



Uno sguardo all'aria

2006



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

Anno 2006



Area Risorse Idriche e Qualità dell'Aria

Testi ed elaborazioni a cura di:

Provincia di Torino – Area Risorse Idriche e Qualità dell’Aria, Servizio Qualità dell’Aria e Risorse Energetiche:

F. Pavone, A. Bertello, E. Bracco, L. Pallavidino.

ARPA Dipartimento di Torino:

C. Bussi, F. Lollobrigida, M. Maringo, M. Sacco.

ARPA Settore Meteoidrografico

M. Nicolella, G. Paesano.

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

ARPA Dipartimento di Torino:

G. Castrogiovanni, F. Romeo, V. Sciortino.

ARPA Area Attività Regionali per l’indirizzo e il coordinamento in materia ambientale:

A. De Filippi, M. Pereno, E. Vincenzino, V. Zullian, G. Gallina, S. Bertero, M. Radeschi, P. Rosina.

Il personale tecnico della Sala Ambiente della Regione Piemonte presso il CSI Piemonte

INDICE

PRESENTAZIONE	5
PREFAZIONE	6
CONSIDERAZIONI SULLE CARATTERISTICHE METEOROLOGICHE DELL'ANNO 2006	7
GENNAIO, FEBBRAIO 2006	7
MARZO 2006	9
APRILE, MAGGIO 2006	10
GIUGNO, LUGLIO 2006	11
AGOSTO 2006	12
SETTEMBRE 2006	14
OTTOBRE, NOVEMBRE 2006	15
DICEMBRE 2006	16
LA NORMATIVA IN MATERIA DI QUALITÀ DELL'ARIA	23
PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI	30
LA RETE DI MONITORAGGIO OPERANTE SUL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI TORINO	31
MONOSSIDO DI CARBONIO	38
DESCRIZIONE	38
DANNI CAUSATI	38
METODO DI MISURA	38
ESAME DEI DATI	38
BIOSSIDO D'AZOTO	42
DESCRIZIONE	42
DANNI CAUSATI	42
METODO DI MISURA	42
ESAME DEI DATI	42
BIOSSIDO DI ZOLFO	49
DESCRIZIONE	49
DANNI CAUSATI	49
METODI DI MISURA	49
ESAME DEI DATI	49
OZONO	53
DESCRIZIONE	53
DANNI CAUSATI	53
METODO DI MISURA	53
ESAME DEI DATI	53
BENZENE	61
DESCRIZIONE	61
DANNI CAUSATI	61
METODO DI MISURA	61
ESAME DEI DATI	61

METALLI	63
DESCRIZIONE	63
DANNI CAUSATI	63
METODO DI MISURA	63
ESAME DEI DATI	63
PARTICOLATO SOSPESO	73
DESCRIZIONE	73
DANNI CAUSATI	73
METODO DI MISURA	73
ESAME DEI DATI	74
<i>Frazione PM10 e PM2.5</i>	74
<i>Particelle sospese totali</i>	79
IL PARTICOLATO SECONDARIO	89
BENZO(A)PIRENE	92
DESCRIZIONE	92
DANNI CAUSATI	93
METODO DI MISURA	93
ESAME DEI DATI	94
LA STAZIONE MOBILE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA	99
ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI	108
PREMESSA	108
ELABORAZIONI DEI DATI RILEVATI	110
<i>Sistemi di rilevamento</i>	110
<i>Elaborazione dei dati di velocità e direzione del vento</i>	111
<i>Elaborazione dei dati di pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa e precipitazioni</i>	117
EMISSIONI INQUINANTI DEI VEICOLI A MOTORE	125
I LIMITI DI EMISSIONE DEI VEICOLI A MOTORE	125
IL PARCO VEICOLARE IN PROVINCIA DI TORINO	127
GLI IMPATTI DEL TRAFFICO VEICOLARE	132
OCCUPAZIONE DEL TERRITORIO	132
CONSUMI ENERGETICI	133
INCIDENTALITÀ	133
INQUINAMENTO ACUSTICO	134
RICOSTRUZIONE DEI FLUSSI DI TRAFFICO NELLA PROVINCIA DI TORINO	135
CREAZIONE DI UNA BASE DATI SULLA MOBILITA'	135
<i>Definizione dell'offerta stradale e predisposizione di un grafo provinciale</i>	135
<i>Raccolta dei dati di traffico rilevati sul territorio provinciale</i>	135
<i>Raccolta delle matrici origine-destinazione</i>	137
<i>Raccolta dei dati socio-economici</i>	137
ACQUISIZIONE DEGLI STRUMENTI SOFTWARE MODELLISTICI IDONEI ALLA GESTIONE DEL DATA BASE	137
ESTENSIONE ED INTEGRAZIONE DEL SUPERVISORE DEL TRAFFICO 5T	137
INDICE DELLE FIGURE	139
INDICE DELLE TABELLE	141

Il territorio della Provincia di Torino, come si osserva dai dati riportati nella presente relazione, è particolarmente soggetto a fenomeni di inquinamento atmosferico. Il particolato atmosferico PM10 così come l'ozono superano i limiti di legge su gran parte del territorio e il biossido di azoto eccede i valori limite annuali sulle principali aree urbanizzate. A fronte di una situazione che i dati dei monitoraggi da diversi anni ci presentano chiara e consolidata nella sua criticità, la Provincia ha avviato una serie di azioni volte al miglioramento della qualità dell'aria con carattere il più possibile stabile e strutturale.

In particolare ricordiamo, nell'ambito della riduzione delle emissioni provenienti dagli impianti di riscaldamento civile, i bandi diretti alla concessione di contributi per lo sviluppo e la diffusione di impianti di riscaldamento e climatizzazione a basse emissioni e alto rendimento energetico, per interventi di isolamento termico degli edifici e per l'installazione di collettori solari termici.

Relativamente alla riduzione delle emissioni di origine industriale la Provincia di Torino si è impegnata nell'applicazione della normativa europea IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) che porterà al rilascio, entro il mese di ottobre 2007, di autorizzazioni integrate per i principali impianti esistenti (circa 150) e per quelli di nuova costruzione. Nell'ambito di quest'attività ci si attende, oltre ad una razionalizzazione amministrativa che faciliterà la gestione ambientale da parte delle imprese e i controlli da parte degli enti preposti, anche una consistente riduzione delle emissioni dovuta all'adozione delle migliori tecniche disponibili per la riduzione degli inquinamenti.

Il traffico veicolare rappresenta infine il fattore principale su cui agire. Ad esso è imputata la principale quota di emissioni di sostanze inquinanti e, oltre alla qualità dell'aria, ha forti impatti sull'occupazione del territorio, sul consumo di combustibili con relativa emissione di CO₂ e sull'inquinamento acustico. Ridurre il traffico rappresenta pertanto una priorità ambientale e uno dei principali impegni assunti da questa amministrazione.

Per conseguire tale obiettivo è costantemente attivo un tavolo di lavoro con i Comuni della provincia, con i quali si sta definendo un piano-processo condiviso e sostenibile che come primi risultati ha portato ad interventi coordinati ed omogenei di limitazione della circolazione dei veicoli più obsoleti.

Proprio nella direzione della riduzione dell'uso del mezzo privato la Provincia di Torino ha nominato il Mobility Manager di zona di piano, con la finalità di coordinare le attività di mobility management delle principali aziende insediate sul territorio e di promuovere azioni di mobilità sostenibile. Fra queste ricordiamo il progetto Mobilityamoci che ha come finalità la promozione del mezzo di trasporto pubblico negli spostamenti casa lavoro attraverso facilitazioni economiche per l'acquisto di abbonamenti e la rateizzazione del costo effettuata direttamente in busta paga. Tale progetto è stato avviato in via sperimentale per i dipendenti della Provincia e sarà esteso, nel prossimo periodo, ad altre realtà lavorative.

Nella convinzione che i problemi ambientali possano trovare una soluzione innanzi tutto attraverso la loro comprensione e conoscenza si ritiene indispensabile continuare a produrre strumenti di informazione come la relazione "uno sguardo all'aria" che invitiamo a leggere ed ad utilizzare come strumento di lavoro.

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

**Il Presidente
della Provincia di Torino**
Antonio Saitta

La Rete di monitoraggio della qualità dell'aria è lo strumento principale di cui si avvale la Provincia per una corretta comprensione dei fenomeni di inquinamento atmosferico. L'analisi dei dati di qualità dell'aria rappresenta inoltre l'elemento fondamentale per valutare negli anni l'efficacia delle azioni intraprese per il miglioramento della qualità dell'aria.

La modellistica ambientale rappresenta un ulteriore strumento a supporto delle attività della Provincia di Torino. Fin dal 1998 sono utilizzati strumenti matematici per la ricostruzione dei campi di vento e per la simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera e dal 2004 sono attivi modelli per la ricostruzione dei flussi di traffico sull'intera rete stradale della provincia. Tali strumenti sono utilizzati per svolgere attività di modellistica integrata (ricostruzione dei flussi di traffico, stima e calcolo delle emissioni, dispersione in atmosfera) che consentono di riprodurre il fenomeno dell'inquinamento atmosferico e la costruzione di scenari futuri a supporto delle decisioni politiche.

Ricordiamo qui gli studi modellistici più significativi sviluppati nel corso degli ultimi anni:

- applicazione modellistica per la valutazione della dispersione di inquinanti nell'alta Val di Susa con particolare attenzione all'area del traforo del Frejus (1999);
- simulazioni modellistiche per la valutazione della qualità dell'aria nell'area di installazione del CAAT (2000-2001);
- costruzione di una base dati meteorologica sulla Provincia di Torino con l'ausilio di modellistica numerica (2003);
- studio della qualità dell'aria nell'area eporediese (2004);
- studio della qualità dell'aria per più scenari infrastrutturali nel comune di Carmagnola (2005-2006);
- analisi comparata degli studi di dispersione degli inquinanti realizzati a supporto della valutazione di impatto ambientale del futuro impianto di termovalorizzazione di rifiuti (2006);
- definizione delle criticità ambientali derivanti dal traffico e di mobilità nell'area del pinerolese.

Particolare importanza è posta alla comunicazione e alla diffusione delle informazioni sulla qualità dell'aria. Lo strumento principale è la relazione "Uno sguardo all'aria" che, redatta annualmente in collaborazione con ARPA Piemonte, dal 1998 raccoglie ed elabora i dati di qualità dell'aria rilevati dalla rete di monitoraggio.

Negli ultimi mesi del 2006, in collaborazione con ARPA Piemonte, è stato avviato un progetto per la predisposizione di un IQA (indice di qualità dell'aria) previsionale dell'area metropolitana torinese.

L'IQA è uno strumento elaborato dalla Provincia di Torino, dalla Regione Piemonte, dall'ARPA e dall'Università di Torino per informare e sensibilizzare i cittadini sul problema dell'inquinamento atmosferico. L'IQA fornisce un'informazione giornaliera sul livello degli inquinanti in atmosfera nell'area metropolitana torinese secondo un algoritmo che tiene conto delle concentrazioni degli inquinanti più critici per il nostro territorio e del confronto con i limiti normativi. Attualmente l'informazione è elaborata a conclusione di ogni giornata di monitoraggio, viene pertanto fornita un'indicazione sulla giornata appena trascorsa.

Il progetto intende diffondere l'Indice di Qualità dell'Aria atteso cercando di raggiungere un più ampio numero di cittadini e di stimolare l'adozione di comportamenti "virtuosi".

L'IQA "previsionale" sarà calcolato dall'ARPA, con il supporto della società Arianet s.r.l. sulla base di raffinati modelli di dispersione che utilizzano i dati emissivi presenti nell'inventario delle emissioni e previsioni meteorologiche per ricostruire le dinamiche atmosferiche. L'informazione, che a tutti gli effetti sarà una previsione dei livelli di inquinamento, sarà disponibile ogni giorno per il giorno successivo. Tale informativa sarà pubblicata sulle pagine locali dei quotidiani e, in tempo reale, sui pannelli a messaggio variabile installati nell'area metropolitana torinese unitamente ad inviti ad un uso responsabile dell'automobile.

**Il Direttore dell'Area Risorse Idriche e
Qualità dell'Aria**

Dott. Francesco Pavone

La relazione "Uno sguardo all'aria" costituisce un utile documento per la conoscenza e la comprensione dei fenomeni di inquinamento atmosferico. A tale fine, oltre alla consueta analisi dei dati chimici e meteorologici rilevati nel corso del 2006, è stata effettuata una breve caratterizzazione meteorologica dell'anno in esame, suddiviso nei periodi: Gennaio–Febbraio, Marzo, Aprile–Maggio, Giugno–Luglio, Agosto, Settembre, Ottobre–Novembre e Dicembre, raccogliendo insieme i mesi che hanno avuto configurazioni meteorologiche simili.

Nella caratterizzazione dei vari periodi temporali del 2006 vengono descritti sommariamente i seguenti parametri meteorologici: andamento delle temperature, delle precipitazioni e dell'altezza del geopotenziale in relazione ai valori climatologici. L'altezza del geopotenziale è un parametro meteorologico fondamentale per caratterizzare sinteticamente la configurazione meteorologica.

I valori climatologici presi in esame per quanto riguarda i dati puntuali misurati a terra sono relativi al periodo 1996–2005; per quanto riguarda i campi in quota (altezza del geopotenziale a 500 hPa e temperatura a 850 hPa) sono state considerate come riferimento le rianalisi del Centro Meteorologico Europeo di Reading (ECMWF) dal 1957 al 2002 (noto come "archivio ERA40"). Anche se i periodi di riferimento sono diversi, l'analisi delle anomalie dei campi in quota permette di interpretare la fenomenologia dell'anno 2006.

Il testo è associato ad alcune mappe meteorologiche di sintesi: per meglio comprendere le informazioni contenute nelle mappe viene qui riportata una breve definizione dell'altezza del geopotenziale, parametro molto usato nelle caratterizzazioni meteorologiche.

L'altezza del geopotenziale (espressa in decimetri) indica a quale altezza si trova un determinato valore di pressione atmosferica, che nelle mappe seguenti è la pressione di 500 hPa o millibar. Le linee che uniscono punti di uguale valore di geopotenziale, dette isoipse, possono assumere la forma di "promontori" (simili a montagne) o di "saccature" (simili a valli): in sintesi, all'altezza definita dalle isoipse, i "promontori" sono aree di alta pressione, mentre le "saccature" sono aree di bassa pressione. Queste mappe sono simili alle carte della pressione al suolo, ma si riferiscono ad una superficie in quota (a circa 5500 metri).

Le mappe di pressione in quota sono importanti, perché il flusso dominante a grande scala è fondamentalmente governato dalla configurazione meteorologica in quota (sinottica), in quanto segue proprio le isolinee di geopotenziale (le "isoipse"), muovendosi da ovest verso est.

GENNAIO E FEBBRAIO 2006

Una caratteristica evidente dei primi mesi dell'anno 2006 è stata un'anomalia termica negativa prolungata (iniziata fin da Novembre 2005), che si è estesa fino al mese di Marzo, a proseguimento della stagione invernale 2005-2006, che è stata uno degli inverni più lunghi e più freddi degli ultimi 30 anni su gran parte d'Europa (FIGURA 1 - mappa a sinistra). Le prime mappe meteorologiche presentate in FIGURA 1 si riferiscono ad una media calcolata su entrambi i mesi di Gennaio e Febbraio: rappresentano l'anomalia di temperatura e pressione in quota, rispetto alla climatologia. Il fatto che riescano ad evidenziare un segnale così chiaro, anche su una media temporale relativa a due mesi, è significativo della forza e della persistenza della configurazione meteorologica presente per tutto il lungo periodo.

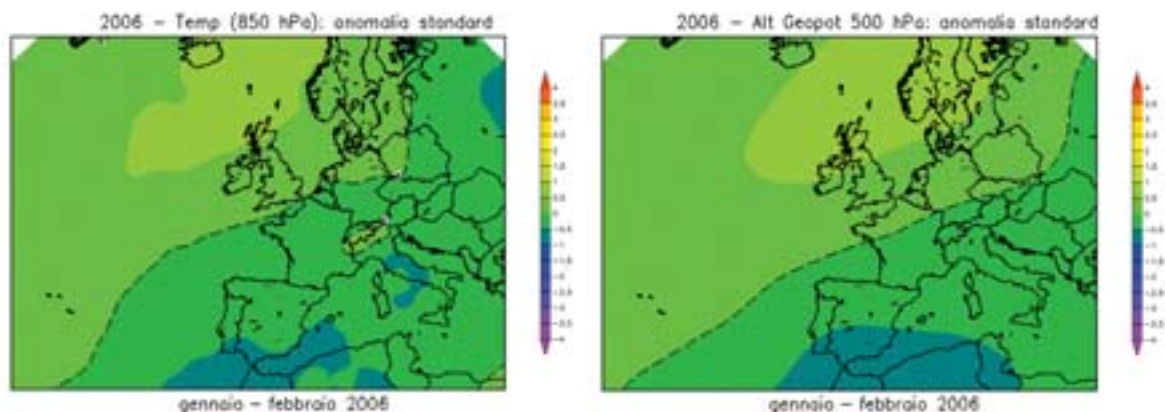


FIGURA 1: anomalia standardizzata del bimestre Gennaio e Febbraio 2006 rispetto alla climatologia 1957-2002, per la temperatura a 850 hPa, circa 1500 m di quota (a sinistra) e il geopotenziale a 500 hPa (a destra).

Come si osserva dalla mappa destra di FIGURA 1, nei mesi di Gennaio e Febbraio si sono registrati valori di pressione mediamente più alti della norma sulle regioni settentrionali europee e più bassi su quelle meridionali e orientali.

In particolare a Febbraio l'anomalia negativa è stata ancora più estesa, interessando quasi tutta l'Europa, come si vede dalla FIGURA 2 a destra.

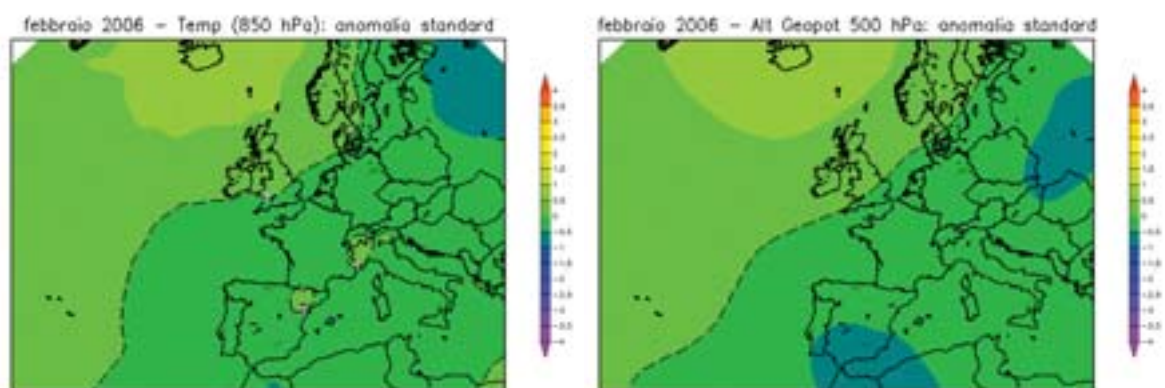


FIGURA 2: anomalia standardizzata del mese di Febbraio 2006 rispetto alla climatologia 1957-2002, per la temperatura a 850 hPa, circa 1500 m di quota (a sinistra) e il geopotenziale a 500 hPa (a destra).

La configurazione della pressione in quota di FIGURA 3 mostra una saccatura polare che dalla Scandinavia riesce a spingersi verso il sud Europa (mappa a sinistra) in maniera più accentuata della corrispondente climatologia (mappa a destra).

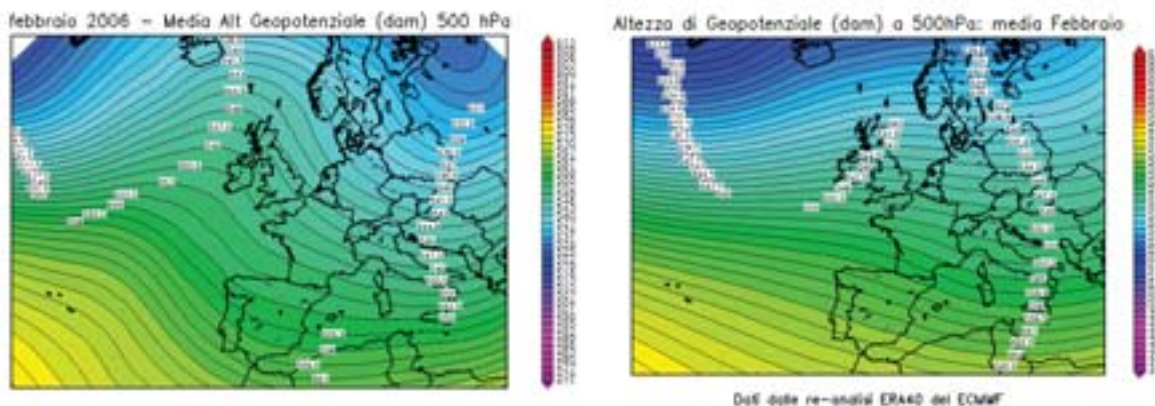


FIGURA 3: geopotenziale a 500 hPa del mese di Febbraio nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Febbraio nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).

Questo ha facilmente apportato aria polare sull'Europa orientale e ha favorito ripetute intrusioni di aria fredda da nord-est (dalla Russia e dai Balcani) verso l'Italia. Tali intrusioni hanno mantenuto a lungo le temperature al di sotto della media stagionale (ben evidente in FIGURA 1 e FIGURA 2- mappe a sinistra) e, in particolare nel mese di Febbraio, hanno provocato diversi episodi di nevicate anche in pianura.

Infatti, se in entrambi i mesi di Gennaio e Febbraio, la componente media prevalente del flusso in quota è stata nordorientale, con un conseguente marcato apporto di aria fredda, a Febbraio a seguito di valori di pressione mediamente inferiori (FIGURA 4) si è registrata una maggior frequenza di fenomeni precipitativi.

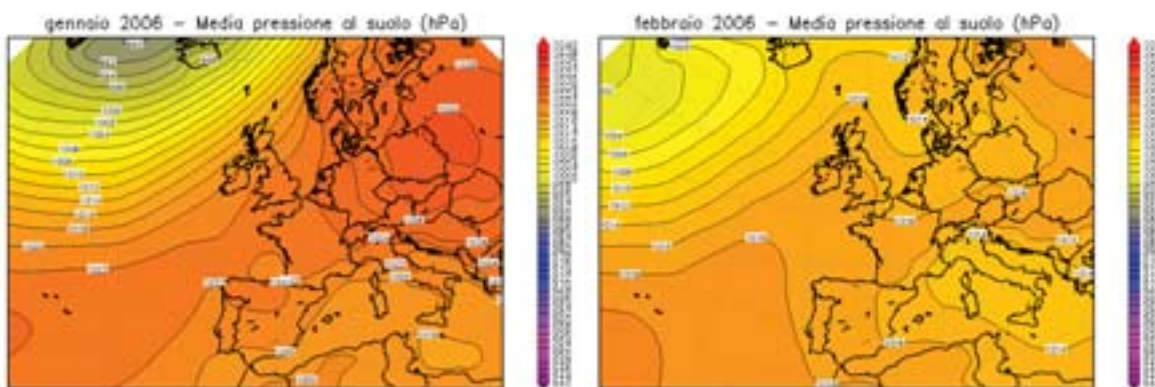


FIGURA 4: pressione a livello del mare dei mesi di Gennaio 2006 (a sinistra) e Febbraio 2006 (a destra).

MARZO 2006

Nel mese di Marzo si è mantenuta l'anomalia termica negativa, associata alla pronunciata saccatura polare in discesa dalla Scandinavia, ma, a differenza dei due mesi precedenti, si è avuta una netta riduzione delle precipitazioni sul Piemonte.

Come si può notare dalle mappe della pressione in quota di FIGURA 5, alle medie latitudini si è avuto un gradiente di pressione molto più elevato di quello riportato dalla climatologia, particolarmente evidente sull'Europa occidentale e sulla nostra regione. Le isolinee di pressione di FIGURA 5 a sinistra appaiono molto più dense della rispettiva mappa climatologica di FIGURA 5 a destra: questo segnala che il vento era più forte. L'accentuato scontro tra l'alta pressione, che spingeva di più da sud (verso la Penisola Iberica), e la bassa, che scendeva di più da nord (dalla Scandinavia), aumentava il gradiente barico e quindi rinforzava le correnti occidentali dall'Atlantico verso il continente europeo. Così il

flusso di correnti da ovest-nordovest sul Piemonte, più intenso rispetto ai valori climatologici, ha determinato numerosi giorni di foehn: vento secco, di caduta dalle Alpi occidentali piemontesi, con conseguente scarsità di precipitazioni sulla regione.

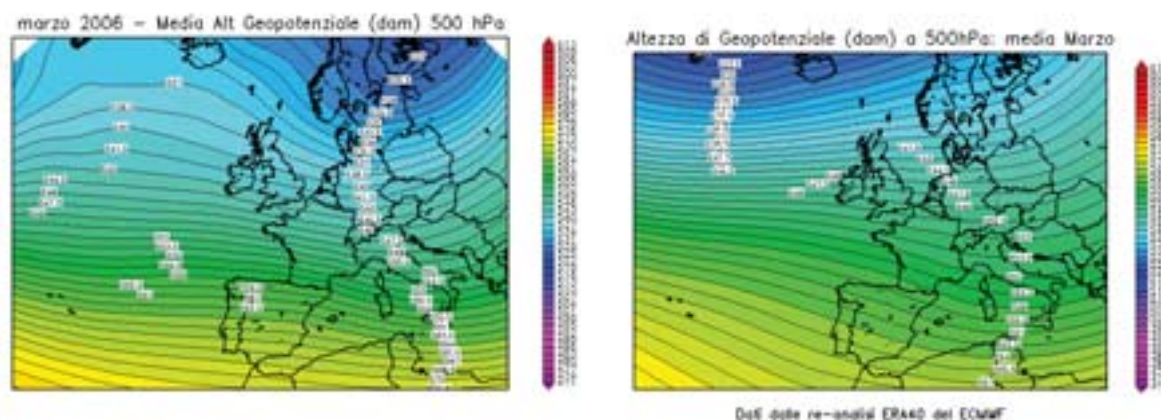


FIGURA 5: geopotenziale a 500 hPa del mese di Marzo nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Marzo nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).

APRILE E MAGGIO 2006

Durante i mesi di Aprile e Maggio si è avuta una netta inversione di tendenza, in quanto la pressione è passata a valori superiori alla norma su tutto il bacino del Mediterraneo, come si osserva dalla mappa destra di FIGURA 6, relativa al mese di Maggio quando l'anomalia è stata relativamente più evidente. All'anomalia positiva di pressione corrisponde anche un'analogia anomalia positiva di temperatura, come mostra la FIGURA 6 a sinistra, relativa al mese di Aprile quando l'anomalia è stata più lampante, associata anche al fatto che si è avuto un minor numero di giorni piovosi rispetto a Maggio.

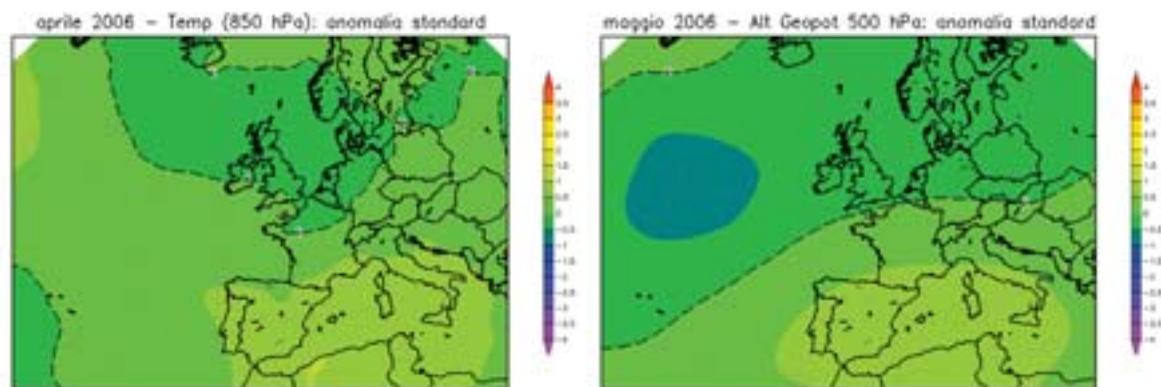


FIGURA 6: anomalia standardizzata, rispetto alla climatologia 1957-2002, della temperatura a 850 hPa (circa 1500 m di quota) nel mese di Aprile 2006 (a sinistra) e del geopotenziale a 500 hPa nel mese di Maggio 2006 (a destra).

In entrambi i mesi, la pressione più alta sul bacino del Mediterraneo, legata ad una maggiore espansione dell'anticiclone africano, oltre a determinare temperature più elevate della media del periodo, ha impedito alle perturbazioni atlantiche di penetrare verso la nostra regione e ha così sfavorito le precipitazioni.

Tuttavia un'analisi dettagliata mette in luce una parziale differenza tra i due mesi (FIGURA 7). Ad Aprile (FIGURA 7 - mappa a sinistra) anche l'Anticiclone delle Azzorre si è spinto verso le latitudini più settentrionali dell'Atlantico e così ha esercitato un'azione di blocco più

efficace alle perturbazioni oceaniche dirette verso il bacino del Mediterraneo, direzionando il flusso sul Piemonte dai quadranti nordoccidentali, che sono tipicamente più asciutti per la nostra regione. A Maggio (FIGURA 7 a destra), invece, la depressione d'Islanda è stata ben più pronunciata sulle coste atlantiche europee, con una conseguente orientazione delle correnti da sudovest sul nord Italia: questo ha permesso un maggior apporto di aria umida ed instabile sul Piemonte, con precipitazioni relativamente maggiori rispetto al mese precedente, seppur sempre all'insegna di un generale deficit di pioggia prolungato (iniziato già dal mese di Marzo) rispetto alla climatologia attesa per il periodo primaverile.

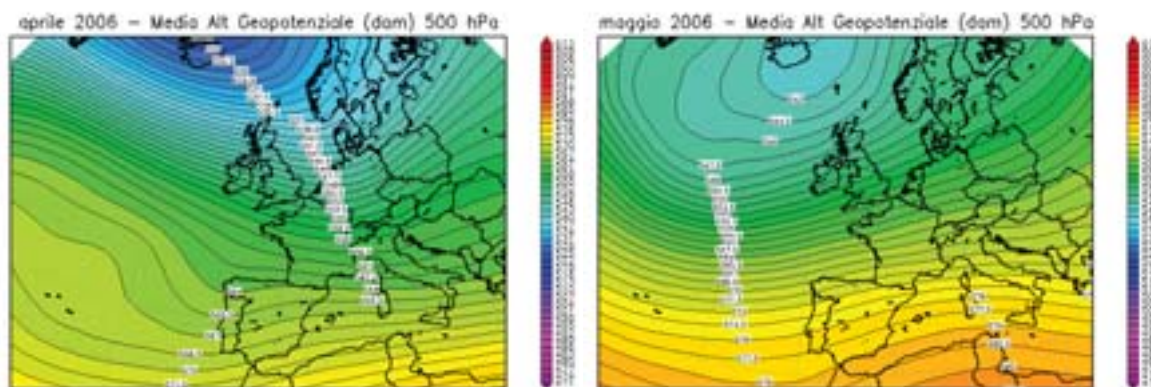


FIGURA 7: geopotenziale a 500 hPa del mese di Aprile 2006 (a sinistra) e Maggio 2006 (a destra).

GIUGNO E LUGLIO 2006

I primi mesi estivi hanno presentato ancora un'anomalia positiva sul continente europeo, per i valori di pressione (sia in quota che al suolo), attribuibile per entrambi i mesi alla prolungata permanenza dell'Anticiclone Africano in estensione dal bacino del Mediterraneo (FIGURA 8 - mappa a sinistra).

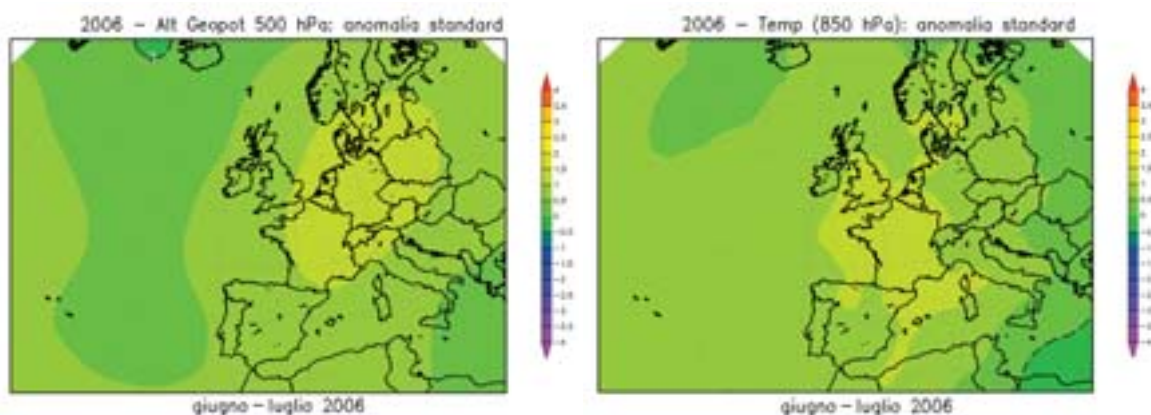


FIGURA 8: anomalia standardizzata del bimestre Giugno e Luglio 2006 rispetto alla climatologia 19577-2002, per il geopotenziale a 500 hPa (a sinistra) e la temperatura a 850 hPa, circa 1500 m di quota (a destra).

Dal raffronto della configurazione meteorologica in quota con la rispettiva climatologia mensile (FIGURA 9 e FIGURA 10), si nota chiaramente la presenza dominante dell'anticiclone africano, quasi assente, al confronto, sulle mappe climatologiche. L'alta pressione africana ha avuto un immediato effetto sui valori di temperatura, che

mostra anch'essa un'anomalia positiva nei due mesi estivi (FIGURA 8 a destra), estesa su tutta l'Europa, con valori di anomalia maggiori sull'Europa occidentale ed intorno al nordovest italiano. Inoltre ha naturalmente mantenuto una maggiore stabilità atmosferica, poco favorevole alle precipitazioni. Tuttavia, i due mesi hanno avuto un comportamento diverso tra loro dal punto di vista delle precipitazioni, pur rimanendo entrambi ancora caratterizzati da un prevalente deficit di precipitazioni generale, rispetto alla media.

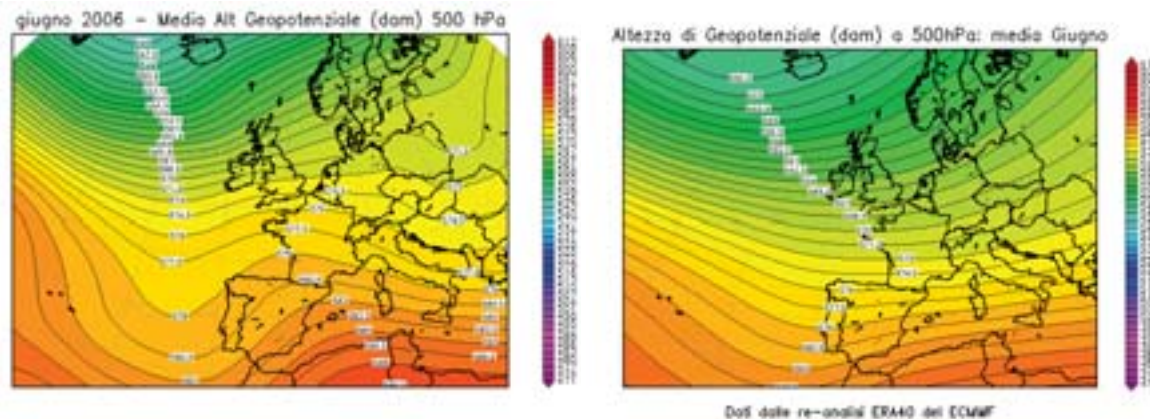


FIGURA 9: geopotenziale a 500 hPa del mese di Giugno nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Giugno nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).

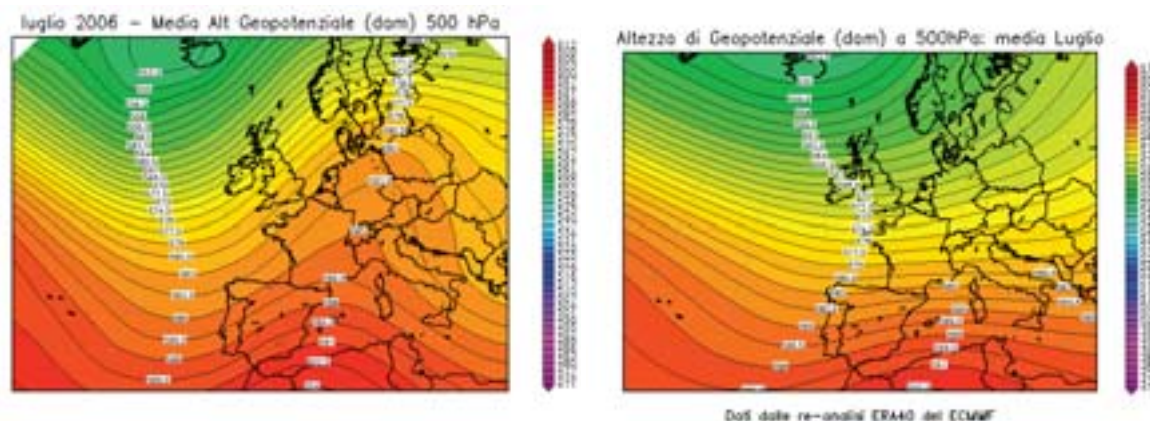


FIGURA 10: geopotenziale a 500 hPa del mese di Luglio nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Luglio nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).

Dal confronto della mappa di sinistra di FIGURA 9 e FIGURA 10 si osserva che a Giugno (FIGURA 9) il promontorio dell'Anticiclone Africano si è posizionato intorno alla Penisola Iberica e l'Europa sudoccidentale, direzionando così il flusso sul Piemonte da nordovest, tipicamente più continentale e secco per la nostra regione. A Luglio (FIGURA 10), invece, l'Anticiclone Africano si è spinto ben più a nord, rafforzandosi di più sull'Europa centrale ed orientando così le correnti da sudovest sull'arco alpino occidentale. In tal modo, a Luglio è giunta aria più calda e umida da sud sul Piemonte, più favorevole a condizioni d'instabilità estiva: così si sono verificate maggiori precipitazioni, a carattere convettivo, anche se discontinue sul territorio proprio a causa dell'irregolarità tipica dei temporali estivi.

AGOSTO 2006

Il mese di Agosto ha visto un drastico cambiamento nel regime di anomalia positiva dei campi atmosferici occorsi nei mesi precedenti (dalla Primavera alla prima fase dell'Estate), come si vede chiaramente dalla FIGURA 11, che mostra una differenza negativa rispetto alla norma, con l'apice posizionato proprio sull'Europa centrale.

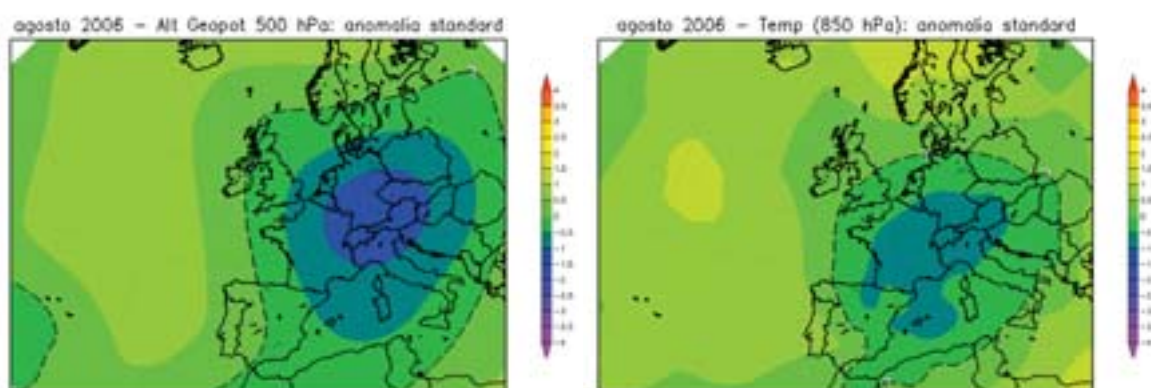


FIGURA 11: anomalia standardizzata del mese di Agosto 2006 rispetto alla climatologia 1957-2002, per il geopotenziale a 500 hPa (a sinistra) e la temperatura a 850 hPa, circa 1500 m di quota (a destra).

Infatti, come si vede dalla FIGURA 12, la configurazione sinottica media disegna per Agosto 2006 (mappa a sinistra) una saccatura nord-atlantica estesa dall'Europa settentrionale fino al bacino centrale del Mediterraneo, nettamente più pronunciata della mappa climatologica (mappa a destra). Tale configurazione è rappresentativa di molti giorni caratterizzati da ripetuti transiti di perturbazioni nord-atlantiche sull'Europa centro-occidentale, le quali sono state ulteriormente aiutate ad insistere su quell'area centrale da un blocco di alta pressione presente invece sull'Europa orientale.

Questa saccatura, che dal nord Europa si è spinta più a sud della norma in corrispondenza delle longitudini dell'Europa centrale (con i valori di anomalia negativa di pressione di FIGURA 11 - mappa a sinistra), ha favorito un più facile ingresso di aria fresca dal nord Atlantico verso il Mediterraneo centrale e ha determinato un'anomalia negativa per il periodo anche nei valori di temperatura (FIGURA 11 - mappa a destra).

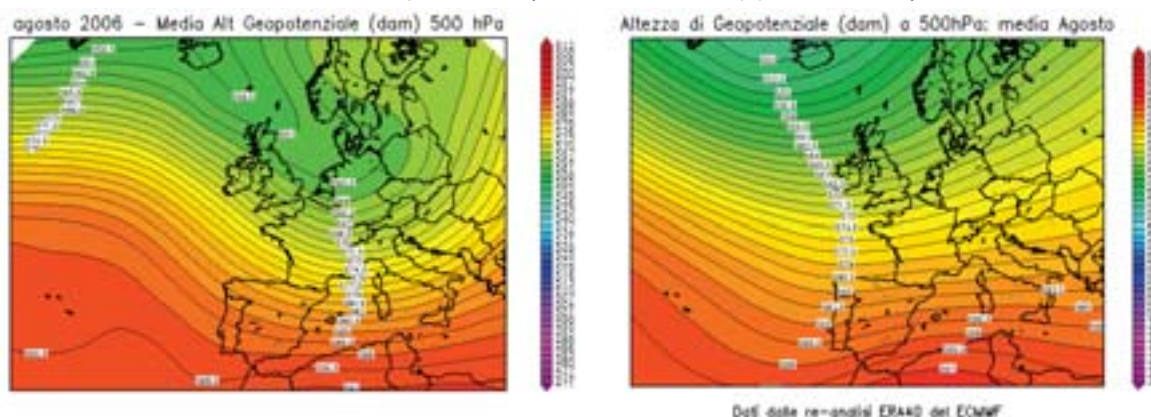


FIGURA 12: geopotenziale a 500 hPa del mese di Agosto nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Agosto nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).

Tutto ciò ha determinato un mese di Agosto non tipicamente caldo per le estati mediterranee, con occasioni di rovesci e temporali localmente intensi. Infatti, l'azione combinata, rappresentata dalla pressione inferiore alla norma e dalla ripetuta intrusione di aria fredda dalle latitudini settentrionali, ha favorito la formazione di rovesci e temporali lungo il mese, con alcuni giorni particolarmente piovosi intorno a Ferragosto.

Naturalmente, dato il carattere discontinuo delle precipitazioni convettive estive, la distribuzione della pioggia è stata alquanto irregolare sul territorio, lasciando ad esempio più asciutte le pianure centro-occidentali del Piemonte sottovento alle Alpi, protette dal flusso occidentale prevalente nel mese.

SETTEMBRE 2006

Il mese di Settembre 2006 ha avuto una dinamica decisamente altalenante, determinata dall'alternanza di espansioni di alta pressione africana sul bacino del Mediterraneo e passaggi di saccature atlantiche verso l'Italia.

In particolare due sono le caratteristiche salienti della configurazione meteorologica del mese, che si possono individuare dal confronto delle mappe di FIGURA 13.

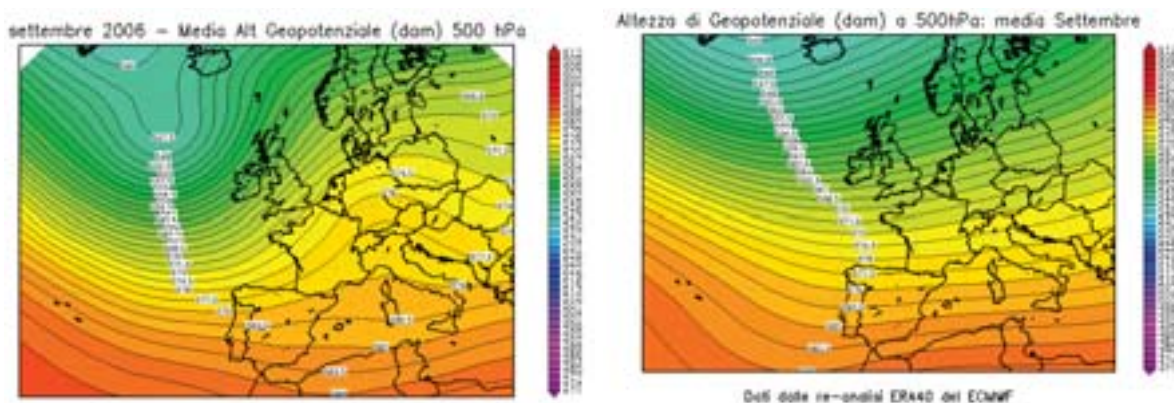


FIGURA 13: geopotenziale a 500 hPa del mese di Settembre nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Settembre nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).

La prima caratteristica si evidenzia in un anticiclone di origine africana che dal Mediterraneo centrale si spinge verso nord fino a superare l'arco alpino e coprire gran parte dell'Europa continentale (FIGURA 13 - mappa a sinistra), del tutto assente nella mappa climatologica (FIGURA 13 - mappa a destra), determinando un'anomalia positiva di pressione sull'Europa centro-settentrionale, come indicato dalla mappa a sinistra di FIGURA 14. La struttura di alta pressione ha apportato aria calda dal nord Africa verso le latitudini più settentrionali d'Europa e ha favorito temperature superiori alla media stagionale, anche sulla regione piemontese (FIGURA 14 - mappa a destra).

La seconda caratteristica è l'allungamento verso sud della depressione d'Islanda sul nord Atlantico, fino alle coste occidentali europee, e poi, anche tra le coste nordafricane e il Mediterraneo meridionale, si delinea una relativa onda depressionaria dal Portogallo alla Grecia, meglio evidenziata nell'anomalia negativa di pressione della mappa a sinistra di FIGURA 14. Questa configurazione è indice di una circolazione ciclonica che è stata molto attiva e persistente sull'area atlantica (netta l'anomalia negativa di pressione su quell'area in FIGURA 14 - mappa a sinistra) e che in due occasioni è riuscita anche a penetrare nel bacino del Mediterraneo meridionale, creando quell'anomalia termica negativa delle latitudini più meridionali del sud Mediterraneo (rappresentata nella mappa destra di FIGURA 14), in contrasto con il più generale andamento positivo del continente europeo.

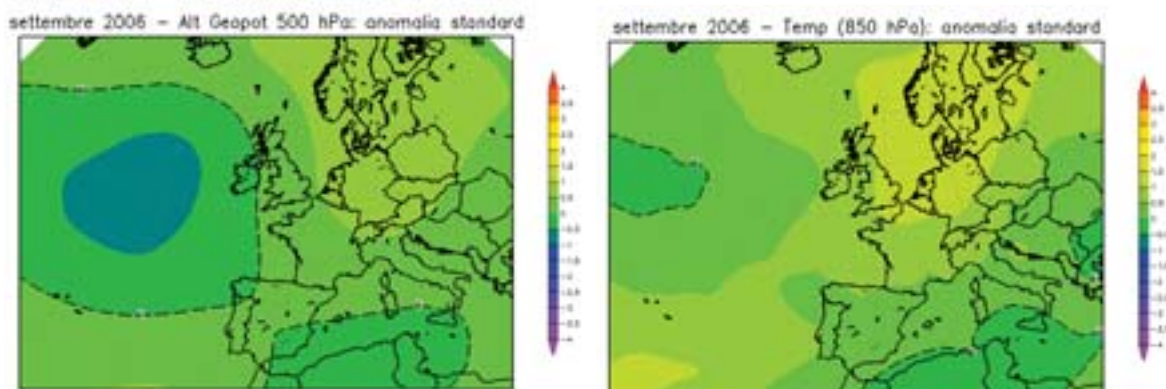


FIGURA 14: anomalia standardizzata del mese di Settembre 2006 rispetto alla climatologia 1957-2002, per il geopotenziale a 500 hPa (a sinistra) e la temperatura a 850 hPa, circa 1500 m di quota (a destra).

Mentre l'alta pressione resisteva alle latitudini più settentrionali d'Europa, con un'anomalia termica positiva persistente su quelle zone, in due occasioni, a metà ed alla fine del mese, due profonde saccature atlantiche sono entrate nel bacino del Mediterraneo ed hanno determinato la formazione di due minimi depressionari sul Tirreno, convogliando un intenso flusso di correnti umide sciroccali, meridionali in quota ed orientali nei bassi strati dell'atmosfera, causando piogge intense e diffuse sul Piemonte e su gran parte d'Italia (il 14 e il 25 settembre 2006).

OTTOBRE E NOVEMBRE 2006

I mesi di Ottobre e Novembre 2006 sono stati piuttosto simili tra loro, risultando entrambi particolarmente caldi e asciutti rispetto alla climatologia della stagione autunnale.

La media mensile del geopotenziale in quota disegna per entrambi i mesi un evidente promontorio di alta pressione di origine nordafricana che si spinge sul Mediterraneo centrale e sulla penisola italiana (FIGURA 15 e FIGURA 16 - mappe a sinistra), struttura del tutto assente nella climatologia (FIGURA 15 e FIGURA 16 - mappe a destra), dove invece una vasta saccatura nordeuropea lascia libero ingresso al flusso atlantico verso il bacino del Mediterraneo, apportando le piogge tipiche dell'Autunno mediterraneo. La differenza rispetto alla climatologia mostra di conseguenza un'anomalia positiva significativa su quest'area (come illustrato nella mappa destra di FIGURA 17, relativa al mese di Novembre, quando l'anomalia è stata relativamente più evidente).

