



# Comune di Treviso

Settore 14° - Ambiente  
Servizio 85 - Monitoraggio Ambientale  
Tel: 0422.658428/493 – Fax: 0422.658392  
E-mail: [ambientetv@hotmail.com](mailto:ambientetv@hotmail.com)  
web: [www.comune.treviso.it](http://www.comune.treviso.it)

## RELAZIONE ANNUALE SULLA QUALITA' DELL'ARIA - ANNO 2001 -



Il Dirigente del Settore Ambiente  
(Ing. Paolo Pierobon)

<b><u>INTRODUZIONE</u></b>	<b>1</b>
<b>INQUINAMENTO DA TRAFFICO VEICOLARE</b>	<b>3</b>
<b>RIFERIMENTI LEGISLATIVI</b>	<b>4</b>
<b><u>INQUINANTI MONITORATI</u></b>	<b>7</b>
<b>BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)</b>	<b>7</b>
<b>OSSIDI DI AZOTO (NO<sub>x</sub>)</b>	<b>8</b>
<b>MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)</b>	<b>13</b>
<b>OZONO (O<sub>3</sub>)</b>	<b>15</b>
<b>PARTICOLATO (PTS E PM10)</b>	<b>17</b>
<b>METALLI PESANTI</b>	<b>20</b>
- CADMIO (Cd)	20
- MERCURIO (Hg)	21
- NICKEL (Ni)	21
- PIOMBO (Pb)	21
<b>IDROCARBURI (HC E NMHC)</b>	<b>22</b>
- BENZENE	23
- TOLUENE	23
<b><u>CONCLUSIONI</u></b>	<b>28</b>
<b><u>INDICE GENERALE DEGLI INDICATORI</u></b>	<b>30</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>31</b>

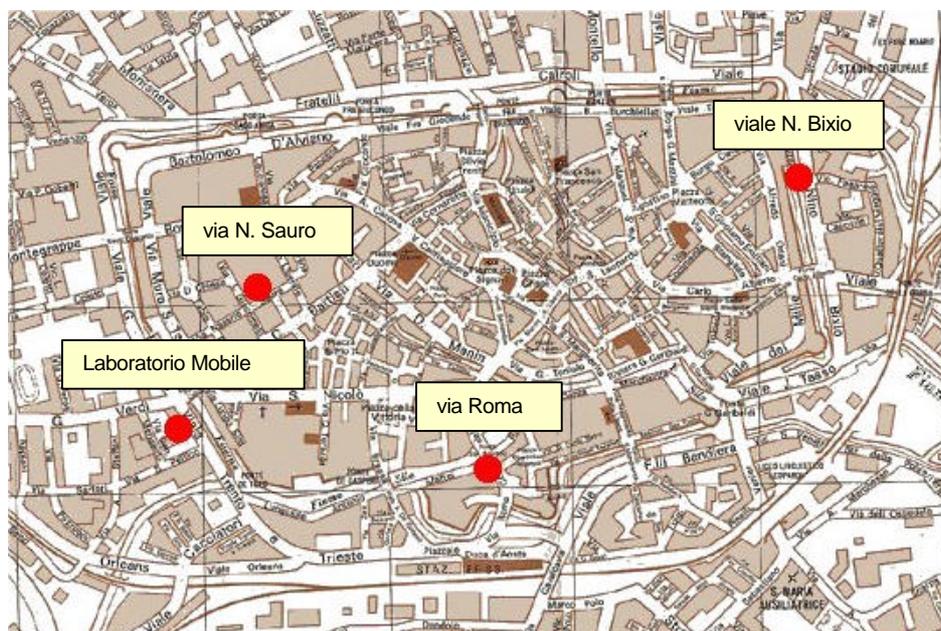
## INTRODUZIONE

La presente relazione sintetizza i dati rilevati per l'anno 2001 dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria del Comune di Treviso (via Roma e viale N. Bixio) dal 1 gennaio al 15 ottobre 2001 e dal 1 novembre al 31 dicembre 2001 presso la stazione dell'ARPAV situata in via N. Sauro.

Con deliberazione ARPAV n.580 del 13 agosto 2001 è stato infatti approvato lo schema di convenzione tra ARPAV e Comune di Treviso per il trasferimento della rete di rilevamento della qualità dell'aria del Comune al Dipartimento Provinciale ARPAV di Treviso. Le due cabine comunali sono state disattivate a partire dalla metà di ottobre 2001.

Inoltre, nel periodo compreso tra il 4 dicembre 2001 e il 9 gennaio 2002, è stata monitorata la qualità dell'aria in via Trento Trieste in prossimità di p.ta Calvi con il Laboratorio Mobile di proprietà dell'ARPAV.

Nella seguente figura vengono indicati i punti in cui sono posizionate le stazioni di rilevamento della qualità dell'aria nel comune di Treviso.



Posizione delle stazioni di rilevamento aria nel comune di Treviso

Presso le stazioni della rete sono stati monitorati i seguenti inquinanti:

Stazione di via Roma: Monossido di carbonio CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), Ossidi di azoto NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Anidride solforosa SO<sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Particolato Totale Sospeso PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );

Stazione di viale N. Bixio: Monossido di carbonio CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), Ossidi di azoto NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Ozono O<sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Anidride solforosa SO<sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Particolato Totale Sospeso PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Idrocarburi metanici e non metanici HC/NMHC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );



**Stazione di via Roma**



**Stazione di viale N. Bixio**

Stazione di via N. Sauro: Monossido di carbonio CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), Ossidi di azoto NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Anidride solforosa SO<sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), frazione inalabile delle polveri PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Benzene, toluene, xileni, etilbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );

Laboratorio Mobile: Monossido di carbonio CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), Ossidi di azoto NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Ozono O<sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Anidride solforosa SO<sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), frazione inalabile delle polveri PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Benzene, toluene, xileni, etilbenzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Sulle polveri PM10 sono stati inoltre monitorati i metalli pesanti indicati come prioritari dalle recenti direttive. Tali metalli sono Nickel, Mercurio, Cadmio, Piombo. Le concentrazioni rilevate sono fornite come media relativa al periodo di monitoraggio.



**Stazione di via N. Sauro**



**Laboratorio Mobile - via Trento Trieste**

Per la classificazione dei punti di campionamento si fa riferimento al D.M. 20/05/1991 "Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria". Il decreto fornisce le linee guida per la definizione di una stazione di monitoraggio della qualità dell'aria in ambito urbano, attraverso l'identificazione degli inquinanti da valutare e del numero e tipologia di stazioni presso le quali effettuare le misure di tali contaminanti.

Le stazioni della rete comunale di Treviso, in riferimento al citato decreto, possono essere classificate nel seguente modo:

Stazione di viale N. Bixio	Tipo B/C
Stazione di via Roma	Tipo B/C
Stazione di via N. Sauro	Tipo B
Laboratorio Mobile (via Trento Trieste)	Tipo B/C

Le stazioni di Tipo B sono rivolte alla valutazione dell'esposizione della popolazione all'inquinamento. Sono posizionate in zone ad elevata densità abitativa nelle quali misurare la concentrazione di alcuni inquinanti primari e secondari.

Le stazioni di Tipo C sono situate in zone ad elevato traffico per la misura degli inquinanti emessi direttamente dal traffico autoveicolare, situate in zone ad alto rischio espositivo quali strade ad elevato traffico e bassa ventilazione. In tal caso, i valori di concentrazione rilevati sono caratterizzati da una rappresentatività limitata alle immediate vicinanze del punto di prelievo.

### *Inquinamento da traffico veicolare*

Il traffico veicolare che costituisce la principale causa dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane è all'origine di elevate concentrazioni di inquinanti nelle aree occupate da grandi infrastrutture stradali e in modo particolare quando a un elevato traffico corrispondono condizioni poco favorevoli alla dispersione. Queste situazioni, oltre ad avere effetti negativi sulla salute delle persone che permangono in tale zona per periodi significativi, hanno anche un impatto sugli ecosistemi e sulla vegetazione circostante, nonché su eventuali altri recettori presenti.

In ambiente urbano il traffico è responsabile, mediamente in un anno, della quasi totalità delle emissioni di monossido di carbonio e di una quota elevata di ossidi di azoto, idrocarburi non metanici e spesso, della frazione inalabile e respirabile delle particelle sospese. A livello provinciale l'emissione di ossido di carbonio da traffico stradale costituisce circa il 50% del totale, il 35% deriva dal trattamento e

smaltimento di rifiuti e solo il 5% deriva da combustione a livello industriale (ARPAV, 2000).

Queste considerazioni stanno alla base dei dettami del DM n. 163/99 che, anticipando i contenuti della Direttiva Europea 96/62/CEE e del D. Lgs. n. 351/99, prevede la possibilità di intervenire sulla principale sorgente di inquinamento atmosferico in ambito urbano, il traffico autoveicolare, al fine di limitarne l'incidenza sulla qualità dell'aria.

La caratterizzazione delle emissioni da traffico è dunque di importanza fondamentale nello studio dell'inquinamento urbano, e non solo per le quantità emesse ma anche per le modalità con cui avviene il rilascio, generalmente a poche decine di centimetri dal suolo.

Le emissioni possono suddividersi in due distinte tipologie: le emissioni allo scarico e quelle evaporative. Le prime, quantitativamente più rilevanti, sono direttamente conseguenti al processo di combustione e risultano dipendenti da diversi fattori. In particolare le emissioni differiscono in relazione con la performance, l'età, la temperatura e il tipo di motore, con le condizioni di combustione, col tipo di combustibile, con lo stile di guida e con le situazioni ambientali. Condizioni di esercizio severe del veicolo (bassa velocità, ripetuti cambi di marcia, e frequenti soste al minimo) come quelle determinate da condizioni di traffico intenso hanno evidenziato una maggiore emissione di idrocarburi incombusti poiché i motori a basso regime sono generalmente alimentati con miscele ricche o perché il convertitore presenta una minore efficienza.

Le emissioni differiscono inoltre a seconda del tipo di motore che le produce: a benzina o diesel. I motori a benzina emettono un maggiore quantitativo di monossido di carbonio ed idrocarburi, mentre i diesel presentano valori più elevati di emissione di ossidi di azoto e particolato. Molte delle sostanze emesse dagli scarichi autoveicolari sono potenzialmente dannose per la salute umana.

