

ARPAV

Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

**arpav****Dipartimento Provinciale ARPAV di Padova**

Via Ospedale, 22
35121 Padova Italy
Tel. +39 049 8227801
Fax +39 049 8227810
e-mail: dappd@arpa.veneto.it

Servizio Stato dell'Ambiente

Via Ospedale, 22
35121 Padova Italy
Tel. +39 049 8227802
Fax +39 049 8227810

Responsabile del Procedimento:

Ing. Ilario Beltramin

La qualità dell'aria in Comune di Padova nell'anno 2011. Sintesi dei risultati del monitoraggio

ARPAV

Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Centr. +39 049 8239301-303
Codice Fiscale 92111430283
Partita IVA 03382700288
e-mail: urp@arpa.veneto.it
www.arpa.veneto.it

Direzione Generale
Via Matteotti 27
35137 Padova - Italy
Tel. +39 049 8239341-354
Fax +39 049 660966

Direzione Area Amministrativa
Tel. +39 049 8239302
Fax +39 049 660966

Direzione Area Tecnico-Scientifica
Direzione Area Ricerca e Informazione
Tel. +39 049 8767610-633
Fax +39 049 8767670

Realizzato da:

ARPAV - DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI PADOVA

Servizio Stato dell'Ambiente

A cura di : Ilario Beltramin, Alberto Dalla Fontana, Antonella Pagano

Indice

Legenda.....	3
1. Introduzione.....	4
2. Quadro di riferimento normativo: Il D.Lgs. N. 155/2010.....	7
3. Presentazione dei risultati.....	9
Biossido di zolfo.....	11
Ossidi di azoto.....	11
Biossido di azoto.....	11
Particolato PM 10.....	12
Particolato PM 2.5.....	13
Monossido di Carbonio.....	14
Piombo.....	14
Benzo(a)pirene.....	15
Benzene.....	16
Ozono.....	16
Nichel, Arsenico, Cadmio e Mercurio.....	18
4. Effetti sulla salute.....	20
5. Tendenza nel periodo 2008-2011.....	21
6. Tendenza nel periodo 2002-2011.....	26
7. Riferimenti.....	31

Legenda

NO_x: ossidi di azoto. Costituiti dalla somma di Biossido di azoto (NO₂) e Monossido di azoto (NO)

NO₂: biossido di azoto

CO: monossido di carbonio

SO₂: biossido di zolfo

O₃: ozono

PM10: particolato con diametro inferiore a 10 µm

PM2.5: particolato con diametro inferiore a 2.5 µm

Bap: Benzo(a)pirene, fa parte degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

C₆H₆: Benzene

Metalli: Pb (Piombo) + Hg (Mercurio) + Cd (Cadmio) + Ni (Nichel) + As (Arsenico)

T.U. : stazione di traffico urbano

B.U. : stazione di fondo urbano

I.U. : stazione industriale in ambito urbano

1. Introduzione

Questo rapporto ha lo scopo di fornire una valutazione dei livelli di inquinanti atmosferici nel territorio del comune di Padova relativamente all'anno 2011. L'analisi è condotta mediante l'elaborazione statistica delle misure di concentrazione delle centraline fisse di monitoraggio dislocate sul territorio. Ove la serie storica delle centraline lo consenta, sono stati valutati anche le tendenze nel tempo degli inquinanti. Le centraline considerate sono cinque e hanno le seguenti caratteristiche:

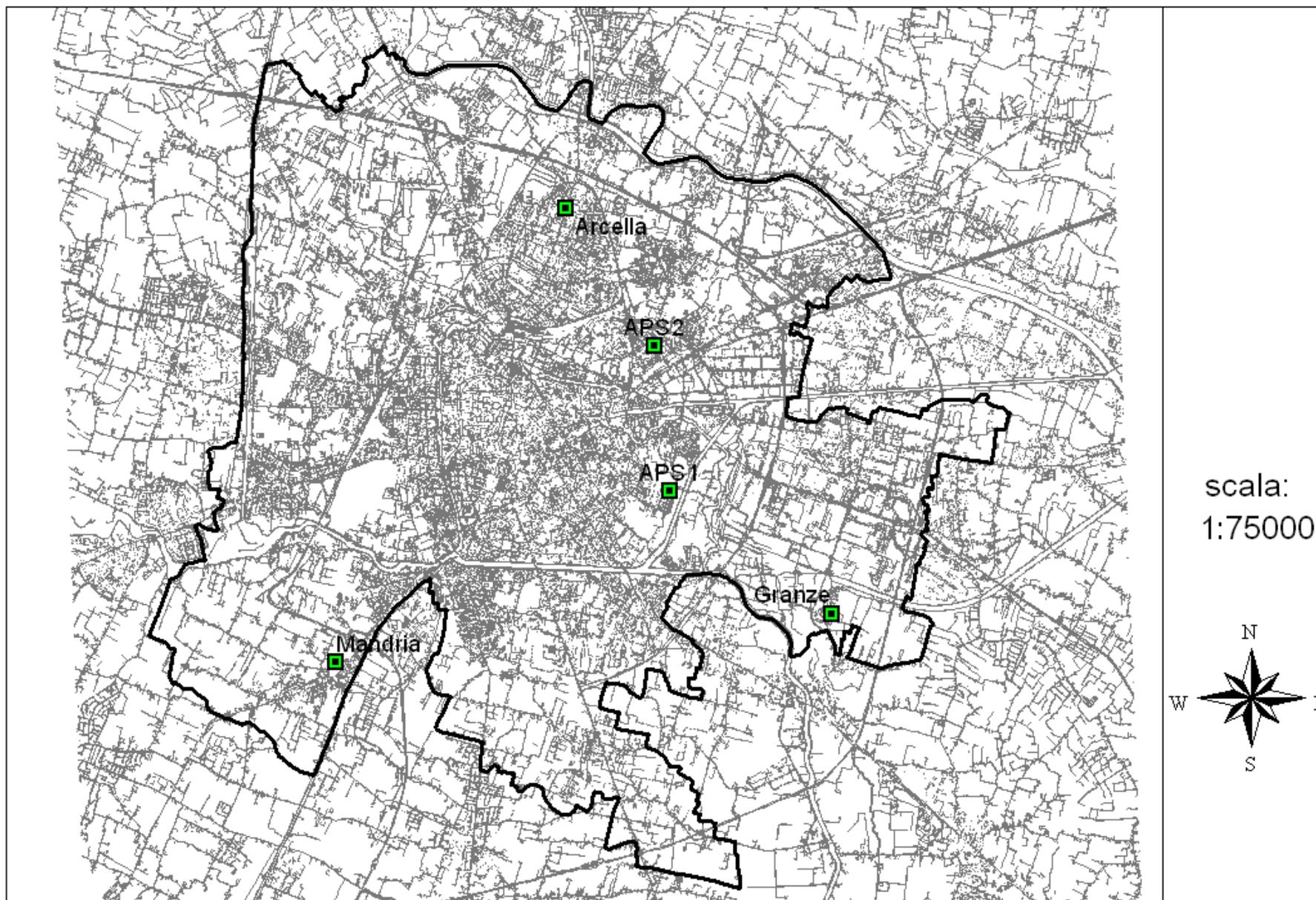
stazione	Tipologia	Inquinanti monitorati								
		NOx/NO ₂	CO	SO ₂	O ₃	PM10	PM2.5	Bap	C ₆ H ₆	Metalli
Arcella	T.U.	X	x	x		x		x	x	x
Mandria	B.U.	X	x	x	x	x	X	x	x	x
Granze	I.U.					x		x		x
APS1	I.U.	X	x	x	x	x	X	x		x
APS2	I.U.	X	x	x	x	x	X	x		x

Gli inquinanti gassosi sono misurati da analizzatori automatici, mentre per il particolato si utilizzano sia dei misuratori automatici, ad assorbimento di radiazione beta, che gravimetrici.

Il Benzo(a)pirene, rappresentante degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), e i metalli (Pb, As, Cd, Ni, Hg) sono determinati dalla caratterizzazione chimica in laboratorio del particolato PM10.

Per il mercurio la norma prevede il monitoraggio, ma non stabilisce un valore obiettivo. Per gli altri inquinanti i valori di riferimento sono riportati nel capitolo 2.

La figura seguente illustra l'ubicazione delle centraline.



Ubicazione delle centraline fisse nel Territorio comunale di Padova.

Nel capitolo 2 è presentato il quadro di riferimento normativo per la qualità dell'aria con i limiti di legge, nel capitolo 3 sono illustrati in forma tabellare i risultati delle elaborazioni statistiche delle misure. Ad ogni inquinante è riservato un paragrafo in cui sono commentati i risultati del monitoraggio, anche in rapporto ai limiti di legge. Il capitolo 4 include una breve descrizione degli effetti sulla salute provocate dall'esposizione in eccesso ai vari inquinanti, evidenziandone la pericolosità in particolare per i gruppi più vulnerabili della popolazione. Infine, i capitoli 5 e 6 presentano un valutazione della tendenza riscontrata sulla base delle serie storiche di ogni centralina.

2. Quadro di riferimento normativo: Il D.Lgs. N. 155/2010

Il Decreto Legislativo 155/2010 del 13/08/2010, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, suppl. ord. n°216 del 15/09/2010 recepisce la direttiva 2008/50/CE relativa alla “qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa” ed è entrato in vigore in data 1 ottobre 2010. Tale decreto riveste particolare importanza nel quadro normativo della qualità dell'aria perché costituisce di fatto un vero e proprio testo unico sull'argomento. Infatti, secondo quanto riportato all'articolo 21 del decreto, sono abrogati il D.Lgs. 351/99, il DM 261/2002, il DM 60/2002, il D.Lgs.183/2004 e il D.Lgs. 152/2007, assieme ad altre norme considerate all'atto pratico di minore importanza. E' importante precisare che la *ratio* di questo testo è quella di unificare sotto un'unica legge la normativa previgente, mantenendo un sistema di limiti e di prescrizioni analogo a quello già in vigore. Gli inquinanti da monitorare e i limiti stabiliti sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente, eccezion fatta per il PM2.5, i cui livelli nell'aria ambiente vengono per la prima volta regolamentati in Italia con il D.Lgs.155/2010. Si sottolinea che per il mercurio lo stesso Decreto prevede il monitoraggio, ma non stabilisce un valore obiettivo.

Nella Tabella seguente sono riportati distintamente i valori limite e i valori obiettivo di riferimento:

Inquinante	Nome limite	Indicatore statistico	Valore
SO₂	Limite per la protezione degli ecosistemi	Media annuale e Media invernale	20 µg/m³
	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	500 µg/m³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	350 µg/m³ da non superare più di <u>24</u> volte per anno civile
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	125 µg/m³ da non superare più di <u>3</u> volte per anno civile
NO_x	Limite per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m³
NO₂	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 µg/m³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m³ da non superare più di <u>18</u> volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m³
PM10	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m³ da non superare più di <u>35</u> volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m³
PM2.5	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m³
CO	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero delle Media mobile 8h	10 mg/m³
Pb	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0.5 µg/m³
BaP	Valore obiettivo	Media annuale	1.0 ng/m³
C₆H₆	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5.0 µg/m³
O₃	Soglia di informazione	superamento del valore orario	180 µg/m³
	Soglia di allarme	superamento del valore orario	240 µg/m³
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m³
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m³ da non superare per più di <u>25</u> giorni all'anno come media su <u>3</u> anni
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m³h da calcolare come media su 5 anni
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m³ · h
Ni	Valore obiettivo	Media Annuale	20.0 ng/m³
As	Valore obiettivo	Media Annuale	6.0 ng/m³
Cd	Valore obiettivo	Media Annuale	5.0 ng/m³

Si sottolinea che per il mercurio il D. Lgs. 155/2010 prevede il monitoraggio, ma non stabilisce un valore obiettivo.

3. Presentazione dei risultati

In questo capitolo si presentano le elaborazioni statistiche delle misure degli inquinanti atmosferici per le stazioni ubicate in comune di Padova, relativamente all'anno 2011. Per il particolato e gli inquinanti che vengono determinati su di esso (il benzo(a)pirene e i metalli), il volume di campionamento si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni. Per gli altri inquinanti il volume di campionamento deve essere standardizzato alla temperatura di 293 K (20 °C) e alla pressione di 101,3 kPa, come prescritto dal D.Lgs. 155/2010.