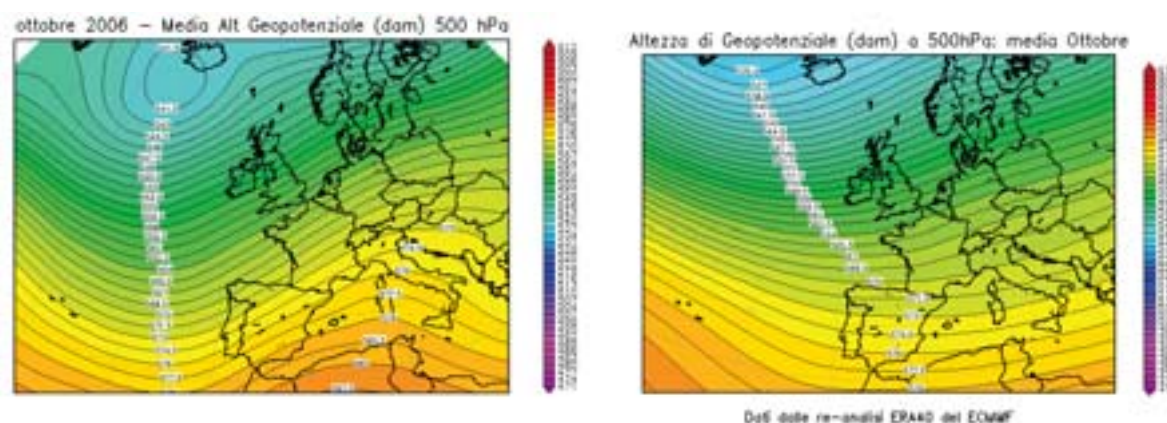


FIGURA 15: geopotenziale a 500 hPa del mese di Ottobre nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Ottobre nel periodo climatico 1957-2002 (a destra)

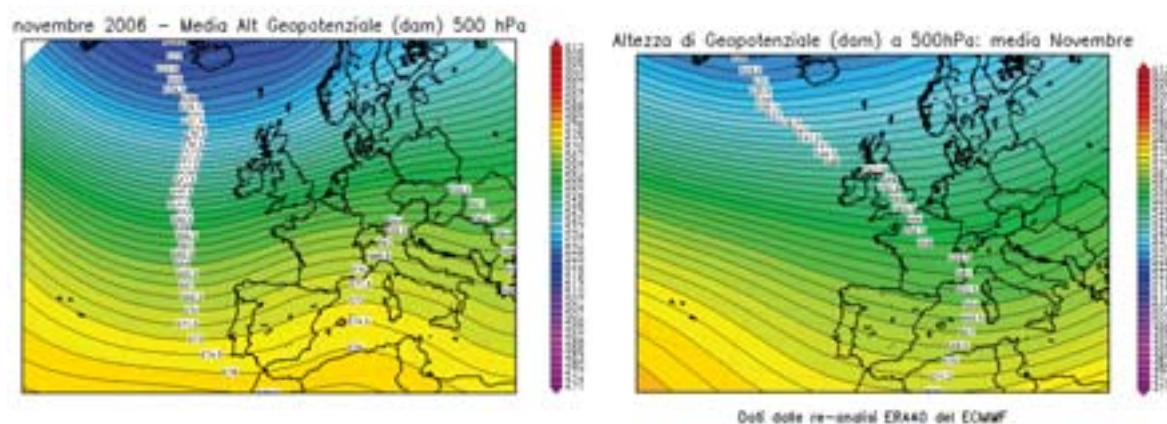


FIGURA 16: geopotenziale a 500 hPa del mese di Novembre nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Novembre nel periodo climatico 1957-2002 (a destra)

Di riflesso, la saccatura al largo dell'Atlantico è stata più pronunciata della media, con una corrispondente anomalia negativa (FIGURA 17 - mappa a destra): ma questa configurazione non ha fatto altro che direzionare meglio il flusso dai quadranti meridionali (venti di libeccio) sul Mediterraneo occidentale, con un conseguente maggior apporto di aria calda sull'Italia, mentre l'alta pressione garantiva condizioni di stabilità atmosferica. Così l'aria calda proveniente dal nord Africa, insieme all'effetto di compressione adiabatica dell'alta pressione dominante sull'Europa centro-meridionale, ha favorito temperature superiori alla media stagionale sull'Italia e gran parte d'Europa (come rappresentato nella mappa sinistra di FIGURA 17, relativa al mese di Ottobre, quando l'anomalia risulta meglio evidenziata).

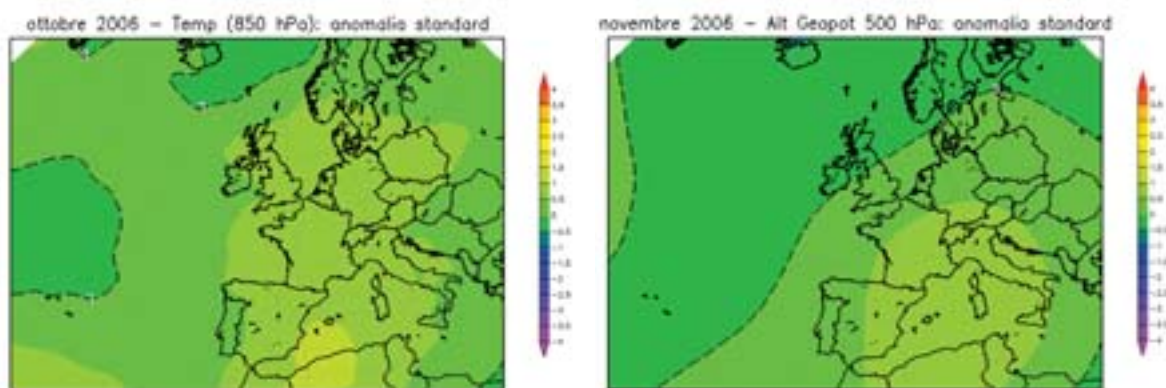


FIGURA 17: anomalia standardizzata, rispetto alla climatologia 1957-2002, della temperatura a 850 hPa (circa 1500 m di quota) nel mese di Ottobre 2006 (a sinistra) e del geopotenziale a 500 hPa nel mese di Novembre 2006 (a destra).

Inoltre, a causa della stabilità atmosferica per l'alta pressione persistente sul Mediterraneo centrale, i due mesi autunnali hanno sofferto di una netta scarsità di precipitazioni, particolarmente pesante perché rapportata ad una stagione che climatologicamente è attesa essere la seconda più piovosa dell'anno per il Piemonte.

Nel dettaglio, una piccola distinzione tra Ottobre e Novembre si può evincere dal confronto delle mappe a sinistra di FIGURA 15 e FIGURA 16. Nel primo mese (FIGURA 15) il flusso debolmente più meridionale (ovest-sudovest) rispetto a Novembre è riuscito a portare in qualche occasione delle precipitazioni sul Piemonte. Invece nel secondo mese (FIGURA 16) il flusso predominante in quota è stato direzionato dai quadranti occidentali o nordoccidentali sul nord Italia, con un effetto di sottovento alle Alpi occidentali piemontesi, che non permette l'innesco di precipitazioni significative sulla regione. A differenza del vento di libeccio di Ottobre, i venti di ponente o maestrale (con foehn) di Novembre (FIGURA 16) non sono tipicamente portatori di piogge sul Piemonte.

DICEMBRE 2006

Anche l'ultimo mese dell'anno è stato caratterizzato da un'anomalia positiva di pressione su tutta l'Europa, in particolare quella orientale (FIGURA 18 - mappa a sinistra), e ha conservato lo scarto positivo di temperatura rispetto alla norma (FIGURA 18 - mappa a destra) confermando il trend già in atto fin da Settembre. Così, totalmente al contrario dell'anno precedente, la stagione invernale 2006-2007 è alla fine risultata essere l'inverno più caldo della storia delle misure, sul Piemonte, sull'Italia e su gran parte d'Europa.

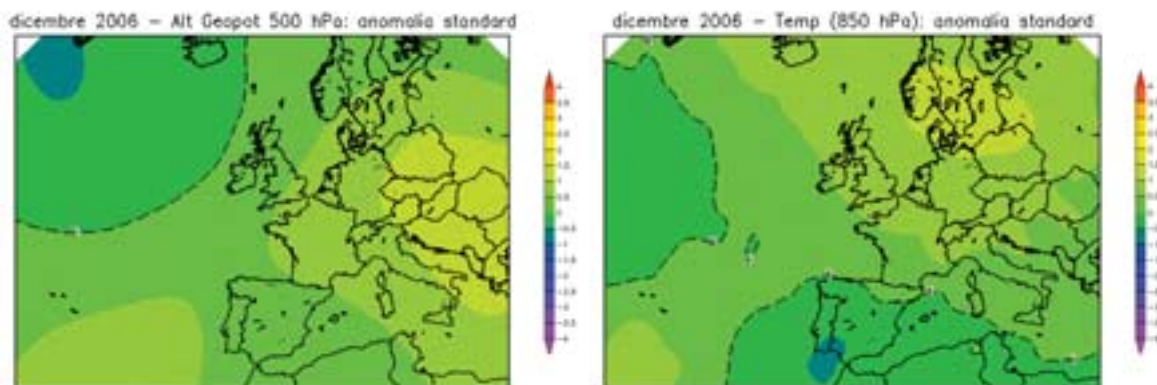


FIGURA 18: anomalia standardizzata del mese di Dicembre 2006 rispetto alla climatologia 1957-2002, per il geopotenziale a 500 hPa (a sinistra) e la temperatura a 850 hPa, circa 1500 m di quota (a destra).

Come emerge a prima vista dal confronto delle mappe di pressione in quota di FIGURA 19, nel mese di Dicembre 2006 la pressione è stata globalmente più alta della media su gran parte d'Europa. Questo ha provocato una frequente condizione di stabilità atmosferica e numerosi casi di inversione termica sul Piemonte, con giornate più nuvolose in pianura che in montagna.

Il flusso predominante in quota è stato proveniente da ovest-sudovest (FIGURA 19 - mappa a sinistra), anziché ovest-nordovest come previsto dalla climatologia (FIGURA 19 - mappa a destra). La componente più meridionale del flusso ha contribuito ad apportare aria mite dalle latitudini africane verso quelle più settentrionali d'Europa (dove infatti si è avuta un'anomalia termica positiva, anche più accentuata del sud Mediterraneo; FIGURA 18 - mappa a destra). Anche sul Piemonte le temperature sono state superiori alla media; in particolare, nei valori minimi a Torino ad esempio, soltanto in 6 giorni si è registrata una temperatura inferiore agli 0 °C: sicuramente poco per un mese invernale.

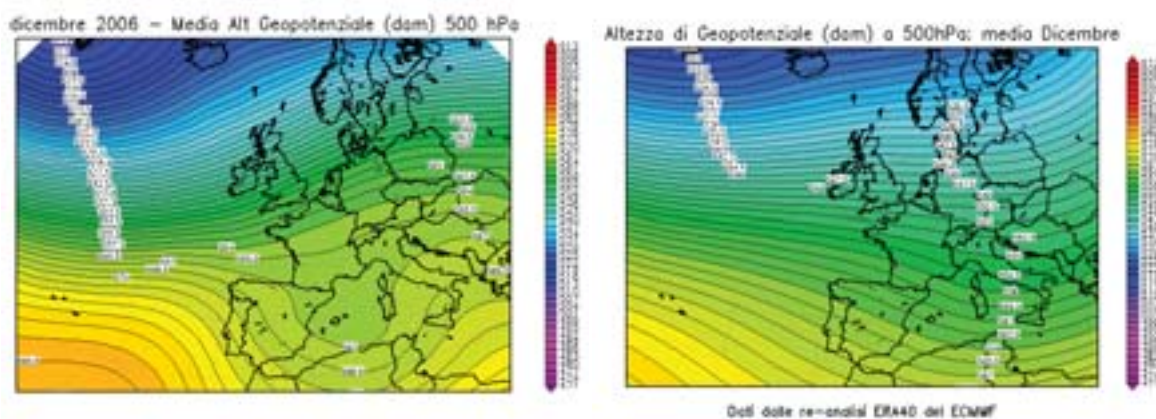


FIGURA 19: geopotenziale a 500 hPa del mese di Dicembre nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Dicembre nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).

Inoltre il vento di libeccio (mostrato nella mappa a sinistra di FIGURA 19) ha permesso un moderato apporto di aria umida dal mare verso la nostra regione. Così, rispetto alla siccità più marcata dei due mesi precedenti, a Dicembre non sono mancate alcune giornate di tempo perturbato, perlopiù limitate alla prima parte del mese. La mappa a sinistra di FIGURA 19 disegna un'onda depressionaria sul Mediterraneo occidentale, in corrispondenza delle Baleari e la Sardegna: è quello che ha permesso alle perturbazioni

atlantiche di entrare, in qualche occasione, nel bacino del Mediterraneo. Le depressioni atlantiche si sono spinte molto a sud, più verso le latitudini meridionali del nord Africa anziché attraversare l'Europa centrale da ovest a est, perché bloccate dall'alta pressione imperante sul continente europeo, soprattutto sui Balcani (FIGURA 19 - mappa a sinistra).

Tuttavia queste precipitazioni non sono state uniformemente estese a tutta la regione: infatti per buona parte del Piemonte, in particolare sulle pianure centro-meridionali e sui rilievi occidentali, è rimasto un deficit rispetto alla climatologia del mese.

Al termine della caratterizzazione meteorologica, si è ritenuto interessante effettuare l'analisi dei dati meteorologici misurati dalle stazioni a terra nell'anno 2006, limitata all'andamento delle variabili meteorologiche maggiormente significative in rapporto al decennio precedente 1996-2005.

Per l'analisi statistica è stata scelta una stazione, appartenente alla Rete Meteoidrografica di ARPA Piemonte, rappresentativa per l'area urbana di Torino.

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 2006 per la stazione Torino-Giardini Reali risulta pari a 13,8 °C, quindi superiore sia alla media dei dati rilevati negli ultimi dieci anni nella stessa stazione (13,4 °C), sia alla media calcolata per il capoluogo piemontese sul periodo 1951-1986 (13,0 °C).

L'andamento delle temperature medie mensili è stato confrontato con l'andamento medio del decennio 1996÷2005 (FIGURA 20). Le differenze maggiormente significative rispetto all'anno medio si riscontrano nei mesi di Marzo e Luglio, con variazioni termiche rispettivamente di 2,4 °C e 2,6 °C rispetto alle relative medie del periodo decennale. In generale il periodo compreso tra Settembre e Dicembre mostra temperature medie mensili superiori alla media.

Il valore più basso delle temperature medie mensili è stato registrato nel mese di Gennaio sia nel 2006 che nel decennio di riferimento (1,4 °C nel Dicembre 2006 e 2,8 °C nel mese di Gennaio del decennio di riferimento). Il valore massimo è stato registrato nel mese di Luglio nel 2006 (26,6°C), così come avvenuto nel decennio climatologico 1996-2005 in cui il valore massimo della media mensile è di 24°C.

Dal confronto grafico fra l'andamento dei dati orari acquisiti nel corso del 2006 e l'intervallo di valori medi studiato a partire dai minimi e dai massimi assoluti registrati mensilmente nel decennio precedente (FIGURA 21), si osservano picchi di temperature massime ad Aprile, Maggio, Giugno, Luglio e Settembre (e isolatamente a Gennaio, Ottobre, Novembre e Dicembre), che superano i valori medi dei massimi assoluti registrati mensilmente nel decennio di riferimento (linea rossa).

All'opposto, superamenti dei minimi assoluti registrati mensilmente nel decennio di riferimento (linea blu) si sono verificati a Gennaio, Marzo, Giugno, Agosto e Settembre.

Nel complesso tutto il periodo da Aprile a Dicembre si presenta più spostato verso l'andamento dei massimi assoluti (linea rossa) registrati mensilmente nel decennio 1996-2005, risultando quindi un periodo complessivamente caldo. Fanno eccezione i mesi di Maggio e di Agosto per i quali prevale l'avvicinamento ai minimi assoluti (linea blu).

Per quanto riguarda le precipitazioni atmosferiche, l'analisi dei dati statistici evidenzia per l'anno 2006 (FIGURA 22) un totale di precipitazioni di 712 mm, 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 58. Quindi, il 2006 risulta meno piovoso della media 1996-2005, sia in termini di precipitazioni totali (712 mm contro 779 mm di media), sia in termini di giorni piovosi (58 giorni contro 68 giorni di media).

Il 2006 è stato più piovoso del 2005: 712 mm di pioggia nel 2006 rispetto ai 584 mm del 2005. Il 1997, il 2001 ed il 2005 rappresentano gli anni meno piovosi del decennio. 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 valori più alti sono stati registrati nel 2000 (16,3 mm pioggia/giorno) e nel 2002 (14,1 mm pioggia/giorno); mentre i valori più bassi nel 1997 (9,9 mm

pioggia/giorno), nel 2001 (7,8 mm pioggia/giorno) e nel 2005 (9,1 mm pioggia/giorno). Nel 2006 l'intensità giornaliera media è stata pari a 12,3 mm pioggia/giorno, contro una media del decennio pari a 11,4 mm pioggia/giorno.

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 Piemonte¹, l'andamento di tale distribuzione per il Piemonte risulta bimodale con i massimi localizzati in primavera ed in autunno. In base alla collocazione nell'anno del minimo principale, del massimo principale e del massimo secondario, si possono distinguere nella nostra regione quattro tipi di regime pluviometrico, dei quali tre di tipo "continentale" (minimo principale in inverno) ed uno di tipo "mediterraneo" (minimo principale in estate):

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

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

Nel grafico illustrato in FIGURA 23 è riportato il confronto tra l'andamento delle precipitazioni totali mensili per il 2006 con le precipitazioni medie mensili (media delle sommatorie mensili) del decennio 1996-2005. Il profilo del 2006 si discosta dal regime pluviometrico "prealpino" in quanto il massimo principale è stato registrato a Settembre (244,2 mm), il massimo secondario a Maggio (103,8 mm) ed il minimo principale in autunno a Novembre (9,4 mm). Anche il decennio di riferimento si discosta dal regime pluviometrico "prealpino": il massimo principale è stato registrato a Maggio (134,8 mm), il massimo secondario ad Agosto (97,2 mm), il minimo principale si registra a Marzo (17,8 mm).

Un'ulteriore elaborazione è stata effettuata aggregando gli stessi dati di precipitazione su base trimestrale. Nella FIGURA 24 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 nel primo e nel terzo trimestre 2006 le precipitazioni sono superiori alla media climatologica (159 mm rispetto ai 106 mm della climatologia nel primo trimestre e 316 mm rispetto ai 201 mm della climatologia per il terzo trimestre), mentre sono inferiori alla media nel secondo trimestre (-40%) e, in misura ben più marcata, nel quarto trimestre (-62%).

Va comunque sottolineato che le osservazioni sopra riportate sulle caratteristiche di piovosità relative all'anno 2006 devono essere valutate alla luce delle seguenti considerazioni:

- l'arco temporale (decennio 1996-2005) utilizzato per il confronto risulta comunque ridotto;
- la rappresentatività spaziale è limitata all'area metropolitana.

¹ "Precipitazioni e temperature" Collana studi climatologici in Piemonte Regione Piemonte: Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione Settore Meteorografico e Reti di Monitoraggio; Università degli Studi di Torino: Dipartimento di Scienze della Terra.

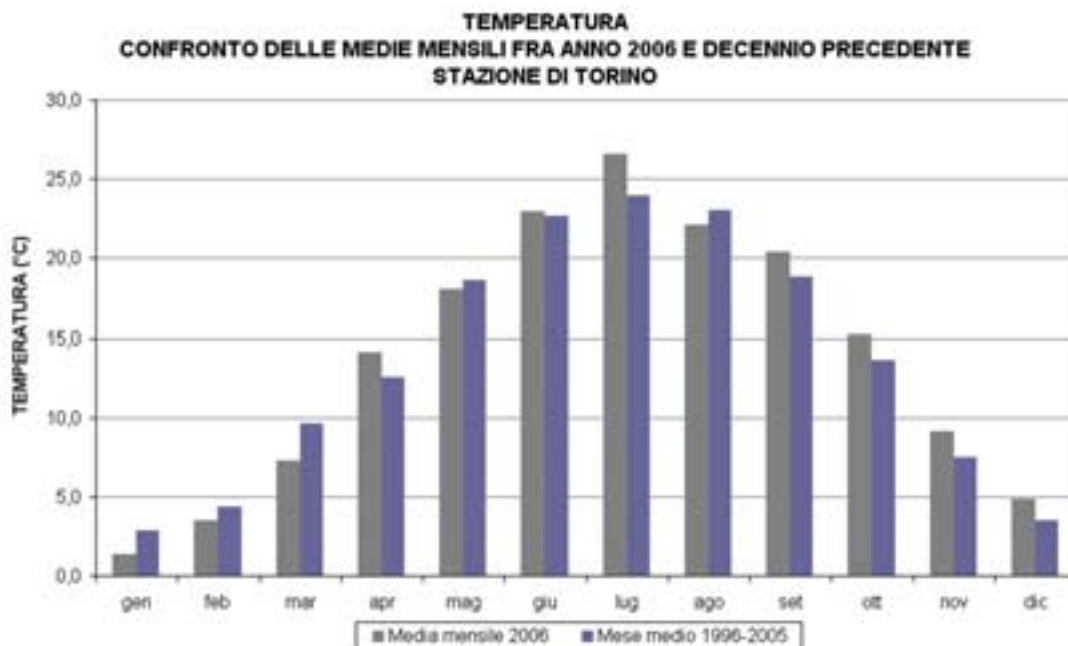


FIGURA 20: temperatura: valori medi mensili per l'anno 2006 e per il decennio 1996÷2005 per la stazione di Torino.

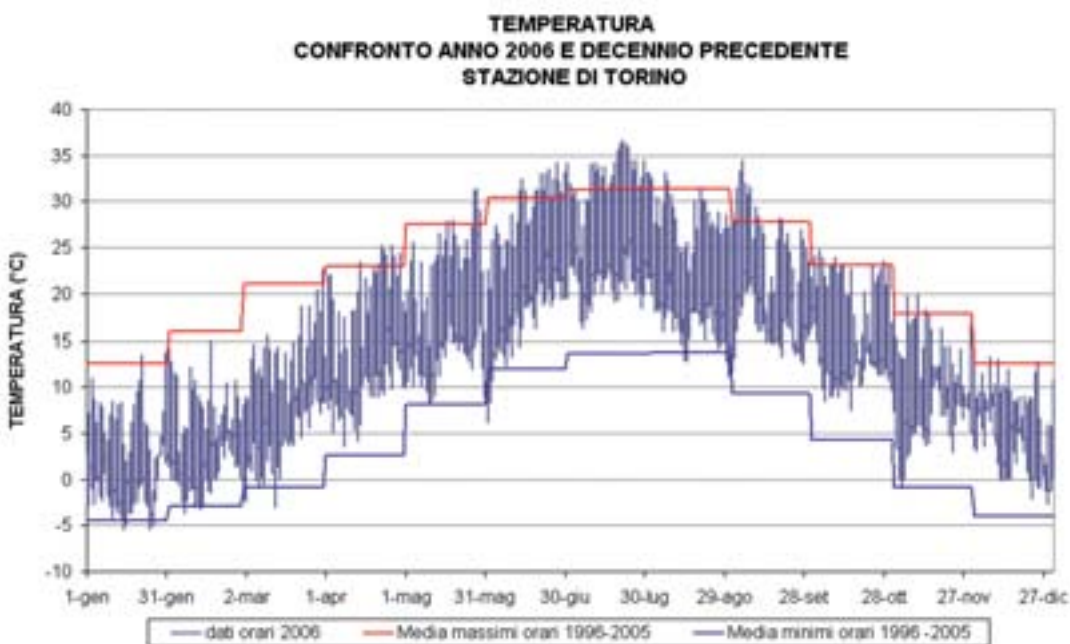


FIGURA 21: temperatura: valori orari per l'anno 2006 e medie dei minimi e dei massimi assoluti registrati nel decennio 1996÷2005 presso la stazione di Torino.



FIGURA 22: precipitazioni atmosferiche: sommatorie annuali e media del decennio in termini di quantità di precipitazioni e di numero di giornate piovose per la stazione di Torino.

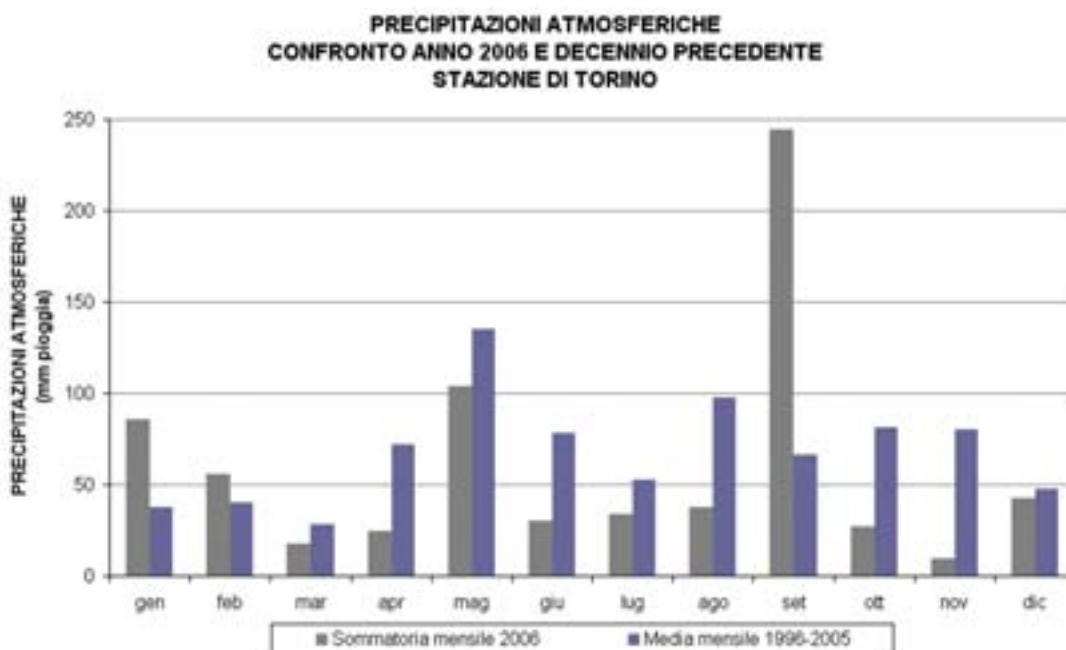


FIGURA 23: precipitazioni atmosferiche: sommatorie mensili per l'anno 2006 e medie mensili relative al decennio 1996÷2005 per la stazione di Torino.

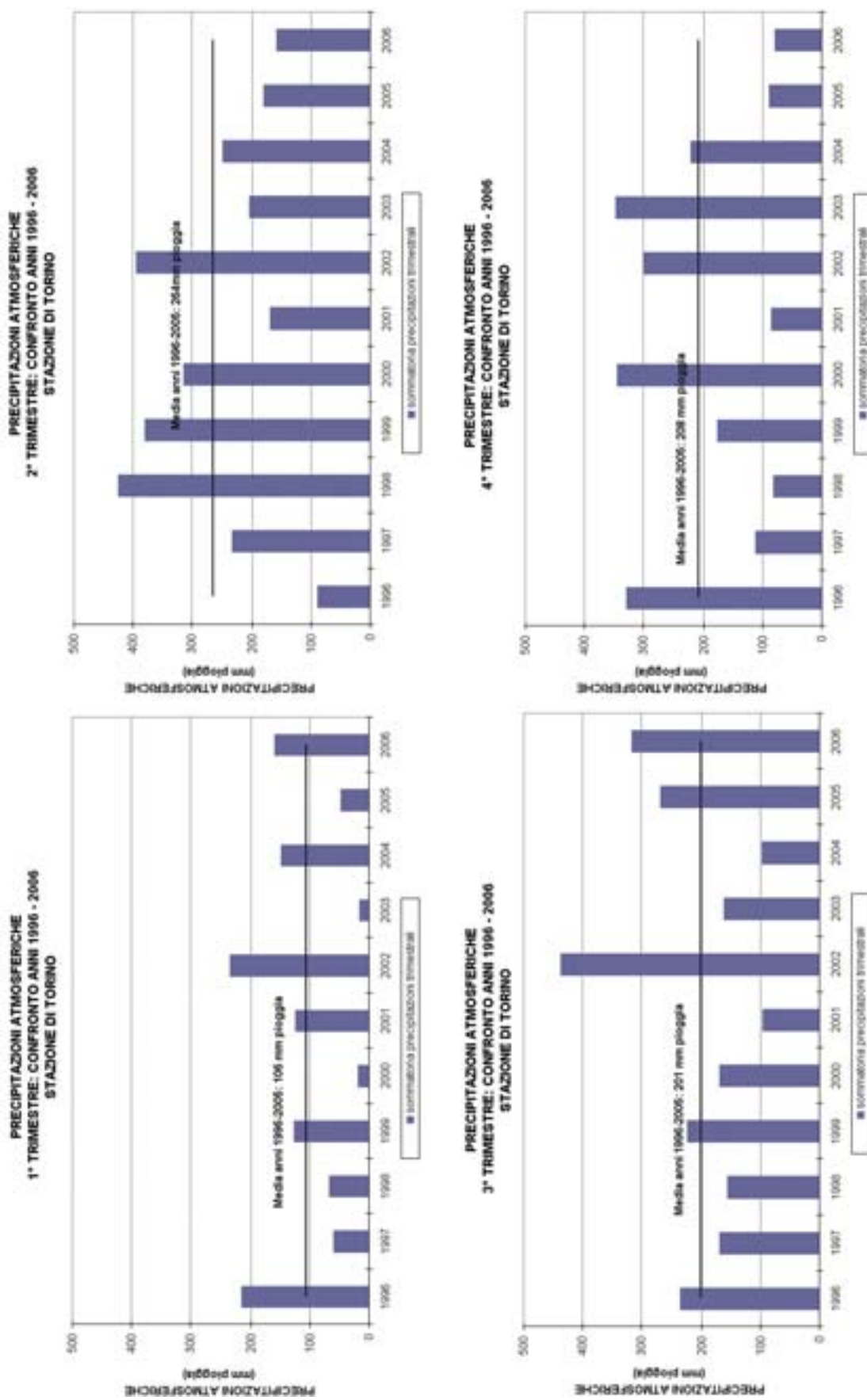


FIGURA 24: precipitazioni atmosferiche: sommatorie trimestrali relative al periodo 1996÷2006 per la stazione di Torino.

La tutela e la gestione della qualità dell'aria sono oggetto di una specifica normativa nazionale, frutto del recepimento 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.

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 prevede, in occasione di episodi acuti, l'adozione di azioni radicali.

Il decreto stabilisce dei valori limite annuali per la protezione della salute umana e degli ecosistemi per biossido di zolfo, ossidi di azoto, materiale particolato PM10, piombo e benzene. L'introduzione di questa classe di limiti è finalizzata all'adozione di interventi che siano volti ad una reale diminuzione dell'emissione di questi inquinanti piuttosto che alla sola introduzione di misure di contenimento dei picchi di concentrazione che si verificano in determinati periodi dell'anno. 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.

Per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, il PM10 e il monossido di carbonio sono anche definiti dei valori limite giornalieri o orari.

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 verifichi siffatta situazione di pericolo le autorità competenti sono ovviamente tenute all'adozione immediata di misure capaci di portare ad una riduzione delle concentrazioni di inquinante al di sotto del valore di allarme.

Con il D. Lgs. 21/05/2004 n.183 è stata recepita dal legislatore italiano la direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria.

Per il parametro ozono si individuano, 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 seguenti, 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 ³ da non superare più di 24 volte per anno civile	150 µg/m ³ (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 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005
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 ³ da non superare più di 3 volte per anno civile	nessuno	1 gennaio 2005
VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI			
Periodo medio	Valore limite (293°K e 101,3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
anno civile e inverno (1° ottobre - 31 marzo)	20 µg/m ³	nessuno	19 luglio 2001
SOGLIA DI ALLARME PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO			
500 µg/m ³ (293°K e 101,3 kPa) misurati su tre ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km ² oppure una zona o un agglomerato completi, se tale zona o agglomerati sono meno estesi.			

TABELLA 1: D.M. 2/4/2002 n. 60, valori limite per il biossido di zolfo.

MONOSSIDO DI CARBONIO			
VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA			
Periodo medio	Valore limite (293°K e 101,3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	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

TABELLA 2: D.M. 2/4/2002 n. 60, valori limite per il monossido di carbonio.

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 ³ NO ₂ 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 ³
01/01/2001 - 31/12/2001	290 µg/m ³
01/01/2002 - 31/12/2002	280 µg/m ³
01/01/2003 - 31/12/2003	270 µg/m ³
01/01/2004 - 31/12/2004	260 µg/m ³
01/01/2005 - 31/12/2005	250 µg/m ³
01/01/2006 - 31/12/2006	240 µg/m ³
01/01/2007 - 31/12/2007	230 µg/m ³
01/01/2008 - 31/12/2008	220 µg/m ³
01/01/2009 - 31/12/2009	210 µg/m ³
01/01/2010 ⇒⇒⇒	200 µg/m ³

VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo medio	Valore limite (293°K e 101,3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	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 ³
01/01/2001 - 31/12/2001	58 µg/m ³
01/01/2002 - 31/12/2002	56 µg/m ³
01/01/2003 - 31/12/2003	54 µg/m ³
01/01/2004 - 31/12/2004	52 µg/m ³
01/01/2005 - 31/12/2005	50 µg/m ³
01/01/2006 - 31/12/2006	48 µg/m ³
01/01/2007 - 31/12/2007	46 µg/m ³
01/01/2008 - 31/12/2008	44 µg/m ³
01/01/2009 - 31/12/2009	42 µg/m ³
01/01/2010 ⇒⇒⇒	40 µg/m ³

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 ³ NO _x	nessuno	19 luglio 2001

SOGLIA DI ALLARME PER IL BISSIDO DI AZOTO

400 µg/m³ (293°K e 101,3 kPa) misurati su tre ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km² oppure una zona o un agglomerato completi, se tale zona o agglomerati sono meno estesi.

TABELLA 3: 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 (condizioni di campionamento)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
24 ore	50 µg/m ³ PM10 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 2005	1 gennaio 2005

VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo di mediazione	Valore limite (condizioni di campionamento)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	40 µg/m ³ PM10	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

(FASE 2)

Valori indicativi da rivedere con successivo decreto sulla base della futura normativa comunitaria

VALORE LIMITE DI 24 ORE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo di mediazione	Valore limite (condizioni di campionamento)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
24 ore	50 µg/m ³ PM10 non superare più di 7 volte per anno civile	Da stabilire in base ai dati, in modo che sia equivalente al valore limite della fase 1.	1 gennaio 2010

VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA

Periodo di mediazione	Valore limite (condizioni di campionamento)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	20 µg/m ³ PM10	10 µg/m ³ al 1° gennaio 2005 con riduzione ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungerelo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010

TABELLA 4: D.M. 2/4/2002 n. 60, valori limite per il PM10.

PIOMBO			
VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA			
Periodo di mediazione	Valore limite (condizioni di campionamento)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	0,5 µg/m ³	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

TABELLA 5: 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 limite deve essere rispettato
Anno civile	5 µg/m ³	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:			
←←← 31/12/2005		10 µg/m ³	
01/01/2006 - 31/12/2006		9 µg/m ³	
01/01/2007 - 31/12/2007		8 µg/m ³	
01/01/2008 - 31/12/2008		7 µg/m ³	
01/01/2009 - 31/12/2009		6 µg/m ³	
01/01/2010⇒⇒⇒		5 µg/m ³	

TABELLA 6: D.M. 2/4/2002 n. 60, valori limite per il benzene.

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 ³ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni (c)
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT 40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m ³ *h come media su 5 anni (c)

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

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

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

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

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

Per AOT40 (espresso in µg/m³*h) s'intende la somma della differenza fra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (= 40 ppb) e 80 µg/m³ 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.

OBIETTIVI A LUNGO TERMINE		
	Parametro	Obiettivo a lungo (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 ³
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 ³

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

Per AOT40 (espresso in µg/m³*h) s'intende la somma della differenza fra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (= 40 ppb) e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari medi rilevati ogni giorno tra le 08:00 e 20:00, ora dell'europa centrale.

SOGLIE DI INFORMAZIONE E DI ALLARME

	Parametro	Soglia
Soglia di informazione	Media di 1 ora	180 µg/m ³
Soglia di allarme (a)	Media di 1 ora	240 µg/m ³

(a) Per l'attuazione dei piani di azione a breve termine, previsti all'art. 5 comma 3 del D. Lgs. 21/05/2004 n.183, il superamento della soglia deve essere misurato o previsto per tre ore consecutive.

TABELLA 7: D. Lgs. 21/05/2004 n.183, 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 ³

(a): La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove z=3÷6; z può essere maggiore di 7 in ambienti rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.

TABELLA 8: benzo(a)pirene, valori di riferimento e normativa in vigore.

PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta un breve elenco della principale normativa che governa la gestione della qualità dell'aria e il controllo delle principali fonti emmissive.

- 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. 27/3/1998** Mobilità sostenibile nelle aree urbane.
- 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.
- D. Lgs. 4/8/1999 n. 351** Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.
- 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.
- DPCM 08/3/2002** Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione.
- D.M. 2/4/2002 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.
- D.M. 20/9/2002** Modalità per la garanzia della qualità del sistema delle misure di inquinamento atmosferico, ai sensi del decreto legislativo n. 351/1999.
- D.M. 01/10/2002 n. 261** Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del D.Lgs. 4 agosto 1999, n. 351.
- D.M. 16/1/2004, n. 44** Recepimento della direttiva 1999/13/CEE relativa alla limitazione delle emissioni di composti organici volatili di talune attività industriali, ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203.
- Dlgs 21/5/2004, n. 171** Attuazione della direttiva 2001/81/Ce relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici.
- D. Lgs 21/5/2004 n.183** Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria.
- Direttiva 2004/107/CE** Arsenico, cadmio, mercurio, nickel ed idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.
- D.Lgs 18/2/2005, n. 59** Attuazione integrale della direttiva 96/61/CEE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento.
- D.Lgs 03/04/2006, n. 152** Norme in materia ambientale.

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria, operante sul territorio della Provincia di Torino, è composta da 28 postazioni fisse di proprietà pubblica, 11 postazioni fisse di proprietà di enti privati e da un mezzo mobile per il monitoraggio in continuo di parametri chimici e meteorologici. Tutte le postazioni fisse 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 in cui viene campionato esclusivamente il particolato atmosferico non sono collegate attraverso linee telefoniche, in quanto il tipo di misurazione con sistema gravimetrico dei parametri PM10 e polveri totali non necessita di tale collegamento. L'elenco delle stazioni di misura, la loro ubicazione, i parametri misurati sono riportati in TABELLA 9 l'ubicazione delle stazioni e la zonizzazione del territorio provinciale, effettuata ai sensi della L.R. 7 aprile 2000 n. 43 dalla D.G.R. 11 novembre 2002 n. 14-7632, sono rappresentati in FIGURA 25.

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 della tipologia di sito individuato. 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, 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.

Nella TABELLA 11 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).

Il laboratorio mobile rappresenta inoltre un versatile strumento in dotazione alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria. La sua peculiarità risiede nella possibilità di poter essere collocato ovunque si ritenga necessario realizzare brevi campagne di monitoraggio, permettendo di effettuare valutazioni sulla qualità dell'aria in tutte quelle zone non direttamente interessate dalla rete fissa.

Il laboratorio mobile fornisce, in questo senso, un valido supporto nella valutazione dello stato ambientale, in previsione della costruzione di nuovi insediamenti produttivi o di modifiche della rete viaria, offrendo significativi elementi per una corretta pianificazione delle opere strutturali o per la definizione di interventi volti alla riduzione dell'intensità dei fenomeni di inquinamento.

NOME	INDIRIZZO	PARAMETRI
Alpignano	Via F. Baracca, 12 – Alpignano	O ₃ , NO _x
Beinasco	Via S. Pellico, 5 – Beinasco	SO ₂ , NO _x
Borgaro	Via Italia – Borgaro	O ₃ , NO _x , PM10 gravimetrico, PM10 beta
Buttigliera	Via dei Comuni, 5 – Buttigliera	PM10 gravimetrico
Carmagnola	P.zzetta Di Vittorio, 1 – Carmagnola	PM10 gravimetrico
Chieri	C.so Buozi, 1 – Chieri	NO _x , CO, O ₃
Chivasso	Via Torino, 1 – Chivasso	CO
Ciriè	Via Teneschie, 2 – Ciriè	SO ₂ , NO _x
Druento	Cascina Peppinella – Druento	O ₃ , NO _x , VV-DV, RDN, RDG, UMID, TEMP, PV, P, PM10 gravimetrico
Grugliasco	Via Roma, 15 – Grugliasco	SO ₂ , NO _x
Ivrea	P.zza Freguglia – Ivrea	SO ₂ , NO _x , CO, PM10 gravimetrico
Nichelino	Via XXV Aprile, 111 – Nichelino	CO, NO _x
Orbassano	Via Gozzano – Orbassano	O ₃ , NO _x , VV-DV, RDN, RDG
Oulx	Via Roma angolo via Des Moines – Oulx	CO, O ₃ , NO _x , PM10 beta
Pinerolo	P.zza III Alpini, 1 – Pinerolo	CO, NO _x , O ₃ , PM10 gravimetrico
Pino Torinese	Oss. Astronomioco – Pino T.se	O ₃
Rivoli	P.zza Togliatti, 1 – Rivoli	CO, NO _x , BTX
Settimo	Via Milano, 31 – Settimo	CO, NO _x
Susa	P.zza della Repubblica – Susa	CO, NO _x , O ₃ , PM10 gravimetrico
TO – I.T.I.S. Grassi	V. P. Veronese – Torino	PM10 gravimetrico
TO – Lingotto	Via A. Monti, 21 – Torino	O ₃ , CO, NO _x , PM10 beta, PM2,5 gravimetrico, CO ₂
TO – Mezzo Mobile		O ₃ , SO ₂ , CO, NO _x , PM10 gravimetrico, BTX, VV-DV, RDG, UMID, TEMP, P
TO – Piazza Rebaudengo	P.zza Rebaudengo, 23 - Torino	CO, SO ₂ , NO _x
TO – Piazza Rivoli	P.zza Rivoli, 4 – Torino	CO, NO _x , PM10 gravimetrico
TO – Via Consolata	Via Consolata, 10 – Torino	SO ₂ , CO, NO _x , PM10 gravimetrico, PM10 alto volume, PTS, BTX
TO – Via Gaidano	Via Gaidano – Torino	CO, NO _x , PM10 gravimetrico
TO – Via Madama Cristina	Via M. Cristina, 129 – Torino	CO, NO _x
Venaria	C.so Garibaldi – Venaria	CO
Vinovo	Via Garibaldi, 3 – Vinovo	O ₃ , NO _x
Chivasso – Edipower ⁽¹⁾	Via Montanaro – Chivasso	SO ₂ , NO _x , CO, O ₃ , PM10 beta, , PM2,5 beta, Idrocarburi non metanici
Castagneto Po – Edipower ⁽¹⁾	Via Monpilotto – Castagneto Po	SO ₂ , NO _x , CO, O ₃ , PM10 beta, PM2,5 beta, Idrocarburi non metanici, VV-DV, UMID, TEMP, P
Baldissero – Aceaelectrabel ⁽²⁾	Str. Pino Torinese, 1 – Baldissero	CO, O ₃ , NO _x , PM10
Leinì – Aceaelectrabel ⁽²⁾	Via vittime di Bologna, 12 – Leinì	CO, O ₃ , NO _x , PM10, PM2,5
Barauda – IRIDE ⁽¹⁾	Strada Barauda, 24 – Moncalieri	SO ₂ , NO _x
Sangone – IRIDE ⁽¹⁾	V.le Stazione Sangone, 15 – Moncalieri	SO ₂ , NO _x
Nichelino - IRIDE ⁽¹⁾	Via Turati, 4/8 – Nichelino	SO ₂ , NO _x
Collegno – Barricalla A ⁽¹⁾	Str.da della Viassa, 35 – Collegno	Idrocarburi non metanici, CH ₄ , PM10 teom
Collegno – Barricalla B ⁽¹⁾	Str.da della Viassa, 35 – Collegno	Idrocarburi non metanici, CH ₄ , PM10 teom
Collegno – Barricalla D ⁽¹⁾		CO, O ₃ , NO _x , PM10 nefelometro
Pont C.se – LIRI ⁽¹⁾	Via Roma, 36bis – Pont C.se	NO _x

(1) Stazione gestita da ente privato.

(2) Stazione di ente privato gestita da ARPA Piemonte.

TABELLA 9: elenco delle stazioni di monitoraggio, ubicazione e parametri misurati.

CODICE PARAMETRO	DESCRIZIONE
BTX	Benzene, toluene, xilene
CO	Monossido di carbonio
NO _x	Ossidi di azoto
O ₃	Ozono
P	Pressione atmosferica
PV	Quantità di pioggia
RDN	Radiazione solare netta
RDG	Radiazione solare globale
SO ₂	Biossido di zolfo
CH ₄	Metano
TEMP	Temperatura
PM10	Particolato sospeso < 10 µm
PM2,5	Particolato sospeso < 2,5 µm
PTS	Polveri totali sospese
UMID	Umidità
VV-DV	Velocità e direzione del vento

TABELLA 10: descrizione dei codici dei parametri.

STAZIONE	TIPOLOGIA ZONA	CARATTERISTICHE ZONA	TIPOLOGIA STAZIONE	DESCRIZIONE
Alpignano	urbana	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	urbana	industriale residenziale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale-industriale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Borgaro	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.
Buttiglieria	suburbana	residenziale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale in una zona non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Carmagnola	suburbana	residenziale industriale commerciale	traffico	Stazione collocata in area urbana esterna in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. 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. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.

STAZIONE	TIPOLOGIA ZONA	CARATTERISTICHE ZONA	TIPOLOGIA STAZIONE	DESCRIZIONE
Chivasso	suburbana	residenziale industriale commerciale	traffico	Stazione collocata in area urbana esterna in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Ciriè	urbana	residenziale	fondo	Stazione collocata in area urbana esterna di carattere residenziale in una zona non soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Druento	rurale	naturale	fondo	Stazione collocata in area remota in una zona non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa della qualità dell'aria per la protezione degli ecosistemi.
Grugliasco	urbana	residenziale industriale commerciale	fondo	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale in una zona non soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Ivrea	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	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.
Nichelino	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	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.
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.
Oulx	suburbana	residenziale	traffico	Stazione di recente installazione collocata in prossimità della strada e quindi soggetta a fonti primarie di emissione di origine veicolare. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
Pinerolo	urbana	residenziale commerciale	traffico	Stazione collocata in area urbana esterna in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Pino Torinese	rurale	naturale	fondo	Stazione collocata in area remota in una zona non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa della qualità dell'aria per la protezione degli ecosistemi.

STAZIONE	TIPOLOGIA ZONA	CARATTERISTICHE ZONA	TIPOLOGIA STAZIONE	DESCRIZIONE
Rivoli	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	Stazione collocata in area suburbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Settimo	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	Stazione collocata in area suburbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine veicolare e industriale. Rappresentativa dei livelli di inquinanti più elevati a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
Susa	suburbana	commerciale	traffico	Stazione collocata in area urbana esterna in una zona soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
TO - I.T.I.S. Grassi	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	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.
TO - Lingotto	urbana	residenziale industriale	fondo	Stazione collocata in una zona di fondo urbano non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
TO - Piazza Rebaudengo	urbana	residenziale industriale	traffico	Stazione collocata in area urbana a in una zona direttamente 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.
TO - Piazza Rivoli	urbana	residenziale commerciale	traffico	Stazione collocata in area urbana a 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.
TO - Via Consolata	urbana	residenziale commerciale	traffico	Stazione collocata in area urbana a 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.
TO - Via Gaidano	urbana	residenziale industriale	traffico	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.
TO - Via Madama Cristina	urbana	residenziale commerciale	traffico	Stazione collocata in area urbana a in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.

STAZIONE	TIPOLOGIA ZONA	CARATTERISTICHE ZONA	TIPOLOGIA STAZIONE	DESCRIZIONE
Venaria	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	Stazione collocata in area suburbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Vinovo	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.

TABELLA 11: descrizione del posizionamento delle stazioni di misura.

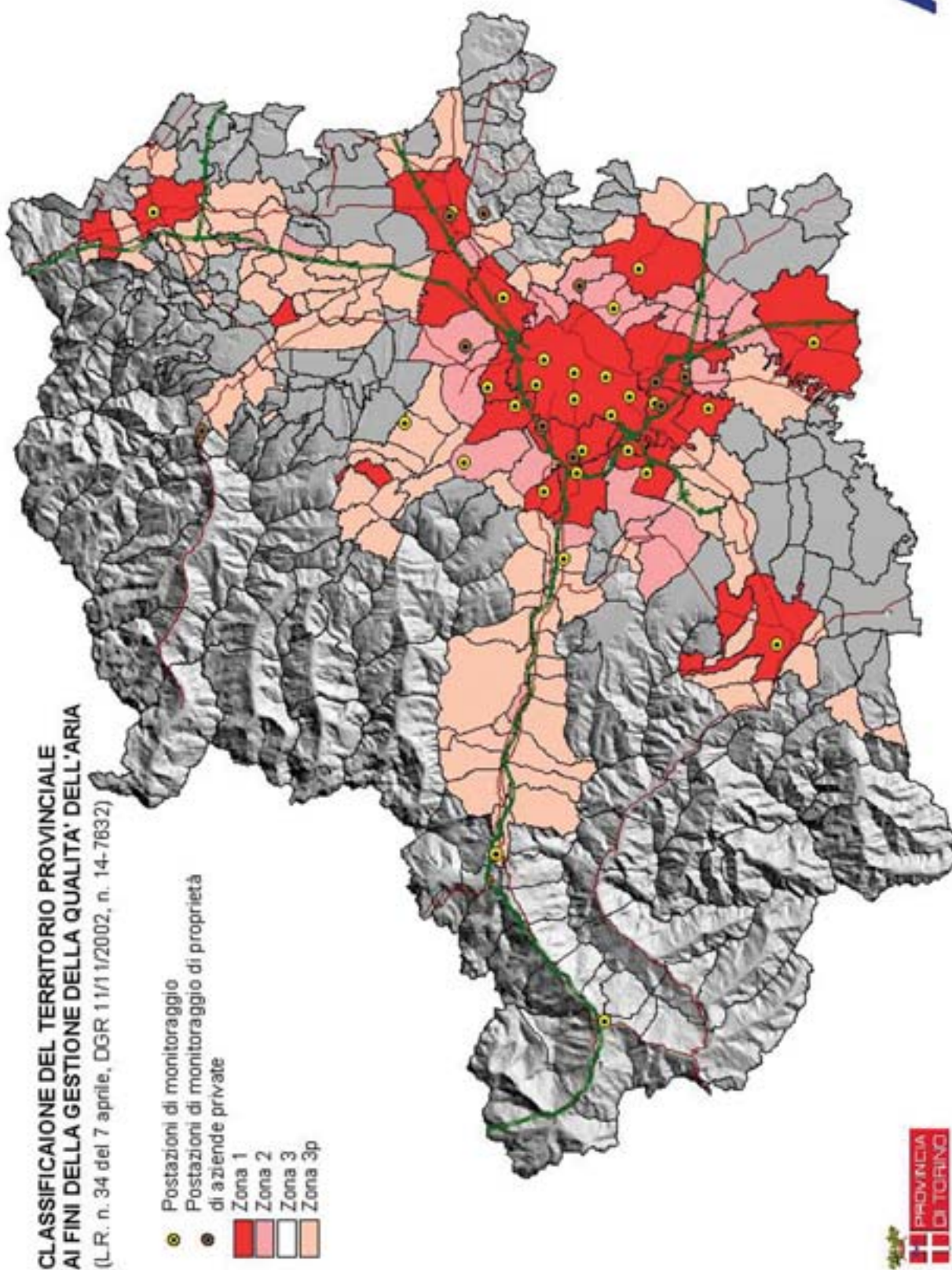


FIGURA 25: zonizzazione del territorio della provincia di Torino e disposizione dei punti di misura.

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 (CO₂).

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/m³). 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 (carbossiemoglobina) 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/m³).

ESAME DEI DATI

Le rilevazioni effettuate nel corso dell'anno 2005, riportate in TABELLA 12 hanno evidenziato concentrazioni medie annuali comprese fra 0,3 e 1,5 mg/m³. Se si confrontano i valori medi annuali con quelli registrati negli anni precedenti si registra quasi ovunque una diminuzione, confermata anche quest'anno dalla mancanza assoluta di superamenti del limite di protezione della salute umana di 10 mg/m³, calcolato come media mobile trascinata su otto ore (D.M. 60 del 2 aprile 2002).

