



PROVINCIA  
DI TORINO

# Uno sguardo all'aria

2002



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

Anno 2002



**Testi ed elaborazioni a cura di:**

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

F. Pavone, A. Bertello, A. Galasso, R. Gonnet, S. Riccardo.

**ARPA Dipartimento di Torino:**

L. Badan, M. Bondì, M. Clemente, R. De Maria, C. Cascone, F. Motta, F. Lollobrigida, M. Grosa.

**ARPA Settore Meteoidrografico**

M. Nicolella, L. Tedici.

**Hanno collaborato alla gestione della rete di monitoraggio, all’acquisizione dei dati ed alle attività analitiche:**

**ARPA Dipartimento di Torino:**

C. Albanese, G. Castrogiovanni, V. Cordova, A. D’Aloia, S. D’Attilio, G. Farinella, M. P. Fin, C. Forneris, N. Martire, C. Otta, A. Pelizzetti, S. Raimondo, M. Servidio, E. Vicenzino.

**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 QUALITÀ DELL'ARIA</b> .....	<b>14</b>
PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI .....	22
<b>ANALISI DEI DATI RACCOLTI DALLE STAZIONI FISSE DOTATE DI ANALIZZATORI IN CONTINUO E NELLE STAZIONI DI RACCOLTA DEL PARTICOLATO</b> .....	<b>26</b>
<b>MONOSSIDO DI CARBONIO</b> .....	<b>27</b>
DESCRIZIONE .....	27
DANNI CAUSATI .....	27
METODO DI MISURA .....	27
ESAME DEI DATI .....	27
<b>BIOSSIDO D'AZOTO</b> .....	<b>30</b>
DESCRIZIONE .....	30
DANNI CAUSATI .....	30
METODO DI MISURA .....	30
ESAME DEI DATI .....	30
<b>BIOSSIDO DI ZOLFO</b> .....	<b>35</b>
DESCRIZIONE .....	35
DANNI CAUSATI .....	35
METODI DI MISURA .....	35
ESAME DEI DATI .....	35
<b>OZONO</b> .....	<b>39</b>
DESCRIZIONE .....	39
DANNI CAUSATI .....	39
METODO DI MISURA .....	39
ESAME DEI DATI .....	39
<b>METALLI</b> .....	<b>46</b>
DESCRIZIONE .....	46
DANNI CAUSATI .....	48
METODO DI MISURA .....	48
ESAME DEI DATI .....	48
<b>BENZENE</b> .....	<b>51</b>
DESCRIZIONE .....	51
DANNI CAUSATI .....	51
METODO DI MISURA .....	51
ESAME DEI DATI .....	51

<b>PARTICOLATO SOSPESO</b> .....	<b>53</b>
DESCRIZIONE .....	53
DANNI CAUSATI .....	53
METODO DI MISURA .....	53
ESAME DEI DATI .....	53
<i>Frazione PM10</i> .....	53
<i>Particelle sospese totali</i> .....	54
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b> .....	<b>61</b>
DESCRIZIONE .....	61
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> ) .....	67
PARTICOLATO TOTALE SOSPESO (PTS) .....	68
OZONO (O <sub>3</sub> ) .....	69
PIOMBO .....	70
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO <sub>2</sub> ) .....	71
<b>LA STAZIONE MOBILE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA</b> .....	<b>72</b>
<b>LABORATORIO MOBILE – COMUNE DI ROBASSOMERO</b> .....	<b>74</b>
<b>ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI</b> .....	<b>86</b>
PREMESSA .....	86
L'INFLUENZA DELL'ARCO ALPINO, DELLA COLLINA TORINESE E DEGLI INSEDIAMENTI URBANI SUI FENOMENI METEOROLOGICI A MESOSCALA IN PIEMONTE .....	87
PARAMETRI MONITORATI ED ELABORAZIONI DEI DATI RILEVATI .....	88
<i>Velocità e direzione del vento</i> .....	88
<i>Pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa e precipitazioni</i> .....	98
<b>CONSIDERAZIONI SULLE CARATTERISTICHE METEOROLOGICHE DELL'ANNO 2002</b> .....	<b>107</b>
<b>IL PROCESSO DI DEFINIZIONE DEL PIANO D'AZIONE EX ART 7 D.LGS. 4 AGOSTO 1999 N. 351 PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO DI SUPERAMENTO DEI VALORI LIMITE E DELLE SOGLIE DI ALLARME STABILITE DAL D.M. 2 APRILE 2002, N. 60</b> .....	<b>112</b>
IL CONTESTO NORMATIVO E AMBIENTALE .....	112
L'ANALISI DELLE FONTI DI INQUINAMENTO .....	112
IL PARCO VEICOLARE IMMATRICOLATO NELLA PROVINCIA DI TORINO .....	113
LE ESPERIENZE DI LIMITAZIONE DEL TRAFFICO VEICOLARE .....	116
I RISULTATI DEI PROVVEDIMENTI .....	117
LA DEFINIZIONE DEL PIANO D'AZIONE PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO .....	122
<b>DEFINIZIONE E APPLICAZIONE DI UN INDICE DI QUALITÀ DELL' ARIA SUL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI TORINO</b> .....	<b>123</b>
L'INDICE DI QUALITÀ DELL' ARIA PROVINCIALE (IQA) .....	123
COME FUNZIONA L'IQA? .....	124
<i>Comprendere l'IQA</i> .....	124
<i>Come leggere l'IQA</i> .....	125

Il ruolo della Provincia nella gestione della qualità dell'aria nel corso degli ultimi anni si è particolarmente rafforzato ed ha trovato, a seguito dell'emanazione di specifiche normative nazionali e regionali, una sua precisa definizione.

In particolare, la L.R. 43/2000 ha attribuito alle Province piemontesi il compito di definire con i Comuni interessati i piani per la gestione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico.

Recentemente, con l'emanazione del D.M. 2 aprile 2002 n. 60 e della D.G.R. 11 novembre 2002 n. 14-7623, i Piani d'Azione, che la Provincia è chiamata ad elaborare, si sono trasformati da strumenti esclusivamente per la gestione di situazioni episodiche di mancato rispetto dei livelli di qualità dell'aria (stati di attenzione o di allarme) in strumenti di pianificazione a breve e medio termine, dovendo provvedere a limitare il rischio di superamento dei valori limite previsti dallo stesso D.M. 2 aprile 2002.

La Provincia di Torino, con le Amministrazioni comunali interessate, ha affrontato con notevole impegno tale incarico, sebbene il conseguimento di tale obiettivo rappresenti un compito di estrema complessità in relazione all'elevata criticità dei livelli di inquinamento presenti sul territorio, causati in particolare dalle concentrazioni di particolato PM10 e ossidi di azoto.

L'inverno 2002-2003 è stato pertanto un periodo di intenso lavoro, che ha visto la Provincia e tutti i principali Comuni collaborare per contenere da subito l'inquinamento attraverso l'adozione di provvedimenti omogenei di limitazione del traffico e per la definizione del Piano d'Azione che la Giunta Provinciale ha approvato il 23 aprile 2003 con D.G.P. 400-94695.

Il Piano d'Azione è un programma triennale di interventi strutturali che affronta non solo i problemi dovuti al traffico, con divieti rivolti solo ai veicoli più inquinanti, ma anche quelli derivanti dal riscaldamento delle abitazioni e dalle emissioni industriali.

Nel quadro delle attività descritte, la relazione "Uno sguardo all'aria" riporta, oltre alla consueta analisi dei dati rilevati nel corso del 2002, anche un approfondimento sulle azioni di limitazione delle emissioni attuate lo scorso inverno e sul percorso che ha portato alla definizione dei contenuti del Piano d'Azione.

L'analisi dei dati conferma, sul lungo periodo, l'efficacia del lavoro fino ad ora svolto ma non nasconde le principali criticità ambientali legate a fenomeni di inquinamento atmosferico sul nostro territorio che vedono ancora le concentrazioni di PM10, Biossido di Azoto e Ozono al di sopra dei valori limite fissati dalla legislazione in vigore.

Siamo certe che il cammino intrapreso con il Piano d'Azione contribuirà al miglioramento delle condizioni ambientali e quindi della qualità della vita di tutti i cittadini.

Giugno 2003

**La Presidente della Provincia di Torino**

Mercedes Bresso

**L'Assessore alle Risorse Idriche e Atmosferiche**

Elena Ferro

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.

La configurazione di tali limiti abbandona i concetti di attenzione e mantiene il solo valore limite di allarme, e introduce nuovi riferimenti, sia a breve che a medio periodo, da verificare su base annuale (medie annuali, numero di superamenti di medie giornaliere o di medie orarie da contenere nel corso dell'anno).

Tali innovazioni impongono alle amministrazioni una modifica sostanziale delle politiche volte al miglioramento della qualità dell'aria che, non potendo più limitarsi al contenimento degli stati di attenzione o di allarme ma dovendo conseguire il rispetto dei nuovi limiti, dovranno prevedere interventi stabili di limitazione delle emissioni.

Tali modifiche normative hanno, conseguentemente, fatto evolvere i ruoli delle amministrazioni locali e dell'ARPA nell'ambito della gestione della qualità dell'aria.

La Regione Piemonte, in relazione ai nuovi limiti stabiliti dal DM 2 aprile 2002 n. 60, ha aggiornato, con D.G.R. 5 agosto 2002 n. 109-6941, la valutazione della qualità dell'aria ambiente, la cui redazione è prevista dall'art. 6 del Decreto legislativo 4 Agosto 1999 n. 351. Inoltre, sulla base di tale valutazione, con D.G.R. 11 novembre 2002 n. 14-7623, ha rivisto l'assegnazione dei Comuni piemontesi alle Zone 1, 2 e 3 e ha definito gli indirizzi per la predisposizione e gestione dei Piani di Azione la cui redazione è stata affidata alle Province.

Il piano che la Provincia ha approvato con D.G.P. n 400-94695 del 23 aprile 2003, è stato elaborato nel corso dell'inverno 2002-2003 in collaborazione con i comuni interessati e si pone la finalità di limitare le emissioni inquinanti provenienti dalle tre fonti principali: riscaldamento domestico, attività industriali e traffico veicolare. Proprio su quest'ultimo settore, responsabile di circa il 55% delle emissioni di PM10 e ossidi di azoto, percentuali elaborate dall'inventario delle emissioni INEMAR '97 sviluppato dalla Regione Piemonte con metodologia CORINAIR, il piano concentra gli sforzi principali verso lo sviluppo di azioni volte alla limitazione della circolazione dei veicoli più inquinanti e alla creazione di aree permanenti di riduzione del traffico nelle nostre città.

Contemporaneamente all'attività di coordinamento della Provincia, l'ARPA Piemonte ha incrementato gli sforzi per garantire un monitoraggio diffuso ed accurato della qualità dell'aria. In particolare nella provincia di Torino, che rappresenta sicuramente l'area più critica del territorio piemontese, sono attive 30 postazioni fisse e una stazione mobile per il monitoraggio in continuo di parametri chimici e meteorologici. Tali stazioni forniscono dati con cadenza oraria che giornalmente vengono controllati, validati e messi a disposizione delle amministrazioni pubbliche e dei cittadini.

Inoltre, per garantire un controllo sempre più accurato dei fenomeni di inquinamento atmosferico, nel corso del 2002 sono stati aggiunti sulla rete 14 nuovi analizzatori di cui 9 per la misura del PM10, 3 per l'ozono e 2 per gli ossidi di azoto, garantendo una diffusione delle misurazioni sempre più omogenea sul territorio.

L'esperienza e le informazioni, acquisite nel corso degli ultimi anni dall'analisi e dall'elaborazione dei dati rilevati dalla rete di monitoraggio, i cui risultati sono raccolti nella presente relazione, ha permesso di affrontare la realizzazione del piano con adeguata competenza e conoscenza dei fenomeni di inquinamento atmosferico che vede le criticità principali legate ai parametri PM10, biossido d'azoto (NO<sub>2</sub>) e ozono (O<sub>3</sub>), le cui concentrazioni non rispettano sovente i valori limite previsti dalla normativa in vigore.

Per quanto riguarda il biossido di azoto e l'ozono, inquinanti già ampiamente monitorati, sono state confermate le informazioni acquisite negli anni passati che vedono il biossido di azoto mostrare le concentrazioni più elevate nelle aree urbane, con il mancato rispetto del valore limite annuale e contenuti superamenti del valore limite orario, e l'ozono presentare la sua criticità nel periodo estivo con una diffusione sostanzialmente omogenea sul territorio.

I risultati delle rilevazioni di PM10 hanno invece presentato alcune novità legate alla distribuzione spaziale di tale inquinante, l'installazione di alcuni campionatori in aree urbane esterne alla conurbazione torinese (Pinerolo, Ivrea, Susa) e in aree remote non direttamente interessate da fonti di emissione (parco Regionale La Mandria) hanno evidenziato che l'inquinamento da PM10 è diffuso, anche se con differenti livelli di criticità, su gran parte del territorio provinciale e non è caratteristico dei grandi insediamenti abitativi ed industriali. Gli studi da sviluppare nei prossimi anni dovranno pertanto approfondire le cause di questo fenomeno e, cercando di caratterizzare meglio le fonti primarie e secondarie di tale inquinante, i meccanismi di trasporto e dispersione in atmosfera.

Alla luce di quanto riportato desideriamo invitarvi alla lettura della presente relazione che siamo certi rappresenti un utile documento per la conoscenza e comprensione dei fenomeni di inquinamento atmosferico e un importante strumento di riflessione per lo sviluppo e l'adozione di provvedimenti finalizzati al miglioramento della qualità dell'aria.

Giugno 2003

**Il Direttore Generale  
dell'ARPA Piemonte**

Dott. Vincenzo Coccolo

**Il Direttore dell'Area Ambiente,  
Parchi, Risorse Idriche e Tutela della Fauna**

Dott. Francesco Pavone





La rete di monitoraggio della qualità dell'aria, operante sul territorio della Provincia di Torino, è composta da 30 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 3 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, i parametri misurati e la zonizzazione del territorio provinciale, effettuata ai sensi delle L.R. 7 aprile 2000 n. 43 dalla D.G.R. 11 novembre 2002 n. 14-7632, sono riportati in tabella 1 e in figura 1.

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 riportava 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 fondo).
- 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>).

Nella tabella 3 si riporta una breve descrizione dei siti di misura, realizzata secondo le indicazioni contenute nel DM 2 aprile 2002 n. 60 e nella normativa che regola lo scambio di informazioni a livello europeo (Guidance on the annexes to decision 97/101/EC on exchange of information as revised by decision 2001/752/EC).

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.

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 Buozzi, 1 – Chieri	B-C	NO <sub>x</sub> , CO, O <sub>3</sub>
Chivasso	Via Torino, 1 – Chivasso	C	CO
Cirie	Via Teneschie, 2 – Cirie	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, PM10
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, PM10
M. Mobile			O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , PTS, PM10, BTX., 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, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM10, VV-DV
Rivoli	P.zza Togliatti, 1 – Rivoli	C	CO, NO <sub>x</sub>
Settimo	Via Milano, 31 – Settimo	B-C	CO, NO <sub>x</sub>
Susa	P.zza della Repubblica – Susa	C	CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM10
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
TO-Consolata	Via Consolata, 10 – Torino	B-C	SO <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM10, PM10 alto volume, 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> , PM10
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, PM10
Pino Torinese	Oss. Astronomioco – 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, PV
Cselt	V. Reiss Romoli, 274 – Torino		VV-DV, UMID, TEMP, PV, DOAS OPSIS

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

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

TABELLA 2: descrizione dei codici dei parametri.

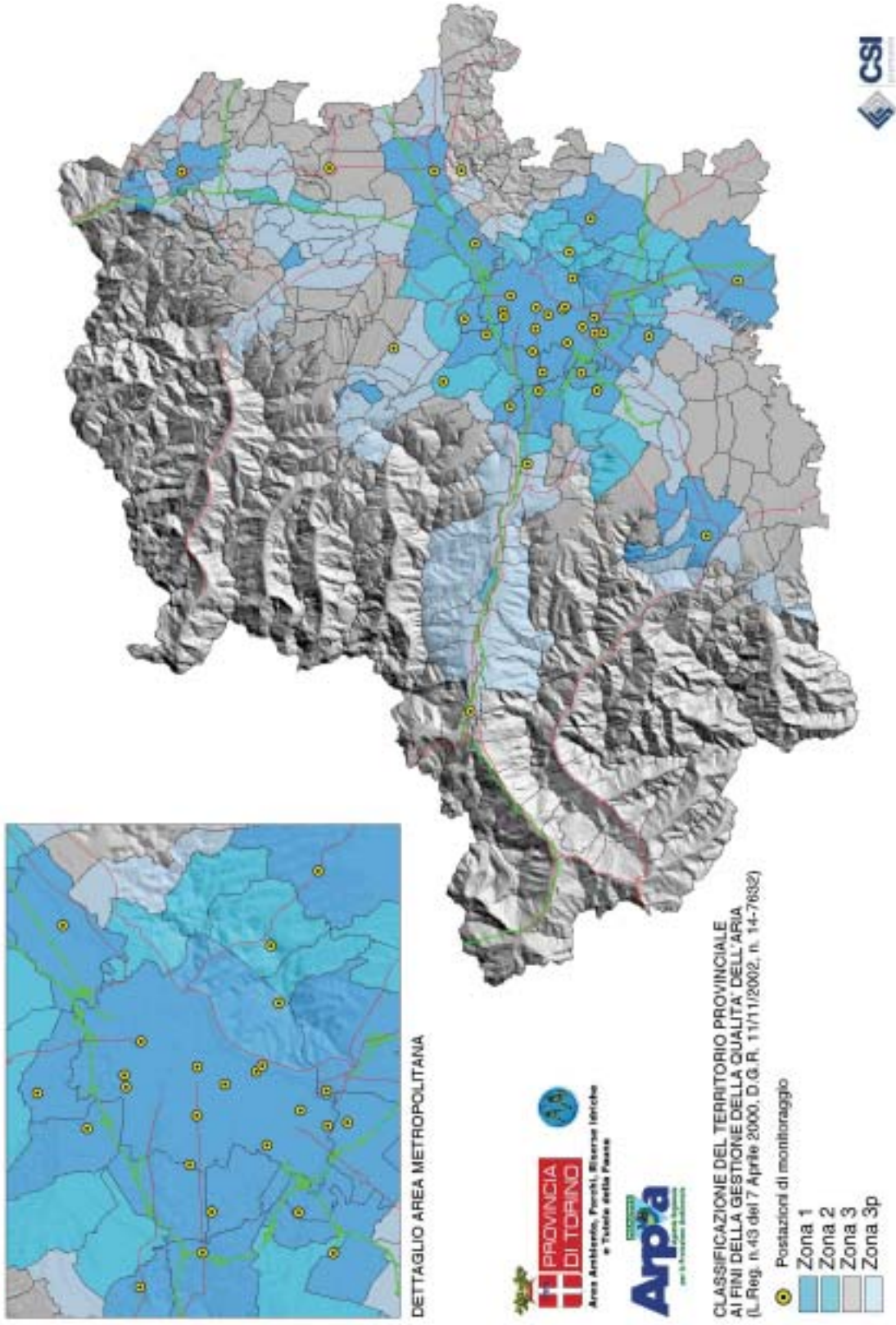


FIGURA 1: zonizzazione del territorio della provincia di Torino e disposizione dei punti di misura.

STAZIONE	TIPOLOGIA ZONA	PRINCIPALI FONTI EMISSIVE	TIPOLOGIA STAZIONE	DESCRIZIONE
Alpignano	suburbana	residenziale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Beinasco	suburbana	industriale residenziale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale-industriale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione.
Borgaro	suburbana	residenziale	fondo	Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Buttighera	suburbana	residenziale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale in una zona non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione.
Carmagnola	urbana esterna	residenziale industriale commerciale	traffico	Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Chieri	suburbana	residenziale commerciale	traffico	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.
Chivasso	urbana esterna	residenziale industriale commerciale	traffico	Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Cirie	urbana esterna	residenziale	fondo	Stazione collocata in area urbana esterna in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.
Druento	remota	naturale	fondo	Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Grugliasco	suburbana	residenziale industriale commerciale	fondo	Stazione collocata in area remota in una zona non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione.
I.T.I.S. Grassi	urbana esterna	residenziale industriale commerciale	traffico	Rappresentativa della qualità dell'aria per la protezione degli ecosistemi.
Ivrea	urbana esterna	residenziale industriale commerciale	traffico	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale in una zona non soggetta a fonti primarie di emissione.
Nichelino	suburbana	residenziale industriale commerciale	traffico	Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
				Stazione collocata in area urbana a in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare ed industriale.
				Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
				Stazione collocata in area urbana esterna in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.
				Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
				Stazione collocata in area suburbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.
				Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.

STAZIONE	TIPOLOGIA ZONA	PRINCIPALI FONTI EMISSIVE	TIPOLOGIA STAZIONE	DESCRIZIONE
Orbassano	suburbana	residenziale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Pinerolo	urbana esterna	residenziale- commerciale	traffico	Stazione collocata in area urbana esterna in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.
Pino Torinese	Remota	naturale	fondo	Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale. Stazione collocata in area remota in una zona non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione.
Rivoli	Suburbana	residenziale industriale commerciale	traffico	Rappresentativa della qualità dell'aria per la protezione degli ecosistemi. Stazione collocata in area suburbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.
Settimo	suburbana	residenziale industriale commerciale	traffico	Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale. Stazione collocata in area suburbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine veicolare e industriale.
Susa	urbana esterna	commerciale	traffico	Rappresentativa dei livelli di inquinanti più elevati a cui è probabile che la popolazione sia esposta. Stazione collocata in area urbana esterna in una zona soggetta a fonti primarie di emissione.
TO-Consolata	urbana	residenziale commerciale	traffico	Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale. Stazione collocata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.
TO-Cristina	urbana	residenziale- commerciale	traffico	Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta. Stazione collocata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.
TO-Gaidano	urbana	residenziale industriale	fondo	Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale. Stazione collocata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare ed industriale.
TO-Lingotto	urbana	industriale residenziale	fondo	Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta. Stazione collocata in una zona di fondo urbano non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione.
TO-Rebaudengo	urbana	industriale residenziale	traffico	Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale. Stazione collocata in area urbana in una zona direttamente soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.
TO-Rivoli	urbana	residenziale- commerciale	traffico	Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta. Stazione collocata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.
Venaria	suburbana	residenziale industriale	traffico commerciale	Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta. Stazione collocata in area suburbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.
Vinovo	suburbana	residenziale	fondo	Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale. Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione
				Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.

TABELLA 3: descrizione del posizionamento delle stazioni di misura.

La tutela e la gestione della qualità dell'aria sono oggetto di una specifica normativa nazionale, frutto del recepimento ad opera dell'Italia delle direttive della Comunità Europea, finalizzata ad impedire il costante riprodursi di situazioni di criticità ambientale.

In particolare, il **D.Lgs. 04/08/1999, n. 351** (attuativo della direttiva quadro 1996/62/CE) definisce i principi fondamentali per la diminuzione dell'inquinamento atmosferico prevedendo la fissazione di valori limite e di soglie di allarme per alcune sostanze inquinanti nonché del valore obiettivo per l'ozono al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso. Il decreto prevede inoltre l'individuazione di metodi e criteri di valutazione comuni che permettano di distinguere, nell'ambito del territorio nazionale, le zone in cui è opportuno conservare la qualità dell'aria, perché buona, da quelle in cui è necessario migliorarla.

Recentemente il nostro legislatore, con il **D.M. 2/4/2002 n. 60** (attuativo delle direttive figlie 1999/30/CE e 2000/69/CE), ha fissato per una serie di agenti inquinanti (biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, materiale particolato, piombo, benzene e monossido di carbonio) i predetti valori limite e le soglie di allarme. Tale intervento è l'espressione legislativa di una politica di ampio raggio che si prefigge da un lato di porre rimedio ai fenomeni cronici di inquinamento atmosferico e dall'altro in occasione di episodi acuti, l'adozione di azioni radicali.

Il decreto stabilisce dei **valori limite annuali** per biossido di zolfo, ossidi di azoto, materiale particolato PM10, piombo e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi. L'introduzione di questa nuova classe di limiti è finalizzata all'adozione di interventi che siano volti ad una reale diminuzione dell'emissione di questi inquinanti piuttosto che all'introduzione di misure di contenimento dei picchi. Tali interventi portavano ad una distribuzione dell'emissione nel corso del tempo che non produceva sensibili miglioramenti sulle medie calcolate sul lungo periodo. Inoltre, per il raggiungimento dei limiti, 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.

Sono inoltre definiti dei **valori limite giornalieri o orari** per biossido di zolfo, ossidi di azoto, PM10 e 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.

Inoltre per il biossido di zolfo ed il biossido di azoto il decreto ha fissato delle **soglie di allarme**, a cui corrispondono dei livelli di concentrazione di inquinanti in atmosfera il cui superamento determina il sorgere di seri rischi per la salute umana anche in caso di esposizioni di breve durata. In caso si verifici siffatta situazione di pericolo le autorità competenti sono ovviamente tenute all'adozione immediata di misure capaci di ricondurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto del valore di allarme.

L'unica direttiva dell'Unione Europea che, allo stato attuale, non è stata ancora recepita dal legislatore italiano è la **direttiva 2002/3/CE** relativa all'**ozono** nell'aria.

Per il parametro Ozono la direttiva 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 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. Per l'ozono sono definite inoltre la soglia di allarme e la soglia di informazione alla popolazione.

Per una migliore comprensione di tali dati, riportati nelle tabelle sottostanti, è necessario premettere le definizioni normative dei seguenti concetti:

- **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 in generale, e raggiunto il quale gli stati membri devono immediatamente intervenire.



## BIOSSIDO DI ZOLFO

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

Periodo di mediazione	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 Direttiva 99/30/CE (19/7/99). 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	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>

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

Periodo di mediazione	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

### VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI

Periodo di mediazione	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

### SOGLIA DI ALLARME PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO

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: D.M.2/4/2002 n.60, valori limite per il biossido di zolfo.

## OSSIDI DI AZOTO

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

Periodo di mediazione	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 Direttiva 99/30/CE (19/7/99). 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 di mediazione	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 Direttiva 99/30/CE (19/7/99). 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 di mediazione	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 BIOSSIDO 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: D.M.2/4/2002 n.60, valori limite per gli ossidi di azoto.

## PARTICELLE PM-10 (FASE 1)

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

Periodo di mediazione	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> non superare più di 35 volte per anno civile	50% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). 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 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 di mediazione	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 Direttiva 99/30/CE (19/7/99). 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: D.M.2/4/2002 n.60, valori limite per il PM-10.

PIOMBO															
VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA															
Periodo di mediazione	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 Direttiva 99/30/CE (19/7/99). 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: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">⇐ ⇐ ⇐ 31/12/2000</td> <td style="text-align: right;">1 µg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>1/01/2001 – 31/12/2001</td> <td style="text-align: right;">0.9 µg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>01/01/2002 – 31/12/2002</td> <td style="text-align: right;">0.8 µg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>01/01/2003 – 31/12/2003</td> <td style="text-align: right;">0.7 µg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>01/01/2004 – 31/12/2004</td> <td style="text-align: right;">0.6 µg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>01/01/2005 ⇒ ⇒ ⇒</td> <td style="text-align: right;">0.5 µg/m<sup>3</sup></td> </tr> </table>				⇐ ⇐ ⇐ 31/12/2000	1 µg/m <sup>3</sup>	1/01/2001 – 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>
⇐ ⇐ ⇐ 31/12/2000	1 µg/m <sup>3</sup>														
1/01/2001 – 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: D.M.2/4/2002 n.60, valori limite per il piombo.

BENZENE															
VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA															
Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore deve essere rispettato												
Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	100% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 2000/69/CE (13/12/2000). 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: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">⇐ ⇐ ⇐ 31/12/2005</td> <td style="text-align: right;">10 µg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>01/01/2006 – 31/12/2006</td> <td style="text-align: right;">9 µg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>01/01/2007 – 31/12/2007</td> <td style="text-align: right;">8 µg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>01/01/2008 – 31/12/2008</td> <td style="text-align: right;">7 µg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>01/01/2009 – 31/12/2009</td> <td style="text-align: right;">6 µg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>01/01/2010 ⇒ ⇒ ⇒</td> <td style="text-align: right;">5 µg/m<sup>3</sup></td> </tr> </table>				⇐ ⇐ ⇐ 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>
⇐ ⇐ ⇐ 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: D.M.2/4/2002 n.60, valori limite per il benzene.

## MONOSSIDO DI CARBONIO

### VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore deve essere rispettato
Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	60% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 2000/69/CE (13/12/2000). 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:			
	← ← ← 31/12/2003		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 D.M.2/4/2002 n.60, valori limite per il monossido di carbonio.

## OZONO

Riferimento normativo	Parametro di controllo	Periodo di osservazione	Valore di riferimento
STANDARD DI QUALITÀ (D.P.C.M. 28/3/83)	media oraria (a)	1 mese	200 µg/m <sup>3</sup>
LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (D.M. 16/5/96)	media (mobile trascinata) su 8 ore (b)	8 ore	110 µg/m <sup>3</sup>
LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>
	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	180 µg/m <sup>3</sup>
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>
(a): La concentrazione di 200 µg/m <sup>3</sup> non deve essere raggiunta più di una volta al mese. (b): La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h-(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).			

TABELLA 10: ozono, valori di riferimento e normativa in vigore.

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 µg/m <sup>3</sup> 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 µg/m <sup>3</sup> *h come media su 5 anni (c)
<p>(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.</p> <p>(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.</p> <p>(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</p> <p>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.</p>		
OBIETTIVI A LUNGO TERMINE		
	Parametro	Obiettivo a lungo termine (a)
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massima media giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile	120 µg/m <sup>3</sup>
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup>
<p>(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.</p> <p>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.</p>		
SOGLIE DI INFORMAZIONE E DI ALLARME		
	Parametro	Soglia
Soglia di informazione	Media di 1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>
Soglia di allarme	Media di 1 ora	240 µg/m <sup>3</sup>
<p>(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.</p>		

TABELLA 11: Dir 2002/3/CE, valori bersaglio, obiettivo e soglie di informazione e allarme per l'ozono.

## BENZO(A)PIRENE

Riferimento normativo	Parametro di controllo	Periodo di osservazione	Valore di riferimento
OBIETTIVO DI QUALITÀ (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri (a)	Anno (1 gennaio - 31 dicembre)	1 ng/m <sup>3</sup>

(a): 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.

TABELLA 12: benzo(a)pirene, valori di riferimento e normativa in vigore.

### PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI

- **DPCM 28/03/1983<sup>1</sup>**  
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<sup>2</sup>**  
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<sup>3</sup>**  
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.

1 Ai sensi dell'art.40 del D.M.02/04/2002, n.60 sono state abrogate le disposizioni relative al biossido di zolfo, al biossido di azoto, alle particelle sospese e al PM10, al piombo, al monossido di carbonio e al benzene contenute nel suddetto decreto.

2 Ai sensi dell'art.40 del D.M.02/04/2002, n.60 sono state abrogate le disposizioni relative al biossido di zolfo, al biossido di azoto, alle particelle sospese e al PM10, al piombo, al monossido di carbonio e al benzene contenute nel suddetto decreto limitatamente agli artt. 20, 21, 22, 23 e gli allegati I, II, III, IV.

3 Ai sensi dell'art.40 del D.M.02/04/2002, n.60 sono state abrogate le disposizioni relative al biossido di zolfo, al biossido di azoto, alle particelle sospese e al PM10, al piombo, al monossido di carbonio e al benzene contenute nel suddetto decreto.

- **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<sup>4</sup>**  
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<sup>5</sup>**  
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.

4 Ai sensi dell'art.40 del D.M.02/04/2002, n.60 sono state abrogate le disposizioni relative al biossido di zolfo, al biossido di azoto, alle particelle sospese e al PM10, al piombo, al monossido di carbonio e al benzene contenute nel suddetto decreto.

5 Ai sensi dell'art.40 del D.M.02/04/2002, n.60 sono state abrogate le disposizioni relative al biossido di zolfo, al biossido di azoto, alle particelle sospese e al PM10, al piombo, al monossido di carbonio e al benzene contenute nel suddetto decreto.



- **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. 02/04/2002 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.

## 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 2002 confrontate con quelle rilevate nel 2001 e nel 2000;
- 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 2002, confermano che i livelli di concentrazione di monossido di carbonio si stanno assestando su valori particolarmente bassi nonostante che il 2002 sia stato, dal punto di vista meteorologico, un anno particolarmente sfavorevole alla dispersione degli inquinanti, in quanto si sono verificati nei primi mesi invernali lunghi periodi caratterizzati da persistenza di alta pressione e da assenza di precipitazioni.

Addirittura nei siti di forte carattere urbano e soggetti ad intenso traffico veicolare si è osservata una diminuzione dei valori rispetto agli anni passati. Il numero di superamenti del valore limite per la protezione della salute umana osservato nel corso del 2002 è estremamente limitato e si attesta anch'esso sui livelli degli anni precedenti (vedi tabella 13).

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 CO 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 2 una cartina riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di CO misurate negli anni 2000, 2001 e 2002.

STAZIONE	INDIRIZZO	Rendimento strumentale, 2002 (% dati validi)	Media Annuale			Valore limite per la protezione della salute umana. Numero di giorni con la media massima calcolata su 8 ore superiore a 10 mg/m <sup>3</sup>			Massimo orario		
			2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Chieri	C.so Buozzi,1	96,9	1,1	0,8	0,9	0	0	0	11,0	6,3	8,4
Chivasso	Via Torino,1	97,8	1,0	1,1	0,9	0	0	0	12,0	9,8	13,9
Druento	Cascina Peppinella	85,3	0,4	*	0,5	0	*	0	1,9	*	2,8
Ivrea	P.zza Freguglia	91,8	1,2	1,4	1,3	0	0	0	10,0	12,0	12,0
Nichelino	Via XXV Aprile,111	90,9	1,9	1,8	2,0	0	0	7	18,0	16,0	16,4
Pinerolo	P.zza Alpini,1	96,1	0,6	1,1	0,8	0	0	0	11,0	6,6	8,6
Rivoli	P.zza Togliatti,1	97,2	0,8	0,9	0,9	0	0	0	10,0	7,8	13,2
Settimo	Via Milano,31	91,9	1,4	1,2	1,5	0	0	1	12,0	9,5	12,4
Susa	P.zza Della Repubblica	86,7	0,6	0,9	0,6	0	0	0	4,5	4,8	4,0
To-Consolata	Via Consolata,10	98,8	2,1	1,9	2,1	2	0	0	18,0	14,0	13,6
To-Gaidano	Via Gaidano	99,2	1,8	1,8	1,8	0	0	0	15,0	14,0	13,9
To-Lingotto	Via A.Monti,21	99,7	1,0	0,9	1,2	0	0	0	9,0	8,2	8,8
To-Cristina	Via M. Cristina,129	97,5	1,8	1,6	1,6	0	0	0	14,0	8,3	7,8
To-Rebaudengo	P.zza Rebaudengo,23	98,9	2,6	2,7	2,4	1	0	0	20,0	14,0	15,4
To-Rivoli	P.zza Rivoli,4	99,7	2,9	2,6	2,2	9	0	4	24,0	21,0	16,5
Venaria	C.so Garibaldi	88,1	1,5	0,9	0,7	0	0	0	5,2	4,5	4,8

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

TABELLA 13: dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il monossido di carbonio.

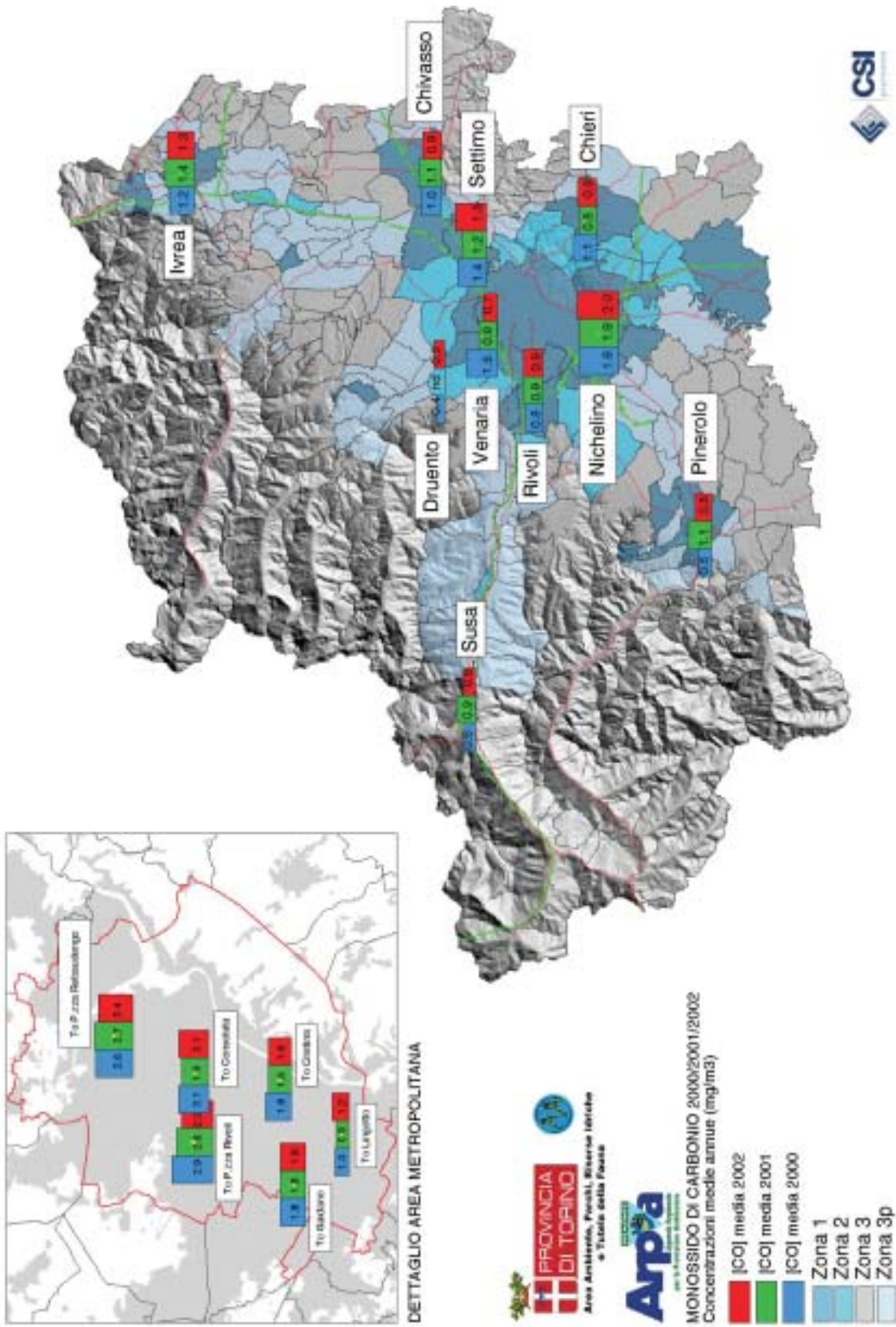


FIGURA 2: carta riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di CO misurate negli anni 2000, 2001 e 2002.

