



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli-Venezia Giulia*

Dipartimento Provinciale di Udine  
Servizio Tematico Analitico

***CAMPAGNA DI MONITORAGGIO  
DELLA QUALITA' DELL'ARIA  
NEL COMUNE DI PORPETTO***

***\*\*\* LUGLIO 2007 – FEBBRAIO 2008 \*\*\****

## SOMMARIO

	Pag.
1. IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI PORPETTO .....	» 5
2. I SITI MONITORATI .....	» 6
3. INQUINANTI RILEVATI CON ANALIZZATORI IN CONTINUO INSTALLATI SUL MEZZO MOBILE: dati relativi alla campagna 05/07/2007 – 29/02/2008 .....	» 8
3.1. Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) .....	» 9
3.2. Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) .....	» 11
3.3. Monossido di carbonio (CO) .....	» 14
3.4. Ozono (O <sub>3</sub> ) .....	» 17
3.5. Materiale particolato (PM <sub>10</sub> ) .....	» 21
4. BENZENE: dati relativi al monitoraggio in continuo (periodo luglio – dicembre 2007) ed alla campagna con campionatori passivi (periodo luglio 2007 – febbraio 2008) .....	» 29
5. VALUTAZIONI CONCLUSIVE .....	» 34
Allegato 1 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	» 36

## Indice tabelle

	Pag.
TAB. 1 Siti utilizzati per il monitoraggio della qualità dell'aria .....	» 6
TAB. 2 Elenco degli inquinanti monitorati con analizzatori in continuo .....	» 8
TAB. 3 SO <sub>2</sub> : valori di riferimento previsti dalla normativa .....	» 9
TAB. 4 SO <sub>2</sub> : principali parametri statistici .....	» 9
TAB. 5 NO <sub>2</sub> : valori di riferimento previsti dalla normativa .....	» 11
TAB. 6 NO <sub>2</sub> : principali parametri statistici .....	» 12
TAB. 7 CO: valori di riferimento previsti dalla normativa .....	» 14
TAB. 8 CO: principali parametri statistici .....	» 14
TAB. 9 O <sub>3</sub> : valori di riferimento previsti dalla normativa .....	» 17
TAB. 10 O <sub>3</sub> : principali parametri statistici .....	» 18
TAB. 11 O <sub>3</sub> : numero di superamenti dei valori di riferimento previsti dalla normativa ...	» 18
TAB. 12 PM <sub>10</sub> : valori di riferimento previsti dalla normativa .....	» 21
TAB. 13 PM <sub>10</sub> : principali parametri statistici per il periodo luglio-dicembre 2007 .....	» 22
TAB. 14 PM <sub>10</sub> : principali parametri statistici per il periodo gennaio-febbraio 2008 .....	» 22
TAB. 15 PM <sub>10</sub> : superamenti della soglia giornaliera per il periodo luglio-dicembre 2007	» 23

TAB. 16	PM <sub>10</sub> : superamenti della soglia giornaliera per il periodo gennaio-febbraio 2008 .....	Pag.	23
TAB. 17	Benzene: valori di riferimento previsti dalla normativa .....	»	29
TAB. 18	Benzene: principali parametri statistici .....	»	30
TAB. 19	Benzene: risultati campagna radielli luglio 2007 – febbraio 2008 .....	»	32

### Indice figure

Fig. 1	Localizzazione del sito di monitoraggio .....	»	7
Fig. 2	SO <sub>2</sub> Valori medi per giorno della settimana: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo .....	»	10
Fig. 3	NO <sub>2</sub> Valori medi mensili: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo .....	»	12
Fig. 4	NO <sub>2</sub> Valori medi per giorno della settimana: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo .....	»	13
Fig. 5	NO <sub>2</sub> Giorno medio: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo .....	»	13
Fig. 6	CO Valori medi mensili: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo .....	»	15
Fig. 7	CO Valori medi mensili: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo .....	»	15
Fig. 8	CO Giorno medio: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo .....	»	16
Fig. 9	O <sub>3</sub> Valori medi mensili: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Cairoli .....	»	19
Fig. 10	O <sub>3</sub> Valori medi per giorno della settimana: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Cairoli .....	»	19
Fig. 11	O <sub>3</sub> Giorno medio: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Cairoli .....	»	20
Fig. 12	PM <sub>10</sub> Medie giornaliere anno 2007: siti di Rivoli di Osoppo, Udine e Torviscosa .....	»	24
Fig. 13	PM <sub>10</sub> Valori medi mensili: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo .....	»	25
Fig. 14	PM <sub>10</sub> Valori medi per giorno della settimana: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo (luglio - dicembre 2007) ....	»	25
Fig. 15	PM <sub>10</sub> Valori medi per giorno della settimana: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo (gennaio – febbraio 2008) ...	»	26
Fig. 16	PM <sub>10</sub> Giorno medio: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo (luglio - dicembre 2007) .....	»	26
Fig. 17	PM <sub>10</sub> Giorno medio: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo (gennaio – febbraio 2008) .....	»	27
Fig. 18	PM <sub>10</sub> Valori medi giornalieri: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo (luglio - dicembre 2007) .....	»	27
Fig. 19	PM <sub>10</sub> Valori medi giornalieri: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo (gennaio – febbraio 2008) .....	»	28

Fig. 20	Benzene	Valori medi mensili: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Manzoni .....	Pag.	30
Fig. 21	Benzene	Valori medi per giorno della settimana: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Manzoni .....	»	31
Fig. 22	Benzene	Giorno medio: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Manzoni .....	»	31
Fig. 23	Benzene	Valori mensili (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) campagna radielli luglio 2007 – febbraio 2008 .....	»	33

## **1. IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI PORPETTO**

Con il termine “inquinamento atmosferico” si intende la modificazione della normale composizione dell'atmosfera dovuta alla presenza di una o più sostanze indesiderabili o estranee (inquinanti) che possono costituire un pericolo per la salute umana. L'origine di queste sostanze è spesso attribuibile ad attività umane (origine antropica) quali il traffico autoveicolare, l'utilizzo degli impianti termici, la presenza di insediamenti industriali o artigianali che impiegano svariati prodotti nei cicli produttivi.

La concentrazione degli inquinanti nell'aria dipende sia dalla quantità di sostanze emesse dalle diverse sorgenti che dalle condizioni meteorologiche che possono favorirne o meno la dispersione: per quanto riguarda gli inquinanti primari (cioè prodotti direttamente dalle attività umane quali monossido di carbonio, biossido di zolfo, ossidi di azoto, polveri sottili PM<sub>10</sub>, benzene) il periodo più critico risulta essere quello invernale caratterizzato da massime emissioni e da situazioni di ristagno della massa d'aria al suolo, mentre nel periodo estivo si registrano elevati valori di ozono, inquinante secondario che si origina per effetto dell'intenso irraggiamento solare in presenza di inquinanti primari.

Nel caso del Comune di Porpetto si può identificare nel traffico autoveicolare (in particolare nel transito dei mezzi pesanti) la principale sorgente di inquinamento atmosferico, stante la presenza del casello autostradale che si collega alla SP 80, arteria di collegamento in particolare con la zona industriale dell'Aussa-Corno.

La presente relazione, relativa al periodo da luglio 2007 a febbraio 2008, fornisce un quadro riassuntivo del monitoraggio dell'inquinamento atmosferico presentando, per ognuno degli inquinanti rilevati dagli analizzatori installati sul mezzo mobile, una tabella con i principali parametri statistici ed una con il numero dei superamenti dei limiti di legge, confrontati con i corrispondenti valori registrati nello stesso periodo presso la stazione di Torviscosa e dalla rete della città di Udine (centralina di P.le Osoppo o di Via Manzoni).

E' presente inoltre uno specifico capitolo dedicato al monitoraggio del benzene, effettuato da luglio 2007 a febbraio 2008 anche con l'utilizzo di campionatori passivi (radielli) su diversi punti del territorio comunale, che fornisce utili indicazioni sull'incidenza dell'inquinamento dovuto al traffico autoveicolare.

## 2. I SITI MONITORATI

Il rilevamento della qualità dell'aria è stato effettuato impiegando la stazione mobile (MM1) posizionata, in accordo con l'Amministrazione Comunale, nel parcheggio in corrispondenza della sede municipale, sito particolarmente esposto alle ricadute derivanti dal traffico anche alla luce della vicinanza con l'uscita dell'autostrada; sono stati inoltre utilizzati dei campionatori passivi (per i composti organici volatili) con i quali sono state monitorate alcune aree significative del territorio comunale: la tabella seguente riporta l'elenco dei punti di campionamento, il relativo periodo di indagine e gli inquinanti monitorati.

Sito	Ubicazione	Periodo di indagine	Sistema di campionamento	Inquinanti monitorati
1	<b>Porpetto</b> Municipio	05/07/2007 – 31/12/2007 05/07/2007 – 29/02/2008 luglio 2007 – febbraio 2008	Mezzo Mobile (MM1) Mezzo Mobile (MM1) Campionatore passivo	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, O <sub>3</sub> , BTX, PM <sub>10</sub> BTX
2	<b>Porpetto</b> Cavalcavia	luglio 2007 – febbraio 2008	Campionatore passivo	BTX
3	<b>Porpetto</b> Villalta	luglio 2007 – febbraio 2008	Campionatore passivo	BTX
4	<b>Porpetto</b> Scuole	luglio 2007 – febbraio 2008	Campionatore passivo	BTX

TAB. 1 – Siti utilizzati per il monitoraggio della qualità dell'aria

**Legenda:**

<b>SO<sub>2</sub></b>	Biossido di zolfo
<b>NO<sub>x</sub></b>	Ossidi di azoto (Monossido e Biossido di azoto)
<b>CO</b>	Monossido di carbonio
<b>O<sub>3</sub></b>	Ozono
<b>BTX</b>	Benzene – Toluene – (Etilbenzene) – Xileni
<b>PM<sub>10</sub></b>	Materiale Particolato (polveri sottili) con diametro < 10 µm

Si precisa che in data 19 gennaio 2008 un picco di tensione sulla linea di alimentazione di energia elettrica del mezzo mobile ha procurato alcuni danni alla strumentazione installata nel furgone, per cui successivamente a tale data è stato possibile riattivare solamente l'analizzatore delle polveri sottili: ne consegue che, mentre per gli inquinanti gassosi (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>3</sub> e BTX) rilevati in continuo vengono presentati i dati fino alla fine di dicembre 2007, per il materiale particolato PM<sub>10</sub> la copertura temporale si estende sino alla fine di febbraio 2008.

Di seguito si riporta la mappa con la localizzazione dei siti monitorati.

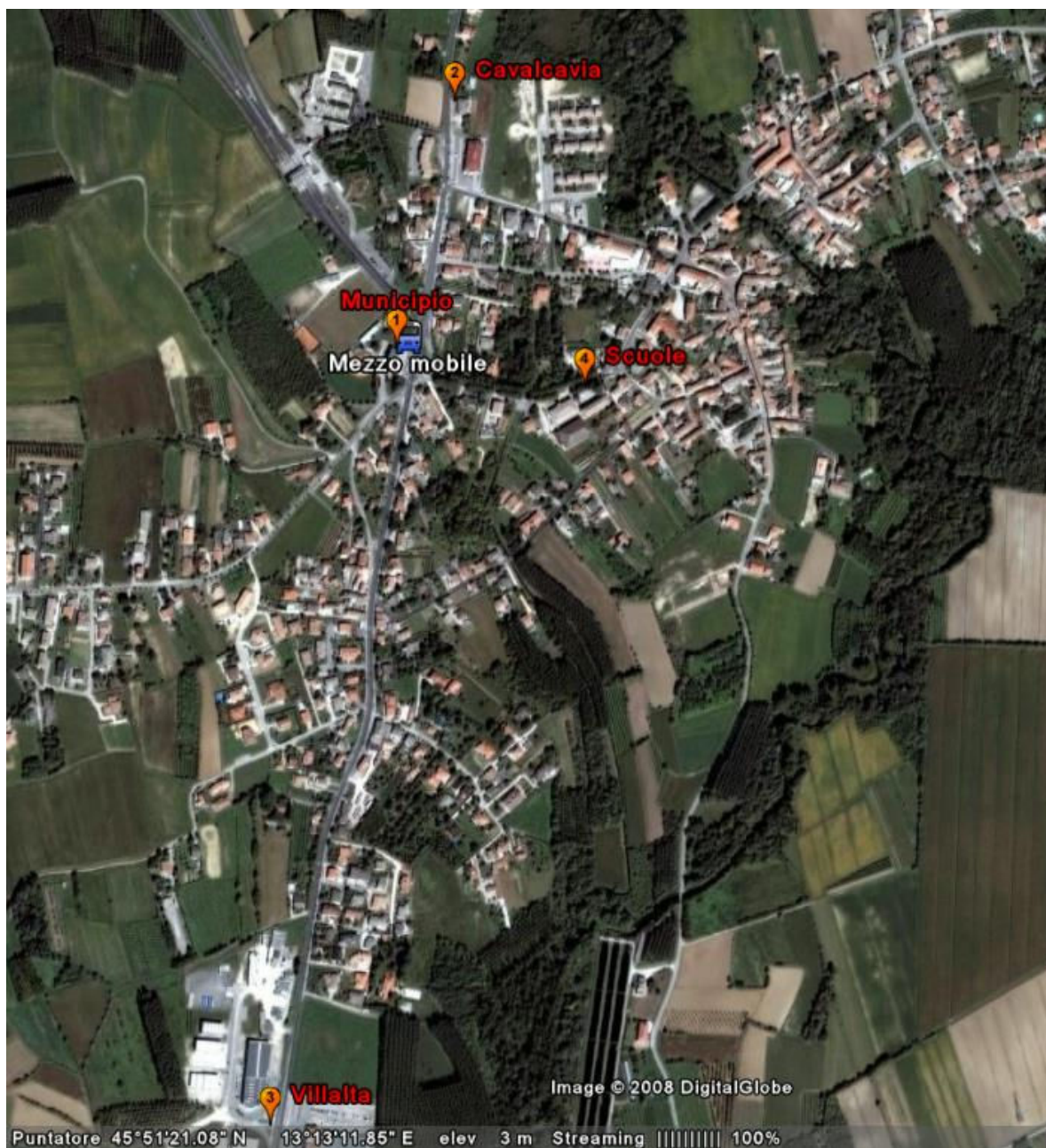


FIG. 1 – Localizzazione dei siti di monitoraggio

**3. INQUINANTI RILEVATI CON ANALIZZATORI IN CONTINUO  
INSTALLATI SUL MEZZO MOBILE: dati relativi alla campagna  
05/07/2007 – 29/02/2008.**

Nel mezzo mobile utilizzato per il rilevamento sono installati degli strumenti che monitorano in continuo i principali inquinanti presenti nell'aria; la configurazione della stazione comprende inoltre un computer industriale che provvede principalmente all'acquisizione ed alla memorizzazione dei dati rilevati per renderli disponibili al Centro di Gestione della Rete grazie al collegamento telefonico via modem.

