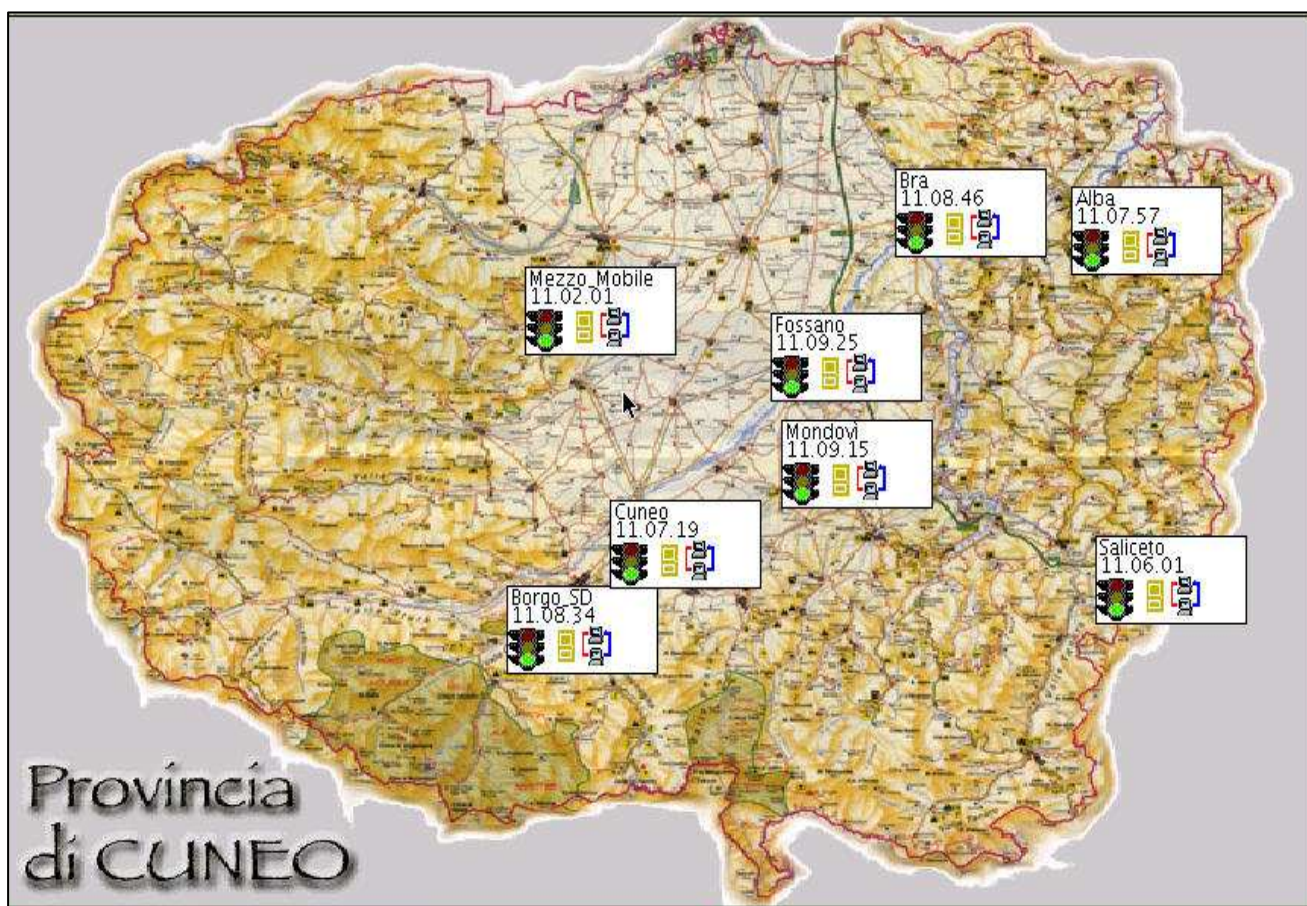


MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

ANNO 2007



Prot. n° 59302/SC10

Cuneo, 20 maggio 2008

Ill.mo Sig. Presidente della PROVINCIA di _____ CUNEO

Ill.mi Sig.ri Sindaci dei Comuni di

ALBA
BORGO 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

Oggetto: Rete provinciale di rilevamento della qualità dell'aria. Resoconto di sintesi statistica dei dati rilevati nell'anno 2007.

Con il presente documento si prosegue nella ormai consueta analisi delle più significative evidenze che possono essere ricavate dalla non indifferente mole di dati che sono raccolti dalla parte della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria che è affidata alla gestione di questo Dipartimento provinciale Arpa.

A partire dal momento dell'attivazione della rete provinciale nel suo assetto definitivo avvenuta nel 2002, questa struttura ha ogni anno puntualmente informato sia i Comuni che la popolazione con un commento redatto in forma divulgativa, ma assicurando il rispetto dei fondamenti scientifici.

In accordo con la Provincia di Cuneo il documento di resoconto annuale sulla qualità dell'aria relativo al 2007, redatto in forma di relazione tecnica, viene formalmente inviato a tutte le Amministrazioni interessate e sarà quanto prima messo a disposizione sul sito internet dell'Agenzia all'indirizzo <http://www.arpa.piemonte.it> nella sezione Aria, Approfondimenti.

Dopo un primo sentito e necessario ringraziamento a tutti i colleghi 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, nelle annotazioni che seguiranno si vogliono evidenziare gli aspetti più significativi e, riteniamo, più interessanti.

Il 2007 segue un anno, il 2006, caratterizzato non solo a livello locale, da un evidente peggioramento della situazione dell'inquinamento atmosferico; per quel che riguarda invece il 2007 si può anticipare che dal 2002, cioè da quando è partita la nostra azione di monitoraggio con reti fisse, l'ultimo anno è stato per la qualità dell'aria il "migliore". Secondo le valutazioni ottenute applicando l'"Indice di Qualità dell'Aria", cui la relazione tecnica che segue dedica un capitolo di approfondimento (pag.21), ben il 92% delle frequenze di classi di qualità dell'aria è rientrata nelle definizioni "ottima", "buona" e "discreta", il rimanente 8% è ricaduta nella definizione "mediocre", tutte classi definibili "con nessun rischio per la popolazione"; nel contempo non si è registrata alcuna situazione nelle quali l'aria poteva essere definita "poco salubre", "insalubre" o "molto insalubre".

Nella introduzione al documento dello scorso anno si insisteva sulla necessità di dover valutare il dato scientifico su un periodo medio-lungo per poter trarre corrette valutazioni nel campo dell'inquinamento atmosferico "... si conferma quanto dichiarato in più occasioni pubbliche sia ai cittadini che ai rappresentanti delle amministrazioni, e cioè che non è possibile trarre conclusioni sulla base dei dati puntuali acquisiti nel breve periodo".

I valori medi del 2006, decisamente elevati in particolare per il parametro PM₁₀ in tutte le postazioni di prelievo assegnateci (Alba, Bra, Borgo San Dalmazzo, Cuneo e Saliceto) hanno però "nascosto" un inconveniente registratosi a Cuneo relativamente al nuovo sistema di prelievo ed analisi. Presso questa centralina era stato infatti installato uno dei tre sistemi sperimentali automatici acquisiti in Piemonte che consentiva a livello regionale centrale di poter disporre di dati di PM₁₀ aggiornati quotidianamente (sistema peraltro certificato come metodo equivalente con specifici filtri); il metodo ufficiale di norma prevede invece l'utilizzo di sistemi di prelievo semiautomatici con raccolta periodica da parte di operatori dei filtri campionati e successiva determinazione gravimetrica in laboratorio. Con questo metodo trascorrono ovviamente alcuni giorni dal momento del prelievo alla disponibilità di un dato validato che può essere messo in rete.

L'aumento generalizzato dei valori nel corso del 2006 non ha consentito di evidenziare per la stazione di Cuneo le incongruità apparse poi evidenti nel corso del 2007.

La descrizione della sequenza degli avvenimenti e dei provvedimenti adottati è dettagliata nel capitolo di approfondimento che inizia a pag. 32; in sintesi le prime perplessità prendevano spunto dal confronto con le concentrazioni registrate in altre centraline. In particolare la considerazione sulla poca chiarezza dei motivi per cui nel 2006 a Cuneo veniva registrato l'incremento percentuale più alto rispetto all'anno precedente e soprattutto il valore medio annuo di Cuneo superava quello di Borgo San Dalmazzo, località caratterizzata dalla vicinanza ad insediamenti produttivi conosciuti per il loro specifico contributo emissivo sia di particolato fine che di precursori dei PM₁₀, veniva confermata da valutazioni specifiche su prelievi effettuati nel giugno 2007.

In accordo con le strutture di coordinamento venivano predisposti campionamenti in doppio che confermavano la sovrastima dei valori prodotti dal sistema automatico rispetto al gravimetrico; l'analisi dei dati consentiva altresì di individuare una correlazione matematica fra le serie di valori e di determinare un algoritmo di correzione dei dati antecedenti. In accordo con i competenti uffici regionali, dato che la norma di riferimento prevede limiti su base annua con riferimento all'anno civile, si decise un rientro a condizioni di idoneità tecnica a partire dal 1 gennaio 2008 ed una correzione dei dati relativi agli anni 2006/2007 con l'algoritmo individuato.

La presente relazione quindi ripresenta per i PM₁₀ rilevati a Cuneo i dati del 2006 corretti con le evidenze sperimentali individuate e riconferma con lo stesso metodo i dati del 2007; gli andamenti grafici di pag.4 riacquistano una logicità locale per il comprensorio di Cuneo e Borgo San Dalmazzo.

Il dato di maggiore rilevanza è che non viene confermato il superamento del limite annuo di 40 microgrammi di PM₁₀ per metro cubo di aria a suo tempo comunicato per il sito di Cuneo.

Nel panorama provinciale nel 2007 il limite annuo per il parametro PM₁₀ è stato superato solamente nel sito di Bra, ove peraltro è stato registrato il valore più basso dal 2002, con una significativa diminuzione rispetto al minimo valore fino ad ora registrato - anno 2003.

Per quel che riguarda il biossido di azoto, correlato ai fenomeni combustivi e importante precursore dei PM₁₀, la centralina di Borgo San Dalmazzo ha evidenziato una costanza del valore medio annuo. Il dato resta rilevante ed è l'unica situazione nella nostra provincia ove si supera il limite previsto dalla normativa. Questo fatto, unitamente alle rilevazioni che nello stesso sito hanno visto un peggioramento dei valori riferiti al biossido di zolfo inducono, in attesa di conferme che solo la valutazione su un periodo più esteso potrà dare, a mantenere elevata l'attenzione nei confronti dell'industria cementiera che, pur a fronte di investimenti consistenti, deve impegnarsi in procedure operative atte a garantire il mantenimento delle migliori performance consentite.

Relativamente agli inquinanti considerati si segnala infine che per la prima volta nella relazione riassuntiva vengono commentati i dati relativi al Benzo(a)pirene, i cui valori medi sono stati rilevati a partire dal 2005 ad Alba, Bra e Saliceto e dal 2006 a Cuneo e Borgo San Dalmazzo. I dati, trasmessi alla regione per le incombenze discendenti dalla norma e facenti parte delle informazioni richieste a livello comunitario, cominciano a fare emergere andamenti degni di considerazione. In provincia di Cuneo l'unico sito che supera il limite annuo previsto dalla normativa è quello di Saliceto, località caratterizzata per gli altri parametri di inquinamento atmosferico di origine esclusivamente antropica da valori che si situano ai livelli più bassi nel panorama non solo provinciale ma regionale.

Per il Benzo(a)pirene il limite annuo è superato a causa dei valori piuttosto elevati che si registrano nei mesi freddi, mentre nei mesi più caldi, a partire dalla primavera fino

all'autunno, scendono in modo sostanziale; questo fenomeno non è caratteristico solo di Saliceto, ma in Piemonte viene rilevato in altri punti di prelievo caratterizzati da una presenza umana non particolarmente impattante, zone agricole o di fondovalle. Ora anche in letteratura pare emergere una certa correlazione tra la presenza di questo inquinante e l'uso di biomasse di origine vegetale per il riscaldamento domestico, in altre parole l'impiego diffuso di legna da ardere potrebbe costituire uno dei contributi principali a questa particolare forma di inquinamento.

L'ultimo parametro che presenta superamenti ai limiti previsti è costituito dall'ozono, inquinante caratteristico dei mesi estivi, che comunque nel 2007 ha avuto un andamento decisamente migliore rispetto all'anno precedente.

Si è concluso questo commento tecnico proprio con l'ozono, in quanto è il parametro che più notoriamente è connesso alla situazione meteorologica, fattore chiave nella dispersione di tutti gli inquinanti, come riportato in due punti della nota introduttiva alla relazione dello scorso anno e che si possono tranquillamente riprendere:

“In conclusione è possibile riconfermare quanto peraltro più volte illustrato od anticipato nelle relazioni annuali sulla qualità dell'aria in provincia di Cuneo e cioè:

- *Il fattore determinante che caratterizza le concentrazioni al suolo è la condizione meteorologica generale che insiste sul territorio*
- *Il territorio della pianura padana è particolarmente sfavorito dalla geomorfologia generale e dal regolare insorgere di condizioni meteorologiche che ostacolano la dispersione degli inquinanti in atmosfera”*

In conclusione il fatto che nel 2007 la situazione sia sostanzialmente migliorata non significa però che occorra abbassare la guardia, anzi ...

Sono necessarie azioni incisive a tutti i livelli e verso tutti i comparti che contribuiscono all'inquinamento atmosferico della nostra regione geografica: inquinamento da traffico veicolare, da emissioni delle attività produttive (non solo industria ma anche agricoltura e commercio), da produzione energetica e al riscaldamento degli ambienti.

Queste ultime due attività sono strettamente legate perché molto si potrebbe ottenere non solo con nuove tecnologie bassoemissive, ma semplicemente incentivando il **risparmio energetico**.

Ma su questo argomento forse molto più del sentimento di sensibilità ambientale, legato alla speranza di un mondo caratterizzato da uno sviluppo sostenibile idoneo per tutti i suoi abitanti, farà l'aumento dei prezzi dei combustibili non rinnovabili; si spera si possano comunque trovare spunti anche minimi dalle informazioni portate dal nostro lavoro.

Dipartimento Provinciale di Cuneo
Il Dirigente Responsabile

Dr. Silvio CAGLIERO



Testi ed elaborazioni a cura di:

Luisella Bardi, Cinzia Bianchi, Sara Martini

Hanno collaborato per la gestione tecnica della rete di monitoraggio:

Luisella Bardi, Cinzia Bianchi, Raffaello Bruno, Sara Martini, Luca Pascucci, Marco Tosco

*Struttura Semplice di Produzione 10.02 – Responsabile Maurizio Battezzatore
ARPA Piemonte Dipartimento Provinciale di Cuneo - Responsabile Silvio Cagliero*

Le determinazioni gravimetriche sono state realizzate da:

Laboratorio del Quadrante Sud-Ovest

Struttura 02.09 – Sede di Cuneo – Responsabile Marco Vincenzi

Maggio 2008

Indice

INTRODUZIONE	1
CONFRONTO DEI RISULTATI RISCOINTRATI NEL PERIODO 2002 ÷ 2007	3
MATERIALE PARTICOLATO – PM ₁₀	3
BIOSSIDO DI AZOTO – NO ₂	6
OZONO – O ₃	10
BIOSSIDO DI ZOLFO – SO ₂	13
BENZENE.....	15
MONOSSIDO DI CARBONIO – CO.....	16
PIOMBO.....	17
BENZO(A)PIRENE.....	18
SUPERAMENTI NELL'ANNO 2007.....	20
L'INDICE DI QUALITÀ DELL'ARIA PER LA PROVINCIA DI CUNEO ANNI 2002 ÷ 2007	21
L'INQUINAMENTO DA OZONO	26
MISURE DI PM₁₀ CON CAMPIONATORE A RAGGI BETA. VALUTAZIONE DEI DATI	32
CRONOLOGIA DEGLI EVENTI.....	32
STUDIO PER IL CONFRONTO DELLE CONCENTRAZIONI PM ₁₀ OTTENUTE CON CAMPIONATORE BETA E GRAVIMETRICO.....	33
UNO SGUARDO AL PIEMONTE	38
ALLEGATO: REPORTISTICA ANNO 2007	1
CENTRALINA DI MONITORAGGIO DI ALBA.....	1
CENTRALINA DI MONITORAGGIO DI BORGO SAN DALMAZZO.....	27
CENTRALINA DI MONITORAGGIO DI BRA.....	44
CENTRALINA DI MONITORAGGIO DI CUNEO.....	57
CENTRALINA DI MONITORAGGIO DI FOSSANO.....	83
CENTRALINA DI MONITORAGGIO DI MONDOVI'.....	92
CENTRALINA DI MONITORAGGIO DI SALICETO.....	101

Introduzione

Gli inquinanti atmosferici rilevati dalle centraline della rete fissa provinciale della qualità dell'aria sono quelli per i quali esistono dei "valori limite per la protezione della salute umana" fissati da 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)

Le sette centraline della provincia hanno differenti dotazioni strumentali ed i parametri monitorati nei singoli siti sono indicati nella tabella sottostante:

	Ozono O₃	Ossidi di azoto NO_x	Monossido di carbonio CO	Biossido di zolfo SO₂	Benzene/Toluene/Xileni BTX	Materiale particolato PM₁₀
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 1) 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 del piombo e del benzo(a)pirene. 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, nel primo capitolo, i risultati ottenuti dalla rete fissa nei sei anni di monitoraggio confrontati con i limiti di legge. Seguono un capitolo dedicato all'Indice della Qualità dell'Aria per la provincia di Cuneo, un approfondimento sull'inquinamento da ozono, i risultati dello studio eseguito sulle misure di PM₁₀ con campionatore a raggi beta e, per gli inquinanti più critici, alcune mappe per ampliare lo sguardo al Piemonte. In allegato sono state inserite le elaborazioni statistiche di sintesi di ogni centralina per l'anno 2007, prodotte dal Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria dell'Arpa Piemonte.

Confronto dei risultati riscontrati nel periodo 2002 ÷ 2007

Come nelle relazioni degli scorsi anni anche per il 2007 per ogni inquinante previsto dalla normativa della qualità dell'aria i valori degli indicatori di riferimento ottenuti sono confrontati, nei paragrafi che seguono, con i risultati degli anni precedenti.

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 formato da particelle di diametro compreso tra pochi millesimi e qualche centinaia di micron (μm). L'attenzione legislativa e scientifica per gli effetti sulla salute umana si è concentrata in particolare sulla classe PM₁₀, che comprende le particelle di diametro inferiore a 10 μm .

Il PM₁₀ 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.

Il PM₁₀, analogamente a quanto accade per l'ozono nel periodo estivo, 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 Decreto Ministeriale 60 del 2002 impone, per la protezione della salute umana, un limite sulla concentrazione media annua pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ed un limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 35 volte nell'anno civile.

Il confronto dei dati ottenuti dalla rete di monitoraggio nel corso dei diversi anni, riportato nel grafico di figura 1, evidenzia che nel 2007 le concentrazioni di PM₁₀ si sono notevolmente ridotte rispetto all'anno precedente in tutti i siti. I numeri di superamenti infatti, sebbene superiori a quelli consentiti dalla normativa, risultano tra i più bassi registrati dall'inizio del monitoraggio. In particolare le centraline di Bra e Cuneo hanno registrato una riduzione di circa il 7 % rispetto al 2004, anno in cui avevano rilevato il precedente minor numero di superamenti.

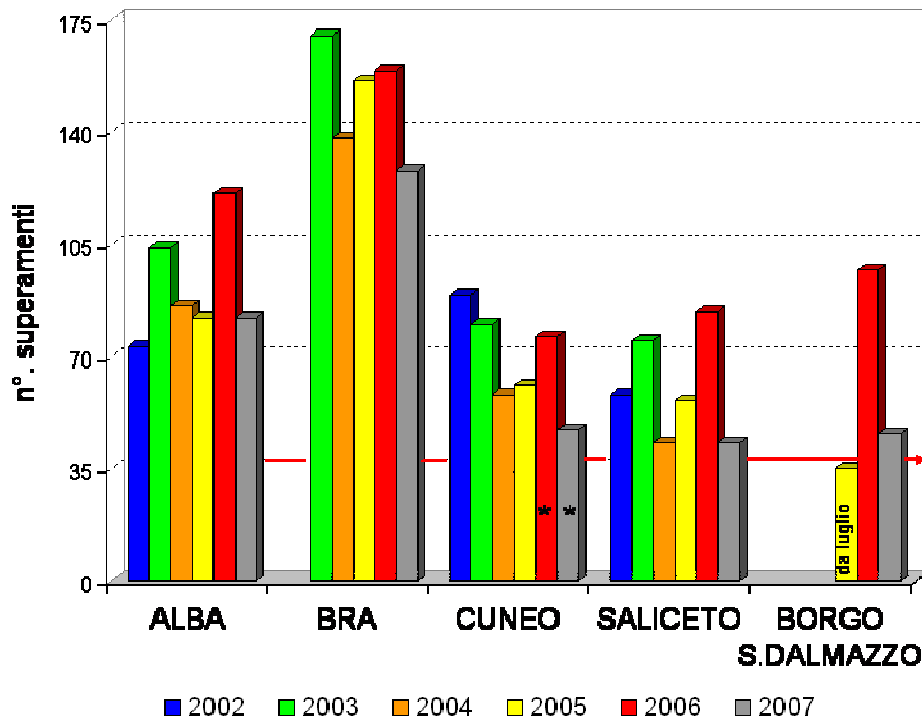


Figura 1) PM_{10} : superamenti valore medio giornaliero.

