



PROVINCIA  
DI TORINO

# Uno sguardo all'aria

2001

PIEMONTE  
**Arpa**  
Assessorato Regionale  
alla Protezione Ambientale



# Relazione annuale sui dati rilevati dalla rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria

Anno 2001



**Provincia di Torino - Area Ambiente - Servizio Qualità dell'Aria - Inquinamento  
Atmosferico Acustico ed Elettromagnetico:**

F. Pavone, A. Bertello, A. Galasso, R. Gonnet, S. Riccardo, M. Diciolla, G. Arcis.

**ARPA Dipartimento Subprovinciale di Torino**

M. Grosa, M. Bondì, N. Giordano, C. Albanese, G.P. Colombo, M. Di Martino, P. Fin, N. Martire, S. Raimondo, G. Lisi, V. Cordova, S. D'Attilio, M. Servidio, E. Vicenzino, C. Otta, G. Farinella.

**ARPA Dipartimento Subprovinciale di Grugliasco**

F. Lollobrigida, M. Clemente, R. De Maria, G. Castrogiovanni, E. Hartog, C. Cascone.

**Elaborazioni cartografiche a cura del C.S.I. Piemonte**

# INDICE

<b>PRESENTAZIONE</b> .....	<b>5</b>
<b>PREFAZIONE</b> .....	<b>6</b>
<b>LA RETE DI MONITORAGGIO OPERANTE SUL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI TORINO</b> .....	<b>9</b>
<b>LA NORMATIVA IN MATERIA DI CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA</b> .....	<b>13</b>
<b>LA NORMATIVA EUROPEA IN MATERIA DI QUALITÀ DELL'ARIA</b> .....	<b>18</b>
<b>ANALISI DEI DATI RACCOLTI DALLE STAZIONI FISSE DOTATE DI ANALIZZATORI IN CONTINUO E NELLE STAZIONI DI RACCOLTA DEL PARTICOLATO</b> .....	<b>25</b>
<b>MONOSSIDO DI CARBONIO</b> .....	<b>26</b>
DESCRIZIONE .....	26
DANNI CAUSATI.....	26
METODO DI MISURA .....	26
ESAME DEI DATI.....	26
<b>BIOSSIDO D'AZOTO</b> .....	<b>32</b>
DESCRIZIONE .....	32
DANNI CAUSATI.....	32
METODO DI MISURA .....	32
ESAME DEI DATI.....	32
<b>BIOSSIDO DI ZOLFO</b> .....	<b>39</b>
DESCRIZIONE .....	39
DANNI CAUSATI.....	39
METODO DI MISURA .....	40
ESAME DEI DATI.....	40
<b>OZONO</b> .....	<b>44</b>
DESCRIZIONE .....	44
DANNI CAUSATI.....	44
METODO DI MISURA .....	44
ESAME DEI DATI.....	45
<b>METALLI</b> .....	<b>51</b>
DESCRIZIONE .....	51
DANNI CAUSATI.....	51
METODO DI MISURA .....	51
ESAME DEI DATI.....	51
<b>BENZENE</b> .....	<b>54</b>
DESCRIZIONE .....	54
DANNI CAUSATI.....	54
METODO DI MISURA .....	54
ESAME DEI DATI.....	54
<b>PARTICOLATO SOSPESO</b> .....	<b>56</b>
DESCRIZIONE .....	56
DANNI CAUSATI.....	56
METODO DI MISURA .....	56

ESAME DEI DATI .....	56
<i>Frazione PM10</i> .....	56
<i>Particelle sospese totali</i> .....	57
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b> .....	<b>62</b>
DESCRIZIONE .....	62
DANNI CAUSATI .....	62
METODO DI MISURA .....	62
ESAME DEI DATI .....	62
<b>ANALISI DELLE SERIE STORICHE</b> .....	<b>66</b>
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO) .....	66
BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> ) .....	66
PARTICOLATO TOTALE SOSPESO (PTS) .....	67
OZONO (O <sub>3</sub> ) .....	68
PIOMBO .....	69
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO <sub>2</sub> ) .....	70
<b>ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI</b> .....	<b>71</b>
PREMESSA .....	71
PARAMETRI MONITORATI ED ELABORAZIONI DEI DATI RILEVATI .....	73
<i>Velocità e direzione del vento</i> .....	73
<i>Pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa e precipitazioni</i> .....	82
<b>CONSIDERAZIONI SULLE CARATTERISTICHE METEOROLOGICHE DELL'ANNO 2001</b>	<b>91</b>
<b>APPLICAZIONE MODELLISTICA PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELL'AREA DI INSEDIAMENTO DEL CENTRO AGRO ALIMENTARE TORINESE</b> .....	<b>97</b>
INTRODUZIONE .....	97
CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI EMISSIVE .....	97
DESCRIZIONE DELLE SIMULAZIONI .....	101
<i>Preparazione dei dati di input</i> .....	101
ANALISI DEI CAMPI DI CONCENTRAZIONE .....	102
CONCLUSIONI .....	111
BIBLIOGRAFIA .....	111

La relazione “Uno Sguardo all’Aria” rappresenta un punto fermo fra le attività che la Provincia di Torino propone nel campo della tutela e del miglioramento dell’ambiente. La realizzazione del presente volume fornisce infatti un elemento di riflessione estremamente importante per la pianificazione delle attività dell’ente.

Come già avvenuto negli anni precedenti, si è preferito presentare, oltre alle elaborazioni relative all’anno 2001, anche le elaborazioni dei due anni di monitoraggio precedenti e un’analisi delle serie storiche al fine di proporre una visione dinamica dei livelli di inquinamento atmosferico. L’analisi dei dati rilevati dalla rete di monitoraggio, limitata ad un solo anno di rilevamenti, avrebbe rappresentato esclusivamente un’istantanea della qualità dell’aria insistente sul nostro territorio, un’immagine sicuramente utile per valutarne lo stato di salute ma che non avrebbe fornito alcuna indicazione sull’evoluzione dei fenomeni di inquinamento atmosferico.

L’analisi dei dati di qualità dell’aria, realizzata con questa metodologia, rappresenta pertanto un elemento fondamentale per valutare negli anni l’efficacia delle azioni intraprese, a vari livelli istituzionali, per il miglioramento della qualità dell’aria.

La Provincia di Torino nell’affrontare le criticità evidenziate dai rilevamenti di qualità dell’aria è fortemente impegnata, nell’ambito delle proprie competenze, sia sul fronte del monitoraggio, in collaborazione con ARPA Piemonte, al fine di incrementare la qualità dei dati e il livello di informazione, sia sullo sviluppo di azioni concrete volte al miglioramento della qualità dell’aria.

Desideriamo ricordare in questa occasione le attività istituzionali, giornalmente svolte dai nostri uffici, legate al controllo dell’inquinamento prodotto dagli insediamenti industriali (DPR 203/88) e dagli impianti termici ad uso civile (DPR 412/93) e i recenti progetti, finanziati con i fondi della pianificazione strategica della Provincia di Torino, finalizzati all’installazione di distributori di gas metano a servizio delle flotte di trasporto pubblico e all’individuazione di siti sensibili su cui programmare interventi per migliorare la mobilità e la qualità ambientale.

Tali interventi sono in parte emersi nell’ambito dell’innovativa attività della Provincia di Torino di coordinamento delle Amministrazioni Comunali appartenenti all’Area Metropolitana Torinese che ha portato, nel corso dell’inverno 2001-2002, ad affrontare gli episodi acuti di inquinamento atmosferico con interventi concordati e uniformi su tutta l’area e alla redazione di un piano di intervento operativo che ha proprio nell’omogeneità di azioni il suo principale punto di forza.

Questi risultati sono stati possibili grazie all’accresciuta sensibilità delle amministrazioni locali e dei singoli cittadini sul tema della qualità dell’aria. Proprio sull’aspetto della sensibilizzazione desideriamo indirizzare il nostro comune impegno affinché la tutela dell’ambiente e il miglioramento della qualità dell’aria rappresentino un parametro di riferimento costante nella definizione delle nostre scelte quotidiane.

Giugno 2002

**L’Assessore alle Risorse Idriche e Atmosferiche**  
Elena Ferro

**La Presidente della Provincia di Torino**  
Mercedes Bresso

Il monitoraggio della qualità dell'aria rappresenta un'attività fondamentale per una corretta gestione delle competenze dell'Ente Provincia legate alla tutela dell'ambiente.

Nel corso dell'anno 2001, sono stati realizzati interventi che hanno portato al rinnovamento del sistema di rilevamento della qualità dell'aria operante nella provincia di Torino. Si è provveduto alla sostituzione di tutti gli apparati di acquisizione, trasmissione ed elaborazione dei dati e all'installazione del nuovo software di gestione dati sviluppato dal CSI Piemonte per conto della Regione Piemonte.

Tali interventi, che inevitabilmente nel corso dell'anno hanno causato alcuni periodi di inattività delle stazioni di monitoraggio, sono stati programmati, per quanto possibile, nel periodo meno critico dell'anno dal punto di vista dei fenomeni di inquinamento atmosferico, e organizzati in modo da mantenere sempre operativo il controllo della qualità dell'aria. Ora, a conclusione di tali lavori, la rete di monitoraggio presenta un sistema di controllo unico che facilita notevolmente le operazioni di gestione della strumentazione analitica operante nelle postazioni di monitoraggio con un conseguente miglioramento della qualità dei dati.

Lavori di ristrutturazione analoghi sono stati effettuati anche sul laboratorio mobile per il controllo della qualità dell'aria, che attualmente opera con strumentazione rinnovata e con lo stesso sistema di acquisizione dati operante sulle stazioni fisse. E' quindi possibile, grazie all'utilizzo di un modem GSM, visualizzare in tempo reale i dati rilevati dal mezzo mobile ed effettuare un controllo remoto della strumentazione.

Inoltre, come precedentemente accennato, si è provveduto all'acquisto di nuova strumentazione analitica (4 strumenti per la misura dell'ozono, 3 per la misura degli ossidi di azoto, i campionatori di particolato atmosferico PM10 e un analizzatore per la misura del benzene) ad oggi in gran parte già operante sulla rete di monitoraggio.

L'emanazione del Decreto Ministeriale 2 aprile 2002 n° 60 che ha recepito le direttive europee 1999/30/CE e 2000/69/CE, concernenti i valori limite dei principali inquinanti atmosferici, ha sostanzialmente modificato il quadro normativo introducendo, per i principali inquinanti atmosferici, nuovi valori limite finalizzati alla protezione della salute umana e alla protezione della vegetazione.

Nella presente relazione si sono mantenuti come valori di comparazione i limiti previsti dalla normativa italiana, che rappresentano i termini di riferimento in vigore nell'anno 2001, e inoltre, per ogni inquinante, sono state predisposte elaborazioni che permettono il confronto dei valori rilevati con quanto previsto già da alcuni anni dalle direttive comunitarie recentemente recepite nel nostro paese.

Tali elaborazioni consentono di valutare la qualità dell'aria ambiente del nostro territorio rispetto ai nuovi limiti di riferimento adottati con il Decreto Ministeriale 2 aprile 2002 n° 60.

Sono inoltre state preparate alcune elaborazioni, relative al parametro ozono, che consentono il confronto dei valori rilevati con i valori di riferimento recentemente definiti a livello comunitario con l'emanazione della Direttiva 2002/3/CE del 12 febbraio 2002.

Il Decreto Ministeriale 2 aprile 2002 n° 60 non si limita però a definire nuovi valori di riferimento per i vari inquinanti ma prevede, proprio in relazione ai nuovi limiti, l'individuazione delle aree di territorio che presentano il mancato rispetto degli stessi e la definizione di piani finalizzati a ricondurre i livelli di inquinamento atmosferico entro i limiti fissati. Il decreto pone inoltre l'accento sullo scambio di informazioni fra gli enti che a diverso livello si occupano di qualità dell'aria e sulla comunicazione delle informazioni al pubblico.

Proprio in considerazione di tali concetti, nel prossimo periodo di lavoro si dovranno incrementare gli sforzi per la definizione di nuovi strumenti di comunicazione delle informazioni e per la revisione dei piani di risanamento e di intervento che ad oggi sono definiti sulla base della normativa pregressa.

L'analisi complessiva dei dati rilevati nel corso del 2001 e i confronti dei valori misurati con i limiti di legge consentono di caratterizzare la situazione della qualità dell'aria.

Le condizioni meteorologiche insistenti nei mesi invernali sul territorio della provincia di Torino sono state particolarmente favorevoli alla dispersione degli inquinanti, non si sono pertanto verificati particolari fenomeni di accumulo degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera e, conseguentemente, anche i limiti relativi all'esposizione della popolazione sul breve periodo (valori da calcolarsi su base oraria o giornaliera) sono stati superati in misura minore rispetto agli anni precedenti. Al contrario il periodo estivo, caratterizzato da un clima particolarmente caldo e secco, è stato estremamente critico per quanto riguarda l'inquinamento da ozono le cui concentrazioni hanno superato il limite di attenzione con maggiore frequenza rispetto agli anni passati.

Siccome le informazioni ottenute dai confronti delle concentrazioni degli inquinanti con i limiti sul breve periodo sono fortemente condizionate dai fattori meteorologici è necessario, per ottenere indicazioni sullo stato della qualità dell'aria e sulla sua evoluzione, analizzare sia i confronti con i limiti definiti su una base temporale più ampia (limiti annuali) sia gli andamenti delle serie storiche.

Da tali analisi si osserva che le criticità principali sono legate alle elevate concentrazioni di particolato PM10, ossidi di azoto e di ozono la cui presenza è strettamente correlata con questi ultimi. Per tali parametri è evidente una difficoltà a rispettare i limiti definiti sul lungo periodo sia dalla nuova normativa sia dalle disposizioni precedenti. Inoltre l'analisi delle serie storiche non evidenzia una significativa tendenza alla diminuzione. Tali sostanze rappresentano pertanto gli obiettivi prioritari verso i quali indirizzare le politiche e le azioni finalizzate alla riduzione degli inquinanti.

Giugno 2002

**Il Direttore dell'Area Ambiente,  
Parchi, Risorse Idriche e Tutela della Fauna**  
Dr. Francesco Pavone





La rete di monitoraggio della qualità dell'aria, operante sul territorio della Provincia di Torino, è composta da 32 postazioni fisse e da un mezzo mobile per il monitoraggio in continuo di parametri chimici e meteorologici. Tutte le postazioni sono collegate attraverso linee telefoniche al centro di acquisizione dati e trasmettono con cadenza oraria i risultati delle misure effettuate, permettendo un costante controllo dei principali fattori che influenzano la qualità dell'aria. Solo le 4 stazioni per il campionamento di particolato atmosferico non sono collegate attraverso linee telefoniche, in quanto le strumentazioni che misurano con sistema gravimetrico i parametri PM-10 e polveri totali non necessitano di tale collegamento. L'elenco delle stazioni di misura, la loro ubicazione e i parametri misurati sono riportati nella tabella 1.

Si riporta in figura 1 il grafico dei rendimenti strumentali ottenuti nell'anno 2001 suddivisi per i 4 principali inquinanti monitorati in continuo e, in figura 2, la dislocazione dei punti di misura sul territorio provinciale.

Possiamo osservare che, nel corso dell'anno 2001, si è raggiunto un rendimento complessivo medio pari al 74% (percentuale di dati considerati validi calcolata sulla base dei dati teoricamente monitorabili). Tale valore rappresenta un risultato sicuramente accettabile, considerando che nel corso dell'anno 2001 si è provveduto alla sostituzione di tutti i sistemi hardware e software di acquisizione trasmissione ed elaborazione dati. La realizzazione di questi lavori ha comportato inevitabilmente dei periodi di fermo strumentale, dovuti in parte all'esecuzione dei lavori e in parte alla necessità di effettuare una fase di test sui nuovi sistemi installati.

La collocazione sul territorio delle postazioni di misura è un fattore fondamentale per effettuare un efficace monitoraggio della qualità dell'aria. I luoghi prescelti devono essere rappresentativi di tutti i siti di tipologia analoga a quella individuata per il posizionamento. Una corretta collocazione dei punti di misura permette così di ottenere indicazioni estremamente rappresentative sulla qualità dell'aria. Un aumento dei punti di monitoraggio porterebbe quasi sicuramente all'effettuazione di misure ridondanti e ripetibili e, inoltre, visti gli elevatissimi costi di acquisto e di gestione delle reti di monitoraggio, comporterebbe una spesa difficilmente sostenibile dalle amministrazioni pubbliche e sicuramente non giustificata in relazione ai risultati ottenuti.

Indicazioni sulla configurazione delle reti di monitoraggio sono state fornite dal D.M.A. del 20/05/91. Tale decreto riporta indicazioni precise sulla struttura dei sistemi di monitoraggio, in funzione delle dimensioni delle aree urbane in cui sono collocati, e sulla progettazione delle singole postazioni di rilevamento, definendone la collocazione sul territorio e la tipologia di parametri che dovrebbero essere misurati. Più in particolare il decreto prevede che una rete di monitoraggio della qualità dell'aria debba essere dotata delle seguenti tipologie di stazioni, poste in siti rappresentativi:

- TIPO A stazioni di riferimento posizionate in luoghi lontani dalle fonti di inquinamento di natura antropogenica, per la misura delle concentrazioni degli inquinanti naturalmente presenti sul territorio in esame (punti di bianco).
- TIPO B stazioni collocate in zone ad elevata densità abitativa o in prossimità di grossi insediamenti produttivi per la misura di inquinanti primari e secondari (SO<sub>2</sub>, NO<sub>X</sub>);
- TIPO C stazioni posizionate in vicinanza di strade con elevato traffico veicolare, direttamente interessate dall'emissione degli inquinanti provenienti dagli autoveicoli (CO);
- TIPO D stazioni collocate in luoghi di periferia o in aree suburbane per la misura degli inquinanti fotochimici (O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>).

La rete di monitoraggio operante in provincia di Torino attende a quanto viene previsto dalla legge; inoltre alcune postazioni, in particolare quelle ubicate nelle aree a prevalente carattere urbano, sono state nel corso degli anni completate con nuovi analizzatori diventando così stazioni multiparametro che attualmente possono essere classificate come categoria B-C.

L'emanazione del Decreto Ministeriale 2 aprile 2002 n° 60, che ha recepito le direttive europee 1999/30/CE e 2000/69/CE, concernenti i valori limite dei principali inquinanti atmosferici, prevede

una nuova metodologia di classificazione delle stazioni che è funzionale dei nuovi limiti che il decreto stesso definisce. Sarà pertanto nostra cura provvedere, nella prossima relazione relativa ai dati dell'anno 2002, presentare la nuova classificazione delle stazioni. Nel frattempo si è preferito, per l'anno 2001, riportare la classificazione delle stazioni in vigore durante tale periodo di monitoraggio.

Un ulteriore strumento in dotazione alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria è costituito dal mezzo mobile. La sua peculiarità risiede nella possibilità di poter essere collocato ovunque si renda necessario effettuare brevi campagne di monitoraggio, permettendo di effettuare valutazioni sulla qualità dell'aria in tutte quelle zone non direttamente interessate dalla rete fissa.

Il mezzo mobile fornisce un valido supporto nella valutazione di situazioni di impatto ambientale, quali la costruzione di nuovi insediamenti produttivi o la modifica della rete viaria, offrendo significativi elementi per un corretta pianificazione delle opere strutturali o per lo studio di interventi volti alla riduzione dell'intensità dei fenomeni di inquinamento.

In considerazione della sua importanza anche il mezzo mobile è stato oggetto di importanti lavori che, oltre alla revisione meccanica del mezzo, hanno previsto la sostituzione del sistema di acquisizione dati, l'installazione di un sistema di trasmissione dati via GSM, la sostituzione di alcuni strumenti e l'installazione di nuovi analizzatori. Tali interventi hanno portato ad un periodo di interruzione delle attività che si è protratto per tutto il 2001. Per tale ragione in questa relazione non saranno presenti come negli anni passati i resoconti delle campagne effettuate dal mezzo mobile.

**RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA  
PERCENTUALI DI DATI VALIDATI (2001)**

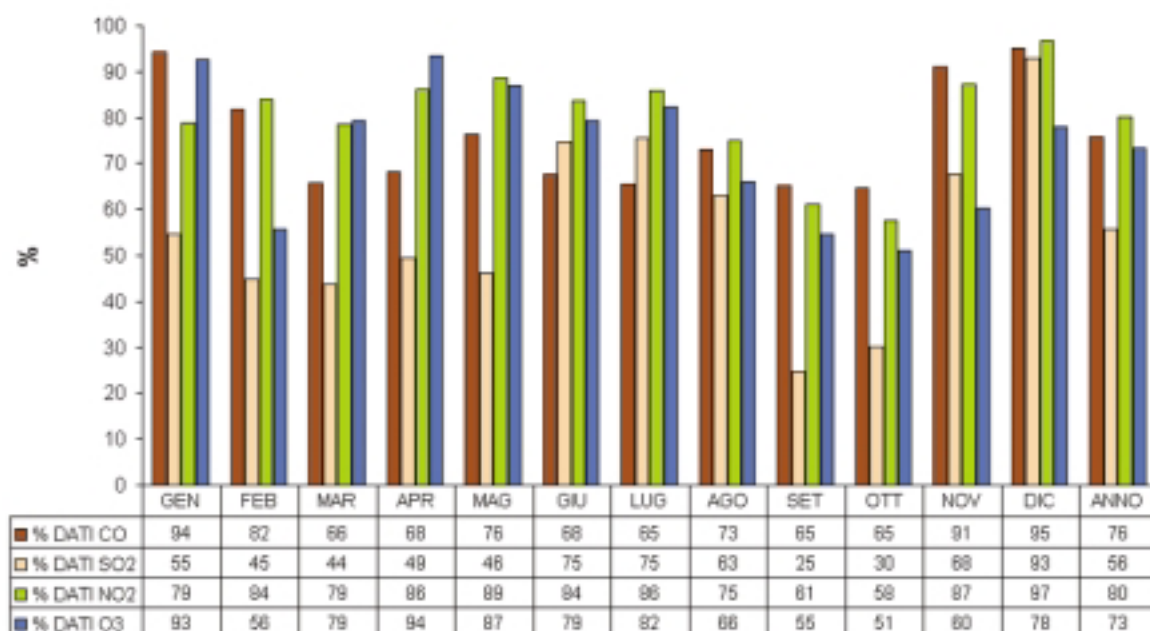


FIGURA 1: rendimento strumentale della rete di monitoraggio nell'anno 2001.

NOME	INDIRIZZO	TIPO	PARAMETRI
Alpignano	Via F. Baracca, 12 - Alpignano	D	O <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub> , RDN
Beinasco	Via S. Pellico, 5 - Beinasco	B	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , VV-DV
Borgaro	Via Italia - Borgaro	B-D	O <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub> , PM10
Chieri	C.so Buoizzi, 1 - Chieri	B-C	NO <sub>x</sub> , CO
Chivasso	Via Torino, 1 - Chivasso	C	CO
Ciriè	Via Teneschie, 2 - Ciriè	B	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>
Druento	Cascina Peppinella	A	O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , VV-DV, RDN, RDG, UMID, TEMP, PV, P
Grugliasco	Via Roma, 15 - Grugliasco	B	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>
Ivrea	P.zza Freguglia - Ivrea	B-C	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO
M. Mobile			O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , PTS, VV-DV, RDG, UMID, TEMP, PV, P
Nichelino	Via XXV Aprile, 111 - Nichelino	B-C	CO, NO <sub>x</sub>
Orbassano	Via Gozzano - Orbassano	B-D	O <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub> , VV-DV, RDN, RDG
Pinerolo	P.zza III Alpini, 1 - Pinerolo	C	CO, VV-DV
Rivoli	P.zza Togliatti, 1 - Rivoli	C	CO
Settimo	Via Milano, 31 - Settimo	B-C	CO, NO <sub>x</sub>
Susa	P.zza della Repubblica - Susa	C	CO
Venaria	C.so Garibaldi - Venaria	C	CO
Vinovo	Via Garibaldi, 3 - Vinovo	D	O <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub> , RDN, RDG
Buttigliera	Buttigliera		PTS, PM10
Carmagnola	Carmagnola		PTS, PM10
Castagneto Po	Castagneto		PM10
TO-Consolata	Via Consolata, 10 - Torino	B-C	SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , PM10, PTS, BTX, RDG, VV-DV, UMID, TEMP, PV, P
TO-Cristina	Via M. Cristina, 129 - Torino	B-C	CO, NO <sub>x</sub> ,
TO-Gaidano	V. Gaidano - Torino	B	CO, NO <sub>x</sub>
TO-Lingotto	V. A. Monti, 21 - Torino	A	O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , PTS
TO-Rebaudengo	P.zza Rebaudengo, 23 - Torino	B-C	CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PTS
TO-Rivoli	P.zza Rivoli, 4 - Torino	B-C	CO, NO <sub>x</sub> , PTS
Pino Torinese	Oss. Astronomico - Pino T.se	D	O <sub>3</sub> , P, UMID, TEMP
I.T.I.S. Grassi	V. P. Veronese		PM10
Alenia	C.so Marche, 41 - Torino		VV-DV, TEMP, UMID, RDG
Cnr	Str. delle Cacce, 73 - Torino		RDN, VV-DV, UMID, TEMP, PV
Cselt	V. Reiss Romoli, 274 - Torino		VV-DV, UMID, TEMP, PV, DOAS-OPIS
La Stampa	V. Marengo, 32 - Torino		VV-DV

TABELLA 1: elenco delle stazioni di monitoraggio, ubicazione e parametri misurati.

CODICE PARAMETRO	DESCRIZIONE
<b>BTX</b>	Benzene, toluene, xilene
<b>CO</b>	Monossido di carbonio
<b>NO<sub>x</sub></b>	Ossidi di azoto
<b>O<sub>3</sub></b>	Ozono
<b>P</b>	Pressione atmosferica
<b>PV</b>	Quantità di pioggia
<b>RDN</b>	Radiazione solare netta
<b>RDG</b>	Radiazione solare globale
<b>SO<sub>2</sub></b>	Biossido di zolfo
<b>TEMP</b>	Temperatura
<b>PM10</b>	Particolato sospeso < 10 µm
<b>PTS</b>	Polveri totali sospese
<b>UMID</b>	Umidità
<b>VV-DV</b>	Velocità e direzione del vento

TABELLA 2: descrizione dei codici dei parametri.

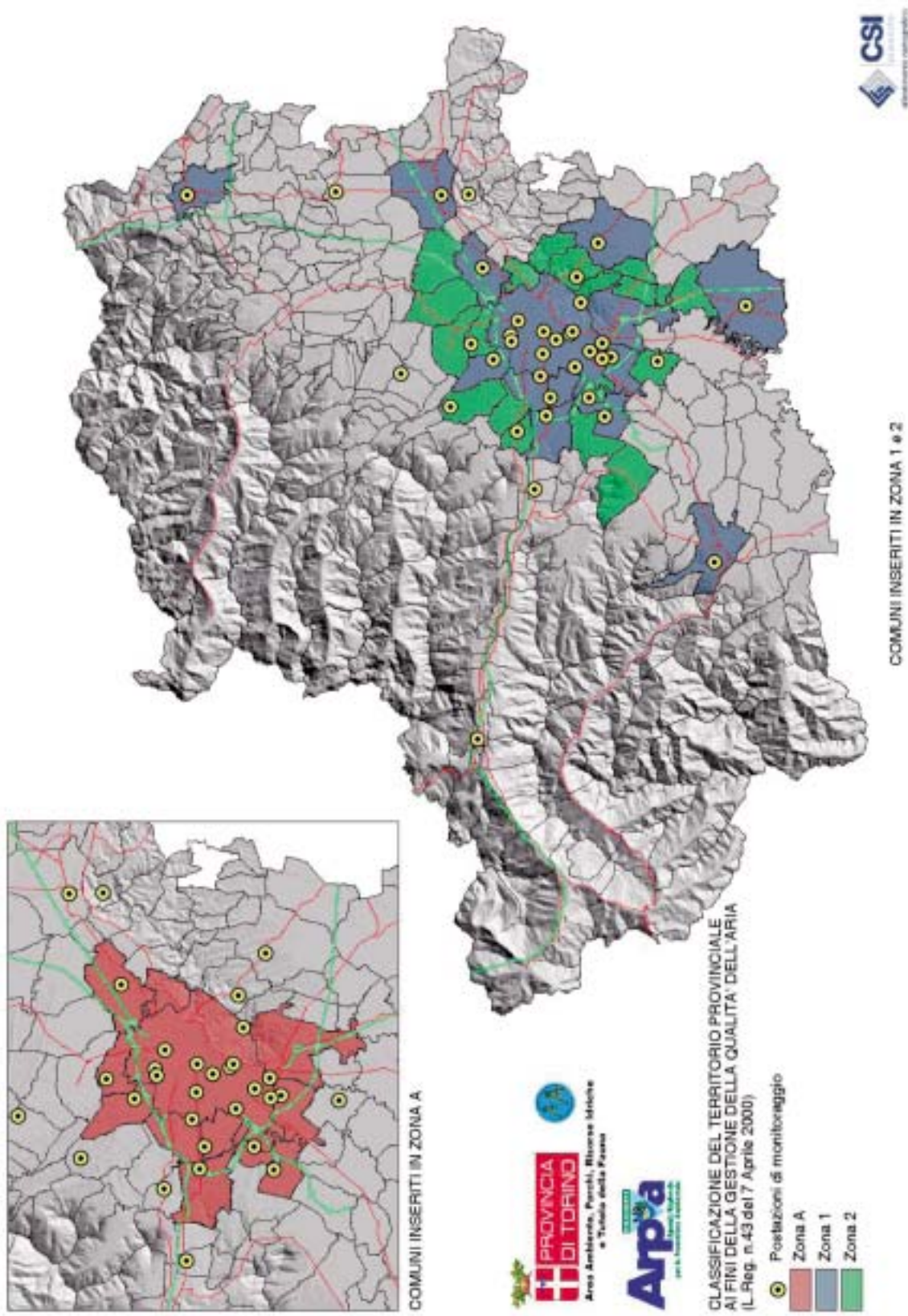


FIGURA 2: zonizzazione del territorio della provincia di Torino e disposizione dei punti di misura.



I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

- **DPCM 28/03/1983**

Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno.

- **D.P.R. 24/5/1988 n° 203**

Attuazione delle direttive C.E.E. n° 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernente norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16/4/1987, n° 183.

- **D.P.C.M. 21/7/1989**

Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni, ai sensi dell'art.9 della L. 8 Luglio 1986, n.349, per l'attuazione e l'interpretazione del D.P.R. 24 maggio 1988 n.203, recante norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto da impianti industriali.

- **D.M. 12/7/1990**

Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione.

- **D.M. 20/5/1991**

Criteri per la raccolta di dati inerenti la qualità dell'aria. Decreto che definisce le competenze della provincia in materia di rilevamento dati relativi all'inquinamento atmosferico.

- **D.M. 20/5/1991**

Criteri per l'elaborazione dei piani regionali di risanamento della qualità dell'aria.

- **D.M. 28/12/1991**

Recepimento delle Direttiva 91/441/CEE in materia di emissioni di autoveicoli.

- **D.M. 12/11/1992**

Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria.

- **D.P.R. 16/12/1992, n° 495**

Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada.

- **D.P.R. 26/8/1993, n° 412**

Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia.

- **D.M. 15/4/1994**

Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane.

- **D.M. 25/11/1994 n° 159**

Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al D.M. del 15/4/1994.

- **Legge 12/4/1995 n° 146**

Ratifica ed esecuzione del protocollo alla convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza concernente la lotta contro le emissioni di composti organici volatili o i loro flussi transfrontalieri.

- **D.M. 4/9/1995**  
Attuazione della direttiva 93/59/CEE del Consiglio del 28 giugno 1993 che modifica la direttiva 70/220/CEE concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alle misure da adottare contro l'inquinamento atmosferico da emissioni di veicoli a motore.
- **D.P.C.M. 14/11/1995**  
Recepimento della direttiva 93/12/CEE relativa al tenore di zolfo di taluni combustibili liquidi.
- **D.M. 5/2/1996**  
Prescrizioni per la verifica delle emissioni dei gas di scarico degli autoveicoli in circolazione ai sensi della direttiva del Consiglio delle Comunità europee n° 92/55/CEE.
- **D.M. 16/5/1996**  
Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono.
- **D.M. 16/5/1996**  
Requisiti tecnici di omologazione e installazione e procedure di controllo dei sistemi di recupero dei vapori di benzina prodotti durante le operazioni di rifornimento degli autoveicoli presso gli impianti di distribuzione carburanti.
- **Legge 4/11/1997 n° 413**  
Misure urgenti per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico da benzene.
- **D.M. 19/11/1997 n° 503**  
Regolamento recante norme per l'attuazione delle direttive 89/369/CEE e 89/429/CEE concernenti la prevenzione dell'inquinamento atmosferico provocato dagli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani e la disciplina delle emissioni e delle condizioni di combustione degli impianti di incenerimento di rifiuti urbani, rifiuti speciali non pericolosi, nonché di taluni rifiuti sanitari
- **D. Lgs. 31/3/1998**  
Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15/3/1997 n° 59.
- **D.M. 27/3/1998**  
Mobilità sostenibile nelle aree urbane.  
Direttiva 7.7.98 del Ministero dei lavori pubblici.  
Direttiva sul controllo dei gas di scarico dei veicoli (bollino blu) ai sensi dell'art. 7 del nuovo codice della strada.
- **D.M. 21/4/1999 n° 163**  
Regolamento recante norme per l'individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione.
- **Direttiva 30/CE del 22/04/1999**  
Concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto le particelle e il piombo.
- **D. Lgs. 4/8/1999 n° 351**  
Qualità dell'aria verso standard europei: nuovi valori per misurare l'inquinamento.
- **D.Lgs. 4/8/1999 n° 372**  
Attuazione della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento. Nasce l'autorizzazione integrata ambientale per le imprese a rischio inquinamento.
- **D.M. 10/2/2000 n° 47**  
Metodiche per il controllo del tenore di benzene e di idrocarburi aromatici totali nelle benzine.

- **D.M. 25/2/2000 n° 124**

Regolamento recante i valori limite di emissione e le norme tecniche riguardanti le caratteristiche e le condizioni di esercizio degli impianti di incenerimento e di coincenerimento dei rifiuti pericolosi, in attuazione della direttiva 94/67/CE del Consiglio del 16 dicembre 1994, e ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, e dell'art. 18, comma 2, lettera a) del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22.

- **Regione Piemonte - L.R. 7/4/2000 n°43**

Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria.

- **D.M. 25/08/2000**

Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinamenti, ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203.

- **Direttiva 69/CE del 16/11/2000**

Concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente.

- **Direttiva. 3/CE del 12/02/2002** Relativa all'ozono nell'aria.

- **DPCM 08/03/2002**

Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione.

- **D.M. 2 aprile 2002 n° 60**

Recepimento della direttiva 1999/30/CE del consiglio 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio. I dati del 2001, pubblicati in questa relazione, non sono ancora sottoposti a questa normativa.

L'elenco di normativa riportata rappresenta un riepilogo delle norme che in qualche modo concorrono alla tutela e al miglioramento della qualità dell'aria. In particolare analizzando le norme che direttamente definiscono i valori di riferimento per le concentrazioni di inquinanti in ambiente esterno si osserva che i limiti definiti sono essenzialmente di due tipi:

- il primo tipo di limite (valore limite, valore guida, obiettivo di qualità) fa riferimento alla prevenzione a lungo termine e richiede misure di lungo periodo (usualmente un anno);
- il secondo tipo di limite (livelli di attenzione ed allarme) fa riferimento alla prevenzione a breve termine, in presenza di fenomeni acuti di inquinamento.

In particolare, in base alle definizioni normative, il livello di attenzione è la concentrazione di inquinante che, se superata in maniera persistente nel tempo, può portare ad una situazione di rischio ambientale e sanitario, mentre il livello di allarme corrisponde alla concentrazione di inquinante il cui superamento indica già di per sé una situazione di rischio ambientale e sanitario.

Nella tabella che segue (tabella 3) sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa vigente per gli inquinanti in ambienti esterni.



INQUINANTE NORMATIVO	RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
Biossido di zolfo espresso come SO <sub>2</sub>	VALORE LIMITE (D.P.R. 203/88)	mediana delle concentrazioni medie giornaliere	anno (1 aprile - 31 marzo)	80 µg/m <sup>3</sup>
		98° percentile delle concentrazioni medie giornaliere (1)	anno (1 aprile - 31 marzo)	250 µg/m <sup>3</sup>
		mediana delle concentrazioni medie giornaliere	inverno (1 ottobre - 31 marzo)	130 µg/m <sup>3</sup>
	VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	media delle concentrazioni medie giornaliere	anno (1 aprile - 31 marzo)	40 - 60 µg/m <sup>3</sup>
		media giornaliera	ogni giorno	100 - 150 µg/m <sup>3</sup>
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M.25/11/94)	media giornaliera	ogni giorno	125 µg/m <sup>3</sup>
LIVELLO DI ALLARME (D.M. 25/11/94)	media giornaliera	ogni giorno	250 µg/m <sup>3</sup>	
Biossido di azoto espresso come NO <sub>2</sub>	VALORE LIMITE (D.P.R. 203/88)	98° percentile delle concentrazioni medie orarie	anno (1 gennaio - 31 dicembre)	200 µg/m <sup>3</sup>
	VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	50° percentile delle concentrazioni medie orarie	anno (1 gennaio - 31 dicembre)	50 µg/m <sup>3</sup>
		98° percentile delle concentrazioni medie orarie	anno (1 gennaio - 31 dicembre)	135 µg/m <sup>3</sup>
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 e 25/11/94)	media oraria	ogni giorno	200 µg/m <sup>3</sup>
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94 e 25/11/94)	media oraria	ogni giorno	400 µg/m <sup>3</sup>
Particelle sospese totali esprese come PTS	STANDARD DI QUALITÀ (D.P.C.M. 28/3/83)	media delle concentrazioni medie giornaliere (3)	anno (1 aprile - 31 marzo)	150 µg/m <sup>3</sup>
		95° percentile delle concentrazioni medie giornaliere (3)	anno (1 aprile - 31 marzo)	300 µg/m <sup>3</sup>
	VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	media delle concentrazioni medie giornaliere (4)	anno (1 aprile - 31 marzo)	40 - 60 µg/m <sup>3</sup>
		media giornaliera (4)	ogni giorno	100 - 150 µg/m <sup>3</sup>
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 25/11/94)	media giornaliera (3)	ogni giorno	150 µg/m <sup>3</sup>
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 25/11/94)	media giornaliera (3)	ogni giorno	300 µg/m <sup>3</sup>
Monossido di carbonio espresso come CO	STANDARD DI QUALITÀ (D.P.C.M. 28/3/83)	media di 8 ore (5)	8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>
		media oraria	1 ora	40 mg/m <sup>3</sup>
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 e 25/11/94)	media oraria	1 ora	15 mg/m <sup>3</sup>
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94 e 25/11/94)	media oraria	1 ora	30 mg/m <sup>3</sup>
Ozono espresso come O <sub>3</sub>	STANDARD DI QUALITÀ (D.P.C.M. 28/3/83)	media oraria (6)	1 mese	200 µg/m <sup>3</sup>
	LIV. PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (D.M. 16/5/96)	media (mobile trascinata) su 8 ore (7)	8 ore	110 µg/m <sup>3</sup>
		media oraria	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>
	LIV. PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (D.M. 16/5/96)	media giornaliera	ogni giorno	65 µg/m <sup>3</sup>
		LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94, D.M. 25/11/94 e D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora
LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94, D.M. 25/11/94 e D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora	360 µg/m <sup>3</sup>	
Piombo espresso come Pb	STANDARD DI QUALITÀ (D.P.C.M. 28/3/83)	media delle concentrazioni medie di 64 ore	anno (1 aprile - 31 marzo)	2 µg/m <sup>3</sup>
Particolato sospeso espresso come PM10	OBBIETTIVO DI QUALITÀ (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri (8)	anno (1 gennaio - 31 dicembre)	40 µg/m <sup>3</sup>
Benzene	OBBIETTIVO DI QUALITÀ (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri (8)	anno (1 gennaio - 31 dicembre)	10 µg/m <sup>3</sup>
Benzo(A)pirene	OBBIETTIVO DI QUALITÀ (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri (9)	anno (1 gennaio - 31 dicembre)	1 ng/m <sup>3</sup>

TABELLA 3: valori di riferimento previsti dalla normativa vigente per gli inquinanti

- (1): Ai sensi del D.P.R. 203/88 il limite non può essere superato per più del 2% delle misure valide su base annua e si devono prendere tutte i provvedimenti atti ad evitare il superamento di questo valore per più di 3 giorni consecutivi.
- (2): Si devono prendere tutte le misure atte ad evitare il superamento di questo valore per più di 3 giorni consecutivi.
- (3): Misurate con il metodo gravimetrico.
- (4): Misurate con il metodo dei fumi neri.
- (5): La media di 8 ore deve essere effettuata nelle seguenti fasce orarie: 0:00÷8:00, 8:00÷16:00, 16:00÷24:00 (ISTISAN 87/5).
- (6): La concentrazione di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  non deve essere raggiunta più di una volta al mese.
- (7): La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli  $h \div (h-7)$ ; deve essere assicurato al minimo il calcolo di medie mobili, con parziale sovrapposizione, calcolata 4 volte al giorno sulla base degli 8 valori orari relativi agli intervalli: 0:00÷8:00, 8:00÷16:00, 12:00÷20:00, 16:00÷24:00 (ore solari).
- (8): Le misure devono essere effettuate, in modo discontinuo, per almeno 15 giorni al mese.
- (9): La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove  $z=3 \div 6$ ; z può essere maggiore di 7 in ambienti rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.

La comunità europea negli ultimi cinque anni con l'emanazione di quattro direttive concernenti il tema dell'inquinamento atmosferico ha provveduto a modificare l'assetto normativo relativo agli aspetti legati alla tutela e alla gestione della qualità dell'aria. Le direttive in oggetto sono le seguenti:

- Dir. 1996/62/CE del 27 settembre 1996 del Parlamento Europeo e del Consiglio in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente;
- Dir. 1999/30/CE del 22 aprile 1999 del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo;
- Dir. 2000/69/CE del 16 novembre 2000 del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente;
- Dir. 2002/3/CE del 12 febbraio 2002 del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa all'ozono nell'aria.

La direttiva quadro 1996/62/CE del 27 settembre 1996 (recepita in Italia con il D.Lgs. 4 agosto 1999 n. 351) definisce i principi base della strategia per il miglioramento della qualità dell'aria. Tali principi prevedono la fissazione di valori limite e delle soglie di allarme per la protezione della salute umana e dell'ambiente, del valore obiettivo per l'ozono e la definizione di metodi di valutazione della qualità dell'aria. Tali metodi sono costruiti sulla base di criteri comuni che permettano l'individuazione di zone ove sia necessario il miglioramento o il mantenimento della qualità dell'aria.

La direttiva quadro definisce il contesto generale e individua un elenco di inquinanti sui quali intervenire in via prioritaria (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM10, Pb, O<sub>3</sub>, CO, Benzene, PHA, Hg, Cd, As, Ni).

Tale norma rinvia a specifiche direttive (Dir 1999/30/CE del 22 aprile 1999, Dir. 2000/69/CE del 16 novembre 2000 e Dir. 2002/3/CE del 12 febbraio 2002) la disciplina e la definizione dei seguenti aspetti tecnico-operativi:

- obiettivi di qualità dell'aria (valore limite, valore bersaglio, valore obiettivo a lungo termine, eventuale soglia di allarme e margine di tolleranza in relazione alla protezione della salute e alla protezione della vegetazione);
- requisiti di monitoraggio (ubicazione dei punti di campionamento, numero minimo degli stessi, tecniche di misurazione e campionamento);
- requisiti per le tecniche di valutazione (risoluzione spaziale e tecniche di riferimento per la modellizzazione);
- requisiti di informazione al pubblico e soglie di informazione.

Vengono inoltre individuati, oltre al grado di esposizione della popolazione, tra i fattori da tenere in considerazione per fissare valori limite, soglie di allarme e valori obiettivo più restrittivi, anche la vulnerabilità della flora, della fauna e dei loro habitat, nonché il patrimonio storico esposto agli inquinanti.

Le direttive figlie emanate (Dir. 1999/30/CE del 22 aprile 1999 e Dir. 2000/69/CE del 16 novembre 2000) definiscono i valori limite, i margini di superamento e talvolta le soglie di allarme per i seguenti inquinanti SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM10, Pb, CO, Benzene; la direttiva 2002/3/CE del 12 febbraio 2002 i valori bersaglio e gli obiettivi a lungo termine per l'O<sub>3</sub>. Tali valori sono riassunti nelle tabelle riportate di seguito (tabelle 4 - 10).