La successiva tabella riporta l'elenco degli inquinanti monitorati con la stazione mobile (MM1):

<b>SO<sub>2</sub></b>	Biossido di zolfo
<b>NO<sub>x</sub></b>	Ossidi di azoto (Monossido e Biossido di azoto)
<b>CO</b>	Monossido di carbonio
<b>O<sub>3</sub></b>	Ozono
<b>BTX</b>	Benzene – Toluene - Xileni
<b>PM<sub>10</sub></b>	Materiale Particolato (polveri sottili) con diametro aerodinamico < 10 µm

TAB. 2 – Elenco degli inquinanti monitorati con analizzatori in continuo.

Di seguito si illustrano i dati rilevati con il mezzo mobile nel corso della campagna, dedicando un paragrafo per ogni singolo inquinante monitorato, confrontando i risultati con i dati registrati nello stesso periodo dalle stazioni fisse di Torviscosa e di Udine - P.le Osoppo (sito caratterizzato da notevoli volumi di traffico) per tutti gli inquinanti ad eccezione dell'ozono, che viene confrontato con i dati di Udine - Via Cairoli (parco urbano lontano dal traffico) e del benzene, che viene raffrontato con i dati Udine - Via Manzoni.



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

Il biossido di zolfo (o anidride solforosa) è un gas incolore, più pesante dell'aria, di odore pungente e molto irritante; in aria viene ossidato ad anidride solforica che, per reazione con vapor acqueo, porta alla formazione di acido solforico, uno dei principali costituenti delle cosiddette "piogge acide".

Per quanto riguarda l'origine antropica, questo inquinante deriva essenzialmente dalla combustione di combustibili contenenti zolfo, che nelle aree urbane sono utilizzati sia per autotrazione (diesel) che per il riscaldamento. Con l'introduzione sul mercato di combustibili liquidi a basso tenore di zolfo e la sempre maggiore metanizzazione degli impianti termici, i livelli di biossido di zolfo si sono drasticamente ridotti, al limite della rilevabilità strumentale.

Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di riferimento
<b>DM 2 aprile 2002 n. 60</b>	valore limite orario per la protezione della salute umana	media oraria da non superare più di 24 volte per anno civile (dal 01/01/2005)	350 µg/m <sup>3</sup>
	valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	media di 24 ore da non superare più di 3 volte per anno civile (dal 01/01/2005)	125 µg/m <sup>3</sup>
	soglia di allarme	misura su 3 ore consecutive	500 µg/m <sup>3</sup>

TAB. 3 – SO<sub>2</sub>: valori di riferimento previsti dalla normativa.

Analizzando i risultati delle elaborazioni sui dati del monitoraggio effettuato nella campagna dal 5 luglio 2007 al 31 dicembre 2007, riportati nella tab. 3, in confronto con i limiti imposti dalla normativa di cui alla precedente tabella, risulta evidente come questi valori siano nettamente inferiori ai limiti di legge (cfr. in particolare la Massima oraria e la Massima giornaliera). Il raffronto con i dati di Udine e di Torviscosa fotografa una situazione che vede Porpetto abbastanza simile a Torviscosa, soprattutto per quanto riguarda i dati medi, ma con alcuni valori orari più elevati, anche se molto lontani dal limite di legge.

Periodo dal 05/07/2007 al 31/12/2007	BIOSSIDO DI ZOLFO				
	Media campagna (µg/m <sup>3</sup> )	Mediana campagna (µg/m <sup>3</sup> )	98° percentile (µg/m <sup>3</sup> )	Massima oraria (µg/m <sup>3</sup> )	Massima giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )
<b>PORPETTO</b>	2	1	11	<b>50</b>	<b>9</b>
TORVISCOSA	2	1	5	<b>32</b>	<b>5</b>
UDINE – P.le Osoppo	4	2	14	<b>30</b>	<b>12</b>

TAB. 4 – SO<sub>2</sub>: principali parametri statistici.

Alla luce dei dati sopra riportati si evince che, nel periodo della campagna, non è stato registrato alcun superamento dei valori di riferimento previsti dalla normativa. In considerazione del fatto che anche nell'ambito urbano di Udine si registrano ormai da anni concentrazioni abbondantemente inferiori ai limiti di legge, si ritiene che i valori di qualità dell'aria riferiti a questo inquinante per la zona di Porpetto, anche su base annua, rispettino con un buon margine i riferimenti normativi.

Considerata la scarsa incidenza di questo inquinante, l'unica indicazione significativa è stata ottenuta dall'analisi riferita ai diversi giorni della settimana e riportata nella figura seguente: i dati rilevati a Porpetto presentano un andamento analogo a quelli di Udine (anche se con valori nettamente inferiori) evidenziando un calo nel fine-settimana correlabile ad una diminuzione dei flussi di traffico, in particolare quello pesante.

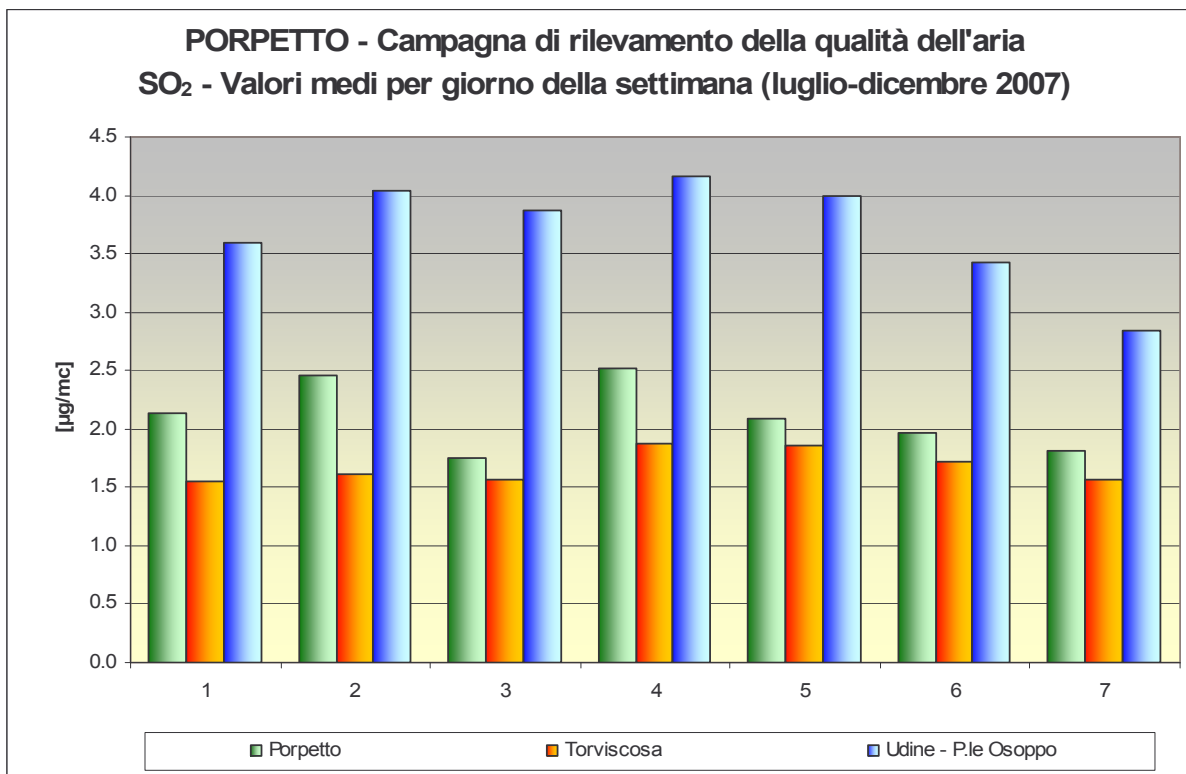


FIG. 2 – SO<sub>2</sub>: Valori medi per giorno della settimana: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo.

\* \* \* \* \*

### 3.2 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Fra i diversi ossidi che l'azoto può formare, per quanto attiene alle problematiche dell'inquinamento atmosferico, si considerano solamente il monossido (NO) ed il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>); in considerazione del fatto però che la tossicità di quest'ultimo è notevolmente superiore a quella del monossido, la normativa vigente prevede dei limiti per la protezione della salute umana solamente per il biossido di azoto, che è un gas irritante per occhi, naso e vie respiratorie e può combinarsi con l'emoglobina del sangue impedendo così il trasporto dell'ossigeno. Si ricorda inoltre che anche gli ossidi di azoto presenti nell'atmosfera contribuiscono al fenomeno delle piogge acide (si trasformano in acido nitrico).

Gli ossidi d'azoto si formano per reazione, alle alte temperature, fra l'azoto e l'ossigeno che sono i principali costituenti dell'atmosfera (azoto circa 78% e ossigeno circa 21%); per quanto riguarda in particolare il contributo antropico, le principali sorgenti risultano essere i processi di combustione (motori a scoppio, impianti termici, alcuni processi industriali).

Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di riferimento
<b>DM 2 aprile 2002 n. 60</b>	valore limite orario per la protezione della salute umana	media oraria da non superare più di 18 volte per anno civile (anno 2007)	230 µg/m <sup>3</sup>
		media oraria da non superare più di 18 volte per anno civile (dal 01/01/2010)	200 µg/m <sup>3</sup>
	valore limite annuale per la protezione della salute umana	media annua (anno 2007)	46 µg/m <sup>3</sup>
		media annua (dal 01/01/2010)	40 µg/m <sup>3</sup>
	soglia di allarme	misura su 3 ore consecutive	400 µg/m <sup>3</sup>

TAB. 5 – NO<sub>2</sub>: valori di riferimento previsti dalla normativa.

I gas prodotti dalla combustione contengono soprattutto monossido di azoto, che allo scarico non si decompone di nuovo ad ossigeno ed azoto a causa del brusco raffreddamento e permane così a lungo nell'ambiente dove, grazie a successivi processi fotochimici, viene trasformato in biossido di azoto in quantità che dipendono principalmente dall'intensità dell'irraggiamento solare e dalla temperatura; si verifica così che mentre nel periodo estivo la gran parte dell'NO si trasforma in NO<sub>2</sub>, durante l'inverno (quando la produzione di ossidi di azoto è massima per l'incremento del traffico e l'apporto delle emissioni degli impianti termici) il rapporto monossido/biossido risulta fortunatamente molto più elevato a causa delle basse temperature e dello scarso irraggiamento solare che limitano la conversione del monossido a biossido.

	BIOSSIDO DI AZOTO			
Periodo dal 05/07/2007 al 31/12/2007	Media campagna ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mediana campagna ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	98° percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massima oraria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>PORPETTO</b>	<b>37</b>	<b>33</b>	<b>90</b>	<b>129</b>
TORVISCOSA	<b>18</b>	15	56	<b>81</b>
UDINE – P.le Osoppo	<b>50</b>	46	117	<b>210</b>

TAB. 6 – NO<sub>2</sub>: principali parametri statistici.

L'esame dei dati riportati nella tab. 6 evidenzia il rispetto dei limiti della normativa di cui alla precedente tabella (in particolare la media campagna ed il massimo orario), con valori che si posizionano su livelli più bassi di quelli registrati a Udine nello stesso periodo, ma significativamente superiori a quelli rilevati a Torviscosa. Si precisa che le elaborazioni sull'intero anno 2007 hanno fornito, come dato della media annua, il valore di 53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a Udine – P.le Osoppo e di 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a Torviscosa, dati dello stesso ordine di grandezza di quelli riferiti al periodo di indagine in esame.

Il grafico seguente, che riporta i valori delle medie mensili di biossido di azoto riferite ai tre siti di Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo, illustra sinteticamente come il sito di Porpetto si collochi su posizioni più simili a quelle registrate a Udine che non a quelle di Torviscosa.

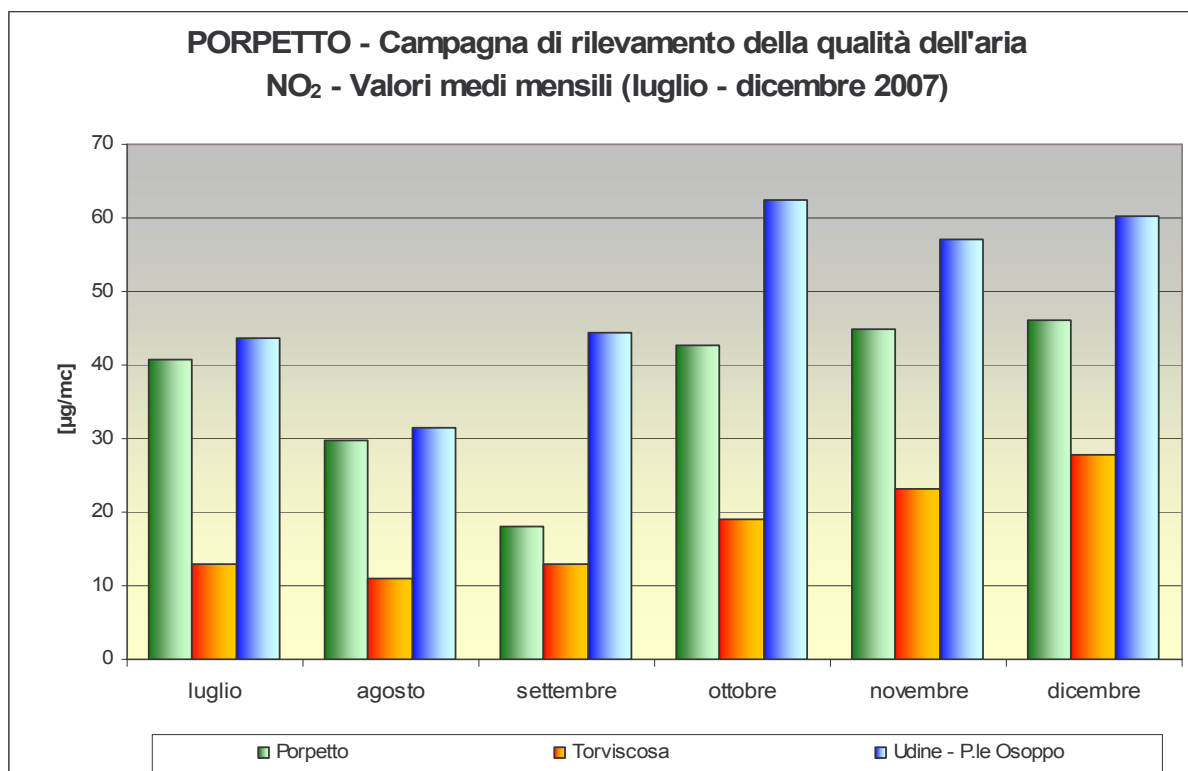


FIG. 3 – NO<sub>2</sub>: Valori medi mensili: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo.

Lo stesso andamento si riscontra nei due grafici seguenti che riportano rispettivamente i risultati dell'analisi riferita ai diversi giorni della settimana (fig. 4) e l'andamento dei valori orari di biossido di azoto nell'arco della giornata (fig. 5).

