



**LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA
DEL COMUNE DI PERUGIA**



PRIMA RELAZIONE ANNUALE 1998-1999

LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA DEL COMUNE DI PERUGIA

1^a Relazione annuale 1998 – 1999

a cura di :

Dott. Mario Mossone (Resp. Laboratorio Chimico)

Dott. Mario Segoni (Resp. Sez. Inquinamento Atmosferico)

Dott.ssa Nicoletta Barbagianni

Dott.ssa Eugenia Peirone

P.I. Sergio Salciarini

T.A. Marco Pompei

T.A. Mirco Areni

LABORATORIO CHIMICO –USL .n.2 – Perugia

INDICE

1) PREMESSA	pag. 3
2) RIFERIMENTI NORMATIVI	pag. 3
3) CARATTERISTICHE DELLA RETE DI RILEVAMENTO	pag. 5
4) PARAMETRI METEOCLIMATICI	pag. 13
5) INQUINANTI MONITORATI E LORO CARATTERISTICHE	pag. 18
6) RISULTATI DEGLI INQUINANTI MONITORATI CON RIFERIMENTO AI LIMITI DI LEGGE	pag. 28
7) BENZENE E ALTRI IDROCARBURI AROMATICI	pag. 44
8) DEPOSIZIONI UMIDE	pag. 50
9) CONCLUSIONI	pag. 56
10) ALLEGATI	

PREMESSA

Con l'emanazione della Legge Regionale n.488/1998, sulla istituzione e disciplina della Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (A.R.P.A.), ed a seguito della recente nomina del Direttore Generale dell'ARPA, si sta avviando il processo per la definizione e l'attribuzione delle competenze tecniche sulle problematiche ambientali, da trasferire a questa struttura, comprese quelle relative al monitoraggio dell'inquinamento atmosferico.

La speranza ed il fine da perseguire è che ciò possa consentire di ricondurre in capo a quest'unico soggetto le attività di vigilanza, le attività istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera, la misura degli inquinanti e la verifica del rispetto o meno degli standard di qualità dell'aria, tutte organicamente legate tra loro; in modo da permettere una gestione complessiva ed unitaria della tematica inquinamento atmosferico

La legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico presenta una stratificazione temporale di numerosi provvedimenti che si sono succeduti nel tempo e non fornisce ancora un corpo legislativo razionale ed organico; è tutt'oggi in evoluzione in quanto sono in continuo sviluppo sia le conoscenze che gli strumenti di intervento e controllo.

RIFERIMENTI NORMATIVI

I decreti più importanti in materia di qualità dell'aria sono il *DPCM 28/03/83*, il *DPR 203/88*, il *DM 20/05/91* e i decreti specifici per le aree urbane: il *DM 12/11/92*, il *DM 15/04/94*, il *DM 25/11/94*, il *DM 16/05/96* ed infine il *DM 23/10/98* meglio noto come "Decreto sul Benzene", sostituito e modificato nella forma ma non nella sostanza, dal più recente *DM 21/04/99*

Il **DPCM 28/03/83** definisce i **limiti** massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad un gruppo di inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno; definisce i metodi di misura ed introduce il concetto di "**standard di qualità dell'aria**", a questi limiti si sono aggiunti i **valori guida** di qualità dell'aria in ambiente esterno ed i relativi metodi di campionamento e analisi, introdotti con il **DPR 203/88**.

La conoscenza dello stato e della dinamica della qualità dell'aria viene acquisita attraverso l'organizzazione e la gestione di un sistema di monitoraggio della qualità dell'aria così come definito nel **DM 20/05/91** che, all'art. 1 stabilisce anche gli obiettivi di una rete di rilevamento; essi sono :

- 1) individuare le cause che determinano i fenomeni di inquinamento ;
- 2) fornire, attraverso la misura di specie inquinanti e di parametri meteorologici, un insieme di dati rappresentativi relativi ai processi di inquinamento atmosferico al fine di avere un quadro conoscitivo che consenta una più efficace tutela della salute pubblica e del territorio ;
- 3) verificare la rispondenza di modelli fisico-matematici a rappresentare la dinamica spazio-temporale dei fenomeni dispersivi degli inquinanti in situazioni specifiche ;
- 4) fornire indicazioni sia per la valutazione sistematica dei livelli di inquinamento sia per la previsione di situazioni di emergenza ;

5) documentare il rispetto ovvero il superamento degli standard di qualità dell'aria nel territorio interessato

Questi obiettivi, che conglobano quelli previsti dal DPCM 28/03/83 e dal DPR 203/88 e cioè rispettivamente la tutela igienico-sanitaria delle persone o comunità esposte e la protezione dell'ambiente, non si limitano alla sola verifica del rispetto o meno degli standard di qualità dell'aria ma spaziano dalla previsione di episodi critici, alla verifica di modelli fisico-matematici, alla verifica dell'efficacia dei piani di risanamento e delle politiche ambientali.

Il decreto indica anche il numero e la collocazione delle stazioni di monitoraggio, che vengono suddivise in 4 tipologie (A, B, C, D), con riferimento alle caratteristiche della zona monitorata.

L'art.9 del **DM 20/05/91** introduce per la prima volta i **livelli di attenzione e di allarme** che sono stati successivamente definiti nei decreti del *Novembre 92*, aggiornati *nell'Aprile 94*, poi nel *Novembre 94* ed ancora *nell'Aprile 96*.

Questi livelli, se superati, determinano lo stato di attenzione o di allarme a seguito del quale l'autorità competente (Sindaco), adotta i provvedimenti finalizzati a limitare l'inquinamento e l'esposizione della popolazione.

Il **DM 25/11/94** prescrive inoltre il monitoraggio di tre nuovi inquinanti: **Benzene**, Idrocarburi policiclici aromatici (**IPA**), frazione respirabile del particolato atmosferico (polveri di piccolissimo diametro che possono essere inalate) indicata con la sigla **PM10**.

Per questi inquinanti vengono indicati degli **obiettivi di qualità**, privi però di una precisa definizione giuridica.

Infine il **DM 23/10/98** (decreto sul Benzene), sostituito dal più recente **DM 21/04/99**, che fissa *i criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano misure di limitazione della circolazione*, fornisce il supporto giuridico necessario, modificando gli obiettivi di qualità in **limiti di concentrazioni** medie annuali che non devono essere superate.

Nonostante quest'ultimo decreto faccia un po' di chiarezza nell'interpretazione degli obiettivi di qualità, molti dubbi rimangono nella comprensione del rapporto tra i livelli di attenzione e di allarme da un lato e gli standard di qualità dell'aria dall'altro.

Sembra ovvio supporre che gli standard di qualità siano collegati alla prevenzione su periodi medi e lunghi, mentre i livelli di attenzione e allarme servano a prevenire situazioni di inquinamento acuto, anche di breve durata.

Tutto ciò non trova però conferma nelle incongruenze che si riscontrano per il monossido di carbonio, tra il livello di allarme (30 mg/m³) e lo standard di qualità (40 mg/m³), quest'ultimo nettamente più elevato del primo.

CARATTERISTICHE DELLA RETE DI RILEVAMENTO

Su iniziativa dell'Amministrazione Comunale, sostenuta dalla Regione dell'Umbria, è stata realizzata la rete di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico della città di Perugia.

Il progetto è stato redatto dal Dipartimento di Chimica dell'Università di Perugia in collaborazione con il Laboratorio Chimico Multizonale e la U.S.L. n. 2; è stato approvato nell'ambito del Piano Triennale per la tutela Ambientale (PTTA 1994-96) ed è stato eseguito dalla Philips Automation S.p.A., che si è aggiudicata la gara europea indetta dal Comune di Perugia.

Tale progetto rappresenta il risultato di un'importante e funzionale sinergia tra i diversi Enti che, in ambito locale e nazionale, svolgono la loro attività in materia di ricerca, analisi e controllo della qualità dell'aria ed operano per garantirne l'effettivo miglioramento.

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

Tutte le centraline sono collegate, tramite linea telefonica dedicata, ad una **centrale operativa**, ubicata presso il *Laboratorio Chimico Multizonale di Perugia*.

Successivamente, i dati validati sono trasferiti giornalmente, con un collegamento diretto, al *Comune di Perugia ed alla Regione dell'Umbria*.

E' stata attivata anche una postazione per l'informazione diretta alla cittadinanza, ubicata presso la centralina di Fontivegge.

Inoltre i dati sono quotidianamente trasferiti su televideo (pag. 619 RAI 3) e potranno essere riportati sul sito Internet del Comune di Perugia.

La tipologia delle centraline e delle strumentazioni è stata scelta in riferimento alle vigenti normative (D.M. 20.5.1991).

Con l'attivazione della rete di monitoraggio, anche alla luce del recente DM del 21/04/1999, ci si prefigge principalmente di :

- a) documentare il rispetto ovvero il superamento degli standard di qualità dell'aria nel territorio posto sotto controllo.
- b) fornire indicazioni sia per la valutazione sistematica dei livelli di inquinamento sia per la previsione di situazioni di emergenza
- c) individuare le cause che determinano i fenomeni di inquinamento atmosferico
- d) fornire un insieme di dati rappresentativi relativi ai processi di inquinamento atmosferico, al fine di avere un quadro conoscitivo che consenta una più efficace tutela della salute pubblica e del territorio.

Il progetto, come detto, è stato elaborato con riferimento alla normativa vigente in materia di controllo della qualità dell'aria, ai criteri di rilevamento ed elaborazione dei dati forniti dall'Istituto Superiore della Sanità (ISTISAN 87/5 e 87/6) ed alle indicazioni dello stesso Istituto relativamente alla progettazione ed alla gestione di una rete di rilevamento (ISTISAN 89/10).

Così come richiesto dalla Regione Umbria (DGR n. 296 del 26.1.1994) la rete di rilevamento è stata articolata su quattro stazioni di cui, secondo quanto stabilito dal D.M.A. 20.5.1991:

*n.1 di tipo A (**Parco Cortonese**) (“sulla quale misurare tutti gli inquinanti primari e secondari ed i parametri meteorologici di base nonché inquinanti non convenzionali. Tali postazioni debbono essere preferenzialmente localizzate in aree non direttamente interessate dalle sorgenti di emissione urbana”);* gli inquinanti ed i parametri monitorati sono i seguenti:

Polveri totali sospese (PTS), Biossido di Zolfo (SO₂), Ossido di carbonio (CO), Ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), Ozono (O₃), Meteo completo (DV/ VV; T; P; UR%; RST/N; RUVA) Pioggia.

La centralina è stata collocata all'interno di un parco urbano



Postazione Parco Cortonese

*n. 1 di tipo B (**Via della Scuola Ponte San Giovanni**) (“situata in zona ad elevata densità abitativa nella quale misurare la concentrazione di alcuni inquinanti primari e secondari con particolare riferimento a NO₂, idrocarburi, materiale particellare in sospensione”);* gli inquinanti ed i parametri monitorati sono i seguenti:

Polveri totali sospese (PTS), Ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), Ozono (O₃), Meteo (DV/VV).



Postazione di Ponte S.Giovanni (via della scuola)

n.2 di tipo C (Fontivegge e Porta Pesa)

Postazione di **Fontivegge** - (*“situata in zona ad elevato traffico per la misura degli inquinanti emessi direttamente dal traffico autoveicolare - CO, idrocarburi volatili - situata in zona ad alto rischio espositivo quali strade ad elevato traffico e bassa ventilazione”*); gli inquinanti ed i parametri monitorati sono i seguenti:

Frazione respirabile delle polveri (PM₁₀), Ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), Ossido di carbonio (CO), Benzene (BTX), Meteo (DV/VV, RUVA; RST/N)



Postazione di Fontivegge (P.zza Vittorio Veneto)



Postazione di Fontivegge- particolare del punto di informazione diretto al pubblico

Postazione di **Porta Pesa** - (*idem come sopra*) gli inquinanti ed i parametri monitorati sono i seguenti: .

Polveri totali sospese (PTS), Ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), Ossido di carbonio (CO), Idrocarburi non metanici (HCNM), Metano (CH₄), Meteo (DV/VV).



Postazione di Porta Pesa (via Brunamonti)

La posizione delle centraline 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.

Esse possono essere considerate ampiamente rappresentative della complessa situazione della città riuscendo ad evidenziare chiaramente i diversi livelli di eventuale degrado della qualità dell'aria nelle diverse zone.

Ad integrazione delle informazioni fornite dalla rete si utilizzano inoltre :

- dati ottenuti da mezzi mobili utilizzati per campagne periodiche di monitoraggio
- rilevazioni semiautomatiche di altri inquinanti per i quali non sono previsti analizzatori in continuo.

Tutte le centraline sono collegate con una unità centrale di raccolta ed elaborazione dei dati.

Il Centro di elaborazione dati (CED) della rete di monitoraggio rappresenta il supervisore di tutto ciò che accade in periferia. dal centro è possibile controllare il funzionamento delle stazioni e visualizzare in tempo reale l'andamento dei parametri monitorati.

La configurazione del CED prevede 3 personal computer collegati

1. unità di gestione rete e data base (server), con sistema operativo SCO UNIX, con dispositivi per la gestione delle linee di trasmissione dati, interfaccia per rete locale e gruppo di continuità per gestire le interruzioni di alimentazione;
2. unità di supervisione e presentazione dati (client), in ambiente Windows, da cui è possibile validare ed elaborare i dati ambientali raccolti ed organizzarli in grafici e tabelle;
3. un personal computer di regia con compiti di presentazione dei dati al pubblico, in postazioni remote dotate di CD interattivo.



Centro Elaborazione Dati presso il Laboratorio Chimico

La rete permette di misurare i seguenti inquinanti: Biossido di zolfo (SO₂), - .Monossido di carbonio (CO), - Ossidi di azoto (NO_x),-.Polveri totali sospese (PTS), - Piombo (Pb) - Ozono - (O₃) -.Metano (CH₄) -.Idrocarburi non metanici (NMHC) - Benzene - PM10, riferibili sostanzialmente alle emissioni causate dal traffico cittadino ed alle attività di riscaldamento domestico, e tutti i parametri meteo-climatici.

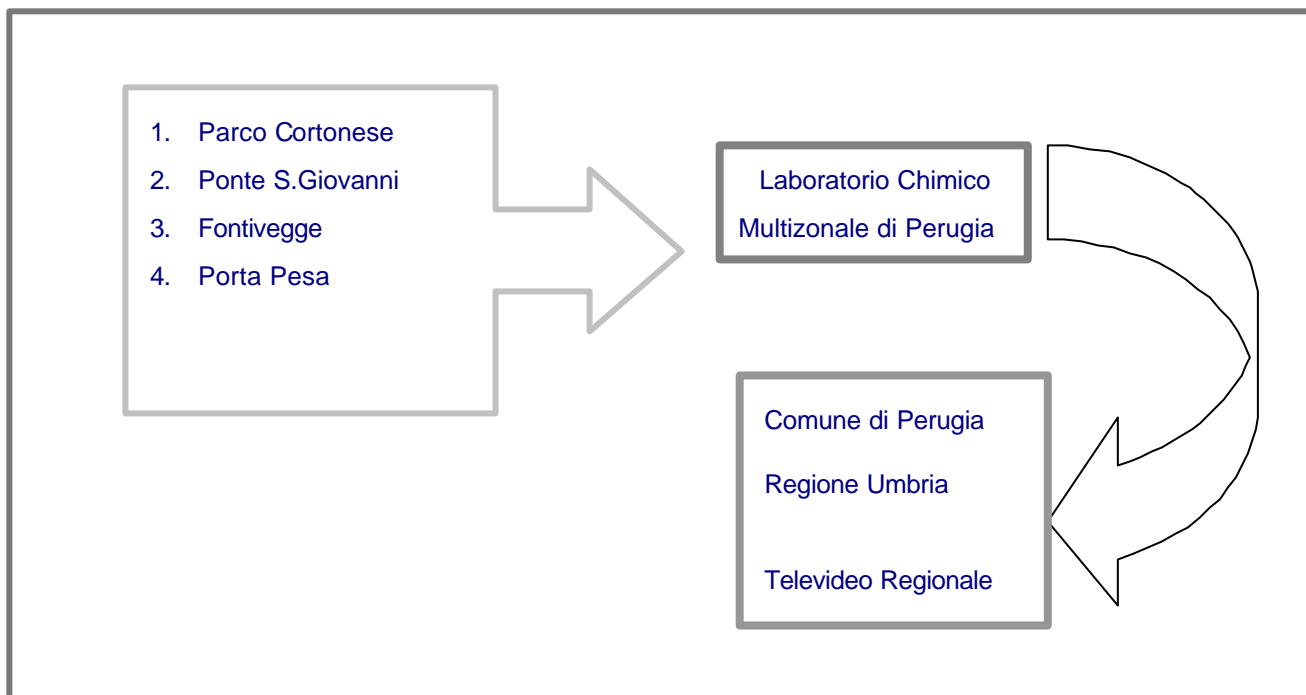
La collocazione della centrale (per il controllo dei dati e della funzionalità delle strumentazioni) all'interno del *Laboratorio Chimico Multizonale di Perugia* garantisce la qualità dei dati, che giornalmente sono validati da tecnici di tale struttura.

Il Laboratorio ha al suo interno personale altamente qualificato, che gestisce sistemi di rilevazione della qualità dell'aria e che secondo quanto stabilito dal contratto di fornitura dei lavori, ha partecipato ad un corso di preparazione all'uso dei sistemi (strumentazioni e software) fornito dalla Philips Automation S.p.A.