**È importante evidenziare che le direttive 1999/30/CE e Dir. 2000/69/CE sono state recentemente recepite in Italia con il D.M. 2 aprile 2002 n° 60 per cui i valori limite, in queste definiti, rappresenteranno già dall'anno 2002 i termini legislativi di riferimento.**

Da una prima analisi dei valori limite individuati, appare evidente come l'intento del legislatore Europeo sia fortemente volto al contenimento e alla riduzione dei fenomeni cronici di inquinamento atmosferico, pur senza trascurare la prevenzione e la gestione degli episodi acuti.

Vengono definiti per il biossido di azoto, il PM10, il piombo ed il benzene, inquinanti che ad eccezione del piombo rappresentano le maggiori criticità ambientali attualmente esistenti sul nostro ter-

ritorio, valori limite annuali per la protezione della salute umana da calcolarsi come media delle medie orarie.

L'introduzione di questa nuova classe di limiti è finalizzata all'adozione di interventi che siano volti a una reale diminuzione dell'emissione di questi inquinanti piuttosto che ad una distribuzione dell'emissione nel corso del tempo. Tale distribuzione temporale produceva infatti un abbattimento delle situazioni di picco ma sulle medie calcolate sul lungo periodo non produceva sensibili miglioramenti.

Per il raggiungimento dei limiti annuali viene scandito il percorso da compiere nel corso dei prossimi anni, attraverso la definizione di margini di tolleranza, che si riducono progressivamente nel tempo, per portare al graduale raggiungimento del rispetto del limite.

Le direttive europee definiscono inoltre valori limite per la protezione della salute umana su base giornaliera o oraria per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, il PM-10 e il monossido di carbonio.

La configurazione proposta per i limiti *short-term* è volta al contenimento degli episodi acuti di inquinamento e anche in questo caso assume connotazioni che spingono le autorità competenti alla definizione di strategie efficaci e di interventi strutturali per garantire il rispetto di tali limiti. Al valore limite viene infatti associato sia un numero massimo di superamenti da registrare nel corso dell'anno sia un margine di tolleranza che anche in questo caso decresce gradualmente fino al raggiungimento del valore fissato.

Per il parametro Ozono la direttiva 2002/3/CE del 12 febbraio 2002 individua, come riferimento a lungo termine, i valori bersaglio e gli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione. Il valore bersaglio rappresenta il livello fissato al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo (2010).

L'obiettivo a lungo termine rappresenta la concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo deve essere conseguito, salvo quando ciò non sia realizzabile, tramite misure progressive nel lungo periodo, al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

Sono definite inoltre le soglie di allarme per il biossido di zolfo, per il biossido di azoto e per l'ozono e, per tale parametro, è anche definita la soglia di informazione alla popolazione. I valori individuati relativamente a questi tre parametri rappresentano le soglie, raggiunte le quali, è necessario provvedere alla messa in atto di misure immediate che portino ad una riduzione delle concentrazioni di inquinante che ha causato il superamento del valore di allarme.

Per garantire il rispetto combinato di queste nuove tipologie di limite, si dovrà innanzitutto provvedere alla definizione di interventi di riduzione del carico emissivo, interventi indispensabili per il conseguimento dell'obiettivo a lungo termine (valore limite annuale). Qualora tali azioni non siano sufficienti anche per tutelare la salute da episodi acuti di inquinamento atmosferico, occorrerà definire interventi che ne riducano la frequenza di accadimento e l'intensità.

Alla luce della definizione di questi nuovi limiti, che rappresentano i termini di riferimento per la tutela della qualità dell'aria per tutta l'Unione Europea, si è provveduto nel seguito della relazione a confrontare i livelli di inquinamento che insistono sul territorio della provincia di Torino con i nuovi valori limite. Tale raffronto consente di individuare le criticità esistenti e le linee di azione da perseguire in via prioritaria, per il miglioramento della qualità dell'aria.

Per una migliore comprensione delle tabelle sottostanti si riportano le definizioni che le normative europee attribuiscono al concetto di valore limite soglia di allarme e margine di tolleranza:

- **VALORE LIMITE**, livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, che dovrà essere raggiunto entro un dato termine e che non dovrà essere superato.
- **SOGLIA DI ALLARME**, livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale gli stati membri devono immediatamente intervenire secondo quanto disposto dalla direttiva 96/62/CE.

- **VALORE BERSAGLIO**, livello fissato al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo.
- **OBIETTIVO A LUNGO TERMINE**, concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo deve essere conseguito, salvo quando ciò non sia realizzabile, tramite misure proporzionate nel lungo periodo al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.
- **MARGINE DI SUPERAMENTO**, la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato alle condizioni stabilite dalla direttiva 96/62/CE.
- **SOGLIA DI INFORMAZIONE**, livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata della popolazione e raggiunto il quale gli stati membri devono immediatamente intervenire

<b>BIOSSIDO DI ZOLFO</b>			
<b>VALORE LIMITE ORARIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA</b>			
Periodo medio	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
1 ora	350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile	150 µg/m <sup>3</sup> (43%) all'entrata in vigore della presente direttiva. Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005
Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti:			
	←←← 31/12/2000		500 µg/m <sup>3</sup>
	01/01/2001 - 31/12/2001		470 µg/m <sup>3</sup>
	01/01/2002 - 31/12/2002		440 µg/m <sup>3</sup>
	01/01/2003 - 31/12/2003		410 µg/m <sup>3</sup>
	01/01/2004 - 31/12/2004		380 µg/m <sup>3</sup>
	01/01/2005⇒⇒⇒		350 µg/m <sup>3</sup>
<b>VALORE LIMITE GIORNALIERO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA</b>			
Periodo medio	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
24 ore	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile	nessuno	1 gennaio 2005
<b>VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI</b>			
Periodo medio	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
anno civile e inverno (1° ottobre - 31 marzo)	20 µg/m <sup>3</sup>	nessuno	19 luglio 2001
<b>SOGLIA DI ALLARME PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO</b>			
500 µg/m <sup>3</sup> (293°K e 101.3 kPa) misurati su tre ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km <sup>2</sup> oppure una zona o un agglomerato completi, se tale zona o agglomerati sono meno estesi			

TABELLA 4: Dir 1999/30/CE, valori limite per il biossido di zolfo.



## OSSIDI DI AZOTO

### VALORE LIMITE ORARIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo medio	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> da non superare più di 18 volte per anno civile	50% del valore limite all'entrata in vigore della presente direttiva. Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001, di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2010	1 gennaio 2010

Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti:

←←← 31/12/2000	300 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2001 - 31/12/2001	290 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2002 - 31/12/2002	280 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2003 - 31/12/2003	270 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2004 - 31/12/2004	260 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2005 - 31/12/2005	250 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2006 - 31/12/2006	240 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2007 - 31/12/2007	230 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2008 - 31/12/2008	220 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2009 - 31/12/2009	210 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2010 ⇒⇒⇒	200 µg/m <sup>3</sup>

### VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo medio	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	50% del valore limite all'entrata in vigore della presente direttiva. Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001, di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2010	1 gennaio 2010

Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti:

←←← 31/12/2000	60 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2001 - 31/12/2001	58 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2002 - 31/12/2002	56 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2003 - 31/12/2003	54 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2004 - 31/12/2004	52 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2005 - 31/12/2005	50 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2006 - 31/12/2006	48 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2007 - 31/12/2007	46 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2008 - 31/12/2008	44 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2009 - 31/12/2009	42 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2010 ⇒⇒⇒	40 µg/m <sup>3</sup>

### VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE

Periodo medio	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
anno civile	30 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>x</sub>	nessuno	19 luglio 2001

### SOGLIA DI ALLARME PER IL BISSIDO DI AZOTO

400 µg/m<sup>3</sup> (293°K e 101.3 kPa) misurati su tre ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km<sup>2</sup> oppure una zona o un agglomerato completi, se tale zona o agglomerati sono meno estesi.

TABELLA 5: Dir 1999/30/CE, valori limite per gli ossidi di azoto.

## PARTICELLE PM-10

### VALORE LIMITE DI 24 ORE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo medio	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
24 ore	50 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub> da non superare più di 35 volte per anno civile	50% del valore limite all'entrata in vigore della presente direttiva. Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001, di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005

Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti:

←←← 31/12/2000	75 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2001 - 31/12/2001	70 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2002 - 31/12/2002	65 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2003 - 31/12/2003	60 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2004 - 31/12/2004	55 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2005⇒⇒⇒	50 µg/m <sup>3</sup>

### VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo medio	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub>	20% del valore limite all'entrata in vigore della presente direttiva. Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001, di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005

Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti:

←←← 31/12/2000	48 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2001 - 31/12/2001	46,4 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2002 - 31/12/2002	44,8 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2003 - 31/12/2003	43,2 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2004 - 31/12/2004	41,6 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2005⇒⇒⇒	40 µg/m <sup>3</sup>

TABELLA 6: Dir 1999/30/CE, valori limite per il PM10.

## PIOMBO

### VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo medio	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>	100% del valore limite all'entrata in vigore della presente direttiva. Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001, di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005

Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti:

←←← 31/12/2000	1 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2001 - 31/12/2001	0,9 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2002 - 31/12/2002	0,8 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2003 - 31/12/2003	0,7 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2004 - 31/12/2004	0,6 µg/m <sup>3</sup>
01/01/2005⇒⇒⇒	0,5 µg/m <sup>3</sup>

TABELLA 7: Dir 1999/30/CE, valori limite per il piombo.

<b>BENZENE</b>			
<b>VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA</b>			
Periodo medio	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	100% del valore limite all'entrata in vigore della presente direttiva. Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2006, di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2010	1 gennaio 2010
Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti:			
	←←← 31/12/2005		10 µg/m <sup>3</sup>
	01/01/2006 - 31/12/2006		9 µg/m <sup>3</sup>
	01/01/2007 - 31/12/2007		8 µg/m <sup>3</sup>
	01/01/2008 - 31/12/2008		7 µg/m <sup>3</sup>
	01/01/2009 - 31/12/2009		6 µg/m <sup>3</sup>
	01/01/2010⇒⇒⇒		5 µg/m <sup>3</sup>

TABELLA 8: Dir 2000/69/CE, valori limite per il benzene.

<b>MONOSSIDO DI CARBONIO</b>			
<b>VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA</b>			
Periodo medio	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	60% del valore limite all'entrata in vigore della presente direttiva. Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2003, di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005
Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti:			
	←←← 31/12/2002		16 mg/m <sup>3</sup>
	01/01/2003 - 31/12/2003		14 mg/m <sup>3</sup>
	01/01/2004 - 31/12/2004		12 mg/m <sup>3</sup>
	01/01/2005⇒⇒⇒		10 mg/m <sup>3</sup>

TABELLA 9: Dir 2000/69/CE, valori limite per il monossido di carbonio.



## OZONO

### VALORI BERSAGLIO

	Parametro	Valore bersaglio per il 2010 (a)
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore (b)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni (c)
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT 40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ come media su 5 anni (c)

(a) Data a partire dalla quale si verifica la rispondenza ai valori bersaglio. Ciò significa che i valori del 2010 saranno utilizzati per verificare la concordanza con gli obiettivi nei successivi 3 o 5 anni.

(b) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore sarà determinata analizzando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata sarà assegnata al giorno nel quale finisce; in pratica la prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno sarà quella compresa fra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno sarà quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

(c) Se non è possibile calcolare la media di 3 o 5 anni poiché non si ha un insieme completo di dati relativi a più anni consecutivi, i dati annuali minimi per la verifica della rispondenza con i valori bersaglio sono i seguenti:

per il valore bersaglio per la protezione della salute umana: dati validi relativi ad un anno

per il valore bersaglio per la protezione della vegetazione: dati relativi a tre anni

Per AOT40 (espresso in  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ) s'intende la somma della differenza fra le concentrazioni orarie superiori a 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (= 40 ppb) e 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari medi rilevati ogni giorno tra le 08:00 e 20:00, ora dell'europa 5.

### OBIETTIVI A LUNGO TERMINE

	Parametro	Valore obiettivo (a)
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massima media giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(a) I progressi realizzati dalla Comunità nel conseguimento dell'obiettivo a lungo termine, prendendo come riferimento l'anno 2020, sono riesaminati nell'ambito del processo di cui all'art. 11 della presente direttiva.

Per AOT40 (espresso in  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ) s'intende la somma della differenza fra le concentrazioni orarie superiori a 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (= 40 ppb) e 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari medi rilevati ogni giorno tra le 08:00 e 20:00, ora dell'europa centrale.

### SOGLIE DI INFORMAZIONE E DI ALLARME

	Parametro	Soglia
Soglia di informazione	Media di 1 ora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme	Media di 1 ora	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(a) Per l'attuazione dei piani di azione a breve termine, previsti all'art. 7 della presente direttiva, il superamento della soglia va superato per tre ore consecutive.

TABELLA 10: Dir 2002/3/CE, valori bersaglio, obiettivo e soglie di informazione e allarme per l'ozono.

## **ANALISI DEI DATI RACCOLTI DALLE STAZIONI FISSE DOTATE DI ANALIZZATORI IN CONTINUO E NELLE STAZIONI DI RACCOLTA DEL PARTICOLATO**

Nelle pagine seguenti sono riportati per ogni inquinante:

- una breve descrizione delle caratteristiche chimico-fisiche e dei danni causati alla salute umana e all'ecosistema nel suo complesso;
- la descrizione del metodo di misura utilizzato;
- un sintetico esame dei dati raccolti;
- la tabella riassuntiva dei superamenti dei valori di riferimento previsti dalla normativa, suddivisi per stazione;
- una cartografia tematica relativa ai parametri analizzati in continuo, riportante il valore delle medie annuali misurate nel 2001 confrontate con quelle rilevate nel 2000 e nel 1999;
- i grafici che riportano la distribuzione spaziale e temporale del numero di superamenti del livello di attenzione e dell'indice di criticità, definito come il valore percentuale dei superamenti del livello di attenzione calcolato sul totale dei dati validi; tale indice permette una normalizzazione dei risultati in funzione del numero di dati validi, consentendo una corretta comparazione fra punti di misura che per inconvenienti tecnici presentano diversi rendimenti strumentali. Anche in questi grafici vengono confrontati i rilevamenti degli ultimi tre anni.

Si desidera inoltre precisare che i rilevamenti delle concentrazioni degli inquinanti seguono sempre l'ora solare, anche nel periodo estivo, di conseguenza nella lettura delle elaborazioni è necessario tenerne conto.

### Descrizione

Il carbonio, che costituisce lo 0.08% della crosta terrestre, si trova in natura sia allo stato elementare sia allo stato combinato negli idrocarburi, nel calcare, nella dolomite, nei carboni fossili, ecc.

Il carbonio è in grado di legarsi chimicamente con l'ossigeno formando due composti (ossidi): il monossido di carbonio (CO) ed il biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>).

Il monossido di carbonio (CO) è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera, l'unico per il quale l'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m<sup>3</sup>).

È un gas inodore ed incolore e 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 (circa l'80% delle emissioni a livello mondiale), 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.

### Danni causati

Il CO ha la proprietà di fissarsi all'emoglobina del sangue, impedendo il normale trasporto dell'ossigeno nelle varie parti del corpo. Il CO ha nei confronti dell'emoglobina un'affinità 220 volte maggiore rispetto all'ossigeno ed il composto che si genera (carbossi-emoglobina) è estremamente stabile. Gli organi più colpiti sono il sistema nervoso centrale e il sistema cardiovascolare, soprattutto nelle persone affette da cardiopatie.

Concentrazioni elevatissime di CO possono anche condurre alla morte per asfissia.

Alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera urbana gli effetti sulla salute sono reversibili e sicuramente meno acuti.

### Metodo di misura

L'ossido di carbonio è analizzato mediante assorbimento di radiazioni infrarosse (IR). La tecnica di misura si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di CO, di radiazioni IR con conseguente variazione della loro intensità, proporzionale alla concentrazione dell'ossido di carbonio. Un sensore misura la variazione della radiazione luminosa e converte questo valore fornendo la concentrazione di CO presente nell'aria.

L'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni di monossido di carbonio è il milligrammo al metro cubo (mg/m<sup>3</sup>).

### Esame dei dati

I rilevamenti effettuati nel corso dell'anno 2001, come si osserva nel riepilogo statistico riportato in tabella 11, confermano la tendenza alla riduzione delle concentrazioni di monossido di carbonio presenti in atmosfera. Non si sono verificati superamenti del livello di allarme e i superamenti del livello di attenzione sono stati inferiori rispetto agli anni passati.

Nel corso dell'anno 2001, solo in due siti (Torino P.zza Rivoli e Nichelino) sono stati misurati superamenti del livello di attenzione, le postazioni interessate da superamenti erano 4 nel corso dell'anno 2000 e 6 nel 1999, e contestualmente anche il numero complessivo di valori superiori al livello di attenzione è in costante diminuzione. Tali andamenti sono facilmente osservabili in forma grafica nelle figure 4 e 5 dove vengono riportate le distribuzioni spaziali e temporali dei fenomeni di inquinamento acuto. Anche il confronto dei valori massimi assoluti, riportati nella tabella 12 conferma una costante diminuzione delle concentrazioni di questo inquinante nel corso degli ultimi anni.

È necessario osservare che l'anno 2001 è stato, dal punto di vista meteorologico, un anno particolarmente favorevole alla dispersione degli inquinanti, in quanto non si sono verificati nei mesi invernali lunghi periodi caratterizzati da persistenza di alta pressione e da assenza di precipitazioni.

Tali condizioni hanno senz'altro contribuito alla diminuzione delle situazioni di criticità misurate nell'anno 2001 nei confronti degli anni precedenti ma la generale riduzione dei valori medi annuali conferma in ogni caso la tendenza al contenimento delle concentrazioni di questo inquinante.

In relazione all'analisi delle medie annuali occorre specificare che le stazioni di Susa e di Pinerolo hanno subito un fermo strumentale nel corso dei mesi estivi e che per tale ragione il calcolo delle medie annuali risulta notevolmente sovrastimato.

Si è provveduto a confrontare i valori misurati nel corso dell'anno 2001 con i valori limite per la protezione della salute umana definiti dalla direttiva della Comunità Europea 2000/69/CE che, a seguito dell'emanazione del Decreto Ministeriale di recepimento n° 60 del 2 aprile 2002, rappresenteranno anche in Italia dall'anno 2002 i nuovi valori di riferimento.

Tale normativa prevede che la media massima giornaliera calcolata per ogni ora del giorno sulle 8 ore precedenti (es. la media delle ore 17:00 corrisponderà alla media dei valori misurati fra le ore 10:00 e le ore 17:00) sia inferiore ad un valore limite la cui entità è variabile e definita in misura decrescente per i prossimi 4 anni. Il dettaglio sui limiti in vigore per i prossimi anni e sul numero di giorni di eventuale superamento di tali valori è riportato nella tabella 13. Dall'analisi dei dati riportati si osserva che non solo il limite definito in sede comunitaria per l'anno 2001 è rispettato su tutto il territorio della provincia di Torino ma viene inoltre rispettato il limite relativo all'anno 2005 che rappresenta il termine di confronto definitivo.

Il progressivo ammodernamento del parco auto circolante e la conseguente sostituzione dei veicoli non dotati di marmitta catalitica che, nella provincia di Torino, rappresentano il 46% dei veicoli immatricolati<sup>1</sup> porterà un'ulteriore diminuzione delle concentrazioni di monossido di carbonio in atmosfera.

Si può ragionevolmente sostenere, sia in relazione a quanto appena detto sia in considerazione del fatto che la tendenza alla diminuzione delle concentrazioni di monossido di carbonio è ormai consolidata, che il monossido di carbonio in atmosfera non rappresenterà nei prossimi anni una criticità ambientale per il nostro territorio.

Per una visualizzazione immediata delle elaborazioni effettuate è rappresentata in figura 3 una cartina riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di CO misurate negli anni 1999, 2000 e 2001.

<sup>1</sup> dati ACI relativi al parco auto circolante in provincia di Torino, aggiornamento all'anno 2000

STAZIONE	INDIRIZZO	TIPO	Valori Medi Annuali (mg/m <sup>3</sup> )			Numero superamenti livello di attenzione (D.P.C.M. 25/11/94) indice: conc. media di 1h periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 15 (mg/m <sup>3</sup> )			Numero superamenti livello di allarme (D.P.C.M. 25/11/94) indice: conc. media di 1h periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 30 (mg/m <sup>3</sup> )			Valore limite (D.P.C.M. 28/3/83) indice: conc. media oraria periodo di osservazione: orario valore di riferimento: 40 (mg/m <sup>3</sup> )			Valore limite (D.P.C.M. 28/3/83) indice: conc. media di 8 h periodo di osservazione: 8 h valore di riferimento: 10 (mg/m <sup>3</sup> )		
			1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Chieri	C.so Buoizzi, 1	B-C	1,2	1,1	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Chivasso	Via Torino, 1	C	0,9	1,0	1,1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
Druento	Cascina Peppinella	A	0,4	0,4	*	0	0	*	0	0	0	*	0	0	0	*	
Ivrea	Pizza Freguglia	B-C	1,3	1,2	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nichelino	Via XXV Aprile, 111	B-C	1,7	1,9	1,9	3	5	2	0	0	0	0	0	0	1	0	
Pinerolo	Pizza III Alpini, 1	C	0,7	0,6	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rivoli	Via Togliatti, 1	C	1,2	0,8	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Settimo	Via Milano, 31	B-C	1,7	1,4	1,2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Susa	Pizza della Repubblica	C	0,6	0,6	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TO Consolata	Via Consolata, 10	B-C	2,6	2,1	1,9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
TO Cristina	Via M.Cristina	B-C	2,3	1,8	1,6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TO Lingotto	Via A.Monti, 21	A	1,1	1,0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TO Gaidano	Via Gaidano	B-C	2,1	1,8	1,8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TO Rebaudengo	Pizza Rebaudengo	B-C	3,2	2,6	2,7	6	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
TO Rivoli	Pizza Rivoli	B-C	3,4	2,9	2,6	34	20	7	0	0	0	0	0	0	13	5	
Venaria	C.so Garibaldi	C	0,8	1,5	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

TABELLA 11: dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il monossido di carbonio.

STAZIONE	VALORI MASSIMI DATATI (mg/m <sup>3</sup> )					
	1999		2000		2001	
	Chieri	<b>10</b>	24 novembre h 09:00	<b>11</b>	3 febbraio h 09:00	<b>6,3</b>
Chivasso	<b>17</b>	11 febbraio h 19:00	<b>12</b>	31 gennaio h 19:00	<b>9,8</b>	7 dicembre h 17:00
Druento	<b>3,3</b>	3 marzo h 15:00	<b>1,9</b>	11 gennaio h 15:00	*	
Ivrea	<b>13</b>	25 gennaio h 20:00	<b>10</b>	15 gennaio h 20:00	<b>12</b>	7 dicembre h 18:00
Nichelino	<b>19</b>	1 dicembre h 09:00	<b>18</b>	31 gennaio h 09:00	<b>16</b>	9 gennaio h 09:00
Pinerolo	<b>10</b>	20 gennaio h 11:00	<b>11</b>	18 gennaio h 14:00	<b>6,6</b>	18 dicembre h 09:00
Rivoli	<b>14</b>	21 gennaio h 10:00	<b>10</b>	3 gennaio h 20:00	<b>7,8</b>	4 dicembre h 09:00
Settimo	<b>17</b>	21 gennaio h 19:00	<b>12</b>	31 gennaio h 18:00	<b>9,5</b>	19 dicembre h 09:00
Susa	<b>5,0</b>	10 dicembre h 19:00	<b>4,5</b>	7 marzo h 17:00	<b>4,8</b>	18 dicembre h 09:00
TO Consolata	<b>15</b>	6 gennaio h 20:00	<b>18</b>	18 gennaio h 20:00	<b>14</b>	22 febbraio h 21:00
TO Cristina	<b>16</b>	29 gennaio h 09:00	<b>14</b>	18 gennaio h 20:00	<b>8,3</b>	21 dicembre h 09:00
TO Lingotto	<b>10</b>	4 febbraio 21:00	<b>9,0</b>	7 gennaio h 21:00	<b>8,2</b>	29 novembre h 21:00
TO Gaidano	<b>19</b>	7 gennaio h 19:00	<b>15</b>	10 gennaio h 09:00	<b>14</b>	7 dicembre h 09:00
TO Rebaudengo	<b>19</b>	20 gennaio h 19:00	<b>20</b>	18 gennaio h 18:00	<b>14</b>	26 dicembre h 22:00
TO Rivoli	<b>27</b>	21 gennaio h 09:00	<b>24</b>	30 gennaio h 19:00	<b>21</b>	22 febbraio h 21:00
Venaria	<b>8,9</b>	6 gennaio h 19:00	<b>5,2</b>	31 gennaio h 18:00	<b>4,5</b>	4 dicembre h 16:00

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale.

TABELLA 12: monossido di carbonio, valori massimi datati.

	Numero di superamenti del valore limite (media massima giornaliera su 8 ore) per la protezione della salute <b>16 mg/m<sup>3</sup></b> (valore in vigore per l'anno 2001)		Numero di superamenti del valore limite (media massima giornaliera su 8 ore) per la protezione della salute <b>14 mg/m<sup>3</sup></b> (valore in vigore per l'anno 2003)		Numero di superamenti del valore limite (media massima giornaliera su 8 ore) per la protezione della salute <b>12 mg/m<sup>3</sup></b> (valore in vigore per l'anno 2004)		Numero di superamenti del valore limite (media massima giornaliera su 8 ore) per la protezione della salute <b>10 mg/m<sup>3</sup></b> (valore in vigore per l'anno 2005)	
	n. sup	Risp.lim	n. sup	Risp.lim	n. sup	Risp.lim	n. sup	Risp.lim
Chieri	0	si	0	si	0	si	0	si
Chivasso	0	si	0	si	0	si	0	si
Druento	*	*	*	*	*	*	*	*
Ivrea	0	si	0	si	0	si	0	si
Nichelino	0	si	0	si	0	si	0	si
Pinerolo	0	si	0	si	0	si	0	si
Rivoli	0	si	0	si	0	si	0	si
Settimo	0	si	0	si	0	si	0	si
Susa	0	si	0	si	0	si	0	si
TO Consolata	0	si	0	si	0	si	0	si
TO Cristina	0	si	0	si	0	si	0	si
TO Lingotto	0	si	0	si	0	si	0	si
TO Gaidano	0	si	0	si	0	si	0	si
TO Rebaudengo	0	si	0	si	0	si	0	si
TO Rivoli	0	si	0	si	0	si	0	si
Venaria	0	si	0	si	0	si	0	si

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale.

TABELLA 13: monossido di carbonio, confronto con la normativa europea 2000/69/CE.



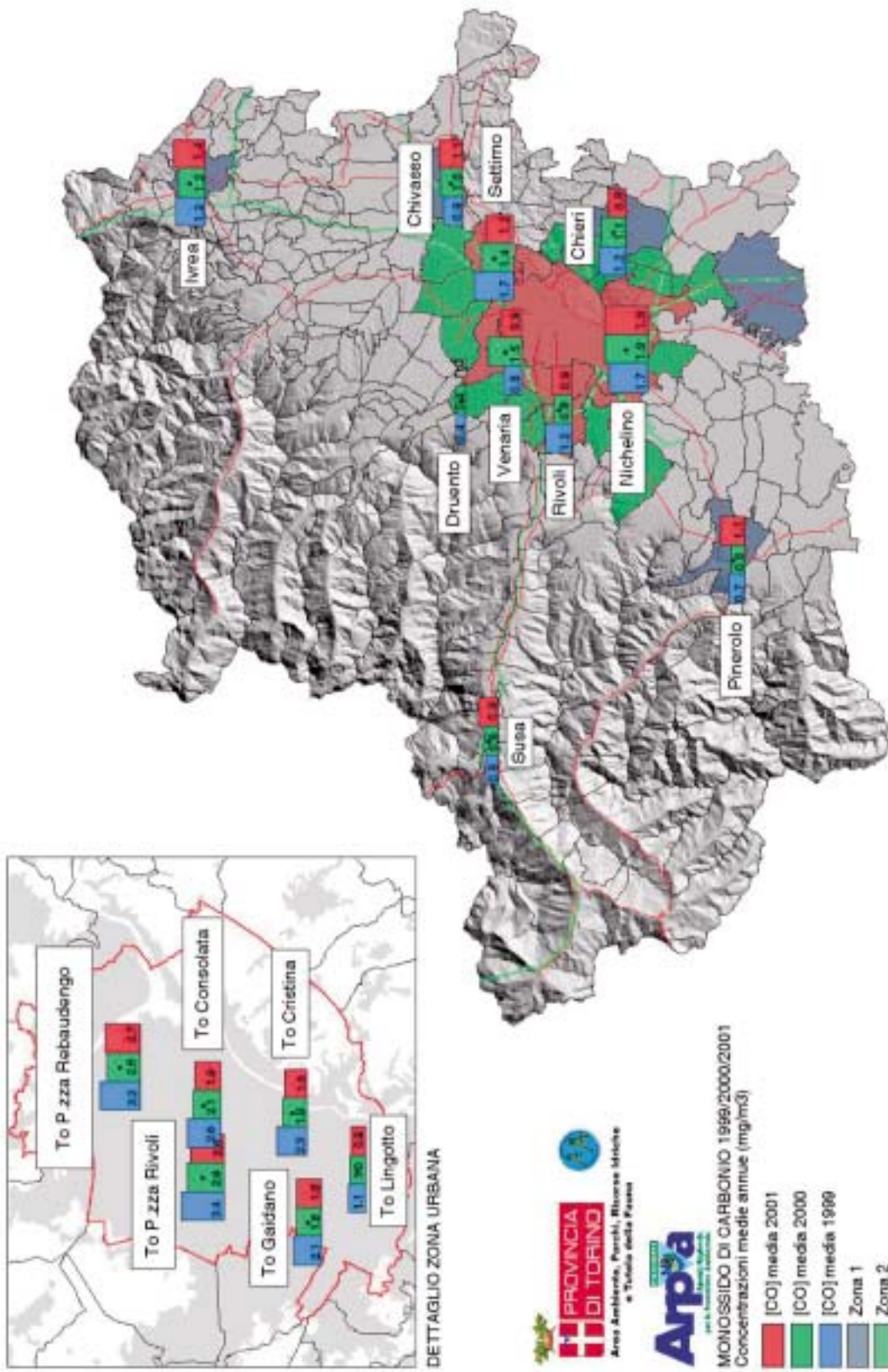


FIGURA 3: carta riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di CO misurate negli anni 1999, 2000 e 2001.

**DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI FENOMENI DI INQUINAMENTO ACUTO**  
**numero dei superamenti del livello di attenzione per il monossido di carbonio**  
**1999 - 2000 - 2001**

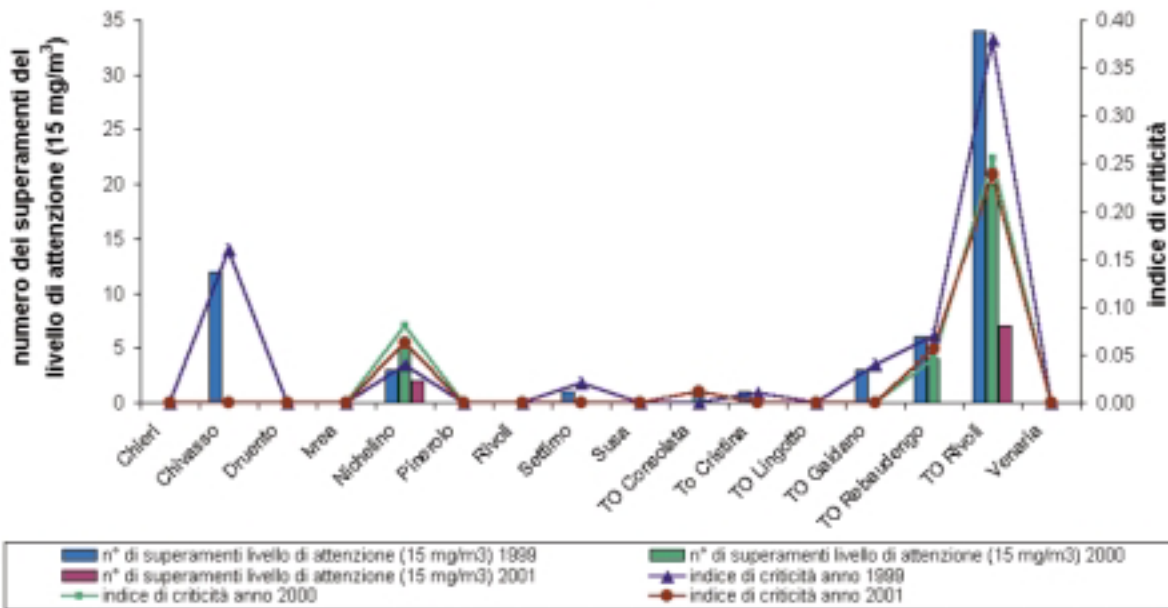


FIGURA 4: monossido di carbonio, distribuzione spaziale dei fenomeni di inquinamento acuto.

**DISTRIBUZIONE TEMPORALE DEI FENOMENI DI INQUINAMENTO ACUTO**  
**numero dei superamenti del livello di attenzione per il monossido di carbonio**  
**ANNI 1999 - 2000 - 2001**

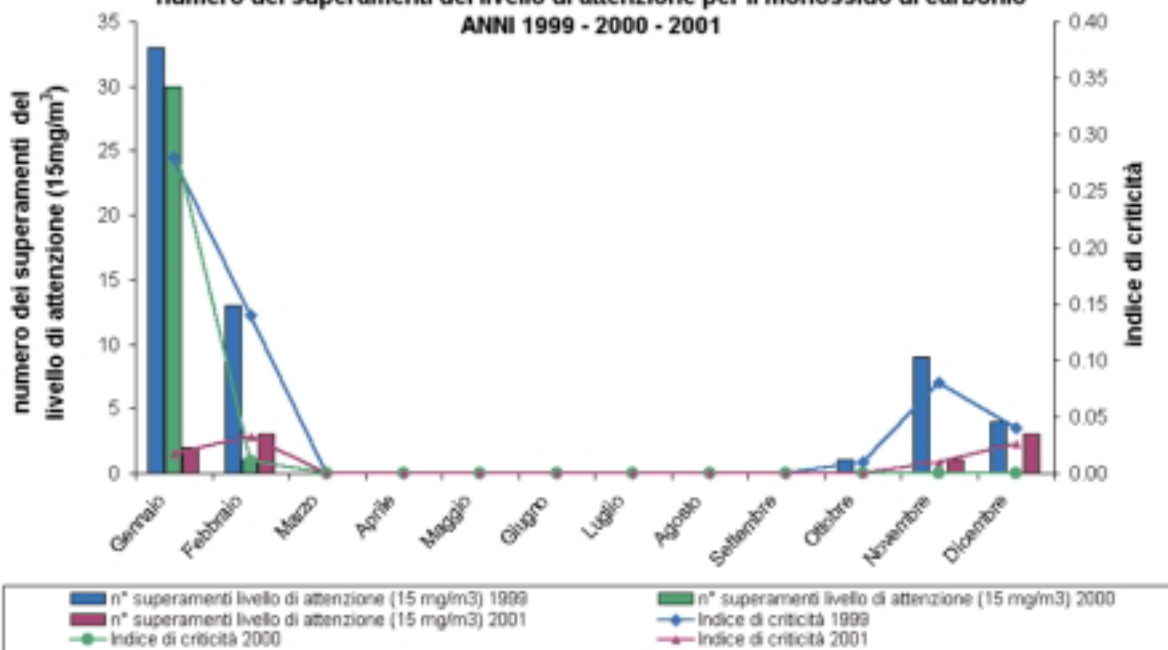


FIGURA 5: monossido di carbonio, distribuzione temporale dei fenomeni di inquinamento acuto.



### DESCRIZIONE

Gli ossidi di azoto (NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub> ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione, qualsiasi sia il tipo di combustibile utilizzato.

Il biossido di azoto si presenta sotto forma di un gas di colore rossastro di odore forte e pungente. Il biossido di azoto in particolare è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla costituzione di sostanze inquinanti quali l'ozono complessivamente indicate con il termine di "*smog fotochimico*".

Un contributo fondamentale all'inquinamento da biossido di azoto e derivati fotochimici è apportato, nelle città, dai fumi di scarico degli autoveicoli. L'entità delle emissioni può, in questo caso, variare anche in funzione delle caratteristiche, dello stato del motore e delle modalità di utilizzo dello stesso, (valore della velocità, accelerazione ecc.).

In generale l'emissione di ossidi di azoto è maggiore quando il motore funziona ad elevato numero di giri (arterie urbane a scorrimento veloce, autostrade ecc.).

### DANNI CAUSATI

Il biossido di azoto è un gas tossico irritante per le mucose ed è responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio con diminuzioni delle difese polmonari (bronchiti, allergie, irritazioni).

Gli ossidi di azoto contribuiscono alla formazione delle piogge acide e favoriscono l'accumulo di nitrati al suolo che possono provocare alterazione di equilibri ecologici ambientali.

### METODO DI MISURA

Per la determinazione degli ossidi di azoto si utilizza un metodo a chemiluminescenza. Il metodo si basa sulla reazione chimica tra il monossido di azoto e l'ozono, capace di produrre una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla concentrazione di NO.

Un apposito rivelatore permette di misurare l'intensità della radiazione luminosa prodotta. La reazione è specifica per il monossido di azoto; per misurare il biossido, invece, bisogna ridurlo a monossido, attraverso un convertitore al molibdeno. Gli analizzatori sono automaticamente predisposti per rilevare sia il monossido di azoto che il biossido di azoto.

L'unità di misura con la quale vengono espresse le concentrazioni di biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### ESAME DEI DATI

Dall'analisi del riepilogo statistico, riportato in tabella 14, si osserva che nel corso dell'anno 2001 non si sono verificati superamenti dei valori di allarme in nessuna delle stazioni nelle quali era presente l'analizzatore del biossido di azoto, così come accaduto nei due anni precedenti.

Per quanto riguarda gli indici di esposizione della popolazione sul breve periodo in 10 siti su 17 vi è stato nel corso dell'anno 2001 almeno un superamento del livello di attenzione, le stazioni interessate da superamenti erano 16 nell'anno 2000 e 11 nel 1999, inoltre anche il numero complessivo di superamenti del livello di attenzione misurati nel corso dell'anno 2001 e sostanzialmente diminuito rispetto a quanto avvenuto nel corso degli anni 2000 e 1999. Una considerazione del tutto analoga può essere effettuata dall'analisi dei valori massimi assoluti riportati in tabella 15.

La riduzione dei fenomeni di inquinamento acuto provocati dalla presenza di elevate concentrazioni di biossido di azoto è sicuramente dovuta al fatto che nei mesi invernali dell'anno 2001 non si sono verificati dei persistenti periodi di stabilità atmosferica che, come è noto, portano all'accumulo degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera.

Analizzando la distribuzione spaziale dei fenomeni di inquinamento acuto (figura 7) si osserva che la maggior parte dei superamenti del livello di attenzione si sono verificati principalmente nelle sta-

zioni ubicate nell'area urbana torinese, che rappresenta indiscutibilmente la zona più critica. Occorre però osservare che anche la stazione collocata nel comune di Ivrea ha misurato superamenti del livello di attenzione, tali rilevamenti confermano che l'inquinamento da biossido di azoto non è esclusiva prerogativa dei grandi centri urbani è che anche le conurbazioni di minore entità sono interessate dalla presenza di questo fenomeno.

La distribuzione temporale dei fenomeni di inquinamento acuto, riportata in figura 8, conferma l'assenza nel corso dell'anno 2001 di periodi di forte criticità ambientale e individua nel mese di dicembre il periodo più interessato da elevate concentrazioni di biossido di azoto.

Per quanto riguarda l'esposizione della popolazione sul lungo periodo in nessun sito di monitoraggio viene superato il valore limite di 200 µg/m<sup>3</sup> (espresso come 98° percentile) mentre 8 siti su 17 superano il valore guida di 50 µg/m<sup>3</sup> (espresso come 50° percentile); 5 di questi siti sono nel comune di Torino, 2 nella prima cintura (Nichelino e Settimo) e 1 ad Ivrea.

Ulteriori considerazioni emergono dai confronti dei dati relativi alle concentrazioni di biossido di azoto rilevate nell'anno 2001 con i valori definiti dalla normativa europea 99/30/CE (recepita in Italia con il Decreto Ministeriale di n° 60 del 2 aprile 2002). Nella tabella 16 si sono confrontati i dati rilevati nel corso dell'anno 2001 con i limiti che la normativa europea individua per l'anno stesso e con i limiti fissati per il 2010, anno che rappresenta il termine ultimo del percorso di riduzione previsto.

Nelle prime due colonne è stato riportato per ogni stazione il numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute e l'indicazione sul rispetto del limite, si osserva che il limite in vigore nell'anno 2001 (290 µg/m<sup>3</sup>) è rispettato su tutti i siti oggetto di monitoraggio, per quanto riguarda invece il confronto con il limite in vigore nell'anno 2010 si osserva che nelle stazioni di tipologia strettamente urbana il limite non viene rispettato.

Nella terza e quarta colonna sono riportati i confronti con il valore limite annuale per la protezione della salute previsto per l'anno 2001 (58 µg/m<sup>3</sup>) e per l'anno 2010 (40 µg/m<sup>3</sup>). Per una facile comprensione del rispetto del limite è stata definita la percentuale di scostamento calcolata nel modo seguente:

$S_{\%} = \frac{V_m - V_l}{V_l} \times 100$	<p>S<sub>%</sub>: scostamento percentuale  V<sub>m</sub>: valore medio annuale misurato in ogni stazione  V<sub>l</sub>: valore limite definito dalla normativa</p>
---------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Una percentuale di scostamento negativa indica pertanto il rispetto del limite, un valore positivo, al contrario, ne indica il mancato rispetto, inoltre il valore della percentuale fornisce indicazioni sull'entità del rispetto o del superamento.

Si osserva, come già evidenziato nelle relazioni degli anni passati, che nei confronti del valore limite annuale per la protezione della salute, la situazione esistente sul territorio della provincia di Torino è particolarmente critica. In particolare osserviamo che nonostante l'anno 2001 sia stato particolarmente favorevole alla dispersione degli inquinanti in 7 siti su 17 non viene rispettato il valore limite annuale per la protezione della salute e che solo i 2 siti di carattere fortemente extraurbano e remoto sarebbero attualmente in grado di rispettare il valore limite previsto per il 2010.

Per quanto riguarda il valore limite annuale per la protezione della vegetazione, si osserva che la media annuale degli ossidi di azoto, espressa come NO<sub>2</sub>, misurata presso la stazione collocata all'interno del Parco Regionale La Mandria nel comune di Druento, che rappresenta la stazione più idonea per effettuare questo confronto, è 30 µg/m<sup>3</sup>, valore che corrisponde al valore individuato come limite.

L'analisi delle serie storiche relative alle concentrazioni di tale inquinante non ha evidenziato nel corso degli ultimi anni un'evidente tendenza alla riduzione delle concentrazioni di biossido di azoto. Considerando inoltre che, in considerazione dei rilevamenti effettuati nel corso dell'anno 2001, per rispettare il valore limite definito per il 2010 sarà necessario adottare provvedimenti che portino ad una riduzione delle concentrazioni di biossido di azoto, quantificabile per le aree urbane in percentuali variabili fra il 20 e il 50%, appare evidente come l'abbattimento di questo inquinante rappresenti uno dei principali obiettivi che le amministrazioni dovranno perseguire per la tutela della salute umana e del territorio.

Per una visualizzazione immediata delle rilevazioni effettuate nella provincia di Torino è rappresentata, in figura 6, una cartina riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> misurate negli anni 1999, 2000 e 2001.