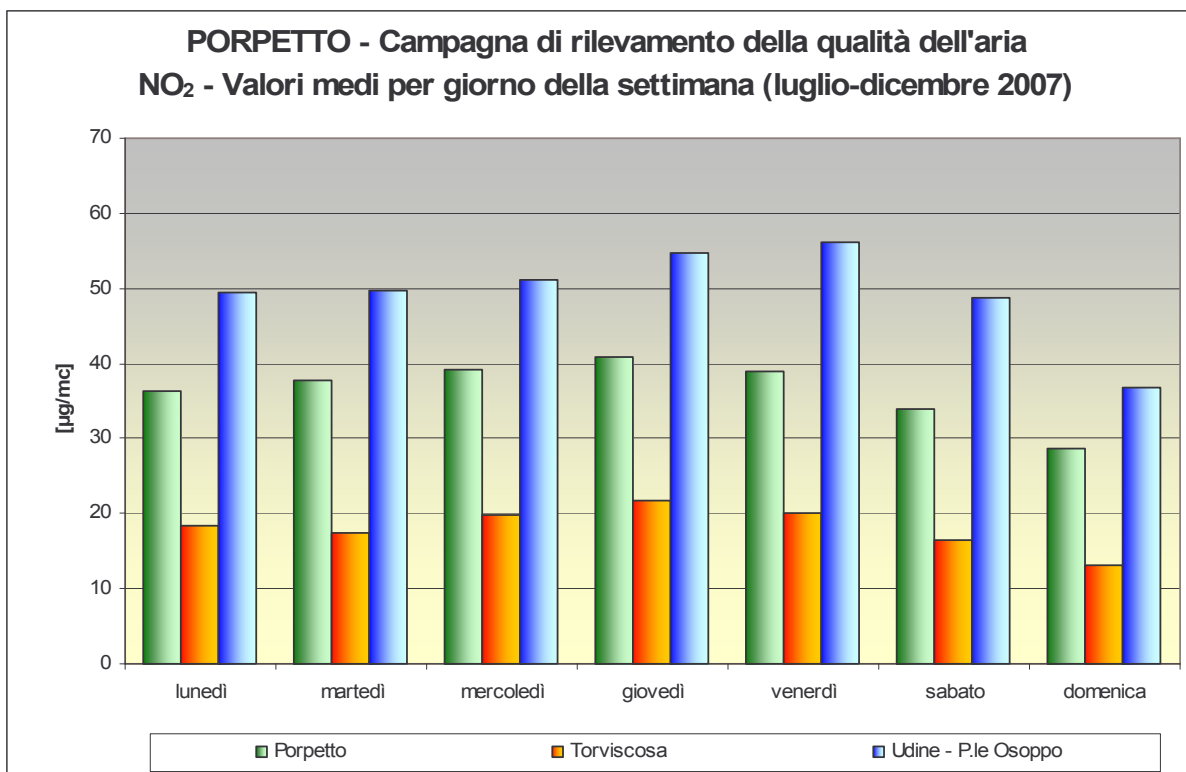


FIG. 4 – NO<sub>2</sub>: Valori medi per giorno della settimana: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo.

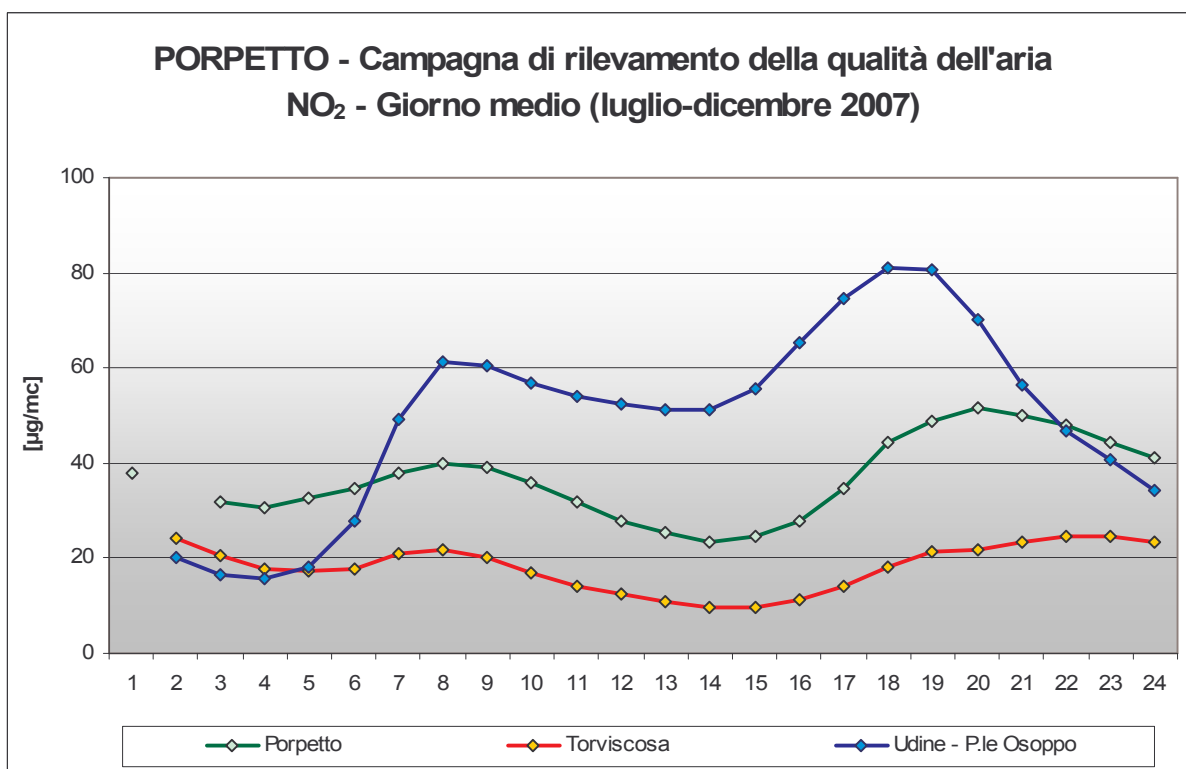


FIG. 5 – NO<sub>2</sub>: Giorno medio: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo.

### 3.3 Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio deriva normalmente da processi di combustione parziale che impediscono la completa ossidazione del carbonio fino ad anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) per carenza di ossigeno; la tossicità di questo composto è ascrivibile alla sua capacità di legarsi all'emoglobina contenuta nei globuli rossi del sangue ed impedire così il trasporto dell'ossigeno.

Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di riferimento
<b>DM 2 aprile 2002 n. 60</b>	valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore (dal 01/01/2005)	10 mg/m <sup>3</sup>

TAB. 7 – CO: valori di riferimento previsti dalla normativa.

In ambito urbano la principale sorgente di CO viene individuata nel traffico autoveicolare e per molti anni questo è stato l'inquinante nei cui riguardi è stata posta la maggiore attenzione. Con l'introduzione della marmitta catalitica e lo svecchiamento del parco vetture circolanti si è assistito ad una progressiva diminuzione delle concentrazioni misurate che da alcuni anni presentano in tutti i siti monitorati valori molto contenuti.

Questo andamento trova conferma nei risultati delle elaborazioni sui dati del monitoraggio effettuato nella campagna dal 5 luglio al 31 dicembre 2007, riportati nella tab. 8: il valore di riferimento dalla normativa di cui alla precedente tabella risulta infatti ampiamente rispettato, anche estrapolando i risultati su base annua (il valore più elevato della Massima su 8 ore registrato a Udine nel 2007 è stato proprio quello riportato nella tabella successiva).

Periodo dal 05/07/2007 al 31/12/2007	MONOSSIDO DI CARBONIO				
	Media campagna (mg/m <sup>3</sup> )	Mediana campagna (mg/m <sup>3</sup> )	98° percentile (mg/m <sup>3</sup> )	Massima oraria (mg/m <sup>3</sup> )	Massima su 8 ore (mg/m <sup>3</sup> )
<b>PORPETTO</b>	0.4	0.3	1.9	4.2	<b>2.7</b>
TORVISCOSA	0.2	0.1	1.1	2.4	<b>1.8</b>
UDINE – P.le Osoppo	1.4	1.4	2.9	7.9	<b>5.1</b>

TAB. 8 – CO: principali parametri statistici.

I grafici seguenti, che si riferiscono rispettivamente ai valori delle medie mensili (fig. 6), ai risultati dell'analisi riferita ai giorni della settimana (fig. 7) ed all'andamento dei valori orari nell'arco della giornata (fig. 8) relativamente al monitoraggio di monossido di carbonio effettuato nei tre siti di Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo, evidenziano

sinteticamente come il sito di Porpetto si collochi su posizioni intermedie fra quelle registrate a Torviscosa ed a Udine, anche se i valori risultano in ogni caso molto contenuti.

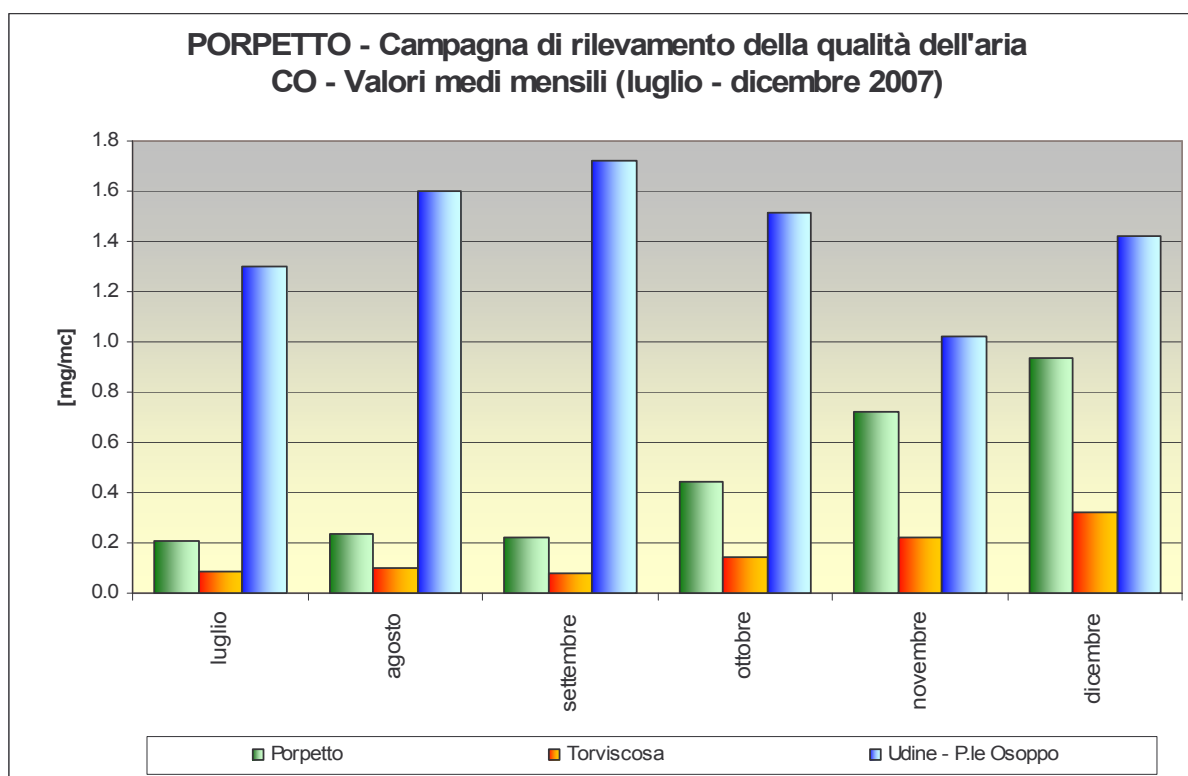


FIG. 6 – CO: Valori medi mensili: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo.

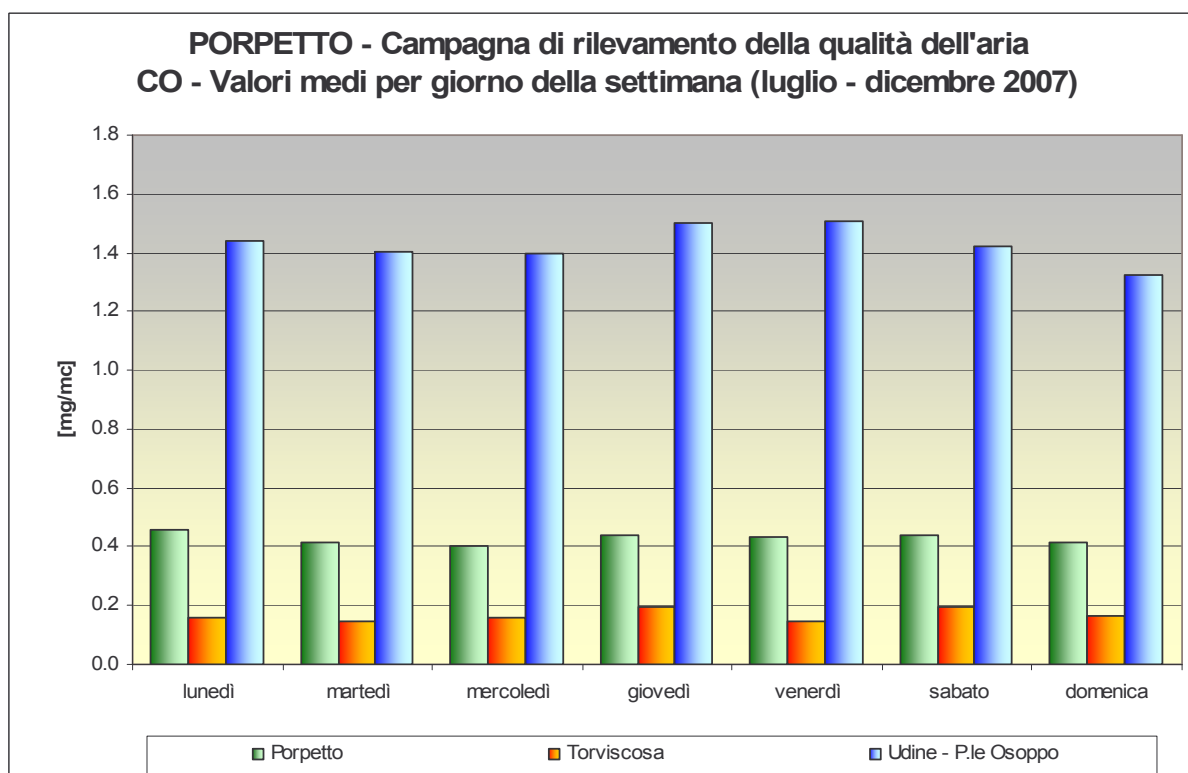


FIG. 7 – CO: Valori medi per giorno della settimana: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo.

