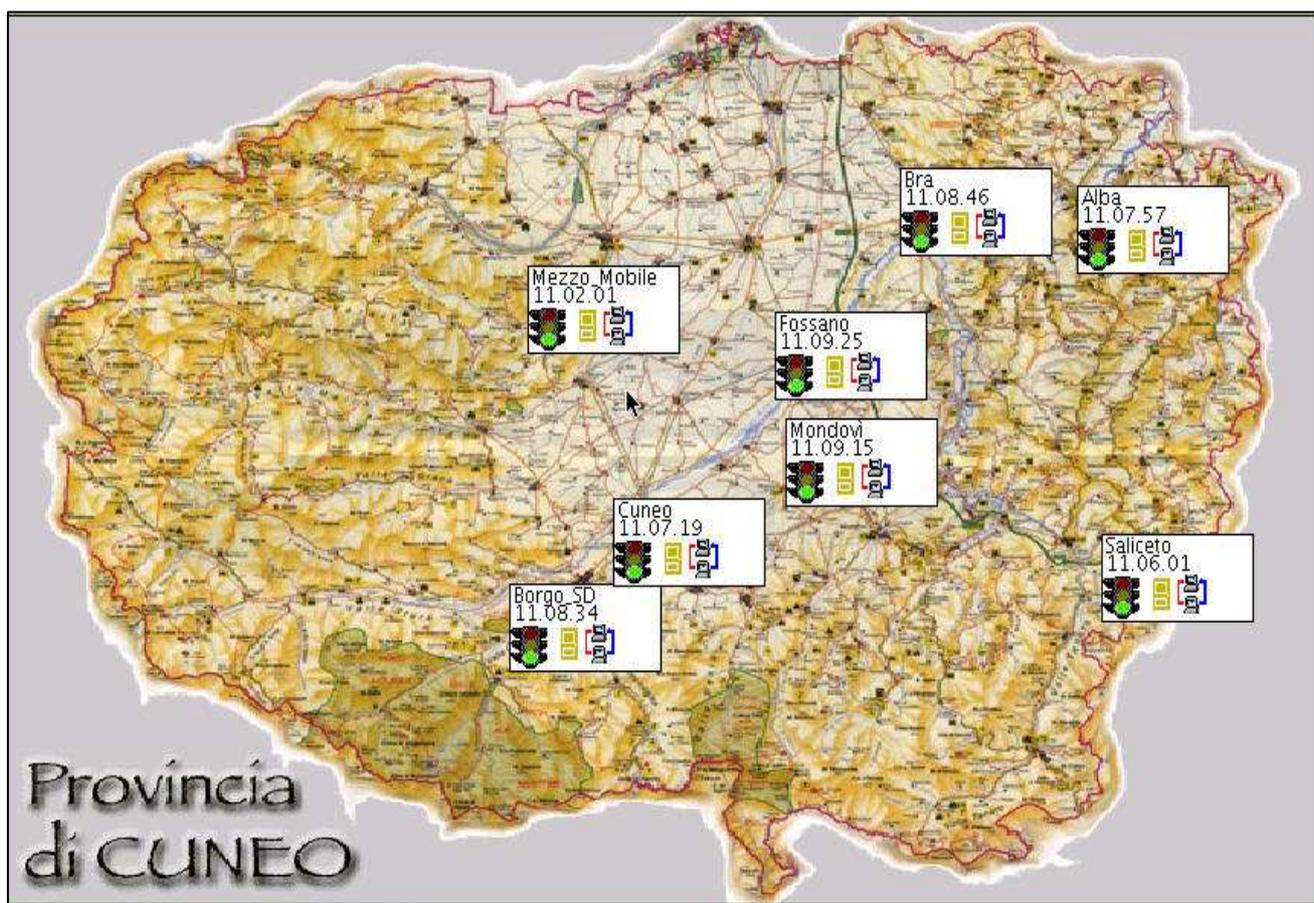


MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

ANNO 2009



Prot. 35465/SC10

Cuneo, 31 marzo 2010

Ill.mo Sig. Presidente della PROVINCIA di

CUNEO

Ill.mi Sig.ri Sindaci dei Comuni di

ALBA
BORG SAN DALMAZZO
BRA
CUNEO
FOSSANO
LESEGNO
MONDOVI'
ROBILANTE
SAN MICHELE MONDOVI'
SALICETO
CARAMAGNA PIEMONTE
CERVERE
GOVONE
GRINZANE CAVOUR
GUARENE
MORETTA
PIOBESI D'ALBA
SALMOUR
SANTA VITTORIA D'ALBA
SOMMARIVA DEL BOSCO
TORRE SAN GIORGIO
VERZUOLO
CENTALLO
ROCCAIONE
SALUZZO
SAVIGLIANO
CHERASCO
GENOLA

Spett.le Regione Piemonte Assessorato Ambiente

Settore Risanamento Atmosferico e Acustico

TORINO

Spett.le Dipartimento di Prevenzione Azienda

ASL CN1 Cuneo

Spett.le Dipartimento di Prevenzione Azienda

ASL CN2 Alba

e p.c. al Responsabile SC Sistemi previsionali

Arpa Piemonte

Oggetto: Resoconto annuale sulla qualità dell'aria della provincia di Cuneo per l'anno 2009.

|

A partire dal momento dell'attivazione della rete provinciale della qualità dell'aria nel suo assetto definitivo, avvenuta nel 2002, il Dipartimento provinciale Arpa di Cuneo ogni anno ha puntualmente messo a disposizione dei Comuni e della popolazione un'analisi delle più significative evidenze che possono essere ricavate dalla non indifferente mole di dati che sono raccolti, nel territorio provinciale, dalla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria. Il documento di resoconto per la qualità dell'aria dell'anno 2009, redatto in forma divulgativa, ma assicurando il rispetto dei fondamenti scientifici, in accordo con la Provincia di Cuneo, viene formalmente inviato a tutte le Amministrazioni interessate, nel contempo viene messo a disposizione di tutta l'utenza sul sito internet dell'Agenzia, all'indirizzo <http://www.arpa.piemonte.it> nella sezione Aria, Approfondimenti. Sul sito internet troverà altresì collocazione la corposa appendice dedicata alla reportistica relativa a tutti i dati rilevati; come già lo scorso anno, si è scelto di pubblicare questa appendice solamente in rete anche al fine di contribuire al risparmio del materiale cartaceo necessario alla stampa.

Come di consueto, la prima parte del lavoro di quest'anno contiene un resoconto degli indicatori di riferimento normativi dell'anno in analisi, per tutti gli inquinanti atmosferici previsti dalla normativa vigente, confrontati con i risultati degli anni precedenti. Al suo interno si è però scelto di approfondire i paragrafi dedicati a quegli inquinanti che negli ultimi anni destano maggiori preoccupazioni a livello europeo, ovvero il materiale particolato, gli ossidi di azoto e l'ozono. In particolare, per le polveri e il biossido di azoto, sono state elaborate le "settimane tipo" al fine di evidenziare eventuali variazioni ricorrenti in particolari giorni della settimana e che potranno offrire spunti anche alle Amministrazioni competenti. Per l'ozono e il particolato, inquinanti definiti anche "ubiquitari", si è esteso lo sguardo al di fuori della nostra provincia: al territorio regionale e, per l'ozono, anche a quello europeo. Questo ci ricorda che le caratteristiche climatiche e orografiche del nostro territorio, come di tutta la pianura padana, determinano concentrazioni di inquinanti piuttosto elevate che richiedono uno sforzo costante nel tempo e coordinato su tutto il territorio per limitare le emissioni in atmosfera di tutte le tipologie di sorgenti.

Complessivamente, la situazione riscontrata per la qualità dell'aria della nostra provincia nel 2009, si può ritenere all'incirca invariata rispetto all'anno precedente, che era stato individuato come il migliore dal 2002, cioè da quando ha avuto inizio la nostra azione di monitoraggio. Questo, come già detto lo scorso anno, non significa che si possa abbassare la guardia, anzi, il percorso virtuoso intrapreso nel contenimento delle emissioni non dovrà essere interrotto. Infatti, oltre al fatto che non ancora tutte le direttive comunitarie sono ottemperate, si ricorda, ancora una volta, che il miglioramento della qualità dell'aria comporta una diminuzione del rischio sanitario-ambientale. Inoltre, il fatto che gli ultimi due anni siano stati i "migliori" per la qualità dell'aria non garantisce che non si possano ripetere situazioni simili al 2006, anno in cui, come si potrà vedere in un capitolo di approfondimento, le condizioni meteorologiche hanno particolarmente sfavorito la diluizione degli inquinanti, determinando concentrazioni medie "anomali" rispetto alla generale tendenza al miglioramento.

Nel panorama provinciale del 2009, ancora una volta, il limite annuo per il parametro PM₁₀ è stato superato solamente nel sito di Bra. Dall'analisi della tendenza delle medie annuali si mantiene un trend di miglioramento per tutte le centraline, più marcato per quelle di Bra, Cuneo e Borgo San Dalmazzo e limitato per quelle di Alba e Saliceto. Nel sito di Saliceto inoltre emerge una leggera tendenza all'aumento del numero di superamenti del limite giornaliero di PM₁₀ e la media annuale di benzo(a)pirene, sebbene inferiore a quella del 2008, si mantiene al di sopra del limite normativo, con un valore medio del mese del gennaio 2009 particolarmente più elevato dei valori delle altre centraline. Tutto ciò suggerisce l'ipotesi che in questo sito rimanga importante l'impiego del legno come combustibile da riscaldamento.

Per quel che riguarda il biossido di azoto, correlato ai fenomeni combustivi e importante precursore dei PM₁₀, per il secondo anno di seguito si è mantenuto il rispetto dei limiti di legge in tutte le centraline della provincia. Nel sito di Borgo San Dalmazzo in particolare, la situazione nel 2009 è diventata più simile a quella delle altre centraline, con particolare riferimento a quei parametri che negli anni passati presentavano anomalie in eccesso rispetto ai valori medi provinciali; in effetti per questi parametri la qualità dell'aria ha evidenziato ulteriori miglioramenti. Ciò purtroppo non è avvenuto solamente in funzione ai risultati dei progettati ed autorizzati interventi migliorativi sui sistemi di abbattimento delle emissioni produttive, ma è altresì legato alla crisi economica che ha determinato tagli significativi alla produzione industriale.

In conclusione a questa nota introduttiva alla relazione della qualità dell'aria si rivolge un sentito e necessario ringraziamento a tutti i Colleghi, non solo del Dipartimento di Cuneo, che hanno collaborato per la gestione degli apparati di rilevamento, per le indagini analitiche di laboratorio e per la verifica e la successiva elaborazione dei dati.

Dipartimento Provinciale di Cuneo
Il Dirigente Responsabile
Dr. Silvio CAGLIERO



***Struttura Semplice di Produzione – Responsabile Maurizio Battezzore
ARPA Piemonte Dipartimento Provinciale di Cuneo - Responsabile Silvio Cagliero***

Testi ed elaborazioni a cura di:
Luisella Bardi, Cinzia Bianchi, Sara Martini

Per la gestione tecnica della rete di monitoraggio hanno collaborato:
Luisella Bardi, Cinzia Bianchi, Raffaello Bruno, Sara Martini, Luca Pascucci, Marco Tosco

Indice

INTRODUZIONE	2
CONFRONTO DEI VALORI DEL PERIODO 2002 ÷ 2009	5
MATERIALE PARTICOLATO – PM ₁₀	5
BIOSSIDO DI AZOTO – NO ₂	11
OZONO – O ₃	16
BIOSSIDO DI ZOLFO – SO ₂	22
BENZENE	24
MONOSSIDO DI CARBONIO – CO	25
I METALLI PESANTI : PIOMBO, ARSENICO, CADMIO E NICHEL	26
BENZO(A)PIRENE	29
SUPERAMENTI NELL'ANNO 2009	31
2006 E 2009: PRINCIPALI DIFFERENZE METEOROLOGICHE.....	32
PRECIPITAZIONI	33
VELOCITÀ DEL VENTO	37
ALTEZZA DELLO STRATO DI RIMESCOLAMENTO	38

Introduzione

Il monitoraggio degli inquinanti nell'aria ambiente è individuato, a livello comunitario, come strumento di conoscenza e "sorveglianza" della qualità dell'aria, al fine della prevenzione dell'inquinamento atmosferico a tutela della salute umana e dell'ambiente nel suo complesso. Esso risulta indispensabile strumento conoscitivo utile all'individuazione degli interventi prioritariamente necessari per il risanamento, nonché quale mezzo per monitorare gli effetti delle azioni di miglioramento intraprese dalle amministrazioni.

Con la legge regionale 43/2000, indicante le disposizioni *"finalizzate al controllo della qualità dell'aria, per il miglioramento della qualità della vita, per la salvaguardia dell'ambiente e delle forme di vita in esso contenute sul territorio regionale"*, la Regione Piemonte ha disposto l'istituzione del *"sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria"* a cui appartengono le stazioni di monitoraggio site nel nostro territorio provinciale.

La collocazione territoriale delle stazioni di misura discende dai criteri di progettazione della rete, indicati dalle norme, finalizzati a garantire la rappresentatività dei dati rilevati in ordine alle diverse condizioni di qualità dell'aria riscontrabili sull'intero territorio monitorato.

La tabella sottostante indica la localizzazione delle stazioni e le caratteristiche del sito che rappresentano.

Comune	Tipologia stazione	Caratteristiche zona	Tipo emissioni	località	
Alba	fondo	urbana	residenziale commerciale industriale	Via Tanaro (nei pressi del mercato ortofrutticolo)	
Borgo San Dalmazzo	traffico	urbana	residenziale commerciale industriale	Via Giovanni XXIII	
Bra	traffico	urbana	residenziale industriale	Via Piumati	
Cuneo	fondo	urbana	residenziale commerciale	Piazza Il Reggimento Alpini	

Fossano	traffico	urbana	residenziale commerciale	Viale Regina Elena	
Mondovì	fondo	urbana	residenziale	Largo Marinai d'Italia	
Saliceto	fondo	rurale	residenziale	Via Monsignor G. Moizo	

Tabella 1) Rete fissa provinciale della qualità dell'aria: le centraline

Gli inquinanti atmosferici monitorati dalle stazioni di campionamento sono quelli per i quali la norma definisce dei "valori limite per la protezione della salute umana".

L'elenco sottostante indica i parametri monitorati con i relativi riferimenti normativi.

- **Biossido di zolfo** (D.M. 60/2002)
- **Monossido di carbonio** (D.M. 60/2002)
- **Biossido di azoto** (D.M. 60/2002)
- **Benzene** (D.M. 60/2002)
- **Materiale Particolato – PM₁₀** (D.M. 60/2002)
- **Piombo** (D.M. 60/2002)
- **Ozono** (D.Lgs. 183/2004)
- **Benzo(a)pirene** (D.Lgs. 152/2007 aggiornamento D.Lgs. 120/08)
- **Arsenico, Cadmio e Nichel** (D.Lgs. 152/2007 aggiornamento D.Lgs. 120/08)

Tali parametri non vengono determinati in tutte le stazioni di monitoraggio. La dotazione strumentale delle stazioni discende infatti dai criteri di progettazione della rete, che risultando attuativi dei principi normativi, sono finalizzati a conseguire informazioni sufficienti e rilevanti, ma non ridondanti, per una adeguata rappresentazione della qualità dell'aria sul territorio di osservazione.

La seguente tabella riassume la dotazione strumentale delle stazioni di monitoraggio

	Ozono O ₃	Ossidi di azoto NO _x	Monossido di carbonio CO	Biossido di zolfo SO ₂	Benzene/Toluene/Xileni BTX	Materiale particolato PM ₁₀
Alba	X	X	X	X	X	X (a)
Borgo S.Dalmazzo	-	X	X	X	-	X (a)
Bra	-	X	X	-	-	X (a)
Cuneo	X	X	X	X	X	X (a + b)
Fossano	-	X	X	-	-	-
Mondovì	-	X	X	-	-	-
Saliceto	X	X	X	X	-	X (a)

- (a) determinazione effettuata mediante tecnica gravimetrica
 (b) determinazione effettuata mediante sorgente di raggi beta

Tabella 2) Rete fissa provinciale della qualità dell'aria: inquinanti campionati (indicati con X)

La determinazione del materiale particolato, quando effettuata con tecnica gravimetrica, viene eseguita in laboratorio sui filtri campionati giornalmente in modo automatico; sugli stessi campioni di particolato analisi successive consentono la quantificazione delle concentrazioni dei metalli pesanti (piombo, nichel, arsenico e cadmio) e del benzo(a)pirene (IPA). La stazione di Cuneo è caratterizzata dalla presenza di due strumenti per la determinazione dei PM₁₀: i dati di concentrazione del particolato sono ottenuti con uno strumento automatico a sorgente beta, che permette una immediata disponibilità dell'informazione, mentre il sistema gravimetrico è utilizzato per campionare i filtri utilizzati nelle successive determinazioni analitiche.

Le misure di tutti gli altri inquinanti sono prodotte da strumentazioni a funzionamento continuo basate su principi chimico-fisici, interfacciate con sistemi di acquisizione, elaborazione e trasmissione dati.

I dati rilevati sul territorio confluiscono ad un centro informatico di raccolta, denominato Centro Operativo Provinciale (C.O.P.), avente sede presso il Dipartimento Provinciale A.R.P.A. di Cuneo, ove sono sottoposti a procedure di validazione di diverso livello. Vengono quindi inseriti in una base dati regionale dove confluiscono i risultati ottenuti da tutte le centraline fisse del Piemonte.

L'accesso al pubblico di tali informazioni è possibile sul sito internet di indirizzo: <http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa>.

In questo documento sono presentati, per ogni inquinante previsto dalla normativa della qualità dell'aria, i valori degli indicatori di riferimento ottenuti dalla rete di monitoraggio dipartimentale per l'anno 2009, confrontati con i risultati degli anni precedenti. Un capitolo di approfondimento è dedicato al confronto tra le concentrazioni di PM₁₀ riscontrate nel 2006 e nel 2009 e le principali condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato i due anni. Le sintesi dei dati del 2009 di ogni centralina della rete provinciale, prodotte dal Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria dell'Arpa Piemonte, è scaricabile dal sito dell'Agenzia <http://www.arpa.piemonte.it> nella sezione Aria, Approfondimenti.

Confronto dei valori del periodo 2002 ÷ 2009

Materiale particolato – PM₁₀

Il materiale particolato presente nell'aria viene generato da processi naturali (azione del vento sulla polvere e sul terreno, incendi boschivi...) ma è principalmente prodotto dall'attività dell'uomo (industrie e traffico veicolare - gas di scarico, usura di pneumatici e componenti meccanici, risollevarimento delle polveri depositate sulle strade).

Il particolato atmosferico è in parte di tipo primario, immesso direttamente in atmosfera, ed in parte di tipo secondario, prodotto cioè da trasformazioni chimico-fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO₂, NO_x, COVs, NH₃.

Questo inquinante risulta ubiquitario su vasta scala a causa del lungo tempo di permanenza nell'aria (da giorni a settimane) che ne consente il trasporto su grandi distanze. Questo fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. In particolare, inverni con lunghi periodi di situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, sono caratterizzati da concentrazioni di polveri atmosferiche elevate.

Il particolato atmosferico è formato da particelle di diametro compreso tra pochi millesimi e qualche centinaia di micron (µm). Il rischio sanitario legato al particolato sospeso nell'aria dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalla dimensione delle particelle. Le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Pertanto l'attenzione legislativa e scientifica per gli effetti sulla salute umana si è concentrata in particolare sulla classe PM₁₀, definita anche inalabile, che comprende le particelle di diametro inferiore a 10 µm.

Il Decreto Ministeriale 60 del 2002 impone, per la protezione della salute umana, un limite sulla concentrazione media annua pari a 40 µg/m³ ed un limite giornaliero di 50 µg/m³, da non superare più di 35 volte nell'anno civile.

Nelle pagine seguenti sono riassunti, anche in relazione ai limiti normativi, i risultati ottenuti per il PM₁₀ dalla rete provinciale nel corso dei diversi anni di monitoraggio.

Dall'analisi delle medie annuali nel tempo, a partire dall'anno di attivazione della rete al 2009, è emerso per tutti i siti un trend di diminuzione, molto marcato per le centraline di Bra, Cuneo e Borgo San Dalmazzo e limitato per le centraline di Alba e Saliceto.

Le concentrazioni medie di ogni centralina sono rappresentate anno per anno nella figura 1; si può osservare come nel 2009 le medie siano rimaste circa invariate rispetto all'anno precedente e permanga il superamento del limite annuale di 40 µg/m³ per i dati della centralina di Bra.

