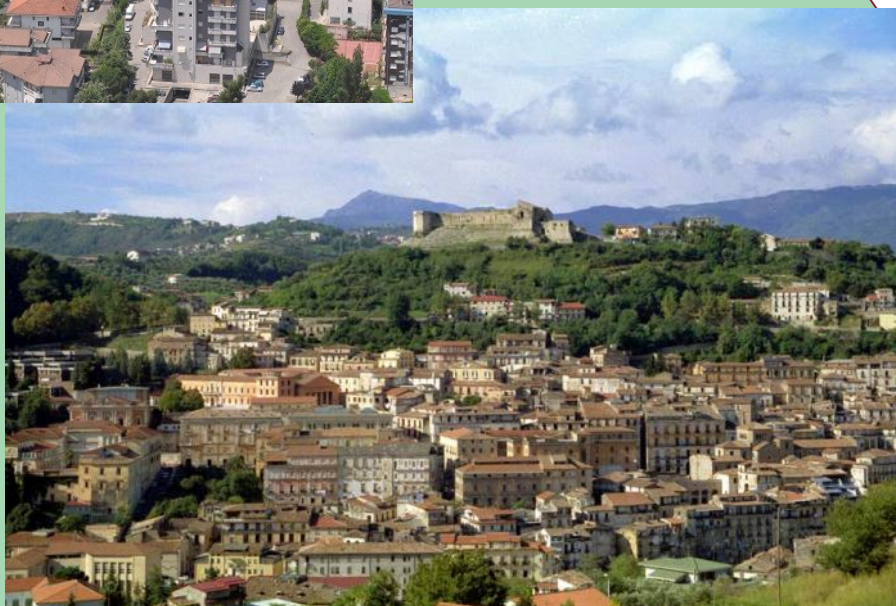


Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria
Dipartimento Provinciale di Cosenza
Servizio Aria

Aggiornamento dati sulla Qualità dell'Aria

Bienno 2019 - 2020

Area Urbana Cosenza - Rende



ARIA



Report a cura di

Dott.ssa Claudia Tuoto

Dott.ssa Maria Anna Caravita



Indice:

PREMESSA.....	2
1. QUADRO NORMATIVO.....	3
2. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA.....	7
2.1 Configurazione attuale della Rete.....	7
2.1 Efficienza della Rete di rilevamento.....	8
3. ELABORAZIONE DEI PARAMETRI METEO CLIMATICI.....	9
3.1 Temperatura.....	9
3.2 Precipitazioni.....	11
3.3 Direzione e velocità del vento.....	14
3.4 Classi di stabilità.....	16
4. INQUINANTI MONITORATI.....	19
4.1 Biossido di Azoto.....	19
4.2 Particolato sospeso - PM10.....	21
4.3 Particolato sospeso - PM2.5.....	24
4.4 Monossido di Carbonio.....	25
4.5 Ozono.....	27
4.6 Biossido di Zolfo.....	29
4.7 Benzene.....	31
4.8 La caratterizzazione chimica del particolato.....	33
5. ANALISI DEI TREND DELLE CONCENTRAZIONI ANNUALI.....	35
6. L'INCIDENZA DEL LOCKDOWN SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO	42
Conclusione.....	45



PREMESSA

Il presente rapporto è stato redatto sulla base dei dati registrati nel biennio 2019-2020 dalle centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria dell'ARPACAL presenti nel Comune di Cosenza e nel Comune di Rende.

Il monitoraggio ha permesso di disporre di valori orari e giornalieri, misurati in continuo, dei seguenti parametri inquinanti:

- Monossido di carbonio CO;
- Ossidi di azoto NO_x;
- Ozono O₃;
- Anidride solforosa SO₂;
- Benzene, Toluene, Xileni;
- PM₁₀ e PM_{2,5}.

Sono state condotte, inoltre, analisi relative alla caratterizzazione chimica del particolato PM₁₀ determinando i seguenti composti:

- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), in particolare il Benzo(a)Pirene (B(a)P);
- Metalli (Piombo, Cadmio, Nichel, Arsenio).

Il presente lavoro è organizzato in capitoli ovvero: nel primo viene riportata una sintesi dei valori limite di concentrazione in atmosfera degli inquinanti monitorati fissati dalla normativa vigente; nel secondo capitolo viene descritta la rete di monitoraggio e riportati i rendimenti registrati per ciascun analizzatore/sensore, nei capitoli terzo e quarto vengono riportate le condizioni meteorologiche registrate e presentati i dati ottenuti, nel sesto capitolo vengono presentate le valutazioni sullo stato della qualità dell'aria.



1. QUADRO NORMATIVO

La normativa di riferimento in merito alla gestione della qualità dell'aria è il D.Lgs.155/2010 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa” che prevede dei limiti imposti per garantire la salubrità dell'aria per i seguenti inquinanti: biossido di zolfo (SO_2), biossido di azoto (NO_2), benzene (C_6H_6), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb), particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron (PM_{10}) e diametro inferiore a 2,5 micron ($\text{PM}_{2.5}$), ozono (O_3), arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni) e benzo(a)pirene [B(a)P]. Questi limiti sono stati stabiliti in funzione dell'incidenza e/o della pericolosità relativa alla concentrazione dell'inquinante stesso.

In recepimento della direttiva 2008/50/CE, il suddetto decreto introduce anche il valore limite per il $\text{PM}_{2.5}$ e sempre in relazione ai livelli di $\text{PM}_{2.5}$ nell'aria ambiente viene quindi introdotto l'Indice di Esposizione Media (IEM), espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, che indica il livello medio da determinare sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo ubicate in siti fissi di campionamento urbani presso l'intero territorio nazionale e che riflette l'esposizione della popolazione. Di seguito, per ogni inquinante, viene riportata una tabella riassuntiva dei relativi limiti normativi:

Tabella 1. Valori limite degli inquinanti

<i>NO_2: Valore limite per la protezione della salute umana</i>	
Valore limite (media oraria)	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Superamenti consentiti: 18 volte in un anno civile
Valore limite (media annuale)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme (media oraria)	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (per 3 ore consecutive)
<i>NO_x: Valore limite per la protezione degli ecosistemi</i>	
Valore limite (media annuale)	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<i>CO: Valore limite per la protezione della salute umana</i>	
Valore limite (massima media giornaliera calcolata su 8 ore)	10 mg/m^3
<i>PM_{10}: Valore limite per la protezione della salute umana</i>	
Valore limite (media giornaliera)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Superamenti consentiti: 35 volte in un anno civile
Valore limite (media annuale)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



PM_{2.5}: Valore limite per la protezione della salute umana

Valore limite (media annuale)	25 µg/m ³
Valore obiettivo (media annuale)	25 µg/m ³
Obbligo di concentrazione di esposizione per evitare effetti nocivi sulla salute umana (media annuale)	20 µg/m ³

C₆H₆: Valore limite per la protezione della salute umana

Valore limite (media annuale)	5 µg/m ³
--	---------------------

SO₂: Valore limite per la protezione della salute umana

Valore limite (media oraria)	350 µg/m ³ Superamenti consentiti: 24 volte in un anno civile
Valore limite (media giornaliera)	125 µg/m ³ Superamenti consentiti: 3 volte in un anno
Soglia di allarme (media oraria)	500 µg/m ³ (per 3 ore consecutive)

SO₂: Valore limite per la protezione della vegetazione

Valore limite (media annuale)	20 µg/m ³
--	----------------------

O₃: Valore limite per la protezione della salute umana

Soglia di informazione (media oraria)	180 µg/m ³
Soglia di allarme (media oraria)	240 µg/m ³ (per 3 ore consecutive)
Valore obiettivo (massima media giornaliera calcolata su 8 ore)	120 µg/m ³ Superamenti consentiti: 25 giorni per anno civile come media su 3 anni

Obiettivo a lungo termine
(**massima media giornaliera calcolata su 8 ore**) 120 µg/m³

O₃: Valore limite per la protezione della vegetazione

Valore obiettivo AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio come media su 5 anni)	18.000 ug/m ³ h
---	----------------------------

Obiettivi a lungo termine
AOT40 (**calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio**) 6000 ug/m³h



<i>Benzo(a)pirene</i>	
Valore obiettivo (media annuale)	1 ng/m ³
<i>Arsenico</i>	
Valore obiettivo (media annuale)	6 ng/m ³
<i>Cadmio</i>	
Valore obiettivo (media annuale)	5 ng/m ³
<i>Nichel</i>	
Valore obiettivo (media annuale)	20 ng/m ³
<i>Piombo</i>	
Valore obiettivo (media annuale)	0.5 ug/m ³

Nel D.Lgs 155/10 sono riportate le seguenti definizioni:

- **valore limite:** livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato;
- **valore obiettivo:** livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita;
- **soglia di allarme:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati;
- **soglia di informazione:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.
- **marginale di tolleranza:** la percentuale del valore limite entro la quale il valore può essere superato alle condizioni stabilite dalla normativa; la legislazione stabilisce inoltre le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- **superamenti consentiti:** numero di superamenti del valore limite consentiti dalla normativa per anno civile.



Il D.Lgs 155/2010 rappresenta un quadro normativo aggiornato alla luce dello sviluppo delle conoscenze in campo scientifico e sanitario e delle esperienze maturate facilitando, in materia di inquinamento atmosferico, una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione Europea. I principali obiettivi che propone sono rivolti a una razionalizzazione delle attività di valutazione e di gestione della qualità dell'aria secondo canoni di efficienza, efficacia ed economicità, ed a una responsabilizzazione di tutti i soggetti coinvolti sulla base di una precisa suddivisione delle competenze.

Questa normativa prevede inoltre la suddivisione dell'intero territorio nazionale e regionale in zone e agglomerati, qualora presenti, da classificare e da riesaminare almeno ogni cinque anni ai fini della valutazione della qualità dell'aria. A tale suddivisione in zone devono provvedere le Regioni o, su loro delega, le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente. In caso di individuazione di una o più aree di superamento all'interno delle zone, i piani e le misure da attuare devono agire sulle principali sorgenti di emissione, ovunque queste siano localizzate e che influenzano tali aree.

La valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente competono allo Stato, alle Regioni e agli Enti locali.

Il D.Lgs 155/2010 abroga e sostituisce le seguenti norme:

- D.lgs 351/1999 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria”;
- DM 2 aprile 2002, n. 60 “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle di piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”;
- Il D.Lgs 183/2004 “Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria”;
- Il D.Lgs 152/2007 “Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente”;
- DPR 24 maggio 1988, n. 203, sulle emissioni in atmosfera (già in parte abrogato dal D.Lgs. 152/2006);

oltre a numerosi decreti attuativi (tra cui il D.M. 261/2002).

Successivamente alla pubblicazione del D.Lgs. 155/2010 sono stati emanati i seguenti documenti normativi:

- D.Lgs. 250/2012 “Modifiche e integrazioni al D. Lgs. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita”
- Decreto Ministeriale del 29.11.2012 “Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria previste dall'articolo 6, comma 1, e dall'articolo 8 commi 6 e 7 del D.Lgs.155/2010.”



2. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

2.1 Configurazione attuale della Rete

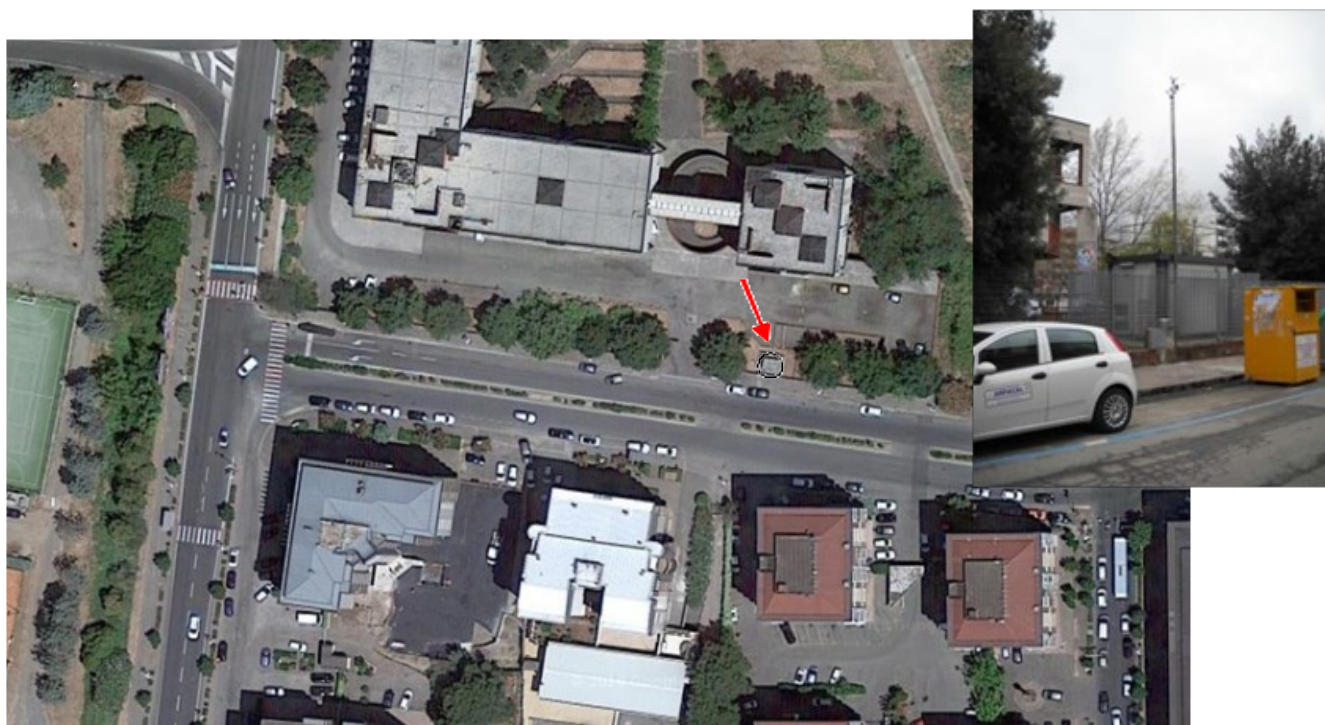
Nella zona urbana di Cosenza e Rende, la qualità dell'aria viene monitorata attraverso due stazioni ovvero: una da traffico, ubicata nel Comune di Rende in via Don Minzoni (installata nell'anno 2014), e una di fondo urbano, ubicata nel Comune di Cosenza presso Città dei Ragazzi (installata nell'anno 2009). La raccolta, la validazione e l'elaborazione dei dati sono affidate al Servizio Aria del Dipartimento Provinciale ARPACal di Cosenza, mentre la speciazione chimica del particolato PM_{10} è affidata al Laboratorio Chimico del Dipartimento Provinciale ARPACal di Reggio Calabria.

Nelle figure seguenti viene riportata una vista aerea delle due stazioni.

Figura 1. Vista aerea della stazione di Città dei Ragazzi - Coordinate: Long: 16,24517 Lat: 39,31340



Figura 2. Vista aerea della stazione di Rende - Coordinate: Long: 16,24334 Lat: 39,33893



2.2 Efficienza della Rete di rilevamento

Il rendimento di un analizzatore viene definito come il rapporto percentuale dei dati generati e validati rispetto al totale teorico, diminuito dei dati non generati o non validati a causa di tarature, calibrazioni, attività di manutenzione ordinaria e check automatico giornaliero. Cause di perdita dei dati possono essere i guasti accidentali o le operazioni di manutenzione straordinaria.

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i dati dei rendimenti annuali registrati nelle due stazioni di monitoraggio:

Tabella 2. Rendimenti relativi alla stazione di Città dei Ragazzi

<i>Parametro: dati orari (Efficienza %)</i>									
Anno	NO	NO _x	NO ₂	CO	O ₃	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	Benzene
2019	95	95	95	97	97	94	94	94	94
2020	96	96	96	97	95	94	97	97	94



Tabella 3. Rendimenti relativi alla stazione di Rende

<i>Parametro: dati orari (Efficienza %)</i>				
Anno	NO	NO _x	NO ₂	PM ₁₀
2019	99	99	99	99
2020	94	94	94	99

In entrambi i siti, il rendimento registrato è stato tale da rendere possibile la valutazione della qualità dell'aria.

3. ELABORAZIONE DEI PARAMETRI METEO CLIMATICI

Le condizioni meteorologiche rivestono una fondamentale importanza nella valutazione della qualità dell'aria in quanto interagiscono in diversi modi con i processi di formazione, dispersione, trasporto e deposizione degli inquinanti. In particolare tra gli indicatori meteorologici che possono influenzare localmente la qualità dell'aria vanno ricordati la temperatura, le precipitazioni, la direzione e l'intensità del vento e le condizioni di stabilità dell'atmosfera.

3.1 Temperatura

Nella tabella seguente viene riportata la media annuale della temperatura, espressa in gradi Celsius (°C), e le figure seguenti riportano l'andamento della temperatura espressa come media giornaliera nelle due stazioni.

Tabella 4. Media annuale della temperatura

	Città dei Ragazzi	Rende
Anno 2019	16.93 °C	17.16 °C
Anno 2020	17.06 °C	17.12 °C



Figura 3. Andamento Temperature – Medie Giornaliere – Città dei Ragazzi

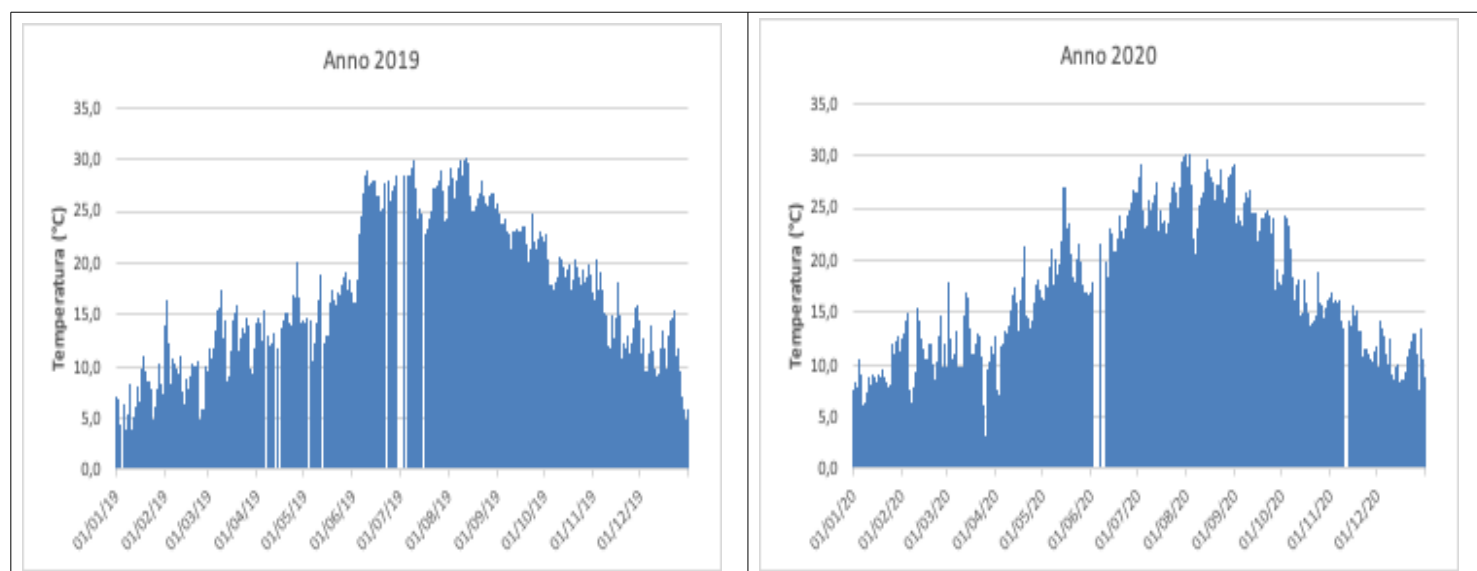
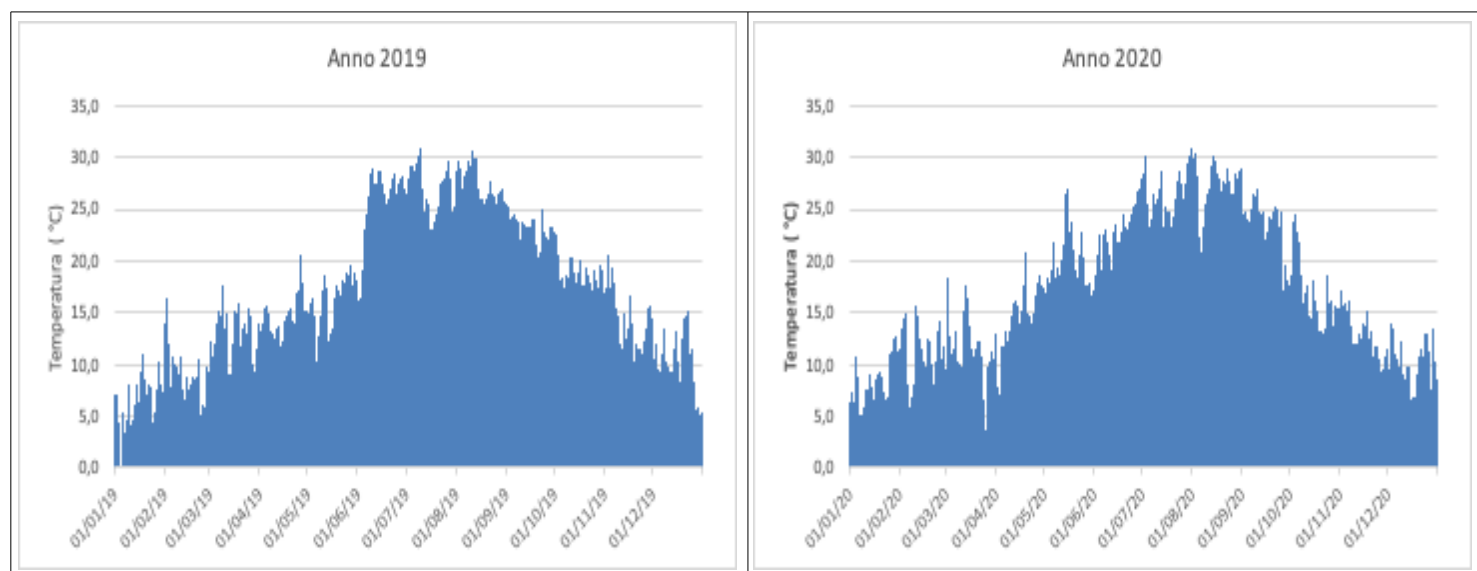