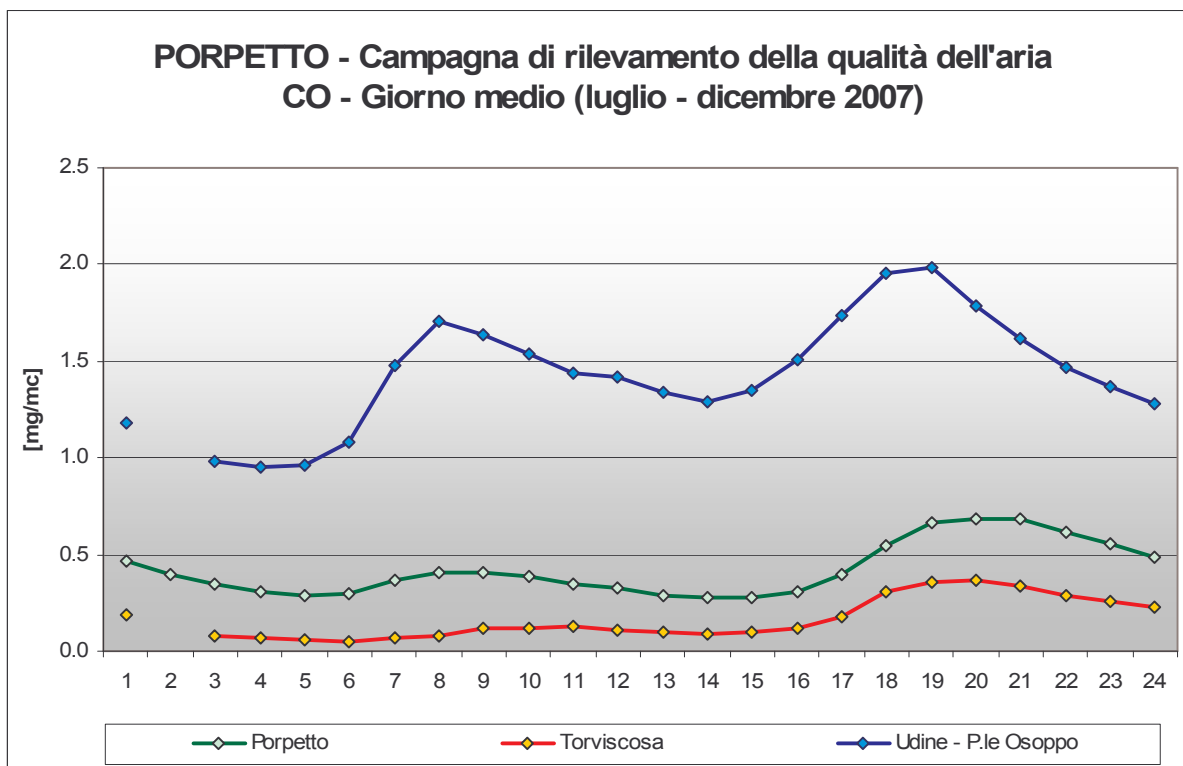


FIG. 8 – CO: Giorno medio: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo.



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

L'ozono è un gas che si forma anche nella troposfera (parte dell'atmosfera a contatto con il suolo) a partire dall'ossigeno per effetto della radiazione solare in presenza di altri composti (quali ossidi d'azoto e composti organici volatili) con una serie di processi fotochimici; viene definito pertanto inquinante secondario poiché non è prodotto direttamente da una qualsiasi sorgente, ma si origina in presenza di inquinanti primari. E' un composto che presenta effetti irritanti per le vie respiratorie, particolarmente in soggetti quali bambini, anziani, persone che soffrono di asma o che sono sottoposte ad intensi sforzi fisici.

La produzione di ozono al suolo, che avviene anche per cause naturali, è fortemente incrementata dalla presenza di inquinanti di origine antropica anche a concentrazioni molto basse (catalizzatori): i processi che portano alla formazione di ozono possono essere piuttosto complessi e coinvolgono essenzialmente gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili, con una serie di reazioni chimiche che da una parte ne favoriscono la formazione e dall'altra la rimozione per processi di ossidazione; un ruolo fondamentale rivestono anche alcune variabili meteorologiche quali l'irraggiamento solare, la temperatura, la stabilità dell'atmosfera.

Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di riferimento
<b>DLgs 21 maggio 2004 n. 183</b>	soglia di informazione	media oraria	180 µg/m <sup>3</sup>
	soglia di allarme	media oraria	240 µg/m <sup>3</sup>
	valore bersaglio per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni (dal 01/01/2010)	120 µg/m <sup>3</sup>

TAB. 9 – O<sub>3</sub>: valori di riferimento previsti dalla normativa.

L'ozono al suolo non deve essere confuso con quello presente nell'alta atmosfera (ozonosfera) dove si forma per effetto delle radiazioni ultraviolette del sole sulle molecole di ossigeno: la presenza dell'ozonosfera risulta essenziale per la vita sulla terra in quanto agisce da filtro per le radiazioni solari nocive (che provocano il cancro della pelle) e pertanto l'assottigliamento di questo strato protettivo (buco dell'ozono) viene tenuto sotto controllo a livello planetario.

I dati delle tabb. 10 e 11 mostrano come le concentrazioni di ozono siano significativamente più basse a Porpetto che non a Torviscosa ed a Udine: tenendo conto del fatto che alcuni inquinanti primari (prodotti cioè da attività antropiche) reagiscono con l'ozono riducendone la concentrazione, i valori mediamente inferiori registrati a Porpetto forniscono un'indicazione

indiretta della presenza, nel periodo estivo, di inquinanti primari in quantità superiore a quella che si rileva sia a Torviscosa che a Udine (in un parco urbano lontano dal traffico).

OZONO				
Periodo dal 05/07/2007 al 31/12/2007	Media campagna ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mediana campagna ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	98° percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massima oraria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>PORPETTO</b>	36	20	144	215
TORVISCOSA	50	42	143	209
UDINE – Via Cairoli	44	35	153	206

TAB. 10 – O<sub>3</sub>: principali parametri statistici.

L'unico parametro che presenta valori superiori a Porpetto rispetto agli altri due siti di confronto è quello della massima oraria: un'analisi più dettagliata ha evidenziato come questo fenomeno si riferisca solamente a poche giornate del mese di luglio, mentre per il restante periodo i valori orari di ozono risultano inferiori a quelli di Torviscosa e di Udine.

OZONO			
Periodo dal 05/07/2007 al 31/12/2007	Soglia di informazione (D. Lgs. N. 183/2004) (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Soglia di allarme (D. Lgs. N. 183/2004) (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Numero di giornate di superamento del valore bersaglio di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 8 ore (D. Lgs. N. 183/2004)
<b>PORPETTO</b>	16	0	22
TORVISCOSA	14	0	27
UDINE – Via Cairoli	16	0	23

TAB. 11 – O<sub>3</sub>: numero di superamenti dei valori di riferimento previsti dalla normativa.

Nel corso dell'intero anno 2007 in via Cairoli a Udine la media oraria è risultata pari a 51  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un massimo di 206  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 57 giornate di superamento del valore bersaglio di 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  come media su 8 ore; il corrispondente dato di Torviscosa è risultato pari a 52  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per la media oraria, con un massimo di 209  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e le giornate di superamento del valore bersaglio di 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  come media su 8 ore hanno raggiunto il valore di 52.

I grafici seguenti, che riportano rispettivamente i valori delle medie mensili (fig. 9), i risultati dell'analisi riferita ai giorni della settimana (fig. 10) e l'andamento dei valori orari nell'arco della giornata (fig. 11) relativamente al monitoraggio di ozono effettuato nei tre siti di Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Manzoni nel periodo dal 5 luglio al 31 dicembre 2007, evidenziano sinteticamente come il sito di Porpetto si collochi, in particolare nei mesi caldi, su livelli inferiori di quelli registrati a Torviscosa ed a Udine, con un comportamento che può essere correlabile ad una significativa influenza del traffico autoveicolare.

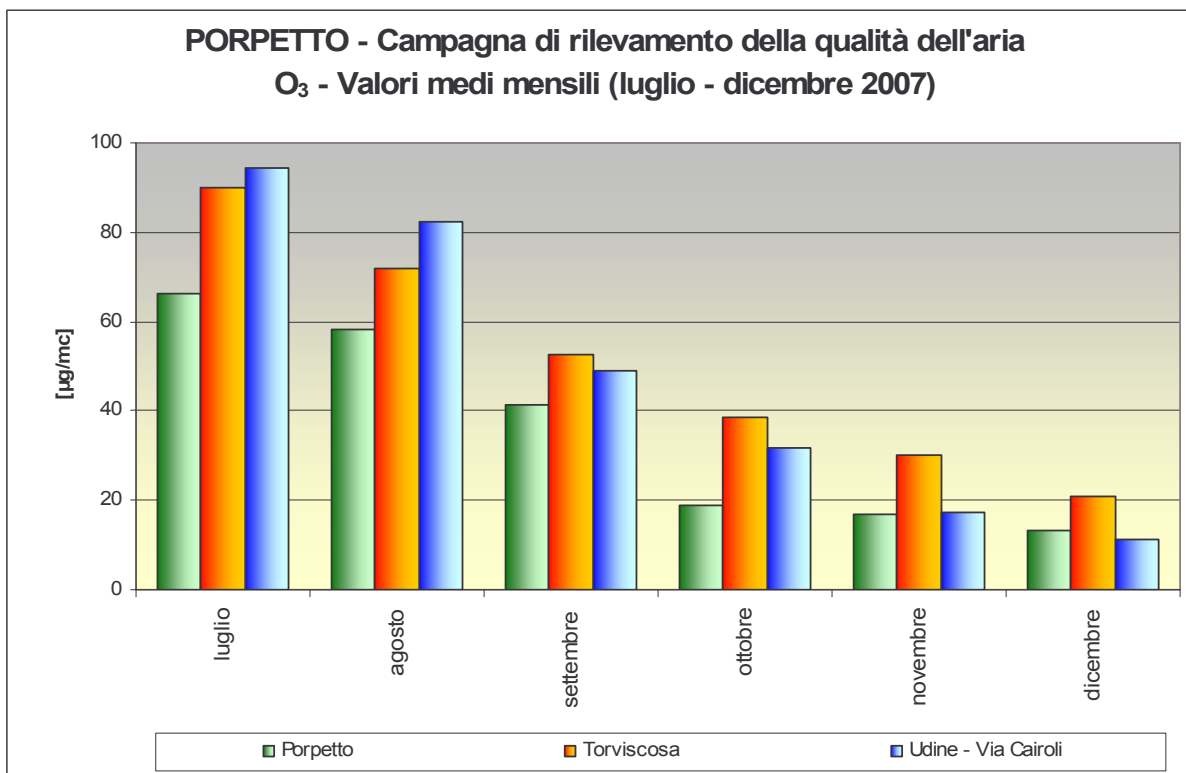


FIG. 9 – O<sub>3</sub>: Valori medi mensili: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Cairoli.

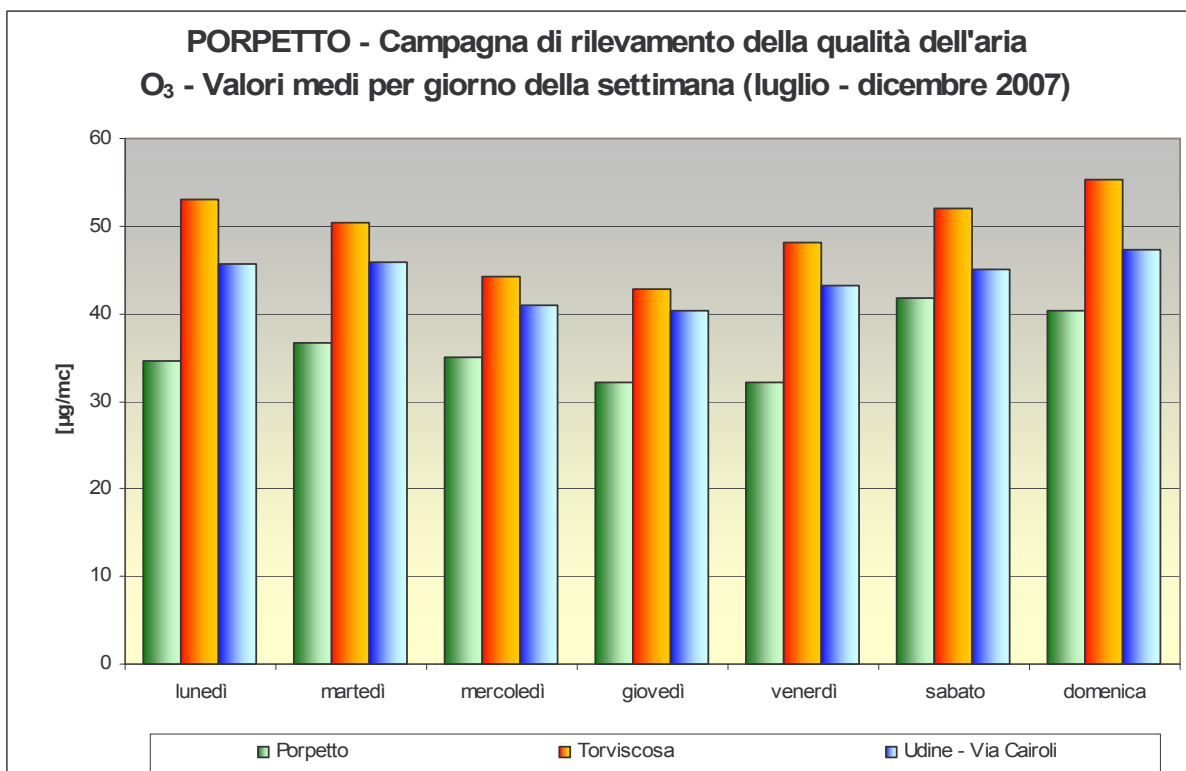


FIG. 10 – O<sub>3</sub>: Valori medi per giorno della settimana: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Cairoli.

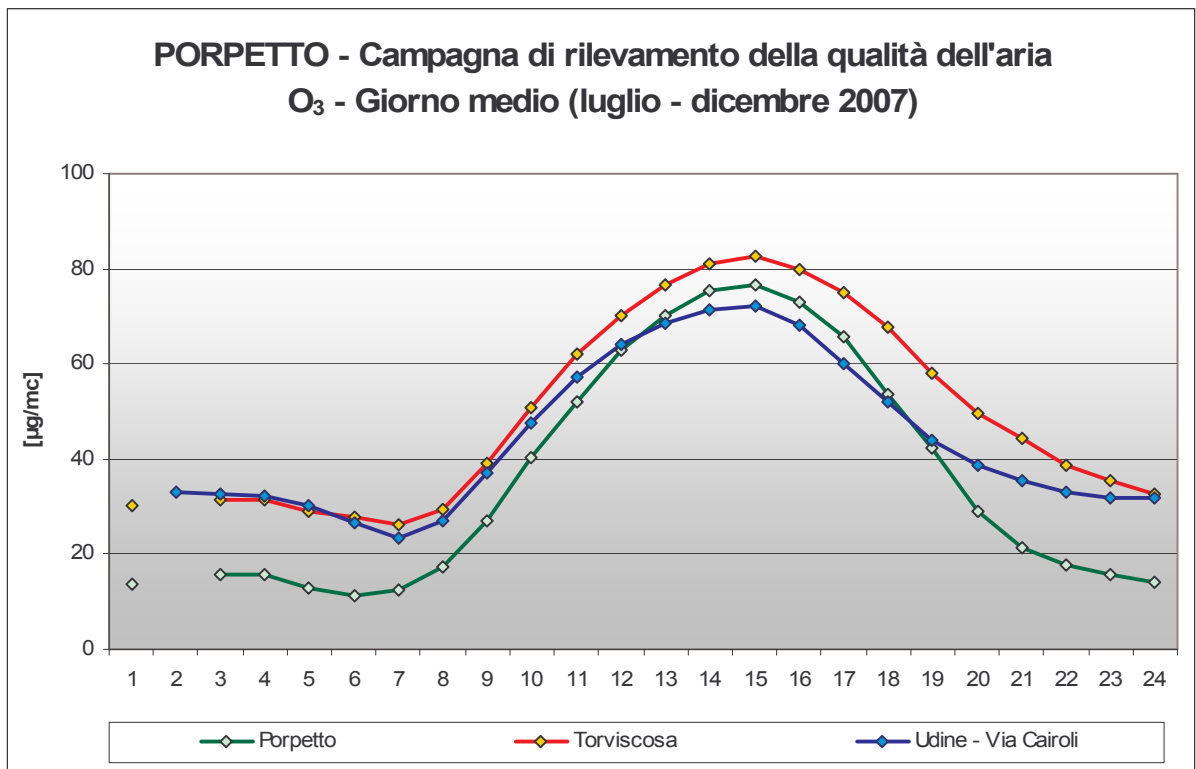


FIG. 11 – O<sub>3</sub>: Giorno medio: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Cairoli.