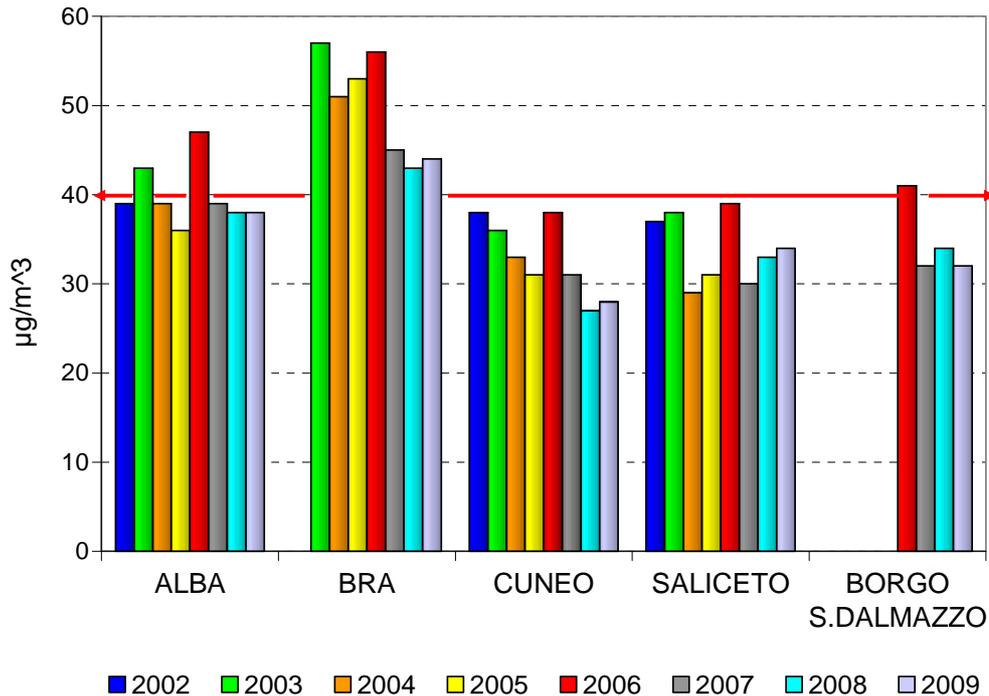


Figura 1) PM₁₀: confronto medie annue.

La banda azzurra di figura 2 rappresenta il range di valori all'interno del quale si trovano le medie annue rilevate dalle centraline e che si ritiene sia rappresentativo di tutto il territorio provinciale. Non è stato inserito il 2002, pur "valido" ai fini normativi perché con più del 75% dei dati, poiché essendo l'anno di attivazione della rete, ai fini statistici risente della mancanza dei dati relativi ai primi giorni dell'anno, generalmente caratterizzati da concentrazioni più elevate. Dalla figura si può vedere come la situazione sia effettivamente migliorata, il rispetto del limite annuale sia verificato, negli ultimi anni, nella maggior parte della provincia ed il 2006 emerge come "anomalo" rispetto agli altri.

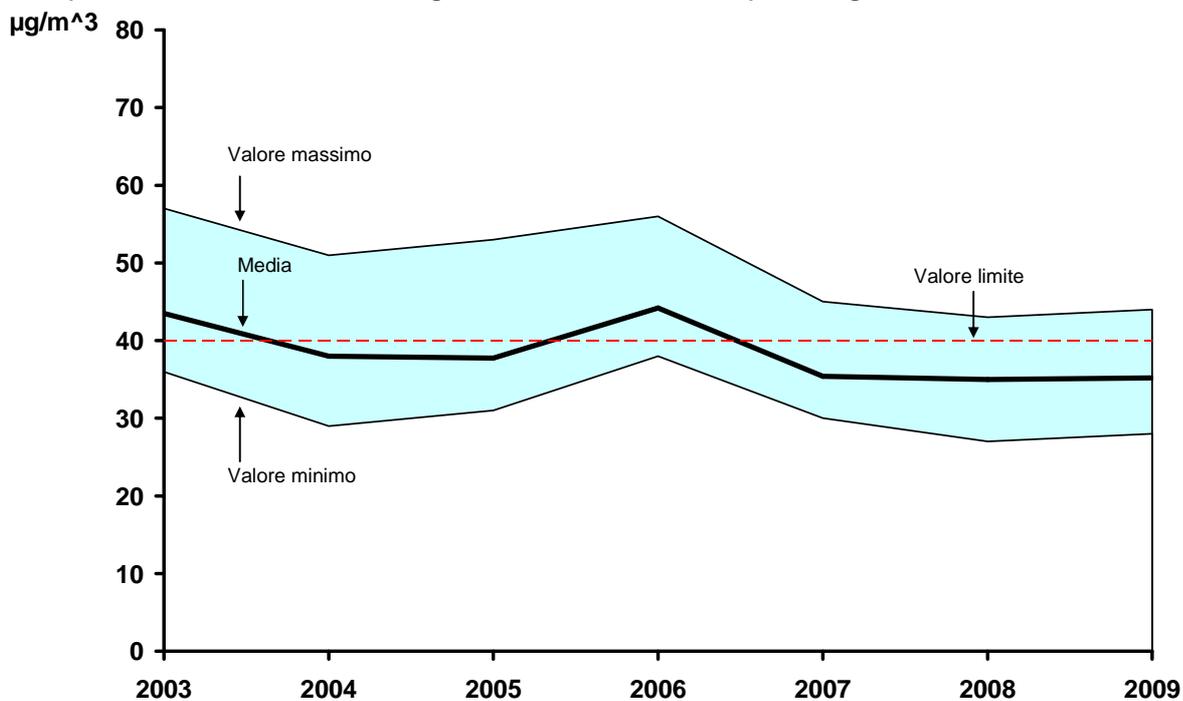


Figura 2) PM₁₀: Valore massimo, medio e minimo delle concentrazioni medie annue rilevate dalle centraline della provincia.

Prima di passare a valutare la situazione dei superamenti del limite giornaliero, ricordiamo come non vi sia corrispondenza tra i due limiti stabiliti dalla normativa per la protezione della salute umana, ovvero il limite sulle concentrazioni giornaliere sia più restrittivo rispetto a quello annuale (si veda l'approfondimento presente nella relazione dell'anno 2005). Pertanto, nonostante i miglioramenti che sono stati osservati nel rispetto del limite annuale, decisamente critica permane la situazione per il superamento del limite sulle 24 ore.

Dalla figura 3 si può osservare come complessivamente anche per il numero di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ci siano stati negli anni dei miglioramenti (ad eccezione della centralina di Saliceto che mostra un trend di leggero aumento del numero di superamenti), ma in tutta la provincia il loro numero continui ad essere superiore al massimo consentito, pari a 35 per anno civile.

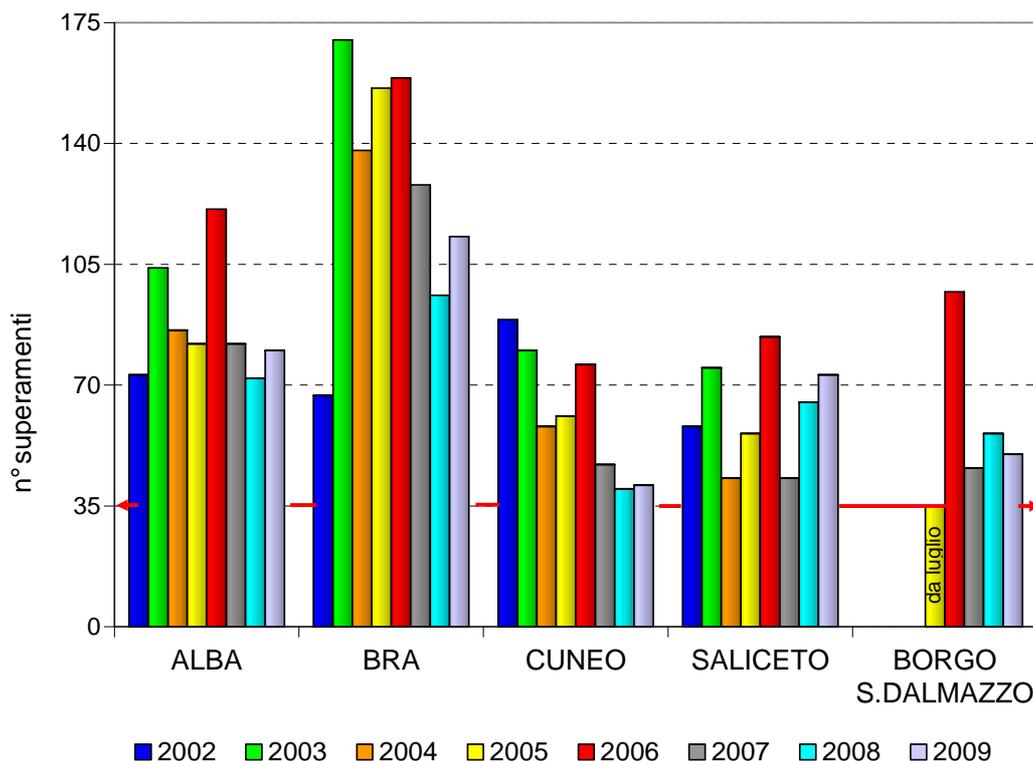


Figura 3) PM_{10} : numero di superamenti del limite giornaliero.

Affinché sia rispettato questo limite, il 36° valore giornaliero più elevato registrato nel corso di un anno civile dovrebbe essere inferiore a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nella figura 4 sono rappresentati, per ogni anno, i 36° valori misurati dalle centraline della rete provinciale. Si vede come il 36° valore più elevato si mantenga al di sopra della soglia dei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutta la provincia.

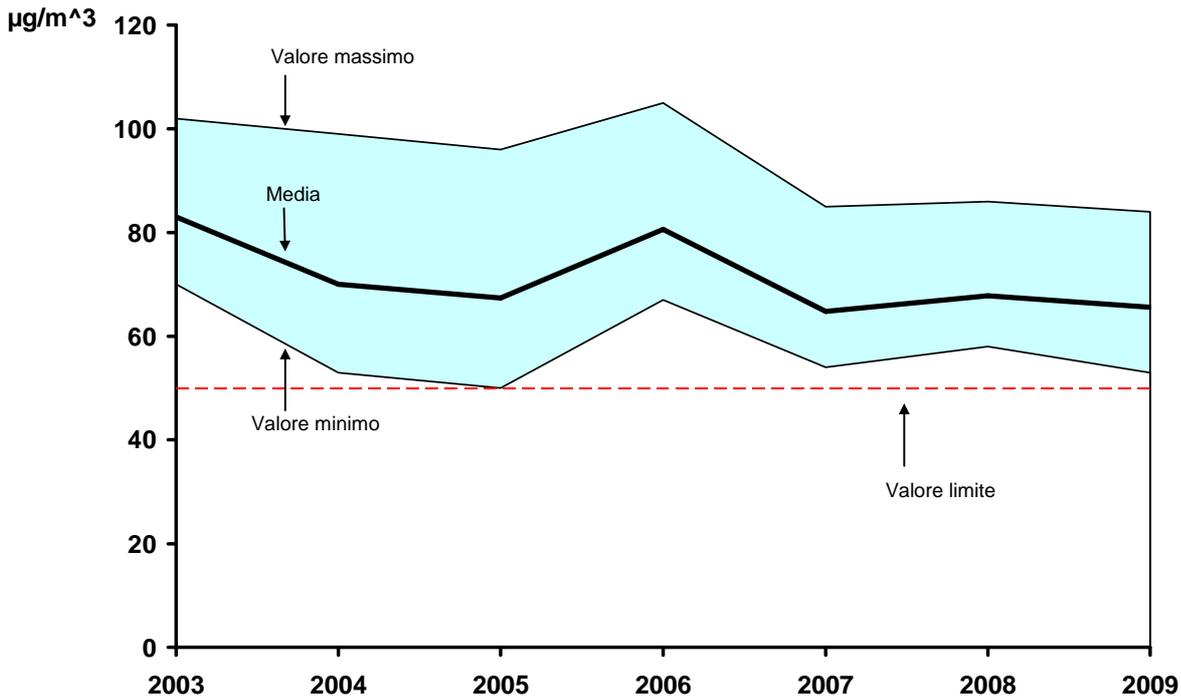


Figura 4) PM₁₀: Valore massimo, medio e minimo del 36° valore registrato dalle centraline della provincia per ogni anno.

L'inquinamento da polveri sottili, ed in particolare il mancato rispetto del limite giornaliero dei PM₁₀, purtroppo non è solo un problema locale della nostra provincia, ma comune a tutto il bacino padano. Estendendo lo sguardo all'intera regione si vede come nella maggior parte del territorio regionale si siano verificati più di 35 superamenti del limite giornaliero (indicati con la linea rossa in figura 5).

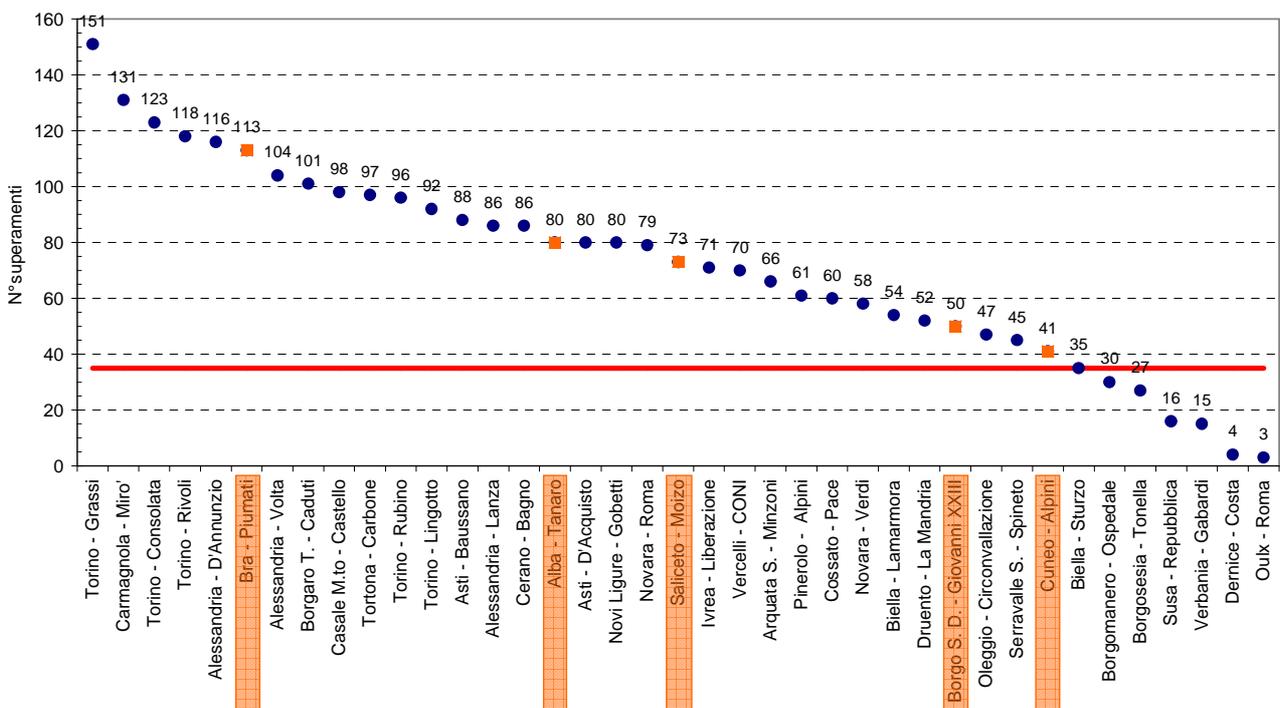


Figura 5) PM₁₀: numero di superamenti del limite giornaliero nella regione Piemonte nel 2009 in ordine decrescente (evidenziate in arancione le centraline della provincia di Cuneo).

La figura 6 rappresenta i valori delle concentrazioni medie registrate nel 2009 nelle centraline del Piemonte. Si può vedere, anche per questo parametro, come i valori delle centraline della nostra provincia siano ben distribuiti all'interno dell'intervallo definito dalla rete regionale.

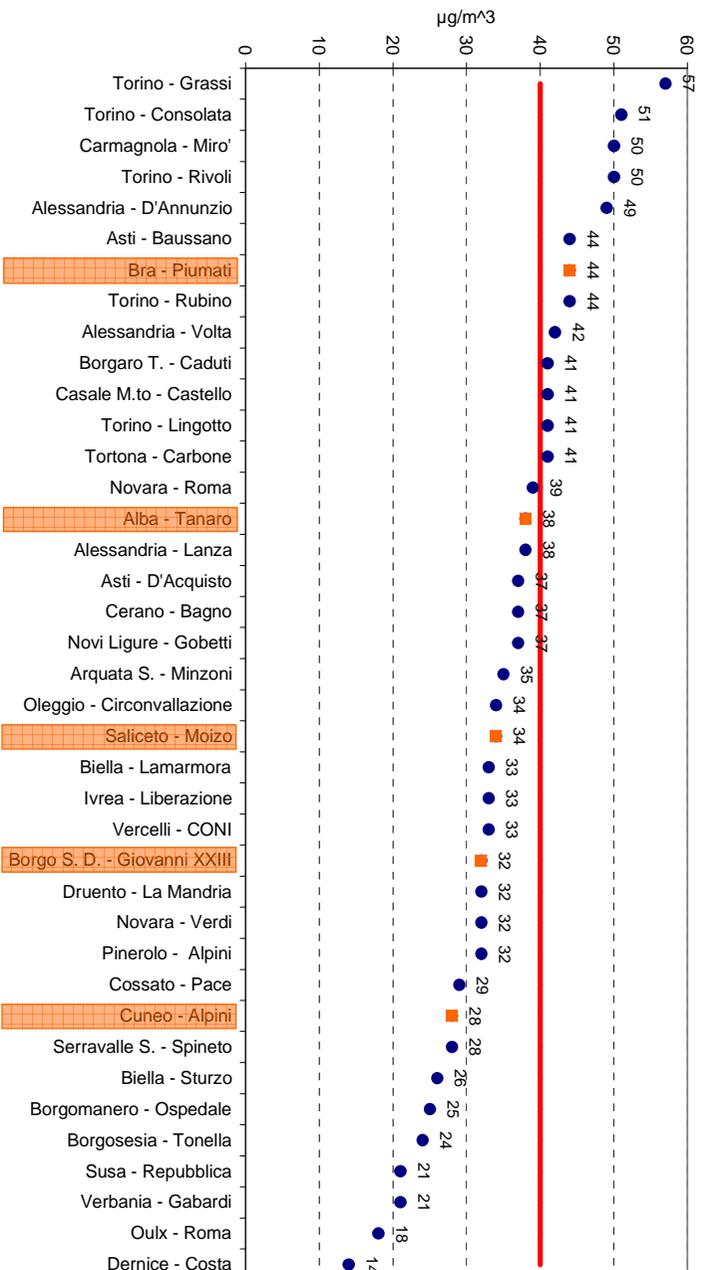


Figura 6) PM_{10} : concentrazioni medie dell'anno 2009 nelle centraline della regione in ordine decrescente (evidenziate in arancione le centraline della provincia di Cuneo).

Per valutare l'esistenza di variabilità delle concentrazioni in funzione dei giorni della settimana, sono state calcolate le "settimane tipo" di ogni centralina, suddividendo i mesi del 2009 in trimestri e mediando i dati rilevati negli stessi giorni della settimana. I risultati sono raffigurati nei grafici seguenti. Le variazioni più significative si sono verificate nei trimestri freddi, in particolare nei primi tre mesi dell'anno, per le centraline di Alba, Bra e Saliceto. Le concentrazioni dei due trimestri più caldi oltre ad essere decisamente inferiori a quelle invernali sono tra loro maggiormente sovrapponibili.