Figura 4. Andamento Temperature – Medie Giornaliere – Rende

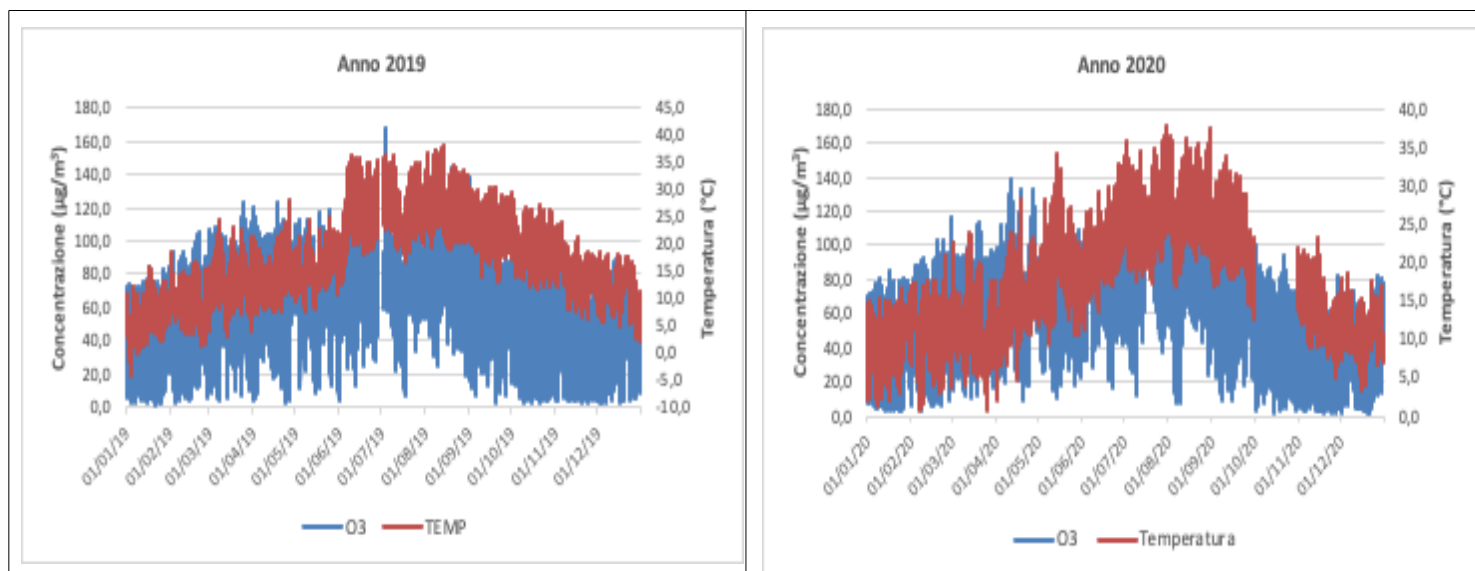


L'andamento della temperatura è di notevole interesse per descrivere soprattutto i fenomeni di inquinamento estivo legati alla formazione di ozono.

A conferma di quanto detto il grafico seguente, che mette in relazione la temperatura media oraria con la concentrazione massima oraria di ozono registrata nella stazione di Città dei Ragazzi, mostra chiaramente come la concentrazione di questo inquinante è maggiore nei mesi estivi proprio a causa dell'elevata radiazione solare, e quindi delle alte temperature, che favoriscono le reazioni fotochimiche tra l'ossigeno e gli ossidi di azoto (precursori) che portano appunto alla formazione del suddetto inquinante.



Figura 5. Influenza della temperatura sulla concentrazione di Ozono – Città dei Ragazzi



3.2 Precipitazioni

Nella tabella seguente vengono riportati i dati annuali di piovosità registrati presso le stazioni e il grafico della figura seguente mostra l'andamento annuale della piovosità, espressa come media mensile delle precipitazioni.

Tabella 5. Indicatori relativi alle precipitazioni

	Città dei Ragazzi	Rende
Anno 2019	677,6 mm	923,6 mm
Anno 2020	542,2 mm	687,2 mm



Figura 6. Precipitazione media mensile registrata a Città dei Ragazzi

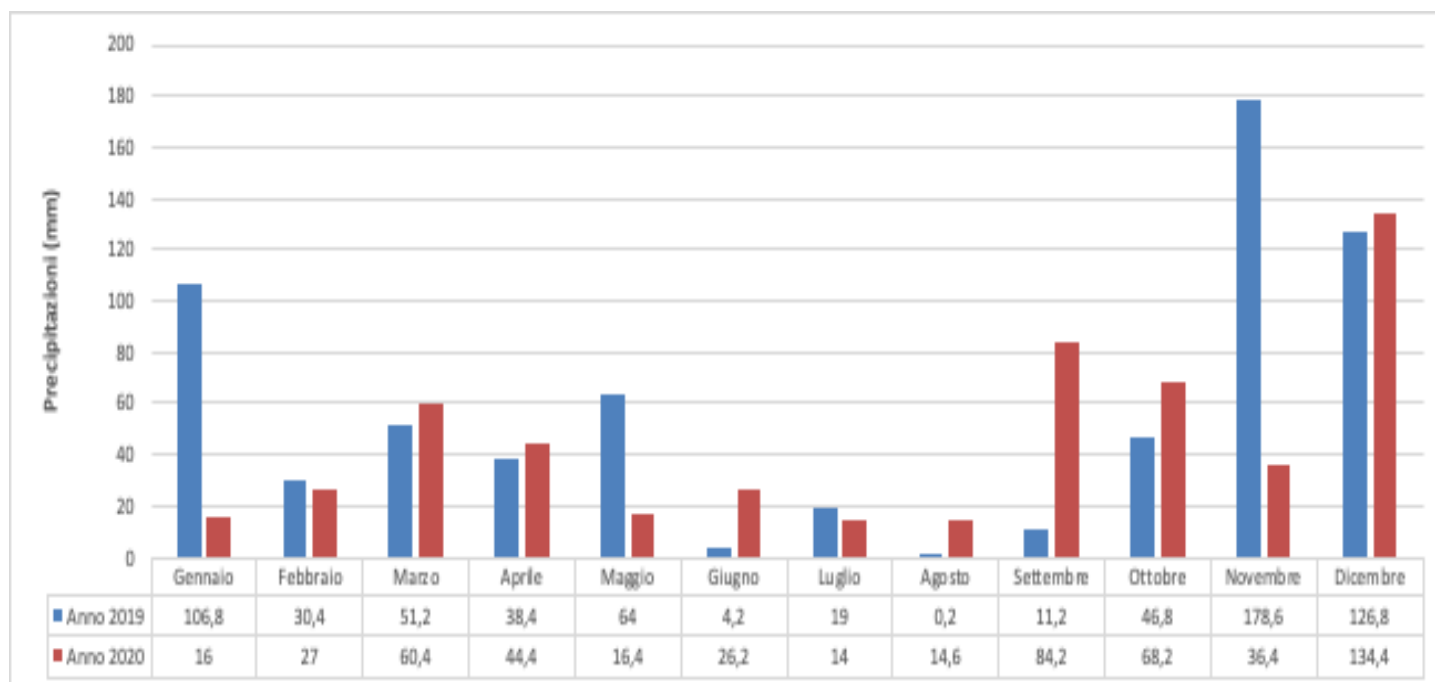
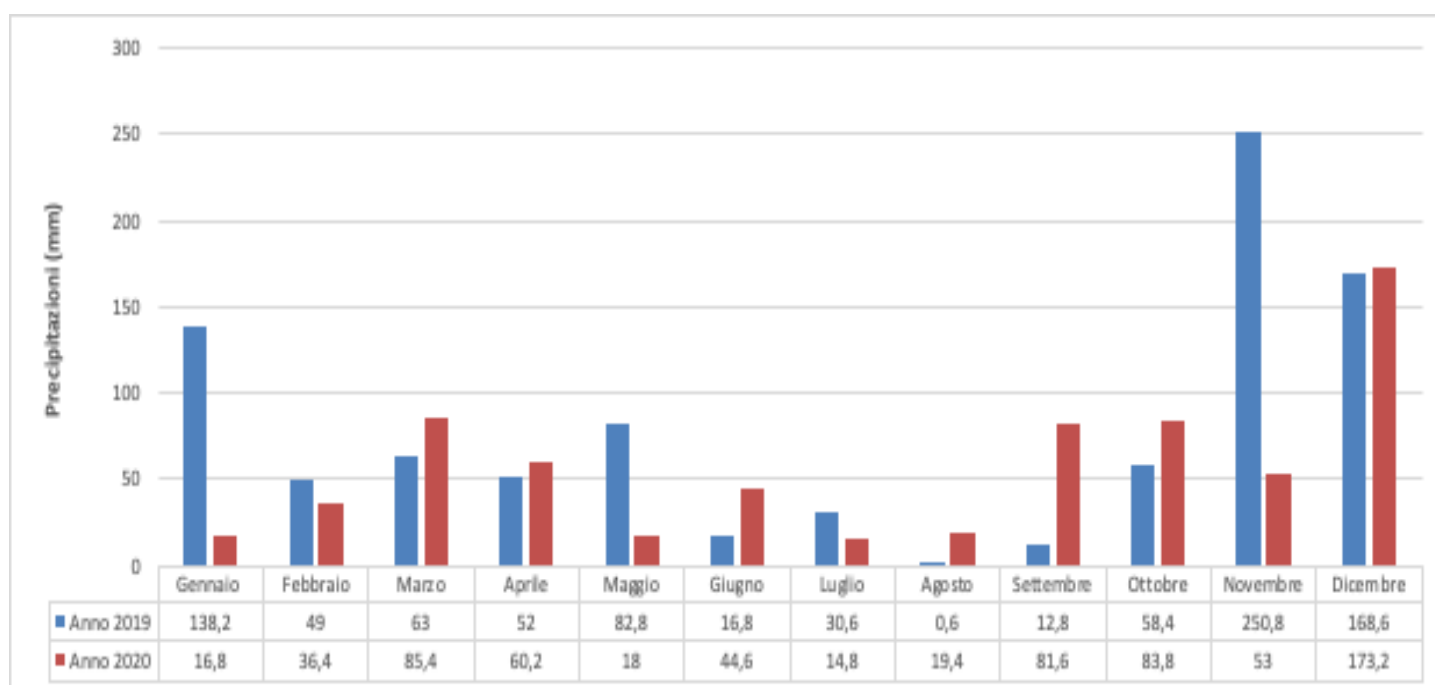


Figura 7. Precipitazione media mensile registrata a Rende



I grafici mostrano, per entrambi gli anni considerati, la presenza di precipitazioni in tutti i mesi dell'anno con mesi invernali, gennaio, novembre e dicembre, caratterizzati da valori importanti di precipitazioni. I grafici seguenti, riferiti all'andamento della media giornaliera del particolato PM₁₀ in funzione degli eventi piovosi accaduti, mostrano come le precipitazioni, attraverso processi di dilavamento, possono rimuovere le particelle fini presenti in atmosfera.



Figura 8. Influenza della pioggia sulla concentrazione di PM_{10} – Città dei Ragazzi

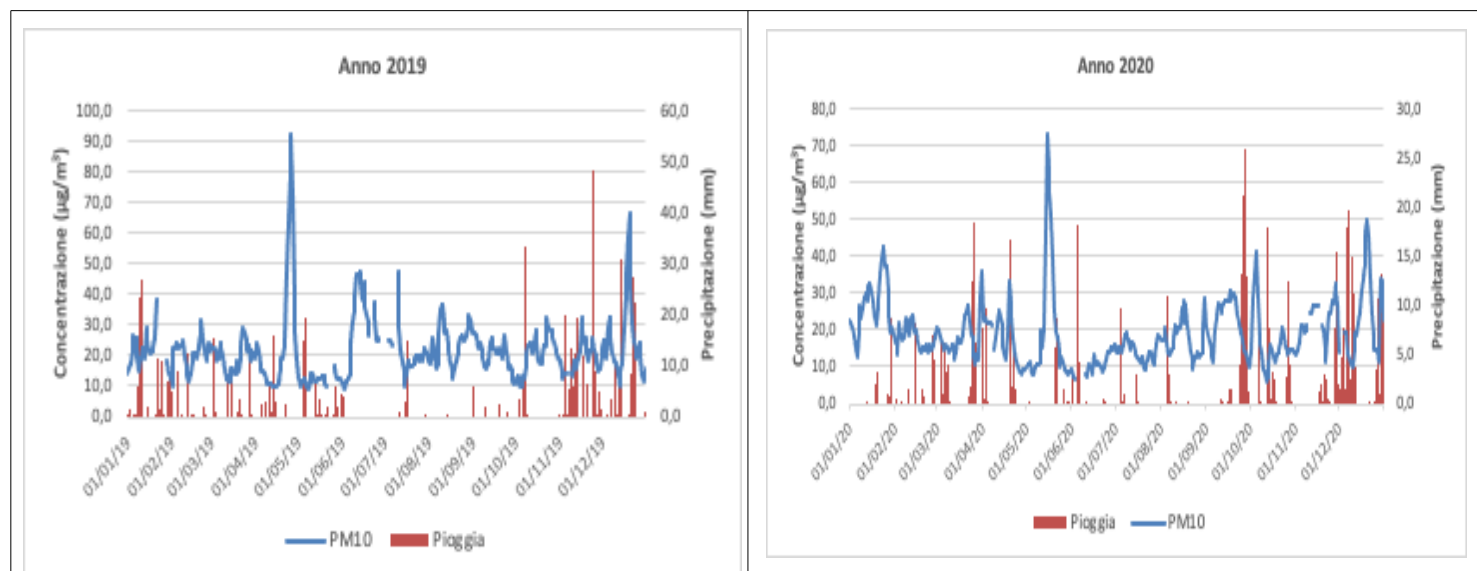
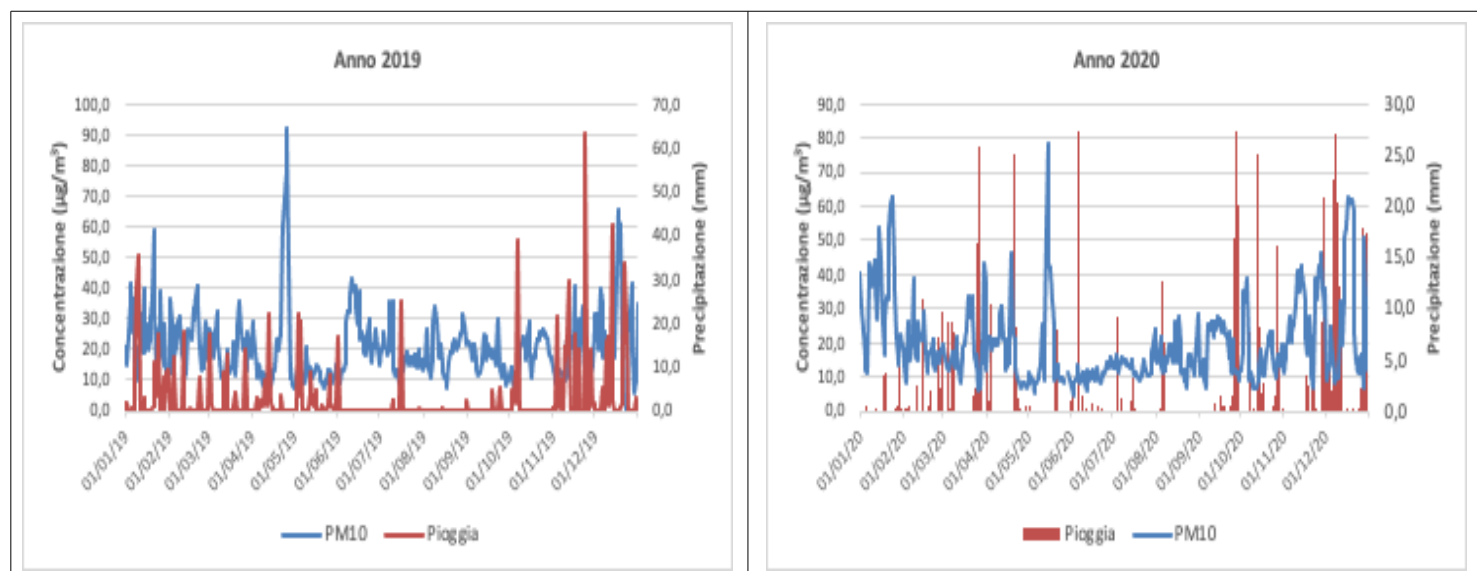


Figura 9. Influenza della pioggia sulla concentrazione di PM_{10} – Rende



3.3 Direzione e velocità del vento

L'intensità e la direzione di provenienza del vento influenzano il trasporto e la diffusione degli inquinanti, generalmente la dispersione degli inquinanti immessi vicino alla superficie è favorita da velocità elevate mentre la direzione di provenienza del vento influenza in modo diretto la loro dispersione.

Nella tabella seguente vengono riportati alcuni indicatori statistici riferiti alla velocità del vento per i due siti.

Tabella 6. Indicatori relativi alla velocità del vento

Indicatore	Città dei Ragazzi		Rende	
	Anno 2019	Anno 2020	Anno 2019	Anno 2020
N° di dati validi	8633 (98%)	8725 (99%)	8759 (100%)	8774 (99%)
Velocità media annuale (m/s)	1.62	1.45	0.72	0.77
Massima velocità media giornaliera (m/s)	4.06 (22-12-2019)	3.13 (06-01-2020)	2.42 (22-12-2019)	1.72 (25-09-2020)
Massima velocità media oraria (m/s)	6.38 (22-12-2019 h20)	6.25 (14-05-2020 h11)	3.65 (22-12-2019 h10)	3.27 (25-09-2020 h22)
N° gg con velocità media >2 m/s	73	95	1	0
N° gg con velocità media <1 m/s	40	43	300	296

I grafici della rosa dei venti, riportato nella Figura 10, che mostra le frequenze relative della direzione di provenienza del vento riferite a 16 settori, per la stazione di Città dei Ragazzi nel biennio considerato, evidenzia che la direzione prevalente dei venti è stata di Est-Nord-Est (ENE), nell'anno 2019, e di Est-Nord-Est (ENE) e Nord-Est (NE) nel 2020.

