

RELAZIONE SULLO STATO DELLA QUALITA' DELL'ARIA IN PROVINCIA DI BIELLA ANNO 2009

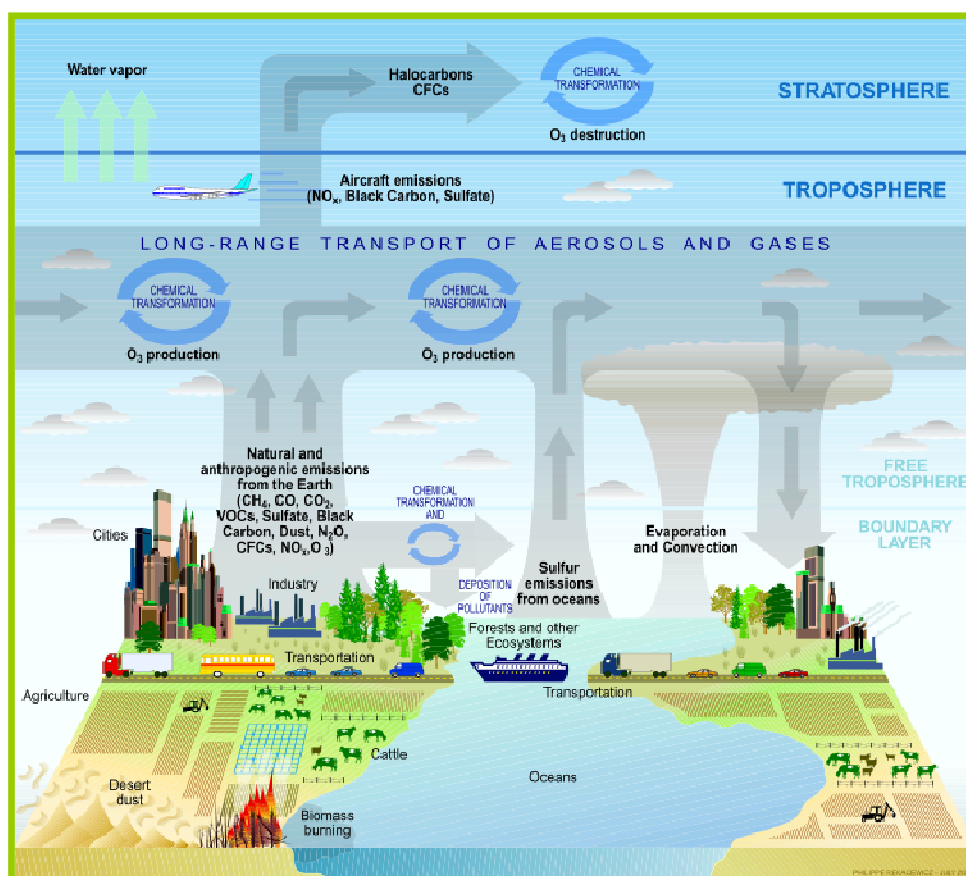


Immagine: Cicli ed evoluzioni di alcuni elementi nell'atmosfera terrestre
 Fonte: Strategic Plan for the U.S. Climate Change Science Program

Testi ed elaborazioni a cura di:

Pasquale Scordino

Hanno collaborato alla gestione tecnica della rete di rilevamento della qualità dell'aria:

Pasquale Scordino, Bergando Alexander

ARPA Piemonte Dipartimento Provinciale di Biella – Responsabile Dr. Pietro Girò

Struttura Semplice di produzione 09.02 – Responsabile Dott. Gianfranco Piancone

Le determinazioni gravimetriche del particolato atmosferico PM10 sono state realizzate da:

ARPA Piemonte Dipartimento Provinciale di Vercelli – Responsabile Dott. Giancarlo Cuttica

Struttura Semplice di produzione 13.02 – Responsabile Dott. Giancarlo Cuttica

Le determinazioni analitiche di IPA e Metalli nel particolato atmosferico PM10 sono state realizzate da:

ARPA Piemonte Dipartimento Provinciale di Novara – Responsabile Dott.ssa Daniela Righetti

Struttura Semplice di laboratorio 11.03 – Responsabile Dott. Daniela Righetti

INDICE

1. IL SISTEMA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA.....	p. 4
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	p. 6
2.1 NORMATIVA NAZIONALE.....	p. 6
2.2 NORMATIVA REGIONALE.....	p. 7
2.3 I NUOVI STANDARD EUROPEI PER LA MISURA DELLA QUALITA' DELL'ARIA.....	p. 7
2.4 LA NORMATIVA REGIONALE E LA CLASSIFICAZIONE DEI COMUNI.....	p. 8
3. CONSIDERAZIONI METEOCLIMATICHE NELLA PROVINCIA DI BIELLA.....	p. 10
4. TRASPORTI E PARCO AUTO.....	p. 12
5. RISULTATI DEI RILEVAMENTI ESEGUITI NEL 2008.....	p. 14
6. EFFICIENZA DEGLI ANALIZZATORI DELLA RETE DI RILEVAMENTO.....	p. 61
7. CONCLUSIONI.....	p. 63

1. IL SISTEMA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DI BIELLA.

La rete è formata da 5 stazioni fisse per la misura di inquinanti atmosferici e da un mezzo mobile utilizzato congiuntamente con la Provincia di Vercelli.

Biella 1	Biella 2	Cossato	Trivero-Ponzone	Verrone	Mezzo Mobile
<i>Via don Sturzo 20</i>	<i>Villa Schneider</i>	<i>Scuole Medie "Maggia"</i>	<i>Piazzale Mercato</i>	<i>Giardini via Zumaglini</i>	
Ozono		Ozono	Ozono	Ozono	Ozono
Ossidi di azoto	Ossidi di azoto	Ossidi di azoto	Ossidi di azoto	Ossidi di azoto	Ossidi di azoto
Ossido di Carbonio	Ossido di Carbonio	Ossido di Carbonio	Ossido di Carbonio		Ossido di Carbonio
Particolato PM10 Gravimetrico e TEOM	Particolato PM10 Gravimetrico	Particolato PM10 Gravimetrico e TEOM	Particolato PM10 TEOM	Particolato PM10 TEOM	Particolato PM10 Gravimetrico
Benzene	Benzene	Benzene			Benzene
Idrocarburi totali	Biossido di zolfo				Biossido di zolfo
Meteo	Meteo	Meteo	Meteo	Meteo	Meteo

Tutte le stazioni sono classificabili di tipo suburbano, con l'eccezione di Biella 2, che per la sua posizione presenta più le caratteristiche di una stazione urbana.

Alla rete fissa si aggiunge la disponibilità di un furgone mobile in comproprietà tra le province di Vercelli e Biella, che ne dispone per 5 mesi di utilizzo all'anno, su richiesta di enti locali.

A partire dal 2001 è stata avviata una sistematica attività di monitoraggio della qualità dell'aria con il mezzo mobile: tra il 2001 ed il 2009 sono state realizzate 41 campagne di rilevamento su comuni biellesi. I risultati dettagliati di tali cicli di misure sono oggetto di specifiche relazioni tecniche e non sono riportati in questo documento, tuttavia in linea generale si può affermare che pur con le inevitabili diversità e peculiarità di qualità dell'aria tra i diversi siti, il quadro generale che emerge dai rilevamenti temporanei con mezzo mobile conferma la situazione d'insieme delineata in questa relazione tecnica.

La figura seguente riporta la localizzazione dei punti di monitoraggio temporanei (2001-2009) assieme ai punti di rilevamento della rete fissa.

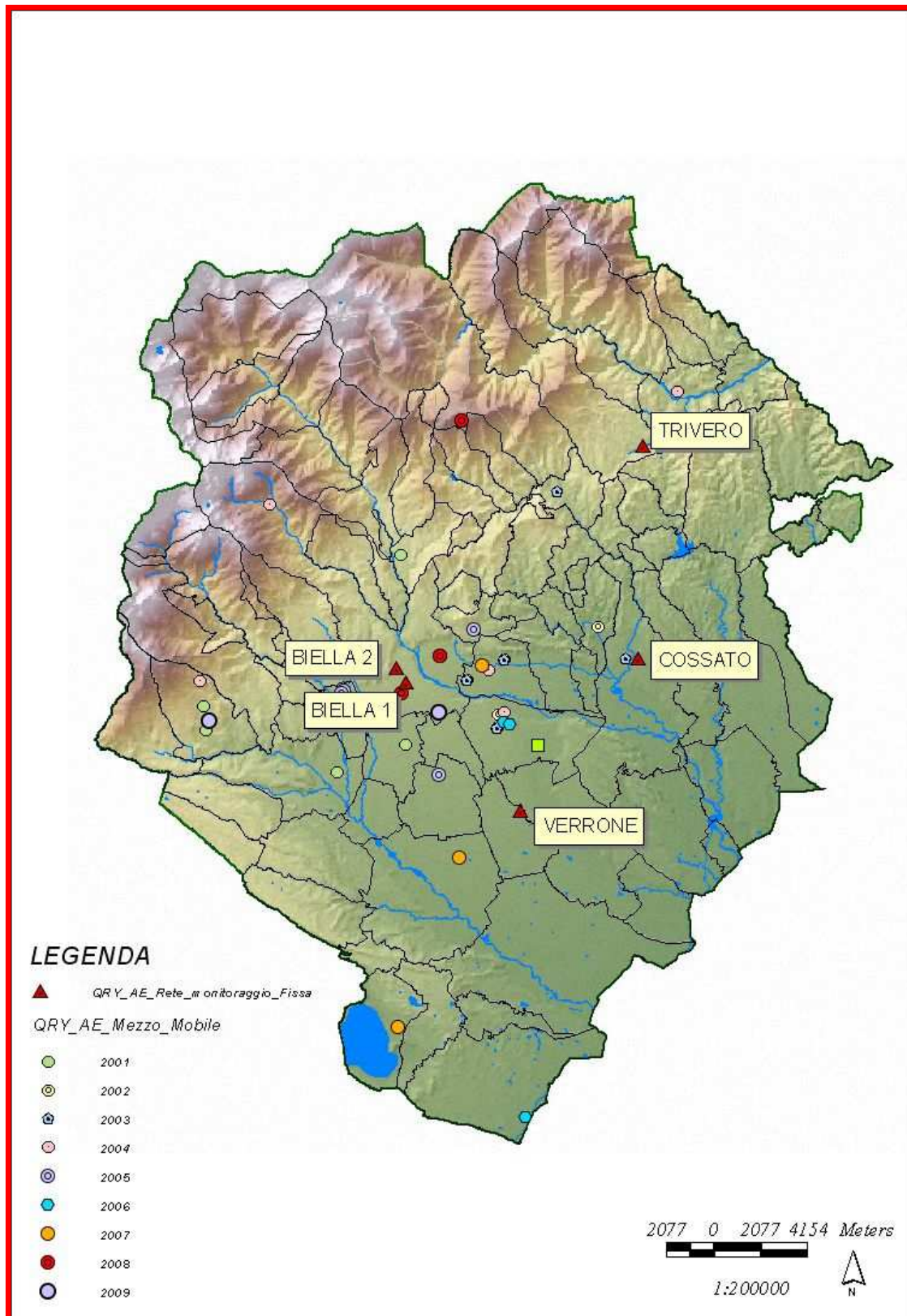


Figura 1: Cartografia rappresentante la provincia di Biella con la rete di monitoraggio della qualità dell'aria e le campagne effettuate con il laboratorio mobile.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

I principi di base per la gestione ed il controllo della qualità dell'aria (QA) ed i relativi valori limite sono stabiliti dal **Decreto Legislativo 4/8/1999 n. 351**, che ha recepito la Direttiva "quadro" in materia di qualità dell'aria 96/62/CE.

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.

Il **Dlgs n° 183 del 21 maggio 2004**, con cui è stata recepita la DIR 2002/03/CE del 12/2/2002, rappresenta un ulteriore passo verso la nuova gestione della qualità dell'aria: esso definisce per l'inquinante Ozono, i nuovi valori limite sul breve e lungo periodo ed abrogati i vecchi livelli di concentrazione previsti dai DM 25/11/1994 e DM 16/5/1996.

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

Si riporta di seguito un elenco delle più importanti normative attualmente in vigore.

2.1. Normativa nazionale:

- ❖ Decreto Legislativo 4/8/1999 n. 351: "Attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente";
- ❖ 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;
- ❖ Decreto Legislativo 21/5/2004 n. 183: "Attuazione della Direttiva 2002/03/CE relativa all'Ozono nell'Aria".

- ❖ Decreto Legislativo 03/08/2007 n. 152: "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente".

2.2. Normativa regionale

- ❖ 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".
- ❖ Deliberazione della Giunta Regionale 31/7/2000 n. 27-614 "Raccomandazioni per la popolazione esposta ad episodi acuti di inquinamento da ozono".

2.3. 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.

Il DM 60/2002 li classifica come "soglie di allarme" e "valori limite per la protezione della salute umana" (orari o giornalieri); il D. Lgs 183/04 li definisce come soglia di informazione e di allarme (orari) e valore bersaglio per la protezione della salute umana (media su 8 ore).

E' degno di nota il fatto che il DM 60/2002 stabilisce, oltre a valori limite per la protezione della salute umana, anche un *numero massimo di superamenti* di tali valori 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 tutti i valori limite preesistenti.

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 dal D.Lgs. 183/2004 costituiscono parametri di riferimento in base ai quali valutare l'impatto degli inquinanti 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.

2.4. La normativa regionale e la classificazione dei Comuni

La Regione Piemonte ha dato corso alle disposizioni delle normative sopra richiamate con una serie di atti; oltre alla L.R. 43/2000 ed in sua attuazione sono stati 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).

Zona 1: sono assegnati a tale zona i comuni piemontesi per i quali la valutazione della qualità dell'aria dell'anno precedente stimi, anche per un solo inquinante, valori superiori al limite aumentato del margine di tolleranza;

I comuni biellesi in Zona 1 sono Biella e Cossato.

Zona 2: sono assegnati a tale zona i comuni piemontesi per i quali la valutazione della qualità dell'aria dell'anno precedente stimi, anche per un solo inquinante, valori superiori al limite ma entro il margine di tolleranza. I comuni biellesi in zona 2 sono Candelo, Cerreto Castello, Gaglianico, Occhieppo Inferiore, Ponderano, Quaregna, Sandigliano, Tollegno, Valdengo, Verrone, Vigliano.

Zona 3p: sono assegnati a tale zona i comuni piemontesi per i quali la valutazione della qualità dell'aria dell'anno precedente stimi il rispetto dei valori limite, ma con valori tali da comportare l'esistenza di un rischio di superamento. Appartengono a tale zona anche i comuni per i quali le Province ne hanno proposto l'inserimento al fine di rendere più razionali ed omogenei gli interventi di miglioramento della qualità dell'aria.

I comuni biellesi in Zona 3p sono: Benna, Borriana, Cavaglià, Cerrione, Dorzano, Magnano, Massazza Miagliano, Mongrando, Mottalciata, Occhieppo Superiore, Pollone, Pralungo, Ronco, Roppolo, Sala Biellese, Salussola, Strona, Vallemosso, Villanova, Vivrerone, Zimone, Zubiena.

I comuni appartenenti alle zone 1, 2 e 3p 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. I rimanenti comuni sono assegnati alla Zona 3, e si tratta di comuni per i quali è confermata una situazione di generale buona qualità dell'aria; per tali Comuni devono essere elaborati dei piani per il mantenimento dei livelli di inquinamento al di sotto dei limiti (art. 9 D.Lgs 351/99).

La classificazione dei Comuni a seguito della valutazione della qualità dell'aria è basata su un'analisi delle sorgenti di emissione posti all'interno di ciascun Comune con l'ausilio di strumenti matematici di modellistica atmosferica e va riveduta ogni anno anche sulla base di dati sperimentali eventualmente acquisiti nel frattempo, ad esempio tramite campagne di misura con mezzo mobile. E' quindi possibile che per certi comuni si possano verificare cambiamenti di classe di assegnazione.

Con la DGR 11/11/2002 n. 14-7623 la Regione Piemonte ha anche emanato le linee guida per la redazione dei piani provinciali di tutela e risanamento della QA che comprendono sia i provvedimenti stabili sia i cosiddetti piani di azione che si applicano ai Comuni assegnati in zona di piano. Ricordiamo che i piani di azione contengono le misure da adottare per affrontare gli *episodi acuti di inquinamento atmosferico*. I piani di azione sono attivati in situazioni di emergenza al verificarsi di superamenti delle soglie di allarme o dei livelli di protezione della salute nel breve periodo (si pensi ad esempio al blocco della circolazione in relazione all'inquinamento da PM10) al fine di riportare lo stato di QA entro valori accettabili con provvedimenti di carattere temporaneo da attuare con rapidità. La normativa prevede che i piani di azione siano redatti dalla Provincia competente con il coinvolgimento dei Comuni interessati. I provvedimenti stabili sono invece interventi di natura più strutturale e meno episodica, volti ad incidere in maniera radicale e duratura sulle cause strutturali dello stato di QA, per giungere nel tempo alla riduzione del rischio di superamenti di valori limite, al miglioramento o al mantenimento della QA di una determinata zona al fine di giungere al rispetto dei limiti sul medio-lungo periodo previsti dal DM 60/02. Gli ambiti di intervento riguardano tutte le più significative sorgenti di emissione dal traffico (viabilità, motorizzazioni, ecc.) al riscaldamento civile ed industriale (miglioramento dell'efficienza energetica e della qualità dei combustibili...) e alle attività produttive (controllo degli impianti, adozione di tecnologie di depurazione tecnicamente aggiornate...).

