



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

RELAZIONE REGIONALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA
ai sensi della L.R. n. 11/2001 art.81

- Anno di riferimento: 2016 -

ARPAV

Direttore Generale: Nicola Dell'Acqua

Direzione Area Tecnico Scientifica: Carlo Terrabujo

Progetto e realizzazione

Osservatorio Regionale Aria

Salvatore Patti (Responsabile della struttura)

Luca Zagolin, Giovanna Marson, Erika Baraldo, Silvia Pillon, Alberto Dalla Fontana

Il commento meteo-climatologico e l'analisi di episodi acuti di inquinamento è a cura del Centro Meteorologico di Teolo: *M.Sansone, M.E. Ferrario.*

E' consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici ed in genere del contenuto del presente rapporto esclusivamente con la citazione della fonte.

INDICE

1. Introduzione	p.	2
2. Normativa di riferimento e indicatori di sintesi	p.	2
3. Le stazioni della rete appartenenti al Programma di Valutazione	p.	4
4. Biossido di zolfo, Monossido di carbonio, Biossido di azoto, Ozono.....	p.	6
4.1 Biossido di azoto	p.	6
4.2 Ozono	p.	8
5. Particolato PM10 e PM2.5, Benzene, Benzo(a)pirene	p.	11
5.1 Particolato PM10.....	p.	11
5.2 Particolato PM2.5	p.	14
5.3 Benzene	p.	16
5.4 Benzo(a)pirene.....	p.	17
6. Piombo ed elementi in tracce	p.	18
6.1 Piombo	p.	18
6.2 Elementi in tracce	p.	19
7. Analisi delle tendenze nel periodo 2012-2016.....	p.	21
7.1 Analisi delle variazioni annuali per gli ossidi di azoto (NO ₂ e NO _x).....	p.	21
7.2 Analisi delle variazioni annuali per l'ozono	p.	24
7.3 Analisi delle variazioni annuali per il particolato PM10	p.	27
7.4 Analisi delle variazioni annuali per il particolato PM2.5.....	p.	31
7.5 Analisi delle variazioni annuali per benzene, Benzo(a)pirene, piombo ed elementi in tracce ..	p.	32
8. Altre stazioni di qualità dell'aria non incluse nel Programma di Valutazione	p.	37
9. Analisi della situazione meteorologica dell'anno 2016.....	p.	38
9.1 Situazione meteorologica	p.	38
9.2 Qualità dell'aria	p.	43
9.3 Analisi a livello regionale dei principali parametri meteorologici che influenzano l'andamento delle concentrazioni di PM10 e di ozono	p.	44
9.4 Risultati	p.	45
9.5 Episodi di inquinamento da PM10	p.	53
9.6 Episodi di inquinamento da Ozono.....	p.	59
10. Campagna regionale di monitoraggio delle concentrazioni di ammoniaca	p.	60
11. L'inventario delle emissioni INEMAR VENETO.....	p.	63
12. Valutazione modellistica del PM10.....	p.	73
12.1 Obiettivi di qualità della stima modellistica del PM10 per l'anno 2016.....	p.	76
13. Conclusioni	p.	80
GLOSSARIO.....	p.	81
BIBLIOGRAFIA	p.	84

1. Introduzione

Come richiesto dall'art. 81 della Legge Regionale n.11/2001¹ ARPAV (attraverso l'Osservatorio Regionale Aria) si occupa della predisposizione della Relazione Regionale Annuale sulla qualità dell'aria e dell'aggiornamento dell'elenco regionale delle fonti di emissione (inventario delle emissioni). Lo strumento informatico utilizzato per costruire l'inventario delle emissioni in atmosfera del Veneto è il database INEMAR (acronimo di Inventario Emissioni Aria), un software messo a punto dalla Regione Lombardia con la collaborazione della Regione Piemonte e dal 2003 gestito da ARPA Lombardia. Dal 2006 INEMAR è utilizzato nell'ambito di una convenzione interregionale, che tuttora vede fra i partecipanti le Regioni e/o le Agenzie ambientali del Bacino Padano-Adriatico (Lombardia, Piemonte, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia-Romagna, le Province autonome di Trento e di Bolzano), la Puglia e le Marche (dal 2009).

Alla pagina web del sito aziendale ARPAV <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/emissioni-di-inquinanti/inventario-emissioni> sono riportate tutte le informazioni necessarie per accedere ai dati delle emissioni INEMAR 2013 in versione definitiva.

Per quanto riguarda la Relazione Regionale della Qualità dell'Aria, l'anno a cui si riferiscono le elaborazioni presentate è il 2016 e tutti i dati in esso contenuti sono stati forniti dai Dipartimenti ARPAV Provinciali. Per una migliore contestualizzazione dei valori registrati, è analizzato anche l'andamento meteorologico e climatico del 2016 e la sua relazione con la dispersione degli inquinanti. La valutazione è stata effettuata mediante l'osservazione delle carte meteorologiche di re-analisi sull'Europa, l'elaborazione dei dati delle rete delle stazioni meteo e di qualità dell'aria di ARPAV e il supporto della rete sperimentale dei profilatori.

Gli episodi acuti dei principali inquinanti atmosferici (PM10 e Ozono) sono presentati assieme ad un breve commento esplicativo sulle condizioni meteorologiche e di stabilità atmosferica che hanno portato ad aumenti significativi dei due inquinanti.

La presente relazione fornisce, ove la serie storica delle centraline lo consenta, l'analisi dei trend degli inquinanti per stazione dal 2012 al 2016 e su base regionale dal 2005 al 2016. 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 ad un singolo anno.

Occorre sottolineare che nel corso degli ultimi quattro anni la rete di monitoraggio della qualità dell'aria del Veneto ha subito un processo di adeguamento alle disposizioni del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Nel processo di adeguamento, sono state privilegiate le stazioni con le serie storiche più lunghe, cercando di ottimizzarne il numero, tenendo conto degli aspetti peculiari del territorio e, al contempo, dei criteri di efficienza, efficacia ed economicità.

2. Normativa di riferimento e indicatori di sintesi

La normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria è costituita dal D.Lgs.155/2010². Tale decreto regola i livelli in aria ambiente di biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), particolato (PM10 e PM2.5), piombo (Pb) benzene (C₆H₆), oltre alle concentrazioni di ozono (O₃) e ai livelli nel particolato PM10 di cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As) e Benzo(a)pirene (BaP).

In questo documento è stato verificato il rispetto dei valori limite e/o valori obiettivo e di tutti gli indicatori riportati in Tabella 1 per i seguenti parametri: NO₂, NO_x, SO₂, CO, O₃, PM10, PM2.5, C₆H₆, BaP, Pb, As, Ni, Cd.

¹ "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi alle autonomie locali in attuazione del Decreto Legislativo 31 Marzo 1998, n. 112".

² Come modificato dal D.Lgs. 250/2012, dal DM 5 maggio 2015 e dal DM 26 gennaio 2017.

Tabella 1. Valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione (D.Lgs.155/2010 s.m.i.).

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

3. Le stazioni della rete appartenenti al Programma di valutazione

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria è stata sottoposta ad un processo di revisione per renderla conforme alle disposizioni del Decreto Legislativo n.155/2010. Il Progetto di adeguamento, elaborato sulla base delle indicazioni del Tavolo di Coordinamento nazionale, ha portato alla definizione della rete regionale di monitoraggio e del relativo programma di valutazione della qualità dell'aria. Le elaborazioni grafiche contenute nella presente relazione si riferiscono esclusivamente al set di stazioni riportate in Tabella 2. Trattasi delle stazioni appartenenti al programma di valutazione di cui sopra.

Si precisa che ARPAV gestisce anche altre stazioni, non facenti parte del programma di valutazione, sulla base di convenzioni con Enti Locali o con aziende private, finalizzate principalmente alla valutazione dell'impatto di attività industriali specifiche. Per tutte queste stazioni si è verificato, al capitolo 8, il rispetto degli indicatori di legge di cui al Decreto Legislativo n.155/2010.

In generale sono state considerate solo le stazioni e i parametri che garantiscono una percentuale di dati sufficiente a rispettare gli obiettivi di qualità indicati dalla normativa vigente³.

In Figura 1 si illustra l'ubicazione delle 35 centraline (indicate in blu) i cui dati sono stati utilizzati nella presente valutazione della qualità dell'aria e delle 9 centraline in convenzione (con gli Enti Locali, indicate azzurro, o con aziende private, indicate in rosso). In Figura 1 è riportata anche la stazione di BL-La Cerva, che pur appartenendo al Programma di Valutazione, non rispetta, per il 2016, gli obiettivi di qualità indicati dalla normativa vigente.

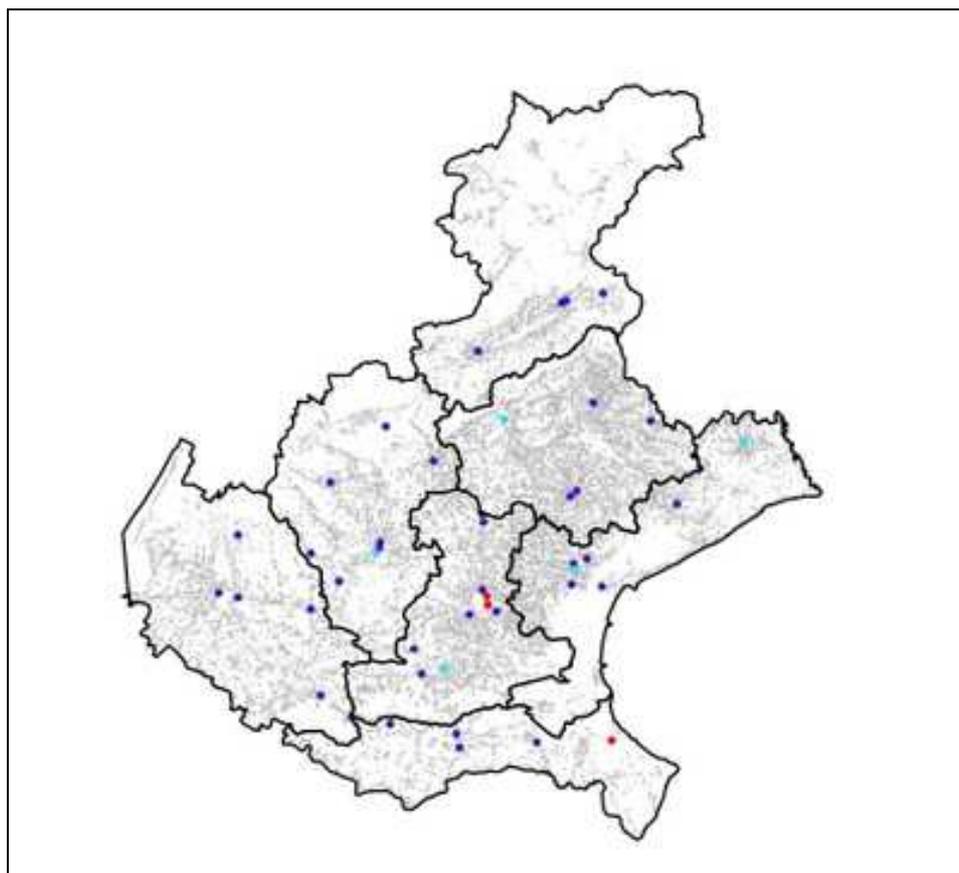


Figura 1. Ubicazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria. Sono indicate in blu le stazioni appartenenti al Programma di Valutazione, in azzurro le stazioni in convenzione con gli Enti Locali e in rosso quelle in convenzione con aziende private.

³ D.Lgs.155/2011 Art.5 comma 11: le misurazioni e le altre tecniche utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria ambiente devono rispettare gli obiettivi di qualità del dato di cui all'allegato I al D.Lgs.155/2010).

Tabella 2. Elenco delle stazioni e dei relativi monitor appartenenti al Programma di Valutazione

Provincia	Stazione	Tipologia	SO ₂	NO ₂ /NO _x	CO	O ₃	PM10	PM2.5	Benzene	B(a)P	Metalli
PD	PD_Arcella	TU	√	√	√		√			√	√
PD	PD_Mandria	FU		√		√	√	√	√	√	√
PD	PD_Granze	IU					√			√	√
PD	Parco Colli Euganei	FR		√		√	√				
PD	Este	IS	√	√	√	√	√	√		√	√
PD	S.Giustina in Colle	FR		√	√	√	√			√	√
VR	VR_Borgo Milano	TU	√	√	√		√		√		
VR	VR_Giarol	FS		√		√	√	√		√	√
VR	Legnago	FU		√		√	√				
VR	San Bonifacio	TU	√	√		√	√				
VR	Boscochiesanuova	FR	√	√	√	√	√			√	√
RO	RO_Centro	TU	√	√	√	√	√	√	√		
RO	RO_Borsea	FU		√		√	√			√	√
RO	Badia Polesine - Villafora	FR	√	√	√	√	√			√	√
RO	Adria	FU		√							
BL	BL-Parco città Bologna	FU		√		√	√	√		√	
BL	BL_La Cerva*	TU		√	√		√				
BL	Area Feltrina	FS		√		√	√	√	√	√	√
BL	Pieve d'Alpago	FR		√		√	√		√		
TV	TV_Via Lancieri	FU		√		√	√	√	√	√	√
TV	TV-S.Agnese	TU	√	√	√		√				
TV	Conegliano	FU		√		√	√	√			
TV	Mansuè	FR		√		√	√	√			
VI	VI_San Felice	TU	√	√	√		√		√		
VI	VI_Quartiere Italia	FU		√		√	√	√		√	√
VI	Asiago_Cima Ekar	FR		√		√					
VI	Chiampo	IU		√					√		
VI	Bassano	FU		√		√		√			
VI	Montebello Nord	IS		√							
VI	Schio	FU		√		√	√		√	√	√
VE	VE_Parco Bissuola	FU	√	√		√	√	√	√	√	√
VE	VE_Sacca Fisola	FU	√	√		√	√				√
VE	VE_Via Tagliamento	TU		√	√		√				
VE	VE_Via Malcontenta	IS	√	√			√	√		√	√
VE	San Donà di Piave	FU		√		√		√			

* stazione attivata nel corso del 2016

Legenda Tipologia

T: Traffico

F: Fondo

I: Industriale

U: Urbano

S: Suburbano

R: Rurale

4. Biossido di zolfo, Monossido di carbonio, Biossido di azoto, Ozono

In questo paragrafo è analizzato lo stato della qualità dell'aria rispetto al biossido di zolfo, al monossido di carbonio, al biossido di azoto e 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.

Per il biossido di zolfo (SO₂) non vi sono stati superamenti della soglia di allarme di 500 µg/m³, né superamenti del valore limite orario (350 µg/m³) e del valore limite giornaliero (125 µg/m³). Il biossido di zolfo si conferma, come già evidenziato nelle precedenti edizioni della Relazione, 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).

Analogamente non destano preoccupazione le concentrazioni di monossido di carbonio (CO) rilevate a livello regionale: in tutti i punti di campionamento non ci sono stati superamenti del limite di 10 mg/m³, calcolato come valore massimo giornaliero su medie mobili di 8 ore.

Considerati i livelli di SO₂ e di CO si sono gradualmente ridotti i punti di campionamento per questi due inquinanti, essendo le concentrazioni rilevate inferiori alle soglie di valutazione inferiore (rispettivamente di 5 mg/m³ per CO e di 8 µg/m³ per SO₂, tenendo in considerazione, per quest'ultimo, il calcolo della soglia a partire dal valore limite per la protezione della vegetazione). I punti di campionamento di SO₂ e di CO sono distribuiti nelle zone di cui alla DGR n. 2130/2012 in conformità al Decreto Legislativo n. 155/2010.

4.1 Biossido di azoto

Per la valutazione dei livelli di NO₂, sono state considerate le stazioni elencate in Tabella 2: 22 stazioni di fondo (ulteriormente suddivise in fondo urbano, suburbano e rurale) e 12 stazioni di hot-spot (stazioni di traffico oppure di tipo industriale). Per quanto riguarda la stazioni di BL-La Cerva, di recente attivazione, gli indicatori relativi all'NO₂ saranno disponibili a partire dall'anno 2017.

Considerando i valori registrati nelle stazioni di fondo (Figura 2) e nelle stazioni di traffico e di tipo industriale (Figura 3), si può osservare che il valore limite annuale (40 µg/m³) è stato superato presso la stazione di VE-Via Tagliamento (41 µg/m³), mentre è stato raggiunto nella stazione di PD-Mandria.

Le concentrazioni medie annuali più basse sono state registrate in alcune stazioni di fondo rurale: Pieve D'Alpago (6 µg/m³), Boscochiesanuova (10 µg/m³), Asiago Cima Ekar (4 µg/m³).

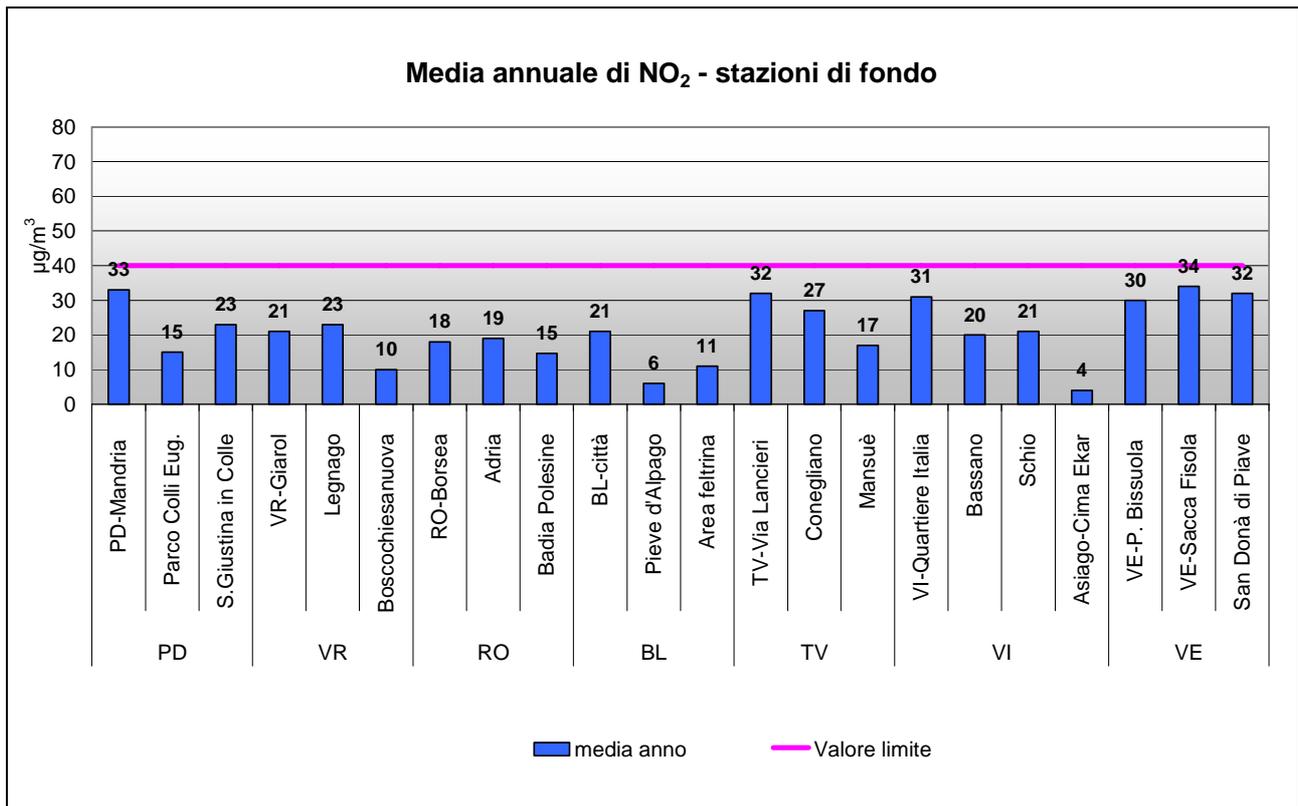


Figura 2. Biossido di Azoto. Medie annuali nelle stazioni di tipologia "fondo".

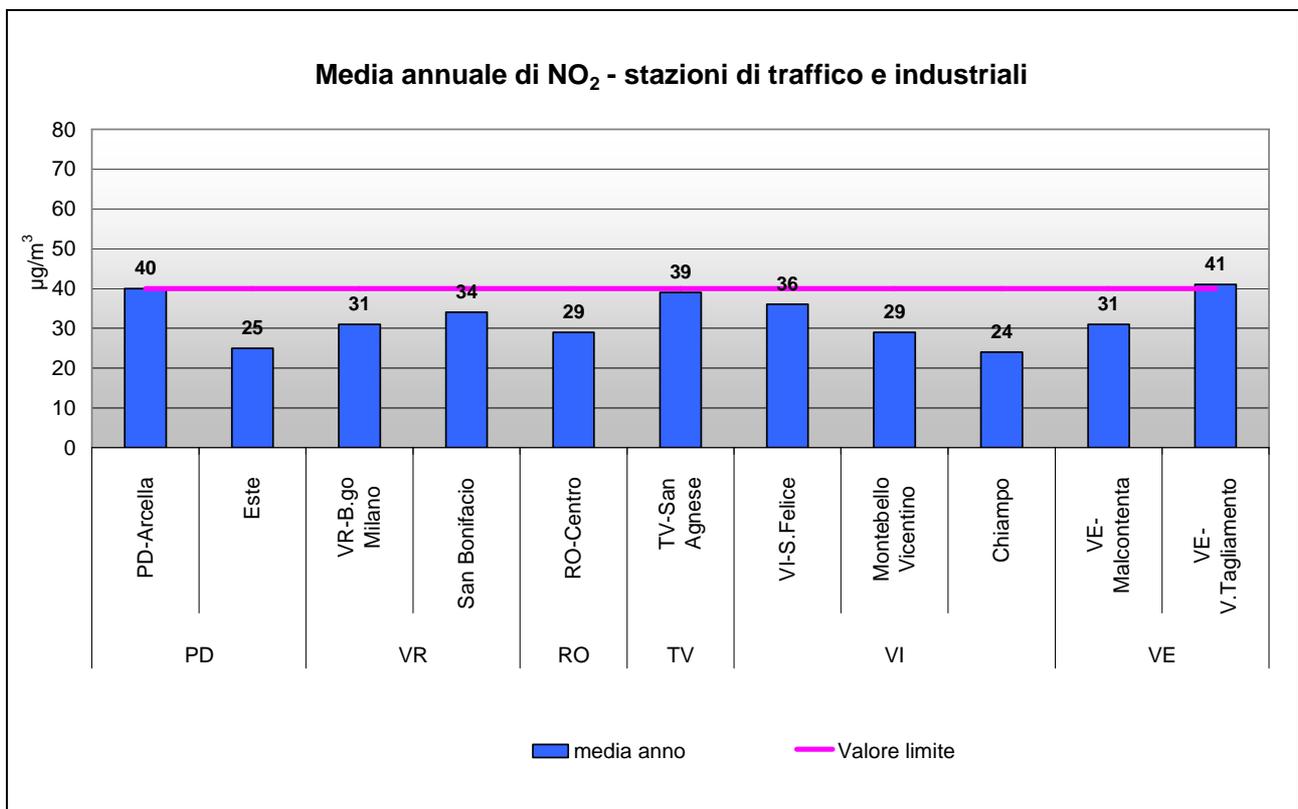


Figura 3. Biossido di Azoto. Medie annuali nelle stazioni di tipologia "traffico" e "industriale".

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 delle stazioni indicate in Tabella 2 ha oltrepassato i 18 superamenti ammessi, quindi il valore limite si intende non superato. Non vi sono stati casi di superamento della soglia di allarme di $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.2 Ozono

L'analisi dei dati di ozono parte dall'esame della valutazione dei superamenti della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$), definita come il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata, 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. Tali informazioni sono disponibili nelle pagine web del sito www.arpa.veneto.it. I superamenti della soglia di informazione sono illustrati in Figura 4 per le stazioni di fondo. Le tre centraline con il numero più elevato di superamenti sono Boscochiesanuova (24), Asiago-Cima Ekar (22) e Schio (16). I superamenti sono molto contenuti nel bellunese e nel rodigino.

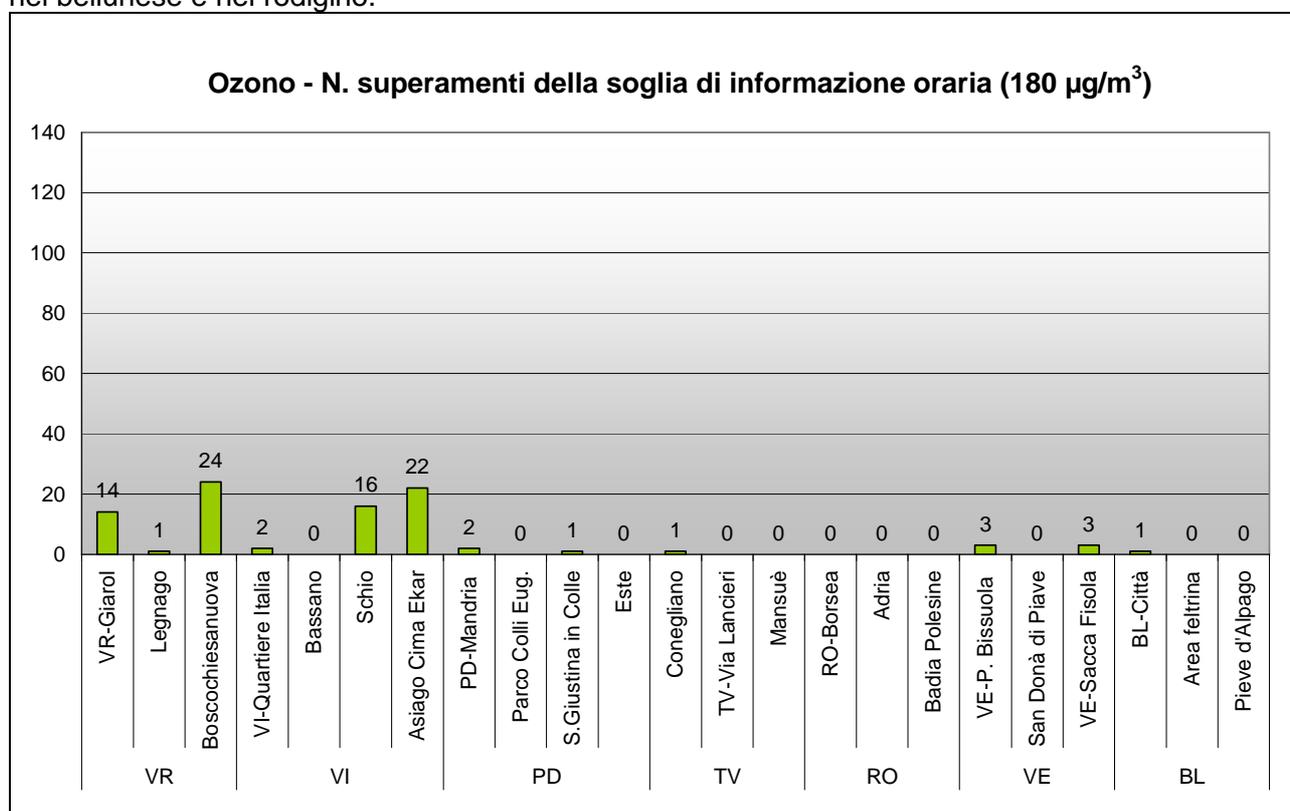


Figura 4. Ozono. Superamenti orari della soglia di informazione per la protezione della salute umana.

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 $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$; il conteggio viene effettuato su base annuale.

Dall'analisi del grafico in Figura 5 si evidenzia che tutte le stazioni considerate hanno fatto registrare superamenti di questo indicatore ambientale e che il numero maggiore di giorni di superamento è stato registrato ad Asiago Cima-Ekar (95).

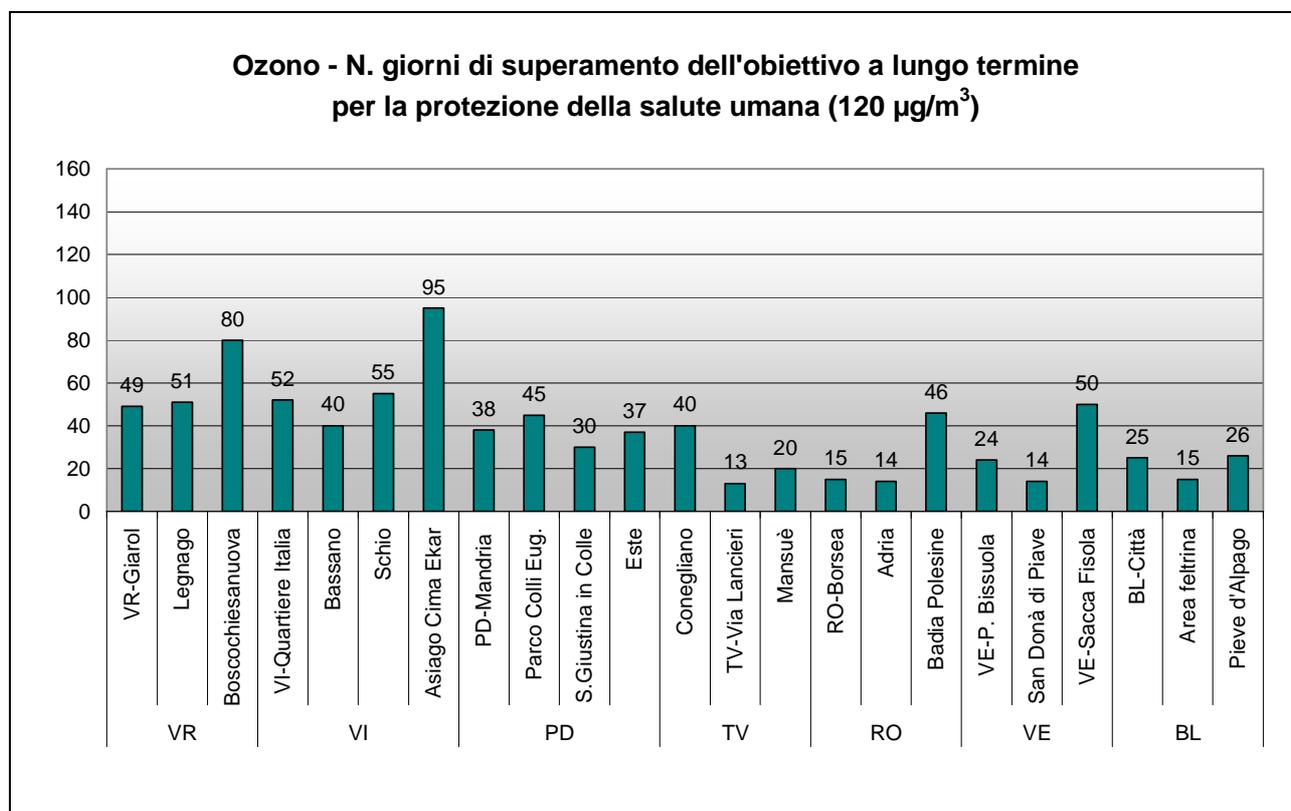


Figura 5. Ozono. Numero di giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.

L'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione 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. L'AOT40 deve essere calcolato esclusivamente per le stazioni finalizzate alla valutazione dell'esposizione della vegetazione, assimilabili in Veneto alle stazioni di tipologia "fondo rurale".

Nel grafico in Figura 6 si riportano i valori di AOT40 di ciascuna centralina. L'obiettivo a lungo termine di $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ non è stato rispettato in nessuna delle stazioni considerate.

La verifica del rispetto degli altri due indicatori riportati in Tabella 1 (Valore obiettivo per la protezione della salute umana e Valore obiettivo per la protezione della vegetazione) è illustrata al capitolo 7, "Analisi delle tendenze nel periodo 2012-2016", trattandosi di indicatori calcolati rispettivamente su 3 e 5 anni.

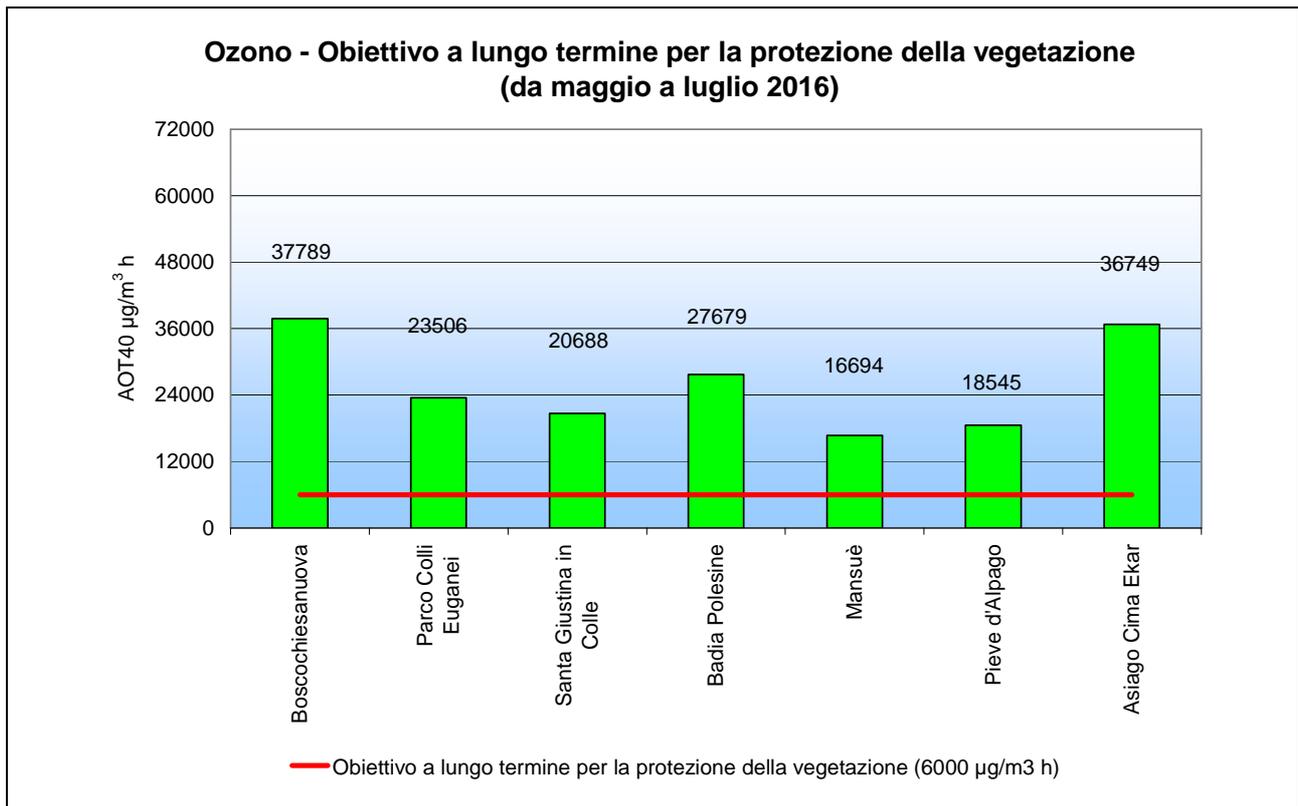


Figura 6. Ozono. Verifica del rispetto dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione mediante calcolo del parametro AOT40 per le stazioni di tipologia "fondo rurale".

5. Particolato PM10 e PM2.5, Benzene, Benzo(a)pirene

In questo paragrafo è analizzato lo stato della qualità dell'aria rispetto al particolato PM10 e PM2.5, al benzo(a)pirene e al benzene. Per il particolato PM10 e PM2.5 e gli elementi in tracce determinati su PM10, 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.

5.1 Particolato PM10

Nei grafici in Figura 7 e Figura 8, differenziati per tipologia di stazione, si riportano i superamenti del limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sono evidenziate in rosso le stazioni che eccedono i 35 superamenti consentiti per anno.

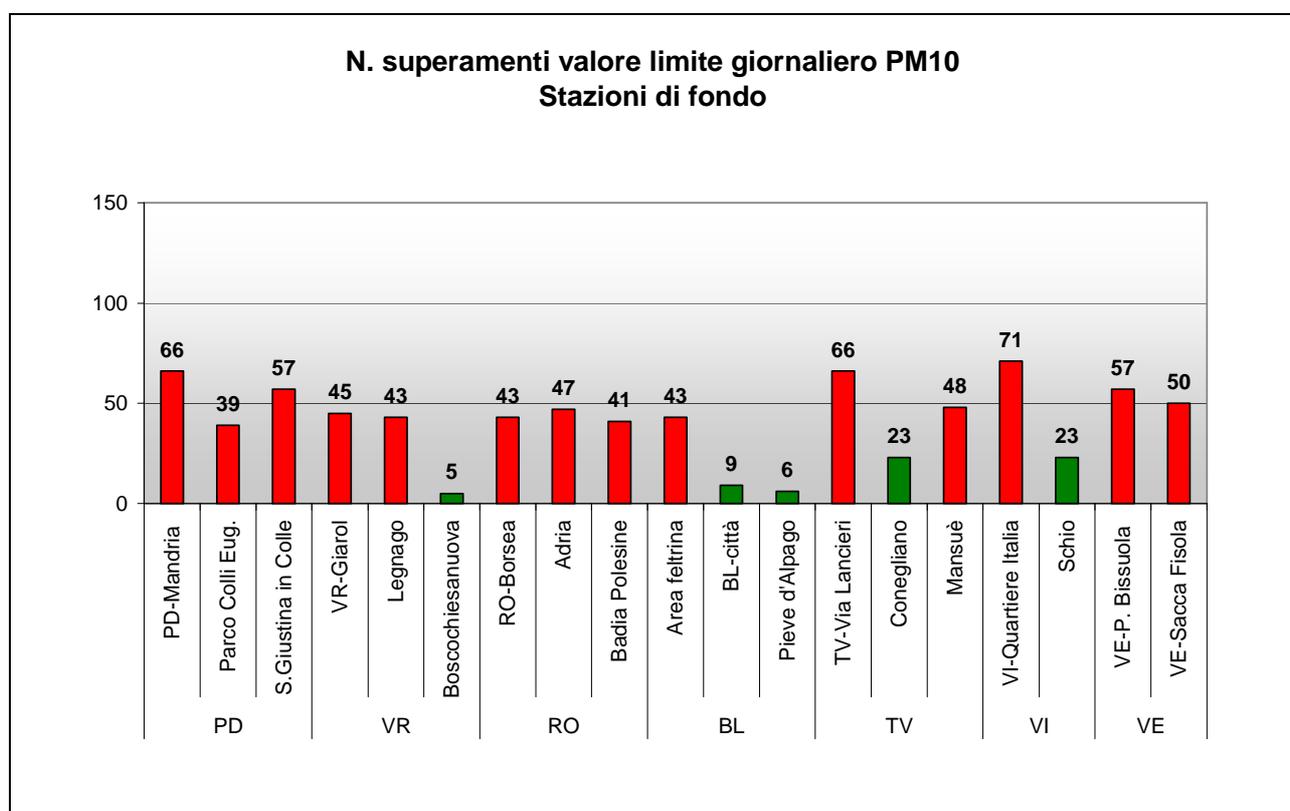


Figura 7. Particolato PM10. Superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana registrati nelle stazioni di tipologia "fondo".

Per quanto riguarda le stazioni di fondo, nel 2016, solo 5 stazioni su 19 hanno rispettato il valore limite giornaliero. Due sono ubicate in provincia di Belluno, una in provincia di Verona (Boscochiesanuova), una in provincia di Vicenza (Schio) e una in provincia di Treviso (Conegliano).

Per quanto riguarda le stazioni di traffico e industriali (Figura 8), tutte le centraline hanno oltrepassato il valore limite, registrando un numero di superamenti tra i 40 di Este e i 73 di VE-Via Tagliamento. Come per gli anni precedenti, nel 2016 questo indicatore della qualità dell'aria resta il più critico tra quelli normati.

Nei grafici in Figura 9 e Figura 10 sono riportate le medie annuali registrate rispettivamente nelle stazioni di tipologia "fondo" e "traffico" o "industriale".

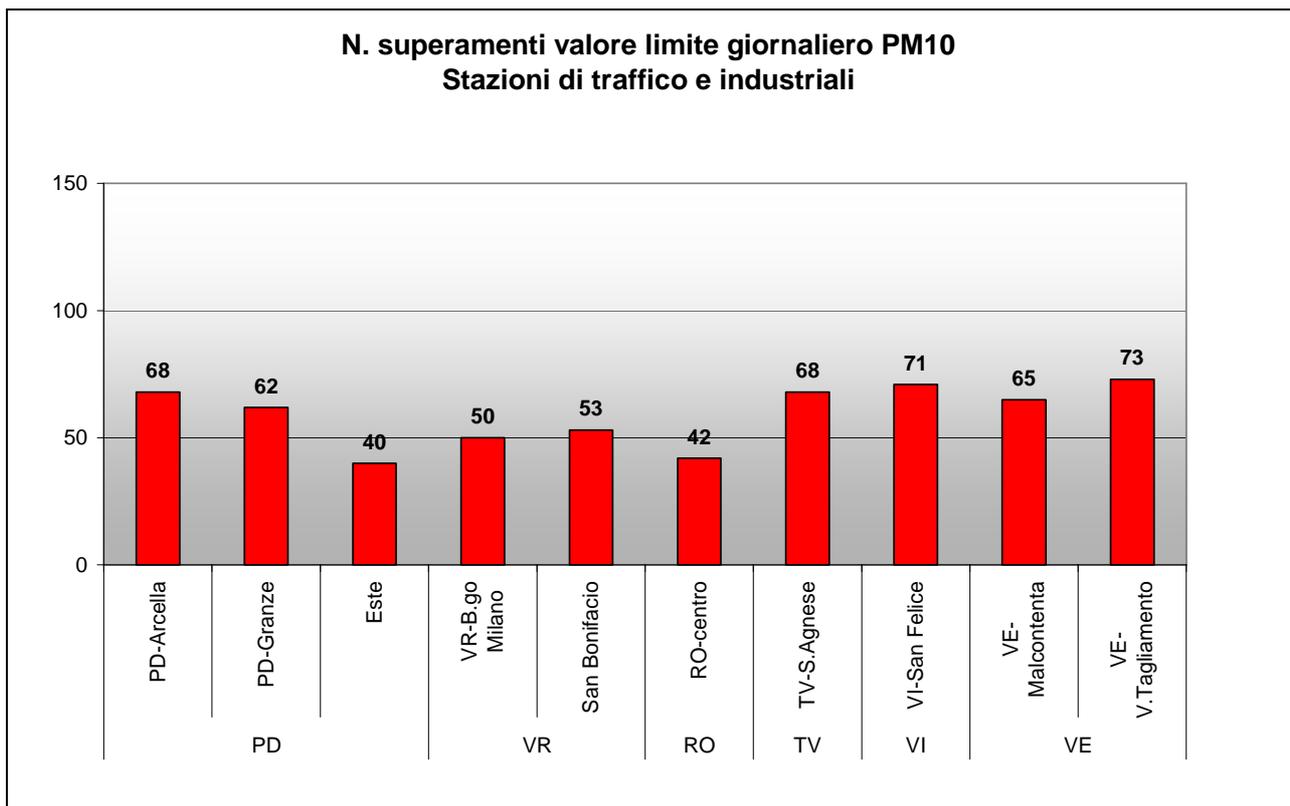


Figura 8. Particolato PM10. Superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana registrati nelle stazioni di tipologia "traffico" e "industriale".

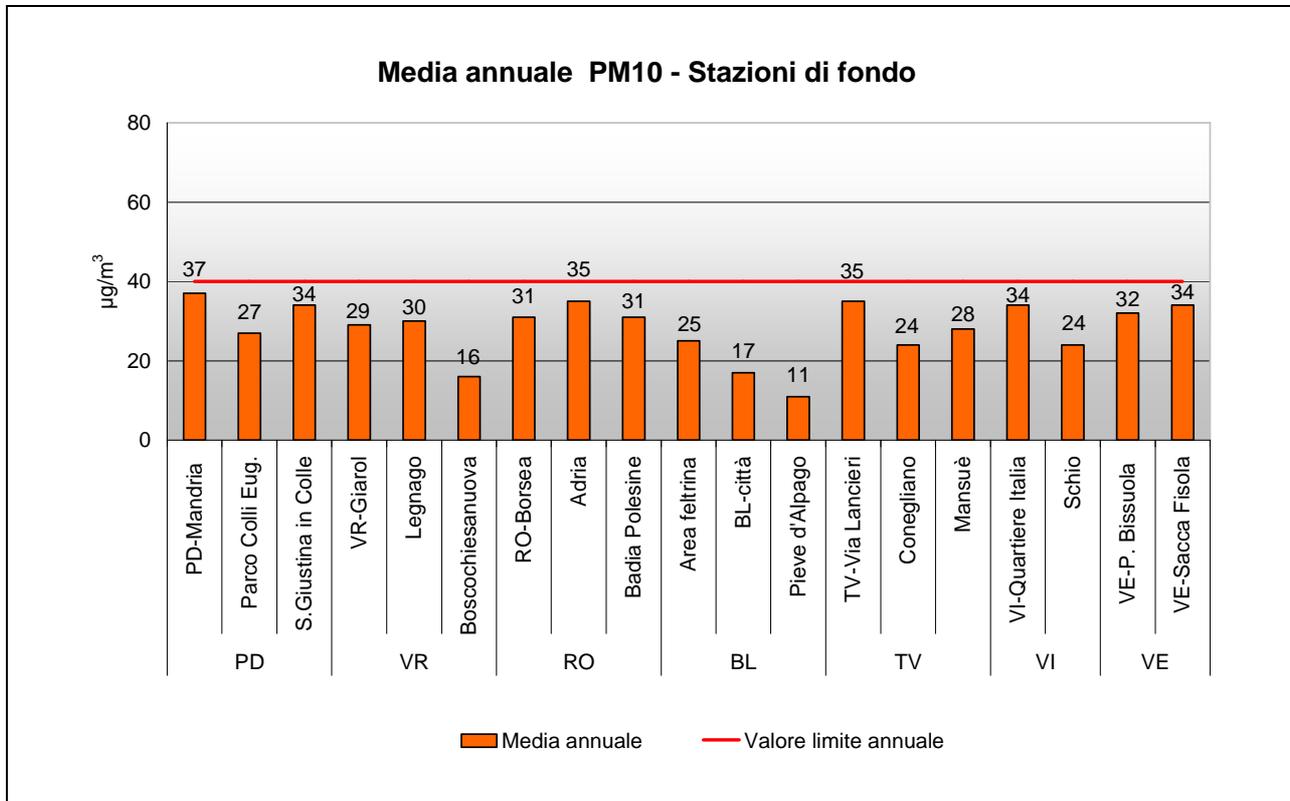


Figura 9. Particolato PM10. Medie annuali confrontate con il valore limite per la protezione della salute umana nelle stazioni di tipologia "fondo".

