



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto

OZONO

nella provincia di
VICENZA

**ESTATE
2009**

NO_x+VOC+ caldo + irraggiamento solare = OZONO

L'OZONO non è emesso direttamente in aria ma è creato da reazioni chimiche fra NO_x e VOC in presenza di calore e luce solare

Emissioni industriali, gas di scarico, vapori di combustibili e solventi chimici sono le maggiori sorgenti di NO_x (ossidi di Azoto) e VOC (Composti Organici Volatili)

da AIRNOW (US EPA)

ARPAV

Dipartimento Provinciale di Vicenza

Mario Cecchetto

Progetto e realizzazione

Servizio Sistemi Ambientali

Ugo Pretto (Responsabile della struttura)

Gerardo Gonzo (Autore)

INDICE

1.	INTRODUZIONE	<i>1</i>
2.	L' OZONO	<i>2</i>
3.	I VALORI DI RIFERIMENTO NORMATIVO	<i>5</i>
4.	GLI ANALIZZATORI DELLA RETE PROVINCIALE	<i>7</i>
5.	I DATI RILEVATI	<i>9</i>
6.	LE INFORMAZIONI SU INTERNET	<i>10</i>
7.	I DATI DELL' ESTATE 2009	<i>11</i>
8.	I DATI STORICI	<i>25</i>
9.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	<i>30</i>

1. INTRODUZIONE

Questa relazione viene prodotta annualmente, alla fine dell'estate, allo scopo di sintetizzare l'andamento della concentrazione di Ozono nella provincia di Vicenza durante i mesi più caldi. L'Ozono è un inquinante di tipo secondario, ossia non prodotto direttamente da qualche specifica sorgente, ma derivante prevalentemente da reazioni chimiche fra altre sostanze inquinanti, reazioni chimiche favorite dalla radiazione solare e dalla temperatura.

L'Ozono viene rilevato con continuità a Vicenza (in due siti), Montecchio Maggiore, Valdagno, Schio, Bassano del Grappa e Asiago - Cima Ekar. Queste rilevazioni continue sono inoltre integrate da quelle fornite da una stazione rilocabile, montata su un automezzo e dotata anch'essa di analizzatore automatico di Ozono.

Il monitoraggio e le conseguenti valutazioni sulle concentrazioni fanno riferimento ad una normativa specifica entrata in vigore nel 2004, il D.Lgs. n.183 del 21/05/2004 "*attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'Ozono nell'aria*", i cui dettagli sono sintetizzati nel capitolo 3.

2. L' OZONO

2.1 Cos'è

L'Ozono (O₃) è un gas, la cui molecola è formata da tre atomi di ossigeno avente come principale caratteristica l'elevato potere ossidante. A livello suolo è un inquinante di tipo secondario, ossia non associabile direttamente a sorgenti specifiche ma prodotto da reazioni chimiche che originano da altri inquinanti, prevalentemente Composti Organici Volatili (COV) e Ossidi d'Azoto. I primi derivano da molteplici fonti che vanno dai gas di scarico dei veicoli agli impianti di rifornimento, dalle industrie chimiche all'utilizzo generico di solventi, soprattutto aromatici e da una infinità di prodotti chimici usati non solo nell'industria ma anche in ambiente domestico quali insetticidi, profumi, spray di vario tipo ecc.

I secondi sono prodotti prevalentemente dai motori per trazione, dagli impianti industriali e genericamente dalla combustione di vari tipi di combustibili. Fra gli ossidi d'Azoto quelli che interessano maggiormente la generazione di Ozono sono il monossido d'Azoto (NO) ed il biossido d'Azoto (NO₂), questi due ossidi assieme vengono convenzionalmente chiamati NO_x. Fonti importanti di NO_x sono tutti i processi di combustione a temperature elevate, per cui in aree urbane la principale sorgente di NO_x è il traffico veicolare (dal 1970 al 1980 la concentrazione media di NO_x nella città di Amsterdam è raddoppiata contemporaneamente al raddoppio della percorrenza totale dei veicoli nello stesso periodo); le percentuali di contribuzione a NO_x sono circa 90-95 % di NO e 5-10 % di NO₂.

La chimica dell'Ozono è alquanto complessa, comunque può essere utile, per capire alcune peculiarità di questo inquinante, sintetizzare i passaggi essenziali che portano all'aumento della sua concentrazione.

2.2 Come si forma

Nell'aria che respiriamo l'Ozono è presente naturalmente con concentrazioni dell'ordine di 20-80 µg/m³, si parla dell'Ozono come inquinante quando la sua concentrazione supera sensibilmente questi valori.

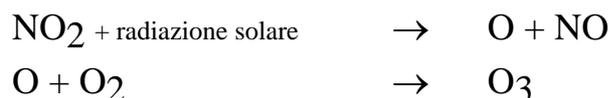
Come detto, processi di combustione, soprattutto di elevata temperatura, producono NO, questa molecola può essere ossidata in atmosfera principalmente in tre modi.



Questa reazione è molto lenta e diventa significativa solo a concentrazioni di NO superiori a 1 ppm (1227 µg/m³), concentrazioni estremamente rare anche in ambienti urbani inquinati.



La precedente reazione è importante per la formazione di Ozono in quanto NO₂ subisce fotolisi dalla radiazione solare



Quest'ultime tre reazioni però più che portare ad un incremento netto dell'Ozono non fanno altro che riciclarlo (bilancio complessivo nullo).

Il terzo tipo di ossidazione di NO è più complesso ma sicuramente più importante per quanto concerne la variazione netta della concentrazione di Ozono e presuppone la presenza in aria di radicali perossilchilici (RO_2), prodotti dall'ossidazione degli idrocarburi presenti in atmosfera, del radicale idroperossile (HO_2), prodotto di reazioni fitochimiche di composti carbonilici o dalla reazione di questi con il radicale ossidrile (OH); il monossido di azoto reagisce con questi radicali secondo le reazioni:



responsabili dell'alterazione dell'equilibrio di ossidazione di NO a NO_2 e riduzione di NO_2 a NO come visto al punto 2), con conseguente aumento nella concentrazione di Ozono che viene significativamente consumato da NO. La quantità di COV presente in aria e l'intensità della radiazione solare sono i motori principali delle reazioni precedenti e di conseguenza dell'aumento di Ozono passando attraverso l'aumento della concentrazione di NO_2 .

Tutto questo porta ad un risultato interessante, una riduzione di inquinamento da NO, se non accompagnata da una analoga riduzione di composti organici volatili (COV), porta ad un incremento nella quantità di Ozono presente nell'aria anziché ad una sua diminuzione. Di conseguenza il traffico veicolare con tutte le sue implicazioni, mentre su larga scala è una importante fonte di precursori dello smog fotochimico, su scala locale essendo la principale sorgente di NO in ambiente urbano agisce come demolitore dell'Ozono troposferico.

A conferma di questo uno studio effettuato in città del Belgio (Dumont 1996 – EEA documents) ha verificato un aumento delle concentrazioni pomeridiane di Ozono di circa il 20% durante i week-end estivi rispetto ai normali e più trafficati giorni lavorativi, aumento abbinato ad una corrispondente diminuzione nella concentrazione di NO_2 .

2.3 Come si diffonde

L'Ozono è definito un inquinante di tipo ubiquitario, in grado cioè di presentarsi con concentrazioni analoghe in vaste aree con caratteristiche climatiche e orografiche simili. Più precisamente nei grossi centri urbani le concentrazioni di Ozono sono di norma sempre un po' più basse che non in zone suburbane o rurali adiacenti e analogamente sono più basse in aree cittadine interessate da elevato traffico rispetto ai parchi o comunque ad aree pedonalizzate o verdi limitrofe. Questo è dovuto, come già evidenziato, all'azione distruttrice a livello locale nei confronti dell'Ozono da parte del Monossido d'Azoto prodotto dal traffico veicolare; si deve però far notare anche che molti Composti Organici Volatili sono di origine vegetale. Inoltre, poiché l'incremento nella concentrazione di Ozono per effetto delle reazioni

fotochimiche richiede alcune ore è da aspettarsi che i più elevati livelli si raggiungano ad una certa distanza sottovento dal luogo di emissione dei precursori.

A livello europeo, l'Ozono, pur raggiungendo i valori più elevati in estate e nelle aree meridionali, Grecia soprattutto, presenta frequenti superamenti delle soglie di concentrazione suggerite dall'Organizzazione Mondiale della Sanità per la protezione della salute e della vegetazione anche nelle aree rurali del centro e nord Europa. Mentre però nelle aree urbane e suburbane dell'Europa meridionale le elevate concentrazioni sono prevalentemente imputabili a inquinanti emessi localmente, a livello continentale sono conseguenza, oltre che dell'inquinamento indigeno, anche del trasporto da altre regioni. E' anche questa caratteristica "transfrontaliera" dell'Ozono a contribuire alla complessità del fenomeno e a stimolare di conseguenza interesse e studi a livello mondiale con costituzione di gruppi di lavoro ad hoc anche all'interno della Comunità Europea.

Una tipica situazione estiva in vaste aree dell'Europa, durante periodi di alta pressione, è la formazione nelle prime ore serali e durante tutta la notte di inversioni termiche al suolo. Questo favorisce l'accumulo di sostanze inquinanti, come gli NO_x , nei bassi strati dell'atmosfera nelle ore notturne. Con il riscaldamento solare del mattino queste sostanze e quelle prodotte nuovamente subiscono una dispersione verticale e successivamente un trasporto, che può continuare sopra lo strato di inversione anche le notti successive. La durata della vita media di queste sostanze, molte delle quali subiscono trasformazioni favorite dalla radiazione solare, ne determina la portata della dispersione orizzontale che può andare da alcuni chilometri, per vite medie di ore a distanze continentali, o emisferiche, per vite medie di mesi, mentre la rimozione avviene prevalentemente attraverso le deposizioni secca e soprattutto umida.

3. I VALORI DI RIFERIMENTO NORMATIVO

Come già accennato nell'introduzione, la normativa di riferimento per l'Ozono è costituita dal Decreto Legislativo n.183 del 21/05/2004 che, oltre a fissare una serie di livelli di riferimento, stabilisce dei criteri per l'informazione della popolazione, per l'aggregazione dei dati e il calcolo dei parametri statistici, per la significatività dei dati stessi, per la stesura delle relazioni annuali, per la classificazione e ubicazione dei punti di campionamento, per la classificazione delle stazioni ecc. Nelle tabelle successive sono sintetizzati i nuovi valori che costituiscono i livelli di riferimento, alcuni già efficaci, altri la cui validità è fissata a partire da una certa data.

Tabella 3.1 Soglie di informazione e di allarme per l'Ozono

	Tempo di mediazione	Valore soglia
Soglia di informazione	1 ora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme	1 ora	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Queste nuove soglie hanno sostituito i vecchi livelli di "attenzione" e di "allarme", sono operative dalla data di entrata in vigore della legge e rappresentano i livelli superati i quali devono essere attivate "nei tempi più brevi possibili" delle azioni da parte dell'autorità pubblica. Nel caso si verificasse il primo evento, superamento della soglia di informazione, l'azione da intraprendere è semplicemente quella di fornire al pubblico una serie di informazioni che vanno dalla localizzazione del sito, quindi dell'area interessata, in cui si è verificato il superamento, ai possibili effetti sulla salute con le eventuali precauzioni da adottare fino alle previsioni per il giorno/i successivi. Oltre a tutto questo, nel caso di superamento, anche solo previsto, della soglia di allarme e per almeno tre ore consecutive l'art. 5, comma 3, della legge, prevede l'attuazione di piani d'azione, adottati dalle regioni e dalle province autonome competenti, con le misure specifiche finalizzate alla riduzione della durata o gravità dei superamenti stessi.

Il Decreto fissa inoltre dei “*valori bersaglio*” e degli “*obiettivi a lungo termine*” finalizzati non solo alla protezione della salute umana ma anche alla protezione della vegetazione. Il valore bersaglio è da conseguirsi, per quanto possibile, entro il 2010; l’obiettivo a lungo termine è conseguito nel lungo periodo, semprechè sia realizzabile mediante misure proporzionate.

Tabella 3.2 Valori bersaglio per l’Ozono (D.Lgs. 21/05/2004 n.183)

	PARAMETRO	VALORE BERSAGLIO PER IL 2010
<i>Valore bersaglio per la protezione della salute umana</i>	Media su 8 ore massima giornaliera	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni (**)
<i>Valore bersaglio per la protezione della vegetazione</i>	AOT40 ^(*) , calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ come media su 5 anni (***)

(*) AOT40 = somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00.

(**) quindi la verifica dovrà essere fatta per la prima volta nel 2013

(***) quindi la verifica dovrà essere fatta per la prima volta nel 2015

Tabella 3.3 Obiettivi a lungo termine per l’Ozono (D.Lgs. 21/05/2004 n.183)

	PARAMETRO	OBIETTIVO A LUNGO TERMINE
<i>Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana</i>	Media su 8 ore massima giornaliera nell’arco di un anno civile	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<i>Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione</i>	AOT40 ^(*) , calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$

(*) AOT40 = somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00.

Vengono inoltre riconfermati, dal Decreto, come dati statistici significativi, a valenza annuale, il massimo valore orario, la media annuale, il 50° ed il 98° percentili oltre al 99.9° percentile. Viene inoltre ribadita, ai fini della correttezza dei parametri statistici calcolati da trasmettere da parte di Regioni e Province Autonome al Ministero e alla Commissione Europea, la percentuale minima del 75% di dati validi, percentuale che viene portata al 90% per il calcolo dell’AOT40, del numero di superamenti e dei valori massimi, nell’arco del mese, delle medie mobili 8 ore e dei valori orari compresi fra le ore 8 e le ore 20.

