

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

## **COMUNE DI NETRO**

**PIAZZA XX SETTEMBRE  
16 OTTOBRE - 29 OTTOBRE 2001**

**LOCALITA' CARASSEIE  
30 OTTOBRE - 13 NOVEMBRE 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 due campagne di rilevamento effettuata con mezzo mobile nel comune di Netro. Una è stata condotta collocando la centralina mobile nella piazza xx Settembre dal 16 al 29 ottobre 2001, l'altra nella zona alta di Netro sulla strada Carasseie dal 30 ottobre al 13 novembre 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.

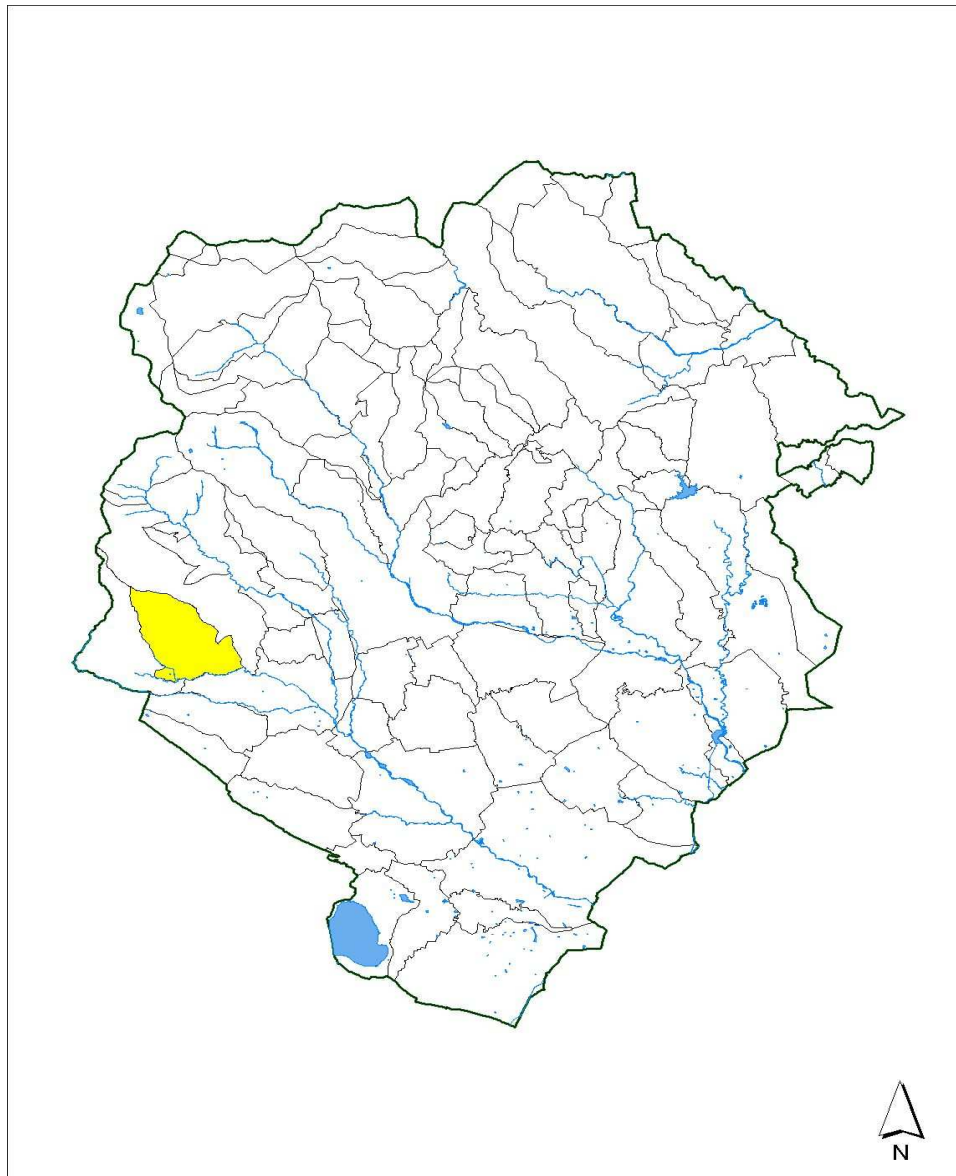
## 2. CARATTERISTICHE DEL SITO

Il Comune di Netro è posto ad un'altitudine di circa 600 m s.l.m. nell'alta Valle dell'Elvo e conta circa 600 abitanti. Non è interessato da vie di comunicazione ad alto traffico, né dalla presenza di insediamenti industriali, ad eccezione di un'azienda metalmeccanica di modeste dimensioni.

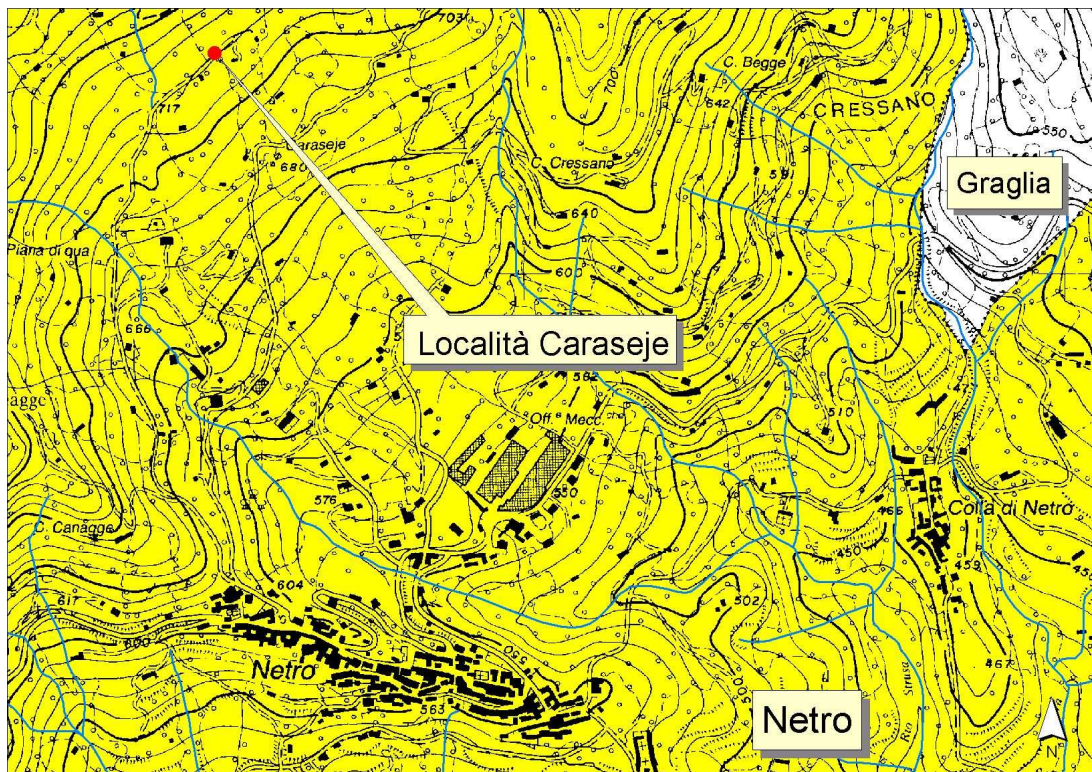
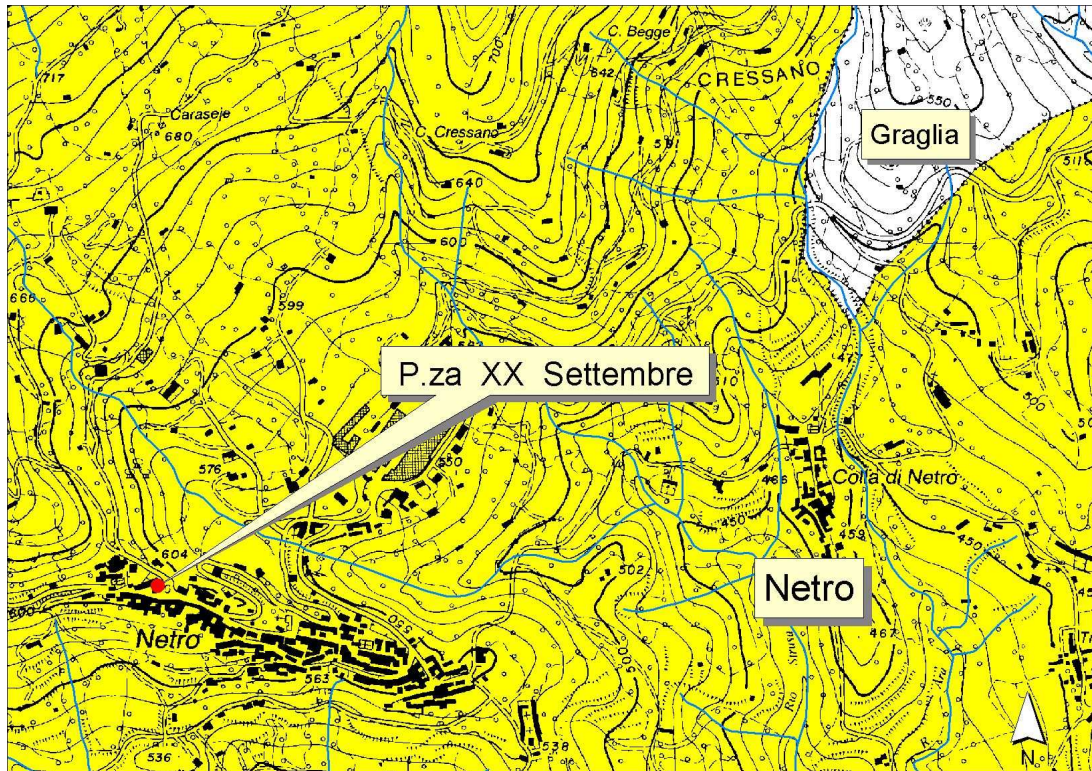
Scopo della campagna è stato quello di caratterizzare la qualità dell'aria del comune su richiesta dell'Amministrazione comunale locale, nonché di acquisire informazioni su livelli "di fondo" per i diversi inquinanti atmosferici oggetto di disposizioni normative. Allo scopo sono stati scelti due siti che si ritengono rappresentativi della situazione comunale: un sito al centro del paese, rappresentativo della parte a più alta densità abitativa (Piazza XX settembre) e l'altro (Località Carasseie) in zona essenzialmente rurale per la presenza di prati e alpeggi, con una moderata presenza turistica nei fine settimana e nei periodi estivi.

I due siti sono distanti tra loro circa 2 km, ma mentre Piazza XX Settembre si trova al centro dell'abitato (610 m di altitudine), Carasseie è posto più in alto a 735 m. in direzione nord in una località caratterizzata da alpeggi; il mezzo è stato posto nei pressi di un'area attrezzata per pic-nic, senza abitazioni di rilievo nelle vicinanze, in una strada secondaria utilizzata perlopiù come collegamento tra le cascate ivi esistenti ed il centro del paese ed a scopo turistico.

Durante la campagna di Piazza XX Settembre erano in corso dei lavori stradali sulla piazza stessa, che possono aver influenzato le concentrazioni di alcuni inquinanti. Tali effetti verranno commentati nel capitolo dedicato alle conclusioni.



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



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

### 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 definisce 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.

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 costituiscono 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.

	Dipartimento Provinciale di Biella <b>Area Tematica Qualità dell'aria ed Emissioni</b> <b>RELAZIONE TECNICA</b>	Pagina : 7/23
		N. QA 106/2002 del 13/09/2002

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 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 è l'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.

	Dipartimento Provinciale di Biella <b>Area Tematica Qualità dell'aria ed</b> <b>Emissioni</b> <b>RELAZIONE TECNICA</b>	Pagina : 8/23
		N. QA 106/2002 del 13/09/2002

## 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 salute** pari a 110  $\mu\text{g}/\text{mc}$  (come media su 8 ore) e un **livello di protezione della vegetazione** pari a 200  $\mu\text{g}/\text{mc}$  (come media oraria) e pari a 65  $\mu\text{g}/\text{mc}$  (come media giornaliera).

**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 ne 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 : 17/23
		N. QA 106/2002 del 13/09/2002

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

#### 4.9. Piombo

L'importanza del piombo 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.** I metalli pesanti sono determinati analizzandone il contenuto nel particolato atmosferico PM10 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 di spettroscopia atomica.

#### 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. Di seguito, si riporta la concentrazione di Piombo riscontrata in entrambi i siti studiati.

	Concentrazione media rilevata (µg/mc) (P.za XX settembre - dal 16 al 29 ott. 2001)	Concentrazione media rilevata (µg/mc) (Località Carasseie - dal 30 ott. Al 13 nov. 2001)	Limite di riferimento (valore medio annuale in µg/mc)
Piombo	0.04	0.01	0.5

## 5. CONCLUSIONI

I dati acquisiti durante le campagne di misura verranno di seguito commentati mettendo a confronto , per ogni inquinante, i risultati di Piazza XX Settembre con quelli di Carasseie e, ove di particolare interesse, anche con le misure ottenute sulla rete di rilevamento fissa. Per brevità nel seguito il sito di Piazza XX Settembre sarà semplicemente indicato come "Piazza"

**Biossido di zolfo.** I valori misurati risultano molto bassi, abbondantemente al di sotto dei valori limite, coerentemente con le caratteristiche dei siti, con la stagione e con la tendenza ormai generale che vede questo inquinante non più critico, in virtù della diffusa metanizzazione che ha portato alla generale sostituzione di combustibili contenenti zolfo (gasolio, olio combustibile, carbone) con metano. Pur rimanendo all'interno di un quadro certamente rassicurante, è possibile formulare alcune considerazioni più specifiche.

L'esame dell'andamento del giorno medio mostra che il livello di biossido di zolfo si mantiene pressoché costante nell'arco della giornata sia in Piazza che a Carasseie e non mostra il tipico andamento a due picchi giornalieri (di cui quello mattutino più pronunciato) che è tipico di siti interessati dalle emissioni di biossido di zolfo degli impianti di riscaldamento (che si rileva ad es. nella città di Biella). Tale profilo di concentrazioni dimostra come non vi sono sorgenti di SO<sub>2</sub> degne di nota nelle vicinanze e che i livelli misurati si riferiscono a concentrazioni di SO<sub>2</sub> associate, con tutta probabilità, a fenomeni di trasporto e diffusione dell'inquinante da altre zone.

Le concentrazioni di Carasseie appaiono inoltre leggermente più basse nei valori medi ed in quelli massimi, di quelle misurate in Piazza. Ciò potrebbe far pensare ad una differenza di qualità dell'aria nei due siti: in realtà tale dato potrebbe rispecchiare l'effetto del traffico veicolare nei pressi della Piazza, comunque scarso ma pur sempre superiore a quello di Carasseie, oppure il dato potrebbe anche essere dovuto semplicemente alle emissioni dei mezzi d'opera durante i lavori stradali nel corso della campagna. Inoltre va sottolineato che a Carasseie, l'analizzatore ha potuto acquisire, a causa di malfunzionamenti tecnici, soltanto il 50% dei dati teoricamente misurabili.

Sulla scorta di queste considerazioni si ritiene che le differenze di concentrazioni tra Piazza e Carasseie, per quanto riguarda SO<sub>2</sub> non siano indice significativo di una reale differenza nella qualità dell'aria e pertanto i due siti si possono ritenere equivalenti per questo inquinante.