STAZIONE	INDIRIZZO	TIPO	Valori Medi Annuali (µg/m³)			Valore limite (D.P.R. 203/88) indice: 98° percentile delle conc. medie orarie periodo di osservazione: dal 1 gennaio al 31 dicembre valori di riferimento: 200 (µg/m³)			Valori guida (D.P.R. 203/88) indice: 50° percentile delle conc. medie orarie periodo di osservazione: dal 1 gennaio al 31 dicembre valori di riferimento: 50 (µg/m³)			Numero superamenti livello di attenzione (D.M. 25/11/94) indice: media oraria periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento 200 (µg/m³)			Numero superamenti livello di allarme (D.M. 25/11/94) indice: media oraria periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento 400 (µg/m³)		
			1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Alpignano	Via F.Baracca, 12	D	38	44	*	103	110	*	33	41	*	0	1	0	0	0	0
Beinasco	Via S.Pellico,5	B	42	54	46	121	125	113	38	51	43	1	4	0	0	0	0
Borgaro	Via Italia	B-D	41	46	48	112	120	144	35	40	40	13	8	0	0	0	0
Chieri	C.so Buozzi, 1	B-C	34	51	43	102	120	105	29	47	37	0	1	0	0	0	0
Ciriè	Via Teneschie, 2	B	32	36	32	105	115	102	23	25	22	2	5	0	0	0	0
Druento	Cascina Peppinella	A	26	28	19	71	93	73	22	22	13	0	2	0	0	0	0
Grugliasco	Via Roma, 15	B	52	59	53	126	154	136	48	56	45	2	16	2	0	0	0
Ivrea	P.zza Freguglia	B-C	49	51	54	104	121	125	47	48	52	0	8	0	0	0	0
Nichelino	Via XXV Aprile, 111	B-C	58	75	64	140	176	148	52	69	59	0	53	7	0	0	0
Orbassano	Via Gozzano	B-D	49	52	46	111	135	100	47	45	45	0	1	0	0	0	0
Settimo	Via Milano, 31	B-C	52	53	58	137	133	142	47	47	52	9	6	20	0	0	0
Vinovo	Via Garibaldi, 3	D	36	42	42	88	102	102	33	38	40	0	0	0	0	0	0
TO Consolata	Via Consolata, 10	B-C	77	69	59	154	152	125	74	65	56	20	27	4	0	0	0
TO Cristina	Via M.Cristina	B-C	75	64	62	133	129	116	73	61	61	1	2	0	0	0	0
TO Lingotto	Via A.Monti, 21	A	50	50	45	125	128	110	46	47	41	4	2	2	0	0	0
TO Gaidano	Via Gaidano	B	65	67	65	152	144	138	60	63	62	30	31	9	0	0	0
TO Rebaudengo	P.zza Rebaudengo	B-C	82	83	75	163	167	152	77	78	71	45	47	30	0	0	0
TO Rivoli	P.zza Rivoli	B-C	78	87	78	164	198	163	73	79	75	41	150	0	0	0	0

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

TABELLA 14: dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il biossido di azoto.

STAZIONE	VALORI MASSIMI DATATI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )					
	1999		2000		2001	
	Alpignano	<b>160</b>	13 marzo h 19:00	<b>235</b>	31 gennaio h 12:00	*
Beinasco	<b>201</b>	26 novembre h 14:00	<b>233</b>	31 ottobre h 13:00	<b>192</b>	18 dicembre h 10:00
Borgaro	<b>270</b>	29 novembre h 15:00	<b>276</b>	05 gennaio h 15:00	<b>318</b>	16 febbraio h 14:00
Chieri	<b>172</b>	29 dicembre h 11:00	<b>206</b>	04 gennaio h 11:00	<b>154</b>	4 dicembre h 12:00
Ciriè	<b>207</b>	1 dicembre h 17:00	<b>252</b>	22 novembre h 13:00	<b>183</b>	16 febbraio h 18:00
Druento	<b>164</b>	22 gennaio h 16:00	<b>234</b>	21 gennaio h 17:00	<b>143</b>	20 dicembre h 15:00
Grugliasco	<b>210</b>	29 settembre h 12:00	<b>274</b>	04 gennaio h 11:00	<b>220</b>	18 gennaio h 19:00
Ivrea	<b>158</b>	13 marzo h 20:00	<b>259</b>	13 settembre h 19:00	<b>225</b>	7 dicembre h 18:00
Nichelino	<b>196</b>	1 dicembre h 20:00	<b>267</b>	13 settembre h 19:00	<b>280</b>	21 dicembre h 13:00
Orbassano	<b>156</b>	2 marzo h 19:00	<b>207</b>	31 gennaio h 12:00	<b>172</b>	18 dicembre h 12:00
Settimo	<b>251</b>	2 dicembre h 16:00	<b>236</b>	18 gennaio h 12:00	<b>252</b>	19 dicembre h 13:00
Vinovo	<b>152</b>	1 marzo h 21:00	<b>183</b>	04 maggio h 22:00	<b>163</b>	16 febbraio h 21:00
TO Consolata	<b>241</b>	2 marzo h 14:00	<b>346</b>	04 gennaio h 13:00	<b>253</b>	19 dicembre h 12:00
To Cristina	<b>203</b>	3 febbraio h 14:00	<b>210</b>	31 gennaio h 13:00	<b>197</b>	6 dicembre h 12:00
TO Lingotto	<b>234</b>	4 febbraio h 21:00	<b>246</b>	31 gennaio h 12:00	<b>209</b>	13 febbraio h 12:00
TO Gaidano	<b>395</b>	26 novembre h 13:00	<b>333</b>	04 gennaio h 12:00	<b>245</b>	19 dicembre h 12:00
TO Rebaudengo	<b>334</b>	20 gennaio h 15:00	<b>287</b>	18 gennaio h 18:00	<b>326</b>	21 dicembre h 14:00
TO Rivoli	<b>280</b>	2 dicembre h 13:00	<b>322</b>	31 gennaio h 13:00	<b>298</b>	12 febbraio h 14:00

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale.

TABELLA 15: biossido di azoto, valori massimi datati.

STAZIONE	Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute $290 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte nell'anno civile (valore in vigore per l'anno 2001)		Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte nell'anno civile (valore in vigore per l'anno 2010)		Percentuale di scostamento dal valore limite annuale per la protezione della salute $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore in vigore per l'anno 2000)		Percentuale di scostamento dal valore limite annuale per la protezione della salute $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore in vigore per l'anno 2010)		Numero di superamenti della soglia di allarme $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	n. sup	Risp.lim	n. sup	Risp.lim	S%	Risp.lim	S%	Risp.lim	
Alpignano	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Beinasco	0	si	0	si	-22	si	14	no	0
Borgaro	2	si	27	no	-17	si	21	no	0
Chieri	0	si	0	si	-27	si	6	no	0
Ciriè	0	si	0	si	-46	si	-21	si	0
Druento	0	si	0	si	-68	si	-53	si	0
Grugliasco	0	si	2	si	-10	si	31	no	0
Ivrea	0	si	5	si	-6	si	36	no	0
Nichelino	0	si	7	si	10	no	60	no	0
Orbassano	0	si	0	si	-20	si	16	no	0
Settimo	0	si	20	no	0,5	no	46	no	0
Vinovo	0	si	0	si	-27	si	6	no	0
TO Consolata	0	si	4	si	2	no	48	no	0
TO Cristina	0	si	0	si	7	no	56	no	0
TO Lingotto	0	si	2	si	-23	si	12	no	0
TO Gaidano	0	si	9	si	13	no	64	no	0
TO Rebaudengo	2	si	30	no	29	no	87	no	0
TO Rivoli	1	si	36	no	35	no	96	no	0

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale.

TABELLA 16: biossido di azoto, confronto con la normativa europea 99/30/CE.



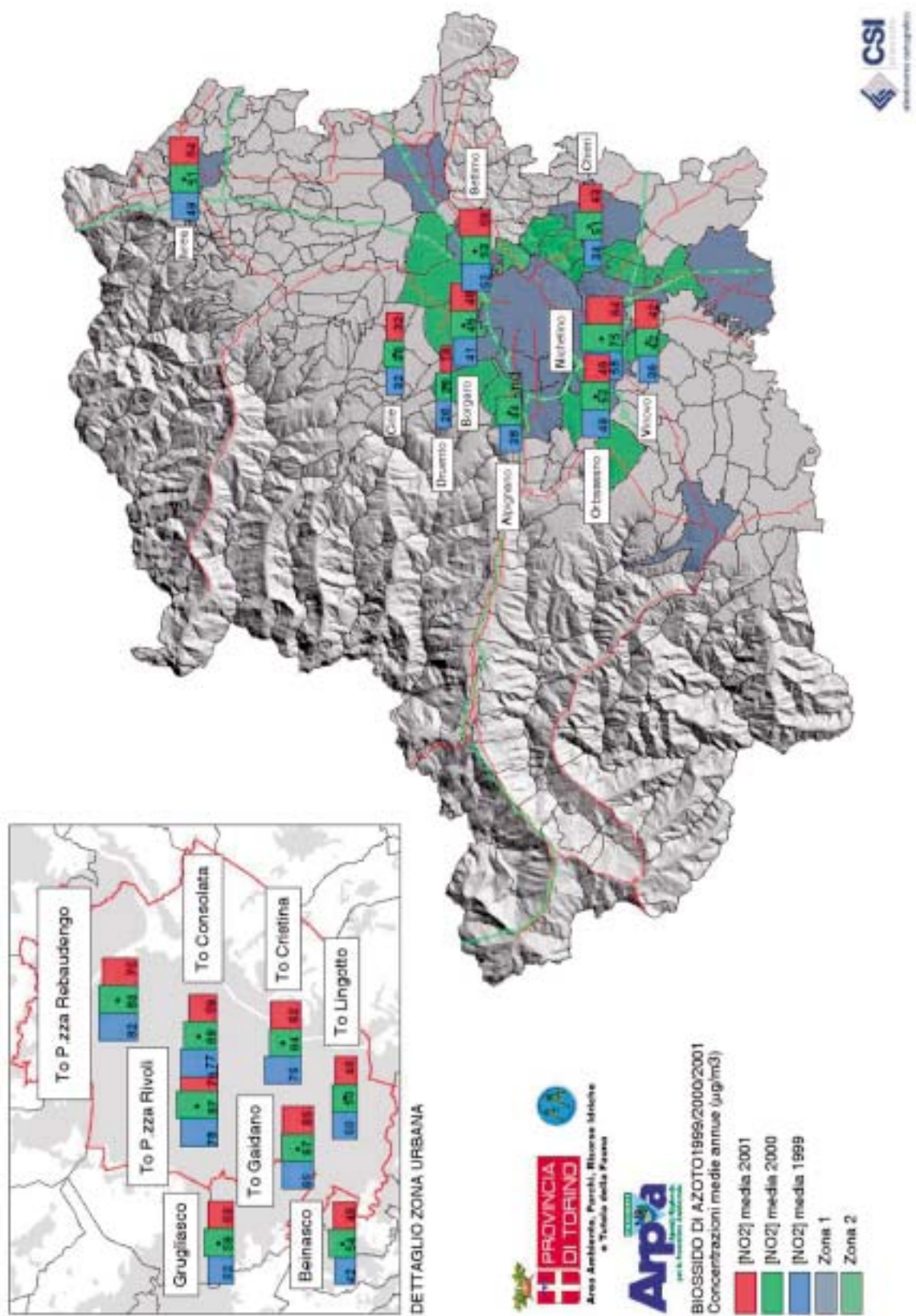


FIGURA 6: carta riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> misurate negli anni 1999, 2000 e 2001.

**DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI FENOMENI DI INQUINAMENTO ACUTO**  
**numero dei superamenti del livello di attenzione del biossido di azoto**  
**1999 - 2000 - 2001**

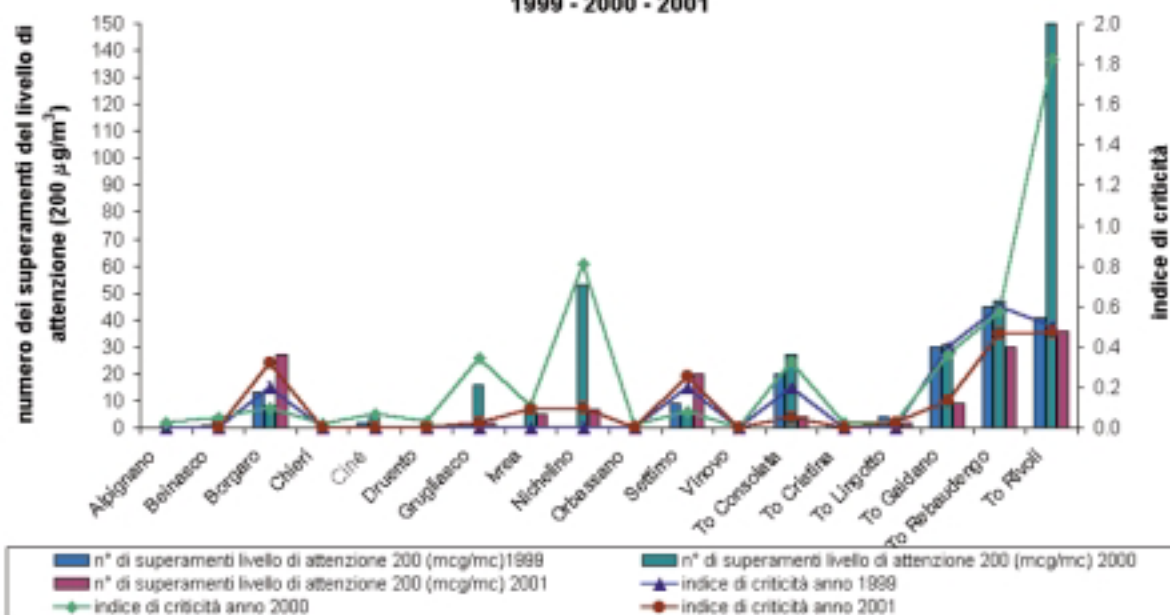


FIGURA 7: biossido di azoto, distribuzione spaziale dei fenomeni di inquinamento acuto.

**DISTRIBUZIONE TEMPORALE DEI FENOMENI DI INQUINAMENTO ACUTO**  
**numero dei superamenti del livello di attenzione del biossido di azoto**  
**1999 - 2000 - 2001**

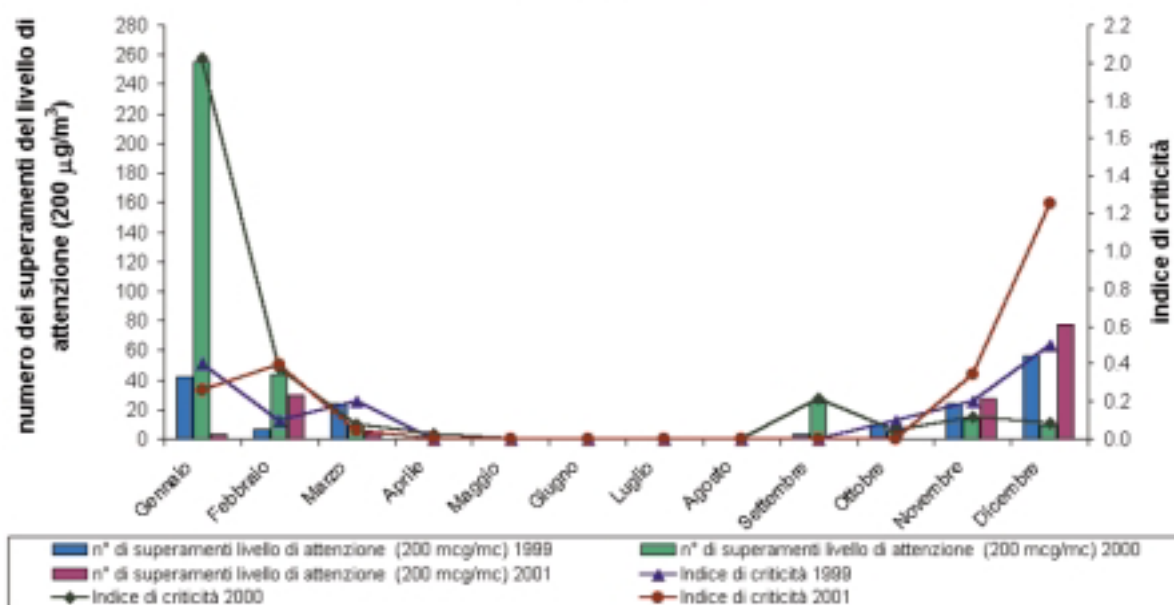
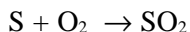


FIGURA 8: biossido di azoto, distribuzione temporale dei fenomeni di inquinamento acuto.

### DESCRIZIONE

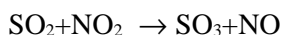
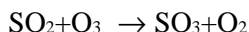
È il naturale prodotto di ossidazione dello zolfo e dei composti che lo contengono allo stato ridotto secondo la reazione:



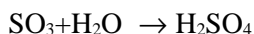
È un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità e dai processi metallurgici. Una percentuale molto bassa di biossido di zolfo nell'aria (6-7%) proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel.

La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi nella stagione invernale, laddove sono in funzione gli impianti di riscaldamento domestici.

Nell'atmosfera il biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ) è ossidato a triossido di zolfo ( $\text{SO}_3$ ). L'ossidazione può avvenire direttamente in presenza di ossigeno atmosferico o di altri inquinanti per via chimica, secondo le reazioni:



Il triossido di zolfo successivamente, in presenza di umidità, è convertito in acido solforico secondo la reazione:



Il biossido di zolfo era ritenuto, fino a pochi anni fa, il principale inquinante dell'aria ed è certamente tra i più studiati, anche perché è stato uno dei primi composti a manifestare effetti sull'uomo e sull'ambiente. Tuttavia, oggi, il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili (minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffinazione, imposto dal D.P.C.M. del 14 novembre 1995) insieme al sempre più diffuso uso del gas metano, hanno diminuito sensibilmente la presenza di  $\text{SO}_2$  nell'aria.

### DANNI CAUSATI

Il biossido di zolfo è molto irritante per gli occhi, la gola e le vie respiratorie. In atmosfera, attraverso reazioni con l'ossigeno e le molecole d'acqua, contribuisce all'acidificazione delle precipitazioni, con effetti fitotossici sui vegetali e di acidificazione dei corpi idrici, in particolare a debole ricambio, con conseguente compromissione della vita acquatica.

Le precipitazioni acide possono avere effetti corrosivi anche sui materiali da costruzione, manufatti lapidei, vernici e metalli.



## METODO DI MISURA

Il biossido di zolfo è misurato con un metodo a fluorescenza. L'aria da analizzare è immessa in una apposita camera nella quale vengono inviate radiazioni UV a 230-190 nm. Queste radiazioni eccitano le molecole di anidride solforosa presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rilevatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di anidride solforosa presente nell'aria.

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di biossido di zolfo è il microgrammo al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## ESAME DEI DATI

In tutti i siti oggetto di monitoraggio, come si può osservare nel riepilogo statistico riportato in tabella 17, tutti i valori di riferimento previsti dalla normativa sono ampiamente rispettati. La situazione è del tutto analoga a quella rilevata nel corso degli ultimi anni e le differenze rispetto ai valori riscontrati nel 1999 e 2000 sono assolutamente minime e rientrano nella fluttuazione statistica del dato.

Da un'analisi comparata dei dati rilevati nei diversi siti di monitoraggio, non si osservano zone che presentino una particolare criticità o quantomeno una diversità sostanziale delle concentrazioni misurate.

Anche nei confronti dei valori fissati dalla normativa europea (Dir.1999/30/CE) e dall'anno 2002, a seguito dell'emanazione del Decreto Ministeriale 2 aprile 2002 n° 60, in vigore anche nel nostro paese si osserva un rassicurante rispetto di tutti i limiti. I massimi valori orari, rilevati nel corso dell'anno 2001, sono circa inferiori di 10 volte rispetto ai limiti stabiliti su questa base temporale e un'analoga considerazione è valida anche per il limite su base giornaliera.

Il valore limite per la protezione degli ecosistemi è rispettato in tutti i siti di monitoraggio. Questa considerazione assume un valore estremamente rilevante se consideriamo che tali siti sono soggetti ad una forte pressione antropica e che quindi presentano dei valori fortemente sovrastimati per effettuare confronti con il limite per la protezione degli ecosistemi. Sarebbe infatti opportuno confrontare con tale valore limite i dati rilevati in aree remote non soggette a fonti dirette di emissione.

Il parametro  $\text{SO}_2$  non rappresenta una criticità per il territorio della provincia di Torino, sarà comunque opportuno, nel corso dei prossimi anni, mantenere attivo il monitoraggio di tale parametro per controllare il conseguimento dei risultati raggiunti.

Per una visualizzazione immediata delle elaborazioni effettuate è rappresentata in figura 9 una cartina riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di  $\text{SO}_2$  misurate negli anni 1999, 2000 e 2001.

STAZIONE	INDIRIZZO	TIPO	Valori Medi Annuali ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Numero superamenti livello di attenzione (D.M. 25/11/94) indice: media delle conc. Medie di 24 h periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: $125(\mu\text{g}/\text{m}^3)$		Numero superamenti livello di allarme (D.M. 25/11/94) indice: media delle conc. Medie di 24 h periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: $250(\mu\text{g}/\text{m}^3)$		Valore limite (D.P.R. 203/88) indice: mediana delle conc. medie di 24 h periodo di osservazione:** valore di riferimento: $80(\mu\text{g}/\text{m}^3)$		Numero superamenti valori guida (D.P.R. 203/88) indice: valore medio delle 24 h periodo di osservazione: giorno valore di riferimento: $100-150(\mu\text{g}/\text{m}^3)$		Valori guida (D.P.R. 203/88) indice: media aritmetica delle conc. Medie di 24 h periodo di osservazione:** valore di riferimento: $40-60(\mu\text{g}/\text{m}^3)$		Valore limite (D.P.R. 203/88) indice: 98° percentile periodo di osservazione:** valore di riferimento: $250(\mu\text{g}/\text{m}^3)$						
			1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001				
Beinasco	Via S.Pellico, 5	B	6,7	6,4	3,9	0	0	0	0	0	2,7	5,8	3,5	0	0	6,6	6,4	3,9	42	23	13
Ciriè	Via Teneschie, 2	B	5,7	6,3	*	0	0	*	0	0	3,1	5,3	*	0	0	4,5	7,0	*	25	24	*
Druento	Cascina Peppinella	A	4,9	6,8	*	0	0	*	0	0	4,4	7,8	*	0	0	4,4	7,8	*	18	22	*
Grugliasco	Via Roma, 15	B	5,4	8,6	6,1	0	0	0	0	0	4,0	8,9	3,9	0	0	6,0	8,7	6,1	24	25	27
Ivrea	Pizza Freguglia	B-C	6,4	6,6	5,7	0	0	0	0	0	4,5	5,2	4,0	0	0	5,7	6,8	5,6	26	24	23
TO Consolata	Via Consolata, 10	B-C	9,7	7,7	6,8	0	0	0	0	0	6,8	7,0	4,2	0	0	9,1	7,6	6,8	37	26	30
TO Rebaudengo	Pizza Rebaudengo	B-C	7,9	6,8	6,3	0	0	0	0	0	5,2	6,6	5,5	0	0	9,1	7,5	6,2	39	28	24

TABELLA 17: dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il biossido di zolfo.

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

\*\* Il D.P.R. 203 prevede che il periodo di osservazione considerato sia compreso fra il 1 Aprile e il 31 Marzo dell'anno successivo, i valori presentati si riferiscono al periodo compreso fra il 1 Gennaio e il 31 Dicembre.

STAZIONE	VALORI MASSIMI DATATI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )					
	1999		2000		2001	
Beinasco	<b>117</b>	29 dicembre h 13:00	<b>44</b>	24 gennaio h 14:00	<b>36</b>	30 dicembre h 14:00
Ciriè	<b>120</b>	10 febbraio h 12:00	<b>57</b>	6 gennaio h 13:00	*	
Druento	<b>43</b>	25 dicembre h 12:00	<b>40</b>	16 febbraio h 11:00	*	
Grugliasco	<b>76</b>	25 dicembre h 12:00	<b>50</b>	23 febbraio h 14:00	<b>46</b>	8 dicembre h 13:00
Ivrea	<b>59</b>	1 dicembre h 11:00	<b>55</b>	3 marzo h 20:00	<b>50</b>	7 dicembre h 18:00
TO Consolata	<b>94</b>	29 gennaio h 08:00	<b>63</b>	20 gennaio h 14:00	<b>84</b>	22 dicembre h 11:00
TO Rebaudengo	<b>114</b>	4 gennaio h 12:00	<b>76</b>	24 gennaio h 13:00	<b>47</b>	28 dicembre h 12:00

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

TABELLA 18: biossido di zolfo, valori massimi datati.

STAZIONE	Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute <b>470 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> da non superare più di 24 volte nell'anno civile (valore in vigore per l'anno 2001)		Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute <b>350 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> da non superare più di 24 volte nell'anno civile (valore in vigore per l'anno 2005)		Numero di superamenti del valore limite giornaliero (media giornaliera delle 24 ore) per la protezione della salute <b>125 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> da non superare più di 3 volte nell'anno civile (valore in vigore per l'anno 2005)		Confronto con il valore limite per la protezione degli ecosistemi <b>20 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> (periodo di riferimento 1/1/00 - 31/3/00 e 1/10/00 - 31/12/00)		Numero di superamenti della soglia di allarme <b>500 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
	n. sup	Risp.lim	n. sup	Risp.lim	n. sup	Risp.lim	valore	Risp.lim	n. sup
Beinasco	0	si	0	si	0	0	4,9	si	0
Ciriè	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Druento	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Grugliasco	0	si	0	si	0	0	11,7	si	0
Ivrea	0	si	0	si	0	0	7,5	si	0
TO Consolata	0	si	0	si	0	0	11,0	si	0
TO Rebaudengo	0	si	0	si	0	0	10,3	si	0

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

TABELLA 19: biossido di zolfo, confronto con la normativa europea 99/30/CE.

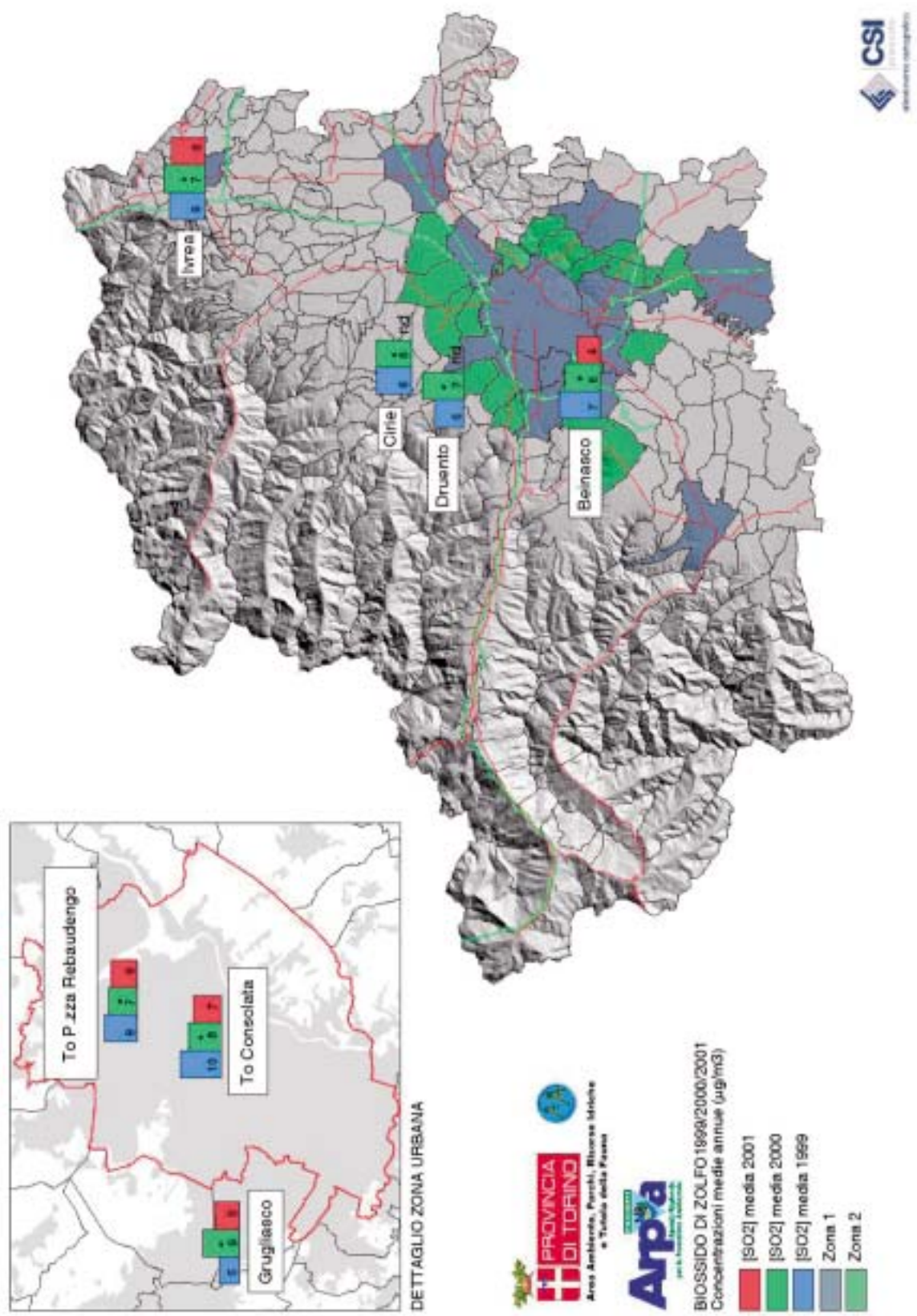


FIGURA 9: carta riportante il valore delle medie annuali delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> misurate negli anni 1999, 2000 e 2001.

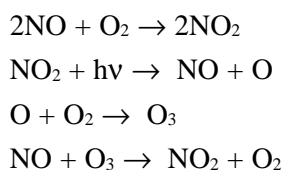
### DESCRIZIONE

L'ozono è un gas altamente reattivo, di odore pungente, ad elevate concentrazioni di colore blu e dotato di un elevato potere ossidante.

L'ozono si concentra nella stratosfera ad un'altezza compresa fra i 30 e i 50 chilometri dal suolo, la sua presenza protegge la troposfera dalle radiazioni ultraviolette emesse dal sole che sarebbero dannose per la vita degli esseri viventi. L'assenza di questo composto nella stratosfera è chiamata generalmente "buco dell'ozono".

L'ozono presente nella troposfera (lo strato atmosferico compreso fra il livello del mare e i 10 km di quota), ed in particolare nelle immediate vicinanze della superficie terrestre, è invece un componente dello "smog fotochimico" che si origina soprattutto nei mesi estivi in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di un'elevata temperatura.

L'ozono non ha sorgenti dirette, ma si forma all'interno di un ciclo di reazioni fotochimiche che coinvolgono in particolare gli ossidi di azoto e che sono così riassumibili in forma semplificata:



Inoltre la presenza di composti organici volatili sposta gli equilibri delle reazioni precedenti producendo elevate quantità di ozono. Nel corso di queste reazioni i composti organici si trasformano in aldeidi, perossidi, chetoni, acidi organici, perossiacilnitrati, nitrati alchilici ecc.

Tutte le sostanze coinvolte in questa complessa serie di reazioni costituiscono nel loro insieme lo smog fotochimico.

### DANNI CAUSATI

Concentrazioni relativamente basse di ozono provocano effetti quali irritazioni alla gola, alle vie respiratorie e bruciore agli occhi; concentrazioni superiori possono portare alterazioni delle funzioni respiratorie.

L'ozono è responsabile anche di danni alla vegetazione, con relativa scomparsa di alcune specie arboree dalle aree urbane (alcune specie vegetali, particolarmente sensibili alle concentrazioni di ozono in atmosfera, vengono oggi utilizzate come bioindicatori della formazione di smog fotochimico).

### METODO DI MISURA

L'ozono è misurato per con un metodo basato sull'assorbimento caratteristico, da parte delle molecole di ozono, di radiazioni UV ad una lunghezza d'onda di 254 nm. La variazione dell'intensità luminosa è direttamente correlata alla concentrazione di ozono ed è misurata da un apposito rilevatore.

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di ozono è il microgrammo al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



## ESAME DEI DATI

Nel corso dell'anno 2001, così come nei due anni precedenti, non si sono verificati superamenti del livello di allarme in nessuno dei siti monitorati mentre il livello di attenzione è stato frequentemente superato in tutti i siti oggetto di rilevamento.

Come si potrà rilevare dall'analisi delle tabelle successive presso le stazioni di Alpignano e di Orbassano, a causa di motivi tecnici, non è stato possibile monitorare in modo continuativo il parametro ozono. Per tali ragioni, non disponendo di una serie di dati sufficientemente rappresentativa, si è preferito non riportare le elaborazioni dei campionamenti relativi ai siti di cui sopra.

Dall'analisi delle distribuzioni spaziali e temporali dei superamenti del livello di attenzione misurati sul nostro territorio, riportate nelle figure 12 e 13, si evince che il 2001 è stato un anno fortemente soggetto a fenomeni di inquinamento acuto provocati dalle concentrazioni di ozono.

Possiamo osservare che tutte le stazioni presentano indici di criticità (percentuale valori superiori al livello di attenzione calcolato sul totale dei dati validi) relativi all'anno 2001 superiori a quelli calcolati negli anni passati e che i mesi di luglio e agosto sono stati particolarmente soggetti alla presenza di elevate concentrazioni di ozono. Si osserva inoltre che nel mese di settembre non si sono verificati superamenti del livello di attenzione.

L'analisi degli andamenti della media delle temperature massime e delle precipitazioni, riportata in figura 10, conferma la strettissima correlazione esistente fra le condizioni meteorologiche e le concentrazioni di ozono. Si evidenzia come l'estate 2001 sia stata particolarmente secca, se confrontata con gli anni precedenti, e come i mesi di luglio e agosto 2001 siano stati caratterizzati da temperature massime particolarmente elevate. Tali condizioni hanno favorito lo sviluppo delle reazioni fotochimiche che determinano la formazione dell'ozono con un conseguente elevato numero di superamenti del livello di attenzione. Il mese di settembre invece è stato caratterizzato da un clima particolarmente freddo che giustifica l'assenza di superamenti del livello di attenzione.

Dall'analisi della distribuzione spaziale dei superamenti del livello di attenzione, si evince che l'ozono è un inquinante sostanzialmente ubiquitario e, a differenza di quanto avviene per gli altri inquinanti come il biossido di zolfo, il monossido di carbonio e gli ossidi di azoto, la situazione esterna al Comune di Torino è in generale più critica di quanto sia quella in Torino.

Oltre al livello di attenzione è importante sottolineare l'elevato numero dei superamenti, riscontrato presso tutti i siti, del livello di protezione della salute ( $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verificato esaminando la media consecutiva su 8 ore, calcolata sulla base dei dati orari ed aggiornata ogni ora) che rappresenta un indice di esposizione sul medio periodo. In relazione a tale livello è di particolare interesse il sito di Pino Torinese, collocato sulla collina torinese ad un'altitudine di circa 600 m., che presenta una frequenza di superamenti tre volte maggiore rispetto agli altri siti di pianura. Tale situazione è causata da un'elevatissima persistenza notturna di valori elevati, presumibilmente legata a fenomeni di accumulo in quota provocati da moti di trasporto verticale sia dell'ozono sia dei precursori emessi a livello del tessuto urbano.

Un discorso assolutamente analogo è riproponibile in relazione ai livelli di protezione della vegetazione, che evidenziano situazioni di rischio per la flora. In tutti i siti oggetto di monitoraggio si sono infatti rilevati numerosi superamenti sia dei livelli orari che giornalieri definiti dal D.M. 16/5/1996. A seguito dell'emanazione della direttiva 2002/3/CE del 12 febbraio 2002 del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa all'ozono nell'aria, si è provveduto a confrontare i valori dei rilevamenti effettuati nel corso dell'anno 2001 con i limiti previsti nella normativa stessa.

È importante osservare che nessuno dei valori di riferimento stabiliti, siano essi valori obiettivo o valore bersaglio, viene attualmente rispettato nel nostro territorio, che sono frequenti i superamenti della soglia di allarme e che sono presenti giornate nelle quali la soglia di allarme è superata per tre ore consecutive, situazione che comporta l'adozione di provvedimenti straordinari volti a contenere il fenomeno.

L'analisi delle serie storiche delle concentrazioni di ozono rilevate nel corso degli ultimi 9 anni evidenzia una sostanziale stazionarietà. Tale tendenza alla stazionarietà è dovuta principalmente alla

stabilità delle concentrazioni degli ossidi di azoto presenti in atmosfera, che rappresentano il precursore principale dell'ozono e che, come precedentemente evidenziato, negli ultimi anni non hanno mostrato significative diminuzioni. L'oscillazione del numero di superamenti dei vari livelli definiti dalle normative, riscontrabile dall'analisi dei dati, è pertanto esclusivamente legata alla variabilità delle condizioni meteo e alla loro imprevedibilità.

Il contenimento delle emissioni degli ossidi di azoto rappresenta anche in questo caso l'elemento chiave su cui occorre agire per ottenere un sensibile miglioramento della qualità dell'aria anche nella stagione estiva.

Si riporta a conclusione in figura 11 una cartina riportante i valori delle medie delle concentrazioni di O<sub>3</sub> rilevate nei mesi estivi negli anni 1999 e 2000 e 2001, tale raffigurazione è fortemente esemplificativa di come gran parte del territorio della provincia di Torino sia interessato in modo omogeneo dal fenomeno di inquinamento di ozono.

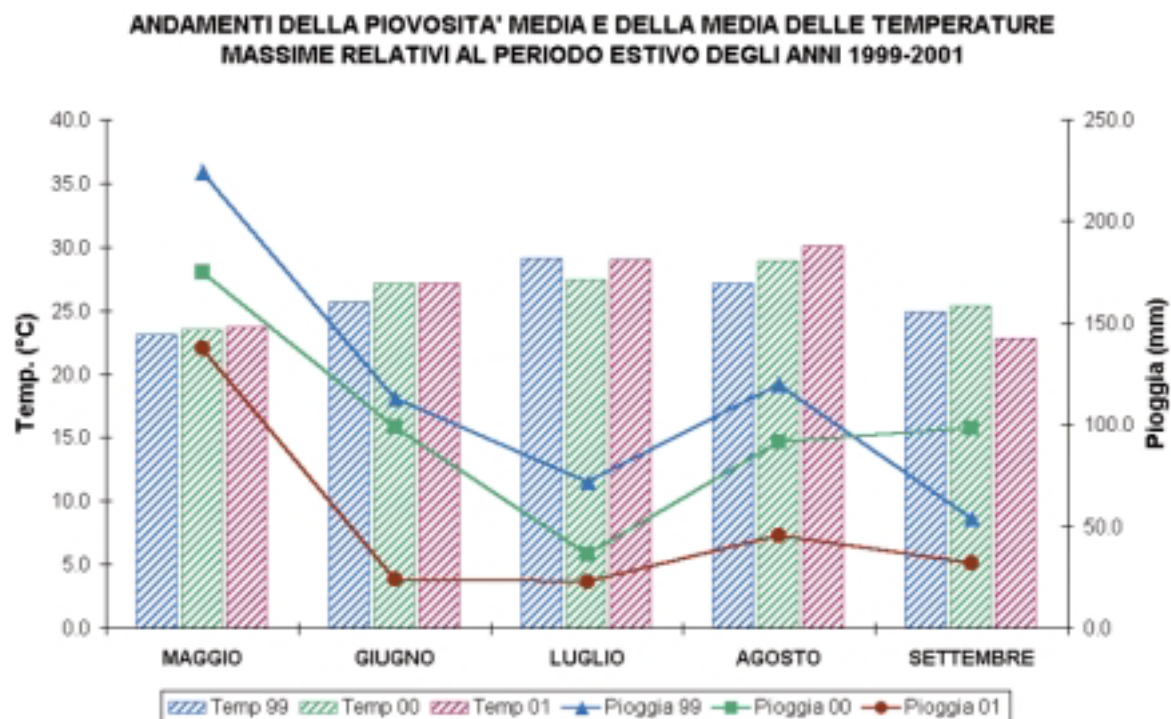


FIGURA 10: andamenti della piovosità media e della media delle temperature massime relative al periodo estivo degli anni 1999, 2000, 2001.

STAZIONE	INDIRIZZO	TIPO	Valori Medi Annuali ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Numero superamenti livello di attenzione (D.M. 25/11/94) indice: conc. media oraria periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 180 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Numero superamenti livello di allarme (D.M. 25/11/94) indice: conc. media oraria periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 360 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Numero superamenti livello di protezione della salute (D.M. 16/05/96) indice: media (mobile trascinata) di 8 ore periodo di osservazione: un mese valore di riferimento: 110 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Numero superamenti livello di protezione vegetazione (D.M. 16/05/96) indice: media oraria periodo di osservazione: un'ora valore di riferimento: 200 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Numero superamenti livello di protezione vegetazione (D.M. 16/05/96) indice: media giornaliera periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 65 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
			1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999
Alpignano	Via F.Baracca, 12	D	53	47	*	*	0	0	648	246	*	41	15	52	*
Borgaro	Via Italia	B-D	53	52	52	150	224	0	629	942	1006	27	53	117	130
Druento	Cascina Peppinella	A	39	52	57	156	121	0	153	847	605	9	89	73	95
Orbassano	Via Gozzano	B-D	47	50	*	78	138	0	535	969	*	35	49	82	127
TO Lingotto	Via A.Monti, 21	A	43	42	43	20	46	72	573	580	540	0	10	30	84
Pino Torinese	Oss. Astronomico	D	90	86	92	102	130	91	2635	2409	1629	18	32	28	244
Vinovo	Via Garibaldi, 3	D	49	45	46	10	104	147	631	844	711	0	28	63	112

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

TABELLA 20: dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano l'ozono.

STAZIONE	VALORI MASSIMI DATATI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )					
	1999	2000	2001			
Alpignano	246	20 luglio h 15:00	245	3 giugno h 13:00	2001	*
Borgaro	235	9 settembre h 14:00	251	19 giugno h 14:00	271	28 agosto h 15:00
Druento	236	14 settembre h 15:00	285	19 giugno h 15:00	324	30 luglio h 14:00
Orbassano	268	2 luglio h 13:00	289	20 giugno h 13:00		*
TO Lingotto	200	27 luglio h 15:00	225	20 giugno h 13:00	246	27 luglio h 13:00
Pino Torinese	233	2 luglio h 22:00	220	12 settembre h 16:00	257	2 agosto h 1:00
Vinovo	193	9 giugno h 17:00	240	20 giugno h 12:00	242	2 agosto h 13:00

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

TABELLA 21: ozono, valori massimi datati.

STAZIONE	Numero di superamenti del valore bersaglio per il 2010 per la protezione della salute umana (120 µg/m <sup>3</sup> come media massima giornaliera su 8 ore) da non superare più di 25 volte per anno civile (1)		Numero di superamenti del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (120 µg/m <sup>3</sup> come media massima giornaliera su 8 ore) (2)		Valore bersaglio per la protezione della vegetazione. (18000 µg/m <sup>3</sup> * h come AOT 40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio) (3)		Valore obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione. (6000 µg/m <sup>3</sup> * h come AOT 40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio) (3)		Numero di superamenti della soglia di informazione (180 µg/m <sup>3</sup> come media oraria)		Numero di superamenti della soglia di allarme (240 µg/m <sup>3</sup> )		Numero di giorni di superamento della soglia di allarme di allarme (240 µg/m <sup>3</sup> ) come media oraria su 3 ore consecutive	
	n. sup.	risp. lim.	n. sup.	risp. lim.	val. mis.	risp. lim.	val. mis.	risp. lim.	n. sup.	n. sup.	n. sup.	n. sup.	n. giorni	
Alpignano	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Borgaro	100	no	100	no	54969	no	54969	no	224	18	4	4		
Druento	66	no	66	no	37992	no	37992	no	121	17	5	5		
Orbassano	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
TO Lingotto	59	no	59	no	31859	no	31859	no	72	1	0	0		
Pino Torinese	92	no	92	no	42212	no	42212	no	91	6	1	1		
Vinovo	83	no	83	no	45270	no	45270	no	147	1	0	0		

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

**TABELLA 22: ozono, confronto con la normativa europea 2002/3/CE.**

- (1) i dati riferiti al valore bersaglio sono relativi esclusivamente all'anno 2001 e non a una media di 5 anni come previsto dalla direttiva 2002/3/CE  
 (2) i dati riferiti al valore bersaglio sono relativi esclusivamente all'anno 2001 e non a una media di 5 anni come previsto dalla direttiva 2002/3/CE  
 (3) per AOT40 (espresso in µg/m<sup>3</sup>\*h) s'intende la somma della differenza fra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> (= 40 ppb) e 80 µg/m<sup>3</sup> in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari medi rilevati ogni giorno tra le 08:00 e 20:00, ora dell'europa centrale.



