

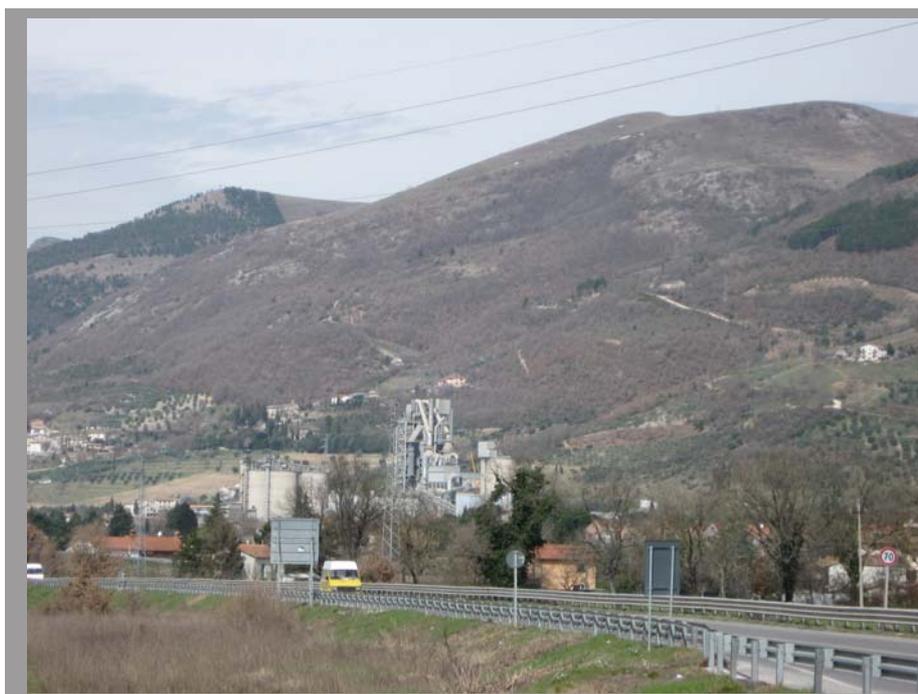


# *Qualità dell'Aria Conca Eugubina: Rete Barbetti*

2009

Rapporto Tecnico

Marzo 2010



02 / Presentazione

03 / La Rete di Rilevamento

11 / Risultati

11 / Biossido di Azoto – NO<sub>2</sub>

14 / Biossido di Zolfo - SO<sub>2</sub>

17 / Particolato PM10

20 / Particolato PM2.5

23 / Metalli Pesanti – Piombo

24 / Metalli Pesanti – Arsenico, Cadmio, Nichel

26 / Idrocarburi Policiclici Aromatici – IPA

28 / Giudizio di Qualità

32 / Commento ai Risultati

35 / Appendice 1: Parametri Meteo

40 / Appendice 2: Normativa

49 / Appendice 3: Caratteristiche Parametri Monitorati

**Relazione Monitoraggio  
Qualità dell'Aria Gubbio  
Rete Barbetti anno 2009**

**Redazione**

Dott. Marco Pompei

**Collaborazione**

Dott. Mirco Areni  
Geom. Emanuele Bubù

**Contributi**

Laboratorio Arpa per Analisi  
Metalli, IPA e BTX

**Versione**

Rev. 0

**Visto**

Dott.ssa Giovanna  
Saltamacchia



## INTRODUZIONE

In seguito al rilascio delle Autorizzazioni Integrate Ambientali e ai fini della valutazione dell'impatto dei due stabilimenti industriali sull'ambiente, è stato prescritto ai Cementifici Colacem e Barbetti di Gubbio l'installazione di 2 centraline per azienda per il controllo della qualità dell'aria, che sono state installate all'inizio del 2009 rispettivamente a Ghignano e Padule, Semonte e Via Leonardo da Vinci, e che a partire da marzo 2009 forniscono dati sulla qualità dell'aria nelle aree circostanti i due cementifici.

La presente pubblicazione relativa ai dati acquisiti nel corso dell'anno 2009, mediante la strumentazione automatica della rete di rilevamento e mediante indagini analitiche, è la prima Relazione sulla Qualità dell'Aria della rete Barbetti costituita dalle centraline installate rispettivamente in località Semonte e in Via Leonardo da Vinci.

La relazione è realizzata come previsto dalla attuale normativa sulla diffusione dei dati di qualità dell'aria ai cittadini che rientrano nelle aree sottoposte a zonizzazione, a cura delle Regioni, nell'ambito dei Piani e Programmi di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'aria previste dalle Direttive della Comunità Europea.

Nella Relazione insieme ai risultati viene fornita la descrizione della rete di rilevamento, le modalità di visualizzazione dei dati sul sito web dell'Agenzia e un'analisi della normativa fortemente innovata negli ultimi anni con il recepimento delle direttive comunitarie (con il DM 60 2 aprile 2002, il D. Leg. n.183 del 21 maggio 2004, il D.Leg. n.152 del 3 agosto 2007); viene riportata la descrizione delle principali caratteristiche delle sostanze inquinanti, con l'indicazione dei limiti in vigore.

I dati riguardanti i parametri meteorologici e chimici sono elaborati graficamente e questi ultimi confrontati con i limiti di legge.

Vengono inoltre riportati in tabelle e grafici i nuovi valori limite per gli inquinanti, i criteri di valutazione, le scadenze temporali di entrata in vigore e un'analisi dei contenuti delle direttive stesse.

Al fine di capire gli scenari futuri in tema di qualità dell'aria, si sono inoltre confrontati i dati dei principali inquinanti atmosferici con i valori limite individuati dalla normativa europea, recepita dalla normativa italiana con il DM 60 del 2 aprile 2002 e con il D.Leg. n.152 del 3 agosto 2007 oltre al confronto con le variazioni individuate dalla Direttiva 2008/50/CE *"Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"* ancora in via di recepimento dall'Italia, attraverso un'analisi statistica dei dati in accordo con le indicazioni del Rapporto ISTISAN 87/6 in ordine alla elaborazione, valutazione dei risultati del rilevamento e la verifica del rispetto dei limiti di qualità dell'aria.



## DESCRIZIONE RETE DI MONITORAGGIO E CARATTERISTICHE STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La presente relazione riporta i dati rilevati nel corso del 2009 in località Semonte Casamorcia e in Via Leonardo da Vinci del Comune di Gubbio, mediante strumentazione automatica e indagini analitiche, con la stazione fissa in via Leonardo da Vinci e con il mezzo mobile a Semonte, di proprietà del Cementificio Barbetti e gestite da Arpa Umbria secondo apposita convenzione.

Le due postazioni di monitoraggio, individuate nelle fig. 1, sono collocate nell'intorno del cementificio Barbetti rispettivamente ad una distanza di circa 900 m in direzione OvestNordOvest a Semonte e di 1500 m in direzione SudEst in via Leonardo da Vinci.



Fig.1 - Postazioni di Monitoraggio scala 1:20.000



La postazione di Semonte è situata in agglomerato di recente insediamento parallelamente alla strada statale di Pian d'Assino presso una scuola materna, a 900 metri circa dal cementificio Barbetti, ad una quota di 456 m sul livello del mare e in questo primo periodo di monitoraggio è individuata come postazione per il mezzo mobile.

Sono installati analizzatori automatici per l'analisi dei parametri: Biossidi di Zolfo (SO<sub>2</sub>), Ossidi di Azoto (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), Particolato PM<sub>10</sub> e Particolato PM<sub>2.5</sub>; sono stati inoltre analizzati sui filtri del PM<sub>10</sub> i Metalli Pesanti Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Nichel (Ni), Cromo (Cr), Arsenico (As) e gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). L'inquadramento completo della postazione di misura è visualizzato nella scheda seguente:

**Nome Postazione:** Semonte

**Rete di appartenenza:** Rete Industriale Cementifici Gubbio - Barbetti Mobile

**Coordinate:** Piane Gauss-Boaga N 4804257 E 2320309

**Altitudine (metri s.l.m.):** 456



Fig.2 – Mezzo Mobile nella postazione di Monitoraggio di Semonte

### **Classificazione della stazione**

**Tipo di stazione:** Industriale

**Tipo di zona:** periferica

**Caratteristica della zona:** area di nuova urbanizzazione in località Semonte

### **Breve descrizione e note**

La stazione è installata in prossimità di una scuola materna.



## Inquadramento Territoriale



Fig.3: Postazione di misura di Semonte Scala 1: 2.000

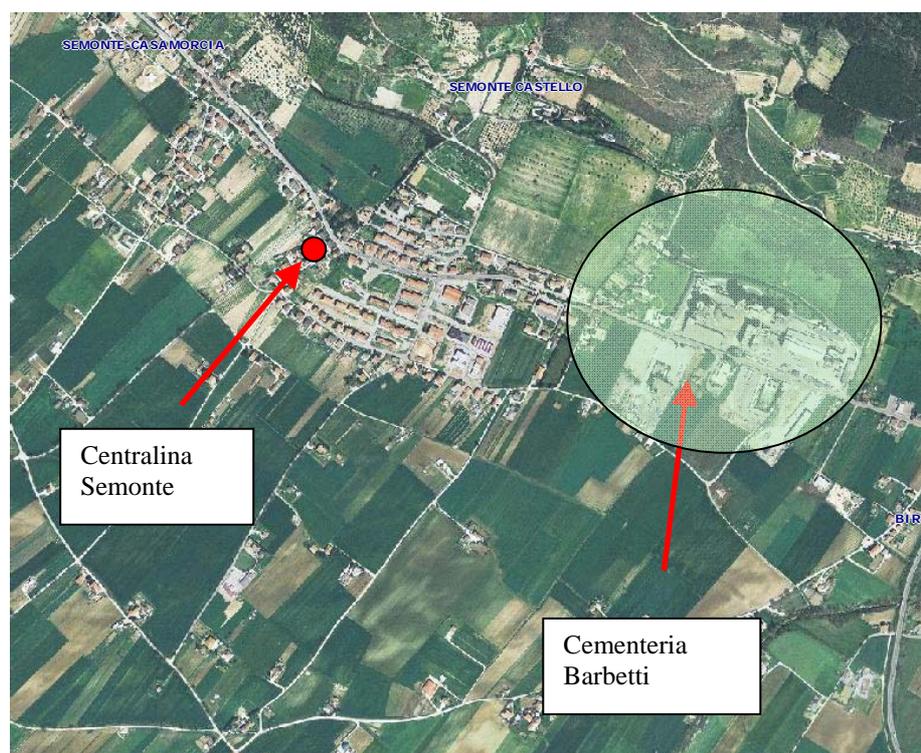


Fig.4: Postazione di misura località Semonte

Scala 1: 10.000



**Strumentazione installata**

Tipo strumento	Modello	Costruttore
Analizzatore Particolato PM10 e PM2.5	SWAM 5A Dual channel	FAI
Analizzatore Ossidi di Azoto – NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>	200 E	Api
Analizzatore Biossido di Zolfo - CO	100 E	Api
Linea di prelievo /PM10		Project Automation
Linea di prelievo /PM2.5		Project Automation
Linea di prelievo gas		Project Automation



Fig.5: Analizzatori in continuo



La postazione fissa è individuata presso la scuola elementare di Via Leonardo da Vinci ad una quota di 442 m sul livello del mare nella prima periferia del centro abitato di Gubbio.

Sono installati analizzatori automatici per l'analisi dei parametri: Biossidi di Zolfo (SO<sub>2</sub>), Ossidi di Azoto (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), Particolato PM<sub>10</sub> e Particolato PM<sub>2.5</sub>; sono stati inoltre analizzati sui filtri del PM<sub>10</sub> i Metalli Pesanti Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Nichel (Ni), Cromo (Cr), Arsenico (As) e gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).

L'inquadramento completo della postazione di misura è visualizzato nella scheda seguente:

**Nome Postazione:** Via L. da Vinci

**Rete di appartenenza:** Rete Industriale Cementifici Gubbio - Barbetti Fissa

**Coordinate:** Piane Gauss-Boaga N 4803600 E 2322058

**Altitudine (metri s.l.m.):** 472



Fig.6 - Postazione di Monitoraggio di Via Leonardo da Vinci

### **Classificazione della stazione**

**Tipo di stazione:** Industriale

**Tipo di zona:** urbana

**Caratteristica della zona:** area periferica dell'area urbana di Gubbio

### **Breve descrizione e note**

La stazione è installata in prossimità di una scuola elementare



## Inquadramento Territoriale

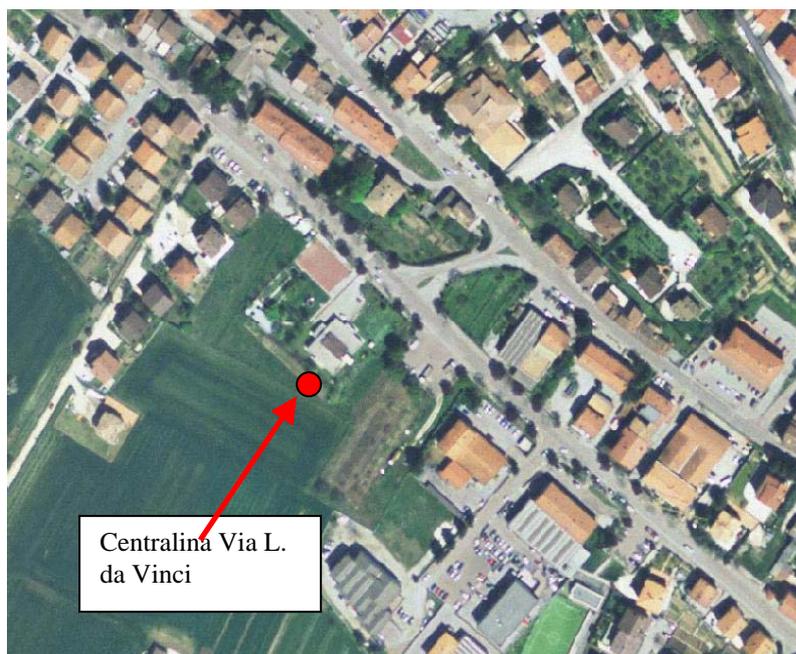


Fig.7: Postazione di misura di Via Leonardo da Vinci Scala 1: 2.000

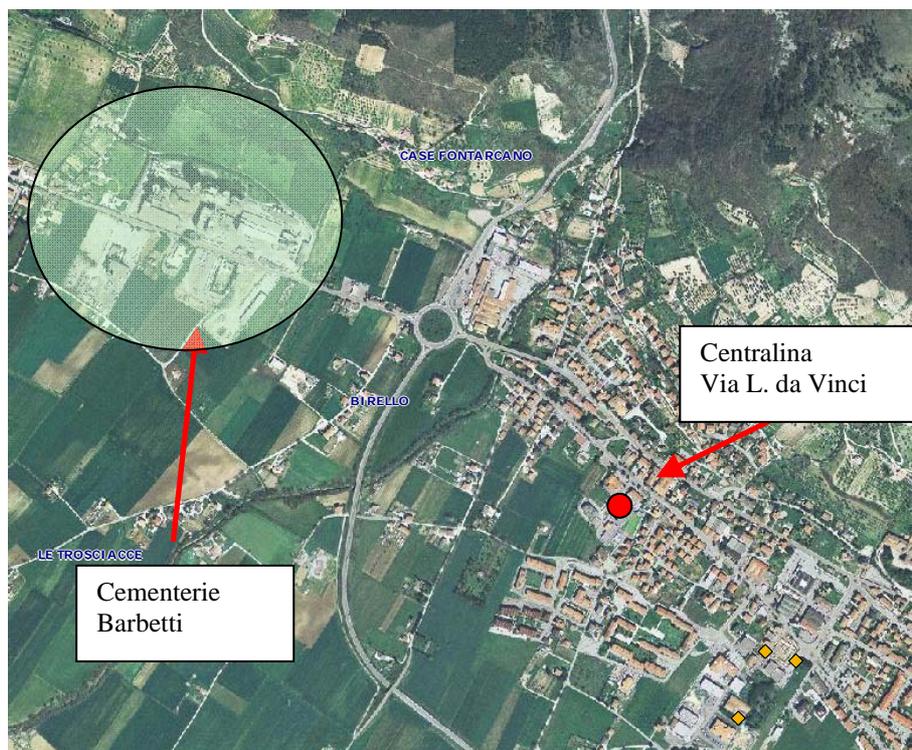


Fig.8: Postazione di misura di Via L. da Vinci Scala 1: 10.000



Strumentazione installata:

Tipo strumento	Modello	Costruttore
Analizzatore Particolato PM10 e PM2.5	SWAM 5A Dual channel	FAI
Analizzatore Ossidi di Azoto – NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>	200 E	Api
Analizzatore Biossido di Zolfo - CO	100 E	Api
Linea di prelievo /PM10		Project Automation
Linea di prelievo /PM2.5		Project Automation
Linea di prelievo gas		Project Automation



Fig.9: Analizzatori in continuo

Nei pressi dello stabilimento Barbetti è installata inoltre una postazione con i seguenti parametri meteo:

Tipo strumento	Modello	Costruttore
Sensori Meteo DV, VV, PA, TA, UR, RST, RN, Pioggia		LSI



Fig.10: postazione meteo

9



Le centraline sono collegate, tramite linea telefonica dedicata, con una unità **centrale operativa di raccolta ed elaborazione dei dati**, ubicata presso il **Dipartimento di Perugia di ARPA Umbria**.