I dati ottenuti sono sicuramente inferiori ai 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 µg/mc:

	Valore massimo orario	Valore massimo del giorno medio
Biella 2 (10/2001)	45	19
Biella 2 (11/2001)	47	38
Netro XX Settembre	31	10
Netro Carasseie	18	7

**Monossido di carbonio.** I valori di concentrazione si mantengono molto bassi durante tutto il periodo di misura in entrambe le stazioni. La concentrazione si mantiene sostanzialmente costante durante l'arco della giornata e non si osservano i picchi tipici del traffico delle ore di punta.

L'esame degli andamenti medi e dei valori massimi rilevati indica che per questo inquinante i due siti si possono considerare equivalenti.

**Piombo.** Il valore di concentrazione media rilevato è ampiamente al di sotto del limite. Tenendo conto dello scarso traffico veicolare nella zona e della progressiva sostituzione del piombo nelle benzine (le benzine con piombo sono fuori commercio dall'inizio del 2002) si ritiene molto improbabile che tale inquinante possa salire a livelli significativamente superiori a quelli misurati.

**Ossidi di azoto.** Il monossido di azoto (NO) si mantiene a livelli molto bassi (inferiori a 5  $\mu\text{g}/\text{mc}$ ) durante tutto il periodo di rilevamento con un andamento molto simile nei due siti. Il sito di Piazza XX Settembre presenta un debole incremento verso le 8 del mattino che, comunque, si mantiene in media al di sotto dei 10  $\mu\text{g}/\text{mc}$ .

Molto contenuto è anche il valore massimo orario rilevato per il monossido (44  $\mu\text{g}/\text{mc}$ ). Concentrazioni di monossido così basse hanno un effetto sull'andamento dei livelli giornalieri di ozono, che sarà discusso in seguito.

L'esame dell'andamento del giorno medio per il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) evidenzia nella Piazza un debole picco al mattino (ore 8-9) e un altro massimo poco più accentuato verso la sera. Tali massimi si sovrappongono ad un "fondo" di circa 15  $\mu\text{g}/\text{mc}$ .

A Carasseie i livelli di biossido, mediamente compresi tra 10 e 20  $\mu\text{g}/\text{mc}$ , si mantengono pressoché costanti nell'arco della giornata. Nel complesso le concentrazioni si mantengono inferiori a quelle nella Piazza, probabilmente più a causa dei lavori stradali effettuati su quest'ultimo sito durante i rilevamenti che ad una reale differenza di qualità dell'aria.

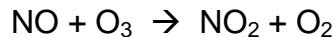
Non si sono verificati superamenti del valore limite orario di 200  $\mu\text{g}/\text{mc}$  ed i valori si sono in generale mantenuti ben al di sotto di tale limite.

**Ozono.** Sia nella Piazza sia a Carasseie il rendimento dell'analizzatore è stato pari al 95% di dati validi sul totale dei dati acquisiti. Si dispone dunque di una serie di misure molto completa che permette di desumere un quadro attendibile della situazione dell'ozono nel periodo di misura.

L'aspetto più rilevante emerge dall'esame dei profili dell'andamento del giorno medio su entrambi i siti. Si osserva, infatti, sostanzialmente che il livello medio orario di ozono si mantiene pressoché costante durante l'arco della giornata, e ciò a differenza del profilo ordinariamente riscontrato presso le stazioni fisse della rete che presentano invece una caratteristica curva "a campana" con due minimi nelle ore di punta mattutine e serali, un massimo principale nelle ore pomeridiane ed un eventuale massimo secondario nella notte.

A Netro tale alternanza massimo/minimo è decisamente poco evidente, al più si nota una lieve inflessione del profilo giornaliero di concentrazione a Piazza, verso le ore 9 del mattino.