**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 dosare 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 degli indicatori statistici, riportati in tabella 14, si osserva che nel corso dell'anno 2002 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 indicatori statistici di breve periodo in 12 siti su 21 vi è stato nel corso dell'anno 2002 almeno un superamento del valore limite orario per la protezione della salute, le stazioni interessate da superamenti erano 11 nel 1999, 17 nell'anno 2000 e 9 nel 2001.

L'incremento degli indicatori statistici è motivato dalla situazione critica che si è creata nel mese di gennaio a causa di condizioni anticicloniche, ovvero elevata stabilità atmosferica, che hanno impedito la dispersione degli inquinanti e quindi hanno favorito l'accumulo degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera.

Analizzando la distribuzione spaziale dei fenomeni di inquinamento acuto si osserva che la maggior parte dei superamenti del valore limite orario per la protezione della salute si sono verificati principalmente nelle stazioni 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 un superamento di tale livello. I rilevamenti confermano che l'inquinamento da biossido di azoto non è esclusiva prerogativa dei grandi centri urbani e che anche le conurbazioni di minore entità sono interessate, seppure marginalmente, dalla presenza di questo fenomeno.

La distribuzione temporale dei fenomeni di inquinamento acuto, riportata in figura 3, conferma la presenza nel corso dell'anno 2002 di periodi di forte criticità ambientale e individua nel mese di gennaio il periodo più interessato da elevate concentrazioni di biossido di azoto.

Ulteriori considerazioni emergono dai confronti dei dati relativi alle concentrazioni di biossido di azoto rilevate nell'anno 2002 con i valori definiti dalla normativa europea 99/30/CE (recepita in Italia con il Decreto Ministeriale di n° 60 del 2 aprile 2002).

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 nell'anno 2002 in 16 siti su 21 non viene rispettato il valore limite annuale per la protezione della salute e che solo i siti di carattere fortemente extraurbano e remoto sono attualmente in grado di rispettare il valore limite previsto per il 2010 (es. Susa, Parco Regionale La Mandria ecc.).

Per quanto riguarda il valore limite annuale per la protezione della vegetazione, si osserva che la media annuale degli ossidi di azoto, espressa come  $\text{NO}_2$ , 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  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valore che corrisponde al valore individuato come limite pari a  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

L'analisi delle serie storiche relative alle concentrazioni di tale inquinante non ha evidenziato nel corso degli ultimi anni una marcata riduzione delle concentrazioni di biossido di azoto. Considerando inoltre che, in considerazione dei rilevamenti effettuati nel corso dell'anno 2002, 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 4, una cartina riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di  $\text{NO}_2$  misurate nel triennio 2000-2002.



STAZIONE	INDIRIZZO	Rendimento Strumentale. 2002 (% Dati validi)	Valore limite annuale per la protezione della (40 µg/m <sup>3</sup> ) Media annuale			Valore limite orario per la protezione della salute (200 µg/m <sup>3</sup> ) Numero di superamenti			Soglia di allarme (400 µg/m <sup>3</sup> ) Numero di superamenti			Valore Massimo orario		
			2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Alpignano	Via F.Baracca,12	99,5	44	62	37	1	0	2	0	0	0	235	*	269
Beinasco	Via S.Pellico,5	95,4	54	45	52	4	0	1	0	0	0	233	192	207
Borgaro	Via Italia	99,2	46	48	42	8	27	1	0	0	0	276	318	230
Chieri	C.so Buozzi,1	97,2	51	43	38	1	0	0	0	0	0	206	154	156
Cirne'	Via Teneschie,2	91,3	36	32	29	5	0	0	0	0	0	252	183	145
Druento	Cascina Peppinella	90,1	28	19	22	2	0	0	0	0	0	234	143	182
Grugliasco	Via Roma,15	94,6	59	52	53	16	0	1	0	0	0	274	220	213
Ivrea	P.zza Freguglia	95,6	51	54	48	8	5	1	0	0	0	259	225	204
Nichelino	Via XXV Aprile,111	86,4	75	64	71	53	7	59	0	0	0	267	280	274
Orbassano	Via Gozzano	93,3	52	46	42	1	0	0	0	0	0	207	172	169
Pinerolo (1)	P.zza Alpini,1	21,5	*	*	46	*	*	0	0	0	0	*	*	171
Rivoli (2)	P.zza Togliatti,1	95,1	*	*	58	*	*	0	0	0	0	*	*	190
Settimo	Via Milano,31	94,1	53	58	72	6	20	73	0	0	0	236	252	345
Susa (3)	P.zza Della Repubblica	71,7	*	*	25	*	*	0	0	0	0	*	*	107
To-Consolata	Via Consolata,10	98,8	69	59	72	27	4	20	0	0	0	346	253	258
To-Gardano	Via Gaidano	96,5	67	65	68	31	9	23	0	0	0	333	245	316
To-Lingotto	Via A.Monti,21	95,4	50	45	59	2	2	0	0	0	0	246	209	163
To-Cristina	Via M. Cristina,129	97,4	64	62	77	2	0	5	0	0	0	210	197	230
To-Rebaudengo	P.zza Rebaudengo	98,8	83	75	79	47	30	45	0	0	0	287	326	374
To-Rivoli	P.zza Rivoli,4	98,5	87	78	73	150	36	26	0	0	0	322	298	276
Vinovo	Via Garibaldi,3	98,3	42	42	43	0	0	0	0	0	0	183	163	157

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

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

- (1) Strumento Operativo Dal 9 Ottobre 2002  
 (2) Strumento Operativo Dal 16 Gennaio 2002  
 (3) Strumento Operativo Dal 28 Marzo 2002

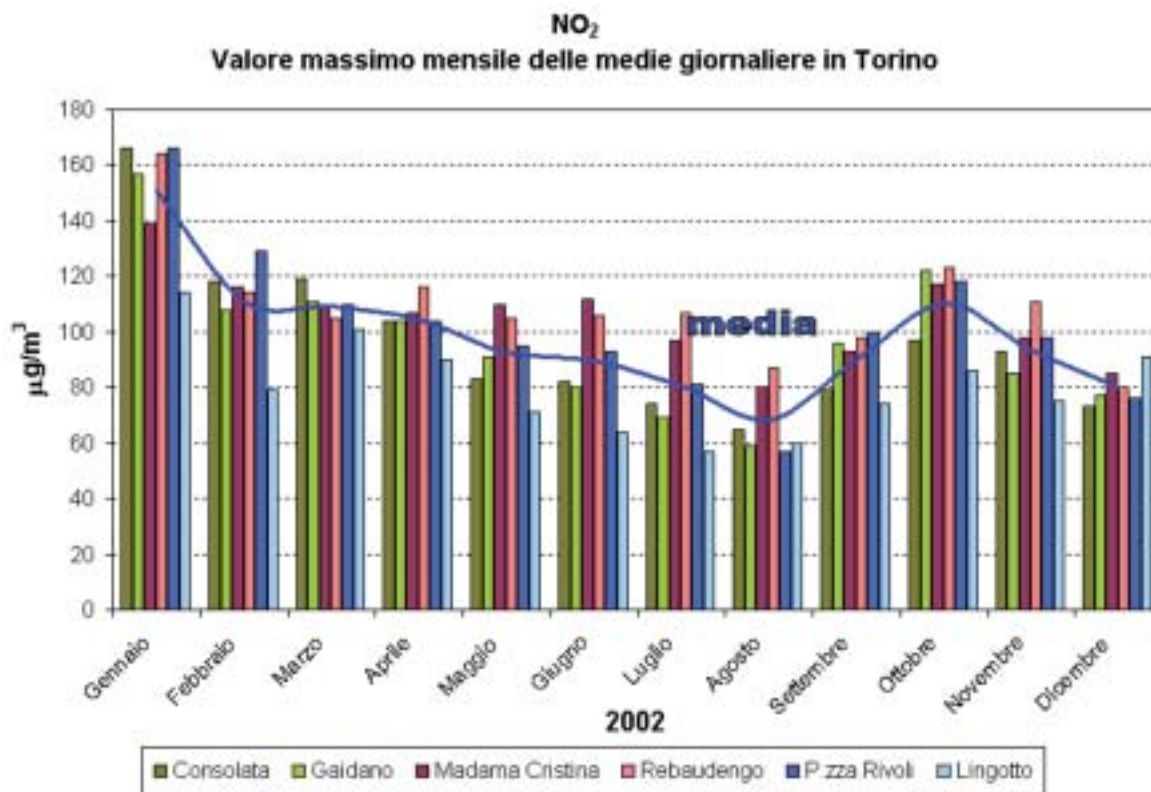
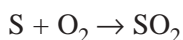


FIGURA 3: biossido di azoto, media dei valori massimi giornalieri nella città di Torino.



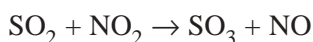
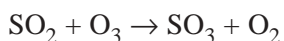
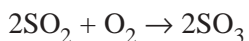
### DESCRIZIONE

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

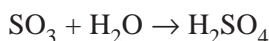


È un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità e dai processi metallurgici. Una percentuale molto bassa 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 raffineria, 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 15, 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 valo-

ri riscontrati nel 2000 e 2001 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.

I massimi valori orari, rilevati nel corso dell'anno 2002, sono notevolmente inferiori rispetto ai limiti stabiliti su questa base temporale e un'analogha 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, anche in quelli soggetti ad una forte pressione antropica che non sarebbero idonei per effettuare confronti con il limite per la protezione degli ecosistemi. La normativa prevede infatti di confrontare con tale valore limite i dati rilevati in aree remote non soggette a fonti dirette di emissione.

Il parametro SO<sub>2</sub> 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 5 una cartina riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> misurate negli anni 2000, 2001 e 2002.

STAZIONE	INDIRIZZO	Rendimento strumentale 2002 (% dati validi)	Media Annuale		Valore limite orario per la protezione della salute umana 350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte nell'anno civile Numero di superamenti		Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana 125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte nell'anno civile Numero di superamenti		Valore limite per la protezione degli ecosistemi 20 µg/m <sup>3</sup> Media calcolata sul periodo di riferimento 1 gen - 31 mar e 1 ott - 31dic		Soglia di allarme 500 µg/m <sup>3</sup> Numero di superamenti		Massimo orario					
			2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	
Beinasco	Via S.Pellico,5	86,7	6	4	5	0	0	0	0	7	5	6	0	0	0	44	36	103
Cirie'	Via Teneschie,2	88,6	6	*	7	0	*	0	*	10	*	11	0	*	0	57	*	51
Druento	Cascina Peppinella	85,0	7	*	4	0	*	0	*	8	*	5	0	*	0	40	*	32
Grugliasco	Via Roma,15	89,1	9	6	6	0	0	0	0	9	12	9	0	0	0	50	46	55
Ivrea	P.zza Freguglia	89,9	7	6	6	0	0	0	0	9	8	9	0	0	0	55	50	55
To-Consolata	Via Consolata,10	98,6	8	7	9	0	0	0	0	11	11	14	0	0	0	63	84	144
To-Rebaudengo	P.zza Rebaudengo,23	96,5	7	6	6	0	0	0	0	10	10	9	0	0	0	76	47	83

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

TABELLA 15: dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il biossido di zolfo.

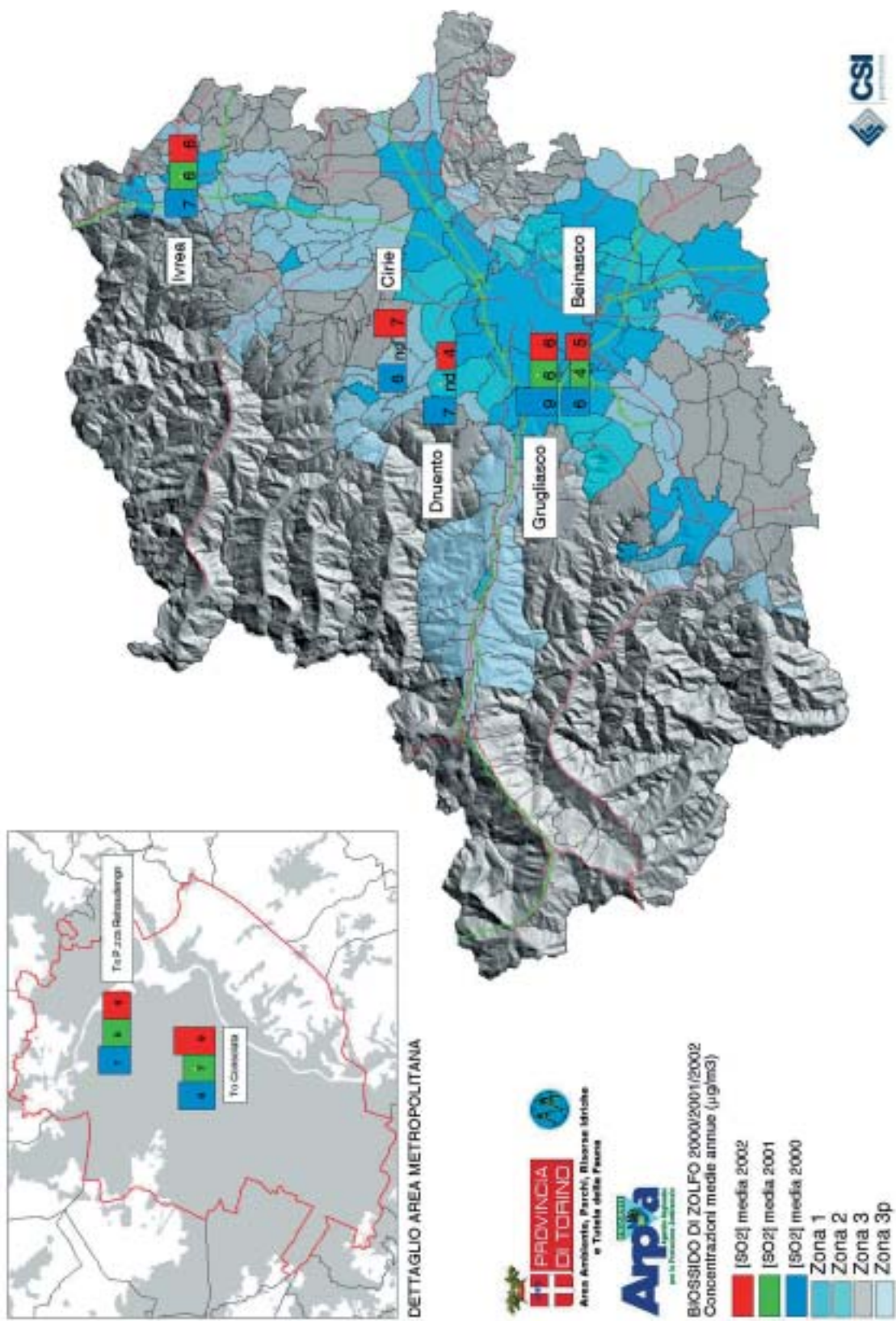


FIGURA 5: carta riportante il valore delle medie annuali delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> misurate negli anni 2000, 2001 e 2002.

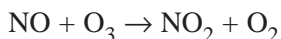
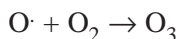
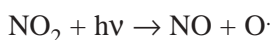
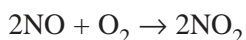
## DESCRIZIONE

L'ozono è un gas altamente reattivo, di odore pungente e ad elevate concentrazioni di colore blu, 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 il citato 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 con un metodo basato sull'assorbimento, caratteristico 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 2002, 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 superato in tutti i siti oggetto di rilevamento, anche se meno frequentemente rispetto agli anni precedenti.

La diminuzione del numero complessivo di superamenti del livello di allarme ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) rilevato nel corso dell'anno 2002 rispetto a quanto osservato nel corso del 2001 e del 2000 è da attribuirsi alle condizioni meteorologiche dell'estate 2002.

Analizzando i valori della piovosità media e della media delle temperature massime relative al periodo estivo degli anni, 2000, 2001 e 2002, riportate in figura 6, si osserva infatti che solo il mese di giugno 2002 è stato particolarmente caldo e con precipitazioni paragonabili agli anni precedenti, al contrario i mesi di luglio e agosto 2002 hanno registrato temperature uguali o leggermente inferiori rispetto agli anni precedenti e un forte aumento della piovosità.



ANDAMENTI DELLA PIOVOSITA' MEDIA E DELLA MEDIA DELLE TEMPERATURE MASSIME RELATIVE AL PERIODO ESTIVO DEGLI ANNI 2000-2002

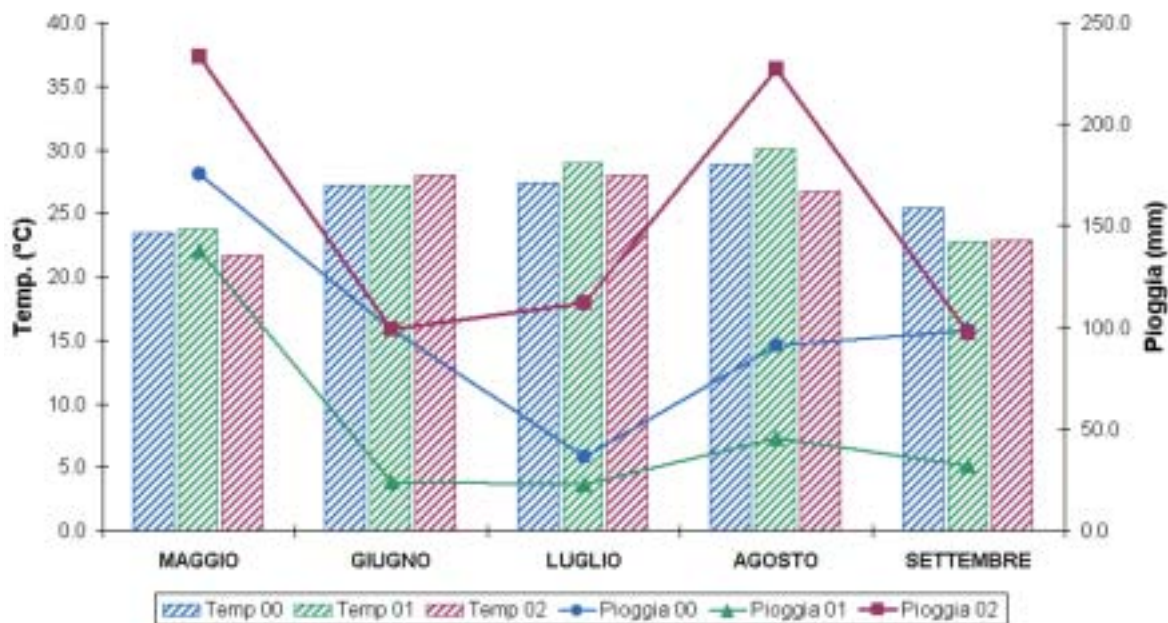


FIGURA 6: andamenti della piovosità media e della media delle temperature massime relative al periodo estivo degli anni, 2000, 2001 e 2002.

L'analisi delle serie storiche delle concentrazioni di ozono rilevate nel corso degli ultimi 10 anni evidenzia inoltre una sostanziale stazionarietà. Tale tendenza 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'ozono si conferma uno degli inquinanti maggiormente presenti sul nostro territorio sia in relazione alle elevate concentrazioni che si raggiungono nei periodi critici sia in termini di diffusione sul territorio, come si può osservare nei grafici di figura 8 e figura 9, che riportano le distribuzioni spaziali e temporali dei 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.

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 2002 con i limiti previsti nella normativa stessa (tabella 18).

È importante osservare che nessuno dei valori di riferimento stabiliti, siano essi valori obiettivo o valore bersaglio, viene attualmente rispettato nel nostro territorio mentre nel corso del 2002 non si è mai raggiunta la soglia di allarme.

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 7 una cartina riportante i valori delle medie delle concentrazioni di O<sub>3</sub> rilevate nei mesi estivi negli anni 2000 e 2001 e 2002, tale raffigurazione è fortemente esemplificativa di come gran parte del territorio della provincia di Torino sia interessato in modo omogeneo dal fenomeno di inquinamento da ozono.

STAZIONE	INDIRIZZO	Rendimento strumentale. 2002 (% dati validi)	Valori Medi Annuali (µg/m <sup>3</sup> )			Valore Massimo Orario		
			2000	2001	2002	2000	2001	2002
Alpignano	Via F.Baracca, 12	96,3	47	*	50	245	*	259
Borgaro	Via Italia	99,8	52	52	45	251	271	251
Chieri (1)	C.so Buozzi,1	38,3			39			170
Druento	Cascina Peppinella	85,6	52	57	51	285	324	264
Orbassano	Via Gozzano	93,8	50	*	41	289	*	241
Pinerolo (2)	P.zza Alpini,1	22,8			16			86
Pino T.Se	Oss. Astronomico	94,1	86	92	77	220	257	262
Susa (3)	P.zza Della Repubblica	43,9			56			215
To Lingotto	Via A.Monti, 21	93,2	42	43	43	225	246	230
Vinovo	Via Garibaldi, 3	98,4	45	46	41	240	242	203

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

TABELLA 16: dati statistici relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano l'ozono.

(1) strumento operativo dal 1 agosto 2002

(2) strumento operativo dal 9 ottobre 2002

(3) strumento operativo dal 22 luglio 2002

STAZIONE	Numero superamenti livello di attenzione (D.M. 25/11/94) indice: conc. media oraria periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 180 (µg/m <sup>3</sup> )		Numero superamenti livello di allarme (D.M. 25/11/94) indice: conc. media oraria periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 360 (µg/m <sup>3</sup> )		Numero superamenti livello protezione della salute (D.M. 16/5/96) indice: media (mobile trascinata) di 8 h periodo di osservazione: un mese valore di riferimento: 110 (µg/m <sup>3</sup> )		Numero superamenti livello di protezione vegetazione (D.M. 16/5/96) indice: media oraria periodo di osservazione: un'ora valore di riferimento: 200 (µg/m <sup>3</sup> )		Numero superamenti livello di protezione vegetazione (D.M. 16/5/96) indice: media giornaliera periodo di osservazione: ogni giorno valore di riferimento: 65 (µg/m <sup>3</sup> )		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2000	2001	2002
Alpignano	32	*	47	0	*	712	15	*	52	*	130
Borgaro	150	224	40	0	0	627	53	117	131	126	114
Chieri (1)			0	0	0	31					22
Druento	156	121	64	0	0	752	89	73	130	95	119
Orbassano	138	*	52	0	*	523	49	*	127	*	81
Pinerolo (2)			0	0	0	0					0
Pino t.Se	130	91	74	0	0	1596	32	28	244	175	217
Susa (3)			34	0	0	540					68
To lingotto	46	72	80	0	0	671	10	30	92	82	96
Vinovo	104	147	34	0	0	608	28	63	112	95	92

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

TABELLA 17: parametro ozono, confronto con i limiti previsti dalla normativa in vigore.

(1) strumento operativo dal 1 agosto 2002

(2) strumento operativo dal 9 ottobre 2002

(3) strumento operativo dal 22 luglio 2002

STAZIONE	DIRETTIVA 2002/3/CE valore bersaglio per la protezione della salute umana (1) numero di giorni con la media massima calcolata su 8 ore superiore a 120 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 25 volte per anno civile			DIRETTIVA 2002/3/CE valore bersaglio per la protezione della vegetazione (2) AOT 40 (18000 µg/m <sup>3</sup> *h) Calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio			DIRETTIVA 2002/3/CE Soglia di informazione 180 µg/m <sup>3</sup> come media oraria Numero di superamenti	DIRETTIVA 2002/3/CE Soglia di allarme 240 µg/m <sup>3</sup> come media oraria per 3 ore consecutive Numero di giorni con superamento
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2002	2002
Alpignano	23	*	79	16745	*	37545	47	0
Borgaro	98	100	66	44683	54969	37482	40	0
Chieri (3)			3				0	0
Druento	99	66	82	38135	37992	37829	64	0
Orbassano	102	14	57	45114	*	29796	52	0
Pinerolo (4)			0				0	0
Pino T.se	127	92	97	44510	42212	37463	74	0
Susa (5)			41				34	0
To Lingotto	73	59	70	29792	31859	41595	80	0
Vinovo	96	83	79	40013	45270	35401	34	0

\* dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

TABELLA 18: ozono, confronto con la normativa europea 2002/3/CE.

- (1) i dati riferiti al valore bersaglio sono relativi esclusivamente all'anno 2002 e non a una media di 5 anni come previsto dalla direttiva 2002/3/CE
- (2) 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.
- (3) strumento operativo dal 1 agosto 2002
- (4) strumento operativo dal 9 ottobre 2002
- (5) strumento operativo dal 22 luglio 2002

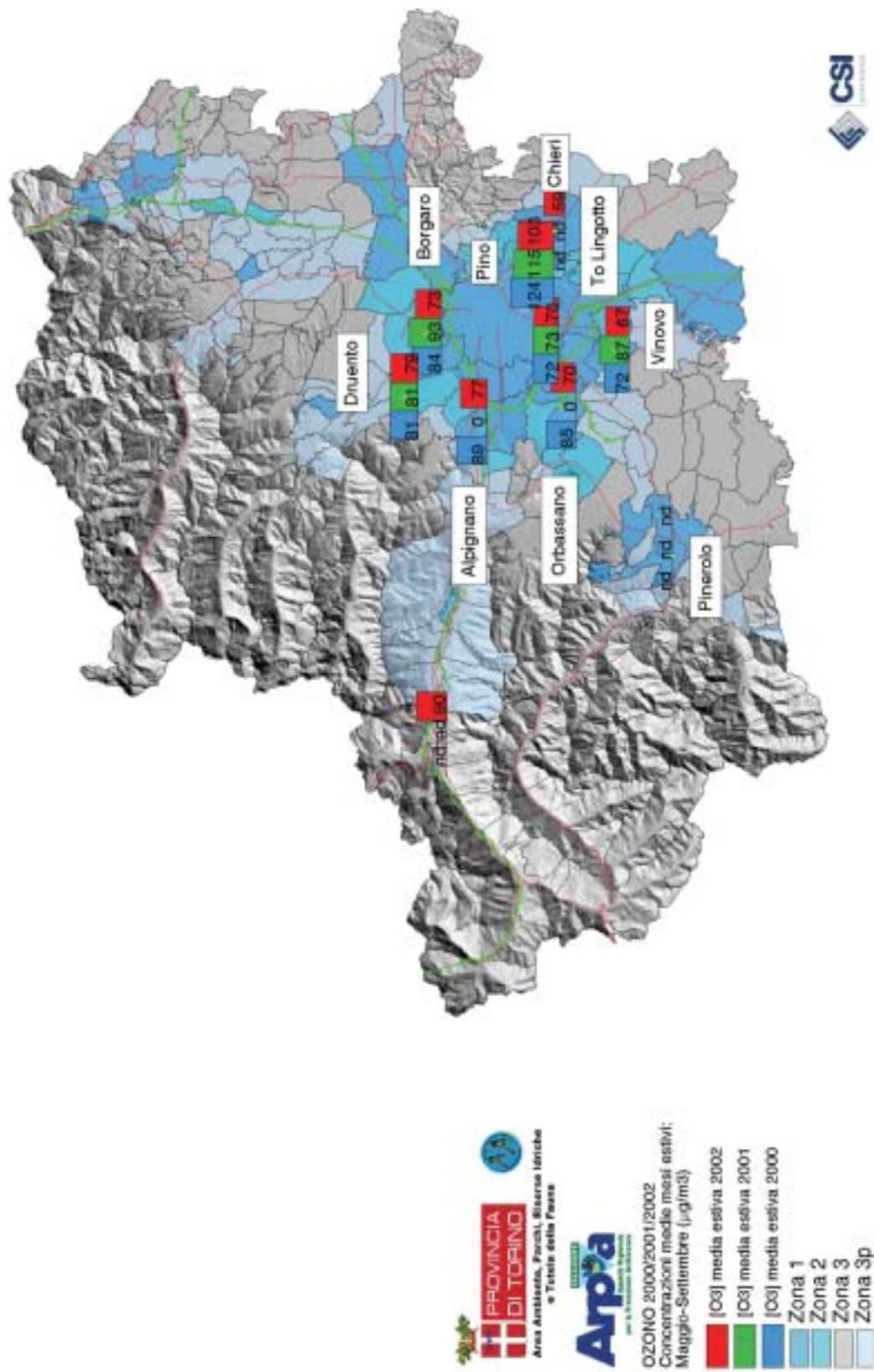


FIGURA 7: carta riportante il valore medio delle concentrazioni medie di  $\text{O}_3$  misurate nei mesi estivi (maggio-settembre) negli anni 1999, 2000 e 2001.

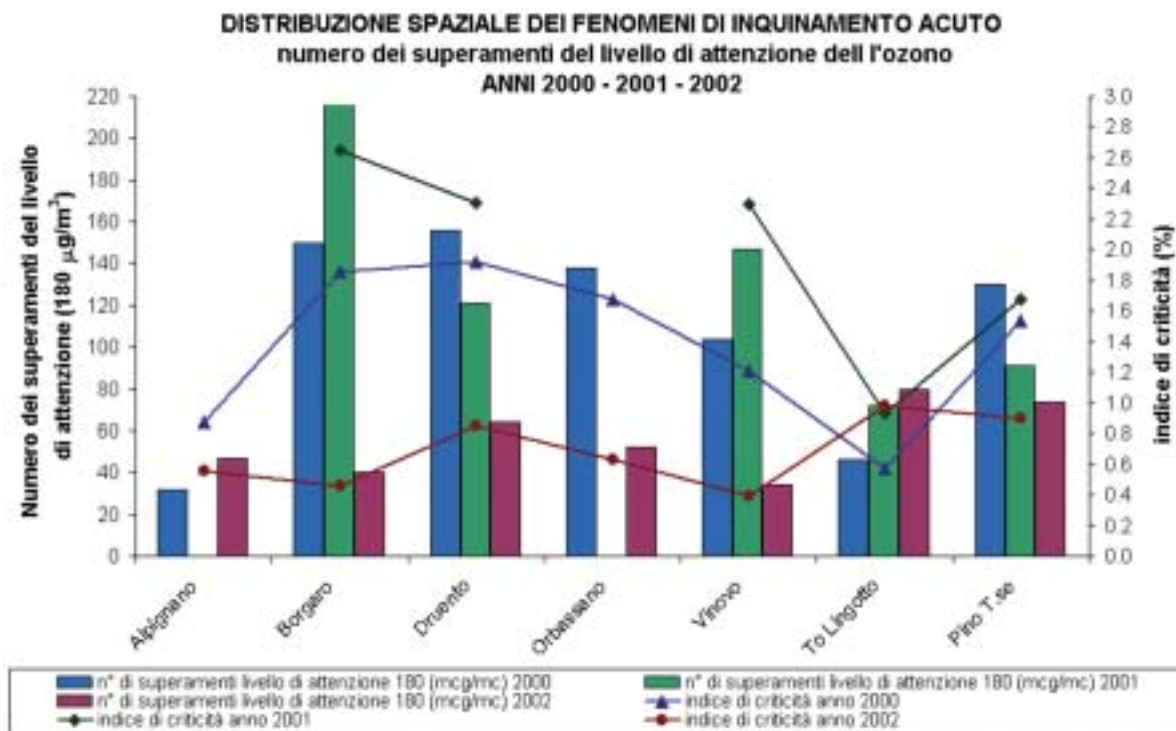


FIGURA 8: ozono, distribuzione spaziale dei fenomeni di inquinamento acuto.

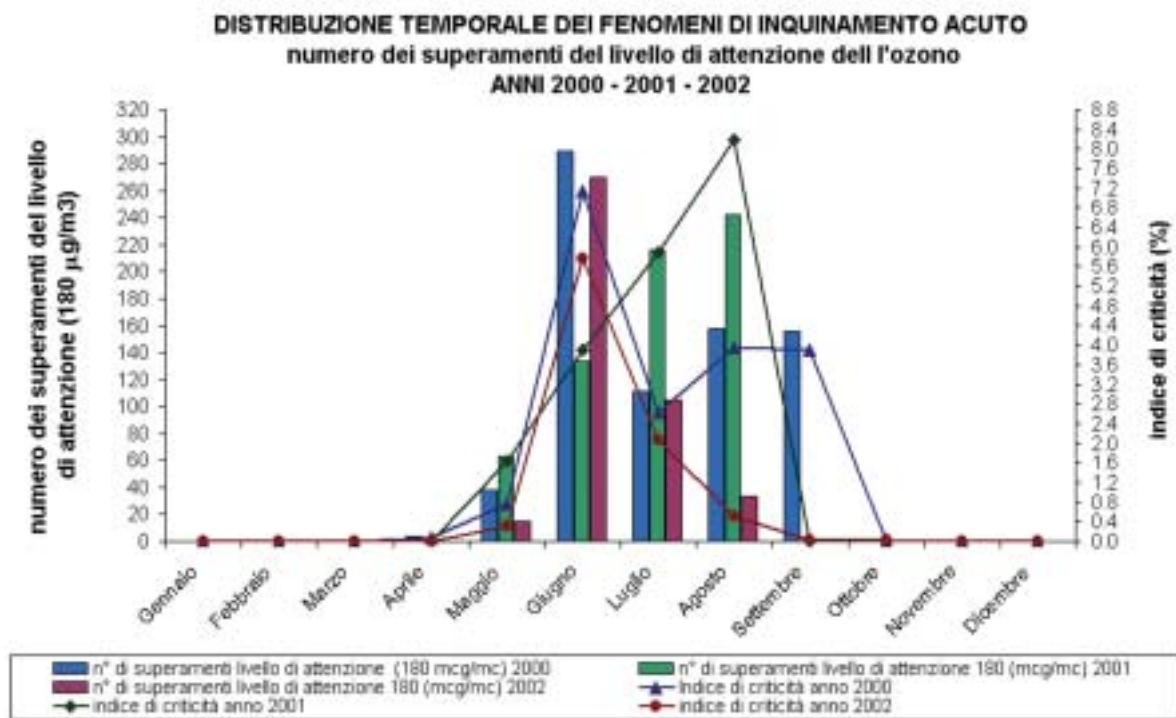


FIGURA 9: ozono, distribuzione temporale dei fenomeni di inquinamento acuto.

### DESCRIZIONE

I metalli pesanti costituiscono una classe di sostanze inquinanti estremamente diffusa nelle varie matrici ambientali.

La loro presenza in aria, acqua e suolo può derivare da fenomeni naturali di erosione, ma, a questi apporti naturali si sommano gli effetti derivanti da tutte le attività antropiche.

Riguardo l'inquinamento atmosferico i metalli che maggiormente preoccupano sono generalmente As (arsenico), Cd (cadmio), Co (cobalto), Cr (cromo), Mn (manganese), Ni (nichel), Pb (piombo) poiché veicolati dal particolato atmosferico.

La loro origine è varia, Cd, Cr, As provengono principalmente dalle industrie minerarie e siderurgiche, Cu e Ni da processi di combustione, Co, Cu, Cr, Zn da materiali cementizi ottenuti con il riciclaggio degli scarti delle industrie siderurgiche e degli inceneritori.

L'effetto dei metalli pesanti sull'organismo umano dipende dalle modalità di assunzione, nonché dalle quantità assorbite. Lo zinco, il rame, il cobalto, il nichel ed il cromo, ad esempio, sono oligoelementi necessari all'organismo (fabbisogno giornaliero : Zn = 15-20 mg, Cu = 2-6 mg, Cr = 5-200 mg, Co = 0.1 mg) per lo svolgimento di numerose funzioni quali il metabolismo proteico e dell'alcol (Zn), quello del tessuto connettivo osseo e la sintesi dell'emoglobina (Cu), la sintesi della vitamina B12 (Co) e altre funzioni endocrino - metaboliche tutt'oggi ancora oggetto di studio. L'assunzione eccessiva e prolungata di tali sostanze, invece, può provocare danni molteplici a tessuti ed organi. L'avvelenamento da zinco, ad esempio, si manifesta con disturbi al sistema nervoso centrale, anemia, febbre e pancreatite.

Il rame, invece, produce alterazioni della sintesi di emoglobina e del tessuto connettivo osseo oltre a promuovere epatiti, cirrosi e danni renali. L'intossicazione da cobalto provoca un blocco della captazione dello iodio a livello tiroideo con conseguente gozzo da ipotiroidismo, alterazioni delle fibre muscolari cardiache e disturbi neurologici.

Cromo e nichel, infine, sono responsabili, in soggetti predisposti, di dermatiti da contatto e di cancro polmonare. L'enfisema polmonare (per deficit di  $\alpha_1$  antitripsina) è la principale manifestazione dell'intossicazione cronica da cadmio cui generalmente si accompagnano danni ai tubuli renali e osteomalacia.

Sia il piombo, che l'arsenico, inoltre, sono responsabili di numerose alterazioni organiche.

L'avvelenamento cronico da piombo (saturnismo), ad esempio, è responsabile di anemia emolitica e danni neurologici. Il rischio di intossicazione da piombo è particolarmente grave nei bambini ed è determinato dal danno subclinico (piombemia < 25 mg/dl) con misconoscimento dello stato di intossicazione che può condurre a gravi alterazioni della crasi ematica e a grave ritardo mentale.