* **Dati rivalutati. Si veda l'approfondimento "Misure di PM_{10} con campionatore a raggi beta. Valutazione dei dati"**

Anche per quel che riguarda le concentrazioni medie annuali (figura 2) la situazione del 2007 è stata tra le migliori dei diversi anni di monitoraggio. La centralina di Bra, pur rimanendo sopra il limite e con valori maggiori di tutte le altre stazioni, è quella che ha registrato la maggior riduzione rispetto agli anni precedenti.

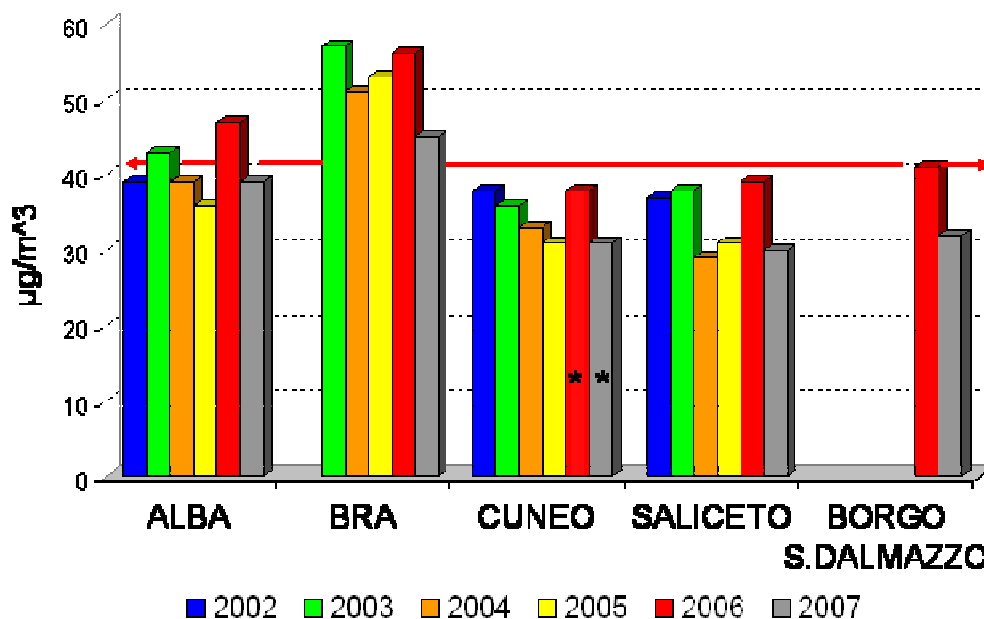


Figura 2) PM_{10} : confronto media annua.

* **Dati rivalutati. Si veda l'approfondimento "Misure di PM_{10} con campionatore a raggi beta. Valutazione dei dati"**

Nella figura seguente sono raffigurati gli andamenti delle concentrazioni di PM₁₀, come medie mobili su 30 giorni, per tutti gli anni di monitoraggio. Considerando che per questo inquinante il periodo critico è quello invernale, i dati sono stati aggiornati al momento della redazione di questo studio e pertanto comprendono un'anticipazione dell'andamento delle polveri per l'inverno 2007-2008.

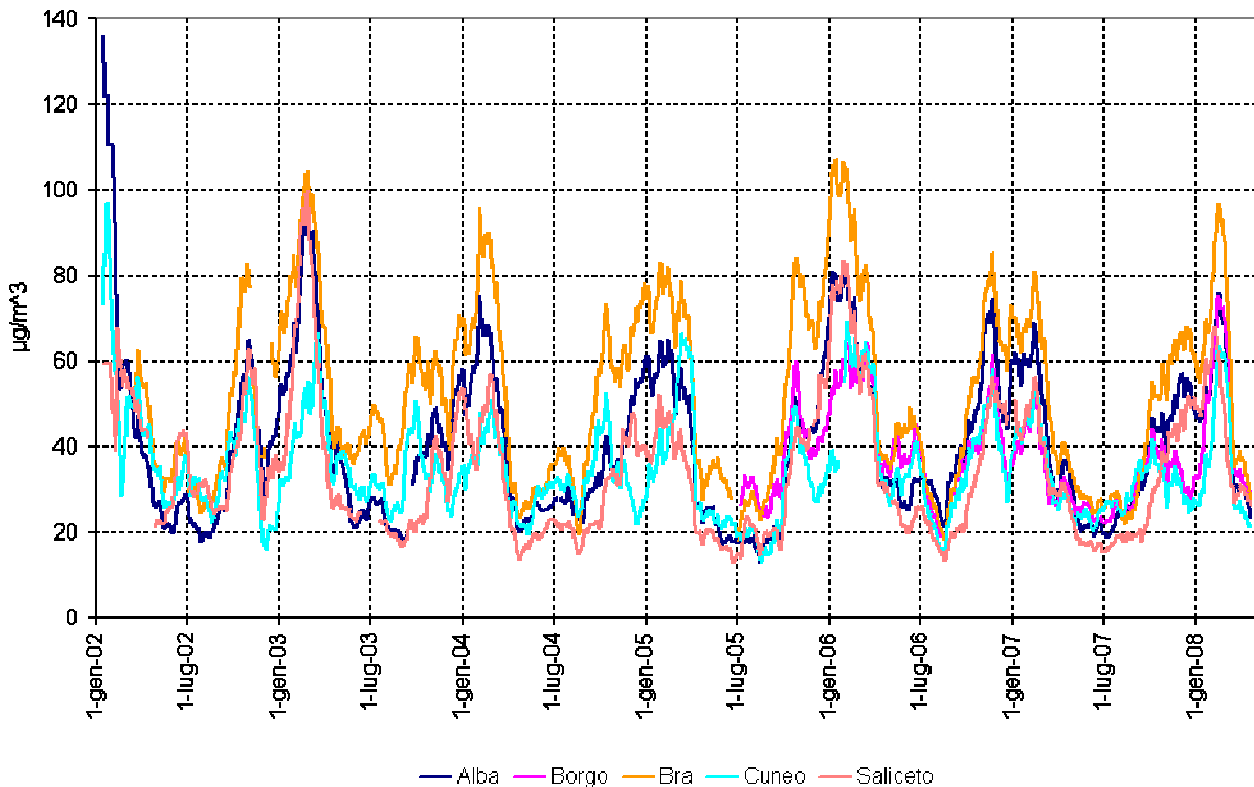


Figura 3) PM₁₀: medie mobili su 30 giorni delle concentrazioni giornaliere registrate nei diversi siti della provincia.

Dopo l'anno 2006, caratterizzato da un inverno ('05-'06) con condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli all'accumulo degli inquinanti che avevano determinato concentrazioni di PM₁₀ decisamente elevate, si può affermare che le condizioni dispersive dell'atmosfera siano tornate "nella norma". In particolare, per il 2007, sono i mesi di gennaio, febbraio, marzo, maggio, giugno e novembre che hanno registrato concentrazioni medie decisamente inferiori rispetto agli stessi mesi del 2006. Ciò è principalmente attribuibile alle condizioni meteorologiche, in particolare ai sistemi barici di alta pressione che nel 2007, e fino all'inizio del 2008, sono stati più limitati. L'innalzamento delle concentrazioni che si è poi verificato nel mese di febbraio 2008 è stato proprio determinato da un susseguirsi di sistemi anticiclonici che ha caratterizzato praticamente tutto il mese; mediamente poi le concentrazioni sono "crollate" quando è subentrata la bassa pressione.

Dallo stesso grafico di figura 3 si può osservare come nel mese di dicembre si verifichi generalmente un minimo delle concentrazioni del periodo invernale, particolarmente evidente per i siti di Cuneo e Borgo San Dalmazzo, probabilmente attribuibili alle precipitazioni del periodo che in queste ultime due località hanno più frequentemente carattere nevoso.

Nella figura 4 è rappresentato il mese tipo della provincia, dove il dato di PM₁₀ di ogni mese è la media di tutte le centraline e di tutti gli anni di monitoraggio e le barre rappresentano lo scostamento tra i valori medi mensili delle varie centraline. E' inoltre presente il valore medio

mensile della precipitazione registrata negli anni 2002-2007 dalle stazioni meteorologiche di Bra, Cuneo e Fossano.

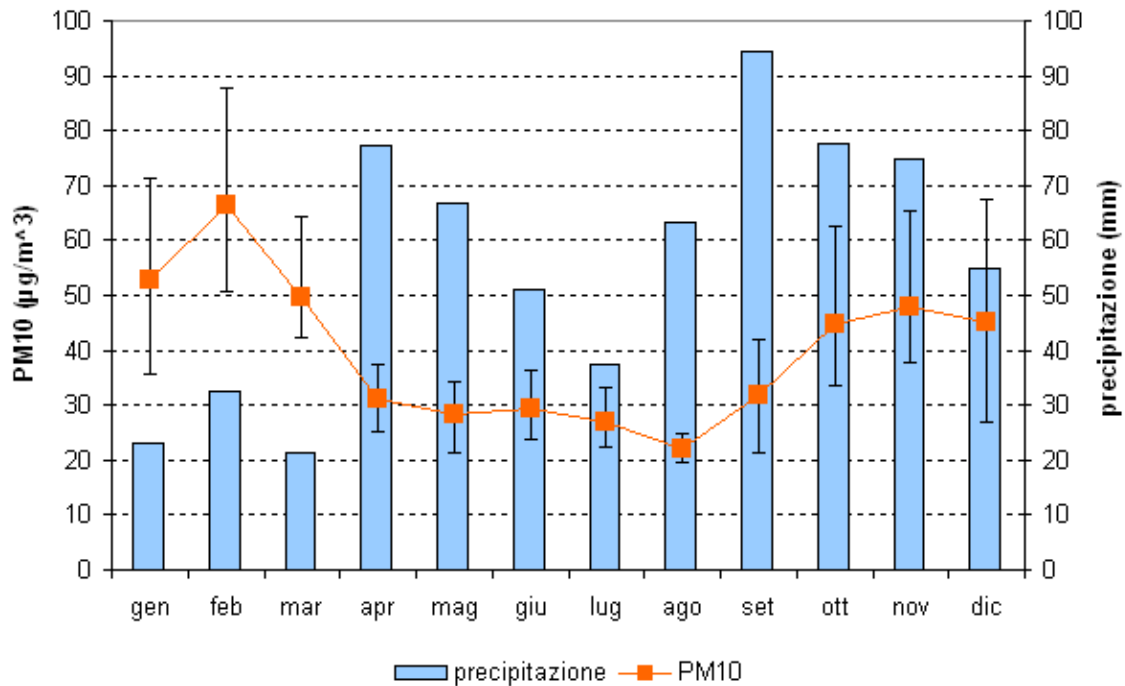


Figura 4) Mese tipo: per ogni mese è rappresentata la concentrazione media di tutte le centraline provinciali di tutti gli anni di monitoraggio con indicazione del valore minimo e massimo del mese. Degli stessi anni è rappresentata la precipitazione media mensile registrata a Bra, Cuneo e Fossano.

Da tale grafico si può vedere come mediamente le concentrazioni più elevate si verificano nei mesi di gennaio, febbraio in particolare e marzo, che sono anche i mesi dell'anno in cui le precipitazioni sono più scarse. Un'altra particolarità che emerge è come la variabilità delle concentrazioni si riduca ad agosto probabilmente per il minor numero di sorgenti emissive presenti in questo mese.

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 rappresentano uno dei parametri di maggior interesse per l'inquinamento atmosferico. Questo non è dovuto solamente alla loro natura irritante sull'uomo, ma anche perché, in presenza di forte irraggiamento solare, danno inizio ad una serie di reazioni secondarie che portano alla costituzione di sostanze inquinanti, quali l'ozono, complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico", ed in quanto sono importanti precursori del PM₁₀ (argomento riportato in più documenti dell'European Environment Agency).

La normativa italiana per la qualità dell'aria (D.M. 60/2002) ai fini della protezione della salute umana stabilisce dei limiti di concentrazione che, per gli ossidi di azoto, riguardano il biossido. Sono specificati due valori di riferimento: uno relativo alla media su un'ora e l'altro alla media annuale. Sebbene la normativa preveda attualmente un margine di tolleranza ai limiti, nel seguito considereremo i valori "ufficialmente" in vigore a partire dal 2010:

rispettivamente pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria, da non superare più di 18 volte per anno civile ed a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annua.

Dal confronto delle medie annue di NO_2 (figura 5) si osserva che rispetto al 2006, in cui si erano verificati superamenti ad Alba, Borgo San Dalmazzo e Fossano, le concentrazioni medie si sono notevolmente ridotte rientrando al di sotto del limite ad Alba e Fossano, mentre a Borgo San Dalmazzo sono rimaste invariate.

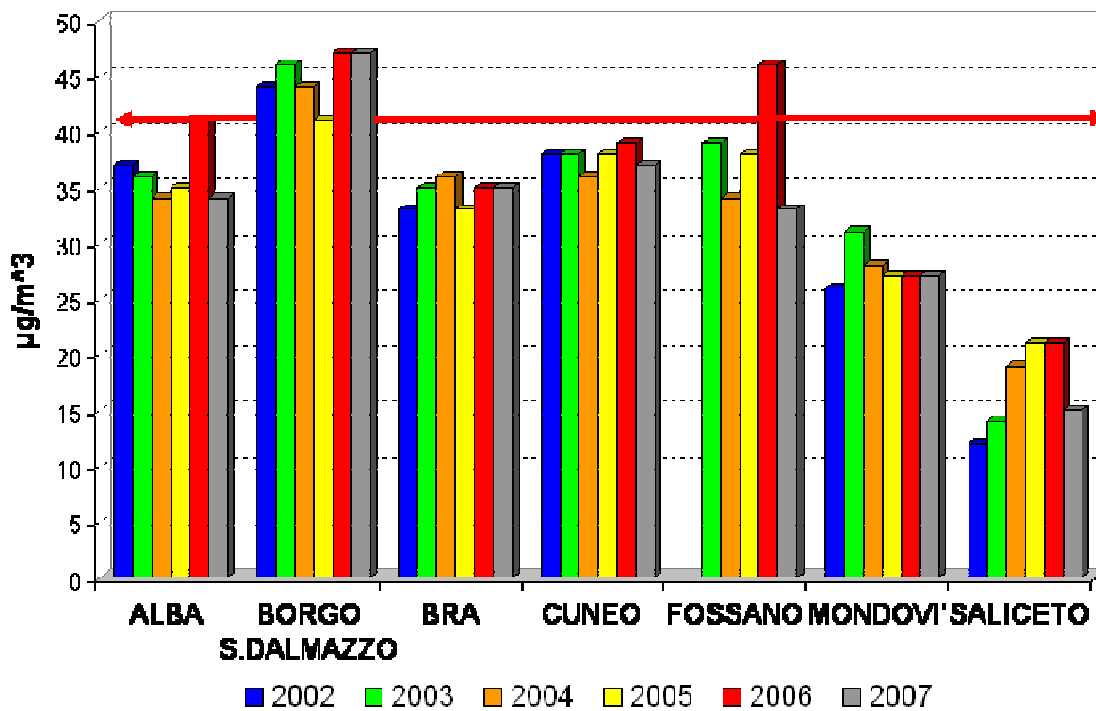


Figura 5) NO_2 : concentrazione media annua

Nel corso del 2007, come riportato nel grafico di figura 6, la massima concentrazione oraria è rimasta inferiore al limite per tutte le centraline; in particolare per quella di Fossano, che nel 2006 aveva registrato due superamenti rilevanti di questo limite, il valore della massima concentrazione media oraria è stata la più bassa di tutti gli anni di monitoraggio.

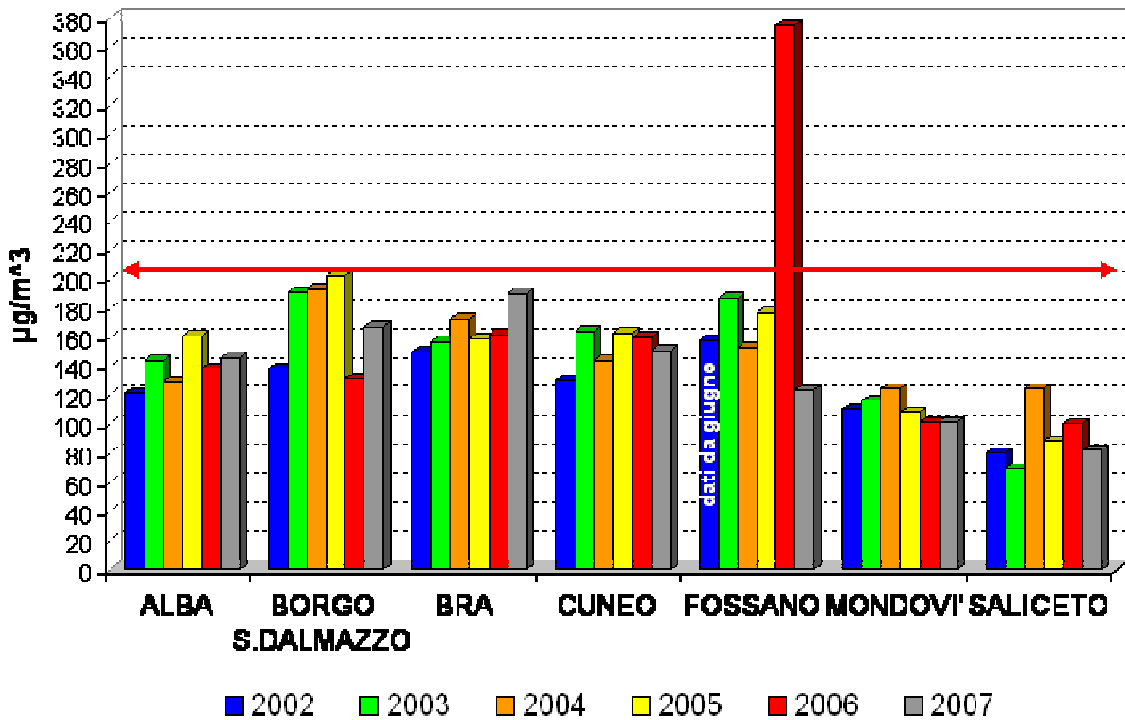


Figura 6) NO₂: massima concentrazione media oraria

Nel grafico di figura 7 sono rappresentate le medie mobili su 30 giorni delle concentrazioni medie giornaliere di NO₂ registrate dal 2002 fino a maggio 2008 per le diverse centraline. Sebbene la quantità di dati renda un po' complicata la lettura del grafico, si evidenzia per il sito di Fossano, l'anomalia iniziata nell'inverno 2005-2006 e perdurata in tutto il 2006, caratterizzata da concentrazioni particolarmente elevate, a cui sono seguiti netti miglioramenti a partire dall'inverno 2006-2007 per arrivare nel corso dell'inverno appena trascorso ad evidenziare la situazione migliore in assoluto dall'inizio del monitoraggio. Sarà opportuno attendere almeno un successivo anno di dati per confermare tale riduzione ed anche per valutare se sia possibile individuare eventuali effetti dell'introduzione, nell'autunno 2007, del teleriscaldamento in alcune zone della città.