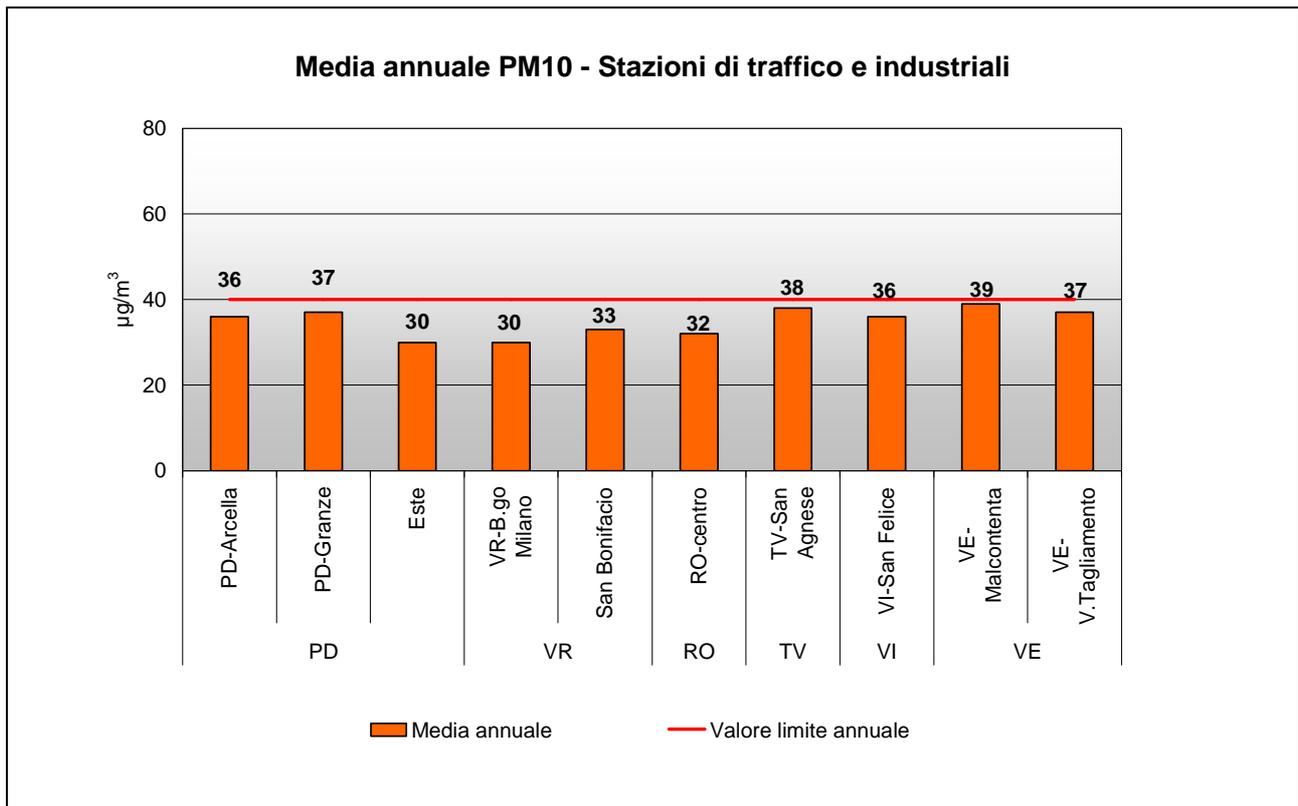


Figura 10. Particolato PM10. Medie annuali confrontate con il valore limite per la protezione della salute umana nelle stazioni di tipologia “traffico” e “industriale”.

In Figura 9 e 10 si osserva che, nel 2016, a differenza dell’anno precedente, il valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è mai stato superato nelle stazioni di fondo e hot-spot della rete. In Tabella 3 e Tabella 4 sono riportati, rispettivamente, il numero di campioni di PM10 e di PM2.5 effettuati nel 2016 presso ciascun sito di campionamento e il metodo utilizzato. Per le misure in siti fissi il D.Lgs.155/2010 prevede una raccolta minima di dati pari al 90% sull’anno. Per comodità sono riportati anche i campioni raccolti presso le stazioni non appartenenti al Programma di Valutazione, la cui trattazione è rimandata al capitolo 8.

Tabella 3 Numero di campioni e metodo analitico impiegato per la determinazione dei livelli di PM10

Provincia	Nome stazione	Comune	Tipologia stazione	N. campioni anno	Metodo di analisi
PD	PD_Arcella	Padova	TU	358	Automatico
PD	PD_Mandria	Padova	FU	347	Automatico
PD	PD_Granze	Padova	IU	354	Automatico
PD	PD_aps1	Padova	IU	350	Automatico
PD	PD_aps2	Padova	IU	362	Automatico
PD	Parco Colli Euganei	Cinto Euganeo	FR	363	Automatico
PD	Este	Este	IS	340	Automatico
PD	S.Giustina in Colle	S.Giustina in C.	FR	356	Gravimetrico
VR	VR_Borgo Milano	Verona	TU	355	Automatico
VR	VR_Giarol Grande	Verona	FS	355	Automatico
VR	Legnago	Legnago	FU	361	Automatico
VR	San Bonifacio	San Bonifacio	TU	349	Automatico
VR	Boscochiesanuova	Boscochiesanuova	FR	354	Automatico
RO	RO_Centro	Rovigo	TU	360	Automatico
RO	RO_Borsea	Rovigo	FU	365	Gravimetrico
RO	Adria	Adria	FU	339	Automatico
RO	Badia Polesine - Villafora	Badia Polesine	FR	361	Gravimetrico
RO	GNL Porto Levante	Porto Levante	IS	361	Automatico
BL	BL_Parco Città Bologna	Belluno	FU	363	Automatico
BL	Area Feltrina	Feltre	FS	364	Automatico
BL	Pieve d'Alpago	Pieve d'Alpago	FR	360	Automatico
TV	TV_Via Lancieri	Treviso	FU	357	Automatico
TV	Conegliano	Conegliano	FU	360	Automatico
TV	Mansuè	Mansuè	FR	363	Automatico
VI	VI_San Felice	Vicenza	TU	364	Gravimetrico
VI	VI_Quartiere Italia	Vicenza	FU	351	Automatico
VI	Schio	Schio	FU	364	Grav/Auto
VE	VE_Parco Bissuola	Venezia	FU	360	Automatico
VE	VE_Sacca Fisola	Venezia	FU	358	Automatico
VE	VE_Via Tagliamento	Venezia	TU	364	Automatico
VE	VE_Via Malcontenta	Venezia	IS	365	Gravimetrico
VE	VE_Via Beccaria	Venezia	TU	365	Automatico

5.2 Particolato PM2.5

Il particolato PM2.5 è costituito dalla frazione delle polveri di diametro aerodinamico inferiore 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 11 sono riportate le medie annuali registrate in Veneto nel 2016. E' evidenziato il valore limite (linea rossa).

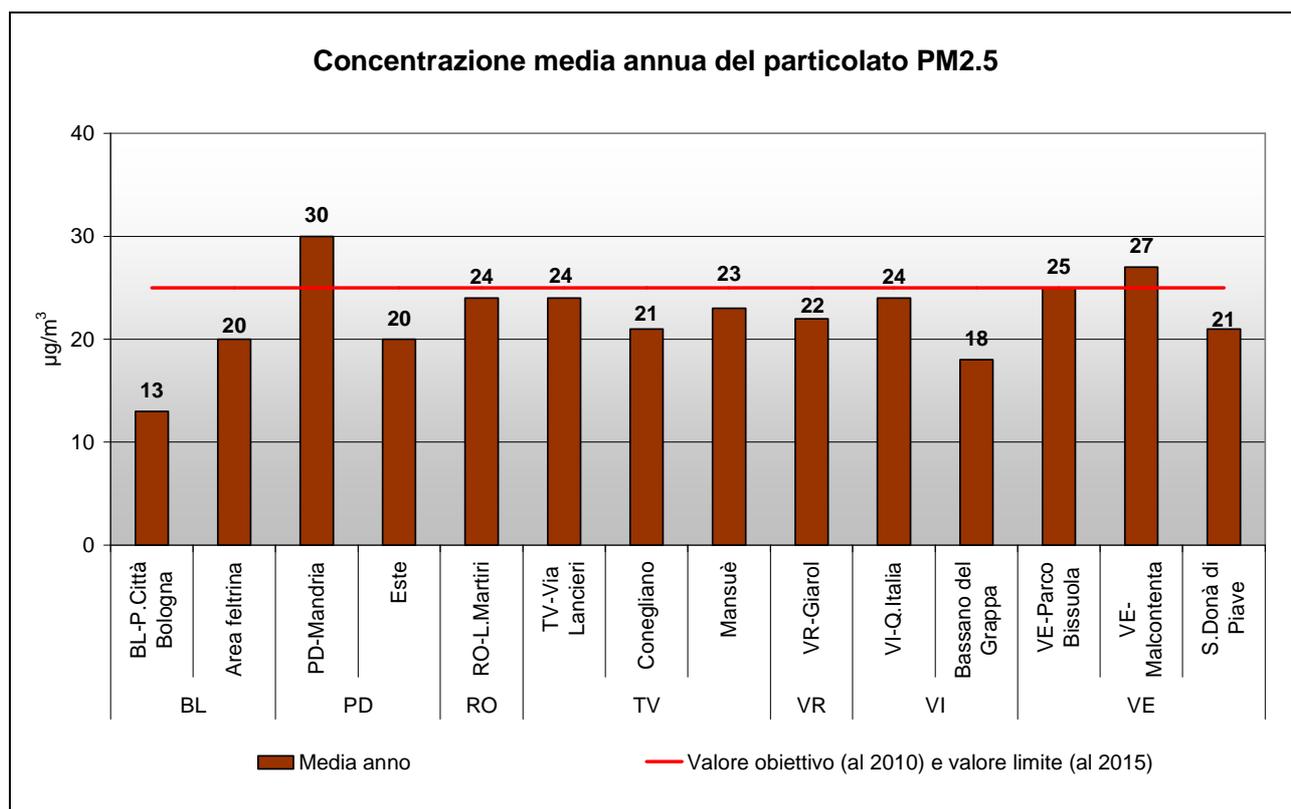


Figura 11. Particolato PM2.5. Verifica del rispetto del valore limite al 2016.

Si può osservare che il valore limite ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), è stato superato in 2 stazioni della rete (PD-Mandria, VE-Malcontenta), mentre nella maggior parte delle centraline tale limite è stato rispettato. Il valore medio annuale più elevato è stato registrato a PD-Mandria $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 4 Numero di campioni e metodo analitico impiegato per la determinazione dei livelli di PM2.5

Provincia	Nome stazione	Comune	Tipologia stazione	N. campioni anno	Metodo di analisi
PD	PD_Mandria	Padova	FU	327	gravimetrico
PD	PD_aps1	Padova	IU	347	Automatico
PD	PD_aps2	Padova	IU	359	Automatico
PD	Este	Este	IS	345	Automatico
VR	VR_Giarol Grande	Verona	FS	363	Automatico
RO	RO_Centro	Rovigo	TU	364	gravimetrico
RO	GNL Porto Levante	Porto Levante	IS	358	Automatico
BL	BL_Parco Città Bologna	Belluno	FU	364	gravimetrico
BL	Area Feltrina	Feltre	FS	365	gravimetrico
TV	TV_Via Lancieri	Treviso	FU	351	Automatico
TV	Conegliano	Conegliano	FU	350	gravimetrico
TV	Mansuè	Mansuè	FR	318	Automatico
VI	VI_Quartiere Italia	Vicenza	FU	358	gravimetrico
VI	Bassano	Bassano	FU	352	Automatico
VE	VE_Parco Bissuola	Venezia	FU	362	gravimetrico
VE	VE_Via Malcontenta	Venezia	IS	359	gravimetrico
VE	San Donà di Piave	San Donà di Piave	FU	363	Automatico

5.3 Benzene

Dai dati riportati in Figura 12 si osserva che le concentrazioni medie annuali di Benzene sono di molto inferiori al valore limite di 5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e sono anche al di sotto della soglia di valutazione inferiore (2.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) in tutti i punti di campionamento.

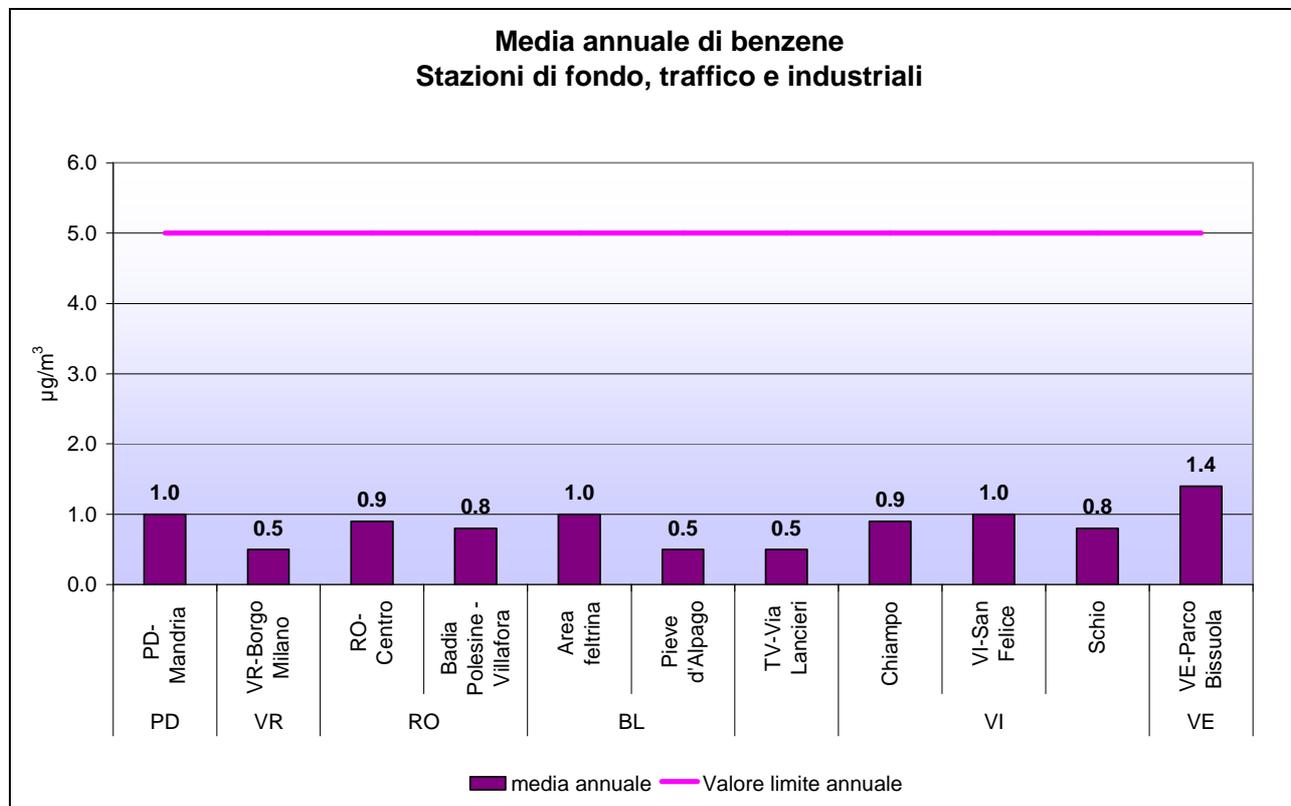


Figura 12. Benzene. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia “fondo”, “traffico” ed “industriale”.

I metodi di campionamento e analisi utilizzati per il Benzene nelle diverse stazioni sono descritti in Tabella 5. Si precisa che per il Benzene, il D.Lgs.155/2010 prevede, per le misure in siti fissi, una raccolta minima di dati pari al 35% sull’anno (circa 128 valori giornalieri per anno). Per le misure indicative, realizzate presso la stazione “Area Feltrina” la percentuale minima è pari al 14% dell’anno (almeno 51 giorni di campionamento l’anno).

Tabella 5 Benzene. Metodo di campionamento e analisi impiegato nelle diverse stazioni.

Provincia	Nome stazione	Comune	Tipologia Stazione	N. campioni anno 2016	Metodo di campionamento/analisi
PD	PD-Mandria	Padova	FU	115	campionamento attivo
VR	VR-Borgo Milano	Verona	TU	328	campionamento attivo
RO	RO-Centro	Rovigo	TU	8349*	BTEX
	Badia Polesine	Badia Polesine	BR	148	campionamento attivo
BL	Area feltrina	Feltre	FS	60	campionamento attivo
	Pieve d'Alpago	Pieve d'Alpago	FR	144	campionamento attivo
TV	TV-Via Lancieri	Treviso	FU	150	campionamento attivo
VI	Chiampo	Chiampo	IU	8721*	BTEX
	VI-San Felice	Vicenza	TU	156	campionamento attivo
	Schio	Schio	FU	150	campionamento attivo
VE	VE-Parco Bissuola	Venezia	BU	8286*	BTEX

* campioni orari per anno

5.4 Benzo(a)pirene

In Figura 13 si riportano le medie annuali di Benzo(a)pirene determinate sul PM10, registrate nelle diverse tipologie di stazioni. Si osservano superamenti del valore obiettivo di 1.0 ng/m³ presso le stazioni di Area Feltrina (2.1 ng/m³), S.Giustina in Colle (2.0 ng/m³), nelle stazioni di Padova (PD-Granze 1.6 ng/m³, PD-Mandria 1.1 ng/m³, PD-Arcella 1.4 ng/m³), a BL-città (1.3 ng/m³), a TV-Via Lancieri (1.7 ng/m³) e nelle stazioni di Venezia (VE-Parco Bissuola 1.3 ng/m³, VE-Malcontenta 1.5 ng/m³). Il valore obiettivo è stato raggiunto ma non superato a VI-Quartiere Italia. Si conferma quindi la criticità di questo inquinante per la qualità dell'aria in Veneto. In Tabella 6 è indicato il numero di campioni effettuati e la metodologia adottata. Il D.Lgs.155/2010 prevede una raccolta minima di dati pari al 33% sull'anno (circa 120 determinazioni per anno).

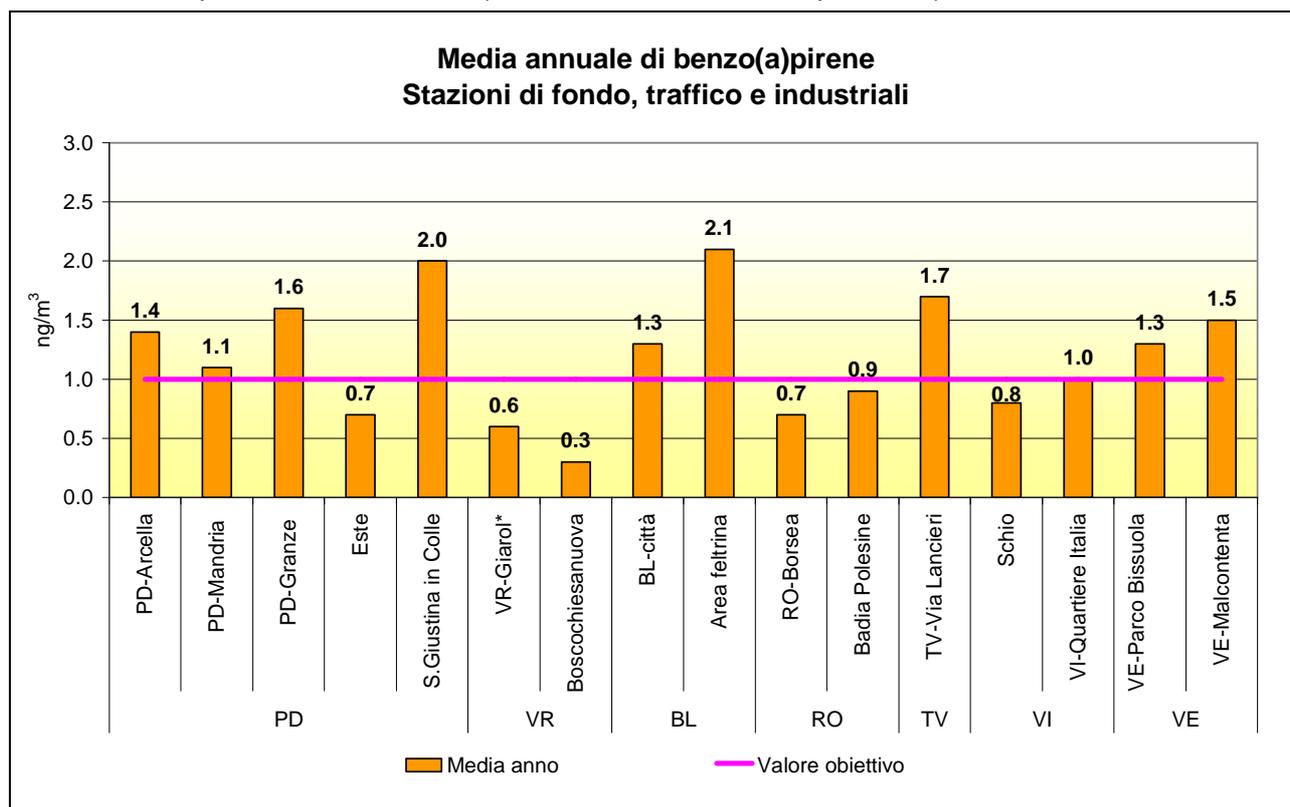


Figura 13. Benzo(a)pirene. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia "fondo", "traffico" e "industriale".

Tabella 6 Benzo(a)pirene. Numero di campioni effettuati.

Provincia	Nome stazione	Comune	Tipologia stazione	N. campioni anno 2016	Metodo di analisi
PD	PD-Arcella	Padova	TU	133	HPLC
	PD-Mandria	Padova	BU	117	HPLC
	PD-Granze	Padova	IU	136	HPLC
	Este	Este	IS	133	HPLC
	S.Giustina in Colle	S.Giustina in Colle	BR	134	HPLC
VR	VR-Giarol	Verona	BS	133	HPLC
VR	Boscochiesanuova	Boscochiesanuova	BR	132	HPLC
	BL-città	Belluno	BU	132	HPLC
BL	Area feltrina	Feltre	BS	133	HPLC
RO	RO-Borsea	Rovigo	BU	133	HPLC
	Badia Polesine	Badia Polesine	BR	134	HPLC
TV	TV-Via Lancieri	Treviso	BU	135	HPLC
VI	Schio	Vicenza	TU	132	HPLC
	VI-Quartiere Italia	Vicenza	BU	136	HPLC
	VE-Parco Bissuola	Venezia	BU	133	HPLC
VE	VE-Malcontenta	Venezia	TU	132	HPLC

6. Piombo ed elementi in tracce

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 PM10. Il volume di campionamento si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni.

6.1 Piombo

Il grafico in Figura 14 illustra le concentrazioni medie annuali di piombo registrate in tutti i punti di campionamento nel 2016. Come si osserva, tutte le medie sono inferiori al valore limite di 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Da rilevare che, anche in corrispondenza delle stazioni di traffico, i livelli ambientali del piombo sono inferiori (circa 20 volte più bassi) al limite previsto dal D.Lgs.155/2010, per cui tale inquinante non presenta alcun rischio di criticità nel Veneto.

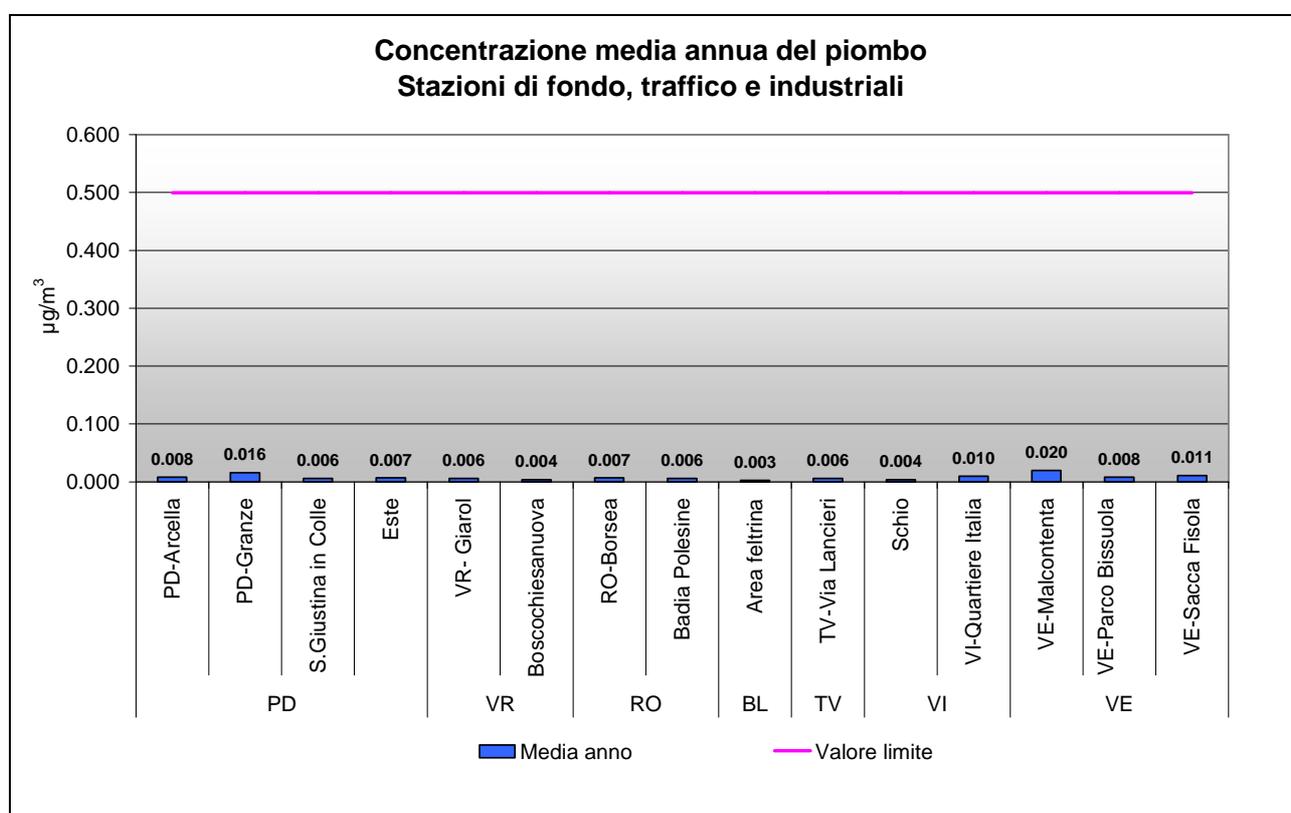


Figura 14. Piombo. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia “fondo”, “traffico” e “industriale”.

6.2 Elementi in tracce

Sono di seguito illustrati i dati medi annuali di arsenico, nichel e cadmio, determinati sui campioni di PM10, raccolti dalla rete di qualità dell'aria. Le medie annue riportate nei grafici 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. Dalle misure effettuate in corrispondenza delle stesse stazioni utilizzate per gli altri elementi in tracce, sono state determinate concentrazioni medie annuali inferiori a 1.0 ng/m³.

I monitoraggi effettuati per l'arsenico (Figura 15) mostrano che il valore obiettivo di 6.0 ng/m³, calcolato come media annuale, è rispettato in tutti i punti di campionamento considerati.

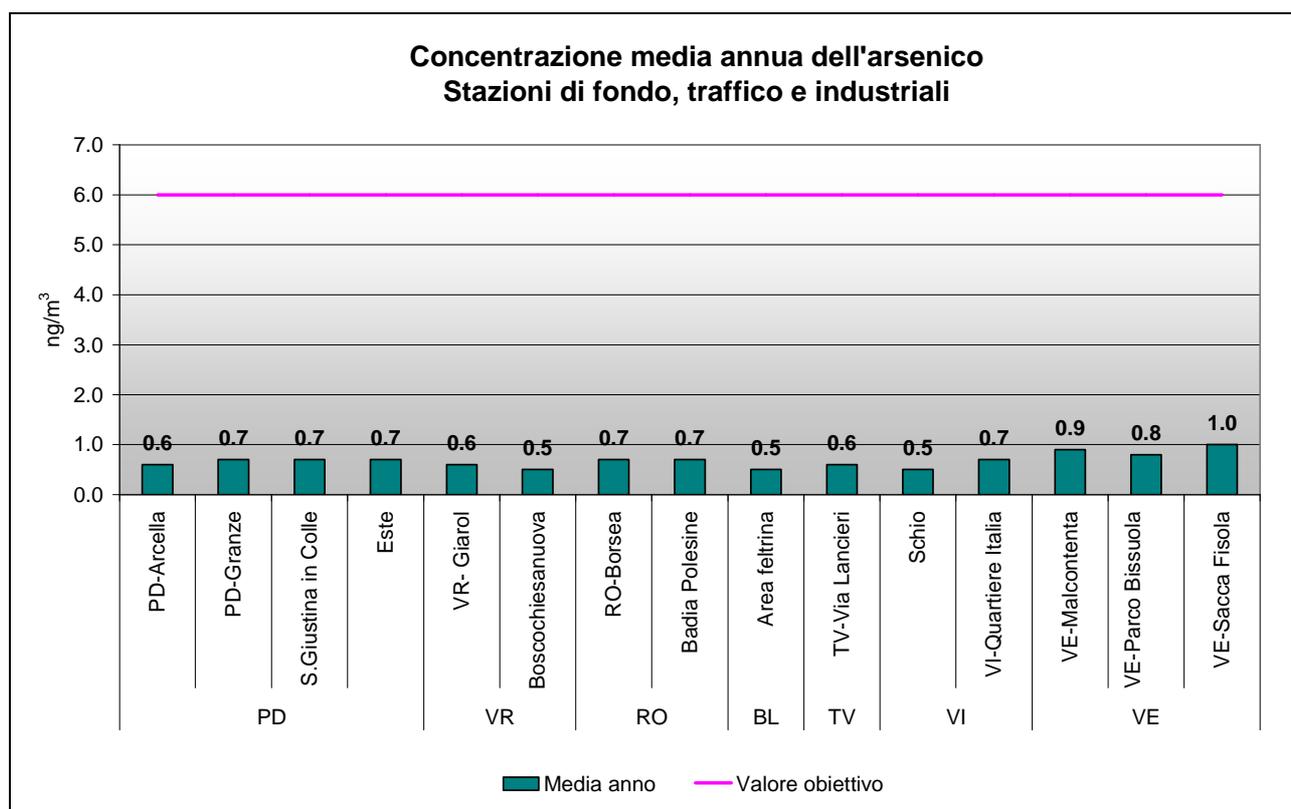


Figura 15. Arsenico. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia "fondo", "traffico" e "industriale".

Per quanto riguarda il nichel, i monitoraggi realizzati (Figura 16) mostrano che i valori medi annui sono largamente inferiori al valore obiettivo di 20.0 ng/m³. Il valore medio più elevato è stato registrato nella stazione di VI-Quartiere Italia (6.1 ng/m³).

Nella Figura 17 sono rappresentate le medie annuali per il cadmio. Il valore obiettivo di 5.0 ng/m³ è sempre rispettato. I valori medi più elevati si sono registrati nelle stazioni del veneziano, con il massimo a VE-Sacca Fisola (2.5 ng/m³).

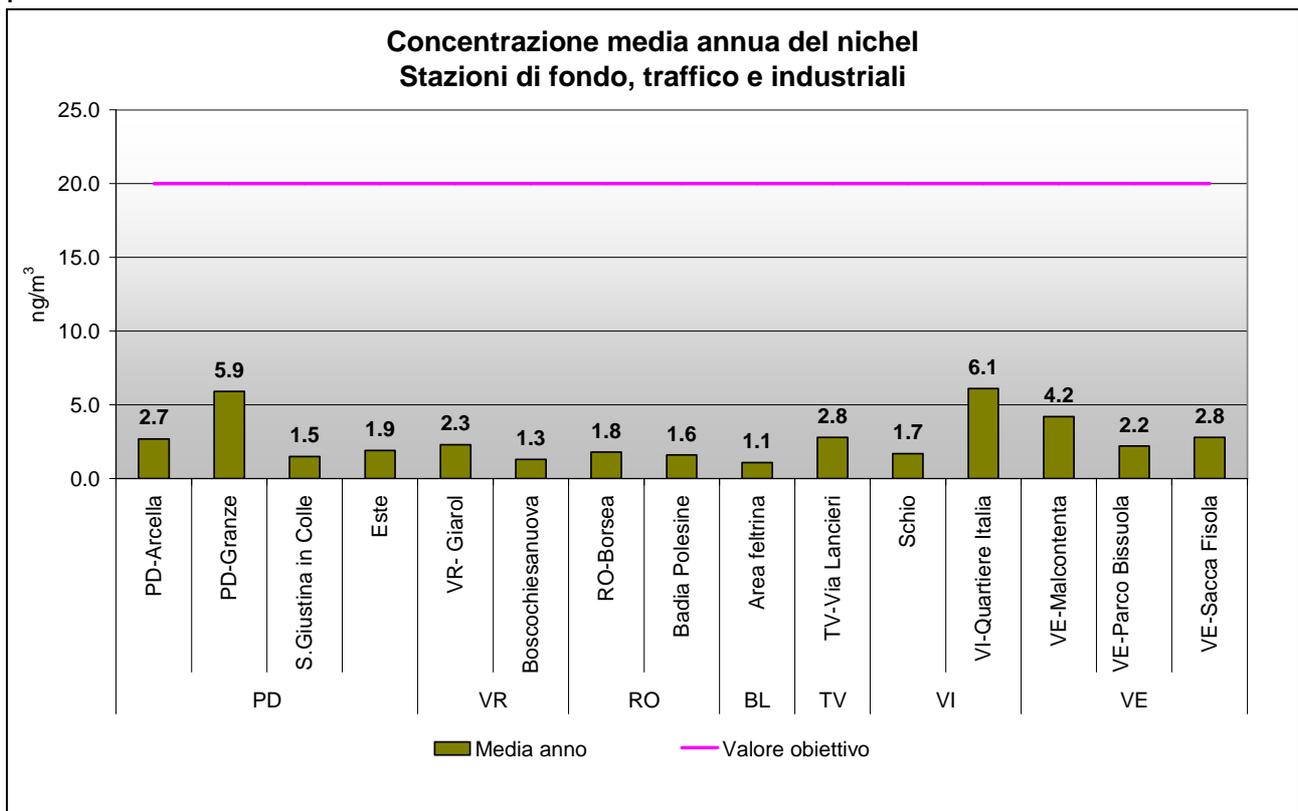


Figura 16. Nichel. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia “fondo”, “traffico” e “industriale”.

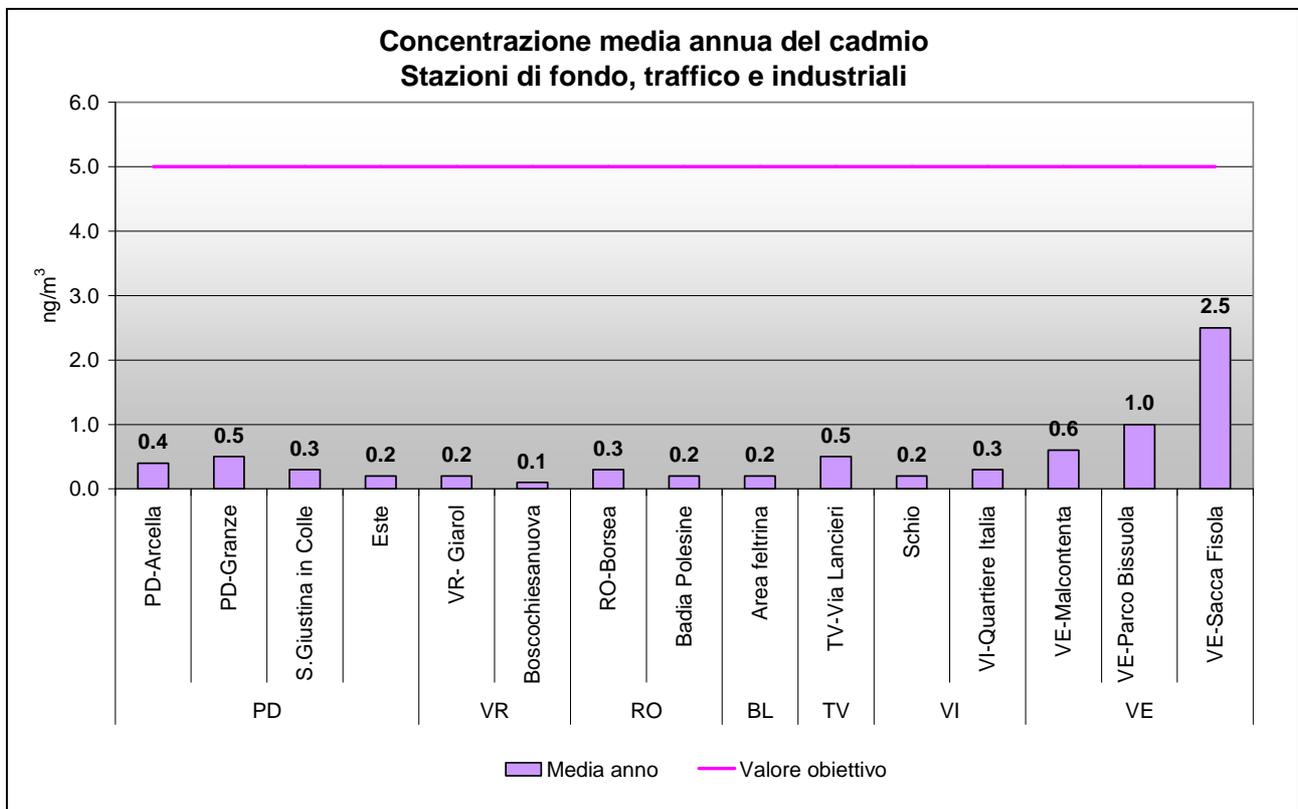


Figura 17. Cadmio. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia “fondo”, “traffico” e “industriale”.

7. Analisi delle tendenze nel periodo 2012-2016

In questo paragrafo viene presentato l'andamento degli inquinanti nel quinquennio 2012-2016. Ciò permette di confrontare, come richiesto dal D.Lgs. 155/2010, i livelli degli inquinanti sul territorio rispetto alle soglie di valutazione⁴, consentendo di pianificare la tipologia di monitoraggio per gli anni futuri. Una soglia di valutazione è considerata oltrepassata se è stata superata per almeno tre anni civili distinti sui cinque.

Si precisa che per gli ossidi di azoto e il particolato PM10 è stato predisposto un grafico delle medie annue su scala regionale per le stazioni di fondo e traffico, utilizzando i dati aggregati delle centraline appartenenti al programma di valutazione.

7.1 Analisi delle variazioni annuali per gli ossidi di azoto (NO₂ e NO_x)

Nei grafici in Figura 18 e Figura 19 sono confrontati i valori medi annui di biossido di azoto nel periodo 2012-2016, rispettivamente per le stazioni di fondo e per quelle industriali e di traffico.

Per quanto riguarda le stazioni di fondo (Figura 18) si può osservare che nessuna stazione ha superato il limite di legge negli ultimi 5 anni. Le concentrazioni nel 2016 sono, tendenzialmente, in diminuzione o stabili rispetto al 2015, con l'eccezione della stazione di San Donà di Piave. Per quanto riguarda le soglie di valutazione, 13 stazioni su 22, nei cinque anni considerati, sono state al di sotto della soglia di valutazione inferiore, 7 tra la soglia di valutazione inferiore e superiore e 2 al di sopra della soglia di valutazione superiore. Si precisa che per la stazione di VR-Giarol sono stati utilizzati i dati VR-Cason per gli anni 2012-2015.

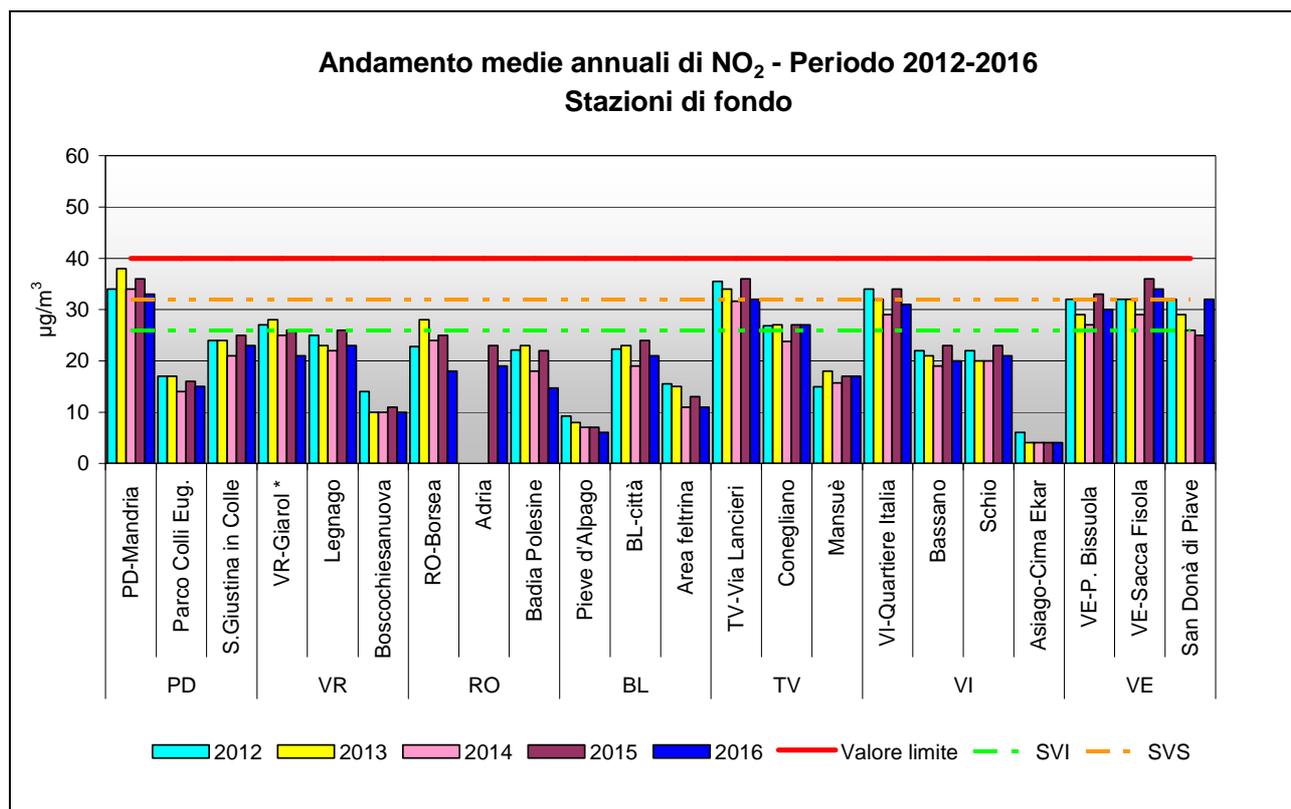


Figura 18. Medie annuali di biossido di azoto nelle stazioni di fondo, durante il periodo 2012-2016. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

⁴ - soglia di valutazione superiore: livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative o tecniche di modellizzazione e, per l'arsenico, il cadmio, il nichel ed il Benzo(a)pirene, livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi o indicative possono essere combinate con tecniche di modellizzazione;
 - soglia di valutazione inferiore: livello al di sotto del quale è previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva;

La variazione delle concentrazioni medie annuali per il biossido di azoto nelle stazioni di traffico e industriali (Figura 19) mette in evidenza diverse situazioni di superamento del valore limite, come per PD-Arcella, VI-San Felice, VE-Via Tagliamento. Le stazioni di traffico complessivamente mostrano livelli significativamente superiori rispetto alle stazioni di fondo, con 6 stazioni su 10 sopra la soglia di valutazione superiore.

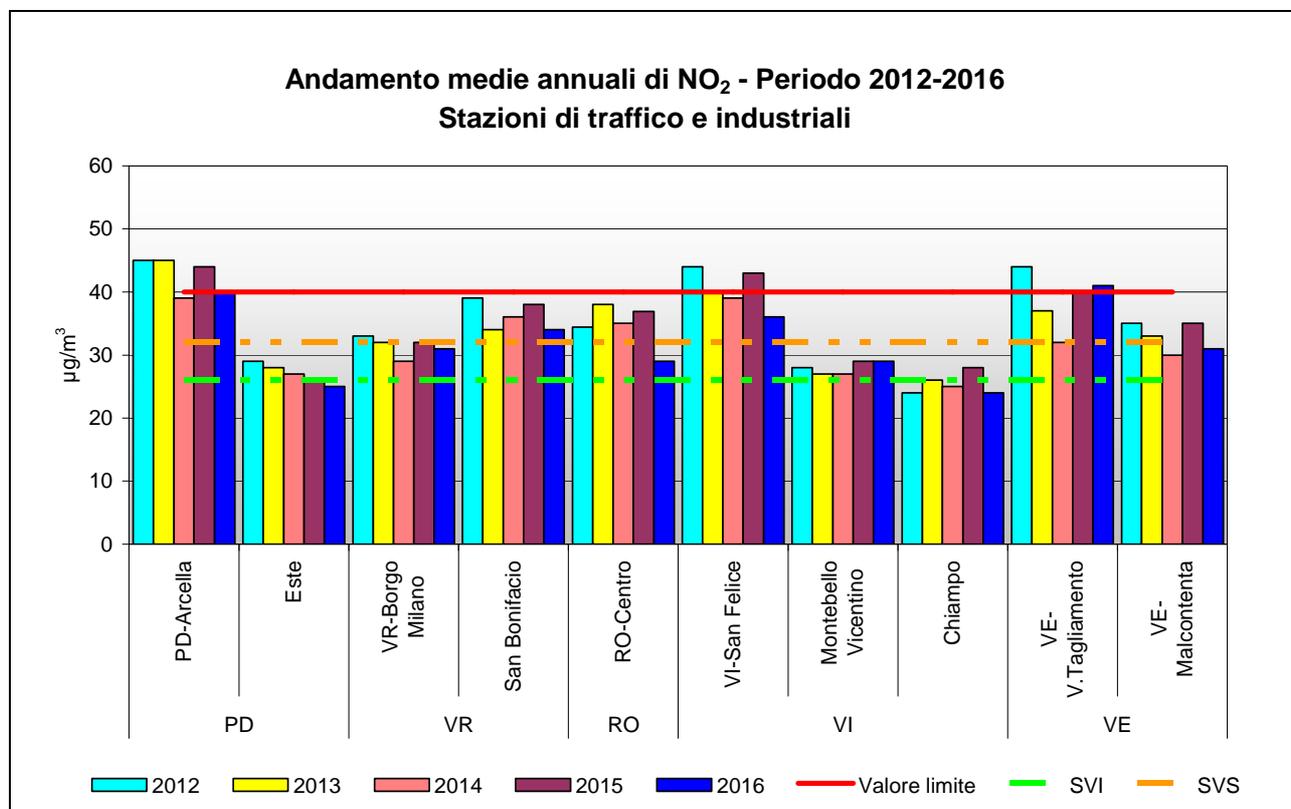


Figura 19. Medie annuali di biossido di azoto nelle stazioni di traffico e industriali, durante il periodo 2012-2016.

E' importante sottolineare che i valori registrati in tutte le centraline di traffico nel 2016 rispetto a quelli del 2015, con l'eccezione di VE-Via Tagliamento, sono in diminuzione o stabili, confermando la tendenza registrata anche nella maggior parte delle stazioni di fondo.

Il grafico in Figura 20 mostra gli andamenti regionali nel periodo 2005-2016, ottenuti calcolando per ogni anno un valore medio per le stazioni di tipologia fondo (urbano, suburbano e rurale) e per quelle di tipologia traffico/industriale facenti parte del programma di valutazione. Tali andamenti sono stati confrontati con il valore limite annuale per il biossido di azoto.