Nome stazione	SO ₂				NO ₂				NOx		CO		O ₃			
	N. sup. soglia allarme	N. sup. limite orario	N. sup. limite giornaliero	% dati orari validi	N. sup. soglia allarme	N. sup. limite orario	media anno (µg/m3)	% dati orari validi	media anno (µg/m3)	% dati orari validi	N. sup. media mob. 8h	% dati orari validi	N. sup. soglia informazione	N. sup. soglia allarme	N. sup. obiettivo a lungo termine	% dati orari validi
Arcella	no	no	no	95	no	3	47	95	98	95	no	95	20	no	80	95
Mandria	no	no	no	95	no	no	32	95	67	95	no	94	53	no	102	95
APS1	no	no	no	90	no	no	42	93	88	93	no	91	42	no	98	92
APS2	no	no	no	94	no	2	42	95	89	95	no	95	9	no	53	95

Tabella I: parametri statistici dei macro-inquinanti (SO₂, NO₂, NOx, CO, O₃)

Nome stazione	PM 10				PM 2.5				C ₆ H ₆			Ba P	
	N. sup. limite giornaliero	media anno (µg/m3)	N. campioni anno	Metodo di analisi	media anno (µg/m3)	N. campioni anno	Metodo di analisi	media anno (µg/m3)	N. campioni anno	Metodo di analisi	media anno (ng/m3)	N. campioni anno	
Arcella	95	42	362	A	n.d.	n.d.	n.d.	2.6	118	fiale attive	1.3	180	
Mandria	93	44	321	A	34	357	G	2.1	113	fiale attive	1.5	161	
Granze	102	45	341	A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.4	177	
APS1	100	46	323	A	37	317	A	n.d.	n.d.	n.d.	1.7	152	
APS2	93	39	361	A	29	360	A	n.d.	n.d.	n.d.	1.4	178	

A = Automatico, G = Gravimetrico, n.d. = dato non disponibile

Tabella II: parametri statistici del particolato, benzene e benzo(a)pirene

Nome stazione	Pb		As		Ni		Cd		Hg	
	media anno (µg/m3)	N. campioni anno	media anno (ng/m3)	N. campioni anno						
Arcella	0.011	178	0.8	178	3.9	178	0.5	178	0.5	102
Mandria	0.011	158	0.7	158	4.2	158	0.5	158	0.5	90
Granze	0.021	177	0.7	177	2.8	177	0.4	177	0.5	177
APS1	0.013	150	0.8	155	3.5	155	0.5	155	0.5	94
APS2	0.011	182	0.8	182	3.6	182	0.5	182	0.5	103

Tabella III: parametri statistici per i Metalli

Nei paragrafi successivi si commentano i risultati del monitoraggio per ogni inquinante in relazione ai limiti di legge, secondo l'ordine dettato dalla tabella con i valori limite a pag. 8.

Biossido di zolfo

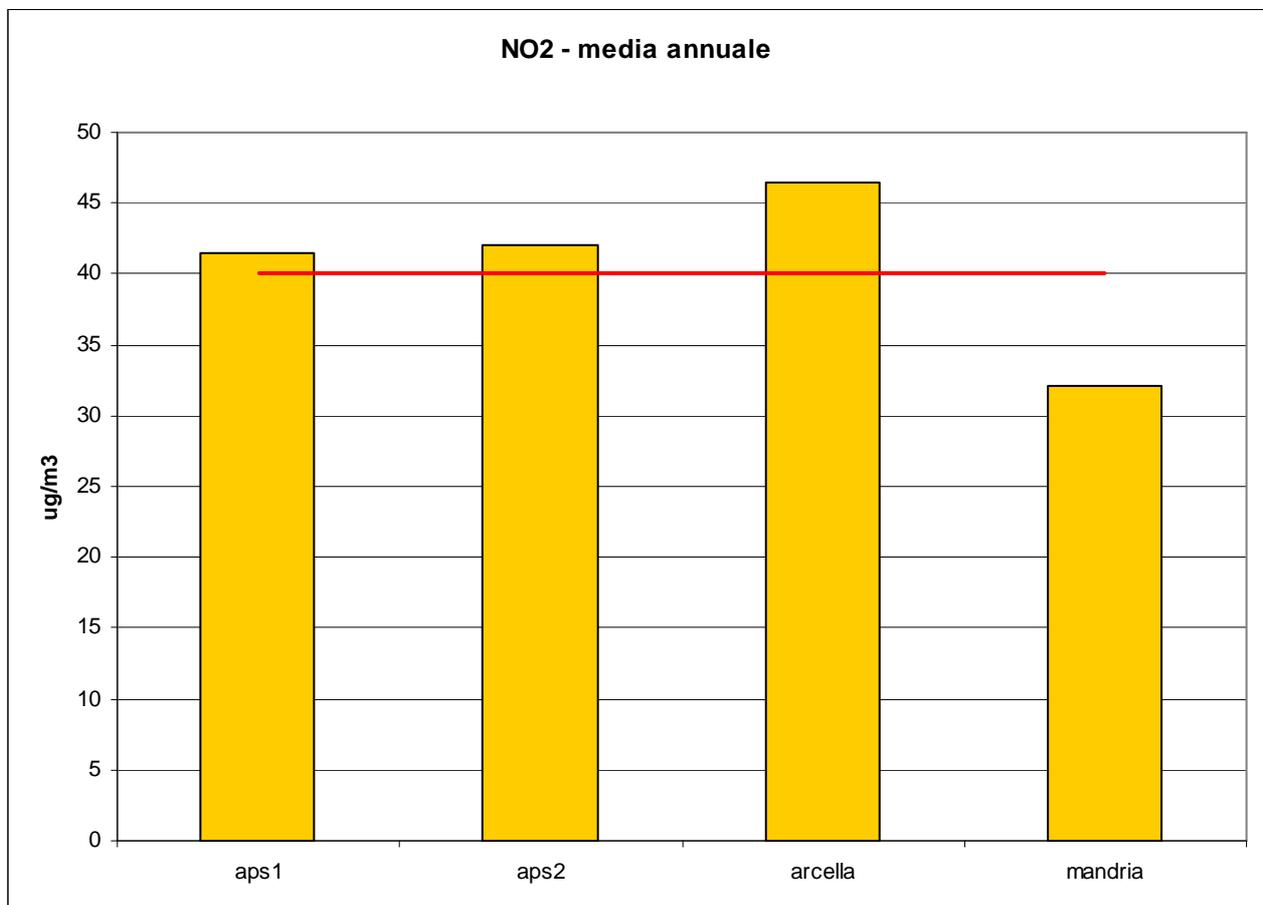
Per il biossido di zolfo non vi sono stati superamenti della soglia di allarme di $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, né superamenti del valore limite orario ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e del valore limite giornaliero ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Il limite di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annuale non è applicabile in quanto esso è previsto solo per le stazioni di background rurale e quindi di tipologia diversa da quelle esaminate in questa relazione. Il biossido di zolfo si conferma un inquinante primario non critico; ciò è stato determinato in gran parte grazie alle 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 diesel).

Ossidi di azoto

L'unico limite riguardante gli ossidi di azoto (NOx) è quello annuale di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relativo alla protezione della vegetazione. Tale limite non è applicabile in quanto esso è previsto solo per le stazioni di background rurale e quindi di tipologia diversa da quelle esaminate in questa relazione.

Biossido di azoto

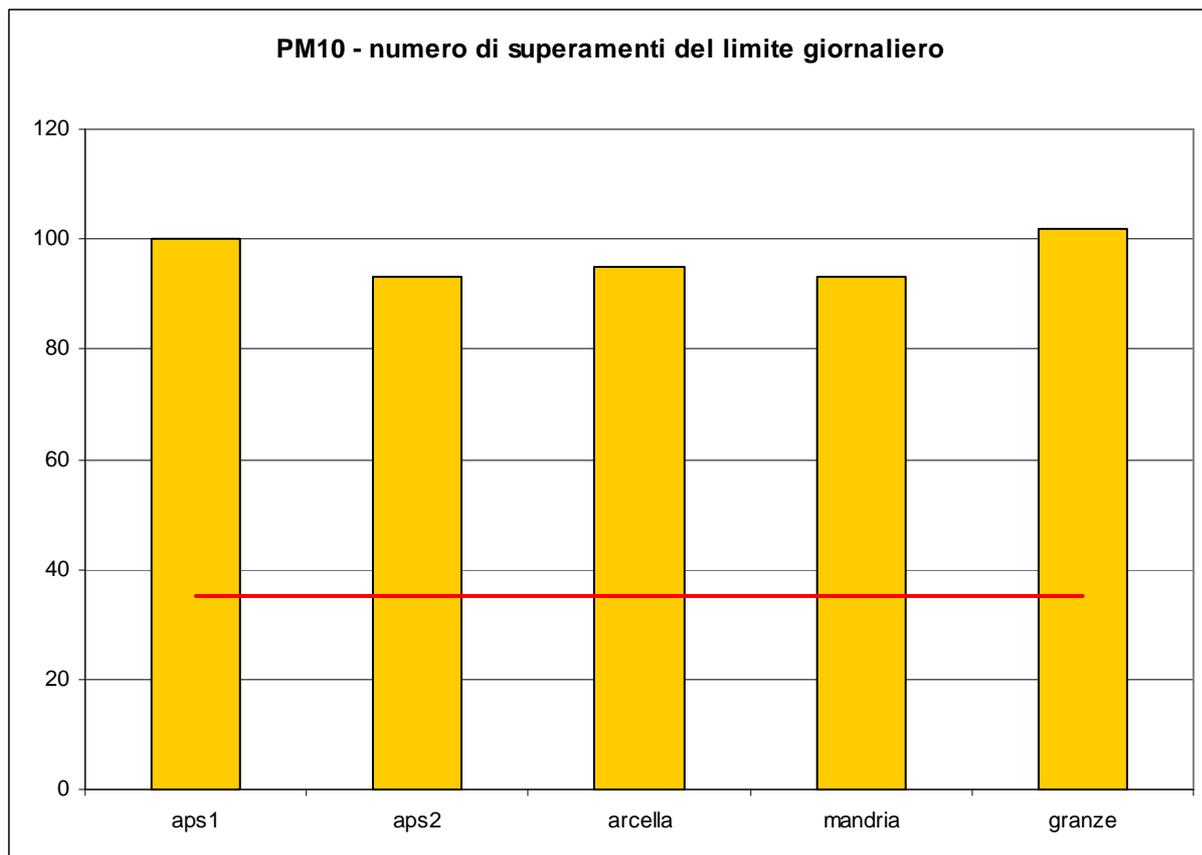
Il valore limite annuale ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato sempre superato tranne che presso Mandria che con $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si mantiene nettamente al di sotto. Il massimo spetta invece alla stazione di traffico urbano di Arcella con $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per il biossido di azoto è stato verificato anche il numero dei superamenti del valore limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$; tale soglia non dovrebbe essere superata più di 18 volte l'anno. Nessuna stazione oltrepassa tale soglia, tuttavia alcuni superamenti si sono registrati presso Arcella (3 superamenti) ed APS2 (2 superamenti). Non vi sono stati casi di superamento della soglia di allarme di $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Media annuale di NO₂ a confronto con il valore limite (linea orizzontale)

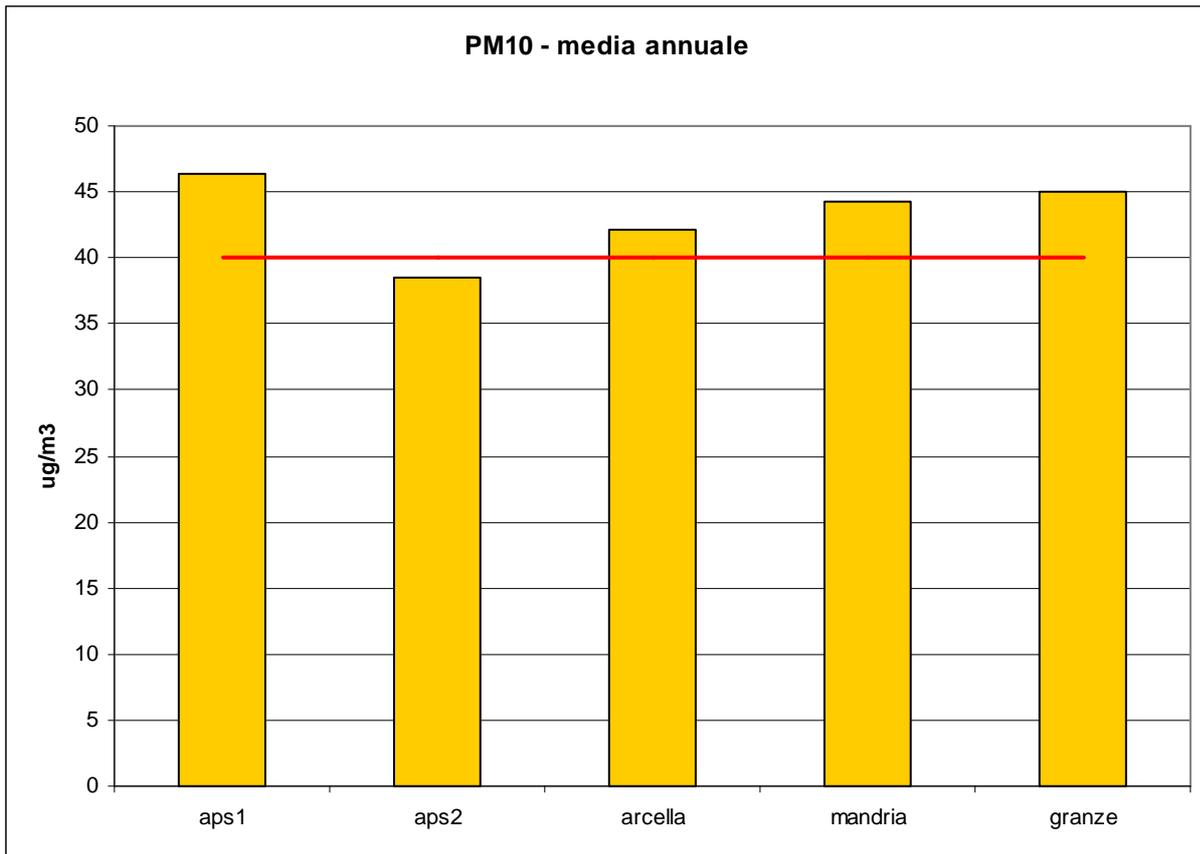
Particolato PM 10

Nel grafico seguente si riporta il numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³. Tutte le centraline hanno abbondantemente oltrepassato il valore limite di 35 superamenti/anno, registrando un massimo di 102 a Granze. Come per gli anni precedenti nel 2011 questo indicatore della qualità dell'aria resta probabilmente il più critico tra quelli normati, sul quale è importante mantenere una sorveglianza puntuale sul territorio.



Numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³ del PM10 a confronto con il valore limite di 35 superamenti /anno.

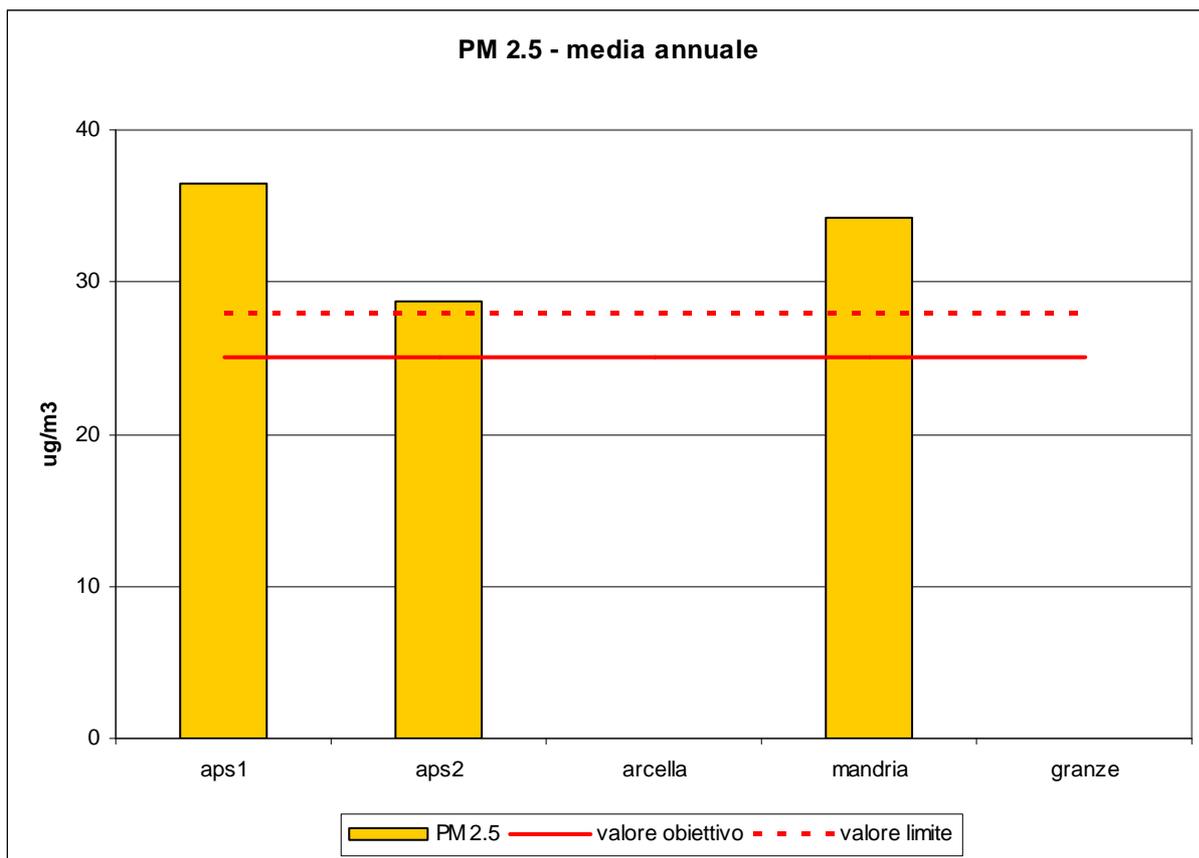
Nel grafico successivo si osserva che il valore limite annuale di 40 µg/m³ è stato superato in tutte le stazioni tranne APS2. Così come il numero di superamenti del valore limite giornaliero, anche la media annua di PM10 evidenzia quindi criticità diffuse per l'anno 2011.



Media annuale del PM10 a confronto con il limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Particolato PM 2.5

Il particolato PM2.5 è costituito dalla frazione delle polveri di diametro aerodinamico inferiore a $2.5 \mu\text{m}$. 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). Con l'emanazione del D.Lgs.155/2010 il PM2.5 si inserisce tra gli inquinanti per i quali è previsto un valore limite ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), calcolato come media annua da raggiungere entro il 1° gennaio 2015. Inoltre, la Decisione 850/UE del 16 dicembre 2011, all'Allegato 1, punto 5, definisce in maniera univoca il margine di tolleranza da applicare al valore limite fino al 2015. Tale margine è fissato per il 2011 a $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Infine, la concentrazione di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stata fissata come valore obiettivo da raggiungere al 1° gennaio 2010. Nel grafico seguente sono riportate le medie annuali registrate nel 2011. Viene evidenziato il valore obiettivo al 2010 ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e il valore limite con margine di tolleranza al 2011 ($28 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



Media annuale del PM2.5 a confronto con valore limite e valore obiettivo

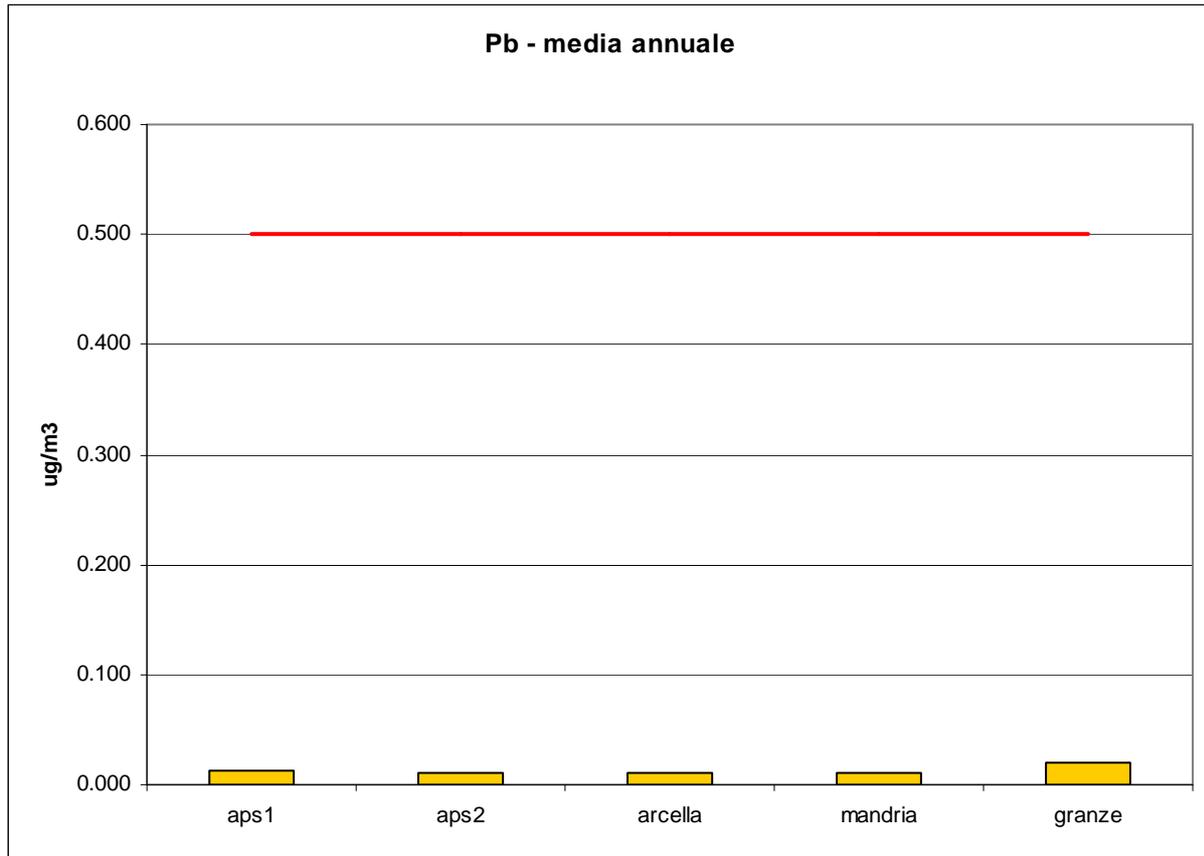
Si può osservare che il valore limite aumentato del margine di tolleranza viene sempre superato, in misura più marcata presso APS1 che raggiunge i 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Si può quindi affermare che il PM2.5 presenta una situazione di criticità piuttosto diffusa, almeno in ambito urbano.

Monossido di Carbonio

Non si sono rilevati superamenti del limite di 10 mg/m^3 , calcolato come valore massimo giornaliero su medie mobili di 8 ore.

Piombo

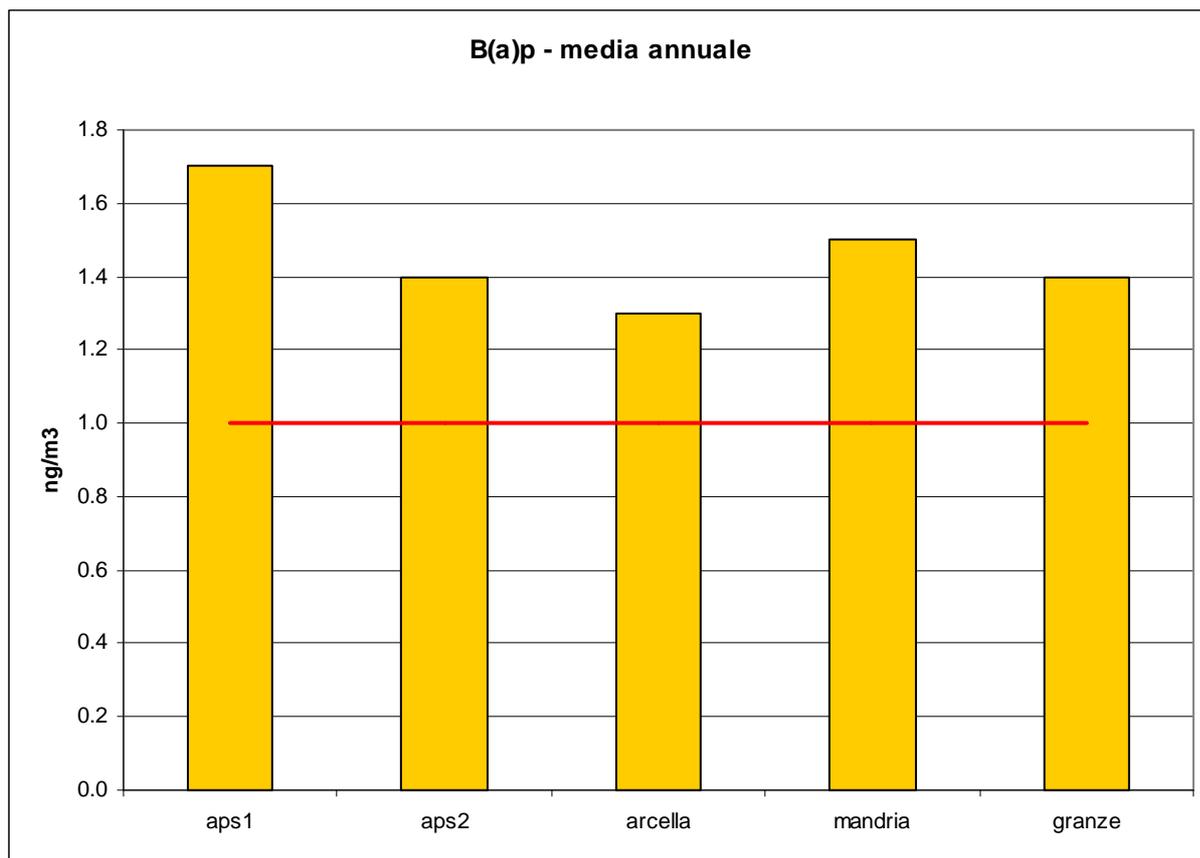
Il grafico seguente illustra le concentrazioni medie annuali di piombo. Come si osserva, tutte le medie sono ampiamente inferiori al valore limite di 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In particolare, anche in corrispondenza ad Arcella, stazione di traffico, i livelli ambientali del piombo sono molto inferiori (circa 20 volte più bassi) al limite previsto dal D.Lgs.155/2010, per cui tale inquinante non presenta ad oggi alcun rischio di criticità.