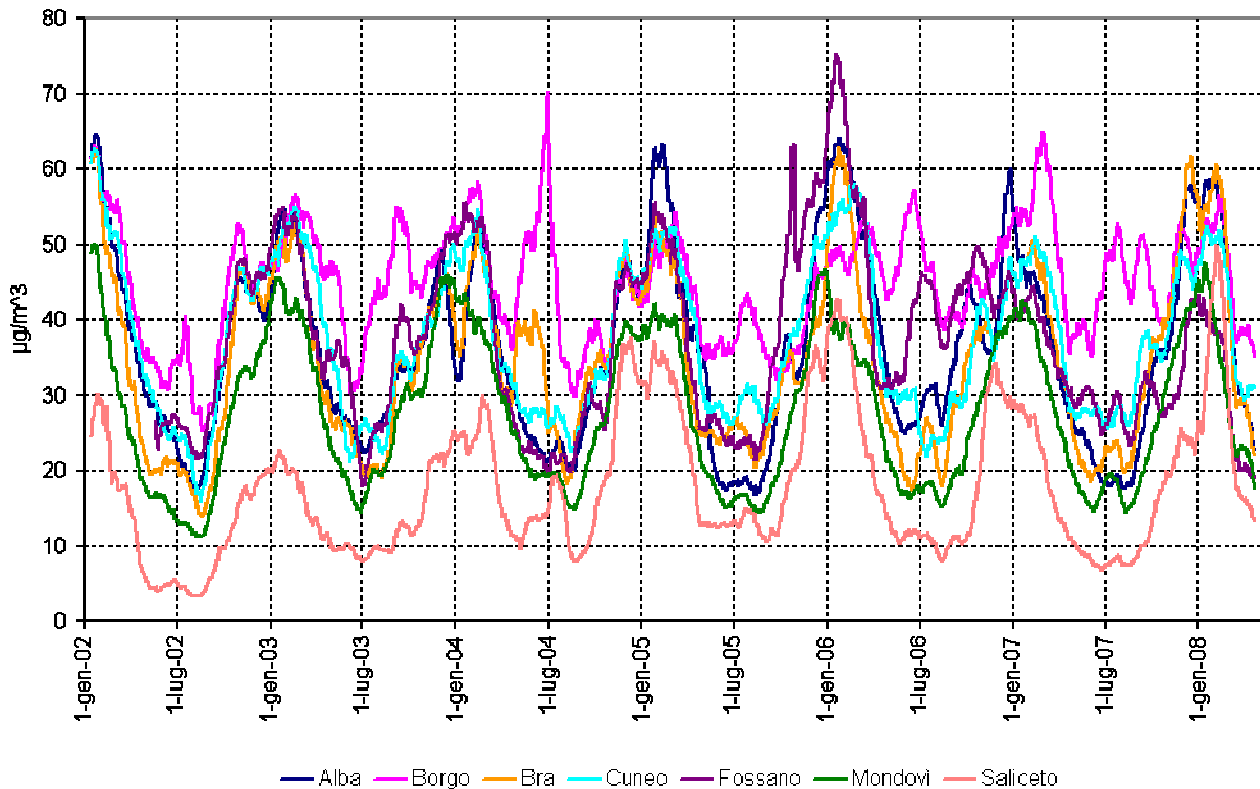


Figura 7) NO₂: medie mobili su 30 giorni delle concentrazioni giornaliere registrate dall'1/01/2002 al 30/04/2008

Spicca fra gli altri andamenti quello della centralina di Borgo San Dalmazzo, in particolare per quanto riguarda i periodi estivi durante i quali non si riscontra la “normale” diminuzione che generalmente si verifica altrove. Anzi negli anni 2004 e 2006 si osservano picchi estivi di entità superiore a quelli invernali. Per cercare una causa del generarsi di questi fenomeni, particolarmente anomali per il periodo in cui si verificano in cui le condizioni dispersive dovrebbero portare ad una diminuzione delle concentrazioni, sono stati valutati i principali dati emissivi a nostra disposizione dei due impianti cementieri prossimi al sito. Essi però non hanno evidenziato variazioni produttive stagionali che possano giustificare tali andamenti. Tuttavia analizzando le concentrazioni degli ossidi totali di azoto registrati dalla centralina di Borgo San Dalmazzo (figura 8), si osserva che, ad esempio nel luglio 2006, mentre la concentrazione di NO₂, stranamente cresceva, quella di NO_x gradatamente diminuiva. Analizzando pertanto tali dati, in genere sembra meglio rispettato un andamento stagionale, con i picchi principali di concentrazione nel periodo che va dall'autunno alla primavera. Consideriamo ora il fatto che le emissioni di ossidi di azoto del comparto cementiero sono essenzialmente costituite da monossido di azoto; questo in aria ambiente entra nel ciclo fotolitico e viene in parte convertito a biossido di azoto. Si può pertanto provare a ipotizzare che durante i periodi più caldi dell'anno siano favorite le reazioni chimiche di trasformazione degli NO in NO₂, con la possibilità per quest'ultimo di determinare concentrazioni più elevate rispetto al periodo invernale.

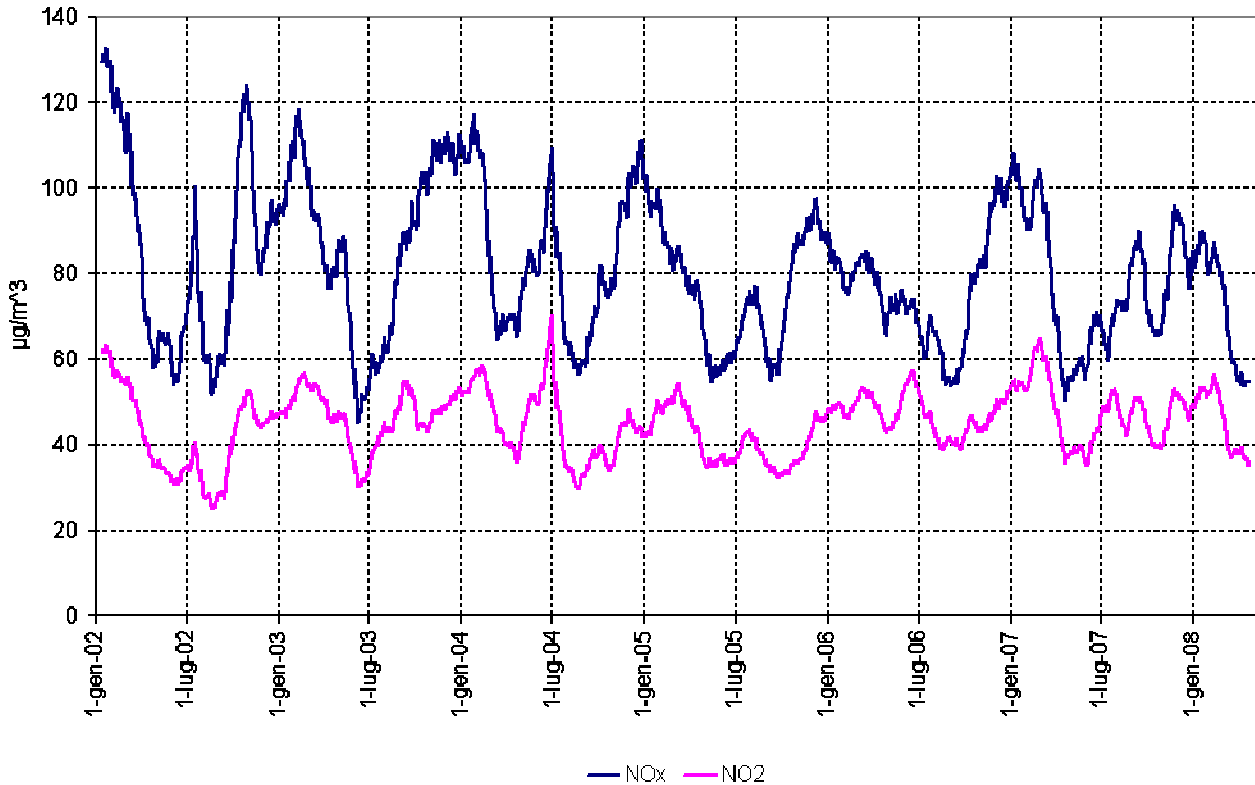


Figura 8) Borgomanero: medie mobili su 30 giorni delle concentrazioni giornaliere di NO_2 e di NO_x espressi come NO_2 .

Ozono – O_3

L'ozono presente nella parte bassa dell'atmosfera è un inquinante secondario, ovvero la sua formazione è legata alla presenza di altri inquinanti (precursori), quali ossidi di azoto e composti organici volatili, che reagiscono catalizzati da fattori meteorologici in particolare dalla radiazione solare e dalla temperatura dell'aria. Il complesso dei fenomeni che porta alla produzione di ozono viene denominato "smog fotochimico".

L'ozono è dotato di un elevato potere ossidante; alte concentrazioni risultano nocive per la salute dell'uomo, per la vita degli ecosistemi e per la conservazione dei materiali.

L'inquinamento fotochimico è un fenomeno anche transfrontaliero: è possibile infatti che, in particolari condizioni meteorologiche e di emissione, si formino inquinanti fotochimici che vengono trasportati a distanze di centinaia o migliaia di chilometri. Per controllare questo tipo di inquinamento sono stati messi a punto alcuni protocolli internazionali (Sofia 1988, Ginevra 1991, Göteborg 1999). Inoltre, il Consiglio dell'Unione europea e il governo italiano hanno adottato una normativa che indica le modalità di monitoraggio dell'ozono e ne fissa i limiti alle concentrazioni e gli standard di qualità dell'aria.

Il Decreto Legislativo 183/2004 prevede soglie di informazione e di allarme, per le concentrazioni medie orarie, pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente. Stabilisce inoltre valori bersaglio per il 2010 e obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana. In particolare il valore bersaglio, che fa riferimento ad una media su 8 ore massima giornaliera, è di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni. Analogamente sono stabiliti, per la protezione della vegetazione, un valore bersaglio e un obiettivo a lungo termine.

Dal grafico di figura 9 si può osservare che nel 2007 hanno continuato a verificarsi superamenti della soglia di informazione in tutte e tre le centraline in cui questo inquinante è rilevato. Il loro numero tuttavia è stato decisamente inferiore a quello registrato nell'anno precedente e mediamente è tra i valori più bassi riscontrati dall'attivazione della rete. Nella nostra provincia, anche nel corso del 2007 la soglia di allarme non è mai stata raggiunta.

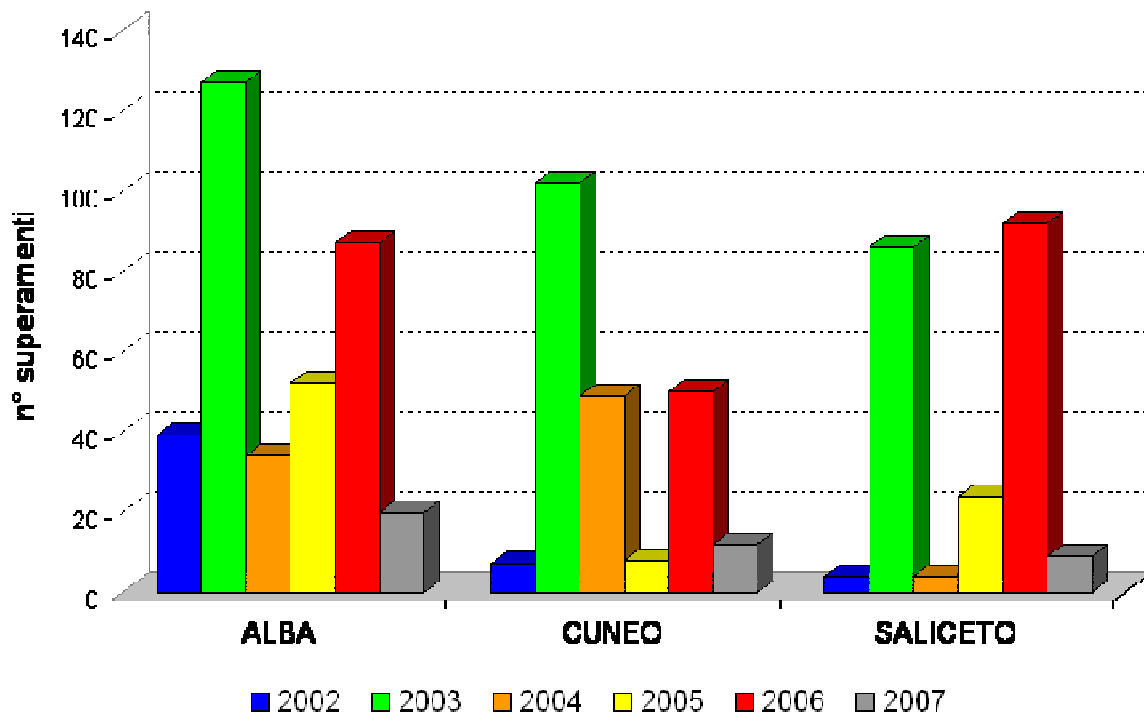


Figura 9) O₃: superamenti della soglia di informazione

I grafici della figura 10 riportano per ciascuna centralina il numero di superamenti della soglia di informazione dei mesi che rientrano nel periodo più critico per l'ozono. Da tali grafici si può osservare che, nel corso del 2007, non soltanto nel mese di luglio ma anche a maggio si sono verificati episodi di inquinamento da ozono. Questo argomento verrà maggiormente approfondito più avanti nel capitolo dedicato a questo inquinante.

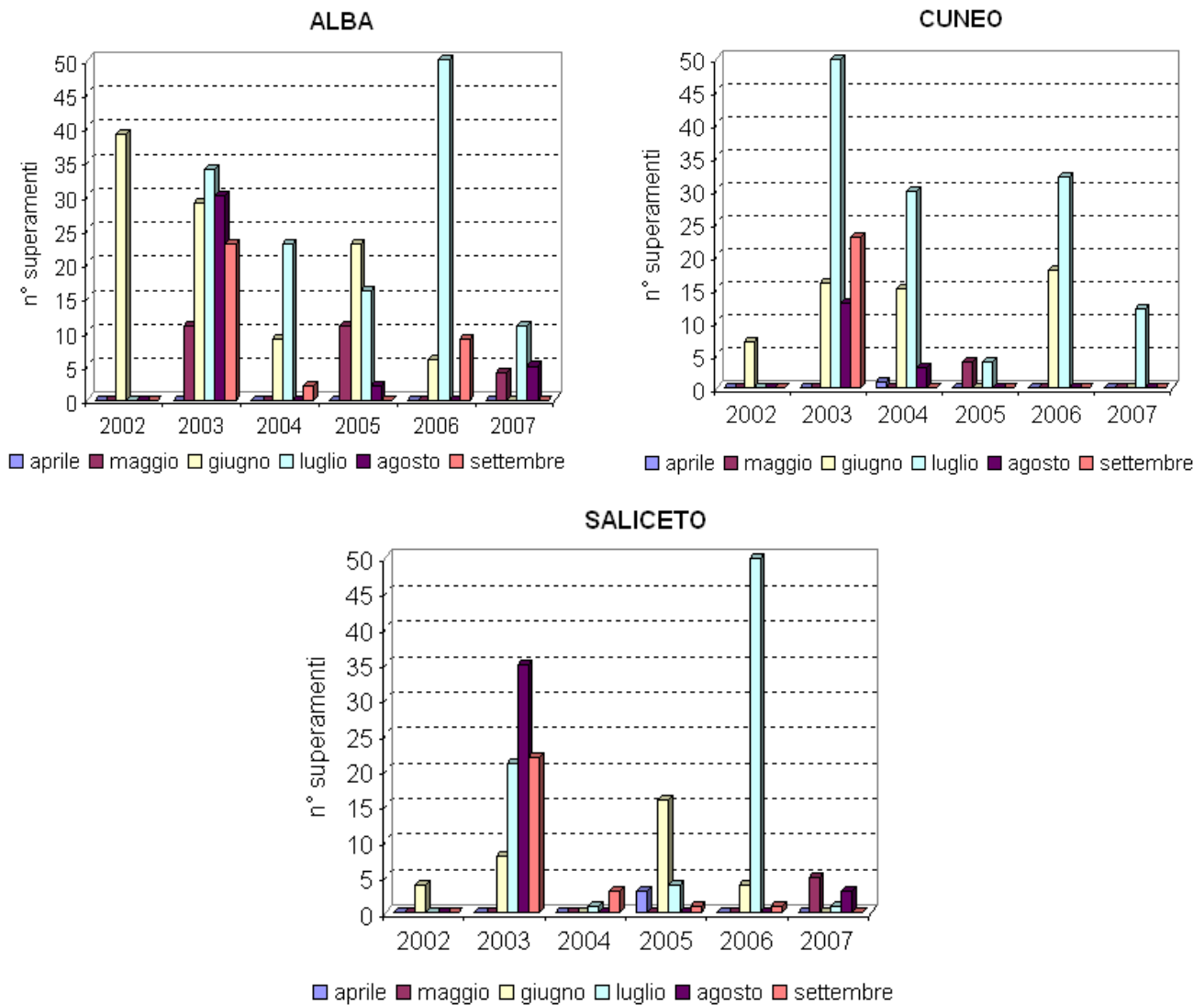


Figura 10) O₃: numero di superamenti della soglia oraria di informazione suddivisi per anno e per mese nelle tre stazioni di monitoraggio

Per quanto riguarda il limite scelto come “obiettivo a lungo termine” (figura 11), in tutti i siti di monitoraggio, nel 2007 si è verificata una leggera diminuzione del numero di giorni di superamento rispetto all’anno precedente.

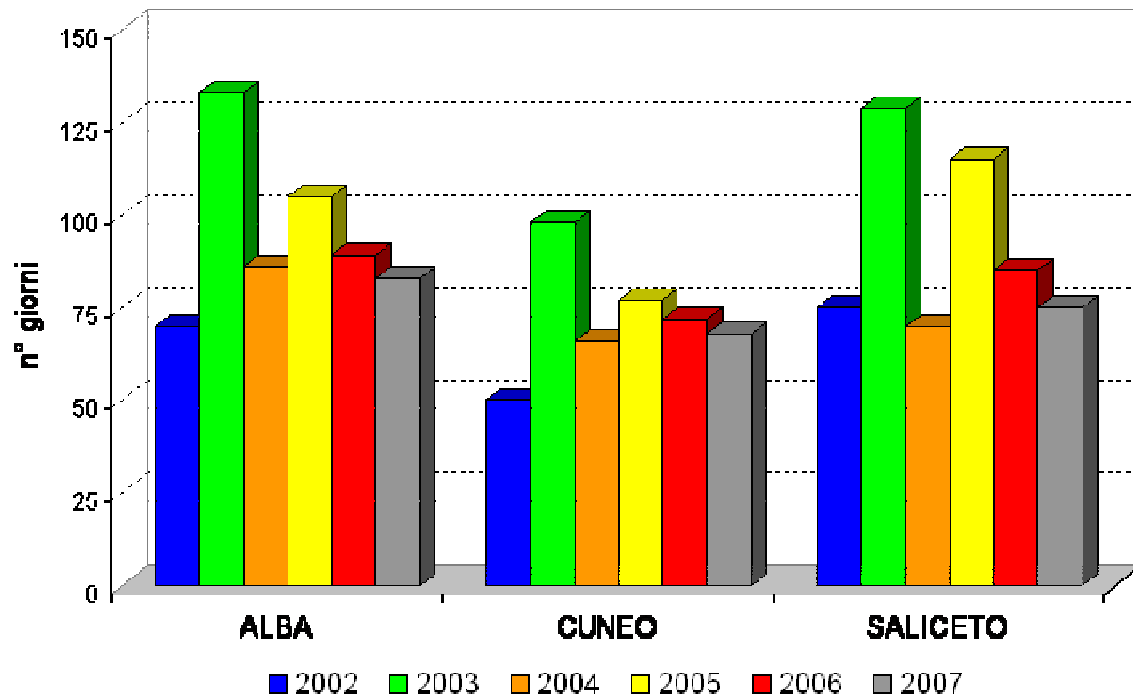


Figura 11) O₃: numero di giorni con almeno un superamento dell’obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana

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. A livello locale tuttavia negli ultimi anni permanevano ancora emissioni puntuali non completamente controllate.

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.

Nei due grafici seguenti sono rappresentati, per ogni anno di monitoraggio, i valori della massima concentrazione media giornaliera e oraria. Anche per il 2007 si è registrato un ampio rispetto dei limiti. Mentre per le centraline di Alba, Cuneo e Saliceto i valori sono rimasti pressoché invariati rispetto all’anno precedente, a Borgo San Dalmazzo si è verificata un’inversione nella tendenza degli ultimi anni e i valori sono raddoppiati rispetto al 2006. L’analisi dell’andamento della concentrazione di questo inquinante che sarà riscontrata nell’anno in corso e nei successivi consentirà di meglio definire la consistenza del fenomeno e l’eventuale origine.

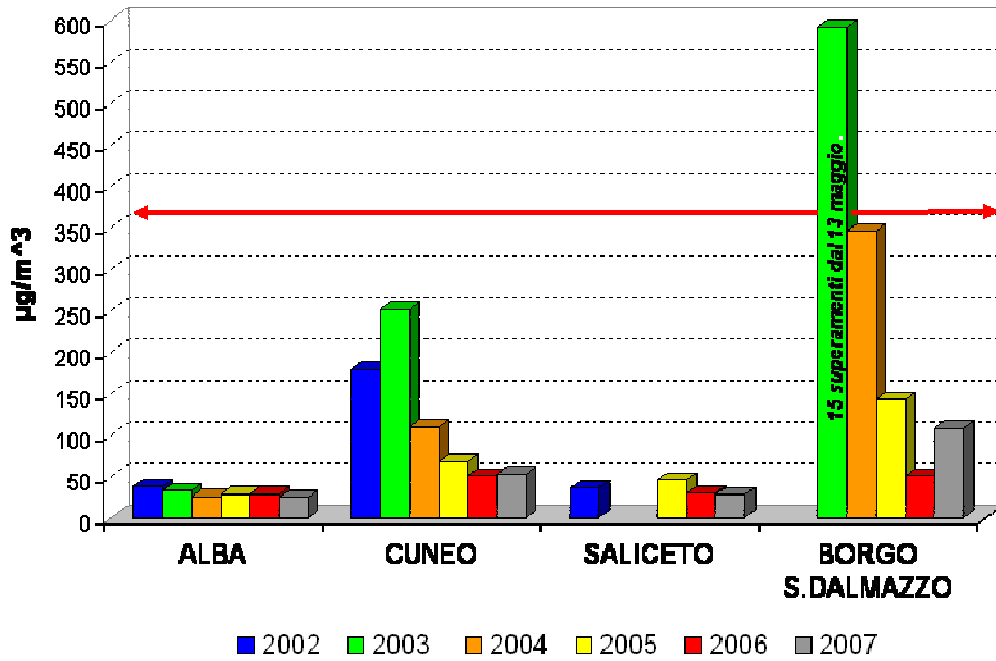


Figura 12) SO₂: valori della massima concentrazione media oraria di ogni anno di monitoraggio.