Le risorse finanziarie per la gestione delle strumentazioni di controllo per il primo anno sono state considerate nel progetto, che prevede un prolungato periodo di garanzia di manutenzione ordinaria.

Successivamente i costi di gestione saranno oggetto di definizione nell'ambito del rapporto convenzionale tra Agenzia Regionale per l'Ambiente e Amministrazione Comunale.

VALIDAZIONE E PRESENTAZIONE DEI DATI SCHEMA DI FLUSSO



Con l'attivazione della rete e per dare piena attuazione agli indirizzi normativi, si è provveduto a definire **i criteri per l'individuazione degli stati di attenzione e di allarme**, utili per l'attività dell'Amministrazione Comunale ai fini dell'informazione alla popolazione sugli episodi di superamento dei limiti, sui provvedimenti adottati, sulle relative motivazioni, sulla loro prevedibile durata e sugli eventuali comportamenti da adottare per limitare l'esposizione dei gruppi più sensibili.

Con Riferimento all'allegato I, tabella I del D.M. 15/04/94 come modificata dal D.M. 25/11/94 sono definiti i seguenti stati di attenzione e di allarme.

La tabella II dell'allegato I al D.M. 15/04/94 è applicabile alla rete del Comune di Perugia con riferimento alle tipologie A, B e C delle stazioni di rilevamento :

	Livello di attenzione	Livello di allarme	Lo stato di attenzione o allarme è raggiunto se il superamento avviene
Biossido di Azoto $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria	200	400	nel 50% delle stazioni di tipo A e B (Cortonese e Ponte San Giovanni)
Ossido di Carbonio mg/m^3 media oraria	15	30	nel 50% delle stazioni di tipo A e C (Cortonese, Fontivegge, Porta Pesa)
Particelle sospese $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media 24 ore	150	300	nel 50% delle stazioni di tipo A, B e C (Cortonese, P. San Giovanni, Porta Pesa)
Biossido di Zolfo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media 24 ore	125	250	nel 50% delle stazioni di tipo A, B e C (Cortonese)
Ozono $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria	180	360	in una qualsiasi stazione di tipo A o D (Cortonese)

- Gli stati di Attenzione e di Allarme vengono raggiunti quando si verifica, nel corso del ciclo di rilevamento di 24 ore, il superamento, anche non contemporaneo, dei relativi livelli in un numero e tipo di postazioni uguale o superiore a quello indicato.
- Per l'inquinante ozono, lo stato di attenzione e di allarme viene dichiarato al raggiungimento di concentrazioni in aria, **pari** o superiori ai rispettivi livelli (DM.16 maggio 1996).

Lo stato di Attenzione e di Allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane sono così definiti all'art.2 del DM. 15/04/94 :

- **Stato di Attenzione** : una situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme.
- **Stato di Allarme** : una situazione di inquinamento atmosferico suscettibile di determinare una condizione di rischio ambientale e sanitario.

- Per quanto concerne l'informazione quotidiana ai cittadini è stato adottato il seguente giudizio sintetico di Qualità dell'Aria, diffuso attraverso INFOCOM e eventuali altri mezzi di informazione.

<i>GIUDIZIO SINTETICO DI QUALITÀ DELL'ARIA</i>					
		Buona	Accettabile	Scadente	Pessima
CO	mg/m ³ *	< 7,5	< 15	< 30	> 30
NO₂	μg/m ³ *	< 100	< 200	< 400	> 400
O₃	μg/m ³ *	< 90	< 180	< 360	> 360
SO₂	μg/m ³ °	< 60	< 80	< 125	> 125
PTS	μg/m ³ °	< 40	< 150	< 300	> 300
PM10	μg/m ³ °	< 40	< 60	< 150	> 150
Benzene	μg/m ³ °	< 10	< 15	< 30	> 30

* valore max. orario

° valore medio giornaliero

Gli inquinanti scelti per esprimere il giudizio sintetico di qualità dell'aria sono quelli per i quali la normativa nazionale fissa i livelli di Attenzione e di Allarme, come CO, NO₂, O₃, PTS, SO₂ e quelli per i quali sono stati definiti gli obiettivi di qualità, come Benzene e PM10.

PARAMETRI METEOCLIMATICI

Radiazione solare

La radiazione solare è uno dei parametri più significativi per la definizione del grado di instabilità atmosferica che caratterizza il PBL (Planetary Boundary Layer).

In generale una maggiore intensità della radiazione solare innalza il livello di turbolenza convettiva che favorisce il rimescolamento degli inquinanti.

La radiazione solare è inoltre un ottimo catalizzatore per una numerosa serie di reazioni chimiche che subiscono gli inquinanti presenti in atmosfera.

In particolare l'intensità dei fenomeni di inquinamento secondario di origine fotochimica aumenta all'aumentare dell'intensità della radiazione solare.

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

Il periodo studiato fino ad oggi, presenta delle intensità di radiazione solare molto differenti : massime intensità giornaliere nel mese di giugno con $23,7 \text{ mW/cm}^2$.e minime intensità nel mese di dicembre con $5,3 \text{ mW/cm}^2$, che corrispondono ai mesi di massima e minima energia media fornita dal sole, unitamente alla maggiore estensione temporale del periodo di luce nel mese estivo rispetto al mese di dicembre.

Inoltre si evidenzia che le intensità di radiazione più elevate si registrano in corrispondenza dell'intervallo orario compreso tra le 14.00 e le 15.00, con valori compresi tra 75 e 89 mW/cm^2 .

Campo anemologico

Il campo anemologico presente nella città di Perugia è determinato in modo significativo sia dalla natura delle perturbazioni a scala sinottica che dai regimi di brezza a scala locale data la sua estensione verticale che passa dai 270 metri di Pian di Massiano ai 493 metri di Porta Sole.

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

- con direttrice **nord - sud**, con prevalenza della direzione da **sud** sia in estate che in inverno, nella postazione di Parco Cortonese ;
- con direttrice **sudovest - nordest**, con prevalenza della direzione da **nordest** sia in estate che in inverno, nella postazione di Ponte S. Giovanni .

Le classi di intensità più frequente del vento sono risultate quelle con valori di velocità fino a $1,5 \text{ m/s}$, per Ponte S. Giovanni e fino a 3 m/s per Il Parco Cortonese, con regime di brezze leggere e 56 giorni di **calme**.

La Temperatura

La temperatura dell'aria influenza in diversi modi i fenomeni di inquinamento atmosferico.

In primo luogo nel periodo invernale si ha un aumento delle emissioni derivanti dagli impianti termici per il riscaldamento degli edifici ; inoltre in corrispondenza di temperature più fredde si possono avere emissioni più elevate di alcuni inquinanti quali il monossido di carbonio che nelle aree urbane è emesso principalmente dal traffico autoveicolare.

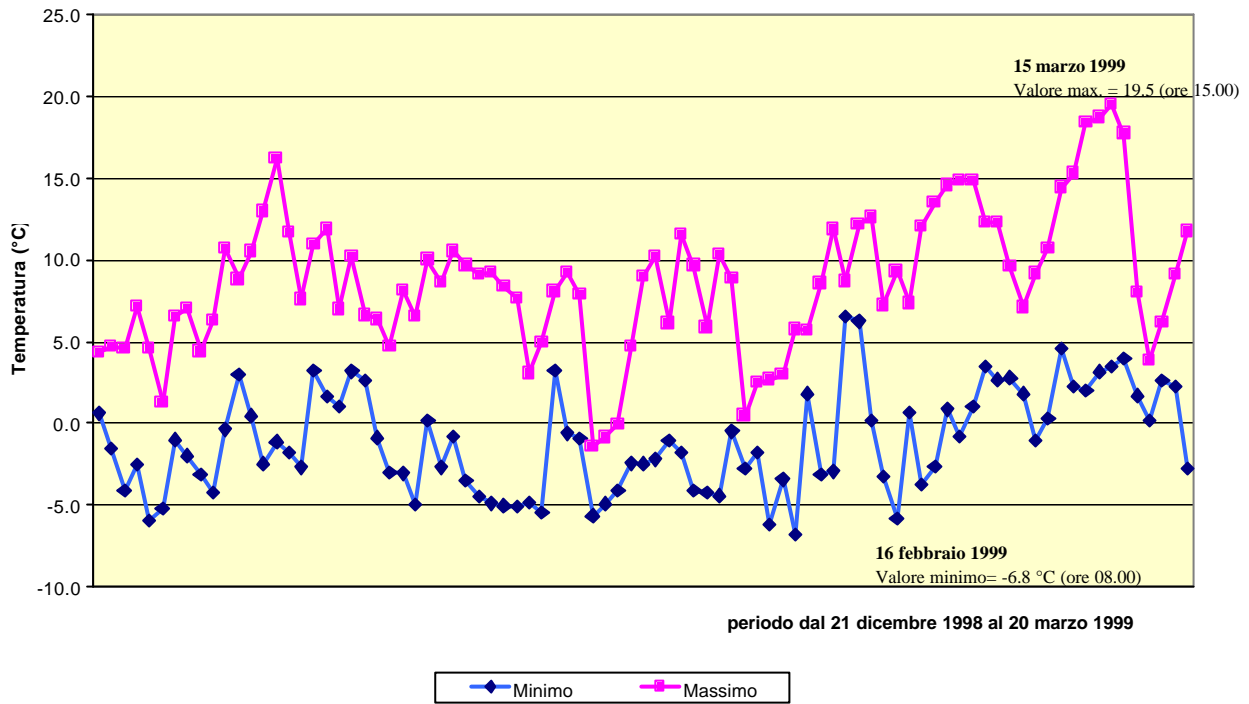
La temperatura ambiente influenza inoltre in modo determinante un serie di trasformazioni chimiche quali il passaggio in soluzione acquosa degli inquinanti atmosferici e le velocità di numerose reazioni chimiche che contribuiscono a modificare l'andamento delle concentrazioni degli inquinanti presenti in atmosfera.

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 molto frequente per la città di Perugia.

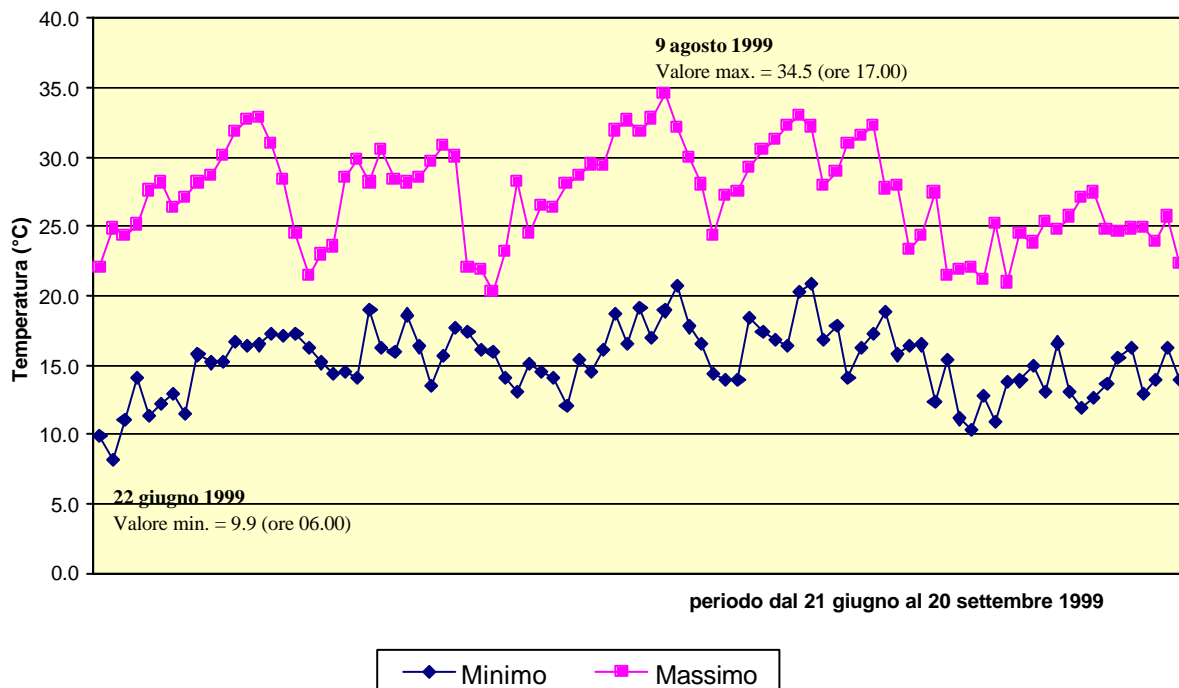
Nel periodo monitorato è stata rilevata una temperatura minima invernale (come media oraria) di -6.8°C il 16 febbraio 1999 alle ore 08.00, con un massimo di $5,8^{\circ}\text{C}$ alle ore 16.00, anche se il periodo più freddo si è registrato durante tre giorni dal 31 gennaio al 2 febbraio 1999, in cui sia le temperature minime che quelle massime sono state sempre inferiori allo zero, come si può vedere dal grafico inverno 1998/99, riportato di seguito.

Il valore di temperatura più elevato (come media oraria) è stato registrato, durante il periodo estivo, il 9 agosto 1999 con 34.5°C alle ore 17.00 (v. grafico: estate 1999).

**Postazione Parco Cortonese
INVERNO 1998 / 1999**



**Postazione Parco Cortonese
ESTATE 1999**



Umidità Relativa

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

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

Queste nebbie costituiscono una delle modalità con cui si possono verificare le 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, che sono fondamentali per effettuare anche delle previsioni sull'evoluzione dell'inquinamento atmosferico.

Stabilità atmosferica

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

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

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

In particolare, secondo questa classificazione, alle categorie utilizzate corrispondono le seguenti condizioni:

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

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

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

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

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

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

Nel periodo monitorato si è avuta una prevalenza delle categorie B e C tra le ore 10 e 16, mentre la condizione più frequente nelle ore notturne è stata di neutralità, categoria D.

INQUINANTI MONITORATI E LORO CARATTERISTICHE

Polveri Totali Sospese (PTS)

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

La presenza di particolato è in gran parte dovuta a processi di combustione incompleta di derivati del petrolio, sia di origine industriale che domestica che da traffico autoveicolare.

Per quanto riguarda gli agglomerati urbani e la città di Perugia in particolare, le due fonti da considerare sono l'origine domestica (riscaldamento) e il traffico autoveicolare.

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, in quanto può raggiungere gli alveoli polmonari e qui causare danni più o meno importanti a seconda della natura del particolato.

La frazione infine che contiene particelle di diametro inferiore a 0,5 µm non si deposita ma viene riemessa durante la fase di espirazione.

La frazione di particolato che più facilmente può essere trattenuta nei polmoni, è quella costituita da particelle di diametro di circa 1 µm e la cui potenziale pericolosità per la salute è rappresentata dall'azione indiretta del particolato, che può fungere da veicolo per altri microinquinanti come nel caso di particelle carboniose, le quali possono contenere adsorbiti idrocarburi cancerogeni, che aggravano il rischio di patologie respiratorie.

Valori limite di qualità dell'aria

media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno:
150 µg/m³ (1 aprile - 31 marzo)

95° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno:
300 µg/m³ (1 aprile - 31 marzo)

Livello di attenzione media giornaliera: 150 µg/m³

Livello di allarme media giornaliera: 300 µg/m³

Valori guida

media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno:
da 40 a 60 µg/m³ (1 aprile - 31 marzo)

media giornaliera: da 100 a 150 µg/m³

Ossido di Carbonio (CO)

L'ossido di carbonio è un gas inodore che deriva dalla combustione incompleta dei combustibili ; è un tipico inquinante da traffico autoveicolare, è un potente veleno ad elevate concentrazioni, gli effetti sull'uomo sono legati alla caratteristica di interferenza sul trasporto di ossigeno (formazione di carbossiemoglobina) ai tessuti, in particolare al sistema nervoso centrale.

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

E' raccomandabile quindi un valore limite non superiore a $10-11 \text{ mg/m}^3$ su 8 ore, a protezione della salute in una popolazione generale e di $7-8 \text{ mg/m}^3$ su 24 ore (CCTN, 1995).

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

L'ossido di carbonio è un inquinante primario con un tempo di permanenza in atmosfera relativamente lungo (circa quattro mesi) e con una bassa reattività chimica; pertanto le concentrazioni in aria di questo inquinante sono 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.

L'intensità e la direzione del vento rispetto all'asse stradale e rispetto all'altezza degli edifici ai bordi della strada e la larghezza della stessa, possono influenzare in maniera determinante i valori di concentrazione dell'ossido di carbonio (effetto Canyon).

Valori limite di qualità dell'aria

media di 8 ore: 10 mg/m^3

media oraria: 40 mg/m^3

Livello di attenzione media oraria: 15 mg/m^3

Livello di allarme media oraria: 30 mg/m^3

Ossidi di Azoto (NO_x)

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

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

Le specie chimiche presenti in aria come inquinanti naturali ed antropogenici e che destano maggiori preoccupazioni in termini di inquinamento atmosferico, sono essenzialmente ossido e biossido di azoto (NO ed NO₂).

Monossido di Azoto (NO)

L'ossido di azoto è un inquinante primario che si genera direttamente nei processi di combustione per reazione diretta tra azoto ed ossigeno dell'aria che, a temperature maggiori di 1200°C, producono principalmente NO ed in misura ridotta NO₂, da emissioni naturali come eruzioni vulcaniche, incendi, fulmini e processi biologici.

