

# **CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA MEDIANTE STAZIONE MOBILE**

**PONDERANO, VIA C. CROSA,  
15 NOVEMBRE – 5 DICEMBRE 2001**



## 1. INTRODUZIONE

Nella provincia di Biella il monitoraggio della qualità dell'aria avviene mediante stazioni fisse integrate con un mezzo mobile attrezzato per campagne di misura in siti non coperti da stazioni fisse. Il mezzo mobile è di proprietà congiunta delle Amministrazioni provinciali di Biella e Vercelli, e la sua gestione tecnica è affidata ai rispettivi Dipartimenti ARPA competenti per territorio. Il mezzo è dotato di analizzatori di inquinanti atmosferici che provvedono, in maniera automatica ed in continuo, al prelievo del campione ed alla successiva misura dello stesso.

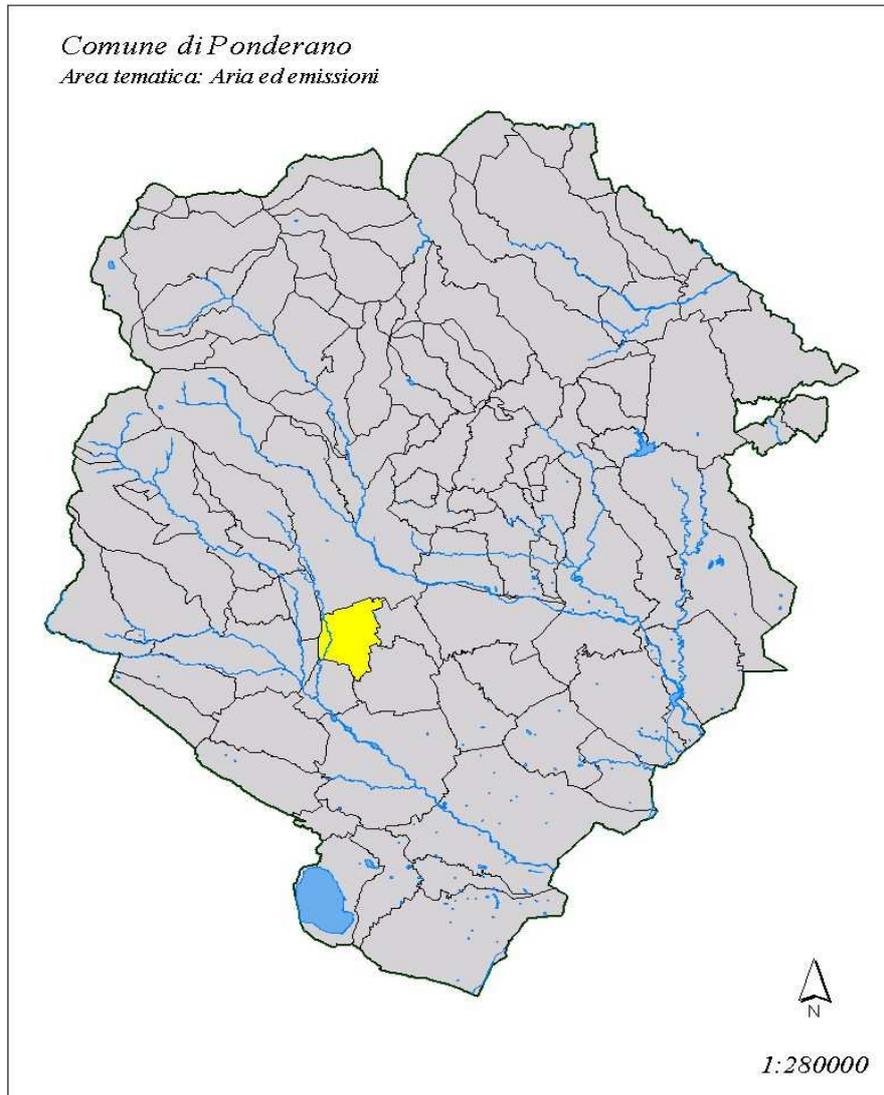
La presente relazione tecnica presenta i risultati di una campagna di rilevamento effettuata con mezzo mobile nel comune di Ponderano, in Via Crosa, all'altezza del n. civico 43/a, dal 15 novembre al 5 dicembre 2001. Gli inquinanti misurati sono stati: Monossido di azoto, Biossido di azoto, Ossidi totali di azoto, Particolato fine PM10, Biossido di zolfo, Ozono, Monossido di carbonio, Benzene, Piombo.