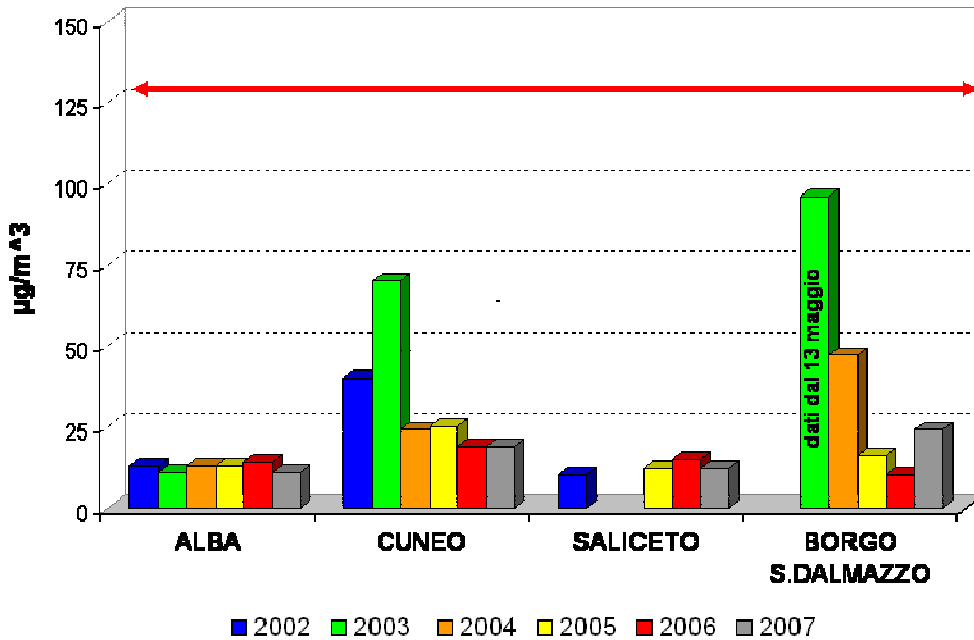


Figura 13) SO₂: valori della massima concentrazione media giornaliera di ogni anno di monitoraggio.

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. Nelle benzine, insieme ad altri composti aromatici, è un additivo che serve a conferire proprietà antidetonanti e per aumentarne il "numero di ottano" in sostituzione dei composti del piombo.

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.

Questo inquinante è monitorato solamente in due centraline della rete fissa provinciale, ovvero nelle due città più densamente abitate: Alba e Cuneo.

I valori medi annuali ottenuti nei diversi anni, riportati nel grafico di figura 14, sono confrontati con il limite normativo. Le concentrazioni ottenute per entrambi i siti continuano a essere ampiamente inferiori al valore limite annuale per la protezione della salute umana di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stabilito dal D.M. 60/2002.

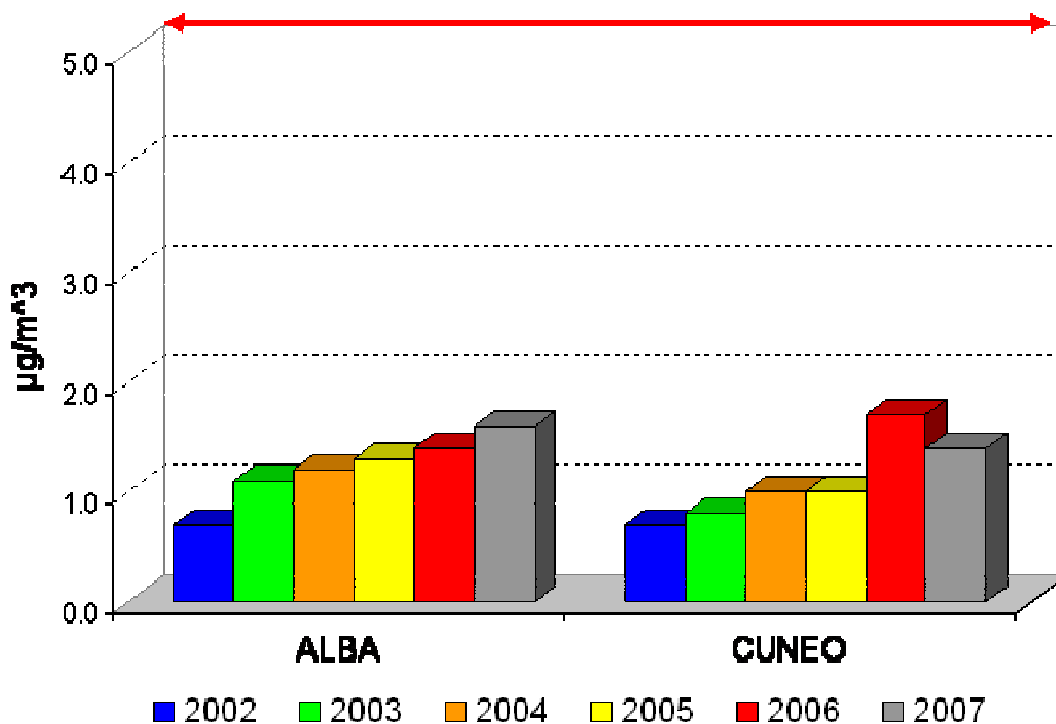


Figura 14) Benzene: medie annuali.

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 15 è rappresentato il valore massimo raggiunto da questo indicatore in tutti i siti di monitoraggio. I risultati ottenuti continuano a mantenersi decisamente inferiori al limite normativo.

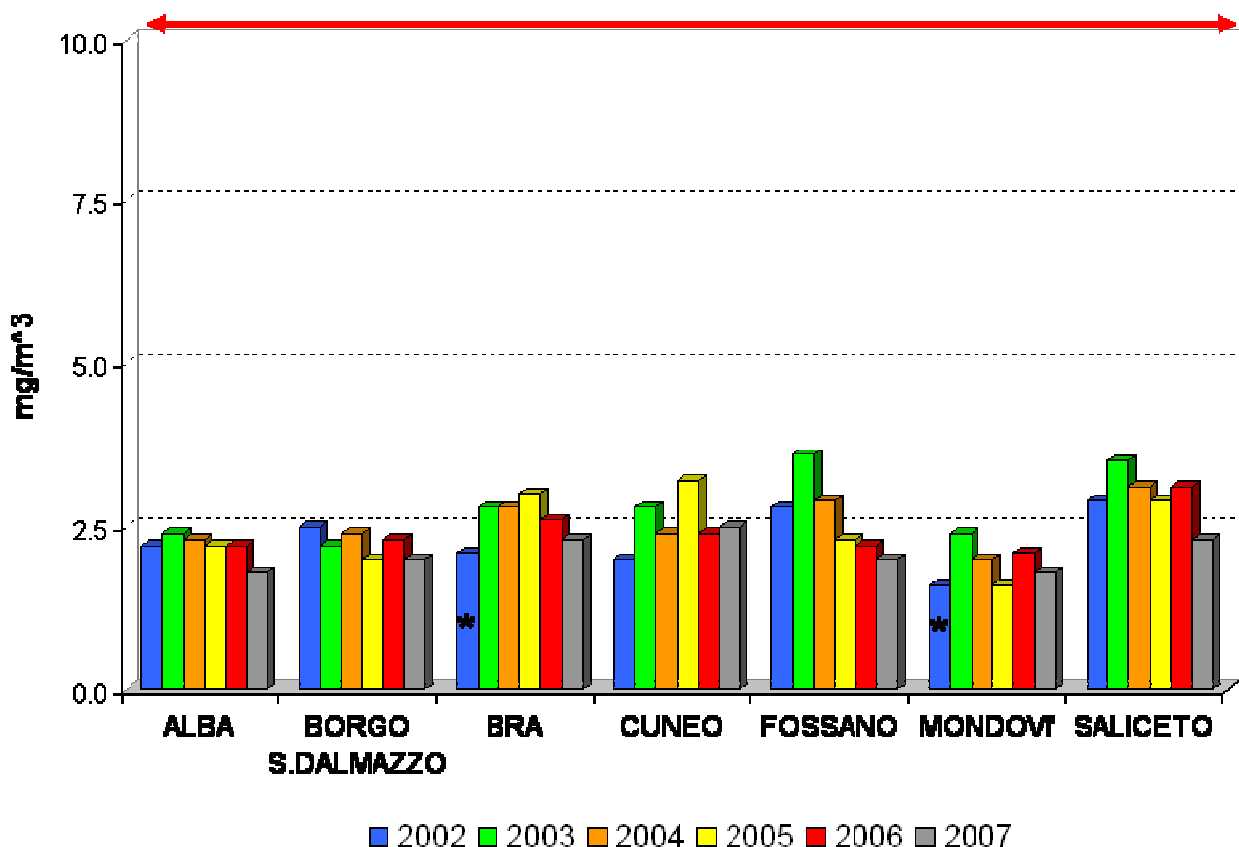


Figura 15) CO: media massima su 8 ore. (*dati rilevati nel periodo giugno ÷ dicembre)

Piombo

Il piombo è un metallo i cui valori erano particolarmente critici negli anni '70 quando veniva impiegato come additivo nelle benzine. Con l'introduzione delle benzine verdi la sua concentrazione nell'aria ambiente è notevolmente diminuita a tal punto che questo parametro non costituisce più un problema per la qualità dell'aria, anche in zone ad elevato traffico veicolare. La determinazione del piombo viene effettuata analizzando i filtri sui quali è stato campionato il materiale particolato PM₁₀. Per il piombo, che interferisce con numerosi sistemi enzimatici provocando un ampio spettro di effetti tossici, il D.M. 60/2002 prevede un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 0.5 µg/m³. Come si può osservare nel grafico di figura 16 che mette a confronto i dati rilevati in tutti i siti, in tutti gli anni di monitoraggio le concentrazioni sono state ampiamente inferiori a tale limite.

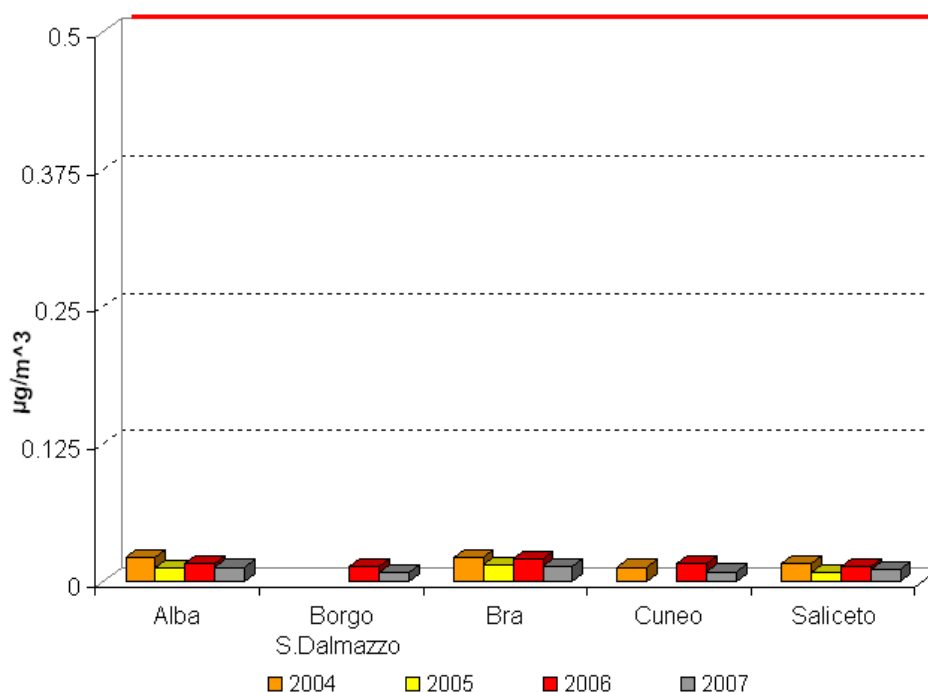


Figura 16) Piombo: medie annuali (anni con percentuale di dati validi superiore all'80%).

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 ng/mc (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 recentemente dal Decreto Legislativo n.152 del 3 agosto 2007.

La determinazione del benzo(a)pirene è iniziata a partire dal 2005 per le centraline nelle quali viene effettuato il campionamento del PM₁₀; i risultati ottenuti nel corso degli anni sono riportati nel grafico sottostante (figura 17).

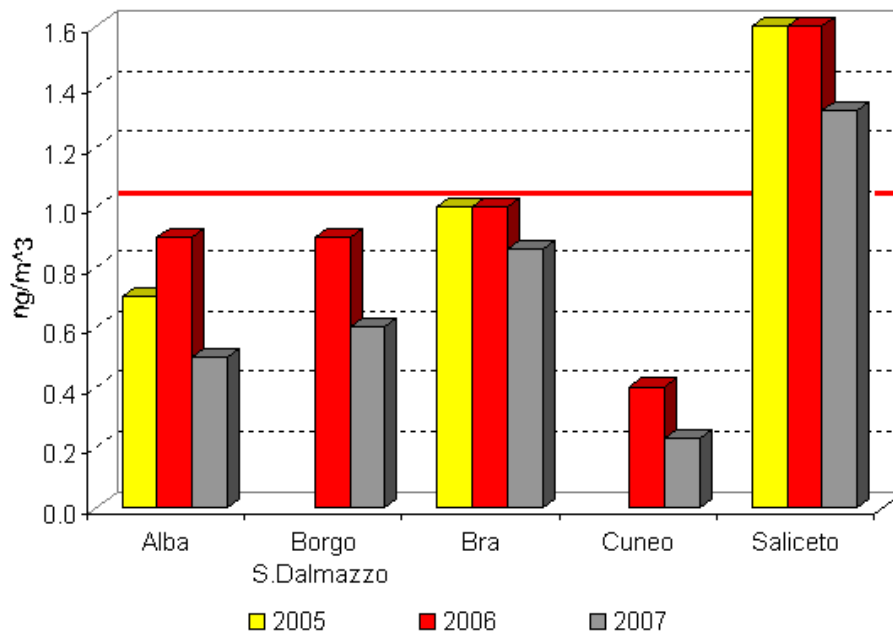


Figura 17) Benzo(a)pirene: medie annuali (anni con percentuale di dati validi superiore all'80%).

Soltanto i valori relativi alla centralina di Saliceto sono sempre stati superiori al limite normativo. Considerando le concentrazioni medie mensili, figura 18, si deduce che ciò è dovuto a valori piuttosto elevati rilevati nei mesi invernali che potrebbero probabilmente attribuirsi ad una situazione locale caratterizzata da un impiego importante del legno come combustibile da riscaldamento.

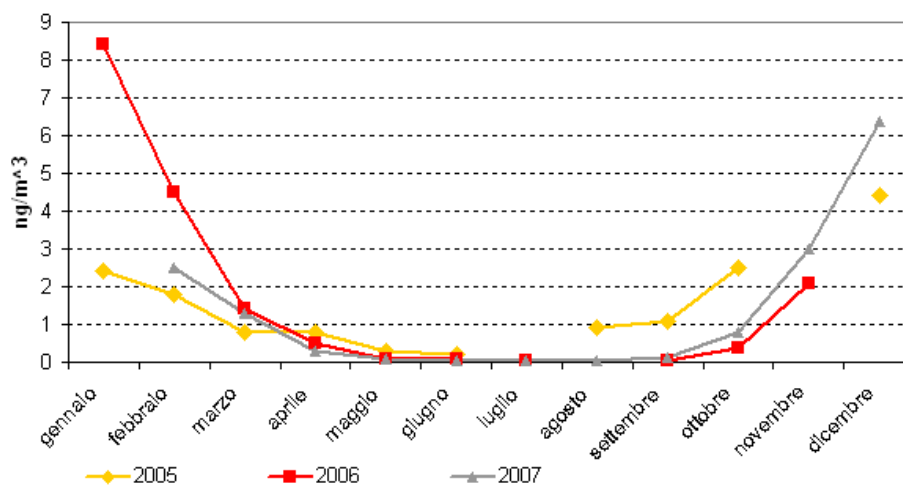


Figura 18) Centralina di Saliceto: Benzo(a)pirene - medie mensili

Superamenti nell'anno 2007

Nella tabella seguente si riassumono i superamenti dei limiti normativi per la protezione della salute umana registrati nell'anno 2007.

INQUINANTE	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	VALORE LIMITE E INDICATORE STATISTICO	SUPERAMENTI CONCESSI	2007: 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	1	0	0	0	0	0
PM ₁₀	D.M. 60/2002	40 µg/m ³ media annuale	-	0	0	1	0	-	-	0
	D.M. 60/2002	50 µg/m ³ media 24 ore	35 volte / anno civile	82	46	128	47	-	-	43
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	83 gg	-	-	68 gg	-	-	75 gg
	D.Lgs. 183/2004	180 µg/m ³ media oraria (soglia di informazione)	-	20	-	-	12	-	-	9
	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	1 ng/m ³ media annuale (valore obiettivo)	-	0	0	0	0	-	-	1

Tabella 2) Superamenti dei limiti normativi nell'anno 2007

L'Indice di Qualità dell'Aria^{1, 2} per la provincia di Cuneo Anni 2002 ÷ 2007

Per poter fornire indicazioni per il territorio cuneese riguardo "a quanto pulita o inquinata" potesse essere l'aria che respiravamo e quanto fosse a rischio la salute delle varie categorie di cittadini ai livelli di inquinamento rilevati, nella relazione dell'anno 2005 era stata inserita la valutazione dell'Indice di Qualità dell'Aria (IQA) della provincia di Cuneo per gli anni 2002 ÷ 2005. Avendo oggi a disposizione i dati di ulteriori due anni di monitoraggio della rete fissa provinciale, questo studio è stato aggiornato e i risultati presentati nel seguito.

Al fine di supportare l'azione di riduzione dell'inquinamento atmosferico risulta necessaria l'informazione della popolazione attraverso la comunicazione del rischio cui è sottoposta. Proprio per questo in diversi Paesi viene utilizzato un sistema di indicatori in grado di esplicitare alla popolazione, in modo semplice ed immediato, il livello qualitativo dell'aria che si respira. Tale sistema, proposto originariamente dall'Agenzia per la protezione dell'ambiente americana (E.P.A.), prende il nome di Air Quality Index (AQI); anche in Europa molti Stati applicano un indice paragonabile a quello americano come strumento per sensibilizzare l'opinione pubblica alla qualità dell'aria. Qualsiasi sia la metodologia di calcolo utilizzata, un simile indice non descrive la misura di un inquinante rilevato dalla singola stazione di monitoraggio, ma permette di informare il cittadino in merito allo "stato" della qualità dell'aria per zone estese, in cui le concentrazioni di inquinanti e quindi i livelli di rischio per la salute sono confrontabili.

Come già indicato in numerose occasioni, sono i circa 350 mila dati che ogni anno vengono rilevati dall'insieme delle centraline fisse site in provincia di Cuneo, ognuna delle quali rappresentativa di una specifica realtà (fondo, urbana, industriale ecc...), a descrivere la qualità dell'aria media incidente sul territorio provinciale. Ogni centralina infatti fornisce concentrazioni puntuali caratteristiche del sito di campionamento e soltanto un'analisi complessiva dei valori ottenuti da tutta la rete consente di estendere le informazioni ad una scala spaziale più ampia.

I risultati rappresentati nel seguito per l'IQA sono ottenuti con calcoli eseguiti mediante gli algoritmi utilizzati a livello regionale, che prendono in considerazione le sostanze inquinanti maggiormente critiche nel nostro territorio nei diversi periodi dell'anno e i cui effetti sono rappresentativi dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana: ozono (O₃), PM₁₀ e biossido d'azoto (NO₂).

Per ogni giorno del periodo di analisi è stato calcolato l'IQA ed espresso con un indice numerico che può variare da 1 a 7 (tabella 3): più alto è il valore, più elevato è il livello di inquinamento atmosferico e maggiore è il rischio per la salute.

Ai fini di questo lavoro l'IQA giornaliero è stato poi elaborato per ottenere informazioni mensili e annuali.

¹ *L'indice di qualità dell'aria (IQA) nell'area metropolitana torinese.*

<http://www.provincia.torino.it/ambiente/inquinamento/aria/qualita/indiceiqa>

² *Qualità dell'aria in Piemonte.* <http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/conoscidati.shtml>

INDICE NUMERICO	QUALITA' DELL'ARIA
1	Ottima
2	Buona
3	Discreta
4	Mediocre
5	Poco salubre
6	Insalubre
7	Molto insalubre

Tabella 3) Livelli dell'Indice di Qualità dell'Aria (IQA)

Ai sette livelli dell'IQA, oltre che i diversi colori, si associano giudizi in merito alla qualità dell'aria ed alcune raccomandazioni utili alla popolazione:

1. **Ottima**: La qualità dell'aria è considerata eccellente.
2. **Buona**: La qualità dell'aria è considerata molto soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
3. **Discreta**: La qualità dell'aria è soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
4. **Mediocre**: La popolazione non è a rischio. Le persone asmatiche, bronchitiche croniche o cardiopatiche potrebbero avvertire lievi sintomi respiratori solo durante un'attività fisica intensa; si consiglia pertanto a questa categoria di limitare l'esercizio fisico all'aperto, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
5. **Poco salubre**: Le persone con complicazioni cardiache, gli anziani e i bambini potrebbero essere a rischio, si consiglia pertanto a queste categorie di persone di limitare l'attività fisica e la permanenza prolungata all'aria aperta specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
6. **Insalubre**: Molti cittadini potrebbero avvertire lievi sintomi negativi sulla salute, comunque reversibili, pertanto si consiglia di limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi. I membri dei gruppi sensibili potrebbero invece avvertire sintomi più seri, è quindi conveniente esporsi il meno possibile all'aria aperta.
7. **Molto insalubre**: Tutti i cittadini potrebbero avvertire lievi effetti negativi sulla salute. Gli anziani e le persone con complicazioni respiratorie dovrebbero evitare di uscire, mentre gli altri, specialmente i bambini, dovrebbero evitare l'attività fisica e limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.

Nel grafico di figura 19 sono rappresentate le frequenze con cui si sono verificate dal 2002 al 2007, sul territorio provinciale, le classi di qualità dell'aria corrispondenti all'IQA.

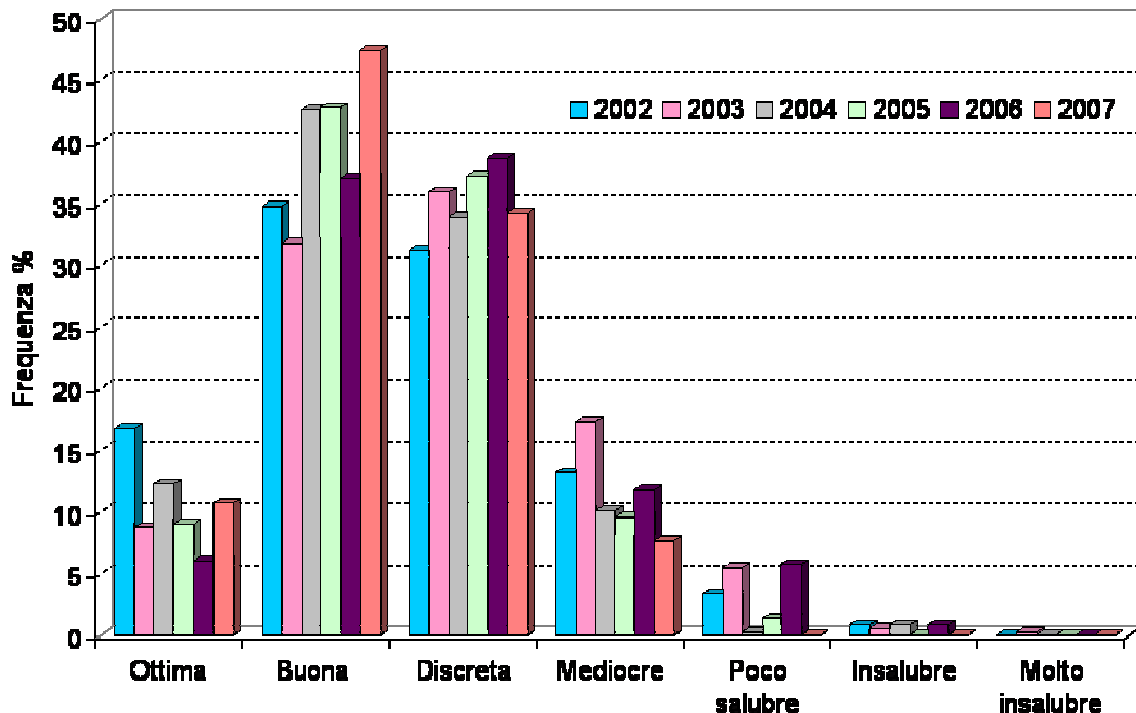


Figura 19) Frequenze di accadimento delle classi IQA nei sei anni di monitoraggio.

Nella maggior parte delle giornate dei diversi anni considerati i livelli di IQA sono stati corrispondenti a classi di qualità dell'aria compresi tra la ottima e la discreta, cioè "con nessun rischio per la popolazione". La somma delle frequenze di queste tre classi migliori è pari rispettivamente all'83% nel 2002, 76% nel 2003, 89% nel 2004 e nel 2005, 82% nel 2006 e 92% nell'ultimo anno.

Mentre, come si può vedere nella figura sopra, il 2006 non è stato particolarmente positivo e si sono verificate 21 giornate (6%) con qualità dell'aria "poco salubre", l'anno 2007 è stato per la qualità dell'aria il migliore tra i sei monitorati, infatti si è verificata un'occorrenza dell'8% della classe mediocre, che comunque non comporta rischi per la popolazione, e non si è mai riscontrata nessuna delle tre classi peggiori.

I grafici delle figure seguenti consentono di aumentare il dettaglio ed esaminare, per ogni anno, in quali mesi si sono verificate le diverse classi IQA.

E' possibile osservare che gli episodi con i livelli peggiori si sono verificati principalmente nei mesi freddi, in particolare nei primi mesi dell'anno, a causa delle elevate concentrazioni di PM₁₀. L'ozono, in alcuni anni, ha determinato occorrenze di livelli di IQA "poco salubre" nei mesi di giugno, luglio e settembre e, in particolare nelle estati 2003 e 2006, frequenze non trascurabili di IQA "mediocre".

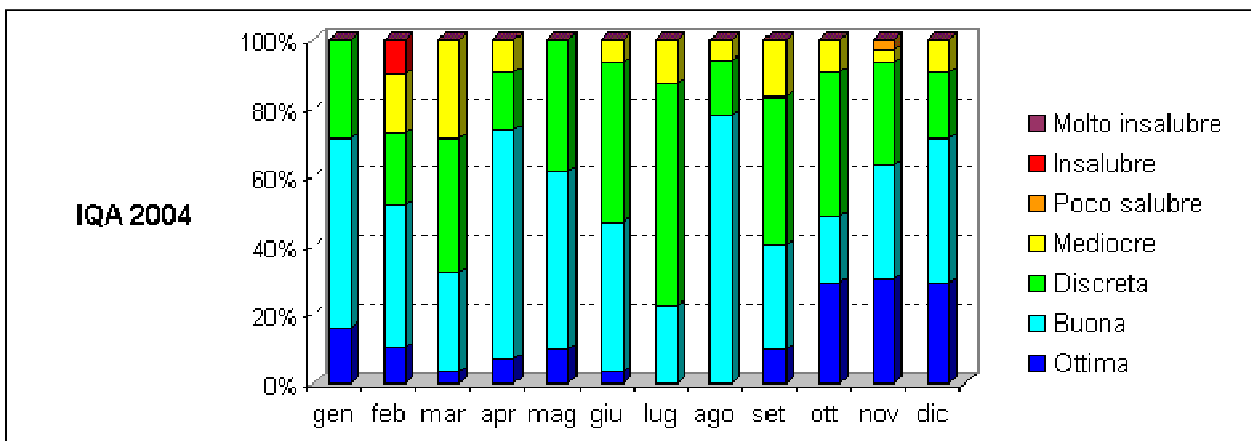
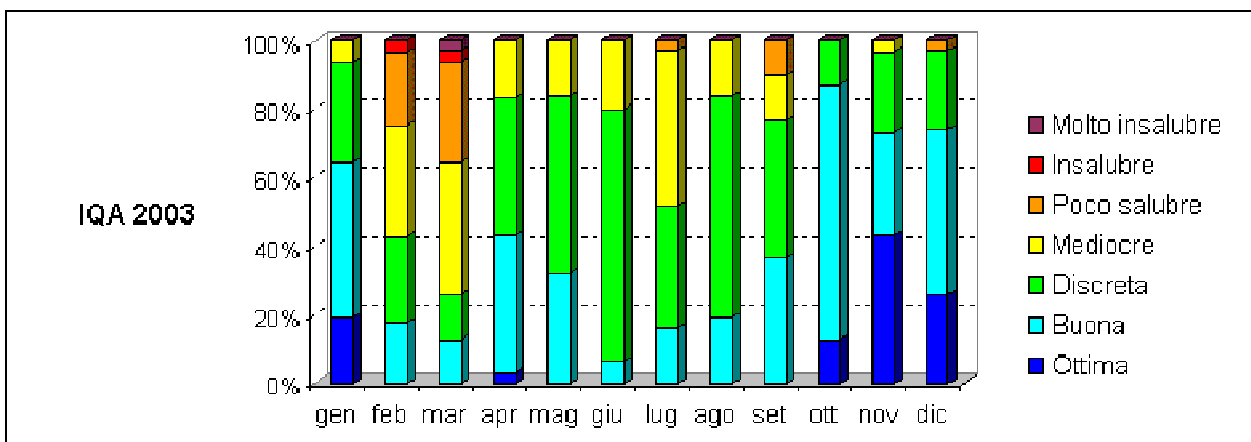
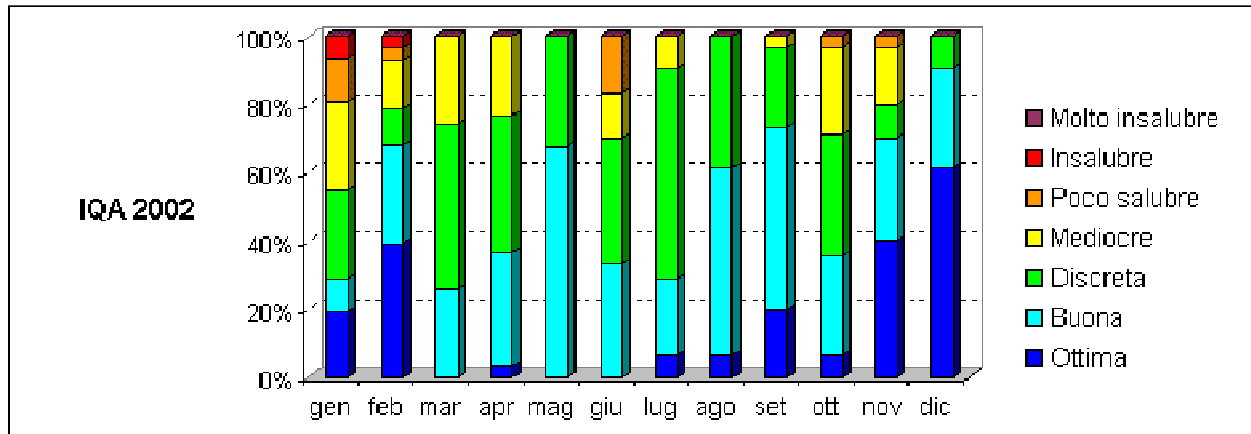


Figura 20) Distribuzione mensile delle frequenze di accadimento delle classi IQA negli anni 2002 ÷ 2004.

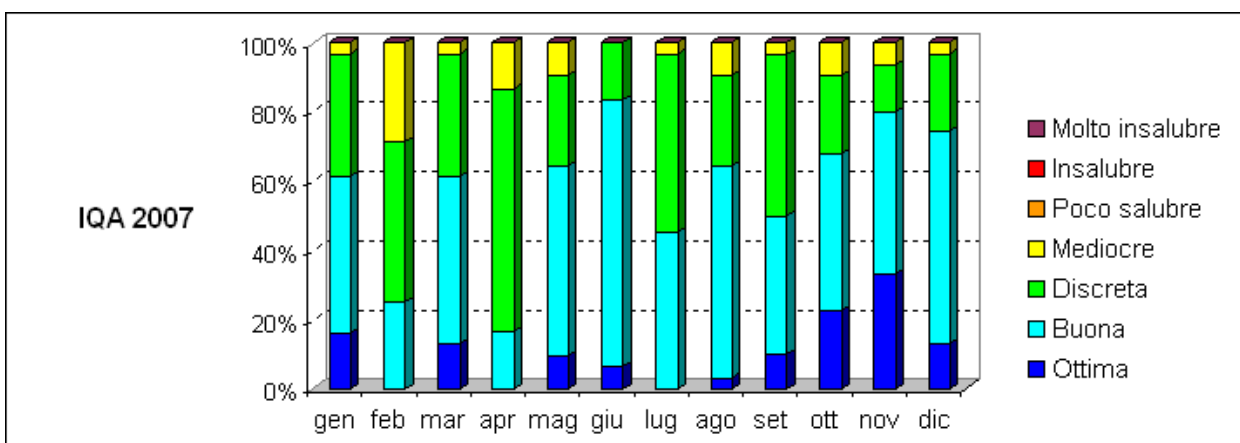
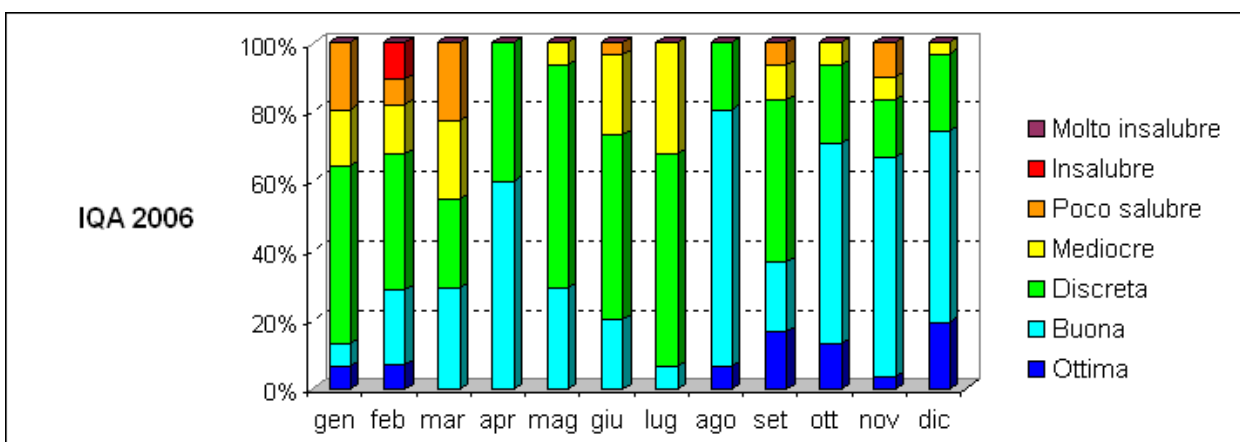
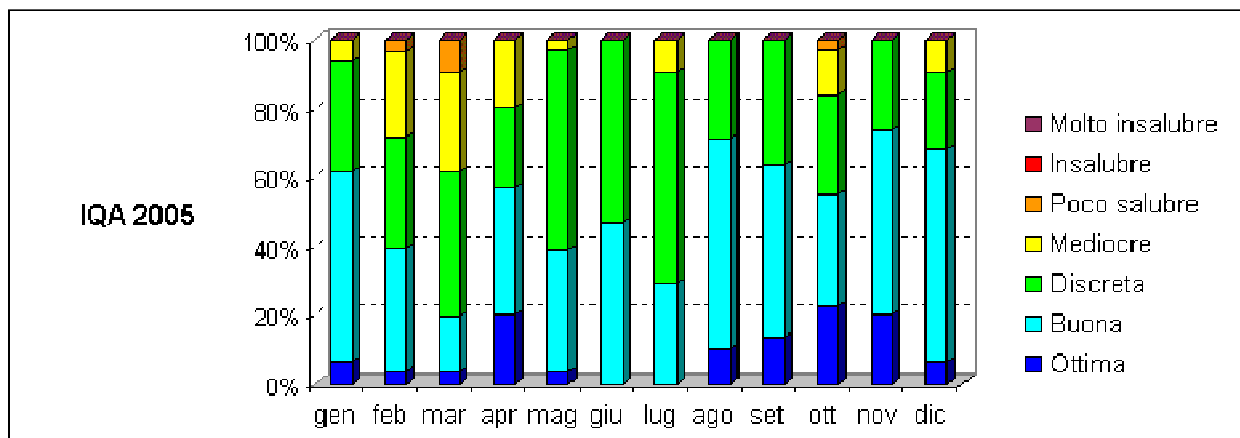


Figura 21) Distribuzione mensile delle frequenze di accadimento delle classi IQA negli anni 2005 - 2007.

L'inquinamento da ozono

L'ozono a livello del suolo è uno degli inquinanti che maggiormente preoccupa l'Europa. L'inquinamento da ozono è prodotto, nei bassi strati dell'atmosfera, da processi fotochimici che coinvolgono ossidi di azoto e composti organici volatili. 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 elevata insolazione e temperature persistono.

I livelli di ozono durante l'estate 2007 sono stati tra i più bassi dell'ultima decade in tutta Europa. Sia il numero che la distribuzione spaziale dei superamenti sono stati più contenuti che in ognuna delle ultime dieci estati e contrariamente all'estate 2006, nessun superamento della soglia di informazione si è verificato nell'Europa del nord.³

Questa situazione si è verificata anche nella provincia di Cuneo dove, sebbene si siano riscontrati dei superamenti della soglia di informazione, il loro numero è stato mediamente il più basso tra quelli registrati da quando la rete di monitoraggio è stata attivata (figura 22).

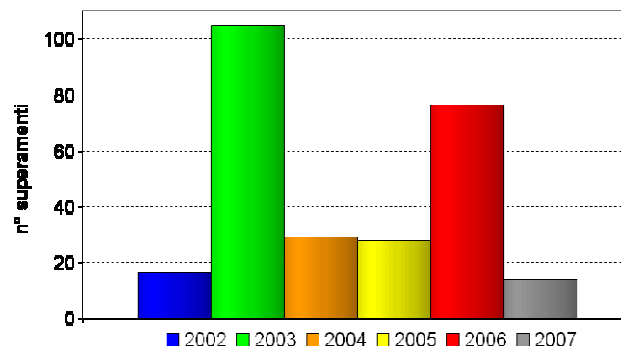


Figura 22) Numero medio di superamenti della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) delle tre stazioni della provincia di Cuneo (Alba, Cuneo, Saliceto).

Nel 2007, analogamente a quanto avveniva in tutta Europa, nella provincia di Cuneo i livelli di ozono hanno raggiunto i valori più elevati in luglio e maggio e anche nel mese di aprile le concentrazioni sono state particolarmente elevate se confrontate con gli anni precedenti a causa della situazione meteorologica che si è verificata (inverno caldo seguito da primavera calda) (figura 23 e 24, dove per semplicità di rappresentazione sono state riportate solo le concentrazioni di Cuneo). In giugno invece temperatura e insolazione relativamente contenute hanno determinato livelli inferiori di ozono rispetto agli anni precedenti (si osservino anche le figure 25 e 26).

Nei grafici che seguono i dati di temperatura e radiazione solare sono quelli registrati dalla stazione meteorologica di Fossano (cod. 323) che è stata scelta perché è quella collocata più centralmente nella provincia.