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

Biossido di Azoto (NO₂)

Il biossido di azoto si forma come prodotto secondario per reazione dell'NO con l'aria in presenza di ozono.

Il tempo di permanenza medio degli ossidi di azoto nell'atmosfera è breve, circa tre giorni per l'NO₂ e circa quattro giorni per l'NO.

La formazione di ossidi di azoto è strettamente correlata agli elevati valori di pressione e temperatura che si realizzano all'interno delle camere di combustione dei motori.

L'NO₂ è, tra gli ossidi di azoto, l'unico ad avere rilevanza tossicologica, infatti, oltre ad essere un irritante delle vie respiratorie e degli occhi, tale gas è in grado di combinarsi con l'emoglobina modificandone le proprietà chimiche e fisiologiche con formazione di metaemoglobina che non è più in grado di trasportare ossigeno ai tessuti.

In presenza di O₃ e idrocarburi, dà luogo a reazioni fotochimiche che portano alla formazione del così detto smog fotochimico con accentuazione degli effetti sulle funzioni respiratorie e la manifestazione di forme di allergie ed irritazioni.

Gli ossidi di azoto, in presenza di umidità, si trasformano in acido nitrico contribuendo così al manifestarsi del fenomeno delle piogge acide con conseguenze importanti sugli ecosistemi terrestri ed acquatici

Valori limite di qualità dell'aria

98° percentile delle concentrazioni medie di un'ora rilevate nell'arco di un anno:
200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 gennaio - 31 dicembre)

Livello di attenzione media oraria: 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Livello di allarme media oraria: 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori guida

50° percentile (mediana) delle concentrazioni medie di un'ora rilevate nell'arco di un anno:

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 gennaio - 31 dicembre)

98° percentile delle concentrazioni medie di un'ora rilevate nell'arco di un anno:

135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 gennaio - 31 dicembre)

Biossido di Zolfo (SO₂)

Il biossido di zolfo si produce per combustione di ogni materiale contenente zolfo, in questo processo insieme al biossido o anidride solforosa (SO₂), si produce anche anidride solforica (SO₃).

I due composti SO₂ ed SO₃ (indicati con il termine generale SO_x), sono i principali inquinanti atmosferici da ossidi di zolfo e le loro caratteristiche principali sono l'assenza di colore, l'odore pungente, la reattività con l'umidità dell'aria, che porta alla formazione di acido solforico presente nelle piogge acide.

Il biossido di zolfo è un forte irritante delle vie respiratorie; l'esposizione prolungata a concentrazioni di alcuni mg/mc di SO₂ possono comportare incremento di faringiti, affaticamento e disturbi a carico dell'apparato sensorio.

E' accertato un effetto irritativo sinergico in caso di esposizione combinata con il particolato, dovuto probabilmente alla capacità di quest'ultimo di veicolare l' SO₂ nelle zone respiratorie del polmone profondo interferendo con le funzioni dell'epitelio ciliare.

Le principali fonti di inquinamento sono costituite dai processi di combustione di combustibili in cui lo zolfo è presente come impurezza (carbone, olio combustibile, gasolio).

Valori limite di qualità dell'aria

mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno:
80 µg/m³ (1 aprile - 31 marzo)

98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno:
250 µg/m³ (1 aprile - 31 marzo)

mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate durante l'inverno:
130 µg/m³ (1 ottobre - 31 marzo)

Livello di attenzione media giornaliera: 125 µg/m³

Livello di allarme media giornaliera: 250 µg/m³

Valori guida

media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno:
da 40 a 60 µg/m³ (1 aprile - 31 marzo)

valore medio delle 24 ore
da 100 a 150 µg/m³ (dalle 00 alle 24 di ciascun giorno)

Ozono (O₃)

L'ozono è un inquinante secondario che raramente viene emesso direttamente da fonti civili o industriali.

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

L'ozono è un gas incolore dal forte potere ossidante e di odore caratteristico percettibile già a concentrazioni di 100µg/m³.

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

L'ozono è, fra gli inquinanti atmosferici, quello che svolge una marcata azione fitotossica nei confronti degli organismi vegetali, con effetti immediatamente visibili di necrosi fogliare ed effetti meno visibili come alterazioni enzimatiche e riduzione dell'attività di fotosintesi.

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

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

Valore limite di qualità dell'aria

concentrazione media di 1 ora da non raggiungere più di una volta al mese
200 µg/m³

Livello di attenzione media oraria: 180 µg/m³

Livello di allarme media oraria: 360 µg/m³

Soglia per la protezione della salute

concentrazione media di 8 ore: 110 µg/mc

Soglia per la protezione della vegetazione

concentrazione media di 1 ora 200 µg/m³
concentrazione media di 24 ore 65 µg/m³

Piombo (Pb)

Il piombo di provenienza autoveicolare è emesso esclusivamente da motori a benzina in cui è contenuto sotto forma di piombo tetraetile e/o tetrametile con funzioni di antidetonante.

Alla benzina sono aggiunti composti alogenati che reagendo con l'antidetonante inibiscono la formazione di ossidi di piombo che potrebbero danneggiare il motore ; in tal modo nell'ambiente vengono introdotti un numero notevole di derivati del piombo (cloruri, bromuri, ossidi).

Negli agglomerati urbani tale sorgente rappresenta pressochè la totalità delle emissioni di piombo e la granulometria dell'aerosol che lo contiene si colloca quasi integralmente nella frazione respirabile.

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

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

Il legislatore è intervenuto in questo campo abbassando il contenuto di piombo nelle benzine ad un valore di 0.15 g/l, con una conseguente riduzione del 63% delle emissioni di piombo per litro di benzina.

L'adozione generalizzata della benzina "verde" (0.013 g/l di Pb) potrebbe portare questa riduzione al 97% cosicché verrebbe praticamente eliminato il contributo della circolazione autoveicolare alla concentrazione in aria di questo metallo.

Valore limite di qualità dell'aria

media aritmetica delle concentrazioni giornaliere rilevate nell'arco dell'anno.
 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Idrocarburi non Metanici (NMHC)

Gli idrocarburi non metanici costituiscono un insieme di specie e di classi di natura organica caratterizzate da basse tensioni di vapore e quindi presenti in aria in fase gassosa a temperatura ambiente.

Il numero di sostanze organiche osservate in atmosfera è molto alto e comprende sia idrocarburi propriamente detti (contenenti solo carbonio e idrogeno), che sostanze ossigenate come aldeidi, chetoni acidi, alcoli ecc.

Le emissioni antropogeniche sono dovute a combustioni incomplete ed alla evaporazione di carburanti e solventi.

Le emissioni naturali, che a livello globale sono dello stesso ordine di grandezza delle emissioni antropogeniche, sono dovute alla degradazione di materiale organico (acidi organici) ed all'emissione diretta della vegetazione, come i monoterpeni e l'isoprene.

Questi composti hanno un ruolo molto importante nella produzione di specie ossidanti che in atmosfera conducono alla formazione di inquinanti secondari, responsabili dello smog fotochimico.

Valore limite di qualità dell'aria

concentrazione media di 3 ore consecutive $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

(in un periodo del giorno da specificarsi secondo le zone e da adottarsi solo se si siano verificati superamenti *significativi* dello standard di qualità per l'ozono).

Frazione Respirabile delle PTS (PM10)

Con la sigla PM10 si definisce il materiale particellare (particolato), costituito da polvere, fumo, microgocce di inquinanti liquidi, trasportati dal vento e di dimensioni minori di $10 \mu\text{m}$, che può essere inalato e che può raggiungere il polmone profondo ed interferire con l'attività respiratoria dei bronchioli e degli alveoli polmonari.

Le fonti di emissione di questa frazione fine in aree urbane sono imputabili quasi esclusivamente al traffico.

La loro pericolosità per la salute è esaltata dal fatto che queste polveri fini spesso contengono adsorbiti numerosi microinquinanti molto nocivi per l'uomo, come ad esempio metalli pesanti in traccia ed idrocarburi policiclici aromatici, che possono causare infiammazioni, fibrosi e neoplasie.

Inoltre possono comportare un'alterazione delle proprietà fisiche dell'atmosfera come ad esempio influire sulle caratteristiche di visibilità per diametri delle particelle maggiori di $1 \mu\text{m}$, intercettando o disperdendo la luce in proporzione alla loro sezione.

Se invece il loro diametro è inferiore a $0.1 \mu\text{m}$ possono causare rifrazione della luce alla lunghezza d'onda del visibile.

Valore limite *obiettivo di qualità* dell'aria

media mobile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno
 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dal 1 gennaio 1999)

Benzene

Il benzene è un microinquinante organico, appartenente alla famiglia degli idrocarburi aromatici, presente nell'aria che respiriamo in concentrazioni molto basse, ma diffuso ovunque anche nelle zone cosiddette incontaminate.

E' 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%.

La presenza del benzene in aria è dovuta quasi esclusivamente ad attività di origine umana; le emissioni antropogeniche di benzene dipendono dalle attività produttive legate al ciclo della benzina: raffinazione, distribuzione dei carburanti e soprattutto traffico autoveicolare, che rappresenta circa l'80-85%.

Il benzene viene rilasciato sia attraverso i gas di scarico (75-80%) sia tramite le evaporazioni della benzina dalle autovetture (20-25%), tuttavia la massima parte del benzene che viene emesso dagli autoveicoli deriva sia dalla combustione incompleta di questa sostanza nel motore sia dalla produzione della stessa per sintesi, a partire da altri composti organici costituenti la benzina, durante il processo di combustione.

La sola riduzione del tenore di benzene nelle benzine non è pertanto sufficiente a ridurre le emissioni, ma è necessario completare il processo di combustione delle frazioni incombuste prima dello scarico, attraverso l'uso di marmitte catalitiche in grado di abbattere le emissioni fino a 7 volte rispetto agli autoveicoli non catalizzati.

Nell'ambiente esterno il benzene viene prodotto dall'industria chimica, dal riscaldamento domestico, dall'uso di solventi.

Negli ambienti chiusi il contributo maggiore è attribuibile al fumo di tabacco.

L'esposizione acuta ad alte concentrazioni dà origine a fenomeni di depressione del sistema nervoso centrale, mentre l'esposizione prolungata a livelli tossici può provocare danni al midollo spinale.

A causa della accertata cancerogenicità di questo composto, lo IARC lo ha classificato nel gruppo 1 dei cancerogeni per l'uomo, inducendo lo sviluppo di tumori soprattutto a livello dell'apparato respiratorio e digerente e pertanto non è possibile raccomandare una soglia di sicurezza per la sua concentrazione in aria.

L'esposizione a questa sostanza deve essere ridotta al massimo possibile poiché da studi condotti dall' E.P.A. e dall' O.M.S., risulterebbero da 4 a 10 casi aggiuntivi di leucemia per milione di persone esposte alla concentrazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per tutta la vita.

Valore limite *obiettivo di qualità dell'aria*

media mobile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno
 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dal 1 gennaio 1999)

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).

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

Gli IPA derivano principalmente da processi di incompleta combustione di combustibili fossili : in particolare benzopirene, dibenzopirene, dibenzoantracene ed altri IPA, sono stati identificati nei gas di scarico degli autoveicoli con motore diesel.

Le proprietà tossicologiche variano in funzione della disposizione spaziale e del numero di anelli condensati; la maggiore tossicità è attribuita al benzo(a)pirene - B(a)P -per il quale è fissato il valore obiettivo di qualità.

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

Valore limite *obiettivo di qualità* dell'aria

media mobile delle concentrazioni giornaliere rilevate nell'arco di un anno
 1 ng/m^3 (dal 1 gennaio 1999)

RISULTATI DEGLI INQUINANTI MONITORATI CON RIFERIMENTO AI LIMITI DI LEGGE

Il primo anno di rilevamento della Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria di Perugia, iniziato nel Novembre 1998, ha rappresentato una prova impegnativa per il gruppo che all'interno del Laboratorio Chimico si è occupato della sua gestione, ma come si vede dalla tabella seguente l'efficienza complessiva della rete, cioè la percentuale di dati validi sul totale rilevabile, è stata molto alta per quasi tutti i parametri, che rileva accanto ad una buona capacità di gestione una altrettanto buona qualità del sistema.

Postazione	Strumento	% Dati Validi
Parco Cortonese	SO2	85
	NOx	44
	CO	96
	O ₃	87
	PTS	94
	Meteo	98
Ponte S.Giovanni	Nox	96
	O ₃	90
	PTS	95
	Meteo	98
Fontivegge	NOx	89
	CO	99
	O ₃	89
	PM10	98
	BTX	56
	Meteo	98
Porta Pesa	NOx	98
	CO	96
	PTS	96
	HC	68
	Meteo	98

Polveri Totali Sospese

L'elaborazione dei dati di un anno di questo inquinante evidenzia il rispetto degli Standard di Qualità dell'Aria in tutte le postazioni, con valori di Media e 95° Percentile al di sotto o prossimi al 50% del limite; si sono invece avuti dei superamenti dei valori indicati come Soglie di Attenzione, precisamente per 32 giorni a Ponte S.Giovanni, per 11 giorni a Parco Cortonese e 4 giorni a Porta Pesa e si è registrato inoltre 1 giorno di superamento della Soglia di Allarme a Porta Pesa (in coincidenza di una notevole nevicata e relativo spargimento di sabbia e sale).

Nella tabella e grafico seguenti si riportano tali valori suddivisi per postazione:

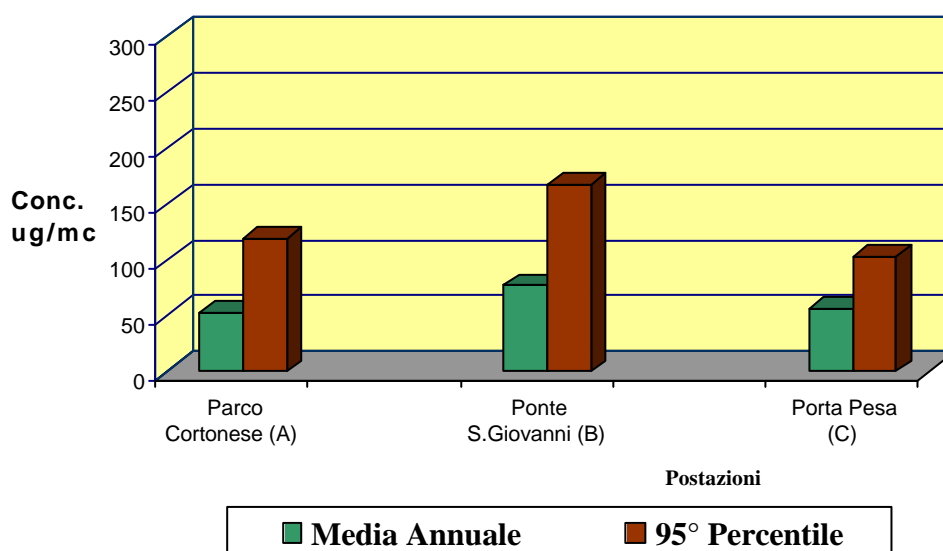
STANDARDS DI QUALITA' DELL'ARIA PERIODO 01/11/1998 - 31/10/1999

Particolato Totale Sospeso - PTS

Postazione	Media Annuale	95° Percentile	Superamenti Soglie	
	ug/mc (SQA=150)	ug/mc (SQA=300)	Attenzione (150 ug/mc)	Allarme (300 ug/mc)
Parco Cortonese (A)	53	119	11	0
Ponte S.Giovanni (B)	77	167	32	0
Porta Pesa (C)	57	103	4	1

Tabella riassuntiva delle polveri totali sospese, le elaborazioni sono fatte sulle medie di 24 ore

Particolato Totale Sospeso - PTS - Confronto con gli SQA



Biossido di Azoto

L'elaborazione dei dati di NO₂ mostra il rispetto degli SQA nelle postazioni di Parco Cortonese, di Ponte S.Giovanni e Porta Pesa, con valori prossimi o al di sotto del 50% dei limiti sia del 98° Percentile che del 50° Percentile (Valore Guida); in queste postazioni non si hanno superamenti dei livelli di attenzione e pertanto nemmeno dei livelli di allarme.

