stazione, Martirano Lombardo (CZ), ha registrato una concentrazione media annuale compresa tra l'Obiettivo intermedio 3 (15 µg/m³) e l'Obiettivo intermedio 2 (25 µg/m³).

In nessuna stazione si è riscontrato un valore superiore all'Obiettivo intermedio 2 (25 µg/m³).

Tabella 8: PM_{2,5} - Medie annuali in funzione dei valori limite AQG e Obiettivi intermedi

	Valore limite AQG (5 µg/m ³)	Obiettivo intermedio 4 (10 µg/m ³)	Obiettivo intermedio 3 (15 µg/m ³)	Obiettivo intermedio 2 (25 µg/m ³)	Obiettivo intermedio 1 (35 µg/m ³)
Città dei ragazzi (CS)	-	-	11,26	-	-
Municipio (Lamezia - CZ)	-	7,19	-	-	-
Parco della biodiversità mediterranea (CZ)	-	8,66	-	-	-
Villa Comunale (RC)	-	9,92	-	-	-
Parco urbano (VV)	-	10,26	-	-	-
Gioacchino da Fiore (KR)	-	7,45	-	-	-
Polistena (RC)	-	-	13,25	-	-

Pietropaolo (CZ)	-	7,26	-	-	-
Acri (CS)	-	-	12,02	-	-
Martirano Lombardo (CZ)	-	-	-	15,64	-
Rocca di Neto (KR)	-	-	14,64	-	-
Locri (RC)	-	7,64	-	-	-
Mammola (RC)	-	8,31	-	-	-

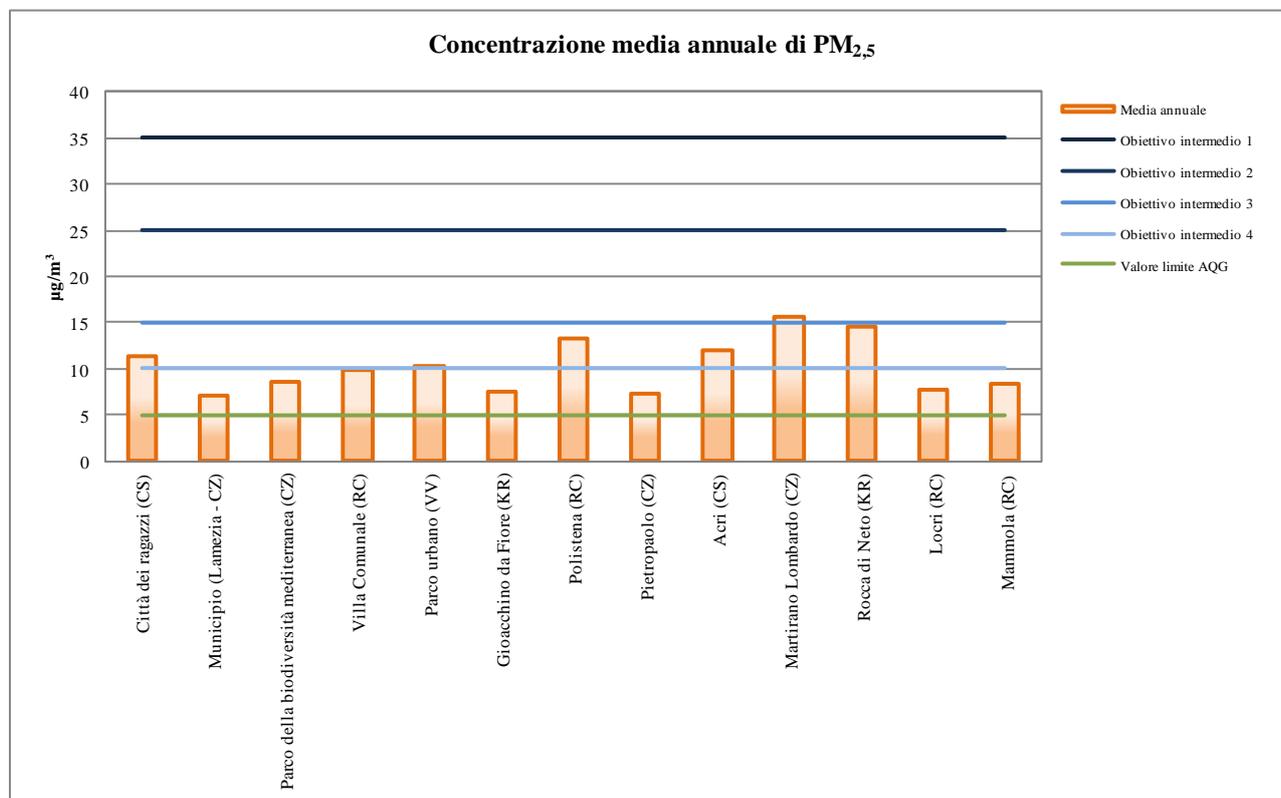


Figura 8: PM_{2,5} - Concentrazioni medie annuali vs Valore limite AQD e Obiettivi intermedi.