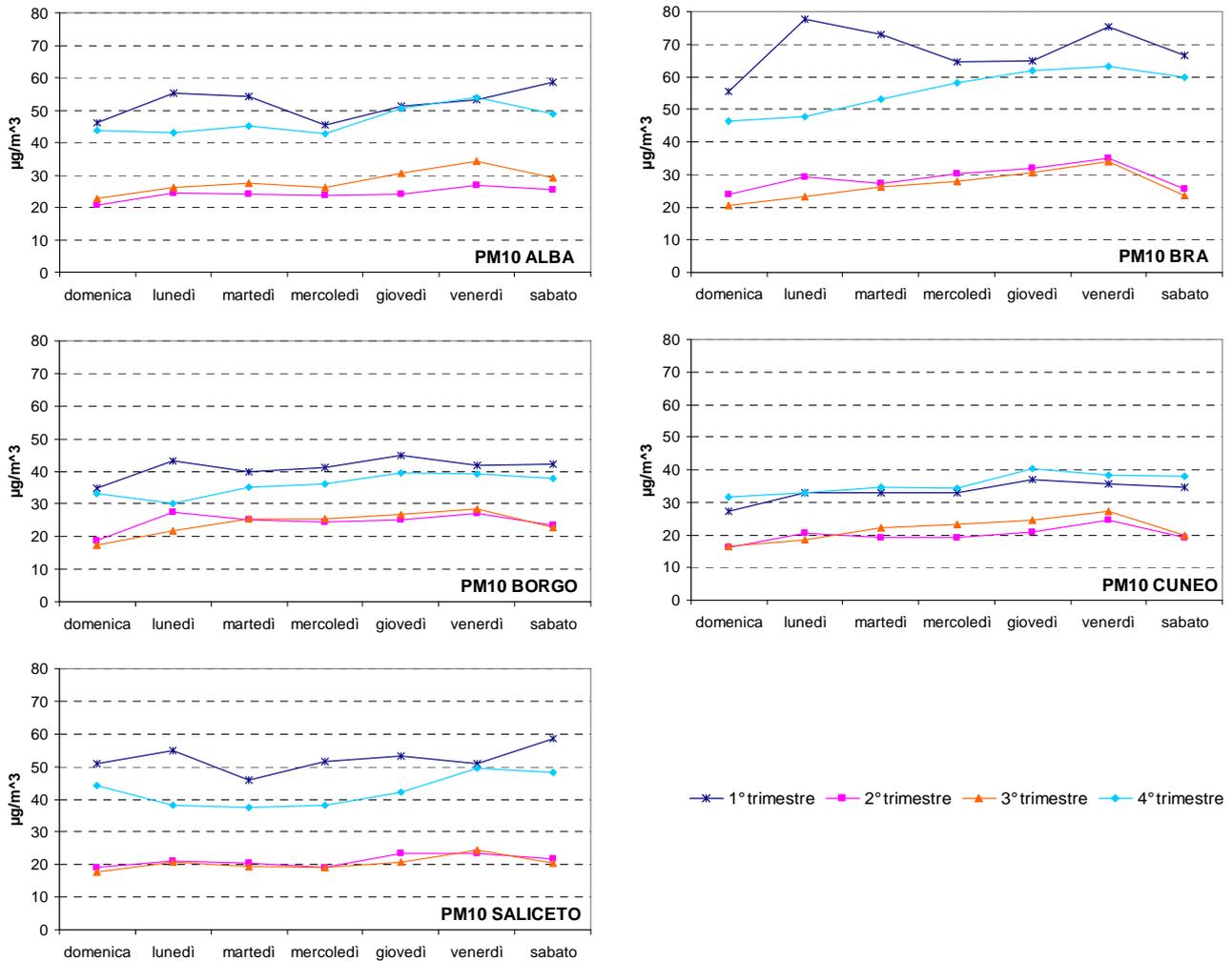


Figura 7) PM_{10} : "settimane tipo" del 2009 per ogni centralina di monitoraggio suddivise per trimestri.

Biossido di azoto – NO₂

Gli ossidi di azoto (NO, N₂O, NO₂ ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione che utilizzano l'aria come comburente, qualsiasi sia il tipo di combustibile utilizzato. Il biossido di azoto viene generato inoltre dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto.

Gli ossidi di azoto sono da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, sia perché sono per loro natura irritanti, sia perché, in presenza di forte irraggiamento solare, danno inizio ad una serie di reazioni secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti, quali l'ozono, complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico", ed in quanto sono importanti precursori del PM₁₀.

La normativa italiana per la qualità dell'aria (D.M. 60/2002) stabilisce, ai fini della protezione della salute umana, dei limiti di concentrazione che, per gli ossidi di azoto, riguardano il biossido. Sono specificati due valori di riferimento: uno relativo alla media annuale e l'altro alla media su un'ora, rispettivamente pari a 40 µg/m³ come media annua ed a 200 µg/m³ come media oraria, da non superare più di 18 volte per anno civile.

Dal confronto delle medie annue (figura 8) si osserva come mediamente negli ultimi due anni la situazione nella provincia di Cuneo sia migliorata e non si siano più verificati superamenti del limite annuale.

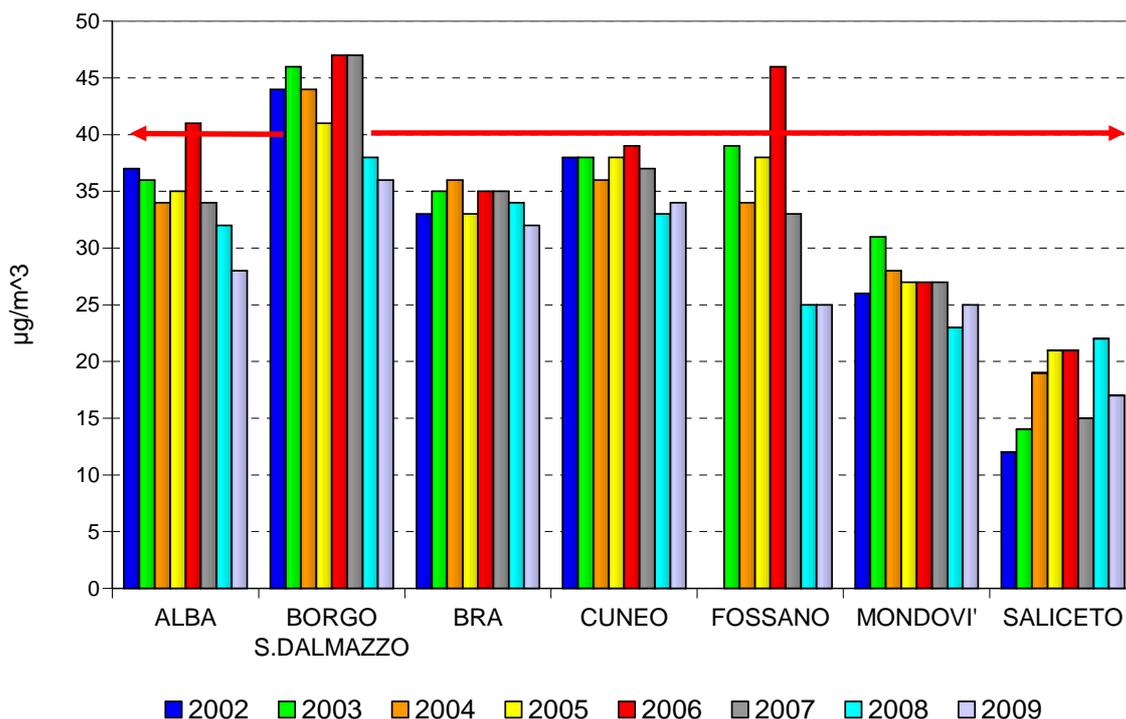


Figura 8) NO₂: concentrazione media annua

Anche per questo parametro che, insieme al PM₁₀ risulta tra i più critici del periodo invernale, è stata rappresentata, con il grafico della figura successiva, la variazione nel tempo del range di valori all'interno del quale si trovano le medie annue rilevate dalle centraline, allo scopo di illustrare in modo più immediato la concentrazione di NO₂ incidente sul territorio provinciale.

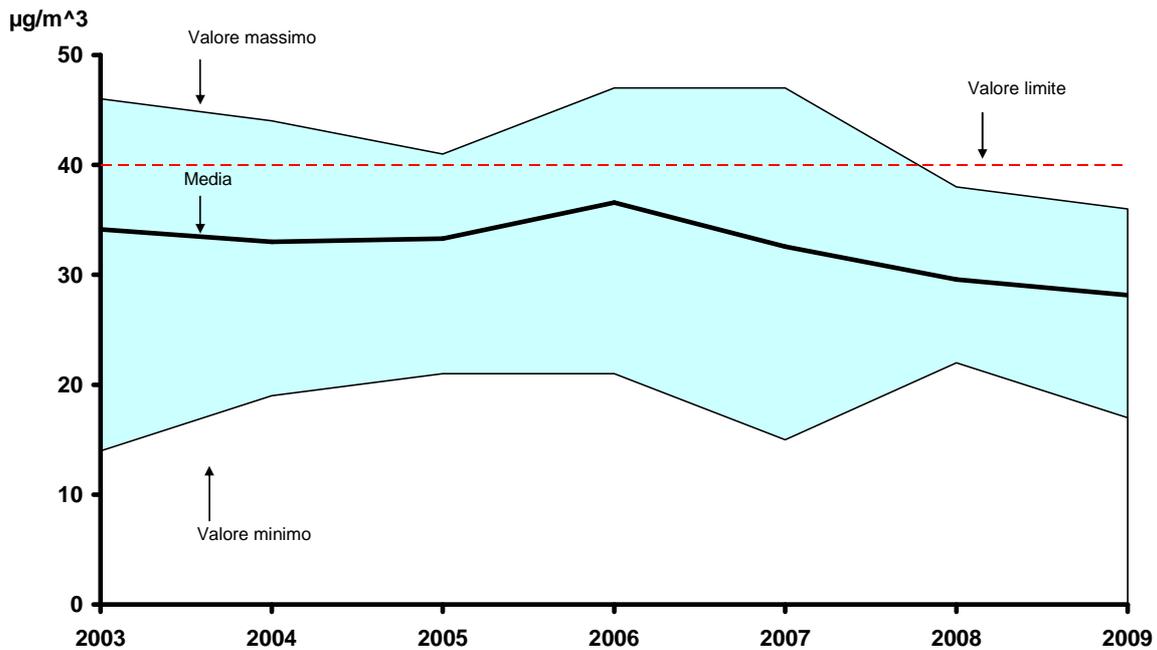


Figura 9) NO₂: Valore massimo, medio e minimo delle concentrazioni medie annue rilevate dalle centraline della provincia.

Nella figura 10 sono riportate le massime concentrazioni orarie registrate dal 2002, per le quali non si può parlare di trend poiché sono riferite a situazioni particolari e contingenti, si può comunque osservare che i valori, a parte un'anomalia di Fossano nel 2006, sono sempre rimasti inferiori al limite per tutte le centraline.

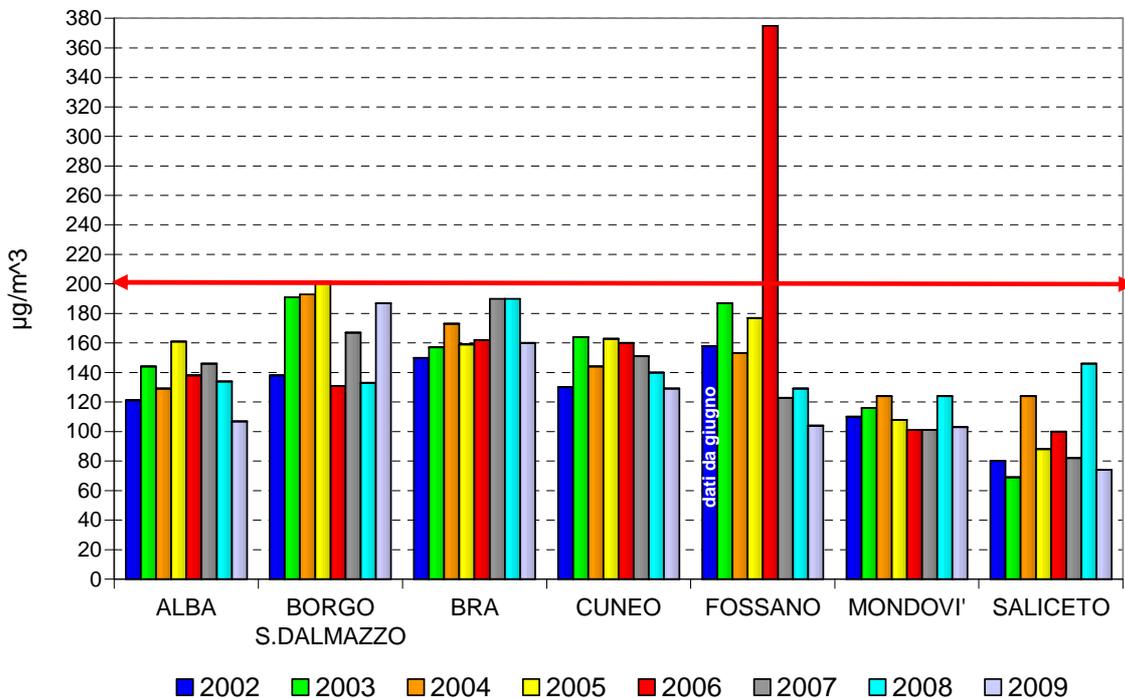


Figura 10) NO₂: massima concentrazione media oraria

Le medie mobili su 30 giorni delle concentrazioni medie giornaliere di NO₂, registrate dal 2002 ai primi mesi del 2010 dalle diverse centraline e rappresentate nel grafico di figura 11 mostrano nel 2009 un andamento comune a tutti i siti: valori massimi nei primi mesi dell'anno che diminuiscono nei mesi estivi per tornare a valori massimi nei mesi autunnali, con poche variabilità, che si ritiene possano indicare l'assenza di periodi con condizioni meteorologiche particolarmente avverse alla dispersione.

Anche l'andamento delle concentrazioni registrate presso la centralina di Borgo San Dalmazzo, che negli anni precedenti si discostava in modo evidente da quello degli altri siti, soprattutto nel periodo estivo, sembra nel 2009 più simile e prossimo nei valori, alle altre centraline. Occorre considerare che il sito di Borgo San Dalmazzo è condizionato da emissioni specifiche del comparto produttivo dell'industria estrattivo-cementiera e che, in tutto l'anno 2009, a causa della chiusura dei forni di produzione, sono mancate le emissioni di una delle due principali aziende.

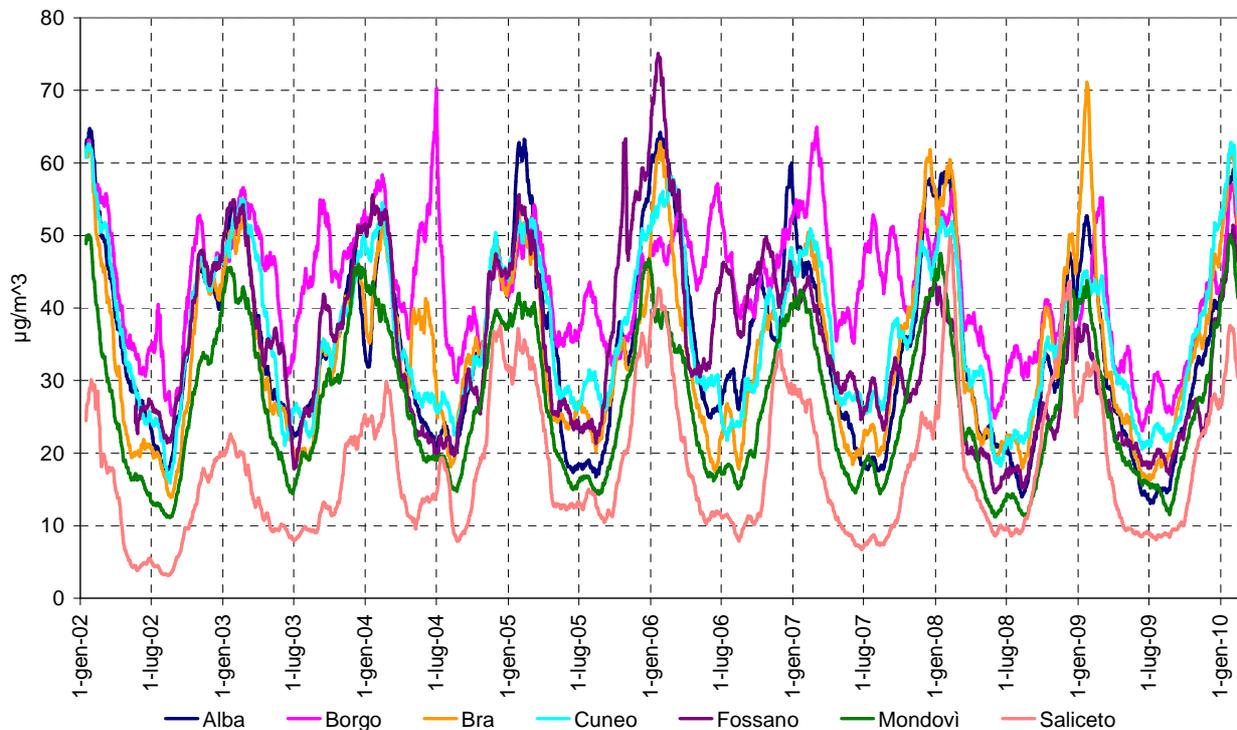


Figura 11) NO₂: medie mobili su 30 giorni delle concentrazioni giornaliere registrate nei diversi siti della provincia.

Un esempio dell'influenza che diverse tipologie di sorgenti possono avere sulle concentrazioni di NO₂ misurate dalle centraline è mostrato con i grafici delle concentrazioni medie mensili dei siti di Mondovì e Borgo San Dalmazzo. Stazione di fondo di una zona urbana con emissioni residenziali la prima e stazione di traffico di una zona urbana con emissioni residenziali, commerciali e industriali la seconda, i due siti presentano grafici molto differenti. Le concentrazioni di Mondovì sono molto simili di anno in anno, presentano andamento parabolico con minimo estivo dovuto, in particolare, alla maggiore diluizione degli inquinanti. Le concentrazioni della centralina di Borgo, oltre ad essere più elevate, non hanno andamenti così regolari, se non negli ultimi due anni in cui si evidenzia una notevole riduzione delle concentrazioni medie soprattutto nei mesi primaverili ed estivi.

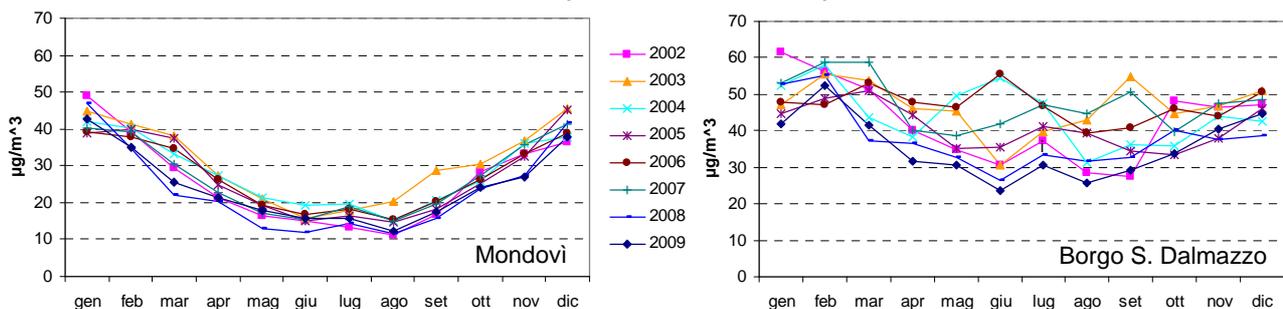


Figura 12) NO₂: medie mensili delle centraline di Mondovì e Borgo San Dalmazzo negli anni 2002-2009

Siccome i dati degli ossidi di azoto sono aggregati su base oraria, sono stati calcolati, oltre alle “settimane tipo”, anche i “giorni tipo” di ogni stazione, suddividendo i dati del 2009 in trimestri e mediando i dati rilevati alla stessa ora di ogni giorno. In tal modo è possibile individuare eventuali variazioni ricorrenti delle concentrazioni in particolari giorni della settimana ed in particolari ore del giorno.

Come già visto dalle settimane tipo delle polveri, anche per l'NO₂ le concentrazioni dei due trimestri più caldi oltre ad essere decisamente inferiori a quelle invernali sono tra loro maggiormente sovrapponibili.

Per questo inquinante, legato direttamente alle attività antropiche, gli andamenti settimanali individuano generalmente dei valori minimi nei giorni di sabato e domenica.