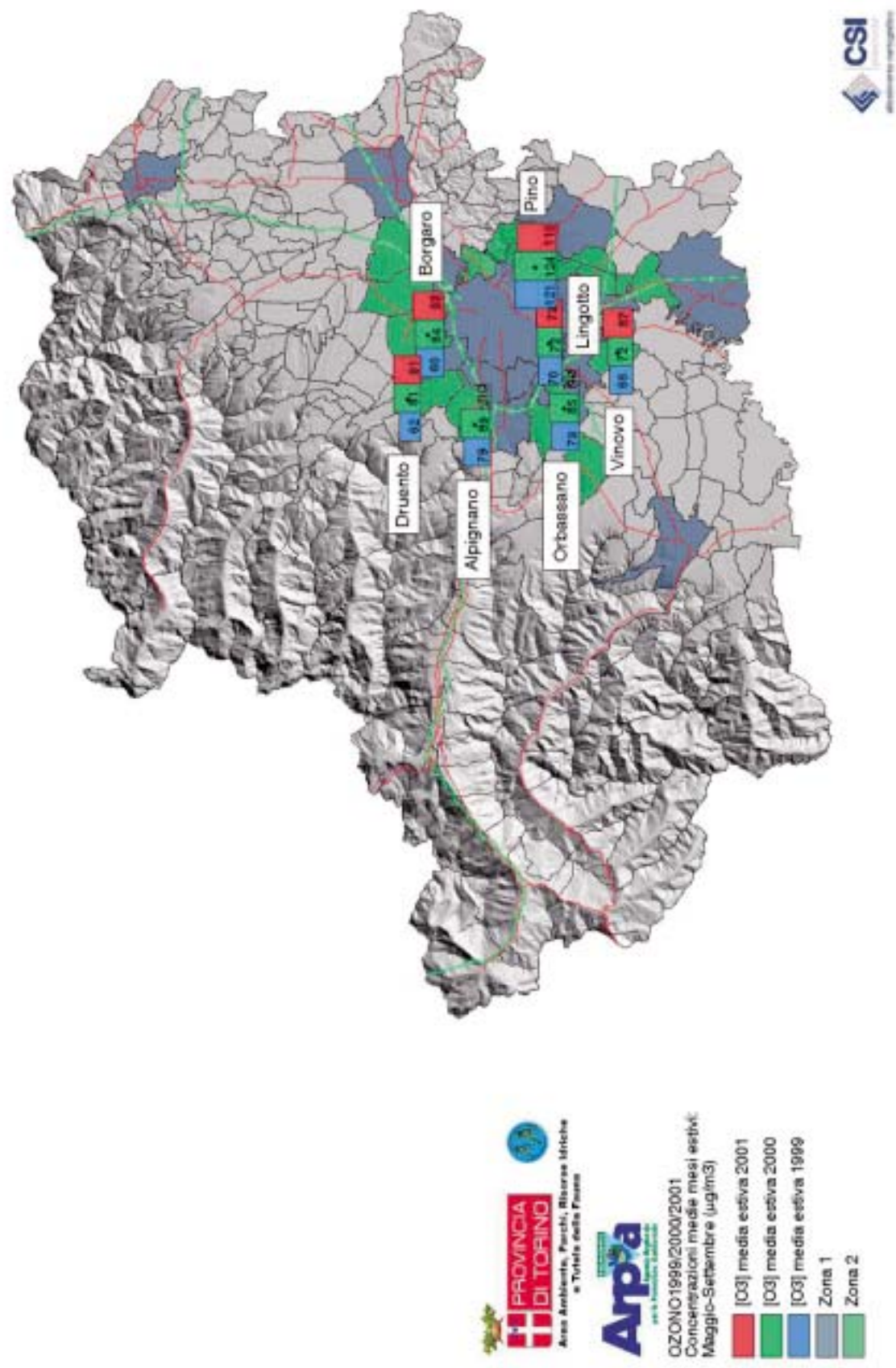


FIGURA 11: carta riportante il valore medio delle concentrazioni medie di O<sub>3</sub> misurate nei mesi estivi (maggio-settembre) negli anni 1999, 2000 e 2001.



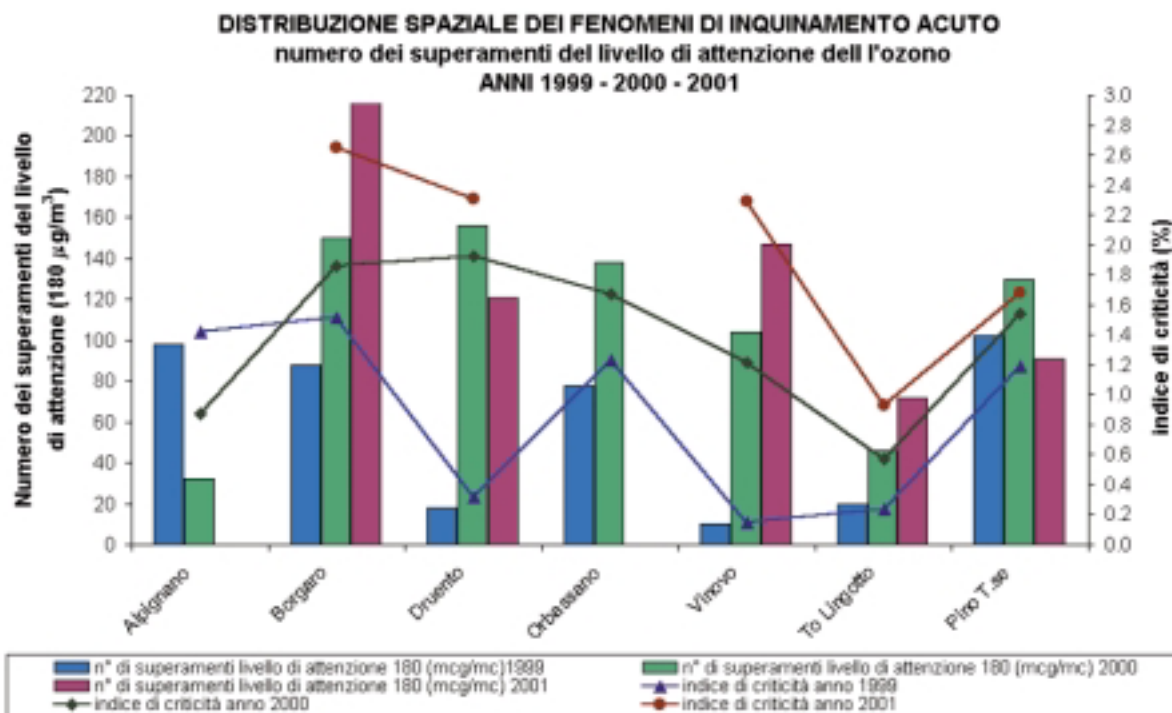


FIGURA 12: ozono, distribuzione spaziale dei fenomeni di inquinamento acuto.

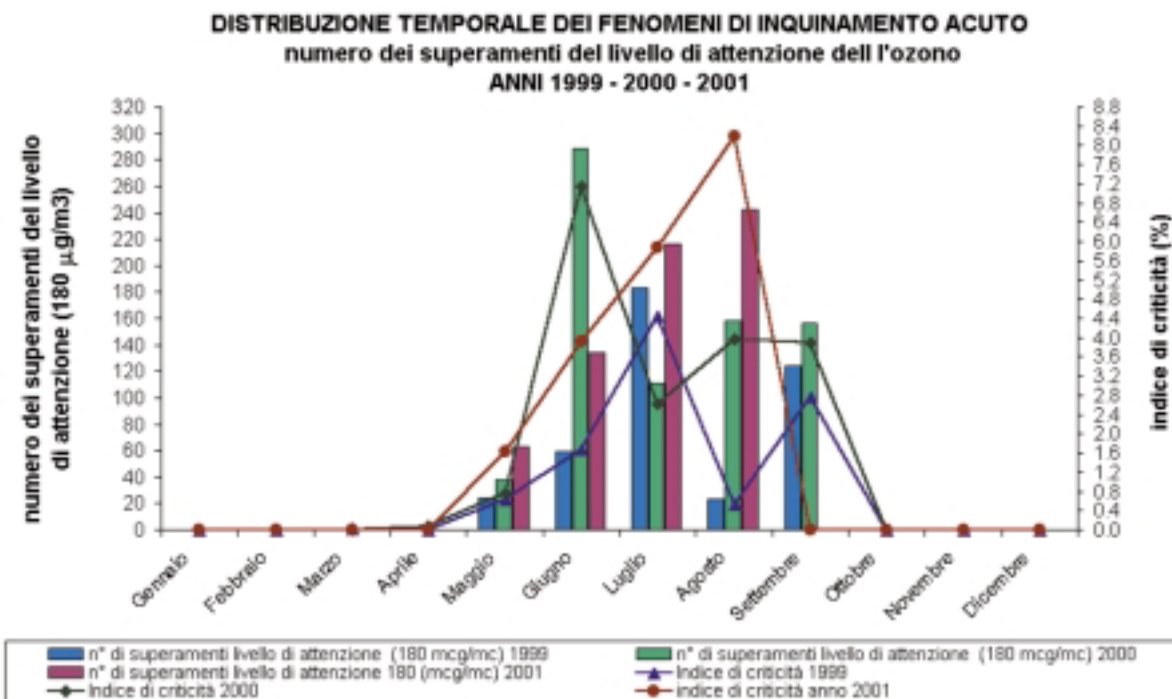


FIGURA 13: ozono, distribuzione temporale dei fenomeni di inquinamento acuto.

N.B.: per la stazione di Alpignano le elaborazioni si riferiscono ai primi 6 mesi dell'anno 2000

**DESCRIZIONE**

I metalli presenti nel particolato atmosferico provengono da una molteplice varietà di fonti: il cadmio e lo zinco sono originati prevalentemente da fonti industriali, il rame e il nichel dai processi di combustione, il piombo dalle emissioni autoveicolari.

**DANNI CAUSATI**

Tra i metalli che sono stati oggetto di monitoraggio, quelli di maggiore rilevanza sotto il profilo tossicologico sono il nichel, il cadmio, e il piombo. I composti del nichel e del cadmio sono classificati dalla Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro come cancerogeni per l'uomo; l'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che, a fronte di una esposizione ad una concentrazione di nichel nell'aria di 1 µg/m<sup>3</sup> per l'intera vita, quattro persone su diecimila siano a rischio di contrarre il cancro.

Per il piombo è stato evidenziato un ampio spettro di effetti tossici, in quanto tale sostanza interferisce con numerosi sistemi enzimatici.

**METODO DI MISURA**

Il particolato sospeso presente in un volume noto di aria viene raccolto su filtri in fibra di vetro o in quarzo, i quali sono sottoposti a mineralizzazione mediante acido nitrico. Sulla soluzione ottenuta si determina la concentrazione dei metalli mediante spettrofotometria di assorbimento atomico.

**ESAME DEI DATI**

Nell'anno 2001 sono stati effettuati complessivamente 431 campionamenti in cinque differenti siti. Nel comune di Torino sono stati individuati due punti di campionamento: uno presso l'I.T.I.S. Grassi (Strada Aeroporto), ubicato in una zona ad elevato traffico veicolare prossima ad insediamenti industriali, l'altro in via della Consolata in una zona tipicamente urbana e centrale.

Per la caratterizzazione delle aree extra-urbane sono stati esaminati due siti presso i Comuni di Carmagnola e Buttigliera. Per le aree rurali il Comune di Castagneto Po.

Per un'analisi corretta dei dati occorre considerare che nel calcolo delle medie i valori inferiori al limite di rilevabilità sono stati posti pari al limite di rilevabilità stesso.

I dati rilevati, calcolati sulla base di campionamenti di 24 ore, sono riportati nelle tabelle 23 - 27.

STAZIONE DI TORINO ( I.T.I.S. Grassi)	Cadmio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
ANNO 2001	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
n° prelievi	84	84	84	84	84
valore minimo	0.0004	0.016	0.012	0.05	0.05
valore medio	0.0009	0.022	0.038	0.08	0.12
valore massimo	0.0018	0.031	0.067	0.14	0.24

TABELLA 23: concentrazioni dei metalli campionati nel particolato atmosferico presso la stazione di Torino - I.T.I.S. Grassi, Str. Aeroporto.

STAZIONE DI TORINO (Via della Consolata)	Cadmio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
ANNO 2001	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
n° prelievi	90	90	90	90	90
valore minimo	0.0004	0.006	0.014	0.03	0.05
valore medio	0.0007	0.014	0.043	0.05	0.18
valore massimo	0.0012	0.021	0.122	0.09	0.27

TABELLA 24: concentrazioni dei metalli campionati nel particolato atmosferico presso la stazione di Torino - Consolata , via della Consolata.

STAZIONE DI CARMAGNOLA	Cadmio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
ANNO 2001	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
n° prelievi	90	90	90	90	90
valore minimo	0.0002	0.003	0.010	0.05	0.03
valore medio	0.0005	0.005	0.026	0.09	0.07
valore massimo	0.0010	0.008	0.029	0.14	0.09

TABELLA 25: concentrazioni dei metalli campionati nel particolato atmosferico presso la stazione di Carmagnola.

STAZIONE DI BUTTIGLIERA	Cadmio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
ANNO 2001	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
n° prelievi	86	86	86	86	86
valore minimo	0.0004	0.004	0.011	0.04	0.07
valore medio	0.0006	0.008	0.040	0.06	0.14
valore massimo	0.0010	0.018	0.123	0.15	0.34

TABELLA 26: concentrazioni dei metalli campionati nel particolato atmosferico presso la stazione di Buttigliera.

STAZIONE DI CASTAGNETO PO	Cadmio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
ANNO 2001	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
n° prelievi	78	78	78	78	78
valore minimo	0.0001	0.002	0.004	0.02	0.03
valore medio	0.0004	0.007	0.014	0.05	0.05
valore massimo	0.0006	0.032	0.033	0.11	0.07

TABELLA 27: concentrazioni dei metalli campionati nel particolato atmosferico presso la stazione di Castagneto Po.

L'unico metallo per il quale esiste un riferimento normativo nell'anno 2001 è il piombo, per il quale è previsto un valore limite come media annuale di  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il valore medio annuo più alto relativo all'anno 2001 è stato rilevato presso la stazione I.T.I.S. Grassi ed è pari a  $0.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , inferiore di quasi due ordini di grandezza rispetto al valore limite. La situazione decisamente positiva, per quanto riguarda l'esposizione della popolazione al piombo aerodisperso, è confermata dal fatto che anche il valore mensile più elevato rilevato durante l'anno,  $0.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nelle stazioni di Consolata e Buttigliera, è nettamente inferiore al valore limite di  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  previsto dalla Direttiva 1999/30/CE recentemente recepita dal Decreto Ministeriale 2 aprile 2002 n° 60. Significativi, per quanto riguarda l'andamento stagionale, sono i dati contenuti nel grafico rappresentato in figura 14, relativi alla concentrazione media mensile del piombo campionato presso la stazione di Consolata. Risulta evidente che la concentrazione di piombo dipende in modo rilevante dalle condizioni meteorologiche presenti nel corso dell'anno e che ha risentito positivamente della esclusione dal commercio della benzina super che conteneva come additivo antidetonante composti di questo metallo.

Per quanto riguarda il cadmio i valori rilevati nei siti di via della Consolata, Carmagnola, Buttigliera e Castagneto Po si collocano, in base ai dati forniti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, ai limiti più bassi dell'intervallo di concentrazioni rilevati nelle aree urbane europee.

I valori di nichel sono quelli tipici di un'area urbana per tutti e cinque i siti.

Complessivamente i valori di concentrazione dei metalli sono minori nella stazione di tipo rurale.

**CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI DI PIOMBO**  
Stazione di Torino Consolata (2000-2001)

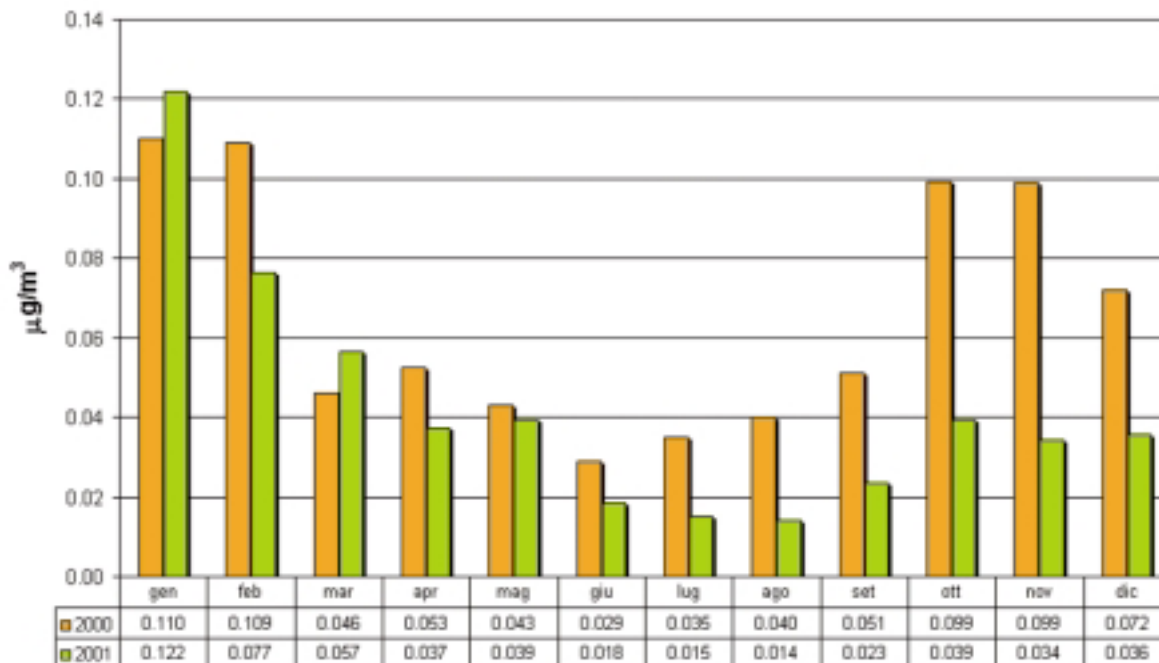


FIGURA 14: andamento stagionale della concentrazione del piombo nella stazione di Torino - Consolata.

### DESCRIZIONE

Il benzene presente in atmosfera viene prodotto dall'attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati.

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 questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici. La normativa italiana in vigore fissa, a partire dal 1 luglio 1998, il tenore massimo di benzene nelle benzine all'uno per cento.

### DANNI CAUSATI

Il benzene è una sostanza classificata:

- dalla Comunità Europea come cancerogeno di categoria 1, R45;
- dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo);
- dalla A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo).

Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule.

Con esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo.

Una esposizione cronica può provocare la leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

### METODO DI MISURA

Le misure nella stazione posta nella città di Torino sono state effettuate mediante un sistema gascromatografico in continuo dotato di rivelatore a ionizzazione di fiamma.

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di benzene è il microgrammo al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e l'obiettivo di qualità, su base annua secondo il DM 25/11/94 n.159, è di  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### ESAME DEI DATI

L'analisi del benzene è stata compiuta storicamente con prelievi discontinui tramite fiale di carbone attivo e a partire dal 1995, a Torino, anche con procedure automatiche. Per quanto riguarda la stazione di via Consolata le concentrazioni misurate nel 2001 sono ulteriormente calate (figura 15), fino ad ottenere un valore medio annuo di  $7.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mentre nell'anno precedente il valore era di  $7.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e nel 1999  $9.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La continua diminuzione delle concentrazioni è stata causata sia dall'introduzione, nel mese di luglio 1998, del limite dell'1% del tenore di benzene nelle benzine sia dall'aumento nel tempo della percentuale di auto catalizzate sul totale del parco circolante.

Il valore medio misurato nell'anno 2001 è stato però influenzato da un funzionamento non encomiabile della strumentazione (circa il 71% dei dati teorici), tali interruzioni sono state più frequenti nel periodo estivo, caratterizzato da valori bassi e quindi si può supporre che la diminuzione sarebbe potuta essere più marcata.



Dall'esame dei dati misurati in questa stazione si può osservare che i valori di concentrazione di altri idrocarburi aromatici, che non sono oggetto di normative specifiche, indicano un'analogia di comportamento col benzene e che tali concentrazioni, per i soli idrocarburi toluene e o,m,p-xilene, giungono a valori di 3-6 volte superiori a quelli del benzene.

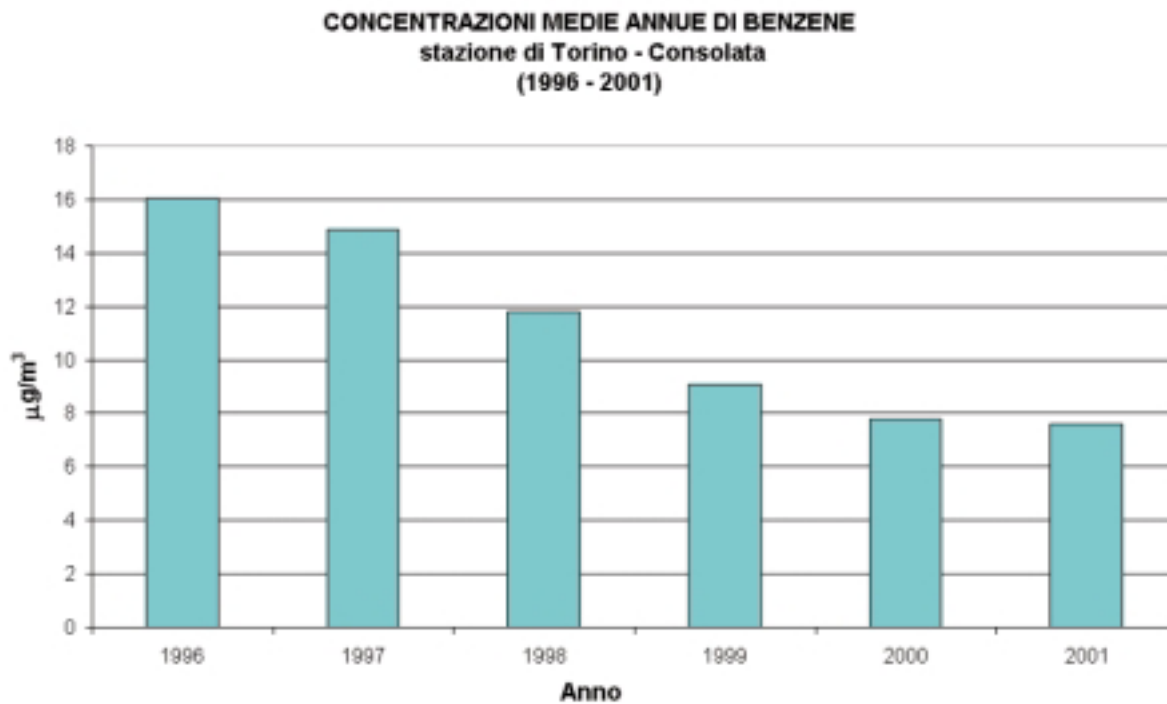


FIGURA 15: concentrazioni medie annue di benzene rilevate presso la stazione di Torino.-Consolata nel periodo 1996-2001.

### DESCRIZIONE

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso, generalmente solido, in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali (pollini e frammenti di piante), il materiale inorganico prodotto da agenti naturali (vento e pioggia), dall'erosione del suolo o dei manufatti (frazione più grossolana) ecc.. Nelle aree urbane il materiale particolato può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni, delle frizioni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli dotati di motore a ciclo diesel.

Il traffico veicolare urbano contribuisce in misura considerevole all'inquinamento da particolato sospeso; con l'emissione in atmosfera di particelle carboniose, composti inorganici e particelle incombuste di varia natura. Tale particolato, inoltre, costituisce il principale veicolo di trasporto e diffusione di altre sostanze nocive.

Il rischio sanitario legato alle sostanze presenti in forma di particelle sospese nell'aria dipende, oltre che dalla loro concentrazione, anche dalla dimensione delle particelle stesse. Le particelle di dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio.

In prima approssimazione:

- le particelle con diametro superiore ai 10  $\mu\text{m}$  si fermano nelle prime vie respiratorie;
- le particelle con diametro tra i 5 e i 10  $\mu\text{m}$  raggiungono la trachea e i bronchi;
- le particelle con diametro inferiore ai 5  $\mu\text{m}$  possono raggiungere gli alveoli polmonari.

Per queste ragioni il Decreto Ministeriale 25/11/94 ha affiancato alla tradizionale misura del particolato totale sospeso quella del particolato PM10, cioè della frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10  $\mu\text{m}$ , definita anche inalabile, e la direttiva europea 30/1999/CE prevede dei limiti esclusivamente per la frazione PM10.

### DANNI CAUSATI

Gli studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, in particolare asma, bronchiti e enfisemi. A livello di effetti indiretti, inoltre, il particolato fine agisce da veicolo di sostanze ad elevata tossicità, quali ad esempio gli idrocarburi policiclici aromatici.

### METODO DI MISURA

Sia il particolato totale che la frazione PM10 vengono misurati mediante raccolta su filtro in condizioni standardizzate e successiva determinazione gravimetrica (vale a dire per pesata) delle polveri filtrate. Nel caso della frazione PM10 la testa della apparecchiatura di prelievo ha una particolare geometria definita in modo tale che sul filtro arrivano, e siano trattenute, solo le particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10  $\mu\text{m}$ .

### ESAME DEI DATI

#### Frazione PM10

In quattro siti su cinque viene superato, in alcuni casi nettamente, l'obiettivo di qualità su base annuale pari a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , il sito che rispetta tale obiettivo è quello di Castagneto Po ove la media annuale è pari a 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (tabelle 28, 30, 32, 34, 36, 38). In relazione a tale sito va inoltre rilevato che, in base alle indagini sulla composizione del particolato effettuate negli anni precedenti e alle caratteristiche stesse del sito, il particolato risulta in massima parte di origine naturale.

Nelle tabelle 29, 31, 33, 35, 37, 39 è riportato il confronto, dei rilevamenti con quanto previsto dalla Direttiva 1999/30/CE ultimamente recepita con Decreto Ministeriale 2 aprile 2002 n° 60.

L'allegato III di tale Direttiva prevede un numero massimo di 35 giorni/anno (circa il 9,5 % del totale, di massima un prelievo ogni dieci) di superamento del valore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , da raggiungere entro il 1 gennaio 2005, ed un valore limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media annuale da raggiungere entro la stessa data. Entro il 2010 è previsto inoltre che il valore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  non venga superato più di sette volte l'anno e che la media annuale non superi il valore di  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nelle tabelle è stato inoltre riportato per confronto il numero di giorni di superamento della soglia di  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media giornaliera in quanto la medesima direttiva indica un margine di tolleranza iniziale del 40% sul valore limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tutte le stazioni presentano, anche considerando il margine di tolleranza, una percentuale di superamenti compresa tra pochi punti percentuali e il 45% circa del totale dei giorni monitorati e quindi superiore a quanto previsto dalla Direttiva.

La situazione generale conferma che il PM10 risulta uno degli inquinanti a maggiore criticità, specialmente nel contesto urbano, vista la difficoltà di attuare politiche incisive di risanamento, e la necessità di approfondire la conoscenza del contributo delle varie sorgenti, primarie e secondarie.

Nel breve termine un contributo efficace al risanamento è costituito, specie in ambito urbano, da tutte quelle misure atte a tenere sotto controllo le emissioni dei veicoli con motore diesel, come quelle contenute nella Legge Regionale n. 43 del 7 aprile 2000 "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria" che prevede il controllo periodico obbligatorio, a partire dal 1.7.2001, delle emissioni degli autoveicoli su tutto il territorio regionale (il cosiddetto "bollino blu").

### **Particelle sospese totali**

A livello di distribuzione spaziale, il limite di attenzione ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media giornaliera) è stato superato in tutte le stazioni urbane in cui sono posizionate gli analizzatori, mentre il livello di allarme ( $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media giornaliera) è stato superato solo nelle stazioni di P.zza Rivoli e P.zza Rebaudengo.

In una stazione si è avuto un solo superamento, p.zza Rebaudengo, mentre nell'altra si è superata la decina (tabelle 40 - 43).

Nel complesso la situazione appare leggermente migliorata rispetto al 2000 a causa delle favorevoli condizioni meteorologiche dell'anno 2001; sulla rete fissa i superamenti totali del limite di attenzione sono globalmente scesi da 362 a 211, nel 1999 erano 277, con una diminuzione di circa il 10%, nel calcolo bisogna infatti tenere presente che il campionatore situato nella stazione Grassi è stato rimpiazzato con un campionatore PM10.

I superamenti totali del limite di allarme sono leggermente aumentati passando globalmente da 12 a 14. In nessuna delle stazioni fisse è stato superato il valore limite, riferito all'esposizione a lungo termine ( $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come 95° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore), tale situazione è analoga a quella verificatasi lo scorso anno.

A livello di distribuzione temporale dei dati, i 14 superamenti del livello di allarme sono tutti concentrati nei mesi freddi, mentre quelli del livello di attenzione coprono un arco temporale più ampio che va da ottobre a marzo, con sporadici superamenti, in alcune stazioni, anche nei mesi primaverili e estivi.

PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) STAZIONE DI TORINO (Via della Consolata) anno 2001													
	Totali	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
n° prelievi	331	29	27	31	30	27	30	31	31	30	18	23	24
valore minimo	17	32	27	25	26	21	22	25	19	17	34	27	42
valore medio	63	83	91	67	47	47	43	48	44	40	89	86	103
valore massimo	179	137	160	118	75	71	81	84	80	79	179	149	158
n° sup. 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	186	26	23	21	13	10	8	14	8	8	16	16	23
n° sup. 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	110	20	17	12	2	1	2	3	3	4	12	14	20

TABELLA 28: stazione di Torino (Via Consolata) – parametro PM10, valutazione statistica anno 2001.

PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) STAZIONE DI TORINO (Via della Consolata) Confronto anno 2001 con valori indicati dalla direttiva 1999/30/CE		
	NUMERO	%
prelievi con conc. > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	186	60
prelievi con conc. > 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	110	35

TABELLA 29: stazione di Torino (Via Consolata) – parametro PM10, confronto con i valori dir. 1999/30/CE.

PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) STAZIONE DI TORINO (I.T.I.S. Grassi, str. Aeroporto) anno 2001													
	Totali	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
n° prelievi	352	21	28	31	30	31	30	31	28	30	31	30	31
valore minimo	13	30	35	37	30	21	30	26	23	13	29	29	40
valore medio	76	93	119	86	63	54	53	54	46	50	94	96	107
valore massimo	197	136	197	166	106	83	90	83	77	88	172	167	193
n° sup. 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	254	20	25	27	20	19	16	19	7	14	29	28	30
n° sup. 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	167	16	24	22	9	4	5	4	3	6	25	22	27

TABELLA 30: stazione di Torino (I.T.I.S. Grassi, Str. Aeroporto) – parametro PM10, valutazione statistica anno 2001.

PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) STAZIONE DI TORINO (I.T.I.S. Grassi) Confronto anno 2001 con valori indicati dalla direttiva 1999/30/CE		
	NUMERO	%
prelievi con conc. > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	254	72
prelievi con conc. > 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	167	47

TABELLA 31: stazione di Torino (I.T.I.S. Grassi, Str. Aeroporto) – parametro PM10, confronto con i valori dir. 1999/30/CE.

PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )													
STAZIONE DI BORGARO anno 2001													
	Totali	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
n° prelievi	135	0	0	0	0	0	0	0	29	17	28	30	31
valore minimo	4								4	8	22	24	13
valore medio	52								20	17	70	64	75
valore massimo	131								60	28	131	107	119
n° sup. 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	67								1	0	20	19	27
n° sup. 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39								0	0	9	14	16

TABELLA 32: stazione di Borgaro – parametro PM10, valutazione statistica anno 2001.

PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
STAZIONE DI BORGARO Confronto anno 2001 con valori indicati dalla direttiva 1999/30/CE		
	NUMERO	%
prelievi con conc.> 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	67	50
prelievi con conc.> 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39	29

TABELLA 33: stazione di Borgaro – parametro PM10, confronto con i valori dir. 1999/30/CE.

PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
STAZIONE DI BUTTIGLIERA				
	1998	1999	2000	2001
n° prelievi	26	49	44	89
valore minimo	13	11	8	11
valore medio	60	53	44	43
valore massimo	154	154	192	144

TABELLA 34: stazione di Buttigliera Alta - parametro PM10, valutazione statistica.

STAZIONE DI BUTTIGLIERA: Confronto anno 2001 con valori indicati dalla direttiva 1999/30/CE		
	NUMERO	%
prelievi con conc.> 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	29	33
prelievi con conc.> 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15	17

TABELLA 35: stazione di Buttigliera Alta - parametro PM10, confronto con i valori dir. 1999/30/CE.



PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
STAZIONE DI CARMAGNOLA				
	1998	1999	2000	2001
n° prelievi	31	54	93	92
valore minimo	20	13	12	7
valore medio	91	71	46	51
valore massimo	223	188	111	181

TABELLA 36: stazione di Carmagnola - parametro PM10, valutazione statistica.

STAZIONE DI CARMAGNOLA: Confronto anno 2001 con valori indicati dalla direttiva 1999/30/CE		
	NUMERO	%
prelievi con conc.> 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35	38
prelievi con conc.> 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21	23

TABELLA 37: stazione di Carmagnola - parametro PM10, confronto con i valori dir. 1999/30/CE.

PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
STAZIONE DI CASTAGNETO PO			
	1999	2000	2001
n° prelievi	45	43	82
valore minimo	4	5	4
valore medio	43	27	30
valore massimo	105	74	112

TABELLA 38: stazione di Castagneto Po - parametro PM10, valutazione statistica.

STAZIONE DI CASTAGNETO PO: Confronto anno 2001 con valori indicati dalla direttiva 1999/30/CE		
	NUMERO	%
prelievi con conc.> 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9	11
prelievi con conc.> 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	1

TABELLA 39: stazione di Castagneto Po - parametro PM10, confronto con i valori dir. 1999/30/CE.

POLVERI TOTALI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) STAZIONE DI TORINO (Via della Consolata) anno 2001													
	totali	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
n° prelievi	311	28	27	27	30	23	0	30	31	26	30	30	29
valore minimo	34	59	36	41	36	34		45	37	38	48	43	48
valore medio	98	111	128	86	78	73		84	66	72	113	119	146
valore massimo	234	188	214	150	125	124		140	112	133	234	188	212
n° sup. liv. attenzione	39	2	10	0	0	0		0	0	0	3	9	15
n° sup. liv. allarme	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
95° percentile	179												

TABELLA 40: stazione di Torino (Via della Consolata) - parametro Polveri Totali, valutazione statistica anno 2001.

POLVERI TOTALI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) STAZIONE DI TORINO (Lingotto) anno 2001													
PT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	totali	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
n° prelievi	362	31	28	31	30	31	30	30	31	30	31	28	31
valore minimo	20	25	30	29	25	29	27	32	23	20	32	23	37
valore medio	74	91	104	73	58	47	51	56	46	53	98	90	121
valore massimo	225	160	169	131	88	71	97	94	78	92	193	134	225
n° sup. liv. attenzione	16	1	5	0	0	0	0	0	0	0	4	0	6
n° sup. liv. allarme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95° percentile	139												

TABELLA 41: stazione di Torino (Lingotto) - parametro Polveri Totali, valutazione statistica anno 2001.

POLVERI TOTALI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) STAZIONE DI TORINO (Piazza Rebaudengo) anno 2001													
PT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	totali	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
n° prelievi	302	31	28	30	30	16	26	31	31	30	8	10	31
valore minimo	29	38	43	46	47	44	36	39	30	29	76	111	64
valore medio	100	121	141	106	78	73	76	79	57	71	96	181	162
valore massimo	326	212	256	326	134	118	154	184	104	124	118	238	269
n° sup. liv. attenzione	49	7	13	2	0	0	1	1	0	0	0	9	16
n° sup. liv. allarme	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95° percentile	202												

TABELLA 42: stazione di Torino (Piazza Rebaudengo) - parametro Polveri Totali, valutazione statistica anno 2001.

POLVERI TOTALI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) STAZIONE DI TORINO (Piazza Rivoli) anno 2001													
PT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	totali	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
n° prelievi	338	30	28	30	28	28	24	31	23	29	31	30	26
valore minimo	30	42	49	68	47	30	48	41	33	36	87	72	63
valore medio	132	146	172	122	88	87	81	88	58	84	193	212	232
valore massimo	363	267	346	213	149	125	153	152	97	144	351	305	363
n° sup. liv. attenzione	107	15	16	5	0	0	1	1	0	0	19	27	23
n° sup. liv. allarme	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	1	7
95° percentile	285												

TABELLA 43: stazione di Torino (Piazza Rivoli) - parametro Polveri Totali, valutazione statistica anno 2001.

### DESCRIZIONE

Si ritrovano nell'atmosfera come residui derivanti dai processi di combustione che avvengono principalmente negli impianti industriali e di riscaldamento, e nelle emissioni degli autoveicoli.

Dato il loro elevato punto di ebollizione (oltre 150°C) tali composti condensano rapidamente in aria e si ritrovano per la massima parte adsorbiti e veicolati da particelle carboniose (fuliggine) emesse dalle stesse fonti.

L'emissione di IPA nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione.

La presenza di questi composti nei gas di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla frazione presente come tale nel carburante, sia alla frazione che per pirosintesi ha origine durante il processo di combustione.

### DANNI CAUSATI

Un numero considerevole di idrocarburi policiclici aromatici presentano attività cancerogena. In particolare le stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che nove persone su centomila esposte a una concentrazione di 1 ng/m<sup>3</sup> di benzo(a)pirene sono a rischio di contrarre il cancro.

### METODO DI MISURA

La frazione inalabile del particolato (PM10) contenuta in un volume noto di aria viene raccolta su membrana in fibra di vetro o di quarzo; tale membrana viene successivamente sottoposta ad estrazione con cicloesano e sull'estratto gli IPA vengono quantificati mediante un metodo di cromatografia liquida con rivelatore a fluorescenza.

### ESAME DEI DATI

L'obiettivo di qualità dell'aria in vigore dal 01/01/1999 per il benzo(a)pirene è pari a 1 ng/m<sup>3</sup> come media annuale. Per un esame corretto dei dati occorre considerare che:

- nel calcolo delle medie i valori inferiori al limite di rilevabilità sono stati posti pari al limite di rilevabilità e riportati nelle tabelle in carattere corsivo;
- la stazione di Torino è situata in via della Consolata a circa 15 metri di altezza e quindi è rappresentativa di un fondo urbano;
- le stazioni di Carmagnola e Buttigliera sono rappresentative di una situazione extraurbana;
- la stazione di Castagneto Po, ubicata su una lieve altura, può essere considerata una stazione di fondo rurale.

L'obiettivo di qualità è rispettato in tutte le stazioni, come si può rilevare dalle tabelle 44 - 47 ma è ragionevole supporre che, in siti caratterizzati da un elevato traffico veicolare, questo non si verificerebbe.

Resta confermato quanto osservato negli anni precedenti, ovvero che le concentrazioni di benzo(a)pirene nei mesi freddi sono nettamente superiori a quelle relative ai mesi caldi, come riportato nelle tabelle sopra indicate, e che il loro andamento non è correlato a quello del PM10. Infatti se si calcolano i rapporti fra IPA/PM10 si osserva (tabella 48) che questi non sono costanti durante l'anno ed aumentano nei mesi freddi.

Ciò indica che l'esposizione della popolazione varia nel corso dell'anno in maniera non trascurabile ed è funzione delle condizioni meteorologiche.

Per quanto riguarda l'andamento nel corso degli anni, si possono confrontare le medie annuali di benzo(a)pirene del quadriennio 1998-2001 presso le stazioni di Torino, Carmagnola e Buttigliera. Come si osserva in tabella 49 nel corso dell'ultimo quadriennio la concentrazione di benzo(a)pirene non ha mostrato significative variazioni.

STAZIONE DI TORINO via della Consolata	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	MEDIA ANNUALE
	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 9 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 6 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 90 campioni ng/m <sup>3</sup>
Benzo(b)fluorantrene	1.56	0.72	0.51	0.21	0.11	0.07	0.10	0.07	0.11	0.42	1.06	3.28	0.7
Benzo(k)fluorantrene	1.22	0.67	0.44	0.18	0.08	0.07	0.10	0.07	0.08	0.24	0.71	2.33	0.5
<b>Benzo(a)pirene</b>	<b>2.23</b>	<b>1.02</b>	<b>0.48</b>	<b>0.18</b>	<b>0.08</b>	<b>0.07</b>	<b>0.10</b>	<b>0.07</b>	<b>0.10</b>	<b>0.42</b>	<b>1.25</b>	<b>4.77</b>	<b>0.9</b>
Dibenzo(ah)antracene	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.07	0.10	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.1
Benzo(ghi)perilene	2.15	1.23	0.80	0.33	0.18	0.07	0.10	0.07	0.25	0.64	1.22	3.57	0.9
Indeno(1,2,3-cd)pirene	1.97	1.17	0.66	0.27	0.09	0.07	0.10	0.07	0.08	0.38	1.02	3.52	0.8

TABELLA 44: concentrazioni medie mensili ed annuale degli IPA presso la stazione di Torino (anno 2001).

STAZIONE DI CARMAGNOLA	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	MEDIA ANNUALE
	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 6 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 9 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 9 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 9 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 90 campioni ng/m <sup>3</sup>
Benzo(b)fluorantrene	1.40	0.76	0.56	0.15	0.05	0.07	0.15	0.07	0.08	0.23	1.01	2.65	0.6
Benzo(k)fluorantrene	1.31	0.69	0.44	0.13	0.03	0.07	0.15	0.07	0.07	0.17	0.68	1.97	0.5
<b>Benzo(a)pirene</b>	<b>2.14</b>	<b>0.98</b>	<b>0.53</b>	<b>0.14</b>	<b>0.04</b>	<b>0.07</b>	<b>0.15</b>	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>	<b>0.28</b>	<b>1.28</b>	<b>3.92</b>	<b>0.8</b>
Dibenzo(ah)antracene	0.07	0.03	0.03	0.03	0.03	0.07	0.15	0.07	0.07	0.06	0.08	0.07	0.1
Benzo(ghi)perilene	1.96	1.02	0.68	0.23	0.08	0.07	0.15	0.07	0.15	0.28	1.09	2.99	0.7
Indeno(1,2,3-cd)pirene	1.88	0.97	0.66	0.15	0.05	0.15	0.30	0.13	0.15	0.23	0.89	2.73	0.7

TABELLA 45: concentrazioni medie mensili ed annuale degli IPA presso la stazione di Carmagnola (anno 2001).

STAZIONE DI BUTTIGLIERA	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	MEDIA ANNUALE
	media di 5 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 9 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 9 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 9 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 89 campioni ng/m <sup>3</sup>
Benzo(b)fluorantrene	1.17	0.72	0.45	0.20	0.03	0.07	0.08	0.07	0.08	0.19	1.74	1.99	0.6
Benzo(k)fluorantrene	1.08	0.73	0.35	0.16	0.03	0.07	0.08	0.07	0.07	0.17	1.27	1.49	0.5
<b>Benzo(a)pirene</b>	<b>1.76</b>	<b>1.06</b>	<b>0.51</b>	<b>0.20</b>	<b>0.03</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>	<b>0.22</b>	<b>2.42</b>	<b>2.95</b>	<b>0.8</b>
Dibenzo(ab)antracene	0.04	0.03	0.03	0.06	0.03	0.07	0.08	0.07	0.07	0.06	0.09	0.07	0.1
Benzo(ghi)perilene	1.45	0.93	0.51	0.25	0.06	0.07	0.08	0.07	0.10	0.22	2.03	2.37	0.7
Indeno(1,2,3-cd)pirene	1.46	1.00	0.53	0.23	0.05	0.13	0.17	0.15	0.15	0.36	1.64	2.12	0.7

TABELLA 46: concentrazioni medie mensili ed annuale degli IPA presso la stazione di Buttigliera (anno 2001).

STAZIONE DI CASTAGNETO PO	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	MEDIA ANNUALE
	media di 3 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 6 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 9 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 5 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 9 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 5 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 78 campioni ng/m <sup>3</sup>
Benzo(b)fluorantrene	0.59	0.35	0.14	0.08	0.04	0.07	0.08	0.12	0.08	0.06	0.56	0.57	0.2
Benzo(k)fluorantrene	0.46	0.27	0.11	0.06	0.03	0.07	0.08	0.12	0.08	0.06	0.35	0.36	0.2
<b>Benzo(a)pirene</b>	<b>0.58</b>	<b>0.32</b>	<b>0.11</b>	<b>0.06</b>	<b>0.03</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>	<b>0.12</b>	<b>0.08</b>	<b>0.06</b>	<b>0.48</b>	<b>0.52</b>	<b>0.2</b>
Dibenzo(ab)antracene	0.07	0.04	0.03	0.06	0.03	0.07	0.08	0.12	0.08	0.06	0.07	0.11	0.1
Benzo(ghi)perilene	0.59	0.36	0.18	0.08	0.03	0.07	0.08	0.12	0.08	0.06	0.53	0.48	0.2
Indeno(1,2,3-cd)pirene	0.57	0.32	0.13	0.06	0.03	0.07	0.08	0.12	0.08	0.06	0.51	0.36	0.2

TABELLA 47: concentrazioni medie mensili ed annuale degli IPA presso la stazione di Castagneto Po (anno 2001).



