

CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA MEDIANTE STAZIONE MOBILE COMUNE DI CANDELO

**LARGO ALPINI D'ITALIA
1 LUGLIO – 21 LUGLIO 2002**

**VIA ISIDE VIANA
22 LUGLIO – 5 AGOSTO 2002**



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 Candelo effettuata nell'estate del 2002 su due siti comunali per una durata complessiva di 36 giorni. Gli inquinanti misurati sono stati: Monossido di azoto, Biossido di azoto, Ossidi totali di azoto, Particolato PM10, Biossido di zolfo, Ozono, Monossido di carbonio, Benzene.

2. CARATTERISTICHE DEL SITO E OBIETTIVI DEL RILEVAMENTO

Il Comune di Candelo conta circa 7800 abitanti ed è situato ad est di Biella, ad un'altitudine di 330 m s.l.m. e ad una distanza di circa 5 km dal capoluogo provinciale. Candelo è situato lungo un importante "asse" ad elevata densità abitativa ed industriale/artigianale, individuabile territorialmente dai comuni di Biella, Candelo, Vigliano, Valdengo, Cossato, posti lungo il corso del Torrente Cervo. Dal punto di vista del traffico si segnala che la superstrada Biella-Cossato si trova lungo il confine settentrionale del Comune ed il territorio di Candelo è interessato dal traffico da e per questa via di comunicazione.

Considerate le dimensioni e l'importanza di Candelo nel contesto economico, geografico e sociale del biellese e su richiesta della locale Amministrazione Comunale è stata pianificata una serie di campagne di rilevamento della qualità dell'aria articolate nello spazio e nel tempo al fine di caratterizzare nel modo più completo possibile lo stato atmosferico del comune. A tal fine sono stati scelti due siti che si ritengono rappresentativi della realtà comunale e su ciascuno di essi sono state realizzate due campagne di misura, di cui una nel periodo estivo (oggetto del presente documento) e l'altra nella stagione fredda.

Una postazione di misura è stata individuata in **Largo Alpini d'Italia**, ove in passato erano stati già eseguiti dei rilevamenti, che è posto all'ingresso della zona centrale del paese e che si ritiene rappresentativo del centro storico di Candelo.

L'altro sito è in via **Iside Viana**, rappresentativo della parte periferica del Comune, ma comunque interessata da un significativo traffico veicolare poiché tale via costituisce una sorta di circonvallazione comunale che smista il traffico proveniente da Gaglianico – Vercelli in direzione Biella e quello che attraversa il centro abitato da e per la superstrada.

Durante la campagna di misura erano in corso dei lavori stradali sulla provinciale Biella-Candelo per la realizzazione di un sottopasso della linea ferroviaria, che possono aver influenzato le concentrazioni di alcuni inquinanti su entrambi i siti. Tali effetti verranno commentati nel capitolo dedicato alle conclusioni.

Nella presente relazione tecnica saranno esposti i risultati dei rilevamenti effettuati nell'estate 2002, mentre le misure invernali saranno oggetto di un successivo documento, assieme ad una valutazione complessiva dello stato di qualità dell'aria del Comune basata sull'intero ciclo di rilevamenti.

La Regione Piemonte ha recentemente classificato il Comune di Candelo come appartenente alla Zona 2 (si veda il paragrafo 3.4) sulla base di una stima teorica della qualità dell'aria: in linea generale dunque la campagna di misura di cui al presente documento può costituire un ulteriore contributo sperimentale per una conferma o più adeguata classificazione del comune nell'ambito del piano regionale e dei piani provinciali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria.