L'evoluzione delle concentrazioni del monossido di carbonio avvenuta nel corso degli ultimi anni è evidenziata nel grafico in FIGURA 26, il quale riporta le concentrazioni medie annue misurate dal 1980 al 2006 nella stazione urbana di Torino – Rebaudengo. È evidente un nettissimo calo delle concentrazioni di CO dovuto al costante sviluppo della tecnologia dei motori per autotrazione ad accensione comandata e, a partire dai primi anni 90, dall'introduzione del trattamento dei gas esausti tramite i convertitori catalitici a tre vie. Solo il 2006 è in controtendenza rispetto all'andamento decrescente delle concentrazioni in alcune stazioni urbane. Questo comportamento è simile a quanto registrato per il Benzene e per l'SO₂, i quali analogamente mostravano negli anni passati un calo costante.

Ulteriori miglioramenti saranno possibili con il progressivo miglioramento del parco

veicolare circolante.

In relazione a quanto appena detto, si può ragionevolmente sostenere 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 27 una cartina riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di CO misurate negli anni 2004, 2005 e 2006.

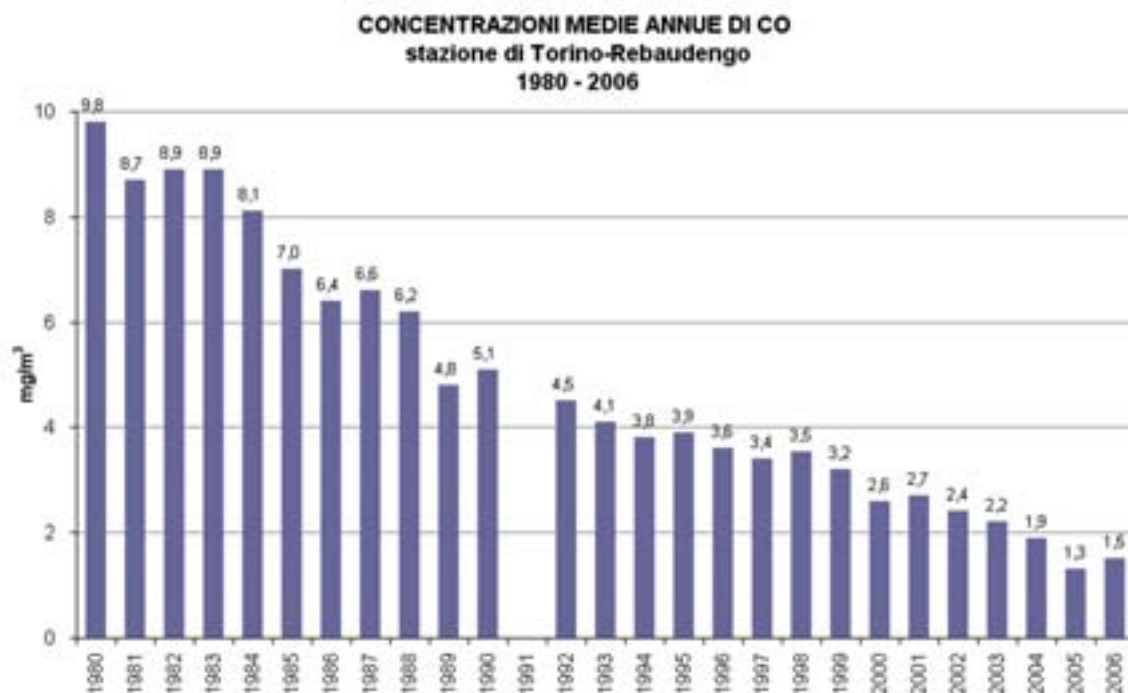
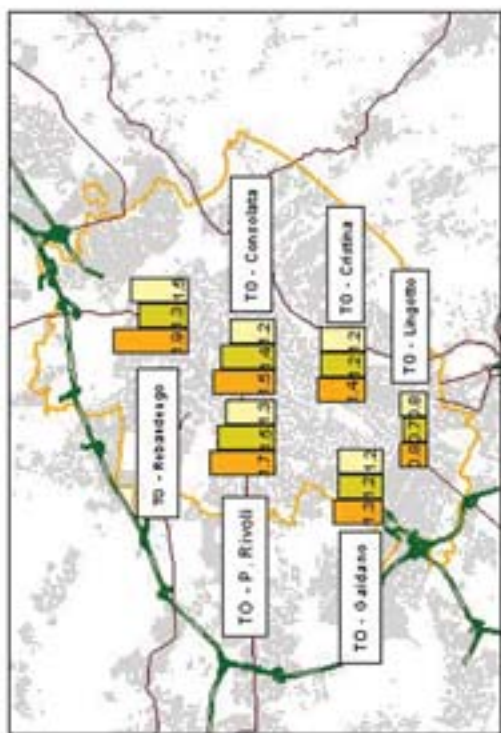


FIGURA 26: parametro CO, concentrazioni medie annuali rilevate presso la stazione di Torino-Rebaudengo dal 1980 al 2006.

STAZIONE	INDIRIZZO	Rendimento strumentale 2006 (% dati validi)	Media Annuale mg/m ³			Valore limite per la protezione della salute umana. Numero di giorni con la media massima calcolata su 8 ore superiore a 10 mg/m ³			Massimo orario mg/m ³		
			2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
CHIERI	C.so Buozzi,1	95	0,6	0,7	0,7	0	0	0	4,5	5,1	4,1
CHIVASSO	Via Torino,1	96	0,8	0,8	0,8	0	0	0	4,9	5,3	4,4
IVREA	P.zza Freguglia	81	1	0,8	0,7	0	0	0	9,4	6,6	6,4
NICHELINO	Via XXV Aprile,111	97	1,3	1,3	1,1	0	0	0	10,9	10,3	8
OULX	Via Roma	77	-	-	0,3	-	-	0	-	-	1,5
PINEROLO	P.zza Alpini,1	95	0,6	0,7	0,7	0	0	0	6,4	4,3	5
RIVOLI	P.zza Togliatti,1	94	0,9	0,7	0,7	0	0	0	6,6	7,1	4,9
SETTIMO	Via Milano,31	91	1,1	1,0	1,1	0	0	0	8,9	5,5	7,5
SUSA	P.zza della Repubblica	94	0,4	0,5	0,5	0	0	0	2,9	3,3	4,8
TO-CONSOLATA	Via Consolata,10	98	1,5	1,4	1,2	0	0	0	9,7	8,3	6,7
TO-GAIDANO	Via Gaidano	97	1,3	1,2	1,2	0	0	0	12,2	9,8	8,4
TO-LINGOTTO	Via A.Monti,21	95	0,8	0,7	0,8	0	0	0	5,2	5,5	5,2
TO-CRISTINA	Via M. Cristina,129	99	1,4	1,2	1,2	0	0	0	7,3	4,9	5,3
TO-REBAUDENGO	P.zza Rebaudengo,23	95	1,9	1,3	1,5	0	0	0	12,3	7,3	7,2
TO-RIVOLI	P.zza Rivoli,4	98	1,7	1,5	1,3	0	0	0	12,1	8,3	9
VENARIA	C.so Garibaldi	98	0,5	0,6	0,7	0	0	0	4,6	3,2	3,2

TABELLA 12: dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il monossido di carbonio.



MONOSSIDO DI CARBONIO 2004/2005/2006
Concentrazioni medie annue (mg/mc)

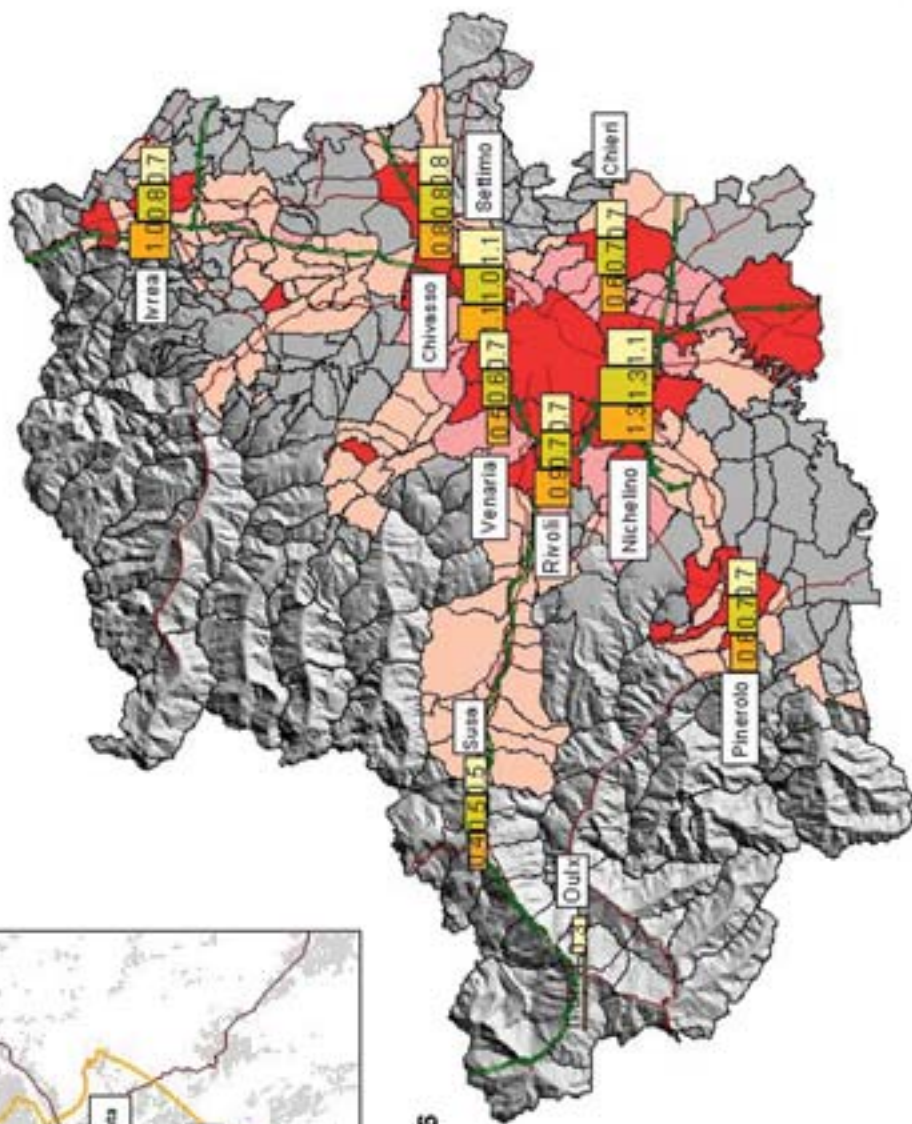


FIGURA 27: carta riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di CO misurate negli anni, 2004, 2005 e 2006.

DESCRIZIONE

Gli ossidi di azoto (NO, N₂O, NO₂ ed altri) sono generati in tutti i processi di combustione, qualsiasi sia il tipo di combustibile utilizzato, quando viene usata l'aria come comburente. 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, in modo particolare per il biossido 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 generato all'interno dello strumento, 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

Nel corso degli ultimi decenni, a differenza di inquinanti quali SO₂, CO, benzene e piombo, i livelli di biossido di azoto non mostrano un trend in discesa e, come per il PM10 il fattore dominante che determina la variabilità negli anni di questo inquinante è la meteorologia. I dati riportati in TABELLA 13, indicano che nel corso del 2006 relativamente a questo inquinante vi è stato un peggioramento della qualità dell'aria rispetto agli anni precedenti, ed in particolar modo ciò è evidente per le stazioni dell'area metropolitana.

Le stazioni di Torino, ad eccezione di To-Consolata e To-Lingotto, sono state caratterizzate da un aumento del valore medio annuale, che quindi va a discostarsi maggiormente, rispetto agli anni precedenti, dal valore limite annuale di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 2010. In FIGURA 28 è mostrata la media annuale di tutte le stazioni della Città di Torino, ed è evidente come non vi sia un tendenza alla riduzione delle concentrazioni di NO₂ ed il valore medio di 78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2006 indica addirittura un innalzamento dei valori.

Su 26 stazioni in cui è monitorato il biossido di azoto, solo 6 rispettano il valore limite annuale; tra esse vi sono quelle più remote come ad esempio Druento-La Mandria e quelle collocate in zone alpine o più ventose come Oulx e Susa. Stazioni della prima cintura di Torino collocate in zone di traffico o in comuni in cui vi sono rilevanti attività antropiche,

mostrano valori medi annuali che vanno dai 54 ai 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grugliasco, Rivoli, Settimo T.se e Nichelino).

Per quanto riguarda l'andamento stagionale nei mesi invernali, gennaio-marzo e novembre-dicembre, si riscontrano i valori più elevati di biossido di azoto, in quanto il ristagno atmosferico causa un progressivo accumulo degli inquinanti emessi dal traffico autoveicolare e dagli impianti di riscaldamento, fonte aggiuntiva della stagione fredda. Tuttavia, essendo il biossido di azoto un inquinante prevalentemente secondario, la variazione stagionale è meno accentuata di quella osservata per gli inquinanti primari e per il PM10 che ha una componente primaria più significativa. In FIGURA 30 si osserva che i superamenti del limite orario si sono verificati prevalentemente nel periodo invernale, tuttavia concentrazioni elevate si possono osservare anche in estate quanto risulta intensa l'attività fotochimica.

In 11 stazioni su 22 il numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) rientra nel limite di 18 consentito dal DM60/2002 per il 2010.

Per questo indicatore la FIGURA 29, mostra la particolare criticità che si è registrata nel corso del 2006 prevalentemente nelle stazioni dell'area metropolitana, ma anche per quelle della prima cintura. Nelle stazioni del Comune di Torino in media vi sono stati 87 superamenti del limite orario rispetto ai 24 del 2006, mentre nella prima cintura sono stati in media 47 rispetto ai 10 dell'anno precedente. La TABELLA 13 indica che l'incremento maggiore nel numero di superamenti si è verificato nelle stazioni di TO-Rebaudengo, TO-Gaidano (più critiche rispetto alle altre anche nel corso del 2005), TO-P.zza Rivoli, Nichelino e Grugliasco, mentre in FIGURA 30 si osserva che tali episodi si sono verificati prevalentemente nei primi due mesi dell'anno.

Una spiegazione di tali dati si può ricercare nella particolare situazione che si è verificata nel periodo in esame. Dal punto di vista meteorologico i mesi di gennaio e febbraio 2006 sono stati caratterizzati da periodi piuttosto lunghi di tempo stabile (a gennaio vi sono stati solo 4 giorni con precipitazioni e 3 a febbraio) con continue inversioni notturne che rappresentano una condizione sfavorevole alla dispersione degli inquinanti. Per quanto riguarda, invece, le emissioni bisogna considerare la particolare situazione che si è venuta a creare in seguito alla preparazione e svolgimento dei Giochi Olimpici. Tra fine dicembre e inizio febbraio erano ancora in piena attività i cantieri che portavano a termine le opere olimpiche, in molti casi è stata variata la viabilità del traffico veicolare per consentire tali lavori e nei giorni precedenti e durante le manifestazioni si è verificato un importante aumento dei volumi di traffico. La situazione atmosferica non ha permesso una soddisfacente dispersione degli inquinanti presenti nell'aria.

A conferma di tale interpretazione i grafici in FIGURA 31 indicano che negli stessi mesi la criticità si è verificata anche per il PM10. A fini esemplificativi è stata riportata la distribuzione delle concentrazioni di PM10 nel mese di Gennaio per le stazioni di TO-Grassi e TO-P.zza Rivoli. Si osserva che se nel corso del 2005 nella stazione di TO-Grassi i valori più alti si collocavano nella classe di concentrazione tra i 150 e 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e la percentuale maggiore di valori si collocava nella classe tra i 100 e 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a gennaio 2006 le classi più popolate sono state quelle corrispondenti a concentrazioni più elevate; il 27% dei valori si sono collocati tra i 150 e 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ed un percentuale di dati pari al 13% è stata addirittura superiore ai 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale spostamento di concentrazioni di PM10 verso valori più elevati è stata ancora più evidente nella stazione di TO-P.zza Rivoli: a gennaio 2005 la maggior parte dei valori si collocava tra i 50 e 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre nel 2006 la classe più popolata è stata quella tra i 150 e 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; una percentuale pari al 6% è stata caratterizzata da valori superiori ai 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per il dettaglio delle elaborazioni relative agli indicatori di legge per il PM10 si rimanda al capitolo relativo.

Superamenti del limite orario si sono avuti anche negli ultimi mesi del 2006 (altro periodo freddo) ed in generale si ripetono nel corso degli anni, testimoniando che la diminuzione delle concentrazioni del biossido di azoto deve rappresentare uno dei principali obiettivi che le amministrazioni dovranno perseguire per la tutela della salute umana e dell'ambiente.

Per rispettare sia il valore limite orario sia il valore limite giornaliero fissati per il 2010 sarà necessario adottare provvedimenti, per le aree urbane, che portino ad una riduzione delle concentrazioni di biossido di azoto in una percentuale variabile fra il 20% e il 50%.

Per quanto riguarda il valore limite annuale per la protezione della vegetazione da applicarsi ai dati misurati nelle stazioni poste in zone rurali, la stazione più indicativa è quella di Druento in quanto collocata all'interno del Parco Regionale La Mandria. Per gli NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$) nel corso del 2006 è stato registrato un valore medio pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che quindi corrisponde al valore limite annuale per la protezione della vegetazione stabilito dal DM 60/2002 e che deve essere rispettato dal 19 luglio 2001.

Per una visualizzazione immediata delle rilevazioni effettuate nella provincia di Torino è rappresentata in FIGURA 32 una cartina riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di NO_2 misurate nel triennio 2004 - 2006.

STAZIONE	INDIRIZZO	Valore limite annuale per la protezione della salute umana (40 µg/m³) Media Annuale						Valore limite orario per la protezione della salute (200 µg/m³) Numero di superamenti						Valore massimo orario						Rendim. strumenti (% dati validi)
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
		ALPIGNANO	Via F.Baracca, 12	62	37	36	39	36	39	0	2	0	1	0	1	n.d.	269	173	217	
BEINASCO	Via S.Pellico, 5	45	52	51	55	49	50	0	1	0	5	5	9	192	207	178	216	215	275	98%
BORGARO	Via Italia	48	42	44	42	38	42	27	1	0	4	0	1	318	230	171	223	199	209	99%
CHIERI	C.so Buozzi, 1	43	38	39	44	42	51	0	0	0	0	1	0	154	156	160	185	201	199	96%
CIRIÉ	Via Teneschie, 2	32	29	31	31	31	32	0	0	0	1	0	0	183	145	132	206	170	142	98%
DRUENTO	Cascina Peppinella	19	22	24	26	20	19	0	0	1	0	0	0	143	182	201	139	109	197	96%
GRUGLIASCO	Via Roma, 15	52	53	52	49	53	54	0	1	2	11	9	64	220	213	220	231	228	302	98%
IVREA (1)	P.zza Freguglia	54	48	50	47	46	50	5	1	5	2	9	23	225	204	251	220	232	274	97%
NICHELINO	Via XXV Aprile, 111	64	71	63	59	65	70	7	59	17	17	43	118	280	274	243	252	307	320	97%
ORBASSANO	Via Gozzano	46	42	40	44	42	46	0	0	0	0	0	0	172	169	143	190	172	181	92%
OULX	Via Roma						22						0						103	99%
PINEROLO	P.zza Alpini, 1	n.d.	46	29	31	30	35	n.d.	0	0	0	2	0	n.d.	171	119	151	283	151	98%
RIVOLI	P.zza Togliatti, 1	n.d.	58	57	60	61	65	n.d.	0	3	6	13	28	n.d.	190	214	235	237	262	98%
SETTIMO	Via Milano, 31	58	72	65	57	67	65	20	73	14	13	35	68	252	345	228	250	276	335	91%
SUSA	P.zza Repubblica	n.d.	25	22	34	25	29	n.d.	0	0	0	0	0	n.d.	107	156	154	108	131	91%
TO-CONSOLATA	Via Consolata, 10	59	72	73	72	67	68	4	20	6	8	11	38	253	258	236	253	234	321	94%
TO-GAIDANO	Via Gaidano	65	68	65	71	65	80	9	23	8	26	38	100	245	316	284	304	393	335	88%
TO-LINGOTTO	Via A.Monti, 21	45	59	54	51	53	53	2	0	3	0	2	39	209	163	207	199	255	268	97%
TO CRISTINA	Via M. Cristina, 129	62	77	74	75	72	81	0	5	3	1	3	46	197	230	220	203	211	284	92%
TO-REBAUDENGO	P.zza Rebaudengo	75	79	71	85	73	94	30	45	4	68	60	188	326	374	285	305	335	340	93%
TO-RIVOLI	P.zza Rivoli, 4	78	73	71	81	84	92	36	26	12	42	34	112	298	276	234	258	287	325	95%
VINOVO	Via Garibaldi, 3	42	43	41	38	40	47	0	0	0	0	0	0	163	157	187	133	156	171	96%

(1) Dal 06/11/2006 è stata spostata in via Liberazione (Ivrea)

TABELLA 13: dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il biossido di azoto.

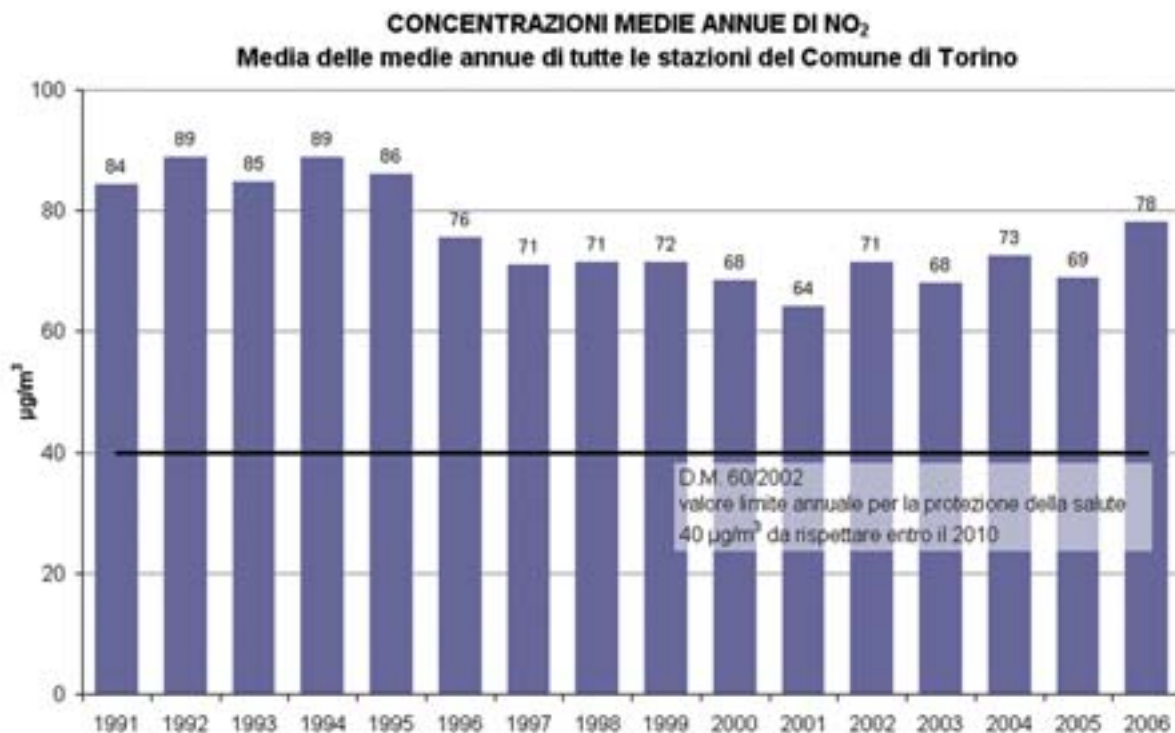


FIGURA 28: parametro NO₂, media delle medie annuali di tutte le stazioni operanti nel comune di Torino negli ultimi anni.

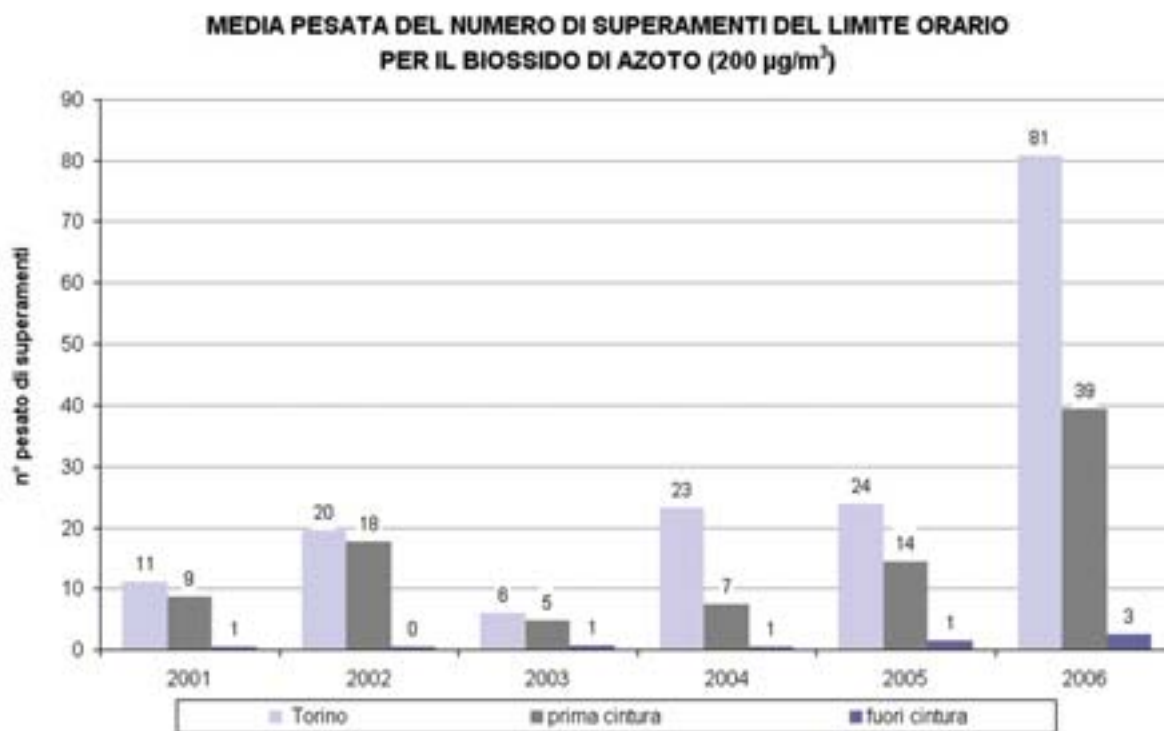


FIGURA 29: parametro NO₂, media pesata del numero di superamenti del limite orario.

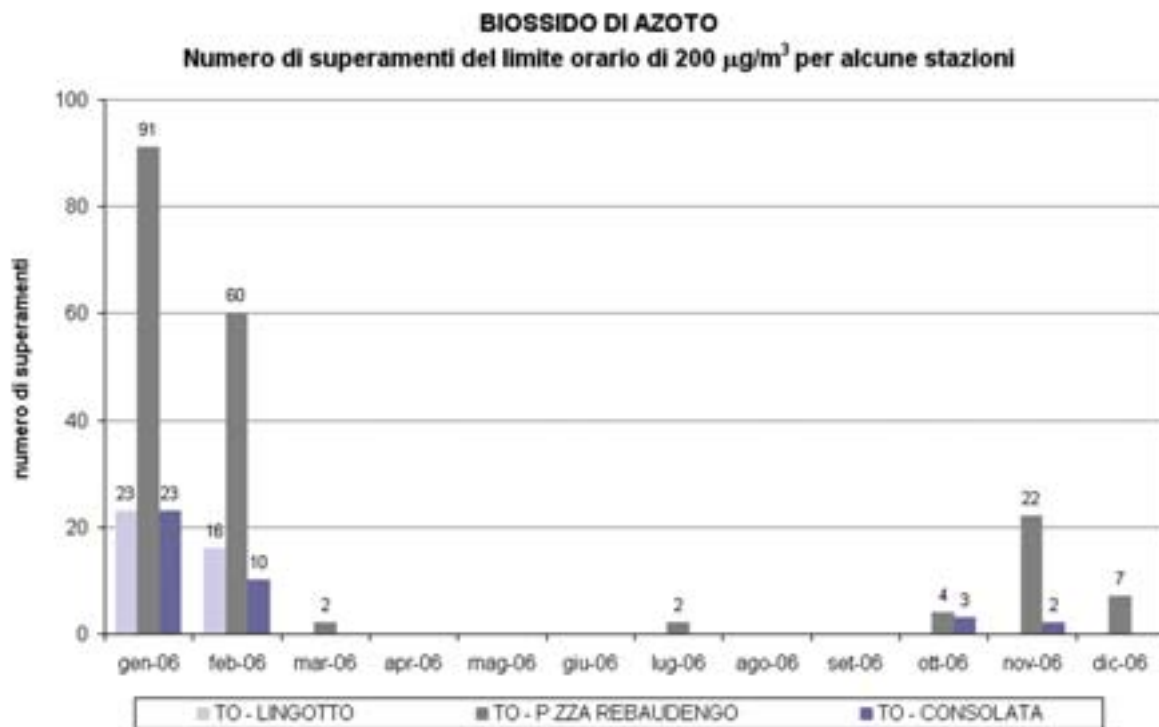


FIGURA 30: numero di superamenti del limite orario di 200 µg/m³, distribuzione per mese, stazioni del Comune di Torino.

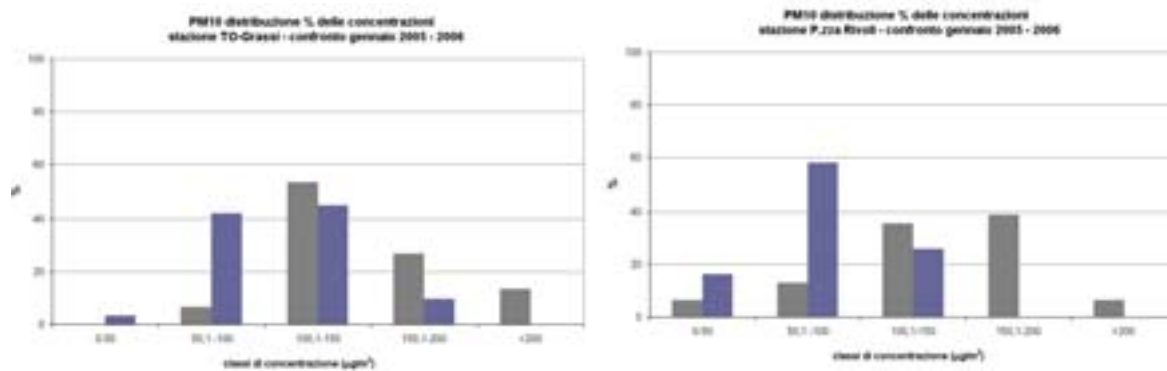


FIGURA 31: distribuzione percentuale delle classi di Concentrazione di PM10 per le stazioni di To - Grassi e To- P.zza Rivoli. Confronto tra i mesi di Gennaio del 2005 (blu) e 2006 (grigio).

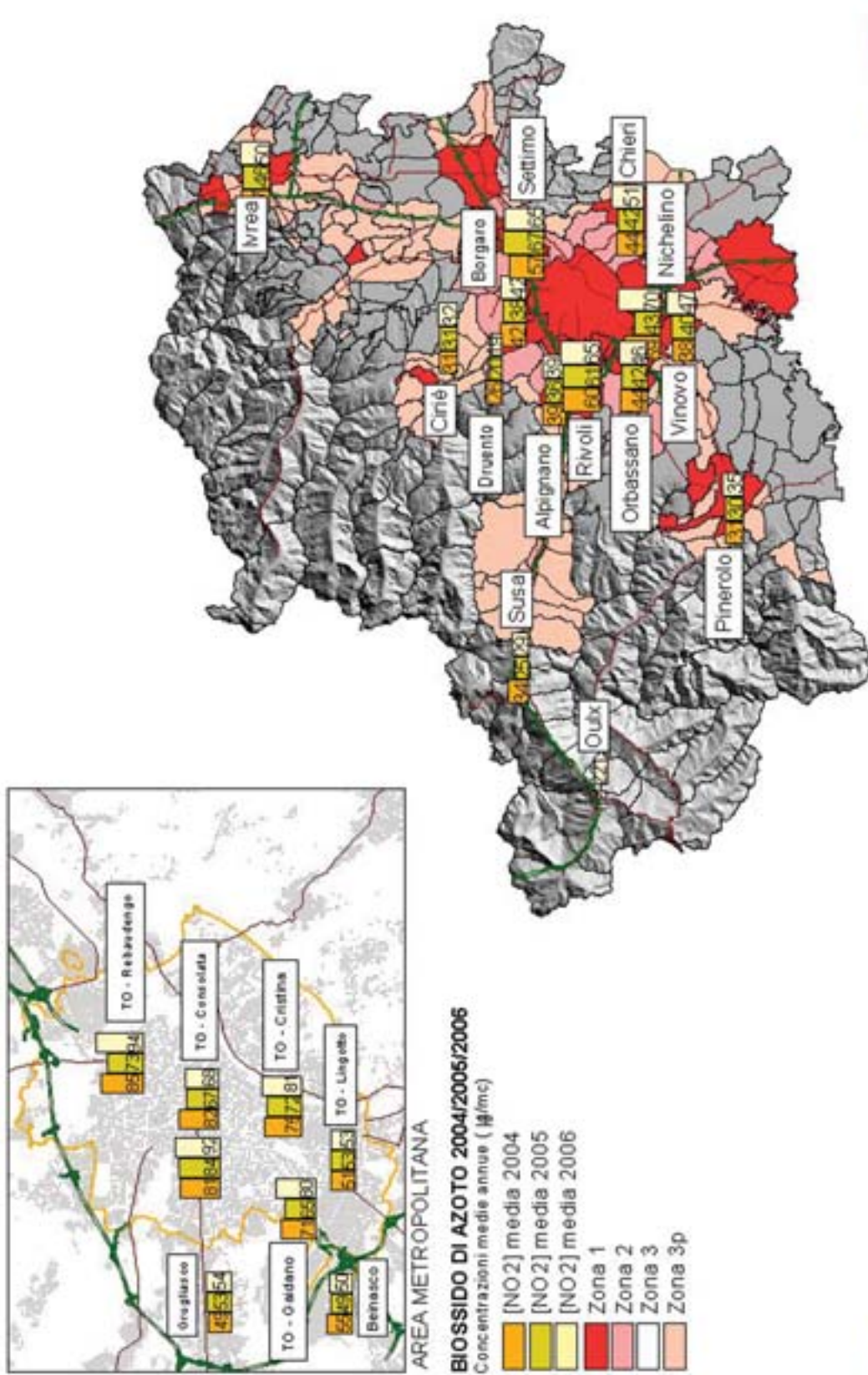
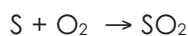


FIGURA 32: carta riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di NO₂ misurate negli anni 2004, 2005 e 2006.

DESCRIZIONE

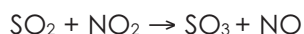
È il naturale prodotto di ossidazione dello zolfo e dei composti che lo contengono allo stato ridotto secondo la reazione:



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 (SO_2) è ossidato a triossido di zolfo (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 agli anni '80, 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 e dal D.Lgs 66 del 21 marzo 2005) insieme al sempre più diffuso uso del gas metano, hanno diminuito sensibilmente la presenza di 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.

METODI 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 SO_2 presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rilevatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di SO_2 presente nell'aria.

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

ESAME DEI DATI

In tutti i siti oggetto di monitoraggio, come si può osservare nel riepilogo statistico riportato in TABELLA 14, 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 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 2006, sono notevolmente inferiori rispetto ai limiti stabiliti su questa base temporale e un'analoga considerazione è valida anche per il limite su base giornaliera.

Il valore limite per la protezione degli ecosistemi è rispettato in tutti i siti di monitoraggio, anche in quelli soggetti ad una forte pressione antropica che non sarebbero idonei per effettuare confronti con tale limite.

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 33.

Il parametro SO_2 non rappresenta una criticità per il territorio della provincia di Torino, sarà comunque opportuno, nel corso dei prossimi anni, mantenere attivo il monitoraggio di tale inquinante per controllare il mantenimento dei risultati raggiunti.

Per una visualizzazione immediata delle elaborazioni effettuate è rappresentata una cartina riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di SO_2 misurate negli anni 2004, 2005 e 2006 (FIGURA 34).



FIGURA 33: parametro SO_2 , massima media giornaliera su base annuale rilevata nell'ultimo trentennio nella stazione di Torino – Consolata.

STAZIONE	INDIRIZZO	Rendimento strumentale. 2006 (% dati validi)	Media Annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$			Valore limite orario per la protezione della salute umana 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 24 volte nell'anno civile Numero di superamenti			Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte nell'anno civile Numero di superamenti			Valore limite per la protezione degli ecosistemi 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Media calcolata sul periodo di riferimento 1 gen - 31 mar e 1 ott - 31 dic			Soglia di allarme 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Numero di superamenti			Massimo orario			
			2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	
BEINASCO	Via S.Pellico, 5	93	6	5	5	0	0	0	0	0	0	0	7	7	8	0	0	0	50	32	44
CIRIÈ	Via Teneschie, 2	94	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	7	8	6	0	0	0	41	28	42
GRUGLIASCO	Via Roma, 15	96	7	7	8	0	0	0	0	0	0	0	9	10	13	0	0	0	61	42	69
IVREA	P.zza Freguglia	81	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	0	0	0	35	33	24
TO-CONSOLATA	Via Consolata, 10	98	5	7	7	0	0	0	0	0	0	0	7	9	12	0	0	0	38	48	57
TO-REBAUDENGO	P.zza Rebaudengo, 23	92	7	8	9	0	0	0	0	0	0	0	9	13	13	0	0	0	53	63	55

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

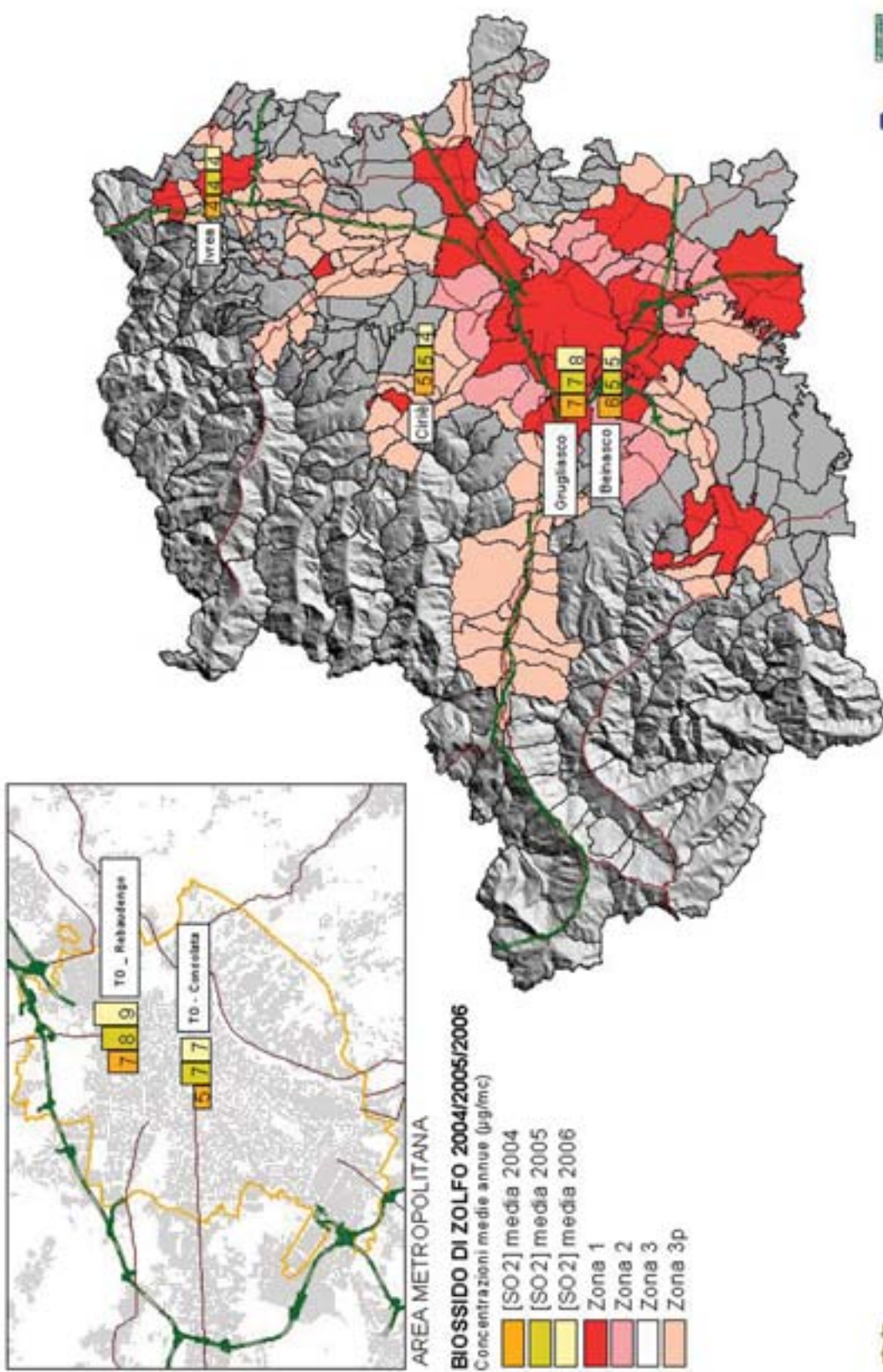


FIGURA 34: carta riportante il valore delle medie annuali delle concentrazioni di SO₂ misurate negli anni 2004, 2005 e 2006.

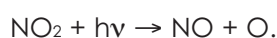
DESCRIZIONE

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 presenza di ozono).

METODO DI MISURA

L'ozono è misurato con un metodo basato sull'assorbimento di radiazioni UV ad una lunghezza d'onda di 254 nm caratteristica delle molecole di O_3 . 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

La norma di riferimento per l'ozono è il D.lgs. 183 del 21 maggio 2004, nel quale sono stabiliti la soglia di informazione e la soglia di allarme, i valori bersaglio e gli obiettivi a lungo termine per i livelli di ozono nell'aria ambiente. Le soglie di informazione e di allarme indicano il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata da parte di gruppi più sensibili della popolazione (informazione) e di tutta la popolazione (allarme). I valori bersaglio, invece, indicano i livelli di concentrazione da conseguirsi entro il 2010 al fine di evitare effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente. Gli obiettivi a lungo termine stabiliscono quelle concentrazioni al di sotto delle quali sono improbabili, in base alle conoscenze attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e sull'ambiente.

In TABELLA 15 sono riportati i superamenti della soglia di informazione e di allarme degli ultimi 5 anni. Da una prima osservazione si può notare come nel corso del 2006 si sia verificato un superamento della soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria per tre ore consecutive), avvenuto nella stazione di Druento nel mese di luglio, che è stato il mese più caldo con una temperatura media di 27°C (2°C in più rispetto all'anno 2005). La soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stata superata in tutti i siti oggetto di rilevamento, con un incremento rilevante rispetto all'anno precedente, con l'eccezione di To-Lingotto, in cui si è rilevata una diminuzione del 64% rispetto all'anno precedente, e Vinovo, dove il numero di superamenti è diminuito del 19%.

STAZIONE	SOGLIA DI INFORMAZIONE $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria numero di superamenti					SOGLIA DI ALLARME $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria per 3 ore consecutive numero di giorni con superamento				
	2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006
ALPIGNANO	47	144	22	21	70	0	0	0	0	0
BORGARO	40	188	35	12	20	0	2	0	0	0
CHIERI	0 ⁽¹⁾	82	5	4	4	0 ⁽¹⁾	0	0	0	0
DRUENTO	64	176	71	72	143	0	2	0	0	1
ORBASSANO	52	107	63	18	30	0	0	0	0	0
OULX				0 ⁽⁴⁾	38				0 ⁽⁴⁾	0
PINEROLO	0 ⁽²⁾	45	0	11	28	0 ⁽²⁾	0	0	0	0
PINO T.se	74	340	57	16	64	0	0	0	0	0
SUSA	34 ⁽³⁾	85	62	14	52	0 ⁽³⁾	0	0	0	0
TO LINGOTTO	80	255	32	56	20	0	0	0	0	0
VINOVO	34	245	58	16	13	0	1	0	0	0

(1) strumento operativo dal 1/8/02 (2) strumento operativo dal 9/10/02
(3) strumento operativo dal 22/07/02 (4) strumento operativo dal 29/11/05

TABELLA 15: ozono, confronto con le soglie di informazione e di allarme come da D.lgs. n. 183/04.

In TABELLA 16 e in TABELLA 17 sono riportati rispettivamente i risultati dei rilevamenti elaborati in modo da poter verificare il conseguimento del valore bersaglio per la protezione della salute umana e il valore bersaglio per la protezione della vegetazione. Entrambi non sono rispettati: la media degli ultimi tre anni dei giorni di superamento del valore bersaglio per la protezione della salute umana è superiore ai 25 giorni consentiti, e la media degli ultimi cinque anni dell'AOT40 è di gran lunga superiore ai $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ previsti.

STAZIONE	DECRETO LEGISLATIVO n. 183 del 21/05/04 Valore bersaglio per la protezione della salute umana numero di giorni con la media massima, calcolata su 8 ore, superiore a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$					
	2002	2003	2004	2005	2006	MEDIA degli ultimi 3 ANNI
ALPIGNANO	78	94	41	51	64	52
BORGARO	66	100	52	47	44	48
CHIERI	3 ⁽¹⁾	101	37	43	28	36
DRUENTO	81	78	84	71	78	78
ORBASSANO	55	85	54	79	55	63
OULX				0 ⁽⁴⁾	70	-
PINEROLO	0 ⁽²⁾	33	33	54	68	52
PINO T.se	95	161	102	95	92	96
SUSA	41 ⁽³⁾	76	77	48	57	61
TO LINGOTTO	70	108	74	65	56	65
VINOVO	79	100	85	50	54	63

(1) strumento operativo dal 1/8/02 (2) strumento operativo dal 9/10/02
(3) strumento operativo dal 22/07/02 (4) strumento operativo dal 29/11/05

TABELLA 16: ozono: confronto degli ultimi anni con i valori bersaglio per la protezione della salute umana.

STAZIONE	DECRETO LEGISLATIVO n. 183 del 21/05/04 Valore bersaglio per la protezione della vegetazione (AOT 40 (18000 µg/m ³ *h)					
	2002	2003	2004	2005	2006	MEDIA degli ultimi 5 anni
DRUENTO	49496	54719	41738	41430	48015	47080
PINO T.se	36428	57345	39640	38725	45344	43496

TABELLA 17: ozono, confronto degli ultimi cinque anni con i valori bersaglio per la protezione della vegetazione.

In TABELLA 18 sono riportati i valori medi annuali e i valori massimi orari degli ultimi sette anni. Analizzando tali dati si ha la conferma di quanto evidenziato in questi ultimi anni, ossia che l'ozono è un inquinante sostanzialmente ubiquitario e, a differenza di quanto avviene per gli inquinanti di tipo primario, situazioni critiche possono riscontrarsi in zone distanti dai grossi centri urbani o in zone in quota. Infatti la media annua più alta è quella della stazione di Pino Torinese (77 µg/m³) e a seguire quella di Oulx (65 µg/m³) e Pinerolo (57 µg/m³). Si può notare inoltre come in nessuno dei siti di misura è rispettato il limite di protezione dei beni materiali di 40 µg/m³, tranne nella stazione di To-Lingotto, dove il valore medio annuale è pari al valore limite.

STAZIONE	Valori Medi Annuali (µg/m ³)							Valore Massimo Orario (µg/m ³)							% dati validi
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
ALPIGNANO	47	*	50	55	46	46	47	245	*	259	247	249	218	267	98
BORGARO	52	52	45	52	46	44	43	251	271	251	266	238	195	246	92
CHIERI			39 ⁽¹⁾	52	45	45	42			170 ⁽¹⁾	225	186	195	195	96
DRUENTO	52	57	51	52	65	55	51	285	324	264	270	269	243	281	95
ORBASSANO	50	*	41	48	45	49	46	289	*	241	236	235	198	206	94
OULX						47 ⁽⁴⁾	65						95 ⁽⁴⁾	224	99
PINEROLO			16 ⁽²⁾	49	52	59	57			86 ⁽²⁾	237	168	197	213	98
PINO T.SE	86	92	77	89	77	77	77	220	257	262	238	226	206	223	98
SUSA			56 ⁽³⁾	63	60	55	55			215 ⁽³⁾	228	228	196	235	94
TO LINGOTTO	42	43	43	52	43	43	40	225	246	230	242	224	228	201	96
VINOVO	45	46	41	49	43	40	43	240	242	203	245	211	201	198	96

(*) dato non disponibile per insufficiente rendimento strumentale

(1) strumento operativo dal 1/8/2002 (2) strumento operativo dal 9/10/2002
(3) strumento operativo dal 22/07/2002 (4) strumento operativo dal 29/11/2005

TABELLA 18: ozono, dati statistici relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano l'ozono.

Riportando in grafico l'indice di criticità, definito come il valore percentuale dei superamenti della soglia di informazione calcolato sul totale dei dati validi, si ha un quadro semplice della distribuzione temporale (FIGURA 35) e spaziale (FIGURA 36) dell'ozono nella provincia torinese.

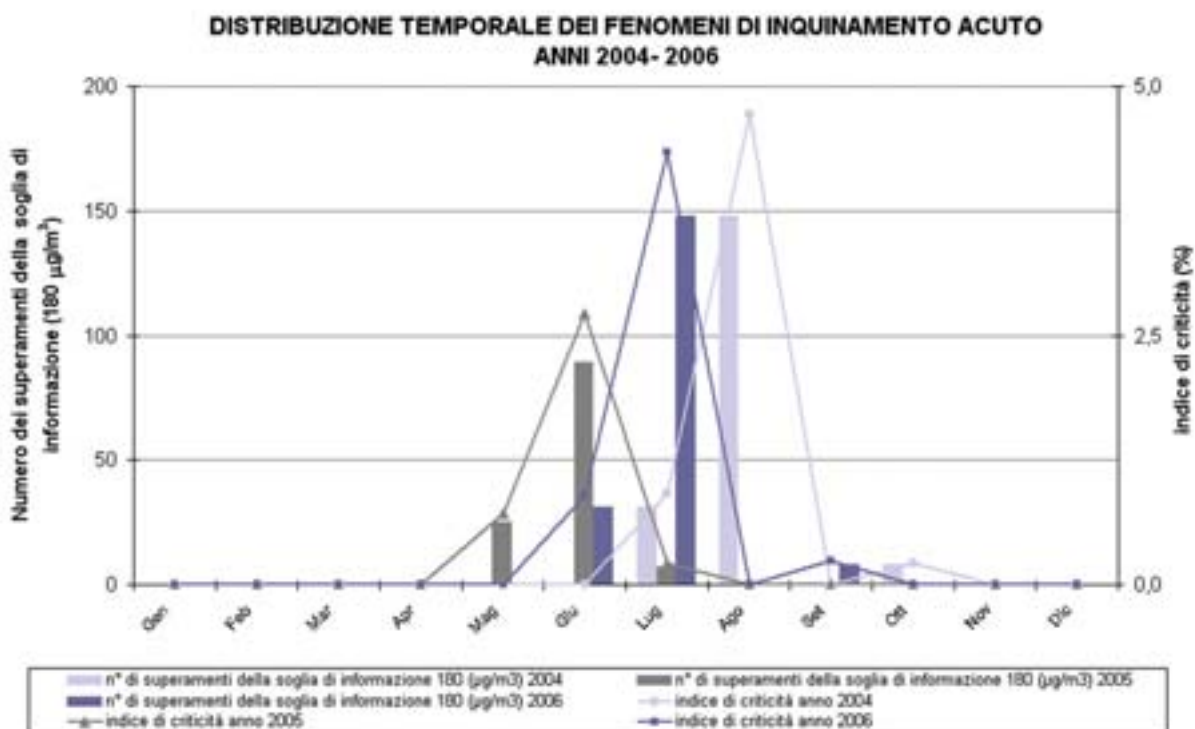


FIGURA 35: ozono, distribuzione temporale dei fenomeni di inquinamento acuto.