Di seguito si riportano informazioni su alcuni dei metalli monitorati :

- Il CADMIO in natura è molto raro e si ritrova generalmente in associazione con lo Zn. Circa 85-90% delle emissioni di cadmio nell'aria deriva da fonti antropogeniche, principalmente dalla fusione e dal raffinamento dei metalli non ferrosi, dalla combustione di combustibile fossile e dall'incenerimento dei rifiuti urbani, mentre la principale fonte naturale sono le emissioni vulcaniche. Globalmente si possono così suddividere: naturale 9.3%; industria di metallo non ferrosa 20.4%; combustione dell'olio 17.9%; incenerimento residuo 17.5%; industria siderurgica 15.3%; combustione del carbone 13.4%; fabbricazione del cemento 4.4%; ed altri 1.8%. Quest'ultima frazione percentuale è in aumento, vista la richiesta di cadmio per la fabbricazione delle batterie ricaricabili (nichel-cadmio), ed un sempre maggior utilizzo di questo metallo nella fabbricazione di accumulatori energetici, nei componenti elettronici e nell'industria aerospaziale. (Air Quality Guidelines for Europe 2000).
- L'ARSENICO è presente disperso nell'aria in forma sia organica sia inorganica come sale metallico. La fonte naturale principale è l'attività vulcanica, con i contributi secondari dagli essudati da vegetazione.

Come fonti emissive artificiali oggi si contano la fusione dei metalli, (rame, piombo o l'estrazione dai minerali dell'oro), la combustione della lignite di qualità inferiore e di carbone ricco di arsenico, la produzione dell'arsenuro di gallio nell'industria di microelettronica, le attività di demolizione delle caldaie a petrolio, l'estrazione mineraria del metallo stesso, il fumo di sigaretta ed alcuni prodotti per il trattamento e la conservazione del legno. (Air Quality Guidelines for Europe 2000)

- Il NICHEL è un metallo poco presente sulla crosta terrestre (0.008%), contrariamente al nucleo dove è un componente principale. Per le sue caratteristiche di metallo è utilizzato molto nell'industria dell'acciaio e delle leghe, soprattutto per i componenti elettrici. Nelle nostre case è frequente la presenza sotto forma di lega, (soprattutto nei vari elettrodomestici, ma anche tra i materiali da costruzione). È molto usato nell'industria della numismatica, in quella aerospaziale e in quella chimica. Sebbene vi siano varie lavorazioni, il 90% del nichel immesso in atmosfera deriva principalmente dai fumi sviluppatasi nei processi di fusione, di incenerimento dei rifiuti urbani e dal fumo di sigaretta (circa 0.04-0.58 µg di nichel sono liberati con il fumo di una sigaretta). Si è stimato che in media si inalano da 0.1-0.8 µg /giorno di nichel, essendovi una concentrazione di 5-40 ng/m<sup>3</sup> in aria ambiente.

Fumare 40 sigarette al giorno può condurre ad un'inalazione di 2-23 µg di nichel. La sua pericolosità per le vie respiratorie, dipende dalle dimensioni e dalla solubilità delle particelle che si formano (2.0-0.5 µm) come per gli altri metalli sino a qui visti. (Air Quality Guidelines for Europe 2000)

- Il PIOMBO è un metallo pesante che si presenta in natura, sia come composti inorganici che organici. Le concentrazioni di piombo nell'aria nelle zone industriali e nelle aree urbane con alta densità di traffico sono diminuite costantemente in questi ultimi 15 anni, grazie alla riduzione delle emissioni industriali, all'eliminazione del piombo nella benzina e all'adozione di sistemi di raccolta e riciclaggio delle batterie per auto.

Tuttavia il piombo viene ancora utilizzato in medicina, nelle industrie siderurgiche ed in quelle delle vernici speciali. Il tempo di soggiorno delle particelle di Pb nell'aria varia secondo un certo numero di fattori, quali la dimensione delle particelle, le correnti del vento, la pioggia e l'altezza del punto di emissione. (Air Quality Guidelines for Europe 2000)

- Il MANGANESE è un elemento ampiamente distribuito nella crosta terrestre sebbene non si presenti allo stato puro, ma sotto forma di ossidi, carbonati e silicati. Il manganese è usato principalmente nei processi metallurgici, come additivo di deossidazione e desolforizzazione ed in molte leghe metalliche. Inoltre è usato nella produzione delle batterie a secco, nell'industria chimica, del vetro, tessile e del cuoio e come fertilizzante. I residui carbonilici organici di manganese sono usati come additivi inibitori del fumo nell'olio combustibile. Il manganese della crosta terrestre è immesso nell'atmosfera tramite processi naturali, quali l'erosione del terreno da parte dei venti, che trasportano particelle del diametro aerodinamico medio di circa 2,5 µm, e dalla risospensione di particelle minerali e ceneri di combustibili fossili sotto forma di particelle ancor più fini. Il grado dell'assorbimento di manganese per inalazione dipende soprattutto dalla dimensione delle particelle. Le particelle abbastanza piccole possono raggiungere gli alveoli polmonari ed essere assorbite nella circolazione sanguigna. Le particelle grosse tendono ad essere rimosse dalle vie respiratorie tramite azione mucociliari.

La solubilità dei composti del manganese incide notevolmente sull'assorbimento tramite le vie respiratorie, ma non è necessariamente l'unico fattore. Infatti in letteratura sono molti i casi contrastanti quest'ultima osservazione. (Air Quality Guidelines for Europe 2000).

- Il RAME è uno dei metalli maggiormente presente in natura. La sua immissione nell'aria deriva principalmente dall'attività industriale, visti i molteplici usi di tale elemento metallico.



## 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, 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  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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 PM10 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 2002 sono stati effettuati complessivamente 243 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, Buttigliera e Borgaro.

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 19 - 23.

STAZIONE I.T.I.S. Grassi	As	Cd	Co	Cr	Mn	Ni	Pb	Cu	Sn
ANNO 2002	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
n° prelievi	50	50	50	50	50	50	50	50	50
valore minimo	0,0001	0,0003	0,0018	0,0112	0,0161	0,0083	0,0281	0,0320	0,0025
valore medio	0,0016	0,0006	0,0024	0,0724	0,0969	0,0314	0,0462	0,1257	0,0068
valore massimo	0,0025	0,0010	0,0031	0,1342	0,1402	0,0509	0,0614	0,1861	0,0123

TABELLA 19: concentrazioni dei metalli campionati nel particolato atmosferico presso la stazione di Torino - I.T.I.S. Grassi, Str. Aeroporto.

STAZIONE di Consolata	As	Cd	Co	Cr	Mn	Ni	Pb	Cu	Sn
ANNO 2002	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
n° prelievi	44	44	44	44	44	44	44	44	44
valore minimo	0,0001	0,0002	0,0005	0,0064	0,0155	0,0083	0,0132	0,0203	0,0014
valore medio	0,0005	0,0004	0,0015	0,0142	0,0322	0,0130	0,0326	0,1116	0,0039
valore massimo	0,0011	0,0006	0,0036	0,0303	0,0477	0,0204	0,0511	0,2846	0,0067

TABELLA 20: concentrazioni dei metalli campionati nel particolato atmosferico presso la stazione di Torino - Consolata, via della Consolata.

STAZIONE di Carmagnola	As	Cd	Co	Cr	Mn	Ni	Pb	Cu	Sn
ANNO 2002	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>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
n° prelievi	49	49	49	49	49	49	49	49	49
valore minimo	<0,0001	0,0002	0,0004	0,0075	0,0212	0,0062	0,0184	0,0743	0,0019
valore medio	0,0005	0,0004	0,0009	0,0088	0,0392	0,0078	0,0290	0,1225	0,0028
valore massimo	0,0010	0,0005	0,0023	0,0104	0,0540	0,0099	0,0375	0,1714	0,0038

TABELLA 21: concentrazioni dei metalli campionati nel particolato atmosferico presso la stazione di Carmagnola.

STAZIONE di Buttigliera	As	Cd	Co	Cr	Mn	Ni	Pb	Cu	Sn
ANNO 2002	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>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
n° prelievi	49	49	49	49	49	49	49	49	49
valore minimo	0,0006	0,0003	0,0005	0,0242	0,0592	0,0064	0,0506	0,1545	0,0020
valore medio	0,0009	0,0004	0,0010	0,0378	0,0700	0,0144	0,0726	0,2682	0,0036
valore massimo	0,0013	0,0007	0,0024	0,0525	0,0918	0,0359	0,0945	0,4100	0,0064

TABELLA 22: concentrazioni dei metalli campionati nel particolato atmosferico presso la stazione di Buttigliera.

STAZIONE di Borgaro	As	Cd	Co	Cr	Mn	Ni	Pb	Cu	Sn
ANNO 2002	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>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
n° prelievi	51	51	51	51	51	51	51	51	51
valore minimo	0,0001	0,0002	0,0001	0,0067	0,0104	0,0193	0,0164	0,0100	0,0011
valore medio	0,0014	0,0005	0,0010	0,0424	0,0601	0,0350	0,0178	0,0391	0,0029
valore massimo	0,0023	0,0007	0,0014	0,0779	0,1068	0,0572	0,0204	0,0525	0,0043

TABELLA 23: concentrazioni dei metalli campionati nel particolato atmosferico presso la stazione di Borgaro.

L'unico metallo per il quale esiste un riferimento normativo è il piombo, per il quale è previsto un valore limite come media annuale 0.5 µg/m<sup>3</sup>.

Il valore medio annuo più alto relativo all'anno 2002 è stato rilevato presso la stazione Buttigliera ed è pari a 0.07 µg/m<sup>3</sup>, inferiore di un ordine di grandezza rispetto al valore limite. La situazione decisamente positiva, per quanto riguarda la probabile esposizione della popolazione al piombo aerodisperso, è confermata dal fatto che anche il valore mensile più elevato rilevato durante l'anno, 0.09 µg/m<sup>3</sup> nelle stazioni di Grassi e Buttigliera, è nettamente inferiore al valore limite di 0.5 µg/m<sup>3</sup> previsto dal Decreto Ministeriale 2 aprile 2002 n° 60.

Significativi, per quanto riguarda l'andamento stagionale, sono i dati contenuti nel grafico rappresentato in figura 10, relativi alla concentrazione media trimestrale del piombo campionato presso la stazione di Consolata.

**PIOMBO**  
Confronto concentrazioni medie trimestri 2000-2002

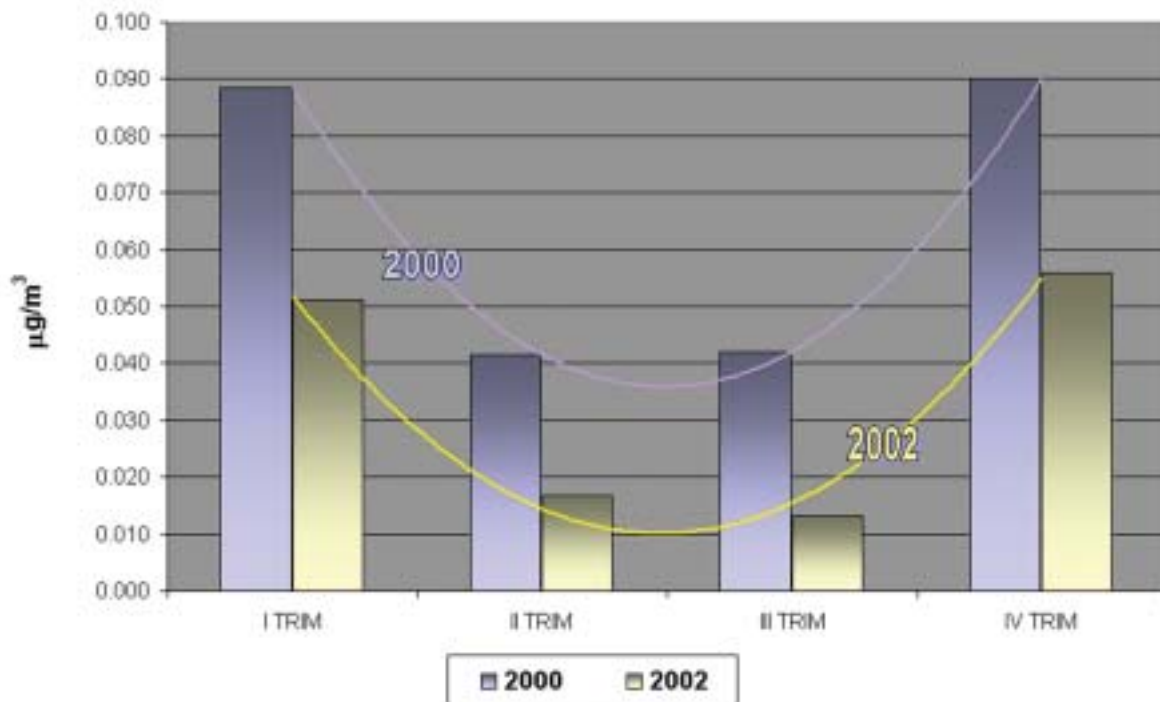


FIGURA 10: andamento stagionale della concentrazione del piombo nella stazione di Torino - Consolata per gli anni 2000 e 2002.

Risulta evidente che le concentrazioni di piombo dipendono in modo rilevante dalle condizioni meteorologiche presenti nel corso dell'anno e che, in assoluto, hanno 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 Borgaro 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.

Di seguito si riportano in i valori di concentrazione di alcuni metalli in atmosfera indicati, dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, come riferimento per la tutela della salute.

	Aree Urbane		Aree Industriali		Aree Remote	
	minimo	max	minimo	max	minimo	max
<b>Cadmio</b> (in µg/m <sup>3</sup> )	0,001	0,05	0,001	0,1	0,0001	0,001
<b>Cromo</b> (in µg/m <sup>3</sup> )	0,004	0,07	0,005	0,2	0	0,003
<b>Piombo</b> (in µg/m <sup>3</sup> )	0,500	3			0,1	0,3
<b>Manganese</b> (in µg/m <sup>3</sup> )	0,010	0,07	0,2	0,3	0,01	0,03
<b>Nichel</b> (in µg/m <sup>3</sup> )	0,003	0,1	0,008	0,2	0,0001	0,001

TABELLA 24: OMS valori di riferimento per la concentrazione dei metalli in atmosfera.

## 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 a 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 il valore limite annuale per la protezione della salute umana secondo il DM 2/4/2002 n. 60 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, anche con strumentazione in continuo. Per quanto riguarda la stazione di via Consolata le concentrazioni misurate nel 2002 sono ulteriormente calate (figura 11), fino ad ottenere un valore medio annuo di  $6,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mentre nell'anno precedente il valore era di  $7,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e nel 2000  $7,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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.

Con l'immissione sul mercato di veicoli con prestazioni ambientali sempre migliori si ipotizza per i prossimi anni una ulteriore diminuzione delle concentrazioni di questo inquinante.

Dall'esame dei dati misurati 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.

**CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI BENZENE**  
stazione di Torino - Consolata  
(1996 - 2002)

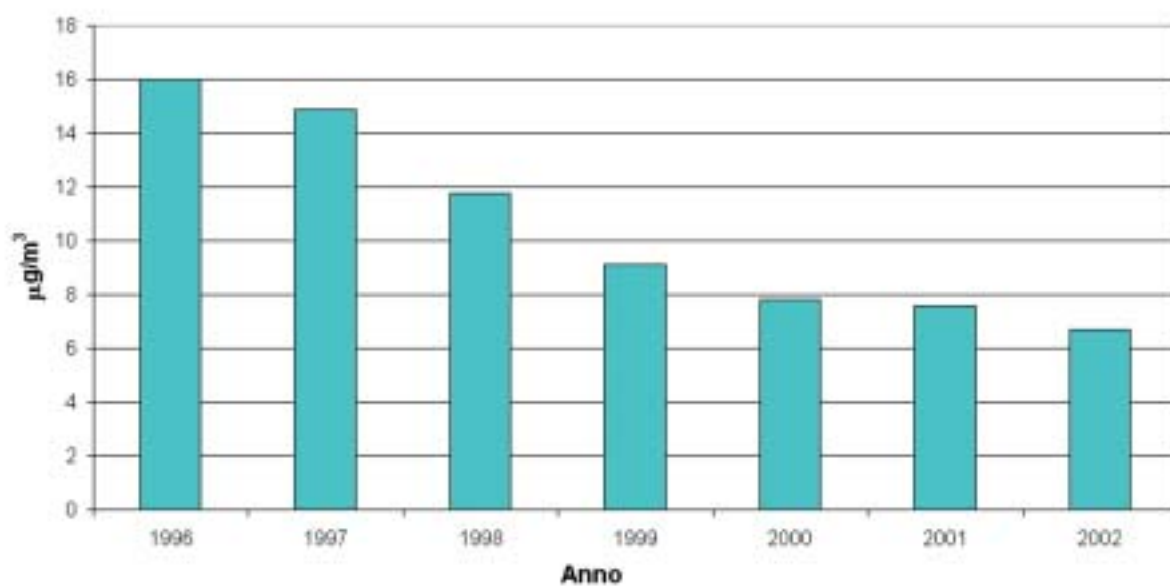


FIGURA 11: concentrazioni medie annue di benzene rilevate presso la stazione di Torino - Consolata nel quadriennio 1998-2001.

### 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 µm si fermano nelle prime vie respiratorie;
- le particelle con diametro tra i 5 e i 10 µm raggiungono la trachea e i bronchi;
- le particelle con diametro inferiore ai 5 µm 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 µm, definita anche inalabile, e il recente D.M 2 aprile 2002 n. 60, che recepisce 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 arrivino, e siano trattenute, solo le particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm.

### ESAME DEI DATI

#### Frazione PM10

Nel corso dell'anno 2002 si è provveduto ad incrementare il numero di campionatori di particolato PM10 presenti nella rete di monitoraggio. Attualmente sono attivi 11 siti di misura, distribuiti omogeneamente sul territorio provinciale. I risultati delle rilevazioni effettuate nel corso dell'anno 2002 e dove disponibile degli anni precedenti sono riportate nelle tabelle 25 - 35.

In tutti i siti per i quali è disponibile un intero anno di dati, o un numero significativo di mesi interessati da misure, si osserva il mancato rispetto sia del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  PM10 come media giornaliera da non superare più di 35 volte per anno civile), sia del valore limite annuale per la protezione della salute umana ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  PM10 come media annuale). Da una prima analisi dei dati rilevati nei siti di monitoraggio di recente attivazione, si evidenzia

come gran parte del territorio provinciale sia interessato da fenomeni di inquinamento atmosferico provocato dal PM10. Si osserva infatti che sia le aree urbane esterne al capoluogo torinese (Pinerolo, Ivrea, Carmagnola, Susa) sia aree remote come il parco La Mandria a Druento presentano superamenti del valore limite giornaliero. Tale affermazione è inoltre confermata dai dati rilevati dei primi mesi dell'anno 2003 che verranno pubblicati sulla prossima relazione.

Il PM10 si conferma l'inquinante che più si discosta dai limiti previsti dalla normativa in vigore, esso rappresenta inoltre, in relazione alla sua diffusione sul territorio e all'assenza di significativi trend di riduzione, la principale criticità da affrontare nel prossimo periodo.

### **Particelle sospese totali**

Il D.M.2 aprile 2002 n. 60 non prevede più limiti per il parametro polveri totali, tale parametro è stato sostituito a tutti gli effetti dalla misurazione delle polveri PM10.

Nell'ambito della presente relazione si è però ritenuto opportuno continuare a fornire informazioni su questo parametro. La misurazione delle concentrazioni di polveri totali viene effettuata fin dall'inizio degli anni '80 e l'analisi delle serie storiche fornisce importanti informazioni sull'evolversi dell'inquinamento da polveri nel nostro territorio. Per tali ragioni, anche nei prossimi anni, si manterranno attive alcune postazioni di monitoraggio di questo parametro.

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 stazioni fisse, mentre il livello di allarme ( $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media giornaliera) è stato superato solo nella stazione di P.zza Rivoli (tabelle 36 - 39).

Complessivamente, tralasciando i confronti fra i singoli anni che possono presentare notevoli differenze causate dalle condizioni meteorologiche, si osserva sul medio periodo una graduale diminuzione delle concentrazioni di polveri totali.

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 negli anni precedenti.

A livello di distribuzione temporale dei dati, i superamenti dei livelli di attenzione e di allarme sono tutti concentrati nei mesi freddi, il solo livello di attenzione presenta, in alcune stazioni, sporadici superamenti nei mesi primaverili e estivi

In termini assoluti le concentrazioni permangono particolarmente elevate e frequenti sono i casi di superamento del livello di attenzione. I dati, relativi alla presenza in atmosfera delle polveri totali, confermano la criticità relativa all'inquinamento da particolato sospeso precedentemente rilevata durante la trattazione del PM10.

PM10 Stazione di TO-Consolata	Riepilogo annuale		Anno 2002 - dettaglio mensile													
	2002	2001	2000	1999	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	353	331	356	141	31	28	29	29	26	29	30	31	30	30	30	30
n° sup 50 µg/m <sup>3</sup>	198	186	214	84	31	18	20	23	10	18	7	0	9	23	17	22
Valore medio	67	63	71	68	139	74	71	69	49	54	39	32	46	83	75	66
Valore minimo	7	17	8	15	68	10	22	26	25	21	20	11	16	7	27	19
Valore massimo	243	179	222	200	243	153	129	105	86	88	64	45	101	159	157	121

TABELLA 25: stazione di TO-Consolata, parametro PM10, valutazione statistica anno 2002.

PM10 Stazione di TO-Grassi	Riepilogo annuale		Anno 2002 - dettaglio mensile													
	2002	2001	2000	1999	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	348	352	333	155	27	28	30	29	29	28	30	29	30	29	30	29
n° sup 50 µg/m <sup>3</sup>	251	254	264	98	27	23	22	27	26	19	17	1	18	23	23	25
Valore medio	77	76	82	64	155	91	78	86	77	67	49	33	56	81	77	75
Valore minimo	10	13	10	13	81	20	29	36	42	24	14	10	23	19	31	23
Valore massimo	256	197	222	215	256	158	143	129	121	104	88	53	115	143	174	120

TABELLA 26: stazione di TO-Grassi, parametro PM10, valutazione statistica anno 2002.

PM10 Stazione di Borgaro	Riepilogo annuale		Anno 2002 - dettaglio mensile											
	2002	2001	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	335	135	31	26	31	30	24	30	30	29	29	27	30	30
n° sup 50 µg/m <sup>3</sup>	125	67	30	15	16	20	4	11	1	0	0	3	14	1
Valore medio	47	52	100	54	52	60	43	41	24	18	18	28	55	33
Valore minimo	4	4	28	10	8	37	22	9	12	4	4	8	9	13
Valore massimo	178	131	178	115	98	92	69	71	47	33	63	107	90	87

TABELLA 27: stazione di Borgaro, parametro PM10, valutazione statistica anno 2002.



PM10 Stazione di TO-Gaidano	Anno 2002 - dettaglio mensile													
	Riepilogo annuale	2002	gen	feb	mar	apr	mag	giu	Lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	196						30	31	31	31	30	31	15	28
n° sup 50 µg/m <sup>3</sup>	50						6	0	0	4	16	7	7	17
Valore medio	36						34	21	17	28	55	46	46	58
Valore minimo	5						10	5	7	7	15	17	17	16
Valore massimo	107						61	44	30	63	107	99	99	90

TABELLA 28: stazione di TO-Gaidano, parametro PM10, valutazione statistica anno 2002.

PM10 Stazione di TO-Rivoli	Anno 2002 - dettaglio mensile													
	Riepilogo annuale	2002	gen	feb	mar	apr	mag	giu	Lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	212						30	31	31	31	30	31	30	29
n° sup 50 µg/m <sup>3</sup>	73						10	0	0	6	24	15	15	18
Valore medio	44						42	23	22	37	68	60	60	55
Valore minimo	7						11	7	8	11	16	21	21	24
Valore massimo	132						76	37	36	75	117	132	132	88

TABELLA 29: stazione di TO-Rivoli, parametro PM10, valutazione statistica anno 2002.

PM10 Stazione di Buttigliera	Anno 2002 - dettaglio mensile													
	Riepilogo annuale	2002	gen	feb	mar	apr	mag	giu	Lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	61												30	31
n° sup 50 µg/m <sup>3</sup>	19												10	9
Valore medio	42												45	40
Valore minimo	8												14	8
Valore massimo	105												105	80

TABELLA 30: stazione di Buttigliera, parametro PM10, valutazione statistica anno 2002.

PM10 Stazione di Carmagnola	Riepilogo annuale	Anno 2002 - dettaglio mensile												
		2002	gen	feb	mar	apr	mag	giu	Lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	56												25	31
n° sup 50 µg/m <sup>3</sup>	25												10	15
Valore medio	50												52	49
Valore minimo	13												15	13
Valore massimo	136												136	82

TABELLA 31: stazione di Carmagnola, parametro PM10, valutazione statistica anno 2002.

PM10 Stazione di Druento	Riepilogo annuale	Anno 2002 - dettaglio mensile												
		2002	gen	feb	mar	apr	mag	giu	Lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	42												18	24
n° sup 50 µg/m <sup>3</sup>	7												3	4
Valore medio	30												27	33
Valore minimo	7												10	7
Valore massimo	67												64	67

TABELLA 32: stazione di Druento, parametro PM10, valutazione statistica anno 2002.

PM10 Stazione di Ivrea	Riepilogo annuale	Anno 2002 - dettaglio mensile												
		2002	gen	feb	mar	apr	mag	giu	Lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	61												30	31
n° sup 50 µg/m <sup>3</sup>	23												10	13
Valore medio	48												50	46
Valore minimo	5												7	5
Valore massimo	139												139	90

TABELLA 33: stazione di Ivrea, parametro PM10, valutazione statistica anno 2002.

PM10 Stazione di Pinerolo	Riepilogo annuale	Anno 2002 - dettaglio mensile											
		2002	gen	feb	mar	apr	mag	giu	Lug	ago	set	ott	nov
n° prelievi	54											30	24
n° sup 50 µg/m <sup>3</sup>	14											10	4
Valore medio	36											38	33
Valore minimo	6											6	7
Valore massimo	91											91	63

TABELLA 34: stazione di Pinerolo, parametro PM10, valutazione statistica anno 2002.

PM10 Stazione di Susa	Riepilogo annuale	Anno 2002 - dettaglio mensile											
		2002	gen	feb	mar	apr	mag	giu	Lug	ago	set	ott	nov
n° prelievi	34											15	19
n° sup 50 µg/m <sup>3</sup>	5											1	4
Valore medio	31											28	33
Valore minimo	5											5	7
Valore massimo	73											71	73

TABELLA 35: stazione di Susa, parametro PM10, valutazione statistica anno 2002.

Polveri Totali Stazione di TO-Consolata	Riepilogo annuale																
	2002	2001	2000	1999	1998	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	331	311	304	332	329	30	28	17	25	31	28	26	29	25	31	30	31
n° sup liv. attenzione 150 µg/m <sup>3</sup>	42	39	51	43	68	22	5	0	0	0	1	0	0	0	7	7	0
n° sup liv. allarme 300 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valore medio	94	98	104	95	115	180	109	98	92	63	93	64	46	70	120	100	90
Valore minimo	17	34	28	15	22	82	25	37	34	35	35	28	17	29	25	38	40
Valore massimo	296	234	268	264	334	296	186	143	149	130	154	102	74	122	206	208	145
95° percentile	187	179	213	186	218												

TABELLA 36: stazione di TO-Consolata, parametro polveri totali, valutazione statistica anno 2002.

Polveri Totali Stazione di TO-Lingotto	Riepilogo annuale																
	2002	2001	2000	1999	1998	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	348	362	303	362	350	31	28	31	22	31	30	23	31	29	31	30	31
n° sup liv. attenzione 150 µg/m <sup>3</sup>	19	16	38	25	43	16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
n° sup liv. allarme 300 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valore medio	72	74	86	79	94	160	79	83	73	38	68	44	33	51	83	75	65
Valore minimo	10	20	14	7	19	66	15	33	18	16	24	18	10	24	19	28	21
Valore massimo	281	225	244	207	332	281	136	140	131	72	124	107	51	97	167	167	120
95° percentile	155	139	181	162	185												

TABELLA 37: stazione di TO-Lingotto, parametro polveri totali, valutazione statistica anno 2002.

Polveri Totali Stazione di TO-Rebaudengo	Riepilogo annuale										Anno 2002 - dettaglio mensile											
	2002	2001	2000	1999	1998	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic					
n° prelievi	325	302	365	285	348	14	28	31	30	29	30	18	31	30	28	30	26					
n° sup liv. attenzione 150 µg/m <sup>3</sup>	33	49	62	62	61	11	11	5	0	0	0	0	0	0	3	2	1					
n° sup liv. allarme 300 µg/m <sup>3</sup>	0	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Valore medio	89	100	103	110	109	194	129	114	83	56	82	57	42	72	102	93	92					
Valore minimo	13	29	19	6	28	107	23	50	27	23	25	31	15	30	24	13	34					
Valore massimo	293	326	264	322	305	293	201	182	138	104	126	76	63	124	182	165	183					
95° percentile	171	202	204	220	213																	

TABELLA 38: stazione di TO-Rebaudengo, parametro polveri totali, valutazione statistica anno 2002.

Polveri Totali di TO-Rivoli	Riepilogo annuale										Anno 2002 - dettaglio mensile											
	2002	2001	2000	1999	1998	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic					
n° prelievi	336	338	358	338	354	17	26	31	28	29	25	30	28	30	31	30	31					
n° sup liv. attenzione 150 µg/m <sup>3</sup>	66	107	124	63	100	15	18	8	0	0	1	0	0	1	14	7	2					
n° sup liv. allarme 300 µg/m <sup>3</sup>	5	13	11	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Valore medio	110	132	136	109	124	260	163	127	97	70	101	69	59	89	131	111	108					
Valore minimo	25	30	24	19	18	82	26	55	43	33	37	33	25	41	31	41	51					
Valore massimo	417	363	391	273	373	417	264	212	140	126	153	106	100	158	214	238	174					
95° percentile	219	285	278	213	250																	

TABELLA 39: stazione di TO-Rivoli, parametro polveri totali, valutazione statistica anno 2002.

### DESCRIZIONE

Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti come IPA, sono un importante gruppo di composti organici con due o più anelli aromatici fusi. Hanno una solubilità relativamente bassa in acqua e sono altamente lipofili.

Le sorgenti principali degli IPA, presenti nell'aria, sono i processi di combustione degli autoveicoli e del riscaldamento domestico che utilizza combustibili liquidi o solidi. Per quanto riguarda i processi di combustione degli autoveicoli, i motori a benzina senza catalizzatore (specie quelli dei motorini a due tempi) e quelli diesel presentano concentrazioni di IPA in emissione comparabili e piuttosto elevate; la presenza del catalizzatore nei veicoli a benzina riduce invece del 90% le concentrazioni di BaP (benzo(a)pirene) nei gas di scarico.

Gli IPA nelle emissioni veicolari possono derivare da composti già presenti nel carburante, da neoformazione durante la combustione o da perdite di oli lubrificanti. È importante ricordare che la quantità di IPA emessi aumenta con il contenuto di idrocarburi aromatici presenti nel carburante, sia benzina che gasolio. In proposito l'utilizzo di benzine "verdi", generalmente a maggiore tenore in idrocarburi aromatici, comporta, in assenza di idoneo convertitore catalitico, un peggioramento delle emissioni in IPA.

La ripartizione degli IPA tra fase volatile e fase particellare nei gas di scarico dipende, in buona misura, dalla tipologia di alimentazione: nelle emissioni dei veicoli a benzina gli IPA più leggeri sono associati principalmente alla fase vapore; nelle emissioni di veicoli diesel, dove si riscontra una più alta percentuale di materiale particellare, gli IPA sono soprattutto legati alle particelle.

La sostituzione del carbone e degli oli combustibili con il metano per il riscaldamento domestico ha ridotto di molto l'emissione di IPA da tale sorgente mentre gli insediamenti industriali possono ancora dare origine ad emissioni quantitativamente importanti. In ambienti confinati il fumo di sigaretta è un'importante fonte di inquinamento da IPA.

La maggior parte degli IPA con una bassa volatilità sono adsorbiti sul particolato dove possono subire processi di fotodecomposizione da parte della componente ultravioletta della radiazione solare. Nell'atmosfera, gli IPA possono inoltre reagire con le sostanze inquinanti quali ozono, ossidi d'azoto e biossido di zolfo generando classi di sostanze come azaareni e nitroderivati.

È importante sottolineare che, nelle diverse città soggette a monitoraggio, il cosiddetto "profilo degli IPA" (rapporto quantitativo dei singoli IPA sul totale degli IPA presenti nell'aria di una città) è costante nel tempo, per cui il benzo(a)pirene (BaP), il più studiato della classe, viene spesso utilizzato quale indicatore di esposizione dell'intera classe degli IPA.

Le concentrazioni di IPA presenti in atmosfera presentano un'elevata variabilità stagionale. In Italia si sono rilevate concentrazioni medie mensili 10 volte superiori in inverno rispetto all'estate. Per tale motivo è necessario utilizzare le concentrazioni medie annuali per stimare, sul lungo periodo, l'esposizione individuale. In merito alla tossicità, oltre al benzo(a)pirene, si devono considerare altri IPA presenti nelle emissioni veicolari: il benzo(a)antracene, l'indenopirene.

A titolo informativo questi ultimi tre composti sono stati recentemente proposti quali "IPA cancerogeni" dall'Istituto Superiore di Sanità, ai fini di una stima del rischio sanitario di esposizione umana, insieme ai seguenti altri IPA: benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(j)fluorantene, dibenzo(a,h)antracene (Rapporto ISTISAN n° 91/27, 1991). Ciò in quanto detti composti sono stati classificati, nel 1987, quali probabili e possibili cancerogeni per l'uomo, secondo lo I.A.R.C. (International Association for Cancer Research), e contemporaneamente sono i più frequenti e i più abbondanti tra gli IPA presenti nell'ambiente.

La Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale ha raccomandato un valore guida di  $1 \text{ ng/m}^3$  per la concentrazione media annuale di BaP, misurata nei luoghi a più alto inquinamento. Tale raccomandazione è stata in seguito recepita nella legislazione italiana nel DM 25/11/94.

La commissione ha stimato che, ad un'esposizione media annua di BaP compresa tra  $0,1$  e  $2 \text{ ng/m}^3$ , sarebbe attribuibile una proporzione di tumori polmonari variabile tra lo  $0,003$  e il  $0,1\%$  rispetto a tutti i tumori polmonari diagnosticati in Italia.

Per quanto riguarda la dinamica di movimento degli IPA nell'ambiente, si può dire che nel caso delle combustioni veicolari si verifica una veloce condensazione degli IPA in fase vapore ed una rapida sedimentazione della fase particellare più grossolana.

Inoltre le condizioni meteorologiche agiscono evidentemente sulla dispersione, in particolare il vento, che può trasportare il particolato anche a grandi distanze, e la pioggia, che favorisce la ricaduta al suolo.

### DANNI CAUSATI

L'assorbimento degli IPA è di tipo lipo-solubile ed avviene principalmente tramite il polmone, e la pelle dei mammiferi. Secondo i più recenti studi i composti policiclici aromatici presentano caratteristiche di tossicità ed attività cancerogena.

In particolare, si hanno evidenze della cancerogenità del benzo(a)pirene poiché gli esperimenti in vitro hanno dimostrato la citotossicità di tale composto sulle cellule dei polmoni degli animali da laboratorio e degli esseri umani, dove sono causa dell'insorgenza di forme iperplastiche. Anche gli esperimenti in vivo, fatti in laboratorio, hanno fatto osservare numerosi casi di riduzione dei leucociti nel sangue e di depressione del midollo osseo con distruzione quasi completa delle cellule emopoietiche. Secondo stime dell'OMS, nove persone su centomila esposte ad una concentrazione di 1 ng/m<sup>3</sup> di benzo(a)pirene sono a rischio di contrarre il cancro.

Tali dati, sebbene limitati, presuppongono una correlazione tra il grado di immunosoppressività e la potenza cancerogena degli IPA.

### 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 µg/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;
  - 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, Buttigliera e Borgaro sono rappresentative di una situazione extraurbana;
- L'obiettivo di qualità è rispettato in tutte le stazioni, come si può rilevare dalle tabelle riportanti i valori medi mensili per i siti presi in esame (tabelle 40 - 44) sebbene sia 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 che questi non sono costanti durante l'anno ed aumentano nei mesi freddi come si può osservare in tabella 45.

Ciò indica che le concentrazioni alle quali la popolazione è esposta, variano nel corso dell'anno in maniera non trascurabile e in funzione delle condizioni meteorologiche.

STAZIONE DI TORINO Via della Consolata	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	ANNO 2002
	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 6 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 6 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 6 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 10 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 5 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 61 campioni ng/m <sup>3</sup>
Benzo(b)fluorantrene	4,39	1,24	0,57	0,14	0,15	0,12	0,15	0,15	0,17	0,40	1,21	0,92	0,8
Benzo(k)fluorantrene	2,36	0,59	0,27	0,14	0,15	0,12	0,15	0,15	0,15	0,30	0,99	0,79	0,5
Benzo(a)pirene	5,10	1,12	0,47	0,14	0,15	0,12	0,15	0,15	0,23	0,59	0,62	0,45	0,8
Dibenzo(ah)antracene	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,12	0,15	0,15	0,15	0,14	0,69	0,52	0,2
Benzo(ghi)perilene	4,45	1,45	0,76	0,20	0,15	0,12	0,15	0,16	0,38	0,33	0,14	0,11	0,7
Indeno(1,2,3-cd)pirene	4,42	1,14	0,47	0,29	0,29	0,24	0,30	0,30	0,29	0,29	1,01	0,67	0,8

TABELLA 40: concentrazioni medie mensili ed annuale degli IPA presso la stazione di Consolata in Torino.

STAZIONE DI CARMAGNOLA	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	ANNO 2002
	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 10 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 8 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 5 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 67 campioni ng/m <sup>3</sup>
Benzo(b)fluorantrene	4,39	1,38	1,26	0,14	0,15	0,12	0,15	0,15	0,17	0,40	1,21	0,92	0,9
Benzo(k)fluorantrene	2,61	0,69	0,60	0,14	0,15	0,12	0,15	0,15	0,15	0,30	0,99	0,79	0,6
Benzo(a)pirene	5,57	1,25	0,99	0,14	0,15	0,12	0,15	0,15	0,23	0,59	0,62	0,45	0,9
Dibenzo(ah)antracene	0,14	0,13	0,14	0,14	0,15	0,12	0,15	0,15	0,15	0,14	0,69	0,52	0,2
Benzo(ghi)perilene	4,43	1,27	1,18	0,24	0,15	0,12	0,15	0,16	0,38	0,33	0,14	0,11	0,7
Indeno(1,2,3-cd)pirene	4,38	0,96	0,87	0,29	0,29	0,24	0,30	0,30	0,29	0,29	1,01	0,67	0,8

TABELLA 41: concentrazioni medie mensili ed annuale degli IPA presso la stazione di Carmagnola.