## 2. CARATTERISTICHE DEL SITO

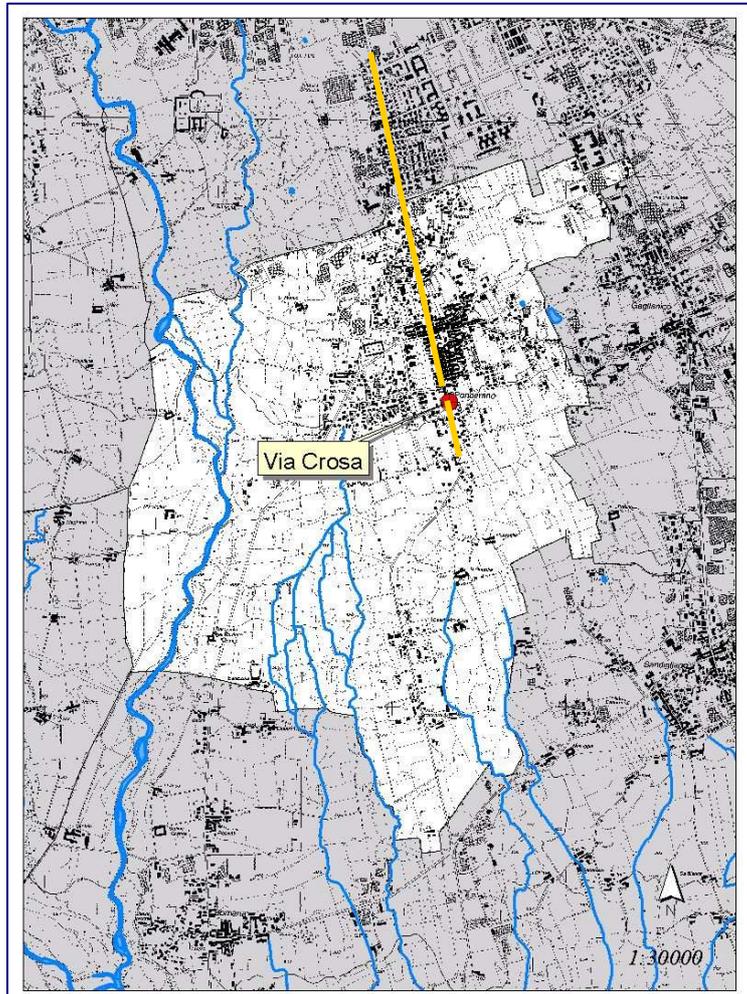
Il comune di Ponderano è situato a sud di Biella (vedi figura n° 1) ad un'altitudine di 357 m e dista dal capoluogo di provincia circa 3. km. La strada che collega Ponderano a Biella risulta una buona alternativa per raggiungere Biella dal versante S/SO provenendo da Salussola-Cerrione. Lungo tale direttrice è stato posizionato il mezzo mobile in un punto di Via Crosa (vedi figura n° 2) particolarmente critico per l'intenso traffico veicolare. Appena prima dell'ingresso nel comune di Ponderano, infatti, la strada si restringe leggermente diventando a traffico alternato con regolazione semaforica. Nelle ore di punta (prime ore del giorno e tardo pomeriggio) lo scorrimento veicolare diventa molto problematico provocando così un accumulo degli inquinanti tipici nell'aria circostante.

La postazione di misura si trova a circa 3 m. di distanza dal bordo stradale, all'altezza del n. civico 43 di via Crosa, a poche decine di metri dal semaforo in ingresso al centro di Ponderano. In tale tratto la carreggiata è contornata da abitazioni e negozi.

La postazione di misura si caratterizza pertanto come sito su cui monitorare l'inquinamento da traffico. I dati acquisiti possono essere considerati rappresentativi di tutta la traversa interna comprendendo anche la piazza centrale del paese (ove è posto l'altro semaforo) fino al semaforo all'incrocio con via Gramsci.



**Figura n. 1:** Provincia di Biella con evidenziato il comune di Ponderano



**Figura n. 2:** Punto in cui è stato situato il mezzo mobile nel comune di Ponderano

### 3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Prima di esporre le risultanze dei rilevamenti è necessario fare alcune considerazioni di premessa riguardanti le nuove disposizioni normative a livello europeo in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria.

La normativa in materia di rilevamento della qualità dell'aria (QA) ed i relativi valori limite sono stati recentemente riveduti ed aggiornati con il **Decreto Legislativo 4/8/1999 n. 351**, normativa che, recependo la Direttiva "quadro" in materia di qualità dell'aria 96/62/CE, ha delineato i principi di base per la gestione ed il controllo della QA nel prossimo futuro.

Il Dlgs 351/99 va a definire il nuovo contesto generale ed i principi di base per la gestione e controllo dell'aria ambiente (art. 1), rimandando a successivi decreti attuativi la definizione di valori limite, valori obiettivo, margini di tolleranza.

Il DLgs 351/99 ha modificato in modo qualitativo e quantitativo le strategie finora adottate per affrontare la complessa problematica relativa alla valutazione della qualità dell'aria nonché agli interventi da attuare per il suo miglioramento.

Il **DM 13/4/2002 n. 60**, che ha recepito le Direttive 2000/69/CE e 30/1999/CE, è il primo dei decreti attuativi previsti dal D.Lgs 351/99; esso ha ridefinito, per gli inquinanti biossido di zolfo, ossidi di azoto, benzene, particelle PM10, monossido di carbonio e piombo i metodi di riferimento, i valori limite sul breve e lungo periodo, fornendo così un valido strumento operativo in applicazione del D.Lgs 351/99 stesso.

Le nuove disposizioni rivedono ed aggiornano i valori limite di QA sia sotto l'aspetto quantitativo, rivedendo i valori numerici di soglia, sia sotto l'aspetto qualitativo stabilendo nuove tipologie di valori limite per arrivare a definire in modo sempre più preciso lo stato di QA di una determinata zona geografica.

Il Dlgs 351/99 ed il DM 60/2002 introducono elementi innovativi nella gestione della QA, tra cui ricordiamo:

- La fissazione di valori limite sia a breve che a medio termine (annuali);
- L'abrogazione dei livelli di attenzione di cui al DM 25/11/1994;
- L'introduzione di limiti per la protezione della vegetazione, oltre a quelli per la protezione della salute;
- La fissazione di valori limite per benzene e PM10, due inquinanti molto importanti, in sostituzione dei precedenti "obiettivi di qualità", meno vincolanti, di cui al DM 25/11/1994;
- La definizione di un arco temporale di alcuni anni per l'adeguamento della QA ai nuovi standard;
- L'enfasi particolare data alle attività di divulgazione delle informazioni sullo stato di QA.

Tra l'emanazione della normativa "quadro" (Dlgs 351/99) ed il primo decreto applicativo (DM 60/2002) sono passati circa 3 anni, un periodo di transizione che ha visto la "coesistenza" di due sistemi normativi: l'art. 14, comma 2 del DLgs 351/99 ha infatti mantenuto in vigore in via transitoria tutti i valori limite, i valori guida, i livelli di attenzione e di allarme allora in essere fino al momento dell'emanazione dei decreti applicativi dello stesso D.Lgs 351/99, cioè fino ad aprile 2002.

Tuttavia, per rendere più semplice la lettura dei risultati di misura, in questa relazione *i dati saranno presentati in modo ragionato confrontandoli soltanto con i valori limite attualmente in vigore dato che d'ora in poi costituiranno i parametri di riferimento con cui interpretare lo stato di qualità dell'aria del territorio.*

La discussione più dettagliata dei valori limite è rimandata alla descrizione dei singoli inquinanti.

