



# Valutazione della Qualità dell’Aria nella Regione Calabria - 2019

- 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</p> <p><u>CTP Senior Dott. Crea Pasquale</u> – Direttore Operativo del DEC per le attività sulla RRQA e sul SIQUA – Funzionario referente per la responsabilità delle attività sul 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, approvazione	<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</p>
Data di rilascio e versione:	giugno 2020 - versione 01

### ***Ringraziamenti Particolari***

- al Dipartimento Ambiente e Territorio della Regione Calabria, nelle persone del Dirigente Generale Dott.ssa Arch. Orsola Reillo e del Dirigente di Settore Ing. Francesco Costantino, per la fiducia accordata all'Agenzia 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 ARPACAL, ai Dirigenti dei Servizi Aria dei Dipartimenti Provinciali ed al personale dell'ARPACAL che a qualsiasi titolo ha permesso la redazione della presente relazione
- al Direttore Generale ARPACAL Dott. Domenico Pappatarra, per il continuo supporto assicurato al team di lavoro ARPACAL sulla Qualità dell'Aria regionale

RESPONSABILE DI CONVENZIONE E RUP

Dirigente Tecnico

*f.to Ing. Domenico Vottari*

---

## Sommario

1.	Quadro normativo ed indicatori di sintesi.....	1
2.	Le stazioni della rete appartenenti alla Rete Regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.....	3
3.	Biossido di zolfo, Monossido di carbonio, Biossido di azoto, Ozono .....	5
3.1.	Biossido di zolfo.....	5
3.2.	Monossido di carbonio.....	6
3.3.	Biossido di azoto.....	7
3.4.	Ozono .....	8
4.	Particolato PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub> , Benzene, Benzo(a)pirene .....	11
4.1.	Particolato PM <sub>10</sub> .....	11
4.2.	Particolato PM <sub>2,5</sub> .....	13
4.3.	Benzene .....	14
4.4.	Benzo(a)pirene .....	15
5.	Piombo ed elementi in tracce.....	17
5.1.	Piombo .....	18
5.2.	Elementi in tracce.....	19
6.	Rendimento analizzatori della RRQA – Obiettivi di qualità dei dati .....	21
7.	Conclusioni in sintesi .....	24
8.	La reportistica ed i sistemi nazionali ed europei di raccolta, elaborazione e valutazione dei dati di qualità dell'aria .....	25
9.	Sistema modellistico previsionale regionale .....	27
10.	Indicazione degli essenziali elementi migliorativi per la Valutazione della Qualità dell'Aria .....	33
10.1.	Modellistica e Inventario delle emissioni.....	33
10.2.	Garanzia e controllo di qualità (QA/QC).....	34
10.3.	Programma di Valutazione (PdV) .....	35
11.	Eventi rilevanti condotti nel 2019 sulla Qualità dell'Aria .....	36

---

## Sommario delle Figure

Figura 1: Zonizzazione ed ubicazione delle stazioni di monitoraggio della Rete Regionale della Qualità dell’Aria .....	3
Figura 2: Biossido di Zolfo. Massime medie giornaliere nelle stazioni della RRQA. ....	6
Figura 3: Monossido di Carbonio. Massima Media mobile giornaliera nell’anno nelle stazioni della RRQA. ....	7
Figura 4: Biossido di Azoto. Medie annuali nelle stazioni della RRQA.....	8
Figura 5: Ozono. Numero di giorni di superamento dell’obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana. ....	9
Figura 6: Ozono. Superamenti dell’obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana. ....	10
Figura 7: Particolato PM <sub>10</sub> . Superamenti del valore limite giornaliero per registrati nelle stazioni della RRQA. ....	12
Figura 8: Particolato PM <sub>10</sub> . Medie annuali confrontate nelle stazioni della RRQA. ....	13
Figura 9: Particolato PM <sub>2,5</sub> . Verifica del rispetto del valore limite annuale per le stazioni della RRQA. ....	14
Figura 10: Benzene. Medie annuali registrate nelle stazioni della RRQA.....	15
Figura 11: Benzo(a)pirene. Medie annuali registrate nelle stazioni della RRQA. ....	16
Figura 12: Benzo(a)pirene. Medie mensili registrate nelle stazioni prese ad esempio.....	17
Figura 13: Benzene. Medie mensili registrate nelle stazioni prese ad esempio. ....	17
Figura 14: Piombo. Medie mensili registrate nelle stazioni della RRQA. ....	18
Figura 15: Arsenico. Medie annuali registrate nelle stazioni della RRQA.....	19
Figura 16: Nichel. Medie annuali registrate nelle stazioni della RRQA. ....	20
Figura 17: Cadmio. Medie annuali registrate nelle stazioni della RRQA. ....	21
Figura 18: Ciclo di reporting europeo.....	26
Figura 19: Zone di conformità/non conformità relativamente al valore limite e uso di tecniche di modellazione in relazione alle soglie di valutazione superiore ed inferiore.....	27
Figura 20: Schema concettuale del sistema “ARIA Regional”. ....	28
Figura 21: sistema modellistico utilizzato per la Valutazione della Qualità dell’Aria nella Regione Calabria ....	30
Figura 22: Grigliato di simulazione regionale a 2 km di risoluzione .....	30
Figura 23: campi di concentrazione medi giornalieri derivante da post-elaborazione con contributo di polveri sahariane grossolane.....	31
Figura 24: campi di concentrazione medi giornalieri derivante da post-elaborazione con contributo di polveri sahariane fini .....	32

---

## Sommario delle Tabelle

Tabella 1: Valori limite e/o valori obiettivo secondo normativa vigente .....	2
Tabella 2: Stazioni di monitoraggio della Rete Regionale della Qualità dell’Aria.....	4
Tabella 3: Elenco delle stazioni e dei relativi analizzatori.....	4
Tabella 4: Rendimento analizzatori della RRQA .....	23

---

## 1. Quadro normativo ed indicatori di sintesi

La normativa nazionale di riferimento in materia di qualità dell'aria è il D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. in attuazione della direttiva europea 2008/50/CE, istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente finalizzato a:

- a) individuare obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- b) valutare la qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- c) ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
- d) mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;
- e) garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- f) realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

Il D.Lgs. 155/10 e ss.mm.ii. riporta 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;
- *superamenti consentiti*: numero di superamenti del valore limite consentiti dalla normativa per anno civile;
- *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;
- *valore obiettivo a lungo termine*: livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente;
- *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.

Il decreto disciplina i livelli in aria ambiente dei seguenti inquinanti: biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO), biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), di ozono (O<sub>3</sub>), particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), oltre alle concentrazioni nel particolato PM<sub>10</sub> di Benzo(a)pirene (BaP), arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni) e piombo (Pb).

Viene di seguito riportata la Tabella 1 riassuntiva della normativa vigente con i relativi limiti e/o valori obiettivo per i parametri per gli inquinanti normati.

**Tabella 1: Valori limite e/o valori obiettivo secondo normativa vigente**

Parametro	Valore di riferimento	Periodo di mediazione	Valore limite	Superamenti annuali consentiti
NO <sub>2</sub>	Valore limite orario	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	18
	Valore limite annuale	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-
	Soglia di allarme	1 ora	400 µg/m <sup>3</sup> <i>(superamento per 3 ore consecutive)</i>	-
NO <sub>x</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m <sup>3</sup>	-
CO	Valore limite	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	-
SO <sub>2</sub>	Valore limite	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	24
	Valore limite	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup>	3
	Soglia di allarme	1 ora	500 µg/m <sup>3</sup> <i>(superamento per 3 ore consecutive)</i>	-
O <sub>3</sub>	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup>	Da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni
	Soglia di informazione	1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>	-
	Soglia di allarme	1 ora	240 µg/m <sup>3</sup> <i>(superamento per 3 ore consecutive)</i>	-
PM <sub>10</sub>	Valore limite	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35
	Valore limite	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-
PM <sub>2,5</sub>	Valore limite	Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	-
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Valore limite	Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	-
benzo(a)pirene	Valore obiettivo	Anno civile	1 ng/m <sup>3</sup>	-
Arsenico	Valore obiettivo	Anno civile	6 ng/m <sup>3</sup>	-
Cadmio	Valore obiettivo	Anno civile	5 ng/m <sup>3</sup>	-
Nichel	Valore obiettivo	Anno civile	20 ng/m <sup>3</sup>	-
Piombo	Valore limite	Anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>	-

In questo documento si riportano le valutazioni per l'anno 2019 derivanti dal monitoraggio della qualità dell'aria, tramite la Rete Regionale, nel rispetto dei valori limite e/o valori obiettivo e di tutti gli indicatori imposti dalla normativa.

## 2. Le stazioni della rete appartenenti alla Rete Regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria (RRQA) è stata progettata a seguito della zonizzazione e classificazione dell'intero territorio regionale, in conformità alle disposizioni del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. La definizione della RRQA e del relativo Programma di Valutazione (PdV) della qualità dell'aria hanno consentito l'individuazione e la distribuzione sul territorio di 20 stazioni di monitoraggio in siti fissi alcune delle quali di proprietà di Enti Locali o aziende private.

Al fine di valutare i valori di concentrazione di metalli ed IPA nella zona industriale, si effettuano in parallelo campagne indicative di monitoraggio (15 giorni per stagione climatica) rispetto alle stazioni di proprietà di aziende private facenti parte del PdV regionale.

Si eseguono inoltre campagne indicative di monitoraggio sul territorio regionale i cui dati, integrati con quelli provenienti dalla RRQA, forniscono le basi per poter confermare o rivalutare l'attuale zonizzazione regionale. Di fatti, l'articolo 4, comma 2, e l'articolo 8, comma 5, del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. prevedono che la classificazione delle zone e degli agglomerati di cui all'articolo 4, comma 1, e di cui all'articolo 8, comma 2, dello stesso decreto, sia riesaminata almeno ogni cinque anni (ultima zonizzazione dell'intero territorio regionale è stata pubblicata con il DGR n. 470/14 sul BURC n. 6 del 23/01/2015) e, comunque, in caso di significative modifiche delle attività che incidono sulle concentrazioni nell'aria ambiente degli inquinanti per cui è stata effettuata.

In Figura 1 si illustra l'ubicazione delle 20 stazioni di monitoraggio i cui dati sono stati utilizzati nella presente valutazione della qualità dell'aria.

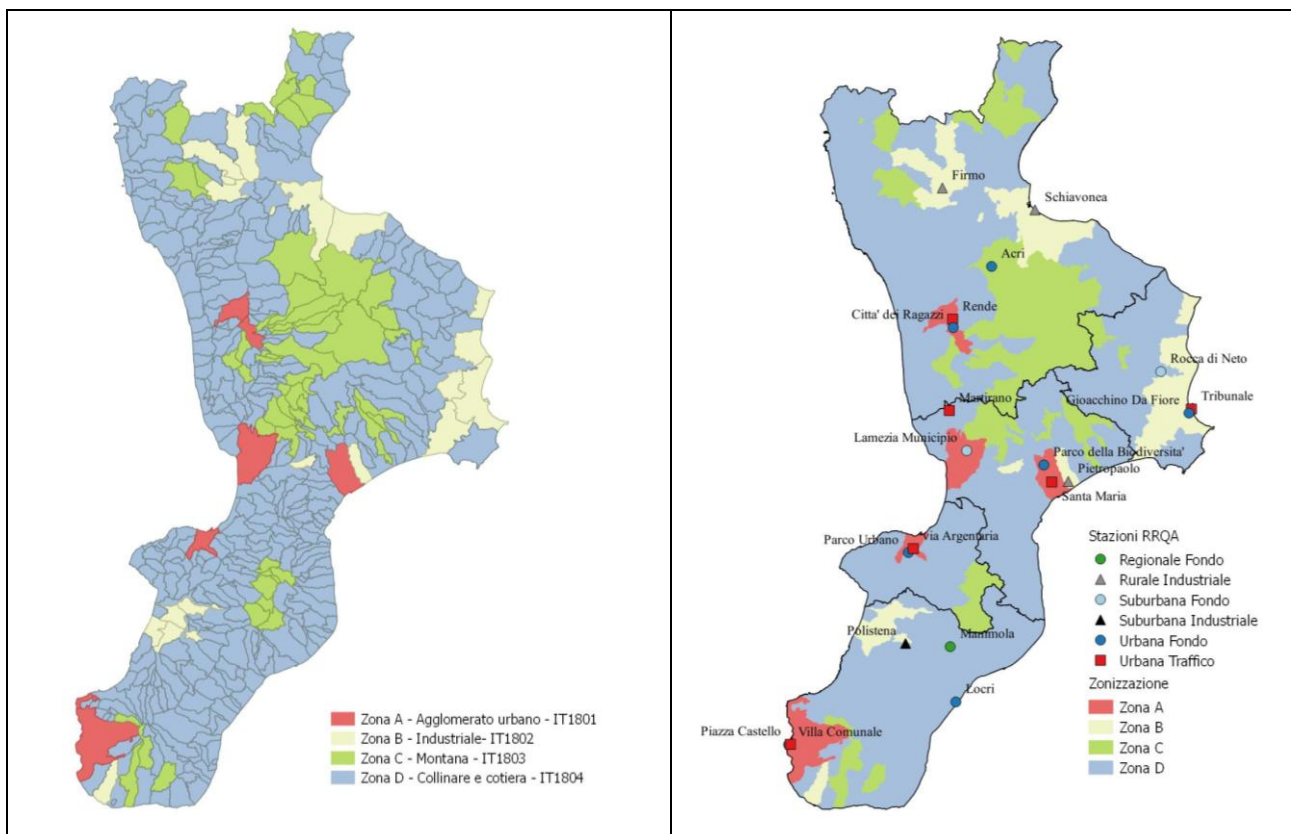


Figura 1: Zonizzazione ed ubicazione delle stazioni di monitoraggio della Rete Regionale della Qualità dell'Aria



In Tabella 2 ed in Tabella 3 sono riportate le stazioni di monitoraggio del Programma di Valutazione con la loro ubicazione e classificazione ed i relativi analizzatori presenti. Si precisa che in alcune stazioni sono presenti analizzatori non facenti parte del Programma di Valutazione i cui dati sono finalizzati principalmente ad una migliore valutazione della qualità dell'aria e che comunque vengono riportati nel presente elaborato.

**Tabella 2: Stazioni di monitoraggio della Rete Regionale della Qualità dell'Aria**

N	PROVINCIA	COMUNE	NOME STAZIONE	TIPO_ZONA	TIPO_STAZIONE
1	CS	Cosenza	Città dei ragazzi	U	B
2	CS	Rende	Università	U	T
3	CZ	Lamezia Terme	Municipio	S	B
4	CZ	Catanzaro	Santa Maria (frazione)	U	T
5	CZ	Catanzaro	Parco Biodiversità mediterranea	U	B
6	RC	Reggio Calabria	Piazza Castello	U	T
7	RC	Reggio Calabria	Villa Comunale	U	B
8	VV	Vibo Valentia	Via Argentario	U	T
9	VV	Vibo Valentia	Parco urbano	U	B
10	KR	Crotone	Tribunale	U	T
11	KR	Crotone	Gioacchino da Fiore (via)	U	B
12	CS	Firmo	Firmo	R-NCA	I/B
13	CS	Corigliano Calabro	Schiavonea (frazione)	R-NCA	I
14	RC	Polistena	Polistena (campo sportivo)	S	I/B
15	CZ	Simeri Crichi	Pietropaolo (località)	R-NCA	I/B
16	CS	Acri	Acri	U	B
17	CZ	Martirano Lombardo	Martirano Lombardo	U	T
18	KR	Rocca di Neto	Rocca di Neto	S	B
19	RC	Locri	Locri	U	B
20	RC	Mammola	Mammola	R-REG	B

**Legenda Tipo Zona:** U=Urbana; S=SubUrbana; R-NCA= Fondo (background) rurale – Near City; R-REG= Fondo (background) rurale - Regionale

**Legenda Tipo Stazione:** T=Traffico; B=Background; I=Industriale

**Tabella 3: Elenco delle stazioni e dei relativi analizzatori.**

COMUNE	NOME_STAZ	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	O <sub>3</sub>	IPA e Metalli
Cosenza	Città dei ragazzi	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Rende	Università		☑	☑					
Lamezia Terme	Municipio	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Catanzaro	Santa Maria (frazione)		☑	☑			◇	◇	◇
Catanzaro	Parco della biodiversità mediterranea	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Reggio Calabria	Piazza Castello		☑	☑					
Reggio Calabria	Villa Comunale	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Vibo Valentia	Via Argentario		☑	☑					◇
Vibo Valentia	Parco urbano	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Crotone	Tribunale		☑	☑					
Crotone	Gioacchino da Fiore (via)	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Firmo	Firmo		☑	☑		☑	☑	☑	
Corigliano Calabro	Schiavonea (frazione)	☑	☑	☑					
Polistena	Polistena (campo sportivo)		☑	☑	☑			☑	
Simeri Crichi	Pietropaolo (località)		☑	☑	☑		☑	☑	
Acri	Acri	◇	☑	☑	☑	☑	◇	☑	◇

Martirano Lombardo	Martirano Lombardo	◇	☑	☑	☑	◇	◇	◇	◇
Rocca di Neto	Rocca di Neto	◇	◇	☑	☑	◇	◇	☑	◇
Locri	Locri	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	◇
Mammola	Mammola	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

☑ analizzatore previsto nel Programma di Valutazione,

◇ analizzatore presente nella stazione non previsto nel Programma di Valutazione.

Nel corso dell'anno 2019 sono state effettuate, inoltre, campagne di misura indicative o a spot con i laboratori mobili in dotazione ai Dipartimenti provinciali nelle zone A, B e C su richiesta di Regione, Comuni, AA.GG. e di iniziativa per la migliore conoscenza della valutazione della qualità dell'aria in relazione alla zonizzazione della regione. Più precisamente le campagne sono state condotte nei seguenti siti:

- Taurianova - RC;
- Palmi - RC;
- Cantinelle - CS;
- Papanice (Discarica) - KR;
- Area ex-Pertusola - KR;
- Pizzo Calabro - VV.