\*\*\*\*\*

### 3.5 Materiale particolato (PM<sub>10</sub>)

Con il termine di particolato atmosferico si intende l'insieme di particelle solide più o meno piccole (polvere, ceneri, pollini) e di goccioline microscopiche che si trovano nell'atmosfera. Questo materiale particolato può avere un'origine sia naturale che antropica; in quest'ultimo caso le fonti possono essere individuate nel sistema dei trasporti e negli impianti di combustione, sia civili (impianti termici) che industriali (fra cui le centrali termoelettriche). Considerando la "sorgente traffico", il cui contributo in ambito urbano viene stimato fra il 50% ed il 78% del totale del PM<sub>10</sub>, va precisato che le polveri sottili possono derivare sia dalle emissioni dei motori (per questo parametro il diesel è molto più inquinante del motore a benzina) che dal degrado di pneumatici e marmitte, dal consumo dei freni, dall'abrasione dell'asfalto e da fenomeni di risollevarimento delle polveri al suolo. Presenta maggiore difficoltà valutare il contributo delle attività produttive che richiede indagini più approfondite con speciazione delle polveri campionate.

Le dimensioni e la natura delle particelle che costituiscono il particolato sono molto variabili e ne influenzano i tempi di deposizione, che sono peraltro fortemente correlati alla presenza di vento e di precipitazioni atmosferiche.

Dal punto di vista della tutela della salute umana l'attenzione si è focalizzata sul PM<sub>10</sub> (particelle di diametro inferiore ai 10 µm) che costituisce la frazione inalabile delle polveri in quanto non viene trattenuta dalle vie aeree superiori ma penetra nell'apparato respiratorio tanto più in profondità quanto più piccole sono le dimensioni di queste particelle che, depositatesi nei polmoni, portano ad un accumulo di sostanze minerali e possono veicolare sostanze tossiche precedentemente assorbite o adsorbite sulla loro superficie dall'aria ambiente (come ad esempio gli Idrocarburi Policiclici Aromatici o metalli tossici quali il piombo).

Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di riferimento
<b>DM 2 aprile 2002 n. 60</b>	valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	media giornaliera da non superare più di 35 volte per anno civile (dal 01/01/2005)	50 µg/m <sup>3</sup>
	valore limite annuale per la protezione della salute umana	media annuale (dal 01/01/2005)	40 µg/m <sup>3</sup>

TAB. 12 – PM<sub>10</sub>: valori di riferimento previsti dalla normativa.

Oltre a quanto indicato in tabella, il D.M. 60/2002 prevede anche una seconda fase (che però la nuova normativa comunitaria ha abrogato) in cui vengono ridotte a 7 le giornate annuali di superamento del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e la media annuale viene fissata a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Inoltre lo stesso D.M. 60/2002 prevede che si inizi il monitoraggio del  $\text{PM}_{2,5}$  (particelle di diametro inferiore ai  $2,5 \mu\text{m}$ ), in quanto ritenuto la frazione di polveri più significativa dal punto di vista sanitario, pur senza stabilire dei limiti.

La successiva tab. 13, che riporta i principali parametri statistici, evidenzia come i valori delle medie registrate sull'intero periodo di indagine del 2007 (circa 6 mesi) siano sostanzialmente equivalenti per tutti i 3 siti considerati, anche se gli altri parametri riportati mostrano, per l'area di Porpetto, un andamento più simile alla zona di Torviscosa che non a quella di Udine.

<b>MATERIALE PARTICOLATO (<math>\text{PM}_{10}</math>)</b>			
Periodo dal 05/07/2007 al 31/12/2007	Media campagna ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massima giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massima oraria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>PORPETTO</b>	<b>28</b>	<b>75</b>	<b>136</b>
TORVISCOSA	<b>27</b>	79	146
UDINE – P.le Osoppo	<b>28</b>	107	199

TAB. 13 –  $\text{PM}_{10}$ : principali parametri statistici per il periodo luglio-dicembre 2007.

Per poter effettuare un confronto, per estrapolazione su base annua, con i limiti di legge, si precisa che per la centralina di Udine – P.le Osoppo il valore della media annua relativa al 2007 è risultato pari a  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mentre a Torviscosa il dato registrato è stato di  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valori che si discostano di poco da quelli riportati in tabella: si può quindi ragionevolmente supporre che anche la media annua riferita a Porpetto si collochi su valori inferiori al limite di legge di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Si riscontra lo stesso andamento anche per quanto riguarda i risultati del monitoraggio riferito ai primi due mesi del 2008, che sono stati caratterizzati da valori particolarmente elevati in conseguenza di condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti (dati di tab. 14).

<b>MATERIALE PARTICOLATO (<math>\text{PM}_{10}</math>)</b>			
Periodo dal 01/01/2008 al 29/02/2008	Media campagna ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massima giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massima oraria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>PORPETTO</b>	<b>56</b>	<b>176</b>	<b>221</b>
TORVISCOSA	52	172	236
UDINE – P.le Osoppo	56	187	355

TAB. 14 –  $\text{PM}_{10}$ : principali parametri statistici per il periodo gennaio-febbraio 2008.

Per quanto riguarda il numero di superamenti del limite giornaliero, che vengono dettagliati nella tab. 15, il dato di Porpetto presenta valori meno elevati rispetto agli altri due siti, collocandosi su livelli paragonabili a quelli di Torviscosa.

<b>MATERIALE PARTICOLATO (PM<sub>10</sub>)</b>			
Numero di superamenti della soglia di <b>50 µg/m<sup>3</sup></b>			
Periodo dal 05/07/2007 al 31/12/2007	<b>PORPETTO</b>	TORVISCOSA	UDINE P.le Osoppo
Luglio 2007	0	0	0
Agosto 2007	0	0	0
Settembre 2007	0	0	0
Ottobre 2007	4	3	4
Novembre 2007	2	4	4
Dicembre 2007	8	10	15
<b>Totale</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>23</b>

TAB. 15 – PM<sub>10</sub>: superamenti della soglia giornaliera per il periodo luglio-dicembre 2007.

Su base annua, nell'ambito urbano di Udine sono stati registrati 44 superamenti della soglia di 50 µg/m<sup>3</sup> (quindi ben oltre il limite delle 35 giornate previste dal DM 60/2002), mentre a Torviscosa si sono rilevate 38 giornate di superamento; entrambi questi valori annuali risultano circa il doppio di quelli ottenuti nel periodo di monitoraggio per cui si può ipotizzare per il sito di Porpetto un numero di superamenti attorno alle 30 giornate.

Per quanto riguarda i primi due mesi del 2008 (tab. 16), il risultato riferito a Porpetto risulta meno critico di quelli registrati a Udine e Torviscosa, anche se si registrano andamenti molto simili fra i diversi siti quando si verificano situazioni meteorologiche di ristagno prolungato, come nel caso del mese di febbraio.

<b>MATERIALE PARTICOLATO (PM<sub>10</sub>)</b>			
Numero di superamenti della soglia di <b>50 µg/m<sup>3</sup></b>			
Periodo dal 01/01/2008 al 29/02/2008	<b>PORPETTO</b>	TORVISCOSA	UDINE P.le Osoppo
Gennaio 2008	4	11	12
Febbraio 2008	17	17	15
<b>Totale</b>	<b>21</b>	<b>28</b>	<b>27</b>

TAB. 16 – PM<sub>10</sub>: superamenti della soglia giornaliera per il periodo gennaio-febbraio 2008.

I valori di concentrazione di  $PM_{10}$  presentano degli andamenti poco differenziati fra i vari siti della pianura friulana (come si può ben vedere dal grafico di fig. 12 che riporta i valori medi giornalieri rilevati a Rivoli di Osoppo, Udine e Torviscosa per l'intero anno 2007) in quanto le diverse fonti di polveri presenti sul territorio originano dei picchi localizzati (vedi massime giornaliere e massime orarie relative all'ambito urbano di Udine di cui alle precedenti tabelle) ma successivamente il particolato si disperde sulle aree circostanti e va ad interessare anche zone lontane dalle sorgenti permanendo in sospensione per lunghi intervalli di tempo qualora le condizioni meteorologiche siano tali da sfavorirne la dispersione o l'abbattimento. Va ricordato inoltre che, specialmente nel periodo invernale, si registra un significativo contributo di particolato "secondario", quel particolato cioè che non si ritrova nelle emissioni delle varie sorgenti ma si origina in seguito a reazioni chimico-fisiche che interessano specie gassose (principalmente ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca) che si trasformano successivamente in composti solidi (sali).

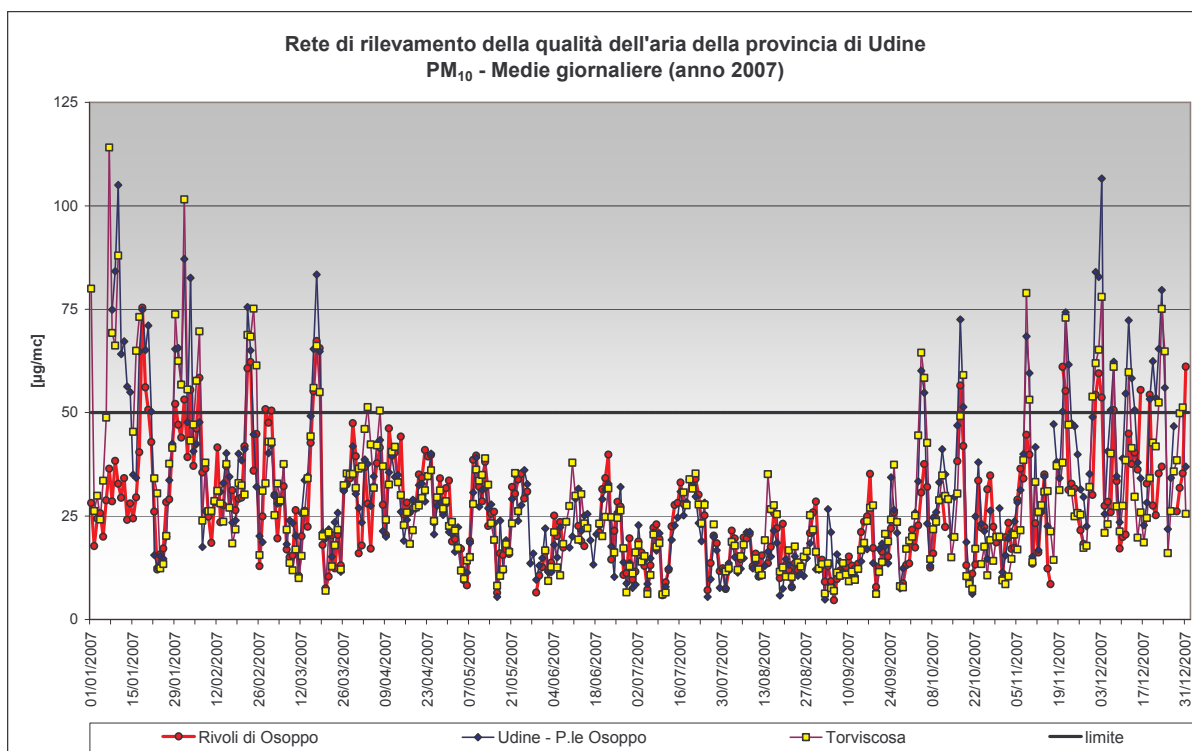


FIG. 12 –  $PM_{10}$  – Medie giornaliere anno 2007: siti di Rivoli di Osoppo, Udine e Torviscosa.

Di seguito si riportano in forma grafica i risultati dell'analisi di confronto fra i valori giornalieri di polveri sottili registrati a Porpetto, Udine e Torviscosa: in particolare, per quanto riguarda i dati medi mensili, l'elaborazione di fig. 13, che copre l'intero periodo di monitoraggio (luglio 2007 – febbraio 2008), evidenzia come il dato medio di Porpetto si collochi su valori sostanzialmente in linea con quelli degli altri due siti, come già precedentemente emerso con i valori medi di cui alle tabb. 13 e 14.



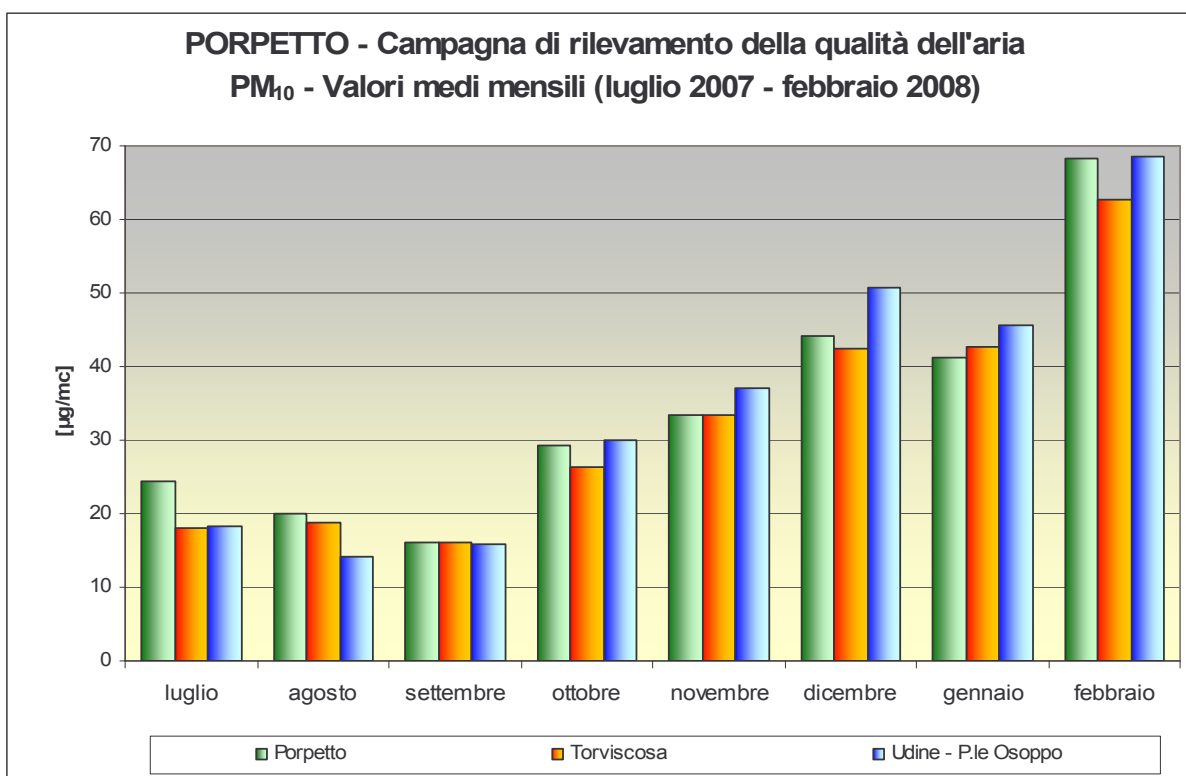


FIG. 13 – PM<sub>10</sub>: Valori medi mensili: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo.