4. GLI ANALIZZATORI DELLA RETE PROVINCIALE

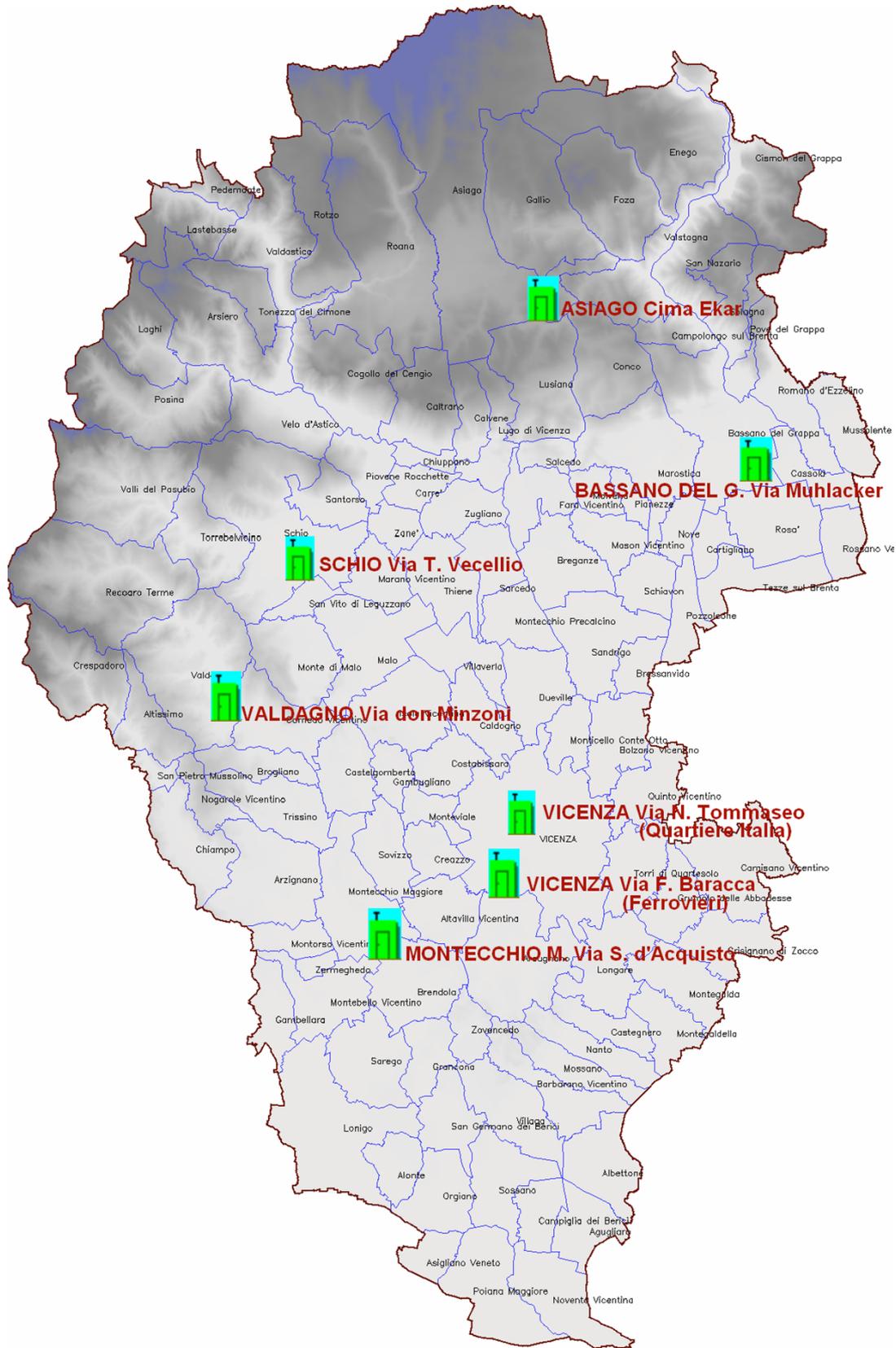
Stante l'ubiquitarietà di questo inquinante, non tutte le stazioni sono dotate di analizzatori di Ozono. Attualmente sussiste la seguente distribuzione:

Tabella 4.1 Analizzatori di Ozono nelle stazioni fisse della rete provinciale

STAZIONE	DATA INIZIO OPERATIVITA' DELL'ANALIZZATORE
ASIAGO	Luglio 2006
BASSANO DEL GRAPPA	Maggio 1996
MONTECCHIO MAGGIORE	Gennaio 1994
SCHIO	Maggio 1996
VALDAGNO	Maggio 1996
VICENZA – Via F. Baracca (Quartiere Ferrovieri)	Aprile 2008
VICENZA – Via N. Tommaseo (Quartiere Italia)	Maggio 2008

Il principio di funzionamento degli analizzatori di Ozono si basa sulla principale peculiarità di questo gas, la quale lo rende importantissimo per la vita sulla terra se presente negli idonei strati dell'atmosfera, ossia la capacità di assorbimento della radiazione ultravioletta. Schematicamente l'aria prelevata dall'esterno della stazione attraverso un camino di prelievo viene convogliata all'interno di un banco ottico ed illuminata da una lampada a raggi UV con frequenza spettrale corrispondente alla regione di massimo assorbimento dell'Ozono. Al termine del percorso ottico viene posto un elemento fotosensibile a semiconduttore che fornisce una misura dell'attenuazione del raggio luminoso dalla quale viene ricavata la concentrazione di Ozono del campione d'aria trattato. Tale strumento è in grado di funzionare automaticamente in continuo, le misure rilevate vengono inviate ad un personal computer che provvede, oltre ad effettuare una serie di controlli, a calcolare e memorizzare le medie orarie. Ad intervalli regolari (di norma giornalmente) vengono verificate le tarature (controllo della risposta) della strumentazione e periodicamente vengono eseguite ulteriori verifiche di funzionalità mediante messa in parallelo con differenti apparecchiature manuali.

Grafico 4.1 Attuale dislocazione analizzatori di Ozono nella provincia di Vicenza



5. I DATI RILEVATI

Per facilitare la comprensione dei dati riportati dalle tabelle e dai grafici si tengano presente le seguenti definizioni e precisazioni:

- per motivi di omogeneità temporale, gli eventuali riferimenti orari considerano sempre l'ora solare, ogni valore orario è in realtà una media di n campionamenti e successive analisi fatte nell'intervallo orario precedente (ad esempio il valore orario delle ore 18 è rappresentativo dell'intervallo di 60 minuti che va dalle 17 alle 18 stesse).
- qualora i valori orari o le medie giornaliere disponibili nell'arco di un periodo di osservazione non raggiungano almeno il 75 % delle misure teoricamente possibili, di norma non vengono calcolati i più tipici dati statistici (media, mediana, percentili ecc.).
- per **tempo di mediazione** si intende l'intervallo di tempo minimo a cui si riferisce un valore, solitamente fissato dalla normativa vigente (ad esempio può essere l'ora, il giorno ecc.).
- il **tempo di osservazione**, anche questo definito dalla normativa, indica il periodo per il quale devono protrarsi le misure perchè siano significative o comunque confrontabili con i limiti di legge: di solito è l'anno solare.
- la **mediana**, o **50° percentile**, si ottiene ordinando la serie di valori in esame in ordine crescente e prendendo quindi il valore centrale della sequenza ricavata.
- il **K-esimo percentile** si ottiene ordinando, come nel caso precedente, gli n valori in esame in ordine crescente e prendendo quello che occupa la posizione **$K \cdot n / 100$** .

N.B. Tutti i valori di concentrazione sono espressi, come prevede la normativa, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e normalizzati ad una temperatura di 293°K e ad una pressione di 1013 hPa

6. LE INFORMAZIONI SU INTERNET

Molte informazioni sull'inquinamento atmosferico, sulla rete Comunale e Provinciale di controllo di qualità dell'aria possono essere rilevate visitando i siti del Comune di Vicenza e dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV) rispettivamente dagli indirizzi <http://www.comune.vicenza.it> e <http://www.arpa.veneto.it>

Da quest'ultimo sito è pure visibile l'andamento dell'Ozono in tutto il Veneto, praticamente in tempo reale, oltre la possibilità di una previsione per il giorno successivo fornita dal Centro Meteorologico di Teolo.

Sempre dal sito <http://www.arpa.veneto.it> sono disponibili informazioni sui possibili effetti sulla salute e sull'ambiente, le precauzioni raccomandate e le azioni preventive per la riduzione dell'inquinamento.

7. I DATI DELL'ESTATE 2009

Tabella 7.1

Elenco superamenti del livello di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (soglia di informazione). $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (soglia di allarme) nel periodo Aprile-Settembre 2009

Stazione	Mese	Data	Numero superamenti orari			Massimi			
			Livello di informazione $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Livello di allarme $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Livello protezione salute (media mobile 8h) $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	orario	ora	Media mobile 8 ore	ora
Asiago Cima Ekar									
	maggio								
		21/05/2009	7		24	198	17	189	22
		22/05/2009	2		24	193	16	182	1
		23/05/2009	8		24	220	19	203	23
		24/05/2009	4		24	184	1	200	1
		25/05/2009	6		8	201	19	187	23
		26/05/2009	5		24	220	16	187	20
		tot.	32		128	220		203	
	giugno								
		14/06/2009	2		24	196	18	177	22
		15/06/2009	9		24	204	20	194	24
		16/06/2009	1		24	183	17	193	1
		18/06/2009	8		10	209	20	195	23
		19/06/2009	6		24	201	15	191	1
		tot.	26		106	209		195	
	luglio								
		16/07/2009	1		21	181	1	164	3
		21/07/2009	1		24	182	20	171	24
		22/07/2009	1		24	182	16	172	1
		23/07/2009	2		15	191	19	178	24
		29/07/2009	2		24	189	21	176	24
		30/07/2009	16		24	211	22	206	23
		31/07/2009	2		24	190	1	204	1
		tot.	25		156	211		206	
	agosto								
		01/08/2009	3		24	195	24	175	24
		02/08/2009	3		24	194	2	189	4
		19/08/2009	9		24	206	21	192	24
		20/08/2009	14		24	204	1	197	1
		21/08/2009	12		24	199	18	193	22
		22/08/2009	1		24	185	2	184	1
		tot.	42		144	206		197	
tot. staz.			125	0	534	220		206	

Tabella 7.1 (continua)

Stazione	Mese	Data	Numero superamenti orari			Massimi			
			Livello di informazione 180 µg/m ³	Livello di allarme 240 µg/m ³	Livello protezione salute (media mobile 8h) 120 µg/m ³	orario	ora	Media mobile 8 ore	ora
Bassano del Grappa									
	maggio								
		21/05/2009	1		9	182	16	161	19
		23/05/2009	2		11	190	18	171	19
		25/05/2009	2		8	194	17	160	21
		26/05/2009	2		14	197	16	168	17
		tot.	7		42	197		171	
	giugno								
		15/06/2009	3		11	190	17	172	20
		18/06/2009	3		9	190	18	171	20
		19/06/2009	4		19	194	15	171	17
		tot.	10		39	194		172	
	luglio								
		30/07/2009	5		18	185	15	178	19
		tot.	5		18	185		178	
	agosto								
		20/08/2009	1		15	183	17	168	19
		21/08/2009	1		7	181	17	150	21
		tot.	2		22	183		168	
	tot. staz.		24	0	121	197		178	
Montecchio Maggiore									
	maggio								
		23/05/2009	4		14	208	15	179	18
		24/05/2009	7		13	219	16	199	19
		tot.	11		27	219		199	
	giugno								
		14/06/2009	3		11	189	17	167	18
		15/06/2009	1		11	186	16	168	20
		19/06/2009	4		11	198	14	181	17
		tot.	8		33	198		181	
	luglio								
		16/07/2009	4		11	197	15	178	19
		17/07/2009	1		9	183	15	153	17
		23/07/2009	1		8	189	15	158	18
		24/07/2009	1		10	181	16	167	20
		30/07/2009	6		11	204	15	189	19
		tot.	13		49	204		189	
	agosto								
		01/08/2009	2		10	190	17	164	19
		19/08/2009	1		11	181	18	170	19
		20/08/2009	1		13	183	14	173	19
		22/08/2009	1		9	181	16	158	18
		tot.	5		43	190		173	
	tot. staz.		37	0	152	219		199	

Tabella 7.1 (continua)

Stazione	Mese	Data	Numero superamenti orari			Massimi			
			Livello di informazione 180 µg/m ³	Livello di allarme 240 µg/m ³	Livello protezione salute (media mobile 8h) 120 µg/m ³	orario	ora	Media mobile 8 ore	ora
Schio									
	maggio								
		23/05/2009	6		13	218	17	191	19
		24/05/2009	3		23	193	16	172	18
		25/05/2009	4		9	209	17	172	20
		26/05/2009	4		24	213	14	187	18
		tot.	17		69	218		191	
	giugno								
		14/06/2009	2		12	193	17	172	19
		15/06/2009	5		13	198	18	183	19
		16/06/2009	3		18	190	16	172	19
		18/06/2009	5		11	204	17	186	20
		19/06/2009	8		24	227	16	200	17
		tot.	23		78	227		200	
	luglio								
		14/07/2009	1		10	185	17	165	19
		15/07/2009	2		10	182	19	165	19
		16/07/2009	4		13	191	19	178	19
		21/07/2009	2		10	185	17	167	20
		22/07/2009	1		13	181	14	170	19
		23/07/2009	4		12	202	17	180	19
		24/07/2009	3		13	184	18	173	19
		28/07/2009	3		10	192	17	168	19
		30/07/2009	8		24	215	15	201	19
		tot.	28		115	215		201	
	agosto								
		18/08/2009	3		10	190	16	168	19
		19/08/2009	2		22	184	18	166	19
		20/08/2009	4		24	193	16	179	19
		21/08/2009	5		24	199	16	185	19
		tot.	14		80	199		185	
	settembre								
		01/09/2009	2		9	187	17	160	19
		02/09/2009	1		11	181	16	161	18
		tot.	3		20	187		161	
tot. staz.			85	0	362	227		201	
Valdagno									
	maggio								
		23/05/2009	4		12	202	15	178	18
		24/05/2009	5		15	217	17	188	19
		26/05/2009	1		12	183	14	166	17
		tot.	10		39	217		188	
	giugno								
		15/06/2009	3		13	186	18	172	19
		18/06/2009	4		10	200	17	179	19
		19/06/2009	5		17	211	14	193	17
		tot.	12		40	211		193	

Tabella 7.1 (continua)

Stazione	Mese	Data	Numero superamenti orari			Massimi			
			Livello di informazione 180 µg/m ³	Livello di allarme 240 µg/m ³	Livello protezione salute (media mobile 8h) 120 µg/m ³	orario	ora	Media mobile 8 ore	ora
	luglio								
		23/07/2009	2		10	195	17	165	19
		30/07/2009	6		14	197	15	187	19
		tot	8		24	197		187	
	agosto								
		20/08/2009	2		13	188	15	168	18
		21/08/2009	2		13	182	14	172	19
		tot	4		26	188		172	
tot. staz.			34	0	129	217		193	
Vicenza Via F.Baracca (Ferrovierit)									
	maggio								
		23/05/2009	2		11	194	16	171	18
		24/05/2009	4		10	203	17	179	19
		tot	6		21	203		179	
	giugno								
		19/06/2009	2		10	185	14	175	17
		tot	2		10	185		175	
	luglio								
		30/07/2009	2		9	189	14	172	19
		tot	2		9	189		172	
	agosto								
		01/08/2009	1		8	182	17	156	19
		tot	1		8	182		156	
tot. staz.			11	0	48	203		179	
Vicenza Via N.Tommaseo (Quartiere Italia)									
	maggio								
		23/05/2009	2		10	192	16	170	19
		24/05/2009	3		10	201	18	175	19
		tot	5		20	201		175	
	giugno								
		19/06/2009	4		10	198	15	181	18
		tot	4		10	198		181	
	luglio								
		23/07/2009	2		8	189	15	161	18
		24/07/2009	1		9	181	18	161	19
		30/07/2009	3		10	193	15	176	19
		tot	6		27	193		176	
	agosto								
		01/08/2009	2		8	188	18	159	19
		20/08/2009	1		10	182	16	174	19
		tot	3		18	188		174	
tot. staz.			18	0	75	201		181	