### 3. Biossido di zolfo, Monossido di carbonio, Biossido di azoto, Ozono

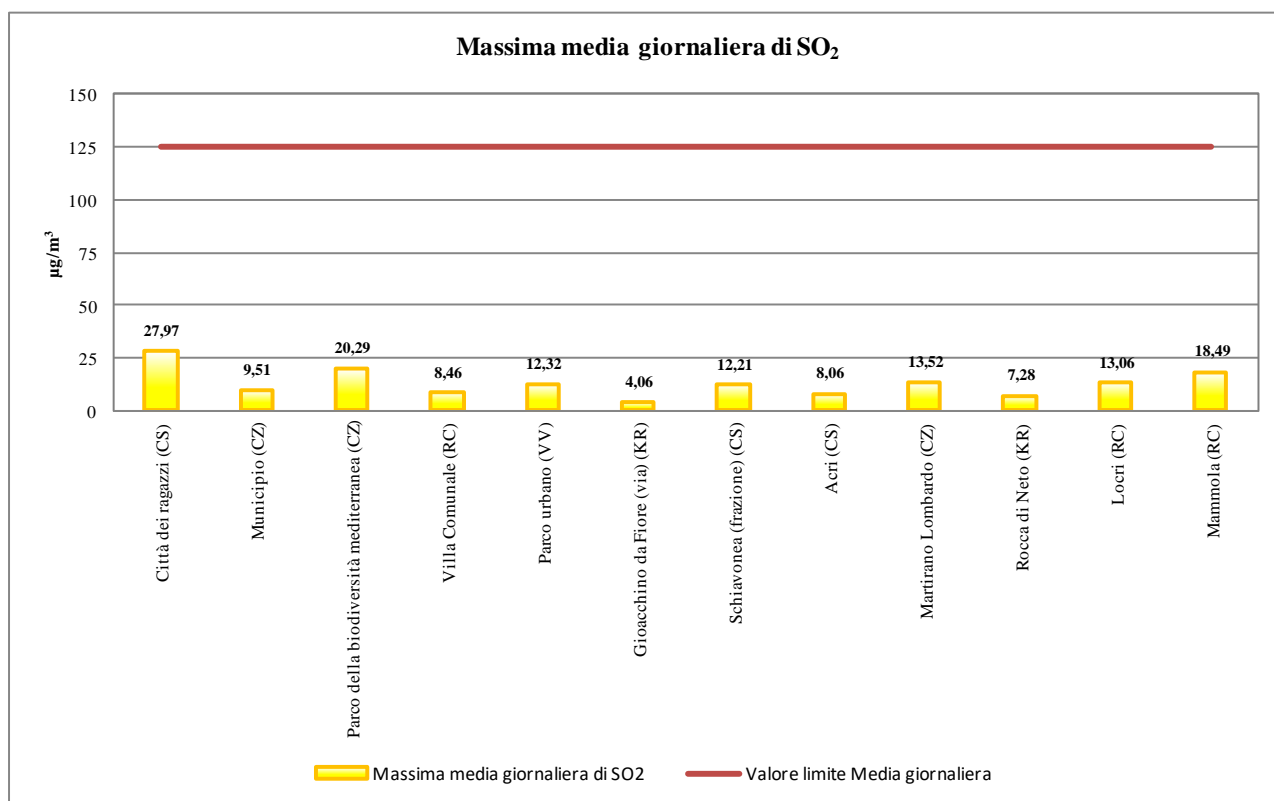
In questo paragrafo sono presentate le valutazioni relative al monitoraggio effettuato nel 2019 relativamente al biossido di zolfo, al monossido di carbonio, al biossido di azoto ed all'ozono. Il volume di campionamento degli inquinanti in oggetto è riferito alla temperatura di 293 K e 101,3 kPa, come prescritto dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. I punti di campionamento di questi inquinanti sono distribuiti nelle diverse zone in cui è diviso il territorio regionale di cui al DGR n. 470/14 (BURC n. 6 del 23/01/2015) in conformità al D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.

#### 3.1. Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) è un gas incolore, di odore pungente, si forma per ossidazione dello zolfo nel corso dei processi di combustione di materiali che contengono questo elemento come impurità. Le principali emissioni di biossido di zolfo sono di origine antropica e derivano da impianti fissi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, cherosene, carbone), da processi metallurgici, produzione di acido solforico, lavorazione di molte materie plastiche, industrie della carta, fonderie, desolforazione di gas naturali ed incenerimento di rifiuti in condizioni non controllate, mentre pressoché trascurabile l'apporto da traffico veicolare (circa il 2% sul totale) a seguito delle sostanziali modifiche dei combustibili avvenute negli ultimi decenni (da gasolio a metano, oltre alla riduzione del tenore di zolfo in tutti i combustibili, in particolare nei combustibili per motori diesel).

Per il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) non vi sono stati nel corso del 2019 superamenti della soglia di allarme orario di (500 µg/m<sup>3</sup>), né superamenti del valore limite orario (350 µg/m<sup>3</sup>) e del valore limite medio giornaliero (125 µg/m<sup>3</sup>). Nella Figura 2 vengono riportate, per le stazioni in cui è presente l'analizzatore,

il valore massimo delle medie giornaliere riscontrate nel corso del 2019 ed in rosso viene riportato il valore limite della media giornaliera previsto dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.



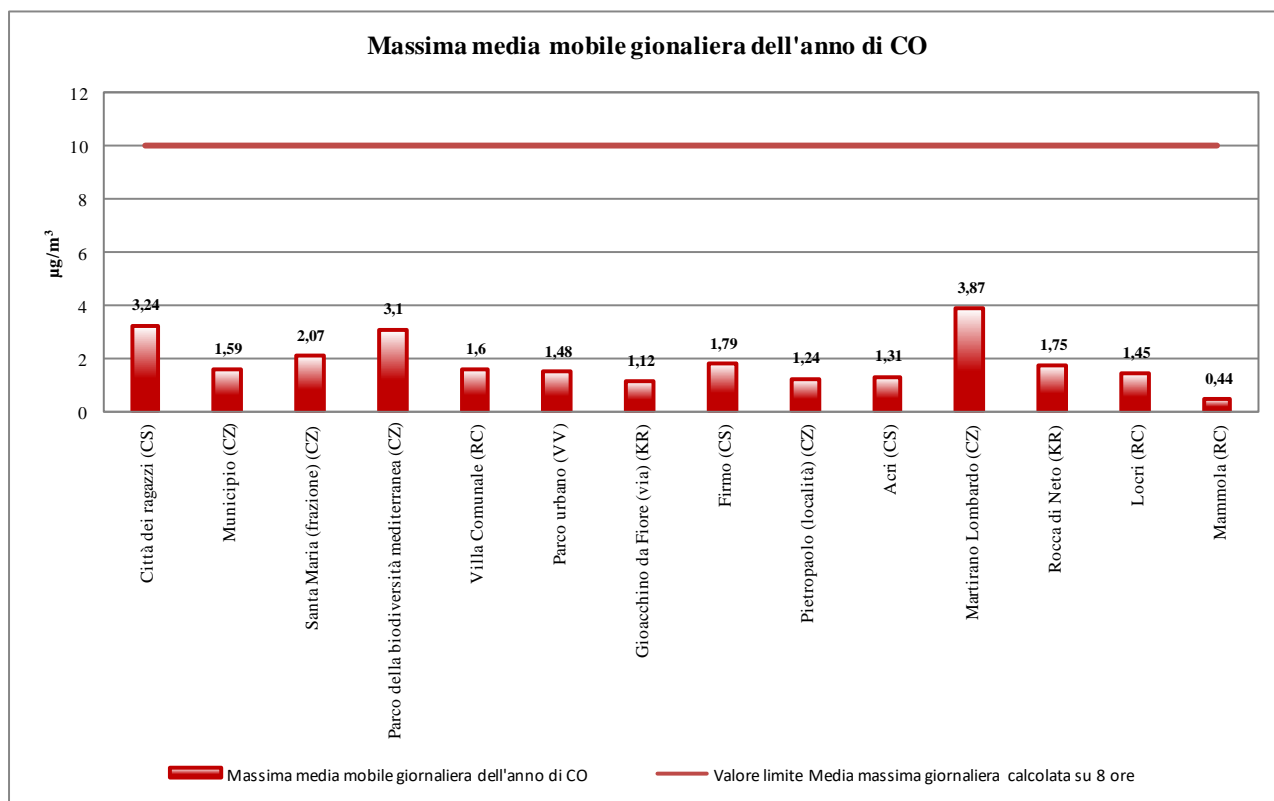
**Figura 2: Biossido di Zolfo. Massime medie giornaliere nelle stazioni della RRQA.**

### 3.2. Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio (CO) è uno degli inquinanti atmosferici più diffusi. È un gas tossico, incolore, inodore e insapore e la sua presenza è legata ai processi di combustione che utilizzano combustibili organici. In ambito urbano la sorgente principale è rappresentata dal traffico veicolare per cui le concentrazioni più elevate si riscontrano nelle ore di punta del traffico. Ulteriore contributo è dovuto all'emissioni delle centrali termoelettriche, degli impianti di riscaldamento domestico e degli inceneritori di rifiuti. Altre sorgenti significative di CO sono le raffinerie di petrolio, gli impianti siderurgici e, più in generale, tutte le operazioni di saldatura. È definito un inquinante primario a causa della sua lunga permanenza in atmosfera che può raggiungere i quattro - sei mesi.

Per il monossido di carbonio in tutti i punti di campionamento non sono stati registrati superamenti del limite di 10 mg/m<sup>3</sup>, calcolato come valore massimo giornaliero su medie mobili di 8 ore.

Nella Figura 3 vengono riportate, per le stazioni in cui è presente l'analizzatore, il valore della massima media mobile giornaliera riscontrato nel corso del 2019 ed in rosso viene riportato il corrispettivo valore limite previsto dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.



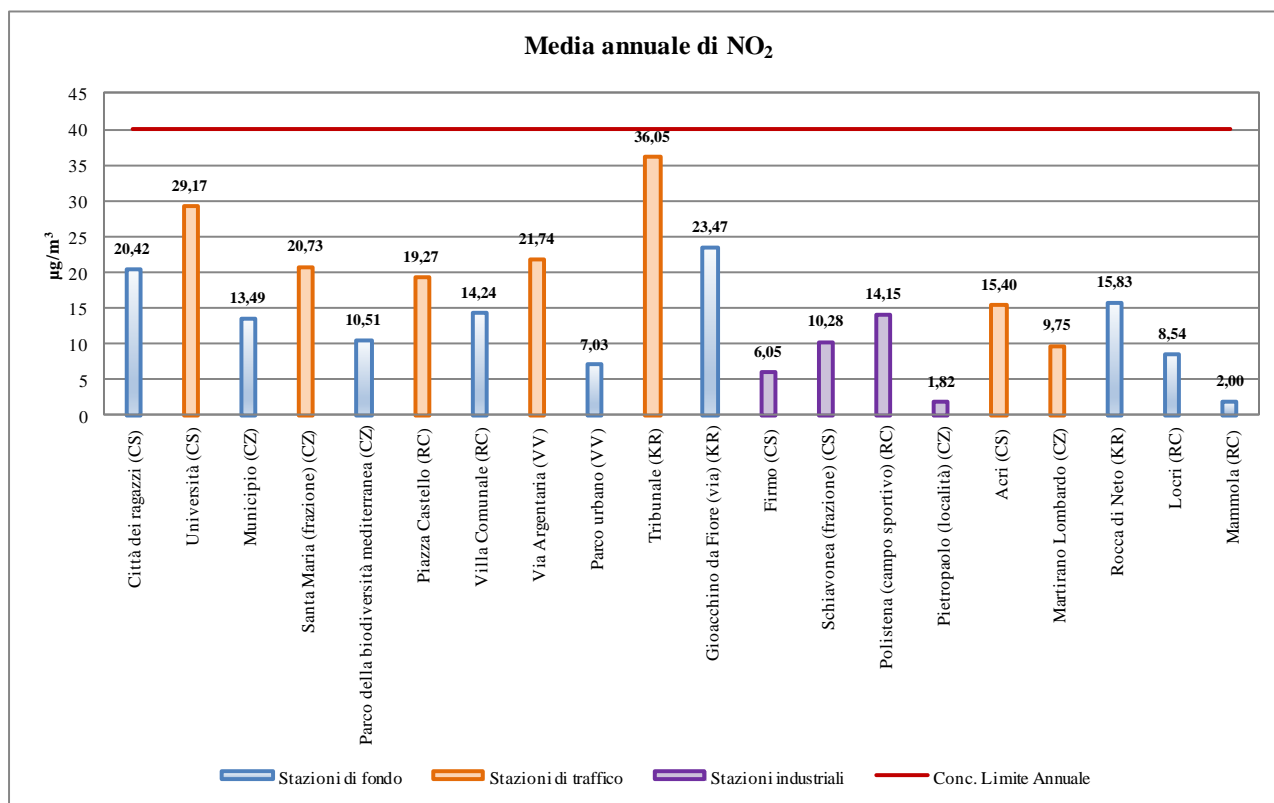
**Figura 3: Monossido di Carbonio. Massima Media mobile giornaliera nell'anno nelle stazioni della RRQA.**

### 3.3. Biossido di azoto

Le emissioni naturali di biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ) comprendono i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche per cui gli ossidi di azoto (monossido e biossido di azoto) sono gas presenti, come fondo naturale, anche in aree disabitate. Le emissioni antropogeniche sono invece principalmente derivate da processi di combustione (veicoli, centrali termiche, riscaldamento domestico e attività industriale) in quanto le elevate temperature e pressioni favoriscono la reazione tra l'ossigeno e l'azoto mentre nelle aree urbane ad elevato traffico la fonte principale è costituita dai motori diesel. In una atmosfera urbana, in condizioni di traffico elevato e rilevante soleggiamento, si assiste ad un ciclo giornaliero di formazione di inquinanti secondari: il monossido di azoto viene ossidato tramite reazioni fotochimiche a biossido di azoto con formazione di una miscela  $\text{NO} - \text{NO}_2$  che raggiunge il picco di concentrazione nelle zone e nelle ore di traffico più intenso.

Per il biossido di azoto è stato rispettato il valore limite orario di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e la soglia oraria di allarme di  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per tutte le stazioni di monitoraggio della RRQA.

Nella Figura 4 vengono riportate per tutte le stazioni il valore della concentrazione media annuale riscontrato nel corso del 2019 ed in rosso viene riportato il corrispettivo valore limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  previsto dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.



**Figura 4: Biossido di Azoto. Medie annuali nelle stazioni della RRQA.**

Nella Figura 4, in cui le stazioni sono distinte in funzione della tipologia (stazioni di fondo, stazioni di traffico e di tipo industriale), si può osservare che il valore limite annuale ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) non è stato superato in alcuna delle stazioni della rete. Le concentrazioni medie annuali più basse sono state registrate in alcune stazioni di fondo rurale: Mammola ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Pietropaolo ( $1,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Dall'analisi dei dati riportati in istogramma nella Figura 4, coerentemente con la tipologia della stazione, si può osservare che, per quei comuni in cui sono ubicate stazioni sia di traffico che di fondo, la concentrazione media annuale del NO<sub>2</sub> risulta maggiore nelle stazioni da traffico. Nello specifico si può constatare tale andamento per i comuni di Reggio Calabria (Villa Comunale - fondo, Piazza Castello-traffico), Catanzaro (Parco della biodiversità – fondo, Santa Maria – traffico), Vibo Valenzia (Parco urbano – fondo, via Argentaria – traffico), Crotona (Gioacchino da Fiore – fondo, Tribunale – traffico) e Cosenza-Rende (Città dei Ragazzi – fondo, Università – traffico), quest'ultimi, sebbene siano due distinti comuni, per la loro continuità territoriale possono essere considerati come un'unica zona.

### 3.4. Ozono

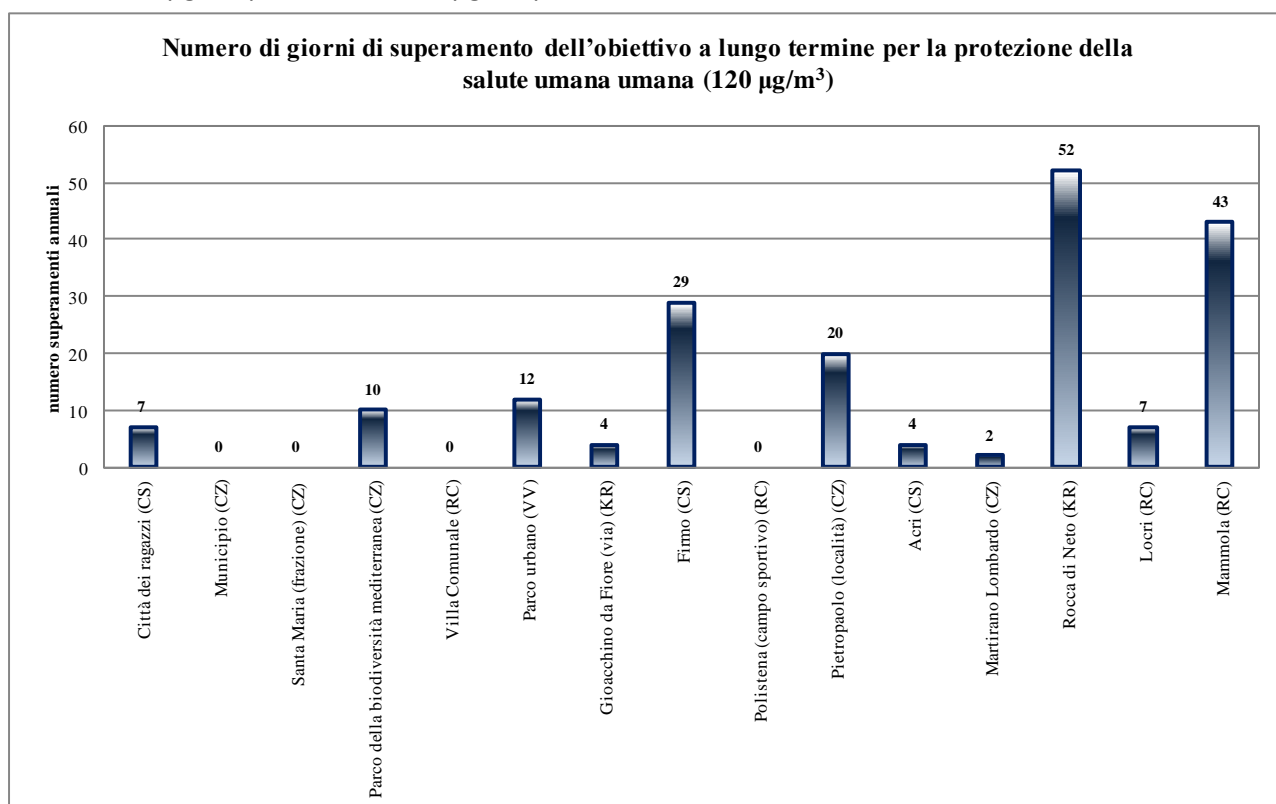
L'ozono (O<sub>3</sub>) è un inquinante gassoso secondario che si forma nell'atmosfera di aree antropizzate attraverso reazioni fotochimiche a partire da precursori come ossido di azoto e piccole molecole organiche (idrocarburi, composti organici volatili) in presenza di radiazione solare. Rappresenta, assieme al materiale particolato, uno dei più importanti inquinanti con una tossicità valutata dalle 10 alle 15 volte superiore a quella del biossido di azoto.

A differenza degli inquinanti primari, che sono direttamente riconducibili a specifiche fonti di emissione, le concentrazioni di ozono, quale inquinante secondario, sono fortemente influenzate oltre che dalla presenza dei precursori anche da diverse variabili orografiche e meteorologiche, quali l'intensità della radiazione solare e la temperatura, di conseguenza la sua concentrazione è maggiore nei mesi più caldi

dell'anno e nelle ore di massimo irraggiamento solare. Inoltre l'ozono subisce importanti fenomeni di trasporto in quanto il vento lo trascina dalle aree urbane alle zone suburbane e rurali, dove il minore inquinamento rende l'inquinante più stabile. Da queste particolari condizioni di formazione e trasporto ne deriva che le maggiori concentrazioni di ozono si osservano spesso in aree a maggiore altitudine e normalmente poco inquinate.

Il D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii., oltre alle **Soglie di informazione e allarme**, fissa anche **valori obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione**.