A sua volta la Provincia di Biella, in ottemperanza alle normative sopra richiamate, ha emanato il Piano d'Azione ex art.7 del Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351 (rif. Deliberazione della giunta provinciale n. 449 del 28 ottobre 2003 e successivamente aggiornato con DGP n. 449 del 28.10.2003, n. 46 del 11.02.05 e n. 4 del 31.01.2006) in cui vengono definiti i primi provvedimenti da attuare per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme stabilite per gli inquinanti in atmosfera.

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

3. Considerazioni meteo-climatiche nella provincia di Biella

La Provincia di Biella si colloca nel settore settentrionale del territorio piemontese. Confina a ovest e nord ovest con la Valle d'Aosta, a sud ovest con la Provincia di Torino, a sud est e a sud ovest con la Provincia di Vercelli. Si contano 82 comuni: il più esteso è il capoluogo (circa 47 Km²) il meno esteso è il comune di Vallanzengo (0,55 Km²).

Il territorio provinciale può essere suddiviso in quattro settori ambientali: montano, collinare, pianiziale, morenico.

Il settore montano occupa tutta la fascia settentrionale della Provincia: da ovest a est si individuano le vallate dell'Elvo, Oropa, Cervo, Strona, Dolca, Sessera. Le quote più elevate si raggiungono sul Monte Mars (2600m) situato al confine tra l'isola del comune di Pollone e il comune di Fontainemore in Valle d'Aosta.

Il settore collinare occupa circa il 40% dell'intero territorio nella fascia centrale della Provincia, con andamento ovest est. Le pianure sono estese nel settore meridionale ad una quota di circa 200 m: qui a ridosso dei rilievi collinari si trovano i principali centri urbani come Biella, Cossato, Candelo, Gaglianico, Ponderano, Vigliano Biellese mentre più a sud, oltre ai centri abitati, si riscontrano aree in gran parte occupate dalle risaie.

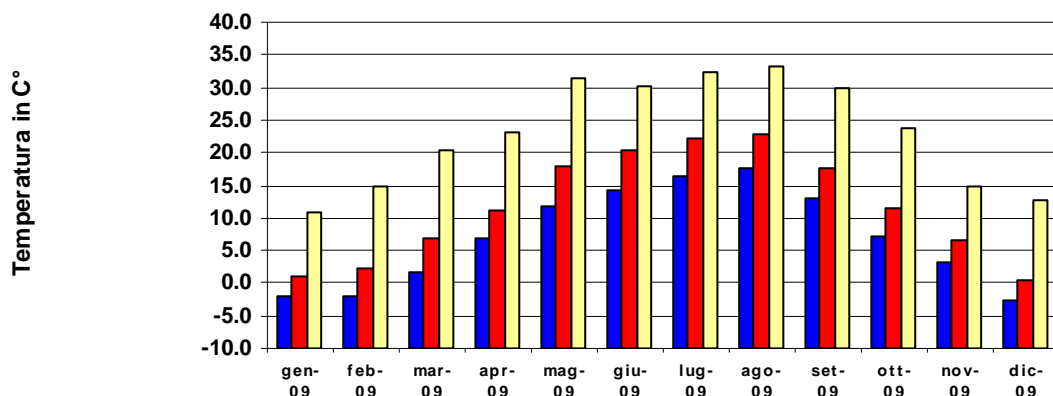
Per meglio interpretare lo stato di qualità dell'aria sarebbe utile attivare uno studio dei fenomeni meteorologici, che influenzano i processi di dispersione degli inquinanti chimici, in particolare modo quelli che avvengono in regime turbolento nei bassi strati dell'atmosfera.

Le condizioni climatiche della Provincia di Biella sono caratterizzate da scarsa piovosità nel periodo invernale, a partire già da ottobre fino ad acuirsi tra gennaio e febbraio. L'assenza di precipitazioni su tale lungo periodo è associata alla persistenza, sul nordovest italiano di correnti prevalentemente nord/occidentali che rendono esigue le precipitazioni.

Questa situazione spesso si protrae per tutto o parte del mese di marzo e solo ad aprile si registra una diminuzione della pressione con l'ingresso delle perturbazioni. Tra la fine di maggio e giugno ritroviamo una situazione di stabilità atmosferica con diminuzione della piovosità e contestualmente aumento delle temperatura che perdura fino a fine settembre fatta eccezione del mese di agosto durante il quale spesso si verificano diminuzioni di pressione e quindi piovosità.

Nei grafici seguenti sono riportate le temperature medie mensili, le temperature massime e minime medie registrate nei singoli mesi, per l'anno 2009.

Temperatura dell'Aria media, minima e massima nella Provincia di Biella nel 2009



	gen-09	feb-09	mar-09	apr-09	mag-09	giu-09	lug-09	ago-09	set-09	ott-09	nov-09	dic-09
■ Temperatura media dei Minimi giornalieri	-2.1	-1.9	1.8	6.8	11.7	14.4	16.4	17.6	13.0	7.1	3.3	-2.6
■ Temperatura Media mensile	12	2.3	6.9	11.1	18.0	20.4	22.2	22.9	17.7	11.4	6.6	0.5
■ Temperatura media dei Massimi giornalieri	10.9	14.7	20.3	23.1	31.3	30.2	32.5	33.2	29.8	23.8	15.0	12.7

Figura 2: Profilo della temperatura media, massima e minima mensile registrate nel corso del 2009

Per l'anno 2009, la temperatura media annua risulta 11.7 °C, la massima media giornaliera 33.2°C registrata nel mese di agosto e la minima media giornaliera di - 2.6°C registrata nel mese di dicembre.

Pioggia media in provincia di Biella

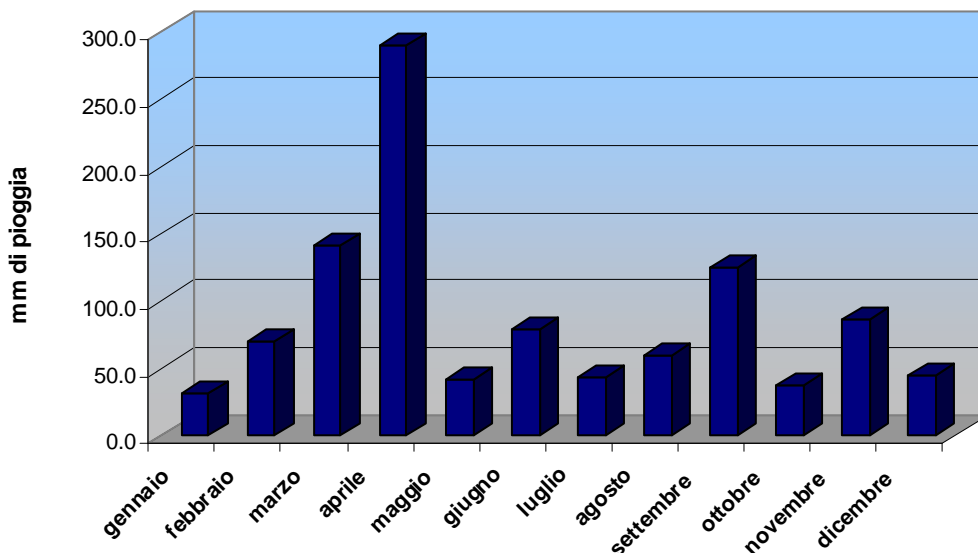


Figura 3: Profilo della pioggia registrata nel corso del 2009

Nel 2009 si è registrata abbondante piovosità su tutto il periodo con dei picchi nei mesi di marzo, aprile e giugno, un picco a settembre e uno nei mesi di novembre e dicembre. Complessivamente si sono registrati 1046 mm di pioggia.

4. Trasporti e parco auto

L'ultimo decennio è stato caratterizzato da un'imponente incremento della domanda di mobilità. Ciò ha modificato sensibilmente e progressivamente il rapporto modale dei flussi, a vantaggio del trasporto stradale su tutte le linee di forza della mobilità nazionale e regionale.

L'inquinamento atmosferico maggiore è quello che l'uomo produce per soddisfare le proprie necessità civili ed industriali. L'inquinamento dell'aria di origine antropogenica si sprigiona dalle grandi sorgenti fisse (industrie, impianti per la produzione di energia elettrica ed inceneritori), da piccole sorgenti fisse (impianti per il riscaldamento domestico) e da sorgenti mobili (il traffico veicolare). Quando si parla di inquinamento urbano la componente legata al traffico veicolare assume un peso sempre maggiore.

Secondo una serie di studi e valutazioni condotte dalle agenzie ambientali europee e nazionale, il trasporto su strada contribuisce mediamente in Europa al 51% delle emissioni degli ossidi di azoto, al 34% di quelle dei composti organici volatili e al 65% di quelle del monossido di carbonio. Il problema principale nelle città italiane è legato soprattutto al numero di veicoli per abitante: infatti 587 veicoli ogni 1000 abitanti (contro i 457 della media europea) pongono l'Italia ai vertici della motorizzazione mondiale.

Quando si parla di inquinamento atmosferico dovuto al traffico è necessario quindi conoscere le caratteristiche del parco veicolare e le relative emissioni dei principali inquinanti prodotti da esso.

Di seguito sono riportati una serie di grafici che caratterizzano il parco veicolare presente nella provincia di Biella (I dati sono stati estratti dalle statistiche dell'ACI aggiornate al 2009)

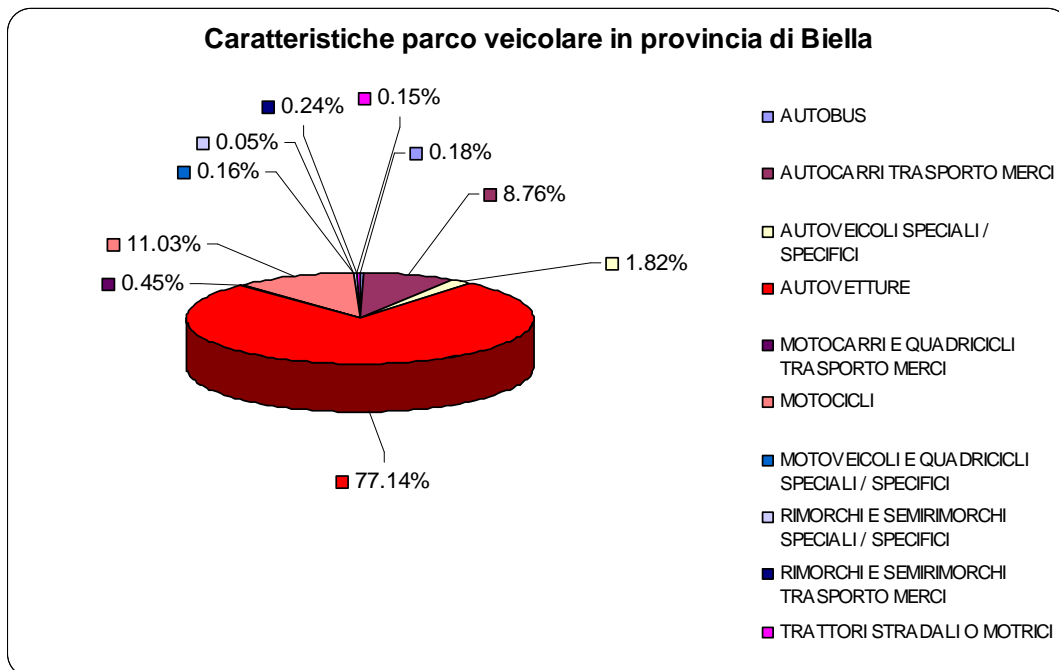


Figura 4: Caratteristiche del parco veicolare in provincia di Biella

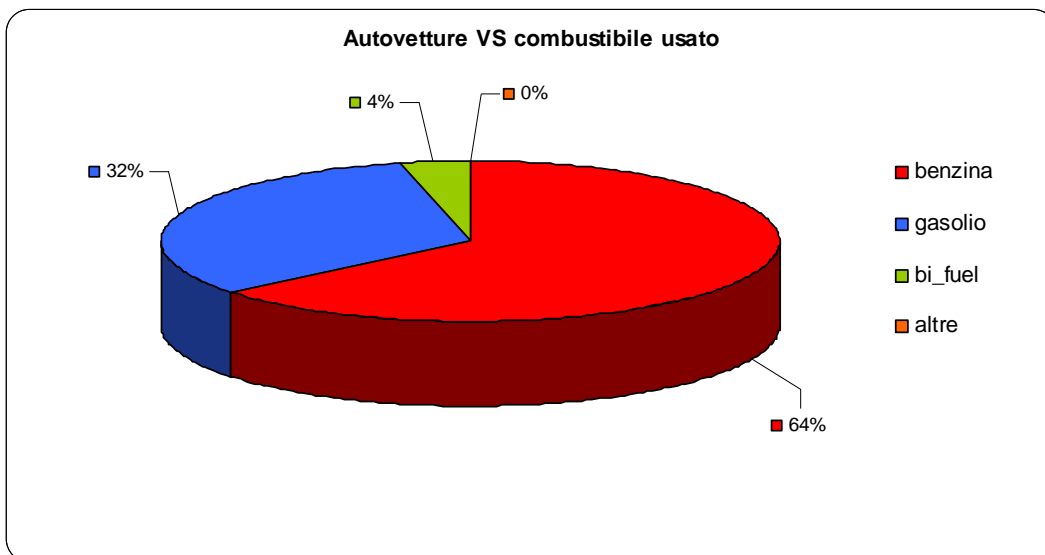


Figura 5: Distribuzione autovetture in funzione del combustibile

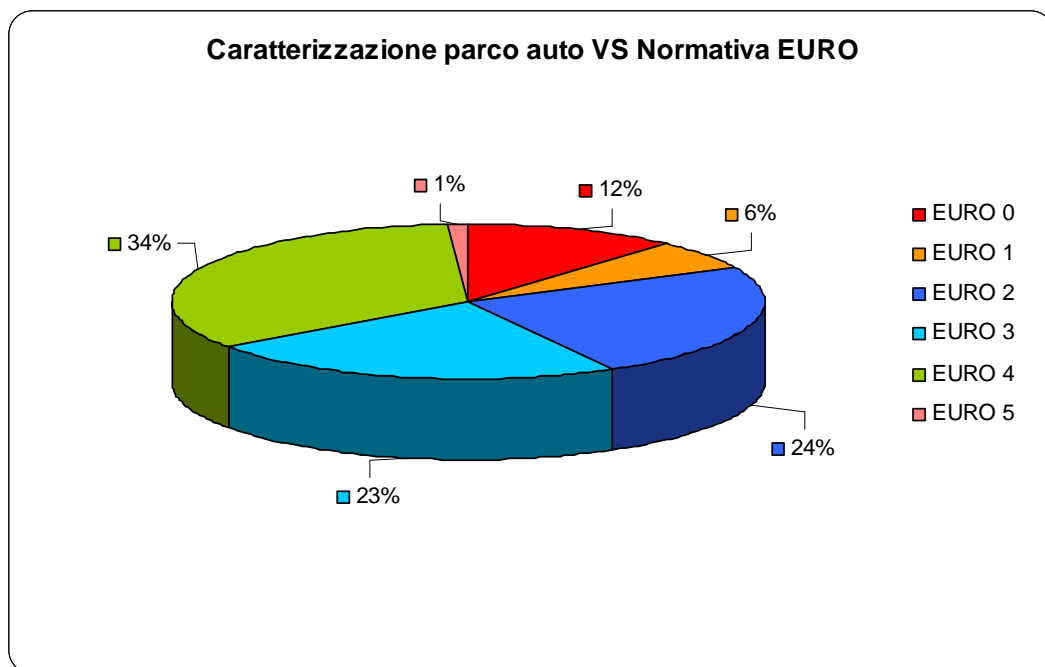


Figura 6: Distribuzione autovetture in funzione del rispetto alla normativa EURO

5. RISULTATI DEI RILEVAMENTI eseguiti nel 2009

Simbologia e significato di termini

Per facilitare i lettori meno esperti in materia si riporta di seguito un'indicazione dei principali simboli e definizioni utilizzati nel testo con la relativa spiegazione ed un breve glossario di alcuni termini tecnici di uso frequente.