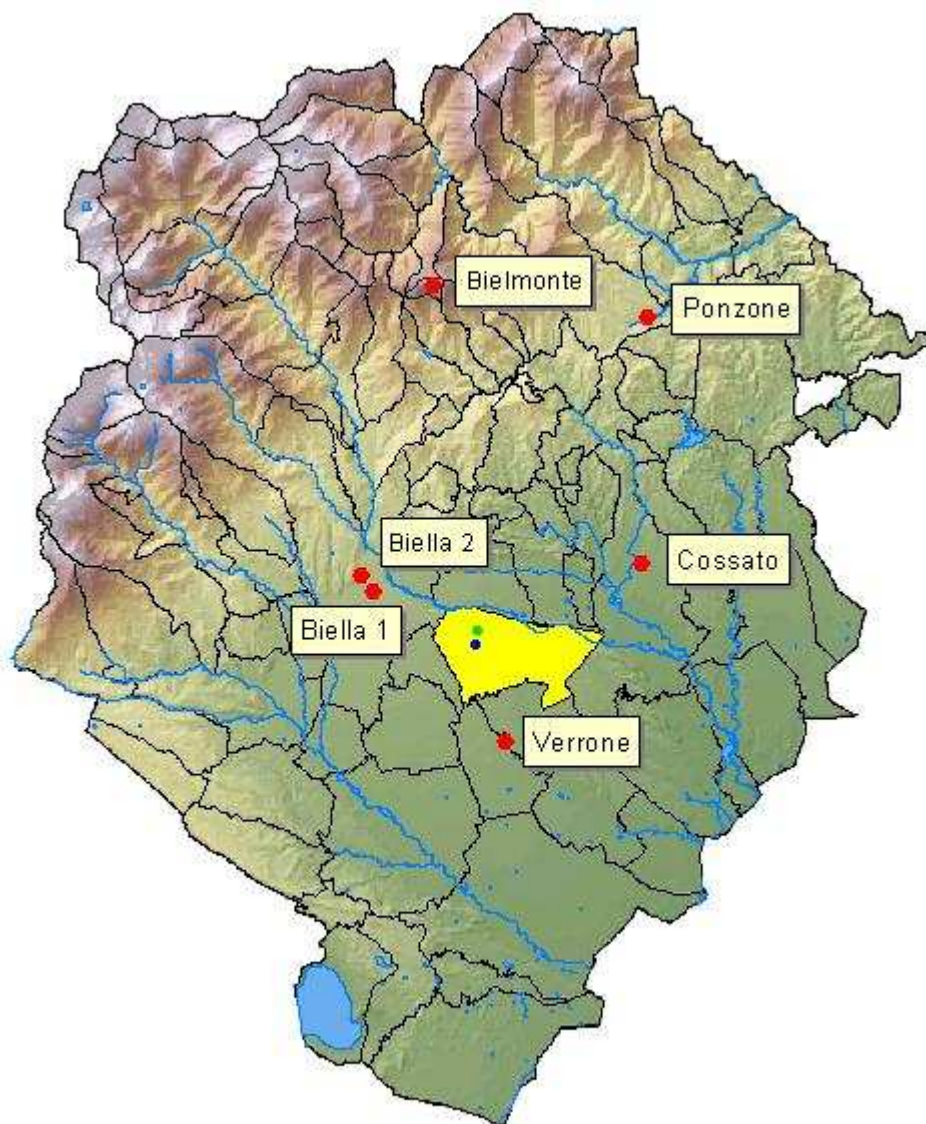


Figura n. 1: Provincia di Biella con evidenziato il comune di Candelo, i punti di rilevamento con mezzo mobile, e la localizzazione delle stazioni di rilevamento fisse

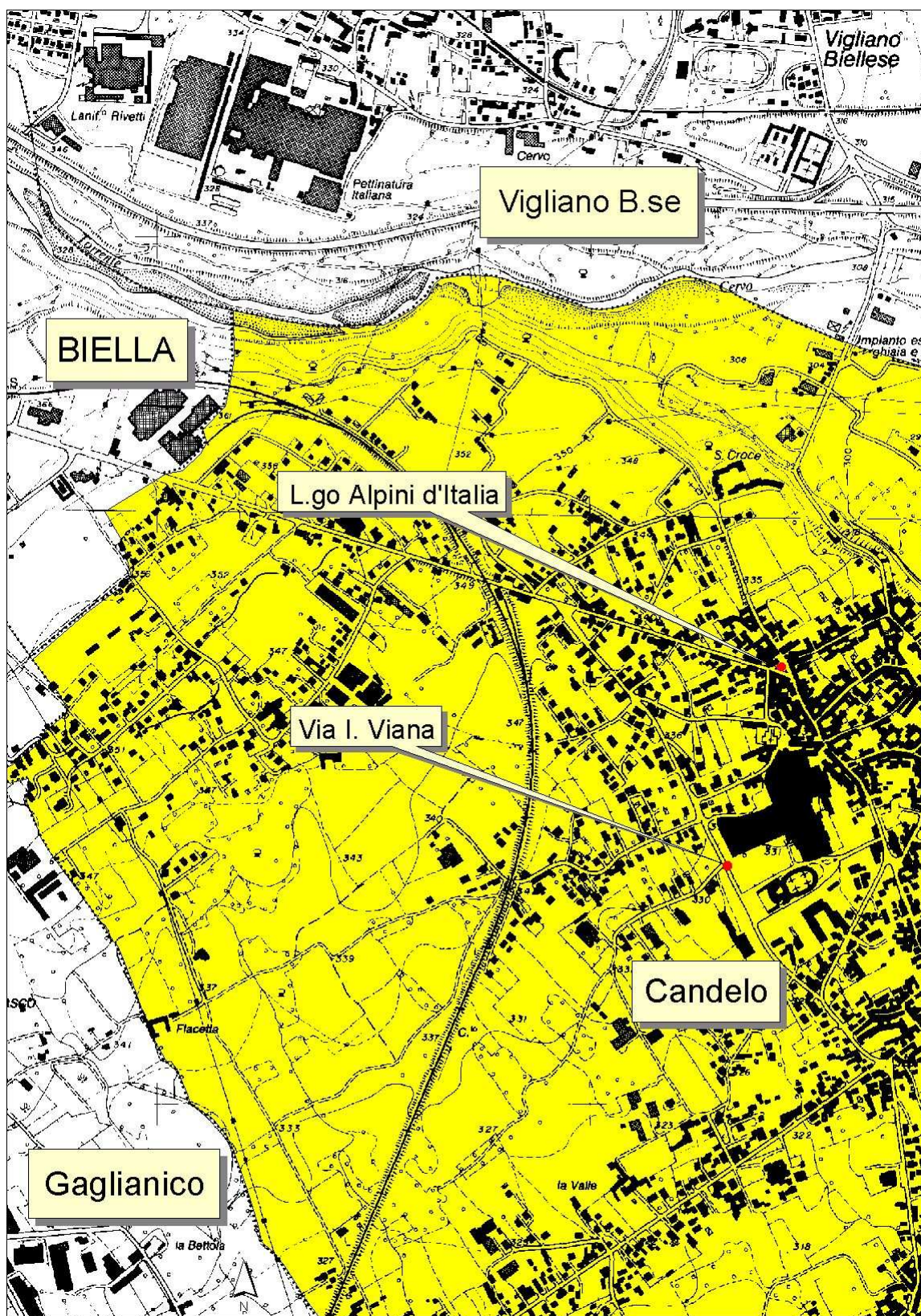


Figura n. 2: Siti di posizionamento del mezzo mobile nel comune di Candelo

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 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.

	Dipartimento Provinciale di Biella Area Tematica Qualità dell'aria ed Emissioni RELAZIONE TECNICA	Pagina : 9/23
		N. QA 19/2003 del 11/02/2003

3.4. La normativa regionale

La Regione Piemonte ha cominciato a dare corso alle disposizioni delle normative sopra richiamate con una serie di atti; oltre alla L.R. 43/2000 ed in sua attuazione sono stati recentemente emanati due importanti documenti:

- la DGR 5/8/2002 n. 109-6941: Approvazione della “Valutazione della qualità dell’aria nella Regione Piemonte anno 2001”, che rappresenta un esame dello stato regionale della qualità dell’aria sulla base dei dati di rilevamento finora disponibili e di stime di concentrazioni di inquinanti ove tali misure non sono state finora effettuate;
- la DGR 11/11/2002 n. 14-7623 che stabilisce una zonizzazione del territorio piemontese in ordine alla qualità dell’aria, assegnando i vari comuni piemontesi alle Zone 1, 2 e 3p e 3 (in ordine di criticità decrescente).

Si segnala in particolare che il Comune di Candelo, sulla base delle stime finora disponibili, è stato assegnato per il 2002 alla zona 2, cioè a quella fascia in cui rientrano tutti i Comuni per i quali i dati della valutazione della qualità dell’aria del 2001 stimano che si possano verificare superamenti dei valori limite di qualità dell’aria anche per un solo inquinante, pur rimanendo tali valori al di sotto del margine di tolleranza di cui al DM 60/2002. Tali comuni (e tra questi Candelo) vanno inseriti nei piani provinciali di intervento in caso di verificarsi di episodi acuti di inquinamento atmosferico (piani d’azione) e dei piani per il miglioramento progressivo della qualità dell’aria.

Per un approfondimento degli argomenti trattati in questo paragrafo si rinvia comunque il lettore interessato ai documenti originali.

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) Commento e discussione

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

4.2. Biossido di zolfo (SO₂)

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 SO₂.