Media annuale del piombo a confronto con il valore limite.

Benzo(a)pirene

Il grafico seguente riporta le medie annuali di benzo(a)pirene determinate in laboratorio sul PM10. Presso tutte le stazioni si osserva il superamento del valore obiettivo di 1.0 ng/m3 stabilito dal D.Lgs. 155/2010. Si conferma quindi la significativa criticità di questo inquinante per la qualità dell'aria.



Media annuale del Benzo(a)pirene a confronto con il valore obiettivo.

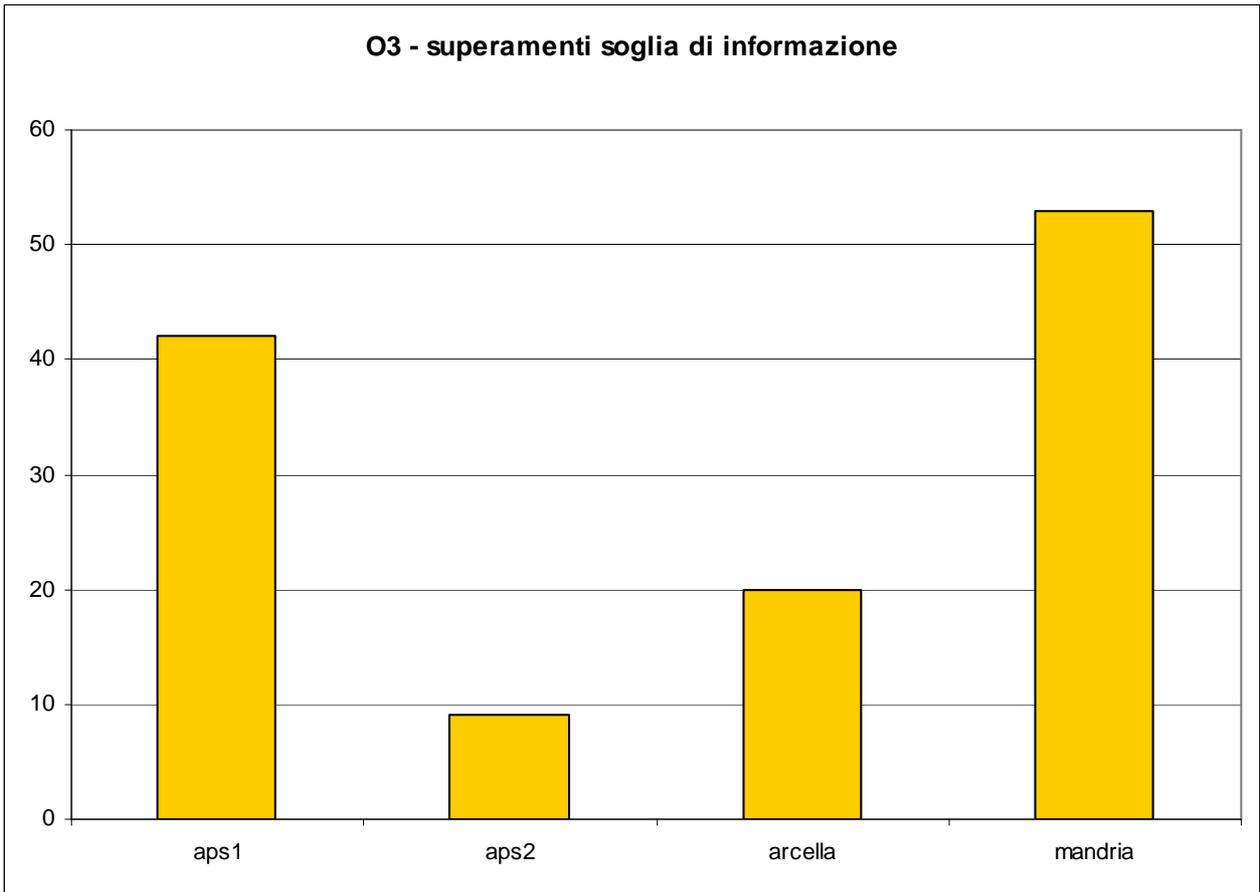
Benzene

Dai dati riportati nella tabella II del capitolo 2 si osserva che le concentrazioni medie annuali di benzene sono sempre inferiori al valore limite di 5.0 µg/m³, in tutti i punti di campionamento considerati. Il Valore massimo, pari a 2.6 µg/m³, è stato registrato presso Arcella.

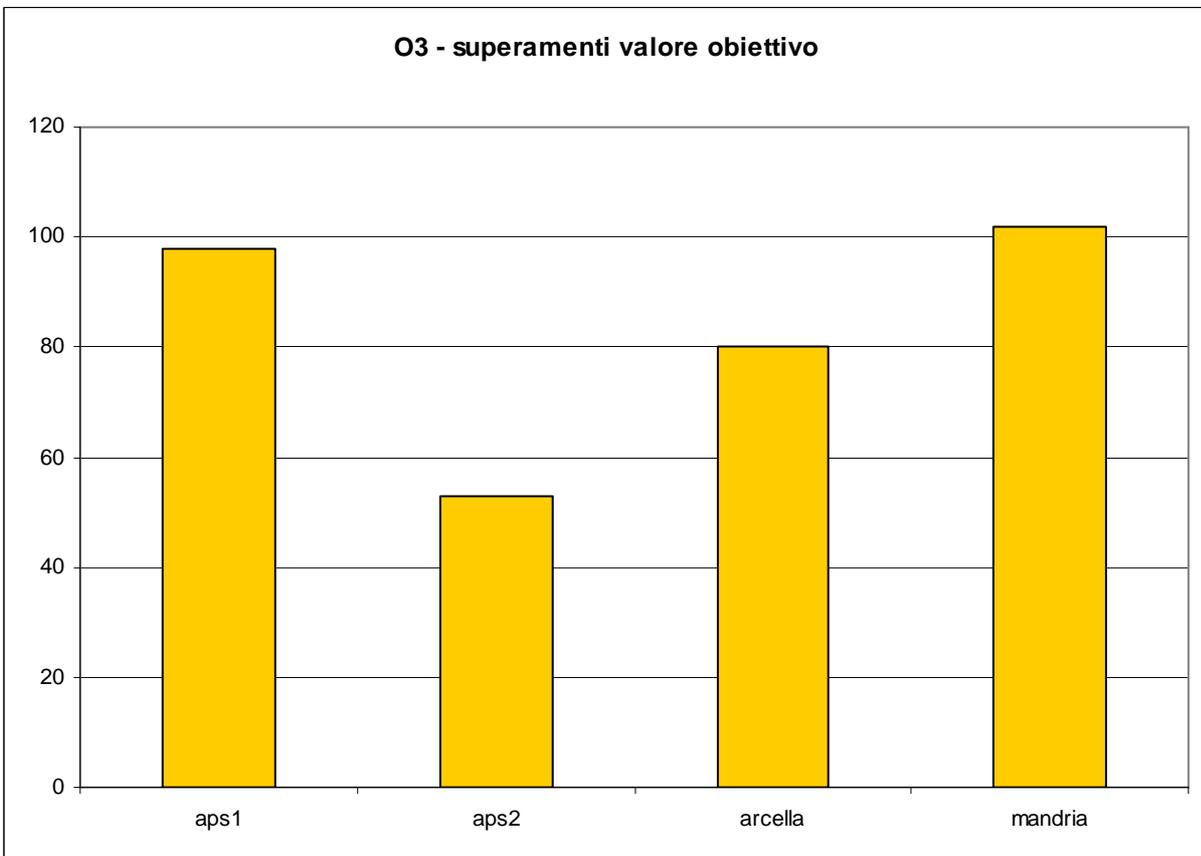
Ozono

L'analisi dei dati di ozono parte dall'esame delle informazioni sui superamenti della soglia di allarme (240 µg/m³), definita come il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata (D.Lgs. 155/2010, art.2, comma 1). Si segnala che non sono stati registrati nel corso dell'anno superamenti della soglia di allarme. La soglia di informazione (180 µg/m³) viene definita come il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata e per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione. Raggiunta tale soglia è necessario comunicare al pubblico una serie dettagliata di informazioni inerenti il luogo, l'ora del superamento, le previsioni per la giornata successiva e le precauzioni da seguire per minimizzare gli effetti di tale inquinante. Il maggior numero di superamenti si è registrato a Mandria (53) seguita da APS1 (42), Arcella (20) e APS2 (9).

Il Decreto Legislativo n. 155/2010, oltre alle soglie di informazione e allarme, fissa anche gli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione. Tali obiettivi rappresentano la concentrazione di ozono al di sotto della quale si ritengono improbabili effetti nocivi diretti sulla salute umana o sulla vegetazione e devono essere conseguiti nel lungo periodo, al fine di fornire un'efficace protezione della popolazione e dell'ambiente. L'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana si considera superato quando la massima media mobile giornaliera su otto ore supera 120 µg/m³; il conteggio viene effettuato su base annuale. Anche in questo caso il primato spetta a Mandria con 102 superamenti seguita da APS1 (98), Arcella (80) e APS2 (53).



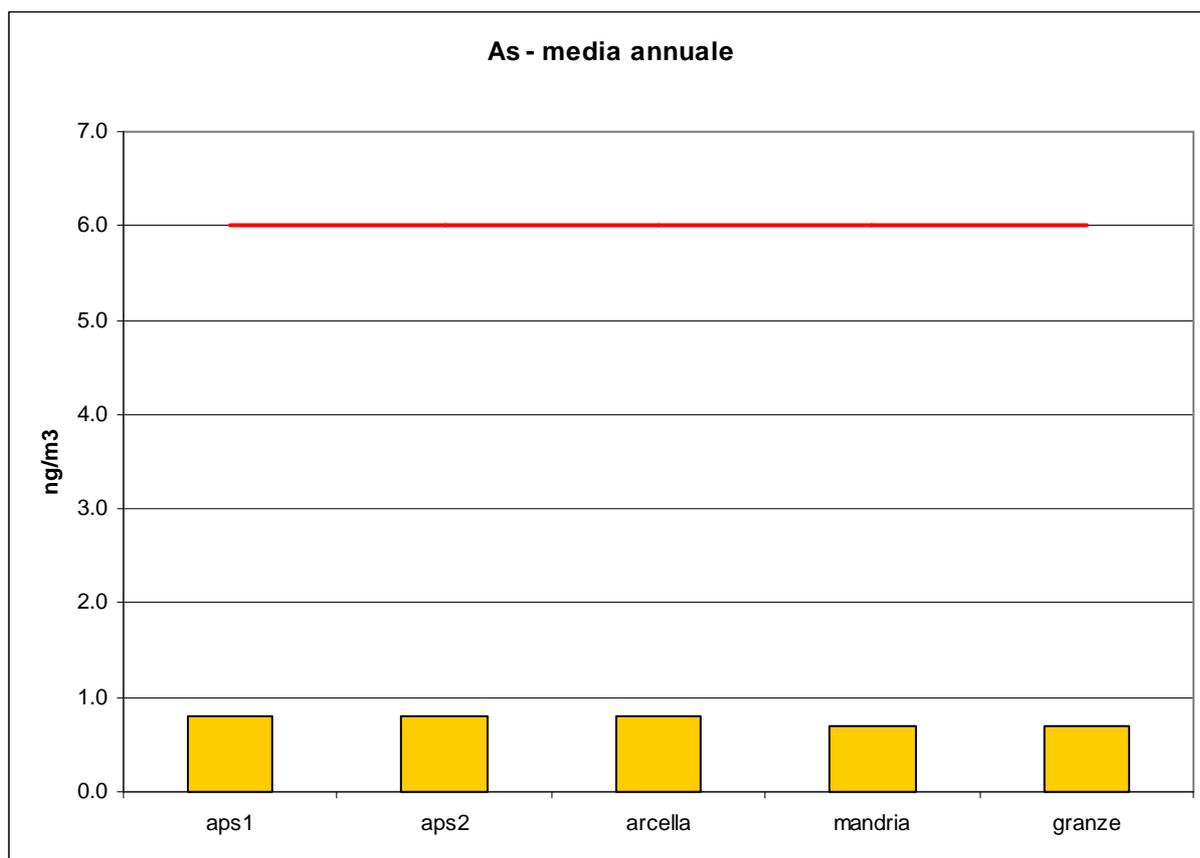
Numero di superamenti, nell'anno 2011, della soglia di informazione di 180 µg/m³ dell'ozono.