Le successive figure riportano gli andamenti per i diversi giorni della settimana separatamente per il periodo luglio – dicembre 2007 e per il bimestre gennaio – febbraio 2008 al fine di evidenziare la criticità registrata in particolare nel mese di febbraio 2008.

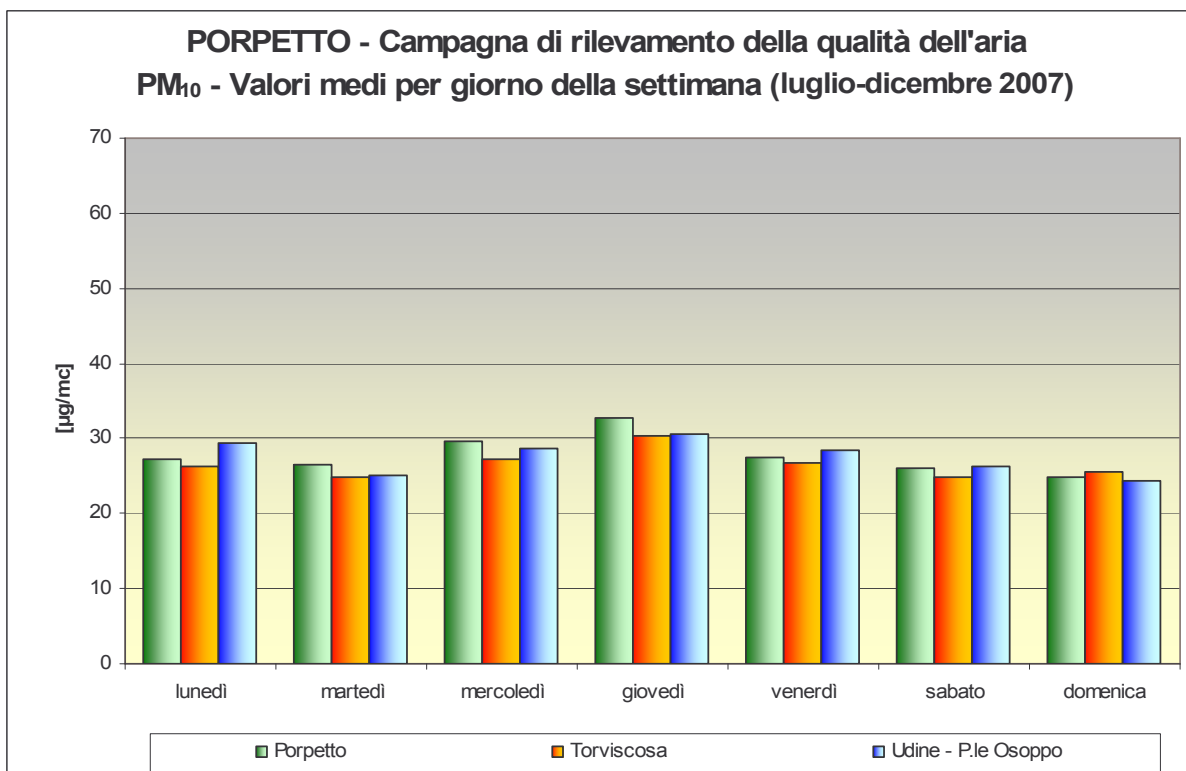


FIG. 14 – PM<sub>10</sub>: Valori medi per giorno della settimana: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo (luglio - dicembre 2007).

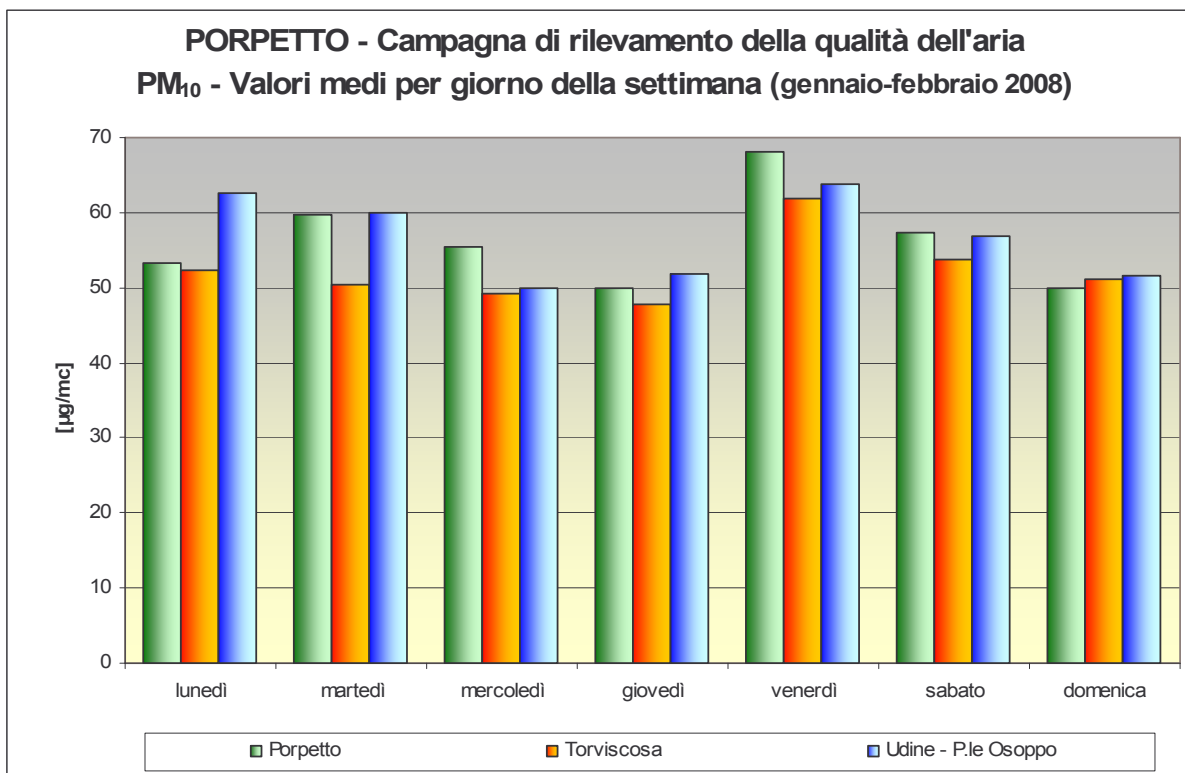


FIG. 15 – PM<sub>10</sub>: Valori medi per giorno della settimana: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo (gennaio – febbraio 2008).

Anche per quanto riguarda il giorno medio, le figg. 16 (luglio – dicembre 2007) e 17 (gennaio – febbraio 2008) evidenziano le differenti criticità registrate nei due periodi.

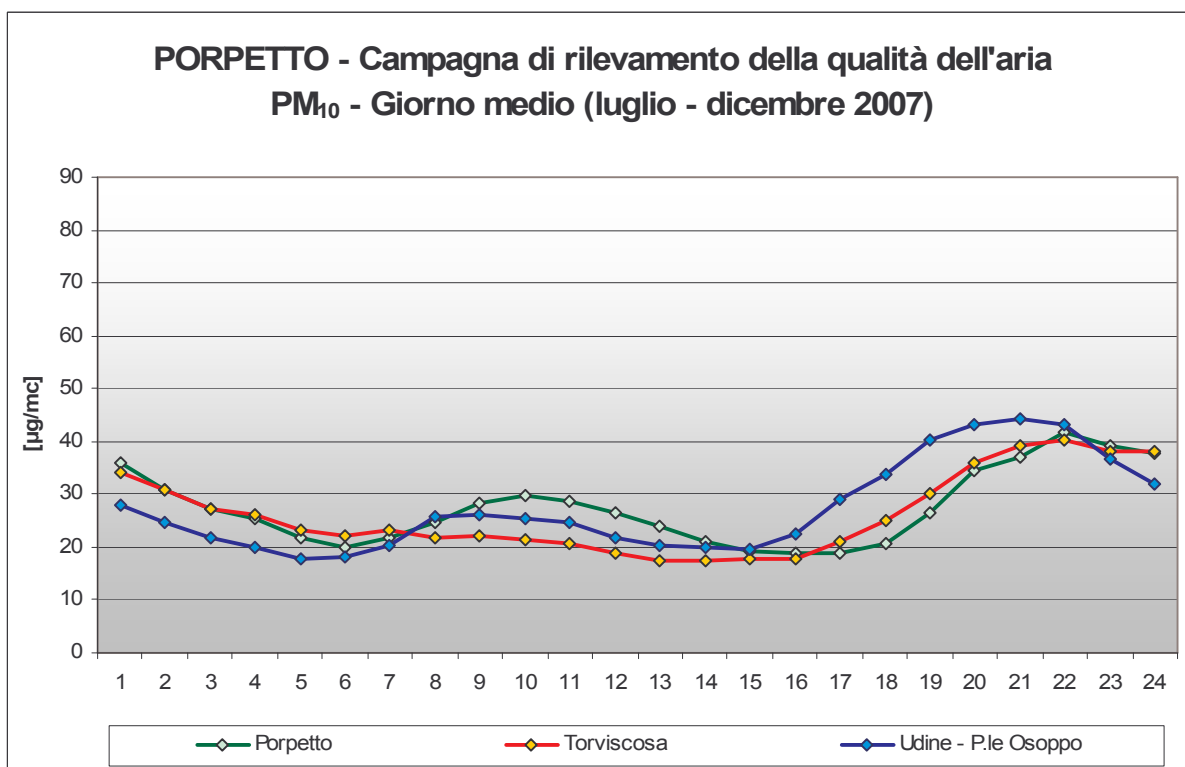


FIG. 16 – PM<sub>10</sub>: Giorno medio: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo (luglio - dicembre 2007).

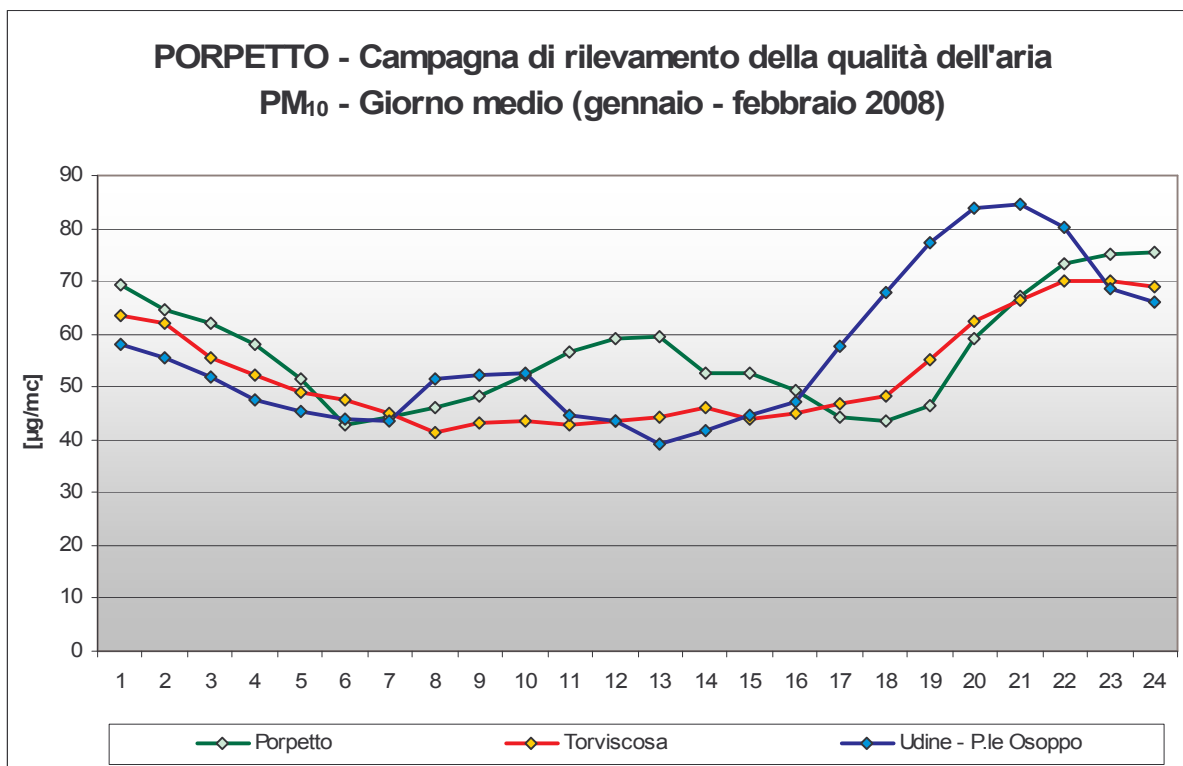


FIG. 17 – PM<sub>10</sub>: Giorno medio: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo (gennaio – febbraio 2008).

Per un maggiore dettaglio si riportano di seguito i grafici relativi alle concentrazioni medie giornaliere di particolato PM<sub>10</sub> rilevate nei tre siti di Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo relativamente ai mesi di luglio – dicembre 2007 (fig. 18) e gennaio – febbraio 2008 (fig. 19).