Le emissioni evaporative derivano principalmente dalla volatilità del combustibile e risultano pertanto costituite unicamente da idrocarburi. Esse si verificano sia durante la marcia, sia nelle soste a motore spento.

### Riferimenti legislativi

Negli ultimi anni sono state emanate diverse Direttive che definiscono i livelli di accettabilità degli inquinanti in atmosfera, stabiliscono i metodi di riferimento per la misura degli stessi, fissano i criteri per la determinazione dei siti di campionamento.

Tra i livelli di accettabilità valgono tutt'oggi i valori limite, introdotti dal DPCM 28/3/83 n° 30, identificabili come:

limiti massimi di accettabilità delle concentrazione degli inquinanti direttamente rilevabili nell'ambiente esterno;

limiti massimi di esposizione intesi come dose assorbita, dati dal prodotto di concentrazione per le rispettive durate temporali.

Tali valori sono stati modificati dal successivo DPR 203/88 che, recependo alcune Direttive Comunitarie in materia di inquinamento atmosferico, ha adeguato gli standard di qualità dell'aria alle normative europee ed ha introdotto, accanto ai limiti massimi, i valori guida di qualità dell'aria, ovvero le concentrazioni da raggiungere progressivamente per garantire la massima tutela dell'ambiente e della salute umana.

Il DM 15 aprile 1994, successivamente modificato dal DM 25 novembre 1994 modifica i livelli di attenzione e di allarme introdotti con il DM 12/11/1992. Indica inoltre gli obiettivi di qualità per i parametri non convenzionali quali PM10, benzene, IPA.

Nella Tabelle 1 e 2 vengono schematizzati i valori limite e i valori guida di qualità dell'aria a medio e lungo termine in base a quanto definito dal DPCM 28/3/83 e DPR 203/88. Nelle Tabella 3 vengono riportati i livelli di attenzione, di allarme e gli obiettivi di qualità definiti dal DM 25/11/94 mentre in Tabella 4 sono riassunti i livelli di concentrazione di ozono dettati dal DM 16/5/96 e dal DM 25/11/94.

TABELLA 1 - VALORI LIMITE DI QUALITÀ DELL'ARIA (DPCM 28/3/83 E DPR 203/88)

INQUINANTE	CONCENTRAZIONE	METODO DI CALCOLO	PERIODO DI RIFERIMENTO
<b>Valori limite (DPCM 28/3/83 e DPR 203/88)</b>			
SO <sub>2</sub>	80 µg/m <sup>3</sup>	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno	1/4 – 31/3
	250 µg/m <sup>3</sup>	98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno	1/4 – 31/3
	130 µg/m <sup>3</sup>	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate in inverno	1/10 – 31/3
NO <sub>2</sub>	200 µg/m <sup>3</sup>	98° percentile delle concentrazioni medie orarie rilevate nell'arco di un anno	1/1 – 31/12
PTS	150 µg/m <sup>3</sup>	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno	Un anno
	300 µg/m <sup>3</sup>	95° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno	Un anno
CO	10 mg/m <sup>3</sup>	Concentrazione media di 8 ore	8 ore
	40 mg/m <sup>3</sup>	Concentrazione media oraria	8 ore
O <sub>3</sub>	200 µg/m <sup>3</sup>	Concentrazione media oraria da non raggiungere più di una volta al mese	Un mese
Pb	2 µg/m <sup>3</sup>	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate in un anno	Un anno
NMHC	200 µg/m <sup>3</sup>	Concentrazione media di 3 ore per zone e periodi indicati dalla Regione in cui è superato il limite per l'ozono	

TABELLA 2 - VALORI GUIDA DI QUALITÀ DELL'ARIA (DPR 203/88)

INQUINANTE	CONCENTRAZIONE	METODO DI CALCOLO	PERIODO DI RIFERIMENTO
<b>Valori guida (DPR 203/88)</b>			
SO <sub>2</sub>	40-60 µg/m <sup>3</sup>	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno	1/4 – 31/3
	100-150 µg/m <sup>3</sup>	Concentrazione media di 24 ore	Ore 00-24
NO <sub>2</sub>	50 µg/m <sup>3</sup>	50° percentile delle concentrazioni medie orarie rilevate nell'arco di un anno	1/1 – 31/12
	135 µg/m <sup>3</sup>	98° percentile delle concentrazioni medie orarie rilevate nell'arco di un anno	1/1 – 31/12
PTS	40-60 µg/m <sup>3</sup>	Media aritmetica delle concentrazioni medie orarie rilevate nell'arco di un anno	1/4 – 31/3
	100-150 µg/m <sup>3</sup>	Concentrazione media di 24 ore	Ore 00-24

TABELLA 3 - LIVELLI DI ATTENZIONE E DI ALLARME (DM 25/11/94)

INQUINANTE	CONCENTRAZIONE	METODO DI CALCOLO
<b>Livelli di attenzione (DM 25/11/94)</b>		
SO <sub>2</sub>	125 µg/m <sup>3</sup>	Media giornaliera
NO <sub>2</sub>	200 µg/m <sup>3</sup>	Media oraria
PTS	150 µg/m <sup>3</sup>	Media giornaliera
CO	15 mg/m <sup>3</sup>	Media oraria
O <sub>3</sub>	180 µg/m <sup>3</sup>	Media oraria
<b>Livelli di allarme (DM 25/11/94)</b>		
SO <sub>2</sub>	250 µg/m <sup>3</sup>	Media giornaliera
NO <sub>2</sub>	400 µg/m <sup>3</sup>	Media oraria
PTS	300 µg/m <sup>3</sup>	Media giornaliera
CO	30 mg/m <sup>3</sup>	Media oraria
O <sub>3</sub>	360 µg/m <sup>3</sup>	Media oraria
<b>Valori obiettivo di qualità dell'aria dal 1/1/99 (DM 25/11/94)</b>		
PM10	40 µg/m <sup>3</sup>	Media mobile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno
Benzene	10 µg/m <sup>3</sup>	Media mobile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno
IPA	1 ng/m <sup>3</sup>	Media mobile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno

TABELLA 4 - LIVELLI DI CONCENTRAZIONE DI OZONO (DM 16/5/96)

LIVELLO	CONCENTRAZIONE	METODO DI CALCOLO
<b>Livelli di concentrazione di ozono (DM 16/5/96)</b>		
Livello per la protezione della salute	Media mobile di 8 ore	110 µg/m <sup>3</sup>
Livello per la protezione della vegetazione	Valore medio di 1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>
	Valore medio di 24 ore	65 µg/m <sup>3</sup>

La normativa in tema di controllo dell'inquinamento è in rapida evoluzione: Il Decreto Legislativo n°351/99, che ha recepito la Direttiva 96/62/CE, stabilisce nuovi criteri di riferimento per la valutazione e la gestione della qualità dell'aria. Esso tuttavia rimane allo stato attuale ancora inapplicato per la mancanza dei relativi decreti attuativi. La Direttiva Quadro 96/62/CE introduce importanti novità, quali l'allargamento del numero di inquinanti da sottoporre a campagne specifiche di monitoraggio e la necessità di stabilire valori limite, più restrittivi rispetto agli attuali, sia per gli inquinanti convenzionali (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PTS, O<sub>3</sub>, CO, Piombo) sia per i non convenzionali (PM10, benzene, IPA) ma anche per cadmio, arsenico, nichel, mercurio.

Secondo quanto esposto nelle Direttive 99/30/CE e 00/69/CE, la misurazione nei siti fissi è richiesta solo in corrispondenza a zone con livelli di inquinamento più critici, mentre per situazioni meno compromesse, le misurazioni possono essere combinate con tecniche di modellizzazione, che possono diventare l'unico strumento valutativo per situazioni rispondenti agli standard di qualità.

## **INQUINANTI MONITORATI**

### *Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)*

E' un tipico inquinante delle aree urbane e industriali dove l'elevata densità degli insediamenti ne favorisce l'accumulo soprattutto in condizioni meteorologiche sfavorevoli di debole ricambio delle masse d'aria.

Lo zolfo presente globalmente in atmosfera proviene per circa due terzi da fonti naturali (tipicamente i vulcani) e per la restante parte dall'attività dell'uomo.

Le emissioni di origine antropica sono dovute prevalentemente all'utilizzo di combustibili solidi e liquidi e sono correlate al contenuto di zolfo negli stessi, sia come impurezze sia come costituenti nella formulazione molecolare del combustibile (gli oli). L'estesa metanizzazione per le utenze ad uso civile e la progressiva riduzione di zolfo nei combustibili liquidi ha reso infatti, nel tempo, poco significativa la presenza di questo inquinante.

Attualmente il contenuto di zolfo nelle benzine è molto ridotto in quanto causa l'avvelenamento delle marmitte catalitiche, presenti ormai in molte vetture, e le rende inattive.

I livelli naturali di SO<sub>2</sub> sono generalmente inferiori a 5 µg/m<sup>3</sup> mentre le concentrazioni medie annue nelle aree rurali dell'Europa sono comprese tra 5 e 25 µg/m<sup>3</sup> (WHO, 1987a).

Nella Tabella 5 vengono riportati i valori medi giornalieri rilevati nel periodo di osservazione e l'efficienza della rete intesa come numero di dati orari attendibili sul numero teorico totale.

TABELLA 5 – VALORI MEDI GIORNALIERI DI BISSIDO DI ZOLFO

Stazione Tipo B/C	periodo di osservazione	efficienza della rete	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media dei valori medi giornalieri	media giornaliera più elevata
via Roma	1 gennaio '01 – 22 ottobre '01	84%	12	68
viale N. Bixio	1 gennaio'01 – 15 ottobre'01	68%	17	71
Laboratorio Mobile	4 dicembre'01 – 9 gennaio '02	95%	16	71

Stazione Tipo B	periodo di osservazione	efficienza della rete	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media dei valori medi giornalieri	media giornaliera più elevata
via N. Sauro	1 ottobre'01 – 31 dicembre'01	90%	7	16

Nonostante i periodi di osservazione siano parziali rispetto al riferimento di un anno, e non sia possibile confrontare direttamente i valori riscontrati con quelli normati, si osserva che le concentrazioni medie calcolate risultano nettamente inferiori ai valori guida di 40 – 60 µg/m<sup>3</sup> stabiliti dalla normativa DPCM 28/3/1983 e DPR 203/88 (rif. Tabella 2).