Figura 10. Rosa dei Venti – Città dei Ragazzi - Anno 2019

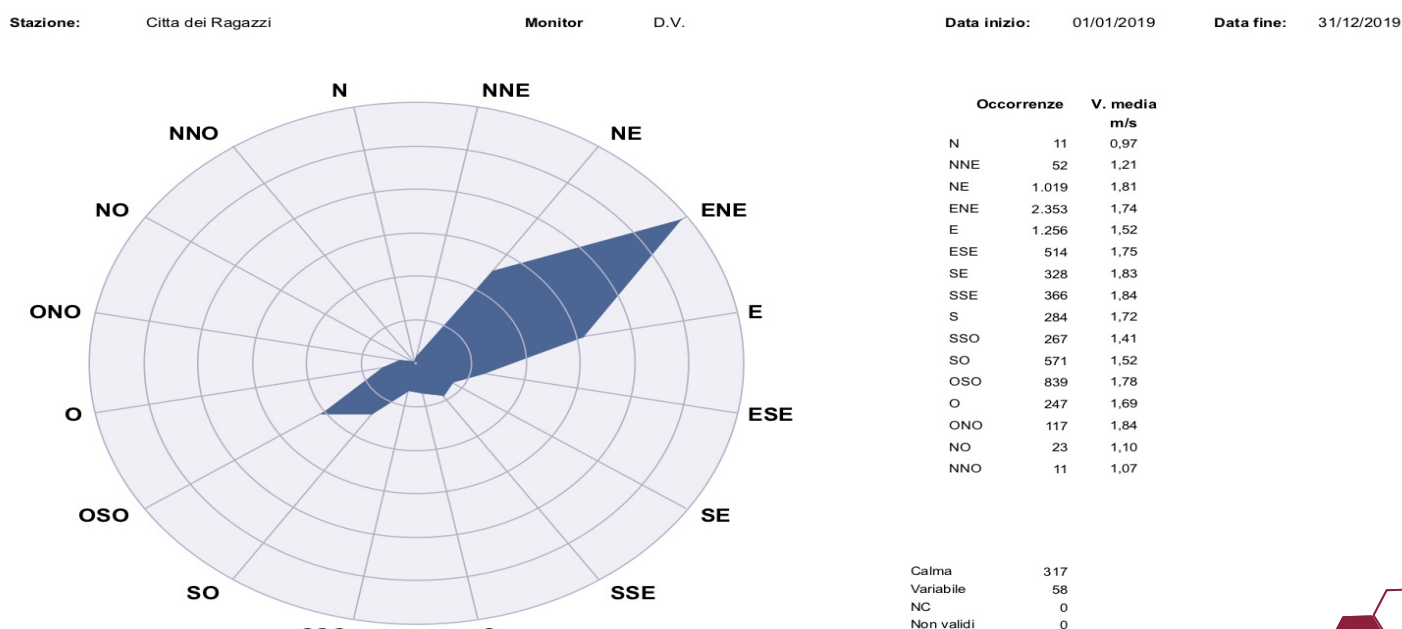
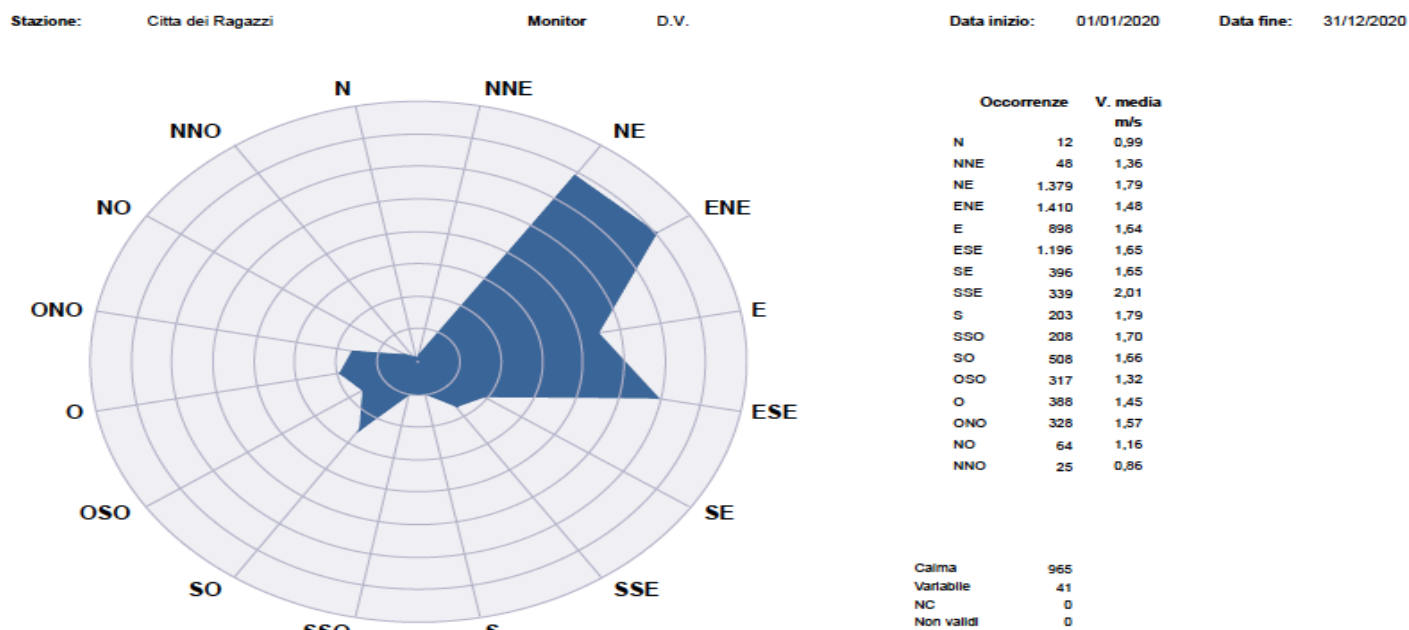


Figura 11. Rosa dei Venti – Città dei Ragazzi - Anno 2020



I grafici della rosa dei venti della stazione di Rende, riportati nelle Figura 12 e 13, mostrano che le direzioni prevalenti dei venti sono state quelle di Nord-Nord-Est (NNE) per l'anno 2019 e per l'anno 2020 quelle di NE (Nord-Est).

Figura 12. Rosa dei Venti – Rende – Anno 2019

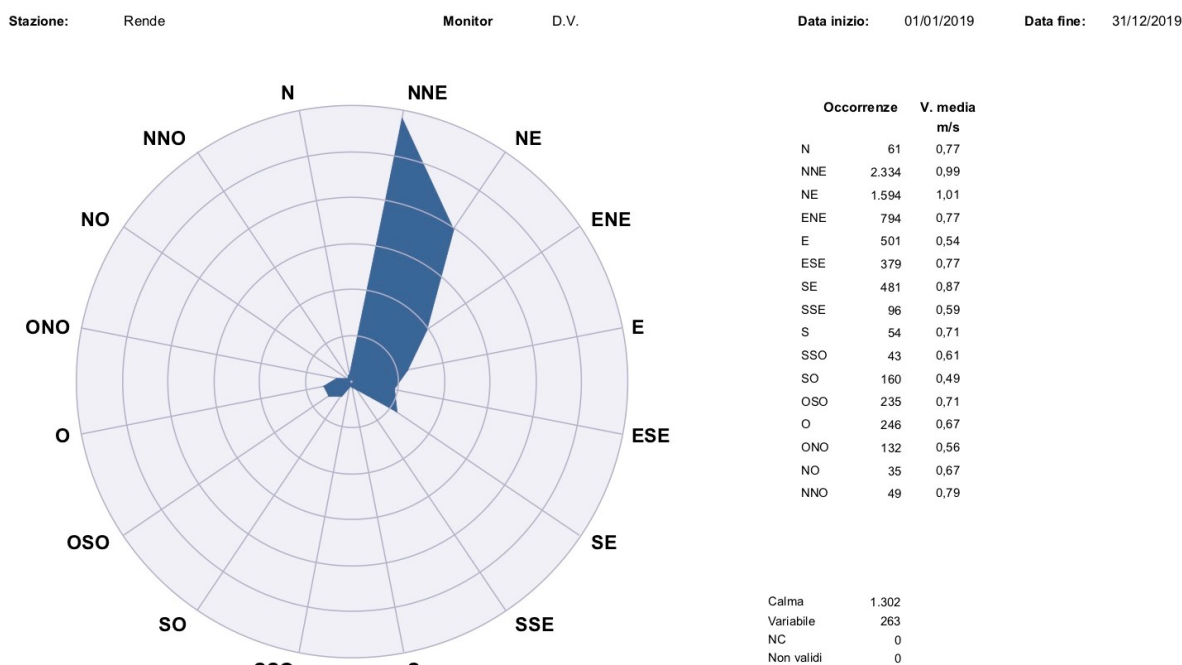
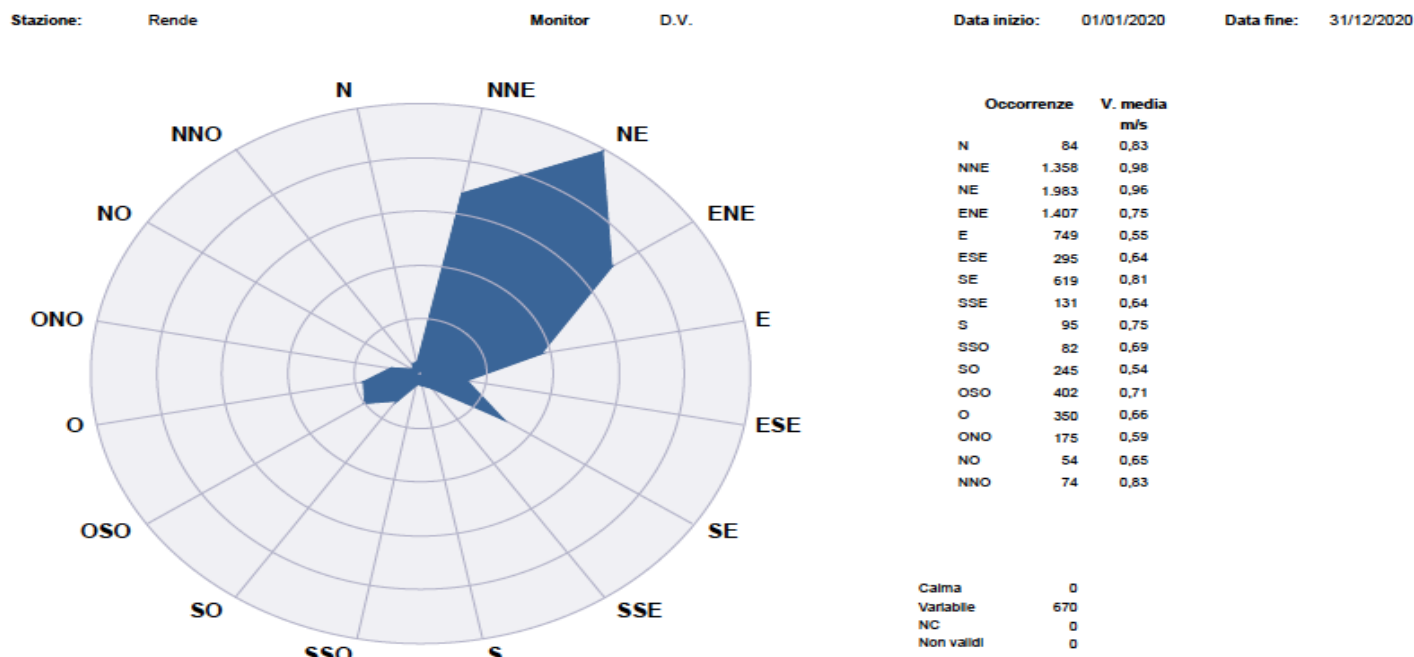


Figura 13. Rosa dei Venti – Rende – Anno 2020



3.4 Classi di Stabilità

La stabilità atmosferica è un indicatore della turbolenza atmosferica alla quale si devono i rimescolamenti dell'aria e quindi il processo di diluizione degli inquinanti.

Per stimare la stabilità atmosferica è stato utilizzato il metodo di analisi di Pasquill che esprime la classe di stabilità in funzione della velocità del vento, della radiazione solare totale e della copertura nuvolosa. In particolare la stabilità atmosferica viene classificata in sei classi denominate: A, B, C, D, E, F, dove la categoria A è la più instabile e la categoria F identifica la più stabile. Di seguito, la tabella 7 elenca le classi di stabilità con le circostanze meteorologiche ad esse associate.

Tabella 7. Classi di stabilità atmosferica di Pasquill

Classe di Stabilità secondo Pasquill	Condizioni Atmosferiche
A	Condizioni estremamente instabili
B	Condizioni moderatamente instabili
C	Condizioni leggermente instabili
D	Condizioni di neutralità
E	Condizioni leggermente stabili
F	Condizioni moderatamente stabili



In condizioni di stabilità (classe F) le sostanze inquinanti permangono più a lungo allo stesso livello, tali condizioni influenzano la dispersione verticale degli inquinanti nelle immediate vicinanze della fonte, in quanto ad una maggiore stabilità si associa un minore trasporto verticale. In condizioni di instabilità (classe A forte instabilità, B instabilità, C debole instabilità), i vortici di turbolenza raggiungono dimensioni notevoli e di conseguenza la dispersione degli inquinanti risulta velocissima. La classe D rappresenta la neutralità e in tale condizione la turbolenza atmosferica risulta bassa e la dispersione e la salita della nuvola dell'inquinante risultano inibite.

I seguenti grafici, elaborati sulla base dei dati meteorologici registrati dalla stazione meteo di Città dei Ragazzi, sono esemplificativi delle condizioni di stabilità atmosferica e del loro verificarsi nella realtà nel biennio 2019 e 2020. La percentuale relativa al numero di casi di ogni singola classe di stabilità è stata calcolata sul numero totale dei dati validi per l'anno corrente. Nelle figure seguenti vengono riportate le distribuzioni in termini di frequenza annuale e mensile delle diverse classi di stabilità di Pasquill per l'area in esame.

Figura 14. Classi di stabilità: frequenza annuale e mensile. Città dei Ragazzi

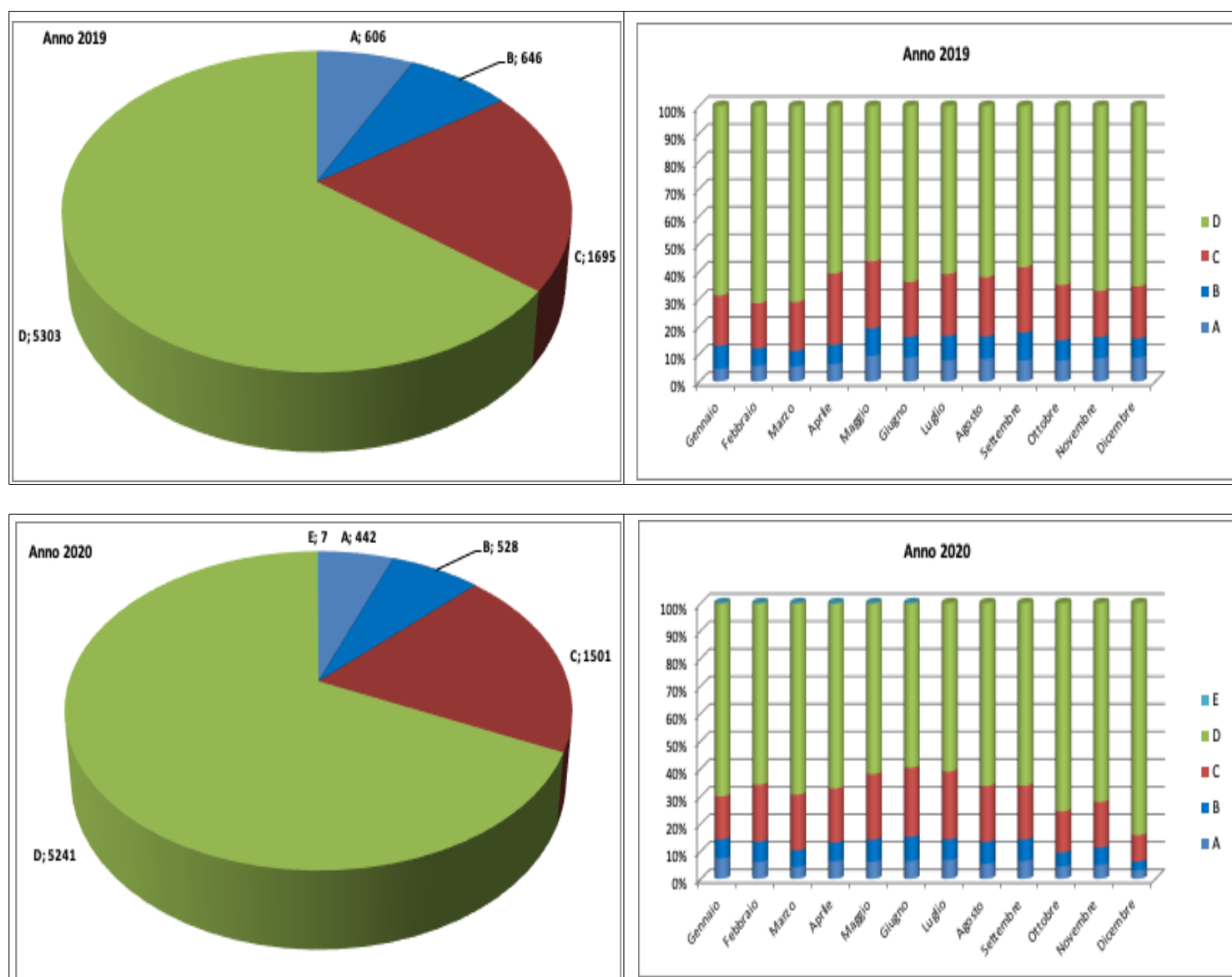
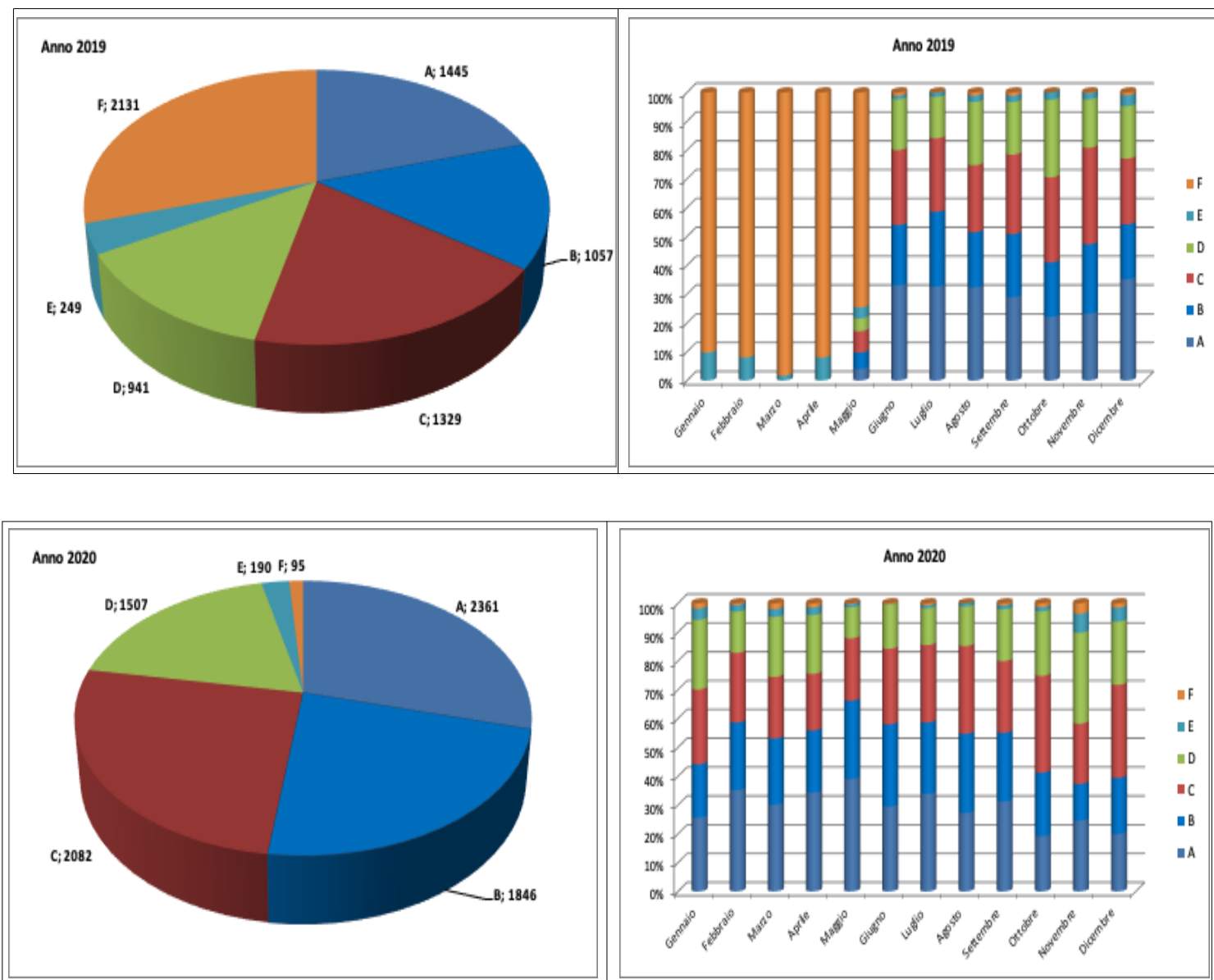


Figura 15. Classi di stabilità: frequenza annuale e mensile. Rende



Relativamente al periodo in esame, l'analisi della stabilità atmosferica indica per la stazione di Città dei Ragazzi la classe D (atmosfera neutra) come quella largamente dominante, le classi A, B e C sono presenti con frequenze sostanzialmente trascurabili e le classi E ed F completamente assenti. Mentre nella stazione di Rende, nell'anno 2019 è prevalente la classe F (atmosfera moderatamente stabile) insieme alla presenza delle classi A, B e C, risultano trascurabili le classi E e D e relativamente all'anno 2020 le classi prevalenti sono le classi A, B e C.



4. INQUINANTI MONITORATI

Nei seguenti paragrafi vengono mostrati i valori registrati per ciascuno inquinante con i relativi limiti previsti dalla normativa. L'organizzazione è per inquinante e i trend presentati e commentati in questo paragrafo sono stati elaborati utilizzando come indicatori la concentrazione media oraria per gli ossidi di azoto, ossidi di zolfo, e ozono, la media mobile di 8 ore per il monossido di carbonio e ozono, la media sulle 24 ore per il PM₁₀, e ossidi di zolfo, la media annuale per benzene, PM_{2.5}, metalli pesanti (cadmio, nichel, piombo, arsenico) e benzo(a)pirene.

4.1 Biossido di Azoto

Tabella 8. Confronto della concentrazione di NO₂ con i valori limite

Città dei Ragazzi					
Anno	Valore limite (media oraria)	Massimo valore registrato	N° medie orarie > 200 µg/m ³	Valore limite (media annuale)	Media annuale registrata
2019	200 µg/m³ (da non superare più di 18 volte per anno civile)	115.2 µg/m³ (23-03-2019 h 21)	0	40 µg/m³	20.3 µg/m³
2020		113.0 µg/m³ (08-01-2020 h 21)	0		16.8 µg/m³

Rende					
Anno	Valore limite (media oraria)	Massimo valore registrato	N° medie orarie > 200 µg/m ³	Valore limite (media annuale)	Media annuale registrata
2019	200 µg/m³ (da non superare più di 18 volte per anno civile)	117.4 µg/m³ (19-02-2019 h 18)	0	40 µg/m³	29.2 µg/m³
2020		150.1 µg/m³ (22-12-2020 h 18)	0		23.1 µg/m³

Nelle figure seguenti vengono mostrati gli andamenti delle concentrazioni medie orarie di NO₂ presso le due stazioni.