Ogni giorno entro le ore 10 vengono scaricati nel sito Web di Arpa Umbria, in una pagina dedicata alla qualità dell'aria della Conca Eugubina, i dati di sintesi relativi al giorno precedente, con la seguente visualizzazione:

- > [L'Agenzia](#)
- > [Informazioni al pubblico](#)
- > [Certificazioni ambientali](#)
- > [Eventi](#)
- > [Pubblicazioni](#)
- > [Biblioteca](#)
- > [Intranet / Extranet](#)

**TEMI AMBIENTALI**

- [Acqua](#)
- [Aria](#)
- [Campi elettromagnetici](#)
- [Energia](#)
- [Radioattività](#)
- [Rifiuti](#)
- [Rischio tecnologico](#)
- [Rumore](#)
- [Suolo](#)

## Aria

### Monitoraggio dell'aria a Gubbio

Arpa Umbria, in accordo con il Comune di Gubbio e le Cementerie Aldo Barbetti S.p.A. e Colacem S.p.A., ha allestito un sistema di monitoraggio dell'aria con l'obiettivo di accrescere la conoscenza dello stato dell'ambiente del territorio del Comune di Gubbio e di individuare azioni di miglioramento sostenibili.

#### Dati delle emissioni

[Dati Cementerie Aldo Barbetti S.p.A.](#)

[Dati Colacem S.p.A.](#)

#### Dati della qualità dell'aria

Bollettino del: 07/03/2010

	biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) (µg/m <sup>3</sup> ) media 24h	biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) (µg/m <sup>3</sup> ) max media 1h	biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) (µg/m <sup>3</sup> ) max media 1h	ossido di carbonio (CO) (mg/m <sup>3</sup> ) max media mobile 8h	ozono (O <sub>3</sub> ) (µg/m <sup>3</sup> ) max media mobile 8h	ozono (O <sub>3</sub> ) (µg/m <sup>3</sup> ) max media 1h	PM10 (µg/m <sup>3</sup> ) media 24h	PM2.5 (µg/m <sup>3</sup> ) media 24h
<a href="#">Gubbio - Piazza 40 Martiri (RRM)</a>	*	*	61	1,1	91	94	28	*
<a href="#">Gubbio - Ghiqiano</a>	< 1	1	55	*	*	*	15	13
<a href="#">Gubbio - Semonte</a>	< 1	< 1	20	*	*	*	9	7
<a href="#">Gubbio - Via L. da Vinci</a>	< 1	< 1	54	*	*	*	20	18
<a href="#">Gubbio - Padule</a>	< 1	2	22	*	*	*	16	15

(\*) Nella stazione non è presente l'analizzatore dell'inquinante o il dato non è disponibile per manutenzione o problemi tecnici [\[approfondisci\]](#)  
(RRM) Stazione appartenente alla Rete regionale di monitoraggio. I dati delle stazioni della RRM fanno fede per eventuali provvedimenti relativi ai blocchi del traffico.

**Legenda colori:**

	Qualità buona		Qualità accettabile		Qualità scadente
--	---------------	--	---------------------	--	------------------

PER SAPERNE DI PIU'

- Documenti
- La rete di monitoraggio di Gubbio
- Limiti Aria
- Limiti emissioni cementifici Barbetti e Colacem



## RISULTATI

Le centraline sono state installate da febbraio a fine marzo 2009, quindi i dati sono a regime a partire dal 20 marzo 2009 e presentano un totale di valori validi superiore al 90%, per l'esattezza il 93,2 a Via Leonardo da Vinci e il 94,7 a Semonte.

Di seguito si riportano i valori parametro per parametro, confrontati con i limiti di legge, con l'avvertenza che le elaborazioni si riferiscono ad un periodo inferiore all'anno mentre i limiti e soglie di valutazione sono riferite ai dati di un anno solare.

### Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)

L'elaborazione dei dati di NO<sub>2</sub> mostra in entrambe le postazioni il rispetto dei Valori Limite, con la media del periodo inferiore alla soglia di valutazione inferiore mentre il massimo dei valori orari riscontrati si colloca tra la soglia di valutazione superiore e il valore limite in via Leonardo da Vinci e al di sotto della soglia di valutazione inferiore a Semonte.

Nelle tabelle seguenti si riportano i limiti individuati dal DM 60 e le elaborazioni dei dati confrontate con i limiti relativi

PARAMETRO BISSIDO DI AZOTO – NO <sub>2</sub>				
<i>LIMITI</i> <i>ELABORAZIONE</i>	VALORI LIMITE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	VALORI LIMITE + MARGINE TOLLERANZA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Media Annuale	<b>40</b>	<b>42</b>	<b>26</b>	<b>32</b>
Max Media 1h	<b>200</b>	<b>210</b>	<b>100</b>	<b>140</b>
Superamenti concessi	18			

Tabella 1

PARAMETRO BISSIDO DI AZOTO – NO <sub>2</sub>					
POSTAZIONE	MEDIA ANNUALE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MAX MEDIA 1h $\mu\text{g}/\text{m}^3$	GIORNI SUPERAMENTO MEDIA 1h	DATA RISPETTO LIMITE	RISPETTO LIMITE
<b>Gubbio - Semonte</b>	<b>12</b>	<b>75</b>	<b>0</b>	<b>2010</b>	<b>Si</b>
<b>Gubbio – Via Leonardo da Vinci</b>	<b>25</b>	<b>123</b>	<b>0</b>		<b>Si</b>

Tabella 2



Nei grafici si riportano i dati relativi al 2009 confrontati con i Limiti 2010 e l'andamento nel periodo di monitoraggio dei valori orari di NO<sub>2</sub> nelle due postazioni:

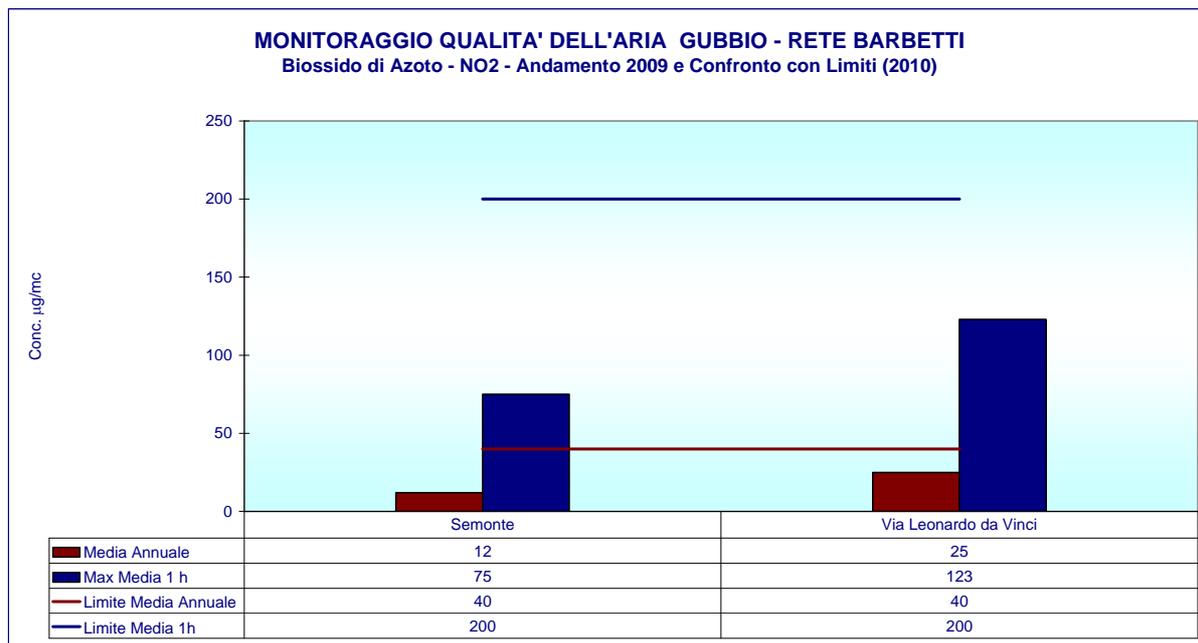


Grafico 1

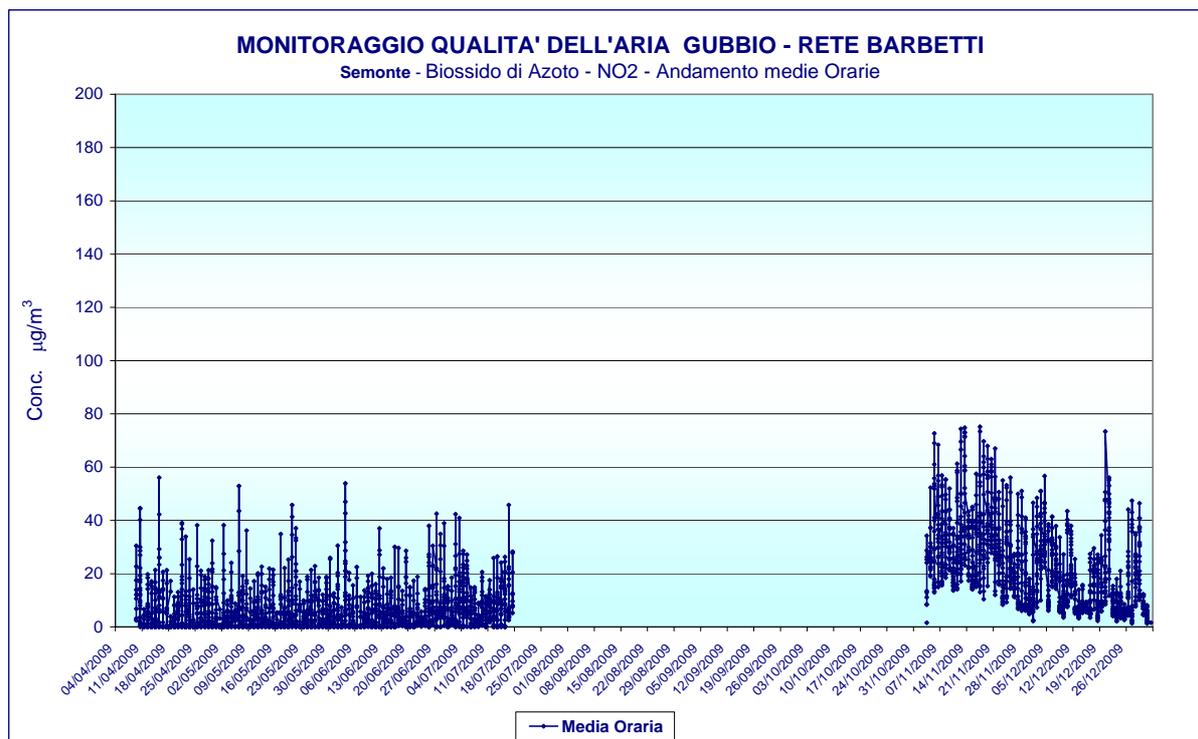


Grafico 2



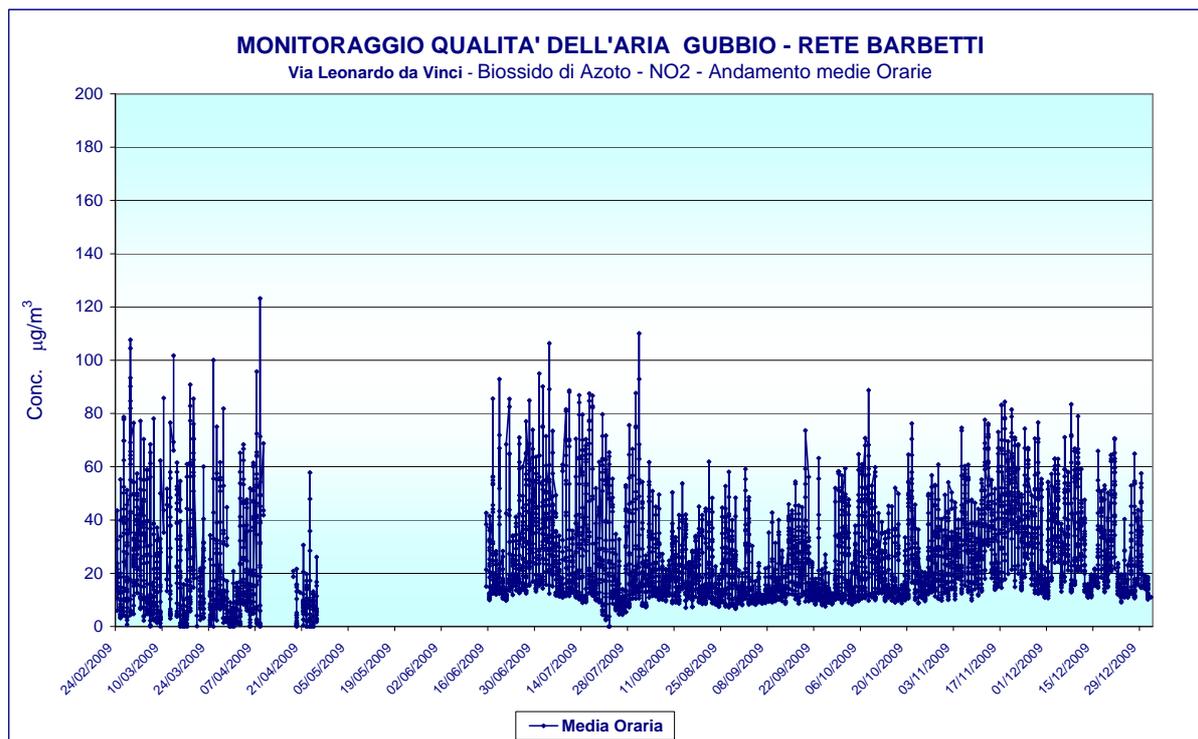


Grafico 3



## Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)

Per quanto riguarda il biossido di zolfo i valori delle concentrazioni riscontrate per tale inquinante sono risultati ampiamente al di sotto sia dei Valori Limite sia delle Soglie di Valutazione, che conferma la scarsa influenza di questo inquinante sulla qualità dell'aria, essendo i valori di oltre un ordine di grandezza inferiore alle soglie stesse

Nelle tabelle seguenti sono riportate i limiti, l'elaborazioni dei dati rilevati con il confronto con i limiti del DM 60 :

<b>PARAMETRO BISSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub></b>				
<i>ELABORAZIONE</i>	VALORI LIMITE	VALORI LIMITE+ MARGINE TOLLERANZA	SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE	SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Media Annuale	20		8	12
Max Media 24 h	125		50	75
Max Media 1h	350	350		
Max Media 3 h	500			
Soglia di Allarme				

Tabella 3

<b>PARAMETRO BISSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub></b>					
POSTAZIONE	MEDIA ANNUALE	MAX MEDIA 24h	GIORNI SUP. SOGLIA ALLARME	DATA RISPETTO LIMITE	RISPETTO LIMITE
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>			
Gubbio Semonte	<b>1.3</b>	<b>6.0</b>	<b>0</b>	<b>2005</b>	<b>Si</b>
Gubbio Via Leonardo da Vinci	<b>1.4</b>	<b>8.6</b>	<b>0</b>		<b>Si</b>

Tabella 4

E nei grafici il confronto dei dati rilevati con i limiti e l'andamento delle medie giornaliere nelle due postazioni:



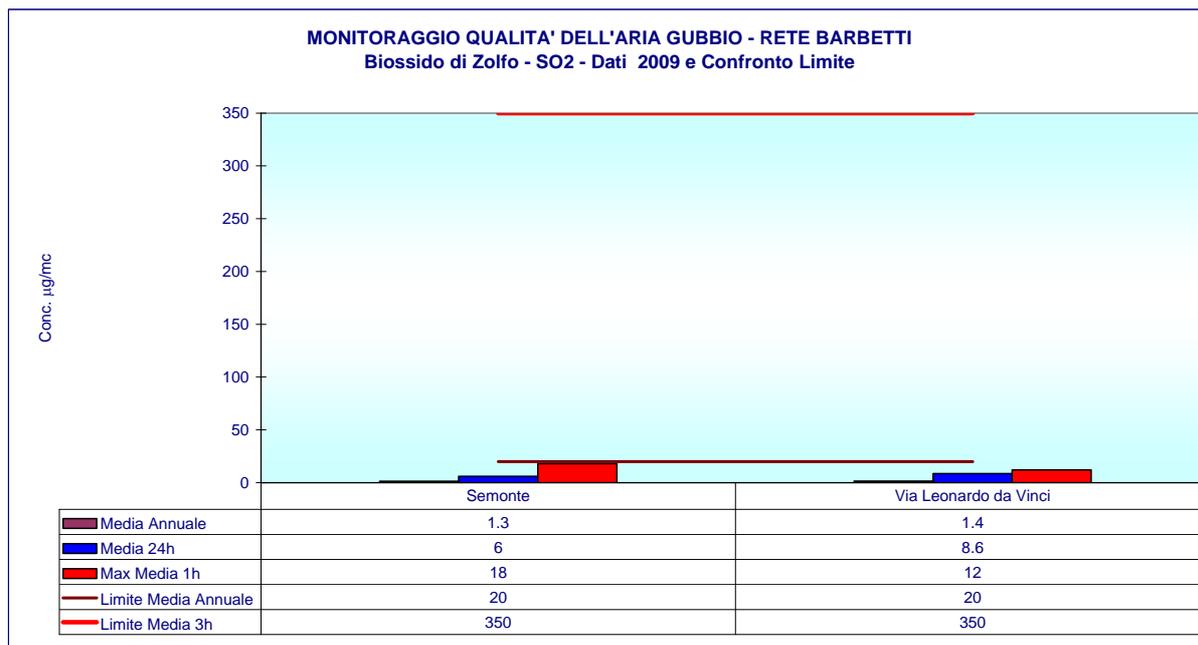


Grafico 4

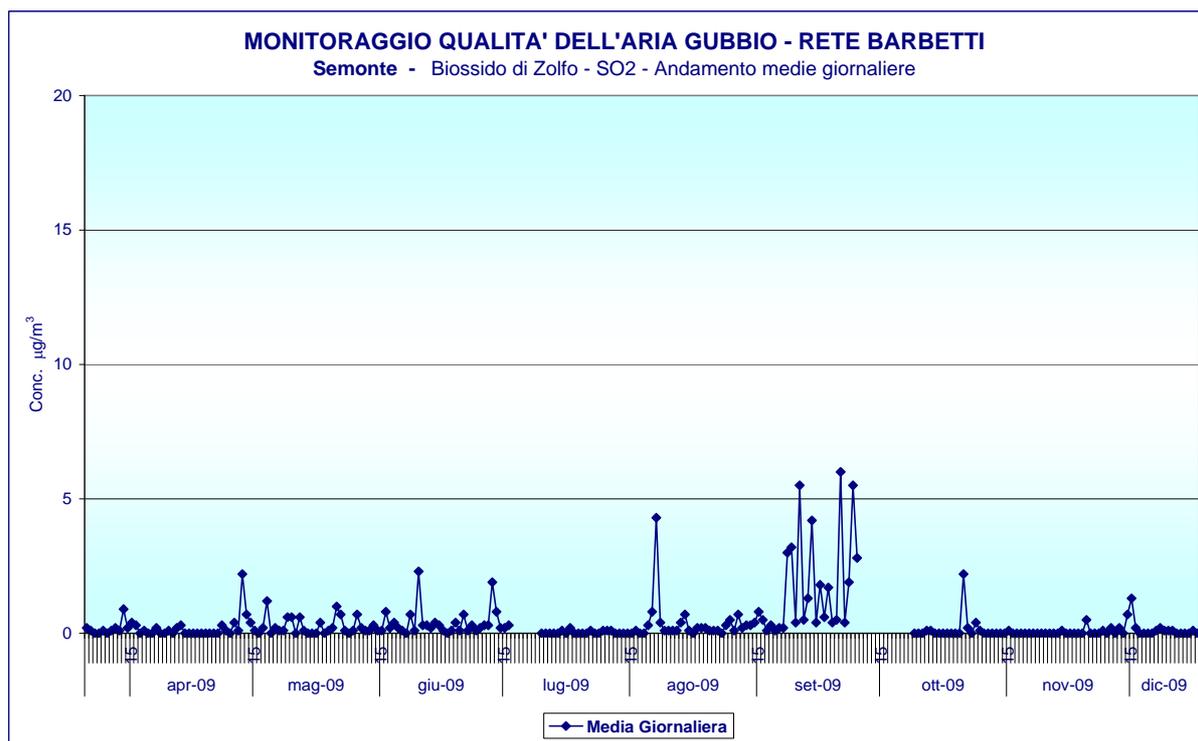


Grafico 5



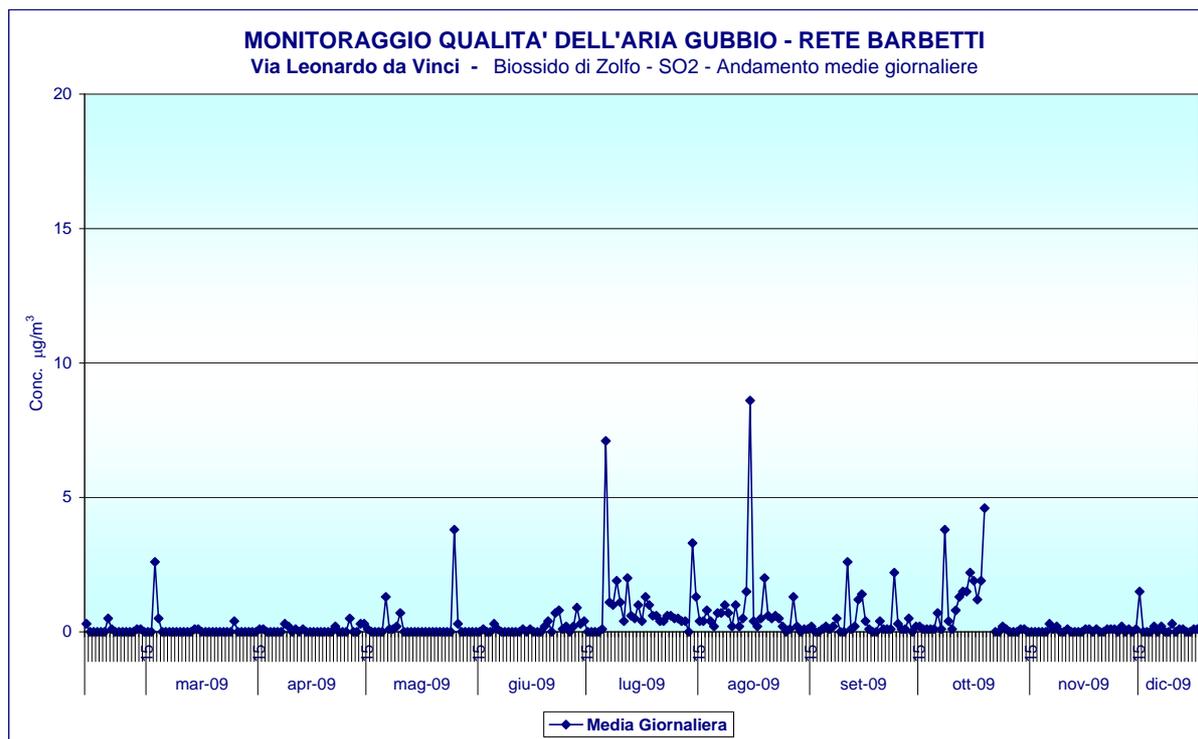


Grafico 6



## Particolato PM10

Per quanto riguarda la frazione respirabile del particolato sospeso con diametro inferiore a 10  $\mu\text{m}$  (PM10), nelle due postazioni risulta rispettato sia il Limite della Media Annuale sia il numero di superamenti del Valore Limite della media di 24 h con rispettivamente nessun superamento e due superamenti a fronte dei 35 consentiti e con valori compresi tra la soglia di valutazione superiore ed il valore limite; nella tabella e nei grafici seguenti si riportano le elaborazioni dei valori confrontati con i limiti e l'andamento delle medie giornaliere:

<b>PARAMETRO PARTICOLATO PM10</b>			
<i>ELABORAZIONE</i>	VALORI LIMITE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Media Annuale	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>14</b>
Max Media 24 h	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
Superamenti	<b>35</b>		

Tabella 5

<b>PARAMETRO PARTICOLATO PM 10</b>				
<i>POSTAZIONE</i>	MEDIA ANNUALE $\mu\text{g}/\text{m}^3$	GIORNI SUPERAMENTO MEDIA 24h	DATA RISPETTO LIMITE	RISPETTO LIMITE
<b>Gubbio Semonte</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>2005</b>	<b>Si</b>
<b>Gubbio Via Leonardo da Vinci</b>	<b>21</b>	<b>5</b>		<b>Si</b>

Tabella 6



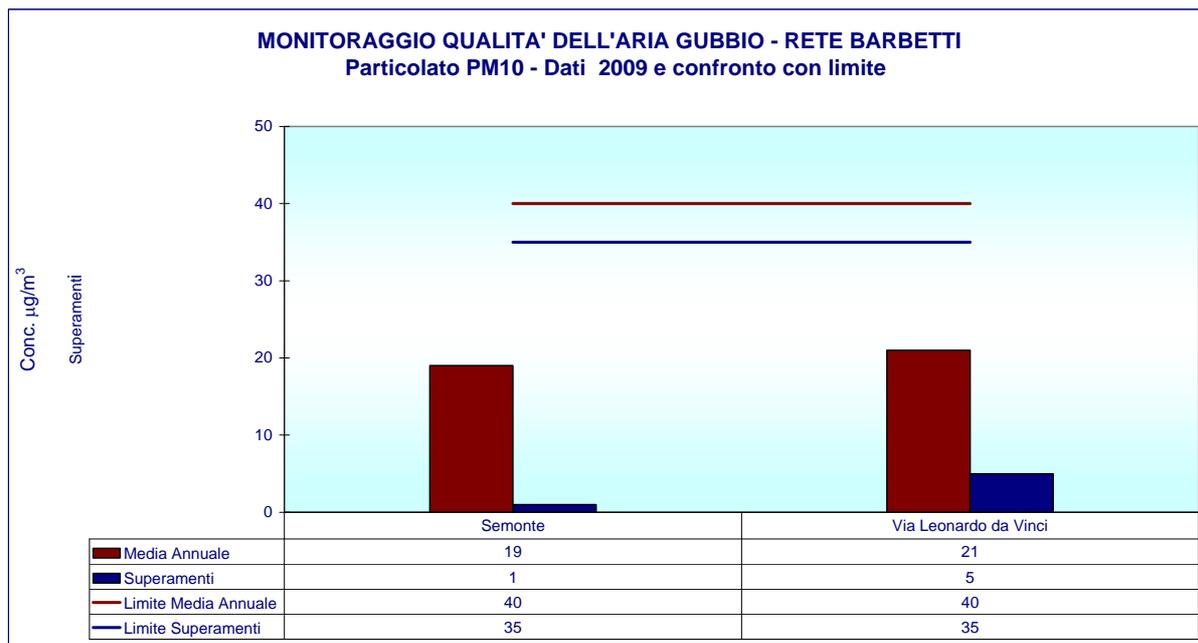


Grafico 7

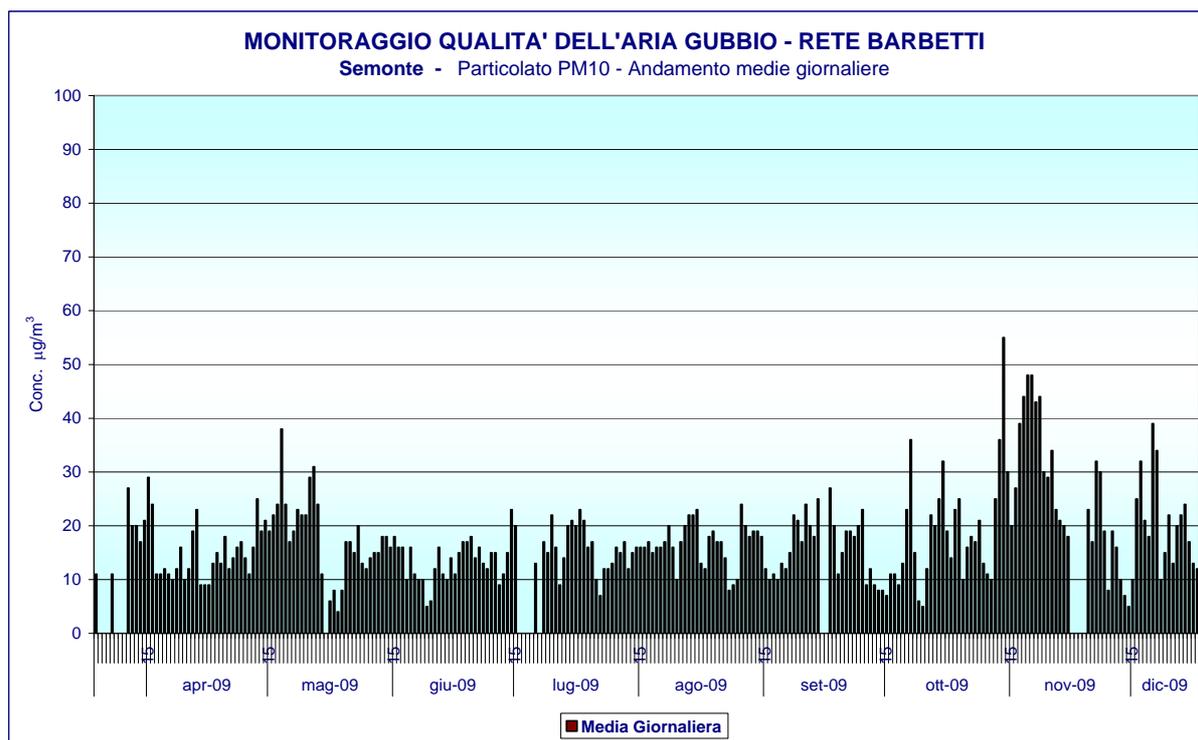


Grafico 8



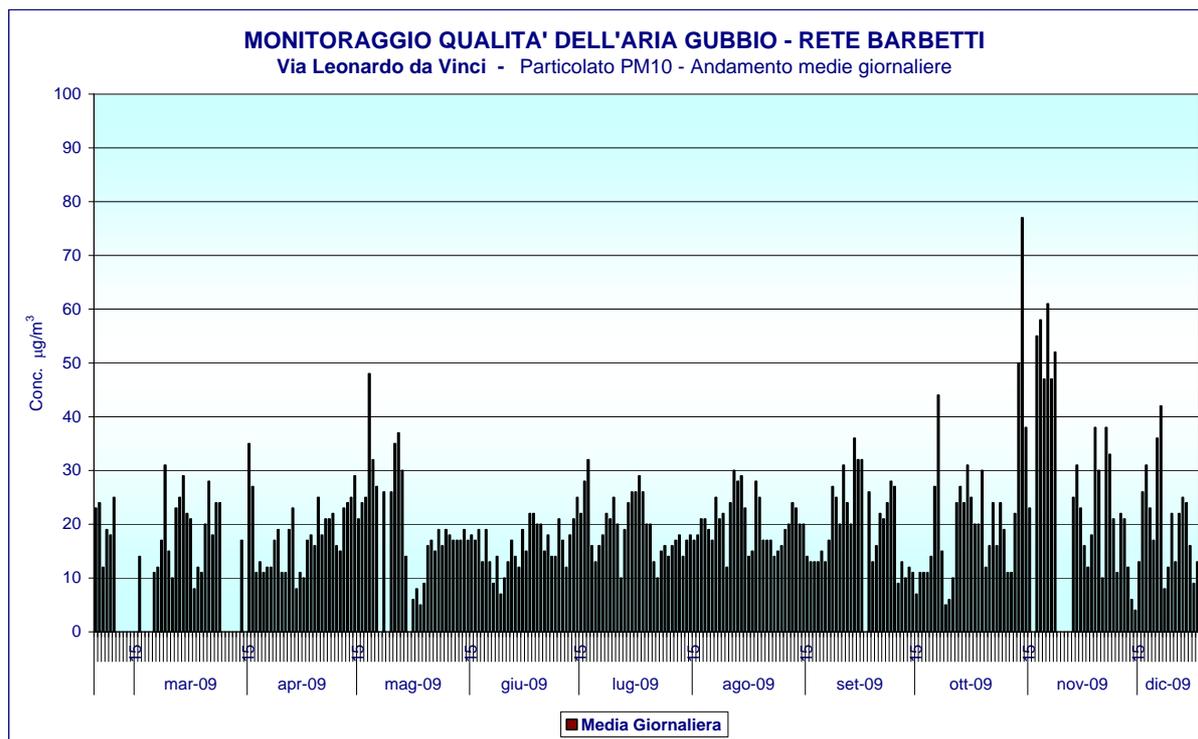


Grafico 9



## Particolato PM 2.5

Il Particolato PM2.5, che è rilevato sia a Ghigiano sia a Padule, non è ancora disciplinato dalla normativa italiana, quindi nella tabella seguente si riportano i limiti individuati dalla Direttiva 2008/50/CE "Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa":

PARAMETRO PARTICOLATO PM 2.5					
ELABORAZIONE	VALORE LIMITE PROPOSTO AL 2009	VALORE LIMITE PROPOSTO AL 2015	VALORE LIMITE PROPOSTO AL 2020	SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE	SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Media Annuale	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>10</b>

Tabella 7

Si evidenzia che i dati rilevati rispettano oltre il limite proposto per il 2009 e per il 2015 anche il valore indicato per il 2020 in tutte due le postazioni:

PARAMETRO PARTICOLATO PM 2.5			
POSTAZIONE	MEDIA ANNUALE	DATA RISPETTO LIMITE	RISPETTO LIMITE
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Gubbio Semonte	<b>13</b>	<b>2020</b>	<b>Si</b>
Gubbio Via Leonardo da Vinci	<b>15</b>		<b>Si</b>