I profili di concentrazione rilevati a Netro sono da collegare alle basse concentrazioni orarie di ossidi di azoto, in particolare di monossido di azoto (NO) che è emesso come inquinante primario in tutti i processi di combustione. NO reagisce con l'ozono consumandolo per formare il biossido secondo la reazione:



Per tale ragione nei centri urbani ad alta o media intensità di traffico, a causa delle ingenti emissioni di NO dal traffico veicolare, si osserva una diminuzione di ozono in corrispondenza delle ore di punta, quando si verifica un aumento dei livelli di NO emesso dai motori dei veicoli.

A Netro tale importante sorgente di NO viene a mancare a motivo dello scarso traffico veicolare e pertanto la concentrazione di ozono non diminuisce così marcatamente nelle ore di punta come avviene presso le altre stazioni della rete fissa (che sono collocate in centri urbani di maggiori dimensioni).

Tale quadro è confermato dalla lieve differenza che si osserva tra Piazza e Carasseie: a Piazza, ove si verifica comunque una modesta emissione di ossidi di azoto, si osserva anche una leggera inflessione nei livelli di ozono verso le ore 9, mentre a Carasseie, ove le concentrazioni (modeste) di NO si mantengono costanti nella giornata anche la concentrazione di ozono non manifesta particolari variazioni.

E' utile anche esaminare i grafici che riportano l'andamento delle medie orarie di ozono su tutta la campagna confrontati con l'andamento rilevato alla stazione di Biella 1 nello stesso periodo di tempo. Si osserva che mentre i livelli di ozono rimangono di entità confrontabile tra Netro e Biella 1 *nei valori massimi*, permangono significative differenze nei valori minimi in corrispondenza delle ore di maggior traffico serali e mattutine: a Biella 1 i minimi sono significativamente più marcati (corrispondono cioè a concentrazioni inferiori) che non a Netro.

Ci si può chiedere a questo punto quale possa essere l'effetto dei fenomeni descritti sulla possibilità di superamento dei valori limite per questo composto.

Va premesso che la vigente normativa stabilisce due categorie di valori limite per l'ozono: i valori limite "di picco" (medie orarie) rappresentati ad esempio dal livello di attenzione, e valori mediati su periodi più lunghi (le 8 ore o l'intera giornata) che forniscono un'indicazione sulla possibilità di un'inquinamento più diffuso o persistente nell'arco della giornata. Inoltre deve essere sottolineato come il periodo autunnale non è generalmente caratterizzato da una situazione di elevata criticità rispetto all'ozono, i cui valori massimi si rinvergono durante l'estate.

Sulla base delle precedenti considerazioni possiamo concludere che:

➤ i valori massimi orari si mantengono ben inferiori al valore limite (livello di attenzione) ma questo dato è scarsamente generalizzabile all'intero anno perché rilevato in una stagione in cui la possibilità di episodi acuti di accumulo di ozono è poco probabile, coerentemente con le caratteristiche meteo e atmosferiche del periodo;

➤ La situazione delineata comporta in ultima analisi un ridotto tasso di rimozione di ozono dall'atmosfera nelle ore di punta e questo potrebbe contribuire ad elevare i valori

mediati su 8 ore o su base giornaliera. In effetti, nel periodo – pur limitato – di misura questo è quanto si osserva: nei 15 giorni di misura a Piazza si sono osservati n. 9 superamenti del valore limite di 8 ore per la protezione della salute umana e 4 superamenti del valore limite per la protezione della vegetazione (65 µg/mc, media su 24 ore), una situazione simile a quella rilevata a Biella 1 sull'intero mese di ottobre. Considerando la poca rilevanza del traffico veicolare nel territorio in esame, appare possibile che tali conclusioni si possano estendere anche ad altri periodi dell'anno.