Figura 16. Andamento della concentrazione del Biossido di Azoto – Città dei Ragazzi

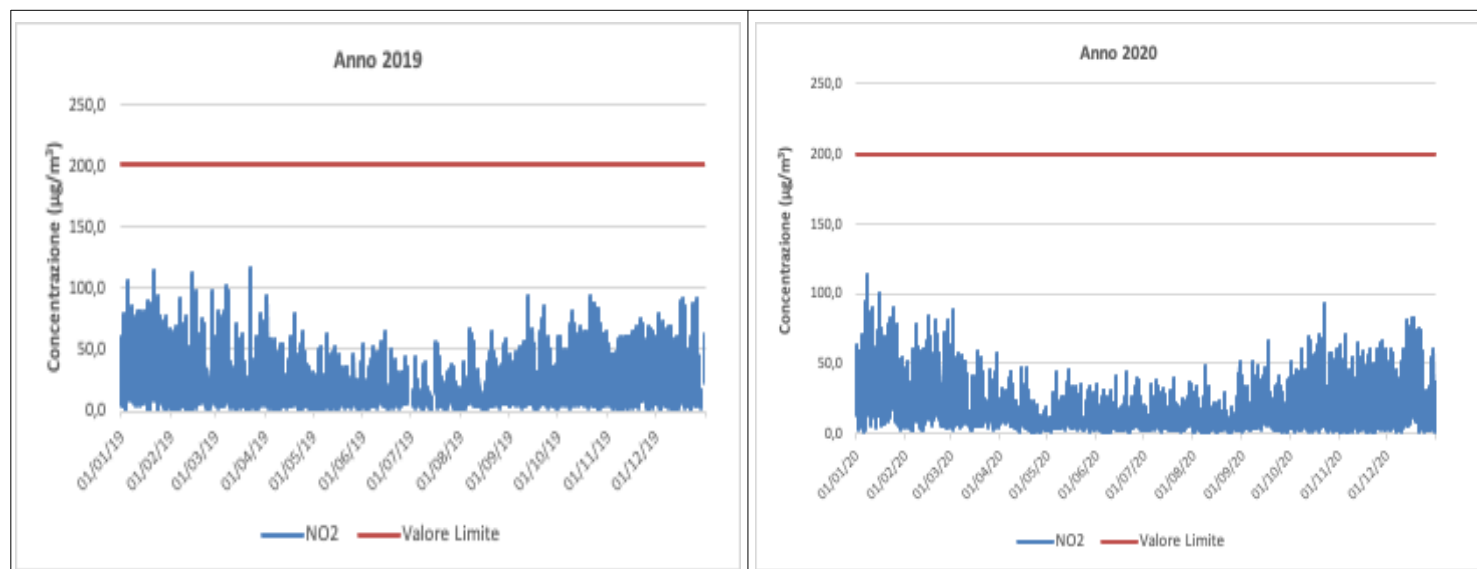
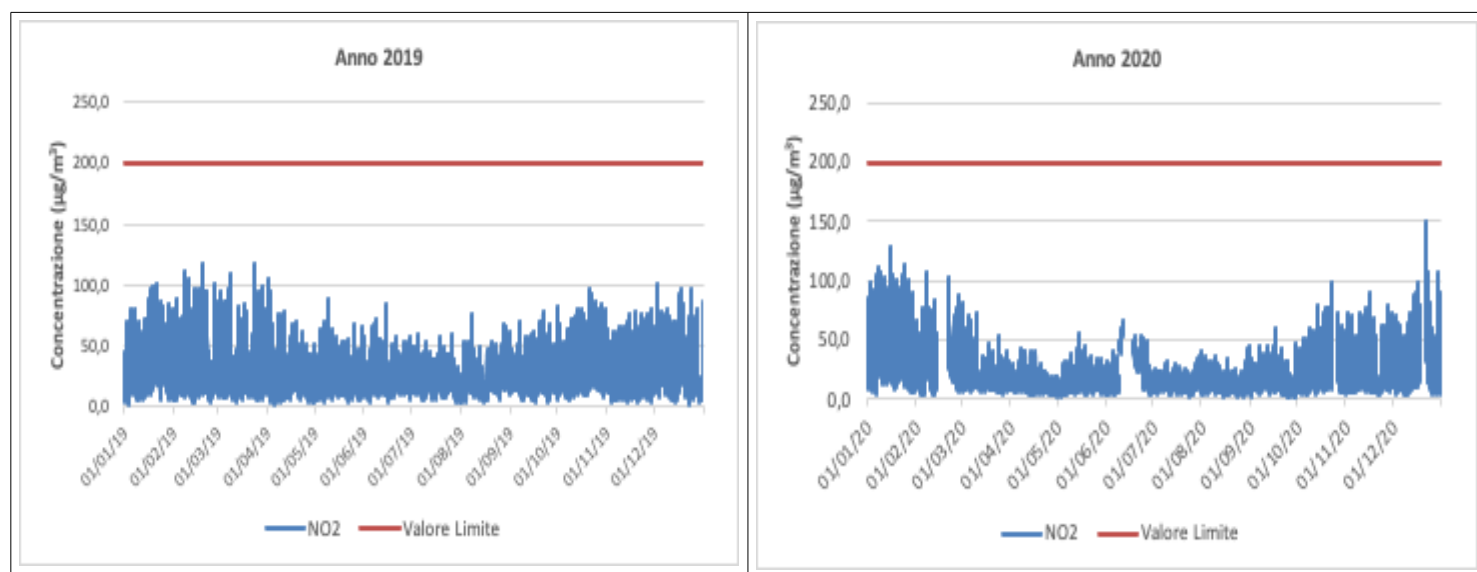


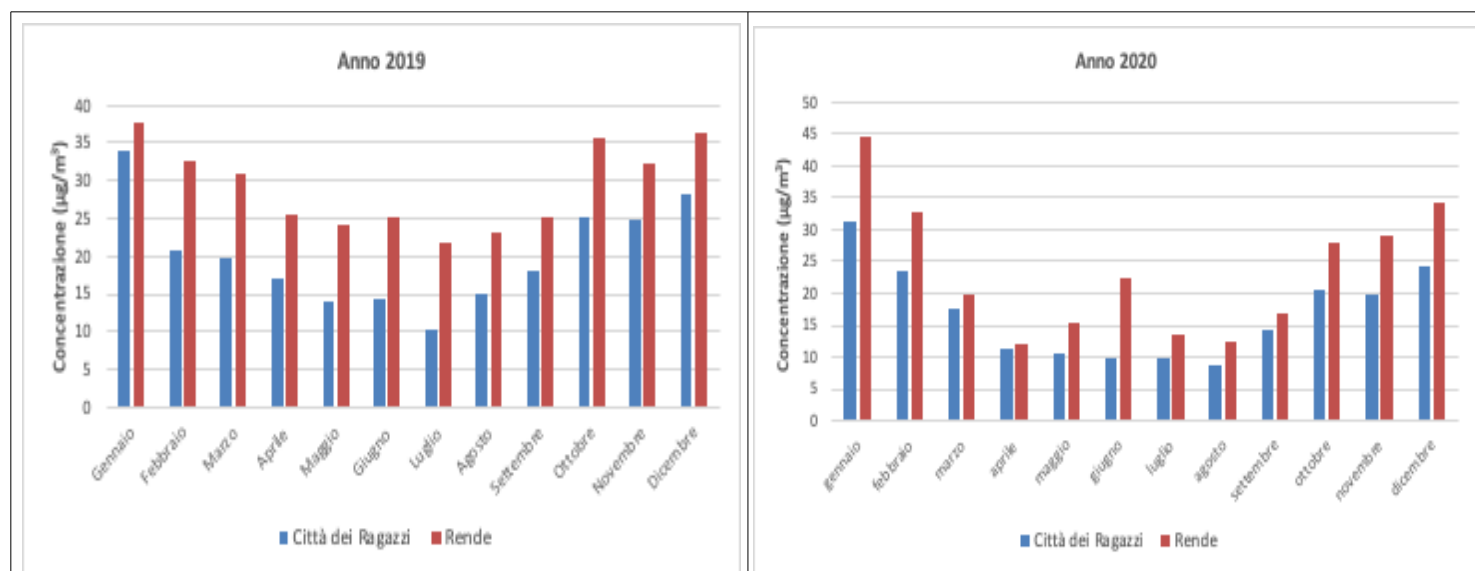
Figura 17. Andamento della concentrazione del Biossido di Azoto – Rende



I dati registrati mostrano come i valori limite previsti dalla normativa sono stati abbondantemente rispettati in entrambi i siti

Nella figura seguente viene confrontato l'andamento della concentrazione di NO₂, espressa come media mensile, registrati presso le due stazioni.

Figura 18. Confronto andamento della concentrazione del Biossido di Azoto – Rende e Città dei Ragazzi



L'andamento dei valori relativi alla stazione di Rende, da traffico, mostra concentrazioni tendenzialmente superiori rispetto ai valori della stazione di fondo, di Città dei Ragazzi e in entrambi i siti si evidenziano diminuzioni della concentrazione durante i mesi estivi.

4.2 Particolato sospeso - PM₁₀

Tabella 9. Confronto della concentrazione di PM₁₀ con i valori limite – Città dei Ragazzi

Città dei Ragazzi					
	Valori limite (media giornaliera)	Massimo valore registrato	N° medie su 24 ore > 50 µg/m ³	Valore limite annuale	Media annuale registrata
Anno 2019	50 µg/m ³ (Da non superare più di 35 volte nell'anno)	92.2 µg/m ³ (26-04-2019)	6	40 µg/m ³	21.6 µg/m ³
Anno 2020		72.6 µg/m ³ (15-05-2020)	4		19.0 µg/m ³



Tabella 10. Confronto della concentrazione di PM₁₀ con i valori limite – Rende

Rende					
	Valori limite (media giornaliera)	Massimo valore registrato	N° medie su 24 ore > 50 µg/m ³	Valore limite annuale	Media annuale registrata
Anno 2019	50 µg/m ³ (Da non superare più di 35 volte nell'anno)	91.8 µg/m ³ (26-04-2019)	8	40 µg/m ³	20.8 µg/m ³
Anno 2020		78.5 µg/m ³ (15-05-2020)	14		19.8 µg/m ³

In entrambi i siti, il limite espresso come media giornaliera (il numero massimo di superamenti è fissato a 35) ed il limite espresso come media annuale è stato abbondantemente rispettato.

Nelle figure seguenti vengono mostrati gli andamenti delle concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ per i due anni considerati presso le due stazioni.

Figura 19. Andamento della concentrazione del PM₁₀ – Città dei Ragazzi

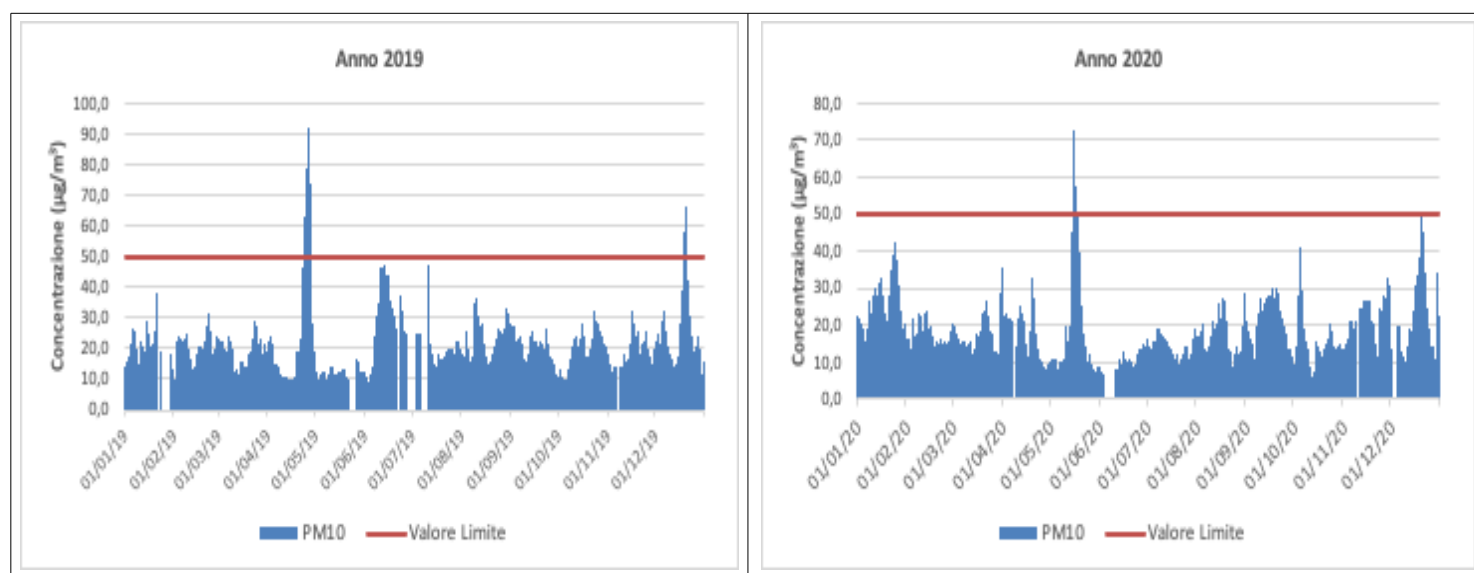
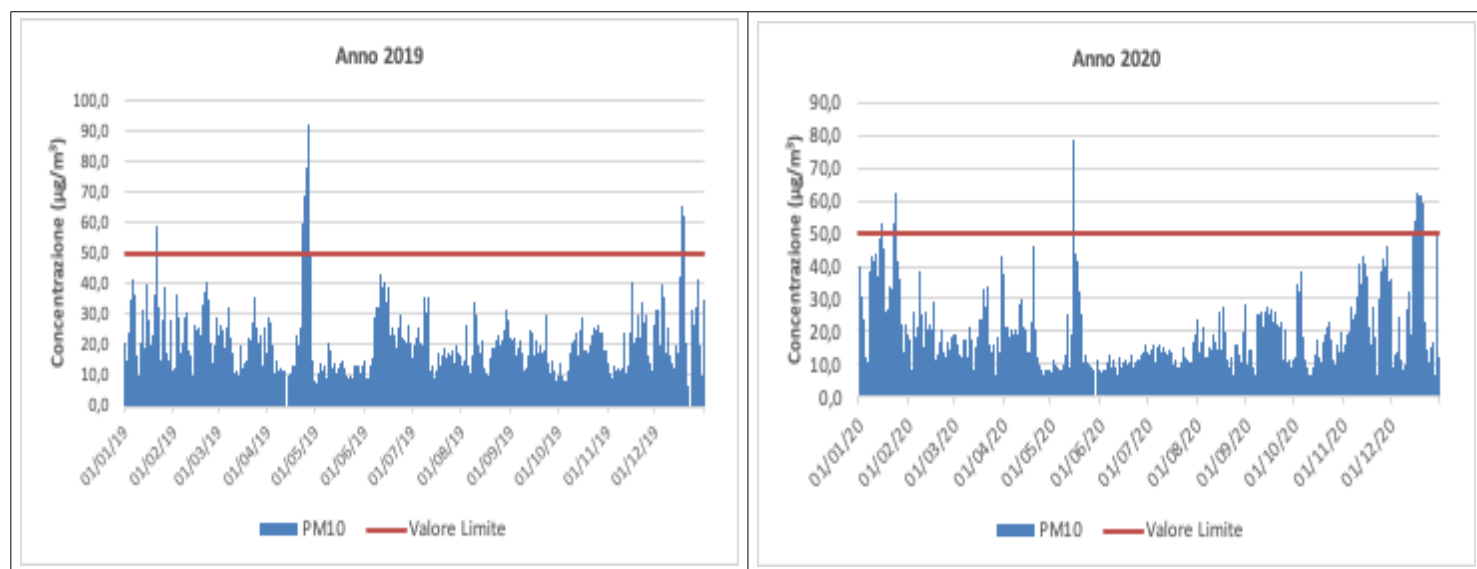
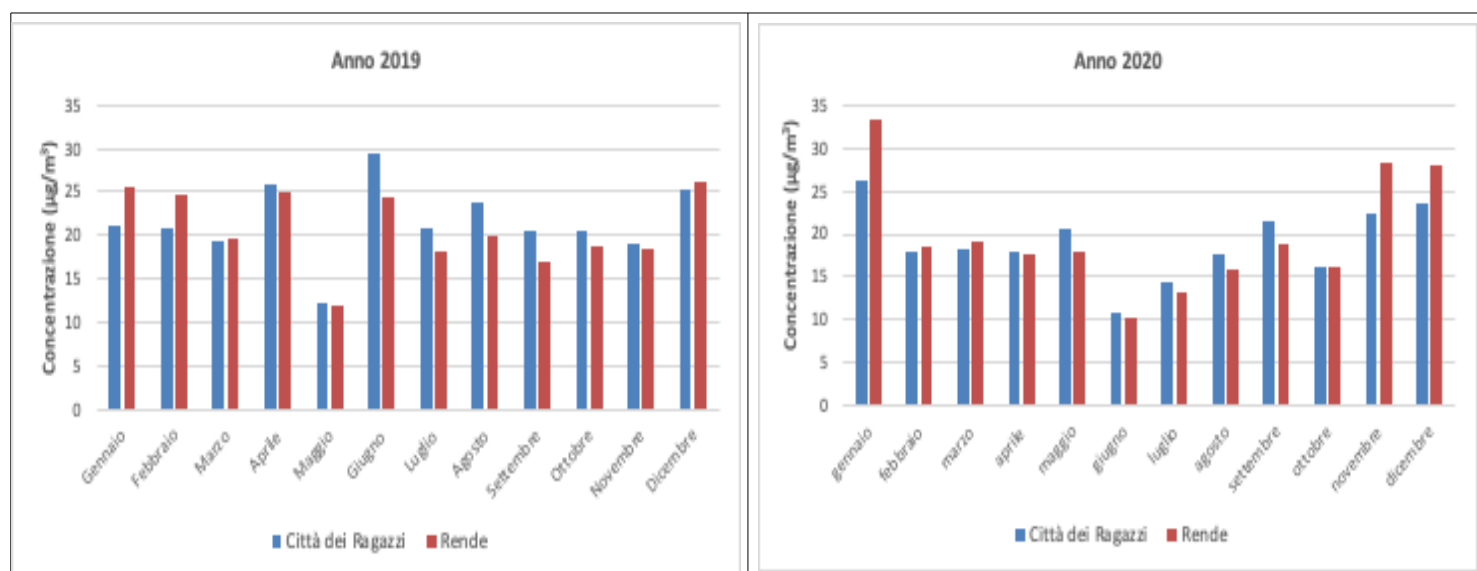


Figura 20. Andamento della concentrazione del PM₁₀ – Rende



Nella figura seguente viene mostrato il trend delle concentrazioni medie mensili registrate nei due siti.

Figura 21. Confronto andamento della concentrazione del PM₁₀ – Rende e Città dei Ragazzi



E' evidente che la stazione di Rende ha registrato valori di PM₁₀ leggermente più alti rispetto a quelli registrati dalla stazione di fondo di Città dei Ragazzi per il maggiore contributo del traffico veicolare.



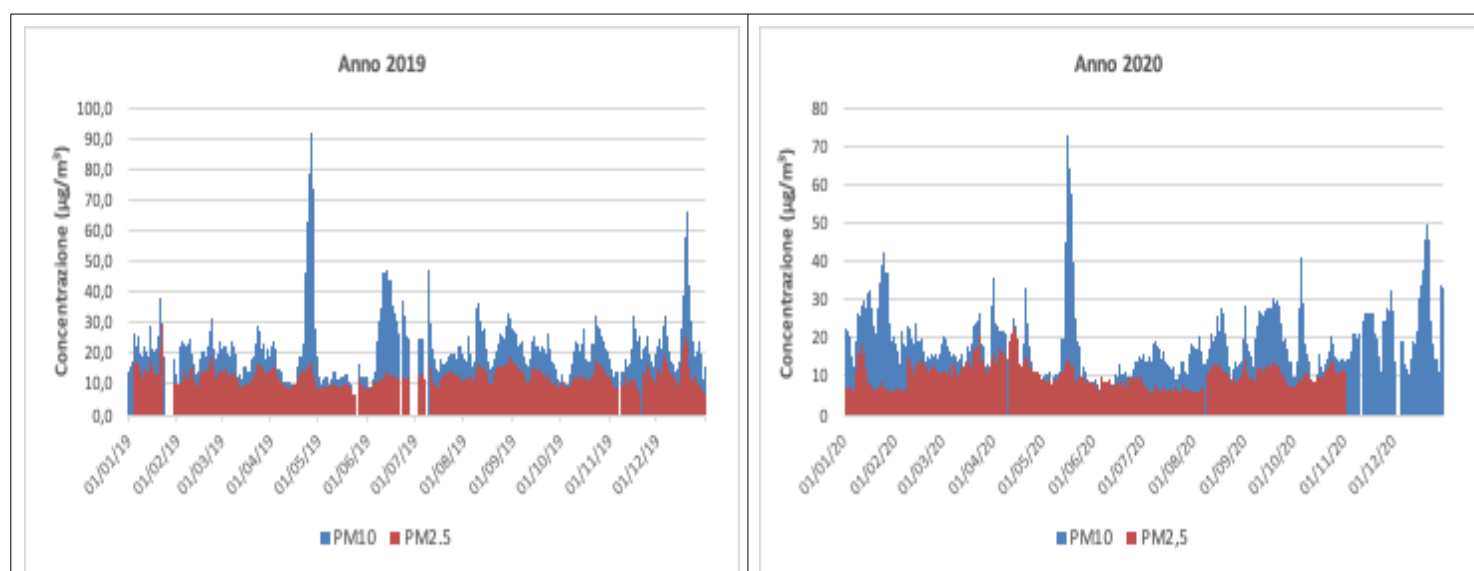
4.3 Particolato sospeso - PM_{2.5}

Tabella 11. Confronto della concentrazione di PM_{2.5} con il valore limite – Città dei Ragazzi

	<i>Valore limite annuale</i>	<i>Media annuale registrata</i>
Anno 2019	25.0 µg/m ³	12.5 µg/m ³
Anno 2020		11.3 µg/m ³

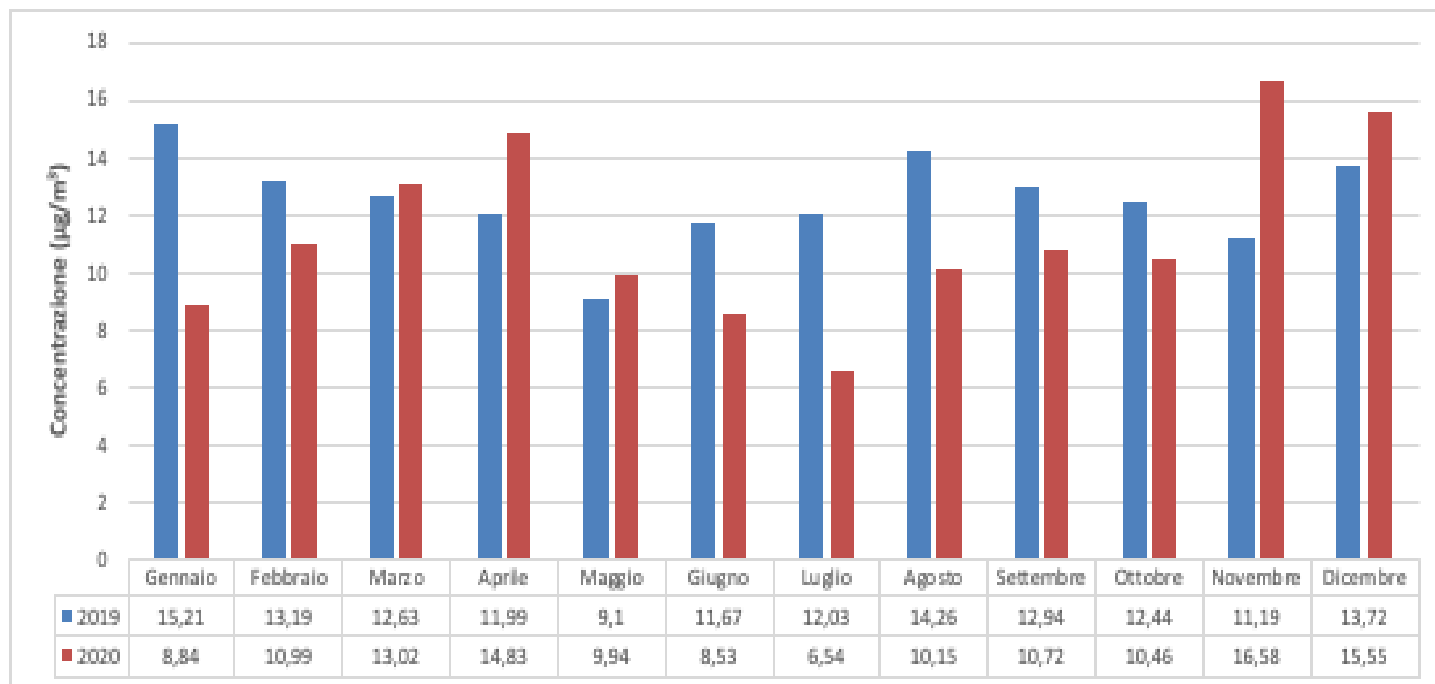
Il valore misurato è risultato essere nettamente inferiore al valore limite, nelle figure seguenti viene rappresentato l'andamento giornaliero del particolato PM_{2.5} e il suo rapporto rispetto al PM₁₀.