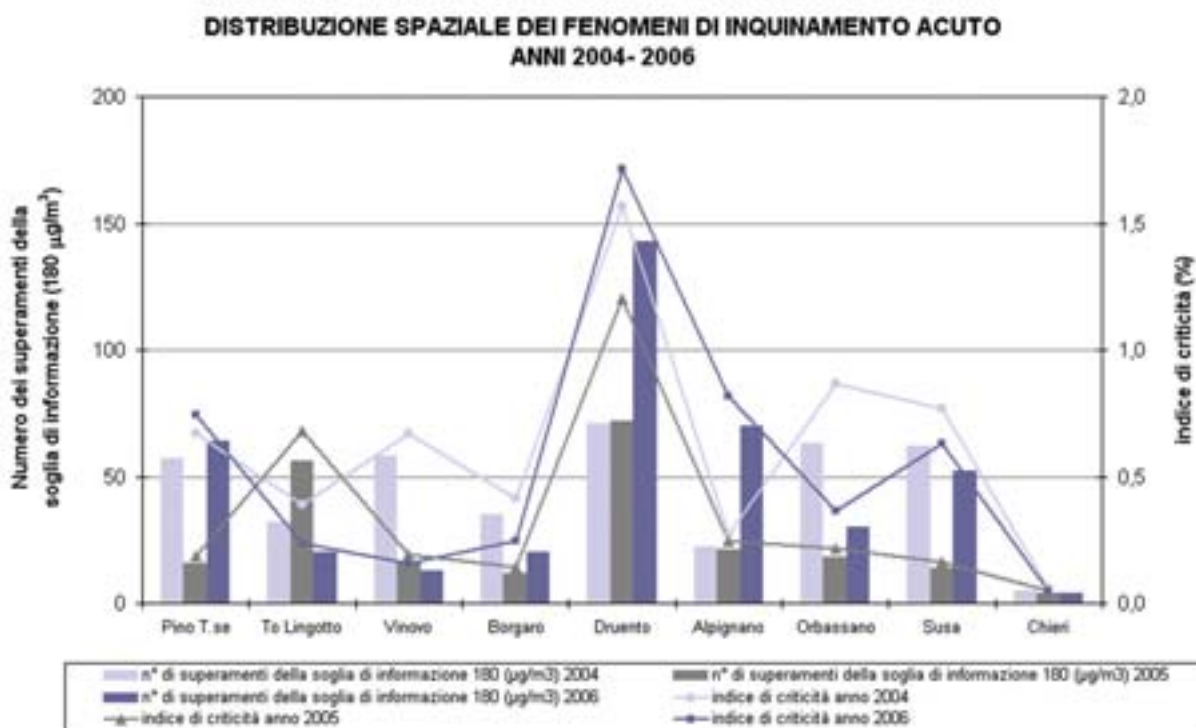


FIGURA 36: ozono, distribuzione spaziale dei fenomeni di inquinamento acuto

Dall'analisi di questi grafici si conferma quanto già dimostrato dagli indicatori statistici e cioè che l'ozono è un inquinante presente sul nostro territorio in modo preponderante, sia in termini di diffusione spaziale, sia in relazione alle elevate concentrazioni che si raggiungono nei periodi critici.

L'ozono presenta un andamento tipico stagionale e giornaliero con massimi di concentrazione nella stagione calda, fra maggio e settembre (con picchi quest'anno nel mese di luglio, come si può vedere in FIGURA 35), e nel primo pomeriggio, come evidenziato nell'involuppo medio orario riportato in FIGURA 37.

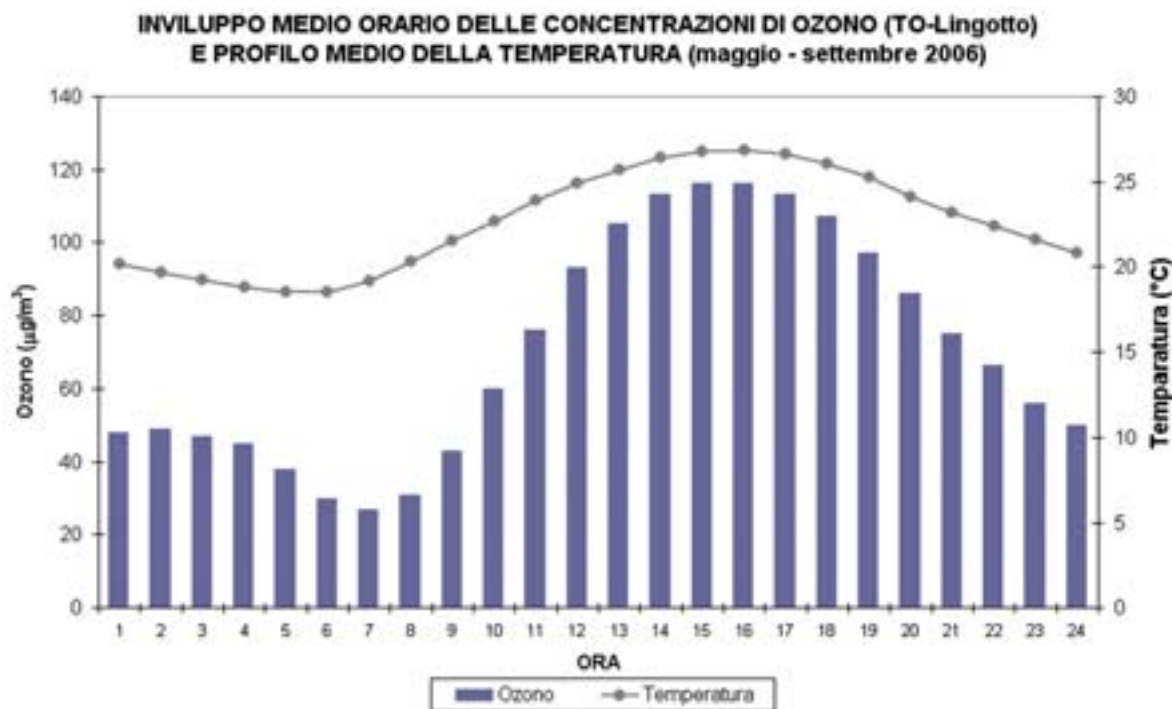


FIGURA 37: ozono, involuppo medio orario e profilo medio della temperatura – maggio settembre 2006.

Le condizioni climatiche, infatti, esercitano un ruolo fondamentale nel determinare le concentrazioni dell'inquinante a livello della troposfera, sia per il verificarsi di condizioni che favoriscono episodi di accumulo (elevata insolazione, alte temperature, condizioni di alta pressione), sia per il ruolo che la radiazione solare ha nei meccanismi di reazione di formazione dell'O₃ in presenza di COV (composti organici volatili) e NO_x (ossidi di azoto). Fatte queste premesse, si riportano in FIGURA 38 e in FIGURA 39 i valori di precipitazione e della media delle temperature massime degli ultimi cinque anni nel periodo estivo. Si osserva che da giugno a settembre del 2006 le temperature massime sono state mediamente superiori rispetto all'anno 2005 e c'è stata una modesta quantità media di pioggia, ad esclusione del mese di settembre, ma l'indice di criticità risulta essere confrontabile con quello degli anni precedenti fatta eccezione per l'anno 2003, anno caratterizzato da anomale condizioni climatiche. Risulta anche interessante l'analisi delle serie storiche delle concentrazioni di ozono rilevate nel corso degli ultimi 14 anni (FIGURA 40) che mostra una sostanziale stabilità dei valori di concentrazione, con una leggera variabilità dovuta alla situazione meteorologica del singolo anno. Ciò sottolinea ancora la gravità del fenomeno, e la necessità di intervenire in modo strategico nel territorio per ridurre i flussi di inquinanti precursori dell'ozono.

A conclusione, si riportano i valori delle medie delle concentrazioni di ozono rilevate nei mesi estivi negli anni 2004, 2005 e 2006: tale raffigurazione è fortemente esemplificativa di come gran parte del territorio della provincia di Torino sia interessato in modo omogeneo dal fenomeno di inquinamento di ozono (FIGURA 41).

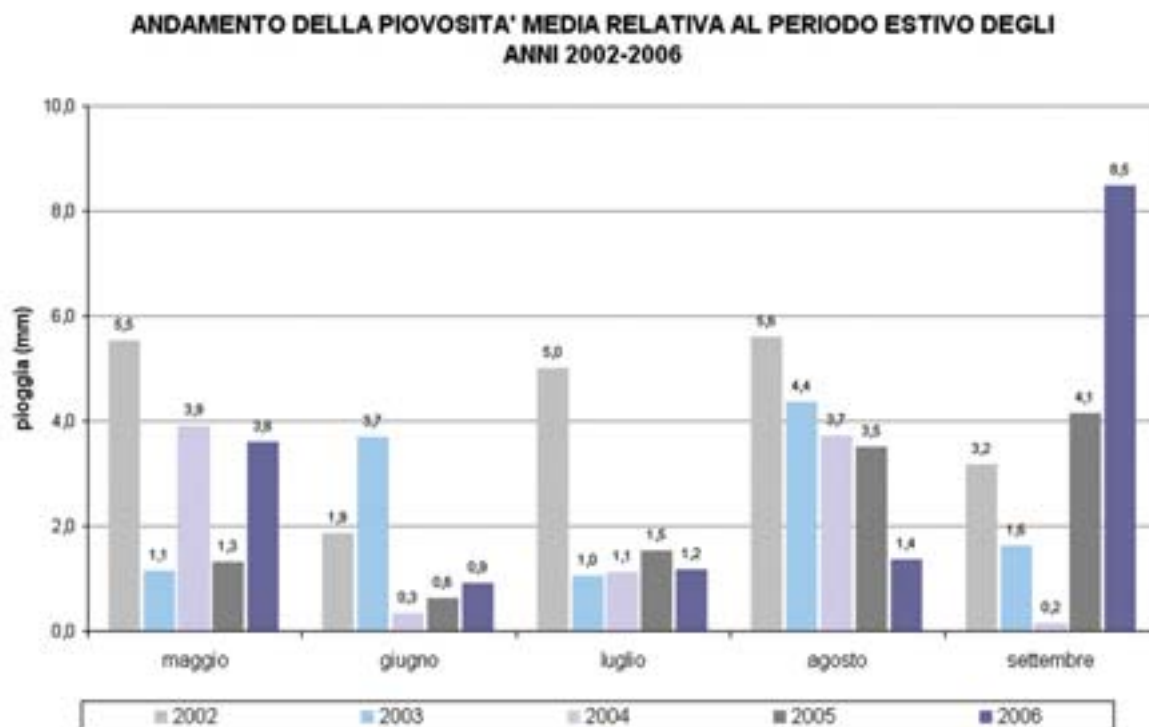


FIGURA 38: andamenti della piovosità nei periodi maggio – settembre 2002 - 2006.

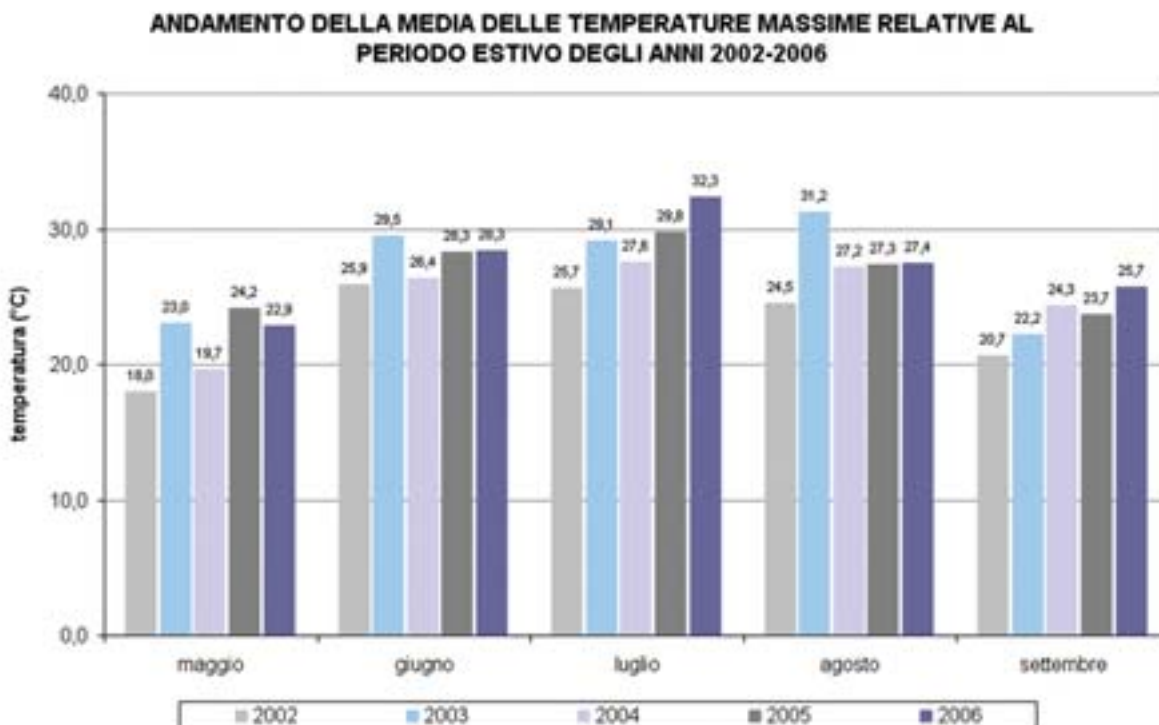


FIGURA 39: andamenti della media delle temperature massime relative ai periodi maggio – settembre 2002 - 2006.

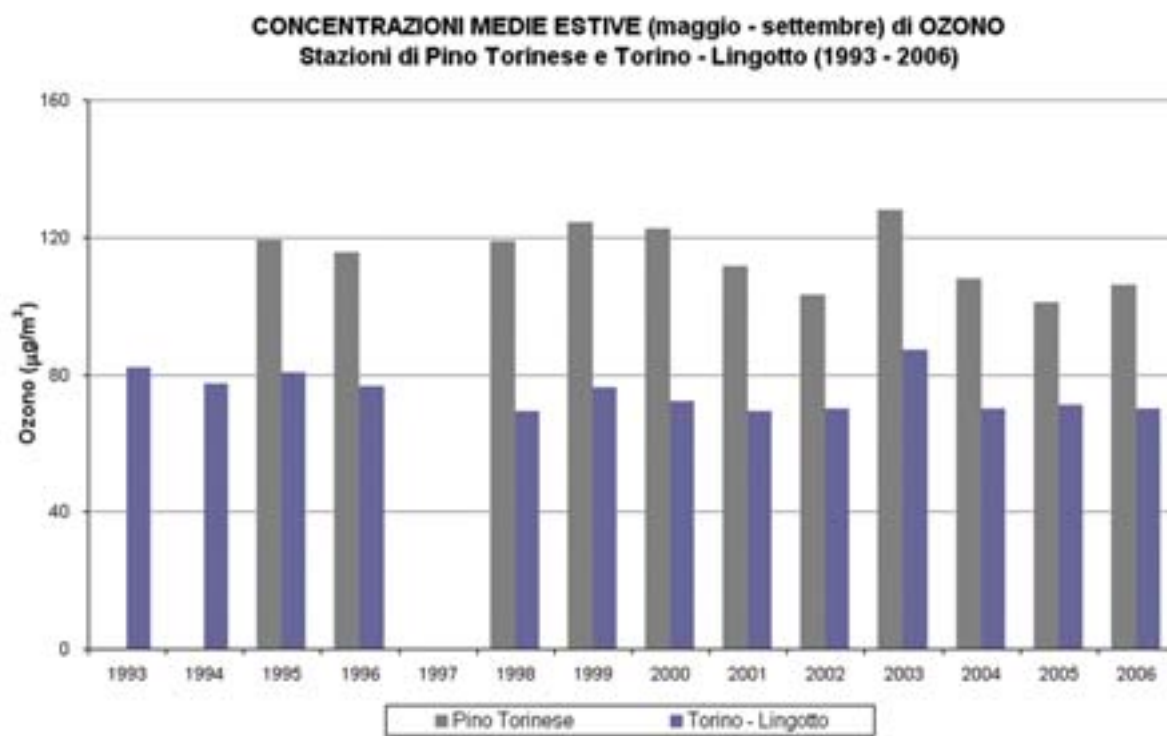


FIGURA 40: ozono, medie del periodo maggio-settembre degli ultimi 14 anni.

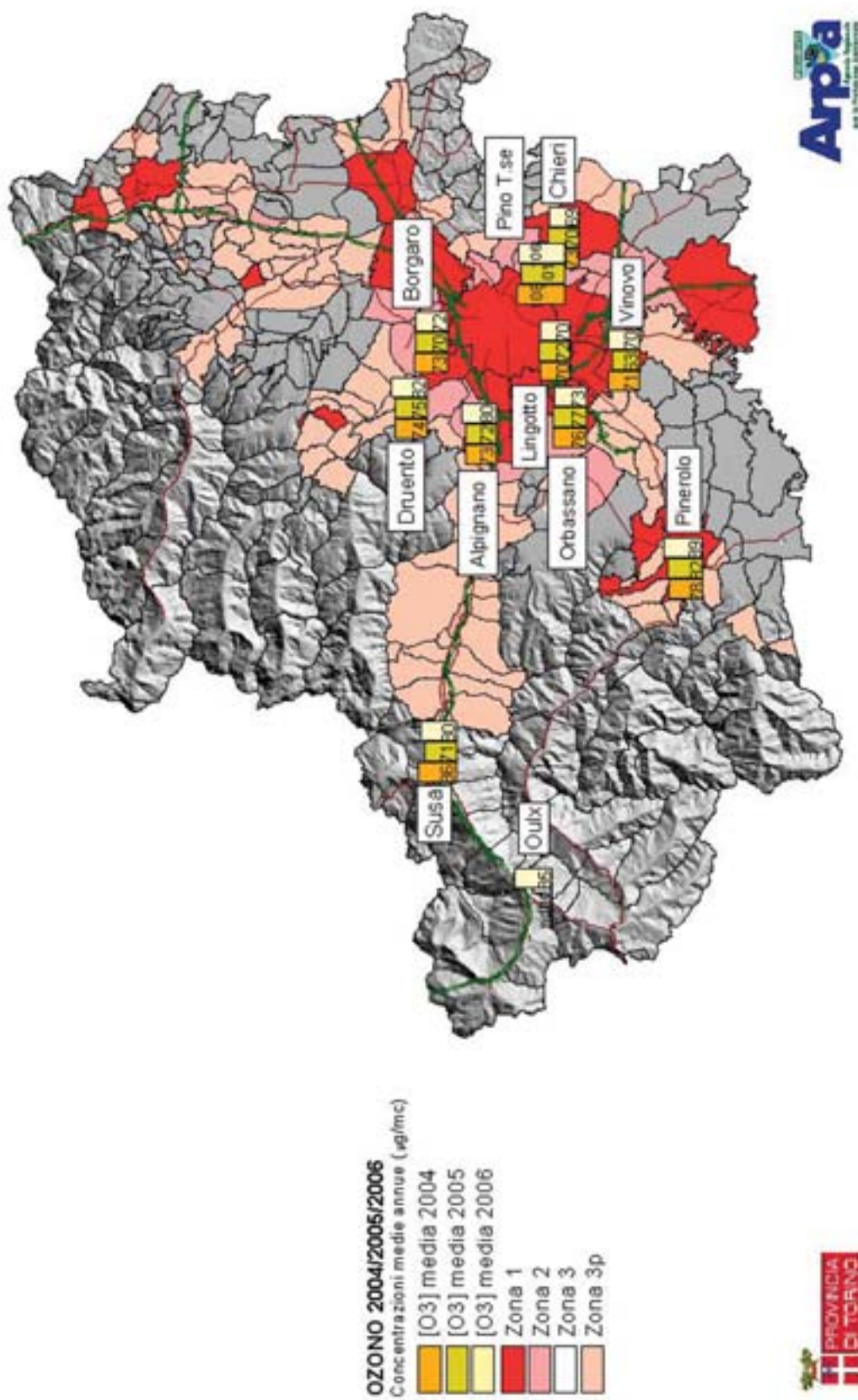


FIGURA 41: carta riportante il valore della media delle concentrazioni di O₃ misurate nei mesi estivi (maggio-settembre) negli anni 2004, 2005 e 2006.

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 fotoionizzazione. Dal 2 maggio 2005 è in funzione un analizzatore di benzene anche presso la stazione di rilevamento di Rivoli.

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 per la protezione della salute umana secondo il DM 2/4/2002 n. 60, è di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale da rispettare entro il 1/1/2010.

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.

I valori registrati negli ultimi anni hanno evidenziato una costante diminuzione delle concentrazioni di benzene nell'aria determinata dall'introduzione, dal luglio 1998, del limite dell'1% del tenore di benzene nelle benzine e dall'aumento nel tempo della percentuale di auto catalizzate sul totale del parco circolante.

Nella stazione di via Consolata nel 2006 è stato registrato un valore medio annuo di $3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale dato si presenta in controtendenza rispetto all'andamento degli ultimi 10 anni in quanto la media rilevata nell'anno 2005 era di $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (FIGURA 42). Occorre però evidenziare che l'aumento delle concentrazioni è assolutamente modesto e, considerando le diverse caratteristiche meteorologiche degli anni 2005 e 2006, non può essere ritenuto significativo. Nel Comune di Rivoli la media dei valori rilevati è pari a $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Viene, quindi, ampiamente rispettato, in entrambe le postazioni, il limite di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto per il 31/12/2005 e si consegue anche il rispetto del valore di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ su base annuale da raggiungere entro il 1/1/2010.

La tendenza alla diminuzione delle concentrazioni di benzene, dopo lo stallo avvenuto nel 2006, dovrà essere verificata nei prossimi anni anche per valutare se le politiche di rinnovo del parco veicolare sono ancora efficaci per la riduzione di questo inquinante.

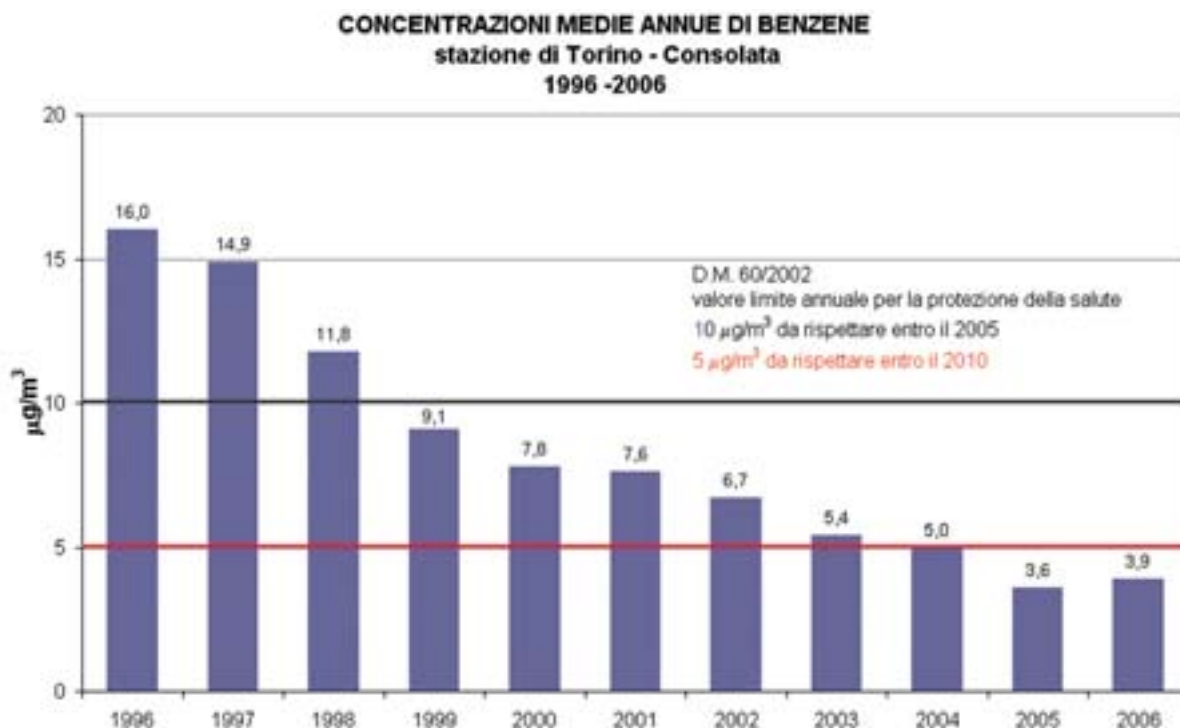


FIGURA 42: concentrazioni medie annue di benzene rilevate presso la stazione di Torino-Consolata negli anni 1996-2006.

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 del metallo, 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 α_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:

- 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 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 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).

- 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 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/m³ in aria ambiente. Fumare 40 sigarette al giorno può condurre ad un'inalazione di 2-23µg di nichel. La sua pericolosità per le vie respiratorie, dipende dalle dimensioni e dalla solubilità delle particelle che si formano (0,5-2,0 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).

DANNI CAUSATI

Tra i metalli che sono stati oggetto di monitoraggio, quelli di maggiore rilevanza sotto il profilo tossicologico sono il nichel, il cadmio, e il piombo. I composti del nichel e del cadmio sono classificati dalla Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro come cancerogeni per l'uomo; l'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che, a fronte di una esposizione ad una concentrazione di nichel nell'aria di 1 µg/m³ 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 quarzo, con frequenza giornaliera. Da ogni singolo filtro è prelevata una porzione di superficie nota che viene successivamente aggregata con le altre relative allo stesso mese in modo da costituire un campione mensile. Il campione così composto viene sottoposto ad un trattamento di mineralizzazione con acido nitrico e perossido di idrogeno in forno a microonde al fine di portare in soluzione gli ioni metallici. La loro concentrazione, nella soluzione così ottenuta, è determinata mediante spettrometria di massa ICP-MS (spettrometro di massa a quadrupolo con sorgente al plasma). Il metodo utilizzato è l'UNI EN 14902:2005 (Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione di Pb, Cd, As e Ni nella frazione PM10 del particolato in sospensione).

ESAME DEI DATI

Nei primi mesi del 2006 è stato messo a punto il metodo di analisi UNI EN 14902:2005 (Metodo normalizzato per la determinazione di Pb, As, Cd e Ni nella frazione PM10 del particolato in sospensione). Per un adeguato confronto dei dati, oltre ai campioni di PM10 prelevati nel corso del 2006, sono stati sottoposti ad analisi anche i campioni relativi agli anni 2004 e 2005 che erano stati conservati in freezer. Nelle tabelle seguenti sono pertanto riportati i dati relativi all'anno 2006, disaggregati su base mensile, e le medie annuali per gli anni precedenti.

L'unico metallo per il quale esiste un riferimento normativo nazionale è il piombo, per il

quale è previsto un valore limite come media annuale di $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a decorrere dal 1 gennaio 2005 (DM 60/2002). Per gli altri metalli vi è la Direttiva Europea 2004/107/CE del 15 dicembre 2004, in fase di recepimento, che fissa i valori obiettivo da raggiungere entro il 31/12/2012 e riportati nella TABELLA 19.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 dicembre 2004 - 2004/107/CE	
Inquinante	Valore obiettivo media annuale da raggiungere entro il 31/12/2012
Arsenico	$6 \text{ ng}/\text{m}^3$
Cadmio	$5 \text{ ng}/\text{m}^3$
Nichel	$20 \text{ ng}/\text{m}^3$

TABELLA 19: valori obiettivo fissati dalla Direttiva Europea del 15 dicembre 2004

Per una corretta interpretazione dei risultati occorre tener conto che :

- i dati della stazione di Ivrea da gennaio a novembre sono riferiti al sito di P.zza Freguglia, caratterizzato da elevati flussi veicolari, mentre nel mese di dicembre la cabina è stata spostata in Viale della Liberazione, ubicato in una zona con più spiccate caratteristiche residenziali;
- nella stazione di Torino-Lingotto il PM10 è campionato con uno strumento automatico, nel quale la determinazione della massa di particolato avviene mediante la misurazione dell'attenuazione di radiazioni beta prodotte da una sorgente radioattiva interna allo strumento, mentre in tutte le altre stazioni la determinazione è di tipo gravimetrico. Per ragioni tecniche nel primo quadrimestre non è stato possibile effettuare le analisi dei metalli sul particolato PM10 derivante da questa stazione, per cui non è disponibile la percentuale minima di dati prevista dall'Allegato IV alla Direttiva 2004/107/CE (90%) per il calcolo della media annuale dei vari metalli. Nella stessa stazione sono stati invece analizzati i metalli sulla frazione PM2,5 del particolato in sospensione determinato per via gravimetrica;
- le medie annuali indicate in tabella per ogni stazione sono ricavate a partire dalle medie giornaliere, e possono presentare leggere differenze rispetto al valore ricavabile a partire dalle medie mensili a causa del diverso peso statistico dei diversi mesi;
- in caso di valori inferiori al limite di quantificazione strumentale, per il calcolo della concentrazione media, il valore è stato posto pari alla metà del limite di rilevabilità;
- nel 2004, 2005 e gennaio 2006 per il campionamento del particolato sono stati usati filtri in fibra di vetro, mentre da febbraio 2006 sono in uso filtri in quarzo; dall'analisi dei filtri bianchi si è osservato che per As e Cd in entrambe le matrici i livelli sono ai limiti della rilevabilità strumentale, mentre per Pb, ma soprattutto per il Ni si sono rilevate delle contaminazioni dei supporti in vetro e, seppure in misura minore, anche in quelli di quarzo. Nel caso del nichel, data la variabilità di tali contaminazioni anche all'interno dello stesso lotto di filtri, non è stato possibile determinare valori di bianco dei supporti filtranti sufficientemente accurati. Le concentrazioni di nichel riportate in tabella, di conseguenza, non sono sottratte del bianco, hanno quindi valore indicativo e andranno confermate nel corso dell'anno 2007, durante il quale, per il campionamento del PM10, saranno utilizzati esclusivamente nuovi filtri in fibra di quarzo, che presentano residui di Nichel significativamente inferiori, anche se non trascurabili;

Dalle tabelle riportanti i dati per ogni singola stazione si osserva un complessivo miglioramento della qualità dell'aria relativamente alla presenza di metalli nelle polveri inalabili, infatti per i quattro metalli analizzati nel corso del 2006 sono state rilevate, in tutte le stazioni, quantità inferiori rispetto agli anni precedenti. I valori più bassi si sono trovati nei campioni delle stazioni di Druento-La Mandria, Ivrea, Pinerolo e Susa, mentre concentrazioni maggiori caratterizzano le stazioni dell'area metropolitana.

Per l'arsenico è ampiamente rispettato il valore obiettivo previsto per il 2012, con valori medi annuali nel 2006 di circa $1 \text{ ng}/\text{m}^3$; i valori rilevati nella maggior parte dei casi erano

inferiori al limite di quantificazione strumentale. Il valore maggiore pari a $2,1 \text{ ng/m}^3$ è stato registrato nella stazione di To-Lingotto (PM10 Beta).

I valori medi annuali per il cadmio sono di un ordine di grandezza inferiori rispetto all'obiettivo previsto dalla Direttiva Europea, con valori maggiori rilevati nelle centraline metropolitane; la concentrazione più elevata ($0,75 \text{ ng/m}^3$) di cadmio è stata determinata presso l'I.T.I.S. Grassi (Strada Aeroporto), stazione ubicata in una zona ad elevato traffico veicolare prossima ad insediamenti industriali, mentre i valori più bassi corrispondono ai siti di Susa e Druento-La Mandria.

Nelle stazioni della città di Torino nel corso del 2006 sono stati rilevati valori di nichel pari o di poco superiori al valore obiettivo di 20 ng/m^3 previsto dalla Direttiva Europea: il valore inferiore (19 ng/m^3) corrisponde alla centralina di To-Lingotto (tuttavia, poiché non sono disponibili i dati del primo quadrimestre, il dato annuale è con tutta probabilità sottostimato), quello maggiore pari a 25 ng/m^3 è relativo a To-P.zza Rivoli. Nelle altre centraline della provincia di Torino il valore obiettivo è stato rispettato. Come sottolineato nelle premesse, i dati relativi al nichel sono comunque da considerarsi indicativi.

Per quanto riguarda il piombo i valori sono più di un ordine di grandezza inferiori al limite previsto dal DM 60/2002, confermando la tendenza al netto miglioramento della qualità dell'aria relativamente a questo parametro, determinata dall'eliminazione dal commercio della benzina super, che conteneva composti di questo metallo come antidetonanti. Osservando la serie storica dal 1973 riportata in FIGURA 43, è evidente come attualmente i valori siano ridotti ad 1/100 di quelli registrati all'inizio degli anni settanta e come la situazione sia decisamente positiva per quanto riguarda la probabile esposizione della popolazione al piombo aerodisperso.

Come per il cadmio il livello più elevato ($0,042 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) è stato registrato presso l'I.T.I.S. Grassi (Strada Aeroporto), dove tuttavia anche il valore mensile più elevato raggiunge il 20% del valore limite annuale. La concentrazione più bassa pari a $0,014 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ è relativo alla stazione di Druento-La Mandria.

In FIGURA 44 è mostrato l'andamento stagionale delle concentrazioni di Piombo rilevate nelle stazioni di To-I.T.I.S. Grassi, Druento-La Mandria e To-Consolata, rispettivamente le stazioni con i valori maggiori, quelli minori e con la serie storica più lunga. Risulta evidente che le concentrazioni di piombo dipendono in modo rilevante dalle condizioni meteorologiche presenti nel corso dell'anno, con valori più elevati nei periodi più freddi.

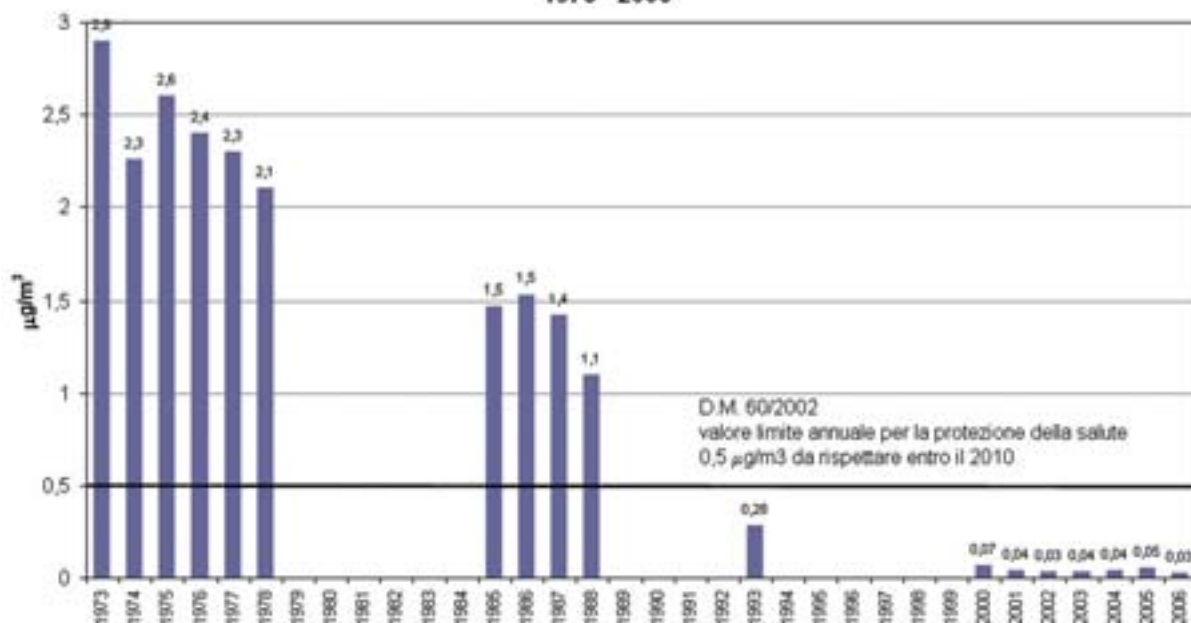
Un andamento stagionale, anche se non così marcato, si osserva anche per cadmio e nichel². Per l'arsenico l'andamento stagionale è meno evidente in quanto la maggior parte dei valori sono al di sotto del limite di rilevabilità strumentale; va tuttavia osservato che i valori si discostano da tale limite proprio nei mesi più freddi, ed in particolare durante Gennaio e Febbraio 2006.

Nel corso del 2006 sono stati sottoposti ad analisi anche i filtri della stazione di To-Lingotto su cui è stato campionato il PM_{2,5}. Per valutare il tenore dei vari metalli sulla frazione più sottile del particolato, rispetto al PM₁₀, sono stati presi in considerazione i mesi da maggio a dicembre 2006, in quanto nel primo quadrimestre i dati di PM₁₀ non erano disponibili. Da tali confronti emerge che cadmio e piombo sono maggiormente concentrati nella frazione più sottile con percentuali pari rispettivamente al 68% e 66% della quantità totale rilevabile nel PM₁₀. Nel caso del nichel tale percentuale è del 44%, mentre per l'Arsenico non è possibile quantificarla, in quanto tutti i valori sul PM_{2,5} sono inferiori al limite di rilevabilità.

FIGURA 43: parametro piombo, medie annuali misurate presso la stazione di To-Consolata

² Per una corretta interpretazione dei dati va sottolineato che la già citata presenza di Ni nel supporto di campionamento ha un peso percentuale maggiore quando le concentrazioni del metallo nel particolato sono inferiori.

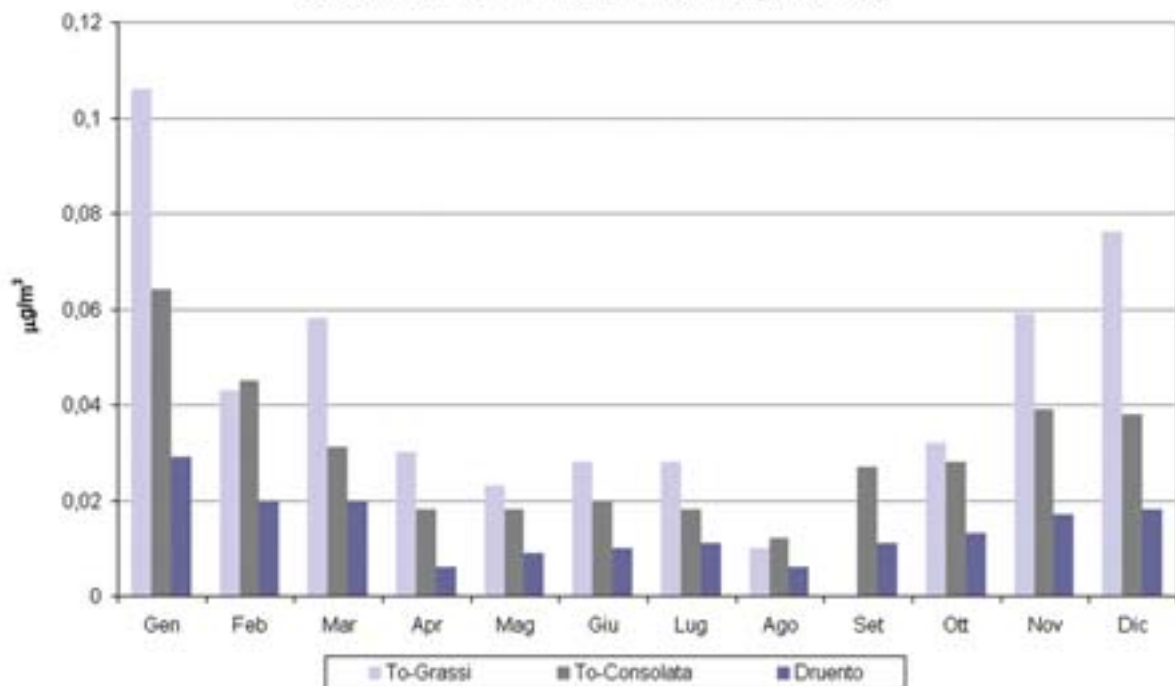
CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI PIOMBO
 stazione di Torino - Consolata
 1973 - 2006



nel periodo 1973 – 2006.

FIGURA 44: andamento stagionale del Piombo, stazioni di To-ITIS Grassi, To-Consolata,

CONCENTRAZIONI MENSILI DI PIOMBO (Anno 2006)



Druento-La Mandria

DESCRIZIONE

STAZIONE DI BORGARO	Riepilogo Annuale			Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Piombo µg/m ³	0,025	0,055	0,042	0,066	0,032	0,026	0,01	0,016	0,021	0,017	0,008	0,022	0,019	0,03	0,034
Arsenico ng/m ³	1,34	3,54	2,67	4,13	2,29	2,07	1,21	0,9	0,93	0,9	0,76	0,74	0,72	0,74	0,78
Cadmio ng/m ³	0,57	1,23	2,67	1,24	0,92	0,92	0,25	0,36	0,19	0,37	0,15	0,44	0,58	0,74	0,62
Nichel ng/m ³	17,47	36,29	25,1	37,15	27,46	29,39	15	17,93	13,4	12,97	9,01	9,42	12,54	11,88	14

TABELLA 20: concentrazioni di metalli rilevate nella stazione di Borgaro.

STAZIONE DI BUTTIGLIERA	Riepilogo Annuale			Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Piombo µg/m ³	0,023	0,053	0,069	0,059	0,032	0,021	0,011	0,017	0,023	0,015	0,008	0,019	0,019	0,03	0,031
Arsenico ng/m ³	1,05	4,31	2,69	3,27	0,99	0,89	0,92	0,94	0,95	0,89	0,69	0,72	0,7	1,45	0,72
Cadmio ng/m ³	0,51	1,13	2,66	1,31	0,99	0,72	0,19	0,28	0,38	0,19	0,07	0,38	0,58	0,58	0,6
Nichel ng/m ³	16,38	29,45	22,19	32,72	23,75	23,23	18,47	14,16	13,34	15,28	5,61	13,23	13,76	14,49	11,94

TABELLA 21: concentrazioni di metalli rilevate nella stazione di Buttigliera.

STAZIONE DI CARMAGNOLA	Riepilogo Annuale			Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Piombo µg/m ³	0,019	0,044	0,037	0,043	0,028	0,023	0,008	0,013	0,011	0,014	0,006	0,013	0,017	0,026	0,025
Arsenico ng/m ³	1,21	3,77	2,52	3,57	1,98	0,89	0,94	0,93	0,99	0,89	0,69	0,72	0,7	1,45	0,72
Cadmio ng/m ³	0,54	1,09	2,46	1,07	0,79	0,71	0,21	0,38	0,21	0,4	0,14	0,43	0,42	0,87	0,73
Nichel ng/m ³	18,71	26,23	19,38	32,15	23,75	53,58	18,82	9,57	12,68	—	11,59	9,7	12,61	11,59	8,7

TABELLA 22: concentrazioni di metalli rilevate nella stazione di Carmagnola.

STAZIONE DI DRUENTO	Riepilogo Annuale				Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2003	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Piombo µg/m³	0,014	0,043	0,031	0,029	0,02	0,02	0,02	0,006	0,009	0,01	0,011	0,006	0,011	0,013	0,017	0,018
Arsenico ng/m³	0,85	4,13	2,04	1,18	0,99	0,89	0,95	0,89	0,89	0,95	0,89	0,69	0,72	0,7	0,72	0,78
Cadmio ng/m³	0,35	1,02	1,99	0,64	0,6	0,54	0,1	0,09	0,09	0,2	0,36	0,07	0,29	0,42	0,44	0,48
Nichel ng/m³	15,09	27,67	18,5	—	15,87	41,12	16,23	9,23	12,21	14,31	5,99	7,11	13,35	7,25	20,95	

TABELLA 23: concentrazioni di metalli rilevate nella stazione di Druento.

STAZIONE DI IVREA	Riepilogo Annuale				Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2003	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Piombo µg/m³	0,021	0,046	0,04	0,084	0,029	0,025	0,008	0,015	0,015	0,013	0,015	0,006	0,02	0,018	0,023	0,027
Arsenico ng/m³	1	3,59	2,33	3,65	0,99	0,89	0,92	0,89	0,92	0,92	0,91	0,69	0,72	0,7	0,74	0,78
Cadmio ng/m³	0,42	1,09	2,31	1,09	0,82	0,72	0,09	0,19	0,19	0,18	0,36	0,07	0,29	0,42	0,61	0,67
Nichel ng/m³	15,76	32,9	15,79	29,18	16,42	37,53	11,87	7,64	12,92	23,63	8,41	6,95	8,31	10,68	15,04	

TABELLA 24: concentrazioni di metalli rilevate nella stazione di Ivrea.

STAZIONE DI PINEROLO	Riepilogo Annuale				Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2003	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Piombo µg/m³	0,026	0,051	0,042	0,05	0,028	0,043	0,011	0,036	0,036	0,023	0,01	0,004	0,015	0,022	0,041	0,046
Arsenico ng/m³	0,83	3,23	2,29	0,95	0,99	0,89	0,92	0,89	0,89	0,92	0,9	0,69	0,74	0,71	0,74	0,7
Cadmio ng/m³	0,39	1,11	2,33	0,9	0,59	0,72	0,19	0,36	0,36	0,19	0,19	0,07	0,31	0,32	0,58	0,58
Nichel ng/m³	16,76	29,29	22,18	31,59	25,72	41,12	16,62	12,51	13,37	21,08	5,79	9,9	8,06	11,63	10,14	

TABELLA 25: concentrazioni di metalli rilevate nella stazione di Pinerolo.

STAZIONE DI SUSA	Riepilogo Annuale				Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Piombo µg/m³	0,019	0,051	0,05		0,056	0,024	0,032	0,013	0,011	0,013	0,013	0,004	0,013	0,016	0,025	0,019
Arsenico ng/m³	0,87	3,34	2,11		1,4	1,03	0,97	0,92	0,89	0,92	0,93	0,69	0,72	0,7	0,72	0,78
Cadmio ng/m³	0,29	1,18	2,26		1,02	0,44	0,43	0,09	0,09	0,19	0,19	0,07	0,29	0,3	0,45	0,31
Nichel ng/m³	17,64	25,05	14,02		30,58	37,71	38,82	12,93	8,94	11,48	7,66	4,21	5,94	6	7,5	48,09

TABELLA 26: concentrazioni di metalli rilevate nella stazione di Susa.

STAZIONE DI TO-CONSOLATA	Riepilogo Annuale				Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Piombo µg/m³	0,03	0,051	0,04		0,064	0,045	0,031	0,018	0,018	0,02	0,018	0,012	0,027	0,028	0,039	0,038
Arsenico ng/m³	1,27	2,7	2,27		3,55	1,96	0,89	0,92	0,89	0,92	0,89	0,7	0,73	0,7	1,45	1,4
Cadmio ng/m³	0,6	1,32	2,9		1,24	0,79	0,73	0,37	0,36	0,44	0,39	0,18	0,45	0,56	0,87	0,7
Nichel ng/m³	22,97	30,59	24,58		44,36	51,06	25,67	20,16	12,42	17,7	—	10,48	12,61	19,63	17,38	19,61

TABELLA 27: concentrazioni di metalli rilevate nella stazione di TO-Consolata.

STAZIONE DI TO-GRASSI	Riepilogo Annuale				Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Piombo µg/m³	0,042	0,073	0,062		0,106	0,043	0,058	0,03	0,023	0,028	0,028	0,01	—	0,032	0,059	0,076
Arsenico ng/m³	1,27	4,73	2,6		2,14	2,28	2,05	1,91	0,92	0,93	0,86	0,64	0,73	0,7	1,5	1,55
Cadmio ng/m³	0,75	1,44	3,13		1,77	0,85	1,23	0,19	0,38	0,37	0,38	0,26	0,58	0,7	1,5	1,24
Nichel ng/m³	21,18	34,54	29,93		53,08	42,55	—	29,75	15,21	16,66	11,38	10,21	18,86	19,66	19,5	23,3

TABELLA 28: concentrazioni di metalli rilevate nella stazione di TO-Grassi.

STAZIONE DI TO-GAIDANO	Riepilogo Annuale				Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2004	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Piombo µg/m ³	0,028	0,05	0,046	0,057	0,044	0,027	0,014	0,014	0,014	0,031	0,014	0,008	0,017	0,022	0,036	0,045
Arsenico ng/m ³	1,21	4,17	2,27	3,58	0,99	0,89	0,94	0,89	0,92	0,92	0,89	0,69	0,72	0,7	1,45	1,67
Cadmio ng/m ³	0,67	1,38	2,64	1,25	0,79	0,72	0,47	0,4	0,31	0,31	0,54	0,14	0,43	0,56	1,01	1,17
Nichel ng/m ³	21,23	31,65	26,76	39,35	29,69	32,17	16,42	11,87	18,45	14,29	9,81	21,72	19,66	18,83	20,09	

TABELLA 29: concentrazioni di metalli rilevate nella stazione di TO-Gaidano.

STAZIONE DI TO-RIVOLI	Riepilogo Annuale				Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2004	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Piombo µg/m ³	0,028	0,057	0,049	0,066	0,044	0,027	0,013	0,017	0,017	0,017	0,018	0,009	0,018	0,025	0,036	0,047
Arsenico ng/m ³	1,41	3,83	2,36	3,58	1,98	0,91	0,92	0,89	0,94	0,94	0,89	0,71	1,5	1,47	1,5	1,61
Cadmio ng/m ³	0,59	1,28	2,49	1,25	0,79	0,73	0,19	0,37	0,38	0,38	0,36	0,14	0,45	0,59	0,9	0,97
Nichel ng/m ³	25,01	31,55	24,08	46,5	47,47	41,74	15,28	12,93	16,88	16,88	21,46	9,97	25,48	20,55	17,99	24,14

TABELLA 30: concentrazioni di metalli rilevate nella stazione di TO-Rivoli.

STAZIONE DI TO-LINGOTTO SU PM10 BETA	Riepilogo Annuale		Anno 2006 - dettaglio mensile												
	2006	2005	2004	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Piombo µg/m ³	0,025			—	—	—	—	0,029	0,032	0,012	0,006	0,02	0,024	0,038	0,036
Arsenico ng/m ³	2,11			—	—	—	—	3,2	3,96	1,63	1,6	1,65	1,66	1,65	1,6
Cadmio ng/m ³	0,67			—	—	—	—	0,96	0,79	0,41	0,16	0,33	0,71	1,03	0,99
Nichel ng/m ³	19,96			—	—	—	—	19,22	23,75	20,27	9,6	15,22	25,91	17,12	29,79

TABELLA 31: concentrazioni di metalli rilevate nella stazione di TO-Lingotto su PM10 Beta.

STAZIONE DI TO-LINGOTTO SU PM2,5	Riepilogo Annuale		Anno 2006 - dettaglio mensile												
	2006	2005	2004	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Piombo µg/m ³	0,019			0,041	0,024	0,02	0,011	0,011	0,012	0,008	0,006	0,012	0,017	0,03	0,035
Arsenico ng/m ³	0,84			0,91	1,01	0,89	0,92	0,89	0,96	0,93	0,69	0,72	0,74	0,72	0,71
Cadmio ng/m ³	0,51			0,94	0,6	0,72	0,19	0,36	0,21	0,38	0,07	0,29	0,58	0,87	0,88
Nichel ng/m ³	12,07			18,82	23,84	21,46	12,93	7,14	8,23	11,53	5,6	9,13	9,21	8,69	11,77

TABELLA 32: concentrazioni di metalli rilevate nella stazione di TO-Lingotto su PM2.5.

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, mentre il D.M. 2 aprile 2002 n. 60, che recepisce la direttiva europea 30/1999/CE, prevede dei limiti esclusivamente per la frazione PM10.

Il D.M. 60/2002 ha inoltre indicato che venga misurata la concentrazione di polveri con diametro aerodinamico inferiore ai 2,5 μm (PM2,5), per il quale attualmente non sono ancora previsti dei limiti normativi.

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 e i metalli.