Grafico 7.1 Massime medie mobili 8 ore e massimi valori orari giornalieri nell'intervallo aprile-settembre 2009 con soglie di informazione e di allarme (180 e 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e valore bersaglio per la protezione della salute (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) secondo D.Lgs. n.183 del 21/05/2004

stazione di ASIAGO - Cima Ekar

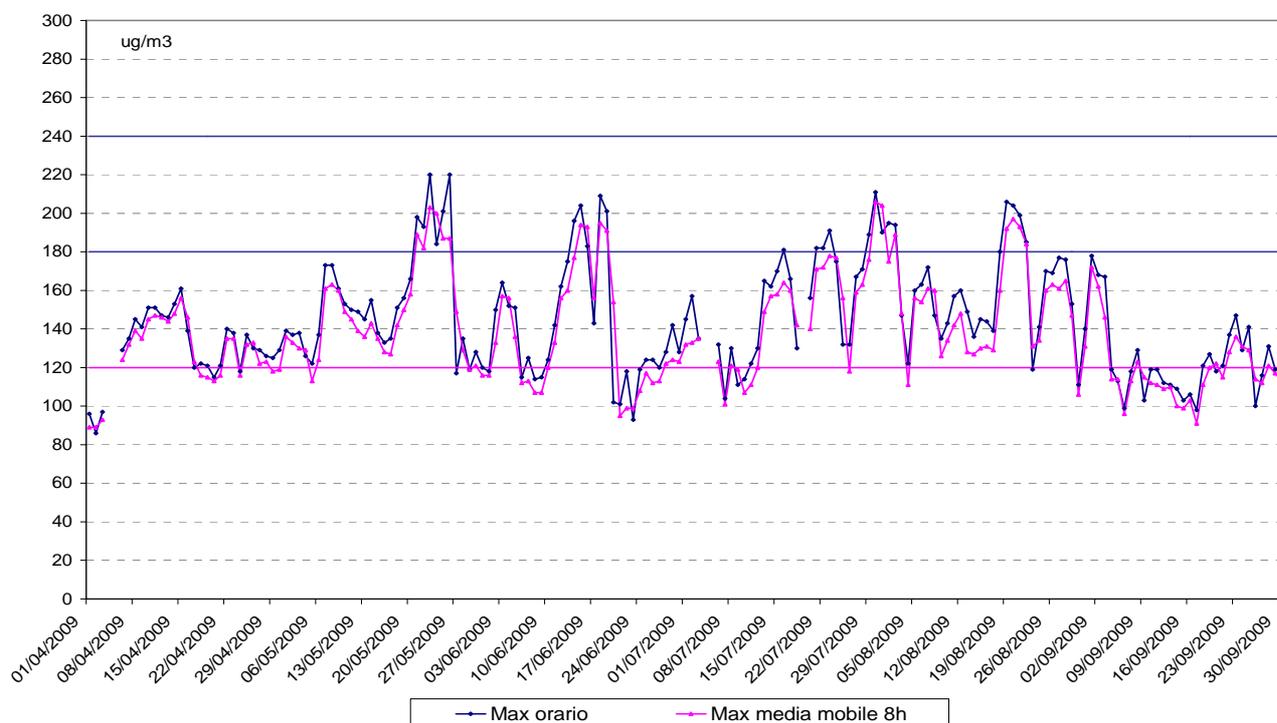


Grafico 7.2 Massime medie mobili 8 ore e massimi valori orari giornalieri nell'intervallo aprile-settembre 2009 con soglie di informazione e di allarme (180 e 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e valore bersaglio per la protezione della salute (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) secondo D.Lgs. n.183 del 21/05/2004

stazione di BASSANO DEL GRAPPA

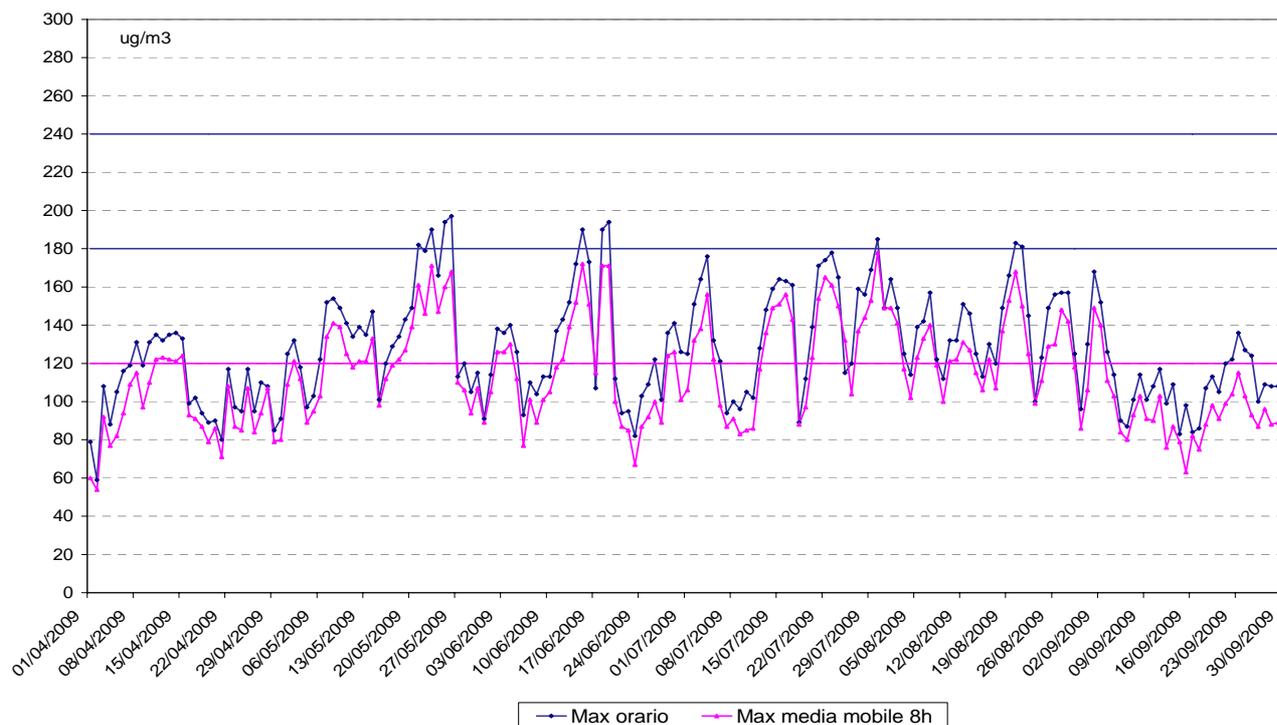


Grafico 7.3 Massime medie mobili 8 ore valide e massimi valori orari giornalieri nell'intervallo aprile-settembre 2009 con soglie di informazione e di allarme (180 e 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e valore bersaglio per la protezione della salute (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) secondo D.Lgs. n.183 del 21/05/2004 stazione di **MONTECCHIO MAGGIORE**

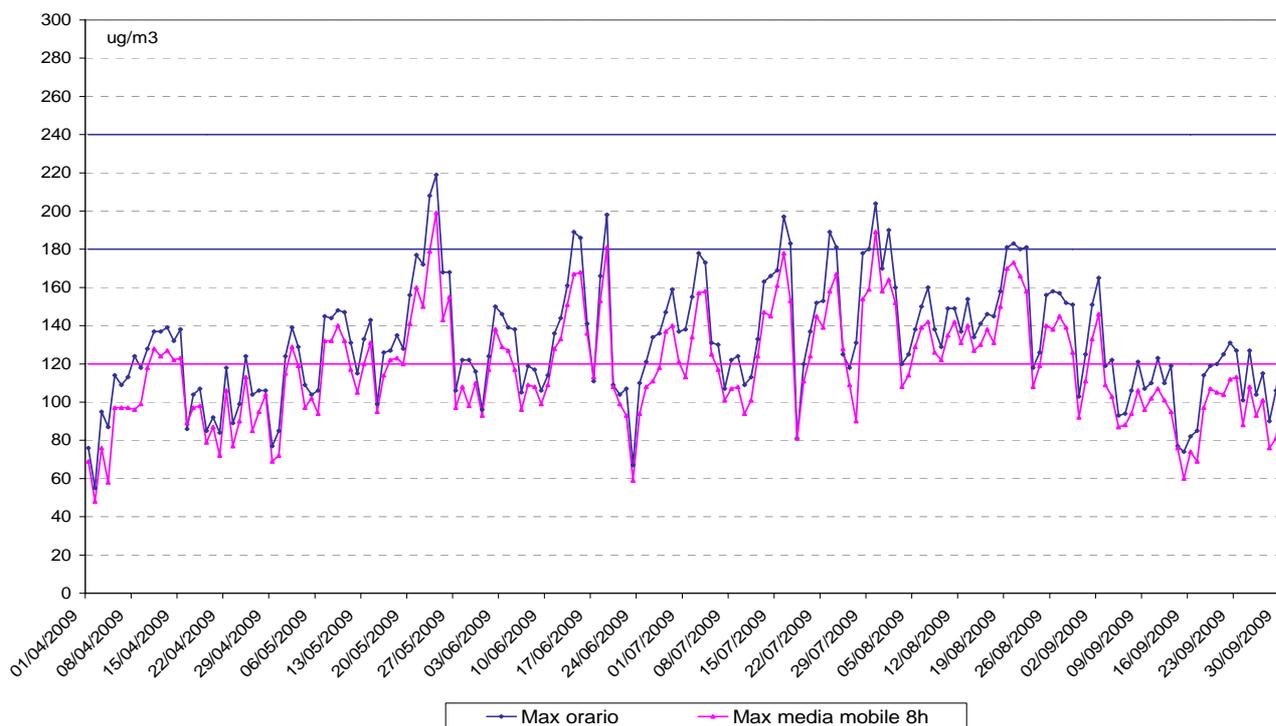


Grafico 7.4 Massime medie mobili 8 ore valide e massimi valori orari giornalieri nell'intervallo aprile-settembre 2009 con soglie di informazione e di allarme (180 e 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e valore bersaglio per la protezione della salute (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) secondo D.Lgs. n.183 del 21/05/2004 stazione di **SCHIO**

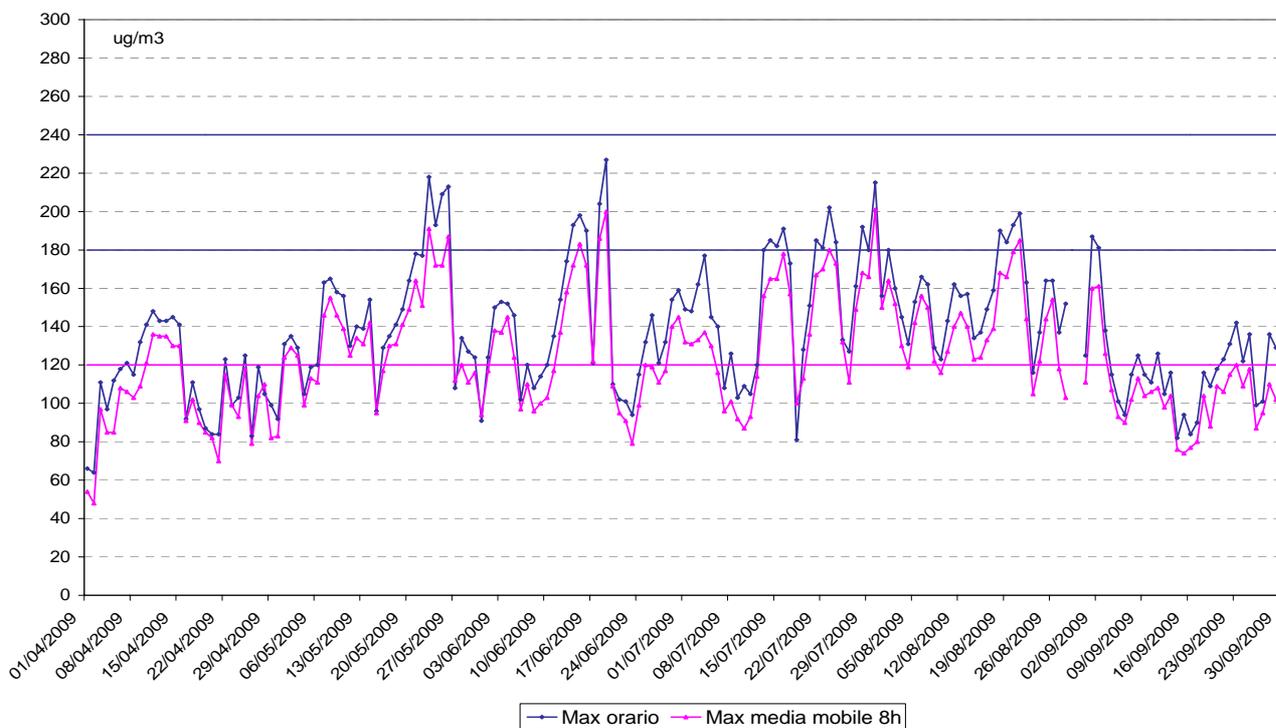


Grafico 7.5 Massime medie mobili 8 ore valide e massimi valori orari giornalieri nell'intervallo aprile-settembre 2009 con soglie di informazione e di allarme (180 e $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e valore bersaglio per la protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) secondo D.Lgs. n.183 del 21/05/2004 stazione di **VALDAGNO**

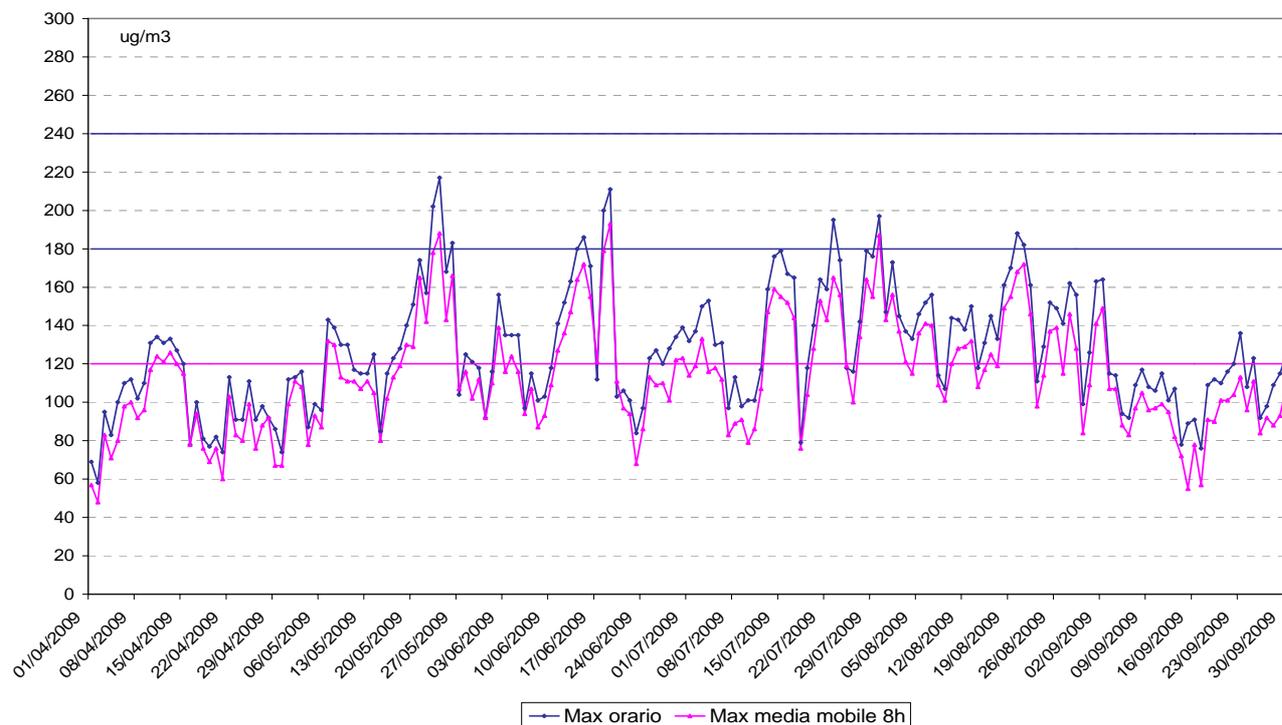


Grafico 7.6 Massime medie mobili 8 ore valide e massimi valori orari giornalieri nell'intervallo aprile-settembre 2009 con soglie di informazione e di allarme (180 e $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e valore bersaglio per la protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) secondo D.Lgs. n.183 del 21/05/2004 stazione di **VICENZA- Ferrovieri**