Figura 22. Andamento della concentrazione del PM₁₀ e PM_{2.5} – Città dei Ragazzi



Di seguito si riporta il grafico relativo alle medie mensili.

Figura 23. Andamento della concentrazione del PM_{2,5} – Città dei Ragazzi



Il valore limite per la protezione della salute umana indicato dal D.Lgs 155/2010 non è mai stato superato.

4.4 Monossido di Carbonio

Tabella 12. Confronto della concentrazione di CO con il valore limite – Città dei Ragazzi

	Valore limite	Massimo valore registrato	N° Media massima giornaliera su 8 ore > 10 mg/m ³
Anno 2019	10 mg/m³ (media massima giornaliera su 8 ore)	3.2 mg/m³ (23.06.2019)	0
Anno 2020		2.4 mg/m³ (30.07.2020)	0



Figura 24. Andamento della concentrazione media su 8 ore di Monossido di Carbonio – Città dei Ragazzi

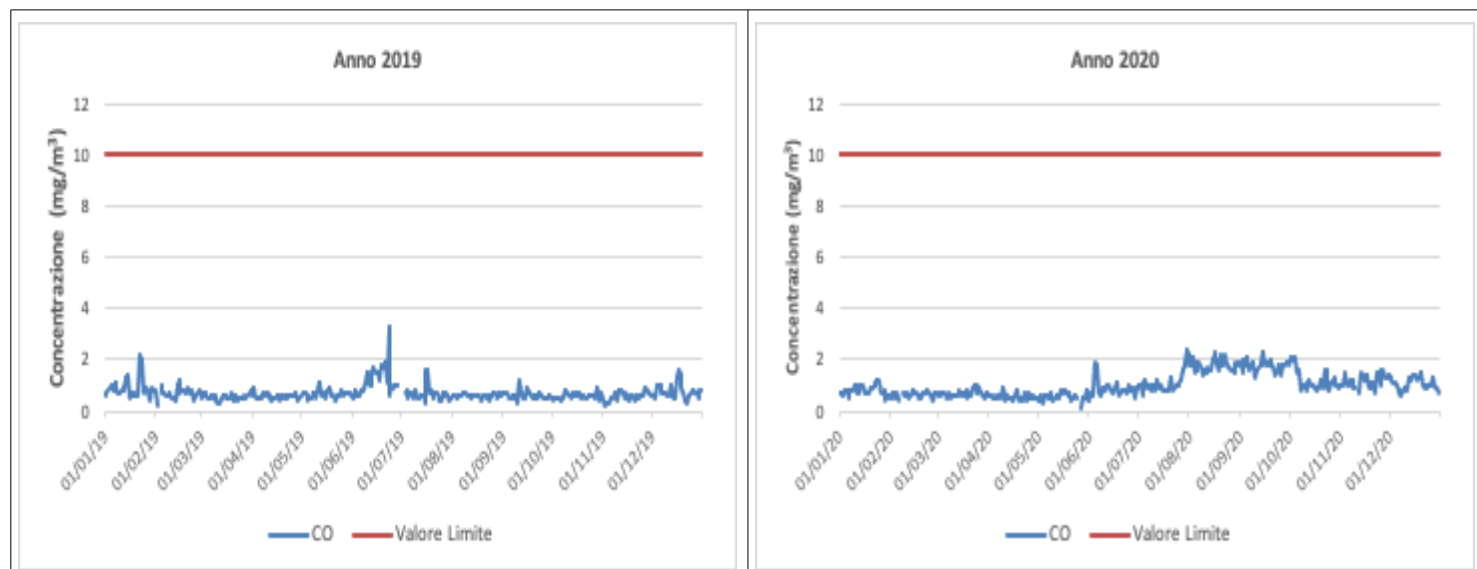
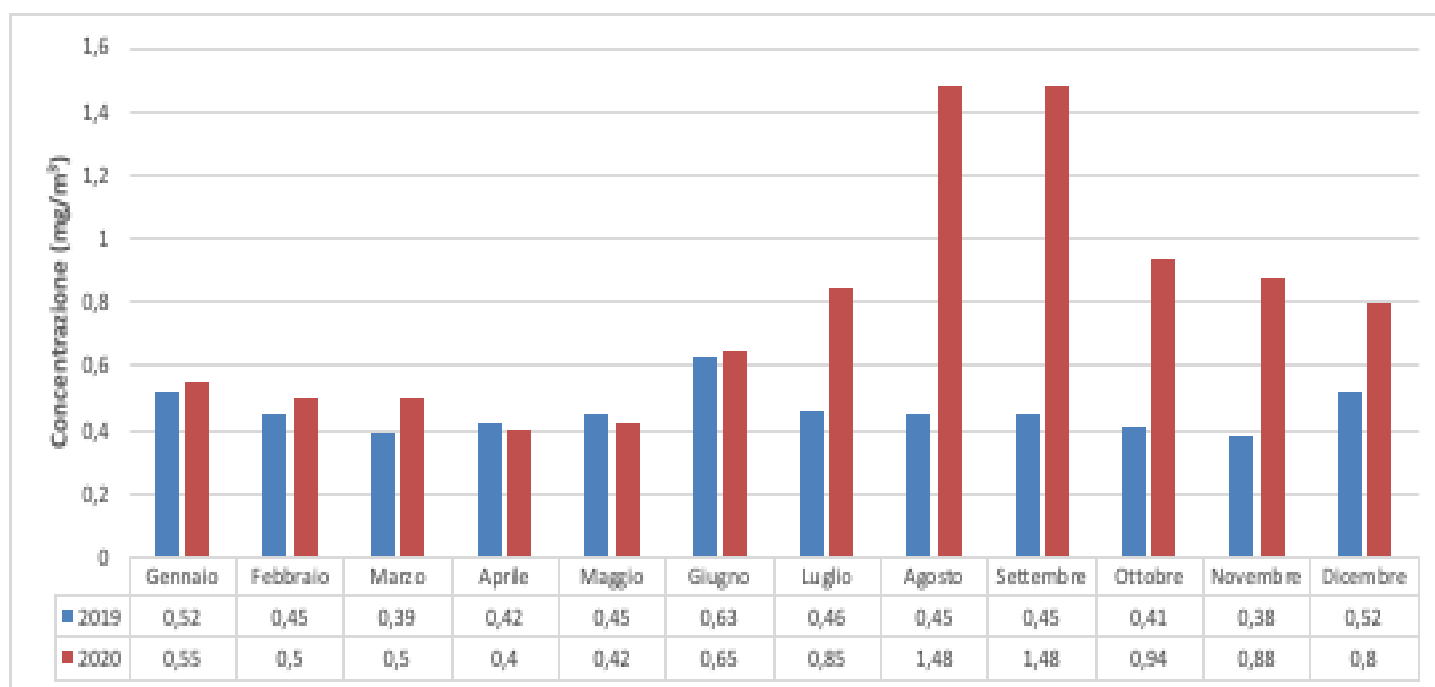


Figura 25. Andamento della concentrazione del Monossido di Carbonio – Città dei Ragazzi



4.5 Ozono

Tabella 13. Confronto della concentrazione di O₃ con i valori limite – Città dei Ragazzi

	Valori limite orario		Massimo valore registrato	N° medie orarie	
	Soglia di informazione	Soglia di allarme		> 180 µg/m ³	> 240 µg/m ³
Anno 2019	180 µg/m ³	240 µg/m ³	167.1 µg/m ³ (04-07-2019 h12)	0	0
Anno 2020			159.5 µg/m ³ (31-07-2020 h11)	0	0

	Valore obiettivo (Media massima giornaliera su 8 ore)	Massimo valore registrato	N° Medie massime giornaliera su 8 ore > 120 µg/m ³
Anno 2019	120 µg/m³ (da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni)	134.4 µg/m³ (04-07-2019)	7 giorni
Anno 2020		134.5 µg/m³ (12-04-2020)	6 giorni

Il Decreto Legislativo 155/2010, oltre al valore obiettivo e l'obiettivo a lungo termine ripropone:

- la *soglia di informazione*: livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive. La soglia di informazione si raggiunge quando la media oraria è maggiore o uguale a 180 µg/m³.
- la *soglia di allarme*: livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati. La soglia si raggiunge quando si verifica il superamento della media oraria di 240 µg/m³ per tre ore consecutive.

Per quanto riguarda gli episodi acuti la soglia di informazione (180 µg/m³) non è stata mai raggiunta, infatti, ai fini della valutazione del rispetto del valore obiettivo i dati registrati hanno evidenziato il rispetto del valore.

L'ozono essendo un inquinante "secondario" che si forma a seguito di complesse reazioni fotochimiche, favorite cioè dalla radiazione solare in cui sono coinvolti inquinanti primari immessi direttamente in atmosfera, mostra una spiccata stagionalità, infatti le concentrazioni più significative sono state rilevate nel periodo primavera-estate (Figura seguenti).



Figura 26. Andamento della concentrazione oraria dell'Ozono – Città dei Ragazzi

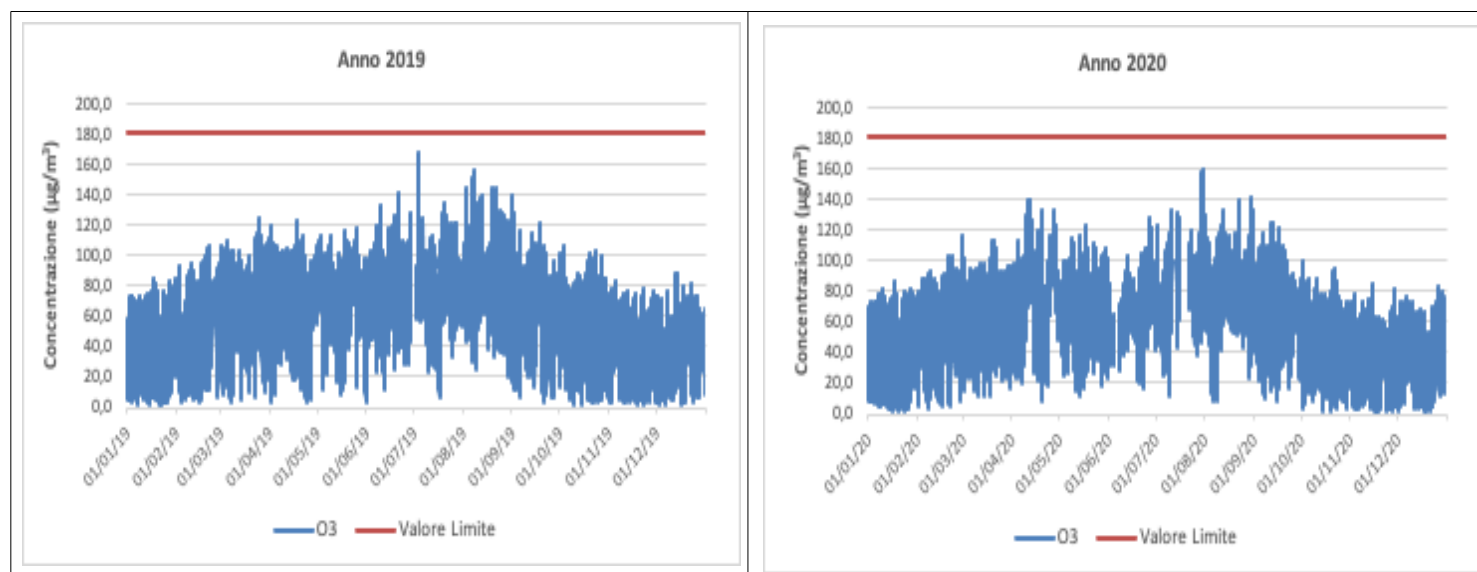


Figura 27. Andamento della concentrazione media su 8 ore di Ozono – Città dei Ragazzi

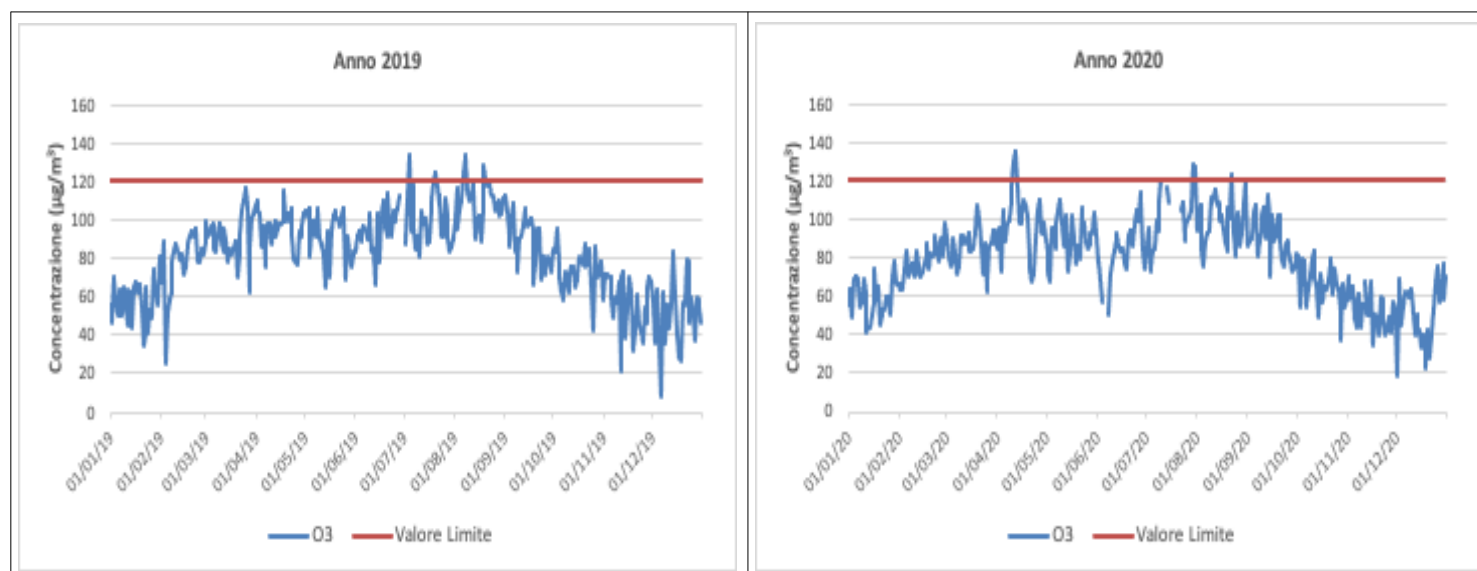
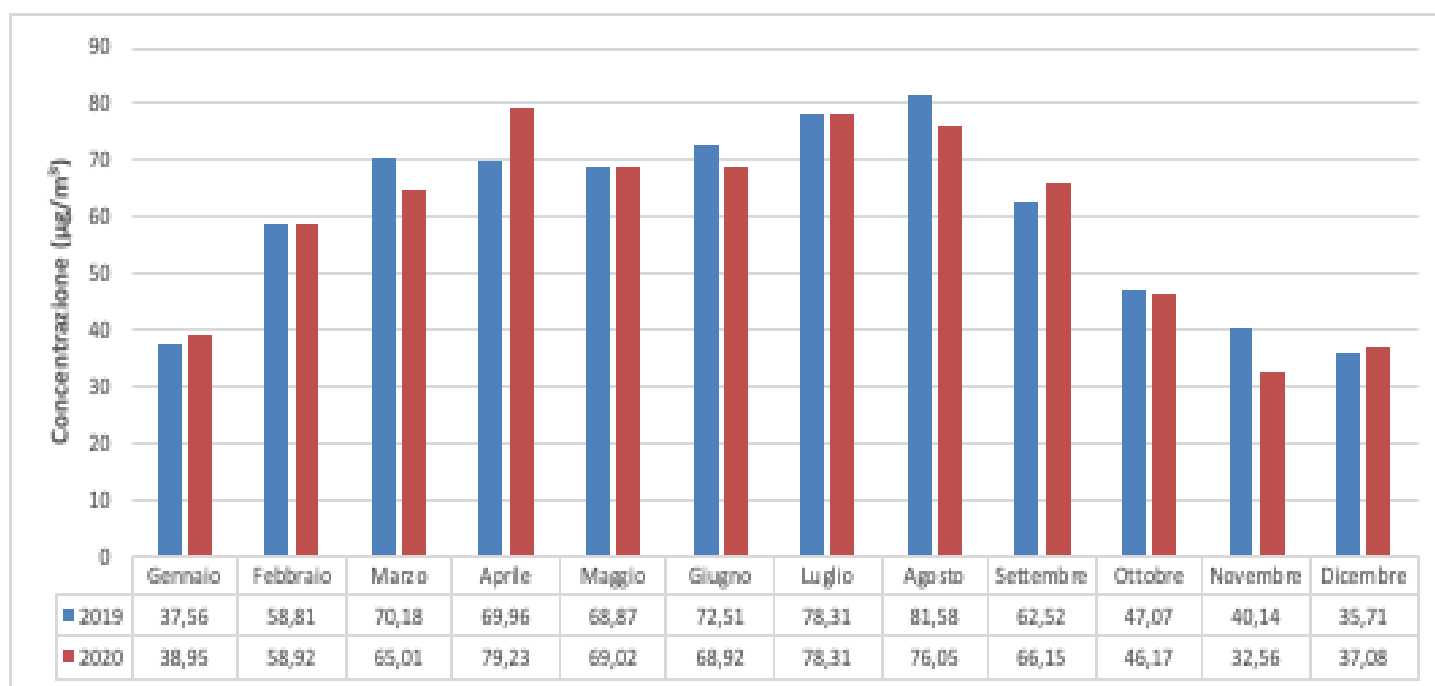


Figura 28. Andamento delle medie mensili della concentrazione di Ozono – Città dei Ragazzi



4.6 Biossido di Zolfo

Tabella 14. Confronto della concentrazione di SO₂ con i valori limite – Città dei Ragazzi

	Valori limite (media oraria)	Massimo valore registrato	N° medie orarie > 350 µg/m ³
Anno 2019	350 µg/m³ (da non superare più di 24 volte per anno civile)	40.4 µg/m³ (16-09-2019 h21)	0
Anno 2020		38.6 µg/m³ (20-12-2020 h15)	0

	Valori limite (media giornaliera)	Massimo valore registrato	N° medie giornaliere >125 µg/m ³
Anno 2019	125 µg/m³ (da non superare più di 3 volte per anno civile)	19.2 µg/m³ (12-11-2019)	0
Anno 2020		32.3 µg/m³ (29-11-2020)	0



Figura 29. Andamento della concentrazione oraria di Biossido di Zolfo – Città dei Ragazzi