Dal 2007 in poi si osserva una progressiva riduzione delle concentrazioni medie di NO₂ sostanzialmente concorde per le due tipologie di stazione. Si può osservare che esiste una differenza costante negli anni tra il livello concentrazione del biossido di azoto delle stazioni di fondo e quello di traffico/industriali. Le variazioni delle medie registrate negli anni dal 2013 al 2016 sono in larga parte da attribuire alle condizioni meteorologiche più o meno dispersive dell'anno preso in considerazione.

Gli ossidi di azoto NO_x, prodotti dalle reazioni di combustione principalmente da sorgenti industriali, da traffico e da riscaldamento, costituiscono un parametro da tenere sotto stretto controllo per la tutela della salute umana, soprattutto in corrispondenza alle stazioni di traffico.

Per quanto riguarda la valutazione dell'impatto sugli ecosistemi, in Figura 21, è analizzato l'andamento degli NO_x in relazione al valore limite per la protezione della vegetazione, pari a 30 µg/m³ e calcolato come media delle concentrazioni orarie di NO₂ e NO dal 1° gennaio al 31 dicembre.

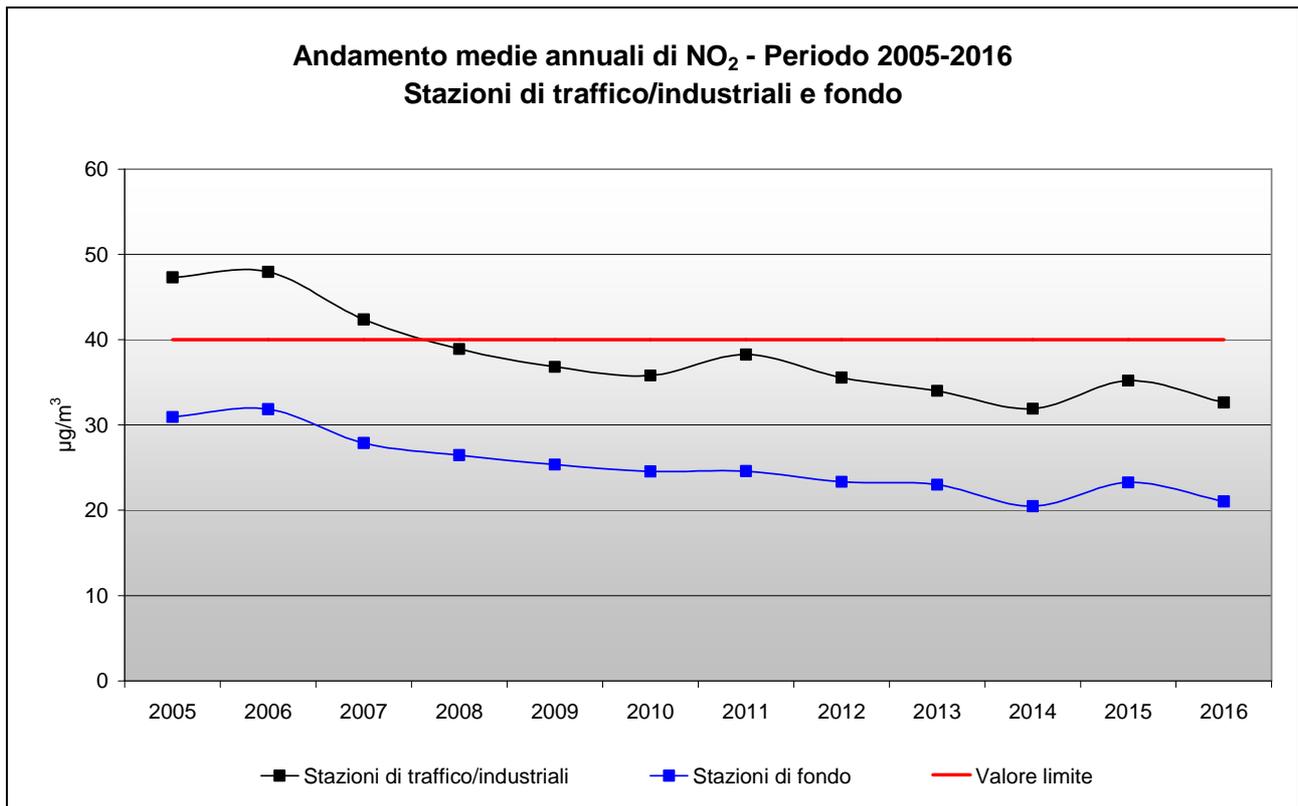


Figura 20. Medie annuali di biossido di azoto nelle stazioni di tipologia traffico/industriale e di fondo, durante il periodo 2005-2016, calcolate a livello regionale.

Per la protezione della vegetazione sono state prese in considerazione le stazioni di fondo rurale, aventi almeno tre anni di dati disponibili. Il grafico evidenzia come questo parametro risulti nei limiti nel 2016 in 6 delle 7 stazioni considerate.

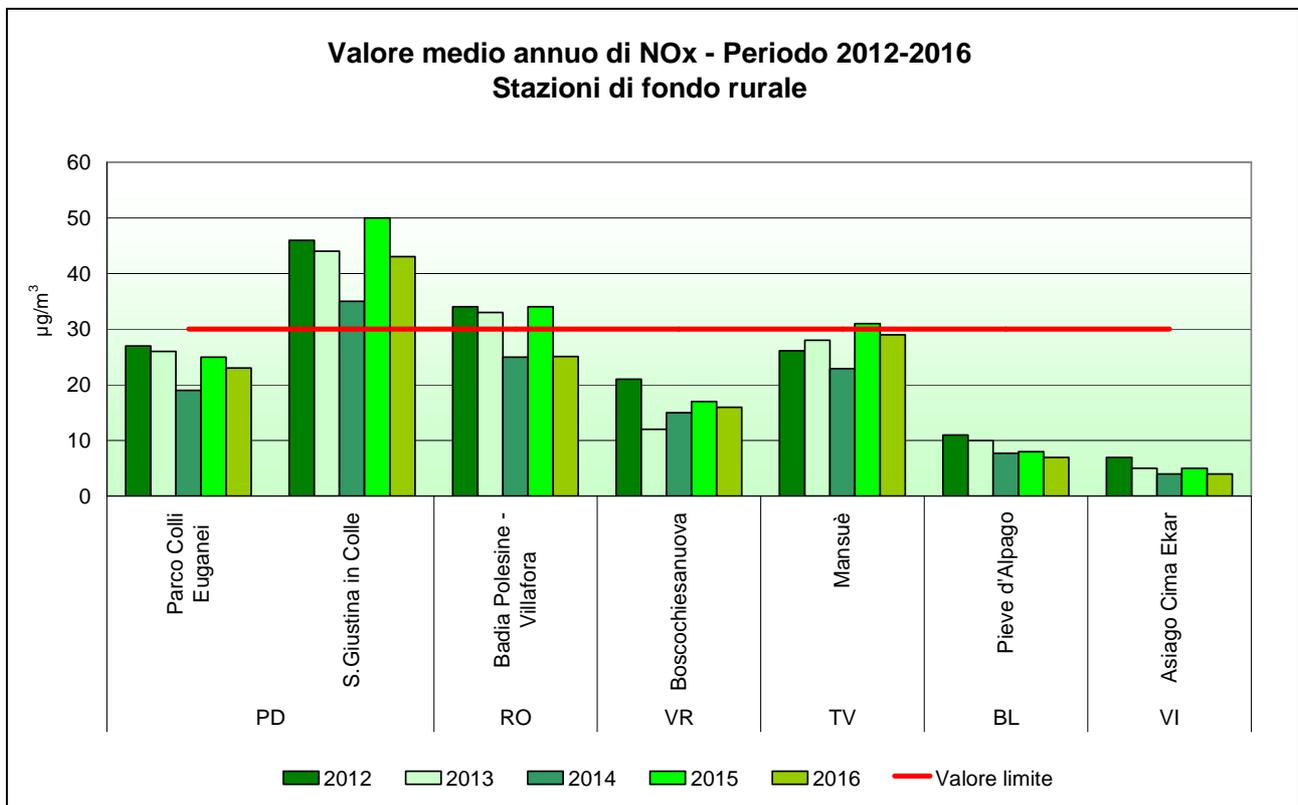


Figura 21. Medie annuali di NO_x nel quinquennio 2012-2016 nelle stazioni di tipologia "fondo rurale".

7.2 Analisi delle variazioni annuali per l'ozono

La valutazione della qualità dell'aria rispetto al parametro ozono si effettua mediante il confronto con gli indicatori stabiliti dalla normativa:

- per la protezione della salute umana:
 - o soglia di allarme;
 - o soglia di informazione;
 - o valore obiettivo;
 - o obiettivo a lungo termine (vedi paragrafo 4.2).
- per la protezione della vegetazione:
 - o valore obiettivo;
 - o obiettivo a lungo termine (vedi paragrafo 4.2).

La soglia di allarme per la protezione della salute umana ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata. Se il superamento è misurato o previsto per 3 ore consecutive devono essere adottate le misure previste dall'articolo 10, comma 1, del D.Lgs. 155/2010⁵.

Durante l'estate del 2016 non si sono verificati superamenti della soglia di allarme.

La soglia di informazione per la protezione della salute umana ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione. Nel grafico in Figura 22 sono posti a confronto i superamenti della soglia di informazione registrati nell'ultimo quinquennio nelle stazioni della rete aventi almeno tre anni di dati, escluse quelle di traffico. Nel Veneto Centrale e Occidentale sono stati registrati, nel 2016, alcuni superamenti della soglia di informazione, in netto calo rispetto agli anni precedenti: Boscochiesanuova (24), Asiago cima-Ekar (22). Tale fatto è legato alla maggiore stagnazione delle masse d'aria nella zona più continentale del Veneto, che limita la dispersione dell'ozono, più efficace invece vicino alle coste.

Il valore obiettivo viene calcolato rispetto alla soglia dei $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni.

Nel grafico in Figura 23 si riportano le medie su tre anni dei giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana registrati nelle stazioni di fondo (triennio 2014-2016), per un confronto con il valore obiettivo (media nel triennio inferiore a 25 superamenti). Il valore obiettivo è stato rispettato solo nelle stazioni di Area Feltrina (24) e San Donà di Piave (22). Tale dato indica che in generale le concentrazioni medie di fondo dell'ozono su scala regionale sono più elevate rispetto agli standard imposti dalla Comunità Europea.

⁵ "Le regioni e le province autonome adottano piani d'azione nei quali si prevedono gli interventi da attuare nel breve termine per i casi in cui insorga, presso una zona o un agglomerato, il rischio che i livelli degli inquinanti di cui all'articolo 1, commi 2 e 3, superino le soglie di allarme previste all'allegato XII. In caso di rischio di superamento delle soglie di allarme di cui all'allegato XII, paragrafo 2, i piani d'azione sono adottati se, alla luce delle condizioni geografiche, meteorologiche ed economiche, la durata o la gravità del rischio o la possibilità di ridurlo risultano, sulla base di un'apposita istruttoria, significative".

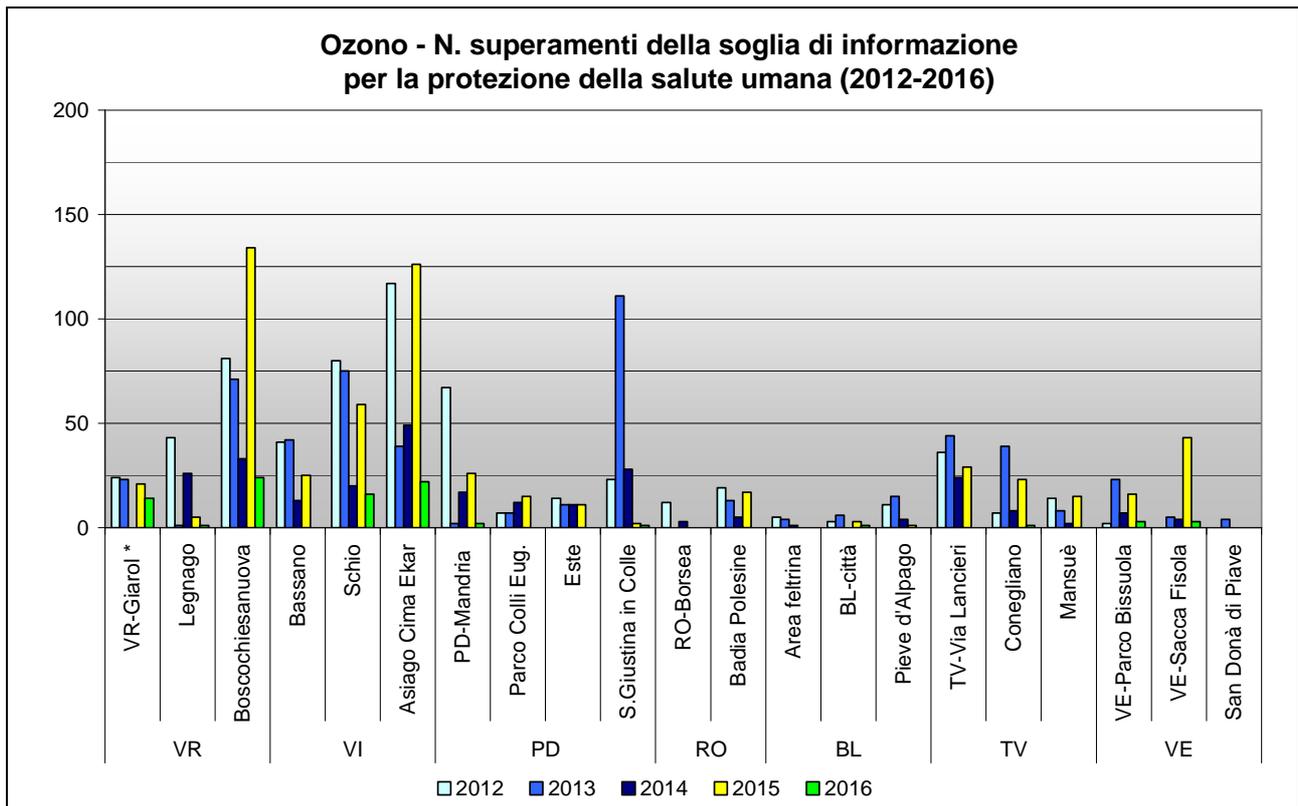


Figura 22. Ozono. Confronto del numero di superamenti della soglia di informazione per la protezione della salute umana registrati nel quinquennio 2012-2016. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

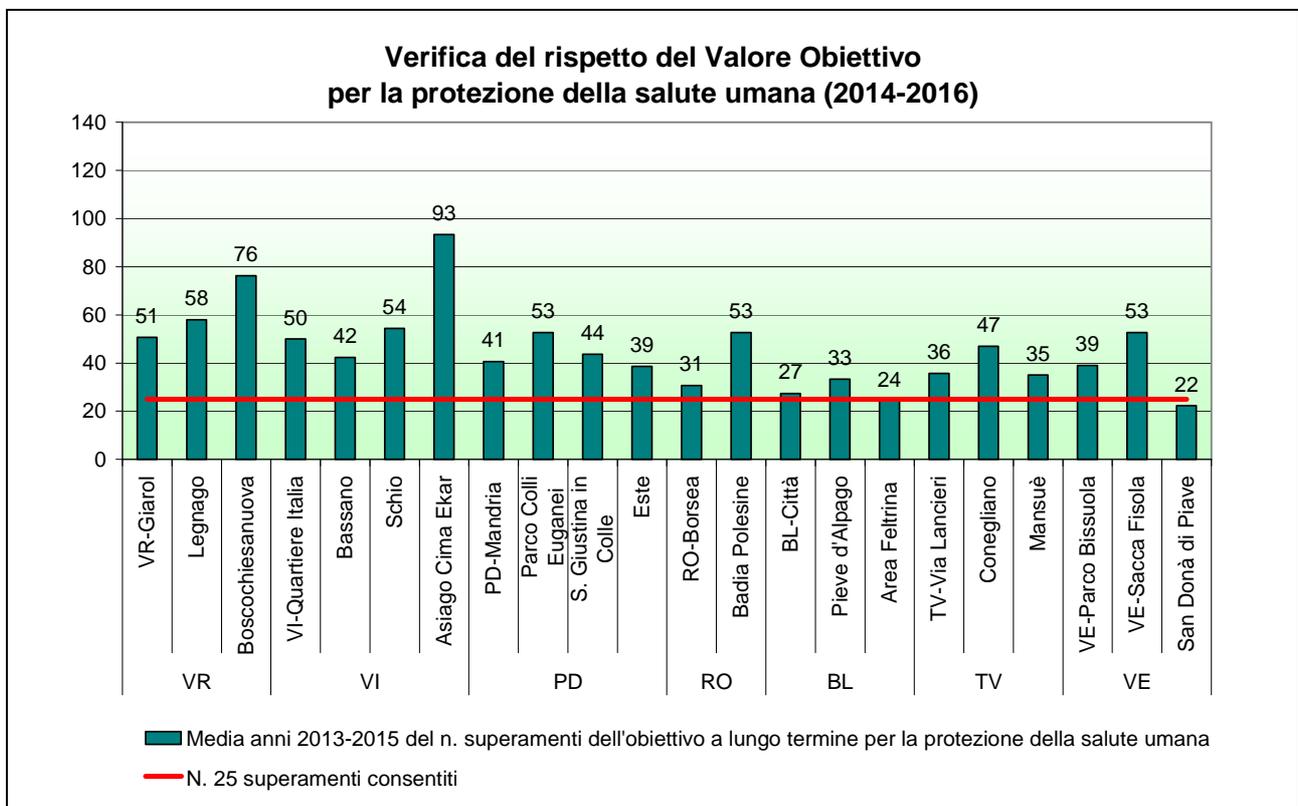


Figura 23. Verifica del rispetto del valore obiettivo per la protezione della salute umana per il triennio 2014-2016. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione ($18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) è calcolato solo per le stazioni di tipologia “fondo rurale”. La verifica del rispetto del valore obiettivo è effettuata sulla base della media dei valori calcolati nei cinque anni precedenti. Nella Figura 24 si riporta dunque la valutazione del valore obiettivo calcolato sul quinquennio 2012-2016. Si osserva che il valore obiettivo non è rispettato in nessuna delle stazioni considerate.

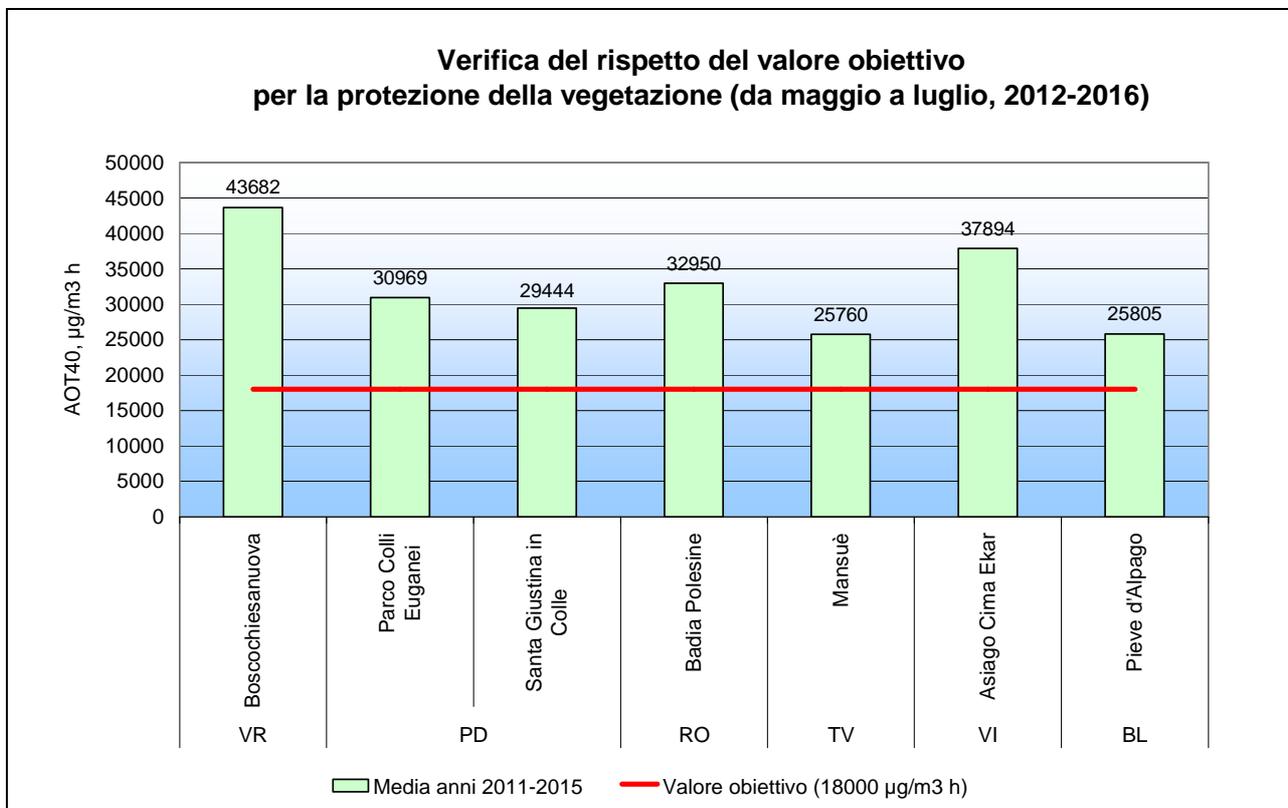


Figura 24. Valore obiettivo per la protezione della vegetazione calcolato per le stazioni di tipologia “fondo rurale” nel quinquennio 2012-2016.

7.3 Analisi delle variazioni annuali per il particolato PM10

Nei grafici in Figura 25 e Figura 26 sono confrontati i valori medi annui di PM10 nel periodo 2012-2016 per le stazioni di fondo distinte da quelle di traffico, aventi almeno tre anni di dati.

Per quanto riguarda le stazioni di fondo (Figura 25), si può osservare che le concentrazioni, nel 2016, sono state tendenzialmente più basse rispetto all'anno precedente.

Inoltre si osserva che tutte le stazioni di fondo si trovano al di sopra della soglia di valutazione inferiore ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ad eccezione di Pieve d'Alpago, BL-città e Boscochiesanuova, tutte centraline poste in zona montana.

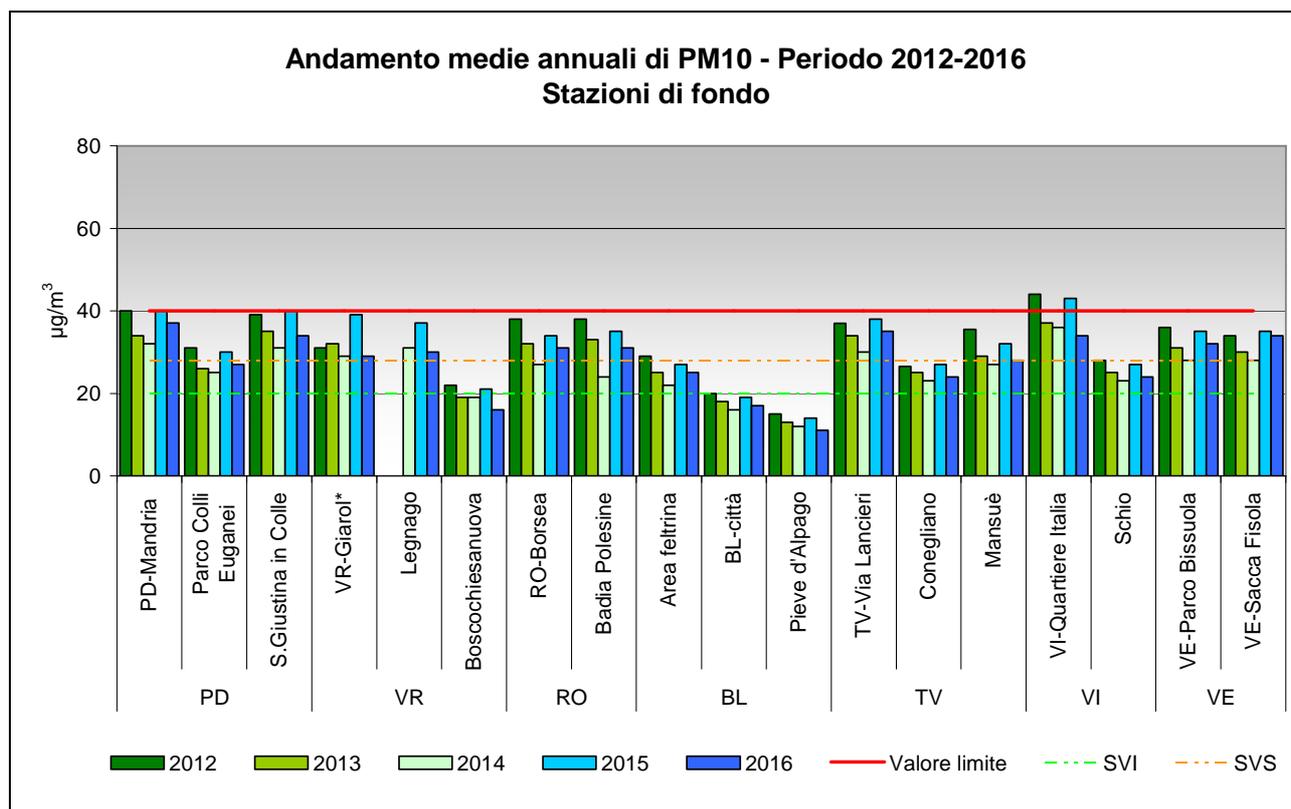


Figura 25. Medie annuali di PM10 nelle stazioni di fondo, durante il periodo 2012-2016. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con il anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

L'andamento delle concentrazioni medie annuali per il PM10 nelle stazioni di traffico con almeno 3 anni di dati (Figura 26) conferma pienamente l'andamento osservato per le stazioni di fondo, con un decremento della concentrazione del PM10 rispetto al 2015. Dall'analisi delle serie annuali si evidenzia che, per quanto riguarda il valore limite annuale del PM10, il 2016 ha registrato concentrazioni medie generalmente in linea con il 2014 e più basse del 2015.

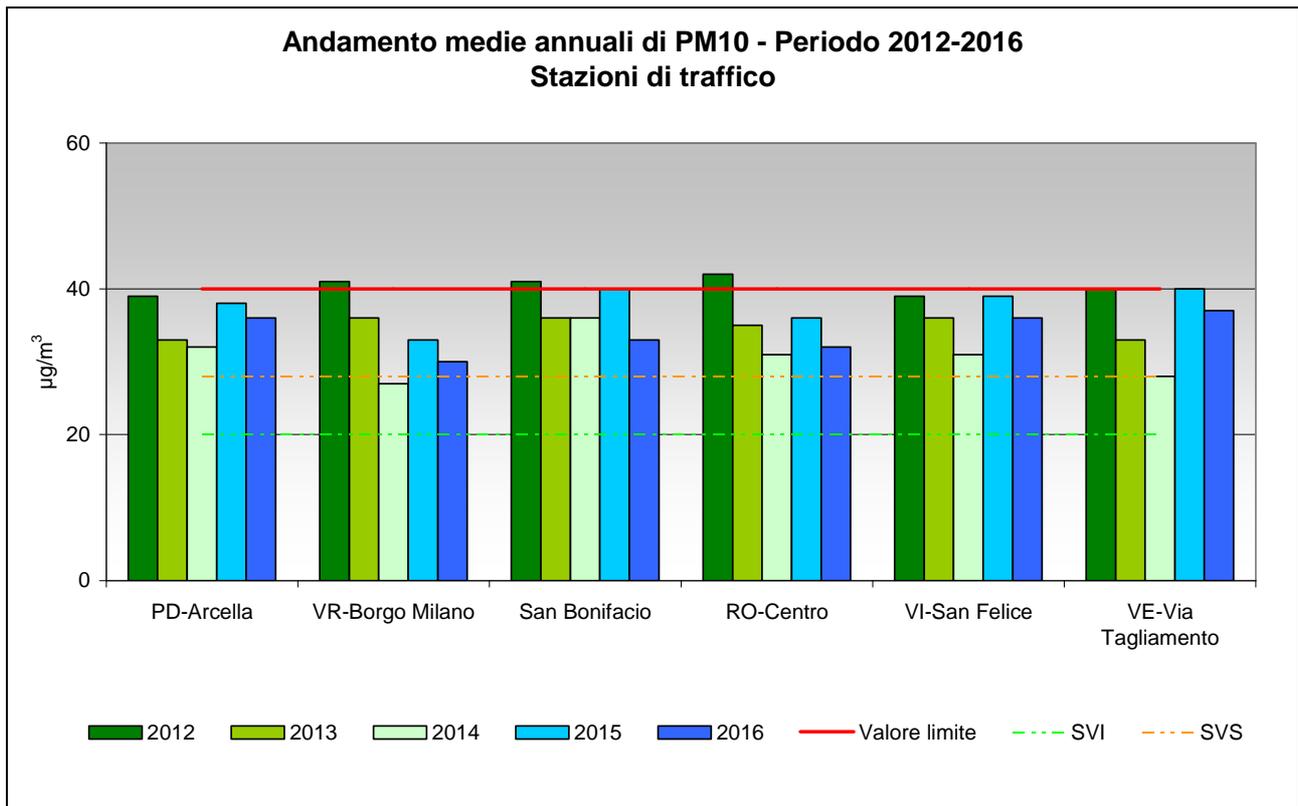


Figura 26. Medie annuali di PM10 nelle stazioni di traffico, durante il periodo 2012-2016.

Nei grafici in Figura 27 e Figura 28 sono illustrati i superamenti del valore limite giornaliero registrati rispettivamente nelle stazioni di tipologia fondo e traffico nell'ultimo quinquennio.

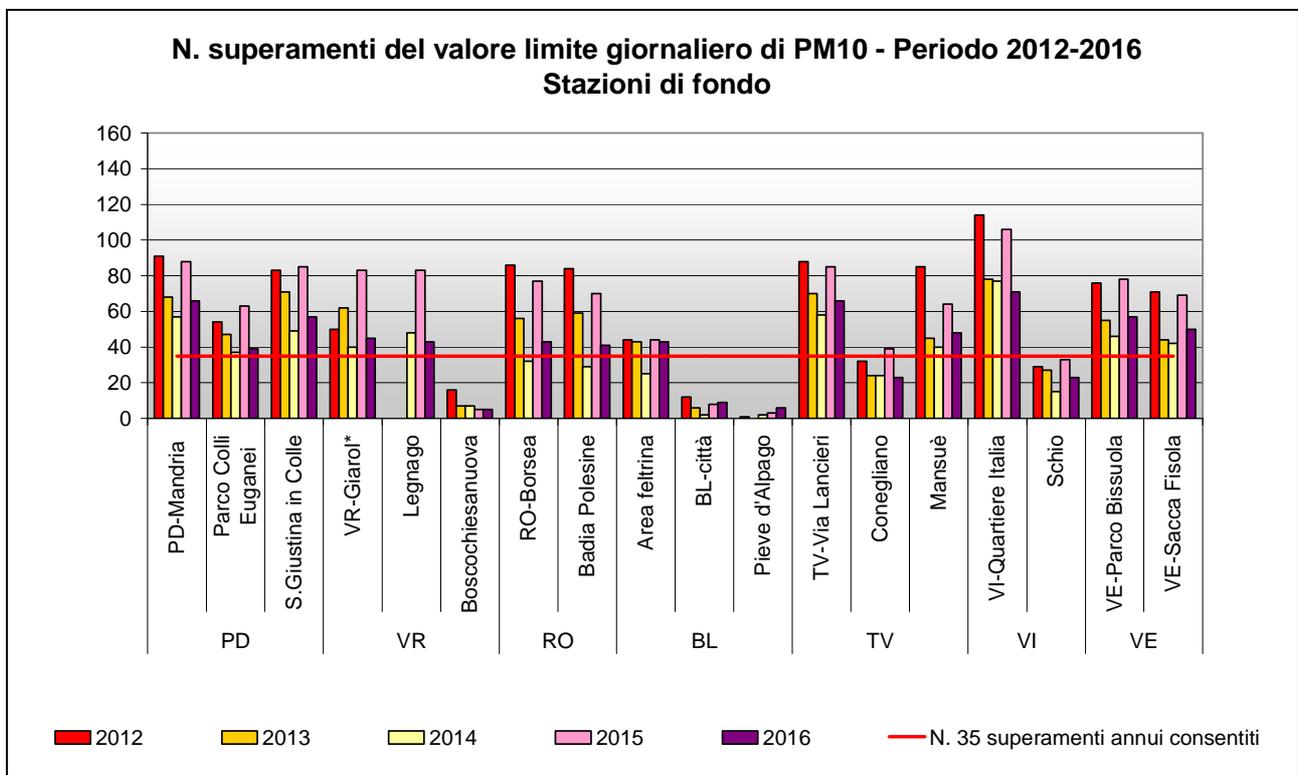


Figura 27. Numero di superamenti annuali del valore limite giornaliero di PM10 nelle stazioni di fondo, durante il periodo 2012-2016. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con il anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

Si osserva che solo le stazioni di Boscohiesanuova, BL-Città, Pieve d'Alpago e Schio hanno rispettato i 35 superamenti annuali consentiti durante tutto il quinquennio. In generale, per le stazioni di fondo, si registra nel 2016 una significativo diminuzione del numero dei superamenti rispetto all'anno precedente.

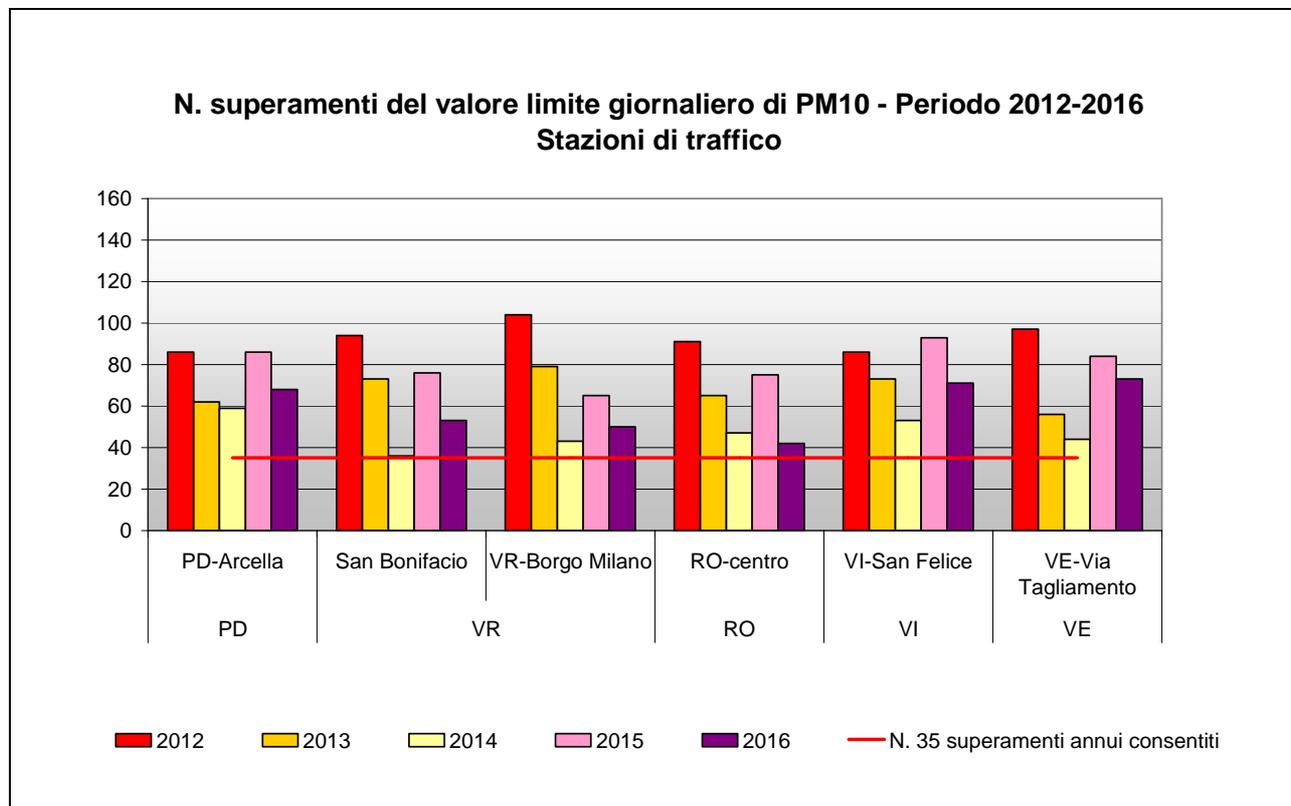


Figura 28. Numero di superamenti annuali del valore limite giornaliero di PM10 nelle stazioni di traffico, durante il periodo 2012-2016.

Per quanto riguarda il valore limite giornaliero nelle stazioni di traffico (Figura 28), si è verificata una diminuzione del numero di superamenti rispetto all'anno precedente. Tuttavia, a differenza delle stazioni di fondo non vi è alcuna centralina che si attesti al di sotto dei superamenti annui consentiti, anzi si può osservare che complessivamente per le stazioni di traffico vi è una situazione ancora lontana dagli standard definiti dalla normativa europea.

Infine il grafico in Figura 29 mostra i valori medi annuali regionali nel periodo 2005-2016 ottenuti differenziando le stazioni di tipologia fondo (urbano, suburbano e rurale) da quelle di tipologia traffico/industriale, tutte facenti parte del programma di valutazione. Dal 2005 si osserva una visibile riduzione delle concentrazioni medie di PM10 in entrambe le tipologie di stazione fino al 2010. A livello regionale si nota inoltre che è andata gradualmente riducendosi la differenza tra le concentrazioni medie annuali registrate nelle centraline di traffico/industriali e in quelle di fondo. Nel 2016 si registra un decremento della concentrazione media regionale sia nelle stazioni di traffico che in quelle di fondo rispetto al 2015. Ciò è da attribuire in larga misura alla particolarità del 2015, caratterizzato da lunghi periodi di stabilità atmosferica registrati, nel semestre invernale, a inizio e fine anno, con ristagno delle masse d'aria e accumulo degli inquinanti. Il 2016, pur caratterizzato da un dicembre con assenza completa di precipitazioni, risulta in linea o poco superiore per le concentrazioni di PM10 al 2013 e al 2014.

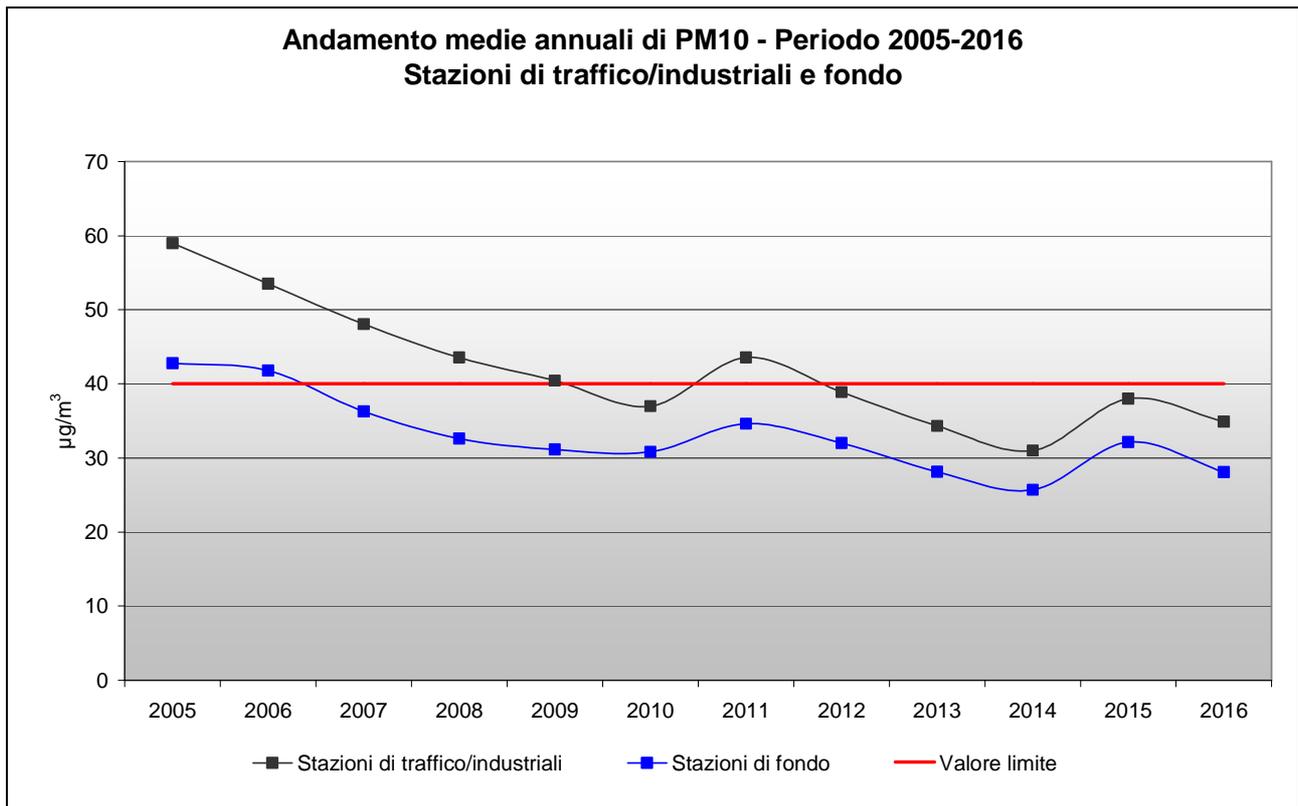


Figura 29. Medie annuali di PM10 nelle stazioni di tipologia traffico/industriale e di fondo, durante il periodo 2005-2016, calcolate a livello regionale.

Il particolato PM10 resta ancora l'inquinante più critico per la qualità dell'aria nel Veneto, soprattutto per la difficoltà di rispettare il valore limite giornaliero, standard imposto dalla Comunità Europea e adottato dal Decreto Legislativo 155/2010.

7.4 Analisi delle variazioni annuali per il particolato PM2.5

Nel grafico in Figura 30 si riportano le variazioni della media annuale del PM2.5 nel periodo compreso tra il 2012 e il 2016.

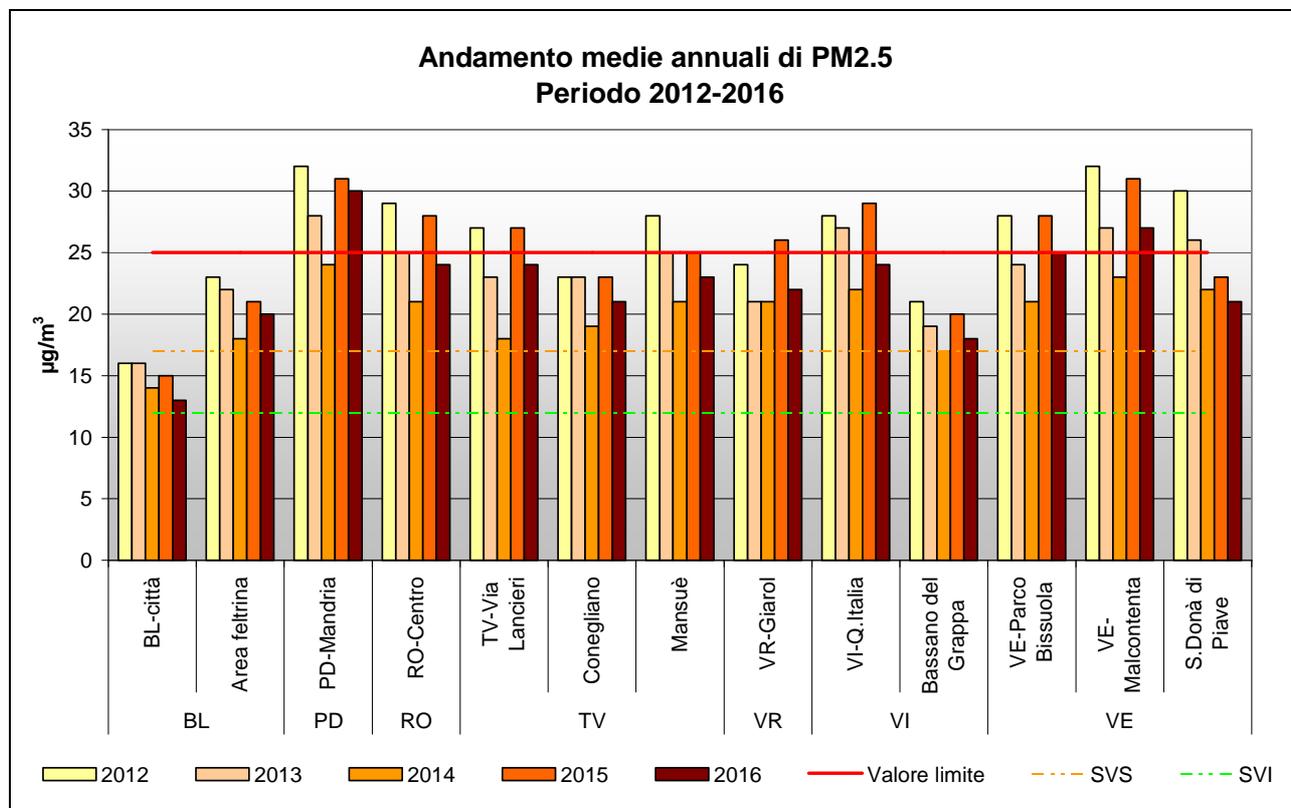


Figura 30. Medie annuali di PM2.5 durante il periodo 2012-2016. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

Dal grafico si può osservare che tutte le stazioni superano la soglia di valutazione superiore, ad eccezione di BL-Città, (la soglia si intende superata se lo è almeno per 3 anni su 5). Le stazioni che non fanno registrare superamenti dei $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in tutto il periodo considerato, sono BL-Città, Area Feltrina, Bassano e Conegliano. Nel 2016 si osserva una generale diminuzione delle concentrazioni di PM2.5 rispetto al 2015. Si può affermare che il particolato PM2.5 mostra ancora criticità in Veneto, soprattutto negli agglomerati urbani. Per tale motivo il monitoraggio di questo inquinante è stato potenziato al fine di ottenere un'informazione più omogenea dei livelli di PM2.5 sul territorio regionale.

7.5 Analisi delle variazioni annuali per i parametri benzene, benzo(a)pirene, piombo ed elementi in tracce

Per quanto riguarda l'analisi degli andamenti pluriennali di benzene, benzo(a)pirene, piombo ed elementi in tracce (As, Ni e Cd), poiché il numero di campioni effettuati non sempre risulta omogeneo tra le diverse province del Veneto e la misurazione di questi parametri è meno diffusa rispetto a quelli precedentemente trattati, si è proceduto ad un confronto degli andamenti per stazione; il calcolo di una media regionale sarebbe, per quanto appena affermato, poco significativo ai fini di una comparazione con i dati provinciali. E' bene tuttavia sottolineare che il numero di stazioni dove si determinano benzene, benzo(a)pirene ed elementi in tracce, è in linea con i dettami del D.Lgs.155/2010.