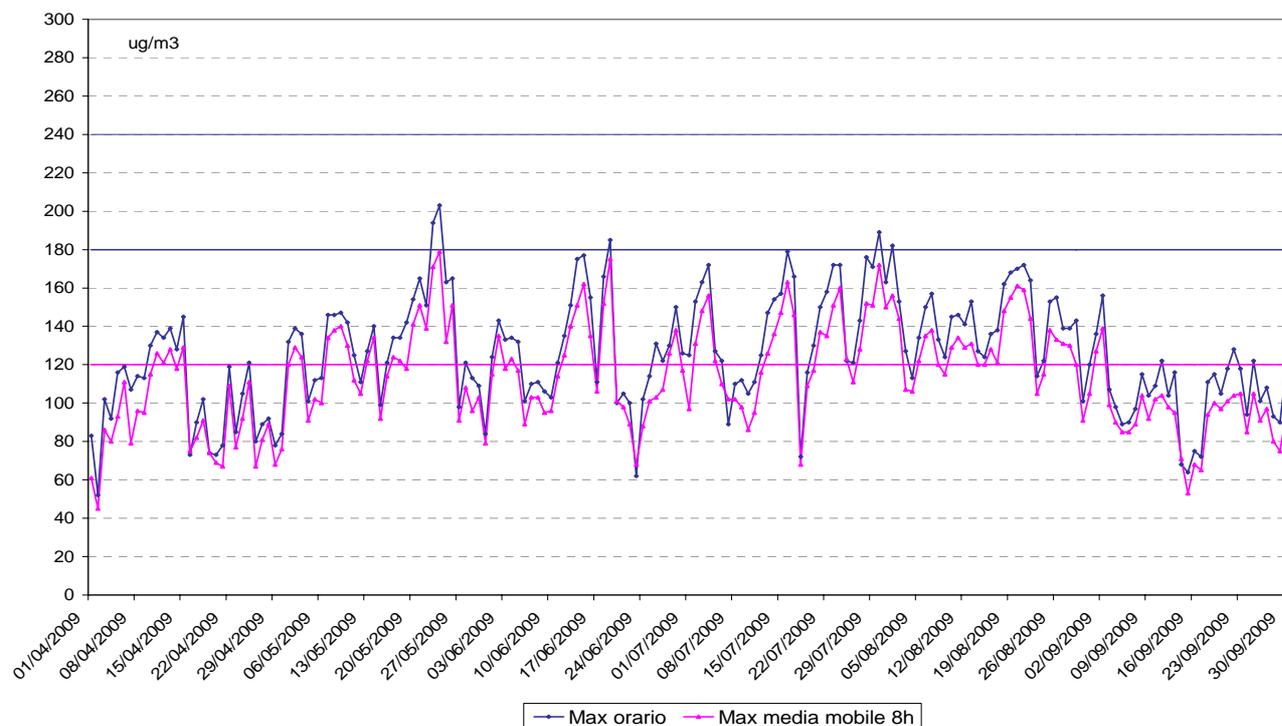


Grafico 7.7 Massime medie mobili 8 ore valide e massimi valori orari giornalieri nell'intervallo aprile-settembre 2009 con soglie di informazione e di allarme (180 e 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e valore bersaglio per la protezione della salute (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) secondo D.Lgs. n.183 del 21/05/2004 stazione di VICENZA- Via Tommaseo (Quartiere Italia)

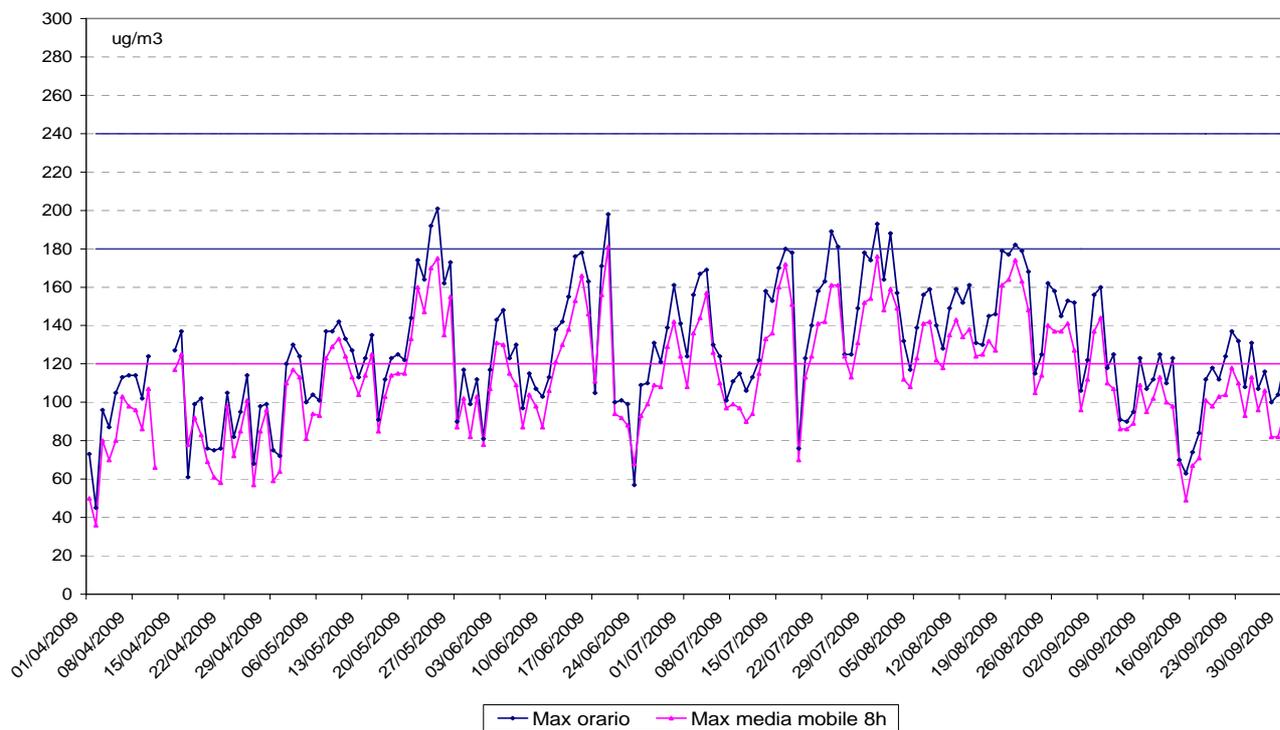


Tabella 7.2 **Dati statistici mensili in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, intervallo aprile-settembre 2009, con superamenti livelli previsti dal D.Lgs. n. 183 del 21/05/2004**

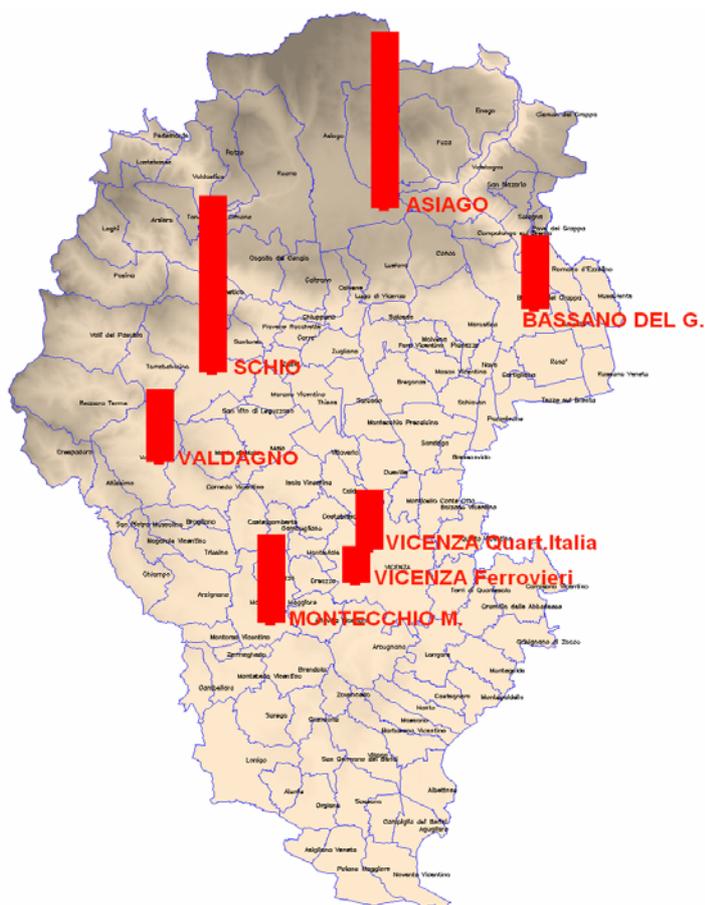
								Numero giorni con superamenti livelli (D.Lgs. n.183 del 21/05/2004)		
Mese/ Stazione	% valori orari validi	% valori orari 08-20 validi	Giorni validi (almeno 18 medie mobili 8h valide)	Media mensile	Max orario	Max media mobile 8h	Max media giorn.	120 (media mobile 8h)	180 max orario	240 max orario
Asiago Cima Ekar										
aprile*	85.2	87.1	24	118	161	156	147	17	0	0
maggio	97.7	99.5	31	128	220	203	170	28	6	0
giugno	94.3	98.4	28	116	209	195	173	16	5	0
luglio*	80.7	84.3	23	127	211	206	184	18	7	0
agosto	96.7	98.2	30	129	206	197	177	28	6	0
settembre	96.8	97.9	29	104	178	172	142	10	0	0
TOTALI								117	24	0
Bassano del Grappa										
aprile	97.9	100.0	30	76	136	124	106	5	0	0
maggio	97.4	99.5	31	93	197	171	130	17	4	0
giugno	97.7	99.7	30	85	194	172	131	12	3	0
luglio	97.9	100.0	31	94	185	178	142	20	1	0
agosto	96.6	97.5	30	96	183	168	131	18	2	0
settembre	97.7	100.0	30	72	168	149	104	2	0	0
TOTALI								74	10	0
Montecchio Maggiore										
aprile	97.3	99.2	30	60	139	128	87	5	0	0
maggio	96.9	98.0	31	86	219	199	132	15	2	0
giugno	97.6	99.4	30	86	198	181	123	14	3	0
luglio	94.8	97.0	29	90	204	189	127	19	5	0
agosto	97.4	99.2	31	94	190	173	126	25	4	0
settembre	97.6	99.4	30	62	165	146	104	2	0	0
TOTALI								80	14	0
Schio										
aprile	97.9	100.0	30	79	148	136	112	6	0	0
maggio	97.5	99.2	31	103	218	191	148	21	4	0
giugno	97.9	100.0	30	96	227	200	152	14	5	0
luglio	97.9	100.0	31	104	215	201	158	21	9	0
agosto	88.1	89.8	27	111	199	185	149	23	4	0
settembre	97.9	100.0	30	81	187	161	121	3	2	0
TOTALI								88	24	0

Tabella 2.2 (continua)

								Numero giorni con superamenti livelli (D.Lgs. n.183 del 21/05/2004)			
Mese/ Stazione	% valori orari validi	% valori orari 08-20 validi	Giorni validi (almeno 18 medie mobili 8h valide)	Media mensile	Max orario	Max media mobile 8h	Max media giorn.	120 (media mobile 8h)	180 max orario	240 max orario	
Valdagno											
aprile	94.1	95.8	28	63	134	126	94	3	0	0	
maggio	97.5	99.2	31	84	217	188	131	10	3	0	
giugno	97.6	99.4	30	86	211	193	139	13	3	0	
luglio	97.8	100.0	31	90	197	187	139	16	2	0	
agosto	97.8	99.7	31	94	188	172	130	19	2	0	
settembre	97.9	100.0	30	67	164	149	104	2	0	0	
								TOTALI	63	10	0
Vicenza Via F. Baracca (Quartiere Ferrovieri)											
aprile	94.5	96.6	28	52	145	129	76	4	0	0	
maggio	98.1	99.2	31	74	203	179	108	17	2	0	
giugno	98.1	99.2	30	74	185	175	107	11	1	0	
luglio	98.3	99.7	31	75	189	172	99	19	1	0	
agosto	98.5	99.7	31	76	182	161	94	20	1	0	
settembre	98.4	99.7	30	50	156	139	80	2	0	0	
								TOTALI	73	5	0
Vicenza Via N.Tommaseo (Quartiere Italia)											
aprile*	86.3	88.7	26	46	137	125	74	1	0	0	
maggio	97.0	98.5	31	73	201	175	113	12	2	0	
giugno	97.5	99.2	30	75	198	181	116	13	1	0	
luglio	97.1	98.5	31	80	193	176	111	20	3	0	
agosto	97.3	99.2	31	86	188	174	116	24	2	0	
settembre	97.0	98.4	30	56	160	144	89	2	0	0	
								TOTALI	72	8	0

(*) Ai fini della verifica della validità dell'aggregazione dei dati e del calcolo dei parametri statistici dovrebbe essere (Allegato III sub. II D. Lgs. n.183 del 21/05/2004)

- (a) percentuale dei valori orari validi tra le 8.00 e le 20.00 maggiore del 90% per mese
 (b) almeno 27 valori giornalieri disponibili al mese



