

Indice		pagina
1.0	Normativa di riferimento	3
2.0	Descrizione della rete di monitoraggio	6
3.0	Descrizione degli inquinanti	7
3.1	Biossido di Zolfo SO ₂	7
3.2	Biossido di Azoto NO ₂	7
3.3	Monossido di Carbonio CO	7
3.4	Polveri sospese PM10	7
3.5	Ozono O ₃	7
4.0	Andamento e criticità al 2011 degli inquinanti monitorati	8
4.1	Biossido di zolfo (SO ₂)	9
4.2	Monossido di carbonio (CO)	10
4.3	Biossido d'azoto (NO ₂)	11
4.4	Ozono (O ₃)	13
4.5	Particolato (PM10)	15
5.0	Conclusioni	17

1.0 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa vigente in materia di qualità dell'aria è rappresentata dal testo unico D.lgs. n. 155 del 13/08/2010, che istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione dell'aria ambiente. A tal fine il D.lgs. 155/2010 stabilisce i valori limite ed i valori obiettivo riportati nella sottostante tabella.

Tabella - Valori limite degli inquinanti atmosferici per la protezione della salute umana

Inquinante	Valore Limite	Periodo di mediazione	Legislazione
Monossido di Carbonio (CO)	Valore limite protezione salute umana, 10 mg/m ³	Max media giornaliera calcolata su 8 ore	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Biossido di Azoto (NO₂)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 18 volte per anno civile, 200 µg/m ³	1 ora	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, 40 µg/m ³	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
	Soglia di allarme 400 µg/m ³	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.lgs. 155/2010 Allegato XII
Biossido di Zolfo (SO₂)	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile, 350 µg/m ³	1 ora	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile, 125 µg/m ³	24 ore	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
	Soglia di allarme 500 µg/m ³	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.lgs. 155/2010 Allegato XII
Particolato Fine (PM₁₀)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 35 volte per anno civile, 50 µg/m ³	24 ore	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, 40 µg/m ³	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Particolato Fine (PM_{2.5}) FASE I	Valore limite, da raggiungere entro il 1° gennaio 2015, 25 µg/m ³	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Particolato Fine (PM_{2.5}) FASE II	Valore limite, da raggiungere entro il 1° gennaio 2020, valore indicativo 20 µg/m ³	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Ozono (O₃)	Valore obiettivo per la protezione della salute umana, da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni, 120 µg/m ³	Max media 8 ore	D.lgs. 155/2010 Allegato VII
	Soglia di informazione, 180 µg/m ³	1 ora	D.lgs. 155/2010 Allegato XII
	Soglia di allarme, 240 µg/m ³	1 ora	D.lgs. 155/2010 Allegato XII
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, nell'arco di un anno civile. 120 µg/m ³	Media max giorn.su 8 ore nell'arco di un anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato VII

	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione, AOT40 (valori orari) come media su 5 anni: 18.000($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$)	Da maggio a luglio	D.lgs. 155/2010 Allegato VII
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione, AOT40 (valori orari) : 6.000($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$)	Da maggio a luglio	D.lgs. 155/2010 Allegato VII
Benzene	Valore limite protezione salute umana, 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo, 1 ng/m^3	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XIII
Piombo	Valore limite, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0,5	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Arsenico	Valore obiettivo, ng/m^3 6,0	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XIII
Cadmio	Valore obiettivo, ng/m^3 5,0	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XIII
Nichel	Valore obiettivo, ng/m^3 20,0	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XIII

Livelli critici per la protezione della vegetazione

Inquinante	Livello critico annuale (anno civile)	Livello critico invernale (1° ottobre – 31 marzo)	Legislazione
Biossido di Zolfo (SO₂)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 20	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 20	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Ossidi di Azoto (NO_x)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 30	-----	D.lgs. 155/2010 Allegato XI

Ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente il D.lgs. 155/2010 fissa per i diversi parametri la **soglia di valutazione superiore (S.V.S.)** e la **soglia di valutazione inferiore (S.V.I.)** (Allegato II del D.lgs. 155/2010).

Il superamento delle soglie di valutazione superiore ed inferiore deve essere determinato in base alle concentrazioni degli inquinanti nell'aria ambiente nei cinque anni civili precedenti.

Il superamento si realizza se la soglia di valutazione è stata superata in almeno tre sui cinque anni civili precedenti.

ZONE E AGGLOMERATI IN CUI	MISURAZIONI IN SITI FISSI
LIVELLI INQUINANTI > S. V. S.	OBBLIGATORIE
S.V.I. < LIVELLI INQUINANTI < S.V.S.	OBBLIGATORIE MA POSSONO ESSERE COMBinate CON TECNICHE DI MODELLIZZAZIONE
LIVELLI INQUINANTI < S.V.I.	SONO SUFFICIENTI TECNICHE DI MODELLIZZAZIONE O DI STIMA OBIETTIVA

Si applicano le seguenti soglie di valutazione (si riportano solo quelle relative agli inquinanti da noi attualmente monitorati):

SO₂	Protezione salute umana	Protezione vegetazione
S.V.S.	60% del valore limite sulle 24 ore (75 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile)	60% del livello critico invernale (12 µg/m³)
S.V.I.	40% del valore limite sulle 24 ore (50 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile)	40% del livello critico invernale (8 µg/m³)

NO₂	Protezione della salute umana	
S.V.S.	70% del valore limite orario (140 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile)	80% del valore limite annuale (32 µg/m³)
S.V.I.	50% del valore limite orario (100 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile)	65% del valore limite annuale (26 µg/m³)

PM₁₀	Media su 24 ore	Media annuale
S.V.S.	70% del valore limite (35 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile)	70% del valore limite (28 µg/m³)
S.V.I.	50% del valore limite (25 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile)	50% del valore limite (20 µg/m³)

CO	Media su 8 ore
S.V.S.	70% del valore limite (7 µg/m³)
S.V.I.	50% del valore limite (5 µg/m³)

2.0 DESCRIZIONE DELLA RETE DI MONITORAGGIO

Si riporta di seguito l'elenco degli analizzatori chimici e dei sensori meteo installati nelle 5 stazioni di monitoraggio per il rilevamento della qualità dell'aria.