Un'importante eccezione nel nuovo panorama normativo è rappresentata dall'ozono: la Direttiva che ne stabilisce i nuovi limiti è infatti molto recente (**DIR 2002/03/CE del 12/2/2002**) e non è ancora stata recepita dall'Italia. Nel contesto della presente relazione si continueranno dunque ad utilizzare per l'ozono i valori limite di cui al DM 25/11/1994 e DM 16/5/1996.

Si riporta di seguito un elenco delle normative attualmente in vigore

### **3.1. Normativa nazionale di carattere generale:**

- ❖ Decreto Legislativo 4/8/1999 n. 351: "Attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente";
- ❖ Legge Regionale n. 43 del 7/4/2000: "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria".
- ❖ Decreto Ministeriale 2/4/2002 n. 60: "Recepimento della Direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi azoto, le particelle ed 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.

### 3.2. Normativa specifica per l'ozono

- ❖ Decreto Ministeriale del 25/11/1994: "Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994";
- ❖ Decreto Ministeriale del 16/05/1996: "Attivazione di un sistema di sorveglianza dell'inquinamento da ozono";
- ❖ Deliberazione della Giunta Regionale 31/7/2000 n. 27-614;
- ❖ Direttiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12/2/2002, relativa all'ozono nell'aria (Non ancora recepita dall'Italia).

### 3.3. I nuovi standard europei per la misura della qualità dell'aria

Schematizzando, i parametri di riferimento che vanno a costituire i nuovi standard di qualità dell'aria su base europea possono essere raggruppati e classificati in alcune categorie generali, cui corrispondono però differenti informazioni sullo stato di QA e differenti strategie di intervento in caso di superamento dei valori limite.

1. Valori limite per la valutazione e la gestione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico.

Si tratta di valori limite nel breve periodo (orari, giornalieri o su 8 ore) al cui superamento corrispondono situazioni di picco dell'inquinamento atmosferico locale: tali situazioni richiedono interventi rapidi al fine di riportare i livelli di inquinante al di sotto dei valori limite ed una tempestiva informazione alle autorità ed alla popolazione.

Appartengono a questa categoria i precedenti livelli "di attenzione" e "di allarme" del DM 25/11/1994. Il DM 60/2002 li classifica come "soglie di allarme" e "valori limite per la protezione della salute umana" (orari o giornalieri).

E' degno di nota il fatto che il DM 60/2002 prevede, oltre al valore limite per la protezione della salute umana, anche un *numero massimo di superamenti* di tale valore nell'arco dell'anno, ponendo così l'accento sull'importanza di gestire le emergenze, ma anche di attuare una pianificazione di interventi a medio/lungo termine che riporti l'accadimento delle emergenze entro limiti ristretti.

2. Valori limite per la gestione della QA nel medio termine (annuale)

Il DM 60/2002 stabilisce per ciascun inquinante dei "valori limite annuali per la protezione della salute umana" che servono da riferimento per rappresentare lo stato più generale di QA di una determinata zona al di là delle contingenti situazioni di inquinamento acuto, generalmente di durata limitata. E' previsto un arco temporale di adeguamento, con una tolleranza percentuale fino alla data in cui il valore limite dovrà essere rispettato. I nuovi standard sostituiscono i percentili, gli obiettivi di qualità ed i

	Dipartimento Provinciale di Biella <b>Area Tematica Qualità dell'aria ed</b> <b>Emissioni</b> <b>RELAZIONE TECNICA</b>	Pagina : 7/22
		N. QA 31/2002 del 31/05/2002

valori guida a medio termine di cui al DPR 203/88, al DM 25/11/1994 ed al DPCM 28/3/1983.

Il superamento di uno o più limiti di riferimento annuali richiederà l'adozione di interventi strutturali sul territorio programmati e pianificati al fine di migliorare lo stato generale di QA, ma anche il non superamento comporta comunque la definizione di attività volte a mantenere lo stato di QA esistente.

### 3. Valori limite per valutare gli effetti sull'ambiente.

I valori limite per la protezione degli ecosistemi e della vegetazione stabiliti dal DM 60/2002 e, per l'ozono, dal DM 16/5/1996 costituiscono dei parametri di riferimento in base ai quali valutare l'impatto sugli ecosistemi.

La valutazione dello stato di QA in relazione alla protezione degli ecosistemi richiede esplicitamente misure effettuate in punti di campionamento situati in zone distanti da sorgenti di inquinamento.

### 4. I margini di tolleranza sui valori limite

Un'importante aspetto introdotto nei nuovi standard europei recepiti con DM 60/2002 sta nell'introduzione di un margine di tolleranza su ciascun valore limite (specifico per ciascun inquinante ed espresso in percentuale del limite stesso) che permette un adeguamento temporale ai requisiti del decreto stesso.

Il margine di tolleranza viene progressivamente ridotto di anno in anno fino ad un valore di 0% (generalmente nell'arco di 5 o 10 anni).

E' importante precisare che il valore limite è fisso ed invariato; il margine di tolleranza è stato introdotto solo allo scopo di pianificare gli interventi di adeguamento e perciò non ha effetto sul valore limite.

Nelle tabelle e nelle schede relative ai dati di QA della presente relazione, i dati saranno sempre confrontati con il valore limite, senza considerarne il margine di tolleranza per l'anno in oggetto, che sarà indicato separatamente.

## 4. I RISULTATI DEL RILEVAMENTO

### 4.1. Breve guida alla lettura dei dati

La presente relazione è organizzata in schede e tabelle che riportano, in forma riassuntiva e sintetica, i risultati delle rilevazioni di parametri chimici durante la campagna di monitoraggio. I dati orari provenienti dagli analizzatori sono stati rielaborati in una forma accessibile e di facile lettura anche ai non specialisti in modo da poterne cogliere i contenuti e le informazioni essenziali ad una valutazione dello stato di qualità dell'aria.

I report dei dati, suddivisi per parametro, sono preceduti da una breve introduzione che descrive sinteticamente le caratteristiche più importanti del composto monitorato: proprietà chimiche, fonti di inquinamento, effetti sull'uomo e sull'ambiente, tecniche di misura ecc. In tale sezione sono riportati anche i valori limite normativi di riferimento. I dati veri e propri sono quindi organizzati in schede suddivise per parametro. Sono inoltre riportati in molti casi i grafici dell'andamento orario settimana per settimana, con alcuni confronti con i dati rilevati nello stesso periodo dalla più vicina stazione di monitoraggio.

#### a) Schede di parametro

I dati sono presentati in forma grafica su apposite **schede di parametro**.

Ciascuna scheda si riferisce ad un composto misurato durante la campagna. Le informazioni sono suddivise in tre parti:

1 – La parte superiore contiene una **tabella riassuntiva delle rilevazioni**, suddivise per parametro. Vi sono riportate informazioni quali:

- ◇ La percentuale dei dati orari validi acquisiti sul totale di ore di misura; questo dato è funzione del regolare funzionamento dall'analizzatore, dei tempi di intervento e di calibrazione della funzionalità delle trasmissioni ecc. Tutte le informazioni della scheda sono basate sul numero di dati validi indicati;
- ◇ Il numero di superamenti di livelli di protezione della salute o di altri valori limite (ad es. i livelli di protezione della vegetazione o i livelli di attenzione/allarme per l'ozono intervenuti nel corso del periodo di rilevamento);
- ◇ Valori medi, minimi o massimi di concentrazione rilevati nella campagna di misura;
- ◇ Il valore massimo del "giorno medio". Il giorno medio del periodo di rilevamento si ottiene calcolando, per ciascuna ora del giorno, la media delle concentrazioni rilevate lungo l'arco della campagna; il valore massimo del giorno medio è il più elevato valore orario medio di concentrazione.

2 – Nella parte centrale si riporta il **grafico dell'andamento delle concentrazioni del giorno medio**, calcolato come indicato sopra. Esso rappresenta dunque la concentrazione media dell'inquinante per ciascuna ora del giorno.

Questo tipo di grafico consente di confrontare in maniera sintetica ed immediata i dati provenienti da stazioni diverse o relativi a periodi diversi, e di visualizzare l'andamento degli inquinanti.

3 – Nella parte inferiore della scheda si riporta in forma grafica, una **valutazione della qualità dell'aria durante il periodo di monitoraggio**. La qualità dell'aria monitorata è stata suddivisa in tre fasce (buona, accettabile, scadente) confrontando i valori misurati

con dei valori e degli intervalli di riferimento (che sono riportati in calce a ciascun grafico). A loro volta gli intervalli di riferimento sono stati scelti sulla base dei riferimenti normativi. Il grafico a torta riporta pertanto la percentuale di dati ricadenti in ciascuna delle fasce di qualità, permettendo così di avere una visione immediata, complessiva e comunque aderente alla realtà della situazione di qualità dell'aria esaminata *sull'intero periodo*, in modo indipendente dall'avvenuto o meno superamento di livelli di attenzione e/o di allarme.

#### b) Grafici

Oltre alle schede riepilogative sono riportati per intero gli andamenti di alcuni parametri ritenuti particolarmente interessanti, assieme ad un confronto con l'andamento riscontrato presso la stazione di rilevamento più vicina, in questo caso la stazione di Biella 1, via d. Sturzo 20 – Biella.

#### Commento e discussione

La presentazione sintetica dei risultati è seguita da una discussione degli stessi.

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

Si origina dalla reazione dello zolfo contenuto nei combustibili con l'ossigeno. La principale fonte di inquinamento è costituita dai combustibili fossili, in particolare olio combustibile. L'anidride solforosa può quindi provenire da impianti di riscaldamento civili, fonti industriali e in misura minore, dal traffico veicolare.

E' in parte responsabile dell'acidificazione delle precipitazioni.

**Effetti sull'uomo:** gli effetti cronici ed acuti sull'uomo sono piuttosto noti; è considerato un broncoirritante a marcata attività.

Fino a pochi anni or sono era ritenuto l'inquinante atmosferico più importante, ma con il miglioramento della qualità dei combustibili per il riscaldamento e per autotrazione e con l'estendersi della metanizzazione in molte città, la sua concentrazione in atmosfera è andata via via decrescendo.

#### Riferimenti normativi:

##### **D.M. n. 60 del 2/4/2002:**

Il DM 60/2002 stabilisce per il biossido di zolfo i seguenti valori limite, soglia di allarme e soglie di valutazione inferiore e superiore:

- **Valore limite orario per la protezione della salute umana:** 350 µg/mc, da non superare più di 24 volte per anno civile; è prevista una tolleranza di 150 µg/mc da ridurre gradualmente a partire dal 2001
- **Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana:** 125 µg/mc, da non superare più di 3 volte l'anno;
- **Valore limite per la protezione degli ecosistemi:** 20 µg/mc, da valutare sull'intero anno civile e sui mesi invernali (ottobre-marzo)
- **Soglia di allarme:** 500 µg/mc (media oraria)

**Metodo di misura:** il metodo utilizzato è quello a fluorescenza. La tecnica si basa sulla eccitazione delle molecole di biossido di zolfo con radiazione UV nella regione 190-230 nm e sulla emissione, nel momento in cui le molecole tornano allo stato iniziale di energia, di radiazione fluorescente caratteristica di intensità proporzionale alla concentrazione di SO<sub>2</sub>.

#### **4.3. Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>): Monossido di azoto (NO) e Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)**

Sono inquinanti prodotti dagli impianti di combustione (veicoli, impianti termici, industrie). Il monossido è un composto di bassa tossicità e perciò non soggetto a limiti di legge, la cui importanza dipende dal fatto di essere un precursore del biossido di azoto. E' infatti il monossido ad essere emesso primariamente nei processi di combustione. In presenza di ossigeno il monossido viene convertito a biossido di azoto, che presenta una tossicità ben maggiore.

**Effetti sull'uomo e sull'ambiente:** il biossido di azoto è un inquinante molto importante non solo per la sua pericolosità intrinseca, ma anche per il fatto di essere coinvolto anche in 2 fenomeni di inquinamento:

1 - Il biossido di azoto a concentrazioni di 10 – 20 ppm esercita una azione irritante sugli occhi, naso e sulle vie respiratorie. Inoltre, introdotto nell'organismo attraverso il processo respiratorio alveolare si combina con l'emoglobina, modificandone le proprietà chimiche e fisiologiche dando luogo a formazione di metaemoglobina. Questa ultima molecola non è più in grado di trasportare l'ossigeno (ruolo che è proprio dell'emoglobina); già a valori intorno al 3% - 4% di metaemoglobina si manifestano disturbi a carico della respirazione.

2 – le piogge acide. Il biossido può infatti subire una serie di trasformazioni che hanno come risultato la sua conversione in acido nitrico, con conseguente acidificazione dell'umidità atmosferica. Precipitazioni acide hanno effetti sul patrimonio artistico, ma anche sull'ecosistema, in quanto alterano gli equilibri chimico-fisici a livello del suolo e provocano danni alla vegetazione.

3 – Tuttavia il ruolo principale dal punto di vista dell'inquinamento, il biossido lo manifesta nella partecipazione alla formazione dello *smog fotochimico*. Con questo termine si intende una miscela molto complessa di composti altamente reattivi e perciò fortemente aggressivi e per l'uomo, gli animali, la vegetazione ed i materiali e quindi potenzialmente nocivi per la salute e per l'ambiente anche a bassissime concentrazioni. Lo smog fotochimico si forma, sotto particolari condizioni meteorologiche, in presenza di opportune concentrazioni di biossido di azoto, ozono e idrocarburi. Il processo di formazione è innescato dalla reazione del biossido di azoto con la luce del sole e procede con una serie di reazioni a catena non controllabili.

La formazione dello smog fotochimico è favorita nei centri urbani ad alta densità di traffico, in condizioni di calma di vento e di alta insolazione.

Il biossido di azoto risulta quindi un inquinante il cui monitoraggio appare indispensabile.

#### **Riferimenti normativi:**

##### **DM n. 60 del 2/4/2002:**

- **valore limite orario per la protezione della salute umana:** 200 µg/mc per l'anno 2001 da non superare più di 18 volte; è prevista una tolleranza di 100 µg/mc da ridurre ogni anno a partire dal 2001;
- **valore limite annuale per la protezione della salute umana:** 40 µg/mc con una tolleranza di 20 µg/mc da ridurre gradualmente a partire dal 2001
- **soglia di allarme** pari a 400 µg/mc;

**Metodo di misura:** gli ossidi di azoto sono analizzati con il metodo a chemiluminescenza. Il metodo si basa sulla reazione chimica tra il monossido di azoto e l'ozono, che produce una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla

concentrazione di NO. La reazione è specifica per il monossido di azoto. In questo modo lo strumento misura alternativamente l'NO e la somma NO + NO<sub>2</sub> (NO<sub>x</sub>). La concentrazione di biossido viene calcolata per differenza tra gli ossidi totali (NO<sub>x</sub>) e il monossido di azoto (NO).

#### 4.4.Ossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è un gas tossico che si forma in tutti i processi di combustione che avvengono in difetto di ossigeno. La causa principale di inquinamento da monossido di carbonio è oggi indubbiamente costituita dal traffico veicolare. Si stima che il settore dei trasporti contribuisca per il 90 % alle emissioni di CO di origine antropica. La quantità di CO prodotta dipende dal tipo di motorizzazione, dalla velocità di marcia e da altri fattori. Si verificano alte produzioni di questo inquinante in condizioni di traffico congestionato, con bassa velocità di scorrimento, che si verificano tipicamente nei centri urbani.

Fonti di emissione di minore importanza sono le attività industriali in cui sono coinvolti processi termici e gli impianti di riscaldamento delle abitazioni.

La situazione del CO è in via di miglioramento con l'introduzione diffusa di auto dotate di marmitta catalitica, che permettono di ridurre le emissioni di CO fino al 90%.

**Effetti sull'uomo e sull'ambiente:** Il monossido di carbonio ha la proprietà di fissarsi in modo irreversibile all'emoglobina del sangue, entrando in competizione con l'ossigeno, il cui legame con l'emoglobina è di circa 200 volte più debole, portando così ad un'alterazione del meccanismo di trasporto dell'ossigeno stesso dai polmoni a tutti i distretti dell'organismo.

A concentrazioni molto elevate (che si rinvencono in ambienti chiusi) il CO può portare a morte per asfissia; alle concentrazioni rilevabili nei centri urbani gli effetti tossici sono meno evidenti, ma possono provocare condizioni croniche di insufficienza respiratoria o anemia.

#### **Riferimenti normativi:**

L'unità di misura del monossido di carbonio in atmosfera è il milligrammo al metro cubo (mg/mc).

#### **DM n. 60 del 2/04/2002:**

➤ **valore limite per la protezione della salute** di 10 mg/mc (media massima giornaliera su 8 ore), con un limite di tolleranza di 6 mg/mc, valido fino al 2003;

**Metodo di misura:** Il monossido di carbonio viene analizzato mediante assorbimento di radiazioni infrarosse (IR). Il gas campione viene fatto passare attraverso un fascio di radiazioni IR. La presenza di CO nel gas fa diminuire l'intensità della radiazione in misura dipendente dalla concentrazione di monossido.

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

Si tratta di una forma di ossigeno molecolare altamente reattivo che si forma come inquinante secondario a seguito di una complessa serie di reazioni fitochimiche.

L'insolazione è un fattore determinante per la sua formazione (l'andamento giornaliero presenta una curva a campana che va di pari passo con i valori di radiazione solare), tuttavia la sua concentrazione finale è determinata anche dalla presenza di altre categorie di sostanze, quali gli ossidi di azoto e gli idrocarburi (specie dette perciò "precursori"), con i quali è coinvolto nella formazione dello smog fotochimica.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: la sua aggressività lo rende potenzialmente in grado di reagire con i tessuti viventi: è un riconosciuto broncoirritante ed è in grado di alterare la funzionalità polmonare, nonché di causare disturbi agli occhi e alle mucose. I vegetali inoltre sono particolarmente sensibili alla sua azione.

