



Relazione annuale qualità dell'aria nel comune di Perugia

Anno 2009

Rapporto tecnico

Marzo 2010



arpa umbria



Pag 01 / Indice

02 / Presentazione

03 / La rete di rilevamento

13 / Risultati

13 / Biossido di azoto – NO₂

18 / Monossido di carbonio – CO

21 / Ozono – O₃

24 / Biossido di zolfo – SO₂

26 / Particolato PM10

30 / Particolato PM2.5

33 / Benzene – C₆H₆

38 / Metalli pesanti – piombo, arsenico, cadmio, nichel

41 / Idrocarburi policiclici aromatici – IPA

44 / Parametri meteorologici

48 / Giudizio di qualità

55 / Commento ai risultati

62 / Appendice 1: riferimenti normativi

72 / Appendice 2: inquinanti monitorati e loro caratteristiche

Relazione monitoraggio qualità dell'aria - Perugia Anno 2009

Redazione

Dott. Marco Pompei

Collaborazione

Dott. Mirco Areni
Geom. Emanuele Bubù

Versione

Rev. 1

Visto

Dott.ssa Giovanna
Saltamacchia

Contributi

Laboratorio Arpa per Analisi
Metalli, IPA e BTX



PRESENTAZIONE

La pubblicazione dei dati sulla qualità dell'aria è stabilita dall'attuale normativa sulla diffusione delle informazioni a quei cittadini che, nell'ambito dei piani e programmi di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria previsti dalle direttive della Comunità europea, vivono nelle aree sottoposte dalle Regioni a zonizzazione. L'edizione 2009 della "Relazione annuale sulla qualità dell'aria del comune di Perugia" illustra i dati acquisiti da Arpa Umbria attraverso la strumentazione automatica della rete di rilevamento della qualità dell'aria e mediante indagini analitiche. Insieme ai risultati, nel report viene fornita la descrizione della rete di rilevamento, le modalità di visualizzazione dei dati sul sito web dell'Agenzia (www.arpa.umbria.it) e un'analisi della normativa dopo il recepimento delle direttive comunitarie (con il D.M. 2 aprile 2002, n. 60, il D.Lgs. 21 maggio 2004, n. 183 e il D.Lgs. 3 agosto 2007, n. 152).

La relazione fornisce inoltre una descrizione delle principali caratteristiche delle sostanze analizzate, con l'indicazione dei limiti in vigore e un'illustrazione grafica dei dati relativi ai parametri meteorologici e chimici, confrontati anch'essi con i limiti di legge.

I parametri più significativi vengono anche confrontati con gli anni che vanno dal 2000 al 2008, così da avere un'indicazione temporale sull'andamento della qualità dell'aria. Tabelle e grafici illustrano anche i nuovi valori limite per gli inquinanti, i criteri di valutazione e le scadenze temporali per l'entrata in vigore delle direttive in materia.

Per individuare gli scenari futuri in tema di risanamento della qualità dell'aria per la città di Perugia, sono stati infine messi a confronto i dati dei principali inquinanti atmosferici con i valori limite individuati dalla normativa europea, recepita dall'Italia attraverso il D.M. 2 aprile 2002, n. 60 e i D.Lgs. 21 maggio 2004, n. 183 e 3 agosto 2007, n. 152. I valori sono stati anche comparati 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 per quanto riguarda l'elaborazione e la valutazione dei risultati del rilevamento e la verifica del rispetto dei limiti di qualità dell'aria.



RETE DI RILEVAMENTO COMUNE DI PERUGIA

La rete di rilevamento dell'inquinamento atmosferico della città di Perugia è stata realizzata su iniziativa dell'amministrazione comunale, in collaborazione con la Regione Umbria, tra il 1998 e il 1999.

La scelta della tipologia delle centraline e delle strumentazioni è stata fatta in conformità alla normativa (D.M. 20/05/1991) e 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 il sistema è stato adeguato alle norme comunitarie.

Nel 2008, nel quadro del progetto di ristrutturazione della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria, nelle postazioni di Parco Cortonese, Fontivegge e Ponte San Giovanni sono stati installati analizzatori in continuo di PM2.5. Nella stazione di Parco Cortonese è stato collocato anche un analizzatore in continuo di benzene e altre sostanze aromatiche. Queste tre postazioni sono così entrate a far parte della rete.

Struttura della rete di rilevamento

La rete di rilevamento per il monitoraggio in continuo della qualità dell'aria nel contesto urbano della città di Perugia è costituita da **4 centraline fisse**.

Tutte le centraline sono collegate, tramite linea telefonica dedicata, a un'unità **centrale operativa di raccolta ed elaborazione dei dati**, situata presso il **dipartimento di Perugia di Arpa Umbria**.

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

I dati raccolti, una volta validati, vengono pubblicati quotidianamente (entro le ore 10.00) sul sito internet www.arpa.umbria.it.

La rete di rilevamento è articolata in quattro stazioni:



n. 1 centralina situata in località **Parco Cortonese** che permette la misura di tutti gli inquinanti primari e secondari, dei parametri meteorologici di base e degli inquinanti non convenzionali in aree non direttamente interessate dalle sorgenti di emissione urbana.

Gli inquinanti e i parametri monitorati sono:

particolato PM10, particolato PM2.5, biossido di zolfo (SO₂), ossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), ozono (O₃), benzene e altri composti aromatici (toluene, etilbenzene, xileni), metalli pesanti (Pb, Cd, Ni, As), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), meteo completo (DV/VV, T, P, UR%, RST/N, RUVA), pioggia.





n. 1 centralina situata in via della Scuola a **Ponte San Giovanni**, in zona ad elevata densità abitativa, per misurare la concentrazione di alcuni inquinanti primari e secondari, con particolare riferimento a NO₂, idrocarburi, materiale particolato in sospensione.

Gli inquinanti e i parametri monitorati sono:

particolato PM10, particolato PM2.5, ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), ozono (O₃), metalli pesanti (Pb, Cd, Ni, Cr, As), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), meteo (DV/VV).



n. 2 centraline situate in località **Fontivegge** e **Porta Pesa**, in zona a elevato traffico e bassa ventilazione, che permettono la misura degli inquinanti emessi direttamente dal traffico auto veicolare quali CO e idrocarburi volatili.

Nella postazione di **Fontivegge** gli inquinanti e i parametri monitorati sono: particolato PM10, particolato PM2.5, ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), ossido di carbonio (CO), benzene e altri composti aromatici (toluene, etilbenzene, xileni), meteo (DV/VV, RUVA, RST/N). Si effettuano inoltre le indagini analitiche per la determinazione di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e metalli pesanti tossici: piombo (Pb), cromo (Cr), cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As).

Nella postazione di **Porta Pesa** gli inquinanti e i parametri monitorati sono: particolato PM10, ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), ossido di carbonio (CO), idrocarburi non metanici (HCNM), metano (CH₄), meteo (DV/VV).

In altre 6 postazioni situate prevalentemente nell'area urbana (riportate in fig.2) sono installati campionatori passivi di tipo Radiello^R per l'analisi del benzene.



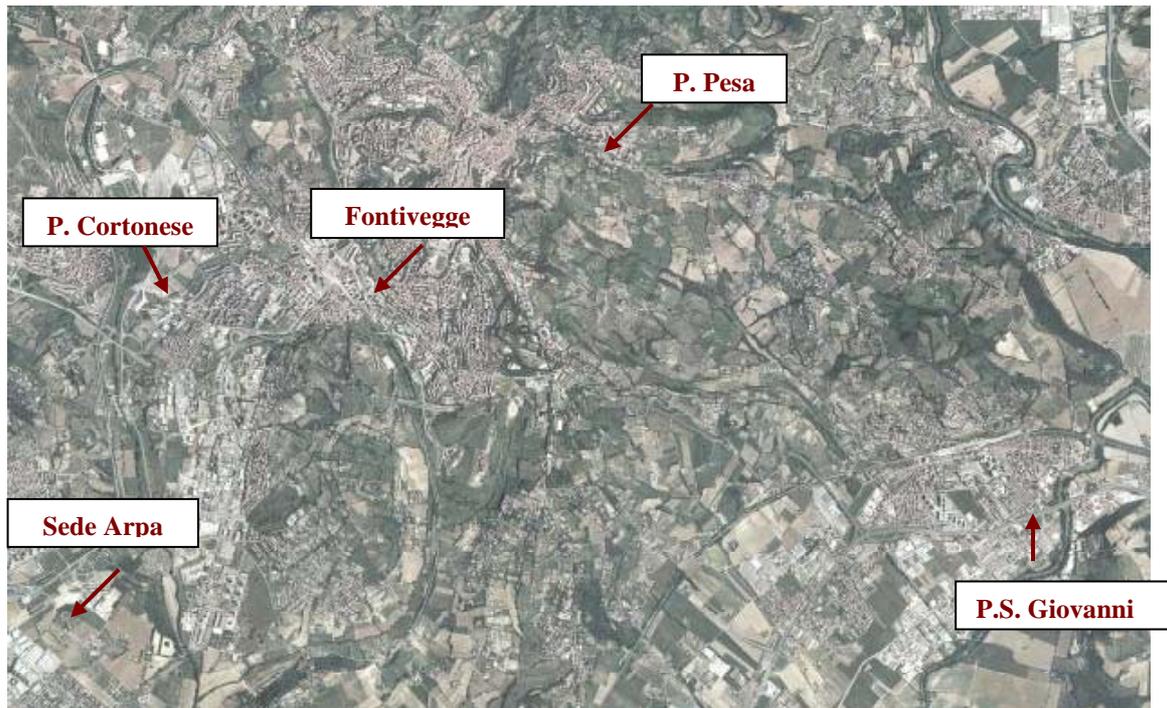


Fig. 1: rete di rilevamento della qualità dell'aria nel comune di Perugia - dislocazione postazioni di monitoraggio fisse

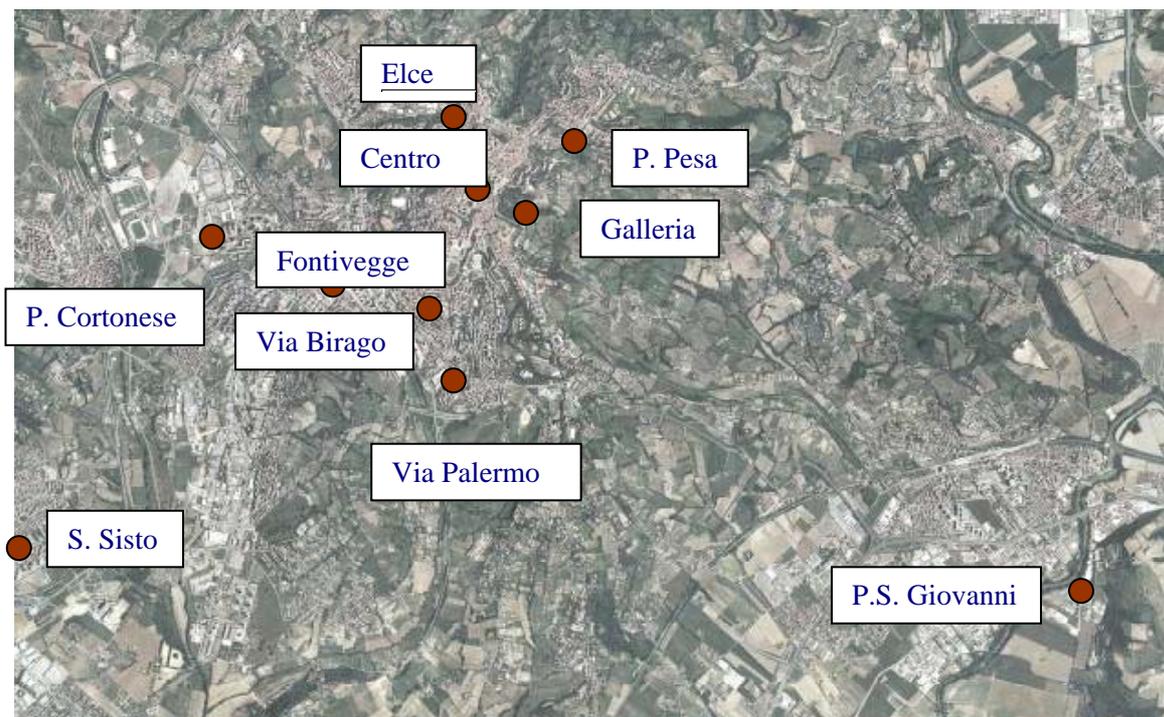


Fig. 2: rete di rilevamento della qualità dell'aria nel comune di Perugia - dislocazione postazioni di monitoraggio con Radiello^R





Fig. 3: Postazione Parco Cortonese



Fig. 4: Postazione Ponte S. Giovanni





Fig. 5: Postazione Fontivegge



Fig. 6: Postazione Porta Pesa



Fig. 7 - Campionatori passivi Radiello^R per il rilevamento del benzene



Fig. 8 - Campionatori passivi Radiello^R - particolare



In sintesi, la rete di monitoraggio del comune di Perugia permette di misurare con analizzatori automatici in continuo i principali parametri meteo-climatici e i seguenti inquinanti: **biossido di zolfo (SO₂)**, **monossido di carbonio (CO)**, **ossidi di azoto (NO_x)**, **particolato PM10**, **particolato PM2.5**, **ozono (O₃)**, **metano (CH₄)**, **idrocarburi non metanici (NMHC)**, **benzene** e altri composti aromatici (**toluene, etilbenzene, xileni**).

Per il **piombo (Pb)**, gli altri metalli tossici (**As, Ni, Cd**) e gli **idrocarburi policiclici aromatici (IPA)**, grazie ai nuovi strumenti, è possibile recuperare i filtri degli analizzatori di PM10 presenti nelle postazioni di Parco Cortonese, Ponte San Giovanni e Fontivegge e analizzarli in laboratorio.

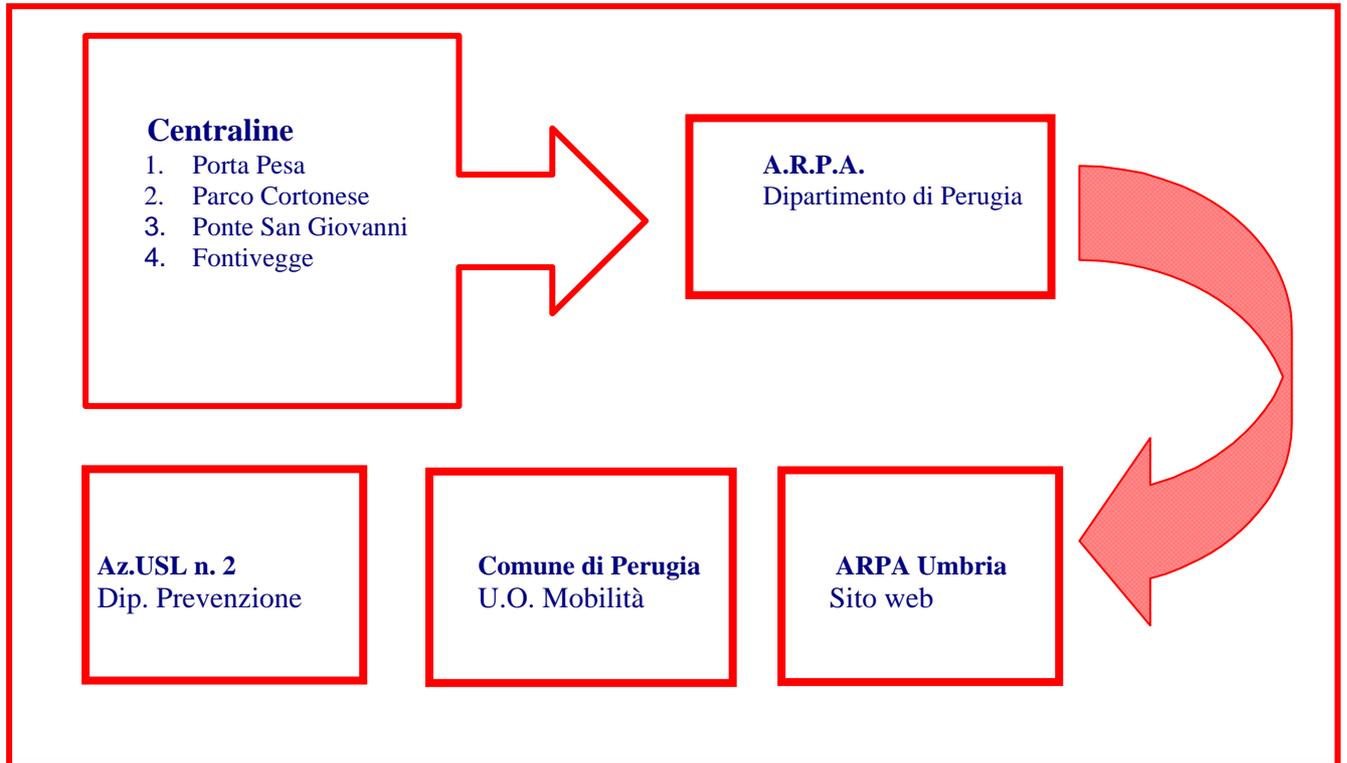
Nelle altre 6 postazioni viene rilevato il **benzene** con metodica non convenzionale (adsorbimento diffusivo con Radiello^R e successiva analisi gascromatografica) per ottenere una vera e propria mappa territoriale delle concentrazioni di questo inquinante nella città di Perugia, in accordo con le indicazioni fornite dal D.M. 20/05/91.

La posizione delle postazioni è stata scelta tenendo conto delle numerose variabili connesse alle condizioni del traffico, alla densità abitativa, alle caratteristiche orografiche e meteorologiche della città di Perugia.

La collocazione delle stazioni di monitoraggio può essere considerata ampiamente rappresentativa della complessa situazione della città, in quanto evidenzia chiaramente i diversi livelli di eventuale degrado della qualità dell'aria nelle diverse zone.



SCHEMA DI FLUSSO DEI DATI



Schema 1



Nel periodo di monitoraggio i dati rilevati sono stati validati, sintetizzati e inseriti giornalmente, entro le ore 10 del giorno successivo al completamento della sintesi, nel sito web di Arpa Umbria, con la seguente visualizzazione.




Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale dell'Umbria

ENTRA IN ARPA

- [L'Agenzia](#)
- [Informazioni al pubblico](#)
- [Qualità ambientale](#)
- [Autorità Ambientale](#)
- [Eventi](#)
- [Pubblicazioni](#)
- [Intranet / Extranet](#)

TEMI AMBIENTALI

- [Acqua](#)
- [Aria](#)
- [Energia](#)
- [Radiazioni](#)
- [Rifiuti](#)
- [Rischio tecnologico](#)
- [Rumore](#)
- [Suolo](#)

Aria

Bollettino della qualità dell'aria

I dati si riferiscono al giorno

(cliccare sulle stazioni e sul simbolo degli agenti inquinanti per visualizzare le descrizioni)

RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO

| cliccare sul nome delle stazioni o sul simbolo degli inquinanti per visualizzarne le schede descrittive | biossido di zolfo (SO ₂) (µg/m ³) media 24h | biossido di zolfo (SO ₂) (µg/m ³) max media 1h | biossido di azoto (NO ₂) (µg/m ³) max media 1h | ossido di carbonio (CO) (mg/m ³) max media mobile 8h | ozono (O ₃) (µg/m ³) max media mobile 8h limiti in vigore dal 2010 | ozono (O ₃) (µg/m ³) max media 1h limiti attuali | PM10 (µg/m ³) media 24h | PM2.5 (µg/m ³) media 24h | Clicca qui per dati su Benzene |
|---|---|--|--|--|---|---|---|--|--------------------------------|
| 1. Perugia - Parco Cortonese | 3,6 | 5 | 25 | 0,1 | 73 | 80 | 7 | 4 | |
| 2. Perugia - Ponte S. Giovanni | * | * | 44 | * | 69 | 77 | 12 | 6 | |
| 3. Perugia - Fontivegge | * | * | 109 | 1,9 | 64 | 76 | 21 | 17 | |
| 4. Foligno - Porta Romana | * | * | 13 | 0,3 | * | * | 11 | * | |
| 5. Spoleto - Piazza Vittoria | * | * | ** | 0,2 | * | * | 12 | 5 | |
| 6. Gubbio - Piazza 40 Martiri | * | * | 26 | 0,5 | 79 | 86 | 12 | * | |
| 7. Brufa di Torciano | * | * | 12 | * | 78 | 82 | 2 | * | |

- [Energia](#)
- [Radiazioni](#)
- [Rifiuti](#)
- [Rischio tecnologico](#)
- [Rumore](#)
- [Suolo](#)

ALTRE STAZIONI DI MONITORAGGIO

| Stazione | biossido di zolfo (SO ₂) (µg/m ³) media 24h | biossido di zolfo (SO ₂) (µg/m ³) media 1h | biossido di azoto (NO ₂) (µg/m ³) media 1h | ossido di carbonio (CO) (mg/m ³) media 8h | ozono (O ₃) (µg/m ³) media 8h limiti in vigore dal 2010 | ozono (O ₃) (µg/m ³) media 1h limiti attuali | PM10 (µg/m ³) media 24h | PM2.5 (µg/m ³) media 24h | Clicca qui per dati su Benzene |
|---------------------------------------|---|--|--|---|--|---|---|--|--------------------------------|
| Perugia-Porta Pesa | * | * | 125 | 0,9 | ** | ** | 23 | * | |
| Spoleto - S.to Chiodo | * | * | 50 | 1 | 63 | 66 | 54 | * | |
| M M 3 - Loc. Balanzano - Perugia | 0,4 | 2 | 45 | 0,6 | 63 | 67 | 20 | ** | |

(*) Nella stazione non è presente l'analizzatore dell'inquinante
(**) Dati non disponibili per manutenzione della strumentazione

Accanto ai dati è stata inserita una legenda per la loro interpretazione.



legenda

| | | | | |
|-------|-------------|----------|---------|---------|
| Buona | Accettabile | Scadente | Pessima | Allarme |
|-------|-------------|----------|---------|---------|

limiti

| Agenti inquinanti (cliccare sul simbolo per visualizzare le caratteristiche generali degli agenti) | | Entro Soglia Valutazione Inf. | Entro Limite | Superiore al limite | Limite per l'anno 2007 | Superiore Livello di Allarme |
|---|---|-------------------------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------------|
| SO ₂ | biossido di zolfo (µg/m ³) media 24h | ≤ 50 | ≤ 125 | >125 | | |
| SO ₂ | biossido di zolfo (µg/m ³) media 1h | ≤ 50 | ≤ 350 | >350 | | >500* |
| NO ₂ | biossido di azoto NO ₂ (µg/m ³) media 1h | ≤ 100 | ≤ 200 | 201-230 | >230 | >400* |
| CO | ossido di carbonio (mg/m ³) media 8h | ≤ 5 | ≤ 10 | >10 | | |
| PM10 | Polveri sottili (µg/m ³) media 24h | ≤ 20 | ≤ 50 | >50 | | |

* I livelli di Allarme per SO₂ e NO₂ sono individuati sulla media di 3h

Nota: fatta eccezione per l'ossido di carbonio (CO), la normativa prevede per ciascun inquinante un numero massimo di superamenti annui (DM 60/2002)

limiti ozono

| Limiti media 1 h | Soglia di informazione ⁽¹⁾ media 1 h | Soglia di allarme ⁽²⁾ media 1 h |
|---|---|--|
| O ₃ ozono (µg/m ³) | 180 | 240 |

Da novembre 2005 in seguito al “protocollo d’intesa per la riduzione degli inquinanti in atmosfera”, siglato dalla Regione Umbria, le Province di Perugia e Terni e i Comuni di Perugia, Terni e Spoleto, è stato attivato il sito web www.spolveriamolaria.it, dove ogni giorno Arpa Umbria riporta i dati di sintesi giornalieri sugli inquinanti rilevati, una valutazione di sintesi della qualità dell’aria e la previsione per i tre giorni successivi, espressa con *emoticon* che rendono immediata la lettura della situazione del particolato PM10.