Considerando i valori di ozono registrati nelle stazioni della RRQA nel corso dell'anno 2019 non si sono riscontrati casi di superamento del limite normativo riguardante sia la **Soglia di informazione** che la **Soglia di allarme**, relativi entrambi alla massima media oraria, e per i quali è previsto rispettivamente un valore di  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per un'ora e  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per tre ore consecutive.



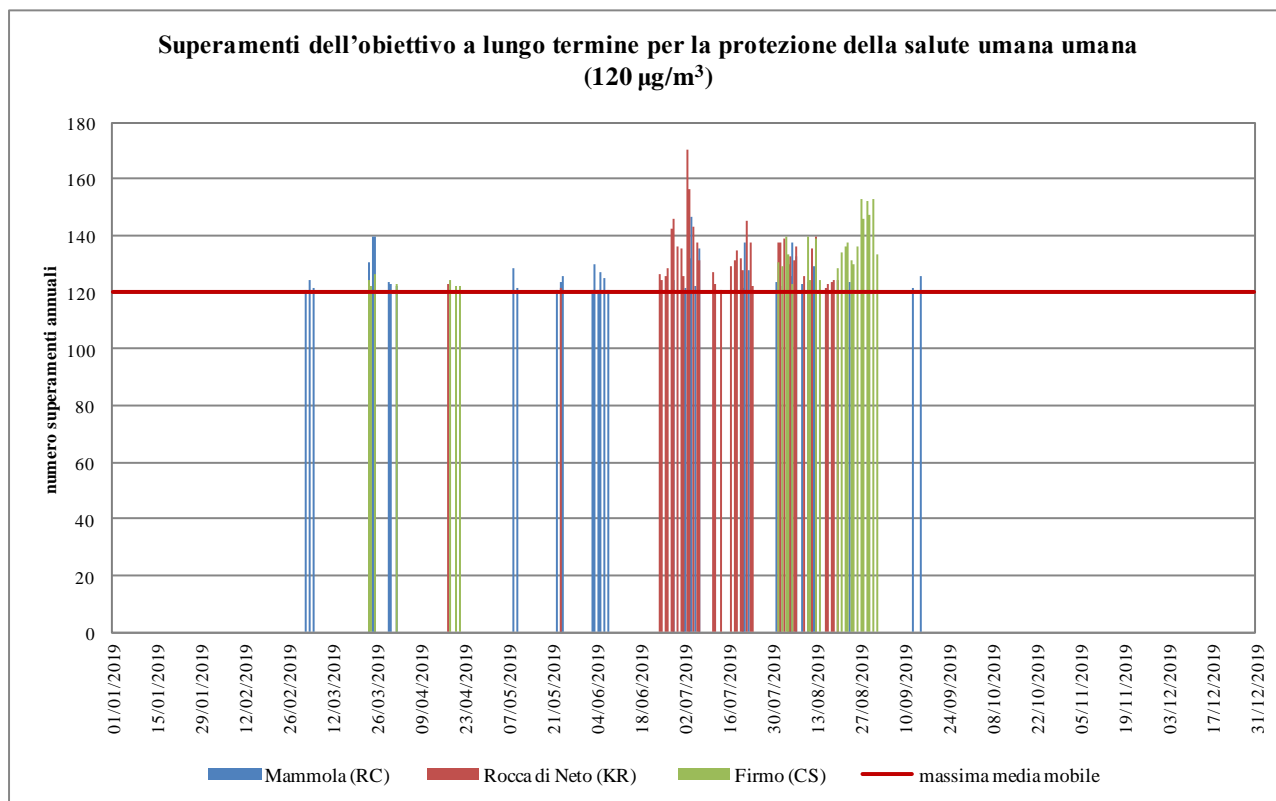
**Figura 5: Ozono. Numero di giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.**

Relativamente al **valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana** (massima media mobile su 8 ore pari a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), considerando i valori registrati nella RRQA, si può osservare che gran parte delle stazioni considerate hanno registrato superamenti di questo indicatore ambientale (Figura 5) e che il numero maggiore di giorni di superamento sono stati registrati nelle stazioni di Rocca di Neto (52), Mammola (43), Firmo (29) e Pietropaolo (20), stazioni classificate di fondo.

Per tali superamenti è previsto un numero massimo di superamenti di 25 giorni per anno come media dei 3 anni precedenti (periodo 2017-2019). La registrazione nel periodo tardo primaverile – estivo di superamenti del limite di legge di questo parametro, come si evince dalla Figura 6 (in cui sono riportati i superamenti giornalieri della media mobile su 8 ore di quelle stazioni in cui sono stati registrati il maggior numero di superamenti annuale), risulta in accordo con il meccanismo di reazione fotochimica che porta alla formazione di questo inquinante secondario che necessita di particolari condizioni di alta

pressione, elevate temperature, scarsa ventilazione ed un forte irraggiamento solare per poter avvenire. Il superamento del limite di legge di questo inquinante, come già anticipato, è tipico delle zone rurali ed extraurbane (ovvero in presenza di vegetazione), visto che l'ozono si forma durante il trasporto delle masse d'aria contenenti i suoi precursori, emessi soprattutto nelle aree urbane.

È da segnalare che negli ultimi anni si è registrato un aumento del numero di giorni con superamento del valore obiettivo su tutto il territorio nazionale correlabile principalmente alle particolari condizioni meteorologiche con valori elevati di temperatura e di stabilità atmosferica.



**Figura 6: Ozono. Superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.**

L'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione (ovvero il livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione dell'ambiente) è stabilito in  $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ , elaborato come AOT40 (Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 ppb). Tale parametro si calcola utilizzando la somma delle concentrazioni orarie eccedenti i 40 ppb (circa  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ottenuta considerando i valori orari di ozono registrati dalle 8.00 alle 20.00 (ora solare) nel periodo compreso tra il 1° maggio e il 31 luglio di ciascun anno.

L'AOT40 deve essere calcolato per la RRQA esclusivamente per la stazione di Mammola essendo stazione di fondo regionale finalizzata alla valutazione dell'esposizione della vegetazione per la quale, per l'anno 2019, si è registrato un valore pari a  $24.857 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ , superiore all'obiettivo a lungo termine di  $6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$  definito dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.

---

Per le sue caratteristiche peculiari di formazione e di trasporto è evidente la difficoltà di imputare a cause specifiche i superamenti dei valori normativi, da ciò non è plausibile prevederne misure di contenimento specifiche.

Inoltre l'Allegato VII del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. non definisce per l'**obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione** una data entro la quale deve essere raggiunto per tanto ad oggi risulta un dato puramente indicativo.

## 4. Particolato PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>, Benzene, Benzo(a)pirene

Sono presentati in questo paragrafo l'andamento delle concentrazioni riscontrate nel corso dell'anno 2019 del particolato atmosferico (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), del benzo(a)pirene e del benzene. Per il particolato PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> e gli elementi in tracce determinati su PM<sub>10</sub>, il volume di campionamento si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni. Per il benzene il volume di campionamento deve essere standardizzato alla temperatura di 293 K e alla pressione di 101,3 kPa, come prescritto dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.

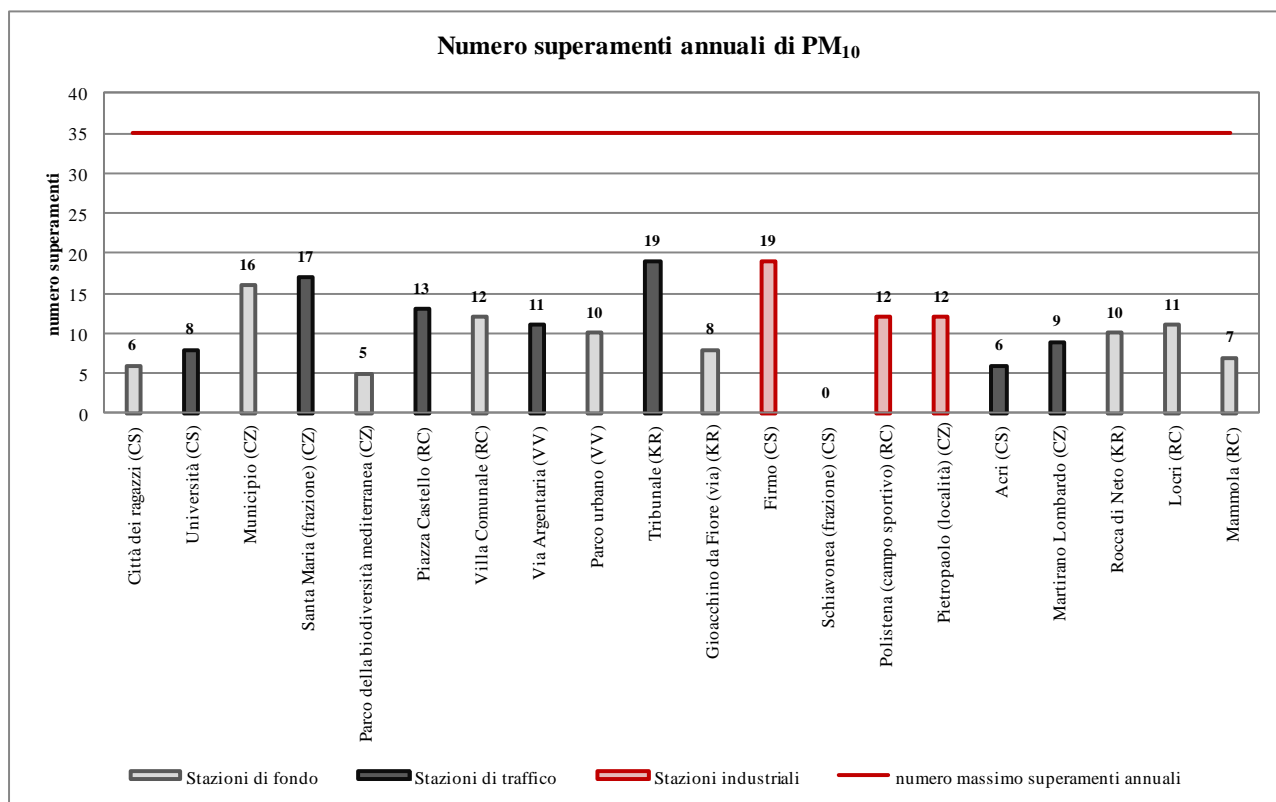
### 4.1. Particolato PM<sub>10</sub>

Le polveri atmosferiche vengono comunemente definite con la sigla P.T.S. (Particolato Totale Sospeso) che comprende un insieme eterogeneo di particelle solide volatili (organiche ed inorganiche) e di goccioline liquide sospese nell'aria con dimensioni comprese tra 0,005 e 100 micron e che possono presentare caratteristiche e composizioni chimiche variabili e correlate alla fonte di provenienza. La loro presenza nell'ambiente è legata a fonti naturali (eruzioni vulcaniche, polverosità terrestre, polveri desertiche, pollini ecc.) o può derivare da diverse attività antropiche quali emissioni da centrali termiche, da inceneritori, da processi industriali in genere, da traffico e svariate altre. Il possibile danno per l'organismo umano può derivare sia dalla tipologia propria della particella di per sé tossica oppure, più frequentemente, a seguito di sostanze su di esse depositatesi: in altre parole il particolato sospeso risulta, di fatto, il tramite che consente la penetrazione, nell'apparato respiratorio dell'uomo, di sostanze potenzialmente nocive. Mentre le particelle con diametro maggiore di 10 micron vanno incontro a naturali fenomeni di sedimentazione e comunque sono trattenute dalle vie aeree superiori, quelle di diametro inferiore/uguale a 10 micron (note come frazione PM<sub>10</sub> che comprende anche un sottogruppo, pari al 60%, di polveri più sottili denominate PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>1</sub> aventi rispettivamente diametri uguali od inferiori a 2,5 ed 1 micron), rappresentano la frazione respirabile delle polveri e conseguentemente quella più pericolosa per la salute dell'uomo, in quanto possono determinare l'immissione all'interno del nostro organismo, fino a livello degli alveoli polmonari, di tutte le sostanze da esse veicolate. In sintesi quanto minori sono le dimensioni delle particelle, tanto maggiore è la loro capacità di penetrare nei polmoni e di produrre effetti dannosi sulla salute umana. Le fonti urbane di emissione di polveri PM<sub>10</sub>, sono principalmente i trasporti su gomma e gli impianti civili di riscaldamento. Altre emissioni sono attribuibili anche alla erosione del manto stradale, all'usura di freni e pneumatici ed al risollevarsi di polvere presente sulla carreggiata.



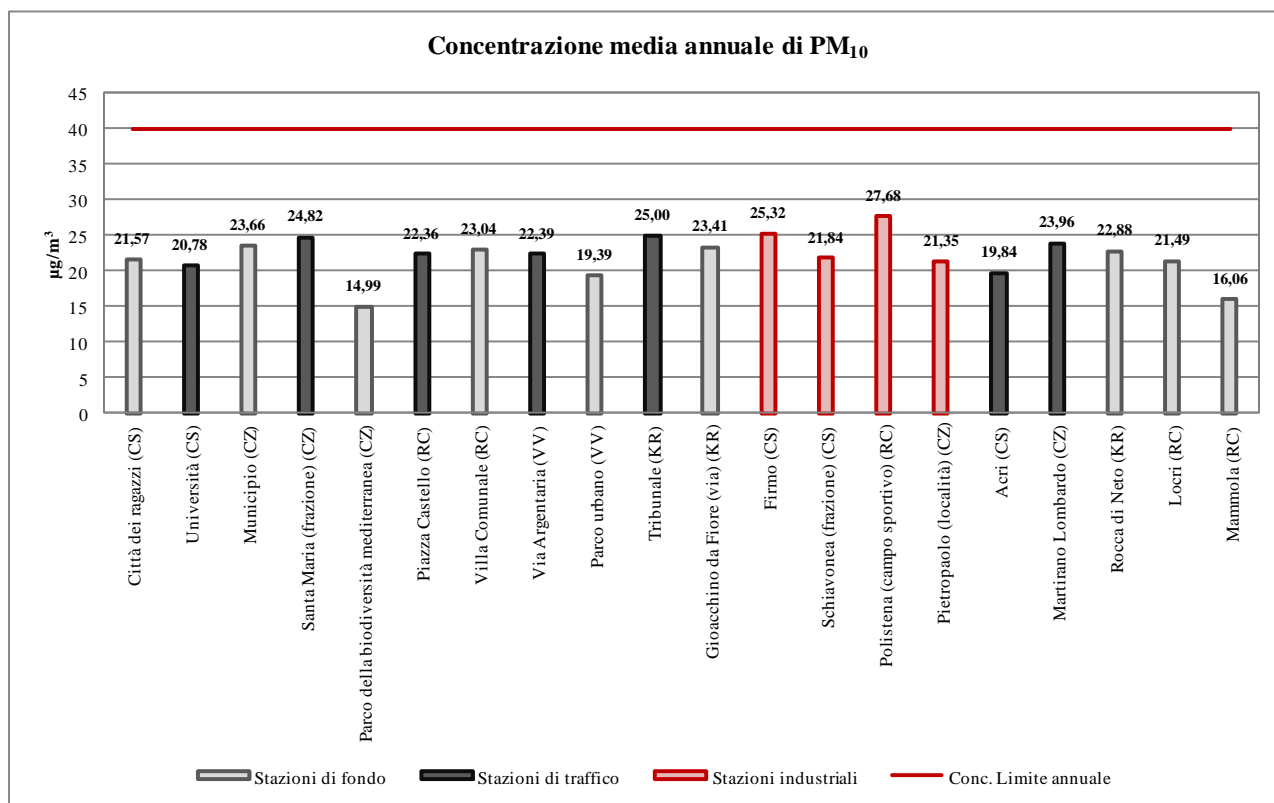
Relativamente agli impianti di riscaldamento, possono emettere polveri in particolare quelli alimentati a gasolio, olio combustibile, carbone, legno o biomassa mentre sono da ritenersi trascurabili le emissioni di impianti alimentati a combustibile gassoso.

Nella Figura 7 vengono riportati il numero di superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registrati dalle stazioni di monitoraggio della RRQA nel corso dell'anno 2019. In rosso viene riportato il limite dei superamenti consentiti per anno che ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. possono essere al massimo 35 per anno civile.



**Figura 7: Particolato PM<sub>10</sub>. Superamenti del valore limite giornaliero per registrati nelle stazioni della RRQA.**

Nella Figura 8 vengono riportate le concentrazioni medie annue di PM<sub>10</sub> registrate nelle stazioni di monitoraggio della RRQA nel corso dell'anno 2019. In rosso viene riportato il concentrazione limite media annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.



**Figura 8: Particolato PM<sub>10</sub>. Medie annuali confrontate nelle stazioni della RRQA.**

Come si evince dalla Figura 7 e dalla Figura 8 non sono stati riscontrati superamenti sia del numero che del valore limite annuale sia nelle stazioni di fondo che in quelle di traffico e industriali della rete.

Dall'analisi dei dati riportati in istogramma nella Figura 7 si può constatare che, per quei comuni in cui sono ubicate stazioni sia di traffico che di fondo, il numero di superamenti maggiori si è registrato prevalentemente nelle stazioni da traffico come già evidenziato nel paragrafo 3.3 relativamente al biossido di azoto, altro inquinante da traffico veicolare. Nello specifico si riscontra tale analogia per i comuni di Catanzaro (Parco della biodiversità – fondo, Santa Maria – traffico), Vibo Valenzia (Parco urbano – fondo, via Argentaria – traffico), Crotona (Gioacchino da Fiore – fondo, Tribunale – traffico) e Cosenza-Rende (Città dei Ragazzi – fondo, Università – traffico), quest'ultimi, sebbene siano due distinti comuni, per la loro continuità territoriale possono essere considerati come una unica zona e hanno registrato valori sostanzialmente omogenei anche in relazione delle modifiche della mobilità urbana che hanno interessato la zona. Per quanto riguarda Reggio Calabria le due stazioni (Villa Comunale - fondo, Piazza Castello- traffico), hanno registrato valori medi annuali di PM<sub>10</sub> sostanzialmente omogenei.