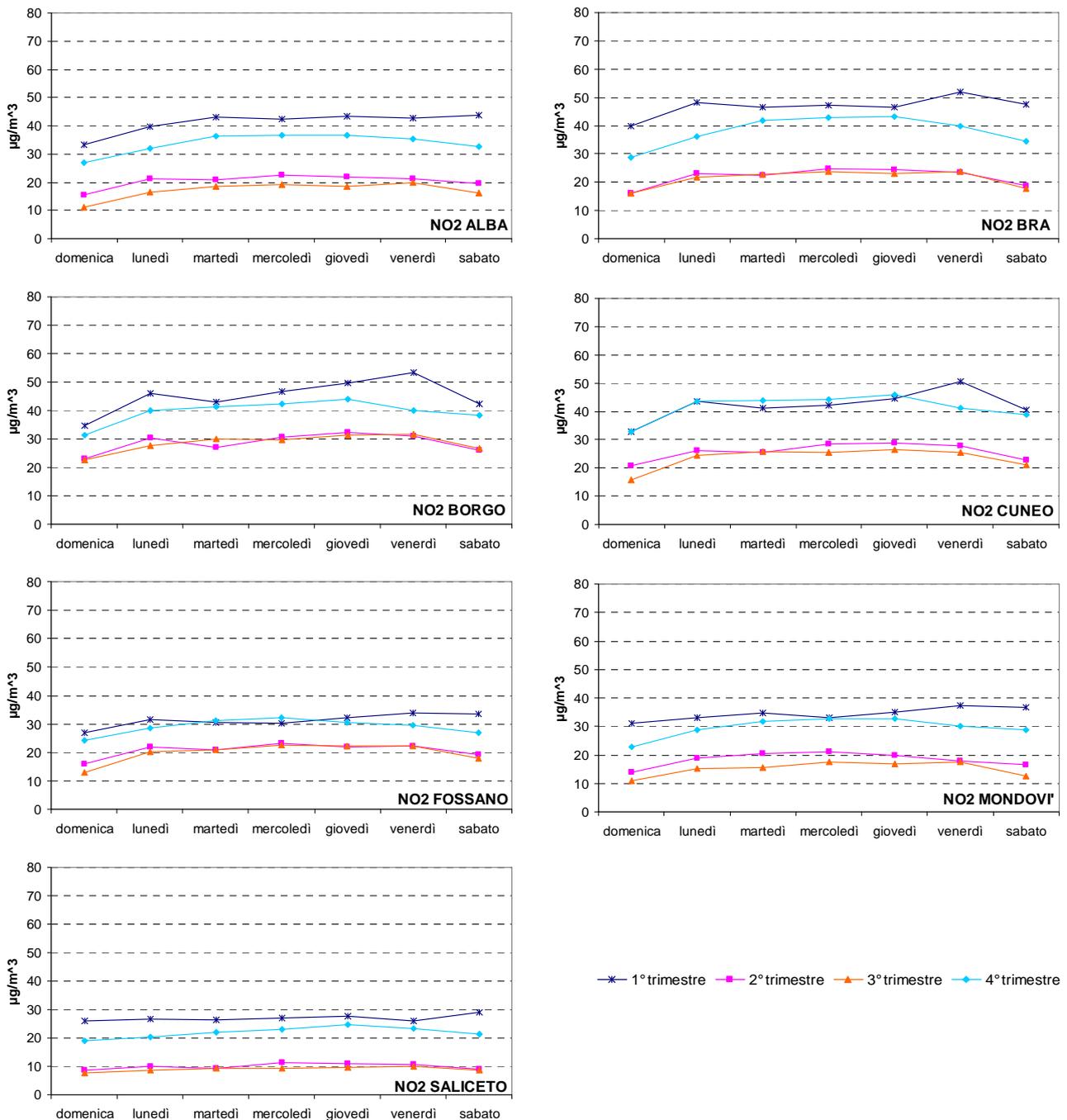


Figura 13) NO₂: “settimane tipo” del 2009 per ogni centralina di monitoraggio suddivise per trimestri.

Il dettaglio orario dei grafici dei giorni tipo (figura 14) consente di osservare picchi evidenti coincidenti con le ore di punta del traffico, concentrati generalmente intorno alle ore 8-9 del mattino e 19-20 di sera, ed in taluni casi anche intorno alle ore 12-13 (si noti che i grafici sono riferiti all'ora solare).

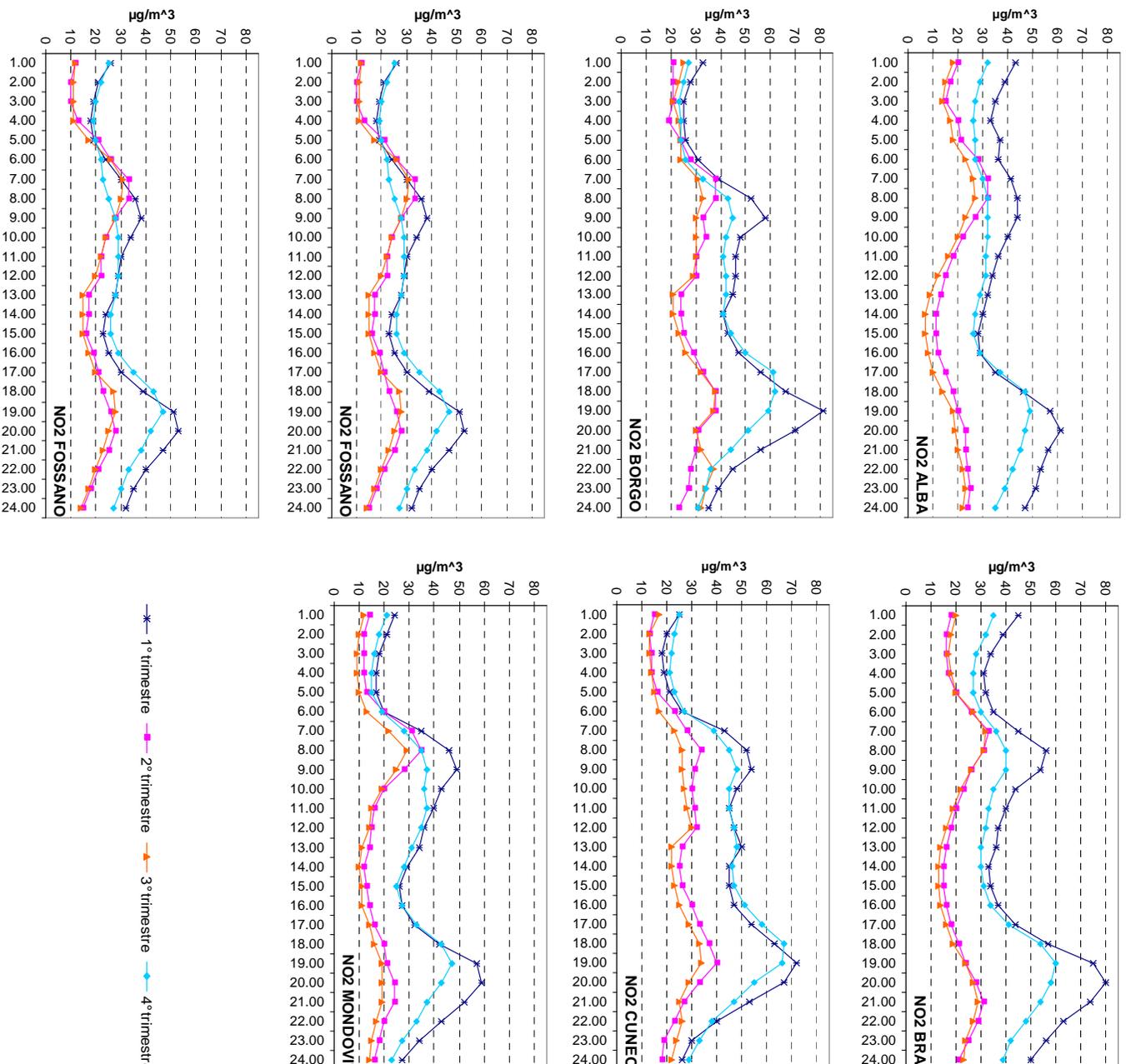


Figura 14) NO₂: “giorni tipo” del 2009 per ogni centralina di monitoraggio suddivisi per trimestri.

Ozono – O₃

L'ozono è un inquinante "secondario" prodotto, nella parte più bassa dell'atmosfera, la troposfera, da complessi processi fotochimici che coinvolgono precursori come ossidi di azoto e composti organici volatili. L'ozono è un potente agente ossidante ed è uno degli inquinanti dell'aria che maggiormente preoccupa la Comunità Europea. Le sue concentrazioni presenti in Europa sono influenzate anche dalle emissioni degli altri paesi dell'emisfero nord, pertanto, l'inquinamento da ozono non può essere considerato un problema della qualità dell'aria locale, ma una questione globale.

Le concentrazioni di questo inquinante diventano particolarmente elevate nelle zone prossime a emissioni importanti dei suoi precursori durante episodi estivi caratterizzati da condizioni meteorologiche stagnanti, quando persistono forte insolazione ed elevate temperature.

In Europa i livelli di ozono dell'estate 2009, insieme a quelli del 2008, sono stati tra i più bassi dal 1997, anno di inizio delle rilevazioni europee, sebbene la temperatura media estiva sia stata maggiore rispetto al 2008 e simile a quella misurata nell'estate del 2003, anno nel quale si sono verificati il maggior numero di superamenti dell'ultimo decennio. La ragione può essere attribuita a differenze nelle condizioni meteorologiche: il numero di giornate estive e tropicali (cioè con temperatura massima maggiore o uguale a 25/30 °C) nel 2009 è stato inferiore e non ci sono stati episodi di lunga durata con temperature eccezionalmente elevate. Al contrario, durante la prima metà dell'agosto 2003, le condizioni rimasero all'incirca invariate e caratterizzate da un lungo periodo di alta pressione sull'Europa sud-orientale, accompagnato da temperature eccezionalmente elevate, anche di notte, su gran parte dell'Europa meridionale, orientale e centrale.¹

Nella provincia di Cuneo la situazione non si discosta da quella europea, infatti nel 2009 il numero di superamenti della soglia di informazione è stato tra i più bassi tra quelli registrati da quando la rete di monitoraggio è stata attivata (6 superamenti ad Alba ed 1 a Saliceto - figura 15), nonostante la temperatura media estiva sia stata tra le maggiori del periodo (figura 16).

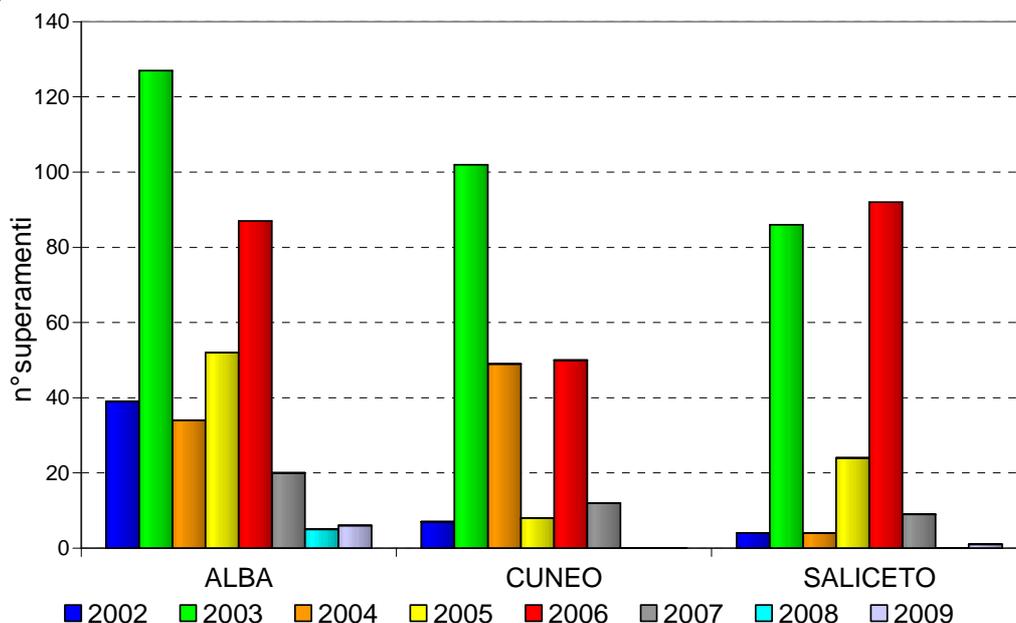


Figura 15) O₃: numero di superamenti della soglia di informazione (180 µg/m³) in provincia di Cuneo.

¹ "Air pollution by ozone across Europe during summer 2009" -EEA Technical report – N°2/2010

La figura 16 mostra chiaramente come il buon accordo tra il numero di superamenti e la temperatura media estiva, che si è osservato negli anni precedenti, non sia presente nel 2009.

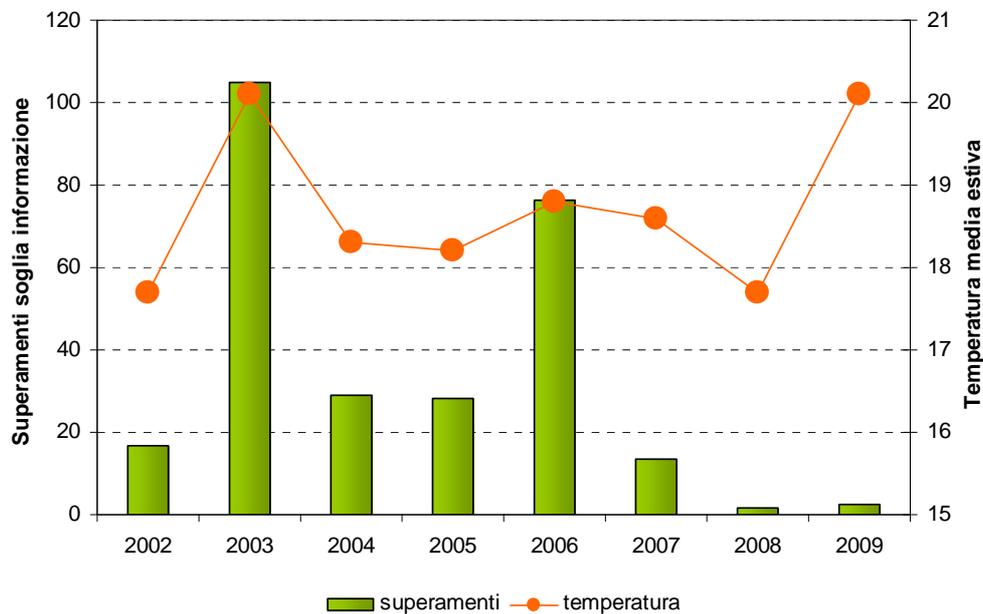


Figura 16) O₃: media dei superamenti della soglia di informazione per le tre stazioni della provincia (Alba, Cuneo, Saliceto) e temperatura media della stazione meteorologica di Fossano dei mesi estivi (aprile – settembre).

Le soglie di informazione e di allarme, stabilite dal Decreto Legislativo 183/2004 per le concentrazioni medie orarie, pari rispettivamente a 180 µg/m³ e 240 µg/m³, indicano il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata da parte di gruppi più sensibili della popolazione (informazione) e di tutta la popolazione (allarme – soglia che nella nostra provincia non è mai stata raggiunta dall’inizio dei monitoraggi). Oltre a queste soglie, il Decreto Legislativo 183/2004 stabilisce valori bersaglio per il 2010 e obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana, al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e sull’ambiente da conseguirsi entro un dato periodo di tempo. In particolare il valore bersaglio per il 2010, che fa riferimento ad una media su 8 ore massima giornaliera, è di 120 µg/m³ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni.

Nella figura seguente sono riassunti, per i diversi anni, i numeri di giorni di superamento del valore bersaglio per la protezione della salute umana. Nel 2009 il numero medio delle tre stazioni è leggermente superiore rispetto all’anno precedente (54 giorni di superamento contro i 50 del 2008), ma si mantiene decisamente contenuto in confronto al periodo 2002-2007.

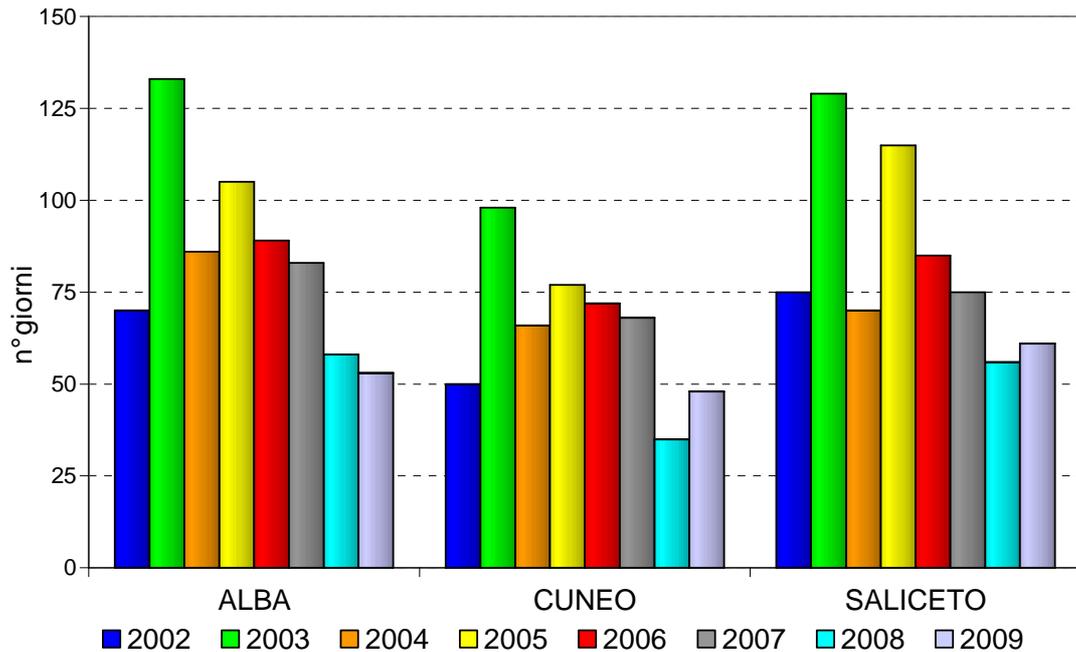


Figura 17) O₃: numero di giorni con superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (120 µg/m³ come media massima giornaliera su 8 ore)

Nonostante la notevole riduzione delle concentrazioni di ozono riscontrate nel 2008 e 2009, la media degli ultimi tre anni dei giorni di superamento del valore bersaglio per la protezione della salute umana è ancora superiore ai 25 consentiti.

Dalle figure 18 e 19, sebbene di non facile lettura a causa dell'estensione temporale, si possono osservare gli andamenti negli anni delle concentrazioni dell'inquinante in relazione alla temperatura dell'aria e alla radiazione solare.

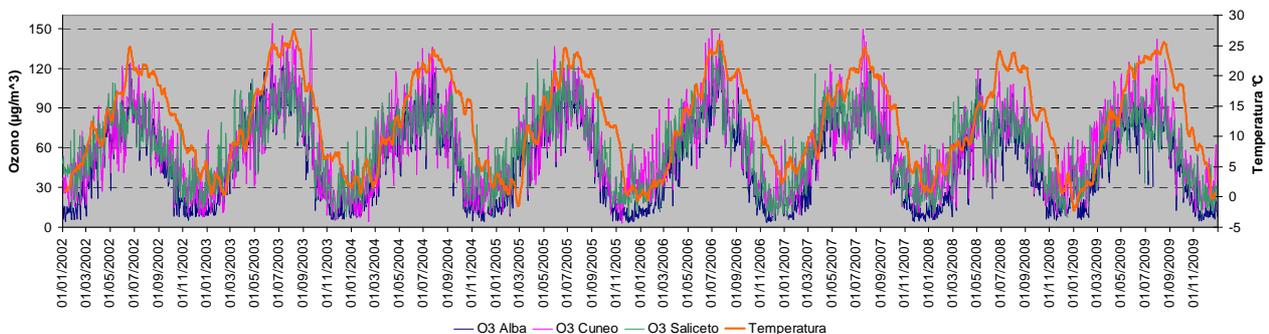


Figura 18) Concentrazioni medie giornaliere di ozono registrate a Cuneo, Alba e Saliceto dal 2002 al 2009 e media mobile su 15 giorni della temperatura.

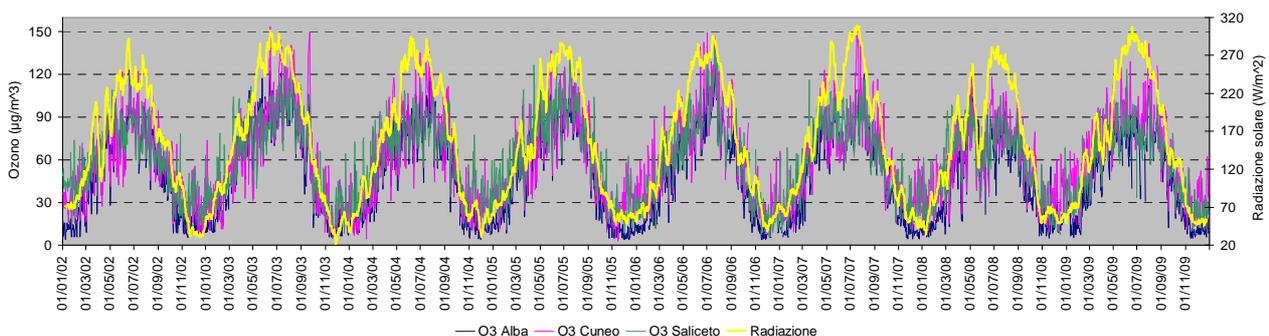


Figura 19) Concentrazioni medie giornaliere di ozono registrate a Cuneo, Alba e Saliceto dal 2002 al 2009 e media mobile su 15 giorni della radiazione solare.

Gli episodi con livelli di ozono più elevati si registrano nei periodi caldi e soleggiati caratterizzati da sistemi anticiclonici di alta pressione; nelle aree in cui prevalgono tali condizioni stagnanti si ha una limitata dispersione dei precursori dell'ozono e si instaurano le reazioni chimiche che determinano la sua formazione.

A differenza delle precedenti estati, nel 2009 non vi sono stati prolungati periodi di superamento dei limiti. L'estate 2009 è stata infatti caratterizzata da brevi episodi di ozono durati fra due ed i cinque giorni. Uno degli episodi di inquinamento da ozono più rilevante dell'estate 2009 si è verificato in Europa nel periodo compreso tra il 28 luglio e il 1 agosto.