The screenshot shows the website layout for Spolveriamolaria. At the top, there are logos for Regione Umbria and ARPA Umbria. The main navigation bar includes: HOME | SPOLVERIAMOLARIA | AMBIENTE E SALUTE | QUALITÀ DELL'ARIA E METEO. A sidebar on the left contains a menu with items like 'SPOLVERIAMOLARIA', 'AMBIENTE E SALUTE', and 'QUALITÀ DELL'ARIA E METEO'. The main content area features a giraffe illustration with the text 'Aria: cosa respiri oggi?'. To the right, there is a section titled 'Qualità dell'aria' which includes a table of PM10 values for various stations in Perugia and the province as of 26/03/2009.

| Stazioni | PM10 |
|--------------------------------|------|
| 1. Perugia - Parco Cortonese | 24 |
| 2. Perugia - Ponte S. Giovanni | 36 |
| 4. Foligno - Porta Romana | 26 |
| 5. Spoleto - Piazza Vittoria | 22 |
| 6. Gubbio - Piazza 40 Martiri | 32 |



RISULTATI

La rete di rilevamento della qualità dell'aria nel comune di Perugia, anche nel 2009, ha ottenuto più del 90% di dati validi sul totale dei dati rilevati, con una percentuale media del 95%. È stato quindi rispettato l'obiettivo richiesto dalla normativa in applicazione delle direttive comunitarie in materia di qualità dell'aria (>90%, in base al D.M. 60 del 2002).

Biossido di azoto (NO₂)

L'elaborazione dei dati di NO₂ raccolti nelle postazioni di Parco Cortonese e Ponte San Giovanni mostra che sono stati rispettati i "valori limite + margine di tolleranza", così come i limiti in vigore dal 2010. Nelle postazioni di Fontivegge e Porta Pesa, invece, è stato rilevato il superamento sia del limite della media annuale, sia del limite della media oraria (con, rispettivamente, 7 e 1 superamenti del "limite + margine di tolleranza" e 23 e 1 superamenti del "limite 2010").

Nelle tabelle seguenti si riportano i limiti stabiliti dal D.M. 60 e i valori riscontrati nelle singole postazioni, confrontati con i limiti relativi.

| PARAMETRO BISSIDO DI AZOTO – NO₂ | | | | |
|--|----------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| LIMITI | VALORI LIMITE | VALORI LIMITE+ MARGINE TOLLERANZA | SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE | SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE |
| ELABORAZIONE | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ |
| Media annuale | 40 | 42 | 26 | 32 |
| Max media 1h | 200 | 210 | 100 | 140 |
| Superamenti concessi | 18 | | | |

Tabella 1



| PARAMETRO BISSIDO DI AZOTO – NO₂ | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>POSTAZIONE</i> | CORTONESE | FONTIVEGGE | P.S.GIOVANNI | PORTA PESA |
| ELABORAZIONE | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Media annuale | 32 | 74 | 33 | 56 |
| Max media 1h | 160 | 264 | 175 | 206 |
| Media annuale (2010) | Rispettata | Superata | Rispettata | Superata |
| Media annuale + margine tolleranza | Rispettata | Superata | Rispettata | Rispettata |
| Superamenti limite media 1h | 0 | 32 | 0 | 1 |
| Superamenti limite + margine tolleranza | 0 | 19 | 0 | 0 |

Tabella 2

Nei grafici seguenti sono riportate le elaborazioni annuali e orarie dei rilevamenti effettuati nelle postazioni, confrontate con i “limiti + margini di tolleranza” e con i “limiti 2010”. L'andamento dei valori nelle postazioni nel periodo 2000–2009 è stato messo a confronto con l'evoluzione dei limiti.

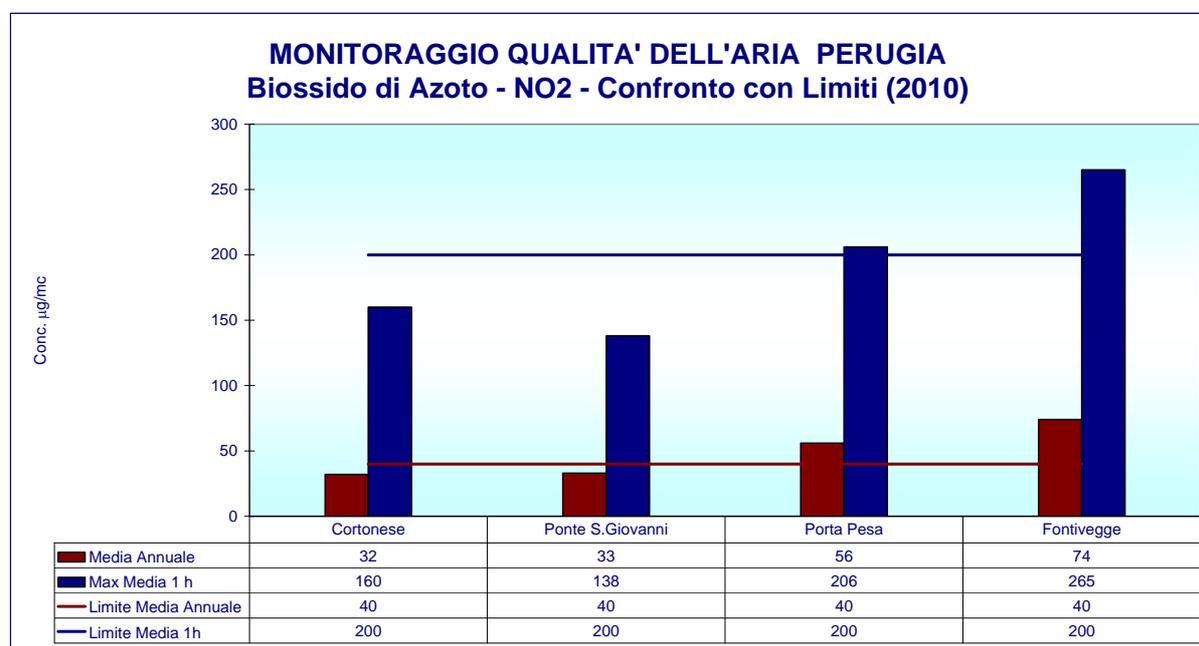


Grafico 1



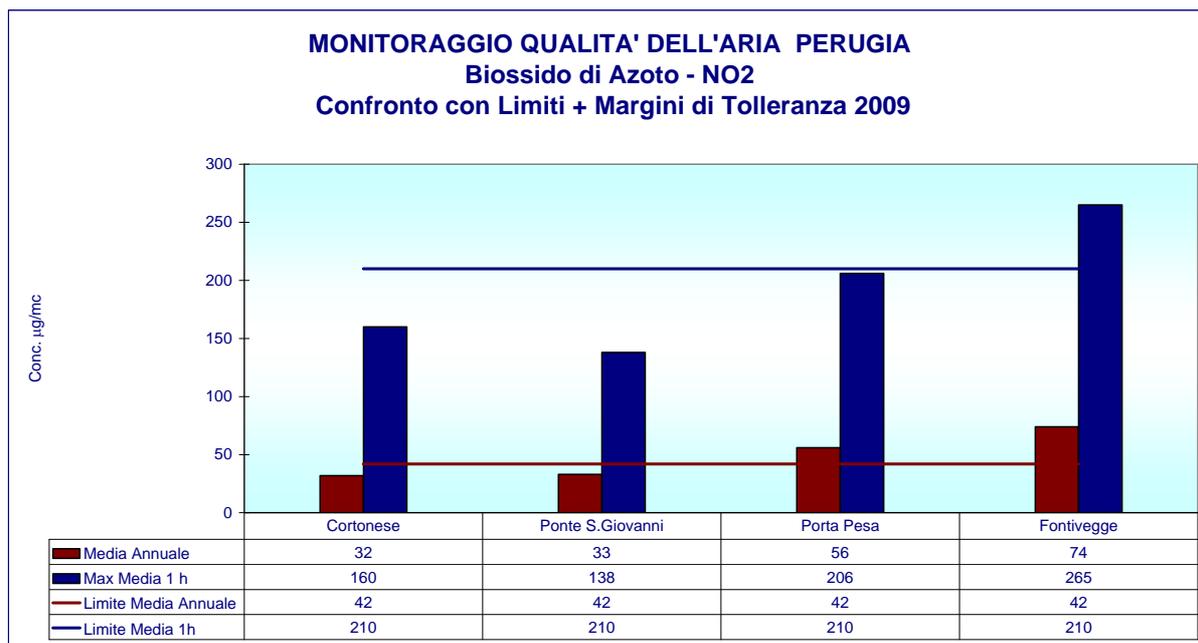


Grafico 2

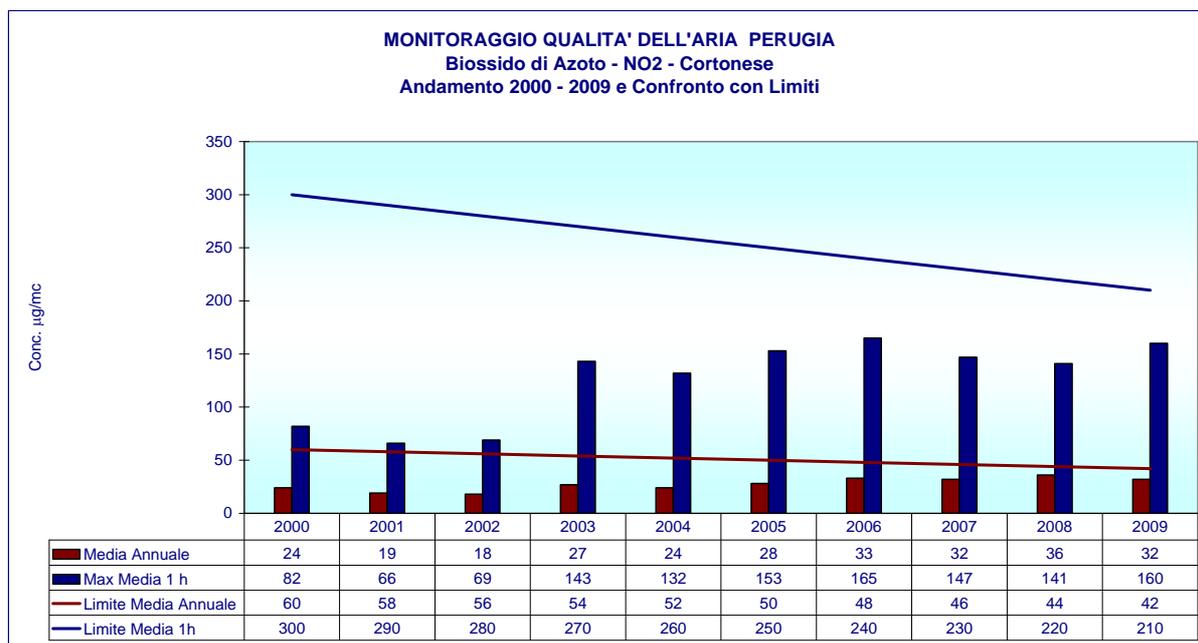


Grafico 3



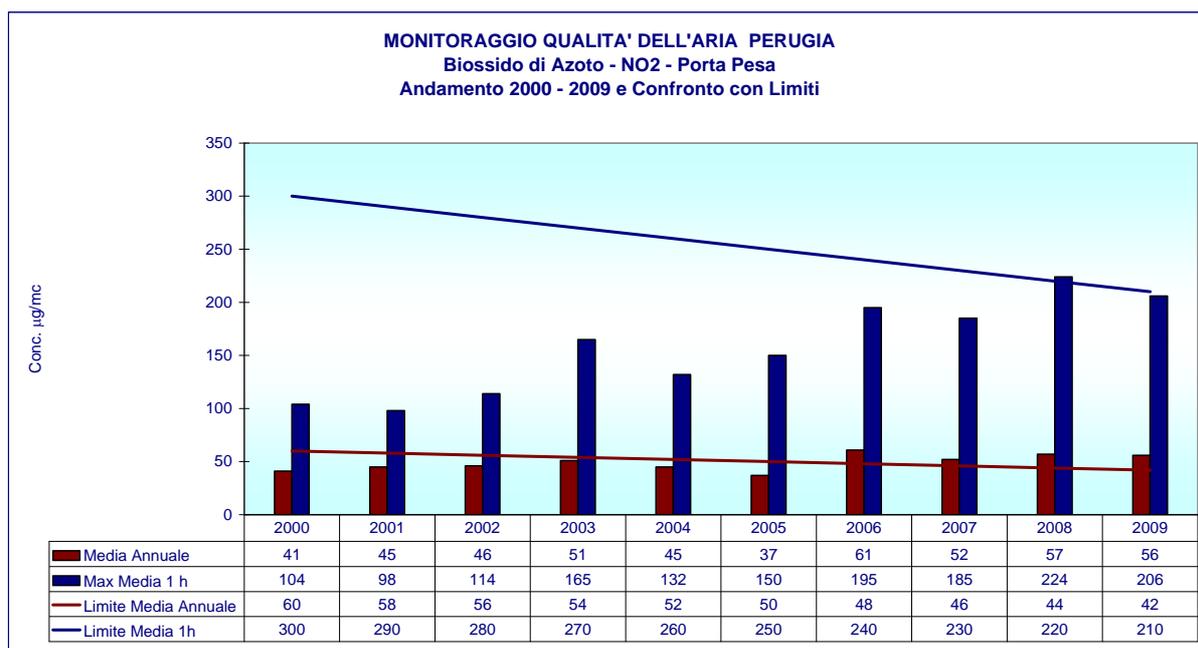


Grafico 4

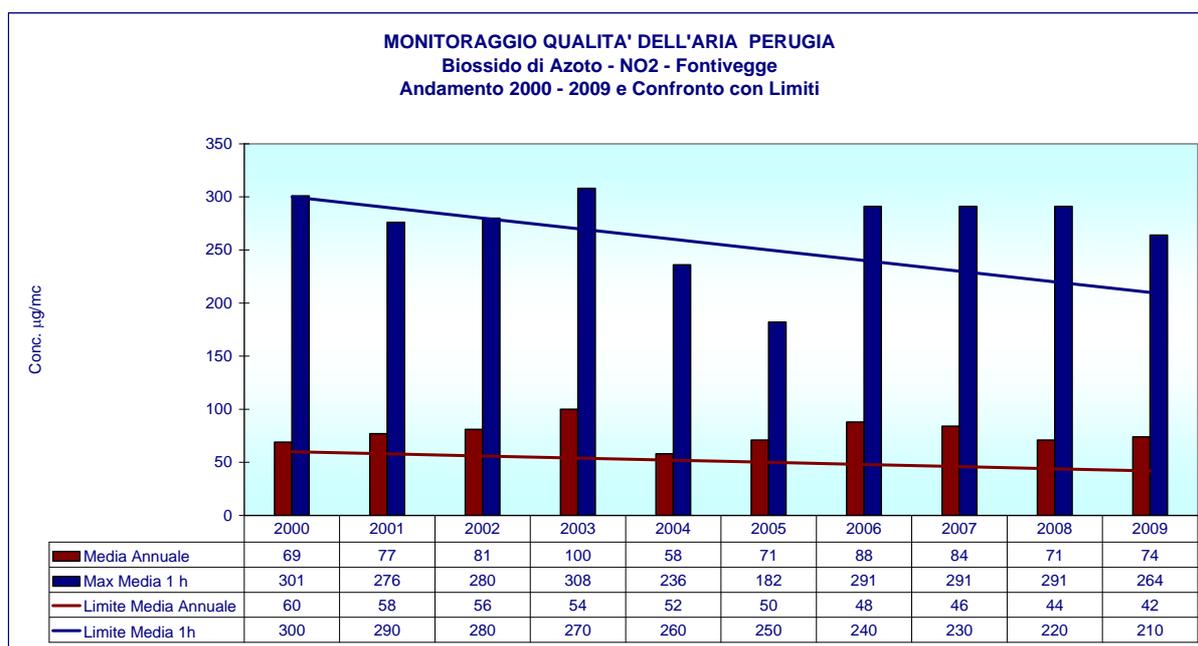


Grafico 5



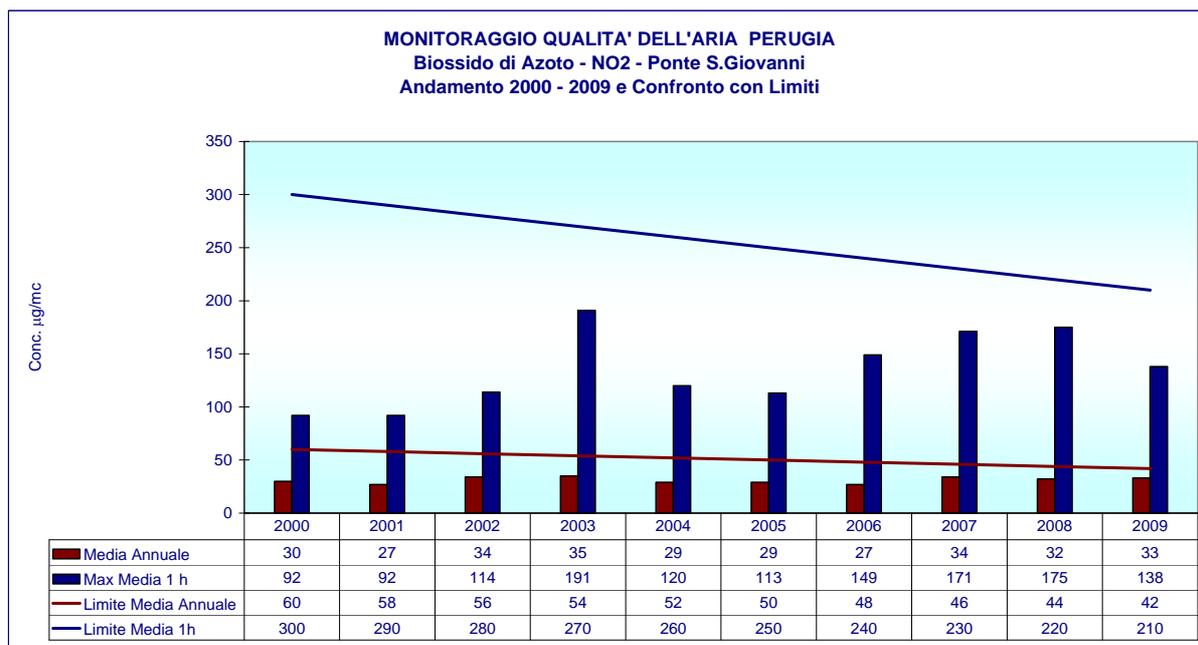


Grafico 6



Monossido di carbonio (CO)

Per quanto riguarda il monossido di carbonio, il limite della media di 8 ore, in vigore dal 2005, viene rispettato in tutte le postazioni. La media mobile di 8 ore non raggiunge mai la soglia di valutazione superiore e neppure la soglia di valutazione inferiore.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i limiti e i valori registrati per ogni postazione.

| LIMITE | VALORE LIMITE | SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE | SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE |
|---------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ELABORAZIONE | mg/m ³ | Mg/m ³ | mg/m ³ |
| Max media 8h | 10 | 5 | 7 |

Tabella 3

| PARAMETRO MONOSSIDO DI CARBONIO – CO | | | | |
|---|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| POSTAZIONE | CORTONESE | FONTIVEGGE | P.S.GIOVANNI | PORTA PESA |
| ELABORAZIONE | mg/m ³ | mg/m ³ | mg/m ³ | mg/m ³ |
| Max media 8h | 2,1 | 3,8 | - | 1.6 |
| Superamenti limite | 0 | 0 | - | 0 |

Tabella 4

Nei grafici seguenti sono riportati i valori delle tre postazioni, confrontati con i limiti, e l'andamento 2000–2009, comparato con l'evoluzione dei limiti stessi.