La concentrazione massima pari a 71 µg/m<sup>3</sup> riscontrata in viale N. Bixio e in via Trento Trieste risulta inoltre molto inferiore ai 125 µg/m<sup>3</sup> individuati come livello di attenzione dal D.M. 25/11/94.

### Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)

La maggior parte degli ossidi di azoto (monossido di azoto NO e biossido di azoto NO<sub>2</sub>) sinteticamente riassunti nella formula NO<sub>x</sub>, vengono introdotti in atmosfera come NO. Questo gas inodore e incolore viene gradualmente ossidato a NO<sub>2</sub> da parte di composti ossidanti presenti in atmosfera.

Si valuta che la quantità di ossidi di azoto prodotta dalle attività umane rappresenti circa un decimo di quella prodotta dalla natura, ma, mentre le emissioni prodotte da sorgenti naturali sono uniformemente distribuite, quelle antropiche si concentrano in aree relativamente ristrette.

I livelli naturali di NO<sub>2</sub>, emessi soprattutto dall'attività batterica, oscillano nell'intervallo compreso tra meno di 1 e più di 9 µg/m<sup>3</sup> (WHO, 1994). Le medie annuali di diverse città europee non eccedono i 40 µg/m<sup>3</sup> (WHO, 1999). Le medie delle principali città dei paesi industrializzati sono comprese tra 20-90 µg/m<sup>3</sup>, con una concentrazione massima oraria che può raggiungere i 75-1000 µg/m<sup>3</sup> (WHO, 1994).

L'uomo produce NO<sub>x</sub> principalmente mediante i processi di combustione che avvengono nei veicoli a motore, negli impianti di riscaldamento domestico, nelle attività industriali.

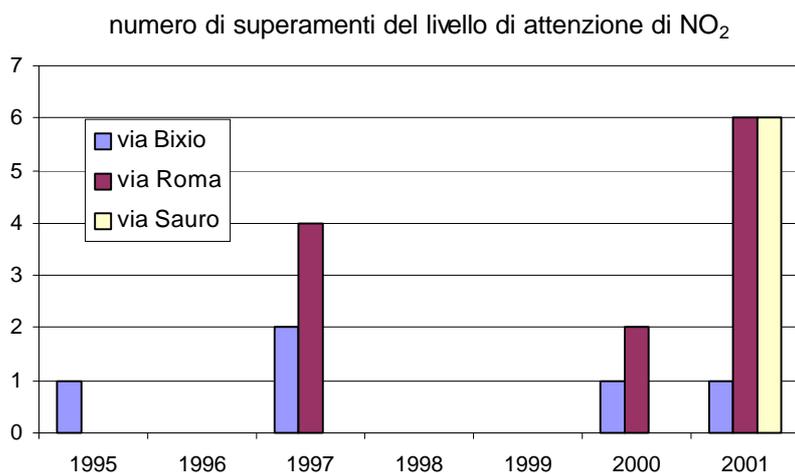
Nell'arco della giornata le concentrazioni urbane di NO<sub>2</sub> verificano spesso una significativa correlazione con l'andamento dei flussi di traffico veicolare (WHO, 1999). In particolare i motori diesel producono più ossidi di azoto dei motori a benzina poiché utilizzano miscele molto povere in termini di aria-combustibile.

I livelli medi di concentrazione di biossido di azoto sono più elevati nel periodo invernale rispetto al periodo estivo.

Il solo aumento delle emissioni dovuto all'utilizzo delle caldaie per riscaldare gli ambienti domestici e lavorativi non è sufficiente a spiegare una variazione stagionale delle concentrazioni medie di biossido di azoto così marcate.

E' chiaro che oltre all'aumento delle emissioni di ossidi di azoto ci sono altri fattori che contribuiscono ad aumentare questa differenza. Importanti sono le differenti condizioni di stabilità atmosferica e le condizioni meteorologiche durante l'inverno caratterizzate da frequenti fenomeni di inversione termica che fanno sì che l'altezza dello strato di rimescolamento diminuisca impedendo una migliore diluizione del biossido di azoto in atmosfera con conseguente aumento dei valori di concentrazione a basse quote.

Nel Comune di Treviso, dotato a partire dal 1995 delle due centraline di monitoraggio di viale N. Bixio e via Roma, si sono osservati occasionali superamenti dei valori di concentrazione di NO<sub>2</sub> indicati come riferimento nelle normative vigenti. La Figura 1 mostra il numero di superamenti del livello di attenzione del biossido di azoto, come previsto dal D.M. 25/11/94, osservati presso le stazioni di via Roma e viale N. Bixio dal 1995. Per l'anno 2001 vengono indicati anche i superamenti rilevati presso la stazione di via N. Sauro; in Tabella 6 sono indicati i periodi di osservazione.



**Figura 1 - numero di superamenti del livello di attenzione di NO<sub>2</sub> riscontrato nella rete di rilevamento della qualità dell'aria del Comune di Treviso.**

Dalla figura si osserva che negli anni 1996, 1998 e 1999 non si è rilevato alcun superamento del livello di attenzione del biossido di azoto. Tale fenomeno può essere legato alle condizioni atmosferiche di quegli anni. Nel periodo autunnale, e in particolare nel periodo compreso tra il 15 settembre e fine novembre si sono osservati diversi fenomeni pluviometrici dovuti a perturbazioni atlantiche che hanno influito sulle dispersione degli inquinanti.

Nell'anno 2001 si sono invece osservati frequenti superamenti del livello di attenzione, complice la particolare siccità e la presenza costante del fenomeno di inversione termica, in modo particolare durante l'inverno, che ha causato il ristagno degli inquinanti.

In Tabella 6 vengono riportati i superamenti del livello di attenzione di biossido di azoto rilevati presso la stazione della rete nel periodo di osservazione e l'efficienza della rete intesa come numero di dati orari attendibili sul numero teorico totale.

TABELLA 6 – SUPERAMENTI DEL LIVELLO DI ATTENZIONE DI BLOSSIDO DI AZOTO SECONDO DM 25/11/94 - CONCENTRAZIONE MEDIA ORARIA (200 µg/m<sup>3</sup>)

Stazione Tipo B/C	Periodo di osservazione dell'anno 2001	efficienza della rete	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) concentrazioni che superano il livello di attenzione	Data
via Roma	1 gennaio – 10 settembre	89%	211	1 febbraio
			207	23 febbraio
			245	13 marzo
			231	28 maggio
			231	30 maggio
			273	31 maggio
viale N. Bixio	1 gennaio – 16 ottobre	84%	234	13 ottobre

Stazione Tipo B	Periodo di osservazione dell'anno 2001	efficienza della rete	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) concentrazioni che superano il livello di attenzione	Data
via N. Sauro	1 novembre – 31 dicembre	94%	206	26 novembre
			240	10 dicembre
			231	17 dicembre
			242	20 dicembre
			207	21 dicembre
			242	22 dicembre

Nella tabella non viene riportato alcun superamento del livello di attenzione osservato presso il Laboratorio Mobile in via Trento Trieste. Tuttavia, nello stesso periodo presso la stazione di via N. Sauro si sono rilevati frequenti superamenti. La spiegazione di tale fenomeno è legata alla natura dell'inquinante. Il biossido di azoto è un inquinante secondario che si forma in seguito all'ossidazione del monossido di azoto NO prodotto direttamente dalla combustione; la formazione avviene a seguito di reazioni con ozono o con altri ossidanti presenti in aria e la sua massima concentrazione si forma in luoghi distanti dalla zona in cui avviene la produzione di NO.

In via Trento Trieste, zona altamente trafficata (stazione di Tipo B/C), si sono quindi riscontrate elevate concentrazioni di NO, prodotto per lo più dal traffico veicolare. Nello stesso periodo in via N. Sauro, zona residenziale (stazione di Tipo B), si sono rilevate piccole quantità di NO ed elevate quantità di NO<sub>2</sub>.

La Figura 2 pone a confronto l'andamento orario delle concentrazioni di biossido di azoto rilevato presso le due stazioni nella giornata di lunedì 10 dicembre 2001.

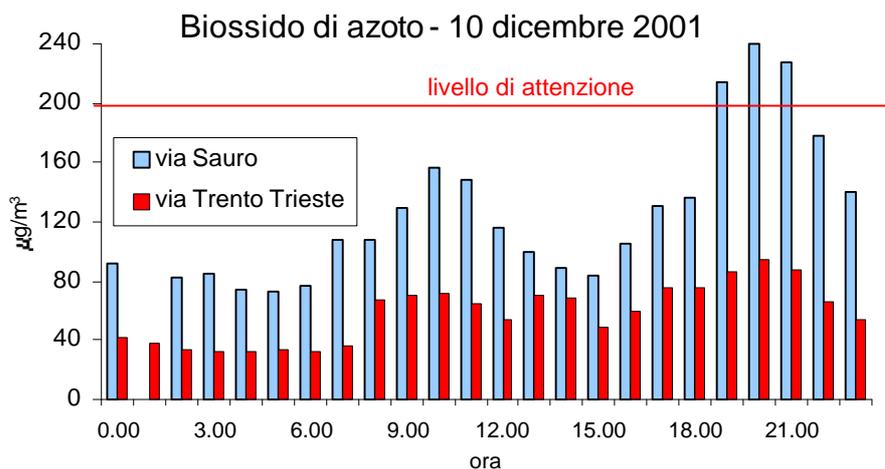


Figura 2 – concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> rilevato il giorno 10 dicembre '01 presso le stazioni di via N. Sauro (stazione di Tipo B) e il Laboratorio Mobile posizionato in via Trento Trieste (stazione di Tipo B/C).

Nella figura si osserva il caratteristico andamento degli inquinanti con concentrazioni maggiori nelle ore di maggior traffico veicolare e con la maggior concentrazione nella stazione lontana dal traffico.

Anche nel caso del biossido di azoto, nonostante i periodi di osservazione parziali siano troppo limitati rispetto a quanto previsto dal DPR 203/88 (rif. Tabella 2), è possibile confrontare indicativamente i valori di 50° e 98°percentile\* riscontrati con quelli normati.