METODO DI MISURA

Il particolato totale e le frazioni PM10 e PM2,5 vengono misurati mediante raccolta su filtro per 24 ore in condizioni standardizzate e successiva determinazione gravimetrica (vale a dire per pesata) delle polveri filtrate. Nel caso della frazione PM10 e PM2,5 la testa della apparecchiatura di prelievo ha una particolare geometria definita in modo tale che sul filtro arrivino e siano trattenute rispettivamente solo le particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 10 e ai 2,5 μm .

Nel 2005 sono stati acquistati 3 misuratori di PM10 automatici cosiddetti "beta", nei quali la determinazione della massa di particolato avviene mediante la misurazione dell'attenuazione di radiazioni beta prodotte da una sorgente radioattiva interna allo strumento. I raggi beta attraversano il filtro "bianco" e alla fine del ciclo di 24 ore di campionamento la differenza nell'assorbimento dei raggi beta da parte del filtro è proporzionale alla concentrazione del PM10 campionato.

ESAME DEI DATI

Frazione PM10 e PM2,5

I valori di PM10 rilevati nel corso dell'anno 2006 confermano la criticità dell'inquinante e la sostanziale stabilità dei valori medi annuali rilevati nel corso degli anni. Il valore limite annuale per la protezione della salute umana di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.M. 60/2002) è superato nella quasi totalità delle stazioni della Provincia di Torino tranne in quelle di Druento-La Mandria ($38 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Susa ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e Oulx ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$), come si può osservare in FIGURA 45. Nella città di Torino la media delle medie annuali è $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre la media dei dati annuali nelle stazioni fuori città è $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I valori medi più alti si toccano nelle stazioni di Torino ITIS Grassi e Piazza Rivoli, con una media annua pari a $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il minimo si registra nella stazione di TO-Lingotto ($64 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Occorre però specificare che questa misura è stata effettuata con un analizzatore automatico "beta" e i valori acquisiti con tale metodo presentano una leggera sottostima rispetto a quanto misurato con il tradizionale metodo gravimetrico. Al fine di verificare le differenze fra i due metodi, nella stazione di Borgaro è stato affiancato un misuratore automatico "beta" al campionatore gravimetrico. È risultato che, in media, le concentrazioni rilevate dal campionatore "beta" sono inferiori di circa il 20% rispetto a quelle ottenute con il campionatore gravimetrico, che costituisce il riferimento di legge. Tale differenza può variare in funzione del sito di campionamento ma è utile per avere un'indicazione dell'entità della sottostima.

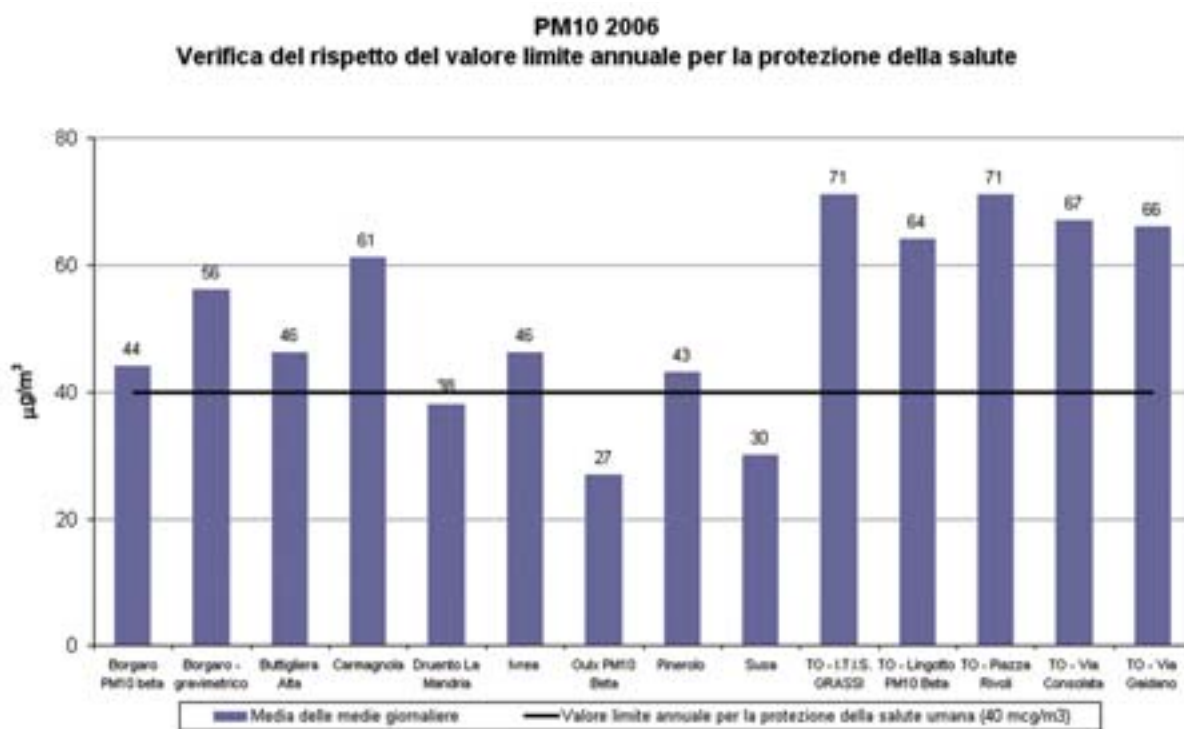


FIGURA 45: parametro PM10; valore medio annuale misurato presso le stazioni di monitoraggio provinciali.

Per quanto riguarda le medie mensili, nel 2006 i mesi peggiori sono stati gennaio e febbraio, ma l'aumento delle emissioni dovute all'evento dei giochi olimpici invernali può aver influito sulle concentrazioni rilevate, anche se sono stati elevati tutti i valori misurati sul territorio regionale, non soltanto quelli della provincia di Torino. In primavera ed in estate manca il contributo degli impianti di riscaldamento domestici e aumenta la dispersione atmosferica per la maggiore piovosità, ventosità ed instabilità atmosferica, pertanto il valore medio di PM10 si riduce della metà. I minimi si sono toccati ad agosto, in

concomitanza con il minor traffico veicolare, ma comunque, in tutte le stazioni torinesi (tranne TO-Gaidano), i valori sono stati superiori a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore che rappresenta, con la attuale normativa, il limite annuale da raggiungere entro il 2010, in accordo con quanto suggerito dalle linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO, Air Quality Guidelines – Global update 2005). Il fatto che anche nelle più favorevoli condizioni tale valore venga superato evidenzia la difficoltà nel raggiungere l'obiettivo indicato dalla normativa.

In FIGURA 46 si può comparare l'andamento delle medie mensili di PM10 con quello delle precipitazioni atmosferiche per alcune stazioni di rilevamento situate a Torino.



FIGURA 46: andamento delle precipitazioni atmosferiche e delle concentrazioni di PM10 in alcune stazioni dell'area metropolitana nell'anno 2006.

Nel D.M. 60/2002 è stabilito anche un limite di 24 ore per la protezione della salute umana ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e un numero massimo di superamenti di tale valore nel corso dell'anno, pari a 35. In FIGURA 47 è rappresentato il numero di superamenti del limite di 24 ore avvenuti nell'anno 2006 per ogni stazione di rilevamento. In provincia di Torino questo limite è rispettato esclusivamente nella stazione di Oulx. Ad evidenza della criticità legata a questo inquinante si fa notare che il valore limite è stato oltrepassato sia nella stazione di Druento, collocata all'interno del parco La Mandria, sia nella stazione di Susa che si trova in posizione favorevole alla dispersione atmosferica in quanto interessata da brezze di monte e valle ed episodi di föhn.

La situazione più critica è rilevata nelle stazioni di Torino, dove la media del numero di superamenti è stata circa di 184, più di cinque volte il valore limite. La difficoltà a rispettare i limiti stabiliti dalla normativa è dovuta anche alla particolare natura del PM10 che è un inquinante primario, in quanto viene generato direttamente dalla varie sorgenti di emissione (in generale tutte le combustioni: traffico veicolare, impianti di riscaldamento, impianti industriali), ma ha anche un'origine secondaria, poiché si produce a seguito di reazioni in atmosfera tra altre sostanze, quali ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca, composti organici volatili.

Il particolato secondario è solitamente più fine e può permanere in atmosfera per molto tempo, soprattutto nella stagione invernale, quando si verificano maggiori calme di vento, minori precipitazioni e accadono più frequentemente fenomeni di inversione termica. Per ridurre la concentrazione di PM10 in atmosfera è necessario quindi intervenire anche sulle sorgenti di inquinanti precursori del particolato secondario.

In Regione Piemonte l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera, aggiornato al 2001, stima che il contributo dei trasporti al PM10 primario è pari al 60% circa, di cui il 49% dovuto al trasporto su strada, mentre l'11% è dovuto ad altre sorgenti mobili e macchinari (trasporto ferroviario, traffico aereo, mezzi usati in agricoltura ed industria). Il trasporto su strada è anche la principale sorgente di ossidi di azoto (47%), precursori del PM10, mentre le emissioni di ammoniaca sono causate dall'agricoltura (95%) e l'SO₂ in prevalenza dai processi produttivi (49%). Gli interventi di riduzione dei precursori del PM10 dovranno essere quindi coordinati su più fronti per essere efficaci. Un approfondimento relativo al problema del particolato secondario è contenuto nel capitolo successivo.

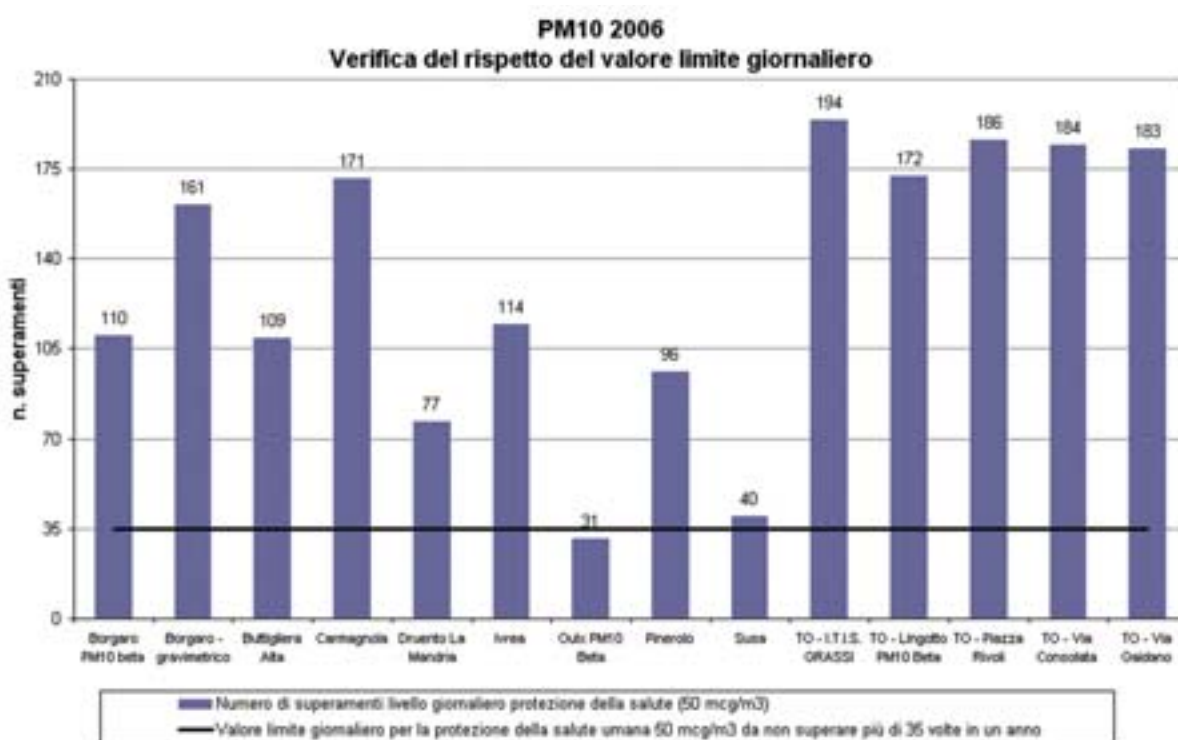


FIGURA 47: parametro PM10, numero di superamenti del limite di 24 ore per la protezione della salute (50 µg/m³ come media giornaliera).

Dall'andamento del PM10 con gli anni (FIGURA 48) per le stazioni per le quali si hanno le serie storiche più lunghe (le stazioni di Torino – via Consolata e Torino – Grassi sono operative dal 1999) si evince la sostanziale stabilità del parametro, nonostante la riduzione delle emissioni che è avvenuta grazie al rinnovamento del parco veicolare. Questa, infatti, può essere stata vanificata da vari fattori, tra i quali l'aumento delle immatricolazioni delle vetture diesel, che sono le maggiori emettitrici di PM10 e ossidi di azoto e la mancata riduzione nei volumi di traffico (secondo una ricerca dell'Istituto Superiore di Formazione e Ricerca per i Trasporti in Piemonte c'è stato un aumento nell'utilizzo di mezzi a motore che va dal 69% degli spostamenti nel 2002 al 77% nel 2005).

L'andamento abbastanza stabile dei valori è confermato dalla serie storica degli ultimi 8 anni delle particelle sospese totali (PTS), misurato presso via Consolata a Torino.

Nelle stazioni di Torino – Gaidano e Piazza Rivoli a fine 2005 è stato adeguato il flusso di campionamento, secondo quanto prescritto dalla normativa europea, pertanto lo scarto

tra la media del 2005 e del 2006 può essere imputabile a questa causa, mentre nella stazione di TO - Lingotto le medie non sono confrontabili in quanto il campionario è stato avviato a metà febbraio 2005, quindi manca alla media annuale del 2005 un periodo nel quale i valori di PM10 sono tra i più alti.



FIGURA 48: parametro PM10, concentrazioni medie annue rilevate nella città di Torino nel periodo 1999-2006.

In Provincia di Torino è presente anche un campionario gravimetrico di PM_{2,5} nella stazione di TO - Lingotto, al fine di valutare anche la frazione di polveri con diametro aerodinamico inferiore ai 2,5 µm, per la quale la normativa non ha ancora previsto dei limiti, dando tuttavia indicazione di affiancarne la misura a quella del PM10. Esiste comunque una proposta di direttiva europea che indica 25 µg/m³ come valore limite annuale, mentre l'OMS indica 10 µg/m³ come valore guida annuale.

Su base annuale la concentrazione media di PM_{2,5} nella stazione di TO-Lingotto è di 40 µg/m³, pertanto non verrebbe rispettato l'eventuale limite europeo.

In FIGURA 49 sono riportati i valori mensili di PM_{2,5} a confronto con quelli di PM10 a TO-Lingotto. Si osserva come la frazione più fine incida in maniera maggiore nei mesi invernali, in particolare nei mesi di gennaio e febbraio, mentre il contributo più basso di PM_{2,5} si rileva in estate tra giugno e settembre, nonostante in tale periodo le reazioni di formazione di particolato secondario siano favorite dalla maggiore intensità della radiazione solare.

I dati disponibili non permettono di fornire un'interpretazione esaustiva della variabilità temporale del rapporto PM_{2,5}/PM10 ma si possono effettuare alcune considerazioni.

E' presumibile che, durante i mesi invernali, le maggiori concentrazioni in prossimità del suolo di inquinanti gassosi precursori di particolato secondario (ossidi di azoto, idrocarburi ecc.) giochi un ruolo significativo, in quanto il particolato che si origina da tali precursori va a incidere quasi esclusivamente sulla frazione più fine. Durante i mesi caldi la diminuzione della concentrazione dei precursori di particolato secondario in prossimità del suolo è solo parzialmente compensata dall'aumento della velocità della trasformazione di gas in particolato.

Un ulteriore fattore da valutare è la distribuzione dell'incidenza percentuale delle fonti di particolato primario fine nei diversi periodi dell'anno.

In ogni caso l'interpretazione del fenomeno necessita un approfondimento tecnico relativo alla composizione chimica sia del PM10 che del PM2,5.

In FIGURA 50 è invece riportato l'andamento dei valori medi del PM2,5 e del PM10 di TO-Lingotto lungo l'arco della settimana. Come si può osservare i massimi sono raggiunti per entrambi i parametri nel giorno di giovedì, ma la variabilità del PM2,5 è molto più ridotta rispetto al PM10, infatti i valori della domenica, lunedì e martedì sono identici, e la differenza tra il minimo che si raggiunge in questi tre giorni e il massimo del giovedì è del 13%, mentre nel caso del PM10 la differenza percentuale tra il giovedì e la domenica è del 21 %.

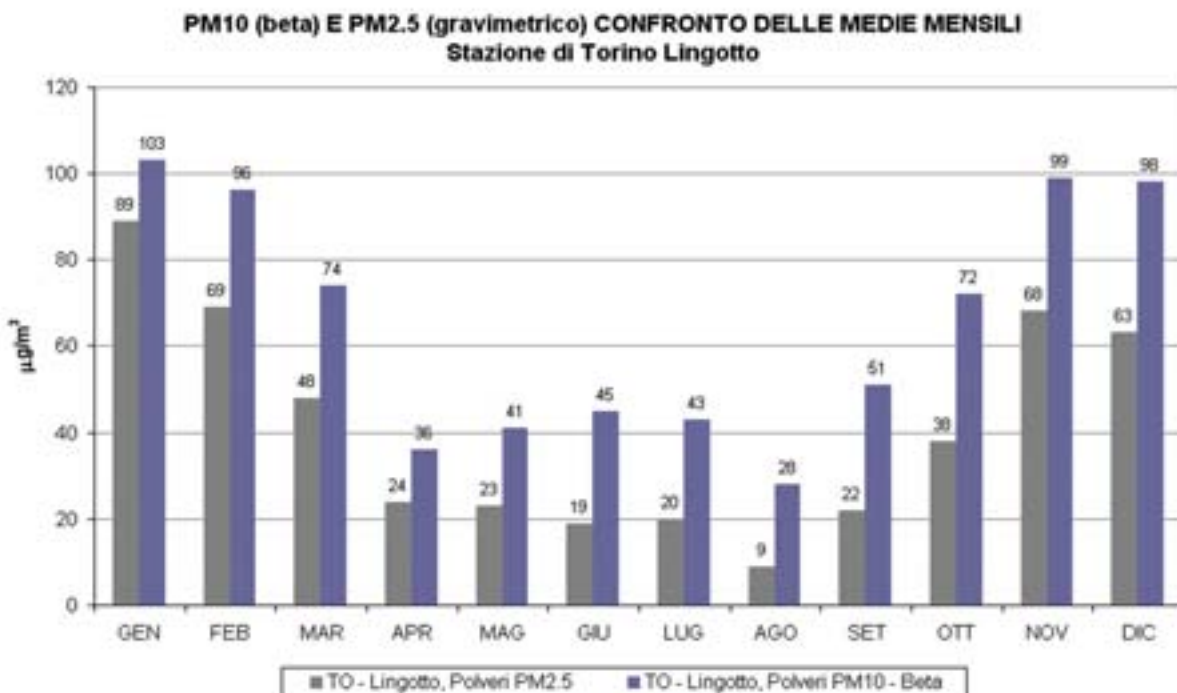


FIGURA 49: confronto tra PM2.5 e PM10 presso la stazione di Torino – Lingotto.

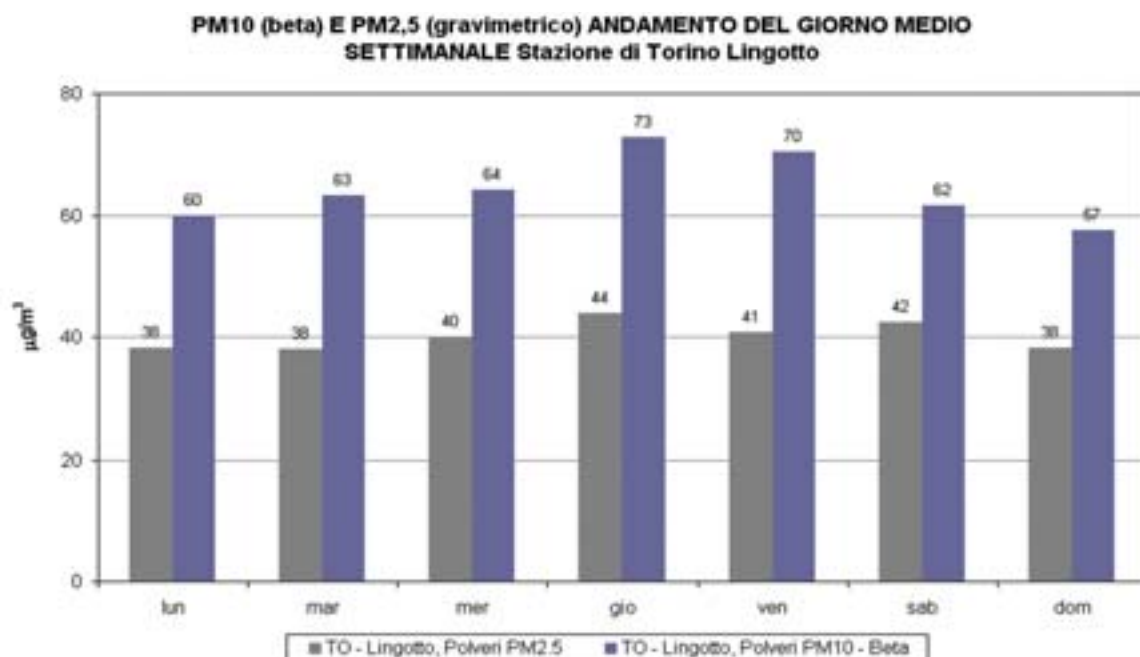


FIGURA 50: andamento del giorno medio settimanale del PM2.5 e PM10 presso la stazione di Torino – Lingotto.

Particelle sospese totali

Dall'anno 2005 le particelle sospese totali sono misurate esclusivamente presso la stazione di Torino - via Consolata, in quanto gli studi epidemiologici hanno evidenziato che la frazione più fine del particolato è quella più dannosa per la salute umana e l'attenzione normativa si è incentrata sulla frazione PM10 e PM2,5. L'esame dell'andamento della concentrazione delle polveri totali, vista la lunga serie storica di dati, è utile per avere un'indicazione del trend relativo al PM10, che ne costituisce circa il 60-70%, anche in periodi in cui questo parametro non veniva misurato.

In FIGURA 51 sono riportate le concentrazioni medie annue rilevate negli ultimi 26 anni. Rispetto agli anni '80 i valori di polveri totali sospese sono molto diminuiti, ma dal 1999 si può osservare che i valori sono stabili e non hanno una tendenza al decremento, come attestano anche le medie annuali del PM10.

La diminuzione registrata rispetto ai primi anni di rilevamento si è ottenuta grazie alla chiusura di alcuni impianti industriali di notevole impatto ambientale, alla progressiva sostituzione di combustibili altamente inquinanti, quali l'olio combustibile e il carbone, con il metano e alla conseguente diminuzione del biossido di zolfo, precursore del particolato. Tuttavia la stabilità degli ultimi 8 anni suggerisce la necessità di adottare strategie ancora più incisive per la riduzione ulteriore del particolato.

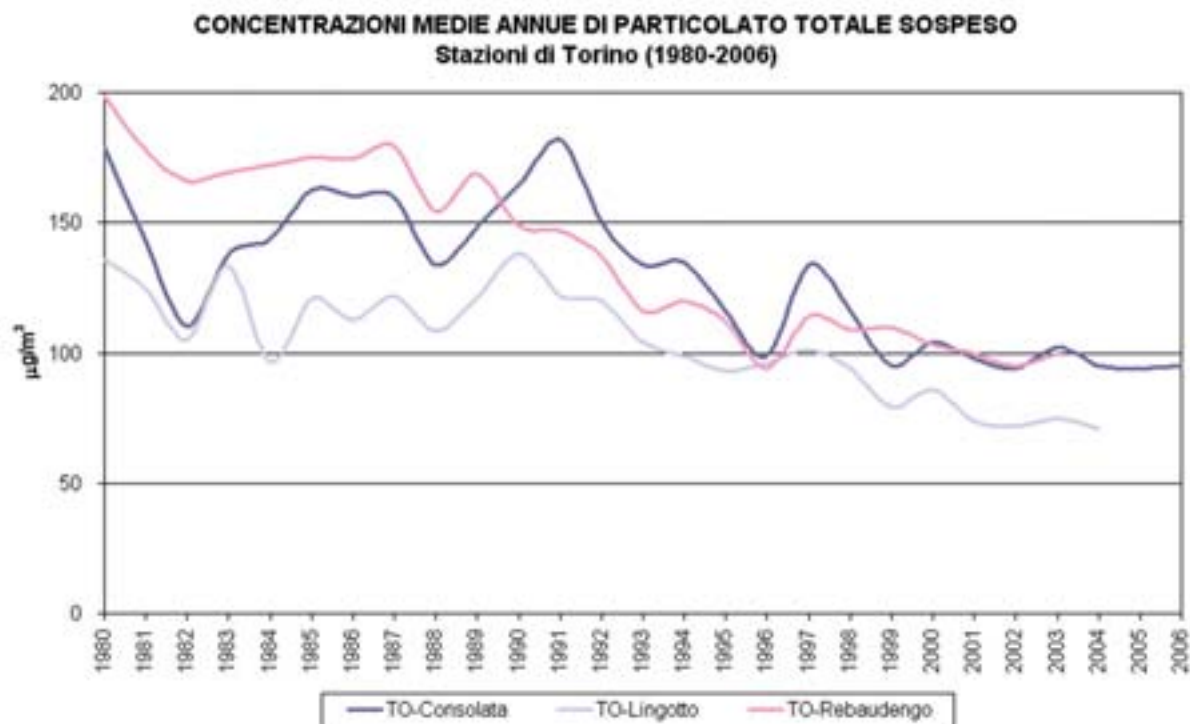


FIGURA 51: parametro PTS, medie annuali misurate nelle stazioni di Torino dal 1980 al 2006.

PM10 STAZIONE DI TO-CONSOLATA	Riepilogo Annuale											Anno 2006 - dettaglio mensile										
	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic		
n° prelievi	349	363	357	341	353	331	356	141	31	28	30	30	31	25	28	25	29	31	30	31		
n° sup 50 µg/m³	184	199	173	185	198	186	214	84	29	26	23	9	10	5	0	0	8	22	27	25		
Valore medio (µg/m³)	67	65	58	64	67	63	71	68	120	115	80	42	44	37	35	21	42	69	95	90		
Valore minimo (µg/m³)	9	11	9	12	7	17	8	15	39	26	18	11	15	9	23	9	12	30	32	16		
Valore massimo (µg/m³)	247	174	191	165	243	179	222	200	195	247	146	77	69	58	43	36	80	126	226	134		

TABELLA 33: stazione di TO-Consolata, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.

PM10 STAZIONE DI TO-GRASSI	Riepilogo Annuale											Anno 2006 - dettaglio mensile										
	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic		
n° prelievi	328	320	327	314	348	352	333	155	15	15	31	27	30	30	28	31	30	31	29	31		
n° sup 50 µg/m³	194	197	213	200	251	254	264	98	15	14	27	16	19	10	0	0	11	26	28	28		
Valore medio (µg/m³)	71	70	69	70	77	76	82	64	149	94	99	56	57	44	32	21	50	78	114	109		
Valore minimo (µg/m³)	6	4	9	5	10	13	10	13	84	31	32	25	28	15	16	6	8	39	45	31		
Valore massimo (µg/m³)	267	187	219	173	256	197	222	215	204	176	172	87	88	78	45	46	98	124	267	165		

TABELLA 34: stazione di TO-Grassi, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.

PM10 STAZIONE DI TO-BORGARO	Riepilogo Annuale										Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2003	2002	2001	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic				
n° prelievi	356	345	359	336	335	135	30	28	28	29	31	29	30	30	29	31	30	31				
n° sup 50 µg/m³	161	143	130	103	125	67	28	22	19	7	8	6	0	0	6	18	24	23				
Valore medio (µg/m³)	56	51	46	43	47	52	102	92	77	39	41	36	29	18	34	56	79	74				
Valore minimo (µg/m³)	4	4	4	4	4	4	24	13	16	14	13	10	13	4	8	20	33	22				
Valore massimo (µg/m³)	235	147	206	118	178	131	170	235	135	73	69	65	48	31	75	88	234	126				

TABELLA 35: stazione di Borgaro, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.

PM10 STAZIONE DI TO-GAIDANO	Riepilogo Annuale										Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2003	2002	2001	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic				
n° prelievi	343	341	313	349	196	30	28	31	24	28	18	18	31	31	30	31	30	31				
n° sup 50 µg/m³	183	130	118	102	50	28	26	22	5	13	5	0	0	0	10	23	25	26				
Valore medio (µg/m³)	66	51	50	42	36	125	115	73	39	46	43	28	16	16	45	68	96	91				
Valore minimo (µg/m³)	1	4	4	1	5	29	21	9	18	20	25	15	1	1	7	25	39	18				
Valore massimo (µg/m³)	255	192	291	162	107	255	237	139	72	79	70	42	39	39	96	111	212	150				

TABELLA 36: stazione di To-Gaidano, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.

PM10 STAZIONE DI TO-RIVOLI	Riepilogo Annuale						Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2003	2002		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	344	280	253	328	212		31	28	31	29	29	30	31	17	29	30	29	30
n° sup 50 µg/m³	186	142	65	129	73		29	26	24	8	8	0	0	0	9	20	25	25
Valore medio (µg/m³)	71	54	39	49	44		138	120	82	41	38	34	23	45	68	103	96	96
Valore minimo (µg/m³)	4	4	4	5	7		28	23	20	14	17	22	5	4	28	27	14	14
Valore massimo (µg/m³)	236	141	138	140	132		223	236	147	81	69	47	39	97	117	215	136	136

TABELLA 37: stazione di TO-Rivoli, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.

PM10 STAZIONE DI BUTTIGLIERA	Riepilogo Annuale						Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2003	2002		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	336	362	330	337	61		22	28	31	30	20	30	31	31	23	30	30	30
n° sup 50 µg/m³	109	132	105	108	19		19	21	17	3	3	2	0	0	4	7	13	20
Valore medio (µg/m³)	46	46	43	43	42		91	83	64	31	38	32	23	13	32	40	59	59
Valore minimo (µg/m³)	5	4	5	4	8		39	10	6	12	16	12	14	5	10	13	23	9
Valore massimo (µg/m³)	201	133	179	128	105		146	195	143	71	57	54	37	25	68	74	201	123

TABELLA 38: stazione di Buttigliera, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.

PM10 STAZIONE DI CARMAGNOLA	Riepilogo Annuale						Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2003	2002		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	354	356	332	344	56		31	28	31	27	30	29	26	30	30	31	30	31
n° sup 50 µg/m³	171	125	107	170	25		29	25	24	6	6	6	0	0	7	19	24	25
Valore medio (µg/m³)	61	47	47	58	50		118	108	82	38	40	34	26	18	40	60	83	75
Valore minimo (µg/m³)	4	4	4	8	13		32	23	17	13	17	5	7	4	4	12	17	19
Valore massimo (µg/m³)	217	178	181	147	136		214	217	135	69	68	69	50	33	94	125	199	115

TABELLA 39: stazione di Carmagnola, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.

PM10 STAZIONE DI DRUMENTO	Riepilogo Annuale						Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2003	2002		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	343	354	300	303	42		23	28	31	28	24	28	31	29	30	31	30	30
n° sup 50 µg/m³	77	83	46	59	7		15	15	14	1	0	0	0	0	1	5	12	14
Valore medio (µg/m³)	38	36	31	33	30		69	66	55	26	28	28	21	11	21	35	52	44
Valore minimo (µg/m³)	4	4	4	4	7		12	11	7	7	8	9	8	4	4	11	20	4
Valore massimo (µg/m³)	183	116	87	109	67		132	179	116	61	49	50	33	30	59	67	183	99

TABELLA 40: stazione di Drumento, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.

PM10 STAZIONE DI IVREA	Riepilogo Annuale										Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2003	2002	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic					
n° prelievi	344	345	286	295	61	19	27	31	28	29	30	31	30	30	31	29	29					
n° sup 50 µg/m³	114	123	88	85	23	17	20	17	3	1	3	0	0	5	12	17	19					
Valore medio (µg/m³)	46	47	43	45	48	93	83	63	31	32	30	25	14	33	45	66	56					
Valore minimo (µg/m³)	4	4	4	4	5	39	16	11	10	10	4	12	4	8	9	12	9					
Valore massimo (µg/m³)	194	136	176	142	139	158	194	145	61	52	65	41	35	79	70	192	104					

TABELLA 41: stazione di Ivrea, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006. Dal 7 novembre 2006 la stazione è stata spostata da piazza Freguglia a Via Liberazione.

PM10 STAZIONE DI PINEROLO	Riepilogo Annuale										Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2003	2002	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic					
n° prelievi	332	337	330	347	54	13	28	31	30	31	29	30	30	29	28	23	30					
n° sup 50 µg/m³	96	102	77	84	14	8	18	18	5	7	2	0	0	4	8	12	14					
Valore medio (µg/m³)	43	42	38	38	36	73	75	68	34	40	31	21	16	31	39	62	52					
Valore minimo (µg/m³)	4	4	4	5	6	12	18	10	12	13	4	10	4	4	9	17	9					
Valore massimo (µg/m³)	179	128	171	124	91	129	170	140	66	73	54	41	47	63	74	179	124					

TABELLA 42: stazione di Pinerolo, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.

PM10 STAZIONE DI SUSA	Riepilogo Annuale												Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2003	2002	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic							
n° prelievi	341	337	337	320	34	17	26	28	30	31	30	30	30	30	29	29	31							
n° sup 50 µg/m³	40	43	42	59	5	9	8	11	1	0	0	0	0	0	2	4	5							
Valore medio (µg/m³)	30	29	30	34	31	55	50	49	23	24	26	23	10	20	27	35	31							
Valore minimo (µg/m³)	4	4	4	4	5	5	9	5	7	9	4	13	4	4	4	4	4							
Valore massimo (µg/m³)	162	101	144	108	73	103	162	139	65	50	49	34	18	45	77	149	104							

TABELLA 43: stazione di Susa, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.

POLVERI TOTALI STAZIONE DI TO-CONSOLATA	Riepilogo Annuale												Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic			
n° prelievi	319	318	284	326	331	311	304	332	329	28	28	29	26	31	25	27	27	27	22	27	18			
n° sup liv. attenzione 150 µg/m³	43	33	32	47	42	39	51	43	68	14	12	9	0	0	0	0	0	0	2	6	0			
n° sup liv. allarme 300 µg/m³	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Valore medio (µg/m³)	95	95	95	102	94	98	104	95	115	150	152	121	69	79	80	61	39	74	99	114	97			
Valore minimo (µg/m³)	15	16	20	28	17	34	28	15	22	40	32	53	38	36	23	31	15	26	39	33	24			
Valore massimo (µg/m³)	306	225	218	220	296	234	268	264	334	244	306	193	102	113	144	91	66	132	171	228	143			
95° percentile	192	166	177	183	187	179	213	186	218	220	288	188	90	109	135	85	58	124	151	189	138			

TABELLA 44: stazione di TO-Consolata, parametro polveri totali, valutazione statistica anno 2006.

PM10-BETA STAZIONE DI TO-LINGOTTO	Riepilogo Annuale		Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005 (*)	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	335	286	20	24	30	30	31	26	25	31	30	28	30	30
n° sup 50 µg/m³	172	98	19	20	22	4	7	8	4	0	11	22	28	27
Valore medio (µg/m³)	64	43	103	96	74	36	41	45	43	28	51	72	99	98
Valore minimo (µg/m³)	15	3	31	27	24	20	16	16	29	15	15	34	48	28
Valore massimo (µg/m³)	207	156	207	202	132	55	72	82	73	49	109	118	178	153

TABELLA 45: stazione di TO-Lingotto, parametro PM10 beta, valutazione statistica anno 2006. (*): L'analizzatore è stato installato il 16/2/2005.

PM2.5 STAZIONE DI TO-LINGOTTO	Riepilogo Annuale		Anno 2006 - dettaglio mensile											
	2006	2005 (*)	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
n° prelievi	344	170	30	19	31	30	31	28	30	31	30	24	30	30
Valore medio (µg/m³)	40	40	89	69	48	24	23	19	20	9	22	38	68	63
Valore minimo (µg/m³)	4	4	28	13	4	8	9	4	4	4	4	4	22	12
Valore massimo (µg/m³)	190	142	171	190	93	48	46	42	37	18	65	76	148	111

TABELLA 46: stazione di TO-Lingotto, parametro PM2,5, valutazione statistica anno 2006. (*): Il campionatore è stato installato il 13/7/2005.

PM10-BETA STAZIONE DI OULX	Riepilogo Annuale	Anno 2006 - dettaglio mensile											
		2006	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov
n° prelievi	345	30	27	26	30	30	30	28	31	30	22	30	31
n° sup 50 µg/m³	31	12	8	3	1	1	3	0	0	0	1	2	0
Valore medio (µg/m³)	27	44	41	32	24	16	26	29	11	22	22	27	28
Valore minimo (µg/m³)	4	5	8	7	8	4	5	15	2	1	7	8	7
Valore massimo (µg/m³)	115	92	115	103	59	52	53	49	24	44	52	64	49

TABELLA 47: stazione di Oulx, parametro PM10 beta - valutazione statistica anno 2006.

PM10-BETA STAZIONE DI BORGARO	Riepilogo Annuale	Anno 2006 - dettaglio mensile											
		2006	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov
n° prelievi	346	31	28	29	30	31	24	26	28	29	30	29	31
n° sup 50 µg/m³	110	28	18	15	1	0	2	0	0	1	6	18	21
Valore medio (µg/m³)	44	82	74	60	26	26	33	22	14	28	41	58	59
Valore minimo (µg/m³)	5	19	12	16	12	9	9	13	9	5	17	25	16
Valore massimo (µg/m³)	174	140	174	115	52	43	54	34	25	52	68	111	96

TABELLA 48: stazione di Borgaro, parametro PM10 beta - valutazione statistica anno 2006.

Quando si fa riferimento al particolato misurato in aria ambiente, occorre sempre tenere presente che si tratta di una miscela di due componenti: una di tipo "primario", costituita da particelle emesse direttamente da una o più fonti e una di tipo "secondario", costituita da particelle formati a seguito di complessi processi chimico-fisici che avvengono direttamente in atmosfera a partire da inquinanti primari. In generale il particolato secondario è originato da processi di conversione di gas in particelle, che comportano la formazione di prodotti a bassa volatilità a seguito di reazioni di ossidazione in fase gassosa. La distinzione tra particolato primario e secondario, oltre ad avere una fondamentale rilevanza teorica nella comprensione dei fenomeni di inquinamento atmosferico, comporta importanti conseguenze concrete sotto il profilo delle azioni di risanamento della qualità dell'aria, come verrà esposto in seguito.

Dal punto di vista della composizione chimica, sia la componente primaria che quella secondaria del particolato sono costituite da una frazione organica e da una frazione inorganica. La TABELLA 49 descrive sinteticamente i principali costituenti del particolato atmosferico in aree, come la pianura padana, che non sono interessate dalla presenza di aerosol marino (aree in cui la presenza di cloruro di sodio può essere considerata trascurabile).

PM primario	organico	EC (carbonio elementare), OC (carbonio organico) emesso come tale (ad es. IPA > 4 anelli)
	inorganico	metalli alcalino terrosi, metalli tossici, elementi cristalli
PM secondario	organico	OC (carbonio organico) originato da processi di nucleazione, adsorbimento e trasformazione chimica
	inorganico	nitrato d'ammonio, solfato d'ammonio

TABELLA 49: schema della composizione del particolato in aria ambiente.

La componente secondaria inorganica è costituita essenzialmente da nitrato di ammonio (NH_4NO_3) e solfato di ammonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), che si originano a partire da ammoniaca e, rispettivamente, acido nitrico e acido solforico, a loro volta formati a partire da biossido di azoto e biossido di zolfo.

Nello schema che segue vengono riportate a titolo di esempio le principali reazioni che portano alla formazione del nitrato di ammonio durante le ore di irraggiamento solare:

- (1) $\text{O}_3 + h\nu \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}(^1\text{D})$ ($\lambda < 320 \text{ nm}$)³
- (2) $\text{O}(^1\text{D}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{OH}\cdot$
- (3) $\text{NO}_2 + \text{OH}\cdot \rightarrow \text{HNO}_3$
- (4) $\text{NH}_3 (\text{aq}) + \text{HNO}_3 (\text{l}) \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 (\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 (\text{s})$

La terza reazione è di particolare importanza: da un lato costituisce il meccanismo predominante di rimozione degli ossidi di azoto dall'atmosfera nelle ore diurne, dall'altro favorisce la formazione di particolato secondario inorganico attraverso l'ultima reazione. Sotto questo profilo il tempo di vita del biossido di azoto è in media dell'ordine di un giorno, ma può scendere a circa 2 ore in occasione degli episodi di inquinamento fotochimico, durante i quali si è in presenza di concentrazioni più elevate del radicale $\text{OH}\cdot$. L'azione della luce solare risulta quindi un fattore fondamentale nella formazione di particolato secondario inorganico.

Il biossido di zolfo contribuisce alla produzione del particolato secondario non solo a seguito della formazione di solfato (con un meccanismo analogo a quello del nitrato) ma

³ La reazione avviene a seguito dell'irraggiamento della molecola di ozono con radiazione nel vicino UV e porta alla formazione di atomi di ossigeno elettronicamente eccitati, indicati con $\text{O}(^1\text{D})$.

⁴ Jenkin, Clemitshaw - Atmospheric Environment, Volume 34, Issue 16, 2000, pag. 2502.

anche in conseguenza del fatto che l'acido solforico, originato dalla sua ossidazione, è stato individuato come la sostanza atmosferica più importante nel favorire i processi di nucleazione che coinvolgono gli inquinanti organici⁵.

La componente secondaria di tipo organico, infatti, ha origine sia da reazioni chimiche vere e proprie a carico dei composti organici primari (un esempio tipico è la formazione di nitro-IPA a partire dagli IPA), sia da processi che comportano la trasformazione di composti organici volatili primari in particolato (detti appunto di "nucleazione") e/o di condensazione e adsorbimento di composti organici semivolatili su particelle esistenti.

In termini generali va sottolineato che la fotoossidazione dei composti organici volatili in atmosfera durante le ore diurne, quando avviene senza frammentazione della molecola, produce inevitabilmente sostanze con un più spiccato carattere polare e quindi con volatilità minore del composto di partenza. Da un punto di vista generale, quindi, l'azione della luce solare costituisce un fattore favorevole alla formazione di particolato secondario anche nel caso dei composti organici; inoltre tale formazione diventa via via più probabile all'aumentare delle dimensioni della molecola organica originaria (è il caso dei cicloalcani dei composti aromatici e dei terpeni)⁶.

Il rapporto tra carbonio organico (OC) e carbonio elementare (EC) viene usualmente utilizzato per stimare la percentuale di particolato organico secondario, in quanto il carbonio elementare è di origine primaria mentre quello organico ha prevalentemente natura

Riferimento	Metodologia utilizzata	Contesto territoriale	% di OC 2ario su OC totale	% PM10 2ario sul PM10	% PM2,5 2ario sul PM2,5
Giuliano-Lonati "Polveri fini in atmosfera: la componente secondaria" -Energia 3/2005	analisi della composizione	area urbana milanese	85%	-	60-70%
Arpa Lombardia-Fondazione Lombardia per l'ambiente "Relazione sintetica progetto PUMI" marzo 2003	analisi della composizione	area urbana milanese	-	68% (*)	82% (*)
De Laurenti-Liburdi "Emissioni in atmosfera nelle aree urbane" in APAT-Primo rapporto annuale sulla qualità dell'ambiente urbano - 2004	stima da inventario nazionale delle emissioni	grandi aree urbane italiane	-	> 80%	-
Pertot-Pirovano-Riva "Inventari delle emissioni in atmosfera nelle aree urbane" in APAT - Secondo rapporto annuale sulla qualità dell'aria in ambiente urbano - 2005	stima da applicazione di modellistica di qualità dell'aria	Lombardia	-	50% in area urbana 75-80% in area rurale	-
Romanelli et al. "Il progetto PATOS. Particolato atmosferico in Toscana" in atti Workshop progetto PATOS 26 marzo 2007	analisi della composizione	Toscana	-	30-50%	-

(*) stima basata sulla composizione media riportata nella figura 3.3 del documento, nell'ipotesi che OC secondario costituisca l'85% di OC totale.

TABELLA 50: stime della percentuale della componente secondaria del particolato in aria ambiente.

⁵ Jenkin, Clemitshaw Atmospheric Environment, Volume 34, Issue 16, 2000, pag. 2517

⁶ ISS - a cura di Cattani e Viviano - Rapporto Istisan 06/13 -2006.

secondaria in conseguenza dei processi di nucleazione, condensazione e adsorbimento sopradescritti. Per quanto riguarda il peso percentuale del particolato secondario sul totale del particolato rilevato in aria ambiente, la TABELLA 50 riporta le stime elaborate all'interno di una serie di studi italiani.

In definitiva l'insieme dei dati disponibili nella letteratura scientifica permette di trarre alcune importanti conclusioni di natura generale:

- l'azione della componente ultravioletta della luce solare favorisce la formazione di particolato secondario, per quanto riguarda sia la componente inorganica che quella organica;
- la percentuale di particolato secondario nel particolato totale è significativa, di norma dell'ordine del 50% o superiore. Va osservato, per quanto riguarda la componente inorganica, che l'Agenzia Europea per l'Ambiente stima su scala continentale che i coefficienti di trasformazione in particolato dei precursori inorganici (espressi come massa) siano pari a 0,88 per gli ossidi di azoto, 0,54 per di biossido di zolfo e 0,65 per l'ammoniaca⁷. Tali coefficienti hanno un valore complessivo di lungo periodo e su scala europea, sono quindi da ritenersi estremamente conservativi a scala locale⁸, forniscono in ogni caso un'ulteriore indicazione dell'importanza del fenomeno.
- a parità di sito, la percentuale di particolato secondario aumenta al diminuire della granulometria; ciò è in accordo con il dato di letteratura secondo cui i componenti della frazione inorganica del particolato secondario (ammonio, nitrato e solfato) sono presenti prevalentemente nelle frazioni più fini⁹. Poiché tali frazioni hanno tempi di permanenza in atmosfera di giorni o settimane, la percentuale di particolato secondario in aree rurali, a fronte di concentrazioni di particolato totale più basse, è di norma più elevata che in area urbana. In altre parole il particolato secondario costituisce una componente di fondo del particolato totale distribuita pressoché omogeneamente su grande scala spaziale¹⁰.

A livello di politiche di risanamento, la rilevanza della formazione secondaria di particolato è uno degli elementi che ha contribuito a spostare l'attenzione verso azioni non episodiche ma programmate e estese sia come durata temporale che in termini di ampiezza del territorio interessato, in modo da contrastare il fenomeno alle stesse scale a cui si verifica. Inoltre, poiché gli ossidi di azoto costituiscono uno dei principali precursori della frazione inorganica del particolato, le politiche di riduzione delle emissioni di tali composti assumono una grande importanza in termini di rispetto dei valori limite anche per il PM10 e il PM2,5.

Una analoga considerazione può essere fatta per il biossido di zolfo, le cui concentrazioni in aria ambiente rispettano ormai da anni i valori limite ma che riveste ancora un'importanza non trascurabile (anche se generalmente inferiore a quella degli ossidi di azoto) come precursore del particolato secondario.

Va infine sottolineato che studi effettuati a livello europeo indicano che occorre agire, in misura analoga a quanto avviene per il biossido di zolfo e il biossido di azoto, anche sul contenimento delle emissioni di ammoniaca, a causa del suo ruolo nella produzione della frazione inorganica del particolato secondario¹¹. Quest'ultimo punto apre scenari di azione relativamente nuovi in quanto il maggiore contributo alla presenza dell'ammoniaca in aria ambiente è legata alle attività agricole e zootecniche, tradizionalmente sottoposte a scarsi obblighi di legge in tema di emissioni in atmosfera. A tale proposito la Comunicazione della Commissione Europa al Consiglio e al Parlamento Europeo COM (2005) 446 - "Strategia tematica sull'inquinamento atmosferico", indica che, per conseguire entro il 2020 gli obiettivi di risanamento della qualità dell'aria, occorrerà tra le altre una diminuzione delle emissioni di ammoniaca sul territorio dell'Unione Europea del 27% rispetto al dato base del 2000¹².

⁷ Air Pollution in Europe 1990-2000 - Appendix 3 -EEA 2004

⁸ Cfr Camerini et al. "L'inventario delle emissioni in atmosfera in Lombardia: stato dell'arte e prospettive" Ingegneria Ambientale vol. XXXIV n. 5 maggio 2005

⁹ Si vede a tale proposito Arpa EMR-Università degli Studi di Bologna "Progetto di caratterizzazione chimico-fisica del particolato atmosferico nelle classi dimensionali tra 10 e 0,4 µm-relazione tecnica finale " 2^a fase - ottobre 2005 e "Caratterizzazione del PM10 in tre città italiane : Firenze, Genova e Milano" ARPAT news n. 182-2006

¹⁰ Udisti "La composizione e l'origine del PM10 in Toscana - La componente inorganica" Atti Workshop progetto PATOS - Firenze 26 marzo 2007

¹¹ Erisman, Schaap "The need for ammonia abatement with respect to secondary PM reductions in Europe" Environmental Pollution 129 (2004) 159-163

¹² La Comunicazione prende in considerazione anche gli altri due aspetti negativi dell'ammoniaca sotto il profilo ambientale, vale a dire i contributi ai processi di eutrofizzazione e di deposizione acida sotto forma di ammonio.

DESCRIZIONE

Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti come IPA, sono un importante gruppo di composti organici caratterizzati dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati. Hanno una solubilità relativamente bassa in acqua e sono altamente lipofili. Gli IPA presenti in aria ambiente si originano da tutti i processi che comportano la combustione incompleta e/o la pirolisi di materiali organici. Le principali fonti di emissione in ambito urbano sono costituite dagli autoveicoli alimentati a benzina o gasolio e dalle combustioni domestiche e industriali che utilizzano combustibili solidi o liquidi. La presenza di IPA nei gas di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla presenza nel carburante di questi composti come tali che a processi di piro-sintesi che hanno luogo durante la combustione. Negli autoveicoli alimentati a benzina l'utilizzo di marmitte catalitiche riduce l'emissione di IPA dell'ordine dell'80-90%¹³.

A livello di ambienti confinanti il fumo di sigaretta e le combustioni domestiche prive di ventilazione possono costituire una ulteriore fonte di inquinamento da IPA.

In termini generali la parziale sostituzione del carbone e degli oli combustibili con il gas naturale ai fini della produzione di energia ha costituito un indubbio beneficio anche in termini di emissioni di IPA. Va però sottolineato che in alcune situazioni si sta parallelamente diffondendo in misura significativa l'utilizzo della combustione di biomasse per il riscaldamento domestico. Tale fenomeno, se da un lato ha indubbi benefici in termini di bilancio complessivo di gas serra, va tenuto attentamente sotto controllo per quanto riguarda l'inquinamento al suolo in quanto la quantità di IPA (come pure di altri inquinanti atmosferici di rilievo come ossidi di azoto e PM10) emessi da un impianto domestico alimentato a legna è da 5 a 10 volte maggiore della quantità emessa da un impianto alimentato con combustibile liquido (kerosene, gasolio da riscaldamento ecc)¹⁴. La rilevanza di questa problematica è testimoniata dal fatto che anche il recente Aggiornamento al Piano di risanamento e tutela della qualità dell'aria riguardante il riscaldamento ambientale e il condizionamento, approvato dalla Regione Piemonte con D.C.R. 98-1247 dell'11 gennaio 2007, individua in uno specifico allegato le prestazioni emissive che devono essere garantite dai sistemi di combustione a biomassa affinché la diffusione di tali combustibili non si ponga in contraddizione con gli obiettivi di risanamento della qualità dell'aria. Tali prestazioni, definite in termini di emissioni di ossidi di azoto e particolato, hanno indirettamente un effetto di limitazione anche delle sostanze componenti il particolato, tra cui gli IPA.