Composti chimici e simboli

CO: monossido di carbonio (o ossido di carbonio);

SO₂: biossido di zolfo (o anidride solforosa);

O₃: ozono;

NO₂: biossido di azoto;

NO: monossido di azoto;

NO_x: ossidi totali di azoto (somma di biossido e monossido di azoto, generalmente espressa come biossido);

PM10: particolato atmosferico di diametro aerodinamico inferiore a 10 micrometri (millesimi di millimetro); indicato anche come "polveri sottili" o "polveri fini".

Unità di misura

Generalmente gli inquinanti monitorati sono presenti in atmosfera a concentrazioni molto basse (approssimativamente da 10⁴ a 10⁷ volte inferiori) rispetto ai normali costituenti atmosferici (ossigeno e azoto). Le unità di misura adeguate per descrivere il comportamento degli inquinanti esprimono la quantità in peso di inquinante rispetto ad un volume unitario di aria:

mg/m³: Milligrammo al metro cubo. E' l'unità di misura del monossido di carbonio in atmosfera.

µg/m³: Microgrammo al metro cubo. 1 microgrammo (µg) corrisponde ad un milionesimo di grammo. E' l'unità di misura che rappresenta le concentrazioni di ozono, ossidi di azoto, PM10, biossido di zolfo, benzene.

1 milligrammo al metro cubo equivale a 1000 µg/m³

Definizioni.

La media oraria. E' la concentrazione media di inquinante rilevata in 1 ora di misura. La strumentazione di monitoraggio misura la concentrazione atmosferica con un frequenza che va da pochi secondi a 15 minuti (a seconda del parametro monitorato). A sua volta, il computer di stazione che acquisisce tali dati ne calcola ad ogni ora la concentrazione media.

La media oraria rappresenta perciò il dato unitario di base per la valutazione della qualità dell'aria e per il confronto con i valori limite e per le elaborazioni.

Media su 24 ore o media giornaliera. E' la concentrazione media di una giornata di misura, ottenuta calcolando la media delle 24 medie orarie. La media giornaliera è l'unità di base per la valutazione della qualità dell'aria rispetto al particolato PM10.

Media mobile su 8 ore. E' la concentrazione media su 8 ore calcolata a partire dalle medie orarie delle 8 ore precedenti. La media su 8 ore è una media "mobile", cioè viene aggiornata ogni ora del giorno sulla base dei dati delle otto ore precedenti. Ad ogni giornata di misura corrisponderanno perciò 24 valori di media mobile su 8 ore.

Media annuale, medie mensili. Sono i valori medi di concentrazione rilevati nell'arco dell'anno o del mese calcolati sulla base delle medie orarie o delle medie giornaliere.

Rendimento degli analizzatori (efficienza). Rappresenta la percentuale di dati validi acquisiti rispetto al totale teoricamente acquisibile (ad es. il numero di ore valide sul totale di ore dell'anno).

Il rendimento dei dati dipende da diversi fattori, alcuni direttamente legati all'operatività gestionale della rete (ad es. frequenza dei controlli, rapidità di interventi in caso di guasto...), altri legati allo stato d'uso ed all'obsolescenza della strumentazione, altri ancora sono legati a cause non prevedibili (es. gravi emergenze su tutta la stazione, interruzioni prolungate dell'alimentazione elettrica ...) ma che possono determinare periodi di fermo macchina anche piuttosto lunghi.

I rendimenti presentati in questo documento sono quelli complessivi, che tengono conto di tutto questo insieme di fattori.

BIOSSIDO DI ZOLFO

Si origina dalla reazione dello zolfo contenuto nei combustibili con l'ossigeno durante i processi di combustione. Sorgenti di zolfo sono dunque i combustibili fossili liquidi e solidi (carbone, gasolio, olio combustibile). L'anidride solforosa può quindi provenire da impianti di riscaldamento civili, fonti industriali e in misura minore, dal traffico veicolare.

Il biossido di zolfo in atmosfera viene lentamente convertito a triossido e quindi ad acido solforico, che oltre ad essere in parte responsabile dell'acidificazione delle precipitazioni va anche a costituire, sotto forma di solfati una importante frazione del particolato atmosferico (come solfati di ammonio o solfati di metalli pesanti).

Fino non molti 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.

Gli effetti cronici ed acuti sull'uomo sono piuttosto noti; è considerato un broncoirritante a marcata attività.

Riferimenti normativi:

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

	Periodo di mediazione	Valore limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³
Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³
Soglia di allarme	1 ora per tre ore consecutive	500 µg/m ³
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Anno civile ed inverno	20 µg/m ³

La rete di Biella dispone di un solo analizzatore di biossido di zolfo situato nella stazione di Villa Schneider nel capoluogo (Stazione di Biella 2).

Nel corso del 2009 l'analizzatore presenta un rendimento complessivo elevato conformemente ai requisiti del DM 60/02.

I dati rilevati mostrano il tipico andamento annuale (figura 7) con massimi invernali e minimi estivi evidenti sia nelle medie mensili, come anche nei valori massimi giornalieri ed orari.

Non si sono mai verificati superamenti di valori limite, anzi, la situazione appare ampiamente sotto controllo e la valutazione della qualità dell'aria non può che esprimere un esito positivo.

Il confronto con gli anni precedenti (figura 8) mette in evidenza un quadro di possibile miglioramento, che richiederà ulteriori conferme negli anni a venire.

BIOSSIDO DI ZOLFO - STAZIONE DI BIELLA 2

RIEPILOGO – ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	93%
	Minima mensile	70%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	46
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale	7
Valore massimo giornaliero in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media giornaliera	24
Valore medio delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco dell'anno	Media giornaliera annuale	7
Numero superamenti livello giornaliero protezione della salute di $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media giornaliera	0
Numero di superamenti livello orario protezione della salute di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	0
Numero di superamenti livello di allarme di $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media giornaliera	0

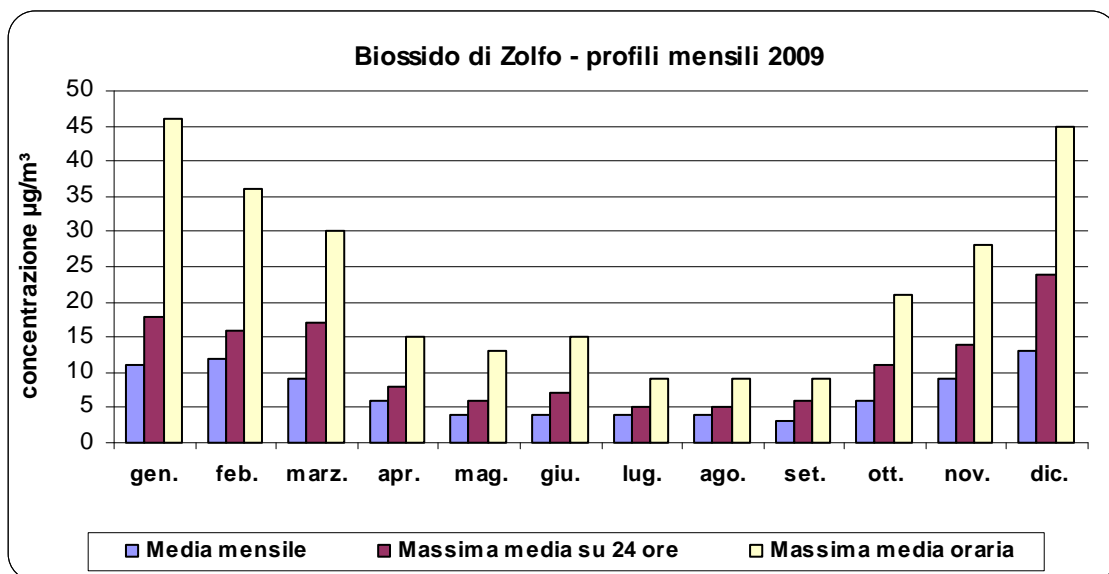


Figura 7: Andamento delle medie mensili rilevate nel corso del 2009

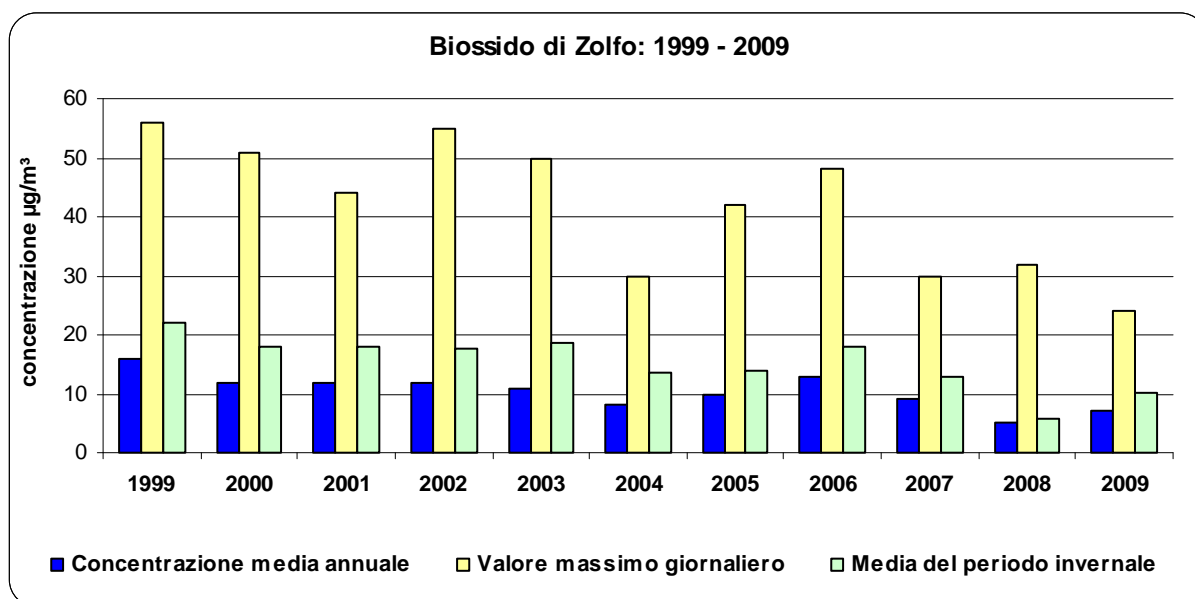


Figura 8: Valori massimi giornalieri, medi del periodo invernale e medie annuali dal 1999 al 2009

MONOSSIDO 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 realizzano 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%.

Il monossido di carbonio ha la proprietà di fissarsi in modo reversibile 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 rinvergono però 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.

La rete biellese è dotata di 4 analizzatori di monossido di carbonio a Biella1, biella2, Cossato e Trivero-Ponzone. Il rendimento di dati validi è stato ovunque elevato, con una media annuale complessiva attorno al 90%.

Riferimenti normativi:

L'unità di misura del monossido di carbonio in atmosfera è il **milligrammo al metro cubo** (mg/m³).

Valore limite DM n. 60 del 2/04/2002

	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza
Valore limite per la protezione della salute	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	2 mg/m ³ nel 2004

MONOSSIDO DI CARBONIO - STAZIONE DI BIELLA 1

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	97%
	Minima mensile	86%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato
Valore massimo orario in mg/m ³	Media oraria	4.7
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno in mg/m ³	Media annuale	0.4
Valore massimo delle concentrazioni medie di 8 ore nell'arco dell'anno in mg/m ³	Media su 8 ore consecutive	2.1
Valore medio delle concentrazioni medie di 8 ore nell'arco dell'anno in mg/m ³	Media su 8 ore consecutive	0.4
Numero di superamenti del valore limite per la protezione della salute umana di 10 mg/m ³	Media massima giornaliera su 8 ore	0

MONOSSIDO DI CARBONIO - STAZIONE DI BIELLA 2

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	98%
	Minima mensile	85%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato
Valore massimo orario in mg/m ³	Media oraria	3.4
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno in mg/m ³	Media annuale	0.6
Valore massimo delle concentrazioni medie di 8 ore nell'arco dell'anno in mg/m ³	Media su 8 ore consecutive	2.5
Valore medio delle concentrazioni medie di 8 ore nell'arco dell'anno in mg/m ³	Media su 8 ore consecutive	0.6
Numero di superamenti del valore limite per la protezione della salute umana di 10 mg/m ³	Media massima giornaliera su 8 ore	0

MONOSSIDO DI CARBONIO - STAZIONE DI COSSATO

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	97%
	Minima mensile	87%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato
Valore massimo orario in mg/m ³	Media oraria	3.5
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno in mg/m ³	Media annuale	0.6
Valore massimo delle concentrazioni medie di 8 ore nell'arco dell'anno in mg/m ³	Media su 8 ore consecutive	2.6
Valore medio delle concentrazioni medie di 8 ore nell'arco dell'anno in mg/m ³	Media su 8 ore consecutive	0.6
Numero di superamenti del valore limite per la protezione della salute umana di 10 mg/m ³	Media massima giornaliera su 8 ore	0

MONOSSIDO DI CARBONIO - STAZIONE DI PONZONE

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	99%
	Minima mensile	97%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato
Valore massimo orario in mg/m ³	Media oraria	2.5
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno in mg/m ³	Media annuale	0.5
Valore massimo delle concentrazioni medie di 8 ore nell'arco dell'anno in mg/m ³	Media su 8 ore consecutive	1.6
Valore medio delle concentrazioni medie di 8 ore nell'arco dell'anno in mg/m ³	Media su 8 ore consecutive	0.5
Numero di superamenti del valore limite per la protezione della salute umana di 10 mg/m ³	Media massima giornaliera su 8 ore	0

Nel corso del 2009 i livelli atmosferici di questo inquinante si sono mantenuti a livelli non preoccupanti su tutte le stazioni.

Il quadro di buona qualità dell'aria rispetto a questo inquinante è ormai consolidato, su tutto il territori biellese e confermato anche dalle campagne di monitoraggio con mezzo mobile realizzate su vari siti della provincia nel corso degli anni.

Si riportano i grafici dell'andamento delle medie mensili di CO e le massime medie su 8 ore rilevate nel 2009, per ciascun mese dell'anno e per ciascuna stazione di misura.

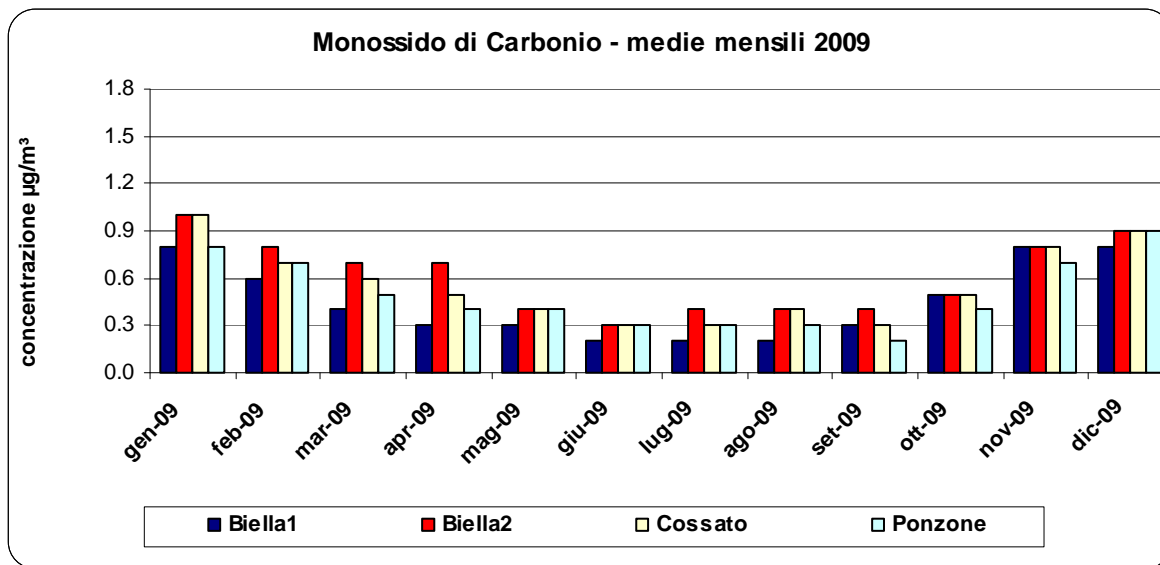


Figura 9: Medie mensili registrate nel corso del 2009

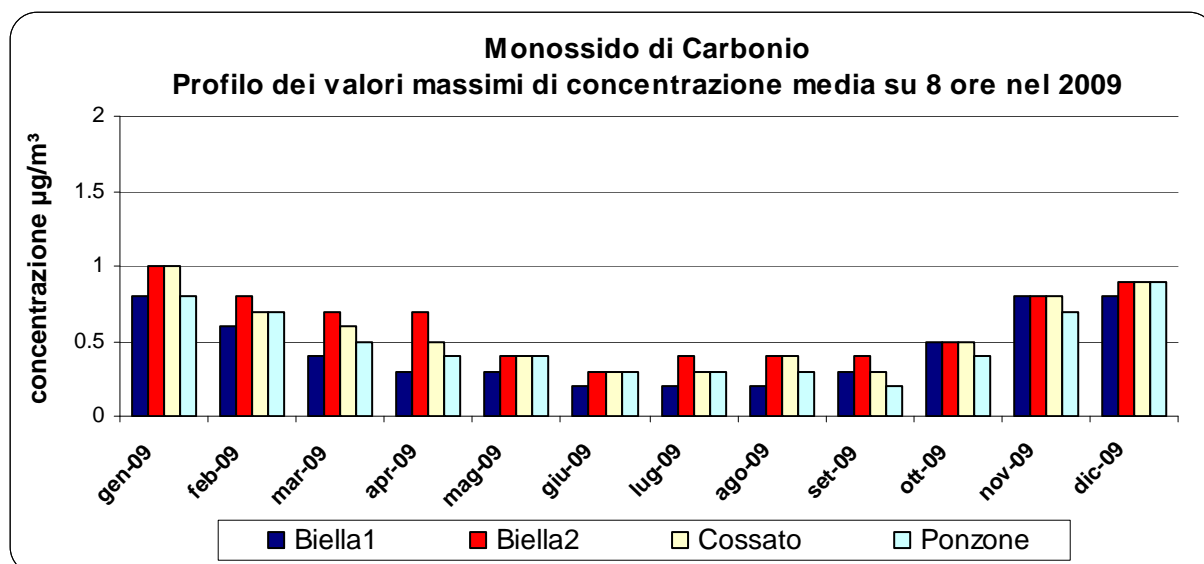


Figura 10: Andamento dei massimi di concentrazione della media mobile su otto ore registrate nel corso del 2009

BENZENE

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, di cui è un componente. L'entità delle emissioni di benzene con i gas di scarico è funzione della composizione del combustibile, in particolare la frazione di benzene e di idrocarburi aromatici (rispettivamente circa l'1% ed il 30%), ma è legata alla presenza ed alla funzionalità dei dispositivi di depurazione dei gas di scarico installati sui veicoli, in particolare un fattore importante risulta essere la temperatura del catalizzatore.