Per la postazione di Fontivegge invece si evidenzia il superamento degli SQA, sia del 98° Percentile che del Valore Guida del 50° Percentile; il superamento per ben 184 volte (medie orarie) della Soglia di Attenzione mentre non si raggiunge mai la Soglia di Allarme. Nella tabella seguente si rappresenta l'andamento descritto per ogni postazione:

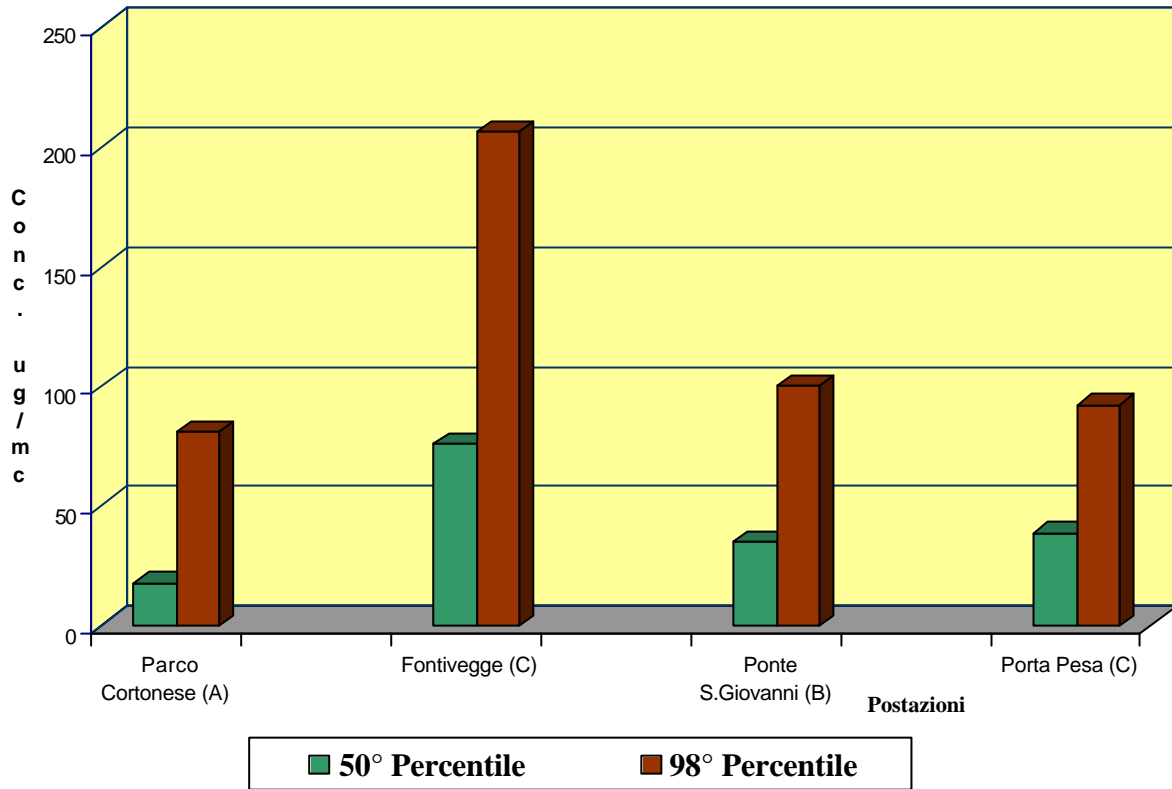
STANDARDS DI QUALITA' DELL'ARIA PERIODO 01/11/1998 - 31/10/1999
Biossido di Azoto - NO₂

Postazione	50° Percentile ug/mc (SQA=50)	98° Percentile ug/mc (SQA=200)	Superamenti Soglie	
			Attenzione (200 ug/mc)	Allarme (400 ug/mc)
Parco Cortonese (A)	18	81	0	0
Fontivegge (C)	76	206	184	0
Ponte S.Giovanni (B)	35	100	0	0
Porta Pesa (C)	39	92	0	0

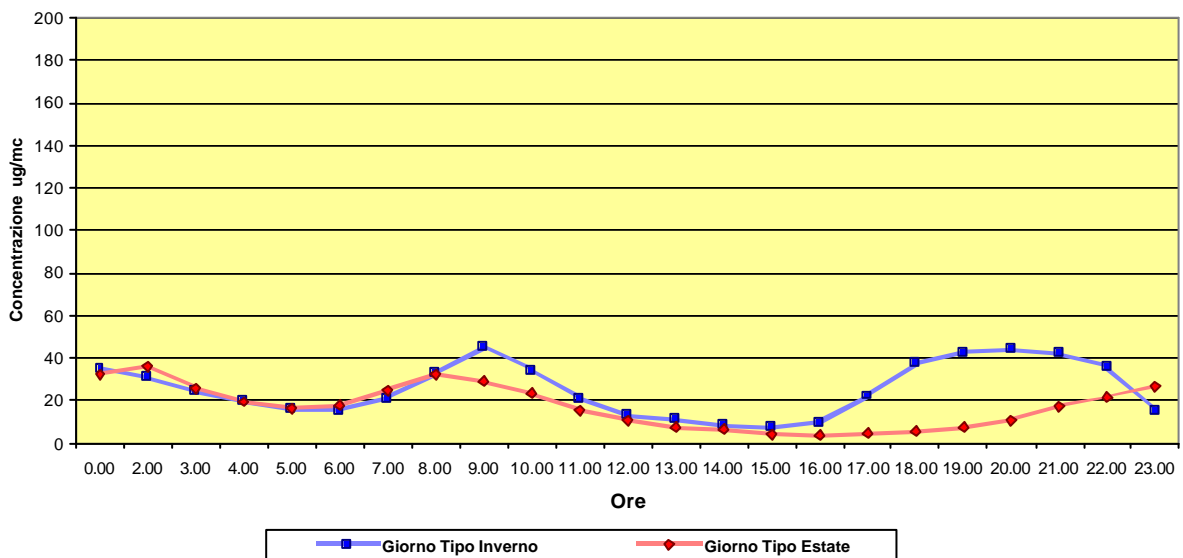
Tabella riassuntiva del Biossido di Azoto le elaborazioni sono fatte sulle medie orarie

Nei grafici successivi si riportano rispettivamente le elaborazioni degli standard di qualità dell'aria per le quattro postazioni e l'andamento in ogni postazione delle concentrazioni di NO₂ del Giorno Tipo nelle stagioni invernale ed estiva:

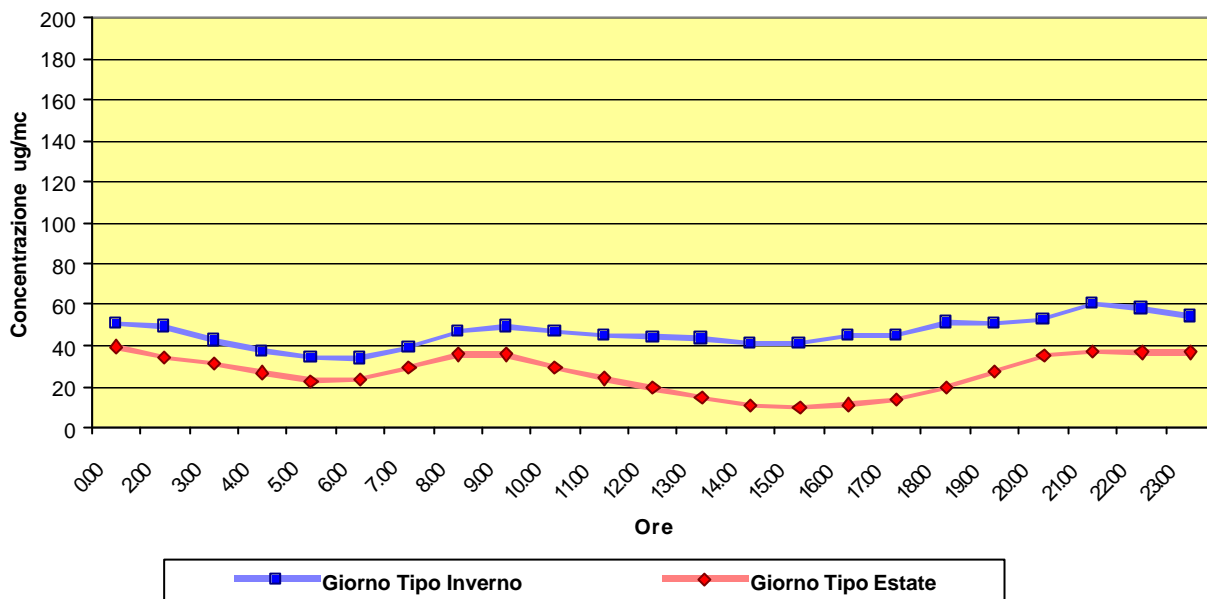
Biossido di Azoto- NO2 - Confronto con gli SQA



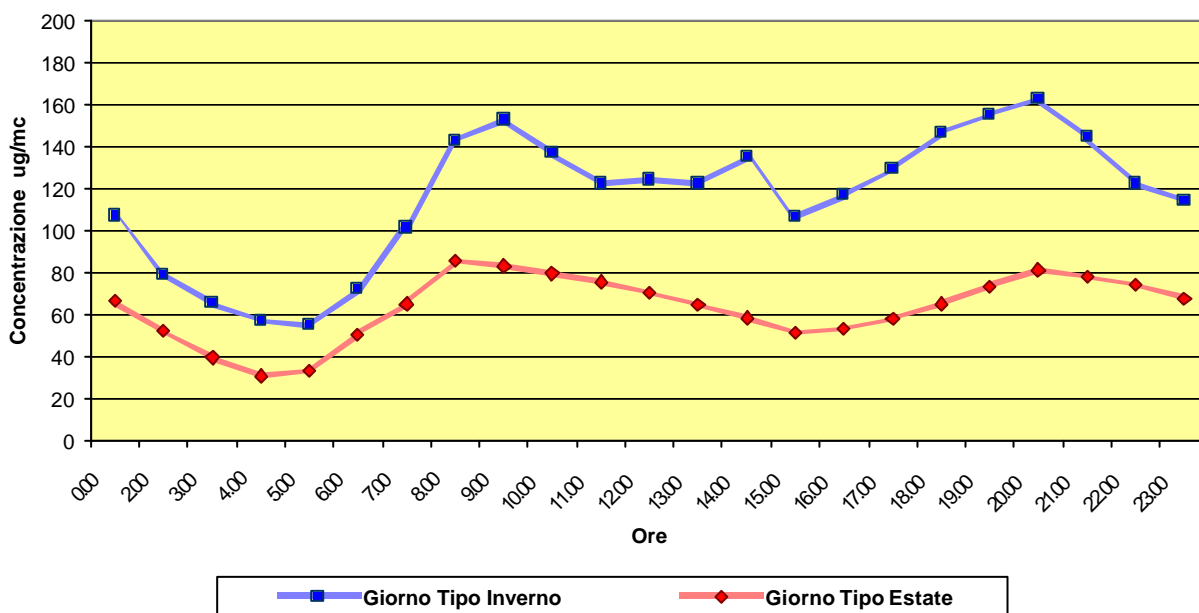
Postazione Parco Cortonese (A) Biossido di Azoto - NO2 - Giorno Tipo



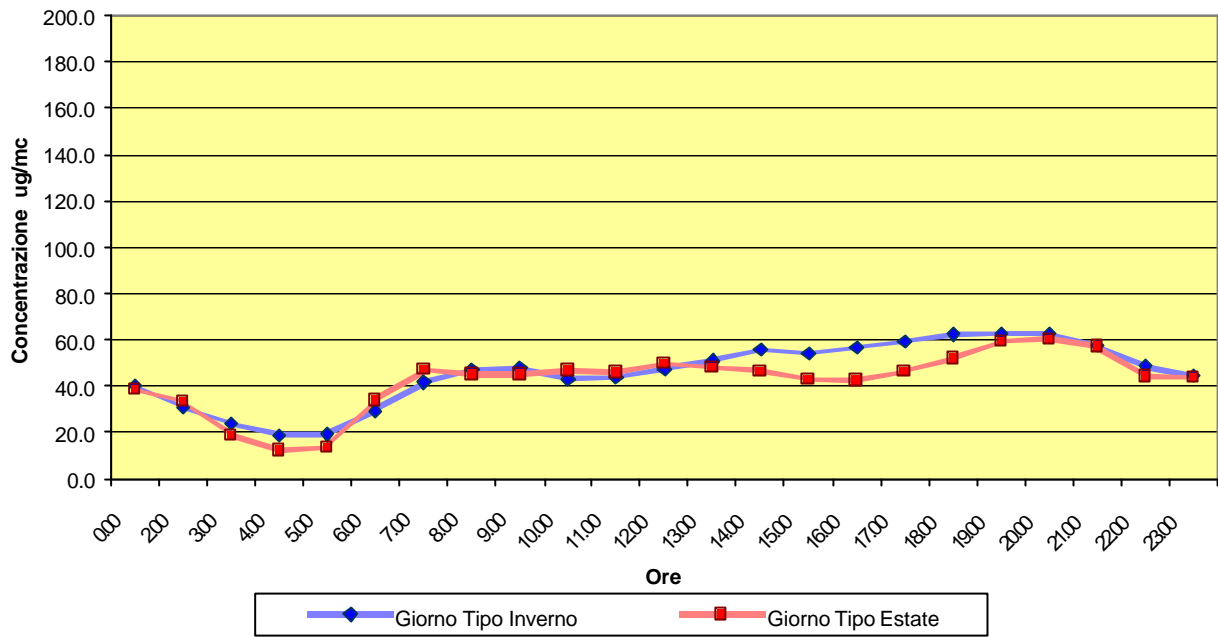
Postazione Ponte S.Giovanni (B)
Biossido di Azoto - NO₂ - Giorno Tipo



Postazione Fontivegge (C)
Biossido di Azoto - NO₂ - Giorno Tipo



Postazione Porta Pesa (C)
Biossido di Azoto - NO2 - Giorno Tipo



Monossido di Carbonio (CO)

Per quanto riguarda il monossido di carbonio analogamente all'NO₂ nelle postazioni di Parco Cortonese e Porta Pesa i valori delle concentrazioni riscontrate rispettano i limiti stabiliti come SQA sia per le medie di 1 ora che per quelle di 8 ore, senza superamenti né delle Soglie di Allarme né delle Soglie di Attenzione.

Per quanto riguarda invece Fontivegge anche per questo inquinante si ha il superamento dei limiti degli SQA, per le medie di 8 ore, e 70 superamenti della Soglia di Attenzione, per le concentrazioni di 1 ora, senza superamenti della Soglia di Allarme.

Nella tabella seguente è rappresentata la sintesi dei valori di SQA registrati e il numero di superamenti per ogni postazione:

STANDARDS DI QUALITA' DELL'ARIA PERIODO 01/11/1998 - 31/10/1999

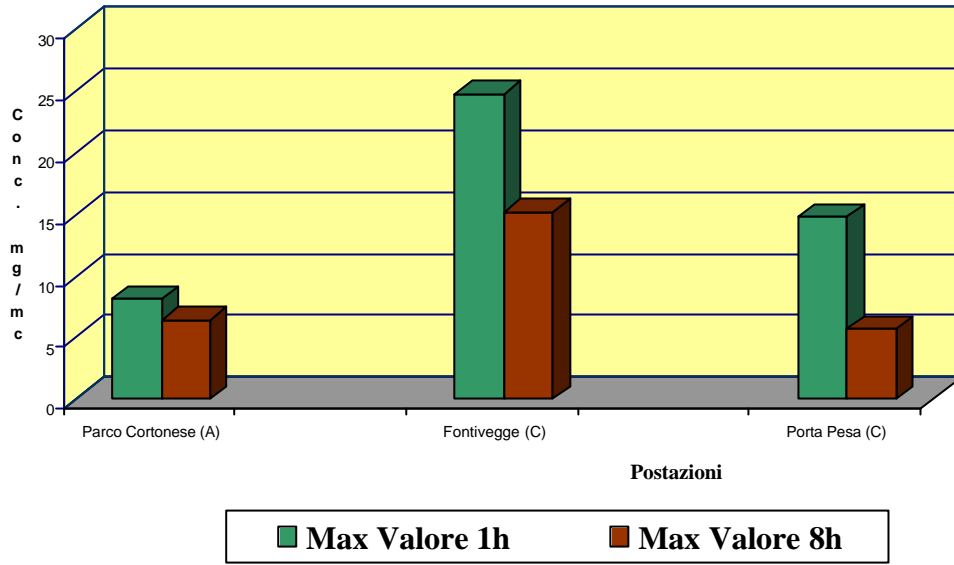
Monossido di Carbonio - CO

Postazione	Max Valore 1h	Max Valore 8h	Superamenti Soglie	
	mg/mc (SQA=40)	mg/mc (SQA=10)	Attenzione (15 mg/mc)	Allarme (30 mg/mc)
Parco Cortonese (A)	8.1	6.4	0	0
Fontivegge (C)	24.8	15.2	70	0
Porta Pesa (C)	14.8	5.7	0	0

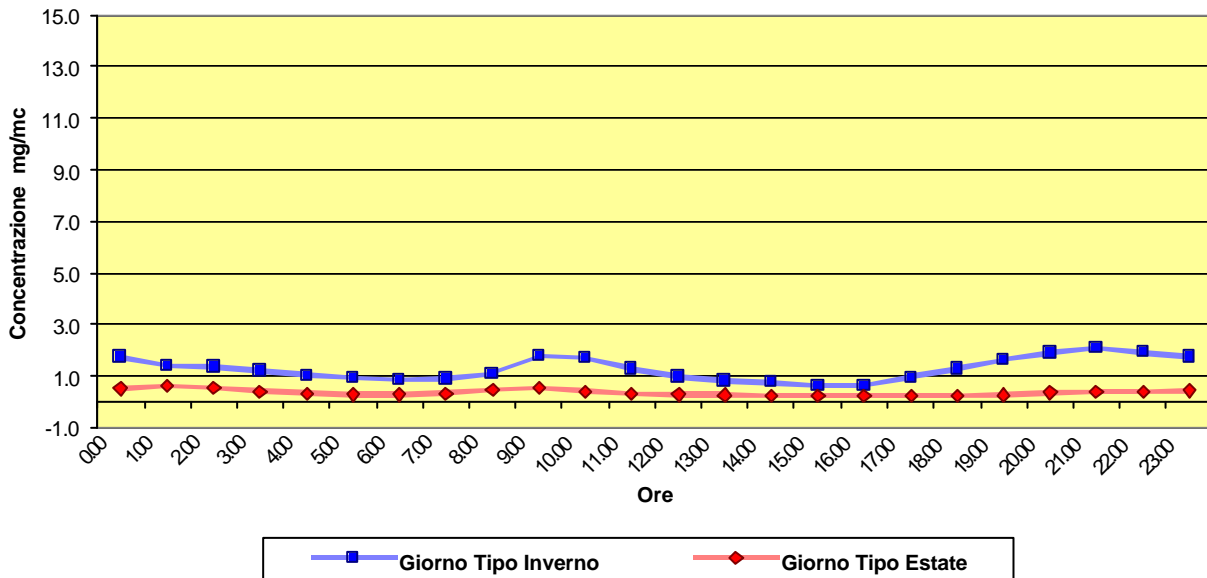
Tabella riassuntiva dell'Ossido di Carbonio, le elaborazioni sono fatte sulle medie di una ora e di otto ore.

