



**ARPA**  
umbria  
agenzia regionale per la protezione ambientale

Dipartimento Provinciale di Perugia



UNI EN ISO 9001:2008  
per-emissione di pareri tecnici  
ed esecuzione di controlli  
ambientali. Gestione reti di  
monitoraggio della qualità  
dell'aria.

# *Relazione Annuale Qualità dell'Aria di Spoleto*

Anno 2010

Rapporto Tecnico

Marzo 2011



arpa umbria



Via Pievaiola San Sisto – 06132 – Perugia – Tel. 075 5159338 / Fax 075 51596354 / E mail: [reti.ariapg@arpa.umbria.it](mailto:reti.ariapg@arpa.umbria.it)  
Sede Legale – Via Pievaiola San Sisto - 06132 – Perugia – Tel. 075 515961 / Fax 075 51596235  
E mail: [direzione@arpa.umbria.it](mailto:direzione@arpa.umbria.it) – web: [www.arpa.umbria.it](http://www.arpa.umbria.it) C.F. 94086960542 – P.IVA 02446620540

Pag 01 / Indice

02 / Presentazione

03 / La Rete di Rilevamento

11 / Risultati

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

13 / Monossido di Carbonio – CO

15 / Particolato PM10

17 / Benzene – C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

18 / Particolato PM2.5

19 / Parametri Meteo

24 / Giudizio di Qualità

26 / Commento ai Risultati

28 / Appendice 1: Riferimenti Normativi

40 / Appendice 2: Caratteristiche Parametri Monitorati

## Relazione Qualità dell'Aria Spoleto Anno 2010

### Redazione

Dott. Marco Pompei

### Collaborazione

Dott. Mirco Areni  
Geom. Emanuele Bubù

### Versione

Rev. 1

### Visto

Dott.ssa Giovanna  
Saltamacchia

### Contributi

Laboratorio Arpa per Analisi BTX



## PRESENTAZIONE

La presente pubblicazione riporta i dati della qualità dell'aria acquisiti nel corso dell'anno 2010 nella postazione di Spoleto Piazza della Vittoria della Rete Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria, mediante la strumentazione automatica e mediante indagini analitiche; redatta 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 innovata con il DL n.155 del 13 agosto 2010, recepimento Direttiva 2008/50/CE *"Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"*; viene riportata la descrizione delle principali caratteristiche delle sostanze analizzate, 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.  
Per i parametri più significativi è stato fatto il confronto anche con gli anni precedenti così da avere un'indicazione temporale sull'andamento della qualità dell'aria.

Si riporta sinteticamente per ogni inquinante il rispetto o meno dei Limiti e la data entro la quale vanno rispettati e l'andamento con indicazione di miglioramento, peggioramento o stabilità dei valori riscontrati.



## POSTAZIONE DI RILEVAMENTO DI SPOLETO

La postazione di Spoleto Piazza della Vittoria è una delle centraline di monitoraggio che compongono la Rete Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria della Regione Umbria, individuata dal Piano di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'Aria della Regione Umbria (deliberazione Consiglio Regionale del 9 febbraio 2005 n.466) e sulla base di criteri di interpretazione della normativa (DM 2 aprile 2002 n.60) espressi anche dalle linee guida predisposte da Apat – CTN ACE, secondo una logica volta a rendere tecnicamente più adeguato il rilevamento degli inquinanti per il confronto con i nuovi limiti imposti dalla normativa europea.

In particolare le nuove normative prevedono che questa debba essere effettuata in luoghi rappresentativi dell'esposizione della popolazione.

La scelta della tipologia delle centraline e delle strumentazioni è stata fatta in riferimento alla normativa (D.M. 20/05/1991) ed alle indicazioni dell'Istituto Superiore di Sanità (ISTISAN 89/10), così come i criteri di rilevamento e di elaborazione dei dati (ISTISAN 87/5 e 87/6). Nel corso degli anni i criteri di elaborazione sono stati adeguati alle norme comunitarie.

### Struttura della postazione di monitoraggio

La centralina di monitoraggio è collegata, tramite linea telefonica dedicata, con una unità **centrale operativa di raccolta ed elaborazione dei dati**, ubicata presso il **Dipartimento di Perugia di ARPA Umbria**.

Il Centro di elaborazione dati della rete di monitoraggio ha la funzione di supervisore delle centraline, da cui è possibile controllare il funzionamento delle stazioni e visualizzare in tempo reale l'andamento dei parametri monitorati.

Successivamente i dati validati sono resi disponibili quotidianamente (entro le ore 10.00 di ogni giorno) sul sito internet [www.arpa.umbria.it](http://www.arpa.umbria.it) di ARPA Umbria.

La centralina è dotata di analizzatori automatici in continuo in cui sono rilevati i seguenti parametri:

Particolato PM10, Particolato PM2.5, Ossido di carbonio (CO), Ossidi di azoto (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), Benzene e altri composti aromatici (Toluene, EtilBenzene, Xileni), e alcuni parametri Meteo (DV/ VV; TA; PA; UR; RST).



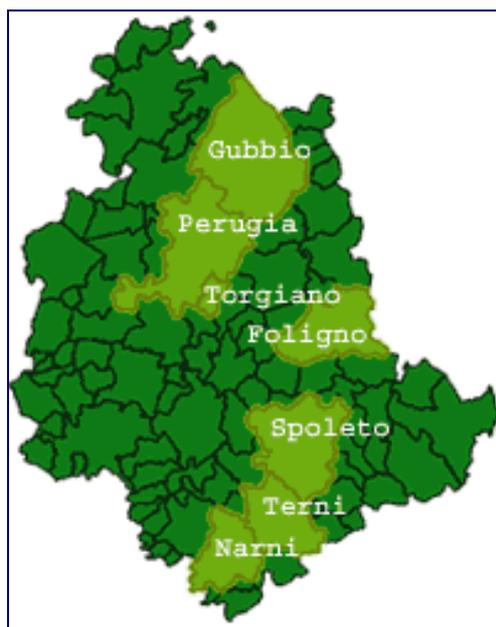


Fig.1: Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria - dislocazione postazioni di monitoraggio fisse

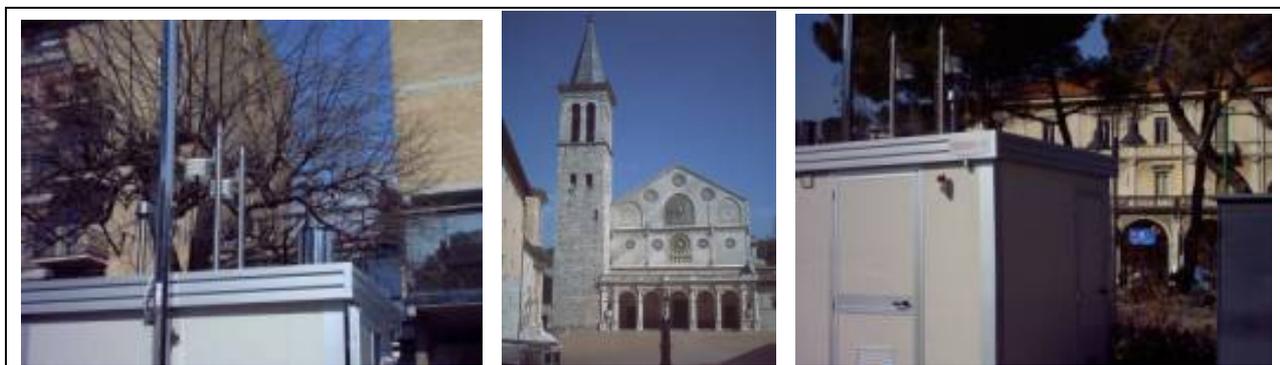
Si riporta di seguito la scheda descrittiva della postazione di Rilevamento:

**Nome Postazione:** Spoleto Piazza Vittoria

**Rete di appartenenza:** Rete Regionale Umbria – Sottorete di Spoleto

**Coordinate:** Geografiche Roma 40 Latitudine 42° 44' 22" Longitudine 0° 15' 48"

Piane Gauss-Boaga N 4734490 E 2334811 **Altitudine (metri s.l.m.):** 315



**Classificazione della stazione**

**Tipo di stazione:** rappresentativa dell'esposizione generale della popolazione

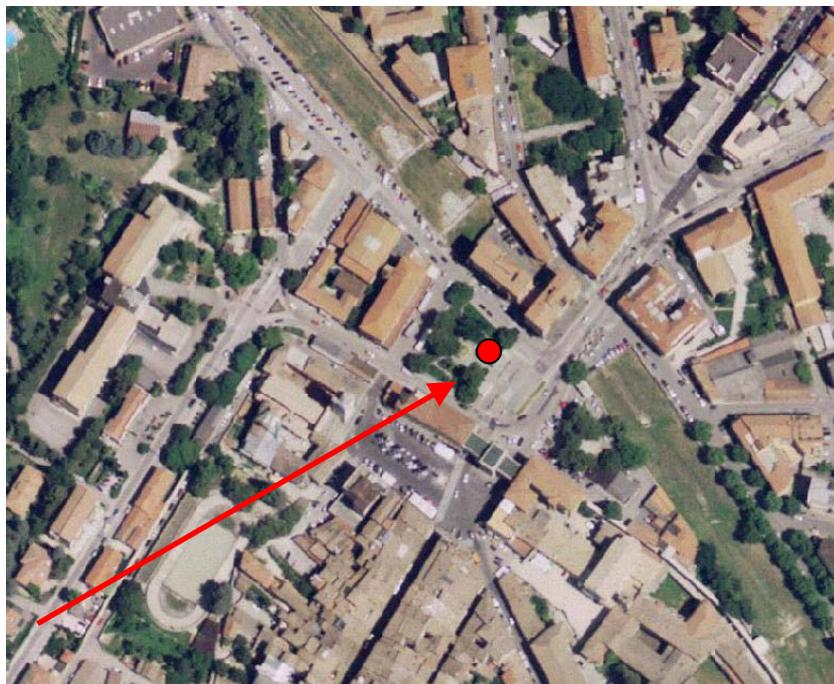
**Tipo di zona:** urbana

**Caratteristica della zona:** Residenziale / Commerciale



**Breve descrizione e note**

La stazione è installata in prossimità dell'ingresso al centro storico in una zona con traffico di media intensità. L'area prescelta si trova nei pressi di un piccolo parco