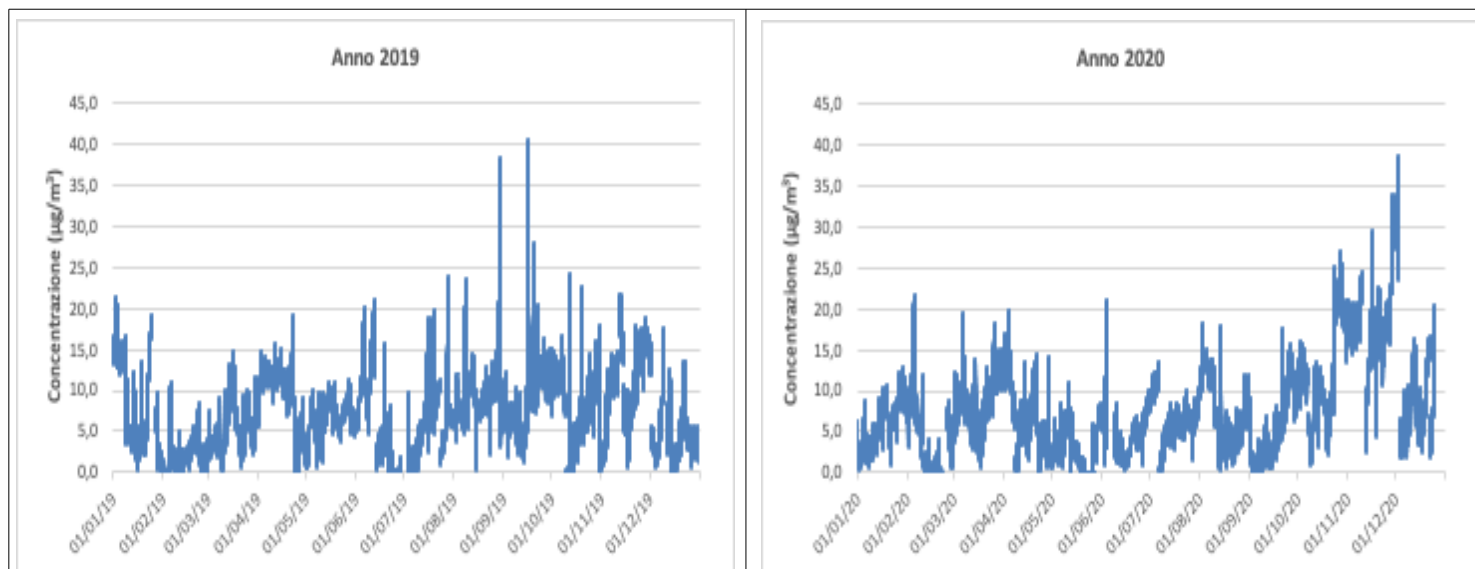
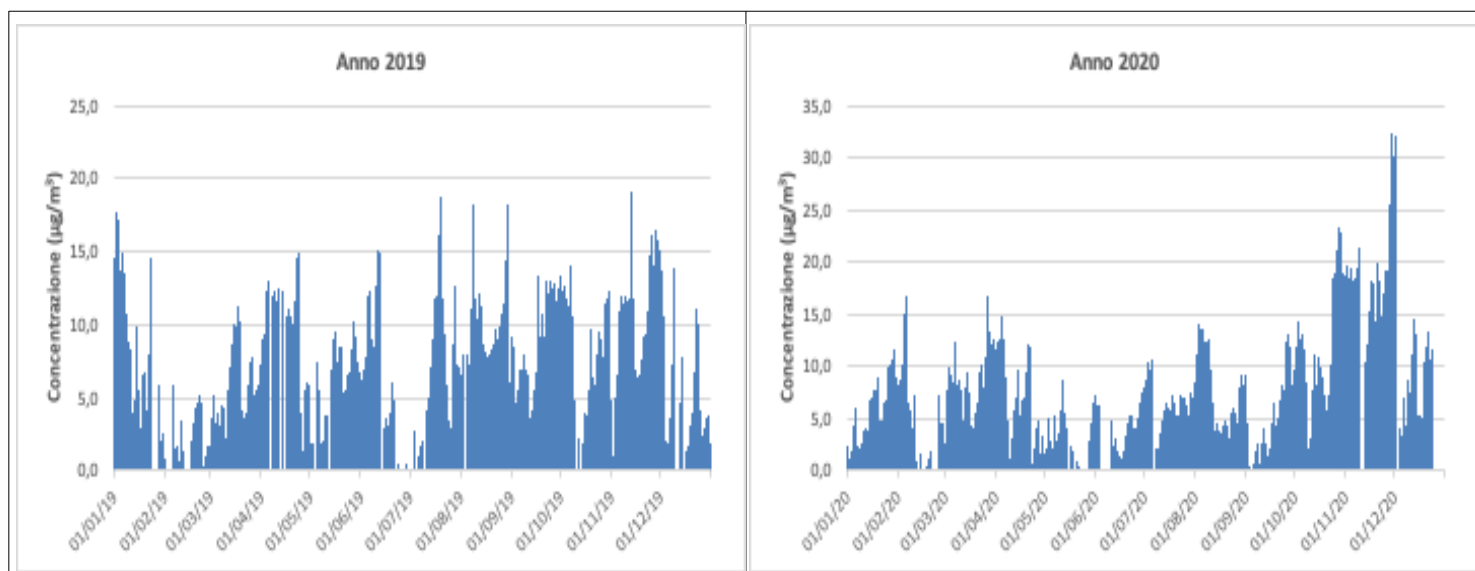


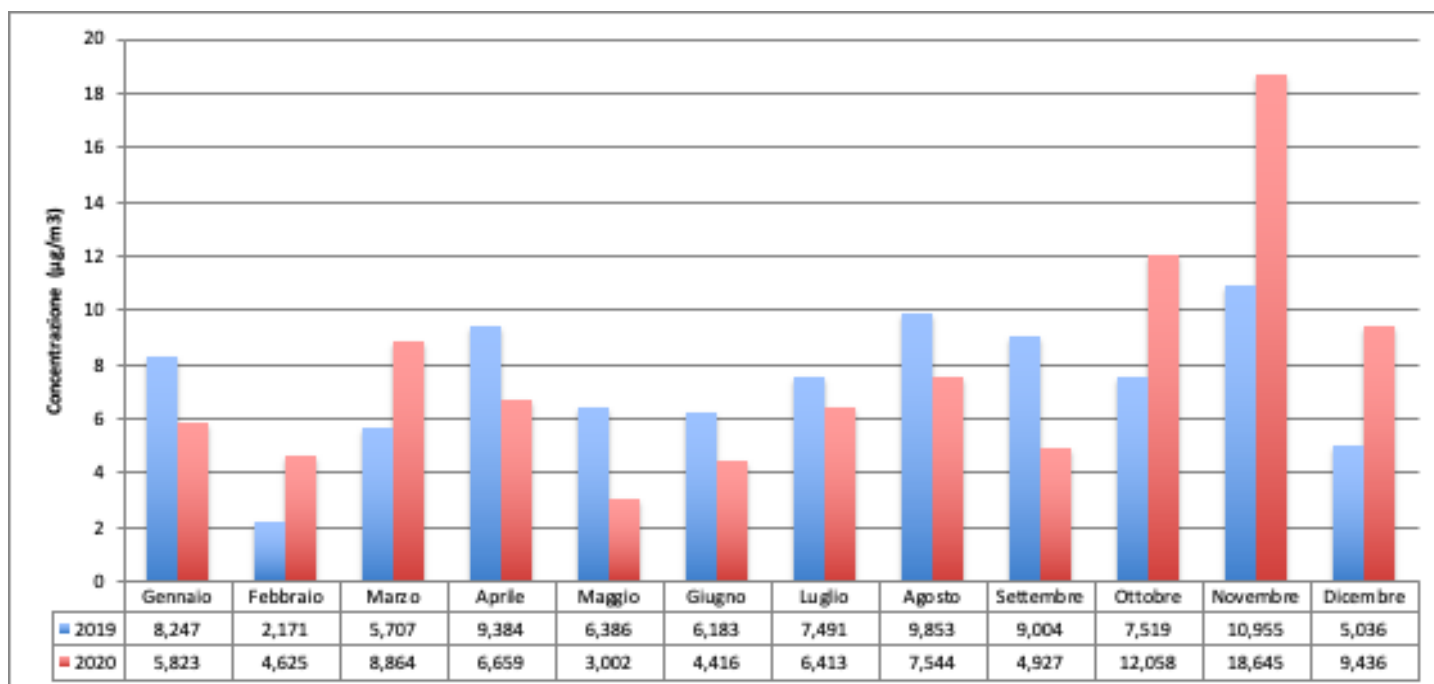
Figura 30. Andamento della concentrazione giornaliera di Biossido di Zolfo – Città dei Ragazzi



I valori di biossido di zolfo rilevati sono contenuti e notevolmente inferiori ai livelli previsti dalla normativa.



Figura 31. Andamento delle medie mensili della concentrazione di Biossido di Zolfo – Città dei Ragazzi



4.7 Benzene

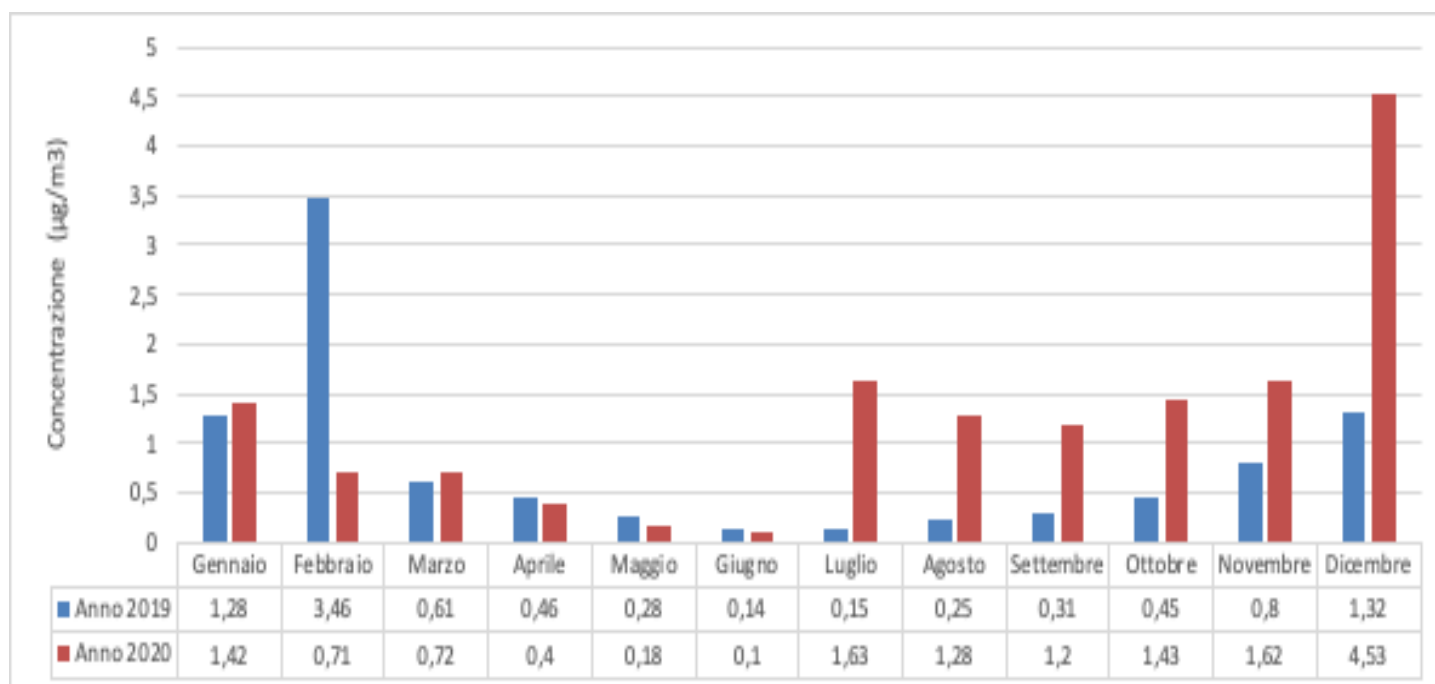
Tabella 15. Confronto della concentrazione di C₆H₆ con i valori limite– Città dei Ragazzi

	Valore limite annuale	Media annuale registrata
Anno 2019	5.0 µg/m ³	0.74 µg/m ³
Anno 2020		1.28 µg/m ³

I valore limite è stato rispettato.



Figura 32. Andamento della concentrazione di Benzene – Città dei Ragazzi



Insieme al benzene sono stati monitorati anche altri inquinanti come il toluene, e gli xileni, anche se la normativa non impone alcun limite sulla loro presenza in aria.

Nella tabella seguente si riportano le medie annuali registrate per ciascuno di questi inquinanti.

Tabella 16. Medie annuali registrate per i composti aromatici monitorati – Città dei Ragazzi

	Toluene	M-P-Xilene	O-Xilene	EtilBenzene
Anno 2019	2,78 µg/m³	1,21 µg/m³	0,30 µg/m³	0,19 µg/m³
Anno 2020	1,82 µg/m³	0,32 µg/m³	0,09 µg/m³	0,54 µg/m³



4.8 La caratterizzazione chimica del particolato

Il D.Lgs 155/2010, nell'allegato XIII, fissa i limiti di riferimento, definiti come “valori obiettivo”, relativi al benzo(a)pirene e ad alcuni metalli come il piombo, il cadmio, l'arsenico e il nichel nell'aria ambiente. Pertanto, presso la stazione di Città dei Ragazzi, oltre al monitoraggio in continuo degli inquinanti precedentemente illustrati, viene regolarmente effettuato anche il campionamento su filtro del particolato atmosferico PM₁₀ e la successiva determinazione in laboratorio del contenuto dei suddetti microinquinanti.

IPA [benzo(a)pirene]

Per questo inquinante l'attuale normativa italiana prevede un valore obiettivo, espresso come media annuale, pari a 1.0 ng/m³ riferito al tenore totale presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato. Inoltre per il raggiungimento degli obiettivi di qualità il D.Lgs. 155/2010 prevede un periodo minimo di copertura pari al 33% uniformemente distribuito nell'anno civile.

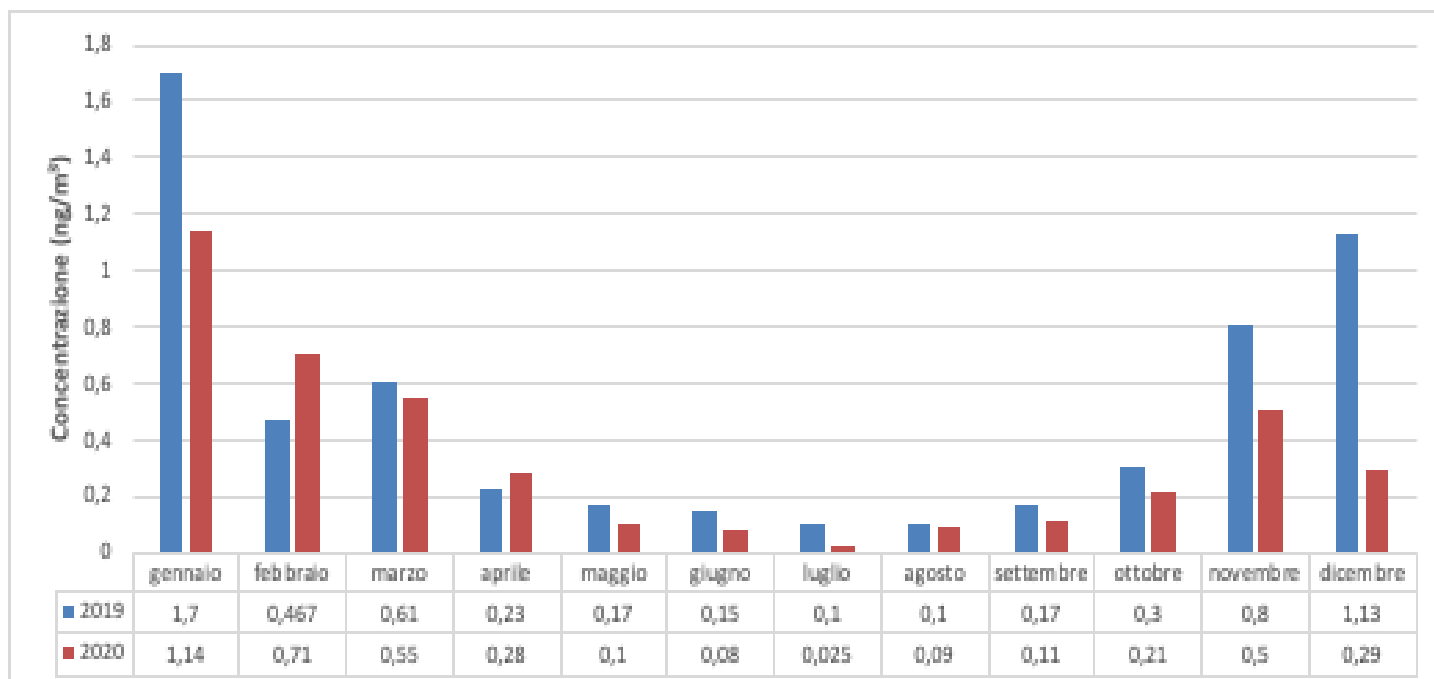
Nella tabella seguente viene riportato il confronto tra il valore obiettivo e i valori della media annuale di Benzo(a)pirene.

Tabella 17. Confronto della concentrazione di Benzo(a)pirene con i valori limite– Città dei Ragazzi

Valore obiettivo	Media annuale 2019	Media annuale 2020
1.0 ng/m ³	0.56 ng/m ³	0.33 ng/m ³

Il valore limite è stato abbondantemente rispettato nel periodo in esame.

Figura 33. Andamento della concentrazione di Benzo(a)pirene – Città dei Ragazzi



Metalli Pesanti (Arsenico-Cadmio-Nichel-Piombo)

Anche per questi inquinanti il D.Lgs.155/10 prevede, per il raggiungimento degli obiettivi di qualità, un periodo di copertura del 50% distribuito nell'anno civile per Cadmio, Nichel e Arsenico; mentre per il Piombo prevede il 90%.

Nella tabella seguente viene riportato il confronto tra il valore obiettivo e i valori di media annua dei metalli monitorati.

Tabella 18. Confronto della concentrazione dei metalli con i valori limite – Città dei Ragazzi

<i>Inquinante</i>	<i>Valore obiettivo</i>	<i>Media annuale 2019</i>	<i>Media annuale 2020</i>
As	6.0 ng/m ³	0.31 ng/m ³	0.19 ng/m ³
Cd	5.0 ng/m ³	0.05 ng/m ³	0.07 ng/m ³
Ni	20 ng/m ³	1.6 ng/m ³	1.9 ng/m ³
Pb	0.5 µg/m ³	0.002 µg/m ³	0.002 µg/m ³



5. ANALISI DEI TREND DELLE CONCENTRAZIONI ANNUALI

Al fine di capire in maniera immediata l'evoluzione della qualità dell'aria nelle città di Cosenza e Rende, vengono presentati, per ogni inquinante, i trend elaborati utilizzando come indicatore la concentrazione media annuale relativi al periodo compreso dal 2009 al 2020 per la stazione di Città dei Ragazzi e per il periodo compreso dal 2015 al 2020 per la stazione di Rende.