³ "Air pollution by ozone across Europe during summer 2007" - EEA Technical report – N°5/2008

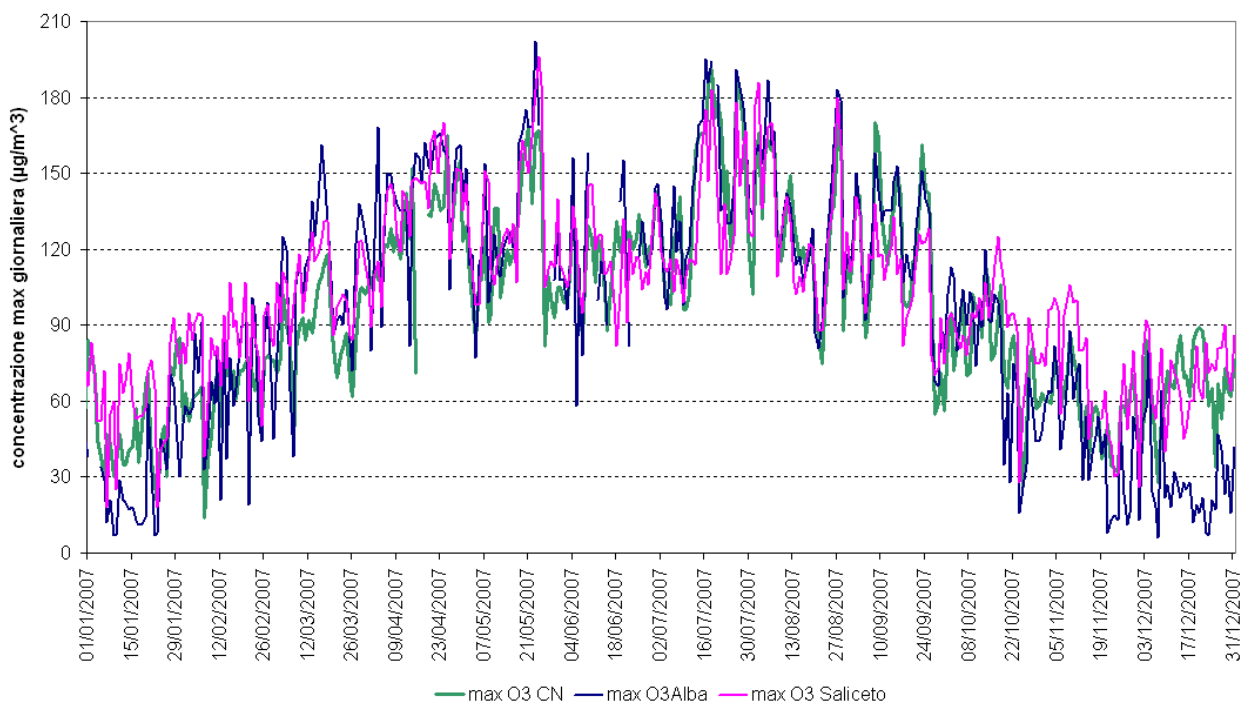


Figura 23) Concentrazioni massime giornaliere di ozono registrate a Cuneo, Alba e Saliceto nel 2007.

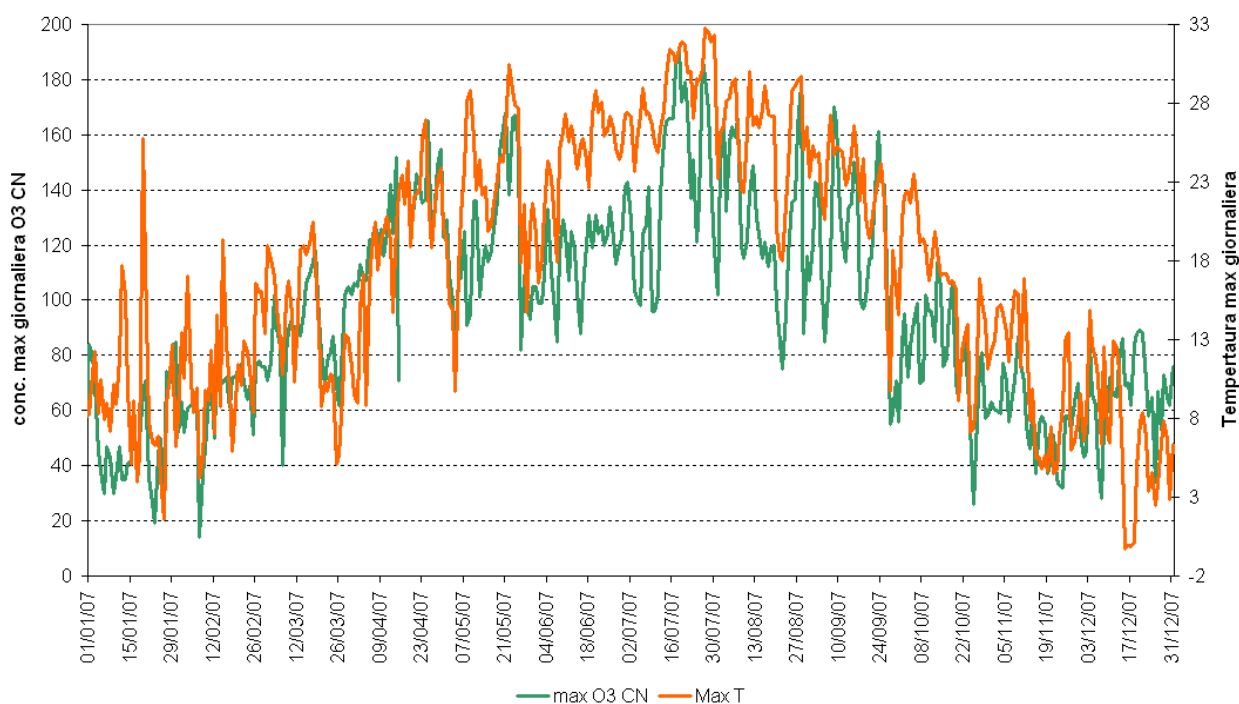


Figura 24) Concentrazioni massime giornaliere di ozono registrate a Cuneo e temperatura massima giornaliera di Fossano.

Dalla figura 24 emerge chiaramente la corrispondenza tra picchi di temperatura e picchi di concentrazione di ozono.

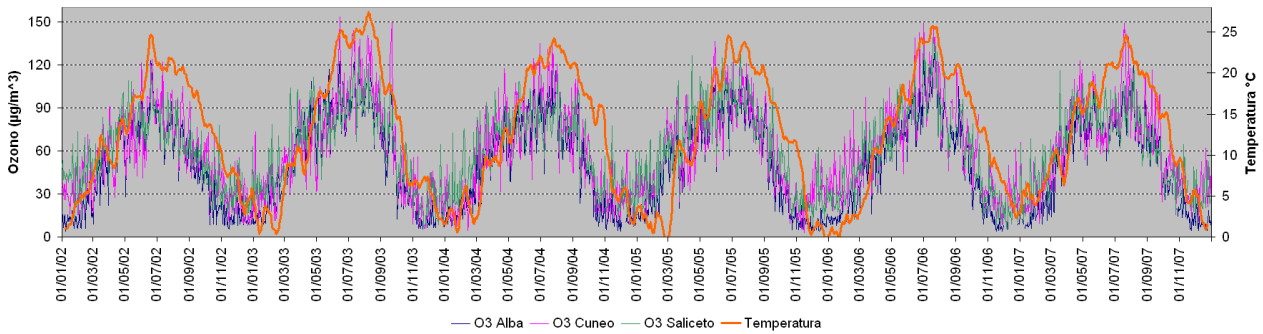


Figura 25) Concentrazioni medie giornaliere di ozono registrate a Cuneo, Alba e Saliceto dal 2002 al 2007 e media mobile su 15 giorni della temperatura.

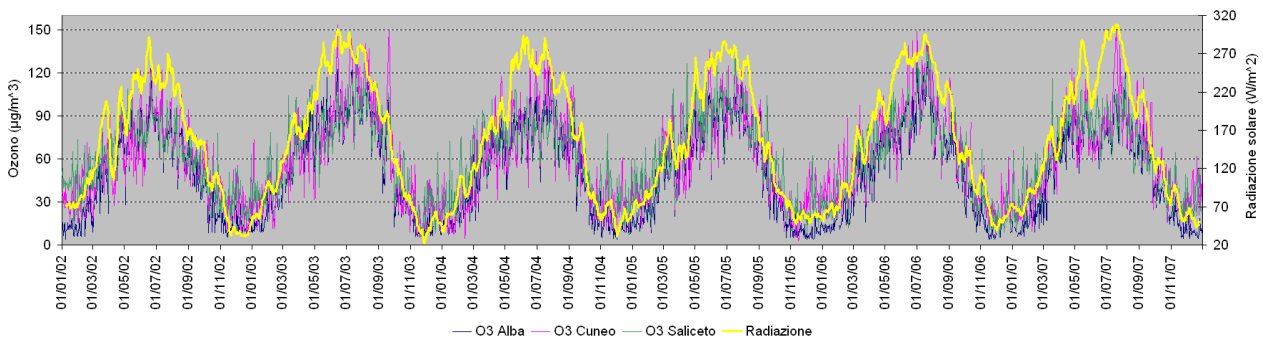


Figura 26) Concentrazioni medie giornaliere di ozono registrate a Cuneo, Alba e Saliceto dal 2002 al 2007 e media mobile su 15 giorni della radiazione solare.

Dalle figure 25 e 26, sebbene di non facile lettura a causa dell'estensione temporale, si possono osservare gli andamenti negli anni di temperatura dell'aria, radiazione solare e concentrazione dell'inquinante.

Ai livelli attuali di emissione dei precursori, la variazione nel numero di superamenti che si verifica di anno in anno è indotta sostanzialmente dalla variabilità meteorologica. Estate calde e secche con lunghi periodi di alta pressione persistente su gran parte del continente Europeo determinano elevate concentrazioni di ozono e l'aumento del numero di superamenti delle soglie; più calda è l'estate e più elevato è il numero di superamenti.³ Questa corrispondenza può essere facilmente dimostrata anche per la nostra provincia considerando, per i mesi estivi (aprile ÷ settembre), la temperatura media in relazione al numero di superamenti medio della soglia di informazione (figura 27).

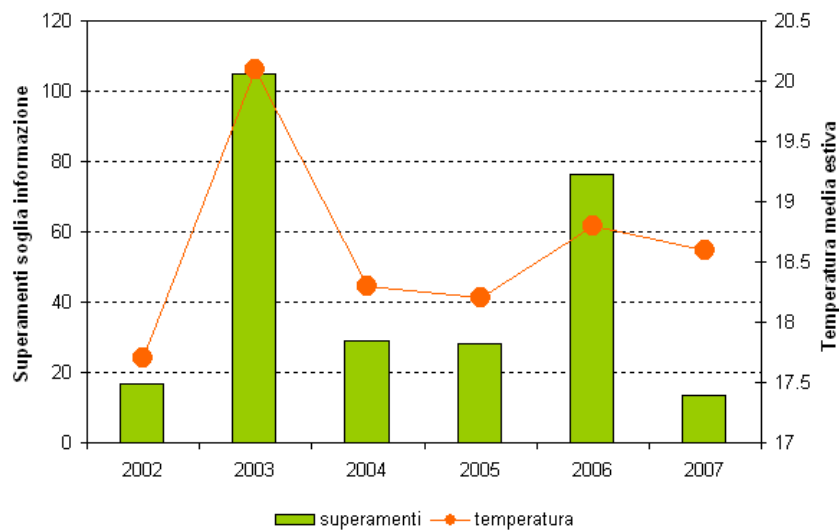


Figura 27) Media dei superamenti della soglia di informazione per le tre stazioni della provincia (Alba, Cuneo, Saliceto) e temperatura media della stazione meteorologica di Fossano dei mesi estivi (aprile ÷ settembre).

Gli episodi con livelli di ozono più elevati si registrano nei periodi caldi e soleggiati che si verificano nelle aree di alta pressione (anticicloni) dove le condizioni stagnanti determinano una limitata dispersione nell'atmosfera dei precursori dell'ozono e si instaurano le reazioni chimiche che determinano la sua formazione.

L'episodio di inquinamento da ozono più intenso e con più vasta estensione dell'estate 2007 si è verificato in Europa nel periodo 14÷21 luglio.

Come già detto in precedenza anche nei mesi di aprile e maggio si sono verificati eventi con concentrazioni elevate di ozono rispetto alle medie del periodo. I bollettini di analisi meteorologica prodotti dal Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio dell'Arpa Piemonte evidenziavano in tali periodi le seguenti situazioni meteorologiche generali: *“Un promontorio di alta pressione, che si estende dalle isole Azzorre sul bacino del Mediterraneo, mantiene condizioni di tempo stabile e soleggiato sul Piemonte e temperature al di sopra della media stagionale.”* (24 aprile 2007) – *“Un promontorio di alta pressione di origine africana si estende fin sull'Europa centrale garantendo condizioni di tempo soleggiato e temperature al di sopra delle medie stagionali sulla nostra regione.”* (23 maggio 2007).

Tornando ad approfondire l'episodio di luglio, anche in quel periodo la situazione meteorologica era caratterizzata da una persistente e vasta area anticiclonica. Le zone a più alta pressione erano localizzate sopra l'Europa centrale e meridionale dove sono state misurate le concentrazioni più elevate di ozono. La fine dell'episodio si è verificata solamente quando un sistema di bassa pressione proveniente dall'Oceano Atlantico ha preso posto sul continente.

Nelle pagine seguenti sono riportate per due giornate del periodo in analisi una mappa con le concentrazioni massime orarie di ozono in Europa³, una con i campi di pressione e temperatura al suolo⁴ e una terza con le concentrazioni massime orarie di ozono registrate in Piemonte. 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.

⁴ Fonte: http://www.eurad.uni-koeln.de/index_e.html

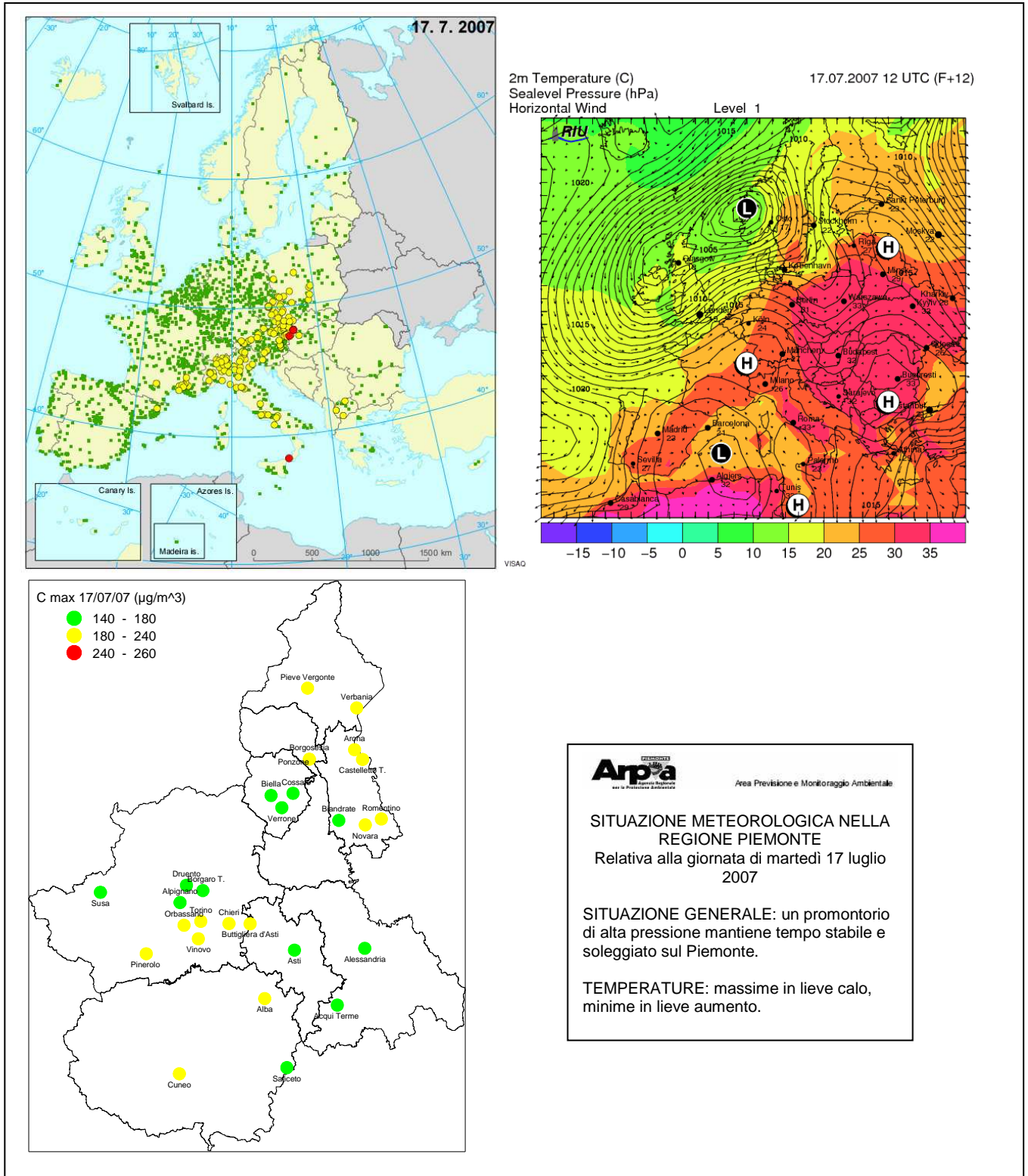


Figura 28) 17 luglio 2007:

- Concentrazioni massime orarie di ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Europa (in alto a sinistra). Fonte: European Environment Agency - Technical report - N5/2008
- Carta al suolo di pressione, temperature, vento (in alto a destra). Fonte: Rhenish Institute 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). Fonte: Arpa Piemonte
- Estratto dal bollettino di analisi per la Regione Piemonte (in basso a destra). Fonte: Arpa Piemonte

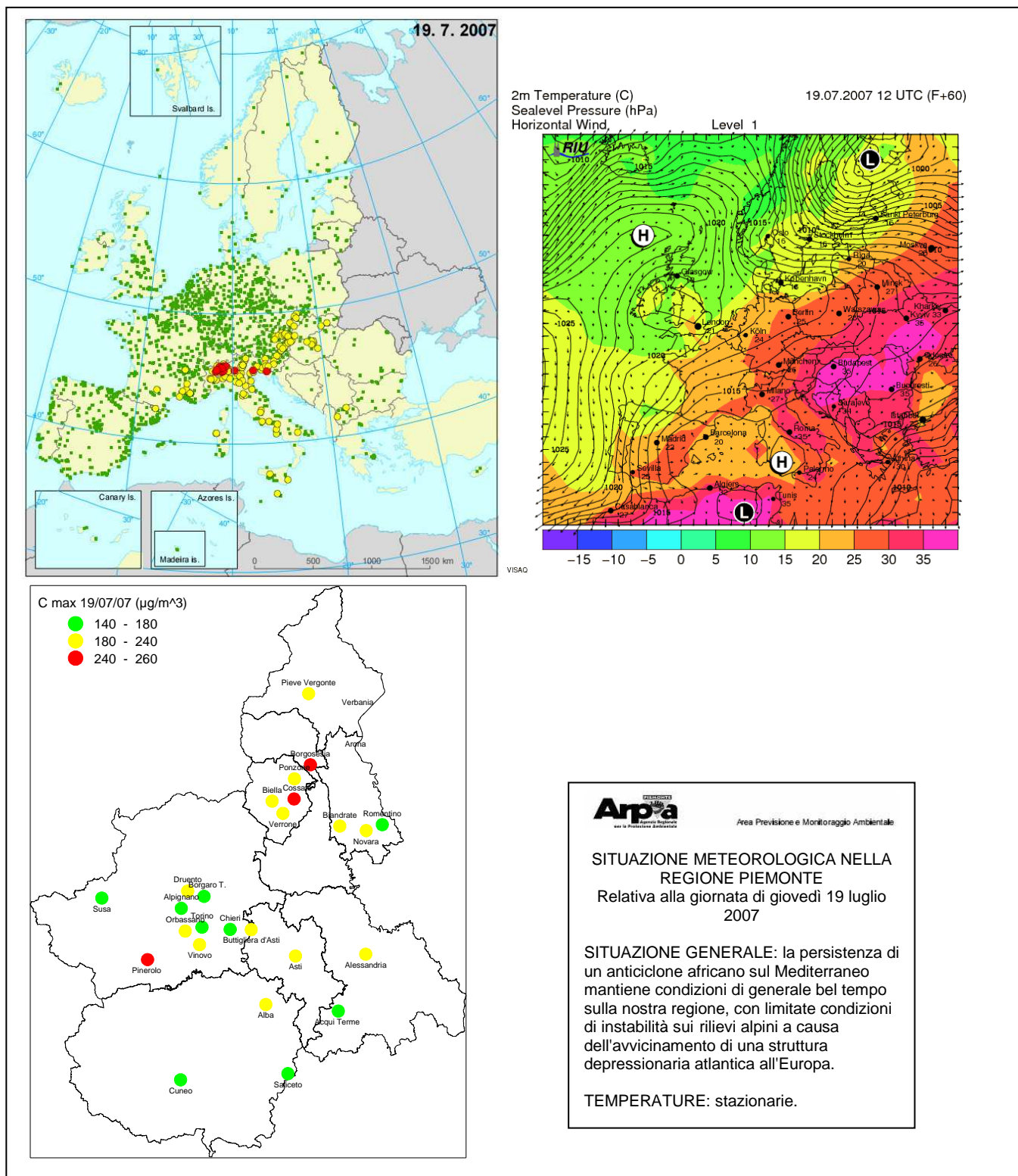


Figura 29) 19 luglio 2007:

- Concentrazioni massime orarie di ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Europa (in alto a sinistra). Fonte: European Environment Agency - Technical report - N°5/2008
- Carta al suolo di pressione, temperature, vento (in alto a destra). Fonte: Rhenish Institute 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). Fonte: Arpa Piemonte
- Estratto dal bollettino di analisi per la Regione Piemonte (in basso a destra). Fonte: Arpa Piemonte

Misure di PM₁₀ con campionatore a raggi beta. Valutazione dei dati

Cronologia degli eventi

Successivamente alla legge regionale 7 aprile 2000, n. 43 che prevedeva l'implementazione della rete di rilevamento della qualità dell'aria, con la Deliberazione della Giunta Regionale del 31 luglio 2000 n° 23 - 610 si definiva l'adeguamento della rete stessa e si prendeva in considerazione la misura dei PM₁₀.

La Regione Piemonte decise di inserire nella rete di monitoraggio principalmente campionatori gravimetrici, c'era peraltro un solo strumento conforme in commercio che consentiva campionamento e misura del PM₁₀ in automatico fornendo il dato in tempo reale e quindi si decise di acquistare tre di questi strumenti distribuendoli sul territorio regionale in capoluoghi di provincia individuati nelle città di Novara, Torino e Cuneo.

Tale strumento - SM200 di OPSIS, l'unico al tempo che possedesse la certificazione del CNR di conformità, che lo rende idoneo alla misura del materiale particolato in accordo al D.M. 60 del 2002, venne installato nel sito di Cuneo all'inizio del 2005. I dati acquisiti con la tecnica dei raggi beta nell'aprile 2005 sostituirono ufficialmente i dati prima acquisiti con tecnica gravimetrica. A partire dal febbraio 2006 si iniziò ad utilizzare anche con questo campionatore filtri in fibra di quarzo al fine di consentire sugli stessi la determinazione dei metalli e degli IPA.

Contemporaneamente il campionatore gravimetrico dismesso da Cuneo venne installato nella centralina di rilevamento della qualità dell'aria di Borgo San Dalmazzo dove in precedenza la misura del PM₁₀ non veniva eseguita. Di conseguenza la serie temporale delle polveri del sito di Borgo San Dalmazzo iniziò solamente nel luglio 2005 e il primo anno completo di dati fu il 2006.

Nel corso del 2007 confrontando le concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ di Cuneo e Borgo San Dalmazzo e considerando la tipologia dei due siti, emersero dubbi circa una probabile sovrastima dei dati prodotti dal campionatore OPSIS SM200. Purtroppo però non era possibile fare affermazioni in merito in quanto i dati iniziavano appena ad avere numericamente consistenza statistica e non si avevano dati di confronto tra i due siti ottenuti con una stessa tecnica di misura. Tali dubbi aumentarono con i dati acquisiti tra il 14 e il 20 giugno 2007, periodo in cui, in attesa della fornitura annuale, i filtri in fibra di quarzo vennero sostituiti da filtri teflonati Pallflex. Si riscontrò infatti un'inversione degli andamenti tra i dati di PM₁₀ rilevati presso le centraline di Cuneo e Borgo San Dalmazzo (figura 30). Ovvero, mentre nella maggior parte dei casi le concentrazioni rilevate a Cuneo erano superiori a quelle di Borgo San Dalmazzo, nei giorni in cui vennero utilizzati i filtri teflonati la situazione si capovolsse.

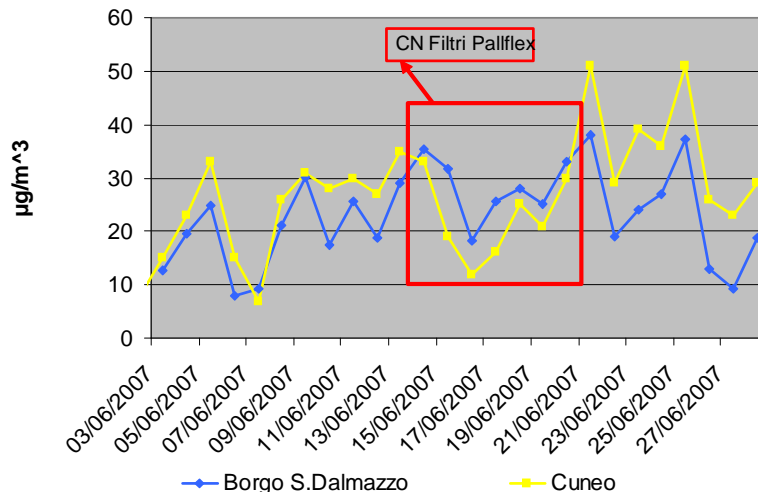


Figura 30) Confronto concentrazioni PM_{10} registrate a Borgo S.Dalmazzo e Cuneo

Il problema della sovrastima dei dati prodotti con il campionatore OPSIS SM200 venne presentato e affrontato nel corso della Riunione di Indirizzo e Coordinamento per le attività di monitoraggio della Qualità dell'aria dell'Arpa svoltasi il 14 novembre 2007. Nel corso della stessa si decise di sostituire i filtri in quarzo con filtri Pallflex - EMFAB (filtri in fibra di vetro rinforzati con PTFE) a partire dal gennaio 2008.

Studio per il confronto delle concentrazioni PM_{10} ottenute con campionatore beta e gravimetrico

Per poter confermare e valutare l'entità della sovrastima dei dati prodotti dall'OPSIS SM200 con filtri di quarzo rispetto alla metodica di riferimento gravimetrica, si decise di installare già all'inizio del mese di novembre un campionatore gravimetrico trasportabile in parallelo all'OPSIS SM200. A causa di problemi gestionali intercorsi, purtroppo si poté iniziare l'acquisizione soltanto il 5 dicembre. Il campionatore gravimetrico trasportabile venne (ed è tuttora) installato sul tetto della centralina in modo che la sua testa di prelievo fosse il più possibile prossima a quella dello strumento a raggi beta (figura 31) con flusso di campionamento pari a $2.3 \text{ m}^3/\text{h}$ come richiesto dalla normativa di riferimento (D.M. 60/02).



Figura 31) Centralina di Cuneo. Sono visibili le due teste di prelievo per PM_{10} .

Per il periodo compreso tra il 5 dicembre 2007 ed il 1 gennaio 2008 i risultati ottenuti hanno evidenziato una sovrastima dei dati prodotti dall'OPSIS SM200 con i filtri di quarzo rispetto a quelli del campionatore gravimetrico posto in parallelo. La situazione è nettamente cambiata a partire dal 2 gennaio 2008 quando, come già deciso in sede di riunione di indirizzo e coordinamento, per il campionatore a raggi beta si è iniziato ad utilizzare filtri in fibra di vetro rinforzati con PTFE (figure 32 e 33).

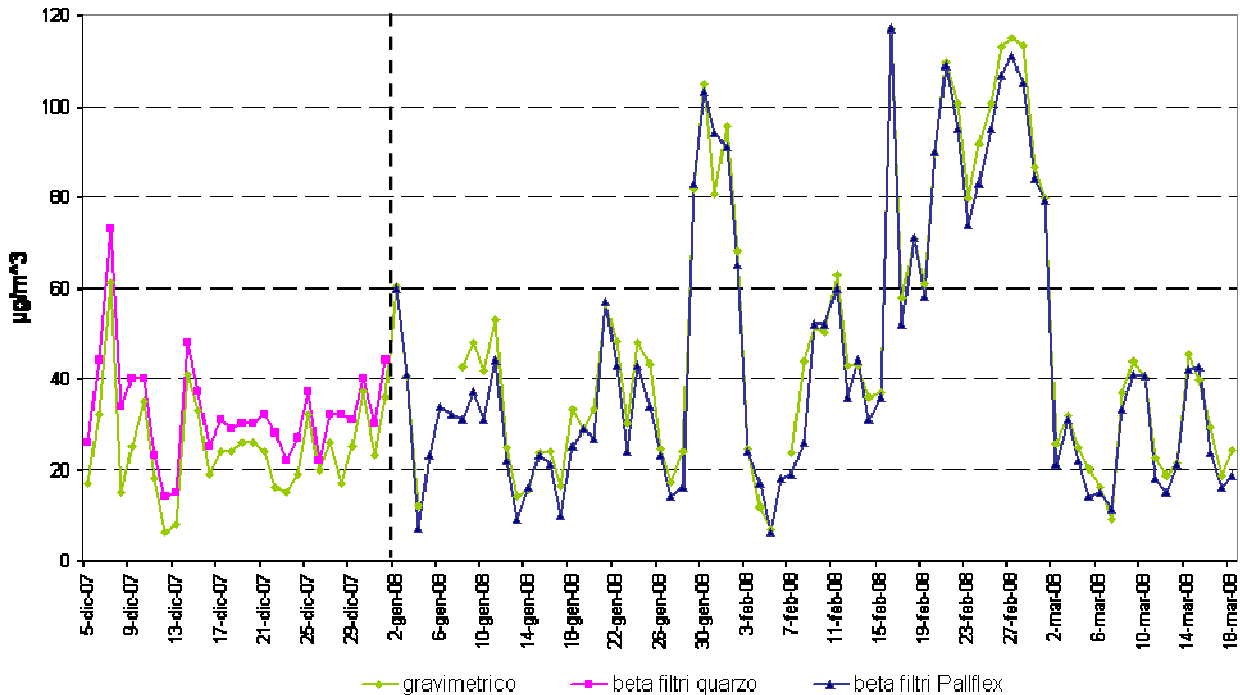


Figura 32) Confronto concentrazioni PM_{10} registrate in parallelo a Cuneo dal 5/12/07 al 18/3/08

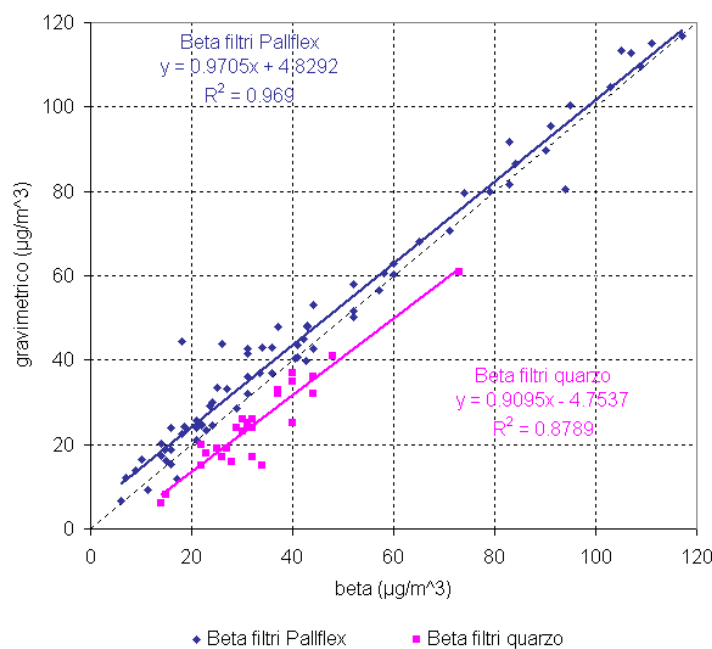


Figura 33) Diagramma a dispersione delle concentrazioni PM_{10} registrate in parallelo a Cuneo dal 5/12/07 al 18/3/08

Dai dati acquisiti con il gravimetrico e con il campionatore a raggi beta nel periodo 5 dicembre 2007 ÷ 1 gennaio 2008 si è calcolata la retta di regressione e l'equazione della stessa è stata utilizzata per la correzione lineare dei dati prodotti con il campionatore OPSIS SM200:

$$\text{BetaCorr} = 0.9095 * \text{Beta} - 4.7537$$

L'adeguatezza della correzione è stata dapprima verificata applicandola ai dati acquisiti nel periodo 1 dicembre 2006 ÷ 5 febbraio 2007 quando l'OPIS era stato "affiancato" da un campionatore gravimetrico posizionato all'interno della recinzione della centralina di Cuneo. Pur considerando la diversa altezza delle teste di campionamento dei due strumenti, la correzione applicata ai dati dell'OPIS consente di ottenere valori molto più simili a quelli prodotti con metodo gravimetrico (figura 34 e 35).

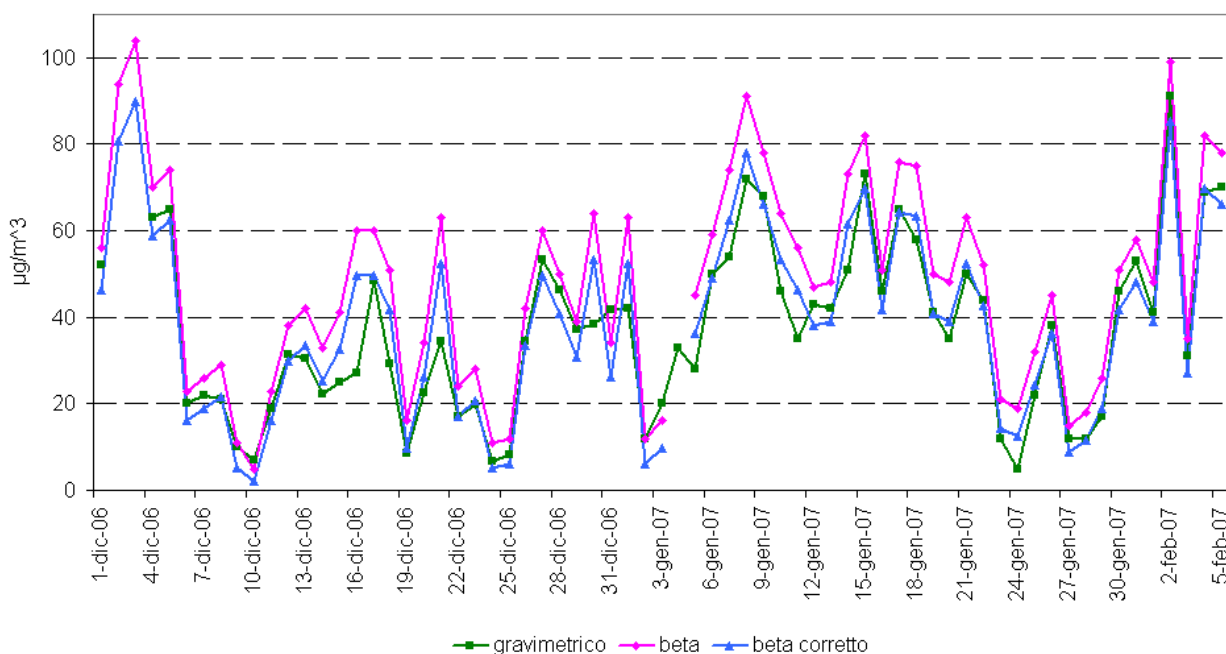


Figura 34) Confronto concentrazioni PM₁₀ registrate a Cuneo con gravimetrico, OPIS e dati OPIS rivisti (periodo 1/12/06 – 5/02/07).

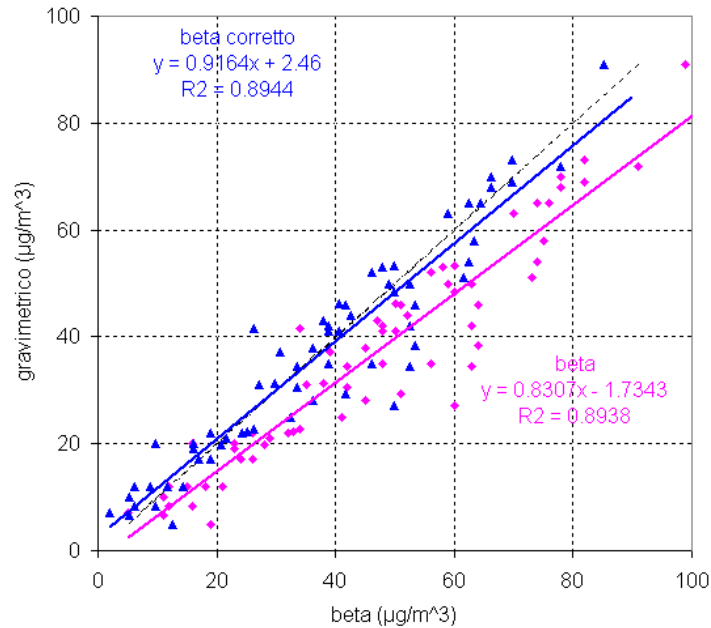


Figura 35) Diagramma a dispersione delle concentrazioni PM_{10} registrate a Cuneo con gravimetrico, OPSIS e dati OPSIS rivisti (periodo 1/12/06 – 5/02/07).

Si è pertanto deciso di rivedere con lo stesso criterio tutti i dati ottenuti con il campionatore a raggi beta nel corso del 2006 e 2007.

Analizzando i risultati riportati nella tabella sottostante, con i dati rivisti della centralina di Cuneo emerge un migliore accordo con i dati di Borgo San Dalmazzo, coerente con la vicinanza tra i due siti. Inoltre il valore medio per il 2006 risulta inferiore e non superiore al limite normativo e, seppur di minor importanza dal punto di vista della protezione della salute, una diminuzione sostanziale si riscontra anche per il numero dei superamenti del valore limite giornaliero.

MEDIA PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2006	2007	N° superamenti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2006	2007
BSD media	41.5	32.0	BSD superamenti	97	46
CN media beta originali	46.8	39.6	CN superamenti beta originali	123	82
CN media beta rivalutati	38.2	31.4	CN superamenti beta rivalutati	76	47

Tabella 4) Medie annuali e numero di superamenti per il PM_{10} a Borgo e Cuneo prima e dopo la revisione

Si evidenzia a tal proposito che per entrambi i parametri (valore medio e numero di superamenti) i dati forniti dal campionatore a raggi beta avevano evidenziato per il 2006 e il 2007 incrementi anomali sia se confrontati con i valori riscontrati negli anni precedenti a Cuneo sia se confrontati con i valori ottenuti negli stessi due anni nelle altre centraline della provincia (figure 36 e 37).

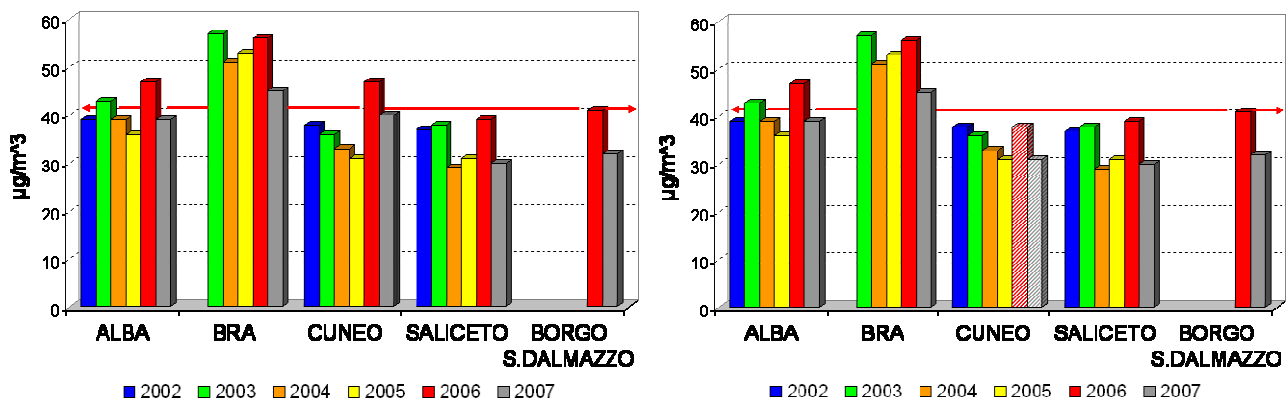


Figura 36) Medie annue PM₁₀ (dati di Cuneo originali a sinistra - dati rivalutati a destra tratteggiati)

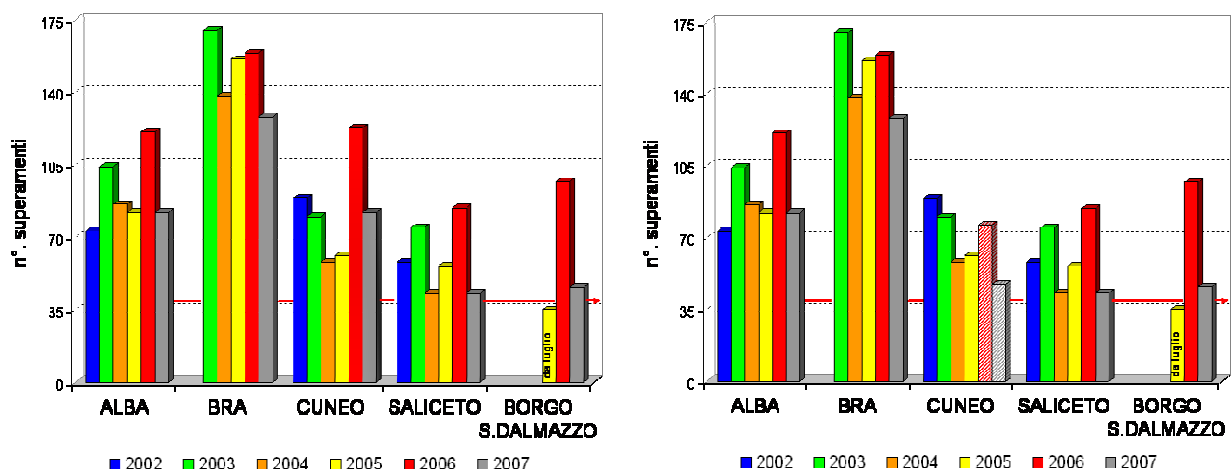


Figura 37) Numero di superamenti della soglia di 50 µg/m³ (dati di Cuneo originali a sinistra - dati rivalutati a destra tratteggiati)

Attualmente nel sito della centralina di Cuneo la determinazione del PM₁₀ viene eseguita con il campionatore OPSIS SM200 a raggi beta su filtri Pallflex - EMFAB (filtri in fibra di vetro rinforzati con PTFE). Contemporaneamente continua il campionamento con uno strumento gravimetrico in parallelo che permette di eseguire successive determinazioni di metalli e IPA nel particolato e allo stesso tempo offre la possibilità di proseguire studi di confronto tra le due tecniche.