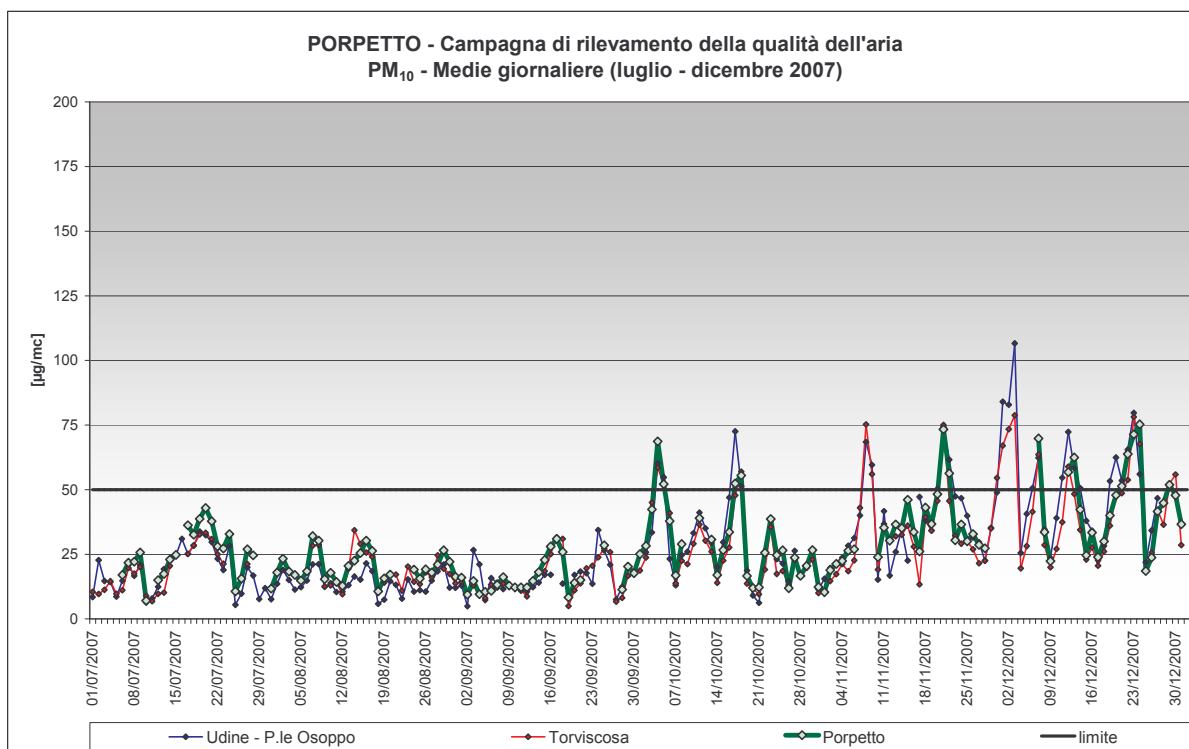


FIG. 18 – PM<sub>10</sub>: Valori medi giornaliere: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo (luglio - dicembre 2007).

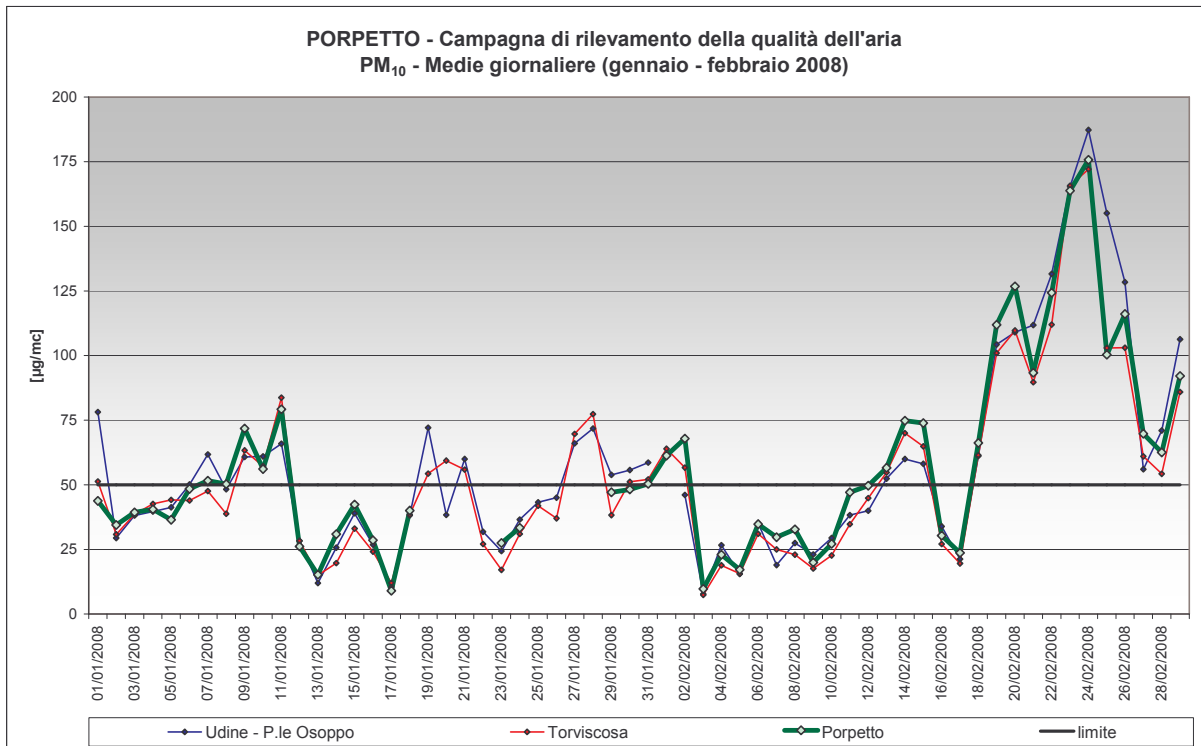


FIG. 19 – PM<sub>10</sub>: Valori medi giornalieri: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – P.le Osoppo (gennaio – febbraio 2008).

Dall'esame di questi ultimi due grafici si nota come i tre siti presentino forti analogie, con le tre curve che risultano quasi sovrapponibili, a conferma di come il fenomeno di inquinamento da polveri sottili interessi aree molto vaste.

\* \* \* \* \*

**4. BENZENE: dati relativi al monitoraggio in continuo (periodo luglio – dicembre 2007) ed alla campagna con campionatori passivi (periodo luglio 2007 – febbraio 2008).**

Nelle benzine verdi, in sostituzione dei derivati del piombo, sono stati introdotti come antidetonanti alcuni composti organici della famiglia degli “aromatici” ed in questa frazione, che costituisce circa il 40% della benzina, sono presenti anche benzene, toluene, etilbenzene e xileni, con una percentuale di benzene massima pari all’1%. Fra questi composti riveste particolare importanza il benzene in quanto cancerogeno riconosciuto per l’uomo (provoca leucemia), mentre toluene, etilbenzene e xileni presentano una tossicità nettamente inferiore (in base ai dati oggi disponibili) per cui sono usati come solventi, ad esempio, anche nella formulazione delle vernici.

Queste sostanze si ritrovano nei gas di scarico delle autovetture come conseguenza di processi di combustione incompleta del carburante e funzionamento non ottimale della marmitta catalitica (se presente); un’altra fonte significativa di emissione può essere considerata la movimentazione dei carburanti (scarico delle autocisterne e operazioni di rifornimento dei veicoli), ne consegue pertanto che la sorgente principale, diretta ed indiretta, del benzene è da identificare nelle autovetture con motore a benzina e conseguentemente questo inquinante può essere utilizzato come indicatore dell’inquinamento originato dal traffico autoveicolare (vetture con motore a benzina).

La normativa fissa un limite solamente per il benzene, mentre non esistono limiti in ambiente esterno per toluene, etilbenzene e xileni.

Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di riferimento
DM 2 aprile 2002 n. 60	valore limite per la protezione della salute umana	media annua (fino al 31/12/2005)	10 µg/m <sup>3</sup>
		media annua (dal 01/01/2010)	5 µg/m <sup>3</sup>

TAB. 17 – Benzene: valori di riferimento previsti dalla normativa.

Per questa campagna di monitoraggio effettuata con l’analizzatore in continuo del mezzo mobile (periodo luglio – dicembre 2007), il valore medio può comunque essere ritenuto rappresentativo e pertanto confrontato con il limite di legge che, come riportato dalla tab. 17, è stato fissato sull’intero anno e, a partire dal 01/01/2006, viene ridotto di 1 µg/m<sup>3</sup> all’anno fino al valore finale di 5 µg/m<sup>3</sup> previsto per il 2010.

Si precisa al proposito che, nell’ambito urbano di Udine, il valore medio di concentrazione di benzene riferito al 2007 è risultato pari a 2.7 µg/m<sup>3</sup> in P.le Osoppo e pari a 2.1 µg/m<sup>3</sup> in Via Manzoni.

Periodo dal 05/07/2007 al 31/12/2007	BENZENE		
	Media periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massima giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massima oraria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>PORPETTO</b>	<b>1.8</b>	6.5	15.4
TORVISCOSA	<b>0.6</b>	4.5	14.0
UDINE – Via Manzoni	<b>2.0</b>	6.4	25.5

TAB. 18 – Benzene: principali parametri statistici.

Come si evince dal confronto fra i diversi dati riportati nella precedente tabella, la situazione del sito di Porpetto risulta molto simile a quella di Udine (vengono utilizzati i dati della stazione di Via Manzoni in quanto disponibili per tutto il periodo della campagna a differenza di quelli di P.le Osoppo), con valori nettamente più elevati del sito di Torviscosa, a conferma del fatto che l'impatto del traffico risulta significativo, pur mantenendosi il dato medio inferiore anche al limite annuo che entrerà in vigore nel 2010.

Anche l'analisi di dettaglio, illustrata dai grafici seguenti (medie mensili di fig. 20, analisi riferita ai giorni della settimana di fig. 21 e giorno medio di fig. 22), relativa al monitoraggio del benzene effettuato nei tre siti di Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Manzoni, conferma come i dati riferiti al sito di Porpetto si collochino su posizioni simili a quelle di Udine, confermando così il significativo contributo del traffico autoveicolare.

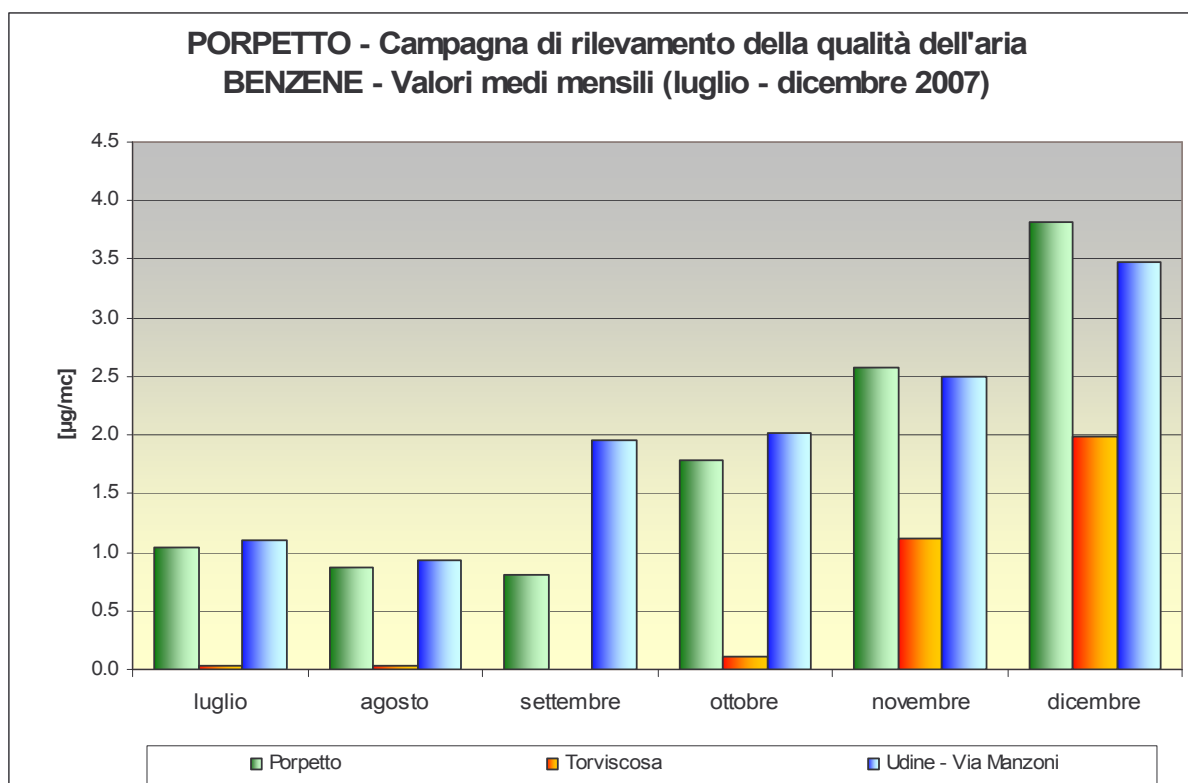


FIG. 20 – Benzene: Valori medi mensili: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Manzoni.

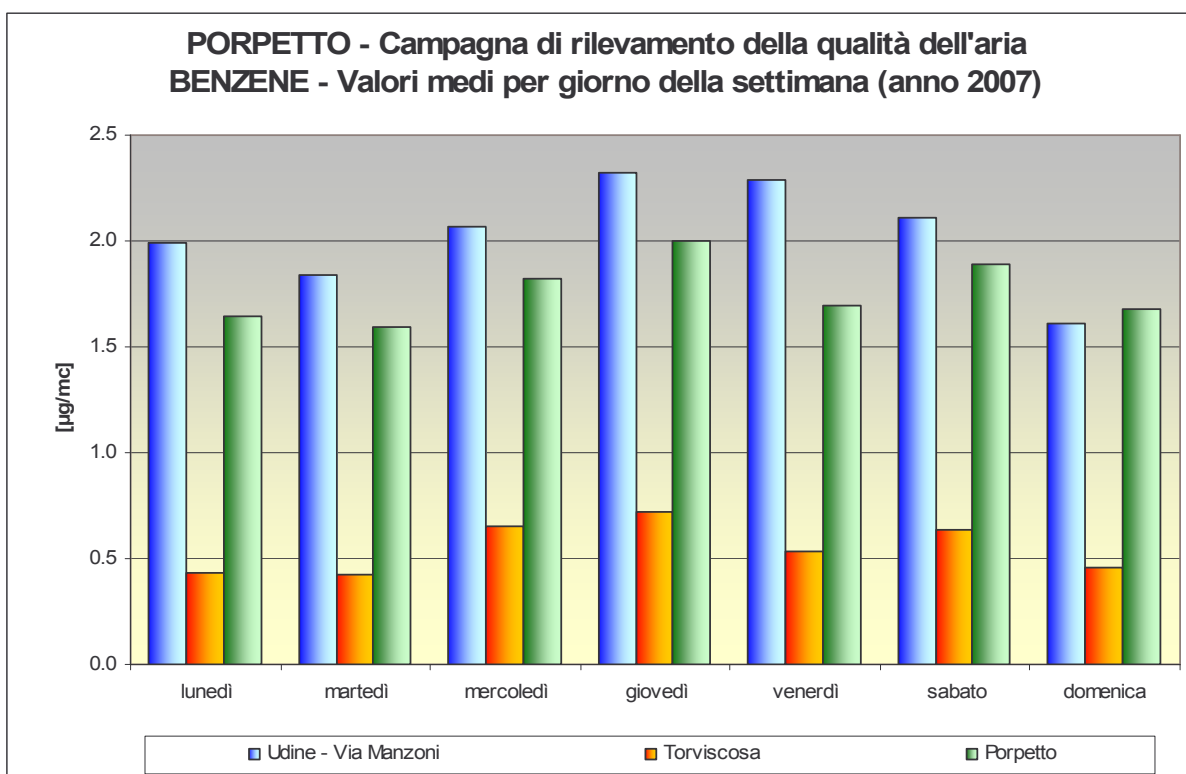


FIG. 21 – Benzene: Valori medi per giorno della settimana: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Manzoni.