Nei grafici sono messe in evidenza le soglie di valutazione. Il superamento delle soglie di valutazione superiore (SVS) e inferiore (SVI) deve essere determinato in base all'analisi delle concentrazioni dei cinque anni precedenti: una soglia di valutazione viene considerata oltrepassata se è stata superata per almeno tre anni civili distinti su cinque.

Esaminando i dati per il benzene, la Figura 31 mostra l'andamento della concentrazione media annuale dal 2012 al 2016.

Si può notare che nessuna centralina eccede la soglia di valutazione inferiore, non superando il valore medio annuale di $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per almeno 3 anni su 5. Nel periodo considerato (2012-2016), in tutte le stazioni, è stato rispettato il valore limite di $5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e non è mai stata superata la soglia di valutazione superiore ($3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Questo dato è particolarmente importante poiché in una prospettiva di medio periodo il benzene non risulta essere tra gli inquinanti con marcate criticità per la Regione Veneto.

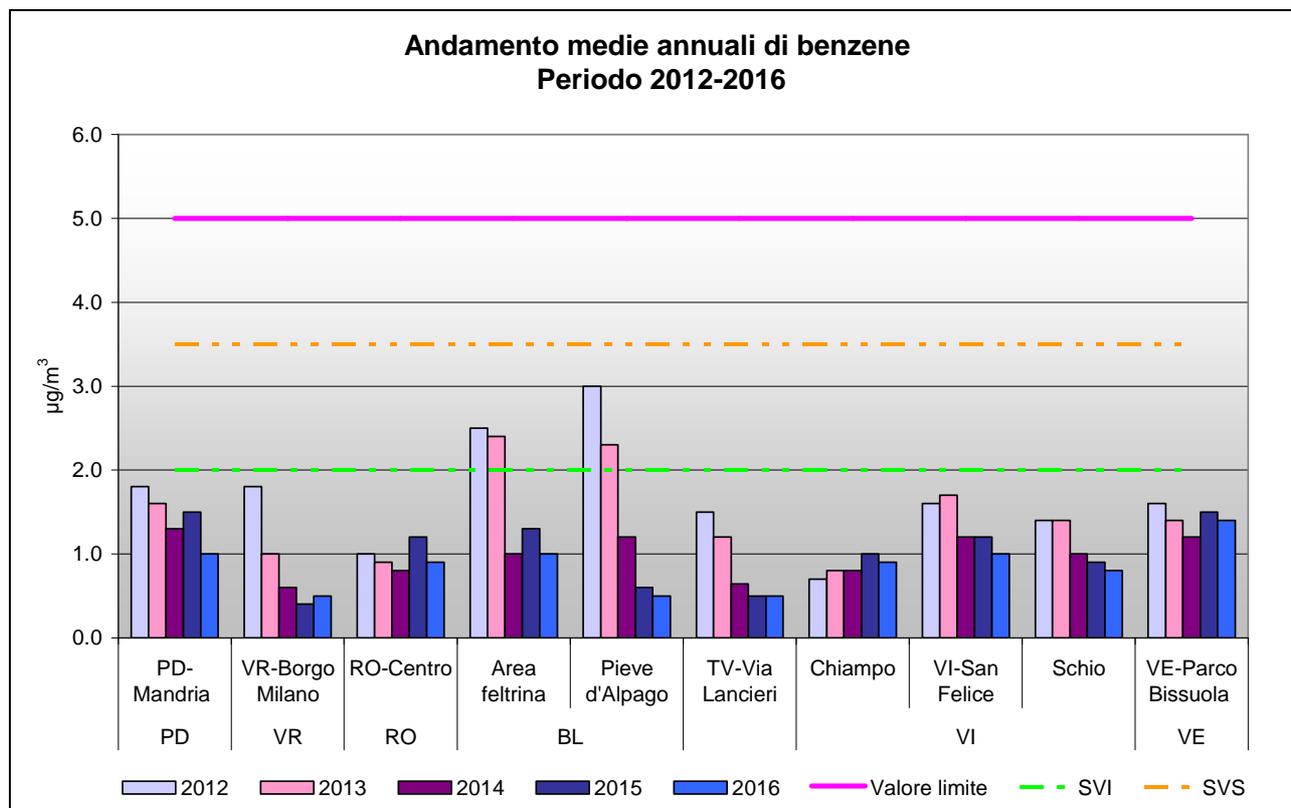


Figura 31. Confronto tra le medie annuali di benzene nel quinquennio 2012-2016.

Per quanto riguarda il benzo(a)pirene, la Figura 32 mostra l'andamento della concentrazione media annuale dal 2012 al 2016. Si precisa che sono state confrontate le stazioni ove il dato di questo inquinante è presente per almeno quattro anni.

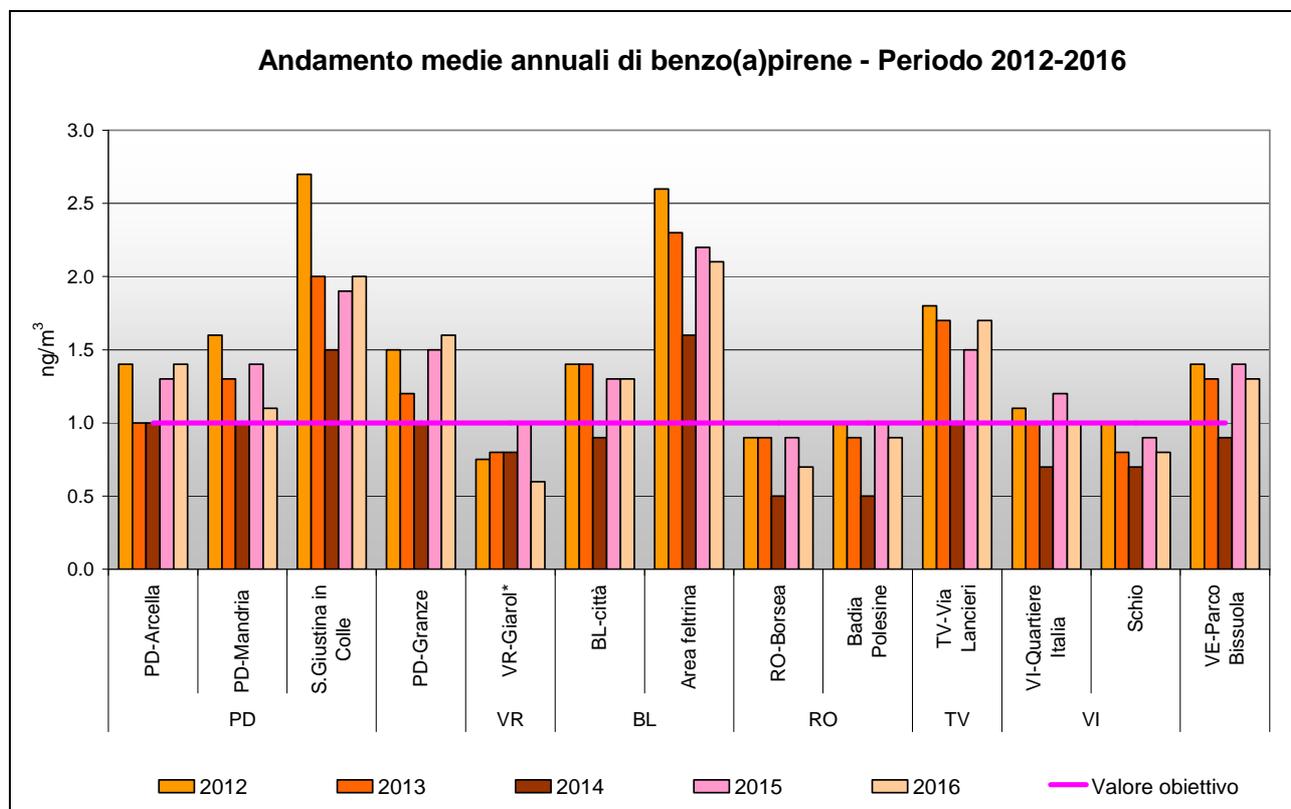


Figura 32. Confronto tra le medie annuali di benzo(a)pirene nel quinquennio 2012-2016. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

Si può osservare che, negli anni considerati, il valore obiettivo per il benzo(a)pirene non è mai stato superato a VR-Giarol, RO-Borsea, Badia Polesine e Schio, mentre nelle altre stazioni si registra per almeno un anno il superamento di tale valore obiettivo. Si evidenzia che i livelli di benzo(a)pirene nel 2016 sono sostanzialmente stabili rispetto al 2015. In generale questo inquinante, identificato dal D.Lgs. 155/2010 come marker per gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), dovrà essere monitorato con attenzione anche negli anni a venire.

Nella Figura 33 si illustrano le variazioni della concentrazione media annuale di piombo, dal 2012 al 2016. Anche in questo caso sono state considerate le stazioni con dati di almeno 3 anni. Si può osservare che nel quinquennio considerato tutte le stazioni mostrano concentrazioni medie di piombo al di sotto del valore limite ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Si notano generalmente livelli inferiori di un ordine di grandezza rispetto al riferimento normativo, evidenziando l'assenza di problematiche legate a questo inquinante in Veneto. Nelle singole stazioni le concentrazioni sono per lo più stabili e senza variazioni importanti.

Nella Figura 34 si osserva la variazione delle concentrazioni medie annue tra il 2012 e il 2016 per l'arsenico, per le stazioni con almeno 3 anni di dati. Inoltre viene evidenziato (linea rossa) il valore obiettivo fissato ($6.0 \text{ ng}/\text{m}^3$), unitamente alle soglie di valutazione superiore ($3.6 \text{ ng}/\text{m}^3$) e inferiore ($2.4 \text{ ng}/\text{m}^3$).

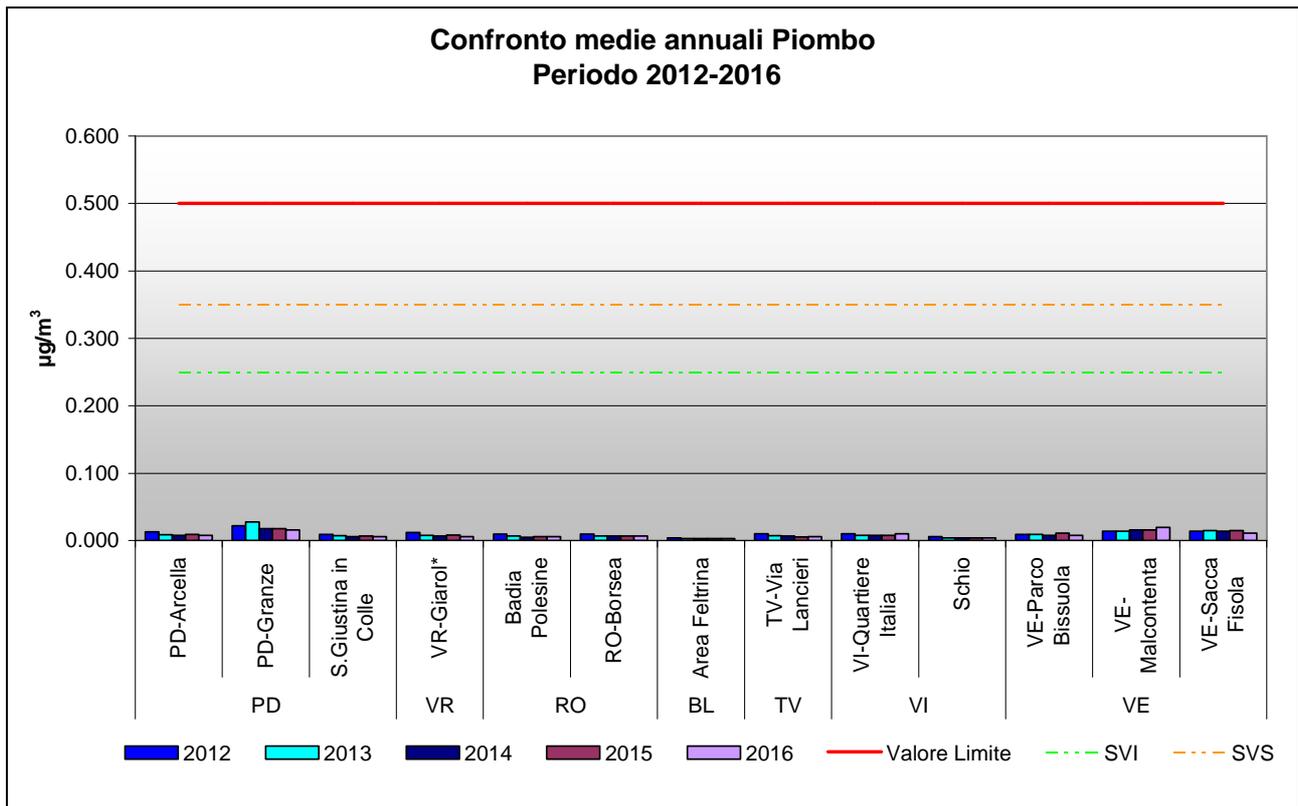


Figura 33. Confronto tra le medie annuali di piombo nel periodo 2012-2016. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

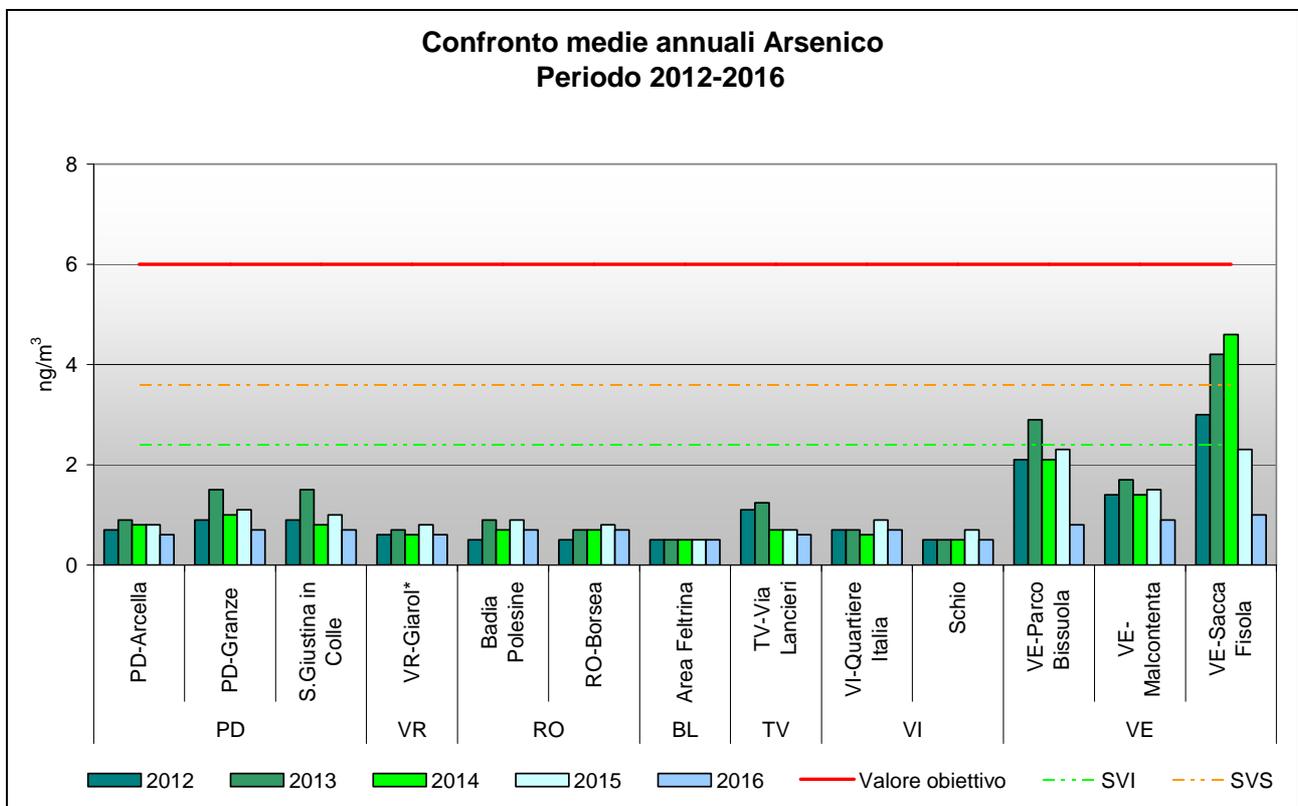


Figura 34. Confronto tra le medie annuali di arsenico nel periodo 2012-2016. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

Si osserva che per l'arsenico le medie annuali nel quinquennio in tutte le stazioni sono al di sotto del valore obiettivo fissato dalla normativa. Per il 2016, tuttavia, si verifica, nella maggior parte dei casi, una stazionarietà o una leggera diminuzione dei livelli di questo inquinante rispetto al 2015. Da osservare che presso la stazione di VE-Sacca Fisola si sono registrate, dopo anni di livelli piuttosto elevati di Arsenico, concentrazioni di questo inquinante in linea con le altre centraline della regione, molto al di sotto del valore obiettivo.

In Figura 35 si illustra la variazione delle concentrazioni medie annue tra il 2012 ed il 2016 per il nichel, per le stazioni con almeno quattro anni di dati. Inoltre viene evidenziato il valore obiettivo (20.0 ng/m³), unitamente alle soglie di valutazione superiore (14.0 ng/m³) e inferiore (10.0 ng/m³).

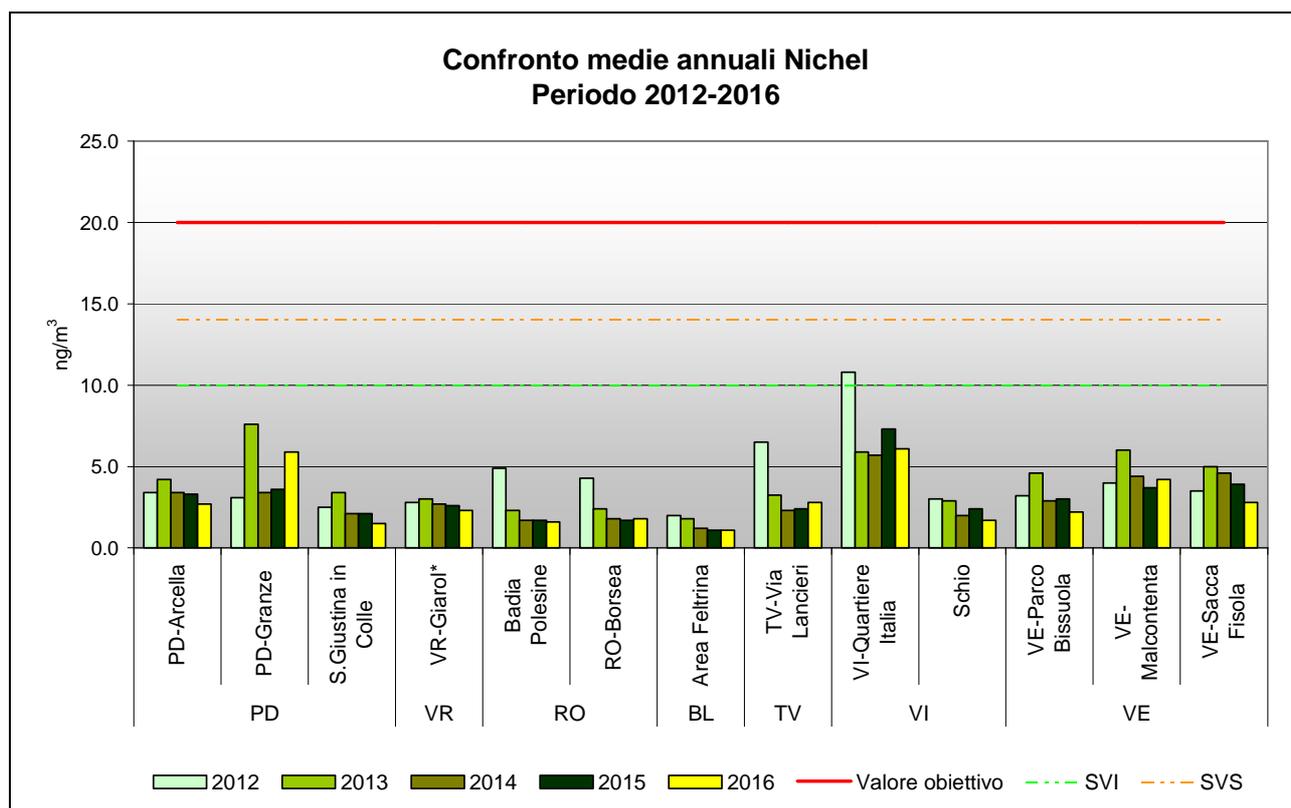


Figura 35. Confronto tra le medie annuali di nichel nel periodo 2012-2016. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

E' importante osservare che, in Veneto, la concentrazione di nichel nel quinquennio considerato non ha mai superato il valore obiettivo. I livelli di nichel registrati nel 2016 sono pressoché stabili rispetto a quelli del 2015, al di fuori di PD-Granze, che ha fatto registrare una concentrazione più alta del biennio precedente, anche se ben sotto il valore obiettivo. E' opportuno sottolineare che tutte le stazioni del Veneto sono al di sotto della soglia di valutazione inferiore; nel 2012 la stazione di VI-Quartiere Italia ha superato la concentrazione indicata come riferimento per soglia di valutazione inferiore. Complessivamente si può affermare che il nichel non presenta criticità per la qualità dell'aria in Veneto.

In Figura 36 si illustra la variazione delle concentrazioni medie annue tra il 2012 e il 2016 per il cadmio. Viene evidenziato il valore obiettivo (5.0 ng/m³), unitamente alle soglie di valutazione superiore (3.0 ng/m³) e inferiore (2.0 ng/m³). Sono state considerate le centraline in cui sono presenti valori medi annuali per almeno 3 anni.

Si osserva che le concentrazioni nel quinquennio 2012-2016 per questo inquinante non hanno mai superato il valore obiettivo, né la soglia di valutazione inferiore, salvo la stazione di VE-Sacca Fisola, che si distingue per le concentrazioni significativamente elevate di cadmio, che si attestano per ben 3 anni su 5 sopra la soglia di valutazione superiore, anche se al di sotto del valore

obiettivo. Per il 2016 si registra tuttavia, in questa stazione e nelle altre stazioni della provincia di Venezia, un netto decremento della concentrazione di cadmio rispetto al 2015, mentre i valori rimangono per lo più stabili nel resto della regione. Tale tendenza è piuttosto simile a quella già descritta per l'arsenico.

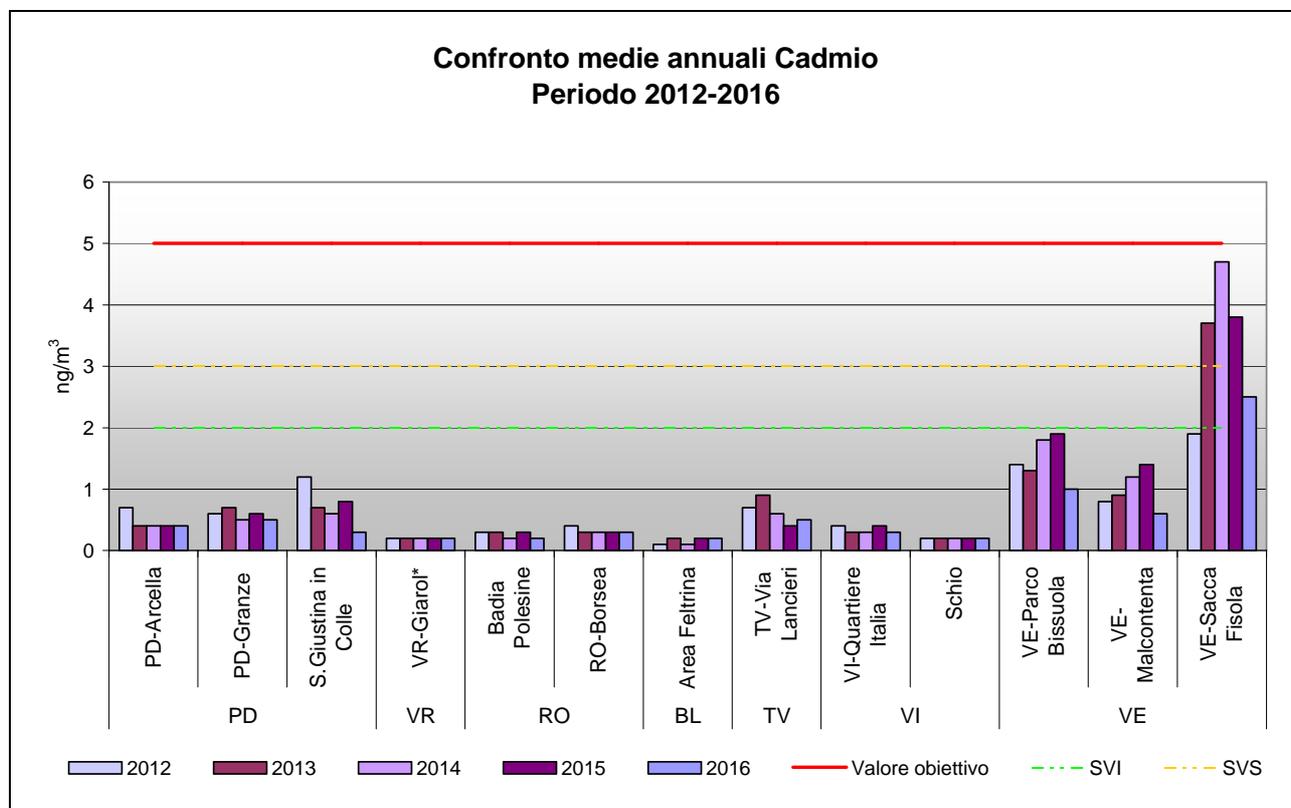


Figura 36. Confronto tra le medie annuali di cadmio nel periodo 2012-2016. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

Per il mercurio si ribadisce che il D.Lgs. 155/2010 non definisce alcun valore obiettivo. Il monitoraggio effettuato nel quinquennio 2012-2016 ha evidenziato concentrazioni medie annue sempre inferiori o uguali a 1.0 ng/m^3 , senza variazioni importanti eventualmente riconducibili a particolari fenomeni di inquinamento.

8. Altre stazioni di qualità dell'aria non incluse nel Programma di Valutazione

Nei precedenti paragrafi sono stati analizzati gli indicatori di legge della qualità dell'aria ed i relativi trend per le stazioni appartenenti al Programma di Valutazione. Per completezza di informazione, nel presente capitolo sono inseriti, in forma sintetica, anche gli indicatori di qualità dell'aria per il 2016, riferiti alle stazioni gestite in convenzione con enti pubblici o privati (Tabella 7).

La Tabella 8 contiene gli indicatori di legge riferiti agli inquinanti monitorati da ogni centralina e relativi al periodo 2013-2016, ove monitorati. Analizzando i dati in Tabella si può osservare che gli indicatori sono sostanzialmente in linea con quelli calcolati per le stazioni del Programma di Valutazione. Si segnalano superamenti del valore limite annuale per il biossido di azoto a VE-Via Beccaria ($47 \mu\text{g}/\text{m}^3$), del valore limite giornaliero per il PM10 a VE-Via Beccaria (68 superamenti), a PD-APS-1 (54 superamenti), PD-APS-2 (57 superamenti), a GNL-Porto Levante (41 superamenti). Il valore limite annuale per il PM10 non è stato superato e nemmeno quello per il PM2.5. Il valore obiettivo per il Benzo(a)pirene è stato superato a PD-APS-1 ($1.4 \text{ ng}/\text{m}^3$) e a PD-APS-2 ($1.3 \text{ ng}/\text{m}^3$). Non sono stati registrati superamenti della soglia di allarme di ozono e dei limiti per SO_2 e CO.

Tabella 7 Elenco delle "altre stazioni", in convenzione con Enti locali e privati.

Provincia	Stazione	Tipologia	SO ₂	NO ₂ /NO _x	CO	O ₃	PM10	PM2.5	Benzene	IPA	Metalli
PD	PD-APS-1	IU	√	√	√	√	√	√		√	√
PD	PD-APS-2	IU	√	√	√	√	√	√		√	√
PD	Monselice	BU		√		√	√				
TV	Pederobba	FU						√		√ ¹	
VE	VE-Via Beccaria	TU		√	√	√	√				
VE	Portogruaro	FU						√			
RO	GNL-Porto Levante	IS	√	√	√	√	√	√	√	√	
VI	VI-Ferrovieri	FU		√	√	√	√				

¹ IPA totali in continuo

Tabella 8 Indicatori qualità dell'aria per le stazioni non appartenenti al Programma di Valutazione (anni 2013-2016).

STAZIONE	Anno	NO ₂		O ₃		PM10		PM2.5	B(a)P	C ₆ H ₆	Piombo	Arsenico	Nichel	Cadmio
		Media anno	N° Sup. OLT	N° Sup. Soglia Info.	N° Sup. VL	Media anno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media anno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media anno (ng/m^3)	Media anno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media anno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media anno (ng/m^3)			
PD-APS-1	2013	38	47	15	63	34	27	1.3	-	0.01	1	3.8	0.5	
	2014	34	20	12	55	31	23	0.9	-	0.007	0.7	2	0.4	
	2015	39	54	11	74	37	28	1.5	-	0.008	0.8	2.3	0.4	
	2016	36	11	0	54	33	25	1.4	-	0.007	0.6	2.1	0.4	
PD-APS-2	2013	39	44	16	62	33	26	1	-	0.009	1	3.9	0.4	
	2014	36	15	8	52	29	22	0.8	-	0.007	0.7	2.2	0.4	
	2015	39	39	37	78	36	28	1.2	-	0.007	0.8	2.6	0.4	
	2016	36	20	0	57	33	24	1.3	-	0.007	0.6	2.1	0.4	
Pederobba	2016	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	
VE- Via Beccaria	2013	48	-	-	74	37	-	-	-	-	-	-	-	
	2014	42	-	-	66	32	-	-	-	-	-	-	-	
	2015	47	-	-	91	41	-	-	-	-	-	-	-	
	2016	47	6	-	68	36	-	-	-	-	-	-	-	
Portogruaro	2013	-	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	
	2014	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	
	2015	-	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	
	2016	-	-	-	-	-	16**	-	-	-	-	-	-	
GNL-Porto Levante	2013	13	46	8	25	21	15	-	1.5	-	-	-	-	
	2014	13	23	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2015	13	54	0	47	27	18	-	-	-	-	-	-	
	2016	13	11	0	41	25	16	-	-	-	-	-	-	
VI-Ferrovieri	2013	33	63	42	66	35	-	-	-	-	-	-	-	
	2014	31	27	15	42	29	-	-	-	-	-	-	-	
	2015	34	71	21	80	36	-	-	-	-	-	-	-	
	2016	32	34	2	*	*	-	-	-	-	-	-	-	

* n. campioni insufficienti per il calcolo della media

**monitoraggio dal 1.01.17 al 28.06.17 presso "Centro Polins" a Summaga; dal 30.06.17 al 31.12.17 presso P.zza della Repubblica

9. Analisi della situazione meteorologica dell'anno 2016

(A cura del Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio – Servizio Meteorologico)

Per l'analisi meteorologica dell'anno 2016 ci si è basati sui commenti meteorologici stagionali riferiti al territorio regionale, pubblicati sul sito internet dell'Agenzia alla pagina di Climatologia a cura del Dipartimento per la Sicurezza del Territorio – Centro Valanghe di Arabba.

9.1 Situazione meteorologica

Il mese di **gennaio** inizia con bel tempo freddo il primo, seguito dal passaggio di una saccatura. Inizia a nevicare a bassa quota, localmente anche in pianura il 2, mentre il 3 la neve si limita alla montagna e piove in pianura. Il 4 gennaio il tempo rimane variabile con un po' di neve in pianura, mentre migliora sulla montagna veneta. Dal 5 fino all'8 un promontorio garantisce tempo buono e rialzo termico. Il 9 una nuova saccatura interessa tutto il Veneto, con precipitazioni, nevole solo oltre i 1600/2000 m. Dopo una temporanea pausa con tempo relativamente più stabile il 10 gennaio, il giorno 11 il tempo risulta perturbato con pioggia su gran parte della regione, eccetto la pianura meridionale. Cadono da 10 a 30 mm, localmente fino a 50 con un picco di 71 mm a Longarone. Successivamente una saccatura d'aria fredda in quota si approfondisce sui Balcani, mentre un'alta pressione di matrice continentale interessa gran parte dell'Europa occidentale: il tempo tende a diventare bello ed inizialmente mite fino al giorno 13. In seguito, dopo il transito di una debolissima depressione a Sud delle Alpi nella giornata del 14, responsabile di deboli piogge in pianura e di tracce di neve sulle Prealpi centro-occidentali (1-3 cm, localmente 5/6 cm sui Lessini), dal 15 gennaio il freddo tende ad intensificarsi, specie in montagna, assieme all'instaurarsi di una fase di tempo stabile che perdura fino al 21/22. Le temperature scendono fino a -25°C in Marmolada e fra i -10°C e -15°C in montagna, anche fino a -12°C nel catino bellunese. In pianura il freddo è assai meno pungente, anche se le gelate toccano i -6/-7°C in alcuni settori fino a 0/-2°C sulla costa meridionale. Dal 23 in poi il sole e la stabilità permangono per l'espansione dell'alta pressione delle Azzorre. Dal 25 gennaio fino alla fine del mese un promontorio di matrice mediterranea associato all'alta pressione delle Azzorre apporta tempo stabile e marcata inversione termica.

All'inizio del mese di **febbraio** perdura una situazione anticiclonica con sole e velature in quota e molte nebbie o nubi basse in pianura. Tra il 3 ed il 4 febbraio una prima saccatura interessa la nostra regione determinando tempo debolmente perturbato con piogge diffuse comprese fra 2 e 15 mm, localmente fino a 15/25 mm sulla pianura orientale. Tra il 5 e il 6 febbraio una dorsale riporta il sole con temporaneo rialzo termico. Dalla sera il tempo torna a peggiorare per la presenza di una vasta saccatura atlantica che determina il susseguirsi di fronti freddi, responsabili di ben 4 episodi perturbati tra l'8 ed il 17 febbraio, con brevi intervalli di tempo stabile o variabile. Il tutto in un regime termico non particolarmente invernale. Infatti, la neve cade oltre i 900/1200 m e scende solo episodicamente fino sui 600 m in alcune valli dolomitiche. Il 17 di febbraio la fase perturbata si chiude con un importante episodio nevoso in montagna e abbondanti piogge sulla pianura per il passaggio di un minimo depressionario sull'Italia settentrionale. Poi dal 18 al 26 il tempo si ristabilisce. Il 27 il tempo torna a peggiorare per la presenza di una vasta area di bassa pressione che interessa tutta l'Italia settentrionale fino alla fine del mese, dando luogo ad un episodio di forte instabilità con piogge molto abbondanti.

Marzo inizia con una fase di maltempo per il transito di una prima saccatura atlantica tra il 2 ed il 3 marzo con neve fino su alcuni settori della Pedemontana. Tra il 5 e il 6 marzo il tempo peggiora nettamente con un episodio di intenso maltempo, responsabile della principale nevicata dell'inverno oltre i 600/700 m (60/80 cm, localmente fino a 90 cm a 1200/1400 m). La neve scende comunque fino nei fondovalle Prealpini. In seguito a questo episodio, il tempo rimane instabile/perturbato fino al 9 mattina con rovesci, anche forti. Dal 10 fino alla mattina del 15 marzo il tempo si ristabilisce per la presenza di un'alta pressione continentale, sormontata da un promontorio. Tra la sera del 15 e il 16, una veloce goccia fredda con spostamento retrogrado da

Est verso Ovest determina un episodio pluvio-nevoso con calo termico. La neve scende fino sui 450/500 m. Il 16 pomeriggio, l'ingresso di correnti nord-orientali riporta il sole ma con clima molto fresco. Dal 17 marzo fino alla fine del mese, il tempo risulta per lo più stabile per la duplice azione di un promontorio in quota e di un'alta pressione di stampo continentale fino al 23 marzo, poi di matrice atlantica: in cielo è presente della nuvolosità variabile, ma non piove; l'unica eccezione è il giorno 21 marzo, quando la convezione diurna per presenza di aria fredda in quota provoca la formazione di addensamenti un po' più sviluppati a ridosso delle Prealpi con qualche rovescio tra pedemontana e Prealpi meridionali (vicentine e bellunesi). Anche il 30 marzo un isolato rovescio interessa l'Alpago. Altrove il tempo è secco per gli ultimi quindici giorni del mese. Il clima diventa anche primaverile con valori massimi che toccano i 18/20°C in pianura e i 12/14°C a 1000 m tra il 21 e il 23 marzo.

Il mese di **aprile** inizia sotto l'influenza di un promontorio sul Mediterraneo occidentale, che garantisce clima mite ma non del tutto soleggiato per velature e nubi medio-alte, più presenti il 2 e il 4 aprile. Il promontorio con avvezione d'aria molto mite di matrice africana resiste fino al 6 aprile, mentre il 7 una saccatura atlantica determina un peggioramento del tempo a partire dalle Alpi, che si estende anche alla pianura nei giorni 8 e 9. Le precipitazioni non sono particolarmente abbondanti e la neve cade sopra i 1600/1800 m. Tra il 10 e il 13 di aprile una dorsale riporta il sole sulla nostra regione con temperature massime che tendono ad essere primaverili. Il giorno 14 un asse di saccatura, legato ad un profondo minimo sulla Spagna determina un po' d'instabilità sui monti. In seguito vi sono tre giorni di variabilità con molta umidità negli strati medi. A cavallo tra il 18 e il 19 aprile una depressione, molto fredda in quota, giunge sull'Italia settentrionale, dove il tempo è instabile (il 18 sui monti e il 19 sulla pianura occidentale con temporali sul basso veronese). Seguono tre giornate con atmosfera nitida e temperature diurne in aumento fino sui 22/23°C in pianura e sfiorano i 20°C nelle conche prealpine. Il giorno 23 una saccatura in arrivo dall'Europa settentrionale provoca una fase d'instabilità con molti rovesci su tutta la regione, anche se molti settori della pedemontana vengono solo marginalmente interessati per effetto Foehn. Il giorno 24 il tempo è variabile in montagna, mentre risulta perturbato sulla pianura, specie la parte orientale, dove cadono fino a 20/30 mm al confine con il Friuli. Il giorno 25 il tempo migliora in parte, ma il clima è notevolmente più fresco. Alla fine del mese le giornate sono in prevalenza ben soleggiate, anche se i giorni 27 e 28 aprile il tempo è a tratti instabile in montagna con la neve fino sui 1000/1200 m per la presenza di una vasta depressione sull'Europa nord-occidentale che dirige aria fredda in quota sull'arco alpino. La seconda parte della terza decade del mese è la più fredda con diffuse gelate notturne in montagna e notti molto fresche in pianura.

Tempo perturbato nei primi due giorni di **maggio**, quando la neve scende fino sui 1400/1500 m. Le precipitazioni sono abbastanza diffuse. Dal 3 il tempo, seppur non del tutto stabile per qualche piovasco pomeridiano sui monti, tende a migliorare con prevalenza di sole e contenuto rialzo termico. Dal 4 fino al 7 maggio il tempo risulta piuttosto buono e assai mite, anche se non del tutto soleggiato, con correnti da Sud, le temperature superano i 24/25°C in pianura e i 22/23°C nelle conche prealpine, sfiorando i 10/12°C a 2000 m. Dal 9 maggio e soprattutto nei giorni consecutivi, una vasta depressione sulla Spagna si avvicina lentamente all'Italia apportando un aumento dell'umidità e primi fenomeni d'instabilità sulle Dolomiti; la parte più attiva della depressione transita sulla nostra regione i giorni 11 e 12 maggio, provocando un episodio perturbato, responsabile di precipitazioni diffuse, anche abbondanti tra la pedemontana e le Prealpi. Le temperature calano e i fiocchi tornano fino sui 1600 m con apporti di neve di 10 cm attorno ai 2000/2200 m. In seguito a questo passaggio si forma una piccola e temporanea dorsale, in attesa della discesa di una saccatura di aria fredda che giunge a ridosso delle Alpi il 14 maggio con episodi d'instabilità e temporali sulla pedemontana e sulle Prealpi. Il giorno successivo le correnti da Nord consentono l'ingresso d'aria più secca sulle Dolomiti, mentre l'instabilità riprende sulla pianura e la pedemontana con molti rovesci e temporali. Dal 16 il tempo migliora con qualche residuo fenomeno sulla pianura orientale ma risulta piuttosto fresco. Tra il 18 e il 19 una saccatura atlantica con l'isolamento di un nucleo d'aria fredda in quota, determina un episodio instabile-perturbato con pioggia, neve in montagna e rovesci e temporali in pianura. Poi fino al 22, il tempo migliora per un promontorio di stampo mediterraneo che favorisce giornate ben soleggiate con i primi caldi primaverili in montagna e temperature che sfiorano i 26/29°C in pianura. Il giorno 23 il

tempo peggiora per il passaggio di una veloce saccatura atlantica. Si tratta di un episodio instabile con rovesci e temporali. Poi una breve dorsale riporta tempo soleggiato e più fresco. Il 26 un asse di saccatura riporta un po' d'instabilità, seguita da altri due giorni con tempo variabile. Negli ultimi tre giorni del mese il tempo è instabile/perturbato e le temperature diminuiscono per il sopraggiungere di un minimo depressionario, che dalla Spagna scivola lentamente verso l'Italia. Le precipitazioni sono localmente abbondanti e la neve scende di nuovo sui 1900/2000 m sui monti veneti.

Il mese di **giugno** inizia con tempo fresco e piuttosto instabile su tutta la regione per la presenza di una goccia fredda (depressione in quota) che provoca piogge diffuse, anche a carattere di rovescio e temporale. Dal 4 giugno s'instaura un promontorio di matrice mediterranea, ma l'instabilità persiste in montagna con rovesci e temporali pomeridiani e serali; sulla pianura il tempo si ristabilisce con rialzo termico. Il giorno 8 un asse di saccatura interessa tutta la regione con forti temporali pomeridiani, specie in provincia di Padova e Treviso; il giorno dopo anche su Venezia (presenza d'aria fredda in quota). Il giorno 11, un nuovo asse di saccatura determina forti temporali sulla parte orientale della provincia di Venezia tra Portogruaro e Bibione. La persistenza della curvatura ciclonica e la pressione livellata al suolo mantengono una situazione di variabilità, con tempo a tratti instabile anche nelle giornate del 12 e 13. Tra il 14 e il 15, e poi soprattutto il 16, l'approfondirsi di una saccatura sulla Spagna richiama aria più calda e umida sulla nostra regione con qualche focolaio temporalesco anche intenso (Portogruaro 58 mm il giorno 14). Dal 16 in poi il tempo migliora nettamente in pianura, mentre l'instabilità persiste in montagna fino al giorno 20 a causa della vicinanza della suddetta saccatura che lambisce l'Italia nord-occidentale con effetti marginali sui monti veneti. Il giorno 21 la parte meridionale della saccatura scorre verso l'Italia meridionale, mentre un promontorio si espande su gran parte del Mediterraneo, dove il tempo inizia a migliorare. Dal 22 giugno un promontorio di matrice africana determina un'avvezione d'aria subtropicale sulla nostra regione, che viene interessata dalla prima ondata di caldo della stagione con clima afoso e molto caldo tra il 26 e il 28 giugno sia in pianura che nelle conche prealpine. Il giorno di massimo sviluppo del promontorio è il 24 giugno. Poi il cedimento del promontorio in quota determina un po' d'instabilità con qualche temporale, soprattutto il giorno 30 con un'instabilità assai più marcata e frequenti focolai temporaleschi. Nel pomeriggio e nella serata, il settore di Sospirolo e Belluno viene interessato da due temporali con 122 mm a Belluno, a causa di forti convergenze al suolo. Il mese si chiude con un contenuto calo termico, dopo una fase piuttosto calda.

Nei primi giorni del mese di **luglio** fa un po' meno caldo e il tempo è spesso instabile, specie in montagna, dove la convezione diurna determina qualche focolaio temporalesco. Tale situazione perdura fino al 5. Dal 6 all'11 un promontorio mobile atlantico riporta condizioni estive con caldo afoso in pianura e piacevole rialzo termico in montagna, dove dal 9 si verificano temporali convettivi. Il 12 una saccatura si avvicina alla nostra regione con qualche effetto sulla montagna. Il 13 i temporali sono più frequenti e localmente violenti come a Belluno ed in Alpi, dove una supercella provoca piogge abbondanti e forti raffiche di vento (96 km/h), anche danni per un "funnel" nella zona aeroporto di Belluno. Intanto in pianura persiste una situazione di caldo anche assai afoso. Il 14 l'instabilità si estende anche alla pianura orientale. Dal 15 al 20 un promontorio di matrice mediterranea determina tempo stabile e più caldo con massimi ovunque superiori a 31/32°C in pianura e punte di 36°C, mentre in montagna i massimi raggiungono i 26/28°C a 1000/1200 m di quota. Il 21 luglio il passaggio di un asse di saccatura a ridosso delle Alpi determina un po' d'instabilità sulle Dolomiti settentrionali, altrove il tempo rimane stabile e caldo. Il 22, infiltrazioni d'aria più fresca in quota e la curvatura ciclonica determinano un episodio temporalesco piuttosto forte sulle Prealpi bellunesi nella serata. Il 23, le correnti da Nord-Est, legate ad un minimo depressionario che scorre verso l'Italia centrale, determinano temporali sulle Prealpi occidentali nonché sulla pianura veronese con temporali forti. I giorni 24 e 25 il tempo è piuttosto buono con sole, nubi irregolari medio-alte e qualche addensamento, le precipitazioni sono quasi assenti, tranne che nel pomeriggio del 24 quando una cella convettiva favorisce lo sviluppo di un isolato temporale tra Cortina e il Passo Falzarego. Nei giorni successivi (25/26 e 27/28) la presenza di un minimo depressionario sull'Europa nord-occidentale e il passaggio di un asse di saccatura a fine episodio nella mattinata del 28 provocano dapprima temporali pre-frontali, anche

forti, poi piogge più diffuse e continue al passaggio del fronte la mattina del 28, quando il tempo inizia a migliorare con ampi tratti soleggiati salvo lieve ripresa dell'instabilità sui monti al pomeriggio. I giorni 29 e 30, il tempo è molto soleggiato, anche se, nel pomeriggio del 30, isolati, ma forti, temporali si verificano sulle Dolomiti. Una saccatura atlantica si affaccia sulla nostra regione tra il pomeriggio e la sera dell'ultimo giorno del mese.