A livello di emissioni e di aria ambiente, gli IPA con 2 o 3 anelli si ritrovano prevalentemente in fase vapore, mentre quelli con 5 o più anelli, maggiormente rilevanti sul piano tossicologico, sono per la quasi totalità adsorbiti sul particolato e più precisamente nella frazione con diametro aerodinamico < 2,5 µm. Nell'atmosfera gli IPA possono inoltre reagire con altri inquinanti quali ozono, ossidi d'azoto e biossido di zolfo generando inquinanti di tipo secondario come azaareni e nitroderivati.

In termini di massa gli IPA costituiscono una frazione molto piccola del particolato atmosferico rilevabile in aria ambiente (< 0,1%) ma rivestono un grande rilievo tossicologico.

In particolare il benzo(a)pirene (o 3,4-benzopirene), che è stato oggetto delle attività di monitoraggio descritte nel seguito, è un idrocarburo policiclico aromatico a cinque anelli su cui è disponibile una vasta letteratura scientifica; per tali ragioni questo composto viene usualmente utilizzato, anche a livello normativo, quale indicatore di esposizione in aria per l'intera classe degli IPA. A titolo esemplificativo la TABELLA 51 e la TABELLA 52 riportano i fattori di emissione del benzo(a)pirene individuati dall'Agenzia Europea per l'Ambiente¹⁵, rispettivamente, per il trasporto stradale e per le combustioni domestiche¹⁶.

¹³ European Commission Ambient air pollution by PAH –Position Paper, pag 8

¹⁴ EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006 pag. B216-29 tab 8.1a e B216.32 8.2 b

¹⁵ EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006 pag B710-1 tab 8-61

¹⁶ EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006 pag. B216-29 tab 8.1a. Tale tabella fa riferimento a una distribuzione percentuale standard dei diversi tipi di riscaldamento descritta nel dettaglio a pag. B216-28 del documento. Per un dettaglio sulle stufe domestiche si veda la tabella del medesimo documento.

Auto passeggeri e mezzi leggeri < 3,5 t – benzina (µg/Km)		Auto passeggeri e mezzi leggeri < 3,5 t – diesel (µg/Km)		Mezzi pesanti > 3,5 t (µg/Km)	GPL (µg/Km)
Convenz.	Euro 1 e succ.	Iniez. diretta	Iniez. indiretta	Iniez. diretta	0,01
0,48	0,32	0,63	2,85	0,90	

TABELLA 51: fattori di emissione totali (caldo+freddo) di benzo(a)pirene– trasporto stradale.

Carbone (g/GJ)	Gas (g/GJ)	Combustibile liquido (g/GJ)	Legno e scarti agricoli (g/GJ)
230,0	NA	22,0	210,0

TABELLA 52: fattori di emissione di benzo(a)pirene – combustioni a fini di riscaldamento civile.

Per quanto riguarda le concentrazioni di benzo(a)pirene misurate nel particolato in aria ambiente, va sottolineato che esse presentano di norma un marcato andamento stagionale, con valori minori in primavera ed estate e più elevati in autunno e inverno. La diminuzione delle concentrazioni in aria ambiente nei mesi caldi dell'anno è legata a un insieme di fattori, tra cui le minori emissioni complessive dovute allo spegnimento degli impianti di riscaldamento, la maggiore altezza dello strato di rimescolamento, la diversa ripartizione degli IPA tra fase aeriforme e particolato e l'aumento della velocità delle reazioni di fotolisi diretta che portano a una degradazione degli IPA stessi.

DANNI CAUSATI

I dati ricavati da test su animali di laboratorio indicano che molti IPA hanno effetti sanitari rilevanti che includono l'immunosoppressione, la genotossicità, e la cancerogenicità. Va comunque sottolineato che, da un punto di vista generale, la maggiore fonte di esposizione a IPA, secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, non è costituita dall'inalazione diretta ma dall'ingestione di alimenti contaminati a seguito della deposizione del particolato atmosferico al suolo e il conseguente ingresso nella catena alimentare.

In particolare il benzo(a)pirene, produce tumori a livello di diversi tessuti sugli animali da laboratorio ed è inoltre l'unico idrocarburo policiclico aromatico per il quale sono disponibili studi approfonditi di tossicità per inalazione, dai quali risulta che questo composto induce il tumore polmonare in alcune specie.

A seguito degli sviluppi delle conoscenze scientifiche in materia, l'International Agency for Research on Cancer (IARC)¹⁷ ha modificato la classificazione del benzo(a)pirene, portandolo dal gruppo 2B (possibile cancerogeno per l'uomo) al gruppo 1 (accertato cancerogeno per l'uomo).

METODO DI MISURA

La frazione inalabile del particolato (PM10) contenuta in un volume noto di aria viene raccolta su filtro in fibra di quarzo, con frequenza giornaliera; da ogni singolo filtro viene estratta una porzione di area nota e i campioni su base giornaliera vengono aggregati al fine della costituzione di un campione composto su base mensile¹⁸, che viene sottoposto a estrazione con solvente e successiva determinazione quantitativa mediante gascromatografia-spettrometria di massa.

Nel caso della stazione di Torino Lingotto la determinazione del benzo(a)pirene è stata effettuata anche sulla frazione PM2,5.

¹⁷ International Agency for Research on Cancer (IARC) –Agents reviewed by the IARC monographs Volumes 1-95 last updated 24 January 2007

¹⁸ la possibilità di costituire campioni composti su base mensile è esplicitamente prevista dall'Allegato IV della Direttiva 2004/107/CE

ESAME DEI DATI

L'obiettivo di qualità dell'aria in vigore dal 01/01/1999 per il benzo(a)pirene è pari a 1 ng/m^3 come media annuale. Tale valore coincide con il valore obiettivo previsto dalla Direttiva 2004/107/CE in fase di recepimento.

Le concentrazioni medie mensili e la concentrazione media annuale sono riportate in TABELLA 53.

Per una corretta interpretazione dei risultati occorre tener conto che:

- i dati della stazione di Ivrea da gennaio a novembre sono riferiti al sito di P.zza Freguglia, caratterizzato da elevati flussi veicolari, mentre nel mese di Dicembre la media mensile si riferisce al nuovo sito di Viale della Liberazione, ubicato in zona con più spiccate caratteristiche residenziali;
- per ragioni tecniche nel primo quadrimestre non sono state effettuate sul particolato PM10 le determinazioni di benzo(a)pirene relative alla stazione di Torino Lingotto, per cui non è disponibile la percentuale minima di dati prevista dall'Allegato IV alla Direttiva 2004/107/CE (90%) per il calcolo della media annuale di benzo(a)pirene. Il dato di media annuale indicato in tabella per tale stazione è quindi presumibilmente sottostimato in quanto nei mesi invernali i valori sono di norma più elevati. Nella stessa stazione è invece disponibile con adeguata percentuale il dato di benzo(a)pirene rilevato sul PM2,5;
- le medie annuali indicate in tabella per ogni stazione sono ricavate a partire dalle medie giornaliere, e possono presentare leggere differenze rispetto al valore ricavabile a partire dalle medie mensili a causa del diverso peso statistico dei diversi mesi.

Il risultato più significativo del monitoraggio è che l'obiettivo di qualità di 1 ng/m^3 come media annuale è rispettato in 10 siti su 12. Le concentrazioni più elevate sono state registrate in un sito urbano caratterizzato da traffico veicolare intenso (To-Consolata $1,1 \text{ ng/m}^3$) e in un sito extraurbano (Buttiglieria Alta $1,2 \text{ ng/m}^3$) ma, in ogni caso, anche in queste stazioni l'entità del superamento è contenuta. Si ritiene opportuno osservare che i dati rilevati su base mensile nella stazione di Buttiglieria sono in linea con quelli misurati nelle altre postazioni della provincia con l'eccezione del dato di dicembre che è più alto. La media annua risulta pertanto "condizionata" da un solo valore particolarmente elevato, situazione questa che suggerisce una particolare attenzione nella valutazione complessiva dei risultati. Nella stazione di Druento, che è posizionata nel Parco della Mandria e quindi lontano da fonti di inquinamento significative di natura antropogenica, si è invece misurato il valore medio annuo più basso, pari a $0,4 \text{ ng/m}^3$.

Se si confronta tale situazione con quella descritta nell'edizione 2003 di "Uno sguardo all'aria", si osserva un sostanziale miglioramento della situazione complessiva: a fronte di un intervallo di media annuale compreso tra $1,3$ e $0,39 \text{ ng/m}^3$ e quindi confrontabile con l'attuale, l'obiettivo di qualità risultava infatti rispettato in un numero significativamente inferiore di siti (7 siti su 11).

Analizzando il profilo temporale si conferma invece il tipico andamento annuale, con concentrazioni di benzo(a)pirene sensibilmente maggiori nei mesi invernali rispetto al periodo estivo, come si può osservare nel grafico riportato in FIGURA 53 relativo a tre postazioni ritenute significative (una di fondo, una extraurbana e una nel capoluogo). Come già sottolineato tale fenomeno è attribuibile all'azione congiunta di una pluralità di fattori. Il periodo invernale è tipicamente caratterizzato nel territorio provinciale da condizioni meteo-climatiche non favorevoli alla dispersione degli inquinanti e dalla presenza delle emissioni legate agli impianti di riscaldamento domestico, come testimoniato dal fatto che in ogni stazione il valore massimo di media mensile è stato in effetti registrato nei mesi di gennaio e dicembre. Nel periodo estivo le temperature più elevate e l'intensa radiazione solare, oltre a creare condizioni di instabilità atmosferica favorevoli alla dispersione degli inquinanti, aumentano la velocità delle reazioni di fotodegradazione degli IPA.

Per quanto riguarda la distribuzione della massa di benzo(a)pirene nelle diverse frazioni di particolato, i dati disponibili per la stazione di Torino Lingotto non permettono di trarre conclusioni definitive, a causa della già menzionata indisponibilità delle misure di benzo(a)pirene nel PM10 per il primo quadrimestre dell'anno. I valori medi di

benzo(a)pirene rilevate sul PM_{2,5} e sul PM₁₀ nel periodo maggio-dicembre sono pari rispettivamente a 0,51 e 0,63 ng/m³, per cui si conferma in ogni caso il dato generale di letteratura secondo cui i microinquinanti organici sono presenti prevalentemente nelle frazioni più fini del particolato.

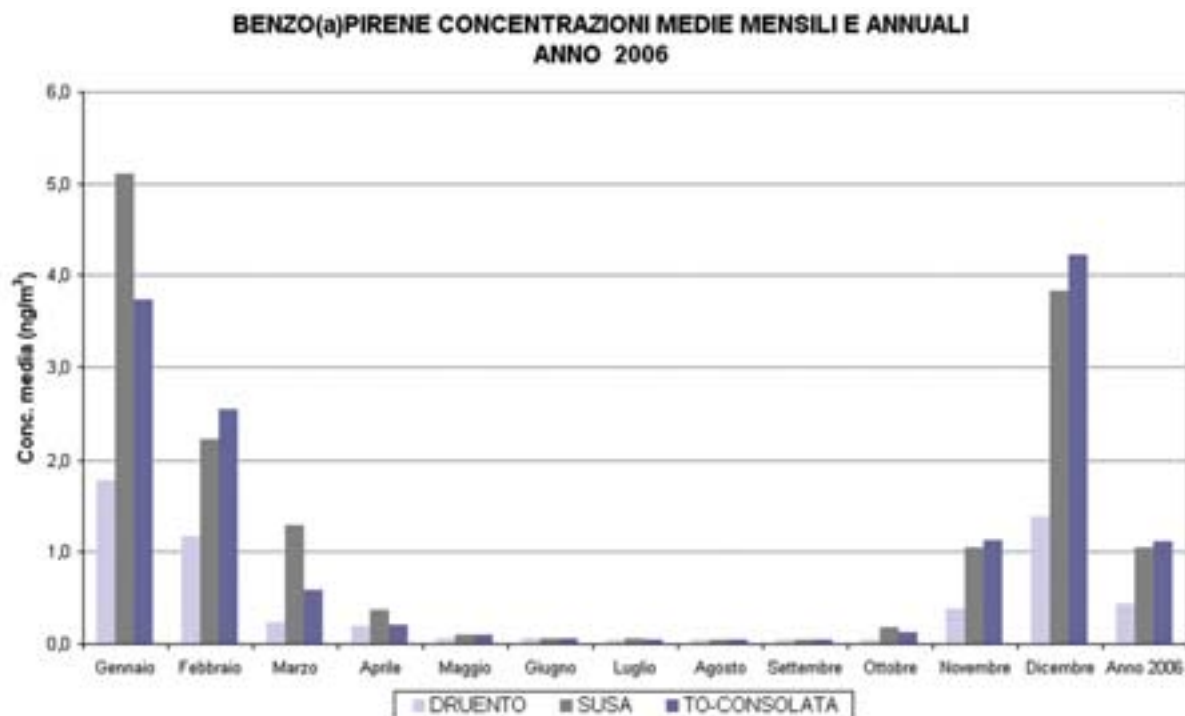


FIGURA 53: concentrazioni medie mensili e annuali benzo(a)pirene rilevato nel PM₁₀ – anno 2006

Alcune considerazioni di un certo interesse possono essere fatte utilizzando come indicatore non le concentrazioni assolute di benzo(a)pirene ma la percentuale in massa dell'inquinante nel PM₁₀.

La TABELLA 54 riporta la percentuale di benzo(a)pirene nel PM₁₀ per tutte le stazioni considerate¹⁹. La FIGURA 54, relativamente alle tre stazioni ritenute indicative, riporta graficamente l'andamento di tali percentuali.

Questo tipo di indicatore evidenzia che:

- a parità di stazione il PM₁₀ risulta significativamente più ricco di benzo(a)pirene durante il semestre freddo (gennaio-marzo e ottobre-dicembre). Il periodo invernale risulta quindi quello più critico per l'esposizione a particolato non solo in termini di concentrazioni assolute ma anche di composizione qualitativa di microinquinanti organici. Per la stazione di Torino Lingotto, durante i mesi di novembre e dicembre in cui le quantità assolute di benzo(a)pirene sono più elevate e risultano disponibili sia il dato su PM₁₀ che quello su PM_{2,5}, la percentuale di benzo(a)pirene risulta più elevata nel PM_{2,5};
- mentre durante il semestre caldo (aprile-settembre) non vi sono differenze significative tra le diverse stazioni, durante il semestre freddo si osserva che le stazioni in cui la percentuale di benzo(a)pirene è più elevata sono esterne al capoluogo. Nel dettaglio si osserva che le stazioni del capoluogo si assestano attorno a percentuali tra 0,0010 e 0,0014 (confrontabili o di poco superiori a quelle riscontrate presso la stazione di fondo di Druento) mentre le stazioni più critiche risultano quelle di Ivrea, Buttigliera Alta e Susa, con

¹⁹ Le percentuali riportate in tabella in riferimento alla media dei mesi freddi e a quella dei mesi caldi sono calcolate sulla base delle concentrazioni medie giornaliere di benzo(a)pirene e PM₁₀ misurate, rispettivamente, nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre, dicembre (semestre freddo) e in quelli aprile, maggio, giugno, luglio, agosto, settembre (semestre caldo). A causa del diverso peso statistico di ogni mese, tali percentuali possono quindi presentare leggere differenze rispetto a quelle calcolabile sulla base della semplice media aritmetica delle percentuali mensili riportate nella medesima tabella.

percentuali di benzo(a)pirene nel semestre freddo, rispettivamente, di 0,0053%, 0,0035% e 0,0030%. L'entità delle differenze nel semestre freddo è inoltre tale da far sì che analoghe differenze tra le stazioni si rilevino, in misura ovviamente meno accentuata, anche a livello di percentuali medie annuali.

Il fenomeno in questione è di non facile interpretazione e andrà comunque confermato dalle misure che verranno effettuate negli anni successivi. A livello di analisi preliminare si può osservare che le fonti emissive che possono risultare più critiche per quanto riguarda l'emissione di IPA nelle aree lontane dal capoluogo (e che quindi possono dare origine in aria ambiente a un particolato più ricco di IPA) sono il traffico veicolare pesante sui grandi assi viari extraurbani, la combustione del legno (o comunque di biomasse) ai fini di riscaldamento domestico e gli eventuali insediamenti produttivi con emissioni atmosferiche di IPA significative. Per definire in termini quantitativi il peso relativo delle diverse tipologie di fonti sarebbe necessario intraprendere uno studio specifico. Sulla base dei dati disponibili è comunque possibile formulare alcune considerazioni relativamente al traffico e alla combustione di biomasse.

L'analisi dei dati suggerisce che il traffico veicolare non costituisca la causa principale del fenomeno. I valori rilevati nella stazione di Carmagnola, posizionata nelle immediate vicinanze di una strada statale caratterizzata da un notevole flusso di autoveicoli pesanti, non presentano una percentuale di benzo(a)pirene nel PM10 più elevata di quella delle stazioni del capoluogo.

Al contrario le osservazioni indicano che il contributo della combustione di biomasse è particolarmente significativo infatti:

- il rapporto IPA/PM10 assume i valori più elevati nel semestre freddo dell'anno e in particolare nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio in cui è più intenso l'utilizzo degli impianti di riscaldamento e nelle aree territoriali a carattere rurale dove l'utilizzo di legna e biomasse è presumibilmente più diffuso;
- la stazione di Saliceto in Provincia di Cuneo, che per la sua ubicazione è soggetta a ricadute significative da impianti a biomassa che costituiscono localmente la principale tipologia di riscaldamento civile, può essere utilizzata come riferimento per valutare tale fenomeno. I dati rilevati in questa stazione nel corso del 2006 sono fra i più elevati in ambito regionale, dal punto di vista della concentrazione assoluta di benzo(a)pirene, e mostrano una percentuale di benzo(a)pirene nel PM10 significativamente più alta che nell'area urbana torinese, sia in termini di media annuale (0,0041%) che in riferimento al semestre freddo (0,0058%). Questi dati confermano la correlazione fra combustione di biomasse e significative concentrazioni di IPA.

**RAPPORTO PERCENTUALE BENZO(a)PIRENE SU PM10
ANNO 2006**

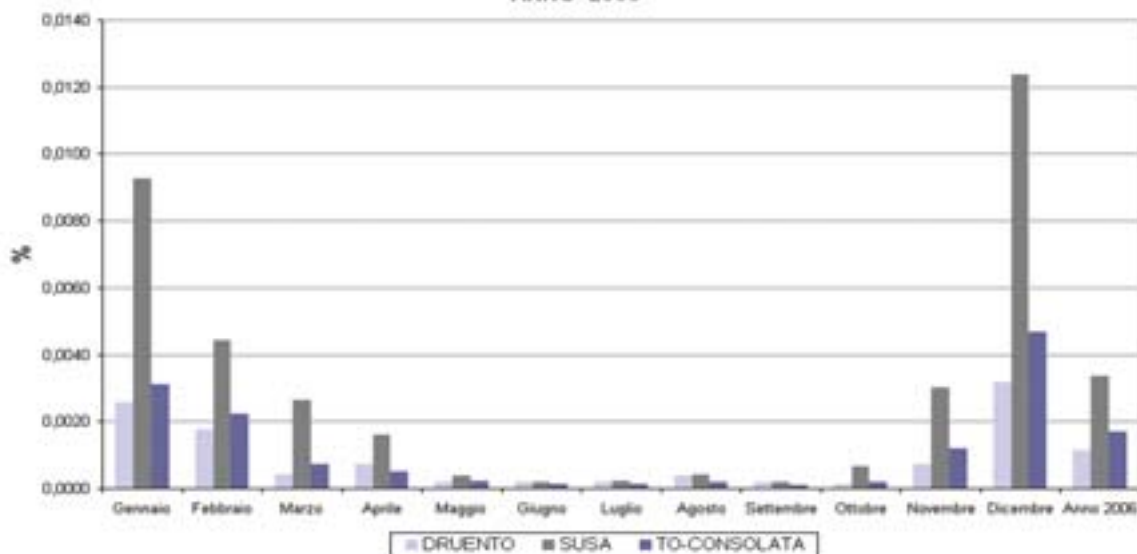


FIGURA 54: percentuale benzo(a)pirene nel PM10 – stazioni di Torino

Periodo di mediazione	BORGARO	BUTTIGLIERA ALTA	CARMAGNOLA	DRUENTO	IVREA	PINEROLO	SUSA	TO ITIS GRASSI	TO-RIVOLI	TO-CONSOLATA	TO-GAIDANO	TO-LINGOTTO
Gennaio	3,8	3,9	4,1	1,8	4,7	2,4	5,1	4,3	3,0	3,7	3,6	n.d.
Febbraio	2,7	2,8	2,8	1,2	2,7	1,6	2,2	1,4	2,4	2,6	1,9	n.d.
Marzo	0,5	0,4	0,5	0,2	0,5	0,5	1,3	0,5	0,3	0,6	0,4	n.d.
Aprile	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	n.d.
Maggio	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Giugno	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1
Luglio	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,1
Agosto	0,04	0,04	0,04	0,04	0,09	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,2
Settembre	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,09	0,04	0,04	0,04	0,1
Ottobre	0,1	0,1	0,08	0,04	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Novembre	0,9	1,0	1,0	0,4	1,1	0,5	1,1	0,9	0,7	1,1	0,9	0,6
Dicembre	3,1	5,8	3,3	1,4	3,8	2,6	3,8	4,4	2,9	4,2	3,3	3,5
Anno 2006	1,0	1,2	1,0	0,4	1,0	0,6	1,0	0,9	0,8	1,1	0,9	0,6
% di giorni validi	98%	92%	98%	94%	95%	91%	93%	90%	98%	96%	94%	63%

TABELLA 53: concentrazioni medie mensili e annuali di benzo(a)pirene rilevate su PM10 e PM2.5 - anno 2006 (ng/m³).

Periodo di mediazione	BORGARO	BUTTIGLIERA ALTA	CARMAGNOLA	DRUENTO	IVREA	PINEROLO	SUSA	TO ITIS GRASSI	TO-RIVOLI	TO-CONSOLATA	TO-GAIDANO	TO-LINGOTTO	TO-LINGOTTO Su PM2,5
Gennaio	0,0037	0,0043	0,0035	0,0026	0,0051	0,0033	0,0093	0,0029	0,0022	0,0031	0,0029	n.d.	0,0044
Febbraio	0,0029	0,0033	0,0026	0,0018	0,0032	0,0021	0,0044	0,0014	0,0020	0,0022	0,0017	n.d.	0,0013
Marzo	0,0006	0,0006	0,0006	0,0004	0,0008	0,0007	0,0026	0,0005	0,0004	0,0007	0,0005	n.d.	0,0007
Aprile	0,0006	0,0006	0,0006	0,0007	0,0007	0,0006	0,0016	0,0008	0,0005	0,0005	0,0006	n.d.	0,0008
Maggio	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	0,0004	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0005	0,0002
Giugno	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003
Luglio	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003
Agosto	0,0002	0,0003	0,0002	0,0004	0,0006	0,0003	0,0004	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	0,0006	0,0012
Settembre	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002
Ottobre	0,0003	0,0003	0,0001	0,0001	0,0006	0,0003	0,0007	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001
Novembre	0,0012	0,0017	0,0012	0,0007	0,0023	0,0008	0,0030	0,0008	0,0006	0,0012	0,0009	0,0006	0,0010
Dicembre	0,0042	0,0098	0,0045	0,0032	0,0068	0,0051	0,0124	0,0041	0,0031	0,0047	0,0036	0,0036	0,0047
Anno 2006	0,0017	0,0026	0,0017	0,0011	0,0022	0,0013	0,0034	0,0012	0,0012	0,0017	0,0014	0,0010	0,0019
% media mesi freddi	0,0023	0,0035	0,0022	0,0015	0,0030	0,0020	0,0053	0,0017	0,0016	0,0022	0,0018	0,0018	0,0025
% media mesi caldi	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003	0,0001	0,0003	0,0005	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0005	0,0004

TABELLA 54: percentuale in massa di benzo(a)pirene nel PM10 e nel PM2,5 – anno 2006.

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 per la misura in continuo di biossido di zolfo, monossido di carbonio, ossidi di azoto, polveri PM10, ozono, idrocarburi aromatici e dei principali parametri meteorologici.

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 2006 sono state realizzate campagne di rilevamento in 6 comuni della provincia torinese, la localizzazione dei punti di monitoraggio è indicata in FIGURA 55.

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 ed è scaricabile via internet all'indirizzo: <http://www.provincia.torino.it/ambiente/inquinamento/aria/qualita/mezzo>.

Per ogni campagna di monitoraggio viene riportata nel presente capitolo una breve scheda riassuntiva, che descrive il confronto con i valori limite in vigore (D.M. 60/2002 per biossido di zolfo, biossido di azoto, monossido di carbonio, benzene e PM10, e D. Lgs n. 183 del 21/05/04 per quanto riguarda l'ozono).

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.

I dati acquisiti tramite il mezzo mobile consentono di integrare le valutazioni sulla qualità dell'aria sul territorio provinciale e permettono agli amministratori comunali di valutare l'adozione di interventi al fine di migliorare la qualità dell'aria del proprio territorio, dove possono esserci situazioni specifiche, quali ad esempio la presenza di vie di comunicazione o di unità produttive.

Nel corso del 2006, il Laboratorio Mobile è stato posizionato in 4 Comuni della Provincia di Torino (None, Nichelino, Settimo T.se e Pavone C.se) che avevano espresso l'esigenza di monitorare la qualità dell'aria in seguito a modifiche della viabilità o a costruzione di nuove opere nel territorio comunale.

L'inizio del 2006 invece è stato caratterizzato dall'evento Olimpico, per cui nell'ambito della collaborazione di Arpa Piemonte con Regione Piemonte, Provincia di Torino, Comuni Olimpici, Agenzia 2006 e TOROC per favorire lo svolgimento dei Giochi Olimpici anche nell'ottica della tutela ambientale, è stato effettuato un monitoraggio della qualità dell'aria nei pressi delle manifestazioni. Tra il 28 Dicembre 2005 e il 19 Marzo 2006 sono stati impiegati 5 Laboratori Mobili di proprietà delle varie Province Piemontesi e gestiti dai diversi Dipartimenti Provinciali di Arpa, per il controllo della qualità dell'aria nei Comuni di Sestriere, Pragelato, Bardonecchia Sauze d'Oulx e Torino e per fornire un Indice di Qualità dell'Aria (IQA) specifico per le valli Olimpiche che è stato messo a disposizione del pubblico sul sito della Provincia di Torino. Copia della Pubblicazione in cui è riportata una trattazione completa dei risultati delle campagne è scaricabile dal sito dell'Arpa (www.arpa.piemonte.it) alla voce Pubblicazioni, 2006, Arpa e i Giochi.

Le manifestazioni ed i monitoraggi si sono svolti nel periodo invernale, per cui il parametro ozono non ha evidenziato problematicità, anche se i siti in quota normalmente sono caratterizzati da livelli più elevati rispetto alle stazioni in pianura e risentono maggiormente dei fenomeni di vento föhn che determinano un innalzamento dei valori. Infatti, nonostante la stagione invernale, il Laboratorio Mobile collocato a Sauze d'Oulx ha rilevato 1 superamento del livello di protezione della salute di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (come media su 8 ore), con valore massimo orario di $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre in P.zza d'Armi a Torino il livello più elevato

raggiunto è stato di $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I valori previsti dal DM60/2002 per il monossido di carbonio sono stati rispettati in tutti i siti e anche per il benzene il valore medio per il periodo di monitoraggio di ogni campagna non ha mostrato criticità, anche se i valori orari registrati in P.zza d'Armi sono stati superiori di quelli ottenuti nelle stazioni di Rivoli e Torino-Consolata. Anche il parametro SO_2 , pur rispettando i limiti previsti dalla normativa, in P.zza d'Armi ha fornito valori superiori di quelli registrati in Via Consolata.

Le maggiori criticità sono emerse dal monitoraggio di biossido di azoto e polveri inalabili. Come approfondito nei capitoli della presente pubblicazione che trattano questi due inquinanti, nel corso del 2006 i valori più elevati ed il numero maggiore di superamenti si sono verificati durante i mesi di gennaio e febbraio. Anche i monitoraggi effettuati con il laboratorio mobile hanno evidenziato, per questi due parametri, la problematicità del periodo. Per l' NO_2 il numero maggiore di superamenti del livello orario è stato registrato a Pragelato (24 superamenti in 69 giorni di monitoraggio) con valore massimo orario di $262 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre in P.zza d'Armi vi sono stati 6 superamenti (durante 39 giorni di monitoraggio) e la massima media oraria è stata pari a $233 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per il PM_{10} il livello giornaliero per la protezione della salute di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato superato 16 volte a Pragelato, 6 a Sestriere, 14 a Bardonecchia e 26 volte a Torino (per informazioni sulla durata e i dettagli di ogni campagna si rimanda alla pubblicazione sopra citata). A Sauze d'Oulx non si sono avuti superamenti né per NO_2 né per il PM_{10} , infatti il sito è caratterizzato da maggiore ventosità, come evidenziato anche dai valori più elevati di ozono rispetto agli altri siti.

Per tutti gli inquinanti da traffico veicolare i valori più elevati si sono riscontrati dal 9 al 17 febbraio; i parametri meteo-climatici rilevati dalle stazioni fisse e mobili hanno evidenziato una condizione di stabilità atmosferica caratterizzata da alta pressione e scarsa velocità del vento che ha favorito l'accumulo degli inquinanti. Precipitazioni atmosferiche tra il 19 e il 25 febbraio e le giornate ventose dal 10 al 12 marzo hanno permesso la diminuzione delle concentrazioni degli inquinanti. Quindi, anche i monitoraggi con i mezzi mobili evidenziano come nell'accumulo e nella dispersione degli inquinanti, i fattori meteo-climatici giochino un ruolo fondamentale.

Per quanto riguarda i monitoraggi effettuati nel corso del 2006 nei comuni di None, Nichelino e Settimo T.se i dati riportati nelle tabelle che seguono si riferiscono alla prima campagna condotta in ogni sito. Una valutazione esauriente della qualità dell'aria sarà disponibile al termine dei monitoraggi effettuati in stagioni diverse, già programmati per il 2007.

Nel Comune di None la prima campagna è stata condotta in un periodo che non mostra particolari problematiche ed infatti l'unico inquinante per cui si sono registrati dei superamenti è il PM_{10} , con valori tuttavia in linea con quelli di stazioni della rete fissa provinciale che hanno caratteristiche simili come Pinerolo, Buttigliera e Carmagnola. Gli andamenti di benzene, monossido di carbonio e biossido di azoto mostrano che la qualità dell'aria è influenzata dalla presenza di traffico veicolare, infatti le concentrazioni più elevate, pur rispettando i limiti previsti dalla normativa, si osservano tra le 7 e le 11 e tra le 18 e le 20.

Nel Comune di Settimo il monitoraggio è stato condotto per valutare l'impatto sulla qualità dell'aria in seguito all'entrata in funzione di una nuova rotatoria che permette l'accesso all'autostrada Torino-Milano, per questo motivo è stato installato anche uno strumento in grado di contare il numero di veicoli. Purtroppo non era stata richiesta una campagna di ante operam, per cui non è possibile fare un confronto dei dati nelle due diverse situazioni. Dai dati raccolti emerge che per i vari inquinanti PM_{10} , NO_2 , CO, benzene il sito ha valori medi che si posizionano tra le stazioni di Borgaro T.se e Via Consolata. Superamenti dei valori limite sono stati registrati per PM_{10} ed NO_2 . Da una prima valutazione dei dati, che richiede sicuramente una più approfondita analisi in seguito alla seconda campagna, non si nota una diretta correlazione tra i picchi di traffico e l'aumento diretto dei vari inquinanti, soprattutto quelli primari come CO, Benzene ed NO.

Per quanto riguarda il Comune di Nichelino, la campagna è stata condotta in uno dei periodi più critici dell'anno per inquinanti quali biossido di azoto e PM_{10} . Per quest'ultimo, in particolare, è stato superato il valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tutti i giorni di monitoraggio. Tale situazione non è eccezionale sul nostro territorio. In questo periodo infatti

superamenti della stessa entità di e valori simili per i vari inquinanti sono stati registrati nelle altre stazioni dell'area metropolitana e nella stazione fissa presente nello stesso Comune. Il monitoraggio nel Comune di Pavone C.se è stato concluso effettuando le due campagne in periodi caratterizzati da condizioni climatiche diverse. La finalità principale del monitoraggio era quello di valutare l'impatto sulla qualità dell'aria dovuto all'incremento di traffico in seguito all'apertura di un nuovo centro commerciale, quindi è stato posizionato anche un contatraffico. Anche in questo caso non sono disponibili dati ante operam che possano permettere un confronto diretto dei valori. Osservando però la modulazione oraria e settimanale del monossido di carbonio si riscontra che nei giorni festivi le concentrazioni orarie sono simili ai giorni feriali, in accordo con i flussi di traffico veicolare che, nel sito non hanno variazioni quantitativamente significative nei giorni festivi rispetto ai feriali. Si può pertanto ipotizzare, almeno su scala locale, uno scarso impatto dovuto al centro commerciale. Emerge, in conclusione, che i valori medi dei vari inquinanti sono paragonabili a quelli delle stazioni fisse della rete provinciale normalmente caratterizzate dai livelli più contenuti.

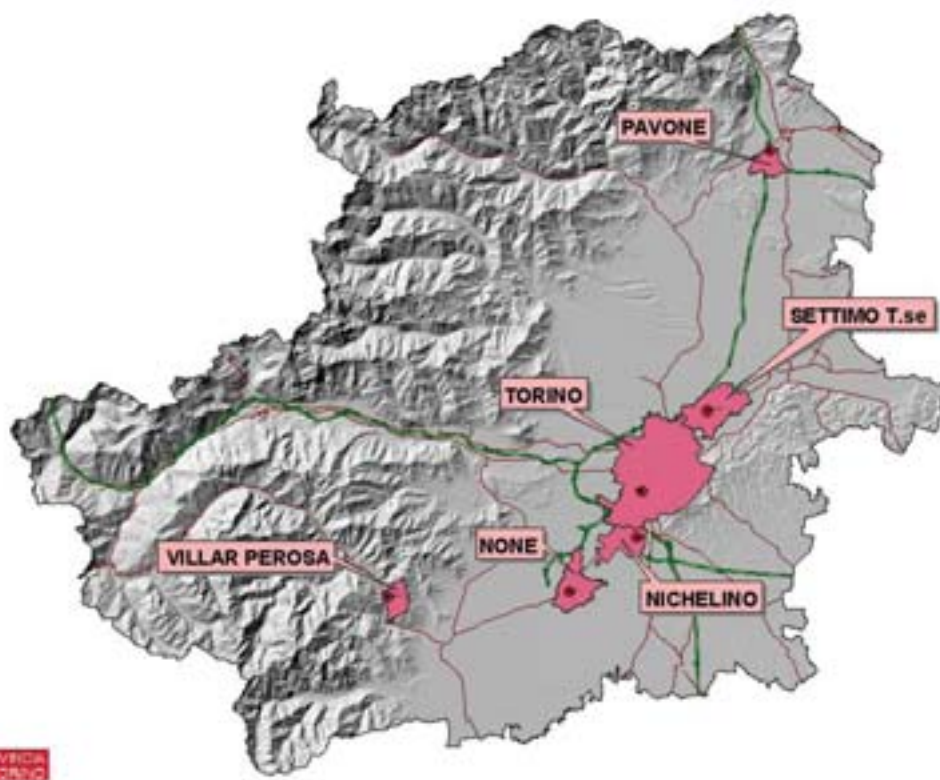


FIGURA 55: campagne di monitoraggio effettuate con il laboratorio mobile nell'anno 2006.



LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI TORINO - P.ZZA D'ARMI

Periodo di monitoraggio: 9 Febbraio - 20 Marzo 2006

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi		Valore limite per la protezione della salute umana				Soglia di informazione				Soglia di allarme						
		%	Valore medio del periodo	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 ₂	DM 60/2002	71		25 µg/m ³ (1)	350 µg/m ³	0	0											
NO ₂	DM 60/2002	98		12 µg/m ³ (2)	125 µg/m ³	0	0											
CO	DM 60/2002	97		233 µg/m ³ (1)	200 µg/m ³	6	0,6											
PM10	DM 60/2002	85		2,8 mg/m ³ (4)	10 mg/m ³ (4)	0	0											
O ₃	D.Lgs. 183 del 21/05/04	95		69 µg/m ³ (4)	120 µg/m ³	0	0	80 µg/m ³ (1)	180 µg/m ³	0	0	80 µg/m ³ (1)	240 µg/m ³	0	0			
C6H6	DM 60/2002	96		3,9 µg/m ³ (6)	5 µg/m ³ (7)	0 ⁽⁵⁾	0											

* Per O₃ sono stati presi in considerazione i valori limite del D.Lgs n. 183 del 21/05/04

(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); (5) Numero di giorni con almeno un superamento del livello di protezione della salute su medie di 8 ore; (6) Concentrazione media del periodo di monitoraggio; (7) Concentrazione media annuale

FIGURA 56: comune di Torino P.zza D'Armi - Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.



LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI PAVONE C.se

Prima campagna: Periodo di monitoraggio : 23 Marzo - 23 Aprile 2006

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi %	Valore limite per la protezione della salute umana				Soglia di Informazione				Soglia di allarme						
			Valore medio periodo	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 ₂	DM 60/2002	79		4 µg/m ³ (1)	350 µg/m ³	0	0										
NO ₂	DM 60/2002	87		3 µg/m ³ (2)	125 µg/m ³	0	0							4 µg/m ³ (3)	500 µg/m ³	0	0
CO	DM 60/2002	87		105 µg/m ³ (1)	200 µg/m ³	0	0							89 µg/m ³ (3)	400 µg/m ³	0	0
PM10	DM 60/2002	100		1,2 mg/m ³ (4)	10 mg/m ³ (4)	0	0										
O ₃	D.Lgs. 183 del 21/05/04	87		99 µg/m ³ (2)	50 µg/m ³ (2)	4	12,5										
				89 µg/m ³ (4)	120 µg/m ³	0	0	104 µg/m ³ (1)	180 µg/m ³	0	0	104 µg/m ³ (1)	240 µg/m ³	0	0	0	0
C6H6	DM 60/2002	87	2,0 µg/m ³ (6)		5 µg/m ³ (7)												

* Per O₃ sono stati presi in considerazione i valori limite del D.Lgs n. 183 del 21/05/04

(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); (5) Numero di giorni con almeno un superamento del livello di protezione della salute su medie di 8 ore; (6) Concentrazione media del periodo di monitoraggio; (7) Concentrazione media annuale

FIGURA 57: comune di Pavone C.se – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.

LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI PAVONE C.se																			
Seconda campagna: Periodo di monitoraggio: 02 - 31 Agosto 2006																			
Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi %	Valore limite per la protezione della salute umana						Soglia di informazione				Soglia di allarme						
			Valore medio periodo	Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti		Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti		Valore medio massimo	Valore di riferimento	superamenti					
							n°	%				n°	%				n°	%	
SO ₂	DM 60/2002	88		6 µg/m ³ (1)	350 µg/m ³		0	0								6 µg/m ³ (3)	500 µg/m ³	0	0
NO ₂	DM 60/2002	79		4 µg/m ³ (2)	125 µg/m ³		0	0											
CO	DM 60/2002	87		94 µg/m ³ (1)	200 µg/m ³		6	0								88 µg/m ³ (3)	400 µg/m ³	0	0
PM10	DM 60/2002	97		1,1 mg/m ³ (4)	10 mg/m ³ (4)		0	0											
O ₃	D.Lgs. 183 del 21/05/04	86		27 µg/m ³ (2)	50 µg/m ³ (2)		0	0											
				123 µg/m ³ (4)	120 µg/m ³		3	0.5								132 µg/m ³ (1)	180 µg/m ³	0	0
C6H6	DM 60/2002	87	1,6 µg/m ³ (6)		5 µg/m ³ (7)		1 ⁽⁵⁾	4.2											

* Per O₃ sono stati presi in considerazione i valori limite del D.Lgs n. 183 del 21/05/04

(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); (5) Numero di giorni con almeno un superamento del livello di protezione della salute su medie di 8 ore; (6) Concentrazione media del periodo di monitoraggio; (7) Concentrazione media annuale



LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI NONE

Prima campagna: Periodo di monitoraggio : 23 Marzo - 23 Aprile 2006

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi %	Valore limite per la protezione della salute umana				Soglia di Informazione				Soglia di allarme						
			Valore medio del periodo	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 ₂	DM 60/2002	94	8 µg/m ³ (1)	350 µg/m ³	350 µg/m ³	0	0										
NO ₂	DM 60/2002	95	3 µg/m ³ (2)	125 µg/m ³	125 µg/m ³	0	0										
CO	DM 60/2002	95	1,0 mg/m ³ (4)	10 mg/m ³ (4)	10 mg/m ³ (4)	0	0										
PM10	DM 60/2002	100	71 µg/m ³ (2)	50 µg/m ³ (2)	50 µg/m ³ (2)	4	12										
O ₃	D.Lgs. 188 del 21/05/04	93	114 µg/m ³ (4)	120 µg/m ³ (4)	120 µg/m ³ (4)	0	0	128 µg/m ³ (1)	180 µg/m ³	180 µg/m ³	0	0	128 µg/m ³ (1)	240 µg/m ³	240 µg/m ³	0	0
C6H6	DM 60/2002	95	2,7 µg/m ³ (6)	5 µg/m ³ (7)	5 µg/m ³ (7)	0 ⁽⁵⁾	0										

* Per O₃ sono stati presi in considerazione i valori limite del D.Lgs n. 188 del 21/05/04

(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); (5) Numero di giorni con almeno un superamento del livello di protezione della salute su medie di 8 ore; (6) Concentrazione media del periodo di monitoraggio; (7) Concentrazione media annuale

FIGURA 58: comune di None – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.



LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI SETTIMO T.se

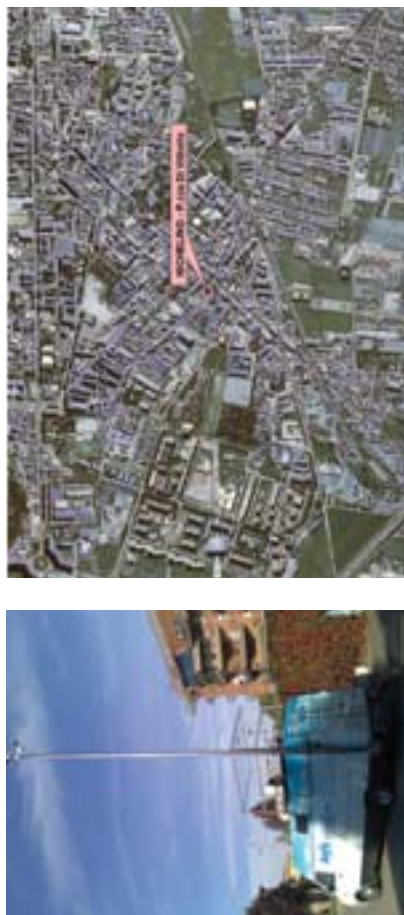
Periodo di monitoraggio: 21 Settembre – 18 Ottobre 2006

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi %	Valore limite per la protezione della salute umana				Soglia di informazione				Soglia di allarme						
			Valore medio del periodo	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 ₂	DM 60/2002	85		10 µg/m ³ (1) 4 µg/m ³ (2)	350 µg/m ³ 125 µg/m ³	0 0	0 0										
NO ₂	DM 60/2002	97		214 µg/m ³ (1)	200 µg/m ³	2	0,3							9 µg/m ³ (3)	500 µg/m ³	0	0
CO	DM 60/2002	96		1,5 mg/m ³ (4)	10 mg/m ³ (4)	0	0							197 µg/m ³ (3)	400 µg/m ³	0	0
PM10	DM 60/2002	100		108 µg/m ³ (2)	50 µg/m ³ (2)	15	54										
O ₃	D.Lgs. 183 del 21/05/04	98		98 µg/m ³ (4)	120 µg/m ³	0	0	122 µg/m ³ (1)	180 µg/m ³	0	0	122 µg/m ³ (1)	240 µg/m ³			0	0
C6H6	DM 60/2002	96	3,2 µg/m ³ (6)		5 µg/m ³ (7)	0 ⁽⁵⁾	0										

* Per O₃ sono stati presi in considerazione i valori limite del D.Lgs n. 183 del 21/05/04

(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); (5) Numero di giorni con almeno un superamento del livello di protezione della salute su medie di 8 ore; (6) Concentrazione media del periodo di monitoraggio; (7) Concentrazione media annuale

FIGURA 59: comune di Settimo T.se – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.



LABORATORIO MOBILE - COMUNE DI NICHELINO

Prima campagna: Periodo di monitoraggio : 7 Novembre - 4 Dicembre 2006

Inquinante	Riferimenti normativi	Dati validi		Valore limite per la protezione della salute umana						Soglia di Informazione				Soglia di allarme						
		%	Valore medio del periodo	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 ₂	DM 60/2002	97	12 µg/m ³ (1)	7 µg/m ³ (2)	350 µg/m ³	0	0													
NO ₂	DM 60/2002	100	322 µg/m ³ (1)		200 µg/m ³	20	0													
CO	DM 60/2002	97	3.6 mg/m ³ (4)		10 mg/m ³ (4)	0	0													
PM10	DM 60/2002	100	212 µg/m ³ (2)		50 µg/m ³ (2)	28	100													
O ₃	D.Lgs. 188 del 21/05/04	96	11 µg/m ³ (4)		120 µg/m ³	0	0	22 µg/m ³ (1)	180 µg/m ³	0	0	22 µg/m ³ (1)	240 µg/m ³	0	0					
C6H6	DM 60/2002	85	5,8 µg/m ³ (6)		5 µg/m ³ (7)	0 ⁽⁵⁾	0													

* Per O₃ sono stati presi in considerazione i valori limite del D.Lgs n. 183 del 21/05/04

(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); (5) Numero di giorni con almeno un superamento del livello di protezione della salute su medie di 8 ore; (6) Concentrazione media del periodo di monitoraggio; (7) Concentrazione media annuale

FIGURA 60: comune di Nichelino – 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.

L'Area Previsione e Monitoraggio Ambientale di Arpa Piemonte cura e gestisce un sistema complesso di monitoraggio sul territorio regionale, tra cui un sistema di misure a terra che ad oggi consta di circa 500 stazioni automatiche, di cui circa 120 nella provincia di Torino, 2 sistemi di radiosondaggio, presso l'Aeroporto di Cuneo-Levaldigi e nel comune di Cesana Torinese, in località Pariol, 2 radar doppler ed un profilatore verticale di vento e temperatura collocato nell'area urbana di Torino.

Sulla base di rigorose specifiche tecniche, elaborate con la collaborazione del Politecnico di Torino, la rete è stata realizzata per fasi successive: a partire da una prima maglia di stazioni di interesse meteorologico "regionale" si sono via via infittiti i punti di monitoraggio sia a copertura di tutti i principali bacini, sia in base a particolari esigenze locali, legate a situazioni di dissesto createsi a seguito degli eventi alluvionali che hanno ripetutamente colpito il Piemonte, o di controllo di fenomeni in fase evolutiva.

A partire dall'anno 2002 sono stati avviati i lavori volti all'ottimizzazione delle risorse di monitoraggio disponibili sul territorio piemontese mediante l'integrazione tra la rete di telerilevamento Meteoidrografica di Arpa Piemonte e la rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria (S.R.Q.A.). Per garantire un adeguato supporto alla validazione dei dati chimici e quindi alle valutazioni di qualità dell'aria, si è provveduto al potenziamento dei sistemi di rilevazione dei parametri meteorologici per le province di Asti, Novara, Vercelli ed Alessandria.

Inoltre si è provveduto ad integrare la dotazione sensoristica di alcune stazioni della rete Meteoidrografica (Carmagnola, Torino Caselle) con sensori di radiazione globale e di radiazione netta, particolarmente importanti per ottenere stime accurate dei principali parametri rappresentativi della turbolenza degli strati bassi dell'atmosfera.

Nella città di Torino sono stati ripristinati i siti di Torino Consolata e di Torino Alenia, già appartenenti alla rete del sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria (S.R.Q.A.), mediante aggiornamento della dotazione sensoristica ed integrazione operativa tra le stazioni della rete Meteoidrografica, rispettivamente in data 18/12/2003 e 31/05/2005.

I parametri meteorologici principali misurati dalle stazioni della rete regionale 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) e la temperatura (temp).

La diversa dotazione strumentale è stata adattata alle esigenze di rilevamento di ogni sito, tenendo in considerazione le caratteristiche morfologiche dell'area, la rappresentatività rispetto al territorio e la tipologia della stazione.

In ambiente di alta montagna, le stazioni aggiungono alla normale configurazione i sensori di altezza della neve (hs) e temperatura del manto nevoso (ts). I dati così rilevati si integrano a quelli raccolti dalla rete nivometrica manuale, fornendo indicazioni relative ad aree non presidiate e di particolare interesse.

Nella FIGURA 61 è rappresentata la collocazione geografica delle centraline meteorologiche nella provincia di Torino.

L'elenco delle stazioni meteorologiche automatiche e dei parametri misurati sono disponibili sul sito di ARPA Piemonte all'indirizzo:

http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Rischi_naturali/Monitoraggio_idrometeorologico/_stazioni_automatiche.pdf

RETE METEORIDROGRAFICA ARPA PIEMONTE
NELLA PROVINCIA DI TORINO

● Stazione meteorologica

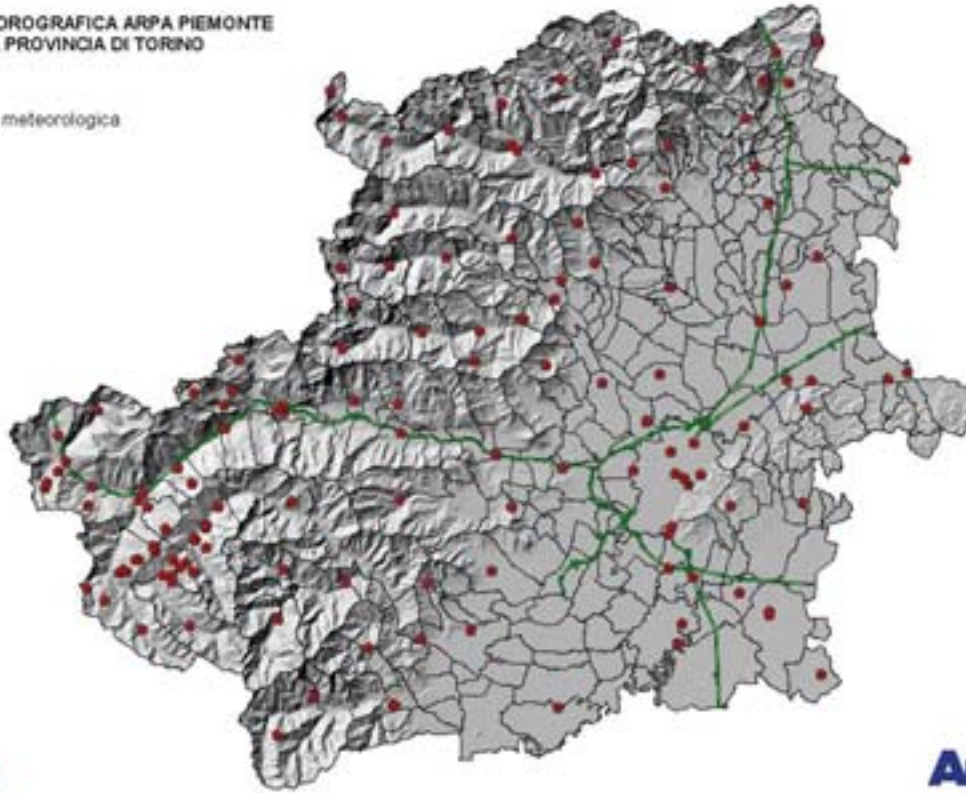


FIGURA 61: disposizione delle stazioni meteorologiche di monitoraggio.