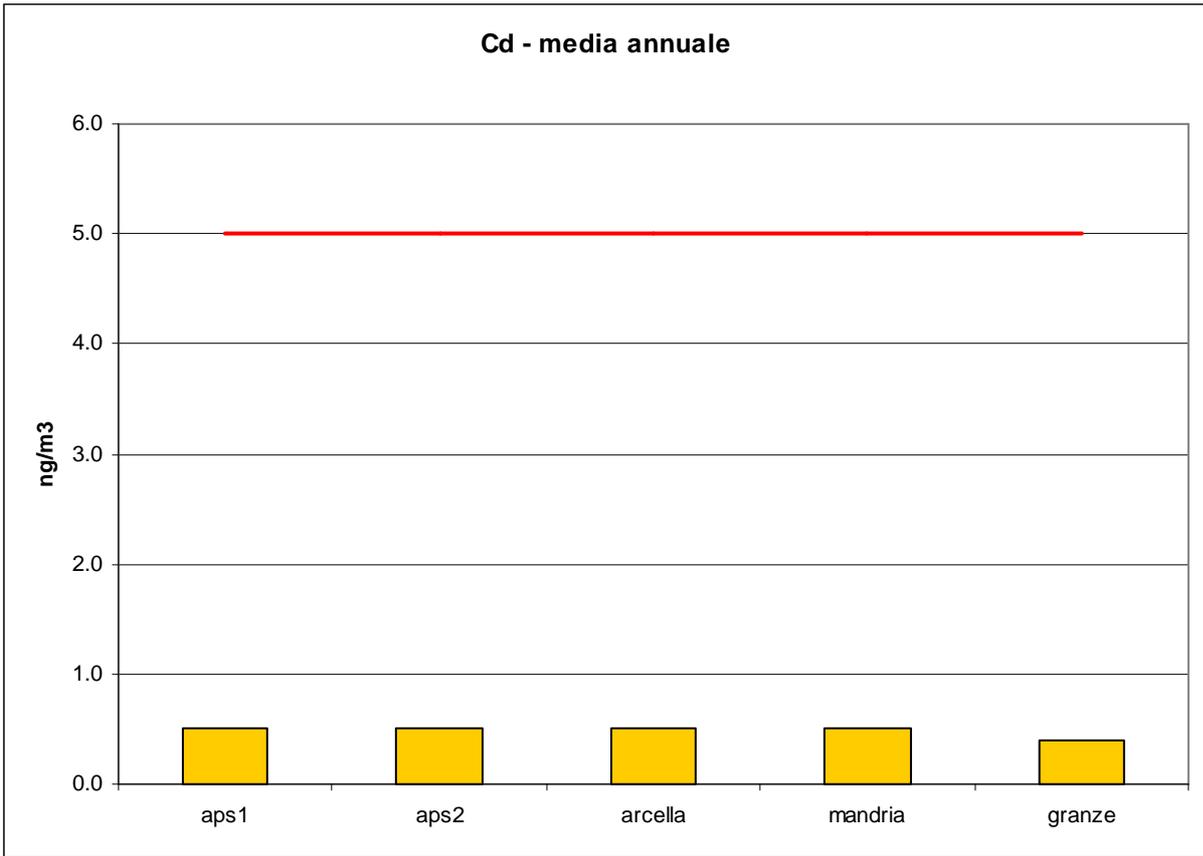
Numero di superamenti, nell'anno 2011, del valore obiettivo di 120 µg/m³ dell'ozono

Nichel, Arsenico, Cadmio e Mercurio

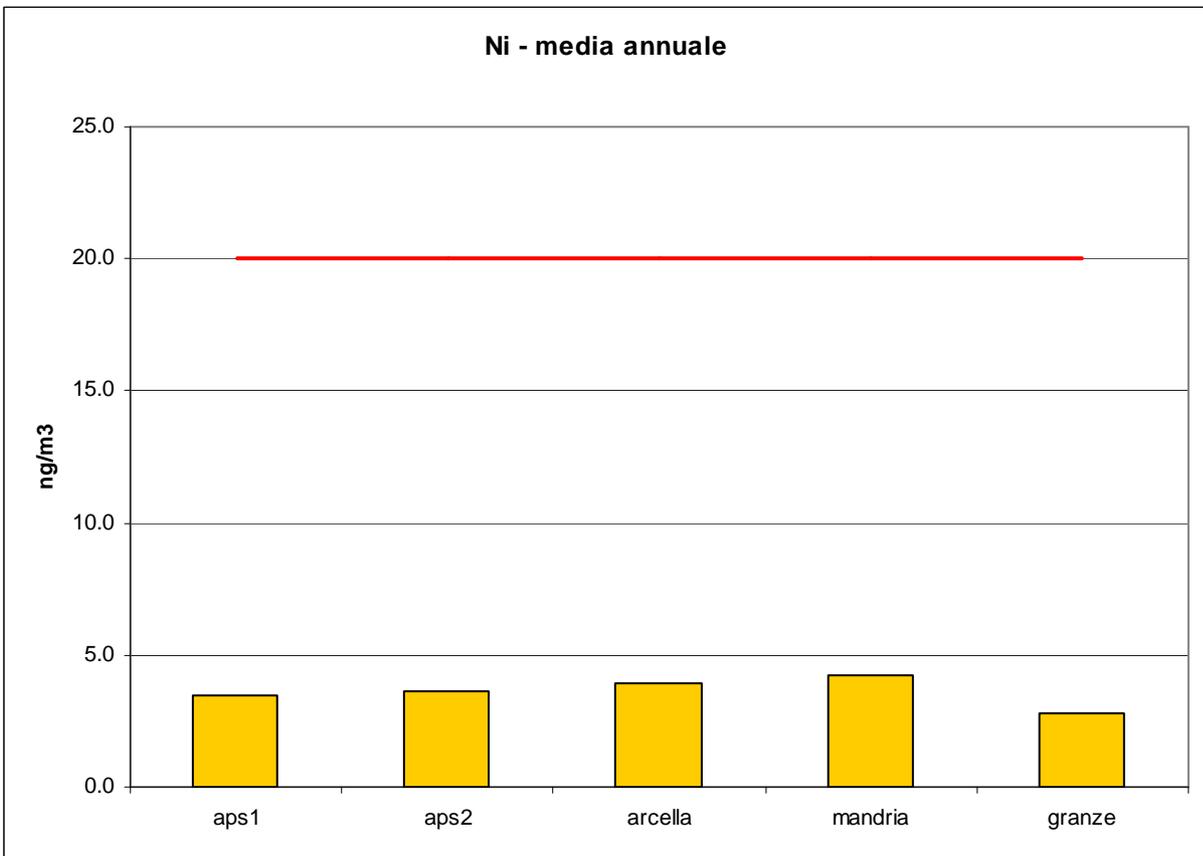
Sono di seguito illustrate le medie annuali di Arsenico, Cadmio e Nichel, determinati sui campioni di PM10, raccolti dalla rete di qualità dell'aria. Le medie annue sono state confrontate con i valori obiettivo di cui all'Allegato XIII del D.Lgs.155/2010. Si evidenzia che per il mercurio la norma prevede il monitoraggio, ma non stabilisce un valore obiettivo, tuttavia dalle misure effettuate sono state determinate concentrazioni medie annuali inferiori a 1.0 ng/m³. I monitoraggi effettuati per l'arsenico mostrano che il valore obiettivo di 6.0 ng/m³, calcolato come media annuale, è rispettato in tutti i punti di campionamento considerati. Per quanto riguarda il nichel, i monitoraggi realizzati mostrano che i valori medi annui sono largamente inferiori al valore obiettivo di 20.0 ng/m³. Anche per il Cadmio il valore obiettivo di 5.0 ng/m³ è sempre rispettato.



Media annuale dell'Arsenico a confronto con il valore obiettivo.



Media annuale del Cadmio a confronto con il valore obiettivo.



Media annuale del Nichel a confronto con il valore obiettivo.

Per il mercurio, essendo il valore misurato non differenziato per i vari siti, il grafico non è significativo.

4. Effetti sulla salute

Le emissioni di **biossido di zolfo** origine antropica, dovute prevalentemente all'utilizzo di combustibili solidi e liquidi, sono strettamente correlate al contenuto di zolfo, sia come impurezze, sia come costituenti nella formulazione molecolare del combustibile (gli oli). A causa dell'elevata solubilità in acqua SO_2 viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e dal tratto superiore dell'apparato respiratorio (solo piccolissime quantità riescono a raggiungere la parte più profonda dei polmoni). Fra gli effetti acuti sono compresi un aumento delle secrezioni mucose, bronchite, tracheite, spasmi bronchiali e/o difficoltà respiratoria negli asmatici. Fra gli effetti a lungo termine sono da ricordare le alterazioni della funzionalità polmonare e l'aggravamento delle bronchiti croniche, dell'asma e dell'enfisema. I gruppi più sensibili sono costituiti dagli asmatici e dai bronchitici.

Gas incolore e inodore, il **monossido di carbonio**, viene prodotto dalla combustione incompleta delle sostanze contenenti carbonio. Le fonti antropiche sono costituite dagli scarichi delle automobili, dal trattamento e dallo smaltimento dei rifiuti, dalle industrie e dalle raffinerie di petrolio, dalle fonderie. Il CO raggiunge facilmente gli alveoli polmonari e, quindi, il sangue dove compete con l'ossigeno per il legame con l'emoglobina (riducendo notevolmente la capacità di trasporto dell'ossigeno ai tessuti). Gli effetti sanitari sono essenzialmente riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare. I gruppi più sensibili sono gli individui con malattie cardiache e polmonari, gli anemici e le donne in stato di gravidanza.

L' **ozono** è un inquinante 'secondario' che si forma in seguito alle reazioni fotochimiche che coinvolgono inquinanti precursori prodotti dai processi di combustione (NO_x , idrocarburi, aldeidi). Le concentrazioni ambientali di O_3 tendono pertanto ad aumentare durante i periodi caldi e soleggiati dell'anno. Nell'arco della giornata, i livelli di ozono risultano tipicamente bassi al mattino, raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare (anche se sono frequenti picchi nelle ore notturne dovuti ai complessi processi di rimescolamento dell'atmosfera). Il bersaglio principale dell'ozono è l'apparato respiratorio.

Il **biossido di azoto** è un gas caratterizzato ad alte concentrazioni da un odore pungente. Le fonti antropiche, rappresentate da tutte le reazioni di combustione, riguardano principalmente gli autoveicoli, le centrali termoelettriche e il riscaldamento domestico. Gli effetti acuti comprendono infiammazione delle mucose e diminuzione della funzionalità polmonare. Gli effetti a lungo termine includono l'aumento dell'incidenza delle malattie respiratorie e la maggiore suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali. I gruppi a maggior rischio sono costituiti dagli asmatici e dai bambini.

Le **polveri** sospese in atmosfera sono costituite da un insieme estremamente eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o secondaria (derivata da reazioni chimico-fisiche successive alla fase di emissione). Una caratterizzazione esauriente del particolato atmosferico si basa oltre che sulla misura della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche coinvolte anche sulla valutazione della dimensione media delle particelle. Quelle di dimensioni inferiori a $10\ \mu\text{m}$ hanno un tempo medio di vita (permanenza in aria) che varia da pochi giorni fino a diverse settimane e possono essere veicolate dalle correnti atmosferiche anche per lunghe distanze. La dimensione media delle particelle determina il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana. Il monitoraggio ambientale del particolato con diametro inferiore a $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10}) può essere considerato un indice della concentrazione di particelle in grado di penetrare nel torace (frazione inalabile). A sua volta il $\text{PM}_{2,5}$ (con diametro inferiore a $2,5\ \mu\text{m}$) rappresenta la frazione in grado di raggiungere la parte più profonda dei polmoni (frazione respirabile). Per valutare gli effetti sulla salute è, quindi, molto importante la determinazione delle dimensioni e della composizione chimica del particolato atmosferico. Le dimensioni determinano il grado di penetrazione all'interno del tratto respiratorio mentre le caratteristiche chimiche influenzano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti (quali ad esempio IPA, metalli pesanti, SO_2). Le polveri PM_{10} che si depositano nel tratto superiore o extratoracico (cavità nasali, faringe, laringe) possono causare effetti irritativi locali quali secchezza e infiammazione. Le polveri $\text{PM}_{2,5}$ che riescono a raggiungere la parte più profonda del polmone (bronchi e bronchioli) possono causare un aggravamento delle malattie

respiratorie croniche (asma, bronchite ed enfisema). Le fonti antropiche di polveri atmosferiche sono rappresentate essenzialmente dalle attività industriali, dagli impianti di riscaldamento e dal traffico veicolare. Gli **idrocarburi policiclici aromatici** (IPA) sono una classe di idrocarburi la cui composizione è data da due o più anelli benzenici condensati. La classe degli IPA è perciò costituita da un insieme piuttosto eterogeneo di sostanze, caratterizzate da differenti proprietà tossicologiche. Gli IPA sono composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da una elevata capacità di aderire al materiale organico; derivano principalmente dai processi di combustione incompleta dei combustibili fossili, e si ritrovano quindi nei gas di scarico degli autoveicoli e nelle emissioni degli impianti termici, delle centrali termoelettriche, degli inceneritori, ma non solo.