RG01 CAMPO DI ATLETICA	RG02 RAGUSA IBLA	RG03 VILLA ARCHIMEDE	RG04 PIAZZA STURZO	RG05 MARINA DI RAGUSA
Stazione di fondo suburbana	Stazione da traffico urbana	Stazione di fondo urbana	Stazione da traffico urbana	Stazione di fondo suburbana
Ossidi di azoto NO- NO₂-NO_x	Ossidi di azoto NO-NO₂-NO_x	Ossidi di azoto NO- NO₂-NO_x	Ossidi di azoto NO- NO₂-NO_x	Ossidi di azoto NO- NO₂-NO_x
	Biossido di Zolfo SO₂	Biossido di Zolfo SO₂		
		Monossido Carbonio CO	Monossido Carbonio CO	Monossido Carbonio CO
Idrocarburi non Metanici NMHC		Idrocarburi non Metanici NMHC	Idrocarburi non Metanici NMHC	Idrocarburi non Metanici NMHC
Polveri PM10	Polveri PM10	Polveri PM10	Polveri PM10	Polveri PM10
Ozono O₃		Ozono O₃		
Radiazioni Solari U.V.		Radiazioni Solari U.V.		
Pluvio		Pluvio		
Direzione Vento		Direzione Vento		
Velocità Vento		Velocità Vento		
Umidità Relativa		Umidità Relativa		
Pressione		Pressione		
Temperatura		Temperatura		

3.0 DESCRIZIONE DEGLI INQUINANTI

3.1 Biossido di Zolfo SO₂

È un gas incolore dall'odore pungente, tossico. Si forma con la combustione di carbone, gasolio, olio. In città il biossido di zolfo proviene principalmente dai gas di scarico dei veicoli a motore, dagli impianti termici a gasolio e a carbone, dalle emissioni delle industrie.

- **Effetti sulla salute:** irritante per gli occhi e per le vie respiratorie.
- **Effetti sull'ambiente:** il biossido di zolfo è il principale responsabile delle piogge acide.

3.2 Biossido di Azoto NO₂

È un gas di colore rosso scuro, di odore pungente e soffocante, altamente tossico e forte ossidante. Si forma per effetto naturale ed antropico, sia dai processi di combustione, sia dai fertilizzanti azotati.

- **Effetti sulla salute:** è altamente tossico. Irritante per le vie respiratorie e per gli occhi. Può provocare edema polmonare e problemi al sangue. Se inalato, in dosi elevate è letale.
- **Effetti sull'ambiente:** favorisce il formarsi delle piogge acide che danneggiano boschi e monumenti, genera smog fotochimico, corrode ed eutrofizza.

3.3 Monossido di Carbonio CO

È un gas incolore e inodore infiammabile, e molto tossico. Si sviluppa con la combustione incompleta di carburanti e combustibili. In città, il monossido di carbonio proviene principalmente dai gas di scarico dei veicoli con motore a idrocarburi, dagli impianti di riscaldamento, e dagli scarichi industriali.

- **Effetti sulla salute:** altamente tossico. Se respirato, il monossido di carbonio impedisce l'ossigenazione del sangue provocando mal di testa, problemi di respirazione, senso di debolezza. Se inalato, in grande quantità è letale. La sua pericolosità è dovuta alla formazione con l'emoglobina del sangue di un composto fisiologicamente inattivo, la **carbossi-emoglobina**, che impedisce l'ossigenazione dei tessuti.
- **Effetti sull'ambiente:** il monossido di carbonio è uno dei gas responsabili dell'effetto serra.

3.4 Particolato PM₁₀

Il PM₁₀ è una componente dell'aerosol atmosferico. Le polveri sospese denominate PM₁₀ hanno un diametro inferiore a 10 millesimi di millimetro. Sono prodotte dai processi di combustione, in particolare dei prodotti derivati dal petrolio (trasporti, industria, riscaldamento), di origine naturale (erosioni) o provenienti da attività estrattive, edilizie, ecc. Nel particolato fine sono presenti inquinanti come gli idrocarburi policiclici aromatici (benzene, benzo(a)pirene, ecc.), metalli (cromo, nichel, cadmio) e minerali (silice, asbesto) che, facilmente, vengono trasportati nell'aria. In città il particolato si diffonde nell'aria principalmente dai veicoli, in particolare dai gas di scarico, dall'usura dei freni e dei pneumatici.

- **Effetti sulla salute:** Il PM₁₀ è talmente fine da penetrare direttamente nei polmoni durante la respirazione. Può danneggiare il sistema respiratorio e il sistema cardio-circolatorio. Inoltre le fibre d'amianto contenute nel PM₁₀ sono cancerogene. Le polveri sottili trasportano anche virus e batteri.
- **Effetti sull'ambiente:** è responsabile delle piogge acide, dello smog fotochimico, dell'effetto serra.