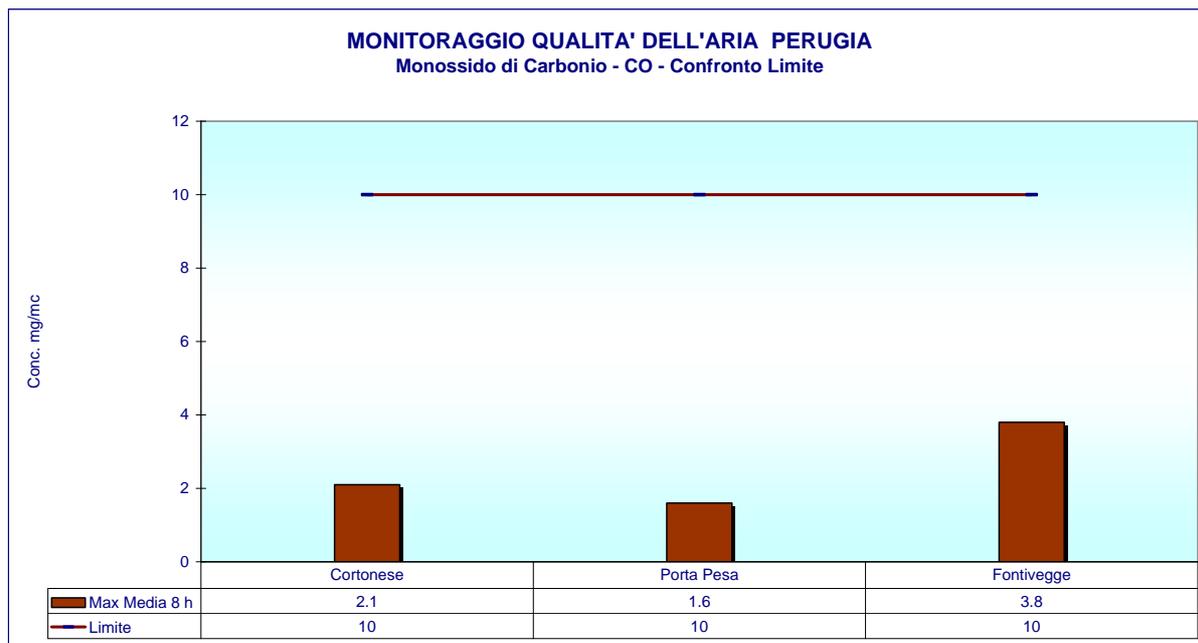


Grafico 7

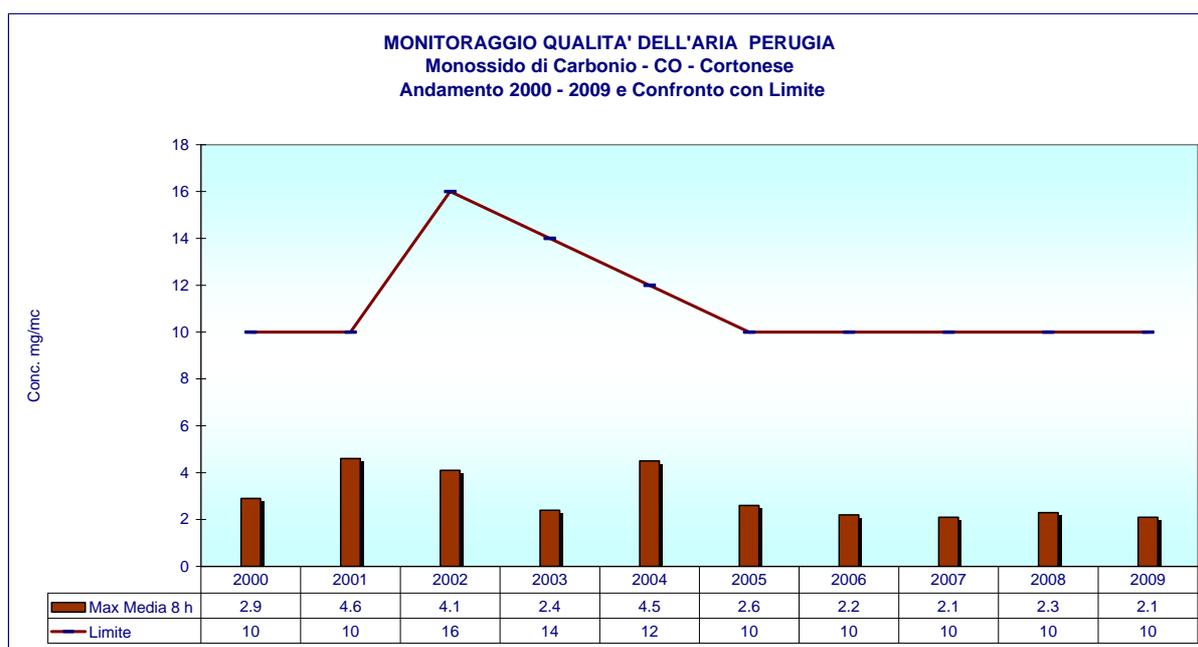


Grafico 8



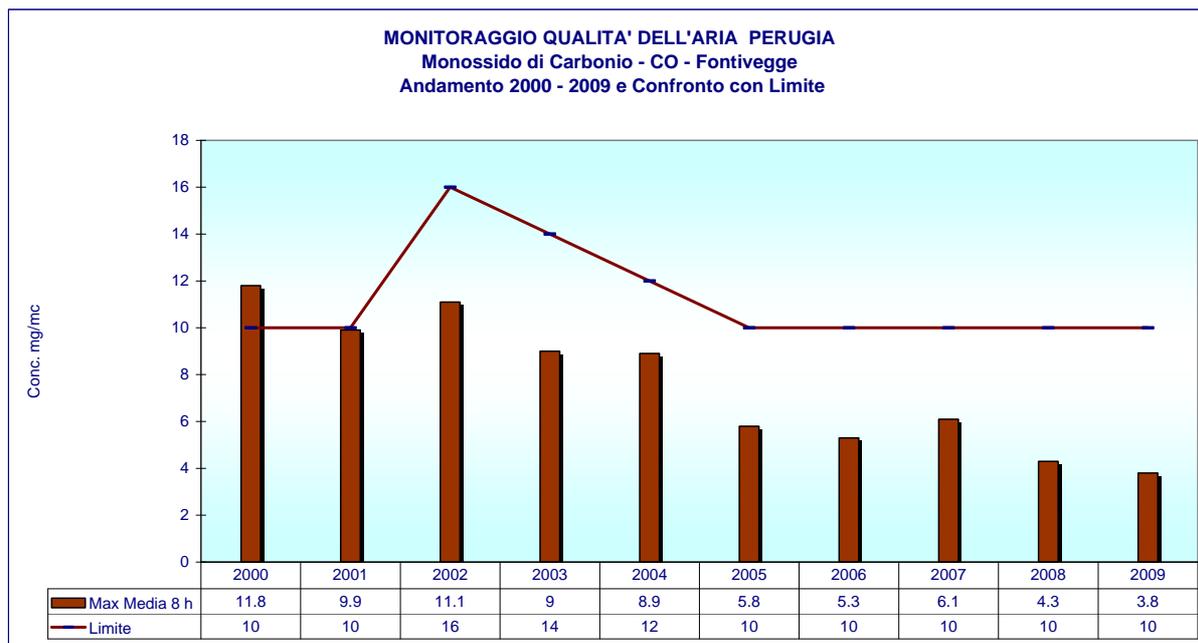


Grafico 9

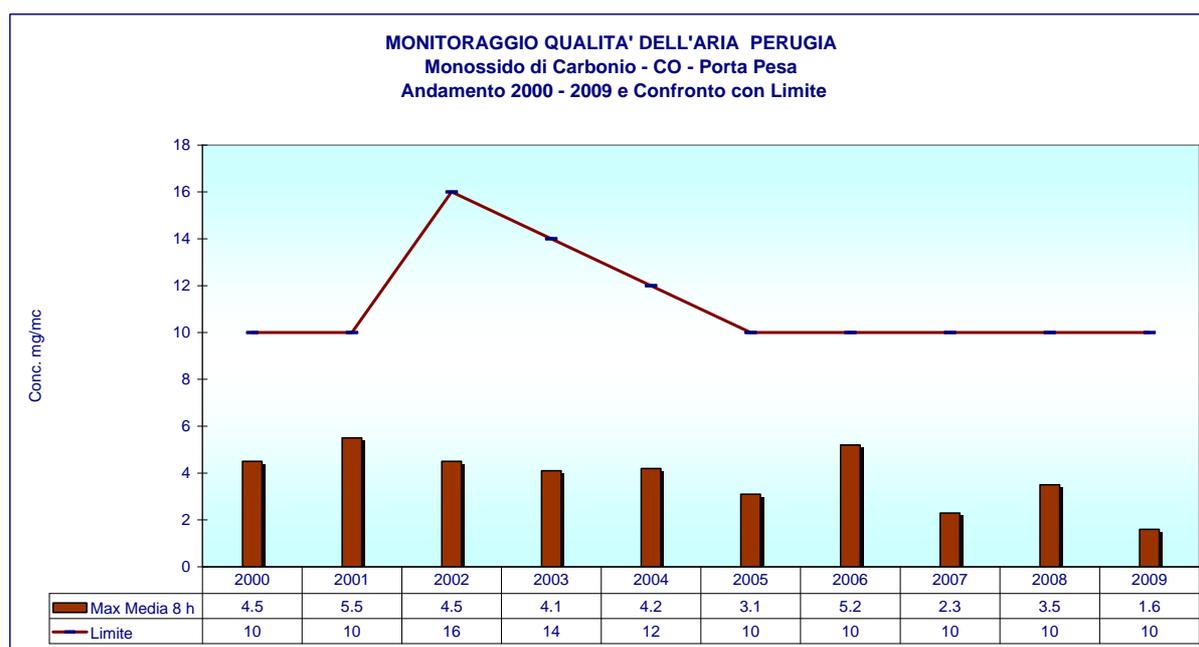


Grafico 10



Ozono (O₃)

Le concentrazioni per la media oraria rilevate nelle tre postazioni di Parco Cortonese, Ponte San Giovanni e Fontivegge si sono mantenute quasi sempre entro le soglie di informazione e di allarme (soglia di informazione superata solo un giorno a Ponte San Giovanni), mentre è risultato superato il valore limite della media mobile trascinata di 8 ore (valore bersaglio). Il limite della media annuale (per la protezione dei beni materiali), invece, è stato superato di poco a Ponte San Giovanni e a Parco Cortonese. Per una valutazione più completa, l'area di Perugia ha ora a disposizione la stazione di fondo rurale di Brufa di Torgiano.

Nella tabella che segue si riportano le elaborazioni delle medie di 1h, di 8h e di 24h.

| PARAMETRO OZONO – O₃ | | | |
|---|---------------|---|----------------------------|
| ELABORAZIONE | LIMITI | VALORI LIMITE | SOGLIA INFORMAZIONE |
| | | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Max media 1 h (Prot. popolazione) | | 120 | 180 |
| Max Media (Mobile) 8 h (Valore bersaglio) | | | 240 |
| Superamenti ammessi media mobile 8 h | | 25 | |
| Media annuale (Prot. beni materiali) | | 40 | |
| AOT40 (Protezione vegetazione valore bersaglio) | | 18.000 $\mu\text{g}/\text{mch}$ | |

Tabella 5

| PARAMETRO OZONO – O₃ | | | |
|---|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| ELABORAZIONE | POSTAZIONE | CORTONESE | FONTIVEGGE |
| | | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Max media 1 h | | 188 | 123 |
| Superamenti soglia inf. (Prot. popolazione) | | 2 | 0 |
| Max media (mobile) 8 h (Prot. popolazione) | | 165 | 116 |
| Superamenti | | 30 | 0 |
| Media annuale (Prot. beni materiali) | | 54 | 38 |
| AOT40 (Protezione vegetazione valore bersaglio) | | 19.875 | 3.547 |
| | | | 19.006 |

Tabella 6



Nei grafici che seguono si riportano i valori rilevati, confrontati con i limiti, e l'andamento dei valori registrati nel periodo 2000–2009, raffrontati con l'evoluzione dei limiti stessi.

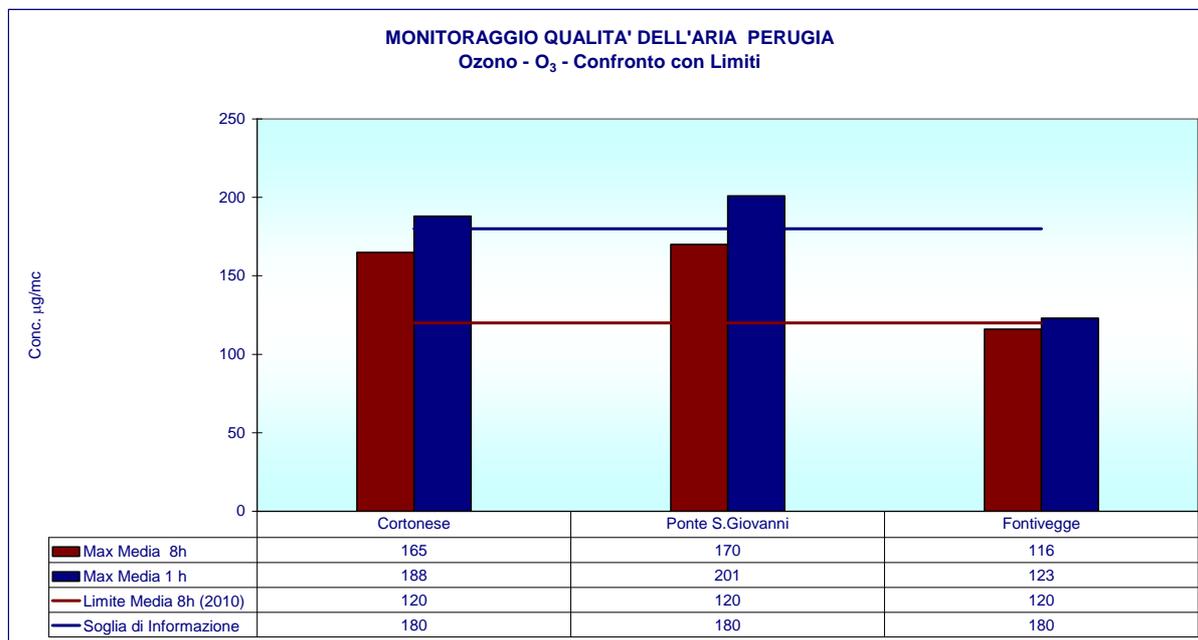


Grafico 11

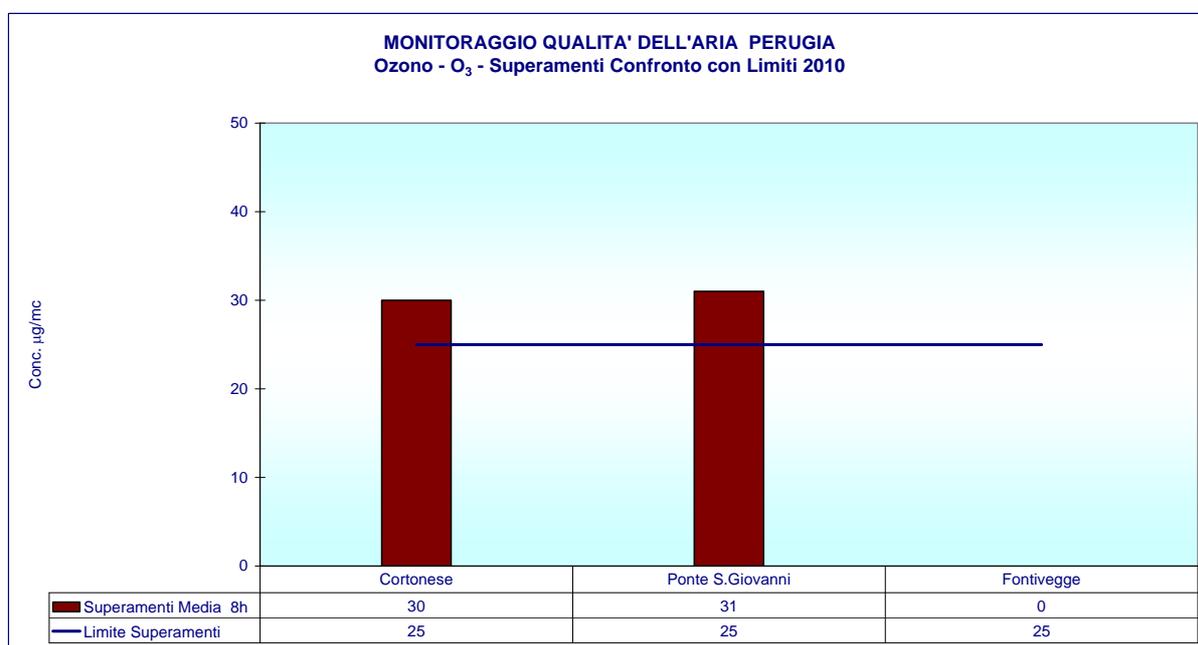


Grafico 12



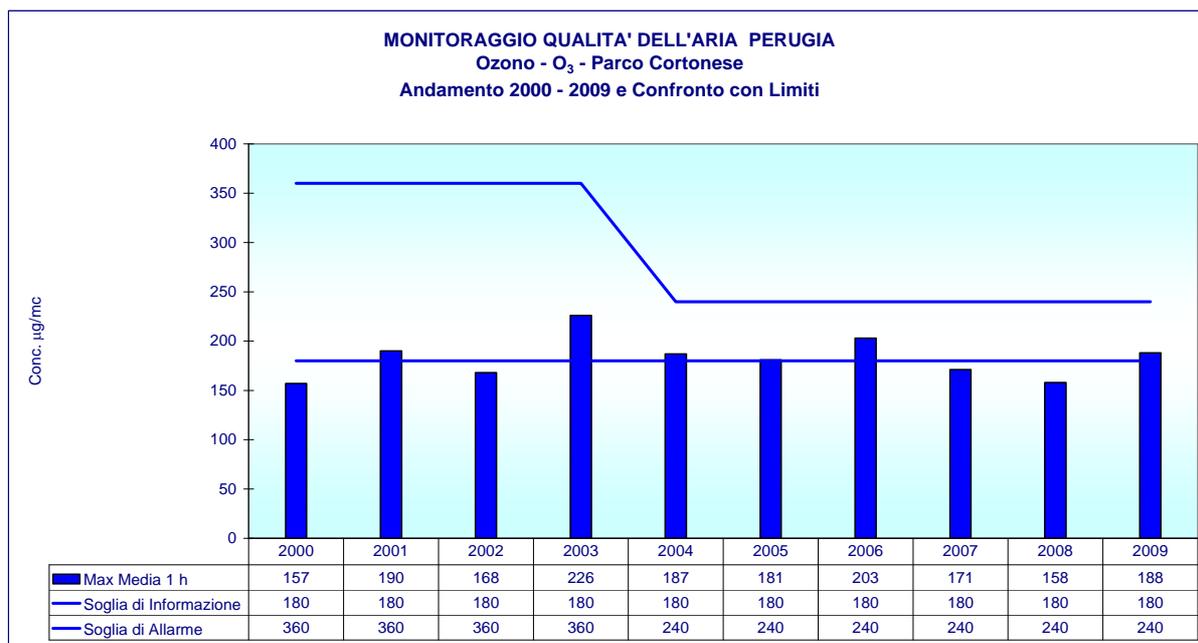


Grafico 13

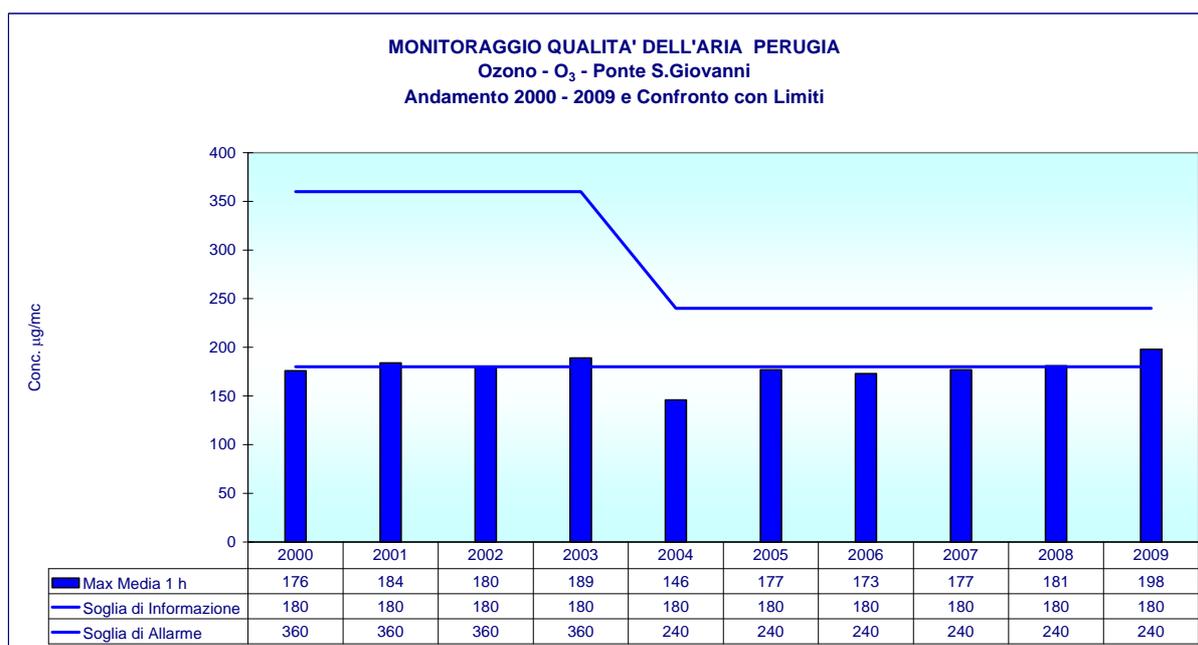


Grafico 14



Biossido di zolfo (SO₂)

I valori delle concentrazioni riscontrate per tale inquinante sono risultati ampiamente al di sotto dei valori limite. Valori di oltre un ordine di grandezza inferiore alle soglie di valutazione confermano la scarsa influenza di questo inquinante sulla qualità dell'aria nel comune di Perugia.

| PARAMETRO BISSIDO DI ZOLFO - SO₂ | | | | |
|--|--------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| LIMITI | VALORI LIMITE | VALORI LIMITE+ MARGINE TOLLERANZA | SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE | SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE |
| ELABORAZIONE | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Media annuale | 20 | | 8 | 12 |
| Max media 24 h | 125 | | 50 | 75 |
| Max media 1h | 350 | 350 | | |
| Max media 3 h | 500 | | | |
| Soglia di allarme | | | | |

Tabella 7

| PARAMETRO BISSIDO DI ZOLFO – SO₂ | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| POSTAZIONE | CORTONESE | FONTIVEGGE | P.S.GIOVANNI | PORTA PESA |
| ELABORAZIONE | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Media annuale | 1,5 | - | - | - |
| Max media 24h | 8 | - | - | - |
| Max media 3h | 20 | - | - | - |
| Superamenti limite | 0 | | | |

Tabella 8



Nei grafici che seguono si riportano i valori della tabella n. 8, confrontati con i limiti, e l'andamento degli anni 2000-2009, comparati con l'evoluzione dei limiti stessi.