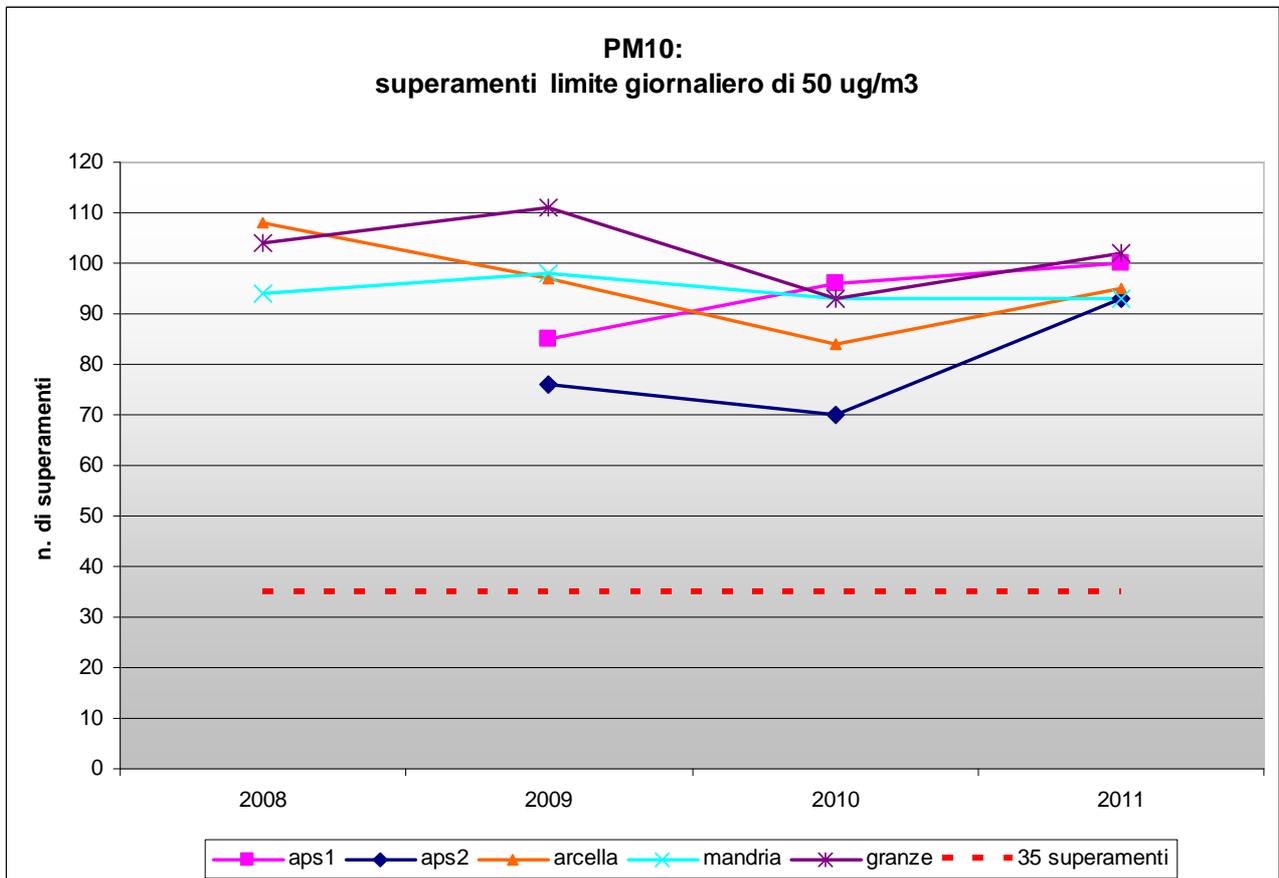
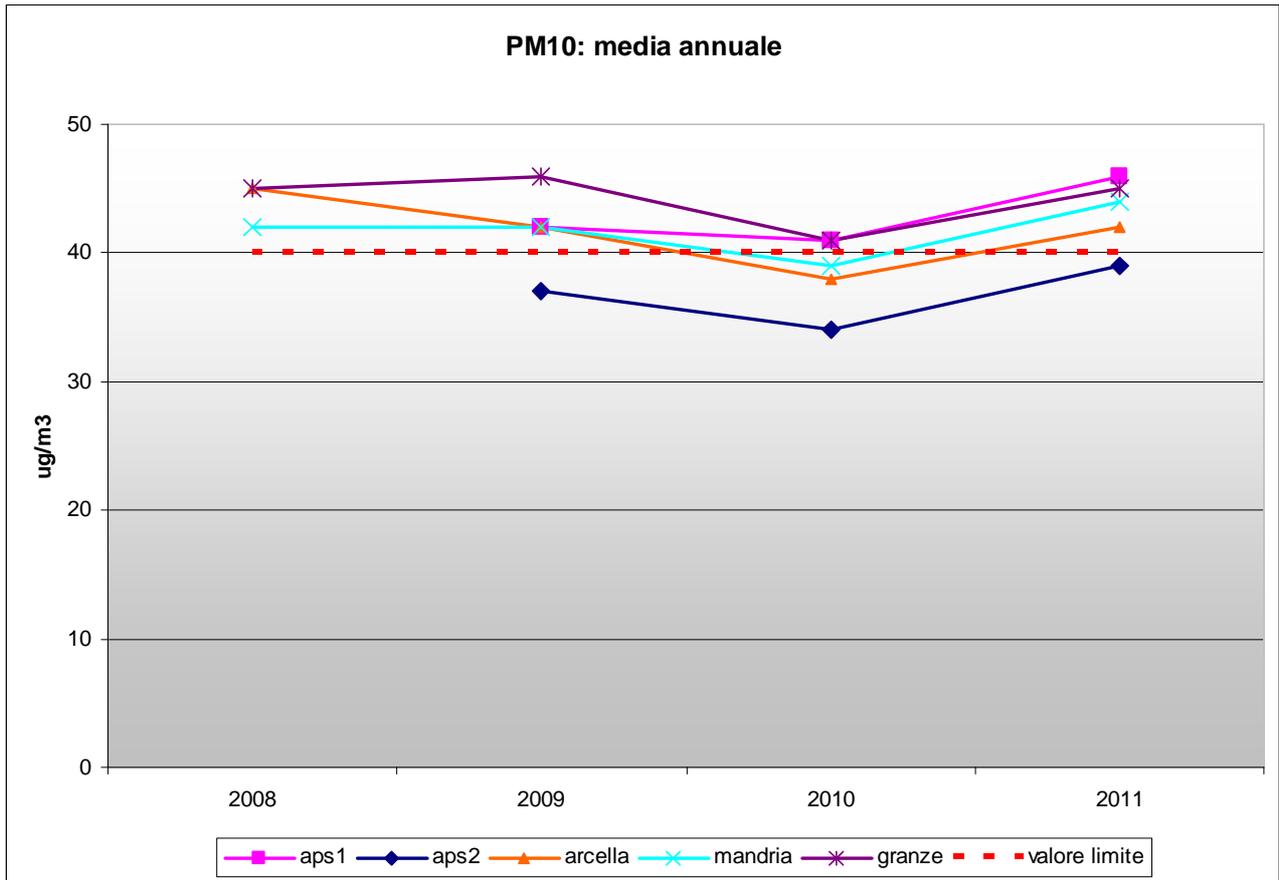
Gli idrocarburi policiclici aromatici sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. È accertato il potere cancerogeno di tutti gli IPA e tra questi anche del **benzo(a)pirene** (BaP) a carico delle cellule del polmone (il BaP è inserito nel gruppo 1 della classificazione IARC -International Association of Research on Cancer- cioè tra le sostanze con accertato potere cancerogeno sull'uomo). Poiché è stato evidenziato che la relazione tra B(a)P e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di B(a)P viene spesso utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

Il **benzene** è un idrocarburo liquido, incolore e dotato di un odore caratteristico. In ambito urbano gli autoveicoli rappresentano la principale fonte di emissione: in particolare, circa l'85% è immesso nell'aria per combustione nei gas di scarico mentre il restante 15% per evaporazione del combustibile dal serbatoio e dal motore e durante le operazioni di rifornimento. L'intossicazione di tipo acuto dovuta a concentrazioni molto elevate è causa di effetti sul sistema nervoso centrale. Fra gli effetti a lungo termine sono note le interferenze sul processo emopoietico (produzione del sangue) e l'induzione della leucemia nei lavoratori maggiormente esposti. Il benzene è stato inserito da International Agency for Research on Cancer (IARC) nel gruppo 1 cioè tra le sostanze che hanno un accertato potere cancerogeno sull'uomo.

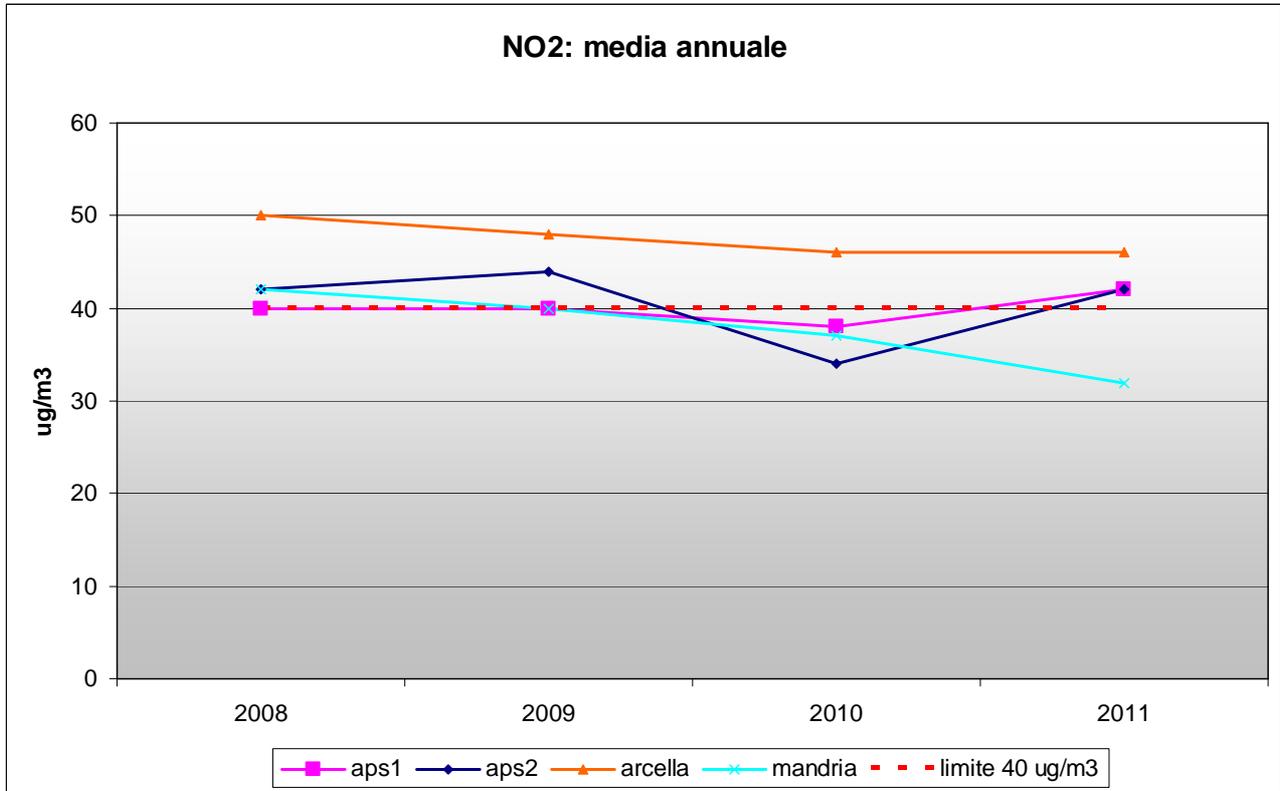
Alla categoria dei **metalli pesanti** appartengono circa 70 elementi. Tra i più rilevanti da un punto di vista sanitario-ambientale quelli 'regolamentati' da una specifica normativa sono: il **piombo** (Pb), l'arsenico (As), il cadmio (Cd), il nichel (Ni) e il mercurio (Hg). Le fonti antropiche responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli sono l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola. I metalli pesanti sono diffusi in atmosfera con le polveri (le cui dimensioni e composizione chimica dipendono fortemente dalla tipologia della sorgente). La principale fonte di inquinamento atmosferico da piombo nelle aree urbane era, fino a pochi anni fa, costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina 'rossa super' (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Le altre fonti antropiche sono rappresentate dai processi di combustione, di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti. I gruppi sensibili maggiormente a rischio sono i bambini e le donne in gravidanza. Il livello di piombo nel sangue è l'indicatore più attendibile di esposizione ambientale. Le linee guida dell'OMS indicano un valore critico di Pb pari ad una concentrazione di 100 µg/l e su questa base è stata proposta una stima della concentrazione media annuale consentita dalla normativa in atmosfera (0.5 µg/m³, DLgs 155/2010).