3.5 Ozono O₃

L'ozono è un inquinante secondario, presente negli strati inferiori dell'atmosfera, formato da reazioni fotochimiche che coinvolgono gli ossidi di azoto e i composti organici volatili. L'ozono presente negli strati superiori dell'atmosfera (stratosfera), aiuta a ridurre l'ammontare di radiazioni ultraviolette che raggiungono la superficie terrestre. Tuttavia l'ozono presente nella bassa atmosfera è un gas irritante e può causare problemi alla respirazione.

- **Effetti sulla salute:** l'ozono è dannoso per l'uomo e le altre specie animali in quanto è un irritante polmonare. Causa diversi problemi respiratori, riduce le funzioni dei polmoni e aumenta la vulnerabilità dell'organismo nei confronti delle infezioni dell'apparato respiratorio.
- **Effetti sull'ambiente:** contribuisce allo smog fotochimico, ovvero l'emissione di idrocarburi e ossidi di azoto. Come costituente dello smog fotochimico è tossico non solo per gli esseri umani, ma anche per animali e vegetali.

4.0 ANDAMENTO E CRITICITA' AL 2011 DEGLI INQUINANTI MONITORATI

PARAMETRO	ANNI CONSIDERATI	TENDENZA	CRITICITA'
SO ₂	2009-2011	→	😊
CO	2009-2011	→	😊
NO ₂	2009-2011	↗	😊
O ₃	2009-2011	↗	😊
PM ₁₀	2009-2011	→	😊

legenda:

tendenza in miglioramento	↗
tendenza stabile o oscillante	→
tendenza in peggioramento	↘
criticità assente	😊
criticità moderata	😐
criticità elevata	😞

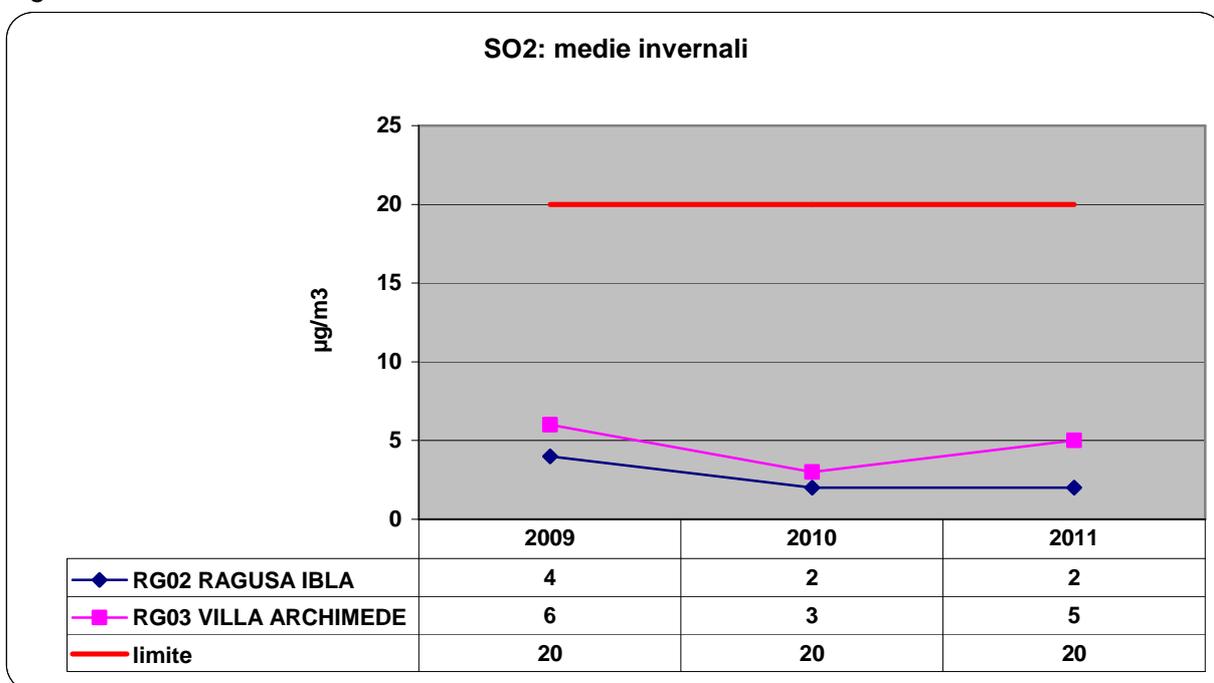
4.1 Biossido di zolfo SO₂

La tendenza è verso la stabilizzazione dei valori medi ambientali su concentrazioni non significative, confermando il fatto che il biossido di zolfo non costituisce un inquinante primario critico.

La sostituzione dei combustibili, quali gasolio o olio, con gas metano, unitamente alla riduzione del tenore di zolfo nei combustibili, hanno contribuito a ridurre le emissioni di questo gas a valori ampiamente inferiori ai limiti normativi.