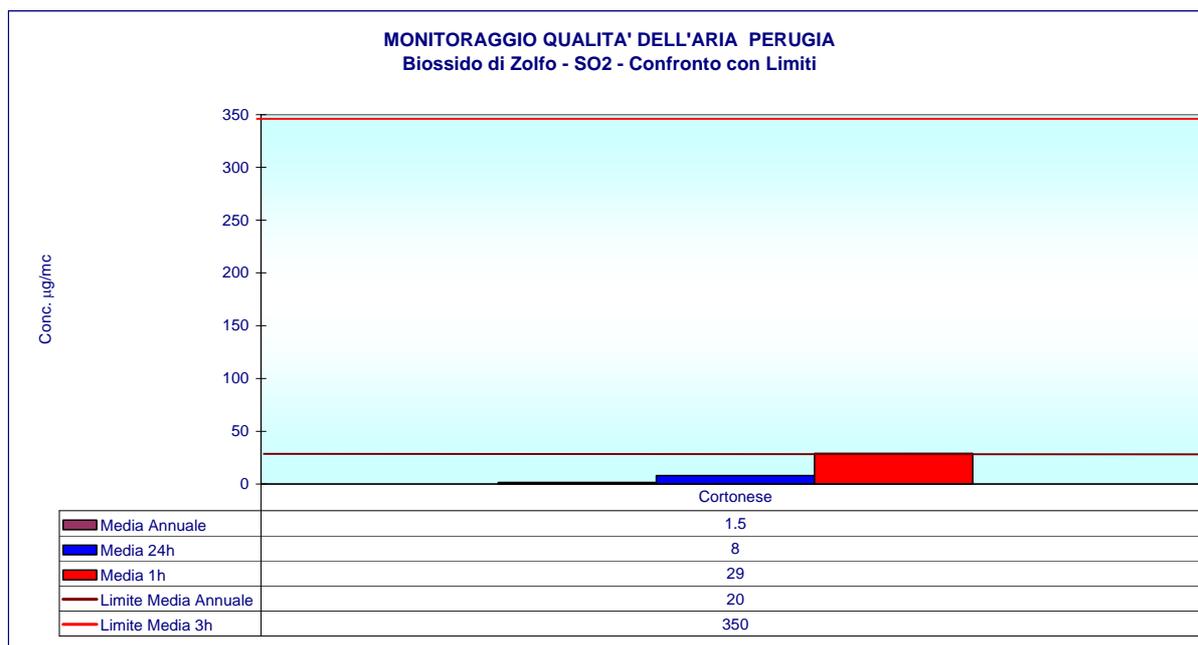


Grafico 15

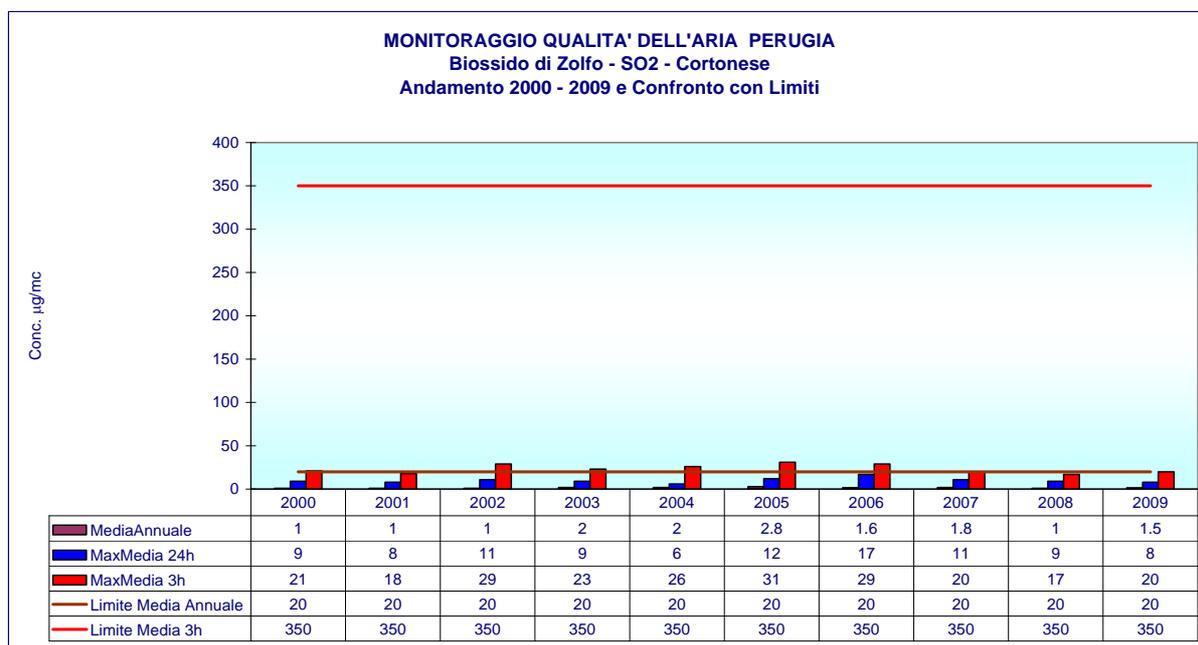


Grafico 16



Particolato PM10

Per quanto riguarda le frazioni respirabili del particolato sospeso con diametro inferiore a 10 μm (PM10), in tutte le postazioni è stato rispettato il limite della media annuale e solo nel caso di Fontivegge i valori si sono avvicinati al limite.

È risultato invece oltrepassato il numero di superamenti del valore limite della media di 24 ore nella postazione di Fontivegge, con 63 superamenti a fronte dei 35 consentiti. In tutte le altre postazioni i valori si sono mantenuti entro i limiti.

| PARAMETRO PARTICOLATO PM10 | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| LIMITI | VALORI LIMITE | SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE | SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE |
| ELABORAZIONE | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Media annuale | 40 | 10 | 14 |
| Max media 24 h | 50 | 20 | 30 |
| Superamenti | 35 | | |

Tabella 9

| PARAMETRO PARTICOLATO PM10 | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| POSTAZIONE | CORTONESE | FONTIVEGGE | P.S.GIOVANNI | PORTA PESA |
| ELABORAZIONE | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Media annuale | 24 | 40 | 28 | 17 |
| Superamenti limite | 14 | 63 | 27 | 1 |

Tabella 10

Nei grafici che seguono vengono riportati i valori per le quattro postazioni in cui si è rilevato il PM10 - confrontati con il limite annuale e quello dei superamenti della media di 24 ore - l'andamento degli anni 2000-2009 nelle postazioni di Fontivegge e Ponte S.Giovanni e l'andamento degli anni 2005-2009 nelle postazioni di Parco Cortonese e Porta Pesa, confrontati con l'evoluzione dei limiti.



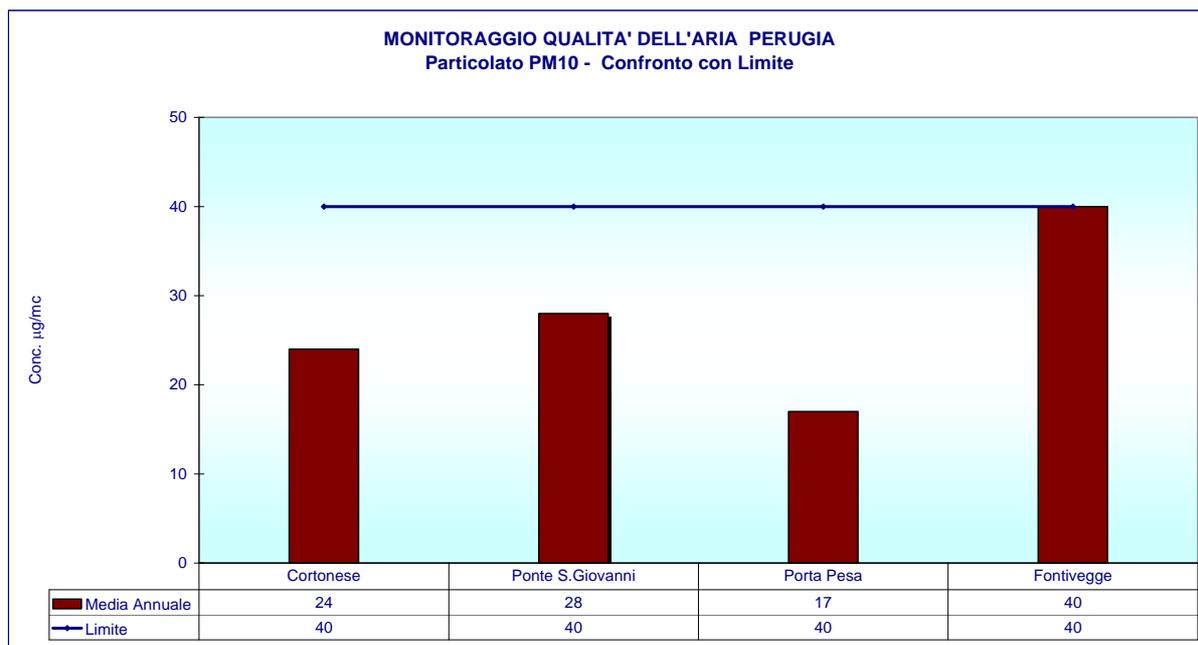


Grafico 17

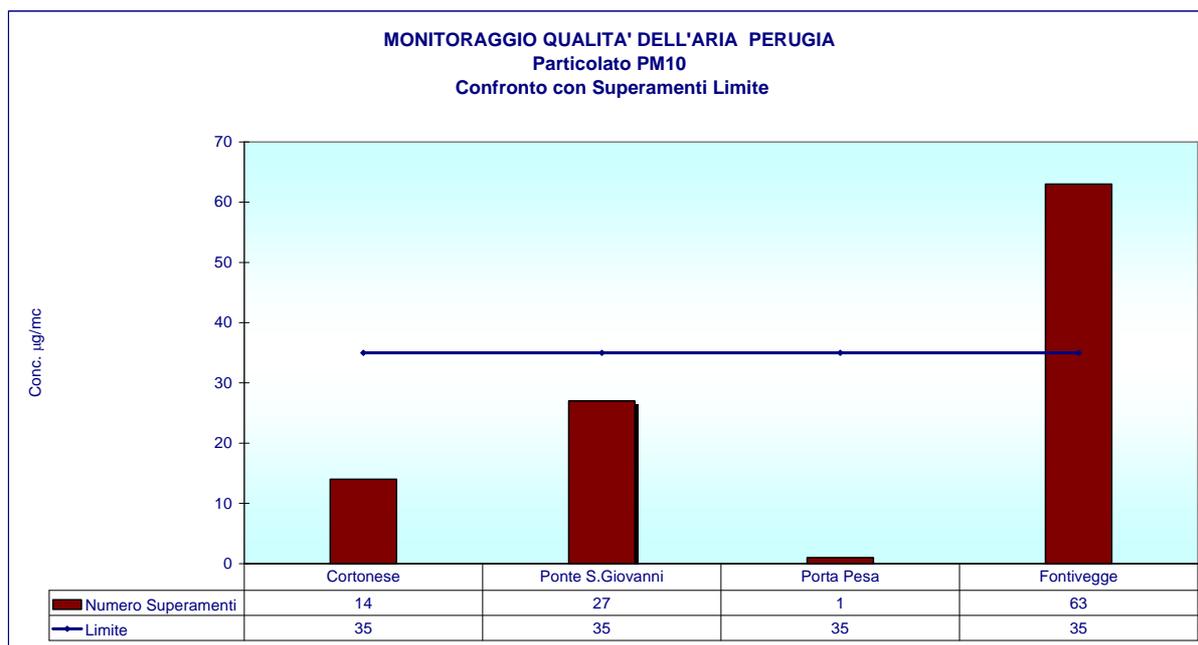


Grafico 18



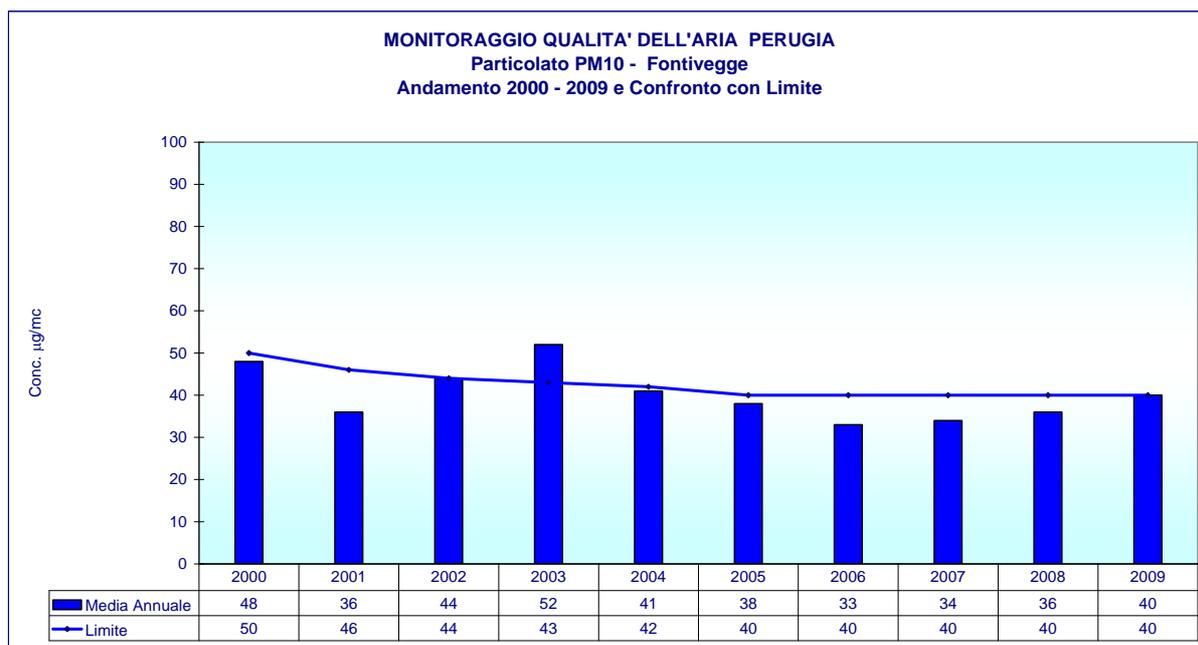


Grafico 19

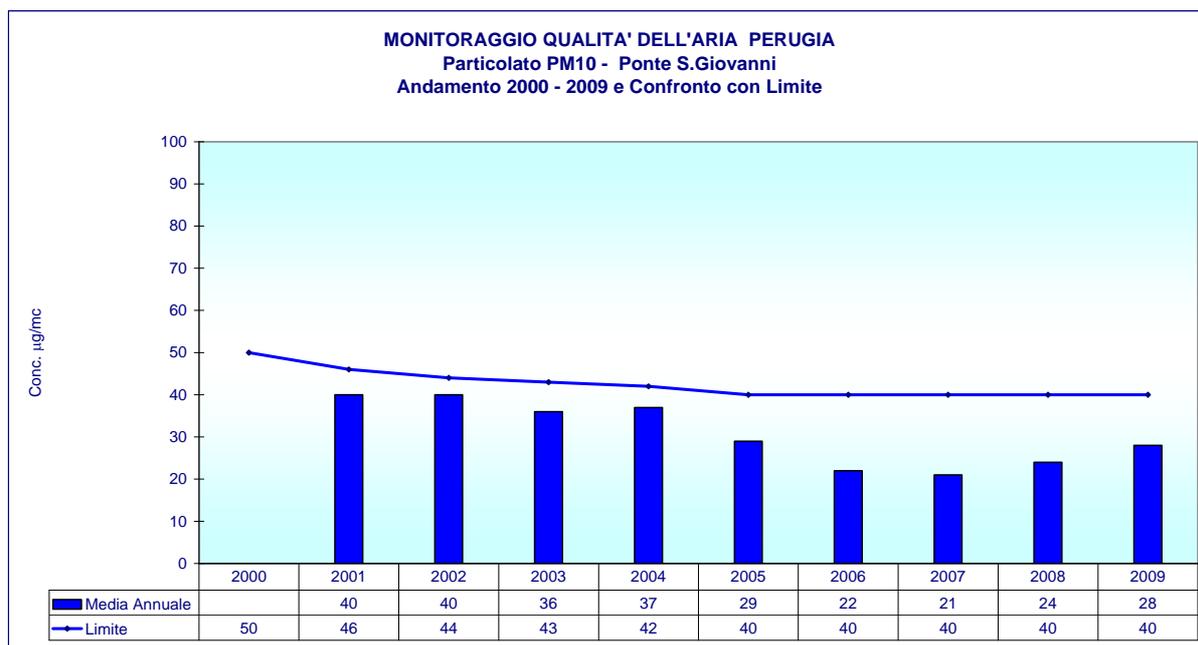


Grafico 20



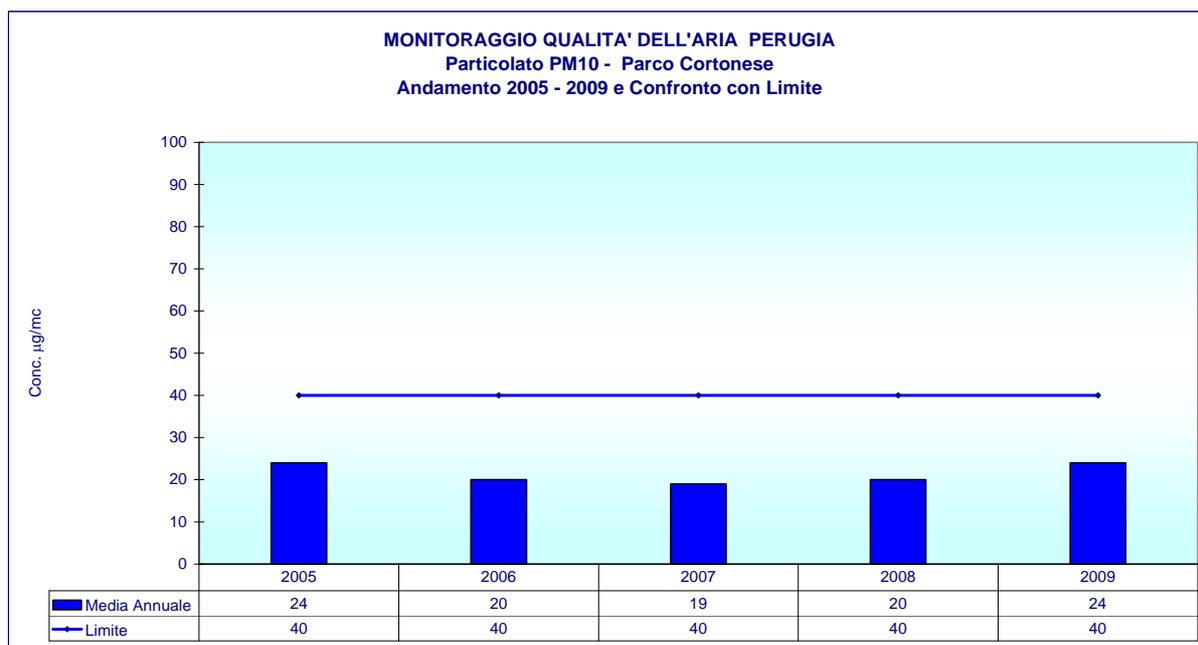


Grafico 21

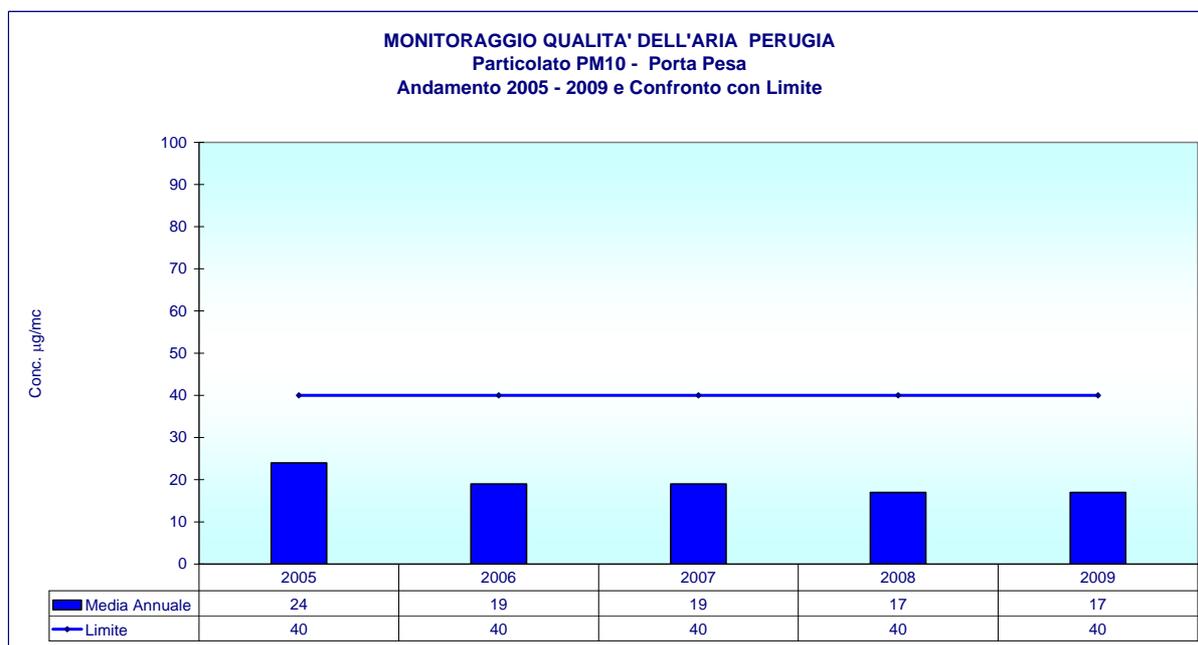


Grafico 22



Particolato PM 2.5

A partire da febbraio 2008, nella postazione di Fontivegge e nelle postazioni di Parco Cortonese e Ponte San Giovanni è iniziato il rilevamento del particolato PM2.5, mediante analizzatori in continuo con verifica di taratura per via gravimetrica.

Per questo parametro si riportano i limiti e le soglie di valutazione proposte dalla direttiva 2008/50/CE “relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa” e i risultati ottenuti nelle tre postazioni.

I dati rilevati mostrano già oggi il rispetto del limite proposto per il 2020 nelle postazioni di Parco Cortonese e Ponte San Giovanni, mentre a Fontivegge i valori sono prossimi al limite individuato per il 2015.

| PARAMETRO PARTICOLATO PM 2.5 | | | | | |
|--------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| LIMITE 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 | 29 | 25 | 20 | 7 | 10 |

Tabella 11

| PARAMETRO PARTICOLATO PM 2.5 | | | |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| POSTAZIONE ELABORAZIONE | CORTONESE | FONTIVEGGE | P.S.GIOVANNI |
| | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Media annuale | 11 | 24 | 18 |

Tabella 12

Nei grafici che seguono si riportano rispettivamente i dati del 2009, rapportati ai limiti individuati dalla direttiva 2008/50/CE, e il confronto delle medie annuali tra il 2005 e il 2009, per la postazione di Fontivegge, e tra il 2008 e il 2009 per Parco Cortonese e Ponte San Giovanni, con i limiti previsti per il 2015 e per il 2020.