Nelle pagine seguenti sono riportate per le giornate del 29 e 30 luglio 2009, una mappa con le concentrazioni massime orarie di ozono in Europa², una con i campi di pressione e temperatura al suolo³ e una terza con le concentrazioni massime orarie di ozono registrate in Piemonte, insieme alla situazione meteorologica nella Regione Piemonte estratta dai bollettini di analisi delle giornate in analisi.

Si può osservare, a livello europeo, la corrispondenza tra le aree con elevata concentrazione di ozono e le zone con temperature e pressione più alte e, a livello regionale, l'accordo con la situazione europea. Sebbene le due giornate facciano parte dell'episodio più importante di inquinamento da ozono dello scorso anno, i superamenti registrati riguardano essenzialmente la soglia di informazione (si noti che nel 2009 in Piemonte sono stati registrati superamenti della soglia di allarme di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ solamente presso la stazione di Pieve Vergonte, nella provincia del Verbano Cusio Ossola, nei mesi di maggio e giugno). Si osserva, dalla mappa regionale di figura 20, come nella giornata del 29 luglio i superamenti interessino anche la nostra provincia, nei siti di Alba e Saliceto. In particolare l'unico superamento della soglia di informazione che si è verificato nel 2009 a Saliceto è proprio quello del 29 luglio, mentre ad Alba oltre al superamento registrato in questa giornata ne sono stati registrati 5 il 31 luglio, sempre nell'ambito dello stesso episodio di inquinamento da ozono.

² "Air pollution by ozone across Europe during summer 2009" -EEA Technical report – N°2/2010

³ Fonte: <http://www.eurad.uni-koeln.de/>

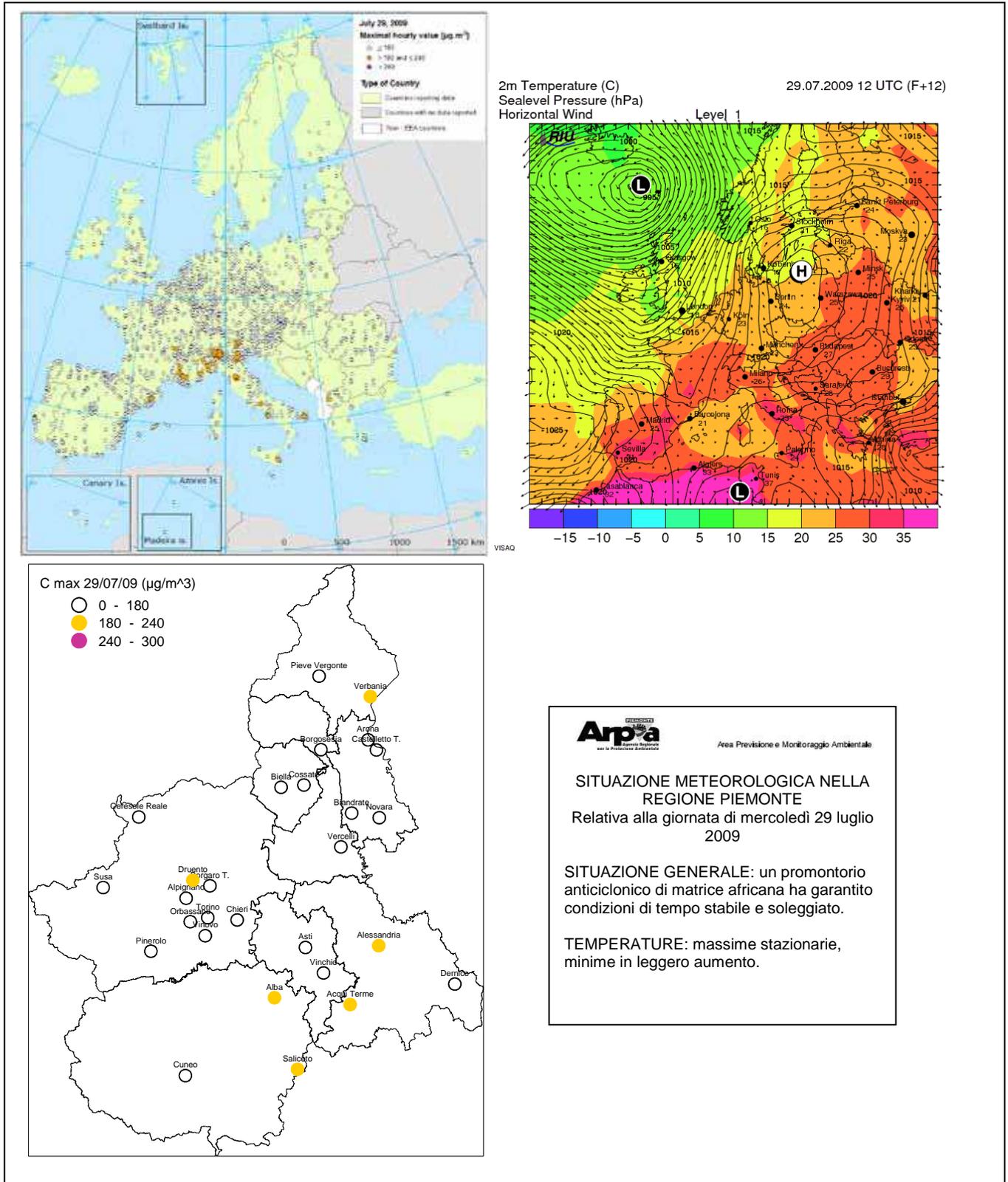


Figura 20) 29 luglio 2009:
 - Concentrazioni massime orarie di ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Europa (in alto a sinistra). Fonte: European Environment Agency - Technical report - N2/2010
 - Carta al suolo di pressione, temperature, vento (in alto a destra). Fonte: Rhenish Insitute for Environmental Research at the University of Cologne
 - Concentrazioni massime orarie di ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Piemonte (in basso a sinistra)
 - Estratto dal bollettino di analisi per la Regione Piemonte (in basso a destra) dell'Arpa Piemonte

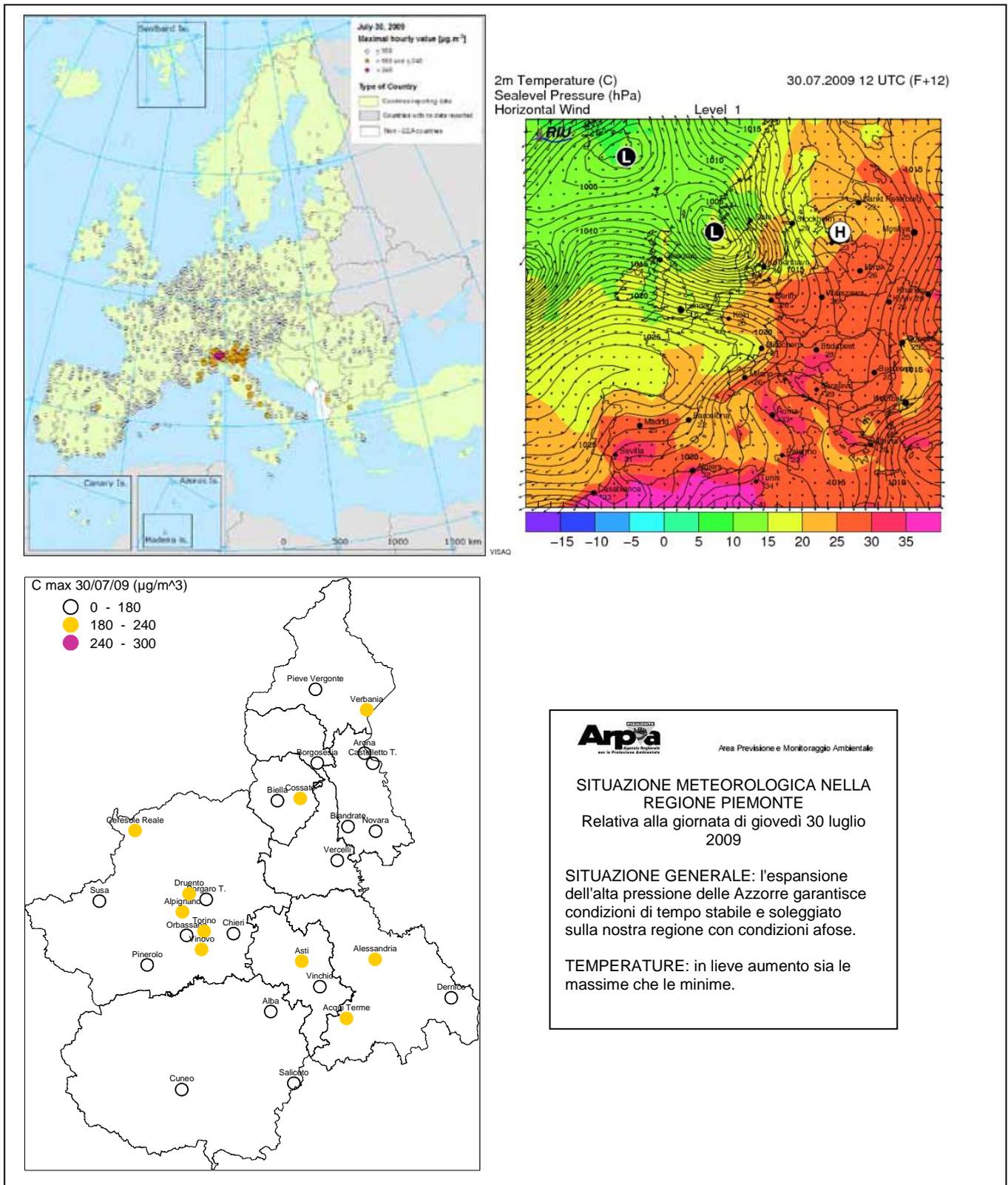


Figura 21) 30 luglio 2009:
 - Concentrazioni massime orarie di ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Europa (in alto a sinistra). Fonte: European Environment Agency - Technical report - N2/2010
 - Carta al suolo di pressione, temperature, vento (in alto a destra). Fonte: Rhenish Insitute for Environmental Research at the University of Cologne
 - Concentrazioni massime orarie di ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Piemonte (in basso a sinistra)
 - Estratto dal bollettino di analisi per la Regione Piemonte (in basso a destra) dell'Arpa Piemonte

Biossido di zolfo – SO₂

Il biossido di zolfo fino agli ultimi decenni del novecento era ritenuto, nei paesi occidentali, il principale inquinante atmosferico; con il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili dovuto al minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffineria, ed il sempre più diffuso uso del gas metano, è diminuita sensibilmente la presenza di SO₂ nell'aria.

Nella nostra provincia, nonostante il miglioramento complessivo, permanevano, ancora nel 2004, emissioni puntuali non completamente controllate.

Attualmente anche questa situazione locale si può considerare risolta infatti, oltre a rispettare ampiamente i limiti previsti dalla normativa, i valori riscontrati nel 2009 dalla centralina di Borgo San Dalmazzo non presentano differenze sostanziali da quelli delle altre centraline della provincia⁴. Anche per questo inquinante è necessario considerare che le locali emissioni dell'industria estrattivo-cementiera, già ridotte negli ultimi anni grazie a innovazioni impiantistiche, nel 2009, a causa della chiusura dei forni di produzione di una delle due principali aziende, si sono ulteriormente contratte.

Il D.M. 60/2002 prevede per il biossido di zolfo due classi di limiti per la protezione della salute umana: uno, relativo alla media oraria, pari a 350 µg/m³ da non superare più di 24 volte per anno civile e l'altro, per la media giornaliera, di 125 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile. I confronti dei valori della massime concentrazioni medie orarie e giornaliere, registrate nella nostra provincia per ogni anno di monitoraggio, e questi limiti normativi sono rappresentati nei due grafici seguenti.

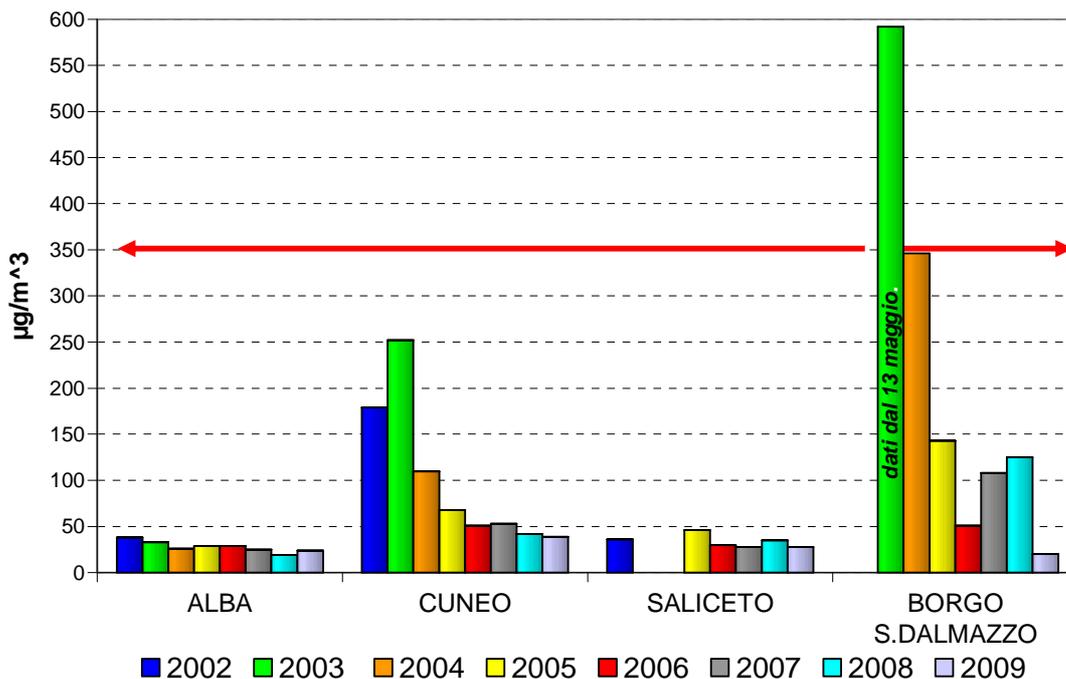


Figura 22) SO₂: valori della massima concentrazione media oraria di ogni anno di monitoraggio.

⁴ Nel 2009 lo strumento di misura dell'SO₂ di Borgo San Dalmazzo, per problemi tecnici, non ha funzionato nei mesi di gennaio e febbraio. Si ritiene tuttavia che i dati validi siano significativi e le massime concentrazioni orarie e giornaliere confrontabili con quelli delle altre centraline dove si è visto che i valori massimi sono stati registrati nella seconda metà dell'anno.

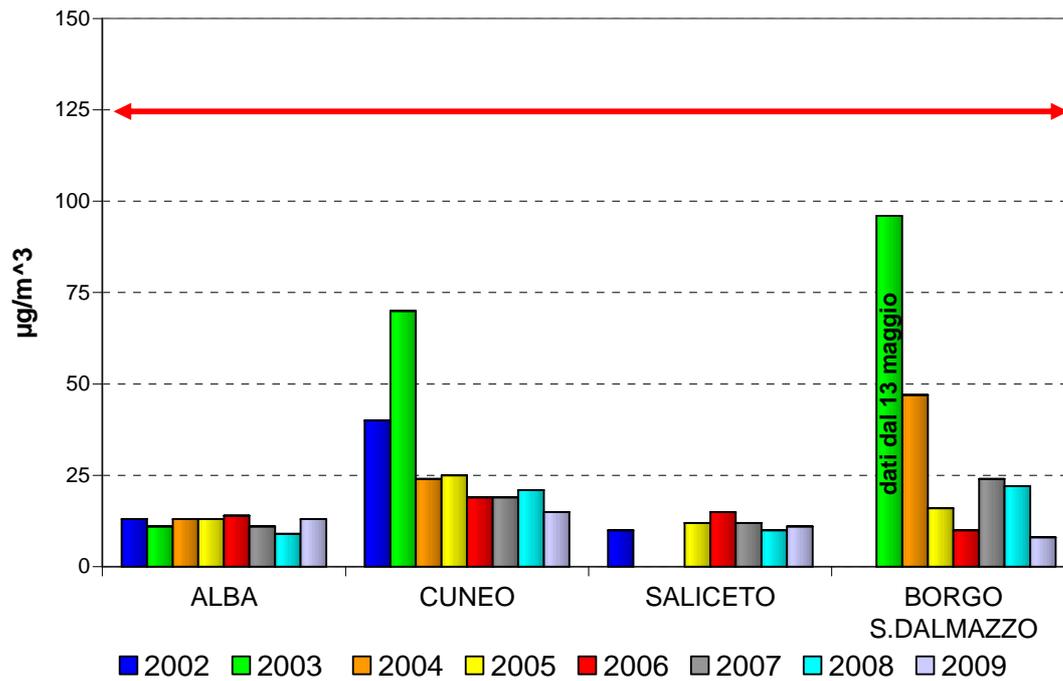


Figura 23) SO₂: valori della massima concentrazione media giornaliera di ogni anno di monitoraggio.

Benzene

Il benzene è una sostanza che viene ampiamente utilizzata come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta impiegati per produrre plastiche, resine, detersivi, pesticidi, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina: stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene. Nelle benzine infatti, insieme ad altri composti aromatici, il benzene è un additivo che serve a conferire proprietà antidetonanti e per aumentarne il "numero di ottano" in sostituzione dei composti del piombo.

L'introduzione, dal luglio 1998, del limite dell'1% del tenore massimo di benzene nelle benzine, insieme all'aumento dei veicoli catalizzati, hanno determinato una notevole riduzione dei livelli in atmosfera di questo inquinante, che in provincia di Torino si sono stabilizzati su valori poco superiori a $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In provincia di Cuneo il benzene è monitorato nelle centraline delle due città più densamente abitate: Alba e Cuneo. Il grafico 24 raffigura i valori medi delle due centraline per i diversi anni di monitoraggio. Le due centraline sono localizzate in prossimità e di arterie stradali urbane e di postazioni di parcheggio autoveicoli; ad Alba inoltre non lontano è localizzato un distributore di carburanti e storicamente, ancora ad Alba, sono stati registrati valori anomali di altri idrocarburi aromatici di derivazione industriale (solventi per inchiostri). Ciò può giustificare un andamento che nel tempo presenta oscillazioni altrimenti non giustificabili.

In definitiva, sebbene i valori degli ultimi quattro anni siano superiori ai precedenti, si può ragionevolmente sostenere che tali variazioni non siano particolarmente significative in quanto il limite annuale per la protezione della salute umana di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, stabilito dal D.M. 60/2002, si mantiene ampiamente rispettato nella nostra provincia.

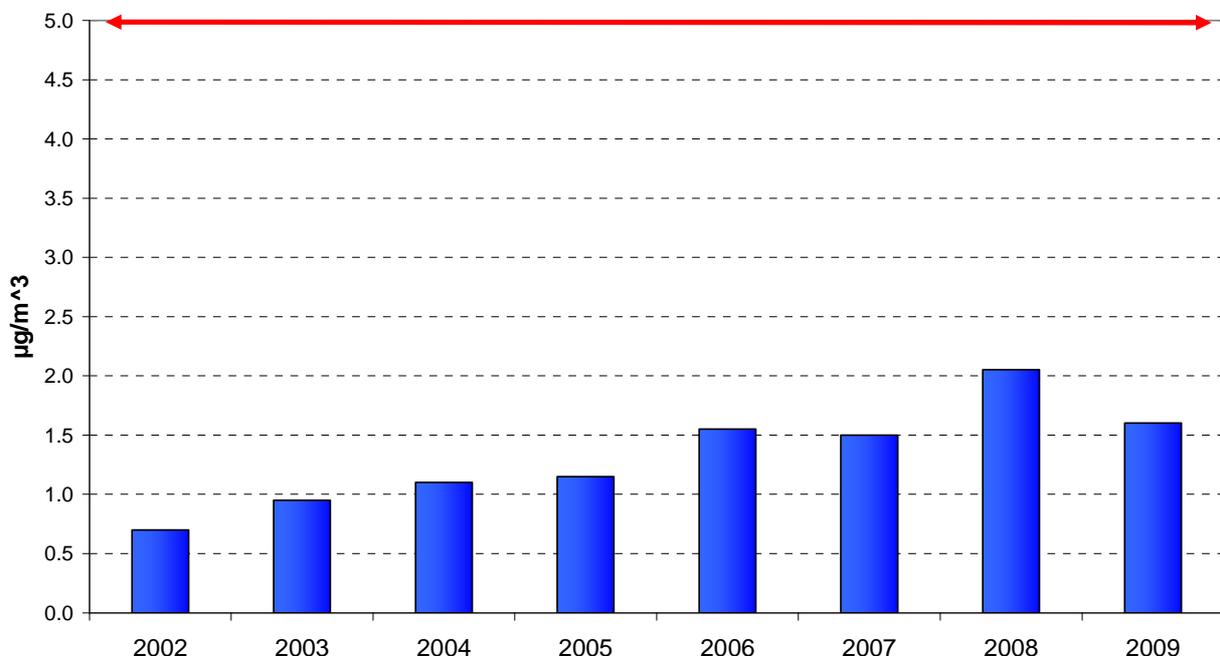


Figura 24) Benzene: media delle concentrazioni medie annuali di Cuneo e Alba.