Agosto inizia con una giornata un po' instabile e rovesci sparsi, poi il tempo torna ad essere stabile e caldo per quattro giorni, prima del passaggio di una saccatura atlantica, responsabile di un episodio temporalesco, più marcato in montagna il 5 e sulla pianura meridionale il 6. Su alcuni settori della pianura i fenomeni sono del tutto assenti. I giorni 7 e 8 una dorsale riporta il sole con clima un po' fresco, poi il 9 una nuova saccatura atlantica giunge sul Veneto con instabilità pomeridiana e serale sulla montagna, specie quella settentrionale, e sulla Pedemontana con forti temporali a ridosso del lago di Garda e sul Vicentino occidentale. Il giorno 10 la situazione peggiora ulteriormente per l'ingresso di aria fredda e il tempo risulta perturbato con piogge diffuse e consistenti. La discesa d'aria fredda riporta la neve fino sui 2500 m con 15/20 cm a 3000 m. Il giorno 11, salvo qualche residuo rovescio sulle Prealpi, altrove il tempo migliora per l'espandersi di un'alta pressione di matrice atlantica. I giorni 12 e 13 sono molto soleggiati con aria tersa ed ottima visibilità, ma nello stesso tempo sono anche assai arieggiati per venti settentrionali in quota e bora chiara sulla pianura. Dal 14 il tempo, seppur molto soleggiato e piuttosto caldo, inizia a cambiare leggermente per il cedimento dell'alta pressione in quota, in concomitanza con l'approfondirsi di una saccatura sull'Europa orientale. Alla sera del 14 si sviluppa una sola cella temporalesca tra il Faloria e San Vito di Cadore. L'instabilità cresce nei giorni seguenti per l'ulteriore cedimento dell'alta pressione in quota con focolai temporaleschi che si moltiplicano. Il giorno 16 cadono 151 mm a Molini Laghi in provincia di Vicenza, il giorno 17 è la pianura orientale ad essere investita con forti raffiche di vento a Venezia e pioggia abbondante a Noventa di Piave con 93,2 mm. Tra il 18 e il 19 l'instabilità interessa più la pianura che la montagna, specie i settori della Pedemontana e le province di Verona e Vicenza. Tra il 20 e il 21 una saccatura atlantica transita sulla nostra regione, provocando un episodio pluvio temporalesco su tutta la regione con apporti massimi di 88,8 mm a Fontanelle, 85,2 mm a Bassano del Grappa e 81 mm a Malo; tutta la regione viene interessata da piogge. Dal 22 il tempo migliora nettamente per l'affermarsi di un promontorio di matrice mediterranea. Il sole la fa da padrone per diversi giorni e le temperature risalgono sensibilmente con punte di 35/37°C in pianura e di 31/32°C nelle conche prealpine. Lo zero rimane sopra i 4000 m e non si verificano fenomeni associati all'attività convettiva per la presenza d'aria molto secca in quota. Questa situazione perdura fino alla fine del mese, ad eccezione del 29 agosto per il transito di una saccatura a Nord delle Alpi, la quale determina un breve episodio temporalesco in montagna.

Il primo **settembre** il tempo è instabile in montagna e variabile in pianura, poi si assiste ad un breve miglioramento tra il 2 ed il 3 settembre per la presenza di una dorsale. Il giorno 4 una saccatura atlantica transita sul Veneto apportando un peggioramento del tempo, con fortissime raffiche di vento, specie in pianura il giorno 5. Dopo il transito della suddetta saccatura, il tempo migliora, ma è piuttosto fresco e ventoso in montagna con forti episodi di Foehn in alcune valli. La curvatura rimane ciclonica in quota per la presenza di un minimo depressionario sull'Italia centrale e il giorno 6 una serie di temporali interessa il Padovano con forti ma brevi piogge. Dal 7 settembre fino al 14 il tempo risulta stabile e caldo grazie ad un vasto promontorio centrato tra la Polonia e la Russia, l'unica eccezione è legata ad un debole insidia convettiva che determina qualche rovescio sui confini con il Trentino e l'Alto Adige nei pomeriggi del 10, 11 e 12 sulle Dolomiti. La stessa cosa si produce sui Lessini nel pomeriggio del 13 e 14. Il giorno 15 risulta variabile con richiamo d'aria via via più umida da Sud-Ovest per l'avvicinarsi di un minimo depressionario, che dalla Spagna si trasferisce lentamente verso l'Italia settentrionale. Il giorno 16 il tempo inizia a peggiorare con deboli piogge in pianura al mattino e rovesci/temporali al pomeriggio sera, mentre sui monti il maltempo si verifica in tarda serata e nella notte. La prima neve cade sui monti oltre i 2100/2400 m. Nei giorni successivi fino al 21, il tempo rimane instabile per la presenza di un minimo depressionario sull'Italia centrale, la cui curvatura in quota influisce sul tempo del Veneto con temporali in pianura il giorno 18, poi sulle Prealpi e la pedemontana il 20 e di nuovo in pianura, specie il settore meridionale il giorno 21. Dal 22 fino alla fine del mese il tempo si ristabilisce e

migliora nettamente dal 24 in poi per l'espandersi di un'alta pressione dinamica, dapprima atlantica, poi che si centra sull'Europa centrale e favorisce una fine del mese perlopiù soleggiata e molto stabile con temperature sopra la media (fino a 26/28°C in pianura, 23/25°C nelle conche prealpine e 19/21°C a 1000 m i giorni 29 e 30), anche in alta quota.

Il mese di **ottobre** inizia con tempo stabile ed anormalmente mite, ma il giorno 2 una saccatura atlantica transita sulla nostra regione apportando deboli precipitazioni in montagna e sulla parte orientale della pianura e su tutto il litorale veneto, risparmiando gran parte delle province di Padova, Vicenza e Verona. Piove anche nella notte tra il 2 ed il 3 con un po' di neve oltre i 2300/2500 m. Il giorno 4 il tempo si ristabilisce, ma nella scia di questa prima saccatura d'ottobre, il clima risulta un po' più fresco. Il giorno 5 deboli piogge interessano la pedemontana e la pianura centro settentrionale con avvezione d'aria più fredda da Nord-Est, sui Lessini cadono da 5 a 10 cm di neve sopra i 1300/1500 m. Nelle valli dolomitiche vi sono le prime locali gelate e diffuse brinate. Tra il 6 ed il 7, una dorsale riporta tempo stabile e soleggiato sul Veneto con clima notturno fresco in pianura e freddo in montagna (diffuse gelate sulle Dolomiti e qualche brinata nei fondovalle prealpini) e mite di giorno. Il giorno 8 una goccia fredda proveniente dall'Europa centrale lambisce le Alpi con avvezione d'aria molto fredda in quota e deboli piogge tra il litorale adriatico e la montagna bellunese. Il 9 si verificano residui fenomeni. Il calo termico porta la neve fino sui 1500/1700 m, anche se i cumuli sono spesso inferiore a 10, anche 5 cm. Il giorno 10 gli effetti della suddetta goccia fredda si limitano al Veneto meridionale con qualche pioggia al mattino. Poi una dorsale riporta il sole tra l'11 ed il 12 del mese, prima dell'arrivo di una saccatura atlantica, responsabile di un peggioramento del tempo. La sera del 13, la suddetta saccatura giunge sull'Italia con prime deboli precipitazioni, ma la fase più perturbata si verifica nel pomeriggio sera del 14 con piogge diffuse, anche abbondanti sulle Prealpi centro-occidentali. Il rialzo termico non consente alla neve di scendere sotto i 2700/2800 m. Il 15 di ottobre il tempo migliora sui monti e rimane piovoso in pianura. Il giorno 16 la giornata è molto soleggiata ovunque e il clima anormalmente mite: si superano i 22/23°C in pianura. Nei giorni seguenti il tempo è piuttosto discreto, anche se con qualche annuvolamento. Tra il 19 sera e il 20 una saccatura proveniente dall'Europa settentrionale determina un episodio perturbato con piogge notturne, il calo termico porta la neve sui monti fino sui 1500/1600 m sulle Dolomiti e 1900 m sulle Prealpi, le Dolomiti orientali sono sotto 10/15 cm di neve a 2000 m. Nei due giorni seguenti le mattinate sono fresche e soleggiate, tranne nubi basse, mentre nei pomeriggi la convezione per presenza d'aria fredda in quota determina qualche addensamento con brevi rovesci sui monti, nevosi oltre i 1600 m. Il giorno 23 il cielo si copre per il transito di una saccatura associata a correnti meridionali, piove un po' su tutta la regione. Dal 24 al 25 le stesse correnti consentono ad una piccola ondulazione secondaria di giungere sul Veneto, con piogge abbastanza diffuse, eccetto che sulla parte più meridionale della regione. Un po' di fenomeni residui il 26 sulla montagna, poi il tempo si ristabilisce grazie alla presenza di un promontorio atlantico che garantisce bel tempo stabile in montagna, alcuni giorni anche in pianura, ma la maggiore umidità genera anche giornate con nubi basse. In alcune situazioni fa più caldo sui monti a 1500 m che non in pianura.

A inizio **novembre** persiste il tempo stabile grazie all'azione dinamica di un promontorio atlantico e correnti nord-occidentali d'aria relativamente mite i primi giorni, poi man mano più fresca per il periodo. I giorni 5 e 6 una saccatura atlantica transita sull'Italia con piogge abbastanza abbondanti. L'iniziale avvezione calda porta la neve dai 1600/1700 m del 5 mattina fino sui 2400 m della sera dello stesso giorno, prima che scenda fino sui 1100/1400 m tra la sera del 6 e le prime ore del 7. Nei giorni successivi la presenza di un minimo d'aria fredda sull'Italia settentrionale determina un po' d'instabilità con rovesci sui monti e sulla pedemontana. La neve scende fino sui 900/1000 m il giorno 9. Poi dal 10 fino al 15 il tempo risulta essere stabile e piuttosto soleggiato, con nubi basse su alcuni settori della pianura. Si verifica anche una diminuzione delle temperature. Dopo il transito del minimo, correnti di matrice atlantica riportano condizioni di tempo variabile con molte nubi stratiformi, clima fresco nei bassi strati ed avvezione d'aria relativamente mite in alta quota. Tale situazione perdura fino al 17. Il 18 mattina molte nubi basse e medie, avanguardia di una saccatura atlantica, determinano qualche precipitazione sparsa sui rilievi con un po' di neve sopra i 1600/1700 m. Alla sera la perturbazione si estende a tutta la regione, con piogge diffuse più significative tra la pianura e le Prealpi. Il giorno 20 il tempo è variabile ed un po' più fresco, mentre

nei giorni successivi un minimo depressionario presente sulla Penisola iberica, richiama correnti meridionali d'aria assai mite con piogge sparse a carattere di pioviggine, ma localmente anche con rovesci più significativi (Prealpi e pedemontana). In questi giorni il limite delle deboli neviccate rimane oltre i 2100/2200 m con lo zero termico che oscilla tra i 2400 e 2500 m. Ogni giorno piove un po' sulle zone centro-settentrionali. I giorni 25 e 26 un minimo depressionario porta maltempo in pianura, mentre la montagna rimane del tutto marginale. Al suo seguito correnti settentrionali d'aria fredda raggiungono il Nord-Est con temperature che si abbassano molto, specie il giorno 29, quando il gelo interessa anche buona parte della pianura.

A inizio **dicembre** transita una perturbazione da Nord con forti venti in quota nonché episodi di Foehn sulle Dolomiti, ma non nei fondovalle prealpini e sulla pianura, dove l'inversione termica e il tempo stabile e fresco continuano ad imperversare. Nei giorni successivi il tempo rimane bello in quota sui monti, mentre tra il 2 ed il 4 la copertura nuvolosa permane, con pioviggini il giorno 3 in pianura. Dal 4 sera, l'aria fredda associata all'approfondirsi di una saccatura sfiora il Veneto con calo termico, più avvertito in montagna. Dal 5 dicembre fino alla fine del mese il succedersi di promontori e di alte pressioni dinamiche porta tempo stabile, con marcata inversione termica notturna. Poi l'inversione notturna si riduce un po' nei giorni tra il 12 e il 20 dicembre per lieve calo termico in quota, ma non dura, in quanto dal 21 di dicembre l'alta pressione subtropicale di matrice atlantica si estende verso Est fino ad influenzare durevolmente l'Europa centro-meridionale con una situazione di grande stabilità sulle Alpi e su tutta l'Italia settentrionale. Il clima risulta molto mite in montagna con lo zero termico oltre i 3600 m il giorno 26. Invece la pianura rimane a volte sotto una coltre di nebbia o di nubi basse con clima più fresco ed umido, debole escursione termica giornaliera e grande deficit di sole. Addirittura negli ultimi giorni del mese, il gelo persiste su alcuni settori pianeggianti. La situazione non cambia fino alla fine del mese con l'inversione termica che si attenua solo l'ultimo del mese per ingresso di aria più fredda in quota.

9.2 Qualità dell'aria

Nel mese di gennaio le condizioni meteorologiche sono in prevalenza poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti, in quanto le precipitazioni sono state sporadiche e poco abbondanti e si sono verificati prolungati periodi con forti inversioni termiche, soprattutto fino a metà mese e nell'ultima settimana di gennaio.

Già dai primi giorni di febbraio avviene un'inversione di tendenza, grazie al passaggio di frequenti episodi perturbati con piogge anche abbondanti che favoriscono il dilavamento dell'atmosfera e la diminuzione delle polveri sottili.

Successivamente, per buona parte della primavera, le precipitazioni frequenti e anche abbondanti in alcuni periodi (fino alla prima decade di marzo e da metà aprile in poi) creano condizioni in prevalenza favorevoli all'abbattimento degli inquinanti.

L'estate inizia con frequenti episodi di instabilità che interessano la regione fino alla prima metà di giugno. In seguito prevalgono condizioni di alta pressione con tre fasi con temperature più elevate della media, la prima alla fine di giugno, la seconda nella terza decade di luglio ed infine l'ultima dopo il 20 agosto, durante le quali la formazione di ozono è stata invece favorita.

In autunno, soprattutto in settembre ed ottobre, sono frequenti le fasi con piogge che favoriscono l'abbattimento delle polveri sottili. In novembre il passaggio di perturbazioni si alterna con fasi di tempo stabile caratterizzate da condizioni che determinano un maggior ristagno di inquinanti.

In dicembre prevalgono condizioni di alta pressione che determinano il ristagno e l'accumulo degli inquinanti.

9.3 Analisi a livello regionale dei principali parametri meteorologici che influenzano l'andamento delle concentrazioni di PM10 e di ozono

Sono state prese in considerazione le seguenti variabili:

- per l'andamento delle concentrazioni di polveri sottili: precipitazione, vento e, a titolo sperimentale e per aumentare l'informazione a disposizione anche le inversioni termiche;
- per l'andamento delle concentrazioni di ozono: temperatura massima giornaliera.

Per ognuna delle suddette variabili si sono stabilite tre classi che identificano tre livelli di capacità dispersive:

- nessuna dispersione di polveri sottili o favorevoli alla formazione di ozono;
- moderata dispersione di polveri sottili o moderata formazione di ozono;
- elevata dispersione di polveri sottili o sfavorevoli alla formazione di ozono.

L'assegnazione delle classi è stata definita in maniera empirica, in base ad una prima analisi di un campione pluriennale di dati.

Mediante un diagramma circolare si rappresenta la frequenza delle volte in cui per ognuna delle variabili si è verificata una delle suddette classi. I diagrammi circolari per l'anno 2016 vengono messi a confronto con quelli degli anni precedenti.

Dati

Precipitazione: media delle cumulate giornaliere registrate presso le stazioni meteorologiche più vicine alle località di misura di qualità dell'aria, in particolare:

- provincia di Padova: Cittadella, Legnaro, Teolo;
- provincia di Rovigo: Castelnuovo Bariano, Pradon Porto Tolle, Sant'Apollinare;
- provincia di Treviso: Castelfranco Veneto, Conegliano Veneto, Crespano del Grappa, Mogliano Veneto, Oderzo, Treviso Città;
- provincia di Venezia: Chioggia loc. Sant'Anna, Gesia (Cavarzere), Noventa di Piave, Portogruaro Lison, Valle Averte, Venezia Istituto Cavanis;
- provincia di Verona: Arcole, Boscochiesanuova, Roverchiara, Sorgà, Vangadizza, Villafranca Veronese;
- provincia di Vicenza: Asiago (Aeroporto), Bassano del Grappa, Lonigo, Malo, Quinto Vicentino, Valdagno;

Vento: media delle velocità medie giornaliere rilevate presso le stazioni con anemometro a 10 m o a 5 m:

- provincia di Padova: Legnaro, Teolo;
- provincia di Rovigo: Castelnuovo Bariano, Pradon Porto Tolle, Sant'Apollinare;
- provincia di Treviso: Castelfranco Veneto, Conegliano Veneto, Crespano del Grappa, Mogliano Veneto;
- provincia di Venezia: Cavallino (Treporti), Gesia (Cavarzere), Portogruaro Lison, Valle Averte;
- provincia di Verona: Bardolino Calmasino, Boscochiesanuova, Roverchiara, Sorgà;
- provincia di Vicenza: Asiago (Aeroporto), Bassano del Grappa, Lonigo, Malo, Quinto Vicentino, Valdagno

Inversioni termiche: conteggio giornaliero delle ore in cui nel livello verticale più vicino al suolo è stato registrato un gradiente verticale di temperatura maggiore di un decimo di grado ($\Delta T > 0.1$) mediante il profilatore termico (radiometro passivo) di:

- Padova;
- Rovigo.

Temperatura massima giornaliera: valori registrati presso le stazioni più vicine alle località di misura di qualità dell'aria, in particolare:

- provincia di Belluno: Belluno (aeroporto), Feltre, Passo Valles, Torch (Pieve d'Alpago);

- provincia di Padova: Ca' Oddo (Monselice), Cittadella, Legnaro, Teolo;
- provincia di Rovigo: Castelnuovo Bariano, Pradon Porto Tolle, Sant'Apollinare;
- provincia di Treviso: Castelfranco Veneto, Conegliano Veneto, Crespano del Grappa, Mogliano Veneto, Oderzo, Treviso Città;
- provincia di Venezia: Chioggia loc. Sant'Anna, Gesia (Cavarzere), Noventa di Piave, Portogruaro Lison, Valle Averte, Venezia Istituto Cavanis;
- provincia di Verona: Arcole, Boscochiesanuova, Roverchiara, Sorgà, Vangadizza, Villafranca Veronese;
- provincia di Vicenza: Asiago (Aeroporto), Bassano del Grappa, Lonigo, Malo, Quinto Vicentino, Valdagno;

9.4 Risultati

Pioggia e Vento

In Figura 37, si riporta un esempio per agevolare la lettura dei grafici relativi alla pioggia e al vento. L'area del diagramma circolare è suddivisa in due semicerchi di uguale superficie, una per la pioggia (P), e una per il vento (V). La somma dei valori su ognuna delle due fette è 100 (100%). Nella legenda a sinistra si riportano le classi per il vento e per la pioggia: i colori rossi rappresentano le classi "poco dispersive", quelli arancio "abbastanza dispersive" e in verde "molto dispersive". Si rende noto che l'assegnazione delle classi è stata definita in maniera soggettiva, in base ad una prima analisi di un campione pluriennale di dati. I diagrammi del 2016 sono messi a confronto con quelli della serie 2003-2015, e, con i corrispondenti periodi degli ultimi dieci anni in cui si sono verificate con maggior frequenza condizioni di piovosità e ventilazione rispettivamente favorevoli alla dispersione (migliore) o al ristagno (peggiore).

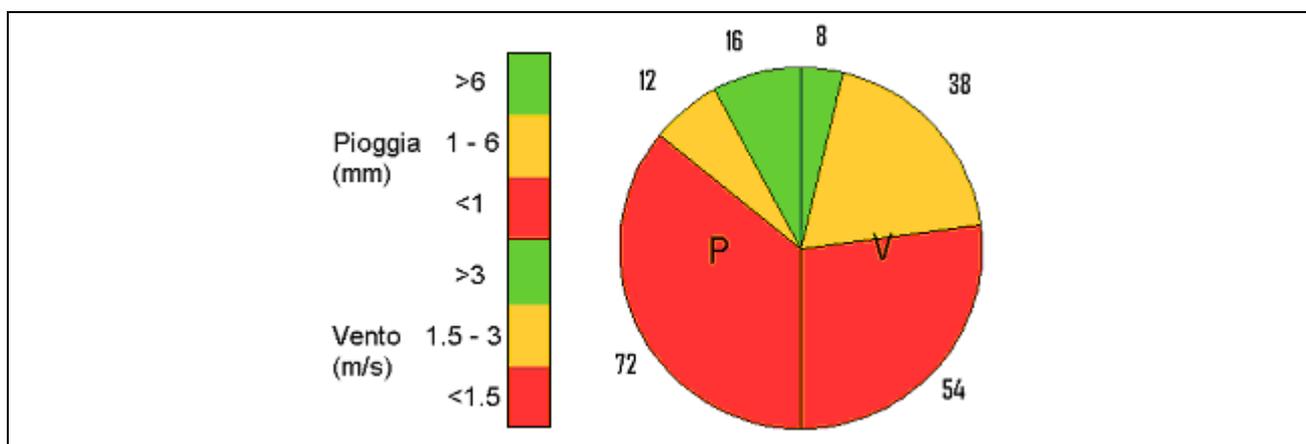


Figura 37: diagramma circolare con frequenza di casi di vento e pioggia nelle diverse classi. Rosso poco dispersivo, arancio abbastanza dispersivo e verde molto dispersivo.

In Figura 38 si riportano i diagrammi circolari dei mesi più critici per l'inquinamento da PM10 (gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre) per l'anno 2016, per la serie clima (anni 2003-2015) e per i corrispondenti mesi degli anni precedenti, in cui si sono verificate rispettivamente le condizioni più favorevoli alla dispersione delle polveri sottili (migliore) o più critiche per il ristagno (peggiore). In particolare notiamo che nell'anno 2016:

- in gennaio, le condizioni di dispersione inibita si sono verificate con una frequenza un poco superiore alla media degli ultimi tredici anni;
- in febbraio, le condizioni di dispersione favorita sono più frequenti rispetto alla media e anche rispetto al migliore (2014); tuttavia nel confronto con il febbraio migliore risultano più frequenti anche le condizioni di dispersione inibita, a discapito delle situazioni intermedie.
- in marzo le condizioni di dispersione sono in linea con la media e, considerando solo l'aspetto della ventosità le condizioni di dispersione favorita sono più frequenti rispetto a quelle del marzo migliore (2013);

- in ottobre la distribuzione delle condizioni dispersive in relazione alla piovosità e alla ventosità è simile alla media.
- in novembre la frequenza delle condizioni di dispersione inibita è simile o di poco inferiore alla media.
- in dicembre le condizioni di dispersione inibita sono la maggioranza dei casi, ma la loro frequenza è comunque di poco inferiore a quella registrata nel dicembre peggiore (2015).

In sintesi, nel corso del 2016 in gennaio e dicembre hanno prevalso situazioni di scarsa piovosità e ventilazione che non hanno favorito la dispersione; in ottobre e novembre la distribuzione delle giornate è in linea con la media; in febbraio e marzo le condizioni di dispersione favorita sono state più frequenti della media e, nel caso di febbraio, più numerose anche rispetto al corrispondente mese migliore.

Quanto si è verificato nelle condizioni meteorologiche ha avuto effetto sugli andamenti medi delle concentrazioni di PM10 di tutte le stazioni di pianura, infatti, come si può vedere in Figura 39, nel corso del 2016 le concentrazioni di PM10 in gennaio sono state tra le più alte registrate dal 2003 ad oggi, in dicembre hanno raggiunto valori superiori alla media, negli altri mesi si sono fermate sempre su valori ben inferiori alla media.

Va ricordato che pur essendo vento e pioggia i due fattori fondamentali per la dispersione e il dilavamento degli inquinanti atmosferici nel periodo invernale, essi non possono spiegare la totalità degli episodi di inquinamento atmosferico. Altri fattori come presenza di inversione termica notturna e stabilità nelle ore diurne contribuiscono a determinare le concentrazioni medie giornaliere di PM10.

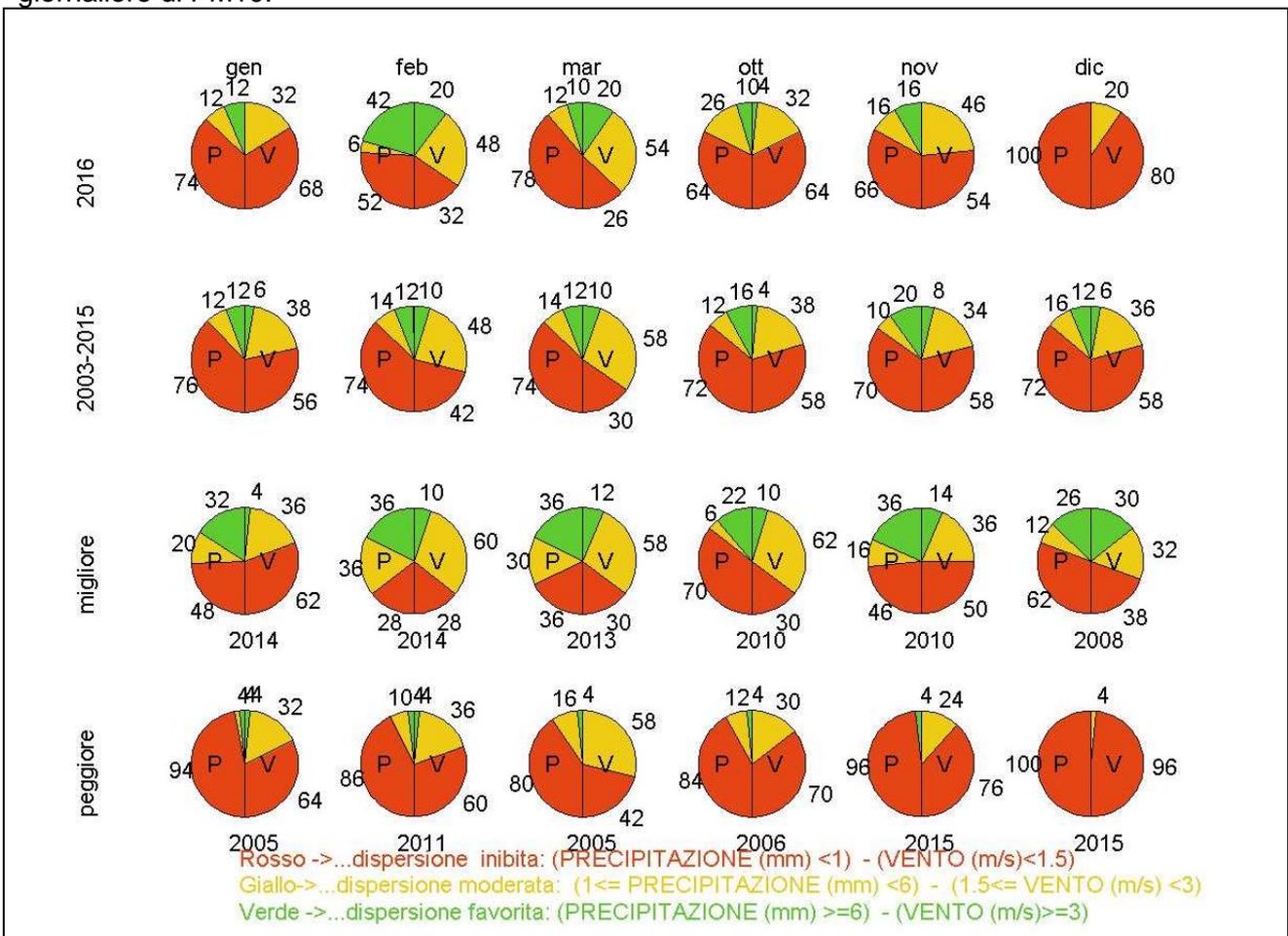


Figura 38: confronto della distribuzione del vento e della pioggia nelle tre classi di dispersione dei mesi più critici per l'inquinamento da polveri sottili (gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre) dell'anno 2016 con la distribuzione climatica (anni 2003-2015) e con i periodi corrispondenti in cui si sono verificate le condizioni più favorevoli alla dispersione delle polveri sottili (migliore) o quelle più critiche per il ristagno (peggiore); per queste ultime due serie di dati sul diagramma circolare è riportato l'anno in cui si sono verificate mese per mese condizioni rispettivamente migliori o peggiori.

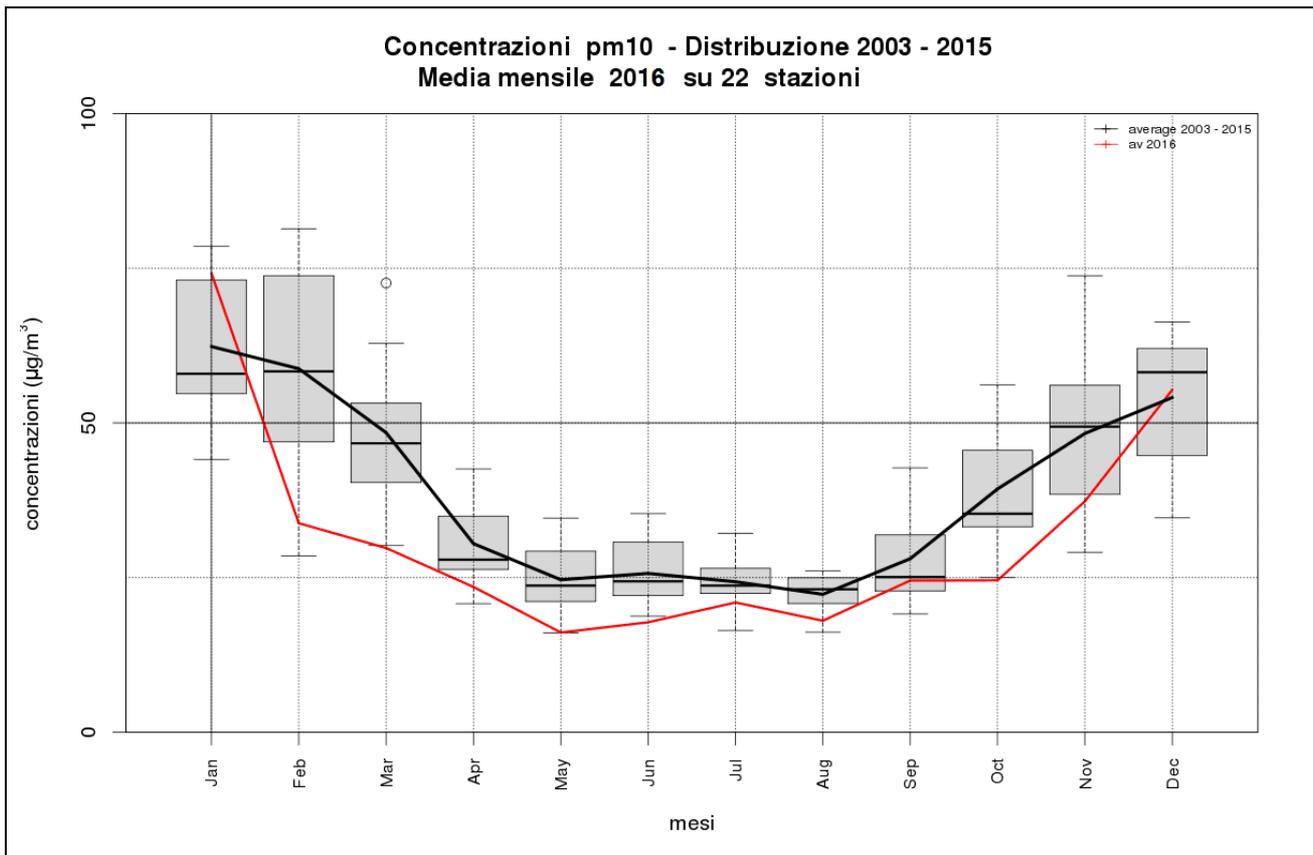


Figura 39: concentrazioni, medie mensili, di PM10 delle stazioni di qualità dell'aria automatiche di pianura inserite nel piano di valutazione di ARPA Veneto per l'anno 2016 (linea rossa) e media degli anni 2003-2015 (linea nera). L'andamento medio mensile degli anni dal 2003 al 2015 è rappresentato anche mediante box and whiskers plot. Per l'interpretazione del box and whiskers plot fare riferimento alla Tabella 9 Come interpretare il box and whiskers .

Tabella 9 Come interpretare il box and whiskers plot.

Ogni elemento di un grafico box è whiskers consta di un rettangolo (box, scatola, in questo caso grigio), una linea interna al rettangolo, due trattini esterni al rettangolo (uno sopra e uno sotto – detti baffi, whiskers), pallini vuoti (possono non esserci o possono essercene anche più di uno sopra il trattino superiore e/o sotto il trattino inferiore).

La base inferiore del rettangolo rappresenta il 25° percentile, quella superiore il 75° percentile, l'altezza del rettangolo è la distanza interquartile (75°-25° percentile) e indica quanto sono distanti il valore del primo quartile e quello del terzo quartile. La linea nera all'interno del rettangolo rappresenta la mediana, cioè il 50° percentile. I whiskers rappresentano il valore massimo della distribuzione (sopra) e il minimo della distribuzione (sotto), entro la distanza di una volta e mezza la distanza interquartile rispettivamente dal 75° percentile e dal 25° percentile. Gli eventuali pallini vuoti rappresentano il valore più alto (sopra) e quello più basso (sotto), oltre la distanza di una volta e mezza la distanza interquartile rispettivamente dal 75° percentile e dal 25° percentile.

Inversioni termiche

In **Figura 40** si riporta un esempio di rappresentazione delle diverse classi di dispersione in relazione al numero di ore giornaliero di inversione.

La somma dei valori di tutte le fette è 100 (100%). Anche in questo caso, l'assegnazione delle classi è stata effettuata in maniera soggettiva, in base alle seguenti considerazioni. La classe migliore per la dispersione (colore verde, meno di otto ore di inversione) corrisponde ai giorni in cui l'inversione è stata assente o è durata meno di otto ore. La classe peggiore (colore rosso, più di sedici ore di inversione) si ha nei giorni in cui l'inversione persiste anche nelle ore diurne.

I profilatori di temperatura (radiometri passivi) di Padova e Rovigo sono stati installati nel 2005, pertanto la serie di riferimento è più breve di quella delle variabili pioggia, vento e temperatura.

Inoltre, dal momento che la rete dei profilatori è sperimentale, i dati non sono sempre disponibili, in quanto, in alcuni periodi si sono verificati dei malfunzionamenti oppure lo strumento è stato trasferito per una campagna di misura. Pertanto nel diagramma delle ore di inversione è stata aggiunta anche la categoria dei dati mancanti, dal momento che, come si vedrà nel seguito, in alcuni casi la percentuale dei dati mancanti è rilevante e questo altera la statistica del conteggio delle ore di inversione. Per lo stesso motivo si è preferito riportare in due figure separate i diagrammi circolari per il radiometro di Padova e per quello di Rovigo, in modo che la statistica delle ore giornaliere di inversione fosse maggiormente significativa.

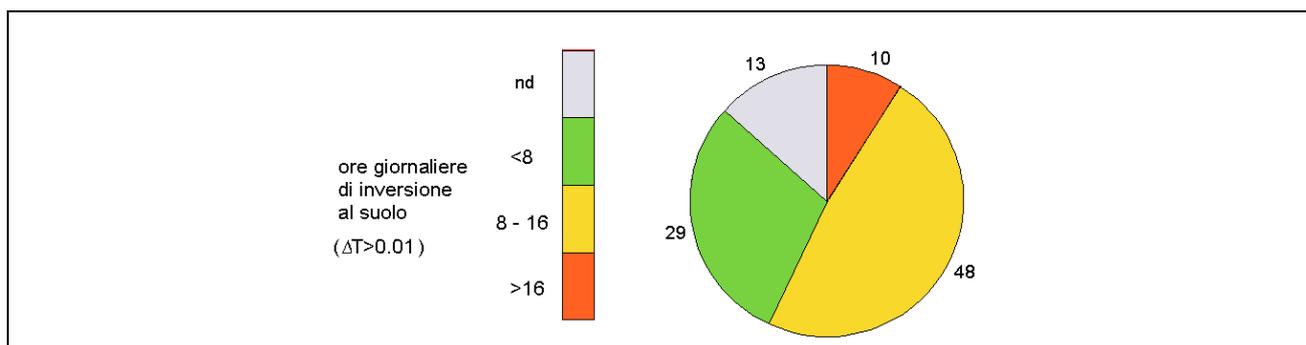


Figura 40: diagramma circolare con frequenza espressa in percentuale dei giorni caratterizzati da ore di inversione suddivise nelle diverse classi: il rosso (giorni con più di sedici ore di inversione) è associato alle classi più favorevoli al ristagno di PM10, il giallo (giorni con ore di inversione compresi fra le otto e le sedici) alle classi moderatamente favorevoli al ristagno di PM10, il verde (giorni con meno di otto ore di inversione) a quelle meno favorevoli all'accumulo di polveri, il grigio rappresenta la percentuale di giorni in cui il dato non è disponibile.

In Figura 41 e in Figura 42 si riportano rispettivamente per Padova e per Rovigo i diagrammi circolari dei giorni caratterizzati dalle tre classi di ore di inversione relativamente ai mesi invernali del 2016 ed ai periodi corrispondenti degli anni precedenti in cui sono stati più frequenti i giorni con poche ore di inversione (migliore) o in cui sono stati più numerose le giornate con molte ore di inversione (peggiore). Si fa presente che l'analisi effettuata con i radiometri è molto rappresentativa per l'area in cui lo strumento è collocato, ma a livello qualitativo l'informazione può essere considerata valida anche per le restanti zone di pianura.

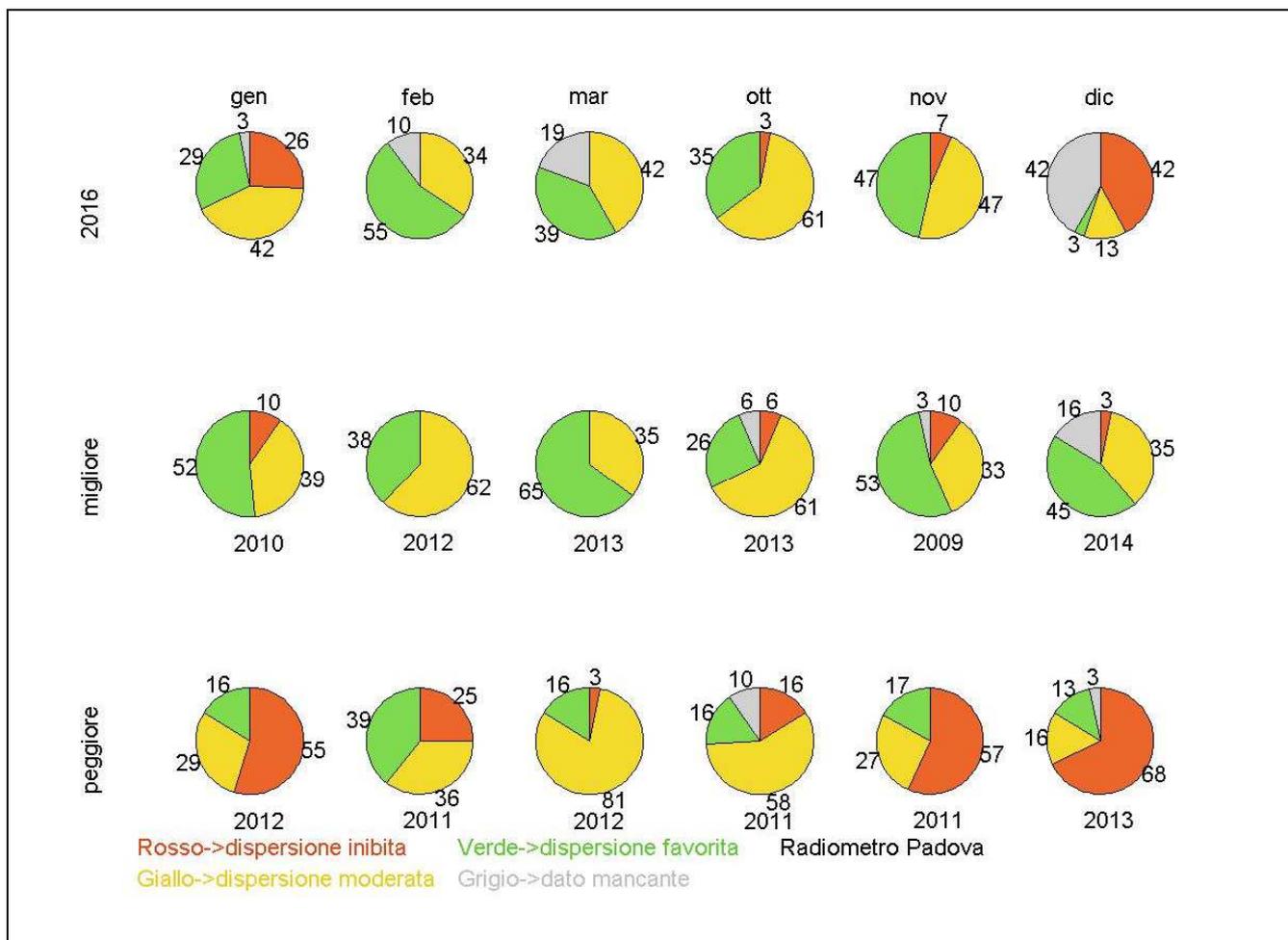


Figura 41: confronto della distribuzione delle ore giornaliere di inversione nelle tre classi di dispersione dei mesi più critici per l'inquinamento da polveri sottili (gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre) dell'anno 2016 con i corrispondenti periodi con minor presenza di inversioni (migliori) o con maggior frequenza di inversioni (peggiori) negli anni tra il 2006 e il 2014 ottenuta dall'elaborazione dei dati del radiometro di Padova. Si sottolinea il fatto che a causa di malfunzionamenti dello strumento non è stato possibile effettuare il confronto con la serie del 2015.

Analizzando la figura, si deduce che nel corso del 2016:

- in gennaio i giorni con condizioni di dispersione inibita sono stati più frequenti rispetto ai corrispondenti migliori (PD 2010, RV 2011), ma meno frequenti rispetto ai peggiori (PD 2012, RV 2015);
- in febbraio i giorni con condizioni di dispersione favorita sono stati più frequenti anche rispetto al corrispondente migliore (2012);
- in marzo le condizioni di dispersione favorita sono state più frequenti rispetto a quelle del marzo peggiore (PD 2012, RV 2007), ma un po' meno frequenti rispetto al migliore (2013).
- in ottobre, a Padova le condizioni di dispersioni favorita sono state più frequenti anche rispetto al migliore (2013), mentre a Rovigo, anche se la serie è incompleta, dai dati disponibili risulta che i giorni con dispersione favorita sono più frequenti rispetto al peggiore (2006), ma meno frequenti rispetto al migliore (2013).
- in novembre le condizioni di dispersione moderata sono più frequenti rispetto ad entrambe le serie di riferimento e a Padova quelle di dispersione favorita sono solo di poco meno frequenti rispetto al migliore (2013)
- in dicembre, anche se l'analisi è incompleta in entrambe le località, dai dati disponibili si evince che le condizioni di dispersione inibita sono più frequenti rispetto al migliore (PD 2014, RV 2008), ma meno numerose rispetto al peggiore (PD 2013, RV 2011)

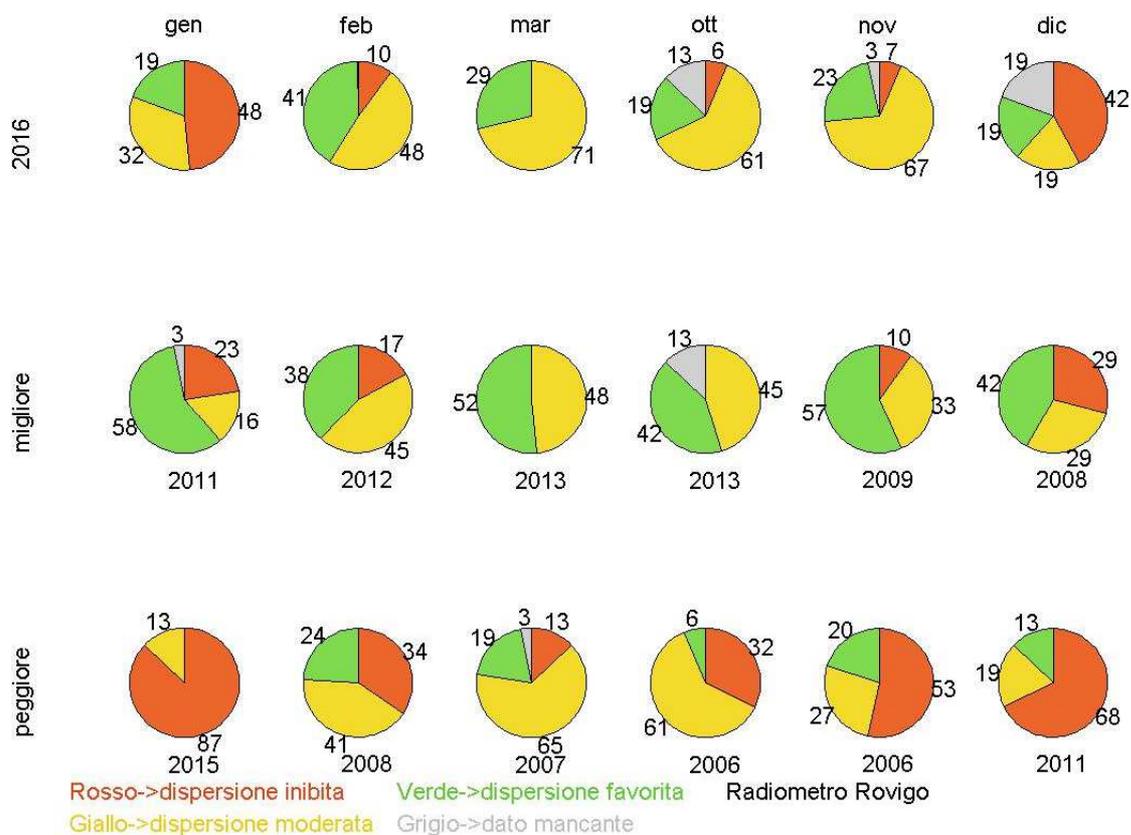


Figura 42: confronto della distribuzione delle ore giornaliere di inversione nelle tre classi di dispersione dei mesi più critici per l'inquinamento da polveri sottili (gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre) dell'anno 2016 con i corrispondenti periodi con minor presenza di inversioni (migliori) o con maggior frequenza di inversioni (peggiori) negli anni tra il 2006 e il 2015 ottenuta dall'elaborazione dei dati del radiometro di Rovigo.

Temperatura

In Figura 43 si riporta un esempio per agevolare la lettura dei grafici relativi alla temperatura. La somma dei valori di tutte le fette è 100 (100%). Nella legenda a sinistra si riportano le classi per la temperatura: al rosso corrispondono le temperature più alte, favorevoli alla formazione di ozono, al verde le temperature più basse meno favorevoli per la formazione di ozono. Si ribadisce che l'assegnazione delle classi è stata definita in maniera soggettiva, in base ad una prima analisi di un campione pluriennale di dati.