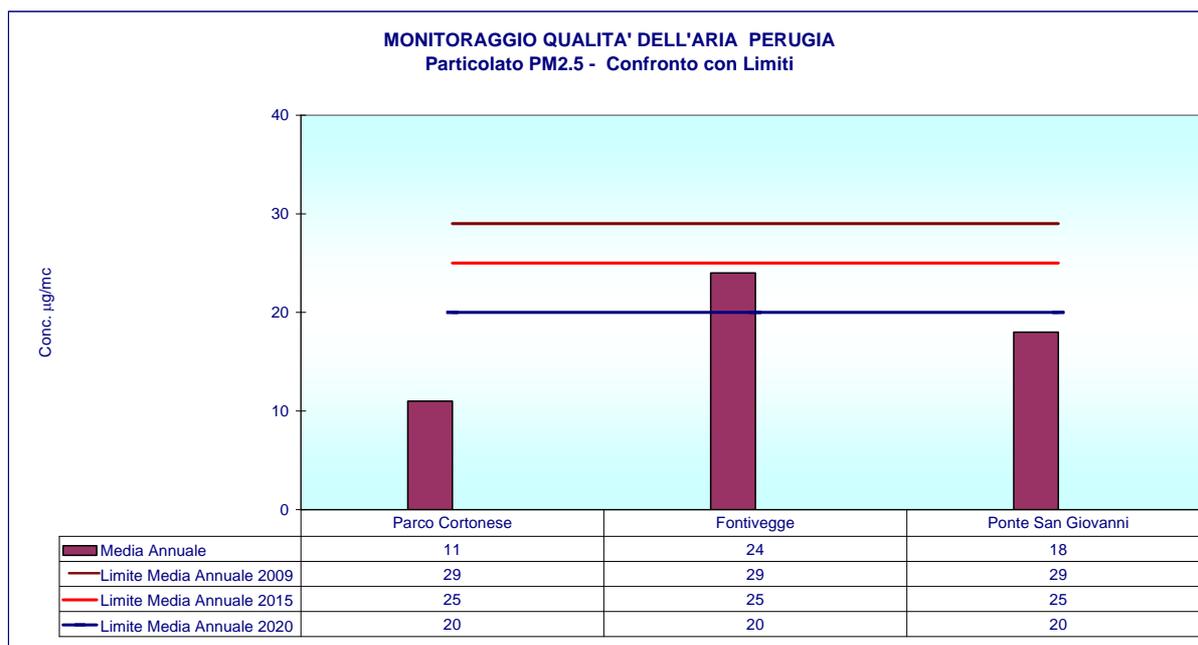


Grafico 23

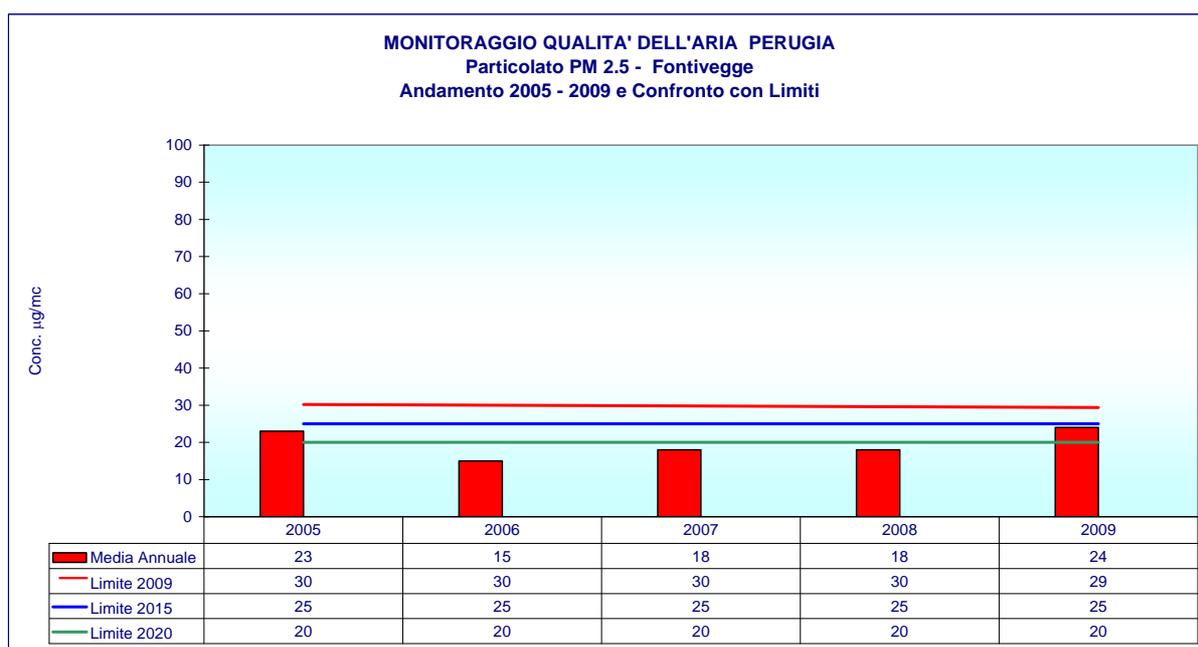


Grafico 24



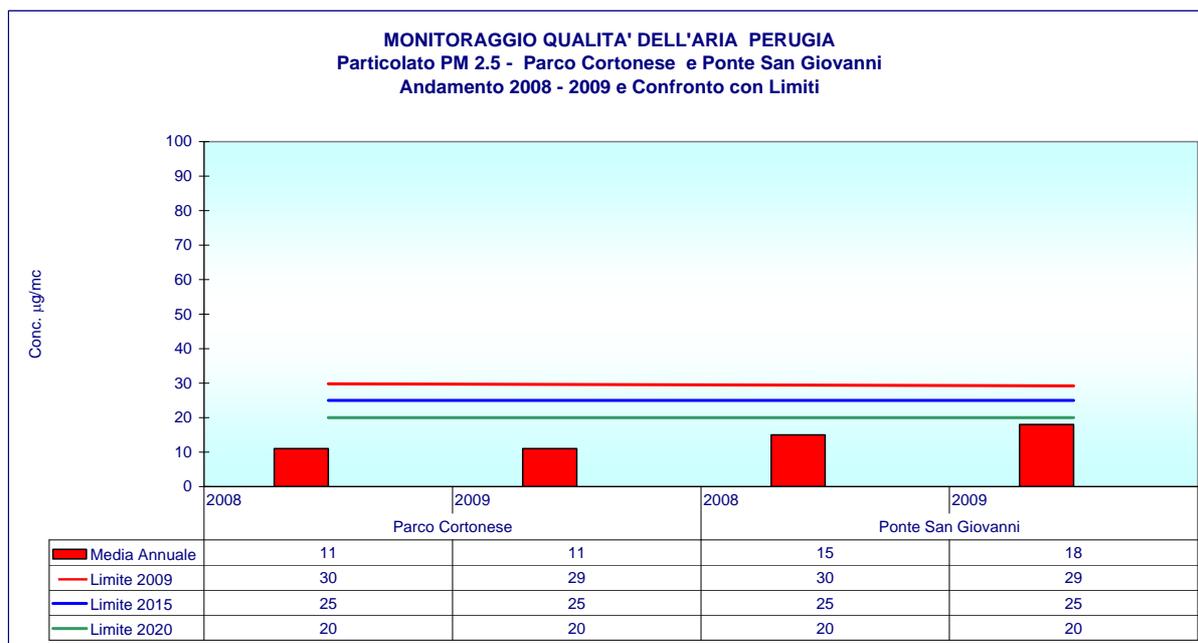


Grafico 25



Benzene

I valori di concentrazione del benzene risultano ancora in graduale diminuzione e, in tutte le postazioni, si mantengono entro i limiti stabiliti per il 2010.

Questo andamento è riportato nella tabella e nel grafico seguenti.

| PARAMETRO BENZENE | | | | |
|---------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <i>LIMITI</i> | VALORE LIMITE | VALORE LIMITE+ MARGINE TOLLERANZA | SOGLIA VALUTAZIONE INFERIORE | SOGLIA VALUTAZIONE SUPERIORE |
| <i>ELABORAZIONE</i> | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Media annuale | 5 | 6 | 2 | 3.5 |

Tabella 13

| PARAMETRO BENZENE – C ₆ H ₆ | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>POSTAZIONE</i> | <i>CORTONESE</i> | <i>FONTIVEGGE</i> | <i>P.S.GIOVANNI</i> | <i>PORTA PESA</i> |
| <i>ELABORAZIONE</i> | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Media annuale | 0,9 | 3,1 | 1,6 | 1,6 |
| Superamento limite | No | No | No | No |
| Superamenti limite + margine tolleranza | No | No | No | No |

Tabella 14

Nei grafici che seguono sono riportati i dati delle postazioni fisse, confrontati con i limiti a lungo termine, e l'andamento delle medie negli anni 2000–2009, confrontati con l'evoluzione dei limiti.



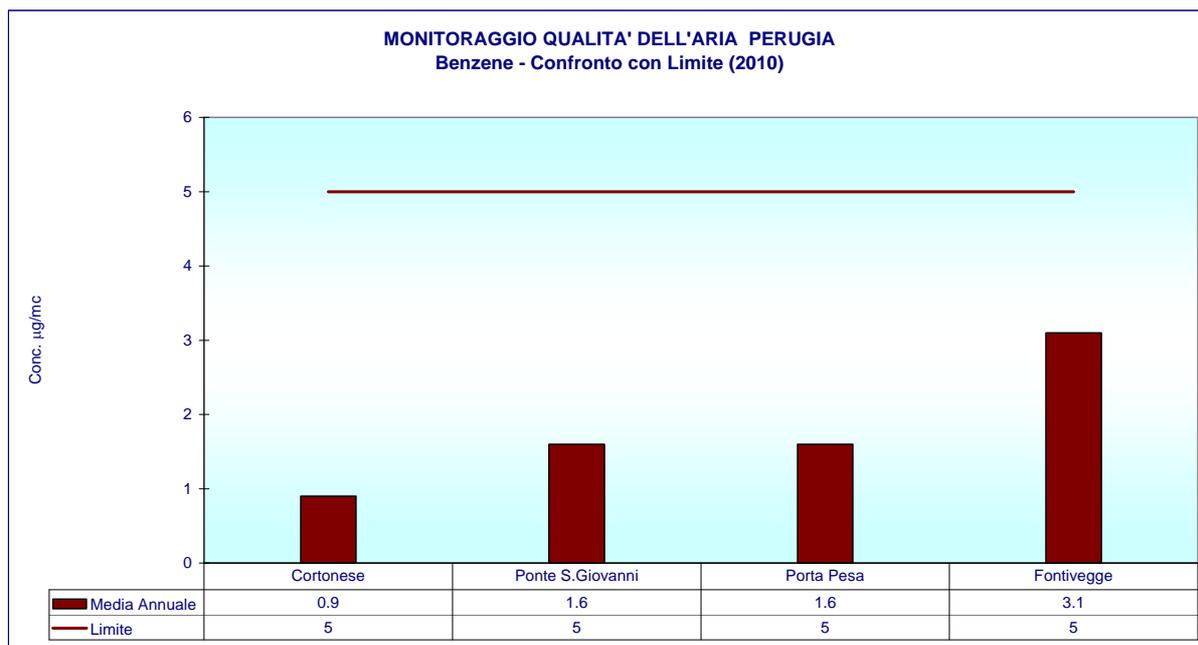


Grafico 26

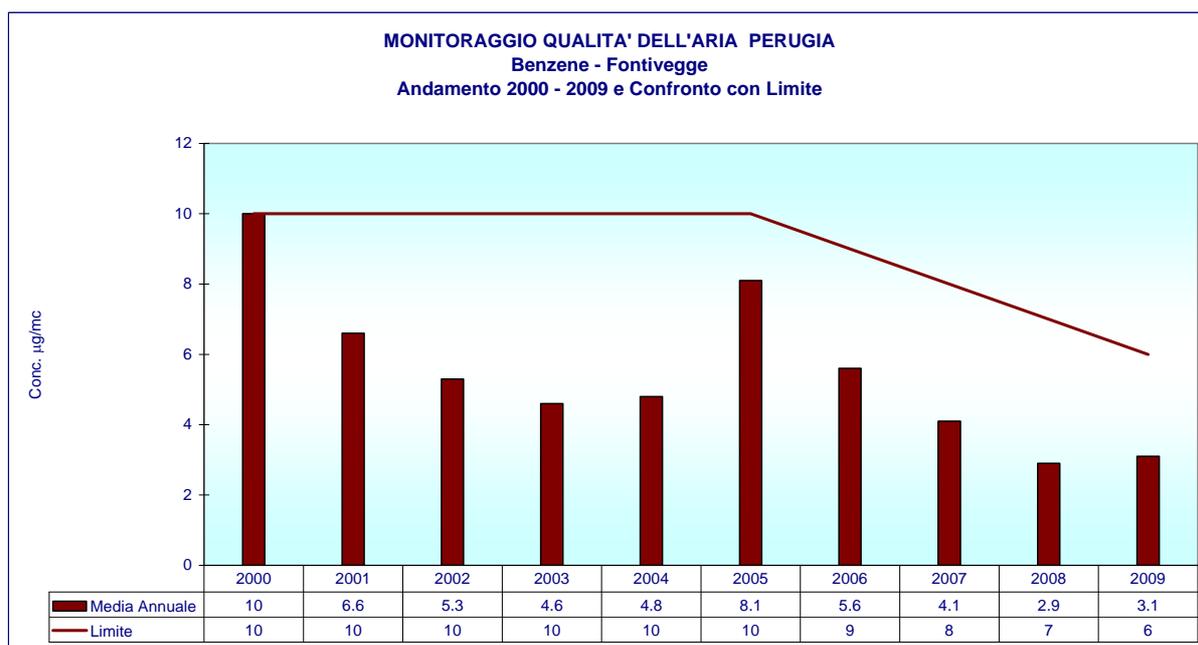


Grafico 27



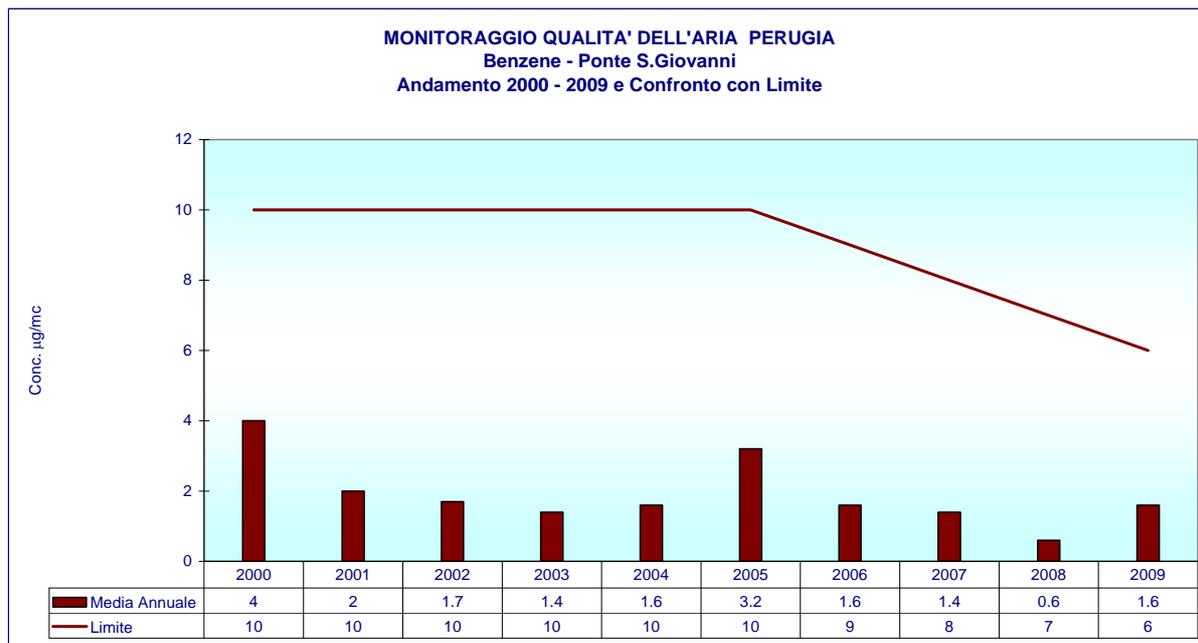


Grafico 28

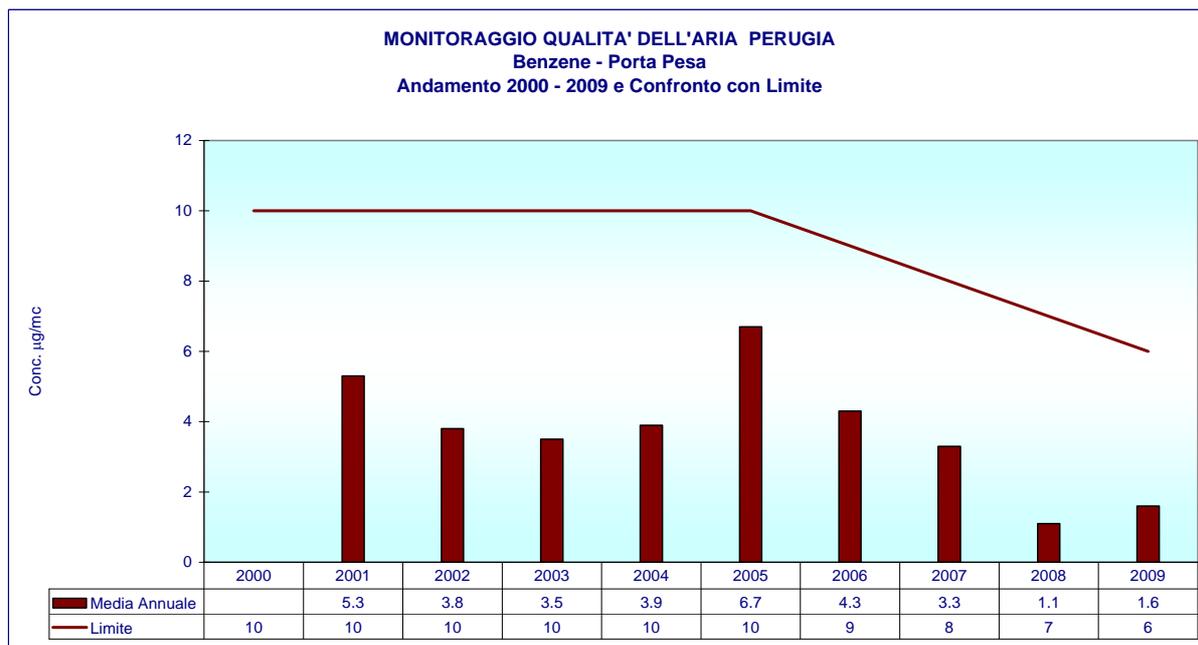


Grafico 29



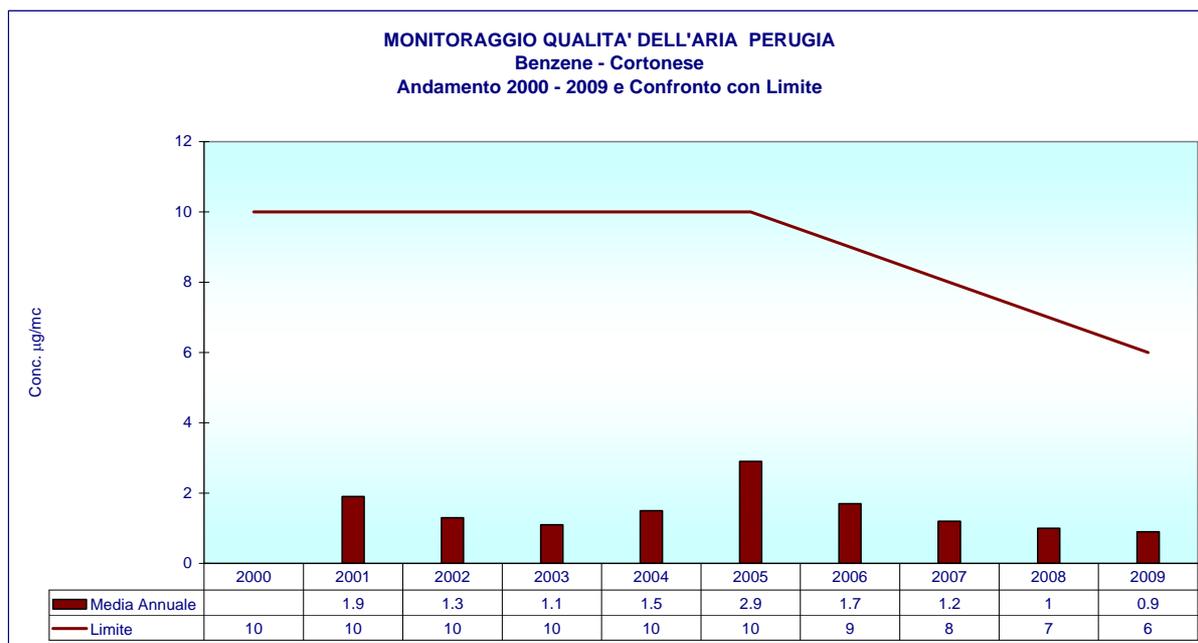


Grafico 30

Nella tabella 15 sono riportati i valori medi di concentrazione di benzene registrati nelle postazioni in cui la rilevazione è stata effettuata con campionatori passivi.

| Postazione | Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|-------------------|--------------------------------|
| Rotonda Elce | 2.1 |
| Via Palermo | 2.2 |
| Via Birago | 1.7 |
| P.zza Italia | 1.0 |
| Via XIV Settembre | 2.4 |
| Viale S. Sisto | 2.3 |

Tabella 15

Di seguito gli stessi dati sono visualizzati in grafico.



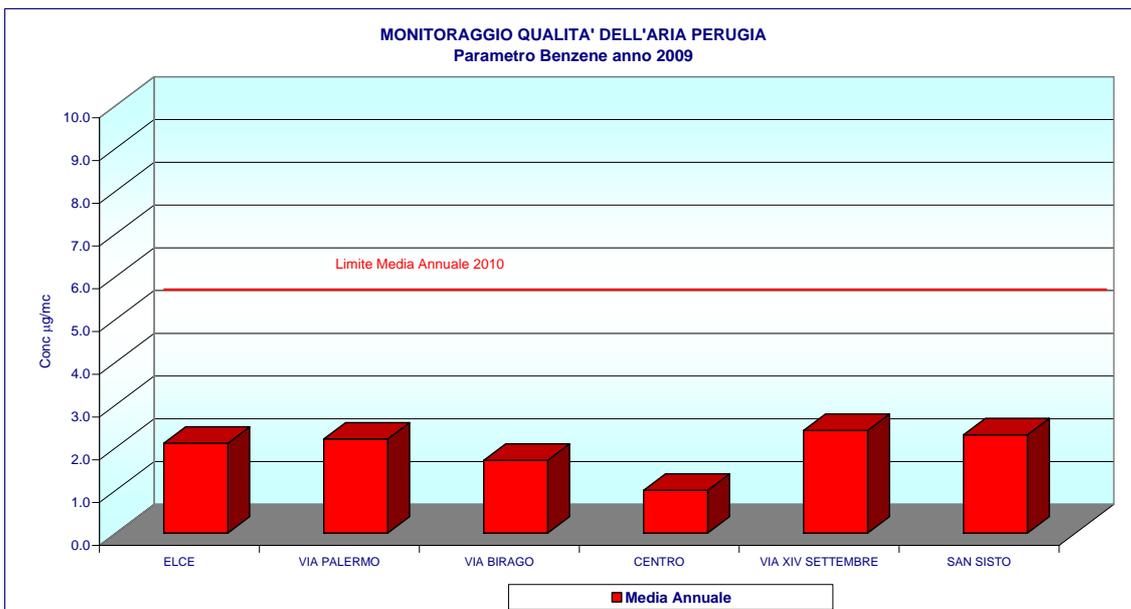


Grafico 31



Metalli pesanti

Per quanto riguarda i metalli pesanti rilevati con metodica semiautomatica (prelievo su supporto filtrante e analisi in laboratorio), le concentrazioni rilevate sono già oggi al di sotto dei valori limite e spesso molto al di sotto dello stesso limite di rilevabilità analitica. Nella tabella seguente si riportano i limiti e le soglie di valutazione individuati per il piombo dal D.M. 60 del 2002.