## 4.2. Particolato PM<sub>2,5</sub>

Il particolato PM<sub>2,5</sub> è costituito dalla frazione delle polveri di diametro aerodinamico inferiore/uguale a 2,5 µm. Tale parametro ha acquisito, negli ultimi anni, una notevole importanza nella valutazione della qualità dell'aria, soprattutto in relazione agli aspetti sanitari legati a questa frazione di aerosol, in grado di giungere fino al tratto inferiore dell'apparato respiratorio (trachea e polmoni). In Figura 9 sono riportate, per le stazioni in cui è presente il campionamento, le medie annuali registrate in Calabria nel

2019. In rosso viene riportato la concentrazione limite annuale di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.

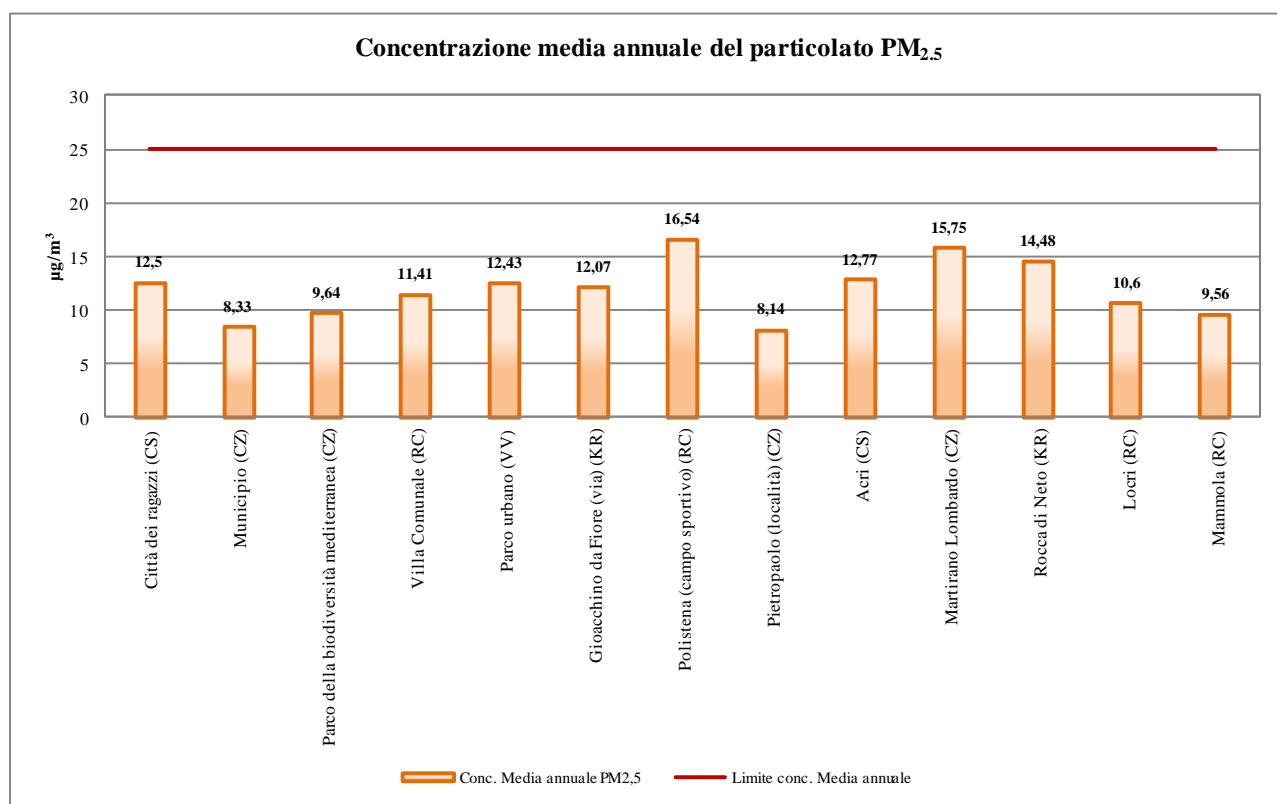


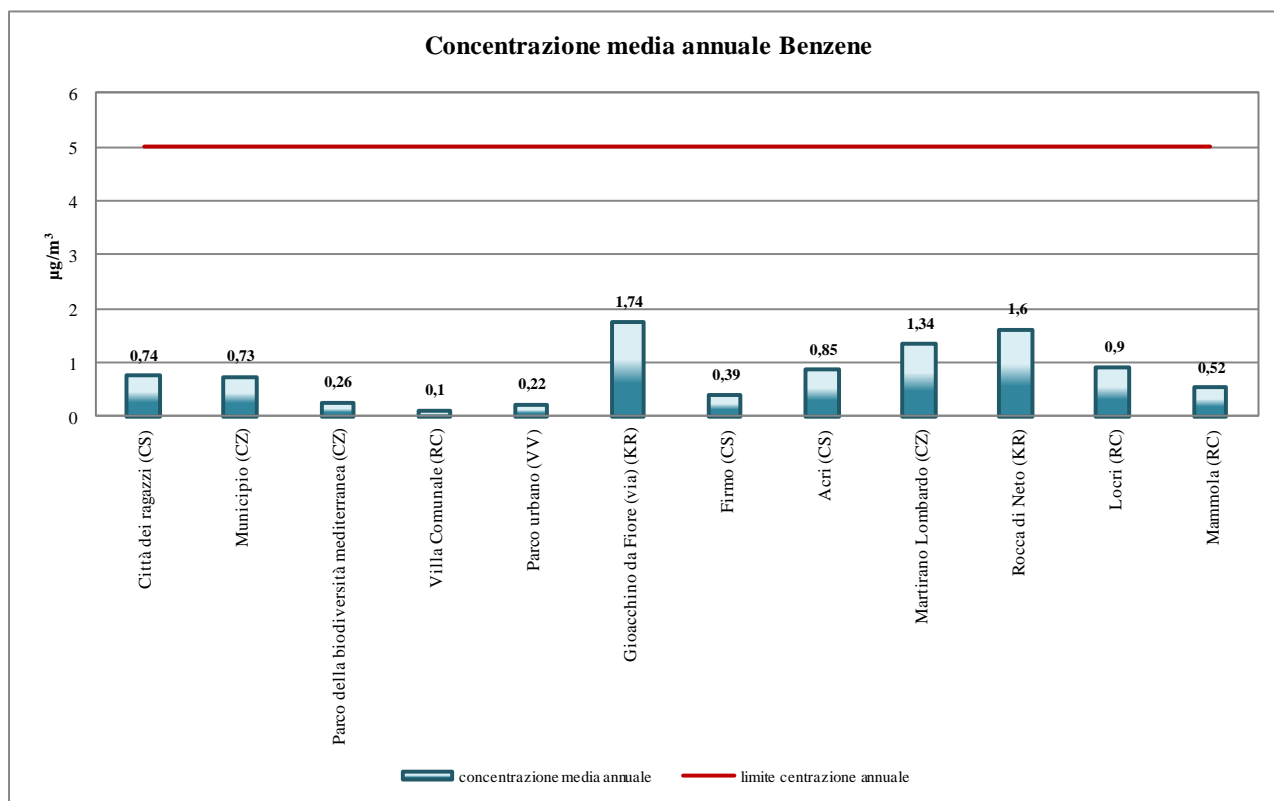
Figura 9: Particolato PM<sub>2,5</sub>. Verifica del rispetto del valore limite annuale per le stazioni della RRQA.

Si può osservare che non è stato registrato alcun superamento del valore limite di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### 4.3. Benzene

Il benzene ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) è un idrocarburo che si presenta come un liquido volatile, in grado cioè di evaporare rapidamente a temperatura ambiente, incolore e facilmente infiammabile. È il capostipite di una famiglia di composti organici definiti aromatici per l'odore caratteristico ed è un componente naturale del petrolio (1 – 5% in volume) e dei suoi derivati di raffinazione. In atmosfera la sorgente più rilevante di benzene (oltre l'80%) è rappresentata dal traffico veicolare, principalmente dai gas di scarico dei veicoli alimentati a benzina dal momento che viene utilizzato (miscelato ad altri idrocarburi quali toluene, xilene ecc.) come antidetonante in questo tipo di carburante. Proviene dalla combustione della biomassa e dalle emissioni che si verificano nei cicli di raffinazione, stoccaggio e distribuzione delle benzine. È una molecola stabile e relativamente inerte e non ha un ruolo significativo nei processi di inquinamento secondario. Tra i vari elementi presenti in atmosfera, questo idrocarburo rappresenta probabilmente uno di quelli a più elevato rischio sanitario.

Dai dati riportati in Figura 10 si osserva che le concentrazioni medie annuali di Benzene sono di molto inferiori al valore limite di  $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Figura 10: Benzene. Medie annuali registrate nelle stazioni della RRQA.**

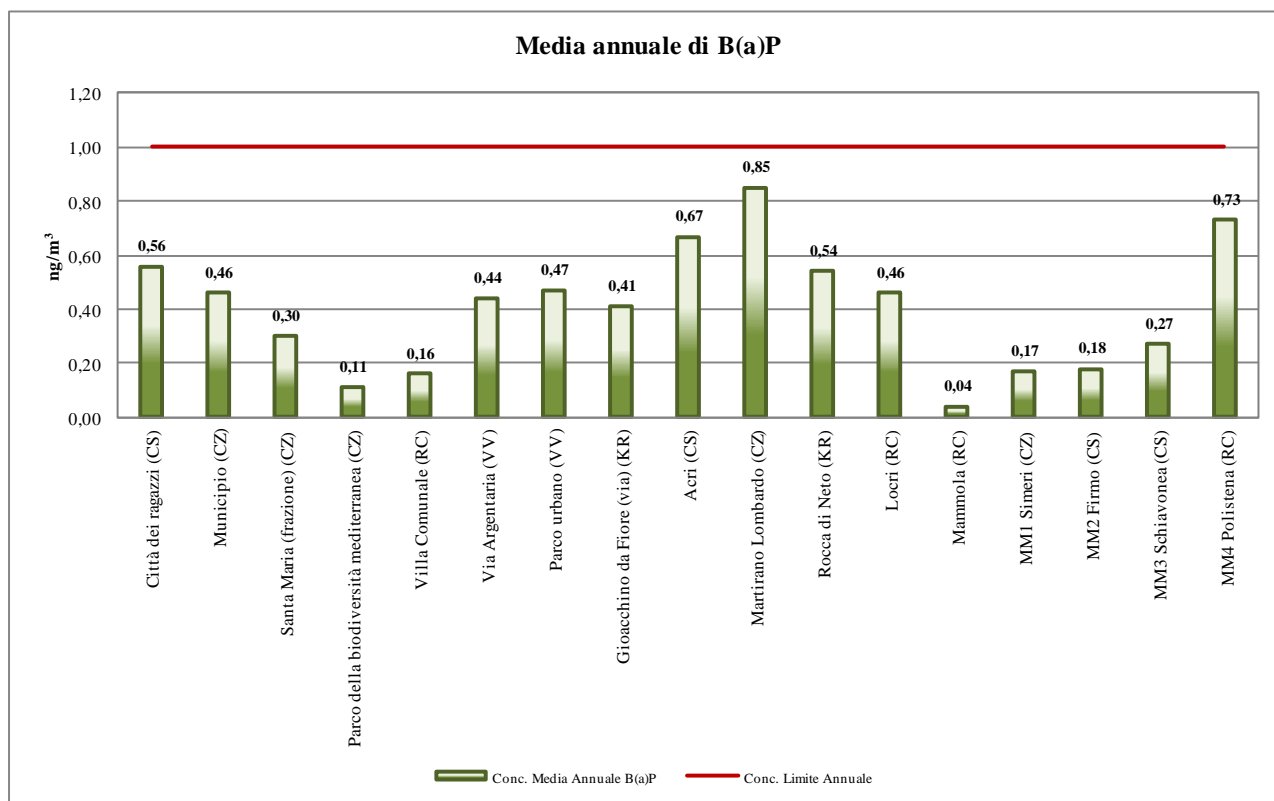
#### 4.4. Benzo(a)pirene

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono dei contaminanti organici presenti diffusamente nell'ambiente che si formano per combustione incompleta di materiali organici, in particolare la biomassa solida ed i combustibili fossili, come il carbone e il petrolio. Le molecole degli IPA sono costituite da tre o più anelli benzenici. Alcune di queste molecole sono costituite solo da idrogeno e carbonio, altre contengono anche atomi di altra natura come l'azoto e lo zolfo. Appartengono alla famiglia degli IPA alcune centinaia di composti molto eterogenei tra loro. Allo stato attuale delle conoscenze le sostanze più tossiche sono le molecole che hanno da quattro a sette anelli.

Il componente più studiato è il benzo(a)pirene (BaP), un composto a cinque anelli, diffuso nell'ambiente a concentrazioni significative e dotato della più elevata tossicità, tanto da venire utilizzato per rappresentare l'inquinamento ambientale dell'intero gruppo degli IPA.

In Figura 11 si riportano le medie annuali di Benzo(a)pirene determinate sul PM<sub>10</sub>, registrate nelle diverse tipologie di stazioni.

Dall'analisi dei dati si evidenzia che nel periodo di monitoraggio si sono registrati valori medi al di sotto del valore limite previsto per la media annua 1,00 ng/m<sup>3</sup>. Si è riscontrato che le medie annuali maggiori si sono registrate presso le stazioni ubicate in zone rurali nelle quali vi è un notevole utilizzo nel periodo invernale di biomassa solida per l'alimentazione di impianti termici civili (Polistena, Martirano Lombardo e Acri). In ogni caso il valore riscontrato non supera il valore limite previsto per la media annuale.



**Figura 11: Benzo(a)pirene. Medie annuali registrate nelle stazioni della RRQA.**

In letteratura è riportata la diretta correlazione tra concentrazione di benzene e di B(a)P pertanto la Figura 12 e la Figura 13 mostra l'andamento mensile delle concentrazioni medie di B(a)P e benzene di Martirano Lombardo e Rocca di Neto in cui sono stati registrati contemporaneamente valori mediamente più alti rispetto alle altre stazioni fisse della rete.

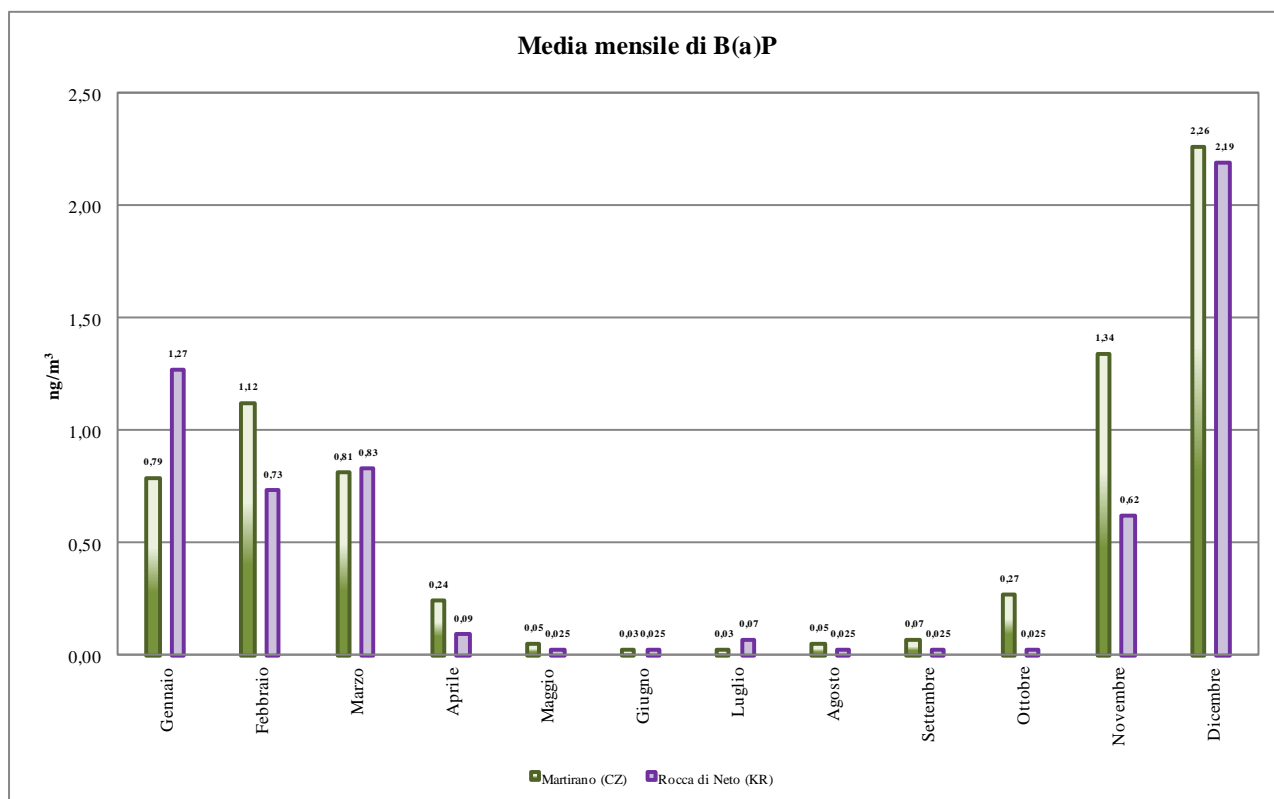


Figura 12: Benzo(a)pirene. Medie mensili registrate nelle stazioni prese ad esempio.

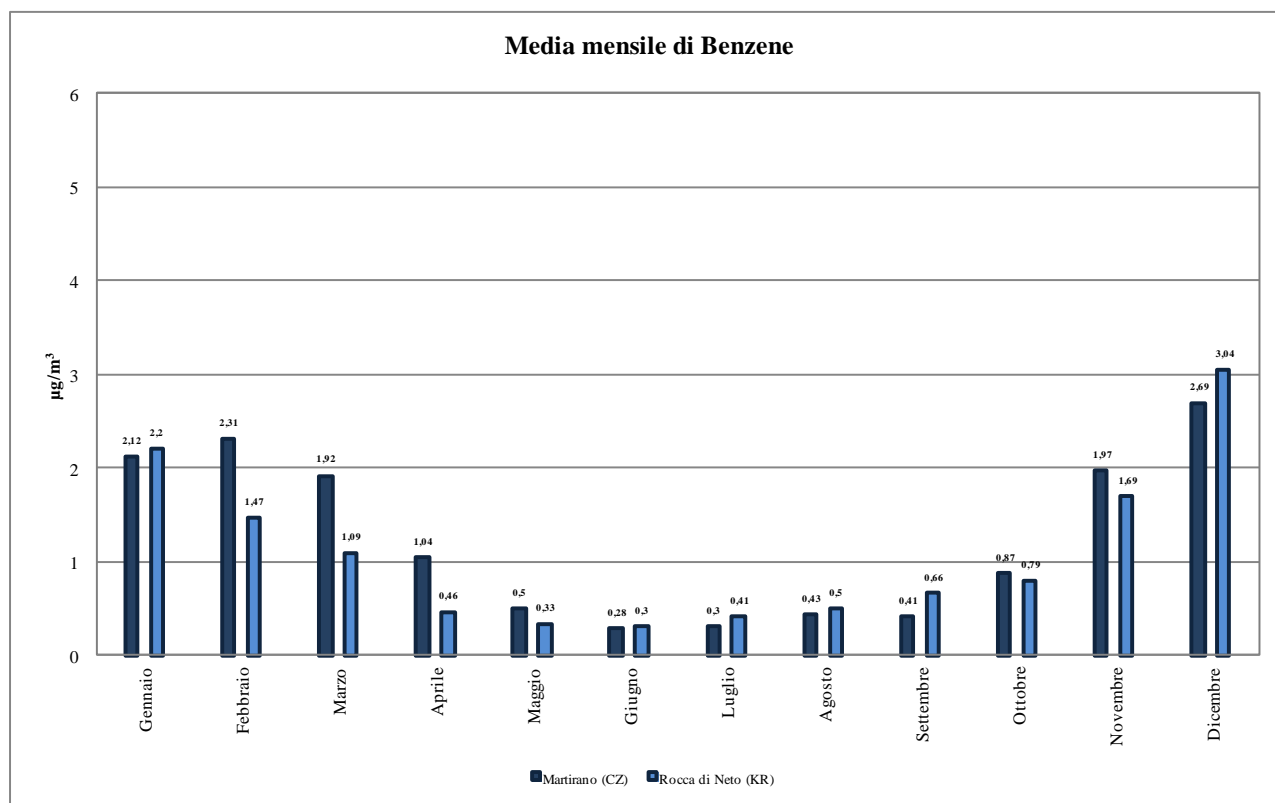


Figura 13: Benzene. Medie mensili registrate nelle stazioni prese ad esempio.