Dall'analisi della Tabella 9 e della Figura 9, in cui sono riportati il numero di superamenti del valore limite AQG e degli Obiettivi intermedi per quanto concerne le medie giornaliere del PM_{2,5}, emerge che tutte le stazioni ha registrato superamenti del Valore limite AQG (15 µg/m³). Solo due stazioni hanno rispettato l'Obiettivo intermedio 4 (25 µg/m³) e precisamente Municipio (Lamezia - CZ) e Pietropaolo (CZ).

Nessuna stazione ha invece registrato valori di concentrazione media giornaliera superiore a 37,5 µg/m³ (Obiettivo intermedio 3).

Tabella 9: Medie giornaliere PM_{2,5} - Numero di superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.

	Numero superamenti				Valore limite AQG (15 µg/m ³)
	Obiettivo intermedio 1 (75 µg/m ³)	Obiettivo intermedio 2 (50 µg/m ³)	Obiettivo intermedio 3 (37,5 µg/m ³)	Obiettivo intermedio 4 (25 µg/m ³)	
Città dei ragazzi (CS)	0	0	0	1	53
Municipio (Lamezia - CZ)	0	0	0	0	23
Parco della biodiversità mediterranea (CZ)	0	0	0	3	36
Villa Comunale (RC)	0	0	0	2	35
Parco urbano (VV)	0	0	0	5	67
Gioacchino da Fiore (KR)	0	0	0	1	28
Polistena (RC)	0	0	0	41	96
Pietropaolo (CZ)	0	0	0	0	24
Acri (CS)	0	0	0	17	99

Martirano Lombardo (CZ)	0	0	0	53	140
Rocca di Neto (KR)	0	0	0	40	132
Locri (RC)	0	0	0	1	18
Mammola (RC)	0	0	0	3	18