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

Tabella 16

Come si può vedere dalla tabella e dal grafico n. 30, l'andamento delle concentrazioni di Pb dal 2001 al 2009 è risultato abbondantemente al di sotto dei limiti e ormai stabilizzato a Fontivegge, così come inferiori ai limiti sono i valori riscontrati nel corso del 2009 nel Parco Cortonese e a Ponte San Giovanni.

| PARAMETRO PIOMBO - Pb | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| POSTAZIONE | CORTONESE | FONTIVEGGE | P.S.GIOVANNI |
| ELABORAZIONE | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Media annuale | 0.008 | 0.006 | 0.005 |

Tabella 17



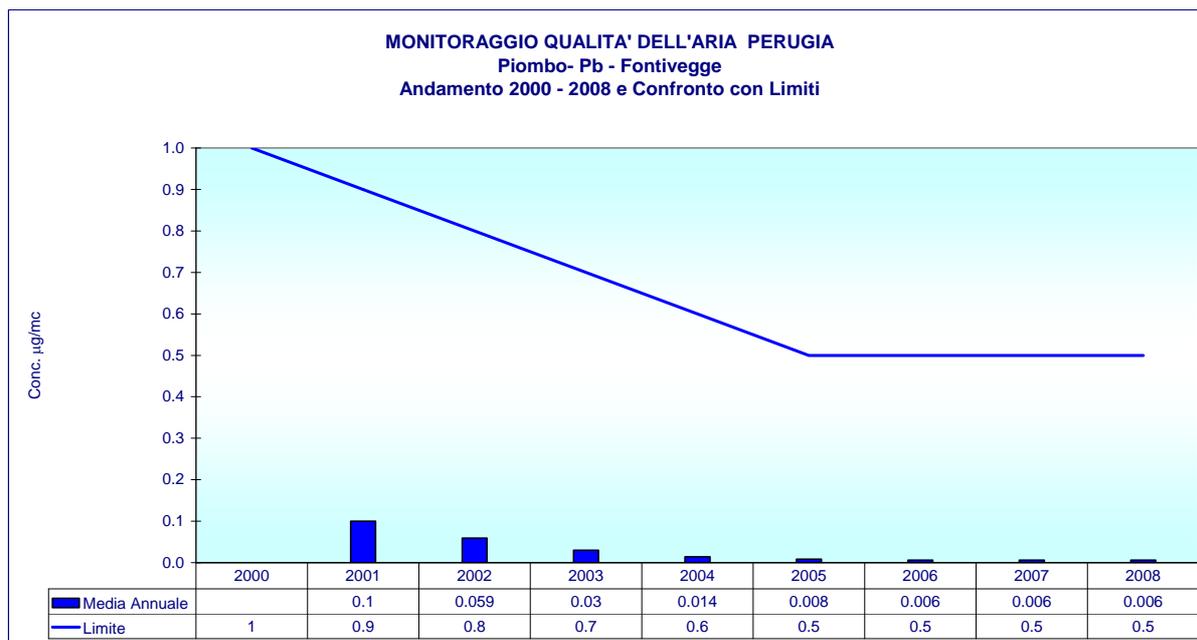


Grafico 30

Per gli altri metalli pesanti, la Commissione europea ha fissato dei valori obiettivo da raggiungere entro il 2012, che sono recepiti dalla normativa italiana con il D.Lgs. 152 del 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 ³ | Soglia di valutazione superiore ng/m ³ | Soglia di valutazione inferiore ng/m ³ | Data rispetto valore obiettivo |
|-------------------|---------------|------------------------------------|---|---|--------------------------------|
| Arsenico | Anno Civile | 6 | 3,6 | 2,4 | 1° gennaio 2012 |
| Cadmio | “ | 5 | 3 | 2 | ” |
| Nichel | “ | 20 | 14 | 10 | ” |

Tabella 18

I valori rilevati – come si può vedere dalla tabella e dal grafico riportati di seguito - mostrano per arsenico, cadmio e nichel concentrazioni al di sotto del valore obiettivo in tutte e tre le postazioni.



| Parametro | Parco Cortonese | Fontivegge | Ponte San Giovanni | Rispetto valore obiettivo | Data rispetto valore obiettivo |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Arsenico | 0.39 ng/m ³ | 0.32 ng/m ³ | 0.29 ng/m ³ | si | 1° gennaio 2012 |
| Cadmio | 0.15 ng/m ³ | 0.32 ng/m ³ | 0.17 ng/m ³ | si | „ |
| Nichel | 3.31 ng/m ³ | 2.73 ng/m ³ | 2.42 ng/m ³ | si | „ |

Tabella 19

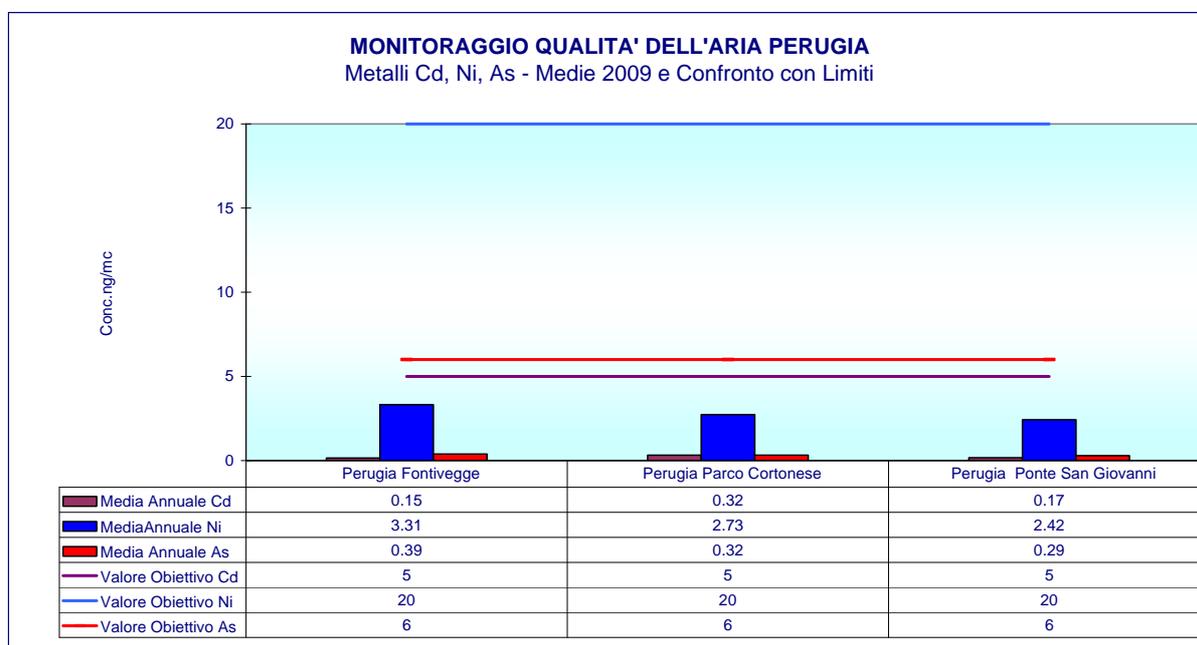


Grafico 31



Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Anche questi tipi di inquinanti sono stati rilevati con metodica semiautomatica, prelevando campioni di 24 ore su un supporto filtrante degli analizzatori di PM10 e procedendo successivamente all'analisi in laboratorio.

Il valore obiettivo di qualità individuato dalla direttiva 2004/107/CE, recepito dalla normativa italiana con il D.Lgs. 152 del 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 e risulta mantenersi entro il valore obiettivo nelle tre postazioni in cui viene rilevato.

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

Tabella 20

| PARAMETRO Benzo(a)pirene | | | |
|---------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|
| POSTAZIONE | MEDIA ANNUALE | DATA RISPETTO LIMITE | RISPETTO LIMITE |
| | ng/m ³ | | |
| Perugia Fontivegge | 0.44 | | Si |
| Perugia Parco Cortonese | 0.31 | 2012 | Si |
| Perugia Ponte San Giovanni | 0.55 | | Si |

Tabella 21

Nei grafici seguenti vengono riportati i dati rilevati nel 2009 nelle tre postazioni e l'andamento storico 2001-2009 delle medie annuali nella postazione di Fontivegge.



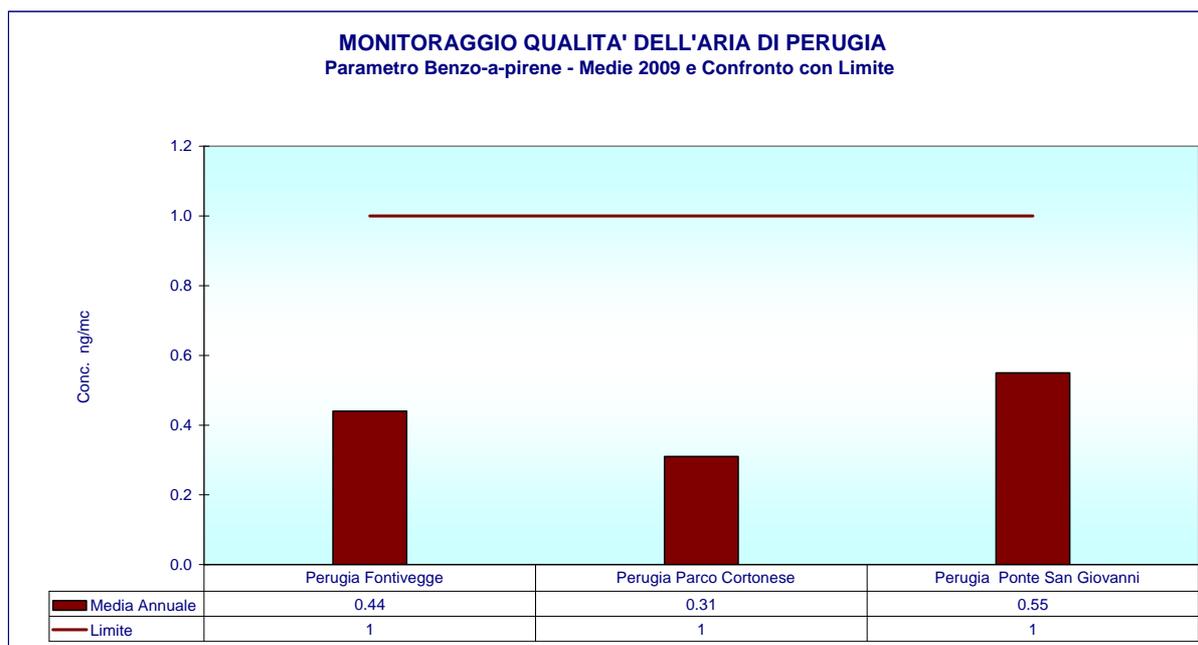


Grafico 32

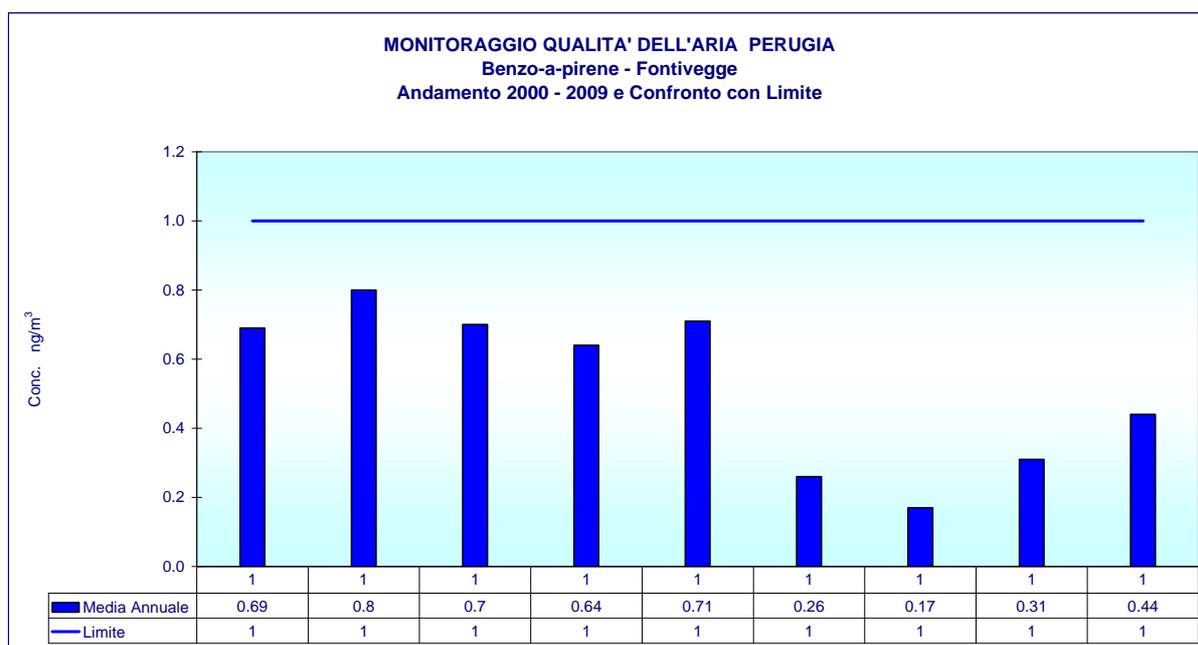


Grafico 33



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. È noto che le più alte concentrazioni di ozono e i più alti rapporti tra le concentrazioni di biossido di azoto e quelle di monossido di azoto si verificano nei mesi di massima insolazione.

Il 2009 presenta massime intensità nel mese di luglio, con medie giornaliere variabili tra 26,6 mW/cm² e 35,1 mW/cm²; minime intensità sono state invece rilevate nel mese di dicembre, con medie giornaliere variabili tra 0,4 e 0,9 mW/cm². I due estremi corrispondono ai mesi di massima e minima energia media fornita dal sole.

L'estate 2009, caratterizzata da un numero elevato di giorni di forte irradiazione solare, ha comportato riflessi sui valori di concentrazione di ozono.

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 mW/cm².

Campo anemologico

Il campo anemologico presente a Perugia – città con un'estensione verticale che passa dai 270 metri di Pian di Massiano ai 493 metri di Porta Sole - è determinato in modo significativo sia dalla natura delle perturbazioni a scala sinottica, sia dai regimi di brezza a scala locale. Nel periodo monitorato nella postazione di Parco Cortonese il regime del vento è stato caratterizzato da due direzioni preferenziali:

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



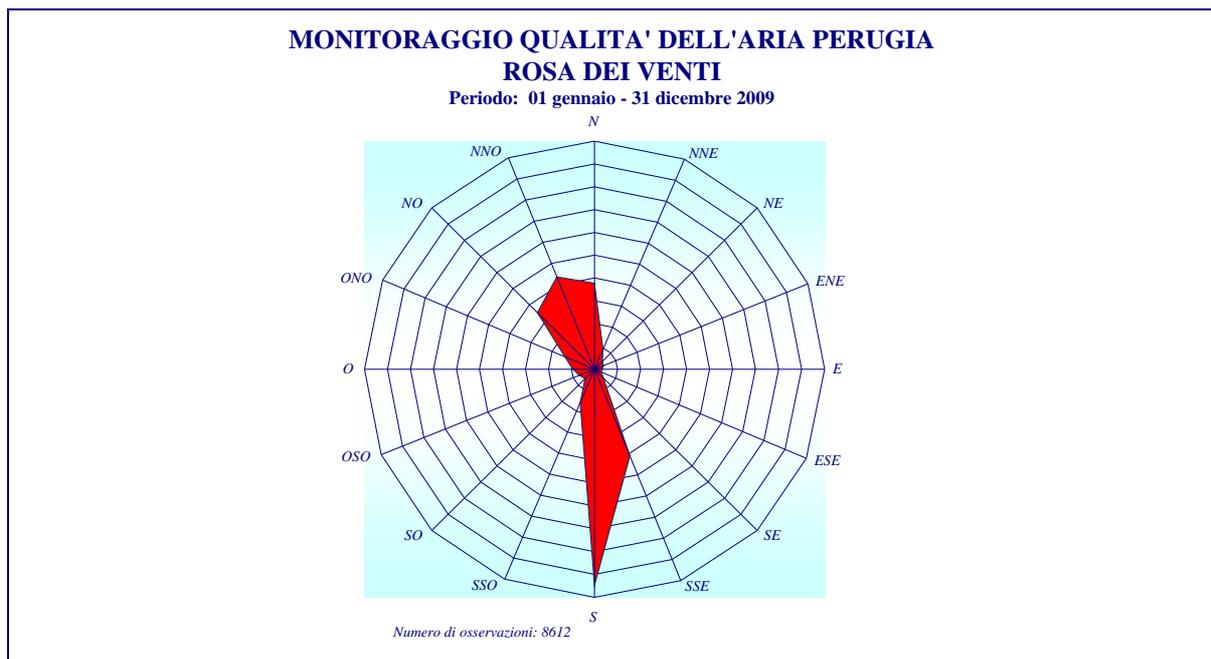


Grafico 34

Le classi di intensità del vento più frequenti sono risultate quelle con valori di velocità fino a 1,5 m/s, con regime di brezze leggere e con circa il 21% di ore di **calma** di vento nel corso dell'anno.

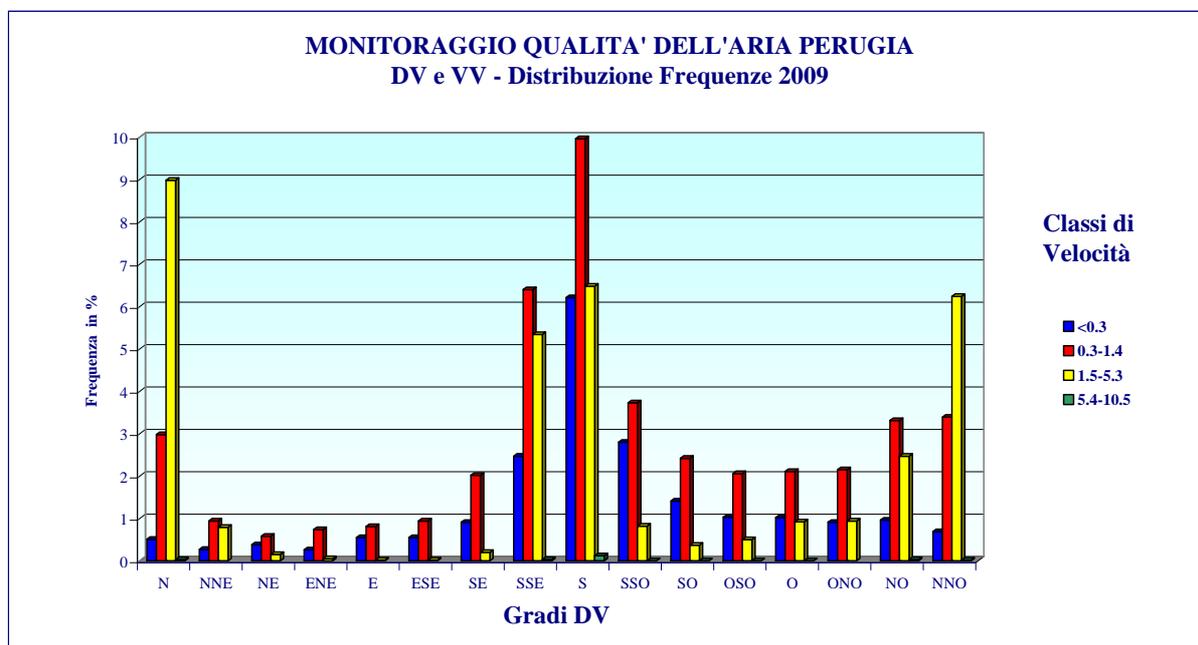


Grafico 35



La temperatura

La temperatura dell'aria influenza in diversi modi i fenomeni di inquinamento atmosferico. Nel periodo invernale si ha un aumento delle emissioni derivanti dagli impianti termici per il riscaldamento domestico e, 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 la velocità di numerose reazioni chimiche che contribuiscono a modificare l'andamento delle concentrazioni degli inquinanti presenti in atmosfera. A Perugia, a causa della sua estensione verticale, le inversioni termiche nella stagione invernale - evidenziate dallo strato di nebbia che si può osservare dai punti panoramici del centro storico - sono un fenomeno abbastanza frequente. Nel periodo monitorato è stata rilevata una temperatura minima invernale (calcolata come media oraria) di **-8,4°C** (05/01/2009) e una temperatura massima estiva (sempre come media oraria) di **36,4°C** (29/07/2009).

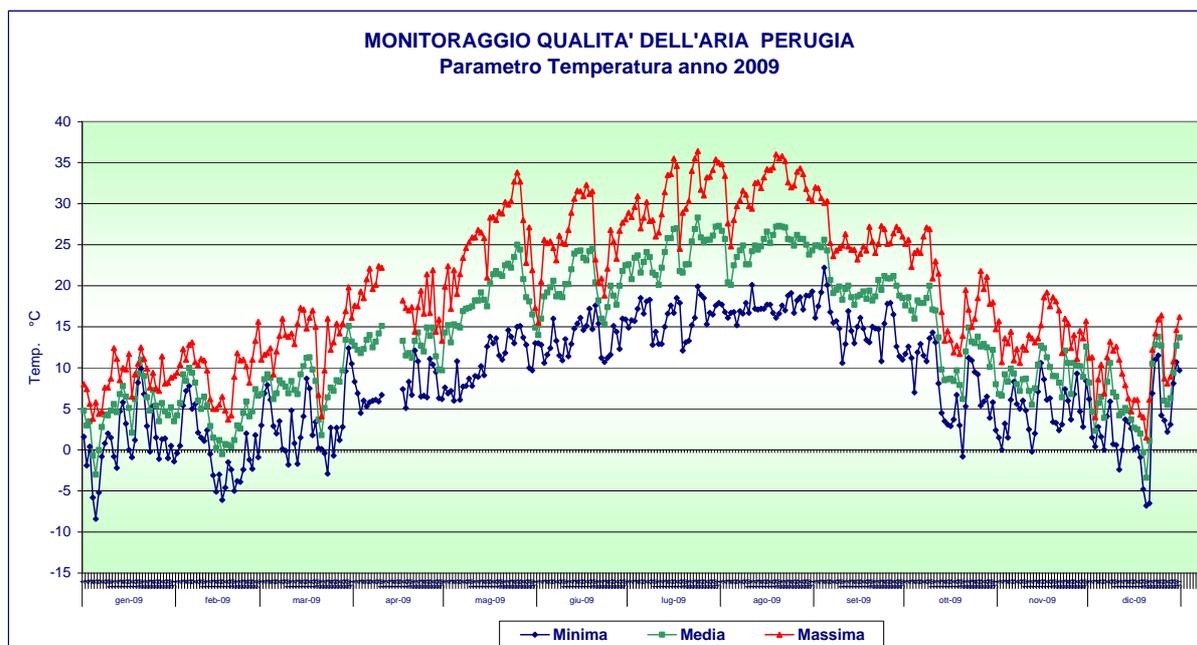


Grafico 36



Il confronto tra gli anni 2000-2009, con l'andamento dei minimi e dei massimi annuali, sono riportati nella tabella seguente.

| Anno | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Valore minimo | -6.8 | -8.2 | -6.9 | -8.0 | -7.6 | -7.2 | -8.0 | -7.5 | -8.1 | -8.4 |
| Valore massimo | 34.5 | 36.2 | 36.4 | 34.0 | 35.8 | 35.4 | 38.6 | 36.5 | 35.1 | 36.4 |

Tabella 22

Umidità relativa

Il ruolo dell'umidità relativa sui 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, per alcuni inquinanti si verificano significativi trasferimenti di massa dalla fase gassosa alla fase acquosa. Queste nebbie costituiscono una delle modalità attraverso le quali si possono verificare le cosiddette "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 e 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, fondamentali per effettuare anche delle previsioni sull'andamento 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 (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 assoluti e delle stagioni intermedie con moderata ventosità

categoria di Pasquill **C** = condizioni di **debole instabilità** atmosferica, più frequente in presenza di debole irraggiamento solare oppure 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

Anche nel corso del 2009 si sono avuti periodi di alta stabilità atmosferica, in gennaio, febbraio, novembre e dicembre, che hanno comportato un accentuarsi dei fenomeni di accumulo degli inquinanti, con particolare effetto sulle concentrazioni del particolato fine PM10, rimaste spesso al di sopra delle concentrazioni limite.

Sono da segnalare, inoltre, sempre nel corso del 2009, dodici episodi di accentuato trasporto di sabbia del Sahara, della durata di 16 giorni complessivi, che hanno determinato un innalzamento delle concentrazioni di particolato PM10, provocando a volte il superamento del valore limite di 24h.