Stime recenti indicano che le maggiori emissioni di benzene (in termini di t/anno) provengono dalle auto non catalizzate e dai ciclomotori, seguiti dalle auto dotate di catalizzatore. Scarso è il contributo derivante dai motori diesel.

Un'altra non trascurabile fonte di benzene è costituita dalle cosiddette emissioni evaporative (ad esempio, perdite dal serbatoio o durante i rifornimenti) che è stimabile attorno al 10% delle emissioni da combustione.

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). Toluene e xileni sono composti di tossicità inferiore che non sono soggetti a limiti di qualità dell'aria.

La rete di Biella dispone di tre analizzatori di benzene, due nelle stazioni del capoluogo (Biella 1 e Biella 2) e il terzo presso la stazione di Cossato (installato a maggio del 2005). 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 con elevata sensibilità.

Riferimenti normativi:

L'unità di misura della concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Il DM 60/2002 definisce per il benzene il **valore limite per la protezione della salute** pari ad una media annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una tolleranza del 100% fino al 31/12/2005; la percentuale di tolleranza si riduce a zero entro il 2010.

BENZENE - STAZIONE DI BIELLA 1

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	98%
	Minima mensile	94%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	12.7
Valore massimo giornaliero in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 24 ore	7.4
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale delle medie orarie	1.8
Numero di superamenti del valore limite protezione salute umana $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media annuale	0

BENZENE - STAZIONE DI BIELLA 2

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	98%
	Minima mensile	90%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	11.8
Valore massimo giornaliero in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 24 ore	6.8
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale delle medie orarie	1.6
Numero di superamenti del valore limite protezione salute umana $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media annuale	0

BENZENE - STAZIONE DI COSSATO

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	98%
	Minima mensile	92%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	11.4
Valore massimo giornaliero in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 24 ore	7.2
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale delle medie orarie	2.3
Numero di superamenti del valore limite protezione salute umana $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media annuale	0

Poiché il benzene non è soggetto a limiti di qualità dell'aria sul breve periodo (orari o su 24 ore) ma soltanto ad un valore medio annuale, per descriverne la qualità dell'aria conviene fare riferimento ad indicatori quali le medie mensili e annuali. Il grafico della figura 11 riportano l'andamento delle medie mensili rilevate nel 2009.

I valori medi mensili si sono mantenuti sempre al di sotto del valore limite. Il profilo stagionale è tipico degli inquinanti da traffico (si veda anche l'omologo grafico relativo al monossido di carbonio): le concentrazioni sono generalmente più elevate nella stagione fredda per diminuire sensibilmente in quella estiva. Nonostante le differenze di concentrazioni (inevitabili nel caso di misure ambientali di piccolissime quantità di inquinante come in questo caso) i tre siti di misura si possono considerare sostanzialmente equivalenti, valutazione che è confermata anche dall'esame del grafico di figura 12 che illustra l'andamento "storico" delle concentrazioni medie annuali.

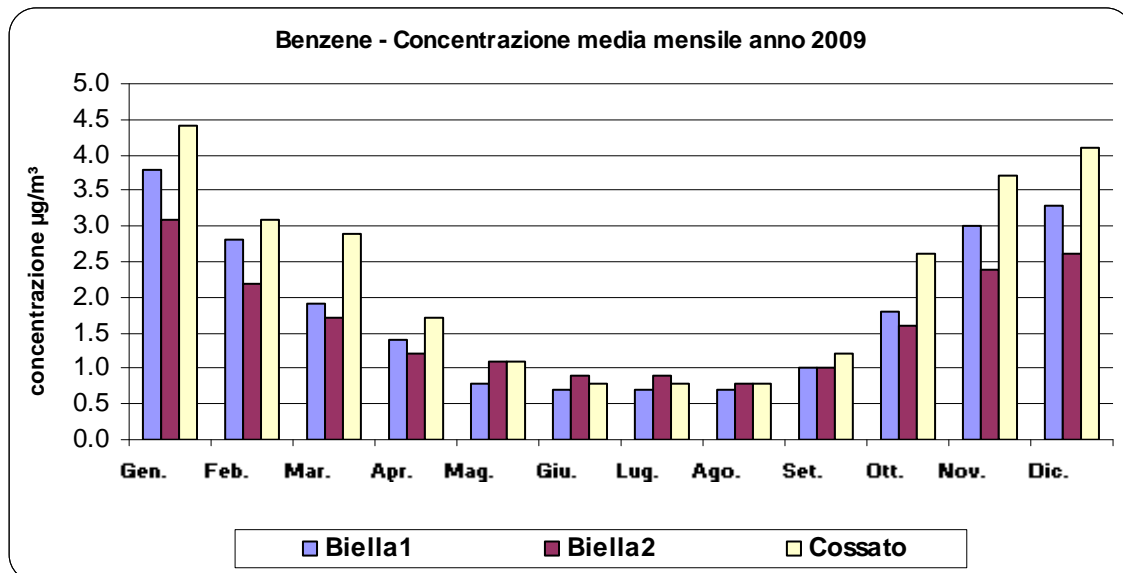


Figura 11: Andamento delle concentrazioni medie mensili registrate nel corso del 2009

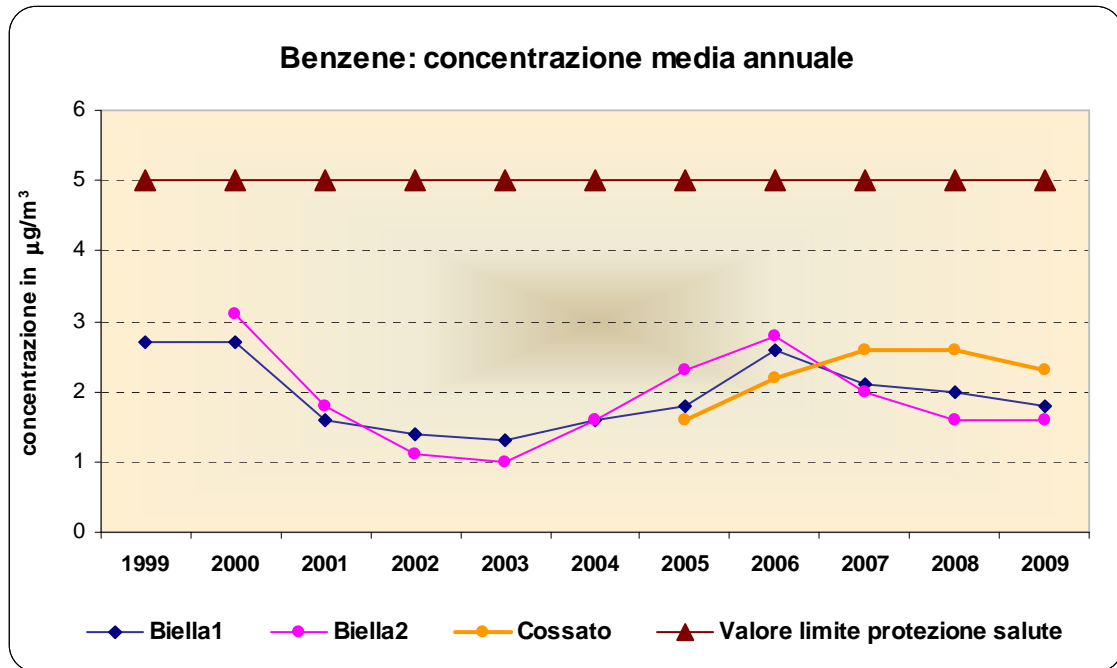


Figura 12: Andamento delle concentrazioni medie annuali rilevate dal 1999 al 2009

La buona sovrapposibilità tra i dati delle due stazioni di Biella può indicare una situazione di generale uniformità dei livelli di questo inquinante in tutto il centro cittadino che si è consolidata nel corso degli anni. Per quanto riguarda la stazione di Cossato, che è stata attivata da maggio del 2005, si osservano concentrazioni lievemente più alte delle altre due stazioni di Biella, ma sostanzialmente i siti si equivalgono trovandosi nei due comuni più urbanizzati della provincia di Biella.

La qualità complessiva dell'aria nel corso degli anni 2009, valutata sulla base delle medie giornaliere, si è mantenuta a livelli generalmente buoni, con una piccola percentuale di giornate con livelli medi superiori a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

OSSIDI DI AZOTO (NO_x): MONOSSIDO DI AZOTO (NO) E BISSIDO DI AZOTO (NO₂)

Sono inquinanti prodotti in tutti i processi di combustione (veicoli, impianti termici, industrie). Con il termine "ossidi di azoto" (NO_x) si intende la somma del monossido e del biossido, pur non essendo questi gli unici composti ossigenati dell'azoto presenti in atmosfera. Il monossido è un composto di bassa tossicità per il quale non sono stati stabiliti specificamente valori limite di qualità dell'aria, la cui importanza risiede nel fatto di essere il precursore del biossido di azoto. E' infatti il monossido ad essere prodotto primariamente nelle combustioni. In presenza di ossigeno il monossido viene rapidamente convertito a biossido di azoto, che presenta una tossicità ben maggiore.

Gli ossidi di azoto rivestono grande importanza ambientale e sanitaria per la molteplicità di fenomeni di inquinamento ambientale cui prendono parte:

1. Il biossido di azoto è un composto che presenta una nocività intrinseca, la quale giustifica l'esistenza di un valore limite orario di qualità dell'aria ed anche di una soglia di allarme. 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. Gli ossidi di azoto giocano un ruolo importante nel fenomeno delle piogge acide. Il biossido presente in atmosfera 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. L'acido nitrico proveniente dall'ossidazione di NO₂ va costituire, come tale o sotto forma di nitrato (soprattutto nitrato di ammonio) una frazione importante degli aerosol atmosferici.

4. Un ulteriore ruolo fondamentale nel determinare la qualità dell'aria di territorio, gli NO_x lo esercitano nella partecipazione ai processi di 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 composti organici volatili. 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 controllo degli ossidi di azoto ai fini di evitare un peggioramento della qualità dell'aria rappresenta dunque un importante fattore da tenere in considerazione nell'elaborazione di strategie di intervento volte ad evitare un peggioramento della qualità dell'aria.

Gli ossidi di azoto, ed in particolare il biossido, risultano quindi inquinanti il cui monitoraggio appare indispensabile e per questa ragione tutte le stazioni di misura sono dotate di analizzatori di NO_x.

Il rendimento di dati validi è stato quasi ovunque elevato, con una media annuale complessiva attorno al 90%. Solo la stazione di Cossato si è differenziata in modo sostanziale, avendo avuto problemi tecnici che si sono prolungati nel tempo provocando l'inevitabile invalidazione dei dati di NO_x acquisiti dall'analizzatore.

L'unità di misura della concentrazione del biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); gli ossidi totali di azoto (NO_x) sono espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO₂

Riferimenti normativi per il biossido di azoto: DM n. 60 del 2/4/2002:

	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Commenti
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2004	Da non superare più di 18 volte all'anno
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2004	
Soglia di allarme	1 ora per tre ore consecutive	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nessuno	
Valore limite annuale per la protezione della vegetazione (NO _x)	Anno civile	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		

La qualità dell'aria rispetto al biossido di azoto può essere esaminata sul breve periodo (medie orarie) oppure su periodi più lunghi (medie mensili ed annuali).

I **principali indicatori** dello stato di qualità dell'aria per il biossido di azoto sono:

- Concentrazioni medie orarie
- Concentrazioni medie mensili ed annuali
- Confronto con le soglie di valutazione

BIOSSIDO DI AZOTO - STAZIONE DI BIELLA 1

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	99%
	Minima mensile	97%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario	Media oraria	116
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale	26

Valutazioni sulla base delle medie orarie

		2009
Parametri	Valore normativo	Dato rilevato
Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		0
Numero superamenti livello di allarme di 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		0

BIOSSIDO DI AZOTO - STAZIONE DI BIELLA 2

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	98%
	Minima mensile	83%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario	Media oraria	143
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale	46

Valutazioni sulla base delle medie orarie

		2009
Parametri	Valore normativo	Dato rilevato
Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		0
Numero superamenti livello di allarme di 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		0

BIOSSIDO DI AZOTO - STAZIONE DI COSSATO

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	79%
	Minima mensile	0%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario	Media oraria	206
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale	22

Valutazioni sulla base delle medie orarie

		2009
Parametri	Valore normativo	Dato rilevato
Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		1
Numero superamenti livello di allarme di 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		0

BIOSSIDO DI AZOTO - STAZIONE DI PONZONE

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	91%
	Minima mensile	75%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario	Media oraria	103
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale	22

Valutazioni sulla base delle medie orarie

		2009
Parametri	Valore normativo	Dato rilevato
Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		0
Numero superamenti livello di allarme di 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		0

BIOSSIDO DI AZOTO - STAZIONE DI VERRONE

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	99%
	Minima mensile	99%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario	Media oraria	134
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale	30

Valutazioni sulla base delle medie orarie

		2009
Parametri	Valore normativo	Dato rilevato
Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		0
Numero superamenti livello di allarme di 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		0

Biossido di azoto: medie orarie

Le concentrazioni medie orarie si sono mantenute prevalentemente al di sotto del valore limite per la protezione della salute di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per tutto il periodo ed in tutte le stazioni eccetto per la stazione di Cossato nel mese di aprile; il profilo mensile dell'andamento dei massimi orari nel 2009 è illustrato dal grafico di figura 13.

La valutazione complessiva della qualità dell'aria per le sole medie orarie, relativamente ai picchi di inquinamento è espressa dalle figure 13 e 14. La qualità dell'aria si mantiene generalmente buona con una piccola percentuale di situazioni non ottimali ma comunque accettabili, che si verificano generalmente nei mesi invernali.