Prossimamente il campionatore OPSIS SM200, per necessità logistiche connesse alla distanza dalla sede operativa dipartimentale, verrà trasferito alla centralina di Saliceto, affiancato sempre da un campionatore gravimetrico per garantire le determinazioni successive.

Uno sguardo al Piemonte

Per ampliare lo sguardo oltre i confini provinciali ed avere una visione su quale sia stata la situazione a livello regionale nel 2007 vengono presentate in questo paragrafo alcune mappe sulle quali sono riassunti i valori delle concentrazioni o dei superamenti dei limiti per i tre inquinanti più critici (PM₁₀, biossido di azoto, ozono).

Per queste rappresentazioni sono stati considerati i dati acquisiti nel corso del 2007 da tutte le centraline del Sistema Regionale di rilevamento della Qualità dell'Aria piemontese con percentuale di dati validi superiore al 75%. Nel caso di più centraline nella stessa località/zona, per evitare problemi di visualizzazione si è scelto di riportare il dato di una sola stazione.

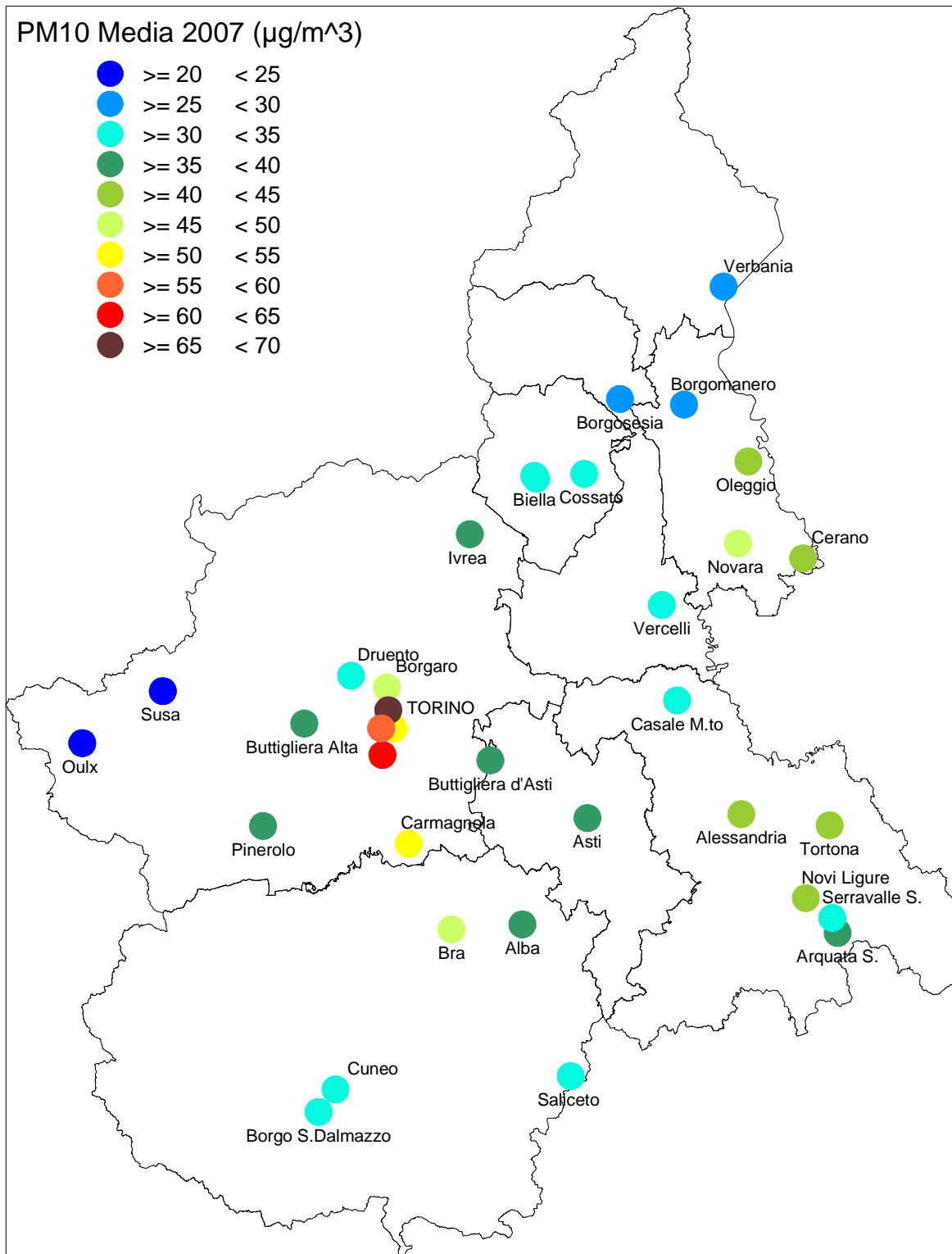


Figura 38) PM_{10} : Concentrazioni medie annue.

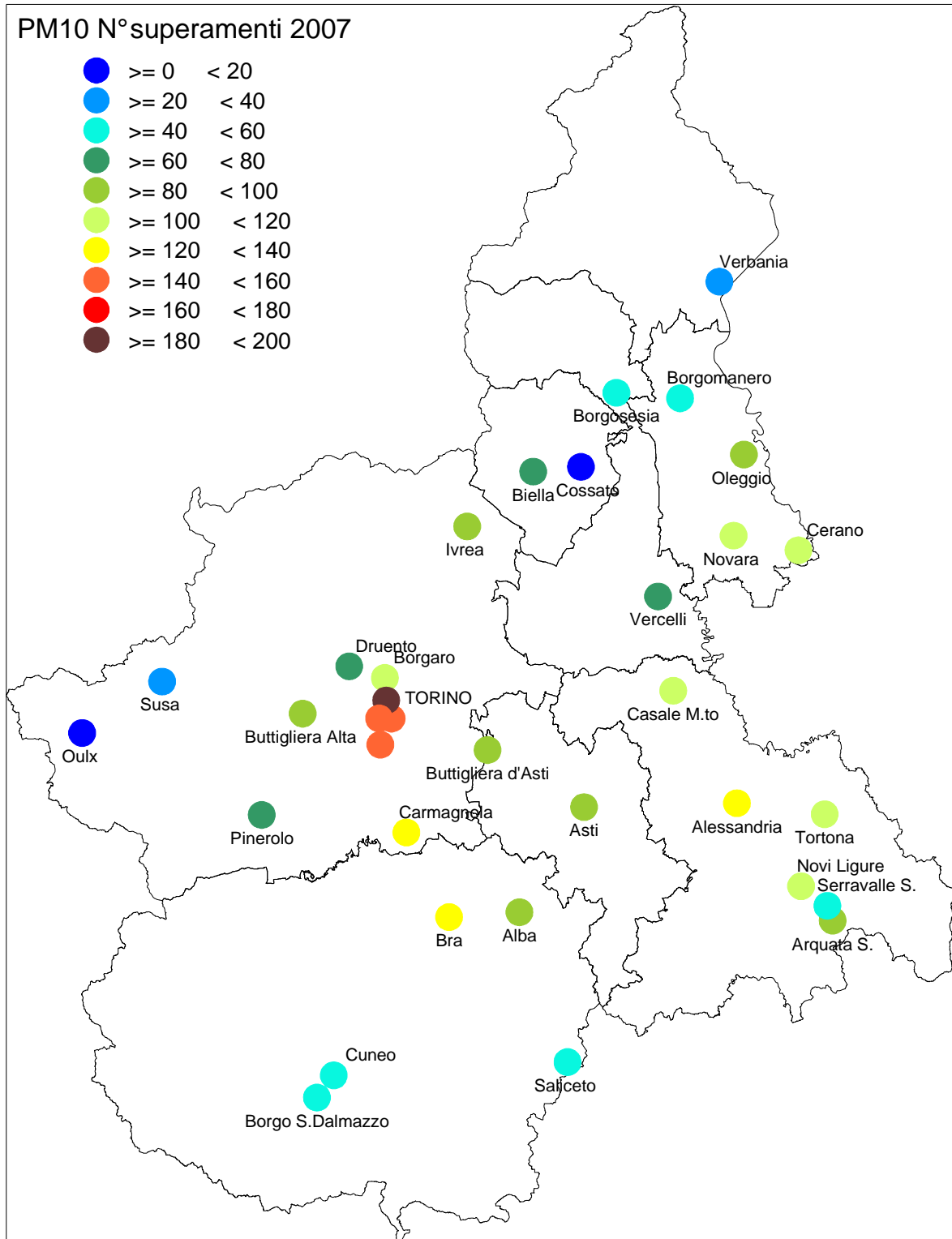


Figura 39) PM₁₀: Numero di superamenti della concentrazione media giornaliera di 50 µg/m³

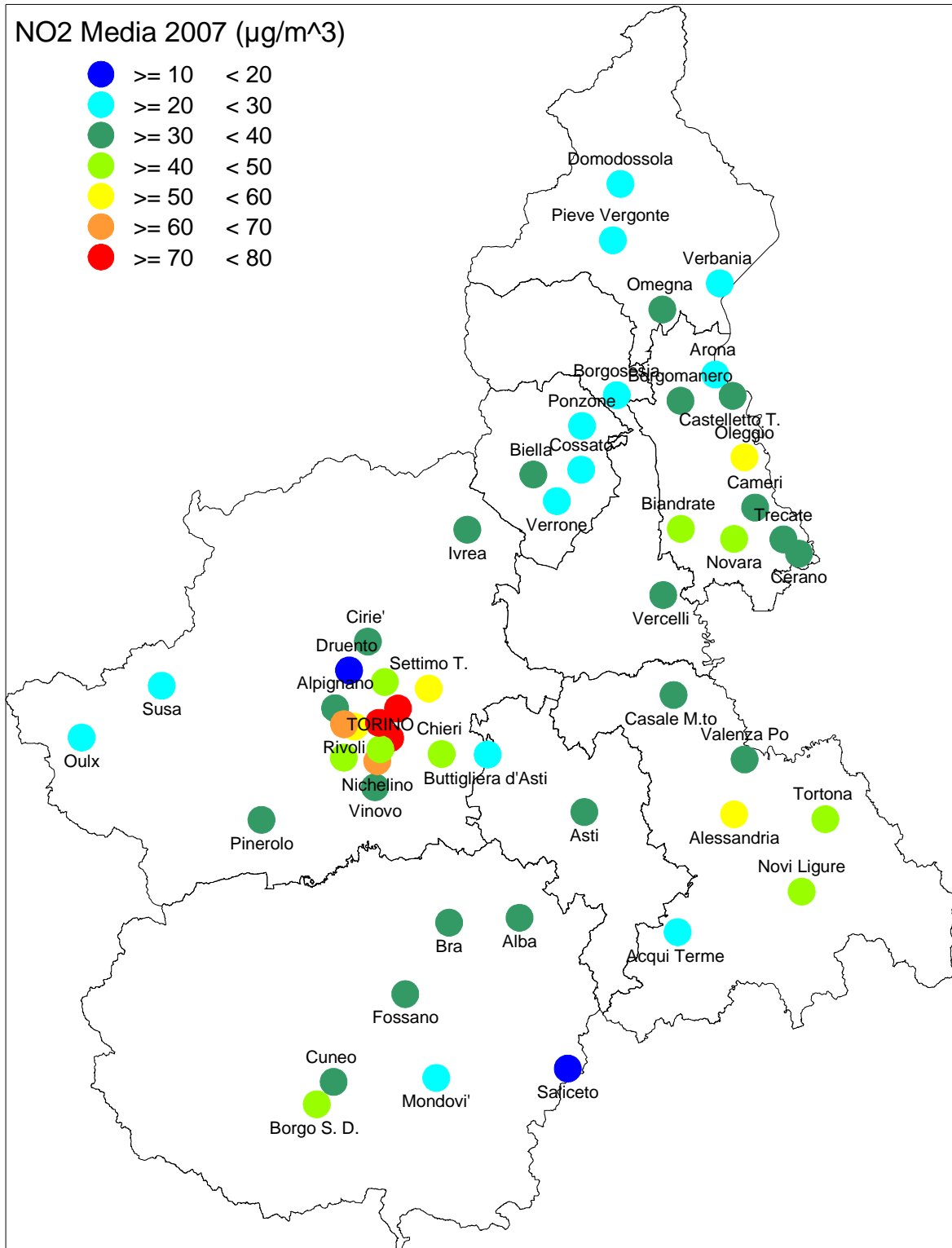


Figura 40) NO₂: Concentrazioni medie anno 2007

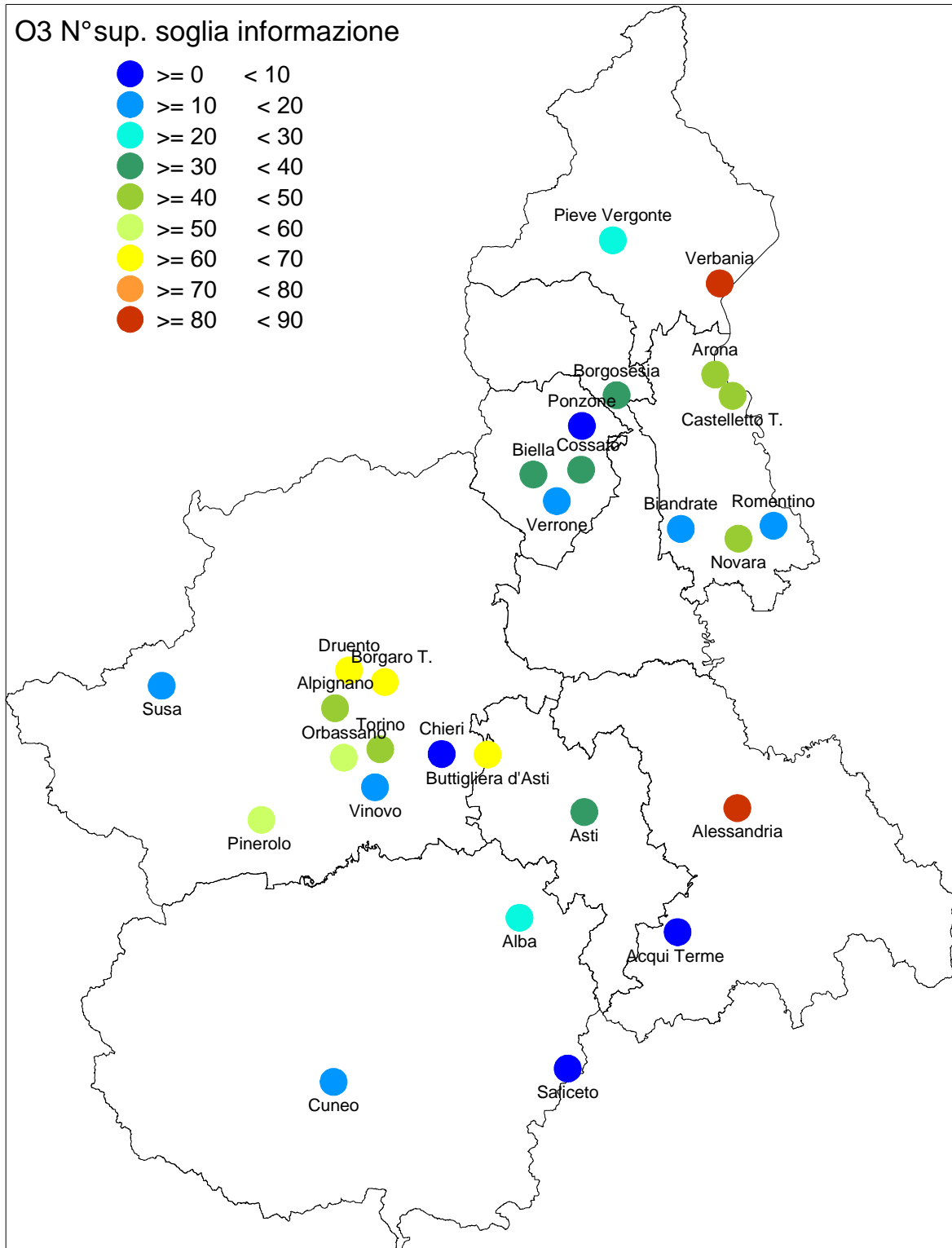


Figura 41) Ozono: Numero di superamenti della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - media oraria)

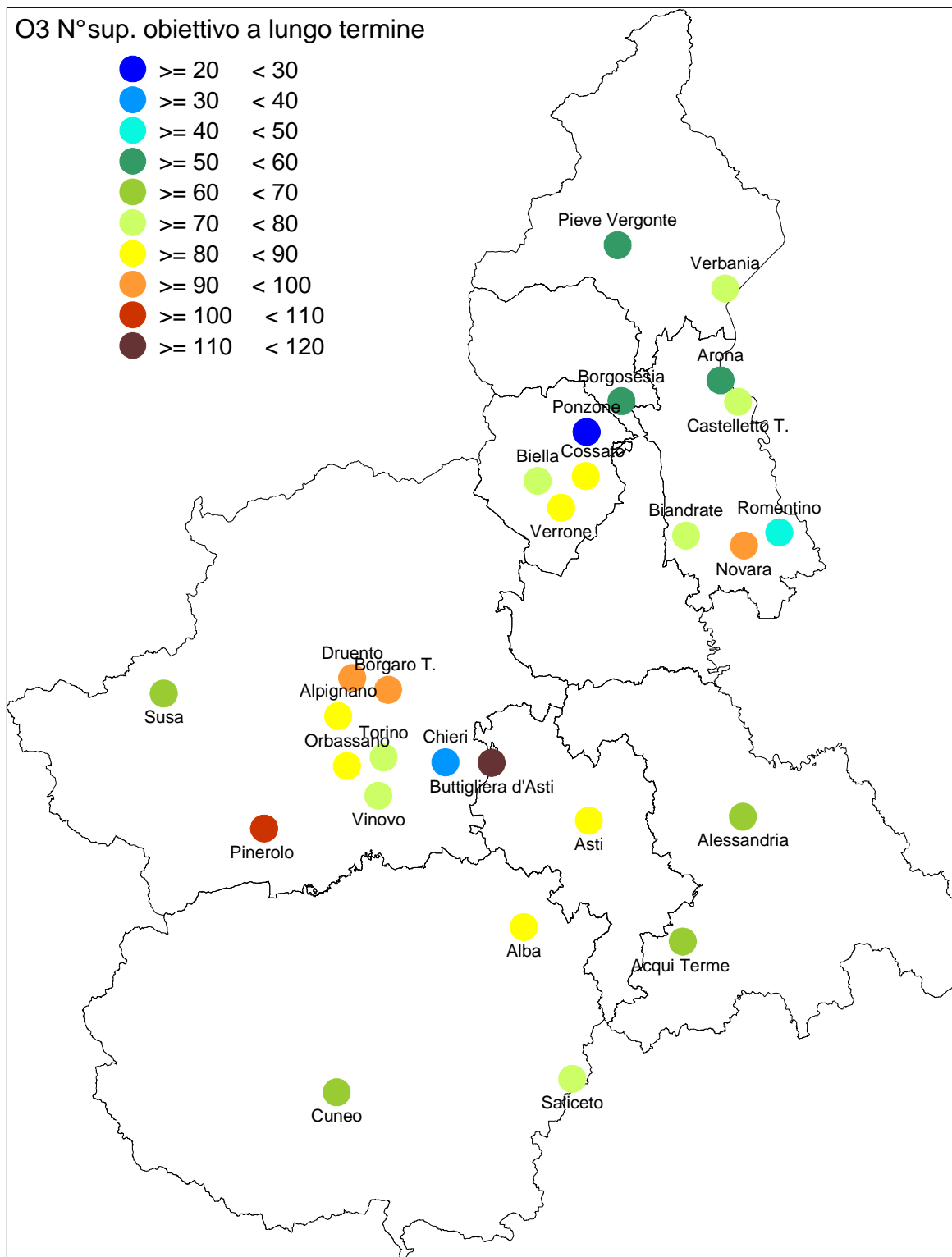


Figura 42) Ozono: Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – massima media su 8 ore)