GIUDIZIO DI QUALITÀ

Come accennato nella parte iniziale della relazione, per alcuni inquinanti (**CO**, **NO₂**, **O₃**, **SO₂**, **benzene** e **PM10**) viene espresso giornalmente un giudizio sintetico di qualità dell'aria, ricavato dai vari limiti espressi dalla normativa, come riportato nella seguente tabella.

RETE REGIONALE MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA

Tabella Giudizio di Qualità

| GIUDIZIO DI QUALITÀ' | | | | |
|-------------------------|-------|-------------|----------|---------|
| Inquinante | BUONA | ACCETTABILE | SCADENTE | PESSIMA |
| PM10 (-g/mc) | <20 | <50 | >50 | |
| PM2.5 | <18 | <21 | >30 | |
| SO ₂ (-g/mc) | <20 | <125 | <350 | >350 |
| Benzene (µg/mc) | <5 | <10 | <15 | >15 |
| NO ₂ (µg/mc) | <100 | <200 | >210 | >400 |
| CO (mg/mc) | <5 | <10 | <15 | >15 |
| O ₃ (µg/mc) | <110 | <180 | <240 | >240 |

Tabella 23

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

Parco Cortonese - Tabella Valori Giornalieri

| Periodo di Osservazione: 01 Gennaio 2009 - 31 Dicembre 2009 | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|-------|--------|-------------|-------|----------|------|---------|----|
| Inquinante | N. dati validi | | BUONA | | ACCETTABILE | | SCADENTE | | PESSIMA | |
| | | | N.dat | % | N.dat | % | N.dat | % | N.dat | % |
| PM10 | 352 | 96.4% | 158 | 44.9% | 180 | 51.1% | 14 | 4.0% | | |
| PM2.5 | 358 | 98.1% | 314 | 87.7% | 38 | 10.6% | 6 | 1.7% | | |
| Benzene | 353 | 96.7% | 352 | 99.7% | 1 | 0.3% | 0 | 0% | | |
| SO ₂ | 358 | 98.1% | 358 | 100.0% | 1 | 0.0% | 0 | 0% | 0 | 0% |

Parco Cortonese - Tabella Valori Orari

| Periodo di Osservazione: 01 Gennaio 2009 - 31 Dicembre 2009 | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|-------|--------|-------------|-------|----------|-------|---------|----|
| Inquinante | N. dati validi | | BUONA | | ACCETTABILE | | SCADENTE | | PESSIMA | |
| | | | N.dat | % | N.dat | % | N.dat | % | N.dat | % |
| NO ₂ | 6690 | 80.2% | 6663 | 99.6% | 27 | 0.4% | 0 | 0% | 0 | 0% |
| CO | 8469 | 97.7% | 8469 | 100.0% | 0 | 0.0% | 0 | 0% | 0 | 0% |
| O ₃ | 8206 | 97.7% | 7405 | 90.24% | 799 | 9.74% | 2 | 0.02% | 0 | 0% |

Tabella 24



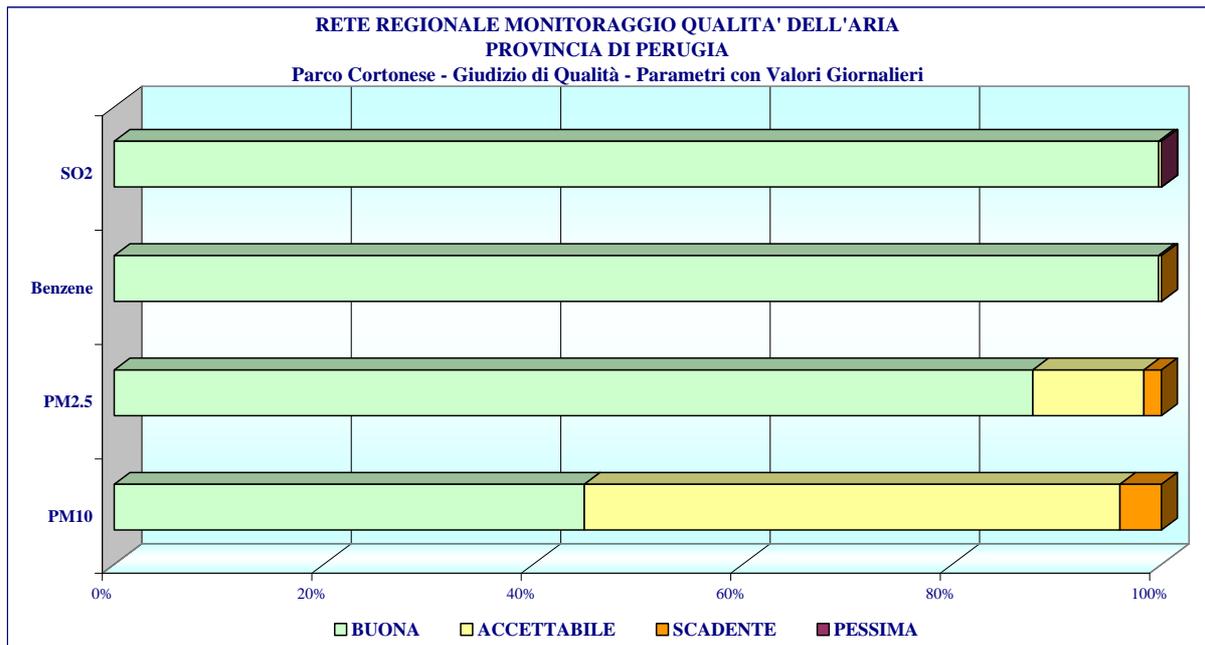


Grafico 37

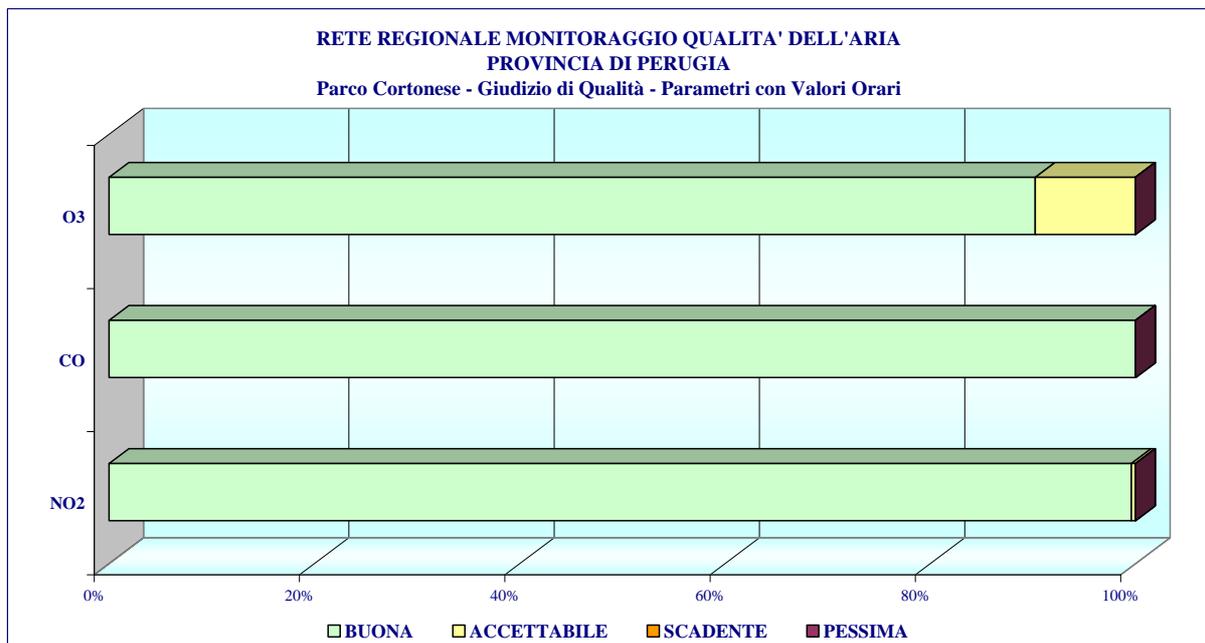


Grafico 38



Fontivegge - Tabella Valori Giornalieri

| Periodo di Osservazione: 01 Gennaio 2009 - 31 Dicembre 2009 | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|-------|-------|-------------|-------|----------|-------|---------|--|
| Inquinante | N. dati validi | | BUONA | | ACCETTABILE | | SCADENTE | | PESSIMA | |
| | | | N.dat | | N.dat | | N.dat | | N.dat | |
| Benzene | 317 | 87.8% | 282 | 89.0% | 31 | 9.8% | 4 | 1.2% | | |
| PM2.5 | 345 | 95.6% | 131 | 38.0% | 145 | 42.0% | 75 | 21.7% | | |
| PM10 | 360 | 99.7% | 35 | 9.7% | 274 | 76.1% | 63 | 17.5% | | |

Fontivegge - Tabella Valori Orari

| Periodo di Osservazione: 01 Gennaio 2009 - 31 Dicembre 2009 | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|-------|--------|-------------|-------|----------|------|---------|------|
| Inquinante | N. dati validi | | BUONA | | ACCETTABILE | | SCADENTE | | PESSIMA | |
| | | | N.dat | | N.dat | | N.dat | | N.dat | |
| NO ₂ | 7680 | 91.5% | 6161 | 80.2% | 1500 | 19.5% | 19 | 0.3% | 0 | 0.0% |
| O ₃ | 5630 | 67.0% | 5628 | 99.96% | 2 | 0.04% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| CO | 8292 | 98.7% | 8290 | 99.98% | 2 | 0.02% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |

Tabella 25

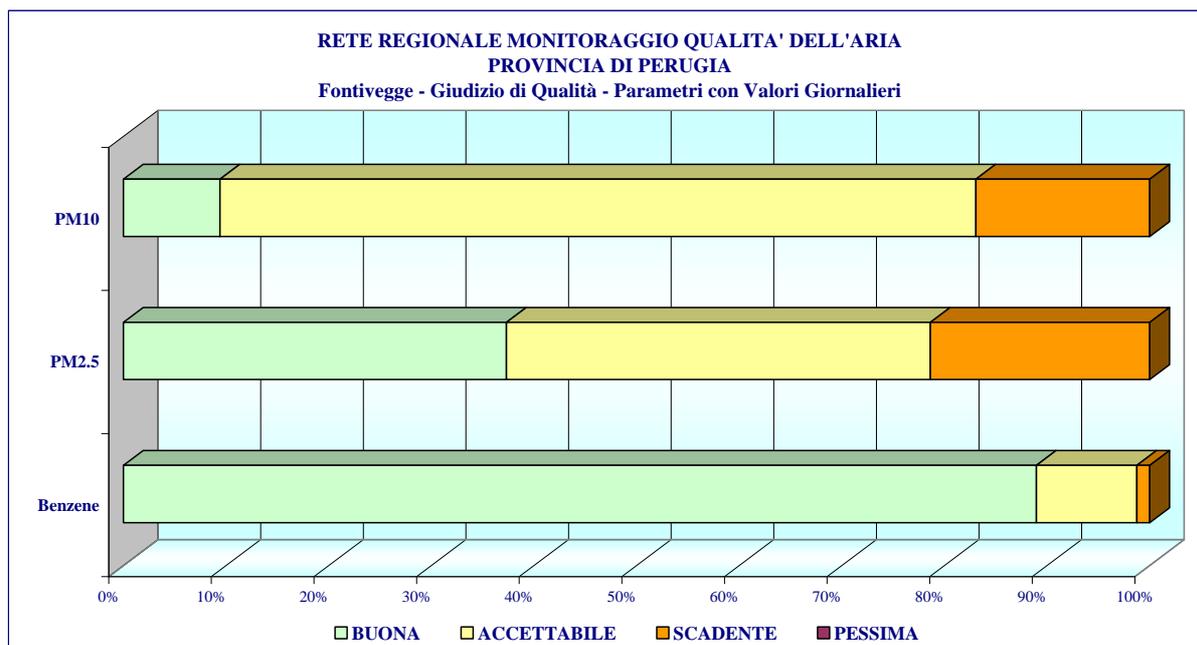


Grafico 39



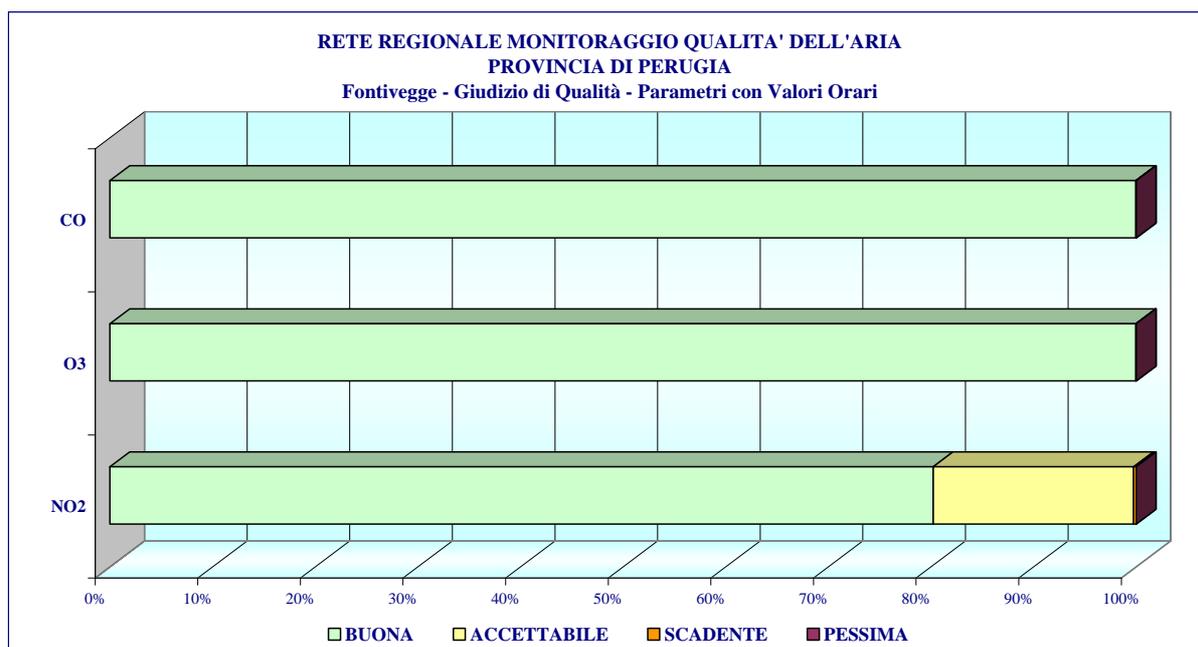


Grafico 40

Ponte San Giovanni - Tabella Valori Giornalieri

| Periodo di Osservazione: 01 Gennaio 2009 - 31 Dicembre 2009 | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|-------|-------|-------------|-------|----------|-------|---------|--|
| Inquinante | N. dati validi | | BUONA | | ACCETTABILE | | SCADENTE | | PESSIMA | |
| | | | N.dat | N.dat | N.dat | N.dat | N.dat | N.dat | | |
| PM2.5 | 314 | 87.0% | 203 | 64.6% | 68 | 21.7% | 43 | 13.7% | | |
| PM10 | 358 | 99.2% | 95 | 26.5% | 234 | 65.4% | 27 | 7.5% | | |

Ponte San Giovanni - Tabella Valori Orari

| Periodo di Osservazione: 01 Gennaio 2009 - 31 Dicembre 2009 | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|-------|--------|-------------|-------|----------|-------|---------|----|
| Inquinante | N. dati validi | | BUONA | | ACCETTABILE | | SCADENTE | | PESSIMA | |
| | | | N.dat | N.dat | N.dat | N.dat | N.dat | N.dat | | |
| NO ₂ | 8058 | 96.0% | 8016 | 99.5% | 42 | 0.5% | 0 | 0.0% | 0 | 0% |
| O ₃ | 8125 | 96.8% | 7626 | 93.86% | 495 | 6.09% | 4 | 0.05% | 0 | 0% |

Tabella 26



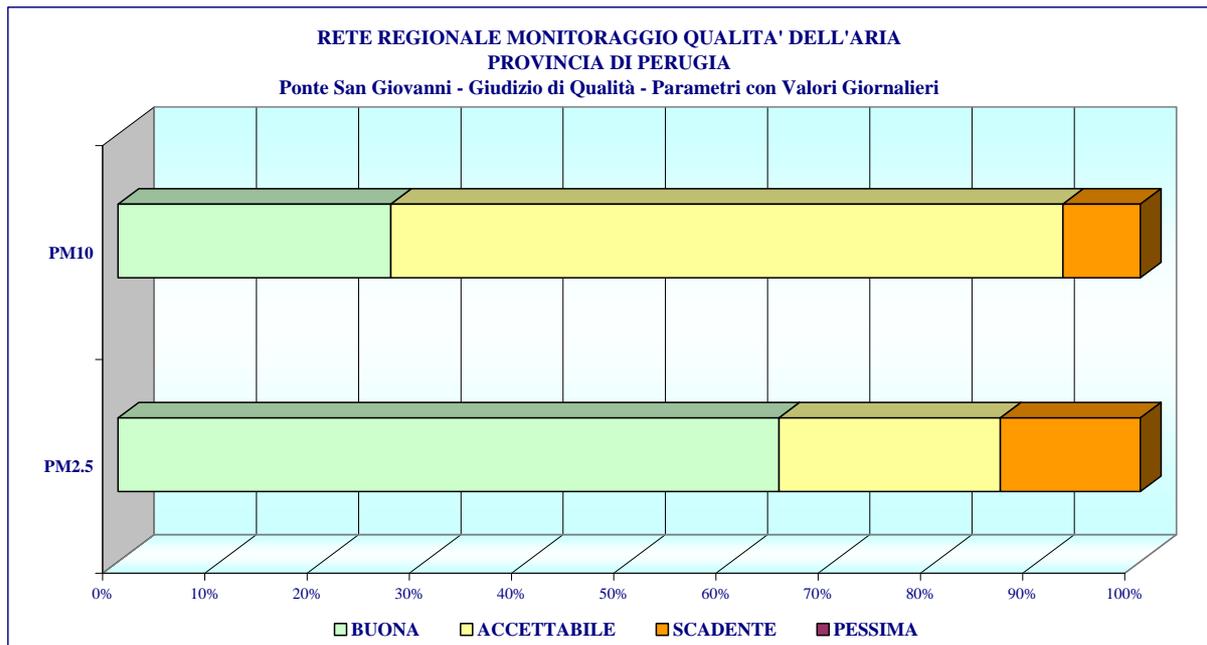


Grafico 41

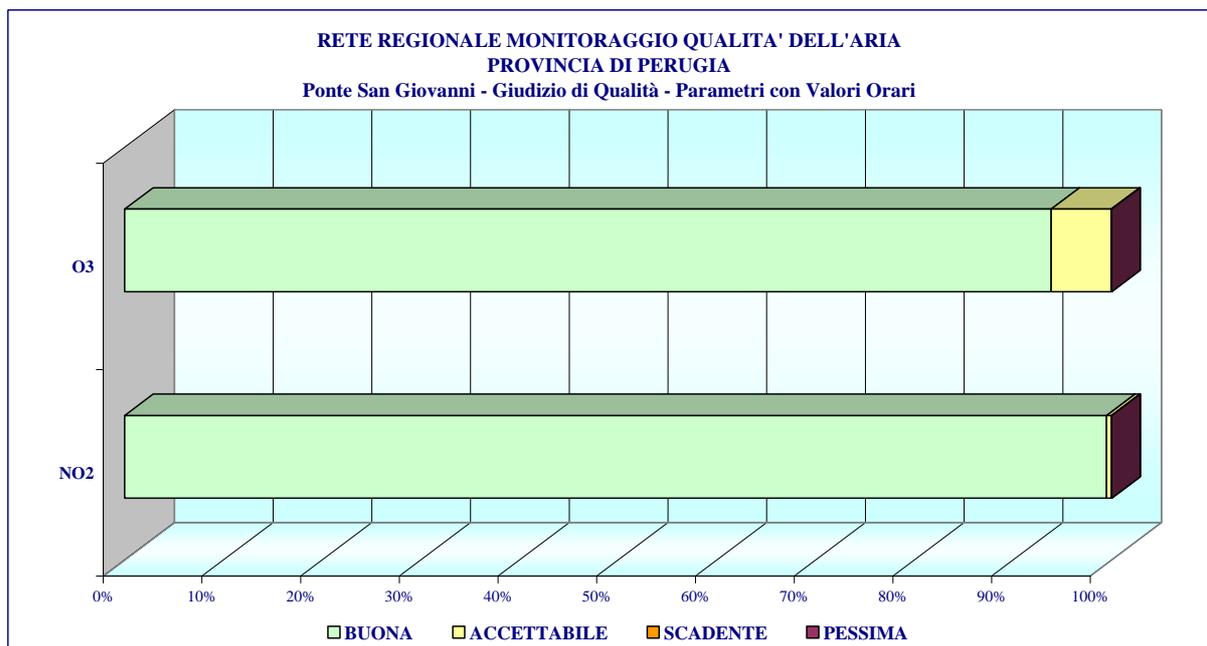


Grafico 42



Porta Pesa - Tabella Valori Giornalieri

| Periodo di Osservazione: 01 Gennaio 2009 - 31 Dicembre 2009 | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|-------|-------|-------------|-------|----------|------|---------|--|
| Inquinante | N. dati validi | | BUONA | | ACCETTABILE | | SCADENTE | | PESSIMA | |
| | | | N.dat | | N.dat | | N.dat | | N.dat | |
| PM10 | 353 | 97.8% | 235 | 66.6% | 117 | 33.1% | 1 | 0.3% | | |

Porta Pesa - Tabella Valori Orari

| Periodo di Osservazione: 01 Gennaio 2009 - 31 Dicembre 2009 | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------|-------|---------|-------------|-------|----------|-------|---------|----|
| Inquinante | N. dati validi | | BUONA | | ACCETTABILE | | SCADENTE | | PESSIMA | |
| | | | N.dat | | N.dat | | N.dat | | N.dat | |
| NO ₂ | 8263 | 98.4% | 7616 | 92.17% | 646 | 7.82% | 1 | 0.01% | 0 | 0% |
| CO | 8643 | 94.6% | 8643 | 100.00% | 0 | 0.0% | 0 | 0% | 0 | 0% |