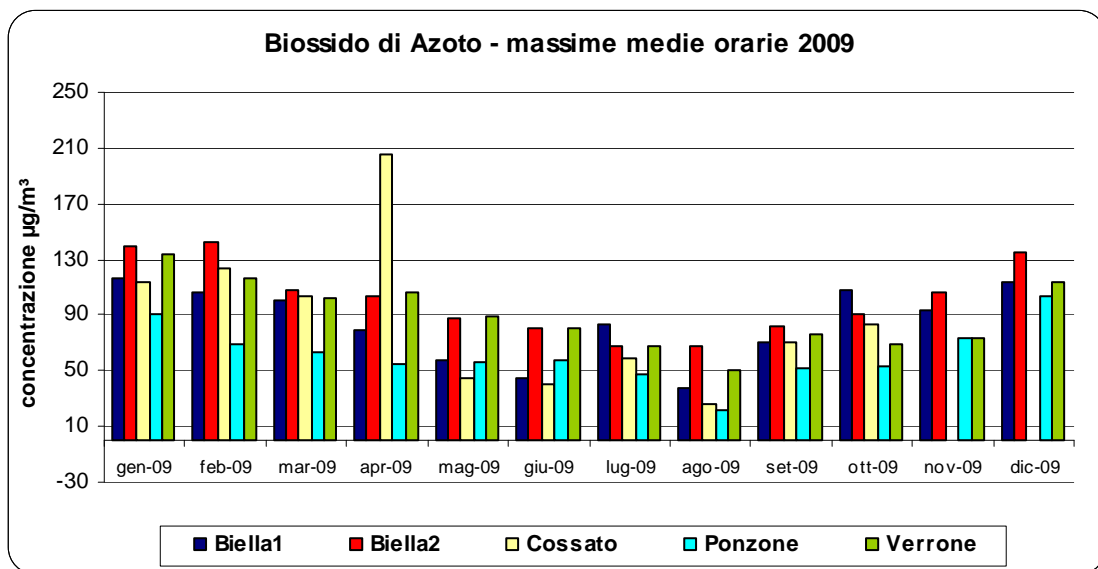


Figura 13: Andamento dei massimi delle medie orarie rilevate nel corso del 2009

Biossido di azoto: medie mensili ed annuali.

Il profilo delle medie mensili mostra di nuovo il tipico andamento stagionale del livello di NO₂, la stazione di Biella 2 registra le concentrazioni più elevate.

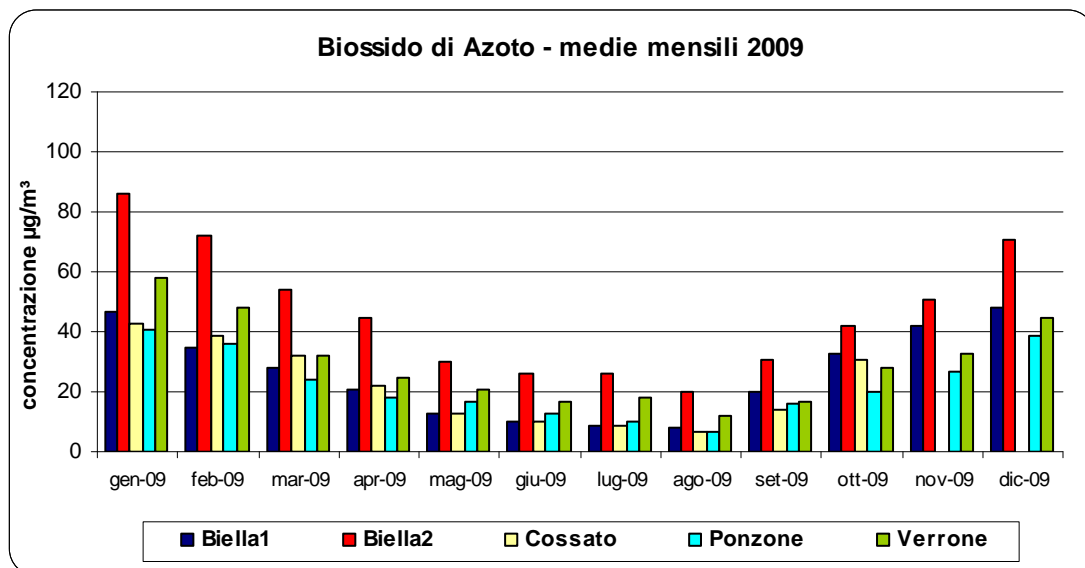


Figura 14: Andamento delle medie mensili rilevate nel corso del 2009

Le medie annuali 1999-2009 ed il confronto con il valore limite del DM 60/02 sono illustrati nella figura 19.

Le concentrazioni medie annuali più elevate si registrano a Biella 2, unica stazione di traffico della rete provinciale. Nel periodo 1999-2009 il valore soglia è sempre superato a Biella 2; da evidenziare anche il lieve ma costante incremento a Biella 1 e Ponzone e la sostanziale stabilità di Verrone.

I dati a disposizione, pur non critici come quelli riscontrabili in aree urbanizzate di maggiori dimensioni, mostrano dunque una situazione stabile ma con una leggera tendenza al peggioramento su alcuni siti.

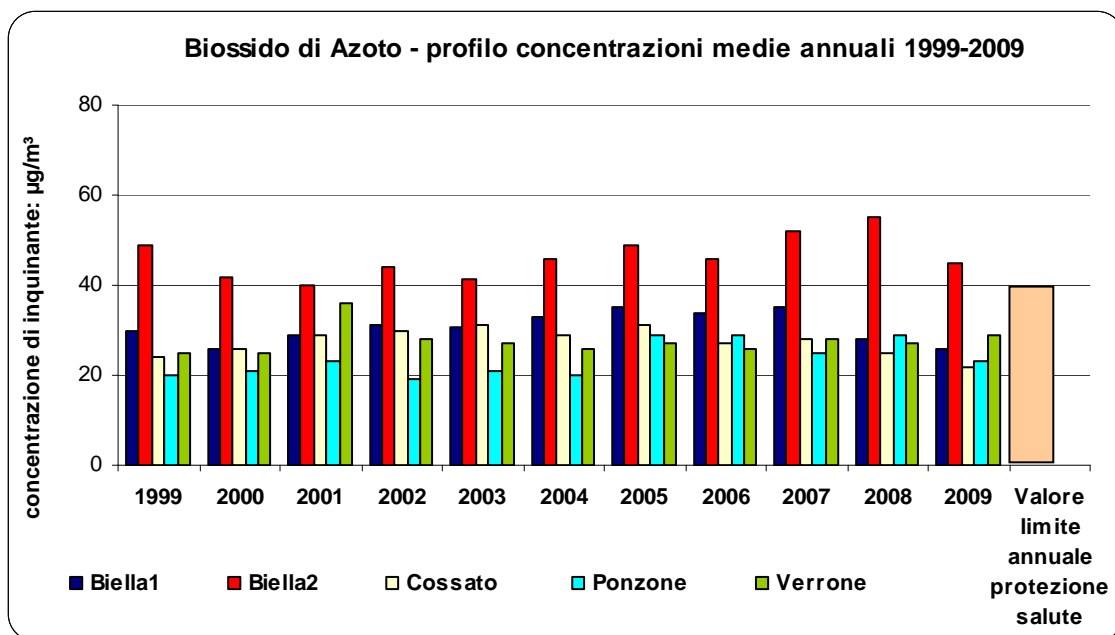


Figura 15

OZONO (O₃)

Si tratta di una forma di ossigeno molecolare altamente reattivo che si forma come inquinante secondario in un ciclo di reazioni che vede coinvolti anche gli ossidi di azoto. La reazione fondamentale di produzione di ozono è costituita dalla fotolisi del biossido di azoto:



L'ossigeno monoatomico liberato nel corso del processo reagisce poi rapidamente con l'ossigeno molecolare atmosferico formando ozono.

L'ozono di cui si tratta in questa relazione è quello troposferico, presente negli strati più bassi dell'atmosfera ed in prossimità del suolo e non va confuso con l'ozono presente nella stratosfera, la cui diminuzione (il "buco dell'ozono") costituisce invece un serio problema ambientale a scala mondiale e che presenta però modalità di formazione differenti.

La formazione dell'ozono troposferico è legata dunque all'intensità della radiazione ultravioletta al suolo (l'andamento giornaliero presenta infatti una curva a campana che va di pari passo con i valori di radiazione solare incidente), tuttavia la sua concentrazione finale è determinata anche dalla presenza di altre sostanze, quali gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili (idrocarburi, aldeidi, chetoni, ecc. emessi in gran quantità da sorgenti naturali ed antropiche), specie dette perciò "precursori".

La sua elevata capacità ossidante lo rende direttamente 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. Inoltre i vegetali sono particolarmente sensibili alla sua azione.

L'ozono esplica però anche un'azione inquinante e nociva indiretta in quanto è coinvolto nella formazione dello smog fotochimico, una miscela complessa molto reattiva di composti organici a diverso stato di ossidazione, radicali liberi, particolato fine, che acquista particolare importanza ambientale soprattutto nelle giornate invernali a cielo sereno, caratterizzate da un'elevata stabilità atmosferica e forti immissioni antropiche di precursori.

L'ozono è misurato presso le stazioni di Biella1, Cossato, Trivero-Ponzone, Verrone e la sua concentrazione in atmosfera si misura in microgrammi al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

I rendimenti medi annuali degli analizzatori sono stati pari o superiori al 90%.

Riferimenti normativi:

In Italia recentemente è stata recepita la Direttiva 2002/3/CE con il **D. Lgs n° 183 del 21/5/2004** e sono stati introdotti nuovi limiti, soglie e obiettivi a lungo termine. Il D. Lgs 183/04 introduce in particolare:

- **Valore bersaglio per la protezione umana** pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (massima media su 8 ore);
- **Soglia di informazione**, pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (oraria), definita come “livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate specifiche misure”;
- **Soglia di allarme**, pari a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (oraria), definita come “livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottate specifiche misure”.

	Periodo di mediazione	Valore limite
Soglia di informazione	Media oraria	$180 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme	Media oraria	$240 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	Media mobile su 8 ore	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di protezione dei beni materiali	Media annuale	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

OZONO - STAZIONE DI BIELLA 1

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	98%
	Minima mensile	88%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario	<u>Media oraria</u>	195
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale	59

Valutazioni sulla base delle medie orarie e giornaliere

		2009
	Tipologia del dato	<u>Dato rilevato</u>
Numero superamenti livello protezione della salute umana di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media mobile 8 ore	331
Numero superamenti livello di informazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	4
Numero superamenti livello di allarme di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	0
Numero di superamenti del livello di protezione dei beni materiali di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media annuale	234

OZONO - STAZIONE DI COSSATO

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	96%
	Minima mensile	76%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario	<u>Media oraria</u>	216
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale	56

Valutazioni sulla base delle medie orarie e giornaliere

		2009
	Tipologia del dato	<u>Dato rilevato</u>
Numero superamenti livello protezione della salute umana di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media mobile 8 ore	498
Numero superamenti livello di informazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	15
Numero superamenti livello di allarme di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	0
Numero di superamenti del livello di protezione dei beni materiali di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media annuale	212

OZONO - STAZIONE DI PONZONE

RIEPILOGO ANNO 2009

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	97%
	Minima mensile	81%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario	<u>Media oraria</u>	205
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale	40

Valutazioni sulla base delle medie orarie e giornaliere

		2009
	Tipologia del dato	<u>Dato rilevato</u>
Numero superamenti livello protezione della salute umana di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media mobile 8 ore	120
Numero superamenti livello di informazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	6
Numero superamenti livello di allarme di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	0
Numero di superamenti del livello di protezione dei beni materiali di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media giornaliera	169

OZONO - STAZIONE DI VERRONE

RIEPILOGO ANNO 2008

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	99%
	Minima mensile	92%
	Massima mensile	100%

		2009
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario	<u>Media oraria</u>	209
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale	54

Valutazioni sulla base delle medie orarie e giornaliere

		2009
	Tipologia del dato	<u>Dato rilevato</u>
Numero superamenti livello protezione della salute umana di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media mobile 8 ore	513
Numero superamenti livello di informazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	10
Numero superamenti livello di allarme di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	0
Numero di superamenti del livello di protezione dei beni materiali di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media annuale	222

Nel complesso i cambiamenti più significativi rispetto alla precedente normativa riguardano la soglia di allarme che viene significativamente abbassata da 360 a 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ed il livello di protezione della salute che viene lievemente incrementato da 110 a 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La comunità Europea non si limita però a fissare dei limiti, ma stabilisce anche degli obiettivi a lungo termine per il controllo dei livelli di ozono troposferico: a partire dal 2010 è prevista infatti l'adozione un valore bersaglio (media su 8 ore) di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *da non superare più di 25 volte l'anno*, che costituirà un importante riferimento per l'adozione di strategie di contenimento di questa sostanza.

Nel seguito i dati del 2008 e degli anni precedenti sono elaborati con riferimento ai nuovi valori limite attualmente in vigore.

La problematica dell'inquinamento da ozono si manifesta soprattutto nei mesi della tarda primavera e dell'estate, quando le concentrazioni al suolo di questo composto raggiungono livelli preoccupanti che richiedono l'attivazione di un continuo stato di sorveglianza ed informazione. Il profilo delle medie mensili (figura 16) riflette la dipendenza della concentrazione di ozono dall'intensità della radiazione solare. Un'altra caratteristica importante dell'inquinamento da ozono sta nella sua distribuzione piuttosto omogenea su ampie aree di territorio, che ne fa un problema di dimensione sicuramente sovracomunale e sovraprovinciale.

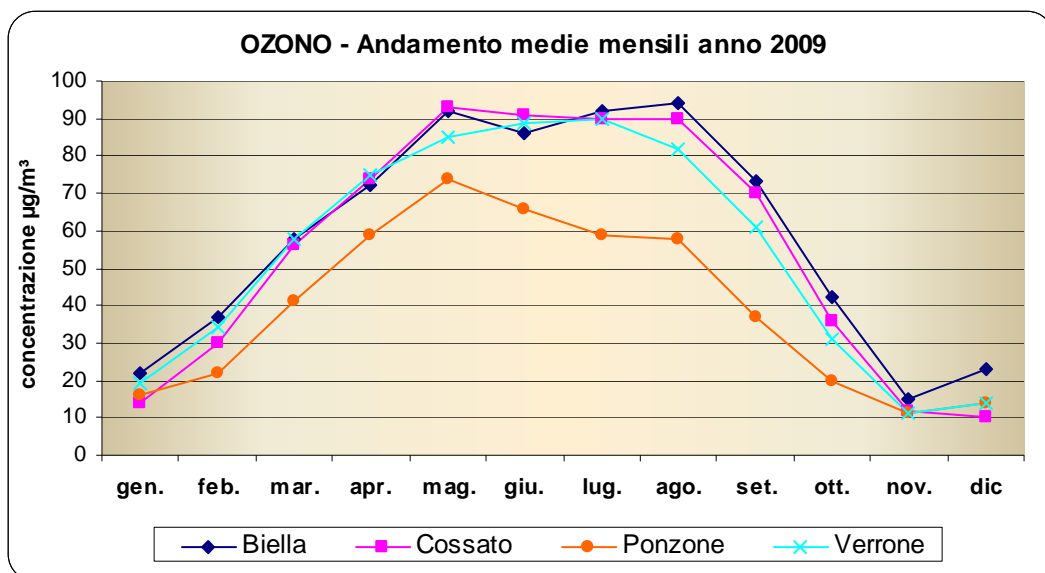


Figura 16: Andamento delle medie mensili rilevate nel corso del 2009

Il profilo delle concentrazioni medie mensili evidenzia la dipendenza stagionale delle concentrazioni al suolo e la sostanziale equivalenza tra i rilevamenti delle stazioni di pianura di Biella, Cossato, Verrone. Presso la stazione di Trivero-Ponzone, posta a quota più elevata, si registra invece una situazione sensibilmente migliore, almeno nei mesi più caldi, la cui origine non è ben chiara, anche se parrebbe legata a caratteristiche peculiari del sito (stazione di fondovalle, con minore irraggiamento solare e scarso ricambio atmosferico) e che potrebbe in prima approssimazione essere rappresentativa di una situazione generale delle valli biellesi.

I **principali indicatori** dello stato di qualità dell'aria per l'ozono sono:

- Il valore dell'Indice regionale di qualità dell'aria nel periodo estivo
- I superamenti della soglia di attenzione
- I superamenti della soglia di allarme
- I superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute
- Il profilo delle concentrazioni medie annuali

Indice di qualità dell'aria in provincia di Biella. La Regione Piemonte ha definito per l'ozono un indice complessivo di qualità dell'aria che si esprime con l'assegnazione ad una determinata area geografica di un unico "livello di ozono" su una scala che va dal valore 0 (migliore qualità dell'aria) a 3 (peggiore qualità dell'aria). La rappresentazione indicizzata dello stato di qualità dell'aria mediante l'assegnazione giornaliera del "livello di ozono" complessivo per tutta la provincia permette così una visualizzazione sintetica ed immediata che tiene conto contemporaneamente dell'esistenza delle due differenti tipologie di valori limite per la protezione della salute.