Tabella 8



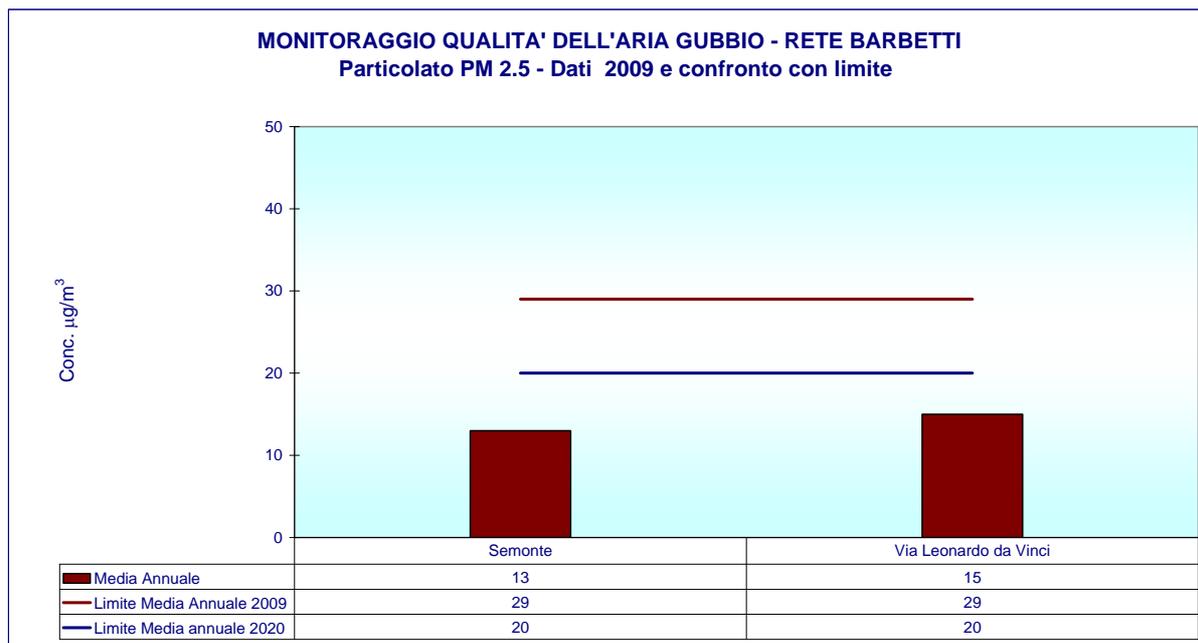


Grafico 10

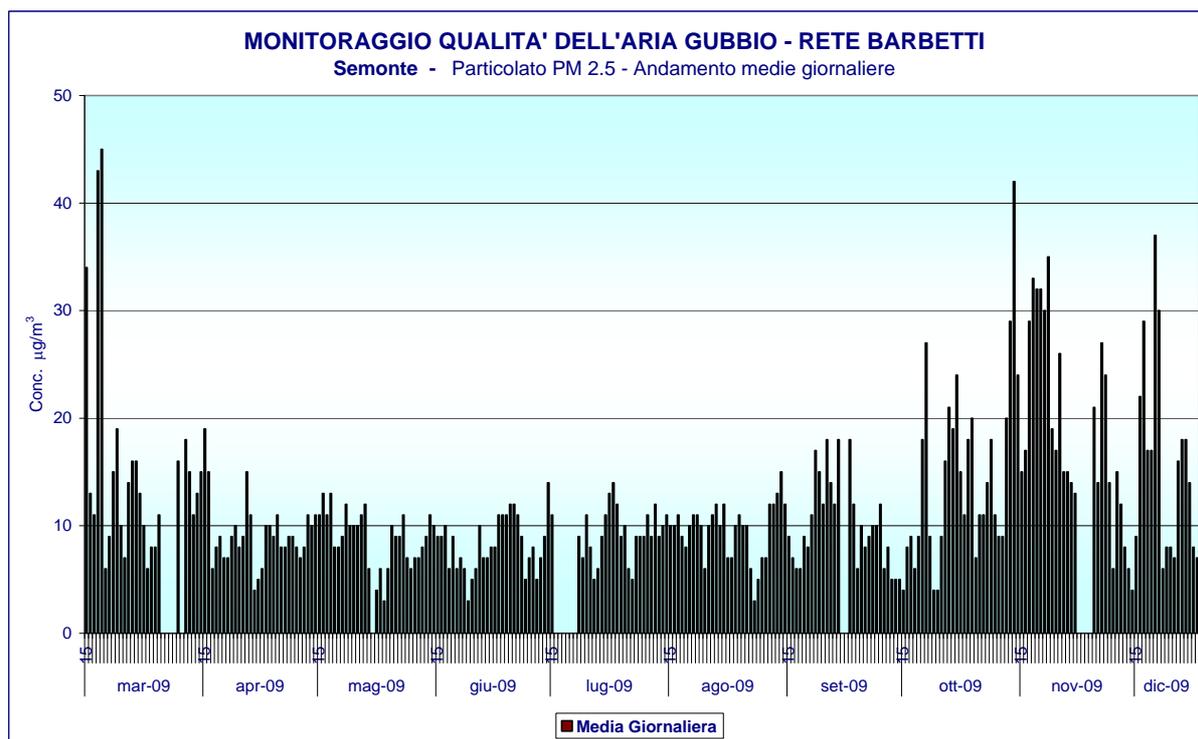


Grafico 11



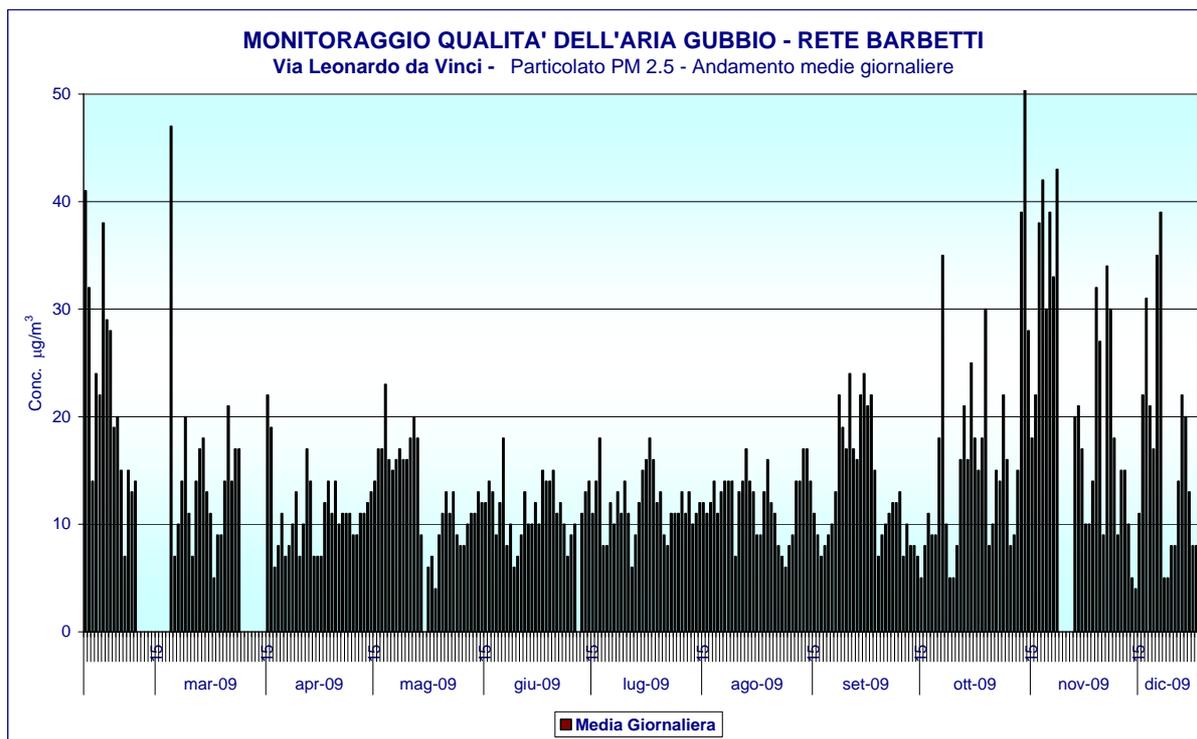


Grafico 12



## Metalli Pesanti

Per quanto riguarda i metalli pesanti, rilevati con metodica semiautomatica (prelievo su supporto filtrante ed analisi in laboratorio) le concentrazioni rilevate sono già oggi al di sotto dei valori limite e per molti giorni al di sotto del limite di rilevabilità analitica. Nella tabella seguente si riportano i limiti e le soglie di valutazione individuati dal DM 60/2002 per il Piombo:

<b>PARAMETRO PIOMBO - Pb</b>				
<i>LIMITI</i>	VALORI LIMITE	VALORI LIMITE+ MARGINE TOLLERANZA	SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE	SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE
<i>ELABORAZIONE</i>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Media Annuale</b>	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>	<b>0.25</b>	<b>0.35</b>

Tabella 9

Il quale, come si vede dalla tabella e dal grafico è risultato abbondantemente sotto i limiti e alle soglie di valutazione, nelle due postazioni :

<b>PARAMETRO PIOMBO - Pb</b>			
<i>POSTAZIONE</i>	MEDIA ANNUALE	DATA RISPETTO LIMITE	RISPETTO LIMITE
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
<b>Gubbio Semonte</b>	<b>0.0059</b>		<b>Si</b>
<b>Gubbio Via Leonardo da Vinci</b>	<b>0.0074</b>	<b>2010</b>	<b>Si</b>

Tabella 10



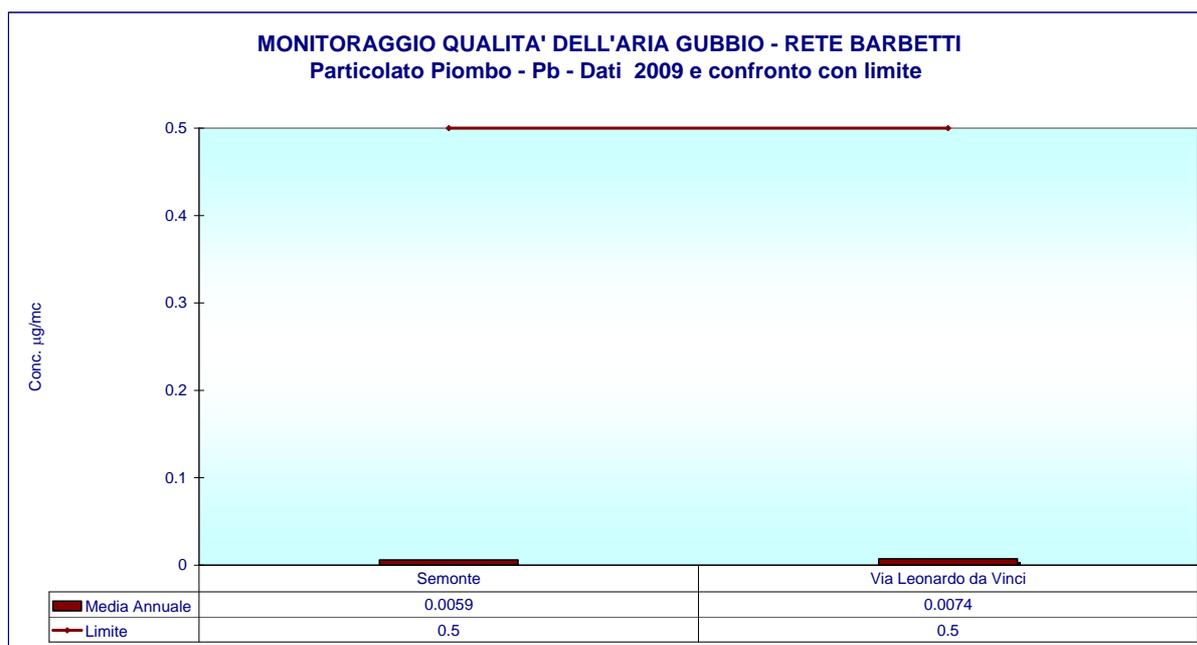


Grafico 13

Per gli altri metalli pesanti la CE ha fissato dei valori obiettivo da raggiungere entro il 2012 che sono recepiti dalla normativa italiana con il D.Leg. 152/2007 e riportati nella tabella che segue:

#### Valori Obiettivo e Soglie di Valutazione per l'Arsenico, il Cadmio e il Nichel

Protezione Salute	Periodo Media	Valore Obiettivo ng/m <sup>3</sup>	Soglia di Valutazione Superiore ng/m <sup>3</sup>	Soglia di Valutazione Inferiore ng/m <sup>3</sup>	Data Rispetto Valore Obiettivo
<b>Arsenico</b>	Anno Civile	<b>6</b>	<b>3,6</b>	<b>2,4</b>	1° gennaio 2012
<b>Cadmio</b>	“	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	”
<b>Nichel</b>	“	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	”

Tabella 11



i valori rilevati mostrano per il cadmio, per il nichel e per l'arsenico concentrazioni al di sotto del valore obiettivo in tutte le postazioni come si può vedere dalla tabella e grafico seguenti:

<b>PARAMETRI CADMIO (Cd), NICHEL (Ni), ARSENICO (As)</b>					
POSTAZIONE	MEDIA ANNUALE Cd ng/m <sup>3</sup>	MEDIA ANNUALE Ni ng/m <sup>3</sup>	MEDIA ANNUALE As ng/m <sup>3</sup>	DATA RISPETTO LIMITE	RISPETTO LIMITE
Gubbio Semonte	0.09	1.86	0.31	2012	Si
Gubbio Via Leonardo da Vinci	0.07	1.73	0.26		Si

Tabella 12

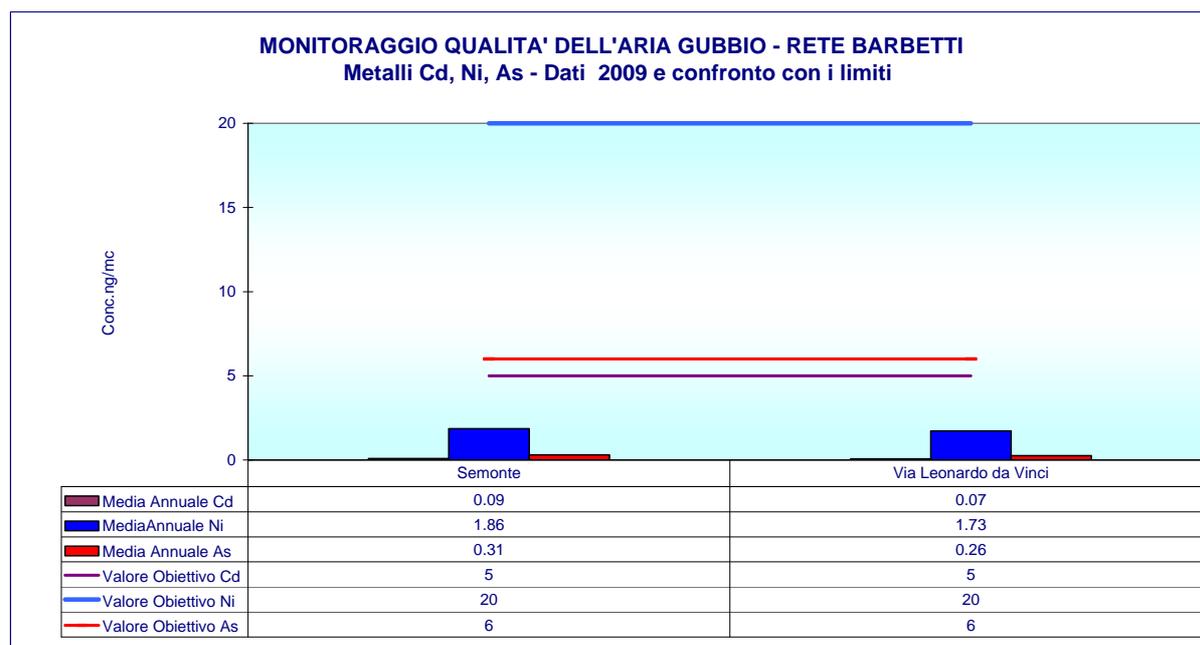


Grafico 14



## Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Il valore obiettivo di qualità individuato dalla direttiva 2004/107/CE recepiti dalla normativa italiana con il D.Leg. 1527/2007 per questa classe di composti è espresso come concentrazione del benzo-(a)-pirene, pertanto il risultato riportato nella tabella seguente viene riferito a questo parametro che risulta entro il valore obiettivo nelle due postazioni:

PARAMETRO IPA – Benzo (a) - Pirene				
ELABORAZIONE	Valore Obiettivo ng/m <sup>3</sup>	Soglia di Valutazione Inferiore ng/m <sup>3</sup>	Soglia di Valutazione Superiore ng/m <sup>3</sup>	Data Rispetto Valore Obiettivo
Media Annuale	1	0,4	0,6	1 gennaio 2012

Tabella 13

PARAMETRO Benzo (a) -Pirene			
POSTAZIONE	MEDIA ANNUALE ng/m <sup>3</sup>	DATA RISPETTO LIMITE	RISPETTO LIMITE
Gubbio Semonte	0.39	2012	Si
Gubbio Via Leonardo da Vinci	0.39		Si

Tabella 14

Nel grafico seguente si riporta per le due postazioni la media annuale del 2009 confrontata con i valori obiettivo individuati per il 2012 :



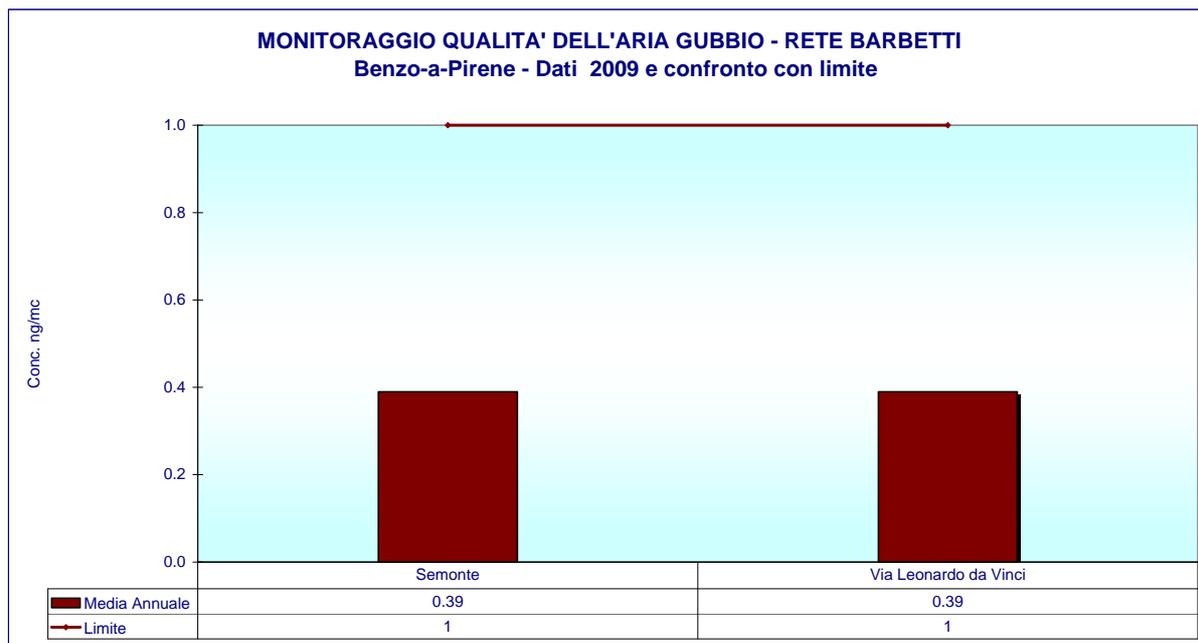


Grafico 15



## GIUDIZIO DI QUALITÀ

Per gli inquinanti monitorati ogni giorno si effettua una valutazione di sintesi in relazione ai valori ottenuti (**NO<sub>2</sub>**, **SO<sub>2</sub>**, **PM10**, **PM2.5**) ricavato dai vari limiti espressi dalla normativa, come riportato nella seguente tabella:

### MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA GUBBIO - RETE BARBETTI

#### Tabella Giudizio di Qualità

GIUDIZIO DI QUALITA'				
Inquinante	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE	PESSIMA
PM10 (+g/mc)	<20	<50	>50	
PM2.5 (+g/mc)	<10	<20	>30	
NO <sub>2</sub> (+g/mc)	<100	<200	>200	>400
SO <sub>2</sub> (+g/mc)	<20	<125	<350	>350

Tabella 15

I valori ottenuti nell'arco dell'anno 2009 sono stati elaborati secondo questi criteri e i risultati sono riportati nelle tabelle e grafici seguenti, suddivise rispettivamente per classi di inquinanti (concentrazione dei parametri espressi come valori giornalieri e valori orari) e per postazioni :

#### Gubbio Semonte - Tabella Valori Giornalieri

Periodo di Osservazione: 20 marzo 2009 - 31 Dicembre 2009										
Inquinante	N. dati validi		BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE	PESSIMA				
			N.dat	N.dat	N.dat	N.dat				
PM10	256	91.8%	173	67.6%	112	43.8%	1	0.4%	0	0%
PM2.5	274	92.8%	126	46.0%	139	50.7%	9	3.3%	0	0%

#### Gubbio Semonte - Tabella Valori Orari

Periodo di Osservazione: 20 marzo 2009 - 31 Dicembre 2009										
Inquinante	N. dati validi		BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE	PESSIMA				
			N.dat	N.dat	N.dat	N.dat				
SO <sub>2</sub>	5794	90.8%	5794	100.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0%
NO <sub>2</sub>	3696	60.0%	3696	100.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0%

Tabella 16



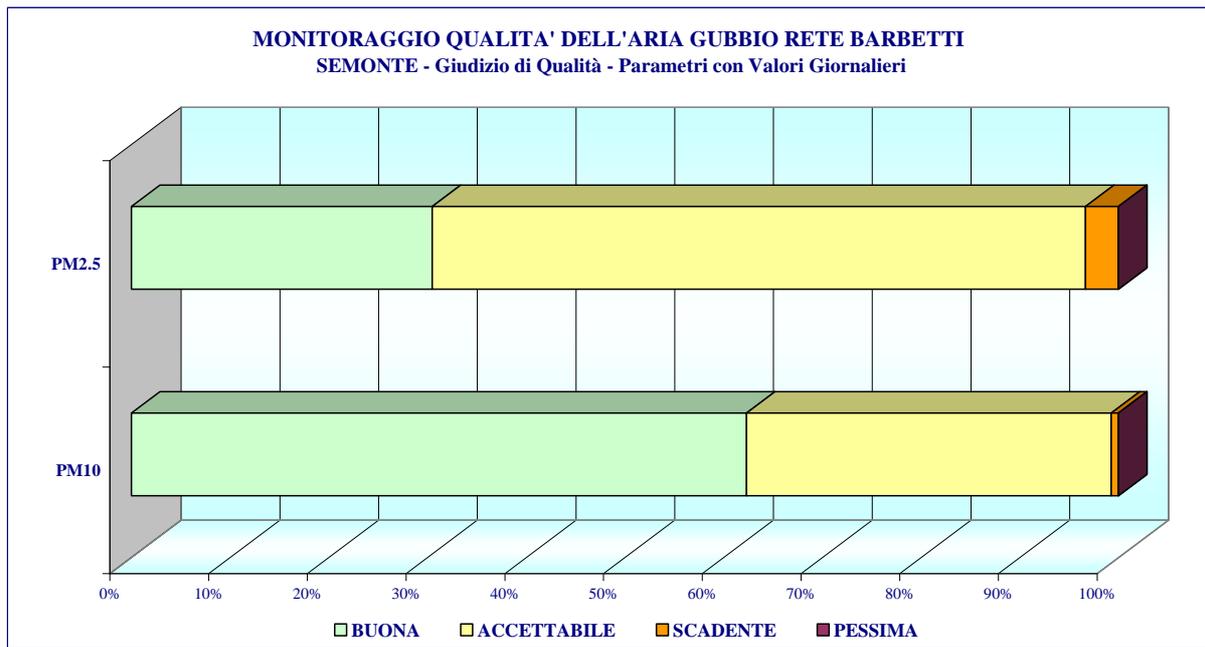


Grafico 16

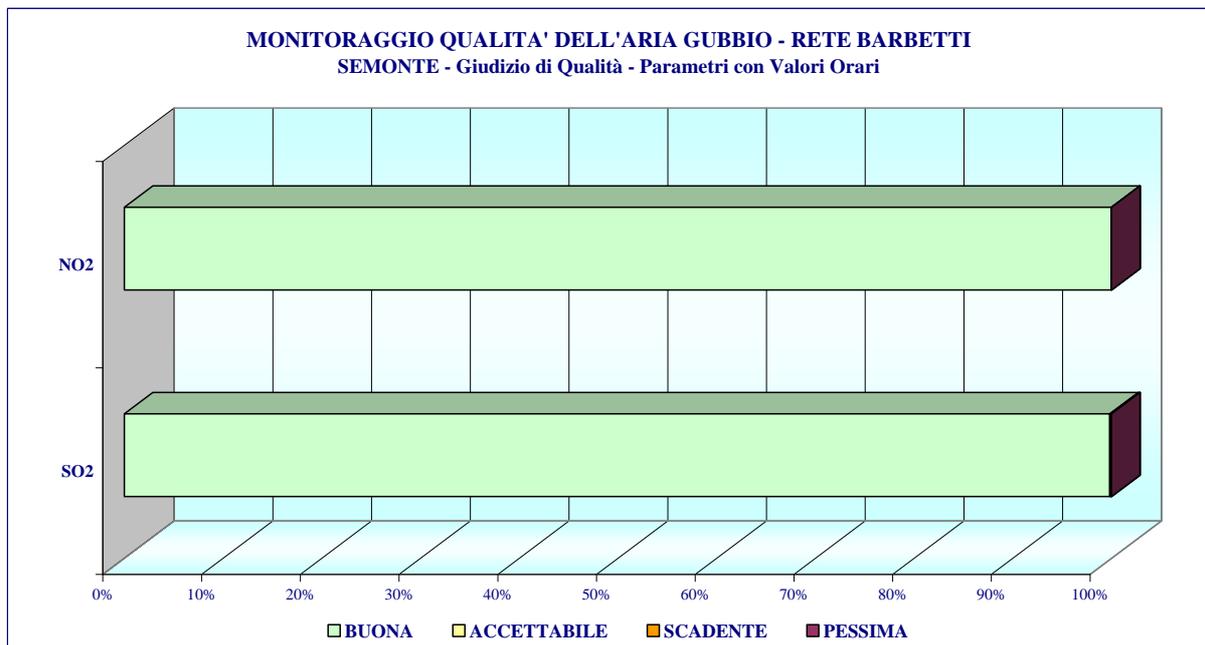


Grafico 17



## Gubbio Via Leonardo da Vinci - Tabella Valori Giornalieri

Periodo di Osservazione: 20 marzo 2009 - 31 Dicembre 2009										
Inquinante	N. dati validi		BUONA	ACCETTABILE		SCADENTE		PESSIMA		
			N.dat	N.dat	N.dat	N.dat				
PM10	279	93.1%	149	53.4%	125	44.8%	5	1.8%	0	0%
PM2.5	290	93.5%	75	25.9%	198	68.3%	17	5.9%	0	0%

## Gubbio Via Leonardo da Vinci - Tabella Valori Orari

Periodo di Osservazione: 20 marzo 2009 - 31 Dicembre 2009										
Inquinante	N. dati validi		BUONA	ACCETTABILE		SCADENTE		PESSIMA		
			N.dat	N.dat	N.dat	N.dat				
SO2	7078	97.6%	7078	100.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0%
NO2	5601	80.1%	5594	99.9%	7	0.1%	0	0.0%	0	0%

Tabella 17

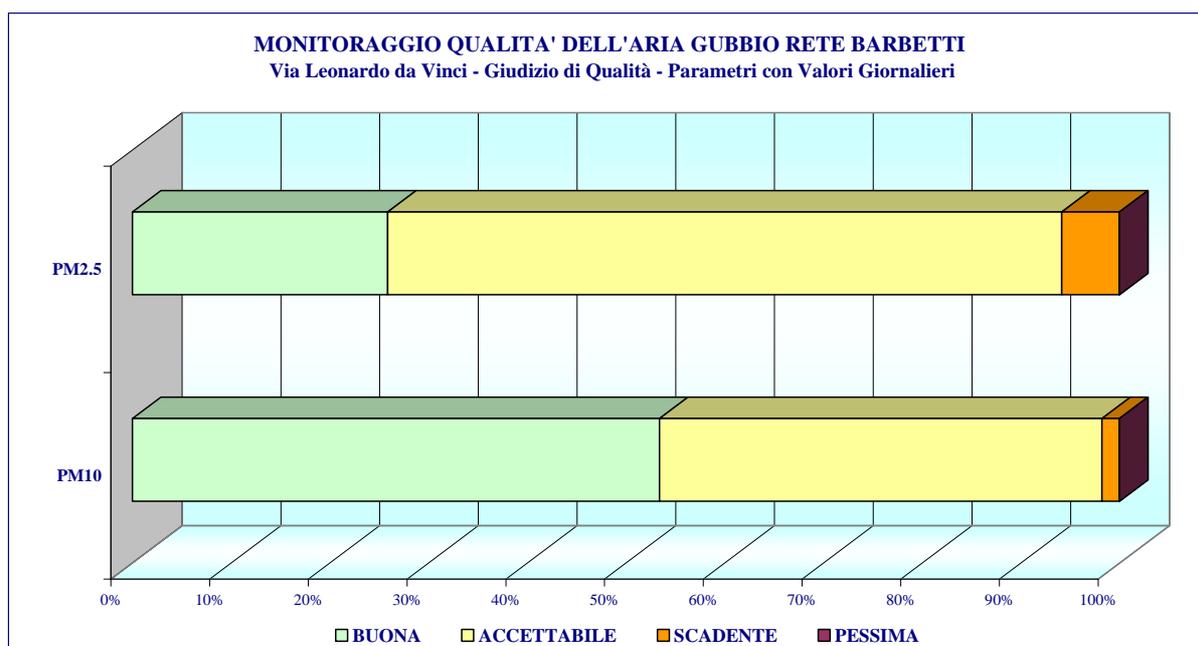


Grafico 18



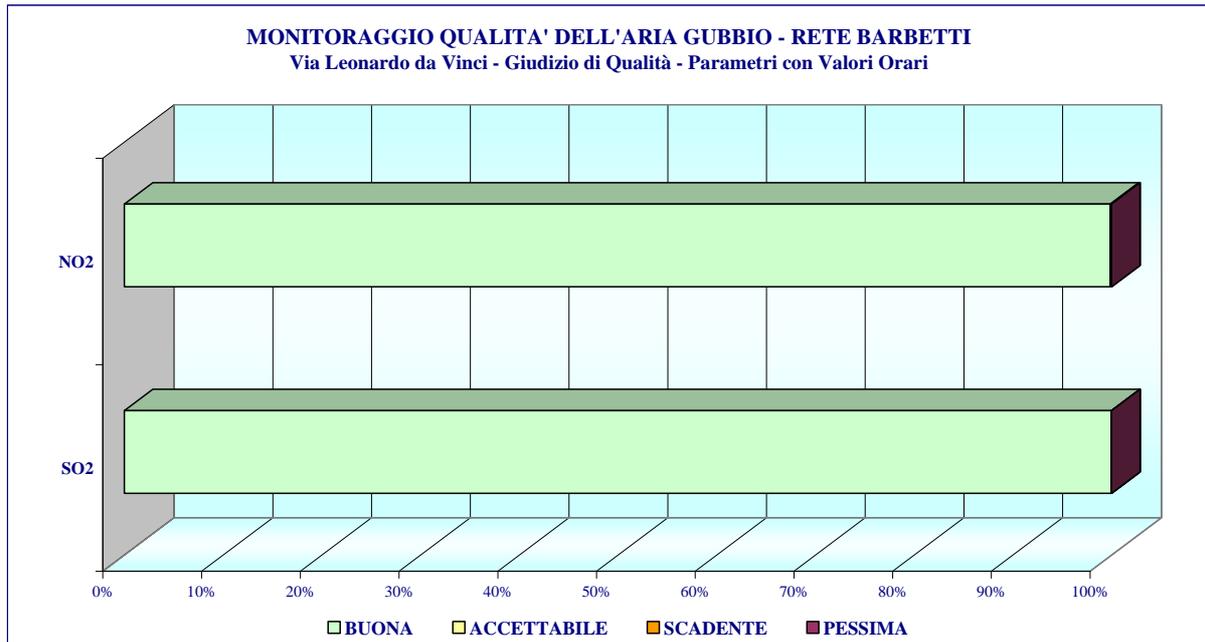


Grafico 19



## COMMENTO AI RISULTATI

Complessivamente la qualità dell'aria rilevata a partire da marzo 2009 risulta buona, con valori che si equivalgono per quasi tutti i parametri nelle due postazioni. Soltanto per Biossido di Azoto si hanno valori più marcati in Via Leonardo da Vinci rispetto a Semonte. Un giudizio più definito potrà esprimersi con i dati relativi ad un anno completo.

Di seguito si riporta per ogni inquinante un giudizio sintetico anche in relazione ai limiti individuati dalla normativa in vigore e quella di futura applicazione, con l'avvertenza della non completa copertura dell'anno.

Per quanto riguarda il **Biossido di Azoto** (NO<sub>2</sub>) si ha rispetto di tutti i limiti, si riscontrano valori più alti nella postazione di Via Leonardo da Vinci che sono comunque sempre inferiori alla soglia di valutazione superiore.

<b>Biossido di Azoto - NO<sub>2</sub></b>	<b>Limiti previsti per il 2005</b>	<b>Limiti previsti per il 2010</b>	<b>Andamento</b>
<b>Gubbio Semonte</b>	<b>Rispettati</b>	<b>Rispettati</b>	<b>-</b>
<b>Gubbio Via Leonardo da Vinci</b>	<b>Rispettati</b>	<b>Rispettati</b>	<b>-</b>

Per quanto riguarda il **Biossido di Zolfo** (SO<sub>2</sub>) si hanno valori molto contenuti in tutte e due le postazioni, con valori che si collocano al di sotto delle soglie di valutazione.

<b>Biossido di Zolfo - SO<sub>2</sub></b>	<b>Limiti previsti per il 2005</b>	<b>Andamento</b>
<b>Gubbio Semonte</b>	<b>Rispettati</b>	<b>-</b>
<b>Gubbio Via Leonardo da Vinci</b>	<b>Rispettati</b>	<b>-</b>

Per il Particolato **PM10** si ha il rispetto del limite per la media annua in tutte due le postazioni, come è rispettato il limite dei superamenti della media giornaliera.

<b>PM10</b>	<b>Limiti previsti per il 2005</b>	<b>Limiti previsti per il 2010</b>	<b>Tendenza</b>
<b>Gubbio Semonte</b>	<b>Rispettati</b>	<b>Rispettati</b>	<b>-</b>
<b>Gubbio Via Leonardo da Vinci</b>	<b>Rispettati</b>	<b>Rispettati</b>	<b>-</b>



Per quanto riguarda invece il Particolato PM2.5 il confronto con i limiti previsti dalla Direttiva 2008/50/CE "Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" si ha con questi dati il rispetto dei limiti a lungo termine individuati per il 2020.

<b>PM 2.5</b>	<b>Limiti previsti per il 2009</b>	<b>Limiti previsti per il 2015</b>	<b>Limiti previsti per il 2020</b>
<b>Gubbio Semonte</b>	<b>Rispettati</b>	<b>Rispettati</b>	<b>Rispettati</b>
<b>Gubbio Via Leonardo da Vinci</b>	<b>Rispettati</b>	<b>Rispettati</b>	<b>Rispettati</b>

Il **Piombo**, per il quale la normativa prevede un limite di concentrazione di 0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ha mostrato valori abbondantemente al di sotto dei limiti.

<b>Piombo-Pb</b>	<b>Limite previsto per il 2005</b>	<b>Tendenza</b>
<b>Gubbio Semonte</b>	<b>Rispettato</b>	<b>-</b>
<b>Gubbio Via Leonardo da Vinci</b>	<b>Rispettato</b>	<b>-</b>

Per gli altri metalli quali Arsenico, Cadmio e Nichel, abbiamo già oggi il rispetto del limite previsto per il 2012:

<b>Arsenico-As</b>	<b>Limite previsto per il 2012</b>	<b>Tendenza</b>
<b>Gubbio Semonte</b>	<b>Rispettato</b>	<b>-</b>
<b>Gubbio Via Leonardo da Vinci</b>	<b>Rispettato</b>	<b>-</b>

<b>Cadmio-Cd</b>	<b>Limite previsto per il 2012</b>	<b>Tendenza</b>
<b>Gubbio Semonte</b>	<b>Rispettato</b>	<b>-</b>
<b>Gubbio Via Leonardo da Vinci</b>	<b>Rispettato</b>	<b>-</b>



<b>Nichel-Ni</b>	<b>Limite previsto per il 2012</b>	<b>Tendenza</b>
<b>Gubbio Semonte</b>	<b>Rispettato</b>	-
<b>Gubbio Via Leonardo da Vinci</b>	<b>Rispettato</b>	-

Anche i Benzo-a-pirene, IPA per cui è individuato il limite dalla normativa, i valori sono abbondantemente entro i limiti stabiliti per il 2012:

<b>Benzo-a-pirene</b>	<b>Limite previsto per il 2012</b>	<b>Tendenza</b>
<b>Gubbio Semonte</b>	<b>Rispettato</b>	-
<b>Gubbio Via Leonardo da Vinci</b>	<b>Rispettato</b>	-

Il Responsabile Servizio Reti Monitoraggio dell'Aria  
*Marco Pompei*



## PARAMETRI METEOCLIMATICI

Nei pressi del Cementificio Barbetti è collocata una centralina meteo per il rilevamento dei principali parametri meteo per cui di seguito si riportano i risultati nel corso del 2009.