Come si può osservare per entrambi gli inquinanti si ha il tipico andamento stagionale per il quale si osservano concentrazioni maggiori nei periodi freddi rispetto al resto dell'anno, indice di un inquinamento locale da attenzionare e che probabilmente è attribuibile, come già evidenziato in diversi casi in letteratura, alla combustione di biomassa solida utilizzata negli impianti termici civili.

## 5. Piombo ed elementi in tracce

I metalli sono elementi chimici solidi (ad eccezione del mercurio) a temperatura ambiente; sono una eterogenea categoria di elementi duttili e malleabili, buoni conduttori di elettricità e di calore. Dei 103 elementi che compongono la tavola periodica ben 79 possono essere fatti rientrare nel gruppo dei metalli.

Si definiscono pesanti quei metalli che hanno un numero atomico superiore a 20, come il mercurio, il piombo, il cromo, il cadmio, il cobalto, il nichel, ecc. Hanno la tendenza ad accumularsi nel suolo e quindi nella catena alimentare e possono avere effetti nocivi sugli esseri viventi anche a concentrazioni non elevate.

I metalli pesanti sono presenti generalmente in atmosfera sotto forma di particolato aerotrasportato. Sono adsorbiti sulle superfici delle particelle aerodisperse le cui dimensioni e composizione chimica dipende dalla tipologia della sorgente di emissione ed è per questo motivo che la loro concentrazione viene determinata nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato.

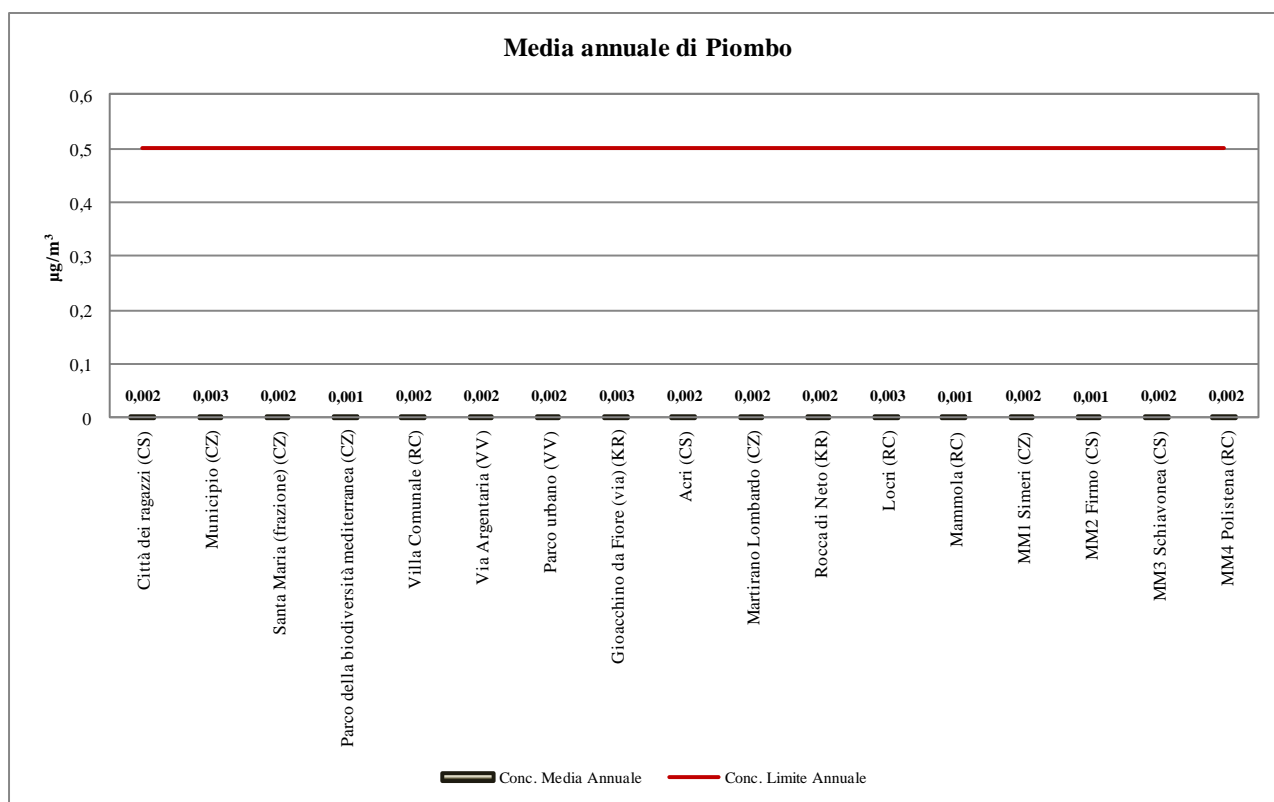
Le principali fonti antropiche di piombo derivano dalla combustione del carbone e dell'olio combustibile, dai processi di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono quest'elemento, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti.

Gli altri metalli sottoposti a controllo (arsenico, cadmio e nichel), hanno come prevalenti fonti antropiche, responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli, l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola.

In questo paragrafo è analizzato lo stato della qualità dell'aria rispetto al piombo e agli elementi in tracce (arsenico, cadmio, nichel) determinati su particolato PM<sub>10</sub>. Il volume di campionamento si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni.

## 5.1. Piombo

Nella Figura 14 vengono riportate il valore della concentrazione media annuale determinato sul particolato atmosferico PM<sub>10</sub> nel corso del 2019 per ogni singola stazione di monitoraggio ed in rosso viene riportata la concentrazione limite annuale di 0,5 µg/m<sup>3</sup> previsto dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.



**Figura 14: Piombo. Medie mensili registrate nelle stazioni della RRQA.**

Si può constatare che i livelli ambientali del piombo sono simili in tutte le stazioni di monitoraggio indipendentemente dalla classificazione e dalla zona e risultano nettamente inferiori al limite previsto dal D.Lgs.155/2010 e ss.mm.ii.

## 5.2.Elementi in tracce

Di seguito vengono presentati i dati medi annuali di arsenico, nichel e cadmio, determinati sui campioni di PM<sub>10</sub>, raccolti dalla rete di qualità dell'aria. Le medie annuali riportate nei grafici sono state confrontate con i valori obiettivo di cui all'Allegato XIII del D.Lgs.155/2010 e ss.mm.ii.

Nella Figura 15 vengono riportati i valori della concentrazione media annuale di Arsenico riscontrati nel corso del 2019 per tutte le stazioni di monitoraggio ed in rosso viene riportato il corrispettivo valore limite di 6,0 ng/m<sup>3</sup> previsto dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.

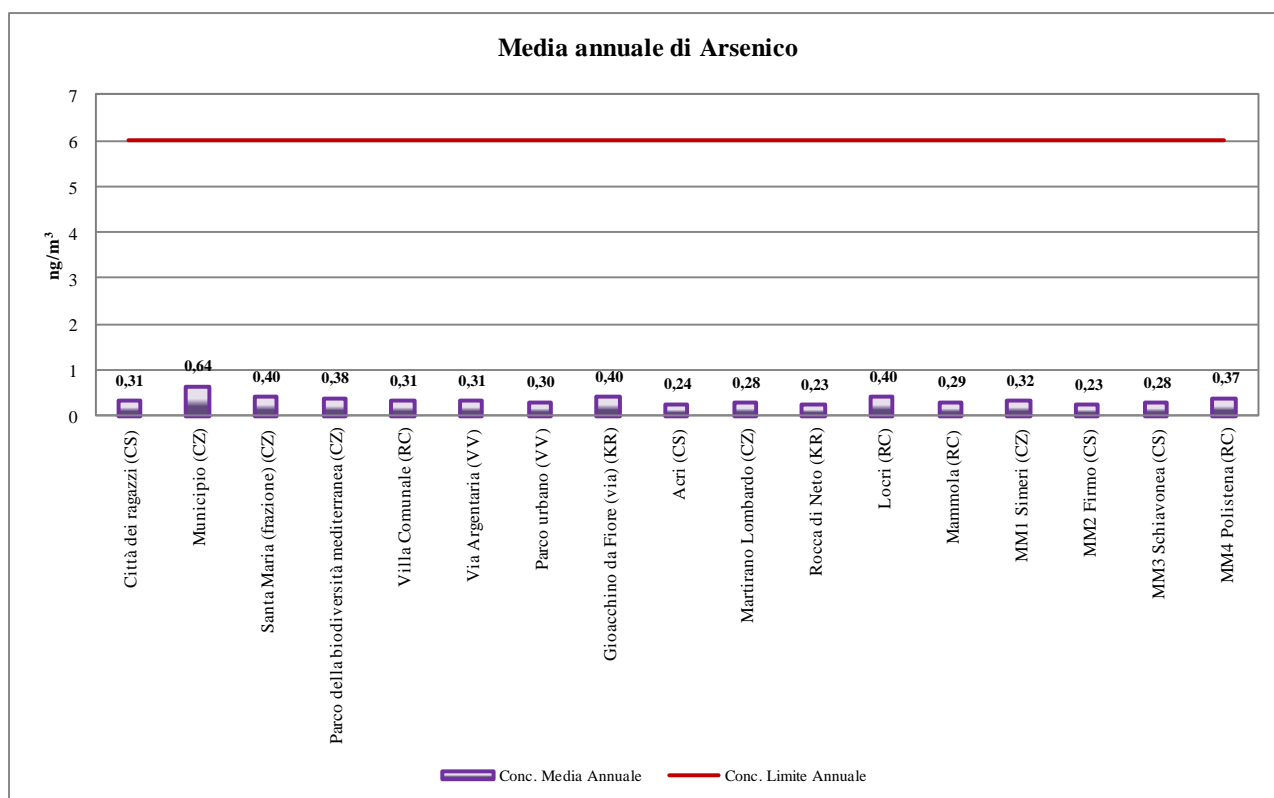
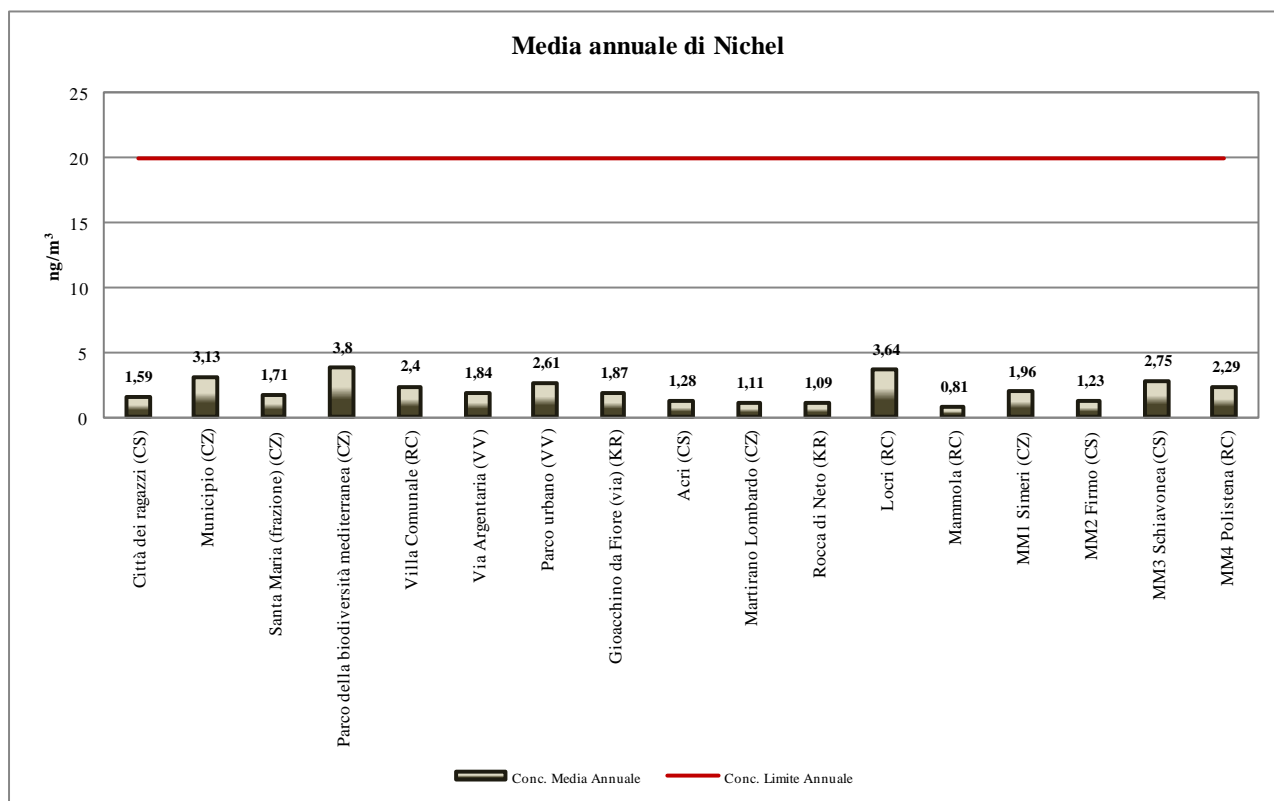


Figura 15: Arsenico. Medie annuali registrate nelle stazioni della RRQA.

È stato rispettato in tutte le stazioni di monitoraggio il valore obiettivo calcolato come media annuale.

Per quanto riguarda il nichel, nella Figura 16 vengono riportati i valori della concentrazione media annuale riscontrati nel corso del 2019 per tutte le stazioni di monitoraggio ed in rosso viene riportato il corrispettivo valore limite di 20,0 ng/m<sup>3</sup> previsto dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.

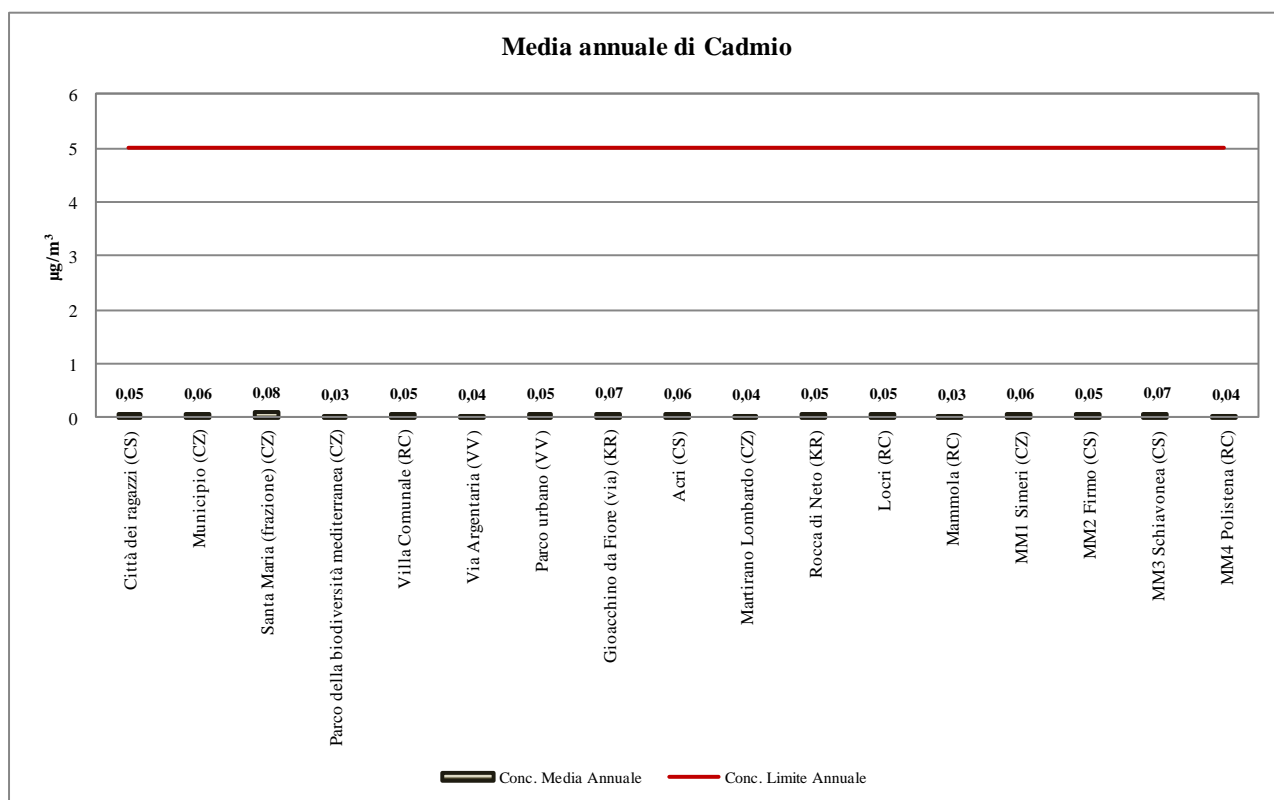




**Figura 16: Nichel. Medie annuali registrate nelle stazioni della RRQA.**

È stato rispettato in tutte le stazioni di monitoraggio il valore obiettivo calcolato come media annuale con valori largamente inferiori al valore prescritto.

Nella Figura 17 vengono riportati i valori della concentrazione media annuale per il Cadmio riscontrati nel corso del 2019 per tutte le stazioni di monitoraggio ed in rosso viene riportato il corrispettivo valore limite di 5,0 ng/m<sup>3</sup> previsto dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.



---

### Figura 17: Cadmio. Medie annuali registrate nelle stazioni della RRQA.

Anche per questo metallo si può constatare che i livelli ambientali del cadmio sono simili in tutte le stazioni di monitoraggio indipendentemente dalla classificazione e dalla zona e risultano nettamente inferiori al limite previsto dal D.Lgs.155/2010 e ss.mm.ii.

## 6. Rendimento analizzatori della RRQA – Obiettivi di qualità dei dati

In questo paragrafo vengono presentati alcuni importanti aspetti relativi agli obiettivi di qualità dei dati previsti dall'Allegato I del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.

Nella Tabella 1 del citato Allegato vengono riportati la raccolta minima dei dati ed il periodo minimo di copertura per le misurazioni in siti fissi e misurazioni indicative.

**Per le misurazioni in siti fissi**, relativamente a SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e Pb la raccolta minima di dati è fissata al 90% mentre per O<sub>3</sub> è stabilita al 90% per l'estate ed al 75% per l'inverno.

**Per le misurazioni indicative**, relativamente a SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, Pb e O<sub>3</sub> la raccolta minima di dati è fissata al 90% ma il periodo minimo di copertura è del 14% con misurazione effettuata in un giorno variabile di ogni settimana dell'anno in modo tale che le misurazioni siano uniformemente distribuite nell'arco dell'anno oppure effettuata per otto settimane distribuite equamente nell'arco dell'anno.

Nella Tabella 2 dell'Allegato I del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. viene stabilita che la raccolta minima di dati validi relativamente a B(a)P, As, Cd e Ni, sia per misurazioni in siti fissi che per misurazioni indicative, deve rispettare il 90% ma con un periodo minimo di copertura pari a 14% per misurazioni indicative mentre per misurazioni in siti fissi deve essere pari la 33% per B(a)P e 50% per As, Cd e Ni.