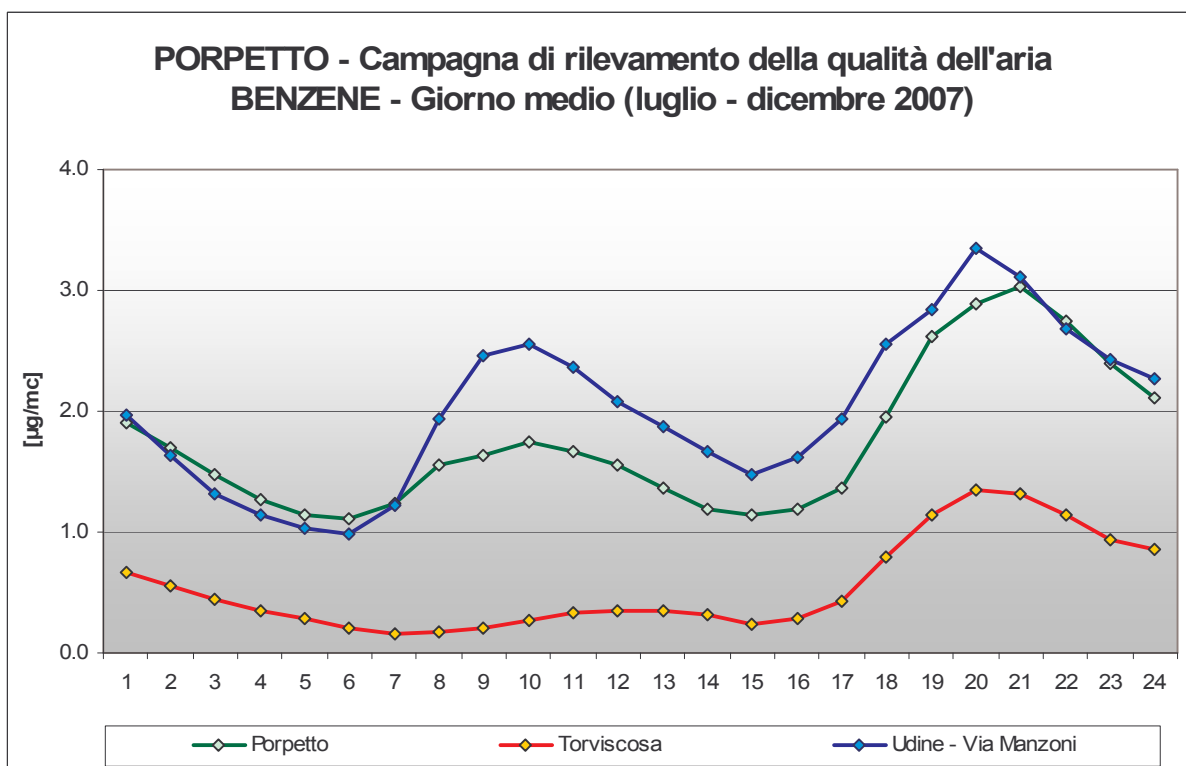


FIG. 22 – Benzene: Giorno medio: confronto fra i valori registrati a Porpetto, Torviscosa e Udine – Via Manzoni.

Parallelamente ai rilevamenti con l'analizzatore in continuo del mezzo mobile è stato effettuato anche un monitoraggio su quattro punti del territorio comunale per un periodo di

otto mesi (da luglio 2007 a febbraio 2008) utilizzando dei campionatori “passivi”, denominati RADIELLI©, che una volta esposti all’aria provvedono ad adsorbire i composti chimici volatili secondo una legge fisica ben definita (in pratica esiste una relazione diretta fra tempo di esposizione e quantità di aria “trattata”); dopo un periodo di esposizione di circa 15 giorni i radielli vengono portati in laboratorio dove si procede all’estrazione dei composti adsorbiti ed alla loro successiva analisi.

Il dato ottenuto utilizzando il radiello è pertanto un valore medio dell’intero periodo di esposizione e può servire solamente per una valutazione conoscitiva della qualità dell’aria della zona monitorata; d’altra parte la facilità di impiego di questa tecnica di campionamento (che non necessitando di alimentazione elettrica permette di posizionare il radiello nei punti più significativi purché ci sia a disposizione un punto di ancoraggio come un palo dell’illuminazione) fornisce utili indicazioni sulla distribuzione dell’inquinamento anche nelle aree non monitorate con gli analizzatori in continuo.



Il monitoraggio condotto sul territorio del comune di Porpetto ha riguardato in particolare il benzene che, derivando quasi esclusivamente dalle emissioni dei veicoli con motore a combustione interna, può essere utilizzato come “tracciante” e permette quindi di valutare l’impatto della “sorgente traffico” anche sulle aree non direttamente interessate da elevati flussi autoveicolari.

Nella tabella seguente vengono riportati i dati relativi agli otto mesi di campionamento per tutti i quattro siti individuati (vedi TAB. 1).

<b>BENZENE</b>										
<b>PORPETTO</b>		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Media campagna
<b>1</b>	<b>Municipio</b>	0.9	0.3	1.0	2.4	2.0	3.3	3.0	2.8	<b>1.9</b>
<b>2</b>	<b>Cavalcavia</b>	1.0	0.6	0.8	2.4	1.8	3.6	3.4	2.7	<b>2.0</b>
<b>3</b>	<b>Villalta</b>	0.6	1.0	1.1	2.7	2.2	4.3	3.3	3.5	<b>2.3</b>
<b>4</b>	<b>Scuole</b>	1.6	0.7	1.1	2.0	2.7	3.6	3.5	3.3	<b>2.3</b>
Medie sull’intero territorio:		<b>1.0</b>	<b>0.6</b>	<b>1.0</b>	<b>2.3</b>	<b>2.1</b>	<b>3.7</b>	<b>3.3</b>	<b>3.1</b>	<b>2.1</b>

TAB. 19 – Benzene: risultati campagna radielli luglio 2007 – febbraio 2008 (valori in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

I dati riportati in tabella evidenziano come le concentrazioni medie di benzene presentino il caratteristico andamento stagionale, con i massimi nel cuore dell’inverno; inoltre il valore



medio ottenuto per l'intero periodo di monitoraggio risulta coerente con il dato ottenuto dalle rilevazioni effettuate con l'analizzatore in continuo del mezzo mobile.

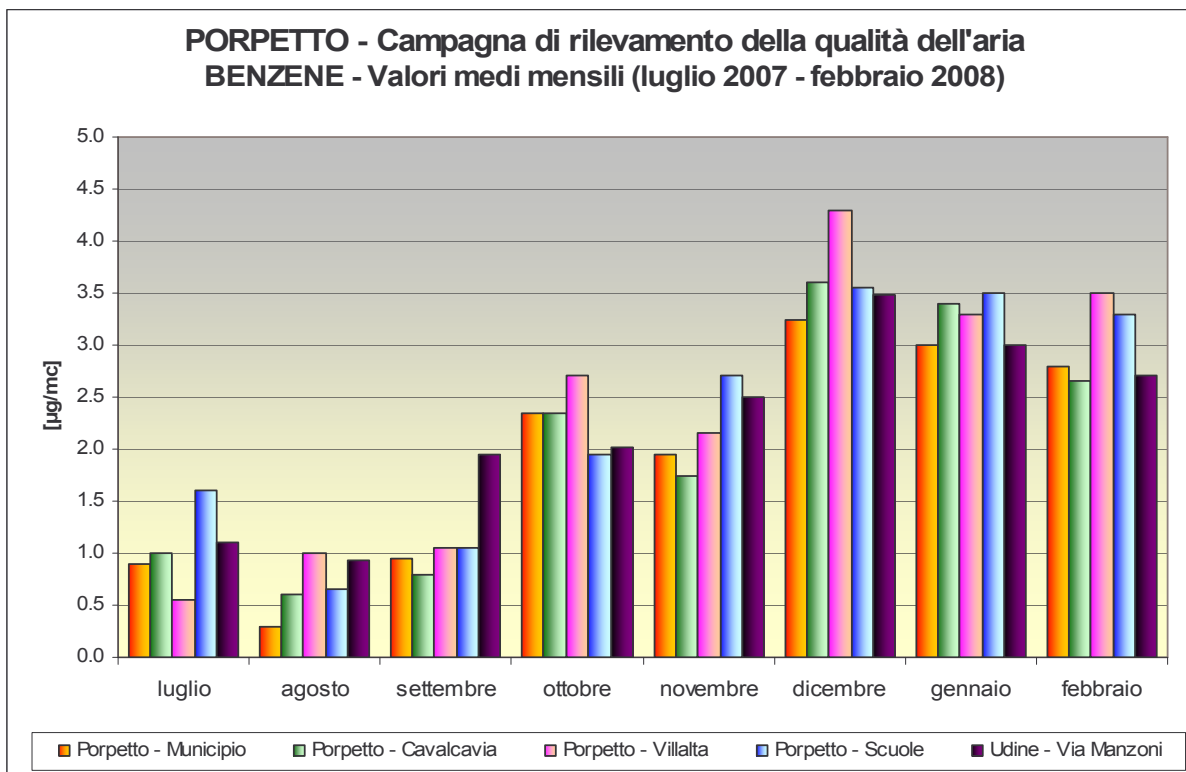


FIG. 23 – Benzene – Valori mensili (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) campagna radielli luglio 2007 – febbraio 2008.

Dall'esame del grafico di figura 17 (in cui è inserito anche il confronto con il corrispondente valore riferito all'ambito urbano di Udine), si può osservare come i livelli di benzene presentino differenze poco marcate su tutta l'area monitorata, con la presenza di alcuni picchi più accentuati in corrispondenza dell'abitato di Villalta. Anche i dati mensili risultano sempre inferiori al limite di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  che va comunque calcolato su base annua.

\* \* \* \* \*

## 5. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Dall'esame dei dati acquisiti nel corso dell'indagine effettuata sul territorio del comune di Porpetto nel periodo luglio 2007 – febbraio 2008 e dal confronto con i corrispondenti dati rilevati dalla centralina di Torviscosa e dalla rete di monitoraggio della città di Udine, si possono trarre alcune considerazioni in merito alle criticità presenti che vengono di seguito illustrate per ogni singolo inquinante monitorato:

1. **Biossido di zolfo:** le concentrazioni di questo inquinante si collocano su valori estremamente contenuti ed abbondantemente al di sotto dei limiti previsti; questo andamento è sicuramente riconducibile alla diffusa metanizzazione degli impianti di riscaldamento, alla riduzione del tenore di zolfo nei combustibili ed al miglioramento dell'efficienza delle nuove generazioni di motori diesel.
2. **Biossido di azoto:** i risultati del monitoraggio evidenziano un sostanziale rispetto dei limiti di legge, posizionandosi su valori inferiori a quelli registrati a Udine nello stesso periodo, ma superiori ai corrispondenti dati di Torviscosa. I valori ottenuti risultano comunque relativamente elevati, probabilmente a causa del significativo contributo delle emissioni derivanti dal traffico autoveicolare.
3. **Monossido di carbonio:** in generale questo è l'inquinante che negli anni ha registrato il calo più marcato, stabilizzandosi su valori sempre inferiori ai limiti di legge; i risultati del monitoraggio risultano in linea con questo andamento, posizionandosi però su valori correlabili a flussi di traffico abbastanza significativi.
4. **Ozono:** il quadro riferito a questo inquinante evidenzia una situazione che vede il sito di Porpetto collocarsi, in particolare nei mesi caldi, su livelli di concentrazioni inferiori a quelli registrati a Torviscosa ed a Udine, con un comportamento che può essere correlabile ad una significativa influenza del traffico autoveicolare. Essendo un inquinante ubiquitario che si origina anche lontano dalle fonti di emissione degli inquinanti primari, risulta assai problematico intervenire su scala locale. Per quanto riguarda i numerosi episodi di superamento delle soglie fissate dalla normativa, gli unici provvedimenti che si possono suggerire riguardano l'informazione costante e tempestiva della popolazione, raccomandando l'adozione degli accorgimenti necessari per ridurre al minimo l'esposizione delle persone maggiormente a rischio.
5. **Benzene:** il periodo di indagine permette di estrapolare con buona approssimazione un dato medio annuo sicuramente inferiore anche al limite di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  che entrerà in vigore a partire dal 2010. Tenendo conto del fatto che nel sito in esame il traffico autoveicolare

può essere considerato l'unica sorgente di questo inquinante, risulta significativo rilevare come i valori di Porpetto risultino paragonabili a quelli registrati in Via Manzoni a Udine, sito in area trafficata anche se non “nodo critico” della circolazione.

6. **Materiale particolato PM<sub>10</sub>**: il monitoraggio ha fornito delle indicazioni che fotografano una situazione non molto diversa da quelle di Udine e Torviscosa, con un probabile rispetto, estrapolando, della media annua, mentre risulta difficile prevedere il rispetto o meno del limite legato al numero di superamenti della media giornaliera (35 in un anno). Allo stato attuale questo risulta l'inquinante che presenta le maggiori criticità anche perché risente particolarmente delle condizioni meteorologiche “sfavorevoli”.

In considerazione del fatto che il trend registrato su tutto il territorio della pianura friulana risulta in peggioramento, è quanto mai opportuno e necessario che gli Enti competenti programmino per tempo degli interventi volti a ridurre le emissioni, intervenendo sulle sorgenti.

Udine, 5 giugno 2008

Il Responsabile Dipartimentale  
della Rete di monitoraggio della qualità dell'aria  
dott. Flavio MOIMAS

Il Responsabile  
del Servizio Tematico Analitico  
dott. Ettore SALVAGNI

Hanno collaborato:

dott. Marco Bellini  
p.i. Ivano De Simon  
p.a. Gino Zampa  
dott. Gianmaria Cossio  
dott. Antonio Marchiol

D.P.C.M. 28.03.83	Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno
D.P.R. 203/88	Attuazione delle direttive nn. 779/80, 884/82, 360/84 e 203/85 CEE concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della L. 16.4.1987, n. 183.
D.M. 25.11.94	Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al D.M. 15.04.94
D.M. 16.05.96	Attuazione di un sistema di sorveglianza dell'inquinamento da ozono
D.Lgs. 04.08.99 N. 351	Attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente
D.M. 02.04.02 N. 60	Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i limiti di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo, e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio
D.M. 01.10.02 N. 261	Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 04.08.99 N. 351.
D.M. 20.09.02	Modalità per la garanzia della qualità del sistema delle misure di inquinamento atmosferico, ai sensi del decreto legislativo n. 351/1999
D.Lgs. 21.05.04 N. 183	Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria.