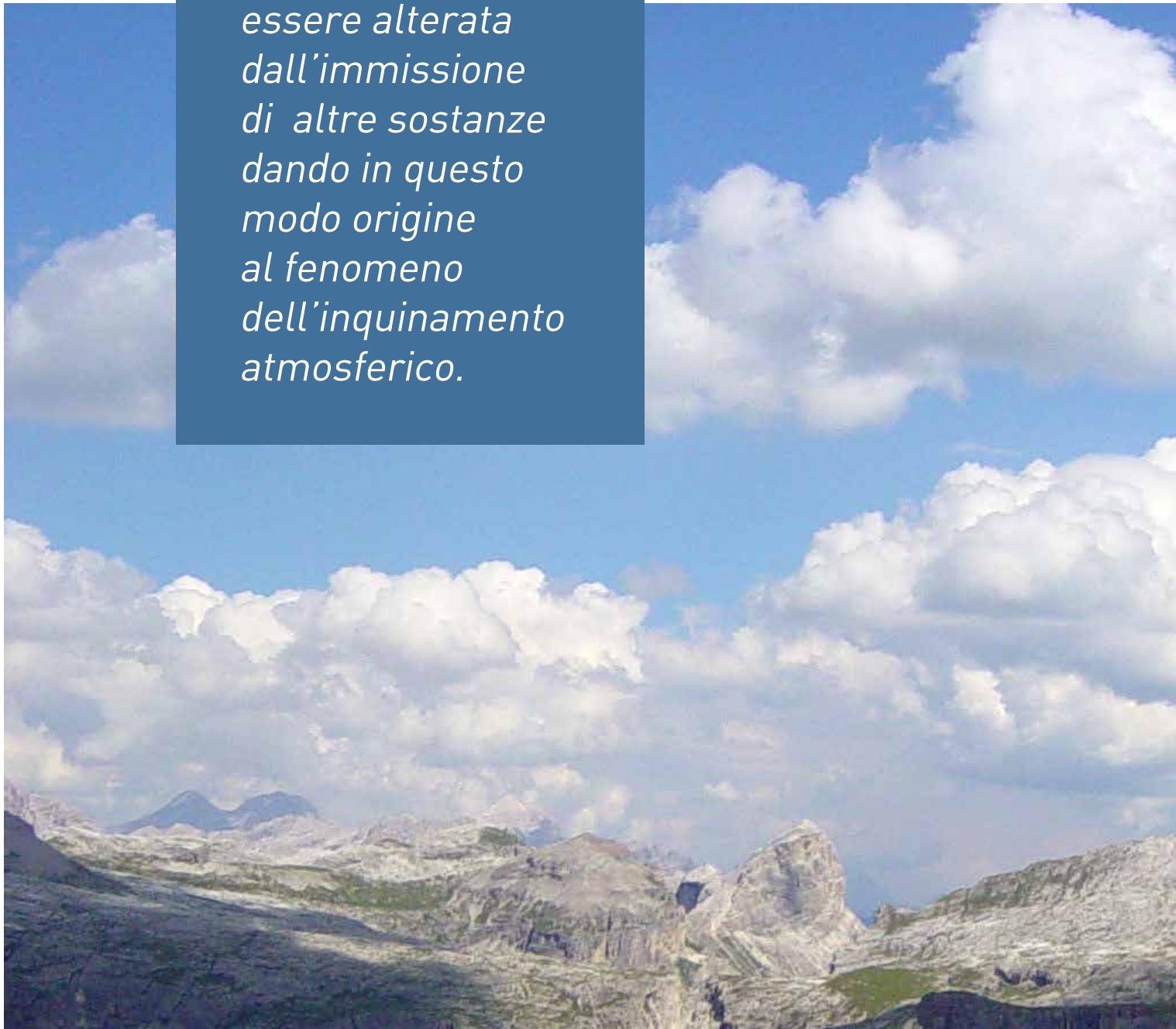


*L'aria è la miscela dei gas che costituiscono l'atmosfera. La sua composizione naturale può essere alterata dall'immissione di altre sostanze dando in questo modo origine al fenomeno dell'inquinamento atmosferico.*



# 13. Aria



# Contenuti

<b>13.1</b>	<b>La rete di monitoraggio della qualità dell'aria</b>	<b>298</b>
<b>13.2</b>	<b>Le emissioni in atmosfera</b>	<b>299</b>
13.2.1	Emissioni di ossidi di zolfo ( $\text{SO}_x$ )	301
13.2.2	Emissioni di ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ )	301
13.2.3	Emissioni di monossido di carbonio (CO)	302
13.2.4	Emissioni di $\text{PM}_{10}$	303
13.2.5	Emissioni di $\text{PM}_{2,5}$	304
13.2.6	Emissioni per macrosettore	305
<b>13.3</b>	<b>La qualità dell'aria</b>	<b>307</b>
13.3.1	Concentrazioni di polveri fini ( $\text{PM}_{10}$ )	307
13.3.2	Concentrazioni di biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ )	309
13.3.3	Concentrazioni di biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ )	310
13.3.4	Concentrazioni di monossido di carbonio (CO)	311
13.3.5	Concentrazioni di benzene ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )	312
13.3.6	Concentrazioni di ozono ( $\text{O}_3$ )	312
<b>13.4</b>	<b>Gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute pubblica</b>	<b>314</b>

a cura di:

**Gabriele Tonidandel** – Settore informazione e monitoraggi APPA

con la collaborazione di:

**Roberto Rizzello** – Azienda provinciale per i servizi sanitari

**Marco Niro** – Settore informazione e monitoraggi APPA (*redazione*)

L'aria ambiente è la miscela dei gas che costituiscono l'atmosfera. La sua composizione naturale può essere alterata dall'immissione di altre sostanze gassose, liquide o solide dando in questo modo origine al fenomeno dell'inquinamento atmosferico.

Queste sostanze, dette anche inquinanti atmosferici, possono raggiungere livelli di concentrazione tali da provocare effetti nocivi alle persone e più in generale all'intero ecosistema. La presenza di questi inquinanti atmosferici risulta avere effetti a diversi livelli.

A livello globale l'effetto più conosciuto è l'aumento nella temperatura provocato dalle emissioni antropiche e dal conseguente accumulo di gas cosiddetti "serra", in particolare l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), il metano (CH<sub>4</sub>) e il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O). Tutti e tre sono naturalmente presenti in atmosfera ma le concentrazioni attuali sono sensibilmente aumentate (per un maggior dettaglio sull'effetto serra in Trentino, si rinvia al capitolo "Clima" del presente Rapporto).

Oltre ai "guasti globali" provocati dall'inquinamento atmosferico, se ne devono considerare anche altri su scala più piccola ma non per questo meno importanti. Passando dal globale e transfrontaliero al "locale" si arriva quindi al tema della "qualità dell'aria". L'inquinamento

atmosferico nelle aree urbane può avere diversi effetti: rischi per la salute associati principalmente all'inalazione di gas e particelle, l'accelerazione del deterioramento di edifici (inclusi i monumenti) e danni a vegetazione ed ecosistemi. Durante gli ultimi decenni il quadro emissivo è profondamente mutato. In particolare si è passati dalle emissioni dovute all'utilizzo di derivati del petrolio e di carbone ad alto contenuto di zolfo, caratterizzate da alte quantità di biossido di zolfo e di particolato, oltre che di ossidi di azoto e monossido di carbonio, alle emissioni causate dalla combustione del gas naturale e dal traffico veicolare, caratterizzate da piccole quantità di biossido di zolfo, con emissioni di particolato quantitativamente e qualitativamente differenti e significative emissioni di ossidi di azoto.

Il traffico veicolare e le combustioni non industriali, che costituiscono le principali cause dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane in Trentino, sono all'origine di concentrazioni di inquinanti soprattutto quando al traffico e alle combustioni corrispondono condizioni poco favorevoli alla loro dispersione. Queste situazioni, oltre a poter avere effetti negativi sulla salute delle persone che permangono in tali zone per periodi significativi, hanno anche un impatto sugli ecosistemi e sulla vegetazione circostante, nonché su eventuali altri recettori presenti.



## 13.1 La rete di monitoraggio della qualità dell'aria

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria della Provincia autonoma di Trento si è strutturata nel tempo in conformità alle diverse disposizioni e direttive europee che si sono succedute a partire dalla Direttiva 96/62/CE, a loro volta recepite in ambito nazionale da vari atti fra i quali il D. Lgs. 4 agosto 1999, n. 351, il D.M. 2 aprile 2002, n. 60 ed il D. Lgs. 21 maggio 2004, n. 183.

La nuova Direttiva 2008/50/CE ed il relativo atto di recepimento costituito dal D.Lgs. 155/2010 hanno ripreso molte delle indicazioni contenute nella normativa abrogata, introducendo però ulteriori elementi atti a migliorare la valutazione della qualità dell'aria ambiente negli Stati membri sulla base di metodi e criteri comuni, così come espressamente previsto dall'art. 1 della stessa Direttiva.

Per questo motivo la rete di misura, così come attualmente strutturata, necessiterà di una parziale revisione, ma i dati raccolti nell'ultimo quinquennio (ed anche precedentemente) ed oggetto del presente rapporto sono comunque da considerare pienamente rappresentativi in quanto la rete di

misura utilizzata corrisponde già quasi per intero ai nuovi criteri tecnici.

I dati che vengono presentati nel presente rapporto sono quindi riferiti alla rete di monitoraggio che si è andata nel tempo strutturando e modificando fino ad assumere la configurazione riassunta dalla Tabella 13.1 e dalla Figura 13.1,

Riguardo alla valutazione della qualità dell'aria ambiente è importante porre in evidenza come la nuova direttiva, peraltro in continuità con le norme precedenti, preveda di affiancare, integrare ed in alcune situazioni anche sostituire il monitoraggio in siti fissi (rete di centraline) con altri tipi di misure definite 'indicative', ovvero con anche sole 'tecniche di modellizzazione' o di 'stima obiettiva'.

In questo ambito si è iniziato a lavorare ed in prospettiva si andranno a definire tecniche in grado di offrire informazioni molto dettagliate riguardo la qualità dell'aria sull'intero territorio e da queste migliorare le 'stime' sull'effettivo grado di esposizione della popolazione ai vari inquinanti atmosferici.

### → TABELLA 13.1:

#### LE STAZIONI FISSE DELLA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DELLA PROVINCIA DI TRENTO AL 31 DICEMBRE 2011

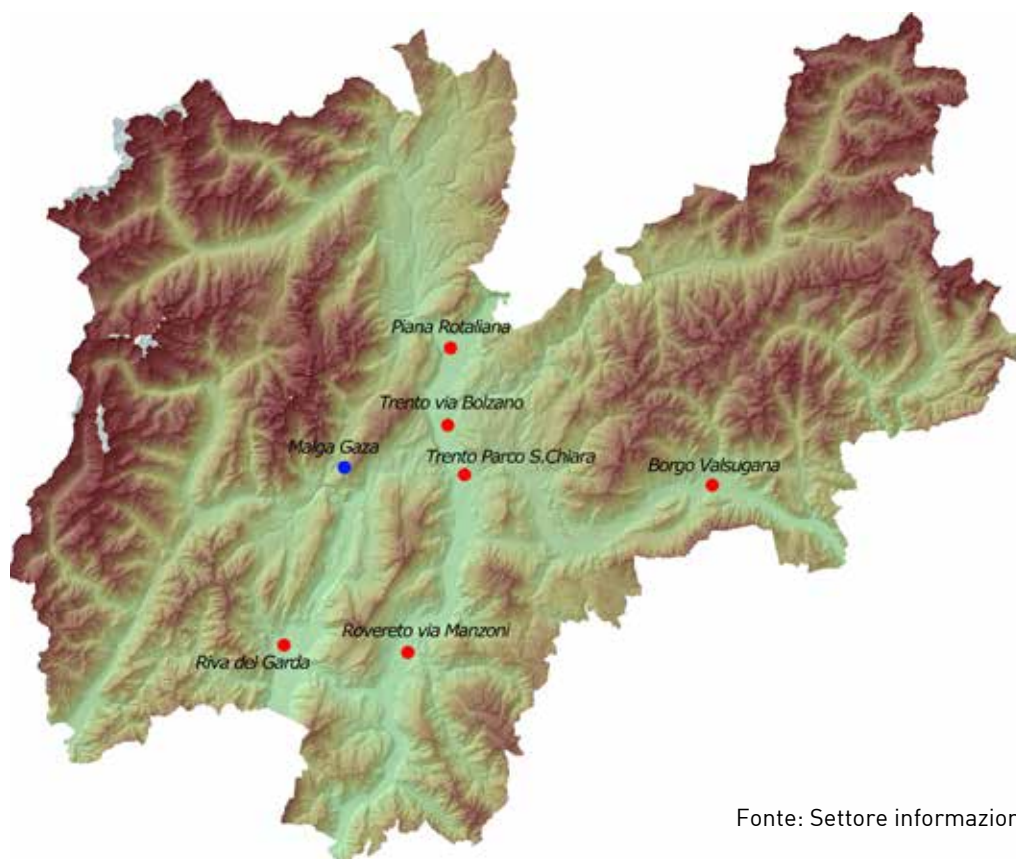
LOCALITÀ	INQUINANTI ANALIZZATI
Borgo Valsugana	Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ), Ozono (O <sub>3</sub> ), Particolato sottile PM10, Particolato fine PM 2,5, Meteo
Riva del Garda	Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ), Ozono (O <sub>3</sub> ), Particolato sottile PM10, meteo
Rovereto - Via Manzoni	Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ), Ozono (O <sub>3</sub> ), Particolato sottile PM10, Particolato fine PM 2,5, Meteo
Trento - Via Bolzano	Ossido di carbonio (CO), Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ), Particolato sottile PM10, Particolato fine PM2,5, Benzene, Meteo
Trento - Parco S. Chiara	Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ), Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ), Ozono (O <sub>3</sub> ), Particolato sottile PM10, Particolato fine PM 2,5, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Metalli, Meteo
Piana Rotaliana	Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ), Ozono (O <sub>3</sub> ), Particolato sottile PM10, Particolato fine PM 2,5, Meteo
Monte Gaza	Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ), Ozono (O <sub>3</sub> ), Particolato sottile PM10, Meteo
Stazione mobile 1	Ossido di carbonio (CO), Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ), Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ), Ozono (O <sub>3</sub> ), Particolato sottile PM10, Particolato fine PM 2,5, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Metalli, Meteo
Stazione mobile 2	Ossido di carbonio (CO), Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ), Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ), Ozono (O <sub>3</sub> ), Particolato sottile PM10, Particolato fine PM 2,5, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Metalli, Meteo

Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA



## → FIGURA 13.1:

LE STAZIONI FISSE DELLA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DELLA PROVINCIA DI TRENTO AL 31 DICEMBRE 2011



Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

## 13.2 Le emissioni in atmosfera

L'individuazione delle sorgenti emissive provinciali e la conseguente quantificazione delle emissioni viene svolta attraverso la redazione dell'Inventario provinciale delle emissioni.

A partire dall'anno 2007 le Province di Trento e Bolzano hanno deciso di provvedere alla costituzione in comune del catasto delle emissioni. Tale scelta ha portato a realizzare una banca dati unitaria e alla condivisione della metodologia di stima, della tempistica e degli obiettivi da raggiungere.

La scelta effettuata in Trentino-Alto Adige si è indirizzata all'adozione del sistema di calcolo INEMAR, sviluppato in origine dalla Regione Lombardia e poi condiviso con altre amministrazioni.

Tale sistema è attualmente adottato, oltre che dal Trentino-Alto Adige, da altre sette Regioni (Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna, Veneto e Friuli Venezia Giulia, Puglia, Marche).

Un inventario delle emissioni è una raccolta coerente di dati sulle emissioni dei singoli inquinanti raggruppati per:

- attività economica;
- intervallo temporale (anno, mese, giorno, ecc.);
- unità territoriale (regione, provincia, comune ecc.);
- combustibile (per i soli processi di combustione).

Le quantità di inquinanti emesse dalle diverse sorgenti della zona in esame si possono ottenere:

- tramite misure dirette, campionarie o continue;
- tramite stima (in particolare per le sorgenti denominate *diffuse* quali piccole industrie, impianti di riscaldamento, sorgenti mobili, ecc.).

L'inventario delle emissioni costituisce uno degli strumenti principali per lo studio della qualità dell'aria, nonché per la definizione della zonizzazione e dei relativi programmi di riduzione o di prevenzione dell'inquinamento atmosferico.

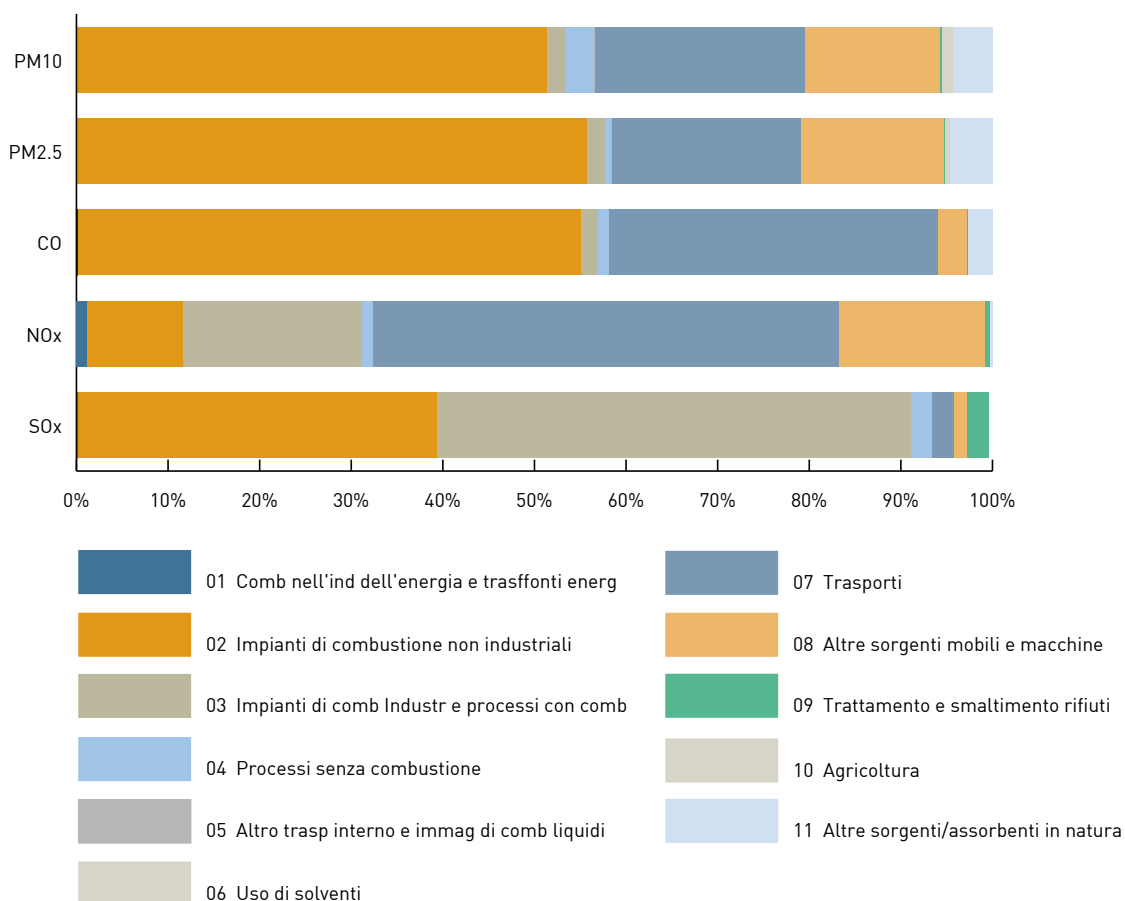
Nel Grafico 13.1 si riporta una sintesi del contributo percentuale di ciascun macrosettore dei principali inquinanti sul totale delle emissioni al 2007, ultimo inventario disponibile (l'inventario relativo al 2010 è in aggiornamento al momento della predisposizione del presente rapporto).