TABELLA 7 – PERCENTILI CALCOLATI SUI VALORI ORARI DI BISSIDO DI AZOTO RILEVATO NELLE STAZIONI DI VIALE N. BIXIO E VIA ROMA DAL 1996 AL 2001

Periodo di osservazione	viale N. Bixio	via Roma	viale N. Bixio	via Roma
	NO <sub>2</sub> - 50° percentile Valore guida 50 µg/m <sup>3</sup>		NO <sub>2</sub> - 98° percentile Valore guida 135 µg/m <sup>3</sup>	
1996	69 µg/m <sup>3</sup>	62 µg/m <sup>3</sup>	130 µg/m <sup>3</sup>	115 µg/m <sup>3</sup>
1997	71 µg/m <sup>3</sup>	63 µg/m <sup>3</sup>	146 µg/m <sup>3</sup>	132 µg/m <sup>3</sup>
1998	55 µg/m <sup>3</sup>	49 µg/m <sup>3</sup>	135 µg/m <sup>3</sup>	128 µg/m <sup>3</sup>
1999	70 µg/m <sup>3</sup>	64 µg/m <sup>3</sup>	134 µg/m <sup>3</sup>	128 µg/m <sup>3</sup>
2000	60 µg/m <sup>3</sup>	60 µg/m <sup>3</sup>	145 µg/m <sup>3</sup>	135 µg/m <sup>3</sup>
2001	52 µg/m <sup>3</sup>	82 µg/m <sup>3</sup>	115 µg/m <sup>3</sup>	157 µg/m <sup>3</sup>

\* Per percentile si intende il valore che divide una serie di dati in 100 gruppi contenenti ugual numero di elementi, o in 100 intervalli uguali. Dato un numero n di elementi, ordinati i valori degli stessi in modo crescente, si definisce k-esimo percentile il valore di concentrazione che nella sequenza occupa il posto:  $k \cdot n / 100$ .

I valori guida stabiliti dal DPR 203/88 sono i limiti delle concentrazioni ed i limiti di esposizione destinati a salvaguardare a lungo termine la salute e l'ambiente, nonché costituire parametri di riferimento per l'istituzione di zone specifiche di protezione ambientale per le quali è necessaria una particolare tutela della qualità dell'aria.

Nella Tabella 7 sono riportate le statistiche calcolate dal 1996 al 2001 e sono evidenziati in rosso i superamenti dei valori guida.

Nell'anno 2001 si sono superati i valori guida sia di 50° che 98° percentile nella stazione di via Roma e il 50° percentile in viale N. Bixio. Bisogna inoltre considerare che nel calcolo dei percentili non sono stati considerati, in quanto non disponibili, i valori relativi ai mesi di novembre e dicembre notoriamente critici per quanto riguarda l'inquinamento da biossido di azoto. Pertanto i valori di percentile riportati in tabella risultano sottostimati per entrambe le stazioni.

Dal 1996 al 2001 si è osservato un costante superamento del valore guida di 50° percentile in entrambe le stazioni ed uno sporadico superamento del valore guida di 98° percentile. Quest'ultimo, per la prima volta nel 2001, è stato superato nella stazione di via Roma e non nella stazione di viale N. Bixio. Negli anni precedenti il valore di 98° percentile è sempre risultato infatti maggiore in viale N. Bixio che in via Roma.

Si osserva quindi un particolare aumento nell'ultimo anno della concentrazione di biossido di azoto nella stazione di via Roma e una diminuzione nella stazione di viale N. Bixio.

### Monossido di carbonio (CO)

Questo gas è il risultato della combustione incompleta di sostanze contenenti carbonio e viene prodotto principalmente con gli scarichi delle autovetture, dalle raffinerie, dalle fonderie nonché dagli impianti di trattamento rifiuti.

I livelli naturali di CO variano tra 0.01 e 0.23 mg/m<sup>3</sup>. Le concentrazioni nelle aree urbane (media 8 ore) sono generalmente inferiori a 20 mg/m<sup>3</sup>, anche se occasionalmente si possono registrare valori medi orari pari a 60 mg/m<sup>3</sup> (WHO, 1994). Nell'arco della giornata generalmente si osservano due picchi di concentrazione, uno alla mattina e uno alla sera, corrispondenti alle ore di punta del traffico veicolare (WHO, 1979b, 1987a).

Nelle zone a maggior intensità di traffico si possono raggiungere valori di 115 mg/m<sup>3</sup> per un periodo di parecchie ore (WHO, 1994).

Nell'anno 2001 non si sono mai osservati superamenti del valore limite di attenzione di 15 mg/m<sup>3</sup> previsto dal DM 25/11/94. Nella Tabella 8 sono riportati i valori massimi giornalieri della concentrazione oraria dell'inquinante riscontrata nelle diverse stazioni e l'efficienza della rete intesa come numero di dati orari attendibili sul numero teorico totale.

TABELLA 8 – CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE PIÙ ELEVATE DI MONOSSIDO DI CARBONIO – LIVELLO DI ATTENZIONE SECONDO DM 25/11/94 - CONCENTRAZIONE MEDIA ORARIA (15 mg/m<sup>3</sup>)

<b>Stazione Tipo B/C</b>	periodo di osservazione	efficienza della rete	CO (mg/m <sup>3</sup> ) massima concentrazione media oraria	Data
via Roma	1 gennaio '01 – 10 settembre '01	89%	9.1	1 e 10 febbraio
viale N. Bixio	1 gennaio '01 – 15 ottobre '01	87%	8.4	14 febbraio
Laboratorio Mobile	4 dicembre '01 – 9 gennaio '02	96%	12.4	7 gennaio

<b>Stazione Tipo B</b>	periodo di osservazione	efficienza della rete	CO (mg/m <sup>3</sup> ) massima concentrazione media oraria	Data
via N. Sauro	1 ottobre '01 – 31 dicembre '01	88%	9.0	26 novembre e 19 dicembre

Il monossido di carbonio è un inquinante primario e come tale viene prodotto direttamente da sorgenti quali il traffico veicolare e gli impianti termici.

La concentrazione di CO è più elevata nella stazione di traffico (Tipo B/C) che in quella di background (Tipo B) in quanto tale inquinante viene prodotto direttamente dalla combustione veicolare a differenza di NO<sub>2</sub>.

La Figura 3 pone a confronto l'andamento orario delle concentrazioni di monossido di carbonio rilevato presso le due stazioni nella giornata di lunedì 7 gennaio 2002.

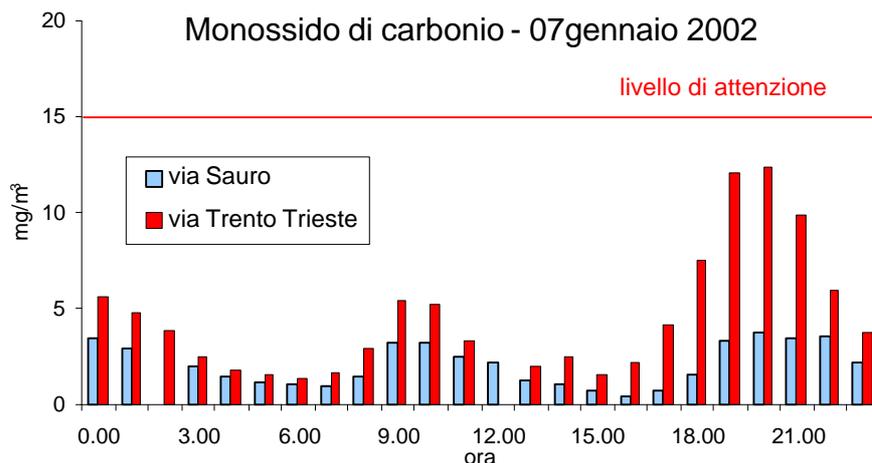


Figura 3 – Concentrazione oraria di CO rilevata il giorno 7 gennaio '02 presso le stazioni di via N. Sauro (stazione di Tipo B) e il Laboratorio Mobile posizionato in via Trento Trieste (stazione di Tipo B/C).

### Ozono (O<sub>3</sub>)

Mentre l'ozono presente negli strati alti dell'atmosfera si forma mediante processi naturali ed è indispensabile per l'assorbimento dei raggi ultravioletti, quello che si forma in prossimità del suolo è di origine antropica ed è estremamente dannoso. Questo inquinante viene definito come secondario, si forma cioè in atmosfera in seguito a reazioni fotochimiche che coinvolgono ossidi di azoto, idrocarburi e aldeidi (inquinanti precursori). L'ozono è inoltre un composto fondamentale nel meccanismo di formazione dello smog fotochimico.

Le sue concentrazioni tendono ad aumentare nei mesi estivi in relazione all'intensità della radiazione solare.

I livelli giornalieri di ozono sono bassi al mattino (fase di innesco delle reazioni fotochimiche) e massimi nelle ore pomeridiane, per poi diminuire progressivamente nelle ore serali quando cala la radiazione solare.

Le concentrazioni ambientali di fondo a livello del suolo in zone lontane da sorgenti inquinanti sono comprese tra 40-70 µg/m<sup>3</sup> (media oraria) mentre in alcune città le concentrazioni medie orarie possono raggiungere 300-400 µg/m<sup>3</sup>. Alte concentrazioni possono permanere per 8-12 ore per più giorni consecutivi quando le condizioni atmosferiche sono caratterizzate da forte irraggiamento e notevole stabilità (WHO, 1999). Le concentrazioni di ozono possono essere più elevate nelle aree suburbane o rurali rispetto a quelle urbane perché l'ossido di azoto generato dal traffico veicolare può reagire con l'O<sub>3</sub> sottraendolo all'aria circostante e formando NO<sub>2</sub> e ossigeno molecolare (WHO, 1987a).

Una concentrazione ambientale di ozono nell'aria pari a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per un periodo massimo di otto ore è data come livello di esposizione in cui gli effetti acuti sulla popolazione risultano trascurabili o molto limitati (WHO, 1999).

Nella Tabella 9 vengono riportate le concentrazioni massime orarie di ozono  $\text{O}_3$  riscontrate nel periodo di rilevamento.

TABELLA 9 – SUPERAMENTI DEL LIVELLO DI ATTENZIONE DI OZONO SECONDO DM 25/11/94 - CONCENTRAZIONE MEDIA ORARIA ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Stazione Tipo B/C	periodo di osservazione dell'anno 2001	efficienza della rete	$\text{O}_3$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) concentrazioni che superano il livello di attenzione	Data
viale N. Bixio	1 gennaio – 11 ottobre	94%	192	29 maggio
			201	30 maggio
			219	1 agosto
			185	27 agosto

Nelle giornate del 30 maggio e 1 agosto è stato superato anche il livello orario per la protezione della vegetazione previsto dal D.M. 16/5/96 di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (rif. Tabella 4). Dallo stesso decreto è previsto un altro livello per la protezione della vegetazione relativamente ai valori medi giornalieri. Tale livello, pari a  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  è stato superato 36 volte nel periodo compreso tra gennaio e 11 ottobre 2001.