MESE	RAPPORTO IPA totali/PM10 ng/μg			
	Stazione Torino V.della Consolata	Stazione di Carmagnola	Stazione di Buttigliera	Stazione di Castagneto Po
Gennaio	0.14	1.11	0.10	0.09
Febbraio	0.05	0.06	0.06	0.05
Marzo	0.05	0.05	0.05	0.02
Aprile	0.03	0.03	0.03	0.02
Maggio	0.01	0.02	0.01	0.01
Giugno	0.01	0.01	0.02	0.02
Luglio	0.04	0.02	0.02	0.02
Agosto	0.01	0.02	0.02	0.02
Settembre	0.02	0.02	0.02	0.03
Ottobre	0.02	0.03	0.02	0.01
Novembre	0.10	0.06	0.17	0.05
Dicembre	0.17	0.17	0.17	0.06

TABELLA 48: rapporto fra le concentrazioni medie mensili di IPA totali e di PM10 presso tutte le stazioni di monitoraggio.

STAZIONE	1998 ng/m <sup>3</sup>	1999 ng/m <sup>3</sup>	2000 ng/m <sup>3</sup>	2001 ng/m <sup>3</sup>
STAZIONE DI TORINO (Via della Consolata)		0.9	0.9	0.9
STAZIONE DI CARMAGNOLA	0.9	0.7	0.4	0.8
STAZIONE DI BUTTIGLIERA	1.0	0.9	0.3	0.8
STAZIONE DI CASTAGNETO PO				0.2

TABELLA 49: confronto fra la concentrazione di benzo(a)pirene nel quadriennio 1998-2001.

Al fine di rendersi conto dell'evoluzione delle concentrazioni di alcuni inquinanti negli ultimi lustri, e quindi comprendere se vi è stata una tendenza positiva o negativa del singolo aspetto, è indispensabile analizzare le loro serie storiche.

Fra tutte le località poste nella provincia di Torino è la città capoluogo quella che possiede le serie storiche più lunghe e complete, che analizzeremo brevemente nelle prossime righe.

**MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)**

Il monossido di carbonio, caratteristico inquinante primario, ha evidenziato nell'ultimo ventennio un nettissimo calo delle concentrazioni dovuto al costante sviluppo della tecnologia dei motori per auto-trazione ad accensione comandata sia, a partire dai primi anni 90, nel trattamento dei gas esausti tramite i convertitori catalitici a tre vie.

Come si può notare la diminuzione della concentrazione annuale presso la stazione di monitoraggio posta in p.zza Rebaudengo, caratterizzata da elevati flussi veicolari, è di un fattore 4 (figura 16). Ulteriori miglioramenti saranno possibili fino alla completa sostituzione delle auto a benzina non catalizzate con veicoli dotati di marmitta catalitica.

**CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI CO  
stazione di Torino-Rebaudengo  
(1980 - 2001)**

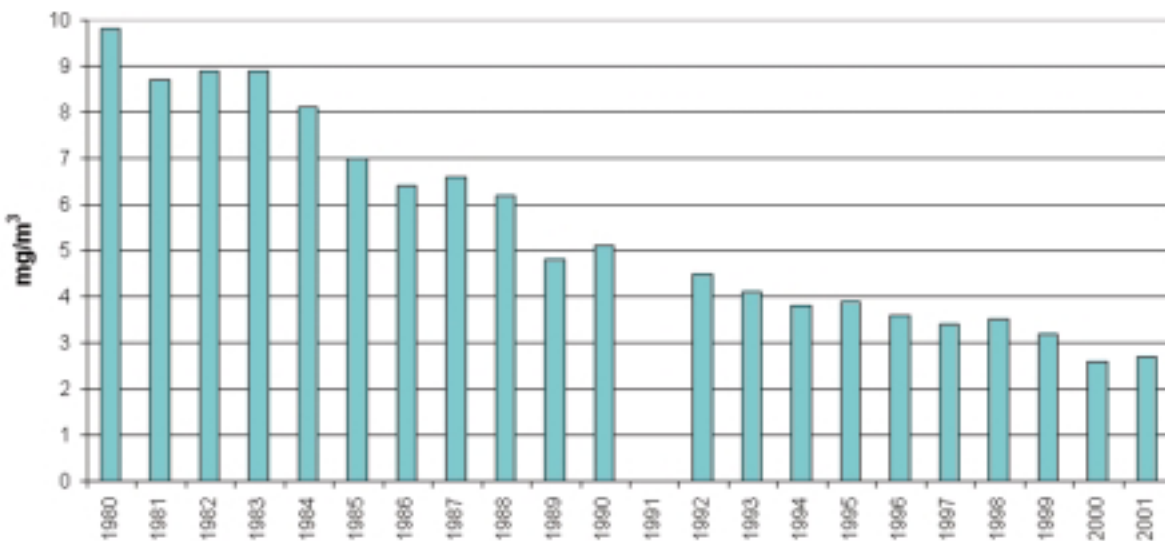


FIGURA 16: parametro CO, concentrazioni medie annuali rilevate presso la stazione di Torino-Rebaudengo nell'ultimo ventennio.

**BIOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>)**

Il biossido di azoto, caratteristico inquinante prodotto dalle combustioni, non ha mostrato, nell'ultimo decennio, una netta diminuzione delle sue concentrazioni (figura 17).

L'introduzione delle marmitte catalitiche a tre vie per le auto a ciclo a Otto, promuoventi la trasformazione degli ossidi di azoto in azoto, non ha influenzato le immissioni di tale inquinante con l'incisività che ha dimostrato con il monossido di carbonio.

La presenza di altre sorgenti, come i veicoli a ciclo Diesel e gli impianti per la produzione di ener-

gia, nonché la partecipazione degli ossidi di azoto a reazioni fotochimiche sono verosimilmente le cause per il non ancora soddisfacente calo delle concentrazioni di questo inquinante nell'atmosfera.

**CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI NO<sub>2</sub>**  
**media di tutte le stazioni operanti nel comune di Torino**  
**(1991 - 2001)**

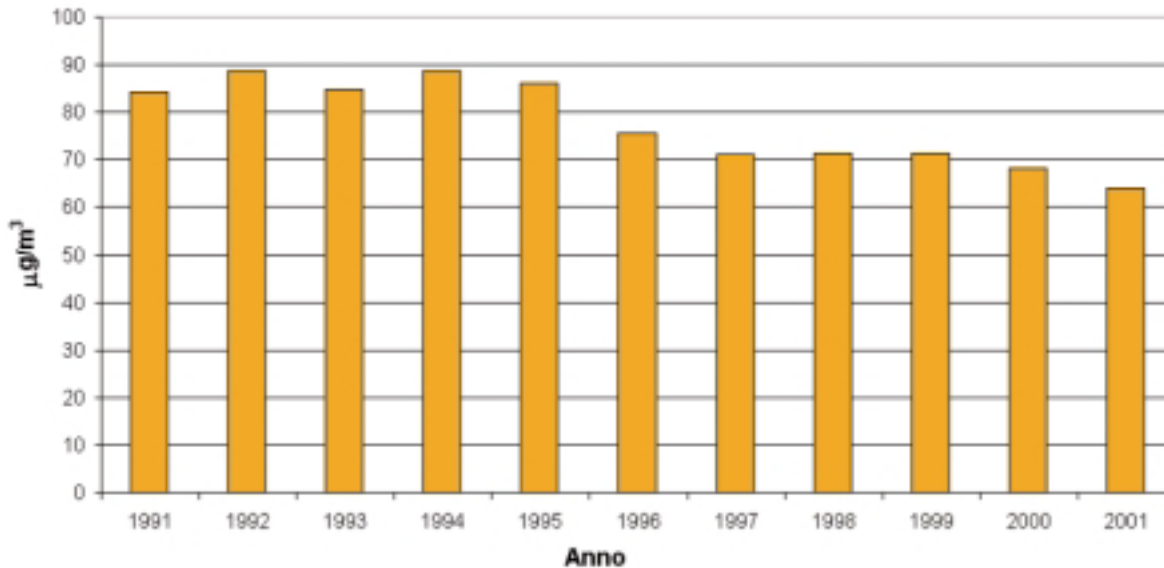


FIGURA 17: parametro NO<sub>2</sub>, media delle medie annuali di tutte le stazioni operanti nel comune di Torino nell'ultimo decennio.

### **PARTICOLATO TOTALE SOSPESO (PTS)**

Negli ultimi venti anni si è assistito ad un calo generalizzato del PTS sul territorio cittadino, tale diminuzione delle concentrazioni è più evidente nelle zone che partivano da situazioni più penalizzate dal punto di vista ambientale.

Nella figura 18 si nota come nella stazione "I.T.I.S. Grassi", caratterizzata dalla presenza di elevati flussi di mezzi di trasporto e da numerosi impianti produttivi, la diminuzione delle concentrazioni di particolato totale sospeso è più marcata rispetto a quella ottenuta nella stazione "Consolata", rappresentativa della realtà urbano/commerciale del centro città.

La progressiva scomparsa delle industrie a maggiore impatto sull'ambiente, ad es. impianti siderurgici, il miglioramento di quelle ancora presenti e la diminuzione delle emissioni di particolato da parte degli autoveicoli da trasporto sono i motivi principali per il drastico decremento del particolato totale sospeso.

**CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI PARTICOLATO SOSPESO**  
 stazioni di Torino-Consolata e Torino-I.T.I.S Grassi  
 (1980 - 2001)

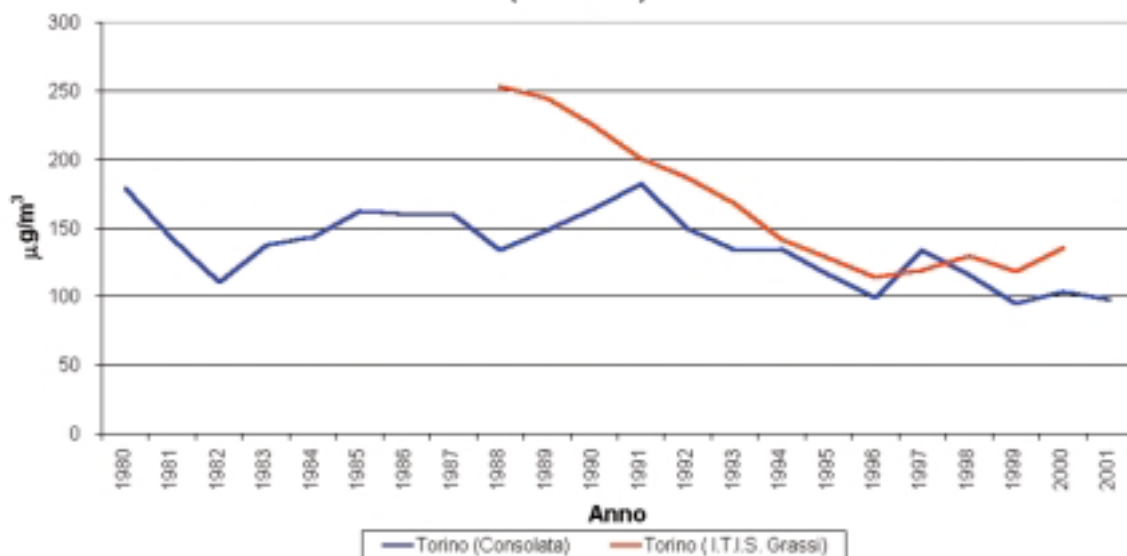


FIGURA 18: parametro PTS, medie annuali misurate in due stazioni di Torino nell'ultimo ventennio.

### OZONO (O<sub>3</sub>)

L'ozono, caratteristico inquinante secondario, ha evidenziato negli ultimi nove anni una sostanziale costanza di comportamento.

Nella figura 19, ove sono riportati i valori medi di concentrazione del periodo maggio - settembre di ogni anno, non si nota una tendenza evidente sia nella stazione urbana di Torino - Lingotto sia nella stazione in quota di Pino Torinese.

È verosimile che, per ottenere dei risultati significativi nella diminuzione della concentrazione di ozono, si debba incidere più marcatamente sulla riduzione dei precursori come già evidenziato nel capitolo dedicato a questo inquinante.

**CONCENTRAZIONI MEDIE ESTIVE (maggio-settembre) di O<sub>3</sub>**  
 stazioni di Pino Torinese e Torino - Lingotto  
 (1993 - 2001)

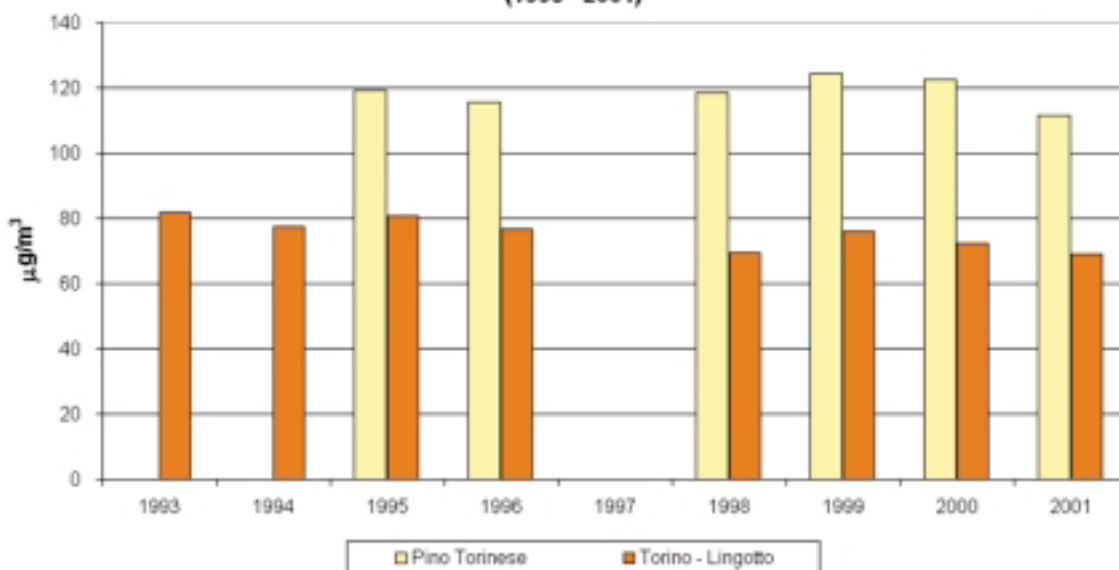


FIGURA 19: parametro ozono, medie del periodo maggio - settembre dell'ultimo decennio.

## PIOMBO

Il piombo, misurato nel particolato sospeso, deriva principalmente dalla benzina super nella quale è presente come additivo sotto forma di composto metallo-organico; con la riduzione nel tempo della concentrazione di questo metallo nella benzina super e la successiva introduzione sul mercato di quella “verde” è stato inevitabile che la presenza di tale inquinante si riducesse in modo proporzionale (figura 20). Si ricorda inoltre che la benzina super è uscita dal commercio negli ultimi mesi dell’anno 2001.

La concentrazione del piombo nel particolato atmosferico non rappresenta più una preoccupazione essendo nettamente inferiore anche al limite definito dalla recente normativa comunitaria.

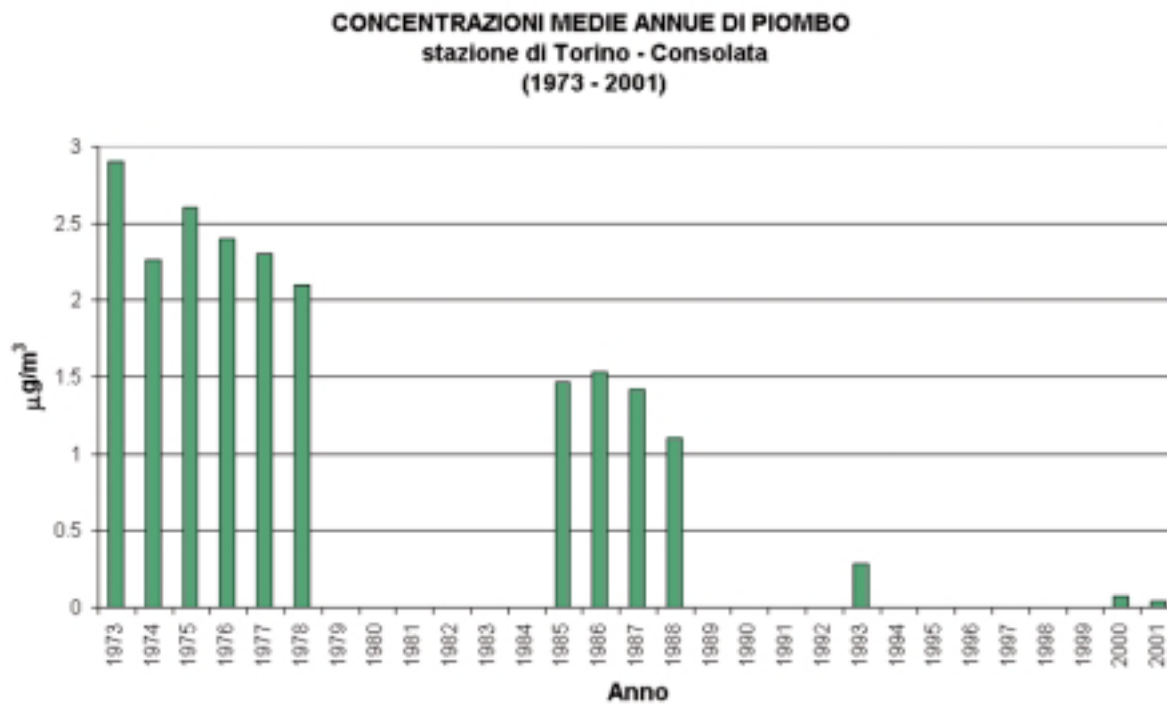


FIGURA 20: parametro piombo, medie annuali misurate presso la stazione di Torino-Consolata nell’ultimo trentennio.



## BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)

La diminuzione del tenore di zolfo nei combustibili liquidi o solidi e l'introduzione sul mercato energetico del metano hanno determinato la notevolissima riduzione delle concentrazioni del biossido di zolfo evidenziata nella figura 21.

La situazione si manterrà in queste condizioni se la qualità dei combustibili non peggiorerà rispetto a quella odierna.

**CONCENTRAZIONE DELLA MASSIMA MEDIA GIORNALIERA SU BASE ANNUALE DI SO<sub>2</sub>  
stazione di Torino Consolata  
(1972 - 2001)**

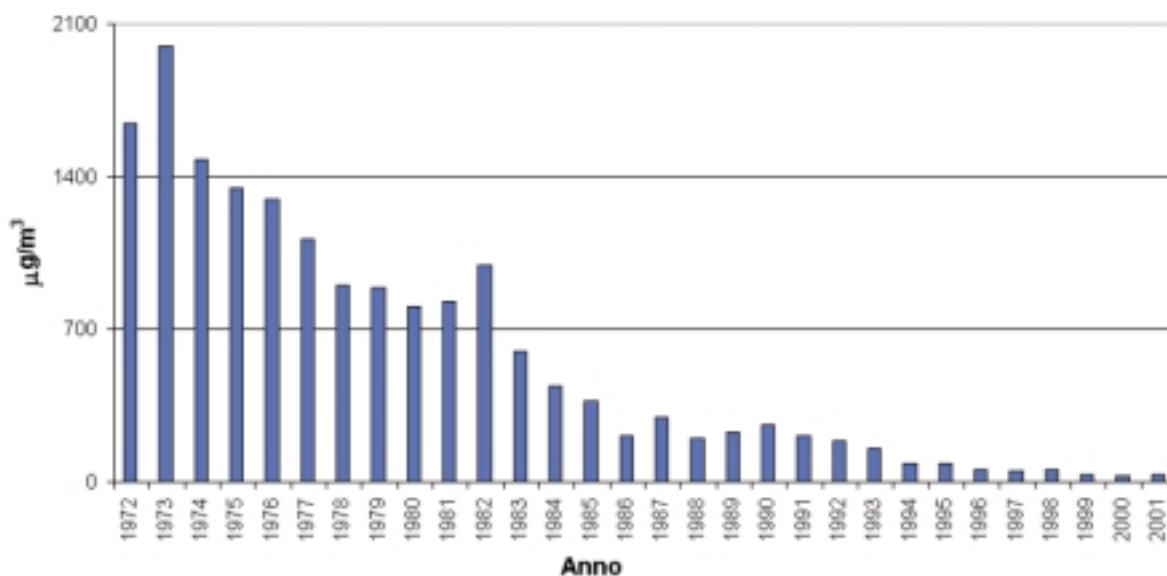


FIGURA 21: parametro SO<sub>2</sub>, massima media giornaliera su base annuale rilevata nell'ultimo trentennio nella stazione di Torino - Consolata.

## PREMESSA

La misura dei parametri meteorologici rappresenta una componente fondamentale del monitoraggio della qualità dell'aria; l'analisi dei dati misurati permette di caratterizzare le condizioni meteorologiche del territorio in esame e fornisce le conoscenze necessarie per valutare i fenomeni di diffusione degli inquinanti.

La localizzazione delle stazioni nelle quali sono installati i sensori meteorologici, corredata dall'elenco completo di tutti i sensori e gli analizzatori presenti, è riportata nella tabella 1.

I parametri meteorologici misurati dalle stazioni della rete provinciale sono la velocità e la direzione del vento (vv, dv), la radiazione solare globale e netta (rdg, rdn), la pressione atmosferica (pres), l'umidità relativa (umid), la quantità di pioggia (pv), la temperatura (temp). La scelta del tipo di sensore installato è legata sia alla tipologia della stazione sia alla sua rappresentatività rispetto al territorio provinciale.

Nella figura 22 è rappresentata la collocazione geografica delle centraline meteorologiche nella provincia di Torino.

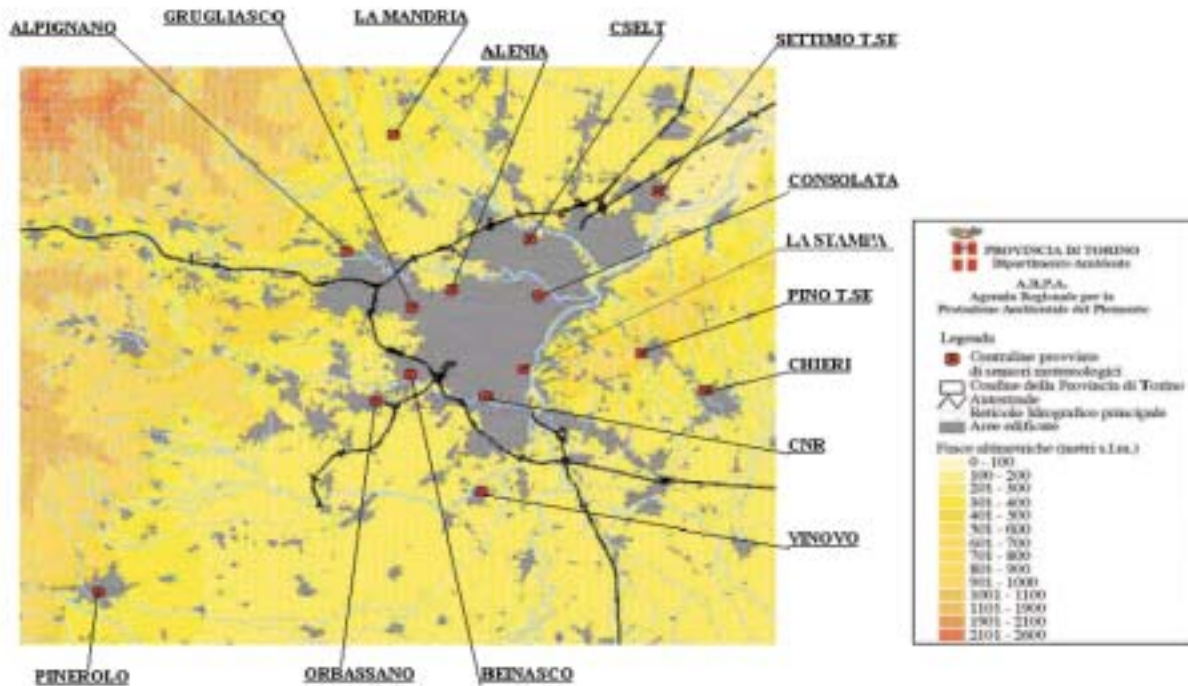


FIGURA 22: disposizione delle stazioni meteorologiche di monitoraggio.

## L'INFLUENZA DELL'ARCO ALPINO, DELLA COLLINA TORINESE E DEGLI INSEDIAMENTI URBANI SUI FENOMENI METEOROLOGICI

La Valle Padana, alla quale appartiene il territorio della provincia di Torino, è caratterizzata da un clima di tipo continentale<sup>2</sup>. Nel territorio provinciale si evidenziano gli effetti di barriera dell'arco alpino che danno luogo prevalentemente a fenomeni di origine termica rispetto a quelli dinamici, causati principalmente da processi di compensazione tra masse di aria fredda e masse di aria calda. A ciò si aggiunge la presenza della collina torinese, la quale altera a scala locale<sup>3</sup> l'uniformità del clima tipico della zona pianeggiante, in particolare per quanto riguarda i venti a bassa quota.

L'influenza dell'arco alpino fa sì che gran parte delle perturbazioni, che interessano la provincia di Torino, sia originata dal passaggio di un fronte freddo proveniente da Nord o Nord-Ovest. Queste situazioni, accompagnate da nuvolosità e precipitazioni estese, possono talvolta dar luogo a fenomeni di föhn, caratterizzati da venti intensi, temperature miti e umidità relative piuttosto basse.

Il föhn è un vento secco e tiepido che, come altri venti discendenti, si genera in presenza di una significativa differenza di pressione atmosferica fra i due versanti di una catena montuosa.

Le masse d'aria presenti nel versante sopravvento vengono forzate a salire a quote elevate per superare le cime delle montagne. L'ascesa delle masse d'aria determina il raffreddamento e la condensazione dell'umidità presente, con conseguente formazione di nubi e precipitazioni; la liberazione del calore latente che accompagna la condensazione del vapore acqueo provoca il riscaldamento della massa d'aria e ne rallenta la diminuzione di temperatura con la quota. Superato l'ostacolo orografico, l'aria - sottratta del proprio contenuto di umidità - ridiscende verso le vallate portandosi, a parità di quota, ad una temperatura superiore a quella che aveva sopravvento in presenza di vapore acqueo.

La situazione generata in presenza di föhn è quindi caratterizzata da condizioni di cielo nuvoloso e presenza di precipitazioni lungo il versante sopravvento, mentre nelle vallate sottovento si ha un rapido incremento di temperatura e diminuzione dell'umidità, accompagnato da cielo sereno. Il fenomeno può durare da qualche giorno a poche ore ed è seguito da un forte abbassamento della temperatura notturna nel versante sottovento.

Per quanto riguarda il regime anemologico, in presenza di condizioni perturbate prevalgono venti in quota meridionali, associati a depressioni sottovento, alle depressioni atlantiche e mediterranee, che portano sulla pianura Padana aria calda e umida proveniente da Est o Sud-Est.

In condizioni imperturbate, associate alla presenza di anticicloni estesi e stazionari, i venti presenti sul territorio provinciale hanno un'origine termica determinata, come precedentemente accennato, dalla presenza dell'arco alpino. Nei mesi caldi la meteorologia a scala locale è quindi caratterizzata da circolazioni di brezza associate a moti convettivi, mentre nei mesi freddi sono favorite le condizioni che determinano il ristagno di spessi strati di aria fredda adiacenti al terreno ed il conseguente instaurarsi di nebbie.

La presenza della collina torinese, inoltre, origina una prevalenza dei venti provenienti dai settori Nord-Ovest e Sud-Ovest, con percentuale di calme elevata, che differenzia sostanzialmente il regime anemologico della provincia torinese da quello caratteristico della pianura padana, nella quale i venti provengono prevalentemente da Est ed Ovest.

Il regime anemologico, così modificato dalle caratteristiche orografiche locali, viene ad essere influenzato anche dalla presenza dell'area metropolitana posta ai piedi della collina.

<sup>2</sup> La latitudine, l'altezza sul livello del mare, la distanza dal mare, l'influsso delle montagne, la configurazione del suolo, la vegetazione e lo stadio medio dell'atmosfera costituiscono gli elementi essenziali del clima di una determinata regione. Il clima fa risaltare i fenomeni fondamentali dell'evoluzione meteorologica. Tra i "climi europei" si ricordano: il "clima atlantico" (marittimo), fresco e umido, con rara presenza di inverni freddi e nevicate ed estati calde; il "clima continentale", secco e con temperature estreme, caratterizzato da inverni molto freddi ed estati molto calde e asciutte; il "clima mediterraneo", temperato, con estati calde e relativamente asciutte ed inverni miti e piovosi, con rare nevicate [Roth, 1993].

<sup>3</sup> Nello studio dei fenomeni meteo-diffusivi degli inquinanti è possibile distinguere le seguenti scale spaziali:

- microscala (fino a qualche decina di metri)
- scala locale (fino a qualche decina di chilometri)
- mesoscala (fino a qualche centinaia di chilometri)
- scala regionale (fino a qualche migliaio di chilometri)
- scala globale (l'atmosfera nel suo insieme).

Gli agglomerati urbani infatti presentano, rispetto alle aree rurali, una diversa capacità termica dovuta alla presenza di superfici ricoperte di asfalto e cemento in grado di assorbire la radiazione solare incidente più di quanto non sia in grado di fare la vegetazione. La presenza di pareti verticali parzialmente ricoperte da superfici riflettenti costituisce inoltre una sorta di “trappola” nei confronti della radiazione solare che, ad ogni riflessione sulle pareti degli edifici, viene parzialmente assorbita. Il risultato è una quantità di calore immagazzinata nelle ore diurne superiore a quella delle aree rurali circostanti, rilasciata, rispetto a queste, più lentamente nel corso delle ore serali, grazie a continui fenomeni di assorbimento ed emissione dalle pareti degli edifici.

Il verificarsi di questi fenomeni determina, negli strati d'aria sovrastanti la città, una temperatura più elevata di quella delle masse d'aria presenti sulle adiacenti zone rurali. Gli sbalzi termici più consistenti, fra aree urbane e rurali, si possono osservare durante le ore notturne e la loro entità è in generale correlabile alle dimensioni dell'abitato. Il gradiente termico orizzontale che si genera in tali circostanze, nonché il rimescolamento verticale mantenuto nel periodo notturno a causa del calore rilasciato dalla città, possono quindi andare ad interagire con i flussi d'aria presenti a quote maggiori.

## PARAMETRI MONITORATI ED ELABORAZIONI DEI DATI RILEVATI

### Velocità e direzione del vento

#### *Sistemi di rilevamento*

La misura del vento viene rilevata con appositi strumenti, descritti nel seguito del paragrafo, e dà origine ad una grandezza rappresentata graficamente come un vettore in uno spazio a tre dimensioni, le cui componenti si ottengono proiettando lo stesso vettore sui tre assi cartesiani (figura 23a). La velocità del vento è quindi composta da due componenti giacenti nel piano orizzontale ( $v_x$  e  $v_y$ ) e da una componente lungo l'asse verticale ( $v_z$ , spesso indicato con il termine  $w$ ).

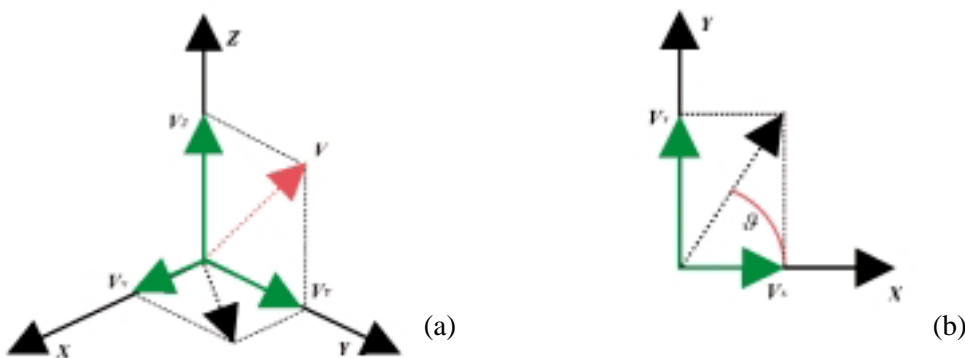


FIGURA 23: rappresentazione del vettore velocità e delle sue proiezioni.

Nella maggior parte dei casi si usa rappresentare la sola velocità orizzontale attraverso la proiezione del vettore tridimensionale sul piano orizzontale (figura 23b) e la si esprime mediante un valore di intensità del vento (lunghezza del vettore proiezione espressa in m/s) ed una direzione (espressa in gradi sessagesimali).

La possibilità di misurare la velocità del vento come vettore tridimensionale dipende dalla strumentazione utilizzata, mentre la necessità di disporre di tale informazione è legata alle finalità per le quali vengono effettuate le misurazioni stesse.

Per quanto riguarda la provincia di Torino gli strumenti installati sono anemometri tradizionali, chiamati anche “pali anemometrici”, in grado di misurare la velocità orizzontale del vento all'altezza alla

quale è posto lo strumento. L'anemometro (figura 24) è uno strumento composto da due parti: un *tacoanemometro* in grado di misurare l'intensità del vento, e un *gonioanemometro* per la misura della direzione. È importante ricordare che quando si parla di direzione del vento ci si riferisce alla direzione di provenienza del vento e che il Nord geografico viene fatto coincidere con lo zero di direzione; di conseguenza, la direzione sarà pari a 90 gradi in caso di vento proveniente da Est, a 180 gradi per vento da Sud, a 270 gradi per vento da Ovest (il senso di rotazione per la misura in gradi della direzione è orario).

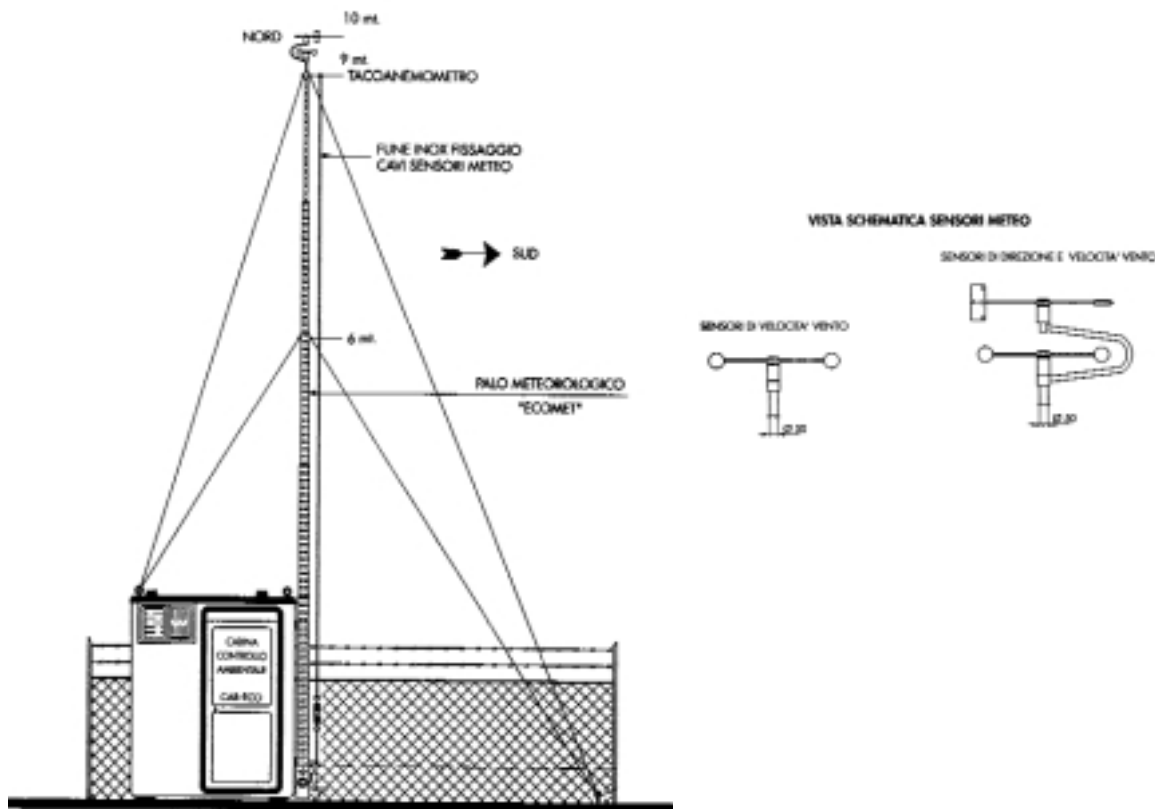


FIGURA 24: palo anemometrico utilizzato per la misura della velocità orizzontale del vento nelle reti di monitoraggio per la qualità dell'aria.

Il tacoanemometro ed il gonioanemometro sono generalmente posti alla sommità di un palo telescopico alto 10 metri; tale accorgimento evita che i valori misurati risentano in modo eccessivo dell'attrito del terreno. Al fine di ottenere una misurazione rappresentativa dei flussi atmosferici a scala locale, i sensori devono essere collocati lontano da ostacoli di altezza elevata (palazzi, alberi, ecc...), ad una distanza tale per cui le misure risultanti non vengano falsate dalla presenza di direzioni di provenienza del vento privilegiate rispetto ad altre.

Le misure tridimensionali di velocità del vento vengono eseguite con strumenti più complessi; fra questi è opportuno citare l'anemometro sonico, ormai spesso integrato nelle reti di monitoraggio della qualità dell'aria, ed il SODAR Doppler, meno diffuso ma importante per la conoscenza della circolazione anemologica in quota.

In breve, l'anemometro sonico consente di misurare, oltre alle componenti orizzontali, anche il valore della componente verticale della velocità del vento rilevata alla quota dello strumento e quindi di formulare ipotesi sui fenomeni turbolenti che si instaurano nei bassi strati dell'atmosfera. Il SODAR Doppler, invece, è in grado di rilevare un profilo verticale di vento. Le antenne acustiche di cui è dotato lo strumento emettono impulsi sonori in atmosfera; sfruttando lo spostamento Doppler fra le



frequenze dei segnali emessi e quelli di ritorno, vengono determinate le tre componenti del vettore velocità del vento a quote diverse lungo un asse verticale. In questo modo è possibile indagare uno strato verticale di atmosfera il cui spessore varia con la tipologia dello strumento utilizzato e con le condizioni meteorologiche al momento della misura.

Per eventuali approfondimenti in materia di strumentazione esistente per la misura del vento negli strati più alti dell'atmosfera, si rimanda a testi specifici sull'argomento.

Tutti i dati rilevati dalle stazioni della rete di monitoraggio sono controllati regolarmente. La validazione sistematica che consiste nell'analisi dell'andamento dei valori orari di direzione e di velocità del vento, consente non solo di verificare il corretto funzionamento degli strumenti, ma anche di evitare che situazioni anomale o eventi eccezionali, in termini di durata e di misura, falsino la misura stessa.

Nella fase di validazione i valori di intensità e direzione del vento devono essere considerati contemporaneamente, in quanto va ricordato che il dato di velocità orizzontale risulta composto da due componenti vettoriali.

### ***Elaborazione dei dati***

Le elaborazioni riportate sono relative alle stazioni ritenute maggiormente rappresentative per quanto riguarda l'agglomerato urbano (Torino-Alenia, Torino-Consolata, Torino-CNR e Torino-CSELT) e i siti esterni al capoluogo (Orbassano e Pinerolo).

Al fine di evidenziare l'influenza del ciclo giorno-notte sulle direzioni di provenienza del flusso atmosferico, sono state realizzate delle rose del vento, suddividendo i dati nei periodi diurno e notturno della giornata. Le rose così suddivise sono state inoltre ripartite per classi di velocità, in modo da evidenziare le condizioni di vento tipico per le 6 zone analizzate. Le particolarità di ogni stazione riscontrabili nel ciclo a carattere giornaliero possono essere ascritte alle caratteristiche anemologiche locali del sito di monitoraggio.

Nel caso delle stazioni localizzate nel territorio del comune di Torino, le rose dei venti sono state riportate sulla cartografia del capoluogo (figura 25), le relative ripartizioni in classi di velocità sono riportate in figura 26. Le elaborazioni grafiche relative alle stazioni esterne alla città di Torino sono state riportate tutte sulla cartografia della provincia (figura 27).

Le rappresentazioni in forma di rosa dei venti sono state realizzate attraverso una serie di elaborazioni dei valori medi orari di intensità e direzione del vento. In linea generale, sui dati acquisiti, sono state effettuate le seguenti operazioni:

1. per l'intensità del vento:
  - identificazione dei dati appartenenti alla classe definita come "calma di vento", caratterizzata da valori di velocità inferiori a 0.5 m/s;
  - suddivisione delle intensità in 5 classi, dai venti deboli (classi 0.5-0.9 m/s e 1 m/s), ai venti medi (classi 2 m/s e 3-6 m/s), per finire ai venti tesi (classe 7-12 m/s);
2. per la direzione del vento:
  - suddivisione in 16 settori di provenienza, di ampiezza pari a 22.5 gradi, centrati sulle direzioni N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSO, SO, OSO, O, ONO, NO, NNO. Per le intensità del vento inferiori a 0.5 m/s (situazione di calma di vento), il valore di direzione è stato escluso dal calcolo delle percentuali di accadimento per ogni settore.

L'informazione fornita dalle rose dei venti (distribuzione dei dati in termini di direzioni di provenienza del vento associate alla relativa classe di intensità, relativamente al periodo temporale esaminato) è completata dalle percentuali di accadimento delle calme di vento nei periodi diurno e notturno.

Si fa notare come il numero di calme registrato dalle stazioni tipicamente urbane (Torino-Alenia, Torino-Consolata e Torino-CSELT) risulti significativamente inferiore (meno del 10% sia nel periodo diurno che in quello notturno) a quello rilevato nelle stazioni esterne al capoluogo. La spiegazione di tale fenomeno è attribuibile al fatto che i pali anemometrici di tali stazioni, al fine di elimi-

nare, per quanto possibile in un sito urbano, l'influenza di possibili ostacoli e garantire la significatività della misura, sono posizionati sul tetto di edifici; conseguentemente i dati rilevati risentono, rispetto alla situazione di altre stazioni poste al suolo, in maniera minore dell'influenza del terreno e rilevano quindi intensità del vento mediamente più elevate. Ciò è evidenziato anche dall'analisi delle rose dei venti ripartite per classi di velocità (si veda la figura 25), per le quali, in ore diurne, le percentuali di accadimento più elevate si riscontrano per le classi 2 m/s e 3-6 m/s, mentre in ore notturne l'attenuazione generale delle intensità fa ricadere le frequenze più alte sulle classi 1 m/s e 2 m/s, con alcuni residui relativi alla classe 7-12 m/s per le stazioni di Torino-Alenia e Torino-Consolata.

L'influenza della presenza del terreno sulle misure viene invece evidenziata dall'analisi delle rose dei venti registrate alle stazioni di Orbassano e Pinerolo. I sensori di tali stazioni sono posizionati a 10 m dal suolo, in tali condizioni l'occorrenza di calme di vento e venti deboli è prevalente sulla totalità dei dati misurati (si veda la figura 27).

Oltre alle rappresentazioni grafiche, per ogni stazione sono riportate alcune elaborazioni statistiche effettuate su base mensile ed annuale. Più precisamente:

- il numero di dati validi, espresso in percentuale;
- il numero di dati validi caratterizzati da velocità orizzontale del vento inferiore a 0.5 m/s (calme di vento), espresso in percentuale;
- il valore massimo tra i dati orari;
- il valore medio, ottenuto calcolando la media aritmetica di tutti i valori orari registrati nel corso del periodo temporale esaminato, fatta esclusione delle calme di vento;
- la deviazione standard dal valore medio, per valutare la dispersione dei valori di velocità orizzontale rispetto al valore medio.

Sebbene le rose dei venti riportate risultino da elaborazioni del solo 1° semestre del 2001, esse non presentano rilevanti differenze rispetto alle relative rose dei venti registrate durante tutto l'anno precedente, e possono quindi essere ritenute rappresentative dell'intero anno 2001.