### Radiazione solare

La radiazione solare è uno dei parametri più significativi per la definizione del grado di instabilità atmosferica che caratterizza il PBL (**Planetary Boundary Layer**). In generale una maggiore intensità della radiazione solare innalza il livello di turbolenza convettiva che favorisce il rimescolamento degli inquinanti. La radiazione solare è inoltre un ottimo catalizzatore per una numerosa serie di reazioni chimiche che subiscono gli inquinanti presenti in atmosfera. In particolare l'intensità dei fenomeni di inquinamento secondario di origine fotochimica aumenta all'aumentare dell'intensità della radiazione solare. E' noto che le più alte concentrazioni di ozono ed i più alti rapporti tra le concentrazioni di biossido di azoto e quelle del monossido di azoto si verificano nei mesi di massima insolazione.

L'anno 2009 presenta massime intensità nel mese di luglio con medie giornaliere che arrivano fino a  $45 \text{ mW/cm}^2$ , minime intensità nel mese di dicembre con medie giornaliere variabili tra  $0,7$  e  $0,9 \text{ mW/cm}^2$ , che corrispondono ai mesi di massima e minima energia media fornita dal sole.

Le intensità di radiazione più elevate si sono registrate in corrispondenza dell'intervallo orario compreso tra le 13.00 e le 15.00, con valori massimi orari oltre  $110 \text{ mW/cm}^2$ .

### Campo anemologico

Il campo anemologico presente è determinato in modo significativo dalla montagna che sovrasta la postazione nei settori Nord.

Nel periodo monitorato il regime del vento si è caratterizzato per due direzioni preferenziali:

- con direttrice **Est-Ovest**, con prevalenza della direzione da **Ovest** nel periodo estivo e **NordEst** in quello invernale.



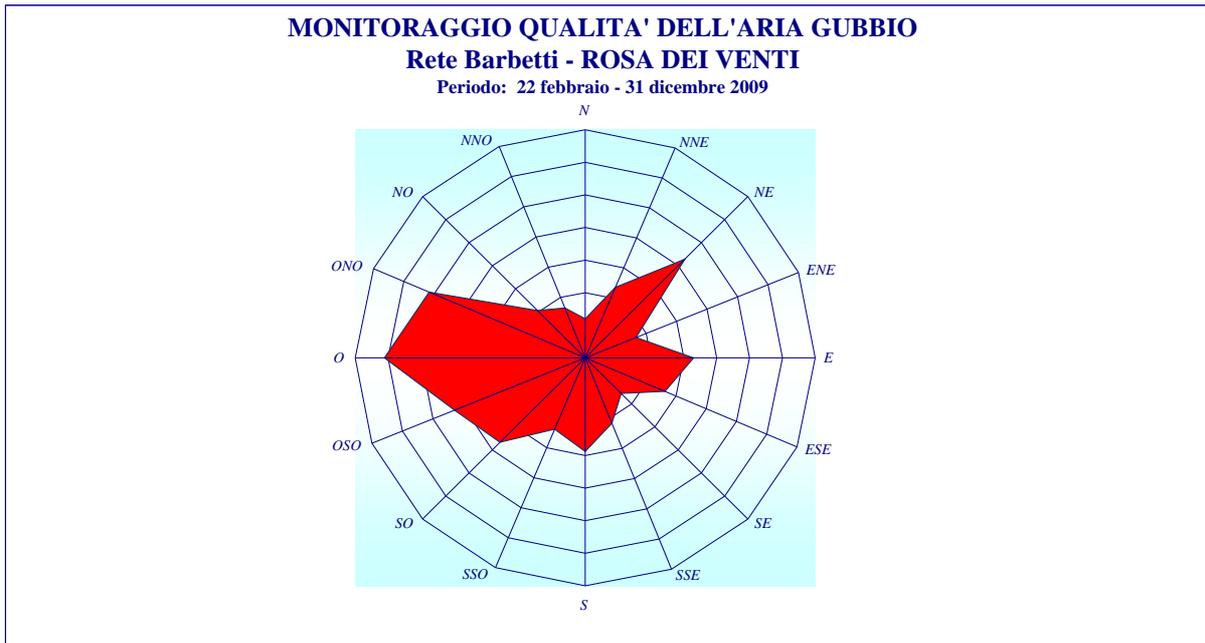


Grafico 20

Le classi di intensità più frequenti del vento sono risultate quelle con valori di velocità da 1,5 m/s a 5.3 m/s, con il 50% di regime di vento moderato e con circa il 1% di ore di **calma** di vento nel periodo.

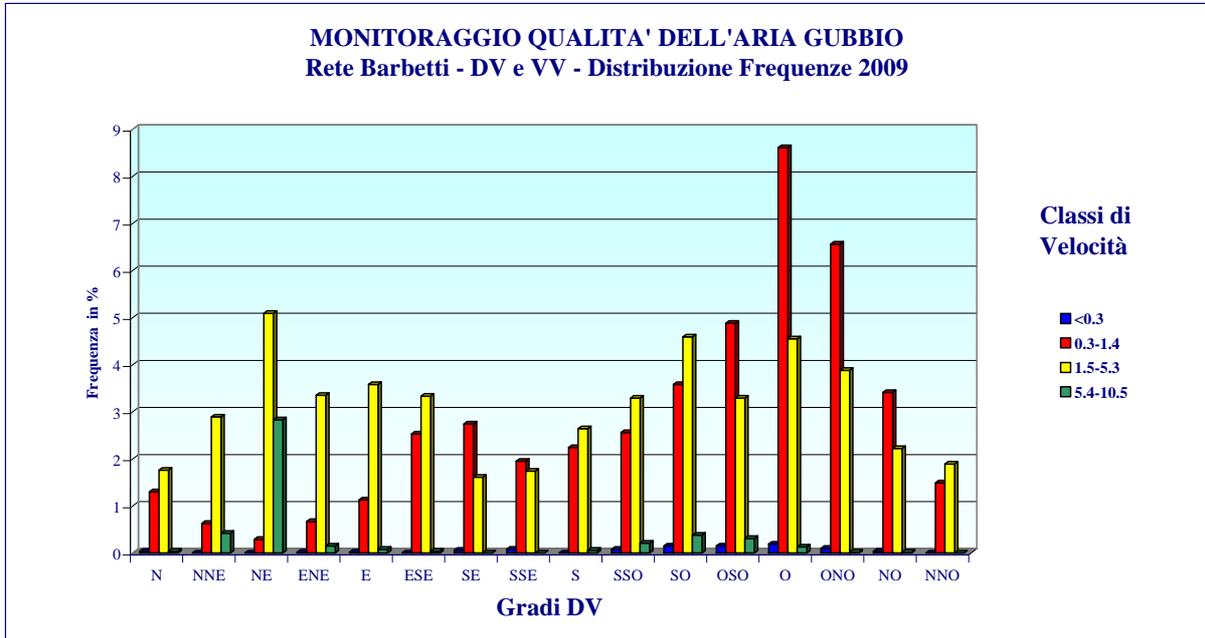


Grafico 21



## La Temperatura

La temperatura dell'aria influenza in diversi modi i fenomeni di inquinamento atmosferico. In primo luogo nel periodo invernale si ha un aumento delle emissioni derivanti dagli impianti termici per il riscaldamento domestico; inoltre in corrispondenza di temperature più fredde si possono avere emissioni più elevate di alcuni inquinanti quali il monossido di carbonio che nelle aree urbane è emesso principalmente dal traffico autoveicolare. La temperatura ambiente influenza infine in modo determinante una serie di trasformazioni chimiche quali il passaggio in soluzione acquosa degli inquinanti atmosferici e le velocità di numerose reazioni chimiche che contribuiscono a modificare l'andamento delle concentrazioni degli inquinanti presenti in atmosfera.

Nel periodo monitorato è stata rilevata una temperatura minima invernale (calcolata come media oraria) di **-9,7°C** (20/12/2009) ed una temperatura massima estiva (sempre come media oraria) di **35,5°C** (24/07/2009).

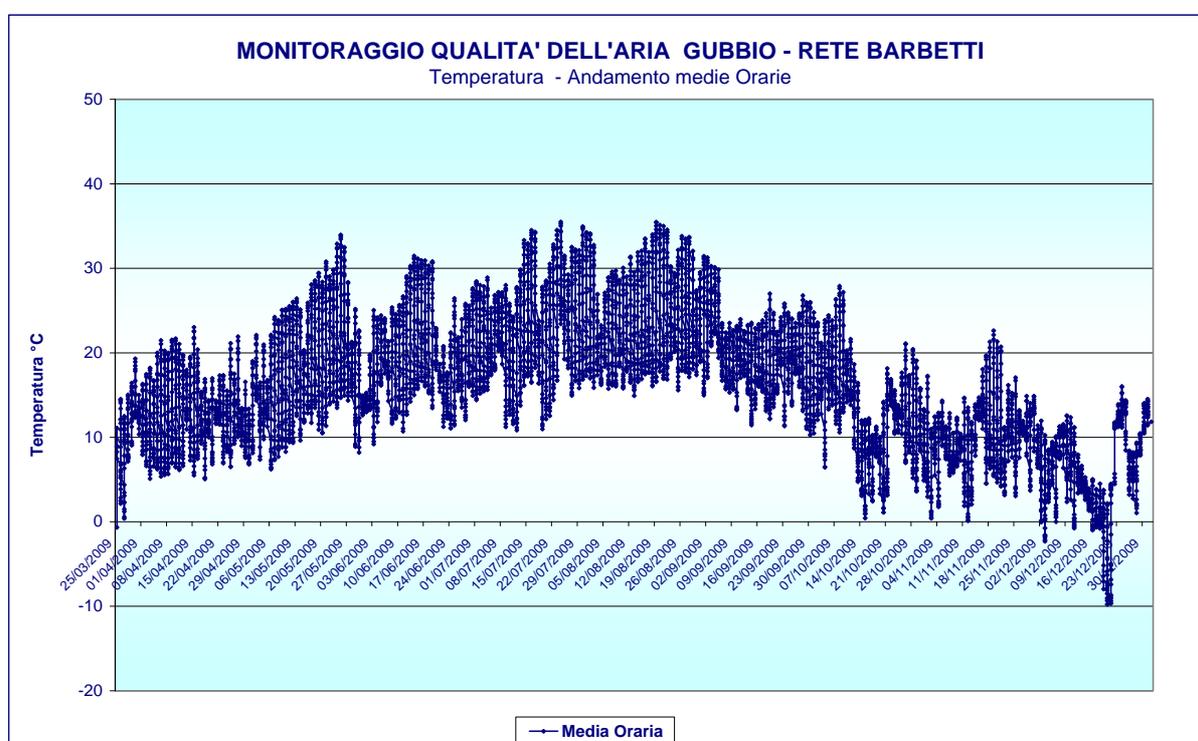


Grafico 22



## Umidità Relativa

Il ruolo dell'umidità relativa nell'influenzare i fenomeni di inquinamento atmosferico, non è ancora sufficientemente definito.

Nelle aree urbane interessate da elevati livelli di inquinamento atmosferico in presenza di elevata umidità relativa, soprattutto in corrispondenza di condizioni di nebbia, si verificano significativi trasferimenti di massa per alcuni inquinanti dalla fase gassosa alla fase acquosa.

Queste nebbie costituiscono una delle modalità con cui si possono verificare le così dette "deposizioni occulte".

Queste deposizioni, cariche di inquinanti reattivi presenti nelle soluzioni acquose delle goccioline, venendo a contatto con le foglie delle piante e con i materiali degli edifici e dei monumenti possono essere causa di processi di deterioramento anche consistenti.

## Pressione Atmosferica

La pressione atmosferica, con riferimento all'altitudine del punto di misura rispetto al livello del mare, ha una variabilità spaziale più limitata rispetto alla temperatura, all'umidità relativa ed al campo anemologico.

La pressione atmosferica fornisce informazioni su scala più vasta e quindi di carattere sinottico.

In particolare la sua variazione temporale è uno degli indici principali su cui si basano le previsioni sull'evoluzione dei fenomeni meteorologici, che sono fondamentali per effettuare anche delle previsioni sull'evoluzione dell'inquinamento atmosferico.

## Stabilità atmosferica

Le condizioni di stabilità ovvero di turbolenza atmosferica sono fondamentali per la dispersione o meno degli inquinanti emessi.

La turbolenza può essere di natura convettiva e quindi indotta dall'irraggiamento solare della superficie terrestre; oppure di natura meccanica, dovuta all'interazione tra il campo anemologico e la superficie terrestre.

Le condizioni di stabilità atmosferica sono definite attraverso l'attribuzione di differenti categorie di stabilità (Pasquill Gifford).

Secondo questa classificazione, alle categorie utilizzate corrispondono le seguenti condizioni :

Categoria di Pasquill **A** : - condizioni di forte instabilità tipica dei pomeriggi estivi con elevato irraggiamento **solare** e bassa ventosità;

Categoria di Pasquill **B** : - condizioni di moderata instabilità tipica dei pomeriggi invernali assolati e delle stagioni intermedie con moderata ventosità;

Categoria di Pasquill **C** : - condizioni di debole instabilità atmosferica, più frequente in presenza di debole irraggiamento solare ovvero di elevata ventosità;



Categoria di Pasquill **D** : - condizioni di neutralità, più frequente nelle ore notturne con cielo coperto e moderata ventosità;

Categoria di Pasquill **E** : - condizioni di debole stabilità tipica delle notti con cielo prevalentemente sereno;

Categoria di Pasquill **F** : - condizioni di forte stabilità atmosferica tipica delle notti serene con leggera ventosità.

Nel corso del 2009 si sono avuti periodi di alta stabilità atmosferica in febbraio, novembre ed in dicembre, che hanno comportato un accentuarsi dei fenomeni di accumulo degli inquinanti in questo periodo, con particolare effetto sulle concentrazioni del Particolato fine PM10, che non hanno influito significativamente nel superamento delle concentrazioni limite.

### **Pioggia**

Nel periodo considerato (marzo –dicembre 2009) si sono avuti 111 giorni di pioggia, con una bassa media di mm di pioggia per ogni evento (4,5).

Nel periodo invernale si sono verificati a n.60 giorni con pioggia mentre nel periodo estivo si sono avuti n. 51 giorni di pioggia un totale rispettivamente di 325 mm e 177 mm per un totale del periodo di 502 mm .



## RIFERIMENTI NORMATIVI

La legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico si è allineata alla normativa europea con la seguente successione di provvedimenti: D.M. 2 aprile 2002, n. 60, decreto legislativo 21 maggio 2004, n. 183 e decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152. Consiglio e Parlamento europeo hanno anche approvato una direttiva quadro che raccoglie tutte le precedenti direttive e precisa obiettivi, limiti e strategie di contenimento dell'inquinamento atmosferico.

Di seguito, in ordine cronologico, sono riportate le direttive comunitarie e le norme italiane di recepimento in materia di inquinamento atmosferico.

### **Direttiva 96/62/CE “Valutazione e gestione della qualità dell’aria ambiente”**

Stabilisce il contesto entro il quale operare la valutazione e la gestione della qualità dell’aria secondo criteri armonizzati in tutti i Paesi dell’Unione europea, demandando poi a direttive “figlie” la definizione dei parametri tecnico-operativi specifici per ciascun inquinante.

### **Direttiva 99/30/CE “Valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo”**

Stabilisce i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo.

### **Direttiva 00/69/CE “Valori limite di qualità dell’aria ambiente per benzene ed il monossido di carbonio”**

Stabilisce i valori limite di qualità dell’aria ambiente per benzene e monossido di carbonio.

### **Direttiva 2002/3**

Riguarda la concentrazione dell’ozono nell’aria ambiente.

### **Direttiva 2004/107/CE**

Riguarda l’arsenico, il **caD.M.io**, il **nicel**, il **mercurio** e gli **idrocarburi policiclici aromatici (IPA)** nell’aria ambiente. Individua i valori obiettivo e le soglie di valutazione superiore e inferiore, nonché le modalità di rilevamento e di valutazione della concentrazione di arsenico, caD.M.io, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici nell’aria ambiente.

### **Direttiva 2008/50/CE “Relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”**

Include, aggiornandole, tutte le direttive precedenti. In particolare, indica la necessità di individuare dei livelli di responsabilità per quanto riguarda la valutazione della qualità dell’aria, gli organismi di approvazione dei sistemi di misura, la garanzia delle misure, il coordinamento nazionale e con gli organismi comunitari. Indica come obbligatori il rispetto dei limiti e le soglie di allarme per biossido di zolfo e monossido di carbonio; prevede la proroga per il rispetto dei limiti per biossido di azoto e benzene dal 2010 al 2015, con l’obbligo di predisporre



piani che dimostrino il rientro nei limiti alla data del 2015. La direttiva prevede inoltre, in presenza di un piano di rientro nei limiti, la proroga per l'applicazione del limite del PM10 stabilito per l'11 giugno 2011.

La norma europea introduce anche la determinazione del PM2.5 con obiettivi di riduzione alla sua esposizione entro il 2020, obbligo del livello di esposizione da rispettare entro il 2015, valore obiettivo da rispettare entro il 2010 e valori limite da rispettare entro il 2015 e il 2020.

La direttiva, inoltre, prevede un regime di sanzioni in caso di violazione delle disposizioni adottate a livello nazionale, indicate come effettive, proporzionate e dissuasive.

#### **Decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell’aria”**

Recepisce la direttiva 96/62/CE e definisce la nuova strategia di controllo della qualità dell’aria, anche attraverso la successiva emanazione di decreti derivati che cancellano gran parte delle norme pregresse.