I livelli di ozono sono determinati per confronto con fasce di concentrazioni; a ciascun livello corrisponde un intervallo di medie orarie e su 8 ore di riferimento, come indicato nella seguente tabella:

Livelli di inquinamento da ozono secondo la DGR 31/7/2000 n. 27-614

LIVELLO DI INQUINAMENTO	Tipo di dato	Unità di misura	Intervallo di riferimento ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
LIVELLO 0	Media oraria	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Inf. 180
	Media mobile su 8 ore	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Inf. 110
LIVELLO 1	Media oraria	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	180 - 240
	Media mobile su 8 ore	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	110 - 140
LIVELLO 2	Media oraria	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	240 - 360
	Media mobile su 8 ore	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	140 - 220
LIVELLO 3	Media oraria	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sup. 360
	Media mobile su 8 ore	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sup. 220

Inoltre a ciascun livello di ozono corrispondono differenti consigli e raccomandazioni per la popolazione, in particolare per i soggetti considerati più a rischio, secondo quanto riportato in tabella:

Raccomandazioni e precauzioni da adottare a seconda del livello di ozono riscontrato

LIVELLO DI INQUINAMENTO	Consigli e raccomandazioni
LIVELLO 0	nessuna precauzione
LIVELLO 1	<ul style="list-style-type: none"> • categorie sensibili (bambini, anziani, asmatici ecc): evitare attività fisica all'aperto durante le ore più calde della giornata. • a tutta la popolazione si consiglia di mangiare cibi ricchi di Selenio e di vitamina C ed E (es pomodori, peperoni rossi, uova, asparagi ecc).
LIVELLO 2	<ul style="list-style-type: none"> • categorie sensibili (bambini, anziani, asmatici ecc): evitare qualsiasi attività fisica nelle ore più calde della giornata • a tutta la popolazione: evitare sforzi fisici, nelle ore più calde della giornata e mangiare cibi ricchi di Selenio e di vitamina C ed E (es pomodori, peperoni rossi, uova, asparagi ecc).
LIVELLO 3	<ul style="list-style-type: none"> • categorie sensibili (bambini, anziani, asmatici ecc): evitare di uscire di casa durante le ore più calde della giornata • a tutta la popolazione: evitare sforzi fisici, anche moderati, nelle ore più calde della giornata e mangiare cibi ricchi di Selenio e di vitamina C ed E (es pomodori, peperoni rossi, uova, asparagi ecc)

I livelli di inquinamento da ozono, riportati in figura 17, evidenziano che nel 2009 (dal 1 maggio al 30 settembre) il livello 2 è stato raggiunto nel 13% delle giornate (contro il 45% del 2003) mentre le giornate con livello di ozono pari a 1 sono state pari al 43% (28% nel 2003).

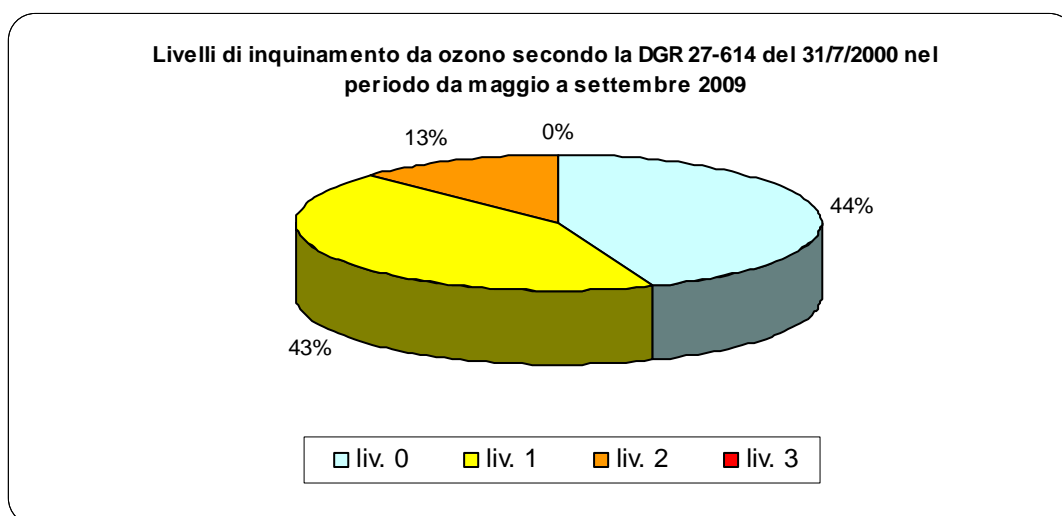


Figura 17

E' possibile anche visualizzare la distribuzione media dei livelli di ozono mese per mese, ottenendo il seguente grafico:

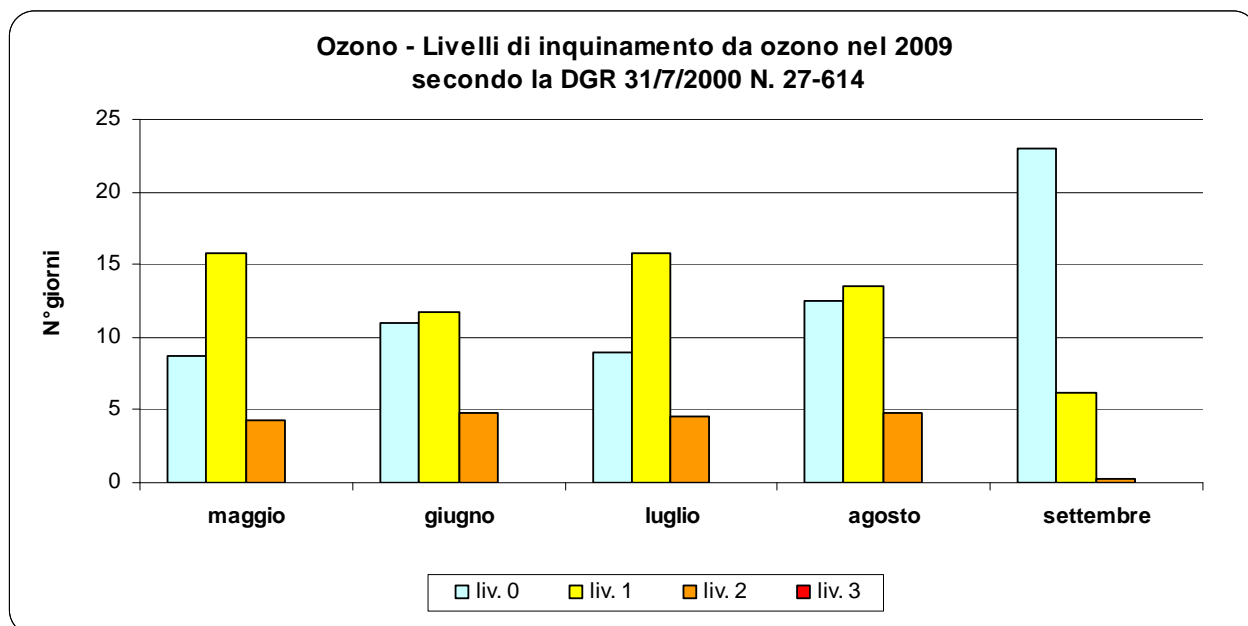


Figura 18

Superamento della soglia di informazione (media oraria). Questo indicatore fornisce una rappresentazione dei valori massimi di concentrazione raggiunti nell'arco della giornata ed è pertanto in relazione agli episodi "acuti" di inquinamento atmosferico, che si presentano generalmente poche volte al giorno, solitamente nel pomeriggio.

Il grafico di figura 19 riporta invece in modo esplicito i superamenti della soglia di informazione nell'arco dell'intero periodo di attività della rete. Si osserva come, dopo l'eccezionale ondata di calore del 2003, che ha causato l'innalzamento prolungato delle concentrazioni di ozono al suolo per tutta l'estate, dal 2004 al 2009 il numero di superamenti della soglia di informazione è rientrato a livelli "di normalità", allineandosi con quanto accadeva negli anni precedenti. Anzi, nelle stazioni di Biella e Verrone si assiste ad un lieve miglioramento rispetto al periodo 1999-2002, durante i quali si sono verificati numerosi superamenti del livello di attenzione, configurando una situazione di "continentalità" climatica tipica dell'Italia settentrionale nel periodo estivo ed in linea con la tipica fenomenologia dell'inquinamento da ozono.

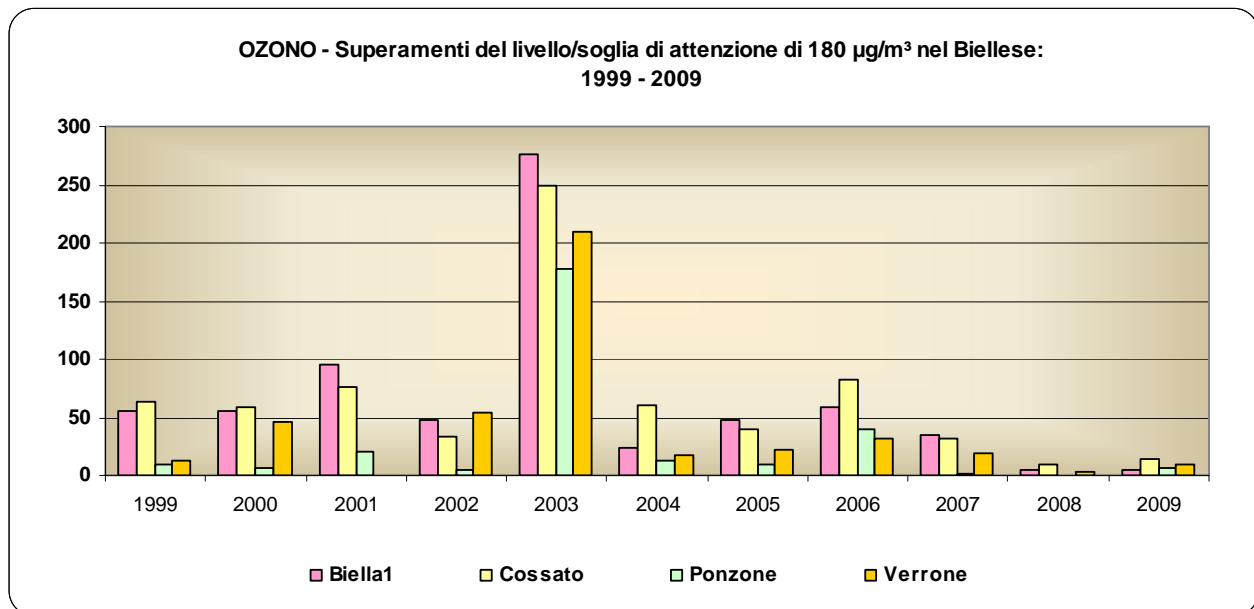


Figura 19: Numero di superamenti del livello/soglia di attenzione di 180 µg/m³ dal 1999 al 2009

Superamento della soglia di allarme (media oraria).

Nel 2009 non si sono riscontrati superamenti della soglia di allarme, né sulle stazioni fisse, né durante le campagne con mezzo mobile.

Superamento del livello di protezione della salute (media su 8 ore). La figura 20 rappresenta graficamente l'andamento dei superamenti del valore limite su 8 ore per la protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) rispettivamente nel corso degli anni. Di nuovo si evidenzia (in fig. 20) il notevole miglioramento rispetto al 2003 e la sostanziale omogeneità tra Biella, Cossato e Verrone.

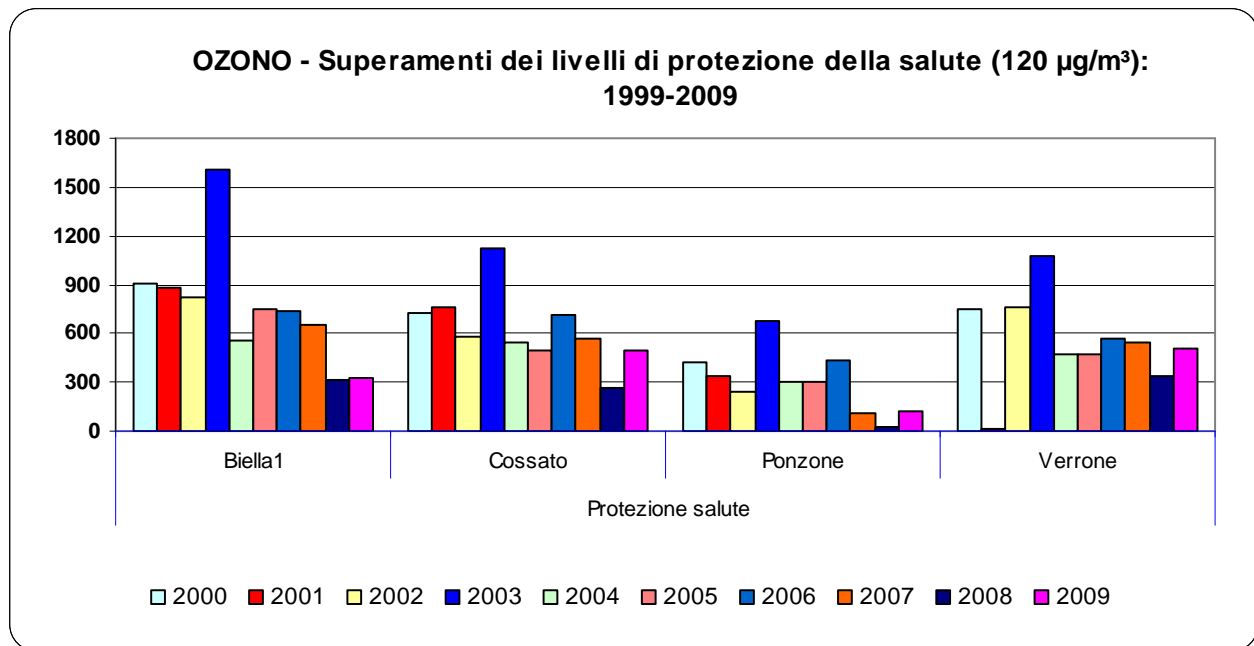


Figura 20: Numero di superamenti del livello protezione della salute su medie di 8 ore di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dal 1999 al 2009

PARTICOLATO ATMOSFERICO PM 10

Con il termine particolato si indica in generale una sospensione di particelle in aria, particelle che possono essere solidi aerodispersi, fasi liquide, oppure possono avere una struttura più complessa costituita ad esempio da un nucleo solido circondato da una fase liquida in equilibrio con la fase gassosa circostante. Le particelle, soprattutto le più piccole (di diametro inferiore al micron) non costituiscono una fase eterogenea inerte rispetto al gas, ma sono in una situazione di interazione dinamica con esso, come è ad esempio nel caso dello smog fotochimico. Il particolato costituisce perciò un sistema estremamente eterogeneo e complesso dal punto di vista dello stato fisico, delle proprietà aerodinamiche, della composizione chimica (organica ed inorganica) dell'origine (antropica, animale, vegetale, minerale), della tossicità. Sicuramente i processi di combustione (veicolare, civile, industriale) ne sono una fonte significativa.

L'elemento comune che permette di classificare il particolato sono le sue dimensioni, espresse in termini di *diametro aerodinamico delle particelle*; in base alla distribuzione dimensionale di un campione di particolato se ne definisce la capacità di raggiungere più o meno in profondità le vie respiratorie (e di conseguenza la valenza sanitaria) ed altre proprietà quali 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). La frazione 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 e pertanto è oggetto di recente di un notevole interesse da parte del legislatore, man mano che si stanno accumulando sempre maggiori informazioni sull'esposizione della popolazione e sulle implicazioni sanitarie, soprattutto a lungo termine. 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. La crescente importanza del PM10 ha fatto sì che la misura del particolato totale (PTS) per la valutazione della qualità dell'aria sia oggi quasi interamente abbandonata, anche in virtù del fatto che i nuovi valori limite di qualità dell'aria riguardano soltanto la frazione toracica del particolato. 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. che possono essere rilasciate nelle vie respiratorie una volta inalate. Questo fenomeno di assorbimento/rilascio avviene in maniera differente in funzione delle dimensioni del particolato stesso con diametro inferiore a, rispettivamente, 10 µm, 2,5 µm, 1 µm (PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁).

L'unità di misura della concentrazione di particolato in atmosfera è il microgrammo al metro cubo: Gli analizzatori di PM10 hanno acquisito regolarmente nel corso dell'anno mantenendo livelli di rendimento elevati e sostanzialmente rispondenti ai requisiti del DM 60/02.