Nei grafici che seguono sono riportati rispettivamente i valori di SQA elaborati per le postazioni in cui è presente il parametro CO e l'andamento delle concentrazioni elaborate secondo il Giorno Tipo invernale ed estivo:

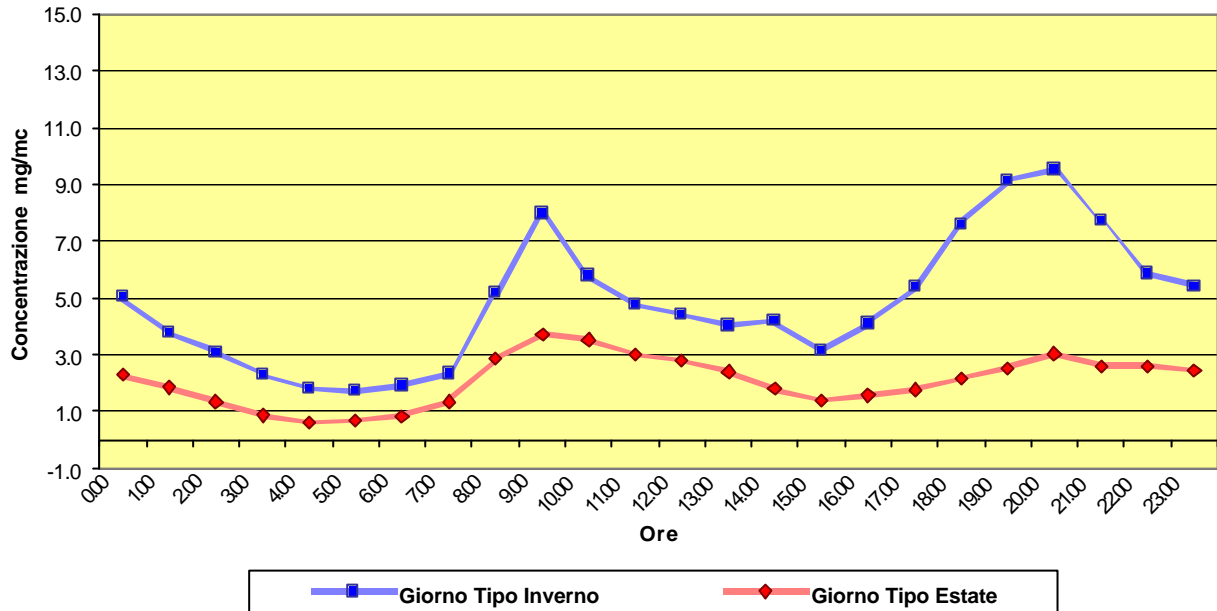
Monossido di Carbonio - CO - Confronto con gli SQA



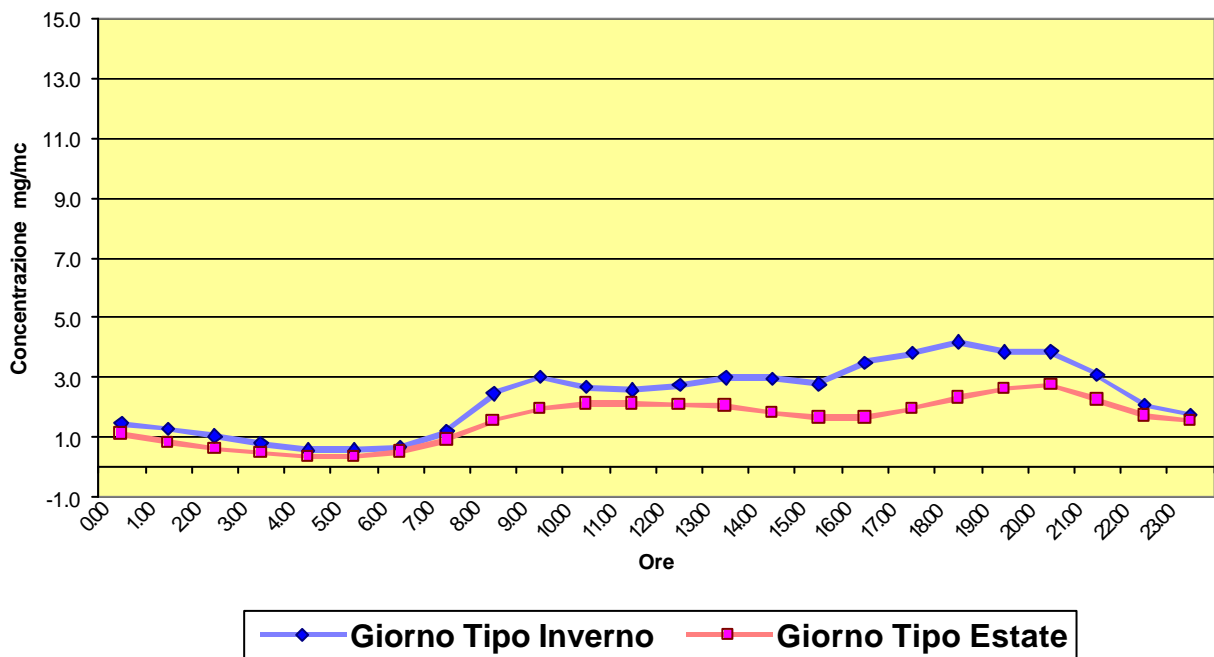
Postazione Parco Cortonese (A) Monossido di Carbonio - CO - Giorno Tipo



Postazione Fontivegge (C)
Monossido di Carbonio - CO - Giorno Tipo



Postazione Porta Pesa (C)
Monossido di Carbonio - CO - Giorno Tipo



Ozono (O3)

Per questo parametro sono stati superati i limiti di SQA per le medie di 8 ore in tutte le postazioni monitorate, mentre il limite di 1ora non è mai stato superato nelle tre postazioni di rilevamento; la Soglia di Attenzione è stata superata per sei volte nella postazione di Parco Cortonese, mai nelle altre due postazioni, la Soglia di Allarme non è stata mai avvicinata.

Nella tabella che segue si riporta l'andamento descritto nelle postazioni monitorate

STANDARDS DI QUALITA' DELL'ARIA PERIODO 01/11/1998 - 31/10/1999

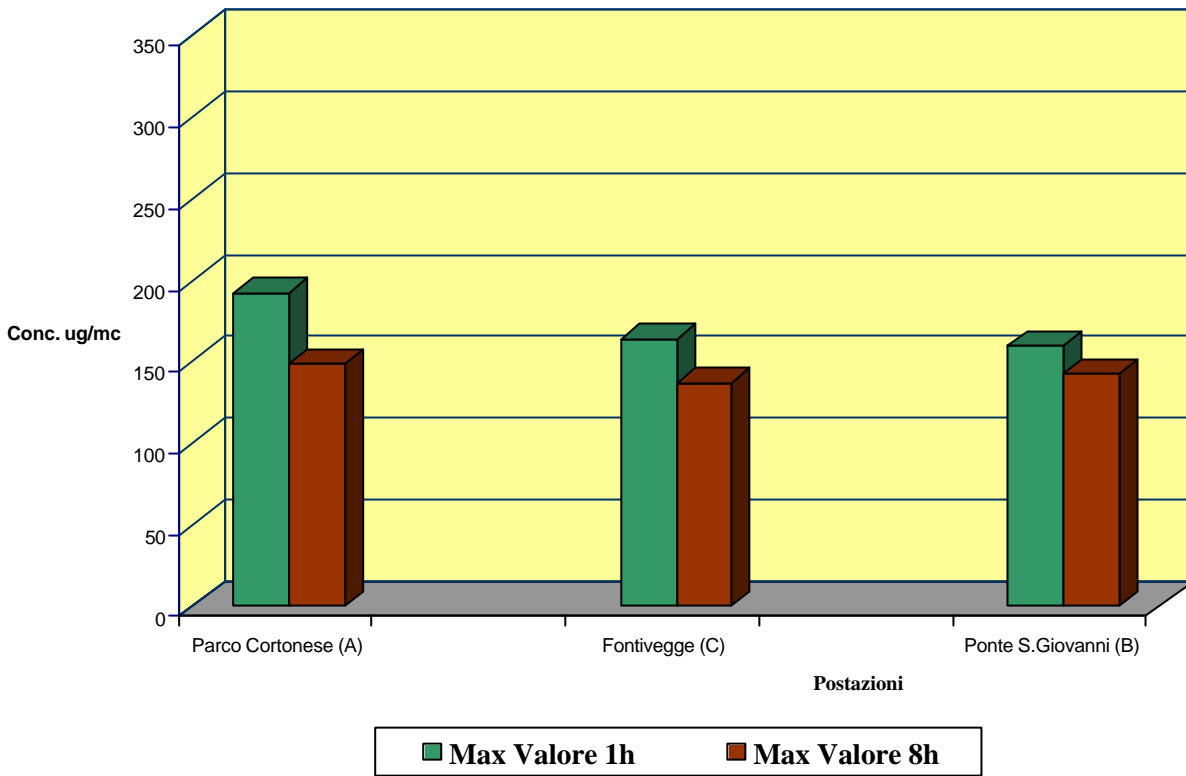
Ozono - O3

Postazione	Max Valore 1h ug/mc (SQA=200)	Max Valore 8h ug/mc (SQA=110)	Superamenti Soglie	
			Attenzione (180 ug/mc)	Allarme (360 ug/mc)
Parco Cortonese (A)	192	149	6	0
Fontivegge (C)	164	137	0	0
Ponte S.Giovanni (B)	160	143	0	0

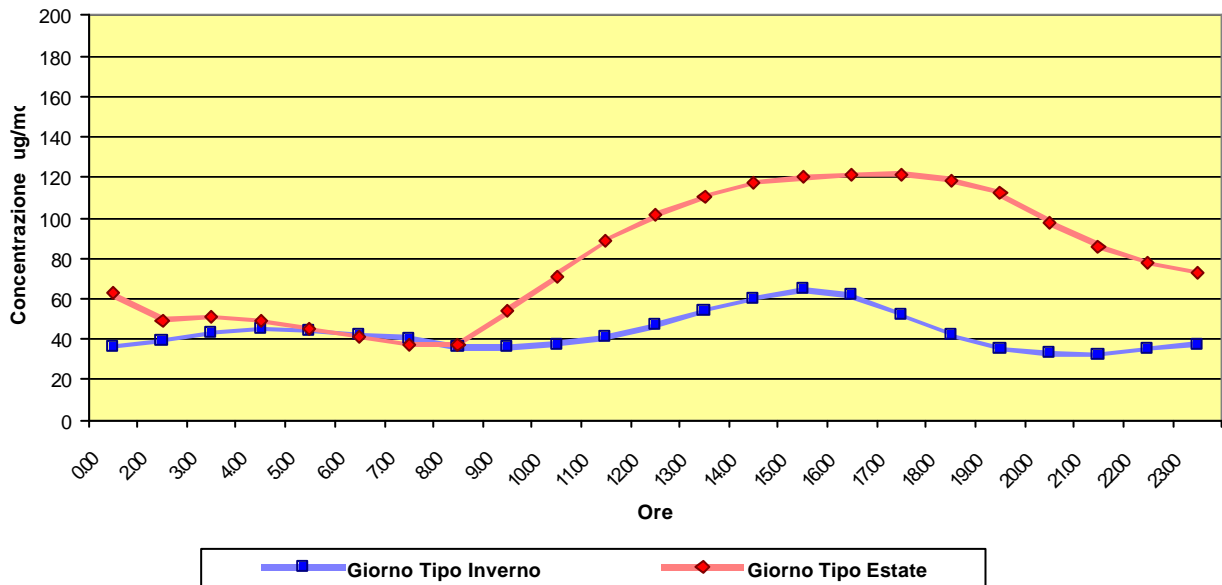
Tabella riassuntiva dell'Ozono le elaborazioni sono fatte sulle medie di un'ora e di otto ore.

I grafici seguenti riportano rispettivamente i valori di SQA e l'andamento delle concentrazioni del Giorno Tipo invernale ed estivo:

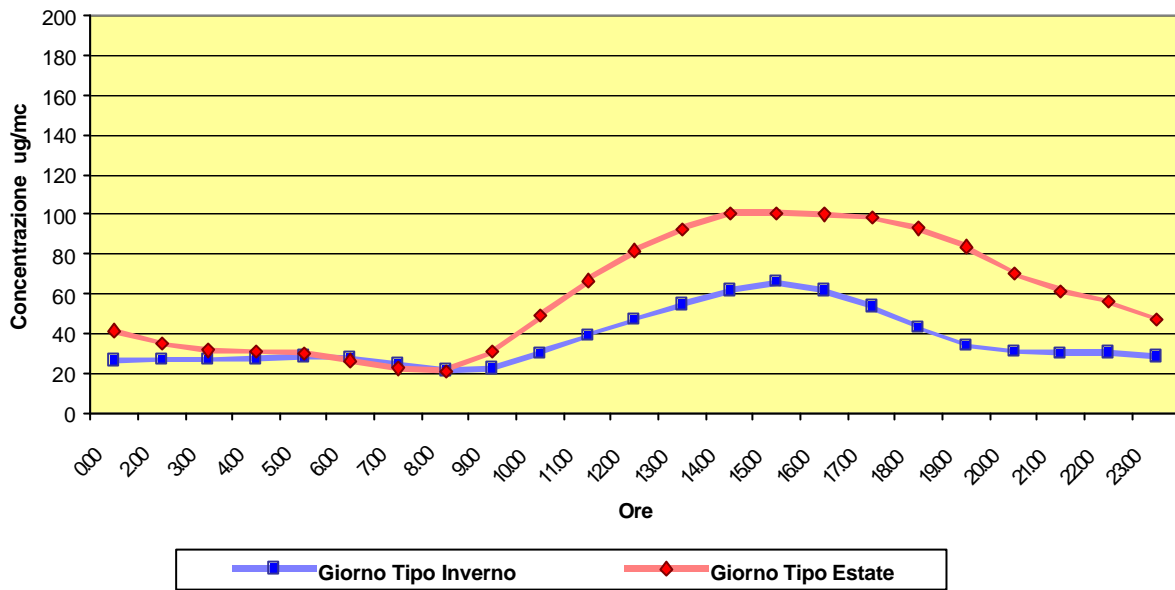
MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA CITTA' DI PERUGIA
Ozono - O3 - Confronto con gli SQA



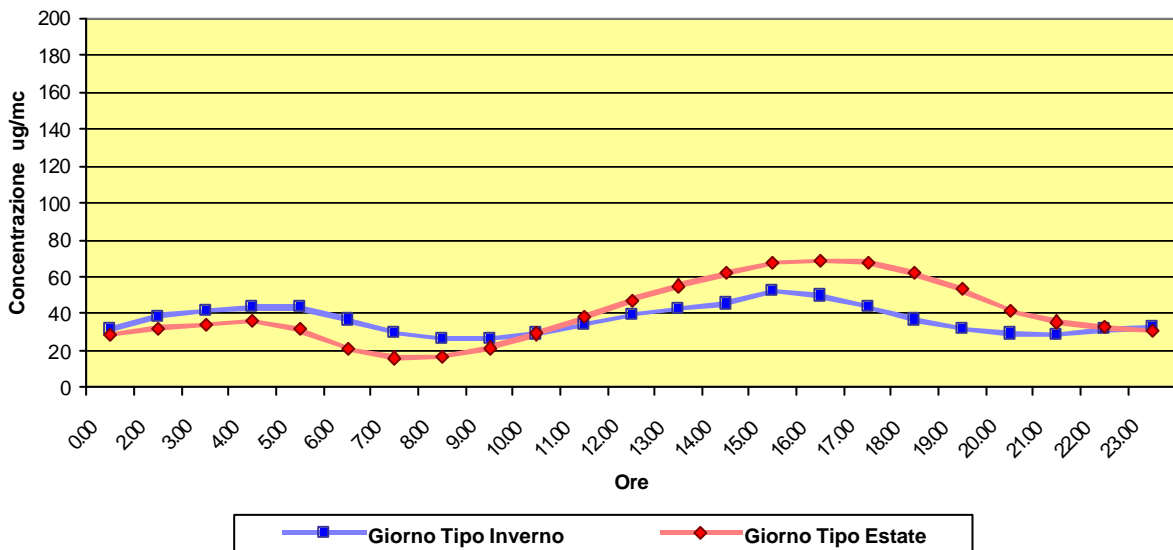
Postazione Parco Cortonese (A)
Ozono - O3 - Giorno Tipo



Postazione Ponte S.Giovanni (B)
Ozono - O₃ - Giorno tipo



Postazione Fontivegge (C)
Ozono - O₃ - Giorno Tipo



Biossido di Zolfo (SO₂)

I valori riscontrati per il biossido di zolfo sono ampiamente al di sotto sia dei Valori Limite che dei Valori Guida di SQA, anche il confronto con le Soglie di Attenzione e di Allarme evidenziano la scarsa influenza di questo inquinante sulla qualità dell'aria del Comune di Perugia, essendo i valori di un ordine di grandezza inferiore delle soglie stesse.