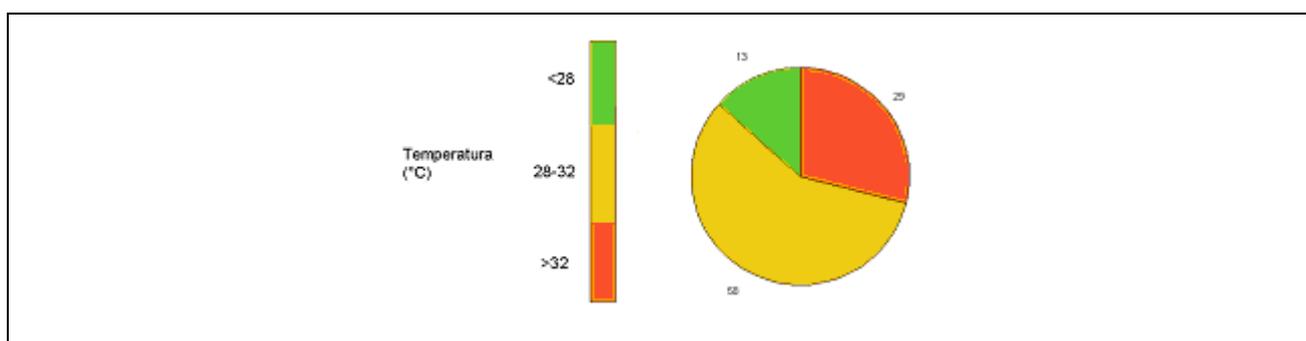


Figura 43: diagramma circolare con frequenza di temperatura nelle diverse classi: il rosso è associato alle classi più favorevoli alla formazione di ozono, il giallo alle classi moderatamente favorevoli alla formazione di ozono, il verde a quelle meno favorevoli alla formazione di ozono.

In Figura 44 si riportano i diagrammi circolari dei mesi più critici per l'inquinamento da ozono per l'anno 2016, per la serie clima (anni 2003-2015), per i periodi in cui si sono verificate condizioni climatiche sfavorevoli alla formazione di ozono (migliore) o più idonee all'incremento dell'inquinante (peggiore). Dalla Figura 45 si evince dove si colloca la distribuzione mensile delle concentrazioni di ozono rispetto alla media e alla distribuzione degli anni precedenti ed in particolare rispetto al 2003, anno in cui si sono verificate con maggior frequenza condizioni critiche per l'inquinamento da ozono. Dal confronto tra i diagrammi circolari di Figura 44 notiamo che nel corso del 2016:

- in aprile, non si sono verificati superamenti della soglia dei 28°C, quindi le condizioni sono state generalmente sfavorevoli alla formazione di ozono;
- in maggio, si sono verificate molto raramente condizioni favorevoli alla formazione di ozono;
- in giugno, le temperature meno favorevoli alla formazione di ozono sono state più frequenti rispetto alla media e di poco anche rispetto all'anno migliore (2011);
- in luglio le temperature più favorevoli e mediamente favorevoli alla formazione dell'ozono sono state un po' più frequenti della media;
- in agosto le temperature più favorevoli alla formazione dell'ozono sono state meno frequenti della media, ma rispetto all'agosto migliore sono più frequenti sia le condizioni più favorevoli alla formazione di ozono che quelle mediamente favorevoli;
- in settembre le condizioni termiche più favorevoli e mediamente favorevoli alla formazione di ozono sono ben più frequenti rispetto alla media, anche se complessivamente inferiori a quelle del settembre peggiore (2011).

L'andamento termico dei mesi più caldi del 2016 trova corrispondenza nei valori mensili delle concentrazioni di ozono. Infatti, come si può vedere in Figura 45, nei mesi che sono risultati più freschi rispetto alla media, le concentrazioni mensili di ozono si sono mantenute su valori inferiori alla media calcolata negli ultimi tredici anni; l'unico mese che ha presentato un numero di giornate favorevoli alla formazione di ozono ben maggiore rispetto alla media, seppure inferiore a quelle del corrispondente peggiore (2011) è stato settembre, nel corso del quale la concentrazione media mensile è stata superiore al settantacinquesimo percentile della distribuzione degli ultimi tredici anni.

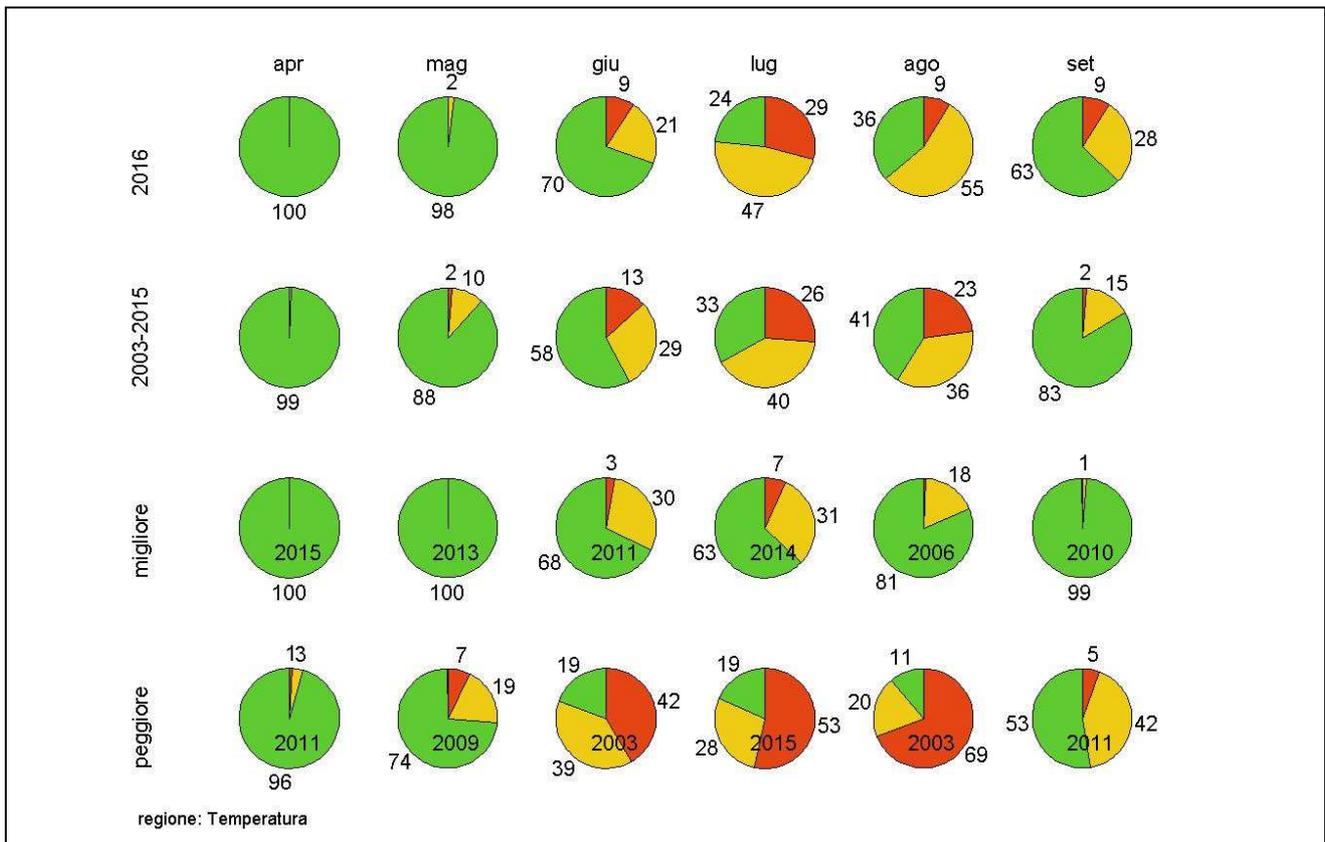


Figura 44: confronto della distribuzione delle temperature nelle tre classi di dispersione dei mesi più critici per l'inquinamento da ozono (aprile, maggio, giugno, luglio, agosto, settembre) dell'anno 2016 con la distribuzione climatica (anni 2003-2015), e con i periodi corrispondenti in cui si sono verificate le condizioni meno favorevoli alla formazione dell'ozono (migliore) o quelle più favorevoli (peggiore); per queste ultime due serie di dati sul diagramma circolare è riportato l'anno in cui si sono verificate mese per mese condizioni rispettivamente migliori o peggiori.

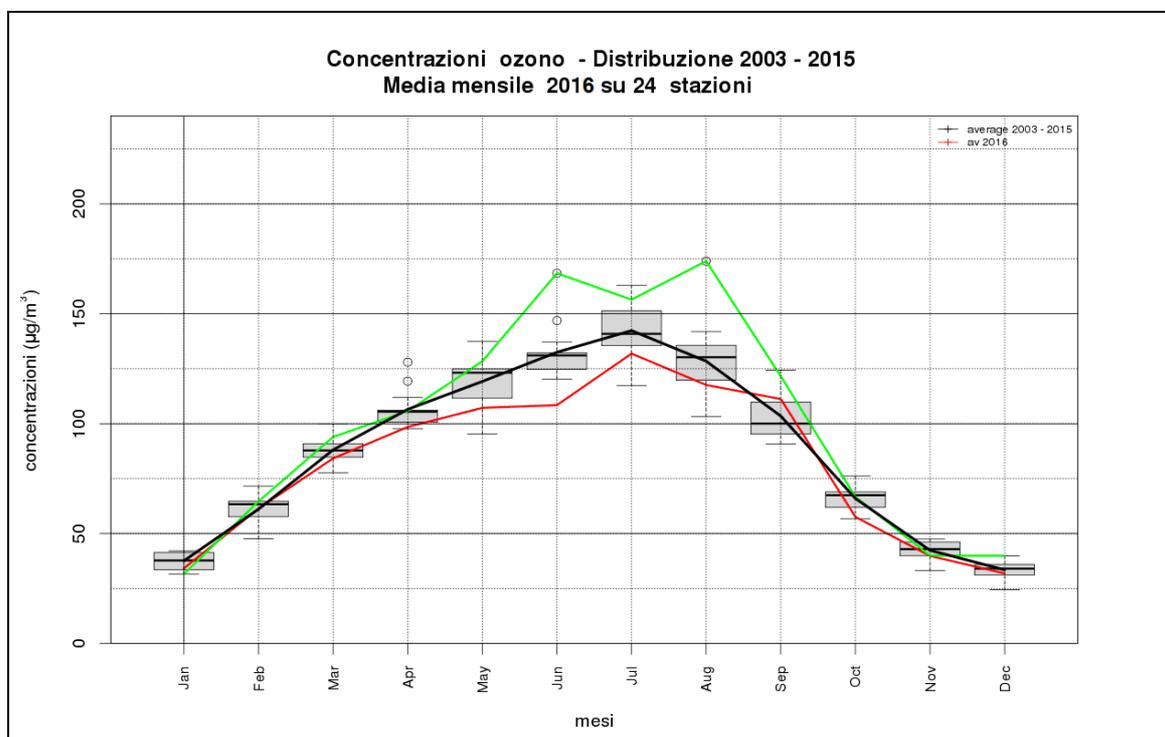


Figura 45: Concentrazioni medie mensili di Ozono di tutte le stazioni di qualità dell'aria di ARPA Veneto per gli anni 2003 (linea verde), 2016 (linea rossa), media anni 2003-2015 (linea nera). L'andamento medio mensile degli anni dal 2003 al 2015 è rappresentato anche mediante box and whiskers plot. (Per l'interpretazione del box and whiskers plot fare riferimento al riquadro Tabella 9 Come interpretare il box and whiskers).

9.5 Episodi di inquinamento da PM10

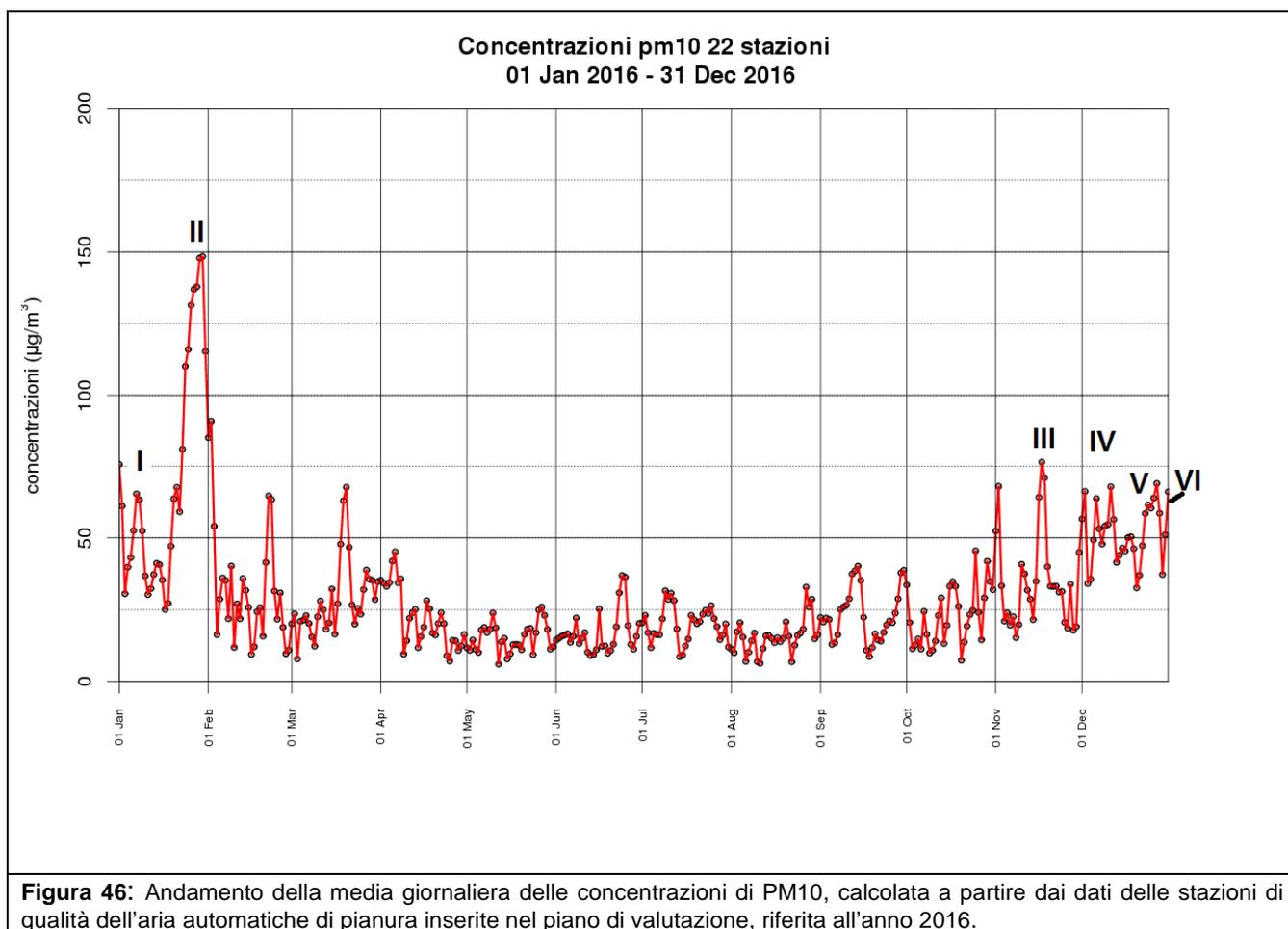
Elenco episodi

Gli episodi acuti sono classificati in base al seguente criterio: sono stati individuati i periodi in cui il valore giornaliero ottenuto calcolando le medie su tutte le stazioni di pianura ha superato per almeno tre giorni la soglia dei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Di seguito l'elenco degli episodi acuti individuati in base al criterio sopra esposto.

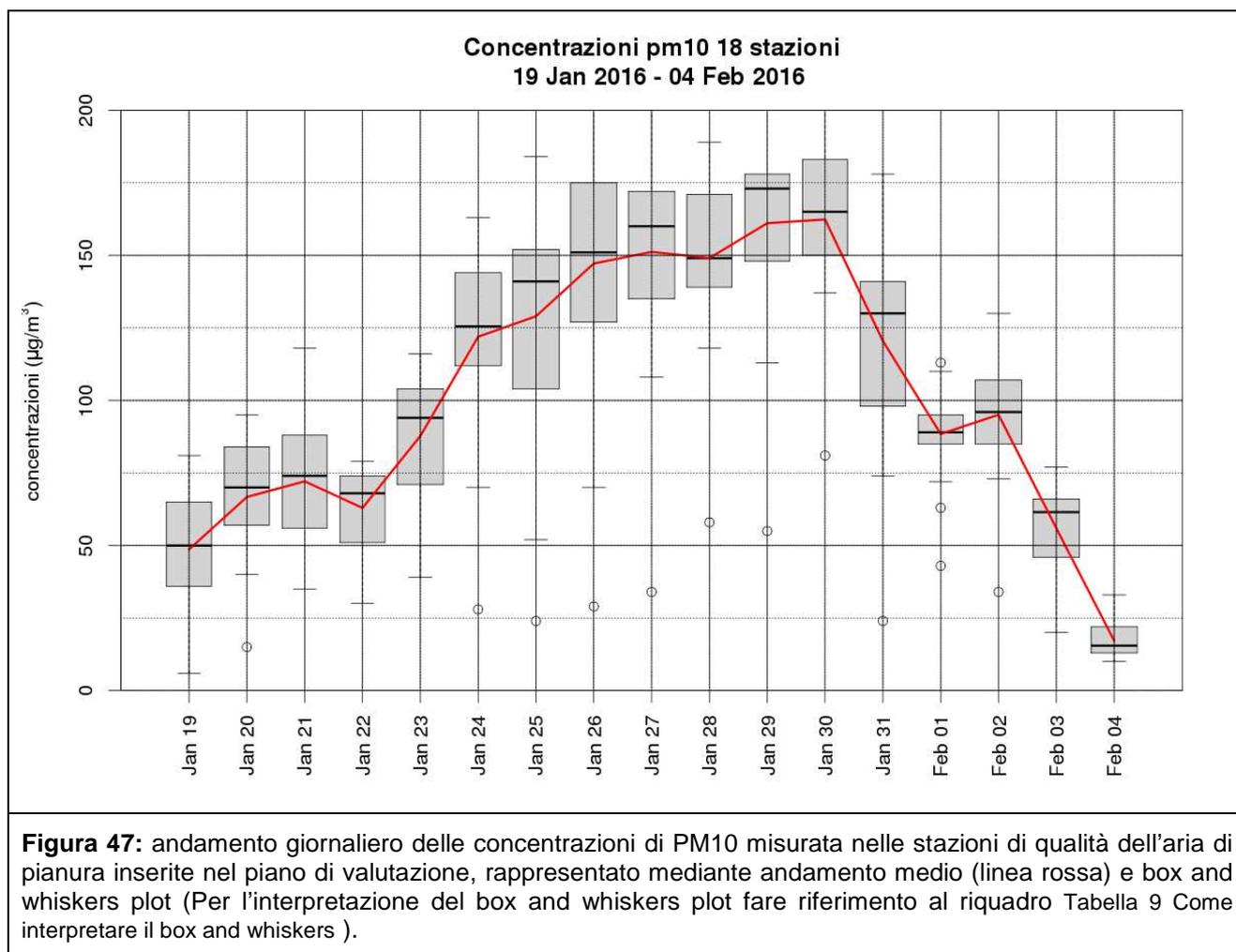
- | | |
|---------------------------|----------------------|
| I - dal 6 gennaio | al 9 gennaio 2016; |
| II - dal 20 gennaio | al 3 febbraio 2016; |
| III - dal 16 novembre | al 18 novembre 2016; |
| IV - dal 5 dicembre | al 12 dicembre 2016; |
| V - dal 23 dicembre | al 28 dicembre 2016; |
| VI - dal 30 dicembre 2016 | al 4 gennaio 2017. |

Di seguito saranno analizzati nel dettaglio gli episodi più prolungati, che risultano particolarmente significativi a causa della persistenza di condizioni meteorologiche di scarsa dispersione atmosferica. In particolare il primo che sarà analizzato è quello accaduto tra l'ultima decade di gennaio e l'inizio di febbraio che oltre ad essere stato di lunga durata ha fatto registrare nella sua fase culminante concentrazioni medie di PM10 che hanno superato ampiamente anche i $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Episodio dal 20 gennaio al 3 febbraio 2016

Nel periodo compreso tra il 15 gennaio e il 3 febbraio si instaura una fase di tempo stabile nel corso del quale le precipitazioni sono quasi del tutto assenti. Tuttavia fino al 19 gennaio sulla regione soffiano venti moderati o anche tesi dai quadranti settentrionali che favoriscono il rimescolamento e la dispersione delle polveri sottili. Dal giorno 20 viene a mancare anche la ventilazione e tende ad espandersi da ovest un promontorio anticiclonico che accentua le condizioni di stabilità e subsidenza, favorendo un progressivo aumento delle concentrazioni di polveri sottili. La fase più critica per l'inquinamento da polveri sottili si verifica dal 24 al 27 gennaio, quando l'avvezione di aria più calda in quota determina la formazione di forti inversioni termiche che persistono anche durante il giorno, come è possibile vedere dal grafico delle inversioni registrati dal radiometro di Rovigo in Figura 48. A partire dal 28 gennaio la pressione comincia a calare e si attenua l'inversione termica, ma il tempo è ancora stabile, senza precipitazioni e con vento debole e le concentrazioni di polveri non calano. Il 30 gennaio si verificano delle locali precipitazioni e il 31 i venti sono in modesta intensificazione; tali fattori favoriscono una parziale dispersione delle polveri sottili, che tuttavia restano su livelli superiori al limite di legge. A mettere fine all'episodio di inquinamento acuto da PM10 è l'arrivo di una perturbazione atlantica con precipitazioni diffuse il 3 febbraio ed un significativo rinforzo dei venti soprattutto il 4 (Figura 49), che favoriscono il dilavamento dell'atmosfera e la dispersione delle polveri sottili.



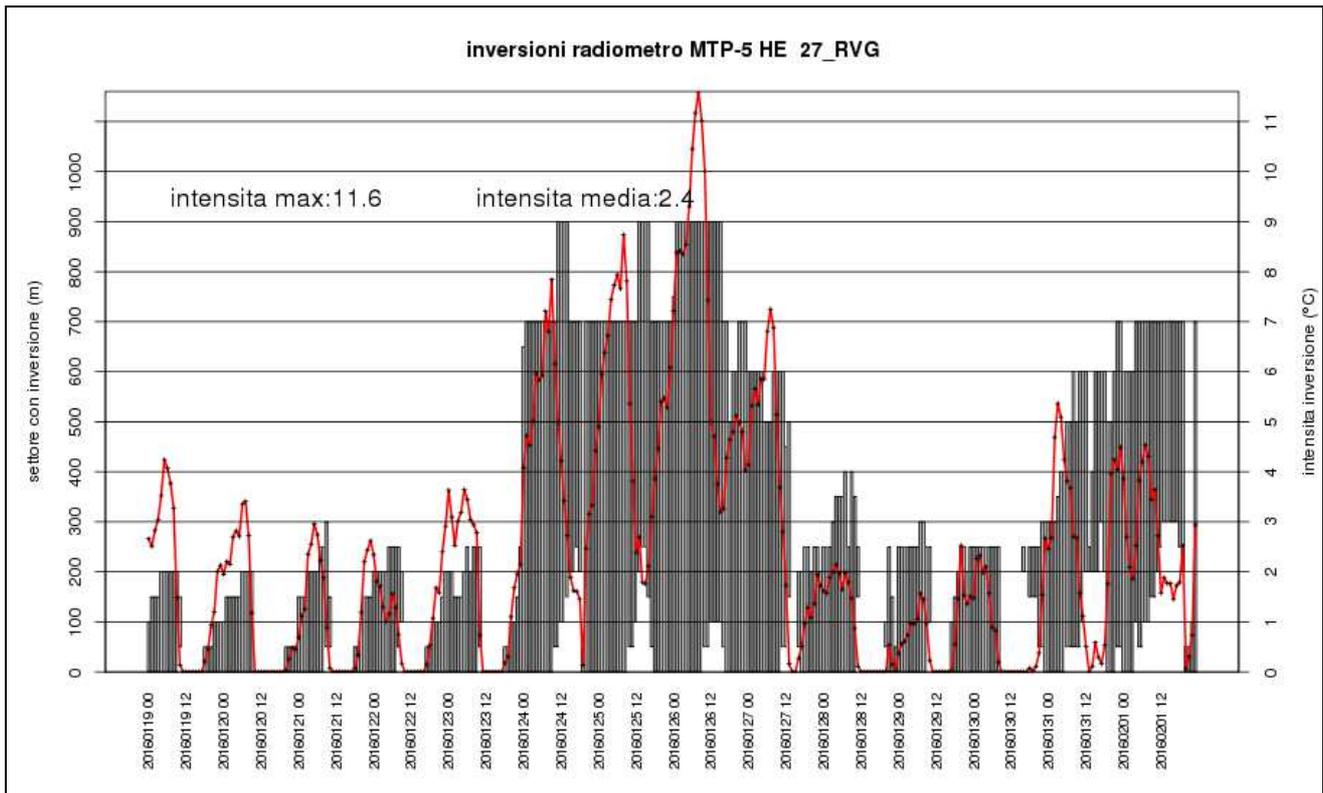


Figura 48: inversioni registrate dal radiometro di Rovigo nel periodo dal 19-1-2016 al 2-2-2016 ore 00:00: gli istogrammi rappresentano a quali quote si è verificata l'inversione, la linea rossa è la differenza di temperatura tra la sommità e la base dell'inversione. I valori più elevati di differenza di temperatura sono indice di inversione termica più marcata. Si può osservare che il giorno 24 la forza dell'inversione raddoppia rispetto al 23 e rimane su valori elevati fino al giorno 27, risultando anche persistente durante il giorno.

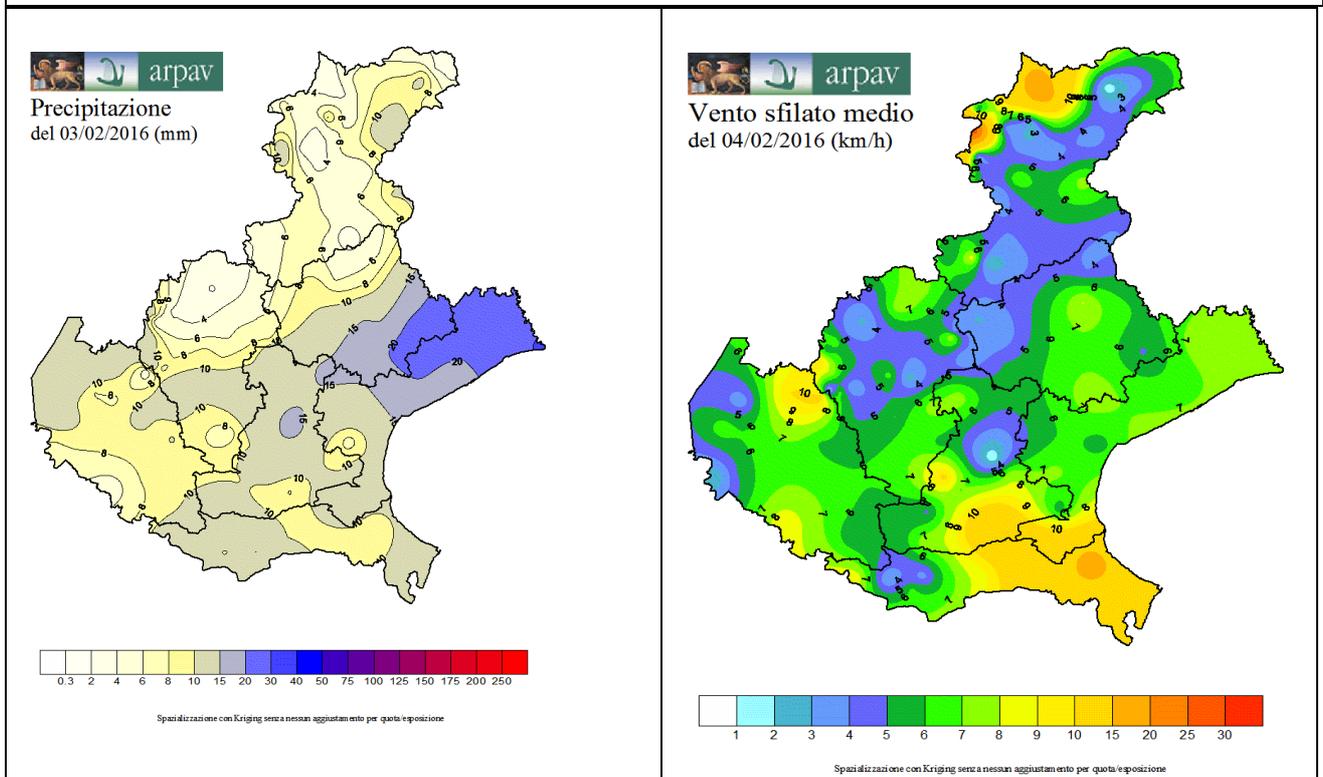


Figura 49: precipitazioni del 3 febbraio 2016 e venti del 4 febbraio 2016

Episodi dal 5 al 12 dicembre 2016, dal 23 al 28 dicembre 2016 e dal 30 dicembre al 4 gennaio 2017

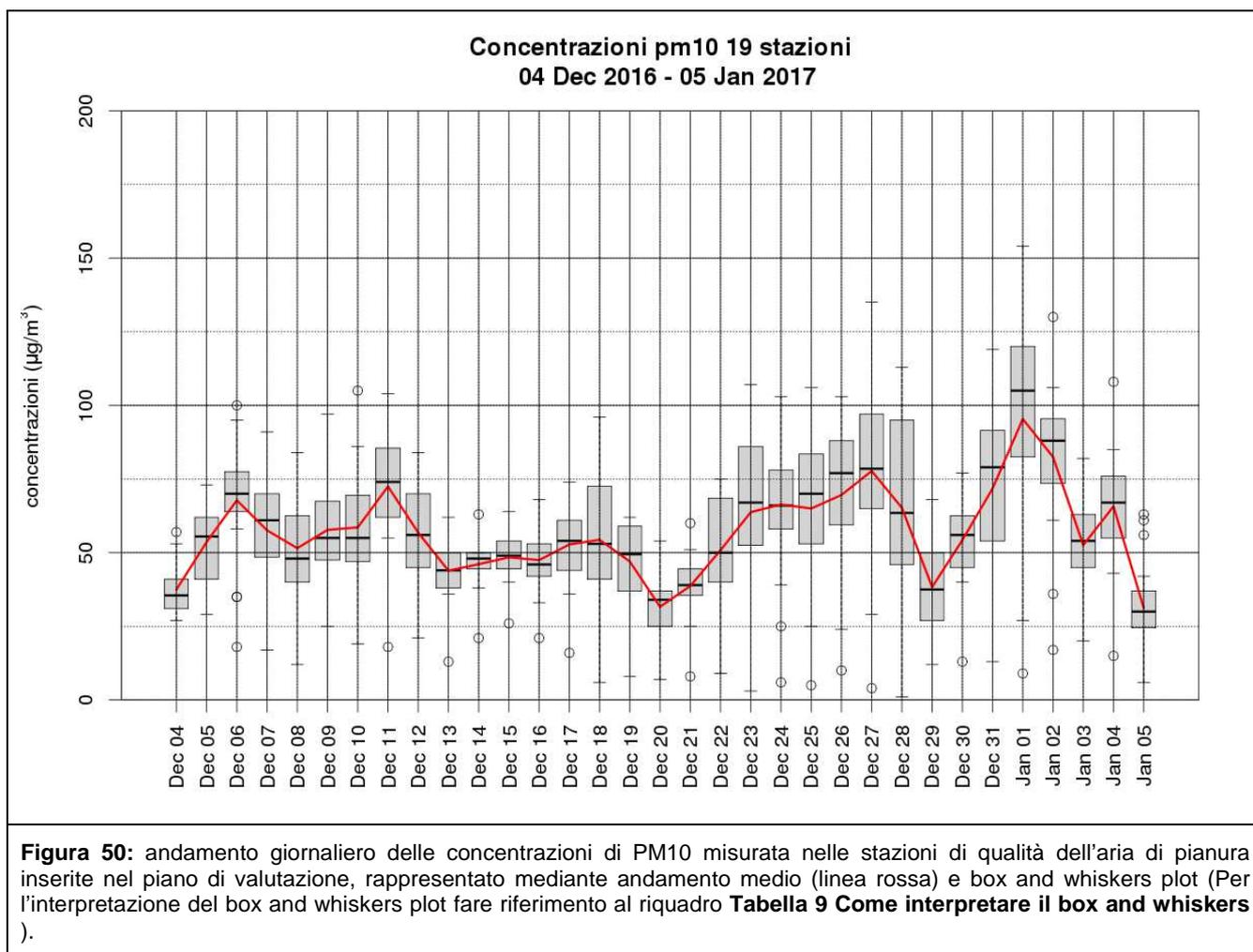
Dal 5 dicembre fino agli inizi del mese di gennaio 2017 si succedono sulla regione condizioni di tempo stabile senza precipitazioni.

Nel primo episodio (periodo dal 5 al 12 dicembre), se da una parte l'inversione termica è forte e persistente anche durante il giorno (vedi Figura 51), dall'altra la presenza di elevate concentrazioni di umidità da luogo a nebbie fitte e durature (vedi Figura 52) che riescono a favorire la deposizione umida delle polveri sottili almeno sulle zone meridionali della regione. Questa situazione contiene in parte l'aumento delle polveri sottili. Tra il 13 e il 20 dicembre, pur in un contesto di tempo stabile, l'ingresso di correnti orientali soprattutto sulle zone centro-meridionali favorisce un parziale rimescolamento e le concentrazioni medie sulla regione scendono sotto il valore limite giornaliero, anche se, localmente, sulle zone più settentrionali, in particolare a Vicenza, continuano gli sforamenti del limite di legge.

Successivamente, si attenua la ventilazione, persistono condizioni di tempo stabile con forte inversione termica, persistente anche durante il giorno (vedi Figura 53)

Una temporanea diminuzione delle concentrazioni di PM10 si verifica il 28 e 29 dicembre, grazie all'attenuazione dell'inversione termica (vedi Figura 53) e ad un temporaneo rinforzo dei venti.

Dalla fine del mese fino all'inizio del mese di gennaio, si ripresentano condizioni di forte stabilità atmosferica che favoriscono il ristagno delle polveri sottili.



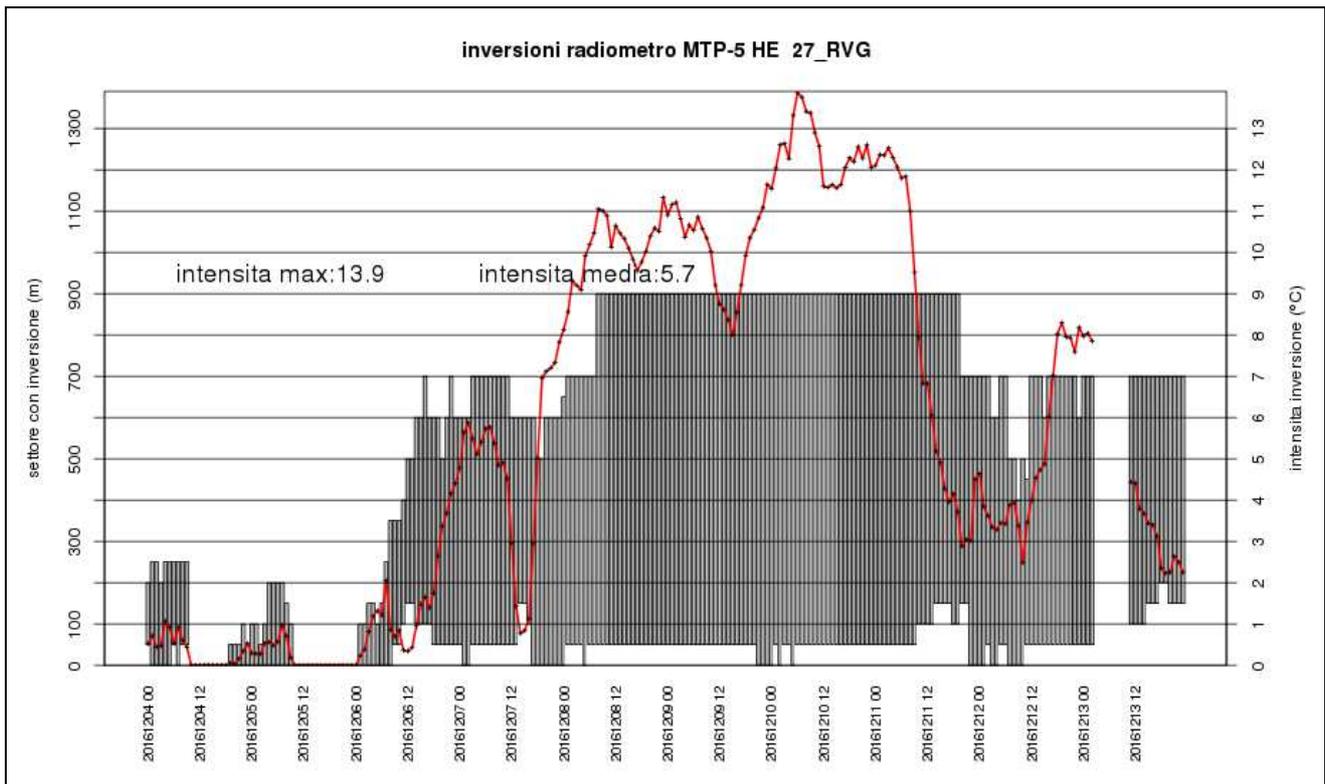


Figura 51: inversioni registrate dal radiometro di Rovigo nel periodo dal 04-12-2016 al 13-12-2016 ore 00:00: gli istogrammi rappresentano a quali quote si è verificata l'inversione, la linea rossa la differenza di temperatura tra la sommità e la base dell'inversione. I valori più elevati di differenza di temperatura sono indice di inversione termica più marcata.

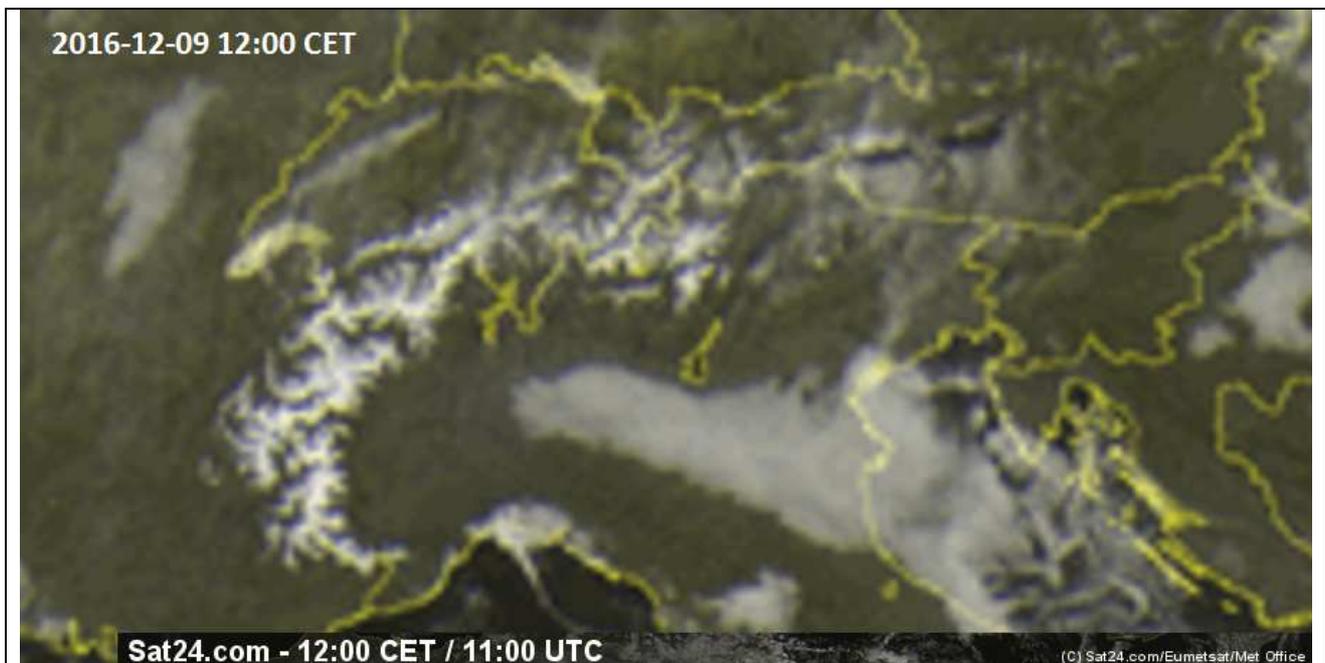


Figura 52: immagine del satellite del 9 dicembre 2016 alle ore 12: si può notare che sul Veneto meridionale la nebbia è presente anche durante le ore centrali della giornata.

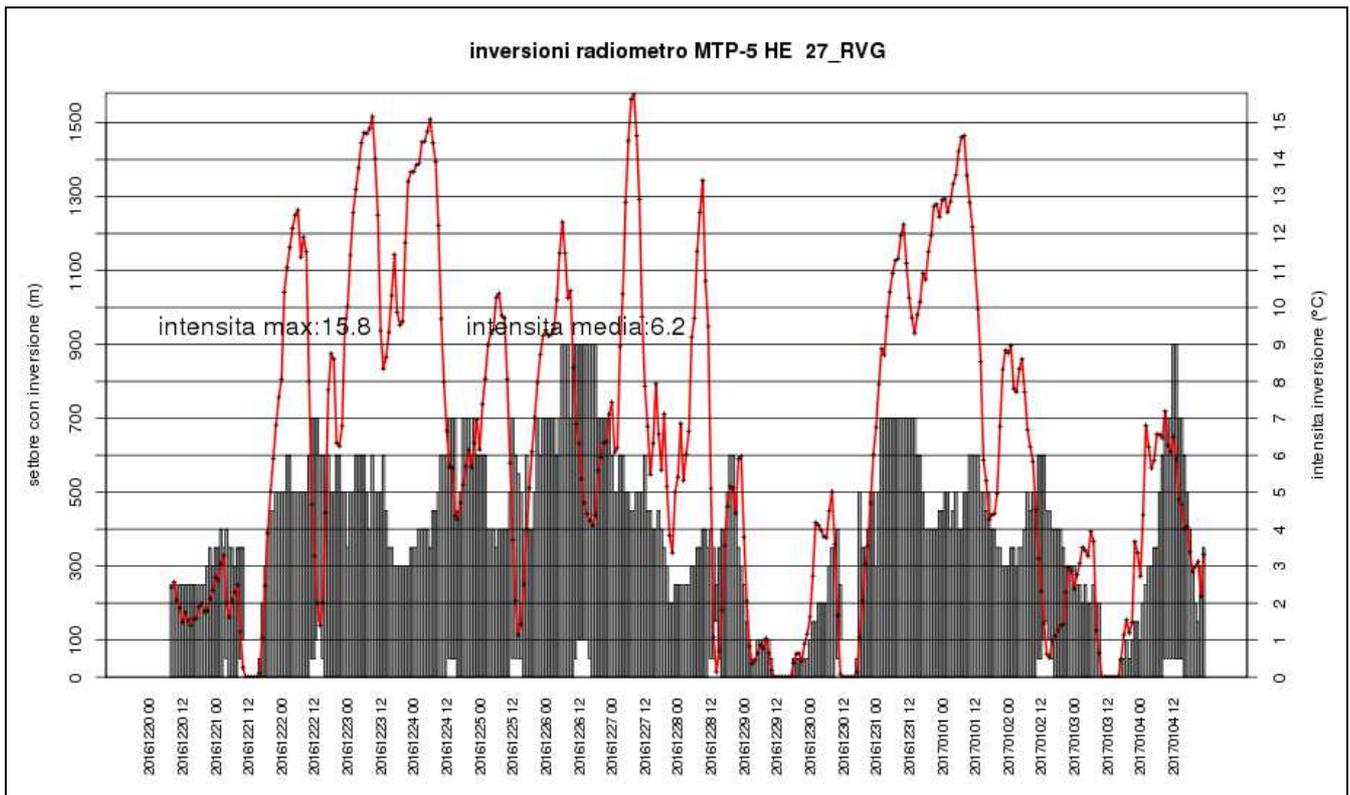


Figura 53: inversioni registrate dal radiometro di Rovigo nel periodo dal 20-12-2016 al 05-01-2017 ore 00:00: gli istogrammi rappresentano a quali quote si è verificata l'inversione, la linea rossa la differenza di temperatura tra la sommità e la base dell'inversione. I valori più elevati di differenza di temperatura sono indice di inversione termica più marcata.

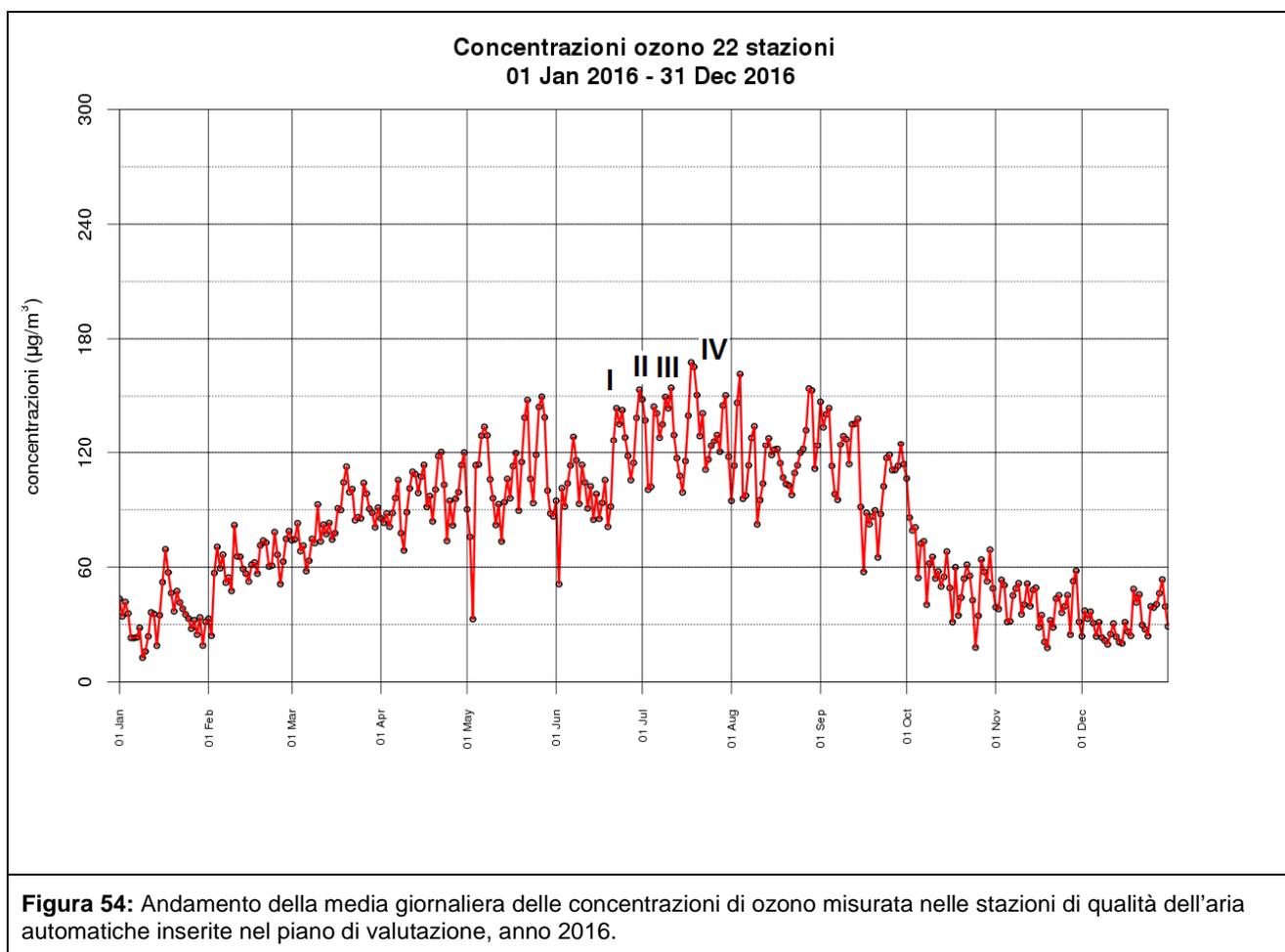
9.6 Episodi di inquinamento da ozono

Elenco episodi

Gli episodi acuti sono classificati in base al seguente criterio: sono stati individuati i periodi in cui la soglia di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stata superata dalla media su tutte le stazioni per un periodo di almeno 3 giorni e in almeno una stazione è stata superata la soglia di informazione.