Inoltre è specificato ai punti 4 e 5 dell'Allegato I che le misurazioni in siti fissi e le misurazioni indicative devono essere ripartite in modo uniforme nel corso dell'anno al fine di evitare risultati non rappresentativi e che i requisiti relativi alla raccolta minima di dati validi e al periodo minimo di copertura non comprendono le perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione, ove tali attività si svolgano in conformità ai programmi di garanzia di qualità.

La perdita massima di dati ammessa per manutenzione e calibrazione è fissata al 5% da considerare per i diversi inquinanti e tipologia di misurazione.

In Tabella 4 vengono riportati i rendimenti di ogni analizzatore presente nella RRQA registrati nel corso dell'intero anno 2019. In relazione a quanto esposto sono stati rispettati tutti gli obiettivi di qualità dei dati ad eccezione del piombo di tre stazioni della rete (Città dei Ragazzi, Municipio e Gioacchino da Fiore), per tale inquinante nella Tabella 1 all'Allegato I è previsto che si possano applicare, come nel caso specifico, *“misurazioni discontinue invece delle misurazioni in continuo. A tal fine, le misurazioni discontinue devono essere equamente distribuite nel corso dell'anno per evitare di falsare i risultati e si deve dimostrare che l'incertezza risponde all'obiettivo di qualità del 25% e che il periodo di copertura rimane superiore al periodo minimo di copertura previsto per le misurazioni indicative”* ovvero il 14%, ampiamente raggiunto nelle stazioni in oggetto.

---

Gli obiettivi di qualità dei dati non sono stati raggiunti anche per quattro parametri relativi a tre stazioni industriali (Schiavonea, Polistena e Pietropoalo) per i quali non è prevista un controllo manutentivo diretto da parte dell'ARPACAL.

**Tabella 4: Rendimento analizzatori della RRQA**

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	Benzene	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	Piombo	Cadmio	Nichel	B(a)P	Arsenico
Città dei ragazzi	92,59%	94,62%	96,36%	97,63%	93,96%	93,70%	94,25%	<b>72,60%</b>	72,60%	72,59%	72,60%	72,60%
Università	-	99,95%	-	-	-	-	99,45%	-	-	-	-	-
Municipio	98,30%	97,89%	96,62%	92,05%	93,14%	99,45%	100,00%	<b>72,33%</b>	72,33%	72,33%	72,33%	72,33%
Santa Maria (frazione)	-	93,89%	93,81%	92,98%	-	-	95,07%	82,47%	82,47%	82,47%	82,47%	82,47%
Parco della biodiversità mediterranea	94,50%	93,31%	93,87%	89,10%	86,91%	95,34%	95,62%	86,85%	86,85%	86,85%	86,85%	86,85%
Piazza Castello	-	98,15%	-	-	-	-	99,73%	-	-	-	-	-
Villa Comunale	96,44%	91,87%	96,43%	95,58%	97,91%	89,59%	90,96%	90,41%	90,41%	90,41%	90,41%	90,41%
Via Argentaria	-	97,23%	-	-	-	-	97,26%	97,81%	97,81%	97,81%	97,81%	97,81%
Parco urbano	90,97%	92,84%	93,62%	93,70%	93,66%	94,25%	92,33%	95,89%	95,89%	95,89%	95,89%	95,89%
Tribunale	-	88,31%	-	-	-	-	98,73%	-	-	-	-	-
Gioacchino da Fiore (via)	95,78%	95,76%	99,41%	92,48%	96,94%	97,81%	98,90%	<b>78,63%</b>	78,63%	78,63%	78,63%	78,63%
Firmo	-	96,88%	96,68%	97,58%	96,18%	-	91,23%	-	-	-	-	-
Schiavonea (frazione)	<b>80,59%</b>	87,90%	-	-	-	-	95,23%	-	-	-	-	-
Polistena (campo sportivo)	-	89,12%	-	89,02%	-	90,14%	<b>81,37%</b>	-	-	-	-	-
Pietropaolo (località)	-	97,43%	97,97%	96,68%	-	<b>84,11%</b>	<b>80,27%</b>	-	-	-	-	-
Acri	96,28%	97,10%	97,93%	97,19%	94,81%	94,25%	92,88%	91,51%	91,51%	91,51%	91,51%	91,51%
Martirano Lombardo	99,03%	97,84%	98,39%	99,20%	95,70%	91,78%	93,97%	92,88%	92,88%	92,88%	92,88%	92,88%
Rocca di Neto	97,97%	98,12%	98,03%	95,86%	95,41%	92,05%	90,68%	90,96%	90,96%	90,96%	90,96%	90,96%
Locri	95,32%	91,54%	96,75%	96,56%	86,40%	93,70%	98,08%	93,70%	93,70%	93,70%	93,70%	93,70%
Mammola	93,66%	97,91%	98,05%	93,55%	96,50%	92,88%	92,05%	92,60%	92,60%	92,60%	92,60%	92,60%
MM1 Simeri *	-	-	-	-	-	-	-	46,03%	46,03%	46,03%	46,03%	46,03%
MM2 Firmo *	-	-	-	-	-	-	-	16,44%	16,44%	16,44%	16,44%	16,44%
MM3 Schiavonea *	-	-	-	-	-	-	-	16,99%	16,99%	16,99%	16,99%	16,99%
MM4 Polistena *	-	-	-	-	-	-	-	22,47%	22,47%	22,47%	22,47%	22,47%

\* Misurazioni indicative

---

## 7. Conclusioni in sintesi

Dall'analisi dei dati registrati nel corso dell'anno 2019 dalla Rete di Monitoraggio della Qualità dell'aria della Regione Calabria, si può desumere quanto segue:

- **per il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)**, non vi sono stati nel corso del 2019 superamenti della soglia di allarme orario di (500 µg/m<sup>3</sup>), né del valore limite orario (350 µg/m<sup>3</sup>) e del valore limite medio giornaliero (125 µg/m<sup>3</sup>);
- **per il monossido di carbonio (CO)**, non vi sono stati nel corso del 2019 superamenti del limite di 10 mg/m<sup>3</sup>, calcolato come valore massimo giornaliero su medie mobili di 8 ore;
- **per il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)**, non vi sono stati nel corso del 2019 superamenti del valore limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup>, né della soglia oraria di allarme di 400 µg/m<sup>3</sup> e della concentrazione media annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>;
- **per l'ozono (O<sub>3</sub>)** non vi sono stati nel corso del 2019 superamenti della soglia di informazione (180 µg/m<sup>3</sup> per un'ora) e della soglia di allarme (240 µg/m<sup>3</sup> per tre ore consecutive). Molte delle stazioni hanno registrato superamenti del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (120 µg/m<sup>3</sup> come massima media mobile su 8 ore). L'AOT40 ha registrato un valore superiore all'obiettivo a lungo termine di 6.000 µg/m<sup>3</sup> h;
- **per il particolato atmosferico (PM<sub>10</sub>)**, non vi sono stati nel corso del 2019 superamenti del valore limite annuale pari a 40 µg/m<sup>3</sup>, né del valore limite normativo, espresso come media giornaliera, pari a 50 µg/m<sup>3</sup>, da non superare per più di 35 volte per anno civile;
- **per il particolato atmosferico (PM<sub>2,5</sub>)**, non vi sono stati nel corso del 2019 superamenti del valore limite espresso come media annuale pari a 25 µg/m<sup>3</sup>.
- **per il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)**, non vi sono stati nel corso del 2019 superamenti del valore limite annuale pari a di 5,0 µg/m<sup>3</sup>

Dall'analisi e dall'elaborazione degli elementi determinati sui campioni di PM<sub>10</sub>, si può desumere quanto segue:

- **per gli IPA (Benzo[a]pirene)** non si sono registrati nel corso del 2019 casi di superamento del valore limite normativo, espresso come media annuale pari a 1,00 ng/m<sup>3</sup>.
- **per il Piombo**, non si sono registrati nel corso del 2019 superamento del valore limite normativo, espresso come media annuale pari a 0,5 µg/m<sup>3</sup>, calcolata nei periodi di campionamento;
- **per gli elementi in tracce**, Arsenico (As), Cadmio (Cd), Nichel (Ni) e Piombo (Pb), ) non si sono registrati nel corso del 2019 casi di superamenti dei valori limite, espressi come media annuale.

---

## 8. La reportistica ed i sistemi nazionali ed europei di raccolta, elaborazione e valutazione dei dati di qualità dell'aria

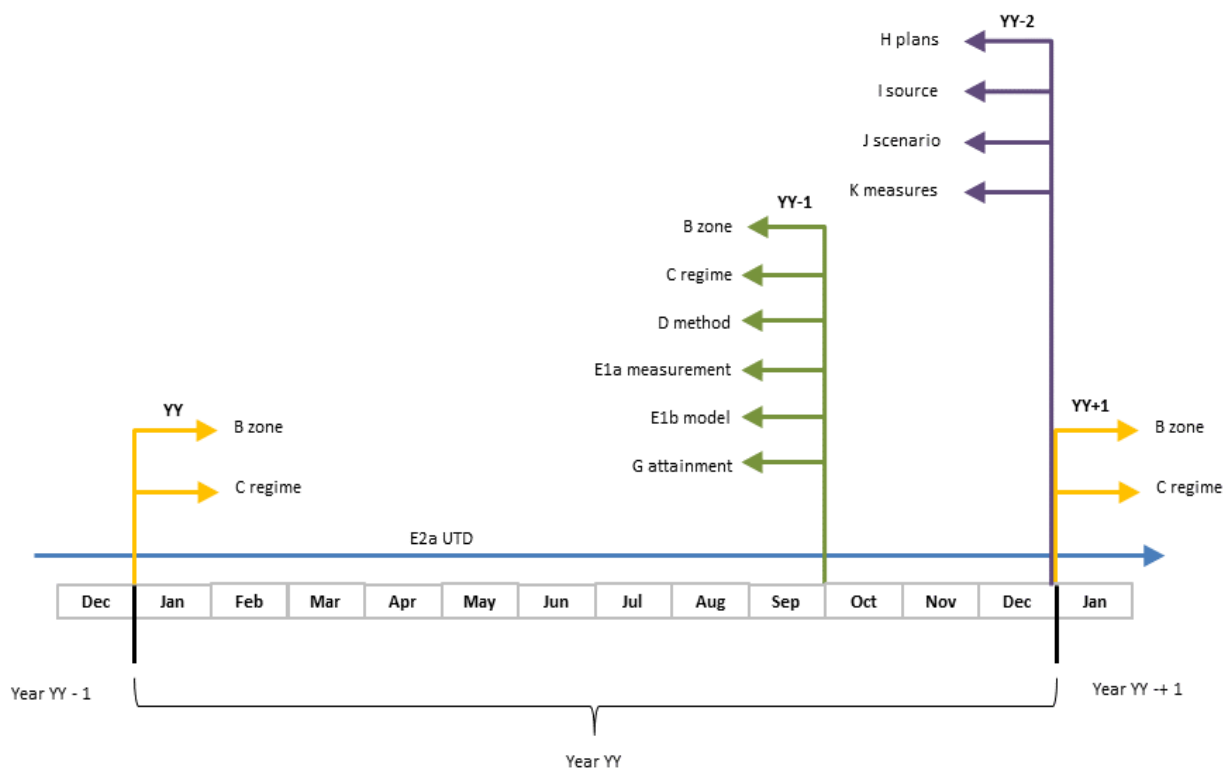
Nel 2008 la Comunità europea ha emanato la Direttiva sulla qualità dell'aria (AQD - 2008/50/CE) alla quale si sono succedute una serie di direttive tra le quali nel 2011 la decisione di esecuzione 2011/850 della Commissione, comunemente denominata "Disposizioni attuative sulla rendicontazione (IPR)".

L'IPR stabilisce i nuovi requisiti formali relativi agli obblighi degli Stati membri di riferire in merito alla valutazione e alla gestione della qualità dell'aria ambiente nonché allo scambio reciproco di informazioni sulla qualità dell'aria. Dalla transizione all'e-reporting sono previsti numerosi vantaggi. Questi includono una maggiore qualità dei dati come risultato del miglioramento della verifica e dell'assicurazione automatica della qualità (QA/QC) con feedback fornito automaticamente ai paesi in cui i dati vengono consegnati e in termini di nuove possibilità di diffusione e visualizzazione dei dati che saranno possibili con il nuovo sistema.

Gli obblighi degli Stati membri sono quelli di riferire in merito a valutazione e alla gestione della qualità dell'aria ambiente e scambio reciproco di informazioni sulla qualità dell'aria. La realizzazione dell'e-reporting comporta la realizzazione di nuove possibilità di diffusione e visualizzazione dei dati e di maggiore qualità degli stessi attraverso il miglioramento della verifica della qualità (QA/QC) e assicurazione automatica della qualità (QA/QC).

L'ETC/ACM (centro tematico europeo - mitigazione dell'inquinamento atmosferico e del cambiamento climatico) è un consorzio di 14 organizzazioni europee con l'istituto olandese per la salute pubblica e l'ambiente (RIVM) come organizzazione principale. I compiti principali di ETC/ACM sono: assistere l'Agenzia europea dell'ambiente (EEA) nel sostegno alla politica dell'UE in materia di inquinamento atmosferico, inquinamento acustico e mitigazione dei cambiamenti climatici Relazione sullo stato di avanzamento della politica ambientale dell'UE in materia di qualità dell'aria, emissioni atmosferiche, rumore e problemi di mitigazione dei cambiamenti climatici Partecipare alle valutazioni tematiche e trasversali del EEA Sostenere un'ulteriore armonizzazione delle reti di monitoraggio europee e obblighi di comunicazione in materia di inquinamento atmosferico, rumore e cambiamenti climatici. ETC/ACM - EEA - Eionet I centri tematici europei (ETC) sono centri di competenza tematica contrattati dall'Agenzia europea dell'ambiente (EEA) per svolgere compiti specifici identificati nella strategia EEA. ETC/ACM è uno di questi sei centri. I centri fanno parte di Eionet (European Environment Information and Observation Network). Questa rete di partnership dell'Agenzia europea dell'ambiente (EEA) e dei suoi paesi membri e cooperanti coinvolge circa 1000 esperti e oltre 350 istituzioni nazionali. La rete supporta la raccolta e l'organizzazione dei dati e lo sviluppo e la diffusione di informazioni riguardanti l'ambiente europeo. Inoltre per ciascun stato membro sono istituiti i Punti Focali Nazionali che per l'Italia è l'ISPRA.

Il ciclo del e-reporting consiste nell'invio dei dati organizzati in dataset suddivisi in quattro "blocchi" separati.



**Figura 18: Ciclo di reporting europeo.**

Il primo blocco comprende i flussi di **dataset B** e **C** contenenti informazioni sulle zone e i regimi di valutazione che verranno applicati per il prossimo anno a venire  $YY + 1$ . La scadenza per la presentazione è il 31 dicembre dell'anno  $YY$ . Il secondo blocco riguarda il monitoraggio effettuato nell'anno precedente  $YY-1$  con i flussi di **dataset B, C, D** ed **E1a** su zone, regimi di valutazione, reti e stazioni, nonché i risultati di misurazione e modello. Questo blocco deve includere anche il flusso del **dataset G** relativo al raggiungimento degli obiettivi ambientali durante l'anno  $YY-1$ . Questa consegna deve essere effettuata entro il 30 settembre dell'anno  $YY$ . Il blocco che include i flussi dei **dataset da H a K** riguarda piani e programmi adottati e implementati nell'anno  $YY-2$  in caso di superamento dei valori. La scadenza per questo blocco è il 31 dicembre dell'anno  $YY$ . L'ultimo blocco è specifico e riguarda dataset di misurazione non convalidati o **dataset UTD (E2a)**. Questi dataset sono trasmessi durante tutto l'anno via ftp.

Analoga configurazione è stata predisposta dall'ISPRA al fine di ricevere i dati da parte delle Regioni italiane, generalmente tramite le ARPA regionali, e inviarle successivamente sul portale europeo.

L'ARPACAL, a seguito della convenzione con la Regione Calabria, oltre alla gestione della Rete Regionale della Qualità dell'Aria provvede all'acquisizione dei dati da parte di tutte le stazioni di monitoraggio presenti sul territorio regionale e garantisce costantemente l'invio ad ISPRA di dei dati relativi al programma di valutazione.

Infine ISPRA invia i dati nazionali ad Eionet, che mette a disposizione di ciascun stato membro uno spazio nel Centro Raccolta Dati (CRD), e li sottopone a controlli di qualità (QA/QC) per la successiva pubblicazione sul portale europeo della qualità dell'aria. Sul portale è possibile la visualizzazione non solo dei dati puntuali (orari) delle singole stazioni di misura presenti sul territorio comunitario ma anche i principali indici statistici associati ai dati storicizzati dei diversi Stati Europei. Ogni anno inoltre sono

pubblicati i report relativi alla qualità dell'aria in Europa con la descrizione dei trends dei maggiori inquinanti atmosferici monitorati.

La Calabria ormai da qualche anno insieme alle Regioni italiane che storicamente hanno fatto da apripista nel settore ambientale, si trova perfettamente in linea con le disposizioni comunitarie relativamente all'informazione della qualità dell'aria in ambito nazionale ed europeo grazie all'impegno della Regione, relativamente alle politiche economiche, e dell'ARPACAL relativamente alle competenze tecnico-scientifiche.

## 9. Sistema modellistico previsionale regionale

Il sistema modellistico della qualità dell'aria a scala regionale, denominato "Aria Regional" operativo dal febbraio 2016, permette di produrre su tutto il territorio regionale mappe di concentrazione degli inquinanti atmosferici integrando ed estendendo le informazioni fornite dalle stazioni di misura, correlando le concentrazioni agli inventari delle emissioni e tenendo conto delle condizioni al contorno, ovvero gli apporti extra regionali.

Aria Regional si articola in moduli specialistici per il trattamento delle diverse informazioni necessarie alla valutazione modellistica della qualità dell'aria (orografia, meteorologia, emissioni, dispersione, deposizione e chimica dell'atmosfera). Sono inoltre utilizzati moduli di post-elaborazione, finalizzati all'analisi statistica e alla visualizzazione grafica dei prodotti del sistema stesso.

Le previsioni meteorologiche vengono riportate a scala locale e, insieme ai dati riguardanti l'orografia del territorio, vengono elaborate dal modulo di interfaccia WRF per la predisposizione dei campi meteorologici (input meteo). Invece, i dati riguardanti l'orografia del territorio, insieme ai dati provenienti dall'inventario nazionale delle emissioni, vengono elaborati dal processore EMMA per la produzione dell'input emissivo.

Il sistema modellistico previsionale giornaliero di cui si è dotato la Regione Calabria per il tramite dell'Agenzia, "ARIA Regional" risulta avviato nel 2014 e portato a regime nel primo semestre 2016; rispetta i requisiti richiesti dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. e consente di combinare le misurazioni in siti fissi, ove il livello degli inquinanti è inferiore alla soglia di valutazione superiore, ed addirittura in via esclusiva ove il livello degli inquinanti è inferiore alla soglia di valutazione inferiore ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente (art. 5, comma 1), Figura 19.