Monossido di carbonio – CO

Il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera, l'unico la cui concentrazione venga espressa in milligrammi al metro cubo (mg/m^3). Viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. La principale sorgente di CO è rappresentata dal traffico veicolare, in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo, ed in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato. Altre fonti di emissione sono le centrali termoelettriche, gli impianti di riscaldamento, gli inceneritori e alcune attività industriali (impianti siderurgici e raffinerie).

Il D.M. 60/2002 prevede per il monossido di carbonio un valore limite per la protezione della salute umana di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ da confrontarsi con la media massima giornaliera su 8 ore.

Nel grafico di figura 25 sono rappresentate le medie dei valori massimi raggiunti da questo indicatore in tutti i siti di monitoraggio della provincia confrontate con il limite normativo (in rosso). Trascorrendo il dato del 2002, in quanto, pur non essendo anomalo come valore, non contiene l'informazione dell'intero anno, si osserva come i valori, molto al di sotto del limite sin dall'inizio, siano andati diminuendo e si siano assestati negli ultimi tre anni a poco più di $2 \text{ mg}/\text{m}^3$.

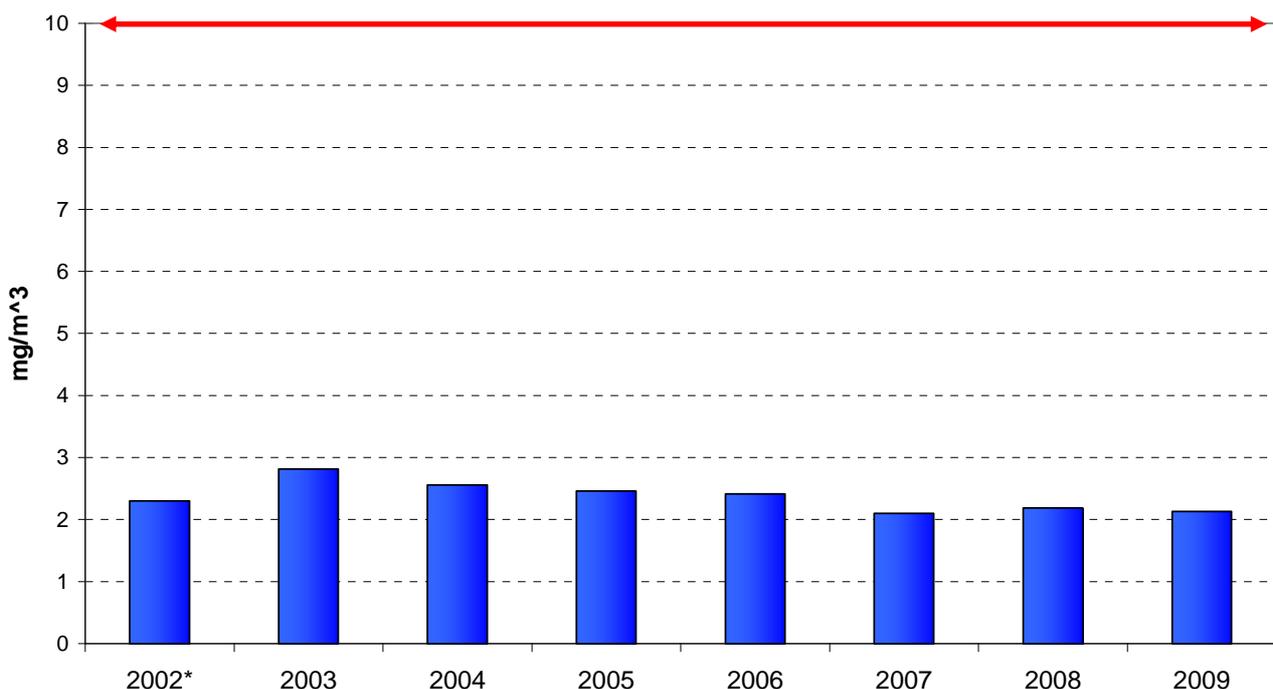


Figura 25) CO: media delle concentrazioni medie massime su 8 ore delle centraline della provincia (*anno non completo di dati).

Considerando anche l'evoluzione delle concentrazioni medie annue di monossido di carbonio registrate a Torino dal 1980 al 2008⁵, che mostrano una riduzione da valori prossimi a $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ a valori di circa $1 \text{ mg}/\text{m}^3$, si può sostenere che il monossido di carbonio in atmosfera non sia più una criticità ambientale per il nostro territorio.

⁵ Uno sguardo all'aria – 2008 - Provincia di Torino, Arpa Piemonte

I metalli pesanti : Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel

I metalli pesanti sono costituenti naturali della crosta terrestre e molti di essi, in determinate forme e a concentrazioni opportune, sono essenziali alla vita. A renderli pericolosi è la loro tendenza ad accumularsi in alcuni tessuti degli esseri viventi provocando effetti negativi sulla salute umana e sull'ambiente in generale.

I metalli pesanti rappresentano un gruppo di inquinanti particolarmente diffuso nella biosfera, legato sia a fenomeni naturali (eruzioni vulcaniche, fenomeni di erosione) sia all'attività antropica; nell'atmosfera le sorgenti antropiche di questi inquinanti sono rappresentate principalmente dalle combustioni e dai processi industriali.

In atmosfera sono rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo disperso pertanto la loro determinazione avviene sulla frazione di materiale particolato PM₁₀ campionata.

La scelta normativa di monitorare il piombo, il cadmio, il nichel e l'arsenico discende dall'evidente rilevanza che questi metalli manifestano sotto il profilo tossicologico.

Il **Piombo** è un metallo presente in natura sia in forma inorganica che organica.

Negli ultimi decenni, le concentrazioni di piombo nelle aree industriali e nelle zone di grande traffico sono significativamente diminuite grazie all'eliminazione del piombo tetraetile (antidetonante) dalle benzine, al miglioramento delle emissioni industriali e al miglioramento dei sistemi di raccolta e riciclaggio delle batterie per autoveicoli. Il piombo trova comunque ancora largo utilizzo in medicina, nell'industria siderurgica e in quella delle vernici speciali.

Il piombo interferisce con numerosi sistemi enzimatici provocando un ampio spettro di effetti tossici.

La normativa disciplina da tempo questo parametro, definendone il valore limite annuale per la protezione della salute, pari a 0.5 µg/m³ (D.M 02/04/2002 n°60)

Il grafico di figura 26, dove sono raffigurate le concentrazioni degli anni con percentuale di dati validi superiore all'80%, mostra come le medie annuali del piombo si mantengano ampiamente sotto i limiti normativi.

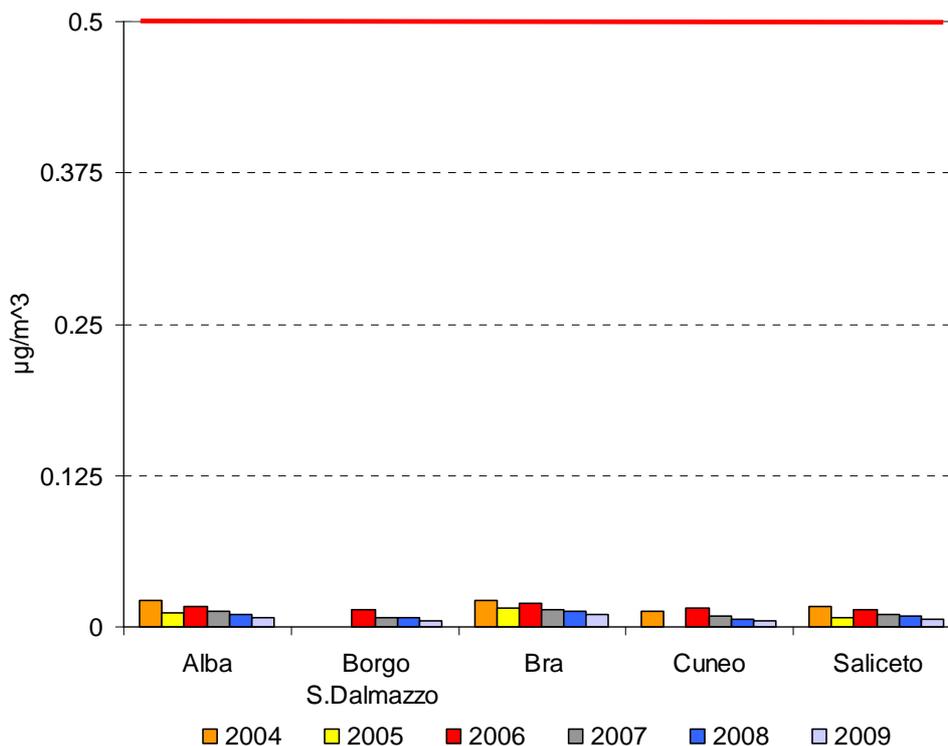


Figura 26) Piombo: medie annuali

L'**Arsenico** è un metallo che ha come sorgenti naturali l'attività vulcanica e gli incendi boschivi mentre il contributo antropico è rappresentato da prodotti per il trattamento del legno, dalla combustione di carbone e di lignite di bassa qualità, dai processi di fusione dei metalli nonché, in misura minore, dal fumo di sigaretta.

Il **Cadmio** in natura è molto raro e presente, in genere, insieme allo zinco. La sua principale sorgente naturale è costituita dalle eruzioni vulcaniche.

La fusione e il raffinamento dei metalli non ferrosi rappresenta la principale fonte antropica di questo inquinante, che è prodotto inoltre nelle attività di incenerimento dei rifiuti urbani e nelle combustione di combustibili fossili. Negli ultimi anni questo metallo trova un impiego crescente nella fabbricazione di batterie ricaricabili negli accumulatori, nonché nell'industria elettronica e aerospaziale.

Il **Nichel** è un metallo molto utilizzato nell'industria dell'acciaio e nella preparazione di leghe. Trova largo utilizzo per il rivestimento di altri metalli e per la fabbricazione di parti di dispositivi elettronici, nonché nella produzione di elettrodomestici. E' molto diffuso il suo impiego nell'industria chimica, aerospaziale e numismatica. Come il cadmio è utilizzato nella produzione di batterie ricaricabili e nell'aria ambiente la presenza di questo inquinante deriva dall'incenerimento dei rifiuti urbani e dal fumo di sigaretta.

Le stime indicano che, essendo la concentrazione in aria ambiente di circa 5-40 ng/m³, in media si inalano da 0.1 a 0.8 µg/giorno di nichel. La quantità di nichel liberata in ambiente dal fumo di una sigaretta è pari a 0.04 -0.58 µg e fumare 40 sigarette al giorno può condurre ad una inalazione di 2-23 µg di nichel⁶.

La normativa di riferimento, il D.Lgs. 152/07 aggiornato con il D.Lgs. 120/08, fissa per questi tre metalli pesanti dei valori obiettivo che dovranno essere rispettati a partire dal 31 dicembre 2012.

parametro	Valore obiettivo	Periodo di mediazione
Arsenico	6.0 ng/m ³	Anno civile
Cadmio	5.0 ng/m ³	Anno civile
Nichel	20.0 ng/m ³	Anno civile

Le figure successive mostrano i valori di concentrazione registrati nell'anno 2009.

⁶ Uno sguardo all'aria – 2008 - Provincia di Torino, Arpa Piemonte

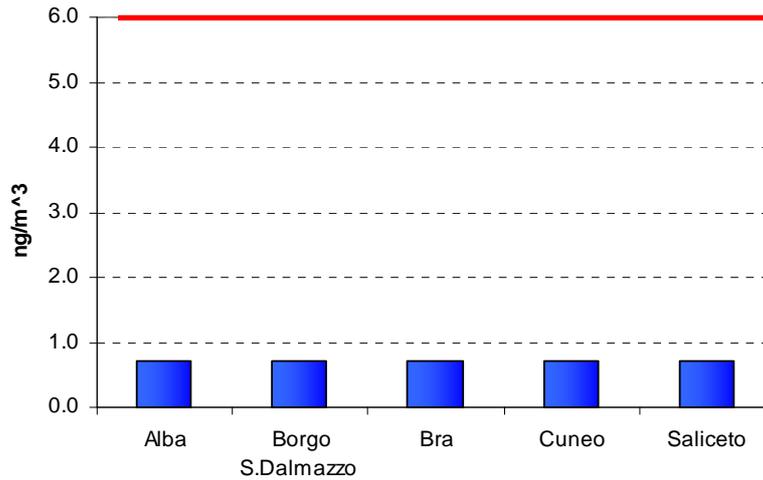


Figura 27) Arsenico: media annuale.

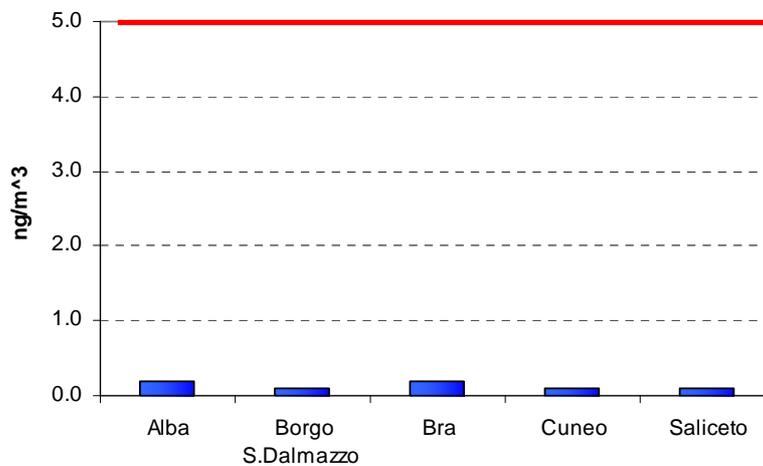


Figura 28) Cadmio: media annuale.

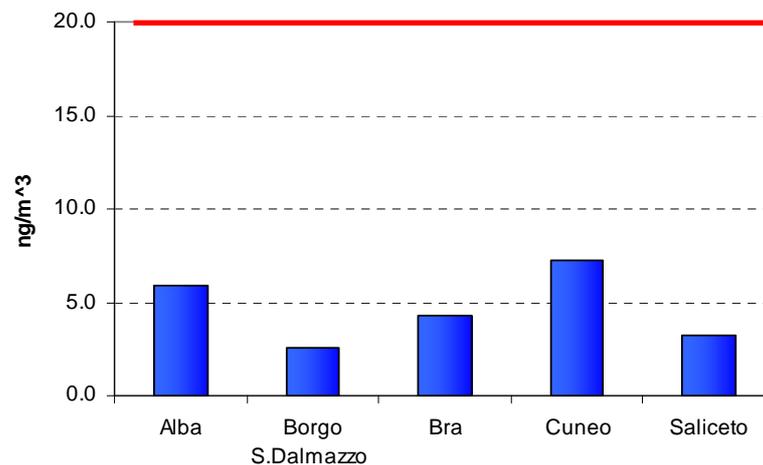


Figura 29) Nichel: media annuale.

I grafici evidenziano, come per gli anni precedenti, la presenza di concentrazioni significativamente inferiori ai valori obiettivo indicati dalla normativa. Nel complesso le concentrazioni di metalli pesanti nel particolato aereo disperso non evidenziano condizioni di criticità.

Benzo(a)pirene

Il benzo(a)pirene - B(a)P- è stato scelto come marker per il rischio cancerogeno degli IPA nell'aria ambiente. Il termine IPA è l'acronimo di Idrocarburi Policiclici Aromatici, una classe numerosa di composti organici tutti caratterizzati strutturalmente dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati fra loro. Gli IPA costituiti da tre a cinque anelli possono essere presenti sia come gas che come particolato, mentre quelli caratterizzati da cinque o più anelli tendono a presentarsi per lo più in forma solida.

Queste sostanze possono avere sorgenti naturali, come eruzioni vulcaniche ed incendi boschivi, ma in quantità significative gli IPA si formano in tutti i processi che vedono una combustione incompleta dei materiali a base di carbonio come ad esempio carbone, petrolio e legno. Anche l'utilizzo dei vari carburanti produce una notevole quantità di queste sostanze. Le emissioni dovute al traffico stradale sono infatti una componente dominante nella emissione di IPA e di B(a)P nelle aree urbane.

In genere gli idrocarburi policiclici aromatici presenti nell'aria possono degradarsi reagendo con la luce del sole e con altri composti chimici nel giro di qualche giorno o settimana; quelli di massa maggiore aderiscono al particolato aerodisperso. Per questa loro relativa stabilità gli IPA si possono riscontrare anche a grandi distanze in località remote e molto lontane dalle zone di produzione.

Gli IPA sono comunque presenti nell'atmosfera in quantità relativamente basse e la loro concentrazione si è notevolmente ridotta nel corso di questi ultimi trent'anni. Il declino è stato attribuito all'utilizzo dei convertitori catalitici negli autoveicoli, alla riduzione dell'utilizzo del legno e del carbone come fonti energetiche ed al miglioramento della tecnologia della combustione. Inoltre si è ridotta di molto la pratica delle combustioni all'aria aperta, soprattutto di tipo agricolo.

Gli studi condotti sulla pericolosità degli IPA sembrano dimostrare che l'esposizione a concentrazioni significative di queste sostanze comporti vari danni a livello ematico, immunosoppressione e problemi al sistema polmonare; essendo altresì dotate di effetto mutageno e pertanto cancerogeno l'organo legislativo ha stabilito obiettivi di qualità del tutto cautelativi per il benzo(a)pirene (peraltro l'unico IPA che finora è stato studiato approfonditamente).

La normativa prevede la determinazione di tali sostanze sul materiale particolato PM₁₀; in particolare il Decreto Ministeriale del 25/11/1994 fissava come obiettivo di qualità per gli IPA il valore giornaliero medio annuale di 1.0 ng/m³ (nanogrammo al metro cubo) in riferimento al benzo(a)pirene, che è quello che contribuisce maggiormente alla tossicità totale. Successivamente tale limite è stato confermato come valore obiettivo dalla Direttiva Europea 2004/107/CE "concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente" che è stata recepita dal Decreto Legislativo n.152 del 3 agosto 2007 e successivi aggiornamenti (D.Lgs. 120/08).

La figura seguente riporta le medie annuali registrate in tutte le centraline nelle quali questo inquinante viene monitorato. Si ricorda che per il 2005 le medie annuali riferite ai siti di prelievo di Borgo San Dalmazzo e Cuneo non sono state riportate in quanto la disponibilità dei dati era inferiore all'80%. Si osserva come le concentrazioni rilevate rientrino in generale nei limiti normativi, con la sola eccezione della centralina di Saliceto nella quale vengono registrate concentrazioni che, seppur con trend decrescente, risultano ancora superare il limite normativo.

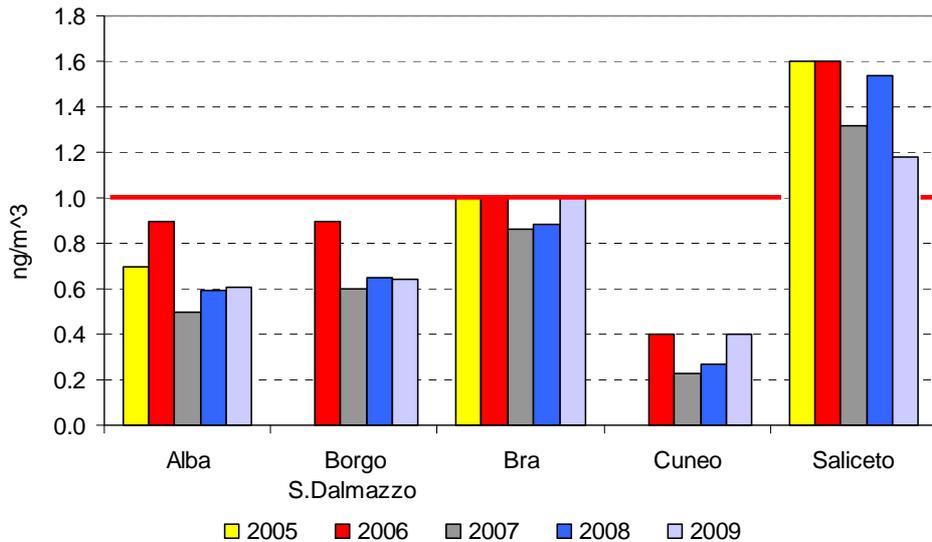


Figura 30) Benzo(a)pirene: medie annuali.

La figura sottostante, indicante le concentrazioni medie mensili del 2009, evidenzia un marcato andamento stagionale con valori minori in primavera ed estate, e concentrazioni più elevate in autunno e inverno.