La Figura 1 rappresenta il confronto delle medie invernali con il livello critico invernale per la protezione della vegetazione pari a 20 µg/m³

Figura 1

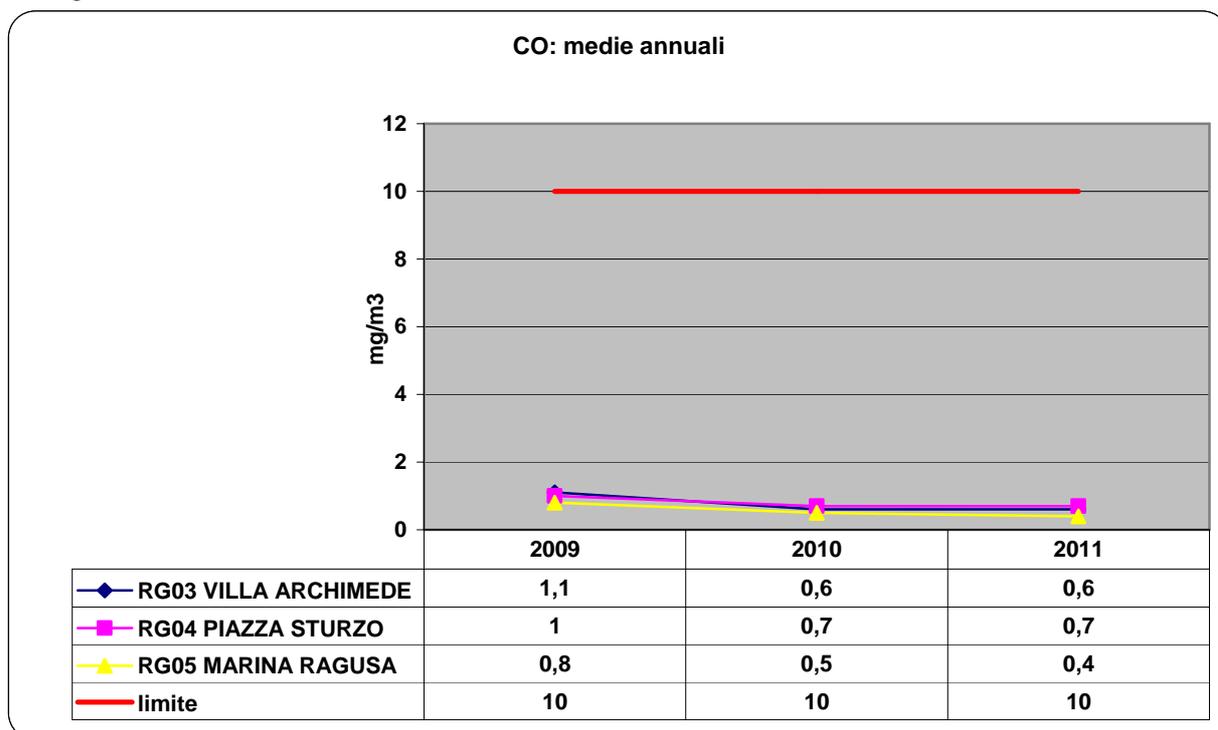


4.2 Monossido di carbonio CO

Dall'anno 2009 all'anno 2011 le concentrazioni di monossido di carbonio misurate nel Comune di Ragusa hanno sempre rispettato il valore limite di 10 mg/m³.

La tendenza è verso la stabilizzazione dei valori monitorati su concentrazioni medie inferiori a 1 mg/m³. Ad oggi il monossido di carbonio rappresenta un inquinante che non desta preoccupazione.

Figura 2



4.3 Biossido d'azoto NO₂

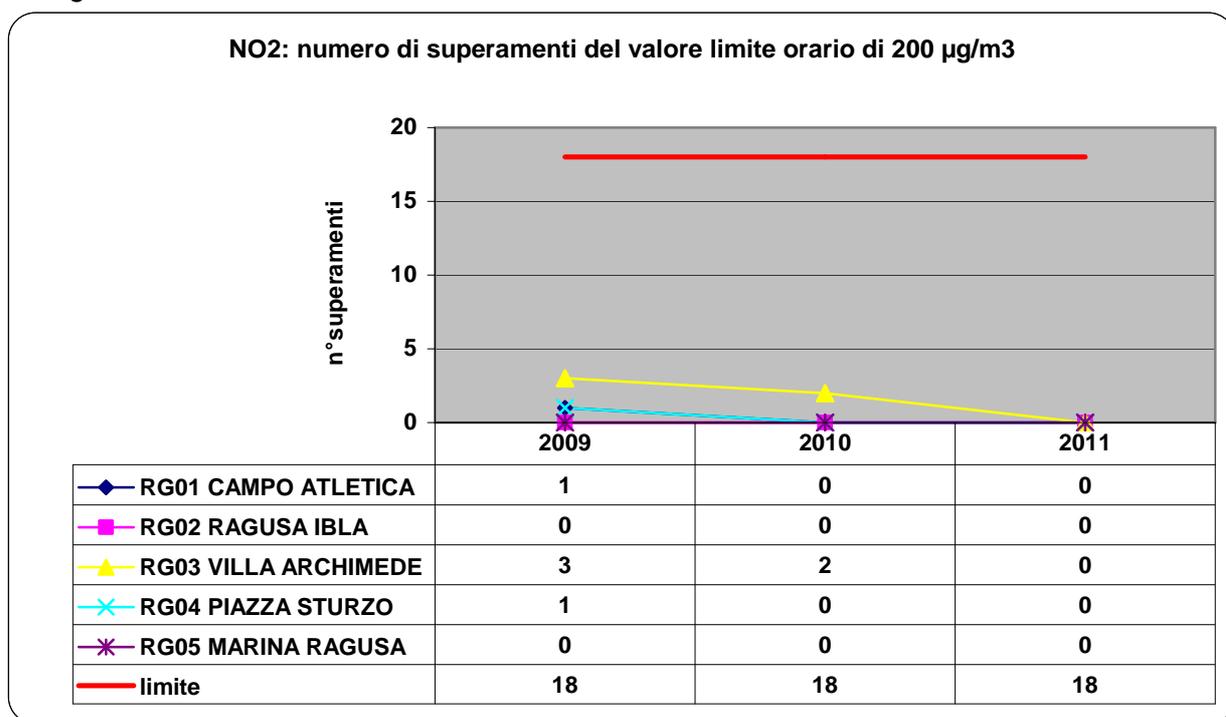
Le fonti antropiche, rappresentate da tutte le reazioni di combustione, comprendono principalmente gli autoveicoli (prevalentemente diesel), le centrali termoelettriche ed il riscaldamento domestico.