5. Tendenza nel periodo 2008-2011

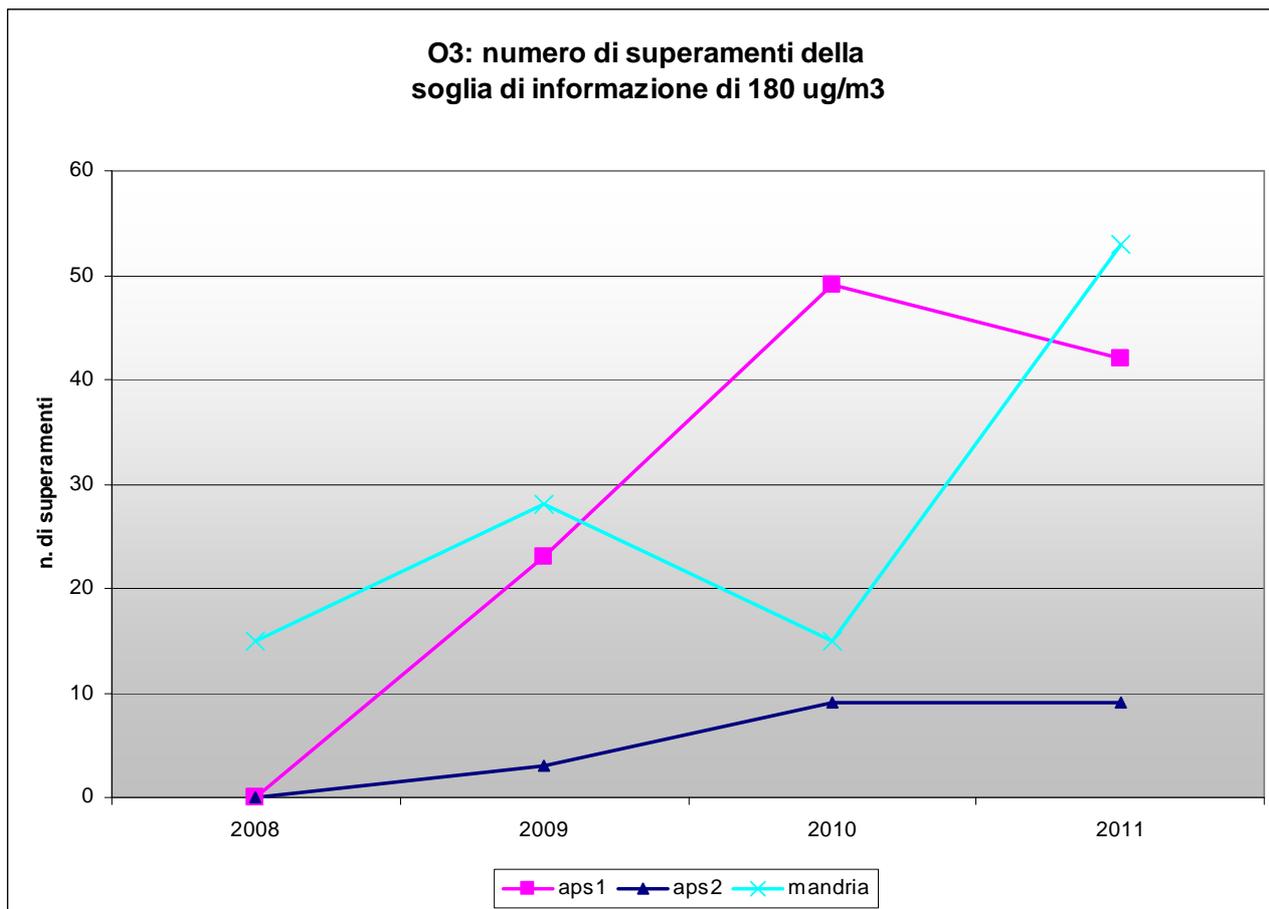
In questo capitolo si presenta la tendenza (trend) valutata nel periodo 2008-2011. Tali analisi pluriennali sono utili a comprendere le variazioni dei livelli degli inquinanti nel medio termine, evidenziando possibili criticità o miglioramenti che non sono immediatamente visibili dai dati riferiti a un singolo anno. Il 2008 è l'anno di inizio del monitoraggio con le centraline APS nei pressi del termovalorizzatore di San Lazzaro, incluse nella presente relazione. La valutazione della tendenza sarà estesa ad un periodo più lungo nel capitolo successivo, limitatamente alle stazioni storiche dell'area urbana. Per l'interpretazione della tendenza si tenga presente che la variabilità inter-annuale è notevolmente influenzata dalle differenti condizioni meteorologiche: per esempio l'anno 2011 è stato, con lunghi periodi di alta pressione, molto favorevole al ristagno degli inquinanti, al contrario del 2010 caratterizzato invece da numerose precipitazioni. Di seguito si presentano i grafici con la tendenza rilevata per i principali inquinanti: PM10, NO₂, O₃ e BaP.



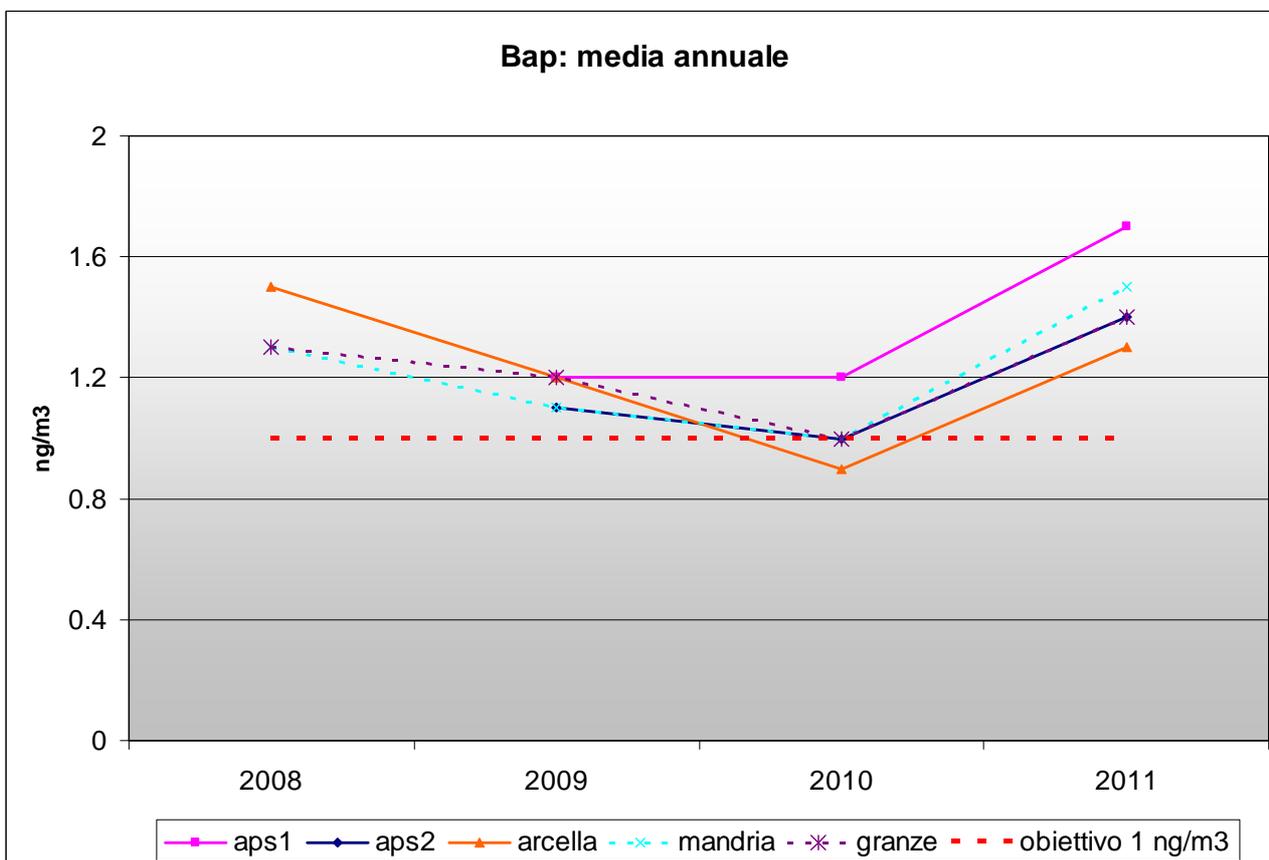
Si noti come nel 2010 la media annuale sia scesa sotto il valore limite oltre che per APS2, anche per Arcella e Mandria.



Il trend di NO₂ è decrescente per Arcella e Mandria, mentre è stazionario per le due stazioni APS. Nel 2010 solo Arcella ha superato il limite annuale.



L'Ozono manifesta complessivamente una tendenza al peggioramento del numero di superamenti della soglia di informazione, con APS1 all'incirca allineata con Mandria.



La media annuale del Bap è altalenante ed è sempre superiore al valore obiettivo, tranne che per Arcella nel 2010.

Infine la seguente tabella riporta gli indicatori di tendenza nel periodo 2008-2011 per ogni inquinante e per ogni stazione. Si sottolinea che un periodo di quattro anni è probabilmente ancora troppo breve per tracciare una tendenza consolidata, tali risultati dovranno quindi essere confermati dai futuri monitoraggi.

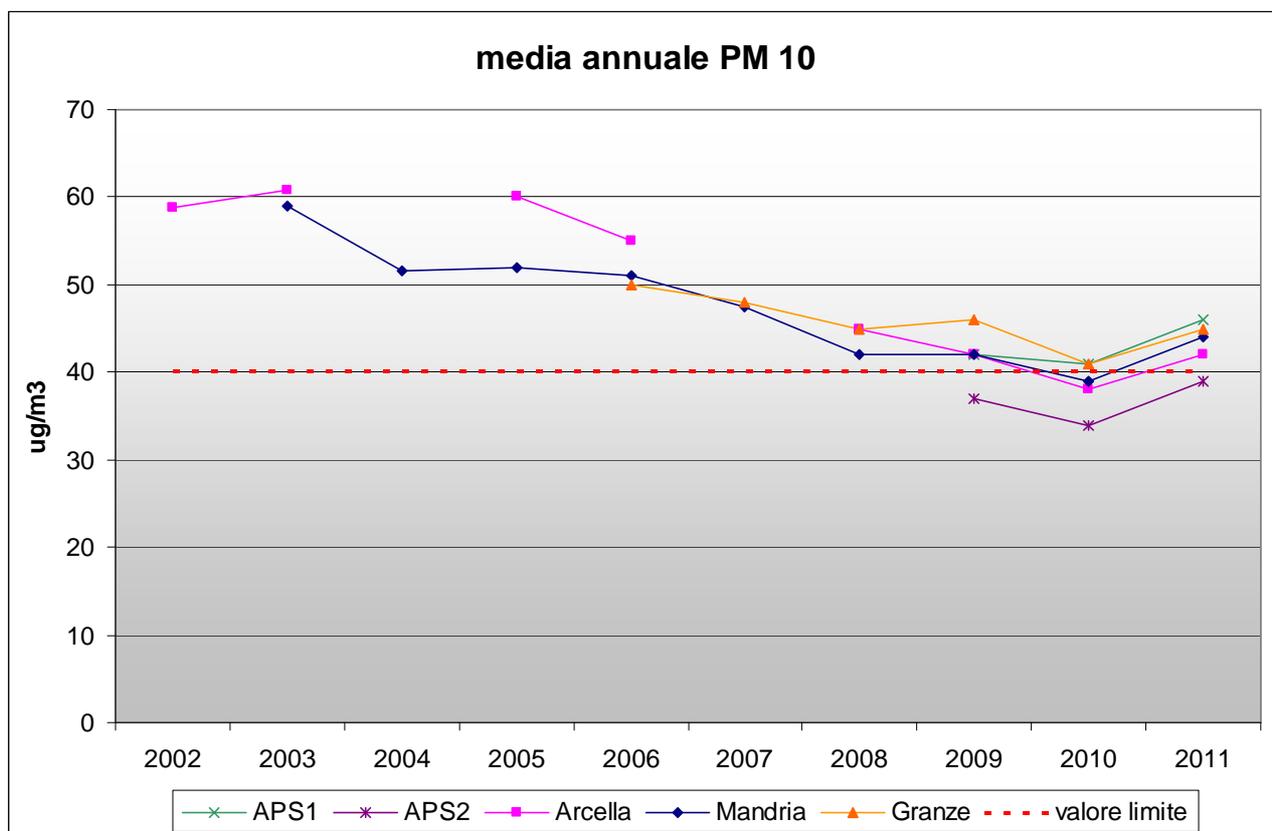
Indicatore di qualità dell'aria	Arcella		Mandria		Granze		APS1		APS2	
	Stato al 2011	Trend								
Ozono					n.a.	n.a.				
Biossido di azoto					n.a.	n.a.				
Polveri fini										
Bap										
Benzene					n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Piombo										
Arsenico, Cadmio, Nichel, Mercurio										

Legenda	
Simbolo	Giudizio
	Positivo/trend positivo
	Intermedio/trend stazionario
	Negativo/trend negativo
n.a.	Non applicabile