Nella tabella e grafico seguenti si riporta il valore elaborato secondo gli SQA dell'SO₂ rilevato nella Postazione di Parco Cortonese:

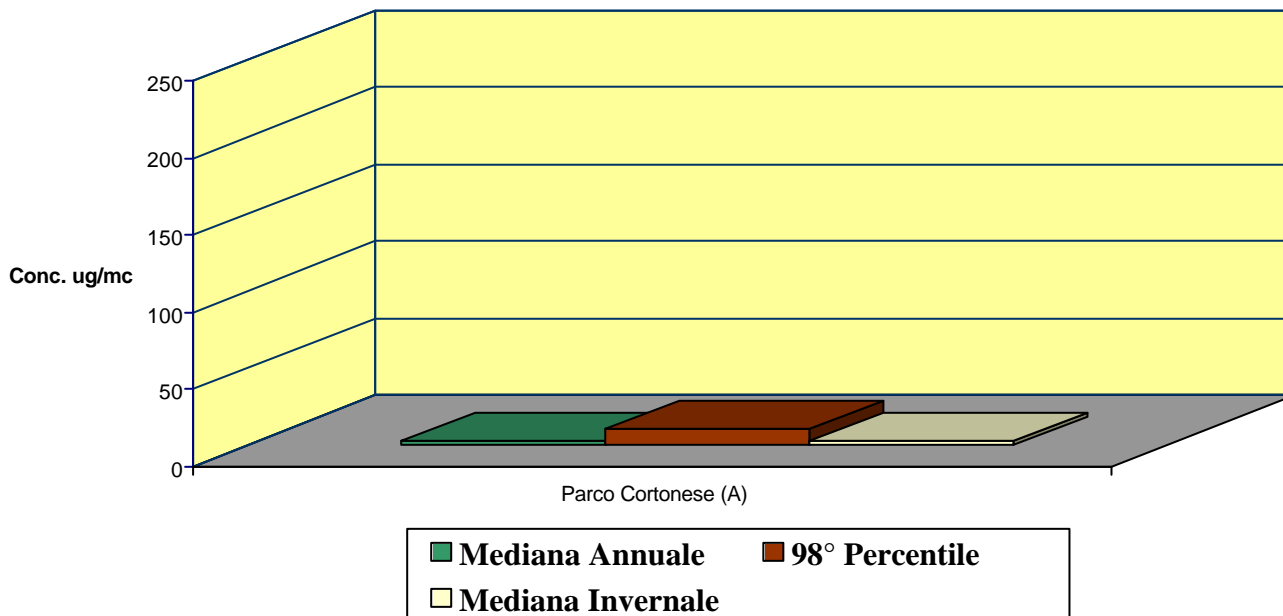
STANDARDS DI QUALITA' DELL'ARIA PERIODO 01/11/1998 - 31/10/1999

Biossido di Zolfo - SO₂

Postazione	Mediana Annuale ug/mc (SQA=80)	98° Percentile Anno ug/mc (SQA=250)	Mediana Invernale ug/mc (SQA=130)
Parco Cortonese (A)	3	11	3

Tabella riassuntiva del Biossido di Zolfo le elaborazioni sono fatte sulle medie orarie

Biossido di Zolfo - SO₂ - Confronto con gli SQA



Piombo (Pb)

Come si vede dalla tabella riassuntiva gli standard di qualità per il piombo sono largamente rispettati, le concentrazioni di questo inquinante rimangono sempre a livelli molto bassi:

POSTAZIONE	Medie annuali di Piombo valore limite 2 µg/mc	Concentrazione Massima di Piombo µg/mc
Fontivegge	0.11	0.42
Ponte S. Giovanni	0.12	0.43

Tabella riassuntiva della concentrazioni di Piombo, le elaborazioni sono state fatte sulle medie giornaliere

Frazione Respirabile delle Particelle Sospese (PM10)

La concentrazione in aria di questo inquinante rilevata a Fontivegge, elaborata separatamente per i mesi di novembre e Dicembre 1998 e nel periodo gennaio - ottobre 1999 in quanto per i due anni sono indicati degli "Obiettivi di Qualità" diversi, risulta in entrambi i periodi considerati, superiore a tali "Obiettivi di Qualità".

Nella tabella e grafico seguenti si riportano i dati relativi al PM10 ed al Benzene (questo inquinante verrà trattato separatamente successivamente):

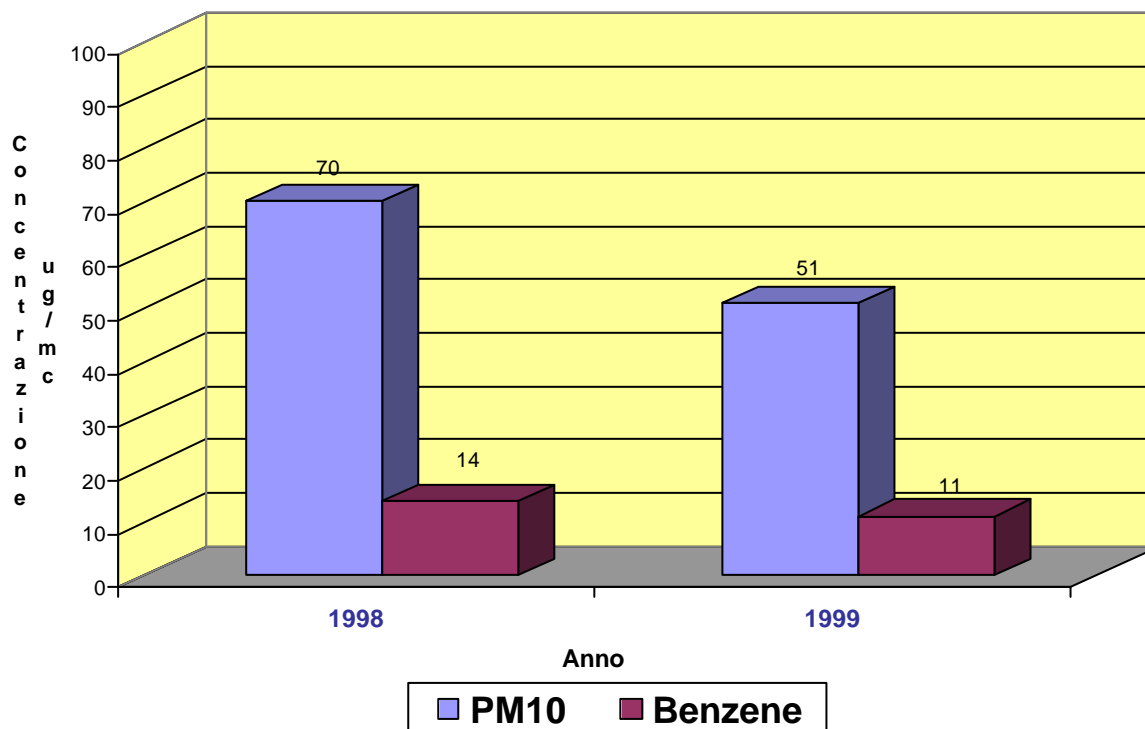
OBIETTIVI DI QUALITA' DELL'ARIA 1998 - 1999

Particolato Sospeso -Frazione Respirabile - PM10 e Benzene

Postazione	1998		1999	
	PM10 ug/mc (Obiettivo Qualità = 60)	Benzene ug/mc (Obiettivo Qualità = 15)	PM10 ug/mc (Obiettivo Qualità = 40)	Benzene ug/mc (Obiettivo Qualità = 10)
Fontivegge (C)	70	14	51	11

Tabella riassuntiva delle concentrazioni di PM10 e Benzene, le elaborazioni sono state fatte sulle medie giornaliere

Postazione Fontivegge (C) Obiettivi di Qualità PM10 e Benzene



Benzo(a)pirene

Per quanto riguarda questo inquinante non è stato possibile fino ad oggi attivare delle indagini sistematiche, sia per mancanza di idonea strumentazione (campionatori ad alto volume ovvero analizzatori automatici) sia di sufficiente personale tecnico.

I dati che si forniscono sono relativi a prelievi effettuati nel periodo febbraio – marzo 1999 dai quali si evidenzia una concentrazione media di poco inferiore al limite che dal 1° gennaio 1999 è fissato in 1 ng/mc .

POSTAZIONE	Valore Obiettivo di qualità media dei valori giornalieri valore limite 1ng/mc	N° superamenti giornalieri del valore obiettivo di qualità
Fontivegge	0.88	2 (valore max. 1.79)

Tabella riassuntiva delle concentrazioni di Benzo(a)pirene le elaborazioni sono state fatte sulle medie giornaliere.

Benzene e altri Idrocarburi Aromatici

Il ruolo preponderante del traffico autoveicolare come fonte di emissione di benzene ha orientato gli interventi verso la qualità dell'aria nelle città e le attività di rilevazione; in particolare il D.M. 25/11/94 ha introdotto l'obbligo di attivare sistemi permanenti di monitoraggio per il benzene, sino ad ora oggetto di singole campagne di misura.

Il citato D.M. stabilisce valori di concentrazione che vengono definiti **'obiettivi di qualità'** (valore annuale dato dalla media mobile dei valori giornalieri registrati), che sono diventati via via più restrittivi in relazione a fissate scadenze temporali; dal 1° gennaio 1999 il valore è passato da 15 µg/m³ a 10 µg/m³.

I metodi di riferimento per le misure, la durata dei campionamenti previsti per il monitoraggio della citata normativa, impongono l'acquisizione di campionatori automatici per il Benzene; per questo motivo la rete di monitoraggio della città di Perugia si è munita di idonea strumentazione per la postazione di Fontivegge.

A partire dal 17 novembre 1998 è iniziato, in questa postazione, un monitoraggio in continuo del Benzene, Toluene e Xileni (come miscela dei tre isomeri), mediante l'uso di strumentazione in automatico, costituita da un gascromatografo della ditta Dani, munito di colonna capillare, trappola di arricchimento, desorbitor termico e rivelatore a fotoionizzazione (PID), con limite di rivelabilità di 0.1 ppb di benzene.

Si sono, inoltre, effettuate determinazioni manuali, utilizzando la strumentazione a nostra disposizione, per il rilevamento di Benzene, Toluene e Xileni, nella postazione di **Fontivegge** a partire da marzo '99, nella postazione di **P.S.Giovanni** da maggio '99 e presso una terza postazione, **P.zza Matteotti** nel mese di settembre in occasione della "Giornata Europea : in città senza la mia auto".

Metodo di campionamento

I campionamenti manuali sono stati effettuati mediante aspirazione dell'aria su fiale di carbone attivo, mod. jumbo, della ditta Tecora, per un tempo di campionamento di 24 ore, in modo tale da avere il valore medio giornaliero di concentrazione degli inquinanti monitorati.

Le fiale sono state successivamente analizzate in Laboratorio, mediante desorbimento con solfuro di carbonio e analisi gas-cromatografica.

La metodica analitica (M.U. 631: determinazione sostanze organiche volatili) prevede la separazione gas cromatografica dei componenti (Benzene, Toluene, Xileni) e rivelazione mediante ionizzazione di fiamma (FID), utilizzando una colonna capillare di tipo CPSIL8, lunga 25 m., diametro 0,25 mm. e utilizzando sia il metodo dello standard interno che esterno per la quantitativa, con limite di rilevabilità di 0,1 ppb.

Risultati

I risultati di questo primo anno di monitoraggio sulle concentrazioni del Benzene e di altri Idrocarburi Aromatici sono rappresentati nella Tabella e nei grafici di seguito riportati.

Per quanto riguarda il benzene si può evidenziare che la postazione di P.S.Giovanni, come media mobile dei valori giornalieri, sia abbondantemente al di sotto dell'obiettivo di qualità, anche se il periodo monitorato, partendo da maggio, non comprende il periodo invernale, che potrebbe portare ad un incremento del valore.

A tutt'oggi dai nostri rilevamenti giornalieri siamo comunque al di sotto dell'obiettivo di qualità.

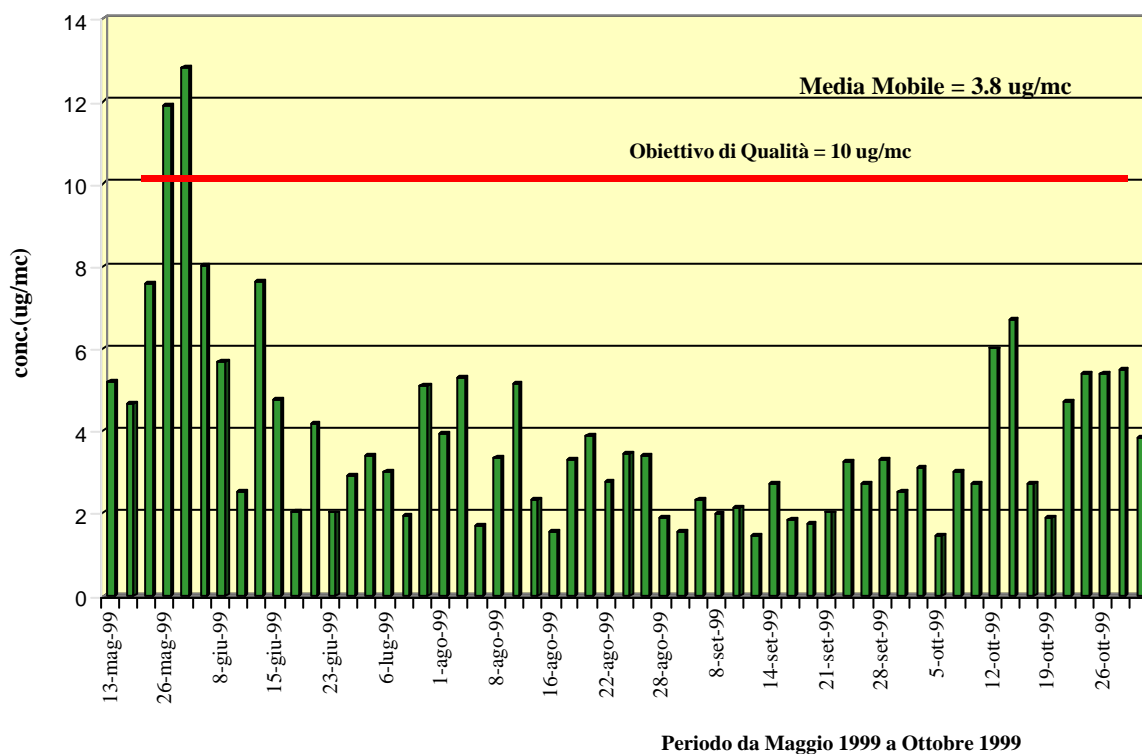
Tabella riassuntiva delle concentrazioni di **Benzene**

POSTAZIONE	Valore obiettivo di qualità media dei valori giornalieri 10 ug/mc	N° superamenti giornalieri del valore obiettivo di qualità
Fontivegge *	10.7	77 (valore max.40.4)
Ponte S.Giovanni **	3.8	2 (valore max.12.8)

* I dati si riferiscono al periodo 17 novembre1998 – 31 ottobre 1999

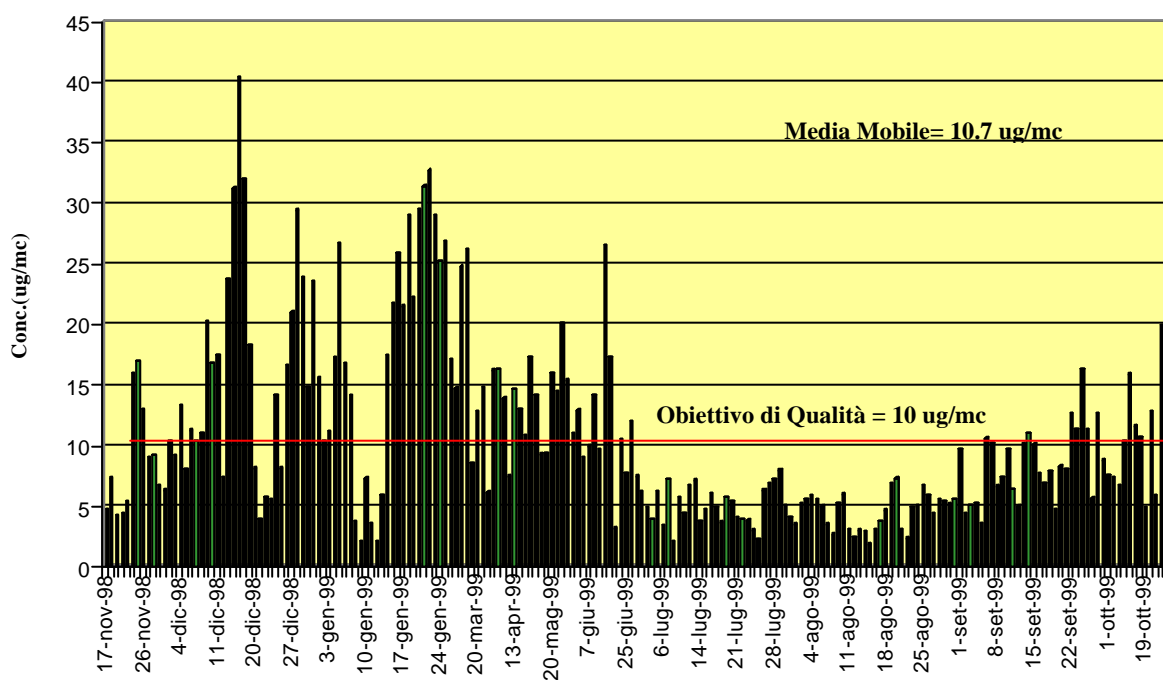
** I dati si riferiscono al periodo 13 maggio 1999 - 31 ottobre 1999.