Si ricorda che le elaborazioni sopra riportate sono disponibili - presso l'A.R.P.A. - Dipartimento Subprovinciale di Grugliasco e presso l'Area Ambiente, Servizio Qualità dell'Aria, Inquinamento Atmosferico, Acustico ed Elettromagnetico della Provincia di Torino - anche per le stazioni della rete provinciale non espressamente riportate nella presente relazione (Beinasco, Grugliasco, Settimo Torinese e Torino-La Stampa).

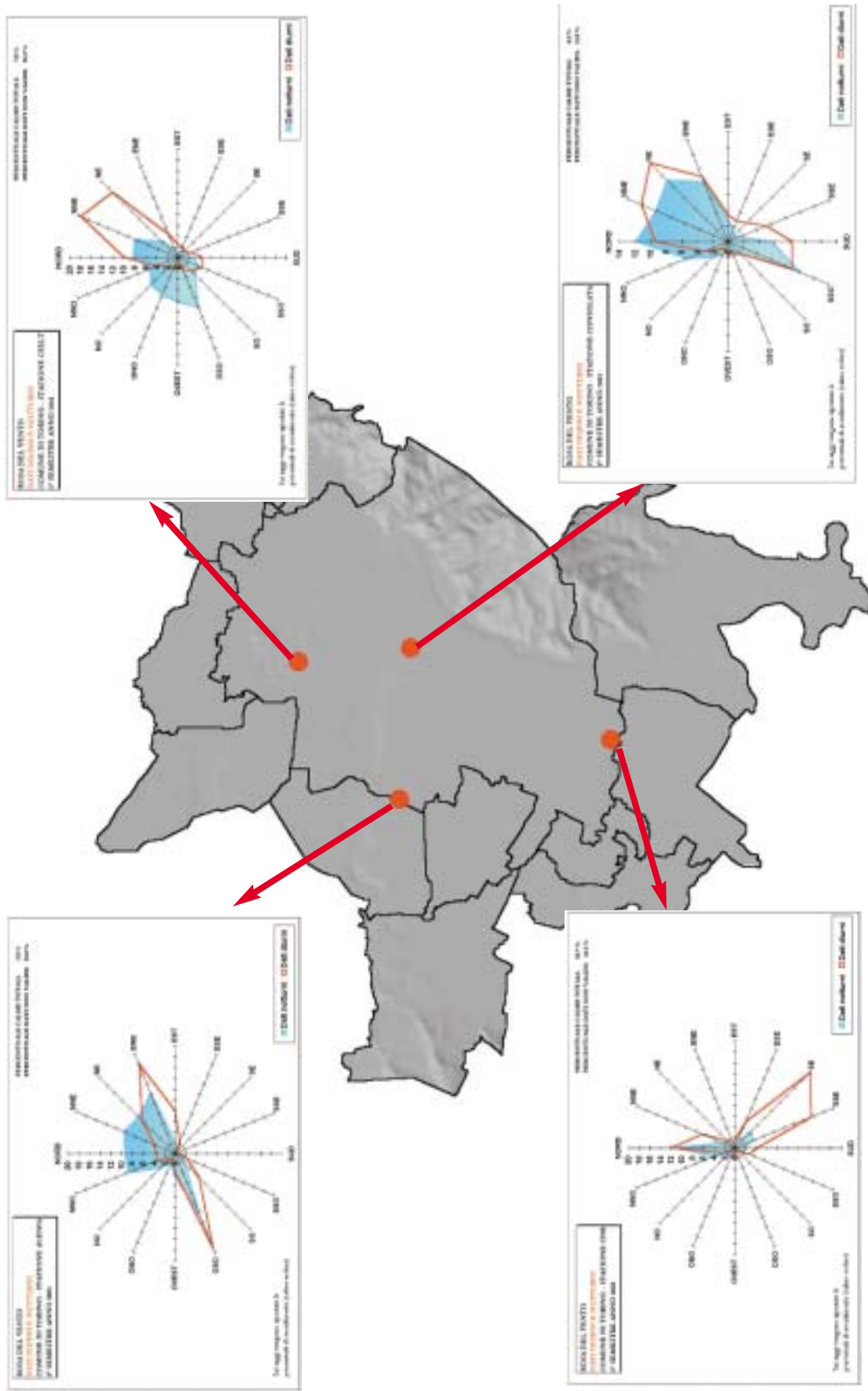


FIGURA 25: carta della città di Torino riportante le rose dei venti registrate nelle stazioni di Alenia, Consolata, CNR e CSELT.

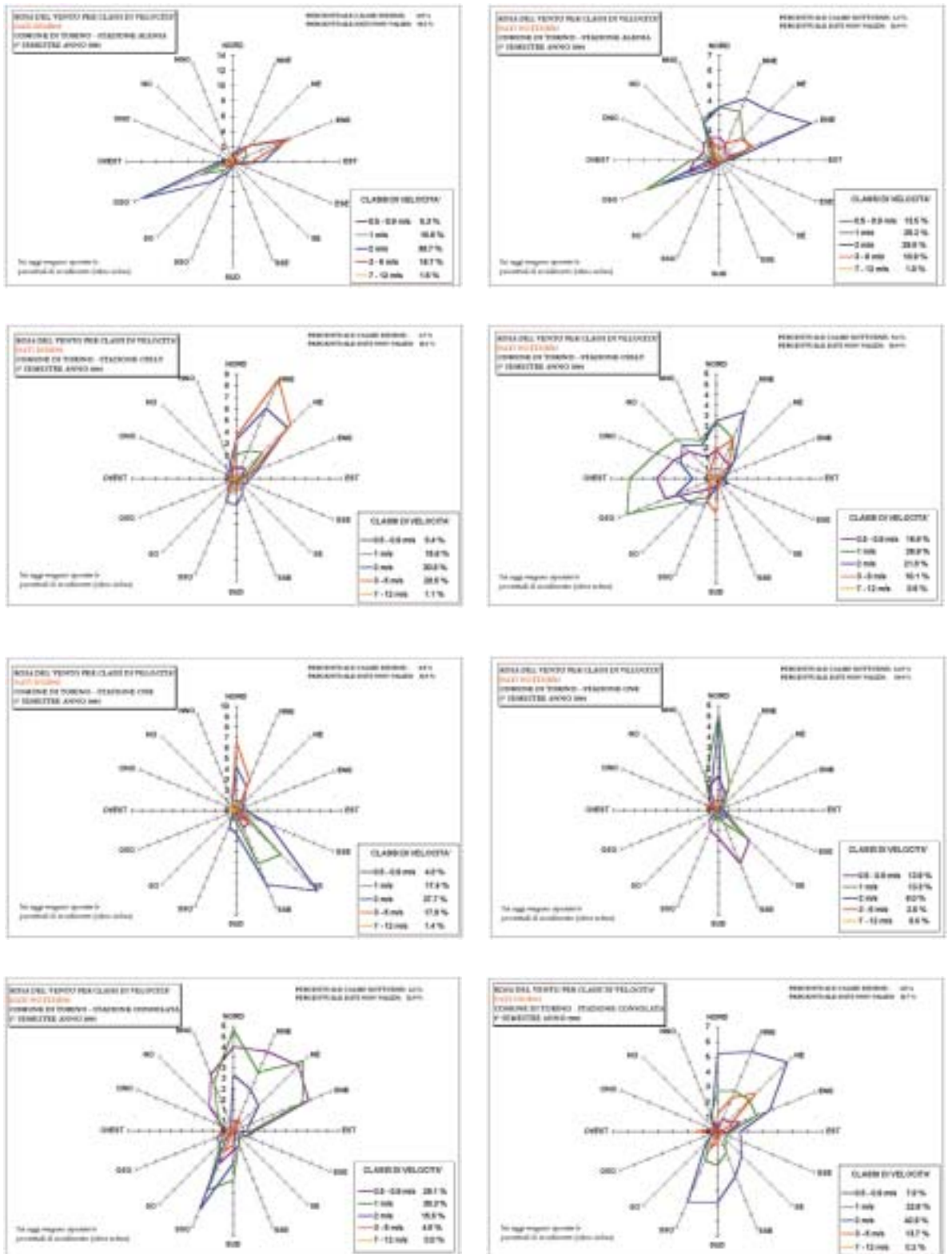


FIGURA 26: rose dei venti diurne e notturne divise per classi di velocità relativamente alle stazioni di Alenia, CSELT, CNR e Consolata.



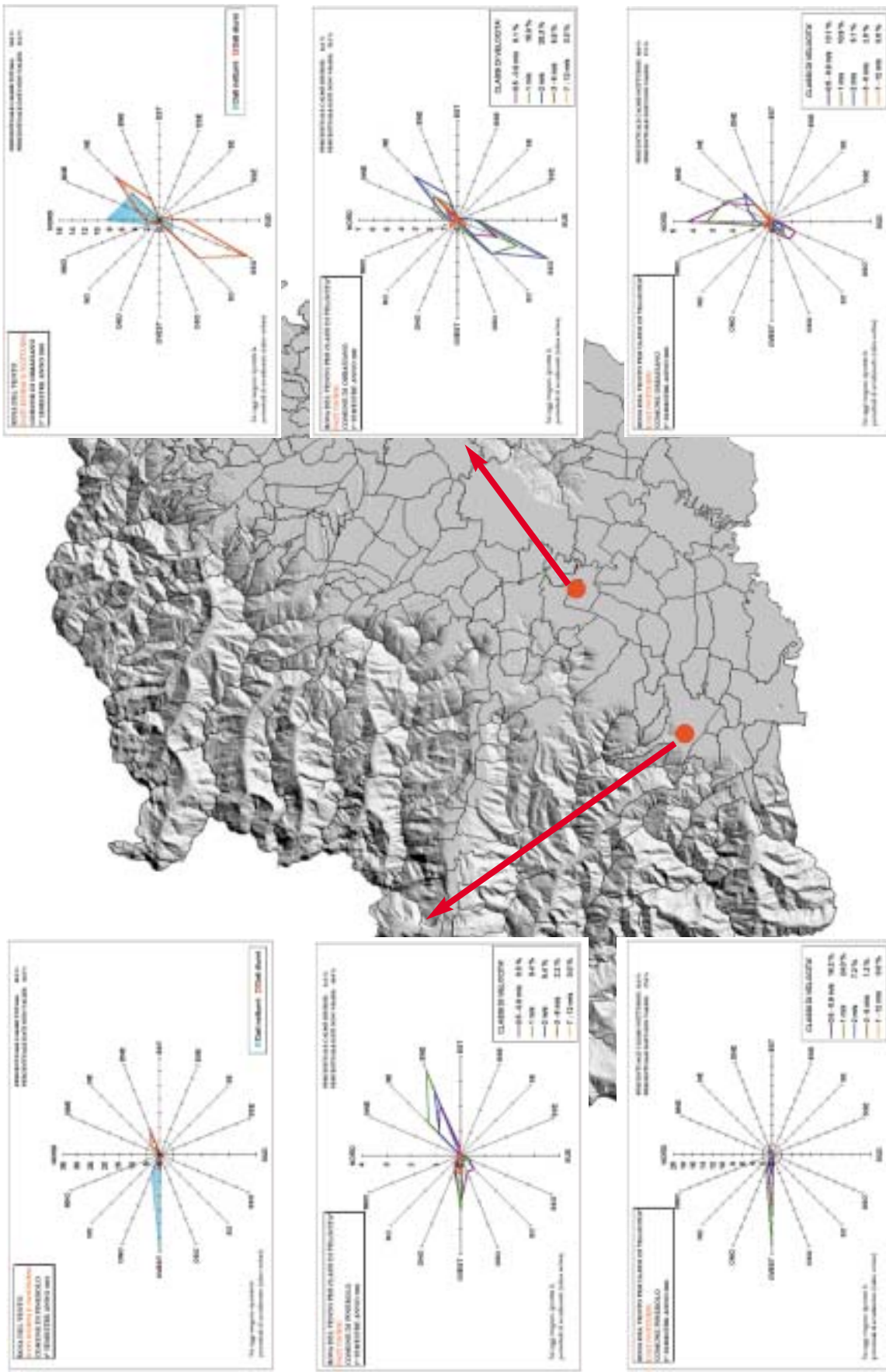


FIGURA 27: carta della provincia di Torino riportante le rose dei venti diurne e notturne registrate nelle stazioni di Orbassano e Pinerolo.



STAZIONE DI TORINO - ALENIA PARAMETRO: VELOCITÀ VENTO - 2001					
	NUMERO DATI VALIDI (%)	CALME % (misure < 0.5 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO (m/s)	VELOCITÀ MEDIA *	DEVIAZIONE STANDARD *
GENNAIO 2001	92.3	2.8	5.8	1.5	0.7
FEBBRAIO 2001	43.2	1.5	3.5	1.4	0.6
MARZO 2001	95.3	2.0	10.7	2.1	1.5
APRILE 2001	91.9	1.7	9.8	2.3	1.3
MAGGIO 2001	90.1	1.6	8.4	2.0	1.1
GIUGNO 2001	93.9	0.3	12.2	2.2	1.4

\* Calme di vento escluse

TABELLA 50: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Torino-Alenia nel 2001.

STAZIONE DI TORINO - CONSOLATA PARAMETRO: VELOCITÀ VENTO - 2001					
	NUMERO DATI VALIDI (%)	CALME % (misure < 0.5 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO (m/s)	VELOCITÀ MEDIA *	DEVIAZIONE STANDARD *
GENNAIO 2001	97.3	2.6	3.2	1.2	0.5
FEBBRAIO 2001	41.1	0.9	2.3	1.1	0.4
MARZO 2001	94.4	2.0	6.7	1.6	1.0
APRILE 2001	93.5	0.6	4.3	1.7	0.8
MAGGIO 2001	94.0	3.6	5.3	1.6	0.8
GIUGNO 2001	97.9	0.7	6.9	1.8	0.9

\* Calme di vento escluse

TABELLA 51: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Torino-Consolata nel 2001.

STAZIONE DI TORINO - CNR PARAMETRO: VELOCITÀ VENTO - 2001					
	NUMERO DATI VALIDI (%)	CALME % (misure < 0.5 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO (m/s)	VELOCITÀ MEDIA *	DEVIAZIONE STANDARD *
GENNAIO 2001	89.4	38.7	3.4	1.0	0.4
FEBBRAIO 2001	40.2	15.8	3.0	1.0	0.4
MARZO 2001	88.8	23.8	4.8	1.4	0.8
APRILE 2001	91.9	20.0	4.0	1.6	0.7
MAGGIO 2001	94.0	25.9	4.2	1.3	0.6
GIUGNO 2001	93.2	18.9	5.7	1.5	0.8

\* Calme di vento escluse

TABELLA 52: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Torino-CNR nel 2001.

STAZIONE DI TORINO - CSELT					
PARAMETRO: VELOCITÀ VENTO - 2001					
	NUMERO DATI VALIDI (%)	CALME % (misure < 0.5 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO (m/s)	VELOCITÀ MEDIA *	DEVIAZIONE STANDARD *
GENNAIO 2001	94.9	15.7	7.0	1.3	0.8
FEBBRAIO 2001	42.1	1.9	3.6	1.3	0.6
MARZO 2001	94.2	3.9	11.3	2.1	1.4
APRILE 2001	95.4	2.2	6.8	2.1	1.2
MAGGIO 2001	94.2	3.5	9.0	2.0	1.2
GIUGNO 2001	96.1	1.3	10.5	2.3	1.2

\* Calme di vento escluse

TABELLA 53: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Torino-CSELT nel 2001.

STAZIONE DI ORBASSANO					
PARAMETRO: VELOCITÀ VENTO - 2001					
	NUMERO DATI VALIDI (%)	CALME % (misure < 0.5 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO (m/s)	VELOCITÀ MEDIA *	DEVIAZIONE STANDARD *
GENNAIO 2001	99.3	61.2	3.7	1.1	0.5
FEBBRAIO 2001	93.8	46.1	5.5	1.6	0.9
MARZO 2001	98.3	38.0	5.1	1.6	0.9
APRILE 2001	90.0	35.0	5.1	1.6	0.8
MAGGIO 2001	77.3	33.2	4.6	1.4	0.7
GIUGNO 2001	0.0	-	-	-	-

\* Calme di vento escluse

TABELLA 54: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Orbassano nel 2001.

STAZIONE DI PINEROLO					
PARAMETRO: VELOCITÀ VENTO - 2001					
	NUMERO DATI VALIDI (%)	CALME % (misure < 0.5 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO (m/s)	VELOCITÀ MEDIA *	DEVIAZIONE STANDARD *
GENNAIO 2001	88.6	28.5	3.0	1.0	0.4
FEBBRAIO 2001	85.9	23.5	5.0	1.4	0.7
MARZO 2001	81.9	28.5	5.7	1.2	0.8
APRILE 2001	72.8	23.9	3.6	1.2	0.6
MAGGIO 2001	21.6	5.0	1.9	1.1	0.4
GIUGNO 2001	0.0	-	-	-	-

\* Calme di vento escluse

TABELLA 55: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Pinerolo nel 2001.

## Pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa e precipitazioni

### *Sistemi di rilevamento*

Lo strumento utilizzato per la misura della **pressione atmosferica**, espressa in millibar (mbar), prende il nome di barometro. Esso deve essere posizionato in un luogo riparato da sbalzi di temperatura, vibrazioni, radiazione solare e correnti d'aria; a tal fine può essere installato all'interno della stazione di misura; in tal caso deve essere collegato, tramite un apposito condotto, ad una presa d'aria esterna.

Lo strumento impiegato nella misura della **temperatura** dell'aria, espressa in gradi centigradi (°C), è il termometro. Il suo posizionamento viene effettuato generalmente ad un'altezza dal suolo compresa fra 1,5 e 2 metri; il sensore deve essere protetto dalla radiazione solare e corredato di un dispositivo per la ventilazione forzata che non alteri la misura e che sia in grado di mantenere un valore costante della velocità dell'aria attorno all'elemento sensibile.

Lo strumento utilizzato per la misura dell'**umidità relativa**, espressa in unità percentuali, prende il nome di igrometro. La sua installazione deve prevedere gli accorgimenti precedentemente indicati per il termometro.

Lo strumento adottato per la misura delle **precipitazioni atmosferiche**, espresse in millimetri di pioggia (mm), è detto pluviometro. Il suo posizionamento deve essere realizzato in modo tale che l'imboccatura calibrata dello strumento risulti perfettamente orizzontale e che si trovi ad un'altezza non inferiore ad un metro, sufficiente ad evitare che le gocce di pioggia rimbaltino dal suolo nel pluviometro. Lo strumento deve inoltre essere dotato di scaldiglia per lo scioglimento delle precipitazioni nevose e per evitare la formazione di ghiaccio.

La validazione dei valori medi orari rilevati dalla rete di monitoraggio provinciale viene operata valutando la regolarità dell'andamento giornaliero.

In particolare, per le misure di pressione atmosferica, il controllo è volto ad evidenziare l'eventuale presenza di brusche variazioni nella registrazione della misura, giustificate solamente in occasione di perturbazioni di una certa intensità.

Nel caso delle misure di temperatura, il controllo viene eseguito osservando gli andamenti orari dei valori massimi, rilevabili generalmente verso le ore 13:00÷14:00, e dei valori minimi giornalieri, in genere collocati fra le 5:00 e le 7:00, in relazione alle condizioni di insolazione registrate.

Anche per quanto concerne le misure di umidità relativa il controllo verifica l'occorrenza dei valori massimi, normalmente localizzati fra le 23:00 e le 6:00, e dei valori minimi giornalieri, normalmente riscontrabili fra le 13:00 e le 14:00, in relazione ai dati di temperatura e di presenza di precipitazioni atmosferiche registrati nel corso della giornata.

Per le diverse grandezze (pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa e precipitazioni atmosferiche), in aggiunta ai controlli sopra citati, i dati registrati vengono confrontati con valori medi ed estremi stagionali, nonché con i valori registrati da stazioni vicine.

### *Elaborazione dei dati*

Nelle pagine seguenti vengono proposte le elaborazioni effettuate sui dati medi orari rilevati nel corso dell'anno 2001 nelle stazioni di Torino-Buon Pastore e Pino Torinese, appartenenti alla Rete Meteoidrografica della Regione Piemonte.

La scelta delle suddette stazioni è mirata ad evidenziare le diversità dei valori registrati in una stazione urbana (Torino-Buon Pastore), ed in una stazione posta in quota rispetto alla precedente (Pino Torinese, 619 m. s.l.m. a fronte di 249 m. s.l.m. della stazione di Torino).

Per quanto riguarda i parametri pressione atmosferica e temperatura sono stati rappresentati graficamente i valori medi mensili registrati nelle due stazioni, associati al valore minimo e massimo orario (figure 28 - 31).

Per ogni stazione sono state inoltre riportate in forma tabellare le statistiche mensili relative ai due parametri:

- il numero dei dati validi, espresso in percentuale;
- i valori minimo e massimo tra i dati orari;
- i valori minimo e massimo tra le medie giornaliere;
- il valore medio mensile.

Nel caso dell'umidità relativa, sono state riportate in un unico prospetto tabellare (tabella 56) le statistiche mensili relative alle due stazioni:

- il numero dei dati validi, espresso in percentuale;
- i valori minimo e massimo tra le medie giornaliere;
- il valore medio mensile.

Anche per quanto riguarda le precipitazioni atmosferiche, sono state riportate in un'unica tabella (tabella 57) le statistiche mensili relative alle due stazioni:

- il numero dei dati validi, espresso in percentuale;
- il numero di giornate nel corso delle quali si sono verificate precipitazioni atmosferiche;
- il valore massimo mensile di precipitazione giornaliera;
- la precipitazione totale mensile.

Infine, sotto forma di grafico ad istogrammi (figura 32), sono stati confrontati i risultati delle elaborazioni realizzate per le due stazioni: valori medi mensili per i parametri pressione atmosferica, temperatura ed umidità relativa, sommatoria mensile per il parametro precipitazioni atmosferiche.

Si ricorda che le elaborazioni sopra riportate sono disponibili presso l'A.R.P.A., Dipartimento Subprovinciale di Grugliasco e presso l'Area Ambiente, Servizio Qualità dell'Aria, Inquinamento Atmosferico, Acustico ed Elettromagnetico della Provincia di Torino, anche per le stazioni della rete provinciale non espressamente riportate nella presente relazione (Druento-La Mandria, Torino-Alenia, Torino-CSELT e Torino-La Stampa).

STAZIONE DI TORINO - BUON PASTORE						
PARAMETRO: PRESSIONE ATMOSFERICA - 2001						
	NUMERO DATI VALIDI (%)	VALORE MINIMO ORARIO (mbar)	VALORE MASSIMO ORARIO (mbar)	VALORE MINIMO DELLA MEDIA GIORNALIERA (mbar)	VALORE MASSIMO DELLA MEDIA GIORNALIERA (mbar)	VALORE MEDIO MENSILE (mbar)
GENNAIO 2001	100	976	1001	978	999	989
FEBBRAIO 2001	100	967	1012	970	1010	990
MARZO 2001	100	968	996	970	993	982
APRILE 2001	100	969	999	970	997	985
MAGGIO 2001	100	975	996	977	994	988
GIUGNO 2001	100	979	996	981	993	988
LUGLIO 2001	100	975	996	978	994	987
AGOSTO 2001	100	980	996	982	994	989
SETTEMBRE 2001	99.9	975	995	978	993	986
OTTOBRE 2001	100	980	1004	983	1002	994
NOVEMBRE 2001	100	967	1009	975	1006	992
DICEMBRE 2001	100	972	1011	976	1009	994

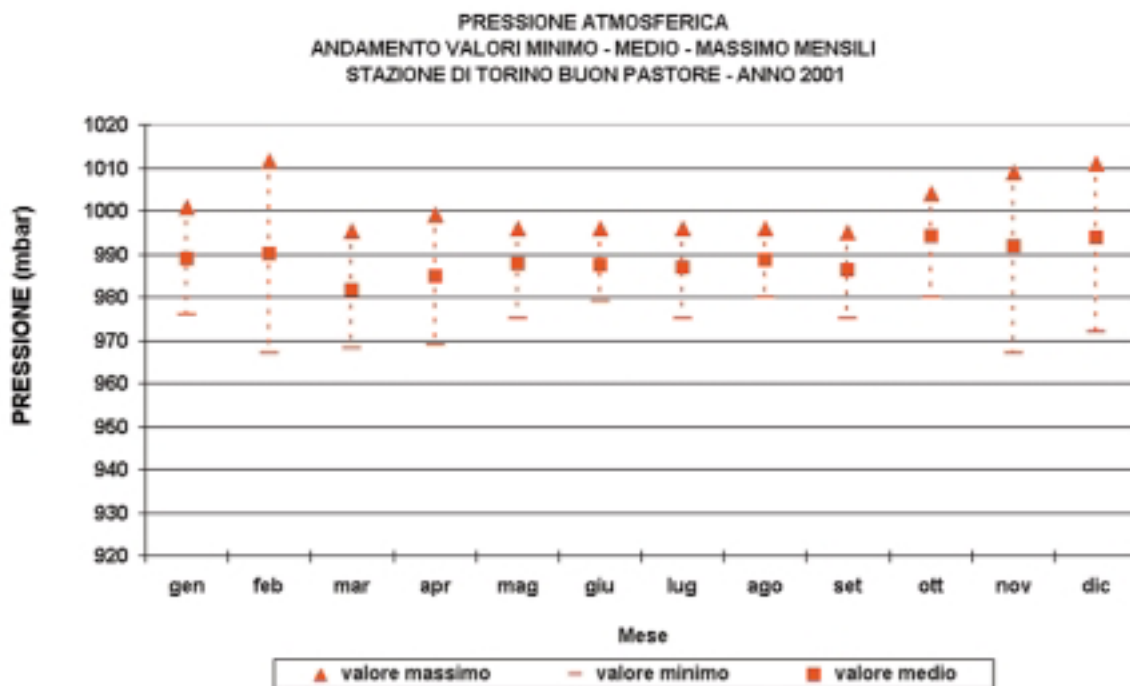


FIGURA 28: elaborazione dei dati della pressione atmosferica rilevati nella stazione di Torino-Buon Pastore nell'anno 2001.

STAZIONE DI PINO TORINESE						
PARAMETRO: PRESSIONE ATMOSFERICA - 2001						
	NUMERO DATI VALIDI (%)	VALORE MINIMO ORARIO (mbar)	VALORE MASSIMO ORARIO (mbar)	VALORE MINIMO DELLA MEDIA GIORNALIERA (mbar)	VALORE MASSIMO DELLA MEDIA GIORNALIERA (mbar)	VALORE MEDIO MENSILE (mbar)
GENNAIO 2001	100	932	954	933	953	943
FEBBRAIO 2001	100	924	965	927	964	945
MARZO 2001	99,9	924	951	926	948	937
APRILE 2001	100	925	953	926	952	940
MAGGIO 2001	100	931	953	934	952	944
GIUGNO 2001	100	936	952	938	950	945
LUGLIO 2001	100	933	954	935	952	945
AGOSTO 2001	100	937	953	939	951	946
SETTEMBRE 2001	100	932	951	935	949	943
OTTOBRE 2001	100	937	959	939	958	950
NOVEMBRE 2001	100	924	962	931	960	947
DICEMBRE 2001	100	927	963	931	962	947

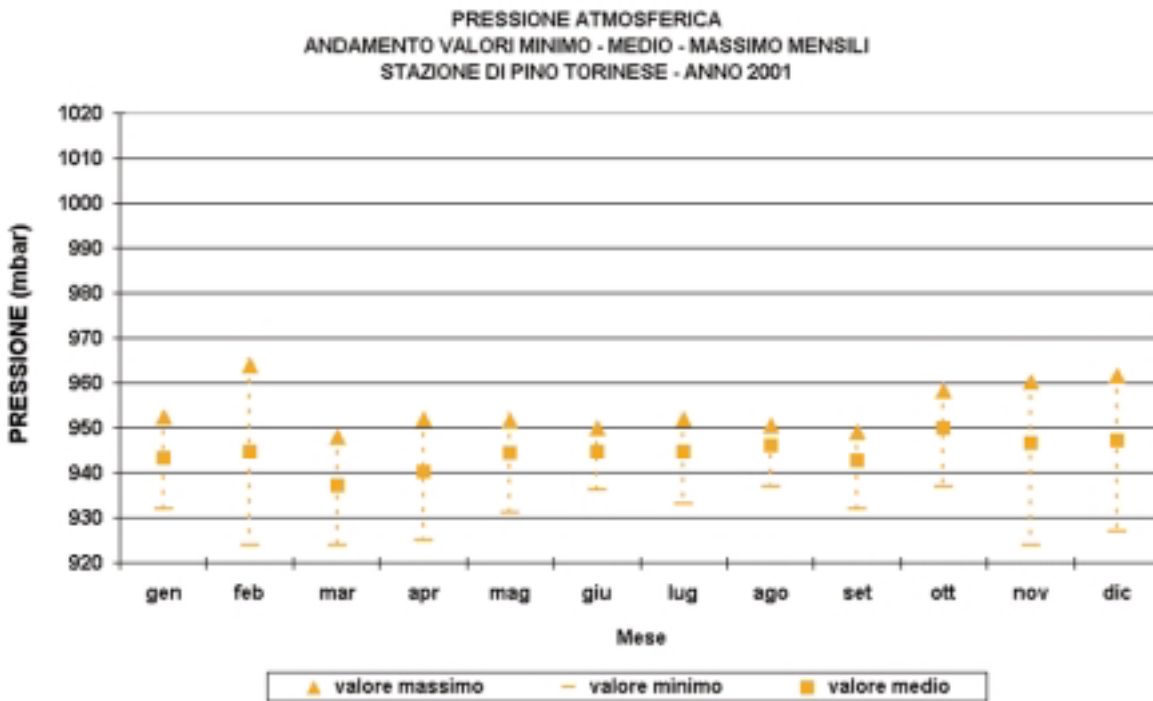


FIGURA 29: elaborazione dei dati della pressione atmosferica rilevati nella stazione di Pino Torinese nell'anno 2001.



**STAZIONE DI TORINO - BUON PASTORE**  
**PARAMETRO: TEMPERATURA - 2001**

	NUMERO DATI VALIDI (%)	VALORE MINIMO ORARIO (°C)	VALORE MASSIMO ORARIO (°C)	VALORE MINIMO DELLA MEDIA GIORNALIERA (°C)	VALORE MASSIMO DELLA MEDIA GIORNALIERA (°C)	VALORE MEDIO MENSILE (°C)
GENNAIO 2001	100	-4	13	-1	8	4
FEBBRAIO 2001	100	-3	24	1	13	7
MARZO 2001	100	-2	23	1	16	10
APRILE 2001	100	3	23	8	16	12
MAGGIO 2001	100	10	34	13	26	18
GIUGNO 2001	100	10	34	10	34	22
LUGLIO 2001	100	13	35	13	35	24
AGOSTO 2001	100	16	36	16	36	25
SETTEMBRE 2001	100	7	31	7	31	17
OTTOBRE 2001	100	8	26	8	26	16
NOVEMBRE 2001	100	-2	20	-2	20	7
DICEMBRE 2001	100	-7	13	-7	13	1

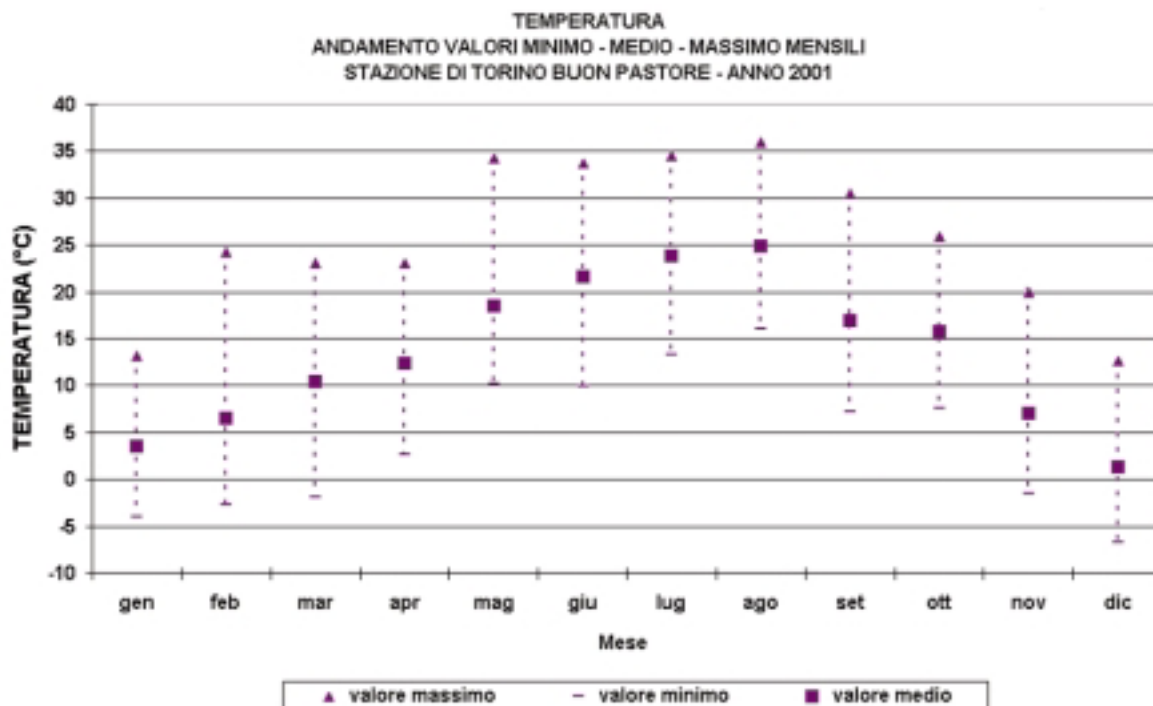


FIGURA 30: elaborazione dei dati della temperatura rilevati nella stazione di Torino-Buon Pastore nell'anno 2001.

STAZIONE DI PINO TORINESE						
PARAMETRO: TEMPERATURA - 2001						
	NUMERO DATI VALIDI (%)	VALORE MINIMO ORARIO (°C)	VALORE MASSIMO ORARIO (°C)	VALORE MINIMO DELLA MEDIA GIORNALIERA (°C)	VALORE MASSIMO DELLA MEDIA GIORNALIERA (°C)	VALORE MEDIO MENSILE (°C)
GENNAIO 2001	100	-4	10	-3	7	2
FEBBRAIO 2001	100	-3	21	-1	16	6
MARZO 2001	99.9	-2	20	-1	16	9
APRILE 2001	100	3	19	5	15	11
MAGGIO 2001	100	8	30	11	26	17
GIUGNO 2001	100	9	30	15	25	20
LUGLIO 2001	100	12	31	17	26	22
AGOSTO 2001	100	14	32	17	27	23
SETTEMBRE 2001	100	7	27	11	22	16
OTTOBRE 2001	100	10	23	10	19	15
NOVEMBRE 2001	100	0	18	3	12	7
DICEMBRE 2001	100	-7	12	-5	9	2

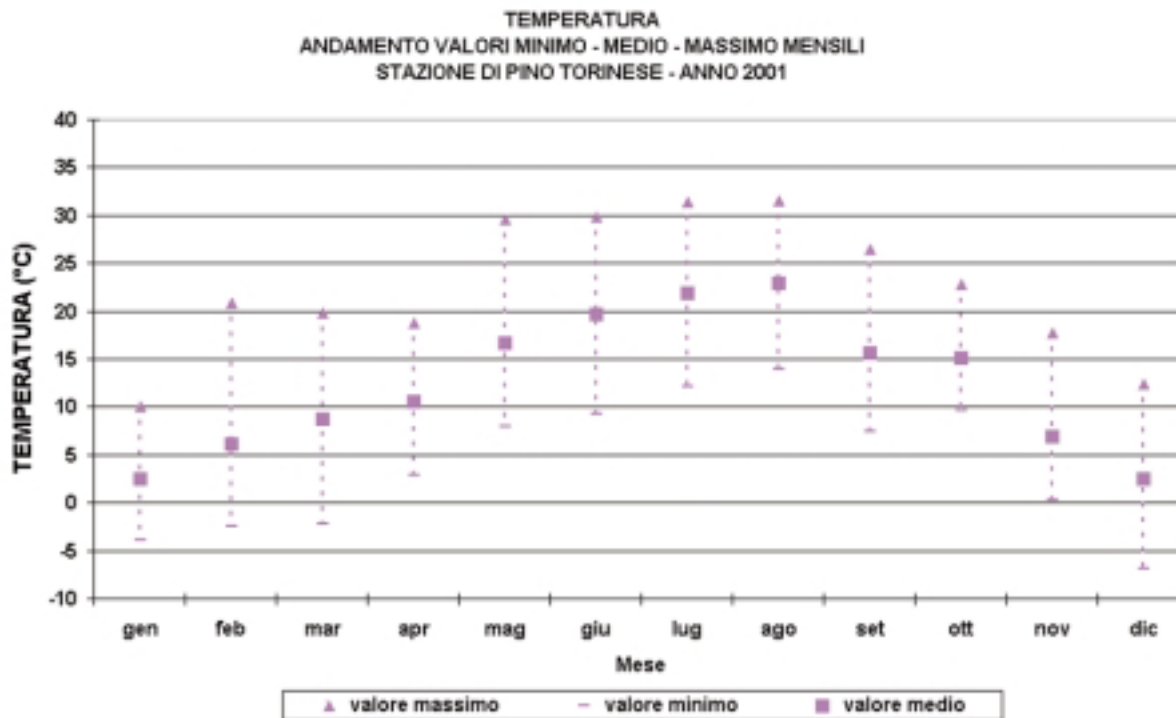


FIGURA 31: elaborazione dei dati della temperatura rilevati nella stazione di Pino Torinese nell'anno 2001.

	STAZIONE DI TORINO - BUON PASTORE				STAZIONE DI PINO TORINESE			
	Numero dati validi (%)	Valore minimo della media giornaliera (%)	Valore massimo della media giornaliera (%)	Valore medio mensile (%)	Numero dati validi (%)	Valore minimo della media giornaliera (%)	Valore massimo della media giornaliera (%)	Valore medio mensile (%)
Gennaio 2001	100	54	92	77	100	36	100	83
Febbraio 2001	100	38	95	67	100	24	100	65
Marzo 2001	100	39	93	71	99,9	32	100	81
Aprile 2001	100	34	82	57	100	31	97	63
Maggio 2001	100	47	88	67	100	42	100	73
Giugno 2001	100	29	77	51	100	30	91	55
Luglio 2001	100	36	76	56	100	35	81	60
Agosto 2001	100	43	77	58	100	48	96	63
Settembre 2001	99,9	32	91	58	100	27	100	60
Ottobre 2001	100	69	90	79	100	62	100	82
Novembre 2001	100	54	92	76	100	31	100	75
Dicembre 2001	100	23	97	76	100	20	83	58

TABELLA 56: elaborazione dei dati dell'umidità relativa rilevati nelle stazioni di Torino-Buon Pastore e Pino Torinese nell'anno 2001.

**STAZIONI DI  
TORINO - BUON PASTORE  
PINO TORINESE  
PARAMETRO: PRECIPITAZIONI ATMOSFERICHE - 2001**

	STAZIONE DI TORINO - BUON PASTORE				STAZIONE DI PINO TORINESE			
	Numero dati validi (%)	Presenza di precipitazioni (n. giorni)	Precipitazione giornaliera: valore massimo mensile (mm)	Precipitazioni totali nel mese (mm)	Numero dati validi (%)	Presenza di precipitazioni (n. giorni)	Precipitazione giornaliera: valore massimo mensile (mm)	Precipitazioni totali nel mese (mm)
Gennaio 2001	100	6	5	14	99,9	7	5	8
Febbraio 2001	100	10	9	25	100	8	2	7
Marzo 2001	100	11	22	86	99,8	10	15	56
Aprile 2001	100	5	4	12	100	6	4	12
Maggio 2001	100	17	51	132	100	16	27	100
Giugno 2001	100	7	11	25	100	9	18	35
Luglio 2001	100	7	6	21	100	5	18	34
Agosto 2001	100	10	21	43	100	9	19	42
Settembre 2001	100	6	73	194	100	7	16	39
Ottobre 2001	100	8	28	56	100	9	28	56
Novembre 2001	100	7	17	27	100	5	16	27
Dicembre 2001	99,9	2	1	2	99,9	2	1	1

TABELLA 57: elaborazione dei dati delle precipitazioni atmosferiche rilevati nelle stazioni di Torino-Buon Pastore e Pino Torinese nell'anno 2001.

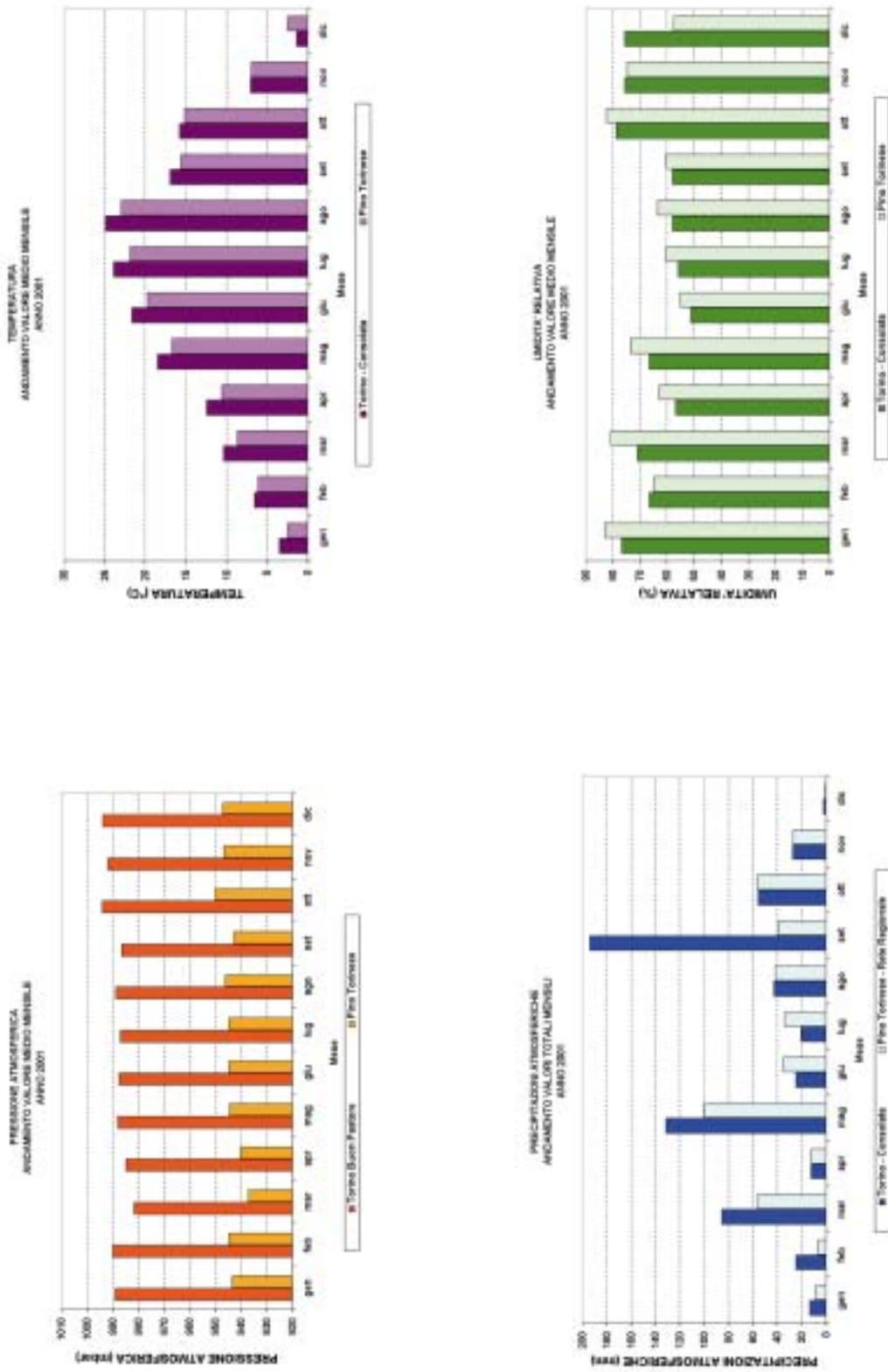


FIGURA 32: confronto fra le stazioni di Torino-Buon Pastore e Pino Torinese: parametri pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa e precipitazioni atmosferiche.

## CONSIDERAZIONI SULLE CARATTERISTICHE METEOROLOGICHE DELL'ANNO 2001

Al termine delle elaborazioni riguardanti i parametri meteorologici rilevati presso le stazioni della Rete Meteoidrografica della Regione, si è ritenuto interessante procedere ad una valutazione dell'anno 2001, limitata all'andamento delle grandezze meteorologiche ritenute maggiormente significative, in rapporto al decennio precedente.