Più in dettaglio si dà di seguito evidenza dell'an-

damento emissivo prendendo a riferimento i dati di inventario 1995 - 2000 - 2004 e 2007 ed in più, rispetto al precedente rapporto, viene presentato anche un approfondimento riguardo alle emissioni riconducibili ai due principali macrosettori (combustione non industriale e trasporto su strada).



→ **GRAFICO 13.1:**  
**EMISSIONI DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI PRINCIPALI IN RAPPORTO PERCENTUALE SUL TOTALE EMESSE PER OGNI MACROSETTORE (2007)**



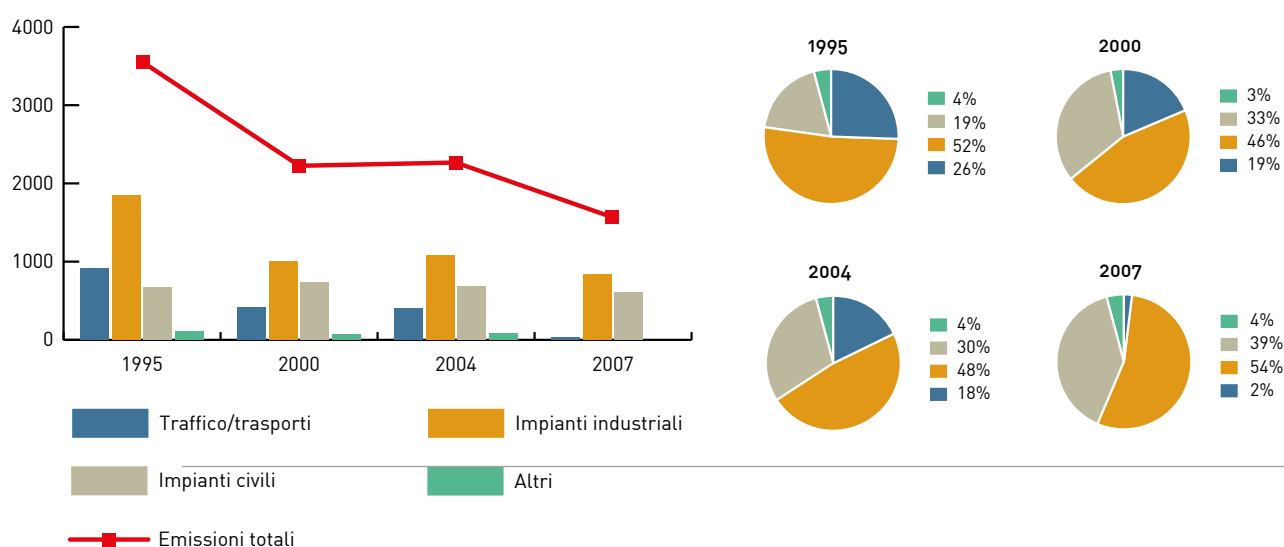
Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

### 13.2.1 Emissioni di ossidi di zolfo (SOx)

Nel 2007 le emissioni di ossidi di zolfo sono attribuite per circa il 54% ad impianti di combustione industriale e ai processi con combustione (circa 800 t), per circa il 39% agli impianti di combustione non industriali. Marginale l'apporto delle altre fonti con il macrosettore 'traffico/trasporti' che per questo inquinante incide solamente per il 2%, in forte diminuzione rispetto al passato.

I dati evidenziano una consistente diminuzione di emissioni di SOx passata dalle ca 3.550 t del 1995 alle circa 1.500 t del 2007. La riduzione è legata essenzialmente alla diminuzione del tenore di zolfo nei combustibili sia da autotrazione, sia quelli utilizzati per la combustione industriale e non industriale.

→ **GRAFICO 13.2:**  
EMISSIONI DI SO<sub>x</sub> (TONNELLATE 1995, 2000, 2004, 2007)



Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
13.1. Emissioni di ossidi di zolfo (SO <sub>x</sub> )	Aria	P	D	☺	↗	P	1995-2007

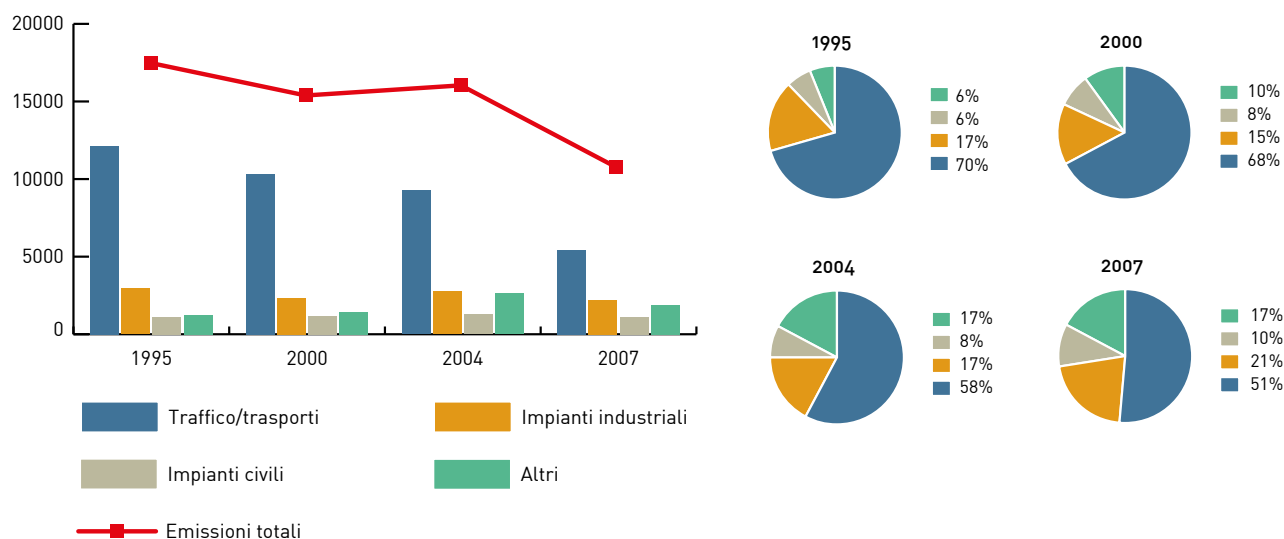
### 13.2.2 Emissioni di ossidi di azoto (NOx)

Nel 2007 le emissioni di ossidi di azoto sono dovute per circa il 51% ai trasporti (poco più di 5.000 t). Il secondo contributo più rilevante è riconducibile agli impianti di combustione industriale, circa doppio rispetto agli impianti di combustione civili.

Le emissioni provinciali di ossidi di azoto risultano in evidente diminuzione nel periodo preso in esame con una costante ed importante diminuzione soprattutto per quanto riguarda le emissioni da traffico (circa 12.500 t nel 1995, poco più di 5.000 t nel 2007).



→ **GRAFICO 13.3:**  
EMISSIONI DI NO<sub>x</sub> (TONNELLATE 1995, 2000, 2004, 2007)

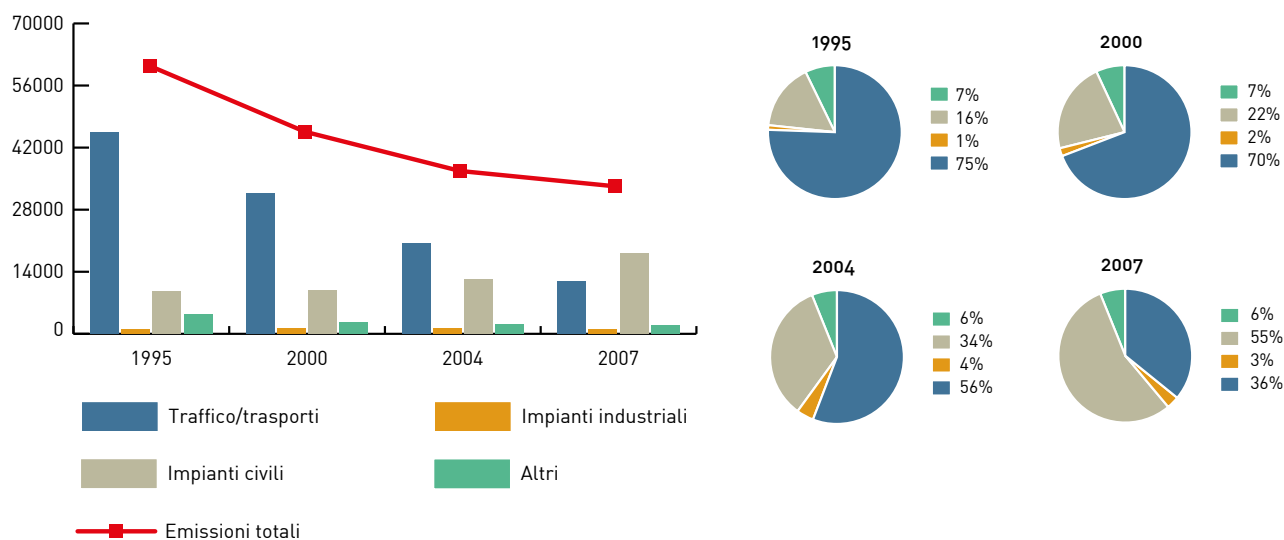


Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
13.2. Emissioni di ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	Aria	P	D	☺	↗	P	1995-2007

### 13.2.3 Emissioni di monossido di carbonio (CO)

→ **GRAFICO 13.4:**  
EMISSIONI DI CO (TONNELLATE 1995, 2000, 2004, 2007)



Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

Nel 2007, per la prima volta, le emissioni di monossido di carbonio assegnate ai trasporti non rappresentano la fonte principale di questo inquinante. Con il 55% (ca 18.000 t), il contributo degli impianti di combustione non industriali (domestici, del terziario e dell'agricoltura) risulta infatti essere la sorgente principale di emissione,

seguita dal traffico con il 36%.

Va peraltro evidenziato il costante e significativo trend in diminuzione del totale di emissioni che nel periodo in esame ha visto sostanzialmente dimezzare le quantità (da circa 60.000 t a poco più di 30.000).

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
13.3. Emissioni di monossido di carbonio (CO)	Aria	P	D	☺	↗	P	1995-2007



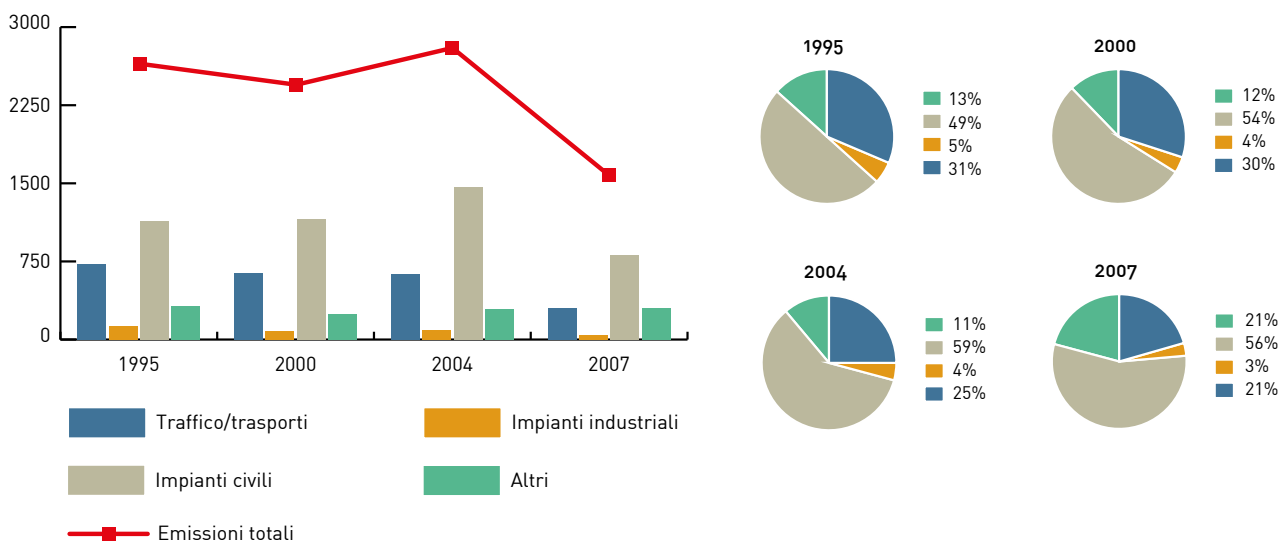
### 13.2.4 Emissioni di PM<sub>10</sub>

Nel 2007, le emissioni complessive di PM<sub>10</sub> sono dovute per circa il 51% agli impianti di combustione non industriali (domestici, del terziario e dell'agricoltura), per circa il 23% ai trasporti e per il restante 25% alle altre sorgenti.

zione per tutte le tipologie di fonti emissive, ma in particolare per le emissioni da impianti di combustione non industriali. Il dato appare più evidente soprattutto dopo il 2004, anche in ragione della revisione di alcuni criteri di stima introdotti dal sistema INEMAR.

Il trend emissivo 1995 – 2007 appare in diminu-

→ **GRAFICO 13.5:**  
EMISSIONI DI POLVERI PM<sub>10</sub> (TONNELLATE 1995, 2000, 2004, 2007)



Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
13.4. Emissioni di polveri fini (PM <sub>10</sub> )	Aria	P	D	☹	↗	P	1995-2007

### 13.2.5 Emissioni di PM<sub>2,5</sub>

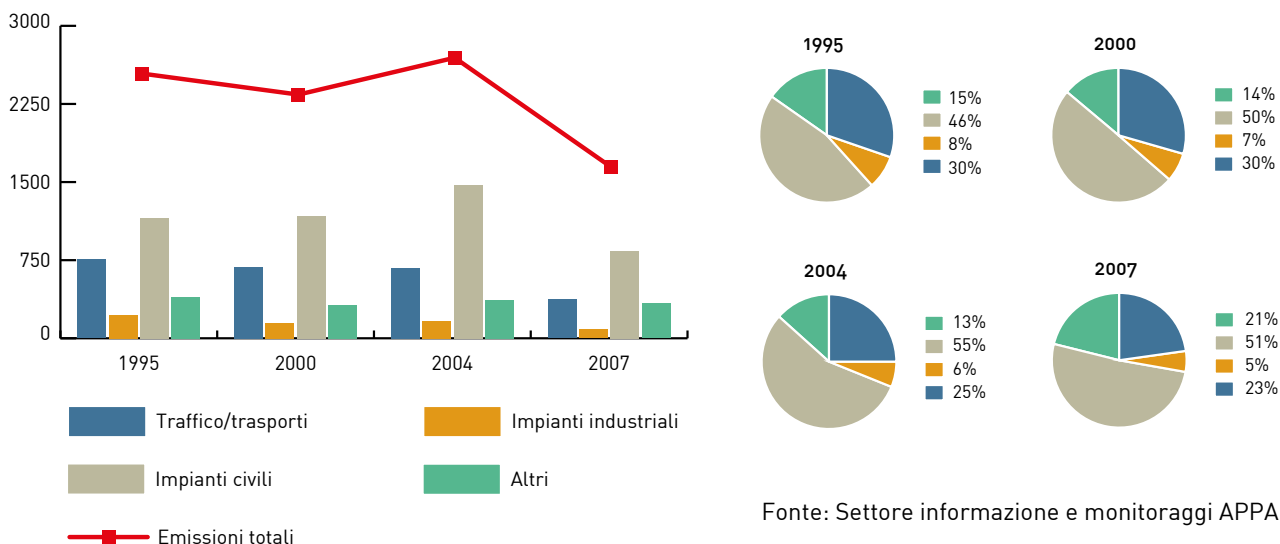
Nel 2007 le emissioni complessive di PM<sub>2,5</sub> sono dovute per circa il 56% agli impianti di combustione non industriali (domestici, del terziario e dell'agricoltura) e per circa il 21% ai trasporti. La parte restante si ripartisce, in quantità relativamente minori, fra tutti gli altri macrosettori.

Così come per il PM<sub>10</sub> di cui il PM<sub>2,5</sub> è parte, il trend emissivo 1995 – 2007 appare in diminuzione per tutte le tipologie di fonti emissive, ma in particolare per le emissioni da impianti di combustione non industriali. Il dato appare più evidente



soprattutto dopo il 2004, anche in ragione della revisione di alcuni criteri di stima introdotti dal sistema INEMAR.

→ **GRAFICO 13.6:**  
EMISSIONI DI POLVERI PM<sub>2,5</sub> (TONNELLATE 1995, 2000, 2004, 2007)



INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
13.5. Emissioni di polveri fini (PM <sub>2,5</sub> )	Aria	P	D	☹	↗	P	1995-2007

### 13.2.6 Emissioni per macrosettore

Vengono di seguito analizzate le differenze tra le emissioni 2004 - 2005 - 2007 non solo relativamente ai vari singoli inquinanti, ma anche per macrosettore. In particolare, sono in evidenza i due principali macrosettori relativamente alla provincia di Trento rappresentati dal n°2 (combustione non industriale) e dal n°7 (trasporto su strada).

#### Macrosettore 2: combustione non industriale

Al macrosettore 2 sono dovute, principalmente, le emissioni causate dal riscaldamento terziario e domestico, sorgenti di tipo diffuso.

Per interpretare i risultati è innanzitutto necessario analizzare i quantitativi di combustibili utilizzati nei due anni. I combustibili considerati sono metano, gasolio, GPL, kerosene e legna. In totale il consumo di tali combustibili è calato del 15%: il riscaldamento terziario del 20,4% e il residenziale del 14%. L'anno 2007 risulta essere stato, infatti, mediamente più caldo del 2005.

L'unico combustibile che presenta un trend inverso è la legna, il cui consumo è aumentato

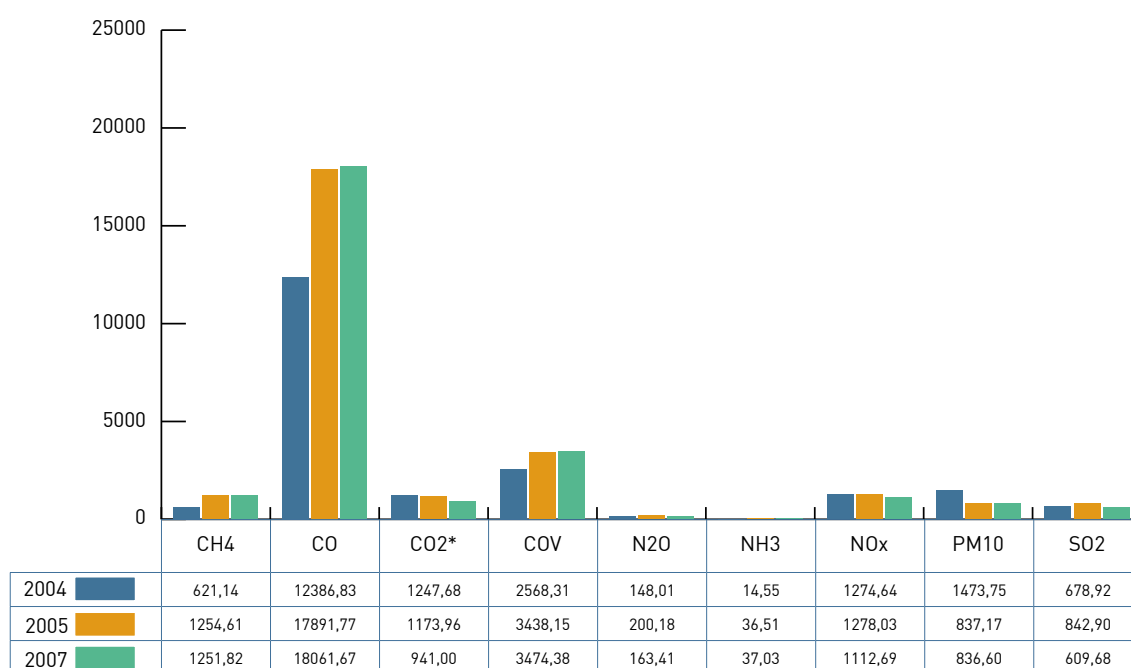
dell'1,5%; per questo combustibile non è noto l'effettivo quantitativo di legna consumato in ciascun comune, ma viene applicata una metodologia di calcolo dipendente dal numero di residenti in provincia e ciò spiega il leggero incremento.

Coerentemente col calo del consumo di combustibili, calano le emissioni dei principali inquinanti. Le diminuzioni maggiori riguardano le emissioni di CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub> e SO<sub>2</sub>, che sono calati rispettivamente del 19,8%, del 18,4%, del 13% e del 27,7%. Isolando le emissioni delle attività legate al solo consumo domestico di legna (da 2.2.6- *Camino aperto* a 2.2.10-*Sistema BAT pellets*), si nota un aumento delle emissioni dell'1,5% proporzionale all'aumento del consumo di legna.

Le differenze notevoli che si hanno tra l'inventario INEMAR e l'inventario TECHNE Consulting (dati 2004) in termini di forti aumenti delle emissioni di CO e COV e forte calo delle emissioni di PM<sub>10</sub> sono principalmente dovute all'aggiornamento dei fattori di emissione e degli indicatori di consumo relativi alla combustione della legna per il riscaldamento (1).

#### → GRAFICO 13.7:

#### EMISSIONI PER MACROSETTORE – MACROSETTORE 2: COMBUSTIONE NON INDUSTRIALE (TONNELLATE 2004, 2005, 2007)



Le emissioni di CO<sub>2</sub> sono espresse in kt

Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
13.6. Emissioni macrosettore 2 – combustione non industriale	Aria	P	D	☺	↗	P	2004-2007

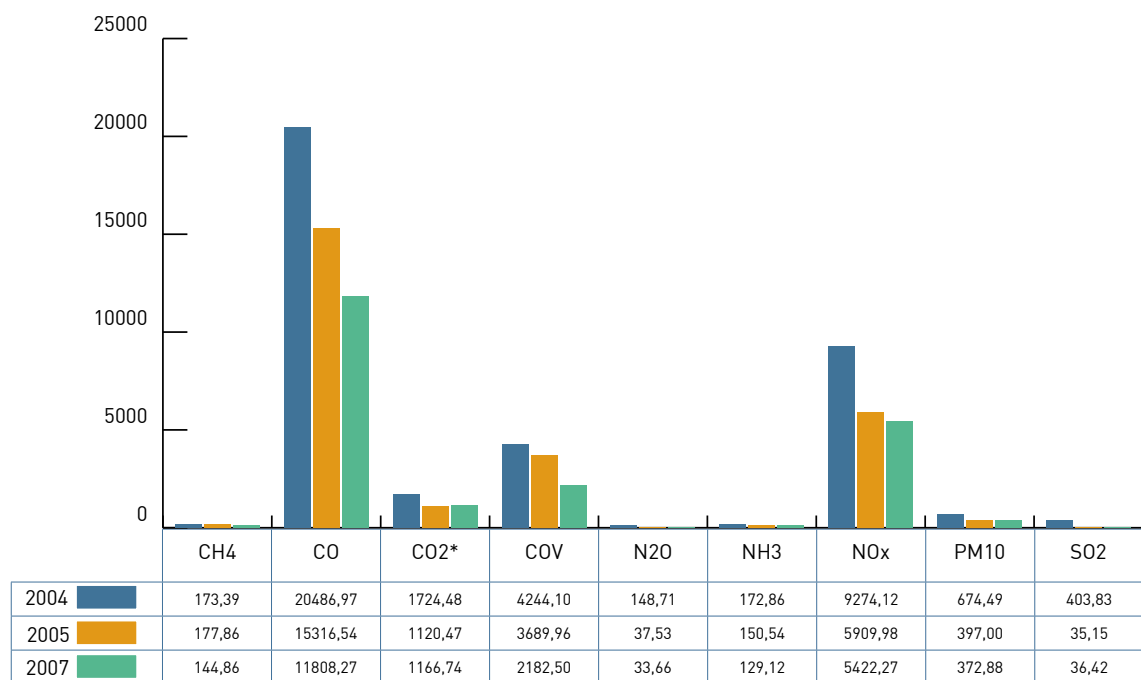
### Macrosettore 7: trasporto su strada

Per quel che riguarda le emissioni da traffico si può osservare una generale riduzione tra l'anno 2005 e 2007. Tale riduzione può essere dovuta in parte al rinnovo del parco circolante, in parte al passaggio di alcuni mezzi a combustibili più puliti. La forte riduzione dei COV è dovuta alla riduzione dell'uso di benzina (-9%) rispetto al gasolio (+4%).

Nel confronto con l'inventario 2004, si osserva come i dati appaiano generalmente in linea con una generale diminuzione. Fanno eccezione le emissioni di CO ed NOx: anche in questo caso la riduzione è in parte imputabile al rinnovo del parco circolante ed ai combustibili utilizzati.

#### → GRAFICO 13.8:

#### EMISSIONI PER MACROSETTORE – MACROSETTORE 7: TRASPORTO SU STRADA (TONNELLATE 2004, 2005, 2007)



Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
13.7. Emissioni macrosettore 7 – trasporto su strada	Aria	P	D	☺	↗	P	2004-2007



## 13.3 La qualità dell'aria

La qualità dell'aria evidenziata in Trentino è principalmente diretta conseguenza delle quantità di inquinanti emesse in atmosfera e descritte nel precedente paragrafo.

La conoscenza di tali quantità non è tuttavia sufficiente per descrivere la qualità dell'aria presente sul territorio in quanto essa è la risultante fra questo fattore predominante di pressione e le modalità con le quali si realizza la dispersione degli inquinanti nell'atmosfera. Tali modalità sono molto influenzate da molteplici fattori principalmente di tipo meteorologico ed orografico.

Di seguito si descrivono le variazioni di concentrazione dei principali inquinanti atmosferici monitorati nelle stazioni del Trentino ed il numero di superamenti dei valori massimi di accettabilità per la salute umana e per gli ecosistemi.

Ad oggi, per quanto attiene la qualità dell'aria in

Trentino, le concentrazioni più elevate nel raffronto con i limiti di qualità dell'aria, ancorché in tendenziale diminuzione, continuano a riferirsi alle polveri sottili (PM<sub>10</sub>), al biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) e all'ozono (O<sub>3</sub>). Per tutti gli altri inquinanti monitorati (SO<sub>2</sub>, CO, Benzene, Piombo), le concentrazioni si confermano invece inferiori ai limiti ed evidenziano quindi il raggiungimento degli obiettivi di qualità senza la necessità di dover intraprendere ulteriori specifiche misure di contenimento.

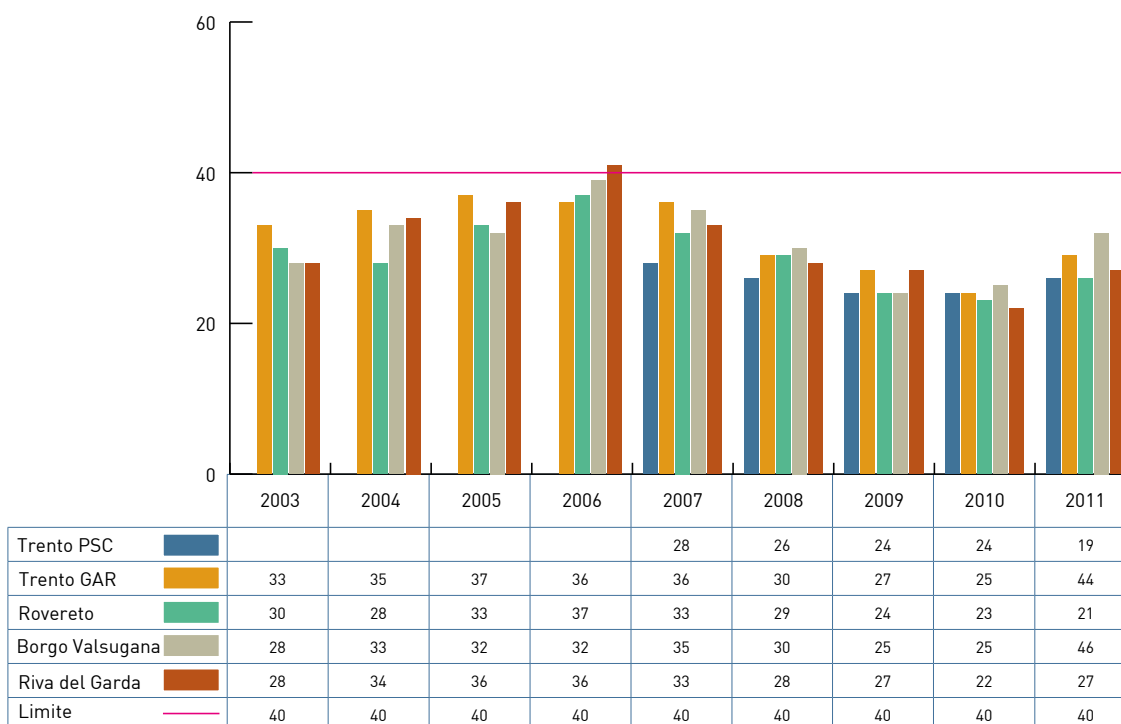
### 13.3.1 Concentrazioni di polveri fini (PM<sub>10</sub>)

Relativamente alle polveri sottili (PM<sub>10</sub>), il limite di media annua ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è rispettato in tutte le stazioni di misura a partire dal 2007.