Il decreto individua il processo di valutazione della qualità dell’aria nel territorio regionale. Tale processo consiste:

- nell’esecuzione della valutazione preliminare e nel rapporto annuale sulla qualità dell’aria, basato sulle informazioni fornite dai sistemi di rilevamento, dall’inventario delle sorgenti emmissive e dall’impiego di modelli di simulazione
- nell’individuazione e classificazione delle aree territoriali in cui sono superati o sono a rischio di superamento i limiti fissati
- nella predisposizione e adozione delle misure di prevenzione finalizzate alla riduzione delle emissioni dalle sorgenti mobili e fisse

#### **D.M. 2 aprile 2002, n. 60 “Recepimento direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle 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”**

Recepisce le direttive indicate e andrà progressivamente ad abrogare la 203/88 (nella parte in cui tratta di valori limite e valori guida per la qualità dell’aria) e i suoi decreti attuativi. Il decreto, coerentemente con la direttiva quadro, prevede dei margini di tolleranza transitori in relazione ai diversi valori limite e ai termini entro i quali dovranno essere raggiunti.

I margini di tolleranza non sono valori limite, ma rappresentano i livelli di inquinamento fissati secondo una percentuale del valore limite, decrescenti in modo continuo anno dopo anno, fino al raggiungimento del valore limite stesso. Questa condizione fornisce una guida per la velocità con la quale i livelli degli inquinanti devono essere ridotti per raggiungere i valori limite entro i termini fissati.



Il superamento del margine di tolleranza in una zona o in un agglomerato è indicativo della necessità di attuare un piano o un programma di risanamento.

La soglia d'allarme è definita come il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata; raggiunto questo limite gli Stati membri nella Comunità europea devono immediatamente intervenire. La direttiva non fissa la soglia d'allarme per il particolato, dal momento che non sono note concentrazioni che possono provocare particolari effetti. Anche nel caso del piombo non è fissata alcuna soglia, in quanto i rischi per la salute umana - alle concentrazioni dell'aria ambiente - possono aversi solo in caso di esposizione di lunga durata.

Qualora le soglie di allarme vengano superate, gli Stati membri garantiscono l'adozione di misure atte ad informare la popolazione (radio, televisione, stampa, ecc).

I dettagli da fornire al pubblico dovrebbero comprendere come minimo:

- data, ora e luogo del fenomeno e causa scatenante, se nota
- previsioni
- cambiamento nelle concentrazioni (miglioramento, stabilizzazione o peggioramento), motivo del cambiamento previsto
- zona geografica interessata
- durata
- categoria di popolazione potenzialmente sensibile al fenomeno
- precauzioni che la popolazione sensibile deve prendere

Gli Stati membri sono tenuti inoltre a trasmettere alla Commissione europea, entro tre mesi dal rilevamento, i dati relativi ai livelli registrati e alla durata degli episodi di inquinamento.

Il decreto che recepisce la direttiva "figlia" fornisce soglie che determinano il metodo di valutazione (misurazioni continue, misurazioni indicative, modelli, valutazioni obiettive) da adottare in aree con determinate dimensioni e densità di popolazione. Inoltre, fissa i criteri per l'ubicazione dei punti di campionamento e il numero minimo richiesto per tali aree, se la misurazione fissa è l'unica fonte di informazione. Sono previsti, laddove la misurazione in continuo non è obbligatoria, anche altri metodi di valutazione, come misure indicative e uso di modelli.

In ottemperanza al D.Lgs. 351/99, possono essere utilizzate tecniche di modellizzazione e di stima obiettiva validate secondo procedure documentate o certificate da agenzie, organismi o altre istituzioni scientifiche riconosciute a livello nazionale o internazionale.

La direttiva "figlia" detta i metodi di riferimento per valutare le concentrazioni di biossido di zolfo, biossido di azoto, piombo e particelle (PM10 e PM2.5). Fornisce, inoltre, le procedure di equivalenza tra un sistema di campionamento e misura e quello di riferimento.



Il D.Lgs. 351/99 prevede che siano valutati i valori limite e le soglie di allarme su tutto il territorio nazionale. A tale scopo, il territorio deve essere suddiviso in zone e agglomerati. Questi ultimi sono rappresentati da quelle zone con una popolazione superiore a 250.000 abitanti o, se la popolazione è pari o inferiore a 250.000 abitanti, con una densità di popolazione per chilometro quadrato tale da rendere necessaria la valutazione e la gestione della qualità dell'aria.

Per ciascun inquinante sono previsti due livelli di stima: la soglia di valutazione inferiore e la soglia di valutazione superiore. Questi valori determinano il tipo di valutazione necessaria nelle zone e negli agglomerati.

L'individuazione dei due margini, inferiore e superiore, ha lo scopo di garantire una valutazione della qualità dell'aria più intensiva negli agglomerati e nelle zone in cui si ha un alto rischio di superamento dei valori limite e una valutazione meno intensiva laddove i livelli d'inquinamento sono sufficientemente bassi.

Secondo il D.Lgs. 351/99, le Regioni - sulla base della valutazione preliminare in prima applicazione e, successivamente, sulla base della valutazione della qualità dell'aria - devono predisporre dei piani d'azione contenenti le misure da adottare nel breve periodo per le zone in cui i livelli di uno o più inquinanti comportino il rischio di superamento dei valori limite e/o delle soglie d'allarme.

In relazione ai livelli d'inquinamento dell'aria ambiente, gli Stati membri individuano delle azioni.

Spetta inoltre alle Regioni:

- fornire l'elenco delle zone e degli agglomerati nei quali i valori limite del biossido di zolfo o del PM10 sono superati a causa di sorgenti o eventi naturali o, per quanto riguarda il PM10, a causa di spargimento di sabbia sulle strade, fornendo le necessarie giustificazioni a riprova
- attuare i piani d'azione laddove i superamenti di tali inquinanti sono causati da emissioni di origine antropica
- predisporre piani d'azione, laddove c'è stato il superamento del valore limite del PM10, che tendano anche a ridurre le concentrazioni di particelle PM2.5

Per il rispetto dei limiti, agli Stati membri è richiesta la predisposizione di una valutazione preliminare dei livelli di concentrazione degli inquinanti presi in considerazione dalla direttiva quadro, al fine di classificare ogni zona e agglomerato (entro aprile 2003).

Nelle disposizioni transitorie la direttiva prevede che, fino alla data entro la quale devono essere raggiunti i valori limite, restino in vigore i valori limite correnti e i valori guida fissati dalla direttiva 90/779/CEE per il biossido di zolfo e per le particelle sospese (fino al 1 gennaio 2005); dalla direttiva 82/884/CEE per il piombo (fino al 1 gennaio 2005) e dalla direttiva 85/203/CEE per il biossido di azoto (1 gennaio 2010).



Gli Stati membri dovranno valutare le concentrazioni di tali inquinanti, informare la Commissione europea sui superamenti e attuare le misure necessarie fino a quando i valori limite e guida di cui sopra non saranno più in vigore.

**Decreto legislativo 31 maggio 2004, n. 183**

Recepisce la direttiva 2002/3 relativa all'ozono nell'aria e individua delle soglie di allarme e di informazione per la sua concentrazione. Come per gli altri inquinanti, sono fissati i criteri di informazione, sia nelle condizioni normali che negli stati di allerta, sui livelli di concentrazione di 1 ora e di 8 ore registrati.

**Decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152**

Recepisce la direttiva 2007/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente, individua modalità di prelievo e analisi e fissa i valori obiettivo e le soglie di valutazione per i parametri sopra descritti.



Di seguito sono riportati i limiti per gli inquinanti rilevati, con le date di entrata in vigore.

### Biossido di zolfo

SO <sub>2</sub> Biossido di zolfo	Periodo media	Valore limite	Tolleranza	Soglia di allarme	Data rispetto limite
1. Protezione salute	1 Ora	<b>350 µg/m<sup>3</sup></b> Non superare più di 24 volte per anno civile	120 µg/m <sup>3</sup> - 2001 90 - 2002 60 - 2003 30 - 2004 0 - 2005	<b>500 µg/m<sup>3</sup></b>	1° gennaio 2005
2. Protezione salute	24 ore	<b>75 µg/m<sup>3</sup></b> Non superare più di 3 volte per anno civile	Nessuna		1° gennaio 2005
3. Protezione ecosistemi	Anno civile inverno	<b>20 µg/m<sup>3</sup></b>	Nessuna		19 luglio 2001

### Biossido di azoto

NO <sub>2</sub> Biossido di azoto	Periodo media	Valore limite	Tolleranza	Soglia di allarme	Data rispetto limite
1. Protezione salute	1 Ora	<b>200 µg/m<sup>3</sup></b> Non superare più di 18 volte per anno civile	90 µg/m <sup>3</sup> - 2001 80 - 2002 70 - 2003 60 - 2004 50 - 2005 40 - 2006 30 - 2007 20 - 2008 10 - 2009 0 - 2010	<b>400 µg/m<sup>3</sup></b>	1° gennaio 2010
2. Protezione salute	Anno civile	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b>	18 µg/m <sup>3</sup> - 2001 16 - 2002 14 - 2003 12 - 2004 10 - 2005 8 - 2006 6 - 2007 4 - 2008 2 - 2009 0 - 2010		1° gennaio 2010
3. Protezione vegetazione	Anno civile	<b>30 µg/m<sup>3</sup> NOx</b>	Nessuna		19 luglio 2001

### PM10



<b>PM10 Particelle inalabili</b>	<b>Periodo media</b>	<b>Valore limite</b>	<b>Tolleranza</b>	<b>Soglia di allarme</b>	<b>Data rispetto limite</b>
Protezione salute	24 Ore	<b>50 µg/m<sup>3</sup></b> Non superare più di 35 volte per anno civile	20 µg/m <sup>3</sup> - 2001 15 - 2002 10 - 2003 5 - 2004 0 - 2005		1° gennaio 2005
Protezione salute	Anno civile	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b>	8 µg/m <sup>3</sup> - 2001 6 - 2002 4 - 2003 2 - 2004 0 - 2005		1° gennaio 2005

## PM2.5

<b>PM2.5 particelle respirabili</b>	<b>Periodo media</b>	<b>Valore limite</b>	<b>Tolleranza</b>	<b>Soglia di allarme</b>	<b>Data rispetto limite</b>
<b>Fase 1</b>					
Protezione salute	Anno civile	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b>	5 µg/m <sup>3</sup> - 2008 4 - 2009 4 - 2010 3 - 2011 2 - 2012 1 - 2013 1 - 2014 0 - 2015		1° gennaio 2015
<b>Fase 2</b>					
Protezione salute	Anno civile	<b>20µg/m<sup>3</sup></b>	Nessuna		1° gennaio 2020



## Piombo

Pb piombo	Periodo media	Valore limite	Tolleranza	Soglia di allarme	Data rispetto limite
Protezione salute	Anno civile	<b>0.5 µg/m<sup>3</sup></b>	0.4 µg/m <sup>3</sup> - 2001 0.3 - 2002 0.2 - 2003 0.1 - 2004 0 - 2005		1° gennaio 2005

## Benzene

Benzene	Periodo media	Valore limite	Tolleranza	Soglia di allarme	Data rispetto limite
Protezione salute	Anno civile	<b>5 µg/m<sup>3</sup></b>	5 µg/m <sup>3</sup> - 2005 4 - 2006 3 - 2007 2 - 2008 1 - 2009 0 - 2010		1° gennaio 2010

## Monossido di carbonio

Monossido di carbonio CO	Periodo media	Valore limite	Tolleranza	Soglia di allarme	Data rispetto limite
Protezione salute	Massima media di 8h	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b>	4 mg/m <sup>3</sup> - 2003 2 - 2004 0 - 2005		1° gennaio 2005



## Ozono

O <sub>3</sub> Ozono	Periodo media	Valore limite	Soglia di informazione	Soglia di allarme	Data rispetto limite
1. Protezione salute	Massima media mobile di 8h	<b>120 µg/m<sup>3</sup></b> Non superare più di 25 volte come media di 3 anni o 1 anno			1° gennaio 2010
2. Protezione salute	Media di 1 h		<b>180 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>240 µg/m<sup>3</sup></b>	
3. Protezione beni materiali	Anno civile inverno	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b>	Nessuna		
4. Protezione vegetazione	AOT40 maggio luglio	<b>18000 µg/m<sup>3</sup>h</b>			1° gennaio 2010

## Valori obiettivo e soglie di valutazione per l'arsenico, il caD.M.io, il nichel e il benzo(a)pirene

Protezione salute	Periodo media	Valore obiettivo	Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore	Data rispetto valore obiettivo
<b>Arsenico</b>	Anno civile	<b>6 ng/m<sup>3</sup></b>	<b>3,6 ng/m<sup>3</sup></b>	<b>2,4 ng/m<sup>3</sup></b>	1° gennaio 2012
<b>CaD.M.io</b>	“	<b>5 ng/m<sup>3</sup></b>	<b>3 ng/m<sup>3</sup></b>	<b>2 ng/m<sup>3</sup></b>	„
<b>Nichel</b>	“	<b>20 ng/m<sup>3</sup></b>	<b>14 ng/m<sup>3</sup></b>	<b>10 ng/m<sup>3</sup></b>	„
<b>Benzo(a)pirene</b>	“	<b>1 ng/m<sup>3</sup></b>	<b>0,6 ng/m<sup>3</sup></b>	<b>0,4 ng/m<sup>3</sup></b>	„





## INQUINANTI MONITORATI E LORO CARATTERISTICHE

### Monossido di carbonio (CO)

#### Caratteristiche chimico-fisiche

Il monossido di carbonio è un gas inodore e incolore che si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili. È un inquinante primario con un tempo di permanenza in atmosfera relativamente lungo (circa quattro mesi) e con una bassa reattività chimica. Le concentrazioni in aria di questo inquinante possono essere ben correlate all'intensità del traffico in vicinanza del punto di rilevamento. Inoltre, la concentrazione spaziale su piccola scala del CO risente in modo rilevante dell'interazione tra le condizioni micrometeorologiche e la struttura topografica delle strade (effetto Canyon).

#### Origine

Nelle aree urbane il monossido di carbonio è emesso in prevalenza dal traffico autoveicolare, è considerato come il tracciante di riferimento durante tutto il corso dell'anno per questo tipo di inquinamento.

#### Effetti sull'uomo e sull'ambiente

A elevate concentrazioni è un potente veleno. Gli effetti sull'uomo sono legati alla caratteristica di interferenza sul trasporto di ossigeno (formazione di carbossiemoglobina) ai tessuti e in particolare al sistema nervoso centrale.

Non sono stati riscontrati effetti particolari sull'uomo per concentrazioni di carbossiemoglobina inferiori al 2%, corrispondente a un'esposizione per 90' a 47 mg/m<sup>3</sup>. Se l'esposizione sale a 8 ore, concentrazioni di CO di 23 mg/m<sup>3</sup> non possono essere considerate ininfluenti per particolari popolazioni a rischio, quali soggetti con malattie cardiovascolari e donne in gravidanza.

*È raccomandabile quindi un valore limite non superiore a 10-11 mg/m<sup>3</sup> su 8 ore, a protezione della salute in una popolazione generale, e di 7-8 mg/m<sup>3</sup> su 24 ore (CCTN, 1995).*

### Limiti D.M. 2 aprile 2002, n. 60

#### Monossido di carbonio - CO

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
Valore limite protezione salute	8 ore	Media mobile	10 mg/m <sup>3</sup>	-	6 mg/m <sup>3</sup>	2005	5 mg/m <sup>3</sup>	7 mg/m <sup>3</sup>



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

Numerosi sono i rapporti di combinazione dell'azoto con l'ossigeno per formare una serie di ossidi che sono classificati in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto.

N <sub>2</sub> O	Ossido di azoto (protossido di azoto)
NO	Ossido di azoto
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Triossido di azoto (anidride nitrosa)
NO <sub>2</sub>	Biossido di azoto
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Tetrossido di azoto (ipoazotide)
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentossido di azoto (anidride nitrica)

Le specie chimiche presenti in aria come inquinanti naturali e antropogenici che destano maggiori preoccupazioni in termini di inquinamento atmosferico sono essenzialmente l'ossido e il biossido di azoto (NO ed NO<sub>2</sub>).

Il termine NO<sub>x</sub> indica la somma del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). L'ossido di azoto è un inquinante primario che si forma generalmente dai processi di combustione ad alta temperatura; è un gas a tossicità limitata, al contrario del biossido di azoto. L'NO<sub>2</sub> ha un odore forte, pungente, è irritante e di colore giallo-rosso.

È responsabile, con altri prodotti, del cosiddetto smog fotochimico, in quanto base per la produzione di una serie di inquinanti secondari pericolosi come l'ozono o l'acido nitrico. Contribuisce per circa un terzo alla formazione delle piogge acide.

### Origine

Gli ossidi di azoto hanno origine naturale (eruzioni vulcaniche, incendi, processi biologici), ma soprattutto antropica con le combustioni ad alta temperatura, come quelle che avvengono all'interno delle camere di combustione dei motori degli autoveicoli. Altre fonti di ossidi di azoto sono gli impianti termici e le centrali termoelettriche, anche se le quantità emesse sono decisamente più contenute di quelle del traffico veicolare.

L'aumento del traffico veicolare degli ultimi anni ha generato un livello crescente delle concentrazioni di ossidi di azoto, specialmente nelle aree urbane. In caso di inquinamento fortuito da monossido di azoto, la concentrazione decade in 2-5 giorni, ma nel caso di emissioni continue (ad esempio in aree urbane a forte traffico veicolare), si assiste all'attivazione di un ciclo giornaliero che porta alla produzione di inquinanti secondari, quali il biossido di azoto. Il picco si registra nelle ore a traffico più intenso, per poi scendere nelle ore notturne.

### Effetti sulla salute e sull'ambiente



Tra gli ossidi di azoto, solo l'NO<sub>2</sub> ha rilevanza tossicologica: provoca irritazione della porzione distale dell'apparato respiratorio - con conseguente alterazione delle funzioni polmonari - bronchiti croniche, asma ed enfisema polmonare.

L'NO<sub>2</sub> ha effetti minori di quelli generati dal biossido di zolfo, anche se può interferire con gli scambi gassosi a livello fogliare, provocando necrosi o clorosi. Il biossido di azoto contribuisce anche alla formazione delle piogge acide e ha conseguenze importanti sugli ecosistemi acquatici e terrestri.