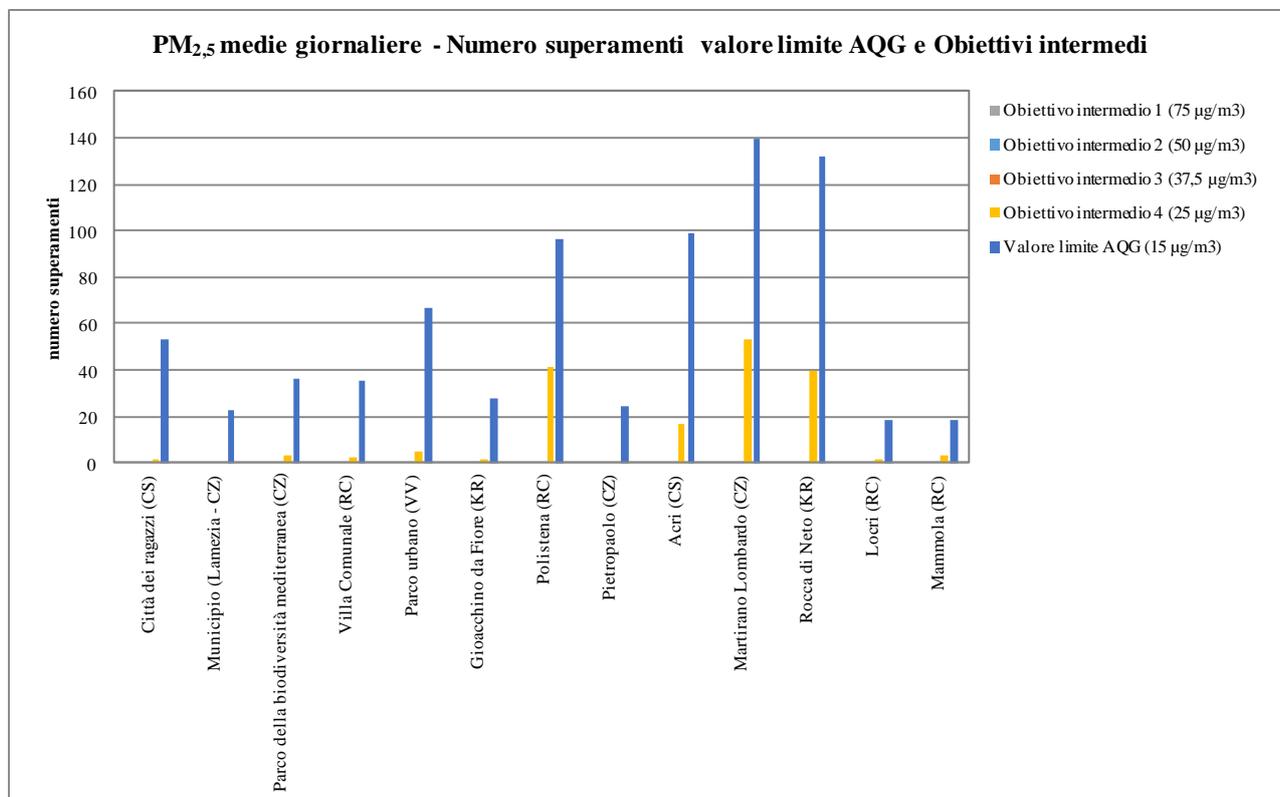


Figura 9: PM_{2,5} medie giornaliere - Numero superamenti del valore limite AQG e Obiettivi intermedi.

7. Sintesi dei Risultati

Come riportato nei paragrafi introduttivi, i limiti suggeriti dall'OMS non sono vincolanti per gli Stati ma sono esclusivamente raccomandazioni atte a migliorare la condizione sanitaria delle popolazioni. Premesso che per nessun inquinante e per nessuna stazione di monitoraggio sono stati superati gli obiettivi intermedi 1, ovvero l'obiettivo corrispondente alla tolleranza di concentrazione maggiore, da quanto esposto nei paragrafi precedenti, i risultati dell'analisi dei dati 2020 possono essere riassunti nella Tabella 10, in cui è riportata per ogni inquinante la percentuale di stazioni che hanno rispettato nel 2020 il corrispondente parametro definito nell'aggiornamento delle Linee guida dell'OMS pubblicato nel 2021:

Tabella 10: Percentuali delle stazioni osservanti i Valori limite AQG consigliati e obiettivi intermedi

Inquinante	Tempo medio	Obiettivo intermedio				Valore Limite AQG
		1	2	3	4	
PM _{2,5} , µg/m ³	Annuale		7,7 %	30,8 %	61,5 %	
	24-ore ^a			84,6 %	15,4 %	
PM ₁₀ , µg/m ³	Annuale			25,0 %	60,0 %	15,0 %
	24-ore ^a	15,0 %	65,0 %	20,0 %		
O ₃ , µg/m ³	8-ore ^a	73,3 %	26,7 %	–	–	
NO ₂ , µg/m ³	Annuale		5,0 %	50,0 %	–	45,0 %
	24-ore ^a	30,0 %	40,0 %	–	–	30,0 %
SO ₂ , µg/m ³	24-ore ^a			–	–	100,0 %
CO, mg/m ³	24-ore ^a		–	–	–	100,0 %

Dal quadro di insieme riferito all'anno 2020 emerge che, per quanto riguarda gli obiettivi sul periodo annuale, la maggior parte degli inquinanti (PM₁₀, PM_{2,5} e NO₂) trova una corrispondenza con gli obiettivi associati alle concentrazioni più precauzionali. Per quanto concerne invece i parametri riferiti al breve periodo (media giorno o media mobile), gli inquinanti come PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ e O₃ (pur non essendo mai stati superati gli Obiettivi intermedi 1) trovano corrispondenza con gli obiettivi aventi maggiore tolleranza in termini di concentrazione.

Gli inquinanti CO e SO₂ hanno rispettato pienamente il Valore limite AQG consigliato.

Per una valutazione, in termini di conseguenze sanitarie derivanti dall'analisi sopra esposta dei dati di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Calabria, è comunque necessaria un'approfondita lettura dell'aggiornamento delle Linee guida dell'OMS 2021, nel quale sono illustrati gli studi epidemiologici causa-effetto dell'esposizione ai diversi inquinanti atmosferici sulla salute della popolazione nel mondo.