Postazione di misura Scala 1: 2.000



Postazione di misura Scala 1:10.000



**Strumentazione installata**

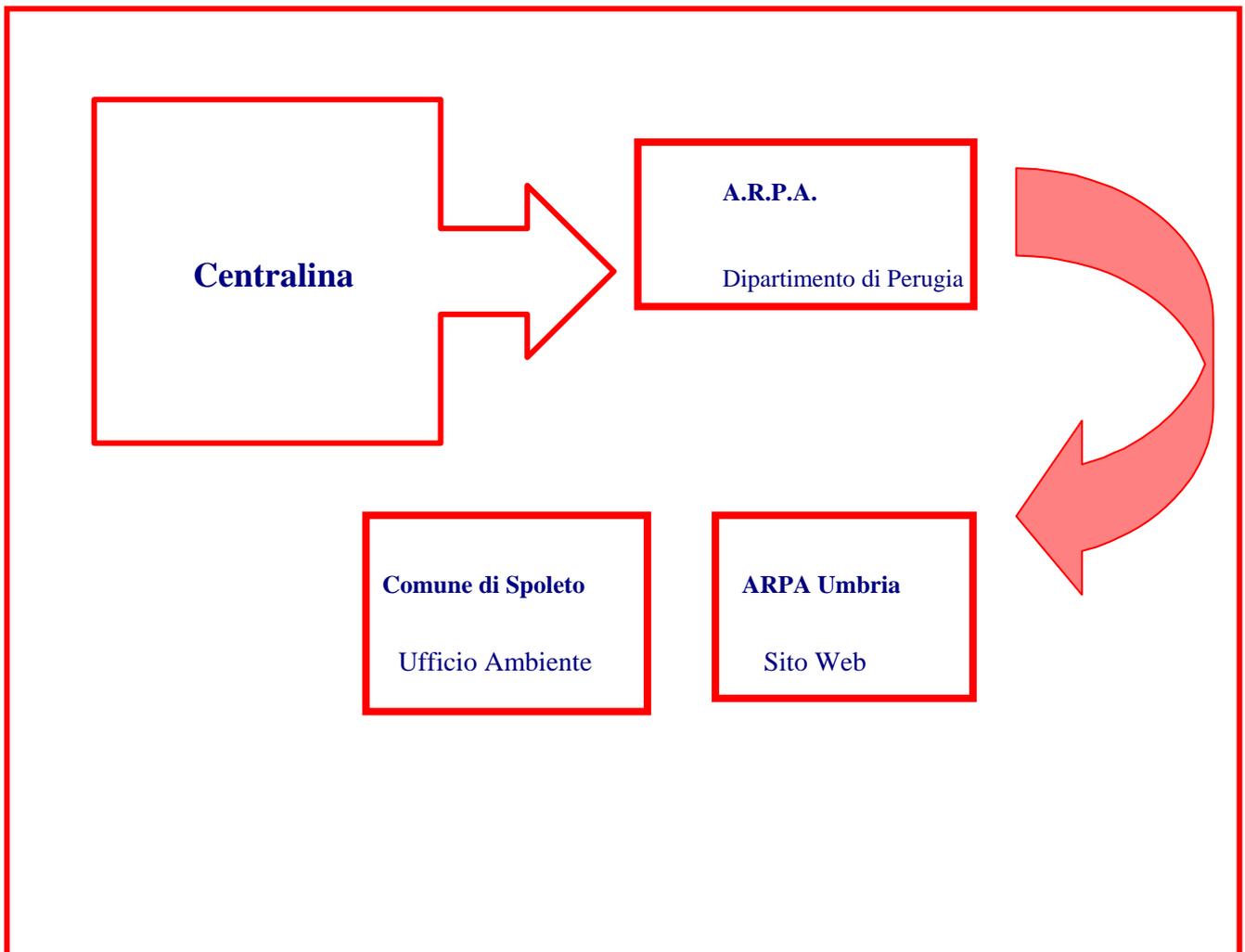
Tipo strumento	Modello	Costruttore
Analizzatore Benzene e Idrocarburi Aromatici	VOC 71M	Environnement
Analizzatore Monossido di Carbonio - CO	CO12	Environnement
Analizzatore Ossidi di Azoto – NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>	AC32M	Environnement
Analizzatore Particolato PM10	MP101M.C	Environnement
Analizzatore Particolato PM2.5	MP101M.C	Environnement
Linea di prelievo PM10	//	Environnement
Linea di prelievo PM2.5	//	Environnement
Linea di prelievo gas		Environnemen
Sensori Meteo DV, VV, PA, TA, UR, RST, RSN, Pioggia		Lastem



Analizzatori in continuo



SCHEMA DI FLUSSO DEI DATI



Schema 1



Nel periodo di monitoraggio i dati rilevati sono stati validati e sintetizzati ed immessi giornalmente nel sito Web di Arpa Umbria, entro le ore 10 del giorno successivo, con la seguente visualizzazione:

**ARPA umbria** Monitoraggi ARIA

**Spoleto**  
Data: 01/02/2011

**Stazioni della Rete Regionale di Monitoraggio**

Stazioni	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	PM10 Numero superamenti limite media 24h dal 1° gennaio
Spoleto - Piazza Vittoria			80	0,8			29	4

**Altre stazioni non appartenenti Rete Regionale di Monitoraggio**

Stazioni collocate sul territorio con l'obiettivo di valutare eventuali impatti sulla qualità dell'aria prodotti, nelle aree circostanti, da specifiche fonti di emissione come impianti industriali ed altre infrastrutture.

Stazioni	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
Spoleto- S.to Chiodo			31	0,8	44	62	31

Altri dati relativi a questa zona sono disponibili nelle pagine dedicate a benzene, metalli, IPA, PM10, PM2.5 e ozono (vedi menù a sinistra)

**Legenda**

Verde Qualità Buona	Giallo Qualità Accettabile (entro i limiti)	Rosso Qualità Scadente (oltre i limiti)	Grigio Analizzatore non presente	dato che non fa riferimento a limiti normativi	(*) dato non disponibile per manutenzione o problemi tecnici
------------------------	---	---	-------------------------------------	--	--

Con la legenda per l'interpretazione dei dati:

**Legenda**

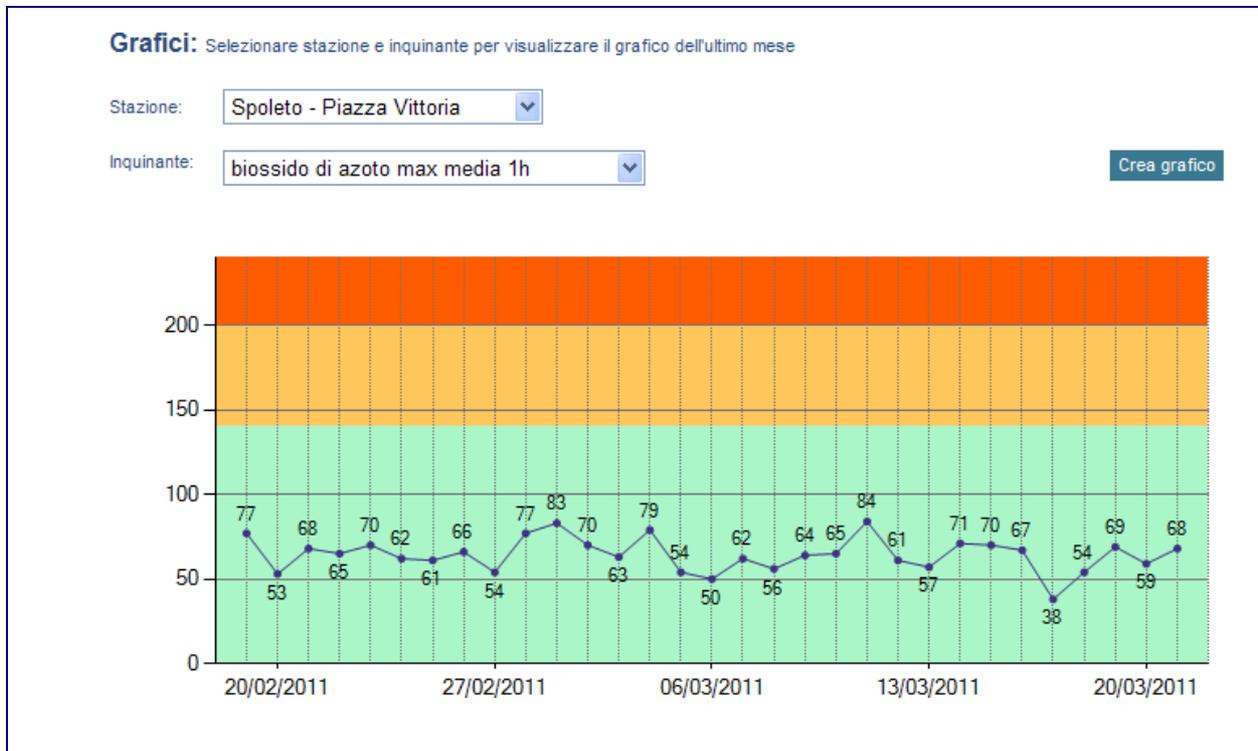
Verde Qualità Buona	Giallo Qualità Accettabile (entro i limiti)	Rosso Qualità Scadente (oltre i limiti)	Grigio Analizzatore non presente	dato che non fa riferimento a limiti normativi	(*) dato non disponibile per manutenzione o problemi tecnici
------------------------	---	---	-------------------------------------	--	--

Nascondi dettagli legenda

Agenti inquinanti	Buona	Accettabile	Scadente
Biossido di zolfo - SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media 24h	≤ 75	76-125	>125
Biossido di zolfo - SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media 1h	≤ 125	126-350	>350
Biossido di azoto - NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media 1h	≤ 140	141-200	>200
Ossido di carbonio - CO (mg/m <sup>3</sup> ) media 8h	≤ 7	8-10	>10
Ozono O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media mobile 8h	≤ 120	-	>120
Ozono O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) max media 1h	≤ 120	121-180	>180
Polveri fini - PM10 (µg/m <sup>3</sup> ) media 24h	≤ 35	36-50	>50
Polveri fini - PM10 superamenti annui media 24h	≤ 35	-	>35



la visualizzazione grafica dell'andamento nell'ultimo mese:



Dal novembre 2007 in seguito al “protocollo d’intesa per la riduzione degli inquinanti in atmosfera” tra Regione Umbria , Province di Perugia e Terni e i Comuni di Perugia, Terni, Foligno e Spoleto è stato attivato il sito web [www.spolveriamolaria.it](http://www.spolveriamolaria.it) dove ogni giorno sono riportati a cura di Arpa oltre ai dati di sintesi giornalieri degli inquinanti rilevati, una valutazione di sintesi della qualità dell’aria e la previsione per i tre giorni successivi espressi con “emoticon” che danno una lettura immediata della situazione del Particolato PM10:

**spolveriamolaria**

HOME | AMBIENTE E SALUTE | QUALITÀ DELL'ARIA | ARCHIVIO

**AMBIENTE E SALUTE**  
 Cosa sono le polveri fini (PM10)  
 L'origine del PM10  
 Gli effetti sulla salute del PM10  
 Come limitare le polveri fini  
 Limiti  
 Normative

**QUALITÀ DELL'ARIA**  
 Dati PM10 e PM2.5 giornalieri  
 Previsioni PM10  
 Il Piano regionale della qualità dell'aria  
 Rete Regionale di monitoraggio

**ARCHIVIO**  
 Il protocollo d'intesa 2008-2009  
 La campagna 2009  
 La campagna 2008

**Spolveriamolaria: la campagna 2010-2011**  
 I manifesti

-30%    -5%    -10%

**Il video**

L'inquinamento dell'aria rappresenta una delle principali emergenze ambientali della nostra epoca. Una parte consistente delle emissioni in atmosfera, specie in ambito metropolitano, sono riconducibili al traffico veicolare, in particolare per ciò che riguarda il particolato (PM). Secondo recenti studi dell'Organizzazione mondiale della sanità (Oms), le PM10 costituiscono la principale criticità delle nostre città e una delle cause di rischio per la salute e l'ambiente. Le istituzioni e le amministrazioni locali sono chiamate a dover adottare, in linea con quanto stabilito dalla più recenti normative, misure volte a ridurre l'impatto delle sostanze inquinanti in atmosfera. In questo contesto nasce la campagna di

**Qualità dell'aria**

**Previsioni PM10**

	Oggi Lunedì 21/03	Domani Martedì 22/03	Dopodomani Mercoledì 23/03
PERUGIA	😊	😊	😞
SPOLETO	😊	😊	😊
GUBBIO	😊	😊	😞
FOLIGNO	😊	😊	😞
TERNI	😊	😊	😊
FIORANO	😊	😊	😊

**Rete Regionale di Monitoraggio**

**Dati PM10 del 20/03/2011**

Stazioni	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media 2h
Perugia - Parco Cortonese	15
Perugia - Ponte San Giovanni	20
Perugia - Fontivegge	-
Gubbio - Piazza 40 Martiri	26
Foligno - Porta Romana	24
Spoleto - Piazza Vittoria	19
Torgiano - Brufa	10
Terni - Carrara	-
Terni - Via Verga	16
Terni - Borgo Rivo	14
Narni - Narni Scalo	19
Terni - Le Grazie	23

Tutti i dati sulle polveri

**Provvedimenti**

**Comune di Gubbio: domeniche a piedi e abbassamento temperature ambienti riscaldati**  
 Motori spenti e iniziative in centro città il 6, 13 e 27 marzo. Abbassamento temperature per 30 giorni.

**Comune di Terni: ordinanza per abbassare di un grado il limite massimo delle temperature negli edifici**  
 Il valore massimo della temperatura ambientale, in tutto il territorio comunale, viene abbassato di un grado e portato quindi a 19°C per tutti gli edifici e a 17°C per gli immobili destinati ad attività industriali o artigianali

**Comune di Foligno: limitazioni su traffico e riscaldamento**

**Comune di Terni: targhe alterne**  
 Fino al 31 marzo le auto circolano a targhe alterne il lunedì e il martedì

**La mia auto può circolare?**  
 Controlla sul libretto di circolazione la classe di omologazione della tua auto.  
 (Approfondisci)



## RISULTATI

I dati elaborati sono relativi al 2010 sono completi per tutti i parametri tranne il Benzene in quanto l'analizzatore in continuo ha avuto problemi nel corso dell'anno; i dati mancanti sono sostituiti dai dati rilevati con campionatori passivi. La media complessiva supera abbondantemente quanto richiesto dalle norme, come è evidenziato in tabella:

PERCENTUALI DI DATI VALIDI		
POSTAZIONE	PARAMETRO	% DATI
Spoleto Piazza Vittoria	CO	99
	NOx	98
	PM 10	99
	PM 2.5	98
	Benzene*	95

\* Dati da analizzatore in continuo e campionamenti con Radiello

Tabella 1

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

L'elaborazione dei dati di NO<sub>2</sub> mostra il rispetto del limite della media annuale, come è rispettato il limite della la max media di 1 h (con valore massimo vicino al valore limite).