Le Figure 4 e 5 riportano rispettivamente per i mesi di maggio e agosto 2001, periodi in cui si sono osservati i superamenti, i valori massimi e medi giornalieri di concentrazione di ozono.

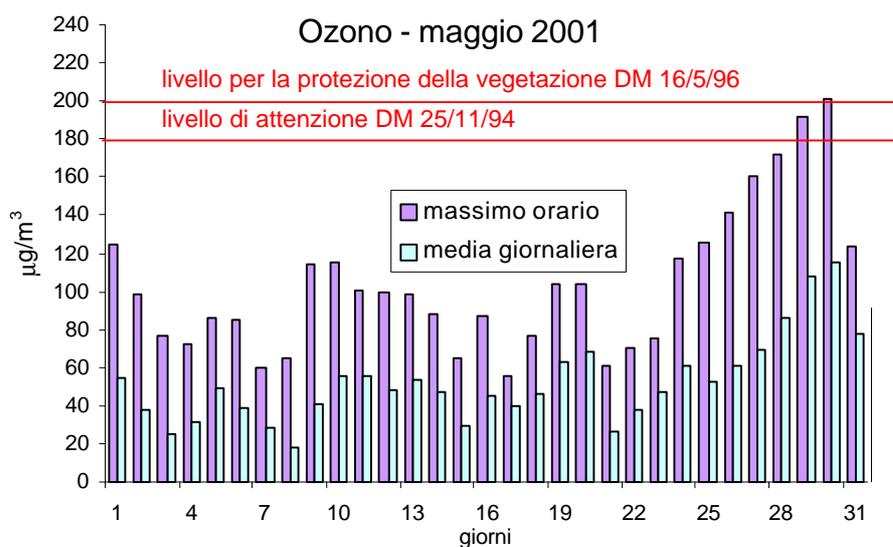
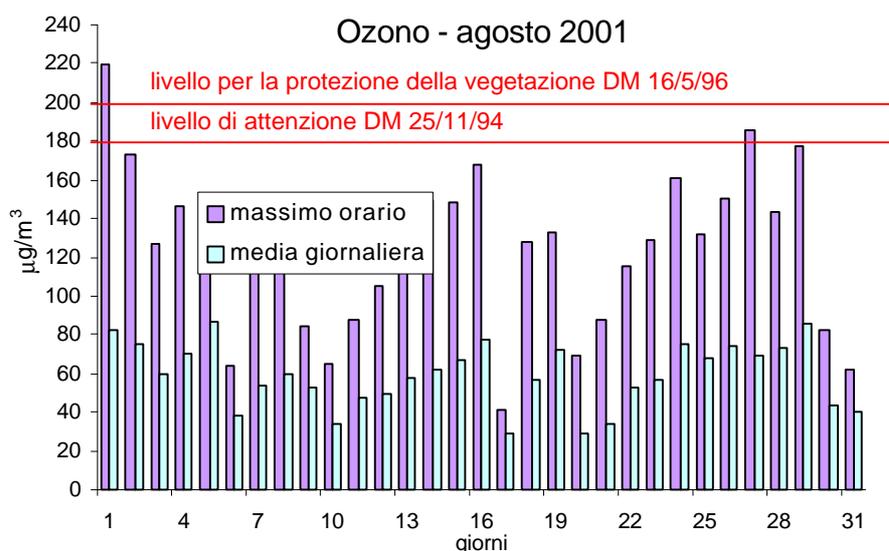


Figura 4 – concentrazioni massime e medie giornaliere di ozono rilevate nella stazione di viale N. Bixio nel mese di maggio 2001.



**Figura 5 – concentrazioni massime e medie giornaliere di ozono rilevate nella stazione di viale N. Bixio nel mese di agosto 2001.**

La concentrazione di ozono monitorata presso il Laboratorio Mobile non ha mai superato i livelli di attenzione dato che il periodo di osservazione comprendeva il solo mese di dicembre. Infatti, nel periodo invernale i fenomeni fotochimici di formazione di ozono sono notoriamente ostacolati dalle condizioni climatiche.

E' importante far osservare che dal 1995 al 2000 non si erano mai osservati superamenti dei livelli di attenzione di ozono.

### Particolato (PTS e PM10)

Per particolato si intendono tutte le particelle (solide o liquide) che rimangono in sospensione nell'aria. Il particolato può essere di origine primaria o derivata da reazioni fisiche o chimiche. I tipi di polvere si differenziano per dimensione.

Polveri con diametro inferiore a 10 µm sono anche dette PM10 e costituiscono le cosiddette polveri inalabili.

Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente le attività industriali e il traffico veicolare. La produzione di materiale particolato da traffico veicolare è legata alle difficoltà di combustione dei carburanti contenenti frazioni idrocarburiche pesanti, pertanto viene riscontrato nei gas di scarico dei motori alimentati a gasolio e risulta praticamente assente in quelli a benzina. Oltre alla combustione, il particolato proviene da risollevarimento dal manto stradale e dall'usura dei pneumatici.

Gli inquinanti originati dal traffico veicolare contribuiscono in modo sostanziale alla produzione di particolato specialmente per quanto riguarda la frazione fine PM10 (WHO, 1979a; 1999).

In alcune città è stato registrato un rapporto percentuale delle PM10 sul particolato totale variabile dal 40 all'80% (WHO, 1998; 1999).

Presso le stazioni di via Roma e viale N. Bixio è stata misurata la concentrazione di particolato totale sospeso PTS mentre nella stazione di via N. Sauro e nel Laboratorio Mobile in via Trento Trieste è stata misurata la concentrazione della frazione inalabile PM10.

In Tabella 10 vengono riportati i superamenti del livello di attenzione del particolato totale sospeso previsto dal D.M. 25/11/94.

TABELLA 10 – SUPERAMENTI DEL LIVELLO DI ATTENZIONE DI PTS SECONDO DM 25/11/94 - CONCENTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA (150 µg/m<sup>3</sup>)

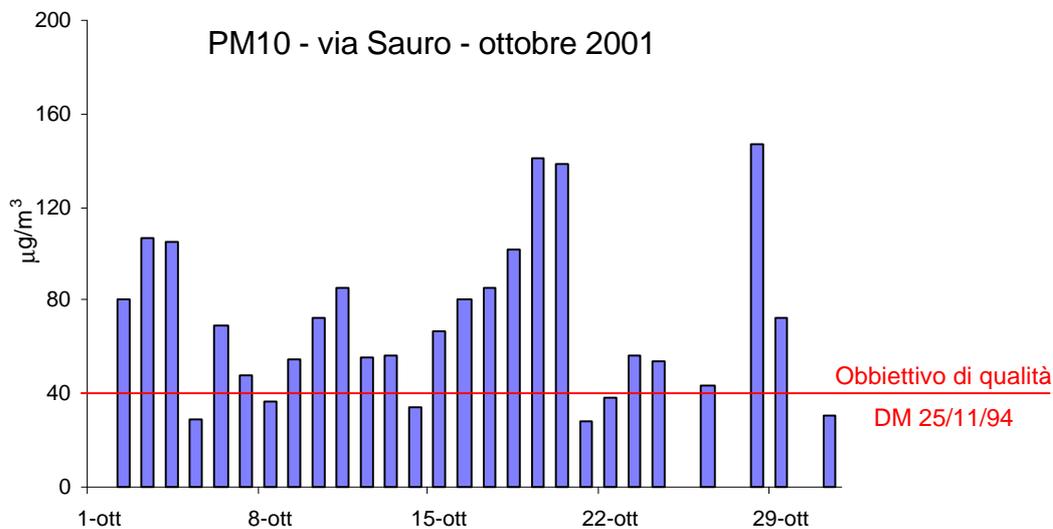
Stazione Tipo B/C	Periodo di osservazione dell'anno 2001	efficienza della rete	PTS (µg/m <sup>3</sup> ) concentrazioni che superano il livello di attenzione	Data
via Roma	1 gennaio – 8 ottobre	73%	213	6 febbraio
			169	7 febbraio
			173	8 febbraio
			167	18 febbraio
viale N. Bixio	1 gennaio – 15 ottobre	62%	151	6 febbraio
			160	7 febbraio

Anche nel caso del particolato totale sospeso, nonostante i periodi di osservazione siano parziali rispetto a quanto previsto dal DPR 203/88 (rif. Tabella 2), è possibile confrontare indicativamente i valori della media aritmetica delle concentrazioni medie orarie riscontrate con quelle indicate dalla normativa.

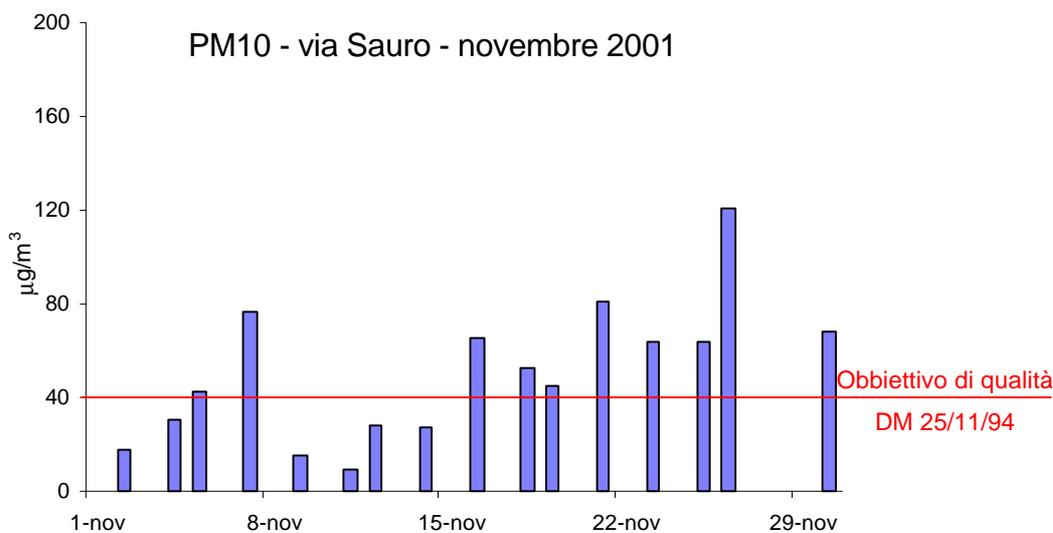
In particolare la normativa prevede un valore guida di 40-60 µg/m<sup>3</sup>. Nella stazione di via Roma si è rilevato un valore medio di 53 µg/m<sup>3</sup> e nella stazione di viale N. Bixio 54 µg/m<sup>3</sup>. In entrambe le stazioni non si supera il valore guida previsto dal DPR 203/88.