La concentrazione in aria ambiente nell'arco della giornata dipende da diversi parametri: flussi di traffico presenti, caratteristiche di dispersione dell'atmosfera e reazioni fotochimiche che avvengono in atmosfera.

Si esamineranno in sequenza due indicatori:

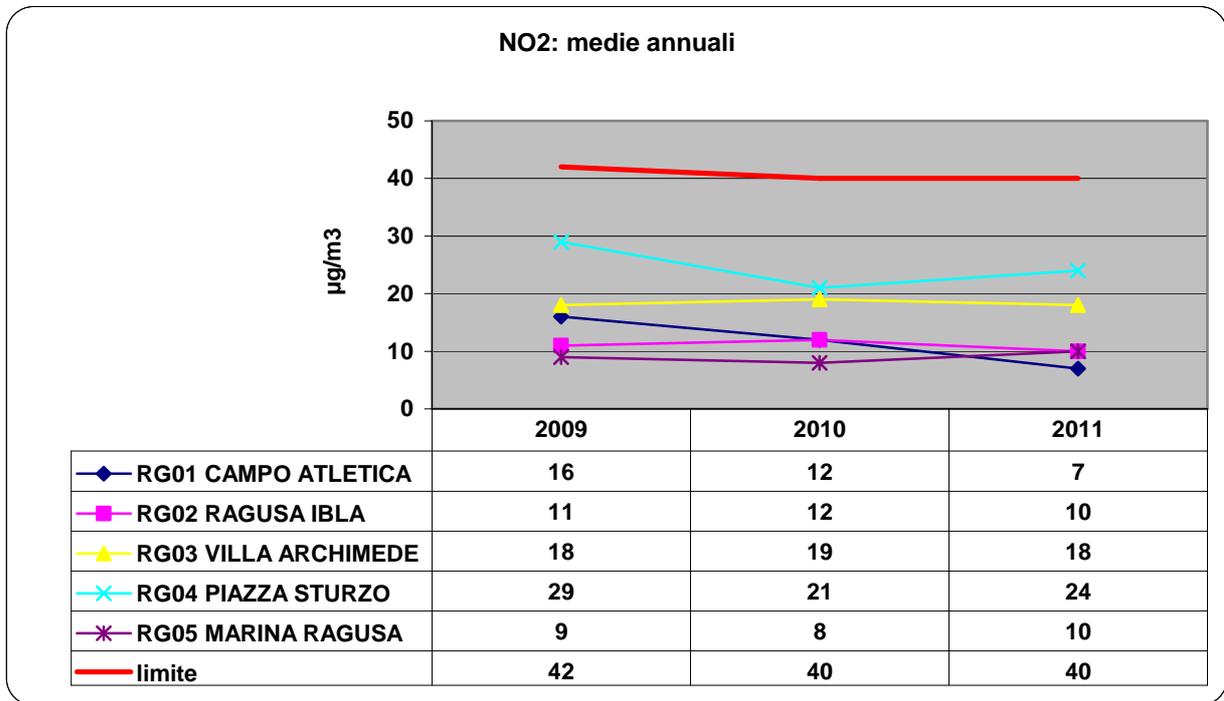
1. Numero di superamenti del valore limite orario di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte all'anno, valido dal 2010 (Figura 3);
2. Confronto delle medie annuali con il limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³, valido dal 2010 (Figura 4).

Figura 3



Con riferimento al primo indicatore, la serie riportata in Figura 3 evidenzia alcuni superamenti del valore limite di 200 µg/m³, valido dal 2010 (prima con un margine di tolleranza); si è trattato tuttavia solo di eventi sporadici e comunque sempre in numero inferiore al limite massimo consentito di 18 volte per anno. Nel 2011 non sono stati registrati superamenti.

Figura 4



Dal confronto delle concentrazioni medie annuali di NO₂, registrate dal 2009 al 2011, non si notano valori superiori al limite annuale di 40 µg/m³ (nel 2009 tale limite era aumentato del margine di tolleranza).