Fino all'anno 2008 è invece stato superato il limite dei 35 superamenti della media giornaliera di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ma nel 2009, per la prima volta, con conferma anche nel 2010, risulta altresì rispettato

#### → GRAFICO 13.9:

CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE DI PM<sub>10</sub> IN  $\mu\text{G}/\text{M}^3$  (VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA D.M. 60/2002: MEDIA ANNUALE  $40 \mu\text{G}/\text{M}^3$ )



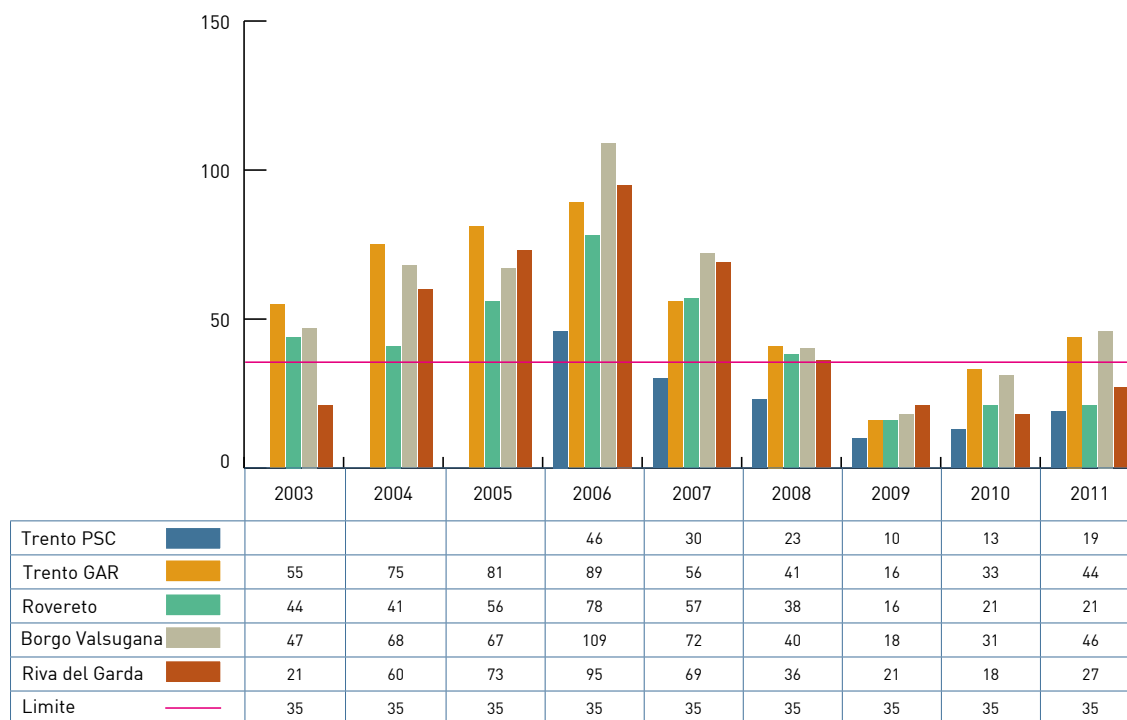
Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

anche questo limite in tutti i siti di misura che attualmente compongono la rete. Nel 2011, invece, il limite è stato superato a Trento Nord e a Borgo Valsugana.

Date le caratteristiche di questo inquinante, la forte correlazione con le condizioni meteorologiche invernali più o meno favorevoli alla sua dispersione, in aggiunta ad un trend non ancora stabilizzato (il 2010 è stato 'peggiore' del 2009, e il 2011 è stato 'peggiore' del 2010), non è ancora possibile decretare con certezza la risoluzione definitiva di questo problema per la qualità dell'aria ambiente che ha fortemente caratterizzato i primi anni del nuovo millennio.



→ **GRAFICO 13.10:**  
**SUPERAMENTI DELLE SOGLIE DI LEGGE PER PM<sub>10</sub> NEL PERIODO 2003-2011 (N° EPISODI)**



Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
13.8. Concentrazioni di polveri fini (PM <sub>10</sub> )	Aria	S	D	☺	↑↓	P	2003-2011

### 13.3.2 Concentrazioni di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Considerato che questo inquinante presenta una distribuzione spaziale relativamente disomogenea e dipendente dalla localizzazione rispetto alle sorgenti e dalla tipologia di sito di rilevamento, i valori delle medie annuali evidenziano differenze rilevanti qualora si tratti di stazioni di "traffico" (Trento via Bolzano) o stazioni di "fondo" urbano (tutte le altre).

In particolare la situazione relativa al "fondo urbano" è relativamente omogenea e, fatti salvi alcuni episodi del 2007, si osserva il rispetto del limite di media annuale posto a tutela e protezione della salute umana (nel grafico è riportata la situazione della stazione di Trento S.Chiera, ma la situazione è analoga in tutte le altre stazioni di

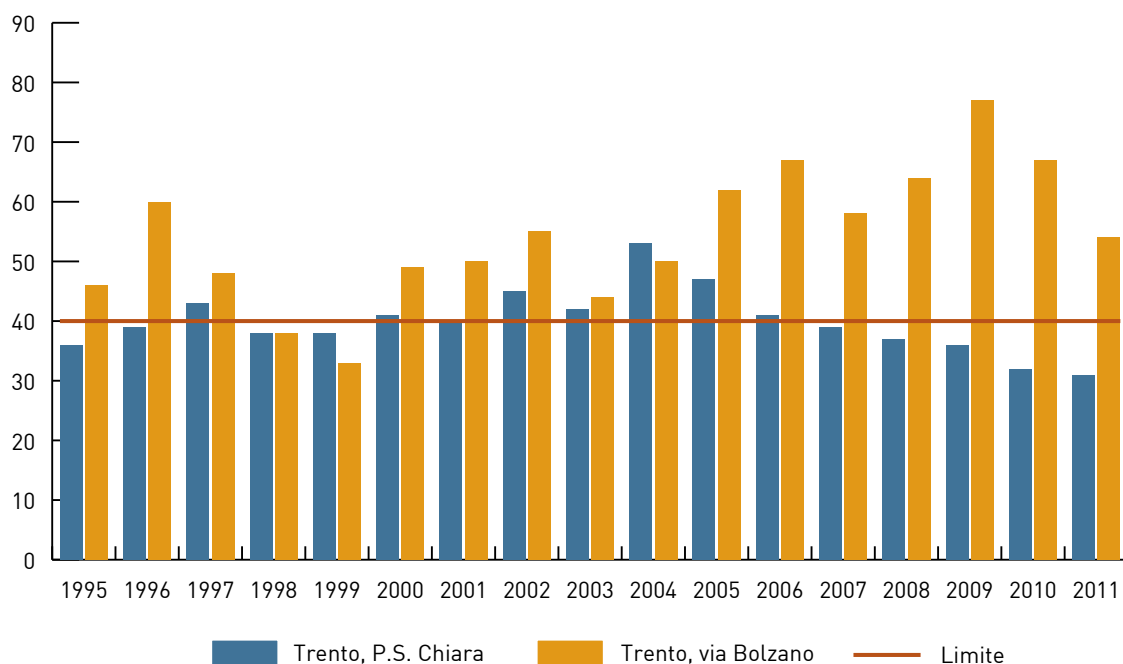
misura del 'fondo').

Diversa la considerazione per i siti di "traffico" (nel grafico Trento via Bolzano), dove tale limite non viene rispettato, così come il trend, che evidenzia un andamento crescente.

Si tratta di una situazione "normale" e tipica di tutti i siti trafficati (sostanzialmente la concentrazione è direttamente correlata ai flussi di traffico). Per quanto riguarda gli altri limiti previsti per questo inquinante (Valore limite orario per la protezione della salute umana e Soglia di allarme), la situazione è tranquillizzante in quanto tali limiti sono rispettati in tutti i siti di misura.

→ **GRAFICO 13.11:**

**CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE DI NO<sub>2</sub> IN µG/M<sup>3</sup> NEL PERIODO 1995-2011 (VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA MEDIA ANNUALE 40 µG/M<sup>3</sup>, LIMITE PREVISTO A PARTIRE DAL 1.1.2010)**



Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
13.9. Concentrazioni di biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Aria	S	D	☹	↑↓	P	1995-2011

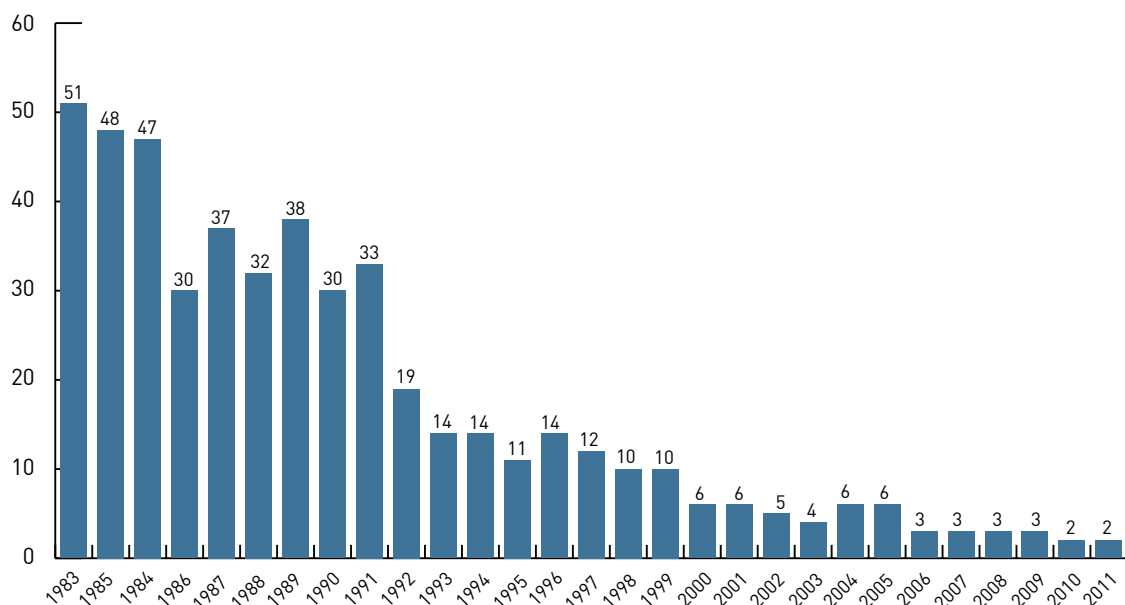
### 13.3.3 Concentrazioni di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Le concentrazioni di biossido di zolfo, sempre modeste in Trentino, sono sensibilmente diminuite nel tempo per effetto del progressivo uso di combustibili con contenuto di zolfo minore rispetto al

passato. In particolare ha avuto un ruolo fondamentale la progressiva conversione degli impianti di riscaldamento domestici da gasolio a metano.