**Distribuzione giorni di superamento
“livello di informazione” (180 µg/m³
valore orario)**

**Min = 5 gg (VICENZA Ferroviieri)
Max = 24 gg (ASIAGO e SCHIO)**

**Distribuzione giorni superamento
“obiettivo a lungo termine per la
protezione della salute” (120 media
mobile 8 ore)**

**Min = 63 gg (VALDAGNO)
Max = 117 gg (ASIAGO)**

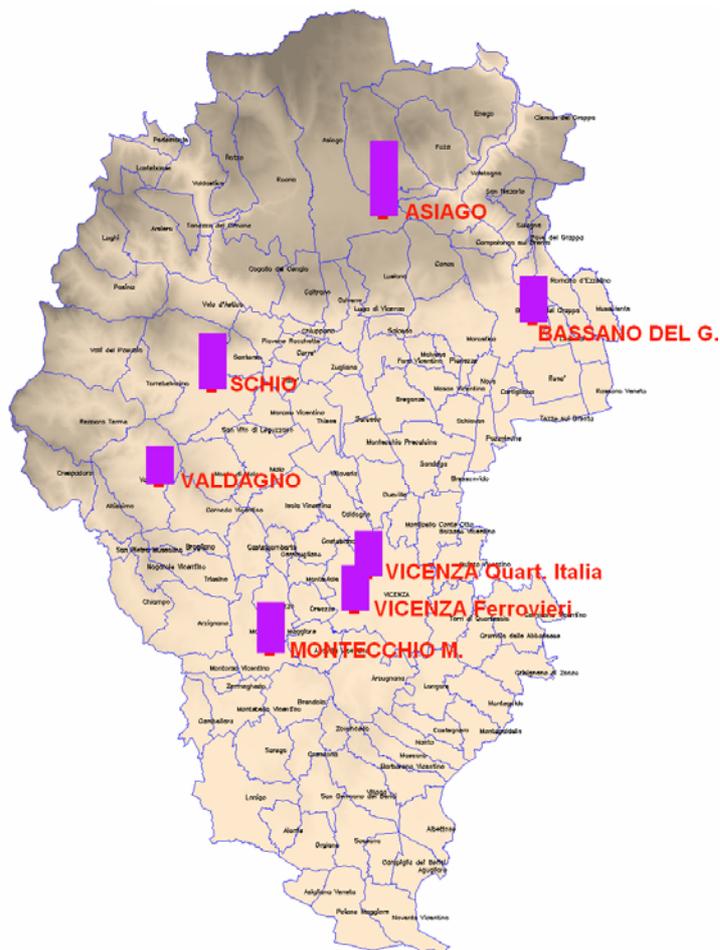


Grafico 7.8 Giorno tipo riferito al mese di gennaio 2009

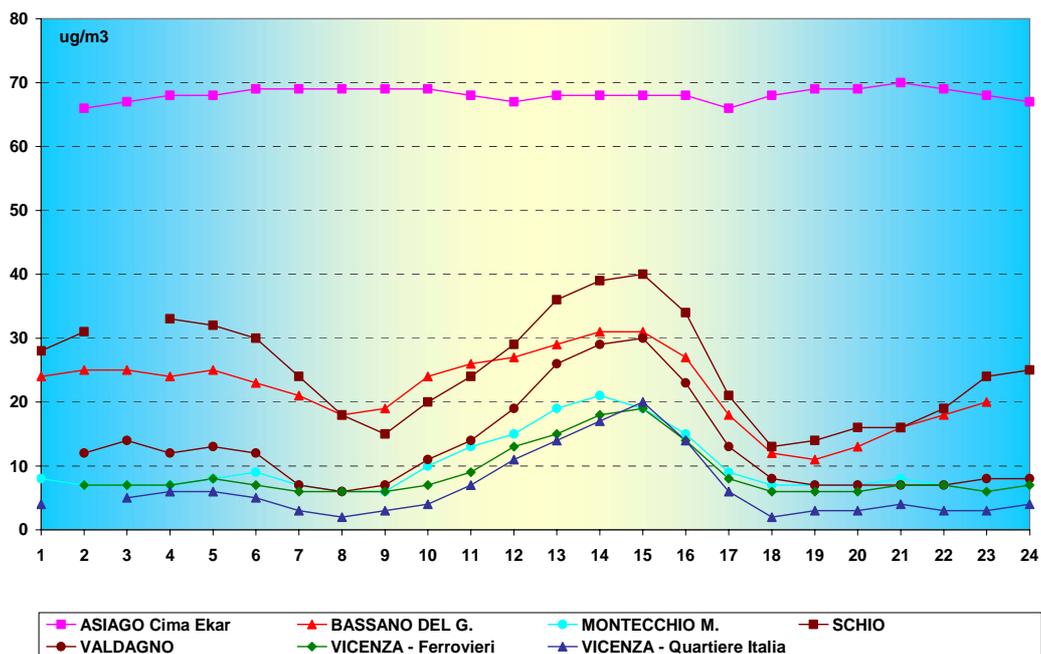
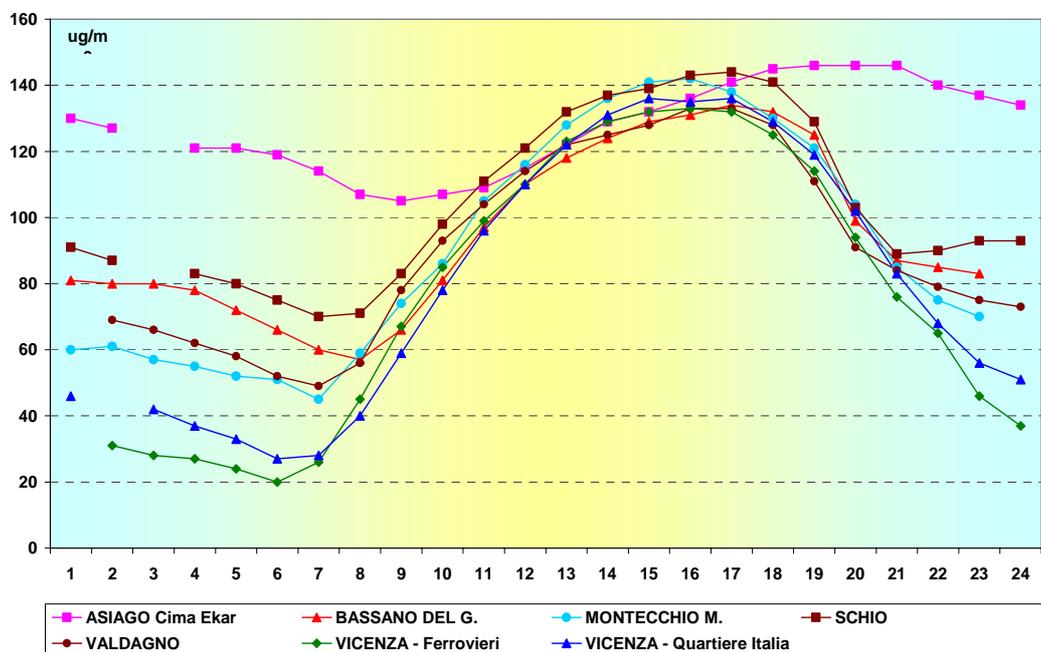
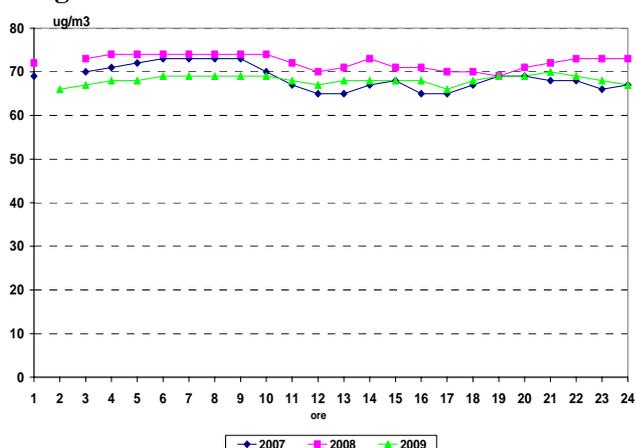


Grafico 7.9 Giorno tipo riferito al mese di luglio 2009

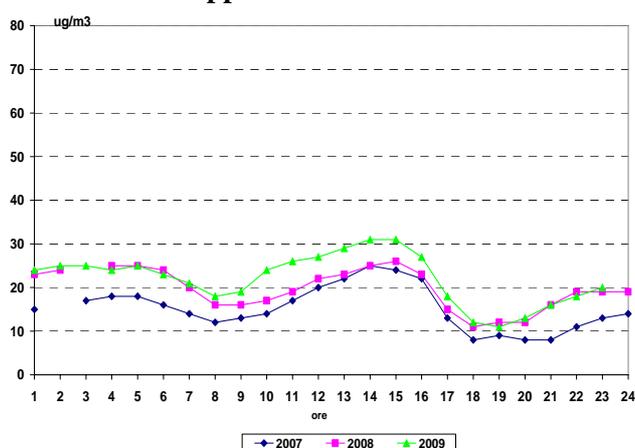


Grafici 7.10 – 7.14 Confronti fra giorni tipo riferiti ai mesi di gennaio dell'ultimo triennio

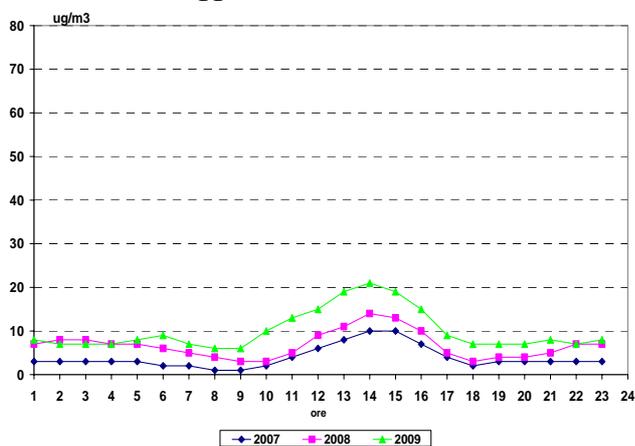
Asiago Cima Ekar



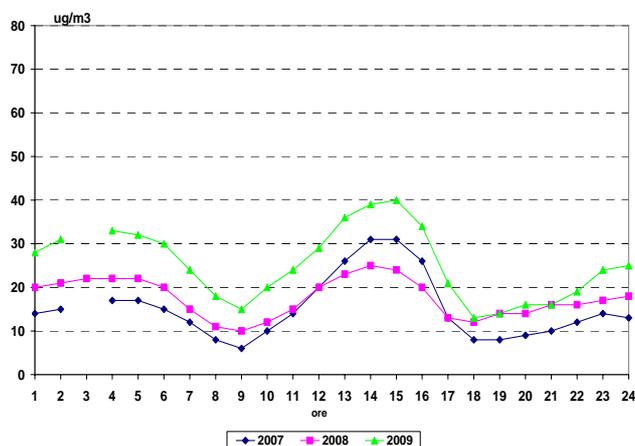
Bassano del Grappa



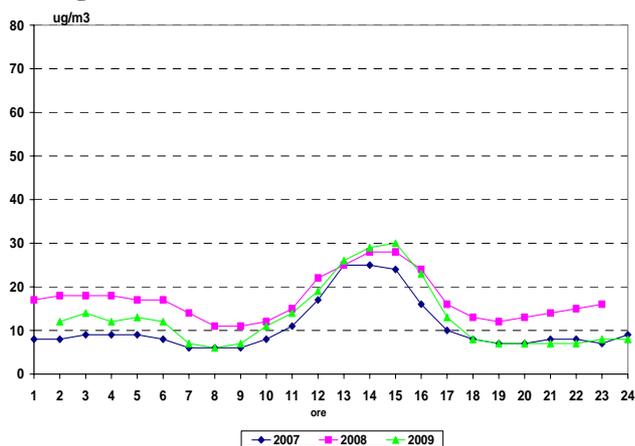
Montecchio Maggiore



Schio

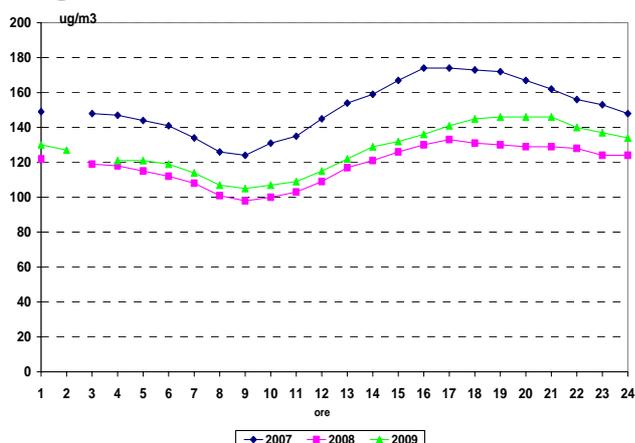


Valdagno

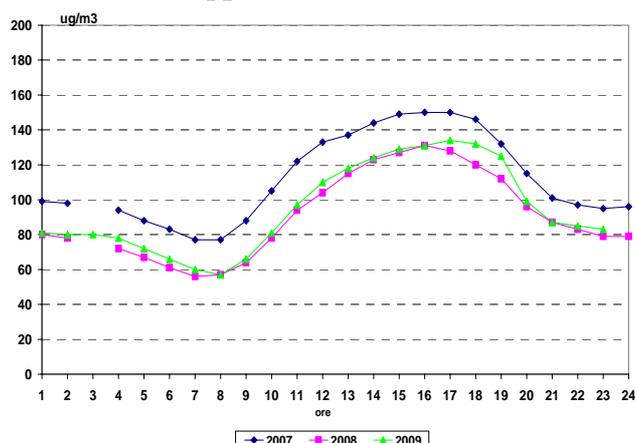


Grafici 7.15 – 7.21 Confronti fra giorni tipo riferiti ai mesi di luglio dell'ultimo triennio