ELABORAZIONI DEI DATI RILEVATI

Sistemi di rilevamento

Lo strumento utilizzato per la misura della velocità e direzione del vento, espresse rispettivamente in m/s e gradi sessagesimali, è l'anemometro.

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. 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 della direzione in gradi è orario).

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 erroneamente privilegiate rispetto ad altre.

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.

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 dalle due componenti vettoriali. 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.

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÷15:00, 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 15:00, 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 più corretta climatologia della zona interessata.

Elaborazione dei dati di velocità e direzione del vento

Le elaborazioni riportate sono relative alle stazioni ritenute maggiormente rappresentative per quanto riguarda l'agglomerato urbano (Torino-Consolata) 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 3 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 62 con le relative ripartizioni in classi di velocità. Le elaborazioni grafiche relative alle stazioni esterne alla città di Torino sono state riportate in FIGURA 63 ed in FIGURA 64.

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 intensità 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-Consolata risulti inferiore (su un valore al di sotto del 2,5% del totale delle misure, 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 vicinanza al suolo 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 veda la FIGURA 63 e la FIGURA 64). Una particolarità, che si nota dalla rosa dei venti della stazione di Cumiana a differenza delle altre due stazioni esaminate, è la netta contrapposizione nella direzione del vento tra il giorno e la notte: questo comportamento è associabile a fenomeni di brezza, che tipicamente hanno un andamento ciclico diurno.

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 Arpa – Area Previsione e Monitoraggio Ambientale e presso l'Area Ambiente, Servizio Qualità dell'Aria, Inquinamento Atmosferico, Acustico ed Elettromagnetico della Provincia di Torino.

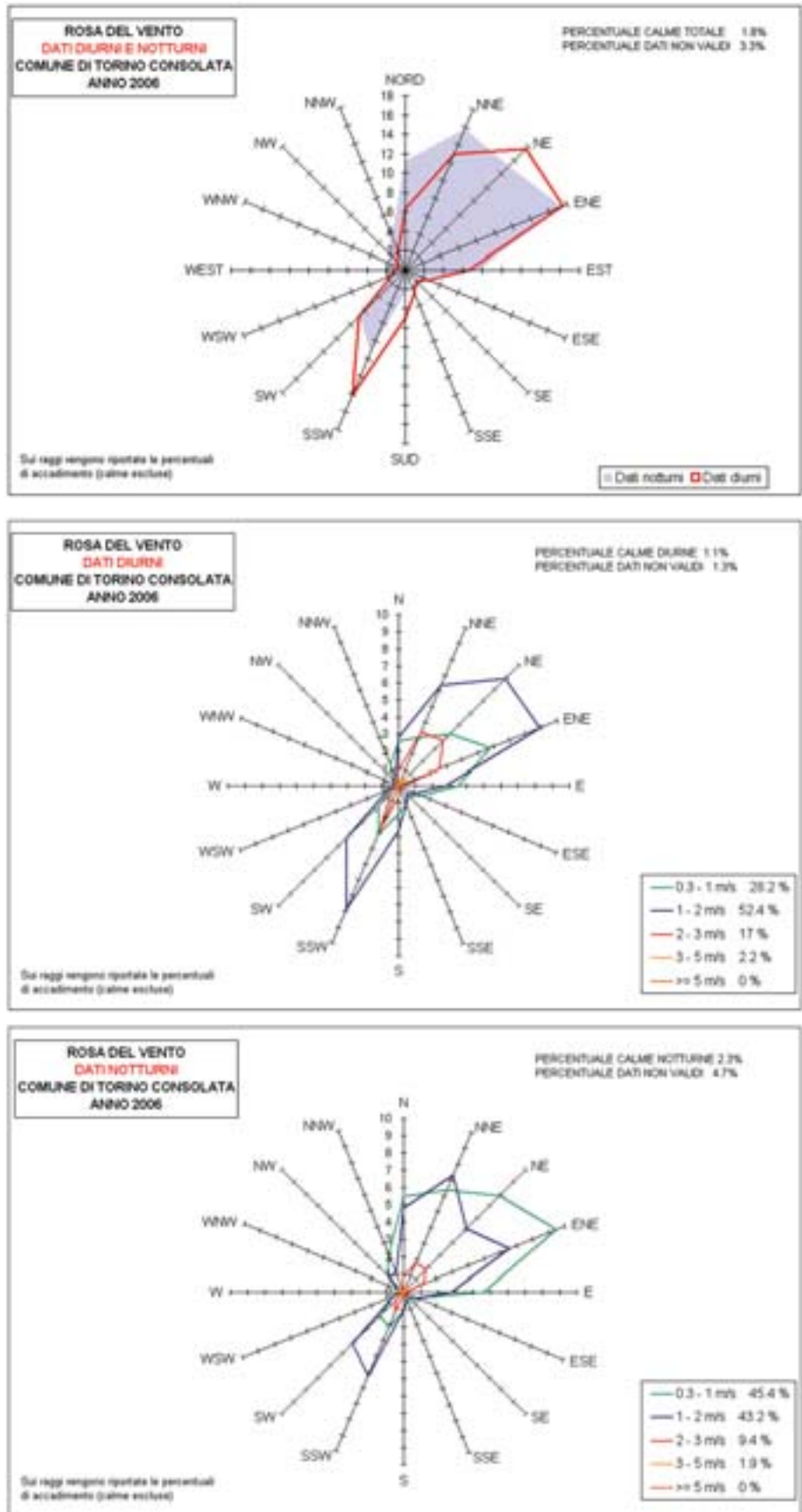


FIGURA 62: rose dei venti diurne e notturne registrate nella stazione Torino Consolata.

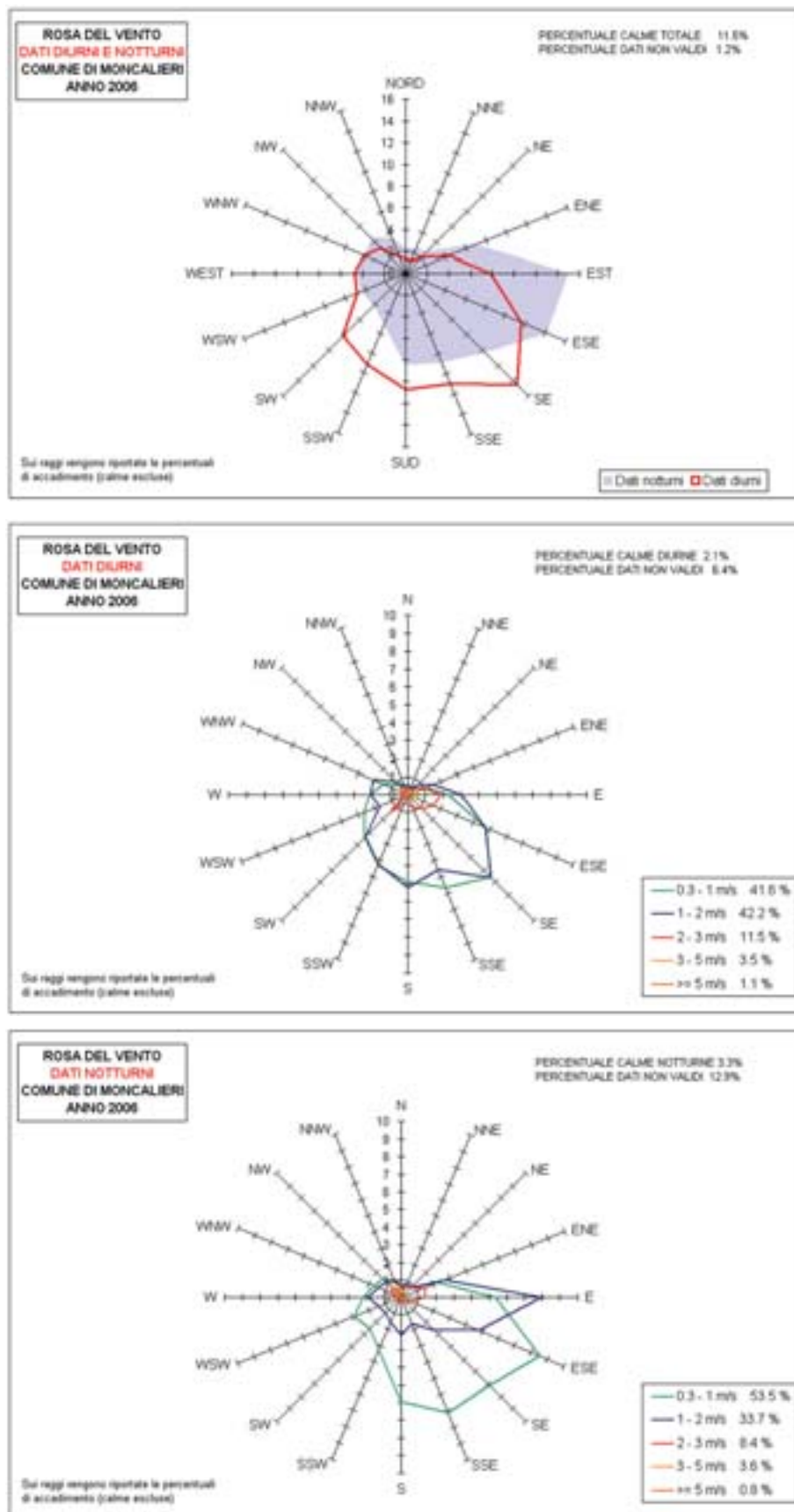


FIGURA 63: rose dei venti diurne e notturne registrate nella stazione di Moncalieri.

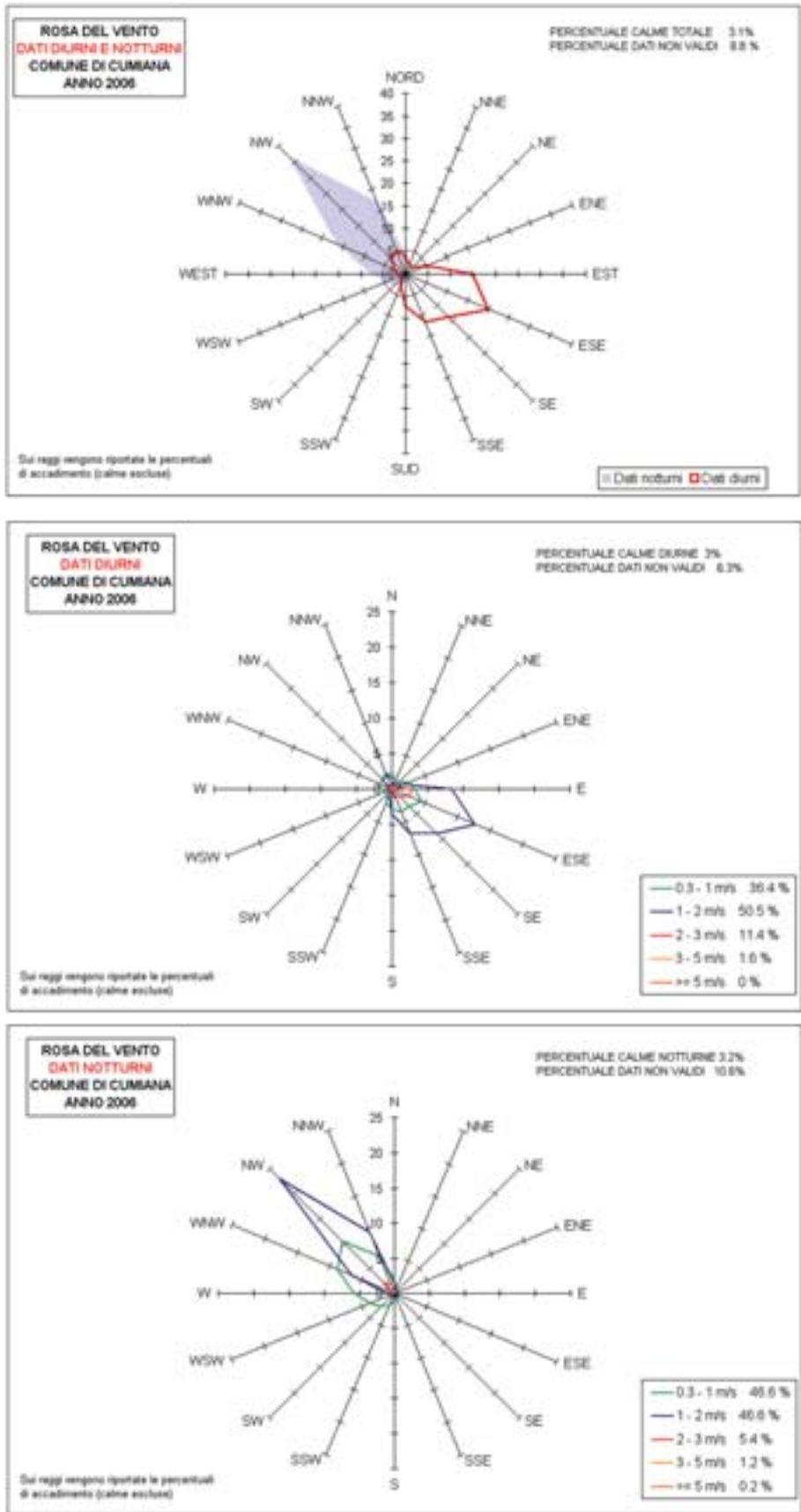


FIGURA 64: rose dei venti diurne e notturne registrate nella stazione di Cumiana.

STAZIONE DI TORINO-CONSOLATA PARAMETRO: VELOCITÀ VENTO-2006					
	NUMERO DATI VALIDI (%)	CALME % (misure < 0,3 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO (m/s)	VELOCITÀ MEDIA* (m/s)	DEVIAZIONE STANDARD* (m/s)
GENNAIO 2006	96,5	2,7	3,0	1,0	0,5
FEBBRAIO 2006	97,6	1,9	4,8	1,1	0,6
MARZO 2006	99,6	0,9	6,2	1,4	1,0
APRILE 2006	99,0	1,3	4,1	1,4	0,7
MAGGIO 2006	99,1	2,0	5,8	1,5	0,9
GIUGNO 2006	100,0	1,1	3,9	1,4	0,6
LUGLIO 2006	99,7	0,9	5,1	1,5	0,7
AGOSTO 2006	99,7	1,1	4,7	1,6	0,8
SETTEMBRE 2006	98,3	1,0	3,8	1,3	0,7
OTTOBRE 2006	97,7	3,1	2,9	1,0	0,5
NOVEMBRE 2006	91,0	2,6	3,1	1,0	0,5
DICEMBRE 2006	82,5	2,0	2,8	0,9	0,5

* Calme di vento escluse

TABELLA 55: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Torino-Consolata nel 2006.

STAZIONE DI MONCALIERI BAUDUCCHI PARAMETRO: VELOCITÀ VENTO 2006					
	NUMERO DATI VALIDI (%)	CALME % (misure < 0,3 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO (m/s)	VELOCITÀ MEDIA* (m/s)	DEVIAZIONE STANDARD* (m/s)
GENNAIO 2006	86,4	3,6	4,3	0,9	0,5
FEBBRAIO 2006	88,4	2,1	6,1	1,1	0,7
MARZO 2006	96,5	2,2	10,3	1,6	1,4
APRILE 2006	95,8	1,5	7,2	1,5	1,0
MAGGIO 2006	96,1	2,8	9,0	1,6	1,3
GIUGNO 2006	97,9	2,1	5,0	1,2	0,7
LUGLIO 2006	95,4	1,6	5,6	1,4	0,8
AGOSTO 2006	95,2	2,8	5,0	1,3	0,8
SETTEMBRE 2006	87,1	1,9	5,4	1,2	0,8
OTTOBRE 2006	82,4	1,9	4,1	0,9	0,6
NOVEMBRE 2006	72,8	3,1	2,4	0,8	0,4
DICEMBRE 2006	84,0	4,2	4,1	0,9	0,6

* Calme di vento escluse

TABELLA 56: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Moncalieri - Bauducchi nel 2006.

STAZIONE DI CUMIANA PARAMETRO: VELOCITÀ VENTO - 2006					
	NUMERO DATI VALIDI (%)	CALME % (misure < 0,3 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO (m/s)	VELOCITÀ MEDIA* (m/s)	DEVIAZIONE STANDARD* (m/s)
GENNAIO 2006	85,9	5,6	2,7	0,9	0,5
FEBBRAIO 2006	91,8	3,0	3,0	1,0	0,5
MARZO 2006	96,9	3,0	9,1	1,4	0,9
APRILE 2006	96,9	3,2	4,3	1,3	0,7
MAGGIO 2006	97,3	1,6	5,9	1,4	0,8
GIUGNO 2006	98,9	2,5	3,8	1,3	0,6
LUGLIO 2006	98,7	1,1	4,2	1,3	0,6
AGOSTO 2006	92,6	1,2	3,9	1,2	0,6
SETTEMBRE 2006	91,8	2,1	5,1	1,1	0,6
OTTOBRE 2006	85,3	2,2	2,8	1,0	0,5
NOVEMBRE 2006	80,4	3,8	3,0	0,9	0,5
DICEMBRE 2006	78,5	5,1	2,8	0,9	0,5

* Calme di vento escluse

TABELLA 57: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Cumiana nel 2006.

Elaborazione dei dati di pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa e precipitazioni

Nelle pagine seguenti vengono proposte le elaborazioni effettuate sui dati medi orari rilevati nel corso dell'anno 2006 nelle stazioni di Torino-Consolata e Pino Torinese, appartenenti alla Rete Meteoidrografica dell'Arpa Piemonte.

La scelta delle suddette stazioni è mirata ad evidenziare le diversità dei valori registrati in una stazione urbana di pianura (Torino-Consolata) ed in una stazione posta in quota (Pino Torinese 619 m. s.l.m., a fronte di 290 m. s.l.m. della stazione di Torino).

Per quanto riguarda i parametri di pressione atmosferica e temperatura, sono stati rappresentati graficamente i valori medi mensili registrati nelle due stazioni, associati al valore minimo e massimo orario (FIGURE 65-68).

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.

Poiché la stazione di Torino-Consolata non è dotata del sensore per la misurazione dei valori di pressione, per effettuare le elaborazioni sono stati utilizzati i dati di Torino - Giardini Reali.

Nel caso dell'umidità relativa, sono state riportate in un unico prospetto tabellare (TABELLA 58) 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 59) 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 69), sono stati confrontati i risultati delle elaborazioni realizzate per le due stazioni: nella forma di valori medi mensili per i parametri di pressione atmosferica, temperatura ed umidità relativa, e nella forma di sommatoria mensile per il parametro delle precipitazioni atmosferiche.

Si ricorda che le elaborazioni sopra riportate sono disponibili presso l'Arpa – Area Previsione e Monitoraggio Ambientale e presso l'Area Ambiente, Servizio Qualità dell'Aria, Inquinamento Atmosferico, Acustico ed Elettromagnetico della Provincia di Torino.

STAZIONE DI TORINO GIARDINI REALI PARAMETRO: PRESSIONE ATMOSFERICA – 2006						
	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 2006	99	977	1006	979	1004	994
FEBBRAIO 2006	100	970	996	972	994	984
MARZO 2006	100	961	992	966	991	982
APRILE 2006	100	973	991	976	990	984
MAGGIO 2006	100	973	995	977	994	987
GIUGNO 2006	100	982	999	984	997	990
LUGLIO 2006	100	979	995	980	993	989
AGOSTO 2006	100	972	994	973	992	982
SETTEMBRE 2006	100	973	998	977	996	988
OTTOBRE 2006	100	974	998	978	996	989
NOVEMBRE 2006	100	968	1005	970	1003	991
DICEMBRE 2006	100	971	1009	977	1007	997

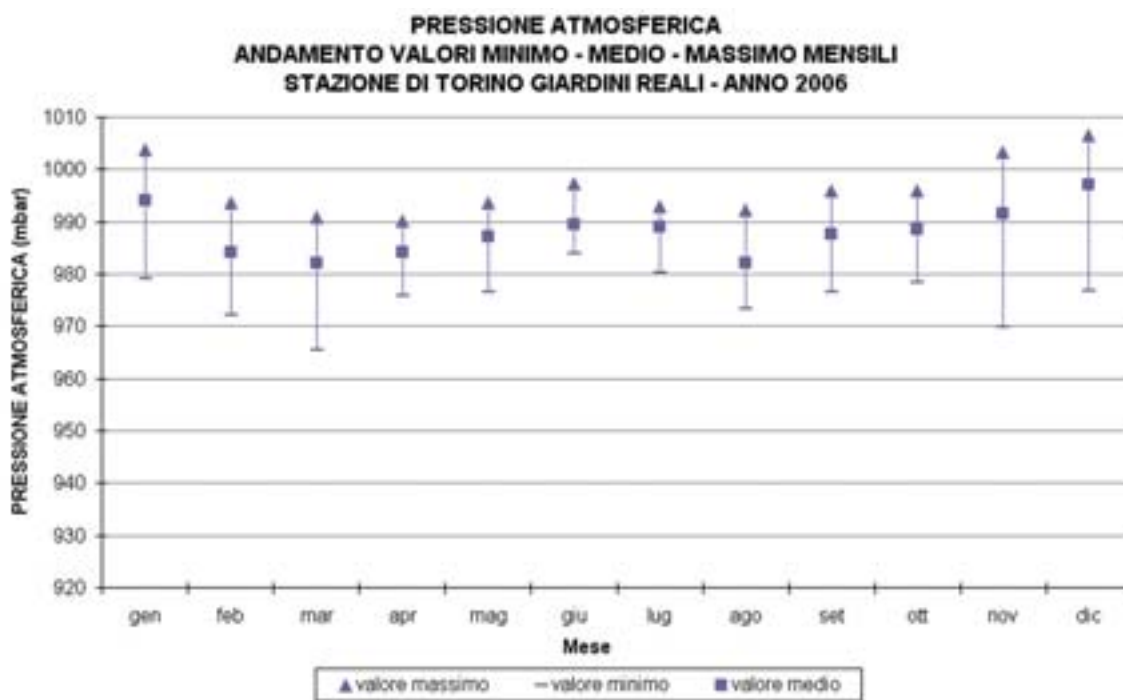


FIGURA 65: elaborazione dei dati della pressione atmosferica rilevati nella stazione di Torino Giardini Reali nell'anno 2006.

STAZIONE DI PINO TORINESE PARAMETRO: PRESSIONE ATMOSFERICA – 2006						
	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 2006	100	932	958	934	957	948
FEBBRAIO 2006	100	926	949	928	948	939
MARZO 2006	100	918	947	922	947	938
APRILE 2006	100	929	947	933	946	940
MAGGIO 2006	100	930	950	933	950	944
GIUGNO 2006	100	940	955	942	954	946
LUGLIO 2006	100	937	952	938	950	946
AGOSTO 2006	100	929	950	931	949	939
SETTEMBRE 2006	100	930	954	934	952	944
OTTOBRE 2006	100	931	953	936	952	945
NOVEMBRE 2006	100	924	960	927	958	947
DICEMBRE 2006	100	927	962	933	961	952

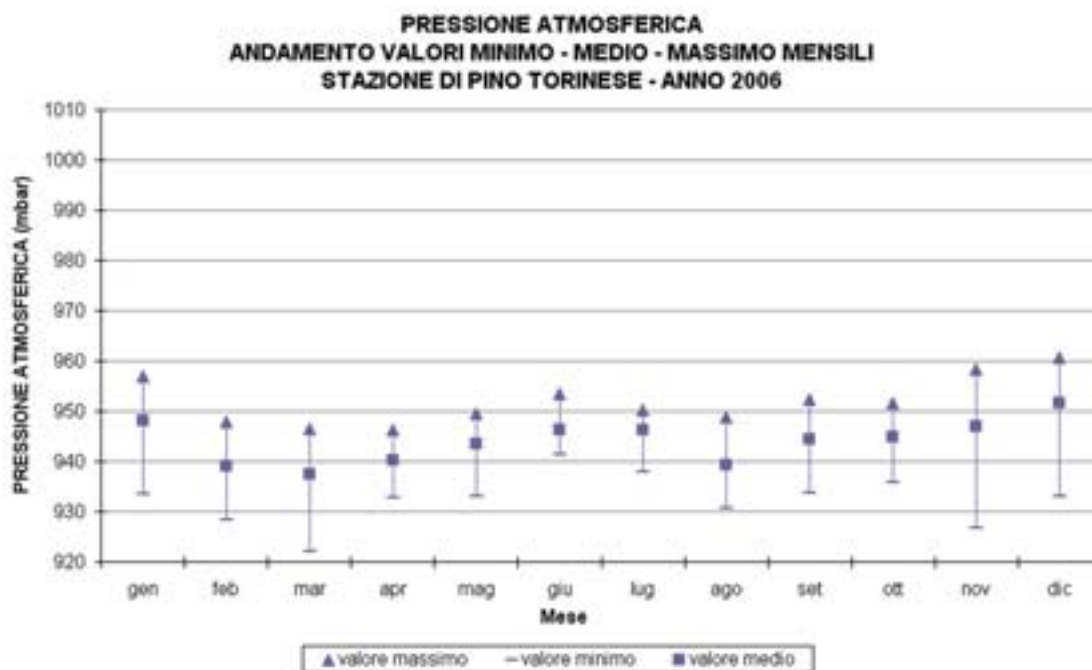


FIGURA 66: elaborazione dei dati della pressione atmosferica rilevati nella stazione di Pino Torinese nell'anno 2006.

STAZIONE DI TORINO – CONSOLATA PARAMETRO: TEMPERATURA – 2006						
	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 2006	100	-4	14	-3	8	3
FEBBRAIO 2006	100	-2	15	1	8	5
MARZO 2006	100	-1	22	3	15	9
APRILE 2006	100	6	25	9	19	15
MAGGIO 2006	100	9	30	11	25	19
GIUGNO 2006	100	10	34	16	28	24
LUGLIO 2006	100	17	37	21	31	27
AGOSTO 2006	100	14	33	18	27	22
SETTEMBRE 2006	100	14	34	14	27	21
OTTOBRE 2006	100	10	24	11	20	16
NOVEMBRE 2006	100	3	20	7	14	10
DICEMBRE 2006	100	-3	14	0	10	6

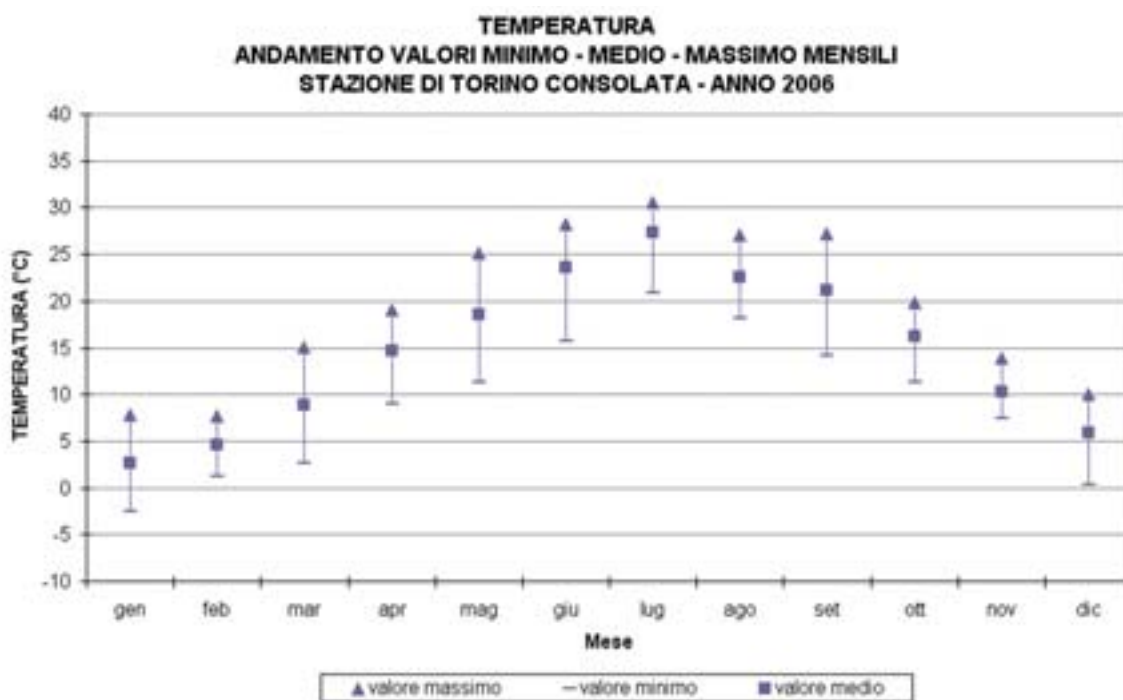


FIGURA 67: elaborazione dei dati della temperatura rilevati nella stazione di Torino-Consolata nell'anno 2006.

STAZIONE DI PINO TORINESE PARAMETRO: TEMPERATURA – 2006						
	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 2006	100	-6	13	-5	8	2
FEBBRAIO 2006	100	-4	13	-2	9	3
MARZO 2006	100	-4	18	0	12	6
APRILE 2006	100	3	21	6	16	12
MAGGIO 2006	100	6	29	8	24	15
GIUGNO 2006	100	8	30	12	26	20
LUGLIO 2006	100	14	33	18	28	24
AGOSTO 2006	100	11	30	15	24	20
SETTEMBRE 2006	100	11	30	11	25	19
OTTOBRE 2006	100	7	21	8	18	14
NOVEMBRE 2006	100	3	19	5	14	9
DICEMBRE 2006	100	-2	12	2	9	5

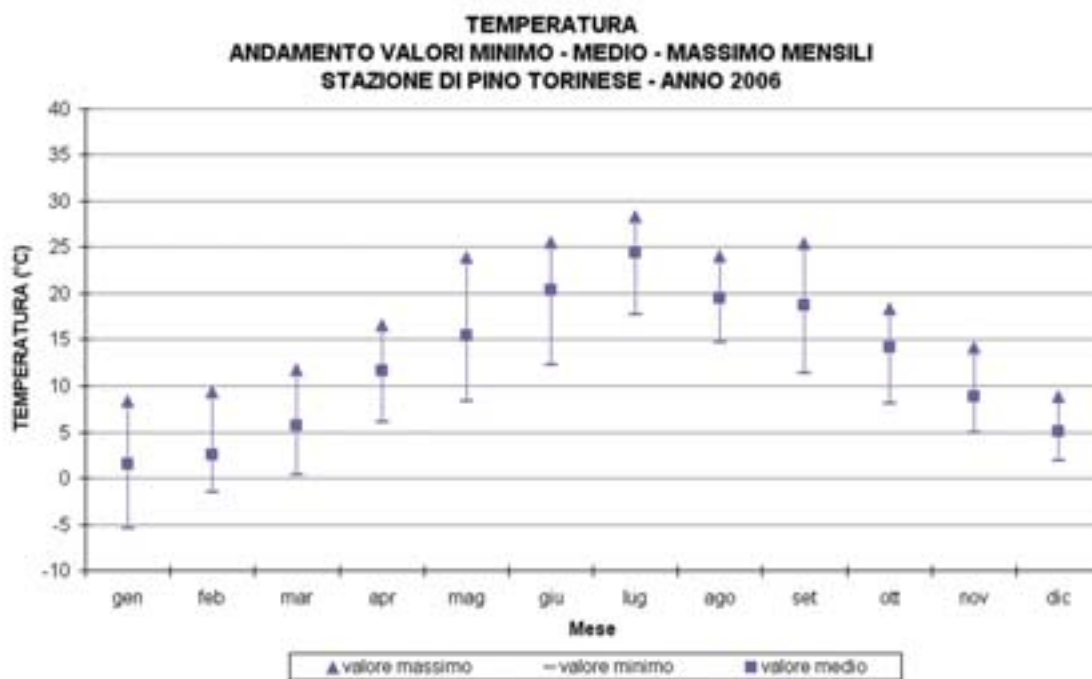


FIGURA 68: elaborazione dei dati della temperatura rilevati nella stazione di Pino Torinese nell'anno 2006.

STAZIONI DI TORINO – CONSOLATA												
	STAZIONE DI TORINO – CONSOLATA						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 (%)	Numero dati validi (%)	Valore minimo della media giornaliera (%)	Valore massimo della media giornaliera (%)	Valore medio mensile (%)
Gennaio 2006	100	22	99	53	100	10	100	30	100	100	30	
Febbraio 2006	100	17	98	41	100	14	100	23	100	100	23	
Marzo 2006	100	0	96	18	100	8	100	15	100	100	15	
Aprile 2006	100	9	99	30	100	5	100	19	100	100	19	
Maggio 2006	100	11	99	33	100	12	100	33	100	100	33	
Giugno 2006	100	15	90	25	100	17	99	25	100	99	25	
Luglio 2006	100	19	91	37	100	21	100	37	100	100	37	
Agosto 2006	100	16	95	29	100	19	100	28	100	100	28	
Settembre 2006	100	26	100	42	100	28	100	40	100	100	40	
Ottobre 2006	100	25	97	56	100	26	100	51	100	100	51	
Novembre 2006	100	15	100	34	100	17	100	24	100	100	24	
Dicembre 2006	100	26	100	59	100	21	100	33	100	100	33	

TABELLA 58: elaborazione dei dati dell'umidità relativa rilevati nelle stazioni di TorinoConsolata e Pino Torinese nell'anno 2006.

STAZIONI DI TORINO – CONSOLATA TORINO – CONSOLATA PINO TORINESE PARAMETRO: PRECIPITAZIONI ATMOSFERICHE 2006											
	STAZIONE DI TORINO – CONSOLATA						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)	Numero dati validi (%)	Presenza di precipitazioni (n. giorni)	Precipitazioni totali nel mese (mm)
Gennaio 2006	100	4	40	73	100	3	16	28	100	3	28
Febbraio 2006	100	3	21	46	100	2	9	17	100	2	17
Marzo 2006	100	4	10	15	100	3	8	11	100	3	11
Aprile 2006	100	7	9	23	100	5	6	15	100	5	15
Maggio 2006	100	6	50	111	100	7	32	69	100	7	69
Giugno 2006	100	4	14	27	100	4	6	16	100	4	16
Luglio 2006	100	5	17	36	100	2	19	28	100	2	28
Agosto 2006	100	8	11	42	100	6	14	36	100	6	36
Settembre 2006	100	10	98	254	100	10	77	192	100	10	192
Ottobre 2006	100	5	12	23	100	5	12	23	100	5	23
Novembre 2006	100	2	6	8	100	2	4	6	100	2	6
Dicembre 2006	100	4	22	44	100	3	14	23	100	3	23

TABELLA 59: elaborazione dei dati delle precipitazioni atmosferiche rilevati nelle stazioni di Torino-Consolata e Pino Torinese nell'anno 2006.

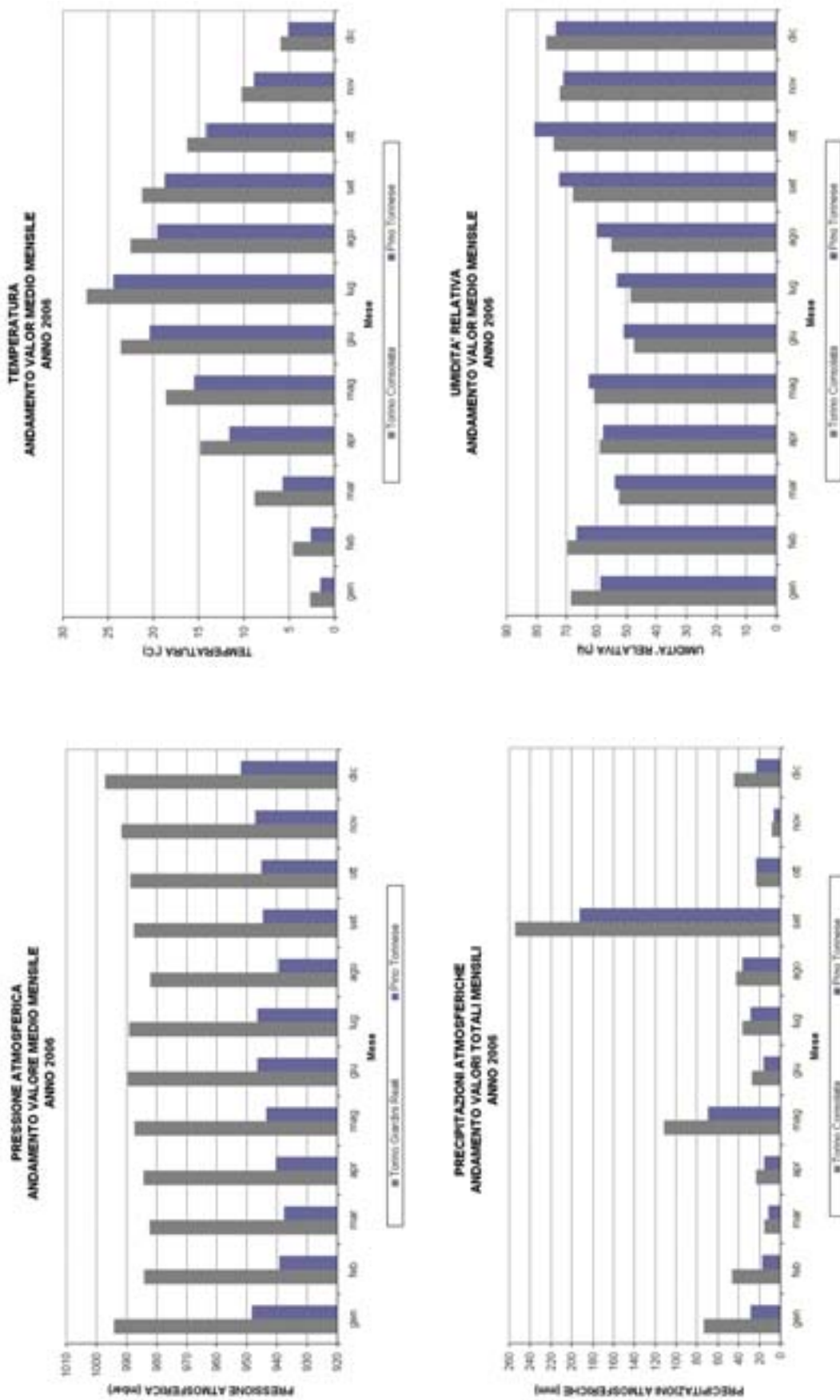


FIGURA 69: confronto fra le stazioni di Torino e Pino Torinese; parametri pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa e precipitazioni atmosferiche.

I LIMITI DI EMISSIONE DEI VEICOLI A MOTORE

I veicoli a motore sono ritenuti tra i maggiori responsabili dell'inquinamento atmosferico presente nelle aree urbane. Il censimento delle emissioni relativo all'anno 2001, redatto dalla Regione Piemonte secondo la metodologia Corinair, stimava che il traffico contribuiva, nell'area metropolitana torinese, alle emissioni di particolato fine (PM10) per il 58% e alle emissioni di ossidi di azoto (NO_x) per il 56%. Inoltre, secondo questa stima, poco più della metà delle emissioni da traffico sarebbe imputabile alle automobili e ai motocicli. Poiché il problema è comune a tutte le grandi aree urbane, le direttive europee hanno cercato di affrontare la questione imponendo dei limiti sempre più restrittivi alle emissioni degli autoveicoli nuovi e richiedendo la commercializzazione di combustibili sempre più ecologici.

Con l'intento di fornire qualche informazione su questa fonte di inquinamento si è pensato di predisporre questa breve sezione circa le emissioni associate alle diverse tipologie di veicoli a motore in relazione alle rispettive omologazioni ambientali.

In TABELLA 60, sono riportati i limiti di emissione che le direttive europee hanno fissato per le autovetture a benzina e diesel dal 1970 ad oggi, compresa la proposta Euro5 della Commissione Europea.

DIRETTIVA DI RIFERIMENTO	CO (g/km)		NO _x (g/km)		HC+NO _x (g/km)		HC (g/km)	PM10 (g/km)
	benzina	diesel	benzina	diesel	benzina	diesel	benzina	diesel
Direttiva 70/220 (1971-1974)	21,5				7,3			
Direttiva 74/290 (1975-1976)	18				6,5			
Direttiva 77/102 (1977-1978)	18				6,5			
Direttiva 78/665 (1979-1983)	14,2				5,7			
Direttiva 83/351 (1984-1992)	12				4,2			
Direttiva 88/436 (1988-1992)						1,6		0,27
Euro1 (1993-1996) Dir. 91/441	2,72	2,72	-	-	0,97	0,97/1,36*	-	0,14/0,19*
Euro2 (1997-2000) Dir. 94/12	2,2	1	-	-	0,5	0,7/0,9*	-	0,08/0,1*
Euro3 (2001-2005) Dir. 98/69	2,3	0,64	0,15	0,5	-	0,56	0,2	0,05
Euro4 (2006-...) Dir. 98/69	1	0,5	0,08	0,25	-	0,3	0,1	0,025
Euro5 (2009-...) Proposta della commissione europea	1	0,5	0,06	0,20	-	0,25	0,075	0,005**

(*) Motori diesel a iniezione indiretta/iniezione diretta (**)Il limite si applica anche a motori a benzina a iniezione diretta che operano sia in condizione magra che stechiometrica.

TABELLA 60: limiti di emissione fissati dalle direttive europee per autovetture benzina e diesel.

Ogni nuova direttiva ha fissato dei limiti inferiori di circa il 50% rispetto alla direttiva precedente, l'ultima direttiva emanata (98/69) ha previsto due diversi standard, Euro3 e Euro4, obbligatori per le auto di nuova immatricolazione a partire rispettivamente dal 2001 e dal 2006, offrendo così l'opportunità ai costruttori di adeguare i loro modelli ai limiti individuati.

I limiti di emissione previsti da questa direttiva dal 1/1/2006 (Euro4), grazie all'evoluzione tecnologica delle marmitte catalitiche e a sofisticati sistemi di gestione elettronica di iniezione del carburante, sono inferiori di circa 10 volte rispetto a quanto previsto per le auto a benzina dalla direttiva 83/351, e per le auto diesel dalla direttiva 88/436.

Una importante innovazione introdotta dalla direttiva 98/69 è, inoltre, l'obbligo di installazione di centraline (OBD) che segnalino il malfunzionamento del catalizzatore, al fine di assicurare per tutta la vita del veicolo l'efficienza dei sistemi di abbattimento degli inquinanti.

Contrariamente a quanto avvenuto in passato i limiti della proposta Euro5 della Commissione Europea non corrispondono a un dimezzamento delle emissioni previste dalla norma Euro4. In particolare l'emissione di PM dai veicoli Euro5 è stata ridotta di 5 volte rispetto a quanto previsto per gli Euro4 al fine di forzare l'adozione dei Filtri AntiParticolato (FAP) su tutti i veicoli di nuova immatricolazione; una decisione più blanda avrebbe infatti consentito il rispetto della norma con tecnologie meno efficaci. Le emissioni di ossidi di azoto previste dalla norma Euro5 risultano, invece, pari a circa l'80% di quanto prescritto dalla Euro4; le case automobilistiche non sono infatti riuscite a sviluppare una tecnologia abbastanza efficace per l'abbattimento di questi inquinanti. E' però intento della Commissione Europea sviluppare una norma Euro6 tale da agire in modo deciso sulle emissioni di ossidi di azoto per portarle a circa un quarto rispetto a quanto previsto per i veicoli Euro4.

Per comprendere l'impatto del traffico veicolare sulla qualità dell'aria è utile riportare anche un confronto tra i limiti delle emissioni di diverse tipologie di veicoli quali autovetture, ciclomotori, motocicli, e mezzi commerciali diesel di massa compresa tra i 1760 kg e i 3500 kg. Si è scelto per brevità di riportare in FIGURA 70 i limiti previsti per la somma di idrocarburi incombusti (HC) e ossidi di azoto (NO_x), che rappresentano una delle principali criticità in ambito urbano.

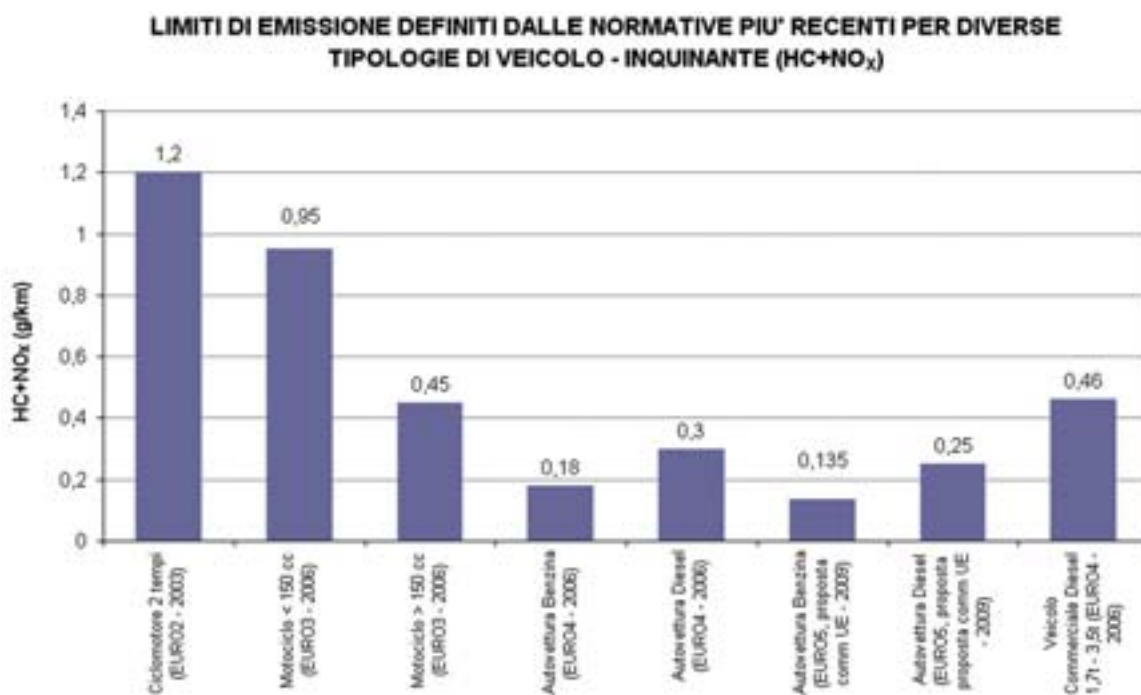


FIGURA 70: limiti di emissione definiti dalle normative più recenti per diverse tipologie di veicolo.

I ciclomotori risultano essere il mezzo più inquinante per la somma di questi due parametri mentre le autovetture a benzina quello più ecologico. Per le autovetture sono infatti molto avanzate le tecnologie del controllo della combustione e del catalizzatore, che invece risultano di complessa applicazione sui ciclomotori e motocicli di piccola cilindrata.

IL PARCO VEICOLARE IN PROVINCIA DI TORINO

Per la valutazione del contributo del traffico veicolare all'inquinamento atmosferico e per poter attuare dei provvedimenti per il miglioramento della qualità dell'aria è importante conoscere la composizione del parco veicolare immatricolato in Provincia di Torino.

I dati forniti dall'Acì sono riassunti nei grafici e nelle tabelle delle pagine seguenti (TABELLE 61 - 64 FIGURE 71 - 74).

Dall'analisi dell'attuale composizione del parco veicolare e dalla sua evoluzione negli ultimi anni emergono alcune considerazioni:

- nel 2004 si assiste per la prima volta alla diminuzione del numero di autovetture immatricolate (TABELLA 61 e TABELLA 62) in Provincia di Torino (-47.000 veicoli, -3,4%). Questo calo è dovuto soprattutto all'alto numero di autovetture rottamate; alcuni di coloro che hanno scelto di rottamare un vecchio veicolo hanno scelto di non rimpiazzarlo con uno nuovo. Non è semplice indagare le ragioni di questo fenomeno: una causa potrebbe essere la politica di blocco delle auto non ecologiche attuata nell'area metropolitana torinese, oppure, più semplicemente, la ragione predominante potrebbe essere il periodo di contrazione economica attraversato dal nostro territorio;
- nel 2005 il numero di autoveicoli è rimasto pressoché costante. Se si considera la diminuzione di vetture registrata nel 2004 e il lieve aumento di popolazione in atto nella Provincia il dato segna un' inversione di tendenza significativa;
- le autovetture con omologazione ambientale pre-Euro (anteriori al 1993) sono poco meno di un quinto del totale e la loro costante diminuzione potrebbe causarne la scomparsa nei prossimi 4 o 5 anni, sebbene tra il 2004 e il 2005 le rottamazioni siano state contenute. Gli autoveicoli Euro1 sono il 15% del totale, ma sono ormai veicoli con un'anzianità superiore a 10 anni e i sistemi di abbattimento degli inquinanti di cui sono dotati potrebbero essere scarsamente attivi. La rottamazione delle autovetture Euro1 procede con lentezza (22.000 veicoli nel 2004 e 18.000 nel 2005) e questa tipologia di veicoli potrebbe rimanere una quota consistente del parco veicolare per ancora molti anni;
- i veicoli alimentati a gasolio stanno assorbendo quote crescenti di mercato, tale crescita è stata notevole dal 1998 ed è in fase di accelerazione (TABELLA 62 e FIGURA 72). Sebbene i limiti di emissione del particolato imposti dalla normativa europea siano sempre più bassi, i veicoli diesel hanno comunque un'emissione di particolato primario molto più alta di quelli a benzina e la diffusione di queste autovetture potrebbe avere un impatto negativo sulla qualità dell'aria. I filtri-anti-particolato potrebbero contenere notevolmente il problema, ma attualmente ne sono dotate poche vetture della fascia di prezzo più alta, ed esse rappresentano una quota minoritaria del mercato;
- i veicoli commerciali leggeri sono stati in calo dal 2001 al 2004, attualmente si assiste a un leggero aumento (TABELLA 63 e FIGURA 73). In questa categoria la quota di mezzi pre-Euro è ancora abbastanza alta (32%) e la quasi totalità di essi (32.276 su 37.427) è a gasolio. Poiché il numero di veicoli commerciali pre-Euro diesel è maggiore del numero di autovetture pre-Euro diesel potrebbe essere opportuno intervenire in futuro per limitare le emissioni di questa classe di veicoli.

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Autoveicoli "pre-Euro"	numero	952'822	839'360	759'740	693'927	605'057	531'224	459'598	284'407	245'017
	%	74,2	64,7	57,2	50,8	44,1	38,2	32,8	20,7	17,8
Autoveicoli "Euro1"	numero	329'246	330'828	319'204	306'038	291'369	276'725	262'380	229'505	207'597
	%	25,6	25,5	24,0	22,4	21,3	19,9	18,7	16,7	15,0
Autoveicoli "Euro2"	numero	0	126'102	249'138	365'928	473'639	458'530	436'821	408'803	388'043
	%	0,0	9,7	18,7	26,8	34,6	33,0	31,2	29,7	28,1
Autoveicoli "Euro3-4"	numero	0	0	0	0	0	122'983	238'417	450'396	539'045
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	17,0	32,8	39,1
Autoveicoli "Euro3"	numero									423'141
	%									30,7
Autoveicoli "Euro4"	numero									115'904
	%									8,4

TABELLA 61: autoveiture immatricolate in provincia di Torino dal 1996 al 2005, suddivise per tipo di omologazione ambientale.