Rispetto agli anni precedenti si osserva una concentrazione media giornaliera delle polveri complessivamente superiore. Dal 1995 al 2001 si sono osservati in totale otto superamenti del livello di attenzione di cui sei nell'anno 2001.

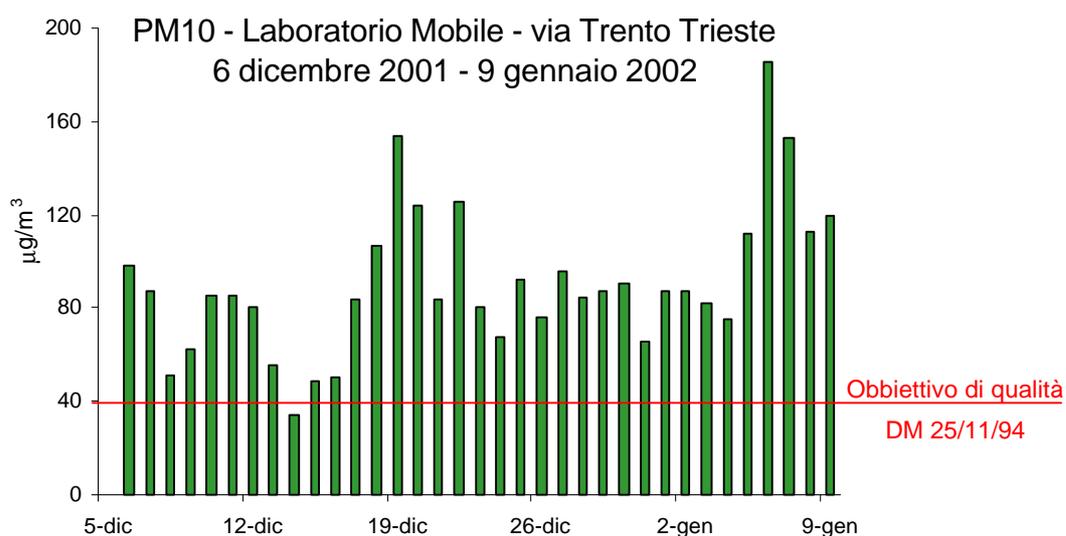
In Figura 6 e 7 si riportano le concentrazioni giornaliere di polveri inalabili **PM10** riscontrate nei mesi di ottobre e novembre presso la stazione di via N. Sauro e in Figura 8 le concentrazioni rilevate presso il Laboratorio Mobile in via Trento Trieste.



**Figura 6 – concentrazioni medie giornaliere di PM10 rilevate nella stazione di via N. Sauro nel mese di ottobre 2001.**



**Figura 7 – concentrazioni medie giornaliere di PM10 rilevate nella stazione di via N. Sauro nel mese di novembre 2001.**



**Figura 8 – concentrazioni medie giornaliere di PM10 rilevate nel Laboratorio Mobile in via Trento Trieste nel periodo compreso tra dicembre 2001 e inizio gennaio 2002.**

I valori risultano quasi costantemente superiori al valore obiettivo di qualità previsto dal D.M. 25/11/94 di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tale obiettivo è riferito alla media annuale delle rilevazioni condotte per almeno 15 giorni di ogni mese dell'anno, pertanto le concentrazioni osservate negli ultimi tre mesi dell'anno non sono direttamente confrontabili in quanto relative ad un periodo molto più breve.

### Metalli pesanti

Alla categoria dei metalli pesanti appartengono circa 70 elementi (densità maggiore di  $5 \text{ g}/\text{cm}^3$ ) anche se quelli rilevanti da un punto di vista ambientale sono solo una ventina. Tra gli inquinanti atmosferici su cui intervenire in via prioritaria, come indicato nel D.Lgs. 351/99 ma non ancora disciplinati dalla normativa, ci sono il cadmio, il nickel, il mercurio e il piombo. Per quest'ultimo inquinante vige tutt'ora il valore limite previsto dal DPCM 28/3/83.

Le fonti antropiche responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli sono l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola. I metalli pesanti sono presenti in atmosfera sotto forma di particolato aerotrasportato; le dimensioni delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica dipende fortemente dalla tipologia della sorgente di emissione.

#### - **Cadmio (Cd)**

E' considerato un elemento relativamente raro; viene ricavato come sottoprodotto delle industrie dello zinco e del piombo e il suo impiego è

legato all'industria automobilistica, alla produzione di pigmenti, batterie, leghe e del piombo tetraetile, come dietilcadmio; come causa della sua diffusione nel territorio vi è altresì l'utilizzo di fertilizzanti fosfatici e pesticidi, la combustione del carbone, petrolio, carta e rifiuti urbani.

I livello medio di cadmio in zone rurali è dell'ordine di  $0.1 \text{ ng/m}^3$ , in zone urbane  $1-10 \text{ ng/m}^3$  mentre in aree industriali può raggiungere i  $20 \text{ ng/m}^3$  (WHO, 1999).

- **Mercurio (Hg)**

E' uno degli elementi meno abbondanti nella crosta terrestre ma molto importante sotto il profilo ambientale per la sua alta tossicità e per le modalità di circolazione in natura.

Il mercurio viene utilizzato in molte industrie chimiche, ad esempio per la produzione di cloro e soda caustica, nelle industrie petrolchimiche, nelle fonderie-acciaierie, nella fabbricazione di vernici e carta, di batterie ed interruttori elettrici, nella produzione di insetticidi e fungicidi agricoli; altri utilizzi frequenti si hanno nella produzione di cere per pavimenti, prodotti lucidanti per mobili, ammorbidenti di tessuti, filtri dei condizionatori d'aria. I livello medio di mercurio in zone rurali è dell'ordine di  $0.001-6 \text{ ng/m}^3$ , in zone urbane  $0.1-5 \text{ ng/m}^3$  mentre in aree industriali può raggiungere i  $20 \text{ ng/m}^3$  (WHO, 1999).

- **Nickel (Ni)**

E' presente negli ecosistemi naturali; le fonti principali legate all'attività antropica sono la combustione del carbone, del petrolio e del gasolio, gli inceneritori, le fonderie e le acciaierie. A causa delle diverse possibili fonti di inquinamento da nickel la concentrazione in aria può assumere diversi ordini di grandezza. I valori riscontrati in diverse città europee sono compresi tra  $10$  e  $60 \text{ ng/m}^3$  (WHO, 1999)

- **Piombo (Pb)**

La principale fonte di inquinamento atmosferico è costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina super (il piombo viene usato come additivo antidetonante). Le altre fonti antropiche derivano dalla combustione del carbone e dell'olio combustibile, dai processi di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti.

I livelli medi di piombo nell'aria variano nelle diverse parti del mondo in funzione del grado di industrializzazione, urbanizzazione e degli stili di vita prevalenti. Livelli medi ambientali superiori a  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sono stati registrati in aree vicine a fonderie, mentre livelli inferiori a  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sono stati osservati in città in cui il traffico veicolare non utilizza più il piombo come additivo delle benzine. Nelle città dei paesi in via di sviluppo i livelli medi dovuti al traffico veicolare variano da  $0.3$  a  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con punte estreme della media annuale tra  $1.5$ - $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (WHO, 1999).

La Tabella 11 riporta i valori medi di concentrazione dei **metalli pesanti** rilevati nelle polveri PM10 monitorate presso il Laboratorio Mobile.

TABELLA 11 - CONCENTRAZIONE MEDIA METALLI PESANTI RILEVATI SU PM10 PRESSO LABORATORIO MOBILE

	Concentrazione media relativa al periodo 15 - 28 dicembre 2001
Cadmio ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	1.1
Nickel ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	10.3
Mercurio ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	0.2
Piombo ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	54.5

Le concentrazioni degli inquinanti sono molto basse. I limiti europei che dovranno essere recepiti quanto prima dalla legislazione italiana e che dovranno essere rispettati dal 2005 prevedono per il Piombo un limite annuale per la protezione della salute di  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il valore rilevato di  $0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nonostante non possa rappresentare l'intero anno, è nettamente inferiore ai limiti europei.

### Idrocarburi (HC e NMHC)

E' un complesso insieme di composti organici che si trovano nell'aria in fase gassosa e/o particolata. Le fonti antropiche sono costituite soprattutto dagli autoveicoli, dagli impianti termici, dalle centrali termoelettriche e dagli inceneritori di rifiuti. In genere si usa distinguere tra metano ( $\text{CH}_4$ ) e gli altri composti organici, genericamente definiti come idrocarburi non metanici (NMHC). All'interno della grande ed eterogenea classe degli idrocarburi non metanici sono compresi anche gli inquinanti non convenzionali quali il benzene e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

#### - **Benzene**

Il benzene è un idrocarburo aromatico ad elevata volatilità di grande interesse ambientale a causa della sua potenziale azione cancerogena. Tale sostanza è stata infatti classificata dal IARC (International Association of Research on Cancer) nel gruppo 1 dei cancerogeni per l'uomo (evidenza sufficiente nell'uomo). La presenza del benzene nell'aria è dovuta quasi esclusivamente ad attività di origine antropica (95-97% delle emissioni complessive). Oltre il 90% delle emissioni antropogeniche deriva da attività produttive legate al ciclo della benzina: raffinazione, distribuzione dei carburanti e soprattutto traffico autoveicolare, che, da solo, rappresenta circa l'80-85% dell'emissione di benzene in ambiente atmosferico. Tale sostanza viene rilasciata sia attraverso i gas di scarico (75-80%) sia tramite le evaporazioni della benzina dalle vetture (20-25%). La concentrazione di benzene nell'atmosfera urbana oscilla tra qualche e poche decine di  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La sua misura è comunque di grande importanza, poiché fornisce un dato molto importante sul contributo del traffico autoveicolare all'inquinamento atmosferico nei centri urbani, in particolare se caratterizzato in continuo assieme ai suoi analoghi superiori (BTEX).