6. Tendenza nel periodo 2002-2011

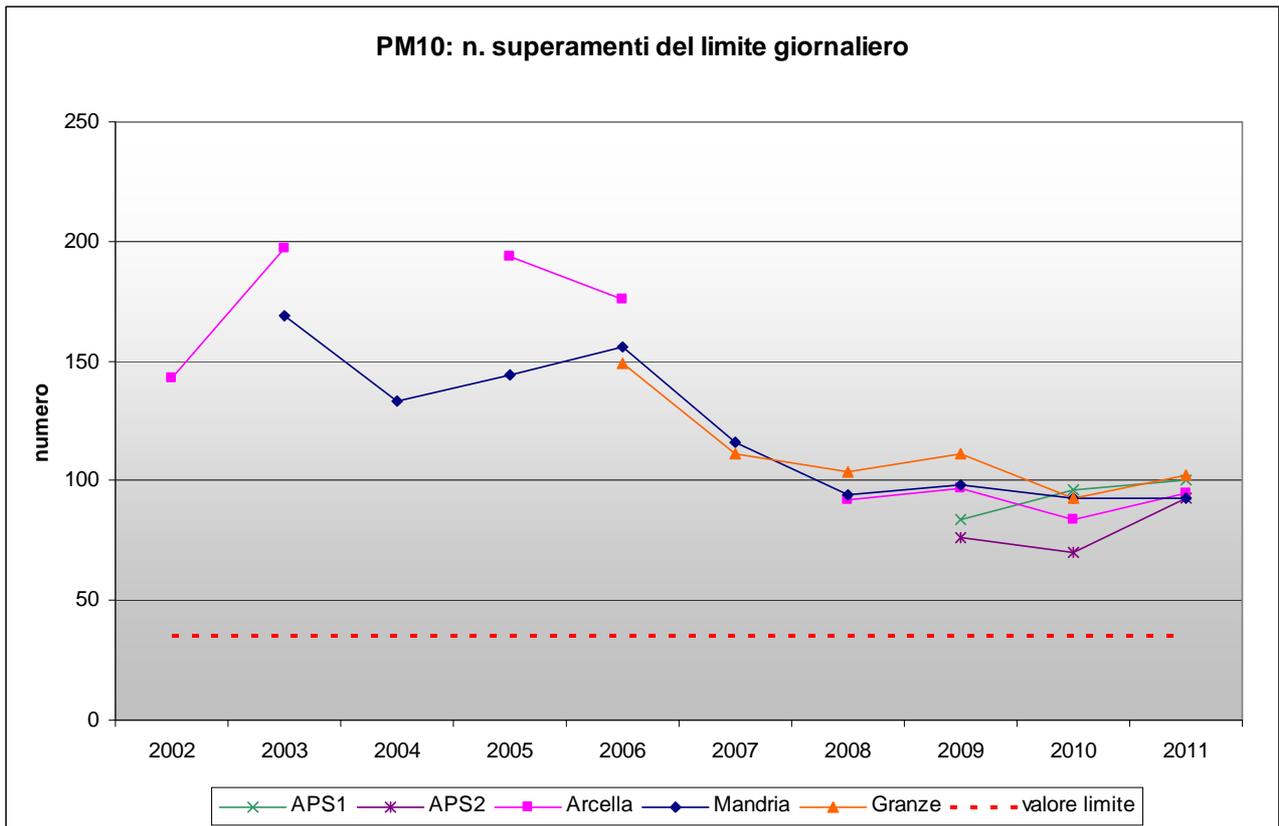
Per le stazioni che da più tempo funzionano sul territorio comunale, in particolare Arcella e Mandria, è possibile valutare la tendenza su un arco di tempo più lungo, rispetto al quadriennio presentato nel capitolo precedente. In questo capitolo si valuta la tendenza nel decennio 2002 - 2011. Nell'interpretazione di questi grafici occorre tuttavia ricordare che la stazione di Arcella ha cambiato posizionamento nel 2007 e che quindi non è propriamente corretto confrontare i dati dopo il 2007 con quelli antecedenti. Ciò premesso è interessante valutare la tendenza del particolato atmosferico PM10 sia per quanto riguarda la media annuale che per il numero di superamenti del limite giornaliero.

Il grafico seguente illustra la linea di tendenza per la media annuale del particolato PM10:



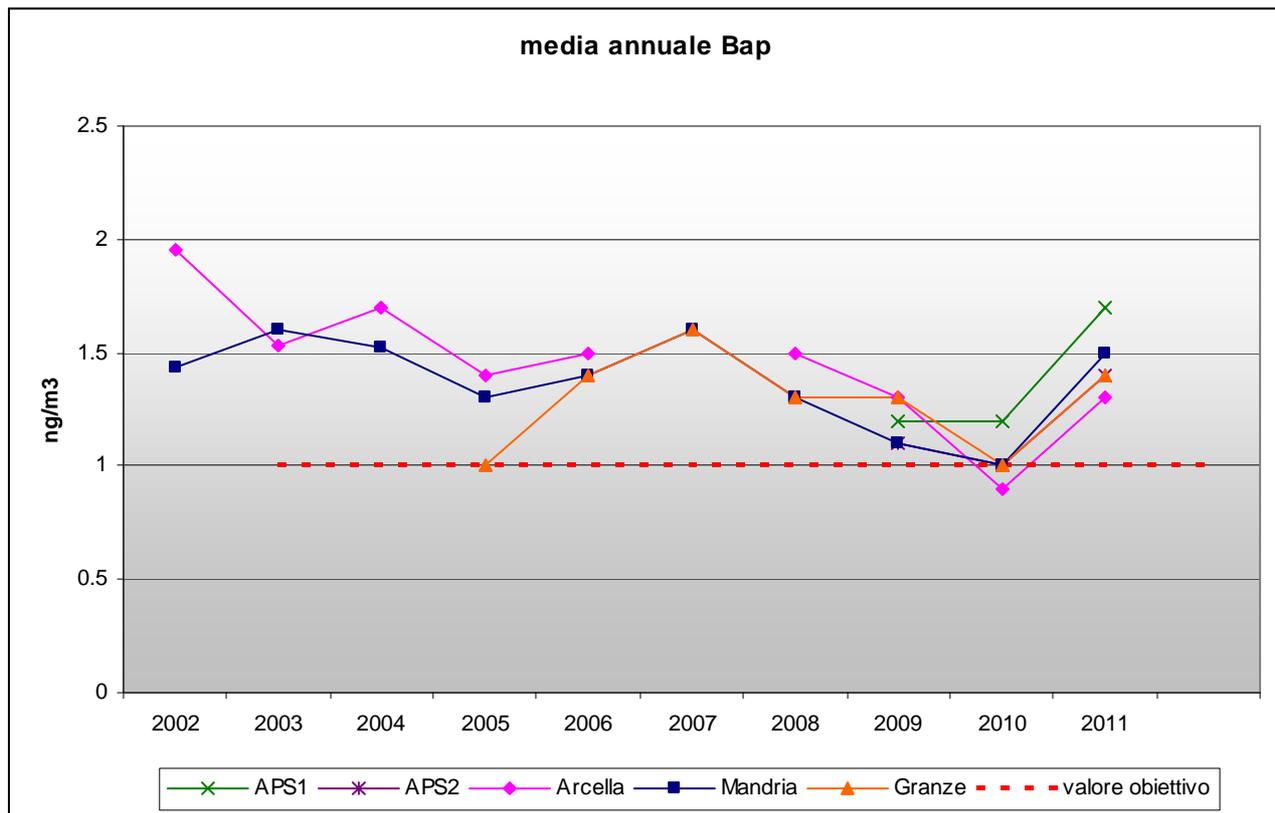
Sia per le stazioni di Mandria e Granze che per la stazione di Arcella, con la cautela evidenziata nella premessa, è evidente una decrescita della concentrazione media che continua fino al 2008. Da questo anno in poi l'andamento è altalenante e si assesta su valori prossimi al valore limite, mentre invece nei primi anni del periodo la media superava i 50 - 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nel 2011 si nota un rialzo presso tutte le stazioni, probabilmente connesso alle particolari condizioni meteorologiche di quell'anno, caratterizzato da lunghi periodi di stabilità atmosferica.

La tendenza è confermata dall'andamento del numero di superamenti del valore limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ riportato nel grafico seguente..



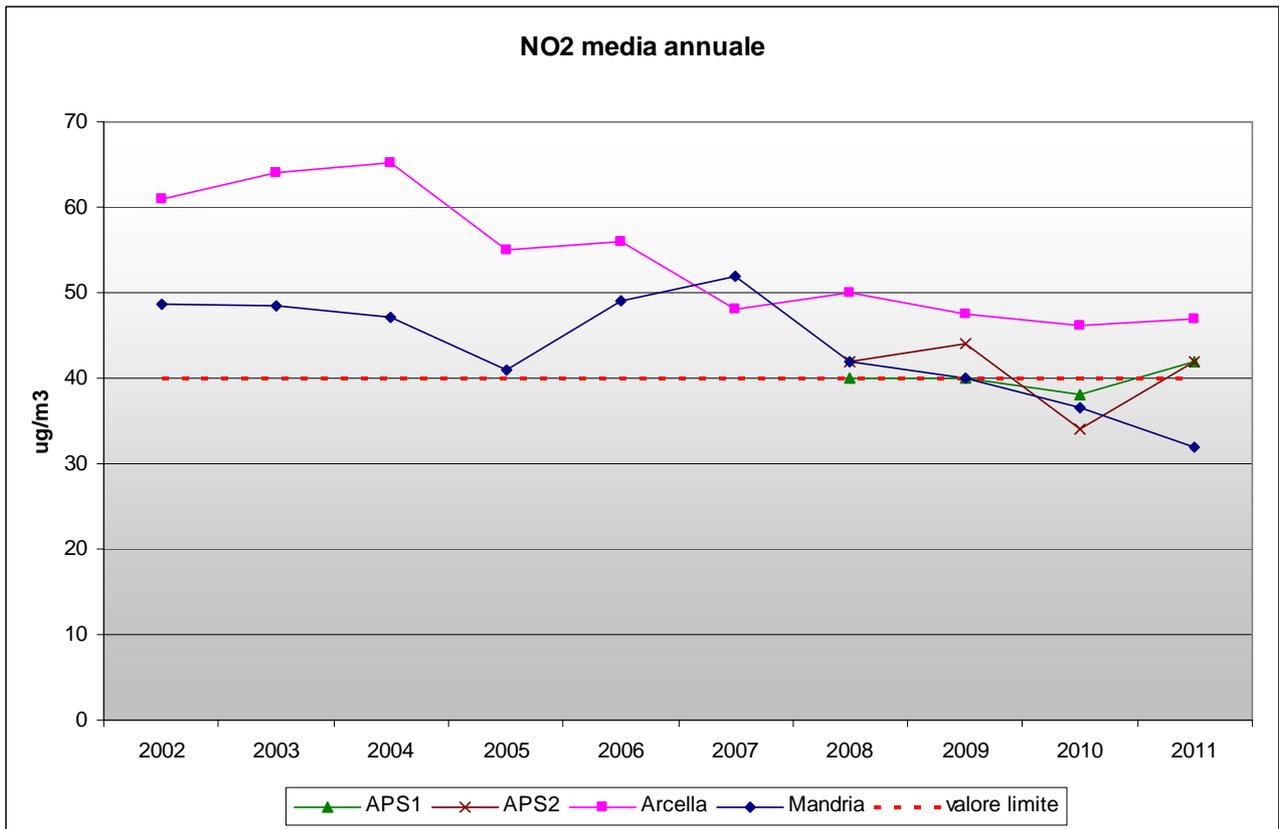
Tale parametro inizialmente varia irregolarmente ed assume valori molto elevati fino a quasi 200 superamenti, poi decresce fino al 2008 e quindi assume un andamento altalenante, come accade per la media annuale, con valori prossimi a 100. Il numero di superamenti è tuttavia sempre sensibilmente superiore al limite di 35 sup/anno.

Il benzo(a)pirene, riportato nel grafico seguente, manifesta invece un andamento variabile lungo tutto il periodo in esame.



La media annuale si mantiene quasi sempre su livelli superiori al valore obiettivo di 1 ng/m³ in tutte le stazioni. Il minimo viene raggiunto nel 2010 quando la stazione di Arcella scende sotto il valore obiettivo. Nel 2011 si nota un netto e generale rialzo con un valore massimo superiore a 1.5 ng/m³ per APS1.

A livello urbano anche il biossido di azoto è un inquinante che manifesta ancora una certa criticità. Il grafico seguente illustra la tendenza della media annuale nel periodo 2002-2011:



Anche per questo inquinante si nota complessivamente una diminuzione rispetto a inizio periodo quando i valori erano prossimi ai $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per Mandria e $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per Arcella. In particolare la stazione di Mandria dopo una impennata nel 2007 evidenzia negli ultimi anni una netta tendenza alla diminuzione della media annua che dal 2009 è scesa sotto il valore limite annuale. Per Arcella, stazione di traffico urbano, invece i valori restano sensibilmente superiori al limite annuale.

7. Riferimenti

- ARPAV - Relazioni annuali della qualità dell'aria nella regione Veneto, disponibili all'indirizzo <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/riferimenti/documenti>
- Decreto Legislativo 155/2010 del 13/08/2010, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, suppl. ord. n°216 del 15/09/2010.
- WHO, 2000. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.



DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI PADOVA
Via Ospedale 22, 35121 Padova
tel.: 049 8227801 - fax: 049 8227810
e-mail: dappd@arpa.veneto