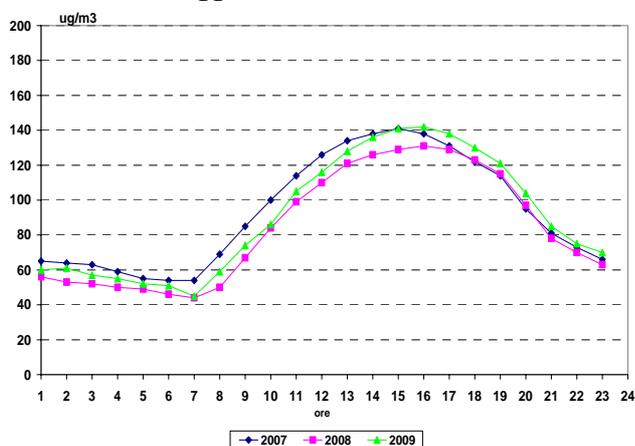
Asiago Cima Ekar



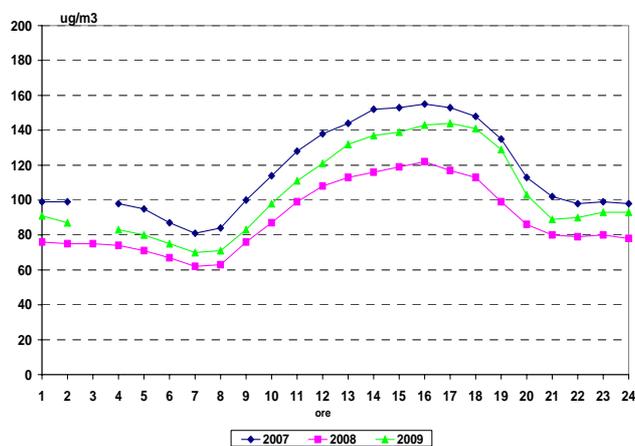
Bassano del Grappa



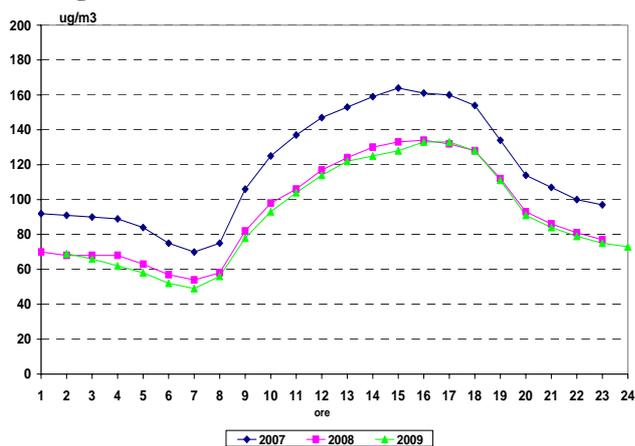
Montecchio Maggiore



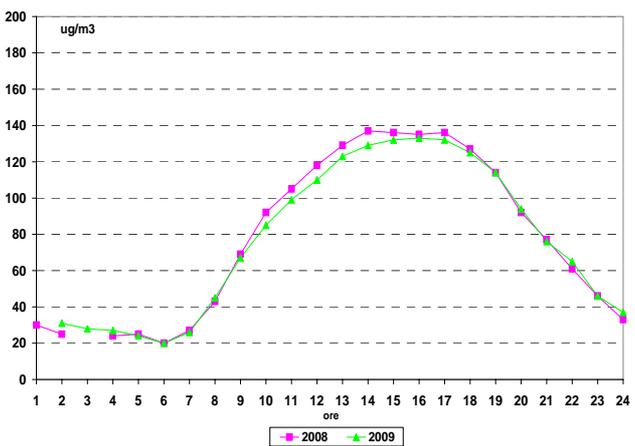
Schio



Valdagno



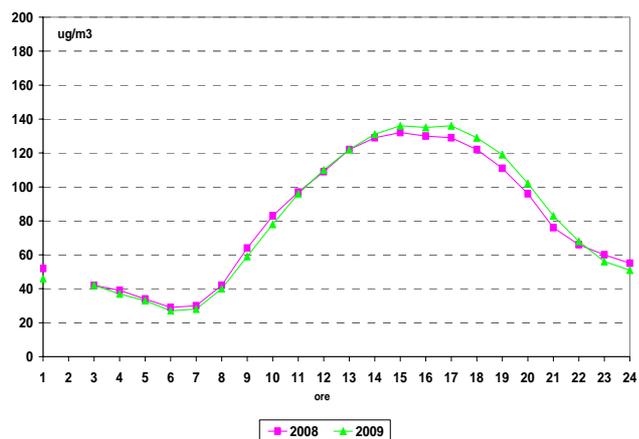
Vicenza – Ferrovieri (*)



(*) L'analizzatore di Ozono è entrato in funzione ad aprile 2008

Grafici 7.15 – 7.21 Confronti fra giorni tipo riferiti ai mesi di luglio dell'ultimo triennio

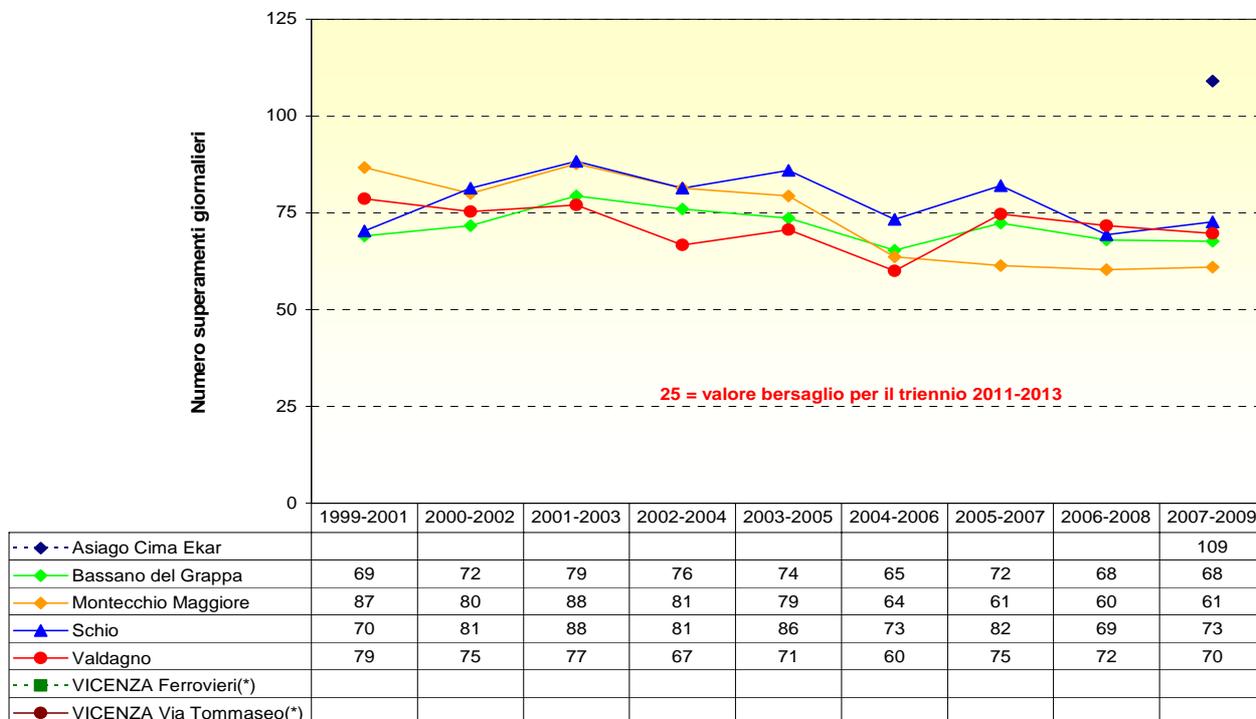
Vicenza – Quartiere Italia (*)



(*) L'analizzatore di Ozono è entrato in funzione a maggio 2008

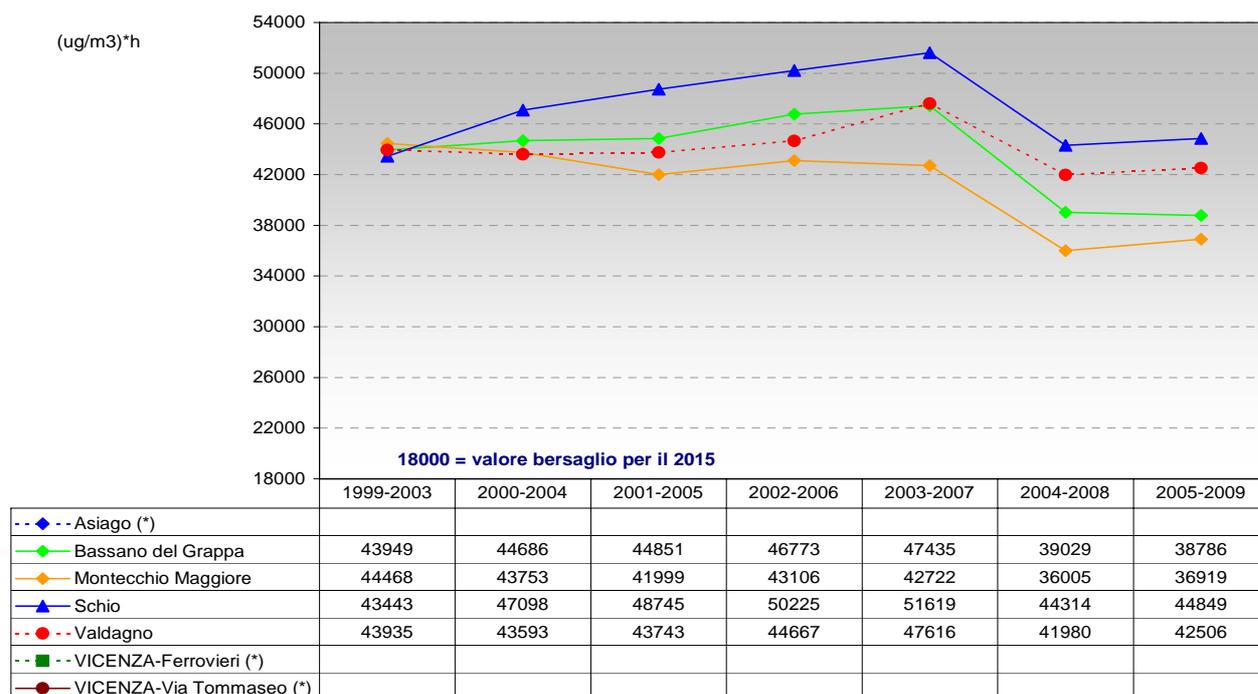
8. I DATI STORICI

Grafico 8.1 Medie triennali dei superamenti giornalieri del valore di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da parte della massima media mobile 8 ore, intervallo 1° aprile – 30 settembre



(*) Stazioni non valutabili in quanto attivate nel 2008

Grafico 8.2 Valori AOT40 in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ degli ultimi 11 anni, intervallo di riferimento maggio-luglio



(*) Stazioni non valutabili in quanto attivate nel 2008

Grafico 8.3 **Massimi valori orari**

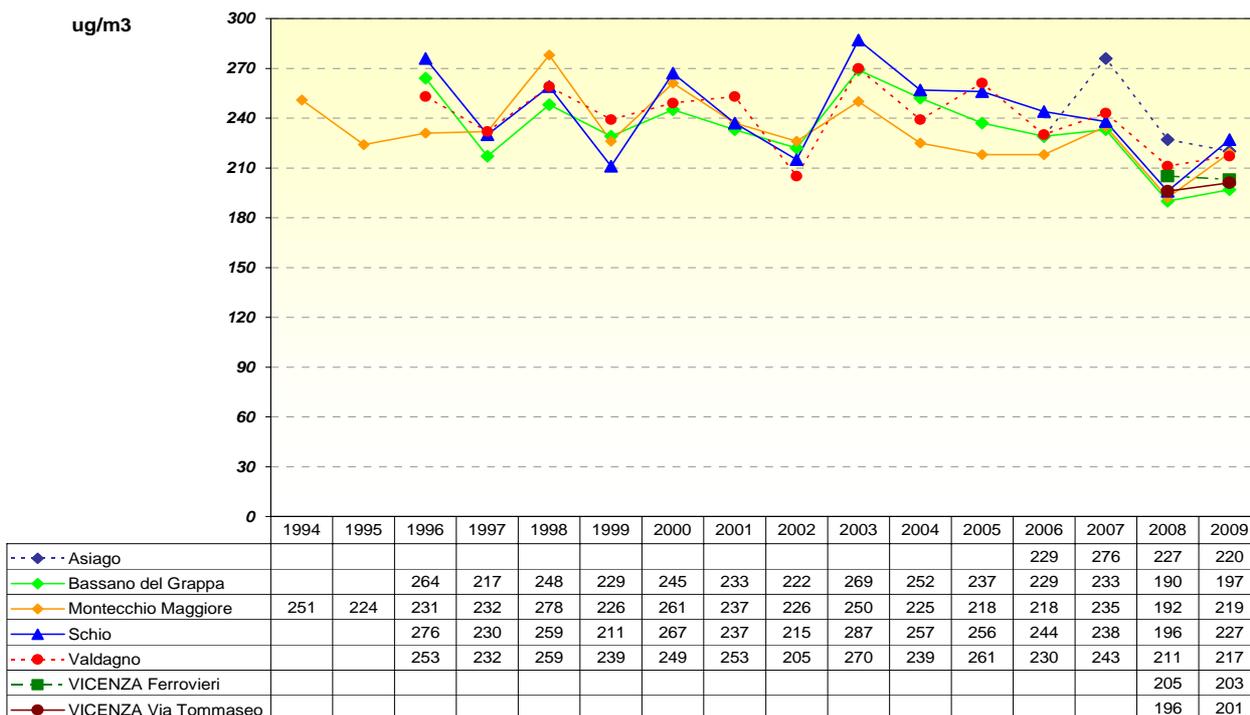


Grafico 8.4 **Massime medie mobili 8 ore**

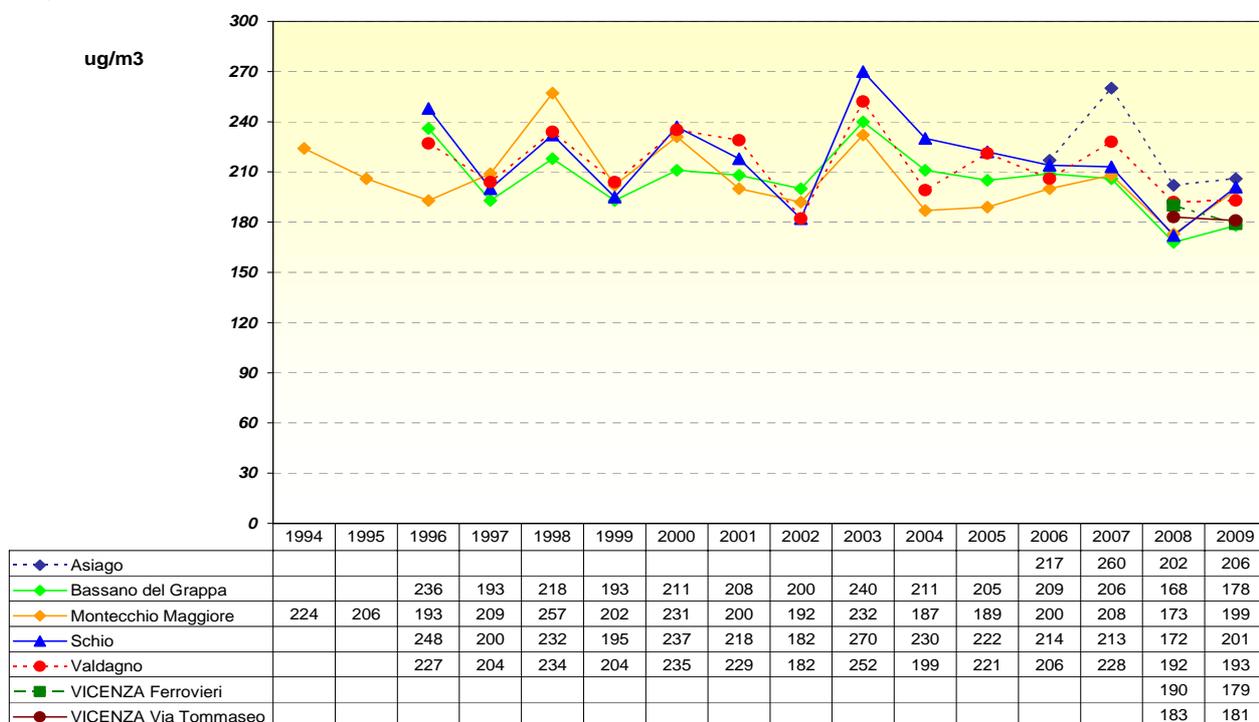


Grafico 8.5 **Numero di giorni di superamento della soglia d'informazione, 180 µg/m³ secondo D.Lgs. n. 183 del 21/05/2004**