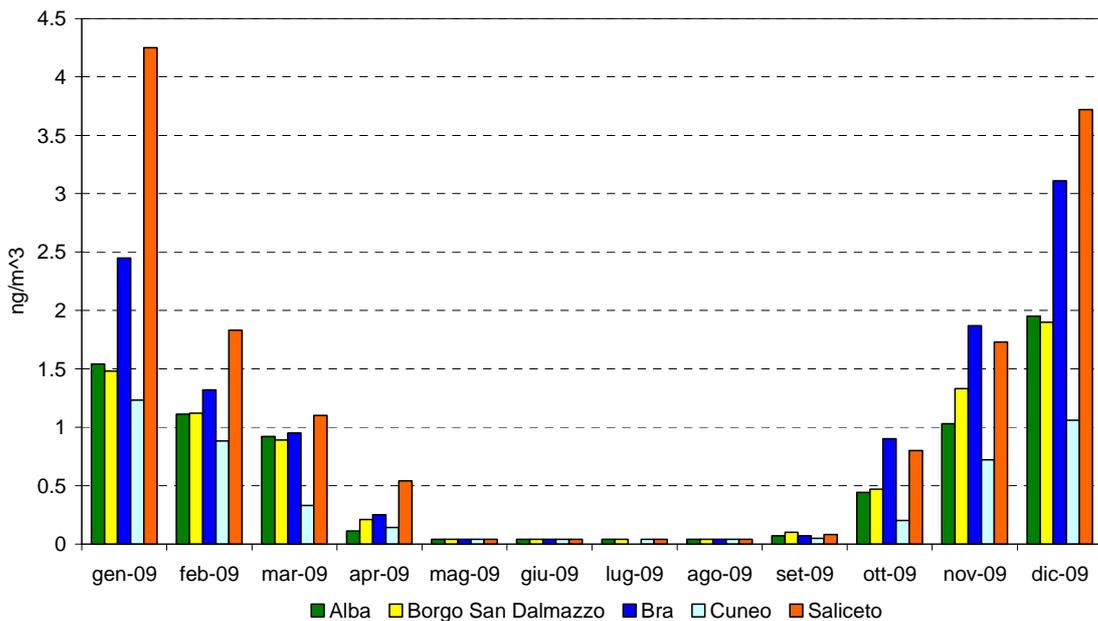


Figura 31) Benzo(a)pirene: medie mensili

I fattori che determinano tale andamento sono molteplici. Essendo l'origine antropica di questo inquinante legata significativamente ai processi di combustione dei materiali a base di carbonio, l'utilizzo degli impianti di riscaldamento nei periodi freddi apporta un significativo contributo all'innalzamento delle concentrazioni autunno-invernali. L'aumento della radiazione solare e della temperatura ambiente nei periodi primaverili ed estivi, aumenta l'effetto di rimozione degli IPA dall'atmosfera dovuta ad una maggiore velocità di reazione per fotolisi diretta; la crescita dello strato di rimescolamento nel periodo estivo determina altresì, come per tutti gli altri inquinanti, una diminuzioni delle concentrazioni.

Superamenti nell'anno 2009

Nella tabella seguente si riassumono i superamenti dei limiti normativi per la protezione della salute umana registrati nell'anno 2009

INQUINANTE	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	VALORE LIMITE E INDICATORE STATISTICO	SUPERAMENTI CONCESSI	2009: NUMERO DI SUPERAMENTI RILEVATI						
				Alba	Borgo S. Dalmazzo	Bra	Cuneo	Fossano	Mondovì	Saliceto
SO ₂	D.M. 60/2002	350 µg/m ³ media oraria	24 volte / anno civile	0	0	-	0	-	-	0
	D.M. 60/2002	125 µg/m ³ media 24 ore	3 volte / anno civile	0	0	-	0	-	-	0
NO ₂	D.M. 60/2002	200 µg/m ³ media oraria	18 volte / anno civile	0	0	0	0	0	0	0
	D.M. 60/2002	40 µg/m ³ media annuale	-	0	0	0	0	0	0	0
PM ₁₀	D.M. 60/2002	40 µg/m ³ media annuale	-	0	0	1	0			
	D.M. 60/2002	50 µg/m ³ media 24 ore	35 volte / anno civile Data del 35simo superamento	80 24 feb	50 05 nov	113 17 feb	41 27 nov	-	-	73 26 feb
CO	D.M. 60/2002	10 mg/m ³ media mobile su 8 ore	-	0	0	0	0	0	0	0
Benzene	D.M. 60/2002	5 µg/m ³ media annuale	-	0	-	-	0	-	-	-
Pb	D.M. 60/2002	0.5 µg/m ³ media annuale	-	0	0	0	0	-	-	0
O ₃	D.Lgs. 183/2004	120 µg/m ³ media mobile su 8 ore (valore bersaglio)	25 giorni / anno civile	53 gg	-	-	48 gg	-	-	61 gg
	D.Lgs. 183/2004	180 µg/m ³ media oraria (soglia di informazione)	-	6	-	-	0	-	-	1
	D.Lgs. 183/2004	240 µg/m ³ media oraria (soglia di allarme)	Fino a 2 ore consecutive	0	-	-	0	-	-	0
Benzo(a) Pirene	D.Lgs. 152/2007 e aggiornamento (D.Lgs. 120/08)	1.0 ng/m ³ media annuale (valore obiettivo)	-	0	0	0	0	-	-	1
As	D.Lgs. 152/2007 e aggiornamento (D.Lgs. 120/08)	6.0 ng/m ³ media annuale (valore obiettivo)	-	0	0	0	0	-	-	0
Cd	D.Lgs. 152/2007 e aggiornamento (D.Lgs. 120/08)	5.0 ng/m ³ media annuale (valore obiettivo)	-	0	0	0	0	-	-	0
Ni	D.Lgs. 152/2007 e aggiornamento (D.Lgs. 120/08)	20.0 ng/m ³ media annuale (valore obiettivo)	-	0	0	0	0	-	-	0

Tabella 3) Superamenti dei limiti normativi nell'anno 2009

2006 e 2009: principali differenze meteorologiche

Come già si è potuto osservare nei grafici del capitolo precedente, il 2006 è stato un anno con concentrazioni di inquinanti particolarmente elevate rispetto agli altri anni di monitoraggio, soprattutto per quanto riguarda il materiale particolato PM₁₀.

Se confrontiamo le medie del 2006 di tutte le centraline della provincia con quelle dello scorso anno, osserviamo una netta differenza tra le concentrazioni medie annue di PM₁₀: 44.2 µg/m³ nel 2006 e 35.2 µg/m³ nel 2009.

Per rappresentare con un grafico sintetico il confronto tra le distribuzioni dei valori delle concentrazioni medie giornaliere dei due anni utilizziamo i box plot o diagrammi a scatola (figura 32). Il singolo box plot sintetizza la posizione dei 365 dati dell'anno: la scatola, che è il rettangolo centrale, contiene il 50% dei dati, la linea orizzontale al suo interno è la mediana e la sua posizione all'interno della scatola evidenzia l'eventuale asimmetria (solo in caso di distribuzione simmetrica media e mediana coincidono); i segmenti che escono dalla scatola, i "baffi", delimitano la zona al di fuori della quale i valori sono definiti outliers (anomali).

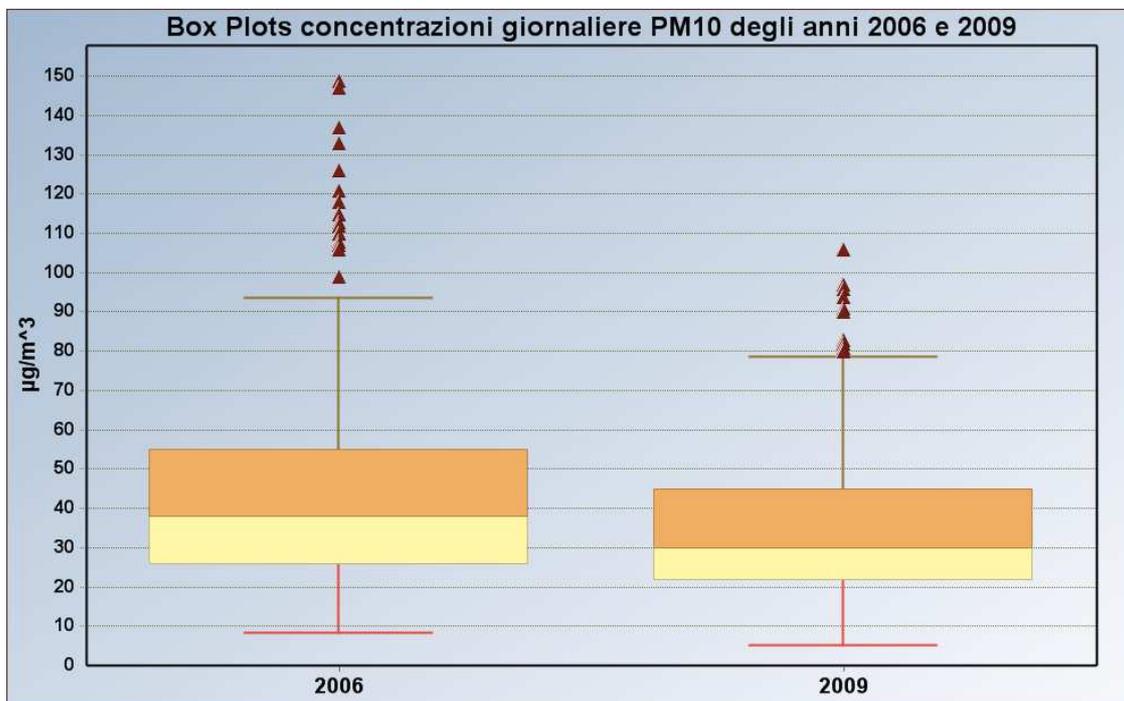


Figura 32) PM₁₀: box plots delle concentrazioni giornaliere medie di tutte le centraline della provincia.

Il confronto dei due diagrammi a scatola della figura evidenzia come tutta la distribuzione dei dati del 2006 sia spostata verso concentrazioni più elevate rispetto al 2009. Applicando un test statistico, con un livello di significatività del 5%, ai dati dei due anni si dimostra che le concentrazioni del 2006 sono maggiori di quelle del 2009.

Anche il grafico di figura 33 delle concentrazioni medie mensili di PM₁₀, evidenzia, a parte i mesi di luglio e agosto, valori nettamente superiori nel 2006 rispetto a quelli dei corrispondenti mesi del 2009.

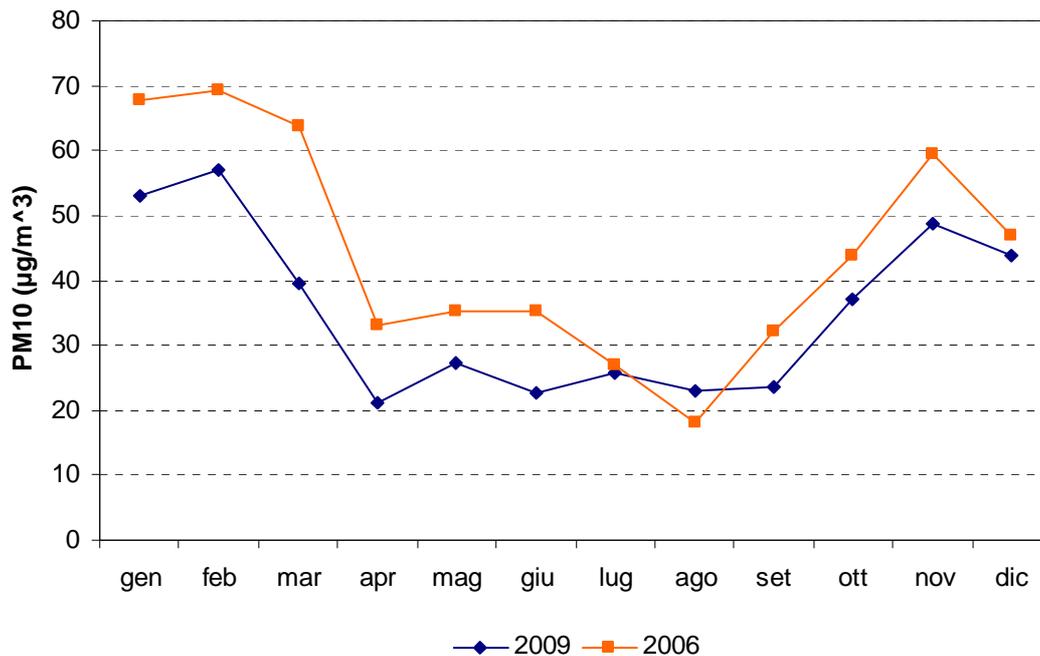


Figura 33) PM_{10} : medie delle concentrazioni medie mensili di tutte le centraline della provincia.

Appurata la differenza tra le concentrazioni di particolato sottile misurate nei due anni, occorre considerare che l'accumulo, il trasporto, la dispersione, la rimozione e le eventuali trasformazioni fotochimiche degli inquinanti nell'atmosfera sono fortemente influenzati dalle variabili meteorologiche.

Dedichiamo quindi i paragrafi seguenti all'analisi della situazione di alcuni dei principali parametri meteorologici del 2006 e del 2009.

Precipitazioni

Le precipitazioni atmosferiche sono eventi determinanti per la rimozione degli inquinanti. Indicatori significativi a tal fine sono sia la quantità di precipitazione cumulata che il numero di giorni di pioggia. In particolare, in questo studio, sono stati valutati i giorni con precipitazioni cumulate di almeno 5 mm, poiché si ritiene sia un valore al di sopra del quale i fenomeni di rimozione dovuti alle precipitazioni siano, con buona probabilità, efficaci⁷.

Analizzando le medie delle concentrazioni di PM_{10} dei giorni con almeno 5 mm di precipitazioni, si è verificato che non superano mai i $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e sono, in genere, inferiori nel giorno seguente al giorno con precipitazione, rispetto al giorno stesso in cui la precipitazione si verifica.

- **Precipitazioni cumulate mensili**

Nei grafici seguenti sono rappresentate, per il 2006 e il 2009, insieme al range dei PM_{10} della provincia, i valori delle precipitazioni cumulate nei mesi dalle stazioni meteorologiche di Cuneo (Camera di Commercio), Bra (Museo Craveri) e Saliceto (Bergalli).

⁷ Arpa Emilia Romagna

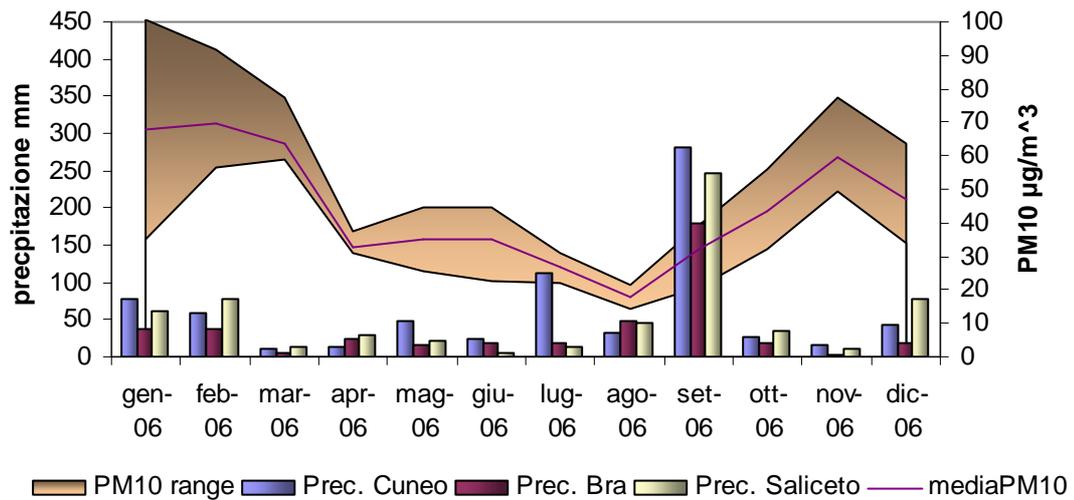


Figura 34) 2006: precipitazioni cumulate di Cuneo, Bra e Saliceto e range delle concentrazioni medie mensili di PM_{10} di tutte le centraline della provincia.

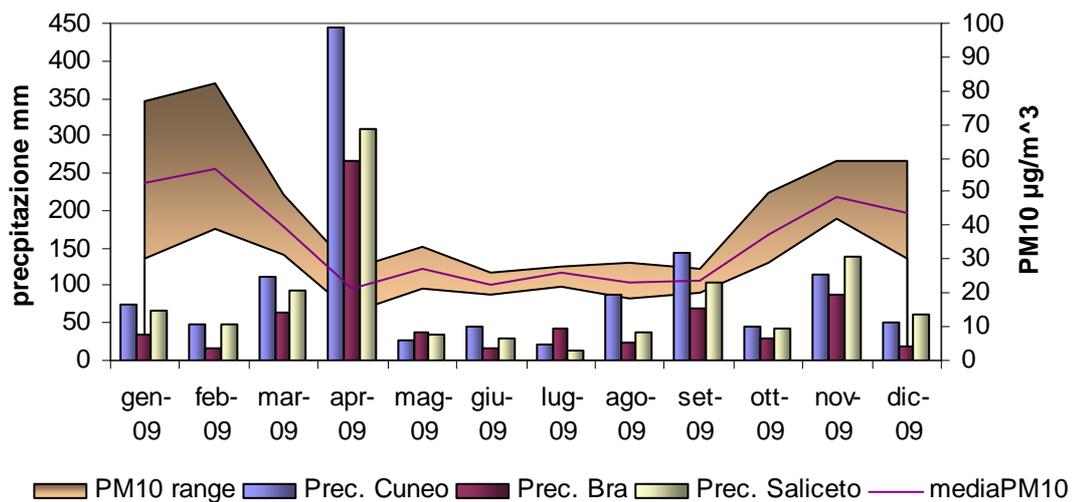


Figura 35) 2009: precipitazioni cumulate di Cuneo, Bra e Saliceto e range delle concentrazioni medie mensili di PM_{10} di tutte le centraline della provincia.

Nella figura 36 si può osservare il confronto diretto tra le medie delle precipitazioni mensili dei due anni di Cuneo, Bra e Saliceto.

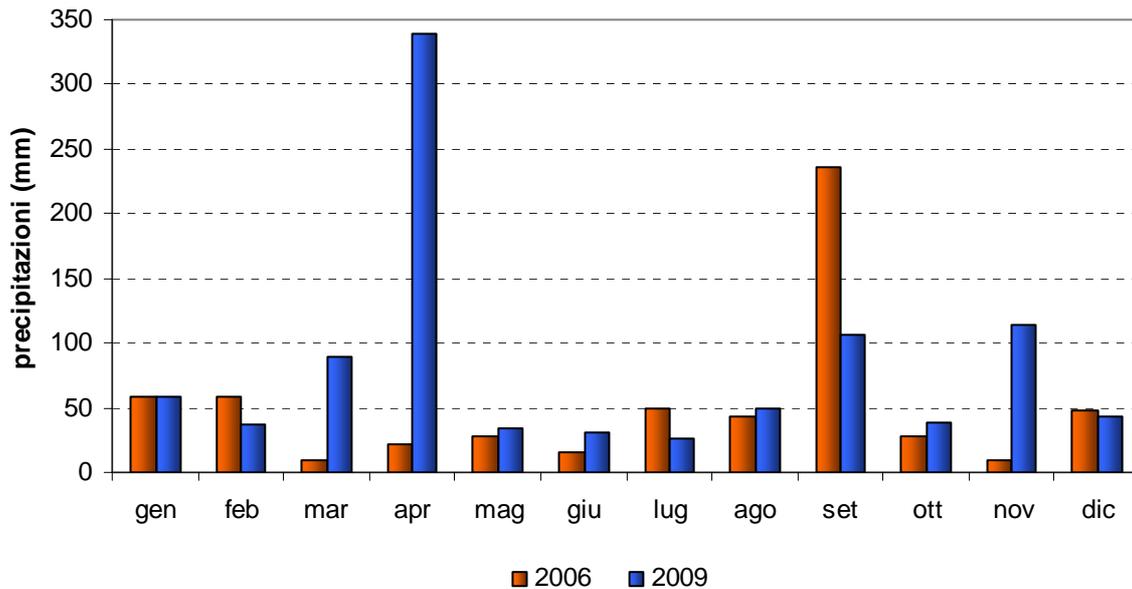


Figura 36) Media delle precipitazioni mensili cumulate delle stazioni di Cuneo, Bra e Saliceto.

Complessivamente, nei due anni, le precipitazioni ammontano a:

	Cuneo (mm)	Bra (mm)	Saliceto (mm)	Media (mm)
2006	742.2	432.2	639.2	604.5
2009	1211	704.6	978.2	964.6

- **Giorni con precipitazioni cumulate di almeno 5 mm:**

Il numero di giorni con almeno 5 mm di precipitazioni del 2006 e 2009 sono rappresentati nei due grafici seguenti suddivisi per mesi.