STAZIONE DI BUTTIGLIERA	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	ANNO 2002
	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 48 campioni ng/m <sup>3</sup>
Benzo(b)fluorantrene	3,81	1,75	0,58	0,14	0,13	0,12	0,15	0,15	0,15	0,53	1,20	1,86	<b>0,9</b>
Benzo(k)fluorantrene	2,40	1,15	0,54	0,14	0,13	0,12	0,15	0,15	0,15	0,37	0,87	1,22	<b>0,6</b>
Benzo(a)pirene	1,70	0,82	0,35	0,14	0,13	0,12	0,15	0,15	0,15	0,30	0,58	0,76	<b>0,4</b>
Dibenzo(ah)antracene	1,74	0,82	0,36	0,14	0,13	0,12	0,15	0,15	0,15	0,27	0,63	0,90	<b>0,5</b>
Benzo(ghi)perilene	0,18	0,14	0,14	0,14	0,13	0,12	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	<b>0,1</b>
Indeno(1,2,3-cd)pirene	2,72	1,26	0,46	0,29	0,26	0,24	0,29	0,29	0,30	0,36	0,92	1,28	<b>0,7</b>

TABELLA 42: concentrazioni medie mensili ed annuale degli IPA presso la stazione di Buttigliera.

STAZIONE DI BORGARO	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	ANNO 2002
	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 5 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 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 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 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 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 73 campioni ng/m <sup>3</sup>
Benzo(b)fluorantrene	3,06	0,75	0,51	0,30	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,38	1,68	1,88	<b>0,8</b>
Benzo(k)fluorantrene	2,29	0,52	0,36	0,30	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,26	1,26	1,52	<b>0,6</b>
Benzo(a)pirene	4,29	0,66	0,42	0,30	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,40	0,89	0,90	<b>0,7</b>
Dibenzo(ah)antracene	0,29	0,24	0,30	0,30	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,89	1,05	<b>0,3</b>
Benzo(ghi)perilene	1,66	0,52	0,36	0,30	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,29	0,18	0,17	<b>0,4</b>
Indeno(1,2,3-cd)pirene	2,63	0,47	0,60	0,60	0,35	0,36	0,36	0,35	0,35	0,34	1,11	1,35	<b>0,7</b>

TABELLA 43: concentrazioni medie mensili ed annuale degli IPA presso la stazione di Borgaro.

STAZIONE DI GRASSI	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	ANNO 2002
	media di 4 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 5 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 4 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 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 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 7 campioni ng/m <sup>3</sup>	media di 73 campioni ng/m <sup>3</sup>
Benzo(b)fluorantrene	4,61	2,35	0,57	0,45	0,23	0,18	0,18	0,18	0,19	0,60	2,65	2,29	1,2
Benzo(k)fluorantrene	3,09	1,48	0,36	0,30	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,41	1,77	1,69	0,8
Benzo(a)pirene	6,61	2,75	0,66	0,42	0,19	0,18	0,18	0,18	0,19	0,83	1,28	1,22	1,2
Dibenzo(ah)antracene	0,34	0,23	0,30	0,30	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	1,29	1,17	0,4
Benzo(ghi)perilene	3,66	1,83	0,57	0,48	0,26	0,18	0,18	0,18	0,19	0,62	0,17	0,17	0,7
Indeno(1,2,3-cd)pirene	4,03	1,79	0,30	0,30	0,35	0,36	0,36	0,36	0,35	0,41	1,58	1,34	1,0

TABELLA 44: concentrazioni medie mensili ed annuale degli IPA presso la stazione di Grassi.

MESE	Rapporto IPA Totali / PM10 (ng/µg)				
	Carmagnola	Consolata	Grassi	Borgaro	Buttigiera
Gennaio	0,17	0,14	0,11	0,11	0,11
Febbraio	0,08	0,11	0,10	0,06	0,06
Marzo	0,07	0,04	0,03	0,03	0,03
Aprile	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Maggio	0,04	0,06	0,02	0,03	0,03
Giugno	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
Luglio	0,03	0,09	0,03	0,05	0,05
Agosto	0,04	0,03	0,04	0,07	0,07
Settembre	0,05	0,09	0,03	0,05	0,05
Ottobre	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04
Novembre	0,08	0,10	0,09	0,18	0,18
Dicembre	0,08	0,10	0,11	0,16	0,16

TABELLA 45: rapporto fra le concentrazioni medie mensili di IPA totali e di PM10 presso tutte le stazioni di monitoraggio.

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 12). 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 - 2002)**

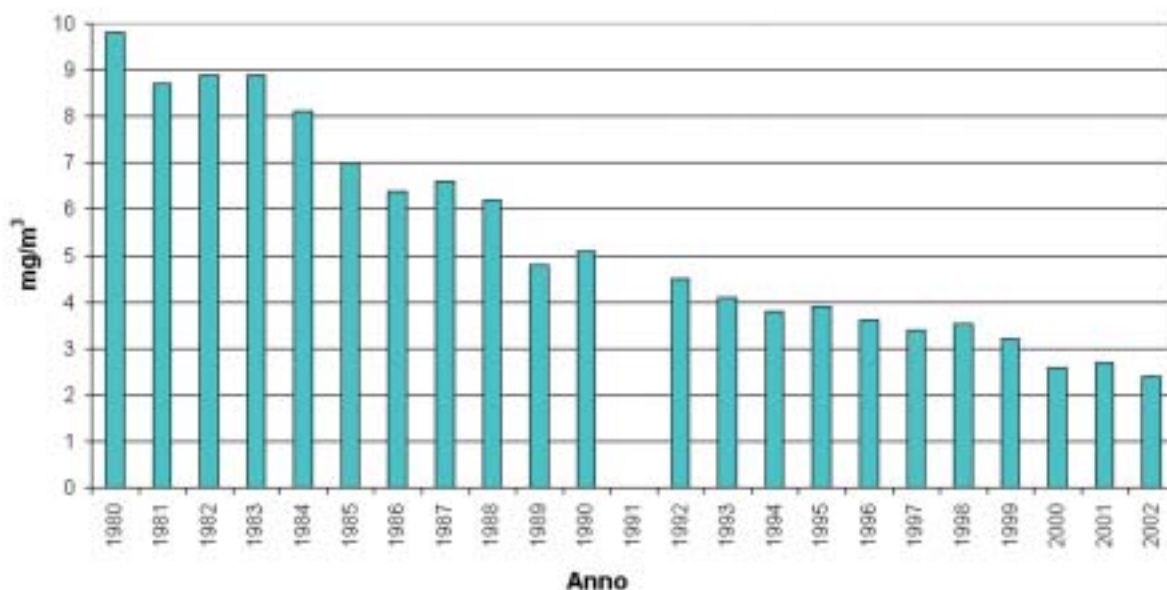


FIGURA 12: parametro CO, concentrazioni medie annuali rilevate presso la stazione di Torino-Rebaudengo nell'ultimo ventennio.

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

Il biossido di azoto, caratteristico inquinante prodotto dalle combustioni, non ha mostrato, nell'ultimo decennio, una sostanziale diminuzione delle sue concentrazioni (figura 13).

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 energia, 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.

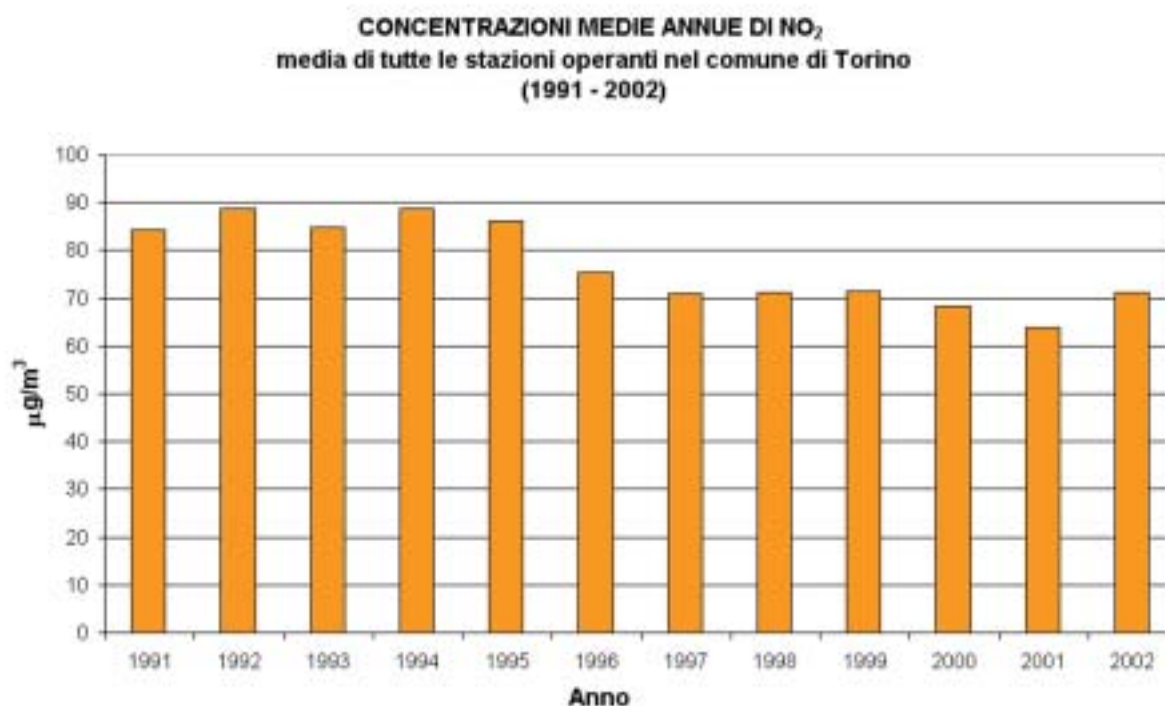


FIGURA 13: parametro NO<sub>2</sub>, media delle medie annuali di tutte le stazioni operanti nel comune di Torino nell'ultimo decennio.

## PARTICOLATO TOTALE SOSPESO (PTS)

Negli ultimi venti anni si è assistito ad un calo generalizzato del particolato 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 14 si nota come nelle stazioni operanti nella città di Torino caratterizzate dalla presenza di elevati flussi di mezzi di trasporto e da numerosi impianti produttivi (Rebaudengo e Lingotto), 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 delle prestazioni ambientali di quelle ancora presenti e la diminuzione delle emissioni di particolato da parte degli autoveicoli sono i motivi principali per il drastico decremento del particolato totale sospeso.

**CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI PARTICOLATO SOSPESO**  
**stazioni di Torino**  
**(1980 - 2002)**

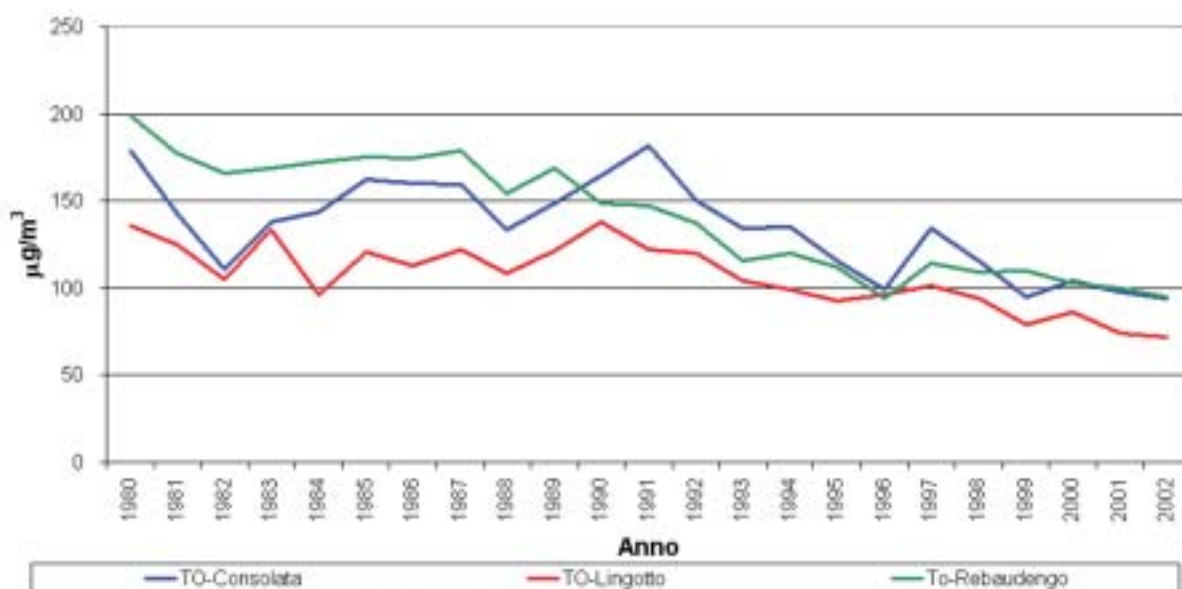


FIGURA 14: parametro PTS, medie annuali misurate nelle stazioni di Torino nell'ultimo ventennio.

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

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

Nella figura 15, dove 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.

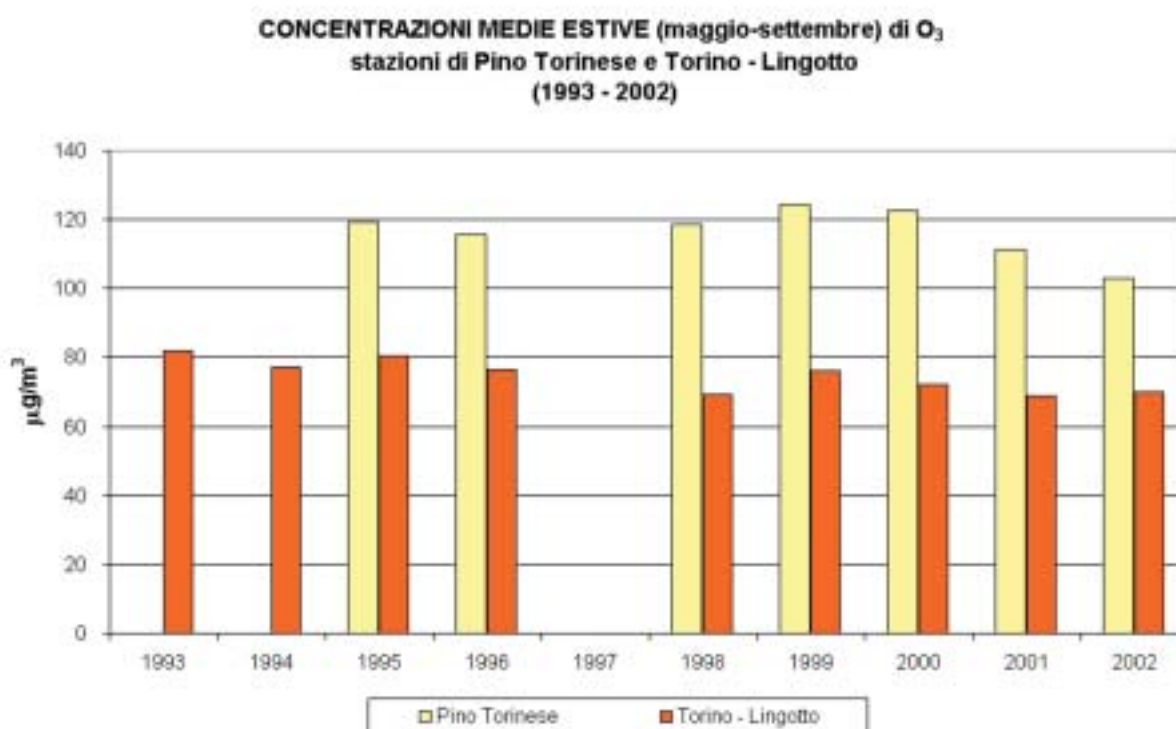


FIGURA 15: parametro ozono, medie del periodo maggio - settembre dell'ultimo decennio.

## 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 16). 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.

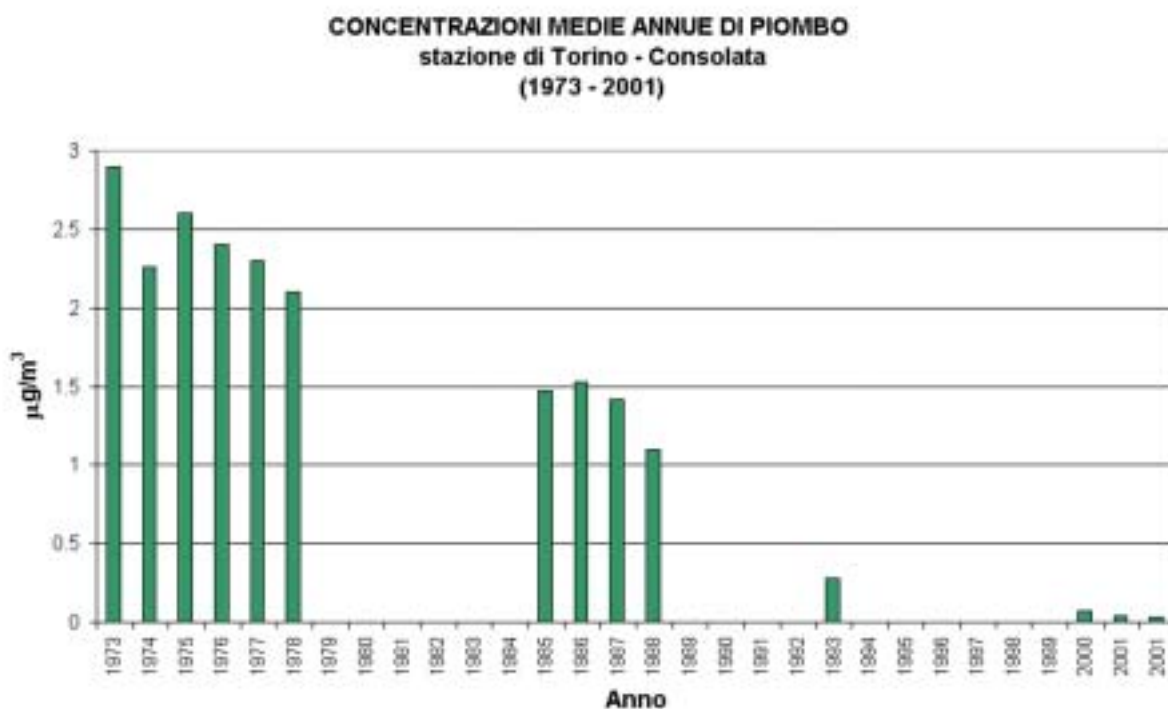


FIGURA 16: parametro piombo, medie annuali misurate presso la stazione di Torino-Consolata nell'ultimo trentennio.

## 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 17.

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

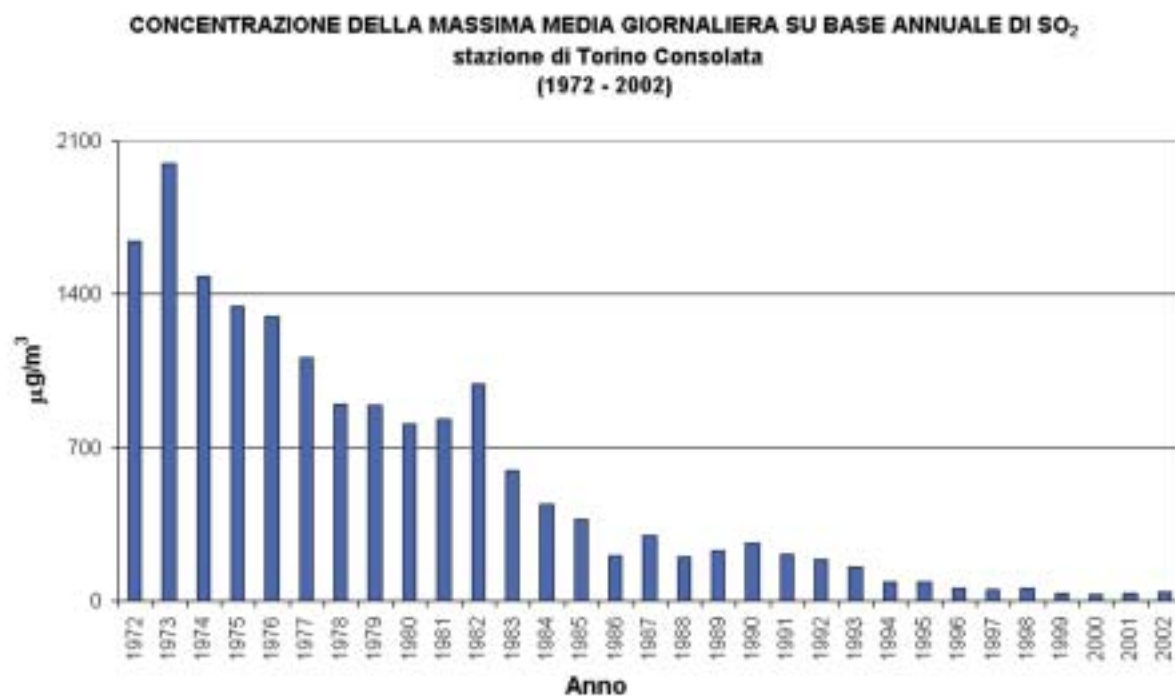


FIGURA 17: parametro SO<sub>2</sub>, massima media giornaliera su base annuale rilevata nell'ultimo trentennio nella stazione di Torino – Consolata.



La stazione mobile di rilevamento della qualità dell'aria opera ad integrazione della rete di stazioni fisse sull'intero territorio della provincia di Torino. La scelta dei siti di monitoraggio avviene sulla base delle richieste delle amministrazioni comunali e di specifici obiettivi individuati dagli organismi di coordinamento ARPA- Provincia di Torino.

La stazione mobile è dotata di sensori in continuo di biossido di zolfo, monossido di carbonio, ossidi di azoto, polveri totali sospese, ozono e dei principali parametri meteorologici. Per adeguare la dotazione a quanto previsto dal D.M. 60/2002, dal novembre 2002 è stato installato sulla stazione mobile un campionatore di PM10 conforme alle specifiche di legge.

Di norma, in ognuno dei siti vengono effettuate campagne di monitoraggio in due diversi periodi, uno nel semestre freddo e uno in quello caldo dell'anno, in modo da tener conto della variabilità delle concentrazioni degli inquinanti aerodispersi legate alla variazione stagionale delle condizioni meteorologiche ed in particolare di stabilità atmosferica.

Nell'anno 2002 sono state effettuate campagne in 8 diversi comuni, come indicato in figura 18.

Tutti i siti monitorati sono stati oggetto di specifiche relazioni tecniche curate dal Dipartimento ARPA di Torino; copia delle relazioni è disponibile sia presso tale Dipartimento che presso l'Area Ambiente della Provincia di Torino.

Per ogni campagna di monitoraggio viene riportata nel presente capitolo una breve scheda riassuntiva, che descrive il confronto con i valori limite a oggi in vigore in relazione all'esposizione acuta (D.M. 60/2002 per biossido di zolfo, biossido di azoto, monossido di carbonio e PM10, e D.M. 16/5/1996 per quanto riguarda l'ozono). Per completezza di trattazione sono indicati in tabella anche i superamenti dei livelli di attenzione e di allarme per il parametro PTS (Particelle Sospese Totali) previsti dal D.M. 25/11/94, che sono stati abrogati a partire dall'aprile 2002 con l'entrata in vigore del citato D.M. 60/2002.

In ogni tabella il numero di superamenti viene espresso, oltre che in termini assoluti, anche in percentuale, in modo da fornire un'indicazione che tenga conto della durata della campagna di monitoraggio. La percentuale è riferita al numero di unità temporali a cui fa riferimento il valore limite di confronto, cioè al numero massimo teorico di superamenti; nel caso di un valore limite espresso come concentrazione media oraria, ad esempio, la percentuale è riferita al numero totale di dati orari validi.

Particolare rilevanza hanno avuto le campagne effettuate all'interno di un progetto di analisi ambientale complessiva nel Comune di Collegno. In questo caso il monitoraggio, allo scopo di fornire una descrizione approfondita delle condizioni di qualità dell'aria ambiente del territorio, è stato effettuato in due siti scelti in modo da rappresentare le due principali tipologie riscontrabili in un'area urbana: il primo sito (Via S. Massimo) si trova infatti in una zona ad elevato traffico autoveicolare ed è quindi rappresentativa di una situazione di punta, mentre il secondo sito (Scuola Mamma Pajetta) è invece situato in una zona a prevalente carattere residenziale/commerciale ed è quindi rappresentativo della situazione media dell'area urbana considerata.

Un dato di interesse che riguarda il PM10 nel comune di Torino è emerso nella campagna invernale (dicembre 2002) effettuata presso la circoscrizione Mirafiori Sud. Durante tale campagna la stazione mobile ha rilevato 25 superamenti del valore limite giornaliero di protezione della salute umana ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Nel medesimo periodo nelle stazioni di misura fisse presenti sul territorio comunale si sono registrati per tale valore limite 28, 21 e 26 superamenti, rispettivamente nelle stazioni Torino Consolata, Torino-Gaidano e Torino P.zza Rivoli, confermando l'elevata criticità di questo inquinante sull'intero territorio cittadino e soprattutto la sostanziale costanza della sua distribuzione spaziale.

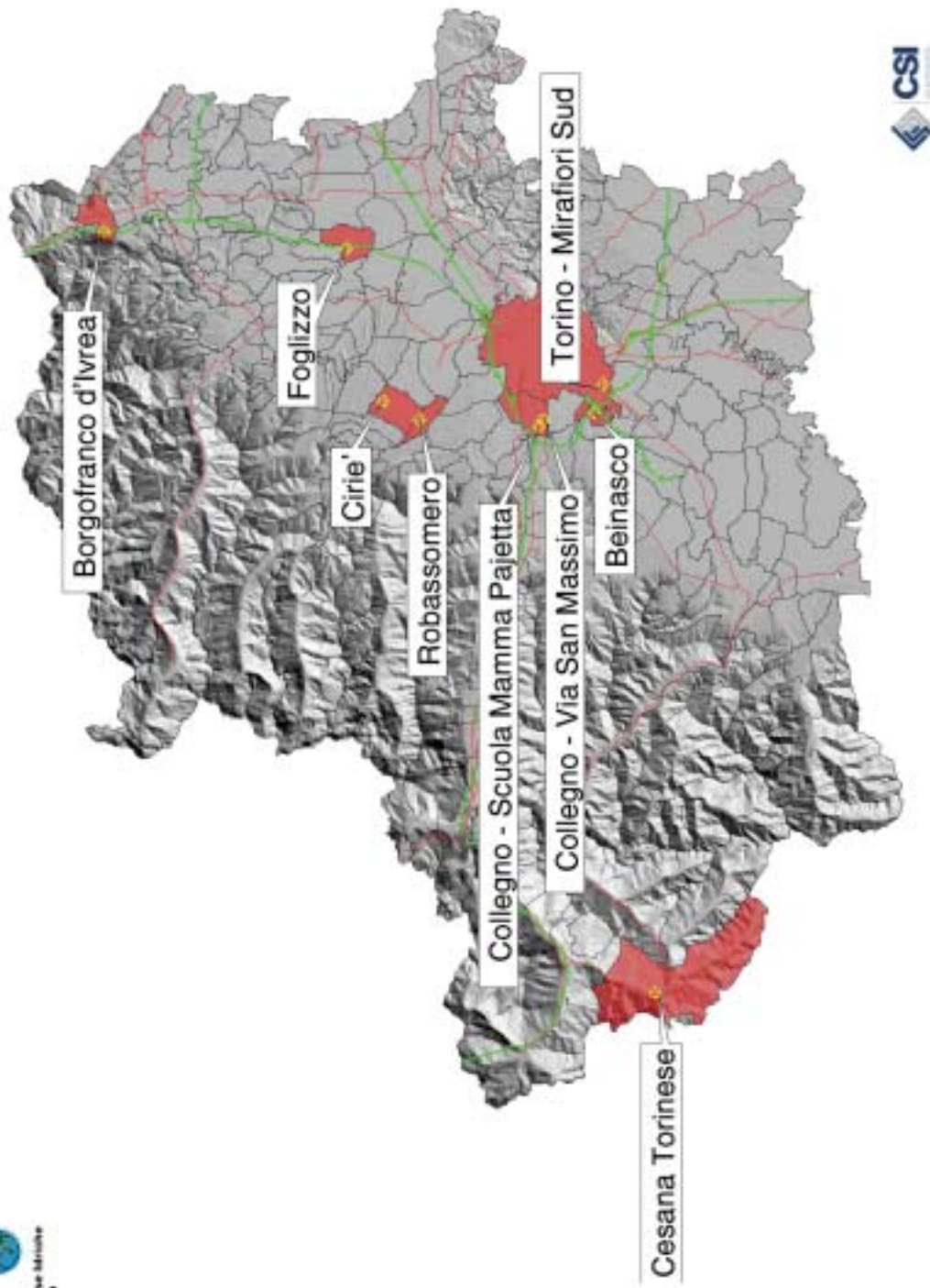


FIGURA 18: campagne di monitoraggio effettuate con il laboratorio mobile nell'anno 2002.



**LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI ROBASSOMERO**

**Periodo di monitoraggio: 18 Dicembre 2001 – 30 Gennaio 2002**

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi %	Valore limite per la protezione della salute umana			Livello di attenzione			Soglia – Livello* di allarme			Soglia per la protezione della vegetazione				
			Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n° %	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n° %	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n° %	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n° %		
SO <sub>2</sub>	DM 60/2002	94	43 µg/m <sup>3</sup> (1)	350 µg/m <sup>3</sup>	0 0				43 µg/m <sup>3</sup> (1)	500 µg/m <sup>3</sup>	0 0					
	DM 60/2002	90	21 µg/m <sup>3</sup> (2)	125 µg/m <sup>3</sup>	0 0				104 µg/m <sup>3</sup> (3)	400 µg/m <sup>3</sup>	0 0					
NO <sub>2</sub>	DM 60/2002	-	104 µg/m <sup>3</sup> (1)	200 µg/m <sup>3</sup>	0 0											
CO	DM 60/2002	-	-	10 mg/m <sup>3</sup> (4)	- -											
PM10	DM 60/2002	-	-	50 µg/m <sup>3</sup> (2)	- -											
PTS	DM 25/11/94	-	-	-	- -				150 µg/m <sup>3</sup> (3)	300 µg/m <sup>3</sup> (3)	- -					
O <sub>3</sub>	DM 16/05/96	96	66 µg/m <sup>3</sup> (4)	110 µg/m <sup>3</sup>	0 0	81 µg/m <sup>3</sup> (1)	180 µg/m <sup>3</sup>	0 0	81 µg/m <sup>3</sup> (1)	360 µg/m <sup>3</sup>	0 0	81 µg/m <sup>3</sup> (1)	200 µg/m <sup>3</sup>	0 0	50 µg/m <sup>3</sup> (2)	65 µg/m <sup>3</sup>

\* Livello di allarme per PTS (DM 25/11/94) e O<sub>3</sub> (DM 16/05/96)

(1) Concentrazione media oraria

(2) Concentrazione media giornaliera

(3) Concentrazione misurata su tre ore consecutive

(4) Concentrazione media giornaliera su 8 ore (calcolata con la media mobile trascinata, per ogni ora, sulle 8 ore precedenti)

FIGURA 19: Comune di Robassomero – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.





**LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI ROBASSOMERO**

**Periodo di monitoraggio: 18 Dicembre 2001 – 30 Gennaio 2002**

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi		Valore limite per la protezione della salute umana				Livello di attenzione			Soglia – Livello* di allarme				Soglia per la protezione della vegetazione			
		%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%
SO <sub>2</sub>	DM 60/2002	94	43 µg/m <sup>3</sup> (1) 21 µg/m <sup>3</sup> (2)	350 µg/m <sup>3</sup> 125 µg/m <sup>3</sup>	0 0	0 0												
NO <sub>2</sub>	DM 60/2002	90	104 µg/m <sup>3</sup> (1)	200 µg/m <sup>3</sup>	0	0												
CO	DM 60/2002	-	-	10 mg/m <sup>3</sup> (1)	-	-												
PM10	DM 60/2002	-	-	50 µg/m <sup>3</sup> (1)	-	-												
PTS	DM 25/11/94	-	-	110 µg/m <sup>3</sup> (4)	0	0	81 µg/m <sup>3</sup> (1)	150 µg/m <sup>3</sup> (2)	-	-	300 µg/m <sup>3</sup> (3)	-	-	-	81 µg/m <sup>3</sup> (1)	200 µg/m <sup>3</sup>	0	0
O <sub>3</sub>	DM 16/05/96	96	66 µg/m <sup>3</sup> (4)	180 µg/m <sup>3</sup>	0	0	81 µg/m <sup>3</sup> (1)	180 µg/m <sup>3</sup>	0	0	360 µg/m <sup>3</sup>	0	0	50 µg/m <sup>3</sup> (2)	65 µg/m <sup>3</sup>	0	0	

\* Livello di allarme per PTS (DM 25/11/94) e O<sub>3</sub> (DM 16/05/96)

(1) Concentrazione media oraria (2) Concentrazione media giornaliera (3) Concentrazione misurata su tre ore consecutive

(4) Concentrazione media giornaliera su 8 ore (calcolata con la media mobile trascinata, per ogni ora, sulle 8 ore precedenti)

FIGURA 21: Comune di Collegno – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.



**LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI TORINO – Mirafiori Sud**

**Periodo di monitoraggio: 27 Marzo – 30 Aprile 2002**

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi %	Valore limite per la protezione della salute umana				Livello di attenzione				Soglia – Livello* di allarme				Soglia per la protezione della vegetazione				
			Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	
SO <sub>2</sub>	DM 60/2002	95	35 µg/m <sup>3</sup> (1)	350 µg/m <sup>3</sup>	0	0													
			10 µg/m <sup>3</sup> (2)	125 µg/m <sup>3</sup>	0	0													
NO <sub>2</sub>	DM 60/2002	95	128 µg/m <sup>3</sup> (1)	200 µg/m <sup>3</sup>	0	0													
CO	DM 60/2002	94	2.7 mg/m <sup>3</sup> (1)	10 mg/m <sup>3</sup>	0	0													
PM10	DM 60/2002	-	-	50 µg/m <sup>3</sup> (1)	-	-													
PTS	DM 25/11/94	78	-	-	-	-	86 µg/m <sup>3</sup> (2)	150 µg/m <sup>3</sup>	0	0	86 µg/m <sup>3</sup> (2)	300 µg/m <sup>3</sup>	0	0	200 µg/m <sup>3</sup> (1)	-	-	-	-
			-	-	-	-	110 µg/m <sup>3</sup> (4)	-	-	-	180 µg/m <sup>3</sup> (1)	-	-	-	360 µg/m <sup>3</sup> (1)	-	-	-	-
O <sub>3</sub>	DM 16/05/96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* Livello di allarme per PTS (DM 25/11/94) e O<sub>3</sub> (DM 16/05/96)

(1) Concentrazione media oraria (2) Concentrazione media giornaliera (3) Concentrazione misurata su tre ore consecutive

(4) Concentrazione media giornaliera su 8 ore (calcolata con la media mobile trascinata, per ogni ora, sulle 8 ore precedenti)

FIGURA 22: Comune di Torino – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.



**LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI CESANA**

**Periodo di monitoraggio: 6 - 28 Maggio 2002**

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi	Valore limite per la protezione della salute umana			Livello di attenzione			Soglia - Livello* di allarme			Soglia per la protezione della vegetazione						
			Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%				
SO <sub>2</sub>	DM 60/2002	53	11 µg/m <sup>3 (1)</sup>	350 µg/m <sup>3</sup>	0	0				11 µg/m <sup>3 (3)</sup>	500 µg/m <sup>3</sup>	0	0					
			2 µg/m <sup>3 (2)</sup>	125 µg/m <sup>3</sup>	0	0												
NO <sub>2</sub>	DM 60/2002	52	25 µg/m <sup>3 (1)</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>	0	0				25 µg/m <sup>3 (3)</sup>	400 µg/m <sup>3</sup>	0	0					
CO	DM 60/2002	-	-	10 mg/m <sup>3 (4)</sup>	-	-												
PM10	DM 60/2002	-	-	50 µg/m <sup>3 (2)</sup>	-	-												
PTS	DM 25/11/94	60					21 µg/m <sup>3 (2)</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>	0	0	21 µg/m <sup>3 (2)</sup>	300 µg/m <sup>3</sup>	0	0				
			159 µg/m <sup>3 (4)</sup>	110 µg/m <sup>3</sup>	44	17	168 µg/m <sup>3 (1)</sup>	180 µg/m <sup>3</sup>	0	0	168 µg/m <sup>3 (1)</sup>	360 µg/m <sup>3</sup>	0	0	168 µg/m <sup>3 (1)</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>	0	0
O <sub>3</sub>	DM 16/05/96	46													102 µg/m <sup>3 (2)</sup>	65 µg/m <sup>3</sup>	9	100

\* Livello di allarme per PTS (DM 25/11/94) e O<sub>3</sub> (DM 16/05/96)

(1) Concentrazione media oraria (2) Concentrazione media giornaliera (3) Concentrazione misurata su tre ore consecutive

(4) Concentrazione media giornaliera su 8 ore (calcolata con la media mobile trascinata, per ogni ora, sulle 8 ore precedenti)

FIGURA 23: Comune di Cesana – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.



LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI BEINASCO

Periodo di monitoraggio: 29 Maggio – 25 Giugno 2002

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi			Valore limite per la protezione della salute umana				Livello di attenzione				Soglia – Livello* di allarme				Soglia per la protezione della vegetazione			
		%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%		
SO <sub>2</sub>	DM 60/2002	94	32 µg/m <sup>3</sup> (1)	350 µg/m <sup>3</sup>	0	0														
			7 µg/m <sup>3</sup> (2)	125 µg/m <sup>3</sup>	0	0														
NO <sub>2</sub>	DM 60/2002	94	115 µg/m <sup>3</sup> (1)	200 µg/m <sup>3</sup>	0	0														
CO	DM 60/2002	94	1.5 mg/m <sup>3</sup> (4)	10 mg/m <sup>3</sup>	0	0														
PM10	DM 60/2002	-	-	50 µg/m <sup>3</sup> (1)	-	-														
PTS	DM 25/11/94	84	-	-	-	-	143 µg/m <sup>3</sup> (2)	150 µg/m <sup>3</sup>	0	0	143 µg/m <sup>3</sup> (2)	300 µg/m <sup>3</sup>	0	0	239 µg/m <sup>3</sup> (1)	200 µg/m <sup>3</sup>	4	1		
			209 µg/m <sup>3</sup> (4)	110 µg/m <sup>3</sup>	138	22	239 µg/m <sup>3</sup> (1)	180 µg/m <sup>3</sup>	40	6	239 µg/m <sup>3</sup> (1)	360 µg/m <sup>3</sup>	0	0	120 µg/m <sup>3</sup> (2)	65 µg/m <sup>3</sup>	15	60		
O <sub>3</sub>	DM 16/05/96	94																		

\* Livello di allarme per PTS (DM 25/11/94) e O<sub>3</sub> (DM 16/05/96)

(1) Concentrazione media oraria (2) Concentrazione media giornaliera (3) Concentrazione misurata su tre ore consecutive

(4) Concentrazione media giornaliera su 8 ore (calcolata con la media mobile trascinata, per ogni ora, sulle 8 ore precedenti)

FIGURA 24: Comune di Beinasco – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.





LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI COLLEGGNO - Via S. Massimo

Periodo di monitoraggio: 26 Giugno – 25 Luglio 2002

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi	Valore limite per la protezione della salute umana			Livello di attenzione			Soglia – Livello* di allarme			Soglia per la protezione della vegetazione					
			Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%			
SO <sub>2</sub>	DM 60/2002	86	8 µg/m <sup>3 (1)</sup>	350 µg/m <sup>3</sup>	0	0				8 µg/m <sup>3 (3)</sup>	500 µg/m <sup>3</sup>	0	0				
NO <sub>2</sub>	DM 60/2002	88	4 µg/m <sup>3 (2)</sup>	125 µg/m <sup>3</sup>	0	0				85 µg/m <sup>3 (3)</sup>	400 µg/m <sup>3</sup>	0	0				
CO	DM 60/2002	66	2.3 mg/m <sup>3 (4)</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	0	0											
PM10	DM 60/2002	-	-	50 µg/m <sup>3 (2)</sup>	-	-											
PTS	DM 25/11/94	90					266 µg/m <sup>3 (3)</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>	5	19	266 µg/m <sup>3 (3)</sup>	300 µg/m <sup>3</sup>	0	0			
O <sub>3</sub>	DM 16/05/96	-	-	110 µg/m <sup>3 (4)</sup>	-	-		180 µg/m <sup>3 (1)</sup>	-	-	-	360 µg/m <sup>3 (1)</sup>	-	-			200 µg/m <sup>3 (1)</sup>
																	65 µg/m <sup>3 (2)</sup>

\* Livello di allarme per PTS (DM 25/11/94) e O<sub>3</sub> (DM 16/05/96)

(1) Concentrazione media oraria (2) Concentrazione media giornaliera (3) Concentrazione misurata su tre ore consecutive

(4) Concentrazione media giornaliera su 8 ore (calcolata con la media mobile trascinata, per ogni ora, sulle 8 ore precedenti)

FIGURA 25: Comune di Collegno – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.



**LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI COLLEGNO – Scuola “Mamma Pajetta”**

Periodo di monitoraggio: 26 Luglio – 23 Agosto 2002

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi		Valore limite per la protezione della salute umana				Livello di attenzione				Soglia – Livello* di allarme				Soglia per la protezione della vegetazione			
		%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	
SO <sub>2</sub>	DM 60/2002	77	6 µg/m <sup>3 (1)</sup> 3 µg/m <sup>3 (2)</sup>	350 µg/m <sup>3</sup> 125 µg/m <sup>3</sup>	0 0	0 0													
NO <sub>2</sub>	DM 60/2002	76	65 µg/m <sup>3 (1)</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>	0	0													
CO	DM 60/2002	-	-	10 mg/m <sup>3 (4)</sup>	-	-													
PM10	DM 60/2002	-	-	50 µg/m <sup>3 (4)</sup>	-	-													
PTS	DM 25/11/94	79	-	-	-	-	49 µg/m <sup>3 (2)</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>	0	0	49 µg/m <sup>3 (2)</sup>	300 µg/m <sup>3</sup>	0	0	200 µg/m <sup>3 (1)</sup>	-	-	-	-
O <sub>3</sub>	DM 16/05/96	-	-	110 µg/m <sup>3 (4)</sup>	-	-	-	180 µg/m <sup>3 (1)</sup>	-	-	-	360 µg/m <sup>3 (1)</sup>	-	-	65 µg/m <sup>3 (2)</sup>	-	-	-	-

\* Livello di allarme per PTS (DM 25/11/94) e O<sub>3</sub> (DM 16/05/96)

(1) Concentrazione media oraria (2) Concentrazione media giornaliera (3) Concentrazione misurata su tre ore consecutive

(4) Concentrazione media giornaliera su 8 ore (calcolata con la media mobile trascinata, per ogni ora, sulle 8 ore precedenti)

FIGURA 26: Comune di Collegno – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.



**LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI BORGOFRANCO D'IVREA – Fraz. Baio Dora**

**Periodo di monitoraggio: 29 Agosto – 19 Settembre 2002**

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi	Valore limite per la protezione della salute umana			Livello di attenzione			Soglia – Livello* di allarme			Soglia per la protezione della vegetazione					
			Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%			
SO <sub>2</sub>	DM 60/2002	91	8 µg/m <sup>3</sup> (1)	350 µg/m <sup>3</sup>	0	0				8 µg/m <sup>3</sup> (3)	500 µg/m <sup>3</sup>	0	0				
NO <sub>2</sub>	DM 60/2002	78	4 µg/m <sup>3</sup> (2)	125 µg/m <sup>3</sup>	0	0				50 µg/m <sup>3</sup> (4)	400 µg/m <sup>3</sup>	0	0				
CO	DM 60/2002	79	0.9 mg/m <sup>3</sup> (4)	10 mg/m <sup>3</sup>	0	0											
PM10	DM 60/2002	- **	-	50 µg/m <sup>3</sup> (2)	-	-											
PTS	DM 25/11/94	77					16 µg/m <sup>3</sup> (3)	150 µg/m <sup>3</sup>	0	0	16 µg/m <sup>3</sup> (3)	300 µg/m <sup>3</sup>	0	0			

\* Livello di allarme per PTS (DM 25/11/94) e O<sub>3</sub> (DM 16/05/96)

(1) Concentrazione media oraria (2) Concentrazione media giornaliera (3) Concentrazione misurata su tre ore consecutive  
 (4) Concentrazione media giornaliera su 8 ore (calcolata con la media mobile trascinata, per ogni ora, sulle 8 ore precedenti)

FIGURA 27: Comune di Borgofranco d'Ivrea – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.



**LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI FOGLEZZO**

Periodo di monitoraggio: 25 Settembre – 14 Ottobre 2002

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi %	Valore limite per la protezione della salute umana				Livello di attenzione				Soglia - Livello* di allarme				Soglia per la protezione della vegetazione			
			Valore medio massimo	Valore di riferimento	n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	n°	%
SO <sub>2</sub>	DM 60/2002	46	9 µg/m <sup>3</sup> (1)	350 µg/m <sup>3</sup>	0	0												
			2 µg/m <sup>3</sup> (2)	125 µg/m <sup>3</sup>	0	0												
NO <sub>2</sub>	DM 60/2002	94	83 µg/m <sup>3</sup> (1)	200 µg/m <sup>3</sup>	0	0												
CO	DM 60/2002	94	1.6 mg/m <sup>3</sup> (4)	10 mg/m <sup>3</sup>	0	0												
PM10	DM 60/2002	- **	-	50 µg/m <sup>3</sup> (2)	-	-												
PTS	DM 25/11/94	100					13 µg/m <sup>3</sup> (2)	150 µg/m <sup>3</sup>	0	0	13 µg/m <sup>3</sup> (2)	300 µg/m <sup>3</sup>	0	0				

\* Livello di allarme per PTS (DM 25/11/94) e O<sub>3</sub> (DM 16/05/96)

(1) Concentrazione media oraria (2) Concentrazione media giornaliera (3) Concentrazione misurata su tre ore consecutive (4) Concentrazione media giornaliera su 8 ore (calcolata con la media mobile trascinata, per ogni ora, sulle 8 ore precedenti)

FIGURA 28: Comune di Foglizzo – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.



Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi	Valore limite per la protezione della salute umana				Livello di attenzione			Soglia - Livello* di allarme			Soglia per la protezione della vegetazione					
			Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti n°	%				
SO <sub>2</sub>	DM 60/2002	24	15 µg/m <sup>3</sup> (1) 8 µg/m <sup>3</sup> (2)	350 µg/m <sup>3</sup> 125 µg/m <sup>3</sup>	0	0				15 µg/m <sup>3</sup> (1) 110 µg/m <sup>3</sup> (3)	500 µg/m <sup>3</sup> 400 µg/m <sup>3</sup>	0	0					
NO <sub>2</sub>	DM 60/2002	100	110 µg/m <sup>3</sup> (1)	200 µg/m <sup>3</sup>	0	0						0	0					
CO	DM 60/2002	74	2.1 mg/m <sup>3</sup> (4)	10 mg/m <sup>3</sup>	0	0						0	0					
PM10	DM 60/2002	100	89 µg/m <sup>3</sup> (2)	50 µg/m <sup>3</sup>	7	28												
PTS	DM 25/11/94	100					17 µg/m <sup>3</sup> (2)	150 µg/m <sup>3</sup>	0	0	300 µg/m <sup>3</sup>	0	0					
O <sub>3</sub>	DM 16/05/96	100	51 µg/m <sup>3</sup> (4)	110 µg/m <sup>3</sup>	0	0	70 µg/m <sup>3</sup> (1)	180 µg/m <sup>3</sup>	0	0	70 µg/m <sup>3</sup> (1)	360 µg/m <sup>3</sup>	0	0	70 µg/m <sup>3</sup> (1)	200 µg/m <sup>3</sup>	0	0
															33 µg/m <sup>3</sup> (2)	65 µg/m <sup>3</sup>	0	0

\* Livello di allarme per PTS (DM 25/11/94) e O<sub>3</sub> (DM 16/05/96)

(1) Concentrazione media oraria (2) Concentrazione media giornaliera (3) Concentrazione misurata su tre ore consecutive

(4) Concentrazione media giornaliera su 8 ore (calcolata con la media mobile trascinata, per ogni ora, sulle 8 ore precedenti)

FIGURA 29: Comune di Ciriè – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.



### PREMESSA

La misura regolare e continuativa e l'analisi dei parametri meteorologici costituiscono una parte fondamentale del monitoraggio della qualità dell'aria; esaminandole congiuntamente è infatti possibile caratterizzare le condizioni meteorologiche e climatiche del territorio interessato e valutare i fenomeni di diffusione degli inquinanti.

La localizzazione delle stazioni nelle quali sono installati i sensori meteorologici, corredata dall'elenco completo dei sensori e degli analizzatori presenti, compreso le grandezze misurate e le unità di misura adottate, è riportata nella tabella 1 all'inizio della pubblicazione.

I parametri meteorologici misurati dalle stazioni della rete provinciale sono la velocità (vv) e la direzione del vento (dv), la radiazione solare globale (rdg) e netta (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 31 è rappresentata la collocazione geografica delle centraline meteorologiche nella provincia di Torino.

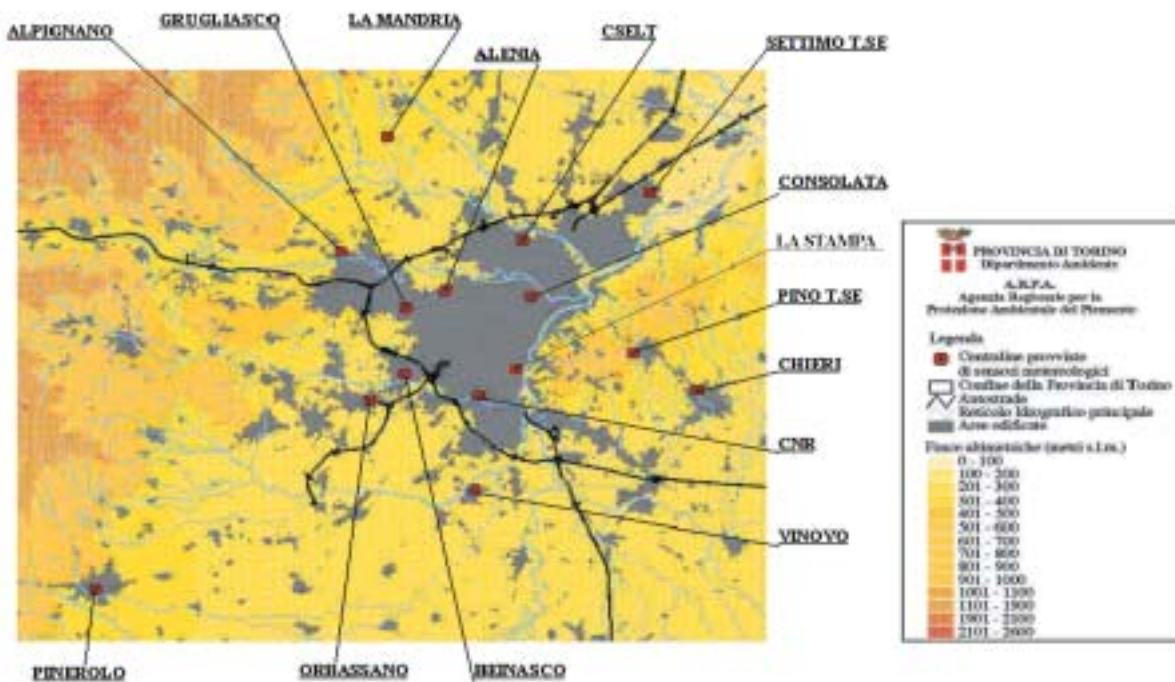


FIGURA 31: disposizione delle stazioni meteorologiche di monitoraggio.

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

La valle padana, alla quale appartiene il territorio della provincia di Torino, è caratterizzata da un clima di tipo continentale<sup>1</sup>. Nel territorio provinciale si evidenziano anche gli effetti di barriera dell'arco alpino che influenza in modo marcato la circolazione atmosferica sinottica. A ciò si aggiunge la presenza della collina torinese che altera, a scala locale<sup>2</sup>, l'uniformità del clima delle zone pianeggianti, in particolare per quanto riguarda la circolazione dei venti a bassa quota.

L'influenza dell'arco alpino fa sì che gran parte delle perturbazioni che raggiungono il Piemonte assuma caratteristiche peculiari anche sulla provincia di Torino, in seguito all'effetto di sbarramento o di sollevamento orografico. In sintesi, allorché le perturbazioni provengono dai quadranti occidentali l'effetto di sbarramento e sollevamento è ben evidente sui rilievi francesi, di contro con flussi perturbati da est il fenomeno si verifica sulle zone pedemontane e montane piemontesi.

Nel primo caso, proprio per l'effetto di sbarramento sul versante francese, una perturbazione associata ad aria relativamente fredda (fronte freddo) con nuvolosità a sviluppo verticale e con precipitazioni anche intense, a volte può essere seguita da fenomeni di föhn caratterizzati da venti intensi, temperature relativamente calde e umidità relative basse. Il föhn è caratteristico dei versanti sottovento delle catene montuose; in Piemonte si genera in presenza di una significativa differenza di pressione atmosferica al suolo fra i due versanti alpini quando masse d'aria fredda ed umida, in veloce movimento da Nord Ovest verso le Alpi Graie e Pennine, vengono forzate a risalire i pendii dei versanti francesi o valdostani (vento di "stau"). In Piemonte (nel mondo si annoverano altri venti di caduta, chiamati in modi diversi, ma con medesima natura) l'evento si verifica principalmente in inverno e primavera, circa quaranta volte all'anno, ma può verificarsi anche in autunno ed estate.

Nel secondo caso, allorché il flusso perturbato proviene da est, si verifica un addensamento ("stau") sulle zone montane e pedemontane piemontesi. L'umidità proveniente da est si accumula e gradualmente determina un moderato peggioramento delle condizioni del tempo anche sulla provincia torinese: associati a queste situazioni, spirano generalmente venti orientali anche a bassa quota.

In sintesi, quando situazioni sinottiche dinamiche investono la regione la circolazione locale dipende fortemente dall'interazione delle correnti in quota con l'orografia, mentre in condizioni imperturbate, associate alla presenza di anticicloni estesi e stazionari, i venti sul territorio provinciale hanno una prevalente origine termodinamica, favorita dalla presenza dell'arco alpino e della collina sui confini ed all'interno del territorio provinciale, che diventano come le pareti di locali "catini" (Tampieri ed al, 1981): con l'alta pressione, 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, mentre nei mesi caldi la meteorologia a scala locale è caratterizzata da circolazioni di brezza associate a moti convettivi.

Il regime anemologico, dunque, è strettamente correlato sia all'orografia alpina e locale sia alle situazioni sinottiche principali: queste ultime si differenziano durante le stagioni e influenzano il ter-

1 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].

2 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).



ritorio anche in funzione dei venti alle varie quote a cui sono associate. In generale, le correnti settentrionali sono associate spesso a condizioni stabili e soleggiate e, a volte, possono favorire condizioni di föhn, specialmente in inverno ed in autunno. Da est sono frequenti, nei mesi invernali, le irruzioni di aria fredda di origine continentale russa che favoriscono maltempo con neviccate anche a bassa quota se il flusso acquista umidità sull'Alto Adriatico; in primavera ed autunno le correnti da est sono spesso responsabili di nuvolosità bassa e densa, mentre in estate favoriscono talvolta un aumento dell'umidità. Da sud arrivano in genere le masse d'aria più calde ed umide, che danno luogo in primavera ed autunno alle piogge più significative, mentre in estate soprattutto se associate ad un anticiclone africano portano le temperature a valori elevati. Le correnti occidentali apportano masse d'aria atlantica che risultano spesso associate ad una moderata variabilità.

Per ciò che riguarda il regime anemologico al suolo molti sono i fattori che ne influenzano direzione e velocità con frequenti casi di direzione opposta alle varie quote ("wind shear"): la presenza della collina torinese origina una prevalenza dei venti provenienti dai settori Nord-Est, Nord-Ovest e Sud-Ovest, con elevata percentuale di calme in inverno ed autunno, che differenzia il regime anemologico della provincia torinese da quello della Pianura Padana, per cui i venti provengono prevalentemente da Est ed Ovest. Il regime anemologico viene ad essere influenzato anche dalla presenza dell'area metropolitana posta ai piedi della collina. 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 e 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 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 32a). 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 ( $v_z$ ).

Nella maggior parte dei casi si usa rappresentare la sola velocità orizzontale attraverso la proiezione del vettore tridimensionale sul piano orizzontale (figura 32 b) e la si esprime mediante un valore di intensità del vento (lunghezza del vettore proiezione espressa in m/s) ed una direzione ( $\vartheta$  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 33) è uno strumento composto da due parti: un

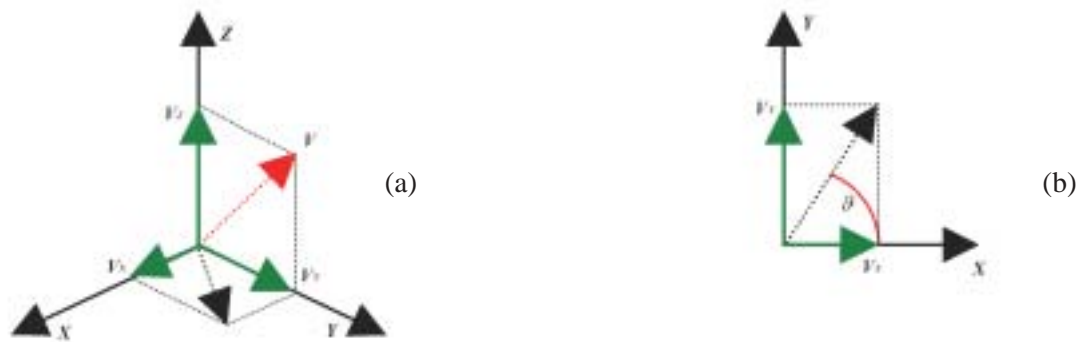
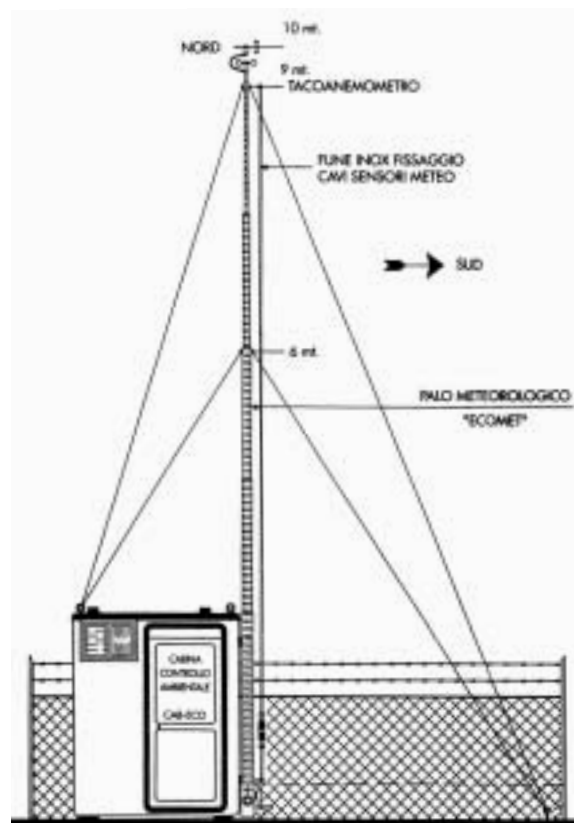


FIGURA 32: rappresentazione del vettore velocità e delle sue proiezioni.

tacoanemometro in grado di misurare l'intensità del vento, e un goniometro 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).



VISTA SCHEMATICA SENSORI METEO

SENSORI DI VELOCITA' VENTO



SENSORI DI DIREZIONE E VELOCITA' VENTO

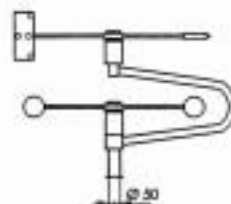


FIGURA 33: palo anemometrico utilizzato per la misura della velocità orizzontale del vento nelle reti di monitoraggio per la qualità dell'aria.

Il tachoanemometro 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.

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-CNR e Torino-CSELT) e i siti esterni al capoluogo (Moncalieri-Bauducchi e Cumiana).

Al fine di evidenziare l'influenza del ciclo giornaliero 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 4 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 in figura 34 e 35 con le relative ripartizioni in classi di velocità. Le elaborazioni grafiche relative alle stazioni esterne alla città di Torino sono state riportate in figura 36 e 37.

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 0.3 m/s;
  - suddivisione delle intensità in 5 classi (0.3-1 m/s, 1-2 m/s, 2-3 m/s e 3-5 m/s e >5 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 inten-

sità del vento inferiori a 0.3 m/s (situazione di calma di vento), il valore di direzione è stato escluso dal calcolo delle percentuali di accadimento per ogni settore.

Per ogni stazione considerata sono state effettuate le seguenti elaborazioni grafiche: una rosa dei venti con direzione del vento, e due rose dei venti (una per il periodo diurno ed una per il periodo notturno) con direzione ed intensità del vento.

In particolare, la rosa dei venti con la distribuzione dei dati in termini di direzione di provenienza è stata realizzata distinguendo il periodo diurno e notturno ed escludendo i dati non validi ed i valori di calma (velocità inferiore a 0.3 m/s). L'informazione è stata completata dalle percentuali di accadimento delle calme di vento totali e dalla percentuale dei dati non validi.

Le rose di direzione ed intensità del vento sono state realizzate suddividendo in 5 classi i dati validi con velocità superiore a 0.3 m/s. Anche in questi grafici, l'informazione è stata completata dalle percentuali di accadimento delle calme di vento nei periodi diurno e notturno e dalla percentuale dei dati non validi.

Si fa notare come il numero di calme registrato dalla stazione di Torino-CSELT risulti significativamente inferiore (meno del 10% sia nel periodo diurno che in quello notturno) a quello rilevato nelle altre stazioni. La spiegazione di tale fenomeno è attribuibile al fatto che il palo anemometrico di tale stazione, al fine di eliminare, per quanto possibile in un sito urbano, l'influenza di possibili ostacoli e garantire la significatività della misura, è posizionato sul tetto di un edificio; 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.

L'influenza della presenza del terreno sulle misure viene invece evidenziata dall'analisi delle rose dei venti registrate alle stazioni di Moncalieri-Bauducchi e Cumiana. 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 vedano le figure 36 e 37).

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 0.3 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 validi e registrati nel corso del periodo temporale esaminato, fatta esclusione delle calme di vento;
- la deviazione standard dal valore medio dei valori superiori a 0.3 m/s, per valutare la dispersione dei valori di velocità orizzontale rispetto al valore medio.

Si ricorda che le elaborazioni sopra riportate sono disponibili presso l'A.R.P.A. – Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio e presso l'Area Ambiente, Servizio Qualità dell'Aria, Inquinamento Atmosferico, Acustico ed Elettromagnetico della Provincia di Torino.

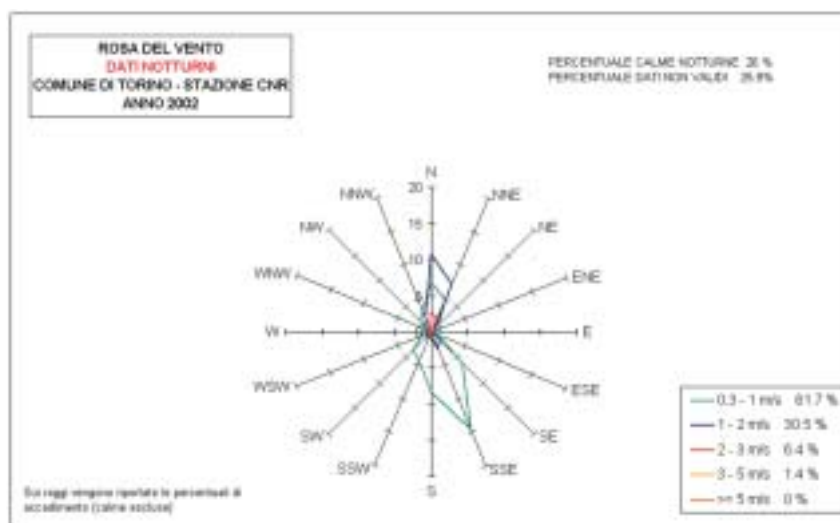
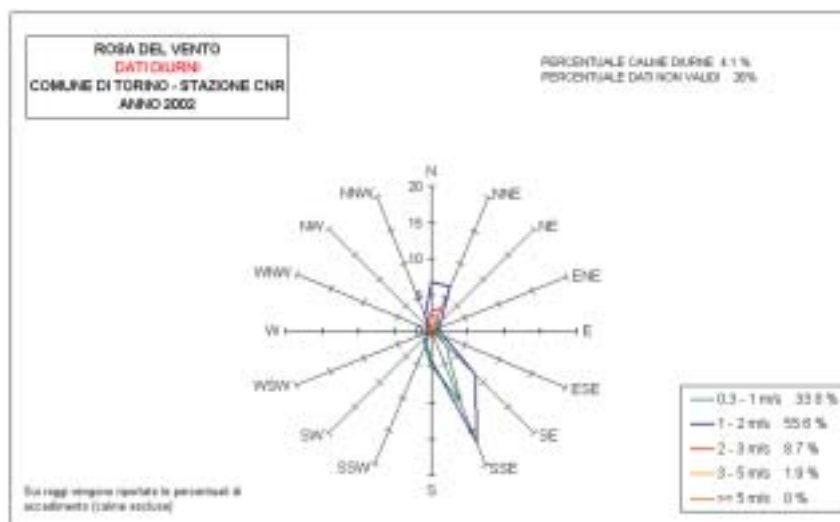
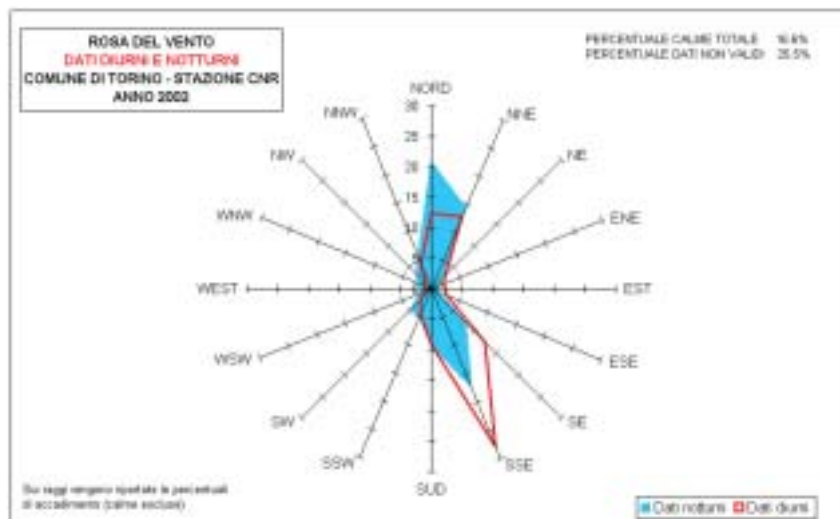


FIGURA 34: rose dei venti diurne e notturne registrate nella stazione CNR.

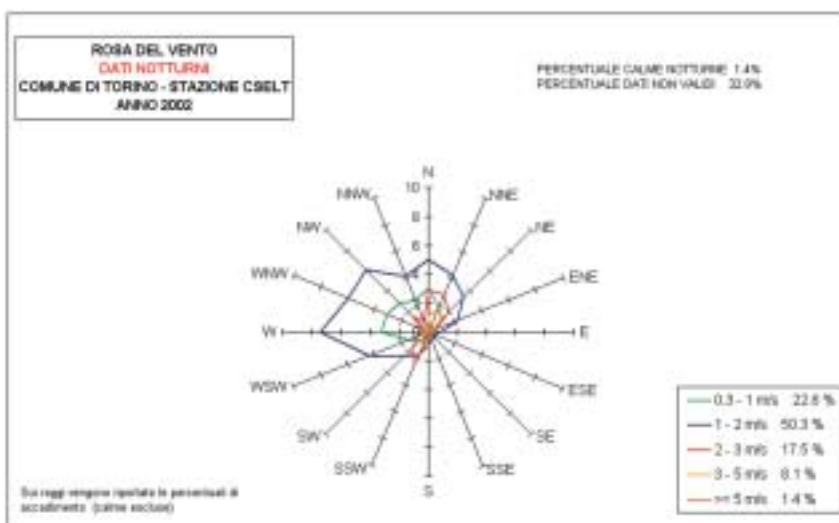
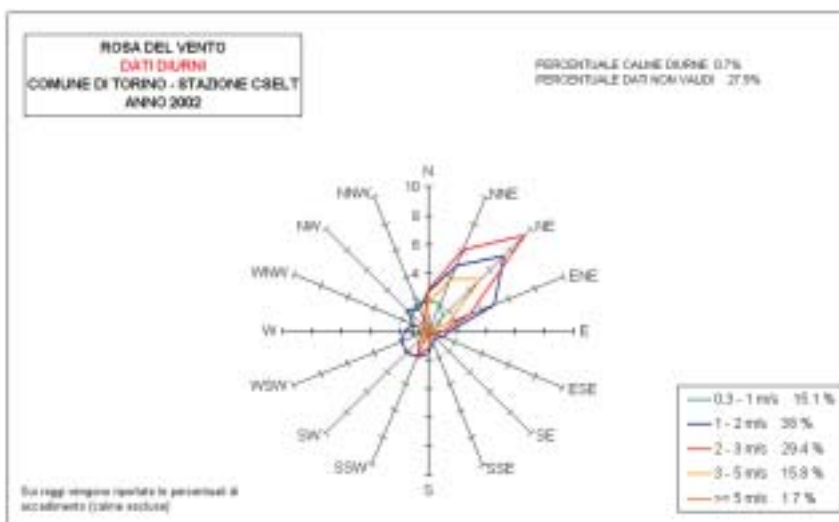
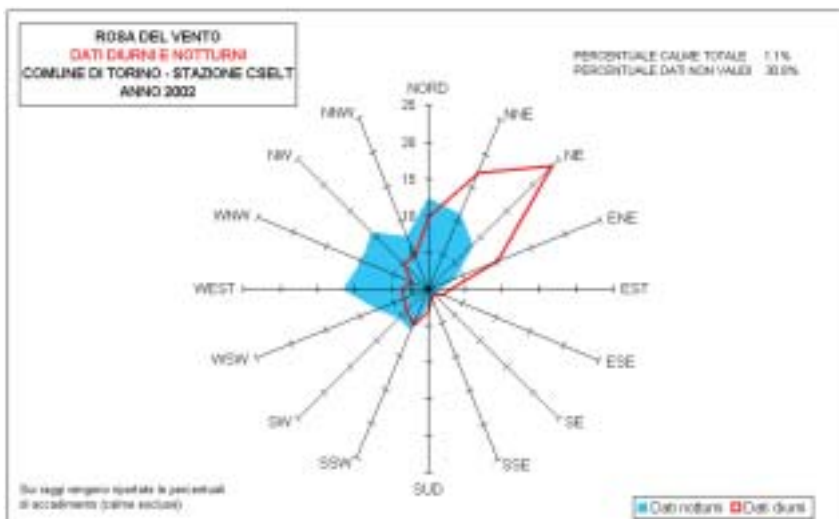


FIGURA 35: rose dei venti diurne e notturne registrate nella stazione CSELT.

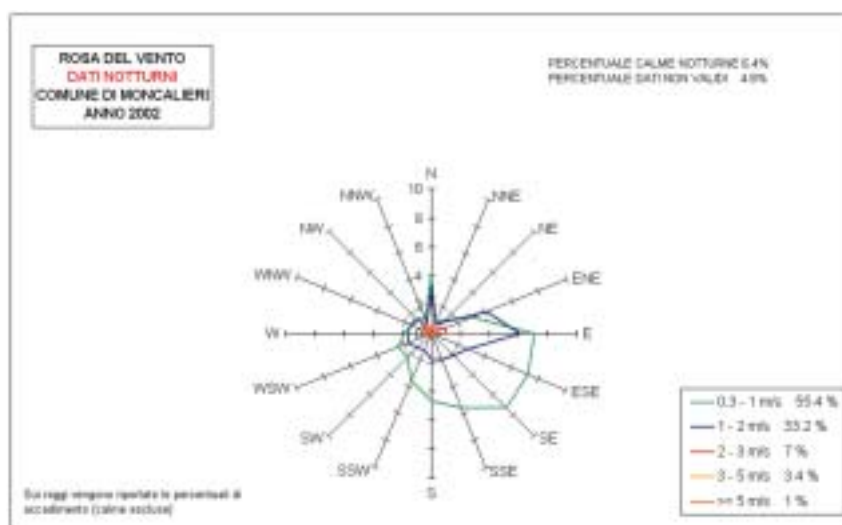
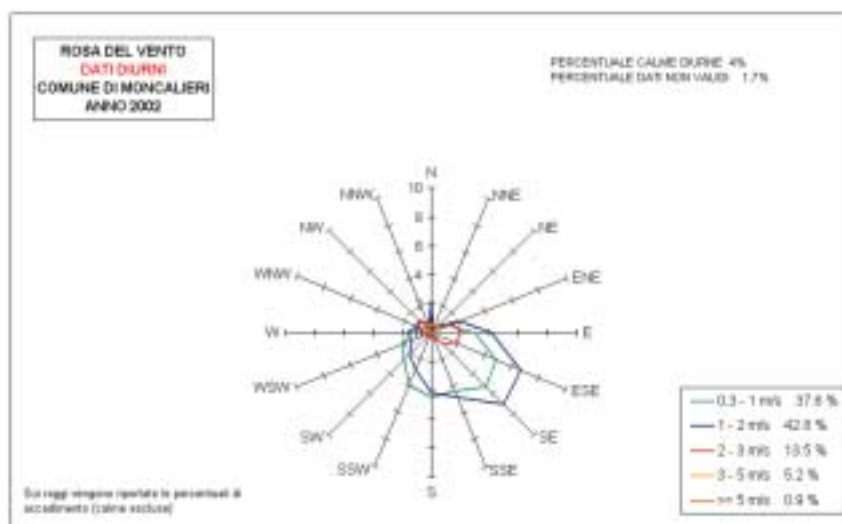
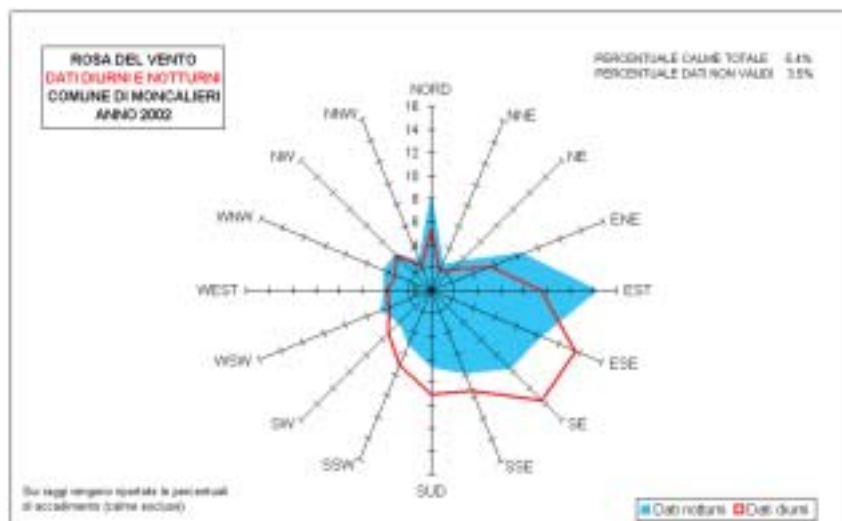


FIGURA 36: rose dei venti diurne e notturne registrate nella stazione di Moncalieri.