##### **Riferimenti normativi:**

La concentrazione dell'ozono in atmosfera si misura in microgrammi al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

A causa dei danni di cui è responsabile, l'ozono è oggetto di particolare attenzione dal punto di vista normativo, in sede nazionale e comunitaria.

Il D.M. 25/11/1994 stabilisce due valori limite intesi come medie orarie, ossia un **livello di attenzione** pari a 180  $\mu\text{g}/\text{mc}$  e un **livello di allarme** pari a 360  $\mu\text{g}/\text{mc}$ .

Il D.M. 16/05/1996 stabilisce inoltre un **livello di protezione della vegetazione** pari a 65  $\mu\text{g}/\text{mc}$  (come media giornaliera) e un **livello di protezione della salute** pari a 110  $\mu\text{g}/\text{mc}$  (come media su 8 ore).

**Metodo di misura:** Si sfrutta la capacità dell'ozono di assorbire radiazioni ultraviolette di opportuna lunghezza d'onda, generate da una lampada posta all'interno dello strumento. Le radiazioni ultraviolette attraverso la camera di misura dove si trova il gas campione e, in presenza di ozono, ne sono in parte assorbite in modo proporzionale alla concentrazione del gas.

#### 4.6. Benzene

Caratteristiche chimico fisiche: il benzene appartiene alla classe degli idrocarburi aromatici, i cui componenti più noti sono oltre al benzene stesso, toluene, e xileni. La loro concentrazione in atmosfera nelle aree urbane è direttamente correlabile al traffico veicolare: infatti il benzene è diventato un inquinante atmosferico di primaria importanza solo da alcuni anni, con l'introduzione sul mercato delle benzine verdi. Toluene e xileni sono composti di tossicità inferiore che non sono soggetti a limiti di legge, ma che vengono monitorati contemporaneamente al benzene.

**Effetti sull'uomo e sull'ambiente:** gli effetti del benzene sulla salute umana sono ormai accertati: il benzene è stato classificato dal 1982, dalla IARC (International Agency for Research on Cancer), in Classe 1 (cancerogeno certo per l'uomo).

#### Riferimenti normativi:

L'unità di misura della concentrazione di idrocarburi aromatici è il microgrammo al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{mc}$ ).

Il DM 60/2002 definisce per il benzene i seguenti valori limite, da considerare come medie annuali:

➤ **valore limite per la protezione della salute** pari a  $5 \mu\text{g}/\text{mc}$ , con una tolleranza del 100% fino al 31/12/2005; la percentuale di tolleranza si riduce a zero entro il 2010.

**Metodo di misura:** il benzene viene misurato mediante la tecnica della cromatografia capillare in fase gassosa, che permette la separazione e l'identificazione in tempi brevi (15 min) dei componenti della miscela gassosa campione. L'utilizzo di un rivelatore selettivo per i composti aromatici permette di separare le eventuali sostanze interferenti e di giungere alla determinazione quantitativa del benzene in modo preciso, accurato e molto sensibile.

**Avvertenza:** lo strumento di misura impiegato fornisce le concentrazioni di benzene sotto forma di medie orarie, tuttavia il grafico a torta "valutazioni sulla qualità dell'aria" è stato realizzato considerando le *medie giornaliere* confrontate con il valore limite annuale per la protezione della salute umana.

#### 4.8. Particolato PM 10

Non si tratta di un inquinante specifico: con il termine particolato (o particelle) si indicano in generale le particelle solide aerodisperse e gli aerosol atmosferici, cioè un sistema estremamente eterogeneo dal punto di vista della composizione chimica (organica ed inorganica) dell'origine (antropica, animale, vegetale, minerale), della tossicità. Esse costituiscono rispetto all'aria una fase eterogenea non fluida di varia provenienza e pertanto sono indicatore di inquinamento generale. Sicuramente però i processi di combustione sono una fonte significativa di particolato, le cui caratteristiche chimiche sono più definite.

L'elemento comune che permette di classificarle sono le loro dimensioni, in base alle quali se ne definisce la respirabilità (e di conseguenza la pericolosità) ed il tempo di permanenza nell'atmosfera. Possiamo distinguere allora le polveri totali sospese (PTS), oppure la frazione di polveri il cui diametro aerodinamico è inferiore o uguale al valore nominale di 10  $\mu\text{m}$  (indicate in sigla come PM10). Il PM10 è molto importante ai fini tossicologici perché rappresenta per convenzione la cosiddetta *frazione toracica delle polveri*, cioè la frazione che può superare la laringe e penetrare nei bronchi. La capacità di tale frazione del particolato di aggravare le patologie a carico dell'apparato respiratorio (bronchi, asma, enfisema polmonare) e cardiaco è ormai assodata, mentre sono allo studio le eventuali proprietà mutagene, cancerogene e gli effetti epidemiologici.

**Effetti sull'uomo e sull'ambiente:** la tossicità del particolato è legata soprattutto alla composizione chimica ed in particolare alla capacità di trattenere sulla sua superficie sostanze tossiche, quali metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici, ecc. Questo fenomeno di assorbimento interessa soprattutto il particolato fine con diametro inferiore a, rispettivamente, 10  $\mu\text{m}$ , 2,5  $\mu\text{m}$ , 1  $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1</sub>).

#### Riferimenti normativi:

Il **DM 60/2002**, stabilisce i seguenti valori limite per la frazione PM 10:

- **valore limite giornaliero per la protezione della salute** di 50  $\mu\text{g}/\text{mc}$  (media giornaliera) da non superare più di 35 volte l'anno con una tolleranza del 50% fino al 1/1/2001 e successiva riduzione annua costante a 0% entro il 2010;
- **valore limite annuale per la protezione della salute umana:** 40  $\mu\text{g}/\text{mc}$ ; il limite prevede una tolleranza del 20% (48  $\mu\text{g}/\text{mc}$ ) fino al gennaio 2001, con successiva riduzione costante fino a 0% entro il 1 gennaio 2005.