I grafici di confronto delle medie giornaliere confermano come il livello medio giornaliero di ozono si mantenga generalmente superiore a Netro (Piazza e Carasseie) rispetto a Biella1: considerando la stagione non si tratta di grosse differenze, ma non è escluso che durante l'estate tali differenze possano risultare più marcate e comportino un livello medio di ozono a Netro più elevato con una maggior frequenza di superamenti del valore limite di 8 ore e di 24 ore rispetto a quanto osservato sulle stazioni di pianura.

➤ Fatte salve le precedenti considerazioni si deve sottolineare come una sola campagna di misura nel periodo autunnale non sia sufficiente a trarre delle conclusioni cui si voglia dare una connotazione di generalità e si ritiene dunque opportuno, al fine di giungere ad una valutazione più completa e precisa dell'inquinamento atmosferico da ozono nell'area, di effettuare un'ulteriore campagna di misura durante i mesi estivi.

**Benzene.** I livelli di questo inquinante si mantengono molto bassi in entrambi i siti, e le differenze di concentrazioni non paiono significative, per cui i due siti si possono considerare sostanzialmente equivalenti. L'andamento di questo inquinante non evidenzia i tipici picchi giornalieri corrispondenti al traffico delle ore di punta, ma piuttosto un profilo diffuso con concentrazioni che si mantengono costanti nell'arco della giornata.

**Particolato PM 10.** Si riscontrano differenze significative tra i due siti di misura: nella Piazza la concentrazione media di PM10 nel periodo di misura risulta circa il doppio di quella rilevata a Carasseie (40 µg/mc contro 21 µg/mc); la differenza è ben osservabile anche dall'esame dell'andamento dei rispettivi giorni medi. Nella Piazza si sono anche verificati 4 superamenti del valore limite giornaliero di protezione della salute (nessuno a Carasseie). Tutto ciò si ripercuote sui grafici a torta relativi ai due siti, con una qualità dell'aria della Piazza nettamente peggiore che a Carasseie.

In realtà è molto probabile che i valori di polveri PM10 della Piazza siano sovrastimati rispetto alla reale situazione a causa dei lavori stradali che sono stati effettuati durante il periodo di misura e si ritiene pertanto che la situazione del territorio di Netro sia meglio rappresentata dai valori misurati a Carasseie. In tal caso – considerando il solo sito di Carasseie - si tratta di concentrazioni che si mantengono ben al di sotto del valore limite di 50 µg/mc e possono essere considerati come indicativi di un "fondo" di circa 20 µg/mc di PM10 che appare come un livello di inquinamento di fondo generalizzato a tutto il Piemonte. Non è evidenziabile un andamento orario che possa essere correlato al traffico veicolare.

Dei rilevamenti di Carasseie si riporta anche un confronto con Biella 1, sia sotto forma di medie orarie che di medie giornaliere.

In conclusione, dai dati di misura emerge un quadro complessivo caratterizzato da una buona qualità dell'aria, in cui gli inquinanti si mantengono complessivamente a livelli di fondo. Lo scarso traffico veicolare, l'assenza di insediamenti industriali e la

	<b>Dipartimento Provinciale di Biella</b> <b>Area Tematica Qualità dell'aria ed</b> <b>Emissioni</b> <b>RELAZIONE TECNICA</b>	Pagina : 23/23
		N. QA 106/2002 del 13/09/2002

metanizzazione degli impianti di riscaldamento comportano livelli molto bassi per gli inquinanti tipici, che paiono più dovuti al contributo derivante da fenomeni di dispersione atmosferica da sorgenti più lontane che non da sorgenti locali.

In tale contesto è molto improbabile che possano verificarsi episodi acuti di inquinamento con l'unica eccezione costituita dall'ozono per il quale, venendo meno alcuni meccanismi di rimozione, potrebbero registrarsi concentrazioni medie giornaliere più elevate di quanto registrato presso le stazioni fisse, soprattutto nel periodo estivo. Si tratta comunque di un'ipotesi che richiede ulteriori conferme.

Il Responsabile  
Dr. Marco VINCENZI

Il Direttore del Dipartimento  
Dr.ssa Maria Pia ANSELMETTI