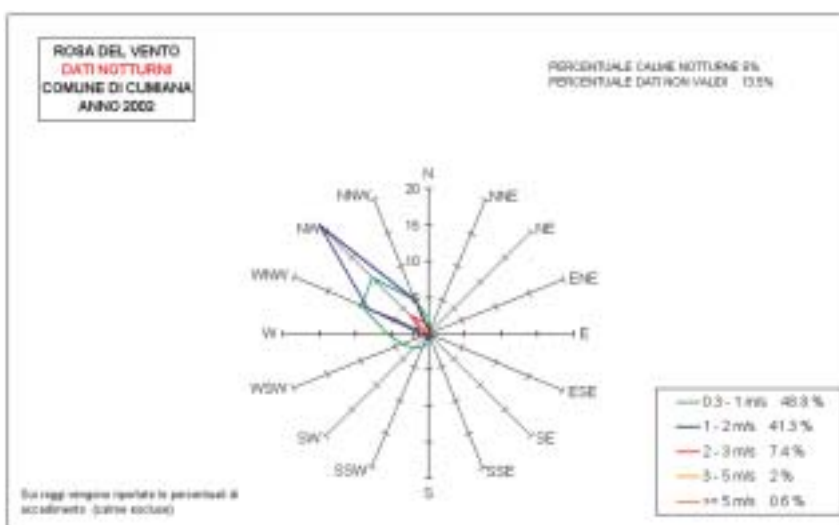
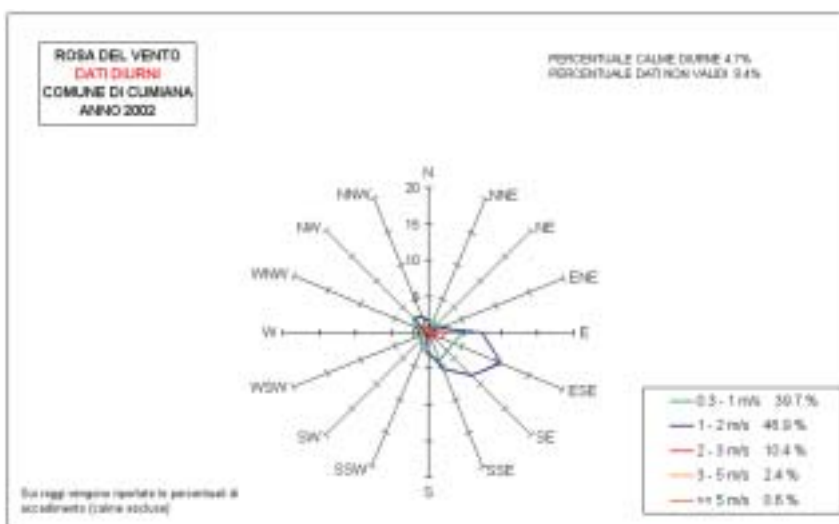
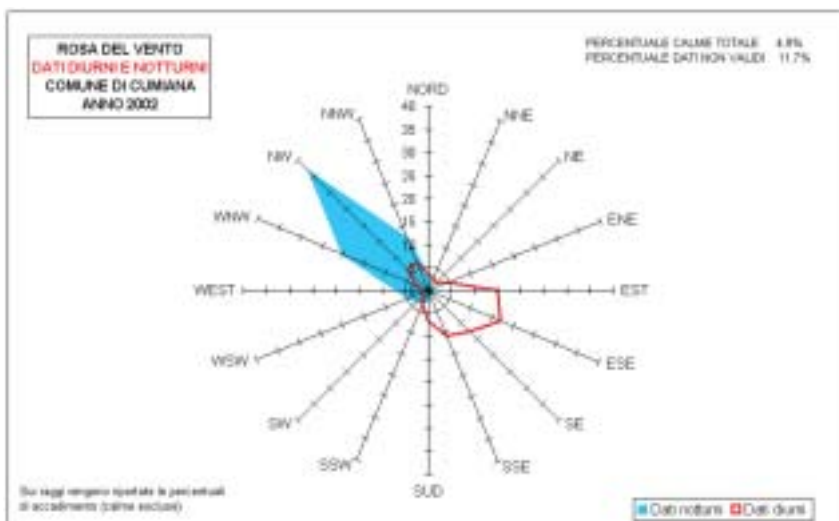


FIGURA 37: rose dei venti diurne e notturne registrate nella stazione di Cumiana.



**STAZIONE DI TORINO - CNR  
PARAMETRO: VELOCITÀ VENTO - 2002**

	NUMERO DATI VALIDI (%)	CALME % (misure < 0.3 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO (m/s)	VELOCITÀ MEDIA * (m/s)	DEVIAZIONE STANDARD * (m/s)
GENNAIO 2002	60.8	11.4	3.1	0.8	0.5
FEBBRAIO 2002	57.4	7.6	4.2	0.9	0.6
MARZO 2002	39.0	8.2	3.6	1.1	0.7
APRILE 2002	92.4	14.3	4.1	1.3	0.8
MAGGIO 2002	72.2	12.5	3.9	1.3	0.7
GIUGNO 2002	91.8	11.8	3.9	1.3	0.7
LUGLIO 2002	90.6	9.5	4.5	1.3	0.7
AGOSTO 2002	83.6	9.3	3.0	1.1	0.6
SETTEMBRE 2002	77.5	15.8	4.4	0.9	0.7
OTTOBRE 2002	72.2	21.0	4.3	0.9	0.6
NOVEMBRE 2002	74.9	15.1	3.3	0.8	0.5
DICEMBRE 2002	81.5	11.8	3.5	0.8	0.6

\* Calme di vento escluse

TABELLA 46: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Torino-CNR nel 2002.

**STAZIONE DI TORINO - CSELT  
PARAMETRO: VELOCITÀ VENTO - 2002**

	NUMERO DATI VALIDI (%)	CALME % (misure < 0.3 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO (m/s)	VELOCITÀ MEDIA * (m/s)	DEVIAZIONE STANDARD * (m/s)
GENNAIO 2002	59.5	0.1	2.9	1.3	0.5
FEBBRAIO 2002	56.4	1.3	6.7	1.6	1.1
MARZO 2002	40.3	0.4	4.7	1.5	0.7
APRILE 2002	93.2	0.4	9.4	2.1	1.2
MAGGIO 2002	75.3	0.4	6.8	2.1	1.1
GIUGNO 2002	90.7	0.0	6.8	2.0	1.0
LUGLIO 2002	89.0	0.1	6.8	2.1	1.1
AGOSTO 2002	82.7	1.1	5.2	1.9	1.0
SETTEMBRE 2002	81.7	0.3	6.7	1.8	1.0
OTTOBRE 2002	64.5	0.5	8.1	1.7	1.2
NOVEMBRE 2002	24.2	0.8	4.7	1.4	0.8
DICEMBRE 2002	72.0	3.6	4.8	1.5	0.8

\* Calme di vento escluse

TABELLA 47: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Torino-CSELT nel 2002.

**STAZIONE DI MONCALIERI - BAUDUCCHI  
PARAMETRO: VELOCITÀ VENTO - 2002**

	NUMERO DATI VALIDI (%)	CALME % (misure < 0.3 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO (m/s)	VELOCITÀ MEDIA * (m/s)	DEVIAZIONE STANDARD * (m/s)
GENNAIO 2002	97.4	8.1	2.2	0.8	0.4
FEBBRAIO 2002	97.0	3.6	11.3	1.4	1.4
MARZO 2002	96.0	3.9	8.8	1.4	1.4
APRILE 2002	97.6	1.7	7.3	1.6	1.1
MAGGIO 2002	98.7	3.4	6.0	1.6	1.0
GIUGNO 2002	90.6	2.5	5.4	1.3	0.8
LUGLIO 2002	98.1	5.5	4.9	1.2	0.8
AGOSTO 2002	98.1	6.9	3.5	1.1	0.7
SETTEMBRE 2002	99.2	6.9	4.7	1.1	0.8
OTTOBRE 2002	96.8	10.6	7.9	1.0	0.8
NOVEMBRE 2002	95.7	6.9	5.7	1.0	0.7
DICEMBRE 2002	92.9	2.3	4.1	1.1	0.6

\* Calme di vento escluse

TABELLA 48: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Moncalieri-Bauducchi nel 2002.

**STAZIONE DI CUMIANA  
PARAMETRO: VELOCITÀ VENTO - 2002**

	NUMERO DATI VALIDI (%)	CALME % (misure < 0.3 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO (m/s)	VELOCITÀ MEDIA * (m/s)	DEVIAZIONE STANDARD * (m/s)
GENNAIO 2002	72.6	11.4	2.5	0.8	0.5
FEBBRAIO 2002	76.8	5.2	7.4	1.3	1.0
MARZO 2002	84.9	2.2	8.3	1.4	1.0
APRILE 2002	81.8	2.8	4.7	1.3	0.8
MAGGIO 2002	88.8	2.3	3.5	1.2	0.7
GIUGNO 2002	92.8	2.2	4.2	1.1	0.6
LUGLIO 2002	96.8	2.0	5.1	1.2	0.6
AGOSTO 2002	98.8	2.6	3.5	1.2	0.6
SETTEMBRE 2002	98.8	3.1	6.5	1.2	0.8
OTTOBRE 2002	95.4	3.5	4.4	1.1	0.6
NOVEMBRE 2002	95.1	7.5	9.8	1.3	1.3
DICEMBRE 2002	75.9	6.9	2.2	0.8	0.4

\* Calme di vento escluse

TABELLA 49: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Cumiana nel 2002.

## 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, è l'*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 il *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 rimbalzino dal suolo nel pluviometro. Lo strumento può inoltre essere dotato di un apposito calorifero 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 implementata 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 atmosferiche 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 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, al fine di costruire una climatologia della zona interessata.

### *Elaborazione dei dati*

Nelle pagine seguenti vengono proposte le elaborazioni effettuate sui dati medi orari rilevati nel corso dell'anno 2002 nelle stazioni di Torino-Buon Pastore e Pino Torinese, appartenenti alla Rete Meteorografica dell'A.R.P.A. Piemonte.

La scelta delle suddette stazioni è mirata ad evidenziare le diversità dei valori registrati in una stazione urbana di pianura (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 38 - 41).

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 50) 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 51) le statistiche mensili relative alle due stazioni:

- il numero dei dati validi, espresso in percentuale;
- il numero di giorni nel corso dei quali si sono verificate precipitazioni atmosferiche superiori ad 1 mm (definiti in climatologia "giorni di pioggia");
- il valore massimo mensile di precipitazione giornaliera;
- la precipitazione totale mensile.

Infine, sotto forma di grafico ad istogrammi (figura 42), 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. – Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio e presso l'Area Ambiente, Servizio Qualità dell'Aria, Inquinamento Atmosferico, Acustico ed Elettromagnetico della Provincia di Torino.

STAZIONE DI TORINO BUON PASTORE  
PARAMETRO: PRESSIONE ATMOSFERICA - 2002

	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 2002	100	984	1012	986	1010	1000
FEBBRAIO 2002	100	970	1010	976	1009	991
MARZO 2002	100	980	1002	983	1001	991
APRILE 2002	100	969	1003	972	1001	987
MAGGIO 2002	100	977	1000	979	998	987
GIUGNO 2002	99	974	997	975	995	989
LUGLIO 2002	100	980	993	983	992	987
AGOSTO 2002	100	973	996	975	994	987
SETTEMBRE 2002	100	973	1001	975	999	989
OTTOBRE 2002	100	973	1001	977	999	988
NOVEMBRE 2002	100	968	997	973	996	985
DICEMBRE 2002	100	973	1004	977	1001	991

PRESSIONE ATMOSFERICA  
ANDAMENTO VALORI MINIMO - MEDIO - MASSIMO MENSILI  
STAZIONE DI TORINO BUON PASTORE - ANNO 2002

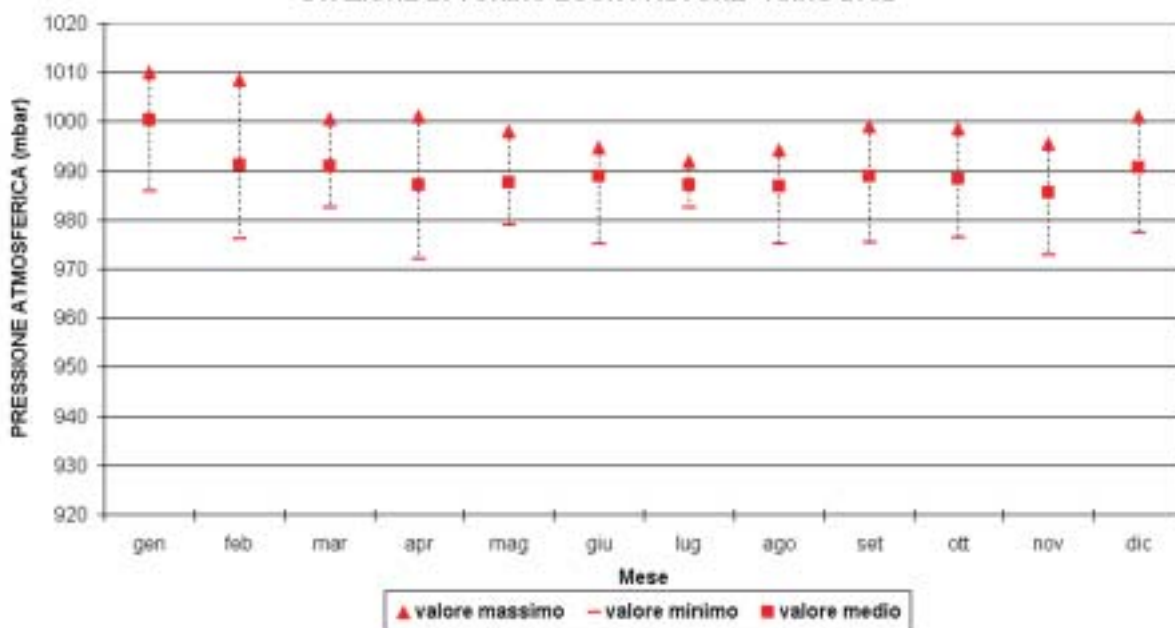


FIGURA 38: elaborazione dei dati della pressione atmosferica rilevati nella stazione di Torino-Buon Pastore nell'anno 2002.

**STAZIONE DI PINO TORINESE  
PARAMETRO: PRESSIONE ATMOSFERICA - 2002**

	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 2002	100	938	964	940	963	953
FEBBRAIO 2002	100	926	963	931	962	946
MARZO 2002	100	935	956	938	954	946
APRILE 2002	100	925	958	927	956	942
MAGGIO 2002	100	933	955	935	954	943
GIUGNO 2002	100	931	953	932	951	946
LUGLIO 2002	100	938	950	940	950	944
AGOSTO 2002	100	930	952	932	951	944
SETTEMBRE 2002	100	930	956	932	955	945
OTTOBRE 2002	100	929	955	933	954	944
NOVEMBRE 2002	100	924	952	929	951	940
DICEMBRE 2002	100	929	957	932	955	945

**PRESSIONE ATMOSFERICA  
ANDAMENTO VALORI MINIMO - MEDIO - MASSIMO MENSILI  
STAZIONE DI PINO TORINESE - ANNO 2002**

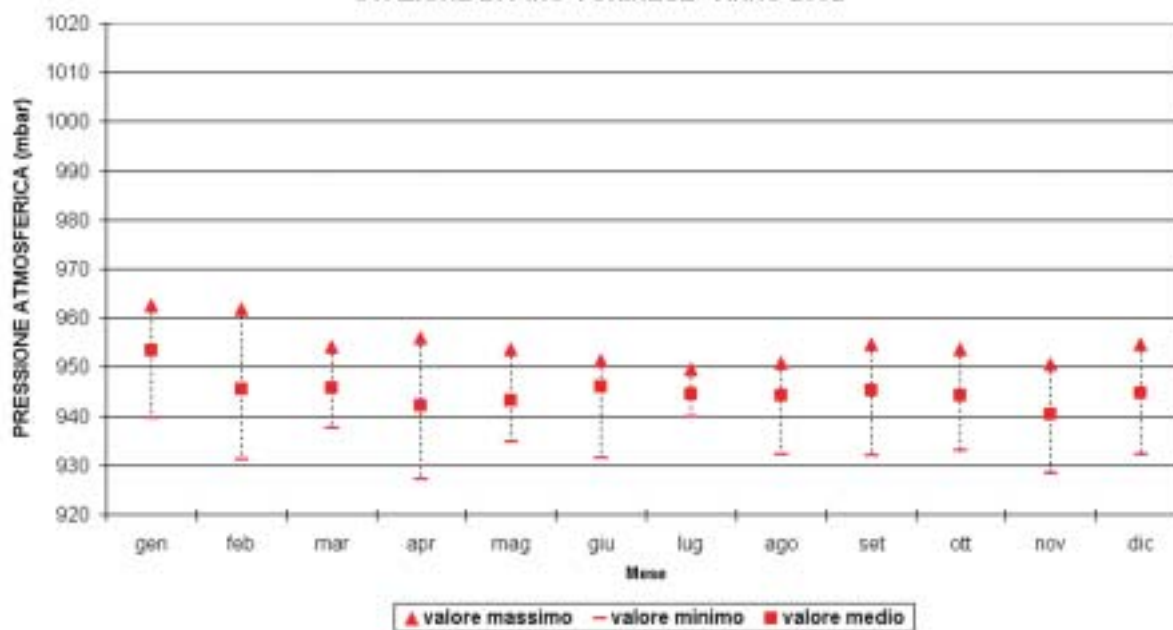


FIGURA 39: elaborazione dei dati della pressione atmosferica rilevati nella stazione di Pino Torinese nell'anno 2002.

**STAZIONE DI TORINO – BUON PASTORE  
PARAMETRO: TEMPERATURA - 2002**

	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 2002	100	-6	14	-2	6	2
FEBBRAIO 2002	100	0	17	2	11	6
MARZO 2002	100	2	28	8	19	11
APRILE 2002	100	4	25	6	18	13
MAGGIO 2002	100	7	28	10	21	17
GIUGNO 2002	99	12	34	15	28	23
LUGLIO 2002	100	13	32	17	26	23
AGOSTO 2002	100	12	32	16	24	21
SETTEMBRE 2002	100	7	29	12	23	17
OTTOBRE 2002	100	4	25	9	16	13
NOVEMBRE 2002	100	2	21	6	13	9
DICEMBRE 2002	100	-1	15	1	9	6

**TEMPERATURA  
ANDAMENTO VALORI MINIMO - MEDIO - MASSIMO MENSILI  
STAZIONE DI TORINO BUON PASTORE - ANNO 2002**

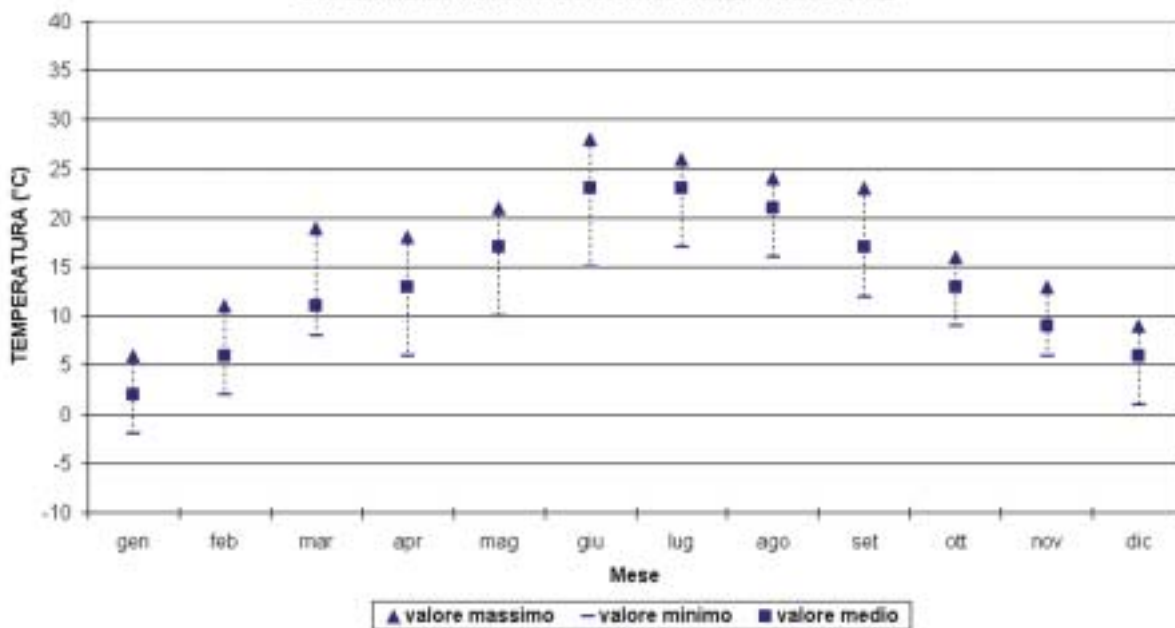


FIGURA 40: elaborazione dei dati della temperatura rilevati nella stazione di Torino-Buon Pastore nell'anno 2002.

STAZIONE DI PINO TORINESE PARAMETRO: TEMPERATURA - 2002						
	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 2002	100	-2	13	-1	10	4
FEBBRAIO 2002	100	-1	13	0	11	6
MARZO 2002	100	3	25	6	20	10
APRILE 2002	100	2	22	3	18	11
MAGGIO 2002	100	6	24	7	21	15
GIUGNO 2002	99	11	31	13	27	21
LUGLIO 2002	100	12	29	15	24	21
AGOSTO 2002	100	12	27	14	23	20
SETTEMBRE 2002	100	8	27	11	21	16
OTTOBRE 2002	100	7	21	9	16	13
NOVEMBRE 2002	100	3	17	4	13	9
DICEMBRE 2002	100	-2	13	-1	11	5

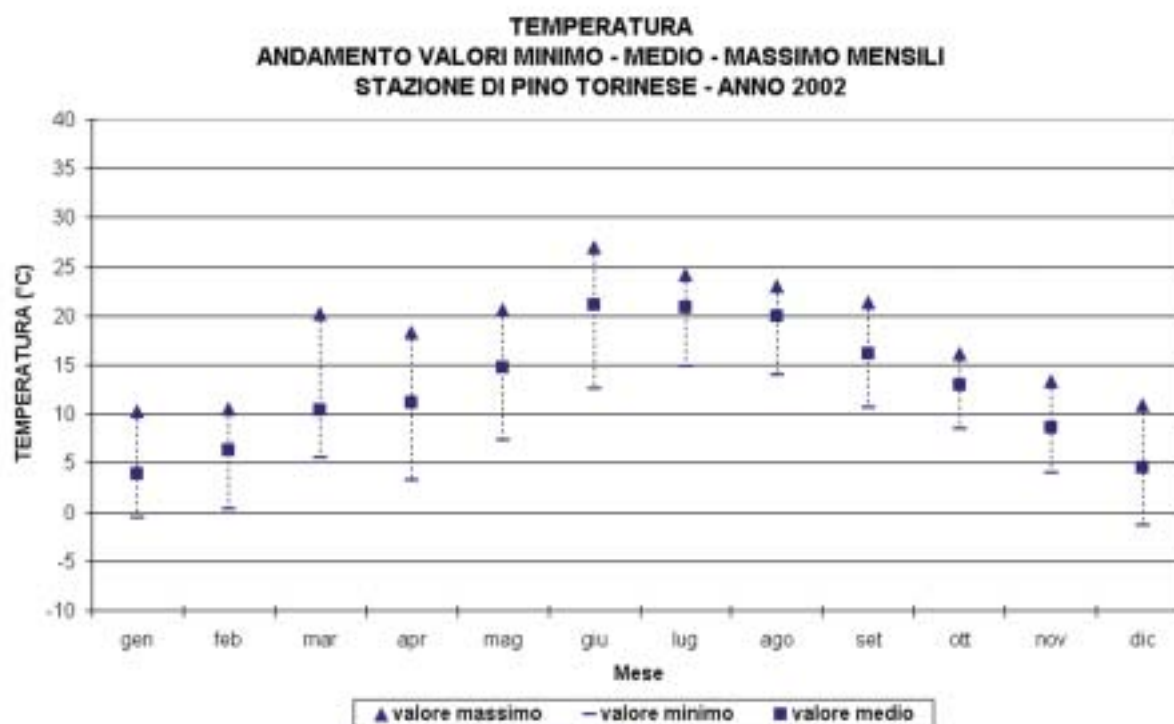


FIGURA 41: elaborazione dei dati della temperatura rilevati nella stazione di Pino Torinese nell'anno 2002.



**STAZIONI DI  
 TORINO – BUON PASTORE  
 PINO TORINESE  
 PARAMETRO: UMIĐITÀ RELATIVA - 2002**

	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 2002	100	45	91	71	100	18	100	59
Febbraio 2002	100	11	90	67	100	22	92	61
Marzo 2002	100	22	83	46	100	17	98	50
Aprile 2002	100	37	94	63	100	24	97	62
Maggio 2002	100	55	96	75	100	44	99	73
Giugno 2002	99	45	88	67	99	40	93	62
Luglio 2002	100	42	94	67	100	40	100	66
Agosto 2002	100	48	94	74	100	52	99	82
Settembre 2002	100	59	93	76	100	48	99	78
Ottobre 2002	100	27	99	79	100	28	99	76
Novembre 2002	100	49	99	85	100	30	99	83
Dicembre 2002	100	66	98	84	100	45	99	87

TABELLA 50: elaborazione dei dati dell'umidità relativa rilevati nelle stazioni di Torino-Buon Pastore e Pino Torinese nell'anno 2002.

**STAZIONI DI  
TORINO – BUON PASTORE  
PINO TORINESE  
PARAMETRO: PRECIPITAZIONI ATMOSFERICHE - 2002**

	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 2002	100	1	6	6	100	1	2	2
Febbraio 2002	100	5	88	186	100	5	43	107
Marzo 2002	100	4	33	42	100	4	27	36
Aprile 2002	100	8	24	61	100	7	18	52
Maggio 2002	100	17	46	234	100	16	32	161
Giugno 2002	100	6	40	99	100	7	24	38
Luglio 2002	100	9	31	112	100	8	64	132
Agosto 2002	100	14	66	227	100	12	35	226
Settembre 2002	100	10	27	97	100	9	17	61
Ottobre 2002	100	4	42	83	100	5	38	67
Novembre 2002	100	10	29	162	100	10	22	139
Dicembre 2002	100	9	11	55	100	9	9	45

TABELLA 51: elaborazione dei dati delle precipitazioni atmosferiche rilevati nelle stazioni di Torino-Buon Pastore e Pino Torinese nell'anno 2002.

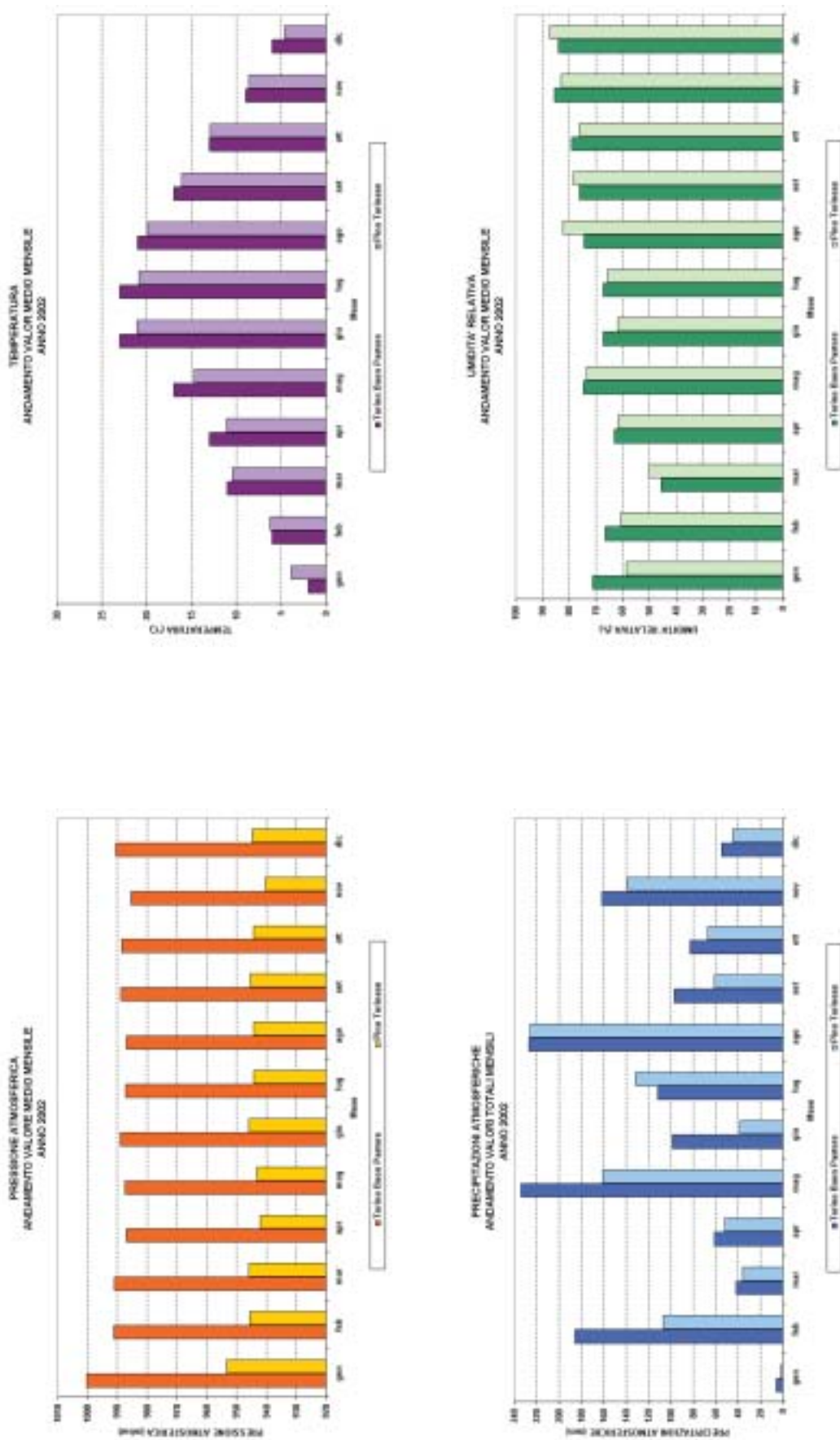


FIGURA 42: confronto fra le stazioni di Torino-Buon Pastore e Pino Torinese: parametri pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa e precipitazioni atmosferiche.

Al termine delle elaborazioni riguardanti i parametri meteorologici rilevati presso le stazioni della Rete Meteoidrografica dell'A.R.P.A. Piemonte si è ritenuto interessante procedere ad una valutazione dell'anno 2002, limitata all'andamento delle variabili meteorologiche maggiormente significative in rapporto al decennio precedente 1992-2001.

La stazione più utile ai fini della valutazione statistica è risultata Torino-Buon Pastore, sita in Corso Regina Margherita a Torino ed appartenente alla Rete Meteoidrografica dell'A.R.P.A. Piemonte.

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

La **temperatura** media dell'anno 2002 per la stazione Torino-Buon Pastore risulta pari a 13.4 °C, quasi equivalente alla media dei dati rilevati negli ultimi dieci anni nella stessa stazione (13.3 °C), mentre lievemente superiore 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 del decennio 1992÷2001 (figura 43). Le differenze maggiormente significative rispetto all'anno medio si riscontrano nei mesi di novembre e dicembre (innalzamenti termici percentuali pari rispettivamente al 25 % ed al 48 %), e gennaio (abbassamento termico percentuale pari al 54 %).

Nello stesso grafico l'esame dell'andamento medio del 2002 rispetto al decennio precedente evidenzia come i valori di marzo, giugno, novembre e dicembre siano superiori di circa 2 °C rispetto alle relative medie del periodo decennale, mentre i valori di gennaio ed agosto risultano inferiori alle rispettive medie decennali di circa 2 °C. Il valore più basso delle temperature mensili coincide, rispetto alle due serie, in gennaio, mentre il valore massimo è stato registrato nel mese di giugno nel 2002, nel mese di luglio nel decennio considerato.

Dal confronto grafico fra l'andamento dei dati orari acquisiti nel corso del 2002 e l'intervallo di valori medi studiato a partire dai minimi e dai massimi assoluti registrati mensilmente nel decennio precedente (figura 44) si osserva un picco di temperatura massima (27.5 °C) superiore ai valori medi nel giorno 20 marzo 2002: tale valore è conseguente ad un evento rilevante di föhn che ha interessato anche la città di Torino; sempre nello stesso grafico si osservano in gennaio ed agosto valori orari minimi inferiori alla climatologia del decennio (sono stati registrati - 6.4 °C il 2 gennaio 2002 e 12.4 °C il 12 agosto 2002).

Per quanto riguarda le **precipitazioni atmosferiche** l'analisi dei dati statistici relativi all'ultimo decennio evidenzia, per l'anno 2002 (figura 45), un totale di precipitazioni di 1365 mm, che rappresenta il valore più alto degli ultimi 10 anni, mentre il numero di giorni piovosi (si definisce giorno piovoso quello in cui si registra almeno 1 mm di pioggia su tutto l'arco della giornata) è pari a 97. Anche questo valore corrisponde al record degli ultimi 10 anni, caratterizzando il 2002 come anno ricco di precipitazioni ed anomalo: il 2002 supera per quantità di piogge e numero di giorni piovosi anche il 1994 e il 2000, annate in cui si sono verificati eventi alluvionali. Utilizzando come parametro di confronto l'intensità delle precipitazioni atmosferiche, calcolata come il rapporto fra la quantità totale di pioggia ed il numero di giorni piovosi, si osserva che i due valori più alti sono stati registrati nel 1994 (15.9 mm pioggia/giorno) e nel 2000 (16.3 mm pioggia/giorno); nel 2002 l'intensità giornaliera media è stata pari a 14.1 mm pioggia/giorno. In sintesi possiamo affermare che nel 2002 è piovuto di più, ma con un'intensità media inferiore.

L'analisi della distribuzione annuale delle precipitazioni nell'ambito dei vari mesi può inoltre essere utilizzata per definire il *regime pluviometrico* di un'area geografica. Nello studio climatologico della Regione Piemonte<sup>8</sup>, 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 regio-

8. "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.

ne 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 46 è riportato il confronto tra l’andamento delle precipitazioni totali mensili per il 2002 con le precipitazioni medie mensili (media delle sommatorie mensili) del decennio 1992 - 2001. Il profilo relativo al decennio conferma il regime pluviometrico come “prealpino”, mentre il profilo relativo al 2002 si discosta leggermente da tale regime per il massimo secondario registrato ad agosto (227.4 mm): nel dettaglio il 2002 presenta il minimo principale in gennaio (6.2 mm) in pieno inverno, ed il massimo principale al termine della primavera (maggio, 233.6 mm). In particolare è significativo il valore del mese di agosto, circa tre volte superiore alla media dell’ultimo decennio.

Un’ulteriore elaborazione è stata effettuata aggregando gli stessi dati di precipitazione su base trimestrale. Nella figura 47 sono riportati, per ogni trimestre, gli istogrammi relativi alla quantità di pioggia misurata nei diversi anni e per ogni grafico viene segnalato il valore medio di precipitazione per il decennio. Dall’esame dei grafici spicca che tutti i trimestri 2002 hanno quantitativi di pioggia superiori alla media del decennio, con le precipitazioni del primo e terzo trimestre del 2002 superiori quasi del doppio rispetto al valore storico.

Va comunque sottolineato che le osservazioni sopra riportate sulle caratteristiche di piovosità relative all’anno 2002 devono essere valutate alla luce delle seguenti considerazioni:

- l’arco temporale (decennio 1992÷2001) utilizzato per il confronto risulta comunque ridotto;
- la rappresentatività spaziale è limitata all’area metropolitana.

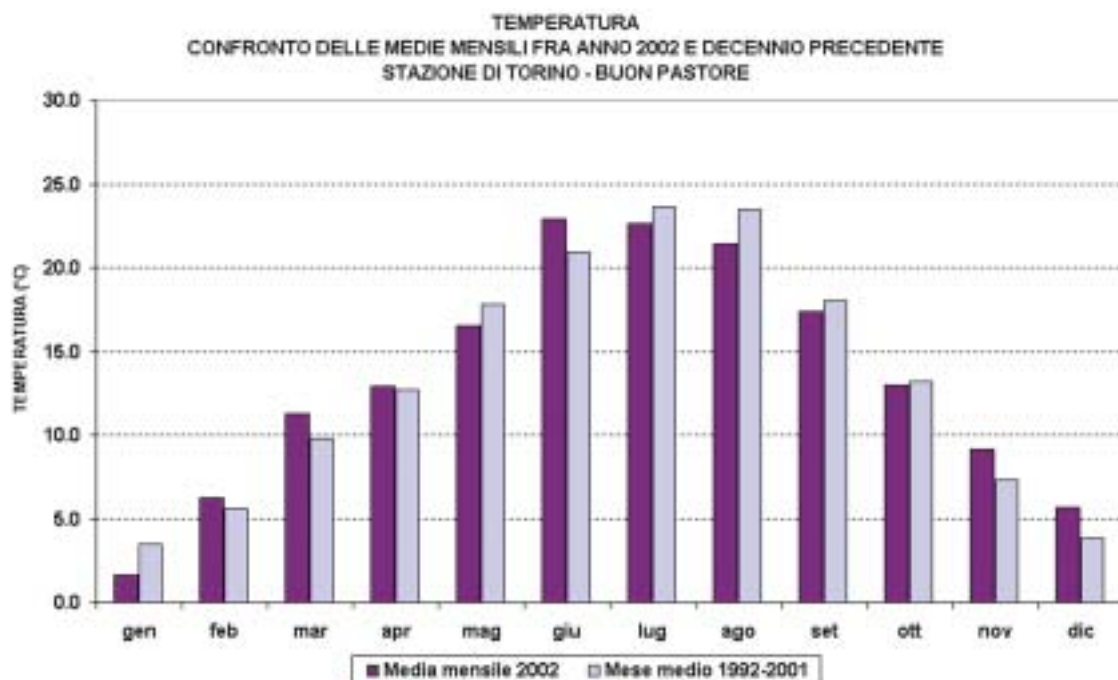


FIGURA 43: temperatura: valori medi mensili per l'anno 2002 e per il decennio 1992÷2001 per la stazione di Torino-Buon Pastore.