Le statistiche meteorologiche relative all'anno 2001 sono state confrontate con le elaborazioni effettuate sui dati registrati dal 1991 al 2000; è stata quindi scelta una stazione dell'area metropolitana per la quale fosse disponibile un'adeguata serie storica. A completamento dell'informazione è stato utilizzato lo studio climatologico<sup>4</sup> realizzato sulla base dati acquisita dalla rete meteoidrografica della Regione Piemonte nel corso degli anni 1951÷1986.

La stazione individuata ai fini della valutazione statistica, denominata Buon Pastore e collocata in Corso Regina Margherita a Torino, appartiene alla Rete Meteoidrografica della Regione Piemonte.

I parametri ritenuti caratterizzanti dal punto di vista meteorologico, ai fini di un confronto su scala pluriennale, sono la temperatura e la presenza di precipitazioni atmosferiche.

Il calcolo della **temperatura** media dell'anno 2001 per la stazione Torino-Buon Pastore risulta pari a 13.6 °C, quindi lievemente superiore sia alla media dei dati rilevati negli ultimi dieci anni nella stessa stazione (13.3 °C) sia alla media calcolata per il capoluogo piemontese sul periodo 1951÷1986 (13.0 °C).

L'andamento delle temperature medie mensili è stato confrontato con l'andamento medio relativo al decennio 1991÷2000 (figura 33) Le differenze maggiormente significative rispetto all'anno medio si riscontrano nei mesi di febbraio e ottobre (innalzamenti termici percentuali superiori al 20%) e dicembre (abbassamento termico percentuale superiore al 60%).

Nello stesso grafico l'esame dell'andamento medio calcolato sul decennio, confermato dall'analisi delle serie storiche ultratrentennali, evidenzia la coincidenza del massimo con il mese di luglio; nel caso del 2001, essendosi riscontrati nel mese di agosto valori mediamente più alti rispetto alle statistiche annuali precedenti, il massimo risulta identificato da questo mese.

Il comportamento anomalo del mese di dicembre appare confermato dal confronto grafico (figura 34) fra l'andamento dei dati orari acquisiti nel corso del 2001 ed il range di valori medi calcolati a partire dai minimi e dai massimi assoluti registrati mensilmente nel decennio precedente; appare evidente infatti la presenza, sempre nel mese di dicembre, di numerosi valori inferiori alla media dei minimi orari storici.

Nella stessa figura spicca l'escursione termica verificatasi nel mese di febbraio 2001 in corrispondenza di un aumento di oltre 6 °C rispetto alla media dei massimi orari storici.

Per quanto riguarda le **precipitazioni atmosferiche** l'analisi dei dati statistici relativi all'ultimo decennio evidenzia, per l'anno 2001, una presenza di precipitazioni inferiore alla media in termini di quantità di pioggia, sebbene il numero di giornate piovose sia appena inferiore al massimo del decennio, verificatosi nel 2000 (figura 35). Per quanto riguarda le precipitazioni totali, l'anno caratterizzato dalla maggiore quantità di pioggia del decennio ripartita però su un numero di giornate che si colloca intorno alla media, risulta il 1994, altro anno nel quale, oltre al 2000, si è verificato un evento alluvionale.

A titolo puramente informativo, utilizzando come parametro di confronto la densità delle precipitazioni atmosferiche, calcolata come il rapporto fra la quantità totale di pioggia ed il numero di giornate piovose, si ottiene per il 1994 un valore di 15.9 mm pioggia/giorno, il più alto del decennio, e di 6.6 mm pioggia/giorno per il 2001, per contro il più basso del decennio, a fronte di un valore medio relativo al decennio pari a 12.2 mm pioggia/giorno.

<sup>4</sup> "Precipitazioni e temperature" - Collana studi climatologici in Piemonte - Regione Piemonte: Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione - Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio; Università degli Studi di Torino: Dipartimento di Scienze della Terra.



Il 2001 si presenta quindi come uno degli anni più secchi dell'ultimo decennio per totalità di precipitazioni, secondo solo al 1997.

L'analisi della distribuzione annuale delle precipitazioni nell'ambito dei vari mesi può essere utilizzata per definire il *regime pluviometrico* di un'area geografica. Nello studio climatologico della Regione Piemonte, precedentemente citato, l'andamento di tale distribuzione per il Piemonte risulta bimodale con i massimi localizzati in primavera ed in autunno. In base alla collocazione nell'anno del minimo principale, del massimo principale e del massimo secondario, si possono distinguere nella nostra regione quattro tipi di regime pluviometrico, dei quali tre di tipo continentale (minimo principale in inverno) ed uno di tipo mediterraneo (minimo principale in estate):

- *regime pluviometrico prealpino*: minimo principale in inverno, massimo principale in primavera, massimo secondario in autunno;
- *regime pluviometrico sublitoraneo*: minimo principale in estate, massimo principale in autunno, massimo secondario in primavera;
- *regime pluviometrico subalpino*: minimo principale in inverno, massimo principale in autunno, massimo secondario in primavera;
- *regime pluviometrico subcontinentale*: minimo principale in inverno, massimo principale in autunno, massimo secondario in estate.

Sempre secondo tale studio, il regime pluviometrico più diffuso in Piemonte, nonché quello attribuito all'area del capoluogo torinese, è quello prealpino.

Nel grafico illustrato in figura 36 è riportato l'andamento delle precipitazioni totali mensili per il 2001 confrontato con le precipitazioni medie mensili (media delle sommatorie mensili) per il decennio 1991÷2000.

Mentre il profilo relativo al decennio conferma il regime pluviometrico definito sulla base dei dati ultratrentennali come regime pluviometrico prealpino, l'andamento dell'anno 2001 si discosta da quello precedente, presentando il minimo principale alla fine dell'autunno, il massimo principale al termine dell'estate ed il massimo secondario in primavera.

Dall'esame dei grafici di figure 36 e 37 risulta inoltre la particolare siccità che ha caratterizzato l'ultimo trimestre dell'anno 2001 (quantità di pioggia inferiore del 59% rispetto alla media del decennio), con quasi assenza di precipitazioni nel mese di dicembre. L'assenza di pioggia unita alle condizioni di stabilità atmosferica tipiche del periodo fine autunno-inverno, sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti in atmosfera, possono spiegare l'accumulo di inquinanti ed il verificarsi dell'elevato numero di superamenti dei limiti di attenzione verificatisi nel mese di dicembre per il biossido di azoto (per esempio a Torino Piazza Rebaudengo e a Torino Piazza Rivoli).

Un'altra considerazione interessante è che, a fronte di un dato di precipitazione (si veda la figura 37) nel terzo trimestre in media con il decennio precedente, si osserva un mese di settembre particolarmente interessato da precipitazioni atmosferiche, quasi doppie rispetto alla media decennale. Conseguentemente i mesi di luglio e agosto presentano una piovosità fortemente ridotta.

Un'ulteriore elaborazione, come già richiamato, è stata effettuata aggregando gli stessi dati di precipitazione su base trimestrale. Nella figura 37 sono riportati, per ogni trimestre, gli istogrammi relativi alla quantità di pioggia misurata nei diversi anni; per ogni grafico viene segnalato inoltre il valore medio di precipitazione per il decennio.

Viene ovviamente confermata la scarsità di precipitazioni caratterizzante l'intero anno 2001, con piovosità nel 1° e 3° trimestre all'incirca in media con il decennio, ma con un 2° e 4° trimestre nettamente più aridi rispetto al decennio precedente (quantità di pioggia inferiore rispettivamente del 47% e del 59%).

Va comunque sottolineato che le osservazioni sopra riportate sulle caratteristiche di piovosità relative all'anno 2001 devono essere valutate alla luce delle seguenti considerazioni:

- l'arco temporale (decennio 1991÷2000) utilizzato per il confronto risulta comunque ridotto;
- la rappresentatività spaziale è limitata all'area metropolitana;

- la variabilità delle precipitazioni annuali nel corso del decennio esaminato risulta significativa; come si può desumere anche esaminando il grafico di figura 35; tale variabilità si accentua riducendo la scala temporale: il coefficiente di variazione<sup>5</sup> calcolato sulla sommatoria delle precipitazioni trimestrali nel periodo 1991÷2001 passa dal 22% del terzo trimestre al 66% del primo trimestre.

---

<sup>5</sup> Il coefficiente di variazione è definito dal rapporto percentuale tra la deviazione standard e la media di una serie di dati.

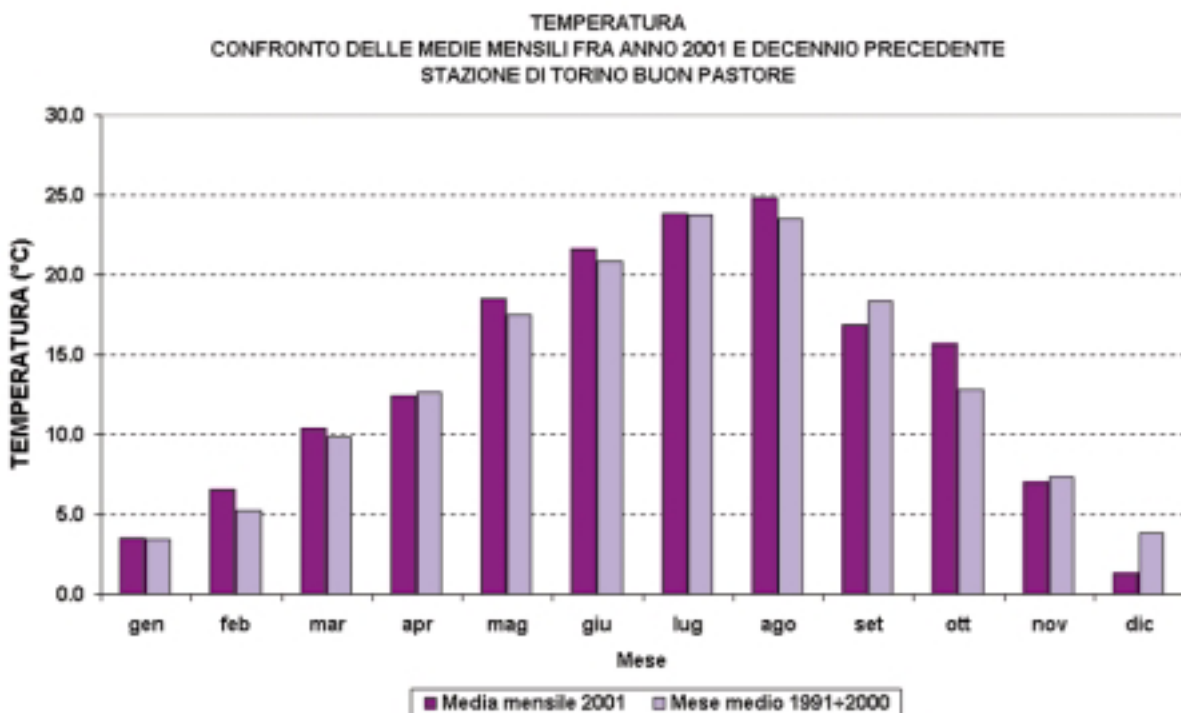


FIGURA 33: temperatura: valori medi mensili per l'anno 2001 e per il decennio 1991÷2000 per la stazione di Torino-Buon Pastore.

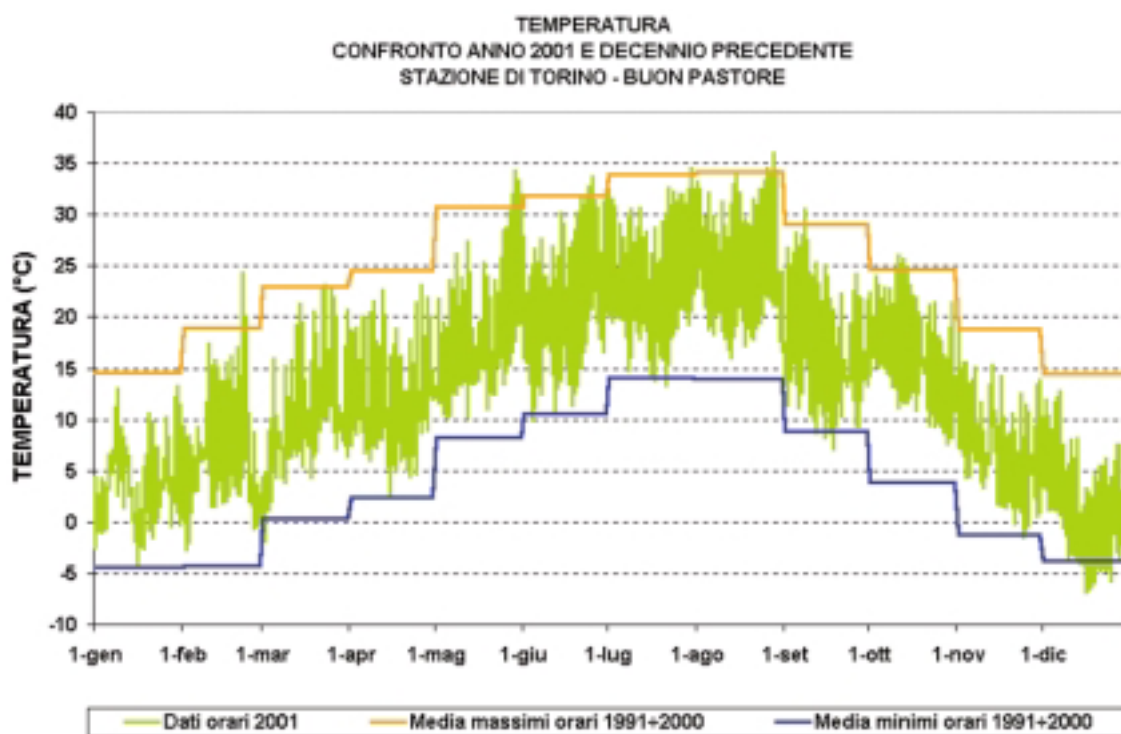


FIGURA 34: temperatura: valori orari per l'anno 2001 e medie dei minimi e dei massimi assoluti registrati nel decennio 1991÷2000 presso la stazione di Torino-Buon Pastore.

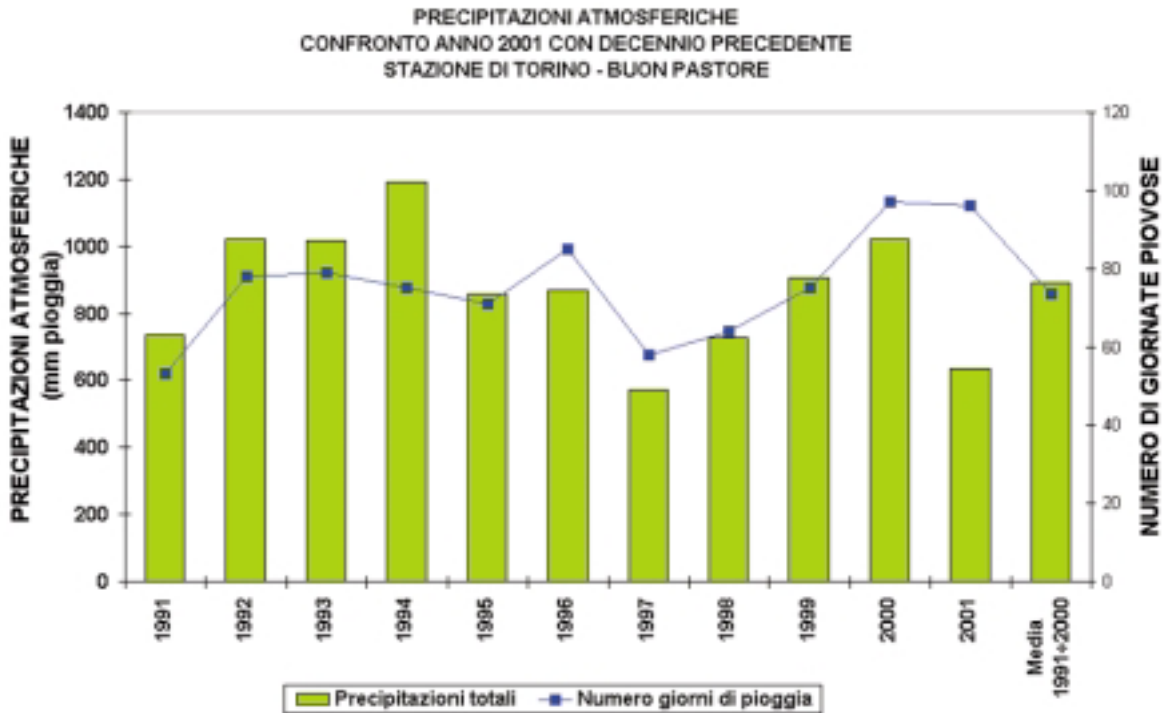


FIGURA 35: precipitazioni atmosferiche: sommatorie annuali e media del decennio in termini di quantità di pioggia e di numero di giornate piovose per la stazione di Torino-Buon Pastore.

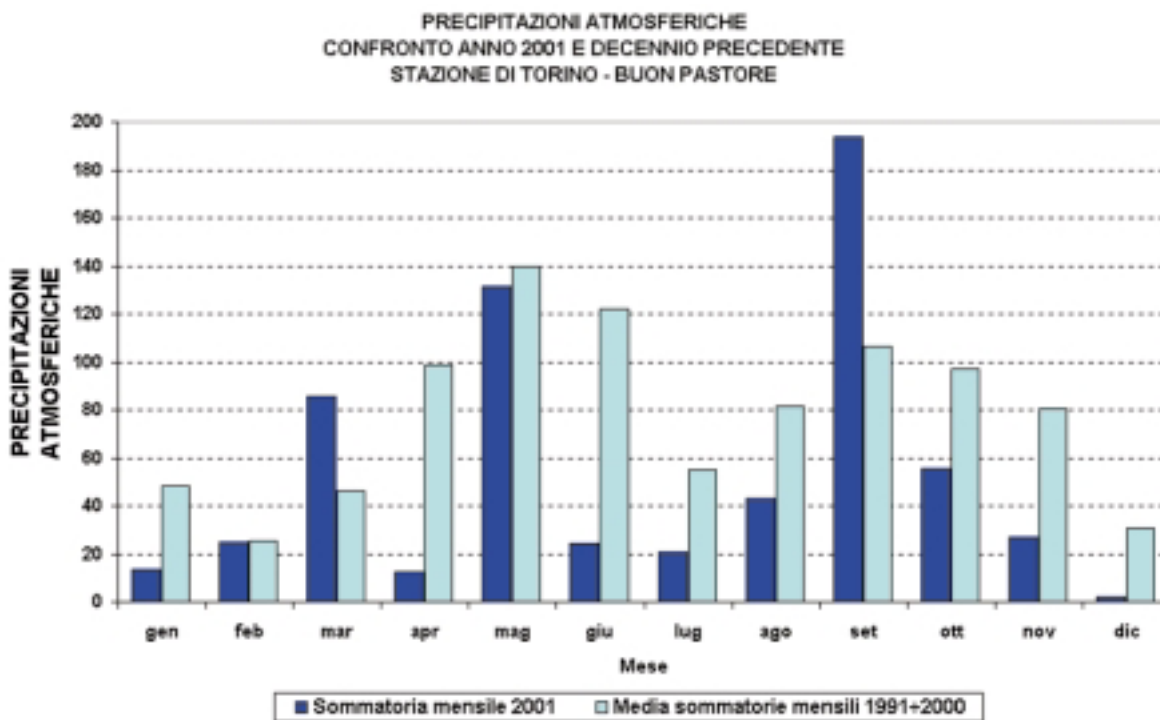


FIGURA 36: precipitazioni atmosferiche: sommatorie mensili per l'anno 2001 e medie mensili relative al decennio 1991÷2000 per la stazione di Torino-Buon Pastore.

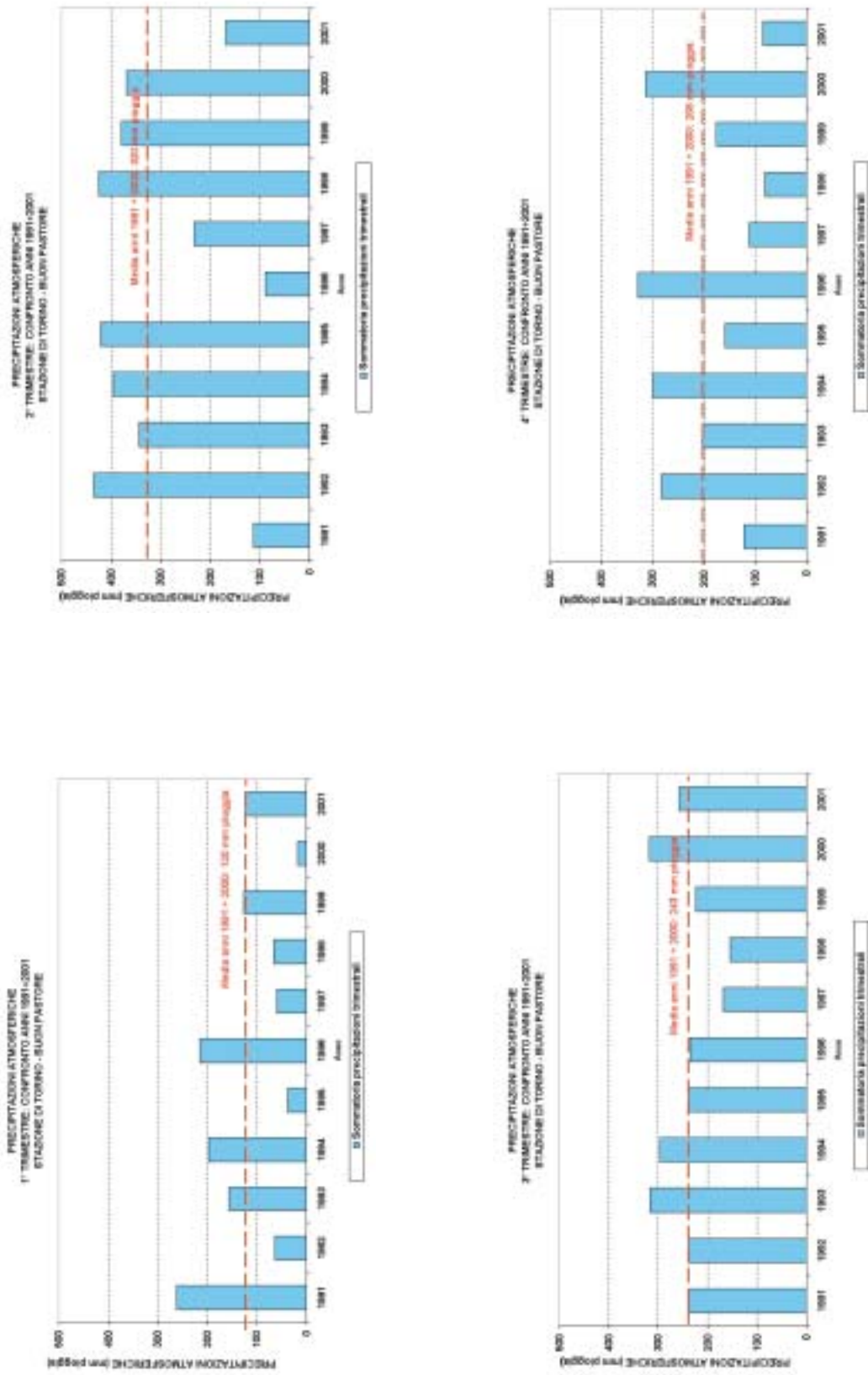


FIGURA 37: precipitazioni atmosferiche: sommatorie trimestrali relative al periodo 1991-2001 per la stazione di Torino-Buon Pastore.

# APPLICAZIONE MODELLISTICA PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELL'AREA DI INSEDIAMENTO DEL CENTRO AGRO ALIMENTARE TORINESE

## Introduzione

La porzione di territorio situata a sud-ovest dell'Area Metropolitana Torinese, in relazione sia all'elevata densità di attività industriali sia al recente insediamento del Centro Agro Alimentare Torinese (CAAT), che costituisce contemporaneamente un polo attrattore di traffico veicolare e un sito sensibile alle ricadute emissive, è stata oggetto nel corso degli ultimi anni di campagne di monitoraggio finalizzate alla definizione dei livelli di qualità ambientale. In particolare su tale area è stato predisposto uno studio, sviluppato dal CESI, per conto della Provincia di Torino, per la valutazione della qualità dell'aria attraverso l'utilizzo di tecniche di modellistica ambientale presentato sulla relazione "Uno sguardo all'aria 2000".

In tale studio erano state prese in considerazione le emissioni da traffico e quelle dell'azienda Servizi Industriali. Utilizzando la catena di modelli Minerve-Spray, erano state valutate le ricadute degli ossidi di azoto e del monossido di carbonio di origine veicolare e delle sostanze organiche totali provenienti dall'attività industriale considerata. Le simulazioni erano relative a due periodi di due giorni, uno invernale ed uno estivo (23-24 Settembre 1999 e 27-28 Gennaio 2000). La scelta di questi episodi era stata effettuata ricercando condizioni meteorologiche particolarmente critiche dal punto di vista dell'accumulo degli inquinanti al suolo. Infatti il periodo estivo era caratterizzato da una situazione soleggiata con accentuati fenomeni di convezione e da un regime di brezza valle-monte, quello invernale da una forte stabilità. In entrambi i casi si era in condizioni di vento debole, cielo sereno e, a livello sinottico, di un campo di alta pressione.

A completamento dello studio, in questa relazione sono presentate le simulazioni modellistiche relative alle principali sorgenti industriali presenti nell'area del CAAT, tali simulazioni consentono di illustrare la metodologia di analisi e le potenzialità della catena di modelli utilizzate.

Infatti il sistema Minerve-Spray (P. Geai 1987, ENEL 1994) costituisce un approccio modellistico piuttosto flessibile per lo studio dei livelli di qualità dell'aria, dovuti a diverse tipologie di sorgenti (areali, lineari, puntuali isolate, gruppi di puntuali) ed in diverse situazioni meteorologiche. La qualità e l'affidabilità dei risultati ottenuti dall'applicazione di un modello dipendono invece sia dalla "bontà" di tutta la catena modellistica ma anche, e talvolta in misura maggiore, dalla qualità dei dati forniti in input.

Le simulazioni effettuate hanno riguardato gli stessi periodi temporali utilizzati nella prima parte dello studio, pubblicato sulla relazione "Uno sguardo all'aria 2000". Per tale motivo si rimanda a tale pubblicazione per eventuali approfondimenti circa le caratteristiche meteorologiche del dominio di calcolo nei due periodi individuati, di cui sopra si è riportato solo un breve accenno.

## Caratteristiche delle sorgenti emissive

Sulla base delle sorgenti puntuali censite dalla Regione Piemonte per lo sviluppo dell'inventario regionale delle emissioni, sono stati individuati i 6 principali insediamenti industriali (tabella 54), che ricadono all'interno del dominio di calcolo adottato nel presente studio.

N°	DENOMINAZIONE	X_COORD (UTM)	Y_COORD (UTM)	SEDE	COMUNE
1	CARROZZERIA BERTONE S.p.A.	389182	4989626	C.SO CANONICO ALLAMANO 40/46	GRUGLIASCO
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	391405	4990241	VIA PININFARINA 14/18	GRUGLIASCO
3	SERVIZI INDUSTRIALI SRL	387572	4988685	STR. GRUGLIASCO RIVALTA	ORBASSANO
4	FENICE S.p.A. - CENTRALE TERMICA	386612	4985002	VIA FAUSTO COPPI 2	ORBASSANO
5	FENICE S.p.A. - CENTRALE TERMICA	391768	4987167	VIA SETTEMBRINI ING. 9	TORINO
6	AEM - CENTRALE MIRAFIORI NORD	391992	4988745	C.SO SALVEMINI 5	TORINO

TABELLA 58: insediamenti industriali all'interno del dominio scelto, le coordinate UTM sono espresse in metri.



La posizione degli insediamenti all'interno del dominio è presentata, insieme alla rete stradale (in blu le autostrade, in rosso le strade normali), nella figura 38. I punti crociati sono relativi alle stazioni meteorologiche di Alenia ed Orbassano, i cui dati sono stati utilizzati per effettuare le simulazioni.

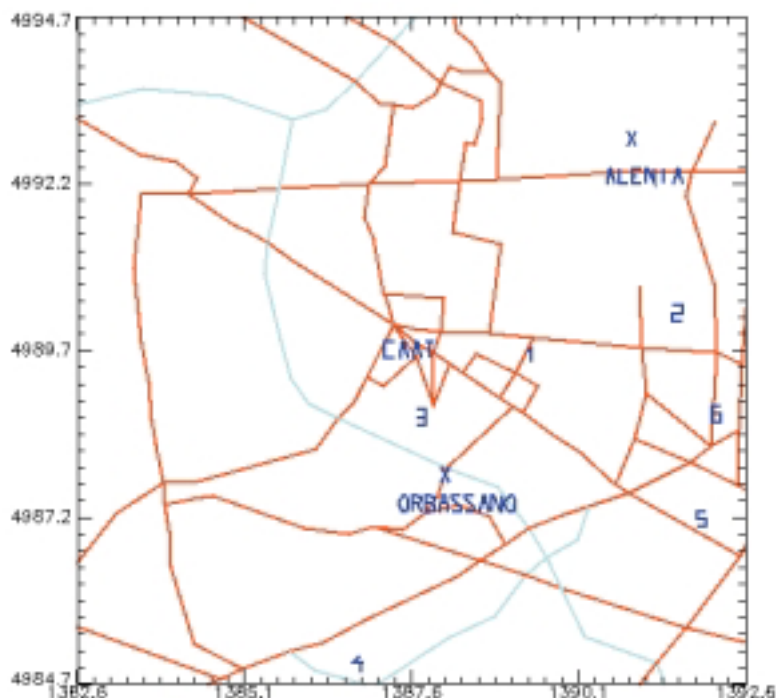


FIGURA 38: posizione degli insediamenti industriali numerati come in tabella 58.

Ogni insediamento industriale comprende diversi punti di emissione relativi ai vari processi produttivi, le cui caratteristiche sono state individuate grazie alle informazioni fornite dall'inventario regionale delle emissioni. Sinteticamente la tabella 59 indica le emissioni totali, espresse in tonnellate annue, ed il numero di camini presenti all'interno del dominio di calcolo per ciascun inquinante considerato (NO<sub>x</sub>, PM10 ed SO<sub>2</sub>).

INQUINANTE	N° CAMINI	Ton/anno
NO <sub>x</sub>	36	1461
PM10	40	173
SO <sub>2</sub>	4	12

TABELLA 59: emissioni totali e numero di camini per i tre principali inquinanti.

Considerate le basse emissioni di SO<sub>2</sub>, si è deciso di impostare le simulazioni prevalentemente per gli ossidi di azoto ed in un secondo momento per il particolato fine (PM10). Tale inquinante è stato assimilato ad un gas, potendo così trascurare gli effetti di sedimentazione gravitazionale.

Nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche emissive di ogni camino relativo ai 6 insediamenti indicati in tabella 58. Per ognuno vengono indicati: il numero identificativo individuato dall'inventario regionale delle emissioni, il diametro, l'altezza, la velocità di uscita e la temperatura dei fumi, le emissioni annue di NO<sub>x</sub> e PM10, le ore di funzionamento, la modulazione giornaliera (ora di accensione e spegnimento), e il periodo annuale di funzionamento (E/I, estate/inverno). Le caselle vuote indicano che il dato relativo ad un certo camino non era disponibile. Per le caselle vuote relative alla modulazione si è considerato l'impianto funzionante in tutto l'arco delle 24 ore.

N°	NOME SOCIETA'	ID CAMINO	ALTEZZA (m)	DIAM. (m)	VEL. (m/s)	TEMP. (°C)	EMISS. (Ton/Anno)	INQUINANTE	Ore Annue	Modulaz.	E/I
1	CARROZZERIA BERTONE S.p.A.	11840	14	1.39	21.3	150	6.85	NO <sub>x</sub>	557		I
1	CARROZZERIA BERTONE S.p.A.	11841	23	1.5	8.7	144	0.015	PM10	4304		
1	CARROZZERIA BERTONE S.p.A.	11841	23	1.5	8.7	144	17.14	NO <sub>x</sub>	4304		
1	CARROZZERIA BERTONE S.p.A.	11834	7	1.59	11.0	20	0.12	NO <sub>x</sub>	nd		
1	CARROZZERIA BERTONE S.p.A.	11834	7	1.59	11.0	20	0.16	PM10	nd		
1	CARROZZERIA BERTONE S.p.A.	11835	10	7.69	9.1	20	2.73	PM10	nd		
1	CARROZZERIA BERTONE S.p.A.	11838	4	0.92	7.6	20	0.02	PM10	nd		
1	CARROZZERIA BERTONE S.p.A.	11839	4	2.69	6.3	20	0.18	PM10	nd		
1	CARROZZERIA BERTONE S.p.A.	11839	4	2.69	6.3	20	1.44	NO <sub>x</sub>	nd		
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	441	10	2.3	11.5	20	1.16	NO <sub>x</sub>	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	441	10	2.3	11.5	20	1.74	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	451	10	1.6	11.9	20	0.8	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	452	10	1.6	11.9	20	0.8	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	457	10	1.8	15.2	20	1.3	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	458	10	1.8	15.2	20	1.3	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	460	10	0.2	2.4	326	0.03	NO <sub>x</sub>	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	464	10	0.7	18.6	20	0.2	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	465	10	0.7	18.6	20	0.2	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	466	10	1.8	15.5	20	1.3	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	467	10	1.8	15.6	20	1.4	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	469	10	0.2	2.4	326	0.04	NO <sub>x</sub>	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	472	10	0.7	18.6	20	0.2	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	473	10	0.7	18.6	20	0.2	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	474	14	1.7	17.6	25	1.3	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	475	14	1.4	14.3	20	0.7	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	477	12	0.6	11.6	20	0.1	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	478	12	1.8	10.5	20	0.4	PM10	1808	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	479	12	1.8	10.5	20	0.4	PM10	1808	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	482	10	0.8	14.8	20	0.1	PM10	1808	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINAS.p.A.	483	10	0.8	14.8	20	0.1	PM10	1808	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	485	10	0.6	21.1	20	0.1	PM10	1808	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	486	10	0.6	21.1	20	0.1	PM10	1808	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	488	12	1.4	7.0	20	0.1	PM10	1808	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINAS.p.A.	489	12	1.3	8.1	20	0.3	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINAS.p.A.	490	12	0.8	11.9	20	0.2	PM10	3616	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	493	11	0.2	14.2	20	0.1	NO <sub>x</sub>	1808	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	494	11	0.2	14.2	20	0.1	NO <sub>x</sub>	1808	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	495	11	0.2	14.2	20	0.1	NO <sub>x</sub>	1808	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	496	11	0.2	14.2	20	0.1	NO <sub>x</sub>	1808	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	503	11	0.2	14.2	20	0.1	NO <sub>x</sub>	1808	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	2	12	1.234	5.9	167	150	NO <sub>x</sub>	nd	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	3	12	1.234	3.5	180	150	NO <sub>x</sub>	nd	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	4	12	1.234	5.7	170	325	NO <sub>x</sub>	nd	6-22'	
2	INDUSTRIE PININFARINA S.p.A.	5	12	1.234	1.2	173	150	NO <sub>x</sub>	nd	6-22'	
3	SERVIZI INDUSTRIALI S.r.l.	1443	9	0.4	6.1	150	0.518	PM10	7200		
3	SERVIZI INDUSTRIALI S.r.l.	1443	9	0.4	6.1	150	3.909	NO <sub>x</sub>	7200		
3	SERVIZI INDUSTRIALI S.r.l.	1442	8	0.3	5.3	120	7.178	NO <sub>x</sub>	7200		
4	FENICE S.p.A. - ORBASSANO	1461	12	1	2.0	170	0.026	PM10	nd		
4	FENICE S.p.A. - ORBASSANO	1461	12	1	2.0	170	1.556	NO <sub>x</sub>	nd		

N°	NOME SOCIETA'	ID CAMINO	ALTEZZA (m)	DIAM. (m)	VEL. (m/s)	TEMP. (°C)	EMISS. (Ton/Anno)	INQUINANTE	Ore Annue	Modulaz.	E/I
4	FENICE S.p.A. - ORBASSANO	1462	12	1	2.0	168	0.016	PM10	nd		
4	FENICE S.p.A. - ORBASSANO	1462	12	1	2.0	168	0.95	NO <sub>x</sub>	nd		
4	FENICE S.p.A. - ORBASSANO	1463	12	0.8	1.6	172	0.013	PM10	nd		
4	FENICE S.p.A. - ORBASSANO	1463	12	0.8	1.6	172	0.738	NO <sub>x</sub>	nd		
5	FENICE S.p.A. -TORINO	12674	95	3.1	11.5	170	48.85	NO <sub>x</sub>	1753		I
5	FENICE S.p.A. -TORINO	12675	109	3.7	11.7	180	25.21	NO <sub>x</sub>	2456		I
5	FENICE S.p.A. -TORINO	12676	104	4	9.5	180	4.72	NO <sub>x</sub>	916		
5	FENICE S.p.A. -TORINO	12694					89.84	NO <sub>x</sub>	3071		I
5	FENICE S.p.A. -TORINO	12694					57.02	NO <sub>x</sub>	1981		I
5	FENICE S.p.A. -TORINO	12694					25.91	NO <sub>x</sub>	818		I
5	FENICE S.p.A. -TORINO	12677	40	4.4	14.2	130	57.93	PM10	7969		
5	FENICE S.p.A. -TORINO	12677	40	4.4	14.2	130	260.7	NO <sub>x</sub>	7969		
5	FENICE S.p.A. -TORINO	12678	60	5.3	10.5	115	61.49	PM10	6826		
5	FENICE S.p.A. -TORINO	12678	60	5.3	10.5	115	276.7	NO <sub>x</sub>	6826		
5	FENICE S.p.A. -TORINO	12694					18.76	PM10	4049		
5	FENICE S.p.A. -TORINO	12694					84.4	NO <sub>x</sub>	4049		
5	FENICE S.p.A. -TORINO	12694					118.61	NO <sub>x</sub>	6040		
6	AZIENDA ENERGETICA. MUN.	14603	45	1.6	12.4	120	17.3	PM10	4251		
6	AZIENDA ENERGETICA. MUN.	14603	45	1.6	12.4	120	290	NO <sub>x</sub>	4251		
6	AZIENDA ENERGETICA. MUN.	14605	45	1.1	7.5	120	0.016	PM10	290	riserva	
6	AZIENDA ENERGETICA. MUN.	14605	45	1.1	7.5	120	0.93	NO <sub>x</sub>	290	riserva	
6	AZIENDA ENERGETICA. MUN.	14606	45	1.1	2.5	120	0.011	NO <sub>x</sub>	3	riserva	

TABELLA 60: caratteristiche dei camini.

## Descrizione delle simulazioni

### Preparazione dei dati di input

Dall'esame delle informazioni indicate in tabella 60, i camini sono considerati come sorgenti puntuali con emissioni costanti nell'ora. I ratei emissivi orari sono stati ricavati dalle emissioni annuali dividendole per il numero di ore annue di funzionamento. In caso di mancanza di quest'ultimo dato si è ipotizzata un'emissione continua di 8760 ore. Le simulazioni effettuate tengono conto sia della modulazione giornaliera che di quella annuale (quando disponibili), attivando i camini solo durante le ore e la stagione indicate in tabella 60. Non sono stati considerati il camino 12694 della società Fenice S.p.A (non sono disponibili le relative caratteristiche), e i camini 14605 e 14606 dell'Azienda Energetica Municipale Torino - Centrale Mirafiori Nord, attivi solo in caso d'emergenza.

Nelle seguenti figure sono presentati i ratei emissivi orari (g/h) estivi (Settembre) ed invernali (Gennaio) per i 6 insediamenti industriali considerati. Le emissioni sono state calcolate senza considerare la modulazione giornaliera e ipotizzando tutti i camini attivi.

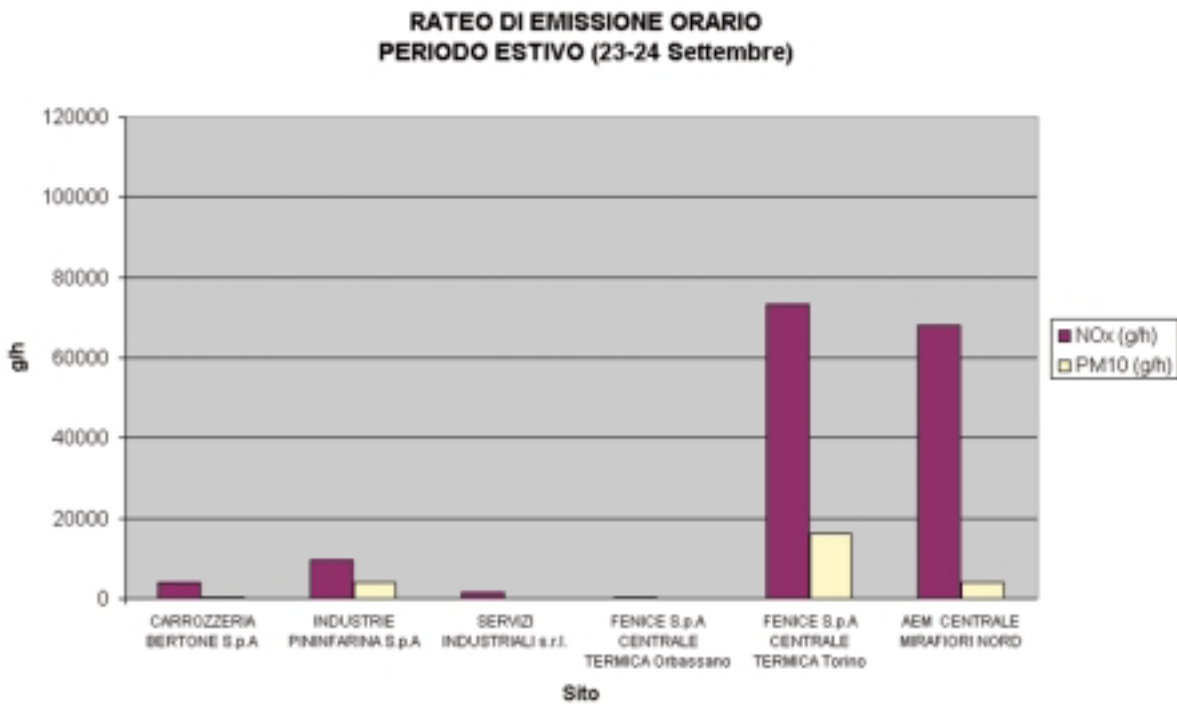


FIGURA 39: ratei di emissione orari degli insediamenti industriali per il periodo di settembre.

**RATEO DI EMISSIONE ORARIO  
PERIODO INVERNALE (27-28 Gennaio)**

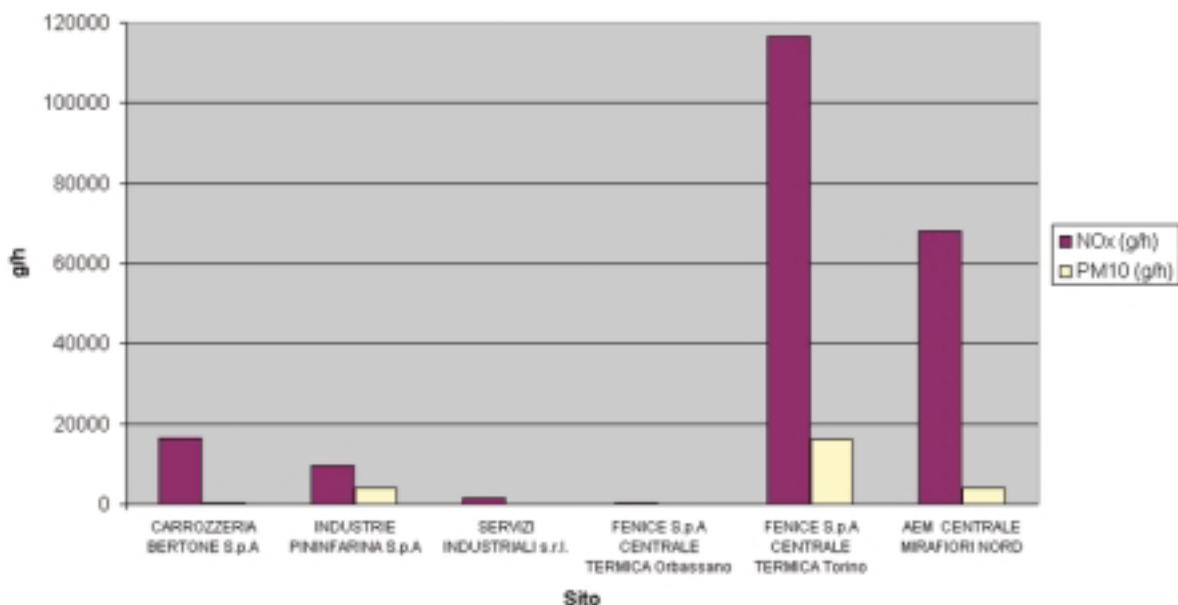


FIGURA 40: ratei di emissione orari degli insediamenti industriali per il periodo di gennaio.