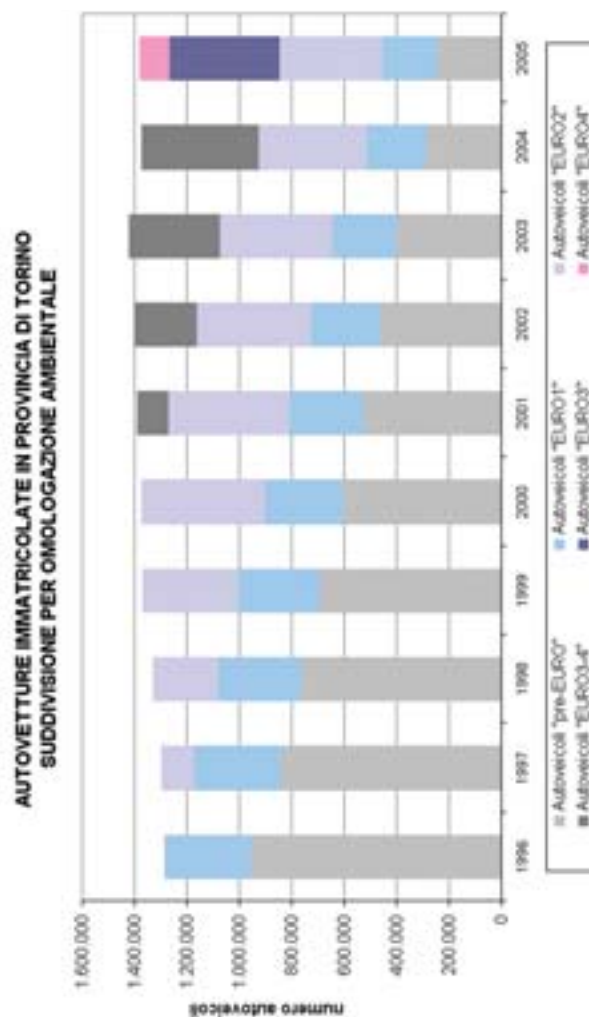


FIGURA 71: autoveiture immatricolate in provincia di Torino - omologazione ambientale.

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Autoveiture Benzina	numero	1'145'599	1'148'292	1'163'661	1'177'041	1'151'455	1'119'278	1'102'878	1'022'830	969'647
	%	89,2	88,5	87,6	86,1	84,0	80,0	77,5	74,4	70,3
Autoveiture Gasolio	numero	103'858	114'110	129'032	154'257	183'929	248'328	292'064	327'323	374'434
	%	8,1	8,8	9,7	11,3	13,4	17,7	20,5	23,8	27,1
Autoveiture GPL	numero	33'600	34'105	35'074	33'986	34'007	30'033	25'944	23'241	32'558
	%	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,1	1,8	1,7	2,4
Autoveiture Metano	numero	826	875	924	1'014	1'059	1'635	1'384	1'468	3'028
	%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2

TABELLA 62: autoveiture immatricolate in Provincia di Torino dal 1996 al 2004, suddivise per combustibile di alimentazione.

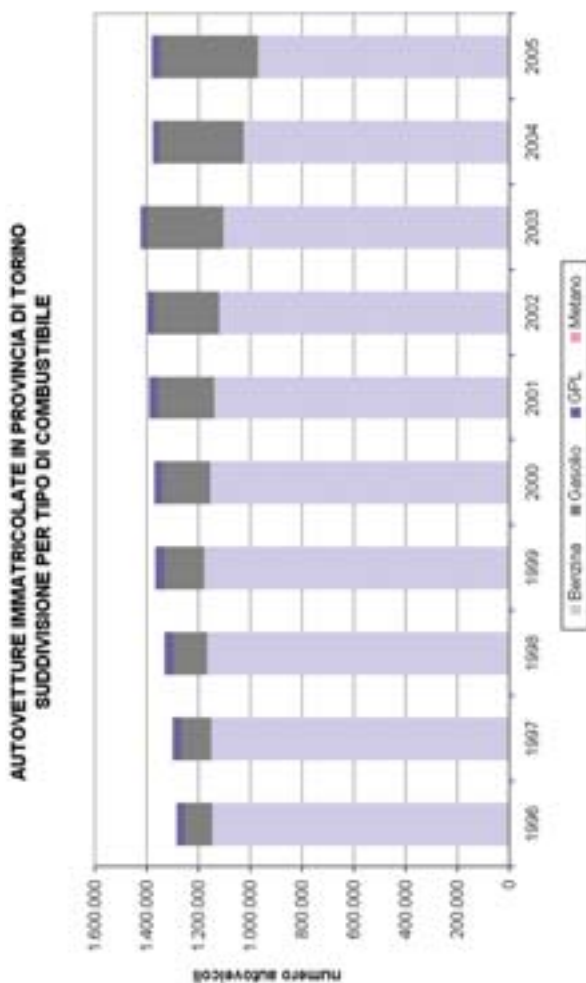


FIGURA 72: autoveiture immatricolate in provincia di Torino - combustibile di alimentazione.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Autocarri <3,5 t "pre-Euro"	77'884	71'004	60'014	49'030	39'932	37'427
%	62,2	56,2	48,4	42,5	35,0	31,8
Autocarri <3,5 t "Euro1"	30'772	30'169	29'255	23'056	21'123	19'138
93/59/EEC	24,6	23,9	23,6	20,0	18,5	16,3
Autocarri <3,5 t "Euro2"	16'652	21'977	23'032	22'281	21'767	21'412
96/69/EEC	13,3	17,4	18,6	19,3	19,1	18,2
Autocarri <3,5 t "Euro3-4"	0	3'298	11'769	21'091	31'244	39'784
98/69/EEC	0,0	2,6	9,5	18,3	27,4	33,8
Autocarri <3,5 t "Euro3"						38'655
98/69/EEC						48,9
Autocarri <3,5 t "Euro4"						1'129
98/69/EEC						1,4

TABELLA 63: veicoli commerciali leggeri (< 3,5 t) immatricolati in provincia di Torino dal 2000 al 2005, suddivisi per tipo di omologazione ambientale.

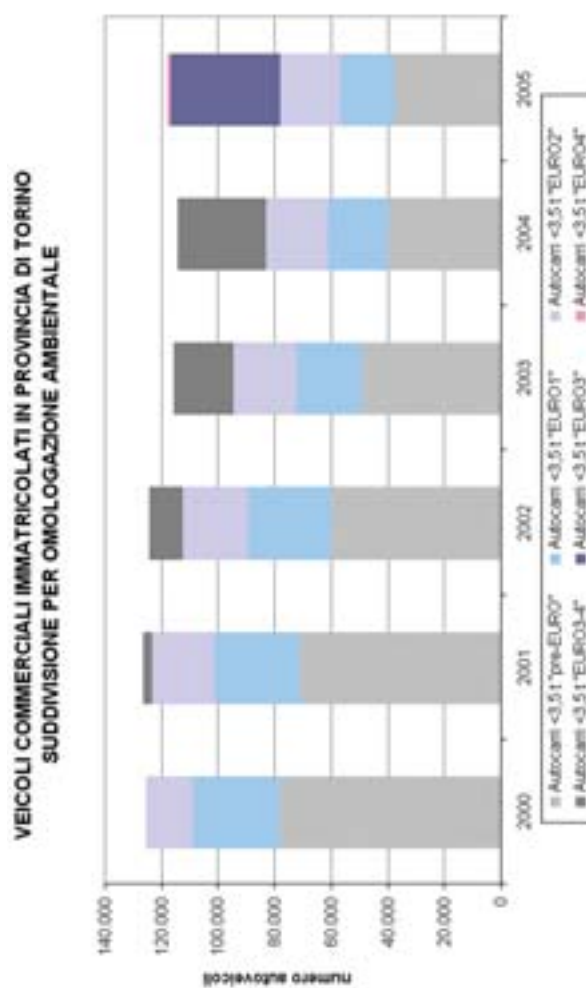


FIGURA 73: veicoli commerciali leggeri (< 3,5 t) immatricolati in provincia di Torino – omologazione ambientale.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005
Autocarri <3,5 t Benzina	numero	40'667	36'987	30'322	17'088	12'940	12'278
	%	32,4	29,2	24,4	14,8	11,3	10,4
Autocarri <3,5 t Gasolio	numero	84'684	89'501	93'816	98'438	101'177	104'517
	%	67,6	70,8	75,6	85,2	88,7	88,8
Autocarri <3,5 t GPL	numero						745
	%						0,6
Autocarri <3,5 t Metano	numero						220
	%						0,2

TABELLA 64: veicoli commerciali leggeri (< 3,5 t) immatricolati in provincia di Torino, suddivisi per combustibile di alimentazione.

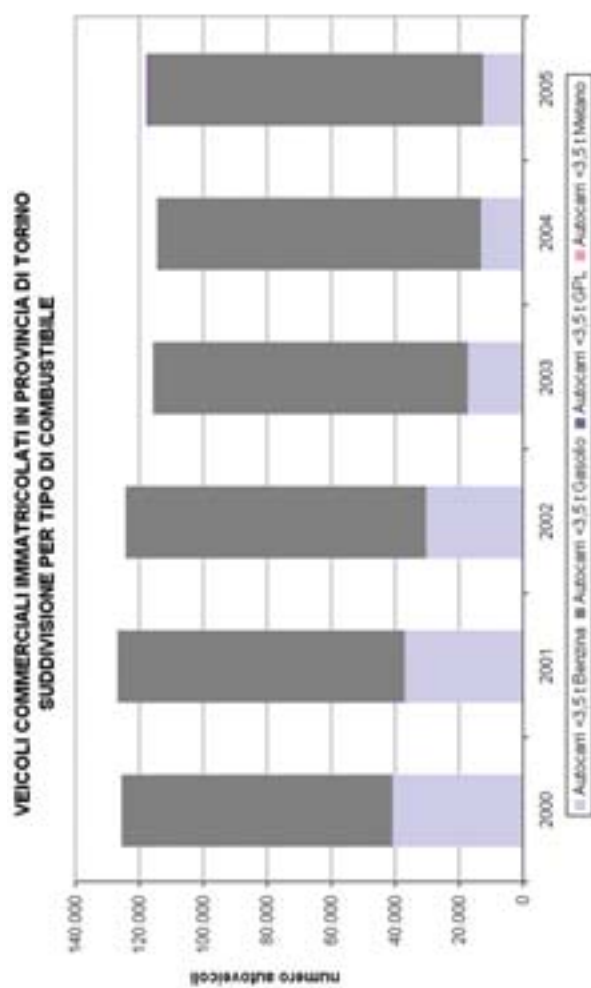


FIGURA 74: veicoli commerciali leggeri (< 3,5 t) immatricolati in provincia di Torino - combustibile di alimentazione.

Gli impatti del traffico veicolare sull'ambiente spesso sono ricondotti al solo inquinamento atmosferico sul quale ha sicuramente una preponderante responsabilità, ma come cercheremo di analizzare nel presente capitolo, il traffico presenta impatti anche su altre matrici ambientali e sociali quali:

- occupazione di territorio;
- consumo energetico – emissioni di CO₂;
- incidentalità;
- inquinamento acustico.

Si riporta nel seguito una breve raccolta di dati organizzati in modo semplice ed esplicito per quantificare l'entità degli impatti legati al traffico veicolare.

OCCUPAZIONE DEL TERRITORIO

Il parco veicolare della Provincia di Torino è di circa 1.800.000 veicoli, a fronte di una popolazione, al 2001, di 2.166.000 residenti. Quindi, considerando che non tutti i residenti nella provincia di Torino posseggono la patente (giovanissimi ed anziani) si può desumere che nel nostro territorio c'è un veicolo a motore per ogni cittadino munito di patente.

Per dare un'idea di quale sia l'impatto, in termini di uso del suolo, di questa massa di veicoli si sono predisposte alcune "suggestioni" relative alla Città di Torino. Qui i veicoli immatricolati (auto, furgoncini, mezzi pesanti, moto... – dati ACI 2005) sono 692.000. Ipotizzando un'occupazione lineare media per ogni veicolo di 5 metri, i km lineari occupati dai veicoli sono complessivamente 3.460, un dato impressionante se consideriamo che a Torino ci sono 1.400 km di strade, fortunatamente con più corsie e spesso con due sensi di marcia.

Relativamente all'area occupata dai veicoli la superficie del comune di Torino è di 129.600.000 m², un posteggio occupa 12,5 m², dunque la superficie complessivamente occupata è di 8.650.000 m², il 6,7% dell'intera Città. Se tutte le auto di Torino fossero posteggiate una accanto all'altra, la zona occupata sarebbe quella evidenziata dall'immagine che segue (FIGURA 75).



FIGURA 75: superficie occupata dai veicoli a motore nella Città di Torino

CONSUMI ENERGETICI

I consumi energetici in provincia di Torino²⁰ per il settore trasporti si aggirano intorno ai 1.200 Ktep/anno, sono sostanzialmente stabili ed equivalgono a circa il 30% dei consumi complessivi. Negli ultimi anni si è osservata una lieve diminuzione, come si può notare in FIGURA 76, tale decremento non è purtroppo confermato dai dati a livello nazionale che sono invece in lieve crescita. Come riferimento per valutare i dati si ricorda che il rispetto degli obiettivi di Kyoto prevede, per il periodo 2008-2012, un consumo pari al 6% in meno rispetto a quanto consumato nel 1990.

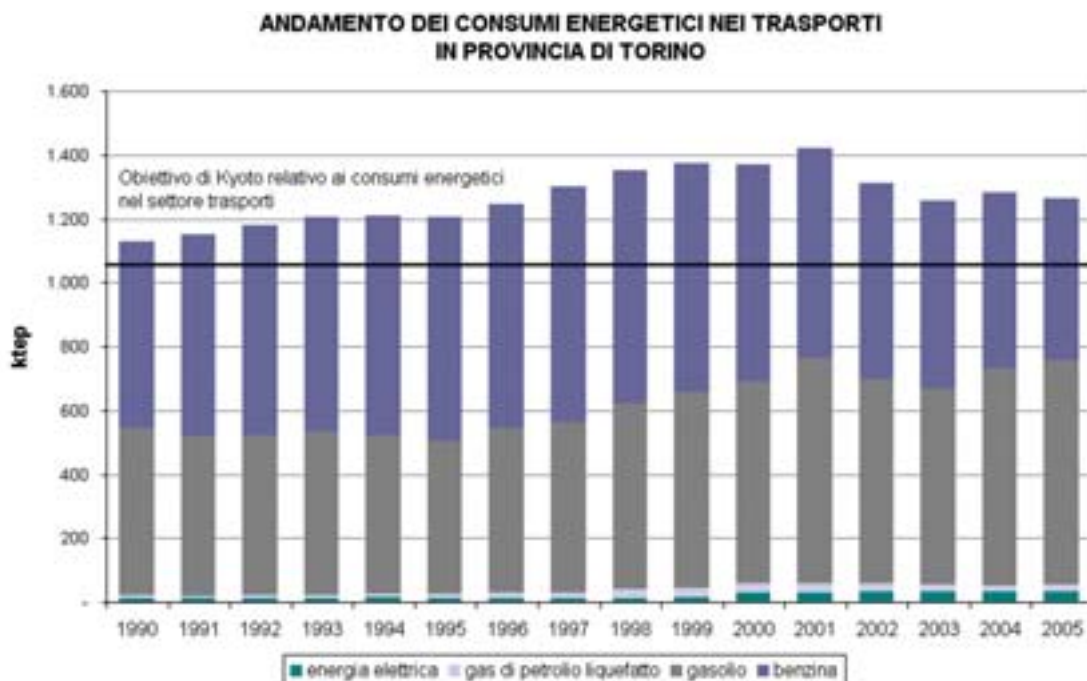


FIGURA 76: andamento dei consumi energetici nei trasporti in provincia di Torino.

INCIDENTALITÀ

Oltre ai danni alla salute generati dal rumore e dalle emissioni provocate dal traffico veicolare, su cui è disponibile un'ampia letteratura, si possono valutare in modo molto semplice e diretto i dati relativi agli incidenti stradali²¹. In FIGURA 77 si riportano i dati relativi al numero di incidenti stradali e al numero di feriti rilevati in Provincia nel periodo 1980-2005. Si osserva che dopo una costante crescita l'andamento si è stabilizzato intorno ai valori di 7.100 incidenti/anno e 10.500 feriti/anno anche a seguito dell'introduzione della patente a punti nel 2003. Il numero di morti è in diminuzione negli ultimi anni e nel 2005 è stato di 159. I principali ambiti di intervento, su cui si sviluppano le politiche di riduzione dell'incidentalità, sono il miglioramento dell'infrastruttura viaria, la cultura della sicurezza e l'innovazione tecnologica sul veicolo. Purtroppo tali politiche non prevedono azioni di riduzione del numero dei veicoli sulle strade attraverso, ad esempio, la promozione del trasporto collettivo che garantirebbe oltre a vantaggi diretti sulla sicurezza stradale anche la riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera.

²⁰ 4° rapporto sull'energia (Provincia di Torino – Servizio Qualità dell'Aria e Risorse Energetiche)

²¹ Serie storiche sullo sviluppo della motorizzazione e sull'incidentalità stradale in Italia negli anni 1921-2003 (ACI Direzione Studi e Ricerche - Ufficio Statistica)
Statistiche Incidenti Stradali 2005 in provincia di Torino GIUGNO 2006 (Provincia di Torino - Osservatorio provinciale incidentalità).

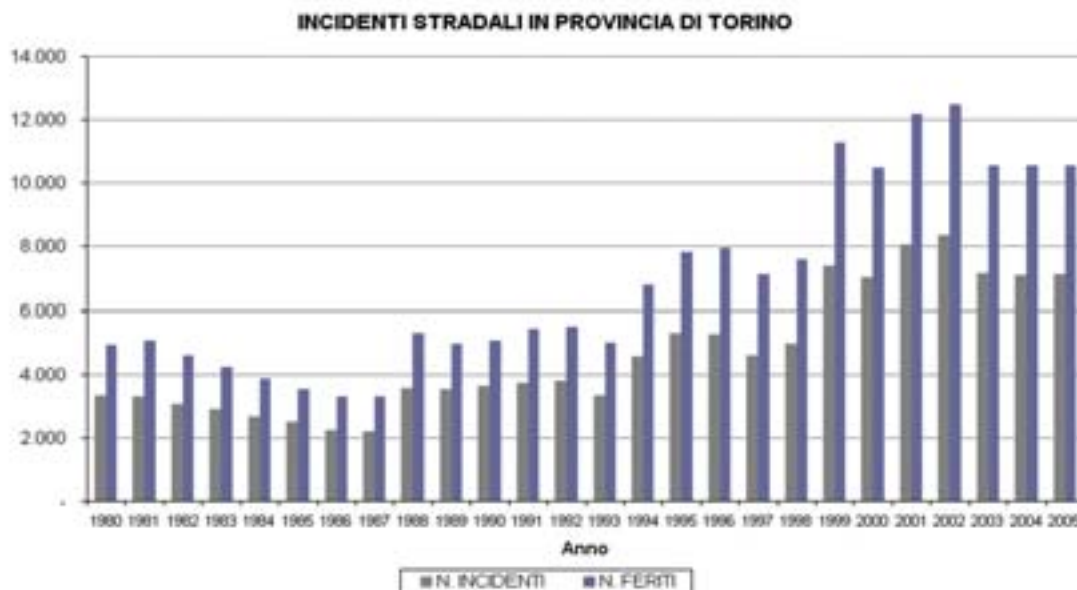


FIGURA 77: incidenti stradali e numero di feriti in provincia di Torino.

INQUINAMENTO ACUSTICO

La percentuale di popolazione esposta all'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare privato nella città di Torino è estremamente rilevante. In particolare il 30,8% di popolazione è esposto a livelli superiori a 65 dB(A) nel periodo di riferimento diurno e il 77,1% della popolazione è esposto a livelli superiori a 55 dB(A) nel periodo di riferimento notturno (i valori di 65dB(A) e di 55 dB(A) non costituiscono riferimento normativo ma sono stati individuati dall'Unione Europea per indicare un'esposizione a livelli di rumore significativi).

La situazione si fa ancora più critica, come si può osservare in FIGURA 78, se si utilizzano come riferimento i limiti previsti dal piano di classificazione acustica in fase di approvazione²².

Dal punto di vista del disturbo soggettivo il rumore causato dal traffico veicolare rappresenta sicuramente il principale elemento di fastidio. A tal proposito lo studio predisposto dall'ISTAT «I cittadini e l'ambiente nelle grandi città» evidenzia che tra il 53% di famiglie che dichiarano la presenza di molto/abbastanza rumore, il 93% di queste indica il traffico stradale come la causa principale di disturbo.

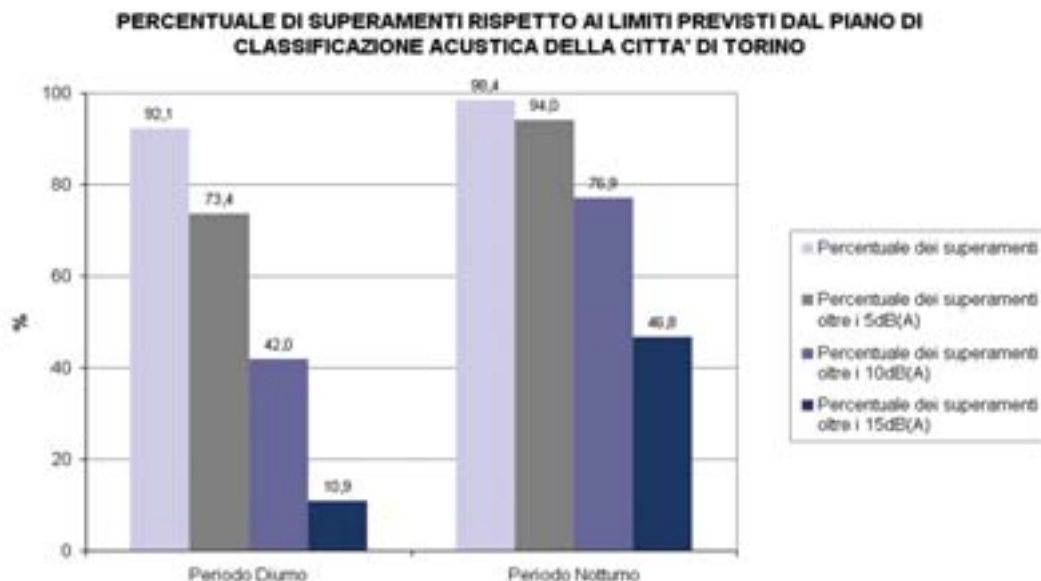


FIGURA 78: % di superamento dei limiti previsti dalla classificazione acustica (Città di Torino).

²² Relazione biennale sullo stato acustico della città di Torino R. Giovinetto, S. Roletti, F. Saporiti, E. Gallo Atti del 32° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Acustica (15 al 17 giugno 2005 - Ancona)

Ai fini della valutazione della qualità dell'aria e del clima acustico una delle componenti che occorre prendere in esame è il traffico veicolare, il quale incide pesantemente sia sulle emissioni in atmosfera sia sull'inquinamento acustico. Per tali ragioni, la Provincia di Torino si è impegnata fin dal 2002 nell'attività di ricostruzione dei flussi di traffico presenti sul proprio territorio, la cui conoscenza è fondamentale per la stima delle emissioni acustiche ed atmosferiche attraverso l'uso di strumenti modellistici.

La ricostruzione del traffico ha implicato diverse fasi di attività:

- creazione di una base dati (DB) sulla mobilità;
- acquisizione degli strumenti software modellistici idonei alla gestione del DB;
- estensione ed integrazione del supervisore del traffico 5T.

CREAZIONE DI UNA BASE DATI SULLA MOBILITA'

Una banca dati sulla mobilità al suo interno contiene:

- l'offerta stradale schematizzata in un grafo;
- i dati di traffico misurati sull'area di studio;
- le matrici origine destinazione;
- i dati socio-economici.

I dati raccolti sono stati forniti in un secondo tempo alla società CSST che per conto della Provincia li ha rielaborati e ha provveduto, mediante l'uso di strumenti modellistici, a stimare i flussi del traffico privato sulla rete stradale in un giorno lavorativo medio nell'ora di punta (08:00 – 09:00), nonché a rimodulare la domanda di mobilità nella provincia di Torino.

Definizione dell'offerta stradale e predisposizione di un grafo provinciale

L'offerta stradale attualmente considerata riguarda esclusivamente la rete stradale, in quanto l'obiettivo era quello di ricostruire esclusivamente il traffico privato e quindi non sono state considerate altre infrastrutture come ad esempio quella ferroviaria. Dopo una prima definizione delle strade d'interesse provinciale è stata fatta una campagna di rilievo delle caratteristiche stradali (es. larghezza, n° corsie, segnaletica, incroci, tempi semaforici, ecc.). Le strade prese in esame sono per lo più strade di collegamento intercomunale quali provinciali, statali e autostrade.

I tratti stradali individuati sono stati tecnicamente rappresentati con un grafo "connesso", illustrato in FIGURA 79, a cui vengono associati i dati censiti ed inseriti nella banca dati.

Raccolta dei dati di traffico rilevati sul territorio provinciale

I dati di traffico acquisiti ed inseriti nella banca dati hanno principalmente tre origini:

- misure periodiche del Servizio Grandi Infrastrutture della Provincia di Torino che rileva il traffico sulle strade di propria competenza, sia in postazioni fisse sia in postazioni "occasionalmente" (definite in base a particolari esigenze);
- monitoraggi in continuo della Società 5T per conto della Provincia su una parte delle strade di competenza dell'Ente stesso;
- rilievi alle barriere autostradali forniti direttamente dalle società gestrici della tratta autostradale, relativi ad un periodo significativo (1 o più settimane in un mese tra marzo-aprile – ottobre – novembre);

Le postazioni di rilievo sono riportate in FIGURA 80.

Sono stati usati, laddove mancava una copertura adeguata, anche i dati forniti dall'ANAS per le statali e dati rilevati dall'ARPA Piemonte nell'ambito del progetto di risanamento acustico delle strade provinciali.

Mediante dalle fonti principali di dati si sono raccolte per ciascun punto di rilievo una o più "settimane tipo" con flussi di traffico orari suddivisi in leggeri e pesanti.

I dati di traffico sono stati archiviati all'interno di un DB che è disponibile su internet e scaricabile all'indirizzo http://www.provincia.torino.it/territorio/strat_strumenti/distr_dati/dbtrf



FIGURA 79: grafo delle strade provinciali utilizzato nei modelli di simulazione.

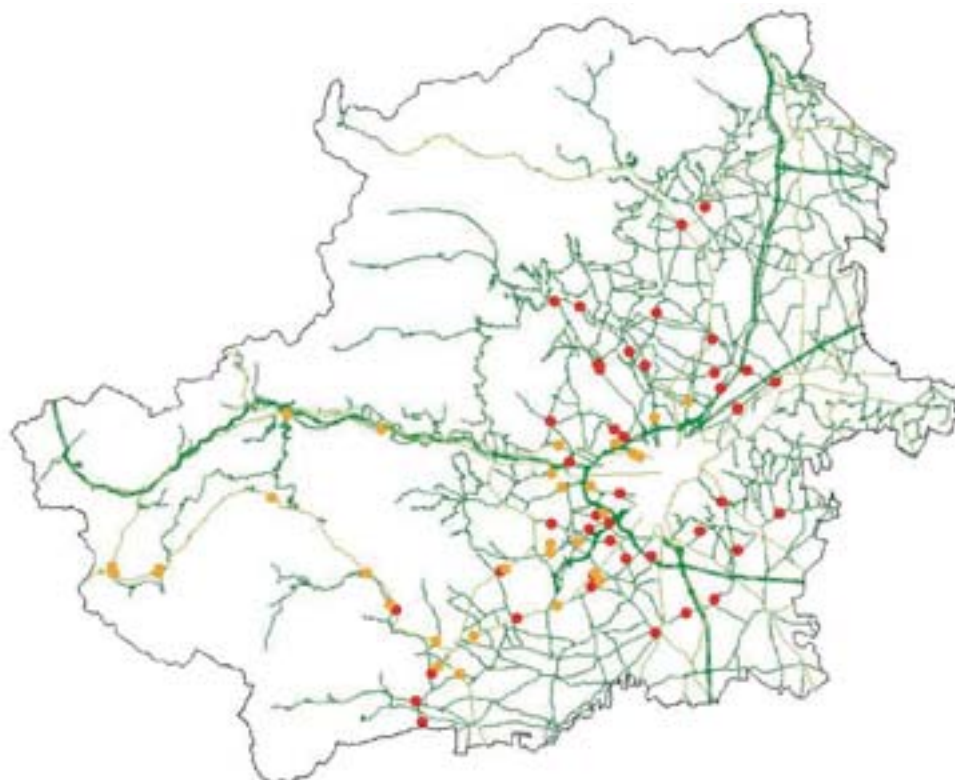


FIGURA 80: punti di monitoraggio del traffico (in arancione le postazioni collegate in remoto, in rosso quelle a scarico manuale).

Raccolta delle matrici origine-destinazione

Le matrici origine-destinazione degli spostamenti utilizzate sono relative:

- ai censimenti ISTAT 1991 e 2001;
- all'indagine a campione IMQ (indagine sulla mobilità quotidiana) effettuata da GTT sul territorio provinciale.

Gli spostamenti monitorati e riportati all'interno delle matrici sono indicativi degli spostamenti abituali effettuati nei giorni infrasettimanali per motivi di studio e lavoro e sono rappresentativi della domanda di mobilità.

Raccolta dei dati socio-economici

I dati socio-economici utilizzati sono stati ricavati dal sistema informativo ambientale della Provincia e sono serviti per lo più all'individuazione dei principali poli attrattori di traffico sul nostro territorio. Le coperture più significative riguardavano: plessi scolastici, poli ospedalieri, centri commerciali, stazioni ferroviarie, aree industriali.

ACQUISIZIONE DEGLI STRUMENTI SOFTWARE MODELLISTICI IDONEI ALLA GESTIONE DEL DATA BASE

Il data base, implementato con le informazioni precedentemente descritte, è stato utilizzato come input di modelli matematici di generazione del traffico e assegnazione della domanda, al fine di ottenere una stima della mobilità anche dove non esistono dei rilievi puntuali.

Lo strumento software individuato è MT_model prodotto dalla Società CSST, che oltre ad essere un ottimo Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS) è anche lo stesso utilizzato dalla città di Torino ed è integrato nel Sistema Supervisore di 5T che gestisce on line la mobilità dell'area metropolitana di Torino.

L'utilizzo di tali strumenti non serve esclusivamente a fotografare il traffico presente in un dato momento sulla rete stradale, ma anche e soprattutto a:

- simulare variazioni dell'assetto attuale della mobilità e dei trasporti prevedendo gli effetti che ne deriverebbero da una loro realizzazione, ad es. realizzazione di nuovi collegamenti stradali, introduzione di limitazioni di traffico in determinate aree, ecc;
- analizzare dal punto di vista trasportistico e ambientale i risultati delle simulazioni, al fine di migliorare i progetti prima di renderli esecutivi.

Risulta quindi di fondamentale importanza l'utilizzo di questi strumenti nello svolgere le attività di pianificazione.

ESTENSIONE ED INTEGRAZIONE DEL SUPERVISORE DEL TRAFFICO 5T

La città di Torino si è dotata negli anni di una fitta griglia di sensori di misurazione del traffico che comunicano, in tempo reale, i dati ad una centrale operativa gestita dalla Società Consortile 5T. Le informazioni rilevate alimentano un modello di assegnazione del traffico che stima i flussi veicolari sull'intera rete stradale cittadina. Questa tecnologia consente una buona gestione dei tempi semaforici finalizzata alla fluidificazione del traffico e all'aumento della velocità dei mezzi pubblici.

La Provincia di Torino, percepita la potenzialità di questo strumento, ha deciso di investire parte delle sue risorse per ampliare ed integrare il Sistema Supervisore del Traffico dall'area metropolitana all'intero territorio provinciale. La realizzazione di tale espansione si è resa possibile in parte durante i XX Giochi Olimpici Invernali, data la necessità di gestire il traffico generato da tale evento: per realizzare tale attività sono state installate 30 nuove postazioni di misura del traffico in tempo reale e 11 telecamere posizionate sulle strade dell'area olimpica.

Il grafo creato per essere utilizzato dal Supervisore è stato allineato con quello utilizzato dalla Provincia, e quindi risulta esserne una porzione (FIGURA 81).

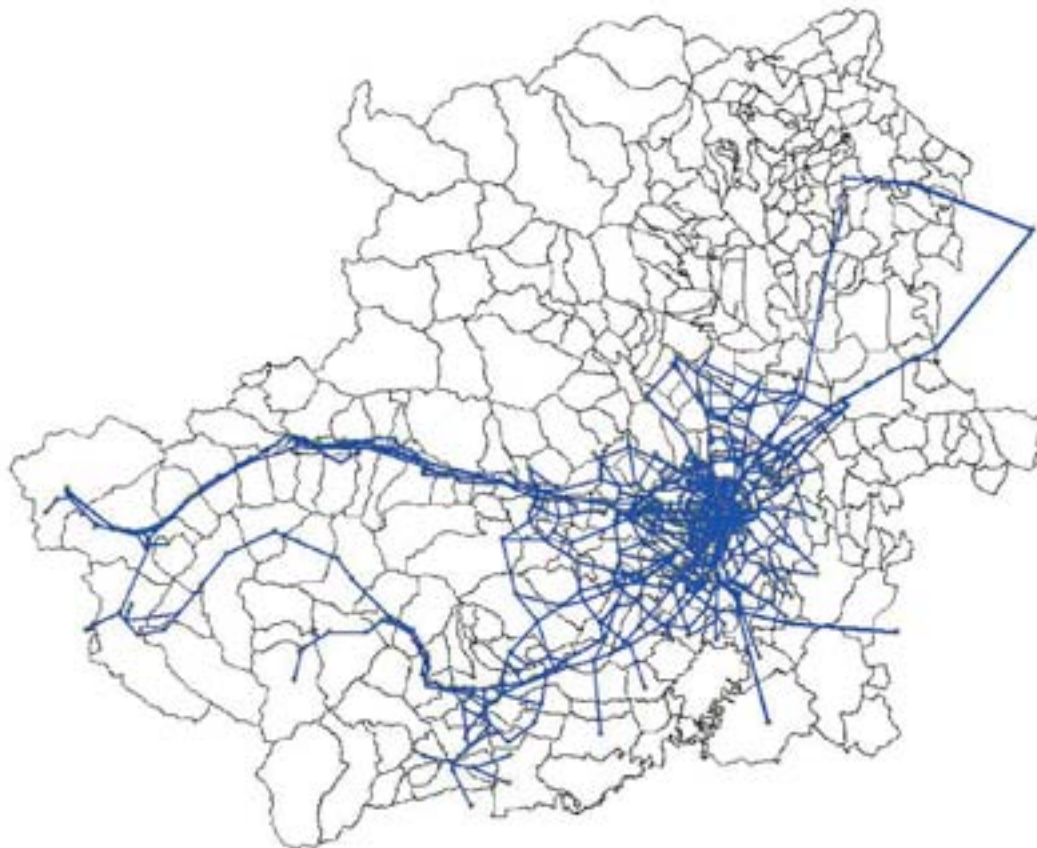


FIGURA 81: grafo stradale utilizzato dal Sistema 5T.

Attualmente il sistema fornisce una fotografia costante del traffico su tale rete stradale, nonché i dati di traffico misurati. Le informazioni raccolte ed elaborate sono utilizzate per eventuali comunicazioni sui pannelli a messaggio variabile, e raccolte in un data base suddiviso in dati rilevati dalle singole centraline e in dati di stima sul grafo.

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1: anomalia standardizzata del bimestre Gennaio e Febbraio 2006 rispetto alla climatologia 1957-2002, per la temperatura a 850 hPa, circa 1500 m di quota (a sinistra) e il geopotenziale a 500 hPa (a destra).	8
FIGURA 2: anomalia standardizzata del mese di Febbraio 2006 rispetto alla climatologia 1957-2002, per la temperatura a 850 hPa, circa 1500 m di quota (a sinistra) e il geopotenziale a 500 hPa (a destra).	8
FIGURA 3: geopotenziale a 500 hPa del mese di Febbraio nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Febbraio nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).	9
FIGURA 4: pressione a livello del mare dei mesi di Gennaio 2006 (a sinistra) e Febbraio 2006 (a destra).	9
FIGURA 5: geopotenziale a 500 hPa del mese di Marzo nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Marzo nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).	10
FIGURA 6: anomalia standardizzata, rispetto alla climatologia 1957-2002, della temperatura a 850 hPa (circa 1500 m di quota) nel mese di Aprile 2006 (a sinistra) e del geopotenziale a 500 hPa nel mese di Maggio 2006 (a destra).	10
FIGURA 7: geopotenziale a 500 hPa del mese di Aprile 2006 (a sinistra) e Maggio 2006 (a destra).	11
FIGURA 8: anomalia standardizzata del bimestre Giugno e Luglio 2006 rispetto alla climatologia 1957-2002, per il geopotenziale a 500 hPa (a sinistra) e la temperatura a 850 hPa, circa 1500 m di quota (a destra).	11
FIGURA 9: geopotenziale a 500 hPa del mese di Giugno nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Giugno nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).	12
FIGURA 10: geopotenziale a 500 hPa del mese di Luglio nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Luglio nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).	12
FIGURA 11: anomalia standardizzata del mese di Agosto 2006 rispetto alla climatologia 1957-2002, per il geopotenziale a 500 hPa (a sinistra) e la temperatura a 850 hPa, circa 1500 m di quota (a destra).	13
FIGURA 12: geopotenziale a 500 hPa del mese di Agosto nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Agosto nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).	13
FIGURA 13: geopotenziale a 500 hPa del mese di Settembre nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Settembre nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).	14
FIGURA 14: anomalia standardizzata del mese di Settembre 2006 rispetto alla climatologia 1957-2002, per il geopotenziale a 500 hPa (a sinistra) e la temperatura a 850 hPa, circa 1500 m di quota (a destra).	14
FIGURA 15: geopotenziale a 500 hPa del mese di Ottobre nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Ottobre nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).	15
FIGURA 16: geopotenziale a 500 hPa del mese di Novembre nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Novembre nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).	15
FIGURA 17: anomalia standardizzata, rispetto alla climatologia 1957-2002, della temperatura a 850 hPa (circa 1500 m di quota) nel mese di Ottobre 2006 (a sinistra) e del geopotenziale a 500 hPa nel mese di Novembre 2006 (a destra).	16
FIGURA 18: anomalia standardizzata del mese di Dicembre 2006 rispetto alla climatologia 1957-2002, per il geopotenziale a 500 hPa (a sinistra) e la temperatura a 850 hPa, circa 1500 m di quota (a destra).	17
FIGURA 19: geopotenziale a 500 hPa del mese di Dicembre nell'anno 2006 (a sinistra) e del mese di Dicembre nel periodo climatico 1957-2002 (a destra).	17
FIGURA 20: temperatura: valori medi mensili per l'anno 2005 e per il decennio 1996÷2005 per la stazione di Torino.	20
FIGURA 21: temperatura: valori orari per l'anno 2006 e medie dei minimi e dei massimi assoluti registrati nel decennio 1996÷2005 presso la stazione di Torino.	20
FIGURA 22: precipitazioni atmosferiche: sommatorie annuali e media del decennio in termini di quantità di precipitazioni e di numero di giornate piovose per la stazione di Torino.	21
FIGURA 23: precipitazioni atmosferiche: sommatorie mensili per l'anno 2006 e medie mensili relative al decennio 1996÷2005 per la stazione di Torino.	21
FIGURA 24: precipitazioni atmosferiche: sommatorie trimestrali relative al periodo 1996÷2006 per la stazione di Torino.	22
FIGURA 25: zonizzazione del territorio della provincia di Torino e disposizione dei punti di misura.	37

FIGURA 26: parametro CO, concentrazioni medie annuali rilevate presso la stazione di Torino-Rebaudengo dal 1980 al 2006.	39
FIGURA 27: carta riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di CO misurate negli anni, 2003, 2004 e 2005.	41
FIGURA 28: parametro NO ₂ , media delle medie annuali di tutte le stazioni operanti nel comune di Torino negli ultimi anni.	46
FIGURA 29: parametro NO ₂ , media pesata del numero di superamenti del limite orario	46
FIGURA 30: numero di superamenti del limite orario di 200 µg/m ³ , distribuzione per mese, stazioni del Comune di Torino.	47
FIGURA 31: distribuzione percentuale delle classi di Concentrazione di PM10 per le stazioni di To-Grassi e To-P.zza Rivoli. Confronto tra i mesi di Gennaio del 2005 (grigio) e 2006 (blu)	47
FIGURA 32: carta riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di NO ₂ misurate negli anni 2004, 2005 e 2006.	48
FIGURA 33: parametro SO ₂ , massima media giornaliera su base annuale rilevata nell'ultimo trentennio nella stazione di Torino – Consolata.	50
FIGURA 34: carta riportante il valore delle medie annuali delle concentrazioni di SO ₂ misurate negli anni 2003, 2004 e 2005.	52
FIGURA 35: ozono, distribuzione temporale dei fenomeni di inquinamento acuto.	56
FIGURA 36: ozono, distribuzione spaziale dei fenomeni di inquinamento acuto	56
FIGURA 37: ozono, inviluppo medio orario e profilo medio della temperatura – maggio settembre 2006.	57
FIGURA 38: andamenti della piovosità nei periodi maggio – settembre 2002 - 2006.	58
FIGURA 39: andamenti della media delle temperature massime relative ai periodi maggio – settembre 2002 - 2006.	58
FIGURA 40: ozono, medie del periodo maggio-settembre degli ultimi 14 anni.	59
FIGURA 41: carta riportante il valore della media delle concentrazioni di O ₃ misurate nei mesi estivi (maggio-settembre) negli anni 2004, 2005 e 2006.	60
FIGURA 42: concentrazioni medie annue di benzene rilevate presso la stazione di Torino-Consolata negli anni 1996-2006.	62
FIGURA 43: parametro piombo, medie annuali misurate presso la stazione di To-Consolata nel periodo 1973 – 2006.	67
FIGURA 44: andamento stagionale del Piombo, stazioni di To-ITIS Grassi, To-Consolata, Druento-La Mandria	67
FIGURA 45: valore medio annuale misurato presso le stazioni di monitoraggio provinciali.	74
FIGURA 46: andamento delle precipitazioni atmosferiche e delle concentrazioni di PM10 in alcune stazioni dell'area metropolitana nell'anno 2006.	75
FIGURA 47: parametro PM10, numero di superamenti del limite di 24 ore per la protezione della salute (50 µg/m ³ come media giornaliera).	76
FIGURA 48: parametro PM10, concentrazioni medie annue rilevate nella città di Torino nel periodo 1999-2006.	77
FIGURA 49: confronto tra PM2.5 e PM10 presso la stazione di Torino – Lingotto.	78
FIGURA 50: andamento del giorno medio settimanale del PM2.5 e PM10 presso la stazione di Torino – Lingotto	78
FIGURA 51: parametro PTS, medie annuali misurate nelle stazioni di Torino dal 1980 al 2006.	79
FIGURA 52: carta riportante i valori delle medie annuali delle concentrazioni di PM10 misurate negli anni 2003-2006	80
FIGURA 53: concentrazioni medie mensili e annuali benzo(a)pirene rilevato nel PM10 – anno 2006.	95
FIGURA 54: percentuale benzo(a)pirene nel PM10 – stazioni di Torino	96
FIGURA 55: campagne di monitoraggio effettuate con il laboratorio mobile nell'anno 2006.	101
FIGURA 56: comune di Torino P.zza D'Armi – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.	102
FIGURA 57: comune di Pavone C.se – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.	103
FIGURA 58: comune di None – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.	105
FIGURA 59: comune di Settimo T.se – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.	106
FIGURA 60: comune di Nichelino – Sito di monitoraggio e statistica relativa ai principali parametri chimici.	107

FIGURA 61: disposizione delle stazioni meteorologiche di monitoraggio.	109
FIGURA 62: rose dei venti diurne e notturne registrate nella stazione Torino Consolata.	113
FIGURA 63: rose dei venti diurne e notturne registrate nella stazione di Moncalieri.	114
FIGURA 64: rose dei venti diurne e notturne registrate nella stazione di Cumiana.	115
FIGURA 65: elaborazione dei dati della pressione atmosferica rilevati nella stazione di Torino-Giardini Reali nell'anno 2006.	118
FIGURA 66: elaborazione dei dati della pressione atmosferica rilevati nella stazione di Pino Torinese nell'anno 2006.	119
FIGURA 67: elaborazione dei dati della temperatura rilevati nella stazione di Torino-Consolata nell'anno 2006.	120
FIGURA 68: elaborazione dei dati della temperatura rilevati nella stazione di Pino Torinese nell'anno 2006.	121
FIGURA 69: confronto fra le stazioni di Torino e Pino Torinese: parametri pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa e precipitazioni atmosferiche.	124
FIGURA 70: limiti di emissione definiti dalle normative più recenti per diverse tipologie di veicolo.	126
FIGURA 71: autoveicoli immatricolate in provincia di Torino – Omologazione ambientale	128
FIGURA 72: autoveicoli immatricolate in Provincia di Torino – combustibile di alimentazione.	129
FIGURA 73: veicoli commerciali leggeri (< 3,5 t) immatricolati in Provincia di Torino – Omologazione ambientale.	130
FIGURA 74: veicoli commerciali leggeri (< 3,5 t) immatricolati in Provincia di Torino – Combustibile di alimentazione.	131
FIGURA 75: superficie occupata dai veicoli a motore nella Città di Torino	132
FIGURA 76: andamento dei consumi energetici nei trasporti in provincia di Torino.	133
FIGURA 77: incidenti stradali e numero di feriti in provincia di Torino.	134
FIGURA 78: % di superamento dei limiti previsti dalla classificazione acustica (Città di Torino).	134
FIGURA 79: grafo delle strade provinciali utilizzato nei modelli di simulazione.	136
FIGURA 80: punti di monitoraggio del traffico (in arancione le postazioni collegate in remoto, in rosso quelle a scarico manuale).	136
FIGURA 81: grafo stradale utilizzato dal Sistema 5T.	138

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1: D.M. 2/4/2002 n. 60, valori limite per il biossido di zolfo	25
TABELLA 2: D.M. 2/4/2002 n.60, valori limite per il monossido di carbonio.	25
TABELLA 3: D.M. 2/4/2002 n.60, valori limite per gli ossidi di azoto.	26
TABELLA 4: D.M. 2/4/2002 n. 60, valori limite per il PM10.	27
TABELLA 5: D.M. 2/4/2002 n. 60, valori limite per il piombo.	28
TABELLA 6: D.M. 2/4/2002 n. 60, valori limite per il benzene.	28
TABELLA 7: D. Lgs. 21/05/2004 n.183, valori bersaglio, obiettivo e soglie di informazione e allarme per l'ozono.	29
TABELLA 8: benzo(a)pirene, valori di riferimento e normativa in vigore.	29
TABELLA 9: elenco delle stazioni di monitoraggio, ubicazione e parametri misurati.	32
TABELLA 10: descrizione dei codici dei parametri.	33
TABELLA 11: descrizione del posizionamento delle stazioni di misura.	33
TABELLA 12: dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il monossido di carbonio.	40
TABELLA 13: dati relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il biossido di azoto.	45
TABELLA 14: dati delle stazioni di monitoraggio che rilevano il biossido di zolfo.	51
TABELLA 15: ozono, confronto con le soglie di informazione e di allarme come da D.lgs. n. 183/04.	54
TABELLA 16: ozono: confronto degli ultimi anni con i valori bersaglio per la protezione della salute umana	54
TABELLA 17: ozono, confronto degli ultimi cinque anni con i valori bersaglio per la protezione della vegetazione	55
TABELLA 18: ozono, dati statistici relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano l'ozono.	55
TABELLA 19: valori obiettivo fissati dalla Direttiva Europea del 15 dicembre 2004	65
TABELLA 20: concentrazione di metalli rilevate nella stazione di Borgaro.	68
TABELLA 21: concentrazione di metalli rilevate nella stazione di Buttigliera.	68
TABELLA 22: concentrazione di metalli rilevate nella stazione di Carmagnola.	68

TABELLA 23: concentrazione di metalli rilevate nella stazione di Druento.	69
TABELLA 24: concentrazione di metalli rilevate nella stazione di Ivrea.	69
TABELLA 25: concentrazione di metalli rilevate nella stazione di Pinerolo.	69
TABELLA 26: concentrazione di metalli rilevate nella stazione di Susa.	70
TABELLA 27: concentrazione di metalli rilevate nella stazione di TO-Consolata.	70
TABELLA 28: concentrazione di metalli rilevate nella stazione di TO-Grassi.	70
TABELLA 29: concentrazione di metalli rilevate nella stazione di TO-Gaidano.	71
TABELLA 30: concentrazione di metalli rilevate nella stazione di TO-Rivoli.	71
TABELLA 31: concentrazione di metalli rilevate nella stazione di TO-Lingotto su PM10 Beta.	72
TABELLA 32: concentrazione di metalli rilevate nella stazione di di TO-Lingotto su PM2.5.	72
TABELLA 33: stazione di TO-Consolata, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.	81
TABELLA 34: stazione di TO-Grassi, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.	81
TABELLA 35: stazione di Borgaro, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.	82
TABELLA 36: stazione di TO-Gaidano, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.	82
TABELLA 37: stazione di TO-Rivoli, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.	83
TABELLA 38: stazione di Buttigliera, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.	83
TABELLA 39: stazione di Carmagnola, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.	84
TABELLA 40: stazione di Druento, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.	84
TABELLA 41: stazione di Ivrea, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006. Dal 7 novembre 2006 la stazione è stata spostata da piazza Freguglia a Via Liberazione	85
TABELLA 42: stazione di Pinerolo, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.	85
TABELLA 43: stazione di Susa, parametro PM10, valutazione statistica anno 2006.	86
TABELLA 44: stazione di TO-Consolata, parametro polveri totali, valutazione statistica anno 2006.	86
TABELLA 45: stazione di TO-Lingotto, parametro PM10 beta, valutazione statistica anno 2006. (*): L'analizzatore è stato installato il 16/2/2005.	87
TABELLA 46: stazione di TO-Lingotto, parametro PM2,5, valutazione statistica anno 2006. (*): Il campionatore è stato installato il 13/7/2005.	87
TABELLA 47: stazione di Oulx, parametro PM10 beta - valutazione statistica anno 2006.	88
TABELLA 48: stazione di Borgaro, parametro PM10 beta - valutazione statistica anno 2006.	88
TABELLA 49: schema della composizione del particolato in aria ambiente.	89
TABELLA 50: stime della percentuale della componente secondaria del particolato in aria ambiente	90
TABELLA 51: fattori di emissione totali (caldo+freddo) di benzo(a)pirene- trasporto stradale.	93
TABELLA 52: fattori di emissione di benzo(a)pirene - combustioni a fini di riscaldamento civile.	93
TABELLA 53: concentrazioni medie mensili e annuali di benzo(a)pirene rilevate su PM10 e PM2.5 - anno 2006 (ng/m ³).	97
TABELLA 54: percentuale in massa di benzo(a)pirene nel PM10 e nel PM2,5 - anno 2006	98
TABELLA 55: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di TorinoConsolata nel 2006.	116
TABELLA 56: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Moncalieri -Bauducchi nel 2006.	116
TABELLA 57: elaborazione dei dati anemologici rilevati nella stazione di Cumiana nel 2006.	116
TABELLA 58: elaborazione dei dati dell'umidità relativa rilevati nelle stazioni di Torino-Consolata e Pino Torinese nell'anno 2006.	122
TABELLA 59: elaborazione dei dati delle precipitazioni atmosferiche rilevati nelle stazioni di TorinoConsolata e Pino Torinese nell'anno 2006.	123
TABELLA 60: limiti di emissione fissati dalle direttive europee per autovetture benzina e diesel.	125
TABELLA 61: autovetture immatricolate in provincia di Torino dal 1996 al 2005, suddivise per tipo di omologazione ambientale.	128
TABELLA 62: autovetture immatricolate in Provincia di Torino dal 1996 al 2004, suddivise per combustibile di alimentazione.	129
TABELLA 63: veicoli commerciali leggeri (< 3,5 t) immatricolati in Provincia di Torino dal 2000 al 2005, suddivisi per tipo di omologazione ambientale.	130
TABELLA 64: veicoli commerciali leggeri (< 3,5 t) immatricolati in Provincia di Torino, suddivisi per combustibile di alimentazione.	131

Finito di stampare nel mese di giugno 2007
presso la Tipolito Subalpina - Rivoli (TO)