#### - **Toluene**

Il toluene viene largamente utilizzato come solvente nei prodotti commerciali e di uso industriale. Se provocato da inquinamento da traffico veicolare, la sua concentrazione risulta essere in relazione alla concentrazione di benzene in un rapporto compreso tra 3 e 4 (Biscioni et al., 2000). A differenza del benzene, toluene e xileni non inducono lo sviluppo di cellule cancerogene.

Gli idrocarburi metanici e non metanici sono stati monitorati presso la stazione di viale N. Bixio e il Laboratorio Mobile. Per questi inquinanti la normativa (DPCM 28/3/1983) fissa un valore limite di accettabilità di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , riferito alla media di tre ore consecutive da applicarsi solo con il contemporaneo raggiungimento del valore limite di ozono. Le tre ore consecutive sono da individuare in un periodo del giorno da specificare a seconda della zona a cura delle autorità regionali. Tale periodo non è mai stato indicato, tuttavia, nelle giornate in cui si sono rilevati superamenti del livello di attenzione (rif. Tabella 9), la concentrazione degli

idrocarburi non metanici ha sempre superato nettamente il valore indicato dalla normativa di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Questo parametro, per il quale si registrano in tutte le città alti livelli, tende ad essere abbandonato come indicatore ambientale a favore di inquinanti più specifici e mirati ad una valutazione sanitaria della qualità dell'aria.

Nell'anno 2001 la verifica dei livelli di inquinamento atmosferico da **benzene** è stata effettuata in modo molto dettagliato. Al costante monitoraggio dell'inquinante presso la stazione di via N. Sauro e il Laboratorio Mobile in via Trento Trieste si è aggiunta una campagna estesa al comune di Treviso e a nove comuni limitrofi. Il monitoraggio è stato condotto in ciascun caso con campionatori passivi, una tecnica che non richiede l'impiego di un dispositivo per l'aspirazione dell'aria in quanto la cattura dell'inquinante avviene per diffusione molecolare attraverso il campionatore. Il tipo di campionatore utilizzato, denominato Radiello®, è un sistema dotato di simmetria radiale al cui interno è stata inserita una cartuccia adsorbente. Il corpo diffusivo contenente la cartuccia è stato esposto all'aria ambiente e in seguito analizzato in laboratorio.

I dati rilevati settimanalmente in via N. Sauro a partire da febbraio 2001 sono rappresentati in Figura 9.

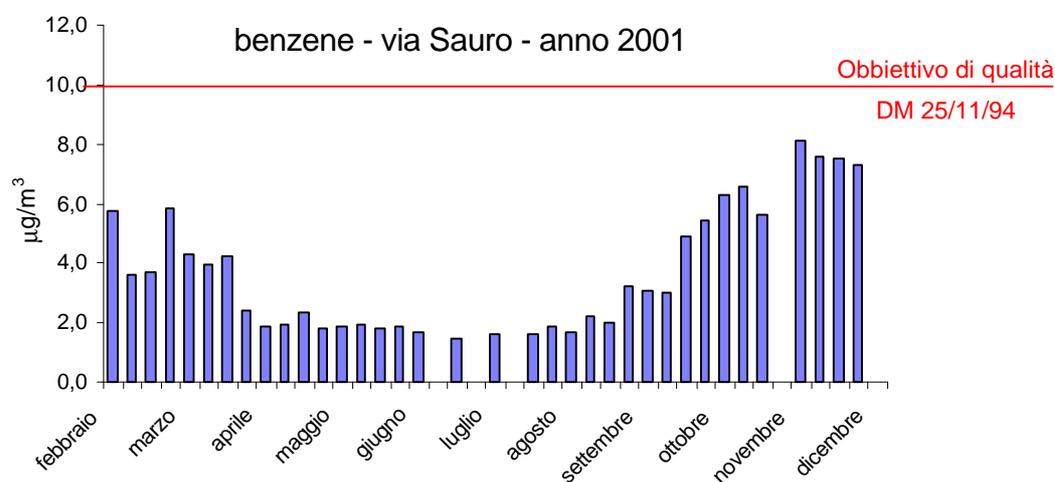
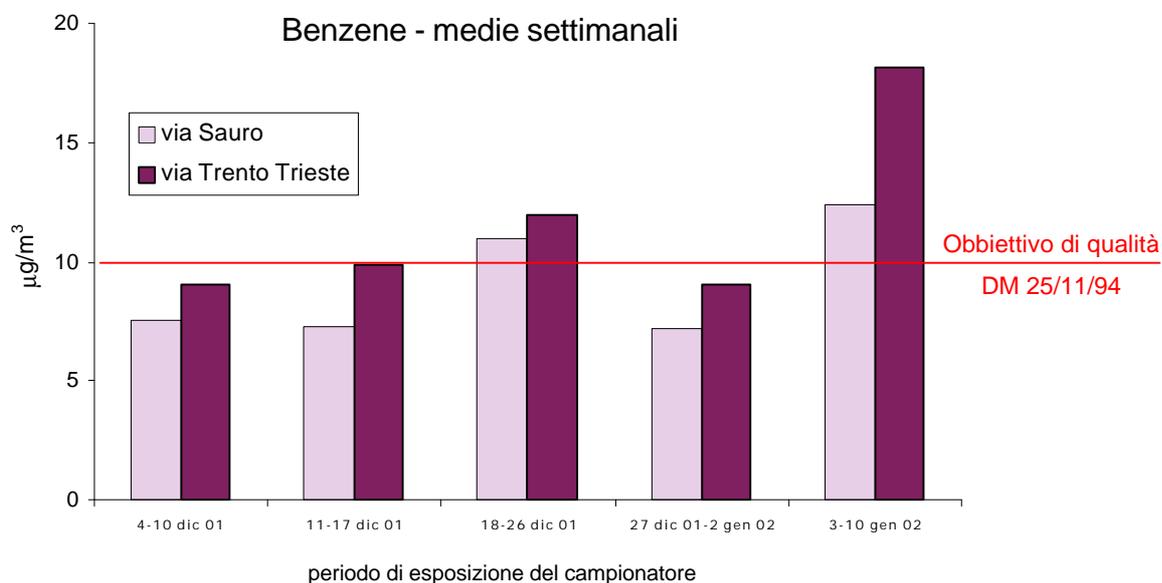


Figura 9 – concentrazioni medie settimanali di benzene rilevate presso la stazione di via N. Sauro.

La tipica tendenza di questo inquinante è di avere il minimo nel periodo estivo, di aumentare nel passaggio dal periodo estivo a quello autunnale, per raggiungere il massimo nel periodo invernale.

Il valore medio annuale pari a  $4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  è nettamente inferiore al valore obiettivo indicato dal DM 25/11/94 e al di sotto del valore limite previsto dalla direttiva europea 00/69/CE, a partire dal 1° gennaio 2010, pari a  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

In Figura 10 sono messi a confronto le concentrazioni settimanali rilevate presso la stazione di via N. Sauro e il Laboratorio Mobile in via Trento Trieste.



**Figura 10 – confronto tra le concentrazioni medie settimanali di benzene rilevate presso la stazione di via N. Sauro e il Laboratorio Mobile in via Trento Trieste nel periodo compreso tra dicembre 2001 e inizio gennaio 2002.**

Durante la campagna annuale 2001 per il monitoraggio del benzene a Treviso e nei comuni limitrofi si sono monitorati 70 punti di cui 17 all'interno del comune di Treviso. Di questi 17, 11 denominati di *background* sono stati scelti al fine di rappresentare una zona a media esposizione e 6 denominati *hot spot* sono stati scelti per controllare i punti più critici di traffico.

Per i punti di background, la verifica dei livelli di inquinamento atmosferico è stata pianificata secondo le linee guida del "*Guidance Report on Preliminary Assessment under EC Air Quality Directives*". I siti di misura sono stati individuati costruendo sopra il territorio una griglia all'interno della quale sono stati sistemati i campionatori in un punto rappresentativa dei livelli medi di esposizione: non in diretta prossimità delle sorgenti locali di emissione ed in un'area sufficientemente aperta e ventilata per evitare punte di concentrazione dovute a ristagno d'aria. In particolare, si è cercato di evitare siti a meno di 500 m dalle strade principali e a meno di 50 m dalle vie secondarie. Il campionamento è stato effettuato per un periodo di 10 settimane annue consistente in 5 campagne di due settimane per un

totale di 70 giorni annui come previsto nel rapporto della Commissione Europea *Guidance Report on Preliminary Assessment under EC Air Quality Directives*.

Gli 11 punti di campionamento denominati di background e i relativi valori medi annuali di benzene sono elencati in Tabella 12. Nella tabella vengono indicate anche le concentrazioni medie annuali rilevate nella campagna 1999/2000.

TABELLA 12 – SITI DI CAMPIONAMENTO BENZENE NEL COMUNE DI TREVISO – POSTAZIONI BACKGROUND – VALORE OBIETTIVO SECONDO DM 25/11/94 - MEDIA ANNUALE (10 µg/m<sup>3</sup>)

N° sito	Latitudine Nord	Longitudine Est	Indirizzo	Benzene (µg/m <sup>3</sup> ) media annuale 1999/2000	Benzene (µg/m <sup>3</sup> ) media annuale 2001
32	45° 39' 26''	12° 11' 37''	strada di Boiago		3.3
33	45° 38' 51''	12° 12' 53''	strada Torre d'Orlando	4.0	3.4
34	45° 39' 22''	12° 14' 59''	via Barbo	6.5	4.6
35	45° 38' 58''	12° 16' 26''	via Cesare Pavese		3.0
39	45° 40' 22''	12° 11' 35''	strada S. Anna		2.6
40	45° 40' 00''	12° 13' 15''	Mercato Ortofrutticolo	4.4	3.7
41	45° 40' 31''	12° 14' 32''	via Botteniga	5.1	4.3
42	45° 39' 54''	12° 16' 48''	strada del Daino		2.9
47	45° 41' 08'	12° 13' 15''	Scuola media "Coletti"		3.0
48	45° 41' 30''	12° 14' 12''	strada Vicinale Corti		2.8
49	45° 41' 03''	12° 15' 59''	strada della Madonnetta	3.1	2.7

Dalla tabella si ricava che la concentrazione media annuale di benzene nei siti di background per l'anno 2001 è compreso tra 2.7 e 4.6 µg/m<sup>3</sup>, nettamente inferiore al valore obiettivo di qualità di 10 µg/m<sup>3</sup> stabilito dal DM 25/11/94.