### Limiti D.M. 2 aprile 2002, n. 60

#### Biossido di azoto - NO<sub>2</sub>

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
Valore limite orario protezione salute	1 ora	Media	200 µg/m <sup>3</sup>	18	100 µg/m <sup>3</sup>	2010	100 µg/m <sup>3</sup>	140 µg/m <sup>3</sup>
Valore limite annuale protezione salute	Anno civile	Media	40 µg/m <sup>3</sup>	-	20 µg/m <sup>3</sup>	2010	26 µg/m <sup>3</sup>	32 µg/m <sup>3</sup>
Soglia di allarme	3 ore consecutive.	Media	400 µg/m <sup>3</sup>	-		-		

#### Ossidi di azoto – NO<sub>x</sub>

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
Valore limite annuale protezione salute	Anno civile	Media	30 µg/m <sup>3</sup>	-	-	2001	19,5 µg/m <sup>3</sup>	24 µg/m <sup>3</sup>



## Ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>)

Gli ossidi di zolfo presenti in atmosfera sono composti principalmente da anidride solforosa o biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) e anidride solforica (SO<sub>3</sub>). La SO<sub>2</sub> è un gas incolore e irritante, è uno degli inquinanti atmosferici tra i più diffusi, aggressivi e pericolosi.

Il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) è l'inquinante primario più importante e scaturisce principalmente dall'ossidazione dello zolfo nei processi di combustione di carbone, petrolio e gasolio. Il 90% della produzione è di origine umana ed è per lo più concentrata nei Paesi più industrializzati.

L'ossidazione dell'anidride solforosa produce SO<sub>3</sub> che, reagendo con l'acqua, genera acido solforico, principale responsabile delle piogge acide.

### Origine

Le emissioni più rilevanti di SO<sub>2</sub> sono originate dalla combustione di carbone fossile e petrolio greggio per il riscaldamento domestico, la produzione industriale e quella di energia da parte delle centrali termoelettriche.

Altre fonti sono la lavorazione di materie plastiche, la desolforazione dei gas naturali e l'incenerimento dei rifiuti.

Più contenuta invece l'emissione dovuta al traffico veicolare. Sebbene notevolmente ridotte negli ultimi anni grazie agli interventi di miglioramento sui combustibili e alla diffusione del metano per il riscaldamento, le emissioni di biossido di zolfo restano in generale ancora elevate.

### Effetti sulla salute e sull'ambiente

L'esposizione prolungata al biossido di zolfo determina effetti a carico dell'apparato respiratorio come tracheiti, bronchiti, polmoniti. In atmosfera l'SO<sub>2</sub> contribuisce all'acidificazione delle precipitazioni, con effetti tossici sui vegetali, acidificazione dei corpi idrici e impatto sulla vita acquatica. A basse concentrazioni provoca un rallentamento della crescita dei vegetali, mentre a dosi più elevate genera alterazioni fisiologiche tali da portare le piante alla morte. Le precipitazioni acide, infine, possono avere effetti corrosivi su diverse tipologie di materiali.



## Limiti D.M. 2 aprile 2002, n. 60

Biossido di zolfo - SO<sub>2</sub>

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
<b>Valore limite orario protezione salute</b>	1 ora	Media	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2005	-	-
<b>Valore limite giornaliero protezione salute</b>	24 ore	Media	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2005	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Valore limite protezione ecosistemi</b>	Anno civile / inverno	Media	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-		19Luglio 2010	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Soglia di allarme</b>	3 ore consecutive.	Media	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-		-		



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

### Caratteristiche chimico-fisiche

L'ozono è un gas dotato di un elevato potere ossidante, è di colore azzurro e ha un odore pungente.

Si forma in atmosfera per effetto di reazioni favorite dalla radiazione solare, in presenza dei cosiddetti inquinanti precursori (soprattutto ossidi di azoto NO<sub>x</sub> e sostanze organiche volatili COV) che portano alla formazione di molecole costituite da tre atomi di ossigeno (O<sub>3</sub>).

La sua presenza al livello del suolo dipende fortemente dalle condizioni meteorologiche e pertanto è variabile sia nel corso della giornata che delle stagioni.

Le concentrazioni di Ozono nei bassi strati dell'atmosfera sono di norma relativamente basse e tali da non creare problemi alla salute delle persone.

In alcune occasioni si hanno invece dei fenomeni che portano alla formazione del cosiddetto **smog fotochimico**, costituito da una miscela di più sostanze: l'ozono è una delle più importanti.

Questi fenomeni si manifestano generalmente su aree geografiche ampie in periodi di forte irraggiamento solare e bassa umidità, prevalentemente in ore pomeridiane.

### Origine

Le concentrazioni di ozono più elevate si registrano normalmente nelle zone distanti dai centri abitati ove minore è la presenza di sostanze inquinanti con le quali, a causa del suo elevato potere ossidante, può reagire.

In ambienti interni la concentrazione di ozono è notevolmente inferiore, a causa di questa sua elevata reattività che ne consente la rapida distruzione.

### Effetti sull'uomo e sull'ambiente

È un inquinante molto tossico per l'uomo, è un irritante per tutte le membrane mucose. Un'esposizione critica e prolungata può causare tosse, mal di testa e perfino edema polmonare.

L'ozono è, fra gli inquinanti atmosferici, quello che svolge l'azione fitotossica più marcata nei confronti degli organismi vegetali, con effetti immediatamente visibili di necrosi fogliare ed effetti meno visibili, come alterazioni enzimatiche e riduzione dell'attività di fotosintesi. Pertanto, in situazioni di "allarme" le persone più sensibili e/o a rischio (anziani, bambini, donne in gravidanza, chi svolge attività lavorativa o fisica all'aperto, persone asmatiche, con patologie polmonari o cardiache) è consigliabile rimangano in casa.



**Limiti D.Lgs. n. 183**  
**Ozono – O<sub>3</sub>**

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA RISPETTO LIMITE
Valore bersaglio protezione salute	24 ore	Massima media mobile 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup>	25	2010
Soglia di informazione	1 ora	Media	180 µg/m <sup>3</sup>		
Soglia di allarme	1 ora	Media	240 µg/m <sup>3</sup>		
Protezione beni materiali	Anno civile	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>		
Protezione vegetazione	Maggio luglio	AOT40	18000 µg/m <sup>3</sup> h		2010



## Benzene

### Caratteristiche chimico-fisiche

Primo termine della serie degli idrocarburi ciclici a carattere aromatico. È un liquido molto volatile derivato dalla distillazione del petrolio, usato come solvente e come materia prima per la preparazione di composti aromatici.

### Origine

Il benzene è un composto aromatico presente nelle benzine in concentrazioni variabili fino a qualche punto percentuale.

In Italia, dal 1 luglio 1998, la concentrazione del benzene nei carburanti non può superare il valore dell'1%. Il benzene è un composto molto volatile e può disperdersi nell'aria per evaporazione dai serbatoi o durante il rifornimento; tuttavia la massima parte del benzene che è emesso dagli autoveicoli deriva sia dalla combustione incompleta di questa sostanza nel motore, sia dalla produzione della stessa per sintesi durante il processo di combustione, a partire da altri composti organici costituenti la benzina. La sola riduzione del tenore di benzene nelle benzine non è pertanto sufficiente a ridurre le emissioni, ma è necessario completare il processo di combustione delle frazioni incombuste prima dello scarico, attraverso l'uso di marmitte catalitiche in grado di abbattere le emissioni fino a 7 volte di più rispetto agli autoveicoli non catalizzati. Negli ambienti chiusi, il contributo maggiore all'esposizione è attribuibile al fumo di tabacco.

### Effetti sull'uomo e sull'ambiente

A causa della accertata cancerogenicità di questo composto, lo IARC lo ha classificato nel gruppo 1 dei cancerogeni per l'uomo e pertanto non è possibile raccomandare una soglia di sicurezza per la sua concentrazione nell'aria.

L'esposizione a questa sostanza deve essere ridotta al massimo possibile poiché, da studi condotti dall'E.P.A. e dall'O.M.S., risulterebbero dai 4 ai 10 casi aggiuntivi di leucemia per milione di persone esposte alla concentrazione di 1 µg/mc per tutta la vita.

### Limiti D.M. 2 aprile 2002, n. 60

#### Benzene

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
Valore limite annuale protezione salute	Anno civile	Media	5 µg/m <sup>3</sup>	-	5 µg/m <sup>3</sup>	2010	2 µg/m <sup>3</sup>	3,5 µg/m <sup>3</sup>



## Piombo (Pb)

### Origine

Il piombo di provenienza autoveicolare è emesso esclusivamente da motori a benzina in cui è contenuto sotto forma di piombo tetraetile e/o tetrametile con funzioni di antidetonante. Alla benzina vengono aggiunti composti alogenati che, reagendo con l'antidetonante, inibiscono la formazione di ossidi di piombo che potrebbero danneggiare il motore; in tal modo, nell'ambiente vengono introdotti un numero notevole di derivati del piombo (cloruri, bromuri, ossidi). Negli agglomerati urbani tale sorgente rappresenta pressoché la totalità delle emissioni di piombo e la granulometria dell'aerosol che lo contiene si colloca quasi integralmente nella frazione respirabile. Il legislatore è intervenuto in questo campo abbassando il contenuto di piombo nelle benzine a un valore di 0.15 g/l, con una conseguente riduzione del 63% delle emissioni di piombo per litro di benzina. L'adozione generalizzata della benzina "verde" (0.013 g/l di Pb), dal 1° gennaio 2002, ha portato a una riduzione al 97%. Questa scelta ha eliminato quasi totalmente il contributo della circolazione autoveicolare alla concentrazione di piombo nell'aria.

### Effetti sull'uomo e sull'ambiente

La conoscenza dell'azione tossica del piombo e del saturnismo come fenomeno più grave ed evidente, ha portato a una drastica riduzione delle possibili fonti di intossicazione, sia nel campo industriale, sia in quello civile.

Poiché l'esposizione al piombo presente nelle atmosfere urbane e di provenienza auto veicolare è un fenomeno quotidiano e protratto per l'intero corso della vita, può determinare effetti registrabili come forma patologica, a causa del suo accumulo all'interno dell'organismo.

### Limiti D.M. 2 aprile 2002, n. 60

#### Piombo

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
Valore limite annuale protezione salute	Anno civile	Media	0,5 µg/m <sup>3</sup>	-	0,5 µg/m <sup>3</sup>	2005	0,25 µg/m <sup>3</sup>	0,35 µg/m <sup>3</sup>



## Metalli pesanti genotossici

Dai dati scientifici disponibili prodotti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, risulta che i metalli pesanti arsenico, caD.M.io e nichel sono agenti cancerogeni umani genotossici (in grado di modificare all'interno la sequenza nucleotidica o la struttura a doppia elica del Dna) il cui impatto sulla salute è dovuto alle concentrazioni nell'aria ambiente e alla deposizione. A questo proposito, il Consiglio e il Parlamento europeo hanno emanato il 15 dicembre 2004 una direttiva - recepita dal decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152 - in cui si stabiliscono dei valori obiettivo di qualità dell'aria per i metalli As, Cd e Ni, fissando anche le modalità di prelievo nell'aria ambiente e nelle deposizioni e la data di rispetto dei valori indicati.

### Valori obiettivo e soglie di valutazione per l'arsenico, il caD.M.io e il nichel - D.Lgs. 152/2007

Protezione salute	Periodo media	Valore obiettivo ng/m <sup>3</sup>	Soglia di valutazione superiore ng/m <sup>3</sup>	Soglia di valutazione inferiore ng/m <sup>3</sup>	Data rispetto valore obiettivo
<b>Arsenico</b>	Anno civile	<b>6</b>	<b>3,6</b>	<b>2,4</b>	1° gennaio 2012
<b>CaD.M.io</b>	“	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	”
<b>Nichel</b>	“	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	”



## Particolato totale sospeso (PTS)

### Caratteristiche chimico-fisiche

Le polveri totali sospese (particolato) sono costituite da una miscelazione di particelle carboniose, fibre, silice, metalli e particelle liquide, che a loro volta possono essere costituite da inquinanti allo stato liquido o sciolti in acqua (NOx, SOx).

### Origine

La presenza di particolato è in gran parte dovuta a processi di combustione incompleta di derivati del petrolio, sia di origine industriale, che domestica o dovuta al traffico autoveicolare. Per quanto riguarda gli agglomerati urbani e la città di Perugia in particolare, le due fonti da considerare sono il riscaldamento domestico e il traffico autoveicolare.

### Effetti sull'uomo e sull'ambiente

Il particolato sospeso in aria costituisce un aerosol di cui la frazione contenente particelle con diametro inferiore a 30  $\mu\text{m}$  può raggiungere le prime vie respiratorie, mentre quella contenente particelle di diametro inferiore a 2,5-3,0  $\mu\text{m}$  è più propriamente detta respirabile, perché può raggiungere gli alveoli polmonari e qui causare danni più o meno importanti secondo la natura del particolato. La frazione che contiene particelle di diametro inferiore a 0,5  $\mu\text{m}$  non si deposita, ma viene emessa nuovamente durante la fase di espirazione. La frazione di particolato che più facilmente può essere trattenuta nei polmoni è quella costituita da particelle di circa 1  $\mu\text{m}$  di diametro e la cui potenziale pericolosità per la salute è rappresentata dall'azione indiretta del particolato, che può fungere da veicolo per altri microinquinanti, come ad esempio le particelle carboniose, le quali possono contenere adsorbiti idrocarburi cancerogeni che aggravano il rischio di patologie respiratorie.

## Frazione respirabile delle particelle sospese (PM10)

### Caratteristiche chimico-fisiche

Con la sigla PM10 si definisce il materiale particellare (particolato), costituito da polvere, fumo, microgocce di inquinanti liquidi trasportati dal vento e di dimensioni inferiori a 10  $\mu\text{m}$ .

### Origine

Le fonti di emissione di questa frazione fine in aree urbane sono imputabili in massima parte al traffico autoveicolare, in parte più marginale ai fenomeni naturali di erosione del suolo, alla presenza di pollini e spore e alle emissioni industriali.

### Effetti sull'uomo e sull'ambiente

La loro pericolosità per la salute è dovuta al fatto che queste polveri fini possono essere inalate e raggiungere il polmone profondo, interferendo con l'attività respiratoria dei bronchioli e degli alveoli polmonari. Spesso contengono adsorbiti



numerosi microinquinanti molto nocivi per l'uomo, come metalli pesanti in traccia e idrocarburi policiclici aromatici, che possono causare infiammazioni, fibrosi e neoplasie. Le PM10 possono comportare anche un'alterazione delle proprietà fisiche dell'atmosfera: ad esempio possono influire sulle caratteristiche di visibilità per diametri delle particelle maggiori di 1  $\mu\text{m}$ , intercettando o disperdendo la luce in proporzione alla loro sezione. Se invece il loro diametro è inferiore a 0.1  $\mu\text{m}$ , possono causare rifrazione della luce alla lunghezza d'onda del visibile.

### Limiti D.M. 2 aprile 2002, n. 60 Particelle PM10

#### Prima fase

LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
							INFERIORE	SUPERIORE
<b>Valore limite giornaliero protezione salute</b>	24 ore	Media	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2005	-	-
<b>Valore limite annuale protezione salute</b>	Anno civile	Media	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2005	-	-

La direttiva 2008/50/CE elimina la seconda fase e introduce il parametro particolato PM2.5, per il quale sono previsti l'obbligo di concentrazione dell'esposizione entro il 2015 e il valore obiettivo entro il 2010 - come illustrato dalla tabella seguente - e il valore limite in due fasi (tabella successiva).

PM2.5	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	DATA RISPETTO LIMITE
<b>Valore obbligato</b>	Anno civile	Media	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2015
<b>Valore obiettivo</b>	Anno civile	Media	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2010



PM2.5	PERIODO DI RIFERIMENTO	INDICATORE STATISTICO	VALORI DI RIFERIMENTO	MARGINE DI TOLLERANZA	DATA RISPETTO LIMITE	SOGLIE DI VALUTAZIONE	
						INFERIORE	SUPERIORE
<b>FASE 1 Valore limite</b>	Anno civile	Media	25 µg/m <sup>3</sup>	20% dal 2008 con riduzione progressiva	2015	12 µg/m <sup>3</sup>	17 µg/m <sup>3</sup>
<b>FASE2 Valore limite</b>	Anno civile	Media	20 µg/m <sup>3</sup>	-	2020	12 µg/m <sup>3</sup>	17 µg/m <sup>3</sup>

### Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono sostanze organiche costituite per definizione da due o più anelli benzenici concatenati; sono caratterizzati da un basso grado di solubilità in acqua, elevata persistenza e capacità di aderire al materiale organico.

Gli IPA derivano principalmente da processi di incompleta combustione di combustibili fossili: in particolare benzopirene, dibenzopirene, dibenzoantracene e altri IPA sono stati identificati nei gas di scarico degli autoveicoli con motore diesel. Le proprietà tossicologiche variano in funzione della disposizione spaziale e del numero di anelli condensati; la maggiore tossicità è attribuita al benzo(a)pirene-B(a)P, per il quale è fissato il valore obiettivo di qualità.

Poiché i rapporti di concentrazione misurati in area urbana tra B(a)P e gli altri IPA sono ragionevolmente costanti, lo stesso B(a)P viene considerato un attendibile indicatore di potenziale rischio cancerogeno complessivo, per la presenza in aria di IPA derivanti da elevato traffico autoveicolare.

Si riportano di seguito i valori obiettivo indicati e le soglie di valutazione del decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152.

### Benzo(a)pirene

PARAMETRO IPA – Benzo(a)pirene				
ELABORAZIONE	Valore obiettivo ng/m <sup>3</sup> ng/m <sup>3</sup>	Soglia di valutazione superiore ng/m <sup>3</sup>	Soglia di valutazione inferiore ng/m <sup>3</sup>	Data rispetto valore obiettivo
Media annuale	1	0,6	0,4	1 gennaio 2012