4.3. Ossidi di azoto (NO_x): Monossido di azoto (NO) e Biossido di azoto (NO₂)

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 + NO₂ (NO_x). La concentrazione di biossido viene calcolata per differenza tra gli ossidi totali (NO_x) 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 (O₃)

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: Per questo inquinante non si riporta una tavola riassuntiva, poiché, a causa di malfunzionamenti dell'analizzatore, purtroppo, non è stato possibile acquisire un numero di dati validi sufficiente per poter esprimere una valutazione di tipo quantitativo. Si veda comunque il commento nella sezione dedicata alle conclusioni per una valutazione dei livelli di questo inquinante sui siti di rilevamento.

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 μm (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 μm , 2,5 μm , 1 μm (PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁).

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

	Dipartimento Provinciale di Biella Area Tematica Qualità dell'aria ed Emissioni RELAZIONE TECNICA	Pagina : 19/23
		N. QA 19/2003 del 11/02/2003

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

5. COMMENTI E CONCLUSIONI

Biossido di zolfo. Dai dati di rilevamento si evidenzia che per questo inquinante i valori di qualità dell'aria risultano ampiamente al di sotto dei valori limite, coerentemente con il periodo estivo e con l'assenza di impianti termici industriali di grosse dimensioni nelle vicinanze ed in linea con la tendenza ormai generale che vede questo inquinante non più critico, in virtù della diffusa metanizzazione che ha portato al generale miglioramento della qualità dei combustibili contenenti zolfo (gasolio, olio combustibile, carbone) o alla loro sostituzione con metano.

Per il biossido di zolfo si è riportato come esempio la sola tavola riassuntiva di quanto misurato in via Iside Viana, osservando che si tratta di livelli di concentrazione di entità trascurabile.

Monossido di carbonio. La principale fonte di questo inquinante è costituita dalle emissioni del traffico veicolare. Durante le campagne di misura non si sono verificati superamenti dei valori limite per questo inquinante e le concentrazioni non salgono mai a livelli tali da destare preoccupazioni.

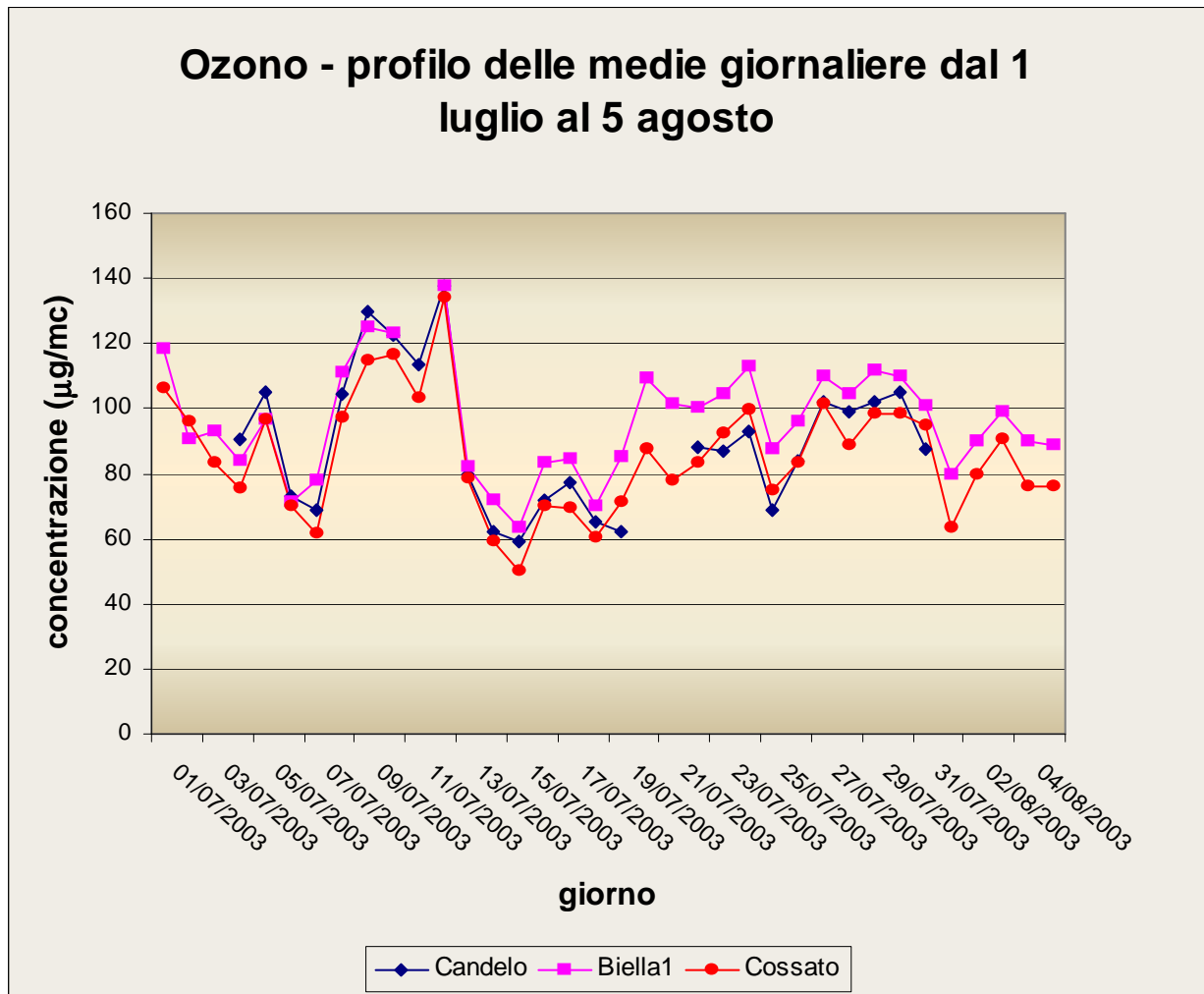
Le concentrazioni massime (si veda la tabella sotto) sono del tutto confrontabili con quanto rilevato dalle stazioni di Bella 1 (ASL 12 – Via don Sturzo) e Biella 2 (Piazza Lamarmora) nello stesso periodo; in particolare il valore massimo del giorno medio conferma che sui siti di misura di Candelo è importante il contributo del traffico veicolare (analogamente alla stazione di Biella 2).