Nelle tabella seguente si riportano i valori elaborati confrontati con i limiti relativi:

PARAMETRO BISSIDO DI AZOTO – NO <sub>2</sub>				
LIMITI	VALORI RILEVATI	VALORI LIMITE	SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE	SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE
ELABORAZIONE		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Media Annuale	33	40	26	32
Max Media 1h	197	200	100	140
Superamenti concessi	0	18		

Tabella 2

Nei grafici sono riportati le elaborazioni nel periodo 2005-2010 confrontate con i Limiti e l'andamento delle medie orarie 2010 :



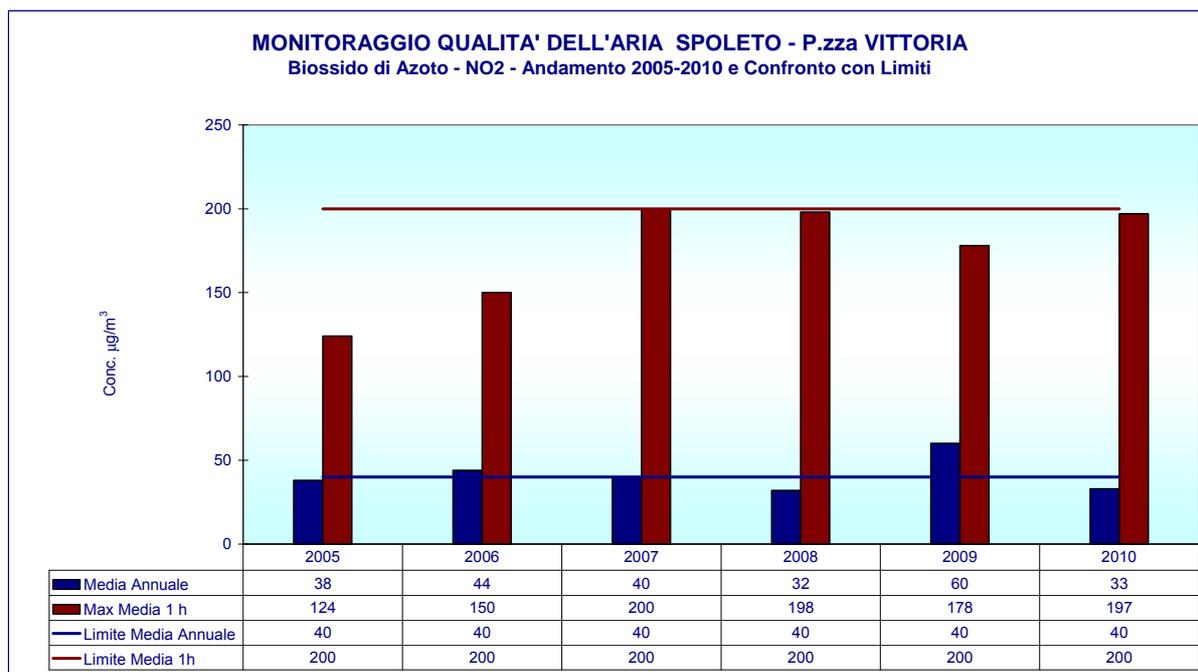


Grafico 1

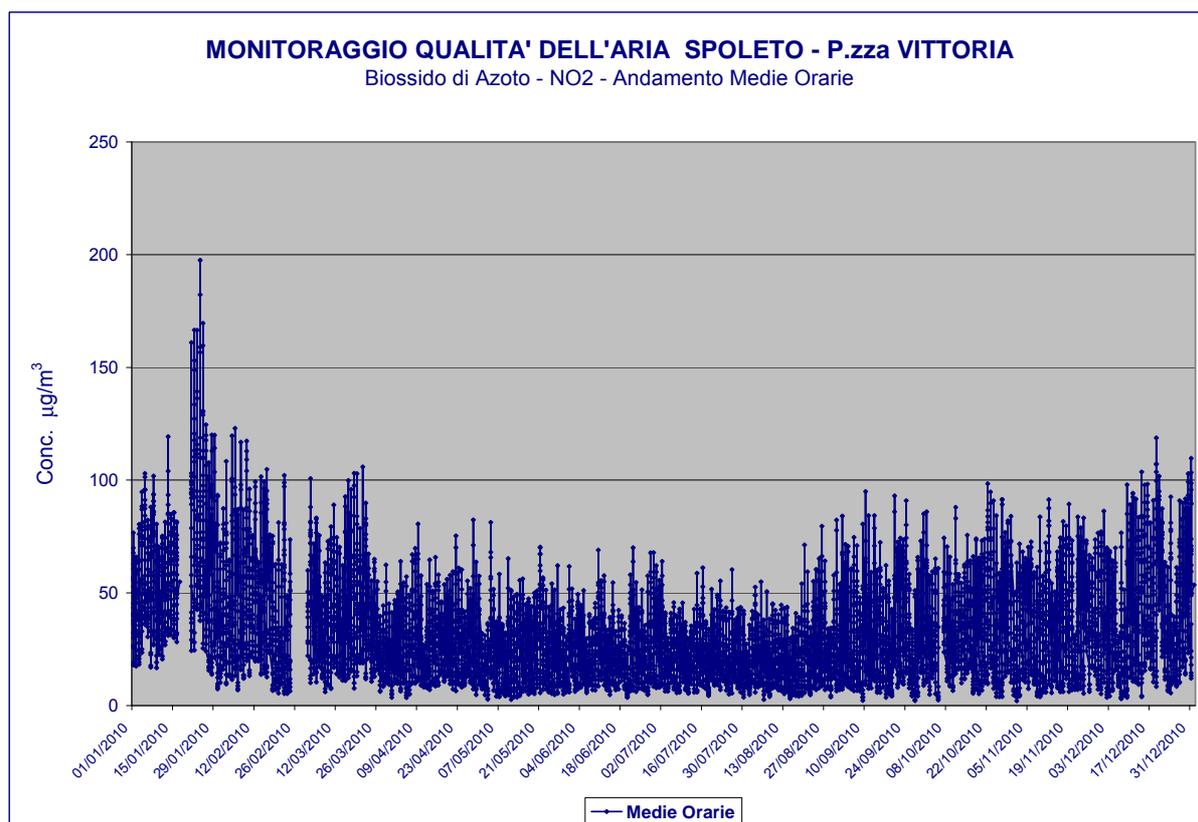


Grafico 2



## Monossido di Carbonio (CO)

Per quanto riguarda il monossido di carbonio è rispettato il Limite della media mobile di 8 ore che si situa tra la Soglia di Valutazione Superiore e la Soglia di Valutazione Inferiore.

Nella tabella seguente sono riportati i Limiti e i valori registrati nel corso del 2010:

<b>PARAMETRO MONOSSIDO DI CARBONIO – CO</b>				
<b>LIMITE</b>	<b>VALORI RILEVATI</b>	<b>VALORI LIMITE</b>	<b>SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE</b>	<b>SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE</b>
<b>ELABORAZIONE</b>		mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
<b>Max Media 8h</b>	<b>6.3</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

Tabella 3

Nei grafici sono riportati rispettivamente il valore della max media mobile di 8h rilevate dal 2005 al 2010 confrontati con il limite e l'andamento delle medie orarie:

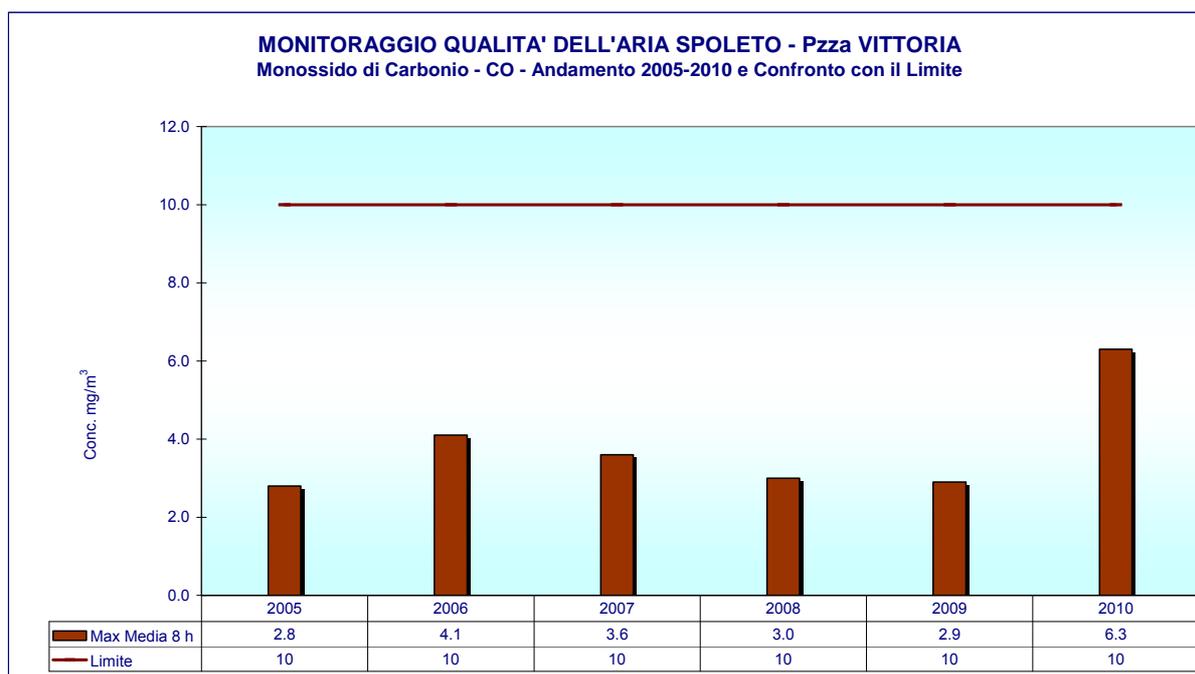


Grafico 3



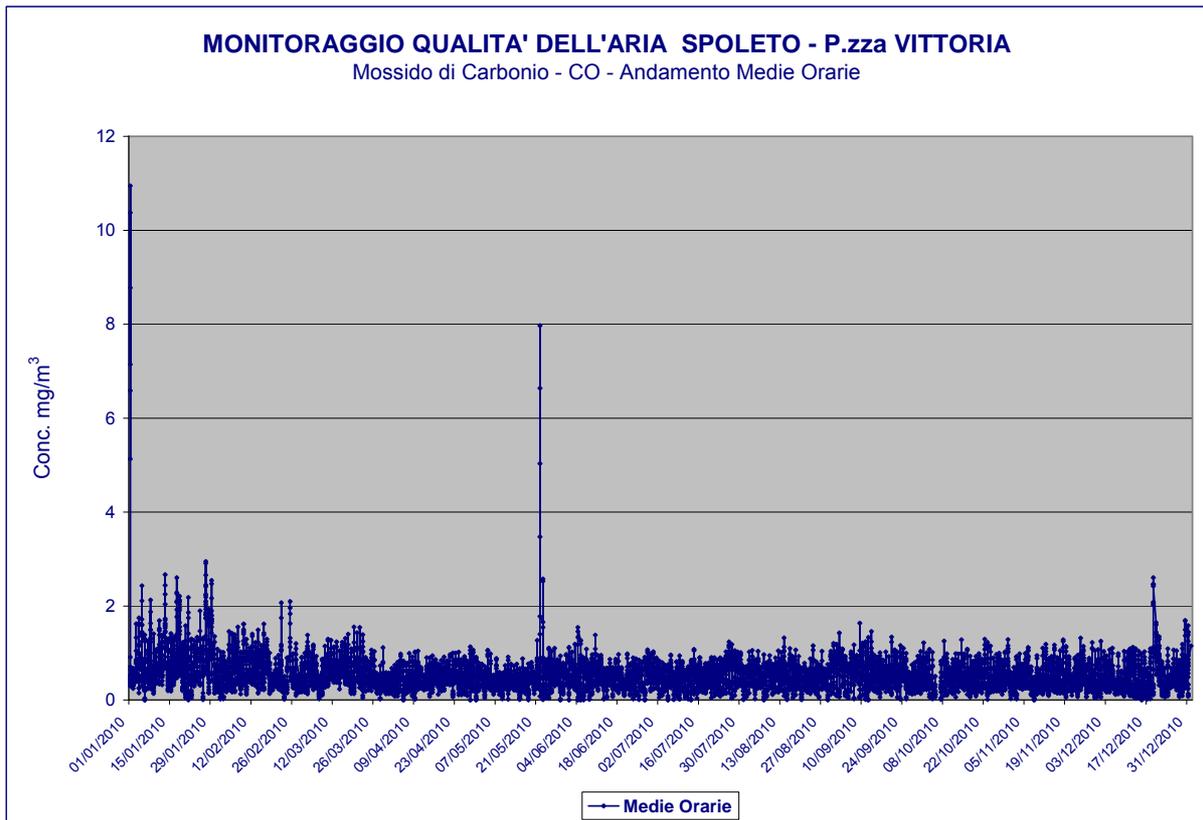


Grafico 4



## Particolato PM10

Per quanto riguarda le frazioni respirabili del particolato sospeso con diametro inferiore a 10  $\mu\text{m}$  (PM10), è stato rispettato sia il Limite della Media Annuale sia il Limite della media di 24 h con 10 superamenti a fronte dei 35 consentiti:

PARAMETRO PARTICOLATO PM10				
LIMITI ELABORAZIONE	VALORI RILEVATI	VALORI LIMITE	SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE	SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Media Annuale	22	40	25	35
Superamenti Media 24 h	10	35		

Tabella 4

Nei grafico seguenti si riporta i valori delle medie annuali e i superamenti del PM10 dal 2005 al 2010 confrontati con i limiti e l'andamento delle medie giornaliere:

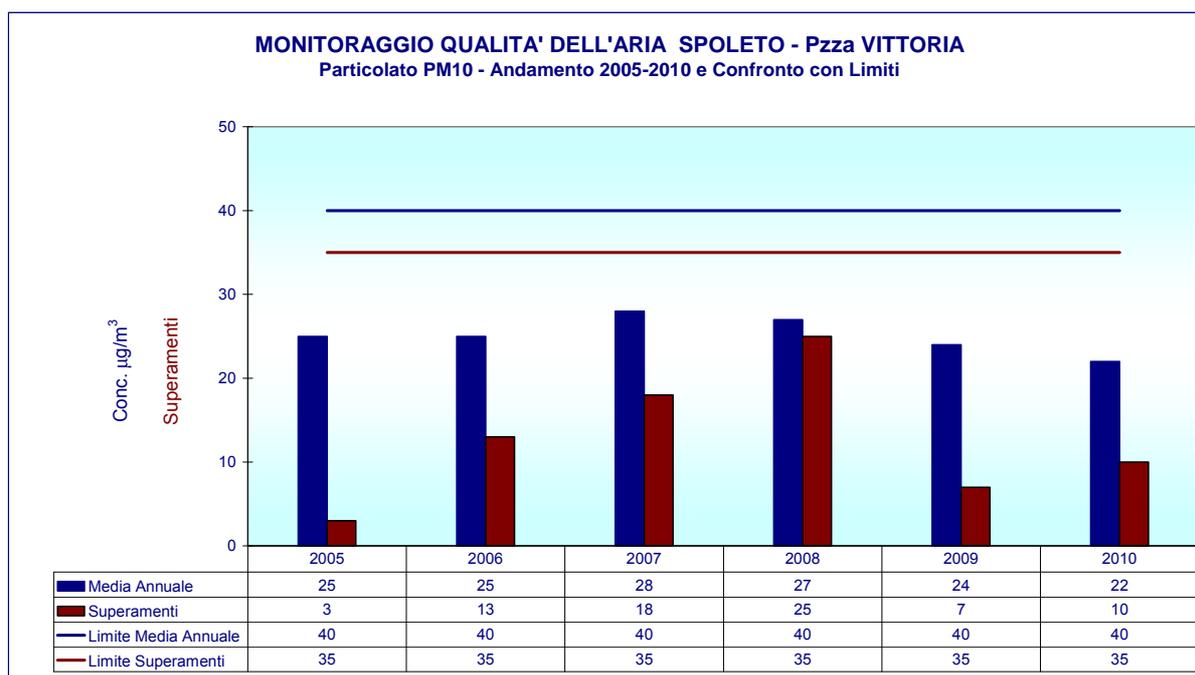


Grafico 5



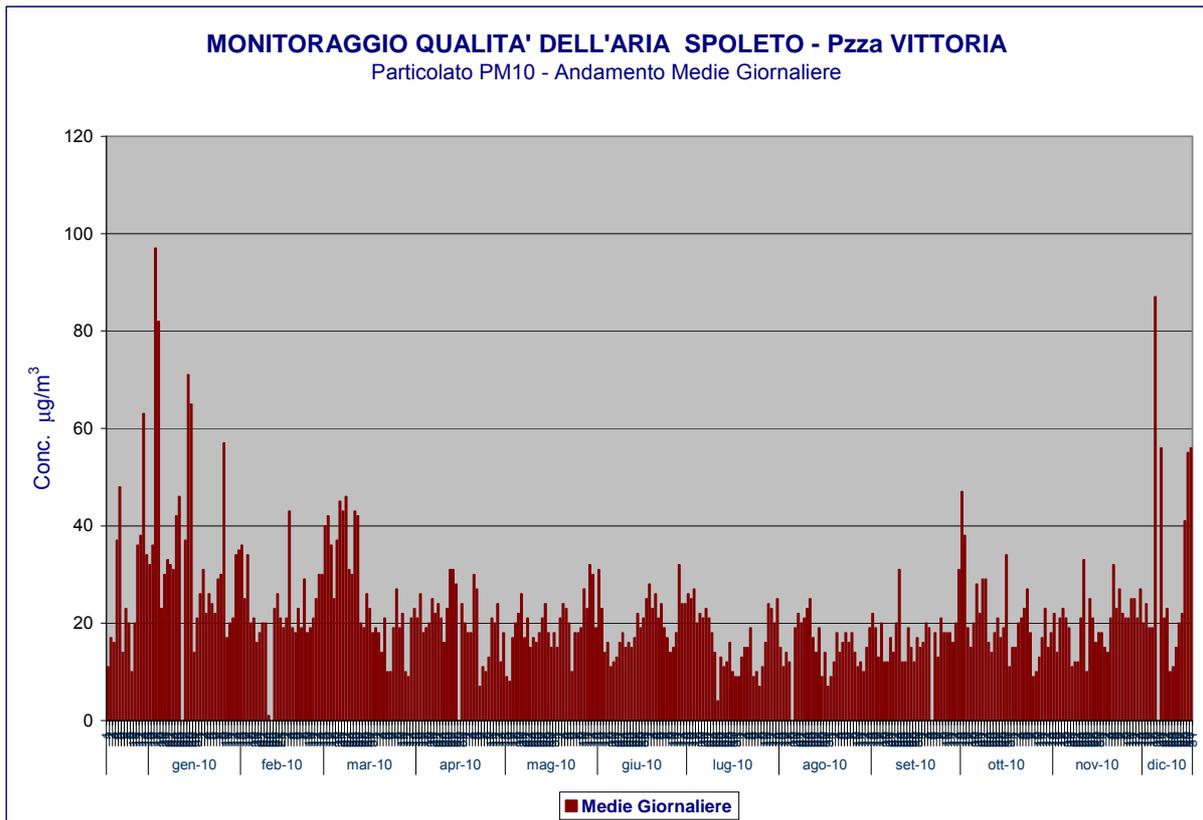


Grafico 6



## Benzene

I valori di concentrazione del benzene risultano abbondantemente entro i limiti e si situa tra la soglia di valutazione inferiore e la soglia di valutazione superiore. Nella tabella si riporta la media annuale registrata e i limiti del DL 155/2010:

PARAMETRO BENZENE				
LIMITI ELABORAZIONE	VALORE RILEVATO	VALORE 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>2.3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3.5</b>

Tabella 5

E nel grafico si riporta l'andamento 2005-2010 confrontato con il limite:

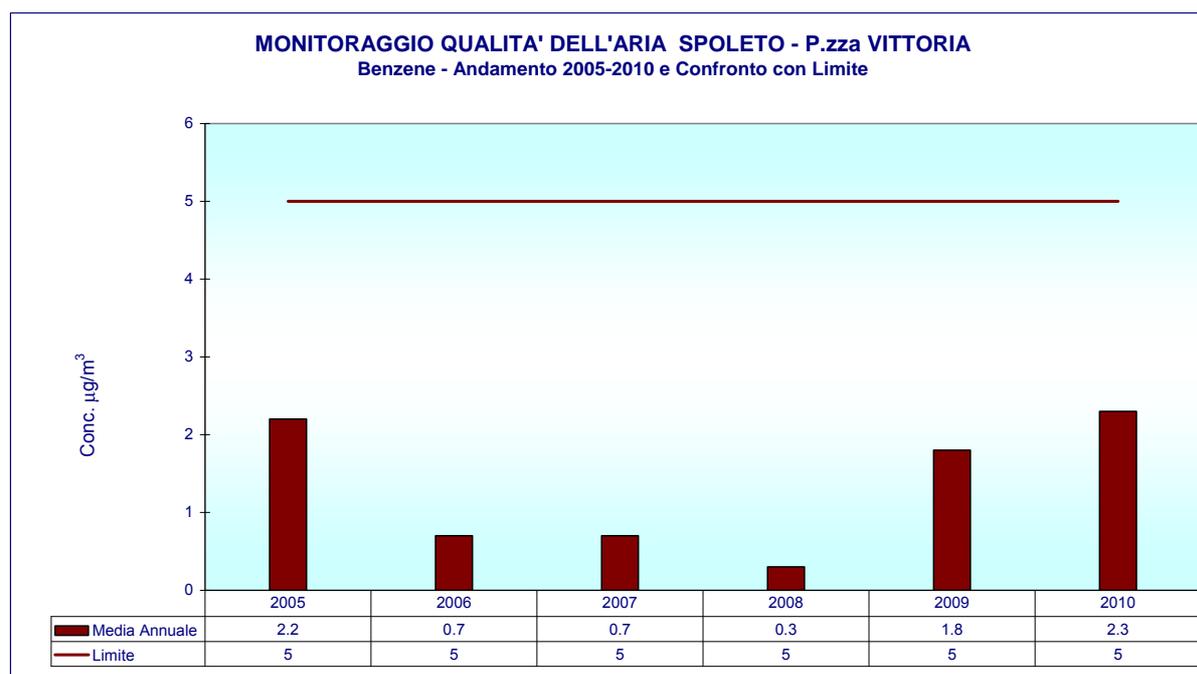


Grafico 7



## Particolato PM 2.5

Con l'applicazione della Direttiva 2008/50/CE "Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" con il DL 155/2010 è stato introdotto anche il parametro Particolato PM 2.5 da misurare, che per altro nella realtà di Spoleto viene rilevato già a partire dal 2005; Si evidenzia il rispetto di tutti i limiti proposti e anche l'obiettivo di qualità indicato dalla direttiva. Nella tabella si riportano i risultati ottenuti e i limiti:

PARAMETRO PARTICOLATO PM 2.5					
LIMITI ELABORAZIONE	VALORE LIMITE PROPOSTO AL 2010	VALORE LIMITE PROPOSTO AL 2015	VALORE LIMITE PROPOSTO AL 2020	SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE	SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Media Annuale</b> <b>12 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>17</b>

Tabella 6

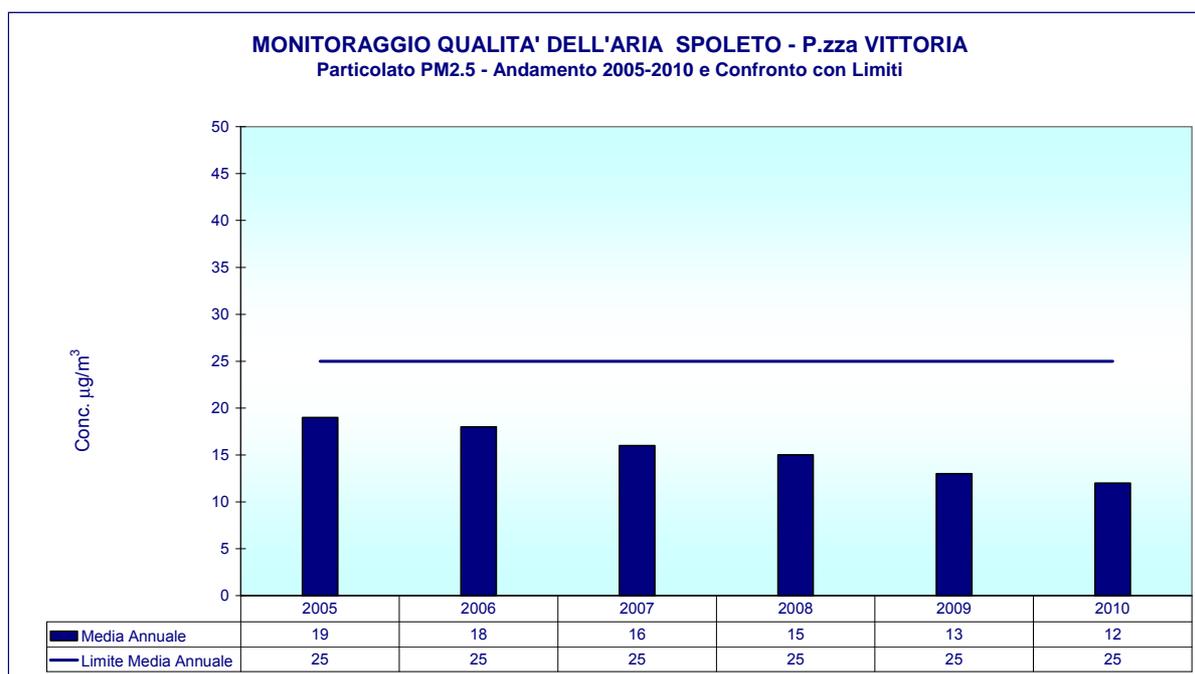


Grafico 8



## PARAMETRI METEOCLIMATICI

### 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 2010 presenta massime intensità nel mese di luglio con medie giornaliere di  $34,0 \text{ mW/cm}^2$  e minime intensità nel mese di dicembre con medie giornaliere di  $0,6 \text{ mW/cm}^2$ , che corrispondono ai mesi di massima e minima energia media fornita dal sole.

Inoltre 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 compresi tra  $75$  e  $90 \text{ mW/cm}^2$ .

### Campo anemologico

Il campo anemologico presente nella città di Spoleto è determinato in modo significativo sia dalla natura delle perturbazioni a scala sinottica sia dai regimi di brezza a scala locale data la sua collocazione in fondo alla Valle Umbra e con la cerchia di montagne disposta da Nord a Est-SudEst.

Nel corso del 2009 il regime del vento si è caratterizzato nella postazione di Piazza della Vittoria per due direzioni preferenziali :

- con direttrice **Nord – Sud** con prevalenza della direzione da **Sud** nel periodo estivo e **NordNordOvest** in quello invernale.



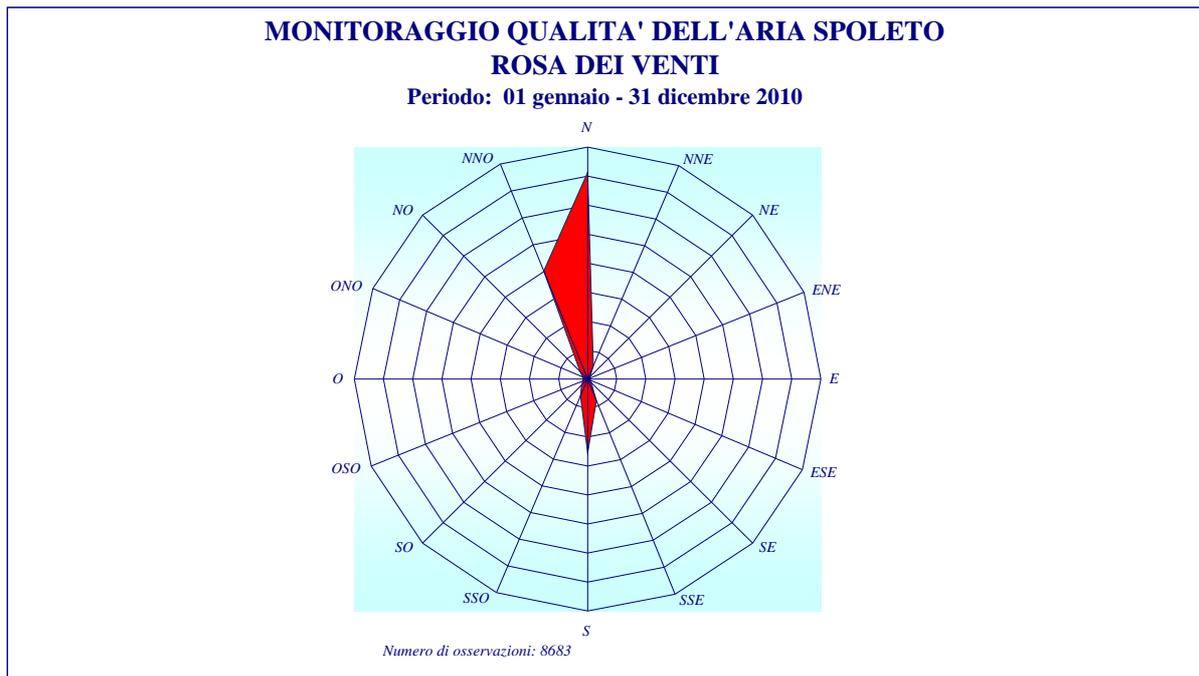


Grafico 9

Le classi di intensità più frequenti del vento sono risultate quelle con valori di velocità fino a 1,5 m/s per, con regime di brezze leggere e con circa il 11% di ore di **calma** di vento nell'anno.

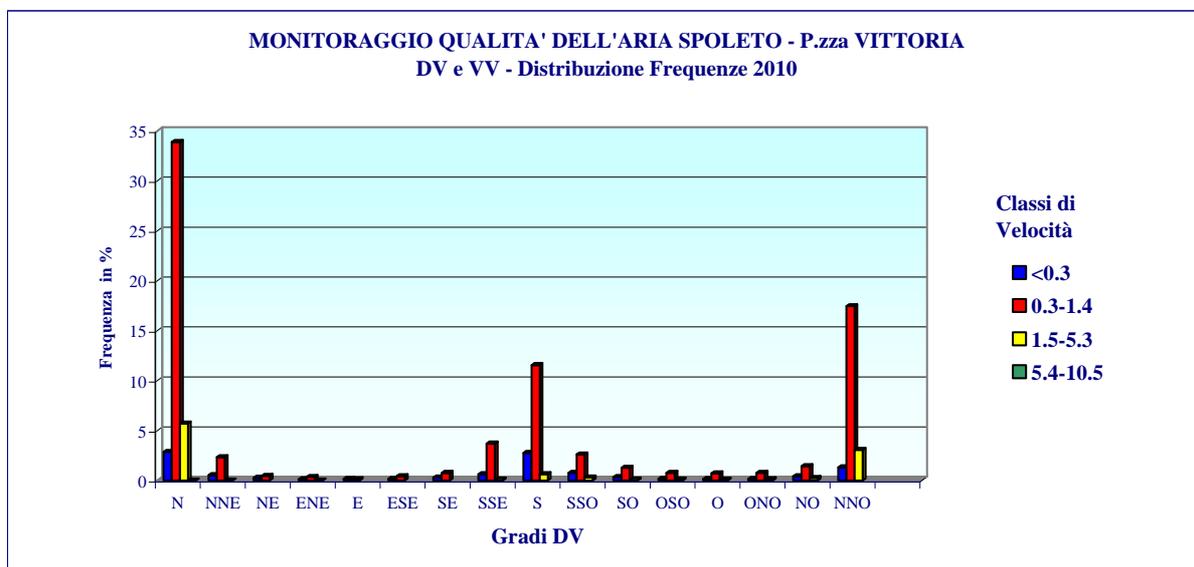


Grafico 10



## 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 corso del 2010 è stata rilevata una temperatura minima invernale (calcolata come media oraria) di  $-6,3^{\circ}\text{C}$  (17/12/2010) ed una temperatura massima estiva (sempre come media oraria) di  $38,3^{\circ}\text{C}$  (16/07/2010).

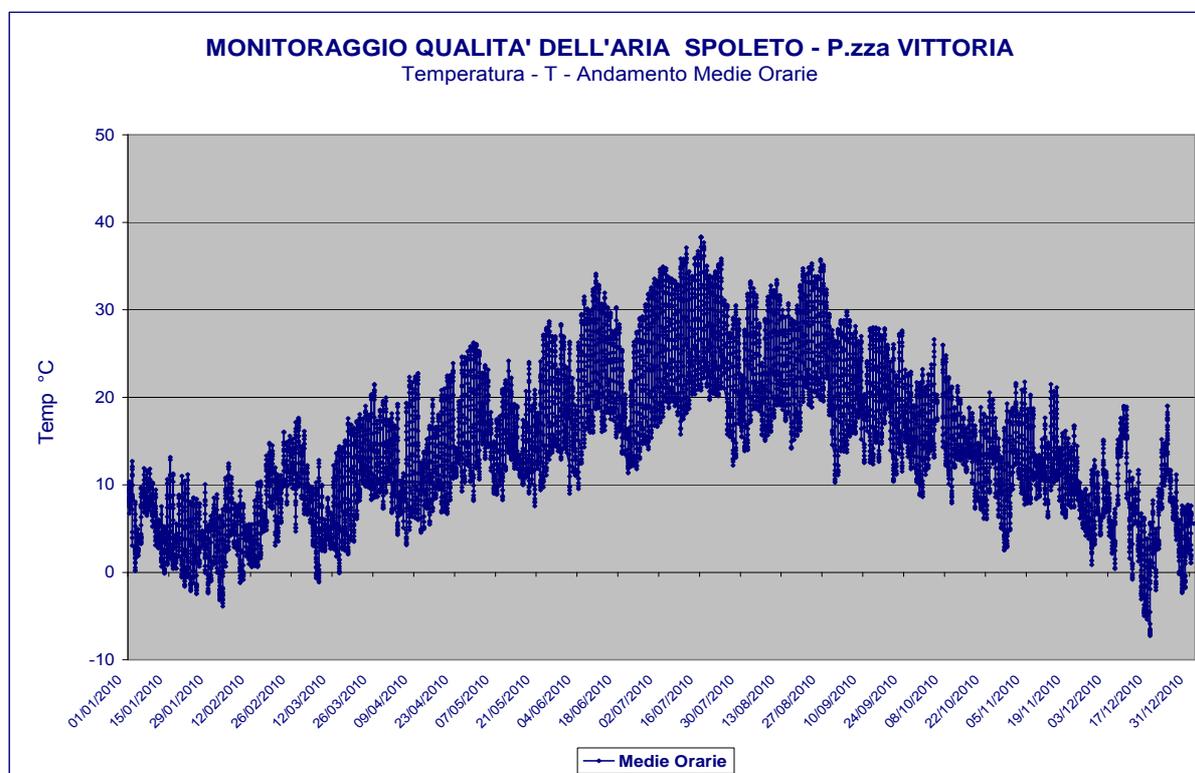


Grafico 11

## Umidità Relativa

Il ruolo dell'umidità relativa nell'influencare 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 2010 si sono avuti periodi di alta stabilità atmosferica in gennaio, febbraio e dicembre, che hanno comportato un accentuarsi dei fenomeni di accumulo degli inquinanti in questo periodo, con effetto sulle concentrazioni del Particolato PM10.



## GIUDIZIO DI QUALITÀ

Come accennato nella parte iniziale della relazione per alcuni inquinanti quotidianamente viene espresso un giudizio sintetico di qualità dell'aria, ricavato dai vari limiti espressi dalla normativa, come riportato nella seguente tabella:

<b>MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA SPOLETO</b>				
<b>Tabella Giudizio di Qualità</b>				
<b>GIUDIZIO DI QUALITÀ'</b>				
<b>Inquinante</b>	<b>BUONA</b>	<b>ACCETTABILE</b>	<b>SCADENTE</b>	<b>PESSIMA</b>
<b>PM10 (µg/mc)</b>	<b>&lt;35</b>	<b>&lt;=50</b>	<b>&gt;50</b>	
<b>PM2.5</b>	<b>&lt;17</b>	<b>&lt;=28</b>	<b>&gt;28</b>	
<b>NO<sub>2</sub> (µg/mc)</b>	<b>&lt;140</b>	<b>&lt;=200</b>	<b>&gt;200</b>	<b>&gt;400</b>
<b>CO (mg/mc)</b>	<b>&lt;7</b>	<b>&lt;10</b>	<b>&gt;10</b>	
<b>Benzene (µg/mc)</b>	<b>&lt;3.5</b>	<b>&lt;=5</b>	<b>&gt;5</b>	

Tabella 7

I valori ottenuti nell'arco dell'anno 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) :

<b>Spoletto - Tabella Valori Giornalieri</b>										
<b>Piazza Vittoria - Periodo di Osservazione: 01 Gennaio 2010 - 31 Dicembre 2010</b>										
<b>Inquinante</b>	<b>N. dati validi</b>		<b>BUONA</b>	<b>ACCETTABILE</b>	<b>SCADENTE</b>	<b>PESSIMA</b>				
			<b>N.dati</b>	<b>N.dati</b>	<b>N.dati</b>	<b>N.dati</b>				
<b>PM2.5</b>	<b>351</b>	<b>97.8%</b>	<b>304</b>	<b>86.6%</b>	<b>41</b>	<b>11.7%</b>	<b>6</b>	<b>1.7%</b>		
<b>PM10</b>	<b>359</b>	<b>99.3%</b>	<b>326</b>	<b>90.8%</b>	<b>23</b>	<b>6.4%</b>	<b>10</b>	<b>2.8%</b>		

<b>Spoletto -Tabella Valori Orari</b>										
<b>Piazza Vittoria - Periodo di Osservazione: 01 Gennaio 2010 - 31 Dicembre 2010</b>										
<b>Inquinante</b>	<b>N. dati validi</b>		<b>BUONA</b>	<b>ACCETTABILE</b>	<b>SCADENTE</b>	<b>PESSIMA</b>				
			<b>N.dati</b>	<b>N.dati</b>	<b>N.dati</b>	<b>N.dati</b>				
<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>8344</b>	<b>98.6%</b>	<b>8330</b>	<b>99.8%</b>	<b>14</b>	<b>0.2%</b>	<b>0</b>	<b>0.0%</b>	<b>0</b>	<b>0.0%</b>
<b>CO</b>	<b>8565</b>	<b>99.1%</b>	<b>8561</b>	<b>99.95%</b>	<b>4</b>	<b>0.05%</b>	<b>0</b>	<b>0.0%</b>	<b>0</b>	<b>0.0%</b>

Tabella 8



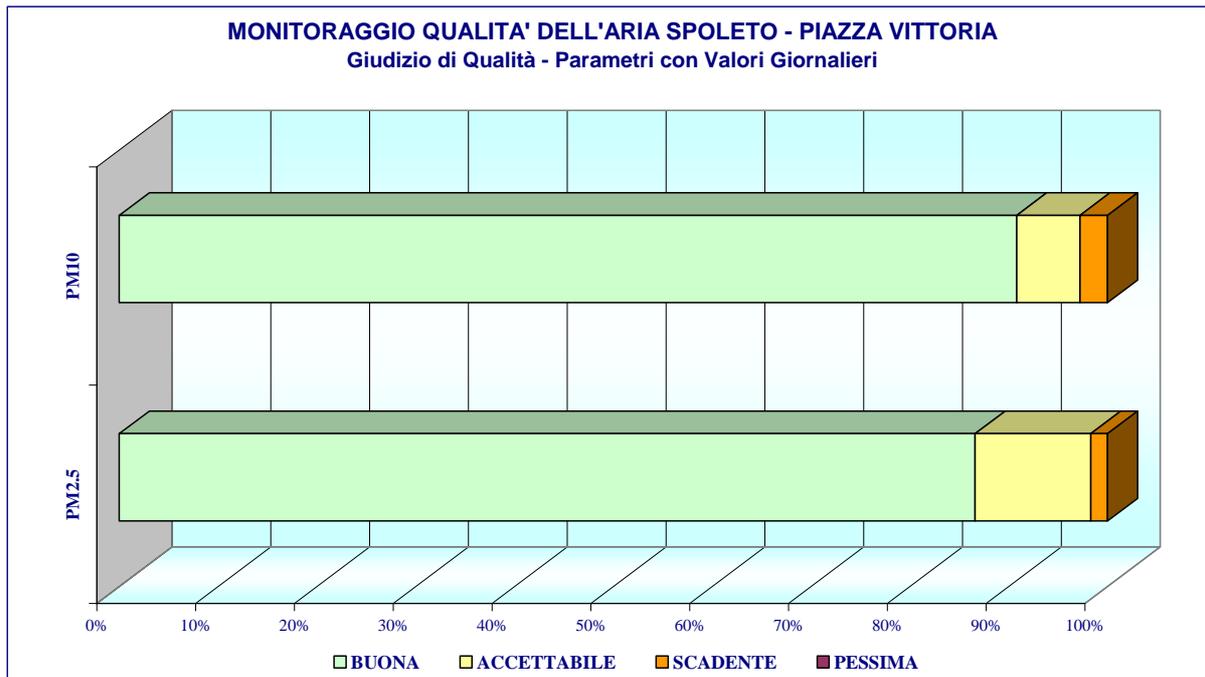


Grafico 15

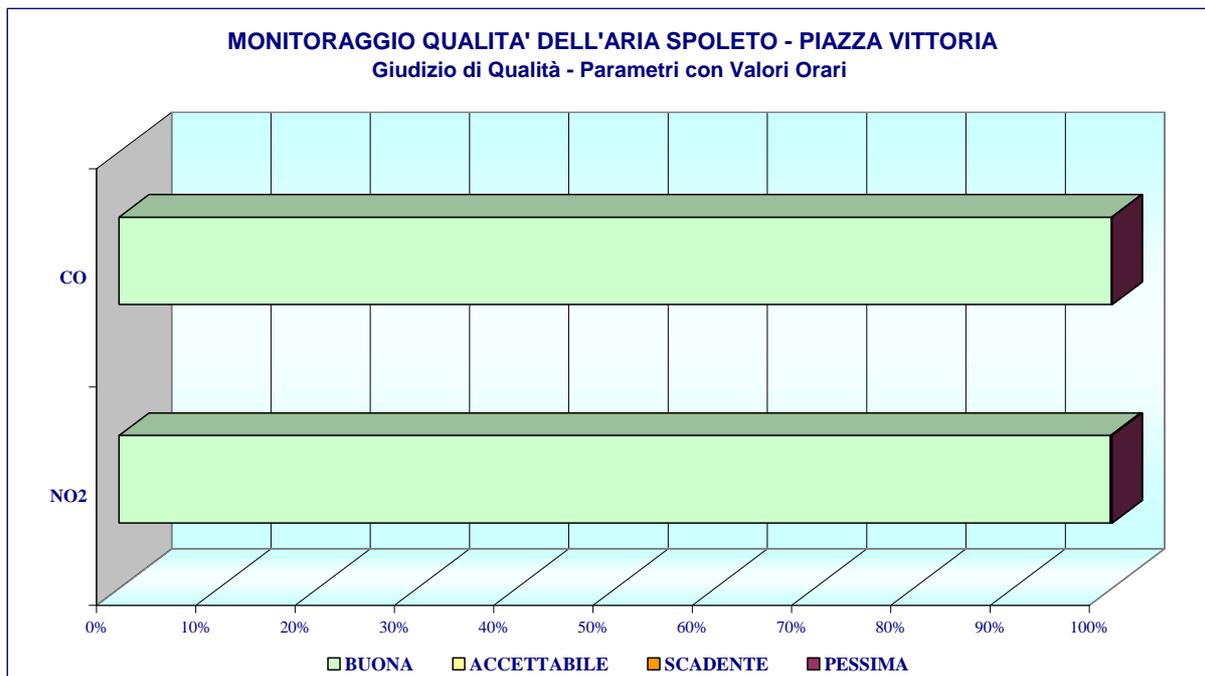


Grafico 16



## COMMENTO AI RISULTATI

Il giudizio complessivo sulla qualità dell'aria rilevati nella postazione di Spoleto Piazza della Vittoria presentano valori degli inquinanti che possono essere definiti buoni per una alta percentuale.

Per quanto riguarda i Limiti stabiliti dalle norme in vigore o che entreranno in vigore negli anni successivi, si ha il rispetto dei limiti per tutti i parametri.

Esaminando ogni singolo inquinante si riporta nelle tabelle lo stato di rispetto o meno del limite (limiti in vigore a partire dal 2005 e quelli che entreranno in vigore a partire dal 2010, 2012 e 2013) e la tendenza con un breve commento.

Le tabelle seguenti sono costruite quindi attraverso l'applicazione dei criteri sopra riportati.

Per il **biossido di azoto**(NO<sub>2</sub>) i valori rilevati rispettano i limiti per la max media di 1h e per la media annuale con un valore che si avvicina al valore limite.

<b>Biossido di Azoto - NO<sub>2</sub></b>	<b>Limiti</b>	<b>Tendenza</b>
<b>Spoleto Piazza Vittoria</b>	<b>Rispettati</b>	<b>Stabile</b>

Per quanto riguarda il **monossido di carbonio**(CO), le concentrazioni in aria sono risultate sempre molto contenute e al di sotto dei limiti.

<b>Monossido di Carbonio CO</b>	<b>Limite</b>	<b>Tendenza</b>
<b>Spoleto Piazza Vittoria</b>	<b>Rispettato</b>	<b>Stabile</b>

Per il **Benzene**, si ha il rispetto sia del limite con valori al di sotto della soglia di valutazione inferiore:

<b>Benzene</b>	<b>Limite</b>	<b>Tendenza</b>
<b>Spoleto Piazza Vittoria</b>	<b>Rispettato</b>	<b>Stabile</b>



Per il Particolato fine **PM10** si ha il rispetto del limite per la media annua come è rispettato il limite dei superamenti delle medie di 24 ore, che è risultato superato per 10 volte a fronte dei 35 ammessi.

<b>PM10</b>	<b>Limiti</b>	<b>Tendenza</b>
<b>Spoletto Piazza Vittoria</b>	<b>Rispettati</b>	<b>Stabile</b>

Infine per il Particolato PM2.5, nuovo parametro previsto dal DL 155/2010 recepimento della Direttiva 2008/50/CE, propone dei limiti di 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a partire dal 2010, un margine di tolleranza di 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e un limite di 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  da raggiungere entro il 2020.

Dai dati rilevati nel corso del 2010 c'è da evidenziare che ad oggi risulta rispettato sia il limite proposto per il 2010, sia i limiti proposti per il 2015 e 2020.

<b>PM2.5</b>	<b>Limite</b>	<b>Tendenza</b>
<b>Spoletto Piazza Vittoria</b>	<b>Rispettato</b>	<b>Stabile</b>

**Il Responsabile Servizio Reti Monitoraggio Aria e Agenti fisici**  
*Marco Pompei*



## RIFERIMENTI NORMATIVI

La legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico con la pubblicazione del **DL 155 del 13 agosto 2010**, applicazione della **Direttiva 2008/50/CE "Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"**, si allinea definitivamente alla legislazione europea.

Con questo testo vengono recepite le previsioni della Direttiva e abrogati tutti i precedenti atti normativi a partire dal DPCM 28 marzo 1983 fino al recente DL 152/2007, raccogliendo in una unica norma le Strategie Generali, i Parametri da monitorare, le Modalità di Rilevazione, i Livelli di Valutazione, i Limiti, Livelli Critici e Valori Obiettivo di alcuni parametri, i Criteri di Qualità dei dati.

Come innovazione rispetto alle norme precedenti in particolare indica la necessità di individuazione dei livelli di responsabilità in ordine alla valutazione della qualità dell'aria, degli organismi di approvazione dei sistemi di misura, di garanzia delle misure, del coordinamento nazionale con gli organismi comunitari.

Si conferma la suddivisione del territorio nazionale in Agglomerati e Zone da classificare in base ai valori di qualità dell'aria; si individuano le modalità di valutazione per la classificazione e le modalità di rilevazione in relazione ai livelli degli inquinanti: per valori superiori alla soglia di valutazione superiore, misurazione dirette in siti fissi; per valori compresi tra la soglia di valutazione superiore e la soglia di valutazione inferiore, misurazione dirette in siti fissi accompagnate da tecniche di modellizzazione, inferiori alla soglia di valutazione inferiore, solo stime obiettive.

Si individuano per le zone in cui sono superati i valori limite di qualità dell'aria e soglie di allarme la necessità della predisposizione di piani e programmi per il risanamento della qualità dell'Aria e per le zone in cui i limiti sono rispettati piani di mantenimento della qualità dell'aria.

Sono confermate le misure per l'accesso al pubblico delle informazioni relative alla qualità dell'aria e alle misure per il risanamento e mantenimento della qualità dell'aria.