Biossido di Azoto

Figura 35. Andamento delle medie annuali di NO_2 – Confronto tra Rende e Città dei Ragazzi

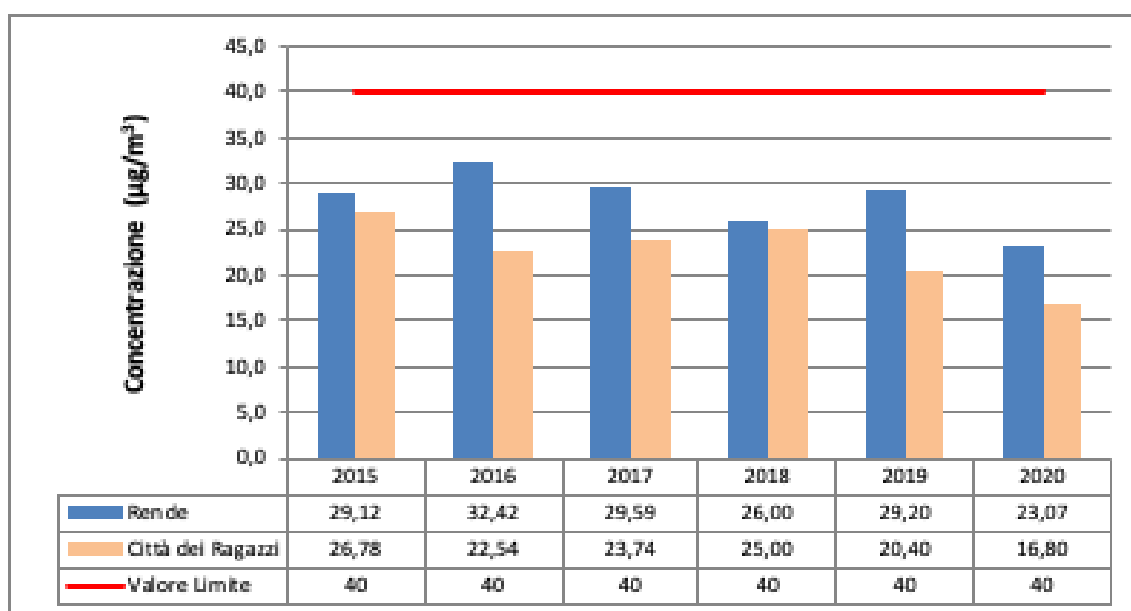
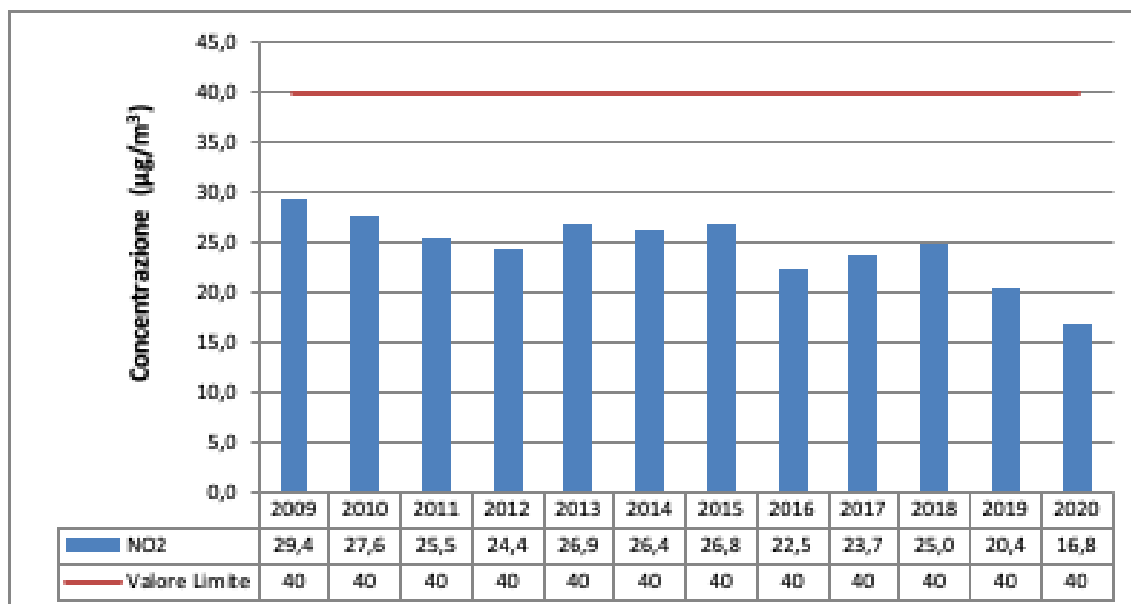


Figura 36. Andamento delle medie annuali di NO_2 – Stazione di Città dei Ragazzi



Particolato sospeso - PM₁₀

Figura 37. Andamento delle medie annuali di PM₁₀ – Confronto tra Rende e Città dei Ragazzi

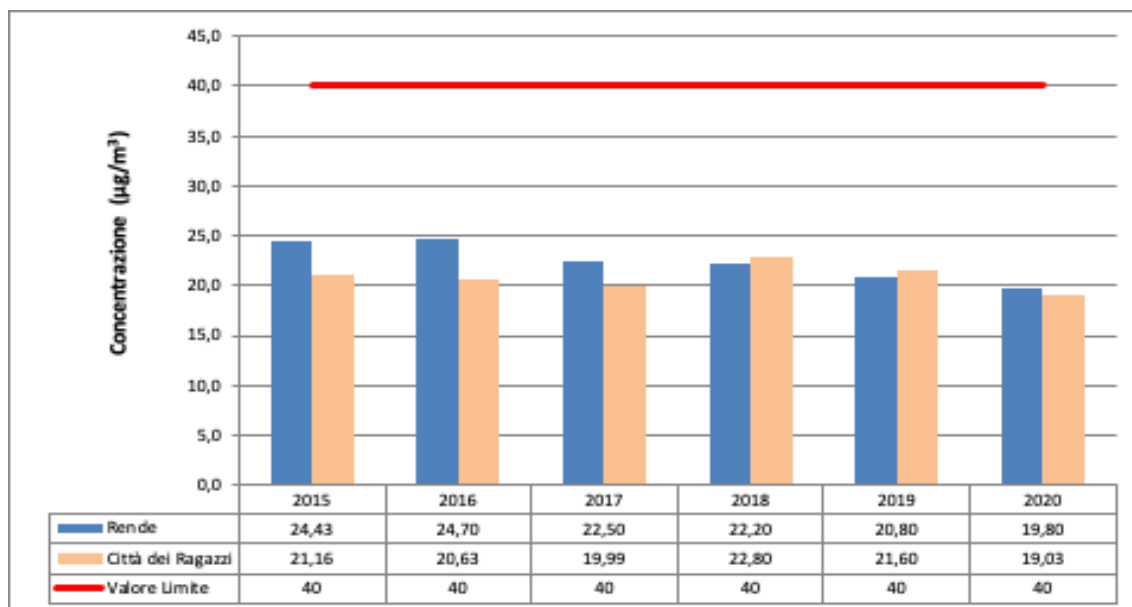
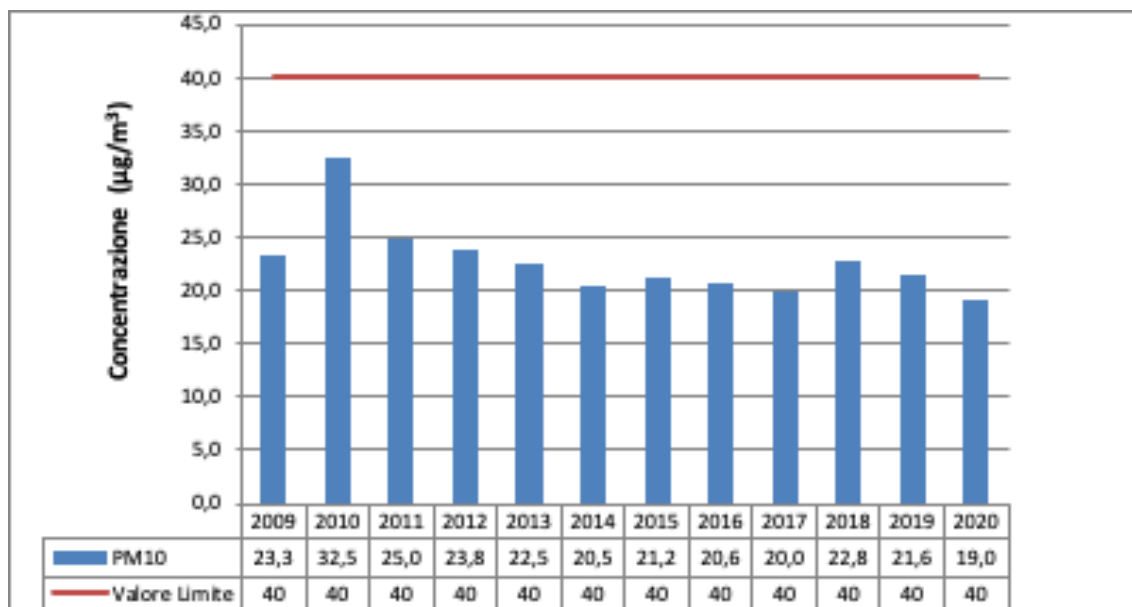
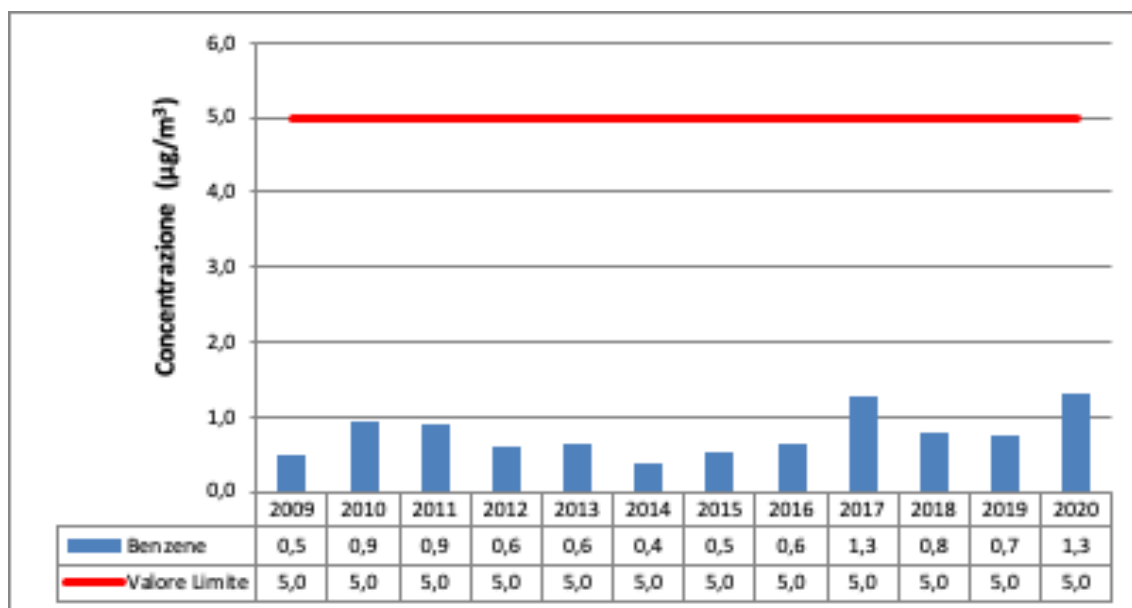


Figura 38. Andamento delle medie annuali di PM₁₀ – Stazione di Città dei Ragazzi



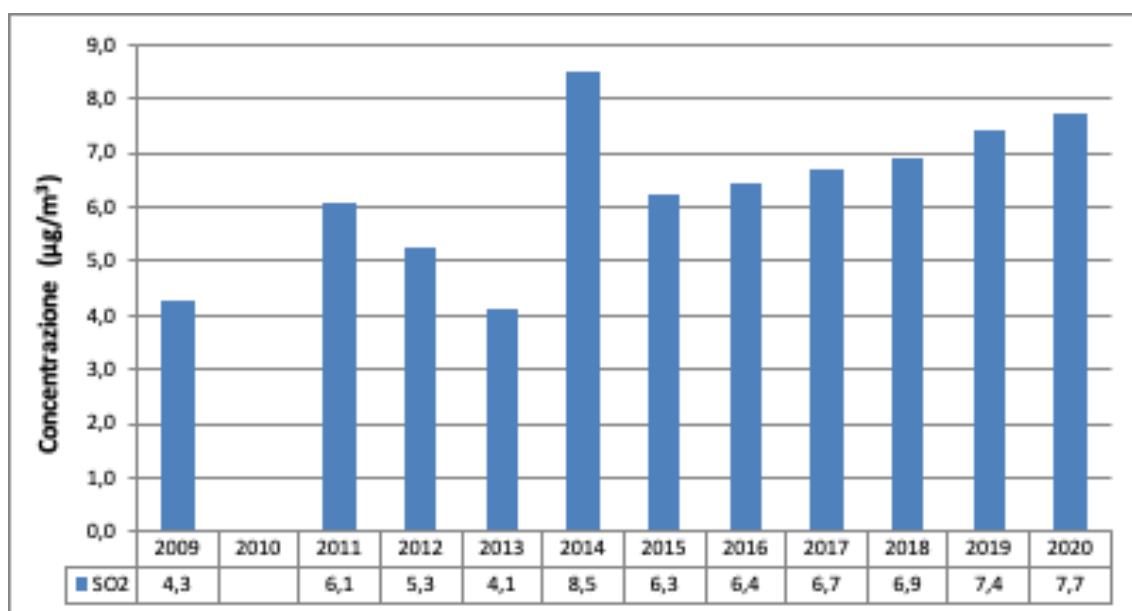
Benzene

Figura 39. Andamento delle medie annuali di C_6H_6 – Stazione di Città dei Ragazzi



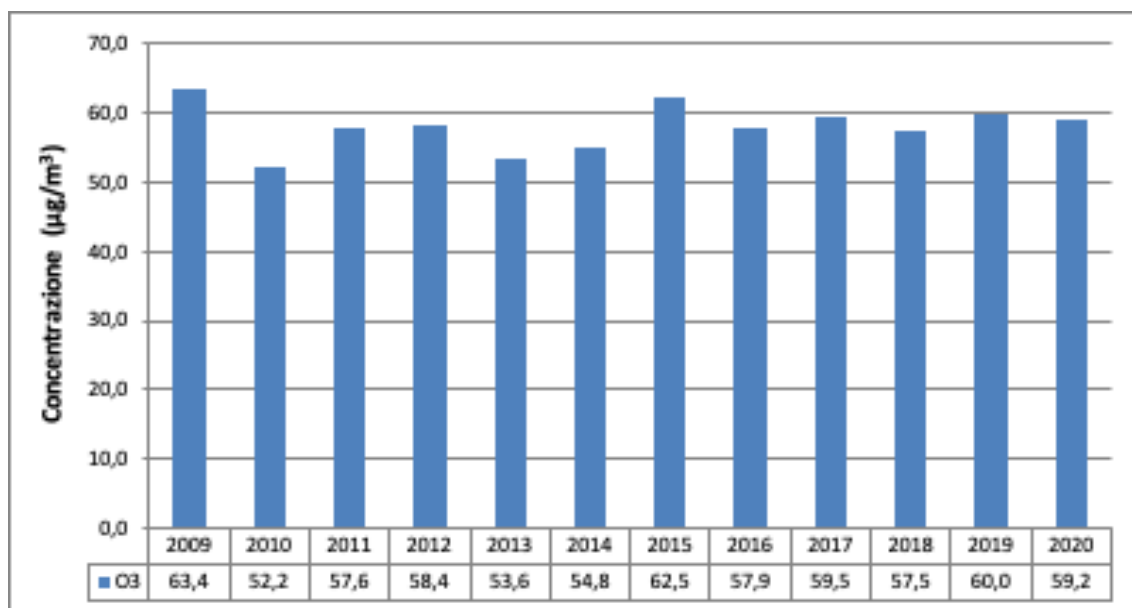
Biossido di Zolfo

Figura 40. Andamento delle medie annuali di SO_2 – Stazione di Città dei Ragazzi



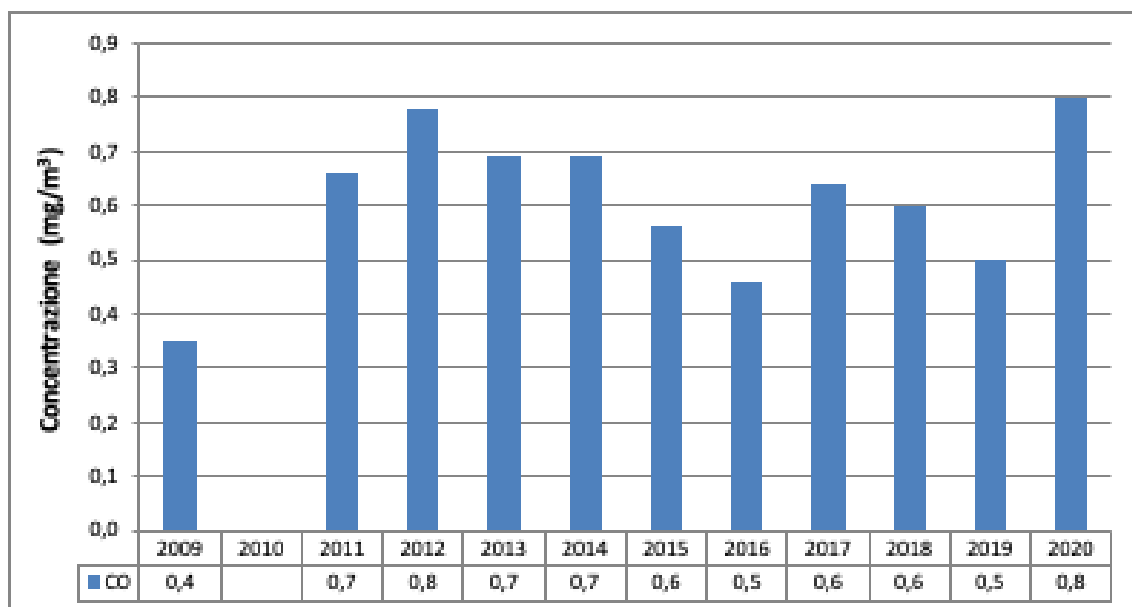
Ozono

Figura 41. Andamento delle medie annuali di O₃ – Stazione di Città dei Ragazzi



Monossido di carbonio

Figura 42. Andamento delle medie annuali di CO – Stazione di Città dei Ragazzi



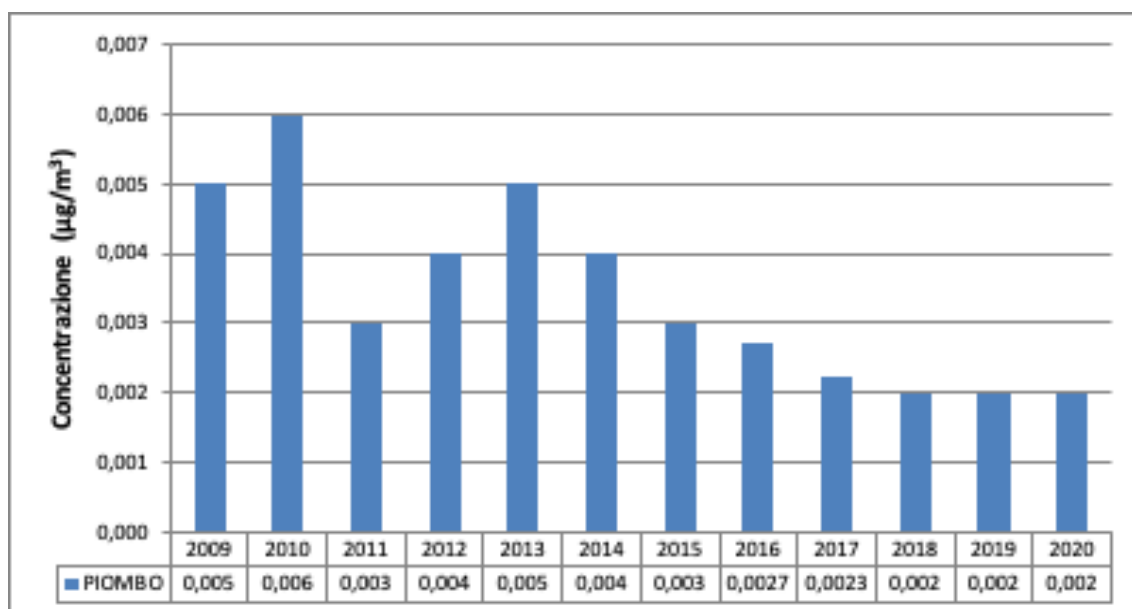
PM_{2.5}

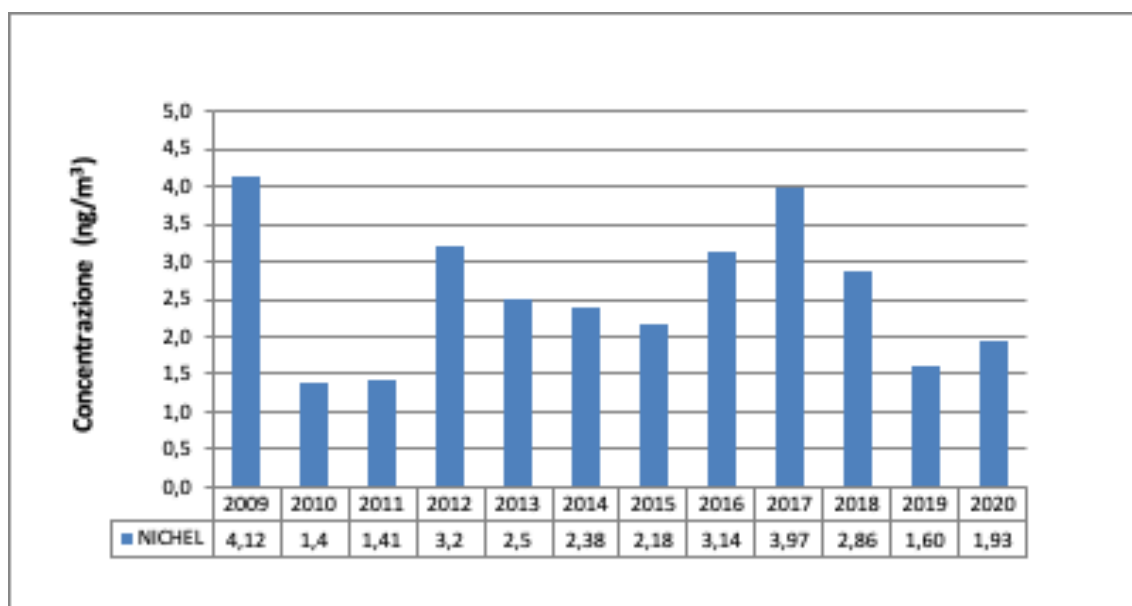
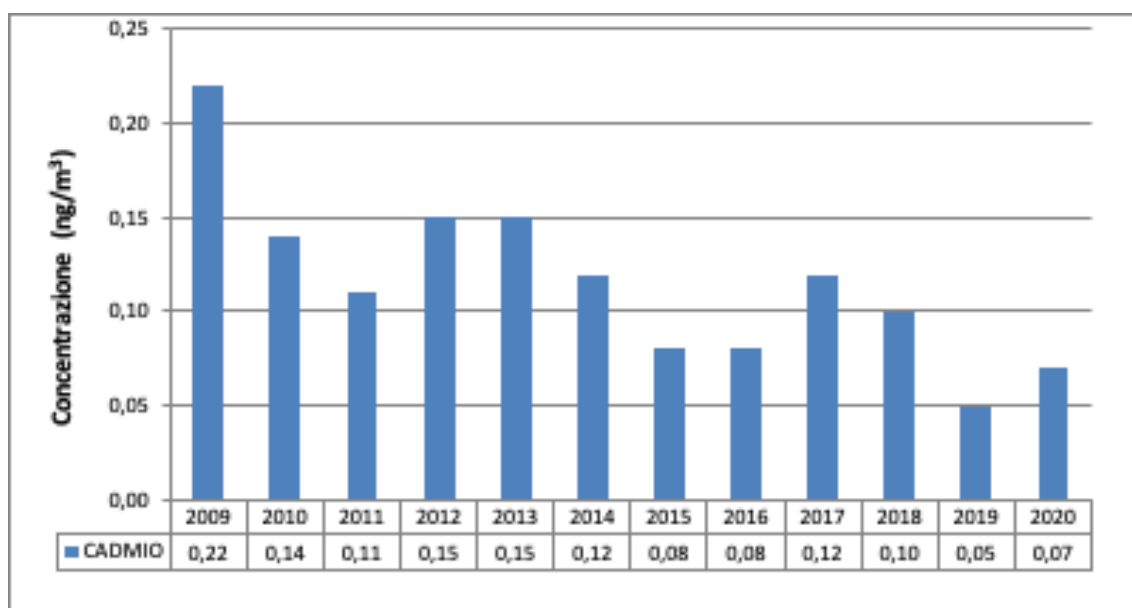
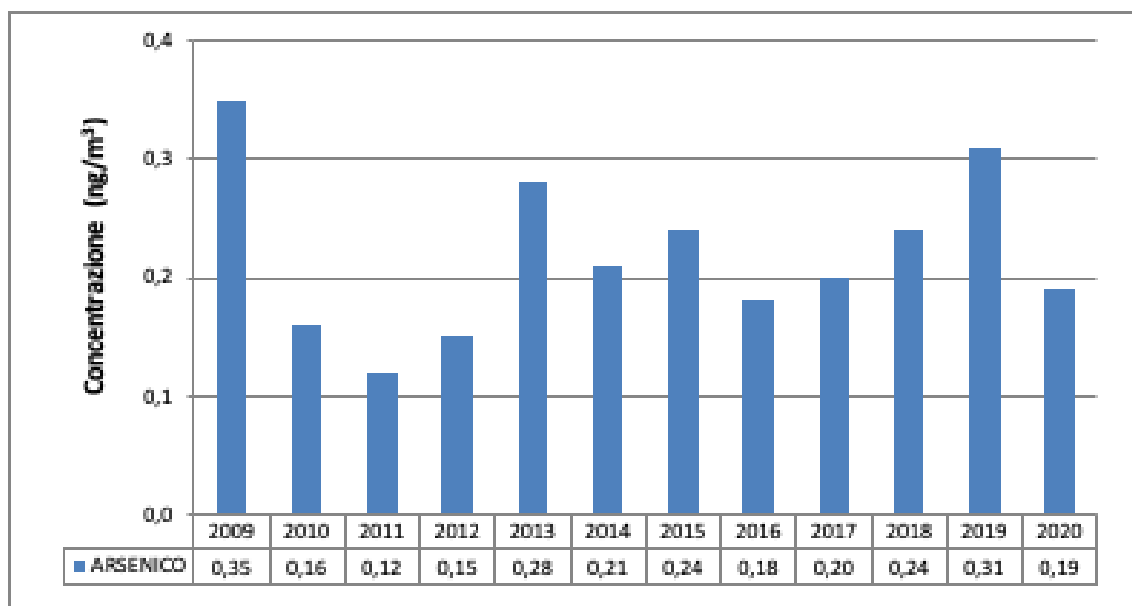
Figura 43. Andamento delle medie annuali di PM_{2.5} – Stazione di Città dei Ragazzi