Seguendo questo criterio gli episodi più significativi del 2016 sono stati:

1. dal 21 giugno al 26 giugno 2016;
2. dal 29 giugno al 2 luglio 2016;
3. dal 5 luglio al 12 luglio 2016;
4. dal 17 luglio al 22 luglio 2016



Nel corso del 2016 non si sono verificati superamenti della soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e gli episodi di inquinamento acuto da ozono, con locali superamenti della soglia di attenzione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) si sono verificati nel periodo compreso tra la terza decade di giugno e la seconda metà di luglio. Agli inizi di agosto e tra la fine di agosto e l'inizio di settembre, anche se le concentrazioni medie hanno superato il valore $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, solo localmente e per un periodo limitato di tempo è stata superata la soglia di informazione. Gli episodi del 2016 sono stati generalmente di breve durata (meno di una settimana) e questo è dovuto al fatto che le fasi con tempo stabile e temperature elevate sono state interrotte da frequenti passaggi di perturbazioni.

10. Campagna regionale di monitoraggio delle concentrazioni di ammoniaca

ARPA Veneto ha realizzato, nel 2015 due campagne, estiva e invernale (Figura 55 e Figura 56) di quattro settimane ciascuna in due siti di campionamento di fondo urbano (Rosà – VI e Santa Giustina in Colle-PD) e presso due allevamenti di bovini a Carmignano di Brenta (PD) e due allevamenti di ovaiole a Grezzana (VR) e Tarmassia (VR). Per la valutazione delle concentrazioni di NH_3 sono stati utilizzati campionatori passivi esposti per una settimana.

In generale, nei siti “hot spot” (Grezzana, Tarmassia, Carmignano) i valori di NH_3 sono stati più elevati durante la campagna estiva rispetto a quella invernale, probabilmente per effetto della maggiore volatilizzazione dell' NH_3 a temperature più elevate.

E' stata verificata l'influenza, sulle concentrazioni di NH_3 , oltre che della temperatura anche di altre variabili quali direzione e velocità del vento, precipitazione e altezza dello strato di rimescolamento durante la campagna estiva 2015, confermando quanto già riportato in letteratura⁶, ovvero che la volatilizzazione dell' NH_3 aumenta all'aumentare della temperatura, mentre le precipitazioni di almeno 20 mm di pioggia riducono significativamente la volatilizzazione di tale inquinante; infine le concentrazioni di NH_3 aumentano quando la velocità del vento è maggiore di 2.5 m/s.

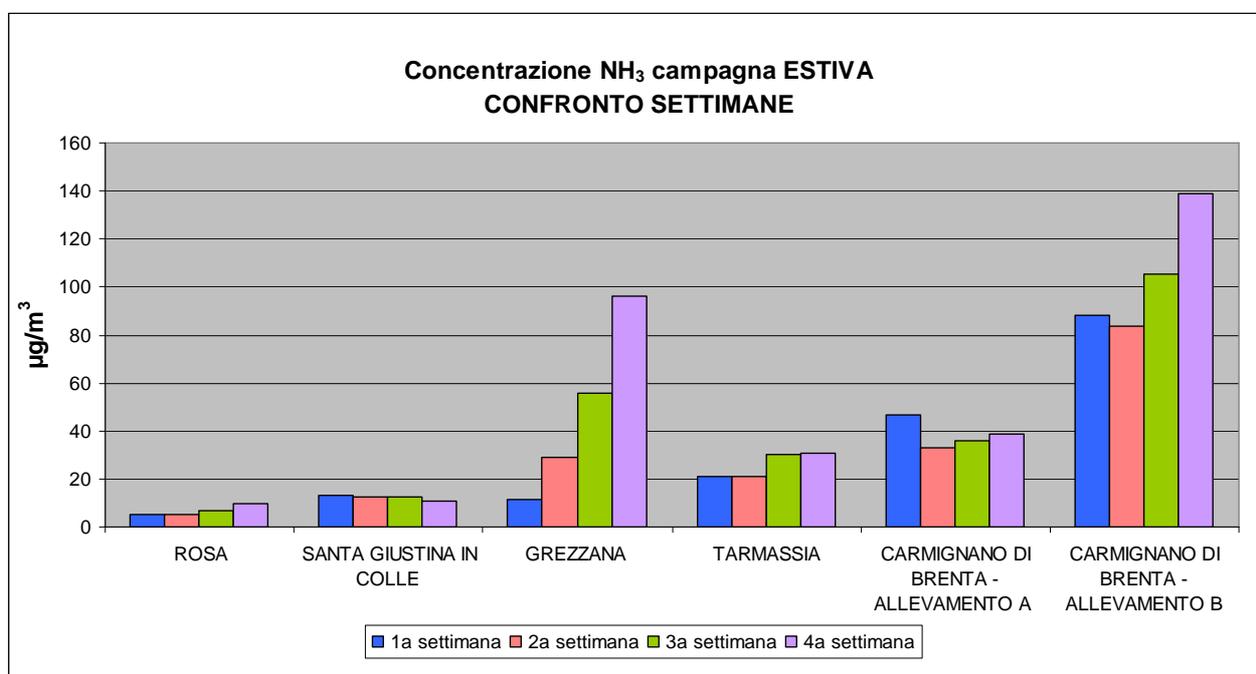


Figura 55 Concentrazioni medie settimanali di NH_3 rilevate durante la campagna estiva in alcuni siti di campionamento in Veneto.

⁶ Sommer SG, Olesen JE, Christensen BT (1991) Effects of temperature, wind speed and air humidity on ammonia volatilization from surface applied cattle slurry. J Agric Sci 117(1):91–100
Bouwmeester RJB, Vlek PLG, Stumpe JM(1985) Effect of environmental factors on ammonia volatilization from a urea-fertilized soil. Soil Sci Soc Am J 49:376–381

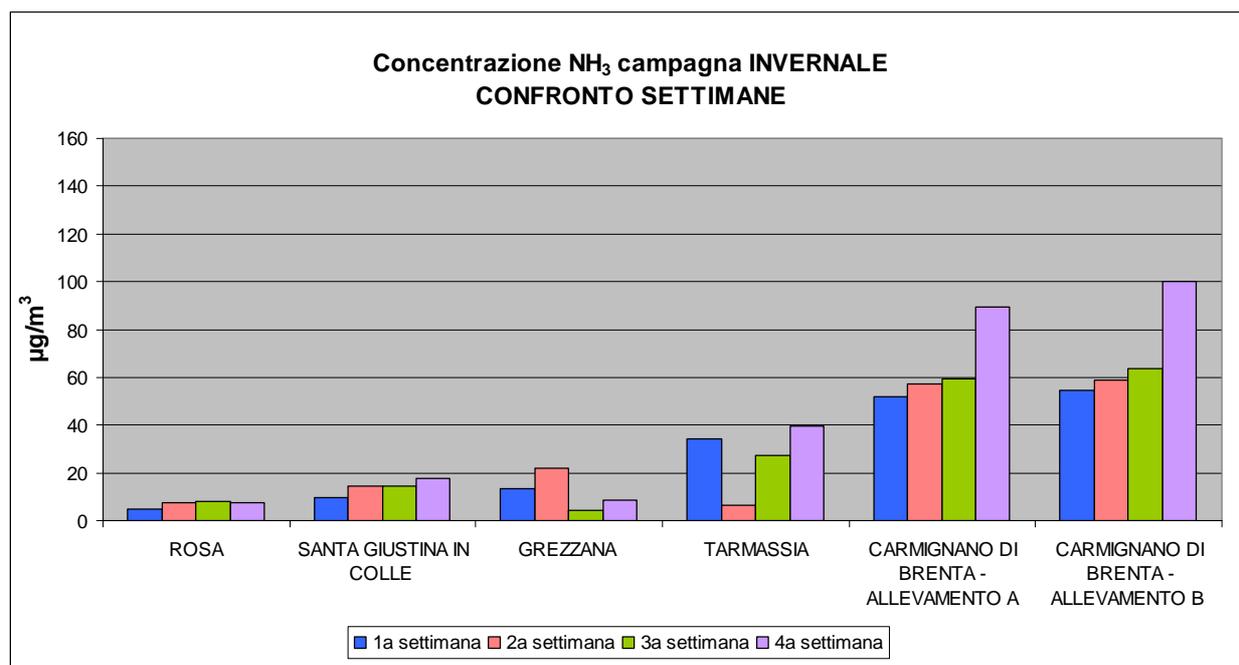


Figura 56 Concentrazioni medie settimanali di NH₃ rilevate durante la campagna invernale in alcuni siti di campionamento in Veneto.

Nel 2016 è stata realizzata un'altra campagna, durante la stagione estiva, presso un allevamento di bovini di Carmignano di Brenta utilizzando un analizzatore automatico e in parallelo un campionatore passivo per NH₃. Dal confronto tra le misure effettuate presso l'allevamento utilizzando i due metodi si è verificato che lo scarto percentuale è stato inferiore al 5%.

Tabella 10 Confronto dei valori medi settimanali di NH₃ ottenuti con il campionatore passivo e i dati mediati dell'analizzatore automatico

Periodo campionamento	[NH ₃] µg/m ³ (293 K) valore medio campionatore passivo	[NH ₃] µg/m ³ (293 K) valore medio ANALIZZATORE AUTOMATICO	N.campioni orari analizzatore automatico	Scostamento % misure (campionatore passivo vs analizzatore automatico)
14/06/2016-21/06/2016	56	54	163	+4%
21/06/2016-28/06/2016	48	49	165	-2%

Nonostante l'esiguo numero di campioni esposti, si ipotizza che l'utilizzo dei campionatori passivi per la determinazione delle concentrazioni di NH₃ possa essere una valida alternativa all'utilizzo dell'analizzatore automatico in aree caratterizzate da sorgenti di emissione di NH₃ rilevanti come allevamenti o aree a vocazione agricola con utilizzo di fertilizzanti.

Dall'analisi dei dati orari è stato possibile verificare come i valori più elevati di NH₃ si registrino, mediamente, nelle ore notturne e nelle prime ore del giorno, verosimilmente in corrispondenza dell'incremento delle attività zootecniche e alla riduzione dell'altezza dello strato di rimescolamento, ovvero per effetto delle minori capacità dispersive dell'atmosfera.

La relazione conclusiva sulle campagne di monitoraggio di ammoniaca realizzate nel 2015 e 2016 è disponibile alla pagina: <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/riferimenti/documenti>.

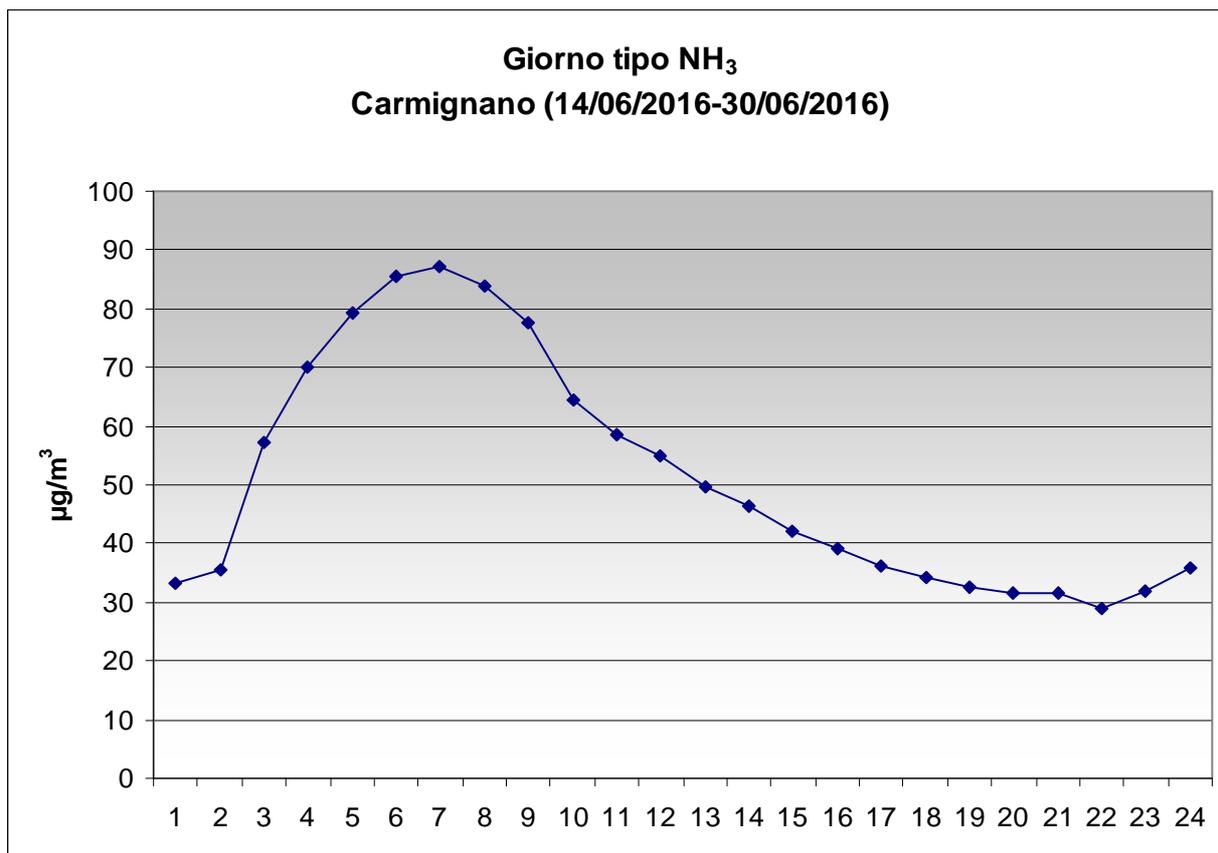


Figura 57 Giorno tipo di NH₃ calcolato con i dati orari registrati dall'analizzatore automatico durante la campagna estiva 2016 realizzata a Carmignano.

11. L'inventario delle emissioni INEMAR VENETO

Nel quantificare il "grado di inquinamento" dell'aria è importante distinguere le emissioni dalle concentrazioni di sostanze inquinanti.

Per **concentrazione** si intende la quantità di massa di una sostanza inquinante presente in atmosfera per unità di volume di aria ambiente. Essa viene espressa, in genere, in sottomultipli di g/m³ (mg o µg o ng/m³) e viene utilizzata per esprimere i livelli di concentrazione di qualità dell'aria. Per **emissione** si intende invece la quantità di sostanza inquinante introdotta in atmosfera, da una certa fonte inquinante e in un determinato arco temporale; generalmente essa viene espressa in tonnellate/anno.

L'**inventario delle emissioni in atmosfera** rappresenta uno degli strumenti conoscitivi a supporto della gestione della qualità dell'aria a livello regionale, in quanto raccoglie in un unico database i valori delle emissioni, in un'unità spazio-temporale definita, disaggregati per attività (ad es. trasporti, allevamenti, industria), unità territoriale (ad es. regione, provincia, comune) e temporale (un anno, un mese, un'ora ecc.), combustibile utilizzato (benzina, gasolio, metano, ecc.), inquinante (NOx, CO, ecc.) e tipologia di emissione (puntuale, diffusa, ecc.).

L'inventario viene redatto e periodicamente aggiornato in ottemperanza all'art. 22 del D. Lgs. 155/2010, secondo il quale le Regioni devono predisporlo con cadenza almeno triennale ed anche in corrispondenza della scalatura provinciale dell'inventario nazionale dell'ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ovvero ogni 5 anni⁷.

Il software INEMAR, inizialmente realizzato dalle Regioni Lombardia e Piemonte e dal 2006 sviluppato nell'ambito di una convenzione interregionale, alla quale ha aderito anche la Regione Veneto, è il database utilizzato per compilare l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera presenti nel territorio regionale veneto. Esso consente di stimare le emissioni dei principali inquinanti atmosferici, a livello comunale, per tipo di combustibile e per diversi tipi di attività antropiche (quali ad esempio: riscaldamento, traffico, agricoltura e industria) e naturali.

Il D. Lgs. n. 155/2010 indica nella versione più aggiornata del manuale EMEP-EEA, pubblicato sul sito dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (e nei documenti elaborati dall'ISPRA già APAT)⁸, la metodologia di riferimento per la realizzazione di un inventario delle emissioni in atmosfera. La metodologia, denominata EMEP/CORINAIR fino al 2007, dal 2009 EMEP-EEA, contiene i metodi di stima per quantificare le emissioni associate a ciascuna attività antropica o naturale. La classificazione delle emissioni si articola in Macrosettori, Settori ed Attività emissive catalogate (fino al 2007) secondo la nomenclatura SNAP97 (Selected Nomenclature for Air Pollution 97); le versioni successive al 2007 del manuale EMEP-EEA classificano le emissioni secondo la nomenclatura NFR (Nomenclature For Reporting). I risultati dell'inventario regionale veneto sono espressi secondo la nomenclatura SNAP97, e si riferiscono al manuale EMEP-EEA edito nel 2013. In Tabella 11 è riportato il dettaglio della nomenclatura a livello di Macrosettore, che sarà richiamato nei commenti dei risultati dell'inventario regionale INEMAR Veneto.

Tabella 11: Elenco e descrizione dei Macrosettori secondo la nomenclatura SNAP97

Macrosettore	Descrizione
M01	Combustione – Energia e industria di trasformazione
M02	Combustione – Non industriale
M03	Combustione – Industria
M04	Processi Produttivi
M05	Estrazione, distribuzione combustibili fossili / geotermico
M06	Uso di solventi
M07	Trasporti Stradali
M08	Altre Sorgenti Mobili
M09	Trattamento e Smaltimento Rifiuti
M10	Agricoltura
M11	Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti

⁷ Le edizioni ad oggi disponibili della scalatura provinciale delle emissioni in atmosfera elaborata dall'ISPRA sono: 1990-1995-2000-2005-2010.

⁸ <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

La procedura di redazione dell'inventario regionale veneto prevede le seguenti fasi di elaborazione:

- **popolamento** dell'inventario e stima delle emissioni;
- **revisione interna**: i risultati ottenuti per le fonti puntuali sono sottoposte alla valutazione degli esperti in campo ambientale operanti in ARPAV (Dipartimenti Provinciali) e nelle amministrazioni che hanno competenza circa il rilascio delle autorizzazioni in atmosfera (Regione, Province, città Metropolitana di Venezia); le stime delle emissioni da fonti puntuali vengono quindi corrette o riviste secondo le osservazioni pervenute, laddove possibile o coerente con le metodologie adottate;
- **revisione esterna**: i risultati della stima, integrati delle osservazioni pervenute in revisione interna, sono pubblicati sul sito di Regione Veneto ed ARPAV per un periodo di tempo congruo a consentire l'elaborazione di commenti da parte del pubblico. L'inventario pubblicato in revisione esterna è pertanto passibile di ulteriori modifiche;
- al termine della fase di revisione esterna l'inventario regionale viene pubblicato nuovamente sui siti web di Regione Veneto ed ARPAV nella **versione definitiva**.

INEMAR Veneto 2013 è la **quarta edizione** dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera e raccoglie le stime a livello comunale dei principali macroinquinanti e microinquinanti derivanti dalle attività naturali ed antropiche riferite all'anno 2013 nel territorio veneto.

I macroinquinanti stimati nell'inventario sono: CH₄ (metano), CO (monossido di carbonio), CO₂ (anidride carbonica), COV (composti organici volatili), N₂O (Protossido di azoto), NH₃ (ammoniaca), NO_x (ossidi di azoto), PTS (polveri totali sospese), PM10 (polveri fini aventi diametro aerodinamico inferiore a 10 µm), PM2.5 (polveri fini aventi diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm), SO₂ (biossido di zolfo).

Per la prima volta vengono pubblicate le stime emissive dei microinquinanti oggetto di regolamentazione da parte della normativa (rif. D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.) e di crescente interesse per la tutela della salute: As (arsenico), Cd (cadmio), Ni (nichel), Pb (piombo), BaP (benzo(a)pirene).

L'inventario 2013 è stato realizzato raccogliendo un numero molto elevato di dati che vengono forniti in input al sistema. Essi appartengono a due macrocategorie: i dati di emissione "misurati" che consentono di delineare in modo preciso l'emissione di una fonte inquinante, in quanto vere e proprie misure, e gli "indicatori di attività" che permettono di stimare l'emissione di un'attività antropica o naturale mediante l'utilizzo dei "fattori di emissione".

Il software INEMAR è strutturato per moduli emissivi, veri e propri pacchetti di calcolo, che racchiudono al proprio interno algoritmi, fattori di emissione e dati da assegnare in input per calcolare le emissioni prodotte dai diversi ambiti emissivi (Agricoltura, Aeroporti, Traffico, ecc.), cui corrispondono i Macrosettori, Settori ed Attività della nomenclatura SNAP97.

Come per l'edizione del 2010, le stime emissive sono state realizzate utilizzando la versione del software 7/2011, che contiene importanti aggiornamenti metodologici rispetto agli inventari realizzati con la versione precedente del software. Degna di nota è la modifica dei Fattori di Emissione⁹ delle attività emissive relative al riscaldamento mediante combustione di biomasse legnose in piccoli apparecchi domestici. Inoltre, rispetto all'edizione 2010 ed a partire dal 2013, sono stati utilizzati nuovi fattori di emissione per le polveri nella maggioranza delle attività del macrosettore 6.

Di seguito si commentano in sintesi i principali risultati dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera, **INEMAR Veneto 2013 in versione definitiva**. Viene dato rilievo alle emissioni degli inquinanti per i quali esiste un certo livello criticità nel territorio veneto, quali: PM10, PM2.5, NO_x, BaP.

⁹ Il Fattore di Emissione rappresenta l'emissione riferita all'unità di attività della sorgente, espressa ad esempio come quantità di inquinante emesso per unità di prodotto processato, o come quantità di inquinante emesso per unità di combustibile consumato, ecc.

Gli inquinanti di interesse per la qualità dell'aria

Per quanto riguarda i macroinquinanti censiti nell'inventario regionale INEMAR Veneto, che mostrano livelli critici per la qualità dell'aria, si propongono i grafici a torta che evidenziano il contributo percentuale dei diversi Macrosettori alle emissioni annuali di PM10, PM2.5 e NOx.

Per una disamina più completa di tutti gli inquinanti censiti nell'inventario, si rimanda alla sezione del sito ARPAV ad esso dedicata:

<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/emissioni-di-inquinanti/inventario-emissioni>

Le emissioni di polveri atmosferiche PM10 (Figura 58) e PM2.5 (Figura 59) di origine primaria, stimate nell'inventario regionale 2013, derivano principalmente dalla combustione non industriale (M02), con percentuali sul totale regionale variabili dal 68% per PM10 al 72% per PM2.5.

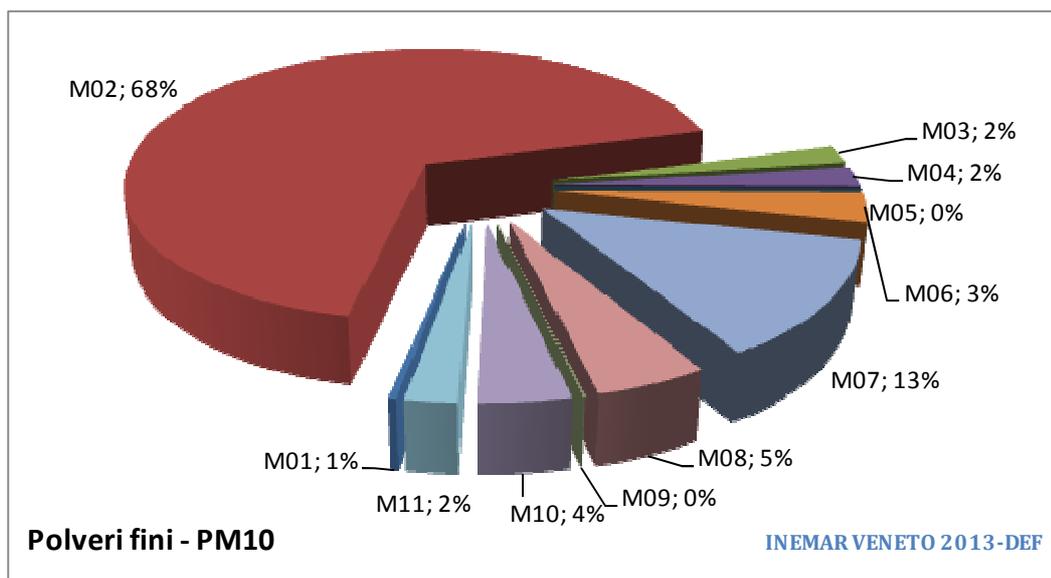


Figura 58: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2013 di PM10 (dati INEMAR Veneto 2013 in versione definitiva)

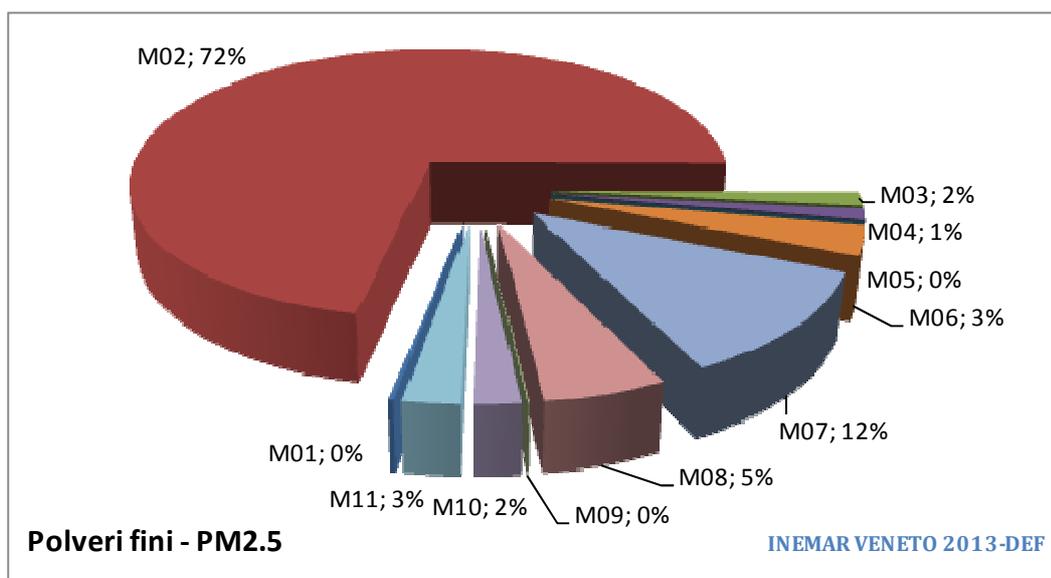


Figura 59: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2013 di PM2.5 (dati INEMAR Veneto 2013 in versione definitiva)

Seguono il trasporto su strada (M07) con un contributo sul totale regionale variabile tra il 13 ed il 12% per PM10 e PM2.5, le altre sorgenti mobili ed i macchinari (M08) con il 5%, l'uso di solventi (M06) con il 3%, l'agricoltura (M10) con contributi pari al 4 ed al 2% per PM10 e PM2.5.

Sommando i contributi dei comparti M01, M03 e M04, le percentuali del comparto industriale sul totale regionale sono pari al 5% per PM10 ed al 3% per PM2.5.

Il bilancio regionale delle emissioni in atmosfera di PM10 e PM2.5 è fortemente influenzato dal Macrosettore 02, ed in particolare dal contributo della combustione in ambito residenziale delle biomasse legnose (Settore 02.02 a legna), che da sole contribuiscono al 99% delle emissioni di PM in questo Macrosettore.

Le attività SNAP che presentano peso emissivo maggiore sono la 02.02.07 - Stufa tradizionale a legna con il 46% delle emissioni di PM10 nell'ambito dell'M02 e la 02.02.09 - Stufa o caldaia innovativa, con il 21%.

Rispetto alle emissioni totali regionali, anche nelle precedenti edizioni di INEMAR Veneto il peso del M02 era già risultato essere preponderante rispetto al totale delle emissioni regionali: nel 2005 era circa del 39%, nel 2007/8 del 46%, sino al 65% nel 2010.

Si rammenta che l'aumento del peso percentuale del M02 nel 2010 (corrispondente anche ad un aumento delle emissioni) e nel 2013 rispetto alle edizioni precedenti non è dovuto ad un incremento dei consumi, quanto piuttosto all'aggiornamento dei Fattori di Emissione: nelle edizioni 2005 e 2007/8 erano stati utilizzati quelli della versione 5/2006 del software INEMAR, mentre nell'edizione 2010 e 2013 sono stati utilizzati quelli della più recente versione 7/2011.

Si segnala che tra le due precedenti edizioni dell'inventario regionale (2005 e 2007/8) e quella del 2010 sono stati aggiornati anche gli indicatori di attività, in particolare la ripartizione per tipologia di impianto domestico ed il totale dei consumi di biomasse legnose, aggiornamento basato sull'indagine campionaria CATI/CAWI del 2013 *"Indagine sul consumo domestico di biomasse legnose in Veneto. Risultati dell'indagine campionaria e stima delle emissioni in atmosfera"* (Regione del Veneto e ARPA Veneto)¹⁰, alla cui relazione si rimanda per ulteriori dettagli.

Vista la differenza tra vecchi e nuovi fattori di emissione per le attività SNAP del Settore 02.02 che impiegano la legna (combustione non industriale in impianti residenziali), nell'ambito della precedente edizione 2010 erano state "ricalcolate" le emissioni utilizzando gli indicatori di attività (consumi) delle edizioni 2005 e 2007/8¹¹ ed i FE della versione 7/2011 del software.

Per quanto riguarda il Macrosettore 07 (trasporti su strada), il 46% delle emissioni di PM10 è attribuito alle automobili, il 23% ai mezzi leggeri ed il 24% ai mezzi pesanti. Le strade extraurbane contribuiscono al 43% delle emissioni di PM10, rispetto al 28% delle autostrade ed al 29% delle strade urbane.

L'alimentazione che contribuisce invece maggiormente all'emissione regionale di PM10 è il diesel (82%), seguita dalla benzina (15%).

La distribuzione comunale delle emissioni di PM10 e PM2.5 di origine primaria (in t/anno) è rappresentata in rispettivamente in Figura 60 e Figura 61.

¹⁰ http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/file-e-allegati/Consumi%20domestici%20legna%20in%20Veneto_1.0.pdf

¹¹ Nell'edizione 2007/8 non erano state aggiornate le emissioni rispetto al 2005, perché non era disponibile uno studio successivo a quello prodotto da APAT (ora ISPRA) ed ARPA Lombardia nel 2006. Nel ricalcolo il valore dell'indicatore dei consumi è stato aggiornato rispetto al valore del PCI attualmente in uso per il combustibile "legna e similari". Era 12 GJ/t nell'edizione 2005 e 2007/8 dell'inventario, è 13.01 GJ/t nell'edizione 2010.

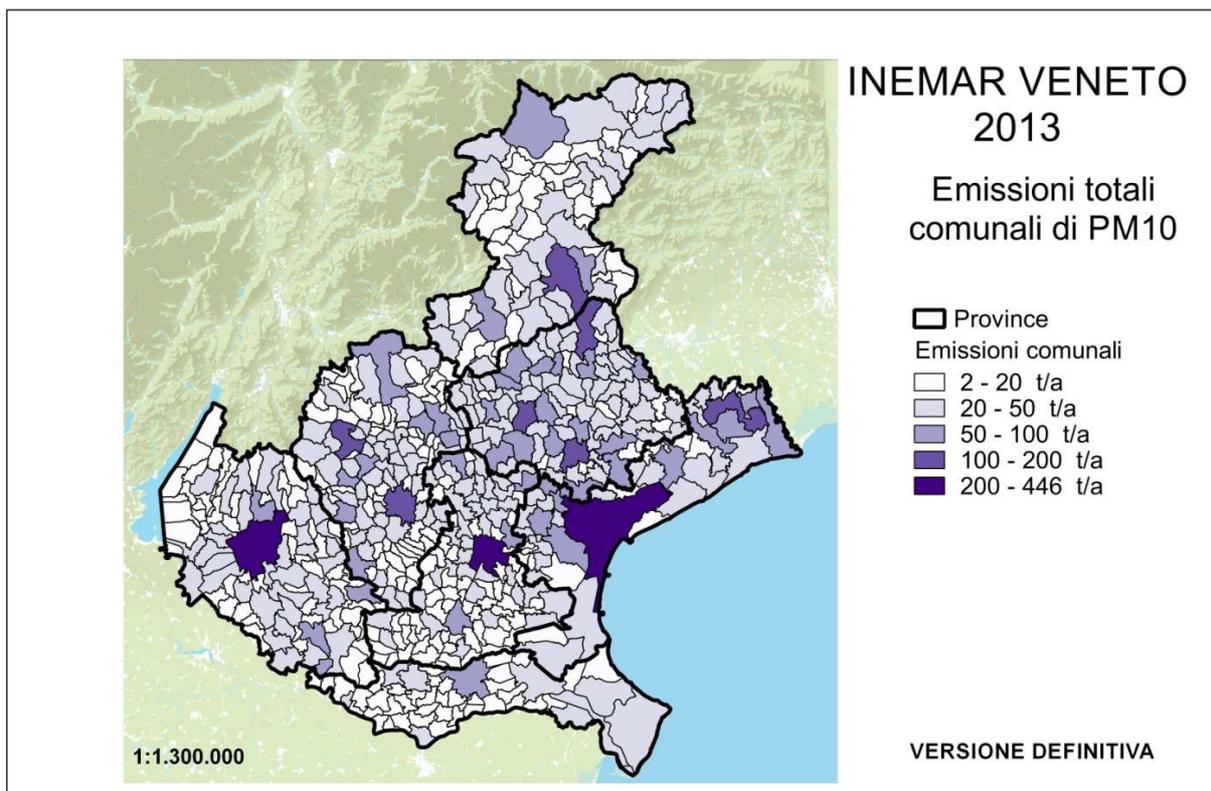


Figura 60: Emissioni totali comunali di PM10 (t/a) nel 2013 (dati INEMAR Veneto 2013 in versione definitiva)

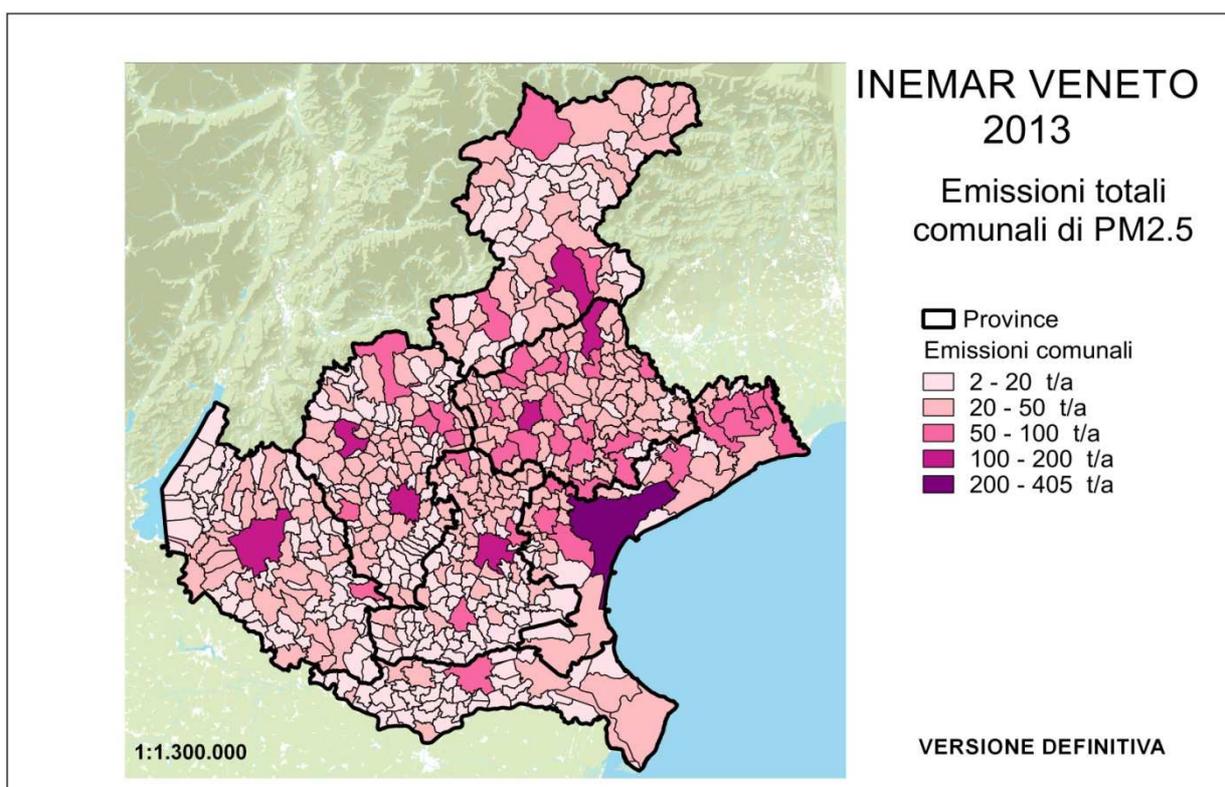


Figura 61: Emissioni totali comunali di PM2.5 (t/a) nel 2013 (dati INEMAR Veneto 2013 in versione definitiva)

In ambito regionale (Figura 62), per gli ossidi di azoto (NOx) i trasporti su strada (M07) costituiscono la fonte emissiva principale, con una percentuale pari al 47%. Seguono con il 24% il

comparto industriale (comprendente la somma dei Macrosettori 01, 03 e 04), il 18% degli altri trasporti (M08) e il 10% della combustione nel residenziale (M02).

La distribuzione comunale delle emissioni di NOx (in t/anno) è rappresentata in Figura 63.

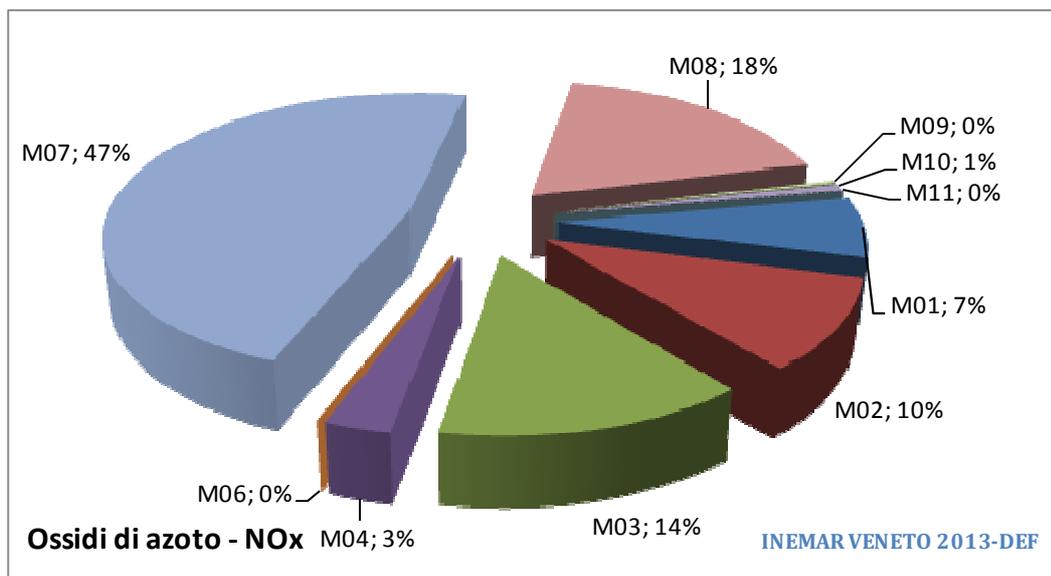


Figura 62: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2013 di NOx (dati INEMAR Veneto 2013 in versione definitiva)

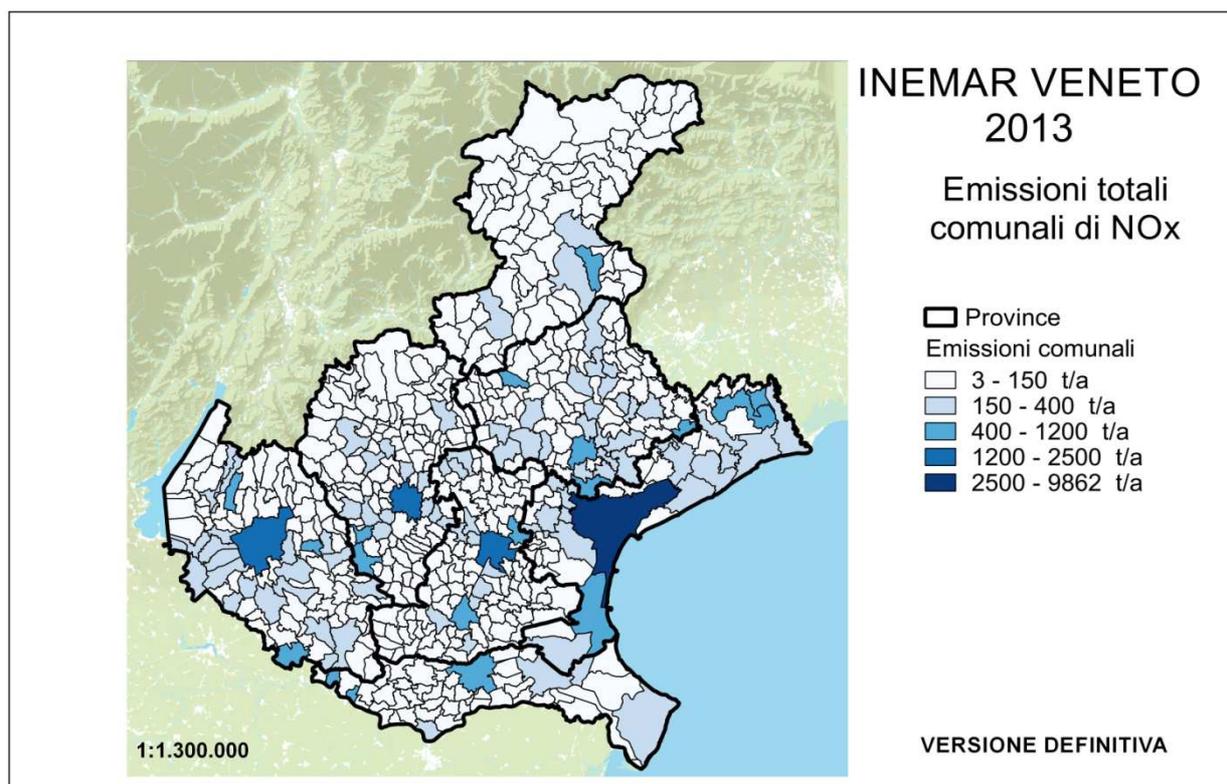


Figura 63: Emissioni totali comunali di NOx (t/a) nel 2013 (dati INEMAR Veneto 2013 in versione definitiva)

Tra i microinquinanti censiti per la prima volta nell'inventario regionale INEMAR Veneto, il benzo(a)pirene (BaP) assume particolare rilevanza per le implicazioni sui livelli di qualità dell'aria che raggiungono livelli critici sul territorio regionale. A tal proposito vengono presentati i grafici a torta che evidenziano il contributo percentuale dei diversi Macrosettori alle emissioni annuali di tale inquinante.

Il benzo(a)pirene (BaP) appartiene alla classe di composti noti come Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), composti organici che comprendono carbonio e idrogeno costituiti da almeno 2 anelli aromatici (il BaP è formato da 5 anelli aromatici). Tali composti sono ampiamente diffusi e hanno riconosciute proprietà cancerogene. A livello di legislazione europea e nazionale è stato definito un valore obiettivo per il BaP determinato su particolato atmosferico PM10.

Come si può osservare dalla Figura 64, il benzo(a)pirene è quasi totalmente emesso dal comparto della combustione non industriale (M02). Il contributo proviene quasi interamente dal settore 02.02 - Impianti residenziali a legna, con percentuali variabili tra le diverse tecnologie utilizzate.

La distribuzione comunale delle emissioni di BaP (in kg/anno) è rappresentata in Figura 65.