Riferimenti normativi:

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

	Periodo di mediazione	Valore limite	Commenti
Valore limite su 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	da non superare più di 35 volte l'anno
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	

MATERIALE PARTICOLATO (PM₁₀) - RIEPILOGO ANNO 2009

STAZIONE DI BIELLA 1

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	96%
	Minima mensile	64%
	Massima mensile	100%

Parametri	Tipologia del dato	Valore normativo	Dato rilevato (µg/m ³)
Valore massimo giornaliero in µg/m ³	Media su 24 ore	50	105
Valore medio delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco dell'anno	Media annuale delle medie orarie	40	26
N. superamenti nell'arco dell'anno	Media giornaliera	35	35

STAZIONE DI BIELLA 2

		2009
Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	98%
	Minima mensile	93%
	Massima mensile	100%

Parametri	Tipologia del dato	Valore normativo	Dato rilevato (µg/m ³)
Valore massimo giornaliero in µg/m ³	Media su 24 ore	50	120
Valore medio delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco dell'anno	Media annuale delle medie orarie	40	33
N. superamenti nell'arco dell'anno	Media giornaliera	35	54

STAZIONE DI COSSATO

Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	2009 98%
	Minima mensile	93%
	Massima mensile	100%

Parametri	Tipologia del dato	Valore normativo	2009 Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo giornaliero in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 24 ore	50	135
Valore medio delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco dell'anno	Media annuale delle medie orarie	40	29
N. superamenti nell'arco dell'anno	Media giornaliera	35	60

I risultati ottenuti nel 2009 sono congrui con l'area geografica monitorata e con le condizioni meteorologiche esistenti all'atto del monitoraggio. Infatti, come si può osservare dai grafici riportati di seguito, le concentrazioni medie giornaliere di materiale particolato PM10 hanno un tipico andamento stagionale ed elevata correlazione fra i tre siti monitorati. Tale andamento si riscontra in tutti e tre i siti (Biella 1 – Biella 2 – Cossato) a dimostrazione che il materiale particolato PM10 è un inquinante che si disperde velocemente in atmosfera e ha quindi una rappresentatività sovracomunale.

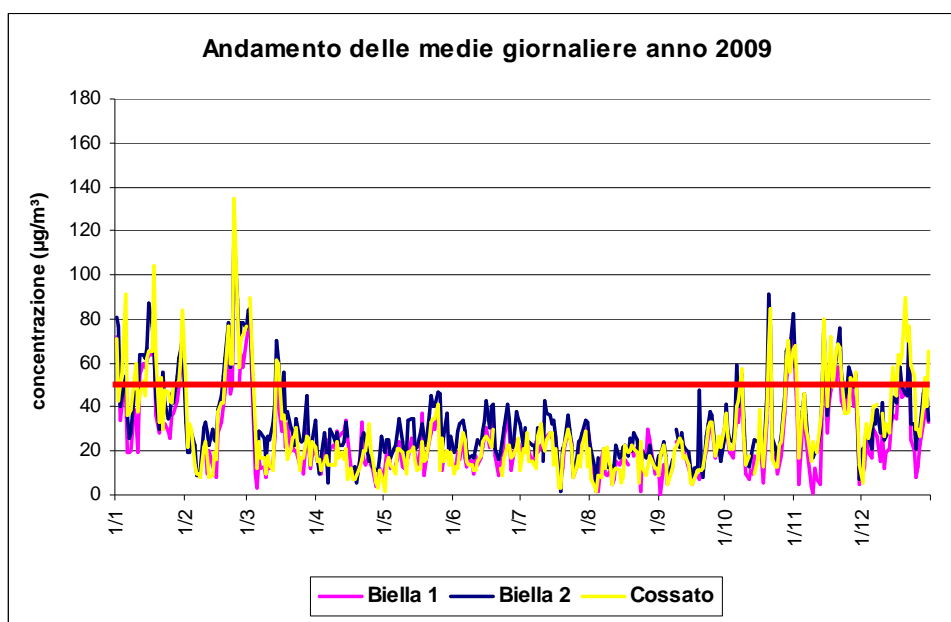


Figura 21: Andamento delle medie giornaliere di PM10 rilevate nel 2009

La legislazione italiana con il D.M. n° 60/2002 introduce dei limiti di numero di superamenti della concentrazione media giornaliera nell'arco dell'anno e di concentrazione media annuale. Per l'anno 2009 il valore limite per la protezione della salute umana ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come concentrazione media giornaliera da non superare più di 35 volte l'anno) è stato lievemente superato nelle stazioni di Biella 2 e Cossato. Infatti, sono stati registrati 35, 54 e 60 superamenti del valore limite per la protezione della salute umana rispettivamente nella stazioni di Biella 1, Biella 2 e Cossato. Rispetto agli anni passati si osserva un netto miglioramento dovuto sicuramente anche alle favorevoli condizioni meteorologiche.

Di seguito è riportato il grafico che rappresenta i dati sopra illustrati.

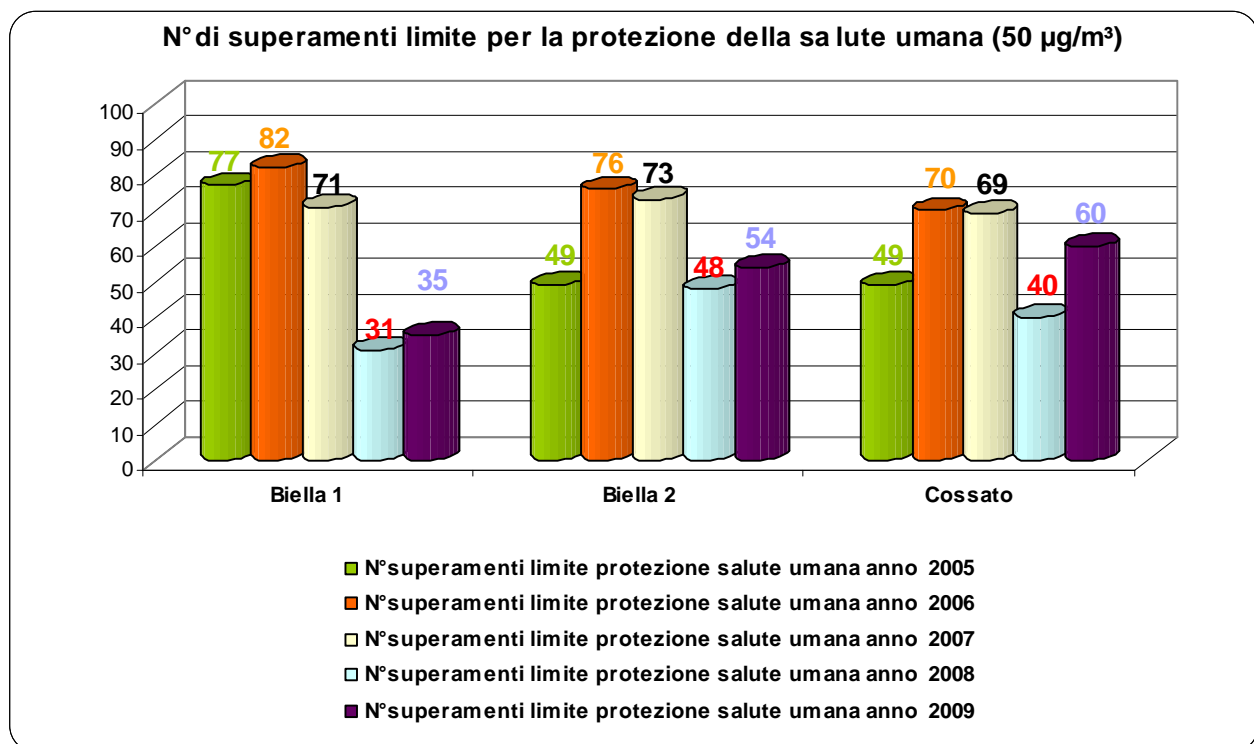


Figura 22: Numero di superamenti del valore limite della protezione della salute umana rilevati dal 2005 al 2009

Il valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ non è stato superato in nessuna delle tre stazioni, ma si trova a ridosso di esso come si può osservare dalla figura seguente.

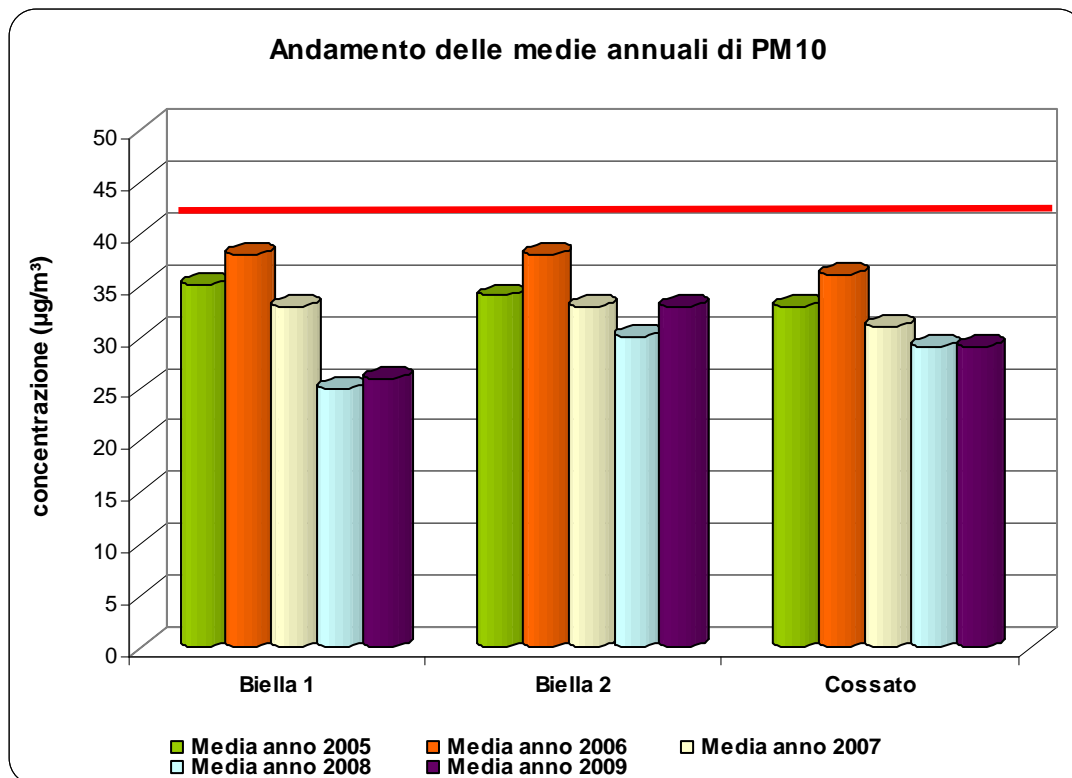


Figura 23: Andamento delle medie annuali di PM10

BENZO[a]PIRENE

Gli IPA (idrocarburi policiclici aromatici), di cui fa parte il Benzo[a]pirene, sono composti organici la cui struttura è caratterizzata dalla fusione di due o più anelli aromatici, si originano per combustione incompleta di materiale organico (es. idrocarburi); la fonte principale in ambito urbano è costituita dallo scarico autoveicolare. Dopo emissione, gli IPA condensano adsorbendosi sulle particelle di origine carboniosa presenti in aria. La maggior parte degli IPA si trova nelle PM 2,5, particelle in grado di penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Gli IPA sono composti tossici: la IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) ha classificato come possibili cancerogeni per l'uomo sette IPA in particolare il Benzo[a]pirene considerato il più pericoloso, viene utilizzato come indicatore del contenuto di IPA nelle matrici ambientali.

Nel corso del 2008 si è proceduto alle analisi sul particolato atmosferico PM10 degli IPA di particolare interesse per la salute umana. La legislazione italiana con il Decreto Legislativo N°152 del 03/08/2007 fissa in 1 ng/m³, espresso come media annuale della concentrazione di Benzo[a]pirene. La figura 24 riporta i valori, come medie mensili, rilevati nel 2009 per le stazioni di monitoraggio di Biella 1, Biella 2 e Cossato. La Figura 25 riporta le relative medie annuali. I risultati mostrano una grande variabilità stagionale: valori più elevati si riscontrano in inverno con una progressiva diminuzione col passare dei mesi, fino a valori molto bassi da Maggio fino ad Agosto e un successivo progressivo aumento passando da Agosto a Dicembre. La media annuale di Benzo[a]pirene è risultata per il 2009 di 0.53 ng/m³ presso la stazione di Biella 1, 0.55 ng/m³ presso la stazione di Biella 2 e 0.87 ng/m³ presso la stazione di Cossato. Si osserva che i valori medi annuali per le stazioni di Biella si confermano inferiori al valore limite di 1 ng/m³ invece, per la stazione di Cossato il valore ha subito un sostanziale decremento portandolo al di sotto del valore obiettivo.

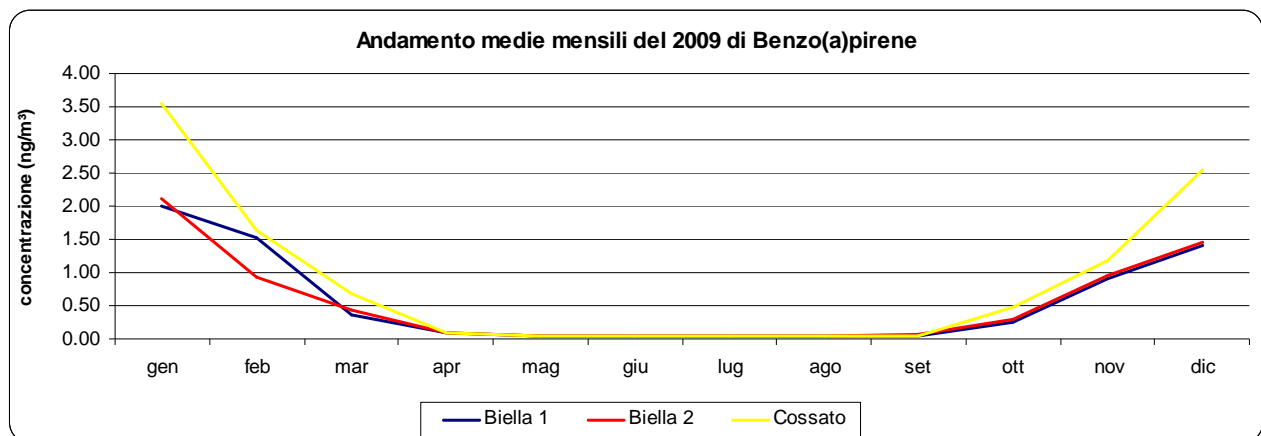


Figura 24: Andamento delle medie mensili di Benzo[a]pirene rilevate nel 2009

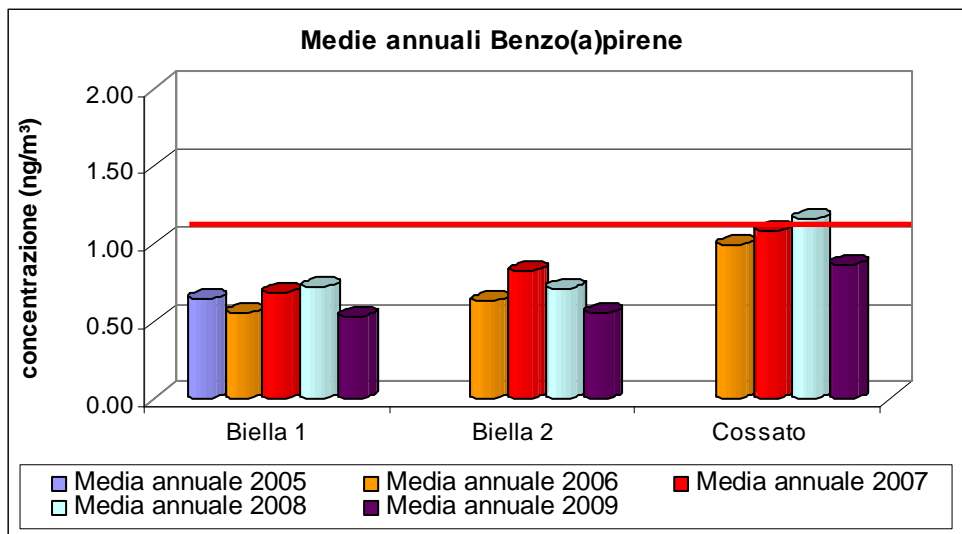


Figura 25: Andamento delle medie annuali di Benzo[a]pirene rilevate dal 2005 al 2009

METALLI

Molti metalli sono ubiquitari e si ritrovano sia allo stato naturale (ove rientrano nei processi geologici che interessano la crosta terrestre) sia in innumerevoli manufatti prodotti dall'uomo. Alcuni di essi sono micronutrienti essenziali per il metabolismo degli organismi viventi cosa che comporta, sulla scala dei tempi geologici, l'accumulo di metalli nei giacimenti di combustibili fossili. L'uomo è intervenuto sull'equilibrio naturale di questi cicli, incrementando, con l'inizio dell'era industriale, il contenuto dei metalli nell'ecosistema. Nell'ambiente atmosferico i metalli pesanti hanno generalmente concentrazioni bassissime dell'ordine del nanogrammo per metro cubo (ng/m^3). Essi sono emessi in atmosfera in associazione con il particolato da sorgenti naturali quali eruzioni vulcaniche, erosione di suoli e rocce, aerosol marini, sollevamento della polvere ad opera del vento, ecc., mentre le principali fonti antropiche di immissione sono le attività di combustione fissa a scopo civile, industriali o di produzione di energia elettrica; l'incenerimento di rifiuti, l'estrazione e la lavorazione di metalli, la produzione di cementi; inceneritori di rifiuti, combustioni mobili (traffico veicolare e ferroviario). A queste possibili fonti occorre aggiungere anche gli specifici impianti industriali di produzione/lavorazione dei metalli (fonderie, acciaierie), l'usura meccanica dei manufatti metallici, l'impiego di fertilizzanti e fitofarmaci in agricoltura. Sono dunque molteplici le possibili fonti naturali ed antropiche di metalli atmosferici, ma in riferimento al territorio in esame ed ai fattori di pressione esistenti nel Biellese meritano particolare menzione i processi di combustione fissa e mobile. E' noto infatti che i combustibili fossili contengono metalli in piccole quantità, che possono essere presenti sia come additivi del combustibile stesso (Pb e Mn nelle benzine) sia come costituenti naturali del combustibile fossile originale che si ritrovano, magari arricchiti a seguito della raffinazione, nel combustibile derivato. Una porzione di questi metalli è emessa al camino durante la combustione, sia sotto forma di particelle inorganiche (ceneri), sia in associazione a particolato carbonioso incombusto. Generalmente i metalli appaiono comunque associati alla frazione fine del particolato (diametro aerodinamico $< 2.5 \mu\text{m}$).