**Concentrazioni medie giornaliere di Benzene
Postazione P.S.Giovanni**



Il periodo invernale, per la postazione di Fontivegge, è di gran lunga quello con valori medi giornalieri di concentrazione di Benzene più elevati (v. grafico); ci sono state medie orarie che hanno raggiunto valori di $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il 15 dicembre 1998 alle ore 21.00 e valori compresi tra 60 e $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il periodo dal 20 al 22 gennaio 1999, riconducibili oltre che all'intensità del traffico, a sfavorevoli condizioni meteorologiche, che hanno determinato una scarsa capacità di dispersione degli inquinanti (la velocità del vento in quei giorni è stata minore di $0,5 \text{ m/s}$).

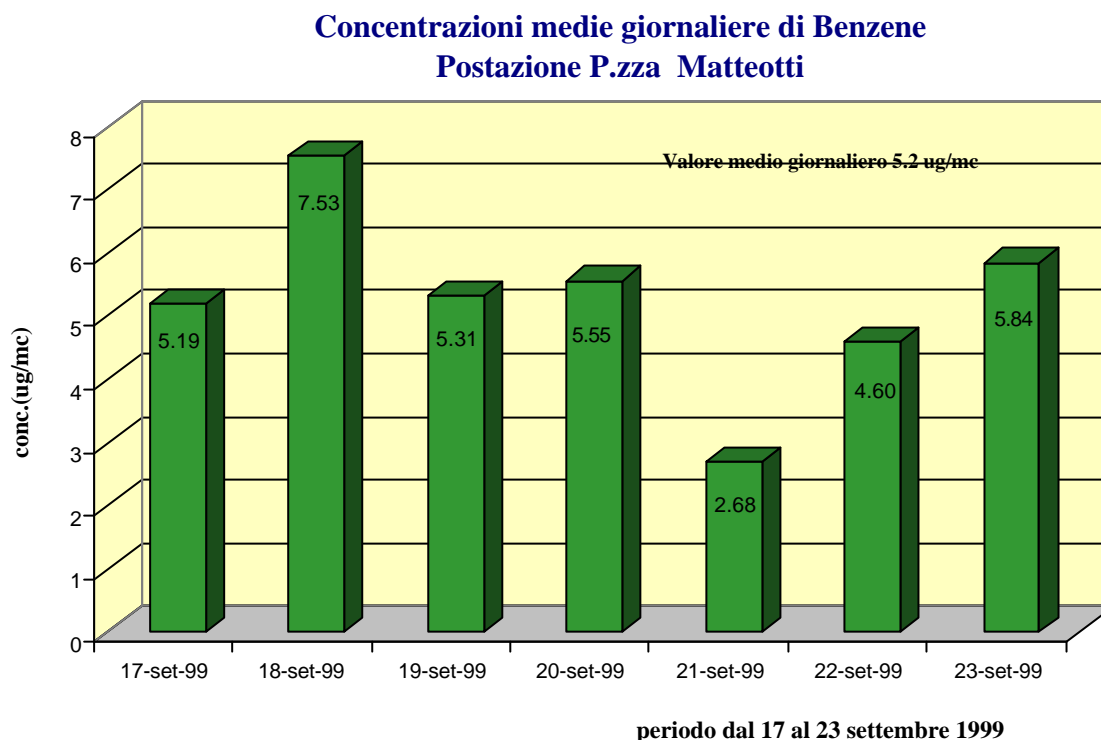
Concentrazioni medie giornaliere di Benzene Postazione Fontivegge



Periodo da Novembre 1998 a Ottobre 1999

Per la postazione di P.zza Matteotti si è avuta una situazione molto simile a quella di P.S.Giovanni, con valori medi di concentrazione di circa $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, anche se i dati a nostra disposizione non sono sufficienti per poter dare un giudizio di qualità, vista la brevità dell'indagine, della durata di 7 giorni, organizzata in occasione della "Giornata Europea: in città senza la mia auto".

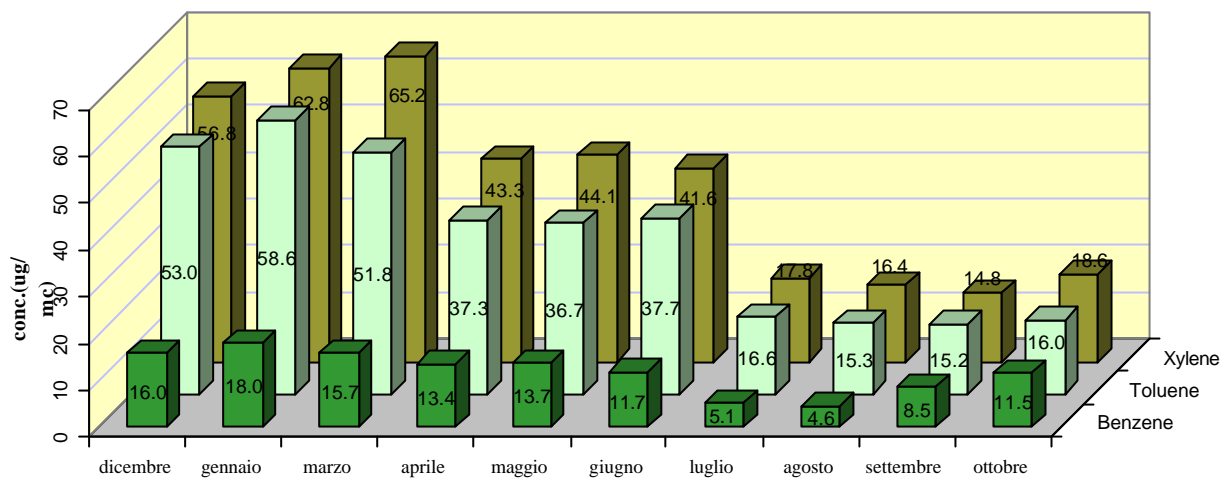
Dal grafico dei valori medi giornalieri si mette comunque in evidenza, come durante la giornata del 22 settembre, ci sia stata una riduzione di circa il 15% del valore medio giornaliero, in accordo con le percentuali di riduzione riscontrate a livello nazionale.



Per quanto riguarda i valori di concentrazione degli altri Idrocarburi Aromatici (Toluene e Xileni), si può evidenziare dai grafici riportati, che le concentrazioni medie mensili hanno un valore di 2 – 3 volte superiore rispetto al Benzene.

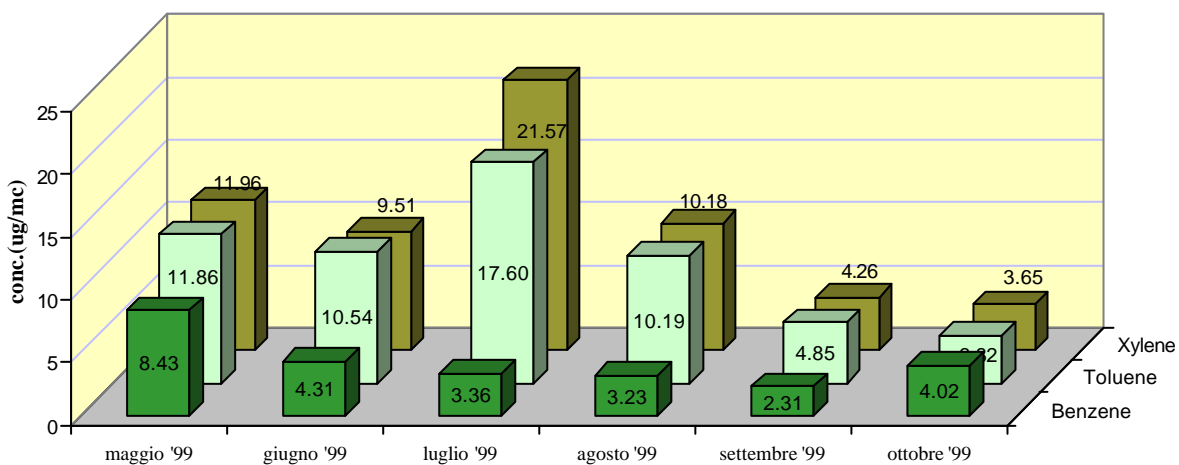
Questo rapporto tra Benzene e Idrocarburi Aromatici si mantiene abbastanza costante nella postazione di Fontivegge; mentre risulta meno costante (v. mese di luglio) per la postazione di P.S.Giovanni, attribuibile alla presenza di altre fonti di emissione, essendo vicina ad un'area industriale.

**Concentrazioni medie mensili
Postazione Fontivegge**



periodo novembre 1998 / ottobre 1999

**Concentrazioni medie mensili
Postazione P.S.Giovanni**



periodo maggio / ottobre 1999

DEPOSIZIONI UMIDE

Gli inquinanti atmosferici emessi da processi industriali, da traffico autoveicolare nonché da fonti naturali (inquinanti primari) subiscono nell'atmosfera una serie di reazioni chimiche che li trasformano in specie che possono avere un rilevante effetto ambientale (inquinanti secondari).

L'effetto più rilevante di questi composti (inquinanti primari e secondari) è dovuto alle loro proprietà acide che si estrinsecano attraverso i processi di deposizione umida (pioggia, neve e rugiada) o di deposizione secca quando il trasferimento agli ecosistemi avviene in modo diretto ad esempio con polveri.

Metodo di campionamento ed analisi

La presenza di pluviometri installati su due mezzi mobili posizionati a Fontivegge e Ponte S.Giovanni ha consentito di raccogliere ed analizzare sistematicamente campioni di pioggia.

Il pluviometri (Lastem mod.100A) sono costituiti da un cono di ottone teflonato del diametro di 203 mm che convoglia la pioggia misurata direttamente in contenitori di vetro usati poi per il trasporto in laboratorio. Il campionamento avviene al termine di ogni evento piovoso.

Questa scelta è giustificata dal fatto di evitare un contatto prolungato con le polveri ed altro materiale che inevitabilmente si deposita sul cono di raccolta che è sempre esposto (tipo bulk) agli agenti atmosferici o a perturbazioni puntuali localizzate.

Sui campioni prelevati sono stati determinati, quando la quantità è risultata sufficiente, i seguenti parametri:

pH

Conducibilità elettrica specifica 25°C

Alcalinità (HCO_3^-)

Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+

NO_3^- , NH_4^+ , $\text{SO}_4^{=}$, Cl^-

I campioni analizzati per la postazione di Fontivegge, 54, corrispondono agli eventi piovosi verificatisi nel periodo che va da gennaio 98 a febbraio 99 (da marzo 99 il mezzo mobile è stato spostato da Fontivegge alla frazione di Balanzano), mentre per Ponte San Giovanni i campioni di pioggia, 57, corrispondono al periodo che va da marzo 98 a settembre 99.

Risultati

In figura 1 e 2 sono riportate le medie stagionali di pioggia caduta (nei primi 3 periodi del 1998 il pluviometro di P.S.Giovanni non era ancora in funzione) in relazione alle medie stagionali di conducibilità. Gli andamenti hanno dimostrato una correlazione negativa: ad eventi piovosi più abbondanti, corrispondono valori più bassi di conducibilità. L'effetto diluente di grossi volumi di precipitazione sul deposito secco, nella generalità dei casi porta ad un abbassamento della conducibilità elettrica.

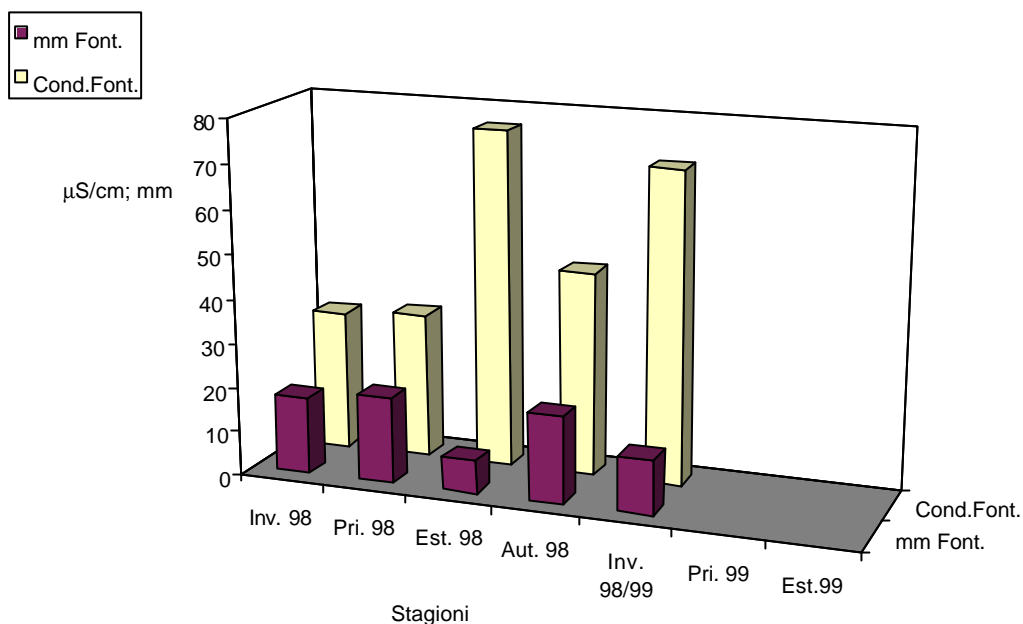


Fig.1: Andamento stagionale millimetri di pioggia - conducibilità (Fontivegge)

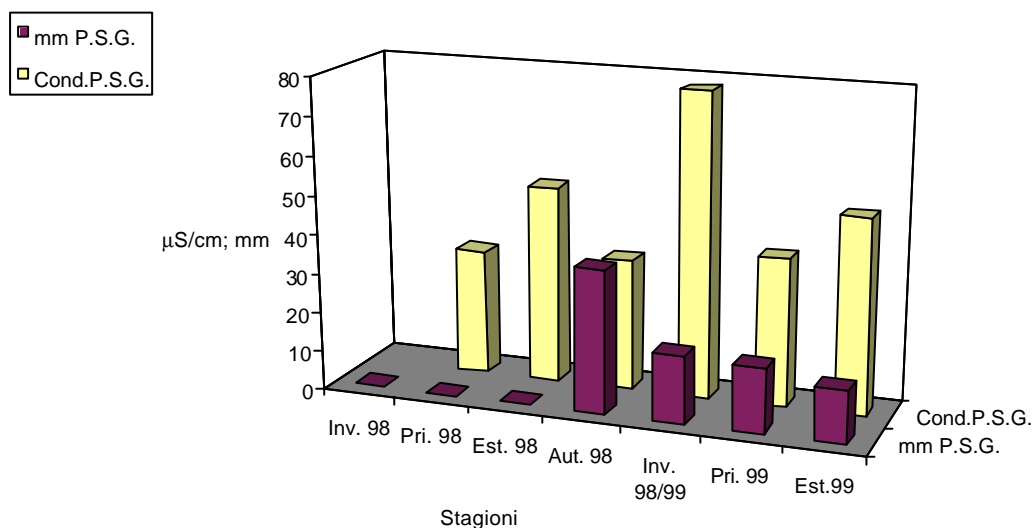


Fig.2: Andamento stagionale millimetri di pioggia - conducibilità (P.S. Giovanni)

L'analisi dei campioni ha evidenziato, tranne in due casi, l'assenza di precipitazioni acide: tutti gli altri hanno valori di pH superiori a 5,6 che rappresenta il valore di neutralità per una pioggia incontaminata in equilibrio di saturazione con la CO₂ atmosferica a 25°C. Questo pH viene preso come valore di soglia per distinguere le piogge acide da quelle alcaline.

Come è evidente dalla figura 3 le medie stagionali di pH sono sensibilmente maggiori di questo valore e tendono ad aumentare nel periodo invernale.

Ciò sembra probabilmente da mettersi in relazione con diversi fattori:

- maggiore frequenza di giornate ventose con il conseguente apporto di polveri, che provocano un effetto tampone derivante dalla matrice calcarea del suolo;
- assenza di grosse fonti di inquinamento industriale
- scarso apporto dovuto alle emissioni da riscaldamento domestico (oggi praticamente tutto a metano)

- Si nota inoltre come i valori del pH seguano andamenti simili nei due diversi punti di prelievo e come siano sistematicamente inferiori a Fontivegge; questo, probabilmente è dovuto al fatto che il corrispondente punto di prelievo è localizzato in una zona di traffico più sostenuto ed è investito da correnti aeree provenienti con una maggiore frequenza da direzione Nord.