Tabella 26

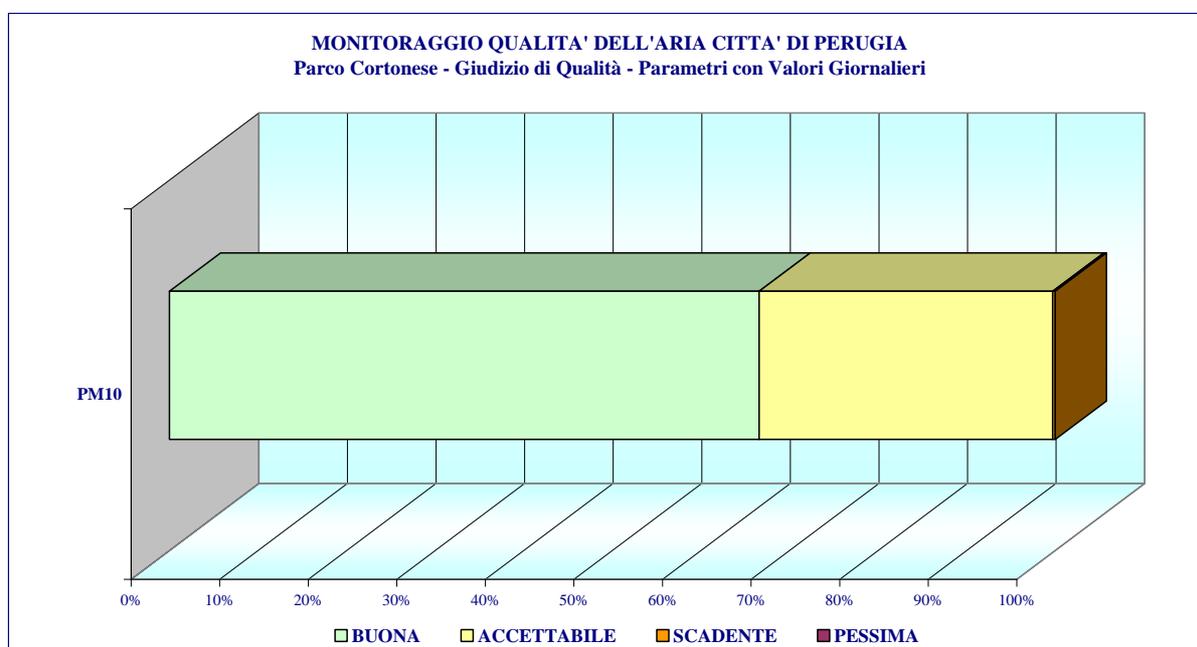


Grafico 43



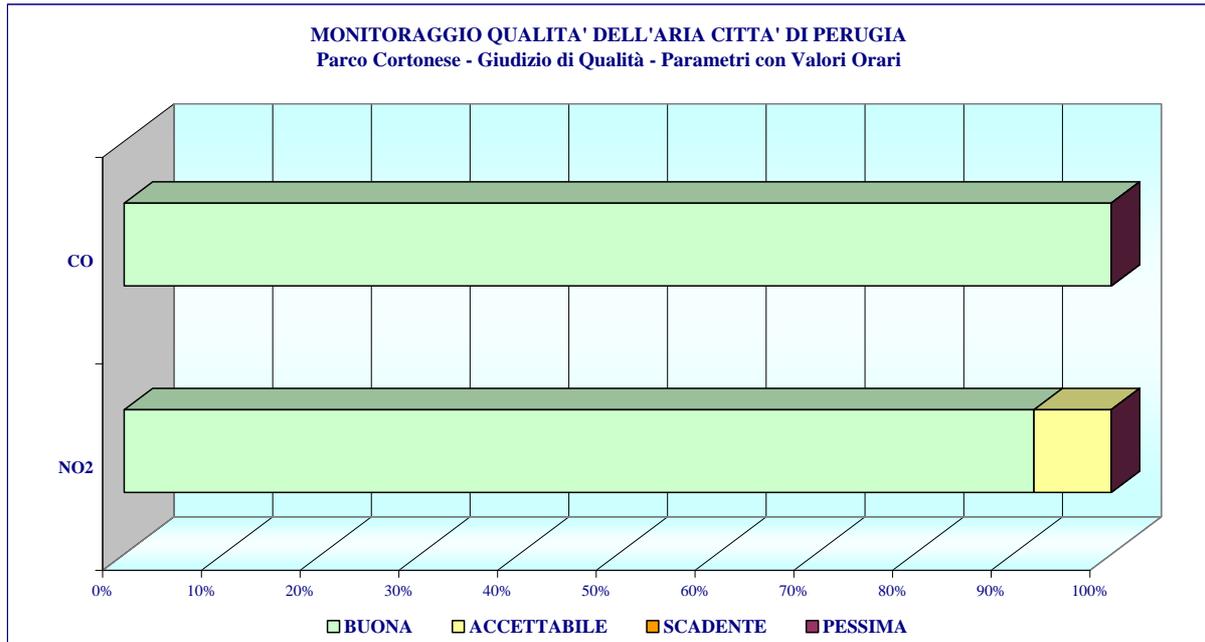


Grafico 44



COMMENTO AI RISULTATI

Dopo la prima scadenza fissata dalla normativa italiana in osservanza ai limiti dettati dalle direttive comunitarie del 2005, si avvia la fase di avvicinamento ai limiti che entreranno in vigore nel 2010.

Le criticità evidenziate in corrispondenza dei punti di traffico più intenso, in concomitanza di particolari condizioni meteorologiche, nel 2009 sono risultate stazionarie, sia in termini di valori medi riscontrati che di valori di punta, soprattutto se confrontati con i dati rilevati a partire dal 2000, confermando così la tendenza alla stabilizzazione generale della qualità dell'aria.

Nelle postazioni di Parco Cortonese e Ponte San Giovanni, rappresentative dell'esposizione generale della popolazione, sono rispettati tutti i valori limite di qualità dell'aria, sia rispetto al 2005 che al 2010 e al 2012, tranne per le medie mobili di 8h dell'ozono.

Nella postazione di Porta Pesa resta oltre il limite soltanto la media annuale del biossido di azoto. Nella postazione di Fontivegge restano oltre i limiti per il numero di superamenti il biossido di azoto (sia nella media annuale, sia nella media massima oraria) e il particolato PM10. Questi valori sono da verificare quando sarà ricollocata la centralina, oggi troppo esposta a emissioni non diluite.

Nelle tabelle seguenti, per ogni inquinante analizzato nelle singole postazioni viene riportato lo stato di rispetto o meno del limite e la tendenza in atto, integrata da un breve commento.

Biossido di zolfo: si evidenzia il rispetto di tutti i limiti e la tendenza è ormai stabilizzata su valori molto bassi.

| Biossido di zolfo - SO₂ | Limite previsto per il 2005 | Andamento |
|---|------------------------------------|------------------|
| Parco Cortonese | Rispettato | Stabile |

Biossido di azoto: rispetto dei limiti previsti per il 2005 e per il 2010 a Parco Cortonese e a Ponte San Giovanni. Oltre i limiti stabiliti per la media annuale, sia per il 2005 che per il 2010, Fontivegge e Porta Pesa. Oltre i limiti fissati per il 2010 per la media massima di 1h anche Fontivegge.

Le concentrazioni riscontrate nella postazione di Fontivegge, riconducibili essenzialmente al traffico autoveicolare, risentono probabilmente del peggiorare delle condizioni di protezione della centralina rispetto alla sosta non autorizzata di autoveicoli vicino alla stazione di monitoraggio.



| Biossido di azoto - NO₂ | Limiti previsti per il 2005 | Limiti previsti per il 2010 | Andamento |
|---|------------------------------------|------------------------------------|------------------|
| Parco Cortonese | Rispettati | Rispettati | Stabile |
| Ponte S. Giovanni | Rispettati | Rispettati | Stabile |
| Fontivegge | Non rispettati | Non rispettati | stabile |
| Porta Pesa | Rispettati | Parzialmente rispettati | Stabile |

Monossido di carbonio: le concentrazioni sono risultate sostanzialmente in linea con l'andamento degli anni precedenti e ampiamente entro il limite previsto in tutte le postazioni monitorate.

| Monossido di carbonio-CO | Limite previsto per il 2005 | Tendenza |
|---------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Parco Cortonese | Rispettato | Stabile |
| Fontivegge | Rispettato | Stabile |
| Porta Pesa | Rispettato | Stabile |

Ozono: inquinante tipicamente estivo. Nel corso del 2009 ha superato le soglie di attenzione nelle postazioni di Parco Cortonese e Ponte San Giovanni, senza mai raggiungere la soglia di allarme. Per i limiti di concentrazione per le medie di 8 ore che si inizieranno a valutare nel triennio 2010-2012, invece, si è tuttora in regime di incertezza.

| Ozono - O₃ | Soglia di attenzione | Soglia di allarme | Limiti previsti per il 2013 |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Perugia Parco Cortonese | Superata | Rispettata | Incertezza |
| Perugia Ponte S. Giovanni | Superata | Rispettata | Incertezza |



Benzene: monitorato a Fontivegge, Parco Cortonese, Porta Pesa, Ponte San Giovanni e in altre 6 postazioni distribuite in città, con campionatori passivi Radiello^R. In ogni stazione si registra il rispetto dei “limiti + margine di tolleranza” attuali e di quelli previsti per il 2010, e si evidenzia una sostanziale stabilità rispetto ai risultati del 2008.

| Benzene | Limite previsto per il 2005 | Limite previsto per il 2010 | Tendenza |
|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Parco Cortonese | Rispettati | Rispettati | Stabile |
| Ponte S. Giovanni | Rispettati | Rispettati | Stabile |
| Fontivegge | Rispettati | Rispettati | Stabile |
| Porta Pesa | Rispettati | Rispettati | Stabile |

Piombo: i valori misurati nelle tre stazioni si attestano abbondantemente al di sotto del limite di concentrazione di 0,5 µg/m³ previsto dalla normativa.

| Piombo-Pb | Limite previsto per il 2005 | Tendenza |
|--------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Parco Cortonese | Rispettato | Stabile |
| Ponte S. Giovanni | Rispettato | Stabile |
| Fontivegge | Rispettato | Stabile |

Arsenico, cadmio e nichel: per questi tre metalli, il cui monitoraggio è previsto nella direttiva 2004/107/CE, già oggi vengono rispettati i limiti previsti per il 2012.

| Arsenico-As | Limite previsto per il 2012 | Tendenza |
|--------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Parco Cortonese | Rispettato | - |
| Ponte S. Giovanni | Rispettato | - |
| Fontivegge | Rispettato | Stabile |



| Cadmio-Cd | Limite previsto per il 2012 | Tendenza |
|--------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Parco Cortonese | Rispettato | - |
| Ponte S. Giovanni | Rispettato | - |
| Fontivegge | Rispettato | Stabile |

| Nichel-Ni | Limite previsto per il 2012 | Tendenza |
|--------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Parco Cortonese | Rispettato | - |
| Ponte S. Giovanni | Rispettato | - |
| Fontivegge | Rispettato | Stabile |

IPA (Idrocarburi policiclici aromatici): sono una classe di composti per i quali la normativa prevede un obiettivo di qualità di 1 nanogrammo per metro cubo - espresso come concentrazione di Benzo(a)pirene - da raggiungere entro il 2012. Tale valore limite risulta a tutt'oggi rispettato anche se, dall'analisi dei dati mensili, si conferma una criticità nel periodo invernale, soprattutto per i mesi di gennaio e febbraio.

| Benzo(a)pirene | Limite previsto per il 2012 | Tendenza |
|-----------------------|------------------------------------|-----------------|
| Fontivegge | Rispettato | Stabile |

PM10: Il limite per la media annua prevista per il 2005 viene rispettato in tutte le postazioni. Nelle postazioni di Parco Cortonese, Ponte San Giovanni e Porta Pesa i valori si mantengono entro i limiti per le medie di 24 ore; limiti superati, invece, a Fontivegge (61 superamenti a fronte dei 35 ammessi).



La postazione di Fontivegge, come previsto dal Piano regionale di risanamento della qualità dell'aria, verrà ricollocata in un sito meno soggetto allo stazionamento di autobus e automobili, che influenzano pesantemente non solo le concentrazioni di PM10, ma anche quelle di NO₂, IPA e CO, tutti inquinanti prevalentemente emessi da motori a combustione interna. La nuova collocazione della centralina dovrebbe così fornire un quadro più rappresentativo della qualità dell'aria nella zona di Fontivegge. Si segnala, inoltre, l'approvazione della direttiva 2008/50/CE "relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" che elimina i limiti proposti per il 2010 (oltre a tener conto dei contributi naturali all'inquinamento da PM10) e che introduce limiti per il PM2.5.

| PM10 | Limiti previsti per il 2005 | Limiti previsti per il 2010 | Tendenza |
|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| Parco Cortonese | Rispettati | Rispettati | Stabile |
| Ponte S. Giovanni | Rispettati | Non rispettati | Stabile |
| Fontivegge | Parzialmente rispettati | Non rispettati | Peggioramento |
| Porta Pesa | Rispettati | Rispettati | Stabile |

Come già detto, per il PM2.5 la direttiva in via di recepimento propone dei limiti di 25 µg/m³ a partire dal 2010 (più un margine di tolleranza di 5 µg/m³) e un limite di 20 µg/m³ da raggiungere entro il 2020.

| PM2.5 | Limite previsto per il 2009 | Limite previsto per il 2015 | Limite previsto per il 2020 | Tendenza |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Perugia Parco Cortonese | Rispettato | Rispettato | Rispettato | Stabile |
| Perugia Ponte San Giovanni | Rispettato | Rispettato | Rispettato | Stabile |
| Perugia Fontivegge | Rispettato | Rispettato | Superato | Stabile |



In base ai dati rilevati nel corso del 2009 in tutte le postazioni, c'è da evidenziare che già oggi risultano rispettati sia il limite proposto per il 2009, sia quello stabilito per il 2015. Al Parco Cortonese e a Ponte San Giovanni vengono rispettati anche i limiti stabiliti per il 2020.

| PM2.5 | Limiti previsti per il 2008 | Limiti previsti per il 2015 | Limiti previsti per il 2015 | Tendenza |
|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Parco Cortonese | Rispettati | Rispettati | Rispettati | - |
| Ponte S.Giovanni | Rispettati | Rispettati | Rispettati | - |
| Fontivegge | Rispettati | Rispettati | Rispettati | Stabile |





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 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 della concentrazione 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”

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 emissive 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 ₂ Biossido di zolfo | Periodo media | Valore limite | Tolleranza | Soglia di allarme | Data rispetto limite |
|-----------------------------------|---------------------|---|---|-----------------------------|----------------------|
| 1. Protezione salute | 1 Ora | 350 µg/m³ Non superare più di 24 volte per anno civile | 120 µg/m ³ - 2001 90 - 2002 60 - 2003 30 - 2004 0 - 2005 | 500 µg/m³ | 1° gennaio 2005 |
| 2. Protezione salute | 24 ore | 75 µg/m³ Non superare più di 3 volte per anno civile | Nessuna | | 1° gennaio 2005 |
| 3. Protezione ecosistemi | Anno civile inverno | 20 µg/m³ | Nessuna | | 19 luglio 2001 |

Biossido di azoto

| NO ₂ Biossido di azoto | Periodo media | Valore limite | Tolleranza | Soglia di allarme | Data rispetto limite |
|-----------------------------------|---------------|---|---|-----------------------------|----------------------|
| 1. Protezione salute | 1 Ora | 200 µg/m³ Non superare più di 18 volte per anno civile | 90 µg/m ³ - 2001 80 - 2002 70 - 2003 60 - 2004 50 - 2005 40 - 2006 30 - 2007 20 - 2008 10 - 2009 0 - 2010 | 400 µg/m³ | 1° gennaio 2010 |
| 2. Protezione salute | Anno civile | 40 µg/m³ | 18 µg/m ³ - 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 | 30 µg/m³ NOx | Nessuna | | 19 luglio 2001 |



PM10

| PM10 Particelle inalabili | Periodo media | Valore limite | Tolleranza | Soglia di allarme | Data rispetto limite |
|---------------------------------|------------------|--|---|----------------------|----------------------------|
| Protezione salute | 24 Ore | 50 µg/m³ Non superare più di 35 volte per anno civile | 20 µg/m ³ - 2001 15 - 2002 10 - 2003 5 - 2004 0 - 2005 | | 1° gennaio 2005 |
| Protezione salute | Anno civile | 40 µg/m³ | 8 µg/m ³ - 2001 6 - 2002 4 - 2003 2 - 2004 0 - 2005 | | 1° gennaio 2005 |

PM2.5

| PM2.5 particelle respirabili | Periodo media | Valore limite | Tolleranza | Soglia di allarme | Data rispetto limite |
|------------------------------------|------------------|----------------------------|--|----------------------|----------------------------|
| Fase 1 | | | | | |
| Protezione salute | Anno civile | 25 µg/m³ | 5 µg/m ³ - 2008 4 - 2009 4 - 2010 3 - 2011 2 - 2012 1 - 2013 1 - 2014 0 - 2015 | | 1° gennaio 2015 |
| Fase 2 | | | | | |
| Protezione salute | Anno civile | 20µg/m³ | Nessuna | | 1° gennaio 2020 |



Piombo

| Pb piombo | Periodo media | Valore limite | Tolleranza | Soglia di allarme | Data rispetto limite |
|-------------------|----------------------|-----------------------------|--|--------------------------|-----------------------------|
| Protezione salute | Anno civile | 0.5 µg/m³ | 0.4 µg/m ³ - 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 | 5 µg/m³ | 5 µg/m ³ - 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 | 10 mg/m³ | 4 mg/m ³ - 2003 2 - 2004 0 - 2005 | | 1° gennaio 2005 |



Ozono

| O₃ Ozono | Periodo media | Valore limite | Soglia di informazione | Soglia di allarme | Data rispetto limite |
|------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Protezione salute | Massima media mobile di 8h | 120 µg/m³ Non superare più di 25 volte come media di 3 anni o 1 anno | | | 1° gennaio 2010 |
| 2. Protezione salute | Media di 1 h | | 180 µg/m³ | 240 µg/m³ | |
| 3. Protezione beni materiali | Anno civile inverno | 40 µg/m³ | Nessuna | | |
| 4. Protezione vegetazione | AOT40 maggio luglio | 18000 µg/m³h | | | 1° gennaio 2010 |

Valori obiettivo e soglie di valutazione per l'arsenico, il cadmio, 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 |
|--------------------------|----------------------|----------------------------|--|--|---------------------------------------|
| Arsenico | Anno civile | 6 ng/m³ | 3,6 ng/m³ | 2,4 ng/m³ | 1° gennaio 2012 |
| Cadmio | “ | 5 ng/m³ | 3 ng/m³ | 2 ng/m³ | „ |
| Nichel | “ | 20 ng/m³ | 14 ng/m³ | 10 ng/m³ | „ |
| Benzo(a)pirene | “ | 1 ng/m³ | 0,6 ng/m³ | 0,4 ng/m³ | „ |





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/m³. Se l'esposizione sale a 8 ore, concentrazioni di CO di 23 mg/m³ 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/m³ su 8 ore, a protezione della salute in una popolazione generale, e di 7-8 mg/m³ 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 ³ | - | 6 mg/m ³ | 2005 | 5 mg/m ³ | 7 mg/m ³ |



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_2O | Ossido di azoto (protossido di azoto) |
| NO | Ossido di azoto |
| N_2O_3 | Triossido di azoto (anidride nitrosa) |
| NO_2 | Biossido di azoto |
| N_2O_4 | Tetrossido di azoto (ipoazotide) |
| N_2O_5 | 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_2).

Il termine NO_x indica la somma del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO_2). 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_2 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'NO₂ ha rilevanza tossicologica: provoca irritazione della porzione distale dell'apparato respiratorio - con conseguente alterazione delle funzioni polmonari - bronchiti croniche, asma ed enfisema polmonare.

L'NO₂ 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 - NO₂**

| 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 ³ | 18 | 100 µg/m ³ | 2010 | 100 µg/m ³ | 140 µg/m ³ |
| Valore limite annuale protezione salute | Anno civile | Media | 40 µg/m ³ | - | 20 µg/m ³ | 2010 | 26 µg/m ³ | 32 µg/m ³ |
| Soglia di allarme | 3 ore consecutive. | Media | 400 µg/m ³ | - | | - | | |

Ossidi di azoto – NO_x

| 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 ³ | - | - | 2001 | 19,5 µg/m ³ | 24 µg/m ³ |



Ossidi di zolfo (SO_x)

Gli ossidi di zolfo presenti in atmosfera sono composti principalmente da anidride solforosa o biossido di zolfo (SO₂) e anidride solforica (SO₃). La SO₂ è un gas incolore e irritante, è uno degli inquinanti atmosferici tra i più diffusi, aggressivi e pericolosi.

Il biossido di zolfo (SO₂) 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 SO₃ che, reagendo con l'acqua, genera acido solforico, principale responsabile delle piogge acide.

Origine

Le emissioni più rilevanti di SO₂ 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'SO₂ 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 - SO₂

| 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 | 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 24 | 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 2005 | - | - |
| Valore limite giornaliero protezione salute | 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Valore limite protezione ecosistemi | Anno civile / inverno | Media | 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | - | | 19Luglio 2010 | 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Soglia di allarme | 3 ore consecutive. | Media | 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | - | | - | | |



Ozono (O₃)

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_x e sostanze organiche volatili COV) che portano alla formazione di molecole costituite da tre atomi di ossigeno (O₃).

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 – O₃

| LIMITE | PERIODO DI RIFERIMENTO | INDICATORE STATISTICO | VALORI DI RIFERIMENTO | SUPERAMENTI CONCESSI | DATA RISPETTO LIME |
|------------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|
| Valore bersaglio protezione salute | 24 ore | Massima media mobile 8 ore | 120 µg/m ³ | 25 | 2010 |
| Soglia di informazione | 1 ora | Media | 180 µg/m ³ | | |
| Soglia di allarme | 1 ora | Media | 240 µg/m ³ | | |
| Protezione beni materiali | Anno civile | Media annuale | 40 µg/m ³ | | |
| Protezione vegetazione | Maggio luglio | AOT40 | 18000 µg/m ³ 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 ³ | - | 5 µg/m ³ | 2010 | 2 µg/m ³ | 3,5 µg/m ³ |



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 ³ | - | 0,5 µg/m ³ | 2005 | 0,25 µg/m ³ | 0,35 µg/m ³ |



Metalli pesanti genotossici

Dai dati scientifici disponibili prodotti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, risulta che i metalli pesanti arsenico, cadmio 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 cadmio e il nichel - D.Lgs. 152/2007

| Protezione salute | Periodo media | Valore obiettivo ng/m ³ | Soglia di valutazione superiore ng/m ³ | Soglia di valutazione inferiore ng/m ³ | Data rispetto valore obiettivo |
|-------------------|---------------|------------------------------------|---|---|--------------------------------|
| Arsenico | Anno civile | 6 | 3,6 | 2,4 | 1° gennaio 2012 |
| Cadmio | “ | 5 | 3 | 2 | „ |
| Nichel | “ | 20 | 14 | 10 | „ |



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 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 che contiene particelle di diametro inferiore a 0,5 μm 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 μm 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 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, 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 μm , intercettando o disperdendo la luce in proporzione alla loro sezione. Se invece il loro diametro è inferiore a 0.1 μm , 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 |
| Valore limite giornaliero protezione salute | 24 ore | Media | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 35 | 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 2005 | - | - |
| Valore limite annuale protezione salute | 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 |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|
| Valore obbligato | Anno civile | Media | 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 2015 |
| Valore obiettivo | 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 |
| FASE 1 Valore limite | Anno civile | Media | 25 µg/m ³ | 20% dal 2008 con riduzione progressiva | 2015 | 12 µg/m ³ | 17 µg/m ³ |
| FASE2 Valore limite | Anno civile | Media | 20 µg/m ³ | - | 2020 | 12 µg/m ³ | 17 µg/m ³ |

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 ³ ng/m ³ | Soglia di valutazione superiore ng/m ³ | Soglia di valutazione inferiore ng/m ³ | Data rispetto valore obiettivo |
| Media annuale | 1 | 0,6 | 0,4 | 1 gennaio 2012 |