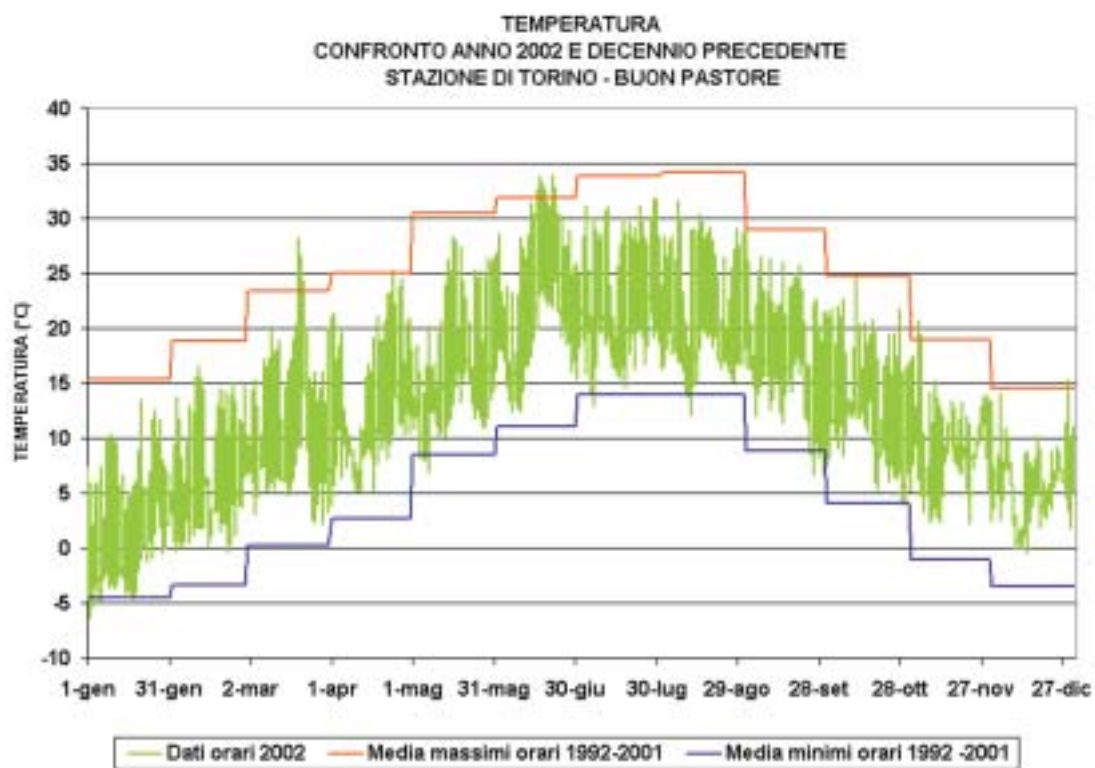


FIGURA 44: temperatura: valori orari per l'anno 2001 e medie dei minimi e dei massimi assoluti registrati nel decennio 1991÷2000 presso la stazione di Torino-Buon Pastore.

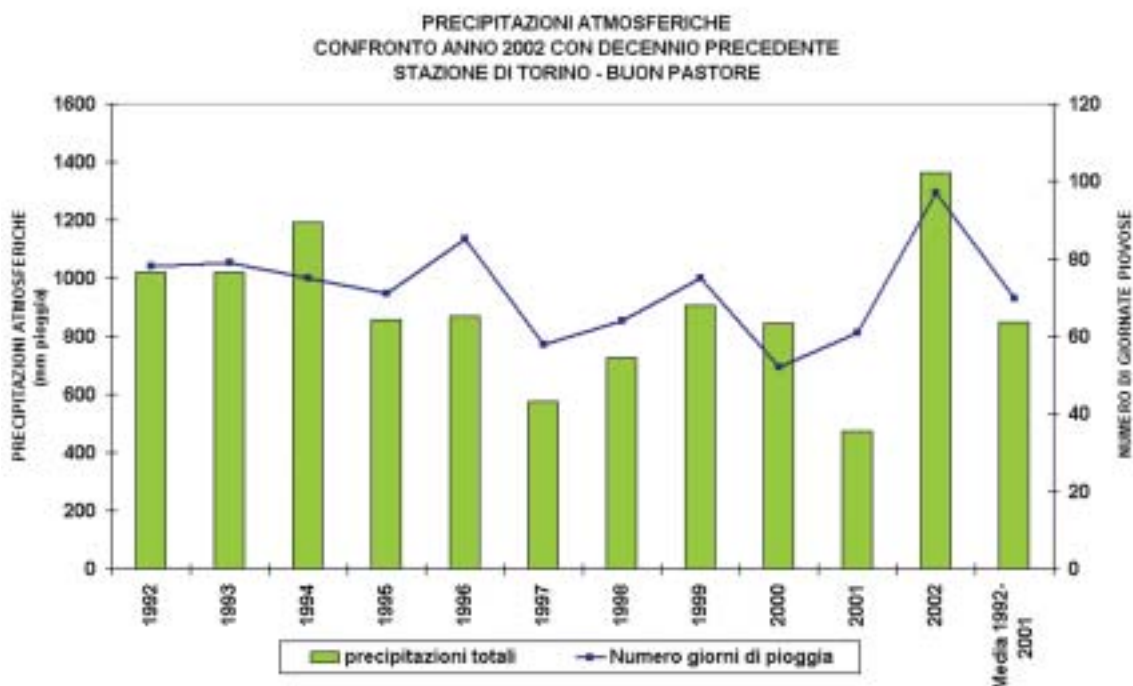


FIGURA 45: precipitazioni atmosferiche: sommatorie annuali e media del decennio in termini di quantità di pioggia e di numero di giornate piovose per la stazione di Torino-Buon Pastore.

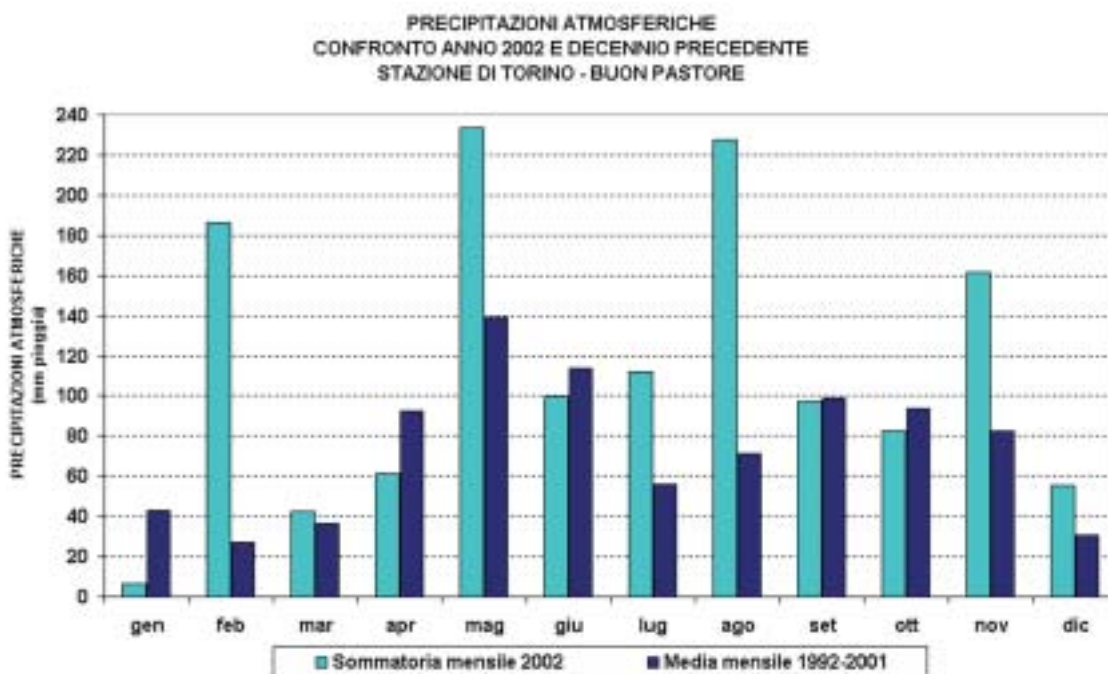


FIGURA 46: precipitazioni atmosferiche: sommatorie mensili per l'anno 2001 e medie mensili relative al decennio 1991÷2000 per la stazione di Torino-Buon Pastore.

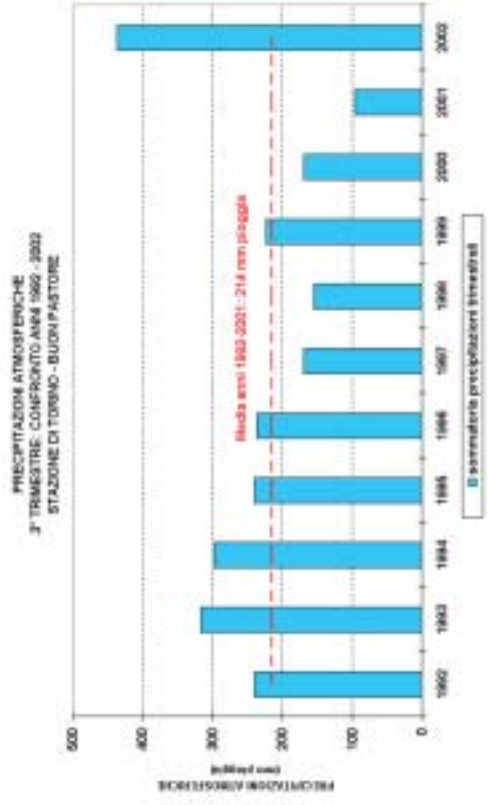
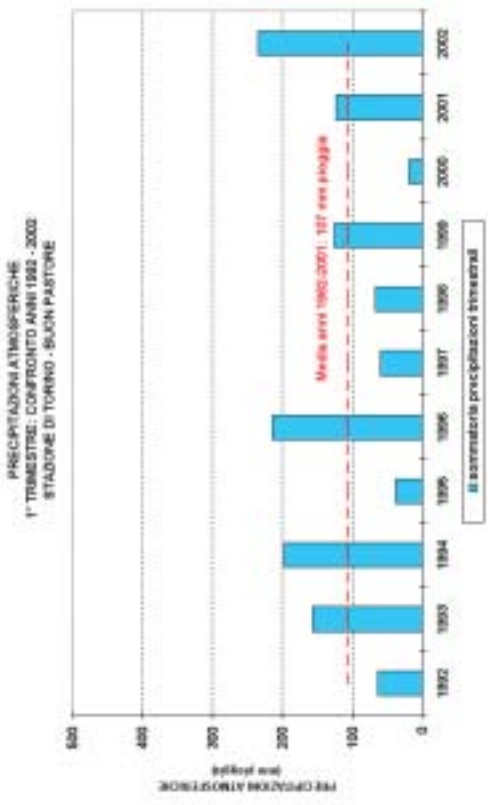
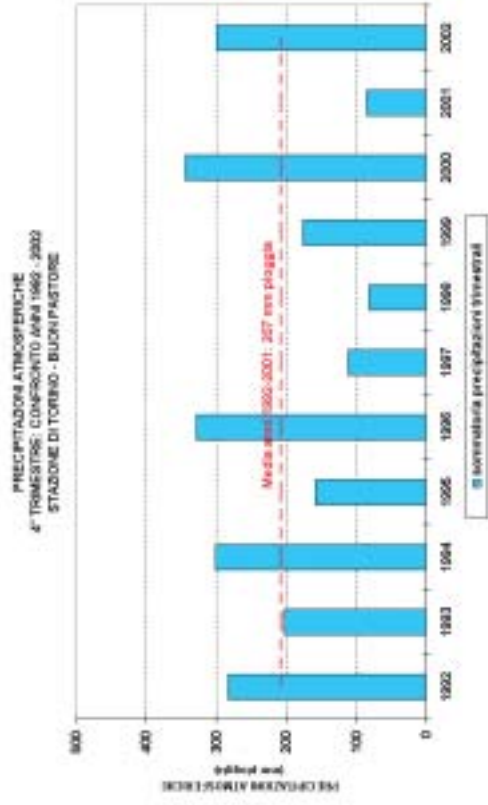
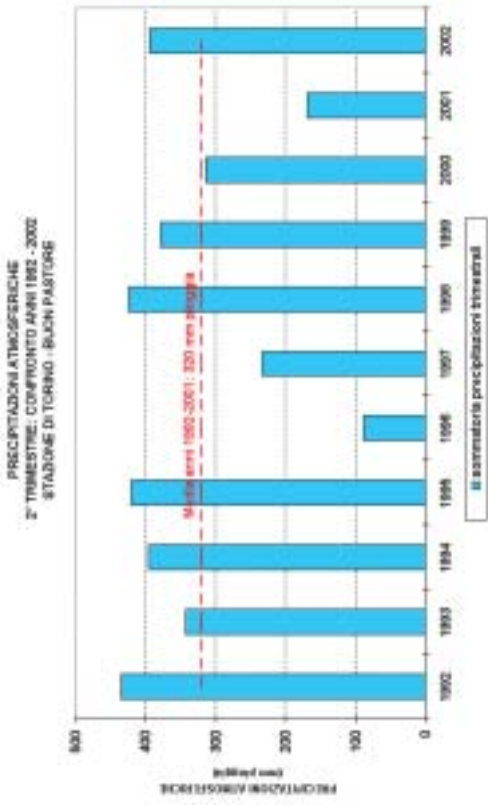


FIGURA 47: precipitazioni atmosferiche: sommatorie trimestrali relative al periodo 1992-2002 per la stazione di Torino-Buon Pastore.



## IL PROCESSO DI DEFINIZIONE DEL PIANO D'AZIONE EX ART 7 D.LGS. 4 AGOSTO 1999 N. 351 PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO DI SUPERAMENTO DEI VALORI LIMITE E DELLE SOGLIE DI ALLARME STABILITE DAL D.M. 2 APRILE 2002, N. 60

### IL CONTESTO NORMATIVO E AMBIENTALE

L'emanazione del Decreto Ministeriale 2 aprile 2002 n° 60, che ha recepito i nuovi limiti di qualità dell'aria definiti in sede comunitaria e la pubblicazione delle D.G.R. n. 109-6941 e n. 14-7623 rispettivamente del 5 agosto 2002 e dell'11 novembre 2002, con le quali la Regione Piemonte ha provveduto rispettivamente ad aggiornare l'assegnazione dei Comuni Piemontesi alle Zone 1, 2 e 3 e a definire gli indirizzi per la predisposizione e gestione dei Piani di Azione, ridefiniscono sostanzialmente le attività degli enti interessati alla tutela della qualità dell'aria.

A tale proposito la Provincia di Torino è stata chiamata, quale autorità competente alla gestione delle situazioni di rischio, ad elaborare con i Comuni assegnati alle Zone di Piano, i primi provvedimenti da attuare per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme stabiliti per gli inquinanti in atmosfera dal nuovo D.M n. 60/2002.

### L'ANALISI DELLE FONTI DI INQUINAMENTO

La valutazione della qualità dell'aria nel nostro territorio evidenzia le criticità legate alla presenza di inquinanti in atmosfera e sottolinea come il rischio di superamento dei valori limite definiti per il biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ), per l'ozono, che nel periodo estivo è strettamente legato alle emissioni di  $\text{NO}_2$ , e per il  $\text{PM}_{10}$  è generalizzato, anche se con intensità diverse, in tutte le Zone di Piano individuate dalla Zonizzazione Regionale.

Al fine di stabilire i provvedimenti oggetto del piano d'azione si sono valutate quali siano le principali fonti di emissione degli inquinanti in questione.

Le informazioni necessarie sono state fornite dal censimento delle emissioni sviluppato dalla Regione Piemonte. Questo strumento consente di individuare quale sia la quantità dei principali inquinanti rilasciati in atmosfera dai diversi settori emissivi.

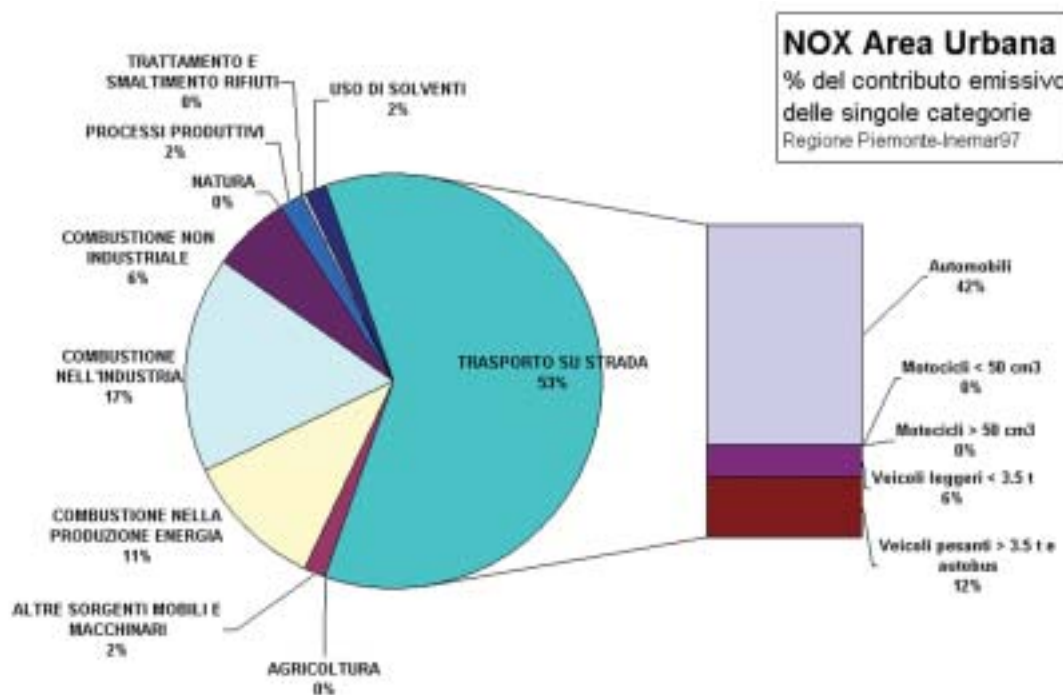


FIGURA 48: emissioni di Ossidi di Azoto nell'area metropolitana torinese, contributo percentuale delle singole categorie.

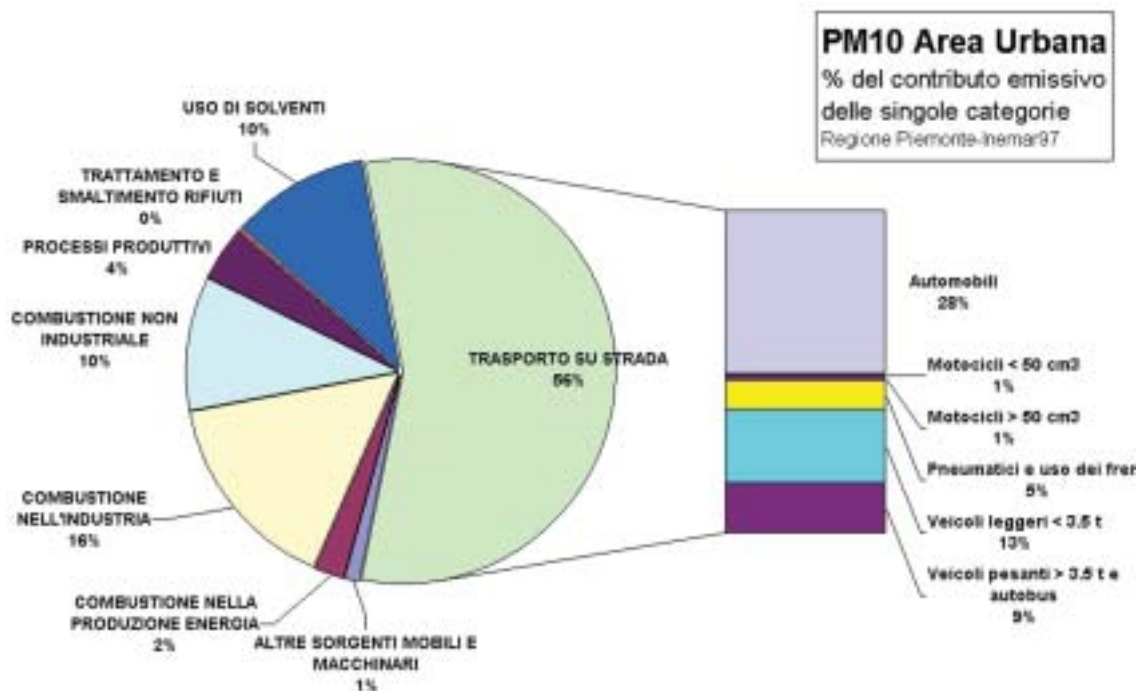


FIGURA 49: emissioni di particolato PM10 nell'area metropolitana torinese, contributo percentuale delle singole categorie.

Per quanto riguarda i parametri più critici si può osservare nei grafici riportati in figura 48 e in figura 49 come il trasporto su strada rappresenti la fonte principale, con percentuali superiori al 50%, delle emissioni di  $\text{NO}_x$  e di PM10 e che la restante parte delle emissioni è sostanzialmente ripartita fra i processi industriali di produzione e combustione e fra i processi di combustione non industriale (riscaldamento degli insediamenti civili).

Risulta pertanto evidente che il traffico veicolare rappresenti la fonte di inquinamento principale su cui agire per promuovere un'efficace limitazione delle emissioni.

## IL PARCO VEICOLARE IMMATRICOLATO NELLA PROVINCIA DI TORINO

Successivamente è stata analizzata (vedi figure 50 e 51) la costituzione del parco veicolare presente in provincia di Torino da cui risulta che il 36% delle autovetture e il 58% degli autocarri leggeri (< 3,5 t.) sono stati immatricolati prima del 1993 e che non sono pertanto conformi alle direttive europee che definiscono i limiti per le emissioni degli autoveicoli solitamente identificati con le sigle EURO 1, 2, 3 e 4.

Il parco veicoli circolante sul nostro territorio si presenta, alla luce dei dati analizzati, particolarmente obsoleto e con percentuali significative di veicoli "non ecologici". La sostituzione di veicoli vecchi e inquinanti sarà nei prossimi anni uno dei fattori che sicuramente porterà ad una complessiva diminuzione delle emissioni e ad un miglioramento delle condizioni della qualità dell'aria.

Le emissioni di sostanze inquinanti emesse dai veicoli sono infatti fortemente diminuite nel corso degli ultimi anni a seguito dell'evoluzione della tecnica motoristica e dell'adozione di sistemi di trattamento dei gas di scarico.

Un'indicazione sulla diminuzione delle concentrazioni di CO,  $\text{NO}_x$  e idrocarburi incombusti, presenti nelle emissioni dei motori a benzina, e di particolato, CO e  $\text{NO}_x$ , provenienti dai motori diesel, è riportata nelle figure 52 e 53 contenenti alcune elaborazioni, gentilmente fornite da

FIAT Auto - Divisione Ambiente, che riportano l'evoluzione dei limiti per le sostanze inquinanti nelle emissioni dei veicoli nell'Unione Europea. Si può osservare che le emissioni nel corso degli ultimi 20 anni si siano mediamente ridotte di un fattore 10.

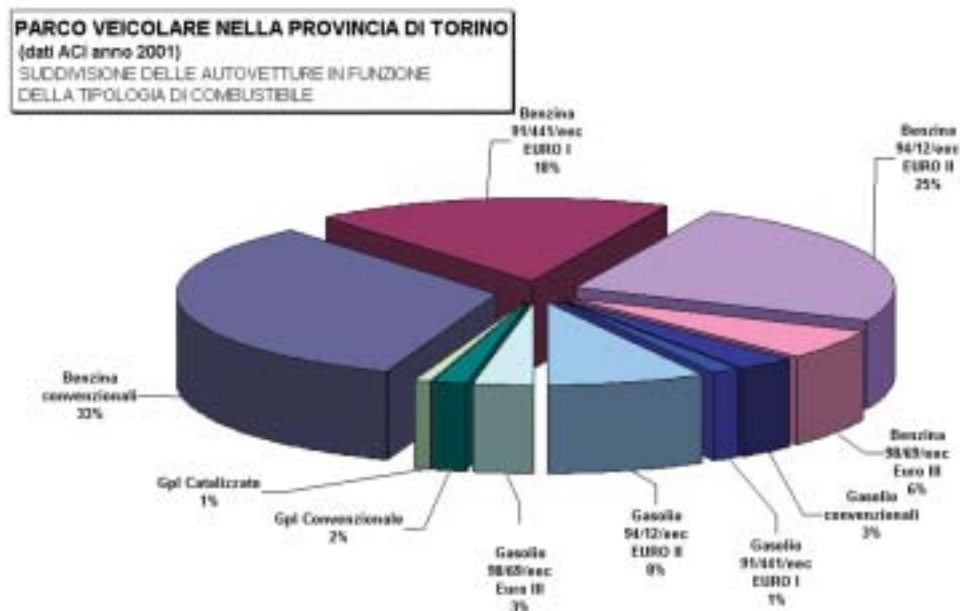


FIGURA 50: Parco veicolare immatricolato nella provincia di Torino, suddivisione delle autovetture in funzione della tipologia di combustibile e della normativa ambientale di riferimento.

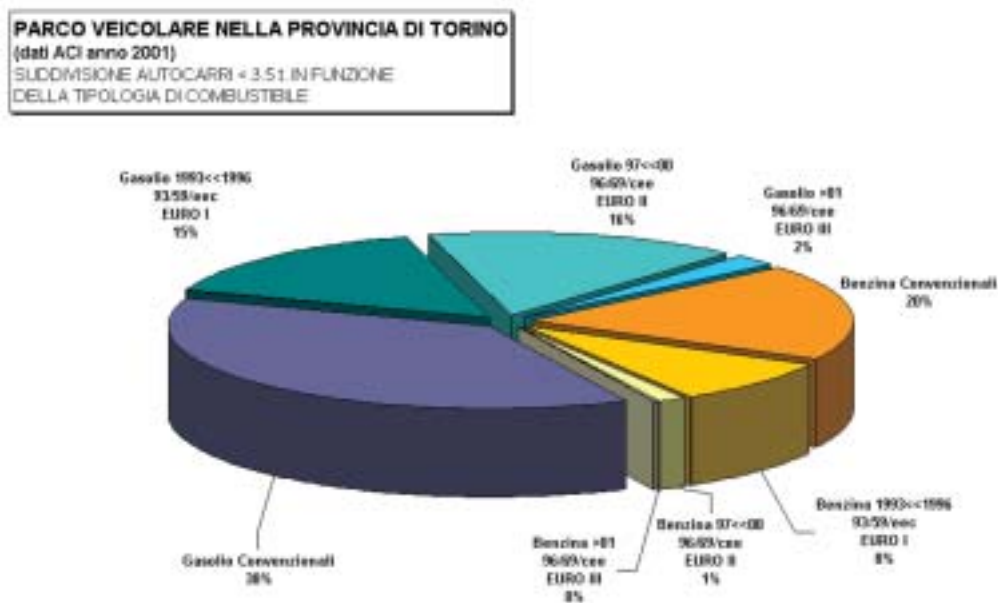
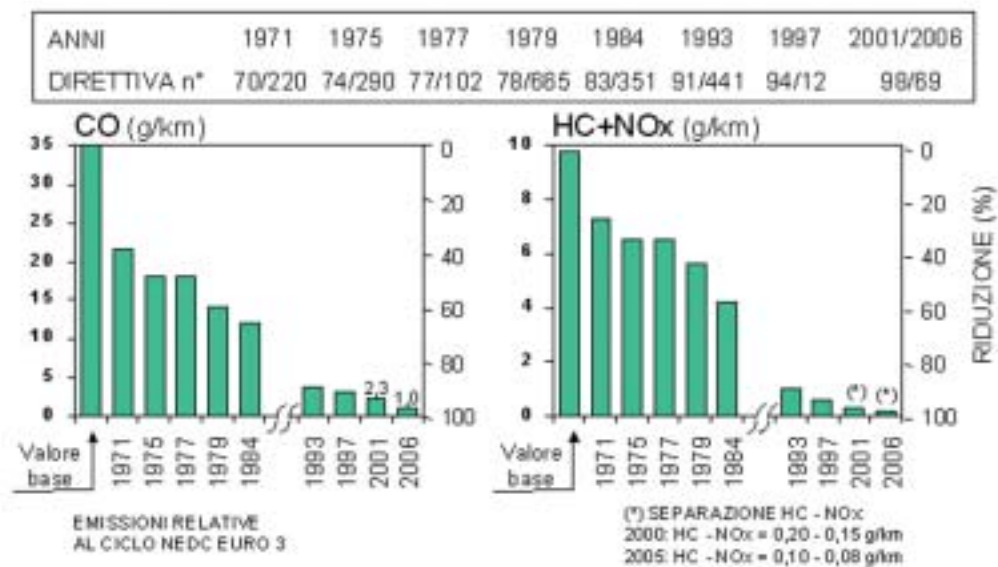
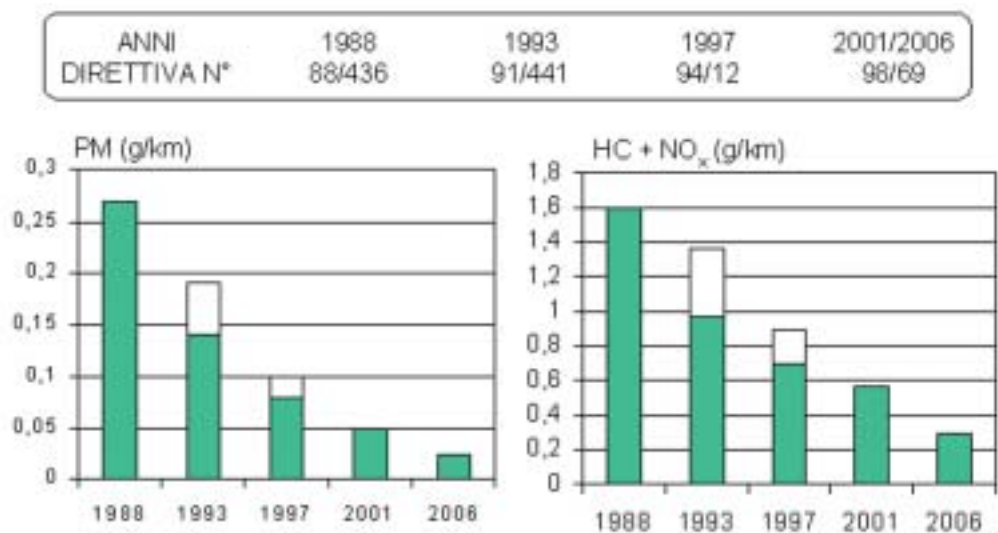


FIGURA 51: Parco veicolare immatricolato nella provincia di Torino, suddivisione degli autocarri (< 3,5 t.) in funzione della tipologia di combustibile e della normativa ambientale di riferimento.



Note: - non è stata riportata la direttiva 88/76 applicata ai soli volontari.  
 - i limiti '93 - '97 - '01 - '06 sono anche identificati con Euro 1, 2, 3 e 4.  
 - Dir. 98/77: introduce Metano e GPL nella legislazione UE benzina.

FIGURA 52: evoluzione dei limiti nella Unione Europea per gli inquinanti CO e (HC + NOx) presenti nelle emissioni degli autoveicoli con motore a benzina.



Note: - i limiti più elevati, ove esistono, si riferiscono alla versione a iniezione diretta.  
 - i limiti '93-'97-'01-'06 sono anche identificati con Euro 1,2,3,4.

FIGURA 53: evoluzione dei limiti nella Unione Europea per gli inquinanti PM e (HC+NOx) presenti nelle emissioni degli autoveicoli con motore diesel.

## LE ESPERIENZE DI LIMITAZIONE DEL TRAFFICO VEICOLARE

La Provincia di Torino ha promosso, nel corso dell'Inverno 2002-2003, con i Comuni appartenenti all'area metropolitana torinese, un piano di riduzione della circolazione che prevedeva nelle giornate di mercoledì e giovedì il divieto di circolazione per i veicoli non ecologici e contestualmente per i veicoli ecologici si adottava il blocco a targhe alterne secondo le modalità riportate in dettaglio nella tabella 52.

### PROVVEDIMENTI DI LIMITAZIONE DELLA CIRCOLAZIONE ADOTTATI

**limitazione della circolazione veicolare dalle ore 8,30 alle ore 18,00 nelle giornate di mercoledì e giovedì comprese tra il 22 gennaio e il 27 marzo 2003 con le modalità specificate ai seguenti punti 1 e 2.**

**1) DIVIETO DI CIRCOLAZIONE PER I VEICOLI NON ECOLOGICI; è vietata la circolazione dinamica di tutti i veicoli a qualsiasi uso destinati che non rispettino le seguenti caratteristiche costruttive (come annotato sulla carta di circolazione):**

- a) veicoli per trasporto persone ad accensione comandata (alimentati a benzina) di tipo omologato ai sensi della direttiva 91/441/CE e successive (tutti quelli immatricolati dopo l'1/1/1993 o, se immatricolati prima, omologati ai sensi della direttiva 91/441/CE);
- b) veicoli per trasporto persone ad accensione spontanea (diesel) di tipo omologato ai sensi della direttiva 94/12/CE e successive (tutti quelli immatricolati dopo l'1/1/1997 o, se immatricolati prima, omologati ai sensi delle direttive 94/12/CE e successive);
- c) veicoli per trasporto merci ad accensione comandata (alimentati a benzina) di tipo omologato ai sensi della direttiva 91/441/CE e successive (tutti quelli immatricolati dopo l'1/1/1993 o, se immatricolati prima, omologati ai sensi della direttiva 91/441/CE);
- d) veicoli per trasporto merci ad accensione spontanea (diesel) con massa massima inferiore a 3,5 tonnellate di tipo omologato ai sensi della direttiva 93/59/CE e successive;
- e) veicoli per trasporto merci ad accensione spontanea (diesel) con massa massima superiore a 3,5 tonnellate di tipo omologato ai sensi della direttiva 91/542/CE e successive;

**2) CIRCOLAZIONE A TARGHE ALTERNE; è consentita per i veicoli ecologici la circolazione a targhe alterne, ovvero su tutto il territorio cittadino è consentita la circolazione dinamica:**

- **nei giorni pari** (22/1, 30/1, 6/2, 12/2, 20/2, 26/2, 6/3, 12/3, 20/3, 26/3) ai soli veicoli la cui ultima cifra della targa è pari, compreso lo zero
- **nei giorni dispari** (23/1, 29/1, 5/2, 13/2, 19/2, 27/2, 5/3, 13/3, 19/3, 27/3) ai soli veicoli la cui ultima cifra della targa è dispari

**N.B.** Nelle giornate di mercoledì 15 e 16 gennaio è stato adottato il provvedimento descritto ma sull'orario 7:30-19:00.

#### I COMUNI INTERESSATI DALL'INIZIATIVA

**ALPIGNANO, BEINASCO, BORGARO, CHERI, COLLEGNO, GRUGLIASCO, MONCALIERI, NICHELINO, RIVOLI, SETTIMO TORINESE, TORINO, VENARIA REALE**

Hanno aderito al blocco a targhe alterne e al blocco delle auto non ecologiche dalle 8:30 alle 18:00 secondo le modalità sopra riportate

**CHIVASSO, VINOVO, VOLPIANO**

Hanno aderito al blocco delle auto non ecologiche dalle 8:30 alle 18:00

**ORBASSANO**

Ha realizzato il blocco delle auto non ecologiche dalle 9:00 alle 18:00 e delle merci dalle 10:00 alle 16:00

**Complessivamente 1.382.000 abitanti coinvolti nell'iniziativa**

TABELLA 52: provvedimenti di limitazione della circolazione adottati nel corso dell'inverno 2002-2003.

Tali provvedimenti sono stati definiti con la finalità principale di ridurre le concentrazioni di PM10 che nell'area metropolitana torinese, nel periodo invernale, si attestano quasi costantemente su valori superiori a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore limite giornaliero per la protezione della salute). Si è deciso inoltre di attivare l'intervento in modo sistematico, 2 giorni alla settimana per 3 mesi sia in relazione alla configurazione dei limiti del D.M. 2 aprile 2002 n. 60 che prevedono un numero di superamenti massimo nel corso dell'anno, sia per poter realizzare una valutazione accurata dei risultati dei provvedimenti.

## I RISULTATI DEI PROVVEDIMENTI

Il primo passo per una corretta quantificazione dell'efficacia dei provvedimenti ha previsto l'analisi della riduzione dei flussi di traffico. La società consortile 5T, che si occupa della gestione della mobilità nella città di Torino, provvede alla misurazione dei flussi di traffico con circa 1000 unità di rilevamento dislocate sul territorio della città di Torino e ha realizzato le elaborazioni riportate in figura 54 e in figura 55 che consentono di effettuare le prime valutazioni.

Si evidenzia come il provvedimento abbia generato una riduzione del traffico del 16% nelle ore di limitazione della circolazione (8:30 – 18:00) e una riduzione del 9 % su base giornaliera (valori medi calcolati su tutto il periodo di applicazione dei provvedimenti); valori non eccezionali se rapportati alle caratteristiche del provvedimento che, teoricamente, sommando il blocco delle auto non catalitiche e la circolazione a targhe alterne avrebbe dovuto fermare una percentuale di veicoli di circa il 66% (il 33% dei veicoli non catalizzati e la metà del restante 66% in virtù delle targhe alterne). La reale efficacia del provvedimento (16%) è da imputarsi ad un'iperdisponibilità di veicoli, nei giorni di targhe alterne si utilizzano i secondi o terzi veicoli che solitamente stanno fermi, alle numerose esenzioni introdotte nelle ordinanze per garantire ai cittadini la possibilità di svolgere l'attività lavorativa e probabilmente ad un mancato rispetto delle ordinanze.