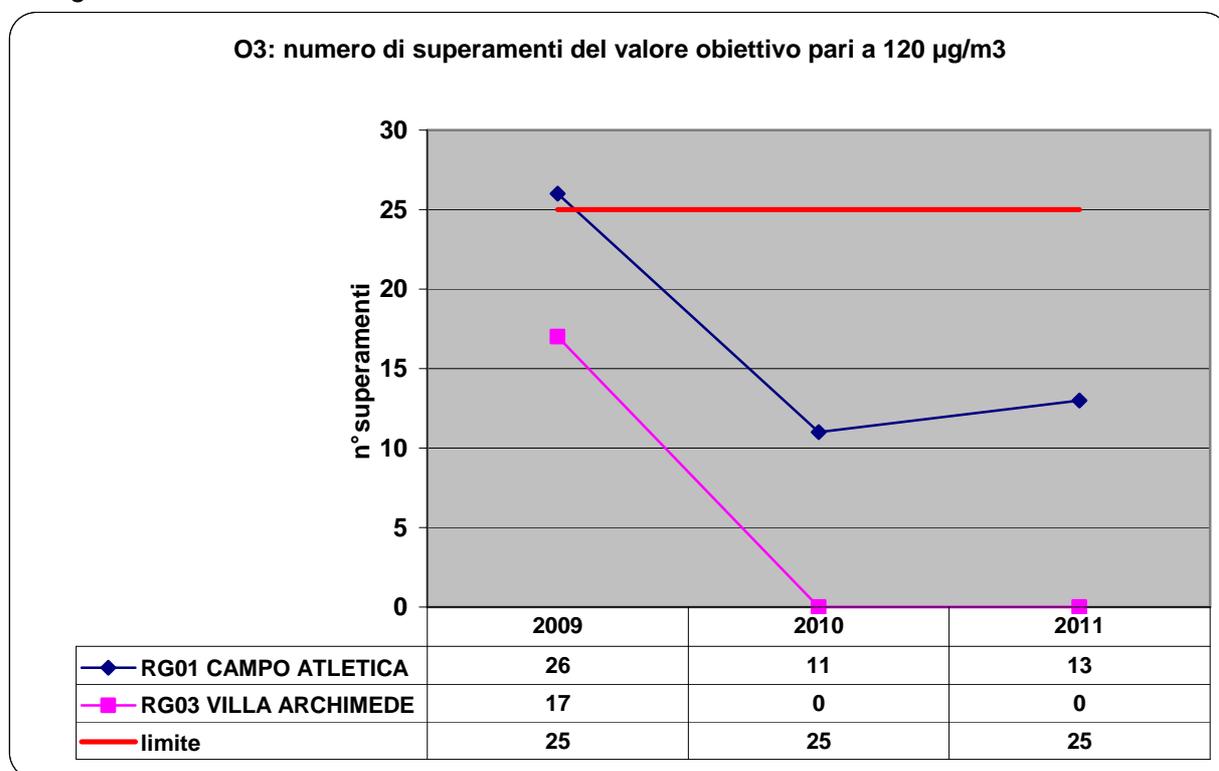
4.4 Ozono O₃

È un tipico inquinante secondario, che non viene direttamente prodotto dalle attività antropiche; si forma nell'atmosfera a seguito delle reazioni fotochimiche che interessano alcuni inquinanti precursori, prodotti dai processi di combustione (NOX, idrocarburi, aldeidi). Le concentrazioni ambientali di O₃ tendono pertanto ad aumentare durante i periodi caldi e soleggiati dell'anno. Nell'arco della giornata, i livelli sono bassi al mattino, raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali, con il diminuire della radiazione solare.

Si esamineranno due indicatori:

1. numero di giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana di 120 µg/m³, come massimo giornaliero medie mobili su 8 ore (Figura 5);
2. Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana nell'arco di un anno civile (Figura 6).

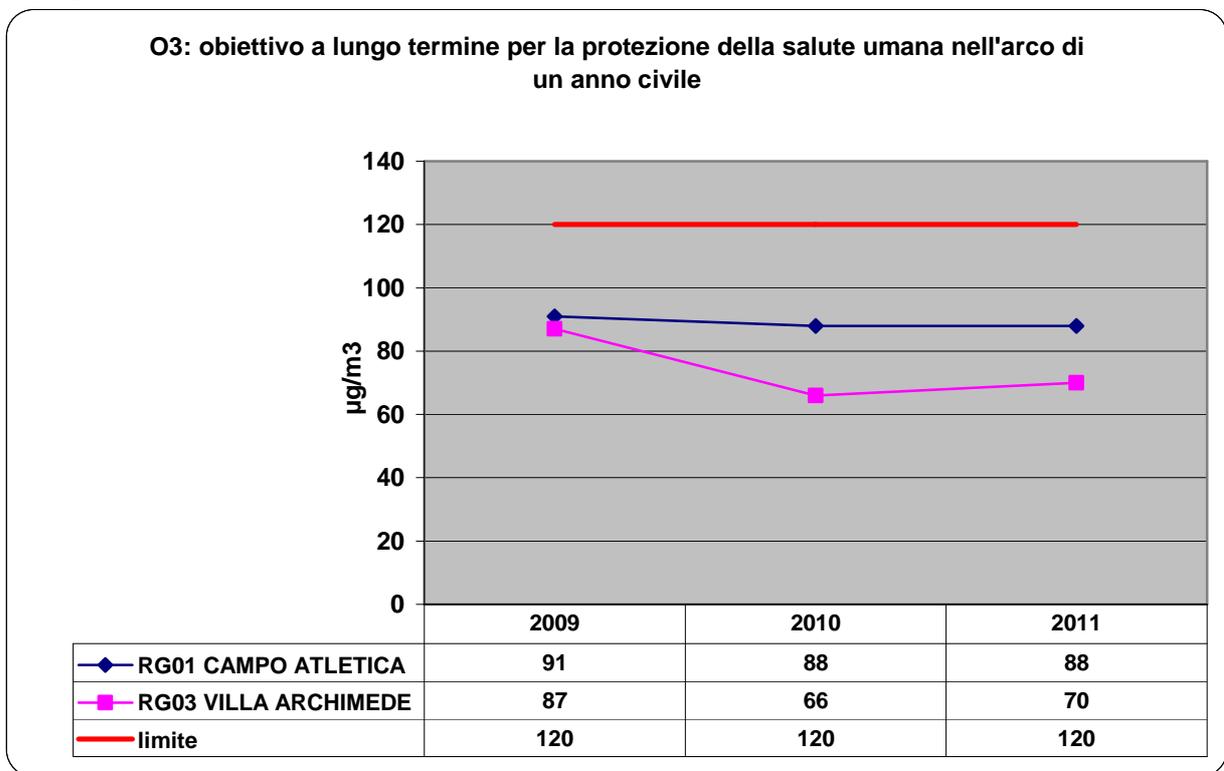
Figura 5



Per l'ozono dal 2009 non è mai stata superata né la soglia di allarme (pari a 240 µg/m³) né soglia di informazione (pari a 180 µg/m³).