→ **GRAFICO 13.12:**

**CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE DI SO<sub>2</sub> IN µG/M<sup>3</sup> NEL PERIODO 1983-2011**



Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
13.10. Concentrazioni di biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Aria	S	D	☺	↗	P	1983-2011



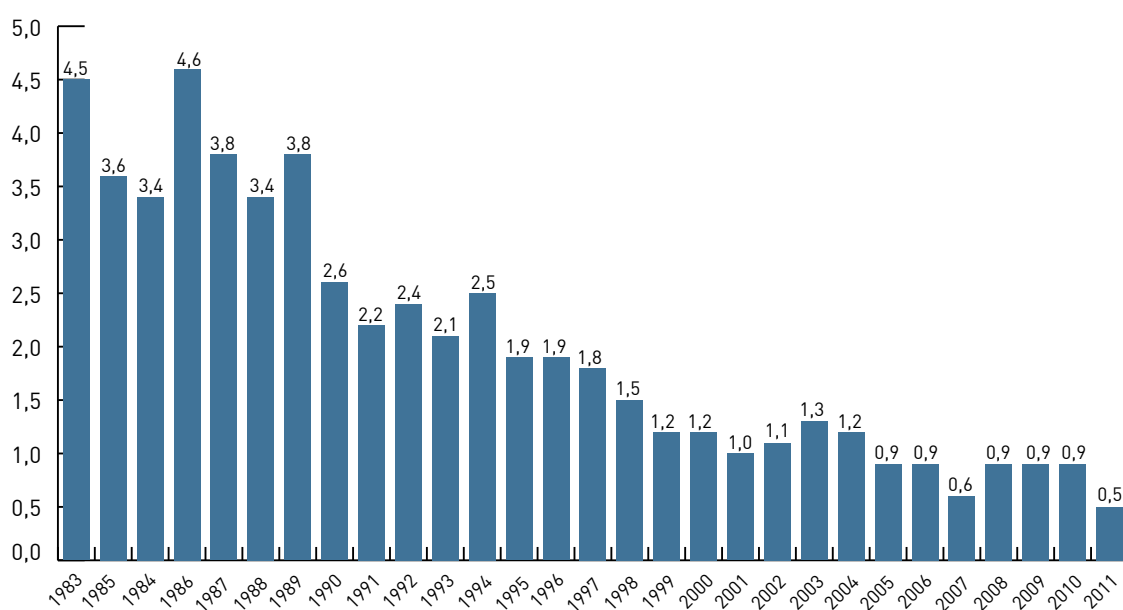
### 13.3.4 Concentrazioni di monossido di carbonio (CO)

In considerazione delle riduzioni dei valori misurati nel corso degli ultimi anni è stato sensibilmente ridotto il numero di punti di monitoraggio del monossido di carbonio (CO) ed attualmente la misura è effettuata nella sola stazione di “traffico” presente nella rete di monitoraggio (Trento via Bolzano). La fonte di gran lunga predominante di questo inquinante è infatti da ricondurre alle

emissioni veicolari e quindi la sua misura ha significato solo in questo tipo di stazioni.

L'introduzione massiccia ed obbligatoria dei sistemi catalitici su tutti i veicoli a motore ha consentito una progressiva e risolutiva decrescita delle concentrazioni di CO in ambiente, decrescita ben evidenziata dal grafico.

→ **GRAFICO 13.13:**  
CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE DI CO IN MG/M<sup>3</sup> NEL PERIODO 1983-2011



Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
13.11. Concentrazioni di monossido di carbonio (CO)	Aria	S	D	☺	↗	P	1983-2011



### 13.3.5 Concentrazioni di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Il benzene, al pari dell'ossido di carbonio, è un inquinante la cui presenza in aria ambiente è principalmente dovuta alle emissioni dei veicoli a motore. La sua massiccia introduzione, con conseguenti iniziali alte concentrazioni, è legata al passaggio, avvenuto negli anni '90, dalla benzina super alla cosiddetta benzina "verde".

Inizialmente la quantità presente nel combustibile era relativamente elevata e quindi anche nell'aria ambiente le concentrazioni erano più elevate di quelle odierne. Nel tempo tale quantità è stata ridotta e contestualmente si è riscontrato un incremento notevole delle automobili diesel che non emettono questo inquinante.

Tali interventi hanno portato ad una rapida e vistosa riduzione delle concentrazioni.

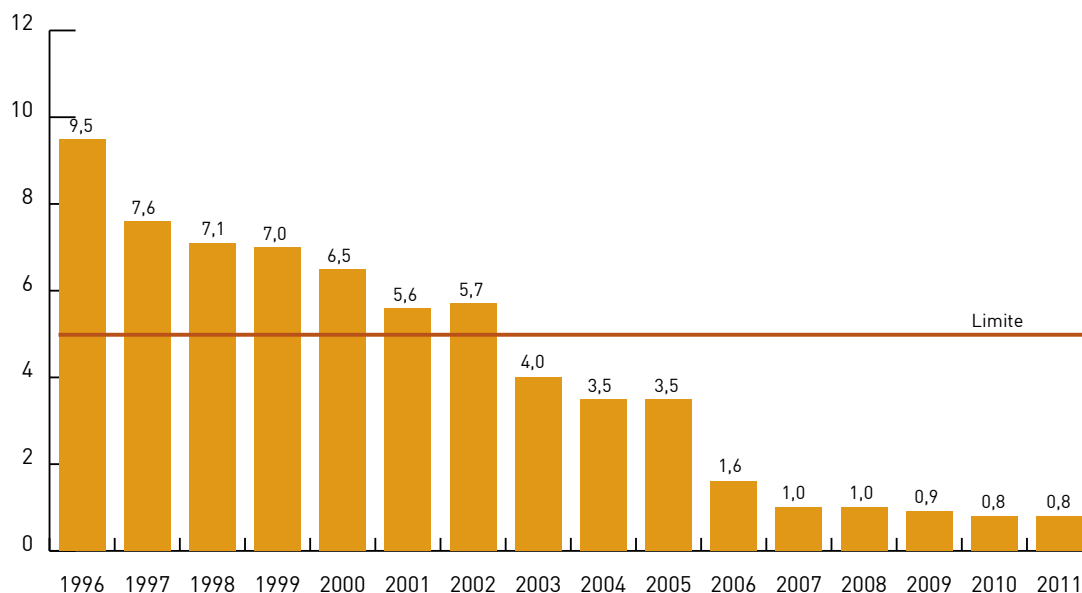
### 13.3.6 Concentrazioni di ozono (O<sub>3</sub>)

Per quanto riguarda l'esposizione della popolazione, i principali riferimenti normativi sono costituiti dalle soglie di "informazione" e di "allarme". In particolare, la soglia di "informazione" è fissata in 180 µg/m<sup>3</sup> come media oraria mentre la soglia di "allarme" è fissata in 240 µg/m<sup>3</sup> (sempre media oraria).

Di seguito si riportano i grafici 13.15 e 13.16 che riassumono la situazione in Trentino relativamente a questo inquinante "secondario" ovvero non riconducibile a sorgenti localizzate ma prodotto di numerose e complesse reazioni fotochimiche. In evidenza come la soglia di allarme non sia mai stata superata nel quinquennio 2007-2011.

Meno positiva la situazione relativamente al "valore obiettivo" per la protezione della salute umana (che tuttavia non è valore limite), laddove

→ **GRAFICO 13.14:**  
CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE DI C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> IN µG//M<sup>3</sup> NEL PERIODO 1996-2011



Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
13.12. Concentrazioni di benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Aria	S	D	☺	↗	P	1996-2011

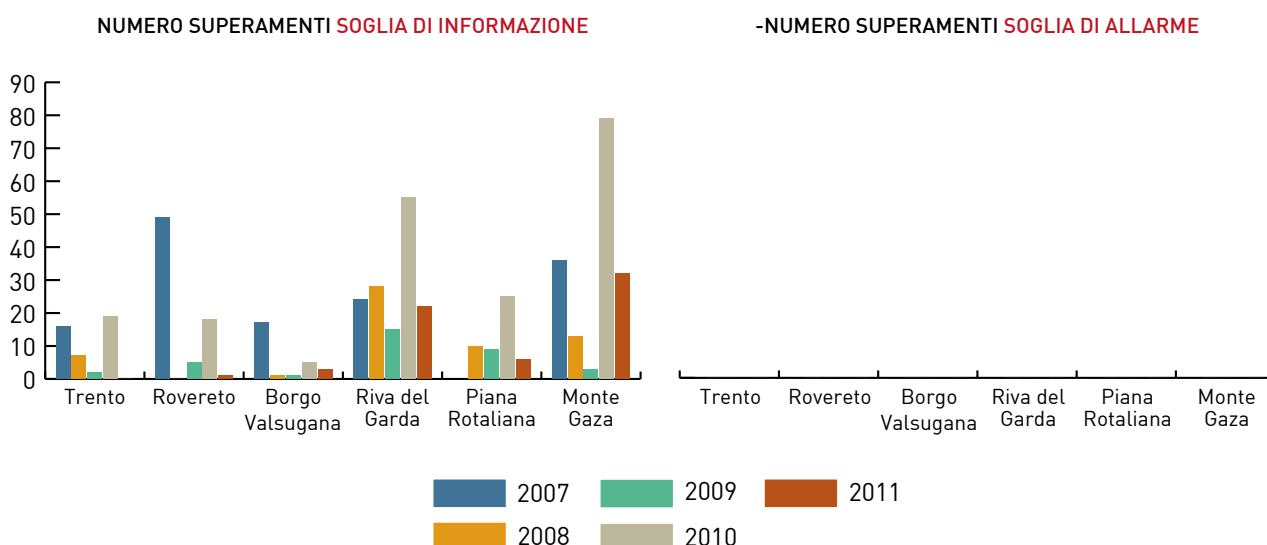
il numero di giornate di superamento delle medie triennali eccede diffusamente e costantemente il riferimento annuale di 25.