**Metodo di misura:** la concentrazione di particolato PM 10 è determinata con il metodo gravimetrico automatizzato ad alta precisione. Il campione d'aria viene fatto passare attraverso un filtro poggato sopra un elemento cavo tubolare in continua oscillazione (microbilancia). Man mano che le polveri si depositano sul filtro, la frequenza di oscillazione diminuisce in modo correlabile alla loro concentrazione. Un opportuno programma di calcolo provvede a fornire il risultato in termini di concentrazione di polveri nell'aria. Un semplice cambio della testa di prelievo permette di dosare le polveri totali (PTS) o le altre frazioni inalabili (ad es. il PM 2.5).

**Avvertenza:** lo strumento di misura impiegato fornisce dati di PM10 sotto forma di medie orarie, tuttavia il grafico a torta "valutazioni sulla qualità dell'aria" è stato realizzato

	<b>Dipartimento Provinciale di Biella</b> <b>Area Tematica Qualità dell'aria ed</b> <b>Emissioni</b> <b>RELAZIONE TECNICA</b>	Pagina : 17/22
		N. QA 31/2002 del 31/05/2002

considerando le *medie giornaliere*, per poter fare dei confronti con il valore limite per la giornaliero protezione della salute umana.

#### 4.9. Piombo

L'importanza di questo elemento come inquinante atmosferico è andata via via decrescendo con l'eliminazione del piombo dai carburanti per autotrazione.

In generale i livelli di piombo misurati attualmente nei centri urbani non destano preoccupazioni per la salute pubblica.

Il DM 60/2002 prevede comunque per il piombo un valore limite annuale per la protezione della salute umana pari a 0.5 µg/mc.

**Metodo di misura.** Il piombo è determinato analizzando il contenuto di questo elemento nel particolato atmosferico prelevato per mezzo di opportuni campionatori che fanno fluire l'aria attraverso dei filtri ove si deposita il particolato stesso. L'analisi di laboratorio è effettuata mediante tecniche spettroscopiche.

#### Risultati di misura

Durante la campagna in esame, il piombo è stato determinato sulla frazione PM10 del particolato, ottenendo un dato di concentrazione media su tutto il periodo di rilevamento.

	Periodo di misura	Concentrazione media rilevata (µg/mc)	Limite di riferimento (valore medio annuale in µg/mc)
Piombo	15/11 – 4/12/2001	0.07	0.5

#### 4.10 . Dati meteorologici

E' stato fatto uno screening dei principali parametri meteorologici, nel periodo in cui è stata condotta la campagna in esame per meglio definire la situazione ambientale puntuale. Allo scopo sono stati elaborati i dati meteorologici della stazione fissa per il monitoraggio della qualità dell'aria di Biella 1, Via D. Sturzo, 20. Tale punto, essendo il più vicino al comune di Ponderano, è stato scelto per delineare il quadro meteorologico dello stesso.

Riportiamo per tanto nella tabella di seguito, il risultato delle indagini meteorologiche del periodo indicando i valori minimi, massimi e medi per ciascun parametro.

In tabella non vengono riportati i valori pluviometrici in quanto durante tutta la campagna non si sono registrate precipitazioni di rilievo.

	Valore Minimo orario datato	Valore massimo orario datato	Valore medio	Escursione media giornaliera
Temperatura (C°)	- 0.2 28 nov.	11.7 29 nov.	4.8	6.3
Pressione atmosferica (mbar)	967 23 nov.	994 15 e 16 nov.	981	

	Valore Minimo giornaliero datato	Valore massimo giornaliero datato
Radiazione solare globale (mW/cm <sup>2</sup> )	24 27 nov.	155 16 nov.

## 5. CONCLUSIONI

**Biossido di zolfo.** Dai dati di rilevamento è possibile trarre per questo inquinante alcune conclusioni di carattere generale:

- i valori di qualità dell'aria risultano ampiamente al di sotto dei valori limite, coerentemente con la tendenza generale che vede questo inquinante ormai sceso a livelli non più preoccupanti;
- i dati ottenuti sono del tutto confrontabili con i dati rilevati presso la stazione fissa di Biella 2 sita presso Villa Schneider – Piazza Lamarmora n. 6, di cui si riportano per confronto il valore massimo orario ed il valore massimo del giorno medio rilevati nel mese di novembre 2001 in  $\mu\text{g}/\text{mc}$ :

	Valore massimo orario	Valore massimo del giorno medio
Biella 2 (11/2001)	87	38
Ponderano	92	35

**Monossido di carbonio.** Durante la campagna di misura non si sono verificati superamenti dei valori limite per questo inquinante. Le concentrazioni e gli andamenti rilevati sono quelli tipici di una stazione da traffico.

**Piombo.** Il valore di concentrazione media rilevato è tale da non destare preoccupazioni, anche in virtù del fatto che il periodo di misura e le condizioni meteorologiche e di traffico possono essere ritenute tra le più pesanti per questo metallo.

**Ozono.** Per l'ozono si sono riscontrati valori molto bassi, tipici della stagione invernale e coerenti con le caratteristiche di traffico del sito.

L'andamento giornaliero presenta la caratteristica curva a campana con un andamento complementare a quello del biossido di azoto.

**Biossido di azoto e ossidi di azoto.** L'andamento giornaliero degli ossidi di azoto presenta due picchi in prossimità delle ore di punta mattutine e serali, con dei minimi nelle ore intermedie della giornata e nelle ore notturne.

L'andamento è più marcato per il monossido di azoto (che non è soggetto a valori limite) che è il composto che viene primariamente emesso con i gas scarico (circa il 95% degli ossidi di azoto nei gas di scarico è costituito da monossido) e che successivamente reagisce per formare il biossido, che è presente in concentrazione inferiore e con massimi e minimi meno marcati.

Non si sono verificati superamenti del valore limite di 200  $\mu\text{g}/\text{mc}$  durante il periodo di misura e la qualità dell'aria rispetto a questo inquinante si è mantenuta a livelli comunque buoni con una percentuale del 9% di valori più elevati ma comunque accettabili; il valore massimo orario (159  $\mu\text{g}/\text{mc}$ ) ed il valore medio del periodo (66  $\mu\text{g}/\text{mc}$ ) sono simili ai corrispondenti valori misurati presso la stazione di Biella 2 nel periodo novembre-dicembre 2001.