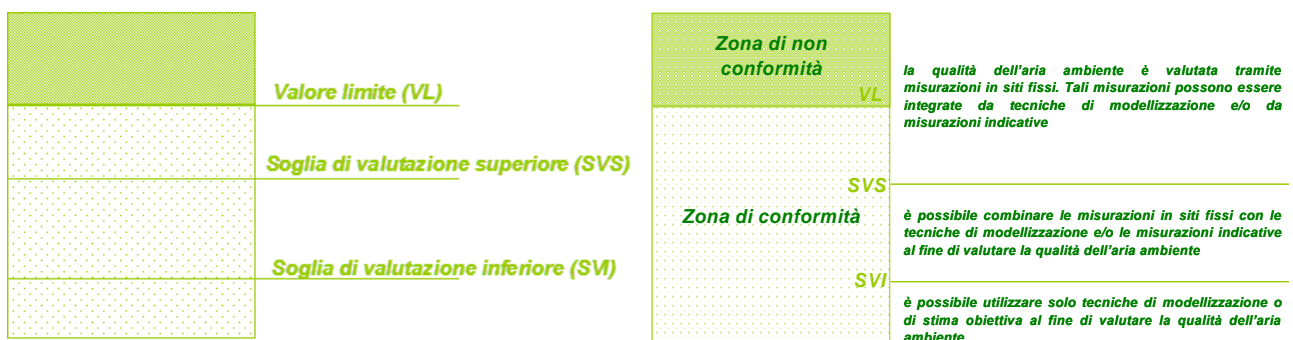


Figura 19: Zone di conformità/non conformità relativamente al valore limite e uso di tecniche di modellazione in relazione alle soglie di valutazione superiore ed inferiore.



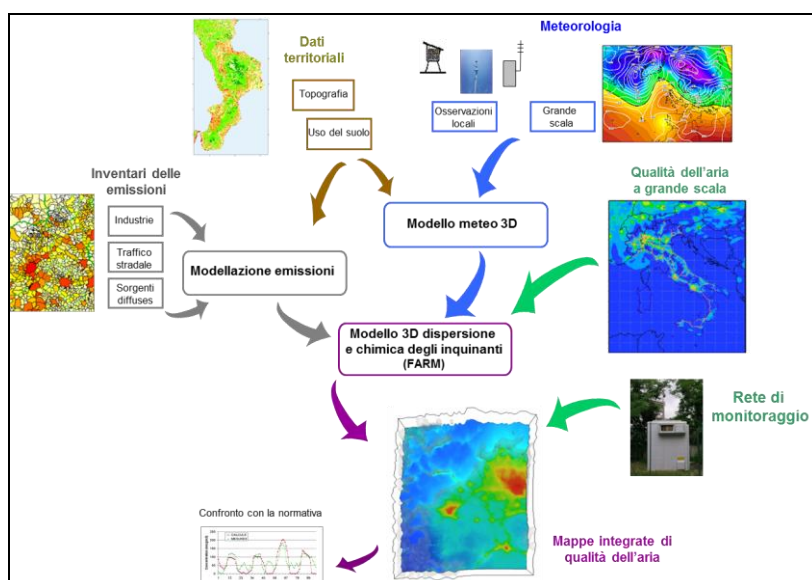
Tale sistema è in grado di simulare la dispersione e le trasformazioni chimiche che coinvolgono gli inquinanti presenti in atmosfera (inquinanti primari e secondari) e di considerare:

- la distribuzione delle sorgenti emissive proveniente dagli inventari regionali e nazionali disponibili;
- le differenti condizioni meteorologiche ed apporti derivanti da sorgenti a maggiore distanza mediante la connessione con modelli di qualità dell'aria a scala maggiore.

Gli strumenti di cui è corredato permettono di produrre su tutto il territorio regionale mappe di concentrazione degli inquinanti atmosferici di interesse normativo:

- integrando ed estendendo le informazioni fornite dalle stazioni;
- legando le concentrazioni agli inventari delle emissioni;
- tenendo conto consistentemente degli apporti extra-regionali.

Nella Figura 20 viene descritto lo schema concettuale del sistema "ARIA Regional".



**Figura 20: Schema concettuale del sistema "ARIA Regional".**

L'utilizzo del sistema modellistico da parte del personale ARPACAL, affiancato dalla società specializzata ARIANET Srl di Milano, ha consentito:

- la realizzazione della Valutazione Annuale della Qualità dell'Aria (VAQ) sull'intera regione per l'anno solare 2010,
- la stesura della Relazione Specialistica anni 2015 e 2016 con assunzione unilaterale di responsabilità per il Dipartimento Trasporti e Mobilità della Regione Calabria, la trasmissione dei dati 2017 al medesimo Dipartimento;
- la produzione di previsioni dei principali inquinanti di interesse su tutto il territorio regionale (il sistema modellistico regionale è attivo in modalità previsionale operativa su base giornaliera a partire dal marzo 2016, e ciò permette anche a fine anno di disporre di dati su tutto il territorio che uniti a quelli della Rete di Monitoraggio consentono di produrre sistematicamente la VAQ annuale).

Relativamente a quest'ultimo punto, il sistema produce mappe di inquinanti per il giorno corrente e i due giorni successivi, che vengono pubblicati sul portale web di ARPACAL dedicato alla Rete Regionale della

Qualità dell'Aria accessibile dal portale istituzionale [www.arpacal.it](http://www.arpacal.it) link come esemplificativamente sotto indicato:

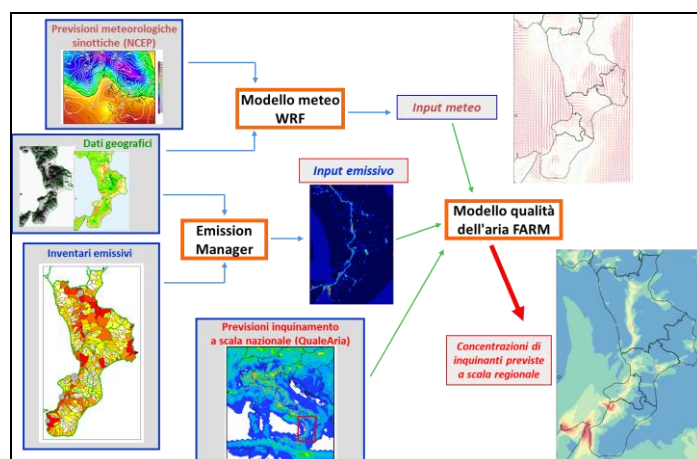


Il sistema modellistico di cui dispone ARPACAL si alimenta di dati relativi a tre campi di interesse che determinano la qualità dell'aria, ovvero:

- *i dati meteorologici;*
- *le emissioni all'interno del territorio regionale e delle zone adiacenti;*
- *il contributo esterno alla regione all'inquinamento regionale.*

Tali dati, relativi ad un determinato periodo di interesse, vengono quindi processati dal modello fotochimico euleriano tridimensionale FARM (Flexible Air quality Regional Model) che considera i processi di dispersione, trasformazione e deposizione degli inquinanti reattivi (fotochimica e aerosol) in atmosfera. FARM è derivato dal modello STEM sviluppato dal gruppo di ricerca del Prof. G.R. Carmichael CGRER (Center for Global and Regional Environmental Research), University of Iowa.

Nella **Figura 21** viene riportato lo schema del sistema modellistico applicato che utilizza i campi meteorologici e di qualità dell'aria prodotti nell'ambito del progetto MINNI.



**Figura 21: sistema modellistico utilizzato per la Valutazione della Qualità dell’Aria nella Regione Calabria**

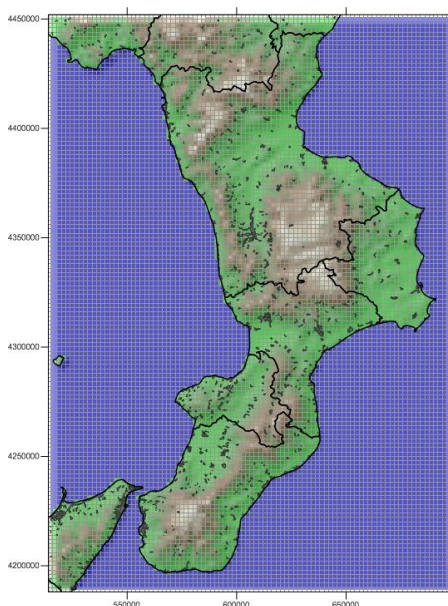
Il sistema modellistico ARIA Regional è stato applicato sul dominio di calcolo, mostrato nella **Figura 22**, che comprende il territorio regionale e porzioni delle regioni limitrofe.

Il dominio scelto copre un’area di 182 km x 262 km ovvero 47684 km<sup>2</sup> ed ha le seguenti caratteristiche:

- 92 celle nella direzione x;
- 132 celle nella direzione y;
- 2 km di risoluzione orizzontale nella direzione x ed y;
- coordinate UTM (fuso 33 - WGS84) del punto SW di griglia pari a 515.0 km E, 4189.0 km N.

L’estensione verticale del dominio di simulazione per la ricostruzione meteorologica è pari a 9.050 m, con i seguenti 16 livelli di calcolo espressi in metri sopra l’orografia:

10, 35, 70, 120, 195, 305, 465, 695, 1025, 1505, 2200, 3205, 4550, 6050, 7550, 9050.



**Figura 22: Grigliato di simulazione regionale a 2 km di risoluzione**

I due input insieme alle previsioni dell’inquinamento a scala nazionale (Quale aria) ed alle elaborazioni sulle sabbie sahariane vengono processati per ottenere le concentrazioni degli inquinanti previsti dalla

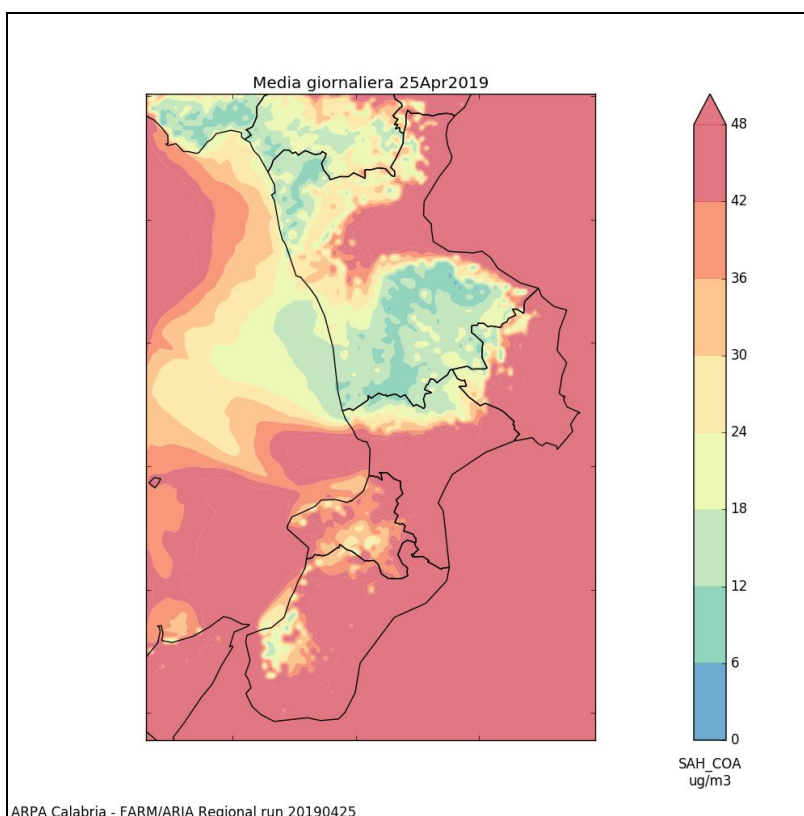
normativa di settore su scala regionale dal FARM che è il modello euleriano di chimica e trasporto impiegato per la dispersione e le reazioni chimiche degli inquinanti in atmosfera.

I campi di concentrazione combinati con i dati prodotti dalla rete tramite il data fusion producono le elaborazioni pubblicate sul portale istituzionale di ARPACAL in cui vengono inseriti i campi previsionali a 24, 48 e 72 ore. Oltre alla valutazione della qualità dell'aria nelle zone del territorio regionale non coperte da stazioni fisse o mobili della RRQA così come previsto dall'art. 5 comma 2 del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii., un altro aspetto applicativo del Sistema Modellistico è la valutazione dei superamenti degli inquinanti attribuibili ad eventi naturali come avvezioni sahariane.

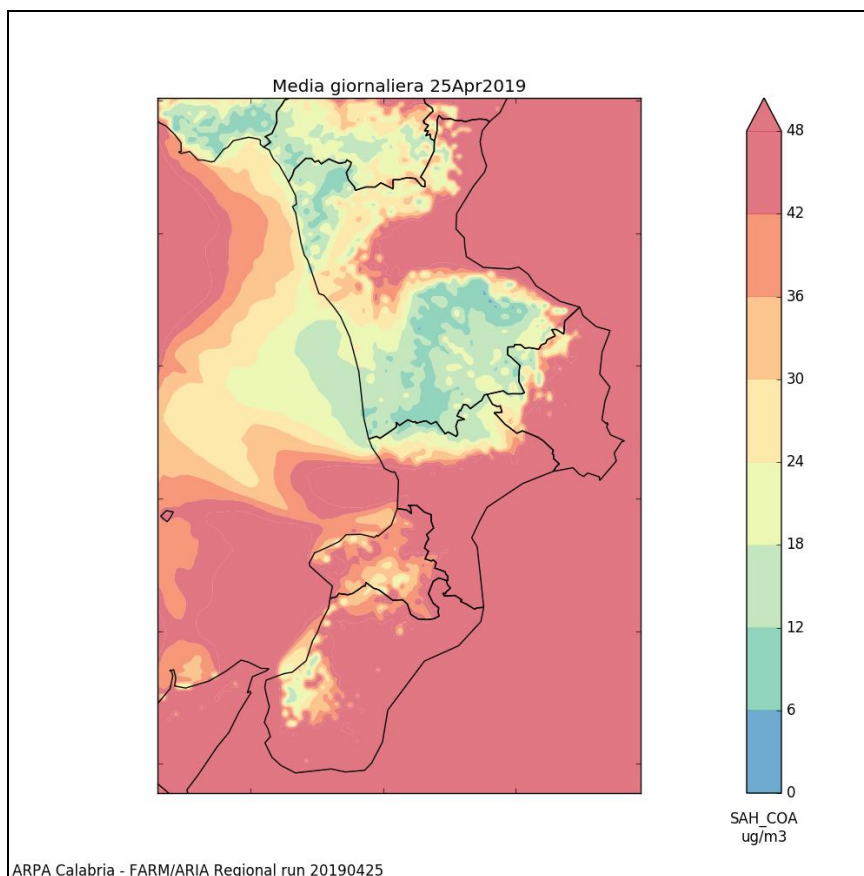
Nel corso dell'anno 2019 sono stati riscontrati tre eventi di diffusione delle polveri sahariane che hanno interessato il territorio regionale e precisamente:

- 23-24-25-26 Aprile 2019
- 10-11-12-13-14 Giugno 2019
- 19-20 Dicembre 2019

A titolo di esempio si riporta l'elaborazione del giorno 25 Aprile 2019. Vengono riportati di seguito, quindi, i campi di concentrazione medi giornalieri derivante da post-elaborazione pubblicati sul sito istituzionale relativamente alle polveri con il contributo di avvezioni sahariane grossolane (Figura 23) e fini (Figura 24).



**Figura 23: campi di concentrazione medi giornalieri derivante da post-elaborazione con contributo di polveri sahariane grossolane**



**Figura 24: campi di concentrazione medi giornalieri derivante da post-elaborazione con contributo di polveri sahariane fini**

Nell'elaborazione per giorno 25/04/2019 se il sistema modellistico previsionale avesse utilizzato esclusivamente le condizioni meteo climatiche e condizioni al contorno in associazione al sistema emissivo regionale, l'intrusione sahariana non sarebbe stata prevista, il filtro di Kalman avrebbe evidenziato esclusivamente l'apporto dell'intrusione al particolato atmosferico limitatamente alle porzioni di territorio coperte dalle stazioni della RRQA facendone una stima sulle aree omogenee, mentre grazie all'acquisizione delle condizioni al contorno derivanti dalle polveri sahariane (così come implementato da luglio 2018 nel SiQuA) è stata possibile una corretta previsione per quanto attiene il particolato grossolano e fine sull'intero dominio di calcolo.

Una corretta interpretazione dei dati della RRQA associata ad una valutazione modellistica degli stessi fornisce un livello di informazione circa la qualità dell'aria ambiente adeguato agli standard previsti dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.

---

## 10. Indicazione degli essenziali elementi migliorativi per la Valutazione della Qualità dell’Aria

### 10.1. Modellistica e Inventario delle emissioni

Al fine di completare la conoscenza e la valutazione della qualità dell’aria, il D.Lgs. n. 155/2010 e ss.mm.ii. ha definito “criteri per l’utilizzo dei metodi di valutazione diversi dalle misurazioni in siti fissi”, con particolare riferimento alle tecniche di modellizzazione (Appendice III del D.Lgs. n. 155/2010 e ss.mm.ii.).

L’uso delle tecniche di modellizzazione può avvenire a completamento dei dati di qualità dell’aria rilevati con strumenti di misura per ottenere campi di concentrazione anche nelle aree all’interno delle zone ove non esistano stazioni di misurazione e discriminare i contributi delle diverse sorgenti alle concentrazioni in una determinata area (source apportionment), e determinare i contributi transfrontalieri e quelli derivanti da fenomeni di trasporto su larga scala (per esempio, le polveri sahariane); valutare l’efficacia delle misure di contenimento delle emissioni in atmosfera.

Il sistema modellistico della Qualità dell’Aria della Regione Calabria, “Aria Regional”, permette di produrre su tutto il territorio regionale mappe di concentrazione degli inquinanti atmosferici: integrando ed estendendo le informazioni fornite dalle stazioni di misura, legando le concentrazioni agli inventari delle emissioni e tenendo conto degli apporti extra regionali. Il sistema modellistico Aria Regional si articola in moduli specialistici per il trattamento delle diverse informazioni necessarie alla valutazione modellistica della qualità dell’aria (orografia, meteorologia, emissioni, dispersione, deposizione e chimica dell’atmosfera). Sono inoltre utilizzati moduli di post-elaborazione, finalizzati all’analisi statistica e alla visualizzazione grafica dei prodotti del sistema stesso. I campi di concentrazione combinati con i dati prodotti dalla rete tramite il data fusion producono le elaborazioni pubblicate sul portale generando i file previsionali a 24, 48 e 72 ore.