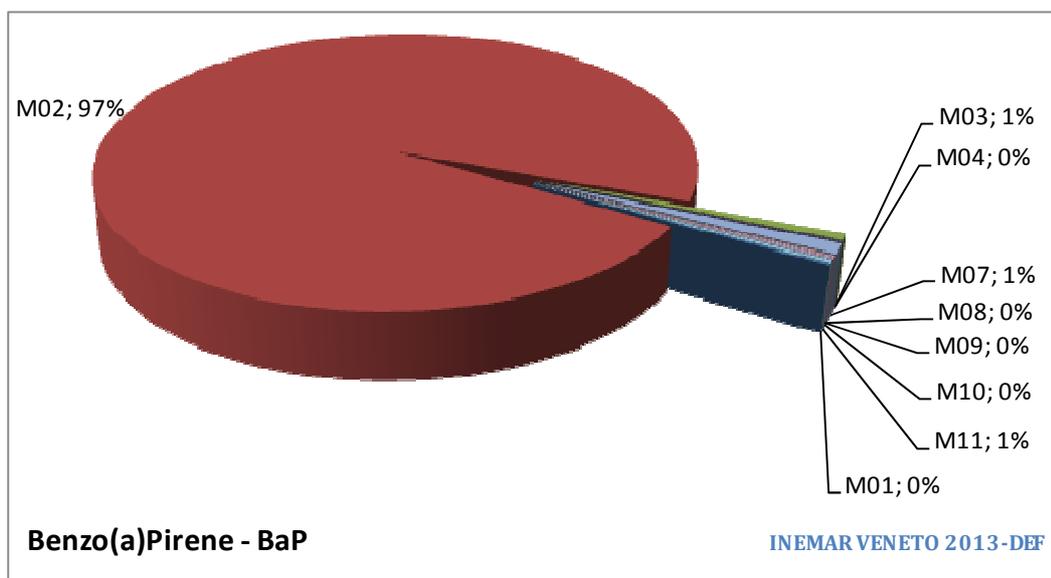


Figura 64: Emissioni totali comunali di NOx (t/a) nel 2013 (dati INEMAR Veneto 2013 in versione definitiva)

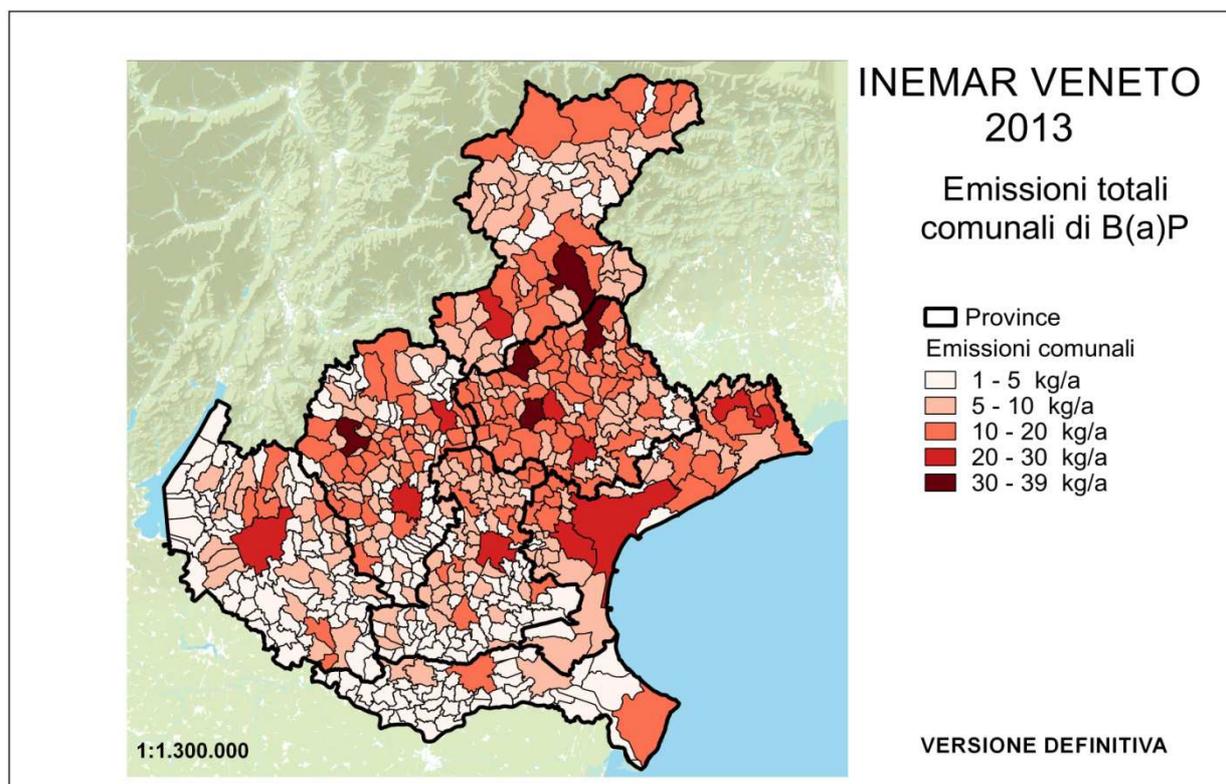


Figura 65: Emissioni totali comunali di BaP (kg/a) nel 2013 (dati INEMAR Veneto 2013 in versione definitiva)

Confronto tra le stime di emissione degli inventari 2005, 2007/8, 2010 e 2013

Come si evince dai grafici in Figura 66 e

Figura 67, il confronto tra i risultati definitivi delle edizioni 2005, 2007/8, 2010 e 2013 dell'inventario regionale INEMAR Veneto mettono in evidenza una generale riduzione delle emissioni di tutti gli inquinanti censiti, fatta eccezione per i COV, l'ammoniaca NH₃, il protossido d'azoto N₂O ed il PM (nelle tre frazioni PM2.5, PM10 e PTS).

Per COV, NH₃ e N₂O, l'incremento maggiore proviene dal comparto agricolo (M10), in particolare dalle coltivazioni con fertilizzanti (attività 10.01.01 e 10.01.02).

Per il PM è già stato messo in evidenza come l'incremento delle emissioni nell'edizione 2010 (e si riconferma nel 2013) sia dovuto alla modifica sostanziale dei fattori di emissione della combustione residenziale di biomasse legnose (nel seguito Settore 02.02 a biomasse legnose).

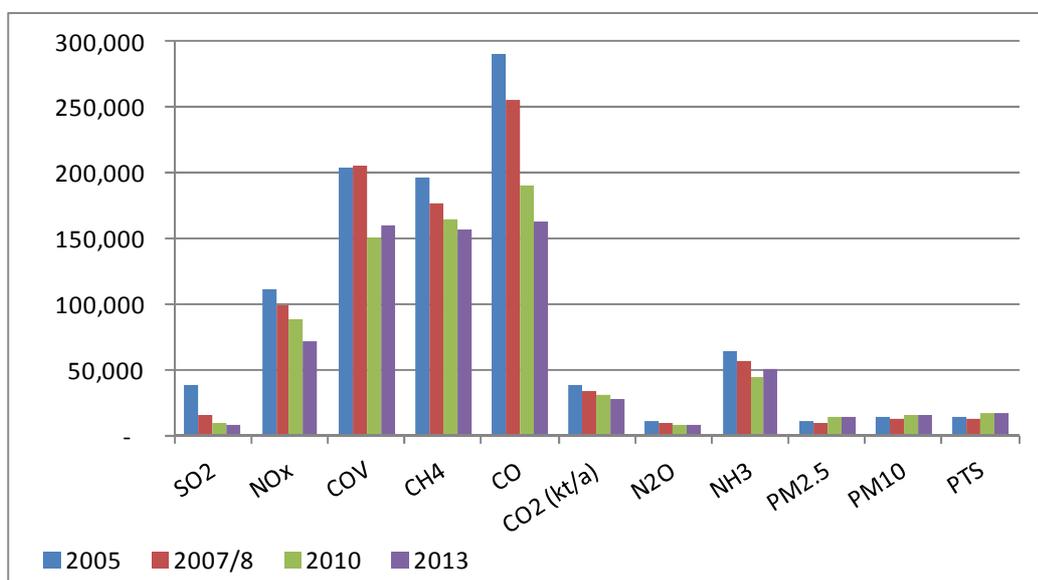


Figura 66: Confronto tra le emissioni totali regionali delle edizioni 2005, 2007/8, 2010 e 2013 (dati INEMAR Veneto in versione definitiva)

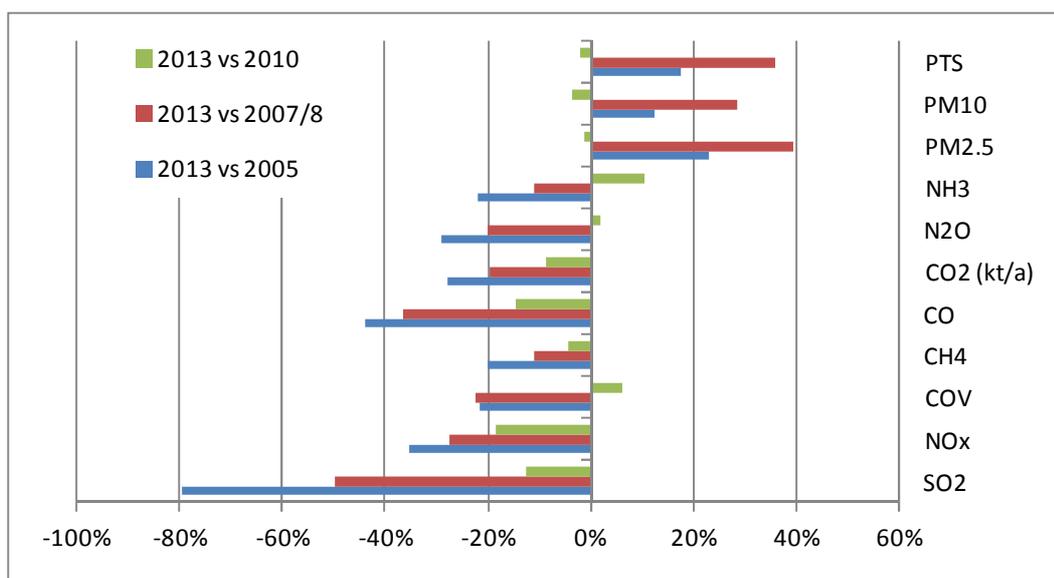


Figura 67: Variazione % delle emissioni totali regionali delle edizioni 2005, 2007/8, 2010 e 2013, in versione definitiva

Come già accennato, vista la rilevanza delle emissioni di polveri dal Settore 02.02 a biomasse legnose e considerata la differenza dei relativi FE nelle versioni 5/2006 e 7/2011 del software INEMAR, si è ritenuto opportuno effettuare un “ricalcolo” delle emissioni per questo settore emissivo, utilizzando gli indicatori di attività (consumi) delle edizioni 2005 e 2007/8 dell’inventario veneto ed i FE della versione 7/2011 del software.

Rispetto alla serie originaria, il ricalcolo porta ad un incremento delle stime 2005 e 2007/8 per PTS, PM10, PM2.5 ed NOx e a un decremento per i CO.

Se si includono nel totale regionale le emissioni del 2005 e 2007/8 ricalcolate con i nuovi fattori di emissione del Settore 02.02 a biomasse legnose, si ottengono i grafici di Figura 68 e di Figura 69.

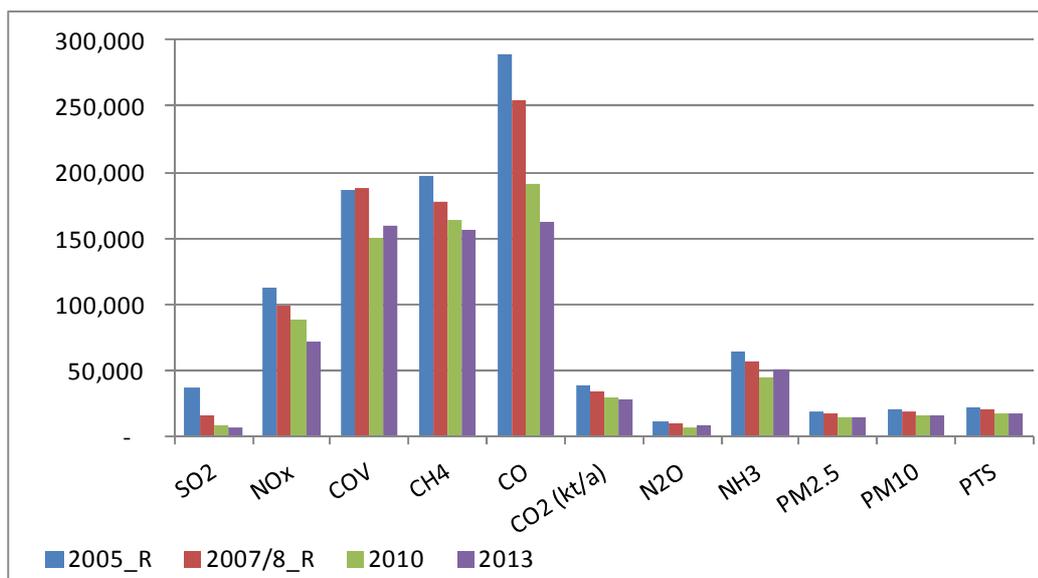


Figura 68: Confronto tra le emissioni totali regionali delle edizioni 2005_R (ricalcolate), 2007/8_R (ricalcolate), 2010 e 2013 (in versione definitiva)

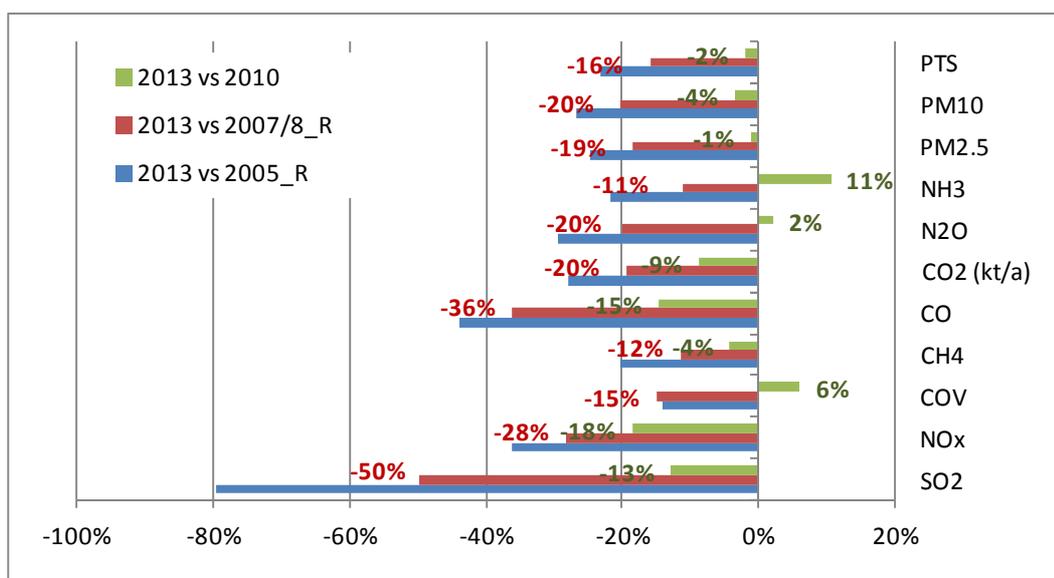


Figura 69: INEMAR Veneto. Variazione % delle emissioni totali regionali delle edizioni 2005_R (ricalcolate), 2007/8_R (ricalcolate), 2010 e 2013 (in versione definitiva)

La serie storica “ricalcolata” metterebbe pertanto in evidenza una generale riduzione delle emissioni tra il 2013 e le edizioni “ricalcolate” di INEMAR Veneto 2005 e 2007/8 (come già avveniva per il 2010 definitivo rispetto alle edizioni precedenti).

In particolare, le riduzioni % intercorse tra il 2007/8 (ricalcolato) ed il 2013 oscillano, a seconda dell'inquinante considerato, tra il -36% ed il -11%, fatta eccezione per il biossido di zolfo (SO₂), che fa registrare una diminuzione più importante (-50%).

Le variazioni % per tutti gli inquinanti tra le edizioni 2013 e 2010 (dati definitivi) sono più contenute sia nei valori negativi (tra -18% e -1%) che in quelli positivi (tra +2 e +11%), confermando il trend di generale riduzione già messo in luce nelle edizioni precedenti.

Risulta interessante approfondire l'analisi per inquinante, in modo da mettere in evidenza i macrosettori oggetto di variazioni più significative nel confronto tra le due annualità 2010 e 2013.

Emissioni di polveri (PTS, PM10 e PM2.5): -2% PTS, -4% PM10, -1% PM2.5

Si osserva una situazione pressoché stazionaria o di riduzione diffusa in quasi tutti i macrosettori. Si osserva un incremento significativo, pari ad un ordine di grandezza, delle emissioni relative al M06 (Uso di solventi), che trova spiegazione nell'utilizzo, a partire dal 2013, di nuovi fattori di emissione per le polveri nella maggioranza delle attività del macrosettore 6. Tale aumento viene compensato da una significativa diminuzione delle emissioni relative al M07, in linea con il trend nazionale da cui derivano i dati di origine successivamente disaggregati.

Emissioni di ammoniaca (NH₃): +11%

L'aumento deriva quasi interamente dal macrosettore 10 (Agricoltura), ascrivibile per la maggior parte alle coltivazioni con fertilizzanti su terreni arabili (attività 10.01.02), in particolare a causa dell'aumento dell'utilizzo di urea. L'aumento è dovuto in misura minore al settore 10.09 (Gestione reflui riferita ai composti azotati dagli allevamenti).

Emissioni di protossido di azoto (N₂O): +2%

Come per l'ammoniaca, tale sensibile aumento deriva dal macrosettore 10 (Agricoltura), e deriva principalmente dalle coltivazioni con fertilizzanti su terreni arabili (attività 10.01.02).

Emissioni di anidride carbonica (CO₂): -9%

Le principali riduzioni si osservano a livello dei macrosettori 03 (Combustione nell'industria), 07 (Trasporto su strada) e 11 (Altre sorgenti e assorbimenti).

Emissioni di monossido di carbonio (CO): -15%

La riduzione maggiore riguarda i comparti emissivi del trasporto su strada (M07) e della combustione nell'industria (M03).

Emissioni di metano (CH₄): -4%

La riduzione maggiore deriva dal macrosettore 09 (Trattamento e smaltimento rifiuti), nello specifico dalle discariche controllate di rifiuti non attive.

Emissioni di composti organici volatili (COV): +6%

L'incremento maggiore proviene dal comparto agricolo (M10), in particolare dalle coltivazioni con fertilizzanti (attività 10.01.01).

Emissioni di ossidi di azoto (NO_x): -18%

Le riduzioni più rilevanti sono relative ai trasporti su strada (M07), in modo generalizzato sull'intero macrosettore, ed alla combustione nell'industria (M03), in particolare dai processi di produzione del cemento.

Emissioni di biossido di zolfo (SO₂): -13%

I macrosettori in cui si osservano maggiori riduzioni sono il M03 (Combustione nell'industria) ed il M04 (Processi produttivi).

12. Valutazione modellistica del PM10

L'Osservatorio Regionale Aria di ARPA Veneto ha implementato il sistema modellistico SPIAIR (Sistema per la Previsione dell'Inquinamento dell'Aria), per la previsione dei principali inquinanti atmosferici a scala regionale. Il sistema è fondato sul modello fotochimico CAMx (Comprehensive Atmospheric Model with eXtensions), sviluppato e liberamente distribuito da Ramboll Environ (<http://www.camx.com/>). La versione utilizzata per le simulazioni dell'anno 2016 è la 5.4, rilasciata a settembre 2011.

Ad integrazione dei dati raccolti dalla rete di monitoraggio, l'utilizzo del modello euleriano fotochimico permette di estendere la valutazione della qualità dell'aria ad aree non rappresentate dalle stazioni, oltre che di formulare delle previsioni sullo stato futuro della qualità dell'aria.

Per la stima delle concentrazioni degli inquinanti simulati, il sistema SPIAIR necessita di un complesso set di input tridimensionali:

- input meteorologici, quali campi di vento, temperatura, pressione, nuvolosità, contenuto di acqua nelle nubi e di precipitazione, elaborati a partire dal modello meteorologico a scala locale COSMO-LAMI (applicazione italiana-Limited Area Model Italy – del modello COSMO), che gira su scala continentale (tutta Europa e il nord Africa) con maglia di 7 km.;
- geografia e orografia del dominio;
- condizioni iniziali e al contorno (boundary conditions), vale a dire le concentrazioni presenti ai bordi del dominio di calcolo che, trasportate all'interno del dominio stesso dal campo di vento, contribuiscono ai livelli di inquinamento del territorio indagato; nel sistema implementato le condizioni al contorno sono calcolate a partire dagli output prodotti giornalmente dal sistema Prev'Air (<http://www2.prevail.org/>), che gestisce il modello fotochimico CHIMERE a scala continentale;
- emissioni puntuali (camini o sorgenti industriali localizzate in un dato punto del dominio) e diffuse (estese sul territorio, come i riscaldamenti domestici, o lungo delle direttrici, come il traffico).

Il dominio simulazione copre l'intera regione Veneto e gran parte di Friuli Venezia Giulia e Trentino Alto Adige, oltre alle intere provincie di Brescia e Mantova e alla porzione nord-orientale dell'Emilia Romagna; si tratta di un dominio di circa 250 km di lato con risoluzione di 4 km.

L'input emissivo nel dominio di simulazione per il Veneto è ricavato da INEMAR 2010¹² (<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/emissioni-di-inquinanti/inventario-emissioni>) mentre nelle regioni confinanti sono stati utilizzati in parte gli inventari INEMAR e in parte gli scenari regionali proposti da GAINS Italy (<http://gains-it.bologna.enea.it/gains/IT/index.login>), disaggregati a livello locale sulla base di proxy opportunamente ricostruite.

In Figura 70 è presentata la mappa della media annuale del PM10 relativa all'anno 2016. Con un pallino circolare sono state riportate le medie misurate presso i siti di background urbano e rurale, rappresentate nella stessa scala di colore del modello.

Come nel 2015, le concentrazioni medie annue mostrano un andamento spaziale conforme all'andamento dell'orografia e topografia del territorio veneto, con concentrazioni decrescenti con la quota e in vicinanza alla linea di costa. Questo è dovuto sia alla diversa distribuzione delle fonti emissive in area montana rispetto a quella di pianura, che alle caratteristiche meteo climatiche, caratterizzate da una maggior frequenza nella pianura centrale di situazioni di ristagno dell'atmosfera.

¹² Per una descrizione più approfondita dell'inventario regionale INEMAR si rimanda alla Relazione Regionale di Qualità dell'aria – anno 2014, paragrafo 10. <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/file-e-allegati/documenti/relazioni-regionali-della-qualita-dellaria/RELAZIONE%20ANNUALE%20QA%202014.pdf>.

Il modello vede una zona di maggior accumulo delle concentrazioni tra il Vicentino e l'Alta Padovana; inoltre distingue correttamente un intervallo di concentrazioni più elevate nella Val Belluna rispetto al resto della zona montana con una tendenza alla sovrastima rispetto alla misura. Permane invece la tendenza del modello a sottostimare le concentrazioni medie nella pianura meridionale.

Un'analisi più approfondita della performance modellistica viene presentata nel seguente paragrafo. La catena modellistica è costantemente in corso di aggiornamento sia come input emissivo che come algoritmi di calcolo. A partire dal febbraio 2017 è stata implementata la versione 6.3 del modello CAMx, inoltre è stato effettuato l'aggiornamento delle emissioni di origine biogenica (emissioni di composti organici dalla vegetazione che contribuiscono alla formazione di ozono e particolato secondario) in input al modello. E' in corso di completamento inoltre l'aggiornamento delle emissioni antropiche su tutto il dominio di calcolo, a partire dalle più recenti versioni degli inventari regionali INEMAR del Veneto e delle regioni circostanti. Per le elaborazioni qui presentate è stato utilizzato l'output del modello non calibrato con i dati misurati dalla rete di monitoraggio.

Una correzione dell'output modellistico basata sullo scarto rispetto alle misure viene effettuata giornalmente per la produzione delle mappe di previsione di ozono del sistema SPIAIR, pubblicate a partire dal 10 aprile 2017 alla pagina:

http://www.arpa.veneto.it/ozono/mappe_previsione_ozono.php.

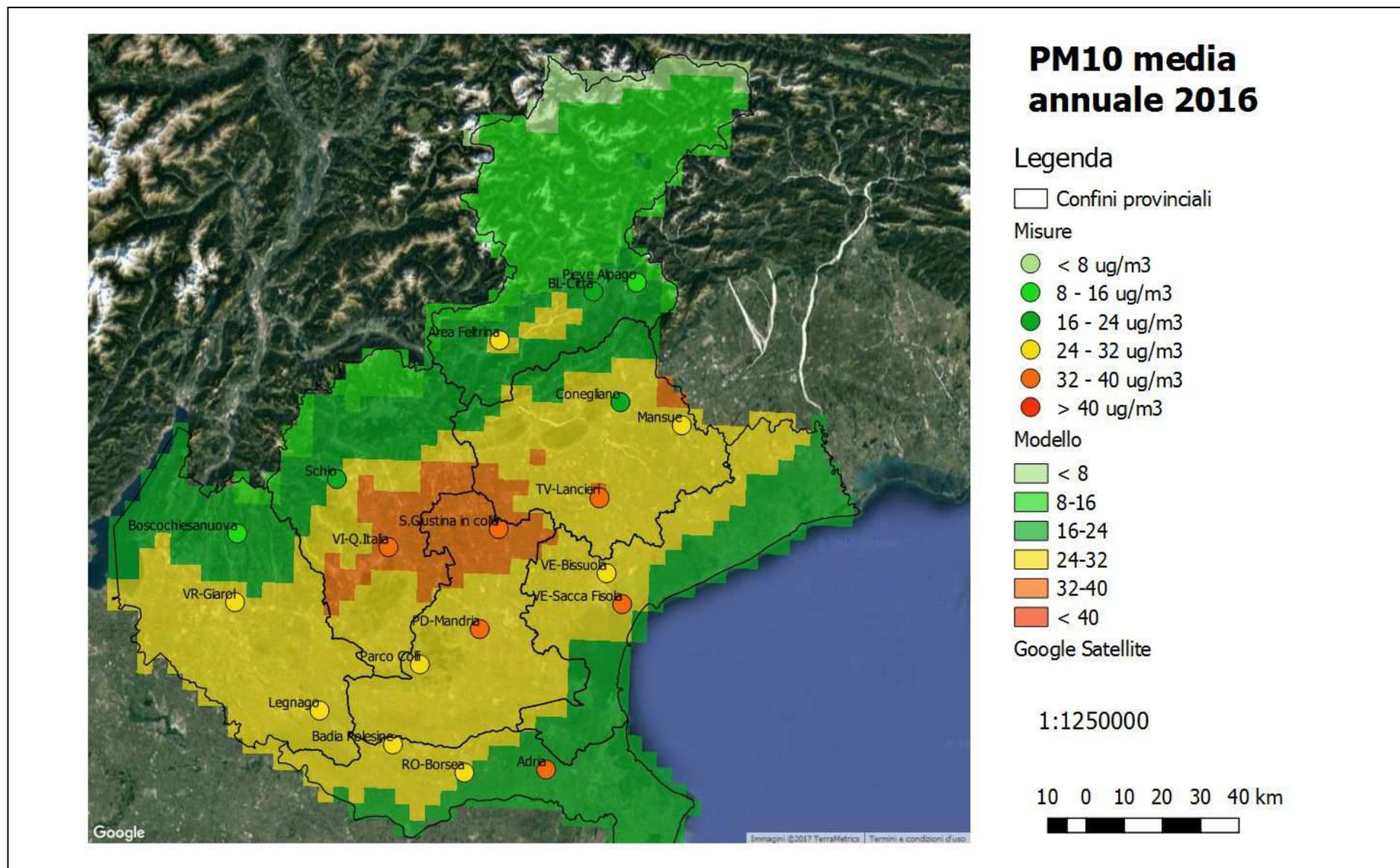


Figura 70 Media annuale PM10 anno 2016

12.1 Obiettivi di qualità della stima modellistica del PM10 per l'anno 2016

La direttiva Europea EC/2008/50, rispetto alle precedenti, ha posto una maggiore enfasi sull'uso dei modelli per la valutazione della qualità dell'aria. I modelli utilizzati a tale scopo devono soddisfare dei requisiti minimi di qualità che consistono nel contenere lo scarto rispetto alle misure entro certi limiti. La Tabella I dell'Allegato I del D.Lgs. 155/2010 (che ha recepito a livello nazionale la direttiva) riporta le seguenti incertezze per le stime modellistiche, differenziate secondo l'inquinante e il tempo di mediazione.

Tabella 12 Obiettivi di qualità per la stima degli indicatori mediante calcolo modellistico.

	Biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, monossido di carbonio	Benzene	Particolato (PM10/PM2,5) e piombo	Ozono e relativi NO e NO ₂
Incertezza della modellizzazione	-	-	-	-
Medie orarie	50%	-	-	50%
Medie su otto ore	50%	-	-	50%
Medie giornaliere	50%	-	da definire	-
Medie annuali	30%	50%	50%	-

Si osserva che per le medie annuali delle polveri PM10 (e PM2.5) è prevista una incertezza pari al 50%. Anche se per le medie giornaliere non è previsto un obiettivo, si può comunque ipotizzare una incertezza pari al 50%, per valutare la performance del modello rispetto a questo parametro. L'incertezza è stata calcolata seguendo quanto riportato al Comma 6 dell'Allegato I: "Per le tecniche di modellizzazione l'incertezza corrisponde allo scarto massimo tra le concentrazioni determinate con tali tecniche e quelle rilevate nel 90% di una selezione di siti fissi di campionamento, indipendentemente dall'ordine cronologico a cui si riferiscono i dati nel periodo considerato, rapportato al valore limite o al valore obiettivo. L'incertezza è calcolata come indicato nell'Appendice III, par. 1.4". Per le medie annuali la formula di calcolo generale dell'errore relativo (ER), riportata al par. 1.4 dell'Appendice III, diventa:

$$ER = \frac{|\bar{O} - \bar{M}|}{VL}$$

dove \bar{O} è la media annuale delle misure, \bar{M} è la media annuale calcolata dal modello e VL è il valore limite di 40 µg/m³.

Per le medie giornaliere si ha :

$$ER = \frac{|O_{vl} - M_{vl}|}{VL}$$

Dove O_{vl} è la concentrazione misurata più vicina al valore limite e M_{vl} è la corrispondente concentrazione calcolata nella distribuzione quantile-quantile (distribuzione in cui valore misurato e valore simulato sono abbinati ordinando tutte le concentrazioni misurate e simulate in ordine crescente, v. esempio in Figura 71). VL è il valore limite per le medie giornaliere ossia 50 µg/m³.

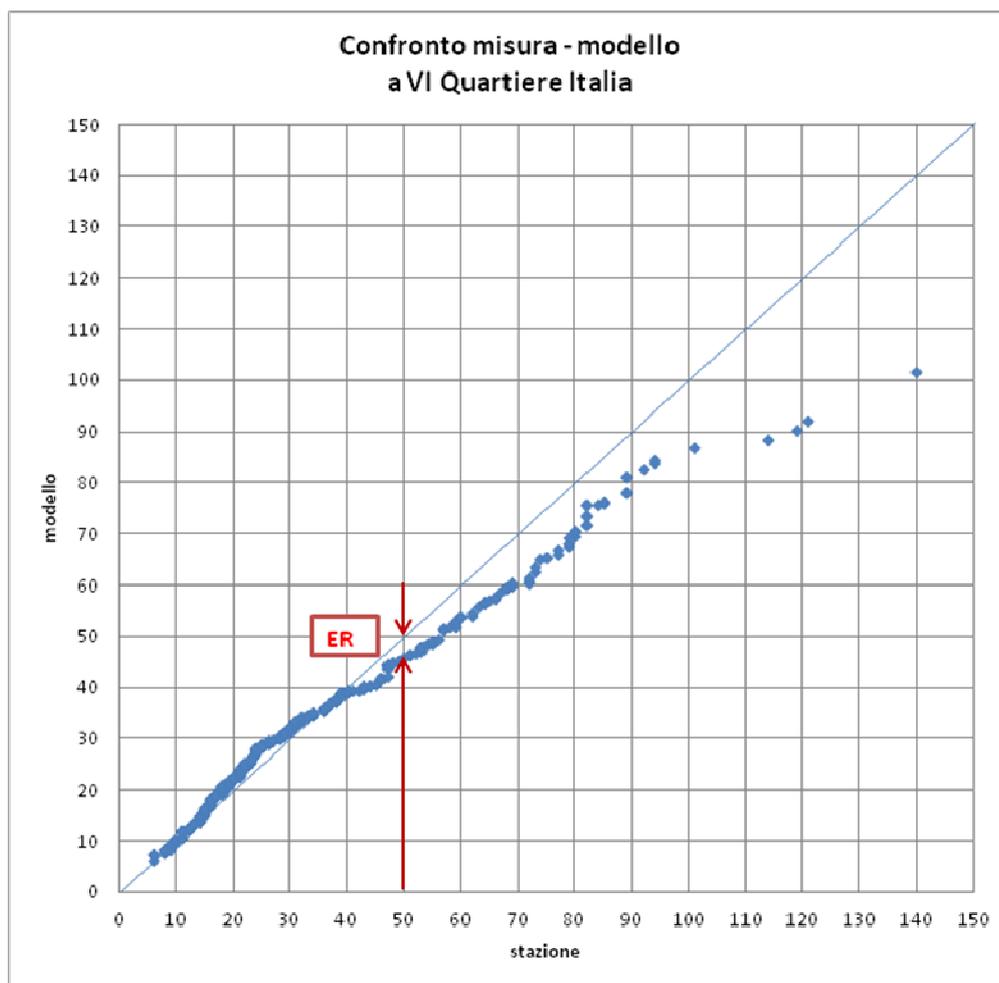


Figura 71 Distribuzione quantile-quantile (Q-Q plot) per la stazione di Vicenza Quartiere Italia. E' evidenziato l'errore ER calcolato secondo la normativa.

In accordo con quanto prescritto nel Decreto, l'errore relativo ER si calcola per il 90% di una selezione di stazioni. Dato che la risoluzione del modello di dispersione è di $4 \times 4 \text{ km}^2$ si è ritenuto di escludere le stazioni più rappresentative di realtà locali, come quelle classificate "di traffico". Il Massimo Errore Relativo (MER), definito come il massimo degli errori ER calcolati per le stazioni, rappresenta l'incertezza della stima modellistica. Le tabelle seguenti riportano il risultato del calcolo per il PM10 applicato alle stazioni fisse (di "fondo urbano/rurale") considerate per la verifica. La prima tabella riporta il calcolo dell'errore ER per le medie annuali, la seconda riporta il calcolo di ER per le medie giornaliere. Per confronto è riportato anche ER delle medie annuali relativo al 2015.

Dai valori riportati si evince che il Massimo Errore Relativo è stato pari a 30 (RO Adria) per le medie annuali e 30 per le medie giornaliere (RO Adria e BL Città). L'obiettivo di qualità $\text{MER} < 50\%$ è stato quindi rispettato.

Tabella 13 (a) (b) Confronto misura - modello e calcolo dell'errore relativo ER per le medie annuali (a) e medie giornaliere (b) 2016 del PM10.

PM10 media annuale	stazione	modello	ER 2016	ER 2015
BL_Citta	17	24	18	5
BL_Feltre	25	24	3	5
BL_Alpago	11	22	25	20
TV_Lancieri	35	31	10	15
TV_Mansue	28	30	3	5
VE_Bissuola	32	29	8	13
VE_Fisola	34	25	23	20
VR_Giarol	29	27	8	28 (VR_Cason)
VR_Legnago	30	26	10	25
PD_Mandria	37	30	20	23
PD_Colli	27	28	2	3
VI_Qitalia	34	34	0	23
RO_Adria	35	23	30	23 (RO_Borsea)

(a)

PM10 media 24h	Misura	Modello	ER
BL_Citta	50	65	30
BL_Feltre	50	40	20
BL_Alpago	50	62	24
TV_Lancieri	50	45	10
TV_Mansue	50	45	10
VE_Bissuola	50	45	10
VE_Fisola	50	40	20
VR_Giarol	50	45	10
VR_Legnago	50	40	20
PD_Mandria	50	40	20
PD_Colli	50	45	10
VI_Qitalia	50	45	10
RO Adria	50	35	30

(b)

Infine si riporta in Tabella 14 un confronto tra il numero di superamenti del limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ osservato e calcolato nel corso del 2016 in corrispondenza alle medesime stazioni.

In pianura in generale il modello vede meno superamenti, ma nella maggior parte dei casi lo scarto è contenuto. Fanno eccezione VR Legnago e RO Adria per i quali la sottostima è consistente. Per migliorare la performance del modello nella zona meridionale della regione sono in corso degli approfondimenti e l'aggiornamento dell'input emissivo con la nuova versione dell'inventario regionale INEMAR, pubblicata nel febbraio 2017.

Sul Bellunese, a parte BL Feltre, il modello tende invece a sovrastimare il numero di superamenti, probabilmente anche a causa dei limiti imposti dalla risoluzione della griglia di calcolo.

Tabella 14 Numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³ nel corso del 2016 per le stazioni di confronto misura-modello

PM10	Nsup Misura	Nsup Modello
BL_Citta	9	23
BL_Feltre	41	25
BL_Alpago	6	17
TV_Lancieri	66	53
TV_Mansue	48	43
VE_Bissuola	57	50
VE_Fisola	52	35
VR_Giarol	44	35
VR_Legnago	43	14
PD_Mandria	65	40
PD_Colli	38	22
VI_Qitalia	69	61
RO Adria	47	9

13. Conclusioni

I risultati presentati evidenziano che, nel 2016, le principali criticità sono state rappresentate dal superamento diffuso sul territorio regionale del valore limite giornaliero per il PM10 e dal superamento del valore limite annuale per il PM2.5 nei capoluoghi di Padova e Venezia. Il valore limite annuale per il PM10 invece non è stato superato in alcuna stazione della rete.

Le medie annuali per il Benzo(a)pirene hanno superato il valore obiettivo annuale di 1.0 ng/m³ nei capoluoghi di Padova, Belluno, Treviso, Venezia, oltre che nelle stazioni di Santa Giustina in Colle e Area Feltrina, dove si sono raggiunti i massimi regionali, con valori uguali o superiori a 2.0 ng/m³. Nel 2016 si è verificato il superamento del valore limite annuale per il biossido di azoto a Venezia, presso la stazione di VE-Tagliamento, mentre nella stazione di fondo di S.Giustina in Colle è stato superato il valore limite annuale per gli ossidi di azoto per la protezione della vegetazione.

Durante i mesi estivi si sono verificati alcuni superamenti della soglia di informazione per l'ozono, in particolare nelle stazioni di Boscochiesanuova (24) e Asiago Cima Ekar (22). Il valore obiettivo per la protezione della salute umana, in riferimento al triennio 2014-2016, è stato superato in tutte le stazioni, tranne che nelle stazioni di San Donà di Piave e di Area Feltrina; analogamente il valore obiettivo per la protezione della vegetazione è stato abbondantemente oltrepassato in tutte le stazioni di fondo rurale della rete.

Per quanto negli ultimi anni si sia registrata una riduzione delle emissioni di buona parte degli inquinanti atmosferici, la qualità dell'aria del Bacino Padano risulta ancora critica, specialmente in relazione alle polveri sottili, rendendo necessari ulteriori sforzi per la riduzione delle emissioni.

A tale scopo, le Regioni del Bacino Padano hanno presentato alla Commissione Europea, nell'ambito della programmazione Life, il progetto integrato PREPAIR (Po Regions Engaged to Policies of AIR). Il Progetto persegue l'obiettivo della creazione di un coordinamento permanente tra le Regioni del Bacino Padano per la realizzazione di azioni di risanamento della qualità dell'aria in modo integrato ed armonizzato sull'intero territorio del Bacino. PREPAIR si configura infatti come progetto finalizzato per l'applicazione su larga scala (regionale, multiregionale, nazionale o transnazionale) di piani di risanamento ambientale previsti dalla legislazione comunitaria. Il progetto è stato approvato dalla Commissione Europea e avrà una durata di sei anni e mezzo (dal 1° febbraio 2017 al 1° agosto 2023). Il leader partner del progetto è la Regione Emilia Romagna, mentre partner di progetto, oltre ad ARPAV sono le Regioni: Veneto, Lombardia, Piemonte, Friuli Venezia Giulia, la Provincia Autonoma di Trento, le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente Emilia Romagna, Piemonte, Lombardia, Valle d'Aosta, Friuli Venezia Giulia, l'Agenzia per l'Ambiente della Slovenia, i Comuni di Bologna, Milano e Torino e la Fondazione Lombardia per l'Ambiente. Il budget complessivo del progetto è di € 16.805.000,00.

Gran parte del budget di progetto è finalizzato alla realizzazione, da parte delle Regioni coinvolte, di azioni di risanamento della qualità dell'aria per la riduzione delle emissioni nei seguenti settori: trasporti, efficientamento energetico, agricoltura e combustione di biomasse per il riscaldamento domestico. Tra i molteplici prodotti di cui è prevista la realizzazione vi sono inoltre:

- l'inventario delle emissioni comune a livello di Bacino Padano;
- l'implementazione di un sistema comune di contabilizzazione delle azioni inserite nei Piani Regionali di Risanamento della Qualità dell'Aria;
- la valutazione delle riduzioni delle concentrazioni previste dei principali macroinquinanti (PM10, PM2.5, NO₂ e O₃) in Pianura Padana a seguito dell'applicazione delle misure incluse nei Piani regionali e delle attività del progetto PREPAIR stesso;
- la predisposizione di un documento condiviso riguardante la promozione delle migliori tecnologie agricole a basse emissioni di ammoniaca e di un modello condiviso per la valutazione delle emissioni gassose odorigene prodotte dalle attività di allevamento intensivo;
- la stima dei consumi della legna in impianti di riscaldamento domestici e la valutazione della tipologia di impianti maggiormente utilizzati nell'area del Bacino Padano.

GLOSSARIO

Agglomerato:

zona costituita da un'area urbana o da un insieme di aree urbane che distano tra loro non più di qualche chilometro oppure da un'area urbana principale e dall'insieme delle aree urbane minori che dipendono da quella principale sul piano demografico, dei servizi e dei flussi di persone e merci, avente: 1) una popolazione superiore a 250.000 abitanti oppure 2) una popolazione inferiore a 250.000 abitanti e una densità di popolazione per km² superiore a 3.000 abitanti.

AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb)

espresso in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e 40 ppb, in un dato periodo di tempo, utilizzando solo valori orari rilevati, ogni giorno, tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

Background (stazione di)

Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento medi caratteristici dell'area monitorata.

Condizioni al contorno

Valori di concentrazione dei vari inquinanti presenti ai bordi del dominio di calcolo; sono input necessari nei modelli euleriani. Generalmente sono stimati con l'utilizzo di altri modelli euleriani a minor risoluzione, implementati su una scala più ampia del dominio di calcolo (es: scala continentale).

Fattore di emissione

Valore medio (su base temporale e spaziale) che lega la quantità di inquinante rilasciato in atmosfera con l'attività responsabile dell'emissione (ad es. kg di inquinante emesso per tonnellata di prodotto o di combustibile utilizzato). Rappresenta l'emissione riferita all'unità di attività della sorgente, espressa ad esempio come quantità di inquinante emesso per unità di prodotto processato, o come quantità di inquinante emesso per unità di combustibile consumato.

Industriale (stazione)

Punto di campionamento per il monitoraggio di fenomeni acuti posto in aree industriali con elevati gradienti di concentrazione degli inquinanti. Tali stazioni sono situate in aree nelle quali i livelli d'inquinamento sono influenzati prevalentemente da emissioni di tipo industriale.

Input

valore di una o più variabili in ingresso al modello, necessarie per risolvere le equazioni del trasporto e della dispersione. Nei modelli euleriani gli input meteorologici devono essere forniti per ogni cella del dominio tridimensionale di simulazione, mentre gli input emissivi devono essere forniti almeno per tutte le celle del primo livello.

Inquinante

Qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che può avere effetti nocivi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso.

Inventario delle emissioni

Raccolta, realizzata secondo procedure e metodologie verificabili e aggiornabili, di informazioni e dati tecnologici, economici, territoriali, che permette di individuare le fonti di inquinamento, la loro localizzazione con disaggregazione provinciale e comunale, la quantità e la tipologia di inquinanti emessi.

IQA (Indice di Qualità dell'Aria)

E' una grandezza che permette di rappresentare in maniera sintetica lo stato di qualità dell'aria.

Margine di tolleranza:

Percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del valore limite alle condizioni stabilite dal D.Lgs. 155/2010.

Media mobile (su 8 ore)

La media mobile su 8 ore è una media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore; ogni ora l'intervallo viene aggiornato e, di conseguenza, ricalcolata la media. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale l'intervallo di 8 ore si conclude. Ad esempio, il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso. La media mobile su 8 ore massima giornaliera corrisponde alla media mobile su 8 ore che, nell'arco della giornata, ha assunto il valore più elevato.

Modelli deterministici

Sono basati sulla ricostruzione matematica delle relazioni del tipo causa – effetto.

Modelli di dispersione degli inquinanti

Sono algoritmi matematici che stimano l'andamento nel tempo e nello spazio delle concentrazioni degli inquinanti. Possono essere deterministici o stocastici. I modelli deterministici di dispersione degli inquinanti risolvono l'equazione di conservazione della massa di ogni inquinante sulla base dei valori assunti, in ogni punto del dominio di calcolo, dalle variabili meteorologiche, che ne descrivono il trasporto e la dispersione, e dalle emissioni dell'inquinante (e/o dei suoi precursori).

Modelli euleriani

Nei modelli euleriani il calcolo delle concentrazioni viene riferito ad una griglia tridimensionale regolare, il cui sistema di riferimento è fissato per l'intera durata della simulazione.

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

Percentile

I percentili o quantili, sono parametri di posizione che dividono una serie di dati in gruppi non uguali, ad esempio un quantile 0.98 (o 98° percentile), è quel valore che divide la serie di dati in due parti, nella quale una delle due ha il 98% dei valori inferiore al dato quantile. La mediana rappresenta il 50° percentile. I percentili si calcolano come la mediana, ordinando i dati in senso crescente e interpolando il valore relativo al quantile ricercato.

Proxy

Variabili di disaggregazione spaziale delle emissioni, il cui valore deve essere noto sia sull'area più estesa (es: popolazione della provincia/regione) sia al dettaglio territoriale di interesse (es: popolazione comunale).

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 di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste.

Sorgente (inquinante)

Fonte da cui ha origine l'emissione della sostanza inquinante. Può essere naturale (spray marino, foreste, ecc.) o antropica (infrastrutture e servizi). A seconda delle modalità di emissione una sorgente può essere puntuale, diffusa, lineare.

Traffico (stazione di)

Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento massimi caratteristici dell'area monitorata influenzato prevalentemente da emissioni da traffico provenienti dalle strade limitrofe.

Valore limite

Livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso.

Valore obiettivo

Concentrazione nell'aria ambiente stabilita al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, il cui raggiungimento, entro un dato termine, deve essere perseguito mediante tutte le misure che non comportino costi sproporzionati.

Zonizzazione

Suddivisione del territorio in aree a diversa criticità relativamente all'inquinamento atmosferico, realizzata in conformità al D.Lgs. 155/2010.

BIBLIOGRAFIA

- Commenti <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/climatologia/dati/commenti-meteoclimatici> ;
- Archivio interno: mappe Tmin, Tmax e Vento Sfilato;
- Analisi delle mappe di pressione al suolo del Wetter DWD http://www2.wetter3.de/Archiv/archiv_dwd.html;
- Immagini del satellite MODIS <http://lance-modis.eosdis.nasa.gov/imagery/subsets/?project=aeronet&subset=Ispra>;
- “Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: source attribution, emission factors and regulation” pubblicata su Atmospheric Environment, 42 (2008) 2895-2921 Khaiwal Ravindra, Ranjeet Sokhi, Renè Van Grieken;
 - <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/emissioni-di-inquinanti/inventario-emissioni>;
 - <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2014>;
 - <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/approfondimenti/combustione-in-loco-di-residui-vegetali>.
- Approfondimenti modellistici: <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/approfondimenti/applicazioni-modellistiche-1>;
- Metodi e modelli per l'indagine scientifica su emissioni e concentrazioni in atmosfera: risultati principali per la laguna di Venezia, APICE Project Report, [http://www.apiceproject.eu/img_web/pagine/files/Publication/APICE_componente_Scientifica_Venezia_invio\[1\].pdf](http://www.apiceproject.eu/img_web/pagine/files/Publication/APICE_componente_Scientifica_Venezia_invio[1].pdf)
- Inventario regionale delle emissioni in atmosfera in atmosfera INEMAR Veneto 2010, Risultati dell'edizione 2010 in VERSIONE DEFINITIVA, http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/file-e-allegati/relazione-inemar-veneto-2010-def/RELAZIONE%20GENERALE%20-%20INEMAR%20Veneto%202010_DEF.pdf

Osservatorio Regionale Aria
Via Lissa 6
30171 Mestre – Venezia
Italy
Tel. +39 041 5445542
Fax +39 041 5445671
E-mail: orar@arpa.veneto.it

Maggio 2017



ARPAV

Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Direzione Generale
Via Ospedale Civile, 24
35121 Padova
Italy

tel. +39 049 82 39 301

fax. +39 049 66 09 66

e-mail: urp@arpa.veneto.it

e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it

www.arpa.veneto.it