Come già sottolineato l'ozono è inquinante secondario le cui dinamiche di formazione e diffusione si concretizzano su scala sovra-regionale e più spesso anche sovra-nazionale.

In ragione di ciò le politiche di riduzione e contenimento non possono che essere di lungo periodo e su vasta scala. A questo scopo anche l'atto di recepimento della nuova direttiva prevede, per questo inquinante, non più "zone" regionali ma macrozone nazionali (ad esempio, tutto il nord Italia).

→ **GRAFICO 13.15:**

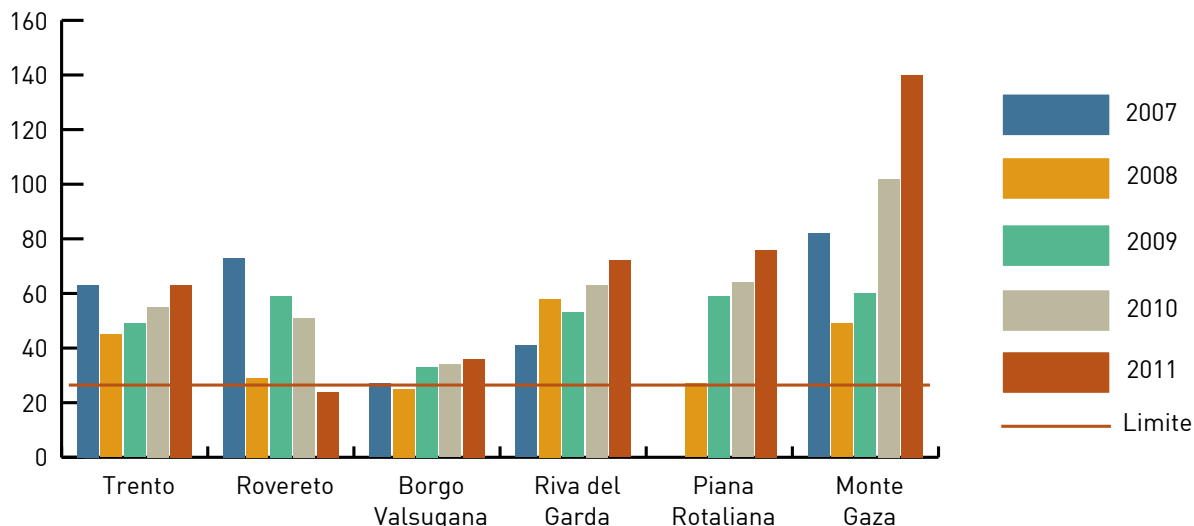
**NUMERO SUPERAMENTI DELLE SOGLIE DI INFORMAZIONE E DI ALLARME PER L'O<sub>3</sub> NEL PERIODO 2007-11 (NUMERO EPISODI)**



Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

→ **GRAFICO 13.16:**

**NUMERO SUPERAMENTI "VALORE OBIETTIVO" PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA PER L'O<sub>3</sub> NEL PERIODO 2007-11 (N° EPISODI)**



Fonte: Settore informazione e monitoraggi APPA

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
13.13. Concentrazioni di ozono (O <sub>3</sub> )	Aria	S	D	☹	↔	P	2007-2011

## 13.4 Gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute pubblica

### Gli effetti sanitari correlabili all'inquinamento atmosferico (PM10)

Dalla letteratura è nota la relazione tra livelli di concentrazione in aria delle polveri e dell'ozono e gli effetti sanitari sulla popolazione, soprattutto in termini di mortalità e ricoveri ospedalieri. L'OMS ha suggerito al riguardo di monitorare i livelli degli inquinanti in aria fornendo valutazioni dell'impatto sulla salute<sup>1</sup>.

Le funzioni di rischio dose-risposta, derivate da vari studi a livello europeo, consentono di effettuare valutazioni con margini contenuti di errore. Va considerato che questi studi non permettono di individuare le singole persone decedute/ricoverate a causa dell'inquinamento atmosferico, ma servono a quantificare, entro un certo margine di errore, l'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione.

Per la seguente valutazione di impatto che considera esclusivamente gli effetti acuti, sono stati utilizzati i dati di PM10 relativi al 2010, forniti dalle 6 centraline posizionate a Trento (2), Rovereto, Borgo Valsugana Riva del Garda e Piana Rotaliana, messi a disposizione dall'APPA ed elaborati dall'Azienda provinciale per i servizi sanitari (APSS). Per tutte le elaborazioni si fa riferimento alla media giornaliera delle 6 centraline.

### Mortalità attribuibile all'inquinamento atmosferico

La stima dell'impatto sulla mortalità generale è effettuata tramite il rischio proporzionale attribuibile nella popolazione (RA), frazione di decessi che può essere attribuita all'esposizione specificata nella popolazione, per un certo tempo, assumendo un'associazione causale tra esposizione e esito sanitario. Per la valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico da PM10 in provincia di Trento è stato utilizzato il software AirQ<sup>2</sup> dell'OMS (Centro Europeo Ambiente e Salute), che richiede il raggruppamento dei dati della media giornaliera di PM10, rilevati nel corso del 2010, in una serie di concentrazioni con intervallo di 10 µg/m<sup>3</sup>.

Quando si eseguono le stime di impatto con il programma AirQ occorre scegliere la soglia sotto cui non si considerano gli effetti sulla salute (soglia di non impatto). Occorre inoltre immettere i dati locali di mortalità (tasso grezzo) e di ospedalizzazione per malattie cardiovascolari e/o respiratorie. Nel 2010 si sono verificati 4.456 decessi (escluso il settore "Traumatismi ed avvelenamenti") con tasso grezzo pari a 845/100.000.

Il Rischio Relativo di default del programma AirQ (risultante da un'accurata meta-analisi di lavori scientifici inerenti il problema condotta da esperti

<sup>1</sup> Review of methods for monitoring PM10 and PM2.5 October 2004.

<sup>2</sup> Cfr. <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/quantification-of-the-health-effects-of-exposure-to-air-pollution-the-air-quality-health-impact-assessment-software-airq-2.2/installation-instructions>.

→ **TABELLA 13.2:**

**MORTALITÀ TOTALE (ESCLUSO IL SETTORE NOSOLOGICO "TRAUMATISMI ED AVELENAMENTI")  
ATTRIBUIBILE ALL'ESPOSIZIONE AL PM10 IN PROVINCIA DI TRENTO (2008-2011)**

VALORE SOGLIA SOTTO IL QUALE SI PRESUME ASSENZA DI EFFETTO ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ )	2008 STIMA NUMERO TOTALE DEI DECESSI ATTRIBUIBILI (VALORE MINIMO E MASSIMO)	2009 STIMA NUMERO TOTALE DEI DECESSI ATTRIBUIBILI (VALORE MINIMO E MASSIMO)	2010 STIMA NUMERO TOTALE DEI DECESSI ATTRIBUIBILI (VALORE MINIMO E MASSIMO)
10	64 (54-74)	50 (42-58)	50 (42-57)
20	39 (33-46)	27 (22-31)	26 (22-30)
30	24 (20-28)	12 (10-14)	12 (10-14)
40	15 (13-18)	4 (3-5)	5 (4-6)
50	10 (9-12)	2 (2-3)	2 (2-3)

Fonte: Azienda provinciale per i servizi sanitari

dell'OMS) corrisponde a 1,0074 (1,0062 – 1,0086). Il programma consente di stimare il numero dei decessi nell'anno considerato attribuibile alle concentrazioni di PM10 a cui è stata esposta la popolazione. I calcoli sono stati eseguiti a diversi valori limite di media giornaliera: rispettivamente 10,20,30,40,50,60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di PM10.

Nel 2010, coerentemente con il fatto che, sia la situazione relativa al limite di media annuale sia al limite previsto per il numero massimo di giornate con concentrazione superiore a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sia simile al 2009, il numero di morti stimati attribuibile ad esposizione a PM10 risulta sovrapponibile nei due anni.

#### Ricoveri ospedalieri attribuibili all'inquinamento

Sono stati estratti dall'archivio provinciale delle SDO tutti i ricoveri per malattie dell'apparato respiratorio (prima causa codici ICD-IX 460-519) e per malattie cardiocircolatorie (prima causa codici ICD-IX 410-436).

Nel 2009 sono stati registrati 5.268 ricoveri per malattie respiratorie (tasso grezzo 999/100.000) e 10.798 ricoveri per malattie cardiache (tasso grezzo 2.048/100.000). I valori di rischio relativo (RR) di default del software AirQ sono 1,008 (da 1,0048 a 1,012) per le malattie respiratorie e 1,009 (da 1,006 a 1,013) per le malattie cardiovascolari.

→ **TABELLA 13.3:**

**RICOVERI PER MALATTIE RESPIRATORIE E CARDIOVASCOLARI ATTRIBUIBILI ALL'ESPOSIZIONE AL PM10 (2010)**

VALORE SOGLIA SOTTO IL QUALE SI PRESUME ASSENZA DI UN EFFETTO ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ )	2010 STIMA RICOVERI PER MALATTIE RESPIRATORIE	2010 STIMA RICOVERI PER MALATTIE CARDIOVASCOLARI
10	63 (38-88)	130 (78-193)
20	34 (20-47)	69 (41-103)
30	16 (9-22)	32 (19-48)
40	7 (4-10)	14 (8-21)
50	3 (2-4)	6 (4-9)

Fonte: Azienda provinciale per i servizi sanitari

Il programma consente di stimare il numero di ricoveri, per malattie respiratorie e cardiovascolari attribuibili alle concentrazioni di PM10 a cui è stata esposta la popolazione. I calcoli sono stati eseguiti al valore soglia del limite di media giornaliera di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mettendo a confronto le stime di impatto, con una soglia di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con quelle degli anni precedenti si evidenzia una riduzione dei decessi, dei

ricoveri per malattie respiratorie e cardiovascolari attribuibili all'esposizione al PM10 rispetto al periodo 2005-2008 ed una situazione sostanzialmente sovrapponibile al 2009. Questo a conferma del miglioramento della situazione relativa alle polveri fini PM10 con il raggiungimento del limite di media annuale e del limite di superamento del numero massimo di giornate con concentrazione superiore a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  previsto.