Indica come obbligatori il rispetto dei limiti e soglie di allarme per i parametri Biossido di Zolfo e Monossido di Carbonio; prevede la proroga per il rispetto dei limiti per i parametri Biossido di Azoto e Benzene dal 2010 al 2015 con obbligo di predisposizione di piani che dimostrino il rientro nei limiti alla data del 2015; la proroga per l'applicazione del limite del parametro PM10 al 11 giugno 2011 sempre in presenza di un piano di rientro nei limiti a quella data.

Introduce la determinazione del parametro PM2.5 con obiettivi di riduzione alla sua esposizione entro il 2020, obbligo di livello esposizione da rispettare entro il 2015; valore obiettivo da rispettare al 2010 e valori limite da rispettare entro il 2015 ed entro il 2020.

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



Si riportano di seguito in ordine cronologico le direttive comunitarie e le norme italiane di recepimento in materia di inquinamento atmosferico che vengono abrogate:

**Direttiva 96/62/CE “Valutazione e gestione della qualità dell’aria ambiente”** tale direttiva stabilisce il contesto entro il quale operare la valutazione e 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 il benzene ed il monossido di carbonio;

**Direttiva 2002/3** relativa all’Ozono nell’aria ambiente

**Direttiva 2004/107/CE** concernente l’**Arsenico**, il **Cadmio**, il **Nichel**, 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 delle concentrazioni di Arsenico, Cadmio, 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”** tale direttiva appunto riprende tutte le precedenti in una unica e innovandole in parte; in particolare indica la necessità di individuazione dei livelli di responsabilità in ordine alla valutazione della qualità dell’aria, degli organismi di approvazione dei sistemi di misura, di garanzia delle misure, del coordinamento nazionale e con gli organismi comunitari. Indica come obbligatori il rispetto dei limiti e soglie di allarme per i parametri Biossido di Zolfo e Monossido di Carbonio; prevede proroga per il rispetto dei limiti per i parametri Biossido di Azoto e Benzene dal 2010 al 2015 con obbligo di predisposizione di piani che dimostrino il rientro nei limiti alla data del 2015; proroga per l’applicazione del limite del parametro PM10 al 11 giugno 2011 sempre in presenza di un piano di rientro nei limiti a quella data. Introduce la determinazione del parametro PM2.5 con obiettivi di riduzione alla sua esposizione entro il 2020, obbligo di livello esposizione da rispettare entro il 2015; valore obiettivo da rispettare al 2010 e valori limite da rispettare entro il 2015 ed entro il 2020.

Si prevede inoltre 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”** che recepisce la direttiva 96/62/CE.



**DM 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 ”**

Il **Decreto Legislativo n.183** del 31 maggio 2004 recepisce la direttiva 2002/3/ relativa all’Ozono nell’aria e individua delle soglie di allarme e di informazione per le concentrazioni di Ozono nell’aria. 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.

Il **Decreto Legislativo n. 152** del 3 agosto 2007 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 ed analisi e fissa i valori obiettivi e soglie di valutazione per i parametri sopra descritti.



Di seguito sono riportati le tabelle con gli obiettivi di qualità dei dati di cui all'Allegato I (**Tabella 1**), dei livelli di attenzione e di allarme, dei limiti e dei valori obiettivo di qualità, con le date di entrata in vigore, per gli inquinanti rilevati di cui agli allegati VII, XI, XII, XIII, XIV (**Tabelle 2-13**) e dei livelli di valutazione di cui all'Allegato II (**Tabelle 14-20**) :

**Tabella 1**

	Biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, monossido di carbonio	Benzene	Particolato (PM10/PM2,5) e piombo	Ozono e relativi NO e NO <sub>2</sub>
Misurazioni in siti fissi <sup>(1)</sup> Incertezza	15%	25%	25%	15%
Raccolta minima dei dati	90%	90%	90%	90% in estate 75% in inverno
Periodo minimo di copertura	-	35% (2)	-	
- stazioni di fondo in siti urbani e stazioni traffico	-	90 %	-	
- stazioni industriali	-			
Misurazioni indicative Incertezza	25%	30%	50%	30%
Raccolta minima dei dati	90%	90%	90%	90%
Periodo minimo di copertura	14% (4)	14% (3)	14% (4)	>10% in estate
Incertezza della modellizzazione				
Medie orarie	50%	-	-	50%
Medie su otto ore	50%	-	-	50%
Medie giornaliere	50%	-	da definire	-
Medie annuali	30%	50%	50%	-
Stima obiettiva Incertezza	75%	100%	100%	75%

(1) Per il benzene, il piombo e il particolato é possibile applicare misurazioni discontinue invece delle misurazioni in continuo. A tal fine, le misurazioni discontinue devono essere equamente distribuite nel corso dell'anno per evitare di falsare i risultati e si deve dimostrare che l'incertezza risponde all'obiettivo di qualità del 25% e che il periodo di copertura rimane superiore al periodo minimo di copertura previsto per le misurazioni indicative.

L'incertezza dovuta alle misurazioni discontinue può essere determinata secondo le procedure stabilite nella norma ISO 11222:2002 "Qualità dell'aria – Determinazione dell'incertezza della media temporanea delle misure di qualità dell'aria". Se le misurazioni discontinue sono utilizzate per valutare il rispetto del valore limite del PM10, occorre valutare il 90,4 percentile (che deve essere inferiore o uguale a 50 µg/m<sup>3</sup>) anziché il numero di superamenti, il quale è fortemente influenzato dalla copertura dei dati.

- (2) Distribuita nell'arco dell'anno in modo tale da essere rappresentativa delle varie condizioni climatiche e di traffico.
- (3) Misurazione effettuata in un giorno fisso scelto a caso di ogni settimana dell'anno in modo tale che le misurazioni siano uniformemente distribuite nell'arco dell'anno oppure effettuata per otto settimane distribuite equamente nell'arco dell'anno.
- (4) Misurazione effettuata in un giorno variabile di ogni settimana dell'anno in modo tale che le misurazioni siano uniformemente distribuite nell'arco dell'anno oppure effettuata per otto settimane distribuite equamente nell'arco dell'anno.



## Valori limite e livelli critici

## 1. Valori limite

Tabella 2

Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
<b>Biossido di zolfo</b>			
1 ora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superare più di 24 volte per anno civile		— (1)
1 giorno	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superare più di 3 volte per anno civile		— (1)
<b>Biossido di azoto *</b>			
1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superare più di 18 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
<b>Benzene *</b>			
Anno civile	5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100 %) il 13 dicembre 2000, con una riduzione il 1° gennaio 2006 e successivamente ogni 12 mesi di 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
<b>Monossido di carbonio</b>			
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)	10 $\text{mg}/\text{m}^3$	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante	— (1)
<b>Piombo</b>			
Anno civile	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3)		— (1) (3)
<b>PM10 **</b>			
1 giorno	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superare più di 35 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante	— (1)
Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005	— (1)



<b>PM2,5</b>			
FASE 1			
Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2015	1° gennaio 2015
FASE 2 (4)			
Anno civile	(4)		1° gennaio 2020
<p>(1) Già in vigore dal 1° gennaio 2005.</p> <p>(2) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.</p> <p>(3) Tale valore limite deve essere raggiunto entro il 1° gennaio 2010 in caso di aree poste nelle immediate vicinanze delle fonti industriali localizzate presso siti contaminati da decenni di attività industriali. In tali casi il valore limite da rispettare fino al 1° gennaio 2010 è pari a 1,0 µg/m<sup>3</sup>. Le aree in cui si applica questo valore limite non devono comunque estendersi per una distanza superiore a 1.000 m rispetto a tali fonti industriali.</p> <p>(4) Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m<sup>3</sup> e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.</p> <p>* Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro la data prevista dalla decisione di deroga, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.</p> <p>** Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro l'11 giugno 2011, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.</p>			

## 2. Criteri per la verifica dei valori limite

Fermo restando quanto previsto all'allegato I, si devono utilizzare i criteri indicati nella seguente tabella per verificare la validità dell'aggregazione dei dati e del calcolo dei parametri statistici.

**Tabella 3**

Parametro	Percentuale richiesta di dati validi
Valori su 1 ora	75 % (ossia 45 minuti)
Valori su 8 ore	75 % dei valori (ovvero 6 ore)
Valore medio massimo giornaliero su 8 ore	75 % delle concentrazioni medie consecutive su 8 ore calcolate in base a dati orari (ossia 18 medie su 8 ore al giorno)
Valori su 24 ore	75 % delle medie orarie (ossia almeno 18 valori orari)
MEDIA annuale	90 % (1) dei valori di 1 ora o (se non disponibile) dei valori di 24 ore nel corso dell'anno

(1) La prescrizione per il calcolo della media annuale non comprende le perdite di dati dovute alla calibrazione periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione.



### 3. Livelli critici per la protezione della vegetazione

Tabella 4

Periodo di mediazione	Livello critico annuale (anno civile)	Livello critico invernale (1° ottobre-31 marzo)	Margine di tolleranza
Biossido di zolfo			
	20 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	Nessuno
Ossidi di azoto			
	30 µg/m <sup>3</sup> NOx		Nessuno

#### Soglie di informazione e di allarme

##### 1. Soglie di allarme per inquinanti diversi dall'ozono

Tabella 5

Inquinante	Soglia di allarme (1)
Biossido di zolfo	500 µg/m <sup>3</sup>
Biossido di azoto	400 µg/m <sup>3</sup>

(1) Le soglie devono essere misurate su tre ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km<sup>2</sup> oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi.

##### 2. Soglie di informazione e di allarme per l'ozono

Tabella 6

Finalità	Periodo di mediazione	Soglia
Informazione	1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>
Allarme	1 ora (1)	240 µg/m <sup>3</sup>
(1) Per l'applicazione dell'articolo 10, comma 1, deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive		



### Valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene

Tabella 7

Inquinante	Valore obiettivo (1)
Arsenico	6,0 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio	5,0 ng/m <sup>3</sup>
Nichel	20,0 ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pirene	1,0 ng/m <sup>3</sup>
(1) Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile	

### Valori obiettivo e obiettivi a lungo termine per l'ozono

Si devono utilizzare i criteri indicati nella seguente tabella per verificare la validità dell'aggregazione dei dati e del calcolo dei parametri statistici:

Tabella 8

Parametro	Percentuale richiesta di dati validi
Valori su 1 ora	75% (ovvero 45 minuti)
Valori su 8 ore	75% dei valori (ovvero 6 ore)
Valore medio massimo giornaliero su 8 ore sulla base delle medie consecutive di 8 ore	75% delle concentrazioni medie consecutive su 8 ore calcolate in base a dati orari (ossia 18 medie su 8 ore al giorno)
AOT40	90% dei valori di 1 ora nel periodo di tempo definito per il calcolo del valore AOT 40 <sup>(1)</sup>
MEDIA annuale	75% dei valori di 1 ora nella stagione estiva (da aprile a settembre) e 75% nella stagione invernale (da gennaio a marzo e da ottobre a dicembre)
Numero di superamenti e valori massimi per mese	90% dei valori medi massimi giornalieri su 8 ore (27 valori giornalieri disponibili al mese) 90% dei valori di 1 ora tra le 8:00 e le 20:00, CET
Numero di superamenti e valori massimi per anno	Cinque mesi su sei nella stagione estiva (da aprile a settembre)

(1) Qualora non siano disponibili tutti i dati misurati possibili, i valori AOT40 saranno calcolati in base ai seguenti fattori:  $AOT40_{stimato} = AOT40_{misurato} \times \text{numero totale di ore possibili} \div \text{numero di valori orari misurati}$   
 - il numero di ore compreso nel periodo di tempo di cui alla definizione di AOT40 (ossia tra le ore 8:00 e le 20:00, dal 1° maggio al 31 luglio di ogni anno per la protezione della vegetazione e dal 1° aprile al 30 settembre di ogni anno per la protezione delle foreste).



Per AOT40 (espresso in  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ ) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (= 40 parti per miliardo) e  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET).

### Valori obiettivo

**Tabella 9**

Finalità	Periodo di mediazione	Valore obiettivo	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore-obiettivo (1)
Protezione della salute umana	MEDIA massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni (3)	1.1.2010
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) $18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ come media su cinque anni (3)	1.1.2010

(1) Il raggiungimento del valori obiettivo è valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012, per la protezione della salute umana e nel 2015, con riferimento al quinquennio 2010-2014, per la protezione della vegetazione.