	Valore massimo orario	Valore massimo del giorno medio
Biella 2 (7/2002)	1.6	1.0
Biella 1 (7/2002)	1.3	0.5
Candelo – Largo Alpini d'Italia	1.4	0.9
Candelo - Viana	1.4	0.8

Ozono. I livelli di ozono rilevati sono quelli tipici del periodo e coerenti con le caratteristiche del sito e della stagione. L'andamento giornaliero presenta la caratteristica curva con un massimo diurno verso le ore 13-15, un massimo notturno e due minimi in corrispondenza delle ore di punta (8-9 e 18-19).

Nel periodo di misura si sono verificati su entrambi i siti alcuni superamenti di valori limite di qualità dell'aria: 6 volte è stato superato il livello di attenzione (180 mg/mc), ben 80 volte il limite su 8 ore per la protezione della salute (110 mg/mc) e 25 volte il limite su 24 ore per la protezione della vegetazione (65 mg/mc). Possono sembrare numeri elevati, ma rispecchiano una situazione generale tipica del periodo estivo e del tutto confrontabile con quanto misurato presso le stazioni fisse della rete, di cui si riporta come esempio un confronto con i dati misurati a Biella e Cossato nello stesso periodo.

	N. superamenti livello di attenzione	N. superamenti valore limite protezione salute	N. superamenti limite giornaliero protezione salute
Biella 1 (7/2002)	6	195	29
Cossato (7/2002)	7	177	27
Candelo	6	80	25



In sostanza dunque la situazione atmosferica per questo inquinante appare del tutto sovrapponibile a quella di Biella e di altri centri biellesi, in particolare per quanto riguarda la possibilità che si verifichino superamenti di valori limite di qualità dell'aria per questo composto.

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.

Il **monossido di azoto** non comporta pericoli per la salute alle concentrazioni ambientali e non è soggetto a specifici limiti normativi; i grafici e le tabelle relativi a questo composto sono dunque riportati a semplice scopo di completezza di informazione.

Per il **biossido di azoto** non si sono verificati superamenti del valore limite orario per la protezione della salute di 200 µg/mc durante il periodo di misura ed il valore massimo (87 µg/mc in Largo Alpini e 65 µg/mc presso via Viana) rilevati sono comunque decisamente al disotto di tale limite. Per quanto riguarda eventuali episodi acuti (di picco) di inquinamento relativamente a tale composto possiamo affermare che la qualità dell'aria si è mantenuta a livelli generalmente buoni che sono tipici del periodo estivo.