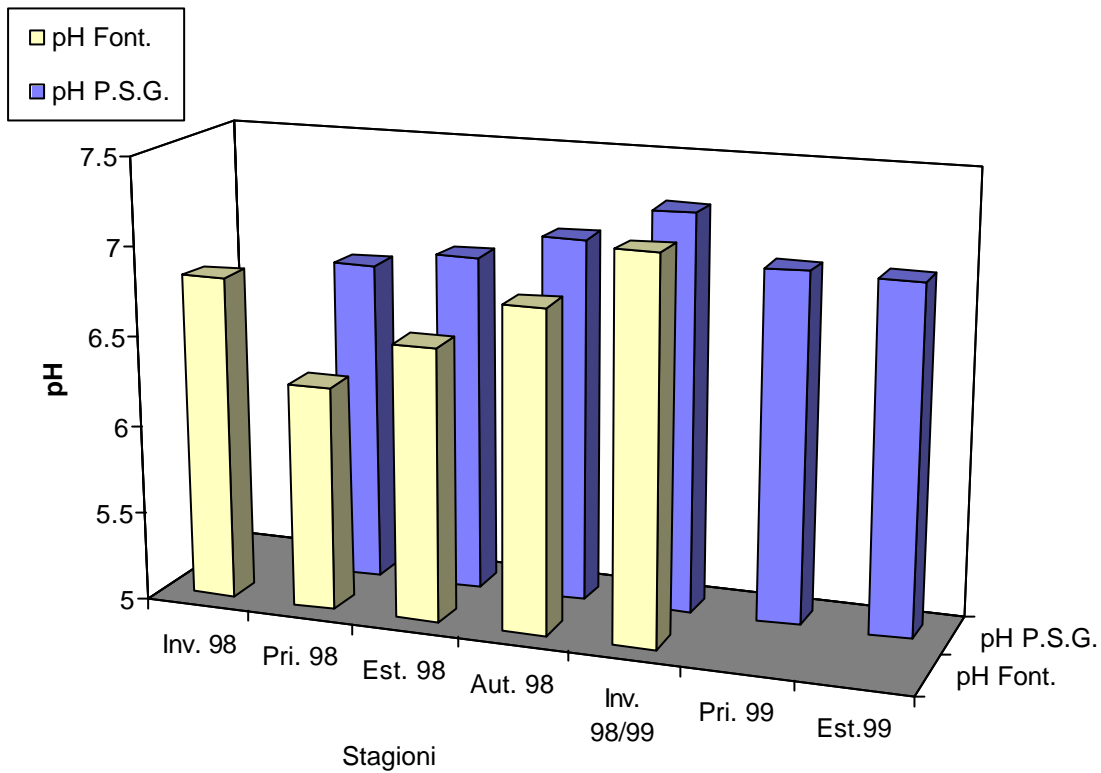


Fig.3 : Andamenti stagionali dei pH medi

Come detto, il valore del pH, ma soprattutto quelli dell'alcalinità (espressi come HCO_3^-), mostrati nelle figure 4 e 5, indicano un apporto complessivamente di natura alcalina.

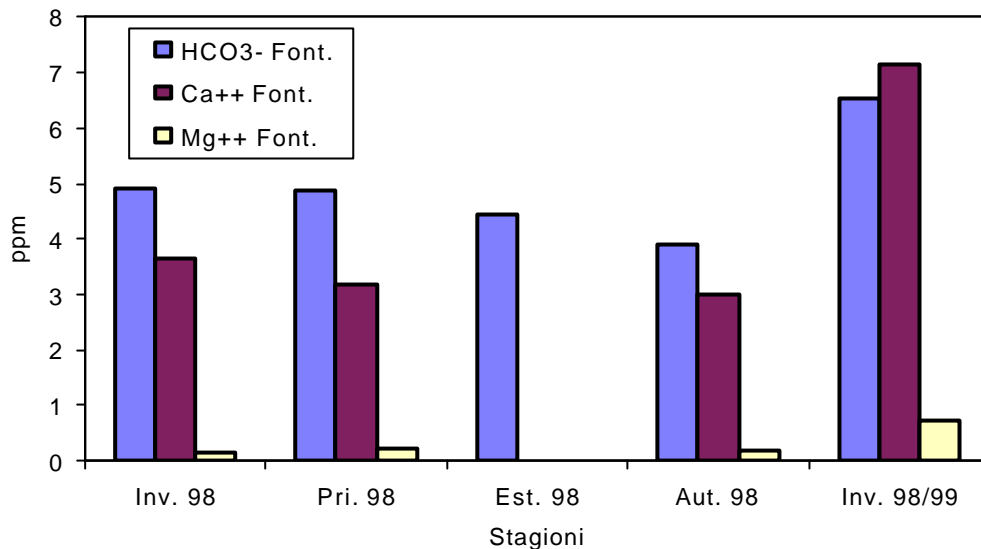


Fig. 4 :Andamento bicarbonati-calcio e magnesio (Fontivegge)

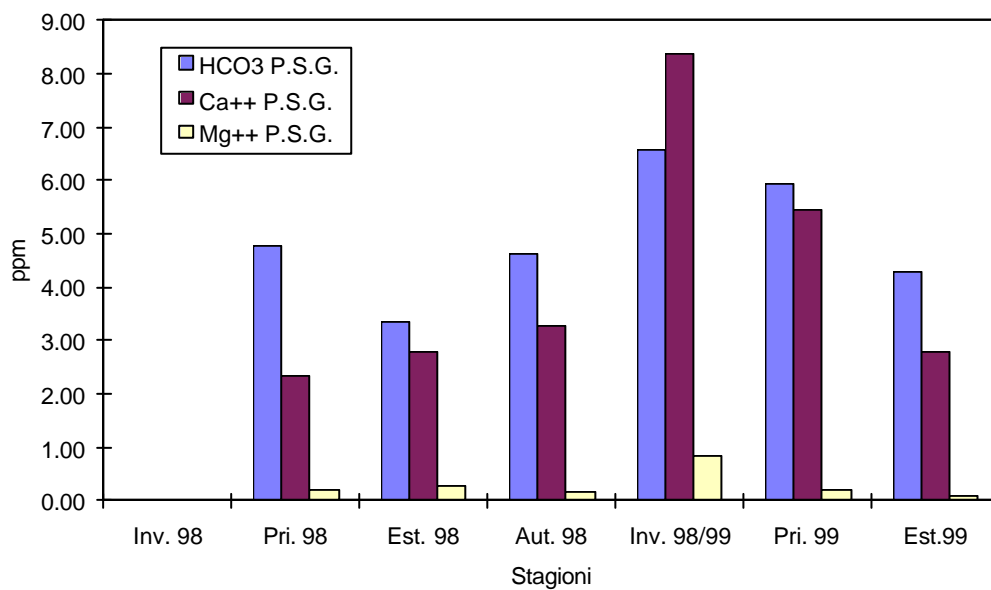


Fig. 5 :Andamento bicarbonati-calcio e magnesio (P.S.Giovanni)

L'andamento globale conferma un certo aumento di alcalinità nella stagione invernale e la forte correlazione tra bicarbonati (HCO_3^-), calcio (Ca^{++}) e magnesio (Mg^{++}) ci dà una indicazione della natura dolomitica delle polveri. A sostegno di questa ipotesi vi sono i dati sperimentali delle polveri (Fig.6).

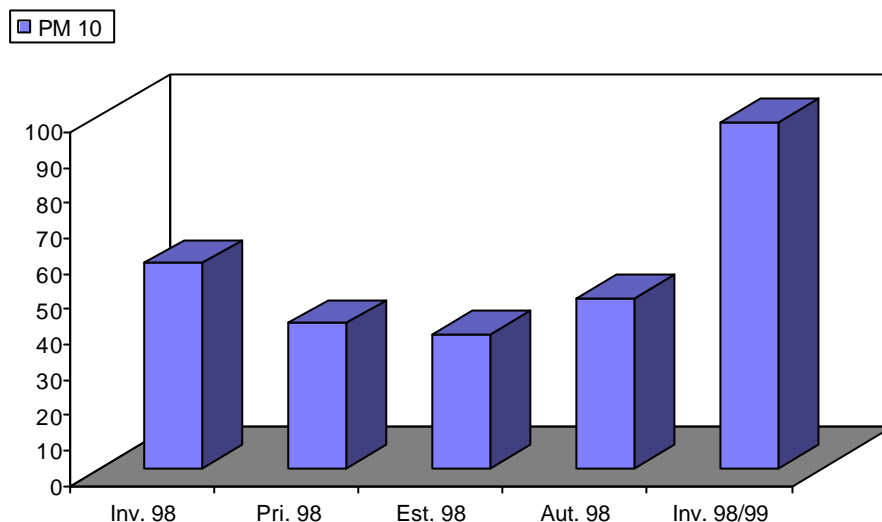


Fig.6 :Andamento stagionale delle deposizioni secche a Fontivegge.

Infatti nelle due postazioni i dati delle deposizioni secche (PM 10) evidenziano un incremento nelle stagioni invernali. E' possibile anche individuare nel punto di prelievo di Fontivegge un aumento delle polveri tra l'inverno 98 e l'inverno 99 a cui corrisponde un aumento dell'apporto alcalino (Fig. 4).

Altro andamento interessante è quello individuato per l'ammoniaca che risulta simile per tutte e due le postazioni (Fig.7) e con un certo incremento legato alla stagione estiva.

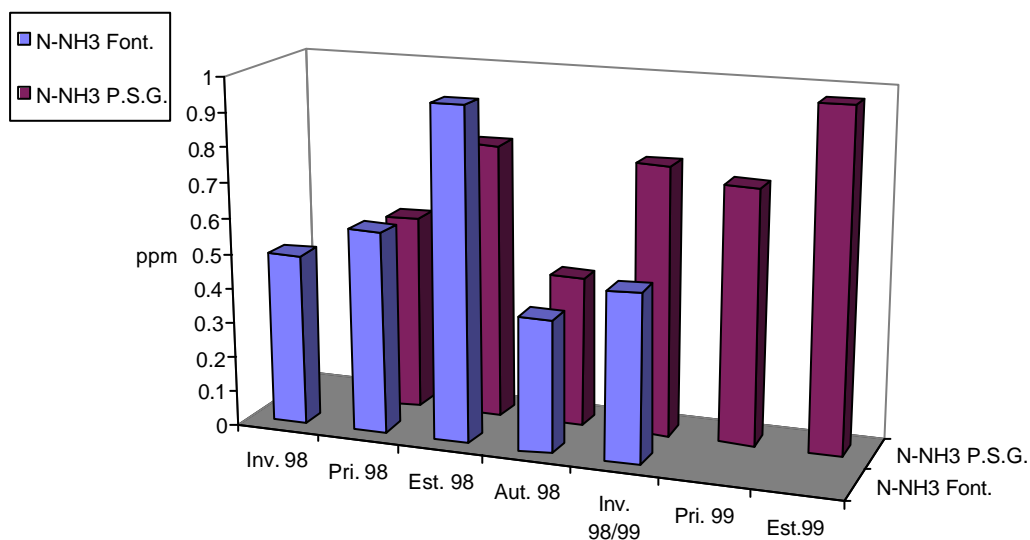


Fig.7:Andamento stagionale ammoniaca nei due punti di raccolta

L'ammoniaca può avere fonti di provenienza molto diversificate, ad esempio fonti naturali quali attività batterica, aerosol di sali dal terreno, oppure fonti di origine antropica come pratiche agricole, emissioni industriali ecc. Alcuni autori inoltre ipotizzano che si possano avere delle variazioni dovute a scariche elettriche generatesi nel corso di temporali, che nel nostro caso potrebbe essere insieme all'aumento dell'attività batterica una ragione per l'aumento estivo di questo parametro.

Considerazioni

Data l'assenza di fonti inquinanti puntuali di rilievo nell'area, la qualità delle deposizioni è risultata particolarmente influenzata da fattori quali la provenienza delle perturbazioni meteorologiche e la elevata capacità tampone nei confronti del pH mostrata dall'ambiente in virtù della matrice litologica del suolo.

Sembra perciò esclusa, almeno per quanto riguarda le zone di campionamento, la possibilità di precipitazioni acide (tranne per eventi sporadici) ed i risultati ottenuti mettono in evidenza la bassa probabilità di situazioni che possano determinare danni agli ecosistemi terrestri o alle strutture.

E' comunque auspicabile per il futuro poter dotare le centraline di campionatori wet-only per avere campioni il più possibile liberi da inquinamenti dovuti al mezzo di raccolta.

CONCLUSIONI

Questo primo anno di rilevamento con la rete di monitoraggio del Comune di Perugia, che ha permesso una migliore definizione della situazione ambientale rispetto ai rilevamenti precedenti, evidenzia una sostanziale conferma della discreta qualità generale dell'aria e al contempo la presenza di alcune situazioni di degrado in corrispondenza dei punti di più intenso traffico veicolare.

Prendendo in esame alcuni specifici inquinanti, si trovano differenze significative tra le zone di Perugia che mettono in evidenza l'incidenza della diversa natura delle emissioni diffuse e/o puntuali presenti nell'intorno delle postazioni stesse.

Si vede, infatti, che se da un lato nella postazione di Parco Cortonese risultano rispettati tutti gli standard di Qualità dell'Aria, nella postazione di Fontivegge si hanno superamenti sia dei Limiti di SQA sia delle Soglie di Attenzione per NO₂ e CO nonché degli Obiettivi di Qualità per PM10 e Benzene.

Quanto detto fa emergere che per ottenere dei miglioramenti nella qualità dell'aria, o comunque per non avere ulteriore degrado, nella zona di Fontivegge e in quelle assimilabili per volume di traffico, gli interventi da prevedere siano mirati ad incidere significativamente sul livello di emissioni correlate essenzialmente al traffico veicolare.

Dall'esame puntuale dei dati ottenuti si evidenzia che per quanto riguarda il Particolato Totale Sospeso, per il quale sono rispettati gli SQA in tutte le postazioni, si hanno superamenti dei livelli di attenzione a Ponte S.Giovanni, Parco Cortonese e Porta Pesa.

Le concentrazioni di Biossido di Azoto (**NO₂**), riconducibili essenzialmente al traffico autoveicolare, risultano decisamente più elevate nella postazione di Fontivegge con il superamento, sia degli SQA che, frequentemente anche del livello di attenzione, con una tendenza complessiva ad un peggioramento in questa zona, della qualità dell'aria

Dall'esame del giorno tipo del periodo invernale, per la postazione di Fontivegge, si notano chiaramente tre massimi di concentrazione, coincidenti con le ore di massima intensità di traffico.

Per le concentrazioni di ossido di carbonio(**CO**), i valori più elevati, si sono riscontrati nelle postazioni di Porta Pesa e soprattutto Fontivegge, con ben 70 superamenti, per quest'ultima postazione, del livello di attenzione.

Anche per questo inquinante l'esame del giorno tipo invernale mostra chiaramente i massimi di concentrazione, coincidenti con le ore di punta del traffico.

Delle considerazioni particolari devono essere fatte per l'inquinante Ozono (**O₃**), che ha superato sia i limiti di concentrazione per le medie di 8 ore, in tutte e tre le postazioni di Parco Cortonese, Ponte San Giovanni e Fontivegge in cui viene rilevato che, per 6 volte, il livello di attenzione, nel Parco Cortonese.

L'ozono troposferico è un inquinante estivo, decisamente influenzato dalla intensità della radiazione UV solare e quindi anche dalle caratteristiche meteorologiche del periodo considerato.

L'esame del giorno tipo del periodo estivo, soprattutto per la postazione del Parco Cortonese ove per la minore presenza di inquinamento l'ozono è più stabile, conferma che le massime concentrazioni in aria di O₃ vengono raggiunte nelle ore centrali e più assolate della giornata.

Le dinamiche di formazione, trasporto e rimozione dell'ozono troposferico e degli altri inquinanti secondari dello smog fotochimico, sono molto complesse e sono ancora limitate le conoscenze sui meccanismi che ne influenzano le concentrazioni al suolo; pertanto interventi contingenti a carattere locale, tesi a limitare la concentrazione in aria di questi inquinanti, non sono sufficienti ma è necessario ricorrere ad interventi che agiscano sui precursori nel medio e lungo periodo, tenendo anche conto della possibilità del trasporto a lunga distanza.

Relativamente agli inquinanti non convenzionali, **Benzene, PM10 ed IPA** (con riferimento al **Benzo(a)pirene**), possiamo affermare che, per quanto riguarda il **PM10**, monitorato nella postazione di Fontivegge, il valore "obiettivo di qualità" è significativamente superato.

Per l'inquinante **Benzene**, i dati a disposizione consentono di affermare che è superato il valore "obiettivo di qualità" di **10 ug/mc** come media annua di concentrazione in aria, per la postazione di Fontivegge.

Mentre è sicuramente rispettato per la postazione di Ponte S. Giovanni, ove la concentrazione di benzene in aria si è quasi sempre mantenuta significativamente al di sotto di questo limite.

Per quanto riguarda infine il **Benzo(a)pirene**, la sua concentrazione in aria, con riferimento ai brevi periodi indagati e nell'unica postazione di Fontivegge in cui è stato effettuato il controllo, sembra attestarsi su valori prossimi ma inferiori all' "obiettivo di qualità" di **1 ng/mc**. con 2 (due) superamenti di questo limite, su 8 determinazioni.

I dati che la rete potrà fornire in futuro (implementati con risultati di specifiche campagne di misure effettuate con l'utilizzo delle tre unità mobili a disposizione), saranno comunque utili a prevenire da un lato episodi di inquinamento acuto e dall'altro a verificare l'effetto di eventuali provvedimenti futuri sulla qualità dell'aria.