(2) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore deve essere determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata è riferita al giorno nel quale la stessa si conclude. La prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

(3) Se non è possibile determinare le medie su tre o cinque anni in base ad una serie intera e consecutiva di dati annui, la valutazione della conformità ai valori obiettivo si può riferire, come minimo, ai dati relativi a:

- Un anno per il valore-obiettivo ai fini della protezione della salute umana.
- Tre anni per il valore-obiettivo ai fini della protezione della vegetazione.

### Obiettivi a lungo termine

**Tabella 10**

Finalità	Periodo di mediazione	Obiettivo a lungo termine	Data entro la quale deve essere raggiunto l'obiettivo a lungo termine
Protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	non definito
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40, (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) $6\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$	non definito



### Obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione, obbligo di concentrazione dell'esposizione e valore obiettivo per il PM2,5

Tabella 11

Obiettivo di riduzione dell'esposizione relativo all'IEM nel 2010		Anno entro il quale dovrebbe essere raggiunto l'obiettivo di riduzione dell'esposizione
Concentrazione iniziale in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *	Obiettivo di riduzione in percentuale 2020	2020
< 8,5 = 8,5	0 %	
> 8,5 — < 13	10 %	
= 13 — < 18	15 %	
= 18 — < 22	20 %	
$\geq 22$	Tutte le misure appropriate per conseguire l'obiettivo di 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

\* Se l'IEM nell'anno di riferimento é uguale o inferiore a 8,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  l'obiettivo di riduzione dell'esposizione é pari a zero. L'obiettivo di riduzione é pari a zero anche nel caso in cui l'IEM raggiunga il livello di 8,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in qualsiasi momento del periodo corrente dal 2010 al 2020 e sia mantenuto a questo livello o ad un livello inferiore.

Si applica l'obbligo di concentrazione dell'esposizione di cui alla seguente tabella:

Tabella 12

Obbligo di concentrazione dell'esposizione	Anno entro il quale deve essere rispettato l'obbligo
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2015

Si applica il valore obiettivo di cui alla seguente tabella:

Tabella 13

Periodo di mediazione	Valore obiettivo	Data entro il quale dovrebbe essere raggiunto il valore obiettivo
Anno civile	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 gennaio 2010



## Soglie di valutazione superiore e inferiore

Tabella 14

BIOSSIDO DI ZOLFO	Protezione della salute umana	Protezione della vegetazione
Soglia di valutazione superiore	60% del valore limite sulle 24 ore (75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile)	60% del livello critico invernale (12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite sulle 24 ore (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile)	40% del livello critico invernale (8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Tabella 15

BIOSSIDO DI AZOTO E OSSIDI DI AZOTO	Protezione della salute umana (NO <sub>2</sub> )	Protezione della salute umana (NO <sub>2</sub> )	Protezione della vegetazione (NO <sub>x</sub> )
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite orario (140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile)	80% del valore limite Annuale (32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	80% del livello critico annuale (24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite orario (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile)	65% del valore limite annuale (26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	65% del livello critico annuale (19,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Tabella 16

MATERIALE PARTICOLATO (PM10 PM2,5)	Media su 24 ore PM10	Media annuale PM10	Media annuale PM2,5*
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile)	70% del valore limite (28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	70% del valore limite (17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile)	50% del valore limite (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	50% del valore limite (12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>* La soglia di valutazione superiore e la soglia di valutazione inferiore del PM2,5 non si applicano alle misurazioni effettuate per valutare la conformità all'obiettivo di riduzione dell'esposizione al PM2,5 per la protezione della salute umana</b>			



**Tabella 17**

<b>PIOMBO</b>	<b>Media annuale</b>
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (0,35 µg/m <sup>3</sup> )
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (0,25 µg/m <sup>3</sup> )

**Tabella 18**

<b>BENZENE</b>	<b>Media annuale</b>
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (3,5 µg/m <sup>3</sup> )
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite (2 µg/m <sup>3</sup> )

**Tabella 19**

<b>MONOSSIDO DI CARBONIO</b>	<b>Media su 8 ore</b>
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (7 mg/m <sup>3</sup> )
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (5 mg/m <sup>3</sup> )

**Tabella 20**

<b>ARSENICO, CADMIO, NICHEL E BENZO(A)PIRENE</b>	<b>Arsenico</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Nichel</b>	<b>B(a)P</b>
Soglia di valutazione superiore in percentuale del valore obiettivo	60% (3,6 ng/ m <sup>3</sup> )	60% (3 ng/ m <sup>3</sup> )	70% (14 ng/ m <sup>3</sup> )	60% (0,6 ng/ m <sup>3</sup> )
Soglia di valutazione inferiore in percentuale del valore obiettivo	40% (2,4 ng/ m <sup>3</sup> )	40% (2 ng/ m <sup>3</sup> )	50% (10 ng/ m <sup>3</sup> )	40% (0,4 ng/ m <sup>3</sup> )



## INQUINANTI MONITORATI E LORO CARATTERISTICHE

### Ossido di Carbonio (CO)

#### Caratteristiche chimico-fisiche

L'ossido di carbonio è un gas inodore 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; pertanto 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 l'ossido di carbonio è emesso in prevalenza dal traffico autoveicolare, esso è considerato come il tracciante di riferimento durante tutto il corso dell'anno, per questo tipo di inquinamento.

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

È un potente veleno ad elevate concentrazioni, gli effetti sull'uomo sono legati alla caratteristica di interferenza sul trasporto di ossigeno (formazione di carbossiemoglobina) ai tessuti, in particolare al sistema nervoso centrale.

Non sono stati riscontrati effetti particolari nell'uomo per concentrazioni di carbossiemoglobina inferiori al 2% corrispondente ad un'esposizione per 90' a 47 mg/m<sup>3</sup> se l'esposizione sale ad 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.

### Ossidi di Azoto (NOx)

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 di azoto (Protossido di azoto).
NO	Ossido di azoto.
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Triossido di di azoto (Anidride nitrosa).
NO <sub>2</sub>	Biossido di azoto.
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Tetrossido di di azoto (Ipoazotide).
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentossido di di azoto (Anidride nitrica).



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

### **Ossido di Azoto (NO)**

L'ossido di azoto è un inquinante primario che si genera in parte direttamente nei processi di combustione per reazione diretta tra azoto ed ossigeno dell'aria che, a temperature maggiori di 1200°C, producono principalmente NO ed in misura ridotta NO<sub>2</sub>, in parte da emissioni naturali come eruzioni vulcaniche, incendi, fulmini ed emissioni dal suolo dovute a processi biologici.

Le principali emissioni antropogeniche di NO sono dovute ad attività civili ed industriali che comportano processi di combustione come nei trasporti (veicoli con motore diesel, benzina, GPL, ecc.) e nella produzione di calore ed elettricità.

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

#### **Caratteristiche chimico-fisiche**

Il biossido di azoto è un gas di colore rosso bruno è responsabile con O<sub>3</sub> ed idrocarburi incombusti del così detto smog fotochimico; inoltre in presenza di umidità si trasforma in acido nitrico, contribuendo al fenomeno delle piogge acide. A causa della sua reattività il tempo medio di permanenza dell' NO<sub>2</sub> nell'atmosfera è breve, circa tre giorni.

#### **Origine**

La formazione dell' NO<sub>2</sub> (e degli ossidi di azoto in genere) è strettamente correlata agli elevati valori di pressione e temperatura che si realizzano, per esempio, all'interno delle camere di combustione dei motori; si forma come prodotto secondario per reazione dell'NO con l'aria in presenza di ozono.

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

L'NO<sub>2</sub> è tra gli ossidi di azoto l'unico ad avere rilevanza tossicologica, è infatti un irritante delle vie respiratorie e degli occhi, tale gas è in grado di combinarsi con l'emoglobina modificandone le proprietà chimiche e fisiologiche con formazione di metaemoglobina che non è più in grado di trasportare ossigeno ai tessuti.

Sull'ambiente, contribuendo alla formazione di piogge acide, ha conseguenze importanti sugli ecosistemi terrestri ed acquatici



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

### Caratteristiche chimico-fisiche

I due composti SO<sub>2</sub> ed SO<sub>3</sub> (indicati con il termine generale SO<sub>x</sub>), sono i principali inquinanti atmosferici da ossidi di zolfo e le loro caratteristiche principali sono l'assenza di colore, l'odore pungente e la reattività con l'umidità dell'aria, che porta alla formazione di acido solforico presente nelle piogge acide.

### Origine

Le principali fonti di inquinamento sono costituite dai processi di combustione di combustibili in cui lo zolfo è presente come impurezza (carbone, olio combustibile, gasolio); in questi processi insieme al biossido o anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), si produce anche anidride solforica (SO<sub>3</sub>).

### Effetti sull'uomo e sull'ambiente

Il biossido di zolfo è un forte irritante delle vie respiratorie; l'esposizione prolungata a concentrazioni di alcuni mg/mc di SO<sub>2</sub> possono comportare incremento di faringiti, affaticamento e disturbi a carico dell'apparato sensorio.

E' accertato un effetto irritativo sinergico in caso di esposizione combinata con il particolato, dovuto probabilmente alla capacità di quest'ultimo di veicolare l' SO<sub>2</sub> nelle zone respiratorie del polmone profondo interferendo con le funzioni dell'epitelio ciliare.

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

### Caratteristiche chimico-fisiche

L'ozono è un gas incolore dal forte potere ossidante e di odore caratteristico percettibile già a concentrazioni di 100 µg/m<sup>3</sup>; è un inquinante secondario che raramente è emesso direttamente da fonti civili o industriali.

Gli inquinanti primari che contribuiscono alla sua formazione sono anche quelli che attraverso una complessa catena di reazioni fotochimiche, favorite da un elevato irraggiamento solare, ne possono provocare la rapida distruzione.

E' per questa ragione che l'ozono è prevalentemente monitorato in zone suburbane e parchi ove, per la minore presenza di inquinamento, la sostanza è più stabile e la concentrazione raggiunge i valori più elevati.

### Origine

Si presenta in concentrazioni rilevanti nel periodo estivo a seguito di reazioni fotochimiche, favorite dalla presenza di precursori quali ossidi di azoto e idrocarburi, sotto l'azione di radiazioni UV con lunghezza d'onda minore di 420 nm.

### Effetti sull'uomo e sull'ambiente

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



L'ozono è, fra gli inquinanti atmosferici, quello che svolge una marcata azione fitotossica 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.

## **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, a partire da altri composti organici costituenti la benzina, durante il processo di combustione. 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 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 in 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 da 4 a 10 casi aggiuntivi di leucemia, per milione di persone esposte alla concentrazione di 1 µg/mc per tutta la vita.



## **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 sono 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 ad 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 questa riduzione al 97% ; in conseguenza di ciò è praticamente eliminato il contributo della circolazione autoveicolare alla concentrazione in aria di questo metallo.

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

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

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

## **Metalli Pesanti Genotossici**

Dai dati scientifici disponibili, rapporti dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, risulta che i metalli pesanti Arsenico, Cadmio e Nichel sono agenti cancerogeni umani genotossici il cui impatto sulla salute è dovuto alle concentrazioni nell'aria ambiente e alla deposizione, per cui a partire dal 2007 anche questi metalli sono normati e confermati dal DL 155/2010, in cui si fissano 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.



## Particolato Totale Sospeso (PTS)

### Caratteristiche chimico-fisiche

Le polveri totali sospese (particolato) sono costituite da un miscuglio di particelle carboniose, fibre, silice, metalli, particelle liquide, che a loro volta possono essere costituite da inquinanti allo stato liquido o sciolti in acqua (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>).

### Origine

La presenza di particolato è in gran parte dovuta a processi di combustione incompleta di derivati del petrolio, sia di origine industriale sia domestica sia da 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 µm può raggiungere le prime vie respiratorie, mentre quella contenente particelle di diametro inferiore a 2,5 - 3,0 µm 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 infine che contiene particelle di diametro inferiore a 0,5 µm non si deposita ma viene riemessa durante la fase di espirazione. La frazione di particolato che più facilmente può essere trattenuta nei polmoni, è quella costituita da particelle di diametro di circa 1 µm e la cui potenziale pericolosità per la salute è rappresentata dall'azione indiretta del particolato, che può fungere da veicolo per altri microinquinanti come nel caso di 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 minori di 10 µm.

### 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 e 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.



ed idrocarburi policiclici aromatici, che possono causare infiammazioni, fibrosi e neoplasie. Inoltre possono comportare un'alterazione delle proprietà fisiche dell'atmosfera come ad esempio 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.

### **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 ed 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.