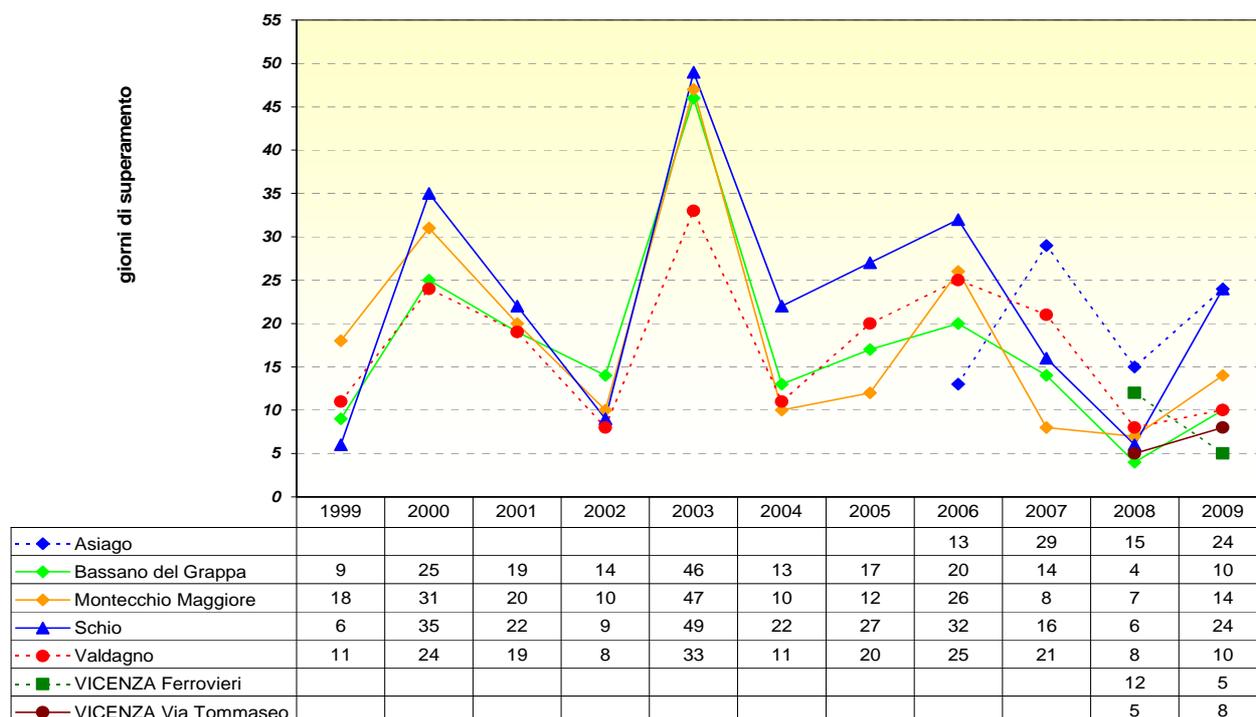


Grafico 8.6 **50° percentile dei valori orari, periodo Aprile-Settembre**

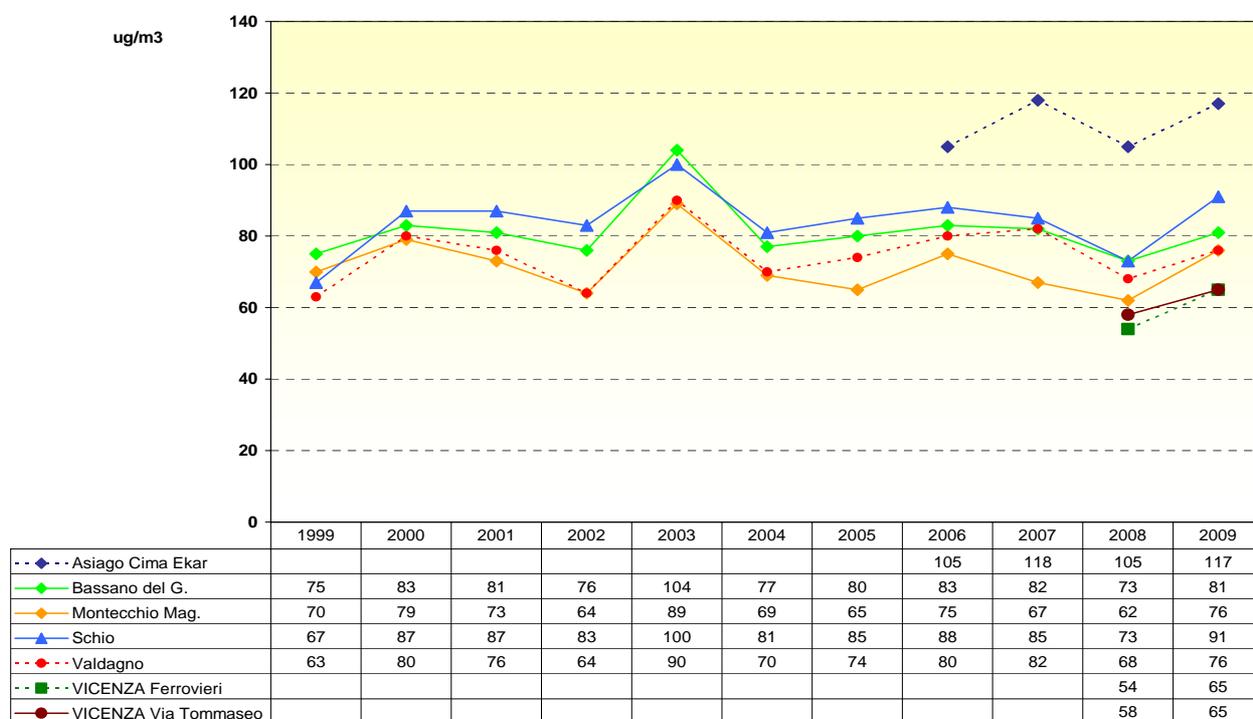


Grafico 8.7 98° percentile dei valori orari periodo Aprile-Settembre

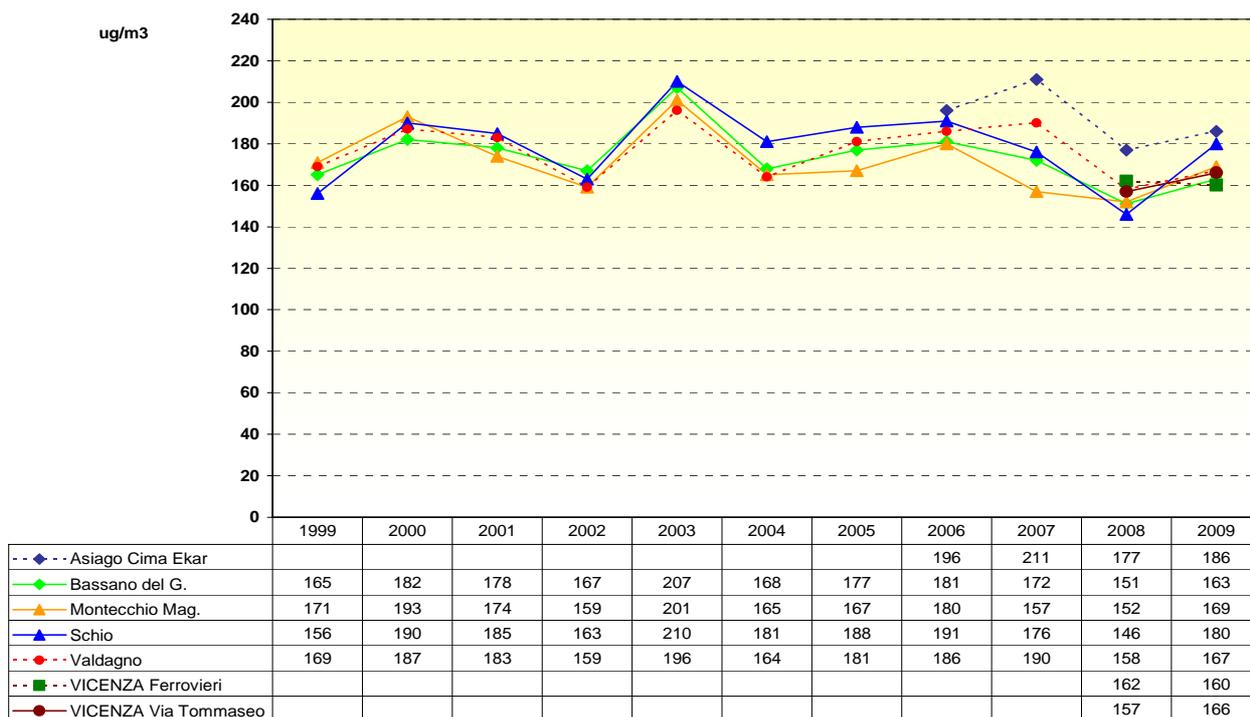
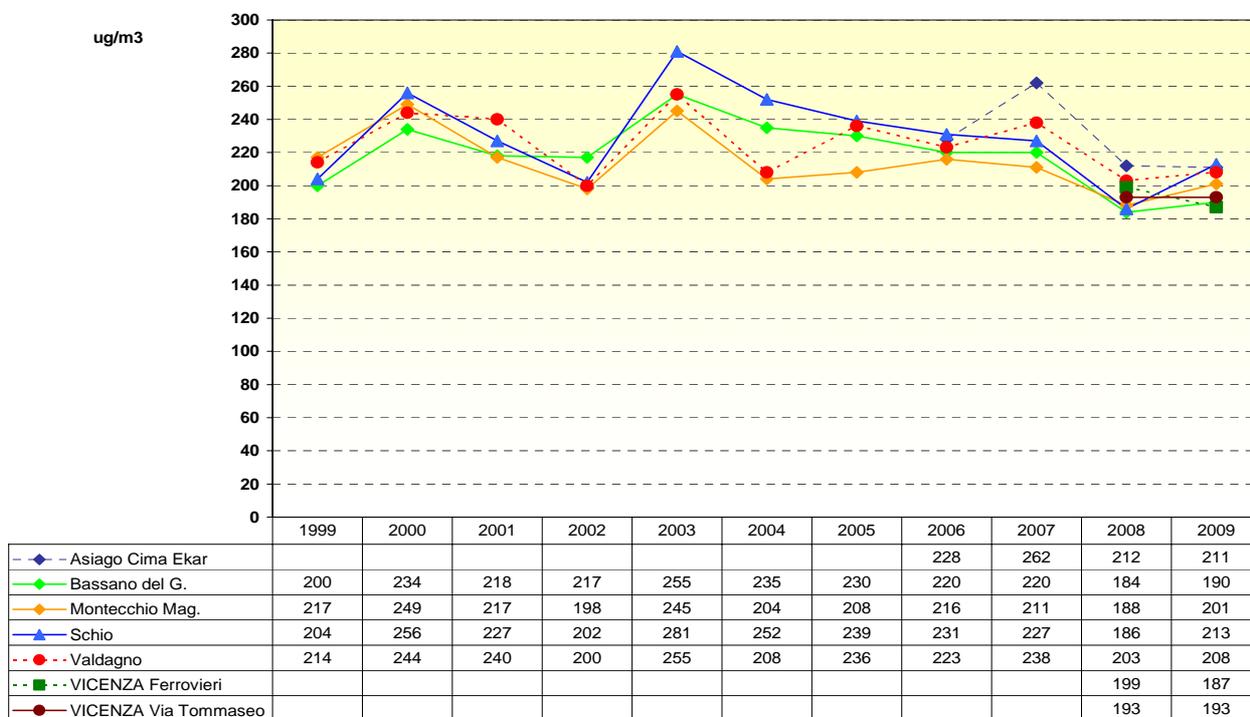


Grafico 8.8 99.9° percentile dei valori orari periodo Aprile-Settembre

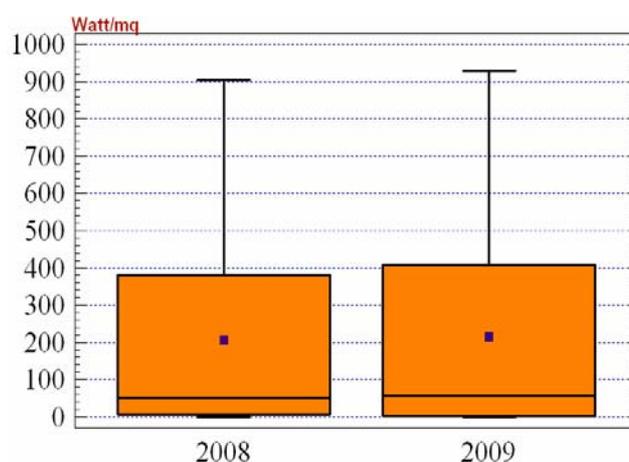
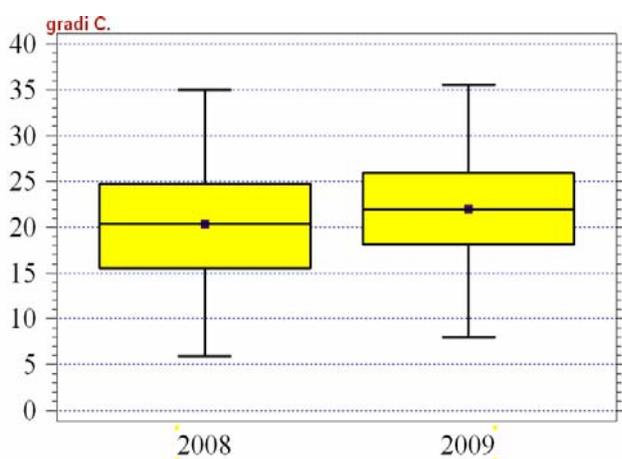