Le potenzialità dell’elaborazioni modellistiche del sistema Aria Regional sono state utilizzate anche in seno alla convenzione tra il Dipartimento trasporti della regione Calabria ed Arpacal che hanno prodotto due relazioni specialistiche relative agli anni 2015 e 2016. Come previsto dalla Legge Regionale 35/2015, infatti, l’osservatorio per la mobilità ha l’obbligo di acquisire i dati relativi al monitoraggio dell’inquinamento atmosferico per i comuni con popolazione superiore a 15.000 abitanti. Nella relazione specialistica del 2016 è stato applicato il Source Apportionment che è una metodologia in grado di identificare e stimare quantitativamente il contributo alle concentrazioni degli inquinanti - sia primari che secondari - da parte delle diverse sorgenti, individuate sia sulla base dei comparti emissivi che su base geografica. I risultati dovuti alle elaborazioni relative al PM<sub>10</sub> evidenziano che i contributi preponderanti alle concentrazioni sono riconducibili alle sorgenti da traffico e da riscaldamento mentre il settore predominante per quanto riguarda le concentrazioni dell’NO<sub>2</sub> è il traffico veicolare, il cui contributo in molte zone rappresenta anche più dei due terzi del totale. A completamento delle stime del PM<sub>10</sub> sulle sorgenti antropiche sono state ricavate anche le stime dei contributi dovuti all’aerosol marino, alla ri-sospensione dei suoli e alle polveri di origine sahariana in corrispondenza dei comuni con popolazione superiore ai 15.000 abitanti. Il contributo delle polveri Sahariane è stato stimato all’epoca della relazione utilizzando i campi simulati a scala globale disponibili tramite il servizio MACC/CAMS.

---

Per migliorare il Sistema Aria Regional risulta indispensabile avere un **inventario delle emissioni** il più possibile aggiornato e coerente con la situazione emissiva del territorio che costituisce l'input emissivo nell'elaborazione statistica. L'inventario delle emissioni è una raccolta coerente ed ordinata dei valori delle emissioni generate dalle attività antropiche e naturali collocate in un determinato territorio in un certo periodo temporale, non costituisce un calcolo esatto delle emissioni ma fornisce una stima quantitativa dei contributi emissivi delle attività antropiche e naturali.

Il D.Lgs. n. 155/2010 e ss.mm.ii. indica nella versione più aggiornata del manuale EMEP-EEA la metodologia di riferimento per la realizzazione di un inventario delle emissioni in atmosfera ed i metodi di stima per quantificare le emissioni associate a ciascuna attività antropica o naturale. La metodologia EMEP-EEA prefigura due possibili procedure di stima delle emissioni in atmosfera: top-down ("dall'alto verso il basso") e bottom-up ("dal basso verso l'alto"). L'approccio top-down parte dalla scala spaziale più ampia (es. nazionale) e discende a livelli inferiori (regioni/province/comuni), attraverso indicatori statistici (popolazione, strade, land-use, ...). L'approccio bottom-up parte invece dall'analisi della realtà produttiva locale per passare a quella relativa a livelli di aggregazione maggiori. In questo secondo caso, ad esempio, l'emissione prodotta in un distretto industriale viene ricostruita per tutti i camini e le altre sorgenti diffuse relative a ciascun impianto produttivo. È subito evidente come il secondo approccio sia potenzialmente più preciso, ma richieda un grosso impegno di risorse ed energie per il recupero di un elevato numero di informazioni utili a descrivere ciascuna sorgente emissiva. Tale strumento conoscitivo è di fondamentale importanza per la gestione della qualità dell'aria, in quanto permette di individuare i settori maggiormente sensibili su cui indirizzare le misure e gli interventi per la riduzione delle emissioni inquinanti nell'ambito dei piani e programmi per il miglioramento della qualità dell'aria.

L'inventario delle emissioni prodotto per la Regione Calabria risale al 2005 su elaborazione di ISPRA ed è stato utilizzato nella realizzazione del PRTQA. Le stime sono state ottenute utilizzando un approccio top down per l'anno 2005 su base provinciale. La disaggregazione è stata condotta, sino al dettaglio di attività. E' stato inoltre utilizzato da ARPACAL nelle elaborazioni a supporto del PTQA.

Per concludere affinché la modellistica possa dare un contributo puntuale è necessario che l'inventario regionale sia aggiornato almeno con le cadenze previste dalla norma e che la stima delle emissioni dei vari settori venga effettuata dal basso che sebbene necessiti di maggiori informazioni locali risulti maggiormente rappresentativo del contesto emissivo regionale e legato alla pianificazione regionale.

## 10.2. Garanzia e controllo di qualità (QA/QC)

I primi concetti di QA/QC sono stati introdotti con la Direttiva 2008/50/CE che indica gli obiettivi di qualità al fine di evitare danni alle popolazioni ed all'ambiente nel suo complesso, infatti tale direttiva ha tra i suoi obiettivi per la valutazione della qualità dell'aria quello di stabilire i metodi ed i criteri comuni per gli stati membri, le metodologie da utilizzare per il suo monitoraggio, introducendo l'informazione al pubblico. Il punto C dell'all. 1 della Direttiva 2008/50/CE per il raggiungimento degli obiettivi di qualità prevede che le misurazioni devono essere tracciabili e che le istituzioni che gestiscono le reti dispongano di un sistema consolidati di garanzia e controllo qualità per assicurare l'accuratezza strumentale tramite la manutenzione periodica degli analizzatori.

---

Il D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii., di recepimento della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente, istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente finalizzato a: valutare la qualità dell'aria sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale, pertanto ISPRA ha predisposto la "linea guida per le attività di assicurazione/controllo qualità (QA/QC) per le reti di monitoraggio per la qualità dell'aria ambiente". Queste linee guida prevedono che, al fine di evitare guasti e perdita di dati, sia assicurata la manutenzione preventiva, sia tenuto un registro degli interventi per ogni analizzatore presente nella stazione, che vengano effettuate tarature periodiche con bombole certificate ed una taratura multipunto annuale.

Il D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii., il D.Lgs. 250/2012, il D.M. 26/01/2017 e D.M. 30/03/2017 fissano i requisiti per valutare la qualità dell'aria ambiente sulla base 3 principi: l'applicazione di metodi di riferimento o metodi equivalenti, rispettare gli obiettivi di qualità, assicurare la qualità della valutazione dell'aria da parte delle autorità.

Con il DM 30/03/2017 viene individuato ISPRA per la redazione di apposite linee guida per indicare i criteri diretti a garantire l'applicazione delle procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto della qualità delle misure dell'aria ambiente nelle stazioni di misurazione previste nei programmi di valutazione regionali, da applicare su base omogenea in tutto il territorio nazionale e nascono dall'esigenza di assicurare che le misurazioni abbiano un livello di qualità elevato in modo da renderle comparabili tra loro e da massimizzare così il livello di confidenza nei risultati di misura delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria. Tali istruzioni operative dettagliano in modo univoco la sequenza e le modalità di esecuzione delle operazioni da eseguire, le caratteristiche dei materiali e dei campioni da utilizzare nelle operazioni di taratura e tutti gli altri aspetti che potrebbero influenzare le caratteristiche prestazionali degli strumenti di misura, i relativi controlli in maniera tale da avere dati comparabili a livello nazionale. Per garantire la qualità e la comparabilità delle misure degli inquinanti sul territorio nazionale e al livello europeo il D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. prevede:

- Obbligo per i gestori di partecipare a campagne di QA/QC organizzate da ISPRA
- ISPRA come LNR partecipa alle campagne JRC-IES-ERLAP della Comunità Europea

Dal 2010 ARPACAL ha partecipato a 5 interconfronti in aria ambiente.

Attualmente la manutenzione della RRQA in Calabria è affidata ad una ditta esterna che provvede alla tenuta del registro degli eventi, alla verifica di taratura zero-span, con bombola certificata ed alla taratura annuale multi punto.

In futuro ARPACAL, come gestore della RRQA, dovrebbe effettuare i controlli di QA/QC, prima di tutto identificando quali siano i parametri più critici, effettuare controlli a campione in contraddittorio con la ditta di manutenzione ma per fare ciò bisognerebbe munirsi di bombole di calibrazione o ancora meglio acquistare dei calibratori certificati.

### 10.3. Programma di Valutazione (PdV)

Come già descritto precedentemente, il D.Lgs 155/2010 e ss.mm.ii. istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente, garantendo l'applicazione di metodi e criteri comuni per la valutazione dell'aria ambiente su tutto il territorio nazionale.



---

Ai sensi dell'art. 1, comma 4, la zonizzazione del territorio risulta il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente che è fondata su una rete di misura e su un programma di valutazione. Ciascuna zona o agglomerato, derivante dalla zonizzazione del territorio, viene classificata allo scopo di individuare le modalità di valutazione mediante misurazioni ed altre tecniche in conformità alle disposizioni del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. Inoltre la rete di misura è soggetta alla gestione o al controllo pubblico. Il controllo pubblico è assicurato dalle regioni o dalle province autonome o, su delega, dalle agenzie regionali per la protezione dell'ambiente. Alla zonizzazione del territorio ed alla classificazione di zone ed agglomerate ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente provvedono le regioni e le province autonome in ottemperanza agli articoli 3 e 4 del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.

Ai sensi dell'art. 4, comma 2, inoltre, la classificazione delle zone e degli agglomerati è riesaminata almeno ogni cinque anni e, comunque, in caso di significative modifiche delle attività che incidono sulle concentrazioni nell'aria ambiente degli inquinanti di cui all'articolo 1, comma 2 del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.

**La Regione Calabria, con la Deliberazione n. 141 del 21 maggio 2015, ha approvato il “Piano della Tutela della Qualità dell’Aria. Adozione della Proposta di Piano, del Rapporto Ambientale e Sintesi non Tecnica”. Essendo decorsi cinque anni dall’approvazione del Piano della Tutela della Qualità dell’Aria occorre procedere al riesame della zonizzazione e classificazione del territorio regionale e di seguito procedere con la redazione di un nuovo documento di programma di valutazione.**

## 11. Eventi rilevanti condotti nel 2019 sulla Qualità dell’Aria

Nel corso del 2019 Regione Calabria ed ARPACAL hanno organizzato un importante seminario tecnico scientifico sulla qualità dell’aria presso la Cittadella Regionale di Loc.tà Germaneto della Regione Calabria. All’evento hanno partecipato oltre ai due Enti organizzatori, anche l’ASP di Catanzaro (sede di Lamezia Terme), il Dipartimento Trasporti della Regione Calabria, il CNR ISAC, il CNR IAA e la società ARIANET Srl di Milano specializzata in complesse piattaforme scientifiche di modellistica previsionale.

Il programma dell’evento è stato il seguente:

<b>PROGRAMMA SEMINARIO TECNICO SCIENTIFICO SUL MONITORAGGIO DELLA QUALITA’ DELL’ARIA NELLA REGIONE CALABRIA</b>
---

DATA: 27 marzo 2019

SEDE: REGIONE CALABRIA (c/o Cittadella Regionale - Loc.tà Germaneto di Catanzaro)

Enti Pubblici partecipanti:

- Regione Calabria Dipartimento Ambiente e Territorio (Settore Tutela delle Acque e contrasto inquinamento)
- Regione Calabria Dipartimento Infrastrutture, Lavori Pubblici, Mobilità (Settore Supporto gestionale agli interventi dell'area funzionale trasporti - Osservatorio mobilità e sicurezza stradale)

- ARPACAL
- Azienda Sanitaria Provinciale di Catanzaro - Dipartimento di Prevenzione
- CNR-ISAC Lamezia Terme (CZ)
- CNR-IAA di Cosenza

Società Private partecipanti:

- ARIANET Srl (mandataria di RTI per affidamento pubblico ARPACAL)

**MATTINO (ORE 09:30-10:30)**

**I PARTE Saluti ed introduzione**

Saluti Regione Calabria (Assessore Ambiente)	Regione Calabria
Saluti Regione Calabria (Assessore Infrastrutture, Lavori Pubblici, Mobilità)	Regione Calabria
Saluti ed introduzione Regione Calabria (Direttore Dipartimento Ambiente e Territorio)	Regione Calabria
Saluti ed introduzione Regione Calabria (Dipartimento Infrastrutture, Lavori Pubblici, Mobilità)	Regione Calabria
Saluti ed introduzione ARPACAL (Commissario Straordinario, Direttore Scientifico f.f.)	ARPACAL

**MATTINO (ORE 10:30-13:30)**

**II PARTE sessione relazioni** *(durata massima di ciascun intervento 20 minuti)*

La qualità dell'aria e l'inquinamento atmosferico: effetti sulla salute a breve e lungo termine - dati epidemiologici e prospettive	Azienda Sanitaria Provinciale di Catanzaro (Relatore Dott.ssa Maria Antonietta Soccio)
Gli obblighi in capo alle Regioni sul monitoraggio della qualità dell'aria	Relatore Regione Calabria (Dott.ssa Orsola Reillo)
L'evoluzione della RRQA (Rete Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria) e del SIQUA (Sistema Informativo della Qualità dell'Aria) nella Regione Calabria	Relatore ARPACAL (Ing. Domenico Vottari)
La reportistica ed i sistemi nazionali ed europei di raccolta, elaborazione e valutazione dei dati di qualità dell'aria – sistema dei dataset europei InfoAria e sistema AirIndex	Relatore ARPACAL (Dott. Pasquale Crea)
L'utilizzo di dati ambientali di qualità dell'aria per la Sezione Inquinamento Atmosferico dell'Osservatorio della Mobilità della Regione Calabria e prospettive di mobilità sostenibile	Relatore Regione Calabria (Dott.ssa Valeria Scopelliti)
Monitoraggio gas clima-alteranti e aerosol presso l'Osservatorio costiero Regional	Relatore CNR ISAC di

GAW-WMO del CNR-ISAC di Lamezia Terme: risultati e studi degli impatti sul territorio e sul clima	Lamezia Terme (Dott.ssa Claudia Calidonna)
Architettura dei sistemi di modellistica previsionale per la qualità dell'aria utilizzati in Regione Calabria dall'ARPACAL <ul style="list-style-type: none"> <li>- uso del sistema regionale per la previsione e la valutazione della qualità dell'aria (VQA) su base annuale</li> <li>- esempi d'integrazione di dati modellistici e dati osservati</li> </ul>	Relatore ARPACAL (CPS Senior Emilio Centorrino)
Uso avanzato dei sistemi di modellistica previsionale per la qualità dell'aria per: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>inventari delle emissioni da traffico stradale</i></li> <li>- <i>modellizzazione degli impatti di porti, aeroporti ed altre infrastrutture significative</i></li> </ul>	Relatore ARIANET Srl Milano (Ing. Giuseppe Calori)
Intervento a cura di CNR IAA Cosenza <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Osservatorio Climatico-Ambientale di alta quota sito in Monte Curcio (Sila Grande): reti di monitoraggio di afferenza e studio della variabilità della composizione dell'atmosfera".</i></li> </ul>	Relatore CNR- IAA di Cosenza (Dott.ssa Mariantonia Bencardino)

**PAUSA (ORE 13:30-14:30)**

**POMERIGGIO (ORE 14:30-16:30)**

**III PARTE sessione relazioni pomeriggio (durata massima di ciascun intervento 20 minuti)**

Uso avanzato dei sistemi di modellistica previsionale per la qualità dell'aria per: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>studi di impatto con uso del software SPRAY e relativi esempi di modellizzazione (termovalorizzatori, emissioni odorigene, etc.)</i></li> </ul>	Relatore ARIANET Srl Milano (Ing. Giuseppe Calori)
La normativa DM 30/03/2017 per la Quality Assurance/Quality Control (QA/QC) nelle Reti di Monitoraggio della Qualità dell'Aria – il posizionamento della Regione Calabria	Relatore ARPACAL (Dott.ssa Marianna Caravita)
Analisi di levoglucosano su filtri particolato atmosferico PM <sub>10</sub> come tracciante di combustione di biomassa	Relatore ARPACAL (Dott. Pasquale Crea)
Episodi rilevanti di trasporto a medio e lungo raggio di materiale particellare di origine naturale e antropica monitorati presso l'Osservatorio CNR-ISAC di Lamezia Terme	Relatore CNR ISAC (Dott. Ivano Ammoscato)

**POMERIGGIO (ORE 16:30-17:30)**

**IV PARTE necessità, prospettive e conclusioni**

Esigenze di strutturazione e di aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni	Relatore ARPACAL (Dott.ssa Claudia Tuoto)
Trend degli inquinanti dell'aria ai fini dell'evoluzione del programma di valutazione e della rete di misura previsti dal D.Lgs. 155/2010 s.m.i.	Relatore ARPACAL
Question and answers.	Risposte a cura dei relatori presenti
Conclusioni	REGIONE CALABRIA (Dott.ssa Orsola Reillo)

Le presentazioni e tutti i lavori del seminario sono stati resi disponibili a tutti gli stakeholders sui rispettivi siti istituzionali di Regione Calabria ed ARPACAL ed ivi ancora consultabili.

**Seminario tecnico scientifico sul monitoraggio della qualità dell'aria in Calabria**

**LA VALUTAZIONE DEL PARTICOLATO NELLA PROVINCIA DI CROTONE E AREA SIN**

**Arpacal**  
 Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria

**Servizio Tematico Aria**  
 Dipartimento di CROTONE  
 Dott.ssa Serafina Oliverio



**Seminario Tecnico Scientifico sul Monitoraggio della Qualità dell'Aria in Calabria**

**Mariantonia Bencardino**  
 Ricercatrice III Livello  
 Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del CNR - sede secondaria di Rende -

**OSSEVATORIO MONTA CURCIO**

**CNR-IRA**  
 Istituto sull'Inquinamento Atmosferico

27 Marzo 2019  
 Cittadella Regionale



**ARPACAL**

L'evoluzione della Rete Regionale della Qualità dell'Aria (RRQA) e del Sistema Informativo per la Qualità dell'Aria (SIQUA) nella Regione Calabria

**Sintesi delle principali attività ad oggi svolte da ARPACAL per la Regione Calabria a valere sulla Direttiva 2008/50/CE**

Ing. Domenico Vottari

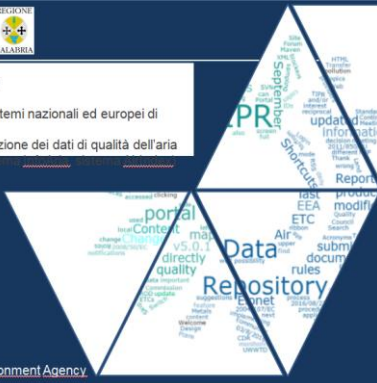


**ARPACAL**

La reportistica ed i sistemi nazionali ed europei di raccolta, elaborazione e valutazione dei dati di qualità dell'aria

**Data Repository**

European Environment Agency



**MONITORAGGIO GAS CLIMA-ALTERANTI E AEROSOL PRESSO L'OSSERVATORIO COSTIERO REGIONAL GAW-WMO DEL CNR-ISAC DI LAMEZIA TERME: RISULTATI E STUDI DEGLI IMPATTI SUL TERRITORIO E SUL CLIMA**

C.R. Calidonna, I. Ammoscato, E. Avolio, M. De Pino, D. Gulli, T. Lo Feudo

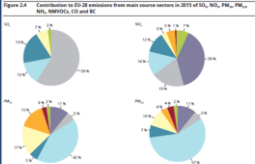
Consiglio Nazionale delle Ricerche  
 Istituto di Scienze dell' Atmosfera e del Clima  
 Lamezia Terme

[cr.calidonna@isac.cnr.it](mailto:cr.calidonna@isac.cnr.it)

**ARPACAL**

**Trend degli inquinanti dell'aria ai fini dell'evoluzione del programma di valutazione e della rete di misura previsti dal D.Lgs. 155/2010 s.m.i.**

Figura 2.4 Concentrazione in 20-28 settembre (tre mesi oscuri) nel 2017 di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NH<sub>3</sub>, Metano, CO ed O<sub>3</sub>



Ing. Domenico Vottari