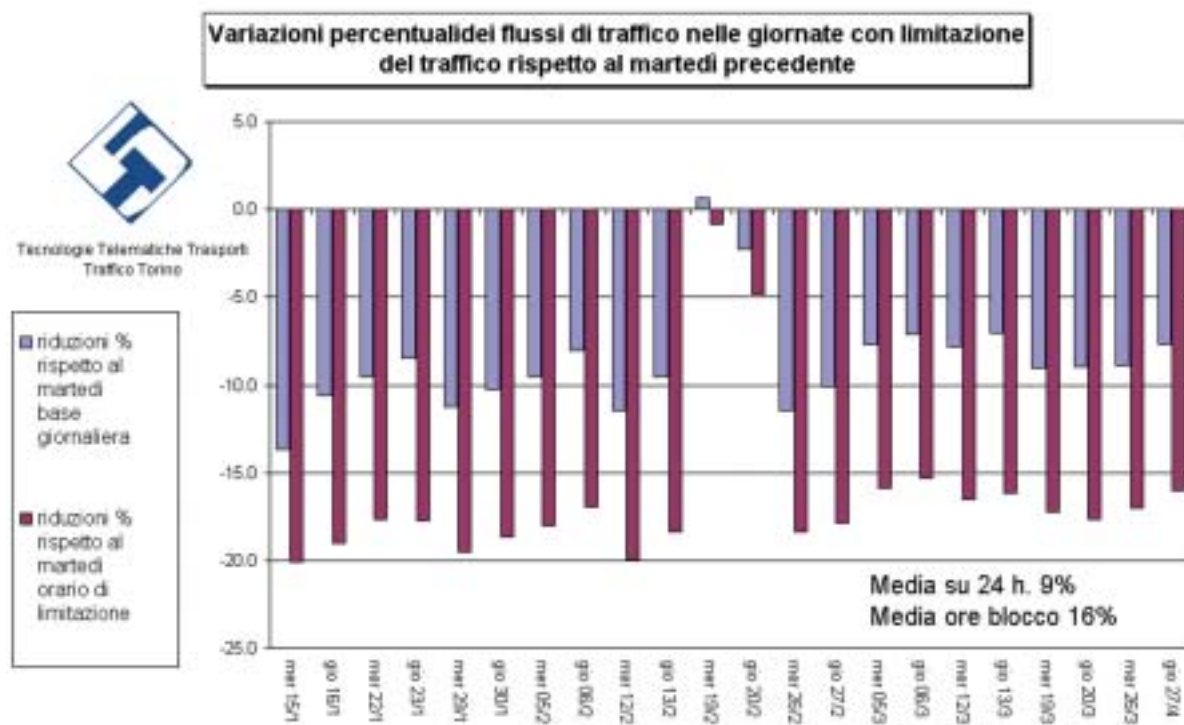


FIGURA 54: variazioni percentuali dei flussi di traffico nelle giornate di blocco (mercoledì e giovedì) rispetto al martedì precedente. (nei giorni 19 e 20 febbraio la limitazione è stata sospesa per la presenza di uno sciopero dei mezzi pubblici).

Un ulteriore fenomeno è osservabile, seguendo gli andamenti dei flussi di traffico misurati nel periodo di adozione delle ordinanze di limitazione. In figura 55 sono riportati gli andamenti dei flussi veicolari medi dei martedì (giornata di libera circolazione), dei mercoledì e dei giovedì (circolazione limitata) nel periodo compreso fra il 22 gennaio e il 27 marzo 2003.

Si nota, a ridosso del periodo di limitazione, che i valori del flusso veicolare nei giorni di blocco è lievemente maggiore rispetto ai valori di flusso misurati nei martedì di libera circolazione. Si evidenzia pertanto che la limitazione nell'orario 8:30 –18:00 produce i suoi effetti esclusivamente nelle ore di blocco ma non limita anzi aumenta il numero vetture in circolazione nelle ore più critiche della giornata.

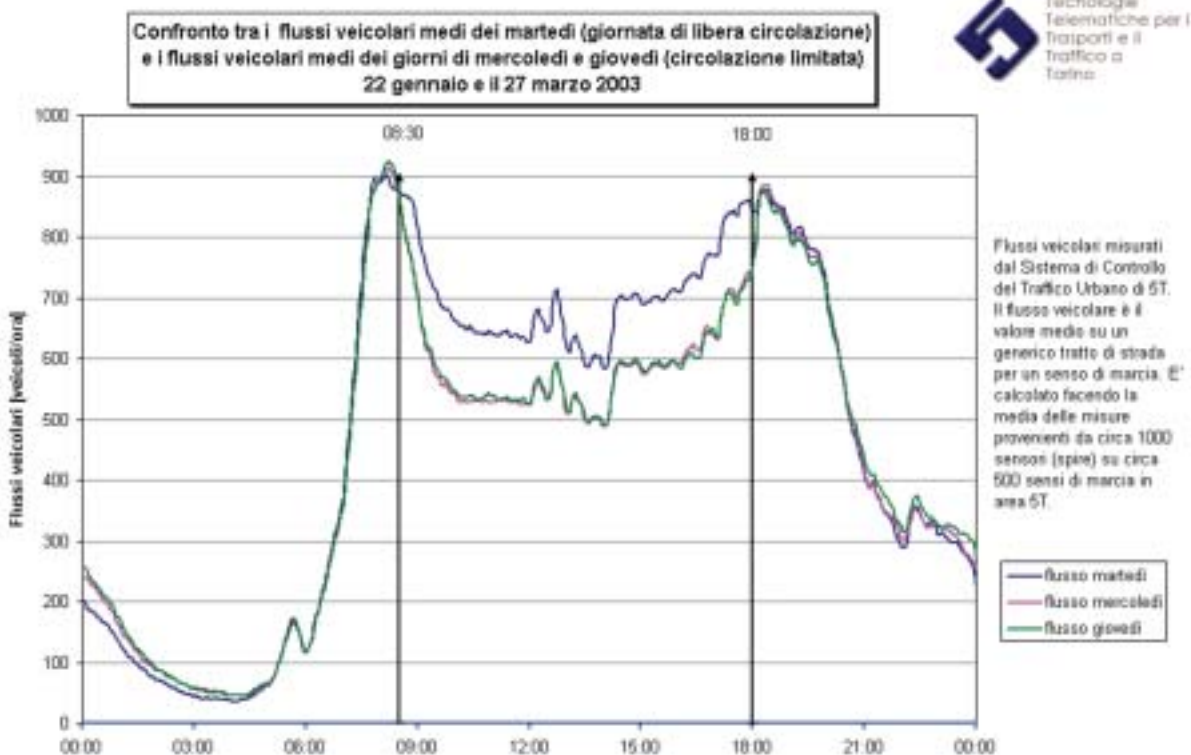


FIGURA 55: andamento dei flussi veicolari medi misurati su tutto il periodo di sperimentazione del provvedimento.

Tale fenomeno non si è invece osservato nei giorni 15 e 16 gennaio, vedi figura 56, nei quali il blocco della circolazione era previsto fra le 7:30 e le 19:00. Non si rilevano infatti gli incrementi di traffico a ridosso degli orari di blocco e i valori massimi di flusso veicolare sono chiaramente inferiori rispetto al martedì di libera circolazione.

Tali osservazioni indicano che un orario di limitazione più esteso garantisce una diminuzione del traffico veicolare sia in termini di picchi di flusso che di numero di veicoli presenti sulle strade. L'orario allargato di blocco (7:30 - 19:00) costringe infatti all'utilizzo di sistemi di mobilità alternativi, rispetto all'uso della vettura privata. Al contrario l'orario di limitazione ristretto (8:30 - 18:00) provoca una diminuzione dei flussi veicolari esclusivamente nelle ore di blocco ma contestualmente genera dei picchi di traffico, legati al raggiungimento e all'uscita dal posto di lavoro, proprio nelle ore più critiche della giornata causando sicuramente un rallentamento della circolazione. In termini di inquinamento atmosferico i risultati dei rilevamenti confermano, soprattutto per gli inquinanti primari (CO e in parte PM10), una proporzionalità diretta con la diminuzione delle emissioni inquinanti provocata dalla riduzione del traffico veicolare.

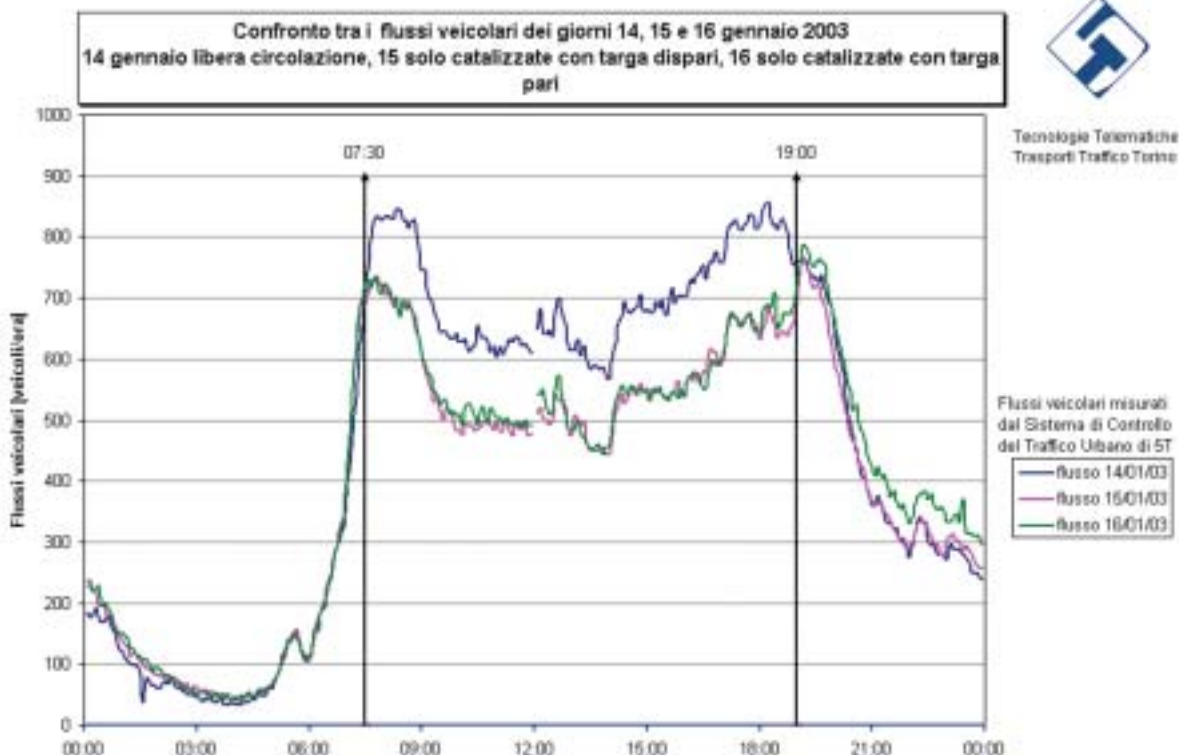


FIGURA 56: andamento dei flussi veicolari misurati nei giorni 14, 15 e 16 gennaio.

Nelle figure 57, 58 e 59 è riportata, per i tre principali inquinanti atmosferici, un'elaborazione che consente di quantificare l'efficacia dei provvedimenti di limitazione del traffico sulla qualità dell'aria. Per ogni inquinante è stato individuato un set di stazioni rappresentativo dell'area metropolitana torinese e, successivamente, è stata calcolata la media delle concentrazioni degli inquinanti rilevate in tutte le giornate antecedenti (martedì) e seguenti (venerdì) il provvedimento di limitazione relativamente all'intera giornata (24 ore) e alle effettive ore di blocco (9:00 – 18:00). I valori calcolati sono stati confrontati con le medie rilevate nei giorni di limitazione della circolazione (mercoledì e giovedì) calcolando i rispettivi scostamenti percentuali.

Per quanto riguarda il monossido di carbonio, inquinante primario la cui origine è imputabile quasi completamente al traffico veicolare, si osservano nelle stazioni di Via della Consolata e di Nichelino, interessate da intensi flussi veicolari, diminuzioni sostanziali le cui percentuali sono sovrapponibili con le percentuali di riduzione del traffico. Nella stazione Lingotto (ubicata nel parco Di Vittorio), rappresentativa del fondo urbano e pertanto non soggetta a fonti dirette di emissione, si misurano concentrazioni di CO in assoluto molto basse e nel caso specifico si osserva un leggerissimo incremento delle concentrazioni che rientra nella variabilità statistica del dato. Tali evidenze confermano che l'inquinamento da CO è spazialmente circoscritto nelle porzioni di territorio direttamente coinvolte dalle emissioni di origine veicolare e che riduzioni del traffico producono effetti diretti sulla concentrazione di questo inquinante.

Le analisi delle elaborazioni effettuate per il biossido di azoto presentano dei risultati meno evidenti che complessivamente portano a riduzioni, nell'area urbana, inferiori al 3% sulla base delle ore di blocco e inferiori all'1% sull'arco delle 24 ore.



La pochezza del risultato ottenuto è da correlarsi, oltre che alla modesta diminuzione della circolazione veicolare, al fatto che l'NO<sub>2</sub> è un inquinante "secondario" che si genera in atmosfera a seguito dell'ossidazione del NO prodotto da tutti i processi di combustione.

La pluralità di fonti emissive e i meccanismi di generazione e diffusione di tale inquinante in atmosfera concorrono sicuramente a limitare l'efficacia dei provvedimenti di riduzione temporanea del traffico sulle concentrazioni di questo inquinante.

I dati relativi al PM10 sono sicuramente i più interessanti da interpretare. Si sono analizzate le rilevazioni di tre stazioni:

- Via della Consolata, stazione collocata nel centro urbano torinese soggetto alla limitazione del traffico;
- ITIS Grassi, stazione collocata in Strada Aeroporto, via che non è stata chiusa al traffico per consentire l'accesso alla tangenziale;
- Borgaro, stazione collocata in una zona suburbana non soggetta a fonti dirette di emissione.

L'analisi dei risultati relativi alla stazione di Via della Consolata, l'unica interessata direttamente dal provvedimento, conferma una dipendenza diretta fra la percentuale di riduzione delle concentrazioni di PM10 e la percentuale di riduzione del traffico, si misura una diminuzione delle concentrazioni di PM10 del 6.6 % contro una diminuzione del traffico del 9% che però rappresenta solo una delle fonti di PM10. Per quanto riguarda le stazioni di Strada Aeroporto e di Borgaro, che non erano direttamente interessate alla limitazione della circolazione, non si sono rilevati particolari scostamenti fra i giorni di blocco e i giorni di libera circolazione.

In conclusione si può affermare che la limitazione del traffico produce un effetto di riduzione dell'inquinamento, ma che tale diminuzione è limitata dalla durata temporalmente ridotta del blocco e ha effetti significativi e direttamente proporzionali solo sugli inquinanti primari.

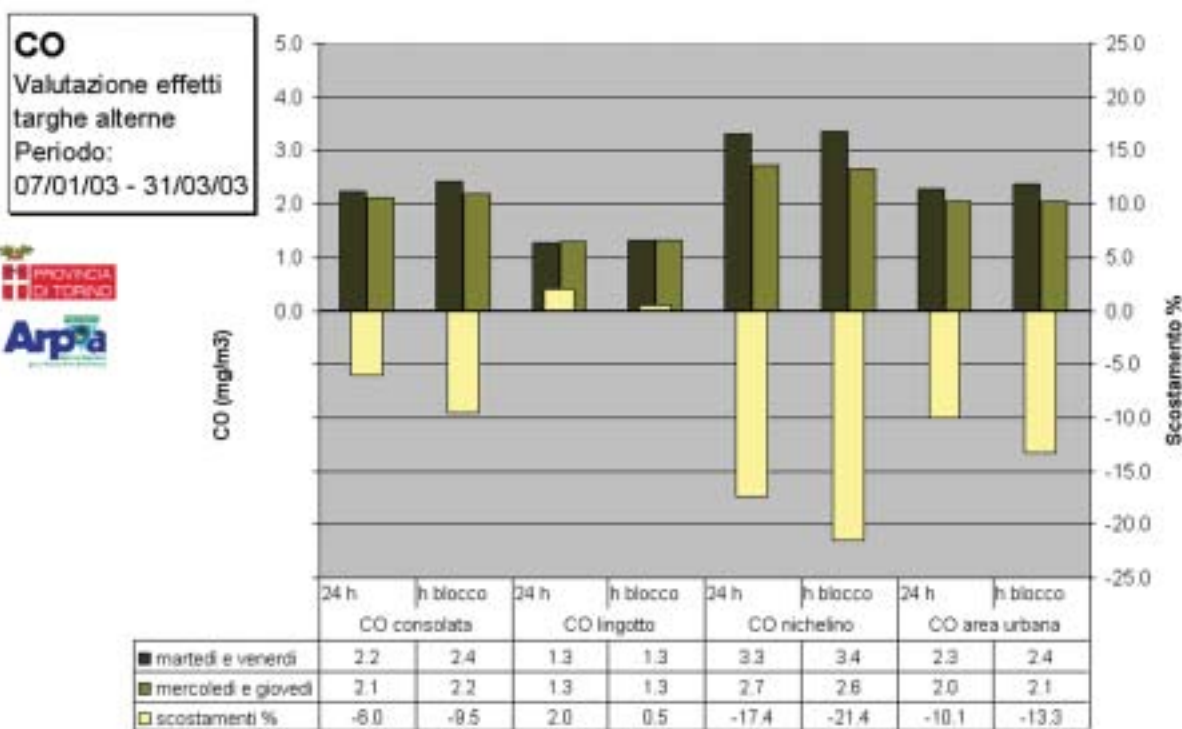


FIGURA 57: parametro CO, valutazione degli effetti delle targhe alterne.

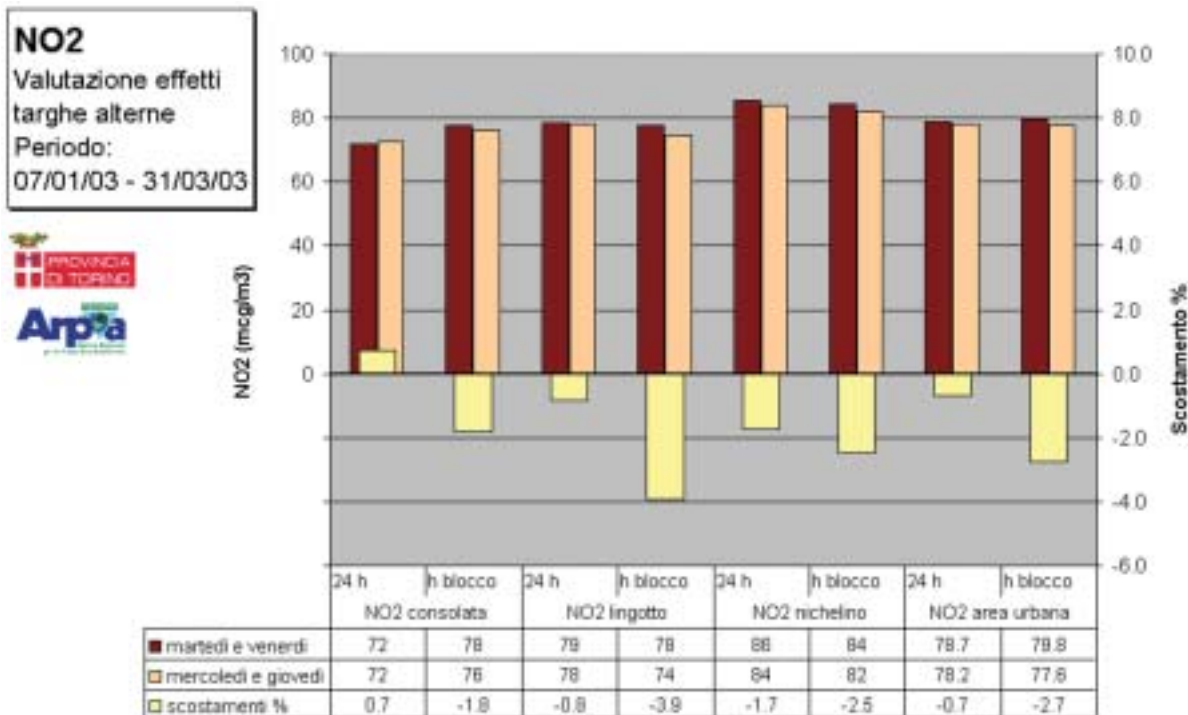


FIGURA 58: parametro NO<sub>2</sub>, valutazione degli effetti delle targhe alterne.

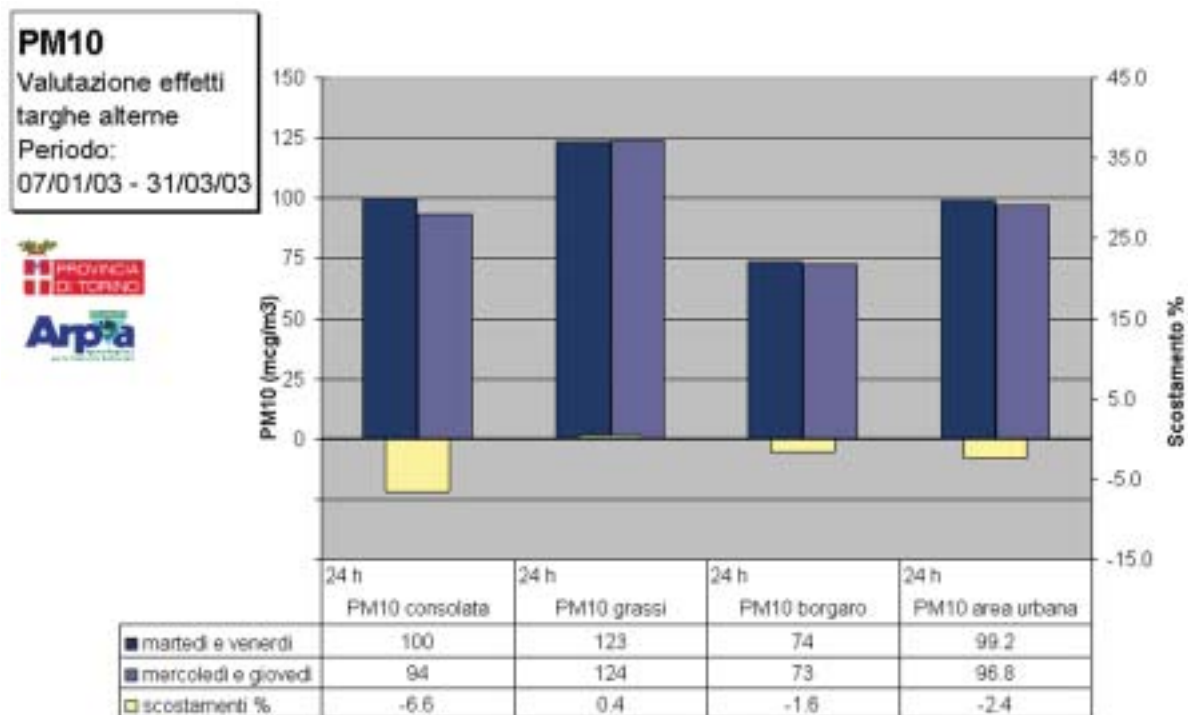


FIGURA 59: parametro PM10, valutazione degli effetti delle targhe alterne.

## LA DEFINIZIONE DEL PIANO D'AZIONE PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Le considerazioni fino ad ora effettuate rappresentano il denominatore scientifico e di conoscenza che ha supportato la definizione del piano d'azione ex art 7 D.lgs. 4 agosto 1999 n. 351 per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme stabilite dal D.M. 2 aprile 2002, n. 60 che la Giunta Provinciale, dopo un intenso confronto con i Comuni interessati e con le associazioni di categoria, ha approvato con D.G.P. n. 400-94695 del 23 aprile 2003.

Il piano prevede una serie di interventi che interessano i diversi settori responsabili dell'inquinamento atmosferico quali il settore industriale, quello residenziale-abitativo e il trasporto su strada e proprio su quest'ultimo, che rappresenta il principale responsabile, viene posta la massima attenzione.

I contenuti principali del piano sono riassumibili nei due obiettivi che il piano stesso si pone; diminuire il numero di chilometri che i veicoli percorrono giornalmente sulle nostre strade e fare in modo che i veicoli circolanti abbiano elevate performance ambientali.

Per conseguire il primo obiettivo è prevista la creazione di zone a bassa emissione veicolare, tali zone, la cui definizione è di competenza comunale, dovranno prevedere limitazioni totali (pedonalizzazione) o parziali (definizione di zone a traffico limitato, di strade riservate ai mezzi pubblici...) del traffico. Le limitazioni dovranno inoltre essere permanenti nel tempo (intero anno) e applicate per un numero significativo di ore.

Non si è pertanto pensato, quale misura strutturale, a meccanismi di limitazione della circolazione a targhe alterne che, come abbiamo precedentemente analizzato, portano benefici certi ma limitati nel tempo e con numerosi disagi per la cittadinanza.

Contestualmente però, viste le elevate percentuali di veicoli non ecologici attualmente presenti nel parco veicolare, è stato definito un piano di limitazione per i mezzi più inquinanti che porterà, nel corso di 3 anni, ad un divieto quasi permanente di circolazione per tali veicoli nelle aree a più elevata criticità ambientale.

Si ritiene, in conclusione, che l'attuazione del piano d'azione rappresenti una reale e pragmatica prospettiva di miglioramento della qualità dell'aria e che la descrizione del percorso che ha portato alla definizione dei contenuti possa facilitarne la comprensione e soprattutto la condivisione.

Per tutti gli ulteriori approfondimenti vi invitiamo alla lettura del testo del piano disponibile sul sito internet della Provincia di Torino all'indirizzo:

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

## DEFINIZIONE E APPLICAZIONE DI UN INDICE DI QUALITÀ DELL'ARIA SUL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI TORINO

La presenza di inquinanti nell'aria condiziona fortemente la qualità della vita e rappresenta un importante fattore di rischio per la salute umana. Oggi, a seguito di un'intensa attività di ricerca scientifica rivolta allo studio degli effetti degli agenti inquinanti aerodispersi, si è consolidata la necessità della riduzione dell'inquinamento, che, nel corso degli ultimi anni, ha prodotto numerosi risultati positivi. Per supportare l'azione preventiva risulta necessaria la responsabilizzazione e l'informazione della popolazione attraverso la comunicazione del rischio cui è sottoposta.

In generale stiamo assistendo ad un incremento della sensibilità ai problemi ambientali da parte della popolazione. Tale situazione può essere spiegata tramite alcune osservazioni:

- L'esposizione involontaria: la popolazione ritiene di non poter di controllare il rischio per la salute propria e dell'ambiente derivante dalla contaminazione dell'aria;
- La mancanza di familiarità rispetto a ciò che viene considerato rischio: la popolazione non riesce a decodificare con facilità le caratteristiche di eventuali rischi legati al fenomeno;
- La non consapevolezza degli eventi derivanti dall'esposizione: in alcuni casi la popolazione attribuisce un peso eccessivo alle possibili conseguenze del fenomeno perché non ha termini di riferimento, perché circolano informazioni incontrollate, perché sono molto forti i movimenti di opinione; in altri rari casi si assiste a una sottostima dei fenomeni;
- La percezione di non equità nelle decisioni di gestione del territorio: il cittadino, in quanto individuo, non ritiene di avere la possibilità di scegliere in merito alle politiche e alle strategie di sviluppo e di programmazione dell'assetto urbano e degli altri fattori di condizionamento della qualità dell'aria; la popolazione si sente estromessa dalla possibilità di decidere in merito alle scelte in campo produttivo e ambientale.

A fronte di un alto livello di percezione del rischio determinato dalle variabili di cui sopra, nel mondo scientifico esistono delle interpretazioni non pienamente condivise perché basate su studi contraddittori o non definitivi e dati difficilmente traducibili in informazioni per la collettività.

La conoscenza dello stato di salute dell'ambiente nel quale si vive è pertanto un tema prioritario. Le popolazioni, a questo proposito, sono costituite da soggetti che devono capire di giocare un duplice ruolo di "vittime" e "carnefici", subendo l'esposizione ai diversi inquinanti atmosferici (da pedoni) e giocando il ruolo di inquinatori quando, ad esempio, viene fatto un uso superfluo o eccessivo dell'automobile come di qualunque fonte energetica. Nel caso specifico il cittadino, con un comportamento inappropriato, o meglio non informato, provoca danni aggiuntivi sull'ambiente i cui costi si ripercuotono sull'intera collettività.

Alla luce di quanto detto, appaiono necessari strumenti informativi atti alla conoscenza della qualità dell'ambiente dove le popolazioni vivono, ma anche alla crescita della consapevolezza del fatto che un corretto uso del territorio è utile prima di tutto per il cittadino stesso.

A tal fine in diversi Paesi viene utilizzato un sistema di indicatori in grado di esplicitare alla popolazione in modo semplice ed immediato il livello qualitativo dell'aria che si respira. Tale sistema, proposto originariamente dall'Agenzia per la protezione dell'ambiente americana (E.P.A.), prende il nome di Air Quality Index (AQI); anche in Europa molti Stati applicano un indice paragonabile a quello americano come strumento per sensibilizzare l'opinione pubblica alla qualità dell'aria.

Qualsiasi sia la metodologia di calcolo utilizzata, un simile indice non descrive la misura di un inquinante rilevato dalla singola stazione di monitoraggio, ma permette di informare in modo semplice la popolazione in merito allo "stato" della qualità dell'aria per zone estese, in cui le concentrazioni di inquinanti e quindi i livelli di rischio per la salute sono confrontabili.

### L'INDICE DI QUALITÀ DELL'ARIA PROVINCIALE (IQA)

La messa in opera di un indice di qualità dell'aria nel nostro territorio permetterà di fornire indicazioni tendenziali riguardo "a quanto pulita o inquinata" possa essere l'aria che respiriamo e quanto sia a rischio la salute delle varie categorie di cittadini ai livelli di inquinamento rilevati. L'IQA focalizza, inoltre, l'attenzione anche sugli effetti dannosi sulla salute che possono manifestarsi dopo l'esposizione.

L'IQA prende in considerazione, fra i vari parametri controllati dalla legge, le sostanze inquinanti maggiormente critiche nel nostro territorio nei diversi periodi dell'anno i cui effetti sono rappresentativi dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana: ozono e PM10 nel semestre estivo, PM10 e biossido d'azoto nel semestre invernale.

### COME FUNZIONA L'IQA?

L'IQA costituisce uno strumento di informazione che rende facilmente accessibili le informazioni fornite dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria. Stabilisce il grado di soddisfazione della qualità dell'aria se confrontato con i parametri della normativa vigente e quindi anche il grado di protezione della salute umana. Fornisce un valore espresso numericamente che può variare da **1** a **7**, più alto è il valore, più grande è il livello di inquinamento atmosferico e più grande il rischio per la salute. Il sistema in via di sviluppo consente di mettere in relazione i livelli di qualità dell'aria con i rischi sanitari che questi comportano e quindi l'adozione di buone pratiche da parte dei cittadini. Il calcolo dell'IQA prevede prima il calcolo dei "sottoindici" relativi ai singoli inquinanti monitorati: biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), polveri sottili (PM10). Il valore complessivo dell'indice si calcola come media dei due sottoindici peggiori, in modo da fornire un valore complessivo di tendenza della qualità dell'aria cui è soggetta la popolazione, gli algoritmi di calcolo dei sottoindici e dell'indice sono riportati in tabella 54.

L'area di applicazione iniziale dell'indice sarà costituita dall'area urbana Torinese: Torino, San Mauro, Settimo T.se, Borgaro T.se, Venaria, Collegno, Grugliasco, Rivoli, Orbassano, Beinasco, Nichelino e Moncalieri, al fine di rendere omogenea la comunicazione dei dati. Si ritiene che a regime la comunicazione della qualità dell'aria mediante la tecnica dell'Indice debba riguardare l'intero territorio regionale.

### Comprendere l'IQA

Il valore numerico dell'IQA si calcola ogni giorno al termine della validazione dei dati. Il valore numerico così ottenuto viene abbinato alla relativa classe di appartenenza e l'informazione fornita al pubblico è quella definita per ogni intervallo, come mostra la tabella 53.

CLASSI	INDICE NUMERICO	QUALITÀ DELL'ARIA
0-50	1	Ottima
51-75	2	Buona
76-100	3	Discreta
101-125	4	Mediocre
125-150	5	Poco salubre
151-175	6	Insalubre
>175	7	Molto insalubre

TABELLA 53: IQA, classificazione e indice numerico corrispondente.

L'IQA non è una misura ma un'analisi di tendenza e rappresenta un indice convenzionale per:

1. segnalare giornalmente la qualità dell'aria;
2. identificare i parametri ambientali peggiori;
3. calcolare la dimensione del rischio cui è sottoposta la popolazione.

Un valore di IQA uguale a 100 corrisponde mediamente ai limiti di qualità dell'aria per le sostanze inquinanti. Così, valori di IQA inferiori a 100 sono generalmente soddisfacenti con nessun potenziale interesse per la sanità pubblica e, quanto più i valori di IQA sono superiori a 100, tanto più la qualità dell'aria è considerata non cautelativa, inizialmente solo per i gruppi di persone più sensibili, poi per tutti.

## Come leggere l'IQA

Ai sette livelli di IQA si associano diversi giudizi in merito alla qualità dell'aria, diversi colori e alcune raccomandazioni utili alla popolazione:

1. **“ottima”**, colore blu, il valore di IQA è compreso fra 0 e 50. La qualità dell'aria è considerata eccellente.
2. **“buona”**, colore azzurro, il valore di IQA è compreso fra 51 e 75. La qualità dell'aria è considerata molto soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
3. **“discreta”**, colore verde, il valore di IQA è compreso fra 76 e 100. La qualità dell'aria è soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
4. **“mediocre”**, colore giallo, il valore di IQA è compreso fra 101 e 125. La popolazione non è a rischio. Le persone asmatiche, bronchitiche croniche o cardiopatiche potrebbero avvertire lievi sintomi respiratori solo durante un'attività fisica intensa; si consiglia pertanto a questa categoria di limitare l'esercizio fisico all'aperto, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
5. **“poco salubre”**, colore arancione, il valore di IQA è compreso fra 126 e 150. Le persone con complicazioni cardiache, gli anziani e i bambini potrebbero essere a rischio, si consiglia pertanto a queste categorie di persone di limitare l'attività fisica e la permanenza prolungata all'aria aperta specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
6. **“insalubre”**, colore rosso, il valore di IQA è compreso fra 151 e 175. Molti cittadini potrebbero avvertire lievi sintomi negativi sulla salute, comunque reversibili, per tanto si consiglia di limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi. I membri dei gruppi sensibili potrebbero invece avvertire sintomi più seri, è quindi conveniente esporsi il meno possibile all'aria aperta. Si consiglia di moderare l'utilizzo dei mezzi privati.
7. **“molto insalubre”**, colore viola, il valore di IQA è maggiore di 175. Tutti i cittadini potrebbero avvertire lievi effetti negativi sulla salute. Gli anziani e le persone con complicazioni respiratorie dovrebbero evitare di uscire, mentre gli altri, specialmente i bambini, dovrebbero evitare l'attività fisica e limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi. Si consiglia di moderare il più possibile l'utilizzo dei mezzi privati di trasporto.

Testo a cura di

Prof. Giorgio Gilli (Università di Torino, Dipartimento di Sanità Pubblica e Microbiologia)

Dott. ssa Tiziana Schilirò (Università di Torino, Dipartimento di Sanità Pubblica e Microbiologia)



### BIOSSIDO DI AZOTO [NO<sub>2</sub>]

$$I_{NO_2} = \frac{V_{\max h_{NO_2}}}{V_{rif_{NO_2}}} \times 100$$

$I_{NO_2}$	Indice di qualità dell'aria relativo al parametro <b>NO<sub>2</sub></b>
$V_{\max h_{NO_2}}$	Media dei valori massimi orari rilevati dalle ore 01:00 alle ore 24:00 su tutte le stazioni operanti nell'area individuata (Beinasco, Borgaro, Grugliasco, Nichelino, Orbassano, Rivoli, Settimo, TO-Consolata, TO-Gaidano, TO-Lingotto, TO-Madama Cristina, TO-Rebaudengo, TO-Rivoli)
$V_{rif_{NO_2}}$	Valore di riferimento ( <b>200 µg/m<sup>3</sup></b> ) valore limite orario per la protezione della salute umana (D.M. 2.04.2002 n. 60)

### PM-10

$$I_{PM10} = \frac{V_{med\ 24h_{PM10}}}{V_{rif_{PM10}}} \times 100$$

$I_{PM10}$	Indice di qualità dell'aria relativo al parametro <b>PM10</b>
$V_{med\ 24h_{PM10}}$	Media dei valori medi giornalieri calcolati dalle ore 01:00 alle ore 24:00 su tutte le stazioni operanti nell'area individuata (TO-Consolata TEOM)
$V_{rif_{PM10}}$	Valore di riferimento ( <b>50 µg/m<sup>3</sup></b> ) valore limite orario per la protezione della salute umana (D.M. 2.04.2002 n. 60)

### OZONO [O<sub>3</sub>]

$$I_{8h_{O_3}} = \frac{V_{\max\ 8h_{O_3}}}{V_{rif\ 8h_{O_3}}} \times 100$$

$I_{8h_{O_3}}$	Indice su 8 ore di qualità dell'aria relativo al parametro <b>O<sub>3</sub></b>
$V_{\max\ 8h_{O_3}}$	Media dei valori massimi delle medie di 8 ore calcolate ogni ora sulle 8 ore precedenti dalle ore 01:00 alle ore 24:00 su tutte le stazioni operanti nell'area individuata (Borgaro, Orbassano, TO-Lingotto, Vinovo, Alpignano e La Mandria)
$V_{rif\ 8h_{O_3}}$	Valore di riferimento ( <b>120 µg/m<sup>3</sup></b> ) valore bersaglio per la protezione della salute umana (Dir. 2000/3/CE)

### IQA

$$I_{IQA} = \frac{I_1 + I_2}{2} \times 100$$

$I_1$  e  $I_2$  sono gli indici degli inquinanti, con valore più elevato, registrati nella giornata.

TABELLA 54: algoritmi di calcolo dei sottoindici e dell'IQA.





Finito di stampare nel mese di ottobre 2003  
presso Ages Arti Grafiche - Torino



Via Valeggio, 5 - 10128 Torino