9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

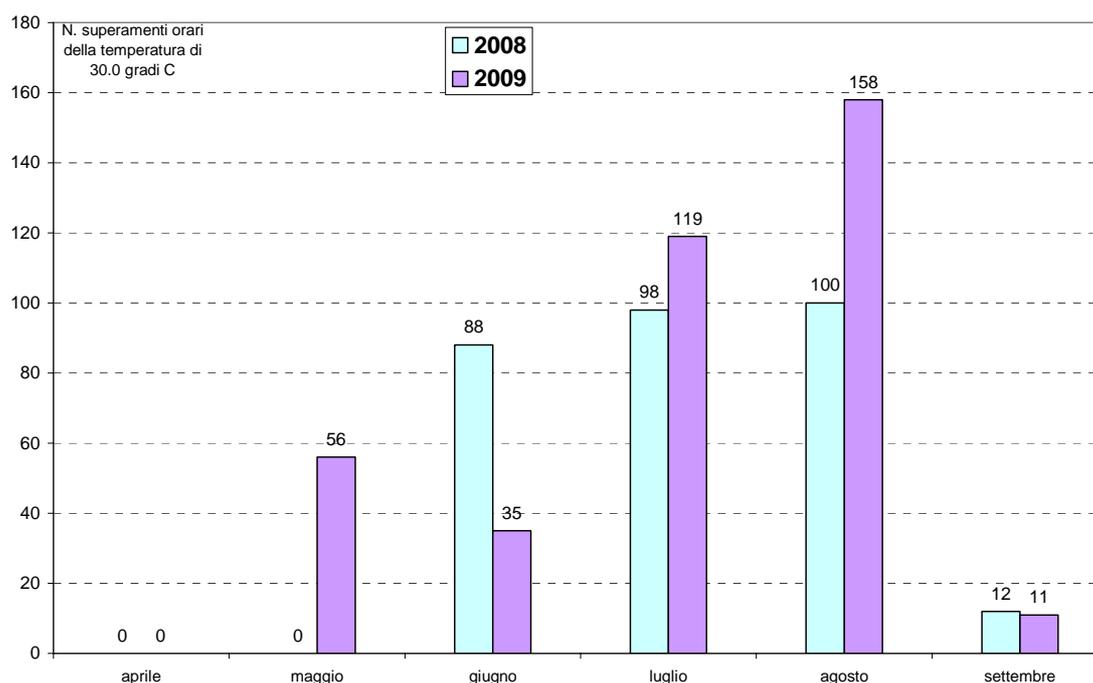
L'Ozono troposferico, inquinante di tipo secondario, ossia derivante prevalentemente da reazioni chimiche fra altre sostanze presenti in aria (soprattutto ossidi di Azoto NO_x e composti organici volatili COV), favorite da radiazione solare intensa e da temperature elevate, è strettamente correlato alle caratteristiche della stagione estiva. L'estate 2009 è stata caratterizzata, nella provincia di Vicenza, da valori di temperatura e radiazione solare leggermente superiori a quelli del 2008. Discreto invece l'aumento del numero di ore con temperatura oraria superiore a 30.0 gradi centigradi, un incremento di oltre il 27 % rispetto al 2008. A conferma si osservino i risultati statistici riportati nei grafici successivi.

Box-whiskers dei valori di temperatura, in gradi centigradi, mediati sui siti di Bassano del G., Montecchio M., Schio e Valdagno, nei semestri aprile-settembre

Box-whiskers dei valori di radiazione solare globale, in Watt/m², mediati sui siti di Bassano del G., Montecchio M., Schio e Valdagno, nei semestri aprile-settembre



Numero di ore con temperatura oraria (mediata sui quattro siti di Bassano del G., Montecchio M., Schio e Valdagno) superiore a 30.0 gradi C.



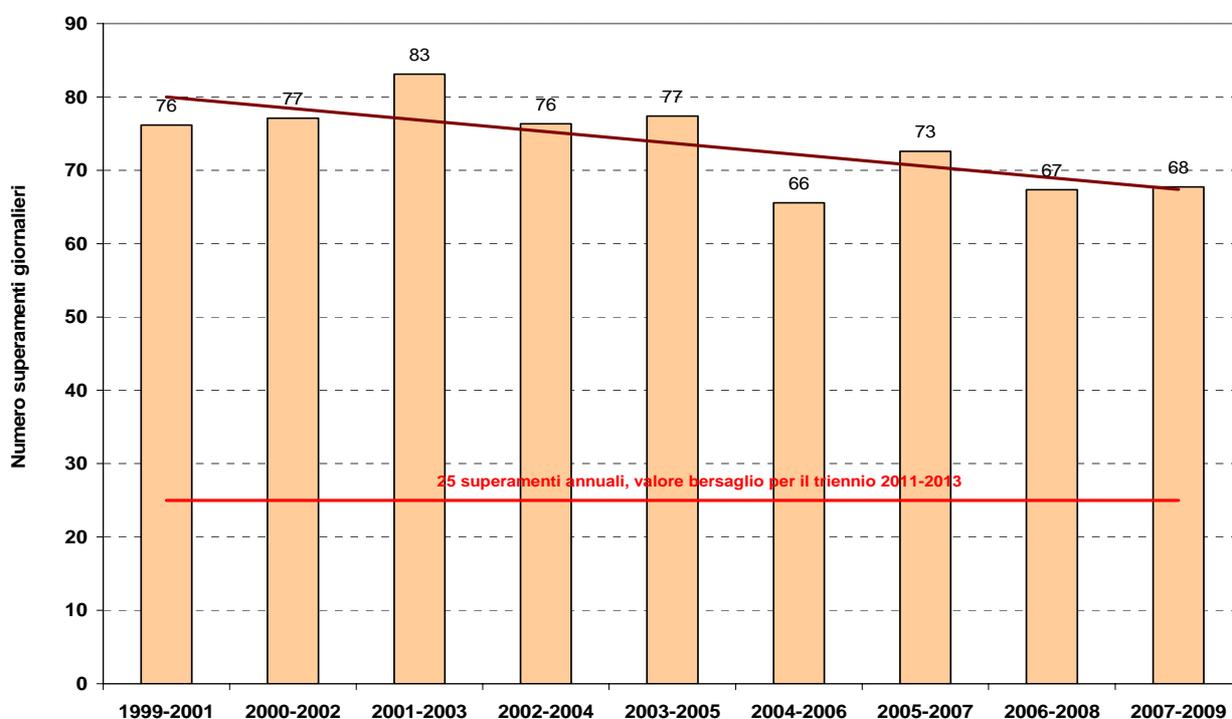
Di conseguenza anche le concentrazioni di Ozono hanno mediamente superato quelle del 2008. Un dato statistico rappresentativo della tendenza centrale della distribuzione dei valori orari, come il 50° percentile, risulta superiore all'analogo valore del 2008, per tutte le stazioni. I valori sono compresi tra i **65** $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di entrambe le stazioni di VICENZA città e i **117** $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di ASIAGO-Cima Ekar. Un altro dato statistico significativo, rappresentativo questo della dispersione dei valori orari, è il 98° percentile. Anche per questo dato si nota un aumento generalizzato rispetto l'anno precedente: fa eccezione la stazione di VICENZA Ferrovieri con un valore praticamente uguale a quello del 2008. L'intervallo dei valori è compreso tra i **160** $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di VICENZA Ferrovieri ed i **186** $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di ASIAGO-Cima Ekar. Anche nel 2009 quest'ultima stazione ha registrato i valori più critici. Si sottolinea che questa criticità viene spiegata proprio con la posizione in quota della stazione, presso l'Osservatorio Astronomico (m. 1363 s.l.m.), peculiarità che riguarda anche altre stazioni di montagna dislocate lungo la catena alpina. L'aumento della radiazione ultravioletta con la quota, abbinato ad una carenza di altri inquinanti che possono interagire con l'Ozono come il Monossido di Azoto, giustificano in parte questi valori elevati. A ciò va aggiunto un maggiore rimescolamento verticale, con cattura di Ozono da strati più elevati di atmosfera, fenomeno che può presentarsi anche nelle ore notturne. Questo è molto più evidente nei mesi invernali, ad esempio il giorno tipo riferito al mese di gennaio (*Grafico 7.8*) mostra una concentrazione quasi costante nelle 24 ore con valori mediamente doppi rispetto a quelli associati agli altri siti.

Il decreto legislativo specifico sull'Ozono, il n. 183 del 21/05/2004, ha introdotto nuovi livelli di riferimento, alcuni efficaci da subito, altri a partire da una certa data. Una valutazione di quest'ultimi è importante però per prevedere se sono compatibili con la situazione odierna ed il relativo andamento o se invece richiedono piani d'azione immediati per poter essere rispettati alla scadenza prevista.

Fra i primi rientrano le soglie di "informazione" e di "allarme", rispettivamente 180 e 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, come valore orario. Il numero di giorni in cui la concentrazione oraria ha superato la prima soglia è risultato abbastanza differente fra i vari siti. Si passa dai **5** giorni della stazione di VICENZA-Ferrovieri ai **24** di SCHIO e ASIAGO. Mediamente c'è stato un raddoppio rispetto al 2008, ritornando a valori più simili a quelli del 2007. Da sottolineare però che per il secondo anno consecutivo non è stato registrato alcun superamento della soglia di allarme.

Valori di riferimento che entreranno in vigore fra qualche anno sono i “*valori bersaglio*”. Il primo valore bersaglio, quello per la protezione della salute umana, prevede che il numero massimo di giorni con massima media mobile 8 ore oltre i $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non può essere superiore a 25, mediando su tre anni consecutivi. Il risultato dovrebbe essere verificato la prima volta nel 2013 utilizzando la media dei giorni di superamento dei tre anni precedenti, quindi a partire dal 2011. Nel *Grafico 8.1* ed in quello presentato in questa pagina sono sintetizzati questo tipo di superamenti utilizzando come anno di partenza del calcolo delle medie triennali l’anno 1999. Il numero di giorni oltre il citato valore bersaglio, nell’ultimo triennio, è decisamente superiore a 25, mediamente **68** (l’intervallo preso in esame, aprile-settembre, può essere considerato rappresentativo dell’intero anno, vista la spiccata stagionalità di questo inquinante), praticamente lo stesso valore del 2008 che era stato 67. Si tratta di un indicatore che comunque mostra un trend alla diminuzione anche se l’obiettivo dei 25 giorni appare decisamente lontano.

Media sulle 4 stazioni (Bassano del Grappa, Montecchio Maggiore, Schio, Valdagno) delle medie triennali dei giorni di superamento della soglia di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da parte della massima media mobile 8 ore nel periodo aprile-settembre



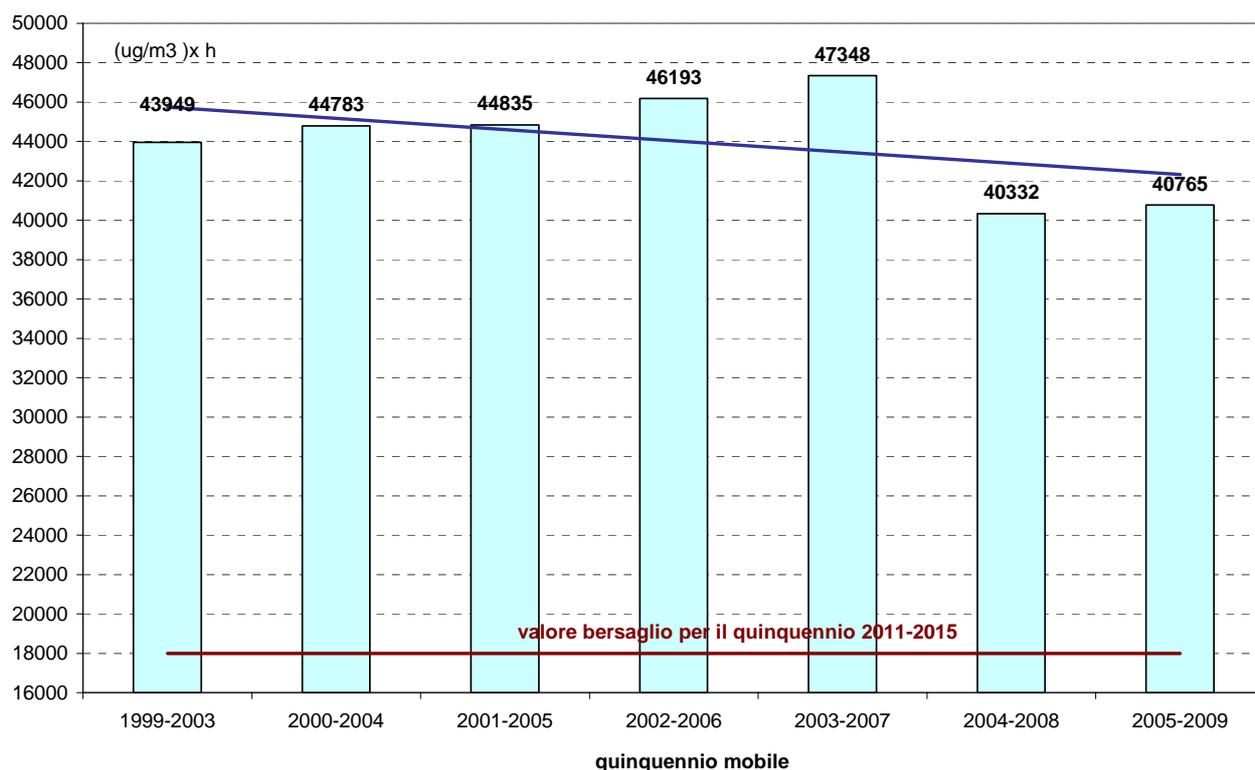
L'altro valore bersaglio, specifico per la protezione della vegetazione, viene chiamato AOT40 e l'algoritmo di calcolo è definito dalla formula:

$$\text{AOT40}_{\text{stimato}} = \text{AOT40}_{\text{misurato}} \times (\text{Possibile numero totale di ore}) / \text{Numero di valori orari validi}$$

dove per AOT40 misurato si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rilevate in un dato periodo di tempo (nel nostro caso da maggio a luglio), utilizzando solo i valori orari di ogni giorno compresi tra le 8:00 e le 20:00

Per come è stato fissato dal D.Lgs. n. 183 del 21/05/2004 verrà calcolato correttamente per la prima volta nel 2015 ed espresso come media sui 5 anni precedenti. Il valore bersaglio, a partire da quella data, dovrà essere 18000. Il grafico successivo riporta questo dato, mediato sulle quattro stazioni attive per le quali è attualmente possibile calcolarlo, a partire dal quinquennio 1999-2003. I valori superano sistematicamente la cifra 40000. L'anno scorso, con l'uscita dal computo della media mobile quinquennale dell'anno 2003, il più critico in assoluto, e l'inserimento del decisamente più favorevole 2008, si era registrata una netta diminuzione di questo numero in tutte le stazioni. Nel 2009 invece c'è una leggera ripresa di questo indicatore. Vale la stessa considerazione fatta per l'altro valore bersaglio, la notevole distanza con il limite da raggiungere nel 2015.

Media sulle 4 stazioni (Bassano del Grappa, Montecchio Maggiore, Schio e Valdagno) dei valori di AOT40 in $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$



Dipartimento Provinciale di Vicenza
Servizio Sistemi Ambientali
Via Spalato, 14/16
36100 Vicenza
Italy
Tel. +39 0444 217311
Fax +39 0444 217347
e-mail: dapvi@arpa.veneto.it

Ottobre 2009



ARPAV

Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Direzione Generale
Via Matteotti, 27
35131 Padova
Tel. +39 049 82 39301
Fax. +39 049 66 0966
E-mail urp@arpa.veneto.it
www.arpa.veneto.it