Nell'anno 2009, per la stazione RG01 Campo Atletica, il numero di superamenti del valore obiettivo (Figura 5) è stato superiore al limite, ma considerando la serie di dati a nostra disposizione, la media su tre anni relativa alla stessa stazione è pari a 17. Non si rinvengono quindi criticità, anche in considerazione del fatto che il grafico evidenzia una tendenza alla diminuzione dei valori misurati.

Figura 6



Anche l'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana calcolato come "Media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile", non mostra superamenti del valore limite pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.5 Particolato PM₁₀

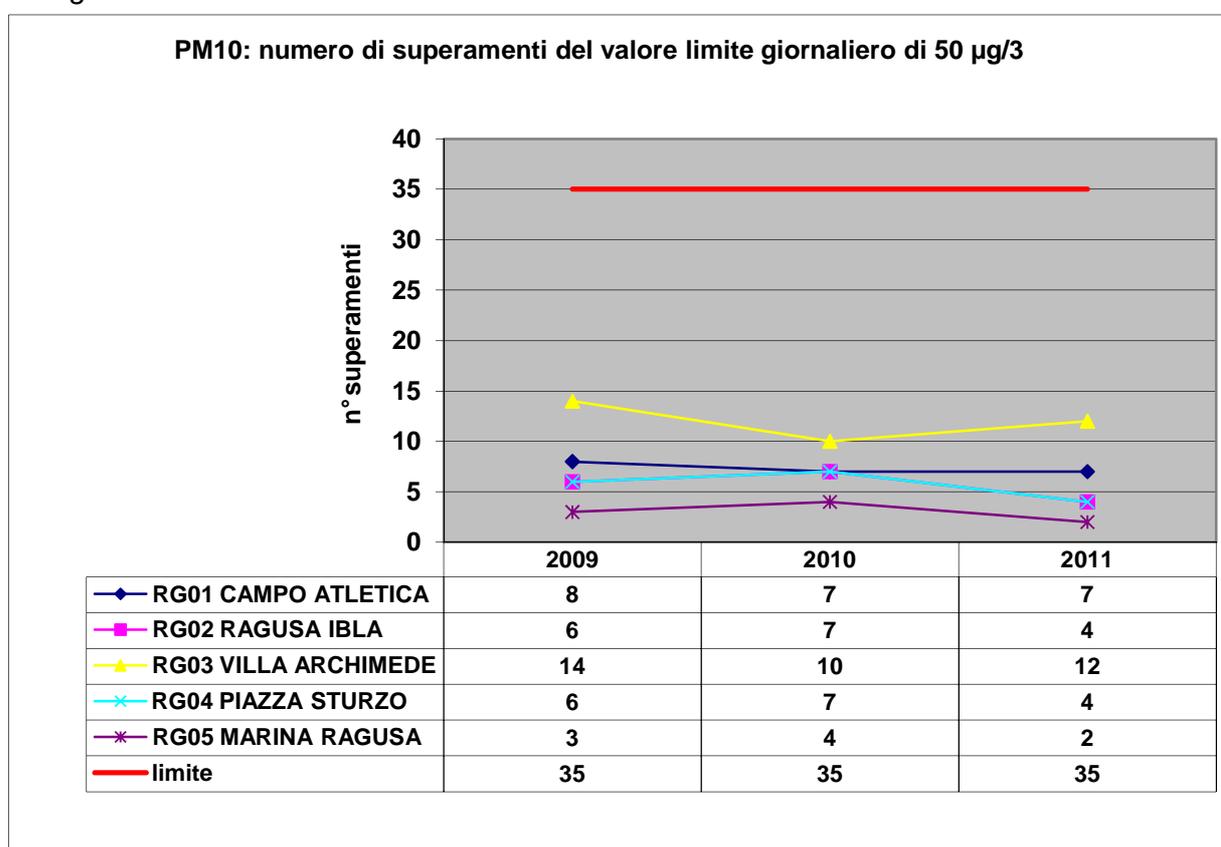
Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente le attività industriali, il traffico veicolare e gli impianti di riscaldamento.

La dimensione media delle particelle determina il tempo medio di permanenza in aria, il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana.

Si esamineranno due indicatori:

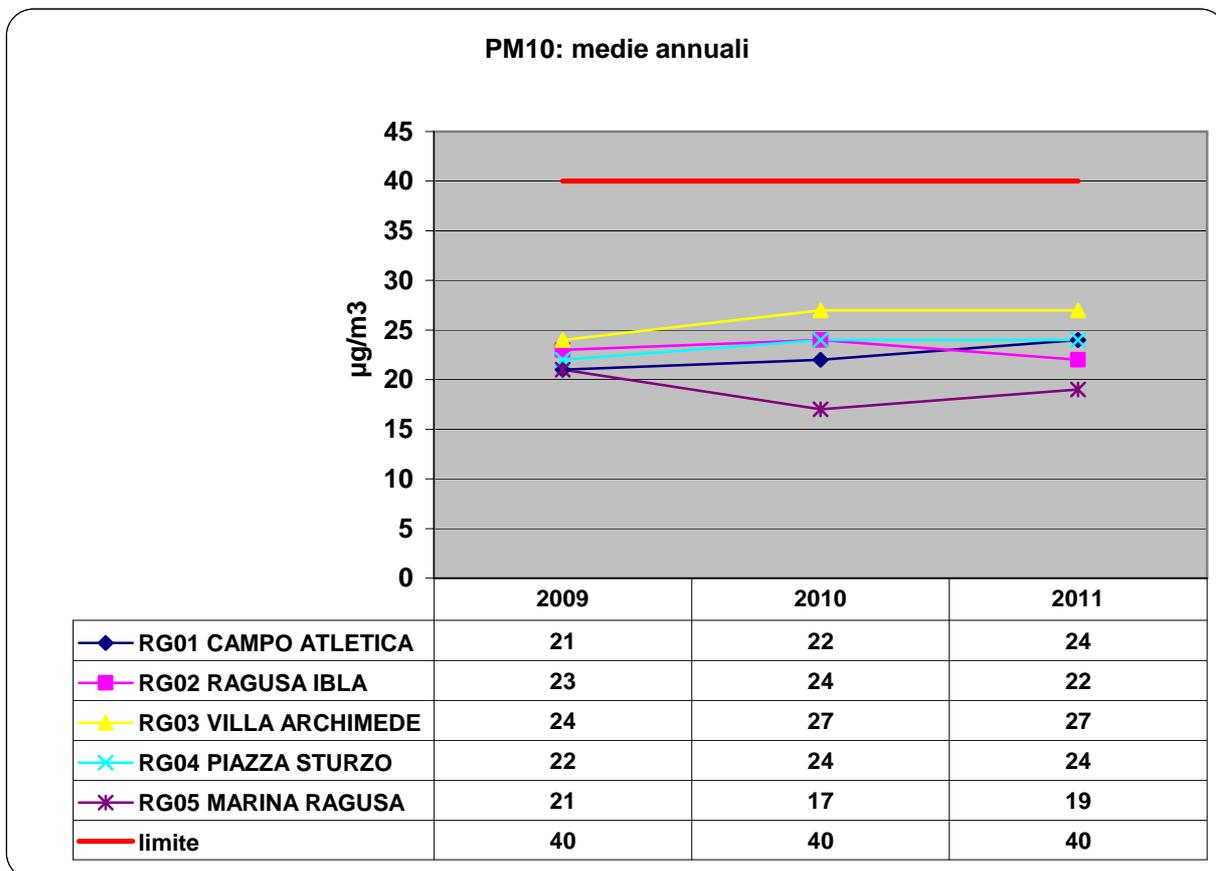
1. Numero di superamenti annui del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno (Figura 7);
2. Confronto delle medie annuali con il valore limite di 40 µg/m³ (Figura 8).

Figura 7



Dal confronto con il primo indicatore, la serie riportata in Figura 7 evidenzia un numero di superamenti sempre in numero inferiore al limite massimo consentito di 35 volte per anno.

Figura 8



Anche dal confronto delle concentrazioni medie annuali di PM10 registrate negli anni 2009-2011 non si notano valori superiori al limite annuale di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nel complesso le medie annuali oscillano intorno a valori compresi nell'intervallo 17-27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.0 CONCLUSIONI

L'analisi dei dati raccolti nel 2011 dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria del Comune di Ragusa, raffrontati con i dati degli ultimi anni e con i criteri previsti dalla normativa, ha portato ad alcune valutazioni di tendenza.

Relativamente a biossido di zolfo (SO₂) e monossido di carbonio (CO) non sono stati rilevati superamenti dei valori limite negli ultimi anni; allo stato attuale perciò questi inquinanti non presentano particolari criticità.

Per quanto riguarda i valori di biossido d'azoto (NO₂) e Ozono (O₃), si nota una tendenziale lieve riduzione delle concentrazioni medie, così come di una riduzione del numero di superamenti dei relativi valori limite. Ciò è importante in quanto gli ossidi d'azoto sono precursori dell'ozono ed importante componente dello smog fotochimico, che contribuisce alla formazione del particolato secondario (cioè formatosi secondariamente nell'atmosfera a seguito di reazioni chimiche).

Vediamo infine l'andamento del particolato atmosferico: sostanzialmente si rilevano valori medi annuali abbastanza stabili ed oscillanti intorno a concentrazioni dell'ordine di 20-25 µg/m³. Il numero di superamenti risulta essere sempre al di sotto di quello consentito. Bisogna tener presente che la caratteristica delle polveri fini di veicolare altre specie chimiche, quali IPA e metalli pesanti, rende questo inquinante di grande interesse per la salute pubblica.

Sicuramente, oltre che le politiche volte alla riduzione delle emissioni, anche le condizioni meteorologiche di dispersione degli inquinanti, presenti per gran parte dell'anno nel territorio del Comune di Ragusa, aiutano spesso a mantenere al di sotto dei limiti di legge le concentrazioni degli inquinanti monitorati.

Comune di Ragusa

Assessorato all'Ambiente
Settore VIII – Ambiente, Energia e Protezione Civile
Via Mario Spadola 56
97100 Ragusa
Tel 0932 676436
Fax 0932 654280
www.comune.ragusa.gov.it

ARPA Sicilia

Struttura Territoriale di Ragusa
Unità Operativa Monitoraggi
Viale Sicilia 7
97100 Ragusa
Tel 0932 234701
Fax 0932 234722
www.arpa.sicilia.it