Piombo (Pb)

Il Piombo è un metallo conosciuto ed utilizzato fin dall'antichità. A partire dagli anni '30 del XX secolo, a seguito della scoperta che alcuni composti organici del Piombo (i piombo-alchili) miglioravano le prestazioni della combustione dei motori a benzina, il Pb organico ne divenne un indispensabile additivo. A partire da allora le emissioni del traffico veicolare sono diventate la principale fonte di Pb atmosferico e tale situazione si è mantenuta per circa 50 anni. L'inquinamento da Piombo è stato un rilevante problema ambientale fino agli anni '90, cioè fino al momento dell'introduzione e diffusione delle benzine "verdi" (così chiamate appunto perché non additivate di piombo-alchili) e dei catalizzatori per la depurazione dei gas di scarico. I nuovi carburanti hanno via via sostituito la vecchia "super" e di conseguenza sia le immissioni di metallo nell'ambiente (in termini di tonnellate/anno) sia la sua concentrazione atmosferica sono drasticamente diminuite (indicativamente si può assumere un calo del 90% rispetto a 15 anni fa). Attualmente i livelli di Pb atmosferico nei centri urbani non destano più preoccupazioni sotto l'aspetto ambientale e sanitario.

Rimane ancora presente in molte emissioni industriali quali fonderie o fabbriche che producono batterie; inoltre è contenuto in vernici, nei coloranti chimici, pigmenti delle plastiche e negli insetticidi. La sua tossicità è legata all'affinità con i gruppi solfidrici delle proteine. Diversi sono gli effetti sull'uomo quali le alterazioni della biosintesi dell'eme e della eritropoiesi, tossicità a livello del sistema nervoso centrale e periferico, effetti sui reni, alterazioni del metabolismo della vitamina D.

Una volta assorbito esso tende ad accumularsi nelle ossa (90%) mentre il rimanente viene distribuito uniformemente negli altri tessuti.

Nel corso del 2008 è stata effettuata la determinazione dei metalli sulle polveri PM10 campionate presso le centraline di Biella 1, Biella 2 e Cossato. La legislazione italiana regola le

concentrazioni in aria ambiente del Piombo con Il D.M. 60/2002 stabilendo il valore limite per la protezione della salute umana (periodo di mediazione anno civile), il margine di tolleranza, le modalità di riduzione di tale margine e la data entro il quale tale limite deve essere raggiunto. Dall'anno 2007 il valore da rispettare è pari a $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($500 \text{ ng}/\text{m}^3$). Il piombo, con una concentrazione media annuale nel 2008 di $0.011 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le stazioni di Biella 1, $0.013 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la stazione di Biella 2 e di $0.012 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la stazione di Cossato, risulta molto inferiore al limite di legge di $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; i singoli valori mensili si mantengono sempre bassi, mantenendo un andamento stagionale eccetto per il mese di luglio dove si rileva un picco in tutte e tre le stazioni. La legislazione europea con la direttiva 107 del 15/12/2004 (recepita dalla legislazione italiana con il decreto legislativo N° 152 del 03/08/2007) fissa valori obiettivo per Arsenico, Cadmio e Nichel nelle polveri PM10, valori da non superare a partire dal 2013. Come è possibile notare nella tabella sottostante i valori medi misurati durante il 2008 risultano decisamente inferiori ai valori obiettivo della direttiva europea.

Inquinante	Valore obiettivo (media annuale)	Media annuale 2008 (Biella 1)	Media annuale 2008 (Biella 2)	Media annuale 2008 (Cossato)
<i>Arsenico</i>	$6 \text{ ng}/\text{m}^3$	0.72	0.72	0.72
<i>Cadmio</i>	$5 \text{ ng}/\text{m}^3$	0.15	0.12	0.16
<i>Nichel</i>	$20 \text{ ng}/\text{m}^3$	6.27	7.46	5.65

Valori obiettivo Direttiva Europea (recepita dal d.lgs N° 152 del 03/08/2007) e valori medi anno 2009

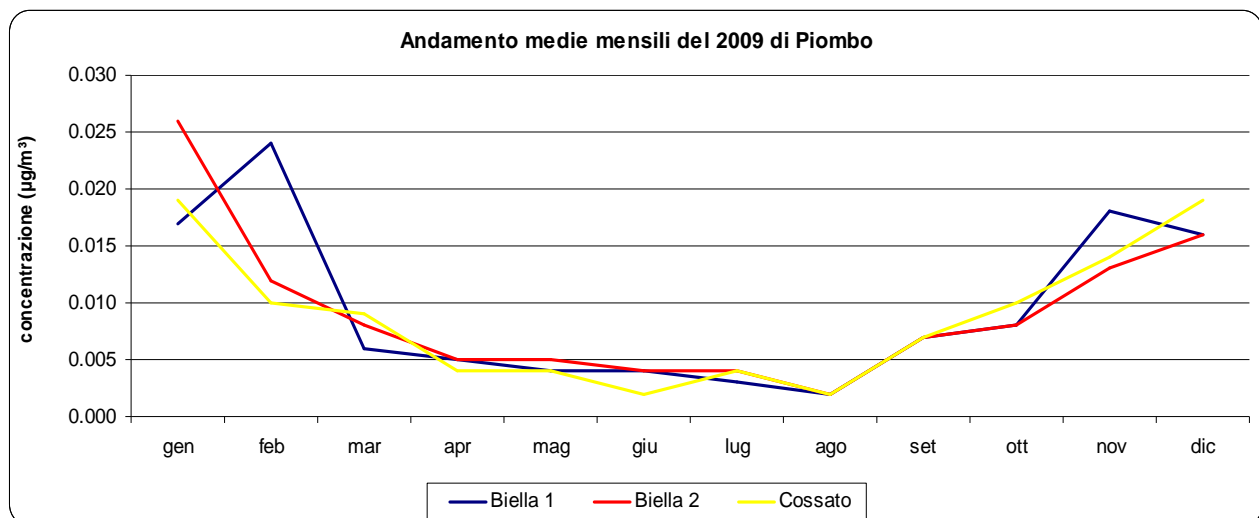


Figura 26: Andamento delle medie mensili di Piombo rilevate nel 2009

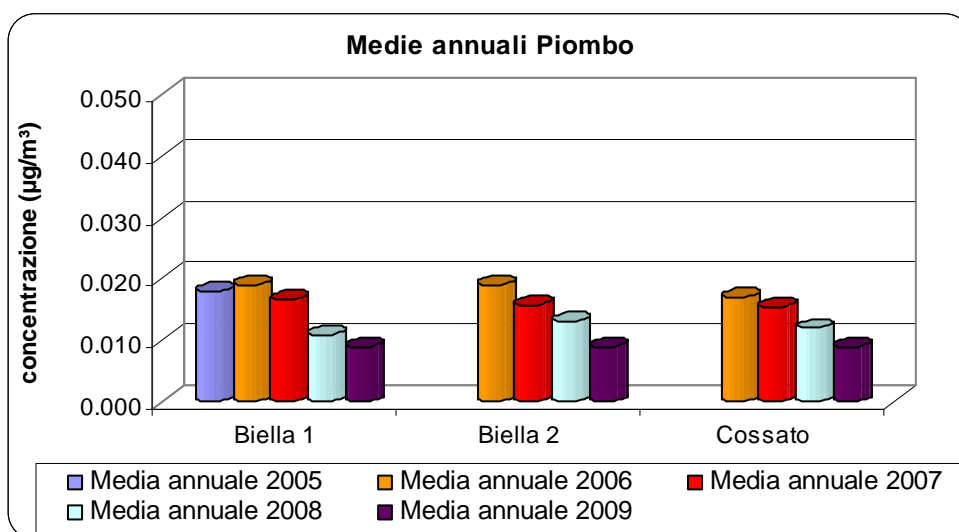


Figura 27: Andamento delle medie annuali di Piombo rilevate dal 2005 al 2009

6. Efficienza degli analizzatori della rete di rilevamento

Ai fini della valutazione della qualità dell'aria su base annua, per ogni stazione ed inquinante, l'insieme dei dati raccolti viene considerato significativo quando il rendimento strumentale è almeno pari al 90%. Il rendimento strumentale è calcolato come percentuale di dati generati e validati rispetto al totale teorico.

Nelle figure 28 e 29 sono riportati i rendimenti annuali di ciascun analizzatore e quelli medi annuali di tutti gli analizzatori presenti nella rete fissa di monitoraggio.

Si osserva che *quasi* tutti gli analizzatori superano la soglia del 90% di efficienza come richiesto dalla normativa vigente.

La rappresentatività dei dati è quindi in genere buona.

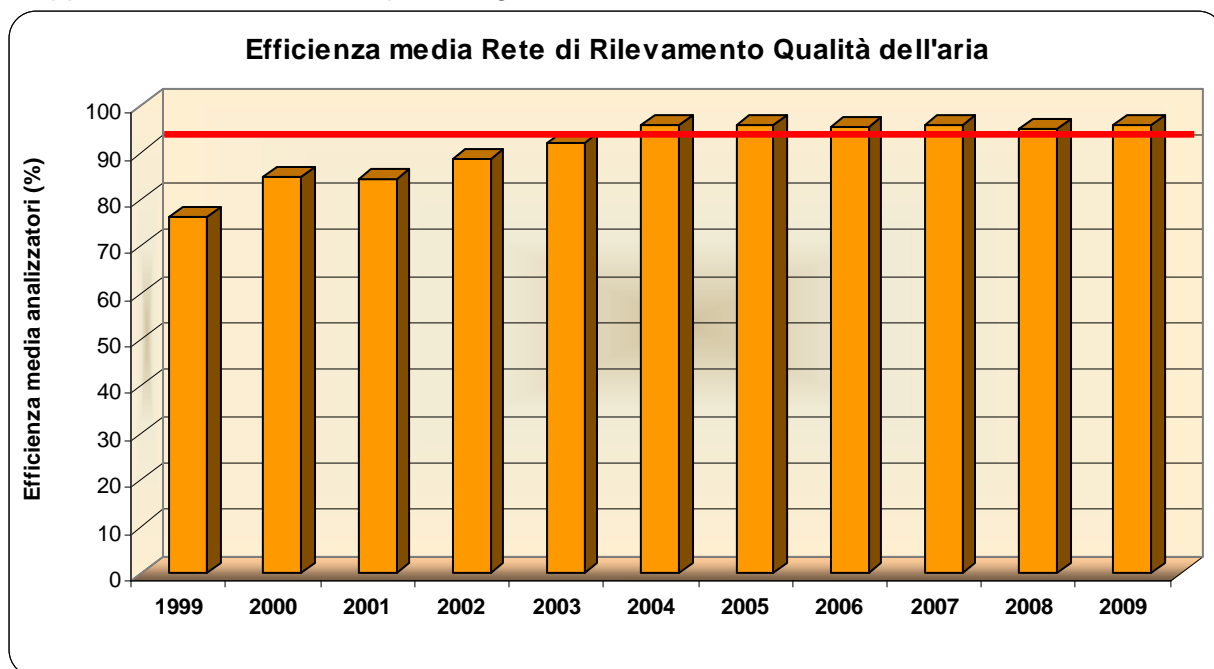


Figura 28: Efficienza annuale media degli analizzatori dal 1999 al 2009

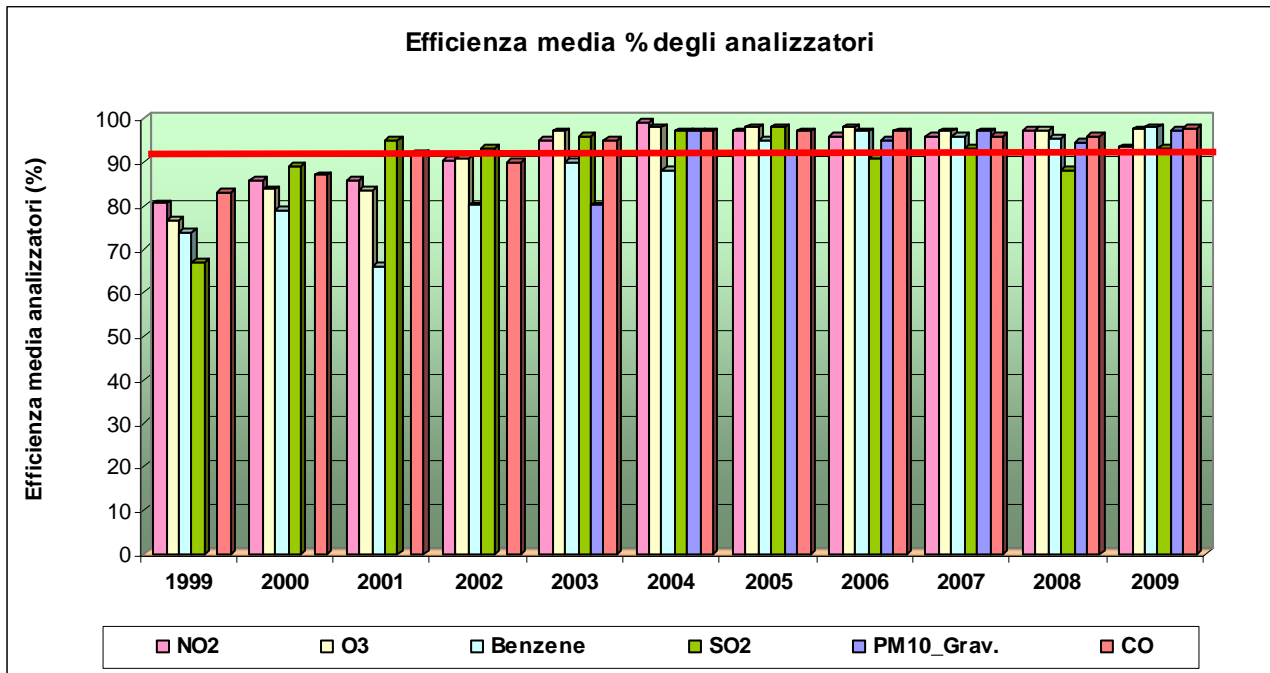


Figura 29: Efficienza annuale media di ciascun analizzatore dal 1999 al 2009

7. Conclusioni

Dalle elaborazioni sopra riportate è evidente come i parametri più critici si confermano essere il Biossido di azoto e il particolato atmosferico PM10 nel periodo invernale e l'ozono nel periodo primaverile estivo.

Per quanto riguarda il Biossido di azoto nel 2009 si sono registrati dei superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ presso la stazione di Cossato. Questi episodi sono attualmente da considerarsi sporadici e rari, ma confermano il trend di peggioramento già riscontrato.

Il particolato atmosferico PM10 ha avuto una flessione quantitativa e qualitativa, interrompendo il trend in peggioramento che avevamo registrato negli ultimi anni. Infatti, il contenuto in benzo[a]pirene è diminuito, portando la stazione di Cossato sotto il valore obiettivo di $1 \text{ ng}/\text{m}^3$. La concentrazione di benzo[a]pirene misurata presso la stazione di Cossato rimane comunque più alta rispetto alle concentrazioni misurate presso le stazioni di Biella. Questo fenomeno potrebbe essere spiegato da un ritorno all'utilizzo di biomasse come combustibile domestico.

L'ozono rimane ancora un inquinante critico nel periodo primaverile – estivo e di difficile gestione in quanto legato a percorsi formativi molto complessi.

Concludendo, per poter avere ulteriori e permanenti miglioramenti della qualità dell'aria si dovranno attuare dei provvedimenti mirati, attuando politiche energetiche e di mobilità ecosostenibili. Inoltre, si ritiene che le azioni di risanamento ambientale non possono prescindere da un attento studio scientifico multidisciplinare dei fenomeni che causano le perturbazioni degli equilibri naturali. Al contrario si disperderebbero risorse senza ottenere risultati tangibili.

Il Dirigente Responsabile della SC09
Dr. Pietro Girò

GiP/PS