Per questo inquinante si riporta anche il grafico di tutte le medie orarie misurate, suddivise per settimana, confrontato con il corrispondente andamento registrato presso la stazione di rilevamento più vicina, quella di Biella 1, presso ASL 12, via d. Sturzo 20. L'esame di tale grafico permette di formulare alcune considerazioni di tipo qualitativo.

Innanzitutto si può evidenziare una buona correlazione tra gli andamenti di via Crosa e quelli di Biella 1: fatta salva la differenza di concentrazioni, le curve seguono profili quasi sovrapponibili.

Anche a Biella 1 è evidente l'andamento giornaliero a due picchi (mattino/sera) tipico degli inquinanti da traffico, ma in generale i massimi risultano meno marcati rispetto a via Crosa, come pure le escursioni giornaliere tra minimi e massimi.

L'ampiezza delle oscillazioni di concentrazione durante il giorno dipende naturalmente dalla differente tipologia dei siti (Biella 1 non è direttamente interessata dal traffico e le differenze di concentrazione nelle diverse ore del giorno tendono a livellarsi). Da notare che le differenze di concentrazione tra i due siti sono massime nei giorni lavorativi: a Ponderano nelle ore di punta si rilevano concentrazioni di biossido di azoto doppie rispetto a Biella 1, mentre nei giorni festivi (18 e 25 novembre, 2 dicembre) le concentrazioni orarie misurate sui due siti risultano pressoché identiche.

**Benzene.** L'andamento di questo inquinante mostra i tipici picchi giornalieri corrispondenti al traffico delle ore di punta.

Rispetto alle stazioni di Biella 1 e Biella 2, i valori risultano generalmente piuttosto elevati; il valor medio di tutta la campagna (8  $\mu\text{g}/\text{mc}$ ) supera inoltre il valore limite ponendosi a ridosso del margine di tolleranza.

Nel periodo di misura gli episodi di qualità dell'aria scadente (valori superiori rispetto al valore limite aumentato del margine di tolleranza, pari a 10  $\mu\text{g}/\text{mc}$ ) sono stati il 20% del totale e soltanto il 15% le giornate con livelli inferiori al valore limite.

Va sottolineato che è necessario porre una certa attenzione nel confrontare il grafico di valutazione della QA dal momento che è ottenuto confrontando i livelli medi *giornalieri* con un valore limite medio *annuale*: infatti la diminuzione dei livelli atmosferici di benzene che generalmente si osserva nei mesi estivi potrebbe riportare la concentrazione media annuale al di sotto del valore limite. Per acquisire informazioni in merito potrebbe esser opportuno effettuare una campagna di misura nella tarda primavera/estate.

Pur dunque con le dovute cautele, se si considera il periodo di misura come rappresentativo del tardo autunno e dell'inverno ne discende che per buona parte dell'anno i livelli di benzene si mantengono al di sopra o a ridosso del valore limite per la protezione della salute. Quest'ipotesi appare plausibile in quanto le condizioni meteo riscontrate durante la campagna (sereno, assenza di pioggia, stabilità atmosferica) si sono mantenute pressoché costanti fino a febbraio 2002.

Esaminando l'andamento orario, riportato per esteso anche per questo inquinante assieme al corrispondente andamento di medie orarie di Biella 1 si evidenzia che:

- i livelli di benzene si mantengono circa 3-4 volte più alti che a Biella 1;
- la diminuzione di concentrazione nei giorni festivi è molto meno marcata rispetto a quanto visto per il biossido di azoto;

- il fattore 3-4 tra le concentrazioni di via Crosa e quelle di Biella 1 si mantiene costante anche nei giorni festivi.

Una possibile interpretazione di questi profili è che durante il weekend si verifichi una sostanziale diminuzione degli autocarri circolanti ma non delle autovetture, in tal caso il benzene (emesso dai motori a benzina) si mantiene elevato mentre gli ossidi di azoto (emessi da tutti i tipi di motore) calano sensibilmente a seguito dell'assenza di autocarri.

**Particolato PM 10.** Anche per il PM 10, come per il benzene, i valori si mantengono complessivamente piuttosto elevati, a riprova di una forte componente di veicoli diesel nel traffico di via Crosa. Si sono verificati 17 superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana, pari all'81% di tutto il periodo di misura. Il grafico a torta relativo alla valutazione della qualità dell'aria presso il sito di via Crosa mostra come il superamento di tale valore limite appaia la regola piuttosto che l'eccezione.

Per quanto riguarda il dato medio del periodo ( $78 \mu\text{g}/\text{mc}$ ) esso risulta nettamente superiore al valore medio di  $29 \mu\text{g}/\text{mc}$  relativo all'ultimo trimestre del 2001 presso la stazione di Biella 1 ed al valore limite annuale per la protezione della salute umana ( $40 \mu\text{g}/\text{mc}$ ). Naturalmente il confronto con il valore limite annuale richiede le stesse cautele evidenziate nel caso del benzene: non sono infatti disponibili informazioni relative ai periodi dell'anno in cui il livello di particolato diminuisce.

Esaminando l'andamento orario esteso, confrontato con il profilo rilevato dall'analizzatore di polveri di Biella 1 si osserva che:

- in via Crosa, nei giorni lavorativi, si raggiungono concentrazioni orarie da 4 a 6 volte superiori a Biella 1;
- è ben evidente il calo di PM 10 durante il weekend, in cui i livelli diventano confrontabili con quelli di Biella 1, sottolineando così l'effetto dell'assenza di autocarri e veicoli commerciali in genere, i cui motori diesel sono una sorgente importante di particolato;
- considerata la stabilità meteorologica che ha caratterizzato il periodo invernale 2001-2002, è ragionevole supporre che i livelli osservati si siano mantenuti fino al mese di febbraio, costituendo così un campione rappresentativo della situazione invernale.

Il Responsabile  
Dr. Marco VINCENZI

Il Direttore del Dipartimento  
Dr.ssa Maria Pia ANSELMETTI