I valori medi complessivi misurati nelle due campagne di misura (8 e 23 $\mu\text{g}/\text{mc}$) possono essere indicativi una diversa situazione rispetto al traffico veicolare che richiederà una conferma nelle successive campagne invernali.

Infine si riportano per confronto alcuni valori rilevati presso le stazioni di Biella 1 e Biella 2 nello stesso periodo:

	Valore massimo orario	Valore medio mensile/campagna
Biella 1 (7/2002)	46	10
Biella 2 (7/2002)	103	33
Candelo – Largo Alpini	87	8
Candelo - Viana	65	23

Benzene. A causa di malfunzionamenti dell'analizzatore, purtroppo, non è stato possibile acquisire un numero di dati validi sufficiente per poter esprimere una valutazione di tipo quantitativo. Nonostante ciò è ancora possibile formulare delle considerazioni di ordine semiquantitativo che possono fornire un quadro globale della situazione.

Il benzene è un tipico inquinante da traffico, risultando dalle emissioni dei veicoli alimentati a benzina verde, ed è ormai dimostrato che le concentrazioni in atmosfera sono fortemente correlate con quelle del monossido di carbonio (CO). Dati quantitativi dell'entità di tale correlazione sono disponibili per le stazioni fisse della rete. Perciò, date le concentrazioni di CO rilevate durante la campagna è possibile dunque stimare con buona approssimazione le relative concentrazioni medie di benzene.

Sulla base dell'esistente correlazione CO/Benzene possiamo valutare che la concentrazione media di benzene nell'arco del periodo di rilevamento e su entrambi i siti si attestò nell'intervallo 0.5-0.9 $\mu\text{g}/\text{mc}$, con massimi orari stimati intorno a 1 $\mu\text{g}/\text{mc}$ da confrontare con un valore limite *annuale* di 5 $\mu\text{g}/\text{mc}$. La normativa non prevede per questo composto valori limite sul breve periodo (orari o giornalieri).

Si tratta di dati tipici del periodo estivo, e del tutto confrontabili con quelli misurati a Biella nel mese di luglio.

Particolato PM10. Purtroppo per la frazione PM10 del particolato il rendimento complessivo di dati non è elevato su entrambi i siti. I dati riportati dovranno perciò essere confermati dalle successive campagne di misura.

Si nota anzitutto una significativa differenza tra i due siti, evidenziata dai valori medi riscontrati: 16 $\mu\text{g}/\text{mc}$ presso Largo Alpini contro 33 $\mu\text{g}/\text{mc}$ presso via Viana. Per quanto riguarda il dato medio di Largo Alpini, esso è di poco inferiore a quanto misurato nello stesso periodo presso la stazione di Biella 1 – ASL 12, via don Sturzo 20 (21 $\mu\text{g}/\text{mc}$). Durante la campagna di misura non si sono verificati superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute.

	Valore massimo giornaliero	Valore medio del periodo
Biella 1 (7/2002)	42	21
Candelo – Largo Alpini	32	16
Candelo - Viana	47	33

Conclusioni.

I dati raccolti permettono di trarre le seguenti prime conclusioni di ordine generale rinviando una valutazione complessiva alle successive relazioni che prenderanno in esame anche le campagne invernali.

- Nel complesso, entrambi i siti mostrano valori di concentrazione tipici del periodo estivo e confrontabili con quanto misurato a Biella. Com'è logico aspettarsi nell'estate, la qualità dell'aria si mantiene buona su entrambi i siti eccezion fatta per l'ozono, che raggiunge livelli confrontabili con quelli delle altre stazioni del biellese.
- La presenza del cantiere per la realizzazione del sottopasso non sembra causare l'insorgere di particolari criticità per la qualità dell'aria;
- Si rileva comunque una significativa differenza tra i siti di Largo Alpini e Via Iside Viana relativamente alle concentrazioni medie di biossido di azoto e PM10, con valori più elevati su quest'ultima postazione. I dati a disposizione non consentono di definirne l'origine: la situazione riscontrata potrebbe infatti rispecchiare una reale differenza tra i siti, ma potrebbe anche essere legata a fattori transitori, ad es. alle modifiche alla viabilità conseguenti alla presenza del cantiere, come anche alle emissioni dei mezzi d'opera in azione sul cantiere o in transito.

Il Responsabile
Dr. Marco VINCENZI

Il Direttore del Dipartimento
Dr.ssa Maria Pia ANSELMETTI