In base alle informazioni disponibili non si hanno variazioni di particolare entità nelle emissioni dei due periodi considerati, ad eccezione degli incrementi durante il periodo invernale, riguardanti gli ossidi di azoto della Centrale Termica Fenice S.p.A e della Carrozzeria Bertone.

### Analisi dei campi di concentrazione

Le due simulazioni effettuate riguardano i periodi 23-24 Settembre e 27-28 Gennaio ed utilizzano lo stesso dominio di calcolo e gli stessi files di input meteorologici, di orografia, di uso del suolo e di turbolenza della prima parte dello studio. Le concentrazioni sono calcolate, ogni ora come medie orarie, su un dominio di 10 km x 10 km di superficie e di 3000 m di altezza. Tale dominio presenta una risoluzione orizzontale di 250 m e verticale, in prossimità del suolo, di 30 m.

Di seguito sono presentati i campi di concentrazione media giornaliera al suolo per le due sostanze NO<sub>x</sub> e PM10.

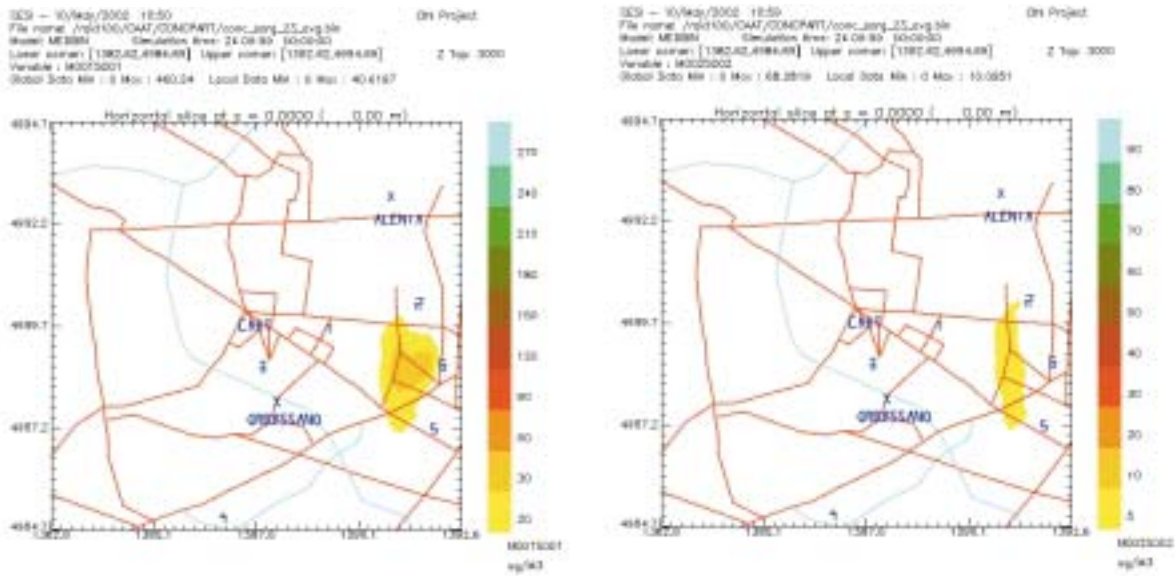


FIGURA 41: 23 Settembre, Concentrazioni medie giornaliere al suolo di NO<sub>x</sub> e di PM10.

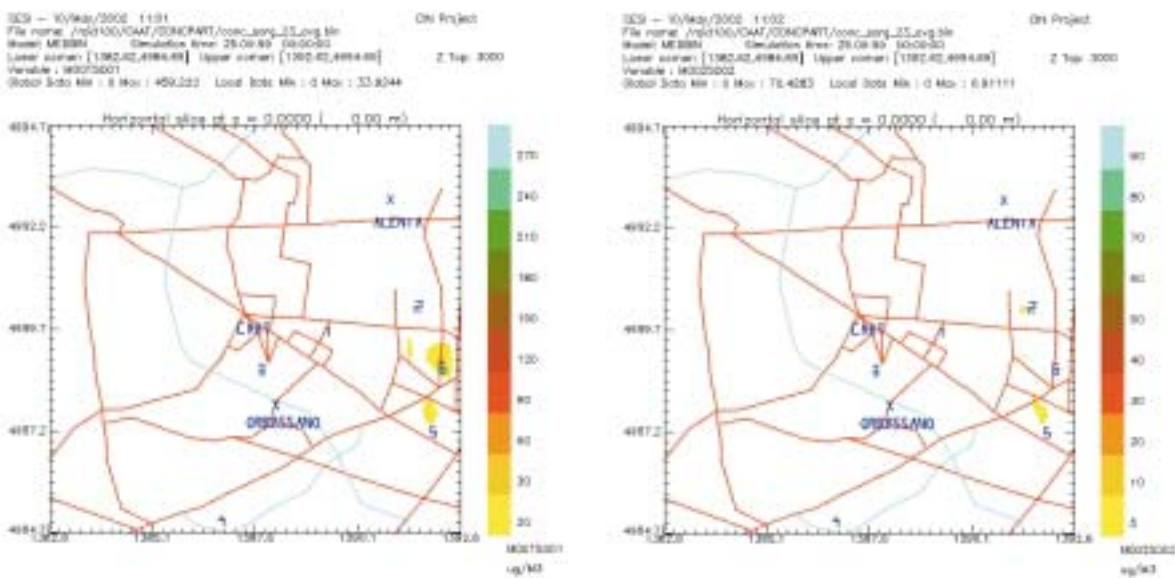


FIGURA 42: 24 Settembre, Concentrazioni medie giornaliere al suolo di NO<sub>x</sub> e di PM10



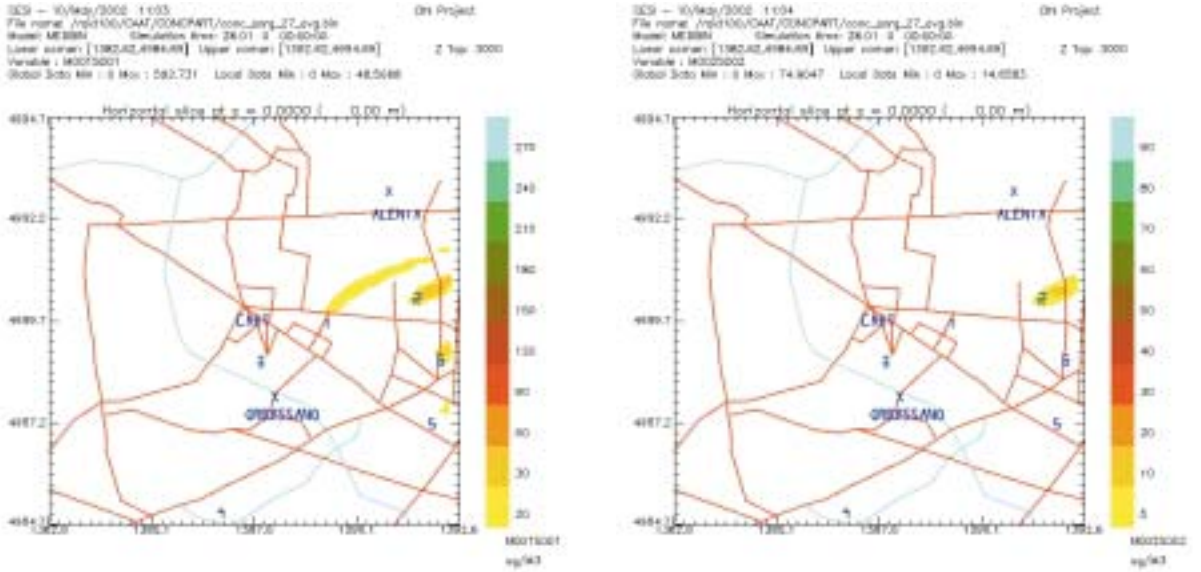


FIGURA 43: 27 Gennaio, Concentrazioni medie giornaliere al suolo di NO<sub>x</sub> e di PM<sub>10</sub>.

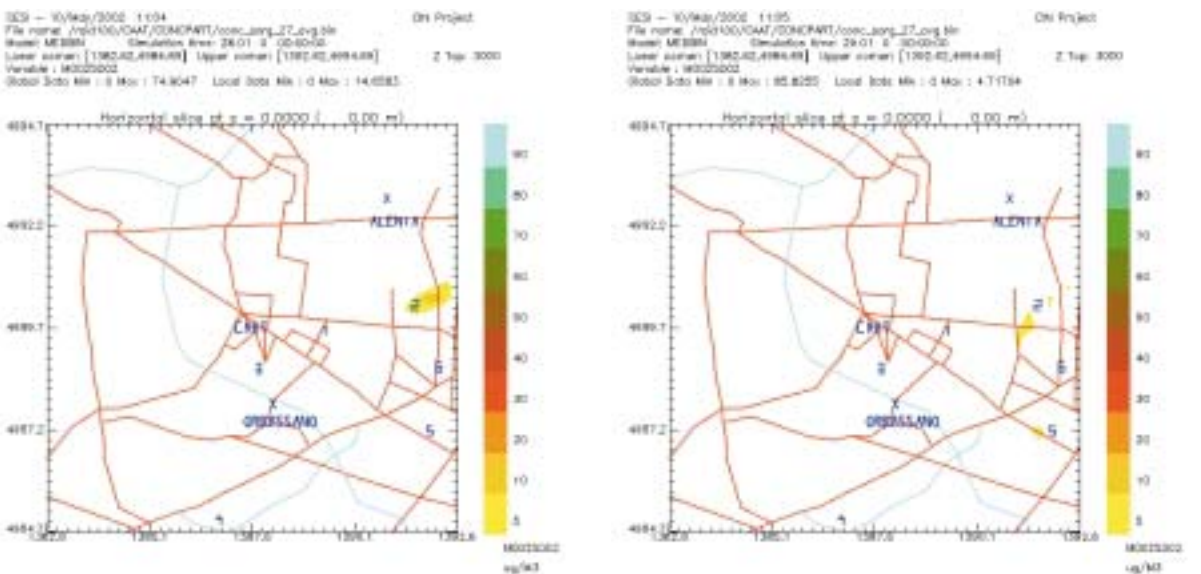


FIGURA 44: 28 Gennaio, Concentrazioni medie giornaliere al suolo di NO<sub>x</sub> e di PM<sub>10</sub>.

I massimi delle concentrazioni medie giornaliere al suolo di NO<sub>x</sub> hanno valori di 30-40 µg/m<sup>3</sup>, leggermente più elevati nel periodo invernale, e sono riconducibili alle emissioni degli impianti Fenice S.p.A. Torino e AEM Torino Centrale Mirafiori Nord, che hanno emissioni più consistenti come si può vedere dalla figura 40.

Nel caso del PM<sub>10</sub> i massimi delle concentrazioni medie giornaliere hanno valori compresi fra 5 e 10 µg/m<sup>3</sup>. Tali concentrazioni sono imputabili principalmente all'insediamento delle Industrie Pininfarina che, pur avendo un rateo emissivo inferiore agli impianti Fenice S.p.A. Torino e AEM Torino, è costituito (vedi tabella 60) da molti camini bassi con valori limitati di temperatura e velocità di uscita dei fumi. Ciò determina un innalzamento iniziale del pennacchio (plume rise) inferiore e conseguentemente maggiori ricadute al suolo.

Di seguito sono presentati gli andamenti nei due periodi esaminati dei massimi di concentrazioni medie orarie calcolati dalle simulazioni all'interno del dominio.

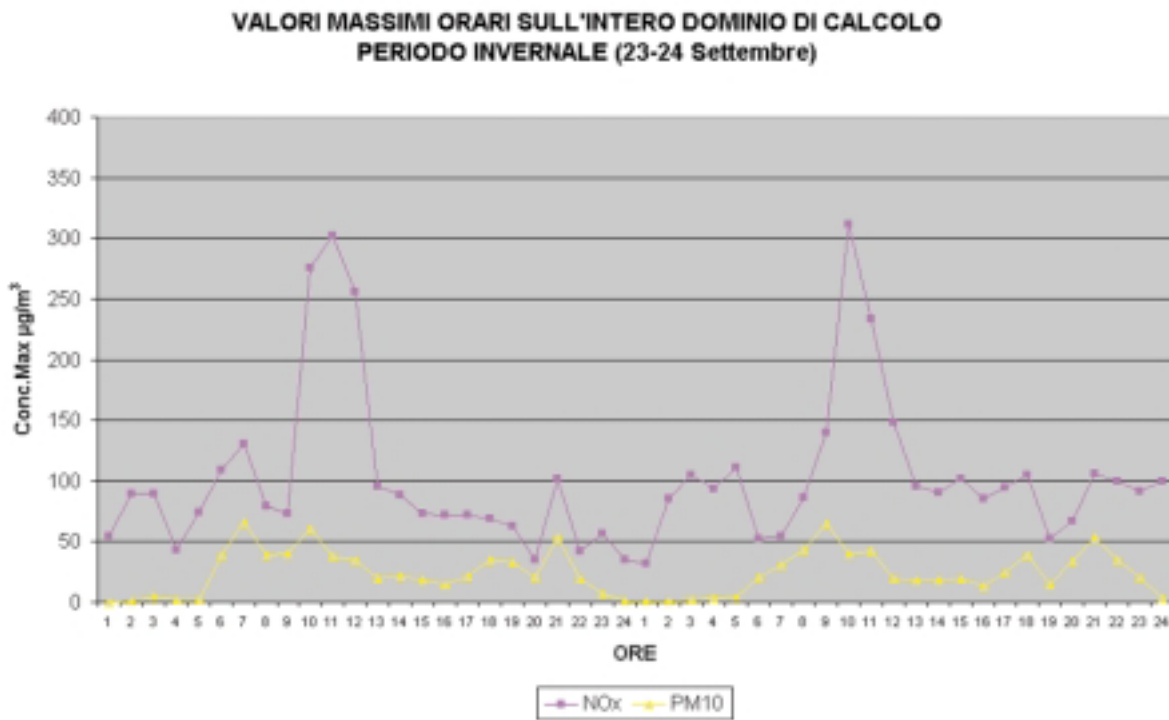


FIGURA 45: valori massimi orari all'interno del dominio di calcolo nel periodo estivo.

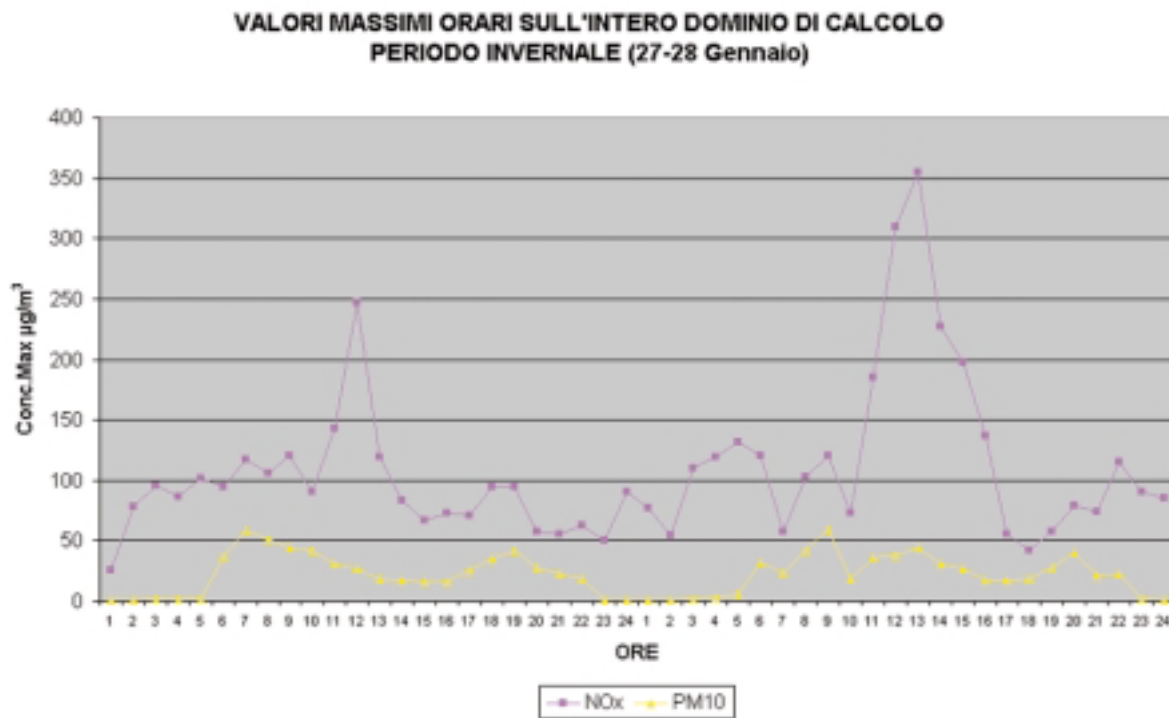


FIGURA 46: valori massimi orari all'interno del dominio di calcolo nel periodo invernale.

Si nota che, nel caso dell'NO<sub>x</sub>, i valori massimi si riscontrano sempre durante le ore del mattino (9-10 a Settembre, 11-12 a Gennaio) quando la radiazione solare diventa significativa. In queste ore iniziano i moti convettivi che inizialmente spingono verso il suolo le sostanze emesse, rimaste fino a questo momento confinate in un pennacchio "stretto" ed in quota, e determinano un aumento dei valori di concentrazione. Successivamente la convezione disperde verticalmente in modo efficace gli inquinanti e favorisce quindi la diminuzione dei valori massimi.

In entrambi i periodi la modulazione giornaliera delle emissioni di PM10 dell'insediamento Industrie Pininfarina influenza anche l'andamento delle concentrazioni al suolo, che sono significative solo dalle ore 6:00 alle 22:00, periodo durante il quale si svolge l'attività produttiva.

Nelle figure successive, dalla figura 47 alla figura 54, sono presentate le sequenze (dalle ore 8:00 alle 15:00 del 28 Gennaio, dalle ore 7:00 alle 13:00 del 23 Settembre) dei campi delle concentrazioni medie orarie al suolo di NO<sub>x</sub> che portano ai massimi che si verificano nei due periodi simulati. Questi sono imputabili alla Centrale Mirafiori Nord dell'AEM nel periodo estivo ed anche alla Fenice S.p.A., centrale termica di Torino, durante quello invernale. Quest'ultimo è caratterizzato da ratei emissivi superiori ma anche da camini e da "plume rise" mediamente più alti, di conseguenza può provocare ricadute al suolo inferiori in confronto a quelle della Centrale AEM.

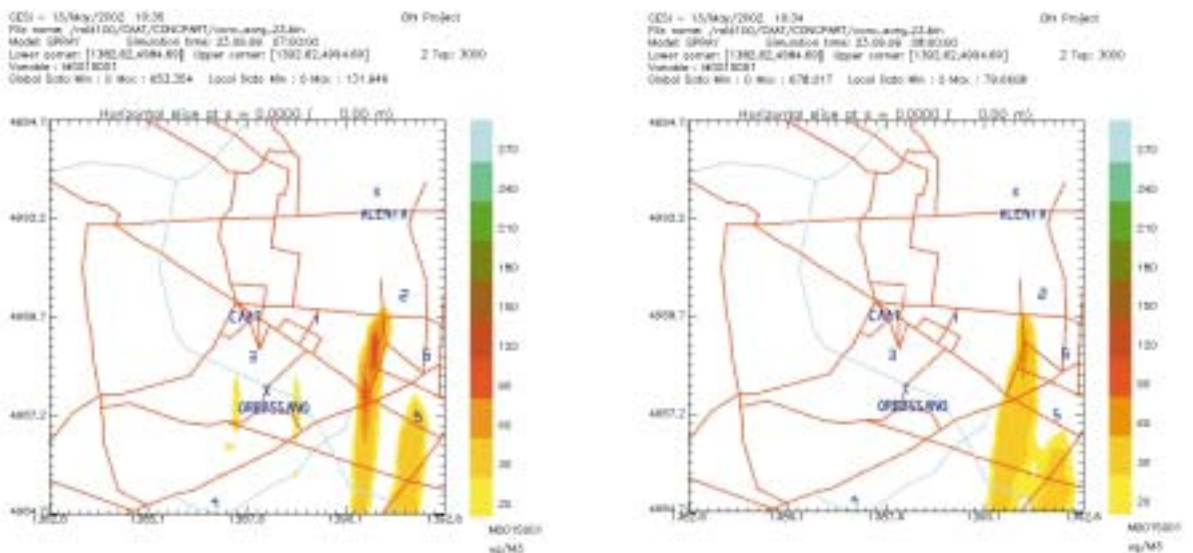


FIGURA 47: concentrazioni al suolo di NO<sub>x</sub> alle ore 7 e alle ore 8 del 23/09/1999.

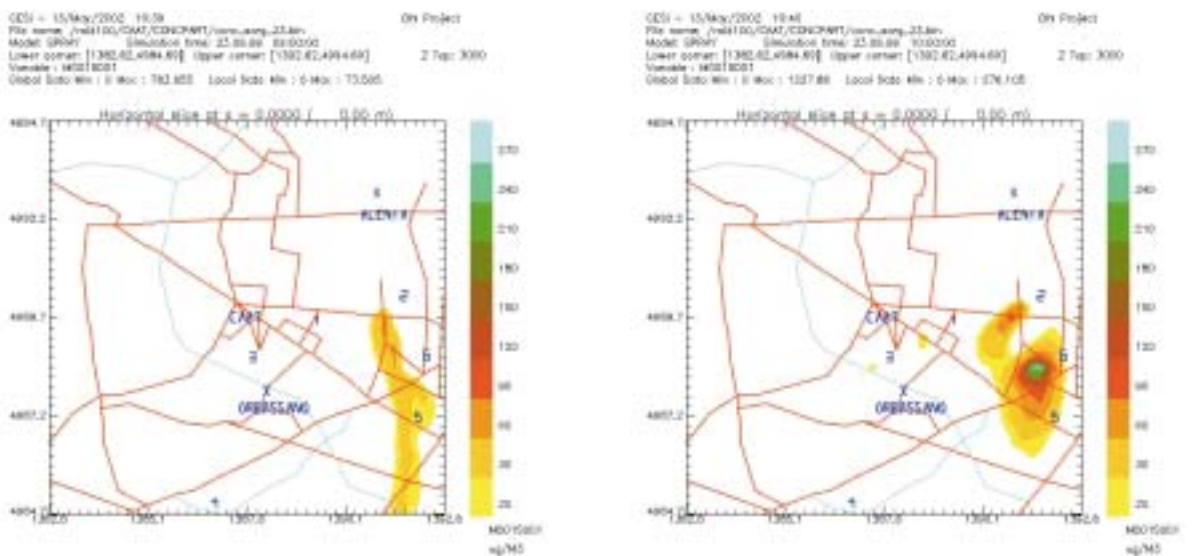


FIGURA 48: concentrazioni al suolo di NO<sub>x</sub> alle ore 9 e alle ore 10 del 23/09/1999.

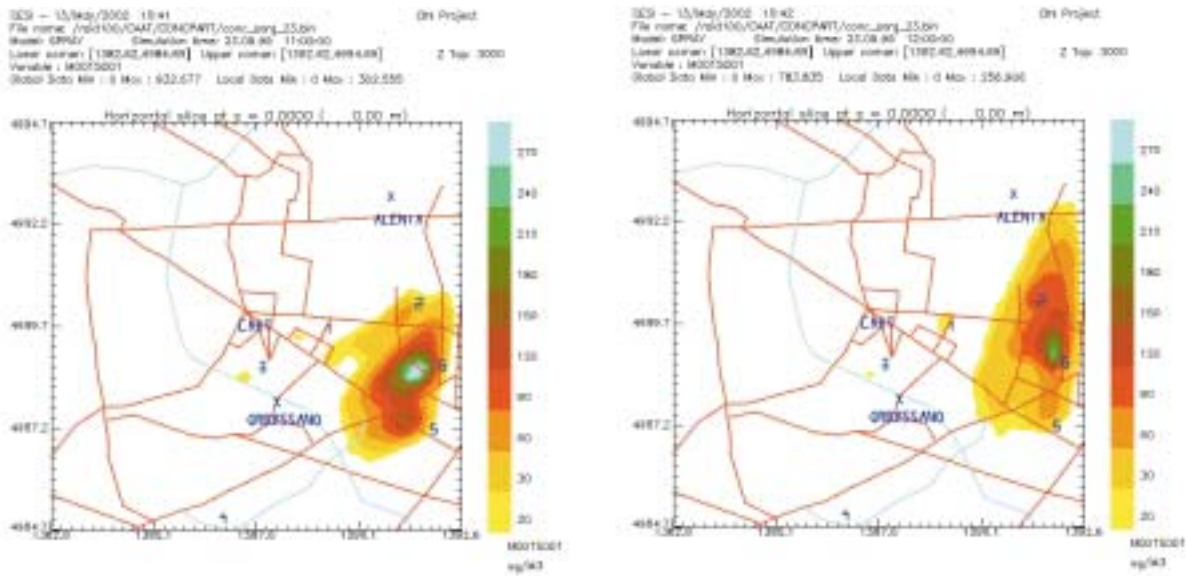


FIGURA 49: concentrazioni al suolo di NO<sub>x</sub> alle ore 11 e alle ore 12 del 23/09/1999.

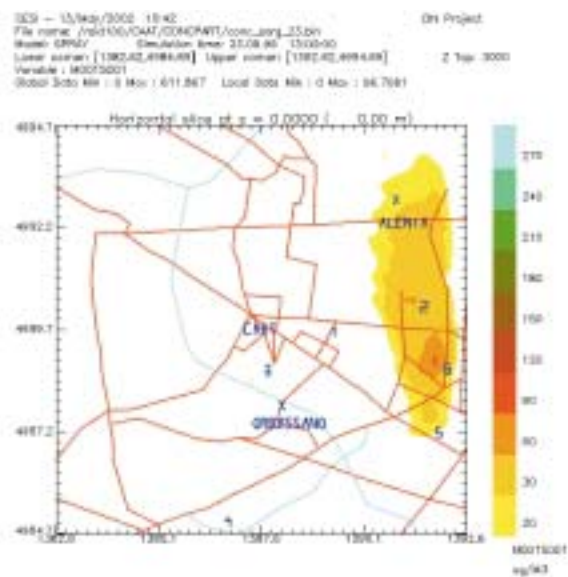
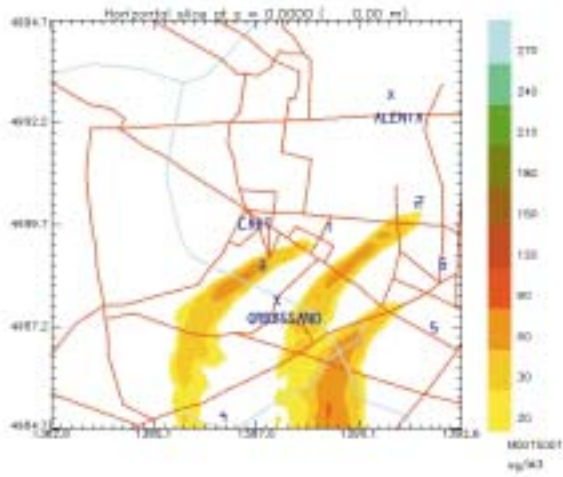


FIGURA 50: concentrazioni al suolo di NO<sub>x</sub> alle ore 13 del 23/09/1999.



ICS - 10/04/2000 15:51 On Project  
 File name: /ind100/CAAT/CONFRONT/conv\_sing\_peribile  
 Model: GR927 Simulation time: 26.01.0 08:00:00  
 Lower corner: [1392.42,4994.69] Upper corner: [1392.42,4994.69] Z Top: 3000  
 Variable: M0075001  
 Global Data Min: 0 Max: 456.771 Local Data Min: 0 Max: 155.626



ICS - 10/04/2000 15:54 On Project  
 File name: /ind100/CAAT/CONFRONT/conv\_sing\_peribile  
 Model: GR927 Simulation time: 26.01.0 09:00:00  
 Lower corner: [1392.42,4994.69] Upper corner: [1392.42,4994.69] Z Top: 3000  
 Variable: M0075001  
 Global Data Min: 0 Max: 718.557 Local Data Min: 0 Max: 120.027

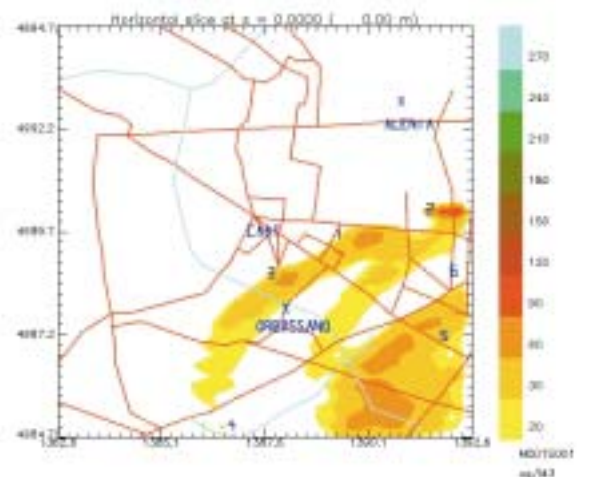
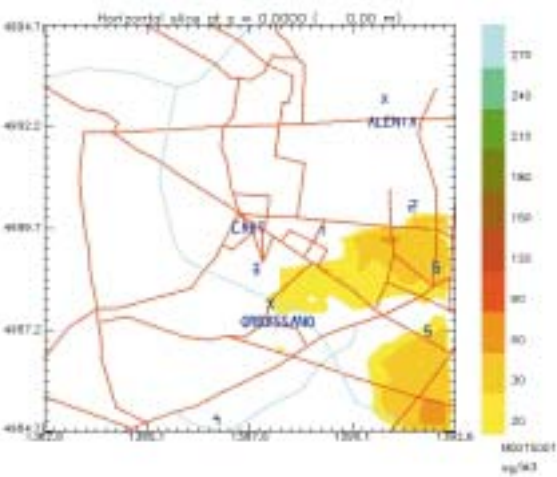


FIGURA 51: concentrazioni al suolo di NO<sub>x</sub> alle ore 8 e alle ore 9 del 28/01/2000.

ICS - 10/04/2000 15:59 On Project  
 File name: /ind100/CAAT/CONFRONT/conv\_sing\_peribile  
 Model: GR927 Simulation time: 26.01.0 10:00:00  
 Lower corner: [1392.42,4994.69] Upper corner: [1392.42,4994.69] Z Top: 3000  
 Variable: M0075001  
 Global Data Min: 0 Max: 770.476 Local Data Min: 0 Max: 73.5266



ICS - 10/04/2000 15:55 On Project  
 File name: /ind100/CAAT/CONFRONT/conv\_sing\_peribile  
 Model: GR927 Simulation time: 26.01.0 11:00:00  
 Lower corner: [1392.42,4994.69] Upper corner: [1392.42,4994.69] Z Top: 3000  
 Variable: M0075001  
 Global Data Min: 0 Max: 623.781 Local Data Min: 0 Max: 185.822

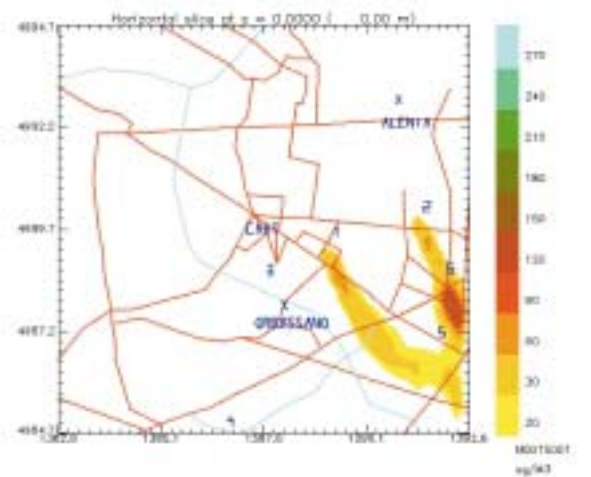


FIGURA 52: concentrazioni al suolo di NO<sub>x</sub> alle ore 10 e alle ore 11 del 28/01/2000.

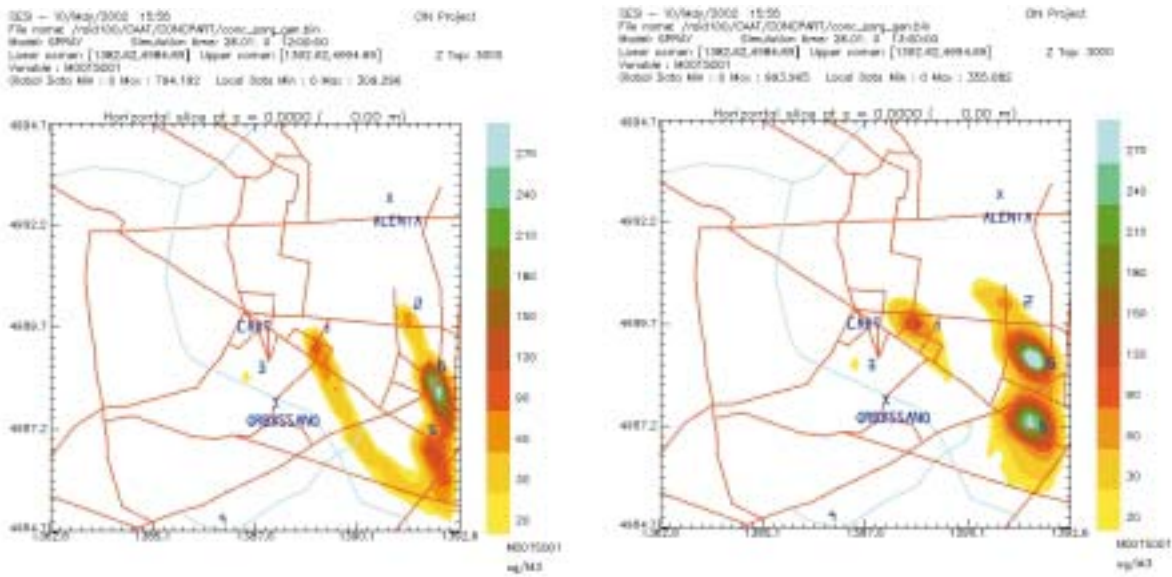


FIGURA 53: concentrazioni al suolo di NO<sub>x</sub> alle ore 12 e alle ore 13 del 28/01/2000.

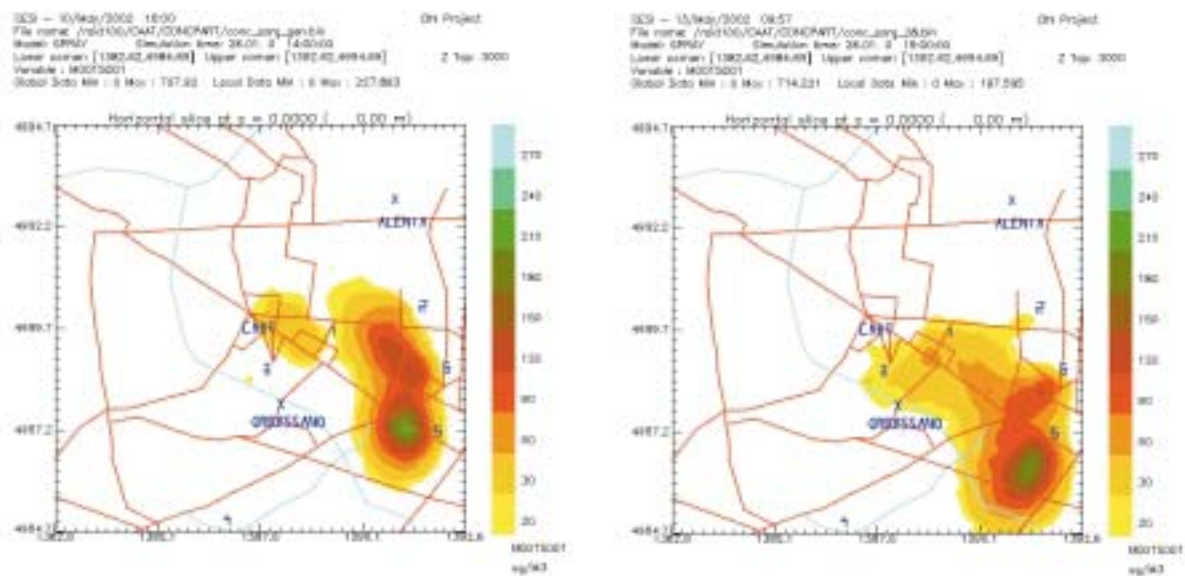


FIGURA 54: concentrazioni al suolo di NO<sub>x</sub> alle ore 14 e alle ore 15 del 28/01/2000.



Di seguito è presentata la sequenza dei campi delle concentrazioni medie orarie al suolo di PM10, dalle ore 6 alle ore 9 del 27 Gennaio. In questo caso l'unico contributo significativo deriva dall'insediamento Industrie Pininfarina nelle ore in cui iniziano le attività produttive, con valori massimi di concentrazione attorno ai  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vicino al punto di emissione.

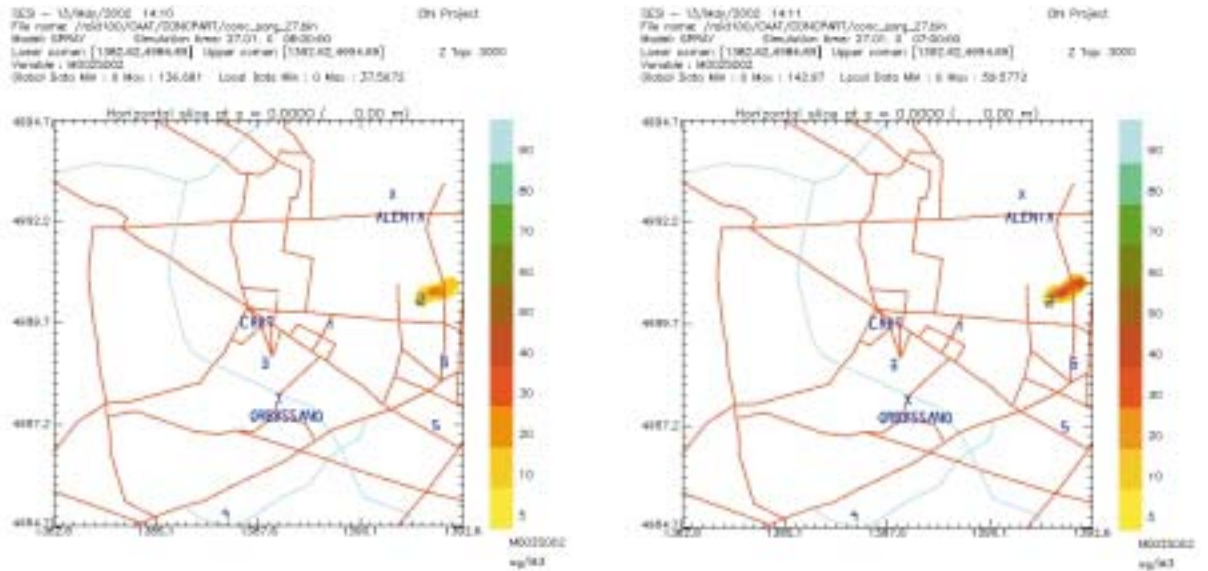


FIGURA 55: concentrazioni al suolo di PM10 alle ore 6 e alle ore 7 del 27/01/2000.

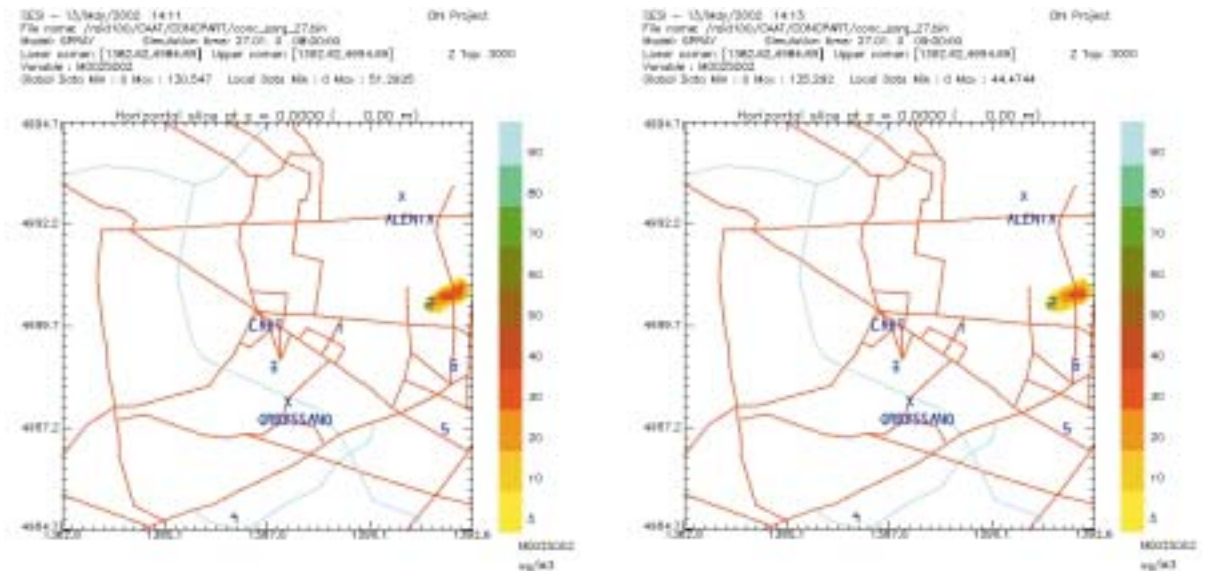


FIGURA 56: concentrazioni al suolo di PM10 alle ore 8 e alle ore 9 del 27/01/2000.

Nel presente studio è stata effettuata una valutazione della qualità dell'aria in una zona a Sud Ovest del Comune di Torino, tramite simulazioni modellistiche di diffusione degli inquinanti emessi da alcune sorgenti industriali. I ratei emissivi sono stati ricavati dal censimento delle sorgenti puntuali, effettuato dalla Regione Piemonte per lo sviluppo dell'inventario regionale delle emissioni, e sono sufficienti per effettuare un'analisi della qualità dell'aria nella zona considerata attraverso l'utilizzo della catena modellistica Minerve-Spray. Le simulazioni effettuate consentono di determinare il contributo delle singole sorgenti, fornendo un'informazione quantitativa sull'entità delle ricadute al suolo.

I massimi delle concentrazioni medie giornaliere calcolate a livello del suolo relativamente al parametro  $\text{NO}_x$  hanno valori di circa  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre per il parametro  $\text{PM}_{10}$  si resta al di sotto dei  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nel caso delle concentrazioni medie orarie calcolate al livello del suolo i valori massimi, per il parametro  $\text{NO}_x$ , sono superiori a  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si verificano sempre nelle ore in cui iniziano i moti convettivi, mentre, per il parametro  $\text{PM}_{10}$ , sono di circa  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si verificano durante le prime ore del mattino, quando si avviano le attività produttive.

Gli studi di modellistica sono stati realizzati in collaborazione con:  
CESI Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano G. Motta  
(S. Alessandrini, M. Riva)  
CNR ISTITUTO DI COSMOGEOFISIOCA DI TORINO  
(D. Anfossi)

## Bibliografia

CESI 2001 "Simulazioni modellistiche per la valutazione della qualità dell'aria nell'area di futura installazione del CAAT" Alessandrini, Decimi, rapporto CESI n°A1/020006

CESI 2001, "Rapporto tecnico sull'inventario delle emissioni per la Regione Piemonte-sorgenti industriali attività 2001", Pertot, Riva, rapporto CESI n°A1/023572

ENEL 1994 "Il modello lagrangiano a particelle SPRAY. Descrizione generale e validazioni." Rapporto ENEL - E1/94/10/MI.

P.GEAI, "Méthode d'interpolation et de reconstitution tridimensionnelle d'un champ de vent: le code d'analyse objective MINERVE", EDF-DER 1987 – Ref:HE 34-87.03

Finito di stampare nel mese di settembre 2002  
presso la Tipolito Subalpina - Rivoli (TO)