Metalli

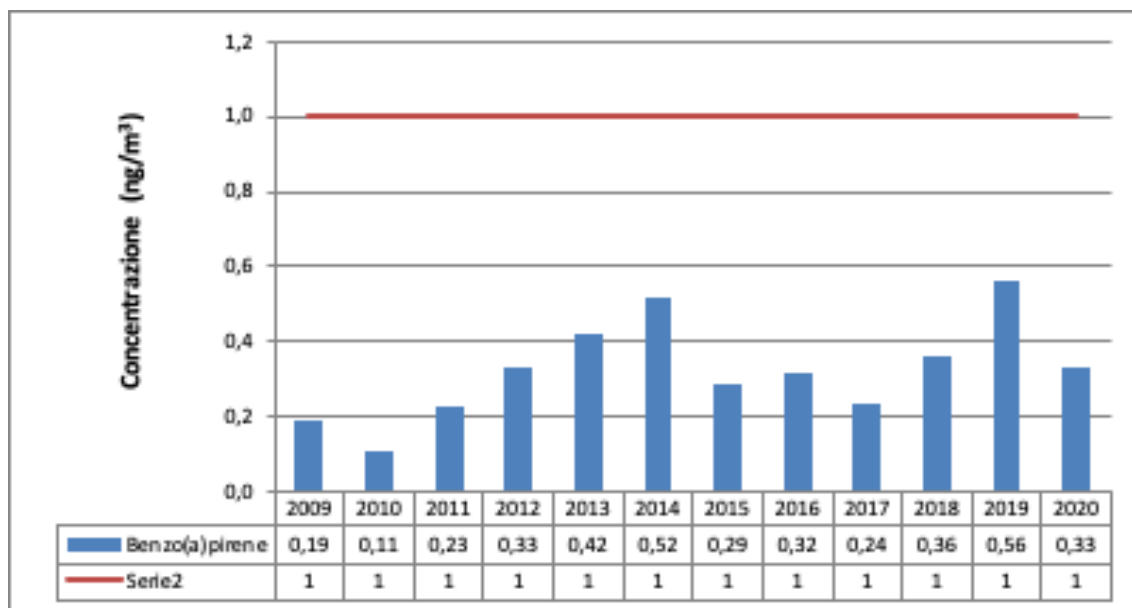
Figura 44. Andamento delle medie annuali di Metalli – Stazione di Città dei Ragazzi





IPA

Figura 45. Andamento delle medie annuali di Benzo(a)pirene – Stazione di Città dei Ragazzi



Le elaborazioni grafiche mostrano un trend stabile per tutti gli inquinanti monitorati con valori di concentrazione registrati che si attestano sotto i valori limite stabiliti dalla normativa.



6. L'INCIDENZA DEL LOCKDOWN SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Considerando il lockdown una circostanza straordinariamente eccezionale in grado di fornire informazioni uniche e irripetibili da un punto di vista ambientale, nel corso dell'anno 2020 è stato seguito con interesse l'andamento dei livelli di qualità dell'aria in concomitanza all'emergenza COVID-19 confrontandoli con quelli degli anni precedenti.

Infatti, le misure di confinamento per il contrasto al coronavirus adottate con i vari dpcm, (DPCM del 04.03.2020 che ha previsto la sospensione delle scuole di ogni ordine e grado, DPCM del 09.03.2020 che ha esteso su tutto il territorio nazionale le misure restrittive precedentemente individuate solo per alcuni comuni e province, DPCM dell'08.03.2020, DPCM dell'11.03.2020 che ha previsto la sospensione di alcune attività), hanno comportato il blocco di molte sorgenti emissive con un impatto anche sulla qualità dell'aria ambiente.

Il presente studio è finalizzato a fare una valutazione dell'incidenza del lockdown sulla qualità dell'aria ovvero, a stabilire un'eventuale correlazione tra le misure di limitazione introdotte e i valori di concentrazione registrati. In particolare sono stati analizzati i dati del PM₁₀ e del Biossido di azoto (NO₂), per valutare la variazione della loro concentrazione a seguito del rispetto delle misure restrittive che hanno comportato una diminuzione della mobilità.

Sono stati confrontati i dati registrati nel primo quadrimestre del 2020 con quelli registrati nello stesso periodo del triennio 2017-2019 e mostrati i relativi andamenti utilizzando come indicatore la media mensile e la media giornaliera.

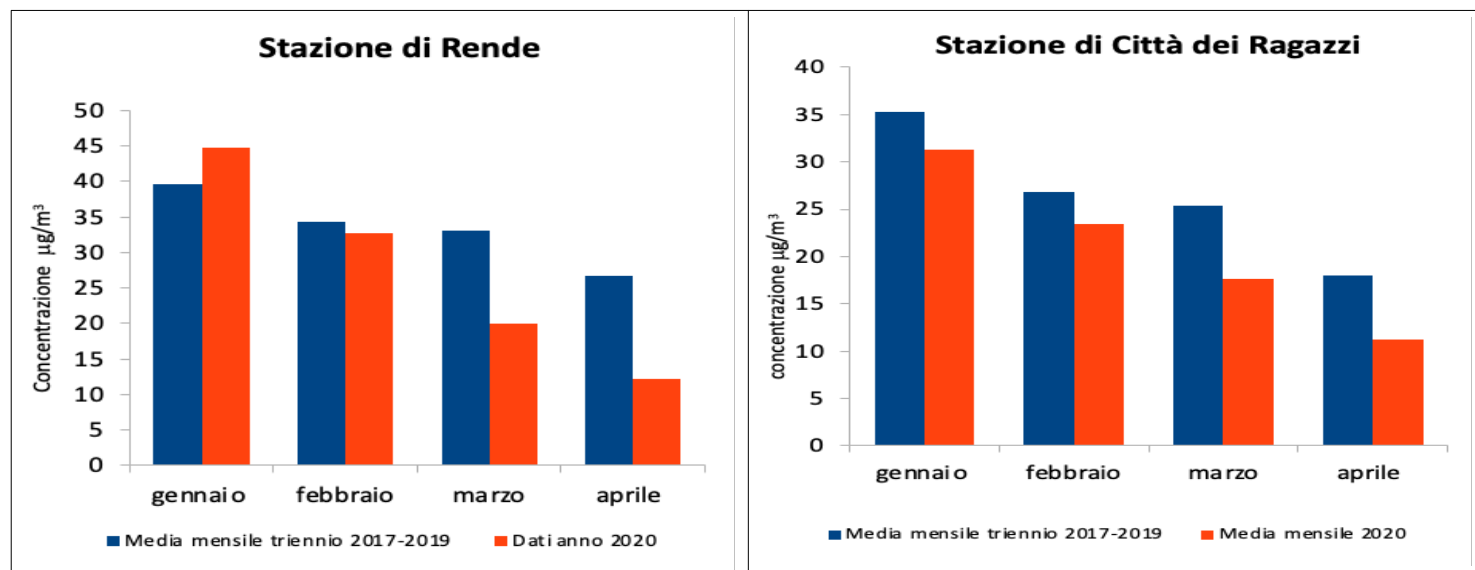
Ossidi di azoto

I grafici seguenti, che mostrano l'andamento della concentrazione del biossido di azoto nei primi quattro mesi dell'anno 2020 e quello registrato nello stesso periodo del triennio precedente, evidenziano come l'andamento della distribuzione non si discosta in maniera sostanziale tra i due periodi di riferimento mentre è evidente un netto calo dei valori di concentrazione nei mesi di marzo e aprile 2020 rispetto a quelli registrati nel triennio precedente.

La diminuzione di concentrazione del biossido di azoto è soprattutto evidente nella stazione da traffico di Rende dove la variazione percentuale della media della concentrazione, calcolata sul periodo marzo – aprile 2020 rispetto allo stesso periodo del triennio precedente, è stata del 46,34% rispetto al 33,59% registrata presso la stazione di Città dei Ragazzi.

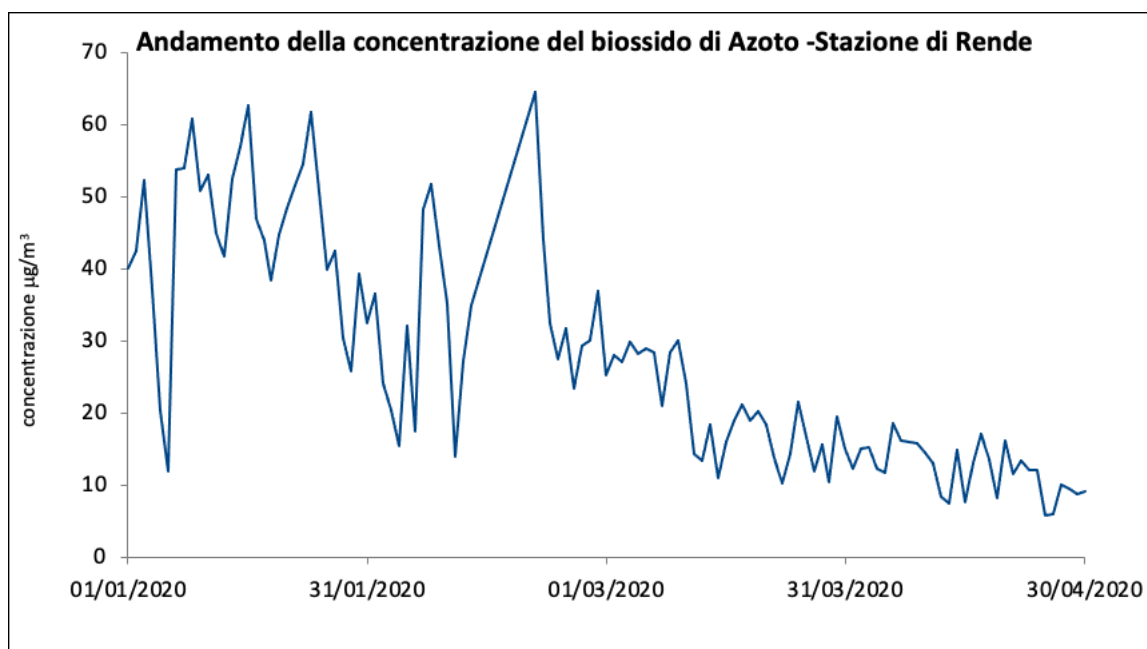


Figura 46. Confronto dell'andamento della concentrazione di biossido di azoto nell'anno 2020 e nel triennio 2017-2019



L'effetto delle misure restrittive, che hanno cambiato le abitudini quotidiane e lo stile di vita dei cittadini con una notevole ripercussione sui flussi di traffico, è ben evidenziato nella figura seguente che riporta l'andamento della concentrazione del biossido di azoto, espressa come media giornaliera, sulla stazione da traffico di Rende che mostra un netto calo delle concentrazioni in correlazione alla riduzione delle attività antropiche a seguito dell'adozione del DPCM del 11.03.2020.

Figura 47. Andamento della concentrazione, espressa come media giornaliera, di NO₂ nella stazione urbana da traffico di Rende nel periodo gennaio-aprile 2020.

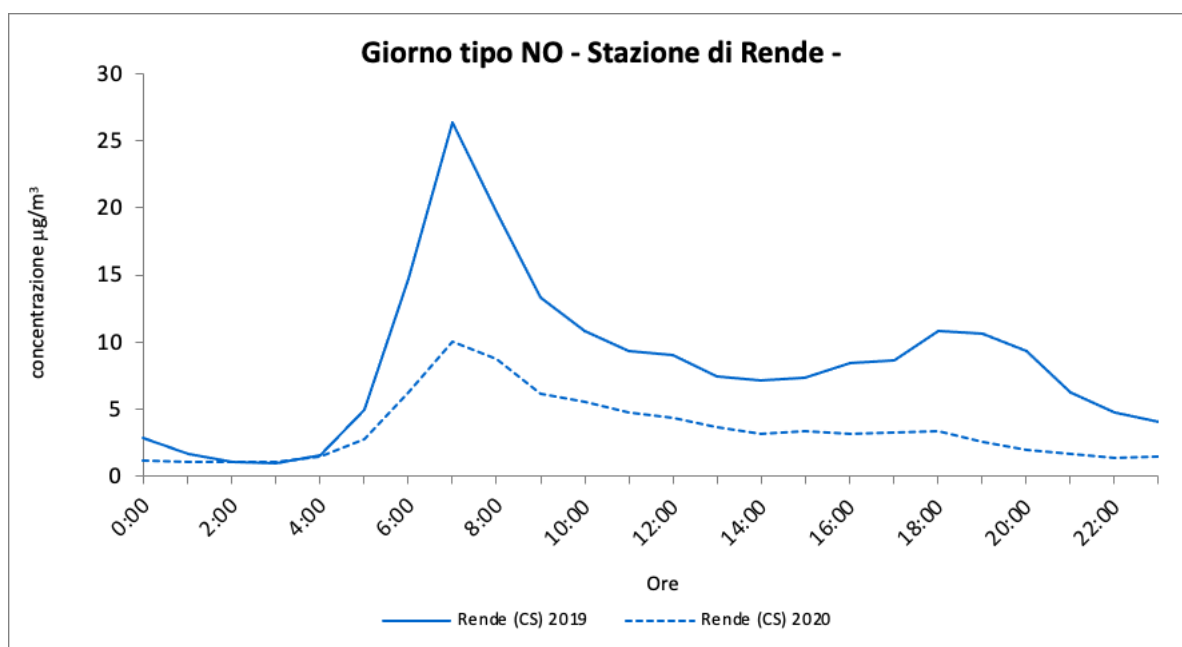


Lo studio è stato ulteriormente approfondito considerando anche l'andamento della concentrazione del monossido di azoto che, essendo un inquinante esclusivamente primario, non risente del contributo di pressioni distanti dalla stazione di monitoraggio e quindi può essere un ottimo tracciante per valutare l'incidenza del traffico sui valori registrati.

A tale scopo, per la stazione da traffico di Rende è stato elaborato il grafico del "giorno tipo" riferito ai primi quattro mesi del 2020 (linee tratteggiate) e allo stesso periodo del triennio 2019-2017 (linee continue).

L'andamento della concentrazione non mostra alcuna differenza tra le due curve che presentano entrambe gli stessi picchi, la mattina tra le 6.00 e le 9.00 e la sera tra le 17.00 e le 21.00, ma con importanti differenze dei valori di concentrazione registrati a significare che gli orari degli spostamenti sono rimasti invariati, ma la diminuzione dei veicoli in circolazione hanno determinato una riduzione dei livelli di NO nell'aria ambiente.. Pertanto è evidente come la prolungata limitazione del traffico, dovuta alla chiusura di molte attività commerciali e produttive, abbia comportato una diminuzione significativa della concentrazione degli ossidi di azoto.

Figura 48. Confronto del giorno tipo del monossido di azoto, NO, stazioni di Rende

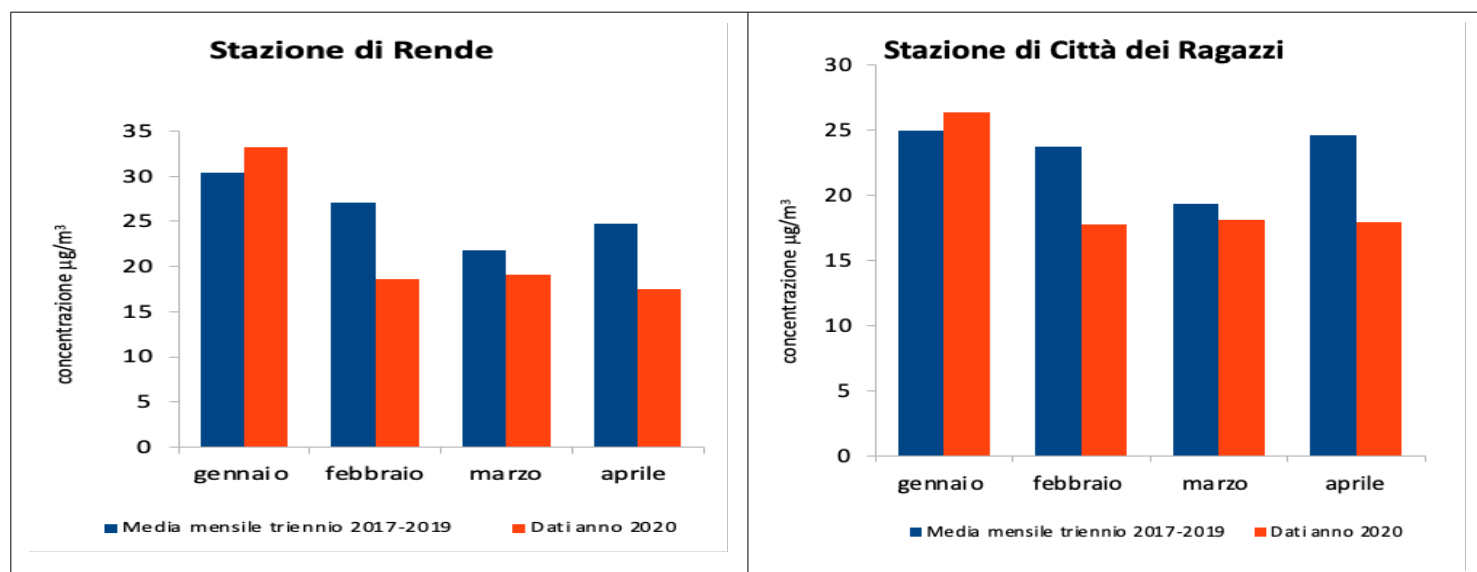


Particolato atmosferico PM₁₀

Premettendo che per le caratteristiche proprie del PM₁₀ non è semplice associare gli effetti del lockdown sulla sua concentrazione in atmosfera, poiché quest'ultima deriva dal contributo delle componenti primarie e secondarie che lo costituiscono, di seguito si riporta l'andamento della concentrazione di PM₁₀ registrata nei primi quattro mesi dell'anno 2020 e quella registrata nello stesso periodo del triennio precedente.



Figura 49. Confronto dell'andamento della concentrazione di PM₁₀ nell'anno 2020 e nel triennio 2017-2019



I grafici mostrano, per il mese di gennaio, una distribuzione confrontabile tra i due periodi, mentre dal mese di febbraio e continuando nei mesi successivi si osserva una diminuzione della concentrazione nel 2020 rispetto agli stessi mesi del triennio precedente.

La diminuzione percentuale della media della concentrazione, calcolata sul periodo marzo – aprile 2020 rispetto allo stesso periodo del triennio precedente, ha mostrato valori pari al 21,36 % presso la stazione di Rende e del 18,00 % registrata presso la stazione di Città dei Ragazzi.

Conclusione

I dati registrati mostrano, una generale riduzione della concentrazione di NO₂. nel periodo interessato dal lockdown e una diminuzione meno marcata per il PM₁₀. Una possibile spiegazione di questo andamento va ricercata nel fatto che PM₁₀ e NO₂ hanno origine e caratteristiche differenti infatti, mentre per il biossido di azoto la fonte prevalente è il traffico veicolare per il PM₁₀ la sorgente primaria è da attribuire al riscaldamento e questa fonte di emissione, durante il periodo di contenimento, non è stata mai interrotta anzi con la maggiore permanenza delle persone nelle abitazioni le emissioni provenienti dal riscaldamento domestico potrebbero essere anche aumentate rispetto agli anni precedenti.