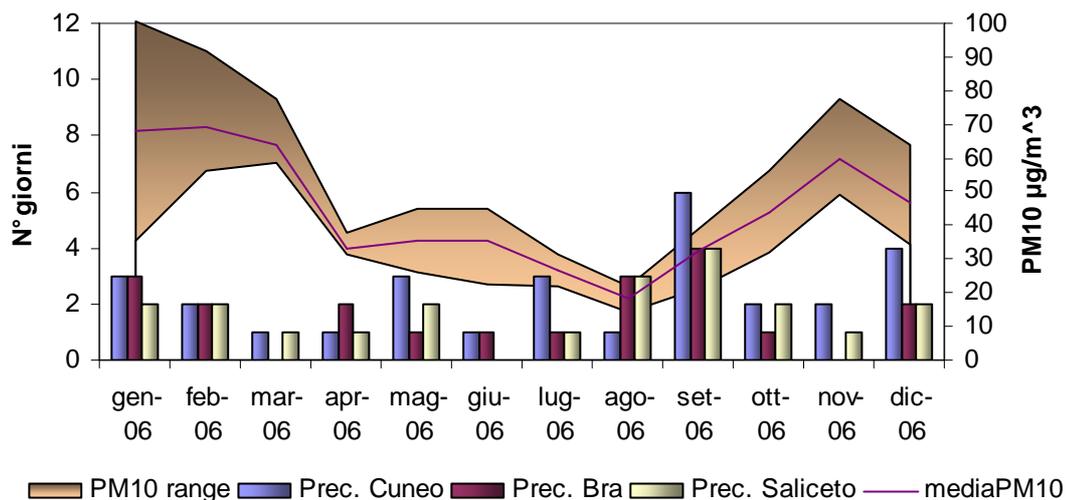


Figura 37) 2006: numero di giorni con almeno 5 mm di precipitazioni a Cuneo, Bra e Saliceto e range delle concentrazioni medie mensili di PM₁₀ di tutte le centraline della provincia.

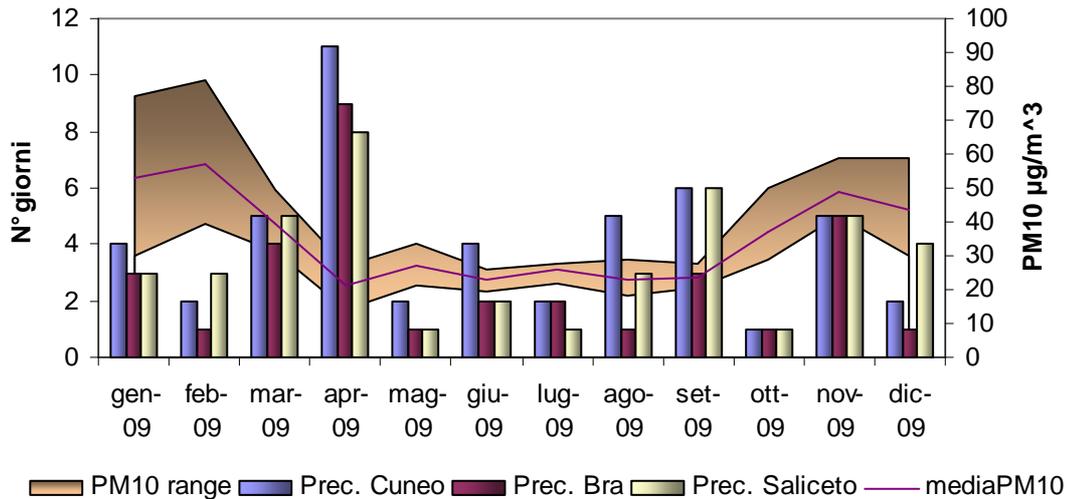


Figura 38) 2009: numero di giorni con almeno 5 mm di precipitazioni a Cuneo, Bra e Saliceto e range delle concentrazioni medie mensili di PM_{10} di tutte le centraline della provincia.

Il confronto diretto tra le medie mensili dei giorni di precipitazioni di Cuneo, Bra, Saliceto per i due anni in analisi è riportato nella figura 39.

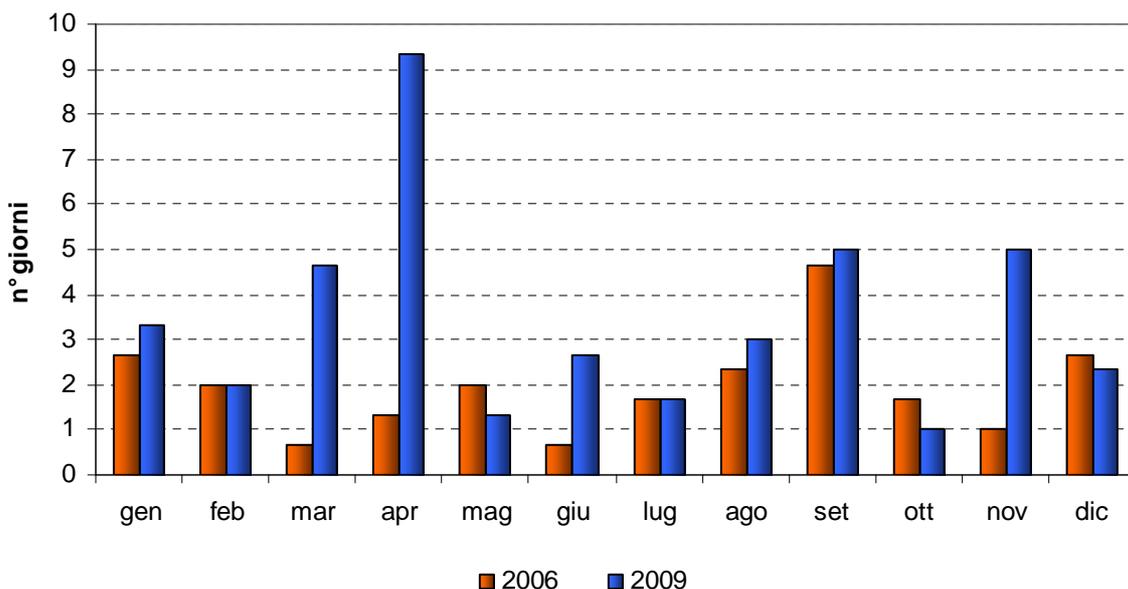


Figura 39) Medie del numero di giorni con almeno 5 mm di precipitazioni delle stazioni di Cuneo, Bra e Saliceto.

Il numero totale dei giorni con una precipitazione superiore o uguale a 5 mm per i due anni in analisi è pari a:

	Cuneo (n°giorni)	Bra (n°giorni)	Saliceto (n°giorni)	Media (n°giorni)
2006	29	20	21	23
2009	49	33	42	41

In conclusione sia la precipitazione cumulata che il numero di giorni di precipitazione sono stati decisamente superiori nel 2009 rispetto al 2006. Solamente il mese di settembre 2006 ha avuto una precipitazione cumulata nettamente superiore a quella dello stesso mese del

2009, ma essendo il numero di giorni con almeno 5 mm di pioggia circa uguale nei due mesi (la maggior parte delle precipitazioni del settembre '06 sono state concentrate in due giorni) l'effetto di rimozione dei mesi di settembre si può ritenere analogo.

Velocità del vento

Il vento, a seconda della sua intensità, può favorire il trasporto e la diluizione degli inquinanti o, in caso di calme, l'accumulo.

Le due figure seguenti rappresentano l'intensità media mensile del vento nelle stazioni di Cuneo (Camera di Commercio), Bra (Isola sonora) e Saliceto (Bergalli) per il 2006 e il 2009.

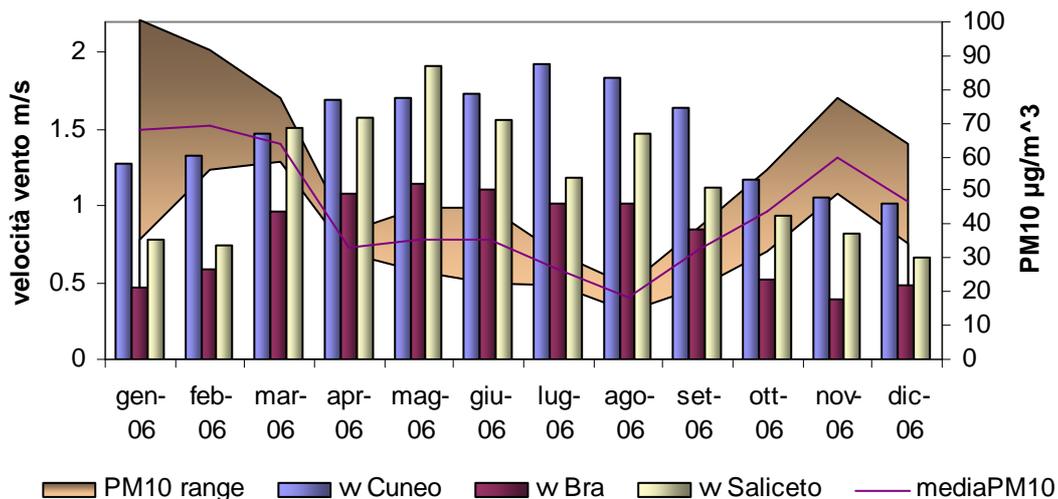


Figura 40) 2006: velocità del vento a Cuneo, Bra e Saliceto e range delle concentrazioni medie mensili di PM₁₀ di tutte le centraline della provincia.

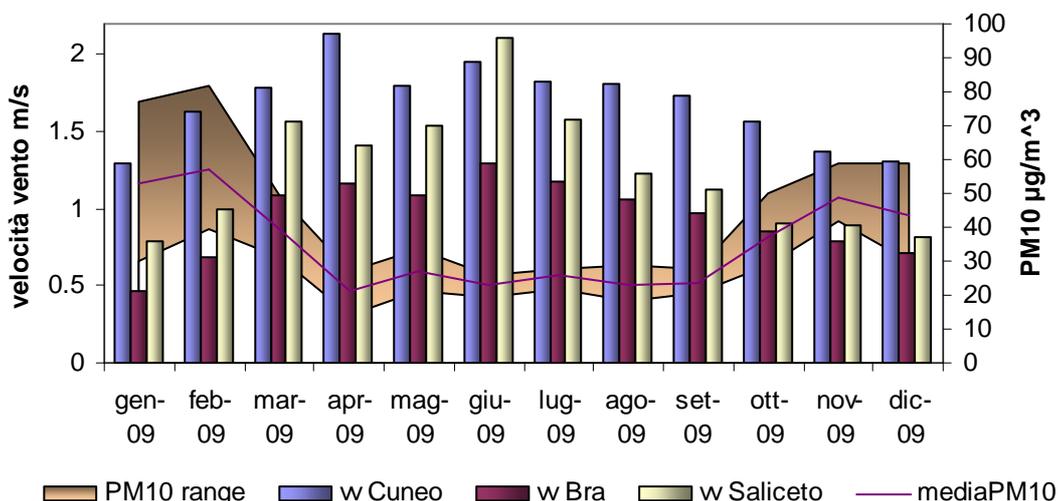


Figura 41) 2009: velocità del vento a Cuneo, Bra e Saliceto e range delle concentrazioni medie mensili di PM₁₀ di tutte le centraline della provincia.

Il confronto tra l'intensità del vento nei due anni è riportato nel grafico seguente come media delle tre stazioni meteorologiche.

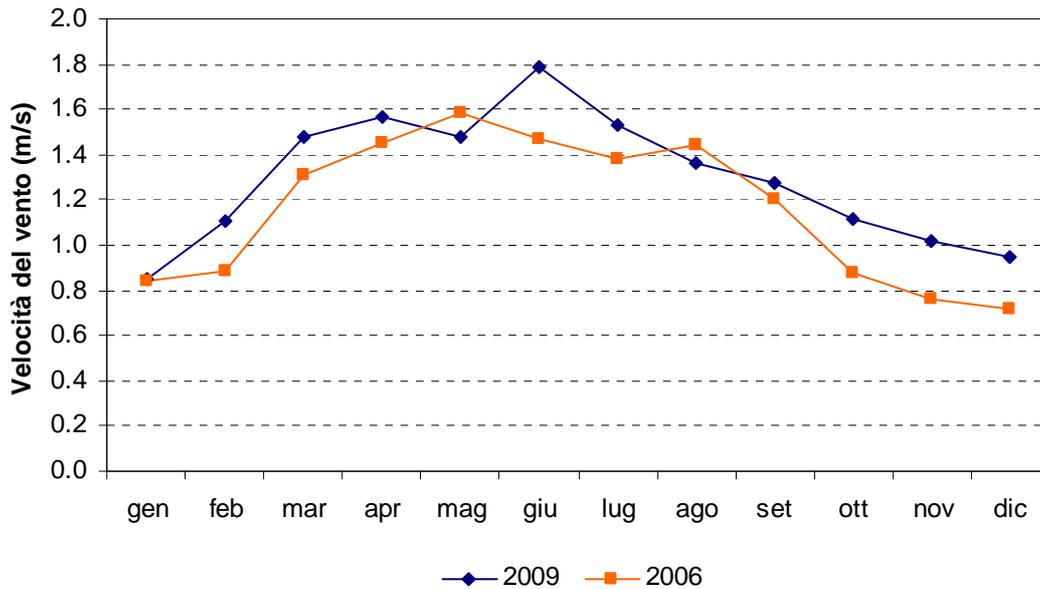


Figura 42) Velocità del vento media delle stazioni di Cuneo, Bra e Saliceto.

Si sottolinea la tendenza ad una maggiore ventosità nel 2009 rispetto al 2006. In entrambi gli anni, i mesi meno ventosi risultano essere gennaio, febbraio, ottobre, novembre e dicembre.

Altezza dello strato di rimescolamento

Lo strato di rimescolamento è la porzione di atmosfera adiacente alla superficie terrestre, all'interno della quale un composto, introdotto a livello del suolo, viene disperso verticalmente per turbolenza meccanica o convettiva in un tempo pari a circa un'ora⁸.

L'altezza di rimescolamento è uno dei parametri più importanti per valutare la qualità dell'aria poiché permette di quantificare le dimensioni dello strato di atmosfera interessato da quei fenomeni turbolenti che determinano la dispersione verticale e quindi la diluizione degli inquinanti. Essendo condizionata dalla radiazione solare, oltre a presentare un marcato ciclo diurno, è caratterizzata da un evidente ciclo stagionale, con valori minimi invernali, critici per l'accumulo degli inquinanti, e valori massimi estivi, favorevoli alla diluizione.

I valori dell'altezza dello strato di rimescolamento sono stati calcolati mediante algoritmi che, partendo dai dati meteorologici rilevati dalla stazione di Fossano (scelta poiché in posizione centrale nella provincia), considerano per le ore diurne gli effetti termici locali dovuti al riscaldamento solare e la loro variabilità legata alla copertura nuvolosa e all'altezza del sole all'orizzonte, mentre per le ore notturne valutano il rimescolamento meccanico in base alla velocità del vento, alle condizioni di stabilità atmosferica e alle caratteristiche del suolo.

Nel grafico seguente sono riportati i valori medi mensili dell'altezza dello strato di rimescolamento per gli anni 2006 e 2009.

⁸ European Commission. COST Action 710 – Final report. Harmonisation of the pre-processing of meteorological data for atmospheric dispersion models. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, 1998.

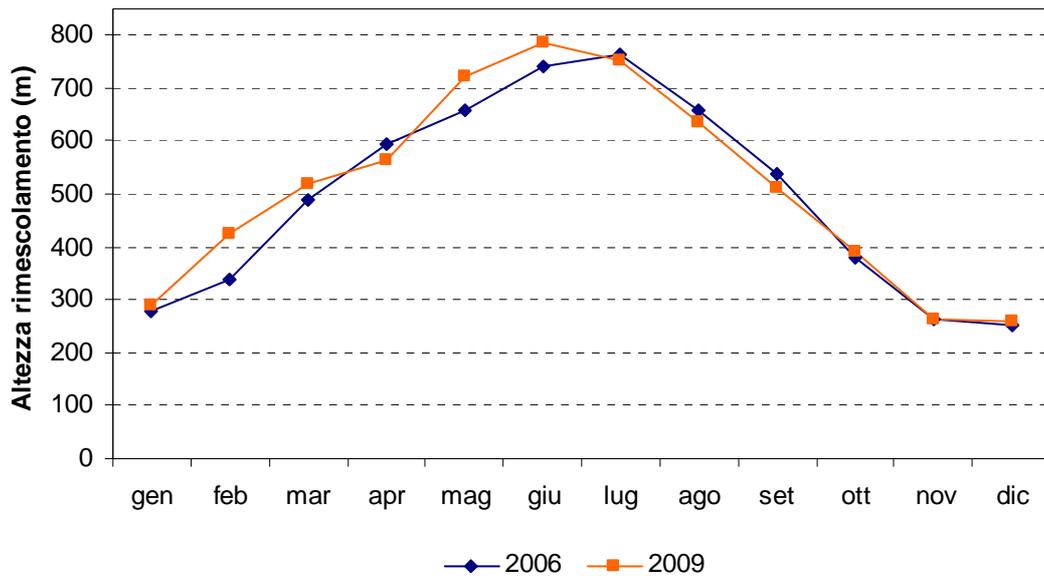


Figura 43) Altezza dello strato rimescolato.

Un confronto più approfondito è stato eseguito sui valori medi e massimi giornalieri dei trimestri gennaio-marzo e ottobre-novembre e, mentre per i mesi di ottobre-dicembre non sono state evidenziate differenze significative, test statistici hanno dimostrato, ad un livello di significatività del 5 %, che i valori medi giornalieri del primo trimestre del 2009 sono maggiori di quelli del corrispondente trimestre 2006. Questo significa che, almeno per il primo trimestre, che in genere comprende i mesi con le maggiori concentrazioni di inquinanti, lo strato rimescolato ha avuto dimensioni tali da favorire maggiori diluizioni nel 2009 rispetto al 2006.

Le distribuzioni dei dati medi giornalieri dell'altezza di rimescolamento per il trimestre gennaio-marzo di questi due anni sono rappresentate con box plot nella figura seguente.

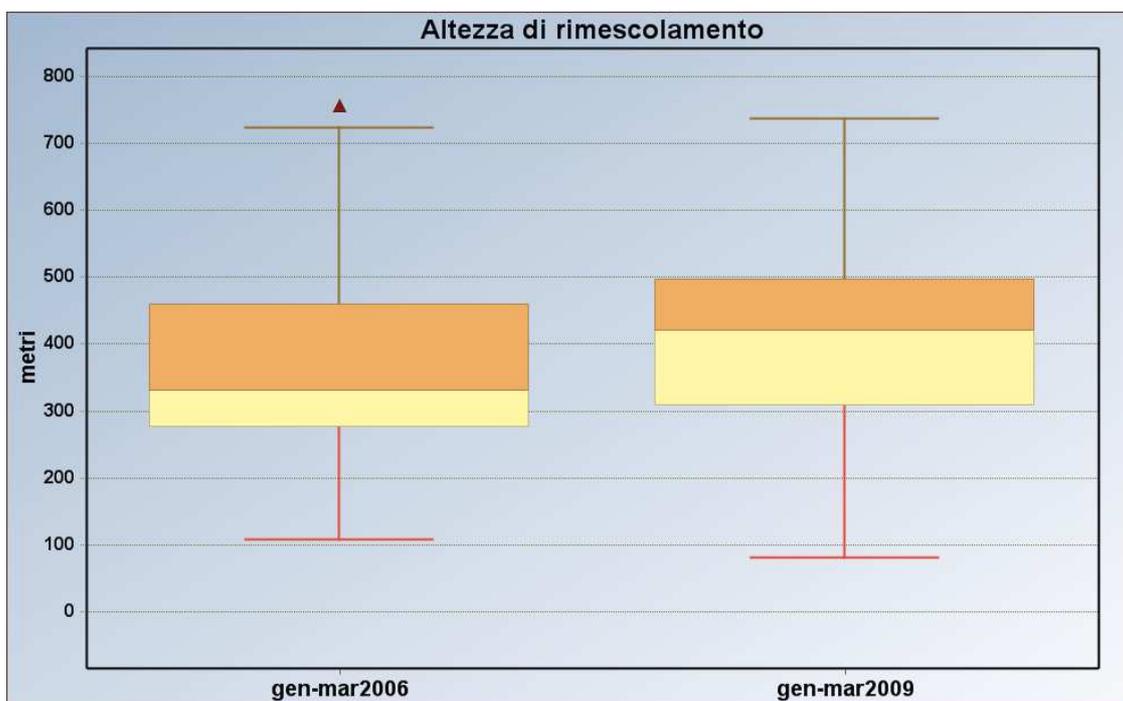


Figura 44) Altezza dello strato rimescolato: box plots delle altezze medie giornaliere dei periodi gennaio-marzo del 2006 e del 2009.

In conclusione a queste analisi, si può affermare che le precipitazioni, il vento e l'altezza dello strato di rimescolamento sono significativamente differenti nei due anni analizzati, e che nel 2006, rispetto al 2009, hanno contribuito a favorire il ristagno e l'accumulo degli inquinanti, determinando in tutta la provincia concentrazioni più elevate.