Il valore medio annuale rilevato presso la stazione di via N. Sauro, pari a 4.3 µg/m<sup>3</sup> è confrontabile con gli altri valori medi annuali rilevati negli 11 punti di background. Tale risultato conferma che il sito in cui è posizionata la stazione di rilevamento di via N. Sauro è rappresentativo dell'intero territorio comunale.

Dalla tabella si osserva inoltre una generale diminuzione di concentrazione di benzene rispetto alla campagna di monitoraggio 1999/2000.

L'impatto delle principali fonti inquinanti è stato invece valutato in siti addizionali, definiti *hot spot*. I dati forniti da queste postazioni di misura non hanno lo stesso significato di quelli misurati negli altri siti e non devono essere utilizzati per confronti diretti. I punti di hot spot, sono stati inseriti nelle campagne estiva ed invernale allo scopo di individuare la concentrazione degli inquinanti nei punti più

trafficati del comune e per poter disporre dei valori di inquinamento presumibilmente massimi (periodo invernale) e minimi (periodo estivo).

In base alle indicazioni fornite dalle Direttive europee 99/30/CE e 00/69/CE i campionatori sono stati posizionati ad almeno 25 m di distanza dai grandi incroci, a non meno di 4 m di distanza dal centro della corsia di traffico più vicina, tra 1.5 e 4 m sopra il livello del suolo. Nella Tabella 13 sono indicati i sei punti individuati come hot spot e le relative concentrazioni medie di benzene rilevate nella campagna estiva e in quella invernale.

TABELLA 13 – SITI DI CAMPIONAMENTO BENZENE NEL COMUNE DI TREVISO – POSTAZIONI HOT SPOT- CONCENTRAZIONI RILEVATE NEL MESE DI AGOSTO E NEL MESE DI DICEMBRE 2001

Latitudine Nord	Longitudine Est	Indirizzo	Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) agosto 2001	Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dicembre 2001
45° 40' 02''	12° 15' 17''	viale N. Bixio	1.9	8.6
45° 39' 41''	12° 14' 44''	Via Roma	2.2	9.2
45° 39' 48''	12° 14' 10''	porta Calvi	1.8	9.5
45° 40' 01''	12° 13' 60''	viale Montegrappa	3.2	11.5
45° 40' 08''	12° 13' 28''	piazzale Pistoia	2.6	11.6
45° 39' 37''	12° 13' 08''	Strada Noalese	1.9	8.4

I parametri **toluene, etilbenzene, xileni** sono stati monitorati insieme al benzene; tuttavia la normativa non impone dei limiti sulla loro presenza in aria. Il rapporto tra la concentrazione di toluene e benzene è risultata essere compresa tra 3 e 5. Il rapporto permette di collegare la presenza del toluene all'inquinamento da traffico veicolare poiché in tal caso il rapporto risulta compreso tra 3 e 4 (Biscioni et al., 2000).

In alcuni casi la concentrazione di toluene è risultata leggermente più elevata poiché tale inquinante può provenire anche da altre fonti essendo largamente utilizzato come solvente nei prodotti commerciali e di uso industriale.

## CONCLUSIONI

Il monitoraggio dell'inquinamento dell'aria nel comune di Treviso, relativamente all'anno 2001, ha portato ad osservare diversi superamenti dei livelli di attenzione previsti dal DM 25/11/94 e in particolare per quanto riguarda il biossido di azoto NO<sub>2</sub>, il particolato totale sospeso PTS, l'ozono O<sub>3</sub> e gli idrocarburi non metanici NMHC. In nessun caso si è comunque osservato il superamento dei livelli di allarme. Il monitoraggio del parametro PM10 è iniziato dal mese di ottobre e la concentrazione rilevata dell'inquinante ha superato frequentemente i valori obiettivo di qualità previsto dal DM 25/11/94. Tale valore è comunque riferito a una media annuale e non può essere direttamente confrontato con le concentrazioni rilevate nel più breve periodo di monitoraggio compreso tra ottobre e dicembre 2001. Resta tuttavia una realtà l'elevato valore che si può osservare anche nelle altre stazioni di rilevamento della qualità dell'aria della rete ARPAV e che costituisce un problema attualmente diffuso e non particolare del comune di Treviso.

Fra le misure anti-inquinamento, si ricorda che il Decreto 21 aprile 1999, n. 163, *"Individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione"* e la Circolare 30 giugno 1999, n.2708 (G. U. n. 188 del 12 agosto 1999) impone alle città sopra i 150.000 abitanti di effettuare una mappatura delle concentrazioni degli inquinanti normati e una prima definizione delle misure programmate di limitazione o divieto della circolazione per ridurre i livelli di esposizione. L'eventuale applicazione a comuni con popolazione inferiore ai 150.000 abitanti è stata individuata dalla Regione Veneto nel Piano di Risanamento dell'Atmosfera, ai sensi dell'art. 4 del DPR 203/'88 per le seguenti aree individuate come prime zone soggette a particolari interventi di tutela: Area del Comune di Venezia, Area del polo conciario (Comuni di Arzignano, Chiampo, Montebello, Montorso e Zermeghedo), Area dei cementifici (Comuni di Este e Monselice), Area del Delta del Po.

Per il Comune di Treviso non è quindi previsto l'obbligo di monitorare gli inquinanti normati e gli occasionali casi di superamento dei livelli di attenzione non portano a considerare la zona come particolarmente a rischio.

Tuttavia, in caso di frequenti superamenti dei livelli di attenzione del biossido di azoto, in base alla Circolare 30 giugno 1999, n.2708, i provvedimenti di limitazione della circolazione dovranno essere adottati solo se efficaci ai fini della rimozione delle cause dell'inquinamento.

Nelle norme per l'attuazione del Piano di Risanamento dell'Atmosfera la Regione Veneto invita i Comuni interessati ad adottare quanto prima le misure programmate, permanenti o periodiche, di limitazione o divieto della circolazione ai fini della prevenzione dell'inquinamento atmosferico, per la gestione degli stati di attenzione e di allarme, come previsto dall'articolo 9 del D.M. 20.5.91 "Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria".

Esistono diverse possibilità di intervenire sul traffico autoveicolare: dall'applicazione di politiche mirate alla riduzione del flusso di traffico, con conseguente diminuzione delle emissioni inquinanti, all'utilizzo di differenti carburanti per autotrazione meno inquinanti. I possibili interventi di rapida attuazione, finalizzati ad una riduzione del contributo dell'inquinamento atmosferico da traffico veicolare, sono molteplici: sosta a pagamento, istituzione di zone a traffico limitato, promozione dei trasporti pubblici, ampliamento di isole pedonali, ampliamento di piste ciclabili.

Altre possibili soluzioni possono essere il controllo del gas di scarico e introduzione del bollino blu, rinnovo del parco bus con mezzi a trazione elettrica o a metano, adeguamento e potenziamento del trasporto pubblico.

Le iniziative che l'Amministrazione potrebbe intraprendere sono di seguito riassunte:

- incentivo alla catalizzazione del parco circolante e all'uso di gas naturale combustibile;
- applicazione di politiche di regolazione e limitazione della sosta e della circolazione;
- potenziamento dei sistemi di trasporto collettivo;
- sensibilizzazione della cittadinanza sui problemi che l'inquinamento atmosferico causa alla salute invitando a preferire i mezzi pubblici e le biciclette alla propria auto.

I dati giornalieri rilevati presso la stazione di via N. Sauro, il Laboratorio Mobile in via Trento Trieste e i dati della qualità dell'aria rilevati nel Veneto sono consultabili nel sito internet [www.arpa.veneto.it/script/air\\_quality/public](http://www.arpa.veneto.it/script/air_quality/public).

Dr.ssa Claudia Iuzzolino

Dr. Loris Ceresa

## INDICE GENERALE DEGLI INDICATORI

Indicatore	Tipo	Disponibilità dei dati	Andamento
Biossido di zolfo	Stato	<span style="border: 1px solid green; padding: 2px;">D</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↘</span>
Ossidi di azoto	Stato	<span style="border: 1px solid green; padding: 2px;">D</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↗</span>
Monossido di carbonio	Stato	<span style="border: 1px solid green; padding: 2px;">D</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↔</span>
Ozono	Stato	<span style="border: 1px solid green; padding: 2px;">D</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↗</span>
PM10	Stato	<span style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">I</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">?</span>
Benzene	Stato	<span style="border: 1px solid green; padding: 2px;">D</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↘</span>

### Legenda:

#### Disponibilità dei dati

<span style="border: 1px solid green; padding: 2px;">D</span>	Disponibili
<span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">ND</span>	Non Disponibili
<span style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">I</span>	Insufficienti per una valutazione compiuta

#### Andamento temporale dello specifico indicatore

<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↗</span>	In aumento
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↘</span>	In diminuzione
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">↔</span>	Stabile
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">?</span>	Incerto

## BIBLIOGRAFIA

ARPAV, 2000. Rapporto sugli indicatori ambientali del Veneto, Promodis Italia editrice, Brescia.

Biscioni M., Zoccola G., Tajana G., Peruzzo G.F. Distribuzione dei BTX in prossimità di una stazione di rifornimento carburanti, Giornale degli Igienisti Industriali vol. 25 – n.4, ottobre 2000.

WHO, 1979a. Sulphur oxides and suspended particulate matter. Environmental Health Criteria 8, World Health Organization, Geneva.

WHO, 1979b. Carbon monoxide. Environmental Health Criteria 13, World Health Organization, Geneva.

WHO, 1987a. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series 23, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO, 1994. Updating and revision of the air quality guidelines for Europe – Inorganic Air Pollutants. EUR/ICP/EHAZ 94 05/MT04. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO, 1998. Healthy Cities Air Management Information System, AMIS 2.0., CD ROM World Health Organization, Geneva.

WHO, 1999. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, <http://www.who.org>.